

РЪКОВОДСТВО

ЗА НАМАЛЯВАНЕ ЗАГУБИТЕ ОТ НЕОТЧЕТЕНА ВОДА

ЧАСТ I

ЗА УПРАВИТЕЛИ НА ВиК ДРУЖЕСТВАТА



София 2011 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ ОТ АВТОРА

ДА! ЕМОЦИОНАЛНО Е, НО Е ВЯРНО!

Това Ръководство, Част I, за вземащите решения във ВиК дейността е както знак на отчаяние и понижено национално самочувствие заради големите загуби на вода, така и вяра и надежда, че отговорните политически лица, вземащи решения, Държавната комисия за енергийно и водно регулиране, управителите на ВиК фирмите /дружествата/ и главните им инженери могат да си напишат домашното, изпълнявайки Закона за регулиране на ВиК услугите.



ст. н. с. д-р инж. Атанас Паскалев

СЪДЪРЖАНИЕ

1.	ВЪВЕДЕНИЕ И ОБЩИ БЕЛЕЖКИ	17
1.1	УВОД	18
1.2	ЕСТЕСТВО НА ИНФРАСТРУКТУРАТА	22
1.3	ПРИЧИНИ ЗА ПОДДЪРЖАНЕ НА НИСКИ НИВА НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА.....	23
1.4	ТЕКУЩО ЗАКОНОДАТЕЛСТВО, КАСАЕЩО НЕОТЧЕТЕНИТЕ ВОДНИ КОЛИЧЕСТВА.....	27
1.5	ЦЕЛИ НА РЪКОВОДСТВО	31
2.	ВЪВЕДЕНИЕ В НАМАЛЯВАНЕТО НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА	32
2.1	НЕОБХОДИМОСТ ОТ НАМАЛЯВАНЕ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА.....	33
2.1.1	Загубите на вода – глобален проблем	33
2.1.2	Намаляване на загубите на вода с цел устойчиво развитие	35
2.1.3	Политическа и финансова рамка за ефективно и устойчиво управление на загубите на вода.....	36
2.1.4	Развитие на капацитет в областта на намаляване на загубите на вода	39
2.1.5	Четири основни метода за борба с реалните загуби на вода.....	42
3.	РАЗБИРАНЕ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА	44
3.1	ДЕФИНИЦИИ И ТЕРМИНОЛОГИЯ	45
3.2	ВЛИЯЕЩИ КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ	46
3.3	РЕАЛНИ ЗАГУБИ (ФИЗИЧЕСКИ ЗАГУБИ).....	47
3.3.1	Класификация	47
3.3.2	Накратко за хидравликата на течовете	52
3.3.3	Причини, обуславящи реалните загуби.....	53
3.3.4	Последици от реалните загуби	63
3.4	ТЪРГОВСКИ ЗАГУБИ	66
3.4.1	Класифициране.....	66
3.4.2	Причини, обуславящи търговските загуби	66
3.5	РАЗХИЩЕНИЕ НА ВОДАТА.....	68
4.	РАЗРАБОТВАНЕ НА ТЕХНИЧЕСКА СТРАТЕГИЯ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА...69	
4.1	НЕОБХОДИМОСТТА ОТ УПРАВЛЕНИЕ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА	70
4.2	АНАЛИЗ НА ТЕКУЩОТО СЪСТОЯНИЕ	71
4.2.1	Предварителна диагноза на системата	71
4.2.2	Установяване на водния баланс.....	71

4.2.3	Надеждност на изчисленията за водния баланс	78
4.2.4	Оценяване и изчисляване на реалните загуби на вода	79
4.2.5	Оценка и изчисляване на търговските загуби на вода.....	83
4.2.6	Изчисление и анализ на съответните показатели за ефективност	84
4.2.7	Оценка на потенциалните икономии	90
4.3	НАБЕЛЯЗВАНЕ НА ПОДХОДЯЩИ МЕРКИ.....	92
4.3.1	Избор на методи.....	92
4.3.2	Определяне на икономическо ниво на течовете	94
4.3.3	Определяне на целеви нива.....	99
4.4	СЪСТАВЯНЕ И ИЗПЪЛНЕНИЕ НА ПРОГРАМА ЗА КОНТРОЛ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА	101
4.4.1	План за действие	101
4.4.2	Избор и прилагане на методи за интервенция	103
4.4.3	Оценка на резултатите	103
5.	ЕЛЕМЕНТИ НА УСТОЙЧИВО УПРАВЛЕНИЕ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА.....	105
5.1	ИНФОРМАЦИОННИ СИСТЕМИ И УПРАВЛЕНИЕ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА	106
5.1.1	Информацията: предпоставка за ефективно управление на загубите на вода	106
5.1.2	Описание на информационни системи с отношение към темата	107
5.1.3	Интегриране във всеобхватна система GIS	109
5.1.4	Определяне на целите	110
5.2	ЕЛЕМЕНТИ НА ГЕОГРАФСКАТА ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА (GIS)	111
5.2.1	Дефиниция на географска информационна система.....	111
5.2.2	Ниво на изпълнение.....	112
5.3	ЗЕМНА ОСНОВА (ЗЕМНА ПОДЛОЖКА).....	113
5.3.1	Изходни данни за земна основа	113
5.3.2	Съдържание на земната основа.....	113
5.3.3	Качество на данните.....	114
5.4	РЕГИСТЪР НА МРЕЖАТА	114
5.4.1	Цели	114
5.4.2	Изходни данни за регистъра на мрежата.....	115
5.4.3	Структура на данните (примерна).....	116
5.4.4	Регистър на мрежата и течове.....	118
5.4.5	Свързване на регистъра на мрежата с хидравличния модел.....	118
5.5	ХИДРАВЛИЧЕН МОДЕЛ НА МРЕЖАТА.....	120
5.5.1	Дефиниция и цели.....	120
5.6	БАЗА ОТ ДАННИ ЗА АВАРИЙНИ СЪБИТИЯ	121
5.6.1	Цели	121

5.6.2	Събиране на данни за аварии	122
5.6.3	Анализ на аварията	123
5.6.4	Връзка между интензивност на аварията и налягане на системата.....	124
5.7	ИНФОРМАЦИОННИ СИСТЕМИ ЗА ОБСЛУЖВАНЕ НА КЛИЕНТИТЕ (CIS)	125
5.7.1	Цели	125
5.7.2	Компоненти на информационната система за обслужване на клиентите.....	125
5.7.3	Мениджърска информационна система	128
6.	МЕТОДИ И ИНСТРУМЕНТИ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА РЕАЛНИТЕ ЗАГУБИ НА ВОДА	129
6.1	Предприемане на мерки срещу реалните загуби на вода	130
6.1.1	Планиране на технически мероприятия	130
6.1.2	Избор на подходящи методи за технически мероприятия	132
6.2	Зони за измерване на водопотреблението (DMA ЗОНИ)	132
6.2.1	Определение и предназначение на водомерните зони	132
6.2.2	Проектиране на водомерна зона.....	134
6.2.3	Изграждане на водомерни зони	135
6.2.4	Експлоатация и управление	135
6.3	УПРАВЛЕНИЕ НА НАЛЯГАНЕТО	138
6.3.1	Дефиниция и цел на управление на налягането	138
6.3.2	Концепции за модулиране на налягането	140
6.3.3	Видове регулатори на налягане /вентили за регулиране на налягането/ (PRVs)	141
6.3.4	Видове зони за управление на налягането	142
6.3.5	Планиране и проектиране	143
6.3.6	Ограничения на управлението на налягане.....	150
6.4	АКТИВЕН КОНТРОЛ НА ТЕЧОВЕТЕ (ALC)	151
6.4.1	Активен контрол на течовете: дефиниция и цели.....	151
6.4.2	Методи за осведомяване	154
6.4.3	Методи за откриване на течове	156
6.4.4	Методи за локализиране на течове.....	159
6.4.4.1	Акустични методи.....	159
6.4.4.2	Неакустични методи.....	162
6.5	Отстраняване на течове	163
6.5.1	Цел	163
6.5.2	Организационни въпроси и оперативни процедури	163
6.5.3	Изпълнение на ремонтни дейности	164
7.	МЕНИДЖМЪНТ НА ВОДАТА НЕНОСЕЩА ПРИХОДИ.....	166

7.1	УПРАВЛЕНИЕ НА ИНФРАСТРУКТУРАТА	167
7.1.1	Общ преглед	167
7.1.2	Фактори, допринасящи за влошаване на инфраструктурата на компанията	169
7.1.3	Събиране и организиране на информация за съоръженията /активите/	170
7.1.4	Анализ на данните.....	170
7.1.5	Обединяване на данните и взимане на решения	171
7.2	Управление на водопотреблението	173
7.2.1	Въведение и дефиниции	173
7.2.2	Фактори, влияещи върху водопотреблението.....	175
7.2.3	Инструменти за управление на потреблението	176
7.2.4	Стъпки и дейности по управление на водопотреблението.....	178
7.2.5	Цената на водата като инструмент за управление на водопотреблението.....	180
7.3	Управленски аспекти на водния баланс.....	180
8.	ОБУЧЕНИЕ.....	184
8.1	ОБЩИ БЕЛЕЖКИ.....	185
8.2	ВЪВЕЖДАЩИ В МАТЕРИЯТА СЕМИНАРИ	185
8.2.1	Програма на еднодневен курс	185
8.3	Курсове за инженери и технически персонал	185
8.3.1	Модули на програмата на петдневен курс	186
8.3.2	Практическо обучение за операторите	187
8.3.3	Модули	187
9.	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	188
10.	ПИЛОТНИ ПРОЕКТИ И КОНКРЕТНИ ПРИМЕРИ	193
10.1	РЕГУЛИРАНЕ НА НАЛЯГАНЕТО И АКТИВНО УПРАВЛЕНИЕ НА ТЕЧОВЕТЕ ВЪВ ВОДОМЕРНАТА ЗОНА “ЛИСИЧЕ”, СКОПИЕ, МАКЕДОНИЯ	194
10.1.1	РЕГУЛИРАНЕ НА НАЛЯГАНЕТО – ЕТАП 1.....	195
10.1.2	АКТИВЕН КОНТРОЛ НА ТЕЧОВЕТЕ – ЕТАП 2	197
10.1.3	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	199
10.2	ЕФЕКТИВНО РЕШЕНИЕ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА И БРОЯ НА АВАРИИТЕ В НИСКАТА ЗОНА НА ГР. КЪРДЖАЛИ.....	200
10.3	СТРАТЕГИЯ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА В ТИМИШОАРА - РУМЪНИЯ	206
10.3.1	ОБЩ ПРЕГЛЕД	206
10.3.2	СТРАТЕГИЯ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА	206
10.3.3	ЗАКЛЮЧЕНИЯ	211

10.4	ПРАКТИЧЕСКИ ТЕХНИКИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА НАЛЯГАНЕТО ЗА НАМАЛЯВАНЕ И КОНТРОЛИРАНЕ НА ТЕЧОВЕТЕ.....	212
10.4.1	Международният опит в сферата на управление на налягането	212
10.4.2	Изпълнение на разработка за усъвършенствано управление на налягането при Съвета по водоснабдяване на Лимасол.....	215
10.4.3	Изпълнение на разработка за усъвършенствано управление на налягането във ВиК Атина (EYDAP SA).....	221
10.5	НАМАЛЯВАНЕ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА В ПИЛОТНА ЗОНА „КООПЕРАТИВЕН ПАЗАР”, ГР. РАЗГРАД ЧРЕЗ АКТИВЕН КОНТРОЛ НА ТЕЧОВЕТЕ, УПРАВЛЕНИЕ НА НАЛЯГАНЕТО И ВРЪЗКА МЕЖДУ УПРАВЛЕНИЕ НА НАЛЯГАНЕТО И ТЕЧОВЕТЕ	228
10.5.1	Увод	228
10.5.2	Общ преглед	228
10.5.3	Стратегия за намаляване на загубите на вода в DMA „Кооперативен пазар”	230
10.6	НАМАЛЯВАНЕ НА ТЪРГОВСКИТЕ ЗАГУБИ НА ВОДА –УАРАЗ, ПЕРУ	244
10.6.1	Предварителна информация.....	244
10.6.2	Развитие на процеса	245
10.6.3	Резултати и добра практика:	246
10.6.4	Изводи	246
10.7	НАБЛЮДЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ НА ВОДОРАЗПРЕДЕЛИТЕЛНАТА МРЕЖА В ГРАД АНТАЛИЯ С ПОМОЩТА НА СИСТЕМА SCADA.....	247
10.7.1	Резюме	247
10.7.2	Въведение	248
10.7.3	Описание на системата SCADA в Анталия	248
10.7.4	Предимства на системата SCADA	250
10.7.5	Заклучения	252
10.8	GRUNDFOS – ТЕХНОЛОГИЯ ЗА НАМАЛЯВАНЕ ЗАГУБИТЕ ОТ ТЕЧОВЕ И РАЗХОДА НА ЕНЕРГИЯ.....	253
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....		258
ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА		260

СПИСЪК НА ФИГУРИТЕ

Фигура 1.1	4-те компонента за намаляване на физическите загуби на вода	18
Фигура 1.2	Ниво на загубите на вода в Р България	19
Фигура 1.3	Дългосрочно ниво на загубите	20
Фигура 1.4	Физическите загуби на няколко ВиК оператора у нас, изразени с Инфраструктурния индекс на течовете	21
Фигура 1.5	Структура на водния сектор.....	22
Фигура 1.6	Авария на главен водопровод.....	23
Фигура 1.7	Загуби на вода, България, 2009г.	24
Фигура 1.8	Последици от авария	25
Фигура 1.9	Цикъл на влошаване на събираемостта (Световна банка)	26
Фигура 2.1	Нива на ВВП при водоснабдителните компании от развиващия се свят по данни на IBNET [46].....	33
Фигура 2.2	Дебит на теч при единичен отвор от 6 mm и еквивалентен обем вода.....	34
Фигура 2.3	Взаимовръзка между различните елементи от развитието на капацитета	40
Фигура 2.4	Четири основни метода за интервенция за борба с реалните загубите на вода.....	43
Фигура 3.1	Ключови фактори, влияещи на течовете.....	47
Фигура 3.2	Авария	48
Фигура 3.3	Амортизиран водопровод	48
Фигура 3.4	Сградно водопроводно отклонение	49
Фигура 3.5	Преливащ резервоар	49
Фигура 3.6	Теч от тръба.....	50
Фигура 3.7	Взаимовръзка между интензивност на теча (Q) и неговата продължителност (t)	51
Фигура 3.8	Пробиви по амортизирана тръба.....	52
Фигура 3.9	Дефектирала тръба	54
Фигура 3.10	Корозия.....	54
Фигура 3.11	Теч.....	55
Фигура 3.12	Амортизирала тръба	55
Фигура 3.13	Хлътване на пътна настилка	56
Фигура 3.14	Теч при високо налягане.....	57
Фигура 3.15	Теч при ниско налягане.....	57
Фигура 3.16	Теч от тротоарен кран	60
Фигура 3.17	Теч от съединения	60

Фигура 3.18	Преливане от резервоар.....	61
Фигура 3.19	Теч в помпена станция.....	62
Фигура 3.20	Дефектирали валови уплътнения	62
Фигура 3.21	Хлътване на пътна настилка	63
Фигура 3.22	Стенд за проверка на водомери	67
Фигура 4.1	Компоненти на нощното потребление.....	77
Фигура 4.2	SCADA.....	82
Фигура 4.3	Стенд за проверка на водомери	83
Фигура 4.4	Използване на показатели за ефективност в процеса на взимане на решения: общ план (в ляво) и пример (в дясно) въз основа на [17].....	85
Фигура 4.5	Пример на възможно разпределение на загубите по обем и финанси [37]	93
Фигура 4.6	Специфични компоненти на разходите по управление на загубите на вода	95
Фигура 4.7	Определяне на икономическото ниво на течовете (ИНТ) въз основа на [52].....	96
Фигура 4.8	Намаляваща възвращаемост от мерките за управление на течовете според [76]	100
Фигура 4.9	Инструменти за програми за намаляване на реалните и търговските загуби.....	104
Фигура 5.1	Взаимодействие между различни информационни системи	107
Фигура 5.2	Структура на GIS (Географска информационна система).....	112
Фигура 5.3	Стандартизирана структура на данните за разпределителните мрежи по [27]	117
Фигура 5.4	Свързване на хидравличния модел на мрежата с регистъра на мрежата	120
Фигура 5.5	Силно дефектирала тръба	121
Фигура 5.6	Обичайно поведение на аварийността на тръбопроводите, според [50]	121
Фигура 5.7	Влияние на управлението на налягането върху аварийността	124
Фигура 5.8	Връзки между основните компоненти на Информационната система за обслужване на клиентите	126
Фигура 6.1	Сравнение между различните стратегии за борба с реалните загуби	131
Фигура 6.2	Типичен план на водомерна зона според [32]	133
Фигура 6.3	Взаимовръзка между дебита, налягането и компонентите на теча	136
Фигура 6.4	Регулатор на налягане.....	138
Фигура 6.5	Схематично представяне на налягането в разпределителната мрежа	139
Фигура 6.6	Класификация на различните концепции и компоненти за управление на налягането	140
Фигура 6.7	143	
Фигура 6.8	Блок схема при взимане на решения за седемте обичайни варианта.....	145
Фигура 6.9	Схема при взимане на решения за седемте обичайни варианта	146

Фигура 6.10	Общ план на шахта с вентил и система за управление на налягането с плунжерен вентил и байпасна тръба	149
Фигура 6.11	Ефект от броя на изследванията (за течове) върху времето за откриване на нови течове	152
Фигура 6.12	Пример на тристепенен контрол на течовете.....	153
Фигура 6.13	DMA.....	154
Фигура 6.14	PMA.....	155
Фигура 6.15	Поетапно изпитване	156
Фигура 6.16		157
Фигура 6.17	Зависимост между материал и разпространение на звуковите върни [42]	158
Фигура 6.18	Прослушване със земни микрофони	159
Фигура 6.19	Използване на корелатор за откриване на теч.....	160
Фигура 6.20	Отстраняване на течове	163
Фигура 7.1	Блок схема за управление на инфраструктурните активи	168
Фигура 7.2	Фактори и механизми за отчитане в процеса на взимане на решения.....	169
Фигура 7.3	Елементи на модела за прогноза на водопотреблението.....	177
Фигура 7.4	Обхват на действие на даден ВиК оператор	178
Фигура 7.5	План за действие за намаляване на водата неносеща приходи.....	181
Фигура 7.6	Управленски подходи за намаляване на търговските загуби на вода	182
Фигура 7.7	Мерки за намаляване на физическите загуби на вода	183
Фигура 9.1		191
Фигура 10.1	Водомерна зона “Лисиче”	194
Фигура 10.2	Разходомер и камера за регулиране на налягането	195
Фигура 10.3	Налягане на входа и изхода и входящо количество в зоната с показано MNF преди и след регулатора.....	196
Фигура 10.4	Данни за налягането преди и след регулатора	196
Фигура 10.5	Водомерната зона Лисиче е разделена на под-зони.....	197
Фигура 10.6	Методология на водните загуби	198
Фигура 10.7	Открити възли на теч в зоната, разглеждайки генерирания емитерен коефициент, с използване на калибрационния модул на Darwin в WaterGEMS.....	198
Фигура 10.8	Налягане на входа и изхода и входящото водно количество в зоната, с посочено MNF199	
Фигура 10.9	Изменение на разхода на вода в началото на ниската зона на гр. Кърджали за периода от 10.08 до 15.08.2007 г.	201
Фигура 10.10	Изменение на налягането в началото на ниската зона на гр.Кърджали за периода 10.08 до 15.08.2007 г.	202

Фигура 10.11 Изменение на разхода и налягането на водата в началото на ниската зона на гр. Кърджали на 13.08.2007 г. (понеделник)	202
Фигура 10.12 Шахта с регулатор на налягането на фирма „Bermad” с необходимите арматури и устройства	203
Фигура 10.13 Регулатор на налягането на фирма „Bermad” 720-24ES с „V-port” и два режима на работа (дневен и нощен)	204
Фигура 10.14 Стратегията за намаляване на загубите на вода в краткосрочен план	207
Фигура 10.15 Стратегия за намаляване загубите на вода в средно- и дългосрочен план	208
Фигура 10.16 Развитие на показателите за ефективност при ВЗ „Нептун”	209
Фигура 10.17 Развитие на показателите за ефективност в ВЗ „Плопи”	211
Фигура 10.18 Диаграма на четирите компонента с второстепенно въздействие на налягането.....	214
Фигура 10.19 Снимки на PRV вентил за модулация по дебит и с хидравличен контрол.....	216
Фигура 10.20 Използване на PRV вентил за фиксирано изходно налягане и модулиране по дебит ...	217
Фигура 10.21 Сравнение на дебита при фиксирано изходно налягане и с модулация по дебит	218
Фигура 10.22 Графика на дебит, налягане преди PRV вентила и модулирано налягане в DMA зона	219
Фигура 10.23 PRV вентил с няколко настройки в DMA зона	220
Фигура 10.24 Графика, показваща реакцията спрямо дебита и налягането в DMA зона	220
Фигура 10.25 Снимки с инсталация на PRV вентил в шахта с хидравлично модулиране	222
Фигура 10.26 Снимки, показващи PRV инсталация в шахта с електронно модулиране	223
Фигура 10.27 Графика, показваща приложението на модулация по часово време, довела до намаление на минималния нощен дебит, равняващо се на 9 l/sec	224
Фигура 10.28 Графика, показваща приложението на модулация по дебит, довела до намаление на минималния нощен дебит, равняващо се на 1,9 l/sec.....	225
Фигура 10.29 Графика, показваща успешното приложение на синхронизирана модулация по време в 2 PRV вентила 400 mm (сини и червени линии) в DMA зона от 230 km и 15.574 отклонение.....	226
Фигура 10.30 Водоснабдителната мрежа на гр. Разград	228
Фигура 10.31 SCADA система на гр.Разград по DMA.....	229
Фигура 10.32 Водоснабдителната мрежа на DMA - Кооперативен пазар.....	229
Фигура 10.33 Зонова шахта на DMA КООПЕРТИВЕН ПАЗАР (Водомер – PRV)	230
Фигура 10.34 Схема на стъпките за намаляване на Загубите на вода в DMA “Кооперативен пазар” ..	231
Фигура 10.35 - Графика от SCADA за провеждане „НУЛЕВ ТЕСТ”	232
Фигура 10.36 Графика от SCADA за MNF = 10,6 l/s и напора в зоновата шахта	233
Фигура 10.37 DMA Кооперативен пазар – EPANET	235
Фигура 10.38 Фигура на контролните точки за DMA Кооперативен пазар	235
Фигура 10.39 Стъпков тест - DMA Кооперативен пазар.....	236
Фигура 10.40 Стъпков тест - DMA Кооперативен пазар.....	236

Фигура 10.41 Графика от SCADA на Стъпков тест - DMA Кооперативен пазар	237
Фигура 10.42 Претърсване на зона 4 и 5 на DMA Кооперативен пазар.....	238
Фигура 10.43 Графика от SCADA - MNF 1 = 7.20 l/s - DMA Кооперативен пазар.....	239
Фигура 10.44 Отстраняване на теч 3.4 l/s в подзона 5 - DMA Кооперативен пазар.....	239
Фигура 10.45 Графика за редуциране на налягането с 0,50 atm в Зоновата шахта	240
Фигура 10.46 Графика за мониторинг на налягането в DMA Кооперативен пазар	241
Фигура 10.47 Графика за отношение между налягането и дебита на теча	242
Фигура 10.48 Община Ураз и пилотната зона (в жълто)	244
Фигура 10.49 Контролен център на SCADA.....	249
Фигура 10.50 Снимка на екрана на SCADA, показващ помпените станции (PM) и разпределителните резервоари (DR).....	249
Фигура 10.51 Снимка на екрана на SCADA, показващ профил на налягането (горната крива) и дебита (долната крива) след авария по един от разпределителните водопроводи.....	250
Фигура 10.52 Пукнатина на входната тръба на разпределителен резервоар Çağlayan	251
Фигура 10.53 Гумен ремък, причинил спадане на капацитета на помпена станция Boğaçay	251

СПИСЪК НА ТАБЛИЦИТЕ

Таблица 1.1	Дългосрочните нива на показателите за качеството на ВиК услугите	28
Таблица 1.2	Международна анкета - случаят България	29
Таблица 3.1	Воден баланс	45
Таблица 3.2	Дебит на теча при кръгли отвори и налягане 50 m [42]	58
Таблица 3.3	Коефициенти за преобразуване на Таблица 3 [42]	58
Таблица 3.4	Възможни икономически последици от течове в системата (Цюрих, Швейцария) [70] ..	64
Таблица 4.1	Диагностициране на съществуваща система на базата на [32]	71
Таблица 4.2	Термини, използвани във водния баланс (съкр.)	72
Таблица 4.3	Изчисление на загубите на вода	76
Таблица 4.4	Пример за връзката между източника на данни и точността на данните	78
Таблица 4.5	Система за категоризиране на Института на Световната Банка за развитите и развиващите се страни [58]	89
Таблица 4.6	Примерна структура на разходите на водоснабдителна компания	91
Таблица 4.7	Методи за борба с вода неносеща приходи	93
Таблица 4.8	Определяне на ИНТ	97
Таблица 4.9	Етапи от план за действие [76]	102
Таблица 5.1	Цели на базираната на GIS-технология система за подпомагане вземането на решение за управление на загубите на вода	110
Таблица 5.2	Препоръчителен мащаб на карта за регистър на мрежата	116
Таблица 5.3	Елементи на мрежата и техните атрибути	118
Таблица 6.1	Избор на акустичен метод за откриване на течове	161
Таблица 7. 1	Сравнителни данни за водопотреблението в някои европейски страни	175
Таблица 7.2	Примерна форма за разработване на Прогноза за водопотреблението	179
Таблица 10.1	Таблица за водения баланс на DMA Кооперативен пазар за 2010г.	234
Таблица 10.2	Таблица за загубите по подзони – Стъпков тест	237
Таблица 10.3	Таблица за мониторинг на Налягането в DMA Кооперативен пазар	241
Таблица 10.4	Вода неносеща приходи за Перу за периода 2005 – 2009, (SUNASS, 2010)	245

СПИСЪК НА СЪКРАЩЕНИЯТА

ВЗ	Водомерна зона
ВиК	Водоснабдяване и канализация
ВНП	Вода неносеща приходи
ВС	Водоснабдителна система
ДВ	Държавен вестник
ДКЕВР	Държавна комисия за енергийно и водно регулиране
ИНТ	Икономическо ниво на течовете
НЗВ	Намаляване на загубите на вода
ПЕВП	Полиетилен висока плътност
ПСПВ	Пречиствателна станция за питейни води
СЗО	Световна здравна организация
УВП	Управление на водопотреблението
ALC	Active leakage control (Активен Контрол на Течовете)
ASAT	Администрация по водоснабдяване и канализация на Анталия
ASCII	American standard code for information interchange (Американски стандартен код за обмяна на информация)
AWWA	American Water Works Association (Американска асоциация по водни проблеми)
CAD	Computer-aided design (Програма за компютърно проектиране)
CAPEX	Capital expenditure (Капиталови разходи)
CARL	Current annual real losses (Текущи годишни реални загуби)
CIS	Customer information systems (Информационна система за потребителите)
DMA	District metered area (Водомерна зона)
DN	Diameter Nominal (Номинален диаметър)
DSS	Decision support system (Система за подпомагане вземането на решения)
DVGW	German Technical Association for Gas and Water (Немска научно-техническа асоциация за газо- и водоснабдяване)
EBRD	European Bank for reconstruction and Development (Европейска банка за възстановяване и развитие)
EIB	European Investment Bank (Европейска инвестиционна банка)
ELL	Economic level of leakage (Икономическо ниво на течовете)

EPANET	Hydraulic modelling software of the United States Environmental Protection Agency (Софтуер за хидравлично моделиране на Американската агенция по опазване на околната среда)
EUREAU	Европейска федерация на националните асоциации по ВиК услуги
FOPIP	Financial and Operational Performance Improvement Programme (Програма за подобряване на подобряване на финансовото и експлоатационно управление)
GIS	Geographic information system (Географска информационна система)
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (Агенцията за икономическо сътрудничество и развитие към федералното правителство на Германия)
GPR	Ground penetrating radar (Георадар)
GPS	Global positioning system (Глобална система за позициониране)
GSM	Global system for mobile communications Глобална система за мобилни комуникации
IBNET	International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities (Международна мрежа за определяне на показателите на ВиК услугите)
ILI	Infrastructure leakage index (Инфраструктурен индекс на течовете)
IWA	International Water Association (Международна водна асоциация)
MNF	Minimum night flow (Минимален нощен поток)
NRW	Non-revenue water (Вода неносеща приходи)
OFWAT	UK regulator of the water industry (Водният регулатор на Великобритания)
OPEX	Operational expenditure (Експлоатационни разходи)
PE	Polyethylene (Полиетилен)
PEHD	Polyethylene high density (Полиетилен висока плътност)
PI	Performance indicator (Индикатори за представяне)
PLC	Programmable logic controller (Програмируем логически контролери)
PM	Pressure management (Управление на налягането)
PMA	Pressure management area (Зони за управление на налягането)
PMI	Pressure management index (Индекс на управление на налягането)
PRV	Pressure reduction valve (Редуцирвентил)
PVC	Polyvinyl chloride (Поливинил хлорид)
SCADA	Supervisory control and data acquisition (Система за диспечерско управление и събиране на данни)
TARL	Target annual real losses (Целеви годишни реални загуби)
UARL	Unavoidable annual real losses (Неизбежни годишни реални загуби)
UFW	Unaccounted-for water (Неотчетена вода)
WLTf	Water Loss Task Force (Работна група по загуби на вода)

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторът е благодарен на Германската фондация за международно сътрудничество GIZ GmbH, която позволи да се направя адаптивен превод на *Guidelines for water loss reduction, A focus on pressure management, 2011г.*, на Алан Ламберт, Малкълм Феарли и Роланд Ламберт, чиито написани ръководства и статии, свързани със загубите на вода до голяма степен съдействаха през цялото време за написване на настоящето Ръководство.

Особена е благодарността към инж. Ваня Пенева, която ми съдейства за написване на голяма част от материала, както благодаря и на цялата група по „Намаляване на загубите на вода” от „Аквапартньор” ЕООД.

Задължен съм и на Управителя на „Водоснабдяване Дунав” ЕООД, гр. Разград, г-н Красимир Стоянов и на неговия Главен инженер – инж. Стоян Иванов, които дадоха възможност на мен и моите колеги с „Демонстрационния проект за намаляване на загубите на вода в гр. Разград” да тестваме практически повечето теоретични постановки от Ръководството.

Изразявам благодарност и на Бамбос Хараламбос и Стюарт Хамилтън, които със своите авангардни знания поддържат нивото на Балканската конференция за намаляване на загубите на вода и така спомагаха това Ръководство, Част I от името на Българската асоциация по водите, да стане реалност.

01.10.2011г.

ACKNOWLEDGEMENT

The author is grateful to the German Foundation for International Cooperation, GIZ GmbH, which gave him permission to make an adapted translation of *Guidelines for water loss reduction, A focus on pressure management, 2011*, by Allan Lambert, Malcom Fearly and Roland Lambert, whose written guidelines and articles on water loss have, during all this time, contributed a great deal to the writing of these Guidelines.

Special thanks are extended to Eng. Vanya Peneva, who has assisted me in writing a great part of this material. I also thank the whole 'Water Loss Reduction' team of Aquapartner Ltd.

I am also obliged to the Director of „Vodosnabdyavane Dunav” EOOD, Razgrad, Mr. Krasimir Stoyanov, and to his Head Engineer, Eng. Stoyan Ivanov, who enabled me and my colleagues, through the „Demonstration Project for Water Loss Reduction in the Town of Razgrad”, to practically test most of the theoretical formulations in the Guidelines.

I wish, too, to express my thanks to Bambos Charalambos and Stewart Hamilton, who, with their state-of-the-art knowledge, have kept up the level of the Balkan Water Loss Reduction Conference and have thus helped these Guidelines, Part I on behalf of the Bulgarian Water Association, to become a reality.

01.10.2011

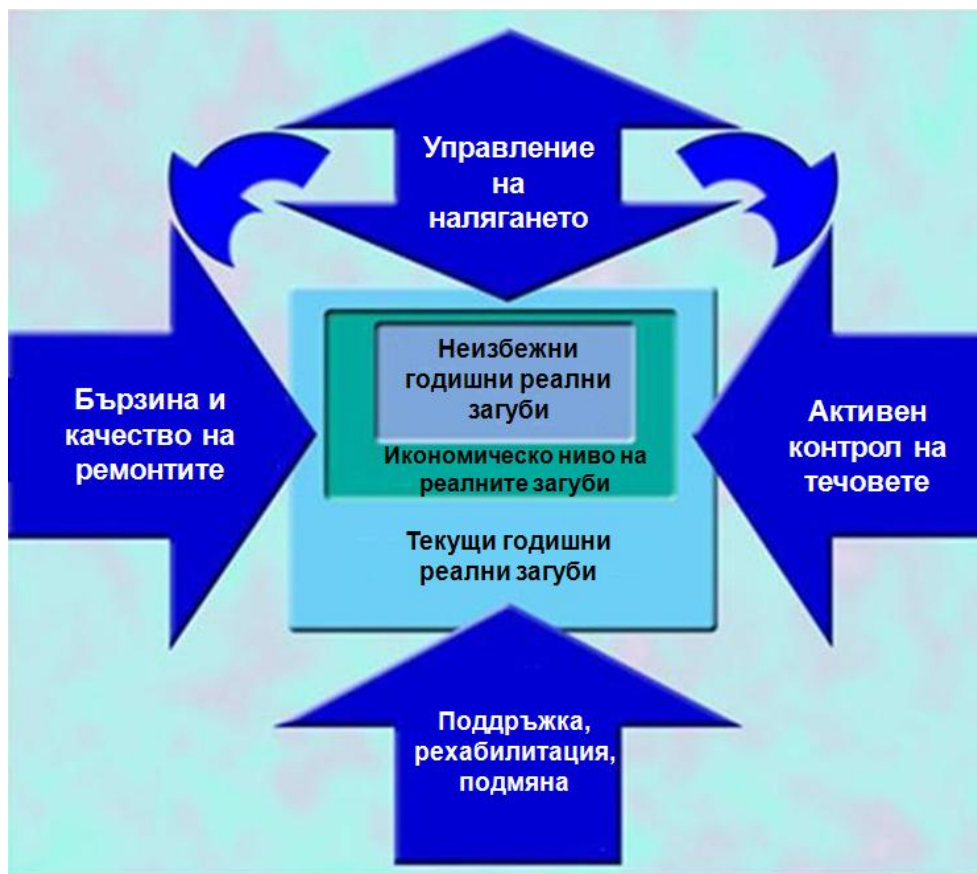
1. ВЪВЕДЕНИЕ И ОБЩИ БЕЛЕЖКИ



1.1 УВОД

Съгласно все още действащата за 2011г. „Стратегия за развитието, управлението и преобразуването на водния сектор в Република България”, 2004 г., състоянието на ВиК системите непрекъснато се влошава и количеството полезно използваната вода през последните 20 години намалява за сметка на увеличението на загубите на вода. В повечето райони на страната броят на регистрираните аварии е около и над 3 бр. на километър водопроводна мрежа, докато в европейските страни този показател е 0.15 бр. на километър.

На *Фигура 1.4* могат да се видят физическите загуби на няколко ВиК оператора у нас, изразени с така наречения Инфраструктурен индекс на течовете (виж глава 4.2.6).

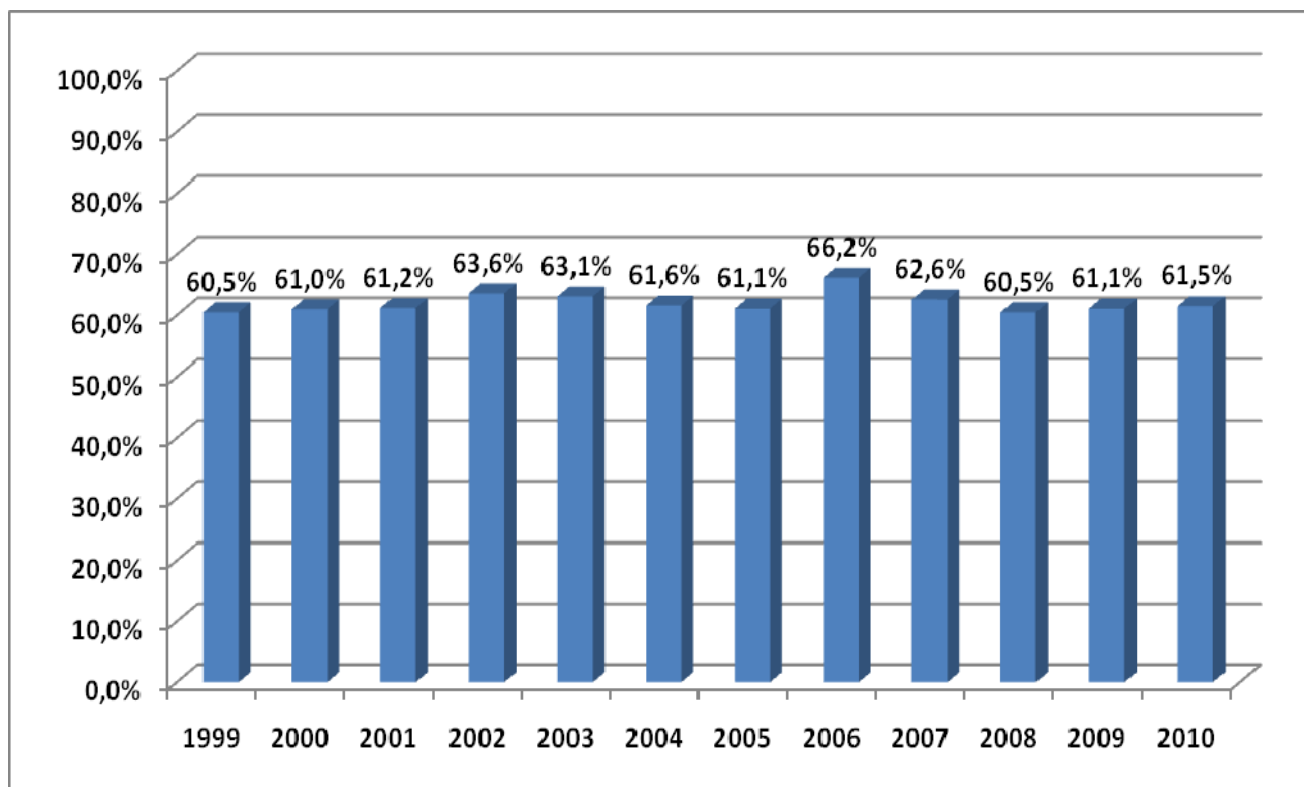


Фигура 1.1 4-те компонента за намаляване на физическите загуби на вода

Каквато и терминология да бъде използвана за загубите на вода, тя трябва да осигури задоволителен отговор, както за финансовия директор, така и за директора по експлоатация и поддръжка. Основно, финансовият директор има нужда да знае колко е неотчетената вода, обикновено като процент от произведената вода, за да проследява доколко са ефективни процесите във водоснабдителната система от финансова гледна точка. Докато директорът по експлоатация и поддръжка се интересува колко от общите загуби са

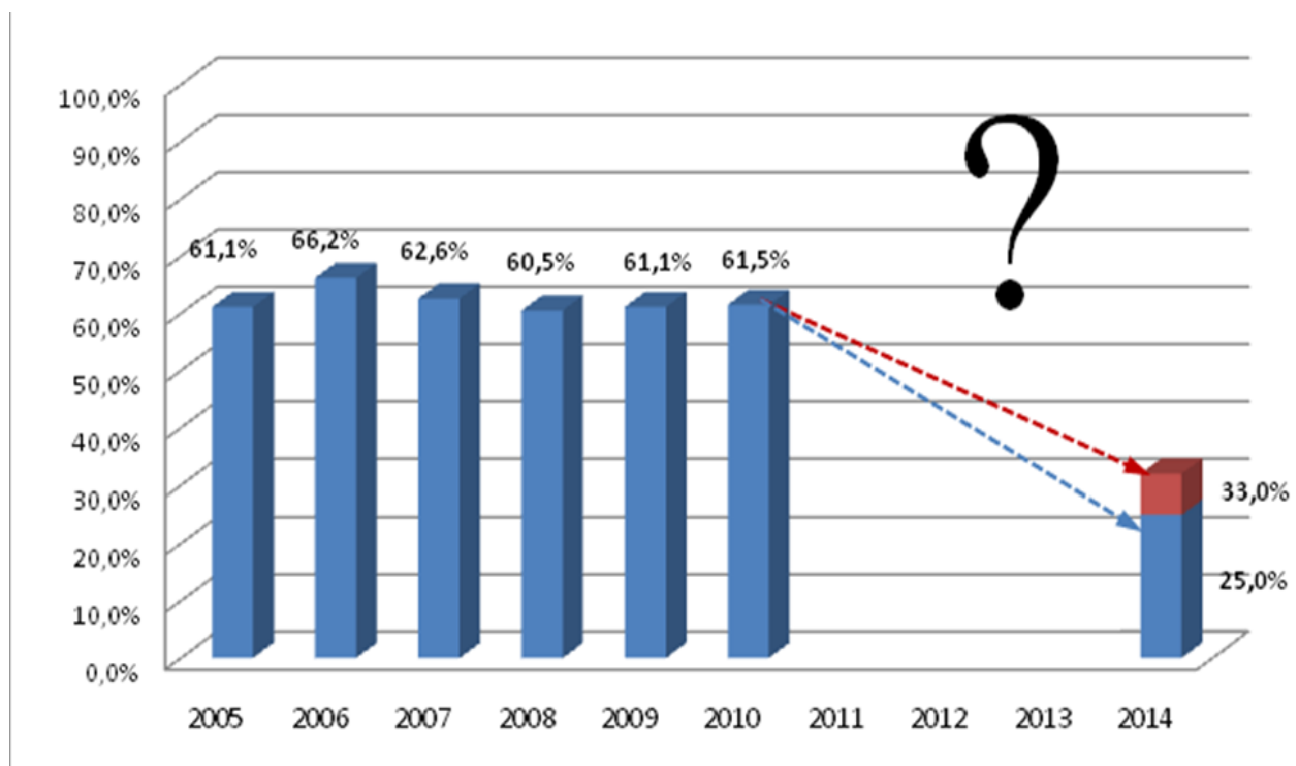
физически загуби (течове) и да изрази този резултат по начин, значим за него, като обем течове за сградно отклонение или дължина на мрежата.

Направената справка за юли 2010 г. за нивото на загубите на вода в Р България от Националния статистически институт показва запазване на недопустимо високи нива, показани на *Фигура 1.2*.



Фигура 1.2 Ниво на загубите на вода в Р България

Независимо от направените усилия от страна на законодателя, разработването и въвеждането в действие на „Закон за регулиране на ВиК услугите“ от 2005 г. и Наредбите към него, изискванията към бизнес плановете и редица други усилия на ВиК фирмите, както и десетките хиляди аргументи в подкрепа на очевидните ползи от намаляване на загубите на вода, тяхното ниво остава неприемливо високо. Така е застрашено и постигането на определените от законодателя дългосрочни нива за 2014 г. в размер, респективно при наличие на Пречиствателни станции за питейни води - 33%, а без такива - 25%, както е показано на *Фигура 1.3*.



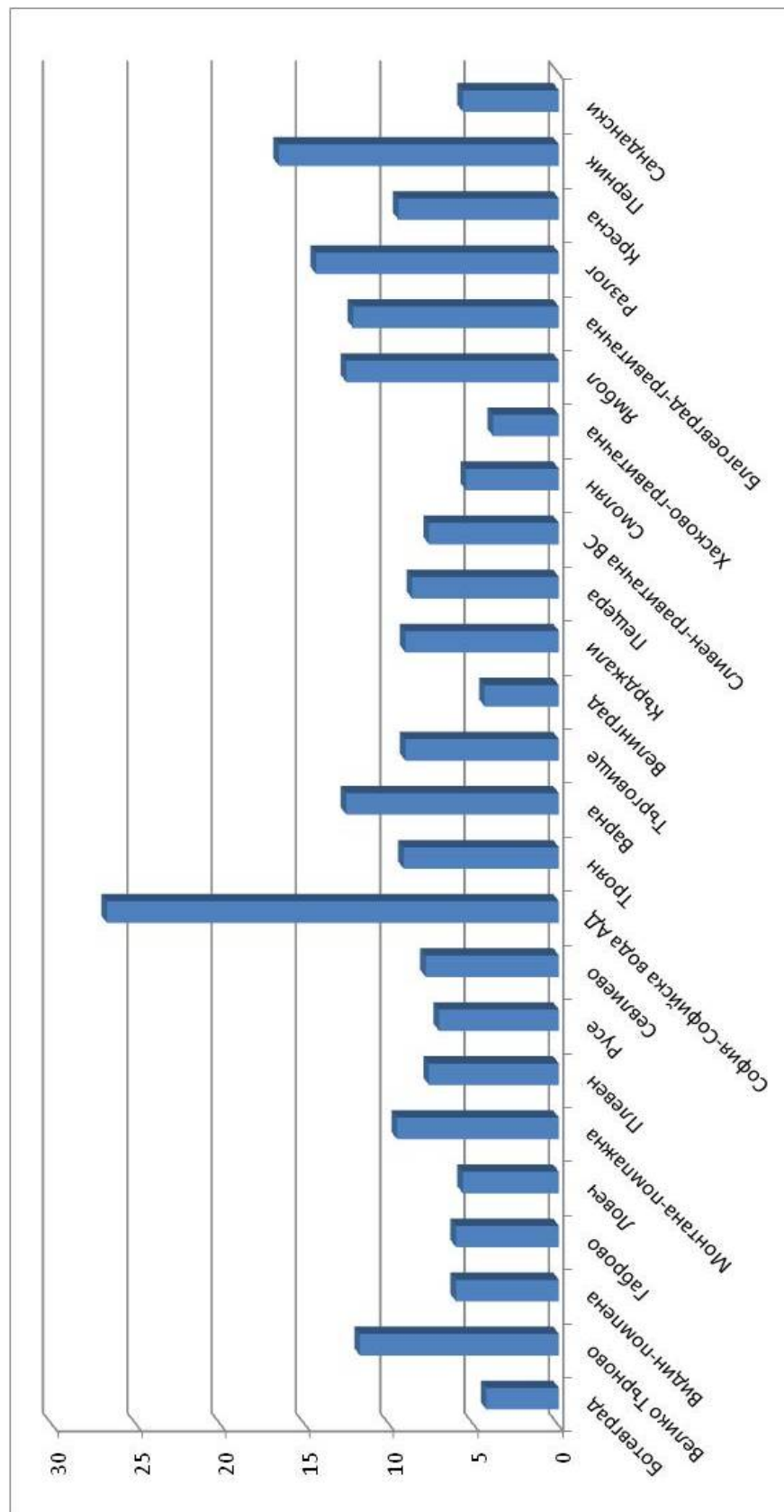
Фигура 1.3 Дългосрочно ниво на загубите

Очевидна е необходимостта от търсене на нетрадиционни подходи за подпомагане на усилията за справяне с този проблем.

Това може да се случи, ако вземащите решения над нивото на Управителите на ВиК фирмите и самите те разполагат със систематизирани правила и процедури за намаляване на неотчетените водни количества, и касаещи вземането на управленчески решения.

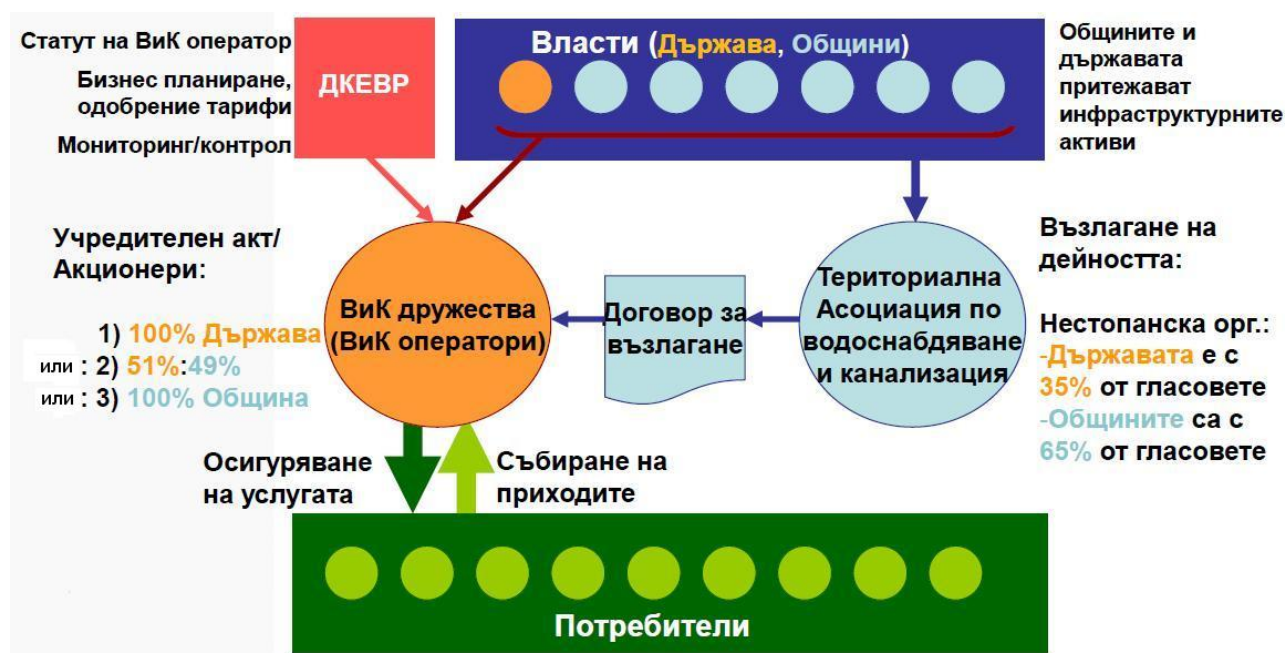
Това е именно целта на настоящето „Ръководство за намаляване загубите на неотчетена вода, Част I – основно да послужи на управители на ВиК оператори, но не само на тях, тъй като е трудно да се намери границата на отговорностите.

Детайлите по реализирането на взетите решения по намаляване на неотчетените водни количества, било то физически течове в мрежата, преливания в резервоарите, или административни загуби на вода, ще бъдат описани по-късно в Част II „Ръководство за ръководители на групи на място и водомайстори”.



Фигура 1.4 Физическите загуби на няколко ВиК оператора у нас, изразени с Инфраструктурния индекс на течовете

1.2 ЕСТЕСТВО НА ИНФРАСТРУКТУРАТА



Фигура 1.5 Структура на водния сектор

Специфични характеристики на ВиК дейността:

- ВиК инфраструктурата е особено капиталоемко и ресурсоемко;
- Постоянното отлагане на капиталови вложения в необходимия размер през последните години изисква чувствително по-големи капиталови разходи в бъдеще;
- ВиК е монополно предприятие и е възможно да повиши тарифите, без да подобри нивото на обслужване;
- Липса на еднозначно съответствие между направени разходи и произведена продукция;
- Поради ограничени финансови ресурси и ниска ефективност – относително по-малко възможности за реинвестиции;
- Недостатъчно обучение на персонала на всички нива за материалите, оборудването, новите технологии и т.н.;
- Все още подценяване на работата с обществеността;
- Наличие на недопустими загуби на вода;
- Липса на достатъчна политическа подкрепа;

- ✓ водопроводите са под земята и не са видими, а тежката работа по повредите не е свързана с “рязане на ленти” и следователно тази дейност не е във фокуса на политиците;
- ✓ често се налага да се вземат непопулярни решения за прекъсване на нередовни платци или незаконни връзки на избиратели на дадена партия.

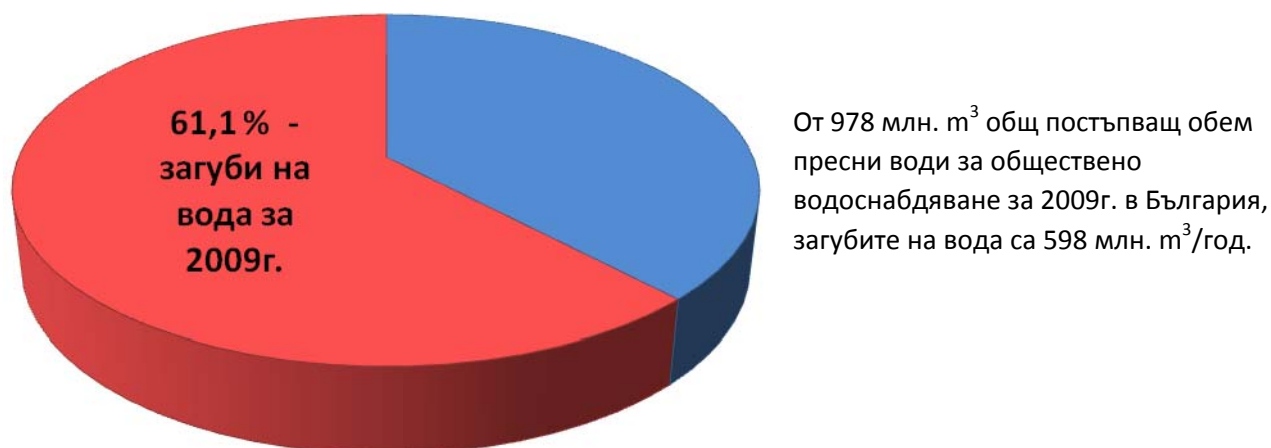
Някои феномени на ВиК инфраструктурата, свързани със загубите на вода:

- каквито и да са причините, загубите имат неприятната естествена тенденция да нарастват, ако нищо не се прави;
- все повече ще нараства броят на течовете;
- все по-голям ще бъде броят на дефектиралите или забавящи се водомери;
- информацията за абонатите ще е все по-неактуална;
- базата данни за водопроводната мрежа и съоръженията частично може да бъде загубена или остаряла.

1.3 ПРИЧИНИ ЗА ПОДДЪРЖАНЕ НА НИСКИ НИВА НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА



Фигура 1.6 *Авария на главен водопровод*



Фигура 1.7 Загуби на вода, България, 2009г.

Загубите на вода са определящ индикатор за състоянието на инфраструктурата.

Има редица причини за поддържане ниско ниво на загубите. Австрийският стандарт OVGW W63 (Wasserverluste in Trinkwasser – versorgungssystemen. Ermittlung, Bewertung und Maßnahmen zur Verminderung, септември 2009г.) дава основните от тях:

- 1) Здравно-хигиенни рискове: течовете представляват риск за навлизане на замърсена вода във водопроводната мрежа;
- 2) Редовно снабдяване с питейна вода: течовете могат да доведат до недостиг на вода в пикови моменти или да причинят намаляване на необходимото налягане, а оттам до неудобства и оплаквания (ниски нива на обслужване);
- 3) Екологични аспекти: загубите на вода са в разрез с екологичните стратегии; тяхното намаляване води до намаляване и на необходимата енергия за помпи и пречистване на водата, а оттам и до намаляване на CO₂ емисии;
- 4) Икономически аспекти: по принцип високите нива на загуби на вода водят до по-високи текущи разходи за поддръжка, за енергия, за пречистване; по-ниските нива на загуби предотвратяват или отлагат инвестициите в нови водоизточници. Водата трябва да се използва ефективно.

В допълнение, съгласно последните инструкции на Европейската федерация на националните асоциации по ВиК услуги (EUREAU) от 21 април 2010г. по проучване на DG Environment (Генерална дирекция "Околна среда" към Европейската Комисия) за намаляване на течовете във водоснабдителните мрежи в ЕС се изискват:

- 5) Драстични мерки за намаляване на течовете, независимо от действителното наличието на вода в някои райони и независимо от икономическото ниво на течовете (ELL), т.е. точката където сумата на разходите за активен контрол на течовете (експлоатационните разходи) и разходите за загубената вода е минимална.

Към тях могат да се добавят и следните аргументи:

- 6) Социална справедливост: ВиК операторът намалява нелегалните свързвания и така създава по-голяма справедливост сред абонатите.
- 7) Понижено национално самочувствие: текущите загуби на вода изразени в % за 2010 г. са около 60 % спрямо развитите страни, където загубите са под 10%, а изразени с инфраструктурния индекс на течовете (ILI) за България те са от 6 до 105, вместо под 2 или близо до 1.
- 8) Допълнителни разходи по инциденти: Разходите за отстраняване на аварии по амортизирани водопроводни мрежи надвишават разходите за поддръжка и рехабилитация на системите. Освен това спешните ремонти след аварии генерират значителни допълнителни разходи и по-специално разходи за компенсиране на инциденти вследствие на пропадане на пътни настилки, наводняване на сгради, повреди на електрически инсталации и т.н., както и увреждане на дървета, зелени площи, наводнения. Съществуват и здравни рискове и дори опасност от епидемии.



Фигура 1.8 *Последици от авария*

- 9) Становища на Световната банка по време на Водния заем – 2000 г.



Фигура 1.9 Цикъл на влошаване на събираемостта (Световна банка)

1.4 ТЕКУЩО ЗАКОНОДАТЕЛСТВО, КАСАЕЩО НЕОТЧЕТЕНИТЕ ВОДНИ КОЛИЧЕСТВА

ВиК операторите осъществяват дейността си съгласно изискванията на „Закон за регулиране на водоснабдителните и канализационните услуги” от 2005 г., (Чл. 2 (2)) и този закон цели да създаде условия за:

- ✓ повишаване качеството и ефективността на предоставяните В и К услуги;
- ✓ намаляване общите загуби на вода при експлоатация на водоснабдителните системи.

Отговорна за прилагането на този закон е Държавната комисия за енергийно и водно регулиране (ДКЕВР).

Един от принципите на Комисията е насърчаване намаляването на загубите на вода, ефективното и икономично използване на доставените водни количества от потребителите.

Закон за регулиране на водоснабдителните и канализационните услуги (Обн. ДВ. бр.18 от 25 Февруари 2005г.)

Чл. 4. (1) Този закон цели да създаде условия за:

.....

3. повишаване качеството и ефективността на предоставяните В и К услуги;

.....

5. намаляване общите загуби на вода при експлоатация на водоснабдителните системи;

.....

Чл. 7. При осъществяване на дейността си комисията се ръководи от следните принципи:

.....

9. насърчаване намаляването на загубите на вода, ефективното и икономично използване на доставените водни количества от потребителите;

.....

Комисията измерва и оценява качеството на представяните ВиК услуги чрез показатели за качество Чл. 9 (1), а Чл. 9 (2), точка 4 конкретизира като такъв показател – „Общите загуби на вода във водоснабдителните системи и срокове за тяхното намаляване”.

Алинея 3 на същия член казва, че целевите нива се определят с Наредба, приета от Министерския съвет по предложение на Комисията, а в ал. 4 се казва, че общите загуби се определят по методика за определяне на допустимите загуби на вода във водоснабдителните системи, утвърдена от Министъра на регионалното развитие и благоустройството.

Според Чл. 9 (5) Комисията определя максималния размер на допустимите общи загуби на вода и годишните целеви нива по ал. 3 за тяхното ежегодно намаляване при спазване на

методиката по ал. 4 и с цел максималното съхраняване на водния ресурс и запазване на социалната поносимост на цената на ВиК услугите, като данните се публикуват.

В Чл. 10, (където са указанията за бизнес планирането) ал. 2 се казва: Техническата част на бизнес плана съдържа Програма за постигане на годишните целеви нива на показателите за качество на предоставяните ВиК услуги, включително и за намаляване на загубите на вода.

Комисията одобрява годишните целеви нива в бизнес плана, включително общите загуби, съгласно Чл. 11 (1), т. 1:

Чл. 11. (1) *Комисията одобрява предложения от В и К оператора бизнес план в тримесечен срок от постъпването му, ако отговаря на следните изисквания:*

1. *годишните целеви нива на показателите за качество на В и К услугите са разработени с оглед бъдещо постигане на дългосрочните нива на показателите по чл. 9, ал. 2, както и с методиката по чл. 9, ал. 4;*

.....

В Наредбата за дългосрочните нива, условията и реда за формиране на годишните целеви нива на показателите за качество на водоснабдителните и канализационните услуги, Приложение № 1 към Чл. 4, Чл. 26, т. 1, Чл. 34 и 35 ясно са посочени дългосрочните нива:

Таблица 1.1 Дългосрочните нива на показателите за качеството на ВиК услугите

№	Показател	Подпоказатели	Единица мярка	Дългосрочни нива		
				I клас	II клас	III клас
1	2	3	4	5	6	7
...	...	...	...	...	...	...
4.	Общи загуби на вода във водоснабдителните системи	а) Съотношение на количеството неинкасирана вода спрямо количеството подадена вода на входа на водоснабдителната система	-	0.25 без пре-чист-ване 0.33 с пре-чист-ване	0.25 без пре-чист-ване 0.33 с пре-чист-ване	0.25 без пре-чист-ване 0.33 с пре-чист-ване
		б) Средно време за локализиране на течовете	час	2	4	12
		в) Средно време за отстраняване на течовете	час	4	6	12
...	...	...	...	...	...	...

Съгласно „Указания за образуване на цени на водоснабдителните и канализационните услуги при ценово регулиране чрез горна граница на цени”, приети с протоколно решение на ДКЕВР №23/23.02.2009 г., загубите участват в следната формула:

$$C_{\text{доставяне}} = \text{НГП}_{\text{доставяне}} / (\text{ГКВ} - \text{ДОЗ}),$$

където:

НГП_{доставяне} - необходимите годишни приходи за услугата доставяне на вода на потребителите, в хил. лв.;

ГКВ - измерените годишни количества вода на входа на водоснабдителните системи за базовата година, в хил. куб. м.

ДОЗ - максималният размер на допустимите общи загуби на вода, съгласно годишните целеви нива на показателите за качество за водоснабдителните системи, в хил. куб. м.

От знаменателя на горната формула за цената на водата излиза, че запазването на големите размери на допустимите загуби на вода (ДОЗ), вписани в годишните целеви нива на показателите за качество и приети от регулаторния орган, запазва висока цената на водата.

В Таблица 1.2 се дава международната анкета за случая България, както следва:

Таблица 1.2 Международна анкета - случаят България

Относно	Въпрос	Отговор
1	2	3
Политика по отношение на загубите на вода	Има ли държавата определена политика по отношение на загубите на вода от системите на водоснабдителните компании? Ако има такава, къде е указана тя (закон, наредба, директива и пр.)? Коя агенция или агенции са отговорни за прилагането на политиката по отношение на загубите на вода?	България има политика по отношение на загубите на вода. Политиката е указана в „Закон за регулиране на ВиК услугите“, Наредба 06/1 от 5 май 2006 г за утвърждаване на Методика за определяне на допустимите загуби на вода във водоснабдителните системи, Наредба за дългосрочните нива, условията и реда за формиране на годишните целеви нива на показателите за качество на ВиК услугите.
Дефиниране на понятието „загуби на вода“	Държавата или агенцията посочват ли дефиниция на понятията „загуби на вода“ или „неотчетена вода“?	Да
Осчетоводяване и отчитане	Държавата или агенцията прилагат ли методика за осчетоводяване и отчитане на загубите на вода?	Да
Стандарти и	Държавата или агенцията имат ли	Да

показатели	определен стандарт или показател за загубите на вода, напр. специфичен процент?	Като: 1. Процент (%) 2. $m^3/h.km$ 3. $m^3/CBO.ден$
Цели и планирани нива	Държавата или агенцията посочват ли цели или планирани нива за намаляване на загубите на вода?	До 2014г. да се достигне: 1. с ПСОВ – 33% 2. без ПСОВ – 25%
Изисквания за планиране	Държавата или агенцията разглеждат ли въпросите по загубите на вода в контекста на изисквания, свързани с водните ресурси, опазването им или друг вид планиране?	Въпросът се разглежда в Бизнес плановите с Програма за постигане на годишните целеви нива на общите загуби на вода.
Събиране и публикуване на данни	Държавата или агенцията събират ли и/или публикуват ли данни за загубите на вода от системите на водоснабдителните компании?	Има предпоставка
Техническа помощ	Държавата или агенцията оказват ли под някаква форма пряка техническа помощ на системите на водоснабдителните компании с цел намаляване на загубите на вода?	Има обсъждания, но не и техническа помощ за консултантски услуги
Поощрения за добри резултати	Държавата или агенцията предоставя ли под някаква форма поощрения за добро представяне при намаляване на загубите на вода?	Няма поощрения при постигане на добри резултати.
Проверки и спазване на политиката	Държавата или агенцията извършва ли под някаква форма проверки и налага ли спазването на политиката по отношение на загубите на вода?	Няма разписан механизъм за проверка и контрол за достигане на целевите нива, поставени в Бизнес плана

1.5 ЦЕЛИ НА РЪКОВОДСТВО

Настоящото Ръководство, Част I, за намаляване на загубите на вода във водоснабдителните системи има за цел да алармира и информира за проблемите, свързани с недопустимите загуби на вода и справянето с тях хората, отговорни за вземане на решения по проблема, както на национално равнище, а също и управленските екипи на отделите във ВиК фирмите. Други цели са както следва:

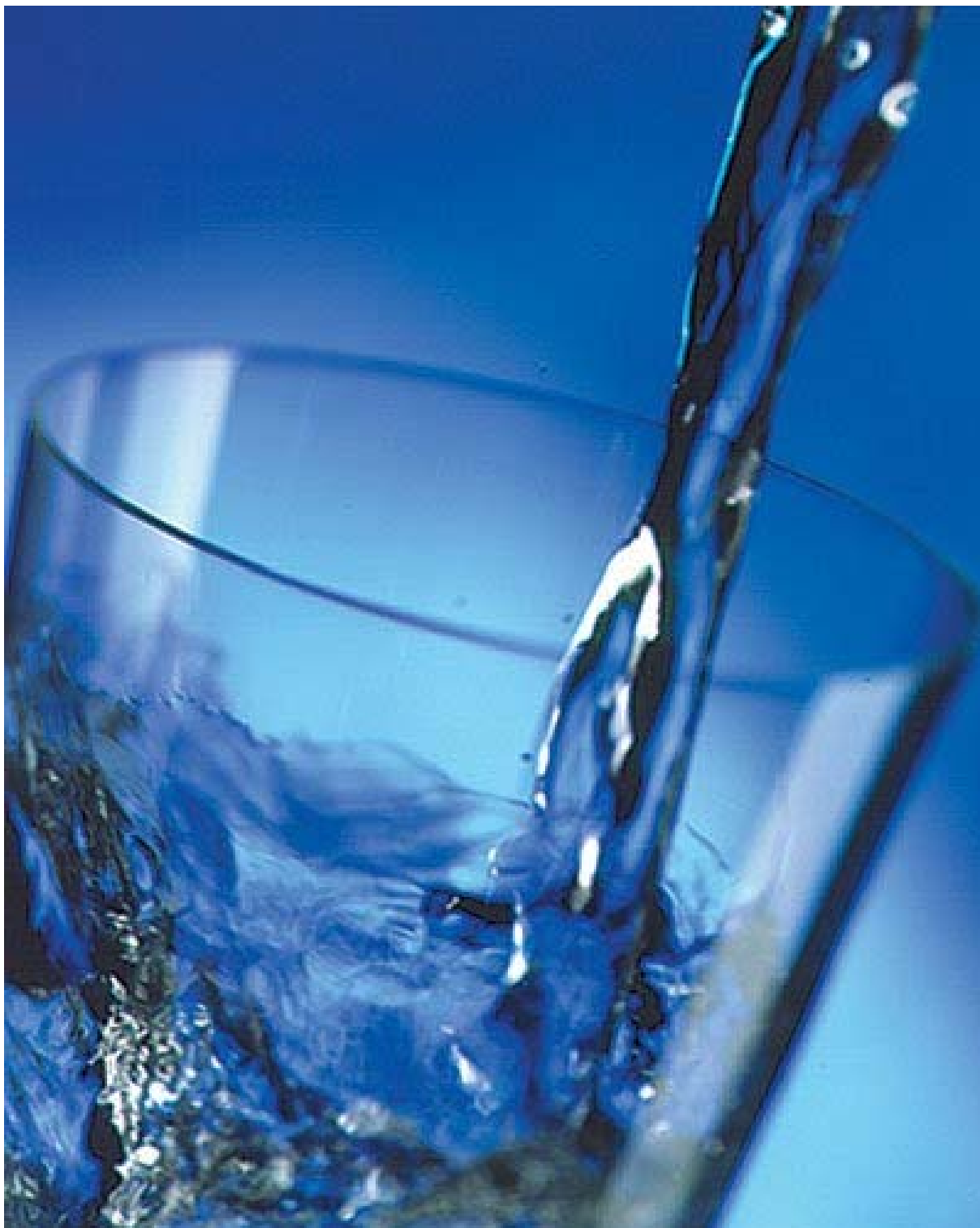
- Да се насърчи ефективното използване на наличните водни ресурси, подобрявайки управлението на водопотреблението и намаляването на неотчетените водни количества;
- Да подпомогне създаването на стандартизирани подходи за намаляване на загубите на вода, наречени съгласно Закона за Регулиране на водоснабдителните и канализационни услуги – „Програма за намаляване на загуби на вода“;
- Да се въведат международните стандарти за конкурентно сравняване на нивото на обслужване между фирмите в страната и извън нея.

Загубите на вода биват най-различни и съществуват много различни причини и фактори, влияещи на количеството и вида вода, губеща се в разпределителната мрежа. Без добро познаване на загубите на вода е невъзможно да се намерят най-правилните и ефикасни решения за тяхното намаляване. Затова първата задача на настоящото Ръководство за намаляване загубите на вода е да осигури добро разбиране на загубите на вода и да даде отговори на следните основни въпроси: Къде в системата се губи вода, как се губи водата, защо се губи и колко вода се губи? Намаляването на загубите на вода обикновено е скъпо и отнемащо време начинание. Затова втората задача на ръководството е да покаже защо е важно, и защо като цяло, е много печелившо ВиК предприятието (операторът) да предприеме действия срещу загубите на вода.

Умишлено са повторени в различни глави и там, където може, важните дейности и процедури, касаещи водата неносеща приходи (ВНП). Също така, в тази Част I на Ръководството е обърнато повече внимание на физическите загуби, които практически изискват повече ресурси, отколкото на проблемите с търговските загуби.

Накрая, съвсем бегло се споменават авангардните методи и технологии за оценка и намаляване на загуби на вода, които по-късно в детайли ще са предмет на следващо Ръководство – Част II.

2. ВЪВЕДЕНИЕ В НАМАЛЯВАНЕТО НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА



2.1 НЕОБХОДИМОСТ ОТ НАМАЛЯВАНЕ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА

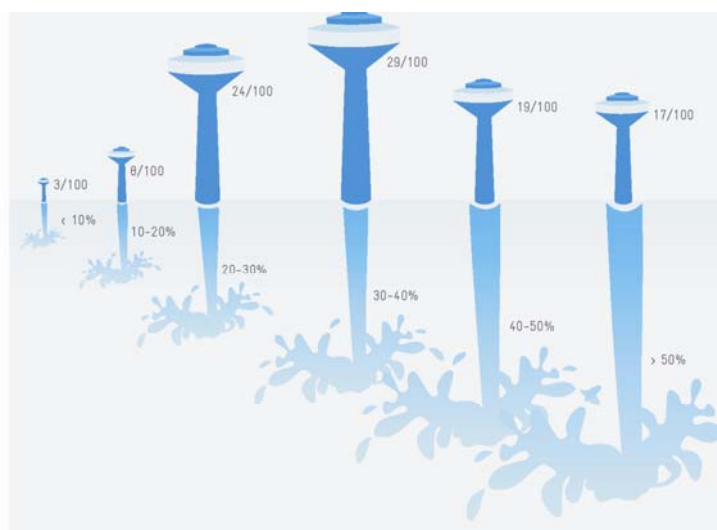
2.1.1 Загубите на вода – глобален проблем

Водата е жизненоважен ресурс без значение в коя точка на света живеем. Сладката, или питейна вода, е не само основен фактор за нормалното функциониране на човешкия организъм, но и важен първичен продукт за промишлеността и селското стопанство. Следователно наличието на сладка вода е в пряка връзка с благополучието и просперитета на обществото ни.

Питейната вода, обаче, е ограничен, понякога дори оскъден ресурс, а бързо развиващите се глобални промени, като ръст на населението, икономическо развитие, миграция и урбанизация, изчерпват все повече водните ресурси, създавайки нови предизвикателства пред инфраструктурата, снабдяваща с питейна вода населението, търговията, промишлеността и институциите [82]. Съществуват политически, финансови и/или технически бариери, които също възпрепятстват справедливото разпределение на водата, дори там, където има достатъчни количества. Този ефект, познат като икономически обусловен недостиг на вода, засяга голям брой страни, особено в Африка на юг от Сахара, Средния Изток и Южна Азия, но не и Европа, поне засега.

Огромното количество вода, което се губи при течове в градските разпределителни мрежи (физически или реални загуби на вода) и обемът вода, който се доставя, но не се фактурира (търговски загуби на вода) усложняват положението с водоснабдяването, особено в развиващите се страни и страните в преход. Реалните и търговските загуби на вода, заедно с нефактурираната законна консумация (напр. за промиване на мрежата или противопожарни нужди) съставляват количеството вода неносеща приходи (ВНП) в една водоснабдителна система.

На базата на проучване, обхващащо 40 водоснабдителни компании в Югоизточна Азия и на базата на данни на Международната мрежа за определяне на показателите на Вик (IBNET), обхващаща над 900 компании в развиващите се страни, Световната Банка изчислява, че действителната стойност на ВНП в развиващия се свят е в порядъка на 40 - 50% от произведената вода [16], [46].



Фигура 2.1 Нива на ВНП при водоснабдителните компании от развиващия се свят по данни на IBNET [46]

Възстановяването на част от загубените водни количества посредством мерки за намаляване загубите на вода, често представлява икономическа алтернатива на разработването на нови водоизточници чрез скъпоструващи мерки, като нови водоеми, дълбоки кладенци или обезсоляване на морска вода.

Дори ако използваме стойност, показваща средното ниво на загуби на вода - 35% от постъпващия в системата обем, Световната Банка изчислява годишния обем на ВВП в развиващите се страни в порядъка на 26.7 млрд. m^3 , които представляват приблизително загуба от 5.9 млрд. американски долара годишно за водоснабдителните компании [46]. Намаляването на споменатите загуби на вода наполовина, би довело до значителни приходи и достатъчно вода за водоснабдяване на още 90 млн. души в развиващите се страни.

Това са потресаващи цифри, които поради самия си мащаб трудно се проумяват. Ето защо е практично да се погледне на проблема в по-едър план и в по-малък мащаб: пробите за дебита на теч показват, че загубите на вода от кръгъл отвор с диаметър 6 mm (както е илюстрирано на *Фигура 2.2*) в разпределителен водопровод при 60 m напор възлизат на 1.8 m^3 на час или 1,300 m^3 на месец. При такъв дебит би било достатъчно да се напълни плувен басейн с олимпийски размери (50 x 25 x 2 = 2,500 m^3) за по-малко от два месеца [44].



Фигура 2.2 Дебит на теч при единичен отвор от 6 mm и еквивалентен обем вода

Да напомним, че тези огромни количества загуби възникват от един малък отвор. Като се има предвид колко много такива отвори може да има в една голяма водоразпределителна мрежа, става ясно, че взимането на мерки срещу загубите на вода е от огромно значение. Това не е изключително важно само по етични причини – повече хора да бъдат снабдени с безвредна питейна вода, но и за да се намалят болестите, предавани чрез водата. Намаляването на загубите на вода би облекчило екологичните проблеми и изчерпването на

оскъдните водни ресурси. Нещо повече, една такава мярка би довела до икономии на енергия за пречистване и изпомпване на вода. И накрая, но не и по важност, намаляване на загубите на вода би увеличило приходите на частните или общински водоснабдителни компании и би подобрило просперитета на индивидуалните абонати и фирмите.

2.1.2 Намаляване на загубите на вода с цел устойчиво развитие

Изразът „устойчиво развитие” означава единствено успешна стопанска дейност, която води до по-голям просперитет и повече равни възможности и която използва природните ресурси по начин, който ги опазва за бъдните поколения. Устойчивостта изисква да бъдат взети под внимание икономически, технически, социални и екологични аспекти, както и да се направи връзка между различните сфери и слоеве на обществото.

Консенсусът от Истанбул по отношение на водата (5-ти Световен форум за водата, Истанбул, 2009 г.) също подчертава важността за едно справедливо, оптимално и устойчиво управление на водните ресурси, за да се посрещнат нарастващите нужди от вода, породени от ръста на населението, икономическото развитие, миграцията и урбанизацията и негативните ефекти от климатичните изменения [82].

Що се отнася до експлоатацията на водоснабдителните системи, загубите на вода са явна пречка за устойчивостта, както се вижда от изброените възможни негативни последици, свързани с тях:

- **Икономически последици:** Разходи за добив, пречистване и транспортиране на вода, която се губи по пътя към клиента, без да донесе никакви приходи за водоснабдителната компания. Аварии и течове на водопроводи водят до необходимост от скъпи ремонтни дейности и също могат да причинят значителни щети на околната инфраструктура.
- **Технически последици:** Течовете намаляват възможността да се отговори на съществуващата потребност от вода, до такава степен, че системата да не може да функционира без прекъсване. Режимното водоснабдяване води до нови технически проблеми вследствие на навлизане на въздух във водопровода, а това би изкушило клиентите да си монтират свои резервоари за съхранение на вода.
- **Социални последици:** Загубите на вода водят до негативни последици за клиентите поради спиране на водоподаването заради ниско налягане, прекъсвания и неравномерно водоснабдяване, но и до риск за здравето, който може да възникне от проникване на канални води и други замърсители във водопроводните мрежи при ниско налягане или режимно водоподаване.
- **Екологични последици:** Когато се компенсират загубите на вода с увеличаване на добива, се изтощават още повече водните ресурси и е необходима още енергия, а това означава емисии на въглероден двуокис, които е можело да се избегнат.

Тези няколко примера показват убедително, че загубите на вода вредят на всички аспекти, свързани с устойчивото управление на водоснабдителната система. Водоснабдителните компании по света следва да анализират, изчисляват, да се борят за намаляване на физическите и търговски загуби на вода от техните водоснабдителни системи. Успешното и устойчиво намаляване на загубите на вода се нуждае от политическа и финансова рамка, която да насърчава дейностите по намаляване на загубите на вода посредством наредби с обвързващ характер, поощрения, сравнителни анализи за заимстване на препоръчителни практики (benchmarking) и планиране на контролни нива на теч.

2.1.3 Политическа и финансова рамка за ефективно и устойчиво управление на загубите на вода

Рамката за управление и намаляване на загубите на вода (НЗВ) е сложна и включва много компоненти. Ефективното и устойчиво управление на загубите на вода налага не само необходимостта от търсене и внедряване на технически решения, но също и от разглеждане на политически, финансови и управленски аспекти. Следните фактори, които са от решаващо значение за управлението на загубите на вода, трябва да бъдат отчетени при разработване на успешен процес:

- Кои условия от рамката може да считаме за благоприятни или за пречещи на НЗВ? (Закон и политики по отношение на водата; структура на водните компании, в т. ч. участие на частния сектор).
- Водните компании поставят ли си за цел НЗВ и лансират ли активно тази идея?
- Какви са възможните поощрения за това, водната компания да изпълнява НЗВ?
- Какви финансови инструменти благоприятстват или възпират мерките за НЗВ?
- (Субсидии, структура на тарифите за вода, частни инвестиции, покриване на разходите)
- Кои институции и заинтересовани страни подкрепят НЗВ?
- Кои институционални или структурни уредби благоприятстват или пречат на НЗВ?
- Има ли външни фактори като културни особености или екологични въпроси, които следва да се отчитат?

Политически аспекти

Много страни вече имат действаща стратегия за водите, както теоретично е за България, и се отнасят сериозно към намаляването на загубите на вода. Изпълнението, обаче, обикновено бива сложно, тъй като налага нови форми на разпределение на отговорността, както и промяна в традиционния модел на потребителите.

