

dr inż. Grzegorz Ścieranka^{a)*}^{a)}Politechnika Śląska / Silesian University of Technology

*Autor korespondencyjny / Corresponding author: grzegorz.scieranka@polsl.pl

Krytyczna ocena wymagań przeciwpożarowych dotyczących sieci wodociągowych

Firefighting Water-supply System Requirements – a Critical Assessment

Критическая оценка требований пожарной защиты для сетей водоснабжения

ABSTRAKT

Cel: W artykule podjęto próbę interpretacji wybranych obowiązujących wymagań w zakresie wydajności sieci wodociągowych przeciwpożarowych. Zwrócono uwagę na występujące w tych wymaganiach nieścisłości, które mogą powodować trudności w podejmowaniu decyzji na etapie projektowania sieci oraz utrudniać proces uzgadniania projektu. Celem artykułu jest wywołanie dyskusji prowadzącej do wprowadzenia odpowiednich zmian w przepisach prawnych.

Wprowadzenie: Projekt sieci wodociągowej wyposażonej w hydranty będące źródłem wody do celów przeciwpożarowych wymaga uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych. Nie zwalnia to jednak projektanta z odpowiedzialności za zawarte w projekcie rozwiązania. Obowiązujące wymagania ujęte w rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 lipca 2009 r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych [1] mogą powodować trudności interpretacyjne w zakresie wydajności wodociągu, warunków wykonywania badania wydajności hydrantów oraz zasad doboru średnic rurociągów.

Metodologia: W artykule przedstawiono analizę zapisów rozporządzenia dotyczących wydajności sieci wodociągowych przeciwpożarowych dla jednostek osadniczych. Zwrócono uwagę na niejasność wymogu jednoczesnego poboru wody z dwóch sąsiednich hydrantów zewnętrznych dla sieci wodociągowych przeciwpożarowych, dla których łączna wymagana ilość wody przekracza 20 dm³/s. Podjęto próbę interpretacji rozporządzenia w zakresie wymaganej wydajności każdego z dwóch sąsiednich hydrantów. Ponadto zwrócono uwagę na konieczność uściślenia tego, dla jakich obiektów wydajność wodociągu służącego nie tylko do celów przeciwpożarowych może być wyliczana z ograniczeniem wydajności na cele bytowo-gospodarcze i przemysłowe. W celu wyjaśnienia tych wątpliwości sięgnięto do historycznych regulacji prawnych [2–6] będących źródłem przywołanego rozporządzenia [7].

Wnioski: Obecnie obowiązujące rozporządzenie [1] zawiera szereg nieścisłości utrudniających jego interpretację. Część zapisów zatraciło pierwotny sens w wyniku wielokrotnych nowelizacji. Konieczne jest zatem wprowadzenie w nim odpowiednich zmian regulujących kwestie sporne. W ciągu ostatnich lat obserwuje się znaczne rozpowszechnienie modelowania numerycznego sieci wodociągowych. Na jego podstawie można między innymi wykonywać analizy pracy sieci w warunkach poboru wody do celów przeciwpożarowych. Należy rozważyć możliwość dokonywania oceny wydajności sieci wodociągowej przeciwpożarowej oraz doboru średnic rurociągów dzięki wykorzystaniu takich analiz.

Słowa kluczowe: sieci wodociągowe przeciwpożarowe, wydajność wodociągu, średnice rurociągów, modelowanie numeryczne

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 31.05.2017; Zrecenzowany: 04.12.2017; Opublikowany: 29.12.2017;

Proszę cytować: BiTP Vol. 48 Issue 4, 2017, pp. 124–136, doi: 10.12845/bitp.48.4.2017.9;

Artykuł udostępniany na licencji CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

ABSTRACT

Aim: This paper is an attempt to interpret selected current requirements concerning the capacity of firefighting water supply networks. It points out inaccuracies which can cause difficulties in decision-making at the design stage and hinder the process of project coordination. The purpose of the paper is to initiate a discussion leading to appropriate legal changes.

Introduction: The design of a water supply system with fire hydrants needs to be agreed on with a fire surveyor. However, the designer is not released from responsibility for the solutions used in the design. The binding requirements set out in the Minister of the Interior and Administration Regulation of 24 July 2009 on Fire-Fighting Water Supply and Fire Access Roads [1] might cause interpretation issues regarding the capacity of water supply systems, the conditions for testing hydrant flow rates and the rules for selecting pipe diameters.

Methodology: The paper presents an analysis of the existing regulations concerning the capacity of firefighting water supply systems for settlements. It addresses the problem of ambiguity related to the requirement for simultaneous water use from two adjacent fire hydrants for water supply systems with a total water demand exceeding 20 l/s. In this context, the paper attempts to interpret the Regulation governing the required flow rate of each of the two adjacent hydrants. Moreover, it draws attention to the need for clarifying for which structures the capacity of water supply systems used not only for fire protection can be calculated on the basis of reduced capacity for household and industrial purposes. In order to resolve these issues, the paper takes into consideration historical regulations underlying the mentioned Regulation [2–6].

Conclusions: The existing Regulation [1] contains a number of inaccuracies which make its interpretation difficult. Some of its provisions have lost their original meaning as a result of multiple amendments. Hence, it is necessary to introduce appropriate amendments to resolve the ambiguities. Over the past few years, the numerical modelling of water supply systems has come into wide use. Among other things, it allows the analysis of how water supply systems operate when used for firefighting purposes. Such analysis should be considered a measure to assess the capacity of firefighting water supply systems and facilitate the choice of pipeline diameters.

Keywords: firefighting water supply system, the capacity of a water supply system, pipeline diameters, numerical modelling

Type of article: review article

Received: 31.05.2017; Reviewed: 04.12.2017; Published: 30.12.2017;

Please cite as: BiTP Vol. 48 Issue 4, 2017, pp. 124–136, doi: 10.12845/bitp.48.4.2017.9;

This is an open access article under the CC BY-NC-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

АННОТАЦИЯ

Цель: В статье предпринята попытка интерпретировать выбранные действующие требования относительно эффективности сетей противопожарного водоснабжения. Внимание было обращено на их неточности, которые могут создавать трудности при принятии решений на этапе проектирования сети и усложнять процесс согласования проекта. Цель статьи – инициировать дискуссию, ведущую к внесению соответствующих изменений в закон.

Введение: Проект сети водоснабжения, оборудованной гидрантами, являющимися источником воды для целей пожаротушения, должен быть согласован с экспертом по вопросам противопожарной защиты. Однако это не освобождает проектировщика от ответственности за принятые в проекте решения. Действующие требования, которые включены в распоряжение Министра Внутренних Дел и Администрации от 24 июля 2009 года о противопожарном водоснабжении и пожарных дорогах [1], могут оказать трудности с интерпретацией эффективности водоснабжения, условий проведения оценки эффективности гидрантов и правил подбора диаметров труб.

Методология: В статье представлен анализ положений распоряжения, касающихся эффективности сети противопожарного водоснабжения для населённых пунктов. Было обращено внимание на неоднозначность требования одновременной подачи воды с двух соседних внешних гидрантов для сетей противопожарного водоснабжения, для которых общее требуемое количество воды превышает 20 дм³/с. Была сделана попытка интерпретировать распоряжение с точки зрения необходимой эффективности/мощности каждого из двух соседних гидрантов. Кроме того, было обращено внимание на необходимость определения того, для каких объектов эффективность водоснабжения, служащая не только для противопожарных целей, может быть рассчитана с уменьшением её эффективности для хозяйственно-бытовых и промышленных целей. Чтобы выяснить эти вопросы были использованы исторические правовые нормы [2–6], являющиеся источником упомянутого положения [7].

Выводы: Действующее в настоящее время распоряжение [1] содержит ряд неточностей, которые усложняют его интерпретацию. Некоторые из записей потеряли свое первоначальное значение в результате многочисленных поправок. Поэтому необходимо внести в него соответствующие поправки, регулирующие спорные вопросы. В последние годы наблюдается значительная популяризация численного моделирования сетей водоснабжения. На его основе можно, в частности, проводить анализ работы сети в условиях водозабора для целей пожаротушения. На основании таких анализов следует рассмотреть возможность введения оценки эффективности сети противопожарного водоснабжения и выбора диаметра трубопроводов.

Ключевые слова: пожарные сети водоснабжения, эффективность сети водоснабжения, диаметры трубопроводов, численное моделирование

Вид статьи: обзорная статья

Принята: 31.05.2017; Рецензирована: 04.12.2017; Опубликована: 30.12.2017;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 48 Issue 4, 2017, pp. 124–136, doi: 10.12845/bitp.48.4.2017.9;

Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

Wprowadzenie

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 lipca 2009 r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych (dalej: rozporządzenie z 2009 r.) [1] definiuje między innymi:

- „rodzaje obiektów wymagających zapewnienia przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę do zewnętrznego gaszenia pożaru”,
- „sposoby określania wymaganej ilości wody do celów przeciwpożarowych”,
- „wymagania przeciwpożarowe dla sieci wodociągowych”.

