

WODOCIĄGI BIAŁOSTOCKIE



Program ogólny sieci wodociągowej Miasta Białystok

Lokalizacja:	Miasto Białystok
Inwestor:	„Wodociągi Białostockie” Sp. z o.o. w Białymstoku, ul. Młynowa 52/1
Branża:	Hydraulika
Opracowujący:	DHI Polska Sp. z o. o. z siedzibą ul. Koszykowa 6, 00 – 564 Warszawa
Umowa:	Umowa z dnia 14 czerwca 2016 r. pomiędzy WoBi i Sygnity wraz z aneksami

Kierownik Projektu	mgr inż. Waldemar Miałś	<i>Waldemar Miałś</i>
Zespół projektowy	mgr inż. Ewa Ratter	mgr inż. EWA RATTER Upr. bud. nr 451/02 w specjalności: instalacje sieci i urządzenia sanitarne do projektowania bez ograniczeń <i>Ewa Ratter</i>
	mgr inż. Maciej Korona	<i>Maciej Korona</i>
	inż. Anna Szlachta	<i>Anna Szlachta</i>
	mgr inż. Wojciech Kiewisz	<i>Wojciech Kiewisz</i>
	mgr inż. Grzegorz Tatara	<i>Grzegorz Tatara</i>

Numer projektu	38800321
Data	31 maj 2017
Wersja	Finalna

Lokalizacja:	Miasto Białystok
Inwestor:	„Wodociągi Białostockie” Sp. z o.o. w Białymstoku, ul. Młynowa 52/1
Branża:	Wodno – kanalizacyjna
Opracowujący:	DHI Polska Sp. z o. o. z siedzibą ul. Koszykowa 6, 00 – 564 Warszawa
Umowa:	Umowa z dnia 14 czerwca 2016 r. pomiędzy WoBi i Sygnity wraz z aneksami

Kierownik Projektu	Waldemar Mlaś
Koordynator Projektu	Urszula Sadowska
Zespół projektowy	Marcin Kieżun, Grzegorz Tatar, Maciej Korona, Wojciech Kiewisz, Anna Szlachta

Numer projektu	38800321
Data	31 maj 2017
Wersja	1.0

Spis treści:

1	Cel opracowania	7
2	Charakterystyka obszaru opracowania	7
2.1	Ogólna charakterystyka Miasta Białystok	7
2.2	Demografia	9
2.3	Użytkowanie	10
2.4	Hydrografia i rzeźba terenu	11
2.5	Kierunki rozwoju aglomeracji	14
3	Źródła zaopatrzenia miasta w wodę	17
3.1	Ujęcia wody	17
3.2	Stacje uzdatniania	17
3.3	Pompownie wody	18
4	Budowa modelu sieci wodociągowej stanu istniejącego	22
4.1	Charakterystyka istniejącej sieci modelowanej	22
4.2	Zużycie wody	24
4.3	Kalibracja modelu	27
5	Analiza pracy sieci – stan obecny	30
5.1	Scenariusze pracy istniejącej sieci magistralnej	30
6	Budowa modelu programu ogólnego sieci wodociągowej	44
6.1	Uwzględnione zmiany rozwojowe	44
6.1.1	Zwiększenie dystrybucji wody poza granice miasta	44
6.1.2	Zwiększenie dystrybucji wody w granicach miasta	45
6.2	Rekomendowane rozwiązania	47
7	Analiza pracy sieci – program ogólny	51
7.1	Analiza możliwości obniżenia ciśnienia	51
7.2	Propozycja stałego opomiarowania sieci	53
8	Kolejność realizacji nowych magistral dla potrzeb terenów nieurbanizowanych oraz szacunkowe koszty inwestycji	57

Spis rysunków:

Rys. 1. Obszar objęty opracowaniem	8
Rys. 2 Prognoza ludności dla miasta Białystok do 2050 r. (<i>źródło: Bank danych regionalnych</i> <i>https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start</i>)	9
Rys. 3 Ukształtowanie terenu Białegostoku	12
Rys. 4 Pokrycie terenu Białegostoku	13
Rys. 5 Pompownia wody II stopnia SUW Jurowce	20
Rys. 6 Zużycie wody oraz jego rozkład przestrzenny	25
Rys. 7 Wykresy nierównomierności dobowej konsumpcji wody	26
Rys. 8 Wykresy nierównomierności dobowej pompowni	26
Rys. 9 Wykresy nierównomierności dobowej SUW	27
Rys. 10 Prognoza poboru wody do 2035 roku	44
Rys. 11 Planowana strefa aktywności gospodarczej Krywlany	46
Rys. 12 Planowany rozwój zabudowy w dzielnicy Bagnówka	47
Rys. 13 Schemat rozbudowy sieci wodociągowej Białegostoku	50

Spis tabel:

Tabela 1 Pokrycie terenu miasta Białystok	11
Tabela 2 Dokumenty przekazane przez Gminy ościenne	14
Tabela 3 Analiza porównawcza pokrycia terenu miasta Białystok	15
Tabela 4 Pompy zlokalizowane w pompowni III° SUW Pietrasze	18
Tabela 5 Pompy zlokalizowane w pompowni II° SUW Jurowce	19
Tabela 6 Charakterystyka sieci modelowanej	22
Tabela 7 Zestaw A - działań planowanych do wdrożenia przez Wodociągi Białostockie	47
Tabela 8 Zestaw B - działań autorskich rekomendowanych do wdrożenia w perspektywie roku 2035	48
Tabela 9 Punkty pomiaru ciśnienia oraz przepływu	54
Tabela 10 Rekomendowane działania autorskie wraz z szacunkową wyceną	58

Spis załączników:

1. Mapa stanu istniejącego sieci wodociągowej Miasta Białystok
2. Mapa programu ogólnego sieci wodociągowej Miasta Białystok
3. Płyta DVD

1 Cel opracowania

Program ogólny sieci wodociągowej miasta Białystok, wraz z opracowaniem hydraulicznego modelu symulacyjnego, powstał na zlecenie Wodociągów Białostockich Sp. z o.o. w Białymstoku w ramach umowy zakładającej przeprowadzenie analizy przedwdrożeniowej i sporządzenie koncepcji zarządzania majątkiem sieciowym wraz z programami ogólnymi sieci wodociągowej i kanalizacyjnej miasta Białegostoku.

Celem niniejszej części jest opracowanie bilansu zapotrzebowania na wodę aglomeracji białostockiej w perspektywie do 2035 r. oraz analiza wykorzystania istniejącej sieci, obejmująca w szczególności charakterystykę: zużycia wody, jakości wody, pracy sieci w warunkach zwyczajnych i nadzwyczajnych, rekomendacje optymalizujące układ oraz wdrożenia umożliwiające pracę własną pracownika przedsiębiorstwa nad udoskonaleniem systemu dystrybucji wody.

2 Charakterystyka obszaru opracowania

Opracowanie obejmuje swoim zasięgiem miasto Białystok wraz z siecią wodociagową w tym obszarze określoną jako magistralna (od Φ 300 do Φ 1000 mm) z fragmentami sieci rozbiorczej poniżej Φ 300 mm, które stanowią istotne odcinki sieci pod względem hydrauliki całego układu z wyłączeniem odcinków technologicznych.

2.1 Ogólna charakterystyka Miasta Białystok

Miasto Białystok, na prawach powiatu, jest stolicą województwa podlaskiego i największym miastem północno-wschodniej Polski. Położone jest na Wysoczyźnie Białostockiej w makroregionie Niziny Północnopolaskiej, w bliskim sąsiedztwie trzech państw: Rosji, Białorusi i Litwy, co sprzyja rozwojowi handlu i przemysłu, wzbogacając wielokulturowość. Miasto stanowi główny ośrodek gospodarczy, naukowy i kulturalny regionu. Obszar o powierzchni ponad 102 km² jest siedzibą wielu uczelni wyższych oraz domem wielu znanych aktorów, sportowców i artystów. Obszar objęty opracowaniem przedstawiony jest na Rys. 1.



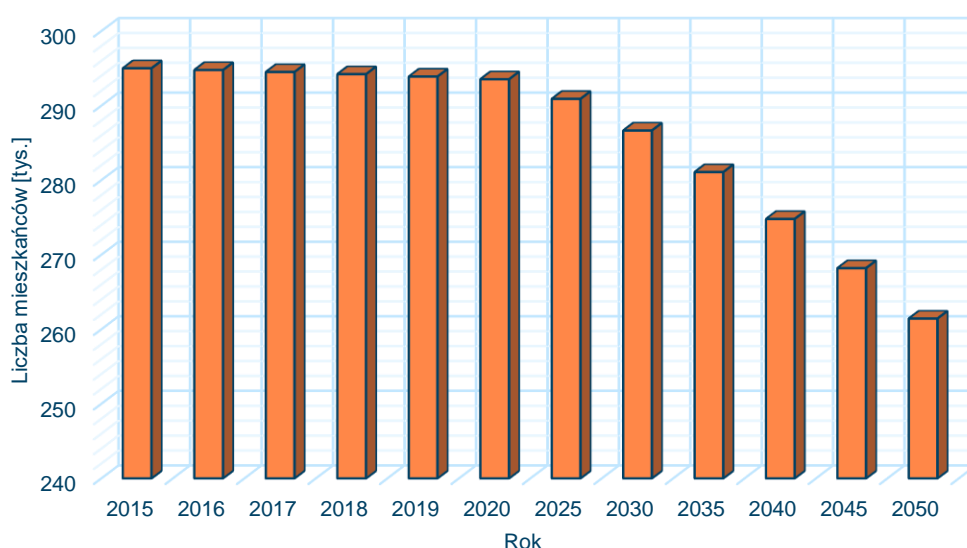
Rys. 1. Obszar objęty opracowaniem

2.2 Demografia

Według danych Głównego Urzędu Statystycznego z końca roku 2015 liczba ludności Białegostoku wynosi 295 981 osób, co daje aglomeracji jedenastą lokatę wśród najliczniej zamieszkałych miast Polski i drugą pod względem gęstości zaludnienia. Intensywny wzrost populacji miasta rozpoczął się z chwilą zakończenia II Wojny Światowej i zakończył na początku XXI wieku, gdy liczba ludności ustabilizowała się na poziomie 290 – 296 tys. osób. Przez okres ponad pół wieku liczba mieszkańców miasta wzrosła ponad 5-cio krotnie, co powiązane było ze wzrostem powierzchni o ok. 58 km² mającej miejsce w skutek przyłączenia ościennych miejscowości.

Bliskość północnej i wschodniej granicy kraju sprzyja tworzeniu społeczności wielonarodowościowej. Procentowy udział osób należących do mniejszości narodowej lub etnicznej wśród ogółu mieszkańców Białegostoku wg spisu ludności z roku 2002 wyniósł 2,53%. W liczbie tej znacznie przeważają Białorusini oraz Rosjanie. Narodowości te wykazują aktywność społeczną poprzez liczne organizacje zrzeszające, działające w mieście.

Z danych prognostycznych, opracowanych przez GUS wynika, że do roku 2035 szacowany jest ubytek liczby ludności oraz znaczące zmiany w strukturze wiekowej. Spadek liczby ludności kraju do roku 2050 określono na 12% w stosunku do roku 2013, a ludności województwa podlaskiego na 17%. Predykcyjne wartości liczby mieszkańców miasta wg GUS zamieszczono na Rys. 2.



Rys. 2 Prognoza ludności dla miasta Białystok do 2050 r. (źródło: Bank danych regionalnych <https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start>)

Największe skupiska ludności występują w zachodniej, centralnej i południowo-zachodniej części miasta w obrębach: Bacieczki, Wysoki Stoczek, Antoniuk, Białostoczek Płd., Bojary, Śródmieście, Bema, Ścianka, Starosielce Płn. i Płd., natomiast najmniejsze w obrębie Krywlany, którego większość powierzchni pokrywa Las Solnicki oraz lotnisko Aeroklubu Białostockiego. Podobnie kształtuje się rozmieszczenie ludności ze względu na wiek. Zarówno osoby poniżej 18 roku życia jak i pełnoletnie, najliczniej zamieszkują obręby zachodnie, centralne i południowo-zachodnie. Wysoka gęstość zaludnienia pokrywa się z obszarami dzielnic, w których zamieszkują największe skupiska ludzi i miejscami przekracza 10 000 os. na km².

2.3 Użytkowanie

Struktura użytkowania gruntów w mieście jest zróżnicowana. W obszarze opracowania występują wszystkie klasy pokrycia terenu wyróżnione w bazie danych obiektów topograficznych (Tabela 1).

Największa część obszarów miasta zajmowana jest przez roślinność trawiastą i uprawy na gruntach ornych, które stanowią 30% powierzchni, przy czym w klasie tej znacznie przeważa roślinność trawiasta. Pokrywa ona strefy buforowe pomiędzy zabudową miejską a rzekami oraz większość niezabudowanych działek w obrębach Dojlidy, Bagnówka i Zawady. Duże skupisko traw stanowi również lotnisko Aeroklubu Białostockiego w południowej części miasta.

Blisko 30% terenów należących do miasta zajmują różne formy zabudowy, z których najliczniejszą jest zabudowa jednorodzinna (prawie połowa obszaru zabudowanego). Ten typ zabudowy przeważa w obrębach otaczających centrum, szczególnie od wschodu (Dojlidy, Przemysłowy, Skorupy, Mickiewicza, Pieczurki, Wygoda, Bagnówka i Pietrasze). Duże skupisko zabudowy jednorodzinnej stanowi również wschodnia część obrębu Bacieczki oraz zachodnia Starosielce Płd. Zabudowa wielorodzinna zajmująca ponad 6% obszaru miasta skumulowana jest w centralnych i zachodnich obrębach.

Obszary leśne w postaci Lasu Solnickiego (7,9 km² w granicach miasta) i Lasu Pietrasze (6,6 km² w granicach miasta) oraz miejskie obszary zadrzewione stanowią prawie 25% powierzchni miasta. Przestrzennie miasto bezpośrednio graniczy z obszarami leśnymi od północy oraz od południa.

Pozostałe formy pokrycia terenu są mniej istotne, a ich sumaryczna powierzchnia wynosi 17,839 km². Najliczniejszą klasę w tej grupie stanowią tereny pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi zajmujące 6,2% powierzchni miasta.

Tabela 1 Pokrycie terenu miasta Białostok

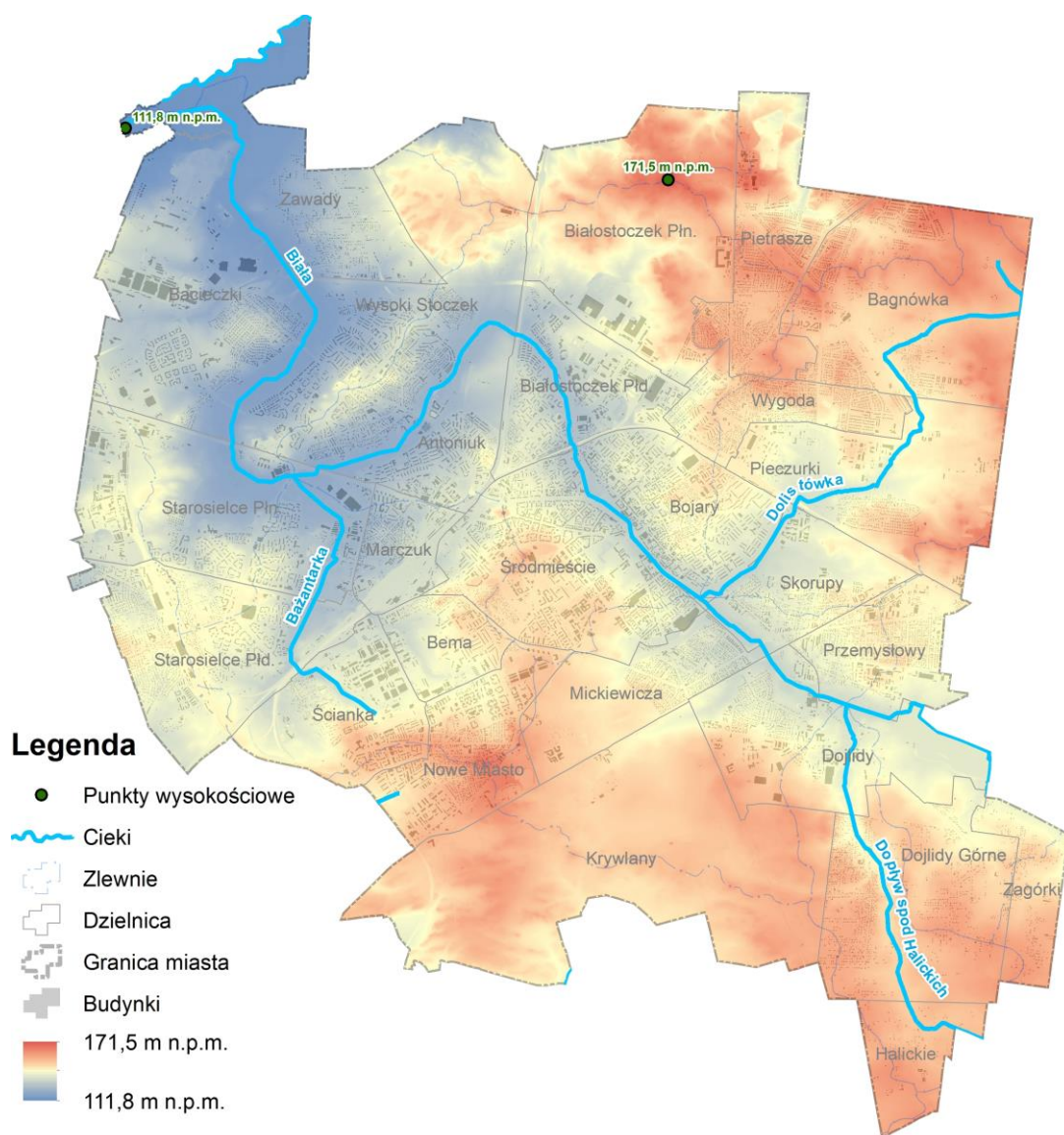
Pokrycie terenu	Powierzchnia	
	km ²	%
Roślinność trawiasta i uprawa rolna:	30,008	29,4
roślinność trawiasta	26,043	25,5
uprawa na gruntach ornych	3,965	3,9
Zabudowa:	29,735	29,1
wielorodzinna	6,316	6,2
jednorodzinna	14,261	14,0
przemysłowo-składowa	3,280	3,2
handlowo-usługowa	2,085	2,0
pozostała	3,793	3,7
Teren leśny i zadrzewiony:	24,538	24,0
las	22,285	21,8
zagajnik	0,830	0,8
zadrzewienie	1,423	1,4
Teren pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi	6,313	6,2
Uprawy trwałe	3,457	3,4
Place	2,832	2,8
Pozostałe tereny niezabudowane	1,837	1,8
Roślinność krzewiasta	1,013	1,0
Wody powierzchniowe	0,677	0,7
Grunty nieużytkowane	0,042	0,0
Tereny pozostałe	1,668	1,6
Suma	102,120	100,0

2.4 Hydrografia i rzeźba terenu

Główną oś miasta wyznacza rzeka Biała przepływająca z południowego wschodu w kierunku północnego zachodu. Jest ona ciekim IV rzędu, lewym dopływem rzeki Supraśl, której dolina ogranicza obszar opracowania z północnego zachodu. Źródło Białej znajduje się w rejonie wsi Protasy na wysokości ok. 168 m n.p.m. natomiast ujście niedaleko Fast na wysokości 115 m n.p.m. Średni spadek cieku wynosi 2,1‰ co pozwala zakwalifikować Białą do rzek o wyżynnym reżimie przepływu. Biała tworzy na terenie miasta wyraźną dolinę obustronnie ograniczoną wzniesieniami o maksymalnej deniwelacji do 50 m.

