ТЕХНИЧЕСКА СЕСИЯ — БЪЛГАРСКА АСОЦИАЦИЯ ПО ВОДИТЕ — ОКТОМВРИ 2026

Използване и приложение на системните корекционни фактори (SCF)

Скорошен опит от прилагането на UARL със Системен корекционен фактор (SCF) в Европа, Австралия и Северна Америка

Kate Stanton-Davies · Water Loss Research & Analysis Ltd

WLR&A LTD
Analyse your real losses

ПРОГРАМА

Какво обхваща тази сесия

1. UARL и системни корекционни фактори

- Граници на оригиналното уравнение за UARL от 1999 г. и същността на Системния корекционен фактор (SCF).

2. Сценарии

- Изчисляване на Индекс на инфраструктурните течове (ILI) за цялата система и
- анализ на случаи, при които стандартното уравнение за UARL надценява или подценява резултатите.

3. Казуси

- **Малта**
- **Квебек**
- **Австралия**
- **ВиК Дряново (България)**

ЧАСТ ПЪРВА

UARL и Системни корекционни фактори (SCF

Какво представляват?
Защо да ги използваме?

УРАВНЕНИЕТО ОТ 1999 Г.

Граници на оригиналното уравнение на UARL

Уравнението на UARL от 1999 г. е проектирано за цели системи, зони или DMA с над 5 000 СВО при средно ниво на зонални налягания (45–60m).

$$\text{UARL (litres/day)} = (18 \times L_m + 0.8 \times N_c + 25 \times L_p) \times P$$

L_m дължина (km) · N_c Брой СВО · L_p дължина тръба,от границата до водомера (km) · P Средно работно налягане (m)

Извън тези граници стандартното изчисление може да надцени или подцени обемите на UARL.

Придържай се към стандартното уравнение

Ако вашата система, зона или DMA има повече от 5 000 СВО и средно налягане от 45–60 м, продължете да използвате стандартното изчисление на UARL от 1999 г..

Разгледайте изчисление на SCF

Препоръчва се, когато СВО са под 5 000 и/или средното налягане в зоната е под 45 м или над 60 м.

ДЕФИНИЦИЯ

Какво е фактор за корекция на системата?

Коефициентът на корекция на системата персонализира основното уравнение на UARL от 1999 г. за всяка система, зона или DMA — от най-малката услуга или DMA до най-голямата система.

$$\text{UARL със SCF} = \text{SCF} \times \text{UARL}_{1999}\ \text{volume}$$

Специфични характеристики на модела

Улавя влиянията, уникални за дадена система, зона или DMA — независимо от размера.

Приоритетни прогнози

Дава на комуналните услуги приоритетни прогнози за намаляване на течовете и възможности за управление на

Изчислено онлайн

UARL с SCF изчисленията се извършват чрез онлайн софтуер.

ПРИЗНАТ В

- ✓ ISO 24528:2021
- ✓ AWWA Безплатен софтуер за воден одит v6
- ✓ Насоки за данните на IWA DMA

МЕТОДОЛОГИЯ

Как се различава UARL с изчисление на SCF?

Изчисление на UARL с SCF показва комбинирани влияния върху обемите на UARL, които не са били моделирани в оригиналното уравнение от 1999 г.:

FAVAD

Фиксирани и променливи площи — влиянието на материалите на тръбите върху съотношенията налягане:теч-поток. Използва N1=0.5 за твърди тръби, N1=1.5 за гъвкави тръби и неизбежен фонов теч.

Разпределение на Поасон

За малки системи медианната честота на авариите (50% шанс за превишаване през всяка година) е по-подходяща от средната. Поасоново разпределение вече дава медианни стойности за малки системи и средни стойности за големи системи.

Налягане: Аварии

Включва влиянието на международната утвърдена зависимост между налягането и честотата на авариите - която не е била налична преди 2013 г..

ЧАСТ ВТОРА

Сценарии

Кога да се изчислява коефициент на корекция на системата

СЦЕНАРИЙ 1

Изчисляване на индекс на инфраструктурните течове за цялата система (ILI)

$$ILI = CARL / UARL_{1999}$$

Индексът на инфраструктурните течове (**ILI**) представлява съотношението между:Текущите годишни реални загуби (**CARL**) и Неизбежните годишни реални загуби (**UARL**)

1. Първоначално изчислете ILI за цялата система, използвайки стандартната формула за UARL от 1999 г.
.

2. Ако броят на СВО < 5 000 и/или средното налягане в зоната е <45 м или >60 м, разгледайте онлайн изчисление на SCF, за да определите колко ниско може да бъде UARL за всяка цяла система, зона или DMA.

3. Използвайте резултатите от SCF за оценка на: потенциала за допълнително намаляване на загубите; ефекта от намаляване на налягането.