Wśród obiektów, które po spełnieniu określonych kryteriów wymagają zapewnienia przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę do zewnętrznego gaszenia pożaru, wyszczególniono:

Introduction

The Minister of the Interior and Administration Regulation of 24 July 2009 on Fire-Fighting Water Supply and Fire Access Roads [1] (hereinafter the 2009 Regulation) defines, *i.a.*, the following:

- “the types of structures which require the provision of firefighting water supply for fire hydrants”;
- “the methods to determine firefighting water demand”;
- “fire requirements for water supply systems”.

The Regulation lists the structures which must be provided with firefighting water supply for fire hydrants after meeting certain criteria. These include settlements, public buildings, multi-occupancy buildings, manufacturing and storage

jednostki osadnicze, budynki użyteczności publicznej i zamieszkania zbiorowego, obiekty budowlane produkcyjne i magazynowe, obiekty budowlane niebędące budynkami oraz obiekty budowlane gospodarki rolnej.

W większości przypadków źródłem wody do celów zewnętrznego gaszenia pożaru jest sieć wodociągowa, która równocześnie zaopatruje ludność w wodę. Dwufunkcyjność sieci wodociągowej ma szereg zalet, do których należą:

- obniżenie kosztów inwestycyjnych i uproszczenie rozwiązań technicznych dzięki wykorzystaniu jednego rurociągu do obu celów,
- utrzymywanie ciągłego przepływu wody w sieci,
- zapewnienie niezawodności systemu zaopatrzenia w wodę przez odpowiednio zorganizowane i wyposażone przedsiębiorstwa wodociągowe.

Między innymi z tych względów – co odpowiada zapisom rozporządzenia z 2009 r. [1] – woda do celów przeciwpożarowych „powinna być dostępna w szczególności z urządzeń zaopatrujących w wodę ludność zgodnie z regulaminem dostarczania wody i odprowadzania ścieków”, który obowiązuje na terenie danej gminy i jest aktem prawa miejscowego. Rozporządzenie z 2009 r. precyzuje, że to sieć wodociągowa doprowadzająca wodę do jednostki osadniczej powinna zapewniać wymaganą ilość wody do celów przeciwpożarowych.

Obowiązujące wymagania

Wymagana ilość wody (wydajność wodociągu) do celów przeciwpożarowych dla jednostek osadniczych została podana w tabeli 1 Załącznika do rozporządzenia z 2009 r.

Table 1. Wymagana ilość wody do celów przeciwpożarowych dla jednostek osadniczych [1]

Table 1. Firefighting water demand for settlements [1]

Liczba mieszkańców jednostki osadniczej/Population of settlements	Wydajność wodociągu [dm ³ /s]/The capacity of water supply pipelines [l/s]
≤ 2000	5
2001–5000	10
5001–10,000	15
10,001–25,000	20
25,001–100,000	40
> 100,000	60

Wydajność ta w zależności od liczby mieszkańców jednostki osadniczej waha się od 5 do 60 dm³/s. Zgodnie z § 4 ust. 2 rozporządzenia z 2009 r. [1] możliwe jest niezależne traktowanie dzielnic i osiedli oddzielonych pasami niezabudowanego terenu o szerokości co najmniej 100 m, na których dopuszcza się występowanie drzewostanu liściastego lub mieszanego składającego się co najmniej w 50% z drzew liściastych. W praktyce pasy takie powinny być ujęte w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego, jeżeli takie zostały sporządzone dla danej jednostki osadniczej.

Dla pozostałych obiektów budowlanych wymagających zaopatrzenia w wodę do celów zewnętrznego gaszenia pożaru

facilities, non-building structures and permanent agricultural structures.

In most cases, water is supplied to fire hydrants from water supply systems which also provide household water. By serving these two purposes, it provides a range of advantages, including:

- reduced project costs and simplified technical solutions, since a single pipeline is used for both purposes;
- continuous water flow in the supply system is maintained;
- well-organised and equipped water undertakers ensure that water supply systems are reliable.

These are some of the reasons – in accordance with the 2009 Regulation [1] – why firefighting water “*should be available in particular from public water supply systems operating in line with the rules for water supply and conveyance of wastewater*” which apply within communes as local enactments. The 2009 Regulation makes it clear that it is the system which supplies water to a settlement that should provide the water required for firefighting purposes.

Applicable requirements

The firefighting water demand (water supply pipeline capacity) for settlements is provided in Table 1 of the Annex to the 2009 Regulation.

Depending on the population size, this capacity ranges from 5 to 60 l/s. In accordance with § 4 (2) of the 2009 Regulation [1], districts and residential developments separated by open-space areas with a width of at least 100 m where deciduous-tree stands, or mixed-tree stands comprised of at least 50% deciduous trees, are allowed may be considered independent settlements. In practice, such areas should be included in local development plans, if such plans exist.

For other permanent structures which must be supplied with water for fire hydrants the required capacity of water supply pipelines is 10 to 60 l/s and varies between types of structures

wymagana wydajność wodociągu wynosi od 10 do 60 dm³/s w zależności od rodzaju obiektu i wybranych parametrów technicznych. Zgodnie z § 3 ust. 1 rozporządzenia z 2009 r. do obiektów tych należą między innymi:

- budynki użyteczności publicznej i zamieszkania zbiorowego oraz obiekty budowlane produkcyjne i magazynowe znajdujące się poza granicami jednostek osadniczych wskazanych powyżej, o kubaturze brutto przekraczającej 2500 m³ lub o powierzchni przekraczającej 500 m², z wyjątkiem stacji paliw płynnych ze zbiornikami o łącznej pojemności do 200 m³ i stacji gazu płynnego;
- obiekty budowlane niebędące budynkami, przeznaczone na potrzeby użyteczności publicznej lub do zamieszkania zbiorowego, w których znajduje się strefa pożarowa mająca powierzchnię przekraczającą 1000 m² lub przeznaczona do jednoczesnego przebywania ponad 50 osób;
- obiekty budowlane gospodarki rolnej o powierzchni strefy pożarowej przekraczającej 1000 m².

Wymagana ilość wody do celów zewnętrznego gaszenia pożaru dla:

- budynków użyteczności publicznej i zamieszkania zbiorowego oraz innych obiektów budowlanych o takim przeznaczeniu zależy od kubatury i powierzchni wewnętrznej tych obiektów;
- dla obiektów budowlanych produkcyjnych i magazynowych zależy od powierzchni strefy pożarowej i gęstości obciążenia ogniowego;
- dla zbiorników z cieczami i gazami palnymi zależy od pojemności tych zbiorników;
- dla urządzeń technologicznych oraz składów i magazynów z cieczami i gazami palnymi zależy od zajmowanej przez nie powierzchni.

W przypadku niewystarczającej wydajności wodociągu dopuszcza się stosowanie uzupełniających źródeł wody (§ 4 ust. 5 rozporządzenia z 2009 r.), a w przypadku braku odpowiedniego źródła wody – wykorzystanie na czas określony zastępczych źródeł wody (§ 8 ust. 1 rozporządzenia z 2009 r.) przy zachowaniu odpowiednich procedur postępowania [8]. W szczególnie uzasadnionych przypadkach, gdy spełnienie wymagań dotyczących przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę jest niemożliwe ze względu na lokalne uwarunkowania lub gdy uzasadnione jest przyjęcie innych rozwiązań, dopuszcza się rozwiązania zamiennie [9] na warunkach określonych w § 8 ust. 3 rozporządzenia z 2009 r.

Problemy interpretacyjne

Chociaż przywołane wymagania w zakresie wydajności wodociągu do celów przeciwpożarowych wydają się klarowne, to jednak w praktyce projektowej i eksploatacyjnej oraz w kontekście wymagań przeciwpożarowych dotyczących sieci wodociągowych zawartych w rozdz. 4 rozporządzenia z 2009 r. mogą one powodować pewne trudności interpretacyjne.

Pierwsza wątpliwość dotyczy podejścia do praktycznego egzekwowania wymaganej wydajności wodociągu. Zgodnie z § 9 ust. 6 przedmiotowego rozporządzenia: „Sieć wodociągową

and selected technical parameters. Under § 3 (1) of the 2009 Regulation, these structures include

- public buildings, multi-occupancy buildings and manufacturing and storage facilities located beyond the boundaries of the above-mentioned settlements, with a total internal gross volume of 2500 m³, or an area of more than 500 m², excluding liquid-fuel filling stations with tanks of a total capacity of 200 m³ and liquefied-gas filling stations;
- non-building structures intended for public use or multiple occupancy which contain a fire compartment with an area of more than 1000 m² or an area intended for use by more than 50 people at a time;
- permanent agricultural structures with a fire compartment of more than 1000 m².