Реформаторските процеси по отношение на управлението на водните ресурси са сложни и тромави. Това се подчертава също и в стратегията за водния сектор на Германското федерално правителство за икономическо сътрудничество и развитие: “Дори и да са налице

добро управление, участия, институции и капацитет, изпълнението на цялостни реформи може да отнеме много години. Успехът за това се обуславя от една жизнеспособна и надеждна база за сътрудничество с лицата, вземащи решения и персонала в ключови институции от сектора, подходящо участие на представители на заинтересувани групи, особено на по-бедните и в неравностойно положение, както и достатъчно воля от страна на партньорите да предприемат реформа” [34]. Намаляване загубите на вода понякога се negliжира, въпреки че това е по-рентабилно решение, отколкото търсенето на алтернативни източници на вода, какъвто е обезсоляването.

През изминалото десетилетие бе направено много в посока на разработване на надежден набор от инструменти и методология, която да се прилага на международно и на национално ниво, позволяващи оценка и научен подход към загубите на вода.

Изготвянето на база за сравнение, за да се установят настоящите нива на загуби на вода (чрез провеждане на водна ревизия /одит/, от която се съставя воден баланс) е първата стъпка, която трябва да направи всяка водоснабдителна компания, желаеща да намали загубите на вода. Благодарение на тази база за сравнение могат да се планират дейностите по намаляването на ВНП, знаейки съотношението между физическите и търговски загуби.

Създаването на база за сравнение е следователно първа и то много важна стъпка, както се подчертава от един от добрите управители на ВиК у нас, инж. Ганчо Тенев - Управител на ВиК АД, гр. Бургас [14].

Положението би се влошило и от очевидния проблем пред управителите на водоснабдителни компании в държава като България: на места недостатъчното производство на вода, недостатъчното измерване на потреблението на абонатите и слабото познаване на хидравличните характеристики на тяхната разпределителна мрежа води до това, че управлението на физическите загуби, ако изобщо такова се извършва, е повече въпрос на гадаене и налучкване, отколкото на обективен анализ и приложение на доказани технически решения. Често биват пренебрегвани някои основни въпроси както следва:

- Повечето физически загуби се причиняват от малки течове, които са „невидими” (тоест, няма вода на повърхността). Видимите аварии на водопровода може да причинят еднократна загуба на вода от няколкостотин кубични метра вода за кратък период от време, но тъй като се виждат, биват отстранявани бързо. От друга страна, малък теч от сградно отклонение (например, теч с дебит, да речем, само 1 m³/h), който не избива на повърхността, ще причини загубата на около 9 000 кубични метра вода годишно — докато накрая бъде открит.
- Към физическите загуби (например, 10% по-голямо налягане се изразява в 10% по-голям обем течове). Когато дейността по търсене на течове се състои само в ремонти на водопровода, често се получават повишавания на налягането в други части на системата, като така се предизвикват повече течове, за голямо учудване на ръководителите на водоснабдителни компании. Управлението (не непременно намаляването!) на налягането е от първостепенно значение, особено при системите с ниско налягане и лошо състояние на инфраструктурата.

През изминалото десетилетие бе разработен изчерпателен набор от аналитични инструменти, стратегии за намаляване загубите на вода и специализирано оборудване, но мнозинството от водоснабдителните компании не знаят за тях. Вследствие на това нарастват с бързи темпове различията между добре управляваните програми за намаляване на ВНП и положението, в което се намират повечето от компаниите у нас и по света.

Действителността показва, че дори и да има на хартия Програма за намаляване на ВНП, то нейното изпълнение всъщност е сложно. Изпълнението изисква всестранно решаване на най-различни проблеми, които лежат в основата на лошото представяне на компаниите. Това е предизвикателство, което не засяга единствено решаване на проблема с ВНП. За никого не представлява изненада, че и политиците, и ръководството на водоснабдителната компания гледат на инвестициите за намаляване на ВНП като рискови, защото не са сигурни, че очакваните ползи ще се осъществят. Тъй като държавните служители обикновено хранят неприязън към риска, логично е тогава, когато са изправени пред избор между намаляване на ВНП и увеличаване на производствения капацитет, те да изберат второто решение. В икономическо отношение това може и да няма много смисъл, но поне те се чувстват уверени, че ще имат насреща нещо материално (примерно, нова пречиствателна станция), което да покажат на своите избиратели.

Не е лесна задача да се реши какво ниво на загуби е „приемливо“, тъй като то зависи от специфичните условия на всяка компания, както експлоатационни (дължина на мрежата, гъстота на отклоненията, работно налягане), така и търговски. От икономическа гледна точка, целевият показател трябва да бъде извлечен с помощта на финансов/икономически анализ, който да определи оптималното ниво на течове във всяка ситуация (т.е., когато пределната цена за спестяване на кубичен метър вода е равна на пределната цена за доставянето ѝ).

В заключение, основното, очевидно и като цяло пренебрегвано послание е, че ВНП не трябва да се разглежда като нещо самостоятелно, а в по-широкия контекст на реформиране на компанията. Съставителят на програми за ВНП трябва да разгледа внимателно частта от програмата за поощрения за ръководителите и персонала, както и за всички страни, имащи отношение към процеса. Всяка програма трябва да гарантира, доколкото е възможно, че поощренията са насочени към целта да се развие една дейна и ефективна компания, която отговаря на нуждите на своите потребители.

Именно по тези причини договорите за услуги, основаващи се на резултати, където подобряването на ефективността се извършва по дефинирани в договора цели, биха могли да предложат благоприятна среда и поощрения, водещи до намаляване на ВНП, с непосредствени ползи в експлоатационно и финансово отношение. Те могат, следователно, да създадат позитивна динамика за реформи, но не бива да се разглеждат като заместител на провеждането на по-широките институционални реформи, необходими за насърчаване на устойчивостта на сектора [46].

Друг голям проблем е често липса на достатъчна политическа подкрепа:

- ✓ водопроводите са под земята и не са видими, а тежката работа по повредите не са свързани с “рязане на ленти” и следователно тази дейност не е във фокуса на политиките;
- ✓ често се налага да се вземат непопулярни решения за прекъсване на нередовни платци или незаконни връзки на избиратели на дадена партия.

Финансови аспекти

Фиксираните разходи може да достигнат 80% от разходите за водоснабдяване, докато променливите разходи представляват около 20%. Това влияе върху мотивацията на различните участници, тъй като икономите на разходите често биват считани за маргинални. Необходимо е, обаче, да се разбере способността на НЗВ да подобрява бързо стопанските резултати и да намалява експлоатационните разходи.

За финансиране на необходимите разходи за намаляване на загубите на вода могат да се ползват различните национални програми и фондове за енергийна ефективност.

Управленски и други аспекти

Дългосрочното намаляване на загубите на вода ще бъде успешно само ако има пълна ангажираност от страна на висшето ръководство на водоснабдителната компания. Целият персонал може да се мотивира с допълнителни фактори като подходящи бонуси и поощрения. Подобренията в организацията, такива като разделяне на мрежата на сектори със зони за управление на налягането (РМА зони) с дебитомери на всеки вход, спомагат за разкриване, определяне и управление на реалните загуби. Ефективното измерване на консумацията на клиентите помага да се изчисли неносещата приходи вода и да се намалят загубите. Повишаването на обществената осведоменост може също да допринесе за намаляване загубите на вода, напр. обаждания за аварии и спиране на разхищението на вода.

2.1.4 Развитие на капацитет в областта на намаляване на загубите на вода

Развитие на капацитета е процесът на укрепване на уменията на индивиди, организации, компании и общества да използват ресурсите ефективно с цел реализация на своите собствени цели по един балансиран начин. Могат да се открият различни взаимосвързани аспекти на процеса на развиване на капацитета, както се илюстрира от *Фигура 2.3*.

В контекста на настоящото Ръководство, Част 1, понятието „развитие на капацитет” означава преди всичко пренос на знания, опит, умения и ценности, чрез които заинтересованите в национален план страни да могат да изпитат ползите от успешното намаляване на загубите на вода. То означава още подобряване на системите за управление и разширение на сътрудничеството. Промяна в управлението и посредничество в конфликтни ситуации – това са съществени елементи на организационното развитие.

Законовата и институционална рамка трябва да бъдат съобразно пригодени, когато вземащите решения на национално и местно ниво започнат да използват методи и

инструменти за намаляване на загубите на вода в техните системи за управление на водата. Нещо повече, заинтересованите страни, в лицето на правителството и бизнеса, имат нужда от разбиране в дълбочина на последиците от взетото решение. Цялостната стратегия за развиване на капацитета следва да бъде разработена и съгласувана със заинтересованите страни. Би могло да бъде проведено обучение съвместно с организации от различни страни. В зависимост от целевата група (взимащи решения, изпълнителен състав, и/или оператори), целите на стратегията за развиване на капацитета биха включвали набиране на информация за законови, технически, социални, екологични и финансови въпроси, отнасящи се до намаляване на загубите на вода като цяло и до управление на налягането в частност. Препоръчително е да се приеме индивидуална и внимателно планирана стратегия за развиване на капацитета, включително концепция за цялостно обучение, което се разглежда в Глава 7.



Фигура 2.3 Взаимовръзка между различните елементи от развитието на капацитета

Справянето с проблема на ВНП изисква разнообразен квалифициран персонал, в т. ч. ръководители и професионални инженери в единия край на спектъра, за да се стигне до екипите на улицата, техници и водопроводчици в другия. „Намаляване на ВНП“, в най-широкия смисъл на този термин, не се преподава в университети и технически колежи, нито в по-голяма част от учебните заведения от ВиК сектора по света. Вследствие на това не се намира често персонал с необходимите умения. За решаването на този проблем ще са необходими както признаване на широко разпространените предизвикателства и последиците, свързани с ВНП, така и разработването на подходящи учебни материали и

методи, и развитие на институциите. Изграждането на такъв капацитет изисква значителна инициатива, какъвто е случаят със създаващия се Център за обучение от страна Българската асоциация по водите.

Създаването и поддържането на ефективна програма за ВНП представлява, освен трудностите от различен характер, управленски проблем.

Намаляването на физическите загуби е продължителна и изтощителна дейност, без много последователи по различни причини:

- Политици: не е свързано с „рязане на ленти“;
- Инженери: по-„забавно“ е проектирането на пречиствателни станции, отколкото ремонт на тръбопровод, скрит под улицата;
- Техници и полеви персонал: търсенето се извършва главно през нощта, а ремонтът на тръбопровода често изисква работа при опасни пътни условия;
- Ръководители: изисква време, постоянна самоотверженост, персонал и начално финансиране.

Намаляването на търговските загуби също не се радва на голяма популярност примерно, както следва:

- Политици: може да се наложи взимане на непопулярни решения (прекъсване на незаконно свързани абонати или абонати, които не плащат);
- Инкасатори: с мошенически практики се докарват значителни допълнителни приходи;
- Полеви персонал: работата по откриване на незаконни свързвания или по спиране на услугата на онези, които не си плащат сметките е непопулярна и може дори да бъде опасна;
- Ръководители: по-лесно е да се запуши пробойна в приходите на бюджета, като се изразходват по-малко пари за рехабилитация на съоръженията (с постепенно влошаване на показателите на системата) или да се търсят още пари от различни донори.

С изключение на тези абонати, които действително си плащат сметките, възможно е да изглежда, че идеята няма други поддръжници.

При тази ситуация, ръководителят на водоснабдителна компания, опитващ се да проведе програма за ВНП, за да намали високите нива на загуби, може да се сблъска с обезсърчаващата реакция на своя собствен персонал и на собствениците на компанията. Инженерите и персоналот по експлоатацията ще го убеждават, че дадените нива се отнасят единствено за търговски загуби (т. е. няма проблеми с течове), докато персоналот от търговския отдел ще изтъква като причина само течовете.

Благоприятната среда и поощренията са от голямо значение.

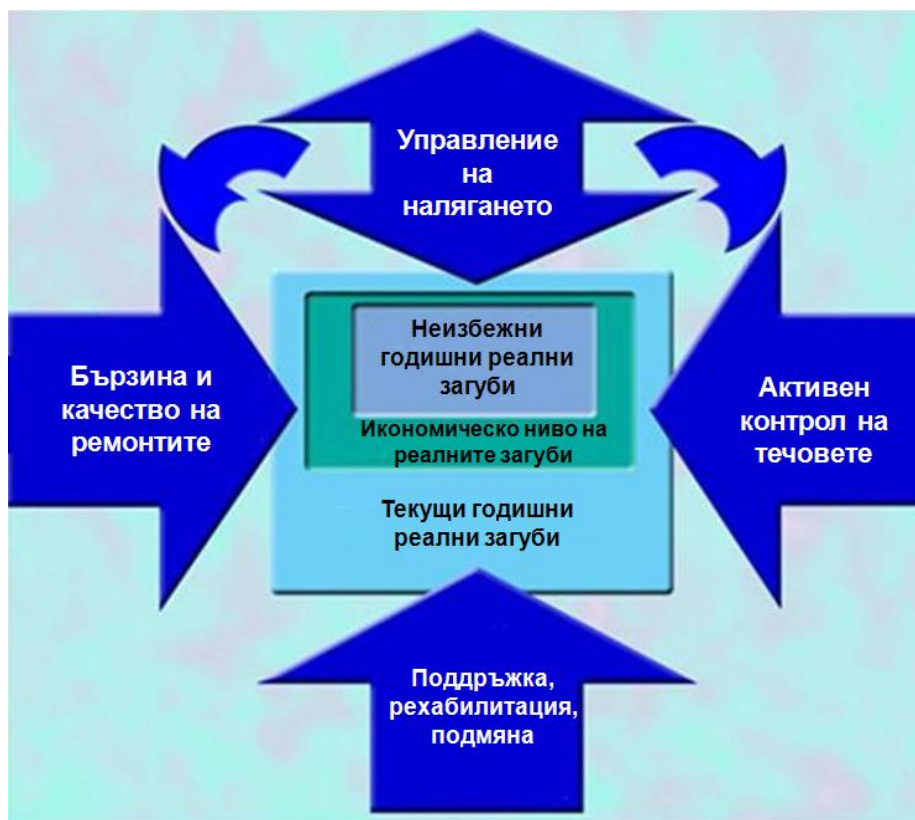
Повечето от горепосочените проблеми може да важат и наистина важат, и за частните, и за публичните водоснабдителни компании, но (като цяло) частните оператори имат мотивация да намаляват ВНП, защото това води до увеличаване на приходите и намаляване на експлоатационните разходи. По-трудно е, обаче, за публично управляваните компании, защото те много често нямат адекватна работна среда и подходяща поощрителна схема за постигнати резултати. Резултати от скорошни изследвания, обаче, навеждат на извода, че уместни поощрения може да се приложат в дадена публична водоснабдителна компания в рамките на по-широк контекст на насърчаване на автономност, отчетност и ориентация към пазара и клиентите. Въпреки, че темата за това как да направим една публична водоснабдителна компания по-ефективна е извън предмета на настоящото ръководство, то подобряването на резултатите за ВНП очевидно се явява основна цел на подобна инициатива.

Уместно е поощренията, свързани с програми за ВНП да се разглеждат малко по-обстойно и е чудно защо, въпреки очевидните ползи от намаляване на ВНП, резултатите за ВНП при водоснабдителните компании в развиващия се свят са толкова слаби. Популярно е схващането, че политиките се интересуват най-много от “рязане на ленти”, така че на ръководството на една компания е по-лесно да получи подкрепа за нова пречиствателна станция, както беше казано, отколкото за програма за намаляване на течовете.

2.1.5 Четири основни метода за борба с реалните загуби на вода

През изминалите две десетилетия са разработвани много методи, които сега се приемат като авангардни технологии за намаляване на загубите на вода. Въпреки това на много водоснабдителни компании по света тепърва им предстои внедряване на стратегии за устойчиво управление на загубите на вода, въпреки очевидните ползи от тях. Настоящото Ръководство, Част I прави обобщение [36] на съвременните авангардни технологии за намаляване на загубите на вода и има за цел да служи като помагало и наръчник за тези управители на водоснабдителни компании, които желаят да се възползват от огромния скрит потенциал в намаляването на загубите на вода.

Както ще се види в Ръководството по-нататък, много и различни фактори влияят върху появата и степента на реалните загуби в дадена водоразпределителна мрежа. Преди да реши какви методи за интервенция ще бъдат подходящи, водоснабдителната компания трябва да разбере кои фактори допринасят за реалните загуби в конкретната система. Най-ефективният икономически инструмент за намаляване на загубите на вода – според конкретната ситуация – би могло да бъде един единствен метод или комбинация от различни методи.



Фигура 2.4 Четири основни метода за интервенция за борба с реалните загубите на вода

През 2003 г. работната група по загубите на вода към IWA определи четири основни метода за интервенция за борба с реалните загуби на вода, показани на *Фигура 2.4*:

управление на налягането, активно търсене на течове, бързина и качество на ремонтните работи и управление на инфраструктурата [69].

3. РАЗБИРАНЕ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА



3.1 ДЕФИНИЦИИ И ТЕРМИНОЛОГИЯ

Регулярното изчисляване на водния баланс е една добра основа за оценяване на загубите на вода. В миналото са били използвани най-различни форми и термини за изчисляването му. Международната асоциация по водите (IWA) сформира специална Работна група по индикатори за представяне и загуби на вода с цел постигане на международно съпоставими резултати. През 2000 г. е публикуван подход за изчисляване на водния баланс, който отразява най-добрите международни практики [54]. Така изчисленият воден баланс получава все по-голямо признание и популярност в редица страни и сред ВиК операторите по света. Препоръчва се на ВиК операторите да следват терминологията на IWA, особено при съпоставка и заимстване на практики на национално и международно ниво.

В приложение № 4 към българската Методика за определяне на допустимите загуби на вода във водоснабдителните системи се определя структурата на водния баланс по предложения от Международната асоциация по водите (IWA) метод за изготвянето му. Методиката е одобрена от Министерството на регионалното развитие и благоустройството като Наредба № 06/1 (5 май 2006г.) и влиза в сила на 1 юни 2006г.

Съгласно Наредбата компонентите на водния баланс следва винаги да се изчисляват и изразяват като обеми (обикновено в m^3) за определен период (обикновено на година). След това те могат да бъдат превърнати в индикатори за представяне (вж. Глава 4.2.6).

Таблица 3.1 Воден баланс

Общо количество вода на входа на системата Q_4	Обща законна консумация Q_5	Продадена фактурирана вода Q_3	Фактурирана измерена консумация на вода (включително подадена вода)	Фактурирана и носеща приходи вода Q_3
			Фактурирана неизмерена консумация на вода	
		Продадена нефактурирана вода Q_{3A}	Нефактурирана измерена консумация на вода	Вода неносеща приходи (неотчетена вода) Q_9
			Нефактурирана неизмерена консумация на вода	
	Общи загуби на вода Q_6	Търговски загуби на вода Q_8	Незаконно ползване	
			Неточност при измерване	
		Реални загуби на вода Q_7	Течове във водопроводите за сурова вода и загуби при пречистването	
			Течове в системата за пренос и разпределение	
			Течове и препълване на резервоарите за съхранение	
			Течове в сградните отклонения	

Елементите на водния баланс се дефинират по следния начин:

- **Общо количество вода на входа (Q_4):** измереният обем на входа на системата или на тази част от нея, за която се изготвя водния баланс. При системи със значително количество изнесена вода е много важно да се определи и обемът на захранване на мрежата (обемът на входа на системата минус фактурираната изнесена вода).
- **Обща законна консумация (Q_5):** обемът на измерената и/или неизмерената вода, използван от регистрираните абонати, водоснабдителната компания и други оторизирани страни. Включва фактурирана консумация (като фактурирана измерена консумация, фактурирана неизмерена консумация и изнесена вода) и нефактурирана законна консумация (като нефактурирана измерена консумация и нефактурирана неизмерена консумация). Тази част на водния баланс включва също течове и преливания след водомера на абоната (вж. Глава 3.5), както и водата за собствени нужди на ВиК оператора, напр. за промивка на тръбопроводи или обратна промивка на филтри.
- **Носеща приходи вода (Q_3):** (съответстваща на фактурираната законна консумация): обемът доставена и фактурирана на абоната вода, който следователно носи приходи за водоснабдителната компания.
- **Вода неносеща приходи (ВНП) (Q_9):** обемът вода, която не се фактурира и затова не носи никакви приходи за компанията. Може да се изрази като разликата между обема на входа на системата и фактурираната законна консумация или като сумата от нефактурираната законна консумация и загубите на вода. Всички елементи, допринасящи за ВНП, са посочени в Таблица 3.1.
- **Общи загуби на вода (Q_6):** Обемът вода, който се губи между точката на захранване на мрежата и водомера на абонатите по различни причини. Може да се изрази като разликата между обема на входа на системата и законната консумация и се състои от търговски и реални загуби. Търговските загуби се разделят на незаконно ползване, неточности при измерване и грешки с данните. Реалните загуби се състоят от течове по преносните и разпределителни водопроводи, течове от сградните отклонения и загуби от резервоарите за съхранение.

Дефиниции за реални и търговски загуби са посочени в Глава 3.3 и 3.4. Освен това трябва да отбележим, че Работната група към IWA препоръчва да не се използва повече термина неотчетена вода (UFW), заради широкото тълкуване на термина по света [2].

3.2 ВЛИЯЕЩИ КЛЮЧОВИ ФАКТОРИ

Загуби на вода има във всяка водоснабдителна система по света. По икономически и технически причини се налага да приемем, че реалните загуби на вода не могат да бъдат изцяло отстранени. Въпреки това има голям напредък по отношение познаването и разработването на свръхмодерно оборудване, което ни позволява да поддържаме загубите на вода в рамките на икономически приемливи нива. Според Наръчника за управление на

течове (2001) на Световната здравна организация (СЗО), четири ключови фактора влияят върху степента на течове в мрежата на водоснабдителната компания.



Фигура 3.1 Ключови фактори, влияещи на течове

Фигура 3.1 показва необходимостта от холистичен подход при намаляване на загубите на вода: повече на брой дейности по откриване на течове сами по себе си не са достатъчни да решат проблема, ако в същото време състоянието на инфраструктурата се влошава. Освен това, дори при наличие на финансови ресурси, те няма да окажат положителен ефект, ако компанията няма подходящи структури и положително отношение към управлението на загубите на вода.

3.3 РЕАЛНИ ЗАГУБИ (ФИЗИЧЕСКИ ЗАГУБИ)

3.3.1 Класификация

Реалните загуби - това са количествата вода, които се губят за даден период от време поради различни видове течове, спуквания и преливания. Реалните загуби се класифицират според (а) тяхното място в системата и (б) техния размер и продължителност.

(а) Място



Фигура 3.2 **Авария**



Течовете от преносната и разпределителната мрежа се получават по тръбите (спуквания поради външни причини или корозия), тръбните връзки (откачане, повредени уплътнения) и кранове (аварии по време на експлоатация или техническо обслужване) и са обикновено със среден до висок дебит и с кратка до средна продължителност.

Фигура 3.3 **Амортизиран водопровод**

Течове от сградните отклонения до водомера на абонатите:

Сградните отклонения се смятат понякога за слабите места на водоснабдителните мрежи, тъй като връзките и арматурите показват високи нива на течове. Течовете по сградните отклонения се откриват трудно поради относително ниския им дебит и затова обикновено имат голяма продължителност.



Фигура 3.4 Сградно водопроводно отклонение

Течове и преливания на резервоари за съхранение – причиняват се от недостатъчен или



лош контрол по регулиране на нивото. Освен това е възможно да има просмукване през мазилката или бетонните стени, ако не са водоустойчиви. Загубите на вода от резервоари често биват подценявани и макар и лесни за откриване, отстраняването им е обикновено сложно и скъпо.

Фигура 3.5 Преливащ резервоар

(b) Размер и продължителност



Фигура 3.6 *Теч от тръба*

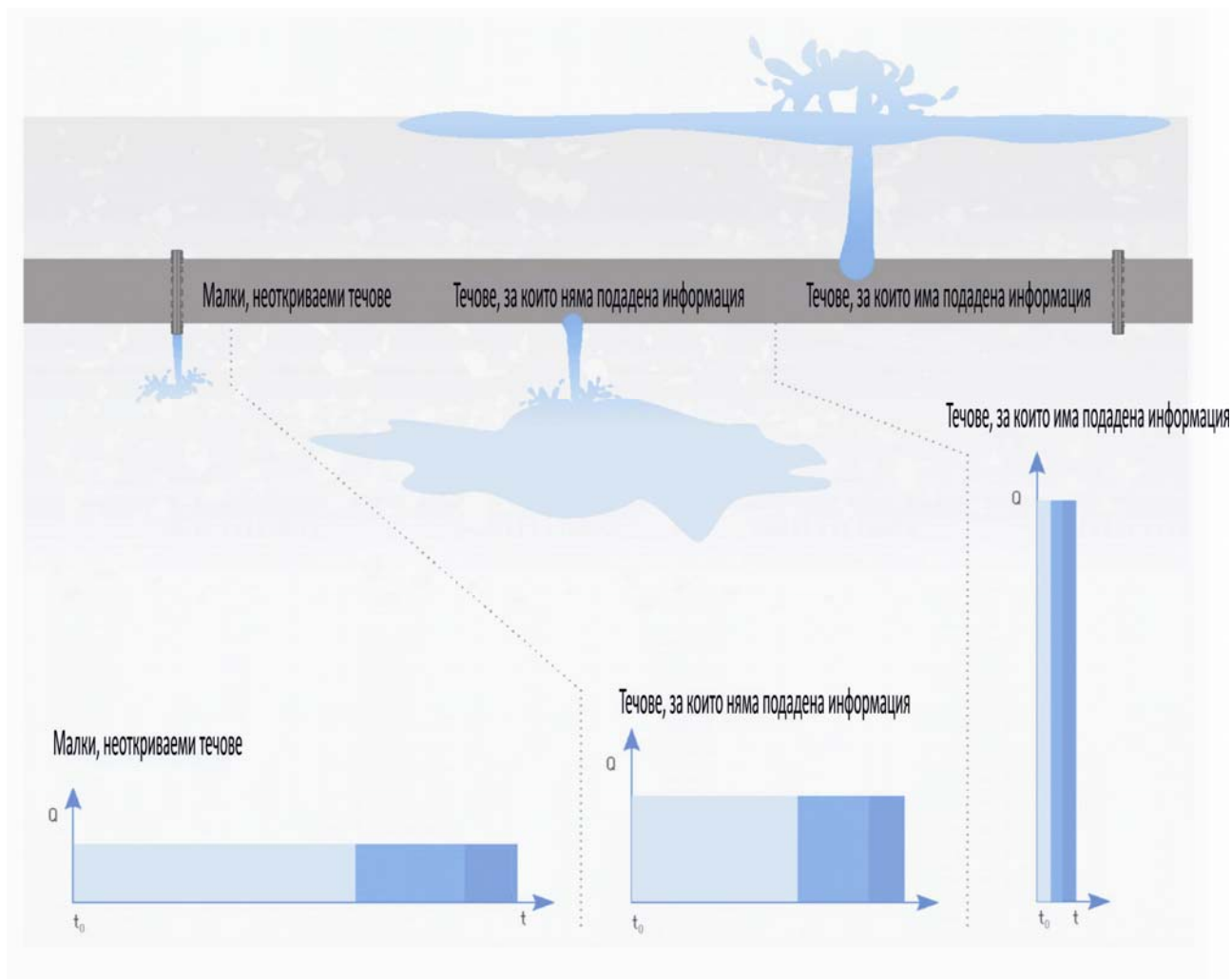
Съобщените или видимите течове се пораждат предимно от внезапни спуквания или скъсвания на връзките в главните или второстепенните клонове на разпределителните мрежи. В зависимост от водното налягане, размера на теча и на характеристиките на почвата и повърхностния слой, на повърхността бързо се появява течаща вода. В тези случаи не се изисква специално оборудване за локализиране на теча.

Несъобщените или скрити течове по дефиниция са с малки дебити от порядъка на около и над 250 l/h при 50 m налягане, но поради неблагоприятни условия не се появяват на повърхността [22]. Наличието на скрити течове се открива чрез анализ на графиките, показващи консумацията на вода в рамките на определена водоснабдителна зона. За откриване на несъобщени течове има широка гама от акустични и неакустични инструменти (вж. Глава 6.4).

Малки неоткриваемы течове – обхващат загубите на вода, която не избива на повърхността, с дебит в порядъка под 250 l/h при 50 m налягане.

Тези много дребни течове (поради филтрация или капещи връзки, кранове и арматура) не се откриват с акустични уреди. Поради това се приема, че има много на брой малки течове, които никога не биват откривани и отстранявани, но съществуват, докато накрая дефектната

част не бъде подменена. Тези неоткриваеми течове често съставляват основния дял от реалните загуби на вода, тъй като са много на брой и имат голяма продължителност.



Фигура 3.7 Взаимовръзка между интензивност на теча (Q) и неговата продължителност (t)

И докато търговските загуби могат да бъдат почти изцяло отстранени, то определено ниво реални загуби ще има винаги във всяка водоснабдителна система. Това количество е познато под името „неизбежни годишни реални загуби“ (UARL). Разликата между текущи годишни реални загуби (CARL) и неизбежни годишни реални загуби се счита за потенциално възстановимите реални загуби. Фигура 3.7 дава добър нагледен пример за взаимовръзката между CARL и UARL. Реалните загуби трябва да бъдат изчислявани по производствената цена или покупната цена на водата, ако тя се внася.

В развитите страни реалните загуби обикновено представляват най-важният компонент от загубите на вода. В развиващите се страни и нововъзникващите икономики, загубите от незаконно ползване, неточности при измерване и осчетоводяване са често от основно значение за водните компании.

3.3.2 Накратко за хидравликата на течовете



Фигура 3.8 Пробиви по амортизирана тръба

Реалните загуби обикновено заемат основен дял от общите загуби на вода. Различните видове течове (пробиви, надлъжни и напречни пукнатини, течащи връзки, и др.) по водопровода на разпределителната мрежа са основният фактор при реалните загуби. Някои полеви и лабораторни изследвания доказват високата зависимост на течовете от налягането: По-високото налягане увеличава теча по степенната функция, показана в Уравнението по-долу. Обратно, течът намалява при намалено налягане в тръбата. Следните обяснения дават основна информация за връзката между налягане и теч. Хидравличното поведение на течовете в тръбите се описва обикновено с опростен вариант на уравнението за дебита, протичащ през отвор, както се вижда от Уравнението:

$$q = c \times h^{\alpha}$$

където:

q	Дебит на теча
c	Коефициент на теча
h	Хидростатичен напор
α	Степенен показател за теч

Материалът на тръбите влияе силно на връзката налягане-теч. Водното налягане причинява напрежение по стените на тръбопровода. В зависимост от свойствата на материала (напр. модулът на еластичност), тръбопроводите имат склонност да аварират по определен характерен начин според материала, от който са направени, и да реагират по различен начин на колебанията в налягането. Увеличаването на вътрешното налягане на тръбопровода води до две последици. Напуквания и малки пукнатини, които не пропускат теч при ниско налягане, може да се отворят и да започнат течове при нарастване на налягането. Малките неоткриваеми течове зависят силно от промените на налягането в системата. Течът зависи и от формата на отвора, и от способността му да се разширява при повишаване на налягането.

Ефективността на управление на налягането зависи от материала, от който е изградена мрежата (ефектът от управление на налягането нараства при по-голям дял на тръбите от пластични материали) и от цялостното състояние на мрежата, тъй като това влияе силно върху малките неоткриваеми течове (вж. Глава 6.4).

3.3.3 Причини, обуславящи реалните загуби

Тръбите и фитингите, положени в земята, са с различни размери, направени са от различен материал и са с различна възраст. Под земята те са подложени на въздействието на множество фактори, които не могат да бъдат систематично регистрирани и контролирани.

Ламберт и Маккензи посочват четири ключови, специфични за всяка система фактора за реалните загуби на вода, а именно: дължината на мрежата, броят на сградни отклонения, мястото на водомера на абоната и средното работно налягане в системата (при напорни мрежи). Тези фактори варират при различните системи [55].

Множеството активни и пасивни взаимодействия на тръбопровода със средата, в която се намира, често водят до повреди и течове. Казано по-просто, водопроводната мрежа е изградена от следните съоръжения: (а) тръби и тръбни съединения, (b) арматура и фитинги и (с) резервоари за съхранение и помпи. Причините и факторите, влияещи на загубите на вода, тогава, може да се квалифицират според вида съоръжения, както следва:

(a) **ДЕФЕКТИРАЛИ ТРЪБИ И ТРЪБНИ СЪЕДИНЕНИЯ**



Фигура 3.9 Дефектирала тръба

Материал, състояние и възраст на тръбопровода

- **Материал:** Освен производствени дефекти на материала (недостатъчна дебелина на тръбните стени, липса на защита на стоманените тръбопроводи от корозия, слабо арматурно покритие на бетонните тръби), повреди се получават и от неправилна експлоатация на определени материали: знае се, че меката вода (особено непречистена язовирна вода) с високо съдържание на въглеродна киселина и ниска концентрация на калций, или с висока концентрация на сулфати, уврежда силно бетона. Увреждат се и стоманобетонните тръбопроводи, както и вътрешната и външната циментово-хоросанова облицовка на чугунените тръбопроводи.
- **Състояние:** Всички метални тръби са изложени на физическа и електрохимична корозия.



Фигура 3.10 Корозия



Фигура 3.11 Теч

Корозията намалява дебелината на стените и способността на тръбопровода да издържи на налягането на водата и външното напрежение. Най-често корозия се причинява от силно активни вода и почва, както и от блуждаещ ток.

- **Възраст:** Много фактори, влияещи върху течовете, зависят от възрастта.



Фигура 3.12 Амортизирана тръба

Въпреки това, възрастта не винаги е фактор – при внимателно проектиране и монтаж на тръбата, при редовна поддръжка и благоприятни външни условия.

Проектиране и монтаж

- **Проектиране:** Допуснатите по време на проектирането грешки могат да доведат до възникване на течове от тръбопровода – при неправилен избор на материал, неправилно оразмеряване, отговарящо на действителното налягане, недостатъчни мерки за защита от корозия или неподходящо трасе (напр. по склонове, на свлачища или в близост до коренища на дървета).
- **Съхранение и полагане на тръбите:** Неправилното съхранение би могло да повреди тръбите още преди тяхното полагане. Корените на растенията могат да проникнат в битумния слой на стоманените тръби. Влаченето на РЕ тръби по бетонови настилки или камъни води до набраздяване, което увеличава риска от бъдещи течове. Продължителното излагане на слънчева светлина води до крехкост на РЕ тръби. Повреди може да причинят и тежките машини за транспорт и полагане.
- **Подложка:** Изборът на неподходящ материал за подложка на тръбите е често срещана причина за тяхното увреждане: подложка от едър или каменист материал уврежда външния слой при стоманените или чугунените тръби и подпомага корозията. Подложка от каменист материал може да доведе до надлъжни и спираловидни пукнатини в тръбите от РЕ и PVC. Недостатъчна обратна засипка и неуплътняване на изкопа за тръбопровода може да причини хлътване.



Фигура 3.13 Хлътване на пътна настилка

Тези неконтролирани движения на почвата могат също да предизвикат разединяване на връзките или скъсване на тръбопровода.

- **Съединения:** Непрофесионалното изпълнение на тръбните съединения е друга причина за поява на течове. Заварките на стоманените тръбопровода често нямат подходяща вътрешна и външна защита от корозия по заваръчния шев. Ако

неквалифицирани или недобре обучени заварчици използват сравнително новата технология на заваряване на РЕ тръби, заварката нерядко има дефекти поради недостатъчно загряване и натиск върху краищата на тръбата. Течове се появяват и при превишаване на максимално допустимия ъгъл на огъване на тръби с разширен край или при повреждане на недобре закрепени съединения в следствие на хидравличен удар или високо налягане.

Налягане

- **Високо налягане:** Повишеното налягане води до по-висок дебит на съществуващите течове и поява на повече нови спуквания и течове по тръбопровода. Възможно е остарялата арматура и фитинги да не са достатъчно надеждно оразмерени за високо налягане.



Фигура 3.14 Теч при високо налягане

- **Слабо налягане:** Слабото налягане би могло да затрудни усилията за намиране на течове, тъй като водата по-трудно достига повърхността. Освен това, по-ниските шумови нива на теча затрудняват акустичните методи на локализиране на течовете и водят до по-голяма продължителност на теча.



Фигура 3.15 Теч при ниско налягане

- **Колебания на налягането:** Значителните колебания на налягането в системата биха могли да доведат до умора на материала и оттук до течове, главно при пластмасовите тръби.
- **Рязко нарастване на налягането:** Рязкото нарастване на налягането (хидравличен удар) възниква главно от неподходящи устройства за управление и може да причини скъсване на тръбите, откачане на тръбните съединения и повреда на арматурата и фитингите, а оттук и до поява на течове.

Таблица 3.2 дава ясна представа за влиянието на налягането върху дебита на теча. Коефициентите от Таблица 3.3 служат за преобразуване на посочените стойности на дебита за системи с налягане, различно от 50 m.

Таблица 3.2 Дебит на теча при кръгли отвори и налягане 50 m [42]

	Отвор	Дебит на теча			
	[mm]	[l/min]	[l/h]	[m ³ /d]	[m ³ /месец]
	0.5	0.33	20.00	0.48	14.40
	1.0	0.97	58.00	1.39	41.60
	1.5	1.82	110.00	2.64	79.00
	2.0	3.16	190.00	4.56	136.00
	3.0	8.15	490.00	11.75	351.00
	4.0	14.80	890.00	21.40	640.00
	5.0	22.30	1340.00	32.00	690.00
	6.0	30.00	1800.00	43.20	1300.00
	7.0	39.30	2360.00	56.80	1700.00

Таблица 3.3 Коефициенти за преобразуване на Таблица 3 [42]

Налягане	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Коефициент на преобразуване	0.45	0.63	0.77	0.89	1.00	1.10	1.18	1.27	1.34	1.41

Представените в Таблица 3.3 експериментално потвърдени коефициенти илюстрират убедително възможностите и големия потенциал на управлението на налягането при намаляване дебита на течовете в разпределителните системи чрез намаляване на налягането. Важно да се разбере, че малките течове с относително нисък дебит вероятно представляват най-големия дял от загубите на вода поради голямата им и дори неограничена продължителност. Ето защо е важно да се управлява и минимизира продължителността на всички течове и аварии, дори и най-дребните.

Почва и подземни води

- **Тип почва:** Преобладаващият тип почва оказва значително влияние върху продължителността на теча. Докато водата, която изтича в свързани почви (напр. глинести или наносни), би могла бързо да избие на повърхността, то течовете в несвързани почви (напр. пясък или чакъл) обикновено се оттичат в земята, което затруднява още повече откриването на течове.

- **Корозивност на почвата:** Повечето несвързани почви са некорозивни. Свързаните почви подпомагат корозивните процеси по външните стени на металните тръби поради различните нива на разтворени соли, кислород, влага, рН и бактериална активност.
- **Движение на почвата:** Движението на почвата се причинява от промени в температурата и съдържанието на влага (промяна в нивото на подпочвените води до свиване и разширяване при свързаните почви), силно застудяване, както и хлътване поради неправилна подложка на тръбопровода, минна дейност или земетресения. Движение на почвата може да се предизвика и от строителни работи, голямо външно натоварване на почвата или ремонтни дейности по тръбопровода. Движението на почвата може да причини прекъсване на тръбните съединения и скъсване на тръбопровода.

Уличен трафик

- **Натоварвания от трафик:** Много тръбопровода, първоначално минаващи под тротоари, могат да се окажат под пътните платна вследствие разширяване на улиците. В тези случаи тръбопроводите са подложени на по-голямо натоварване от нарасналия брой превозни средства и от голямото осово натоварване на съвременните камиони.
- **Настилки:** Водата на повърхността може да се окаже далеч от мястото на теча поради бетонните и асфалтови настилки, като по този начин се затруднява локализирането му.
- **Блуждаещ ток:** 1 ампер ерозира приблизително 10 kg желязо годишно. Блуждаещите токове от железопътни системи, захранвани с прав ток (трамваи) и железобетонни основи водят до корозия на външния слой на металните тръбопровода [65].

Влияние на трети страни

Липсата на документация за инфраструктурните обекти (напр. ексекутивни чертежи) или неправилно извършените строителни работи може да доведат да повреди в тръбопровода, пряко – от багерите или индиректно – от вибрациите на строителната техника или тежкотоварните камиони. Повредата може да бъде открита веднага или след време, като това затруднява откриването на причината.

Други фактори

Има множество други фактори, напр. брой кранове и сградни отклонения (както е известно това са слабите места в разпределителната система) на километър тръбопровод, дължина и диаметър на тръбопровода, средна дължина на сградните отклонения, дълбочина на полагане на тръбопровода, както и малки неоткриваеми течове от съединения, фитинги и кранове. Експлоатационното управление на системата също има значение за течовете, напр. смесването на вода от различни източници в тръбопроводната система (риск от корозия), времето в %, през което системата е под налягане и стратегиите за инспекция, поддръжка и

засичане на течове, които влияят на продължителността на откритите и неоткритите течове [54].

(b) ДЕФЕКТИРАЛИ КРАНОВЕ И ФИТИНГИ



Фигура 3.16 Теч от тротоарен кран

Течовете от кранове и фитинги биват от повреди, деформация или разрушаване на материала на корпуса на крана, както и от пропускащи маншонни уплътнения на съединения, капаци или шпиндели.



Фигура 3.17 Теч от съединения

Невнимателната работа и липсата на поддръжка често причиняват такива течове. Дефектиралите кранове и фитинги допринасят значително за реалните загуби на вода, въпреки че са с нисък дебит на теча. Тези дефекти често остават неоткрити дълго време, ако няма програма за редовно техническо обслужване. Значителни загуби на вода се получават и от дефектирани пожарни хидранти и обществени чешми.

(с) ДЕФЕКТИРАЛИ РЕЗЕРВОАРИ ЗА СЪХРАНЕНИЕ И ПОМПИ



Фигура 3.18 *Преливане от резервоар*

Загубите на вода от резервоарите за съхранение се причиняват както от повреди в конструкцията, така и от експлоатационни аварии, като неизправни или липсващи контролни уреди, което може да доведе до преливане.



Фигура 3.19 Теч в помпена станция

При повреди в конструкцията се получават пукнатини, отвори или разцепване на стените или подовете на резервоарите, течове, дължащи се на ниско качество на цимента, както и на уплътнения и тръбни преминавания, които пропускат вода. Много често загубите на вода от течове биват подценявани и, макар лесни за откриване, ремонтите по отстраняването им обикновено са сложни и скъпи.

Загубите на вода от помпи се причиняват обикновени от дефектирали валови уплътнения.



Фигура 3.20 Дефектирали валови уплътнения

В повечето случаи количеството теч е пренебрежимо малко, но навлизането на вода в цилиндрите на помпата и електронната инсталация води до щети и следва да се избягва, като се предприема съответното техническо обслужване.

3.3.4 Последици от реалните загуби

Основната цел на водоснабдителните системи е да снабдяват абонатите с питейна вода в достатъчно количество и с необходимото качество, при достатъчно налягане по всяко време. [61] В много случаи течовете представляват най-голямото препятствие за постигане на тази цел. Негативният ефект от течовете се изразява в следните последици (а) икономически, (b) технически, (c) социални и (d) екологични.

(а) ИКОНОМИЧЕСКИ ПОСЛЕДИЦИ

Загубите на вода по пътя до абонатите водят до разходи, свързани с експлоатация, пречистване и пренос, без да носят приходи за компанията. Количеството загубена вода трябва да се набави отново, за да се посрещнат нуждите на абонатите. Следователно трябва да се увеличи производствения капацитет на техническите инсталации.



Отстраняването на откритите течове излиза скъпо откъм средства и персонал и обикновено се прекъсва водоснабдяването на абонатите.

И накрая, аварията на тръбопровода, течовете и преливанията могат да причинят значителни щети на инфраструктурата: Почвата се издълбава и ерозира, причинявайки хлътване на пътища, релси и сгради.



Фигура 3.21 Хлътване на пътна настилка

Застрашени от наводняване са мазета, гаражи или технически помещения със скъпо струващо оборудване. Ако отговорността за това падне върху компанията, тя трябва да

изплаща огромни компенсации. Таблица 3.4 илюстрира евентуалния мащаб на посочените икономически последици за водоснабдителните компании.

Таблица 3.4 Възможни икономически последици от течове в системата (Цюрих, Швейцария) [70]

Мащаб на щетите	Описание	Потенциални разходи
Катастрофален	Жертви с фатален край или с постоянни увреждания на здравето	> USD 10 милиона
Критичен	Наранявания на лица, щети на обекти и прекъсване на производството, негативно обществено мнение	> USD 5 милиона
Значителен	Прекъсване на водоподаването за абонати и клиенти, аварии на отделни места	> USD 1 милион
Дребен	Краткотрайни прекъсвания на водоподаването и инфраструктурата, възможно отразяване от медиите	> USD 0.3 милиона
Незначителен	Временни нарушения на водоподаването	> USD 0.1 милиона
Пренебрежително малък	Без преки нарушения, ограничени локални последици	< USD 0.1 милиона

(b) ТЕХНИЧЕСКИ ПОСЛЕДИЦИ

Водопроводите, пропускащи питейна вода, увеличават натоварването на канализационната мрежа поради инфилтрация и количествата стават по-големи то тези, за които колекторите са оразмерени. В пречиствателните станции за отпадъчни води постъпват по-големи количества, което поражда допълнителни разходи за пречистване.

Големите течове водят до невъзможност да се покрият нуждите от вода до такава степен, че системата спира да работи в непрекъснат режим. Режимът на водата причинява още технически проблеми с навлизане на въздух във водопровода (възниква опасност от хидравличен удар, повреда на водомери, грешки в отчитането и пр.) и замърсяване на водата (опасност от разпространение на бактериални инфекции и заразни болести). Налага се осигуряване на скъпи алтернативни източници като водоноски.

В дългосрочен план режимното или ненадеждното водоснабдяване би изкушило клиентите да си монтират резервоари за съхранение на вода, което на свой ред би затруднило възстановяването на непрекъснато водоподаване. Връзката между режим на водата и ниво

на течовете показва, че загубите на вода са общо взето по-високи при системите с режимно водоподаване, отколкото при тези с непрекъснато водоподаване. Трябва да подчертаем, че режимното водоподаване не бива никога да се смята за техническо решение, а като пречка в борбата със загубите на вода.

(c) СОЦИАЛНИ ПОСЛЕДИЦИ

От спиране на водата поради ниско налягане и прекъсване на водоподаването до режим на водата – това са най-често срещаните последици за абонатите. Изпитваните неудобства водят до недоволство и жалби от страна на абонатите и могат да повлияят негативно на желанието им да си плащат сметките. (виж *Фигура 1.9*, Глава 1) Некачественото водоподаване, придружено от чести (видими) аварии на водопровода накърняват доброто име на компанията и може да доведат до негативни обществени настроения.

Още по-сериозни въпроси са потенциалният риск за здравето поради инфилтрация на канализационни и други замърсители във водопровод с ниско налягане или режим на водата. Заразената вода може да причини епидемии на болести, предавани чрез водата, напр. холера, тифус, хепатит А или диария.

(d) ЕКОЛОГИЧНИ ПОСЛЕДИЦИ

Устойчивото управление налага икономично използване на всички природни водоизточници. Незамърсената вода е вече оскъдна в много райони, но дори и там, където водата е в изобилие, ресурсите не са неизчерпаеми. Компенсирането на загубите на вода чрез увеличаване добива на вода допълнително изтощава повърхностните и подземните водоеми – нещо, което разумното управление на водите би избегнало [65].

Освен това, губи се енергия за помпане и пречистване с химикали на водата, която се губи в течове и така се изхвърлят ненужни емисии въглероден двуокис. Над 25% от консумацията на електричество на компанията се приписват на високите нива на теч.

В случай, че поради режим на водата качеството се влошава, ще са необходими значителни допълнителни количества енергия за изваряване, както и за пренасяне на питейна вода в шишета или водоноски. Системите с режим на водата правят високи енергийни разходи, тъй като се губи налягане при всяко оттичане и повторно пълнене на системата. И накрая, нужна е повече енергия за изпомпване на големи разстояния или сложни технологии за пречистване, като обезсоляване на вода или повторно ползване на отпадни води, ако съществуващите водни ресурси вече не достигат [66].

3.4 ТЪРГОВСКИ ЗАГУБИ

3.4.1 Класифициране

Търговските загуби са тези загуби, които не се дължат на физически течове по системата, а са причинени от други фактори. Търговските загуби могат да бъдат групирани в следните категории, според мястото им на възникване:

- Неточности при измерване, поради развалени или неточни индивидуални или общи водомери;
- Грешки при обработване на данните, счетоводни грешки и лоша отчетност на абонатите в системата за издаване на сметки (инкасо);
- Незаконно ползване – кражба на вода и незаконно свързване.

Накратко, търговските загуби обхващат цялото количество вода, което е стигнало до абонатите, но не се измерва или отчита точно и така се получава грешка в отчетената консумация на абонатите. При водоснабдителни системи без редовно, извършвано чрез водомери отчитане, и с много незаконни свързвания, търговските загуби може да представляват значителни количества вода. Търговските загуби водят до производствени разходи, без да носят приходи за компанията. Следователно търговските загуби трябва да се изчисляват според цената на дребно на водата и в много случаи те са най-скъпите загуби за една водоснабдителна компания. Намаляването на търговските загуби се постига в много от случаите на сравнително ниска цена, има бърза възвращаемост и е добро начало, особено, ако се съчетае с монтирането на дистанционно отчитащи се водомери [74].

3.4.2 Причини, обуславящи търговските загуби

Търговските загуби на вода са резултат от (a) неточни показания на водомерите, (b) грешки при обработване на данните и (c) незаконно ползване от всякакъв вид. Търговските загуби не бива да се подценяват, защото те не носят приходи от вече произведената, пречистена, пренесена и доставена до абонатите вода. Причините за търговските загуби може да се групират по следния начин:



(a) НЕТОЧНИ ПОКАЗАНИЯ НА ВОДОМЕРИТЕ

Загубите, причинени от неточно измерване, са най-разпространената форма на търговски загуби. Практиката показва, че малък процент вода не се измерва или се измерва неточно, поради измервателни грешки или незабележими загуби при водомерите. Това засяга както водомерите на абонатите, така и главните водомери, като причините могат да бъдат неправилен избор на водомери, наличие на водомери за отчитане на по-големи количества вода, неправилен монтаж и некалибрирани водомери, както и влошаване на функционирането им с времето.



Фигура 3.22 Стенд за проверка на водомери

(b) ГРЕШКИ ПРИ ОБРАБОТВАНЕ НА ДАННИТЕ

Възможно е инкасаторите да допуснат грешки при отчитане показанията на водомера. Губят се данни за консумираната вода или те биват променяни поради грешки в системата на обработване на данните и оформяне на фактурите. Възможно е да се подцени неизмерената консумация (за собствени нужди и безплатна вода за противопожарни нужди, поливане на зелени площи, измиване на улици и др.), а да се надцени неизмереното производство. Фиксираните тарифи водят до разхищение на вода при битовите абонати, която многократно превишава сумите, предвидени в бюджета.

(c) НЕЗАКОННО ПОЛЗВАНЕ

Незаконното ползване на вода заема значителен дял от загубите на вода в много страни и се проявява под най-различни форми, напр. незаконни връзвания, манипулирани или заобиколени водомери, незаконно източване от пожарни хидранти, както и корупционни практики при инкасаторите или друг персонал от водоснабдителната компания.

3.5 РАЗХИЩЕНИЕ НА ВОДАТА

Разхищението на вода не се счита за компонент на загубите на вода във водния баланс на IWA, защото представлява консумирана вода след водомера на абоната. Въпреки това, разхищението би могло да заема значителен дял от измерената или неизмерената консумация: то може да бъде умишлено разхищение, напр. вандализъм и течащи кранчета на абонатите; или домакински загуби, причинени от дефектирала водопроводна инсталация и течащи тоалетни. Този тип разхищение може да се намали значително, като се заменят субсидираните фиксирани тарифи с ефективна стратегия за измерване потреблението на домакинствата, която да ги поощрява да поправят течащата инсталация [32], [3].

Освен това, разхищение се наблюдава и в самата водоснабдителна компания при прекомерно или незначително ползване на вода за експлоатационни цели, напр. продухване на тръбопроводи или промиване на филтри, което увеличава количеството нефактурирана законна консумация.

Разхищението на вода поставя сериозен икономически проблем пред водните компании, които внасят или закупуват вода от доставчик на едро и така заплащат пълната цена за всеки безплатно изразходван (неизмерен) кубичен метър вода. В райони с оскъдни водоизточници или зони с режим на водата, намаляването на разхищаването на вода би помогнало за подобряване сигурността на водоснабдяването [68].

Информационните програми трябва да бъдат насочени както към служителите на компанията, така и към обществеността и да ги учат да ценят водата и да популяризират безплатни или нескъпо струващи техники за опазване на водата (пълно затваряне на кранчетата, смяна на течащи маркучи и износени шайби на кранчетата и др.), което може бързо да доведе до значителни резултати.

4. РАЗРАБОТВАНЕ НА ТЕХНИЧЕСКА СТРАТЕГИЯ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА



4.1 НЕОБХОДИМОСТТА ОТ УПРАВЛЕНИЕ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА

Намаляването на загубите на вода следва да бъде цел за всяка компания за водоснабдяване, тъй като това води до подобряване на икономическата ефективност и по-добро обслужване на клиентите. [74] Преди разработването на стратегия за намаляване на загубите на вода, лицата, които взимат решения, трябва да виждат смисъл в осигуряването на финансови и човешки ресурси за намаляване загубите на вода. От гледна точка на водоснабдителните компании, има поне десет причини, оправдаващи залагането на по-високи разходи за управление на загубите на вода:

- **Ефективност на експлоатационните разходи:** Една добре обслужвана водоснабдителна система изисква по-малко ремонти, по-ниски производствени разходи и предотвратява изплащането на обезщетения.
- **Ефективност на капиталовите разходи:** Липсата на техническо обслужване и работа с режим на прекъсване увеличават износването на тръбопроводи, кранове и водомери. Подобрено водоподаване удължава експлоатационния живот на компонентите на системата и води до по-ниски фиксирани разходи за компанията в дългосрочен план.
- **Подобрено измерване и фактуриране:** По-малко течове и по-добро водоснабдяване води до положителен ефект върху търговските загуби на вода, тъй като въздухът в разпределителните системи може да причини грешки в меренето.
- **Намален риск за здравето:** Отпадъчни води и други замърсители може да се инфилтрират във водопроводната мрежа чрез течовете и да предизвикат болести, предавани чрез водата в системите с ниско налягане или в случая с режим на водоснабдяване.
- **Повишена сигурност на водоснабдяването:** Добре обслужваната система с малко течове и аварии би гарантирала по-сигурно водоснабдяване.
- **По-малко повреди по инфраструктурата:** Течовете може да издълбаят кухини под земята, което може да предизвика срутване на сгради и пътища.
- **По-малко натоварване на канализацията:** Инфилтрацията на вода в канализацията натоварва още повече колекторите и пречиствателните станции за отпадъчни води.
- **По-голяма удовлетвореност на консуматорите:** Освен, че влошават качеството на водата, загубите намаляват количеството на питейната вода и създават рискове за здравето. Течовете също понижават налягането, необходимо за водочерпните прибори на абонатите. Подобряване на водоснабдяването увеличава удовлетвореността на абонатите и желанието им да плащат.
- **Обществено одобрение и желание за плащане:** Ниската аварийност, нарасналата сигурност на водоснабдяването и хигиенните условия подобряват общественото възприятие на водоснабдителната компания. Това би могло също да повлияе положително върху желанието на консуматорите да плащат за ползваните услуги.

- **Намален риск от изтощаване на природните ресурси:** Накрая, разработването на стратегия за намаляване на загубите на вода е от значение и за екологията. При оскъдни или свръх-експлоатирани водни ресурси, е необходимо да се намалят загубите на вода, за да се облекчи изтощаването на тези водни ресурси.

4.2 АНАЛИЗ НА ТЕКУЩОТО СЪСТОЯНИЕ

4.2.1 Предварителна диагноза на системата

Има известно количество теч, което е неизбежно, дори и при най-добре обслужваните и експлоатирани водоснабдителни системи. Ето защо водоснабдителната компания следва да провери две от характеристиките на своята система, за да внедри успешна и устойчива програма за намаляване на загубите на вода [5], [8], [12]:

- **текущото състояние по отношение на течовете и**
- **планираното икономическо ниво на течовете.**

Следователно текущите загуби на вода следва да се анализират и оценяват с помощта на диагностичен подход, преди да бъде разработена подходяща стратегия за намаляване на загубите на вода. Препоръчително е диагнозата да се изготвя стъпка по стъпка, с помощта на контролен лист, както е посочено в Таблица 4.1

Таблица 4.1 Диагностициране на съществуваща система на базата на [32]

Въпрос	Налична методология	Глава
Познаваме ли собствената си система?	Регистър на мрежата, базиран на GIS и хидравлично моделиране	5.4, 5.5 и 5.7
Колко вода се губи?	Изчисление на водния баланс	4.2.2
Къде се губи?	Измерване с водомер (постоянно или временно)	4.2.2, 5.5
Как се установяват загубите?	Методи за оценка на загубите	4.2.4, 4.2.5
Защо се губи?	Преглед на мрежата и експлоатационната практика	6.2, 6.3, 6.4

4.2.2 Установяване на водния баланс

Водният баланс има за цел да проследява и отчита всеки компонент на водата, която влиза и излиза от дадена водоснабдителна система за определен период от време. Водният баланс цели да идентифицира всички компоненти на потреблението и загубите в стандартизиран формат [74], [8]. Добре изчисленият воден баланс представлява първа стъпка в оценката на водата, неносеща приходи и в управлението на течовете в разпределителните мрежи.

Използваната терминология за водния баланс бе представена в Глава 3.1. Съкращенията на термините за водния баланс са показани в Таблица 4.2

Таблица 4.2 Термини, използвани във водния баланс (съкр.)

Общо количество вода на входа на системата Q_4	Обща законна консумация Q_5	Фактурирана законна консумация Q_3
		Нефактурирана законна консумация Q_{3A}
	Общи загуби на вода Q_6	Търговски загуби Q_8
		Реални загуби Q_7

При изчисляване на водния баланс е извънредно важно да се има предвид, че точността на количествата загуби на вода зависи от точността и качеството на данните, използвани в изчислението. Оттук следва, че надеждното измерване на всички количества вода, които влизат и излизат от водоснабдителната система е от първостепенно значение. Проверката на данните също играе важна роля в оценяването на обемите на разхитената вода. Препоръчва се използването на таблицата в Приложение № 4, към чл. 28, ал. 2 на Наредба № 06/1 от 5 май 2006 г. за извършване на изчисленията по водния баланс. Съществува и професионален софтуер за събиране на необходимите данни и извършване на изчисления [60], [1]. Съществуват редица техники за изчисляване на водния баланс и те трябва да се комбинират, за постигане на надежден резултат. [31] Най-важните техники са (а) годишен воден баланс „отгоре-надолу“ и (b) оценка на реалните загуби „отдолу-нагоре“.

(а) ГОДИШЕН ВОДЕН БАЛАНС „ОТГОРЕ-НАДОЛУ“

Международната асоциация по водите (IWA) е разработила т. н. годишен воден баланс „отгоре-надолу“ като метод с най-добри резултати. Методът „отгоре-надолу“ изисква монтаж и отчитане на централни и абонатни водомери за период от най-малко една година. Този метод цели да определи общите годишни реални загуби в $m^3/год$. Може да се прилага посочената по-долу стандартна процедура според българската Наредба [8] и безплатно разпространявания от Аквапартньор ЕООД софтуер [1].

Стъпка 1

Общото количество вода на входа на системата Q_4 трябва да се установи чрез годишни измервания от всички главни водомери. Точността на монтираните главни водомери следва да се определи чрез изпитване при експлоатационни условия, напр. чрез обемни анализи или портативни вмъкващи се или прикачващи се разходомери. Ако не се извършва измерване на обема на входа на системата, необходимо е да се направи правилна оценка на количествата. Общото годишно количество може да се прецени и като се взимат предвид кривите на годишните изменения. Главните водомери за изнасяне на вода от системата следва да се идентифицират и проверят (това са количествата вода за други системи), за да се изчисли количеството вода, постъпило в системата.

Стъпка 2

Всички абонати, регистрирани в списъците за фактуриране (домакинства, търговски и промишлени потребители и др.) трябва да бъдат идентифицирани за определянето на **Фактурирана законна консумация Q_3** . Годишната консумация се определя чрез показанията на водомерите от съответните дати и чрез правилен анализ на измерената консумация.

За абонатите, които нямат монтирани водомери на водопроводните отклонения или индивидуални водомери, сметките се съставят съгласно Наредба № 4 от 14 септември 2004 г., чл. 39, ал. 5.

Стъпка 3

Трябва да се установи **Нефактурирана законна консумация Q_{3A}** по надежден начин. Първо, трябва да се идентифицират всички консуматори. Те може да включват обществени сгради, паркове, пожарни, водохранилища и др. Трябва да се прецени каква е годишната консумация при всяка група консуматори. Един от методите е да се използват данни от други сравними абонати или статистика. В някои случаи има смисъл да се вземат проби при експлоатационни условия. И накрая, трябва да се идентифицира количеството вода, използвано от самата водоснабдителна компания за целите на експлоатацията (почистване на водопроводи, продухване, и пр.). Ако липсват данни от измерване, трябва да се направи квалифицирана оценка.

Стъпка 4

Общата законна консумация Q_5 вече може да се изчисли, като се съберат Q_3 и Q_{3A} . Общите загуби на вода Q_6 може да се получат от $Q_4 - Q_5$.

Стъпка 5

Оценката на **търговските загуби Q_8** е трудна задача и при нея има голяма доза неопределеност. Търговските загуби следва да се разбият на съставните си компоненти, за да се постигне добър резултат. Първо, трябва да се изчисли броят незаконни свързвания. Това се постига със справка в архивите или се извършва обследване на всяко домакинство в рамките на представителни зони. При липса на конкретни данни се препоръчва ползване на 0.25% от обема на входа на системата като начален подход [74]. Следващата стъпка е да се изчислят загубите, дължащи се на неточности при прехвърляне и обработка на данни ли такива, получени при измерването. Да се записва броят на повредените водомери по време на снемане на показанията. Оценка за количествата може да се прави въз основа на глава от населението, примерно в Германия търговските загуби се изчисляват в диапазона от 1.5 до 2.0% от обема на входа на системата [26]. За развиващите се страни, Международната асоциация по водите IWA препоръчва като предварителна оценка да се ползват 10 % от

фактурираната измерена консумация, докато не се направи по-точна оценка. Според Ламберт (2010), търговските загуби обикновено надвишават 5% при системи, в които абонатите имат резервоари за вода. При липса на данни българското законодателство е приело чл. 30 (4) от Методиката за определяне на допустимите загуби на вода във водоснабдителните системи за нивото на търговските загуби на вода, който предвижда не повече от 10% от общото количество вода, измерено на входа на системата. Винаги е по-добре водоснабдителните компании да си правят оценки и изчисления на компонентите на търговските загуби в своите системи, отколкото да ползват процент от обема на входа на системата, който е въз основа на данни от други водоснабдителни компании [51].

Стъпка 6

Накрая, реалните загуби на вода Q_7 може да се получат, като се извадят търговските загуби Q_8 от общите загуби на вода Q_6 . Един от недостатъците при водния баланс „отгоре-надолу“ е, че при този анализ са възможни грешки и неопределеност. Колкото е по-малък броят на постоянно монтираните и редовно проверявани главни и абонатни водомери, толкова по-ниско е нивото на точност. Резултатите се подобряват с многогодишна практика и с нарастване на качеството и количеството на входните данни [52]. Много от изчисленията по метода „отгоре-надолу“ показват, че е трудно да се постигнат доверителни граници под $\pm 15\%$ от изчислените реални загуби, дори при добре управляваните системи с нисък процент теч и надеждно измерване [53]. Препоръчва се изготвяне на анализ „отдолу-нагоре“ въз основа на измервания на нощния дебит, който да придружава годишния воден баланс, с цел да се разработи правилна стратегия за намаляване на загубите на вода [31], [8].

Всяка водоснабдителна компания трябва да изготвя воден баланс „отгоре-надолу“ на годишна база. Въпреки това, трябва да се има предвид, че годишният воден баланс представлява ретроспективен подход, който не може да служи като система за ранно предупреждение за идентифициране на нови течове и аварии. Ето защо е общопризнато като най-добра практика да се комбинират изчисленията от водния баланс с измервания на нощния дебит – постоянно или при необходимост, с цел стартиране на активен контрол на течовете и ограничаване продължителността на новите течове и аварии [53].

Според Българската методика по метода „отгоре-надолу“, нивата на загубите на вода на дадена водоснабдителна система се класифицират както следва:

- Ниско ниво на общи загуби на вода – до 25% от подаденото водно количество във ВС;
- Средно ниво на общи загуби на вода – от 25 до 50% от подаденото водно количество във ВС;
- Високо ниво на общи загуби на вода – над 50% от подаденото водно количество във ВС.

Следващите страници показват един пример за годишен баланс „отгоре-надолу“. Изчисляването на баланса е осъществено за една зона намираща се в гр. Разград, България.

Зоната се нарича „Паисий” и методът е приложен за една календарна година (2010) – изчисляване на реалните загуби на вода.

Стъпка 1 – Определяне на подаваното водно количество вода в участъка или във ВС.

$$Q_4 = 266\,929 \text{ m}^3 / \text{г.}$$

Стъпка 2 – Определяне на фактурираната продадена вода в участъка или във ВС:

$$Q_3 = 62\,459 \text{ m}^3 / \text{г.}$$

Стъпка 3 – Оценка на нефактурираната подадена и използвана вода в участъка или във ВС.

$$Q_{3A} = 0 \text{ m}^3 / \text{г.}$$

Стъпка 4 – Определяне на общата законна консумация на вода:

$$Q_5 = Q_3 + Q_{3A} = 62\,459 + 0 = 62\,459 \text{ m}^3 / \text{г.}$$

Стъпка 5 – Оценка на вероятните търговски загуби от неточни измервания, кражби на вода и др.

$$Q_8 = 26\,692,9 \text{ m}^3 / \text{г.}$$

Стъпка 6 – Определяне на реалните загуби на вода като разлика на общото ниво на загуби на вода и търговските загуби.

$$Q_6 = Q_4 - Q_5 = 266\,929 - 62\,459 = 204\,470 \text{ m}^3 / \text{г.} - \text{обща загуба на вода.}$$

$$Q_7 = Q_6 - Q_8 = 204\,470 - 26\,692,9 = 177\,777,1 \text{ m}^3 / \text{г.} - \text{реална загуба на вода.}$$

Дължината на водопроводната мрежа на зоната е $L = 4,05 \text{ km}$.

Определяне на загубите на вода в проценти:

$$Q_{\text{заг.}} = ((Q_4 - Q_3) / Q_4) \times 100 = ((266\,929 - 62\,459) / 266\,929) \times 100 = 76,6\% \text{ или}$$

76,6 % определя високо ниво на общите загуби на вода в зона „Паисий”. Таблично изчисленията се дават в

Таблица 4.3.

Изразяването на общите загуби на вода в проценти не отчита всички фактори на влияние върху размера на загубите и не е показател за производителността на ВС. То се използва само при класифицирането на нивото на общите загуби на вода.

Таблица 4.3 Изчисление на загубите на вода

Стъпка	Зона Паисий, гр. Разград (България)	Период за наблюдение и измерване - една година (2010 год.).
1	Определяне на количеството вода, постъпващо в разглеждания участък за периода.	$Q_4 = 266\,929 \text{ m}^3 / \text{г.}$
2	Определяне на подадената фактурирана вода за периода	$Q_3 = 62\,459 \text{ m}^3 / \text{г.}$
3	Определяне на подадената нефактурирана вода	$Q_{3A} = 0 \text{ m}^3 / \text{г.}$
4	Определяне на общата законна консумация	$Q_5 = 62\,459 \text{ m}^3 / \text{г.}$
5	Търговски загуби 10% от общото количество вода	$Q_8 = 26\,692,9 \text{ m}^3 / \text{г.}$
6	Общи загуби на вода	$Q_6 = 204\,470 \text{ m}^3 / \text{г.}$
	Реални загуби	$Q_7 = 177\,777,1 \text{ m}^3 / \text{г.}$
	Загуби на вода в %	76,6 %
	Дължина на водопроводната мрежа	$L = 4.05 \text{ km}$

(b) ОЦЕНКА НА РЕАЛНИТЕ ЗАГУБИ НА ВОДА ОТ ТИПА „ОТДОЛУ НАГОРЕ“

Оценката „отдолу-нагоре“ е полезен инструмент за двойна проверка на количествата реални загуби, получени от водния баланс „отгоре-надолу“ и анализа на компонентите. Тя използва самостоятелни данни от проведени измервания при експлоатационни условия от отделни зони на разпределителната мрежа. Те обикновено се базират на анализ на минималния нощен дебит (MNF) и отчитат денонощните изменения на налягането в системата.

По Наредба № 06/1 от 5 май 2006г. [8] се определя нетния минимален нощен дебит:

$$\text{НМНД} = \text{МНП} - \text{ДНП}$$

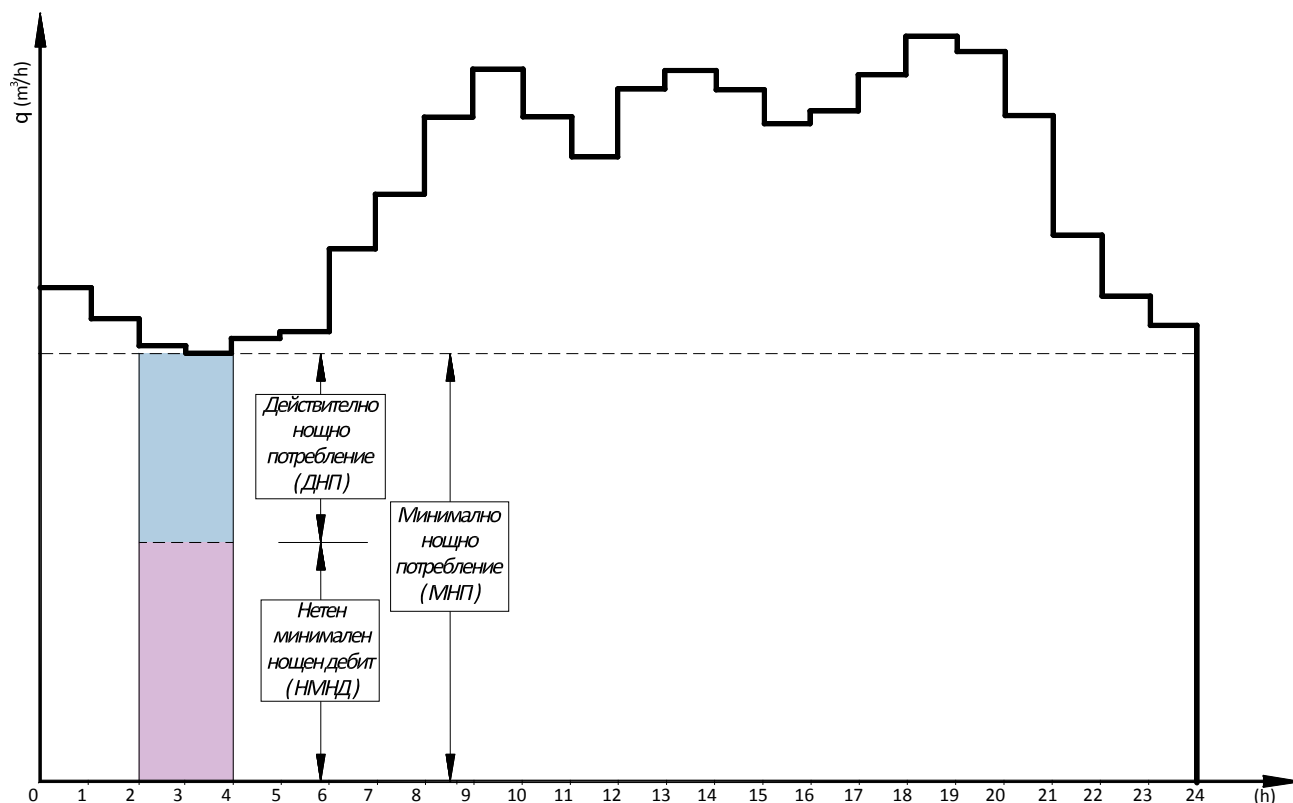
където:

НМНД нетен минимален нощен дебит

МНП минимално нощно потребление

ДНП действително нощно потребление

Чрез НМНД се изчисляват загубите в m^3 за едно денонощие.



Фигура 4.1 Компоненти на нощното потребление

Измерванията на MNF трябва да се извършват през сезоните и дните от седмицата с минимална консумация нощем (напр. за поливане на градини) за постигане на надеждни резултати. Анализът на MNF за цялата разпределителна система дава независима оценка на обема реални загуби на вода, която може да се ползва като коректив на резултатите от изчисленията на водния баланс. В идеалния случай не би трябвало да има разлика между двата обема, но на практика те не съвпадат напълно, поради съответното натрупване на грешки.

Още едно предимство на оценката „отдолу-нагоре“ е, че зоните с високи реални загуби могат да бъдат идентифицирани и подредени приоритетно в рамките на стратегията за намаляване на загубите на вода (виж Глава 10.5). Друг положителен допълнителен ефект от събирането на данни от измервания в експлоатационни условия по време на оценката „отдолу нагоре“, е че се получава информация за системата, необходима за определяне на малките неоткриваемы течове и връзката налягане - течове [31].

4.2.3 Надеждност на изчисленията за водния баланс

Както бе казано в предишната глава, резултатите от изчисленията за водния баланс са толкова надеждни, колкото са и данните, въз основа на които са получени. Общо взето водният баланс не се базира само на измервания, но и на приблизителни данни за произведената вода, консумация и загуби. Оттук следва, че при получените обеми за водата, неносеща приходи, за реалните и търговските загуби винаги ще има известно количество грешки в една или друга степен. Грешките при определяне на реалните и търговските загуби ще повлияят на икономическия анализ на различните варианти и може да доведат до неправилна стратегия за намаляване на загубите на вода. Ето защо е важно всички данни от измервания и всички необходими приблизителни оценки да бъдат възможно най-близо до реалните условия, за да се получат достоверни и полезни резултати. Следователно, надеждността на източниците на данни и тяхната точност следва да бъдат критично оценявани [17].

Компоненти на точността

Надеждността описва в каква степен източникът на данни води до последователни, надеждни и повтарящи се резултати при многократни измервания и еднакви условия.

Точността е свързана с грешките в измерване на входните данни и близостта на наблюденията, изчисленията и оценките до истинската стойност. На практика компаниите не разполагат с подробна информация за точността и надеждността на данните, но те могат да дадат компетентна оценка за интервала на точност на определени входни данни [17].

Таблица 4.4 Пример за връзката между източника на данни и точността на данните

Източник на данните	Описание	Интервали на точност
1	2	3
Измерени обеми	Обем на входа на системата, измерена консумация, изнесени количества	± 0.1 to 2.0%
Приблизителни и обеми	Неизмерена консумация, търговски загуби	± 5 to 5 0%
Получени обеми	Вода неносеща приходи, реални загуби	Зависят от точността на измерените и приблизителните входни данни

Доверителни граници от 95%

Използването на доверителни граници от 95% е въведено като процедура, за да се определи степента на неопределеност на отделните компоненти на водния баланс. Тези доверителни граници от 95% произлизат от изчислението на неопределеността и се основават на нормални разпределения, като всички имат следните свойства: 95% от данните от наблюденията се движат в диапазон на стандартно отклонение от ± 1.96 (σ) около средната стойност [74].

На практика ползването на доверителни граници от 95% показва, че изчисленията въз основа на приблизителни данни имат по-широки доверителни граници, отколкото изчисленията, направени с по-надеждни данни [53]. За всеки измерен или приблизително установен компонент на водни баланс следва да се определят интервали на точност ($\pm \dots\%$), в рамките на които се намира истинската стойност с вероятност 95%. Колкото са по-точни данните, толкова по-тесни са долните и горните граници на интервалите на точност.

Освен това, дисперсията ($V = a^2$) се определя за всеки компонент на водния баланс на базата на доверителни граници от 95%. Компонентите с голяма дисперсия влияят най-много на точността на получените обеми. Получените обеми във водния баланс от своя страна имат кумулативно ниво на неопределеност на базата на дисперсията на съответните входни данни. Използването на граници на достоверност от 95% помага в идентифицирането на компоненти с голяма дисперсия, и оттук с най-голямо влияние върху точността на крайния резултат на водния баланс. След като бъдат идентифицирани компонентите, следва да се вземат мерки за подобрене на точността на тези, които оказват най-голямо влияние, напр. като се монтират допълнителни измервателни устройства.

4.2.4 Оценяване и изчисляване на реалните загуби на вода

Настоящата глава ще се занимава с въпроса за това как се определят реалните загуби на вода. Тази мярка трябва да се предприеме, преди да се занимаете с въпросите къде и колко вода се губи. Компонентите на системата се установяват посредством карти на системата, хидравлични модели или регистър на мрежата, преди да започне целия процес.

Общо взето течовете, водещи до реални загуби, се получават в:

(а) резервоарите за съхранение; (b) преносните мрежи, (с) разпределителната мрежа (виж Глава 3.3).

Повечето течове се появяват в разпределителната мрежа. Следователно загубите при резервоарите и преносните мрежи обикновено са от голямо значение. Въпреки това, търсенето на реални загуби може да започне от тези точки, тъй като там лесно се измерва водата.

(а) ОЦЕНКА НА ЗАГУБИТЕ ПО РЕЗЕРВОАРИТЕ ЗА СЪХРАНЕНИЕ

Пропуквания и пукнатини в конструкцията, преминавания на тръби, които не са уплътнени и течащи тръби в арматурната камера са обичайните причини за течове по резервоарите. Често срещан метод за идентифициране на загубите от резервоарите за съхранение е извършването на измерване на обема или още изпитание с източване на резервоара. За да се извърши тестът е необходимо да се прекъсне захранването на резервоара, ето защо е най-добре това изпитание да се провежда през нощта.

(b) ОЦЕНКА НА ЗАГУБИТЕ ПО ПРЕНОСНАТА МРЕЖА

Преносната мрежа обикновено има само няколко разклонения, което прави сравнително лесно установяването на евентуални загуби на вода. Ако няма монтирани главни водомери

на преносната мрежа, измервания на дебита могат да се извършат посредством портативни разходомери. Дебитът трябва да се измерва едновременно в горния и долния край на тръбопроводния участък. За добри резултати е необходим постоянен дебит, запълнен до край тръбопровод и затваряне на всички странични отклонения към вторичната мрежа. Резултатът от тези измервания дава добра представа за общите загуби по цялата преносна мрежа.

В крайна сметка е добре да се инсталират постоянни главни водомери по преносната мрежа. Всички източници и точки на пренасяне трябва да бъдат снабдени с водомери, за да се наблюдава непрекъснато производството и разпределението на водата и да се контролират загубите на вода по преносната мрежа.

(с) ОЦЕНКА НА ЗАГУБИТЕ ПО РАЗПРЕДЕЛИТЕЛНАТА МРЕЖА

Измерването на загубите на вода в рамките на разпределителната мрежа е по-трудно, тъй като тя обикновено има по-сложна структура. Най-добре е измерванията да се извършват след временна промяна в графика на водоподаването, а водоснабдяваната зона да бъде разделена на отделни зони с обозначени граници. По този начин могат да се инсталират на входа (и изхода) на обособените зони преносими дебитомери. Изборът на измервателен метод за локализиране на течовете трябва да бъде съобразен с типа захранване и проектите характеристики на водоснабдителната и разпределителна мрежа, напр. дали водоснабдяването е постоянно или с режим на водата [32].