W granicach miasta znajdują się 3 znaczące dopływy Białej: stanowiąca prawostronny dopływ Dolistówka (7,331 km) oraz lewostronne: Dopływ spod Halickich (5,052 km) i Bażantarka (3,987 km). Cieki te odwadniają wzniesienia znajdujące się w południowej oraz północno wschodniej części obszaru opracowania.

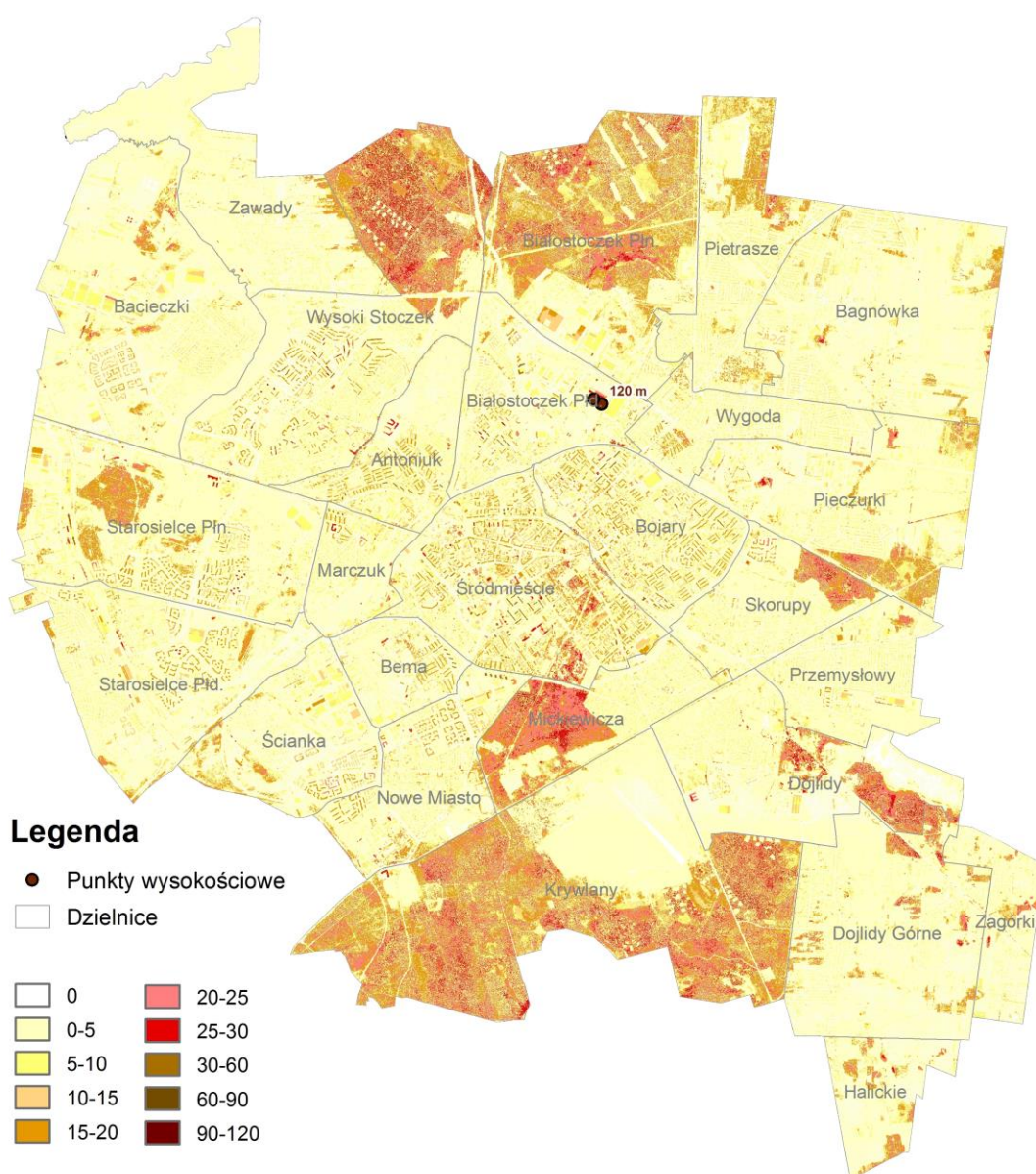
Wymienione cieki odwadniają 83 km² powierzchni miasta, co stanowi 81,4% jego powierzchni. Wody z pozostałej części obszaru opracowania spływają do Supraśli (7,3% powierzchni miasta) oraz do Horodnianki (11,3% powierzchni miasta).



Rys. 3 Ukształtowanie terenu Białegostoku

Najwyższe wzniesienie na terenie miasta znajduje się w obrębie Białostoczek Płn. i wynosi 171,5 m n.p.m. natomiast najniższy punkt miasta znajduje się w Zawadach, w korycie rzeki Białej, na granicy miasta i wynosi 111,8 m n.p.m.

Z analizy pokrycia terenu wynika, że obiekty o znacznej wysokości ograniczają miasto od północy oraz od południa (obszary leśne o drzewostanie wysokości do 30 m, pokrywające się ze wzniesieniami). Najwyższymi obiektami w mieście są dwa kominy Elektrociepłowni Białystok o wysokości 120 m każdy, znajdujące się w obrębie Białostoczek Płd. W mieście znajduje się kilkadziesiąt budynków o wysokości 30 do 50 m głównie w centralnej i zachodniej części, w obrębach Śródmieście, Bojary, Antoniuk, Wysoki Stoczek, Marczuk, Starosielce Płn. Bema i Nowe Miasto. Pozostałe obiekty nie sięgają ponad korony drzew (do 30 m). Najniższe formy pokrycia terenu występują w obrębach: północna część Krywan (lotnisko Aeroklubu Białostockiego) oraz w Zawadach (zabudowa jednorodzinna i roślinność trawiasta w dolinie Supraśli).



Rys. 4 Pokrycie terenu Białegostoku

2.5 Kierunki rozwoju aglomeracji

W ramach programu ogólnego sieci wodociągowej przeanalizowano dostępne materiały i opracowania mające charakter planów rozwoju obecnej infrastruktury miejskiej. Powyższe dokumenty stanowiły:

- Strategia Rozwoju Miasta Białegostoku na lata 2011 – 2020 plus,
- Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego Białegostoku.

Wymienione opracowania nie określają jednoznacznie strategii rozwoju infrastruktury technicznej miasta, traktują to zagadnienie jedynie w sposób ogólny. Zawarte w nich informacje nie pozwalają na oszacowanie potencjalnego wzrostu długości sieci wodociągowej lub wzrostu liczby przyłączy wodociągowych. Z informacji pozyskanych od Zamawiającego wynika, że Wodociągi Białostockie również nie dysponują strategią rozwoju sieci wodociągowej, w związku z czym zwrócono się bezpośrednio do jednostek administracyjnych zarządzających majątkiem sieciowym w gminach przyległych do obszaru miasta. Pozyskane dane oraz informacje z gmin Choroszcz, Supraśl, Zabłudów, Juchnowiec Kościelny, Turośń Kościelna oraz Dobrzyniewo Duże zamieszczono w tabeli 2.

Tabela 2 Dokumenty przekazane przez Gminy ościennie

Lp.	Gmina	Dostarczony dokument	Informacja
1	Choroszcz	Wniosek o wyrażenie zgody na pobór wody; Wniosek o wydanie warunków technicznych odprowadzania ścieków	Planowany wodociąg połączyłby przewód DN 100 na dz. nr 298 z wodociągiem zlokalizowanym w drodze oznaczonej jako ul. KD-4L (dz. nr 16/11); Miejsca zrzutu ścieków z m. Krupniki do studzienki na skrzyżowaniu ulic Litewskiej i Wietnamskiej w Białymstoku oraz z kol. Porosły do studzienki w ulicy Gen. Kleeberga w Białymstoku.
2	Supraśl	Porozumienie międzygminne	Ścieki odprowadzone z ulicy Dolnej w Supraślu do kanalizacji miasta Białystok (pismo z kwietnia 2017)
3	Zabłudów	Pismo dot. warunków technicznych odprowadzania ścieków	Ścieki z ulicy Halickiej odprowadzane do kanalizacji miasta Białystok
4	Juchnowiec	-	-
5	Turośń Kościelna	Koncepcje trasy, plany funkcjonalno-użytkowe,	Planowane jest oddawanie ścieków komunalnych do miasta Białegostoku po wybudowaniu kanalizacji sanitarnej w miejscowości Niewodnica Korycka i Niewodnica Kościelna
6	Dobrzyniewo	-	Gmina nie dysponuje dokumentacją odnośnie odprowadzania ścieków i kupna wody od Przedsiębiorstwa Białostockiego

Jedynie materiały przekazane przez gminę Choroszcz odnoszą się do planów zakupu wody z sieci wodociągowej Białegostoku. W programie ogólnym uwzględniono pobór wody z działki nr 16/11 w ciągu drogi wojewódzkiej nr 676 w ilości określonej przez gminę Choroszcz, tj. 200 m³/d.

Zgodnie z tabelą 3. dokonano analizy porównawczej zagospodarowania terenu miasta Białystok opracowanego na potrzeby Miejscowych Planów Zagospodarowania Przestrzennego oraz bazy danych obiektów topograficznych BDOT10K.

Tabela 3 Analiza porównawcza pokrycia terenu miasta Białystok

Pokrycie terenu	BDOT10K [km ²]	Pokrycie [%]	MPZP [km ²]	Pokrycie [%]
Zabudowa:	14,487	30,0	26,134	54,1
wielorodzinna	3,000	6,2	4,270	8,8
jednorodzinna	5,580	11,5	8,262	17,1
przemysłowo-składowa	2,269	4,7	4,618	9,6
handlowo-usługowa	1,330	2,8	8,611	17,8
pozostała	2,305	4,8	0,373	0,8
Roślinność trawiasta	16,658	34,5	8,499	17,6
Teren leśny i zadrzewiony	6,219	12,9		
Roślinność krzewiasta	0,326	0,7		
Teren pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi	3,166	6,5	9,043	18,7
Place	1,488	3,1		
Uprawa na gruntach ornych	2,209	4,6	2,283	4,7
Uprawy trwałe	2,290	4,7	1,775	3,7
Wody powierzchniowe	0,572	1,2	0,585	1,2
Grunty nieużytkowane	0,000	0,0	0,000	0,0
Pozostałe tereny niezabudowane	0,854	1,7	0,000	0,0
Tereny pozostałe	0,050	0,1	0,000	0,0
Suma	48,319	100,0	48,319	100,0

W obszarze miasta Białystok pokrytym Miejscowym Planem Zagospodarowania Przestrzennego, stanowiącym główny dokument określający kierunek rozwoju elementów przestrzeni miejskiej, zakłada się wzrost stopnia zabudowy o 24,1% oraz infrastruktury jej towarzyszącej (głównie infrastruktury drogowej) o 9,1%. Planuje się wzrost o 15% powierzchni handlowo-usługowych, a powierzchni mieszkalnych o 8,2%. Efektem zmian w zagospodarowaniu obszaru będzie wzrost zapotrzebowania na usługi

świadczone przez Wodociągi Białostockie, który jedynie w części będzie rekompensowany przez stały spadek zużycia wody. Zakładając zrealizowanie rozbudowy miasta w zakresie przedstawionym w Miejscowym Planie Zagospodarowania Przestrzennego oraz uwzględniając średnie zużycie wody na mieszkańca zawarte w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody (Dz.U. 2002 nr 8 poz. 70), w którym stosunek zużycia wody w sektorze handlowo-usługowym stanowi 60% zużycia w budynkach mieszkalnych, oszacowano wzrost zużycia wody w mieście do 2035 r. o 10%.

Rozwój zabudowy i infrastruktury miejskiej wg Miejscowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego realizowany będzie kosztem znacznego zmniejszenia powierzchni terenów zielonych o 30,4% obszaru pokrytego planami. Pozostałą część szaty roślinnej planuje się uporządkować, co zminimalizuje wpływ redukcji zieleni miejskiej oraz zapewni komfortowe warunki spędzania wolnego czasu.

3 Źródła zaopatrzenia miasta w wodę

Każda sieć wodociągowa musi być wyposażona w niezawodny system zasilania, gwarantujący nieprzerwane dostawy wody (ujęcia wody), o odpowiedniej jakości (stacje uzdatniania wody) oraz pod odpowiednim ciśnieniem (zbiorniki wyrównawcze, pompownie strefowe).

3.1 Ujęcia wody

W skład systemu zaopatrzenia w wodę w ramach sieci wodociągowej Białegostoku wchodzi dwa obiekty:

- ujęcie Wasilków – ujęcie powierzchniowe wykorzystujące sztuczny zbiornik na rzece Supraśl utworzony przez jaz piętrzący w km 21+650 rzeki, ujęcie boczne zlokalizowane w km 23+500 rzeki Supraśl oraz ujęcie wód infiltracyjnych ze stawów retencyjnych w postaci 18 studni. Zlokalizowane jest w południowej części miasta Wasilków na lewym brzegu rzeki Supraśl.
- ujęcie Jurowce – obejmujące ujęcie wód podziemnych w postaci 17 zespołów studni zlokalizowanych na prawym brzegu rzeki Supraśl, po obu stronach szosy Białystok – Augustów, około 5 km poniżej ujęcia Wody w Wasilkowie. Ujęcie obejmuje teren o powierzchni ok. 55 ha i wykorzystuje wody występujące w dwóch piaszczysto – żwirowych warstwach czwartorzędu.

3.2 Stacje uzdatniania

W skład systemu uzdatniania wody w ramach sieci wodociągowej Białegostoku wchodzi trzy obiekty:

- SUW Wasilków – obejmuje obiekty uzdatniające wodę infiltracyjną, pochodzącą ze studni w procesach ozonowania wstępnego oraz filtracji na filtrze kontaktowym. Woda oczyszczona magazynowana jest w zbiorniku wody wstępnie uzdatnionej oraz przekazywana pompownią II stopnia do SUW Pietrasze, gdzie uczestniczy w kolejnych procesach oczyszczania. Wydajność układu wynosi $15\,000\text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$.
- SUW Pietrasze – uzdatnia wodę z ujęcia powierzchniowego i infiltracyjnego podawaną do SUW Pietrasze z Wasilkowa. Woda surowa ze stawów retencyjnych przekazywana jest za pośrednictwem pompowni I stopnia o wydajności $56\,000\text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, rurociągami o średnicy 800 mm oraz 600 mm. Podlega procesom ozonowania wstępnego (wydajność $62\,000\text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$),

koagulacji objętościowej w dwóch pulsatorach ($2 \times 18\,000 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, planowana jest rozbudowa sekcji pulsatorów o kolejne urządzenie o wydajności $18\,000 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$), a po zmieszaniu z wodą wstępnie uzdatnioną (infiltracyjną) z SUW Wasilków przed filtrami pospiesznymi, całość podlega procesowi filtracji pospiesznej (wydajność $72\,000 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$). Następnie mieszanka wody powierzchniowej i infiltracyjnej podlega ozonowaniu pośredniemu i filtracji na węglu aktywnym (wydajność $51\,000 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$). Jako ostatni element procesu uzdatniania wody na DPW Pietrasze – Wasilków jest jej chlorowanie końcowe przed wprowadzeniem jej do zbiorników wody czystej.

- SUW Jurowce – obejmuje obiekty zlokalizowane na terenie o powierzchni około 4 ha, uzdatniające wodę z ujęcia wód podziemnych Jurowce oddalonego o 2,5 km, która przekazywana jest dwoma rurociągami o średnicy 500 mm. Woda zawiera podwyższone ilości związków żelaza i manganu, a także substancji organicznych wyrażonych jako barwa i utlenialność. Podlega procesom ozonowania, filtracji na filtrach pospiesznych oraz dezynfekcji końcowej. Chlorowana woda jest magazynowana w trzech zbiornikach wody czystej (o pojemności $7\,059 \text{ m}^3$ każdy) i podawana do sieci miejskiej z wykorzystaniem pompowni II stopnia. Wydajność układu uzdatniania wynosi $42\,240 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$.