The required fire-hydrant water demand for

- public buildings, multi-occupancy buildings and other permanent structures with an equivalent purpose depends on their total internal volume and floor space;
- manufacturing and storage facilities depends on the area of the fire compartment and the fire load density;
- tanks with combustible liquids and gases depends on their capacity;
- machinery and storage facilities containing combustible liquids and gases depends on their area.

Where a water supply pipeline has inadequate capacity, auxiliary water sources may be used (§ 4 (5) of the 2009 Regulation), and if no appropriate water source is available, substitute water sources (§ 4 (1) of the 2009 Regulation) may be used, subject to applicable procedures [8]. In extraordinary cases where firefighting water supply requirements cannot be met due to local conditions, or where it is reasonable to adopt alternative solutions, it is permitted to adopt such alternative solutions [9], subject to § 8 (3) of the 2009 Regulation.

Interpretation issues

At face value, firefighting water supply requirements may seem to be clear, but in the design and operational practice, as well as in the context of the fire requirements for water supply systems laid down in Chapter 4 of the 2009 Regulation, they might pose certain interpretation problems.

First, it is not clear how the required water supply pipeline capacities should be enforced in practice. According to § 9 (6) of the 2009 Regulation, “Fire-water supply systems for which the total water demand is more than 20 l/s shall be designed

przeciwpożarową, dla której łączna wymagana ilość wody przekracza 20 dm³/s, należy tak zaprojektować i budować, aby możliwe było jednoczesne pobieranie wody z dwóch sąsiednich hydrantów zewnętrznych”. Czy zapis ten oznacza, że cała ilość wody do celów przeciwpożarowych dla jednostek osadniczych liczących ponad 25 000 mieszkańców, dla których w zależności od wielkości tych jednostek wynosi ona 40 lub 60 dm³/s, ma być pobierana równocześnie tylko z dwóch sąsiednich hydrantów? Należy zaznaczyć, że wydajność nominalna hydrantu o średnicy nominalnej (DN) 80 przy ciśnieniu nominalnym 0,2 MPa nie może być mniejsza niż 10 dm³/s.

Aby wyjaśnić tę niejasność, należy przestudiować pierwotny obowiązuje rozporządzenie z 2009 r. Choć pierwszy przepis ujmujący zagadnienia zaopatrzenia w wodę do celów zewnętrznego gaszenia pożaru przy użyciu sieci wodociągowej przybrała kształt rozporządzenia tuż przed wybuchem II wojny światowej [2], to jednak za faktyczny pierwowzór – ze względu na treść oraz formę – obowiązującego aktu normatywnego można uważać rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 15 czerwca 1964 r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia wodnego (dalej: rozporządzenie z 1964 r.) [3]. W rozporządzeniu tym po raz pierwszy wprowadzono zróżnicowane wymagania w zakresie sposobu wyznaczania zapotrzebowania na wodę do celów przeciwpożarowych w zależności od wielkości jednostki osadniczej. Wymagania te były identyczne z obecnie obowiązującymi, jednak rozporządzenie z 1964 r. uwzględniało dodatkowo liczbę pożarów mogących powstać równocześnie (tab. 2).

and constructed in such a way that it is possible to take water from two adjacent fire hydrants at the same time”. This begs the question of whether all the firefighting water for settlements of more than 25,000 people – for which the fire-water demand is 40 or 60 l/s depending on the population size – should be taken at the same time only from two adjacent hydrants. It should be emphasised that the nominal flow rate of a hydrant with a nominal diameter of (DN) 80 may not be lower than 10 l/s at a nominal pressure of 0.2 MPa.

In order to resolve this ambiguity, we should examine the original version of the currently applicable 2009 Regulation. While the first regulation addressing the supply of water to fire hydrants from water supply systems was enacted shortly before World War II [3], it is the Minister of the Interior Regulation of 15 June 1964 on firefighting water supply (“the 1964 Regulation”) [2] that, judging on its content and form, can be considered the actual blueprint for the existing legislation. This was the first piece of legislation to have introduced firefighting water demand requirements which varied depending on the settlement size. These requirements were essentially the same as those currently in place, but the 1964 Regulation additionally accounted for the number of fires which could occur simultaneously (Table 2).

Tabela 2. Wymagana wydajność wodociągu do celów przeciwpożarowych dla jednostek osadniczych zgodnie z rozporządzeniem z 1964 r. [3]

Table 2. The required capacity of firefighting water pipelines for settlements under the 1964 Regulation [3]

Liczba mieszkańców jednostki osadniczej/ Population of settlements	Liczba pożarów mogących powstać równocześnie/ Number of simultaneous fires	Niezbędna ilość wody [dm ³ /s]/ Water demand [l/s]
up to 2000	1	5
2001–5000	1	10
5001–10,000	1	15
10,001–25,000	1	20
25,001–100,000	2	40
> 100,000	3	60

Analizując obowiązujące rozporządzenie z 2009 r. w kontekście zapisów historycznych, można przyjąć, że np. w przypadku jednostki osadniczej liczącej ponad 100 000 mieszkańców sieć wodociągowa przeciwpożarowa powinna zapewnić wydajność co najmniej 60 dm³/s łącznie w trzech dowolnych miejscach sieci, przy czym dla każdego z tych miejsc (pożarów) pobór wody powinien być możliwy z dwóch sąsiednich hydrantów o wydajności nie mniejszej niż 20 dm³/s. Takie podejście wiąże się z koniecznością zapewnienia wymaganej wydajności dla przewodu magistralnego doprowadzającego wodę do jednostki osadniczej, a w poszczególnych odcinkach pierścieni sieci rozdzielczej wydajność ta będzie odpowiednio mniejsza w zależności od układu sieci i potencjalnych miejsc wystąpienia pożaru [10]. W praktyce badanie wydajności przeciwpożarowej sieci wodociągowej w jednostkach osadniczych, dla których łączna wymagana ilość wody do celów zewnętrznego gaszenia pożaru przewidziana do bezpośredniego poboru z sieci wodociągowej przekracza

If we consider the 2009 Regulation in the context of historical legislation, we can assume that for a settlement of more than 100,000 people, a firefighting water supply system should ensure a capacity of at least 60 l/s in any three sites within the system, but for each of these sites (fires), it should be possible to take water from two adjacent hydrants with a flow rate of at least 20 l/s. This approach makes it necessary to ensure the required capacity for the trunk main which supplies water to the settlement, while for individual branches of the distribution system, this capacity will be accordingly lower depending on the layout of the system and the potential fire sites [10]. In practice, however, investigations of the capacity of fire-fighting water supply networks in settlements in which the demand for firefighting water to be taken in directly from the supply system exceeds 20 l/s assume that the water is taken only from two adjacent hydrants either way. Therefore, higher-capacity requirements for water supply systems equipped only with DN

20 dm³/s, i tak sprowadza się do jednoczesnego pobierania wody jedynie z dwóch sąsiednich hydrantów. Zatem wymagania dla wyższych wydajności sieci wodociągowych wyposażonych jedynie w hydranty o DN 80 nie podlegają weryfikacji. Rozwiązaniem jest przeprowadzenie pomiarów na hydrantach o DN 100 lub 150 i wydajności nominalnej nie mniejszej niż 20 dm³/s, o ile występują na badanej sieci (§ 10 ust. 9 rozporządzenia z 2009 r.).

Należy zwrócić uwagę na to, że wymagania dotyczące wydajności przeciwpożarowej sieci wodociągowych w zależności od wielkości jednostki osadniczej nie zmieniły się od przeszło 50 lat. Chociaż w większości pożarów podstawowym środkiem gaśniczym nadal jest woda, to jednak w tym czasie ze względu na postęp techniczny i organizacyjny znacznie poprawiła się skuteczność gaszenia pożarów. Równocześnie reformowano przepisy dotyczące ochrony przeciwpożarowej [11–14]. Zmieniają się również wymagania w zakresie dopuszczenia wyrobów budowlanych do obrotu [15–16]. Działania te sprzyjają poprawie warunków ochrony przeciwpożarowej. Jednocześnie od wielu lat obserwuje się spadek zapotrzebowania na wodę do celów bytowo-gospodarczych [17–18]. Można się spodziewać, że w przykładowej jednostce osadniczej liczącej 15 000 mieszkańców, dla której – zgodnie z wymaganiami zawartymi w rozporządzeniu z 2009 r. – minimalne zapotrzebowanie na wodę do celów przeciwpożarowych wynosi 20 dm³/s, zapotrzebowanie na wodę do celów bytowo-gospodarczych będzie wynosić ok. 40 dm³/s. Szacunek ten wynika z przyjęcia jednostkowego zapotrzebowania na wodę w ilości 100 dm³/d·Mk przy współczynniku nierównomierności godzinowej $N_h = 2$ i stratach wody na poziomie 10% obliczonej wielkości. Pobór ten będzie rozłożony na całej sieci wodociągowej w przeciwieństwie do punkowego poboru wody do celów gaszenia pożaru. W konsekwencji zapewnienie minimalnej wydajności sieci do celów przeciwpożarowych oraz wymóg stosowania odpowiednich średnic rurociągów zależnie od struktury sieci może prowadzić do przewymiarowania przewodów dla pozostałych celów. Będzie to skutkowało wydłużeniem się czasów zatrzymania wody, co jest jedną z przyczyn pogorszenia się jej jakości w systemie dystrybucji [19–21].