За измерване на течовете могат да се ползват следните методи:

Анализ на минималния нощен поток (при непрекъснато водоснабдяване)

Методът на минималния нощен поток (MNF) е подходящ при системи с непрекъснато водоснабдяване. Този метод се базира на допускането, че законната консумация спада до минимум в часовете през нощта (обикновено между 2 и 4 ч. сутринта). Следователно реалните загуби съставляват максималния процент от дебита. Количеството вода, подадено в обособена зона по това време, се измерва постоянно и се анализират дяловете законна консумация и загуби на вода според следното уравнение:

$$Q_{in} = Q_{dom} + Q_{bulk} + Q_{trans} + Q_{loss}$$

където:

Q_{in}	[m ³ /h]	Подадено количество вода в системата
Q_{dom}	[m ³ /h]	Нощна консумация на домакинствата
Q_{bulk}	[m ³ /h]	Нощна консумация, различна от тази на домакинствата
Q_{trans}	m ³ /h]	Прехвърляне на вода към съседни зони
Q_{loss}	[m ³ /h]	Загуби на вода

Законната консумация се състои от нощна консумация на домакинствата Q_{dom} (главно за пускане на водата в тоалетната, пускане на перални и миялни машини) и нощна консумация, различна от тази на домакинствата Q_{bulk} (административни, промишлени, търговски и

зеделски ползватели), която може да заема голям процент от минималния нощен дебит. Докато с пилотно изследване може да се определи приблизително или да се установи нощната консумация на домакинствата, важно е същевременно да се идентифицират другите големи потребители на вода и да се определи каква е тяхната консумация. Изнесената и прехвърлена вода към съседни зони Q_{trans} също следва да бъде измерена или трябва да бъде спряна по време на анализа на минималния нощен дебит.

Метод със спиране на водозахранването (при системи с режим на водата)

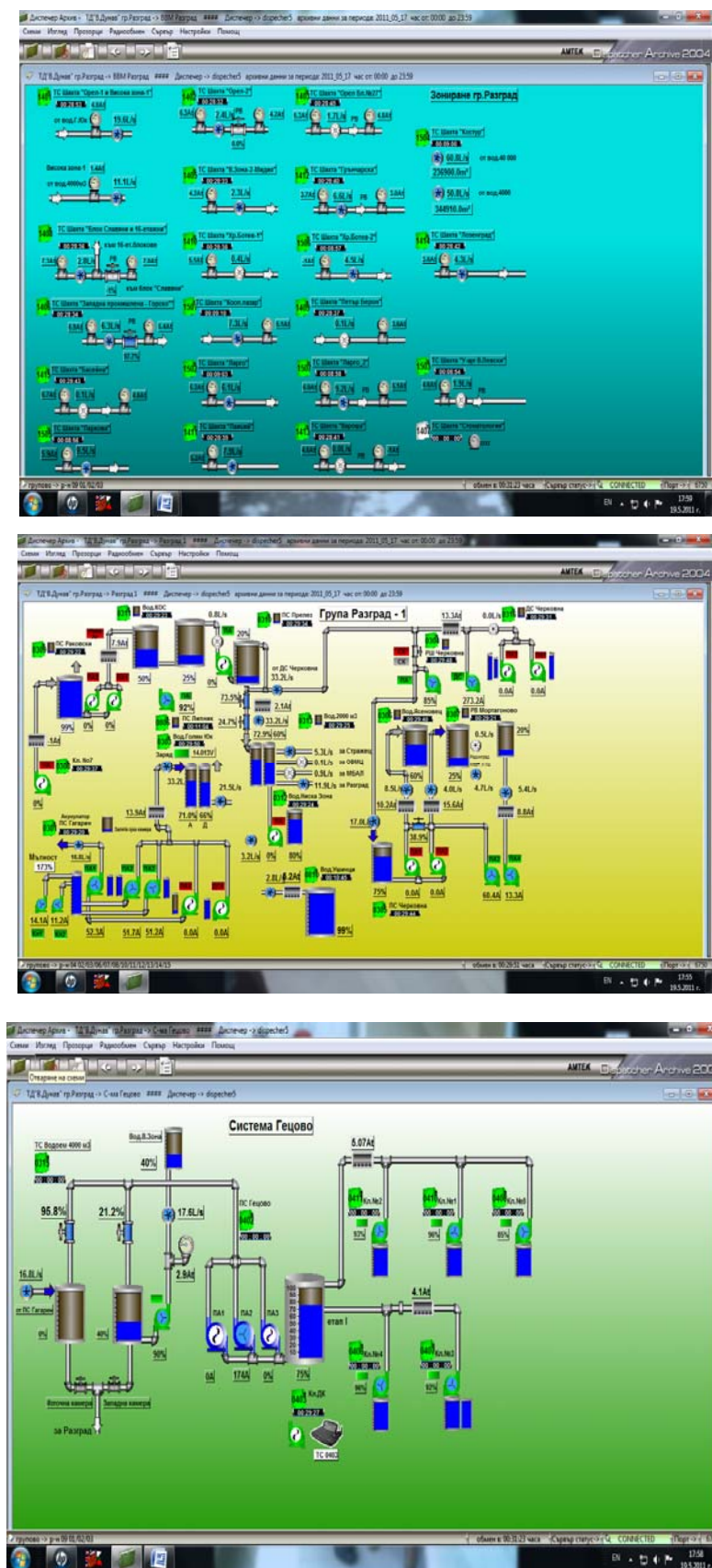
Системите с режим на водата изискват специално внимание, тъй като те работят само с ниско налягане и за кратки периоди от време. Тъй като клиентите на такива системи обикновено използват свои резервоари за вода, пълненето на резервоарите променя характеристиките на нощния дебит. Ето защо стандартните методи, като анализ на минималния нощен дебит, не се използват за оценка на течовете. Методът със спиране на водозахранването предлага алтернатива. Той се прилага в малки, изолирани зони, които се получават, като се затварят граничните кранове. Като следваща стъпка е необходимо затваряне на всички сградни отклонения, за да се спре пълненето на резервоарите. Тогава системата се нагнетява и става възможно измерване на загубите по описания по-горе начин. Този подход дава представа за мястото на течовете, но въпреки това не е възможно съставяне на правилен воден баланс, тъй като режимът на работа не отговаря на нормалните условия (виж Глава 3.3). Един от недостатъците при този метод е, че се губят значителни количества вода в точките, където има теч, и че краткият изпитателен период не позволява да бъдат идентифицирани всички течове. Освен това абонатите остават без вода за няколко часа.

Метод с подвижна цистерна (при системи с режим на водата)

Този метод разчита на допълнителен източник на вода, който се използва за захранване на зоната по време на изпитателния период. Той е разработен за преодоляване трудностите при захранването на малки, изолирани зони. Освен това не се нарушава нормалната експлоатация, а количеството на течовете може да се ограничи. Системата се захранва с вода от обикновен автомобил цистерна [32]. Налягането по времето на изпитанието се поддържа с помощта на монтирана за целта помпа. И в този случай се прекъсва водоподаването за абонатите.

Постоянно измерване

Най-добрият метод за установяване на реалните загуби на вода в разпределителната мрежа е обособяването на постоянни зони в мрежата с монтирани постоянни главни водомери на всички входни точки и с водомери на абонатите в техните домакинствата и използване на SCADA система. Водоснабдителната компания добива добра обща представа за състоянието на своята водоснабдителна мрежа и може да открива аварии по водопровода почти на момента с постоянно наблюдение на постъпващите обеми вода и с редовно снемане показанията на водомерите.



Фигура 4.2 SCADA

Описаните дотук методи са подходящи за оценка и изчисляване на загубите на вода в зони и мрежи. Тази стъпка позволява на водоснабдителната компания общ поглед върху текущото състояние и дава възможност за приоритетен избор на ответни мерки за онези зони, където загубите са най-драстични. Щом разберем, че в дадена зона има течове, предстои те да бъдат открити. Методите и инструментите за откриване на течове са описани в Глава 6.

4.2.5 Оценка и изчисляване на търговските загуби на вода

Както е описано в Глава 3.4, търговските загуби не са физически загуби, причинени от:

(а) неточности в измерването, (b) грешки при обработката на данните и (с) незаконно ползване под всякаква форма. Изчисляването на търговските загуби в разпределителната мрежа е трудна задача, изчисленията се налага да почиват главно на допускания и приблизителни оценки. Допусканията следва да се направят поотделно за всеки един от трите главни причинители на търговски загуби, както е описано по-долу [74]. Въпреки че в предположенията за обемите на търговските загуби се допускат грешки и те имат ориентировъчен характер, тази стъпка е необходима за определяне на водния баланс [54].

(а) Оценка на неточностите в показанията на водомерите

Търговските загуби, дължащи се на неточности на водомерите, се определят с помощта на представителна група водомери на домакинства, с отчитане особеностите на различните типове водомери: марка, размер и възраст; и чрез извършване на проверка на изпитателен стенд.



Фигура 4.3 Стенд за проверка на водомери

Големите главни водомери също може да бъдат изпитани на място и по време на експлоатация посредством калибрирани преносими разходомери. Средната неточност в показанията на водомерите (процентът надписване или по-малко отчитане) за всяка група водомери може да се използва за останалите водомери [74].

(b) Оценка на грешките при обработка на данните

Грешки, възникнали при обработка на данните, се откриват и изчисляват с помощта на стандартен софтуер за база данни. Грешките при отчитане показанията на водомерите се намаляват с провеждане на постоянно обучение на инкасаторите и с въвеждане на стандартни работни процедури.

(c) Оценка на незаконното ползване

Необходимо е водоснабдителната компания да прецени броя на незаконните свързвания с цел да изчисли незаконното ползване на вода, напр. като проведе изследване за всеки дом в рамките на дадена пилотна зона.

4.2.6 Изчисление и анализ на съответните показатели за ефективност

Изготвянето на стандартен воден баланс осигурява на компанията надеждни данни за количествата реални и търговски загуби в нейната водоснабдителна мрежа. Следва, обаче, да се изчислят и анализират различни показатели за ефективност (PI показатели), за да се определи дали въпросните загуби са сравнително високи или ниски [52]. От друга страна показателите за ефективност не са единствените средства за съпоставителен анализ на ефективността между водоснабдителните компании на национално и международно ниво и никога не бива да бъдат цел сами по себе си. Показателите за ефективност помагат да се извлече нужната информация от огромни масиви данни и са полезен инструмент в процесите на взимане на решения. Като първа стъпка, важно е да се посочат точни и ясни цели и да се определят най-подходящите стратегии за тяхното постигане. Това означава, че трябва да се подберат подходящи показатели за ефективност и да се съберат необходимите данни за анализиране.



Фигура 4.4 Използване на показатели за ефективност в процеса на взимане на решения: общ план (в ляво) и пример (в дясно) въз основа на [17]

Следващите точки представляват кратък увод в основните показатели за ефективност за загуби на вода. Горещо препоръчваме да прочетете наръчника на IWA за най-добри практики при показателите за ефективност на водоснабдителните услуги, обхващащи целия спектър на водоснабдяването. Тези показатели обикновено се свеждат до (а) финансови и (б) технически показатели за ефективност [17].

(а) Финансови показатели за ефективност

След като се знае подаденото количество вода на входа на системата и се установят съответните дялове вода носеща и неносеща приходи, следва да се пресметне финансовият показател за ефективност (PI) за всеки компонент от трите основни изграждащи елемента на вода неносещата приходи.

Търговските загуби следва да се изчислят на база средна продажна цена на водата, тъй като те представляват количества вода, доставени на абонатите. Реалните загуби могат като цяло да бъдат изчислени на база средна производствена цена или покупна цена (ако водата се пренася от друга водна компания).

(b) Технически показатели за ефективност

Общоприет факт е, че определянето на реалните загубите на вода като процент от количеството вода на входа на системата не е подходящ технически показател за ефективност, защото той не отчита дължина на разпределителна мрежа, брой сградни отклонения и налягане на системата.

„Този начин се препоръчва да се използва в следните случаи:

- при изразяване на общото годишно количество платена и неплатена вода

В този случай процентното представяне може да служи за дефиниране и определяне на редица финансови индикатори за оценка на различните компоненти на неплатената вода.

- при изразяване на количеството вода, което се взема от водоизточниците

В този случай процентното представяне може да се използва като екологичен индикатор за осигуряване необходимото водно количество с оглед на запазване и съхраняване на екологичното равновесие след водовземните съоръжения.” [7].

Затова е желателно специфичните загуби на вода да се представят пропорционално на дължината на мрежата, както се вижда от уравнение А. по-долу [26],

Международната практика показва, че по-голям е делът загуби при сградните, отклонения загубите по мрежата, с изключение на зоните с ниска гъстота на отклоненията. Ето защо загубите на вода могат да се изчисляват пропорционално на броя сградни отклонения, видно от уравнение Б. по-долу:

$$\text{А.} \quad Q_{sl} = Q_{rl} / (L_n \times 365)$$

$$\text{Б.} \quad Q_{scl} = Q_{rl} / (N_c \times 365)$$

където:

Q_{sl}	[m ³ /km/d]	специфични загуби на вода
Q_{rl}	[m ³ /г]	годишни реални загуби на вода
L_n	[km]	дължина на мрежата (без сградните отклонения)
Q_{scl}	[m ³ /conn/d]	загуби на вода на сградно отклонение на ден
N_c	[-]	брой сградни отклонения

И двата показателя за ефективност могат да бъдат сравнявани единствено при водоснабдителни системи с подобни размери и устройство. Ето защо се препоръчва загубите на вода да бъдат изразявани на база километър мрежа (вж. Уравнение А.) при селски

водоснабдителни мрежи с по-малко от 20 сградни отклонения на km. Уравнение Б. се използва за гъсто населени райони с над 20 отклонения на km [53], [7].

Ламберт и съавтори въвеждат компонентно базирана и поддаваща се на проверка методология за изчисление на стандартизирани технически показатели за ефективност за оценка и сравнение на реалните загуби на вода, което позволява да се сравняват системи с различни размери и устройство [45]. Тези показатели за ефективност отчитат петте локални ключови фактора, влияещи най-много на реалните загуби: дължина на мрежата, средно работно налягане, брой отклонения, място на водомера на абоната и непрекъснатост на водоснабдяването. Този метод е описан в следващите раздели.

В помощ на водоснабдителните компании е разработен и софтуер Checkcalcs, базиран на методиката на IWA. Програмния продукт е преведен на български език и се разпространява безплатно като разпространител за България е фирма Аквапартньор ЕООД. Повече информация относно Checkcalcs има в статията на Г. Михайлова, „Безплатен софтуер за воден баланс – Българска версия” и в статията на Ст. Дайновска – „Още веднъж за инфраструктурния индекс на течовете” [60], [1].

Текущи годишни реални загуби (CARL)

Работната група по загубите на вода към IWA разработи уравнението за текущите годишни реални загуби (CARL), възприето от редица национални технически асоциации и обслужващи компании по света през последните десет години. То важи и при разпределителните мрежи с режим на водата, като се отчита броя на дните, в които системата е под налягане. Уравнението CARL се дефинира по следния начин:

$$CARL = Q_{RL} \times 103 / N_{dwsp}$$

където:

CARL	[l/day]	текущи годишни реални загуби
Q_{RL}	[m ³ /a]	годишни реални загуби на вода
N_{dwsp}	[-]	брой дни, в които системата е под налягане

Неизбежни годишни реални загуби (UARL)

Реални загуби на вода има във всяка голяма разпределителна водоснабдителна мрежа и те няма как да бъдат напълно премахнати. Известно минимално количество реални загуби ще има дори и при нови участъци мрежа. [74] Това количество се нарича неизбежни реални загуби – това е обемът най-малки реални загуби, който е постижим при текущото работно налягане, при отсъствие на финансови и икономически ограничения. Следователно отношението между CARL и UARL представлява потенциалът за допълнително намаляване на реалните загуби на вода. Неизбежните загуби UARL се обуславят от фактори, свързани с

дължина на мрежата, брой сградни отклонения и мястото на водомера на абоната и важат при средно работно налягане. За всеки компонент (мрежа, сградни отклонения до и след границите на имота) се изчислява интензивността на малките (неоткриваеми) течове, съобщени и несъобщени, при средно налягане. Уравнението е разработено през 1999 г от Алън Ламберт въз основа на международни данни, а неговата валидност се потвърждава, като се сравняват резултатите от него с резултатите от пробите от голям брой добре стопанисвани водоснабдителни системи в различни страни. [52] Обобщеното стандартно уравнение за UARL (в литри на ден) се дефинира така:

$$\text{UARL} = (18 \times L_N + 0.8 N_C + 25 \times L_P) \times P_A$$

Където:

UARL [l/day] неизбежни годишни реални загуби

L_N [km] дължина на мрежата (без сградните отклонения)

N_C [-] брой сградни отклонения

L_P [km] дължина на сградните отклонения от уличната регулация до водомера на абоната

P_A [m] средно работно налягане

Въпреки че повечето водоснабдителни компании знаят каква е дължината на мрежата и броя сградни отклонения, дължината на отклоненията, продължаващи в частните имоти се установява трудно: L_P може да се приеме за равна на нула, ако водомера на абоната се намира близо до границата на имота. В противен случай, средната дължина на сградните отклонения може да се получи с проверка на случаен принцип, ако няма подробна информация в регистъра на мрежата [56].

Уравнението и неговите константни параметри са получени от статистически анализ на 27 различни водоснабдителни системи в 20 страни (за справка за произхода на уравнението: Ламберт и съавт., 1999). Отношението на CARL към UARL се нарича инфраструктурен индекс на течовете (ILI).

Инфраструктурен индекс на течовете (ILI)

Бездименсионният показател за ефективност ILI представлява мярка за това колко добре водоснабдителната компания изпълнява своята стратегия за управление на течовете и стопанисва инфраструктурата. Индексът ILI се дефинира така:

$$\text{ILI} = \text{CARL} / \text{UARL}$$

Фигура 4.9, която е видоизменена Фигура 1.1 и Фигура 2.4 дава добра представа за връзката между четирите компонента от управлението на течовете и съотношението на текущите загуби CARL към неизбежните загуби UARL. Комбинирането на всички мерки по управление на течовете позволява да се намали обема на текущите годишни реални загуби до нивото на неизбежните загуби UARL, което представлява най-ниското технически постижимо количество на реални загуби при дадено работно налягане. Важно е да се помни, че индексът ILI е чисто технически показател за ефективност, който не отчита икономически съображения. Така че ако $ILI = 1.0$ ($CARL = UARL$), това не гарантира непременно печалба от икономическа гледна точка, напр. ако пределните разходи за водата са много ниски. [56] Десетгодишната практика с индекса ILI показва, че същият може да се прилага за сравнителен анализ и заимстване на най-добра практика на международно, национално и градско ниво и в рамките на една система при мрежи, които отговарят на следните изисквания: [56]

- **Брой отклонения:** $N_c > 3,000$
- **Средно налягане:** $PA > 25 \text{ m}$
- **Гъстота на отклоненията:** няма долна/горна граница.

След изчисляване на индекса ILI за дадена водоснабдителна система, може да се добие първоначална оценка за нейното състояние и непосредствено описание на действителната ефективност на управление на загубите на вода с помощта на системата за категоризиране /определяне на диапазони/ на Института на Световната Банка (World Bank Institutes banding system), показана в Таблица 4.5:

Таблица 4.5 Система за категоризиране на Института на Световната Банка за развитите и развиващите се страни [58]

Диапазон по WBI – Институт на Световната банка	Диапазон на индекса ILI		Описание на категориите за ефективност на управление на реалните загуби
	Развити страни	Развиващи се страни	
A	< 2.0	< 4.0	Допълнително намаляване на загубите на вода е икономически неизгодно, освен при недостиг; нужен е прецизен анализ за идентифициране на икономически изгодно управление на течовете
B	2.0 to < 4.0	4.0 to < 8.0	Възможни са допълнителни подобрения, като управление на налягането, по-добър активен контрол на течовете, по-добро обслужване

C	4.0 to < 8.0	8.0 to < 16.0	Лошо управление на течовете, допустимо само при изобилие на евтини ресурси; въпреки това, анализирайте нивото и естеството на течовете, засилете усилията по намаляване им
D	8.0 или повече	16.0 или повече	Твърде неефективно ползване на ресурсите, показателно за лошо обслужване и състояние на системата като цяло, задължително и високо приоритетно прилагането на програми за намаляване на течовете

Показател за управление на налягането (PMI)

Показателят за управление на налягането е сравнително нов показател, имащ за цел да бъде помощен инструмент за оценка на обхвата на управление на налягането и възможната ефективност. Както показателят ILI, PMI представлява отношение между текущото средно налягане в зоната PA и минималното допустимо налягане P_{min} .

Трябва да се има предвид, че показателят PMI не може да посочи дали нови мерки за управление на налягането биха били успешни и какви биха били разходите. Въпреки това, той може да бъде полезен за оценка на възможността за намаляване на загубите на вода чрез намаляване на налягането. PMI се използва още и в процеса на определяне на целевите нива на реални загуби (вж. Глава 4.3.3).

4.2.7 Оценка на потенциалните икономии

Всяка водоснабдителна компания трябва да разработи програма за намаляване на загубите в рамките на текущия си оперативен бюджет (вж. Глава 1.4). Контролирането на течовете е скъпо. Ето защо водните компании е нужно да се стремят към намиране на икономически баланс между разходите от загубите на вода и ползите, произтичащи от активен контрол на течовете (ALC). Преди да стане възможно определянето на икономически приемливо ниво на течовете (ELL), компанията трябва да разработи ясна и отчетлива структура на разходите.

Разходите на водоснабдителната компания могат да се разделят на ежедневни оперативни разходи и разходи, свързани с основния капитал. Таблица 4.6 показва различните елементи от структурата на разходите на водоснабдителната компания. Най-важните производствени фактори при водоснабдителната компания са труд, енергия и капитал. Програмата за намаляване на загубите на вода може да намали повечето от изброените разходи, най-вече разходите за електроенергия.

Таблица 4.6 Примерна структура на разходите на водоснабдителна компания

Оперативни разходи (текущи разходи) OPEX	Капиталови разходи CAPEX
→ труд (вътрешна работна ръка)	
→ разходи за вода, внесена от друга система (сурова/ непречистена)	
→ разходи за електричество	
→ разходи за добив и пречистване	→ амортизация
→ разходи за материали	→ нетна лихва (разликата между разходите и доходите от лихви)
→ разходи за пренос, съхранение и разпределение	
→ разходи, свързани с измерване	
→ разходи за активен контрол на течовете	
→ разходи за външни услуги	

Като цяло разходите за електричество варират в голям диапазон в зависимост от условията, в които се намира компанията. Според международната платформа за класифициране на водоснабдителните компании по показатели за ефективност IBNet (www.ibnet.org), по данни от над 2 500 компании по света разходите за електричество съставляват средно около 23% от оперативните разходи, докато разходите за работна ръка поглъщат 36%. Във времена на покачващи се цени на електроенергията може да се приеме, че делът на разходите за електроенергия ще се покачва през идущите години.

Сумата на оперативните и капиталовите разходи съставлява общите разходи на водоснабдителната компания. Компанията, която води линия на възстановяване на разходите, би изчислила своите производствени разходи, като раздели общите разходи на количеството произведена вода. Производствените разходи се изразяват по следния начин:

$$C_p = (CAPEX + OPEX) / Q_1$$

където:

C_p	[USD/m ³]	производствени разходи
Q_1	[m ³ /год]	обем на входа на системата
CAPEX	[USD/год]	годишни капиталови разходи
OPEX	[USD/год]	годишни оперативни разходи

След като се установи средната цена за производство на един кубичен метър вода, то възможните годишни икономии могат да се установят приблизително така:

$$SP_A = \begin{array}{c} \text{Потенциал за намаляване} \\ \text{на търговските загуби} \\ (Q_{UA} + Q_{AL}) \times C_{SP} \end{array} + \begin{array}{c} \text{Потенциал за намаляване на} \\ \text{реалните загуби} \\ (Q_{RL} - UARL_F) \times (C_P - C_{ALC}) \end{array}$$

където:

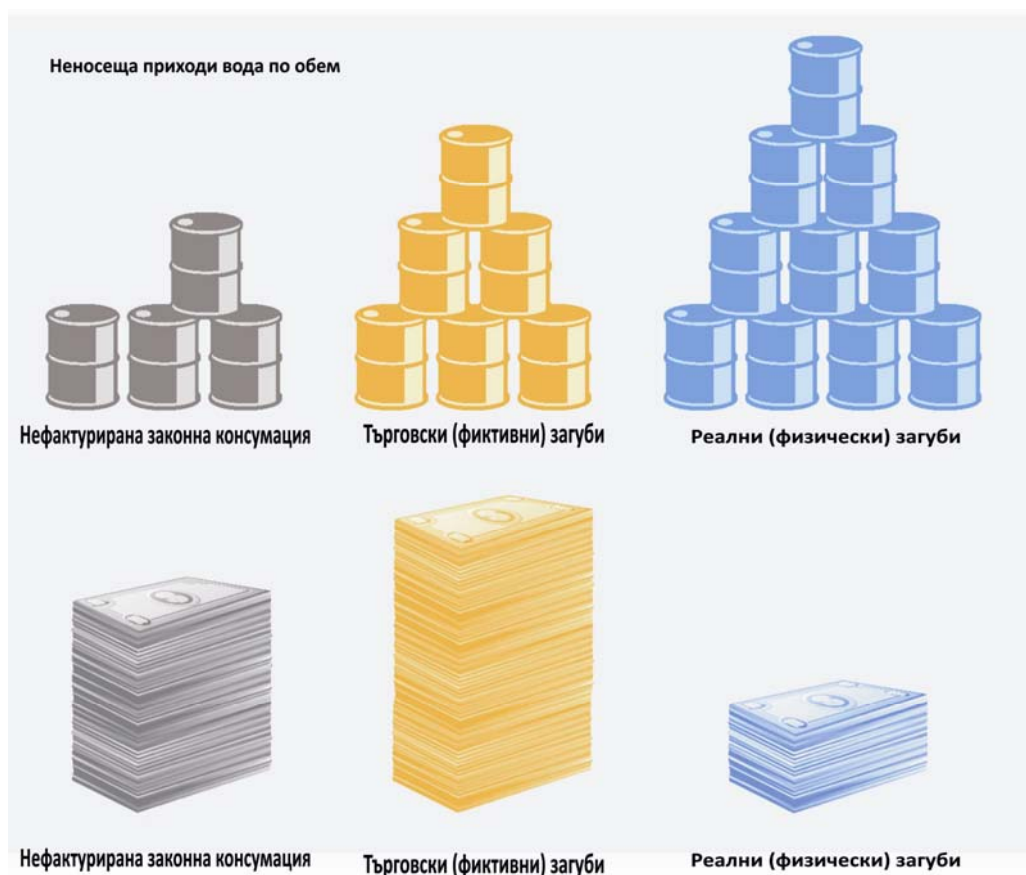
SP_A	[USD]	потенциал за годишни икономии
Q_{ua}	[m ³ /год]	обем нефактурирана законна консумация
Q_{al}	[m ³ /год]	търговски загуби
C_{SP}	[USD/m ³]	продажна цена
Q_{rl}	[m ³ /год]	реални загуби
$UARL$	[m ³ /год]	неизбежни годишни реални загуби (= $UARL \times 365 / 1\,000$)
C_P	[USD/m ³]	производствена цена
C_{alc}	[USD/m ³]	разходи за мерки по активен контрол на течовете

Разходите за активен контрол на течовете са различни при различните компании и трябва да се определят емпирично, като отчитат разходите за инфраструктура, персонал и материали. Методите за активен контрол на течовете са описани в Глава 6.4.

4.3 НАБЕЛЯЗВАНЕ НА ПОДХОДЯЩИ МЕРКИ

4.3.1 Избор на методи

Изчисляването на подробен воден баланс и определянето на възможните икономии от реални и търговски загуби могат да бъдат решаващи фактори при избор на правилни методи за намаляване на загубите на вода. Водоснабдителните компании следва винаги на първо място да разглеждат компонентите на водата неносеща приходи (нефактурирана), където инвестициите носят най-висока норма на възвращаемост. Затова е важно компонентите на водата неносеща приходи да бъдат сравнявани не само по техните обеми, но и по финансовите последствия, до които водят. *Фигура 4.5 Пример за възможно разпределение на загубите по обем и финанси [37]* дава пример за това, че най-големите годишни количества загуби на вода не носят непременно най-високи финансови загуби за водоснабдителната компания. Възстановяването на търговските загуби се осъществява на относително ниска цена и подобрява директно финансовото състояние на компанията, особено в началния етап на програма за контрол на загубите на вода. Възстановените средства могат да послужат за финансиране на дългогодишни дейности по контрол на загубите на вода [74].



Фигура 4.5 Пример за възможно разпределение на загубите по обем и финанси [37]

За всеки компонент на водата неносеща приходи има набор от специфични ответни мерки:

Таблица 4.7 Методи за борба с вода неносеща приходи

Компонент	Ответна мярка
Нефактурирана законна консумация	→ увеличете събираемостта → наблюдавайте и намалявайте броя на абонатите без фактуриране на водата
Неточности в измерването	→ съберете „демографски“ данни за водомерите (в зависимост от мястото, големината и др.) → провеждайте редовно изпитания за точността на измерване → въведете програма за проверка и поддръжка на водомерите
Грешки в прехвърлянето на данните	→ анализирайте данните от фактурите за наличие на необичайно потребление и липсващи показания на водомери → проверявайте съмнителни сметки → преминете от ръчно към автоматично отчитане на водомерите (AMR)

Грешки при обработване на данните	→ начертайте работна диаграма на системата на фактуриране → анализирайте процеса на фактуриране → въведете компютъризирана система на фактуриране → преизчислете правилно годишното потребление → подобрете управлението на сметките на абонатите → съберете „демографски“ данни за сметките на абонатите и търсете аномалии в потреблението
Незаконно ползване	→ правете проверки за манипулиране на водомерите, заобикаляне и незаконни свързвания → ограничете злоупотреби с пожарни хидранти и други форми на незаконно ползване → предотвратявайте измами от страна на инкасаторите, снемачи показанията → използвайте схеми с предплащане и др.
Откриваеми течове и повреди	→ предприемете ремонт на всички неотстранени аварии, които се виждат или за които има постъпили обаждания → намалете броя на аварията и течовете чрез: - внедряване на управление на налягането (в краткосрочен план) - разработване на стратегия за рехабилитация (в дългосрочен план) → намалете продължителността на течовете като: - въведете непрекъснато наблюдение на мрежата - подобрете дейностите по активен контрол на течовете - подобрете бързината и качеството на ремонтите
Неоткриваеми малки течове	→ въведете управление на налягането → създайте дългосрочна стратегия за рехабилитация

Не всички от посочените в *Таблица 4.7* мерки са подходящи за всички компании. За избора на метод, тогава, е необходим анализ на разходите и ползите.

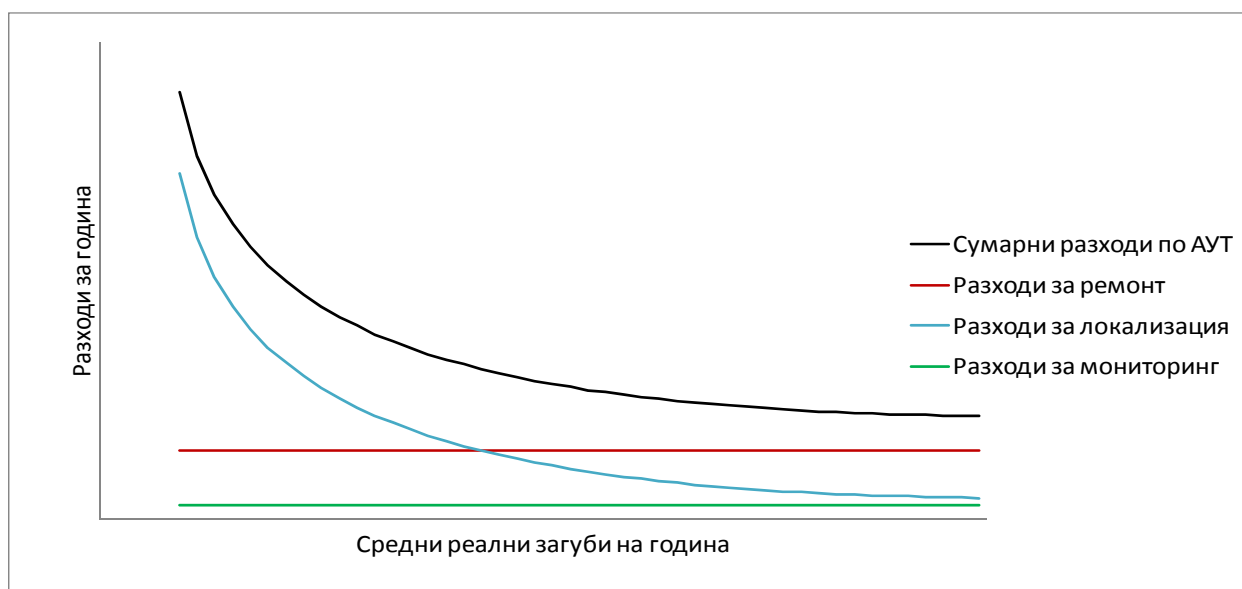
4.3.2 Определяне на икономическо ниво на течовете

Икономическо /икономически приемливо/ ниво на течовете (ИНТ) – това е балансът между разходите за дейности по контрол (управление) на течовете и ползите от тях, като под това ниво не е икономически изгодно да се инвестира още или да се използват допълнителни ресурси за последващо намаляване на течовете. С други думи, стойността на спестената вода е по-малка от разходите за постигане на допълнително намаляване на загубите [33]. ИНТ

следователно се отнася за това, какво трябва да бъде планираното ниво на течовете на компанията и как да бъдат оправдани разходите за него.

Теоретично погледнато най-икономически изгодното ниво се определя така: Ако приемем, че пределната себестойност за водата е постоянна величина, цената на разхитената вода може да се опише като функция, която нараства линейно с нарастващото ниво на теча. Сумарните разходи за мерките по управление на загубите на вода се представят чрез строго намаляваща вдлъбната функция. Това се дължи на факта, че пределните (специфичните) разходи за намаляване загубите на вода за локализация са много по-ниски при високи нива на теч, отколкото при ниски.

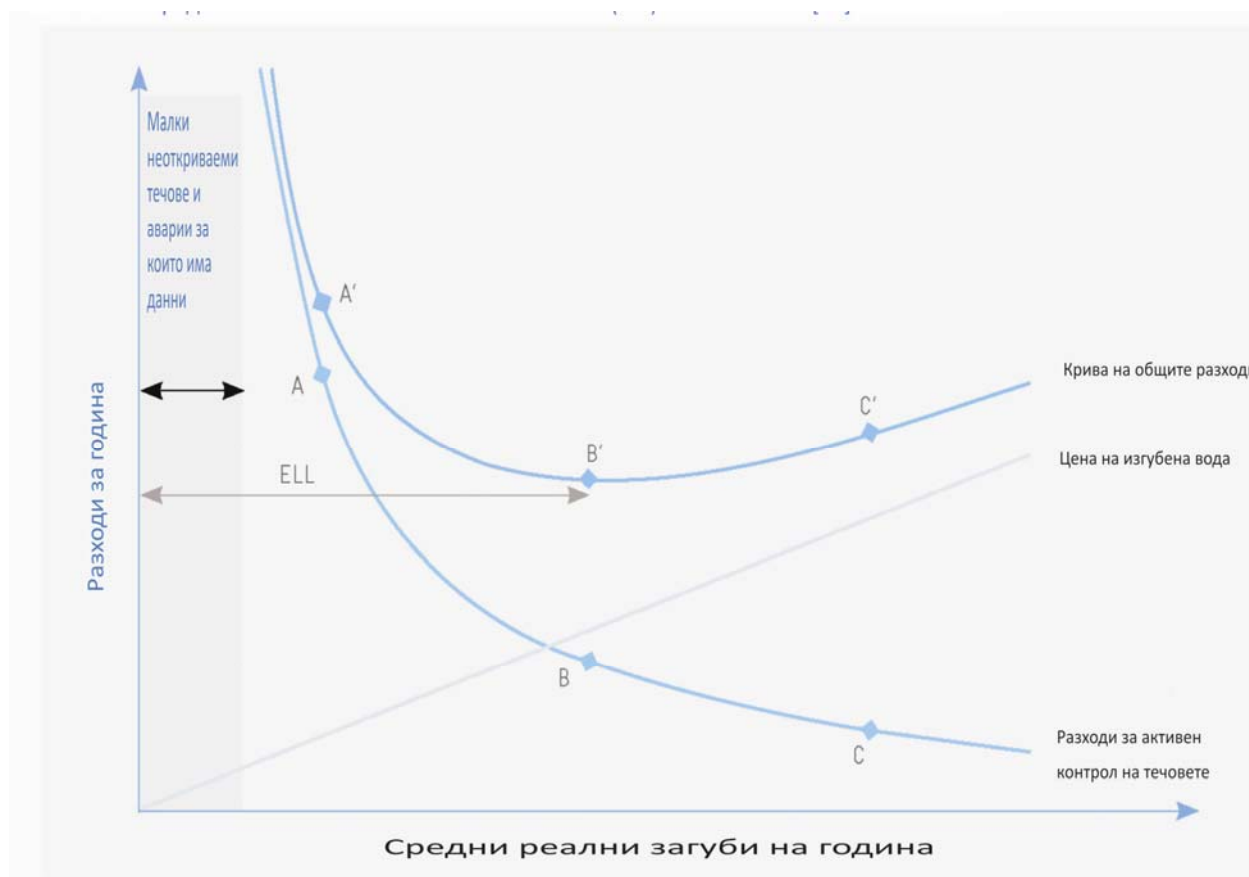
Компонентите на разходите по управление на загубите на вода (или активно управление на течовете – АУТ) могат да се представят обобщено по начина, показан на *Фигура 4.6*:



Фигура 4.6 Специфични компоненти на разходите по управление на загубите на вода

Общите разходи за дадена компания се пресмятат, като към стойността на разхитената вода се добавят разходите за мерки по управление загубите на вода (вж. Глава 10.5).

Фигура 4.7 илюстрира как разходите за активен контрол на течовете нарастват със спада на нивото на течовете и намаляването на годишните загуби на вода (С - В - А). Икономическото ниво на течовете се намира на най-ниската точка на кривата на общите разходи (точка В' на *Фигура 4.7*). [52]



Фигура 4.7 Определяне на икономическото ниво на течовете (ИНТ) въз основа на [52]

На практика определянето на ИНТ е доста сложен и повтарящ се процес, тъй като не се знае предварително какъв ефект би имала всяка от приложените мерки за управление на течовете. Освен това функцията на себестойността на водата обикновено няма линеен характер, тъй като разходите за труд и капиталовите разходи не нарастват линейно с нивото на теча. Също така може да се разграничи краткосрочно от дългосрочно ИНТ. Краткосрочното ниво обхваща само фактора оперативни разходи и затова може да се определи, като се сравнят разходите и приходите от допълнителни мерки по контрол на загубите на вода с пределните разходи на пропиляната вода, напр. активен контрол на течовете и качество и бързина на ремонтите [20], [8]. Други дейности по контрол на течовете включват капиталови разходи за инфраструктура. В този случай се изисква дългосрочно ИНТ, което да оценява решението за инвестиране в рамките на оценка на целия жизнен цикъл, например за управление на налягането или рехабилитация на мрежата [45]. За определяне на ИНТ на водоснабдителните компании може да се прилага следната процедура:

Таблица 4.8 *Определяне на ИНТ*

Определяне на текущото състояние на водоснабдителната компания	→ Какво е настоящото ниво на течовете? → Какви са настоящите оперативни разходи? → Какви са настоящите капиталови разходи? → Каква е настоящата сума, изразходвана за активен контрол на течовете?
Определяне на неизбежните годишни реални загуби UARL:	→ UARL показва потенциала за следващо намаляване на загубите на вода
Оценка на настоящата структура на разходите	→ Какви потенциални икономии се разкриват или изчисляват при анализ на оперативните или капиталовите разходи? → Пределните разходи за капиталови инвестиции се взимат предвид при изчисление на ИНТ в случай на ограничени водни ресурси и при нужда от нови водоизточници или строеж на съоръжения за пречистване.
Избор на мероприятия	→ Избират се мероприятия за намаляване на течовете съгласно изчислените потенциални икономии. Разходите и ползите от тези мерки следва да се анализират и подредят приоритетно. Тези с най-много ползи се изпълняват най-напред. → Четирите основни дейности са активен контрол на течовете, бързина и качество на ремонтите, управление на налягането и управление на инфраструктурата
Повторна оценка на структурата на разходите	→ Ползите от избраните дейности се преценяват отново след подходящ период от време. Препоръчва се поне на всеки пет години. Повторната оценка се прави, като се повтарят стъпките по-горе. → Този процес продължава дотогава, докато пределните разходи за всяко мероприятие се изравняват с/ или превишават пределната себестойност на водата. В този момент икономическото ниво на течовете е постигнато. → Оценката трябва да е съобразена с факта, че годишните загуби на вода е възможно да показват случайни колебания. Затова планираното ниво на течения на компанията трябва да се базира на средна дългосрочна стойност.

→ Описаният анализ е изготвен от перспективата на икономично работеща водоснабдителна компания. Компаниите, обаче, плащат екологични и социални разходи. Налични са също методи за включване на разходите и ползите от тези фактори [75]

Практически всяка водоснабдителна компания може лесно да пресметне стойността на нефактурираната или „изгубената“ вода:

$$CT_{\text{нфв}} = O_{\text{нфв}} \times C_{\text{пв}}$$

където:

$CT_{\text{нфв}}$ [лв/г] Годишна стойност на нефактурираната вода

$O_{\text{нфв}}$ [m³/г] Годишен обем на нефактурираната вода

$C_{\text{пв}}$ [лв/ m³] Единична цена на произведената вода (Оперативни разходи за 1 m³)

Ако например дадена компания има цена на произведената вода 0.95 лв/m³ и годишният обем нефактурирана вода е 18 млн. m³ вода, тогава годишната стойност на нефактурираната вода е 17.1 млн. лв. Ако се направи оценка, че дадена мярка ще снижи нефактурираната вода с 1%, то тогава тази мярка е икономически целесъобразна, ако за нея ще се извършват годишни преки разходи (например с неинвестиционен характер), по-ниски от 171 хил.лв. Тези разходи могат да са за материали (по-надеждни и скъпи части за ремонти, нови водомери, ремонт на помпи и автоматика и др.); за доставки (логери, прослушвателна техника); за наемане на нов персонал (24/7 мобилни групи, активно прослушване, по-често – месечно отчитане на водомери и др.) и т.н. Следователно ИНТ още не е достигнато. Естествено ще бъде приложена най-евтината мярка от множеството алтернативи, като приоритетни ще бъдат мерките за снижаване на административните (привидни, фиктивни) загуби на вода. След това за постигането на следващата стъпка, при условие, че всички други параметри са се запазили същите, примерно 1.0% снижаване на нефактурираната вода ще изисква отново около 170 х. лв. и ако отново има мярка под тази цена, е налице икономическа изгода от провеждането ѝ, като ИНТ още не е достигнато. Така, в хода на няколко итерации ще бъде достигната пределна стойност, при която всяка нова възможна мярка би била по-скъпа от евентуалната икономия от намалените течове. Това е Икономическото ниво на течовете.

Още по-сложно е изчислението при разходи с инвестиционен характер. В този случай, освен пряката икономия, трябва да бъдат взети под внимание полезния живот на актива и прогнозното ниво на инфлация, за да бъде определена бъдещата стойност на мярката.

Предвид променящите се параметри на средата, ИНТ бива актуализирано поне веднъж на 3 години, съгласно практиката на Водния Регулатор на Великобритания (OFWAT).

Изчисляването на Икономическото ниво на течовете е от особена важност при прогнозиране дали евентуалното увеличение на водопотреблението може да бъде покрито от мерки за намаляване на загубите на вода, или следва да се инвестира в нови водоизточници.

4.3.3 Определяне на целеви нива

Предишните глави показват, че пълното елиминиране на загубите на вода не е нито осъществимо, нито икономически изгодно. Въпреки това прекалените загуби на вода са симптоматични за други недостатъци, като липса на системна поддръжка и контрол. Те водят често до високи оперативни разходи и ненадеждно водоснабдяване, дори режим на водата. Следователно всяка компания следва да планира ниво между тези две крайности за загубите на вода от своите разпределителни системи [82].

Въпроси, свързани с опазване на водните ресурси, сигурност на водоснабдяването на абонатите, икономически съображения или нормативни изисквания са причина за определяне на тези целеви нива. Във всеки случай целевото ниво представлява компромисно решение измежду редица съперничаещи си фактори, като наличен бюджет, човешки ресурси, техническа осъществимост, времеви ограничения и дори политически съображения. В ранните етапи на програмата за контрол на загубите на вода планираните нива се базират главно на предположения, които по-късно се заменят с конкретна за системата информация, събрана по време на процеса. Очевидно е, че за условията на България, показаните в Глава 1, Фигура 1.3, Наредбата за дългосрочните нива [12] скоро ще бъде променена, за да отговаря на текущите реалности.

Измервателна единица

Планираните нива изискват измервателна единица с цел определяне на изходното състояние или статуса и наблюдение на напредъка. Най-надеждната стойност за планиране на целеви нива за наблюдение на промените с времето е абсолютният обем на загубите на вода, измерен в кубични метри на ден [m^3/d]. Препоръчва се също ползване на загуби на вода на сградно отклонение на ден [$\text{l}/\text{сградно отклонение}/\text{ден}$], ако компанията нараства на размери, тъй като управлението на течовете се прилага за период, обхващащ много години.

Пространствено обособяване

Разумно е целевите нива да се определят за обособени зони на разпределителната мрежа, например за всяка водомерна зона (DMA) или зона за управление на налягането (PMA), а после взети заедно, целевото ниво на компанията като цяло. Така определени зони биват избирани приоритетно, а напредъкът в намаляването на загубите на вода се наблюдава поотделно за всяка зона.

Времеви обхват

Избират се реалистични времеви обхвати за целевите нива за теч. Управлението на течовете е трудоемък процес и обикновено при него няма бързи и лесни решения. Препоръчва се дългосрочно целево ниво, което е амбициозно, но същевременно реалистично. Това

дългосрочно целево ниво може да се подраздели на краткосрочни цели за три до пет години за постигане на определен процент от дългосрочното намаление на течовете. Времевият обхват следва да съдържа разумни периоди за проектиране, изграждане на съоръжения, тържни процедури, поръчки и изпълнение на строителните работи [76], [12].

Намаляването на течовете следва закона за намаляващата възвръщаемост: Ефектът от мерките по намаляване на течовете спрямо количеството спестена вода ще намалява с напредването на програмата за управление на течовете. А това означава, че мерките за управление на течовете обикновено следват подобен на показания модел на *Фигура 4.8*:



Фигура 4.8 Намаляваща възвръщаемост от мерките за управление на течовете според [76]

Краткосрочни мерки: течовете се намират относително лесно в началото на програмата за управление на течове. Освен това натрупаните през изминалите години течове за отстраняване, за които има или няма подадени съобщения, могат да се намалят доста бързо. Веднъж след като изостаналите ремонти бъдат открити и отстранени се изисква повече усилие за намаляване на течовете със същия обем [76].

Средносрочни мерки: средносрочните мерки се състоят в обособяване на DMA, измервателни и контролни устройства и схеми за управление на налягането. В началото това

обособяване ще покрива отново големи територии и ще изисква минимален брой кранове и фитинги, а ще има най-голям ефект върху средното налягане.

Дългосрочни мерки: дългосрочните мерки се състоят главно в подмяна на мрежа и сградни отклонения, като се започва с тези, с най-голяма аварийност или най-висок специфичен дебит на теча.

Изчисляване на целевите нива

Има много фактори, които участват в процеса на определяне на целевите нива. По тази причина всяка компания трябва да определи своята цел съобразно с наличните средства и изискванията. Все пак теоретично следното уравнение може да послужи като инструмент за изчисляване на целеви нива за реалните загуби, като отчита активния контрол на течовете (който влияе върху показателя ILI) и управлението на налягането (което влияе върху показателя PMI, вж. Глава 4.2.6). Годишни целеви нива се определят за показателите ILI и PMI. Целевото ниво за реалните загуби TARL (обикновено измервано в m³/a) се изчислява по следното уравнение:

$$TARL = CARL \times \frac{TILI}{ILI} \times \frac{TPMI}{PMI}$$

където:

TARL	[m ³ /г]	Целеви годишни реални загуби
CARL	[m ³ /г]	Текущи годишни реални загуби
PMI	[-]	Текущия индекс за управление на налягане
TPMI	[-]	Целеви индекс за управление на налягане
ILI	[-]	Инфраструктурен индекс на течовете
TILI	[-]	Целеви индекс на течовете

В края на годината се прави оценка на постигнатия напредък и изразходените ресурси, която се взема предвид в определянето на целевото ниво за следващата година. [78]

4.4 СЪСТАВЯНЕ И ИЗПЪЛНЕНИЕ НА ПРОГРАМА ЗА КОНТРОЛ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА

4.4.1 План за действие

Глава 3 помогна на читателя да вникне в причините за загубите на вода и отрицателното им въздействие върху водопроводните системи. Настоящата глава представи редица техники за оценка и изчисление на степента на реалните и търговските загуби на вода. Тези техники се

надграждат една над друга и следва да се реализират стъпка по стъпка като предпоставка за съставяне и изпълнение на подходящ план за действие, както е показано на Таблица 4.9.

Таблица 4.9 Етапи от плана за действие [76]

Етап	Цел	Мерки/ Инструменти
1	2	3
Подготовка	Разбиране на първопричините и факторите, влияещи върху загубите на вода	Пилотни проучвания, преглед на литературата, какво са направили други ВиК оператори
	Събиране на информация за водоснабдителната система	Регистър на мрежата, хидравличен модел на мрежата, измерване на дебит и налягане
	Оценка на текущото ниво на реалните и търговски загуби	Воден баланс „отгоре-надолу”, анализ на компонентите, воден баланс „отдолу-нагоре” - MNF
	Проверка на надеждността на изчисленията на водния баланс	Диапазони на точност, доверителни граници от 95%
	Анализ на потенциалните икономии	
Определяне на целеви нива	Изчисляване на съответните показатели за ефективност	CARL, UARL, ILI, PMI
	Определяне на икономическото ниво на течове	ELL
	Избор на подходящи мероприятия	Активен контрол на течовете (ALC), DMA зони, управление на налягането, рехабилитация и подмяна на тръби
	Определяне на краткосрочни и дългосрочни нива	TARL
	Съставяне на план за инвестиции	
Осигуряване	Осигуряване на помощни услуги, оборудване, материали, IT системи (SCADA)	
Изпълнение на проекта	Използване на собствен персонал или специализирана фирма	
	Управление на строителните работи	
	Обучение на персонала	
Наблюдение и поддръжка	Преглед на бюджета	
	Следене на течовете, поддръжка на съоръжения и оборудване	База данни за аварии, регистър на мрежата
	Действащ активен контрол на течовете ALC	
	Оценка на резултатите	Воден баланс, регистър на мрежата

4.4.2 Избор и прилагане на методи за интервенция

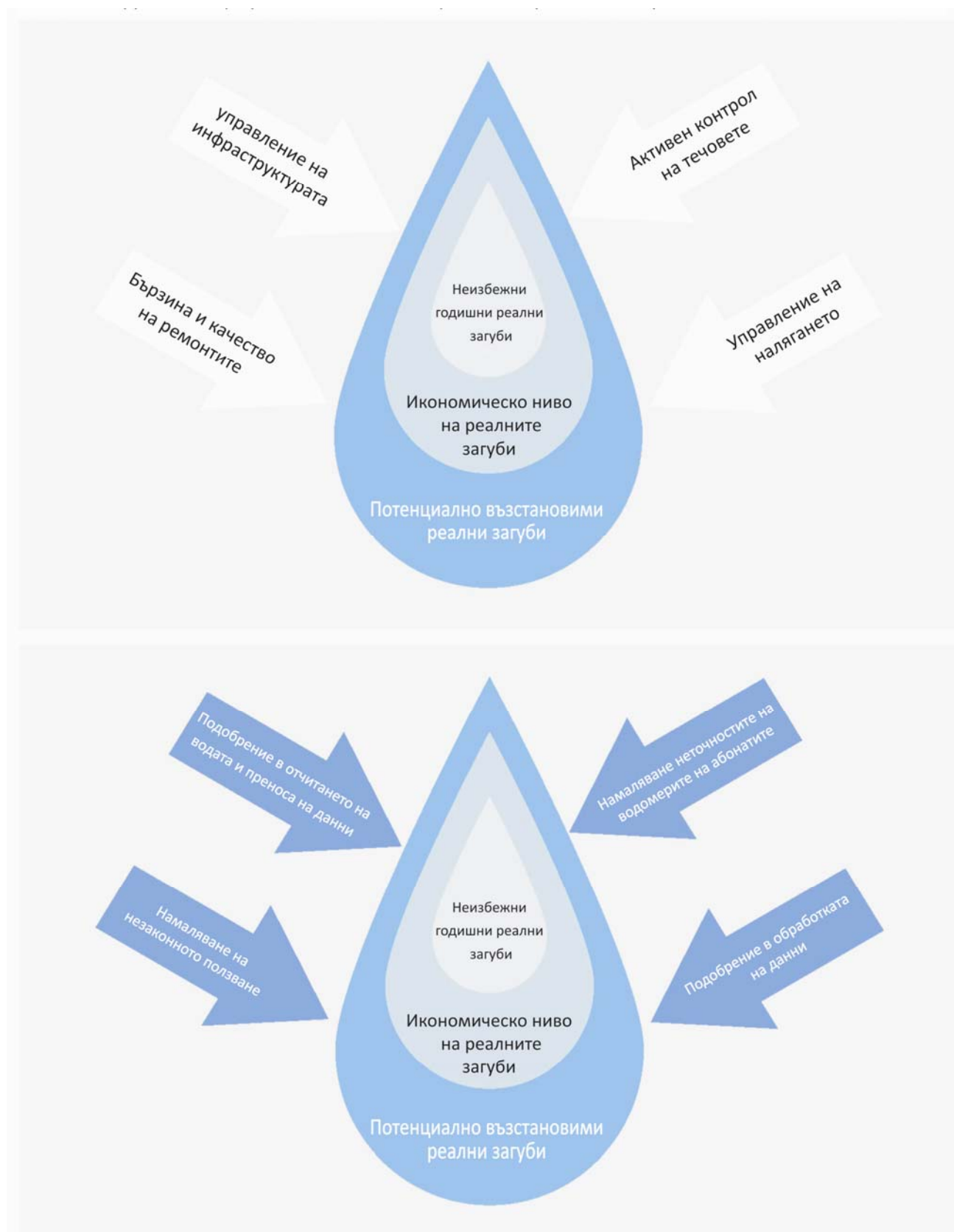
Необходимо е да се избере подходящ набор от методи за интервенция според отделните компоненти на загубите на вода. Правилното съчетание на методи за интервенция зависи от характеристиките на всяка система и съотношението „разходи-ползи“ на всеки метод, което е специфично за всяка водоснабдителна компания. *Фигура 4.9* показва основните методи за интервенция за управление на реалните и търговските загуби. Всяка компания трябва да реши дали един единствен метод или комбинация от няколко метода ще доведе до икономически най-изгодно намаление на загубите на вода [74].

Четири основни метода за намаляване на загубите на вода са представени детайлно в Глава 6. След определяне на икономически най-изгодните методи, компанията може да пристъпи към прилагането им. Изпълнението на тези мерки може да се предостави частично или изцяло на специализирани фирми, ако компанията не разполага с: персонал, техническо оборудване или познания за тяхното изпълнение. [74]

4.4.3 Оценка на резултатите

Устойчиво намаляване на загубите на вода не се постига с еднократно прилагане на комплекс от мерки. Тръбите се компрометират, появяват се нови течове, а износването намалява точността на водомерите. Тези фактори правят управлението на загубите на вода продължително и постоянно променящо се предизвикателство. Затова анализът на резултатите е особено важен за оценка на програмата за контрол на загубите на вода и повлиява планирането на следващите мерки. Например оценката на съотношението „разходи-ползи“ за приложена схема за управление на налягането може да послужи за по-добро определяне на разходите по намаляване на загубите на вода.

Препоръчва се усилията и резултатите от програмата за контрол на загубите на вода да се анализират поне веднъж годишно [74]. Резултатите от една пилотна зона могат да се екстраполират с цел планиране на подходящи мерки за цялата мрежа (вж. Глава 10).



Фигура 4.9 Инструменти за програми за намаляване на реалните и търговските загуби

5. ЕЛЕМЕНТИ НА УСТОЙЧИВО УПРАВЛЕНИЕ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА



5.1 ИНФОРМАЦИОННИ СИСТЕМИ И УПРАВЛЕНИЕ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА

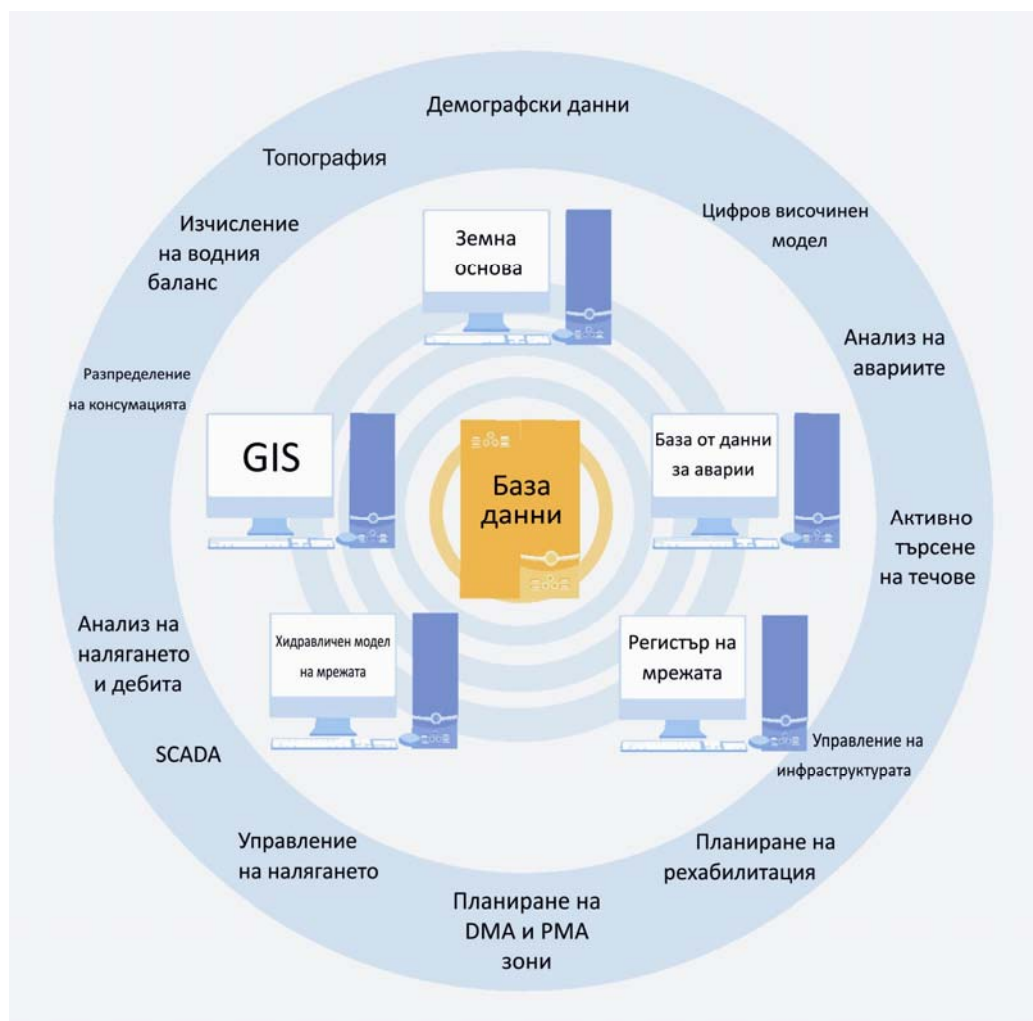
5.1.1 Информацията: предпоставка за ефективно управление на загубите на вода

Персоналът на водоснабдителната компания, отговорен за търсене, локализиране и отстраняване на течове, се нуждае не само от съответното оборудване за откриване на течове, но и от точна информация, която да му позволи ефективно изпълнение на задачите. Такава информация се добива от данни, които се събират, обработват и интерпретират чрез информационни системи. [36]

Модерните компании ежедневно събират и обработват големи количества разнообразни данни от различни отдели и за различни цели. Някои от отделите използват специфични инструменти и информационни системи, като дигитална земна основа, регистри на мрежата, хидравлични модели, база данни за аварии и информационни системи за обслужване на клиента (CIS). Други отдели съставят годишни водни баланси или събират информация за планирани рехабилитации на водопровод, РМА и DMA зони, в т. ч. наблюдения на дебита и налягане, както и на обратна информация за откриване и отстраняване на течове. Всички тези данни дават ценна представа за състоянието на водоснабдителната система. За съжаление голяма част от събраните данни остават в различни отдели, без да се използва целево.

От друга страна събирането на данни не трябва никога да бъде самоцелно. Напротив, компаниите трябва да се научат да оценяват стойността на събраната информация. Практиката показва, че предприятията извличат редица ползи от събирането на база от налични данни. Добрите решения и внимателното планиране винаги трябва да бъдат базирани на надеждни данни. Водоснабдителните компании трябва не само да се стараят да използват събраните данни за специфични цели, като разработване на ефективна стратегия за управление на загубите на вода, те трябва също така да събират наличната информация и да я синтезират, да поддържат добри работни отношения между различните отдели чрез екипна работа [49]. Този подход позволява да се подобряват усилията за ранно откриване на течове и да се изберат най-ефективните мерки за справяне с тях. *Фигура 5.1* илюстрира многобройните взаимодействия между различните информационни системи и възможното им групиране, например в единствена GIS-базирана система за подпомагане вземането на решения (DSS).

Всяка компания трябва да създаде независима административна единица за управление на водата, не носеща приходи с цел събиране и консолидиране на всички данни, нужни за ефективно управление на загубите на вода (вж. Глава 10, Фигура 10.1). Задължение на този отдел е да дефинира целите си и да определи данните, от които се нуждае. Тогава той може да изиска и да обмени налични данни с други отдели [49]. Самият отдел за намаляване на загубите на вода трябва да инициира събирането на всякакви липсващи данни.



Фигура 5.1 Взаимодействие между различни информационни системи

5.1.2 Описание на информационни системи с отношение към темата

Следващият дял запознава накратко с най-важните помощни информационни системи при взимане на решения и описва тяхното значение за успешно управление на загубите на вода.

(а) Земна основа

Земната основа представлява интегрирана електронна карта в определена координатна система, покриваща цялата експлоатационна територия на ВиК дружеството. Тя формира основата на всички други информационни системи. Изградена въз основа на хартиени топографски карти или цифров формат, както и от въздушни снимки. Може да се допълни с цифров височинен модел, кадастрални данни или данни за земеползване, демографски данни, и пр. Глава 5.3 дава подробна информация за земната основа.

Резултат: Интегрирана, геоинформационна електронна карта на експлоатационната територия.

Друго приложение: Информацията от земната основа служи за географска подоснова на всички други информационни системи.

(b) Регистър на мрежата

Регистърът на мрежата е задължителен за водоснабдителните компании, за да държат под наблюдение стотици или хиляди километра преносна мрежа, разпределителна мрежа и сградни отклонения, всяко с прилежащите към него арматури. Препоръчваме цифров регистър на мрежата на основата на GIS технология предвид големия брой съоръжения и факта, че всички съоръжения имат пространствени координати. Действителните условия на водопроводната мрежа трябва да бъдат възпроизведени максимално реалистично, в зависимост от търсеното ниво на детайлност. Глава 5.4 съдържа основна информация за това как се изгражда регистър на мрежата.

Резултат: Пространствени данни за водопроводни участъци, сградни отклонения, кранове, арматури и други обекти от разпределителната мрежа.

Други приложения: Данни от регистъра на мрежата могат да послужат за анализ на нощния дебит и изчисление на водния баланс, хидравлични модели на мрежата, база данни за аварията, консумация по зони и проектиране на водомерни зони и зони за управление на налягането (DMA и PMA зони).

(c) Хидравличен модел на мрежата

Хидравличните модели на мрежата заемат изключително важно място в проектирането и експлоатацията на водоснабдителните системи. Моделите на мрежите се използват за симулиране на реакцията на съществуващата система към широк спектър от условия, без да се прекъсва водоподаването на абонатите. Симулациите по този начин помагат да се предвиждат проблеми в съществуващите или проектираните мрежи и са необходими за правилно планиране на мероприятия (напр. въвеждане на управление на налягането). Цената за симулиране на различни варианти е много ниска спрямо цената на действителното изграждане на обектите [81]. Глава 5.5 съдържа кратка информация за хидравличния модел на мрежата.

Резултат: Данни за налягане и дебит в различни точки на системата, определяне на слаби точки и места, разпределение и колебания на консумацията.

Други приложения: Данните от хидравличния модел могат да послужат за планиране и проектиране на DMA и PMA зони, както и за планиране на дейности за рехабилитация на мрежата.

(d) База данни за минали аварии

Базата данни съдържа информация за всички претърпени повреди и щети по разпределителната мрежа. Такава постоянно актуализирана и поддържана база данни дава ценна информация за поведението при стареене на различните тръбни материали и е полезна за идентифициране и систематична рехабилитация на уязвими участъци от даден

водопровод. Освен това става възможно идентифицирането и подмяната като предпазна мярка на дефектни или некачествени партии кранове и фитинги. Базата данни за аварииите трябва непрекъснато да се актуализира с нови данни за открити течове и ремонти. Глава 5.6 дава повече информация за това.

Резултат: Данни за характеристиките на материалите, поведението при стареене и корозия, локализиране на повредени и течащи водопроводи, връзката между налягането в системата и честотата на новопоявили се спуквания и течове.

Други приложения: Данните за аварии могат да послужат за планиране на рехабилитация, откриване на течове, анализ на минималния нощен поток и изграждане на хидравличен модел на мрежата.

(е) Информационна система за обслужване на клиента (CIS)

Информационната система за обслужване на клиенти и данните за фактурирани количества лежат в основата на изчисленията на водния баланс, когато има измерване на консумацията на вода. Месечните или тримесечните данни за фактуриране на всички битови и други клиенти служат като изходящи данни за системата, които могат да бъдат превърнати в средноденонощен дебит. Връзката между базирания на GIS-технология регистър на мрежата и данните за адреса на клиента позволява прецизно разпределяне на консумацията на вода по обособени водоснабдителни зони. Сравнението на количеството подадена вода с консумацията на вода във всяка зона или в цялата мрежа показва зоните с високи загуби и това помага на мероприятията за откриване на течове. Глава 5.7 дава информация за информационната система за обслужване на клиенти.

Резултат: Данни за консумацията на вода, сезонни промени в консумацията, клиенти със специални нужди и разпределение на консумацията.

Други приложения: Данните за клиента могат да послужат за изчисление на водния баланс, проектиране на DMA и PMA зони, разпределение на консумацията по зони, откриване на течове и изграждане на хидравличен модел на мрежата.

5.1.3 Интегриране във всеобхватна система GIS

Петте информационни системи, описани по-горе, формират сърцевината на системите за подпомагане вземането на решения (decision support system) (DSS) за ефективно намаляване на загубите на вода. Необходимите данни от тези подсистеми могат да се намерят в една всеобхватна система GIS (вж. Глава 5.2). Системата GIS трябва да може да обменя данни с други подсистеми, описани в по-горните глави, както и в Глава 6 от настоящото ръководство:

- Изчисляване на водния баланс (виж Глава 4.2.2)
- Измерване на потреблението (виж Глава 4.2.5)
- Зони за измерване на водопотреблението (виж Глава 6.2)

- Управление на налягането (виж Глава 6.3)
- Управление на инфраструктурата (виж Глава 7.1)
- Активен контрол на течовете (виж Глава 6.4).

Глава 5.2 идва в помощ при определяне на основните етапи в разработването и изпълнението на подходяща за водоснабдителна компания система GIS с акцент върху намаляване на загубите на вода. Поради бързо развиващите се GIS-технологии и широкия спектър от комерсиални, базирани на GIS технология решения, настоящата глава предлага само общи сведения, особено полезни за управителите на ВиК операторите.

5.1.4 Определяне на целите

Събирането и обработването на данни за базираната на GIS-технология система за подпомагане вземането на решения трябва да бъде ориентирано към конкретни цели. Отделът за намаляване на загубите на вода трябва да формулира тези цели ясно и прецизно. Липсата на формулирани цели би довело до прекомерно много или недостатъчно на брой събрани данни. Очертаването на целите помага да си отговорим на някои трудни въпроси:

- Какви данни ще са нужни?
- Кои други отдели е нужно да участват?
- Какви експлоатационни данни са нужни?
- Какви данни освен тези на ВиК е необходимо да се закупят?
- Какви са изискванията за софтуера и хардуера?
- Как ще се съвместят съществуващите софтуер и хардуер?

Таблица 5.1 описва основните цели за постигане от базираната на GIS-технология система за подпомагане вземането на решения за целите на подобряване на управлението на загубите на вода.

Таблица 5.1 Цели на базираната на GIS-технология система за подпомагане вземането на решение за управление на загубите на вода

Цели	Пример
Контрол	Подобрено наблюдение и баланс на производството, консумацията и загубите на вода.
Анализ	GIS-системите позволяват комбиниране, търсене, анализиране и онагледяване на големи количества данни от различни източници.
Ефективност	По-добро споделяне на данни между различните отдели или заинтересовани страни, водещо до по-бърз достъп до информация и по-малък излишък от данни.

Планиране	Подробна база данни за управление на инфраструктурата и планиране на рехабилитационни дейности, мерки за управление на налягането и други строителни работи.
Експлоатация	Оптимизиране на експлоатацията на системата, мерките за управление на налягането и активно обследване за течове.

5.2 ЕЛЕМЕНТИ НА ГЕОГРАФСКАТА ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА (GIS)

5.2.1 Дефиниция на географска информационна система

Географската информационна система (GIS) представлява програмен продукт, управляващ всички видове информация на базата на географско местоположение. Като използва карти и текстова информация, системата има за цел да обработва запитвания и да извършва статистически анализ и визуализация. Системата GIS обикновено се състои от четири компонента: хардуер, софтуер, пространствени данни и функции за обработка на данните. GIS предлага възможност за споделяне на данни и методи за визуализация на проблеми, свързани с географско местоположение и тяхното решение. Целта на системата GIS е да комбинира различни данни от различни източници, за да създаде нова информация и да осигури пространствена рамка спомагайки процеса на вземане на решения. Системата може да се използва примерно за следните задачи:

- Логическо търсене (напр. да се посочат всички сградни отклонения изцяло в дадена водоснабдителна (водомерна) зона.
- Анализ на близостта до обекти (напр. да се посочат обекти, застрашени от наводняване в определен периметър на податливи участъци от водопровода).
- Анализ на мрежата (напр. да се идентифицират всички домакинства, засегнати от повреда на водопровод).
- Категоризация (напр. комбиниране и визуализация на тръбен материали, възраст и честота на поява на аварии).
- Визуализация (напр. да се посочат всички водомери на абонати, планирани за подмяна).

GIS не бива да се бърка със системите за компютърното проектиране (CAD). CAD се използва предимно за планиране и проектиране на технически обекти, и на пръв поглед чертежите на CAD наподобяват карти на GIS. За разлика от чертежите на CAD, особеностите на GIS не са просто точки и линии – те имат пространствени координати. Нещо повече, пространствените обекти, въз основа на тяхното положение в пространството, могат да бъдат свързани с допълнителна информация [81].

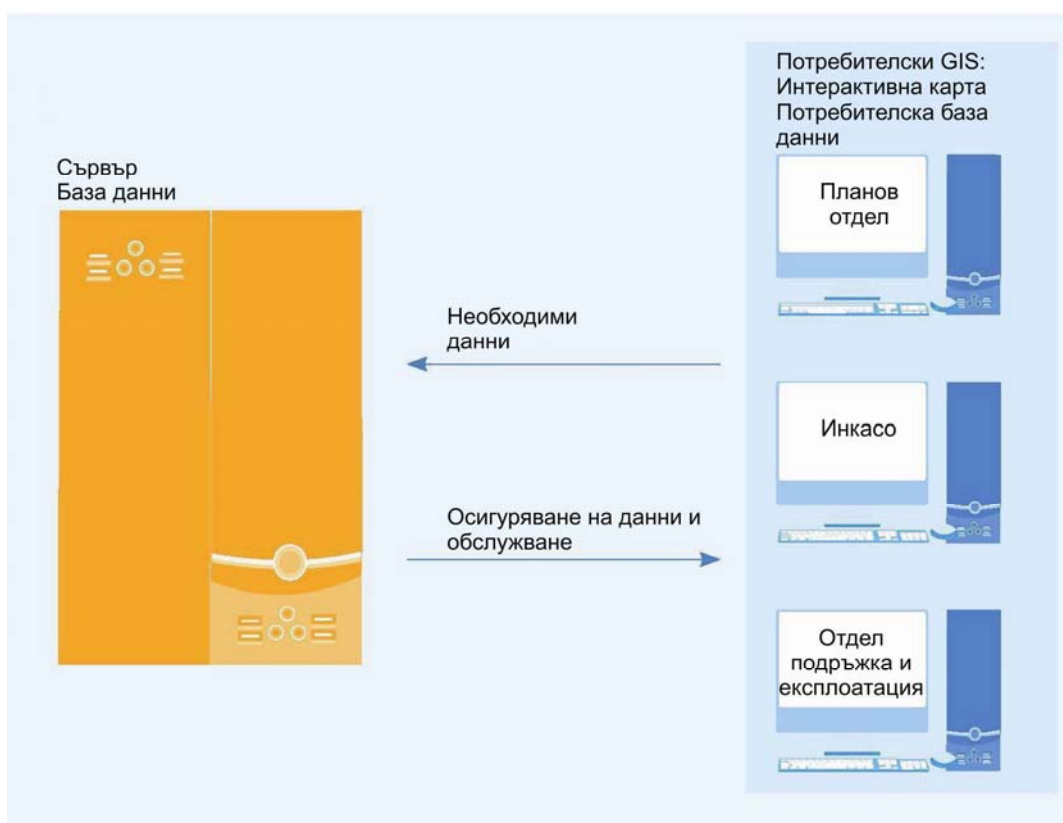
5.2.2 Ниво на изпълнение

За оптимална работа препоръчваме система GIS, съвместяваща петте подсистеми – земна основа, хидравличен модел на мрежата, регистър на мрежата, база данни с предишни аварии и база данни за клиентите. Петте подсистеми могат да бъдат управлявани самостоятелно в зависимост от нуждите на потребителя. GIS система може общо взето да бъде изградена на едно от четирите нива:

- **Ниво проект:** За целите на един единствен проект
- **Ниво отдел:** За нуждите на даден отдел
- **Ниво предприятие:** Взаимно ползване на данни за нуждите на два или повече отдела
- **Междуведомствено ниво:** Взаимно ползване на приложения и данни с външни потребители [81].

Децентрализирани GIS-продукти, предназначени за проект или отдел обикновено струват по-евтино от решенията за централизирано управление на данни, изискващи значителни инвестиции за хардуер и софтуер. За сметка на това, управлението на децентрализирани данни често води до излишна работа и „острови от данни”: една и съща информация бива произвеждана и съхранявана в различни отдели на компанията, без връзка по между си. [81]

Използването на GIS във ВиК може да подпомогне намаляването на загубите на вода. Предпочитаната конфигурация за система GIS на ниво ВиК е архитектура клиент - сървър, както се вижда от *Фигура 5.2*.



Фигура 5.2 Структура на GIS (Географска информационна система)

Повече за работата с GIS ще се даде в Ръководството, Част II.

5.3 ЗЕМНА ОСНОВА (ЗЕМНА ПОДЛОЖКА)

5.3.1 Изходни данни за земна основа

Всяка система GIS на водоснабдителна компания трябва да използва определена земна основа като „подложка“ и да има връзка с подсистемите ѝ и с други процеси на планиране и управление. Подсистемите могат да бъдат: регистър на мрежата, хидравличен модел и /или база данни за аварии. Изграждането на земната основа включва получаване, цифровизиране и определяне на географски координати на топографски карти и въздушни или сателитни снимки, които формират гръбнака за всички останали данни. Характерните точки следва да бъдат измерени на място и служат за ориентир при определяне на гео-координати на карти и снимки. За попълване на земната основа могат да се използват и други полезни данни:

- Кадастрални данни (поземлени имоти);
- Информация за предназначение на земята;
- Данни за инфраструктурата и транспортната система;
- Административни граници;
- Разпределение на населението;
- Местоположение на административни, търговски и промишлени обекти;
- Цифрови височинни модели;
- Информация за почви, растителност, хидрографски и други екологични данни.

Разработката на земната основа изисква внимателно планиране и голямо количество данни и затова е дълъг и скъпоструващ процес. Разходите могат да се намалят значително, ако основата се изгради съвместно с други евентуални ползватели, например общинска транспортна фирма, доставчици на електроенергия, газ и телекомуникации.

5.3.2 Съдържание на земната основа

Минимални изисквания:

- изобразяване на всички сгради, граничещи с пътища и тръбопроводи;
- всякакви масивни обекти (язовири, мостове и пр.);
- пътища, бордюри, пътеки, ж. п. релси;
- парцели.

Допълнително могат да се включат местоположението на реки, езера, канали, дървета и други обекти.

5.3.3 Качество на данните

Много важно е да се изгради земна основа с висока степен на точност и достоверност, защото небрежността на този начален етап би причинила много и скъпоструващи проблеми по-късно. Например, при ниска степен на точност, може да възникнат отклонения с няколко метра между истинското разположение и обозначеното на картата, в случай че някои данни не са координатно ориентирани съобразно избраната проекция. Водоснабдителните съоръжения, отбелязани на по-късен етап с помощта на високо разделителна система за глобално позициониране (GPS), ще се покажат на грешно място. Накрая всички съоръжения ще се наложи да бъдат изместени в GIS, за да съвпадат с (неточните) пространствени координати – трудоемко и изискващо време начинание [81].

Затова следва да бъдат разгледани следните въпроси, за да се изгради високо надеждна земна основа:

- (I) тип на проектиране на картата и координатна система;
- (II) точност (с точност до метър или $\pm \dots$ метра);
- (III) мащаб на картата и въздушни снимки;
- (IV) актуалност на използваните данни;

По същата причина, трябва да се разглежда и качеството на източниците: топографска карта с мащаб 1:25,000 и уточнение, че 90% от обектите имат точност до 15 m от правилното местоположение, не би могла да служи за детайлно планиране. Височинна информация от дигитални носители със средна грешка ± 5 m не би могла да се използва за оразмеряване на хидравличен модел, нито за проектиране на правилно управление на налягането.

Веднъж преработени в GIS среда, картографските данни нямат повече мащаб и това дава възможност да се произвеждат нови карти с желания мащаб. Новите карти, обаче, не може да бъдат с по-голяма точност от първоизточника на данните [73]. Следователно потребителят на GIS трябва винаги да внимава за мащаба и качеството на данните. Трябва да се избягват увеличение на картата, надхвърлящо съотношението 1:2 [29].

Правилното документиране на процеса на изграждане на земната основа е съществено важно: земната основа би трябвало да посочва известен източник, за да се знае нейната точност. Висока степен на точност би довело до по-високи разходи за разработката. Ето защо компанията трябва винаги да се съобразява с планираните цели на GIS при създаването на основата [23].

5.4 РЕГИСТЪР НА МРЕЖАТА

5.4.1 Цели

Едно бъдещо предизвикателство пред ВиК компаниите е устойчивото управление и опазване стойността на своите капиталови активи. От тях, тръбопроводната мрежа

обикновено заема 60 до 80% [48]. Цифровият регистър на мрежата на основата на GIS-технология е мощна система, която дава възможност на водоснабдителната компания да:

- намери моментално необходимата информация;
- спести време за процеси - ползващи хартия;
- подобри поддръжката и експлоатацията;
- улесни управлението на течовете;
- идентифицира слаби места по системата;
- ускори спешните ремонти;
- улесни дългосрочното планиране на рехабилитация и разширение.

Нека да се има предвид, че изграждането на регистър на цялата мрежа е многоетапен процес, отнемаш общо взето от три до пет години при големите разпределителни мрежи [19]. Има много инженерни строителни фирми, чиито услуги покриват целия цикъл на изпълнение, включително настройка и инсталиране на хардуер и софтуер, конвертиране на данните, сканиране на документи, актуализиране и картографиране.

След първоначална настройка системата следва да се актуализира непрекъснато: нови разширения и преразпределения на водопровода, рехабилитация и отстраняване на течове, които трябва да се измерват и позиционират правилно. Въвежда се допълнителна информация за обекта, напр. дата на построяване, материал, размери, защита против корозия, тип и причина за повреда и съответните имена на служители или наети фирми [63].

