ГОДИШНИК НА УНИВЕРСИТЕТА ПО АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛСТВО И ГЕОДЕЗИЯ СОФИЯ

Том Volume 59 2026 Брой Issue 3

ANNUAL OF THE UNIVERSITY OF ARCHITECTURE, CIVIL ENGINEERING AND GEODESY SOFIA

DOI: 10.71167/uaceg.2026.590301

Получена: 03.09.2025 г.
Приета: 18.11.2025 г.

ПОДХОД ЗА ОЦЕНКА НА РИСКА ОТ LEGIONELLA В СГРАДНИ ВОДОПРОВОДНИ ИНСТАЛАЦИИ

Е. Цанов[1]

Ключови думи: *оценка на риска, Legionella, водопроводна инсталация*

РЕЗЮМЕ

Разработен е подход за оценка на риска от *Legionella spp.* в сградни водопроводни инсталации, който се основава на стандарт БДС EN 15975-2:2013. Въведени са количествени показатели за определяне на двата компонента на риска – вероятност и последствия, с отчитане на ключови фактори като условия за развитие на бактерията, наличие на аерозоли и уязвимост на ползвателите на водопроводната инсталация. Дискутира се съвместно изготвяне на оценката на риска от ВиК и здравни специалисти с цел повишаване на надеждността ѝ. Предложените оценъчни матрици улесняват съпоставимостта на резултатите и обвързването на оценката на риска с мониторинга.

1. Въведение

Нормативна уредба относно оценката на риска в приоритетни обекти

С последната ревизия *от 16 май 2023 г.* на *Наредба № 9 за качеството на водата, предназначена за питейно-битови цели* [1], в България се въвежда изискване за изготвяне на оценка на риска за вътрешната разпределителна водопроводна система за приоритетни обекти, каквито са лечебните заведения, хотелите, училищата, детските ясли и градини. Изготвените оценки следва да бъдат представяни от собствениците или ползвателите на приоритетни обекти пред съответната Регионална здравна инспекция (РЗИ) и ВиК оператор, както и на кметовете на общини. Обобщената от РЗИ информация, в зависимост от функционалността на обекта, се предоставя на отговорни

[1] Емил Цанов, гл. ас. д-р инж., кат. „Водоснабдяване, канализация и пречистване на води“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: Tsanov_fhe@uacg.bg

министерства (Министерство на здравеопазването, Министерство на туризма, Министерство на науката и образованието). Показателите *Legionella* и олово се въвеждат като задължителни в приоритетните обекти. Наредба № 9 изисква оценката на риска за приоритетните обекти да съдържа три основни раздела [1]:

а) общ анализ на потенциалните рискове, свързани с вътрешните разпределителни системи и използваните продукти и материали, както и преценка дали тези рискове оказват влияние върху качеството на водата на мястото на ползване (крана);

б) общ анализ на продуктите и материалите, от които са изградени вътрешните разпределителни системи, без да се изисква подробен анализ на всяка отделна съставка;

в) мониторингов план за контрол на показателите, посочени в Приложение № 1, Таблица Д, за приоритетните обекти, определени в чл. 6г, ал. 1 – *Legionella spp*. и олово.

Тази структура е твърде обща, което създава предпоставки за различна интерпретация и съответно прилагане на оценката на риска в практиката, а оттам и за непостигане на желания ефект за превенция. Очертават се четири основни проблема в тази формулировка, както следва:

А. Неясно дефинирани „потенциални рискове“

Липсва конкретизация кои рискове следва да бъдат обект на анализа, което оставя твърде много свободно пространство и възможност за неволно пропускане на някои рискове. Освен това, не са дадени указания за връзката между състоянието и/или експлоатацията на мрежата и съответните потенциални рискове, които да се вземат предвид. Единствената конкретика е по отношение на зададените показатели за мониторинг (*Legionella* и олово), но от това не следва, че се очаква оценка на риска само по тези два показателя.

Б. Повтаряща се тематика за материалите

Точки а) и б) включват анализ на материалите, съответно „анализ на рисковете, свързани с материалите“ в точка а) и „анализ на самите материали“ в точка б). Не е ясно защо има подобно повторение и какво се очаква да се представи в едната или другата точка.

В. Неясна връзка на мониторинговия план и оценката на риска

Съгласно точка в) се изисква изготвяне на мониторингов план за контрол на всички показатели, посочени в Приложение № 1, Таблица Д – *Legionella* и олово, но не е ясно как този план следва да бъде обвързан с направената съгласно точка а) оценка на риска.

Г. Липсва скала за оценка на риска

В настоящите изисквания липсва скала за оценка на риска, като например [2]:

- 3-степенна: нисък, среден, висок риск;
- или 5-степенна: незначителен, нисък, среден, висок, много висок риск.