Kolejna wątpliwość dotyczy ustalenia tego, jaka powinna być wydajność każdego z hydrantów wtedy, gdy woda jest pobierana za pomocą dwóch sąsiednich tego typu urządzeń. W rozporządzeniu z 2009 r. podano wprawdzie wydajności hydrantów, ale tylko jako wartości nominalne przy ciśnieniu nominalnym 0,2 MPa. Przy braku jednoznacznych wskazań pojawia się pytanie, czy można przyjąć, że podczas poboru wody z dwóch sąsiednich hydrantów wymagania będą spełnione, jeżeli zsumowana wydajność tych urządzeń wyniesie min. 20 dm³/s?

Następna niejasność wiąże się zarówno z założeniami dotyczącymi projektowania na terenach jednostek osadniczych sieci wodociągowych dostarczających równocześnie wodę do celów przeciwpożarowych, jak i z warunkami, w jakich należy przeprowadzać próbę wydajności hydrantów. Woda do celów przeciwpożarowych może być pobierana w dowolnym momencie. Tym samym sieć wodociągowa służąca równocześnie zaopatrzeniu jednostki osadniczej w wodę musi zapewnić możliwość jej poboru z hydrantów przez co najmniej dwie godziny, również w czasie szczytowego zapotrzebowania na wodę. Jednak obowiązujące

80 hydrantów nie jest weryfikowane. A możliwym rozwiązaniem byłoby przeprowadzenie pomiarów na DN 100 i DN 150 hydrantach z nominalną przepływnością przynajmniej 20 l/s, o ile badany system posiada takie hydranty (§ 10 (9) rozporządzenia z 2009 r.).

Ważne jest zauważyć, że wymagania dotyczące pojemności systemu dostawy wody do celów gaszenia pożarów w zależności od wielkości osiedla nie zmieniły się od przeszło 50 lat. Woda nadal jest głównym środkiem gaszenia, ale technologiczne i organizacyjne postępy w tym czasie znacznie poprawiły skuteczność działań gaszących. W tym samym czasie legislacja w zakresie bezpieczeństwa pożarowego została zaktualizowana [11–14]. Wymagania dotyczące dopuszczenia produktów budowlanych do obrotu również ulegały zmianom [15–16]. Wszystko to przyczyniło się do poprawy bezpieczeństwa pożarowego. Ponadto, zapotrzebowanie na wodę w gospodarstwach domowych od wielu lat maleje [17–18]. Wypowiedzenie osiedla o populacji 15 000 osób, zgodnie z rozporządzeniem z 2009 r., musi mieć minimalną pojemność systemu dostawy wody do celów gaszenia pożarów 20 l/s – można oczekiwać, że w gospodarstwie domowym zapotrzebowanie na wodę wyniesie 40 l/s. Ta ocena zakłada jednostkowe zapotrzebowanie na wodę 100 dm³/d·Mk przy godzinowym współczynniku nierównomierności $N_h = 2$ i stratach wody 10%. To zapotrzebowanie będzie rozdzielone w całym systemie dostawy wody, w przeciwieństwie do lokalnego poboru wody do celów gaszenia pożarów. W rezultacie, wymagania dotyczące minimalnej pojemności systemu dostawy wody i stosowania odpowiednich średnic rurociągów w zależności od struktury sieci mogą prowadzić do nadmiernej wielkości rurociągów dla innych celów. To z kolei spowoduje dłuższe czasy zatrzymania wody, które są jedną z przyczyn pogorszenia jakości wody w systemie dystrybucji [19–21].

Drugim punktem do rozważenia jest wymagana pojemność hydrantów, w których woda jest pobierana z dwóch sąsiednich hydrantów. Rozporządzenie z 2009 r. określa pojemności hydrantów, ale tylko jako wartości nominalne przy nominalnym ciśnieniu 0,2 MPa. Brak wyraźnych wskazań budzi pytanie, czy można przyjąć, że wymagania będą spełnione, jeśli łączna pojemność tych hydrantów wyniesie przynajmniej 20 l/s.

Co jeszcze należy wyjaśnić, to założenia dotyczące projektowania systemów dostawy wody do celów gaszenia pożarów w osiedlach, jak również warunki, w jakich należy przeprowadzać próbę przepływności hydrantów. Woda do celów gaszenia pożarów musi być dostępna w dowolnym momencie. W tym celu sieć wodociągowa musi zapewnić możliwość poboru wody z hydrantów przez co najmniej dwie godziny, również w czasie szczytowego zapotrzebowania na wodę. Jednak obowiązujące

„A water supply pipeline which is intended not only for firefighting purposes should have the capacity to meet the combined water demand for

- 1) firefighting purposes;
- 2) household purposes, reduced to 15%;
- 3) industrial purposes, as required to keep machinery operational”.

rozporządzenie z 2009 r. nie zawiera takiego wymagania. W § 7 ust. 2 tego aktu normatywnego czytamy:

„Wodociąg, który służy nie tylko do celów przeciwpożarowych, powinien mieć wydajność zapewniającą łącznie wymaganą ilość wody dla potrzeb:

- 1) przeciwpożarowych;
- 2) bytowo-gospodarczych, ograniczonych do 15%;
- 3) przemysłowych, ograniczonych do niezbędnej obsługi urządzeń technologicznych”.

Identyczny zapis pojawił się po raz pierwszy w poprzednio obowiązującym rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 czerwca 2003 r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych [3] i mógł być interpretowany jako możliwość obniżenia wymagań dotyczące wydajności dla nowo projektowanych sieci wodociągowych tego rodzaju [22]. Zapis o podobnej treści funkcjonował również w starszych przepisach i normach, jednak początkowo ograniczał się do zakładów pracy [2], a następnie – do obiektów przemysłowych [4–5]. Dla nich bowiem można stworzyć warunki techniczne umożliwiające zmniejszenie poboru wody na pozostałe cele na wypadek zaistnienia pożaru. Trudno sobie jednak wyobrazić skuteczne wprowadzenie takiego ograniczenia na terenie dowolnej jednostki osadniczej. Obecnie obowiązująca regulacja prawna sprawia, że można podważyć negatywny wynik badania wydajności hydrantów zewnętrznych przeprowadzonego w warunkach większej wydajności w celach bytowo-gospodarczych i przemysłowych niż w warunkach wydajności wynikającej z dopuszczalnych ograniczeń. W praktyce tak zaprojektowana na terenie jednostki osadniczej sieć wodociągowa w niektórych przypadkach zapewniałaby skuteczne dostarczanie wody do celów przeciwpożarowych prawdopodobnie tylko przez kilka godzin nocnych, w których rozbiory wody są na poziomie mniejszym niż 15% wartości średnich. W przypadku jednostek osadniczych szczyt zapotrzebowania na wodę może przypadać na różne godziny w ciągu doby w zależności od dnia tygodnia czy pory roku. Wpływ na niego mają również takie czynniki, jak np.: temperatura powietrza, występowanie dni świątecznych, a nawet program telewizyjny. W typowej jednostce osadniczej w przeciętnej dobie obserwuje się dwa szczyty zapotrzebowania na wodę: poranny (wynikający z aktywności związanej z wychodzeniem do pracy i szkoły, przypadający w godzinach 6.00–8.00) oraz – zwykle większy – wieczorny (przypadający około godziny 21.00). Szczyty te są charakterystyczne dla danej sieci wodociągowej i można je łatwo wyznaczyć na podstawie odczytów z urządzeń pomiarowych. Należy rozważyć wprowadzenie zmian w obowiązującym rozporządzeniu z 2009 r., tak by badanie wydajności pożarowej sieci wodociągowej przeprowadzać właśnie w okresie maksymalnych poborów wody. Warunki takiego badania mogłyby być określane indywidualnie w regulaminie dostarczania wody i odprowadzania ścieków obowiązującym na terenie gminy. Wydaje się konieczne, żeby projekt takiego regulaminu, opracowywany przez przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne, był w tym zakresie uzgadniany z właściwym miejscowo komendantem Państwowej Straży Pożarnej (PSP).