5.4.2 Изходни данни за регистъра на мрежата

Водоснабдителната компания поддържа ядро от архиви с подробни данни за физическите съоръжения на мрежата, които могат да послужат за входни данни за регистъра на мрежата. Обикновено такива данни са:

(а) Карти на системата с различен мащаб и детайлност

Карти на системата на електронен или хартиен носител – могат да бъдат слети в една монолитна база данни с електронни карти. Те образуват основата на регистъра на мрежата и хидравличния модел.

(b) Подробни документи

Екзекутивни документи с местоположение, размер и подбрани параметри на тръбопровод, кранове, помпи, сградни отклонения, водомери и пр. би могло да се сканират и свържат със съответните съоръжения в картографската база данни.

(c) Протоколи за аварии, проверки, ремонти

Протоколи, снимков материал и дори видео материали – осигуряват допълнителна информация за съоръженията и може да се свържат с пространствени обекти.

(d) Непрекъснати измервания

SCADA измервания, графики на консумацията, данни за качеството на водата.

Както винаги, важно е да се съобразяваме с качеството на изходните данни: местоположението на водопровода може да се измери на място (с голяма точност: по време на строителство в отворената траншея; с по-малка точност: на терена) или да се конструира (точно: от проектни чертежи на CAD; с по-малка точност: от чертани на ръка /окомерни/ скици), или да се предположи (напр. по устни сведения). Произходът на данните и нивото на точност се документира с така наречените метаданни [35].

За по-лесно разчитане точността на всички елементи от мрежата трябва да бъде съобразена с мащаба на проектираната карта. Препоръчват се следните стандартизирани мащаби на карти в зависимост от степента на застрояване и количеството тръби: [29]

Таблица 5.2 Препоръчителен мащаб на карта за регистър на мрежата

Степен на застрояване	Мащаб
Гъсто застроени градски зони с голямо количество тръби	1 : 250
Средно застрояване със средно количество тръби	1 : 500
Слабо застроени селски райони	1 : 1 000

5.4.3 Структура на данните (примерна)

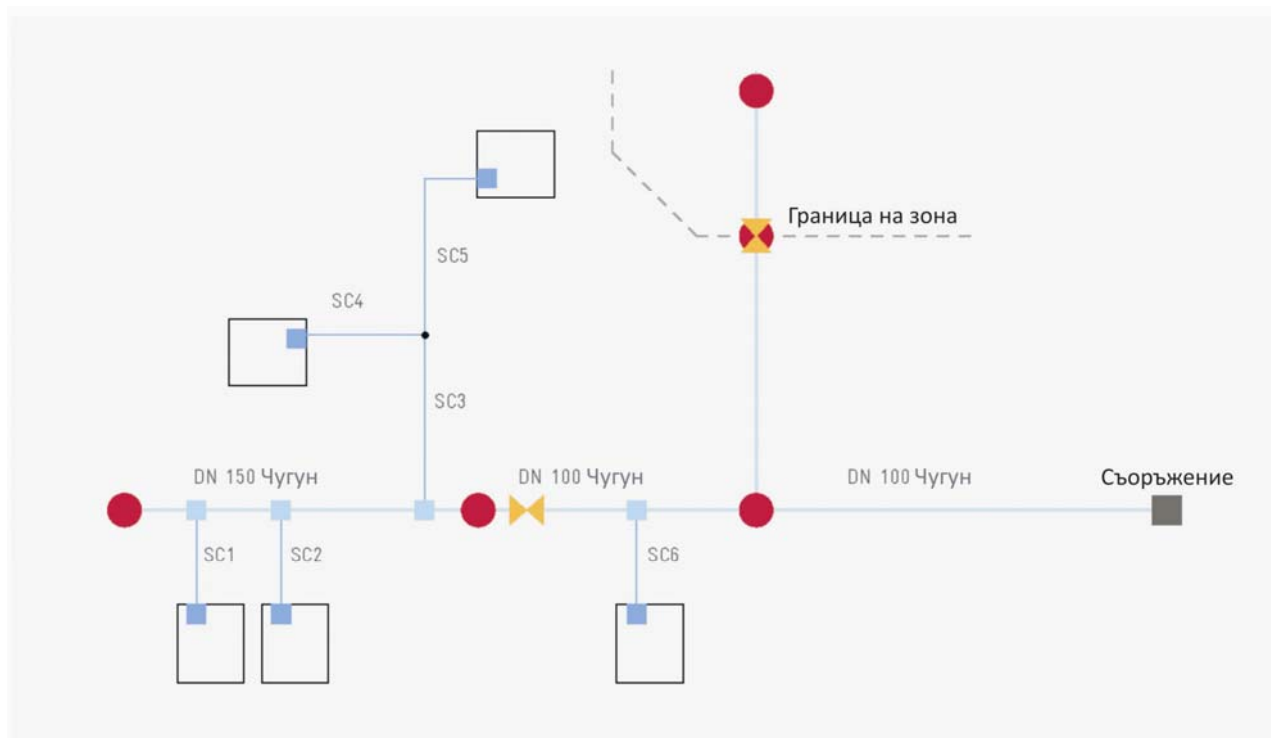
През 1996 г. Немската асоциация за газ и вода DVGW е разработила сборник с изисквания, озаглавен GAWANIS [27]. Главната цел на сборника е да подпомага водоснабдителните компании в разработването на цифров регистър на мрежата, който да е пригоден към специфичните им нужди, както и да подпомогне изграждането на хидравличния модел в зависимост от конкретния софтуер. В него се препоръчва стандартизирана структура на данните, обобщена както следва:

- Цялата разпределителна мрежа трябва да бъде разделена на обособени водопроводни участъци с идентични характеристики (материал, диаметър, пр.). Следва да се обособи нов участък, ако дадена характеристика по водопровода се промени. По същия начин е необходимо обособяване на нов водопроводен участък на всеки клон. В началото и края на всеки водопроводен участък се локализируют възли. Участъците могат автоматично да се разделят на границите по зоните и административните предели.
- Сградни отклонения от отделен клас обекти. Едно или няколко сградни отклонения могат да се свържат към водопроводен участък. Когато сградното отклонение е свързано с водопроводния участък, се определя точка на свързване. Сградното отклонение не се смята за клон и затова не разделя водопроводните участъци на две.

Сградните отклонения могат да се разделят на клонове и да снабдяват различни консуматори. На тях следва да се определи ново сградно отклонение.

- Локализирането на кранове и фитинги не изисква разделянето на водопровод на два водопроводни участъка. Все пак при необходимост водопроводът може да бъде разделен на два водопроводни участъка при крана (напр. при кранове на границата на зоната).
- Съоръженията обхващат всяко оборудване, което произвежда, пренася, съхранява и пречиства вода в рамките на системата, напр. каптажи, помпи, резервоари и пречиствателни съоръжения. Всяка мрежа следва да започва и да свършва с някакво съоръжение.

Фигура 5.3 илюстрира стандартизираната структура на данните.



Фигура 5.3 Стандартизирана структура на данните за разпределителните мрежи по [27]

Основните характеристики на елементите от мрежата, посочени по-горе, са описани в Таблица 5.3. Те могат да бъдат допълвани, за да отговорят на нуждите на всяка водоснабдителна компания. Към всеки елемент може да се добави описание, което да дава допълнителна информация.

Таблица 5.3 Елементи на мрежата и техните атрибути

Елемент	Задължителни характеристики	Допълнителни характеристики
Водопроводен участък	Идентификация, дължина, номинален диаметър, материал	Вътрешен/външен диаметър, дебелина на стената, дата на производство, година на полагане, производител, номинално налягане, грапавина, водоснабдителна зона, име на улица, пр.
Сградно отклонение	Идентификация, дължина, диаметър, материал	Дата на производство, производител, година на полагане и т. н.
Възел	Идентификация, x, y координати, кота h	Покритие на тръбата, свободен напор, налягане и пр.
Съоръжение	Идентификация, тип, вид, капацитет (m ³)	Статус, година на пуск в експлоатация, производител и пр.
Точка на свързване	Идентификация, тип	Година на свързване, производител, и пр.
Консуматор	Идентификация, адрес, идентификационен номер на водомера	Дата на инсталиране, състояние, дебит и пр.
Кранове	Идентификация, тип, номинален диаметър	Размери, дата на инсталиране, производител, функция, състояние, и пр.
Фитинги	Идентификация, тип, номинален диаметър	Размери, дата на инсталиране, производител, номинално налягане и пр.

5.4.4 Регистър на мрежата и течове

Регистърът на мрежата на база GIS-технология дава възможност на водоснабдителните компании да изготвят автоматично доклади, които групират течовете на базата на обслужвана зона, материал на тръбите, причина за аварията, големина на теча, вид на теча и дали се извършва или не ремонт. Такава информация помага за по-ефективно планиране на проекти за отстраняване на течове и подмяна на тръби. Графичното представяне на резултатите помага да се разкрият „горещи точки“ с течове, да се подредят по важност планираните ремонти, да се идентифицират проблемни материали и да се изпращат целенасочено екипи за отстраняване на течове [67].

5.4.5 Свързване на регистъра на мрежата с хидравличния модел

Хидравличните изчисления за водоснабдителните системи са неотменна част при анализ на възможностите на мрежата. До 1990 г поради ограничения от програмен характер и хардуер, повечето анализи на водоснабдителната система биваха опростени или недостатъчни.

Оттогава насам изчислителните възможности бележат огромно подобрение, като става възможно моделиране на огромни и детайлни мрежи с голяма сложност [19]. В конкретния случай с намаляване на загубите на вода, хидравличните модели на мрежата би могло да бъдат удобни инструменти за проектиране на DMA и PMA зони. Свързването на хидравличния модел с регистър на мрежата, базиран на GIS-технология, улеснява и ускорява многократно процеса на изграждане на модела. Обикновено има два подхода:

(а) Интерфейсна връзка

В този случай въвеждането и редактирането на данни се извършва единствено в регистъра на мрежата. Необходим е интерфейс, който да експортира данните в определения формат, изискван от хидравличния модел, обикновено файл от типа ASCII или файл от типа база данни. Използва се програмен продукт за моделиране, за да се симулират, визуализират и анализират резултатите.

Такова решение обикновено се нуждае от малко преработване за допълване на модела, защото някои елементи се обработват различно при отделните системи (напр. помпи или резервоари). Може да възникне нужда от съхраняване на повече допълнителни данни (напр. за картата – подложка).

(b) Интегриране на хидравличния модел

Интегрирането на хидравличния модел в регистъра на мрежата ускорява целия процес. Топологията на хидравличния модел се актуализира автоматично при всяка промяна в регистъра на мрежата, като така се намаляват възможни причини за грешки при обработката на данните. Допълнителна информация (напр. характеристики на помпите, консумация на всяко сградно отклонение, налягане, дебит и положение на крановете – отворен/затворен от системата SCADA) може да се почерпи директно от съответния елемент на модела. По същия начин резултатите от симулацията биват директно съхранявани, визуализирани и анализирани на тяхното място в регистъра на мрежата.

Такова интегрирано решение изисква повече усилия в началото, тъй като и двете системи трябва да бъдат хармонизирани една с друга. В крайна сметка, интегрираната система е по-ефективна, тъй като позволява по-чести изчисления, които осигуряват стабилна основа на плановете при взимане на решения [19].



Фигура 5.4 Свързване на хидравличния модел на мрежата с регистъра на мрежата

5.5 ХИДРАВЛИЧЕН МОДЕЛ НА МРЕЖАТА

5.5.1 Дефиниция и цели

Терминът „хидравличен модел на мрежата“ означава използването на математическо възпроизвеждане на реална водоснабдителна система. Хидравличните модели се използват за симулация на поведението на съществуващи или планирани системи при най-разнообразни условия, без прекъсване на водоснабдяването на абонатите. Те също предлагат ценен инструмент за повишаване ефективността на експлоатация и управление на разпределителните мрежи.

Предвид специфичните изисквания за ефективно управление на загубите на вода, хидравличните модели биха могли да бъдат използвани за успешно прилагане на следните мерки:

- Проверка капацитета на системата: анализ на налягане и дебит.
- Избор на граница на зони за обособяване на водомерни зони (DMA) и зони за управление на налягането (PMA).
- Специфични приложения, свързани с планиране управлението на налягането: оразмеряване на кранове и водомери, проверка на разхода за противопожарни нужди, откриване на нередности, свързани с налягането или качеството на водата.
- Анализирание уязвимостта на системата, сигурност на водоснабдяването и спешни мерки в случай на авария на водопровода.

5.6 БАЗА ОТ ДАННИ ЗА АВАРИЙНИ СЪБИТИЯ

5.6.1 Цели

Аварии се случват през целия експлоатационен период на една водоснабсителна мрежа. Аварията може да се дефинира като локална повреда, при която най-общо има теч. Практиката показва, че аварията са съсредоточени в началото (аварии от строително естество) и в края (умора на материала, корозия) на експлоатационния период на определен



Фигура 5.5 Силно дефектирала тръба

водопроводен участък, както е показано на U-образната крива на интензивност на аварията на *Фигура 5.6* [50].

Фиг. 5.9 Обичайно поведение на аварийността на тръбопроводите, според [43]



Фигура 5.6 Обичайно поведение на аварийността на тръбопроводите [50]

Кривата показва аварийността като функция на възрастта: първоначалните проблеми, породени от некачествени материали и монтажна работа, търпят спад още в началото на проекта. Следва дълъг период на стабилност с относително ниско ниво на аварии, когато те не са нито чести, нито сериозни и биват отстранявани на място. В края на кривата аварията нарастват бързо с амортизиране на системата. Когато появата на аварии наближи критични граници, това вече е предупреждение, че водоснабдителната компания трябва да се подготви за факта, че наближава време за рехабилитация, и че експлоатационният срок на водопровода изтича. Старият водопровод има нужда от навременна рехабилитация или подмяна [41].

Трудно е да се направи оценка на цялостното състояние на водоснабдителната компания, тъй като повечето елементи на системата са инсталирани под земята. Статистически анализ и методи за графична визуализация на базата от данни за аварията позволяват на водоснабдителната компания да идентифицира пространствени, времеви или специфични за материала натрупвания на аварии и комбинации от такива.

Такова знание е от голямо значение за систематично планиране на рехабилитационни мерки, избор на подходящи материали, провеждане на инспекции и рутинна поддръжка. Интерпретирането на данните за аварията подпомага процеса на планиране, що се отнася до избор на:

- Тръбен материал
- Защита от корозия
- Тръбни връзки
- Вид и производител на кранове и фитинги
- Извършване на строителни работи.

Аварията на тръбопровода и крановете са пряко свързани със загубите на вода и цената за отстраняването им. Лесно се изчислява интензивността на поява на аварии, свързани с избраните материали, използвани в разпределителната мрежа. Изчисление на интензивността на аварията на годишна основа е показател за действителното състояние на мрежата. Би могло временните колебания в интензивността на аварията да послужат за преценка на ефекта от предприетите мерки, като управление на налягането или рехабилитационни стратегии.

5.6.2 Събиране на данни за аварии

Всички аварии по разпределителната мрежа следва да се регистрират систематично посредством стандартизирани таблици за данни в хартиен или електронен формат. Аварии, причиняващи течове, се регистрират при всички положения. Аварии, които не са свързани с течове, също може да се регистрират, за да се добие по-широка представа за слабите места в мрежата. Квалифициран персонал на водоснабдителната компания трябва да въвежда

директно данните на място. Стандартизираните таблици за данни следва да имат общо наименование, с предвидено място за адрес или географско положение, дата, време и име на попълващия. Друга информация би трябвало да бъде групирана в тематични карета с подробности за (а) вид на повреденото съоръжение, (б) вид на аварията, (с) причина за аварията и (д) специфични за съоръжението данни [25].

(а) Вид на повреденото съоръжение

Категорията конкретизира тази част от мрежата, където е станала аварията. Прави се разграничение между преносна мрежа, разпределителна мрежа и сградни отклонения. Аварията се ситиуира по водопровода, връзките по водопровода, крановете (различните подвидове), хидрантите или фитингите.

(б) Вид на аварията

Видът на аварията би могъл да бъде разкъсвания, пукнатини, дупки, а също и неуплътнени връзки и дефектирали кранове. Тук трябва да се покаже, дали аварията е причинила теч.

(с) Причина за аварията

Следва да се направи опит за идентифициране и документиране на причината за възникналата авария. Например корозия, повреда на материала, авария от некачествени СМР, движение на почвата или вина на трети страни, например.

(д) Специфични за съоръжението данни

Нужно е да се съберат и някои специфични за съоръжението данни относно повредената част: Таблицата с данните следва да предвижда квадратчета, в които персоналят да отбелязва номинален диаметър, материал, вътрешна и външна антикорозионна защита и видът на съединението, използван във въпросната част. Добавя се – ако има налична – информация за датата на строителството и компанията изпълнител.

Препоръчва се цифрово заснемане с висока разделителна способност на регистрираната повреда и свързване на снимките с базата данни за аварията. Освен това би било полезно да се пази информация за цената на ремонта и избраните методи за отремонтване. [71]

5.6.3 Анализ на аварията

Съвременните инструменти за обработка на данните предлагат много възможности за статистически анализ и визуализация на данните за аварията. Един от вариантите е да се свърже информацията от базата данни за аварията с регистъра на мрежата. Това се прави чрез интерфейс за обмяна на данни между двете системи или чрез директно въвеждане на данните за аварията в регистъра на мрежата. Анализират се връзките между данните за водопровода и данните за аварията посредством широко достъпни инструменти, базирани на GIS технология. Това дава предимство и на двете информационни системи:

- Информация за базата данни за аварията обикновено се получава на място, където е лесно да се открият видими характеристики на водопровода. По този начин

съществуващите данни за регистъра на мрежата като диаметър, материал и външна защита от корозия се проверяват двукратно, коригират се и се допълват.

- Друга информация може лесно да се изведе от регистъра на мрежата, напр. дата на строителство и вътрешна защита от корозия.

Данните се анализират детайлно, например по отношение на материал, диаметър и период на строителство, като се комбинират всички налични данни. Аварии може да се анализират според местоположението им чрез определяне броя на повредите за водопроводен участък, улица или зона за управление на налягането [25]. Тази информация помага на водоснабдителните компании да намерят връзки между интензивността на аварията и натоварването от трафика, налягането на системата или характеристики на почвата. Правилното тълкуване на резултатите помага да се намери оптимална стратегия за експлоатация, обслужване и рехабилитиране на мрежата.

5.6.4 Връзка между интензивност на аварията и налягане на системата

Записаните данни за аварията следва винаги да бъдат свързвани с измереното налягане в момента на аварията, поради значителното влияние на преходните състояния на налягането (хидравличен удар), както и свръхналягането, върху появата на нови повреди и спуквания в мрежата. Много спуквания в мрежата се причиняват от липса на правилно управление на налягането, има многобройни изследвания, показващи как новите спуквания могат да бъдат драстично намалени чрез управление на налягането (вж. Глава 6.3). Това води до допълнителни икономии за водоснабдителната компания заради по-малкото проверки, ремонти, разходи за откриване на течове и увеличен експлоатационен срок. *Фигура 5.7* показва как управлението на налягането може да понижи повредите по мрежата и сградните отклонения [59].



Фигура 5.7 Влияние на управлението на налягането върху аварийността

5.7 ИНФОРМАЦИОННИ СИСТЕМИ ЗА ОБСЛУЖВАНЕ НА КЛИЕНТИТЕ (CIS)

5.7.1 Цели

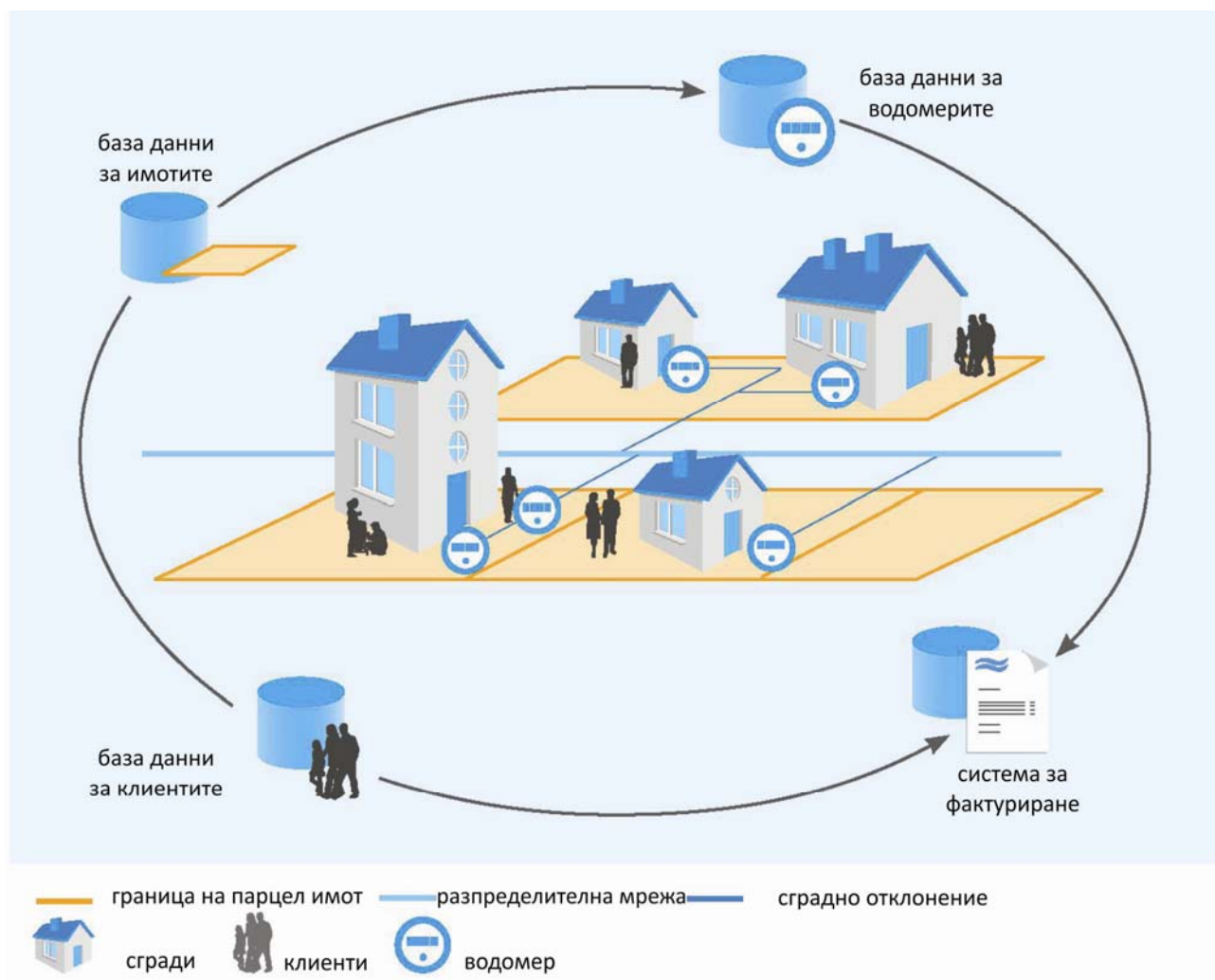
В днешно време всички водоснабдителни компании притежават електронни информационни системи за обслужване на клиентите (CIS), които обикновено се състоят от няколко подсистеми, като база данни за клиентите, водомерите и електронните системи за фактуриране. Тези системи играят ключова роля в управлението на приходите на водоснабдителна компания и по тази причина се администрат от счетоводния отдел. Счетоводната функция на информационната система води често до пренебрегване на значението и потенциала на системата за намаляване на водата неносеща приходи (ВНП) [43].

Практиката показва, че ВНП, дължаща се на нефактурирана законна консумация се генерира не толкова от липсата на водомери на сградните отклонения или неточности на водомера, колкото от слаби места в управлението и координацията на отчитането на водомерите и точността на клиентската база от данни [74]. Ето защо от жизненоважно значение за устойчиво управление на водоснабдяването е информационните клиентски системи да бъдат актуализирани непрекъснато и да има връзка между сметките на клиентите и субектите, напр. парцели, имоти, отклонения и водомери, както и географското им положение. Информационните системи за клиентите предлагат следните предимства за намаляване загубите на вода:

- Намаляване на търговските загуби и ВНП;
- Увеличаване ефективността на показанията на водомерите, поддръжката и подмяната;
- Подобряване качеството на изходните данни за изчисляване на водния баланс;
- Помагат за прецизно определяне на консумацията за хидравлично моделиране на мрежата;
- Планиране на DMA и PMA зони.

5.7.2 Компоненти на информационната система за обслужване на клиентите

Основните компоненти са следните: (a) база данни за клиентите, (b) база данни за имотите, (c) база данни за водомерите и (d) системата на фактуриране. В идеалния случай, тези четири компонента са взаимосвързани по между си и със системата GIS. Оперирането поотделно с тях води до излишна работа и увеличени търговски загуби на вода и следва да се избягва.



Фигура 5.8 Връзки между основните компоненти на Информационната система за обслужване на клиентите

По-долу се описва съдържанието и функциите на различните информационни системи:

(а) База данни за клиентите

Съдържа информация за всички клиенти на водоснабдителната компания, отделни лица или предприятия или обществени институции. Всеки клиент си има свой уникален идентификационен номер, който го свързва с имота и базата данни за водомерите и системата за фактуриране. Базата данни за клиента съдържа следната информация:

- име, номер на сметка /партида/ и адрес (разположението може да се свърже с GIS системата);
- номер на водомера;
- притежател на имота.

(b) Данни за парцели и имоти

Съдържа данни за всеки парцел, свързан с мрежата на компанията. Формира базата за търговски и инженерни операции, като определяне на тарифата, фактуриране и анализ на консумацията. Идентификационният номер свързва имота с базата данни за клиента и водомера и системата за фактуриране. Базата данни осигурява следната информация:

- Място на имота (свързано със системата GIS);
- Вид на строителството (жилищно, търговско, административно, индустриално);
- Собственик на имота;
- Сградното отклонение до всеки имот.

(c) База данни за водомерите

Включва цялата необходима информация за водомерите на водоснабдителната компания. За всеки водомер се записва идентификационен номер на водомера, сериен номер, размер, тип, възраст, място и начин на отчитане (ръчно/автоматично). Базата данни за водомерите:

- събира изходни данни от всички ръчни или автоматични показания на водомерите;
- проверява точността на показанията (много висока/ниска /отрицателна консумация)
- отрицателна консумация;
- записва състоянието на водомера (манипулиран, течаш, повреден или недостъпен);
- подаване на приемливи показания от водомерите към системата за фактуриране;
- създава маршрути за снемане на показанията (и карти, ако е на основата на GIS-система);
- чертае графици за поддръжка на водомерите за отдел експлоатация и техническо обслужване.

(d) Система за фактуриране

Осигурява точно фактуриране на всички клиенти за действителното консумирано количество вода. Системата се използва за поддържане на високо ниво на фактуриране на клиентите – с водомери, без водомери или незаконно свързани – с цел намаляване на нефактурираната законна консумация. Освен това системата за фактуриране подпомага намаляването на търговски загуби като увеличава свързаността на данните. Системата:

- събира и оформя всички приемливи показания на водомерите;
- преценява консумацията на водомери, на които показанията не се четат;
- изчислява консумацията на всеки водомер;
- изчислява дължимите суми според съответната тарифна структура;
- консолидира текущите суми на клиента с предишните отчети;

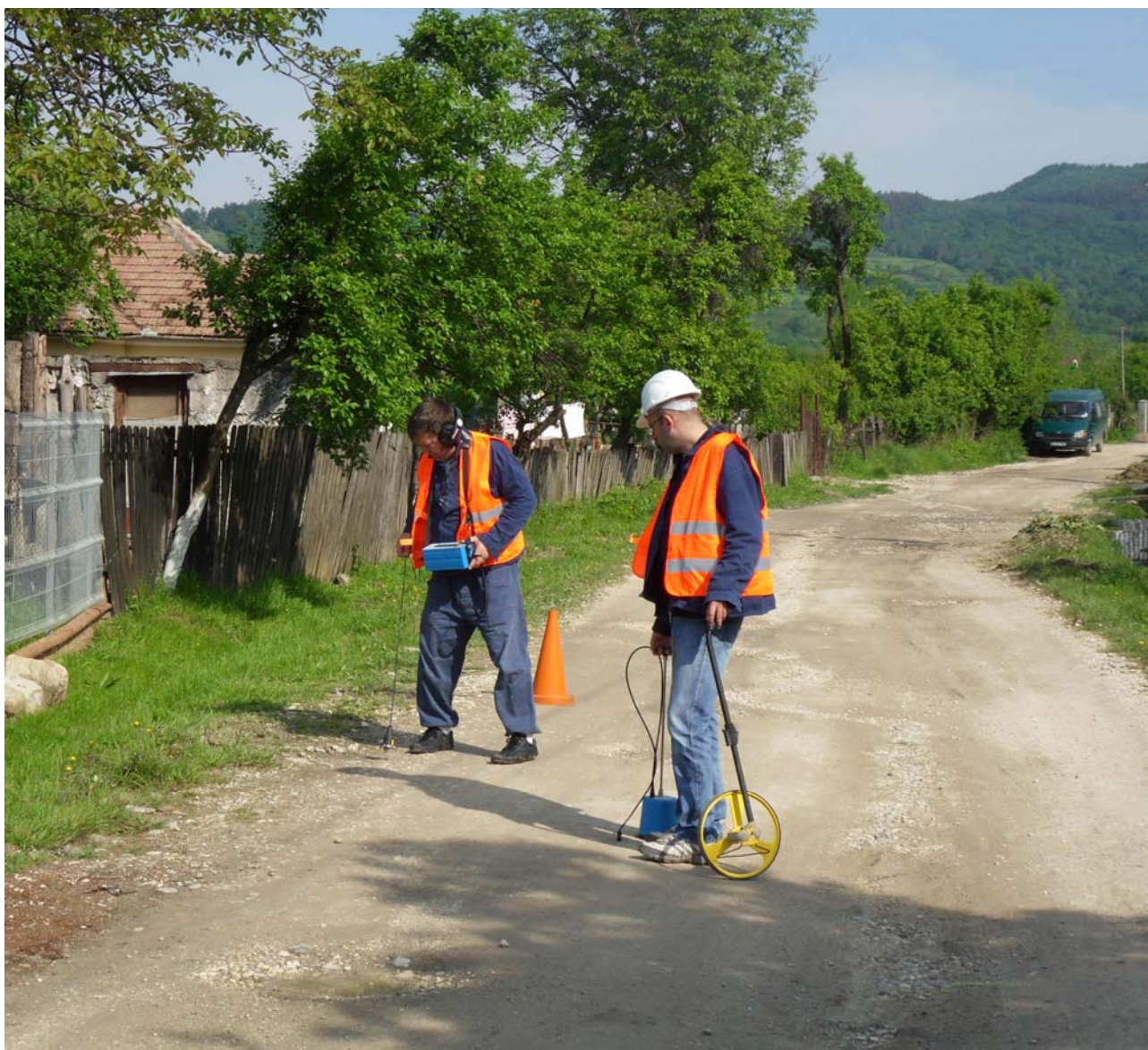
- оформя сметките на клиентите;
- идентифицира дълговете и оформя напомнящи писма за длъжниците;
- отчита всички постъпващи плащания [83].

Точността на данните лежи в основата на всичките посочени информационни системи. Много често липсват достатъчно данни, или те са съмнителни или въобще няма данни или данните от различните източници са непоследователни и не съвпадат. В този случай се полагат големи усилия за проверка на данните.

5.7.3 Мениджърска информационна система

Опитът на няколко ВиК оператора в България, за които се разработиха така наречените „Планове за подобрене на финансовото и експлоатационно представяне” (FOPIP) от европейските банки (EBRD, EIB), показва, че е удачно да се въведе и за останалите ВиК информационна система за управление, дадена в Приложение 1.

6. МЕТОДИ И ИНСТРУМЕНТИ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА РЕАЛНИТЕ ЗАГУБИ НА ВОДА



6.1 Предприемане на мерки срещу реалните загуби на вода

6.1.1 Планиране на технически мероприятия

Състоянието на разпределителните мрежи се влошава непрекъснато при липса на адекватно обслужване и мерки за рехабилитация. В същата степен нарастват устойчиво и реалните загуби на вода при липса на адекватна стратегия за извършване на технически мероприятия от страна на водоснабдителната компания. Когато водоснабдителните компании планират провеждането на такива мероприятия за борба с реалните загуби на вода, обикновено използват един от следните подходи: (а) стратегия за противодействие при възникване на аварии, (б) стратегия за изпреварване на събитията и (с) стратегия за постоянен контрол [26] [32].

(а) Обслужване при възникване на събитие: стратегия за противодействие при възникване на аварии (пасивен контрол на течовете)

Предприема се действие единствено за отстраняване на вече възникнали аварии. Обикновено клиентите или персоналят на водоснабдителната компания съобщават за видими спуквания на водопровода или за спад на налягането вследствие на теч с голям дебит. Стратегията за противодействие при възникване на аварии се среща предимно при водоснабдителни компании без адекватно управление на загубите на вода. Цялостните загуби обикновено са високи, понеже не се полагат усилия за локализиране и отстраняване на скрити течове и намаляване броя на малките неоткриваеми течове. Обслужването само при възникване на събитие затруднява устойчивото управление на загубите на вода.

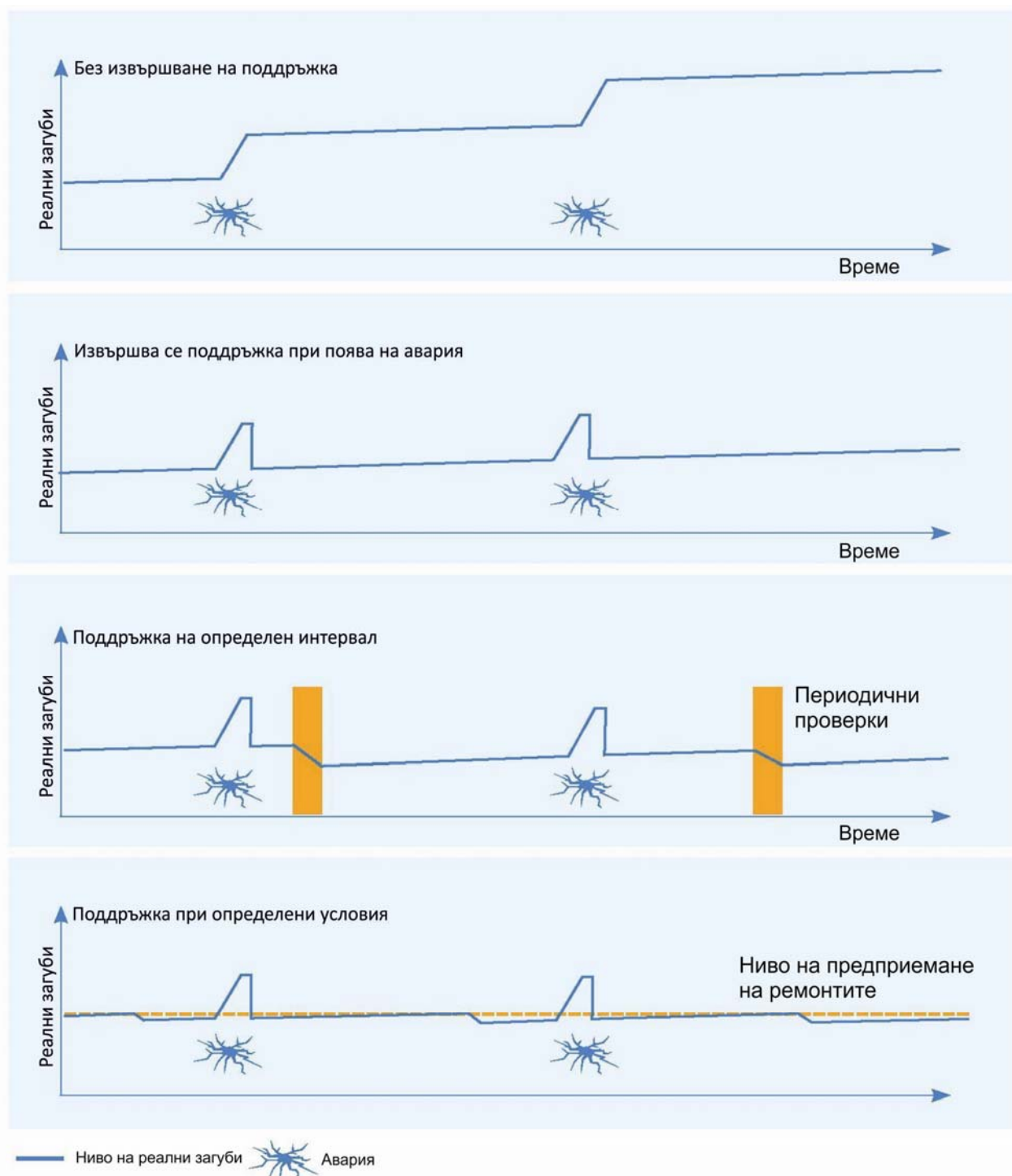
(б) Обслужване през интервал от време: стратегия за изпреварване на събитията (проактивен контрол на течовете)

Проверки и обслужване се извършват на определени периоди от време. Инспектиране на къси интервали се изисква при високи нива на теч. При по-ниска аварийност и нива на теч се допускат по-големи интервали. Стратегията на изпреварване на събитията е трудоемка, защото се инспектират всички части на мрежата, независимо от действителното им състояние.

(с) Обслужване според състоянието: стратегия на постоянен контрол (проактивен контрол на течовете)

Състоянието на мрежата и действителното ниво на течовете се наблюдават непрекъснато чрез редовни проверки и постоянни измервания на дебита. Предприема се действие веднага щом нивото на течове надвиши зададената критична стойност или предвиденото в икономическа стратегия за извършване на мероприятия на базата на натрупаните реални загуби от предишното мероприятие. Редовните проверки по тази причина може да бъдат извършвани на по-големи интервали от време. Стратегията за постоянен контрол е в най-голяма степен целево ориентиран и ефективен метод за технически мероприятия по намаляване на загубите на вода.

Фигура 6.1 илюстрира графично въздействието на тези стратегии върху динамиката на реалните загуби на вода.



Фигура 6.1 Сравнение между различните стратегии за борба с реалните загуби

Освен това съществува връзка между насрочването на мерки за предотвратяване загубите на вода и избора на подходящи методи от страна на водоснабдителната компания. Така например обслужването според състоянието е изпълнимо единствено, ако

разпределителната мрежа е разделена на обособени сектори (DMA зони), където постоянно се измерват и анализират дебита на входа и изхода на всяка зона.

6.1.2 Избор на подходящи методи за технически мероприятия

Както се казва в Глава 3.3, има много и различни фактори, които влияят върху броя, появата и интензивността на реалните загуби при разпределителните мрежи. Преди да се спре на даден метод, водоснабдителната компания трябва да е наясно кои фактори причиняват реалните загуби в нейната система. Най-ефективният и икономически приемлив инструмент за намаляване на загубите на вода, в зависимост от местните условия, би се състоял от един или комбинация от няколко различни метода [74].

Работната група по загубите на вода към IWA е определила следните четири основни метода за борба с реалните загуби на вода: управление на налягането, активен контрол на течовете, бързина и качество на ремонтните дейности и управление на инфраструктурата [69]. Освен това за метод и предварително условие може да се счита обособяването на водомерни зони /DMA зони/ във водоразпределителната мрежа, тъй като това е много важно условие за постоянното наблюдение на нивото на течове и е нужно за прилагане на схеми на управление на налягането. Тези пет основни метода са описани в следващите глави, като в Глава 6.3 се отделя специално внимание върху управлението на налягането.

6.2 Зони за измерване на водопотреблението (DMA ЗОНИ)

6.2.1 Определение и предназначение на водомерните зони

Зона за измерване на водопотреблението (DMA зона) представлява обособена зона в разпределителната мрежа. Обикновено се създава, като се затварят гранични кранове, така че да остане гъвкава към промени в потреблението. Подадената и консумираната вода от водомерната зона се измерват и се извършват периодични анализи на дебита с цел наблюдение на нивото на течове [62]. Водомерните зони се разделят на три вида: зона с едностранно захранване, с двустранно захранване и приходяща зона, както се вижда от *Фигура 6.2*:



Фигура 6.2 Типичен план на водомерна зона според [32]

Основна и най-важна предпоставка за разделянето на една мрежа е да се създаде постоянна система за контрол на течовете, като се раздели на различни сектори, така наречените DMA зони. Така във всеки сектор могат да бъдат измерени водните количества и дейността за откриване на теч може да бъде насочена към частта от мрежата с най-голямо изтичане. След като се постигне приемливото ниво на течовете, потокът в областта се наблюдава, за да бъдат идентифицирани своевременно новите течове.

Обособяването на определен брой водомерни зони при големи разпределителни мрежи има това предимство, че новите, скрити течове се локализируют по-бързо (по-малко време за установяването на теч) и много по-точно (по-малко време за локализирането му). Водоснабдителните компании могат веднага да забележат внезапни, изключително големи течове в дадена зона, ако постъпващите и консумираните количества във водомерната зона се наблюдават регулярно (вж. Глава 6.4.2). В резултат на това се намалява времето за установяване, локализиране и отстраняване на нови течове. Освен това е възможно изчисление на нивото на течове при различните зони, като вследствие на определянето му, дейностите по откриване на течове и отстраняването им могат да бъдат ефективно насочвани към проблемните зони [21].

Освен тези предимства водомерните зони могат да бъдат доразвити в зони за управление на налягането (PMA зони) с инсталиране на редуцирвентили на входа на зоните. Управлението

на налягането намалява дебита на неоткритите течове и намалява броя на новите спуквания по водопровода (вж. Глава 6.3). В обобщение може да се каже следното:

Водомерната зона е обособена зона, където се измерва постъпилите и консумираните количества, но без активно управление на налягането.

Зоната за управление на налягането е обособена зона с активно управление на налягането, където постъпилите и консумираните количества вода обикновено се измерват.

Създаването на водомерна зона може да се счита за първа стъпка към премахване на режим на водата: Водомерните зони улесняват намирането и отстраняването на по-големите течове и това може да намали времето на прекъсване на водоподаването. Друга полза от водомерните зони е възможността да се правят на място оценки за количеството ВВП (вода неносеща приходи), като се сравни постъпилото нетно количество вода във водомерната зона с фактурираната консумация на клиентите за същия период [21].

6.2.2 Проектиране на водомерна зона

Проектирането на водомерни зони изисква задълбочено познаване на водоснабдителната система. Задължително е да има завършен актуализиран регистър на мрежата и топографска информация. При проектиране на водомерна зона следва да се съобразяваме със следните общи правила [62].

- Водомерните зони не трябва да включват главни водопроводи и резервоари за съхранение;
- Всяка водомерна зона следва да се захранва от една-единствена измервателна и захранваща точка (ако е възможно);
- Границите на водомерните зони се създават, като се затварят граничните кранове;
- Разликите във височината на котите в зоната трябва да бъде минимална;
- Трябва да се оценят видовете консуматори (битови, промишлени, търговски или с неотложни нужди като болници) и съответните им нужди;
- Да се зачитат нормативните изисквания за минимално налягане, релефни ограничения, етажност и противопожарните изисквания;
- Затварянето на крановете за обособяване на водомерни зони увеличава броя на глухите краища (тупици) на водопровода;
- Управлението на налягането играе ключова роля в управлението на течовете и е добре където има възможност да бъде включено в процеса на пренареждане на системата, когато се проектират водомерни зони;
- Лесно определяне на границата на сектора;
- Правилно подбиране на водомерите и тяхното монтиране;

- Физическо разделяне на отделните зони една от друга;
- Лесно обслужване и поддържане на шахтите;
- Ограничаване на броя на разходомерите.

Водоснабдителните компании трябва да отчитат факторите от хидравлично, практическо и икономическо естество, когато планират да разделят водоснабдителната мрежа на обособени водомерни зони. По отношение на размера на водомерните зони, разходите за създаване и поддръжка на по-малките зони са като цяло по-високи, защото са необходими повече кранове и водомери. Предимството при тях е, че новите течове се откриват по-лесно.

В своите инструкции за водомерни зони IWA препоръчва зоните в урбанизираните райони да имат между 500 и 3,000 сградни отклонения [62]. Според немската техническа асоциация за газ и вода (DVGW), общата дължина на водомерните зони в разпределителната мрежа трябва да е в порядъка от 4 km до максимум 30 km, според желаната степен на контролиране на загубите на вода [26]. Обособяването на водомерни зони е също приложимо и полезно в разпределителните мрежи с режим на водата, въпреки че нивото на теч се установява по-трудно, ако клиентите се запасяват с вода.

6.2.3 Изграждане на водомерни зони

След като бъдат определени границите на зоната трябва да се направи обследване на терена и съществуващите гранични кранове трябва да бъдат затворени и изпитани за водоплътност. Крановете е важно да се изпитат, защото един пропускащ вода кран би повлиял точността на оценката за течовете не само в съответната водомерна зона, но и в съседните зони. Дефектиралите кранове се подменят. На границите, където няма кранове, се инсталират нови такива [15].

Предвижда се и се монтира подходящ разходомер на входа на зоната.

След като всички кранове бъдат затворени и изпитани, следва да се проведе така нареченият нулев тест за налягане (за предпочитане в часовете на ниска консумация и след информиране на клиентите) с цел да се потвърди, че водомерната зона е напълно изолирана. Необходимо е да се инсталира определен брой манометри в цялата зона.

6.2.4 Експлоатация и управление

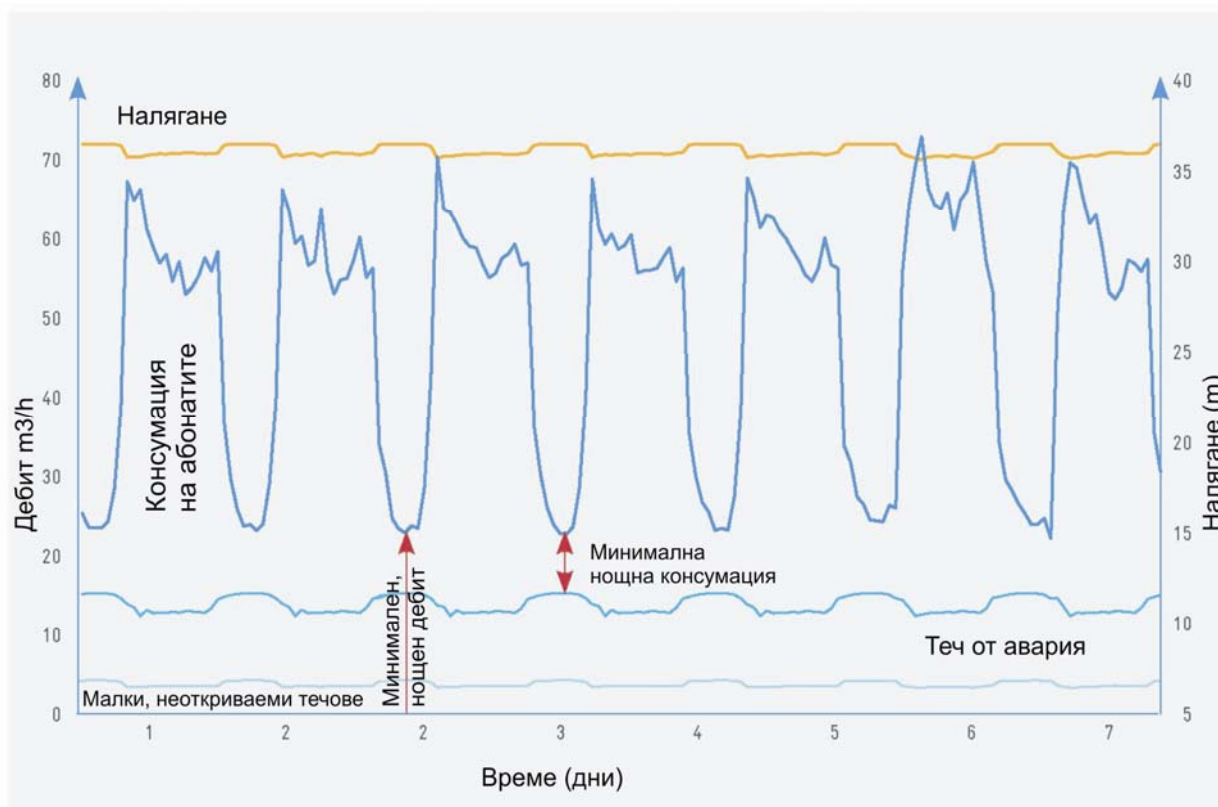
Извършване на контрол на течовете чрез изграждане на зони за измерване на водопотреблението (DMA) обикновено изисква ефективен краткосрочен и дългосрочен план за финансиране. В краткосрочен план е необходимо пълно разбиране на конфигурацията на мрежата, тоест планиране и прилагане на мерки, необходими за управлението на DMA. В дългосрочен план е необходимо да се запази работата на системата за анализа на данни. При правилно проектиране и изпълнение, водомерните зони са сред най-ефективните мерки за намаляване на загубите на вода.

Установяване на нивото на течове

Нивото на теч във водомерните зони се изчислява като разлика между общо постъпилите количества вода и консумацията на клиентите за един и същ период от време. Постъпилото количество може да се измерва директно след монтажа на разходомери на входните и изходните точки на водомерната зона. Измерванията на параметрите на водния поток се прехвърлят в реално време към контролната зала на водоснабдителната компания посредством системи SCADA. Показанията на разходомерите могат да бъдат снемани ежедневно или седмично чрез GSM мрежата или ръчно, тъй като повечето нови течове се появяват бавно и в началото имат нисък дебит. [21] Най-често срещаният метод за установяване нивото на теч във водомерните зони е анализ на периода на минимална нощна консумация (MNF), който обикновено е между 2 и 4 часа сутринта за градските райони.

Завършване на недовършената работа с неоткритите течове

След обособяване на нова водомерна зона следва да се предприеме мащабно търсене и отстраняване на течове с цел определяне и завършване на недовършената работа по отношение на явни или скрити течове в зоната. В резултат постъпващото в зоната количество трябва да представлява консумацията на потребителите и неоткриваемите малки течове. Получената графика на дебита посочва контролна стойност за определяне на целевите нива на теч. На *Фигура 6.3* е показана взаимовръзката между налягането и компонентите на теча [62].



Фигура 6.3 Взаимовръзка между дебита, налягането и компонентите на теча

Изпълнение и придържане към рутинни операции

Основната информация за всяка водомерна зона се записва и се нанася в картите на мрежата. Тази информация следва постоянно да се актуализира. Важно е да се проверява редовно дали всички кранове по границите са маркирани, затворени и не пропускат вода – за целите на обслужване на зоните. Необходимо е да се водят записки за промиване на водопровода или за отваряне на граничните кранове по границата по експлоатационни причини, а на ръководния персонал следва да се съобщава да не включва получените количества в анализа на теча. Разходомерите следва да се поддържат в изправност с цел високо ниво на точност на данните. Необходимо е да се следят оплакванията на клиентите за ниско налягане, спиране на водата и проблеми с качеството на водата, за да се открият възможните недостатъци на водомерната зона.

Проверка на възможностите за управление на налягането

Течовете във водомерните зони се състоят от откриваеми аварии на водопровода (дебит над 250 l/h при 50 m налягане) и малки неоткриваеми течове (просмукваща се или капеща вода от протекли съединения, кранове и фитинги). Малките течове не могат да бъдат засечени по акустичен метод за намиране на течове. Препоръчително е да се прецени дали управление на налягането би било икономически приемлив вариант за последващо намаляване на нивото на теч, особено ако загубите от малки неоткриваеми течове са значителни.

Създаването на DMA зони (зонирането) е един много добър метод за активен контрол на течовете. Зоните, веднъж изградени, дават нужната информация за бързо откриване на скритите течове и аварии още в момента на възникването им. Чрез точни измервания и анализ на графиките за нощния дебит и нощното потребление, лесно се идентифицират аварията в мрежата и се определя дебита им.

Разделянето на сектори (DMA зони) на една голяма мрежа е деликатна операция, която ако не е прецизно изпълнена, може да доведе до проблеми с доставянето на вода до потребителите. Въпреки това ако този процес се извърши правилно, дори най-големите и най-сложни мрежи могат да бъдат успешно управлявани.

6.3 УПРАВЛЕНИЕ НА НАЛЯГАНЕТО



Фигура 6. 4 Регулатор на налягане

6.3.1 Дефиниция и цел на управление на налягането

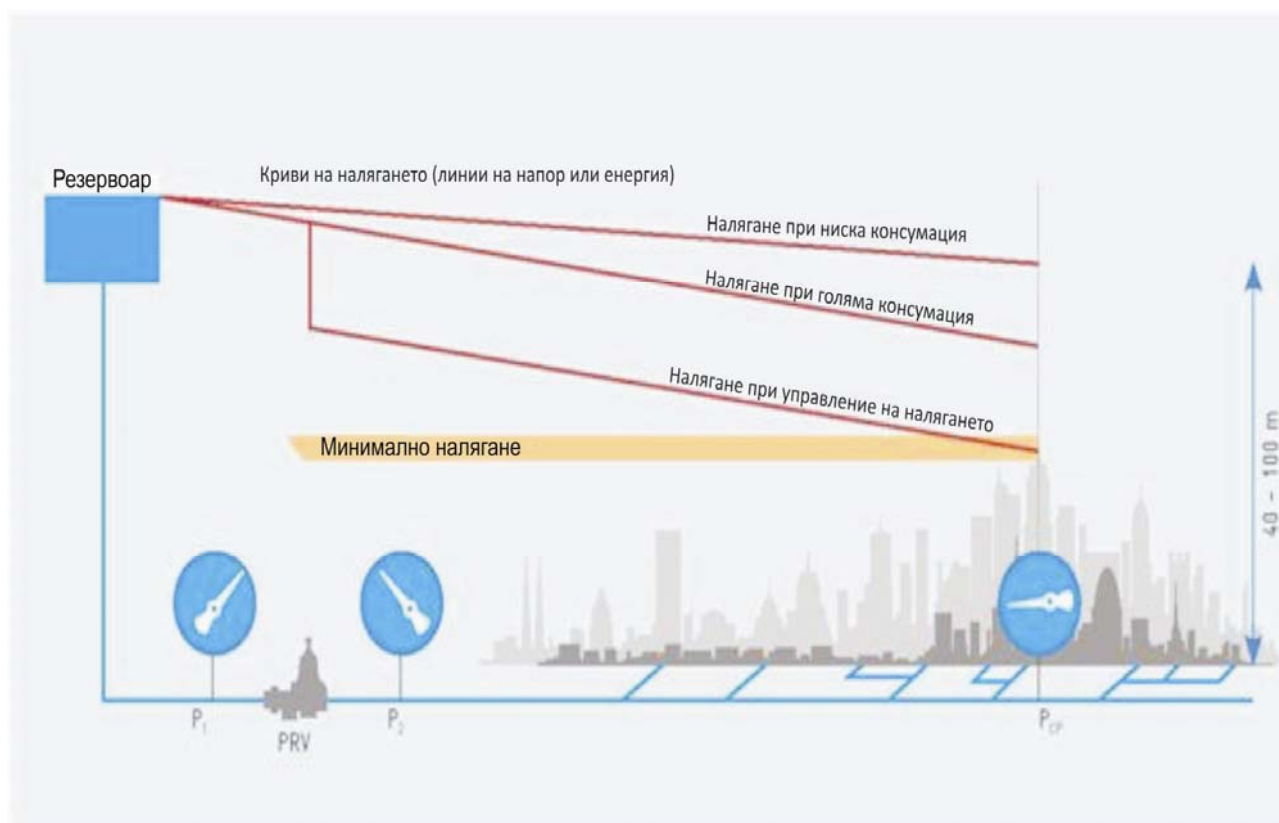
Както вече бе подробно разяснено в настоящите технически инструкции, твърде високото налягане може да увеличи риска от нови повреди по мрежата. Връзката налягане-теч показва, че високото налягане причинява значителни загуби на вода. И обратно, намаляване на налягането на водата в мрежата води до намаляване на течовете.

Управлението на налягането включва регулиране и контрол на водното налягане във водоснабдителната мрежа в рамките на едно оптимално ниво. Изграждането на система за управление на налягането би било доходоносно не само при съществуващите разпределителни мрежи, но и при планираните нови мрежи.

При регулиране на налягането е необходимо винаги да се гарантира минималното според изискванията налягане в критичната точка на водоснабдителната мрежа. Трябва да се отбележи, че мястото на критичната точка в рамките на мрежата може да се променя в зависимост от колебанията в консумацията или поради промяна в устройството на системата. Самата водоснабдителната компания, властите във водния сектор или местните закони определят минималното работно налягане (в атм.) [9]. Освен това винаги трябва да се избягва отрицателно налягане, например по време на максимална консумация или при разход за противопожарни нужди.

Минималното налягане на водоподаването зависи от етажността на сградите, местното законодателство и изискванията на клиентите. Според действащите в България Наредба № 2 от 2005г. за проектиране, изграждане и експлоатация на водоснабдителните системи (ДВ бр. 34 от 2005г.) – публикувана в БСА бр. 6 от 2005г.; минималният допустим напор е 1.2 atm, а максималният - 6 atm.

Следващата точка разяснява принципите, залегнали в идеята за управление на налягането. На *Фигура 6.5* е показана схема на стандартна зона за управление на налягането (РМА) с един вход и един регулатор на налягането (PRV). На схемата P1 е налягането преди редуцирвентила, а P2 – след редуцирвентила, а PCP е налягането в критичната точка, а именно, точката с най-ниско налягане в РМА зоната. Критичната точка може да се намира навсякъде в РМА зоната и това зависи от релефа на зоната, диаметрите на водопровода и динамиката на консумацията в мрежата.



Фигура 6.5 Схематично представяне на налягането в разпределителната мрежа

Червените линии на *Фигура 6.5* представят разпределението на налягането в мрежата от входа (P1) до критичната точка (PCP). Загубата на напор във водопровода намалява налягането в P1 и критичната точка. При липса на управление на налягането, налягането в критичната точка варира през целия ден: висока консумация през деня причинява високи загуби на напор, докато скоростта на потока и съответно загубите на напор бележат минимум през нощта. Управлението на налягането, обаче, може да намали налягането в

критичната точка до минимално допустимото налягане и да го поддържа постоянно денем посредством стратегии за модулиране на налягането.

Казано по-просто управлението на налягането не само намалява колебанията на налягането, но и премахва ненужно високото налягане в мрежата и така намалява дебита и съответно реалните загубите на вода.

За целта се използват различни технически решения, описани в настоящата глава. Постигането на целите, обаче, не е лесна задача, тъй като се включват различни етапи и анализ на данни преди проектиране на схема за намаляване на налягането. Всяка РМА зона е различна и има свои специфични характеристики. Затова всеки проект за изграждане на РМА зона трябва да бъде съобразен с конкретните условия. Следващата точка обяснява различните концепции за управление на налягането.

Също така трябва да се спомене, че редуцирвентилите не са единственото средство за управление на налягането. Използват се и помпи с регулиране на скоростта за управление на налягането там, където помпата захранва директно разпределителната мрежа.

Глава 6.3.2 въвежда различни концепции за контролиране (модулация) на системите за управление на налягането. Глава 6.3.3 разглежда различните видове редуцирвентили /PRVs/ и Глава 6.3.4 разяснява различните видове зони за управление на налягането. Глава 6.3.5 представя поетапен подход към планиране и проектиране на система за управление на налягането. *Фигура 6.6* обобщава съществуващите различни концепции и компоненти за управление на налягането.



Фигура 6.6 Класификация на различните концепции и компоненти за управление на налягането

6.3.2 Концепции за модулиране на налягането

Терминът „модулация“ се отнася за методите на регулиране на редуцирвентилите /PRV/ в система за управление на налягането. Концепциите за модулиране може да се разделят

според типа на модулацията (предполагащ различни режими на контролиране на регулаторите) и мястото на модулацията (което определя дали налягането се регулира веднага след редуцирвентила или в някаква локална точка от разпределителната мрежа). И двата типа концепции се разясняват в следващите глави. Глава 6.3.5 разяснява как тези елементи могат да бъдат комбинирани за създаване на разработки, които са адаптирани към различните локални условия и изисквания. Нека отбележим, че всички типове модулация са гъвкави и могат да бъдат приспособявани или усъвършенствани просто с промяна на настройките на програмируемия логически контролер (PLC) на редуцирвентила /PRV/.

(а) Място на модулацията

Модулация на налягането в локална точка – Този метод е най-простият начин за намаляване на налягането. Изразява се в модулиране на налягането на входа на PMA зоната след монтаж на PRV вентил с цел установяване на постоянна и предварително зададена стойност.

Тази техника често се съчетава с времева модулация (т.е. според времето от денонощието), разяснена в точка (b).

Модулация на налягането в критична точка – при модулацията в критична точка (нарича се още „дистанционна модулация на възел“), датчик за налягането в критичната точка следи постоянно налягането PCP и предава информацията на регулатора на налягане PRV на входа на PMA зоната.

(b) Типове модулация

Модулация с фиксирано изходящо налягане – Регулатор за фиксиране на налягането (PRV) определя стойността на изходящото налягане P2 според желаната стойност.

Времева модулация на налягането — Позволява задаване на по-високо налягане P2 след регулатора през деня и по-ниско налягане нощем, когато консумацията спада.

Модулация на налягането спрямо дебита – изисква се монтиране на разходомер на входа на PMA зоната, който постоянно да следи количеството, постъпващо в зоната. Контролерът на PRV регулатора сравнява измерения дебит със специфичното отношение дебит/ загуба на налягане в PMA зоната, което трябва да бъде предварително определено от компанията, и съобразно него се задейства отвора на PRV регулатора.

6.3.3 Видове регулатори на налягане /вентили за регулиране на налягането/ (PRVs)

Най-често срещаните на пазара регулатори са диафрагмените вентили /diaphragm valves/ (точка „a“) и буталните / плунжерните вентили /plunger valves/ (точка „b“). Тази точка обяснява функционирането на различните типове вентили и илюстрира най-важните им характеристики.

(a) Диафрагмени вентили

Диафрагмените вентили, още наричани мембранни вентили, общо взето се състоят от хидравлично управляван основен вентил и управляваща верига. Съществуват различни разновидности на диафрагмените вентили като сачмен вентил, У-образни вентили или директно затварящи се вентили, различаващи се по форма, характеристики на дебита и задействащия механизъм.

(b) Плунжерни вентили

Плунжерните вентили, още познати като бутални вентили или иглени вентили, са също така подходящи за намаляване и контролиране на налягането и дебита по безопасен и надежден начин. За разлика от диафрагмените вентили, които се задействат хидравлично, плунжерните вентили изискват външен задействащ механизъм, който се пуска ръчно, пневматично или електрически.

6.3.4 Видове зони за управление на налягането

Зоните за управление на налягането (РМА зони) можем да класифицираме в три категории в зависимост от местните условия, както и от възможностите за захранването им. Освен това може да различим микро и макро РМА зони в зависимост от дължината на мрежата и броя на сградните връзки в РМА зоната.

(a) РМА зона с едностранно захранване

Входна тръба захранва зоната с вода – чрез отклонение от главен водопровод, или чрез гравитачно захранван водопровод от резервоар.

(b) РМА зони с многостранно захранване

За регулираща система с многостранно захранване на РМА зоната се изискват по-сложни изчисления с цел гарантиране на постоянно налягане в критичната точка.

(c) Динамични зони за управление на налягането

Динамичните РМА зони са най-усъвършенстваният вид технология за управление на налягането: биват променяни както мястото на критичната точка, така и границата и броя на местата на водоподаването в РМА зоната, за да се регулира оптимално системата и да посрещне действителните нужди на консуматорите.

(d) Микро и макро РМА зони

Може също да разграничим макро и микро зони за управление на налягането: Микро РМА зоната обикновено се състои от самостоятелна разпределителна зона, където налягането се регулира от една или няколко входни точки на захранване. Макро РМА зоната се състои от PRV регулатор на преносен водопровод, захранващ няколко разпределителни мрежи или микро РМА зони.

6.3.5 Планиране и проектиране



Фигура 6.7

Тази точка представя различни варианти на приложение на схеми за управление на налягането, разяснява обичайните етапи за реализация на проекта и посочва как се извършва монтажа на плунжерни и диафрагмени вентили. Възможно е комбиниране на различните принципи за модулиране, посочено в Глава 6.4.2, с различни типове вентили и проекти на зони за управление на налягането (напр. модулация на налягането в локална точка + фиксирано изходящо налягане + диафрагмен вентил + РМА зона с едностранно захранване). Това би довело до над 12 различни възможни варианта на приложение. На практика, обаче, се прилагат следните седем стандартни варианта.

(а) Стандартни варианти на приложение

Посочените тук варианти дават указание за намиране на най-подходящо решение при различните варианти на границите. Варианти 1-5 са за РМА зони с едностранно захранване, а Варианти 6 и 7 – за РМА зони с многостранно водоподаване.

- **Вариант 1:** Модулиране в локална точка, с диафрагмен вентил и фиксирано изходящо налягане.

Това е най-елементарното решение за управление на налягането и е подходящо за места без електрозахранване (отдалечени места) или за места с често прекъсване на тока. Монтажът на диафрагмени вентили с фиксирано изходящо налягане е относително евтин вариант и се изплаща бързо. Тази концепция се препоръчва за зони с малко или ненадеждни данни за мрежата, консуматорите и компонентите на водния баланс. Вариант 1 може да се използва като първи етап при създаването на РМА зона. Така приложен, е необходимо постоянно да се извършва наблюдение на налягането и дебита с цел по-добро разбиране на хидравличната работа на мрежата. Този метод предполага да се направи бъдещо планиране за доизграждане на системата с по-добри решения водещи към по-добри резултати.

- **Вариант 2:** Модулиране в локална точка, с диафрагмен вентил с модулиране според времето от денонощието или дебита.

Този вариант комбинира модулиране в локална точка с модулиране според времето от денонощието или дебита. Напр., налягането се намаля през нощта или според предварително определено съотношение налягане/дебит. Този втори вариант е подходящ за зони, за които липсва информация и достоверни данни. Препоръчително е измерване на входното налягане P1 и дебита за период от най-малко три предходни месеца преди изпълнението на проекта. Нужно е електрозахранване (батерия за PRV контролера), но системата работи също и при прекъсващ или несигурен източник на захранване. Разликата в налягането между P1 и P2 не бива да бъде твърде голяма, за да се избегнат проблеми с образуване на кавитация. Контролът върху налягането е все още елементарен, но вече с по-добри резултати от вариант 1.

- **Вариант 3:** Модулиране в локална точка, с плунжерен вентил и модулиране според времето от денонощието и дебита.

Решението е идентично с вариант 2, но се използва плунжерен вентил. Плунжерните вентили изискват външно захранване, но позволяват по-голям диаметър на входящата тръба и по-голяма разлика в налягането. Основното предимство на този вариант са по-ниските разходи за поддръжка.

- **Вариант 4:** Модулиране в критична точка, с диафрагмен вентил с модулиране според времето от денонощието и дебита.

Този вариант изисква комуникиране между датчик за налягане, инсталиран в критичната точка на DMA зоната и PRV вентила. Най-изгодно е да се работи с местна мобилна GSM мрежа.

- **Вариант 5:** Модулиране в критичната точка, с плунжерен вентил с модулиране според времето от денонощието или дебита.

Този вариант изисква връзка между датчик за налягане, инсталиран в критичната точка на РМА зоната и PRV вентила. Най-изгодно е да се работи с местна мобилна GSM мрежа. Модулирането в критична точка предлага по-добри възможности за оптимизиране, ето защо въпросните системи ще бъдат икономически изгодни при мрежи с относително ниски загуби на вода. Препоръчва се изготвяне на хидравличен модел на системата, тъй като той би

позволил оптимално управление на мрежата. При този случай данните за устройство на мрежата, входното налягане и измерванията на дебита са необходими за правилното ѝ оразмеряване. Задължително е непрекъснатото и стабилно електрозахранване както в критичната точка, така и за PRV вентила.

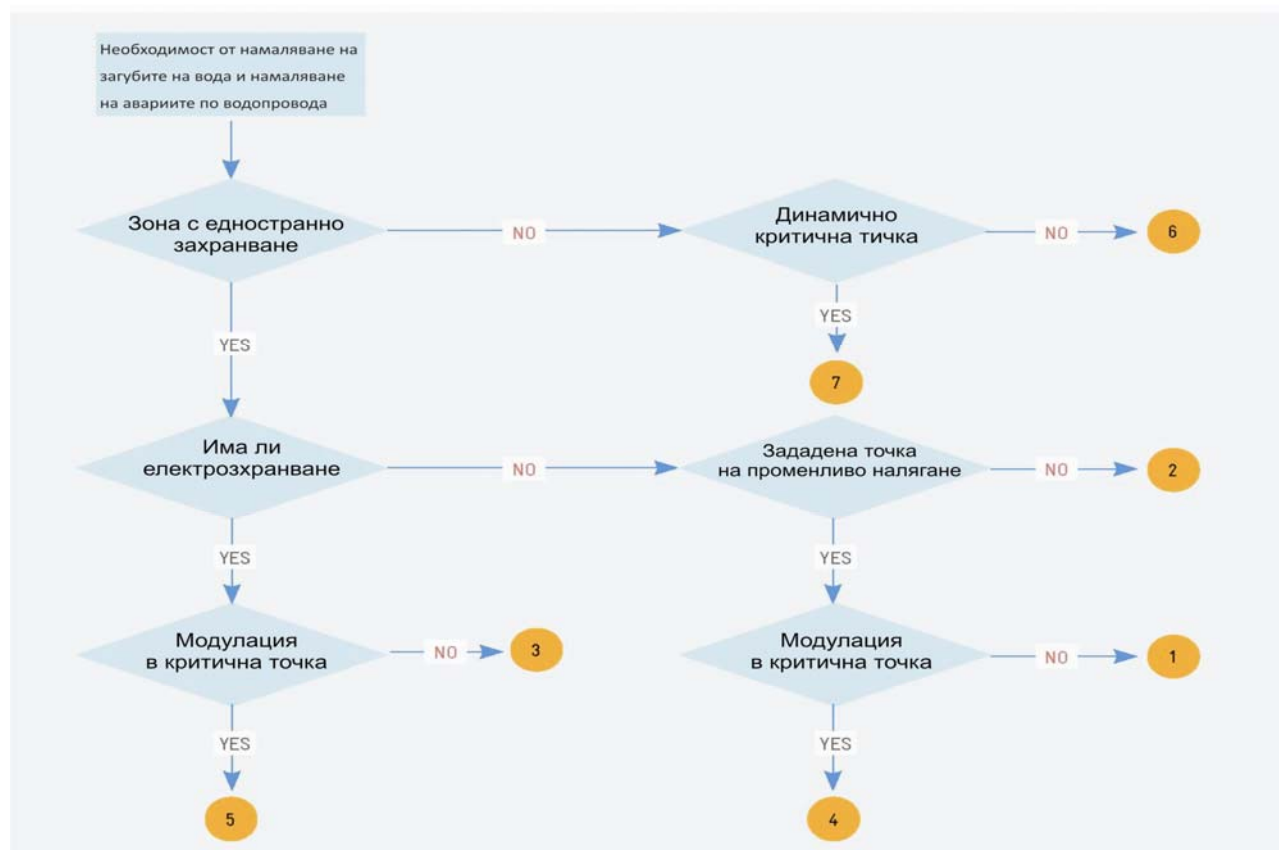
- **Вариант 6:** За системи с многостранно захранване.

Този вариант се отнася за РМА зони с многостранно водоподаване. Всички концепции и компоненти от *Фигура 6.6* са приложими съобразно с хидравличните данни.

- **Вариант 7:** Динамична DMA зона с многостранно захранване.

Този вариант се отнася за управление на налягането в динамична критична точка. Критичната точка променя мястото си през целия ден и за оптимално разпределение на водоснабдяването е нужен интелигентен контрол. Абсолютно необходими са хидравличен модел, данни за консумацията и система SCADA при системи с многостранно водоподаване. Това решение е скъпоструващо, но дава значителни възможности за оптимизиране. Могат да бъдат постигнати икономически изгодни резултати, дори при ниски и средни загуби на вода.

Блок схемата на *Фигура 6.8* илюстрира процеса на избор на най-подходящо решение на въпроса за управление на налягането при мрежа или разпределителна зона.



Фигура 6.8 Блок схема при взимане на решения за седемте обичайни варианта

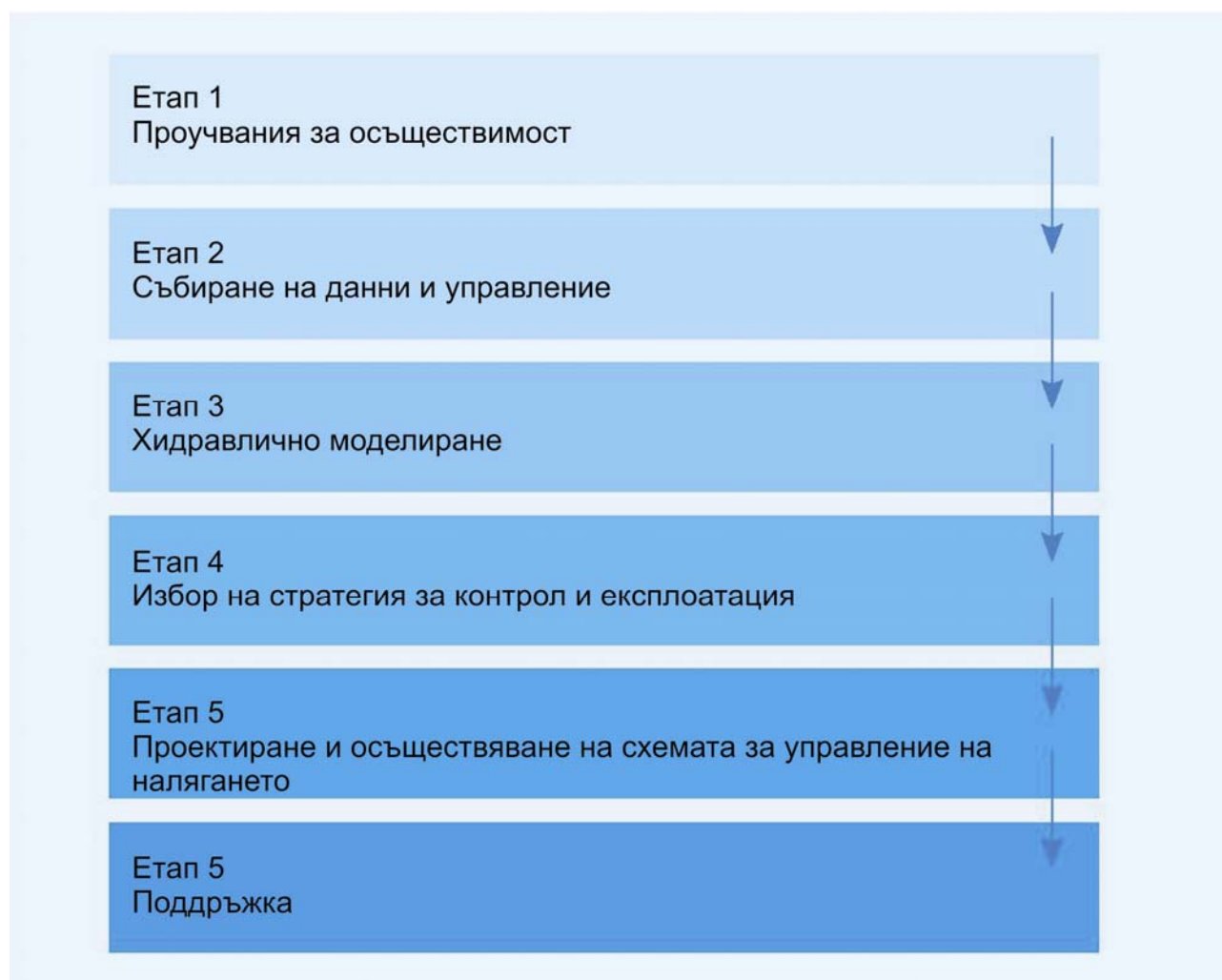
(b) Основни етапи на изпълнение на проекта

Стандартният проект за управление на налягането се състои от етапите, показани на *Фигура 6.9*. В някои случаи местните условия са предпоставка за възникване на допълнителни задачи, които не са споменати тук или да няма нужда от някой от етапите в зависимост от варианта на решение (напр. хидравличен модел на системата).

Проучване за осъществимост

На този етап се извършва първоначална оценка, която включва проучване за осъществимостта и финансовите ползи от реализацията на проекта и в него са включени следните мерки:

- Идентифициране на водомерна зона (DMA);
- Изчисляване на нормата на възвращаемост;
- Анализ на местната инфраструктура и ресурси.



Фигура 6.9 Схема при взимане на решения за седемте обичайни варианта

Събиране на данни и управление

Събирането на данни и подготовката понякога отнемат много време в зависимост от местните условия. Това, обаче, е нужно за определяне на най-подходящия вариант и за по-нататъшно оптимизиране на системата. Управлението на данните ще бъде от полза дори ако водоснабдителната компания не премине към изпълнение на програма за управление на налягането, тъй като компанията по този начин добива повече познания и разбиране на собствената си мрежа.

- Събиране на данни (напр. налягане, дебит, консумация, данни за водопровод и водопроводна арматура)
- Подреждане на данните и подготовка
- Еwentуално закупуване на допълнителни данни (GIS данни и пр.)
- Проверка на верността и правдоподобността на наличните данни.

Хидравлично моделиране

Хидравличното моделиране е необходимо за разбиране на поведението на мрежата понастоящем и в бъдеще. Моделът помага да се определят оптималните зони за управление на налягането посредством симулиране. Симулирането позволява изпробване на различни варианти и избор на най-добрият от тях.

- Изграждане и оразмеряване на хидравличен модел
- Изпълнение на симулации
- Анализ на резултатите и определяне на оптималните стойности на налягането.

Избор на стратегия за контрол и експлоатация

След построяване на модела могат да се изпробват различни варианти и да се симулира въздействието на различните параметри. Това позволява на компанията да получи най-доброто решение. Хидравличният модел би могъл да бъде от помощ и при:

- Избор на най-добра стратегия по отношение на експлоатацията на кранове и помпи
- Симулиране на промяна в работния режим (от режим на водата към непрекъснато водоснабдяване).

Проектиране и изграждане на система за управление на налягането

Този етап включва оразмеряване, проектиране и изготвяне на схемата за управление на налягането. Също така се разглеждат и въпросите от инженерно-техническо естество. Тук се включват и обучението на персонала и стартиране на мониторингова система.

- Оразмеряване на системата (водопроводна арматура и принадлежности)
- Производство и изграждане на схемата за управление на налягането
- Монтаж на вентили и програмни контролни устройства

- Изграждане на схемата за модулиране
- Извършване на интензивни функционални изпитания
- Практическо обучение на екипа, отговорен за експлоатацията
- Стартиране на система за мониторинг (SCADA технология).