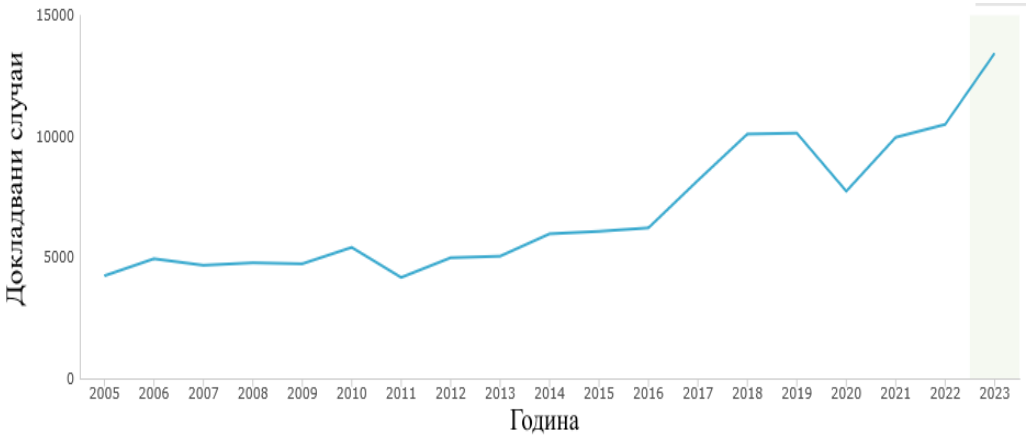
Липсата на ясно дефинирана скала за оценка на риска води до разнопосочни практики както между различните регионални здравни инспекции (РЗИ), така и между отделните експерти, извършващи оценката. Това затруднява съпоставимостта на резултатите и в крайна сметка ограничава възможността за изготвяне на представителни национални обобщения и формулиране на надеждни управленски изводи на национално ниво.

За да се гарантира последователност и сравнимост на оценките, изготвени от различни експерти, следва да се разработят национални насоки, които:

- да предложат единен подход за оценка на риска, който да включва ясно дефинирани фактори, влияещи на риска и съответна количествена скала;
- да се прилагат чрез единна структура и терминология, позволяваща обобщаване на информацията и връзка с мониторинговите действия.

Здравна значимост на показателя Legionella

Един от най-сериозните рискове, свързани със сградните водопроводни инсталации, е заболяване и дори смърт в резултат на развитие и разпространение на *Legionella* [3]. Заболеваемостта от легионелоза показва нарастваща тенденция в световен мащаб [4]. По данни на центровете за контрол и превенция на заболяванията, в Съединените щати през 2022 г. са съобщени над 10 000 случая на заболяването, като се смята, че реалният брой е значително по-висок поради занижена диагностика и докладване [5]. В Европейския съюз, според Европейския център за превенция и контрол на заболяванията, за същата година са регистрирани 10 501 потвърдени случая – фиг. 1, като страните с най-много регистрирани случаи са Италия – 3033, Испания – 1953, Франция – 1807 и Германия 1262 [6]. Повечето случаи са свързани с експозиция в сгради с обществени водопроводни инсталации – хотели, болници, жилищни сгради и др. Тези данни подчертават необходимостта от ефективни мерки за превенция и контрол, включително разработването на единна методика за оценка на риска, приложима в национален мащаб.



Фиг. 1. Регистрирани случаи на легионелоза в Европейския съюз [6]

Настоящата статия има за цел да предложи подход при изготвянето на оценката на риска от *Legionella*, предвид сериозната здравна значимост, който да отчита основните фактори, влияещи на риска и да се основава на научно обоснована методика и нормативни документи. Предложеният подход ще подпомогне РЗИ и операторите в оценката, управлението и комуникацията на риска, свързан с *Legionella*, ще подпомогне разработването на национална методика за оценка на риска в сградните инсталации, според изискванията на *Наредба № 9 за качеството на водата, предназначена за питейно-битови цели*.

2. *Legionella* и легионелоза

2.1. Развитие на *Legionella*

Legionella spp. са повсеместно разпространени в природни и изкуствени водни среди по целия свят и могат да оцелеят при разнообразни физико-химични условия. Те са киселинно устойчиви, като могат да понесат краткотрайно излагане на pH около 2,0, но и са изолирани от среди с голям обхват на pH – от 2,7 до 8,3. Установени са както в дъждовни гори и подпочвени води, така и в морска и солена вода [7].

Често срещани оптимални условия за развитието на *Legionella* са застояла вода, при температурен диапазон между 25 – 45 °C, като оптимален и по-широк от 20 – 50 °C, както и в биофилм, котлен камък и ръжда [7 – 9].

В сградните водопроводни инсталации най-често проблемите се срещат в мрежата за топла вода, но развитието ѝ в мрежата за студена вода също представлява опасност.