3.3 Pompownie wody

W skład systemu podającego wodę z SUW do sieci wodociągowej Białegostoku wchodzi dwa obiekty:

- Pompownia III stopnia Pietrasze – obejmuje dwie sekcje (po cztery pompy każda) podające wodę do Białegostoku (rurociągiem o średnicy 600 mm wzdłuż ul. Wysockiego, rurociągiem o średnicy 800 mm wzdłuż ul. Piastowskiej oraz rurociągiem o średnicy DN 600/800/1000 mm do lasu, w kierunku SUW Jurowce) oraz do hydroforni Wasilków (rurociągiem o średnicach 250 mm). Ciśnienie zadane w sekcjach wynosi 1,2 bara i jest ograniczane w prze nocej (godz. 00.00 – 06.00) do 1,0 bara. Wszystkie pompy pracują z wykorzystaniem falowników. Pompy nr 4 oraz 5 ze względu na swoją wysoką wydajność nie pracują w porze nocej.

Tabela 4 Pompy zlokalizowane w pompowni III° SUW Pietrasze

Nr	Typ/producent	Rok produkcji	Sekcja
1	SR 17,5	1959	I
2	SR 17,5	1959	

Nr	Typ/producent	Rok produkcji	Sekcja
3	SR 17,5	1964	
4	SR 17,5	1957	
5	25 A 32-C	1983	II
6	25 A 32-C	1983	
7	25 A 32	1984	
8	25 A 32	1984	

Należy zaznaczyć, że obie sekcje pomp przeszły wielokrotne modernizacje opierające się m. in. na wymianie uzwojeń, co wpłynęło pozytywnie na parametry techniczne urządzeń pompowych.

- Pompownia II stopnia Jurowce – obejmuje dwie sekcje, w których skład wchodzi po trzy pompy, podające wodę do Białegostoku dwoma rurociągami o średnicy 600 mm. Ciśnienie zadane w sekcjach wynosi 2,6 bara i jest ograniczane w porze nocnej do 2,5 bara (00:00 – 6:00). Pompy 3 i 4 wykorzystują falowniki do utrzymania stałego ciśnienia tłoczenia z możliwością automatycznej regulacji nastawy. Pompy programowo pracują naprzemiennie w cyklu 24 h. Pozostałe pompy również posiadają możliwość pracy z falownikiem, ale jedynie z możliwością ręcznej nastawy wydatku poprzez zmianę częstotliwości pracy silnika pompy.

Tabela 5 Pompy zlokalizowane w pompowni II° SUW Jurowce

Nr	Typ/producent	Rok produkcji	Sekcja	Wydatek [m³/h]	Prędkość obrotowa [obr/min]
1	20 A 40	1990	I	450	1480
2	20 A 40	1990		450	1480
3	20 A 40	1990		450	1480
4	20 A 40	1990	II	450	1480
5	20 A 40	1990		450	1480
6	KSB	b.d.		252,42	2960



Rys. 5 Pompownia wody II stopnia SUW Jurowce

W obszarze miasta Białystok działają trzy pompownie strefowe, zlokalizowane na sieci objętej opracowaniem:

- Pompownia Raginisa – zasila północną część obrębu Bagnówka. Zlokalizowana jest na skrzyżowaniu ulic: Raginisa oraz Jaroszkówki. W skład pompowni wchodzi zestaw hydroforowy ZH-WR/MRPW.4.55.30 o wydajności $Q = 40 - 103 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, wysokości podnoszenia $H = 41 - 20 \text{ m}$ oraz mocy 4 kW, składający się z trzech pomp. Ciśnienie zadane na wyjściu z pompowni wynosi 4,1 bara.
- Pompownia Żeromskiego – zasila południową część miasta, obręby Ścianka i Nowe Miasto. Zlokalizowana jest na skrzyżowaniu ulic: Stefana Żeromskiego i Kazimierza Pułaskiego. W skład pompowni wchodzi zestaw hydroforowy ZH-WR/MRPW.6.100.40 o wydajności $Q = 150 - 400 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, wysokości podnoszenia $H = 55 - 22 \text{ m}$ oraz mocy 11 kW, składający się z czterech pomp. Ciśnienie zadane na wyjściu z pompowni wynosi 3,2 bar.
- Pompownia Mickiewicza – zasila południowo wschodnią część miasta, obręby Dojlidy górne oraz wschodnie Krywlany. W skład pompowni wchodzi zestaw trzech pomp firmy KSB o wydatku $252,42 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ oraz prędkości obrotowej 2960 obr./min. Ciśnienie zadane na wyjściu z pompowni wynosi 3,8 bara.

System podnoszenia ciśnienia w sieci zarządzanej przez Wodociągi Białostockie uzupełniają dwie pompownie: Kluka oraz Dąbrówki, które zlokalizowane są na odcinkach sieci nieobjętych modelem hydraulicznym.

4 Budowa modelu sieci wodociągowej stanu istniejącego

Celem tego rozdziału jest opisanie procesu budowy modelu i schematyzacji obiektów modelu matematycznego sieci wodociągowej. Cała topologia modelu powstała w oparciu o dane cyfrowe w środowisku GIS opracowane przez firmę GEOMAR, zweryfikowane przez Zamawiającego.

Baza danych modelu zawiera informacje na temat przebiegu przewodów sieci wodociągowej, ich średnicy, współczynników szorstkości (zależnego od materiału przewodu) oraz materiału, z jakiego przewód został wykonany. W trakcie tworzenia topologii sieci utworzone zostały węzły w miejscach połączeń pomiędzy poszczególnymi przewodami.

4.1 Charakterystyka istniejącej sieci modelowanej

W ramach opracowania, spośród majątku sieciowego zarządzanego przez Wodociągi Białostockie, wyodrębniono przewody o charakterze magistralnym o średnicach powyżej 300 mm z elementami sieci rozdzielczej poniżej 300 mm, które stanowią odcinki niezbędne pod względem hydrauliki układu.

Całkowita długość sieci, która podlegała modelowaniu wyniosła 200,776 km, z czego ponad połowa (101,682 km) stanowiła sieć wykonaną z żeliwa szarego, a ponad 20% z żeliwa sferoidalnego (40,458 km). Materiały te wraz z niewielkim udziałem odcinków stalowych (1,294 km) stanowią budulec magistral powyżej 350 mm średnicy. Charakteryzuje je wysoka trwałość i dobre własności hydrodynamiczne, jednak wysoki ciężar i związana z tym duża ilość połączeń na długości magistrali zwiększają ryzyko wycieków.

Ponad 28% sieci podlegającej modelowaniu wykonana została z tworzyw sztucznych (22% PE oraz 6% PCV). Materiały te mają bardzo dobre właściwości hydrodynamiczne i charakteryzują się wysoką trwałością, ponieważ nie dotyczy ich problem korozji. Niski ciężar materiału skutkuje zmniejszeniem ilości połączeń na długości przewodu. Wysoka zdolność do odkształceń powoduje zmniejszenie wpływu uderzenia hydraulicznego na układ, jednak obniża wytrzymałość konstrukcyjną przewodów i zwiększa wpływ otaczającego gruntu czy zewnętrznych obciążeń dynamicznych.

Tabela 6 Charakterystyka sieci modelowanej

Materiał	Średnica [mm]	Długość [m]
Azbestocement	200	339
SUMA		339
PCV	90	20

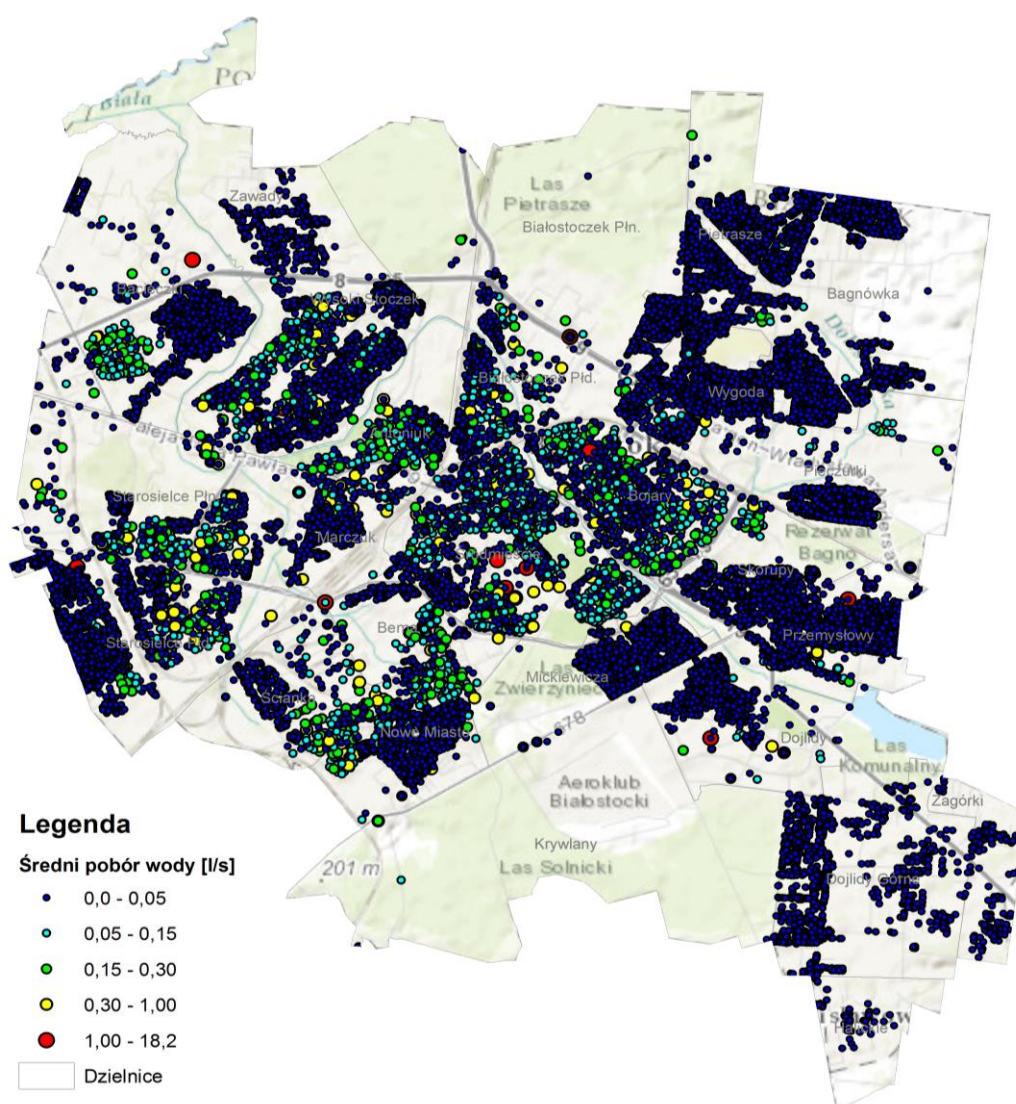
Material	Średnica [mm]	Długość [m]
	100	1 961
	140	5 300
	175	1 029
	200	529
	245	75
	250	1 713
	265	778
	300	1 414
SUMA		12 819
PE	90	30
	100	5 405
	130	154
	140	8 291
	160	98
	175	295
	200	16 886
	220	5 189
	245	7 280
	265	348
	275	107
	350	100
SUMA		44 183
Stal ocynkowana	400	478
	600	779
	800	38
SUMA		1 294
Żeliwo sferoidalne	100	74
	150	18
	200	1 612
	250	1 737
	280	1
	300	8 638
	350	2 700
	400	10 379
	500	926
	600	10 368
	800	3 851
	1000	155
SUMA		40 458
Żeliwo szare	100	2 011
	125	25
	150	5 191

Material	Średnica [mm]	Długość [m]
	200	10 961
	250	18 855
	300	11 272
	350	5 551
	400	2 400
	500	1 795
	600	30 901
	800	10 146
	1000	2 575
SUMA		101 682
SUMA CAŁOŚĆ		200 776

Topologię modelu uzupełniono o element opisane w rozdziale 3. Źródła zaopatrzenia miasta w wodę.

4.2 Zużycie wody

Do kluczowych danych, stanowiących o jakości modelu hydraulicznego sieci wodociągowej należą dane o ilości oraz strukturze zużycia wody w sieci (Rys. 6)



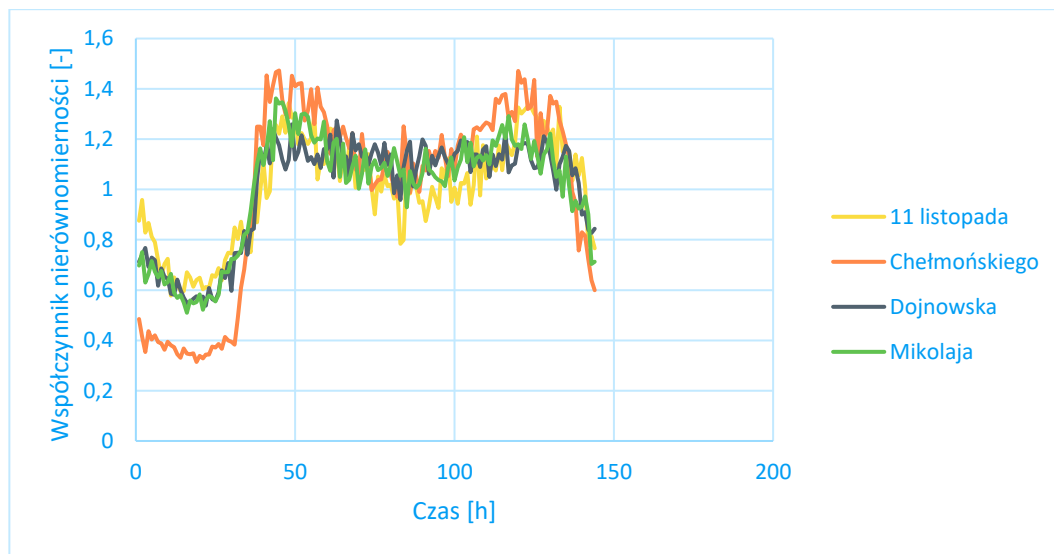
Rys. 6 Zużycie wody oraz jego rozkład przestrzenny

Dane o zużyciu wody oraz rozkładzie przestrzennym rozbiórów opracowano na podstawie informacji o średniodobowych zużyciach wody z systemu Kom-Media, które następnie zgeokodowano (nadano lokalizację przestrzenną) z wykorzystaniem dostępnych baz adresowych (narzędzia ESRI, baza CODGiK, eksport punktów z serwera Wodociągów Białostockich). Połączenia danych lokalizacyjnych oraz średniodobowego zużycia wody dokonano w oparciu o unikalny atrybut NR_PUNKTU, występujący w obydwu zbiorach danych.

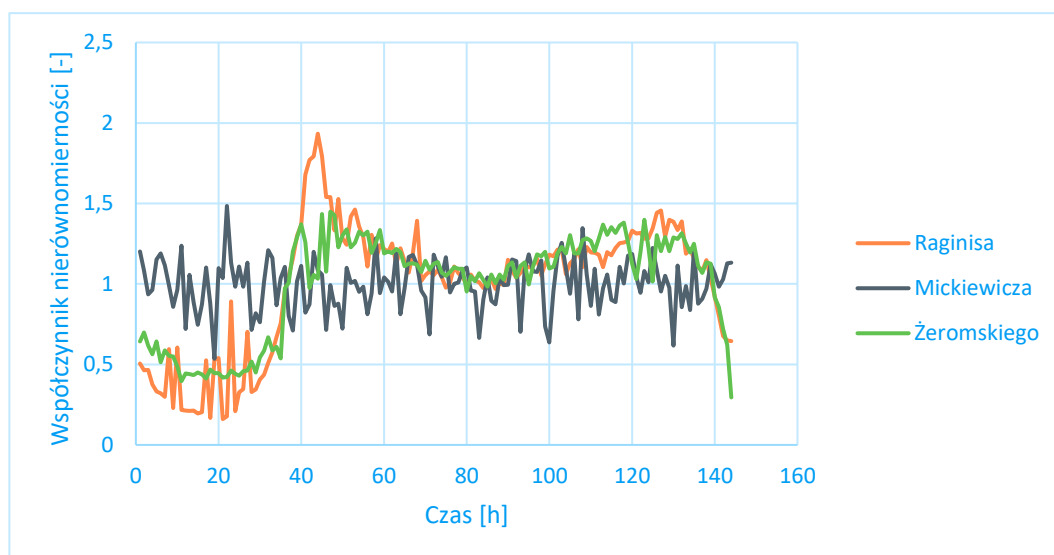
Z analizy rozkładu przestrzennego zużycia wody wynika, że wysokie pobory wody (powyżej 1 l/s) występują punktowo w centralnej oraz zachodniej części miasta (głównie szpitale lub punkty określające zbiorczy rozbiór na strefę). Wysokie pobory wody zlokalizowane są również w północnej części Dojlid, w której znajduje się Browar Dojlidy oraz strefa aktywności gospodarczej. Większość zwiększonych rozbiórów w zakresie 0,05 – 0,15; 0,15 – 0,30 oraz 0,30 – 1,00 l/s zlokalizowanych jest w dzielnicach

centralnych oraz zachodnich. Najmniejsze pobory wody (do 0,05 l/s) znajdują się we wschodniej części miasta, gdzie przeważa zabudowa jednorodzinna.