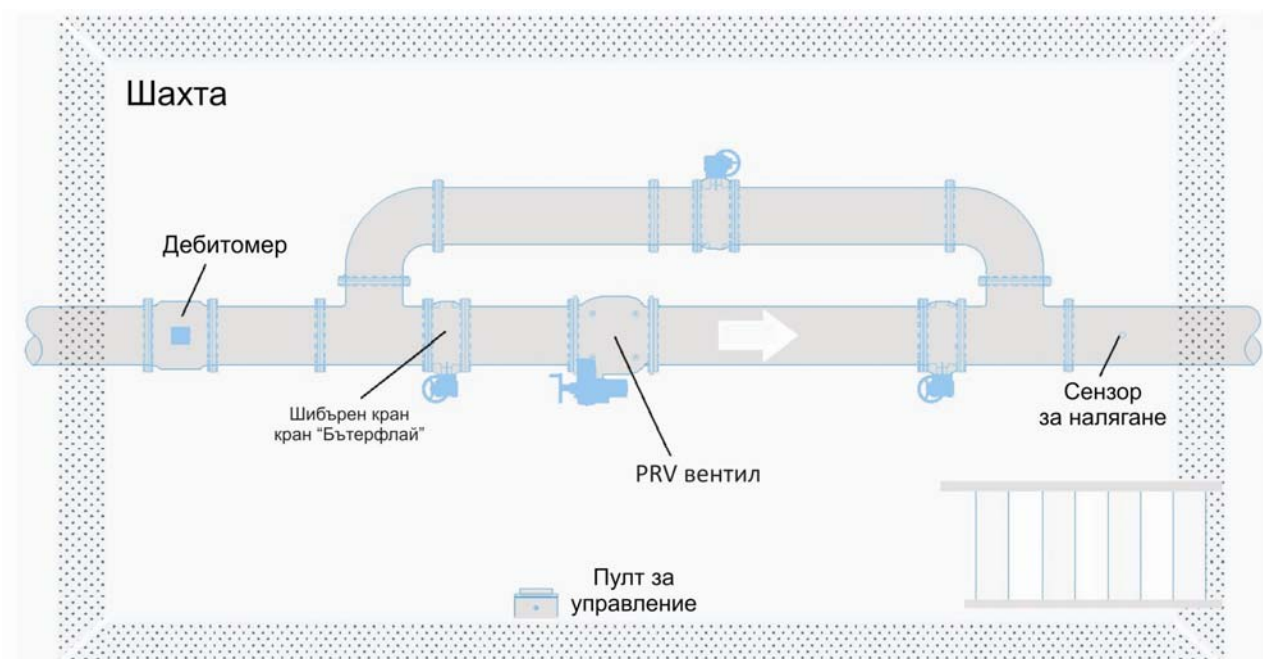
Обслужване

В дългосрочна перспектива е нужно обслужване, което включва както техническо обслужване, така и последващо оптимизиране на системата. Като цяло обслужването се извършва от производителите на арматурата в сътрудничество с водоснабдителните компании. То се изразява в техническо обслужване и отстраняване на неизправности, наблюдение на място (дистанционно) в режим онлайн, анализ на данните от системата, както и преоразмеряване на системата в случай на промяна на граничните условия.

(с) Инсталиране на системата за управление на налягането

Обикновено се налага изграждане на шахта с регулатор на входа на разпределителната зона, избрана за инсталиране на система за управление на налягането. Необходимо е шахтата да може да се отводнява и да има достатъчно място за монтажа, работата и поддръжката на системата.

Цялата система обикновено се състои от PRV вентил (бутален или диафрагмен), дебитомер, датчици за налягане, два спирателни крана, монтажна връзка и шкаф за управлението. Диафрагмените вентили изискват монтаж на филтър с уловител за пясък преди PRV вентила. Въздушен вентил се инсталира след PRV вентила, ако водопроводът след него е низходящ. Монтажът на въздушен вентил преди PRV вентила се препоръчва за възходящ или хоризонтален водопровод преди вентила. Препоръчва се още обходна връзка със спирателен кран, за да се поддържа водоподаването към абонатите при обслужване на PRV вентила. За спирателни кранове следва да се използват бъртерфлай или шибърни вентили. На *Фигура 6.10* е изобразена обща скица на шахта с вентил и завършена система вкл. обходна /байпасна/ връзка.



Фигура 6.10 *Общ план на шахта с вентил и система за управление на налягането с плунжерен вентил и байпасна тръба*

Дебитомерът регистрира непрекъснато действителния обем вода, подаван към разпределителната зона. Датчикът за налягане след обходната връзка е предназначен да регистрира действителното налягане като изходни данни за функцията намаляване на налягането на програмируемия логически контролер (PLC). Контролерът регистрира, обработва и архивира измерените от датчика данни, необходими за управление на плунжерния вентил. Той събира информация за състоянието на измерените обеми, налягане и задвижващия механизъм. По желание всички регистрирани данни се прехвърлят към контролната зала на компанията. Плунжерният вентил се захранва от задвижващ механизъм с прав, променлив или трифазен ток в зависимост от възможностите на място.

Възможен е монтаж на втори паралелен PRV вентил, в случай че необходимият диапазон на дебита е по-голям от капацитета на един PRV вентил. Един по-голям PRV вентил, работещ самостоятелно, улавя дебита в рамките на своя минимален и максимален дебитен диапазон. По-малкият вентил работи самостоятелно при по-нисък дебит. Ако и двата вентила работят едновременно, общият капацитет се равнява на сумата от максималния дебит на двата вентила. [74]

Два вентила се монтират последователно, ако необходимата разлика в налягането причинява риск от кавитация. В този случай налягането се редуцира на два етапа и всеки вентил работи в зоната без кавитация. Контролерът за модулиране на налягането се монтира на втория вентил [74]. Там, където има висока разлика в налягането, трябва също да се инсталира PRV вентил на обходната връзка, за да се поддържа водоподаването по време на обслужване.

6.3.6 Ограничения на управлението на налягане

Не бива да се забравя, че управлението на налягането не е панацея, а един от методите за намаляване на загубите на вода в допълнение към други мерки, като откриване на течове, ремонт, управление на инфраструктурата, изграждане и постоянно наблюдение на водомерни зони.

С управление на налягането не се отстранява един теч, но с него може значително да се намали дебита на теча. Това е важна първа стъпка, която може да намали натоварването на водоснабдителните компании и да ги насърчи да предприемат следващи мерки.

Въпреки това, необходимо е да се разгледат някои сериозни въпроси при изграждане на управление на налягането в дадена мрежа или зона. В случай че, налягането е намалено само до ниво, което все още покрива изискванията на битовите и търговските абонати, това може да се отрази върху работата на някои уреди, като системи за моментално нагряване на вода, системи пожарогасене или домашни апарати за диализа. Възможно е да възникне нужда от монтаж на хидрофори при многоетажни сгради, с цел подаване на вода до горните етажи.

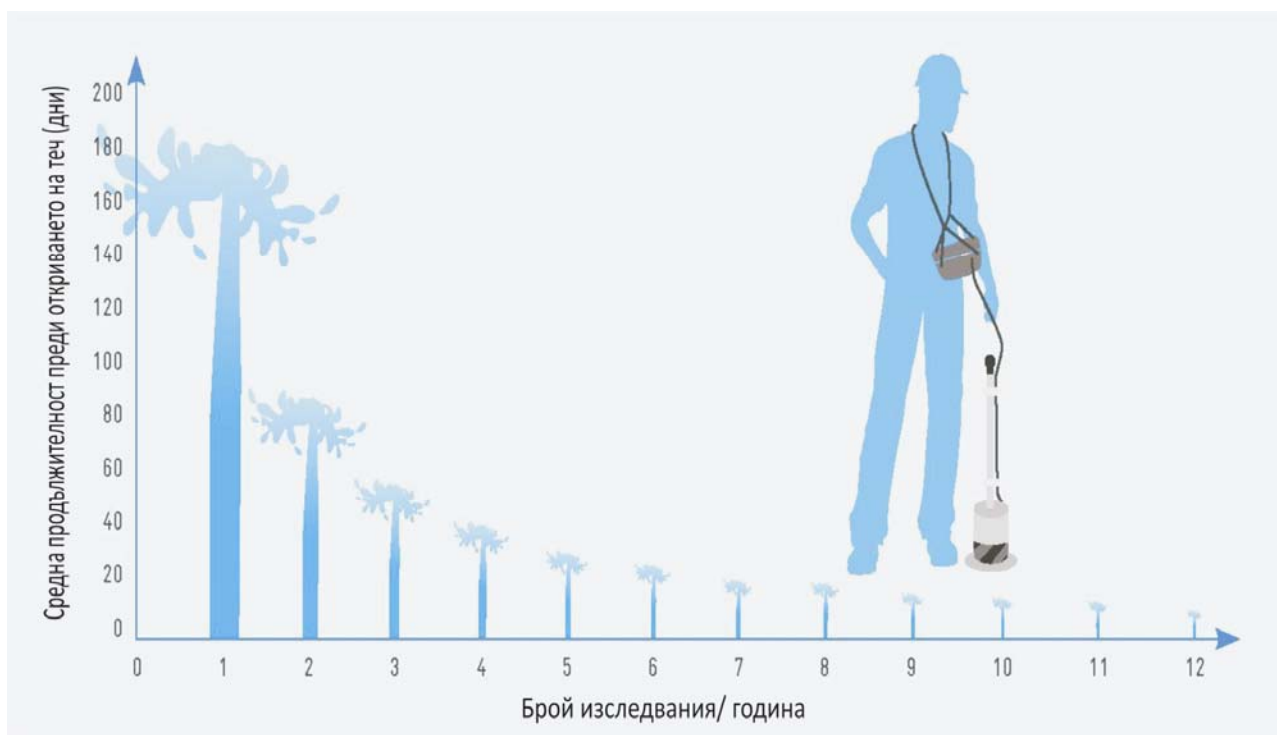
Важен въпрос за разглеждане представляват местните противопожарни изисквания, когато се монтира система за намаляване на налягането [10]. На всяка цена трябва да се избягват негативни последици за противопожарните служби – чрез обходна връзка за аварийни нужди или чрез модулация на дебита. Модулацията на дебита позволява контрол на налягането по предварително зададени параметри във връзка с променящото се отношение загуба на налягане/дебит в рамките на РМА зоната. В този случай контролерът увеличава налягането с покачване на дебита и така се гарантира достатъчно налягане в мрежата за противопожарни нужди [61].

6.4 АКТИВЕН КОНТРОЛ НА ТЕЧОВЕТЕ (ALC)



6.4.1 Активен контрол на течовете: дефиниция и цели

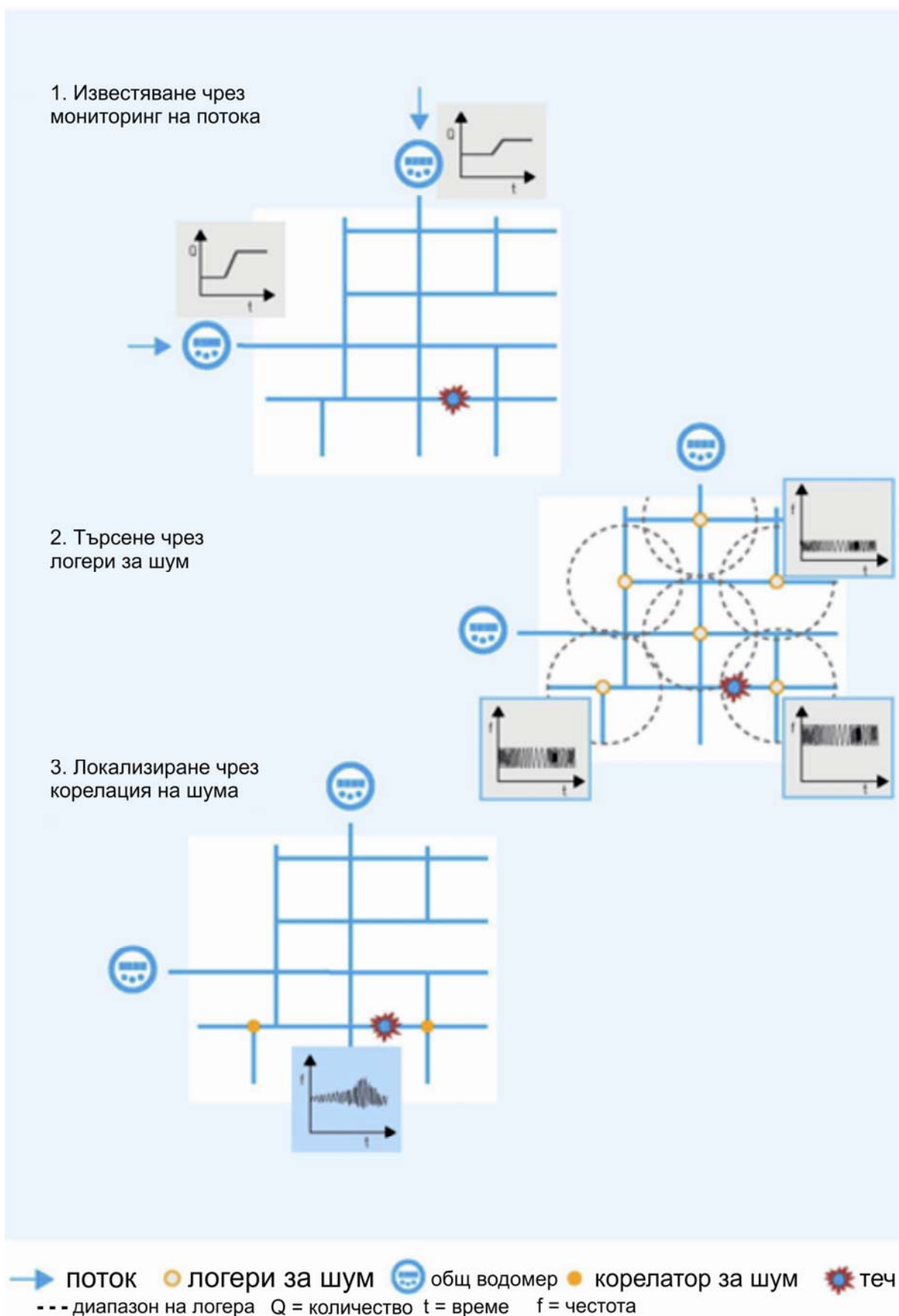
Активният контрол на течовете е метод за противодействие на реалните загуби на вода, за който водоснабдителната компания разпределя средства, персонал и техническо оборудване за активно търсене и отстраняване на неразкрити течове, които се оттичат в земята или в канализацията. [74] Основната цел на ALC е да намали времето на действие на скритите течове, с цел да се минимизират реалните загуби на вода. *Фигура 6.11* показва как редовните проучвания повлияват на времето за откриване за нови течове в разпределителна мрежа или DMA зона.



Фигура 6.11 Ефект от броя на изследванията (за течове) върху времето за откриване на нови течове

Процесът на активен контрол на течовете може да бъде разделен на три основни етапа:

- 1. Осведоменост:** непрекъснатото наблюдение и анализ на дебита са съществено важни за откриването на нови течове в ранен етап. DMA и PMA зоните дават добра възможност за следене на обособени зони от разпределителната мрежа и спомагат за бързото откриване дори на малки течове.
- 2. Откриване на теч:** това е процесът на ограничаване на течовете до определена зона от мрежата или до определен водопроводен участък. Сред възможните действия са разделяне на водомерни зони с временно затваряне на кранове (поетапни изпитания – step testing), с помощта на логери за шум от течове или сондиране.
- 3. Локализиране на теч:** За точното посочване на течовете съществуват различни акустични и неакустични методи: прослушвателни (сондажни) прътове, земни микрофони, корелатори за шум от течове, земен радар и вкарване на газ – са някои от по-известните. Повсеместното търсене на течове е предпоставка за ефективни действия по локализиране на течове.



Фигура 6.12 Пример на тристепенен контрол на течовете

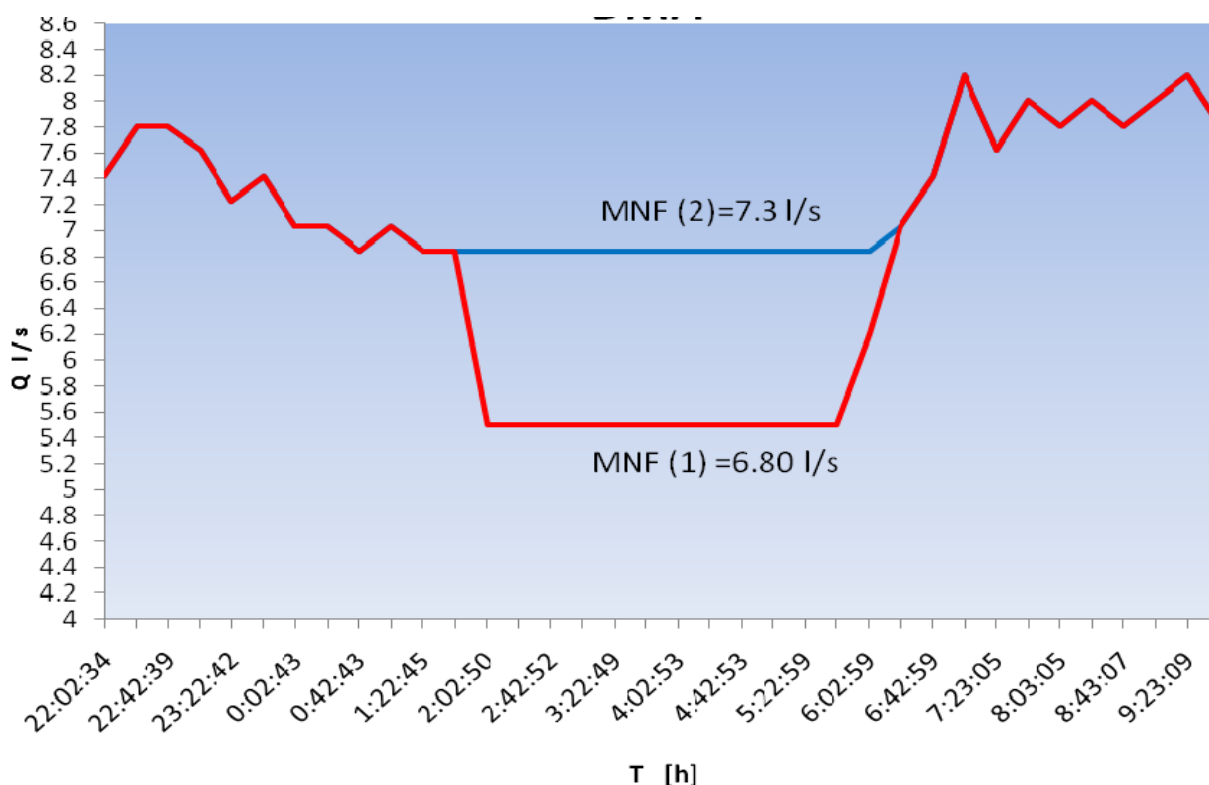
За ефективно търсене и локализиране на течове е важно да се осигурят на работниците прецизни и актуални карти на системата и нейните компоненти. Повечето акустични технологии за локализиране на течове зависят от наличието на точна информация за материала, диаметъра и дължината на тръбите [47]. Некачествена изходна информация води до неточно локализиране на теча, а то – до неудобна и ненужна изкопна работа, наречена „сухи дупки“.

6.4.2 Методи за осведомяване

Съществуват три основни метода за ранно осведомяване за нови течове и ефективно намаляване на тяхната продължителност: наблюдение на дебита, наблюдение на налягането и наблюдение на шума.

Наблюдение на дебита

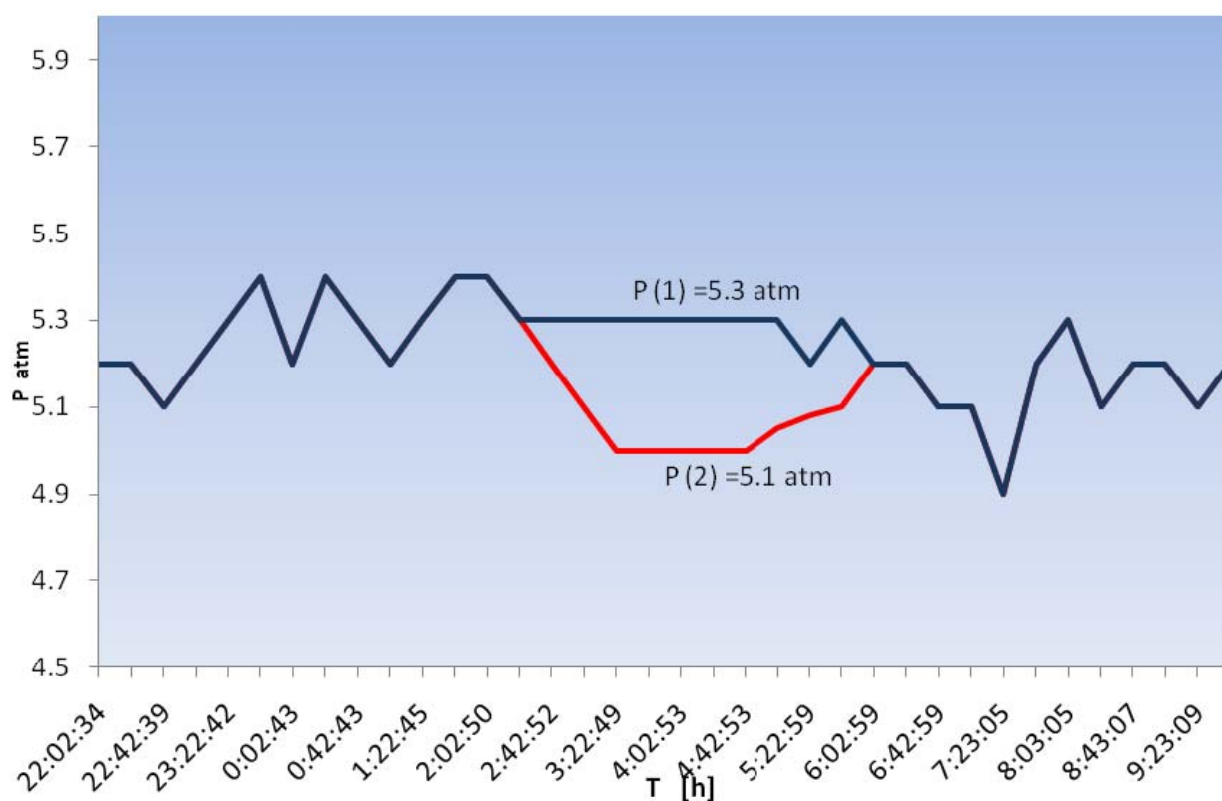
Повредите и спукванията на тръбопровода причинява повече или по-малко рязко покачване в дебита, което може да се открие с постоянно наблюдение на постъпващите количества в отворена мрежа или DMA зона. За тази цел постъпващото количество трябва да се наблюдава постоянно или поне един час при условия на минимален нощен дебит и наблюденията да се сравняват с предишните измерени контролни стойности. Ако увеличеният дебит не се променя в рамките на три дни, промяната вероятно е причинена от теч, а не от необичайна консумация на абонатите.



Фигура 6.13 DMA

Наблюдение на налягането

Загубите на налягане са също в своя минимум по време на най-ниската консумация и общото налягане може почти да достигне хидростатичното ниво в системи с ниско ниво на теч. Високите нива на теч причиняват по-високи скорости на потока и така намаляват налягането. Наблюдението на налягането в мрежата помага за откриване на големи течове, тъй като малките течове не намаляват значително налягането. Данните от наблюдението на налягането може да послужат за приоритизиране на работата. Препоръчва се работите по намиране на теч да започнат там, където е измерено максимален спад на налягането.



Фигура 6.14 PMA

Наблюдение на шума

Изтичащата вода произвежда звукови вълни или вибрации. Тези звукови вълни се разпространяват във водния стълб във всяка посока на теча и могат да бъдат засечени с логери за шум от теч, които обикновено се инсталират на вентилите или хидрантите. Звуковите вълни имат ограничен обхват на разпространение, според материала на тръбопровода, диаметъра, дебелината, налягането, почвата и други фактори. Затова се налага временно или постоянно монтиране на относително гъста мрежа от логери за шум. Предимство при наблюдението на шума е, че то може да се извършва и ръководи с малък брой персонал, защото монтажът е прост и данните се четат от автомобил, преминаващ покрай мястото. Недостатък е, че силата на шума не е пряко свързана с дебита на теча, което

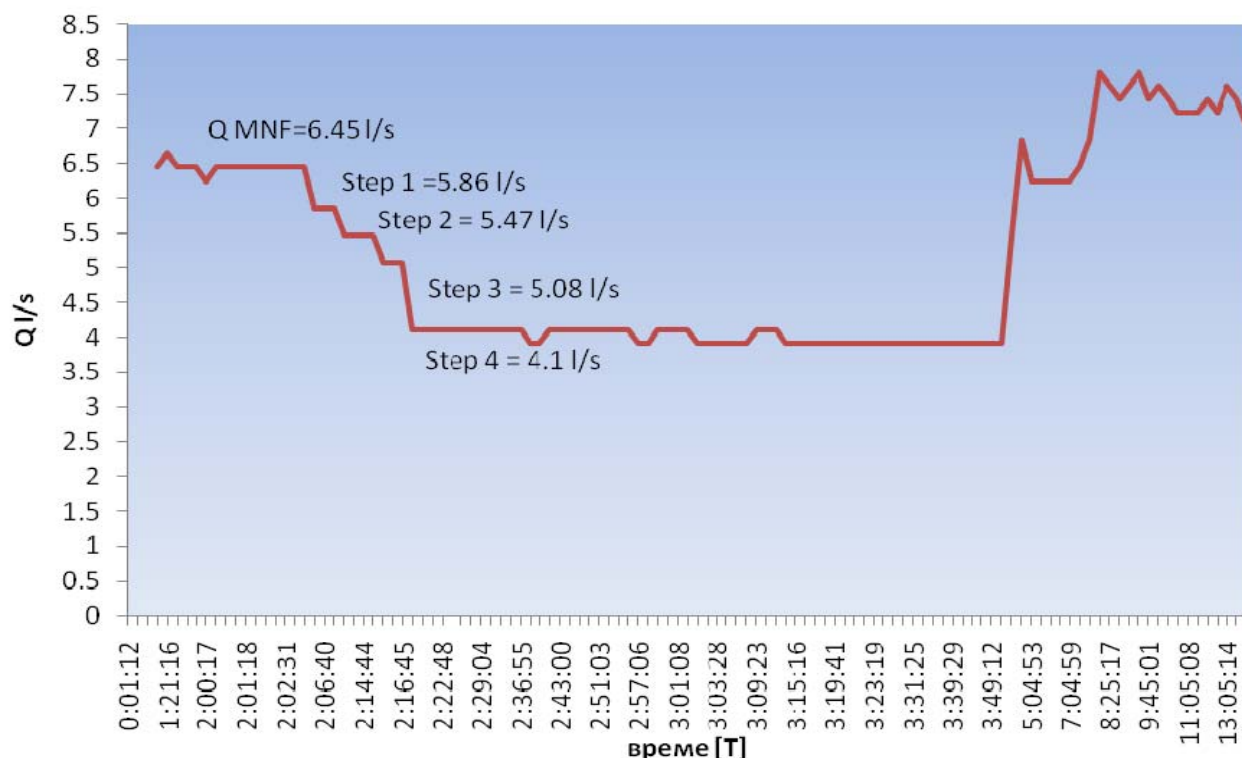
прави невъзможно различаването на големи повреди от по-малки и не толкова значителни повреди.

6.4.3 Методи за откриване на течове

Компаниите разполагат с три метода за стесняване на периметъра на течовете до определена зона от мрежата или участък от тръбопровод: поетапно изпитване /step testing/, логери за шум от течове и сондажни проучвания.

Поетапно изпитване /Step testing/

След като бъде разпознат теч в рамките на DMA зона или отворена мрежа чрез посочените по-горе методи за осведомяване, зоната може да се раздели временно на по-малки зони. Инсталират се дебитомери на входа на всяка подзона за наблюдение на постъпващото количество. Всяка подзона се отцепва поетапно чрез затваряне на крана. Силен спад на дебита показва наличие на теч в току-що затворения участък [32]. Работи се нощем, тъй като поетапното изпитване се провежда при минимална нощна консумация. Освен това обикновено се съпътства от прекъсване на водоподаването на абонатите.



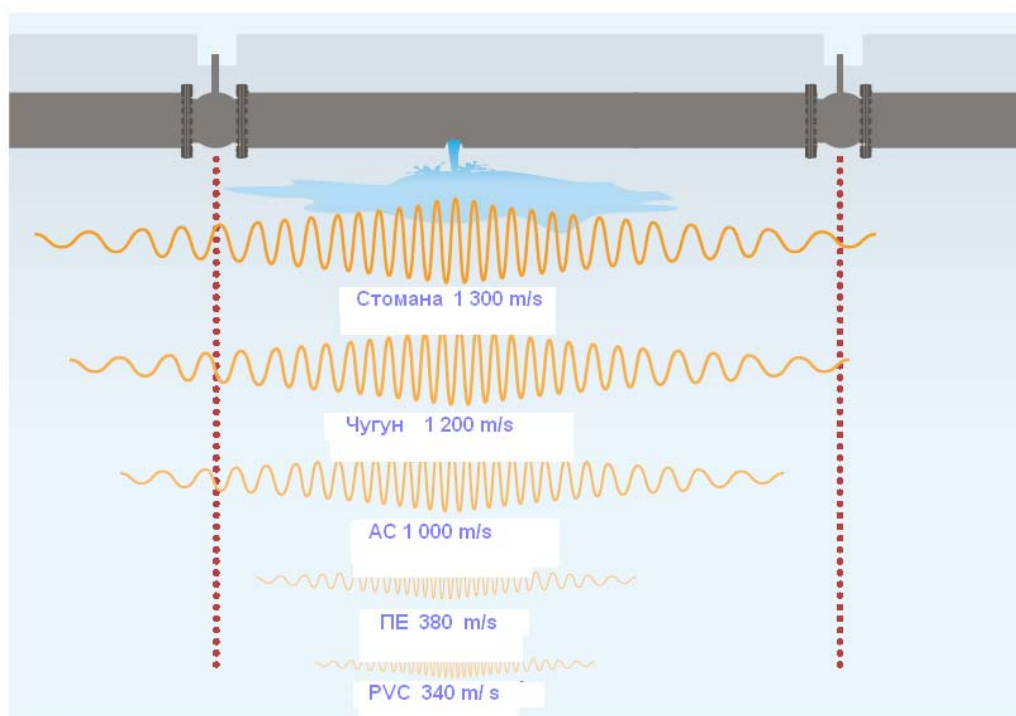
Фигура 6.15 Поетапно изпитване

Логери за шум от течове

След като се разкрие нов теч, екипът по откриването на течове поставят логери за шум на стратегически места от мрежата, за да определят приблизителното място на теча. Логерите за шум са компактни уреди, състоящи се от акустичен сензор (акселеромер) и програмируем логер за данни [39]. При работа с логерите трябва да се има предвид, че разпространението на звуковите вълни се влияе силно от преобладаващия материал на тръбите в разпределителната мрежа (вж. *Фигура 6.17*). Дистанцията между два логера за шум е до 200 m при мрежите, където преобладават метални тръбопроводи, но тя спада до 80 m при мрежи изградени от РЕ и PVC тръби. Ако има вътрешна циментова облицовка, тя може също да отслаби качеството и разпространението на акустичните вълни [42].



Фигура 6.16



Фигура 6.17 Зависимост между материал и разпространение на звуковите вълни [42]

Сондажни проучвания



Сондажните проучвания включват: прослушване за шумове от теч директно при крановете, хидрантите и спирателните кранове на сградните отклонения или на повърхността над тръбопровода [32]. Сондаж се извършва обикновено с прослушвателни прътове (обикновени механични прътове или електрически подсилени прътове с микрофон и слушалки) или земни микрофони. Сондажното проучване е ефективен, но изискващ време метод, защото практически всеки кран трябва да бъде достигнат. Трябва да са сондирани в частност спирателните кранове, тъй като нерядко се получават течове по сградните отклонения. Колкото са по-малки разстоянията между отделните сондажи, по-големи са шансовете за получаване на дори слаби звукови вълни от мястото на теча. Успехът на акустичните сондажи често зависи от опитния слух на работника по откриване на течове [42].

6.4.4 Методи за локализиране на течове

След приблизително определяне на зоната, в която има теч, трябва да се използват методи за локализиране на теча за намиране точното място (± 1 m), за да се намалят изкопните работи. Използват се няколко акустични метода, например прослушвателни прътове, земни микрофони и корелация на шума от течове. Ако акустичните методи не вършат работа, съществуват и някои неакустични методи.

6.4.4.1 Акустични методи

Прослушвателни (сондажни) прътове и земни микрофони

При изтичане, водата под високо налягане създава вибрации по тръбопровода и почвата. Тези вибрации се носят по тръбопровода като шум, предаван от тръбопроводната конструкция, и по земята като шум, предаван от земята. Директният контакт между прослушвателен прът и тръбопровод при кранове или хидранти позволява на шума по конструкцията да бъде чул, при положение, че е достатъчно силен и различим от фоновия шум. Усилване на шума с електроакустичен микрофон позволява разкриване на шума от теч дори при мрежи от PE и PVC с лоша характеристика на разпространение на звука. След набелязване на тръбния участък между два крана, където се намира теча, тръбопроводът се сондира за шум, предаван от земята посредством земен микрофон. За тази цел микрофонът, който е защитен от шума на пътния трафик и вятъра с изолираща обвивка, се поставя на повърхността над тръбопровода на всеки един-два метра, докато се намери точното място на теча [18], [6].



Фигура 6.18 Прослушване със земни микрофони

Корелация на шума от теча

Корелацията е математически метод за изчисление на закъснението по време между два сигнала, излъчени от един и същ източник. На практика се закрепят два микрофона за кран или хидрант от двата края на тръбопроводния участък. Микрофоните са оборудвани с предаватели, които да предават резултатите от измерванията към корелатора. Звуковите вълни (сигнали), излъчени от място на теч (източник) на този участък на тръбопровода, преминават по него и достигат микрофоните за определено време. Сигналът достига най-напред разположения най-близо до теча микрофон. Корелаторът анализира структурата на шума и измерва закъснението по време Δt докато не бъде регистриран шум със същата структура от втория микрофон. Ето защо е невъзможно да се ползва корелация, ако сигналът е твърде слаб, за да достигне двата микрофона.

Точни изходни данни за материала, диаметъра и дължината на тръбопровода, напр. от регистъра на мрежата, са съществено важни за получаване на правилни резултати за корелатора на шум от течове.



Фигура 6.19 Използване на корелатор за откриване на теч

През 2008 г. стартира „инициативата за акустични методи“ на Работната група по загубите на вода към IWA (сегашната Групата специалисти по загубите на вода), в която са включени повечето световни производители и водещи експерти по акустична технология и контрол на загубите на вода. [Hamilton St., Charalambous B, IWA provides acoustic application assistance, Water21, February 2011].

Налягането на системата и отстоянието между съединителните части /фитингите/ (точките на контакт) са от първостепенно значение за успешното откриване на течове с помощта на акустични методи. Тези два параметъра са включени в т.н. матрици. Матриците застъпват следните тръбопроводни материали:

- **Метални** – включват стомана, ковък чугун и други черни метали
- **Бетонни** – включват стоманобетон и тръби от предварително напрегнат бетон (РСТ)

Избор на технология

Очевидно технологията играе важна роля в третирането, което е по-ефикасен и ефективен начин за откриване загубите на вода. И така, какво оборудване може да се намери и каква е отправната точка за една компания, която избира технология?

Примерната обобщена матрица от Таблица 6.1 се базира специално на дейности по търсене на течове по всички сградни отклонения и съединителни части при налягане над 10m (15psi) и съединителни части на минимум 10m и максимум 50m отстояние.

Таблица 6.1 дава обобщен пример за насоките за избор на акустичен метод за откриване на течове. Примерът показва как матрицата специално препоръчва търсене на течове по всички сградни отклонения и тръбни съединителни части при налягане над 10m и при съединителни части на минимум 10m и максимум 50m отстояние. Оборудването би могло да бъде полезно и в други категории.

Таблица 6.1 Избор на акустичен метод за откриване на течове

Диаметър водопровод	mm	75/100/150	200/250	300/350/400	450/500	600/700	800/900/1000+
Тръбен материал		Препоръчителен метод на търсене					
Метал		A,B,C,D,F,G	A,B,C,D,F,G	A,C,D,E,F,G	C,D,E,F,G	C,D,E	D,E
Бетон/PVC/PE		A,C,D,F,G	A.D	A,D,E	E	E	E
Етернит/GRP		A.C.D.F.G	A.C.D	A.D.E	E	E	E

Където:

- A вкарване на газ
- B традиционни техники с ръчно устройство за прослушване
- C неинтрузивни акустични техники, т. е. стандартен корелатор, корелиращи шумови логери (акселерометри)
- D интрузивни акустични техники, т. е. стандартен корелатор, корелиращи шумови логери (хидрофони)
- E техники за инспектиране на тръбопровод отвътре (със закрепен или свободно плаващ инструмент за инспектиране)
- F шумови логери (некорелиращи), неинтрузивна магнитна връзка
- G електронен усилващ микрофон за прослушване на почвата

Прилагане на принципа с матрицата

Идентифицирани са пет нива за установяване степента на разбиране и прилагане на технология във водоснабдителните компании:

- Ниво 1 – Старт от нулата, няма технология
- Ниво 2 – Свършена е някаква работа с елементарна технология
- Ниво 3 – Действа програма за активен контрол на течовете с технология на средно ниво
- Ниво 4 – Напълно развита програма с усъвършенствана технология
- Ниво 5 – Напълно автоматизирана програма с денонощен достъп до данни и най-модерна комуникационна технология

Компанията трябва най-напред да определи своето оперативно ниво. Следващата стъпка е да отговори на следните въпроси;

- Към какво ниво ще се стреми?
- Каква е наличната технология в момента?
- Има ли налични финансови ресурси за нова технология?
- Има ли в компанията опит в тази област?
- Компанията разполага ли с достатъчен персонал по течовете?
- Компанията разполага ли с достатъчен бюджет и ресурси в ремонтния отдел, за да може да отстранява току-що откритите течове?

6.4.4.2 Неакустични методи

Описаните по-горе методи разкриват течове, произвеждащи определено количество шум. Необходими са други методи, ако изтичащата вода не произвежда уловим шум или звуковите вълни биват поглъщани от материала на тръбопровода.

- **Индикаторен газ:** Тръбопроводният участък за проучване се извежда от експлоатация и изолира със затваряне на крановете. В изолирания тръбопровод се вкарва газ-хелий или водород. Изтичащият през мястото на теча газ излиза на повърхността и се засича чрез газови детектори [74].
- **Локатор за подземни обекти** (Ground penetrating radar - GPR): GPR представлява техника за отражение, която използва високочестотни електромагнитни вълни за получаване на информация за подземни обекти. Вълните на локатора се отразяват от промените в материалите или условията под земята.

Така става възможно да се разкрие теч – или чрез намиране на подземни „каверни“, получени от изтичането на вода, или чрез намиране на аномални промени в свойствата на околния материал поради насищане с вода [30].

Неакустичните методи за отстраняване на течове като индикаторен газ обикновено изискват специално квалифициран персонал и много усилия. Въпреки това, те биха могли да бъдат работеща алтернатива на акустичните методи при мрежи с много ниско налягане, режимно водоподаване или за локализиране на трудни за намиране малки течове.

6.5 Отстраняване на течове

6.5.1 Цел

Както бе описано в Глава 3, общата продължителност на течовете обхваща времето за осведомяване, локализиране и отстраняване (ALR – вж. Фигура 3.7). Течове с голяма продължителност пораждаат големи количества загуби на вода, дори и при относително малки течове. Ето защо водоснабдителните компании следва да се стремят постоянно към намаляване на общата продължителност до един икономически минимум. Глава 6.4 описва различните методи за намаляване на времето за научаване и локализиране на нови течове. Настоящата глава подчертава значението на бързото и качествено отстраняване на течове за намаляване на загубите на вода.



Фигура 6.20 Отстраняване на течове

6.5.2 Организационни въпроси и оперативни процедури

С отстраняване на течовете се занимават обикновено няколко отдела в една водоснабдителна компания, например екипа за обслужване на клиенти (приема оплаквания и издава работни заповеди), контролната зала (наблюдава повишената консумация в някоя зона и повиква екипа за търсене и отстраняване на течове), отдела за техническо осигуряване (поддържа наличност на резервните материали и поръчва липсващи материали) и самият екип за отстраняване на течове. Важно е оперативните процедури сред всички имащи отношение отдели да бъдат ефективно организирани и да бъдат

документално осигурени [28]. Отстраняването на течове следва да се извършва приоритетно според размера на течовете и предвид сигурността на водоснабдяването в цялата система.

Важно е персоналят по отстраняване на течове да бъде добре обучен, мотивиран и снабден с необходимата екипировка, превозни средства, средства за общуване и защитна екипировка. Броят на екипите трябва да съответства на броя на течовете и повредите, които трябва да бъдат отстранени за определено време.

Отделът за техническо осигуряване трябва да гарантира винаги наличността на често използваните части, тъй като не се допуска дълго време за доставка на необходими резервни части. Анализът на базата данни за аварията и аварийността би могъл да посочи типа тръби и вентили, склонни към повреждане (вж. Глава 5.6).

Политиката на водоснабдителната компания също влияе силно на бързината и качеството на ремонтите. Продължителността на ремонтите може да се намали, като се поставят цели за бързината на отстраняване на голяма авария, теч от сградно отклонение или повреден вентил или да се изнесе дейността, както е при Софийска вода АД. По отношение на сградните отклонения, обикновено е много неефективно и причинява големи загуби на вода задължаването на абонатите да ремонтират или да подменят всяка част от отклонението, която е частна собственост до водомера на клиента. Като цяло е по-ефективно компанията да предлага безплатен или субсидиран ремонт или подмяна (без това да е задължително), които да се покриват от малка допълнителна такса към водната тарифа на клиента [74].

6.5.3 Изпълнение на ремонтни дейности

Качеството на отстраняване на течовете играе важна роля в цялостния процес на управление на течовете. Некачествените материали, необходимостта да се импровизира на място и лошото изпълнение на работата повишават вероятността да се появят нови течове на същите места. Ето защо отстраняването на течове трябва да се извършва от добре обучени и квалифицирани работници. Често пъти се налага ремонтите да се извършват под натиск за време. Въпреки това, трябва да се избягва прекаленото бързане и при всички положения трябва да се спазват правилата за безопасност:

- адекватна екипировка за безопасност на целия персонал;
- обезопасяване на изкопания ров;
- поставяне на указания и заобиколни маршрути;
- осветеност при работа нощем;
- помпа за отводняване за осигуряване на сухо работно място;
- информиране на засегнатите абонати [72].

Най-добрите методи за ремонтиране са различни според вида на теча. Пукнатините по окръжността се ремонтират с ремонтни скоби за течове. Гъвките скоби са полезни, ако краищата на тръбите са разместени. Пукнатините по дължина обикновено са твърде големи

за ремонтни скоби. В този случай се налага подмяна на цели тръбни участъци. Много малки течове („с отвор колкото карфица”), причинени от корозия или перфорация също се отстраняват чрез ремонтни скоби. Ако има много дупчици на даден участък от тръбопровода, следва да се подмени тръбата. Течовете от тръбните съединения обикновено се отстраняват, като се разглоби и подмени гуменото уплътнение. Повредените вентили и съединителни части се подменят, и по възможност се поправят основно в работилницата на компанията [18]. При сградните отклонения е по-добре да се подменят заедно с общия водомер, отколкото да се ремонтират повредените връзки.

Всеки ремонт трябва да се измери, документира и да се определи точното му място, напр. чрез портативни GPS приематели (ако има такива). Данните следва да се прехвърлят в базата данни за аварията за статистически анализ и графично изобразяване в GIS, което би било от полза на компанията в процеса на поддръжка и ремонтиране.

7. МЕНИДЖМЪНТ НА ВОДАТА НЕНОСЕЩА ПРИХОДИ



7.1 УПРАВЛЕНИЕ НА ИНФРАСТРУКТУРАТА

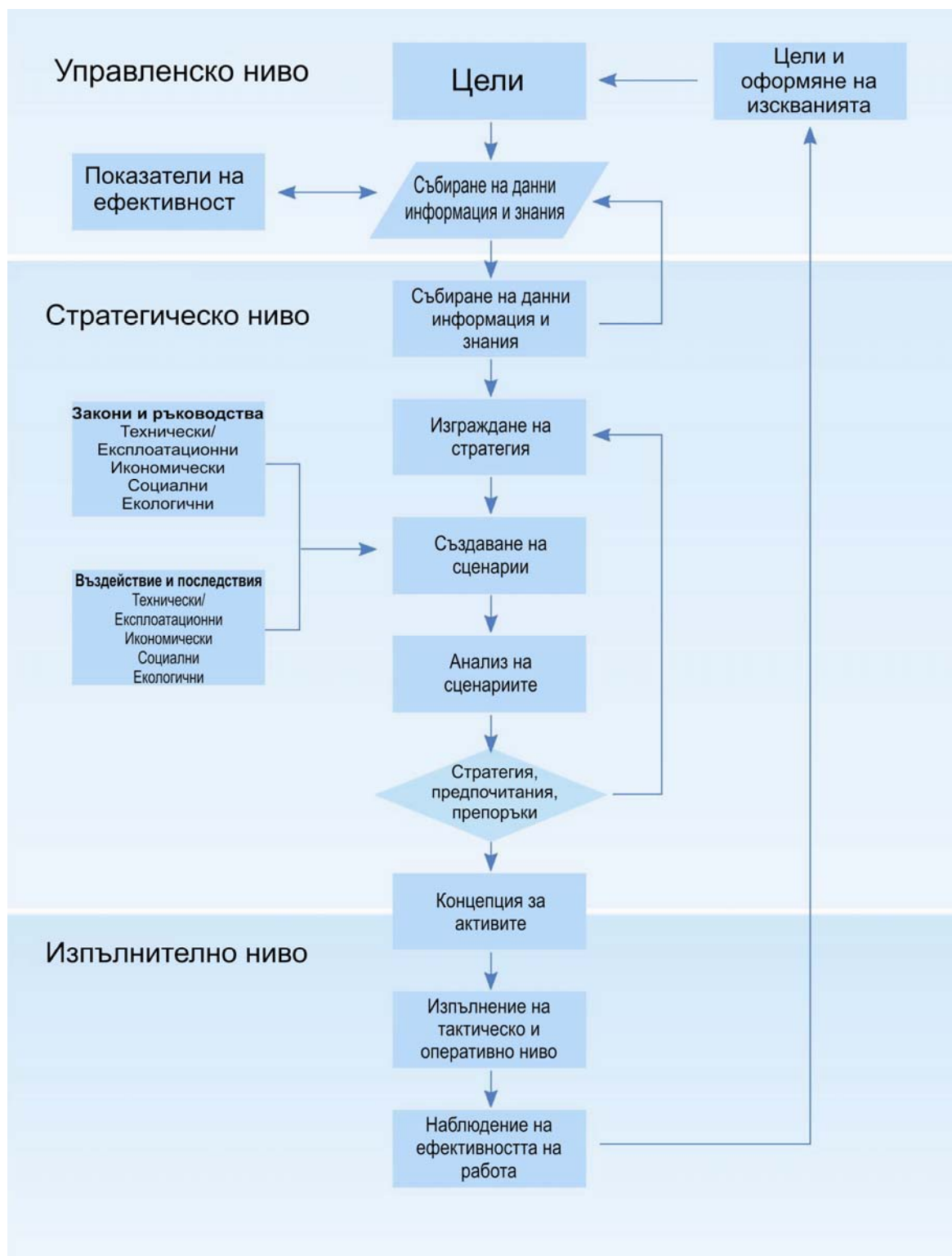
7.1.1 Общ преглед

Управлението на инфраструктурата и активите /съоръженията/ е необходима предпоставка за намаляване загубите на вода. Целта е да се осигури необходимото ниво на водоподаване по най-икономически изгодния начин, като се създават, добиват, поддържат, експлоатират, рехабилитират и извеждат от експлоатация активи, с цел осигуряване на възможност понастоящем или в бъдеще ВИК фирмата да работи за намаляване на загубите на вода.

Управлението на инфраструктурата също представлява систематично обединяване на модерни и устойчиви техники на управление в управленска парадигма или начин на мислене, с основен акцент по-скоро върху дългосрочния жизнен цикъл на актива и неговите стабилни работни характеристики, отколкото в краткосрочен план. Водоснабдителните системи се нуждаят от инфраструктурното управление, което:

- поправя остарялата водна инфраструктура преди възникване на аварии;
- поддържа съоръженията в изправност и не им позволява да излязат от строя;
- разглежда решенията, като инвеститорски решения, в светлината на увеличаване на ограничени финансови ресурси;
- прави разходите прозрачни в помощ на финансовите решения [80].

Фигура 7.1 показва блок-схема за управление на активите на ниво управление, стратегия и изпълнение. Това е един продължителен процес, целящ подобрене на резултатите в краткосрочен, средносрочен и дългосрочен план.



Фигура 7.1 Блок схема за управление на инфраструктурните активи

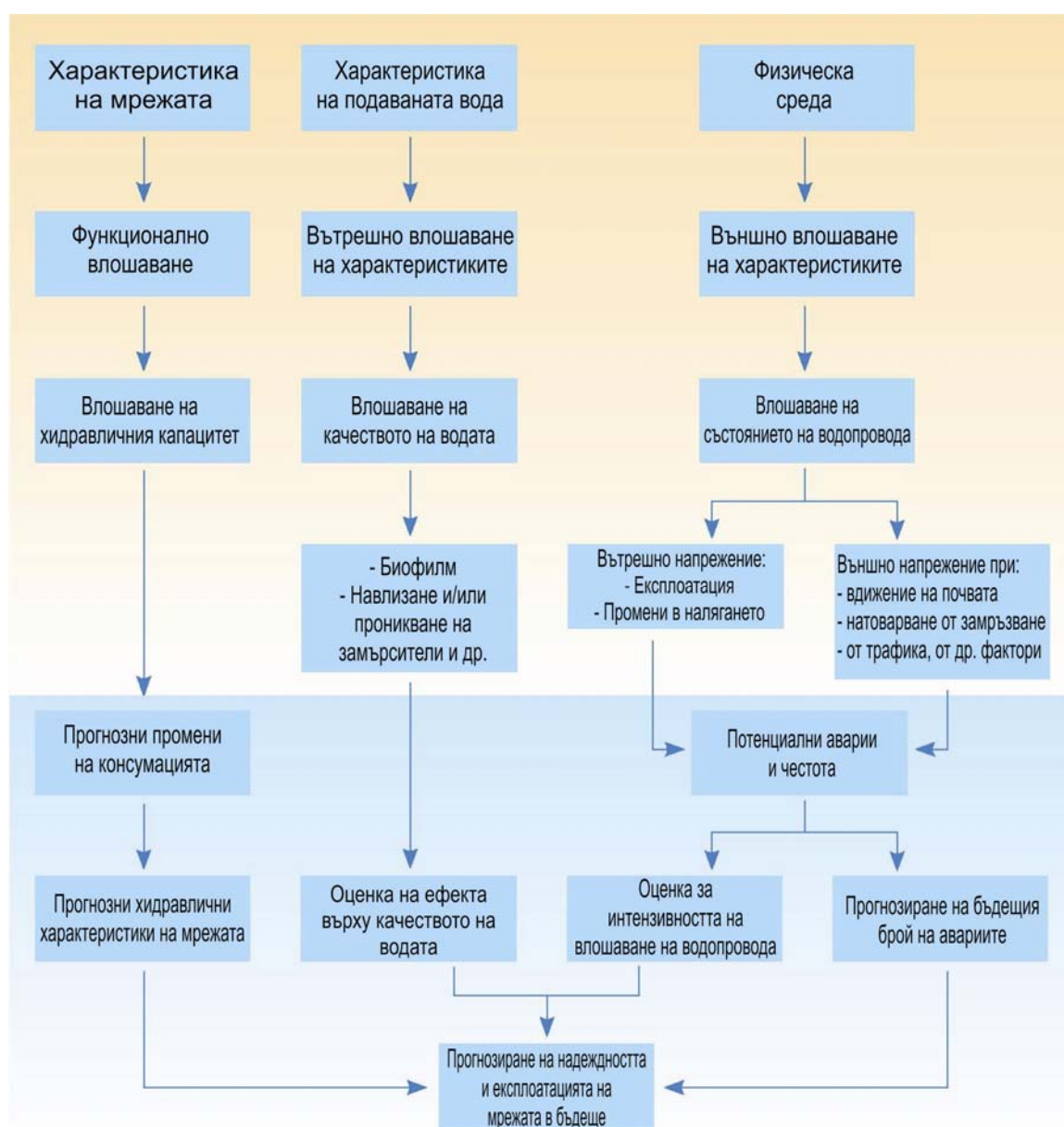
Експлоатационният срок на инфраструктурата се удължава с осъществяване на управление на налягането. Намаляване на налягането води не само до икономисване на вода чрез намаляване на реалните загуби, но и до намаляване появата на нови повреди, увеличаване живота на активите и отлагане подмяната на тръби.

7.1.2 Фактори, допринасящи за влошаване на инфраструктурата на компанията

Нормално е даден тип тръбопровод, работещ първоначално без проблеми, да претърпи авария след определен период на експлоатация. Има три фактора, които по същество допринасят за понижаване резултатите на инфраструктурата:

- влошаване /общо износване/;
- остаряване на материала;
- функционално нарушение.

Стареенето на материала, освен от естествени физични и химични процеси може да се ускори и от липсата на поддръжка на мрежата (показано на *Фигура 7.2*).



Фигура 7.2 Фактори и механизми за отчитане в процеса на взимане на решения

В поддръжката се включват характеристиката на материала, условията на полагане в земята и подложка, проверка на качеството и гаранционния цикъл.

Тръбопроводът е подложен и на вътрешно напрежение в зависимост от типа експлоатация, максимално налягане и преходни състояния на налягането и евентуално движение на земните маси. Съществуват и въпроси като натоварване от замръзване, автомобилен трафик и влияния от трети страни, свързани със строителни дейности.

Третият аспект от стареенето на материала е свързан с характеристиката на водоснабдителната мрежа – естествената среда като биофилм и проникване на замърсител и/или филтрация.

Влошаването на работните характеристики също може да намери израз в несъщественото нематериално стареене. Тук се включват промени в хидравличния капацитет на мрежата поради демографски промени или покачващ се стандарт. Законовите промени също трябва да се имат предвид и биха могли да повлияят на влошаването на работната характеристика.

7.1.3 Събиране и организиране на информация за съоръженията /активите/

Важно е да се събира и организира колкото се може по-пълна информация за съоръженията, за да се разбере в дълбочина инфраструктурата. В нея се включва:

- възраст, размер, строителни материали, място и дата на монтажа,
- оценка на състоянието на съоръженията,
- важна информация за експлоатацията, поддръжката и направените ремонти,
- предвидения и оставащия срок на експлоатация на съоръжението,
- работно налягане,
- стойност на съоръжението, вкл. историческата цена, стойност на амортизацията и разходите за евентуална подмяна на съоръжението.

Събраните данни трябва да се проверят за достоверност по отношение на тяхната формална, логическа и времева последователност. Следващата стъпка е точно определяне на уникалните идентификатори, описващи процеса на групиране.

7.1.4 Анализ на данните

Тази стъпка идва след събирането на данните и процеса на организация им изисква анализ, основан на специфични показатели. Те представляват срока на експлоатация, риска от авария, подпомагане процеса на оценка на риска и анализа на разходите по време на жизнения цикъл.

Срокът на експлоатация може да се определи като времето от полагането на тръбопровода до неговата подмяна и се класифицира по следните характеристики:

- **Технически/експлоатационни:** Времето, за което се стопанисва дадена собственост за определена цел или ниво на работа.
- **Нормална експлоатация:** Очакваният експлоатационен живот при нормални местни условия на експлоатация и поддръжка.
- **Икономически:** Времето, за което еквивалентната годишна чиста стойност е минимална.
- **Амортизация:** Времето, за което инвестицията се амортизира по счетоводните отчети.
- **Остатъчни:** Оставащият експлоатационен срок на водопровода в експлоатация по отношение на състоянието на материала му и определените дейности по поддръжката [40].

Както бе казано по-горе, вторият показател е рискът от авария, състоящ се от:

- **Външни рискове:** Рискът от авария, възникващ поради фактори изцяло извън контрола на водоснабдителната компания.
- **Експлоатационни рискове:** Вид авария, съществуваща при нормални условия на експлоатация, когато водоснабдителните системи не са подложени на външен или извънреден натиск.
- **Рискове, свързани със запасите от вода:** Авария, изразяваща се в недостиг на вода поради недостатъчен резерв от сурова вода, отговарящ на потреблението [24].

Процесът на оценка на рисковете анализира готовността на водоснабдителната компания да поема риска и може да се променя в зависимост от местни и културни въпроси.

Като последна стъпка от анализа на данните се прави анализ на разходите по време на жизнения цикъл. Целта е да се направи разпределение на действителните разходи на km, като се отчитат въпросите на централизация и децентрализация на водоснабдителната мрежа.

7.1.5 Обединяване на данните и взимане на решения

Процесът на обединяване (интегриране) на данните се класифицира в различни категории:

1. Ремонтпригодност

Процесът на обединяване (интегриране) на данните се класифицира в различни категории, които имат пряко отношение към процеса на взимане на решение:

- Последващ ремонт, който се извършва в отговор на непланирано или непредвидено прекъсване на работата на съоръжение, обикновено следствие на авария.

- Превантивен (профилактичен) ремонт – това е планирано прекъсване на работата на съоръжение, обикновено периодично, с добре определени задачи, като проверка и ремонт, подмяна, почистване и пр.
- Прогнозен ремонт, който изчислява кога някоя част е пред авария и следва да бъде ремонтирана или подменена с диагностични инструменти и измервания и така се предотвратява предполагаем скъпоструващ непланиран ремонт.
- Проактивен тип ремонт – извършва се само тогава, когато това се изисква и до степен на икономическа ефективност. Обикновено се смята, че разходите за проактивния тип ремонт са по-малки от последващия ремонт [79].

2. Показатели за ефективност

Показателите за ефективност (по терминологията на IWA) спомагат за продължителен анализ, извършване на съпоставки и заимстване на практики (benchmarking). Целта е да се опишат изразходените ресурси (напр. цена на ремонт/km) или условия (напр. брой аварии/km), да се сравняват подзони или цели мрежи и да се преценят ползите от програма за рехабилитация или управление на налягането. Важно е да се направи разлика между изчисления за ремонтите на мрежата (на 100 km/година) и отклоненията (на 1 000 връзки/годишно). Освен това броят ремонти трябва да се категоризира по типа и мястото им.

3. Надеждност на водоснабдяването

Включването на надеждността на водоснабдяване помага да се идентифицират най-уязвимите точки на водоснабдителната система и нейните водопроводи. Тя оценява и относителното значение на всеки тръбопровод по отношение на хидравличната надеждност и се базира на входните данни на хидравличния модел.

4. Обща надеждност

Самият анализ на надеждността включва данните и кривите на запазване на експлоатационната годност, модел на аварията, дългосрочно планиране на рехабилитационни дейности и годишно планиране на рехабилитационни дейности.

Моделът на аварията, например, прогнозира вероятността за авария на тръбопровода и обединява тръбопроводите в групи с подобно поведение.

Дългосрочното планиране на рехабилитационни дейности изследва нуждите от инвестиции и последствията за бъдеща рехабилитация, определя оптималната рехабилитационна дейност. То позволява също прогнозиране на поведението на мрежата в дългосрочен план с цел предварително изграждане на сценарии за рехабилитация. Базира се на очакваното разпределение на срока на експлоатация за всяка група материали и дава общ бюджет за изготвяне на стратегически план за рехабилитационни дейности.

Годишното планиране на рехабилитационни дейности избира икономически най-ефективните проекти за рехабилитация за годишната програма за рехабилитационни дейности, като отчита различни критерии.

5. Активи

Както бе отбелязано по-горе, обединяването на информацията относно активите се класифицира по текущо и критично състояние на активите. Това може да се определи със задаване на правилни въпроси за мрежата и е важно за последващото взимане на решения.

6. Социална цена на авариите

Социалната цена на авариите има голямо въздействие и трябва да се има предвид на този етап на обединяване на информацията и взимане на решения. Ето преките разходи за компанията: [24]

- Административни и юридически разходи за нанесени щети;
- Разходи за обществено осигуряване;
- Разходи за ремонт и пускане на водоподаването;
- Разходи за облекчаване на спирането на водоподаването;
- Разходи за реагиране при извънредно положение.

Трябва да се отчитат и последствията за рутинните модели, като нарушаване на достъпа и разходи за отмяна на пътувания и разходите за спиране и заместване на услугата.

Проблеми с големи последствия, но с малка вероятност да възникнат:

- Увреждане на здравето;
- Преки щети на мястото на аварията;
- Предавани по воден път на болести, възникнали в резултат на аварията;
- Имуществени щети.

Посочените по-горе точки (от 1 до 6) имат отношение към процеса на взимане на решения.

7.2 Управление на водопотреблението

7.2.1 Въведение и дефиниции

Вече е общопризнато от страна на водния сектор в много страни, че има нужда от по-разумно и внимателно управление на наличните водни ресурси, има желание за проактивни действия по отношение на практиките за управление на водните ресурси.

Управлението на водопотреблението (УВП) е насочено към мерки, които ще подобрят и направят по-ефикасно оползотворяването на ограничените запаси. Това не би довело непременно до намаляване на водоподаването към консуматорите.

Опазването на водите може да се дефинира като:

"Минимизиране на загубите или разхищаването, опазване и грижи за водните ресурси и ефикасен и ефективен начин на ползване на водата".

Управлението на водопотреблението от своя страна е:

"Приемане и прилагане на стратегия (политики и инициативи) по водите за повлияване на потреблението и начините на ползване на водата с цел икономическа ефикасност, социално развитие, социално равенство, опазване на околната среда, устойчивост на водоснабдяването и услугите, както и политическа приемливост."

Практически водопотреблението във Вик инфраструктурата означава желанието на потребителя да консумира определено количество вода на определена цена при дадено законодателство и институционални правила. Управлението на водопотреблението от своя страна означава създаването на определени условия за насърчаване на потребителите и доставчиците на вода да приемат ефективни практики за използване на водата и избягване на безполезното използване на съответните водни ресурси, имайки предвид цените, законодателството, образователна програма и принципите на добрата експлоатация на Вик инфраструктурата.

С малки изключения водоснабдяването обикновено е ориентирано към предлагането, което ще рече, че при "недостиг" решението се търси в инвестиране на капитали за нови водоизточници, пречиствателни съоръжения и водоразпределителни мрежи. По тази причина нововъведенията във водния сектор в посока на управление на потреблението са доста ограничени, а мерките по опазване на водните ресурси често се възприемат само като механизми по време на суша, водещи до намаляване на нивото на водоподаване.

Но този ориентиран към предлагането подход, възприет в повечето развиващи се страни, търпи критика заради непрекъснатото нарастване на разходите за разработване на нови водоизточници или за разширяване на съществуващи такива, тъй като най-достъпните водоизточници са вече каптирани.

Ето защо с ограничаване възможностите за нови източници, водният сектор в редица страни в момента работи в условията на управление на криза и възприема мерки за опазване на водните ресурси – повече от остра нужда, отколкото от добро планиране.

Както бе споменато по-горе, ориентираният към предлагането подход, възприет в много страни, не е подходящ, тъй като цената за разработване на нови източници или разширяване на съществуващите такива расте постоянно. При тези обстоятелства икономии на вода се оказват в повечето случаи най-добрият „следващ“ източник на вода, както от икономическа, така и от екологична гледна точка. Ето защо се смята, че за добро управление на водите трябва да се възприеме комбинация от двата подхода – откъм предлагането и откъм потреблението.

Подходът, ориентиран към потреблението може да бъде от интерес за правителствата с това, че той може да "откупи време" чрез отлагане необходимостта от големи капиталови инвестиции за разширяване на водния сектор. В повечето случаи от направените икономии чрез отлагане на инвестиции могат да се заделят финансови ресурси, които да се окажат достатъчни, за да покрият разходите за реализиране на мащабна програма за УВП. Освен това за промишлените, земеделските и търговските потребители опазването на водите

представлява винаги атрактивно предложение, тъй като то почти винаги води до намаляване на експлоатационните разходи.

Последните анализи на различни източници показват, че в повечето случаи не се ползва системно управление на водопотреблението.

7.2.2 Фактори, влияещи върху водопотреблението

Водопотреблението зависи както от социалната среда, така и от организационно-техническото ниво на ВиК фирмата. От една страна водопотреблението се влияе от климатичната зона, от големината на населеното място, степента на развитие на промишления сектор, наличието на „водоемки“ индустрии, нивото на безработица, от това дали в обедните почивки хората се прибират за обяд в домовете си, дали има централно топлоснабдяване или не, дали потребителите използват питейната вода за поливане, миене на автомобили и др. От гледна точка на управление на водопотреблението обаче, по-голям интерес представлява организационно-техническото ниво на ВиК фирмата. Водопотреблението най-често се измерва в литри на жител на ден. Прието е да се следят два типа водопотребление: общо - включващо и небитовите потребители (индустрии, бюджет), както и битово потребление. По-добър критерий за оценка на степента на организационно-техническото ниво на ВиК фирмата представлява битовото потребление.

Водата, необходима за питейни и други домашни нужди е съществена част от общото водопотребление. Делът на тази вода варира от 6.5% в Германия до над 50% във Великобритания.¹

Повишената урбанизация изисква по-голямо водопотребление и може да доведе до свръхексплоатация на водните ресурси. По-високият стандарт на живот променя стереотипите на водопотребление. Това се отразява преди всичко на нуждите, свързани с персоналната хигиена. Така, средно за Европа, по-голямата част от битовото водопотребление отива за тоалетни (33%), къпане – душ или вана (20-32%), както и за перални и съдомиялни машини (15%). Делът на водата, използвана за готвене и пиене (3%) е минимален, в сравнение с останалото потребление.²

Сравнителни данни за водопотреблението в някои европейски страни са представени по-долу:

Таблица 7.1 Сравнителни данни за водопотреблението в някои европейски страни

Показател	Международно сравнение (бенчмаркинг)					Източник
	България	Франция	Германия	Италия	ВБР	
Общо потребление на вода (литра/жител/ден)	143	287	193	386	168	UNDP, 2006
Битово потребление на вода (литри/жител/ден)	96	139	129	213	153	Eurostat, 2006

¹ Доклад на ПРООН, 2003 г.

² Пак там

Средното битово водопотребление за България за 2009 г., по данни на НСИ, е 99 литра на жител на ден, като по административни области варира от 60 (Търговище) до 141 (София град).

Организационно-техническото ниво на ВиК фирмата влияе върху водопотреблението чрез следните фактори:

- Наличие на райони с режим на водоснабдяване;
- Наличие на водоизточници, необхванати от обществената система (собствени);
- Наличие на средства за измерване при крайния потребител (водомери на сградно отклонение, вкл. общи, както и индивидуални водомери в етажната собственост);
- Честота на измерване (прогнозните отчети обикновено водят до недоотчитане);
- Степен на точност на водомерните уреди (последващи проверки);
- Точност на преноса на данни в системата за обработка на информация (дали показанията на водомерите съответстват на данните в системата);
- Пълнота на клиентската база данни (съответствие с имотния регистър);
- Отчитане на всички групи потребители (вкл. групи в неравностойно положение);
- Наличие на нерегламентирани връзки;
- Неточно причисляване на дадена група потребители към друга (напр. ако дадена група битови клиенти ползва вода от сградни отклонения, записани в системата като промишлени).

Сериозното разминаване в битовото потребление в литри на жител на ден между съседни области, съответно ВиК фирми, при условие че стереотипите на битово потребление не се различават съществено и няма режими на водоснабдяване, е ясен сигнал, че степента на организационно-техническо ниво на сравняваните ВиК фирми се различава силно. Така фактическата потребена вода при фирмата с по-малко потребление би се различавала значително от фактурираната вода, а разликата между двете би представлявала търговски (привидни, фиктивни) загуби на вода. Тази ВиК фирма би следвало да идентифицира причините за ниското потребление измежду горепосочените фактори.

Разбира се следва да бъдат отчетени възможните неточности на регистрите на населението, също както и необхванатите от статистиката миграционни процеси, най-вече свързани с временна заетост, водеща до промяна на местоживеенето.

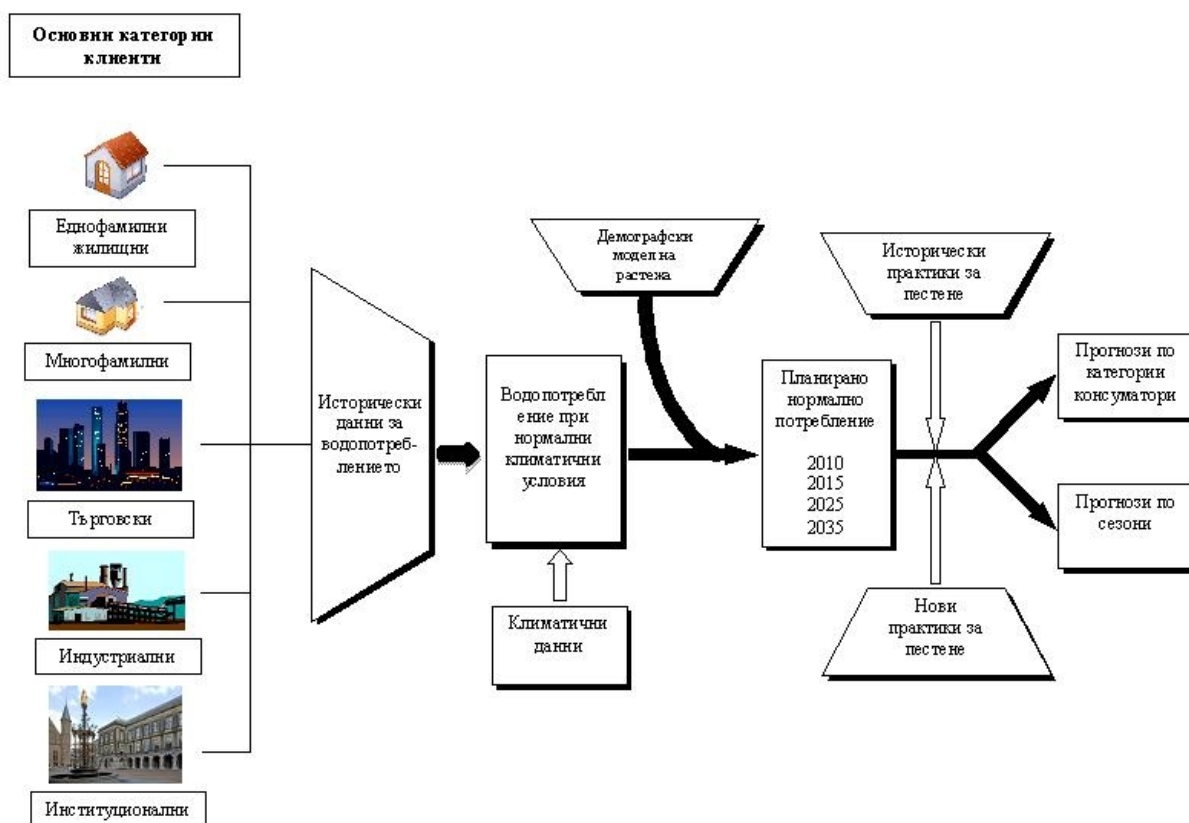
7.2.3 Инструменти за управление на потреблението

За да се постигнат целите на УВП са разработени редица инструменти. Тези инструменти са взаимно зависими и взаимно подсилващи се, като най-оптималното им приложение ще зависи от преобладаващите местни условия на дадено ВиК.

Частите, от които се състои програма за УВП, включват: режимно водоподаване, намаляване загубите на вода (вкл. откриване и отстраняване на течове), пълно измерване на водата, промени в принципите на ценообразуване на водата, монтаж на водоспестяващи устройства (преоборудване), вторично използване на отпадъчните води, институционално развитие, обществена осведоменост и образователни кампании.

Съществуват и други методи за увеличаване на водните запаси, напр. събиране на дъждовни води, но тук се размиват границите между УВП и управление на предлагането.

Принципна схема с основните елементи на водопотреблението е показана на *Фигура 7.3*.



Фигура 7.3 Елементи на модела за прогноза на водопотреблението

За създаването на Програма за управление на водопотреблението, с цел пестене, се препоръчва като важна стъпка така нареченият „индустриален, търговски или институционален ОДИТ“.

Целите на този одит трябва да бъдат:

- Първата цел е да се идентифицират неефективните ползвания на водата и да се препоръчат мерки, които не изискват сложни инженерни решения за тяхната корекция. Тези мерки могат да включват заменяне или леко подобрение на съществуващи домашни водопроводни отклонения, инсталиране на ръчни или автоматични контролни кранове, промяна на параметрите на действие на

съществуващите контролни кранове или препоръчване на промени в методологията на работата или навиците на персонала.

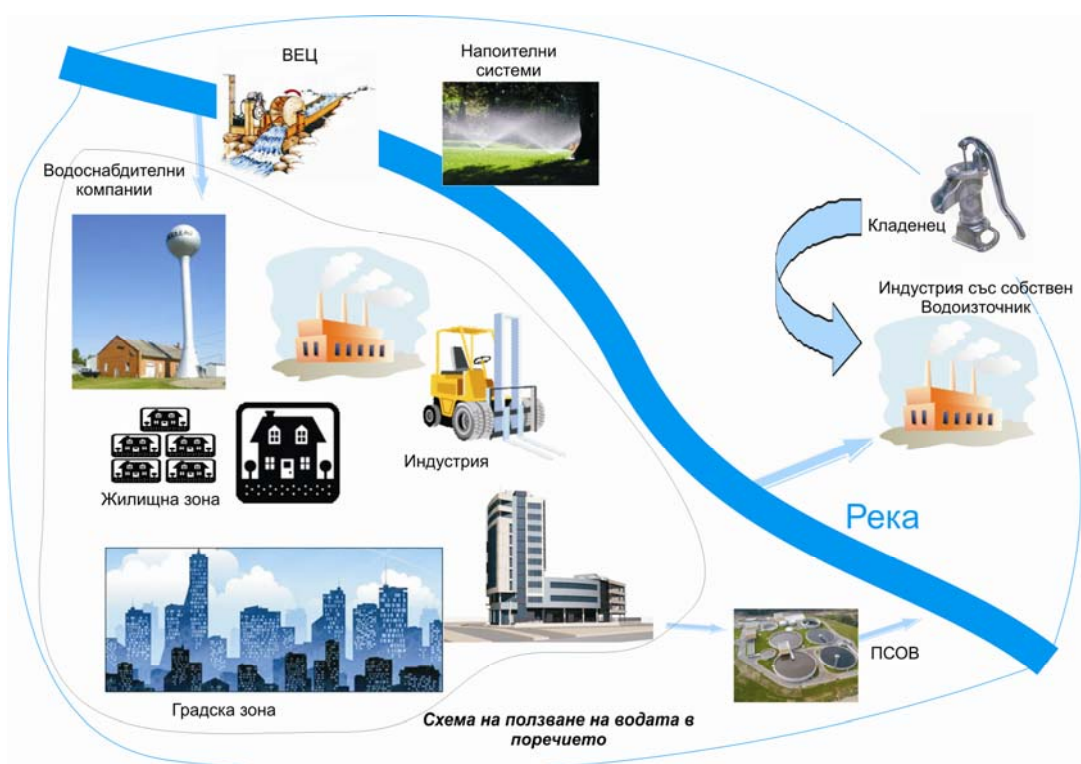
- Втората цел на одита е да се идентифицират мерки за ефективност, които изискват инженерни корекции.

Като резултат от одита, Изпълнителят изготвя обобщаващ доклад за констатираното. Този доклад включва като минимум наблюдения от физическия одит и препоръчани подходи как клиентът да пести водата. Препоръките следва да бъдат доказани с анализ за полза/разходи. Формата на доклада е предмет на одобрение от определеното за контакт лице. Одитът посочва всички фактори, които се отразяват върху ползването на водата. Докладът изброява тези фактори, записва съществуващите условия и е базова линия, която да се използва за анализ на водопотреблението.

В допълнение към дейностите по одита, Изпълнителят трябва да осигури семинари за обучение. Сесиите на обучението включват общи процедури за ефективност на водоползването, както и конкретни примери по обекти.

Сесиите нямат за цел да превърнат служителите в експерти по ефикасност на водоползването, а по-скоро да акцентират върху констатациите по време на одита и да се осигури възможност за поддържане и разширяване на пестенето на вода като резултат от въвеждането на програмата, особено в сушавите райони.

7.2.4 Стъпки и дейности по управление на водопотреблението



Фигура 7.4 Обхват на действие на даден ВиК оператор

За обхвата на действие на дадено ВиК, примерно показан на *Фигура 7.4*, стъпките са както следва:

- Определяне на броя на населението сега и до искания хоризонт (2015, 2025, 2035 и т.н.);
- Определяне на консумацията л/ж/ден за всеки хоризонт от системата за инкасо и звеното за загуби на вода;
- Разделяне на водопотреблението на бюджетни, общински, държавни предприятия и индустрия;
- Определяне на питейна вода за индустрията. Демографските прогнозни подсказват, че търговският растеж е свързан с временните жители и затова растеж в този сектор може да изпревари растежа, който е свързан само с основното население. В момента в България се забелязва обратният случай, където индустрията получава разрешение за ползване на местни водоизточници;
- Прогноза за водопотребление на питейна вода от населението;
- Прогноза за водопотребление на условно чиста вода (ако има такава);
- Прогноза за намаляване на загубите на питейна вода, съгласно Програма одобрена от ДКЕВР в Бизнес плана (одобрението означава, че необходимите средства са приети като „признат разход“);
- Прогноза за намаляване на загубите на условно чиста вода.

По-долу се дава примерна Excel таблица за практическо ползване от всяко ВиК, съобразявайки се с местните специфични условия. Ако конкретното ВиК има изградена пилотна зона /DMA/, то е по-добре да се започне оттам и след придобиване на опит да се разшири за цялото ВиК.