Добра препоръка за контрол върху развитието на *Legionella* е топлата вода да се поддържа над препоръчителната граница от 50 °C, а още по-добре е тя да е над 55 °C, защото понижаването на температурата на водата под 50 °C е сравнително лесно в крайни участъци, които не са защитени от циркулационна мрежа или при които тя не работи добре [7 – 10].

При студената вода условието за развитие може да настъпи в крайни участъци на мрежата, в които не се използва често вода, а температурата на помещението е по-висока от 25 °C. Понякога тези фактори се срещат и в началните участъци на мрежата, когато студена вода преминава през абонатна станция или друго помещение с висока температура, а нощно време сградата не се използва и водата в тези участъци може да се загрее над пределните стойности.

Застояването на водата дори и без промяна на температурата в мрежата за студена вода може да създаде условия за развитие, тъй като свободният хлор във водата се изчерпва. Такива участъци често са отклонения към пожарни кранове или помещения, които са изведени от употреба, но тръбите са запазени, без да са изолирани от останалата част от мрежата.

Образуването на утайки, биофилм, котлен камък и др. може да създаде условия на бактериите да се развиват, като ги предпазват от свободния хлор във водата [7 – 10]. Котлен камък се образува и на изхода от инсталацията, а утайки – в черпателни резервоари и обемни бойлери.

Поради това, оценката на риска би следвало да включва цялата водопроводна инсталация, като засилено внимание се обърне на наличието на зони, които създават посочените по-горе условия.

2.2. Заразяване с *Legionella*

Заболяването не се предава от човек на човек, а става чрез попадане на бактерията в белите дробове. Това най-често се случва чрез вдишване на водни пари. Много по-рядко заразяването може да стане чрез пиене на вода, съдържаща *Legionella*, като за целта човек трябва да се задави и част от водата да попадне в белите дробове [10 – 11].

Местата, в които вода, съдържаща *Legionella*, се преобразува в аерозоли, създава тези условия. Това са душове, вани, джакузита, басейни. Но също така могат и да са овлажнители на въздуха, които се зареждат с вода от сградната водопроводна инсталация.

2.3. Заболяване

Заболяването протича в две основни форми – Понтиак треска и Легионерска болест [7 – 11].

Понтиак треската е самоограничаващо се грипоподобно заболяване, което отминава за 5 – 7 дни. Инкубационният период е от няколко до 48 ч. с основни симптоми, включващи температура, студени тръпки, главоболие и мускулна болка [7 – 10].

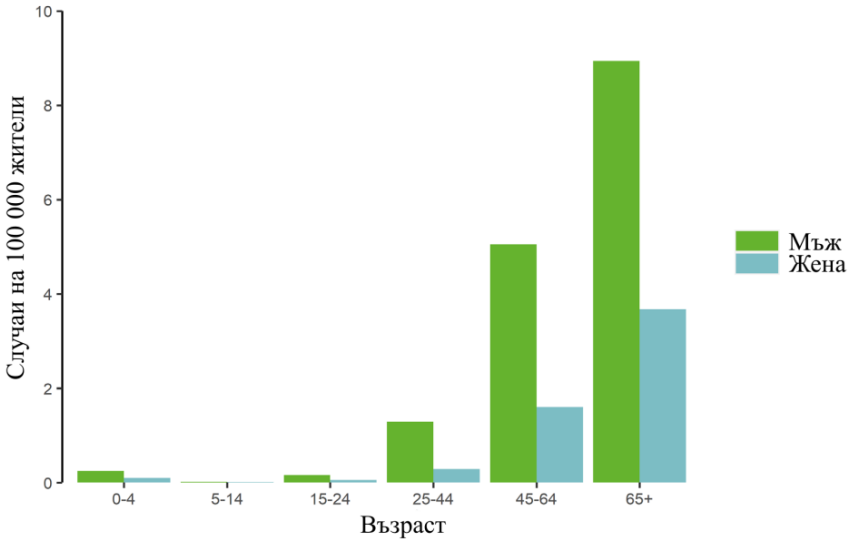
Инкубационният период на Легионерската болест е 2 – 10 дни, като в отделни огнища е докладван и 16-дневен период. Пневмонията е основната клинична проява. Общите неразположения включват мускулни болки, безапетитие и главоболие. Може да се наблюдава кашлица, а 50 % от пациентите могат да отделят и храчки, като някои са примесени със слуз и кръв. 25 – 50 % от заболелите могат да имат и диария [7 – 9].

Средната смъртност се докладва в различни граници 5 – 10 % [7] до 10 – 20 % [8]. Оставена нелекувана при хора с компрометирана имунна система смъртността може да достигне 40 – 80 % и редуцирана до 3 – 30 % при правилно лечение [7].

Как ще протече заболяването и дали ще се стигне до заразяване зависи от имунната система на индивида и големината на инфектираща доза.