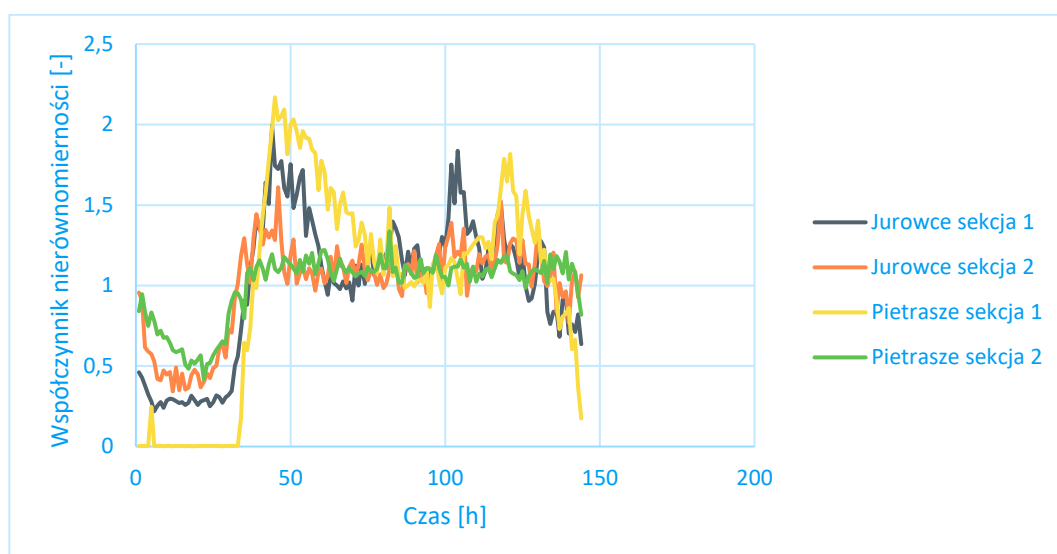
Ponadto na podstawie danych dot. przepływów dobowych w seriach 10 – minutowych utworzono wykresy nierównomierności przepływów w okresie doby z podziałem na dni tygodnia oraz weekend, dla każdego punktu pomiaru przepływu zlokalizowanego na sieci objętej modelowaniem wyrażone w wartościach niemianowanych.



Rys. 7 Wykresy nierównomierności dobowej konsumpcji wody



Rys. 8 Wykresy nierównomierności dobowej pompowni



Rys. 9 Wykresy nierównomierności dobowej SUW

W ramach opracowania podjęto również szacunkową analizę strat na sieci wodociągowej. Porównano zafakturowane ilości wody, wynikające ze średniodobowych zużyć wody z informacją o ilości wody wtłoczonej do sieci z okresu 01.07.2016 r. do 01.12.2016 r. Wielkość strat w powyższym okresie dochodzi maksymalnie do 13% wody wtłoczonej do sieci w zależności od pory roku.

4.3 Kalibracja modelu

Kalibracja każdego modelu hydrodynamicznego to niezwykle istotny element, służący skonfrontowaniu danych zebranych podczas kampanii pomiarowej z danymi otrzymanymi przed wykalibrowaniem modelu, celem sprawdzenia oraz skorygowania ewentualnych rozbieżności.

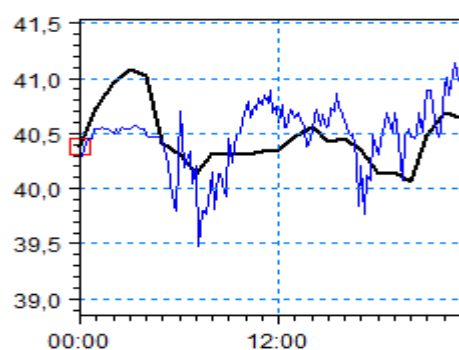
Proces kalibracji modelu sieci wodociągowej wykonano w oparciu o punkty pomiarowe przepływu oraz ciśnienia zlokalizowane na SUW Jurowce, SUW Pietrasze, pompowniach wody Żeromskiego, Mickiewicza oraz Ragninisa, pomiarach sieciowych ciśnienia i przepływu w ulicach: 11 listopada, Chełmońskiego, Dojnowskiej oraz Mikołaja.

Dodatkowo kalibrację wzbogacono o porównanie ciśnień z punktów pomiarowych w ulicach: Berlinga, Popiełuszki, Mickiewicza, Kolbego, Poleskiej i Swobodnej.

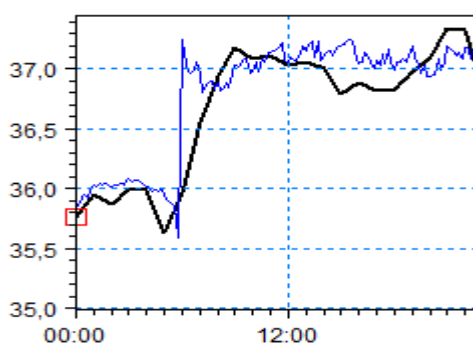
Celem nadrzędnym kalibracji było dopasowanie kształtu wykresów oraz objętości napływu wody na sieć wynikającego z przepływów rejestrowanych pomiędzy 22.09.2016 r. a 22.11.2016 r. udostępnionych przez Zamawiającego. Po zakończeniu etapu pierwszego przeanalizowano objętości prowadzone przez przewody sieci magistralnej, co pozwoliło zidentyfikować miejsca problemowe, które zweryfikowano przy udziale Zamawiającego. Ostatnim etapem kalibracji było dopasowanie ciśnień na sieci

wodociągowej poprzez modyfikację szorstkości przewodów oraz wysokości węzłów obliczeniowych z wykorzystaniem map zgromadzonych w systemie Webewid Urzędu Miasta Białystok.

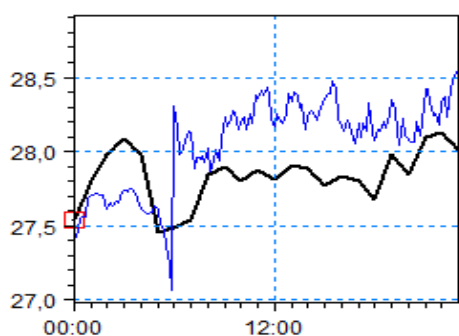
W efekcie kalibracji uzyskano zgodność wysokości ciśnienia w sieci w porównaniu do serii danych symulacyjnych. Różnice nie przekraczały 0,5 m H₂O. Na poniższych wykresach zamieszczono porównanie serii danych pomiarowych ciśnienia (czarna linia) oraz zmian ciśnienia w punktach pomiarowych w modelu (niebieska linia).



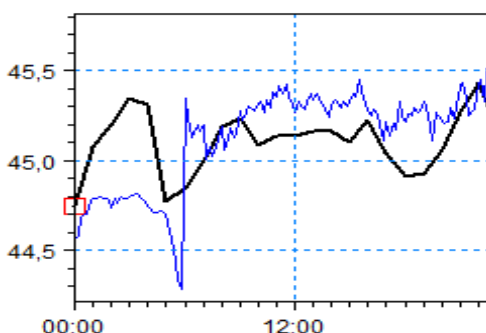
Berlinga



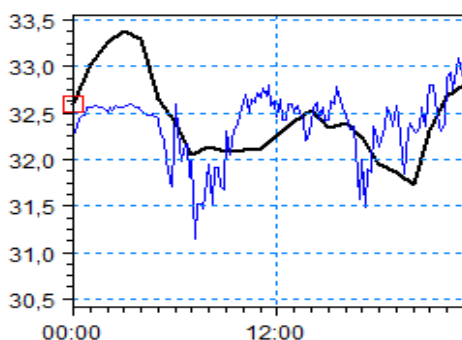
Dojnowska



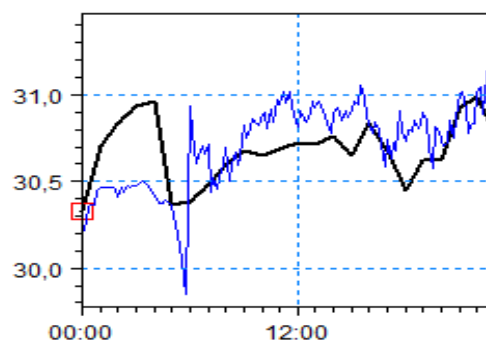
11 Listopada



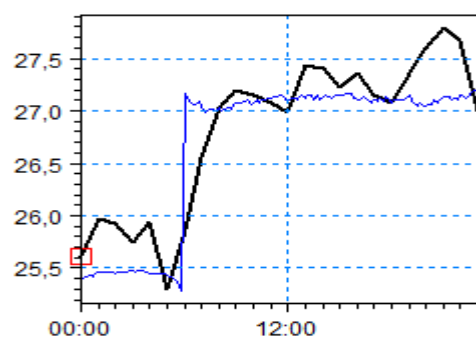
Poleska



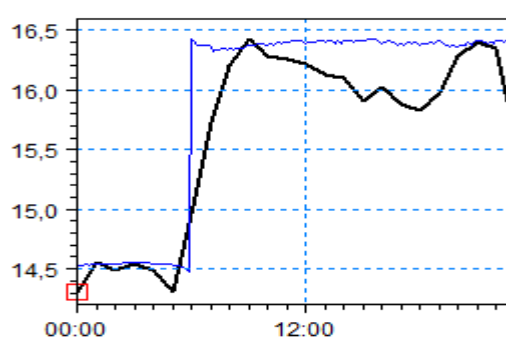
Popiełuszki



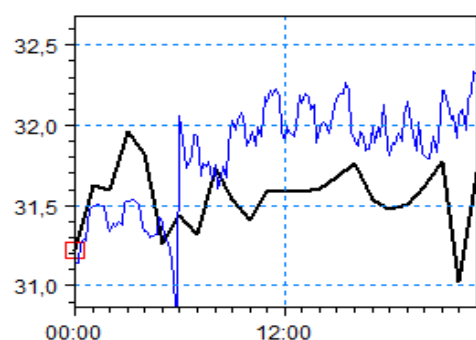
Mikołaja



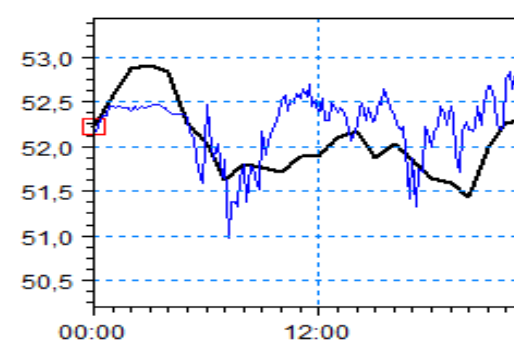
Chelmońskiego



Kolbego



Mickiewicza



Swobodna

5 Analiza pracy sieci – stan obecny

Dysponując siecią wodociągową w postaci prawidłowo działającego, rzeczywistego i wykalibrowanego modelu sieci wodociągowej, należy wykonać analizy symulacyjne. Analizy takie mają na celu wskazanie miejsc stanowiących wąskie gardła sieci na chwilę obecną oraz w przypadku rozbudowy istniejącej infrastruktury. Symulacja hydrauliczna sieci z dodatkowym rozbiorem symbolizującym zapotrzebowanie na wodę nowego osiedla lub np. zakładu przemysłowego szybko oraz precyzyjnie odpowiada na pytanie czy sieć dysponuje wystarczającymi rezerwami wydajnościowymi, aby takiej rozbudowy dokonać. Jest to niezwykle istotna informacja, pomocna zwłaszcza przy opracowywaniu planów inwestycyjnych na najbliższe lata.

5.1 Scenariusze pracy istniejącej sieci magistralnej

Analizy hydrauliczne pracy magistralnej sieci wodociągowej Miasta Białystok zakładają następujące scenariusze:

- Awarię stacji uzdatniania wody:
 - awaria SUW Pietrasze, ocena pracy sieci przy dwóch działających sekcjach zasilania (spośród czterech), dystrybuujących wodę do miasta dwoma rurociągami o średnicy 600 mm pod ciśnieniem 26 m H₂O.
 - awaria SUW Jurowce, ocena pracy sieci przy dwóch działających sekcjach zasilania (spośród czterech), dystrybuujących wodę do miasta trzema rurociągami o średnicy: 600 mm, 800 mm, 600/800/1000 mm) pod ciśnieniem 12,2 m H₂O.
- Awarię pompowni strefowych:
 - awaria pompowni Mickiewicza, ocena pracy strefy ciśnienia pompowni podczas braku podnoszenia ciśnienia, zasilającej m.in. domy jednorodzinne oraz strefę aktywności gospodarczej wraz ze strategicznym klientem, jakim jest browar Dojlidy. Wysokość podnoszenia podczas normalnej pracy pompowni wynosi 15 m H₂O.
 - awaria pompowni Żeromskiego, ocena pracy strefy ciśnienia pompowni podczas braku podnoszenia ciśnienia, zasilającej m.in. domy jednorodzinne i wielorodzinne o wysokości do 25 m. Wysokość podnoszenia podczas normalnej pracy pompowni wynosi 14 m H₂O.
 - awaria pompowni Raginisa, ocena pracy strefy ciśnienia pompowni podczas braku podnoszenia ciśnienia, zasilającej m.in. domy

jednorodzinne zlokalizowane na wzgórzu do 170 m n.p.m. (do 6 m ponad SUW Pietrasze). Wysokość podnoszenia podczas normalnej pracy pompowni wynosi 12,5 m H₂O.

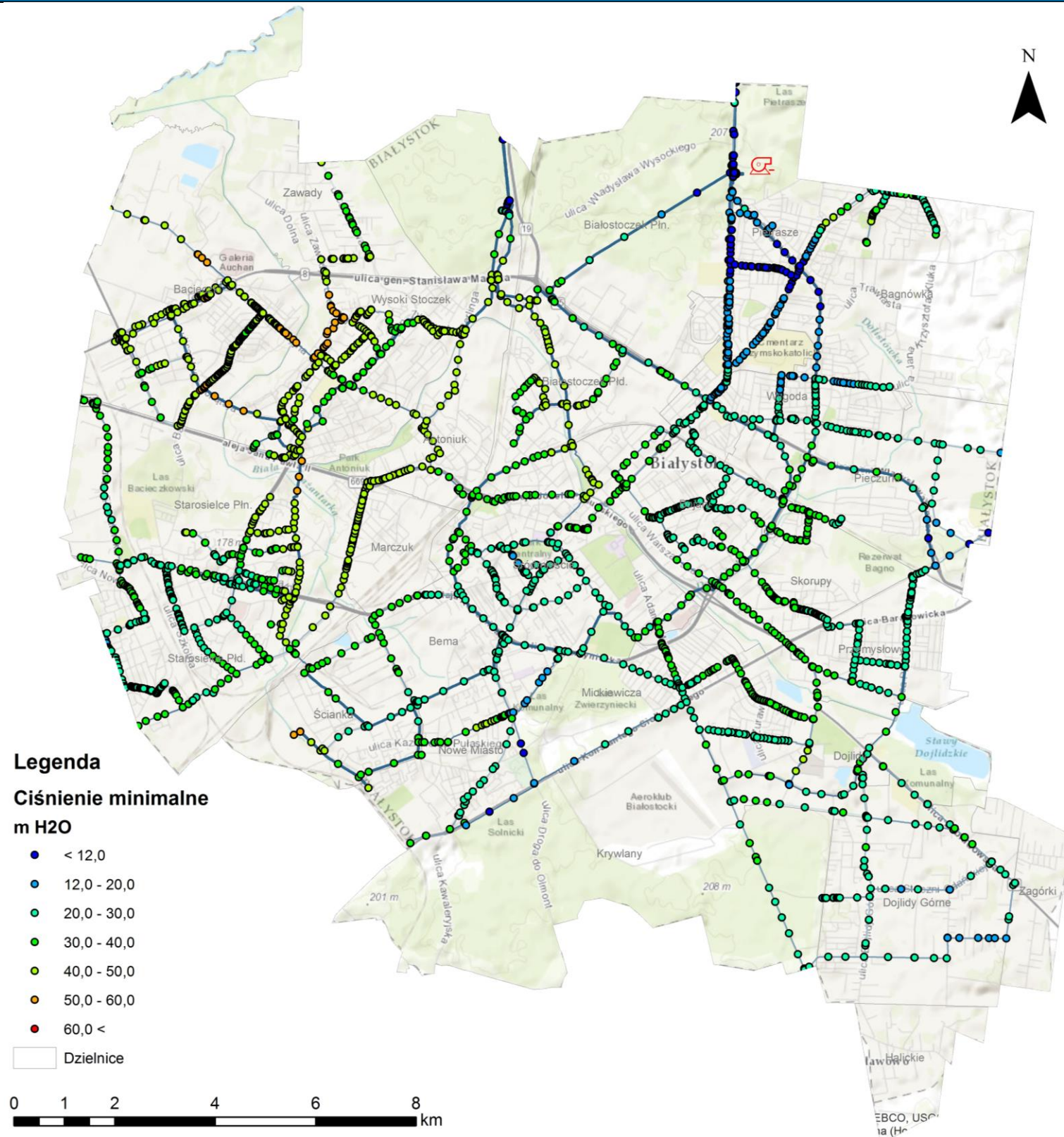
- Analizę scenariuszy pożarowych:
 - zapewnienie wysokości ciśnienia podczas akcji gaśniczej, ocena pracy sieci magistralnej o średnicy co najmniej 250 mm podczas nejednoczesnego poboru pożarowego w wysokości 20 l/s z każdego węzła sieci.
 - jednoczesna akcja gaśnicza dwóch zakładów przemysłowych tj. browar Dojlidy (ulica Dojlidy Fabryczne) oraz Polmos Białystok (ulica Elewatorska). Ocena pracy sieci podczas jednoczesnego poboru nienarmatycznego w wysokości łącznie 120 l/s.
- Praca sieci przy różnych ciśnieniach zadanych wraz z określeniem optymalnych nastaw, weryfikujących niedobory ciśnienia na sieci w nocy.
- Wyznaczenie punktów zerowych, w których dochodzi do obniżenia przepływu wody skutkującego obniżeniem jakości wody oraz negatywnym wpływem na kondycję sieci.