Таблица 7.2 *Примерна форма за разработване на Прогноза за водопотреблението*

№		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Население по постоянен адрес							
2	Население по настоящ адрес							
3	Прогноза за водопотребление на жител за ден							
4	Водопотребление от домакинства по настоящ адрес							
5	Водопотребление на домакинства по инкасо							

6	Водопотребление на публичния сектор							
7	Водопотребление на индустрията							
8	Прогнози за събираемостта, в %							
9	Общо водопотребление по инкасо							
10	Прогноза за търговски загуби							
11	Прогноза за физически загуби							
12	Прогноза за фактурирано водопотребление							

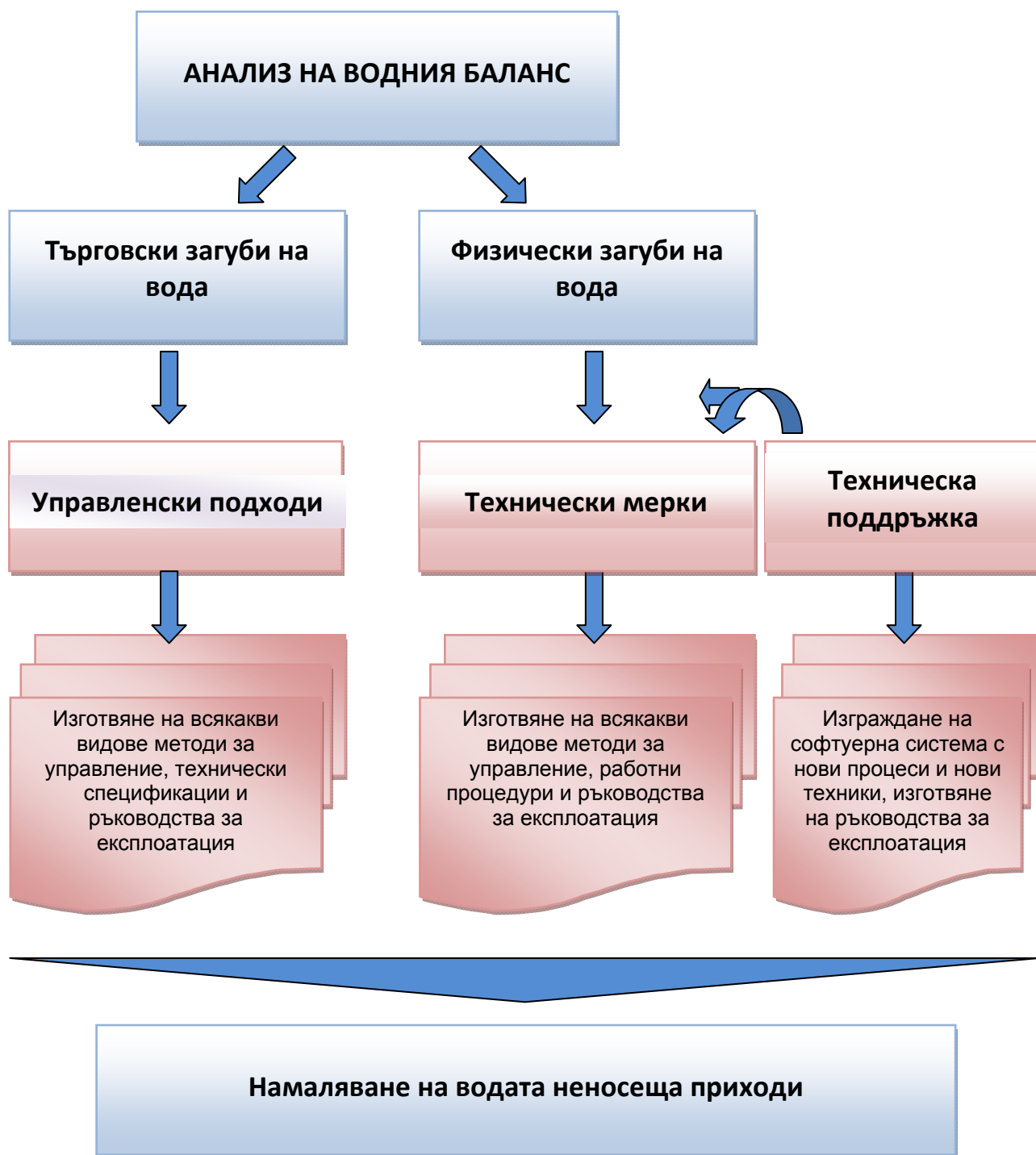
7.2.5 Цената на водата като инструмент за управление на водопотреблението

За да може цената на водата да бъде ефективен инструмент на управление на водопотреблението трябва да бъдат поставени следните допълнителни условия:

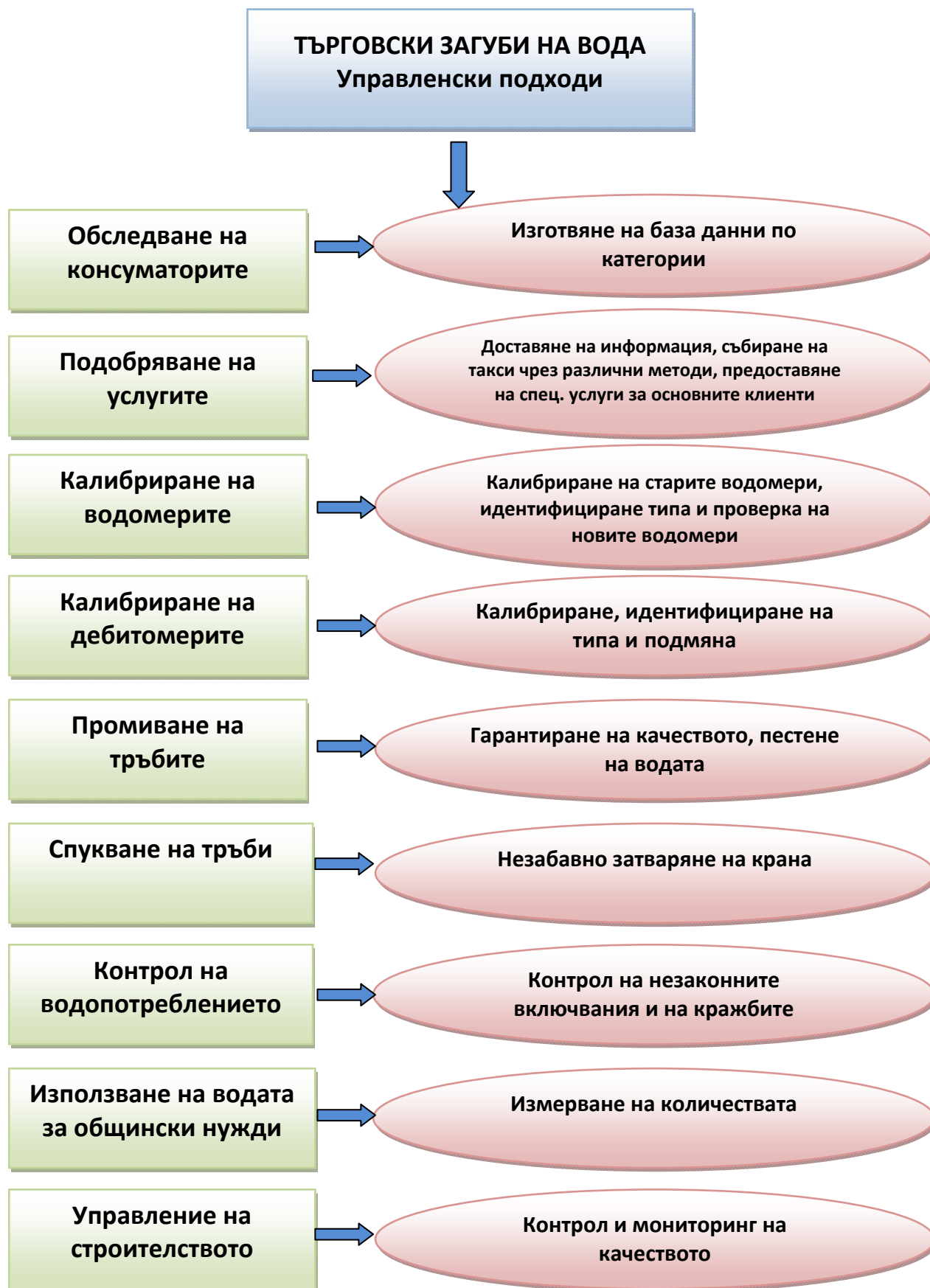
1. Консумацията трябва да бъде измервана;
2. Водомерите трябва да бъдат поддържани в изправност, за да се намалят евентуалните загуби от тяхната неточност;
3. ВиК фирмите трябва да поддържат точни данни за всички потребители, за да се минимизира нелегалната употреба;
4. ВиК фирмите трябва да извършват редовно отчитане на водомерите и фактуриране на ясно определени интервали, например месечно и т. н.;
5. ВиК фирмите трябва да изготвят регулярно баланси на водите, детайлизирани на ниво населени места/DMA (пилотни зони), за да добиват ясна представа за вариациите в потреблението и съответно да правят по-точна оценка на административните загуби;
6. Потребителите трябва да плащат своите сметки в рамките на разумен период от време;
7. ВиК фирмите трябва да налагат справедливи наказания за закъснели плащания и дори да налагат санкции като временно лишаване от услугата.

7.3 Управленски аспекти на водния баланс

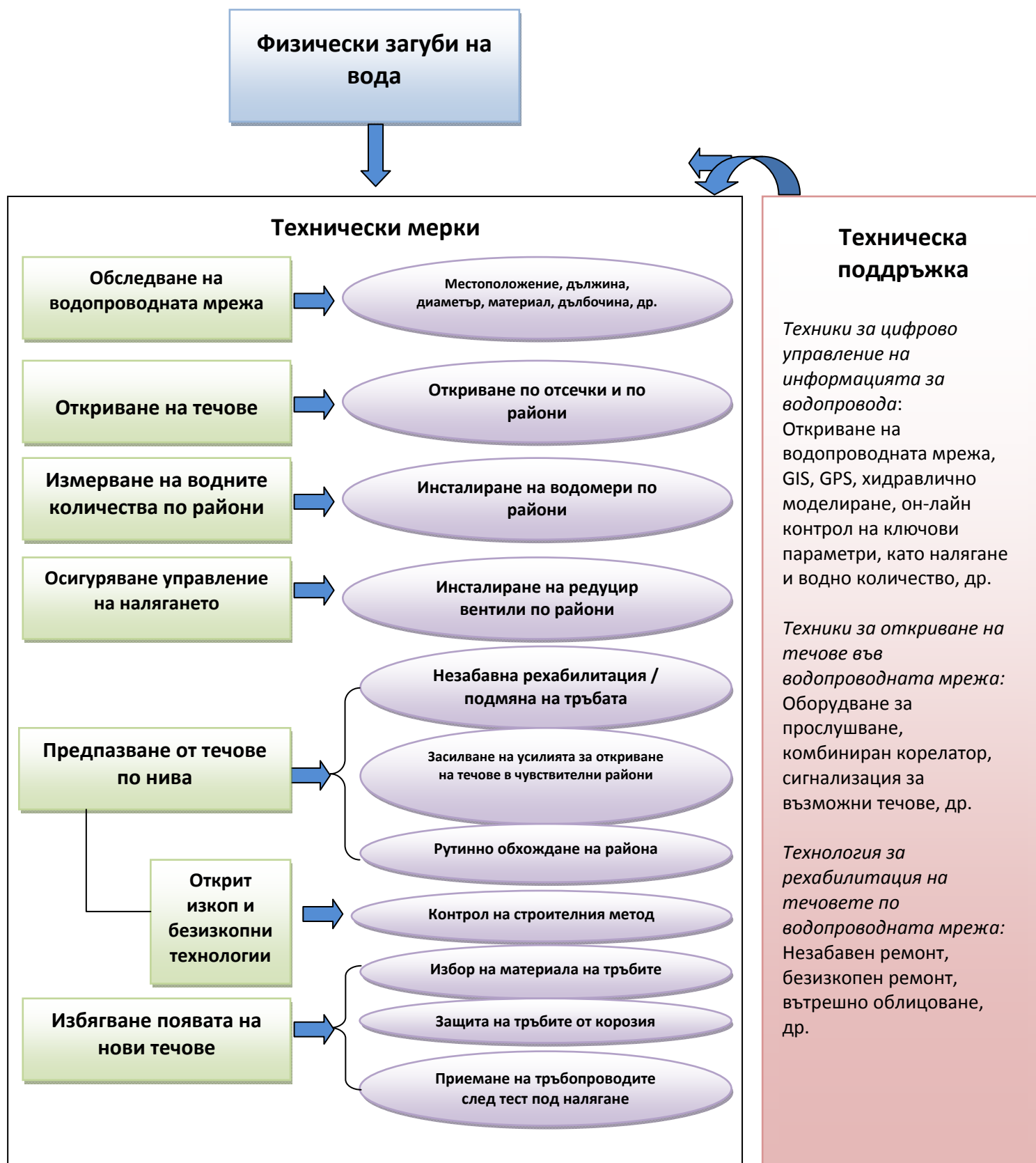
От гледна точка на Управителя, водният баланс първо трябва да покаже със своите компоненти (вж Глава 4) големината на неотчетената вода като физически и търговски загуби. Втората важна задача на водния баланс е да се разработи план за действие за намаляване на неотчетената вода, така че да се осигури най-добрата възвращаемост с минимални инвестиции за най-кратко време [22], виж също *Фигури 7.5, 7.6 и 7.7.*



Фигура 7.5 План за действие за намаляване на водата неносеща приходи

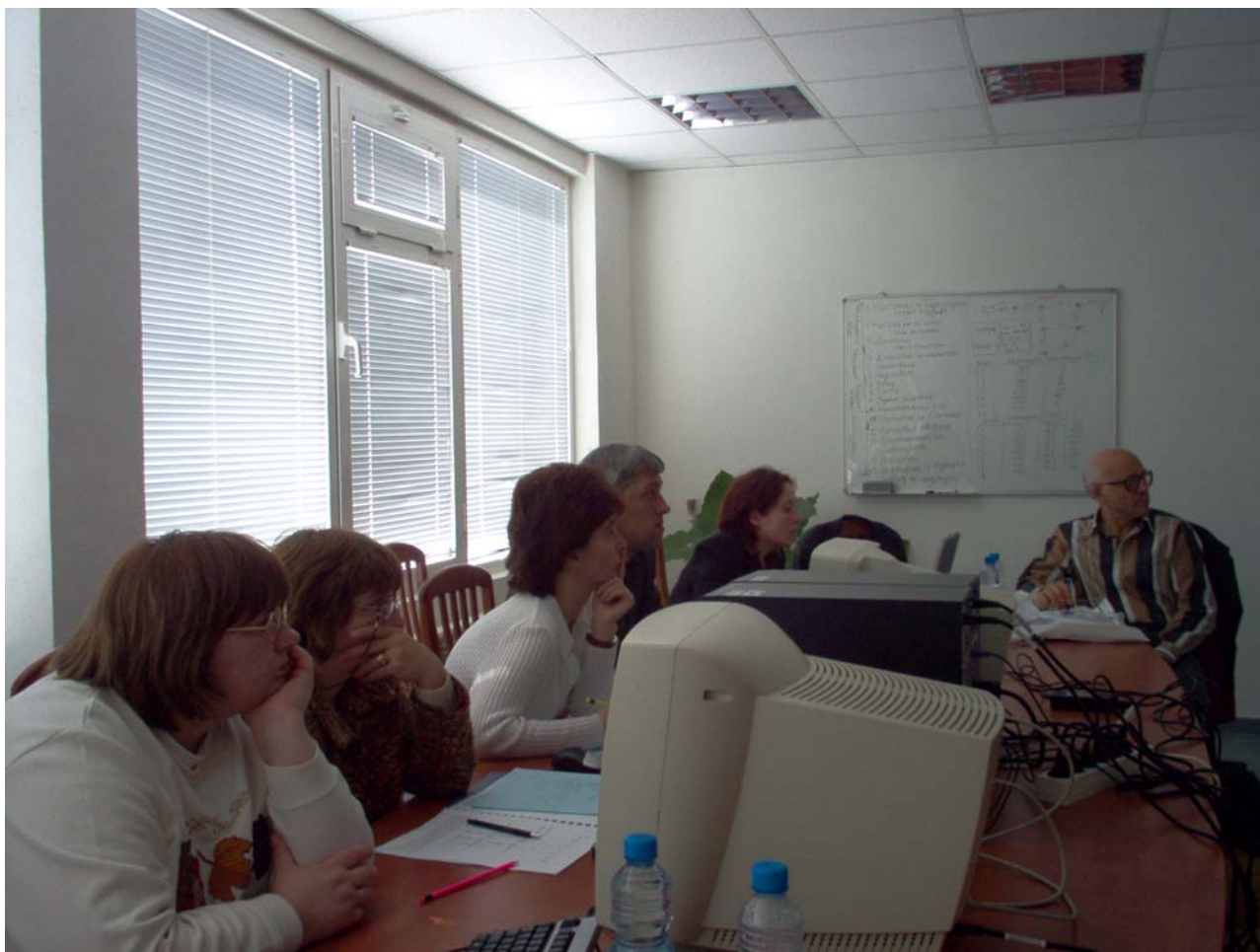


Фигура 7.6 Управленски подходи за намаляване на търговските загуби на вода



Фигура 7.7 Мерки за намаляване на физическите загуби на вода

8. ОБУЧЕНИЕ



8.1 ОБЩИ БЕЛЕЖКИ

Един от основните инструменти на стратегията за намаляване на загубите на вода и неин ключов фактор за стабилност е, обучението на персонала в умения и техники за управление на загубите. Необходимо е това обучение да започне на един ранен стадий от изпълнението на програма от дейности за намаляване на загубите на вода, което ще улесни разбирането и прилагането на необходимите методи и техники. Обучението трябва да започва отгоре надолу – от управителите и вземащите решения лица до инженерите, операторите и техниците.

Програмата за обучение може да се раздели на три основни модула: въвеждащи в материята семинари за ръководния персонал; курсове за инженери и технически персонал и практическо обучение за операторите.

8.2 ВЪВЕЖДАЩИ В МАТЕРИЯТА СЕМИНАРИ

Главната цел на тези семинари е да запознаят управителите и вземащите решения лица, с целите на стратегията, с необходимите стъпки за нейното изпълнение и с плановете за обучение на персонала. След като има разбиране на върха, ще има и мотивация за прилагането на тази стратегия на всички нива. Участниците в тези семинари следва да се запознаят с основните понятия и методики за намаляване на загубите на вода, но преди всичко с ползите от провеждането на политика за управление на течовете и стъпките за нейното прилагане. Естествено за ръководния персонал от значение е финансовият и институционален аспект на обучението, както и ползите от по-ефективна експлоатация. От полза са практически упражнения за избор и разработване на най-подходящата за даденото предприятие политика. Разбира се, необходимо е най-общо запознаване с техническите аспекти на стратегията.

8.2.1 Програма на едnodневен курс

- Компоненти на водния баланс и изчисляването им;
- Принципи на управлението на течовете (зони за измерване на водопотреблението - DMA и мониторинг на нощната консумация);
- Икономически принципи;
- Практическо прилагане на тези принципи към условията на даденото ВиК дружество.

8.3 Курсове за инженери и технически персонал

Тези курсове са насочени към препоръчване на най-добрите практики и получаване на умения за управление и контрол на течовете. Те трябва да бъдат съобразени с нуждите на

отделните категории служители. Инженерите, чиято работа е повече свързана с управленски въпроси биха имали полза от модули с практическа и техническа насоченост. Обучението на техниците трябва да бъде модулно за покриване на отделни аспекти от управлението на течовете, например измерване на потока, контрол на налягането, събиране на данни, и т.н.

Два основни компонента на тези курсове са:

- Приспособяване на курса за конкретното ВК дружество, чрез определяне на конкретните практики в управлението на системата, проблемни зони, силни и слаби страни и участието на обучаваните в разработване на план за действие за тяхната система, на базата на досегашните познания и на придобитите по време на курса;
- Практическа демонстрация на съществуващото оборудване с възможност участниците да изпробват работата със съответните уреди.

8.3.1 Модули на програмата на петдневен курс

Модул 1

- Принципи на управлението на течовете;
- Избор на стратегия (икономически анализ);
- Оптимални нива на течовете и цели;
- Разбиране на компоненти на водния баланс.

Модул 2

- Предимства на продължителния мониторинг на нощната консумация;
- Разработване на зони за измерване на водопотреблението DMA;
- Разработване на схеми за управление на налягането.

Модул 3

- Измерване на потока и събиране на данни;
- Анализ на данните;
- Приоритизиране на дейностите по откриване на течовете.

Модул 4 (двудневен)

- Принципи на откриване на течовете – техники и оборудване;
- Практически упражнения по локализиране на водопроводите и откриване на течове;
- Управление и опериране на схема със зони за измерване на водопотреблението;
- Изисквания към експлоатацията и поддръжката.

8.3.2 Практическо обучение за операторите

Обучението трябва да бъде структурирано на модули за всяко отделно умение. Практическото обучение изисква системни упражнения.

8.3.3 Модули

Наблюдение на водните количества

- Запознаване с принципите за измерване;
- Запис на данните за потока;
- Анализ на данните (определяне на приоритетните места за отстраняване на течове).

Методи и технологии за откриване на течове

- Локализиране на водопроводите и арматурите;
- Методи и технологии за откриване на течове;
- Методи и технологии за локализиране на течове.

Експлоатация и поддръжка на система за управление на течовете

- Съхранение на планове и данни;
- Поддържане на системата от зони за измерване на водопотреблението;
- Поддръжка на водомерите и оборудването.

Допълнителни упражнения

- Изчисляване на водния баланс и анализ на компонентите;
- Проверка на водомерите и процедури по калибриране;
- Проучване на течовете;
- Управлението на налягането и инсталиране на регулатори на налягане;
- Разработване на зони за измерване на водопотреблението;
- Техники за рехабилитация на мрежата;
- Техники за подмяна на тръбите.

Управителите на ВиК дружествата трябва да са наясно, че планирането и инвестирането в теоретична и практическа подготовка на работните екипи е от изключително значение за правилното провеждане на политиката за намаляване загубите на вода. В това отношение те могат да бъдат подпомогнати от „Центъра за обучение” към Българската асоциация по водите, който е в процес на сертифициране.

9. ЗАКЛЮЧЕНИЕ



На ВиК инфраструктурата следва да се придава по-голяма важност, заради съществената роля, която играе за обществото и за икономиката.

Водата има икономическа стойност при всичките си конкурентни направления на използване и следва да се разглежда като икономическа стока.

Намаляването на загубите на вода е критично за ефективното използване на водните ресурси, ефективното управление на ВиК, подобряване на потребителското задоволство и отлагането на интензивните капитални вложения към съществуващия капацитет на ВиК системата.

През изминалото десетилетие бе направено много в посока на разработване на надежден набор от инструменти и методология, която да се прилага на национално и международно ниво, позволяващи оценка и научно-практически подход към водата неносеща приходи.

Изготвянето на база за сравнение, за да се установят настоящите нива на загуби на вода (чрез провеждане на водна ревизия /одит/, от която се съставя воден баланс), е първата стъпка, която трябва да направи всяка водоснабдителна компания, желаеща да намали загубите на вода. Благодарение на тази база за сравнение могат да се планират дейностите по намаляването на ВНП, знаейки съотношението между физическите и търговски загуби. Това се подчертава и от един от добрите Управители на ВиК у нас, инж. Ганчо Тенев Управител на ВиК АД, гр. Бургас [14].

Проблемът със загубите на вода пред управителите на водоснабдителни компании в държава като България става по-голям, защото на места има недостатъчно производство на вода, недостатъчното измерване на потреблението на абонатите и слабото познаване на хидравличните характеристики на тяхната разпределителна мрежа, което води до това, че управлението на физическите загуби, ако изобщо такова се извършва, е повече въпрос на гадаене и налучкване, отколкото на обективен анализ и приложение на доказани технически решения. Често биват пренебрегвани някои основни въпроси както следва:

- Повечето физически загуби се причиняват от малки течове, които са "невидими" (тоест, няма вода на повърхността). Видимите аварии на водопровода може да причинят еднократна загуба на вода от няколкостотин кубични метра вода за кратък период от време, но тъй като се виждат, биват отстранявани бързо. От друга страна, малък теч от сградно отклонение (например, теч с дебит, да речем, само $1\text{m}^3/\text{h}$), който не избива на повърхността, ще причини загуби на около 9 000 кубични метра вода годишно — докато накрая бъде открит.
- Налягането в мрежата има пряко, близко до линейно, отношение към физическите загуби (например, 10 процента по-голямо налягане се изразява в 10 процента по-голям обем течове). Когато дейността по търсене на течове се състои само в ремонти на водопровода, често се получават повишавания на налягането в други части на системата, като така се предизвикват повече течове, за голямо учудване на ръководителите на водоснабдителни компании. Управлението (не непременно

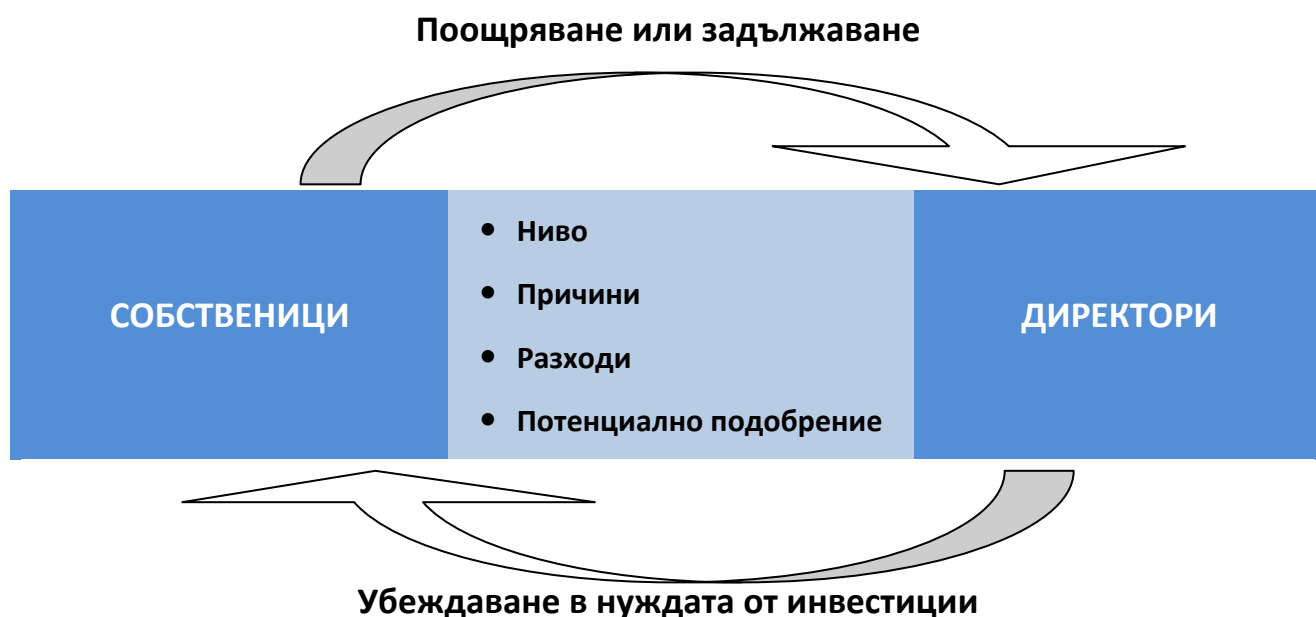
намаляването!) на налягането е от първостепенно значение, особено при системите с ниско налягане и лошо състояние на инфраструктурата.

В днешно време има наличен изчерпателен набор от аналитични инструменти, стратегии за намаляване загубите на вода и специализирано оборудване, но мнозинството от водоснабдителните компании не знаят за тях. Вследствие на това нарастват с бързи темпове различията между добре управляваните програми за намаляване на ВНП и положението, в което се намират повечето от компаниите у нас и по света с високи загуби.

Действителността показва, че дори и да има на хартия Програма за намаляване на ВНП, то нейното изпълнение всъщност е сложно. Изпълнението изисква всестранно решаване на най-различни проблеми, които лежат в основата на лошото представяне на компаниите. Това представлява предизвикателство, което не засяга единствено решаване на проблема с ВНП. За никого не представлява изненада, че и политиците, и ръководството на водоснабдителната компания гледат на инвестициите за намаляване на ВНП като рискови, защото не са сигурни, че очакваните ползи ще се осъществят. Тъй като държавните служители обикновено хранят неприязън към риска, логично е тогава, когато са изправени пред избор между намаляване на ВНП и увеличаване на производствения капацитет, те да изберат второто решение. В икономическо отношение това може и да няма много смисъл, но поне те се чувстват уверени, че ще имат насреща нещо материално (примерно, нова пречиствателна станция), която да покажат на своите избиратели.

Не е лесно да се реши задачата какво ниво на загуби е "приемливо", тъй като то зависи от специфичните условия на всяка компания, както експлоатационни (дължина на мрежата, гъстота на отклоненията, работно налягане) така и търговски. От икономическа гледна точка, целевият показател трябва да бъде извлечен с помощта на финансов/ икономически анализ, който да определи оптималното ниво на течове във всяка ситуация (т.е., когато пределната цена за спестяване на кубичен метър вода е равна на пределната цена за доставянето ѝ).

В заключение, основното, очевидно и като цяло пренебрегвано послание е, че ВНП не трябва да се разглежда като нещо самостоятелно, но в по-широкия контекст на реформиране на компанията и че управлението на ВНП е работа на пълно работно време, както е показано по-долу на *Фигура 9.1*.



Директори	• Управлението на загубите на вода е работа на пълно работно време • Необходим е достатъчен персонал • Офиси • Съоръжения • Оборудване • Транспортни средства • Оперативни бюджети • Постоянни курсове и обучения • Отдел за управление на потреблението и за баланс на водите, или • Отдел за неотчетената вода, вкл. средните групи: ✓ Обследване, планиране и DMA; ✓ Откриване на течове; ✓ Поддръжка на водомери; ✓ Инспектори и инкасатори
-----------	--

Фигура 9.1

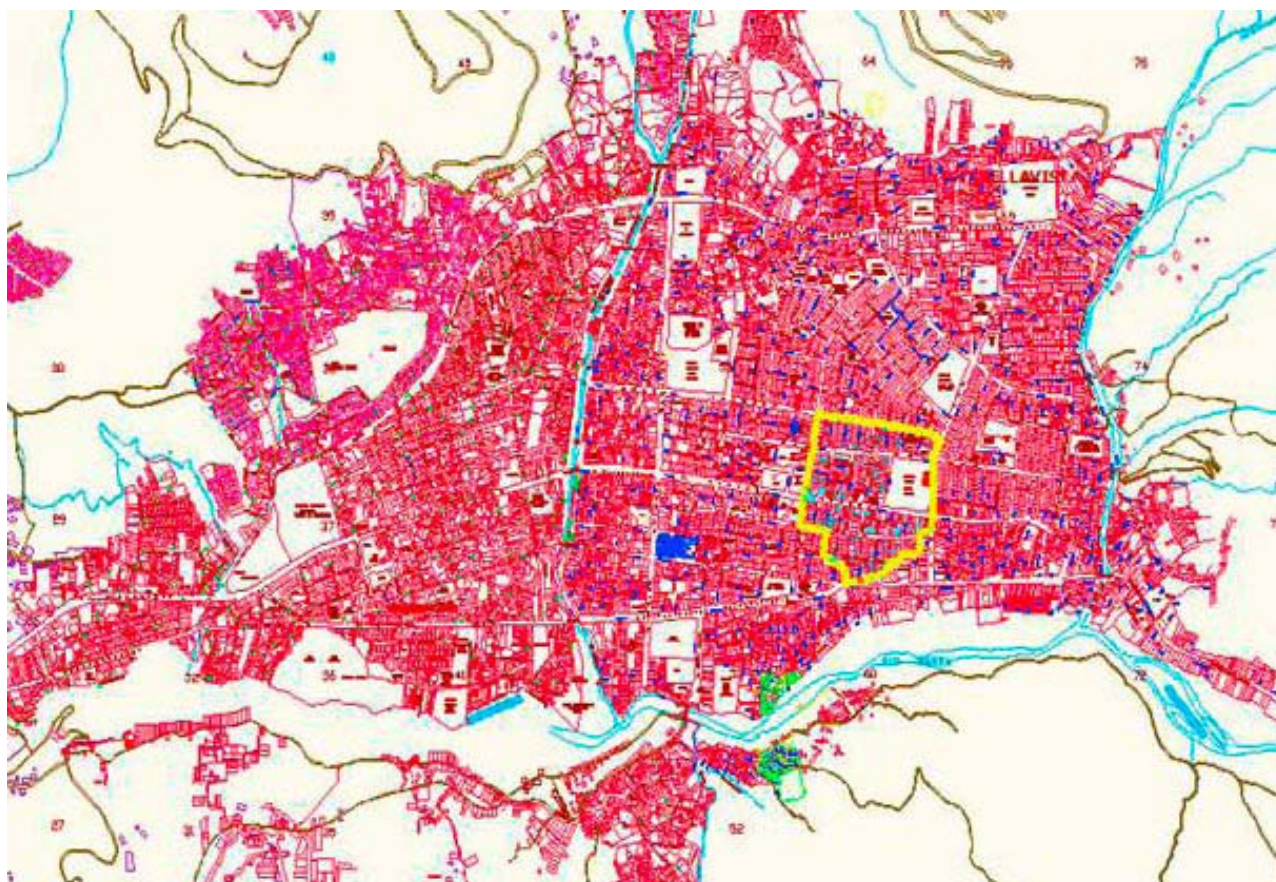
Съставителят на програми за ВВП трябва да разгледа внимателно частта от програмата за поощрения за ръководителите и персонала, както и всички страни, имащи отношение. Всяка програма трябва да гарантира, доколкото е възможно, че поощренията са насочени към целта да се развие една дейна и ефективна компания, която отговаря на нуждите на своите потребители. Респективно законодателят в лицето на държавата, трябва да намери стимулиращо-санкциониращ механизъм за операторите като съдейства и подпомага инвестиционните им програми, така че цената да е допустима.

Има и друго решение с така наречените договори за услуги, основаващи се на резултати, където подобряването на ефективността се извършва по дефинирани в договора цели. Такива договори биха могли да предложат благоприятна среда и поощрения, водещи до намаляване на ВНП, с непосредствени ползи в експлоатационно и финансово отношение. Те могат, следователно, да създадат позитивна динамика за реформи, но не бива да се разглеждат като заместител на провеждането на по-широките институционални реформи, необходими за насърчаване на устойчивостта на сектора [46].

НЯКОИ СЪВЕТИ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ ОТЧЕТНОСТТА НА ВОДНИТЕ КОЛИЧЕСТВА

1. Използване на 4-те ключови стратегии за намаляване на загубите на вода, препоръчани от IWA / AWWA.
2. Използване на стандартния баланс на водите на IWA / AWWA.
3. Осъществяване на програма за активен контрол на течовете чрез използване на най-добрите практики в тази област.
4. Използване на Инфраструктурния индекс на течовете (ILI) като индикатор за представяне с цел оценяването на ВиК оператора за себе си и спрямо другите оператори. Това замества остарялото сравняване базирано на “неотчетената вода”, изразена като процент (%), което е непоследователно и е субективно.
5. Инвестиране в дългосрочна стратегия за управление на активите; заделяне на средства за периодична подмяна или рехабилитация на стари водопроводи и такива, за които се очаква появата на течове.
6. Стандартизиране инсталирането на водомери на зоните за измерване на водопотреблението (DMA) и създаване на DMA с максимален размер на базата на приемливо времетраене на течовете.
7. Използване на система с пълно измерване. С пълното измерване ВиК операторите получават 100 % отчетност и точен, постоянен контрол на водните количества. Ако няма възможност за инвестиране в система за пълно измерване, да се инсталират водомери с дистанционно отчитане и да се ползват статистически данни от домашни водомери, за да се очертае основната тенденция по отношение на загубите на вода.
8. Автоматизирано събиране и разпределение на данни, с цел да се гарантира, че информацията е надеждна, достъпна и активна за съответния персонал.
9. Идентифициране на зоните, където просто инсталирането на дебитомер би било достатъчно за откриване на течове, без да са необходими промени на границите или хидравликата.
10. Отхвърляне на философията “Нека тече” и насърчаване на нова експлоатационна политика в организацията.
11. Определяне на реалистични, достижими цели и бюджет за намаляване на загубите на вода на национално и местно ниво в зависимост от условията.
12. Въвеждане на стимулиране на успешно намаляване на загубите на вода и съответно на санкции при неуспех.

10.ПИЛОТНИ ПРОЕКТИ И КОНКРЕТНИ ПРИМЕРИ

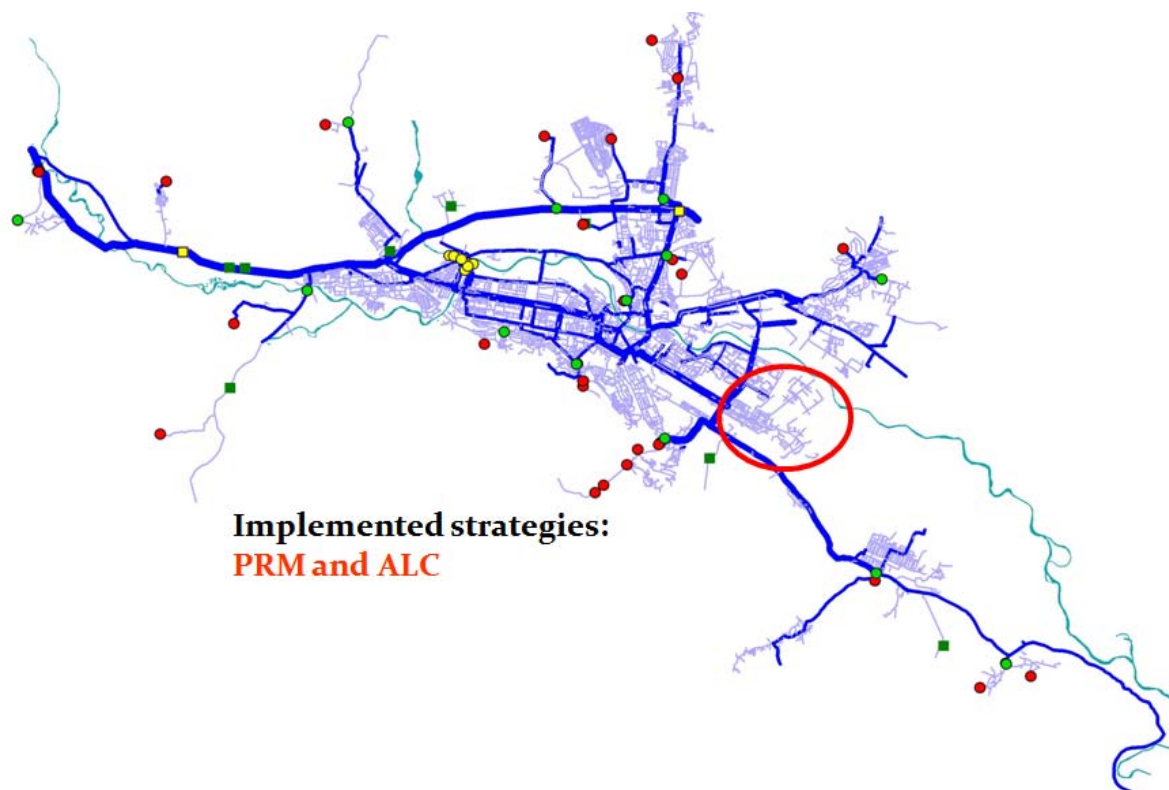


Пилотните проекти имат за цел да определят ползите от различните подходи за намаляване на загубите на вода, а именно управление на налягането, подмяна на водомерите за по-точно отчитане, откриването на течове. Така се получава по-ясна картина за очакваните резултати преди да се пристъпи към една скъпоструваща дългосрочна цялостна програма за намаляване на загубите. С пилотния проект се прецизира методологията за изчисляване на загубите, а може да се използва и за обучение на персонала в реални условия. По-долу се дават няколко успешни примери.

10.1 РЕГУЛИРАНЕ НА НАЛЯГАНЕТО И АКТИВНО УПРАВЛЕНИЕ НА ТЕЧОВЕТЕ ВЪВ ВОДОМЕРНАТА ЗОНА “ЛИСИЧЕ”, СКОПИЕ, МАКЕДОНИЯ

Боян Ристовски, ВиК Скопие, Македония

Този проект се отнася до дейностите по намаляване на водните загуби в една от зоните с ниско налягане - Лисиче (Фигура 10.1), която подава вода към селищата Лисиче, Островска и Горно Лисиче, с около 4150 домакинства, 4630 водомера, 33 km тръби, 3450 сградни отклонения, предимно къщи, без големи сгради.



Фигура 10.1 Водомерна зона “Лисиче”

10.1.1 РЕГУЛИРАНЕ НА НАЛЯГАНЕТО – ЕТАП 1

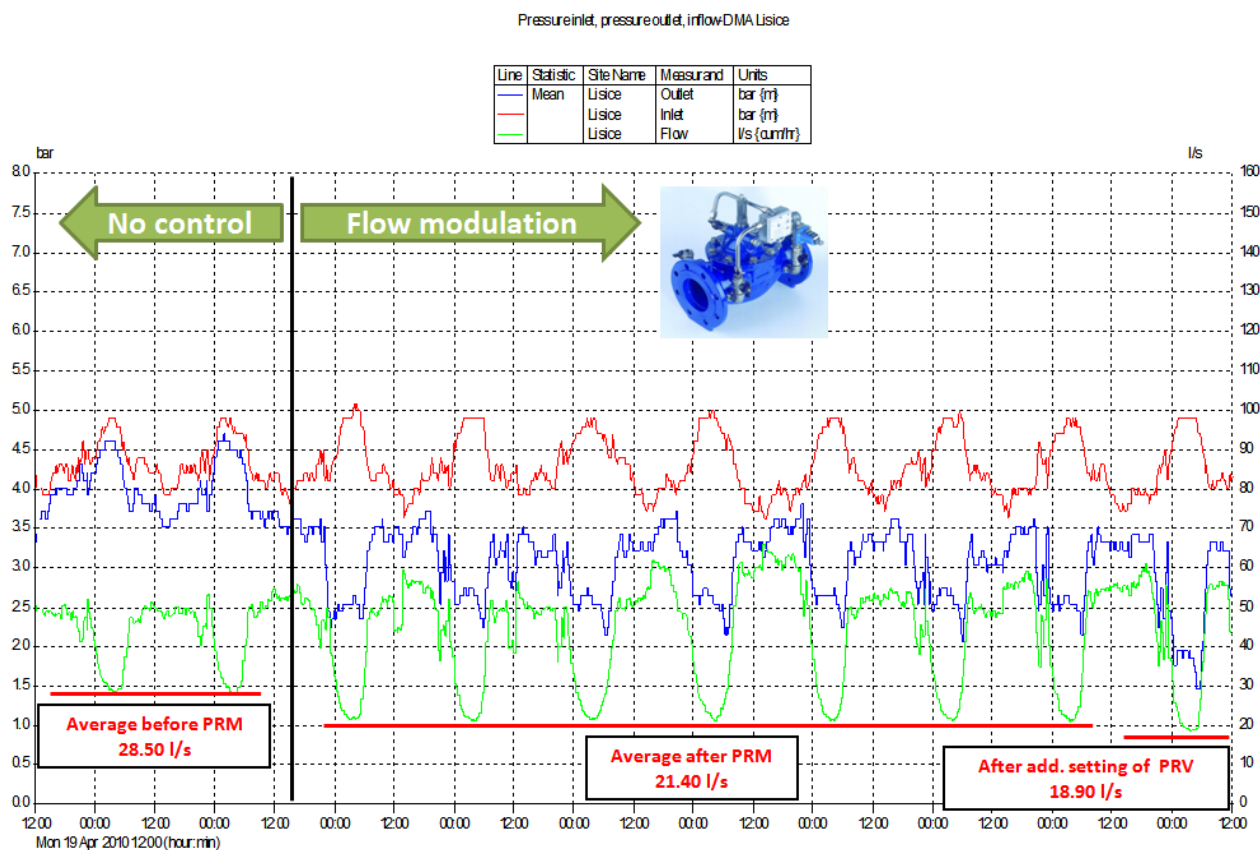
Първият етап на този проект се отнася до намаляване на загубите на вода чрез регулиране на налягането. Въз основа на анализа, извършен на място и предварително измерено налягане на няколко места във водомерната зона, което показва увеличено нощно налягане, беше решено да се намали налягането на входа с помощта на регулатор на налягане $\varnothing$ 200 mm на чугунения тръбопровод с диаметър $\varnothing$ 200 mm.

Инсталираният регулатор на налягане е от диафрагмен тип с възможност за модулиране по ниво и по време. Електромагнитен разходомер, работещ на батерии и GSM устройство за дистанционно отчитане на данни също са инсталирани в камерата на регулатора (Фигура 10.2).



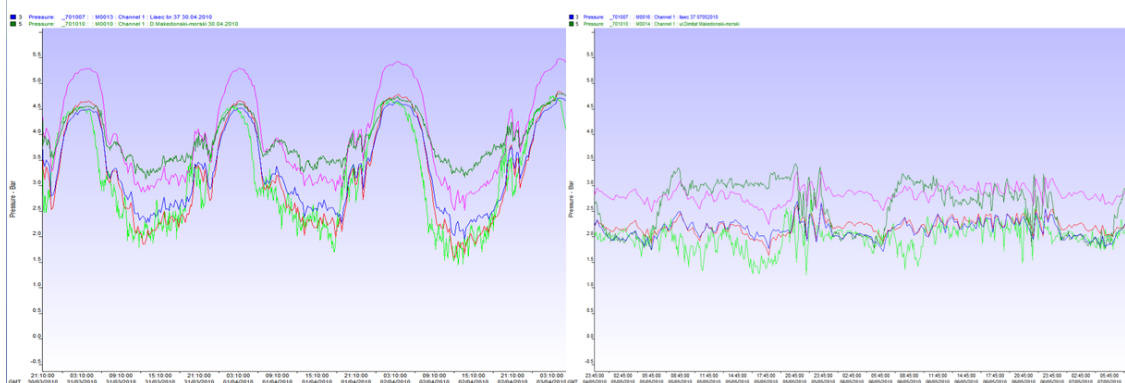
Фигура 10.2 Разходомер и камера за регулиране на налягането

След инсталиране на регулатора, отчетеното мин. нощно количество вода (MNF) е намалено от 28.50 l/s (102.6 m³/h) на 18.90 l/s (68.04 m³/h), както е показано на Фигура 10.3, което значи намаление на MNF с 9.60 l/s (34.56 m³/h или намаление с 33.69%) и дневна икономия от 885 m³ (при изчислено NDF от 25.59).



Фигура 10.3 Налягане на входа и изхода и входящо количество в зоната с показано MNF преди и след регулатора

Графиките и таблиците по-долу (Фигура 10.4) показват ефективността на регулатора, сравнявайки данните за налягането на няколко места в изследвания район.



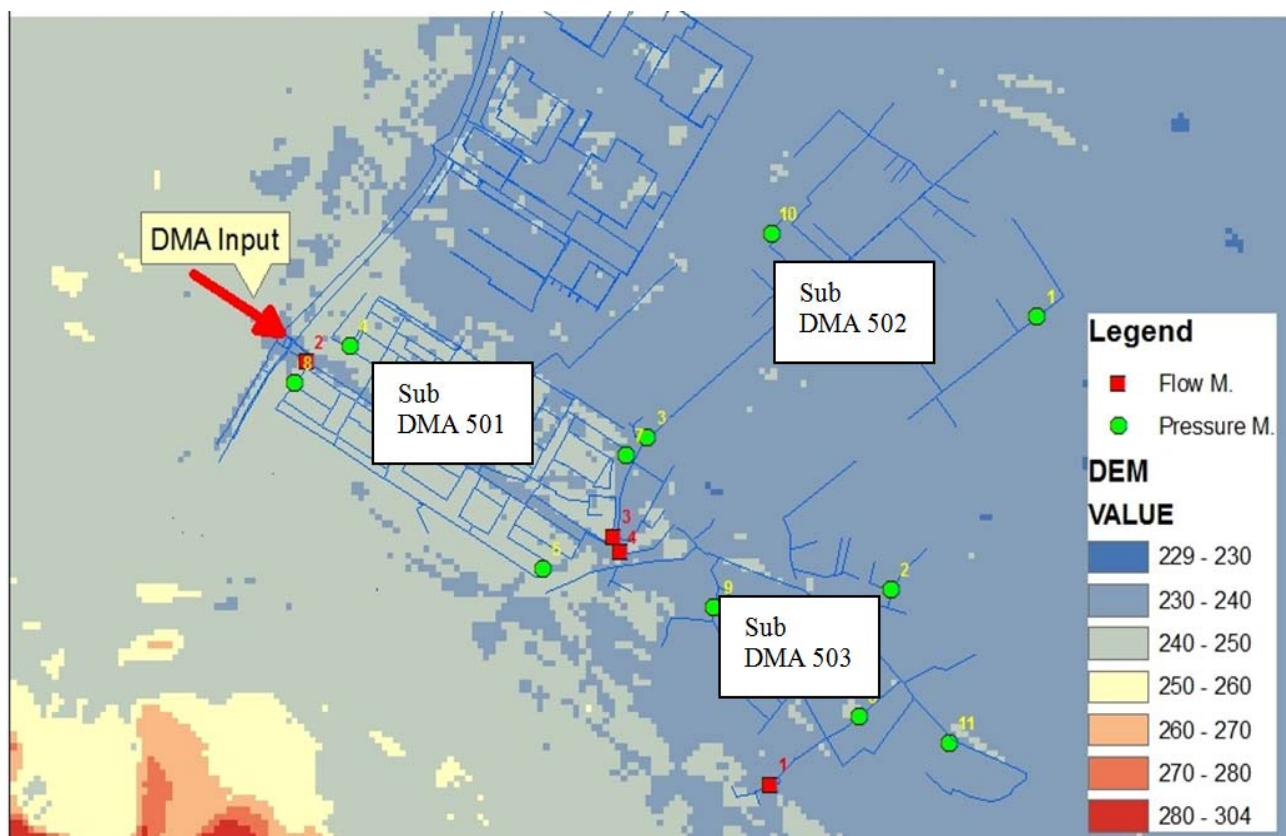
Pressure measurement point /Period (30.03-03.04.2010)	Max. (bar)	Min. (bar)	Avg. (bar)	Pressure measurement point /Period (05.05-07.05.2010)	Max. (bar)	Min. (bar)	Avg. (bar)
Gornovranovska 24	4.745	1.441	3.139	Gornovranovska 24	2.824	1.255	1.982
Todor Cangov 22/14	4.784	1.578	3.197	Todor Cangov 22/14	2.647	1.637	2.203
Lisec 37	4.657	1.951	3.315	Lisec 37	2.696	1.716	2.144
Todor Cangov 21/12	5.431	2.520	3.959	Todor Cangov 21/12	3.294	2.235	2.830
Dimitar Makedonski (Morski)	4.745	3.127	3.899	Dimitar Makedonski (Morski)	3.431	1.745	2.606

Фигура 10.4
Данни за налягането преди и след регулатора

10.1.2 АКТИВЕН КОНТРОЛ НА ТЕЧОВЕТЕ – ЕТАП 2

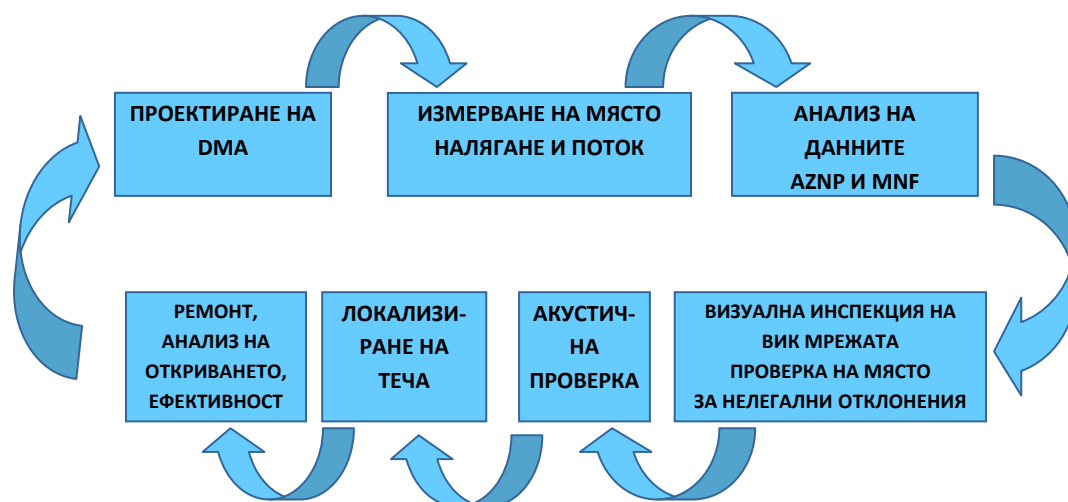
Тази част на проекта се отнася до активния контрол на течовете за допълнително намаляване на загубите на вода в наблюдаваната зона Лисиче, който контрол изисква установяване на под-зони. Активният контрол на течовете се основава на: измерване на водното количество на място, методология за оценка на теча, моделиране на мрежата, както и систематична инспекция на мрежата.

Изследваната зона Лисиче се разделя на три под-зони (Фигура 10.5). Установените под-зони са временни и количествата на входа и изхода бяха измервани с мобилни ултразвукови разходомери.



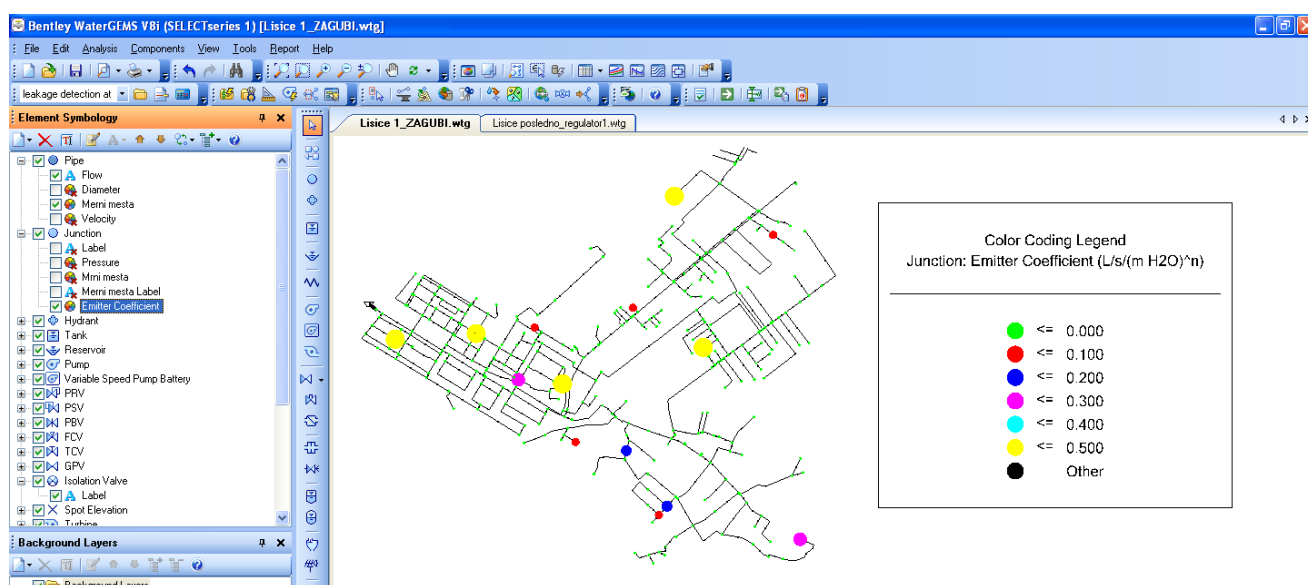
Фигура 10.5 Водомерната зона Лисиче е разделена на под-зони

Методологията на водните загуби, използвана в този проект е показана на Фигура 10.6.



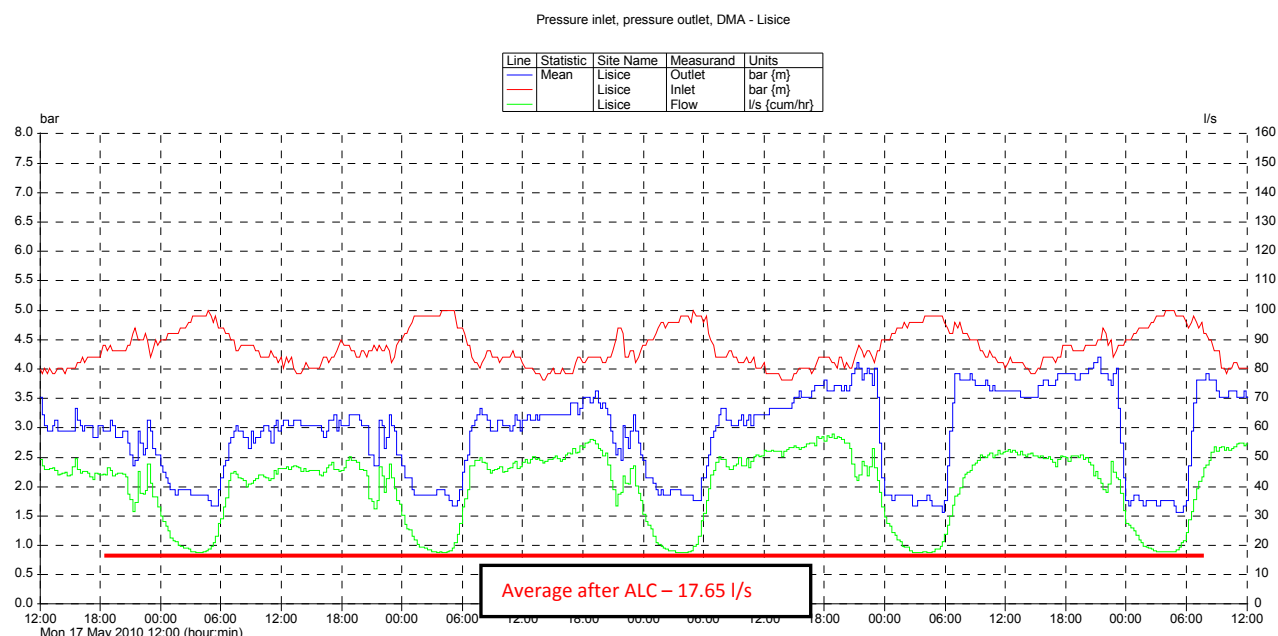
Фигура 10.6 Методология на водните загуби

За моделиране на водоразпределителната мрежа, по отношение на анализираната зона беше използван софтуерният продукт на Бентли WaterGEMS V8i. След създаването на модела, за по-доброто му съответствие с реалното поведение на водопреносната мрежа, беше използван калибрационният модул на Darwin в WaterGEMS. В калибрационния процес бяха въведени данните за количество и налягане от in-situ наблюденията, което е началната точка за всички калибрационни операции. Използвайки калибрационния модул на Darwin бяхме в състояние да определим възела на теча (Leakage Node) в модела, чрез табулатора Demand което позволява избор на групите за регулиране на нуждите (дефинирани в калибрационното проучване), както и параметрите, задаващи интервалите на емитерния коефициент, които бяха използвани при това оптимизирано изпълнение, показано на *Фигура 10.7*.



Фигура 10.7 Открити възли на теч в зоната, разглеждайки генерирания емитерен коефициент, с използване на калибрационния модул на Darwin в WaterGEMS

Прилагайки стратегията, показана на *Фигура 10.6*, минималното нощно водно количество (MNF) беше намалено до 17.65 l/s (*Фигура 10.8*).



Фигура 10.8 Налягане на входа и изхода и входящото водно количество в зоната, с посочено MNF

10.1.3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С прилагане регулирането на налягане и активния контрол на течовете в конкретната водомерна зона, постигнатите икономии са следните: 10.85 l/s (39.06 m³/h) и приблизителни дневни икономии от 1000 m³.

За да се намалят търговските загуби, за пръв път в Скопие бяха подменени съществуващите водомери с нови от клас C, с автоматична отчитаща система – приблизително 1400 водомера в една под-зона (около 30% от всички в зоната Лисиче).

10.2 ЕФЕКТИВНО РЕШЕНИЕ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА И БРОЯ НА АВАРИИТЕ В НИСКАТА ЗОНА НА ГР. КЪРДЖАЛИ

проф. д-р инж. Г. Димитров, В. Димитров

За намаляване на реалните загуби на вода и броя на аварииите съществено значение оказва управлението на налягането на водата във водопроводните мрежи.

В България са извършени изследвания за влияние на налягането върху загубите на вода, като са обособени отделни зони в над 40 населени места, в които са проектирани и функционират 105 регулатора на налягането, с пряко и непряко действие. Като резултат е получено намаление на загубите на вода от 15% до 40% от денонощния разход на вода и на видимите аварии от 50% до 90%.

Особен интерес представлява предложеното решение за регулиране на налягането в ниската зона на гр. Кърджали, която обслужва 12 720 абоната, 27 400 обитателя чрез 6 550 сградни водопроводни отклонения.

Ниската зона на гр. Кърджали се водоснабдява от яз. Боровица (кота 459) посредством стоманен водопровод с диаметри 800mm и 900mm и дължина 25,463 km. Водата се пречиства в двустъпална пречиствателна станция (ПСПВ) чрез утаяване с коагулация, филтрация през бързи филтри, озониране и обеззаразяване. Снабдяването на ниската зона на гр. Кърджали се осъществява от напорния резервоар с обем 13 000 m³ (кота водно ниво 316,25) чрез стоманен водопровод DN800.

Водопроводната мрежа на ниската зона на гр. Кърджали е с обща дължина 75,834 km, от които 32,414 km (42,7%) са пластмасови (PEHD и PVC), 6,034 km (8,0%) са стоманени и 37,386 km (49,3%) са азбестоциментови тръби. По-голямата част от водопроводната мрежа 57,3% е от амортизирани стоманени и азбестоциментови тръби с изтекъл амортизационен срок, което е предпоставка за чести аварии и загуби на вода.

Най-високите райони на ниската зона (коти 265-275) са с ниско етажно застрояване до 3 етажа, а най-ниските части с коти на терена 230-245 са застроени предимно с 5-7 етажни и отделни 10-12 етажни сгради. На кота 233 се намира най-високата 14 етажна сграда, която е критичната точка за определяне на минималното налягане в зоната.

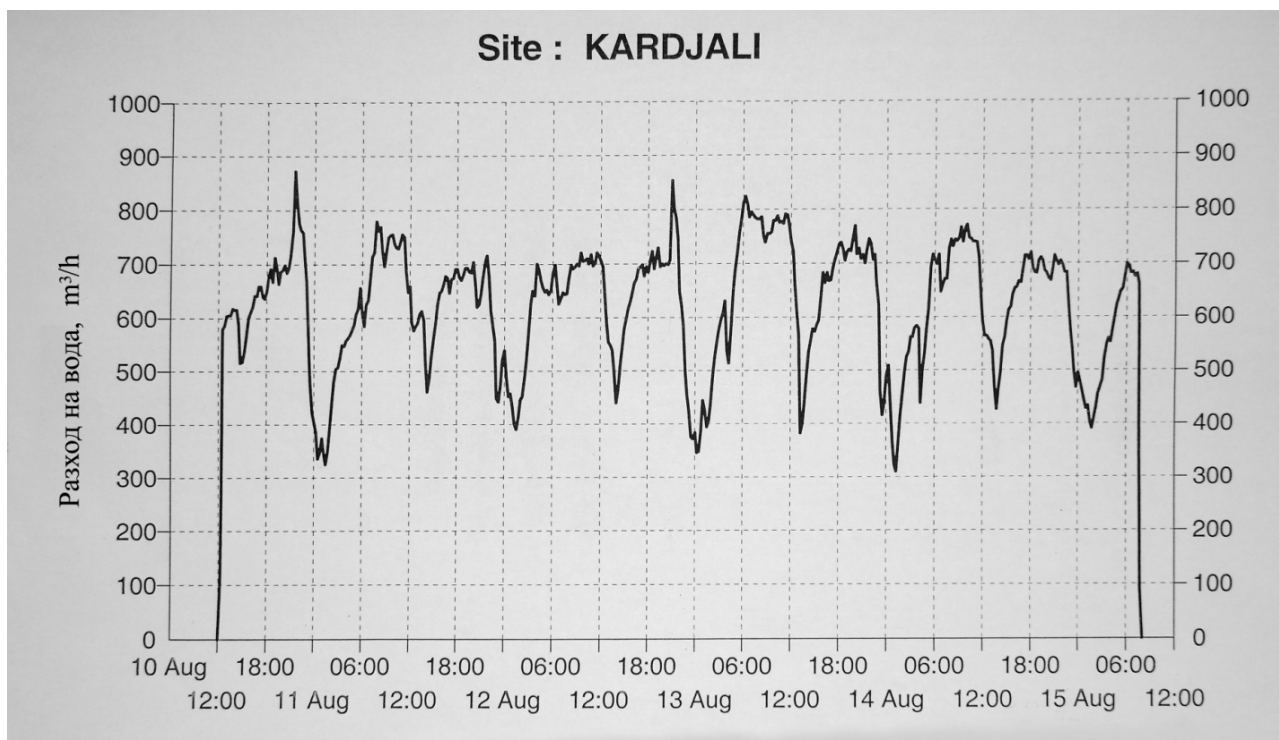
От анализа на данните за разхода на вода в ниската зона и поддържаните налягания, както и особеностите при експлоатация на водопроводната мрежа се установи, че:

- не се използват възможностите на напорния резервоар с обем 13 000 m³, което предопределя необходимостта от промиване на бързите филтри от ПСПВ, независимо от степента на колматирането им само през нощните часове.
- не са водоснабдени редовно високите райони на ниската зона при промиване на бързите филтри през нощта;

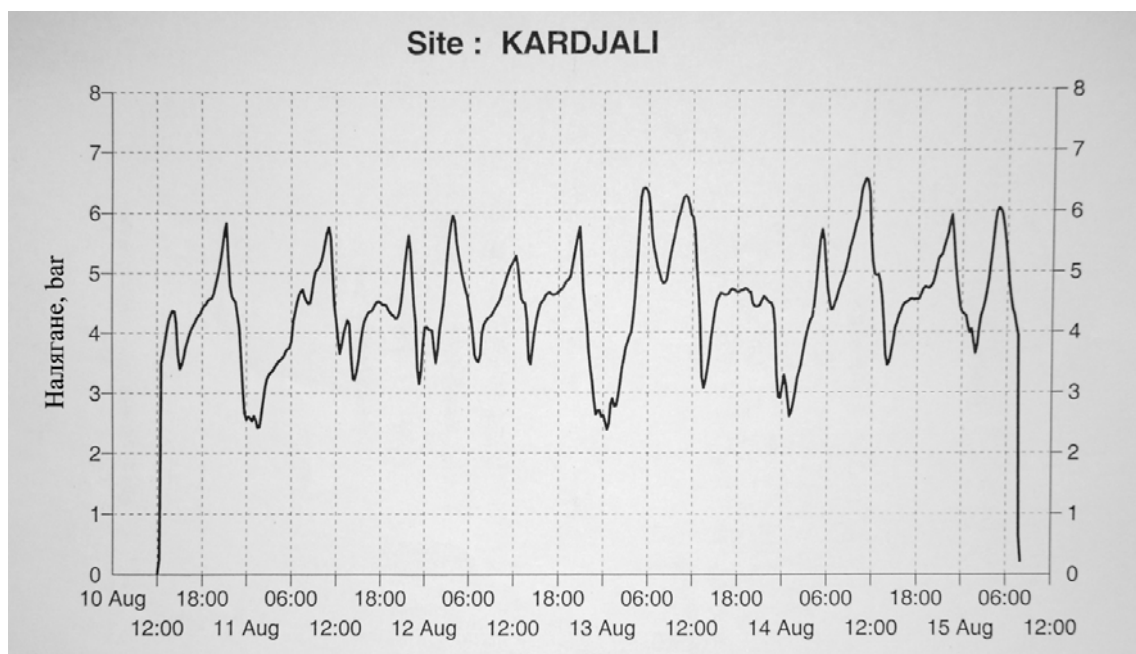
- чрез два спирателни крана, DN100 (на пазара и при ОКЦ) се изпускат от 2 до 5 часа сутринта от 650 m³ до 1 300 m³, които могат да постъпват и в напорния резервоар - НР;
- не се осигурява постоянно налягане във водопроводната мрежа на ниската зона, което е причина за чести аварии;
- субективно и неправилно да се понижава налягането на водата чрез изпускане на предварително пречистена вода, което води до допълнителни загуби на вода, реагенти и електроенергия.
- не са осигурени непрекъснато необходимите напорни и водни количества във високите райони и сгради на зоната.

За да се отстранят посочените недостатъци при експлоатация на водопроводната мрежа на ниската зона и да се повиши надеждността на системата се направиха измервания на разхода на вода и налягането от 10.08 до 15.08.2007 г. с електромагнитен разходомер AquaProbe2 на фирма ABB в началото на зоната, както и моментни измервания на налягането в характерни точки на мрежата.

Изменението на разхода на вода и на налягането в началото на зоната (кота 248) са дадени съответно на *Фигура 10.9* и *Фигура 10.10*.

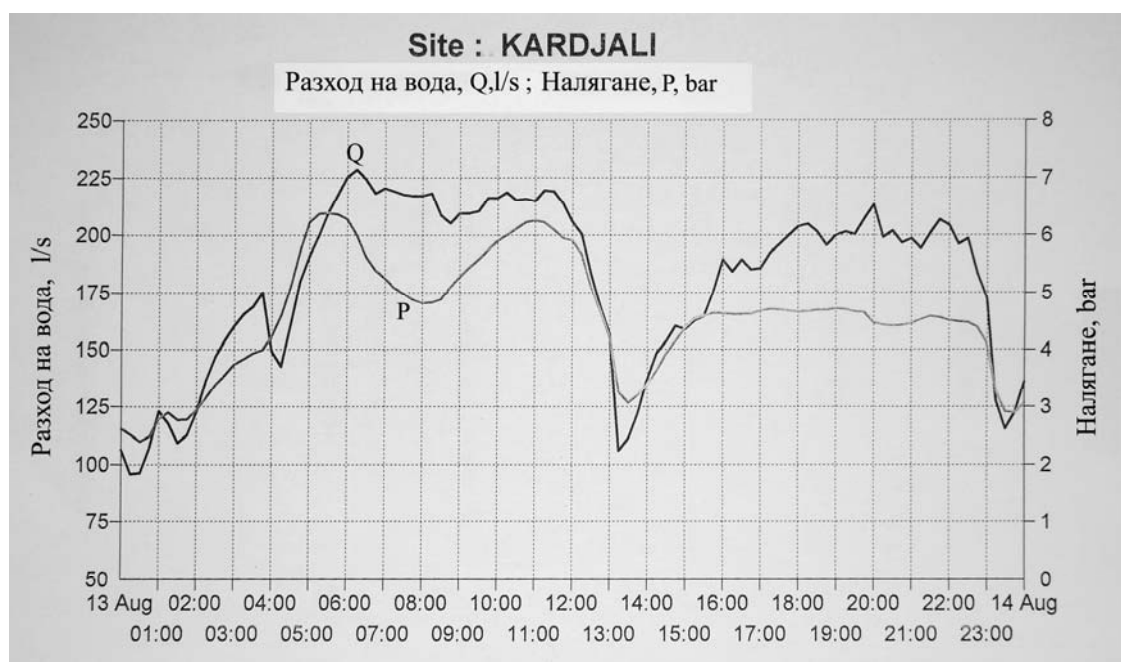


Фигура 10.9 Изменение на разхода на вода в началото на ниската зона на гр. Кърджали за периода от 10.08 до 15.08.2007 г.



Фигура 10.10 Изменение на налягането в началото на ниската зона на гр.Кърджали за периода 10.08 до 15.08.2007 г.

Минималните часови разходи на вода и налягания се наблюдават през нощните часове, поради намаляване на подаваните водни количества, вследствие на промиване на бързите филтри в ПСПВ. Много добре това се вижда от *Фигура 10.11*, на която е дадено изменението на разхода на вода и налягането на 13.08.2008 г.



Фигура 10.11 Изменение на разхода и налягането на водата в началото на ниската зона на гр. Кърджали на 13.08.2007 г. (понеделник)

Независимо от намаляването на налягането за определени интервали от време през нощта, отношението на минималните към средните денонощни разходи на вода за четирите дни е от 51,6% до 69%, което е показателно за големите загуби на вода. Друга характерна особеност е, че налягането в мястото на измерването (началото на ниската зона) се изменя значително от 2,56 bar до 6,53 bar, което е причина за появата на аварии и увеличаване на загубите на вода.

Динамичните налягания са измерени в различни точки от водопроводната мрежа и те са от 1,6 bar до 3,5 bar на терени с коти 265 - 275, а в останалата част на ниската зона са от 3,5 bar до 6,0 bar.

В съответствие с оразмерителното $1\,275\text{ m}^3/\text{h}$ и противопожарно $144\text{ m}^3/\text{h}$ водни количества и необходимите налягания през деня 5 bar и нощта 3,5 bar са предложени две технически решения за регулиране на налягането в началото на ниската зона:

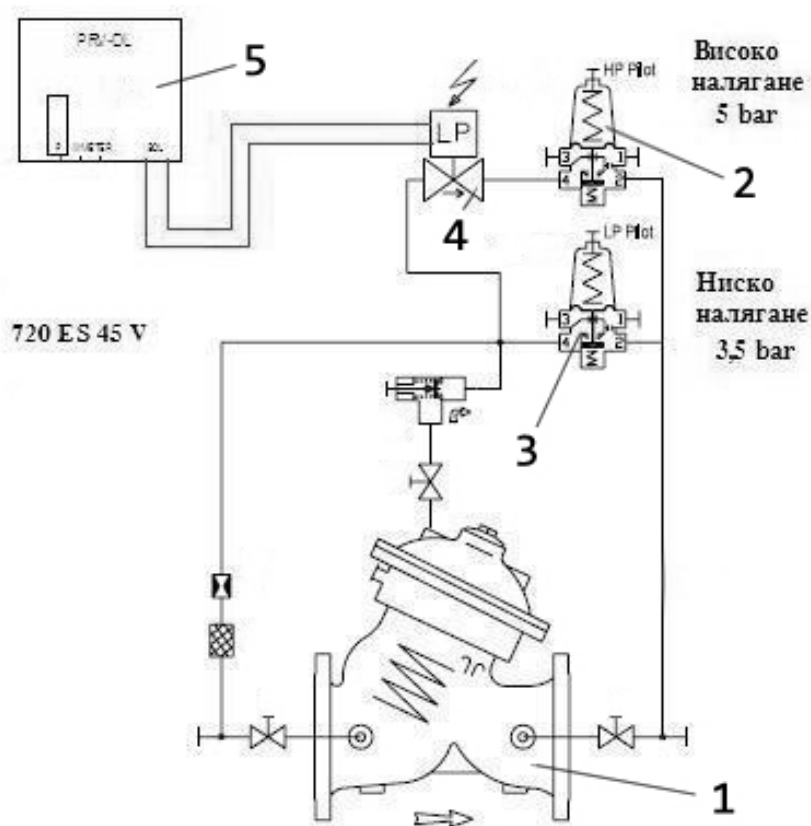
- регулатор на налягането на фирма Bermad-Израел, представлявана от Индустриал Партс ООД с диаметър DN600, тип- 720-24ES с „V-port“ за регулиране на дневното и нощното налягане с хидравлично действие *Фигура 10.12* и *Фигура 10.13*.
- регулатор на налягането с пръстеновидно бутало VAG RKV RIKO с диаметър DN400 на фирма VAG-Германия, който е с електрическо задвижване.

След изпълнение на обществената поръчка е избрано решение с регулатор на налягането на фирма „Bermad“, който е пуснат в действие през август 2008 год. и досега функционира безупречно. Шахтата с регулатора на налягането и необходимите арматури са дадени на



Фигура 10.12. Регулаторът на налягането тип 720-24ES-1 *Фигура 10.13* е с двукамерен мембранен задвижващ механизъм, антикавитационно тяло, V-образен затворен орган за нормално регулиране на малки и големи водни количества, с два пилот-вентила 2 и 3, контролер BE-PRV, който подава сигнали за отваряне или затваряне на индукционния клапан 4 и осигуряване на необходимото дневно и нощно налягане.

Фигура 10.12 Шахта с регулатор на налягането на фирма „Bermad“ с необходимите арматури и устройства



1. регулатор на налягането;
2. пилот-вентил за регулиране на налягането през деня;
3. пилот-вентил за регулиране на налягането през нощта;
4. индукционен клапан;
5. контролер

Фигура 10.13 Регулатор на налягането на фирма „Bermad“ 720-24ES с „V-port“ и два режима на работа (дневен и нощен)

Значителния ефект от действието на регулатора на налягането за ниската зона на гр. Кърджали се изразява в:

- намаляване на загубите на вода с 20%;
- намаляване на броя на аварията с над 75%;
- избягване на загубите на пречистена вода (около 1000 m³/d) поради премахване на необходимостта да се отварят двата спирателни крана с диаметър DN100 при пазара и ОЦК за понижаване на налягането;
- намаляване на разхода на електроенергия и коагуланти за пречистване на водата в ПСПВ;
- осигуряване на резерв от вода чрез използване на обема на напорния резервоар 13000 m³;

- подобряване на качеството на услугата от ВиК чрез поддържане на необходимото налягане и във високите райони и сгради и намаляване на прекъсванията във водоснабдяването, поради по-малкия брой на аварията;
- избягване ролята на субективния фактор при поддържане на необходимите налягания на водата и повишаване на експлоатационната надеждност на водопроводната мрежа;
- осигуряване на необходимия противопожарен резерв в напорния резервоар 13 000 m³;
- намаляване на влиянието на промивката на бързите филтри от ПСПВ върху водоснабдяването на гр.Кърджали.

Общият икономически ефект от внедряване на регулатора на налягането е около 1,5 млн. лв. на година. Средствата изразходвани за изграждането на шахтата и монтажа на арматурите, филтъра и регулатора на налягането се възстановиха от намалените експлоатационни разходи (електроенергия, коагулация, средства за обеззаразяване и отстраняване на аварии) за четири месеца.

10.3 СТРАТЕГИЯ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА В ТИМИШОАРА - РУМЪНИЯ

Katalin Bodor, Ilie Vlaicu, Alin Anchidin

10.3.1 ОБЩ ПРЕГЛЕД

Водоразпределителната система в град Тимишоара представлява пръстеновидна/склучена мрежа с обща дължина от 618 km, изградена от главни и второстепенни водопроводи.

Тръбите са от 49% сив лят чугун, азбестоцимент, предварително напрегнат бетон 50-90 годишни, 26% стомана 20-40 годишни и от PVC, полиетилен и стъклопласт, сферографитен чугун до двацетгодишни.

Има 22 625 отклонения с обща дължина 182 km, от които 48% са от ПЕВП и PVC, 52% оловни, поцинкована стомана и сив лят чугун, 100% от отклоненията са с водомери, налягането в системата е 2.0 - 2.3 атмосфери. От общия брой отклонения, 90.2% са предназначени за домакинствата (броят на жителите на Тимишоара е около 330 000), 7.4% - за стопански обекти и 2.4% - за обществените сгради.

След анализ на водния баланс става ясно, че за водопроводната система на Тимишоара текущите годишни реални загуби (CARL) са 75,348 литра/km тръбопровод/ден, неизбежните годишни реални загуби (UARL) се равняват на 845 m³/ден, като се има предвид, че гъстотата на отклоненията е 39 отклонения/km тръбопровод и средното налягане на системата е 2.0 - 2.3 атмосфери.

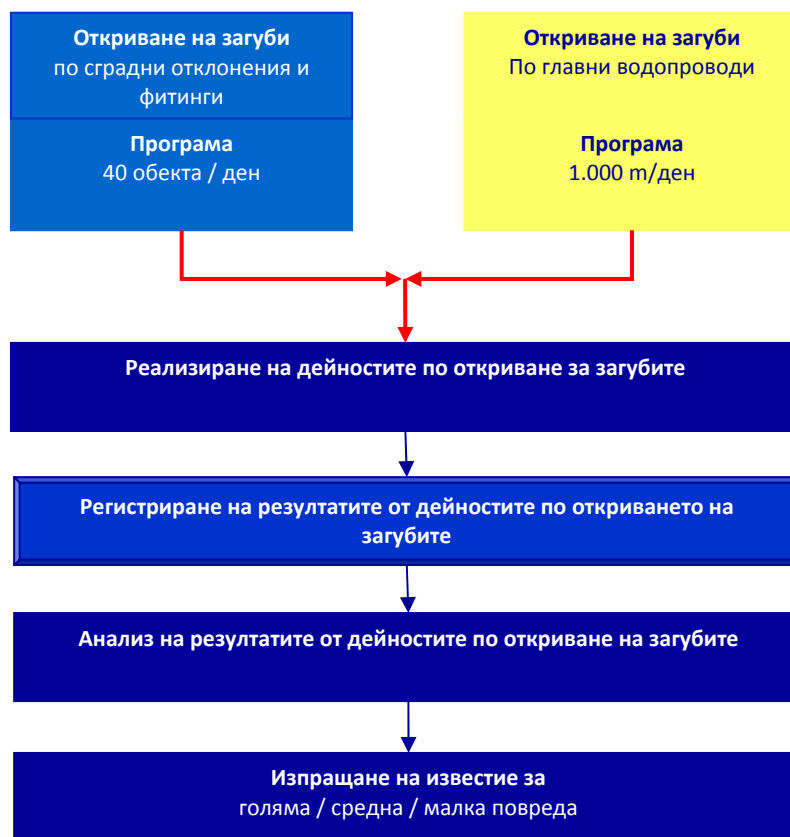
Индексът на инфраструктурни течове (ILI) за водоснабдителната мрежа на Тимишоара е 55, далеч надминаващ 12 – стойност, която показва приемливо техническо управление на загубите на вода.

Това послужи за разработване на стратегия за намаляване на загубите на вода под 25% като начален етап.

10.3.2 СТРАТЕГИЯ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА

Приетата стратегия е разработена въз основа на четирите дейности – управление на налягането, иновативно управление на загубите, управление на инфраструктурата, качество и бързина на ремонтите, които влияят пряко върху динамиката на неизбежните загуби.

Краткосрочната стратегия за намаляване на загубите на вода предвижда иновативно разкриване на течове по отклоненията, укрепителните елементи (reinforcements) и главните водопроводи според *Фигура 10.14*. Откритите повреди се регистрират в ремонтните програми.