СЦЕНАРИЙ 2

Идентифициране къде стандартно уравнение на UARL надценява загубите на UARL

ТИПИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ЗОНАТА, DMA ИЛИ СИСТЕМАТА

AZP	< 45m
Service connections	< 5,000
Pipe materials on services and mains	High %s of flexible pipe materials

Може да доведе до ILI < 1

ПРИМЕР

Брой СВО= **3000**
Средна дължина на тръба= **3m/СВО** (от бордюра до водомера)
Дължина на мрежата= **50 km**
Средно налягане в зоната= **35m**

60% твърди водопроводи
40% Твърди СВО(от ул. водопр. домбордюра)
30% твърди СВО(от бордюра до водомера)

РЕЗУЛТАТ ОТ ИЗЧИСЛЕНИЕТО НА SCF

0.74
Резултат от SCF

123.4
Стандартен обем на UARL(m^3/day)

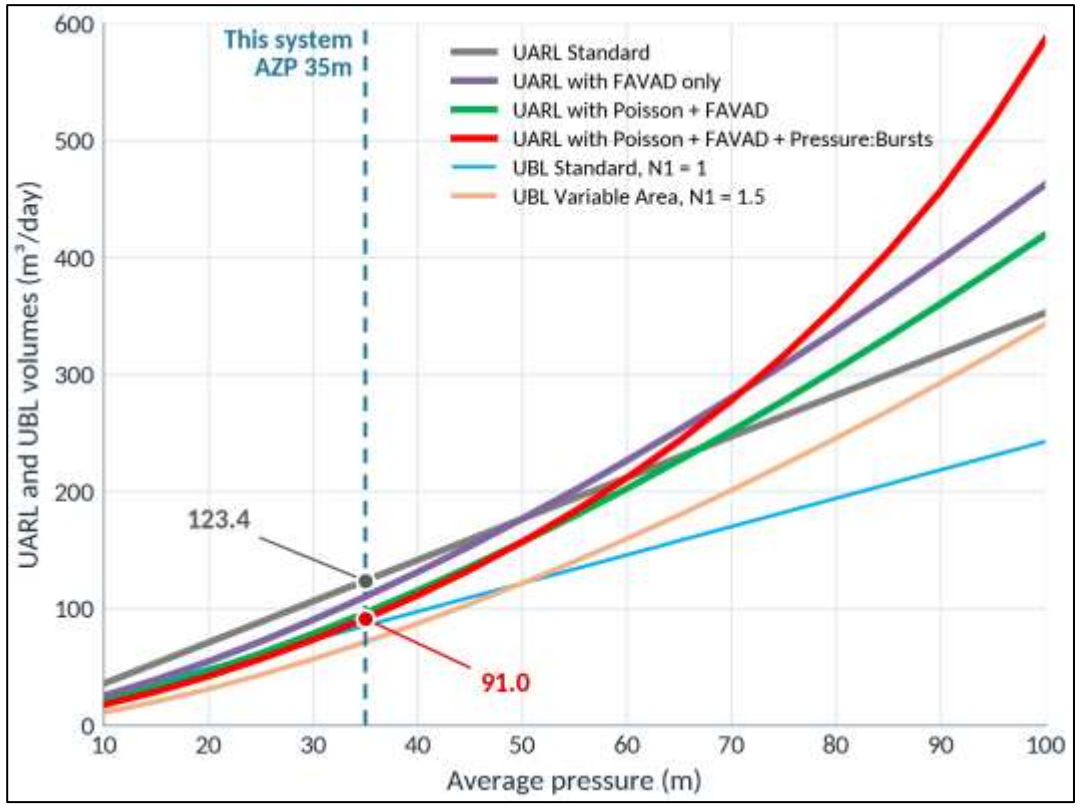
91.0
UARL със SCF обем(m^3/day)

В този пример стандартно изчисление на UARL от 1999 г. надценява обема на UARL с 26%.

СЦЕНАРИЙ 2

Идентифициране на зони, в които стандартното уравнение на UARL надценявана UARL загубите

UARL & UBL VS AVERAGE PRESSURE — SMALL SYSTEM



UARL & UBL (m³/day) BY AVERAGE PRESSURE

Pressure (m)	UARL Standard	UARL with FAVAD only	UARL with Poisson + FAVAD	UARL with Poisson + FAVAD + Pressure:Bursts	UBL Standard, N1 = 1	UBL Variable Area, N1 = 1.5
10	35.3	24.9	19.9	17.3	24.2	10.8
15	52.9	38.8	32.1	28.6	36.4	19.9
20	70.5	54.3	45.9	41.7	48.5	30.7
25	88.1	71.4	61.2	56.5	60.6	42.9
30	**105.8**	**89.9**	**77.9**	**72.9**	**72.7**	**56.3**
35	**123.4**	**109.7**	**95.8**	**91.0**	**84.8**	**71.0**
40	141.0	130.7	114.9	110.9	97.0	86.7
45	158.6	152.9	135.2	132.7	109.1	103.5
50	176.3	176.3	156.5	156.5	121.2	121.2
55	193.9	200.6	178.8	182.6	133.3	139.8
60	211.5	226.1	202.1	211.3	145.4	159.3
65	229.1	252.5	226.3	242.8	157.6	179.6
70	246.8	279.8	251.4	277.5	169.7	200.8
75	264.4	308.1	277.4	315.7	181.8	222.7
80	282.0	337.2	304.2	358.0	193.9	245.3
85	299.6	367.2	331.8	404.7	206.0	268.6
90	317.3	398.1	360.2	456.5	218.2	292.7
95	334.9	429.8	389.4	517.1	230.3	317.4
100	352.5	462.2	419.3	586.3	242.4	342.8

В този пример, ако AZP може да се намали с 1 m (от 35m на 34m), обемът на UARL може да бъде намален с 3.6m³/ден или 1314m³/г..