При отчитане на горните фактори би следвало да се анализира колко хора биха били изложени на контакт със заразена вода и какъв е здравният им статус. Трябва да се има предвид, че от докладваните случаи 75 – 80 % са на хора над 50 г. и 60 – 70 % са мъже. Други фактори, предразполагащи тежко протичане, са пушачи, алкохолици, хронично болни [12].

Разпределение на регистрирани случаи по възраст и пол, съгласно последния публикуван доклад на Европейския център за превенция и контрол на заболяванията през 2021 г. е представено на фиг. 2.



Фиг. 2. Разпределение на регистрираните случаи по възраст [13]

Съгласно данните за 2021 г. регистрираните случаи на заразени мъже надвишат над 2 пъти случаите с жени.

3. Оценка на риска

Методиката се базира на класическите подходи за оценка на риска, които са описани по-долу.

3.1. Съществуващи подходи

Често срещана оценка на риска в научната литература включва три компонента [14]:

$$\textit{Риск} = \textit{Опасност} \times \textit{Изложеност} \times \textit{Уязвимост}. \quad (1)$$

Опасността се дефинира като събития, които могат да причинят загуба на човешки живот, наранявания, увреждане на здравето, щети върху имущество, социални или икономически сътресения или влошаване на околната среда.

Изложеността описва разположението на хора, инфраструктура и обекти в зони, податливи на въздействието на опасности.

Уязвимостта е определена от физически, социални, икономически и екологични фактори, които увеличават чувствителността на индивиди или системи към въздействието на дадена опасност.

В стандарта БДС EN 15975-2:2013 рискът се дефинира чрез два компонента [2]:

$$\textit{Риск} = \textit{Вероятност} \times \textit{Последствия}. \quad (2)$$

Вероятност е възможността дадено опасно събитие да възникне при определени условия.

Последствията отразяват тежестта на въздействието върху човешкото здраве, ако събитието настъпи.

Двукомпонентният подход, заложен в БДС EN 15975-2:2013, се използва в България и за оценка на риска в трудовата медицина [15].

Двата подхода не са взаимно изключващи се, а представят различни нива на детайлност. Вероятността в уравнение (2) съдържа двата компонента – опасност и изложеност от уравнение (1), тъй като тя се влияе именно от тях. Колкото са по-големи двата компонента опасност и изложеност, толкова по-голяма е и вероятността от настъпване на опасно събитие. Уязвимостта от уравнение (1) е съпоставима с последствията от уравнение (2), както беше дискутирано в т. 2.3, защото колкото по-уязвим е даден индивид, толкова по-тежки ще са последствията. От друга страна, последствията от уравнение (2) също зависят от изложеността от уравнение (1), тъй като колкото повече хора са изложени на въздействие, толкова по-голям ще е рискът някой да се зарази. Следователно, независимо че двукомпонентният подход изглежда по-опростено представяне на риска, всеки от компонентите му се нуждае от допълнително характеризиране, което да включва и компонентите на подхода от уравнение (1). По отношение на легионелозата, Световната здравна организация също подчертава необходимостта да се отчетат факторите, водещи до излагане на хората, като например образуване на аерозоли [7, 16].

3.2. Предложение на подход за оценка на риска

В предложения подход в тази статия се запазва структурата на уравнение (2) съгласно стандарт БДС EN 15975-2:2013, но всеки от двата ѝ компонента е доразвит, за да обхване основните фактори, които го определят.

Вероятността за заболяване от *Legionella* зависи от два ключови процеса – наличието на условия в сградната водопроводна инсталация (СВИ) за развитие на *Legionella* и наличието на източници за разпръскване чрез аерозоли. Следователно:

Вероятността = Наличие на условия в СВИ × Наличие на източници на аерозоли.(3)

Последствията се определят от два фактора, съгласно уравнение (4):

Последствия = Брой потенциално изложени хора × Рисков профил на тези хора. (4)

3.2.1. Оценка на вероятността

Пример за оценка на стойностите на двата фактора – по хоризонталата и по вертикалата – е даден в табл. 3 и 4, разработени за детско учебно заведение.

Вероятността може да бъде представена в различна детайлност, съответно 2, 3, 4, 5-степенна скала и т.н. Колкото по-висока е детайлността на скалата, толкова по-точно ще бъде определен рискът. Но това означава, че рамката на всяка степен трябва да бъде много ясно дефинирана. За оценка на риска от легионелоза, 5-степенната скала дава добро ниво на детайлност, без опасност от грешка при определяне на отделните степени. Пример с 5-степенна матрица за оценка е представен в табл. 5.

Наличие на условия в сградните водопроводни инсталации

Както е разгледано в т. 2.1, развитието на *Legionella* в сградните водопроводни инсталации е тясно свързано с температурния режим и хидравличните условия на системата. Поради това следва да се следи както цялостната работа на инсталацията, така и зоните, в които не могат да се постигнат необходимите параметри. Застояването на вода затруднява поддържането на подходяща температура и води до изчерпване на свободния хлор, което създава благоприятни условия за развитие на бактерията. Допълнителни предпоставки възникват при наличие на биофилм, утайки и котлен камък, които могат да ограничат ефективността на дезинфекцията.