Przeanalizowano również scenariusze jakościowe, w których przedstawiono potencjalne zagrożenia wynikające z:

- wieku wody – analiza okresu przebywania wody w sieci wraz z identyfikacją miejsc zastoiskowych, w których dochodzi do obniżenia parametrów jakościowych, wymagających okresowego płukania.
- rozprzestrzeniania zanieczyszczeń w sieci – analiza rozprzestrzeniania wody wraz z potencjalnym zanieczyszczeniem w okresie 24 h od zainfekowania. Wyznaczenie strefy objętej potencjalnym skażeniem.

Główne założenia do analiz w modelu hydraulicznym oraz wyniki analiz zestawiono w formie kart.

AWARIA STACJI UZDATNIANIA WODY PIETRASZE



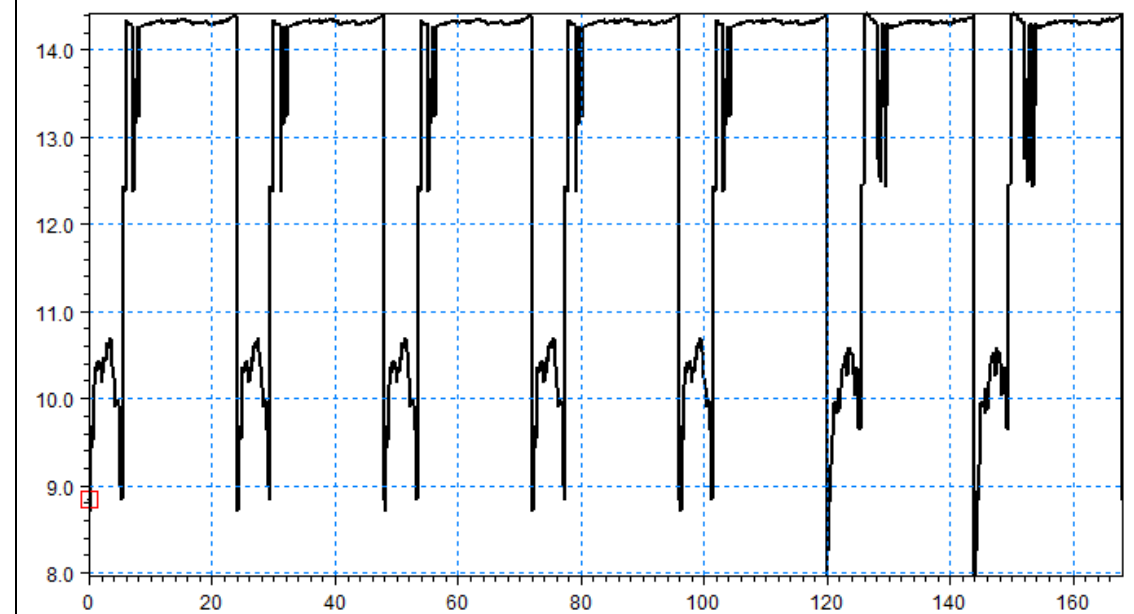
OPIS

W scenariuszu przeanalizowano pracę sieci magistralnej w warunkach normalnych tj. bez zmiany nastaw SUW Jurowce w celu zrekompensowania niedoboru ilości wody/ciśnienia.

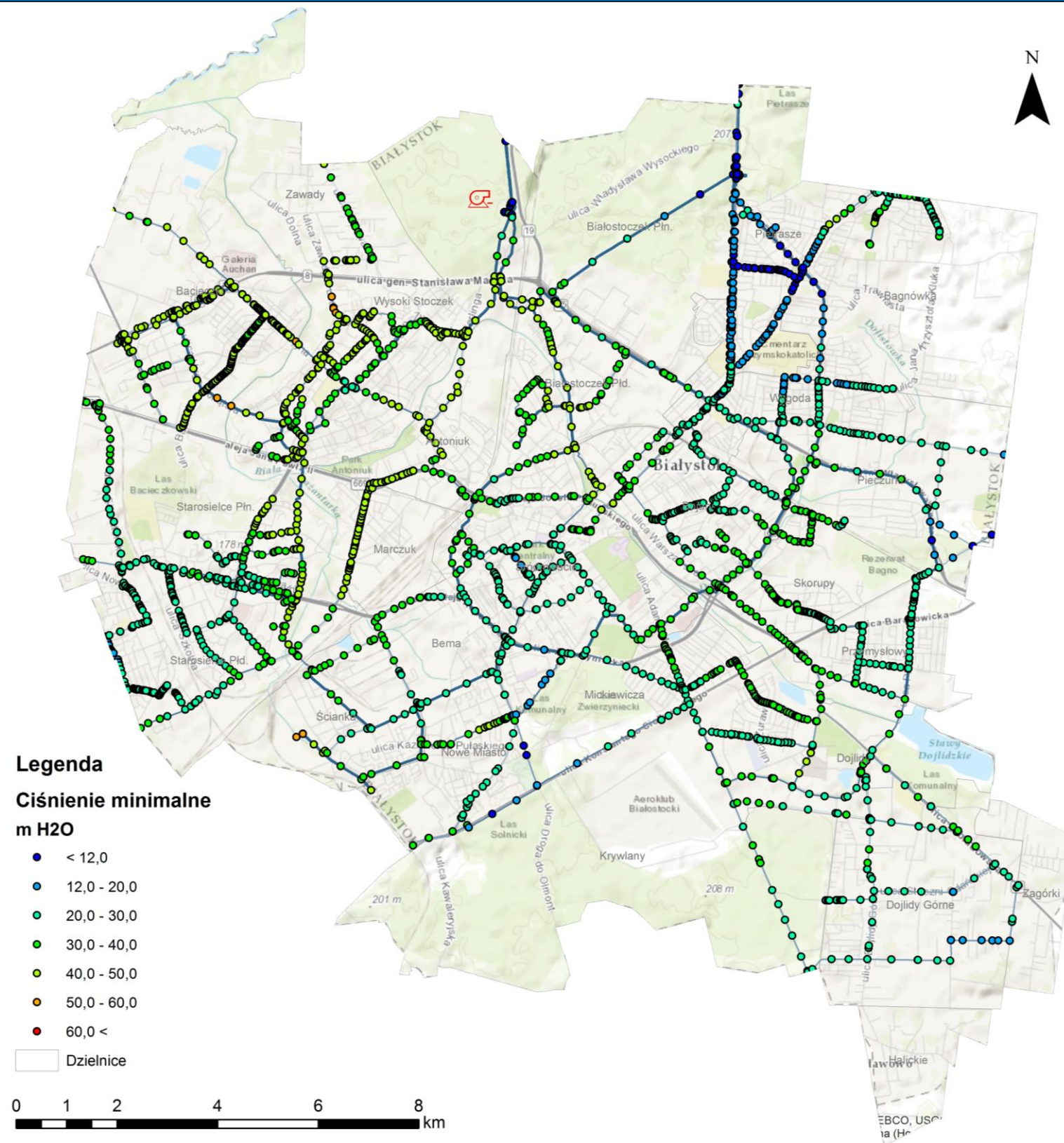
W analizie wyłączono wszystkie agregaty pompowe znajdujące się w SUW Pietrasze.

WYNIK

Brak zasilania wody z SUW Pietrasze wpływa na obniżenie ciśnienia wody w sieci poniżej poziomu dopuszczalnego tj. 12 m H₂O w południowej części dzielnicy Pietrasze. Obniżenie ciśnienia występuje w porze nocnej wzdłuż ulicy Kolbego i okresowo spada do 8 m H₂O w dniach wolnych od pracy.



AWARIA STACJI UZDATNIANIA WODY JUROWCE



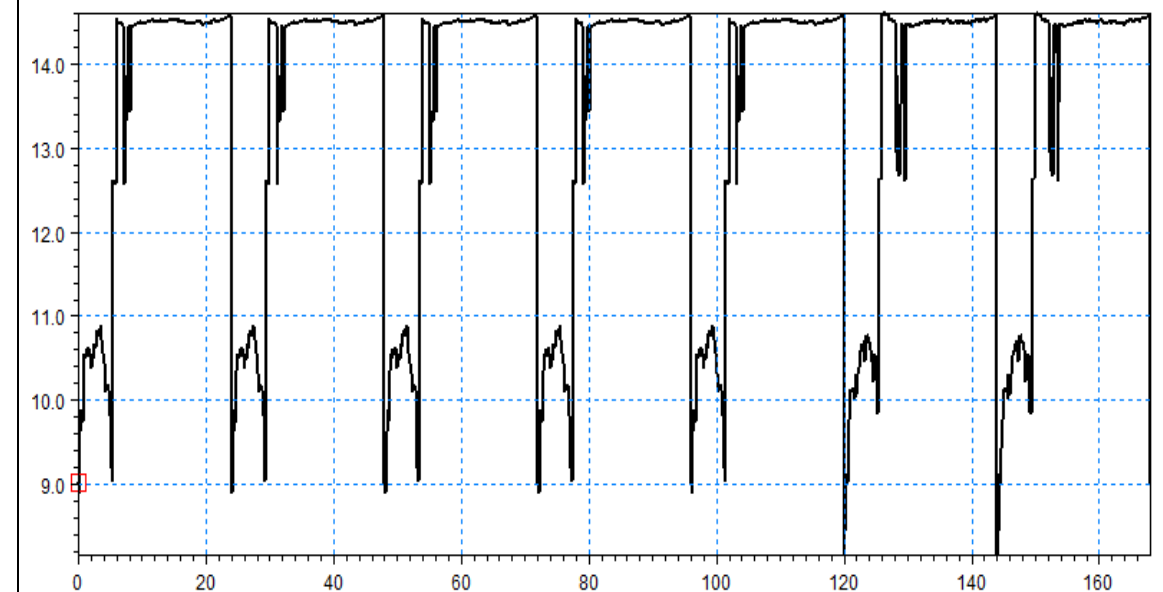
OPIS

W scenariuszu przeanalizowano pracę sieci magistralnej w warunkach normalnych tj. bez zmiany nastaw SUW Pietrasze w celu zrekompensowania niedoboru ilości wody/ciśnienia.

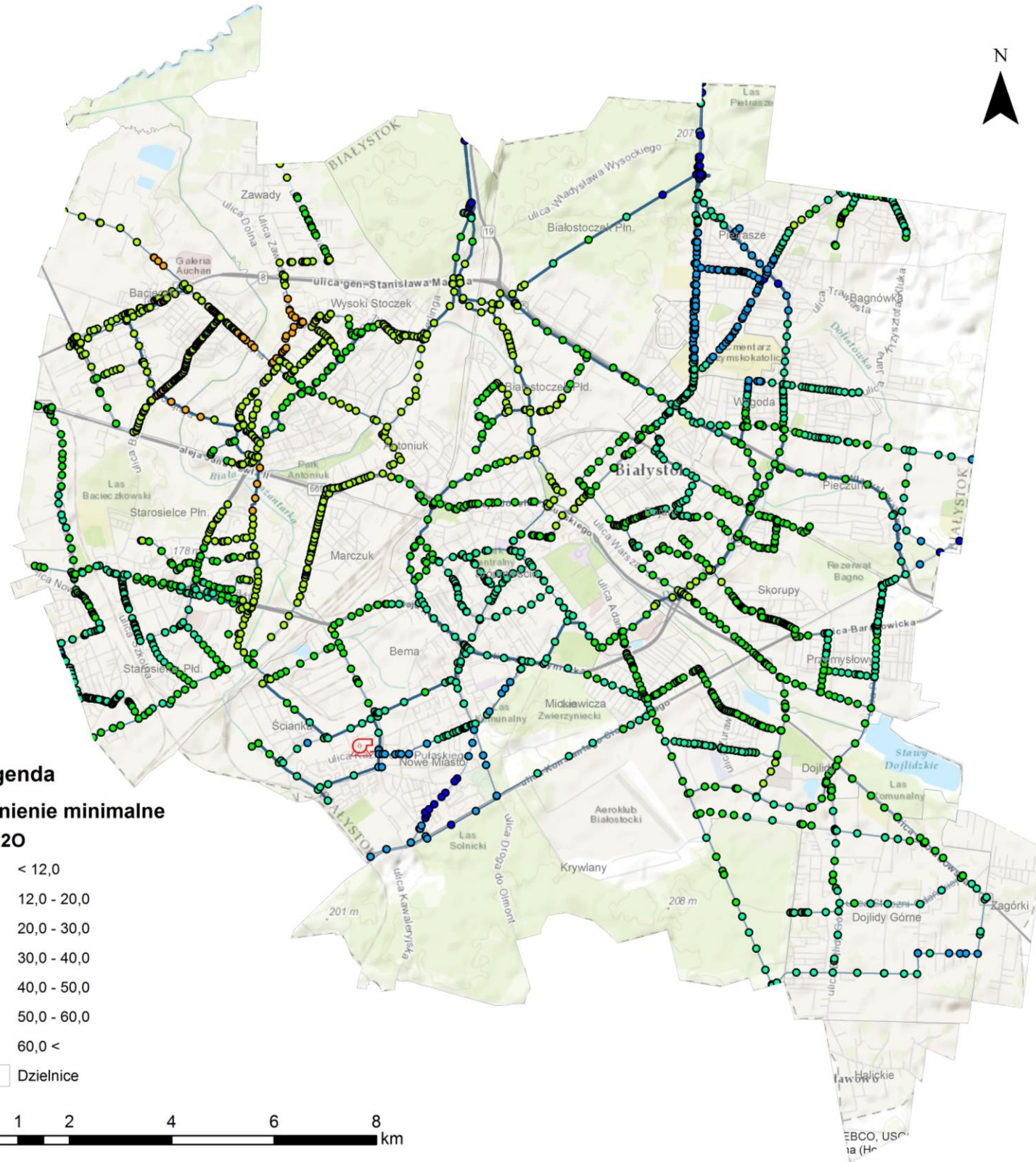
W analizie wyłączono wszystkie agregaty pompowe znajdujące się w SUW Jurowce.

WYNIK

Brak zasilania wody z SUW Jurowce wpływa na obniżenie ciśnienia wody w sieci poniżej poziomu dopuszczalnego tj. 12 m H₂O w południowej części dzielnicy Pietrasze. Obniżenie ciśnienia występuje w porze nocnej wzdłuż ulicy Kolbego i okresowo spada do 8 m H₂O w dniach wolnych od pracy.



AWARIA POMPOWNI STREFOWEJ ŻEROMSKIEGO



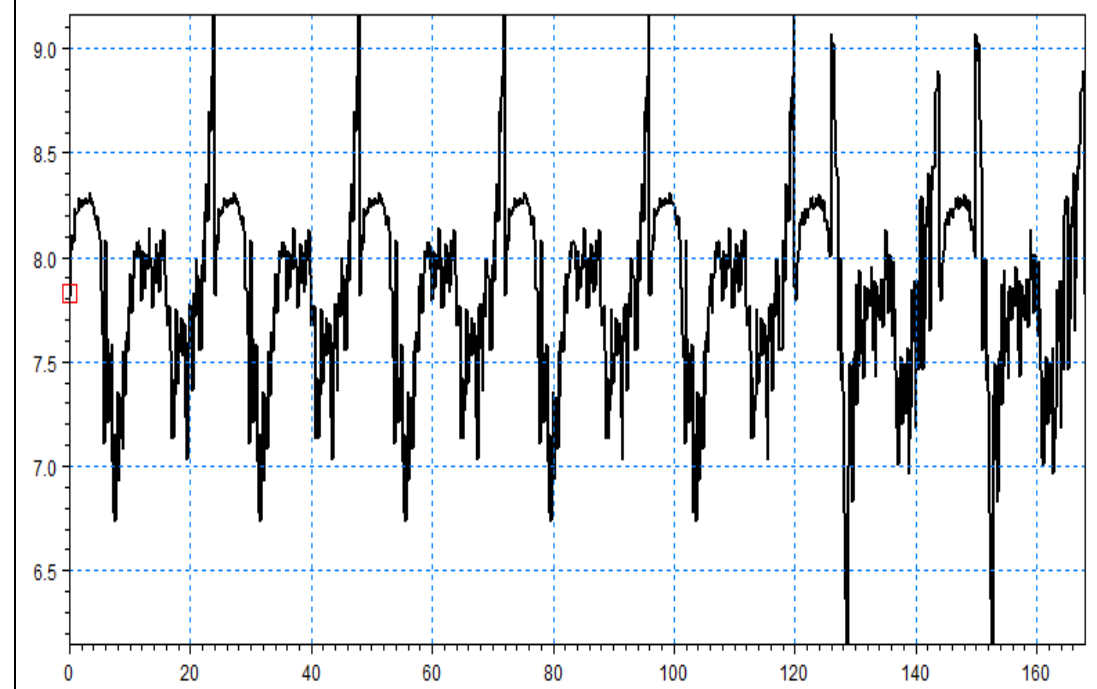
OPIS

W scenariuszu przeanalizowano pracę sieci magistralnej w warunkach normalnych tj. bez zmiany nastaw SUW Pietrasze oraz Jurowce w celu zrekomensowania niedoboru ilości ciśnienia.