СЦЕНАРИЙ 3

Идентифициране на зони, в които стандартното уравнение на UARL подценявана UARL загубите

ТИПИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ЗОНАТА, DMA ИЛИ СИСТЕМАТА

Средно налягане	**> 60m**
Брой СВО	**> 5,000**
Материали за тръби	**Висок процент гъвкави тръби**

РЕЗУЛТАТ ОТ ИЗЧИСЛЕНИЕТО НА SCF

1.17	493.5	578.2
SCF result	Standard UARL volume (m^3/day)	UARL with SCF volume (m^3/day)

ПРИМЕР

Брой СВО = **6000**
Средна дължина на СВО= **3ft/СВО** (от бордюр до водомер)
Дължина на мрежата= **100 km**
Средно налягане= **70m**

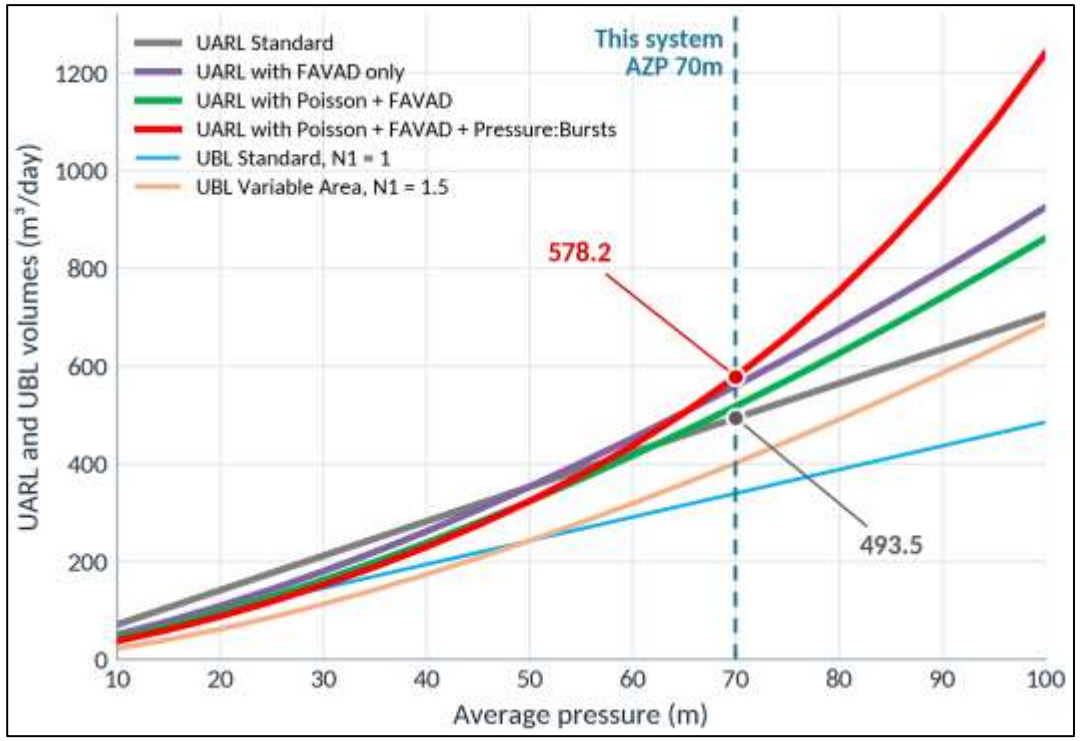
60% твърди тръби
40% Твърди СВО(от гл . Тр до бордюра)
30% Твърди СВО(от тротоара до водомера)

В този пример стандартно изчисление на UARL от 1999 г. подценява обема на UARL с 17%.

СЦЕНАРИЙ 3

Идентифициране на зони, в които стандартно уравнение на UARL подценява загубите UARL

UARL & UBL VS AVERAGE PRESSURE



UARL & UBL (m³/day) BY AVERAGE PRESSURE

Pressure (m)	UARL Standard	UARL with FAVAD only	UARL with Poisson + FAVAD	UARL with Poisson + FAVAD + Pressure:Bursts	UBL Standard, N1 = 1	UBL Variable Area, N1 = 1.5
50	352.5	352.5	323.1	323.1	242.4	242.4
55	387.8	401.3	368.9	376.7	266.6	279.7
60	423.0	452.1	416.6	436.8	290.9	318.6
65	**458.3**	**504.9**	**466.2**	**503.8**	**315.1**	**359.3**
70	**493.5**	**559.6**	**517.6**	**578.2**	**339.4**	**401.5**
75	528.8	616.2	570.7	660.9	363.6	445.3
80	564.0	674.5	625.6	753.0	387.8	490.6
85	599.3	734.5	682.1	855.6	412.1	537.3
90	634.5	796.2	740.2	969.9	436.3	585.4
95	669.8	859.5	799.9	1097.4	460.6	634.8
100	705.0	924.4	861.1	1239.6	484.8	685.6

За тази система целите на UARL, поставени с уравнението на UARL от 1999 г., са малко вероятно да бъдат постижими при това налягане.

Ако AZP може да бъде намален с 1 m (от 70m на 69m), обемът на UARL може да бъде намален с приблизително 15m³/ден или 5475m³/година.