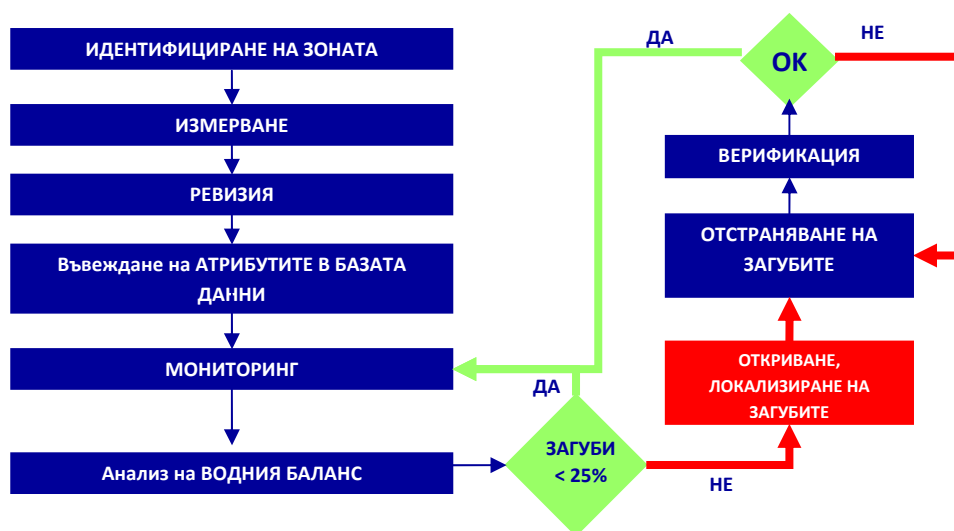


Фигура 10.14 Стратегията за намаляване на загубите на вода в краткосрочен план

При изпълнението на краткосрочната стратегия с начало януари 2008 г. досега са проверени 27% от общия брой отклонения и 23% от общата дължина на тръбопровода, проверихме също над 2350 бр. фитинги (кранове, компенсатори), 990 бр. хидранти и 34 обществени чешми.

След инспекциите открихме 456 повреди, от които 38% големи.

Стратегията за намаляване на загубите на вода в средно- и дългосрочен план, *Фиг. 10.15*, предвижда разделяне на водоснабдителната система на водомерни зони с цел насочване дейността по разкриване на течове към местата с най-високи загуби, идентифициране на необходимите инвестиции и приоритетно инвестиране.



Фигура 10.15 Стратегия за намаляване загубите на вода в средно- и дългосрочен план

Водоснабдителната система бе разделена на 23 ВЗ, от които две бяха реализирани - „Нептун” и „Плопи”.

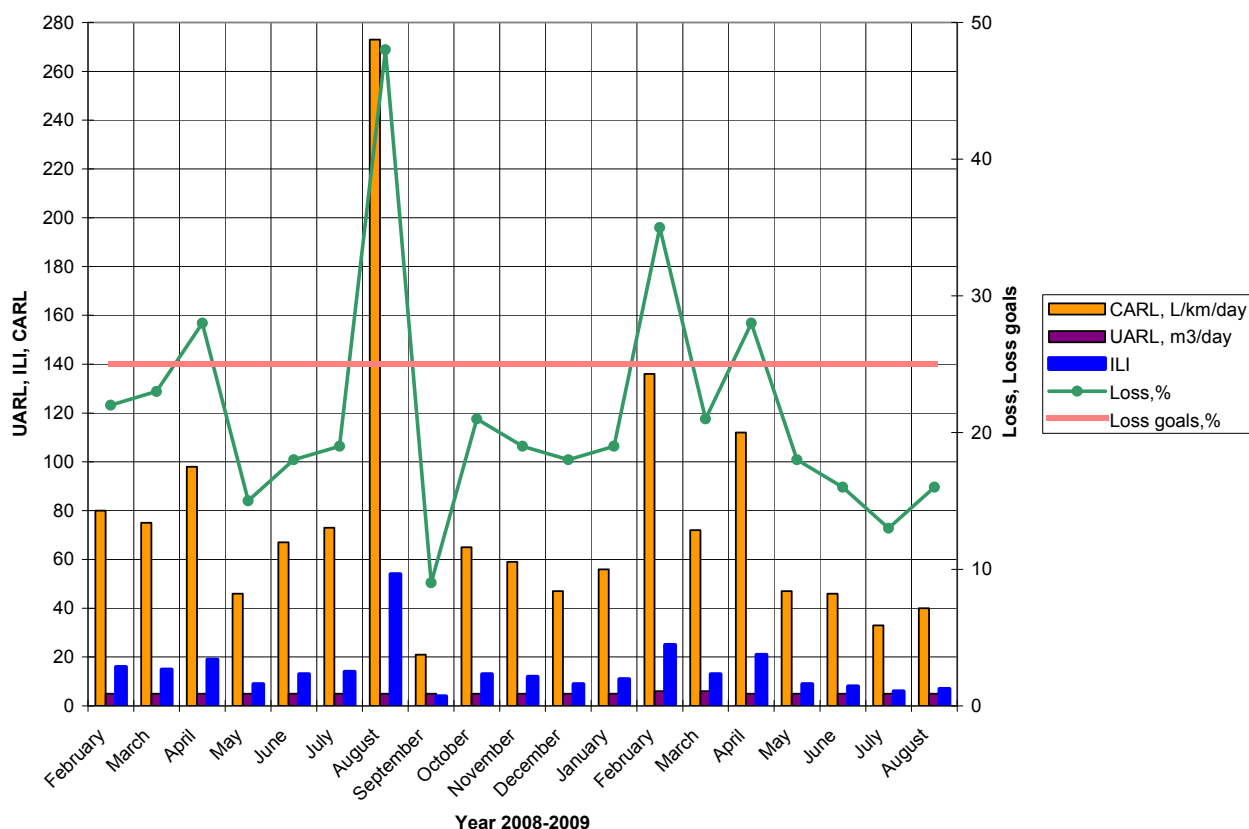
ПРИМЕРЪТ С ВОДОМЕРНА ЗОНА „НЕПТУН”

ВЗ „Нептун” се състои от 12 улици с 4-етажни блокове и къщи. Водоснабдяването на зоната се осъществява чрез разпределителна мрежа с обща дължина от 3,645 km с тръбопровод с диаметри в диапазона 80-300 mm, 88.2% от тръбопровода е от над дваисетгодишна стомана, останалите 11.8% - от полиетилен висока плътност на възраст между 11 и 20 години.

Общата дължина на отклоненията е 863 m: 50% са оловни, стоманени и от сив лят чугун, останалите са от ПЕВП. Отклоненията са 100% оборудвани с водомери, налягането в системата се поддържа между 2.0 и 2.3 атмосфери. От общия брой отклонения 80.4% се падат на домакинствата и 19.6% - на стопански обекти. Също така водоснабдителната система е оборудвана с 28 бр. спирателни кранове и 17 бр. пожарни хидранти.

ВЗ „Нептун” се захранва от един вход, обемът се измерва с водомер тип Wortex от 200 mm, клас В, хоризонтално монтиран.

Фигура 10.16 показва получените стойности – от наблюдението, след реализацията до сега – на основните показатели за ефективност на разпределителната мрежа: неизбежните годишни реални загуби (UARL), текущите годишни реални загуби (CARL), показателят за инфраструктурни течове (ILI).



Фигура 10.16 Развитие на показателите за ефективност при ВЗ „Нептун“

През 2008 г. във ВЗ „Нептун“ бяха разкрити 6 повреди (2 крана, 3 отклонения и една тръбопроводна повреда), продължителността на ремонтите бе между 1 и 5 дена. Най-голяма загуба от 48% бе регистрирана през август в резултат на 3 повреди по сградните отклонения и голяма повреда по разпределителната мрежа. Загубите на вода за 2008 г. бяха 23%.

През 2009 г. имаме две повреди (по тръбопровода и по сградно отклонение). Максималните загуби през 2009 г. бяха 35%, през месец февруари, поради повреда в разпределителната мрежа. Освен това през същия месец наблюдаваме растеж на показателя за UARL, което може да се обясни с факта, че продължителността на ремонта на тръбопровода беше 16 дена.

Чрез ежемесечно наблюдение на ВЗ „Нептун“ през 2009 г. (януари–август) загубите спаднаха с 2% спрямо 2008 г.

ПРИМЕРЪТ С ВОДОМЕРНА ЗОНА „ПЛОПИ“

ВЗ „Плопи“ се състои от 27 улици с къщи.

Водоснабдяването на зоната се извършва чрез разпределителен тръбопровод с дължина общо 8,097 km с диаметри 100-200mm, 24.43% от тръбопровода са от сив лят чугун на

възраст над 20 години, 24.05% е от PVC и азбестоцимент на възраст 11-20 години, останалите 51.52% са тръби от полиетилен с висока плътност на възраст под 10 години.

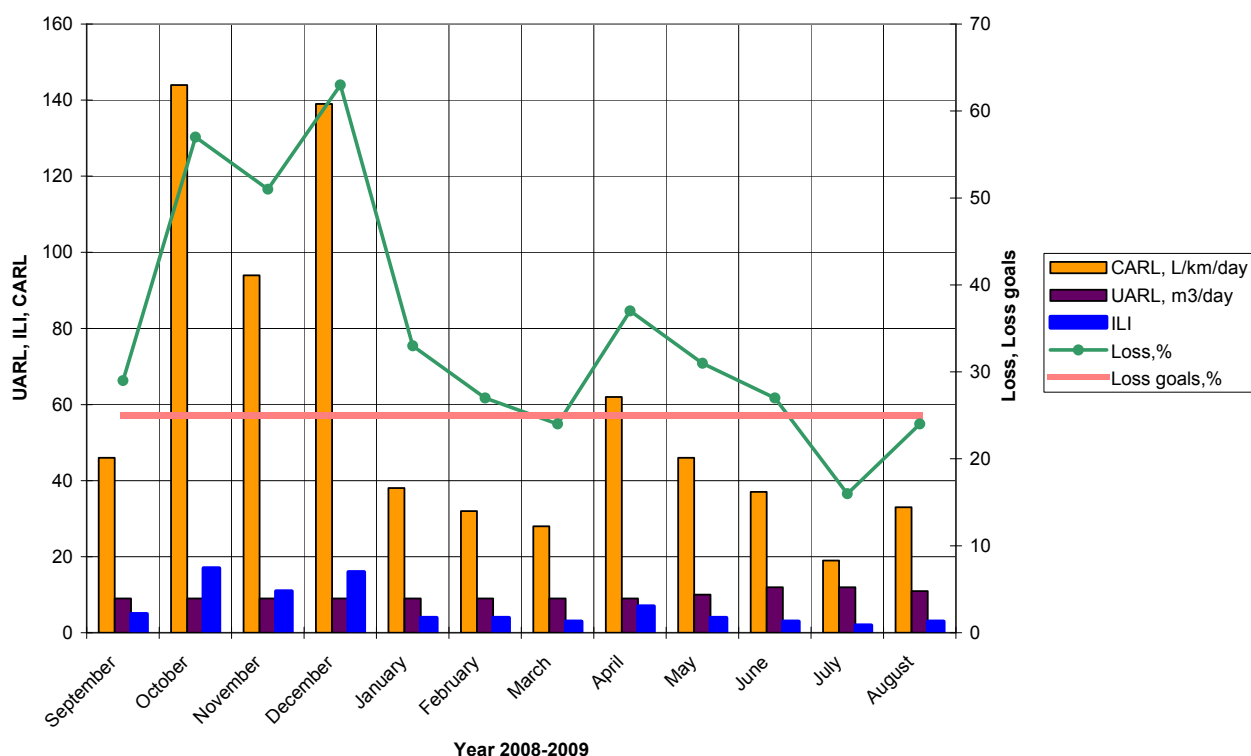
Общата дължина на отклоненията е 2073 m: 28% оловни и стоманени, останалите 72% са от ПЕВП. Отклоненията са 100% оборудвани с водомери, налягането в системата е между 2.0-2.3 атмосфери. От общия брой отклонения, 94.5% са за битовите потребители и 4.5% са отклонения за икономически субекти. Също така, водоснабдителната система е оборудвана с 43 крана и 63 хидранта и неработеща обществена чешма.

ВЗ „Плопи“ разполага с два водомера: единия – тип Wortex от 150 mm, клас B, хоризонтално монтиран, чрез който се измерва постъпващото в зоната количество вода, и другия водомер - тип Wortex от 150 mm, клас B, хоризонтално монтиран, измерващ изходящото количество вода. Преди този водомер има монтиран сензорен вентил, който позволява излизането на вода само от водомерната зона.

Фигура 10.16 показва получените месечни стойности – от наблюдението, след реализацията до сега – на основните показатели за ефективност на разпределителната мрежа: неизбежните годишни реални загуби (UARL), текущите годишни реални загуби (CARL) и съответно показателя за инфраструктурни течове (ILI), който се получава от водния баланс.

От *Фигура 10.17* виждаме, че след първия месец от наблюдението във ВЗ „Плопи“ загубите са били 29%, с 4% над целта, 25%. След извършените потвърждения стигнахме до заключението, че 29% загуби са вследствие на повредите, причинени след началото на работите по разширение на канализационната мрежа. Ето защо през 2008 г. (септември - декември) загубите на питейна вода са 50% поради причинените повреди по време на работите за разширение на канализацията, прокарване на канални връзки, разширяване на водоснабдителната мрежа и нови отклонения.

През 2009 г. (януари - август) във ВЗ „Плопи“ имаше повече повреди, вследствие на което нараснаха загубите на вода. През май разкрихме повреда на хидрант и отклонение (загуби 31%), през юни разкрихме повреда на отклонение, през юли разкрихме повреда на тръбопровод и през август разкрихме две повреди по тръбопровода. През април загубите бяха 37% поради пускане в експлоатация на тръбопровод от ПЕВП с диаметър 110-125 mm и обща дължина 2,4 km. Забелязва се, че от месец май има нарастване на неизбежните годишни реални загуби, UARL, поради факта, че изминалото време от разкриване на повредата до отстраняването ѝ е 22 дена за хидранта и 17 дена за отклонението (май) и от друга страна – поради растежа на броя на отклоненията. Загубите на вода през 2009 г. (януари – август) са 27%, с 2% над поставената цел.



Фигура 10 17 Развитие на показателите за ефективност в ВЗ „Плопи“

10.3.3 ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Разделението на водоснабдителната система на зони за измерване на потреблението позволява насочване на дейностите по разкриване на течове към мястото от разпределителната мрежа с най-високи загуби, позволява идентифицирането на нужните инвестиции и класифициране на инвестициите по приоритет.

От посочените примери виждаме, че наблюдението на специфичните показатели за ефективност на водомерната зона, минимум един път месечно, води до растеж на работната ефективност на системата (чрез бързо локализиране на течове и повишаване на бързината и качеството на ремонтите) и, разбира се, намаляването на загубите на вода от повреди.

Изпълнението на стратегията за намаляване на загубите на вода в Тимишоара стартира през 2008 г., в резултат, на което загубите намаляват с 2% в края на първата година. Обемът нефактурирана вода през 2008 г. е около 15 млн. m³, с 2.2 млн. m³ по-малко от 2007г.

10.4 ПРАКТИЧЕСКИ ТЕХНИКИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА НАЛЯГАНЕТО ЗА НАМАЛЯВАНЕ И КОНТРОЛИРАНЕ НА ТЕЧОВЕТЕ

Bambos Charalambous, Sophie Kanellopoulou

10.4.1 Международният опит в сферата на управление на налягането

Въпросът за загубите на вода от разпределителните системи трябва да занимава всяка водоснабдителна компания, особено по тези места от планетата, където водата се намира в много ограничени количества. Ето защо е наложително водоснабдителните компании да използват прости и ефективни методологии за отчитане на загубите на вода от своите преносни и разпределителни мрежи. Работната група по загубите на вода (WLTF) към Международната асоциация по водите (IWA) е утвърдила метод за водна ревизия (баланс), който проследява водата от водоизточника през цялата система и накрая извежда носещия и неносещия приходи компонент, с други думи – методология за отчитане на водата и интегриран подход за контрол на загубите на вода (Йейтс, 2005).

Полезно е управлението на налягането да бъде неразделна част от всяка стратегия, посветена на загубите на вода. Управлението на налягането не включва единствено намаляване на налягането, но и други методи на контрол и оптимизиране на налягането, с цел постигане на максимално възможното намаляване на налягането, без да се компрометира услугата за абонатите, като същевременно течовете бъдат сведени до минимум. Дефиницията на понятието „управление на налягането“ в най-широк смисъл е посочена от Торнтън и съав., 2005 г., като *“практиката на управление на налягането в системата до достигане на оптимални нива на работа, като бъде гарантирано достатъчно и ефикасно водоснабдяване за легитимните потребители, а ненужно високото налягане бъде намалено и бъдат елиминирани преходните състояния и неработещите уреди, контролиращи нивата – всички, причиняващи ненужни течове в разпределителната система.”*

Според Фарли и Трау, 2003 г., “има редица ползи при практикуване на управление на налягането и при качествено проектиране и поддръжка недостатъците биват малко, ако въобще има такива”. Водоснабдителните компании, следователно, биха единствено извели полза от възприемането на ефективна политика на управление на налягането, която в края на краищата би довела до позитивни резултати в подобряване на експлоатационната ефективност на мрежата и предоставяне на по-добри услуги на клиентите. Опитът в международен план показва наличието на редица ползи (Фарли и Трау, 2003 г.) от възприемането на подходяща политика на управление на налягането, като:

- Намаляване на течовете – аварии и второстепенни течове;
- Намаляване на консумацията, свързана с налягането;
- Намаляване на аварията;

- По-голяма стабилност на водоснабдяване на клиентите.

Посочените ползи биват всепризнати в световен мащаб и броят на компаниите, които прилагат методите на управление на налягането, нараства постоянно. Торнтън и Ламбърт, 2005 г., международни експерти по управление на налягането, заявяват, че *“все по-голям брой страни и компании признават, че доброто управление на налягането е основа за добро управление на течовете и инфраструктурата”*.

Често срещана практика е водоснабдителните компании да проектират свои разпределителни мрежи, които да осигуряват минимален стандарт на водоподаване към клиентите, живеещи в най-високите части на системата, по време на максимална консумация. Тоест, минимално налягане се получава на тези места в определено време през деня, когато потреблението е максимално. В зависимост от това колко добре е проектирана мрежата, значителните промени в потреблението се отразяват в изменящо се налягане, вариращо от минимално при максимално потребление до максимално при минимално потребление в критичната точка.

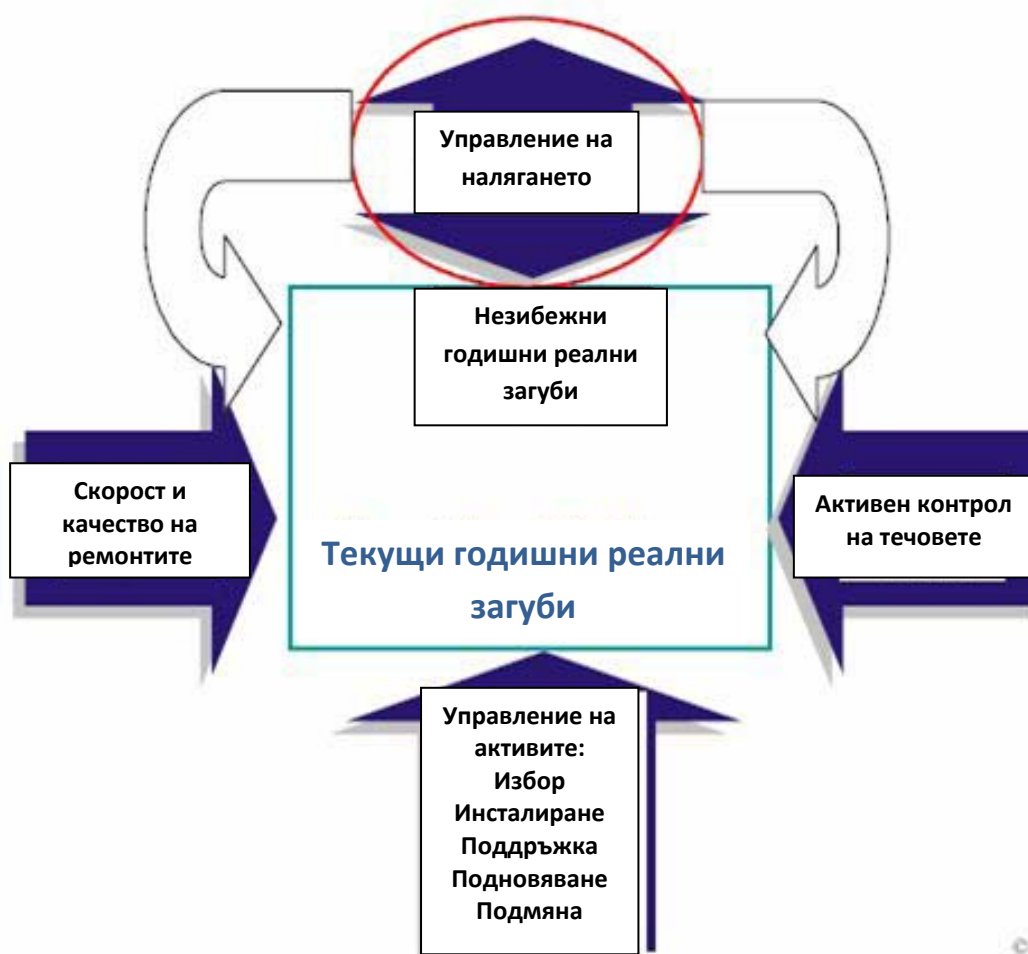
Разбирането на това обстоятелство е от огромно значение, тъй като регулирането на налягането може да доведе до значително намаляване на количеството течове, без това да компрометира нивото на услугата, предоставяна на клиентите. Макензи и Уеджлин, 2005 г., въз основа на резултатите от проект, който са извършили в Себокенг/Еватон, Южна Африка, съобщават, че *“чрез контролиране на (стойностите на) налягането извън натоварените часове често биваше възможно значително намаление на загубите, без откриване или отстраняване на течове. След решаване на проблема с прекомерното налягане, могат да се прилагат други мерки като ремонт на водопроводи и/или модернизация”*.

Работната група по загубите на вода препоръчва възприемане на метода “с четирите компонента” за управление на реалните загуби.

Фигура 10.18 показва, че управлението на налягането оказва благотворно влияние на другите компоненти (Наръчник 5, 2002), а именно:

- Опазване на водните ресурси;
- Намален брой аварии по водопровода;
- Удължен живот на съоръженията;
- Икономии от разходи.

Важно е да бъде разбрано въздействието, което управлението на налягането би оказало върху работата на разпределителната система за прилагането на правилен подход и оборудване. Управление на налягането представлява оптимизация на налягането в разпределителната система с цел осигуряване на минимално ниво на услугата за всички клиенти, които в идеалния случай би трябвало да имат налягане между 20m и 40m при абсолютен минимум 15 m, ако условията позволяват.



Фигура 10.18 Диаграма на четирите компонента с второстепенно въздействие на налягането

Управление на налягането се осъществява чрез устройства за контролиране на налягането като регулиращи вентили. Най-популярните методи на управление на налягането биват:

- Фиксирано изходно налягане;
- Контрол на налягането с няколко настройки (по време или дебит);
- Модулация на налягането по дебит.

При вентили за регулиране на налягането (PRV вентили) с фиксирано изходно налягане, то се наглася на постоянна стойност непосредствено след PRV вентила, независимо от стойността на налягането в мрежата. Обикновено налягането след PRV вентила се регулира така, че да се поддържа минимално ниво на водоснабдяване в критичната точка на мрежата при максимална консумация. Недостатък при този метод конкретно е, че налягането в мрежата се повишава по време на минимална консумация, без реално да има възможност за други средства за контрол. Другите два метода осигуряват възможност за по-добър контрол на налягането.

Контролирането с PRV вентил с няколко настройки се използва за регулиране на налягането в мрежата, като се задават различни стойности на налягането в зависимост от консумацията на вода или часа. И тук налягането се наглася на съответната стойност след PRV вентила.

Модулацията по дебит е най-усъвършенстваният метод на регулиране на налягането. Той се налага все повече с опознаване на ползите от прилагането на този метод и се подкрепя със солидни доказателства от приложението му по света. С този метод налягането се регулира непрекъснато спрямо консумацията, така че в критичната точка на мрежата налягането е винаги така регулирано, че да покрива минималното водоподаване, като по този начин се осъществява по всяко време максимално намаляване на налягането и същевременно се поддържа желаното водоподаване към абонатите.

Последните новости в технологиите позволиха въвеждането на системи с постоянно следене на налягането в критичната точка/ точките и данните от тях служат за изходни данни на самонастройващи се алгоритми, контролиращи от своя страна PRV вентила/-ите, с цел поддържане на желаното налягане в системата. По този начин се реагира незабавно на всяка промяна в налягането в системата и се постига максимално намаляване на налягането, като се поддържа дадено ниво на водоподаване към клиентите.

10.4.2 Изпълнение на разработка за усъвършенствано управление на налягането при Съвета по водоснабдяване на Лимасол

Общи сведения

Съветът по водоснабдяване на Лимасол е неикономическа, полуправителствена организация, натоварена с отговорността по водоснабдяване с питейна вода на град Лимасол и неговите околности. Съветът по водоснабдяване е създаден през 1951 г. и с разширяване на град Лимасол и присъединяване на съседните села неговите водоснабдителни граници се разширяват настъпателно навън. Днес Съветът по водоснабдяване покрива площ на водоснабдяване от около 100 km², с 1000 km водоснабдителна мрежа и 85 000 консуматори, и притежава зони с вододайни кладенци, резервоари за съхранение, помпени станции и подземни водоразпределителни мрежи.

От гледна точка на релефа Лимасол има такова разположение, че височината на водоснабдяваната територия варира от морското равнище до към 450 метра надморска височина. За да се осигури на клиентите налягане в приемливи граници водоснабдяваната територия е разделена на големи зони според височината на терена, всяка със самостоятелен резервоар за съхранение. Всеки резервоар захранва главен водопровод, от който се захранват водомерните зони.

Височинните разлики на терена на водоснабдяваната територия бяха изучени и бе обърнато особено внимание на влиянието на налягането във водомерните зони (DMA зоните). Основни пътища и физически особености на терена, например реки, бяха избрани за обособяване на граници между DMA зоните. На всяка зона бе определена една единствена входна точка, в която бе изградена водомерна шахта, където се намират водомерът на

зоната, редуцирвентил и датчик за налягане. Водомерните зони наброяват общо 60, всяка от които покрива площ около един km^2 и средна дължина на мрежата – 15 km.

Съветът по водоснабдяване полага неспирни усилия за подобряване на оперативната ефективност на своята мрежа. За тази цел той въвежда управление на налягането с фиксиран контрол след вентила като стандарт за всички DMA зони.

Там, където е възможно, Съветът по водоснабдяване проучва възможности за допълнително оптимизиране на налягането с помощта на усъвършенствани техники, като модулиране по дебит или контролиране с няколко настройки, с цел постигане на по-голямо намаляване на налягането, като по този начин се постигат още по-ниски нива на течовете. Такива усъвършенствани техники бяха изпитани в две DMA зони, модулация по дебит в DMA зона 230 и контрол с няколко настройки в DMA зона 123, като резултатите бяха изключително добри.

Модулация по дебит

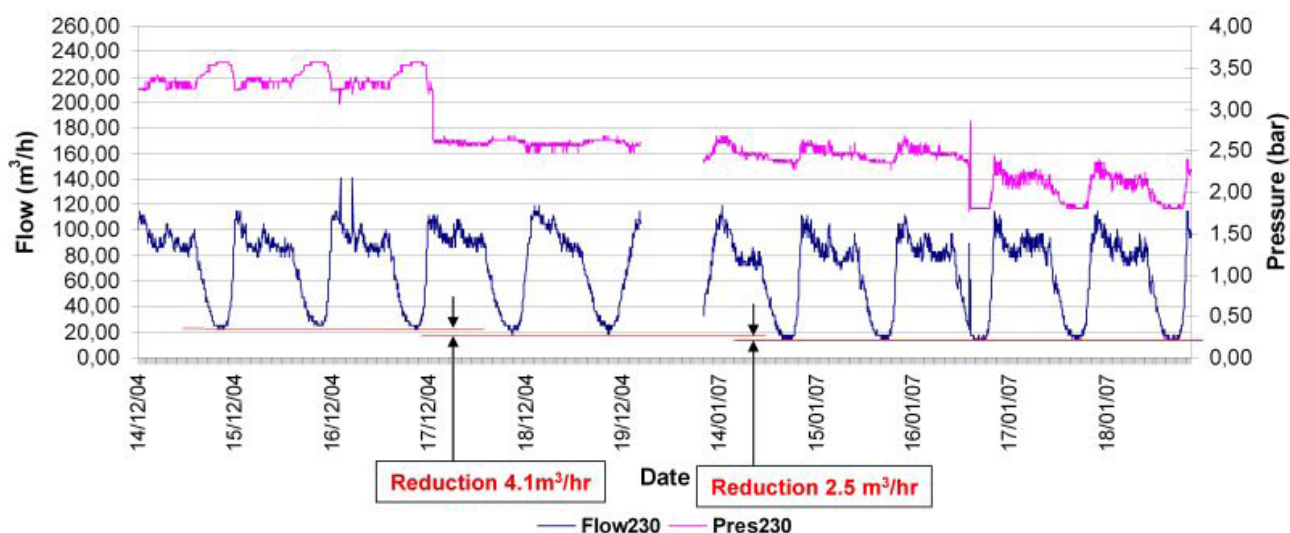
Инсталираните във водомерните зони PRV вентили са от типа за фиксирано изходно налягане, т. е. налягането в тези зони варира според консумацията на абонатите в зависимост от загубата на налягане в мрежата. Модулирането на налягането по дебит, обаче, представлява усъвършенстван метод на контролиране на налягането, като изходящото налягане бива непрекъснато контролирано, така че необходимото в критичната точка налягане бива поддържано винаги на приемливи нива. По този начин по време на периоди с висока консумация вентилът се саморегулира така, че да увеличи дебита, за да поддържа приемливо налягане в системата. Когато консумацията в системата намалява, вентилът отново се саморегулира така, че ненужно високото налягане да спадне, а оттук и течовете. За да проучи ползите от тази техника, Съветът по водоснабдяване инсталира схема за модулация по дебит на съществуващ PRV вентил в DMA зона 230.



Фигура 10.19 Снимки на PRV вентил за модулация по дебит и с хидравличен контрол

Трябва да отбележим, че от монтажа на PRV вентилите за фиксирано изходно налягане в настоящата DMA зона не е била предприемана иновативна дейност по отстраняване на течове, освен след получени обаждания. Това се прави с цел получаване на ясна представа за ползата, която всеки метод на управление на налягането би донесъл за намаляване на течовете. Ползата се вижда ясно на *Фигура 10.20* по-долу. Очевидно е, че след монтиране на вентил за фиксирано изходно налягане е имало намаление на минималния нощен дебит (MNF) от 4,1 m³/час. Когато модулирането по дебит започва да действа, е последвало друго намаление от 2,5 m³/час, което доказва, че ако има благоприятни условия за реализация на модулация по дебит, последващо намаление на течовете бива възможно.

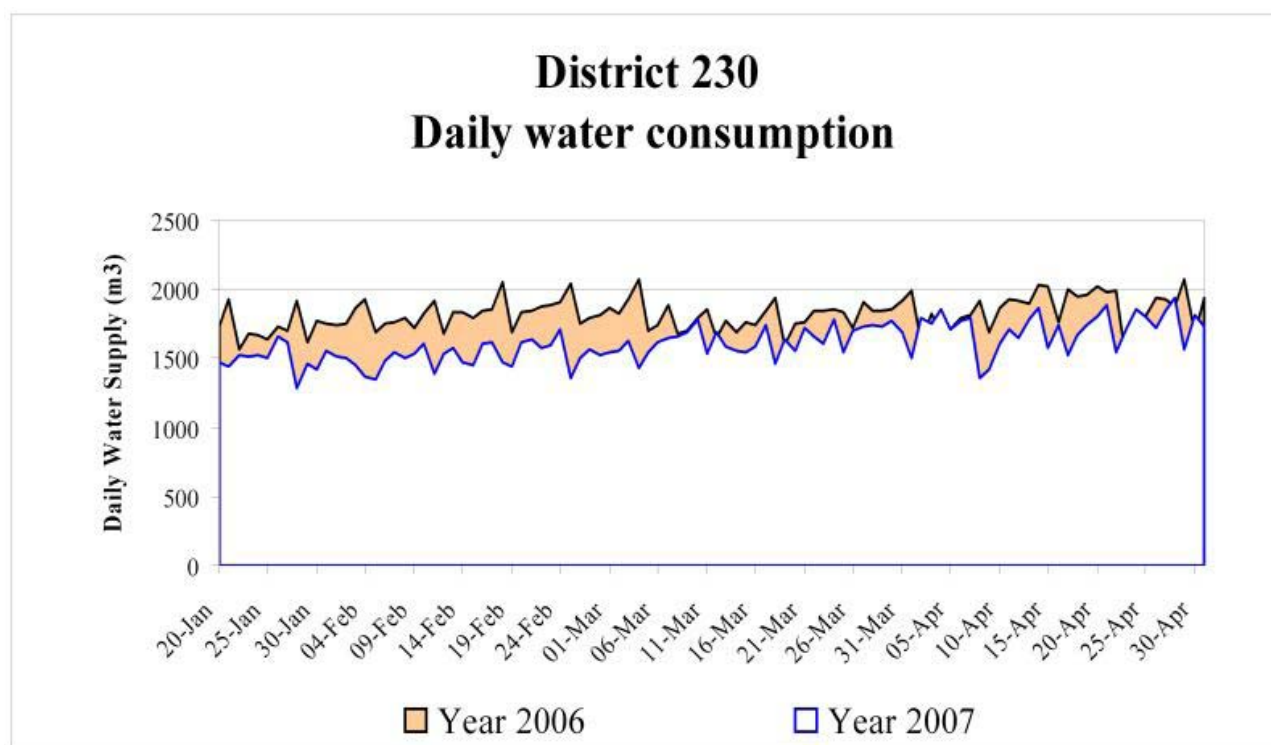
District 230 **Flow & Pressure**



Фигура 10.20 Използване на PRV вентил за фиксирано изходно налягане и модулиране по дебит

За повторно акцентиране върху

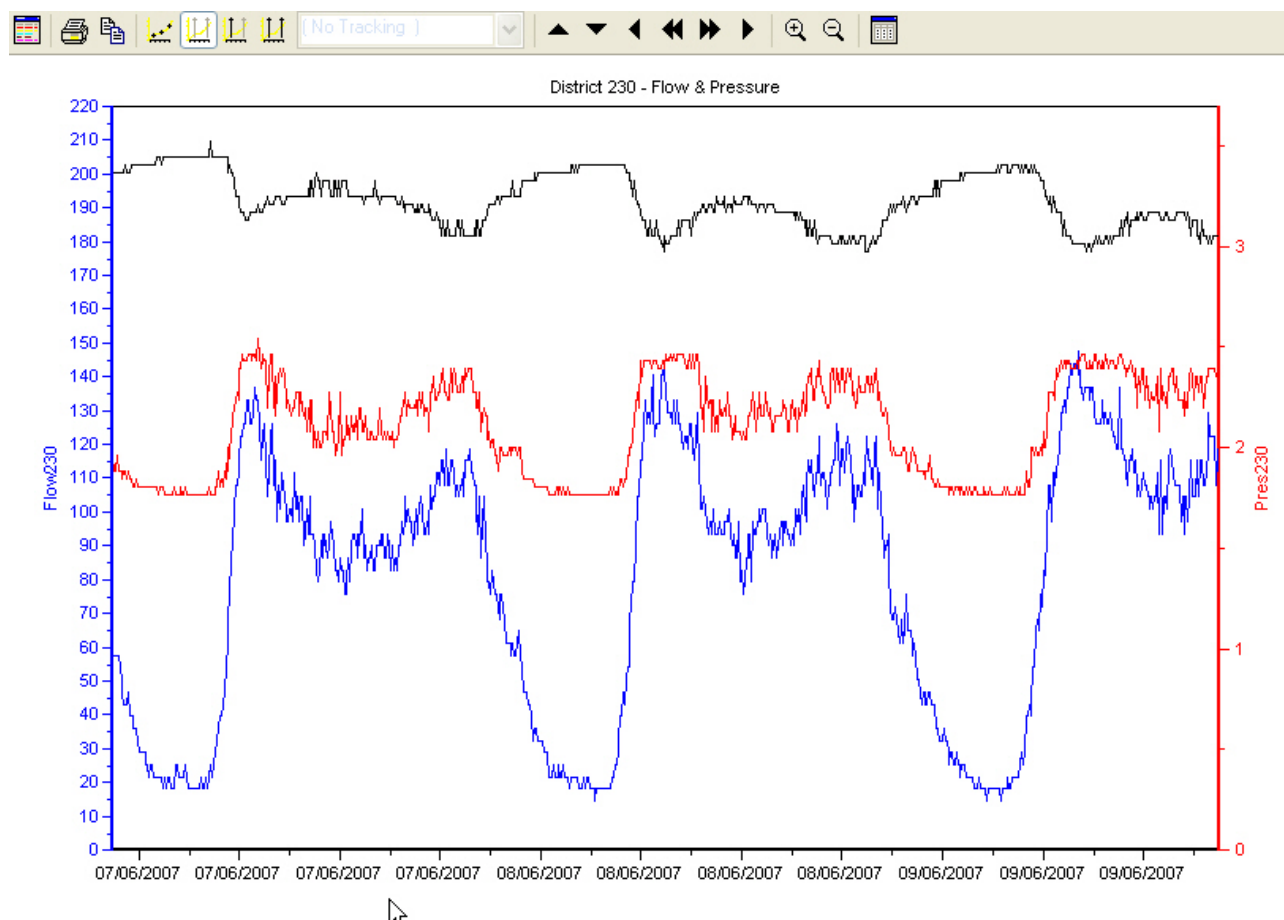
ползите от прилагане на модулация на налягането по дебит е посочена графика на дневната консумация на вода на DMA зона 230 за съответния период на 2006 г., когато налягането е контролирано от PRV вентил за фиксирано изходно налягане през 2007 г., при налягане с модулиране по дебит. От *Фигура 10.21* е видно, че след монтажа на вентил за модулиране по дебит се наблюдава спад в обема вода, регистриран от водомера на зоната за периода на изследване от 101 дена от порядъка на 6 000 m³, т. е. за 12 месечен период спестеният обем би бил от порядъка на 21 500 m³ на стойност около €17000.



Фигура 10.21 Сравнение на дебита при фиксирано изходно налягане и с модуляция по дебит

Несъмнено модуляцията по дебит е инвестиция, която си заслужава предвид факта, че разходите за модуляцията плюс монтажа при DMA зона 230 са под €3.000. Трябва да се подчертае, че модуляцията по дебит не може да се приложи ефективно във всички DMA зони. Необходими са предварителни изчисления за модуляция по дебит, за да се прецени уместността на метода за всяка DMA зона.

Главният критерий за прилагане на модуляция по дебит е разликата в налягането в критичната точка между висока и ниска консумация да бъде достатъчно голяма, да кажем, разлика от 5 m, за да бъде възможно прилагането на модуляция. При DMA зона 230 тази разлика е 7 m, а налягането се модулира от 1.7 bar при най-ниската консумация, обикновено около 3 сутринта, до 2.4 bar при най-висока консумация – обикновено около 9 сутринта (Фигура 10.22).



Фигура 10.22 Графика на дебит, налягане преди PRV вентила и модулирано налягане в DMA зона 230

PRV вентил с няколко настройки

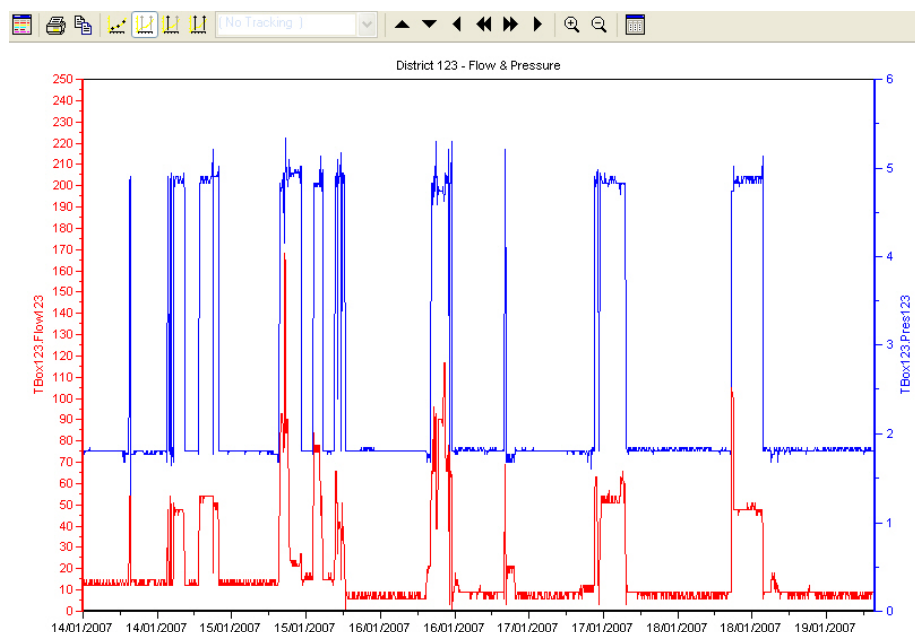
Този метод на управление на налягането е разновидност на метода с PRV за фиксирано изходно налягане. При него има повече от една фиксирана стойност на налягането след вентила в зависимост от консумацията. PRV вентилът с фиксирано изходно налягане се настройва така, че независимо от консумацията налягането непосредствено след PRV вентила е фиксирано на определена стойност. PRV вентилът с няколко настройки има различни настройки на налягането, които се задействат автоматично според консумацията. PRV вентилът би могъл също да бъде настроен да превключва от една настройка на налягането на друга според часовото време. По време на настоящото изпитание той бе нагласен да работи на две настройки за контролиране на дебита и бе инсталиран в DMA зона 123, която захранва само пристанището на Лимасол.



Фигура 10.23 PRV вентил с няколко настройки в DMA зона 123

Този тип управление на налягането бе избрано за настоящата зона поради нередовната консумация на вода на пристанището. При дебит до 20 м³/час, достатъчен за всякакви пристанищни дейности, освен за зареждане на акостиралите на пристанището кораби с вода, настройката на налягането е на 1.7 bar. При зареждане на кораб с вода дебитът се покачва моментално над 20 м³/час и налягането се променя на втората настройка, която е настроена на 4.7 bar, за да задоволи консумацията (Фигура 10.24).

Системата работи при високо налягане само по няколко часа на ден при зареждане на корабите с вода. Падне ли консумацията под 60 м³/час, настройката на налягането се връща отново на 1.7 bar. Тази система представлява подобрена версия на метода с фиксирано изходно налягане по отношение на това, че бяха елиминирани резките повишавания на налягането и минималния нощен дебит (MNF) бе намален от 12 м³/час на 5 м³/час.



Фигура 10.24 Графика, показваща реакцията спрямо дебита и налягането в DMA зона 133

10.4.3 Изпълнение на разработка за усъвършенствано управление на налягането във Вик Атина (EYDAP SA)

Обща информация

Атинската компанията за водоснабдяване и канализация (EYDAP SA) е най-голямата водоснабдителна компания в Гърция, обслужваща население от над 4 милиона души, с водоснабдителна мрежа с дължина 9 000 km. EYDAP отговаря за събирането, преноса и пречистването на суровата вода, осигуряване на висококачествена питейна вода за Голяма Атина, разпределението и експлоатацията на водоснабдителната мрежа, както и за отвеждането и пречистването на отпадъчни води и депонирането на утайки.

Водоснабдяването на консуматорите се извършва чрез 220 зони на налягане поради различните коти в района на Голяма Атина /т. е. Атина и предградията/ от +0 m до +600m. В мрежата има 45 резервоара, около 550 редуцирвентила (PRV) с диаметър от 50mm до 600mm. Среднодневната консумация е 1 150 000 m³, варираща от 950 000 до 1 450 000 m³/ден през лятото.

През 2001 г. бе завършен мащабен проект за модернизиране на контрола върху експлоатацията и течовете, покриващ 1 000 km от мрежата (обща стойност 5.870 €/km). Ето и основните резултати, които бяха от значение за EYDAP за планиране на следващи дейности:

- Поради сложния характер, както и структурата на мрежата, съществуващите зони на налягане (зони за управление на налягането, РМА зони) би следвало да се считат за водомерни зони (DMA зони), независимо от тяхната големина (дължина на водопровода и брой отклонения), с цел установяване и контролиране на течовете. Не е било възможно да се поддържат DMA зони с ограничен размер (под 10 km) (проблеми с качеството, натоварен трафик, твърде много гранични кранове).
- Само в определени части от системата течовете са били значителни (напр. В РМА зони в близост до морето). Обикновено, поради качествата на почвата в района на Голяма Атина, водата от течове и спуквания на водопровода, за които няма обаждания, обикновено избива на повърхността или мазетата скоро след настъпване на авария. Ето защо се стигна до извода, че е икономически по-изгодно да се определят зоните с високи загуби от течове и тогава да се извършва активен контрол на течовете, поради значителните разходи за него, които са последвани от разходи за ремонтна дейност.

През 2004 г. (*точно преди олимпийските игри*) бе инсталирана записваща и телеметрична система, използваща GSM технология, във всички работещи редуцирвентили (PRV вентили) с цел наблюдаване на входното и изходното налягане (*320 PRV вентили биват наблюдавани понастоящем*). Тази мярка действително бе важна и критична стъпка за модернизиране на експлоатацията на мрежата. След всекидневно наблюдение на работата на PRV вентилите, голяма част от тях трябваше да бъдат поправени, за да се постигне постоянно налягане на изхода на вентила, което доведе до по-ефикасна работа, както и до намаляване на броя на

авариите, породени от прекомерно налягане през нощта. Стойностите на изходното налягане на PRV вентилите (за фиксирано изходно налягане) също бяха преизчислени според котата на всяка РМА зона (при няколко РМА зони, изходното налягане на PRV вентилите бе неоправдано високо и водеше до чести аварии по време на ниска консумация).

През 2006 г., след изпълнението на всички гореописани работи, EYDAP извърши оценка на резултатите дотук, отчитайки също действителните инвестиции. В крайна сметка бе решено, че най-добрата стъпка по ефективност и разходи за модернизиране на експлоатацията на мрежата чрез намаляване на течовете и аварията, бе прилагането на усъвършенствани техники на управление на налягането в зоните за управление на налягането (РМА зоните), които биват захранвани от PRV вентили, такива като модулиране на налягането според часовото време или според дебита /консумацията/.

Усъвършенствани техники за управление на налягането (APMt)

През 2006 г. стартира пилотен проект (с продължителност 2 години) с обща стойност 360.000 € с ДДС, в който бяха използвани и изпробвани за ефективност всички налични технологии свързани с модулиране на налягането (модулиране спрямо хидравличния поток и контролери с пълно модулиране по часово време или дебит).

Проектът бе реализиран в 14 зони на налягане, покриващи около 800 km мрежа, захранвани от 30 съществуващи PRV вентила с диаметър от Ф100 до Ф500. За приложение на усъвършенствани техники за управление на налягането бе решено:

- да се подменят PRV вентилите с диаметри от 100mm до 200mm с нови PRV вентили с модулиране спрямо хидравличния поток.

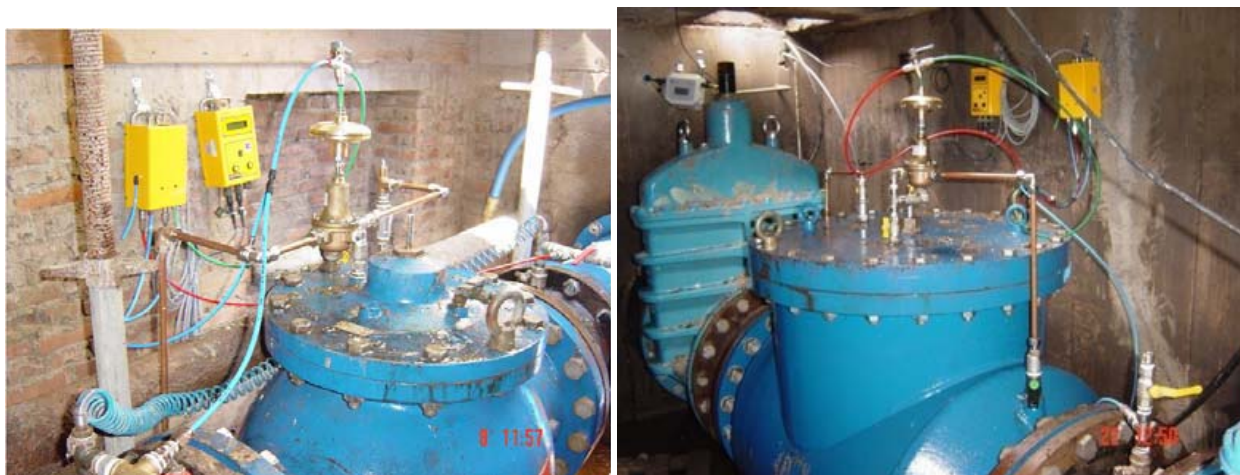


Фигура 10.25 Снимки с инсталация на PRV вентил в шахта с хидравлично модулиране

Предимства на системата:

- Намаляване на аварията;
- Не се изисква ел.захранване— изцяло хидравлично действие;
- Без допълнителни движещи се части, освен тези при стандартен PRV вентил с фиксирано изходно налягане;

- Бързо и в реално време отреагиране на промени в консумацията;
- Лесно модулиране на профила налягане-дебит с цел оптимизиране без необходимост от подмяна на дроселната шайба.
- да се поддържат и обновят PRV вентилите с диаметри от 250mm до 500mm и да се инсталират контролери с пълно модулиране.



Фигура 10.26 Снимки, показващи PRV инсталация в шахта с електронно модулиране

Предимства на системата:

- Непрекъснато променящо се изходно налягане (модулиране според часовото време или дебита /консумацията/);
- Изходното налягане може да се регулира дистанционно– без нужда от посещение на обекта;
- Оптимизиране на профила по консумация или време (напр. лято/зима);
- Изцяло съвместим с хидравличен задвижващ механизъм;
- Не се изисква външно захранване. Захранва се с вътрешна батерия с очакван период на експлоатация над пет години.

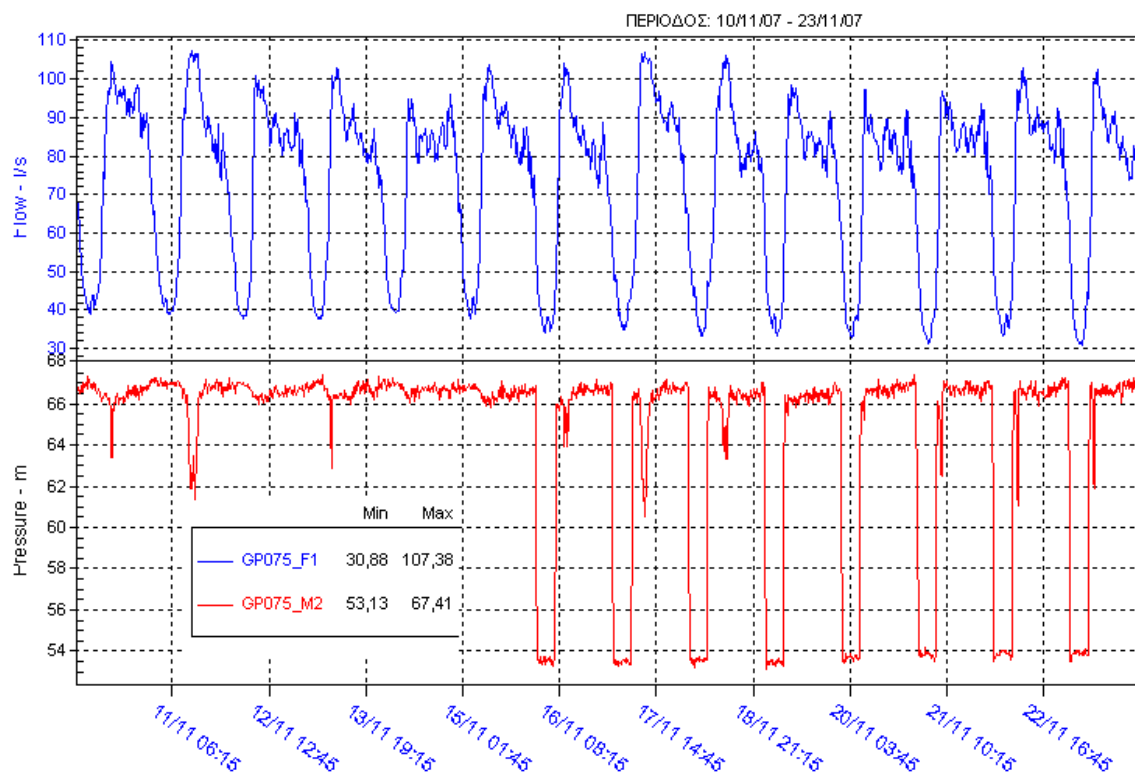
Предвид всички положителни резултати и натрупания дотук опит, след приключване на този пилотен проект, EYDAP разшири прилагането на техники за усъвършенствано управление на налягането в други 11 зони, захранвани с PRV вентили. И така, до края на 2009 г., 13,8% от разпределителната мрежа (23% от мрежата, захранвана с PRV вентили) работи с технология за усъвършенствано управление на налягането, с покритие от 1 200 km мрежа и водоснабдяване на приблизително 360 000 абонати – водомери (17,8% от клиентите). В същото време се засичат зони на налягане с висок процент на теч и респективно там вече започват дейности по активен контрол на течовете.

Където е било възможно (предвид инсталираното устройство за контрол на налягането), са правени изпитания на модулацията по часово време и дебит за ефективност на

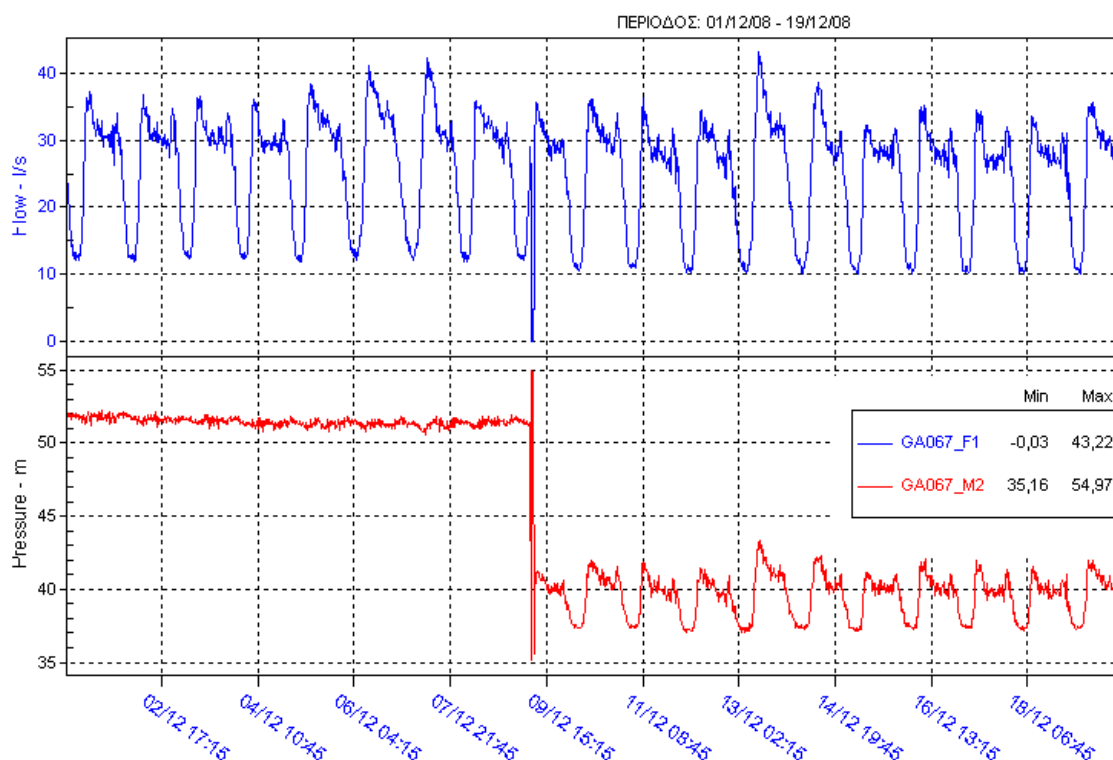
осигуряването на ефикасно и адекватно водоснабдяване на абонатите, както и при контролиране на течовете.

Резултати

- Там, където са въведени техники за усъвършенствано управление на налягането, нивото на водоснабдяване на клиентите се подобрява поради:
 - минимизирането, дори елиминирането на новите аварии, причинени от прекомерно високото налягане нощем (честите аварии, последвани от ремонти дейности, причиняват неудобство на клиентите), което води до удължаване на живота на мрежата;
 - ефикасното водоснабдяване с адекватно налягане денем и минималното необходимо налягане нощем из цялата зона.
- Модулациите на налягането по време и дебит влияят за понижаване на течовете. Във всички РМА зони, където са прилагани въпросните техники, се наблюдава намаление на минималния нощен дебит (MNF) (максималното установено намаление само с въвеждането на техники за усъвършенствано управление на налягането бе 9l/s). Размерът на намаление на минималния нощен дебит зависи главно от материала на водопроводната мрежа (течовете при пластмасови и А/С тръби се влияят повече от налягането в сравнение с металните тръби).



Фигура 10.27 Графика, показваща приложението на модулация по часово време, довела до намаление на минималния нощен дебит, равняващо се на 9 l/sec

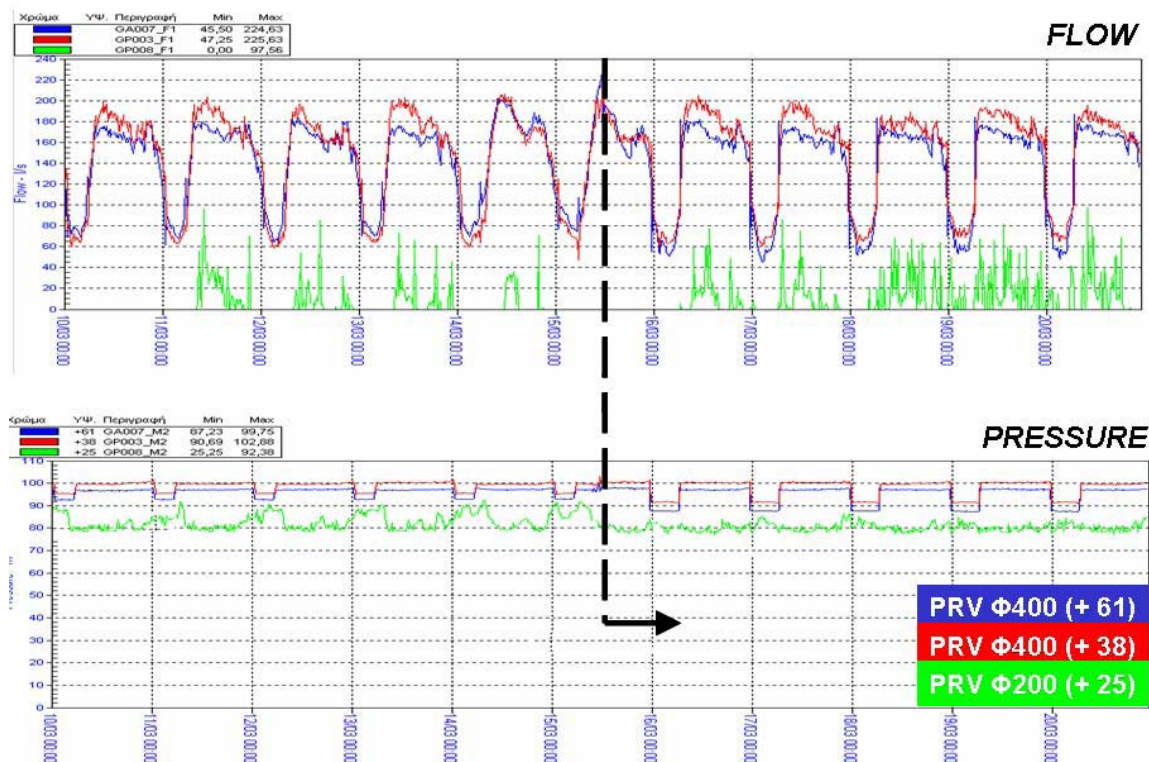


Фигура 10.28 Графика, показваща приложението на модулация по дебит, довела до намаление на минималния нощен дебит, равняващо се на 1,9 l/sec

- Беше установено намаление на средноденонощните количества, отчетени от дебитомерите в точките на захранване на РМА зоните след приложението на техники за усъвършенствано управление на налягането. При модулация по часово време бе изчислено, че намалението варира от 2% до 4,5%, в сравнение с модулацията по дебит, където спестяването на вода е по-високо, достигащо 8,5%;
- Модулацията според консумацията е по-ефективна, поради елиминирането на последствията от рязкото покачване на налягането (избягват се резките промени в налягането), подходяща е за зони с добра хидравлична ефективност.

От друга страна, за сложни мрежи, като тази на EYDAP:

- Модулацията по време се предпочита като първоначален вариант, прилаган в РМА зони в райони с ниска хидравлична ефективност (затворени кранове, неизвестни и трудни за откриване ограничения, липса на връзки при водопроводи, които се припокриват) и където е нужно високо налягане по време на часовете на консумация (поради висока етажност), но е желателно по-ниско налягане нощем за избягване на аварии;
- Синхронизирана модулация по време в големи зони на налягане, захранвани с повече от един PRV вентил, може да се постигне, при положение че изходните водопроводи от PRV вентила не са свързани.



Фигура 10.29 Графика, показваща успешното приложение на синхронизирана модулация по време в 2 PRV вентила 400 mm (сини и червени линии) в РМА зона от 230 km и 15.574 отклонение

- Недостатъкът при модулацията по време е, че при внезапно увеличаване на налягането от ниско към високо, са възможни аварии. В този случай модулацията по време с няколко настройки се оказва решение за по-гладка промяна на налягането с времето;
- На края, постигнато бе значително намаление в обема на произведената и пречистена вода през 2009 г. спрямо 2008 г., равняващо се на 2,6 % и на 12 400 Ml, съответстващо на икономии от 9 920 000 €. Пълните разходи за постигане на гореспоменатото намаление са приблизително 1 000 000 € за три години.

Изводи

Въз основа на придобития опит в изпитване на методи за усъвършенствано управление на налягането в Лемесос и Атина при малки и големи DMA зони и големи РМА зони, бяха направени следните заключения:

- Модулация по време би могло да се прилага в големи зони на налягане, където водата се захранва от няколко места и е трудно да се постигне пряката двустранна връзка между PRV вентила и мрежата;

- Модулацията по дебит изглежда е по-ефикасна във водомерните зони, където се отстраняват последиците от рязката смяна на налягането върху зоната, тъй като налягането бива непрекъснато регулирано спрямо консумацията (постепенна промяна във времето);
- Други форми на контролиране на налягането, напр. PRV вентили с много настройки, са полезни, но в зависимост от специфичните експлоатационни условия на мрежата;
- Периодът на изплащане на инвестицията в повечето случаи е доста кратък (само няколко месеца) в зависимост от размера на PRV вентила;
- Намаление на произведения обем пречистена вода може да се постигне, като се прилагат ефикасно техники за управление на налягането.

10.5 НАМАЛЯВАНЕ НА ЗАГУБИТЕ НА ВОДА В ПИЛОТНА ЗОНА „КООПЕРАТИВЕН ПАЗАР”, ГР. РАЗГРАД ЧРЕЗ АКТИВЕН КОНТРОЛ НА ТЕЧОВЕТЕ, УПРАВЛЕНИЕ НА НАЛЯГАНЕТО И ВРЪЗКА МЕЖДУ УПРАВЛЕНИЕ НА НАЛЯГАНЕТО И ТЕЧОВЕТЕ

10.5.1 Увод

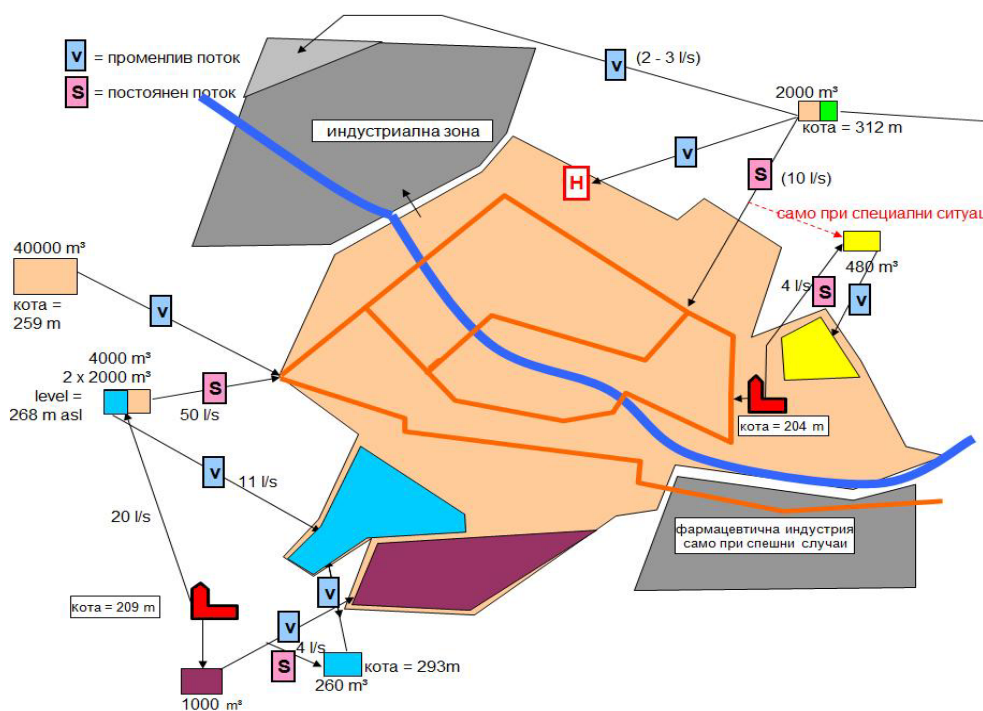
Докладът проследява поетапното анализиране, подготовката и прилагането на подходяща програма за намаляване на загубите на вода в предварително избрана за целта зона за управление (DMA).

Темата и основна цел на настоящия доклад, акцентира върху възможността за осъществяване на програма за намаляване на загубите на вода във водоснабдителните компании в България чрез прилагане на „Активен контрол на теча” (ALC) и “Управление на налягането” (PM) и да покаже как с малко средства, желание и професионализъм могат да се постигнат задоволителни резултати.

10.5.2 Общ преглед

Град Разград се намира в североизточната част на България. Водоснабдителната мрежа на града се обслужва от „Водоснабдяване-Дунав” ЕООД създадено през 1991 г. Дружеството обслужва общините Разград, Лозница и Цар Калоян в област Разград, общини Попово и Опака в област Търговище.

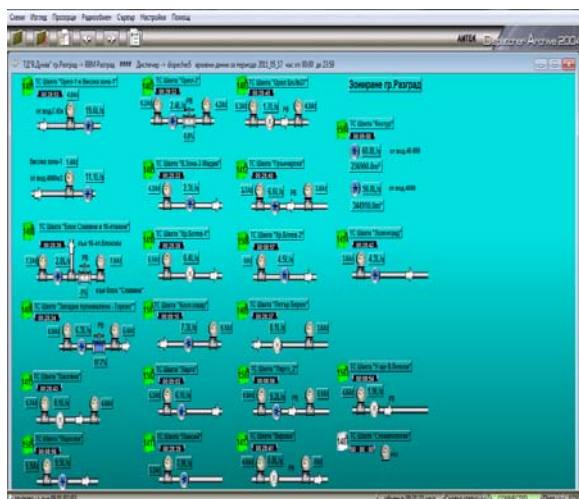
Водоснабдителната мрежа на Разград обслужва население около 38 775 жител, с обща дължина 287 km в това число 171 km довеждащи водопроводи и 116 km – разпределителни водопроводи. Мрежата се захранва от шест напорни водоема и една помпена станция,



които подават около $Q = 164 \text{ l/s}$ към Главните клонове, които са конструирани като разклонена мрежа (Фигура 10.30). Посредством тях водата постъпва в 24 зони за наблюдение (DMA), които са обособени според географските особености на града.

Фигура 10.30 Водоснабдителната мрежа на гр. Разград

Във „Водоснабдяване-Дунав“ ЕООД, Разград от 1986 г. е въведена в експлоатация автоматизирана система за управление на водоснабдяването (SCADA), представляваща комплекс от апаратни и програмни средства за дистанционен контрол и управление на водоснабдителни мрежи. Тя осигурява измерването на всички технологични параметри (ниво, налягане, дебит, състояние на помпените агрегати, и др.), като предаването на тази информация се осъществява в диспечерски пункт, където данните се анализират и се определят оптимални режими за работа на водоснабдителните системи.



Фигура 10.31 SCADA система на гр.Разград по DMA



Фигура 10.32 Водоснабдителната мрежа на DMA - Кооперативен пазар

Основните материали изграждащи водопроводната система са 97 % от азбестоцимент и стомана, като малка част, около 2 % е изградена и подменена с тръби от съвременни материали. Старите и амортизирани тръби положени преди 1970 г. предполагат високите загуби в градската система - около 75%.

DMA Кооперативен пазар се намира в централната част на град Разград, отделена от съседните зони чрез пределни кранове. Населението, което се обслужва в зоната е 1 105 души, а общата дължина на разпределителната мрежа е 3 076 m. 16% от водопроводите в зоната са изградени от съвременни материали (PEHD), а останалите 84 % - от стоманени, етернитови и поцинковани тръби. Средната водоснабдителна норма за зоната е 98 l/ж.д.

Зоната се захранва едностранно от главните клонове. Има изградена зонова шахта (Фигура 10.33), в която има монтиран регулатор за постоянно изходящо налягане – 5,1 atm и водомер с дигитално отчитане на нощното водопотребление - MNF = 10,6 l/s, които чрез SCADA се следят в реално време. Денивелацията в зоната е малка, с разлики до 5,0 м, средната етажност е пет етажа. Средното налягане в мрежата се поддържа от 3.5 atm до 4,8 atm поради наличието на девет етажен блок (критичната точка) в средата на зоната, определяща изходящото налягане след регулатора на налягане (PRV).



Фигура 10.33 Зонова шахта на DMA КООПЕРТИВЕН ПАЗАР (Водомер – PRV)

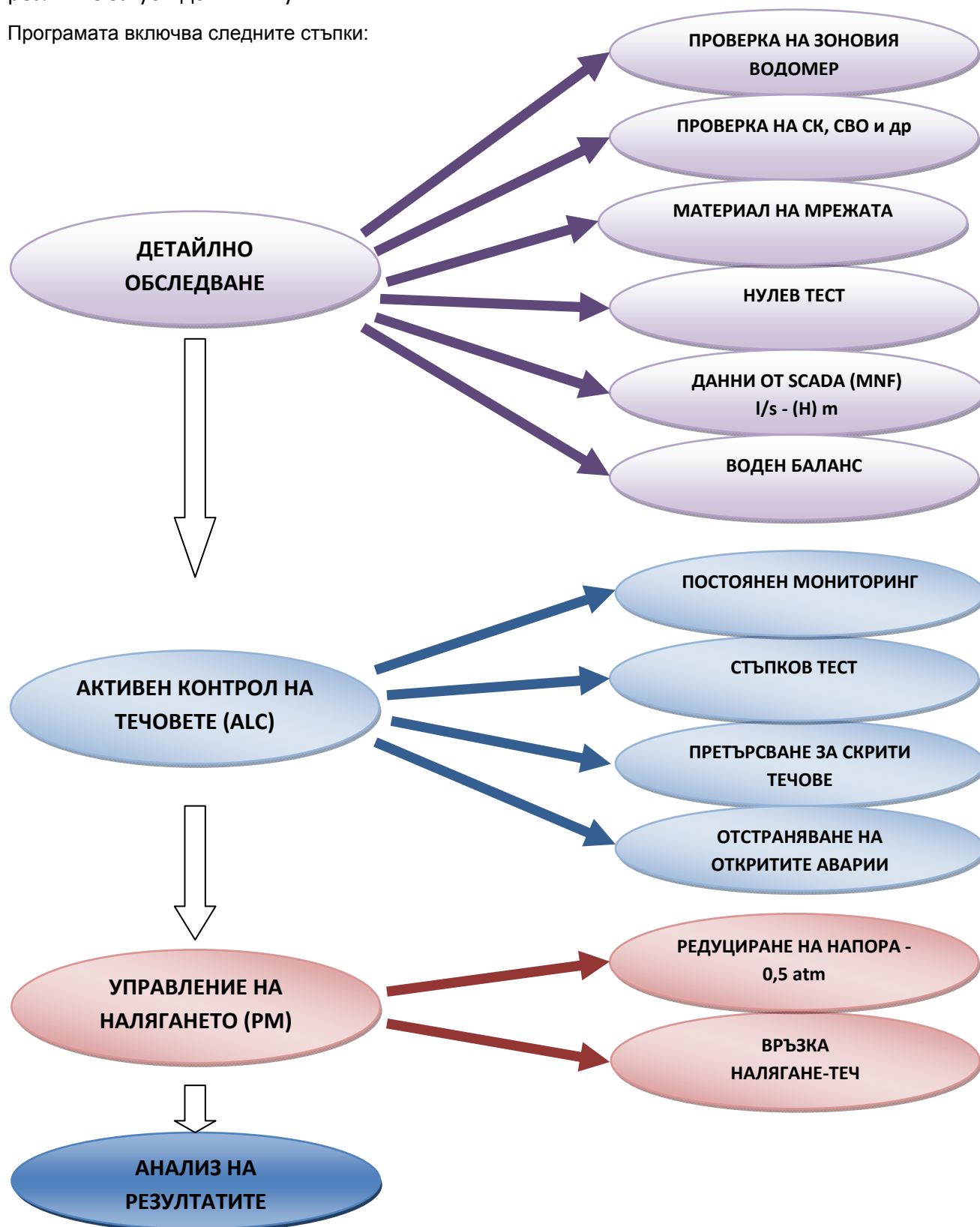
Високият напор и остарялата инфраструктура са предпоставка за високите загуби - 88% в зоната, които дават ясен знак за наличие на високо ниво на физически загуби, които от своя страна са възможност за прилагане на методите и подходите на Международната асоциация по водите (IWA) и изготвяне на програма за намаляване на загубите на вода.

10.5.3 Стратегия за намаляване на загубите на вода в DMA „Кооперативен пазар“

Изборът на програма за снижаване на загубите на вода предприети в проекта следват похватите използвани в „Международната практика": мониторинг, активен контрол на

течове и регулиране на налягането. С прилагането им имаме за цел снижаването на реалните загуби до минимум.

Програмата включва следните стъпки:



Фигура 10.34 Схема на стъпките за намаляване на Загубите на вода в DMA "Кооперативен пазар"

Прилагане на програмата за DMA „КООПЕРАТИВЕН ПАЗАР“

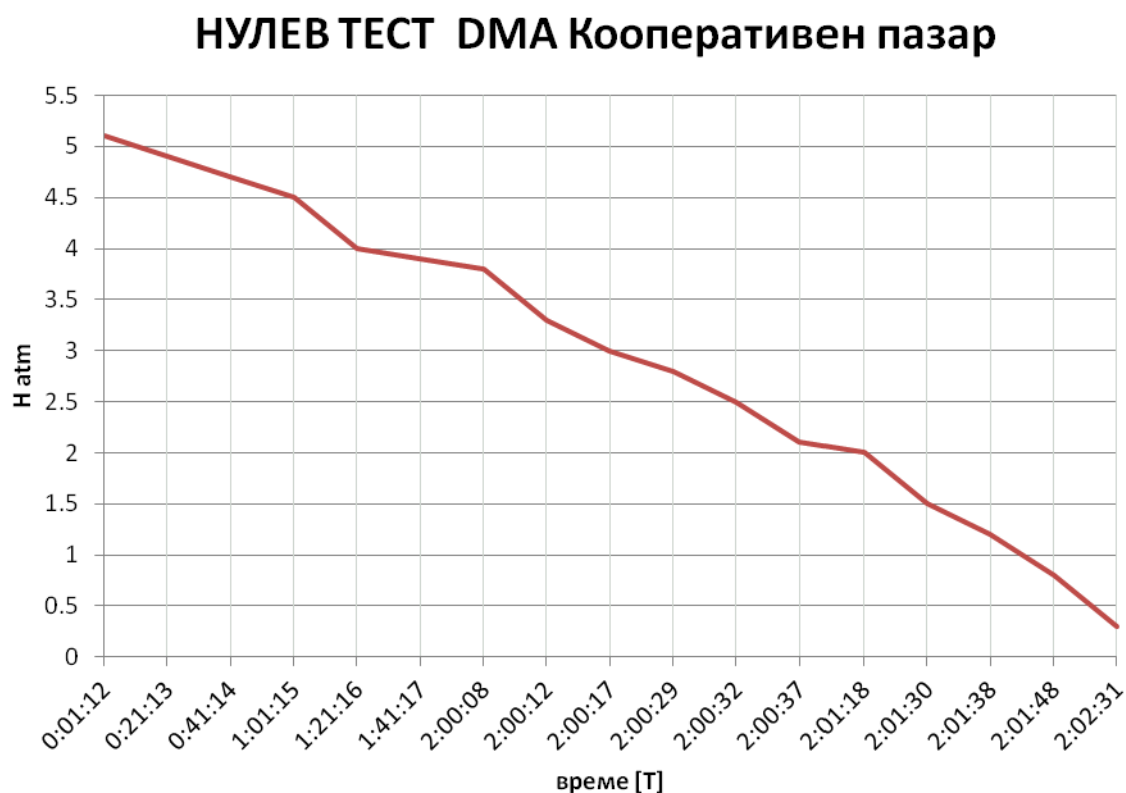
Следвайки по-горните стъпки съвместният екип между Аквапартньор” ЕООД и „Водоснабдяване-Дунав” ЕООД започнахме усилена работа, която продължи в рамките на проекта - 3 месеца.

СТЪПКА 1 Детайлно обследване и събиране на информация

Демонтирахме зонавия водомер DN 100 за метрологична проверка и го предадохме в лицензирана лаборатория, за да сме сигурни, че той отчита точно подадените водни количества в зоната.

Заедно с екипи на ВиК обходихме зоната и направихме проверка за изправността на наличните СК, както и местоположението на сградните водопроводни отклонения. По архивни данни и от огледа на място, установихме диаметрите и материалите, от които е изградена разпределителната мрежа и СВО. Тези данни бяха качени на дигитален носител за осигуряване на бърз анализ на информацията.

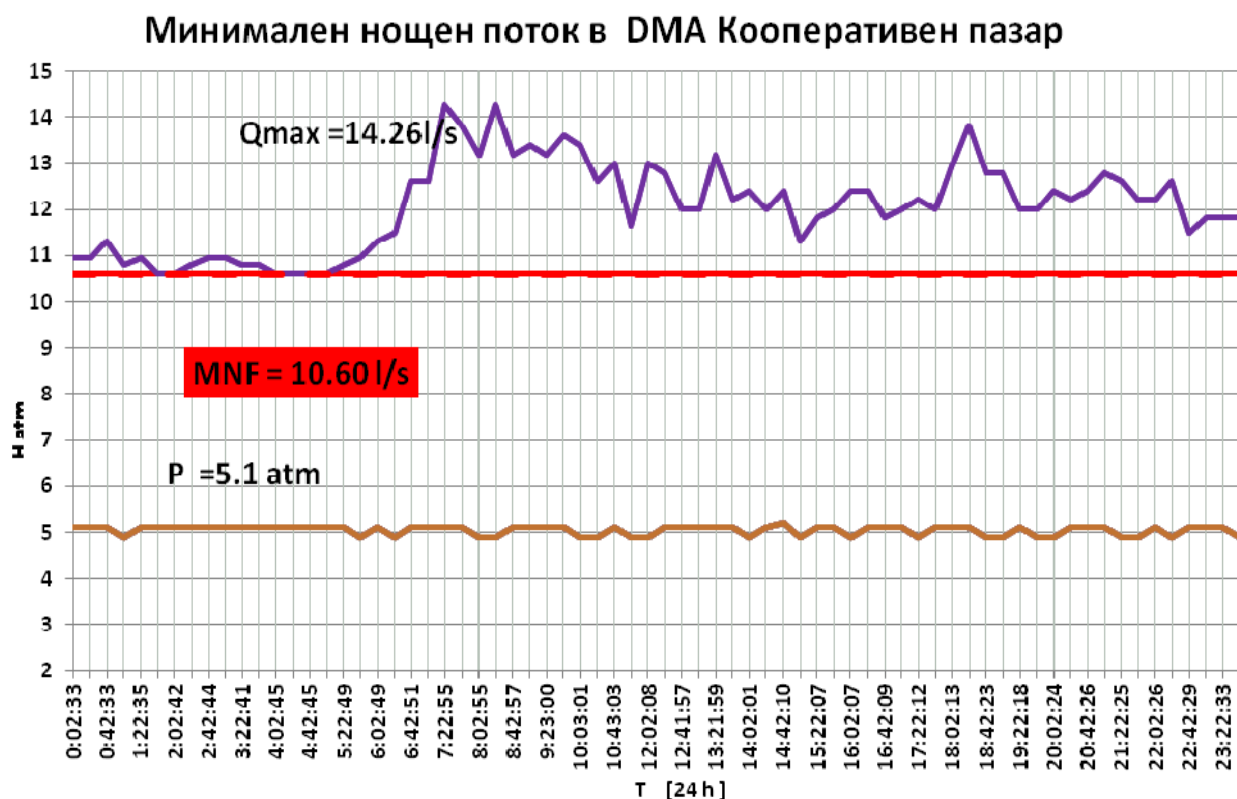
Проведохме НУЛЕВ ТЕСТ за установяване на това, дали зоната е отделена от другите зони, чрез спиране на захранването на зоната и следене на напора в най-ниската точка на зоната (Фигура 10.35).