Wydajność sieci wodociągowej przeciwpożarowej wynika z jej punktu pracy, czyli miejsca przecięcia się charakterystyki hydraulicznej układu (pompowego lub grawitacyjnego) dostarczającego

The Minister of the Interior and Administration Regulation of 16 June 2003 on Fire-Fighting Water Supply and Fire Access Roads [3] contained the same provision. This provision could have been interpreted as giving the option to reduce the capacity requirements for newly designed water supply systems of this type [22]. Older legislation had similar provisions, but initially, it was limited to workplaces [2], and later to industrial facilities [4–5]. For such structures, it is possible to define the technical conditions which, in case of fire, would allow a lower use of water for purposes other than firefighting. It is, however, hard to imagine any settlement where such a limitation could be imposed effectively. Under the existing Regulation, a fire-hydrant test result which does not meet the specified flow-rate criteria can be disproved if it was conducted under such conditions where the capacity for household purposes was higher than the capacity resulting from acceptable reductions. In practice, it is probable that such a water supply system in a settlement would in some cases ensure effective firefighting water supply for only a few hours at night, when the water demand constitutes 15% of the average. For settlements, peak water demand might occur at different times of the day depending on the day and season. Other relevant factors include air temperature, holidays and even TV shows. On an average day in a typical settlement, there are usually two water demand peaks: the morning peak (between 6:00 and 8:00, when people do their morning routines before school and work) and the evening peak (at about 21:00), which is usually higher. These peaks are specific to each water supply system and can be easily determined based on meter readouts. Hence, an amendment of the applicable 2009 Regulation should be considered to allow the testing of firefighting water supply systems at times of peak water demand. The conditions for such testing could be specified on an individual basis in the rules for water supply and conveyance of wastewater, as applicable in communes. Such rules should be drafted by water and sewerage undertakers in conjunction with chiefs of local fire departments.

The capacity of a firefighting water supply system is strictly related to its design point, which is the intersection of the characteristic system (pump or gravity) curve with the effective pipeline curve. One of the factors having an effect on the pipeline-curve shape is the pipeline's diameter. The 2009 Regulation (§ 9(7)) lays down the requirements for minimum nominal diameters of pipelines with fire hydrants. Water supply pipelines to which fire hydrants are to be connected, and which are made of non-steel materials, should have internal diameters equivalent to the respective nominal diameters of steel pipes, expressed in millimetres, of at least:

- DN 100 – for looped water distribution systems;
- DN 125 – for cross-tied water distribution systems;
- for branches of looped water distribution systems – according to hydraulic calculations;
- DN 80 – for extensions or upgrades of existing water supply pipelines with a capacity of 5 l/s in settlements with a population of up to 2,000.

Nowadays, the large majority of water supply systems are made of polyethylene (PE) pipes, with only a small pro-

wodę do sieci z wypadkową charakterystyką rurociągu. Jednym z czynników wpływających na kształt charakterystyki rurociągu jest jego średnica. W § 9 ust. 7 rozporządzenia z 2009 r. zawarto wymagania dotyczące minimalnych średnic nominalnych rurociągów uzbrojonych w hydranty zewnętrzne. Przewody wodociągowe, na których przewiduje się instalowanie hydrantów zewnętrznych przeciwpożarowych, a które zostały wykonane z materiałów innych niż stalowe, powinny mieć średnice wewnętrzne równoważne odpowiednim nominalnym średnicom rur stalowych wyrażonym w milimetrach, wynoszącym co najmniej:

- DN 100 – w sieci obwodowej;
- DN 125 – w sieci rozgałęzieniowej;
- w odgałęzieniach sieci obwodowej – według obliczeń hydraulicznych;
- DN 80 – przy rozbudowie lub modernizacji istniejącego wodociągu o wydajności 5 dm³/s w jednostce osadniczej, w której liczba mieszkańców nie przekracza 2000.

Współcześnie zdecydowaną większość sieci wodociągowych wykonuje się z rur polietylenowych (PE), a niewielką część sieci – również z rur z żeliwa sferoidalnego. Pozostałe rozwiązania materiałowe praktycznie nie mają zastosowania w budowie sieci wodociągowych rozdzielczych. W przypadku rur polietylenowych stosuje się zwykle jeden z dwóch szeregów wymiarowych: SDR 17 lub SDR 11. W tabeli 3 zestawiono średnice wewnętrzne przewodów polietylenowych dla tych szeregów wymiarowych w zakresie średnic nominalnych DN 90-DN 160.

portion of systems being made of ductile iron. Other materials have little to no application in the construction of water distribution networks. In the case of PE pipes, one of the two following standard dimension ratios is usually applied – SDR 17 or SDR 11. Table 3 lists internal diameters of polyethylene pipes for these size ranges for the nominal diameters DN-90 – DN 160.

Tabela 3. Średnice wewnętrzne rurociągów polietylenowych z szeregów wymiarowych SDR 17 i SDR 11

Table 3. Internal diameters of polyethylene pipelines with SDR 17 and SDR 11 standard dimension ratios

Średnice nominalne rurociągów polietylenowych [DN, mm]/Nominal polyethylene pipeline diameters [DN, mm]	Średnice wewnętrzne rurociągów polietylenowych z szeregu wymiarowego SDR 17 [mm]/Internal diameters of SDR 17 polyethylene pipelines [mm]	Średnice wewnętrzne rurociągów polietylenowych z szeregu wymiarowego SDR 11 [mm]/Internal diameters of SDR 11 polyethylene pipelines [mm]
90	79,2	73,6
110	96,8	90,0
125	110,2	102,2
140	123,4	114,6
160	141,0	130,8

Źródło: Opracowanie własne.

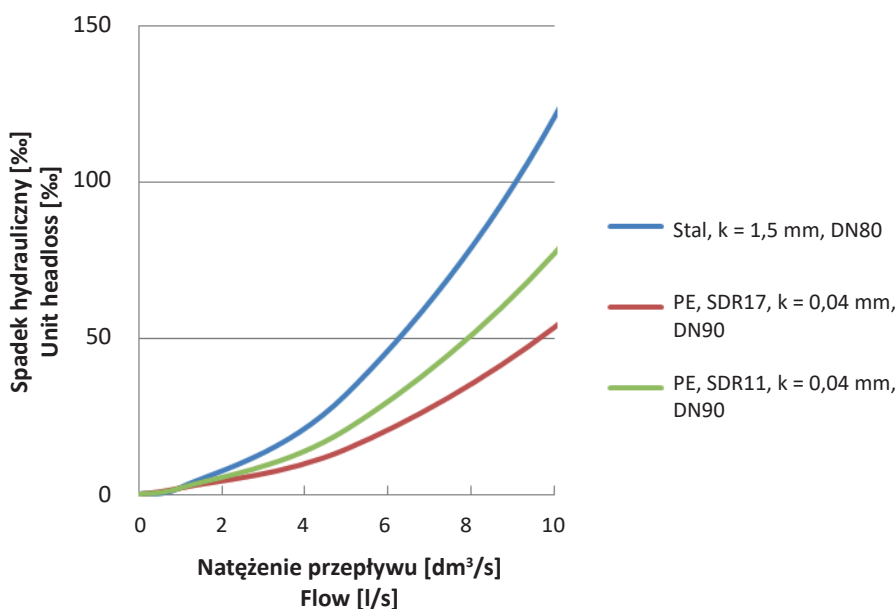
Source: Own elaboration.