ЧАСТ ТРЕТА

Практически примери

Скорошен опит в изчисляването на SCF, 2019–2026

КАЗУС 1 — ЕВРОПА

ВиК, Малта

UTILITY INFORMATION

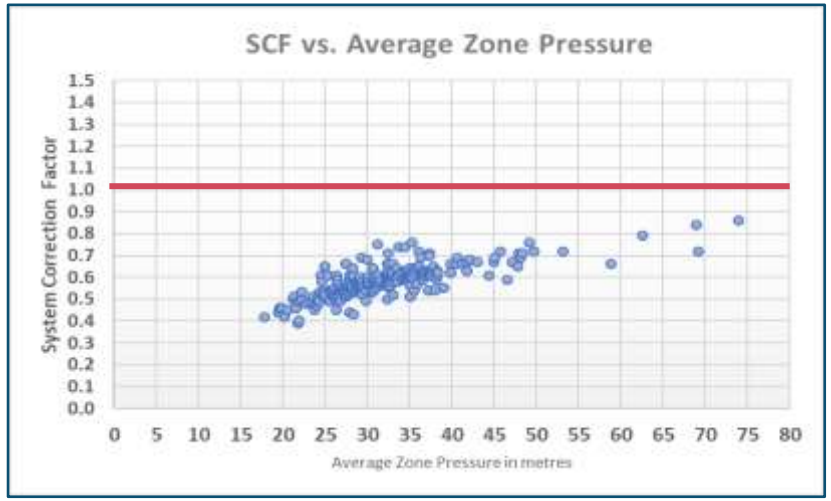
Общо СВО	**130,000 (5% rigid)**
Обща дължина на мрежата	**2,141km (93% rigid)**
Претеглено средно налягане в зоната	**32m**

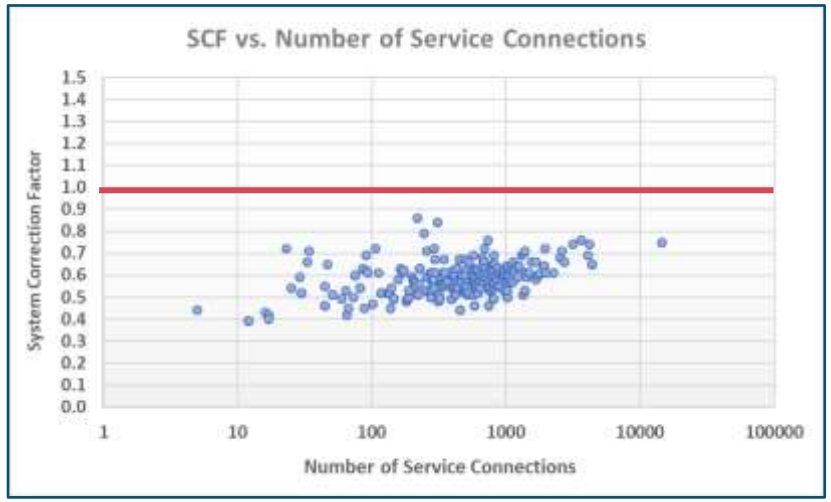
CASE STUDY CHARACTERISTICS

Размер на зона / система	**5 – 14,000 conns**
Малки системи (<5 000 СВО)	**>99% of zones**
Средно налягане	**17 – 74m**

320
SCF изчисления

1.8
Последна информация за ILI





ОБХВАТ НА SCF ПРИ ТЕКУЩИ НАЛЯГАНИЯ 0.39 – 0.86

Стандартният UARL надценява обемите на UARL в някои зони с 14–61%.

ЛЕГЕНДА

— Червена линия: SCF = 1.0, стандартната UARL от 1999 г.

▼ Под линията: стандартният UARL надценено

▲ Над линията: стандартните UARL недооценено

All data reproduced with kind permission of Water Services Corporation, Malta.

КАЗУС 1 — ЕВРОПА

Малта: Основни резултати и приложение

SCF при текущо работно налягане варират от 0.39 до 0.86. Стандартното уравнение UARL надценава обемите на UARL в някои зони с 14–61%.

SCF за WSC са под 0.9 поради:

- Програма за непрекъснато управление на налягането, която продължава повече от 20 години
- Голям дял (>99%) от малките зони с по-малко от 5 000 СВО
- Предимно гъвкави тръбни материали на СВО

КАК ВиК ИЗПОЛЗВА РЕЗУЛТАТИТЕ

SCF се използва съвместно със ILI за: идентифициране на зони с възможност за по-ниски целеви стойности за загуби; по-точна оценка на потенциала за намаляване на авариите; оценка на ефекта от допълнително управление на налягането.

КАЗУС 2 — СЕВЕРНА АМЕРИКА

Провинция Квебек, Канада (626 ВиКО)

ИНФОРМАЦИЯ ЗА ВиК

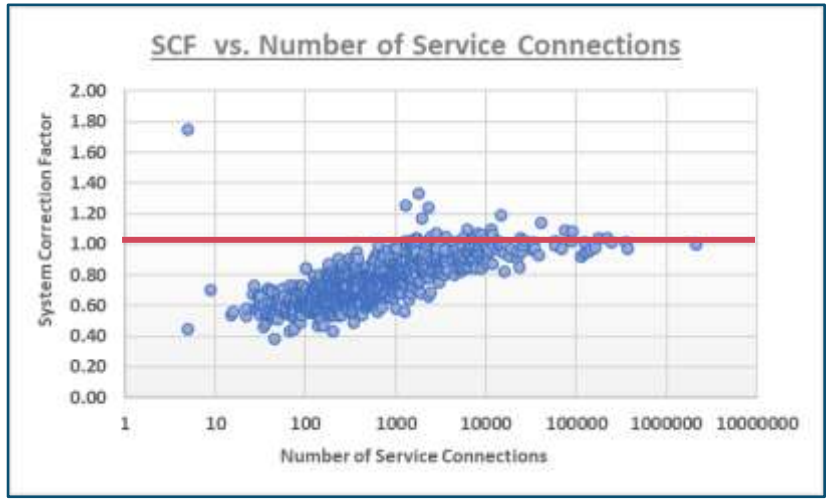
СВО	2,111,989 (95% rigid)
Дълж тръбопроводи	41,429km (67% rigid)
Средно налягане	49.7m