Поради това, оценката на риска би следвало да включва цялата водопроводна инсталация, като засилено внимание се обърне на наличието на зони, които създават посочените по-горе условия.

Основните фактори, създаващи условия за развитие на *Legionella*, докладвани в научната литература, са представени в табл. 1.

Таблица 1. Фактори, влияещи върху развитието на *Legionella* [7 – 9]

Фактор	Описание
Наличие на биофилм	Присъствието на утайки, отлагания или слуз по вътрешните стени на тръбите (особено в пластмасови тръби) благоприятства бактериалния растеж.
Температурен диапазон	Зони с постоянна температура между 20 – 45 °C са най-рискови.
Редки/неизползвани клонове	Дълги или мъртви клонове от мрежата, които не се използват редовно (stagnant lines).
Материал на тръбите	Някои материали (напр. каучукови уплътнения, определени видове PVC) подпомагат микробното натрупване.
Старост и състояние на инсталацията	Стари, ръждясали или неефективно проектирани инсталации повишават опасността.
Наличие на утайка	Високо органично съдържание или желязо в суровата вода.
Недостатъчно третиране на водата	Липса или недостатъчност на дезинфекция, лош контрол на pH или редуцирана ефективност на UV/хлориране.
Наличие или липса на систематични действия за превенция	Поддържане на висока температура на топлата вода, редовна циркулация, почистване на резервоари, дезинфекция и др.

Таблица 2 е предложена на базата на международните публикации относно факторите, създаващи условия за развитие на *Legionella*, посочени в табл. 1. Тя включва основните конструктивни и хидравлични характеристики на водопроводните инсталации, които създават предпоставки за развитие на *Legionella*.

Таблица 2. Количествена скала за оценка на условията за развитие на *Legionella*

Степен	Описание	Дефиниция
1	Няма условия за развитие	Поддържат се оптимални условия в мрежата и качеството на водата.
2	Има условия в отделни участъци	Създават се условия само в отделни участъци, с ограничена дължина (например в крайни участъци от мрежата); открива се наличие на биофилм в отделни участъци, наличие на утайка.
3	Има условия в умерена част от мрежата или в кратки периоди от време има отклонения от необходимите показатели на водата.	Наличие на застояла вода в умерена част от мрежата както и биофилм и утайка. Има редки периоди на непокриване на показателите pH и остатъчен хлор.
4	Има условия в повече от половината от мрежата или в продължителни периоди има отклонения от необходимите показатели на водата.	Не добре работеща циркулационна мрежа при централно снабдяване с топла вода. Не се поддържа подходяща температура в нагревателите за топла вода. Често не се покриват показателите pH и остатъчен хлор.
5	Има условия почти по цялата мрежа или постоянно има отклонения от необходимите показатели на водата.	В значителна част от мрежата водата застоява. Много неизползвани санитарни помещения. Липса на циркулационна мрежа при централно снабдяване с топла вода. Не се покриват показателите pH и остатъчен хлор.

След натрупване на представителен обем от данни част от показателите могат да се прецизират, за да има още по-голяма съпоставимост на оценките. Примерно времето за отклонение от показателите може да бъде указано. Също така обемите от мрежата могат да бъдат прецизирани като % от общия обем.

Наличие на източници от аерозоли

Основните фактори, създаващи условия за разпространение и контакт с *Legionella*, докладвани в научната литература, са представени в табл. 3.

Таблица 3. Фактори, формиращи разпръскването на аерозоли [7 – 8]

Фактор	Описание
Тип оборудване	Наличие на душове, SPA вани, охладителни кули, джакузи, дентални инструменти, прахови овлажнители и др.
Честота и продължителност на ползване	Колкото по-често и по-дълго се ползват устройствата, толкова по-висок е рискът.
Тип дюзи / налягане	Дюзи с фина струя (аерозоли), високо налягане – повишена дисперсия на бактерии.
Овлажнители на въздуха	Захранвани с питейна вода от водопроводната инсталация разнасят аерозоли в затворени пространства.
Температурни условия в помещението	Топли и влажни среди (напр. SPA, бани, кухни) удължават времето на жизнеспособност на аерозолите.

Въз основа на горната таблица е разработена табл. 4, която да позволи количествена оценка на аеролизацията.

Таблица 4. Количествена скала за оценка на наличие на източник на разпространение

Степен	Описание	Дефиниция
1	Липсва източник на разпространение	Налични са само мивки и тоалетни.
2	Ограничен брой източници на разпространение	Има ограничен брой душове, които не се използват редовно.
3	Среден брой използваеми източници на разпространение	Наличие на душове, които се използват системно от част от потребителите.
4	Голям брой на източници на разпространение	Наличие на душове, които се използват системно от голяма част от потребителите. Наличие на овлажнители на въздуха, които се използват в ограничен брой класове.
5	Масови източници на разпространение	Наличие на душове и/или овлажнители на въздуха, които се използват от почти всички потребители.