Wprowadzone w rozporządzeniu z 2009 r. pojęcie średnicy wewnętrznej równoważnej dla rurociągów innych niż stalowe może powodować pewne trudności interpretacyjne. W największym uproszczeniu jako jedyne kryterium równoważności można by przyjąć zachowanie średnicy wewnętrznej nie mniejszej niż dla przewodów z rur stalowych. Bardziej uzasadnione wydaje się jednak zachowanie przepustowości rurociągu, co znalazło potwierdzenie w *Wyjaśnieniach w zakresie stosowania przepisów ochrony przeciwpożarowej* sformułowanych przez Komendę Główną Państwowej Straży Pożarnej w 2010 roku [23]. Mówimy zatem o równoważności hydraulicznej, czyli o sytuacji, w której dla określonej wartości natężenia przepływu opory przepływu uzyskane w rurociągu polietylenowym nie będą większe niż te uzyskane w rurociągu stalowym. Na rycinach 1, 2 i 3 przedstawiono porównanie spadków hydraulicznych dla rurociągów stalowych i rurociągów polietylenowych z szeregów wymiarowych SDR 17 i SDR 11. Dla

The “internal diameter equivalent to non-steel pipelines” term introduced in the 2009 Regulation might pose interpretation issues. As a gross simplification, an internal diameter of no less than the diameter of steel pipes could be considered the only equivalence criterion. It seems more reasonable, however, to ensure a certain pipeline flow capacity, as confirmed by *Explanatory notes for the application of fire safety legislation* produced by the National Headquarters of the State Fire Service in 2010 [23]. This involves hydraulic equivalence, which is a situation where for a specific flow rate, the flow resistances in a polyethylene pipeline are not higher than those of a steel pipeline. Figures 1, 2 and 3 show a comparison of unit head losses for SDR 17 and SDR 11 steel and polyethylene pipelines. Steel pipelines are assumed to have an equivalent roughness coefficient (k) of 1.5 mm for used pipes [24]. This coefficient can exhibit high variability in time for steel pipe-

rurociągów stalowych przyjęto współczynnik chropowatości zastępczej k równy 1,5 mm, jak dla rur używanych [24]. Wartość tego współczynnika dla rurociągów stalowych charakteryzuje się dużą zmiennością w czasie i zależy od wielu czynników, m.in. od: jakości wody wodociągowej, wieku rurociągu oraz jakości stali, i może osiągać wartości wyższe niż 1,5 mm. Według danych producentów wartość współczynnika k dla rurociągów polietylenowych nie przekracza 0,04 mm i w niektórych warunkach eksploatacji może również zmieniać się w czasie w wyniku tworzenia się biofilmu i odkładania się osadów [25]. W obliczeniach uwzględniono dodatkowe opory przepływu na wypływkach połączeń zgrzewanych w odległościach co 10 m, przyjmując wartość współczynnika straty miejscowej $\xi = 0,1$ dla każdego połączenia [26]. Z porównania wykresów spadków hydraulicznych wynika, że rurociągi polietylenowe o średnicy nominalnej 90 mm wykazują mniejsze opory przepływu (bez względu na szereg wymiarowy SDR) niż rurociąg stalowy o DN 80 (ryc. 1). Tym samym przy założeniu, że pozostałe miejscowe straty ciśnienia będą porównywalne, można uznać je za równoważne hydraulicznie. Podobna zależność występuje w przypadku rurociągów polietylenowych o DN 110 i rurociągu stalowego o DN 100 (ryc. 2). W porównaniu z rurociągiem stalowym o DN 125 tylko rurociąg polietylenowy o DN 125 z szeregu wymiarowego SDR 17 generuje mniejsze opory przepływu. Wyraźne zmniejszenie średnicy wewnętrznej rurociągu polietylenowego o DN 125 z szeregu wymiarowego SDR 11 powoduje znaczący wzrost prędkości przepływu o blisko 50% w porównaniu z rurociągiem stalowym i tym samym większe straty ciśnienia. W takim przypadku, jeżeli wymagania techniczne wymuszają konieczność zastosowania rur z szeregu wymiarowego SDR 11, konieczne będzie przyjęcie rurociągu o większej średnicy nominalnej, np. 140 (ryc. 3).

lines and depends on many factors such as pipeline water quality, pipeline age and steel quality, and can exceed 1.5 mm. According to manufacturers' specifications, the value of k for polyethylene pipelines does not exceed 0.04 mm and in some service environments, it may also change over time as a result of biofilm formation and sediment deposition [25]. The calculations accounted for additional flow resistances at welded connections' beads of molten material at distances of every 10 meters, assuming a local loss coefficient of $\xi = 0.1$ for each connection [26]. A comparison of the head-loss charts shows that polyethylene pipelines with a nominal diameter of 90 mm exhibit lower flow resistances (at any SDR) than DN 80 steel pipelines (Figure 1). By extension, assuming that the remaining local pressure losses will be comparable, these pipes can be considered hydraulically equivalent. A similar pattern can be observed for DN 110 polyethylene pipelines and DN 100 steel pipelines (Figure 2). Compared to DN 125 steel pipelines, only DN 125 SDR 17 polyethylene pipelines provide lower flow resistances. A considerable reduction in the internal diameter of DN 125 SDR 11 polyethylene pipelines causes a substantial increase of 50% in the flow velocity compared to steel pipelines, thus entailing larger pressure losses. In such a case, if the technical requirements make it necessary to use SDR 11 pipes, a pipeline with a larger nominal diameter must be considered – e.g. 140 (Figure 3).

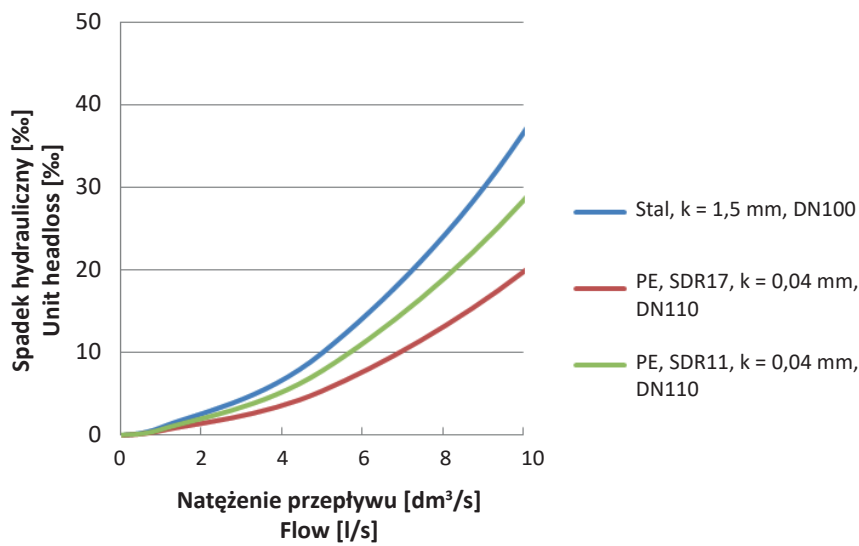


Rycina 1. Spadek hydrauliczny w rurociągach polietylenowych o DN 90 i w rurociągu stalowym o DN 80

Figure 1. Unit head loss in DN 90 polyethylene pipes and DN 80 steel pipes

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

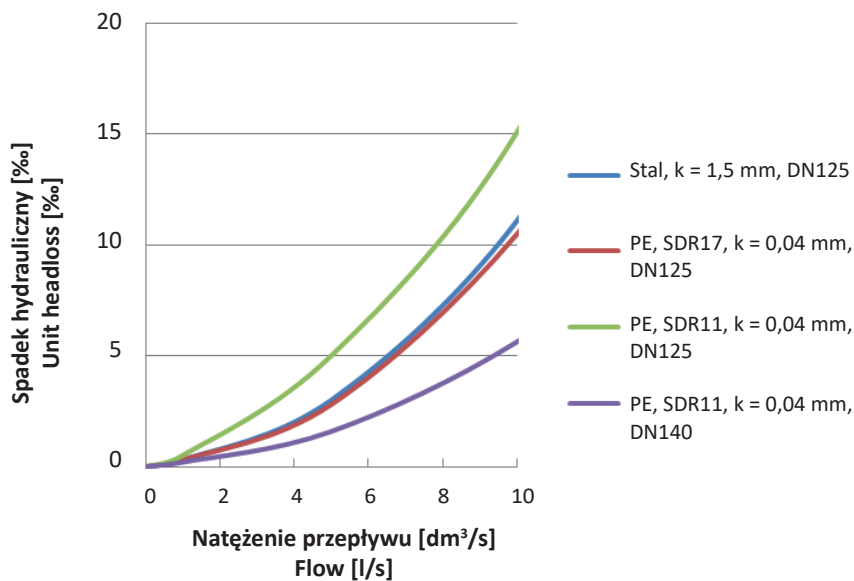


Rycina 2. Spadek hydrauliczny w rurociągach polietylenowych o DN 110 i w rurociągu stalowym o DN 100

Figure 2. Unit head loss in DN 110 polyethylene pipes and DN 100 steel pipes

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.



Rycina 3. Spadek hydrauliczny w rurociągach polietylenowych o DN 125 i 140 oraz w rurociągu stalowym o DN 125

Figure 3. Unit head loss in DN 125 and DN 140 polyethylene pipes and DN 125 steel pipes

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Dobrane w ten sposób jako równoważne hydraulicznie średnice rurociągów polietylenowych będą mniejsze, niż wynikałoby to tylko z zachowania minimalnych średnic wewnętrznych, nie mniejszych niż dla rurociągów stalowych.