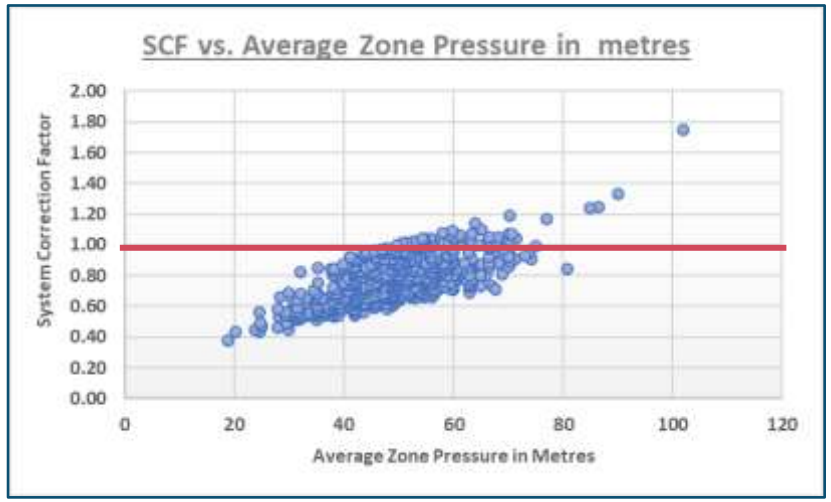
CASE STUDY CHARACTERISTICS

Размер на зона / система	5 – 377,362 СВО
Малки системи (<5 000 СВО)	>88% of zones
Средно налягане	18 – 102m

855
SCF Изчисления

6.6
Последна информация за ILI





ОБХВАТ НА SCF ПРИ ТЕКУЩИ НАЛЯГАНИЯ

0.38 – 1.75

Стандартният UARL надценява с до 62% в някои зони и с до 75% подценява в други.

Легенда

— Червена линия: SCF = 1.0, стандартната UARL от 1999 г.

▼ Под линията: стандартният UARL надценено

▲ Над линията: стандартните UARL подценено

All data reproduced with kind permission of MAMH and Réseau Environnement, Quebec. Latest ILI shown is for 2019.

КАЗУС 2 — СЕВЕРНА АМЕРИКА

Квебек: Основни резултати и приложение

SCF при действащите налягания варира между: **0.38 – 1.75.** Стандартното уравнение за UARL: надценява загубите с до 62% в някои зони;подценява загубите с до 75% в други зони

SCF за Квебек са толкова разнообразни поради:

- Голям дял (>88%) от малки системи с по-малко от 5 000 СВО
- A wide variety of system and zone sizes across the province
- Широк диапазон от работни налягания в цялата провинция

КАК СЕ ИЗПОЛЗВАТ РЕЗУЛТАТИТЕ

Резултатите от изчисленията на SCF дават на Стратегията за ефективност на Квебек по-добро разбиране на отделните системи и подкрепят пътя към целите на провинцията за намаляване на загубите на вода.

КАЗУС 3 — АВСТРАЛИЯ

ВиК Сидни, Австралия

Sydney Water доставя над 1,5 милиарда литра питейна вода на над 5,3 милиона души всеки ден, от 11 големи язовира до 13 системи за водоснабдяване.

ИНФОРМАЦИЯ ЗА ВиК

СВО	1.37 милиона
тръбопроводи	20,800km (82% гтвърди)
Средно налягане	52.8m
Services, mains–property line	85% rigid

ИНФРАСТРУКТУРА

248
Резервоари

152
Помпени станции

9
Инсталации за филтриране на вода, плюс инсталация за опресняване в Сидни

SCF PROGRAMME

655
UARL с изчисления на SCF

13
Картографирани системи за доставка на вода

1.3
ILI (2020)

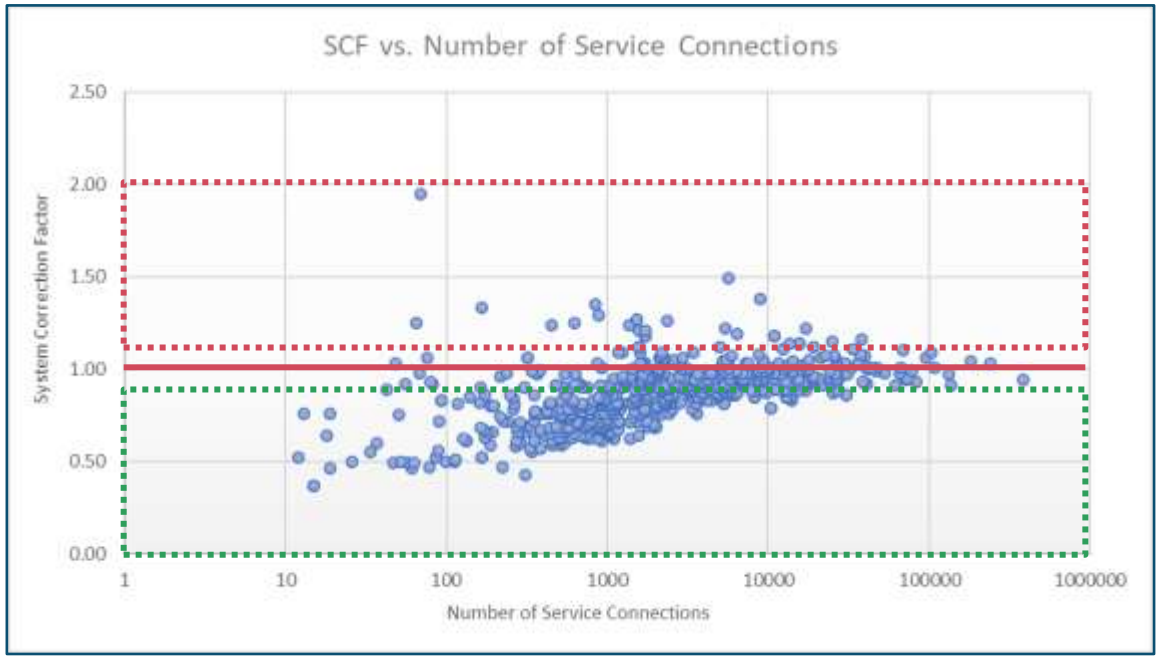
All data reproduced with kind permission of Sydney Water, Australia.