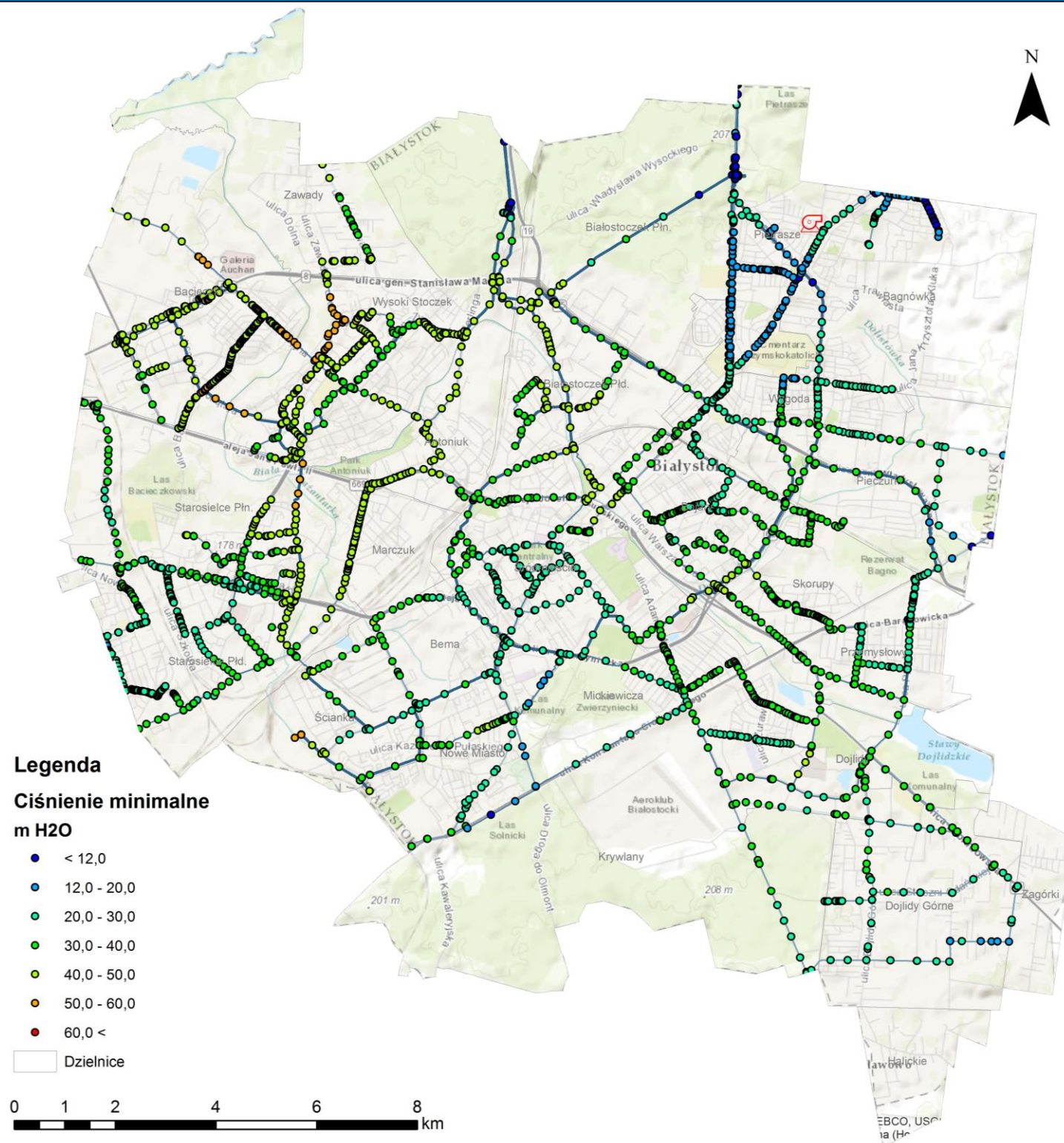
W analizie wyłączono wszystkie agregaty pompowe znajdujące się w pompowni strefowej Żeromskiego, umożliwiając jednocześnie swobodny przepływ wody z ominięciem obiektu pompowni.

WYNIK

Brak podnoszenia ciśnienia z pompowni Żeromskiego wpływa na obniżenie ciśnienia wody w sieci poniżej poziomu dopuszczalnego tj. 12 m H₂O w dzielnicy Nowe Miasto. Obniżenie ciśnienia wzdłuż ulicy Zachodniej i okresowo spada do 6 m H₂O w dniach wolnych od pracy.



AWARIA POMPOWNI STREFOWEJ RAGINISA



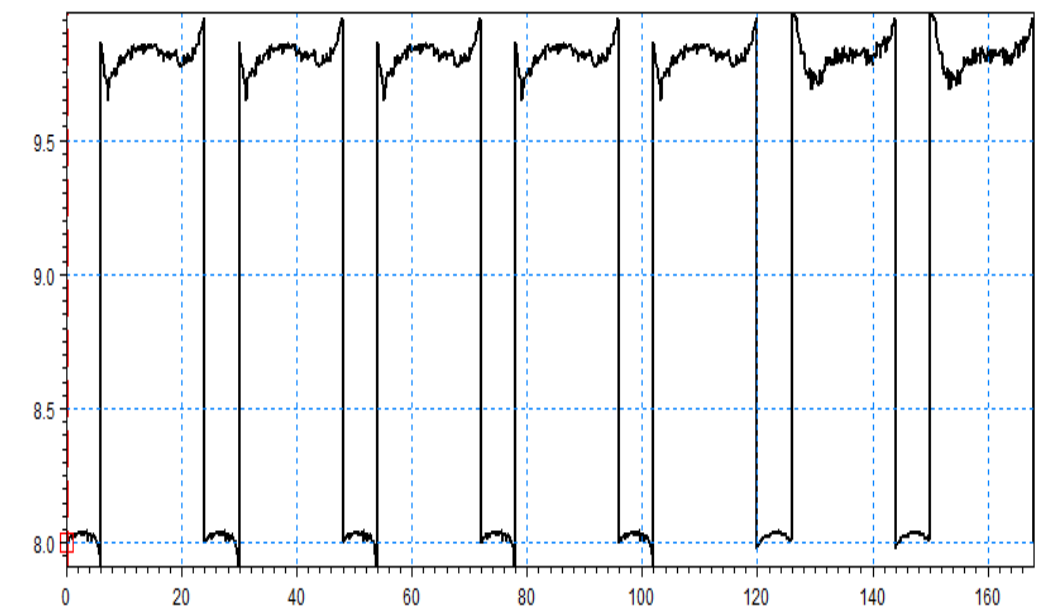
OPIS

W scenariuszu przeanalizowano pracę sieci magistralnej w warunkach normalnych tj. bez zmiany nastaw SUW Pietrasze oraz Jurowce w celu zrekompensowania niedoboru ilości ciśnienia.

W analizie wyłączono wszystkie agregaty pompowe znajdujące się w pompowni strefowej Raginisa, umożliwiając jednocześnie swobodny przepływ wody z ominięciem obiektu pompowni.

WYNIK

Brak podnoszenia ciśnienia z pompowni Raginisa wpływa na obniżenie ciśnienia wody w sieci poniżej poziomu dopuszczalnego tj. 12 m H₂O w północnej części dzielnicy Bagnówka. Obniżenie ciśnienia występuje wzdłuż ulicy Niemeńskiej i okresowo poniżej 8 m H₂O w dniach wolnych od pracy.



AWARIA POMPOWNI STREFOWEJ MICKIEWICZA



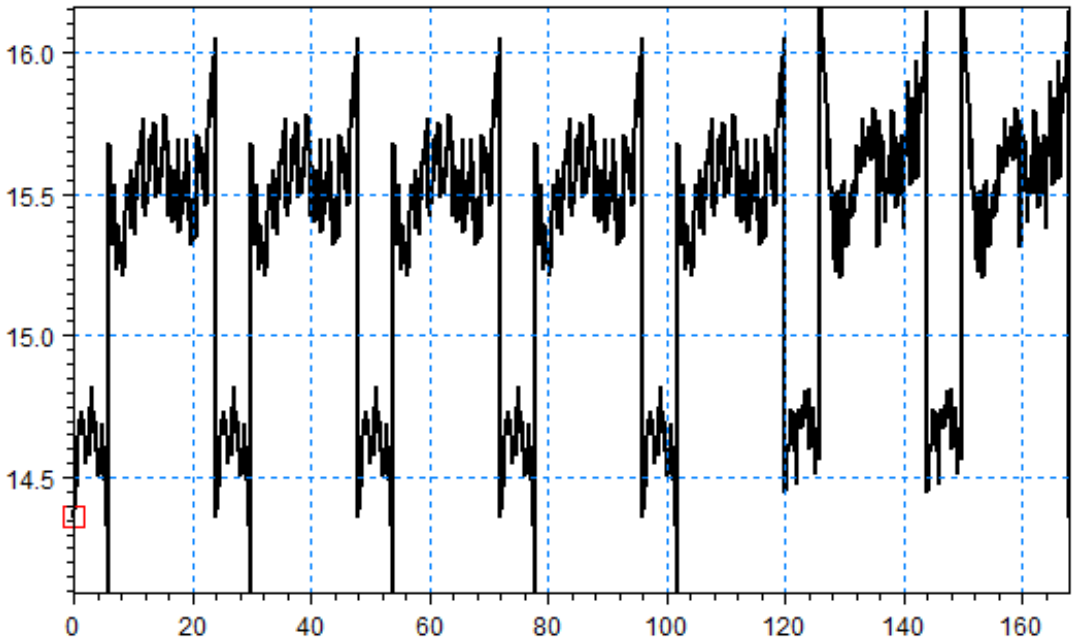
OPIS

W scenariuszu przeanalizowano pracę sieci magistralnej w warunkach normalnych tj. bez zmiany nastaw SUW Pietrasze oraz Jurowce w celu zrekompensowania niedoboru ilości ciśnienia.

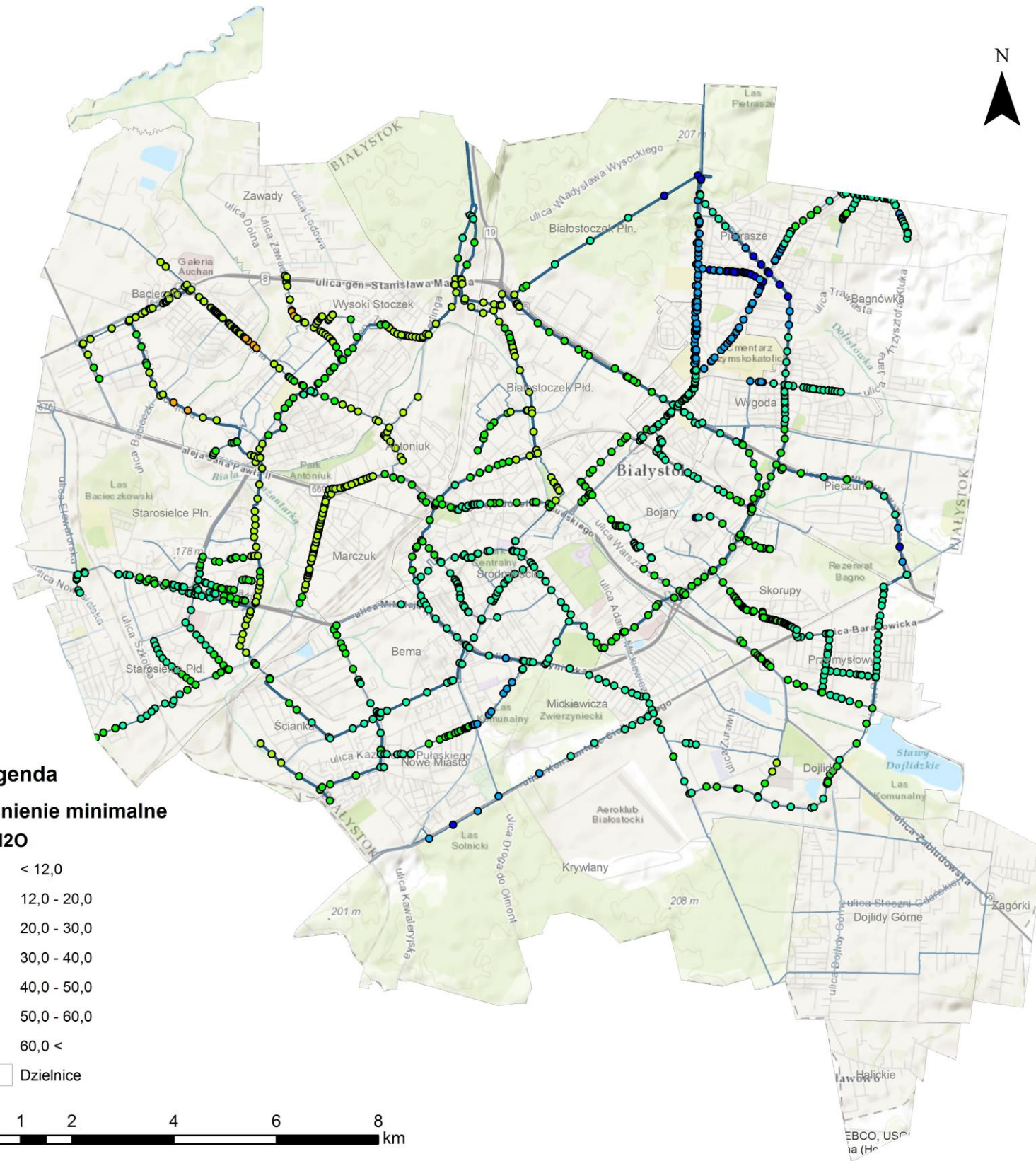
W analizie wyłączono wszystkie agregaty pompowe znajdujące się w pompowni strefowej Mickiewicza, umożliwiając jednocześnie swobodny przepływ wody z ominięciem obiektu pompowni.

WYNIK

Brak podnoszenia ciśnienia z pompowni Mickiewicza nie wpływa na obniżenie ciśnienia wody w sieci poniżej poziomu dopuszczalnego tj. 12 m H₂O w dzielnicy Dojlidy. Najniższe ciśnienie występuje wzdłuż ul. Adama Mickiewicza oraz Brzostkowiowej.



ZAPEWNIENIE WYMAGANEJ WYSOKOŚCI CIŚNIENIA PODCZAS PROWADZENIA AKCJI GAŚNICZEJ



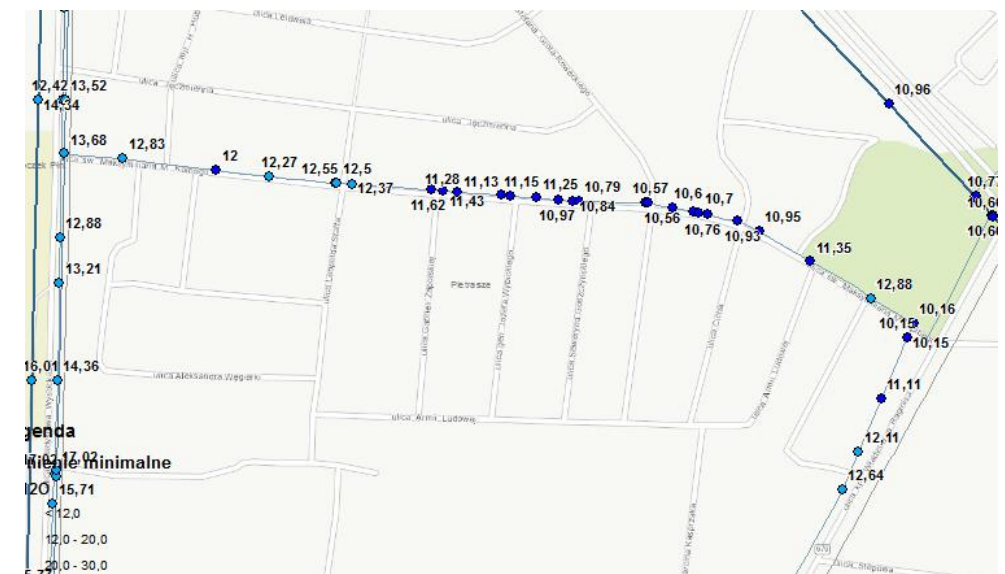
OPIS

W scenariuszu przeanalizowano pracę sieci magistralnej w warunkach podwyższonego poboru tj. z uwzględnieniem zmiany ilości pomp pracujących w SUW Pietrasze oraz Jurowce w celu zrekompensowania niedoboru ilości wody w układzie.