Dla odgałęzień sieci obwodowej dopuszcza się dobór średnic przewodów na podstawie obliczeń hydraulicznych. Do niedawna wykonywanie takich obliczeń dla całych sieci było procesem żmudnym (wręcz niemożliwym), zwłaszcza w przypadku sieci obwodowych. Współcześnie coraz więcej przedsiębiorstw wodociągowych wprowadza modele numeryczne sieci wodociągowych

The equivalent hydraulic diameters of polyethylene pipelines chosen on this basis will be smaller than might be assumed on the single basis that minimum internal diameters, not smaller than those of steel pipelines, have been ensured.

For branches of looped water distribution systems, it is permitted to choose pipe diameters on the basis of hydraulic calculations. Until only recently, making such calculations was a laborious (if not infeasible) task, especially in the case of looped water distribution systems. Now, a growing number of water undertakers are employing numerical modelling of water

pozwalające na przeprowadzenie analiz pracy sieci również w warunkach pożarowych. Badanie scenariuszy pożarowych jest obecnie możliwe dla doboru średnic wszystkich przewodów na podstawie obliczeń hydraulicznych bez ograniczeń wynikających z zapisów analizowanego rozporządzenia z 2009 r. W przypadku sieci obwodowych scenariusze takie powinny obejmować sprawdzenie możliwości poboru wymaganej ilości wody do celów przeciwpożarowych w godzinach maksymalnych rozbiórów wody również w warunkach awarii, tak by możliwe było zasilanie hydrantów. Uzasadnione byłoby, żeby wyniki takiej analizy wykonanej przez przedsiębiorstwo wodociągowe podlegało uzgodnieniu z właściwym miejscowo komendantem PSP.

Podsumowanie

Rozporządzenie z 2009 r. jest głównym aktem normatywnym regulującym zasady projektowania dwufunkcyjnej sieci wodociągowej, w tym sieci dla potrzeb przeciwpożarowych. Jest to piąta nowelizacja od czasu wejścia w życie jego pierwotnego w 1964 roku. Bazujący na tym rozporządzeniu projektanci oraz uzgadniający projekty budowlane rzeczoznawcy do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych trafiają na trudności interpretacyjne niektórych jego zapisów. Wątpliwości dotyczą między innymi kwestii wydajności sieci wodociągowej i hydrantów przeciwpożarowych. Głównym zagadnieniem jest dobór średnic rurociągów sieci wodociągowej przeciwpożarowej zapewniający spełnienie stawianych wymagań. Dzięki wynikom analiz uzyskanym z modeli numerycznych można między innymi: optymalizować dobór średnic rurociągów, analizować pracę pompowni i warunki współpracy ze zbiornikami sieciowymi, a także badać zdolność sieci do dostarczania wody w celach przeciwpożarowych w wymaganej ilości, pod odpowiednim ciśnieniem i w wymaganym czasie [27, 28, 29, 30].

Wnioski

Analiza obowiązującego rozporządzenia z 2009 r. [1] wskazała na problemy z jego interpretacją w kilku podstawowych kwestiach związanych z wydajnością sieci wodociągowych przeciwpożarowych. Wśród nich należy wyróżnić warunki jednoczesnego poboru wody z dwóch sąsiednich hydrantów zewnętrznych dla sieci wodociągowych przeciwpożarowych, dla których łączna wymagana ilość wody przekracza $20 \text{ dm}^3/\text{s}$. Szczególną wątpliwość mogą budzić również zasady przyjmowania minimalnych średnic rurociągów dopuszczające dobór tych średnic na podstawie obliczeń hydraulicznych tylko w jednym z przypadków.

Należy rozważyć wprowadzenie odpowiednich poprawek do rozporządzenia z 2009 r., zwłaszcza w zakresie procedur określania wydajności sieci wodociągowych, dla których łączna wymagana ilość wody do celów zewnętrznego gaszenia pożaru przekracza $20 \text{ dm}^3/\text{s}$. W tym zakresie proponuje się powrót do zapisów rozporządzenia z 1964 r. [2], które łączyły wymaganą wydajność wodociągu z liczbą mogących równocześnie

supply systems to study how the systems work when needed for firefighting purposes. Fire scenarios can now be studied for the purposes of selecting diameters of all pipes based on hydraulic calculations without the 2009 Regulation limitations. For looped water distribution systems, such fire scenarios should check whether the required amounts of firefighting water can be supplied to fire hydrants at times of peak water demand, also in the event of a failure. It would be reasonable to consult the findings of such water undertakers' studies with chiefs of local fire departments.

Summary

The 2009 Regulation is the primary piece of legislation governing the design of dual-function water supply systems, including systems for firefighting purposes. It is the fifth amendment of the original regulation which came into force in 1964. The designers and fire surveyors consulted on building plans and specifications who rely on this regulation have had difficulties interpreting some of its provisions. One of the disputable issues is the capacity of water supply systems and fire hydrants. The central problem here has to do with choosing the diameters of fire-water supply pipelines which meet the requirements. Analyses based on numerical models have provided insights which can be used to optimise the choice of pipeline diameters, study the operation of fire pump rooms and their interaction with fire protection tanks in water supply systems, as well as to investigate the capability of systems to supply firefighting water as required in terms of the amount, pressure and timing [27–30].

Conclusions

The analysis of the 2009 Regulation [1] presently in force has pointed to issues with its interpretation regarding a number of fundamental aspects related to the capacity of fire-fighting water supply systems. One of the primary issues involves the requirements for taking water simultaneously from two fire hydrants connected to firefighting water supply systems for which the total water demand exceeds 20 l/s . In particular, there is no clarity about how to interpret the rules for defining minimum pipeline diameters, as according to these, the choice of the diameters can be made on the basis of hydraulic calculations considering only one of the cases.

Consideration should be given to making appropriate amendments to the 2009 Regulation. In particular, this should include the procedures to determine the capacity of water supply systems for which the total water demand for fire hydrants exceeds 20 l/s . A possible solution worth considering would be to reintroduce the provisions of the 1964 Regulation [2], which addressed both the pipeline capacity and the number of

powstać pożarów, uwzględniając warunek, że pożary tę mogą wystąpić w najniekorzystniejszych punktach sieci wodociągowej. Jednocześnie mając na uwadze postęp techniczny i organizacyjny w zakresie gaszenia pożarów, podejmowane działania prewencyjne oraz obowiązujące wymagania dotyczące wyrobów budowlanych należy rozważyć możliwość zmniejszenia wymaganej wydajności wodociągu wynikającej z równoczesności występowania pożarów w jednostkach osadniczych. Pomocne w tym zakresie może być prognozowanie sytuacji pożarowej na podstawie m.in. metod szacowania ryzyka [31]. Wszelkie działania powinny być jednak bardzo ostrożne, aby nie prowadziły do pogorszenia warunków ochrony przeciwpożarowej.

Ze względu na występujące nierównomierności rozbiórów wody warunki badania wydajności sieci wodociągowej przeciwpożarowej zaopatrującej w wodę jednostkę osadniczą powinny zostać bardziej szczegółowo określone, tak by zapewniona była wymagana wydajność wodociągu o dowolnej godzinie. Wystarczającym oraz możliwym technicznie i organizacyjnie rozwiązaniem wydaje się wyznaczenie w ramach konkretnych sieci wodociągowych godzin, dla których współczynniki nierównomierności godzinowej osiągają statystycznie maksymalne wartości, i wprowadzenie wymogu badania wydajności właśnie w tych godzinach.

W przypadku braku wymaganej wydajności sieci wodociągowej należy pamiętać o możliwości stosowania uzupełniających źródeł wody i zbiorników przeciwpożarowych. Zastosowanie zbiorników przeciwpożarowych na terenie jednostek osadniczych i zakładów pracy może być alternatywą pozwalającą na zmniejszenie średnic projektowanych sieci wodociągowych (§ 4 ust. 5 rozporządzenia z 2009 r.).

Konieczne jest doprecyzowanie, dla których obiektów wydajność wodociągu do celów nie tylko przeciwpożarowych może być obliczana z ograniczeniem wydajności na cele bytowo-gospodarcze i przemysłowe. Sugeruje się, żeby taką możliwość zawęzić do obiektów, w przypadku których realne jest szybkie powiadomienie użytkowników o zaistnieniu pożaru i konieczności ograniczenia poboru wody na inne cele niż przeciwpożarowe. Wydaje się, że ponowne odniesienie tego zapisu do zakładów pracy, być może z rozszerzeniem o wybrane obiekty użyteczności publicznej wyposażone w system powiadamiania pożarowego, jest rozsądną propozycją.