На по-късен етап, при събиране на достатъчно данни, параметърът използване на част от потребители би могъл да се конкретизира с %.

Матрица за оценка на вероятността

Пример с 5-степенна матрица за оценка е представен в табл. 5.

Таблица 5. Петстепенна матрица за определяне на Вероятността

			Наличие на условия за развитие на *Legionella*				
			Липсват	Малко	Средно	Много	Почти навсякъде
			1	2	3	4	5
Наличие на източник за разпространение	Липсват	1	1	1	2	2	3
	Ограничено	2	1	2	2	3	3
	Средно	3	2	2	3	4	4
	Много	4	3	3	4	4	5
	Масово	5	3	4	4	5	5

Съгласно тази матрица вероятността от настъпване на условия за заболяване е от 1 до 5, като 1 означава много малко вероятно събитие, 2 – малко вероятно, 3 – вероятно, 4 – много вероятно и 5 – почти сигурно.

3.2.2. Оценка на последствията

Тежестта на заболяването и вероятността за развитие на тежки клинични форми зависят както от имунното състояние на индивида, така и от големината на инфектиращата доза, както е разгледано в т. 2.2 и 2.3. Уязвимите групи – включително

лица в напреднала възраст, мъже, хора с хронични заболявания, отслабена имунна система, както и пушачи или лица с придружаващи рискови фактори – са с по-висок риск от тежко протичане. Данните за разпределението на случаите по възраст и пол ясно показват, че значителна част от регистрираните инфекции се концентрират при хора над 50 години – фиг. 2.

Тези характеристики на заболеваемостта показват, че при оценката на последствията е необходимо да се отчита не само броят на потенциално изложените лица, но и тяхната принадлежност към уязвими групи. Тази комбинирана информация определя степента на последствията в матрицата (табл. 6), която съчетава размера на експонираната група със здравния ѝ профил.

Таблица 6. Матрица за определяне на Последствията [7 – 8]

			Брой хора				
			Под 5	5 – 20	20 – 50	50 – 100	Над 100
			1	2	3	4	5
Рискова група	Хора на възраст до 24 г.	1	1	1	2	2	3
	Хора на възраст 25 – 44 г.	2	1	2	2	3	3
	Хора на възраст 45 – 64 г.	3	2	2	3	4	4
	Хора на възраст над 65 г.	4	3	3	4	4	5
	Хора с отслабена имунна система – хронично болни, алкохолици и др.	5	3	4	4	5	5

Последствията от табл. 6 се определят като:
1 – незначителни; 2 – малки, 3 – умерени, 4 – големи и 5 – много тежки.

3.2.3. Оценка на риска

Окончателната оценка на риска се определя по табл. 7.

Таблица 7. Матрица на риска [2, 16]

			Последствия				
			Незначителни	Малки	Умерени	Големи	Много тежки
			1	2	3	4	5
Вероятност	Много малко вероятно	1	1	2	3	4	5
	Малко вероятно	2	2	4	6	8	10
	Вероятно	3	3	6	9	12	15
	Много вероятно	4	4	8	12	16	20
	Почти сигурно	5	5	10	15	20	25

В табл. 7 рискът се класифицира в три степени [16]:
До 5 – нисък; 6 – 14 – среден; 15 – 25 – висок.

4. Дискусия

В предложения подход е запазена структурата на оценка на риска, заложена в стандарта БДС EN 15975-2:2013, но тя е доразвита чрез ясно дефиниране на основните фактори, които влияят върху двата компонента на риска – вероятността и последствията. Така се избягва използването на обобщени формулировки и се осигурява възможност за по-точна и прозрачна оценка на отделните компоненти на риска.

Използваните скали и оценъчни матрици са съобразени с международни добри практики:

- European Guidelines – оценка на брой хора, уязвимост и честота на експозиция [8];
- СЗО – препоръки за риск профили и оценка на въздействието [7];
- HSG274 Part 2 – 5-степенни матрици за оценка на риск [9];
- CDC Environmental Assessment (2017) – количествени показатели и критерии [17].

Световната здравна организация подчертава необходимостта оценките да се извършват от екипи от специалисти, запознати с водопроводните системи, подлежащи на оценка [2]. Това изисква включването на експерти, които разбират нормативните изисквания за проектиране и експлоатация на инсталациите. Участието на такива специалисти е особено важно при големи или модифицирани инсталации, където наличието на неточна или остаряла документация може да затрудни анализа.

Същевременно се отчита, че в български контекст съставянето на мултидисциплинарни екипи може да не е винаги възможно поради ограничения в ресурсите. В тази връзка разделянето на оценката на риска на две основни части – вероятност и последствия – е рационален подход. Вероятността може да бъде оценена от ВиК специалисти, които разбират инсталацията, нейното състояние и режим на работа, докато последствията следва да бъдат прецизирани от експерти по медицина.