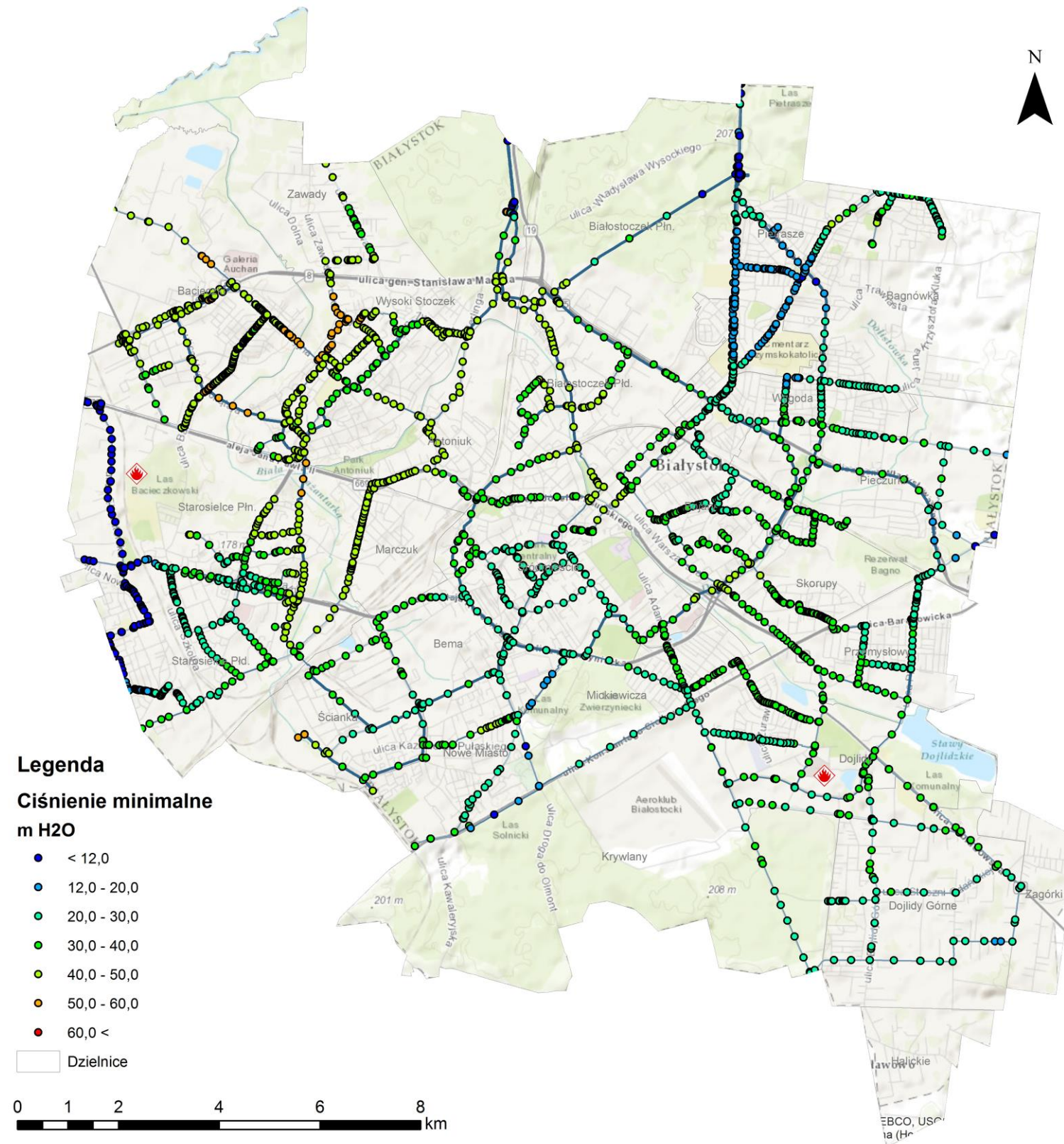
W analizie włączono wszystkie agregaty pompowe znajdujące się w SUW Jurowce oraz Pietrasze. Przeanalizowano, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dn. 24 lipca 2009 r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg przeciwpożarowych, wpływ niejednoczesnego poboru pożarowego w ilości 20 l/s z węzłów sieci magistralnej o średnicy co najmniej 250 mm.

WYNIK

Niejednoczesny pobór pożarowy powoduje obniżenie ciśnienia dyspozycyjnego w południowej części dzielnicy Pietrasze, wzdłuż ul. Kolbego poniżej wartości 12 m H₂O, umożliwia jednak prowadzenie skutecznej akcji gaśniczej (ciśnienie dyspozycyjne nie spada poniżej 10 m H₂O określonych w obowiązujących dokumentach prawnych).



ZAPEWNIENIE WYMAGANEJ WYSOKOŚCI CIŚNIENIA PODCZAS PROWADZENIA JEDNOCZESNEJ AKCJI GAŚNICZEJ ZAKŁADÓW PRZEMYSŁOWYCH



OPIS

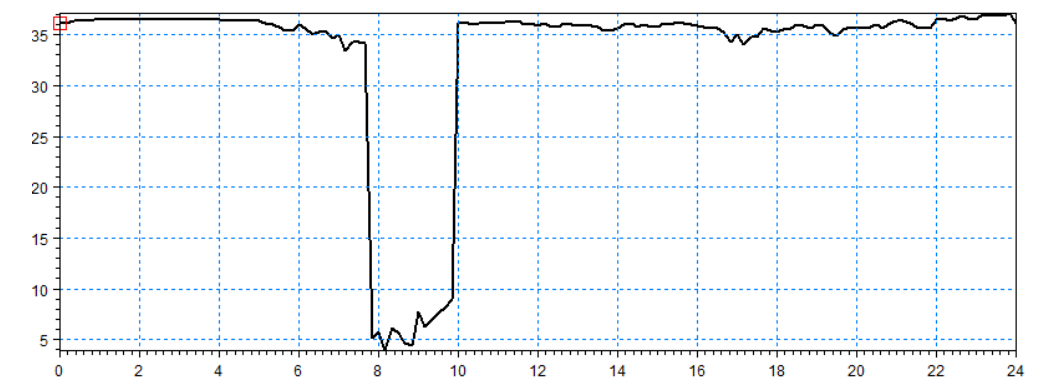
W scenariuszu przeanalizowano pracę sieci magistralnej w warunkach podwyższonego poboru tj. z uwzględnieniem zmiany ilości pomp pracujących w SUW Pietrasze oraz Jurowce w celu zrekompensowania niedoboru ilości wody w układzie.

W analizie włączono wszystkie agregaty pompowe znajdujące się w SUW Jurowce oraz Pietrasze. Przeanalizowano jednoczesny pobór pożarowy do gaszenia Browaru Dojlidy, zlokalizowanego w północnej części dzielnicy Dojlidy oraz Polmosu Białystok w zachodniej części dzielnicy Starysielce Płn. Wielkość poboru ustalono zgodnie z obowiązującym prawem jako największą wartość do prowadzenia skutecznej akcji gaśniczej obiektów przemysłowych tj. 60 l/s. Czas prowadzenia akcji gaśniczej wynosi 2 godz.

WYNIK

Jednoczesny pobór pożarowy powoduje obniżenie ciśnienia dyspozycyjnego w zachodniej części dzielnicy Starysielce Płn., wzdłuż ul. Elewatorskiej poniżej wartości 12 m H₂O. Przewód wodociągowy wzdłuż ulicy Elewatorskiej posiada średnicę 200 mm, która uniemożliwia prowadzenie przepływu w wysokości 60 l/s. Wynik analizy należy skonfrontować z faktycznymi potrzebami przeciwpożarowymi Polmosu. Na poniższej rycinie przedstawiono zakres obniżenia ciśnienia wzdłuż ulicy Elewatorskiej podczas prowadzenia akcji gaśniczej Polmosu Białystok.

Przepływ pożarowy w dzielnicy Dojlidy nie powoduje znacznych spadków ciśnienia w sieci.



PRACA SIECI PRZY RÓŻNYCH CIŚNIENIACH ZADANYCH WRAZ Z OKREŚLENIEM OPTYMALNYCH NASTAW



OPIS

W scenariuszu przeanalizowano pracę sieci magistralnej w warunkach normalnego poboru wody z uwzględnieniem zmian nastaw w zakresie 1 m H₂O w celu optymalizacji ciśnienia pracy w sieci. Ponadto przeanalizowano możliwość zmiany nastaw na jednym z SUW bez ingerencji w nastawy drugiego. W obliczeniach hydraulicznych wraz z nastawami SUW modyfikowano również ustawienia zaworu redukcyjnego (R) zlokalizowanego przy Alei Tysiąclecia Państwa Polskiego. Zmianom nastaw podlegała każda z sekcji SUW.

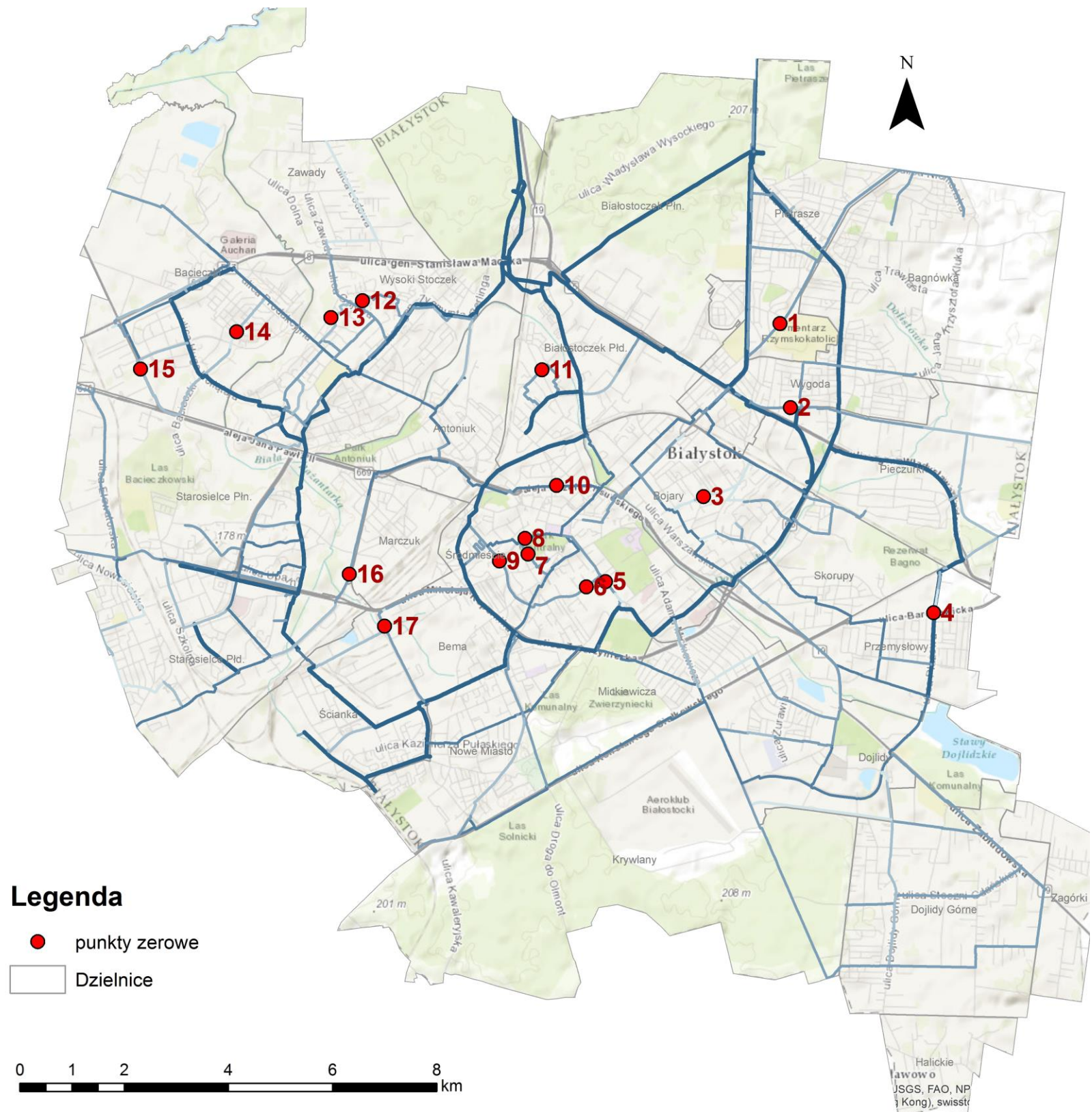
WYNIK

Zmiany ciśnień tłoczenia na jednej z SUW lub modyfikacja nastaw zaworu redukcyjnego w Alei Tysiąclecia PP powodują znaczne ograniczenie ilości wody tłoczonej przez drugą stację uzdatniania. Zaleca się kompleksową modyfikację nastaw na sieci zarówno na SUW, jak i na zaworze redukcyjnym przy Alei Tysiąclecia PP..

Z analizy ciśnień na sieci podczas pracy w warunkach normalnych wynika, że niedobory ciśnienia pojawiają się w porze nocnej, w okresie ograniczenia ciśnienia na SUW na magistrali w ulicy Bolesława Krzywoustego przy skrzyżowaniu z ulicą Władysława Raginisa i dalej w kierunku ulicy Maksymiliana Kolbego, w ciągu magistrali prowadzącej z SUW Pietrasze do lasu oraz na końcówkach sieci wzdłuż ulicy Konstantego Ciołkowskiego wyprowadzonej w kierunku miejscowości Grabówka oraz zamkniętym przewodzie w ulicy K. Ciołkowskiego w rejonie stadionu miejskiego.

Podniesienie ciśnienia w sieci o 2 m H₂O w porze nocnej poprawia ciśnienia w miejscach problemowych: Kolbego oraz Stadion. Uznaje się tę wartość za rekomendowaną, ponieważ wartości w miejscach problemowych: las oraz Grabówka nie mają obecnie charakteru uciążliwego dla użytkowników. W celu weryfikacji wszystkich ciśnień do poziomu minimalnego 12 m H₂O należy zwiększyć ciśnienia na SUW oraz zaworze redukcyjnym co najmniej o 4 m H₂O.

WYZNACZENIE PUNKTÓW ZEROWYCH



OPIS

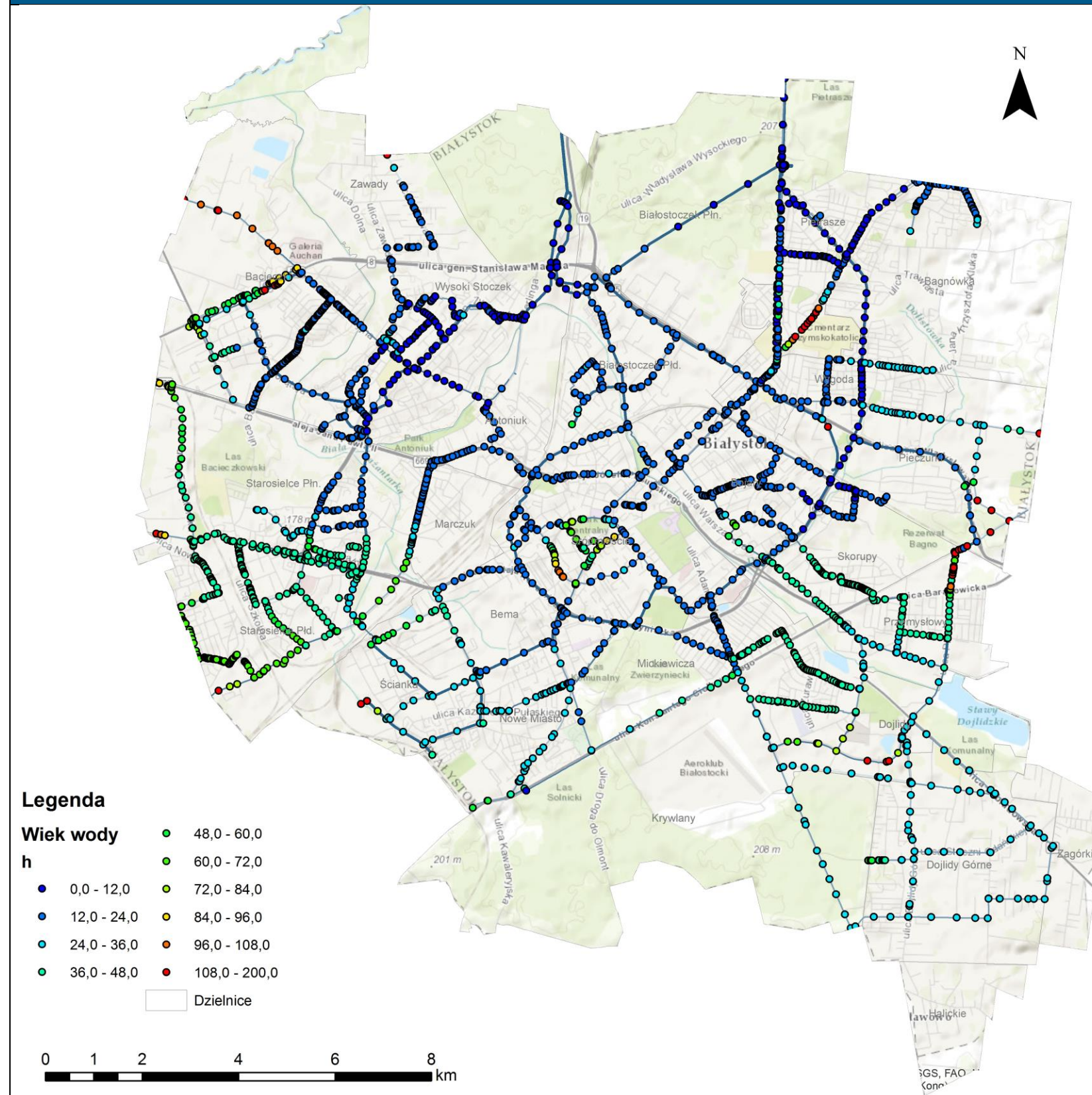
W scenariuszu przeanalizowano pracę sieci magistralnej w warunkach normalnego poboru wody w celu identyfikacji miejsc, w których występuje niski przepływ, wynikający z podwójnego zasilania sieci pracującej w układzie pierścieniowym. Analizę wykonano w oparciu o przepływy minimalne oraz maksymalne wynikające z całego, siedmiodniowego okresu symulacji.

WYNIK

W ramach analizy zidentyfikowano 17 miejsc, w których występują zaburzenia przepływu wody, z powodu których poniższe miejsca wymagają monitorowania jakości wody.