Фигура 10.35 - Графика от SCADA за провеждане „НУЛЕВ ТЕСТ“

Резултатите в горната графика показват, че Зона „Кооперативен пазар“ е отделена от останалите зони и няма преливане на водни количества от зона в зона.

Посредством системата SCADA, получихме нужната информация от 24-часовия мониторинг на зоната, а именно данни за подадените количества в зоната и за напора след регулатора на зоната, както в графичен, така и в табличен вид (Фигура 10.36).



Фигура 10.36 Графика от SCADA за MNF = 10,6 l/s и напора в зоновата шахта

От горната графика става ясно, че максималната консумация за зоната е 14.26 l/s, а минималният нощен поток в рамките на малките часове е 10.6 l/s (загубите на вода). Разликата между тях, 3.7 l/s е реалната консумация. Налягането в зоната е почти константно, и се диктува от критичната точка на зоната, а именно 9-етажен блок на ул. Марица.

С предоставените ни годишни отчети за постъпилите и инкасираните водни количества за зоната изготвихме баланс на водните количества според Наредба № 1, за утвърждаване на методика за определяне на допустимите загуби на вода във водоснабдителните системи за отчетната 2010 г. (Таблица 10.1)

Таблица 10.1 Таблица за водения баланс на DMA Кооперативен пазар за 2010г.

Стъпка	DMA Кооперативен пазар	Период за наблюдение и измерване - една година.
1	Определяне на количеството вода, постъпващо в разглеждания участък за периода	$Q_4 = 357\,824 \text{ m}^3$ годишно
2	Определяне на подадената фактурирана вода за периода	$Q_3 = 44\,667 \text{ m}^3$ годишно
3	Определяне на подадената нефактурирана вода	$Q_{3A} = 0 \text{ m}^3$ годишно
4	Определяне на общата законна консумация	$Q_5 = 44\,667 \text{ m}^3$ годишно
5	Загуби на вода	$Q_6 = 313\,157 \text{ m}^3$ годишно
6	Търговски загуби 10%	$Q_8 = 35\,782.4 \text{ m}^3$ годишно
7	Реални загуби	$Q_7 = 277\,374.6 \text{ m}^3$ годишно
8	Специфични реални загуби на вода	$q = 10.28 \text{ m}^3/\text{h} \times \text{km}$
9	Дължина на водопроводната мрежа	$L = 3.08 \text{ km}$

Определяне на загубите на вода в проценти:

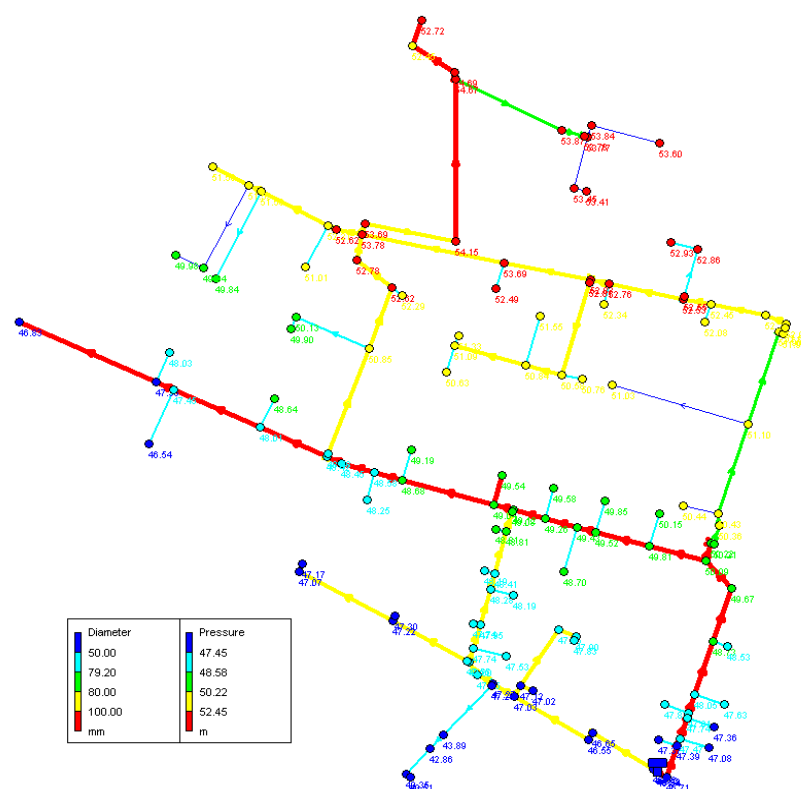
$$Q_{\text{заг.}} = ((Q_4 - Q_3) / Q_4) \times 100 = ((357\,824 - 44\,667) / 357\,824) \times 100 = 87.5\%$$

Водният баланс показва високо ниво на общи загуби на вода – 87.5 %

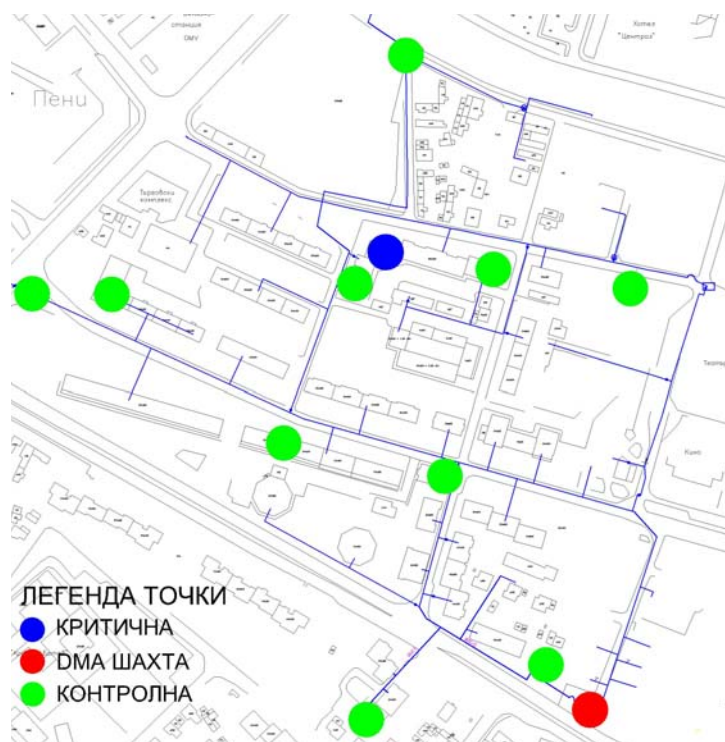
СТЪПКА 2 Активен контрол на течовете

Активният контрол в зоната се състои в периодично и регулярно отчитане на стойностите на минималния нощен поток (MNF), както и на налягането в разпределителната мрежа. За мониторинга на налягането предварително сме определили местоположението на 12 контролни точки, предварително определени с помощта на EPANET (Фигура 10.37) За всяка от точките са направени ръчни замервания на напора, като стойностите са въведени както в табличен, така и в графичен вид, преди и след всяко значимо събитие. (Фигура 10.40) (

Таблица 10.2)



Фигура 10.37 DMA Кооперативен пазар – EPANET

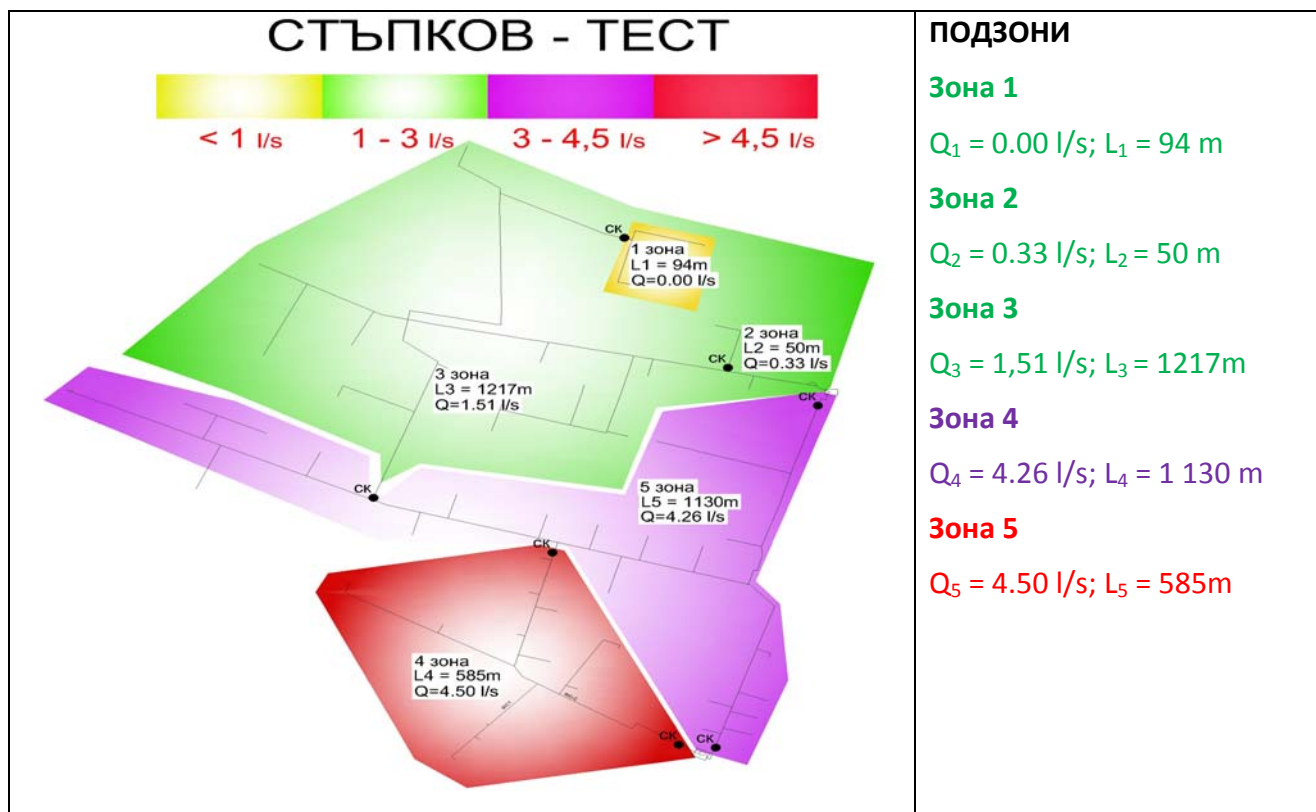


Фигура 10.38 Фигура на контролните точки за DMA Кооперативен пазар

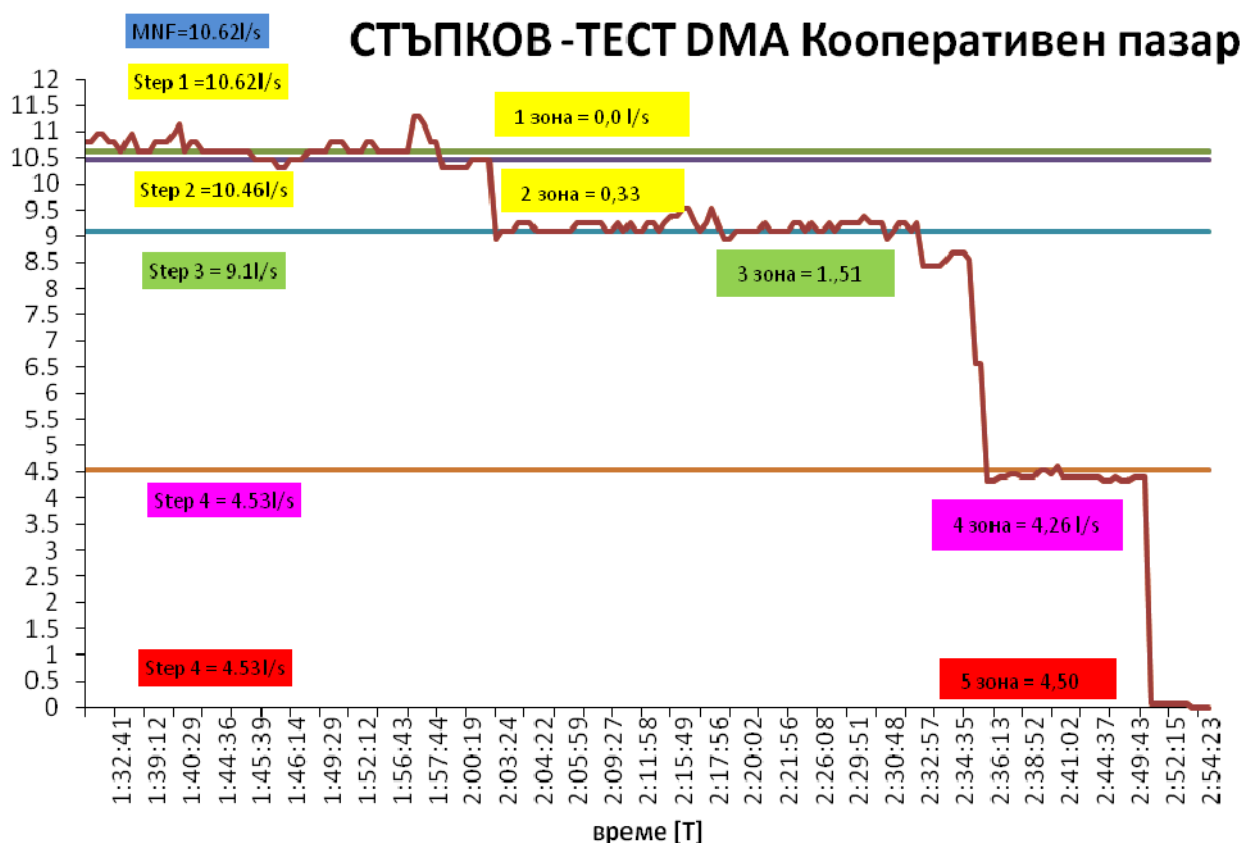
Провеждането на Стъпков тест има за цел локализирането на местоположението на евентуалните аварии (течове). С наличните работещи СК разделихме зоната на пет подзони за наблюдение. За всяка зона предварително определихме дължината и материалите, от които са изградени водопроводите. При поетапното изключване на подзоните в малките часове на денонощието от 1:00 – 4:00h (Фигура 10.39) и мониторинг чрез SCADA, тестът установи, колко l/s от минималния нощен поток се дължат на аварии във всяка подзона. (Фигура 10.40) (Таблица 10.2)



Фигура 10.39 Стъпков тест - DMA Кооперативен пазар



Фигура 10.40 Стъпков тест - DMA Кооперативен пазар



Фигура 10.41 Графика от SCADA на Стъпков тест - DMA Кооперативен пазар

След провеждането на теста се установи, че са налични две подзони, в които загубите са 82% от минималния нощен поток за зоната. В

Таблица 10.2 се вижда нагледно разпределението на загубите в %.

Таблица 10.2 Таблица за загубите по подзони – Стъпков тест

Под зона	Загуби от Стъпков тест	L	%
	(l/s)	(m)	
1	0.00	94	0
2	0.33	50	3
3	1.51	1217	14
4	4.26	585	40
5	4.50	1130	42
Σ	10.60	3076	100

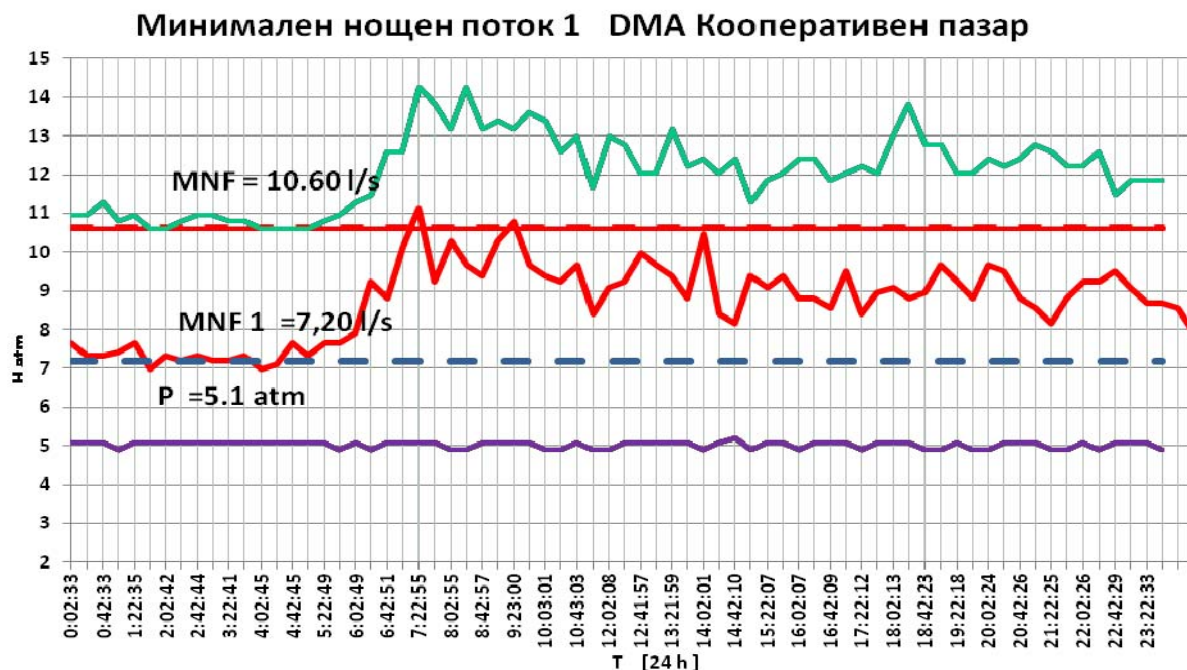
На база на данните от Стъпковия тест виждаме, че в подзона 4, само за 585 m се губят 4.26 l/s, което е знак за наличие на голям теч (авария). В предварителната подготовка за гореспоменатия тест, сме определили материалите на водопроводите, което е отправна точка за намирането на възможните аварии. В по-голямата част водопроводната мрежа е изградена от стоманени, поцинковани и азбестоциментови тръби.

ПРЕТЪРСВАНЕ ЗА СКРИТИ ТЕЧОВЕ - Следващата стъпка в прилагане на програмата за снижаване на загубите е, претърсване на зоната за скрити течове с електроакустичен апарат и корелатор. Заедно с екип на ВиК Разград, специално оборудван и обучен за целта, претърсихме 4-та и 5-та подзона, като се насочихме по клоновете, които са изградени от стомана, както и прилежащите им СВО. (Фигура 10.42)



Фигура 10.42 Претърсване на зона 4 и 5 на DMA Кооперативен пазар

От проведените изследвания в двете зони, открихме един значителен теч в подзона 5. Течът на стоманения водопровод, е вследствие на силна корозия по външната стена. Подменихме участък с дължина 3.0 m с PEHD Ф90 PN 10. Резултатът от отстраняването на аварията е значителен. Минималният нощен поток спадна с 3.40 l/s - до MNF 1 = 7.20 l/s, което в проценти е 32 % от MNF (Фигура 10.43)

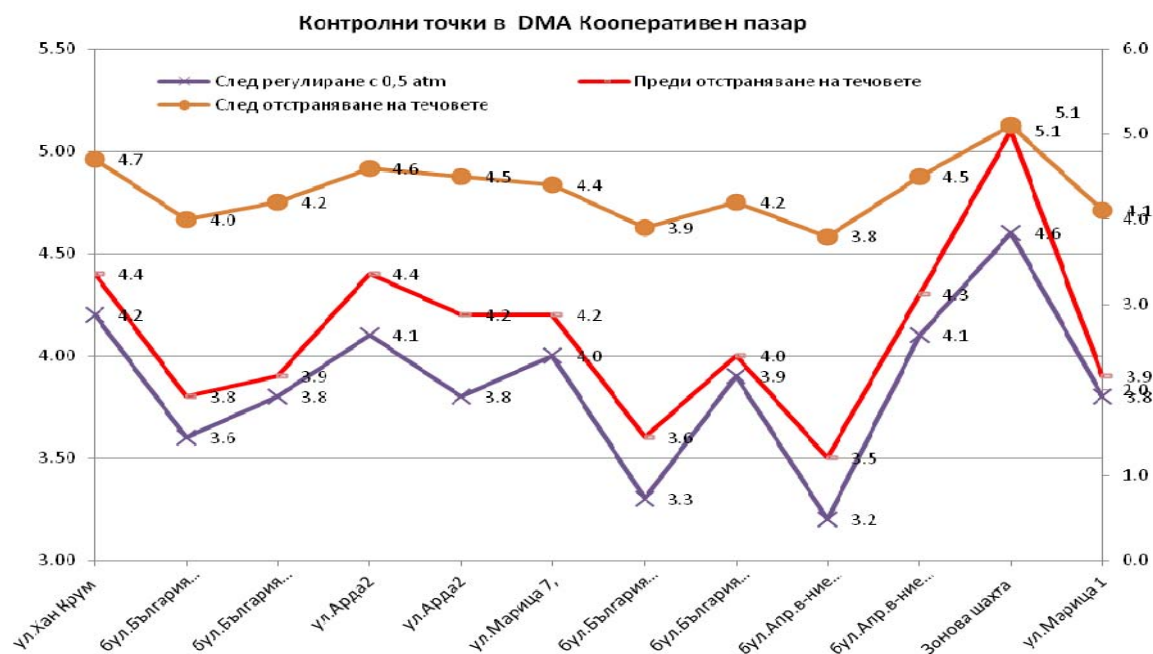


Фигура 10.43 Графика от SCADA - MNF 1 = 7.20 l/s - DMA Кооперативен пазар

След отстраняване на аварията, (Фигура 10.44) се очакваше повишаване на налягането в мрежата и за това, направихме повторно измерване на наляганята в по-горе споменатите контролни точки (Таблица 10.3), (Фигура 10.46 Графика за мониторинг на налягането в DMA Кооперативен пазар). Изследването показва, повишаване на свободния напор в критичната точка с 0.20 atm, което е предпоставка за прилагане на Контрол на налягането (PM).



Фигура 10.44 Отстраняване на теч 3.4 l/s в подзона 5 - DMA Кооперативен пазар



Фигура 10.46 Графика за мониторинг на налягането в DMA Кооперативен пазар

Таблица 10.3 Таблица за мониторинг на Налягането в DMA Кооперативен пазар

номер	Адрес на отчета	Н - зонава шахта	MNF	Показания за Н, atm	Н - зонава шахта	MNF 1	Показания за Н, atm	Н - зонава шахта	MNF 2	Показания за Н, atm
	Към Фигура 10.38			Преди отстраняване на течовете			След отстраняване на течовете			След регулиране с 0,5 atm
1	ул. Хан Крум	5.1 atm	10.6 l/s	4.4	5.1 atm	7.2 l/s	4.7	4.7 atm	6.8 l/s	4.2
2	бул. България 54			3.8			4.0			3.6
3	бул. България 52			3.9			4.2			3.8
4	ул. Арда2			4.4			4.6			4.1
5	ул. Арда2			4.2			4.5			3.8
6	ул. Марица 7			4.2			4.4			4.0
7	бул. България 27			3.6			3.9			3.3
8	бул. България 25			4.0			4.2			3.9
9	бул. Апр. в-ние 62, вх. А			3.5			3.8			3.2
10	бул. Апр. в-ние 23			4.3			4.5			4.1
11	Зонова шахта			5.1			5.1			4.6
12	ул. Марица 1			3.9			4.1			3.8

Като краен резултат на проведената програма за намаляване на загубите на вода в зоната приложена в 3-те стъпки, донесе краен резултат от намаляване на MNF с 3.8 l/s.

В списание ВОДА 21 от април 2011г. в статията на *Allan Lambert and Julian Thornton "The relationship between pressure and bursts – 'a state-of-the-art' update"* за управлението на налягането се споменава за графична и аналитична връзка между налягането и дебита на теча (Фигура 10.47). Практически, за прогнозиране на съотношението налягане–теч, те дават най-доброто уравнение в практиката, което се базира не на разликата, а на отношението между стойностите на налягането (P_1/P_2).

$$L_1 / L_0 = (P_1 / P_0)^{N_1}$$

където:

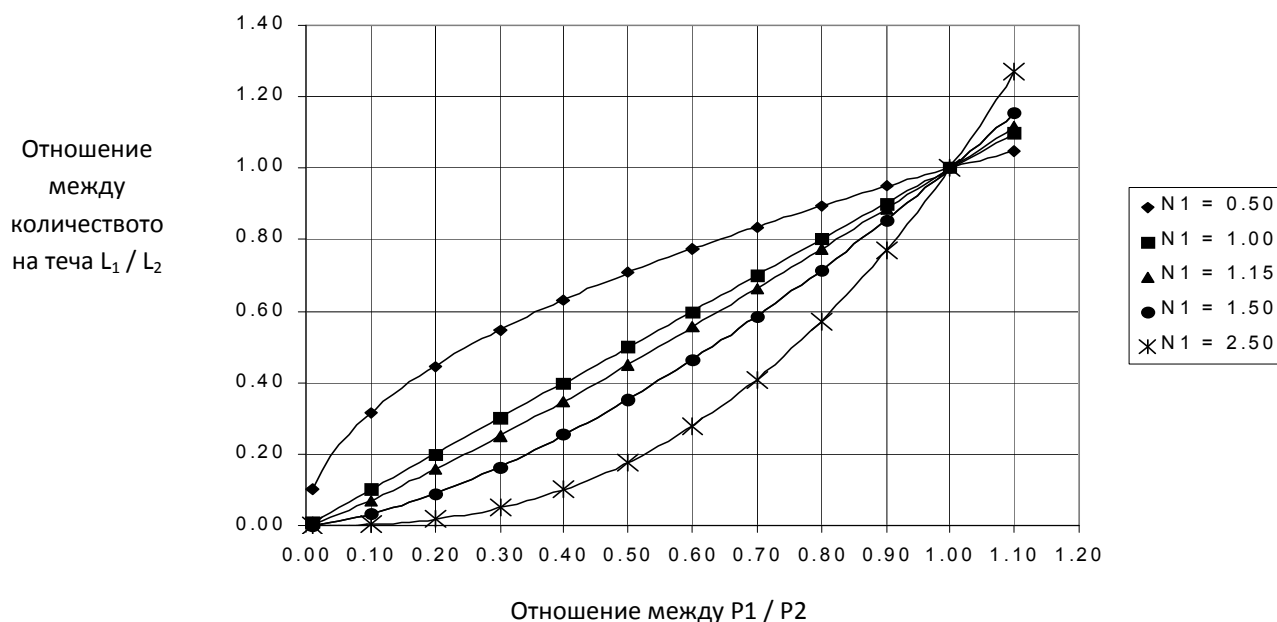
N_1 – според материала на тръбата и вида на теча

L_0 – начално количество на теча (l/s)

L_1 – количество на теча след редуциране на налягането, (l/s)

P_0 – налягането при началното количество на теча, (atm)

P_1 – налягането след редуцирането на налягането, (atm)



Фигура 10.47 Графика за отношение между налягането и дебита на теча

От горната графика става ясно, че средното отношение „налягане–теч“, при разнородни системи с разнороден материал на тръбите, обикновено е близко до ($N_1 = 1,0$), но при големи течове от метални тръби отношението „налягане–теч“ е ($N_1 = 0,5$).

На база на горната връзка, предприехме аналитично изчисляване на големината, с която течът би намалял при редуциране на налягането с 0.5 atm в зона Кооперативен пазар с прието $N = 0.5$ като се вземе предвид, че откритият теч е голям и локализиран на метален водопровод.

Пример за доказване на връзката между „налягане – теч” за DMA Кооперативен пазар:

$$P_2 / P_1 = \sqrt{(MNF_2 / MNF_1)} \rightarrow$$
$$MNF_2 = MNF_1 \sqrt{\frac{P_2}{P_1}} = 7,2 \times \sqrt{\frac{4,6}{5,1}} =$$
$$MNF_2 = 6,8 \text{ l/s}$$

Стойности от Фигура 10.45:

P1 – налягането преди редуцирането – (5,1 atm)

P2 – налягането след редуциране с 0,5 atm – (4,6 atm)

MNF 1 – минималният нощен поток преди редуцирането – (7,2 l/s)

MNF 2 – очакваният минималният нощен поток след редуцирането с 0,5 atm

Очакваното количество на минималния нощен поток след редуцирането на налягането (MNF 2) е 6.8 l/s – аналитично изчислено и с 99 % се доближава до графичната стойност на *Фигура 10.47*, която онагледява данните от SCADA.

Примерът показва, че в DMA Кооперативен пазар важи връзката „налягане–теч” ($N1 = 0,5$), която Lambert и Thornton анализират в списание ВОДА 21 от април 2011г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведените мерки за намаляване загубите на вода в DMA Кооперативен пазар, а именно Активният контрол на течовете (ALC) заедно с Управлението на налягането (PM) като похвати на Международната асоциация по водите доведоха до значителни резултати – спестявания от 9 850 m³/месечно или изразено в пари - 4 925 лв. ($\approx 2\,462$ €) на месец при себестойност на водата - около 0.5 лв/m³ (0.25 €/m³). Приходите, които покриват първоначалната инвестиция от 6 200 лв (3 100 €) за изпълнението на проекта, биха се възвърнали за малко повече от месец. С настоящия проект доказваме, че аналитичната връзка между налягане и теч е в сила за зоната на нашия експеримент, а може би и за водоснабдителните мрежи в България.

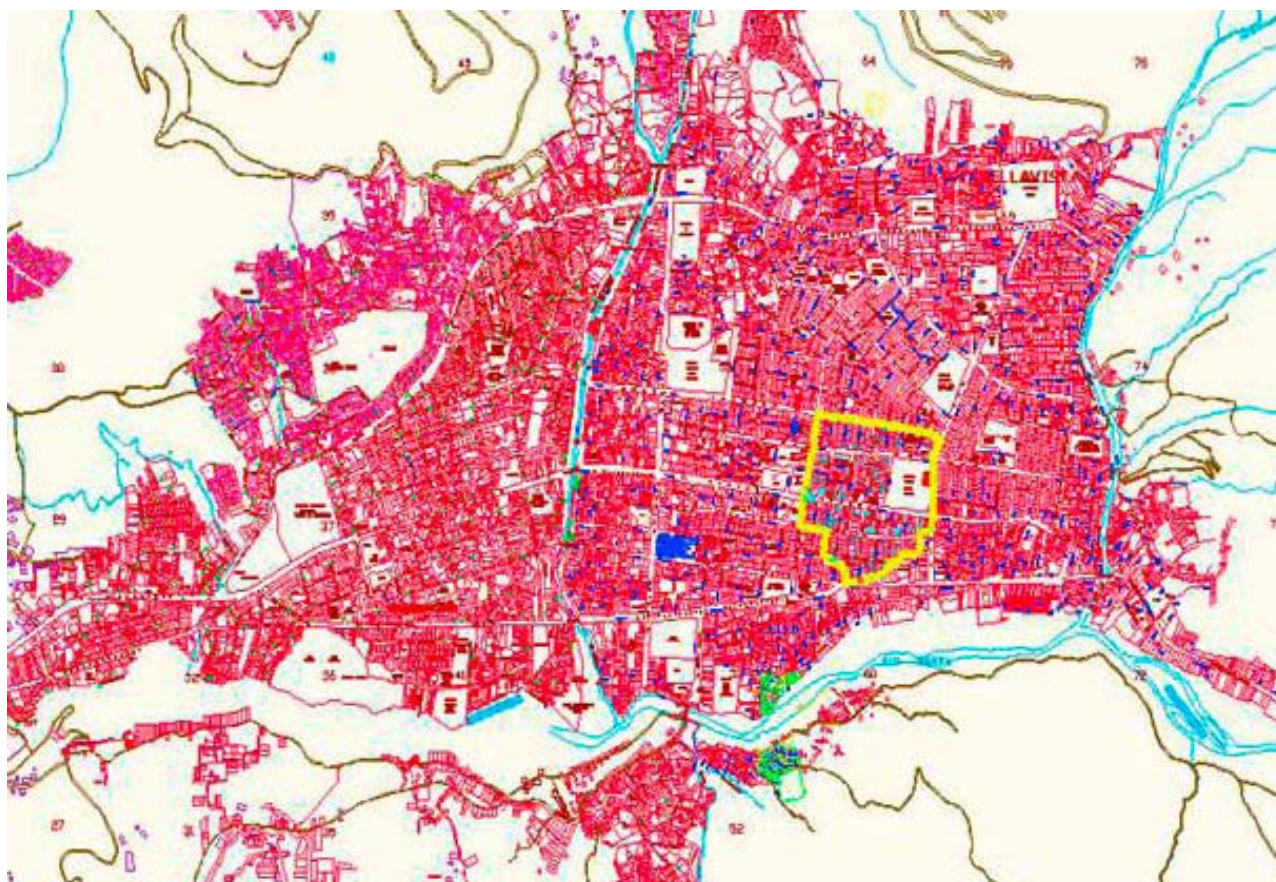
10.6 НАМАЛЯВАНЕ НА ТЪРГОВСКИТЕ ЗАГУБИ НА ВОДА –УАРАЗ, ПЕРУ

10.6.1 Предварителна информация

Град Уараз със 100 000 жители, се намира в североизточно Перу на височина 3 030 метра. Уараз е туристически град в долината Уайлас, заобиколен от най-голямата планинска верига в страната. Водата на Уараз се образува от топенето на снега от Кордилера Бланка. Водоснабдителната компания Чавин EPS SA отговаря за водоразпределението в провинции Уараз, Уайлас, Чикиан и Айха.

Общите загуби на компанията от водата неносеща приходи възлизат на 51.4% и са над средното за страната –42.1%. освен това, градът е сред първите по консумация на вода в страната, със средноденоношна консумация на глава от населението – 388 литра.

Тези високи загуби са резултат от многобройни проблеми, сред които: некачествено измерване на водата, много несъобщени течове, стари тръби, неадекватни техники на обслужване и слаба организация, неспособна да реши проблемите.



Фигура 10.48 Община Уараз и пилотната зона (в жълто)

Били са изпитани алтернативни методи в сътрудничество между GIZ и водоснабдителната компания по програма от мерки, даващи бързи резултати (PMRI). Тя включва инструменти като воден баланс, инвентаризация на загубите и хидравлично моделиране на мрежата, с цел подобряване на хидравличните характеристики на мрежата и установяване на систематична методология за откриване и контролиране на загубите на вода.

Таблица 10.4 Вода неносеща приходи за Перу за периода 2005 – 2009, (SUNASS, 2010)

Водоснаб- дителни компани	Произведен обем (m ³)	Фактуриран обем (m ³)	Процент ВВП (%)				
			2009	2008	2007	2006	2005
Общо	1 285 370	740 861	42.10	42.30	42.40	43.30	43.90
SEDAPAL	658 748	411 835	38.50	37.50	37.50	39.1 0	41.10
Големи	393 050	215 481	43.30	45.20	46.00	46.60	46.40
Средни	194 124	99 449	49.70	48.80	49.40	49.60	48.20
Дребни	39 446	14 094	53.00	62.00	54.00	53.60	50.50

10.6.2 Развитие на процеса

Най-напред беше направено изпитване на методология, при която се извършва разделяне на зони /сектори/ и измерване на дебита като възможност за определяне и контролиране на състоянието на водоснабдителната система:

Началото бе поставено с избор на пилотна зона, съобразно няколко критерии, включително леснота на изолиране, висока степен на непрекъснатост, високо ниво на налягането както и различни категории на характеристиките на потребление.

Актуализирани бяха техническите и търговските кадастрални параметри, за да бъдат ползвани при моделиране на мрежата и преценка на консумацията на вода.

Обособяването на зоната се извърши с изолиране на пилотната зона от останалата част на системата. Пилотната зона се състоеше от 263 сградни отклонения.

Записваха се показания от всеки монтиран водомер, за да се открие степента на занижаване, които бяха допълнително анализирани по марка и възраст.

След обособяването на пилотната зона, с един вход бе монтиран главен водомер, който позволява ежечасно регистриране на общата консумация за период от 24 часа и определяне на водния баланс при минимален нощен дебит. Освен това, наблюдението на нивото на водата в резервоара позволи прилагането на методи за регулиране на налягането.

Бяха систематизирани загубите на вода, което позволи да бъдат разпознати факторите, които ги причиняват. Бяха предприети търговски и експлоатационни корективни мерки. При новите условия бе извършено хидравлично моделиране и бе регулирано налягането в зоната.

Накрая, нов воден баланс позволи измерване на резултатите от предприетите мерки.

10.6.3 Резултати и добра практика:

Първоначалният воден баланс показва ниво на водата неносеща приходи от 69% в зона, където 91% от азбестоциментовите тръби са над 40-годишни и 68% от отклоненията, бяха с последно отчетени водомери средно преди шест години.

Списъкът на загубите разкри, че 80% от загубите са търговски /фиктивни/ загуби, а останалите 20% са реални загуби.

Сред корективните мерки бяха, монтаж на водомери в 121 домакинства, подмяна на неточни водомери и поставяне на водомери на останалите места до 100%. Освен това, 3.1 km от водоснабдителната мрежа бе обходена с акустични геофони, бяха открити и отстранени десет броя неизвестни теча, осем, от които бяха открити в сградните отклонения. Налягането също беше регулирано, чрез намаляване на максималното налягане от 45 до 25 m. Освен това бе открито преливане в резервоар „Батан”, който захранва зоната, при което се пилееха денонощно 405 m³ вода. Преливането бе отстранено със замяна на системата за управление. Окончателният воден баланс показва ниво на водата, неносеща приходи от 29%, което е демонстрация за ефективността на предприетите мерки.

10.6.4 Изводи

Първоначалното проучване за намаляване на загубите на вода и подобрения в експлоатацията в пилотната зона, доведоха до ясни, краткосрочно постигнати резултати с по-ниски инвестиции и разходи. Тези резултати наведоха на общи изводи, които биха могли да бъдат преобразувани в стратегии и приложени в цялата система.

Комбинацията от мерки, като разделяне на зони, определяне на воден баланс и систематизиране на загубите позволява, да бъдат набелязани дългосрочни мерки. На първо място трябва да бъдат взети корективни мерки, свързани с експлоатацията (монтаж на водомери и търсене на течове). За постигане на по-добри резултати с продължителен ефект, са необходими значителни инвестиции и в рехабилитация на старите мрежи.

10.7 НАБЛЮДЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ НА ВОДОРАЗПРЕДЕЛИТЕЛНАТА МРЕЖА В ГРАД АНТАЛИЯ С ПОМОЩТА НА СИСТЕМА SCADA

Mr İsmail Demirel, Mr İbrahim Palancı, Ms Tuğba Özden, Mr İ.Ethem Karadirek and Prof. Habib Muhammetoglu, University of Akdeniz, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Antalya and Antalya Metropolitan Municipality, ASAT

10.7.1 Резюме

Град Анталия е един от най-важните туристически центрове в Турция и е разположен на Средиземно море. Администрацията по водоснабдяване и канализация на Анталия, (ASAT) отговаря за водоснабдителните и канализационните услуги на площ от 141,719 ха и население над 700,000 души и над 300,000 абонати (вж. www.asat.gov.tr). Населените райони на Анталия са разположени на различни нива – от морското равнище до 250 m надморска височина. По тази причина водоразпределителна система на Анталия е сложна, състояща се от шест главни зони на налягане. Загубите на вода от разпределителната мрежа в момента са около 50 процента, което е близко до средното ниво в Турция. Основните водоизточници на Анталия са подпочвените и изворните води. Подпочвените води се отвеждат до града без пречистване. За да се намали, обаче, опасността от замърсяване по време на разпределението на водата, се добавя течен хлор под формата на натриев хипохлорит, за да се поддържат определени концентрации на остатъчен хлор в мрежата. Наскоро Администрацията по водоснабдяване и канализация на Анталия (ASAT) към градската община, внедри ефикасна система за наблюдение, контролиране и получаване на данни (Supervisory Control and Data Acquisition - SCADA) за водоснабдяването на града. Разпределителната мрежа се състои от 9 помпени станции, 17 резервоара, голям брой дълбоки кладенци за подпочвени води и около 60 водоснабдителни станции pipe network stations. Системата SCADA следи също така, нивото на водата в резервоарите, работата на помпите в помпените станции, налягането и дебита във водопроводните станции и положението на крановете (отворено, затворено, частично отворено), освен консумацията на енергия и вода. Освен това, системата изпраща предупредителни сигнали, свързани с безопасността на резервоарите, помпените и измервателните станции. Много параметри за качеството на водата като температура, рН, проводимост, мътност и остатъчен свободен хлор, също биват измервани на определени места по разпределителната мрежа. Системата SCADA е завършена през 2007 г. и струва над 4 милиона евро. Тя е доказала своята ефикасност по отношение на намаляване загубите на вода, контролиране качеството на водата, намаляване консумацията на енергия и подобряване на водоснабдителните услуги за клиентите. Статията посочва действителни примери от водоразпределителната система на Анталия, в това число и снимков материал.

10.7.2 Въведение

Град Анталия е един от най-важните туристически центрове в Турция и е разположен на Средиземно море. Общинската градска администрация по водоснабдяване и канализация на Анталия (ASAT) отговаря за предоставянето на В и К услуги на площ от 141,719 ха и население над 700,000 души с над 300,000 абонати (вж. интернет страницата на ASAT на www.asat.gov.tr). Основните водоизточници на град Анталия са кладенците за подпочвени води и изворите. Добиваната вода е с високо качество, като изключим високата твърдост на водата (Celik, E. & Muhammetoglu, H., 2008). Водата се разпространява по градската мрежа без пречистване. Добавя се, обаче, течен хлор под формата на натриев хипохлорит, за да се поддържат определени концентрации на остатъчен хлор в мрежата, като така се намалява опасността от замърсяване по време на разпределението на питейната вода (Tiryakioglu, O. et al. , 2005). Населените места на град Анталия са разположени на различни нива – от морското равнище до 250 m надморска височина. Ето защо водоразпределителната система е сложна и се състои от шест самостоятелни главни зони на налягане (ASAT –Akdeniz U., 2008).

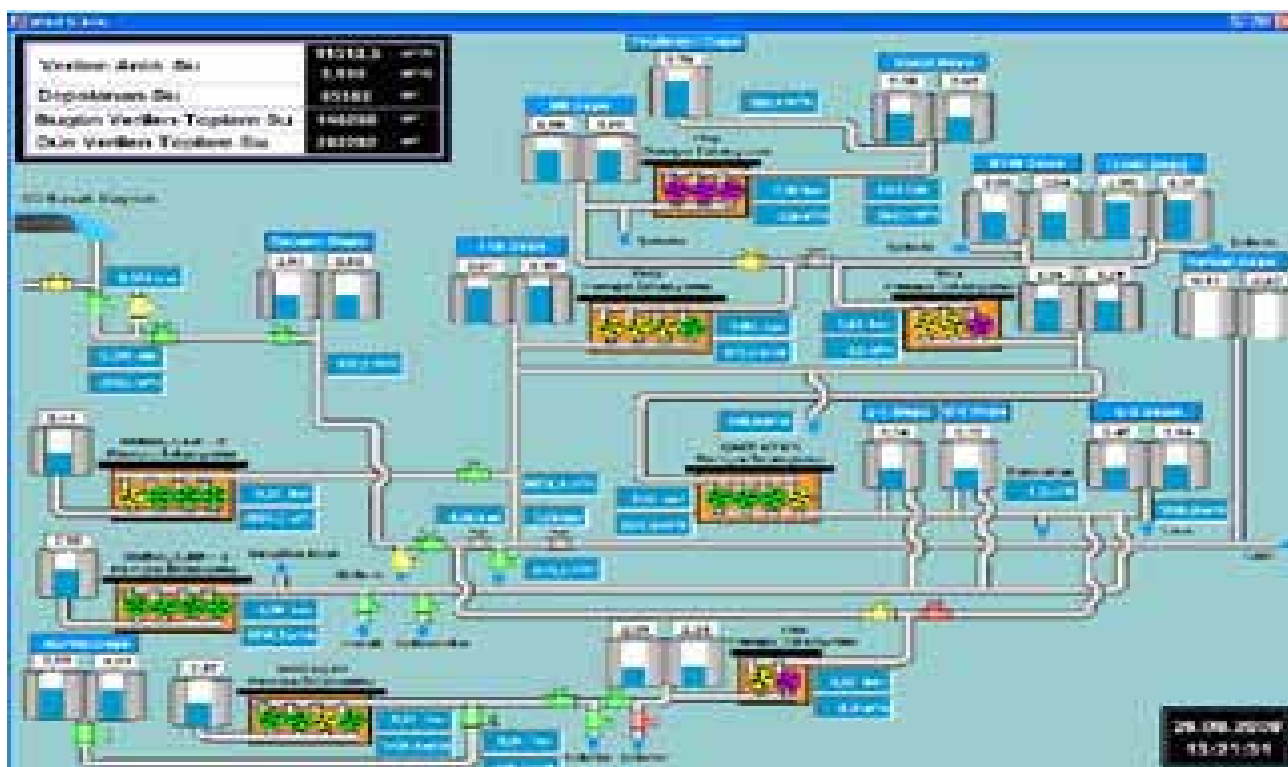
10.7.3 Описание на системата SCADA в Анталия

Станциите SCADA на Администрацията ASAT представляват дълбоки кладенци, помпени станции, резервоари за разпределение и водоснабдителни станции. Системата се състои от девет помпени станции, седемнадесет резервоара, многобройни дълбоки кладенци и около шестдесет водоснабдителни станции, разположени по водоснабдителната мрежа за питейна вода. Системата SCADA следи също така нивото на водата в резервоарите, работата на помпите в помпените станции, налягането и дебита във водоснабдителните станции и положението на крановете (отворено, затворено, частично отворено), освен консумацията на енергия и вода. Освен това, системата изпраща предупредителни сигнали, свързани с безопасността на резервоарите, помпените и измервателните станции. Много параметри за качеството на водата като температура, рН, проводимост, мътност и остатъчен свободен хлор също биват контролирани на определени места по разпределителната мрежа. Системата SCADA бе завършена през 2007 г. на цена над четири милиона евро, като е доказала своята висока ефикасност по отношение на намаляване загубите на вода, контролиране качеството на водата, намаляване консумацията на енергия и подобряване на водоснабдителните услуги за клиентите.



Фигура 10.49 Контролен център на SCADA

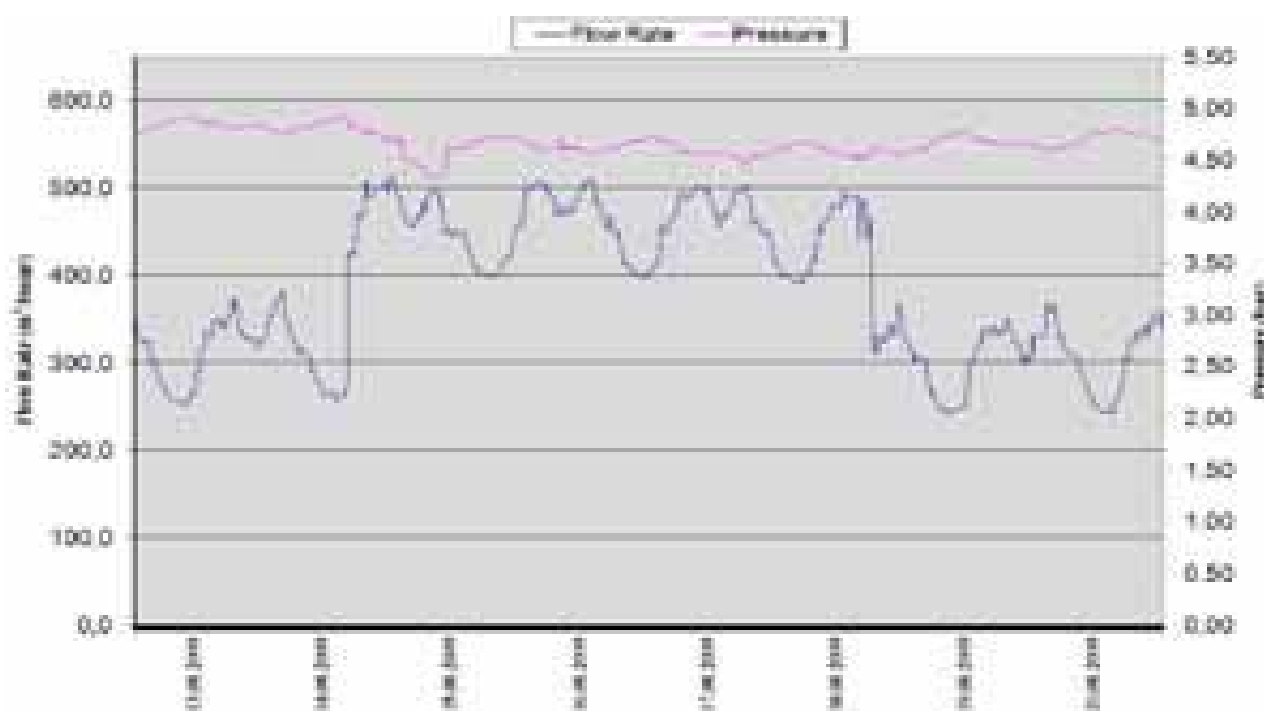
Всички резултати от наблюдението се показват онлайн и също се съхраняват в контролния център на системата SCADA, показан на *Фигура 10.49*. Резултатите от измерването и анализа на параметрите се оценяват от инженерите по SCADA, които работят в Контролния център на администрацията ASAT. *Фигура 10.50* представя снимка на екрана на системата SCADA, показващ нивата на водата в резервоарите, както и условията в помпените станции.



Фигура 10.50 Снимка на екрана на SCADA, показващ помпените станции (PM) и разпределителните резервоари (DR)

10.7.4 Предимства на системата SCADA

Системата SCADA помага за бързо откриване и отстраняване на чести аварии по разпределителната мрежа. *Фигура 10.51* показва дебит и налягане по време на авария на водопровода в средата на август 2009 г. Поради карстовия характер на терена, на повърхността не се забелязвали следи от вода (Kasaroglu, F., 1999), нито е имало оплаквания на клиенти за прекъсване или недостатъчно водоподаване. Получените данни от системата SCADA известили за събитието чрез предупредителни сигнали. Също така, данните от системата SCADA помогнали за разкриване на мястото на водопроводната авария, като показали повишени количества на дебита на потока.



Фигура 10.51 Снимка на екрана на SCADA, показващ профил на налягането (горната крива) и дебита (долната крива) след авария по един от разпределителните водопроводи

Наблюдението както на водните нива, така и на постъпващите в резервоарите количества вода, предотвратява преливане на резервоари и помага за откриване на течове. Така например данните, получени от станцията на SCADA в разпределителния резервоар Çaglayan (с капацитет на съхранение – 15,000 m³) показали, че има теч на вода от 100 m³/час в резултат на сериозна пукнатина на входната тръба на резервоара, както се вижда от *Фигура 10.52*.



Фигура 10.52 Пукнатина на входната тръба на разпределителен резервоар *Çağlayan*

Подобно на горния пример, станцията на SCADA подава информация, че дебитът на помпата в станция *Boğaçay* е по-нисък от нормалния. Това било причинено от засмукан във водната мрежа гумен ремък, както се вижда на *Фигура 10.53*. Отстраняването на този проблем довело до увеличаване на дебита от 1 180 m³/час до 1 480 m³/h, без да се увеличава консумацията на електроенергия.



Фигура 10.53 Гумен ремък, причинил спадане на капацитета на помпена станция *Boğaçay*

системата SCADA.

Според съответните турски стандарти, свободният остатъчен хлор следва да се движи в определени граници, обикновено между 0.1 и 0.5 mg/l (TS266, 2005). Замервания на

свободния остатъчен хлор се извършват на много места по разпределителната мрежа. Системата SCADA подава предупредителни сигнали, ако някое от измерваните нива превиши заложения предел. Гуркавак е важен извор, захранващ Анталия с около 440 m³/час питейна вода. Капацитетът на извора нараства значително след дъждове поради карстовия характер на подпочвените води на Анталия. Освен това, силните дъждове повишават мътността на този водоизточник до нива, над допустимите за питейна вода. Когато това се случи, системата SCADA затваря автоматично определени кранове с цел спиране на захранването от този водоизточник за град Анталия. Същевременно, системата SCADA изпраща предупредителен сигнал на водните оператори в администрацията ASAT за ситуацията.

10.7.5 Заключение

Системата SCADA за разпределение на водата във водоснабдителната мрежа е много полезна. В Анталия разпределителната мрежа за питейна вода се наблюдава, контролира и управлява от система SCADA. Това води до повишаване на надеждността на системата, както и до намаляване на загубите на вода и подобрене на водните услуги на клиентите по един икономически ефективен начин. Благодарение на възможностите на системата SCADA бяха постигнати следните резултати в Анталия (ASAT, 2009):

- средното производство на вода от различни водоизточници бе намалено от 260 000 m³/ден до 230 000 m³/ден (-11.54%)
- общите загуби на вода бяха намалени от 169 000 m³/ден на 120 750 m³/ден (-28.55%)
- общите загуби на вода бяха намалени от 65% на 42.5%
- денонощната консумацията на електроенергия бе намалена от 208 000 kW на 138 000 kW (-33.65%)
- консумацията на електроенергия за производство на вода, помпи и разпределение бе намалена от 0.8 kW/m³ на 0.6 kW/m³ (-25%)
- консумираната електроенергия за пропиляна вода е намалена от 135 200 kW/ден на 72 450 kW/ден (-46.41%)

Изследването е осъществено с подкрепата на Научния и технологичния изследователски съвет на Турция (Проект № 107G088), Администрацията по водоснабдяване и канализация - Анталия (ASAT) към градска община на Анталия и отдела за финансиране на проекти към университета Акдениз, Анталия, Турция.

10.8 GRUNDFOS – ТЕХНОЛОГИЯ ЗА НАМАЛЯВАНЕ ЗАГУБИТЕ ОТ ТЕЧОВЕ И РАЗХОДА НА ЕНЕРГИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

МЕНИДЖЪРСКА ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА

Сигнал	Per №	Показател	Марка	Месец			С натрупване			Годишно			Цел за 2010
				Отчет	План	Разлика	Отчет	План	Разлика	Прогноза	План	Разлика	
		1 ФИНАНСОВИ											
	12а	Операт. разходи/ Приходи от осн. дейност	-	0.87	0.92	0.05	0.97	0.96	0.00		0.96		0.913
	12б	Разх.за персонал/ Операт.разходи	-	0.33	0.30	-0.03	0.32	0.31	0.00		0.32		0.339
	12в	Операт. разходи за 1 м ³ произведена вода	лв/м ³	0.43	0.50	0.07	0.48	0.51	0.03		0.52		0.549
	12г	Операт.разходи за 1 м ³ фактурирана вода	лв/м ³	1.12	1.21	0.10	1.26	1.28	0.02		1.29		1.262
	12е	Разх.за ел.енергия/ Операт. разходи	-	0.191	0.196	0.005	0.177	0.176	0.001		0.178		0.127
		Приходи от дейността	х.лв	3 650	4 159	-509	27 145	29 406	-2 261		45 160		46 900
		Счетоводна печалба (загуба)	х.лв	567	306	261	1 374	732	642		1 352		1 800
	ЕБВ Р	Събираемост	%	82.2%	83.6 %	-1.4%	81.3%	81.9%	-0.6%		84.0%		87.0%
		Дни за събиране на приходите	дни	86.9	81.7	-5.2	93.8	92.8	-1.0		90.2		82.0
		Инвестиции, собствени средства	х.лв	328	300	-28	1 002	2 100	1 098		3 900		3 900
	ЕБВ Р	Коеф. на покритие на обсл.на дълга	-	-	-	-	2.56	2.18	0.38		1.72		1.40
	ЕБВ Р	Коефициент Дълг/EBITDA	-	-	-	-	3.30	3.74	0.44		3.82		3.00
		Разходен коэффициент на 1м ³ произв.вода	kWh/ м ³	0.67	0.74	0.07	0.73	0.74	0.01		0.74		0.740

		2 ТЕХНИЧЕСКИ											
	4а	Загуби	%	61.2%	58.8 %	-2.4%	61.7%	60.1%	-1.6%		59.7%		59.7%
	5	Аварии вода	бр.	584	310	-274	3 776	1 960	-1 816		2 900		2 900
	9	Аварии канал	бр.	19	20	1	182	126	-56		198		198
	5 а-б	Аварии вода / дължина мрежа	бр./к м/г.	1.69	0.90	-0.79	1.37	0.71	-0.66		0.70		0.70
	9 а-б	Аварии канал / дължина мрежа	бр./к м/г.	0.29	0.31	0.02	0.35	0.24	-0.11		0.25		0.26
	11ж	Ремонтирани водомери/общ брой	%	1.0%	16.5 %	- 15.5%	1.1%	16.4%	- 15.4%		16.4%		16.4%
		Произведена вода	х.м3	7 333	7 652	319	54 186	55 397	1 211		82 868		82 871
		Фактурирана вода	х.м3	2 842	3 150	-308	20 764	22 130	-1 366		33 430		33 430
		3 ВЗАИМООТНОШЕНИЯ С КЛИЕНТИ											
	13	% жалби, на които е отговорено в срок	%	37.5%	96.0 %	- 58.5%	51.2%	94.8%	- 43.6%		95.3%		95.0%
		Брой жалби	бр.	40	50	10	285	460	175		680		680
		4 КАЧЕСТВО НА ВОДИТЕ											
	2а	Качество питейна вода, физикохим.	-	0.947	0.980	-0.033	0.977	0.981	0.005		0.980		0.980
	2б	Качество питейна вода, микробиол.	-	0.954	0.990	-0.036	0.973	0.990	0.017		0.990		0.990
	8а	Качество отпадъчни води - проби	-	0.883	0.937	-0.053	0.859	0.939	0.080		0.940		0.940

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дайновска, С., Още веднъж за инфраструктурния индекс на течовете, Сборник доклади от Трети международен семинар по намаляване на загубите на вода във водоснабдителните системи, БАВ, София, 18 – 19 ноември 2010 г.
- [2] Димитров, Г., Димитров, В., Ефективно решение за намаляване на загубите на вода и броя на аварията в ниската зона на гр. Кърджали, Сборник доклади от Втория Регионален семинар за намаляване загубите на вода във ВиК дружествата” (страните от югоизточна Европа), София, 16-18 ноември 2009 г.
- [3] Димитров, Г., Оценка на нощното водопотребление в жилищни сгради, Сборник доклади от Трета международна конференция – Намаляване на загубите на вода във водоснабдителните системи, София, БАВ, 2010г.
- [4] Димитров, Я., Практики в управлението на загубите на вода в няколко български ВиК дружества, Сборник доклади от Четвърта международна конференция намаляване загубите на вода във водоснабдителните системи, БАВ, София, 14-15 ноември 2011 г.
- [5] Закон за регулиране на водоснабдителните и канализационните услуги (Обн. ДВ. бр. 18 от 25.02.2005 г.)
- [6] Иванов, С., Дайновска, С., Пенев, В., Демонстрационен проект за намаляване на загубите на вода в гр. Разград, Сборник доклади от Четвърта международна конференция намаляване загубите на вода във водоснабдителните системи, София, БАВ, 14-15 ноември 2011 г.
- [7] Калинков, П., Избор за начина на изразяване на реалните загуби на вода във водоснабдителните системи, Сборник доклади от БУЛАКВА, БАВ, София, 2005г.
- [8] Наредба № 06/1 за утвърждаване на методика за определяне на допустимите загуби на вода във водоснабдителните системи, Министерство на регионалното развитие и благоустройството, 05.05.2006г.
- [9] Наредба № 2 от 22.03.2005 г. за проектиране, изграждане и експлоатация на водоснабдителни системи, издадена от Министъра на регионалното развитие и благоустройството, (Обн., ДВ, бр. 34 от 19.04.2005 г.).
- [10] Наредба № Из-1971 от 29 октомври 2009 г. за строително-техническите правила и норми за осигуряване на безопасност при пожар (Обн. ДВ., бр. 96 от 04.12.2009 г.)
- [11] Наредба № 4 от 14 септември 2004 г. за условията и реда за присъединяване на потребителите и за ползване на водоснабдителните и канализационните системи

- [12] Наредба за дългосрочните нива, условията и реда за формиране на годишните целеви нива на показателите за качество на водоснабдителните и канализационните услуги, (Приета с ПМС № 73 от 4.04.2006 г., обн., ДВ, бр 32 от 18.04.2006 г.)
- [13] Наредба за регулиране на цените на водоснабдителните и канализационните услуги (Приета с ПМС № 73 от 4.04.2006 г., обн., ДВ, бр 32 от 18.04.2006 г.)
- [14] Тенев, Г. Ефективни решения за подобряване експлоатацията на ВиК мрежите, Булаквa, бр. 02, 2011г., БАВ, 2011г.
- [15] Танев, М., Николова, С., Балтова, С., Намаляване на загубите на вода в пилотна зона „Кооперативен пазар“, гр. Разград чрез активен контрол на течовете, управление на налягането и връзка между управление на налягането и течовете, Сборник доклади от Четвърта международна конференция намаляване загубите на вода във водоснабдителните системи, БАВ, София, 14-15 ноември 2011 г.
- [16] Asian Development Bank, Data Book of Southeast Asian Water Utilities 2005. ADB, Manila, Philippines, 2007
- [17] Alegre, H., Baptista, J.M., Cabrera, E., Cubillo, F., Duarte, P., Hirner, W., Merkel, W. and Parena, R., Performance Indicators for Water Supply Services. IWA Publishing. London, 2007
- [18] Arenz, B. et al., Netzmeister - Technisches Grundwissen Gas, Wasser, Fernwärme. Oldenbourg Verlag, Germany, 2007
- [19] Berner, M. and Riegler, G., Integrierte Systemberechnung von Wasserversorgungsnetzen auf der Basis von Netzinformationssystemen (NIS). energie | wasser-praxis, 6, pp. 12-16, 2003. [4] Bristol Water, Assessment of Economic Level of Leakage. Bristol, United Kingdom, 2007
- [20] Bristol Water, Assessment of Economic Level of Leakage. Bristol, United Kingdom, 2007
- [21] Brothers, K., DMA Design - One Size May Not Fit All. Proceedings of the 5th IWA Water Loss Reduction Specialist Conference, Cape Town, South Africa, 2009
- [22] Charalambous, B., Hamilton S., Water Balance – The Next Stage, Fourth International Conference on Water Loss Reduction in the Water Supply Systems, BWA, Sofia, 14 – 15 November 2011
- [23] Cornell, R. and Dunphy, J., Water Distribution System Asset Management - Needs and Nice to Have. Journal of the American Water Works Association. 2005
- [24] Cromwell, J., Reynolds, H. and Young, K., Costs of Infrastructure Failure. AWWA RF and AWWA, Denver, Colorado, USA, 2002
- [25] DVGW, Merkblatt W 395 Schadensstatistik für Wasserrohrnetze. Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches (DVGW), Bonn, Germany, 1998

- [26] DVGW, Arbeitsblatt W 392 Rohrnetzinspektion und Wasserverluste - Maßnahmen, Verfahren und Bewertung. Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches (DVGW), Bonn, Germany, 2003
- [27] DVGW, GAWANIS - Datenmodell für die Dokumentation von Gas- und Wasserrohrnetzen. Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches (DVGW), Bonn, Germany, 2000
- [28] DVGW, Arbeitsblatt W 400-3 Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV) Teil 3: Be-trieb und Instandhaltung. Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasser faches (DVGW), Bonn, Germany, 2006
- [29] DVGW, Arbeitsblatt GW 120 Netzdokumentation in Versorgungsunternehmen (Entwurf). Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches (DVGW), Bonn, Germany, 2009
- [30] Eyuboglu, M. and Al-Shukri, Detection of water leaks using ground penetrating radar. Proceedings of the 3rd International Conference on Applied Geophysics Orlando, Florida, USA, 2003
- [31] Fanner, P., Assessing real water losses: a practical approach. Water 21 - Magazine of the International Water Association, pp 49-50, 2004
- [32] Farley, M., Leakage Management and Control. WHO, 2001
- [33] Farley, M. and Trow, S., Losses in Water Distribution Networks. IWA Publishing, 2003
- [34] Federal Ministry for Economic Cooperation and Development, Water Sector Strategy. Bonn, Germany, 2006
- [35] Fuchs H. and Seibitz, P., Anforderungen an die geografische Datenverwaltung für einen Leitungskataster. Proceedings of Leitungskataster für Trink- und Abwassernetze, Graz, Austria, 2007
- [36] GIZ GmbH, Guidelines for Water Loss Reduction. A Focus on Pressure Management, Germany, pm@giz.de, 2011
- [37] Guibentif et al., Acceptable Level of Water Losses in Geneva. Proceedings of the IWA International Specialised Conference 'Water Loss 2007'. Bucharest, Romania, 2007
- [38] Hamilton St., Charalambous B, IWA provides acoustic application assistance, Water21, February 2011
- [39] Hartley, D., Acoustics Paper. Proceedings of the 5th IWA Water Loss Reduction Specialist Conference, Cape Town, South Africa, 2009
- [40] Herz, R., Rehabilitation engineering (keynotes). TU Dresden, Germany, 2007
- [41] Herz, R., Bath-tubs and hammock-chairs in service life modelling. Proceedings of 13th European Junior Scientist Workshop on Service Life Management of Water Mains and Sewers, Technische Universität Dresden, Germany, 1999

- [42] Heydenreich, M. and Hoch, W, Praxis der Wasserverlustreduzierung. wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, 2008
- [43] Hydro-Comp Enterprises, Billing & Customer Information - Product Overview, Johannesburg, South Africa, 2010
- [44] IBNET website, www.ib-net.org, visited July 2010
- [45] IDS Water, Leakage Economics – Plugging the knowlegde gap. 2004
- [46] Kingdom, B., Liemberger, R. and Marin, P., The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries. World Bank, Washington, USA, 2006
- [47] Kober E. and Gangl G., New Monitoring Methodology for Water Distribution Systems. Proceedings of the 5th IWA Water Loss Reduction Specialist Conference, Cape Town, South Africa, 2009
- [48] Kocks, H.-J., Die Bedeutung des Stahlrohres in der Rehabilitation von Rohrleitungen. GWF – Wasser/Abwasser, 147, pp. 53-60, 2006
- [49] Lupancescu, G., The Necessity of Change of the Activities Organization in the Water Company, Fourth International Conference on Water Loss Reduction in the Water Supply Systems, BWA, Sofia, 14 – 15 November 2011
- [50] Kropp, I. and Herz, R., Bewertung von Leitungsnetzen. wwt wasserwirtschaft wassertechnik, No. 5, 2005
- [51] Lambert, A. O., International Report: Water losses management and technique. Water Science and Technology: Water Supply. pp. 1-20, 2002
- [52] Lambert, A. O., Brown T.G., Takizawa M. and Weimer D., A Review of Performace Indicators for Real Losses from Water Supply Systems. Journal of Water Supply: Research and Technology – Aqua 48, pp. 227-237, 1999
- [53] Lambert, A. O., Assessing Non-Revenue Water and its Components - a practical approach. Water 21 - Magazine of the International Water Association, Vol. August 2003, pp. 50-51, 2003
- [54] Lambert, A. O. and Hirner, W, Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures. International Water Association, 2000
- [55] Lambert, A. O. and McKenzie R. D., Practical Experience in using the Infrastructure Leakage Index. in Proceedings of the IWA Specialised Conference 'Leakage Management - A Practical Approach' pp. 1- 16, Lemesos, Cyprus, 2002
- [56] Lambert, A. O., Ten years experience in using the UARL Formula to Calculate Infrastructure Leakage Index. Proceedings of the 5th IWA Water Loss Reduction Specialist Conference, Cape Town, South Africa, 2009
- [57] Lambert, A. and Thornton, J., The relationship between pressure and bursts – ‘a state-of-the-art’ update, Water21, April 2011

- [58] Liemberger, R., Brothers, K., Lambert, A.O., McKenzie, R., Rizzo, A. And Waldron, T., Water Loss Performance Indicators. Proceedings of the IWA International Specialised Conference 'Water Loss 2007', Bucharest, Romania 2007
- [59] May, J., Project manager for pressure and leakage management, Gold Coast Water, Australia. Personal communication, June 2010
- [60] Mihaylova, G., Fantozzi, M., Lambert, A., Paskalev, A., Free water balance software – Bulgarian version, Capacity Development for Improving Water Efficiency: 2nd Regional Workshop on Water Loss Reduction In Water & Sanitation Utilities, Sofia, BWA, 16-18 November 2009
- [61] Mistry, P., Fire Incident - Eagleby pressure control area and the benefits of using flow modulation pressure control over traditional pressure control. Article from 2005, found on www.fndmoreleaks.com website, visited 2009
- [62] Morrison, J., Tooms, S. and Rogers, D., District Metered Areas Guidance Notes. IWA Publishing, London, United Kingdom, 2007
- [63] Musil, S., Nutzung eines Netzinformationssystems für Planung und Betrieb von Wasserversorgungsanlagen. energie | wasser-praxis, 4, pp. 40-42, 2009
- [64] Mutschmann, J. and Stimmelmayer, F., Taschenbuch der Wasserversorgung. Braunschweig, Vieweg, 1999
- [65] Niemeyer, R. G., Gilles, K.-P und Riggers, B., Reduzierung von Wasserverlusten in Trinkwasserversorgungssystemen in Entwicklungsländern. BMZ, Weltforum Verlag, 1994
- [66] Parker, Fanner and Feldman, Increasing Energy Efficiency of Water Supply - How to introduce carbon credits to the water sector? IWA Task Force on Water Utility Efficiency, 2008
- [67] Pierce, K., The benefits of data integration - the data, the tools, and several case studies. Proceedings of the GITA's 28th Annual Conference, Geospatial Information & Technology Association (GITA), Denver, Colorado, USA, 2005
- [68] Pietilä, P. E. and Seppänen, R.-M., Practical Problems in Water Network and Water Loss Management in Namibia. Proceedings of Water Loss 2009, Cape Town, South Africa, 2009
- [69] Pilcher, R., Leak detection practices and techniques: a practical approach. Water 21 – Magazine of the International Water Association, 2003
- [70] Rieder, A., Technisches Risikomanagement – Risikoorientierte Rohrnetzbewertung. Proceedings of Wasserverluste in Trinkwassernetzen, Graz, Austria, 2009
- [71] Roscher, H., Sanierung städtischer Wasserversorgungsnetze. Verlag Bauwesen, 2000.
- [72] Soiné, K.-J., et al., Handbuch für Wassermeister. Oldenbourg, 1998
- [73] Shamsi U. M., GIS-Tools for Water, Wastewater and Stormwater Systems. ASCE Press, 2002
- [74] Thornton, J., Sturm, R. and Kunkel, G., Water Loss Control. McGraw-Hill, 2008

- [75] Tripartite Group, Leakage Target Setting for Water Companies in England and Wales. Tripartite Group. 2002
- [76] Trow, S. and Farley, M., Developing a Strategy for Leakage Management in Water Distribution Systems. Water Science and Technology: Water Supply, Vol. 4, pp. 149-168, 2004
- [77] Trow, S., Alternative Approaches to Setting Leakage Targets. Proceedings of the IWA International Specialised Conference 'Water Loss 2007', Bucharest, Romania, 2007
- [78] Trow, S., Development of a Pressure Management Index (PMI). Proceedings of the 5th IWA Water Loss Reduction Specialist Conference, Cape Town, South Africa, 2009
- [79] Trujillo Alvarez, R., Bedarfprognose und Strategieentwicklung für die Rehabilitation städtischer Wasserrohrnetze. Institut für Städtebau und Landesplanung, Universität Karlsruhe, 1995
- [80] United States Environmental Protection Agency (US EPA) website, www.epa.gov, visited 2010
- [81] Walski, T. M. et al., Advanced Water Distribution Modeling And Management. Waterbury: Haestad Press, 2003
- [82] World Water Council, Istanbul Water Consensus For Local and Regional Authorities. Proceedings of the 5th World Water Forum, Istanbul, Turkey, 2009
- [83] Xulu, M., Benefits of commercial and network data validation - a case study. Proceedings of the Biennial Conference of the Water Institute of Southern Africa (WISA). pp. 1-11. Durban, South Africa, 2002



БЪЛГАРСКА АСОЦИАЦИЯ ПО ВОДИТЕ (БАВ)

Българската асоциация по водите (БАВ) е сдружение с нестопанска цел, учредено на 1 декември 2005 г. в гр. София, в резултат от сливането на Българската асоциация по водоснабдяване и канализация (БАВК) и Българската национална асоциация по качество на водите (БНАКВ).

В нея членуват юридически и физически лица, които имат интереси свързани с водоснабдяването и канализацията, включително качеството и пречистването на питейни води, както и на индустриални, селскостопански и битови отпадъчни води; управлението, опазването и използването на водните ресурси, наводненията.

Юридическите лица са корпоративни членове. Към тях се отнасят регионалните и местни търговски дружества "ВиК", проектантски, строително-монтажни, производствени, търговски и други фирми.

Физическите лица са главно експерти с висока професионална квалификация – инженери, химици, биолози, икономисти, юристи, голяма част от тях с научни степени и звания – професори, доценти, доктори, асистенти и научни сътрудници.

Към 1 ноември 2011 г. БАВ има 99 корпоративни членове (32 ВиК дружества и 67 търговски фирми и юридически лица с нестопанска цел) и повече от 200 индивидуални членове.

БАВ представлява България в най-авторитетните международни браншови организации – Европейска федерация на националните асоциации по ВиК услуги (EUREAU), Европейска асоциация по водите (EWA), Международна асоциация по водите (IWA) и поддържа двустранни контакти със съответните браншови организации от много европейски страни.

БАВ подготвя становища и стратегии и съдейства за подготовка на експертизи, проекти и консултации по всички въпроси на ВиК, пречистването на водите, опазването и използването на водните ресурси.

Към БАВ е създаден Национален експертен съвет, чиято експертна помощ е на разположение на общините, фирмите и организациите, ангажирани в инвестиционните процеси във ВиК сектора.

БАВ организира и провежда национални и международни семинари, работни срещи и конференции, както и курсове за обучение и специализация в областта на водите. Асоциацията издава тримесечно списание "БУЛАКВА".

БАВ съдейства за установяване на делови контакти между български и чуждестранни фирми и инвеститори във водния сектор.

Органи на управление на БАВ:

- Общо събрание
- Управителен съвет
- Контролен съвет
- Председател

Асоциацията се представлява от Председател, избран от Общото събрание за срок до 5 години. Председателят е член на Управителния съвет и ръководи неговите заседания. Той се подпомага от заместник-председатели и секретариат.

Управителен съвет, избран на 08.04.2010 г.

Председател на БАВ: проф. д. т. н. инж. Румен Арсов

Заместник-председатели на БАВ:

- ст.н.с. II ст. д-р инж. Атанас Паскалев, София
- проф. д-р инж. Петър Калинков – кат. ВКПВ, УАСГ
- Иван Иванов, изп. директор, Софийска вода АД

Членове:

- инж. Ангелина Александрова – Водоканалпроект, Пловдив
- инж. Благой Козарев – изп. директор Райкомерс Конструкшън АД, София
- доц. д-р Борислав Великов - председател на СД, Аквахим АД, София
- инж. Веселин Русев, управител ВиК ООД, Варна
- проф. д-р инж. Ганчо Димитров, р-тел кат. ВКПВ, УАСГ
- инж. Ганчо Тенев – изп. директор ВиК ЕАД, Бургас
- инж. Георги Владов – управител ВиК ЕООД, Видин
- доц. д-р Григор Михайлов – кат. ВКПВ, УАСГ
- Красимир Стоянов - Хобас, България
- Мариана Итева, Веолия Уотър
- инж. Петко Стойчев, управител ВиК Хасково
- инж. Румен Райков - управител ВиК ЕООД, Стара Загора
- инж. Сава Савов – управител ВиК ООД, Русе
- инж. Стефан Желязков – изп. директор, Строителна механизация АД, Казанлък
- инж. Стефан Яковски, ДКЕВР

- ст.н.с. I ст. д-р инж. Теню Пейчев, София
- доц. д-р инж. Цочо Цанков – кат. ВКПВ, УАСГ.

Контролен съвет, избран на 08.04.2010 г.

- Ангел Престойски – управител ВиК ООД, Враца, председател
- Диана Младенова – управител, Хавле Арматурен ЕООД, София
- Емил Инков – управител ВиК ЕООД – София-област
- Огнян Деведжиев – управител ВиК ЕООД - Петрич
- Явор Миланов – управител ВиК ООД - Търговище

Управителният съвет се подпомага от експертен съвет и постоянни комисии по направления:

- Национален експертен съвет - проф. д-р инж. Петър Калинков – председател (kalinkov_fhe@uacg.bg)
- Комисия за взаимодействие с националните, регионалните и общинските органи и институции - доц. д-р Борислав Великов – председател (aquachim@aquachim.bg)
- Комисия по управление на ВиК услугите - ст. н. с. д-р инж. Атанас Паскалев - председател (aquapartner@aquapartner.com)
- Комисия по обучение и квалификация - доц. д-р Григор Михайлов - председател (mihailov_fhe@uacg.bg)
- Комисия по организационни въпроси, бюджет и финанси - икон. Валентин Вълканов - председател (vvalkanov@mnet.bg)
- Комисия по канализация и пречистване на отпадъчни води - проф. д-р инж. Румен Арсов - председател (r_arsov_fhe@uacg.bg)
- Комисия за взаимодействие с бизнес организации и ПЧП - инж. Стефан Желязков – председател (info@cm-bg.eu)
- Комисия за изготвяне на становища по национални водни проблеми - ст.н.с. I ст. д-р инж. Теню Пейчев – председател (tpeichev@abv.bg)
- Комисия по водоснабдяване и пречистване на природни води - проф. д-р инж. Петър Калинков – председател (kalinkov_fhe@uacg.bg)
- Комисия по интегрирано управление на водите - инж. Николай Куюмджиев – председател (nk_kouyumdzhiev@abv.bg)
- Комисия по ВиК инсталации в сгради, автоматизация и експлоатация на ВиК системи - проф. д-р инж. Ганчо Димитров – председател (prof.dimitrov@abv.bg)



АКВАПАРТНЬОР

ДОБРИЯТ ПАРТНЬОР

Аквартнър ЕООД е добре екипирана да извършва професионални услуги за оценка, контрол и управление на Загубите на вода във ВиК дружествата като предприема:

- * Определяне статуса на загубите на вода;
- * Моделиране на водопроводната мрежа;
- * Презониране и разпределение на мрежата по DMA;
- * Управление на налягането (проектиране, одит и пускане в действие);
- * Решения на аномалии;
- * Активен контрол на течовете;
- * Анализ на нощното мерене;
- * Баланс на водите;
- * Управление на активите;
- * Управление на водопотреблението;



ЗА ЧИСТА ОКОЛИНА ВОДНА СРЕДА



- Проектиране на мрежи и съоръжения за водоснабдяване, канализация и пречистване на водите;
- Подготовка на тържни документи;
- Пред-инвестиционни проучвания и лабораторни анализи;
- Моделиране на разпределението на водата във водопроводната мрежа и моделиране на работата на канализационната мрежа;
- Анализ на водопотреблението и Инкасо дейността на фирмите Ви К с цел повишаване на експлоатационната ефективност и намаляване на административните загуби;

Аквартнър ЕООД, гр. София, 1606, Ул. "Дамян Груев" №58
e-mail: aquapartner@aquapartner.com www.aquapartner.com
тел/факс (+359 2) 952 05 76 / 952 39 26

GRUNDFOS