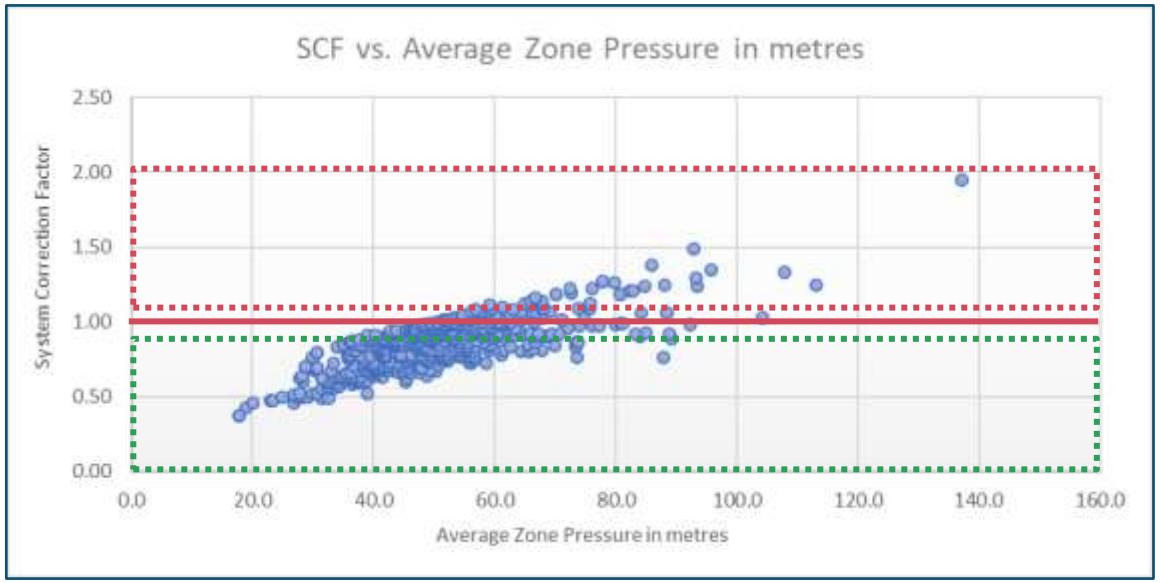
КАЗУС 3 — АВСТРАЛИЯ

ВиК Сидни : Характеристики на казуса и резултати от SCF

CASE STUDY CHARACTERISTICS

Размер на зона / система	12 – 384,864 conns
Малки системи (<5 000 СВО)	>68% of zones
Средно налягане	15 – 137m





ДИАПАЗОН SCF 0.37 – 1.95

— SCF = 1.0: стандартен UARL от 1999 г.

SCF > 1.1: Стандартни UARL недооценен

SCF < 0.9: стандартният UARL надценен

All data reproduced with kind permission of Sydney Water, Australia.

КАЗУС 3 — АВСТРАЛИЯ

ВиК Сидни: Основни резултати и приложение

SCF при текущо работно налягане варират от 0.37 до 1.95. Стандартният UARL е надценено с до 63% в някои зони е подценено с до 95% в други.

SCFs за ВиК Сидни са толкова разнообразни поради:

- Широк диапазон от работни налягания
- Голямо разнообразие от размери на системи и зони
- Предимно твърди тръбопроводи и СВО

КАК ВиК Сидни ИЗПОЛЗВА РЕЗУЛТАТИТЕ

Резултатите от SCF допринасят за пълна оценка на всички зони на налягане, зони за доставка, разпределение и системи за доставка, и ще се използват за по-добро насочване към по-ефективни дейности по контрол на активния контрол на течовете и управлението на налягането.

All data reproduced with kind permission of Sydney Water, Australia.