При необходимост от по-опростен подход матриците могат да бъдат сведени до 3 степени, което би улеснило оценителите в обекти с по-малка сложност.

Скалата на риска също може да варира. В някои документи на СЗО е представена 3-степенна скала [16], но може да се приемат и 4 степени, за по-висока прецизност [4].

Табл. 2 може да се развие с по-голяма точност при наличие на актуални чертежи и данни за обемите и използваемостта на мрежата – например чрез изчисляване на коефициент на обмяна на водата, дял на застояли участъци или тяхното местоположение в сградата. Подобно ниво на детайлност изисква добра техническа документация, но значително повишава прецизността на оценката.

Предложените групи в табл. 6 е необходимо да се прецизират от експерти по медицина, предвид потенциалното масово приложение. Броят хора е предложен като визуализация на предложения подход. Разделянето по хоризонтала спрямо броя на засегнатите лица, както и по вертикала на отделните групи, е представено като числен пример на предложения подход.

Табл. 6, оценяваща последствията, също може да бъде доразвита чрез въвеждане на утежняващи коефициенти, отчитащи типа на обекта. Например, в хотел със 100 легла рискът може да бъде по-висок от този в училище със 100 деца, поради краткия престой и по-големия брой лица, преминаващи през хотела. Това може да бъде формализирано чрез коригиращ коефициент, приложим в зависимост от типа обект.

Таблици 3 и 6 се представят като предложение за базова методика, която подлежи на развитие и одобрение от компетентни органи и заинтересовани страни.

Прилагането на ясно дефинирани критерии и количествени оценки позволява съставянето на оценки по единен модел. Обвързването на факторите в табл. 2 и 4 с крайната оценка в табл. 7 чрез точкова система (скала 1 до 5) създава възможност за обективност, повторяемост и лесно обобщаване на резултати от РЗИ.

Дори първоначалната количествена оценка на параметрите да не е напълно точна, използването на единна структура с дефинирани фактори е от ключово значение. При следващи цикли на оценка или при възникване на заразяване, събраните данни ще позволят по-прецизно преразглеждане на резултатите, идентифициране на тенденции и коригиране на мерките.

Структурираният подход също така съдейства за по-добро разбиране на взаимодействието между факторите. Ако например в дадена сграда липсват мъртви зони, но се отчита висока концентрация на *Legionella*, или обратно – съществуват благоприятни температурни условия без откриване на бактерията, това ще насочи вниманието към други ключови фактори. В такъв случай е препоръчително въвеждането на механизъм за преглед на входните данни и документиране на всяко отклонение в допълнителна секция от оценката.

Така се създава възможност за адаптивност и непрекъснато усъвършенстване на методиката, както и за ефективен контрол върху риска от *Legionella spp.* в обществените водопроводни инсталации.

Допълнително предимство на предложения подход е, че създава основа за директна връзка между оценката на риска и мониторинговата програма. Въз основа на стойностите, изчислени чрез табл. 3, 6 и 7, могат да бъдат дефинирани прагови стойности, при които се препоръчва по-висока честота на пробонабиране, по-голям брой проби или допълнителни показатели (като остатъчен хлор, температура, микробен товар). Това би позволило ресурсите за мониторинг да се насочват приоритетно към обекти с повишен риск и да се подобри ефективността на контролните мерки.

Следва да се има предвид, че точността на оценката зависи от качеството на наличната техническа информация за сградната инсталация. Макар огледът на място да е необходим елемент, част от елементите на инсталациите са скрити или недостъпни и често не могат да бъдат установени при огледи. Това не представлява ограничение единствено на предложената методика, а е общо предизвикателство при оценките на сградни инсталации. Ролята на собственика и/или управителя на приоритетните сгради, който да може да предостави необходимата информация относно техническата инфраструктура, честота на ползване на сградата, както и възрастовия профил на потребителите, също е от съществено значение.

Изводи

Въведените в Наредба № 9 изисквания за оценка на риска във вътрешните водопроводни системи са важна крачка към управление на риска от *Legionella spp.* Въпреки това, липсата на ясно дефинирани фактори, количествени критерии и унифицирана структура създава предпоставки за различни интерпретации и затруднява съпоставимостта между отделните оценки.

Тази статия предлага подход за оценка на риска, който се основава на дефиницията за риск от БДС EN 15975-2:2013, но компонентите на риска са специфицирани чрез включването на количествени показатели. Също така подходът дава възможност отделните компоненти при изготвяне на оценката на риска да бъдат оценявани от експерти с различна компетентност, т.е. оценката на вероятността да се

извършва от ВиК инженери, а оценката на ефекта върху хората – от специалисти по медицина. Така се използва по най-добрия начин експертизата в двете основни направления.