W rozwiązywaniu przedstawionych problemów można skutecznie wspomagać się wykorzystaniem modeli numerycznych sieci wodociągowych. Wprowadzenie zmian w obowiązujących przepisach prawnych, tak by dopuszczały dobór średnic rurociągów na podstawie analiz scenariuszy pożarowych opartych na modelach numerycznych sieci wodociągowych, należy obecnie traktować jako realną propozycję.

fires which might occur at the same time, accounting for the fact that these fires might occur at the most disadvantageous points of water supply systems. Also, given the technological and organisational advancements in firefighting, as well as the preventive measures in place and applicable requirements for construction materials, it might be a good idea to consider reducing the pipeline capacity requirement for the event involving simultaneous fires in a settlement. Fire projection using risk estimation and other methods might prove useful in this regard [31]. Whatever steps are taken, however, they must be very cautious. Otherwise, fire safety conditions might be inadvertently worsened.

As water demand varies at different times of the day, the conditions for testing the capacity of firefighting water supply systems which serve settlements should be defined in more detail so as to make sure that the system has the required capacity at any time of the day. One solution, which seems feasible both technologically and organisationally, would be to define for specific water supply systems the hours in which the hourly diversity factors are statistically at their peak, and to introduce a requirement that the capacity be tested during these hours.

Where a water supply system does not have the required capacity, auxiliary water sources and firefighting reservoirs should be considered. Firefighting reservoirs within settlements and workplaces could provide an alternative in this regard, thus making it possible to reduce the diameters of the designed water supply systems – § 4 (5) of the 2009 Regulation.

The legislation must be more specific about the structures and buildings for which it is permitted to calculate the capacity of pipelines intended not only for firefighting purposes based on a reduced capacity for household and industrial purposes. A possible solution would be to restrict such calculations to structures and buildings whose users could be rapidly notified of the fire, and the resulting need to reduce the use of water for purposes other than firefighting. It seems that re-incorporating workplaces in these provisions, and perhaps adding selected institutional facilities equipped with fire alarm systems, would be a good solution.

Numerical modelling of water supply systems could be effectively employed for solving the issues discussed. Making amendments to existing legislation so that it permits the selection of pipeline diameters on the basis of fire-scenario analyses relying on numerical water supply system models should be considered a valid option.

Literatura

- [1] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 lipca 2009 r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych (Dz. U. poz. 124, Nr 1030).
- [2] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 15 czerwca 1964 r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia wodnego (Dz. U. poz. 25 Nr 163).
- [3] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 czerwca 2003 r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych (Dz. U. poz. 121, Nr 1139).
- [4] PN-B-02864:1971: Ochrona przeciwpożarowa w budownictwie. Przeciwpożarowe zaopatrzenie wodne. Zasady obliczania zapotrzebowania wody do celów przeciwpożarowych do zewnętrznego gaszenia pożaru.

- [5] PN-B-02864:1997: Ochrona przeciwpożarowa budynków. Przeciwożarowe zaopatrzenie wodne. Zasady obliczania zapotrzebowania na wodę do celów przeciwpożarowych do zewnętrznego gaszenia pożaru.
- [6] Rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 czerwca 2003 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. poz. 121, Nr 1138).
- [7] Ścieranka G., *Przeciwpożarowe sieci wodociągowe – ewolucja wymagań prawnych*, „Rynek Instalacyjny” 2010, 6, 72–75.
- [8] Rochala P., *Kształtowanie zaopatrzenia w wodę*, „Przegląd Pożarniczy” 2016, 11, 42–46.
- [9] Łozowski T., *Przeciwpożarowe zaopatrzenie w wodę – szczególne przypadki stosowania rozwiązań zamiennych zapewniających nie pogorszenie warunków ochrony przeciwpożarowej, w kontekście realizacji obowiązku zapewnienia przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę dla jednostek osadniczych*, seminarium naukowo-techniczne „Ochrona przeciwpożarowa w budownictwie”, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Pożarnictwa Oddział Małopolska, 2014, 27–35.
- [10] Łozowski T., *Zaopatrzenie w wodę do zewnętrznego gaszenia pożaru*, „Ochrona Przeciwożarowa” 2005, 2, 34–38.
- [11] Rochala P., *Krótkie dzieje przepisów przeciwpożarowych (cz. 10)*, „Przegląd Pożarniczy” 2016, 1, 46–49.
- [12] Rochala P., *Krótkie dzieje przepisów przeciwpożarowych (cz. 11)*, „Przegląd Pożarniczy” 2016, 2, 46–49.
- [13] Rochala P., *Krótkie dzieje przepisów przeciwpożarowych (cz. 12)*, „Przegląd Pożarniczy” 2016, 3, 46–49.
- [14] Rochala P., *Krótkie dzieje przepisów przeciwpożarowych (cz. 13)*, „Przegląd Pożarniczy” 2016, 3, 48–51.
- [15] Pastuszka K., Mroczo G., *Ocena zgodności wyrobów budowlanych stosowanych w ochronie przeciwpożarowej*, Wydawnictwo CNBOP-PIB, Józefów 2012.
- [16] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG (Dz. Urz. UE L 88 z 4.04.2011).
- [17] Hiedrich Z., Jędrzejkiewicz J., *Analiza zużycia wody w miastach polskich w latach 1995–2005*, „Ochrona Środowiska” 2007, 29, 4, 29–34.
- [18] Batóg B., Batóg J., *Analiza tendencji zużycia wody w polskich miastach w sektorze gospodarstw domowych*, „Zarządzanie i Finanse” 2013, 11, 3/2, 89–100.
- [19] Denczew S., *Wpływ sposobu zaopatrzenia przeciwpożarowego na jakość wody w sieci wodociągowej*, „Ochrona Środowiska” 2003, 25, 4, 37–38.
- [20] Mrowiec M., Herczyk T., Kuliński E., *Analiza zmienności parametrów jakościowych wody pitnej w układzie dystrybucji*, „Inżynieria i Ochrona Środowiska” 2016, 19 (1), 27–35.
- [21] Świderska-Bróz M., Wolska, M., *Główne przyczyny wtórnego zanieczyszczenia wody w systemie dystrybucji*, „Ochrona Środowiska” 2006, 28 (4), 29–34.
- [22] Litwin A., Gruszecki T., *Charakterystyka sieci wodociągowej wobec przepisów ochrony przeciwpożarowej*, „Ochrona Przeciwożarowa” 2007, 2, 28–33.
- [23] Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej, *Wyjaśnienia w zakresie stosowania przepisów ochrony przeciwpożarowej*, 22 marca 2010, http://www.straz.gov.pl/panstwowa_straz_pozarna/wyjasnienia_kgpsp [dostęp: 2.12.2017].
- [24] PN-92/B-01706: Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu.
- [25] Hołota E., Kowalska B., Kowalski, D., *Badanie współczynników chropowatości zastępczej wybranych rurociągów rzeczywistej sieci wodociągowej*, „Instal” 2013, 9, 61–64.
- [26] Kuś K., Grajper P., Ścieranka G., *Identyfikacja strat ciśnienia w rurociągach polietylenowych*, „Instal”, 2008, wydanie specjalne, 46–49.
- [27] Ścieranka G., *Modelowanie hydrauliczne sieci wodociągowych – wybrane aspekty*, „Napędy i Sterowanie” 2016, 1, 201, 58–61.
- [28] Walski T.M. et al., *Advanced water distribution modeling and management*, Haestad Methods, Waterbury 2003.
- [29] Studzinski J., *Waternet modelling and model calibration for the waterworks management*, „Studia i Materiały PSZW” 2009, t. 24.
- [30] Pawlak A., *Modelowanie i optymalizacja układu dystrybucji wody. Raport IBS PAN. RB 07/2008*, Warszawa 2008.
- [31] *Czerwona księga pożarów*, t. II, Wydawnictwo CNBOP-PIB, Józefów 2016.

DR INŻ. GRZEGORZ ŚCIERANKA – w 1998 roku ukończył Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej, na którym w 2004 roku uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska. Jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym Instytutu Inżynierii Wody i Ścieków Politechniki Śląskiej. Ma uprawnienia budowlane do projektowania w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji oraz urządzeń cieplnych, wentylacyjnych, gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych bez ograniczeń. W swoich zainteresowaniach naukowych skupia się na modelowaniu hydraulicznym sieci wodociągowych i kanalizacyjnych oraz na instalacjach i sieciach wodociągowych przeciwpożarowych.

GRZEGORZ ŚCIERANKA, PH.D. ENG. – graduated from the Faculty of Energy and Environmental Engineering, the Silesian University of Technology, in 1998. In 2004 he was awarded the degree of Doctor of Technical Sciences in Environmental Engineering. He is a research and teaching fellow at the Institute of Water and Wastewater Engineering, the Silesian University of Technology. He is also a fully licensed civil engineer specialising in the installation of heat networks, heating systems and heating, ventilation and gas appliances, and water supply and wastewater piping systems. His research focuses on the hydraulic modelling of water supply and wastewater systems, as well as firefighting systems and firefighting water supply systems.