КАЗУС 4 — БЪЛГАРИЯ

ВиК Дряново: данни на системата

СИСТЕМНИ ДАННИ (2019/2020)

СВО	1,483
Дължина на мрежата	38.9km
Дължина на СВО	6.822km
Средно налягане в зоната	45.4m
Плътност на СВО	38.1 СВОs/km

МАТЕРИАЛИ ЗА ТРЪБИ (% ТВЪРДИ / % ГЪВКАВИ)

Мрежа	53 / 47
СВО (водопр. – граница на имота)	46 / 54
СВО (граница на имота – водомер)	85 / 15

КОЕФИЦИЕНТ НА КОРЕКЦИЯ НА СИСТЕМАТА — ПО НИВО НА КОРЕКЦИЯ

0.97
SCF: FAVAD only

→

0.80
SCF: FAVAD + Poisson

→

0.78
SCF: FAVAD + Poisson + Pressure:Bursts

UARL VOLUME AT CURRENT AZP (45.4m)

93.4 m^3/day
Standard UARL (SCF = 1.0)

73.2 m^3/day
UARL with full SCF (FAVAD+Poisson+Bursts)

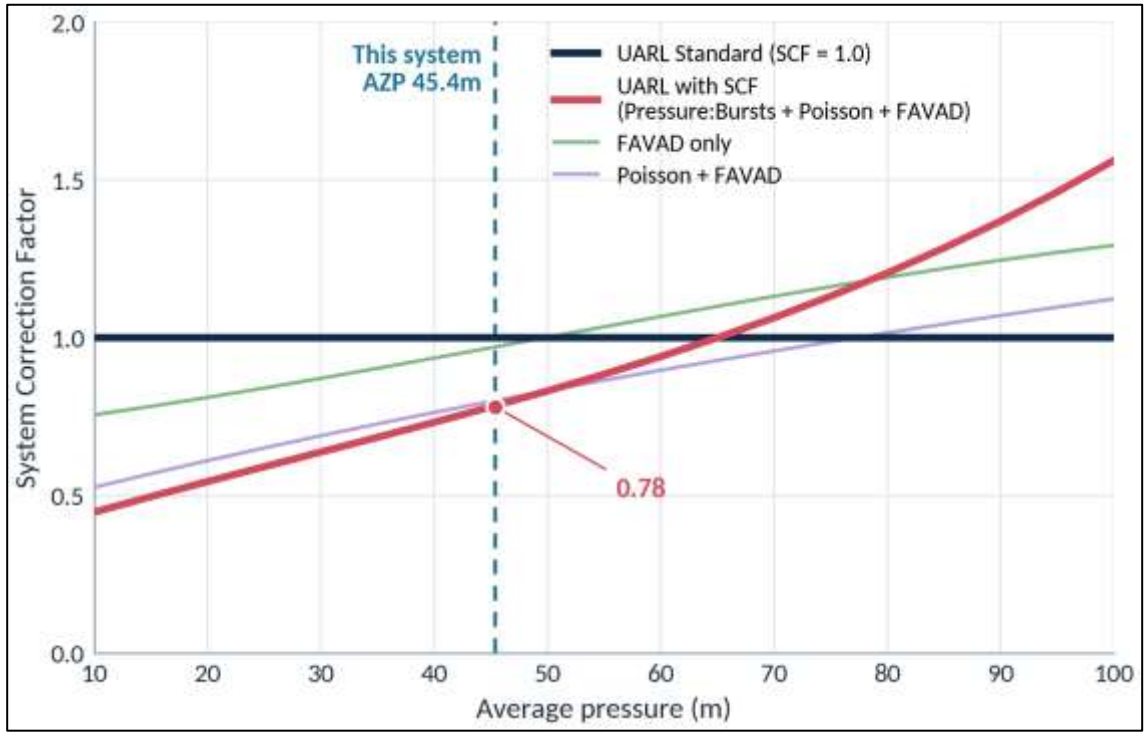
При настоящия AZP от 45.4 млн, стандартният UARL от 93.4 млн³/ден подценява колко ниски могат да бъдат годишните реални загуби. Като се вземат предвид материалите на тръбите, налягането и малкия размер на тази система, целта може да бъде намалена до 73.2 млн³/ден.

Демонстрационно казус с използване на данни от системата WSS Dryanovo (България).