Този подход осигурява по-добро разграничаване и количествена оценка на реалните фактори, водещи до развитие на *Legionella spp.*, създаване на аерозоли и контакт с уязвими групи от населението. Използването на матричен подход, базиран на скала 5×5 и свързан с ясно дефинирани индикатори ще улесни РЗИ и операторите на обекти в съставянето на съпоставими и обективни оценки. Същевременно не се нарушава необходимата гъвкавост за различните типове обекти

Представени са и варианти за надграждане на оценъчните показатели, както и предложения за тяхното бъдещо прецизиране с натрупване на повече данни от практиката.

Предложеният подход съчетава научна обоснованост с възможност за реално приложение в работата на контролните органи. При правилно прилагане, той би могъл да доведе до унифицирана методика за оценка и събиране на данни, която да служи като основа за национален анализ на риска и за управление на опасностите, свързани с *Legionella spp.*

Като следваща стъпка е необходимо да се създадат количествени критерии за приноса на отделните фактори към вероятността и последствията, съобразени с особеностите на водопроводните инсталации на територията на България. Освен това, тези стойности и общата оценка на риска следва да бъдат обвързани с необходимите мерки за управление на риска, който включват, но не се изчерпват до наличие на условия за мониторинг и профилактика на сградните инсталации, установяване на точки по мрежата за мониторинг, препоръките за честота на мониторинга и прилагане на превантивни мерки.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Naredba № 9 za kachestvoto na vodata, prednaznachena za piteyno-bitovi tseli, izm. i dop. DV br. 43 ot 16.05.2023.
2. BDS EN 15975-2:2013. 2013, Security of drinking water supply – Guidelines for risk and crisis management.
3. Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption. // Official Journal of the European Union, L 435, pp. 1 – 62, 23.12.2020.
4. World Health Organization. (2014). Water safety in distribution systems. Geneva: WHO. Retrieved from https://www.who.int/publications/i/item/9789241564816.
5. https://www.cdc.gov/legionella/php/surveillance/index.html, poseten na 24.05.2025.
6. https://atlas.ecdc.europa.eu/public, poseten na 1.07.2025.
7. World Health Organization (WHO). (2011). Water safety in buildings. Geneva: World Health Organization, ISBN 978-92-4-154810-6.
8. ESGLI. European Technical Guidelines for the Prevention, Control and Investigation of Infections Caused by Legionella species. European Study Group for Legionella Infections, 2017.
9. Health and Safety Executive. (2013). Legionnaires' disease: Technical guidance (HSG274 Part 2). HSE Books, ISBN: 978-0-7176-6615-7.
10. https://www.cdc.gov/legionella/causes/index.html, poseten na 24.05.2025.
11. Metodichno ukazanie № 3 ot 25.11.2003 g. za borba s legionelozite. 2003, Ministerstvo na zdravoopazvaneto, Bulgaria.

12. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/legionellosis, poseten na 24.05.2025.

13. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). (2023). Legionnaires' disease – Annual epidemiological report for 2021. Stockholm: ECDC. Retrieved from https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/legionnaires-disease-annual-epidemiological-report-2021.

14. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the IPCC.

15. Naredba No. 5 ot 11.05.1999 g. za reda, nachina i periodichnostta na izvarshvane na ocenka na riska. Izdadena ot ministra na truda i sotsialnata politika i ministra na zdravoopazvaneto, obn., DV, br. 47 ot 21.05.1999 g., dop., br. 100 ot 24.11.2020 g., v sila ot 24.11.2020 g.

16. World Health Organization (WHO). (2023). Water safety plan manual: Step-by-step risk management for drinking-water suppliers. Geneva: World Health Organization, ISBN 978-92-4-006769-1 (electronic version).

17. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2017). Developing a Water Management Program to Reduce Legionella Growth and Spread in Buildings: A Practical Guide to Implementing Industry Standards. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services.

APPROACH FOR RISK ASSESSMENT OF LEGIONELLA IN BUILDING WATER SYSTEMS

E. Tsanov[1]

Keywords: *risk assessment, Legionella, water distribution system*

ABSTRACT

A risk assessment approach for *Legionella spp.* in building water supply systems has been developed, based on the standard **BDS EN 15975-2:2013**. Quantitative indicators have been introduced to define the two components of risk – **probability** and **consequences** – taking into account key factors such as the conditions for bacterial growth, the presence of aerosols, and the vulnerability of the water system users. The joint preparation of the risk assessment by water system engineers and public health professionals is discussed as a means to improve its reliability. The proposed assessment matrices facilitate the comparability of results and the linkage between risk assessment and monitoring activities.

[1] Emil Tsanov, Chief Assist. Prof. Dr. Eng., Dept. "Water Supply, Sewerage, Water and Wastewater Treatment", Faculty of Hydraulic Engineering, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: tsanov_fhe@uacg.bg