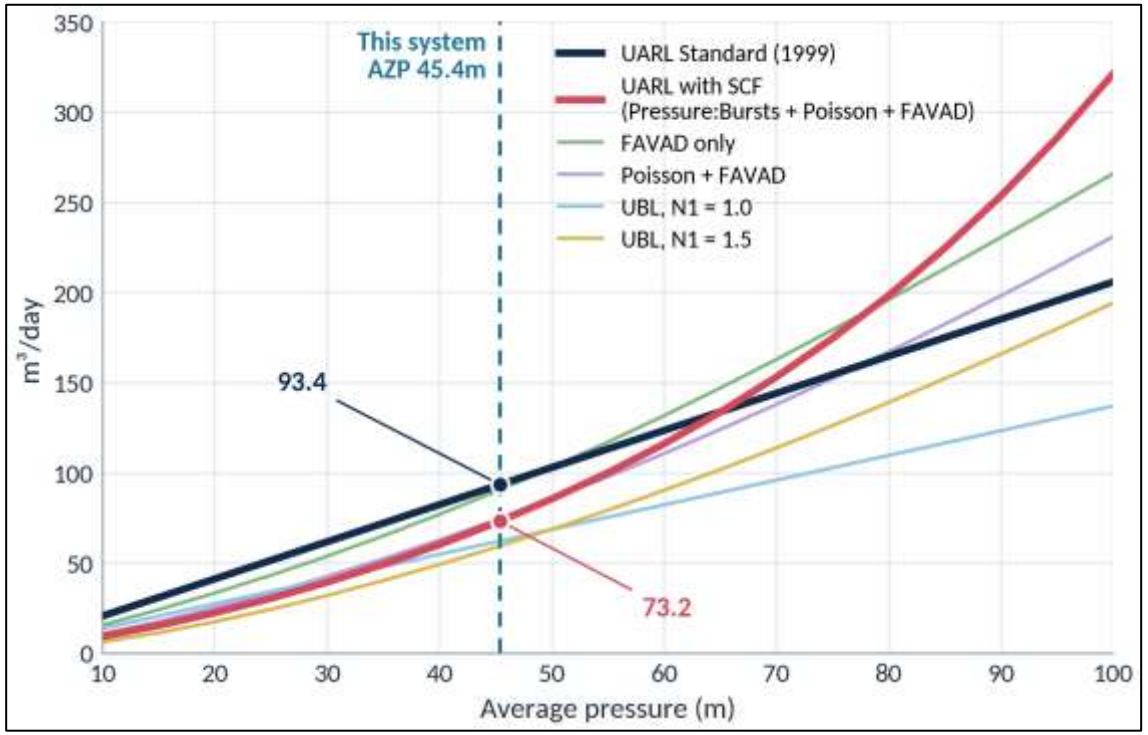
КАЗУС 4 — БЪЛГАРИЯ

ВиК Дряново: как SCF и UARL се променят с налягането

SYSTEM CORRECTION FACTOR VS AVERAGE PRESSURE



UARL & UBL (m³/day) VS AVERAGE PRESSURE



Обемът на SCF и UARL се увеличава постепенно с увеличаването на налягането, а коригираната от SCF линия се отклонява все повече от стандартното уравнение от 1999 г., колкото по-ниско е налягането на системата се движи в средния диапазон, за който уравнението е проектирано.

0.78
SCF at AZP 45.4m

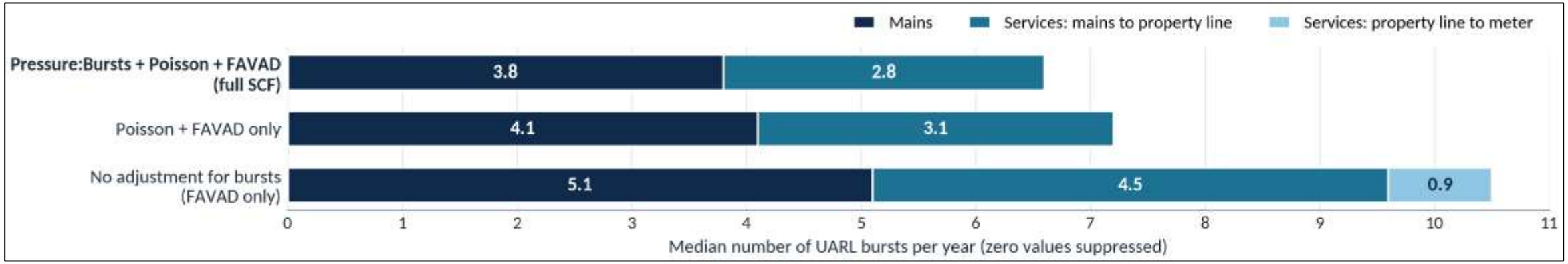
93.4 m³/day
Standard UARL

73.2 m³/day
UARL with full SCF

CASE STUDY 4 — BULGARIA

WSS Дряново: Основни резултати и приложение

Разпределение на среден брой годишни аварии



Стойности на **SCF > 1.1** обикновено показват: по-големи системи; високо налягане; случаи, при които стандартните цели по UARL са трудно постижими

Стойности на **SCF < 0.9** обикновено са характерни за: малки системи; по-ниски налягания; висок дял на гъвкави тръби.

Резултатите могат да бъдат премоделирани за различни сценарии на налягане, използвайки едни и същи графики и таблици.

Изчисляването на SCF във всички зони и DMA бързо показва къде да се приоритизира АКТ спрямо управлението на налягането и дава по-подходящи целеви обеми.

РЕ±ЮМЕ

Основни изводи

- Няма практически долен или горен размер на системата за UARL с изчисление на SCF и при практически диапазон на налягането 7–140
- Използвайте оригиналното уравнение на UARL от 1999 г. за UARL за цялата система и разгледайте изчисленията на SCF за гранични случаи
- Идеални за малки ВиК в Европа, но също така подходящи за много големи ВиК или селски райони
- Дори за ВиКО с ниски ILI и ниски SCFs показват, че е възможно допълнително намаляване на обема на UARL
- Използвайте SCF, за да картографирате всички зони и системи за пълен изглед отгоре / отдолу-нагоре - къде могат да се намалят целите и къде са непостижими?

ПОСЛЕДНИ РАЗВИТИЯ

New enhancements to UARL

Вече малко над 25 години уравнението на UARL се използва за изчисляване на "колко ниско можете да паднат" неизбежните годишни реални загуби.

1 Предпоставки на уравненията на UARL от 1999 г.

Оригиналното уравнение на UARL от 1999 г. съдържа предпоставки за:

- Продължителност на докладвани и скрити аварии
- Съотношение на докладвани: скрити аварии
- За много ВиКО осведомеността, местоположението и времето за ремонт може да бъде значително по-кратко

2 Ново подобрение

- Моделите намаляваха продължителността на докладвани и скрити аварии
- Отделно за мрежа и СВО
- Може да се комбинира със SCF-и за по-малки системи, зони и DMA на AZP <45 м или >60 м

ВЕЧЕ Е НАЛИЧЕН Вече е наличен нов софтуер за моделиране на намалени продължителности на течовете от аварии.

БЛАГОДАРЯ

Въпроси и допълнителни дискусии са добре дошли

Kate Stanton-Davies

Director

Water Loss Research & Analysis Ltd

katesdavies@wlranda.com

www.wlranda.com

WLR&A LTD

Analyse your real losses