1	Przewód 250 mm, Skrzyżowanie ulic Raginisa i Krzyżowej	10	Przewód 300 mm, Skrzyżowanie ulic Piłsudskiego i Częstochowskiej
2	Przewód 200 mm, Skrzyżowanie ulic 27 lipca i Siewnej	11	Przewód 200 mm, Skrzyżowanie ulic Sokólskiej i Białostoczek
3	Przewód 140 mm, Skrzyżowanie ulic Słonimskiej i Kamiennej	12	Przewód 250 mm, Ścieżka osiedlowa pomiędzy budynkami przy ulicy Gajowej 80 i Gajowej 74
4	Przewód 150 mm, Skrzyżowanie ulic Baranowickiej i Plażowej	13	Przewód 150 mm, Droga osiedlowa przy ulicy Jarzębinowej 16
5	Przewód 250 mm, Skrzyżowanie ulic Skłodowskiej - Curie i Krasieńskiego	14	Przewód 100 mm, Skrzyżowanie ulic Bacieczki i Astronautów
6	Przewód 200 mm, Skrzyżowanie ulic Waszyngtona i Sucheja	15	Przewód 140 mm, ulica Narodowych Sił Zbrojnych 7
7	Przewód 245 mm, Skrzyżowanie ulic Kijowskiej i Mławskiej	16	Przewód 250 mm, ulica Hetmańska 92
8	Przewód 300 mm, Skrzyżowanie ulic Kalinowskiego i Krakowskiej	17	Przewód 250 mm, Skrzyżowanie ulic Składowej i Octowej
9	Przewód 250 mm, Skrzyżowanie ulic Wyszyńskiego i Bazantarskiej		

ANALIZA WIEKU WODY



OPIS

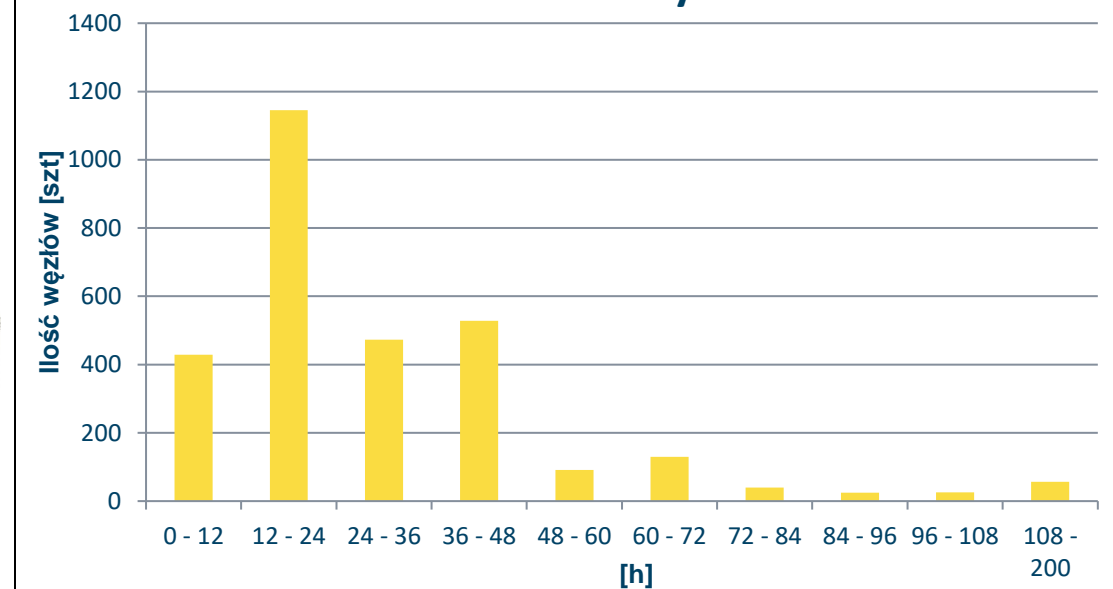
W scenariuszu przeanalizowano wiek wody w sieci, która dystrybuowana jest z dwóch punktów źródłowych, SUW Jurowce oraz SUW Pietrasze.

Analizę przeprowadzono w warunkach normalnych, bez ingerencji w ustawienia źródeł wody. Symulację przeprowadzono dla okresu 200 godz., co umożliwiło stabilizację wieku wody w przewodach sieci.

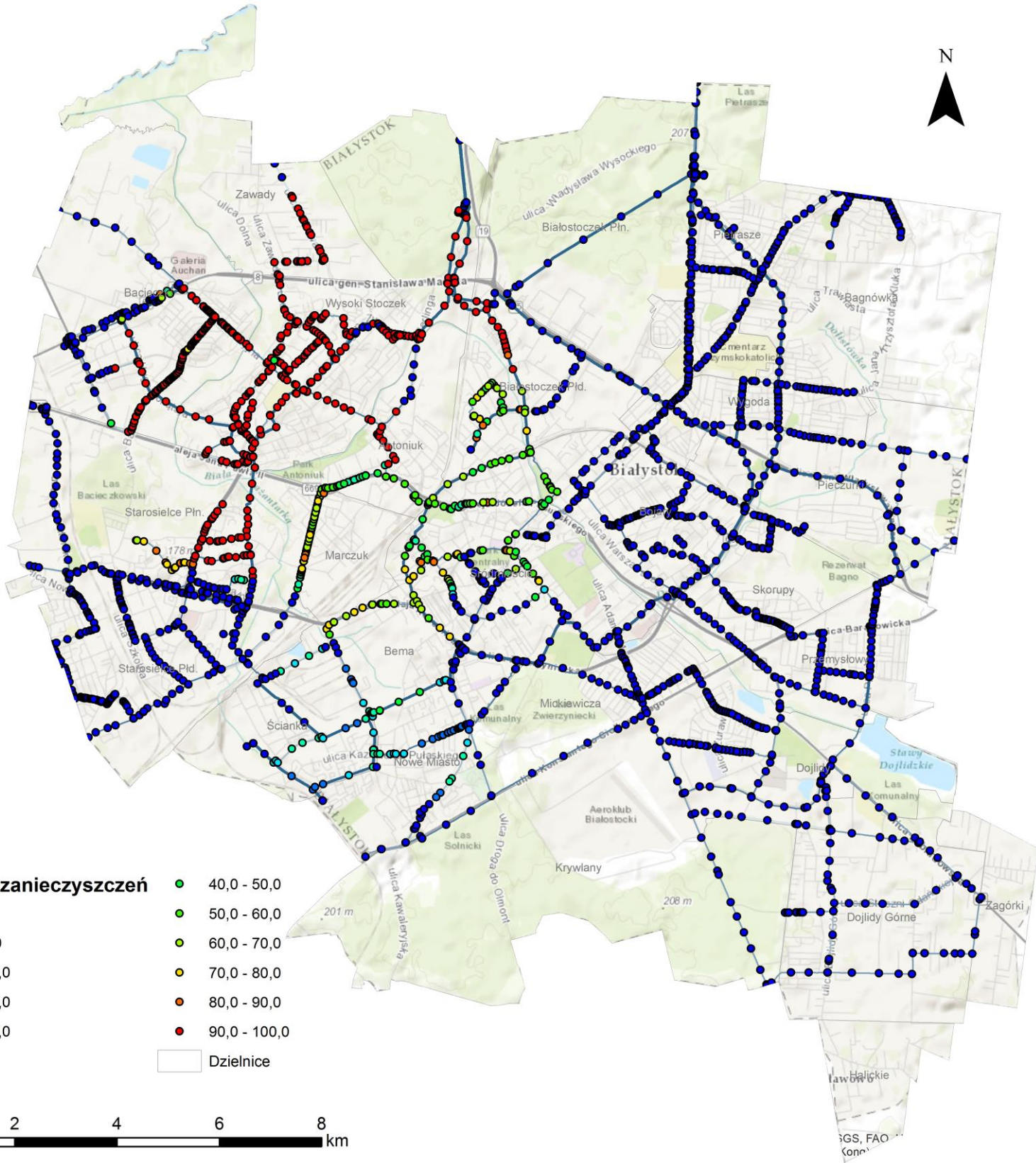
WYNIK

Okres od opuszczenia punktu źródłowego do dotarcia do punktu rozbioru jest najdłuższy wzdłuż ul. Władysława Raginisa, ul. Produkcyjnej oraz wschodnim końcu ul. Konstantego Ciołkowskiego.

Wiek wody



ANALIZA ROZPRZESTRZENIANIA SIĘ ZANIECZYSZCZEŃ – SUW JUROWCE



OPIS

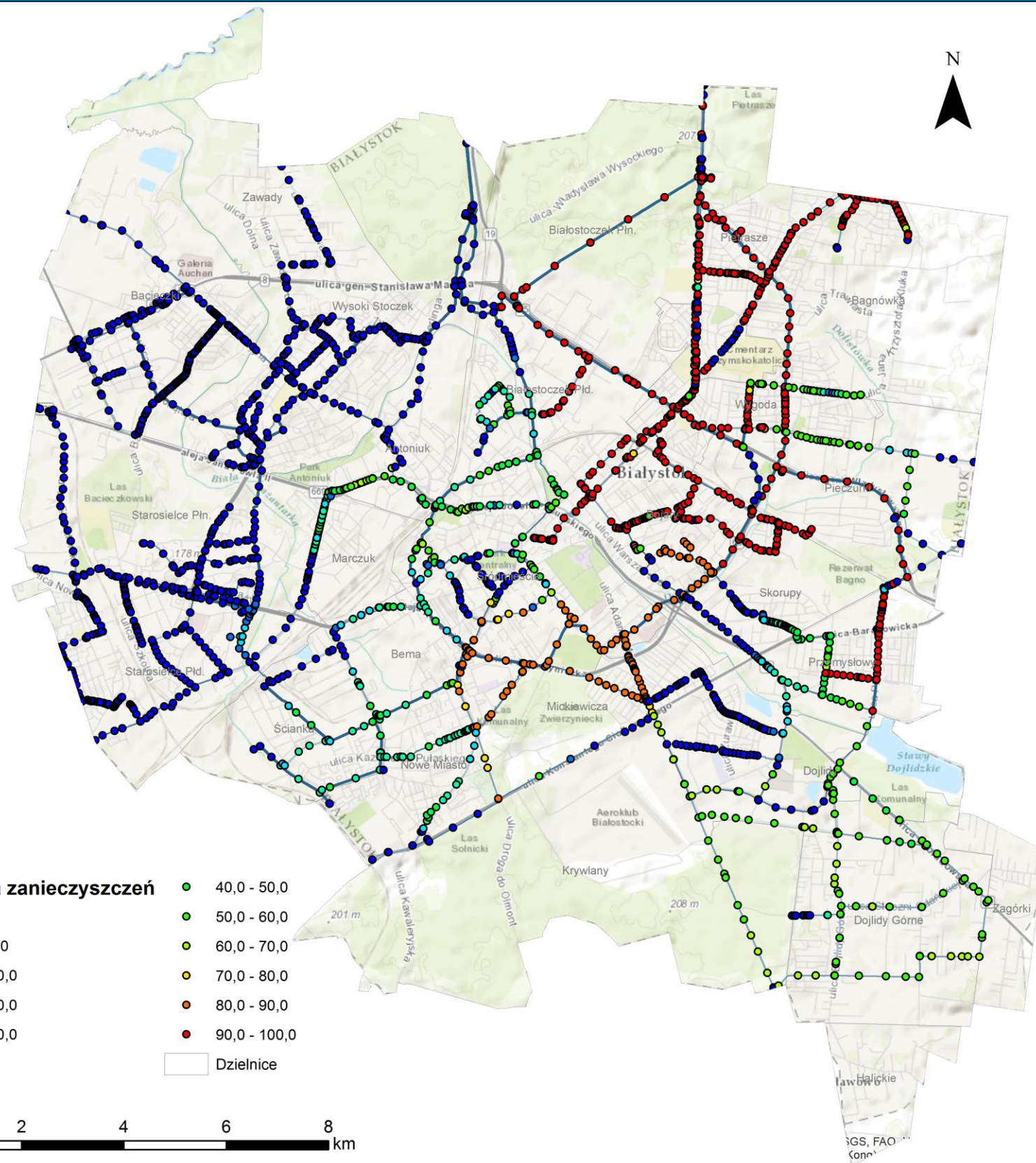
W scenariuszu przeanalizowano rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń z SUW Jurowce w formie analizy ilości wody docierającej z danego źródła do określonego węzła sieci.

Analizę przeprowadzono w warunkach normalnych, bez ingerencji w ustawienia źródeł wody. Jako źródło wody zanieczyszczonej ustalono SUW Jurowce a następnie prześledzono ilość wody zanieczyszczonej docierającej do węzłów sieci w okresie 24 godzin.

WYNIK

Propagacja największej ilości zanieczyszczonej wody z SUW Jurowce występuje w dzielnicach Wysoki Stoczek, Zawady oraz wschodniej części Starosielec Płn, gdzie do większości węzłów dociera 100% zanieczyszczonej wody. W części sieci zasilanej z SUW Pietrasze w okresie 24 godzin nie dochodzi do mieszania wody zanieczyszczonej z czystą.

ANALIZA ROZPRZESTRZENIANIA SIĘ ZANIECZYSZCZEŃ – SUW Pietrasze



OPIS

W scenariuszu przeanalizowano rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń z SUW Pietrasze w formie analizy ilości wody docierającej z danego źródła do określonego węzła sieci.

Analizę przeprowadzono w warunkach normalnych, bez ingerencji w ustawienia źródeł wody. Jako źródło wody zanieczyszczonej ustalono SUW Pietrasze a następnie prześledzono ilość wody zanieczyszczonej docierającej do węzłów sieci w okresie 24 godzin.

WYNIK

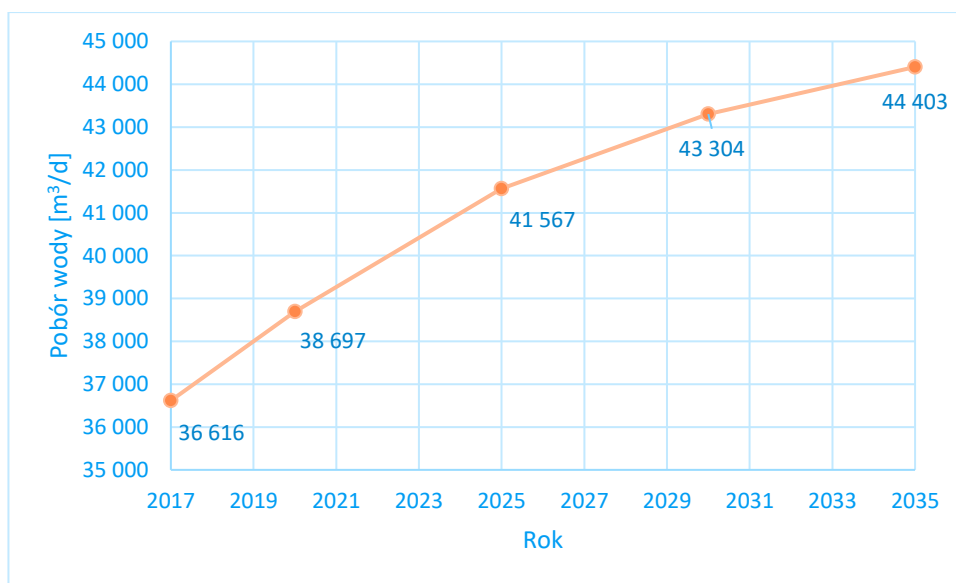
Propagacja największej ilości zanieczyszczonej wody z SUW Pietrasze występuje w dzielnicach Białostoczek Płn., Białostoczek Płd., Bojary oraz Bagnówka, gdzie do większości węzłów dociera 100% zanieczyszczonej wody. W części zasilanej z SUW Jurowce w okresie 24 godzin nie dochodzi do mieszania wody zanieczyszczonej z czystą (na wschód od linii kolejowej Warszawa – Grodno).

6 Budowa modelu programu ogólnego sieci wodociągowej

Celem tego rozdziału jest opisanie procesu budowy modelu matematycznego programu ogólnego sieci wodociągowej. Jako punkt wyjścia do analiz rozwoju sieci wodociągowej Białegostoku przyjęto model symulacyjny stanu istniejącego, który wzbogacono o plany inwestycyjne Zamawiającego, pozyskane dane dotyczące rozwoju infrastruktury gmin ościennych, wnioski z analizy możliwości zwiększenia poborów wody w mieście oraz wnioski z analiz przeprowadzonych na modelu stanu istniejącego sieci wodociągowej.

6.1 Uwzględnione zmiany rozwojowe

Opracowanie programu ogólnego sieci wodociągowej Miasta Białystok wymagało wykonania prognozy zapotrzebowania na wodę w perspektywie roku 2035, którą wykonano w podziale na możliwość dystrybucji wody poza granice miasta oraz zwiększenie poboru w granicach miasta. Na Rys.10 zobrazowano prognozowany trend poborów wody do roku 2035.



Rys. 10 Prognoza poboru wody do 2035 roku

6.1.1 Zwiększenie dystrybucji wody poza granice miasta

W ramach opracowania zwrócono się do instytucji zarządzających majątkiem sieciowym w gminach ościennych miasta Białystok z prośbą o szacunkowe określenie przyszłych potrzeb związanych z zakupem wody od Wodociągów Białostockich. Z informacji uzyskanych w czasie trwania projektu wynika, że Gmina Choroszcz posiada plany związane z zakupem wody, a wielkość rozbioru wody koniecznego do zaspokojenia potrzeb mieszkańców gminy określono na $200 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. Do modelu hydraulicznego stanu

istniejącego wprowadzono powyższy dodatkowy pobór wody z wodociągu z działki nr 16/11 w ciągu drogi wojewódzkiej nr 676, zgodnie z dokumentacją przekazaną przez Gminę Choroszcz. Moment uruchomienia poboru szacuje się na rok 2017/2018.

Przeprowadzono analizę rozwoju zabudowy podmiejskiej, w sąsiedztwie docelowych punktów dystrybucji wody poza granicę miasta. Zidentyfikowano silnie rozwijający się obszar podmiejski w południowej części Gminy Wasilków, bezpośrednio graniczący z terenem miasta, rozciągający się pomiędzy ulicą Niemeńską a drogą wojewódzką 676 Białystok – Supraśl. Z obszaru o powierzchni 17,5 ha, potencjalnie w przyszłości użytkowanego zgodnie z założeniami zabudowy mieszanej wielo – oraz jednorodzinnej, oszacowano dodatkowy pobór wody odpowiadający 1 800 mieszkańcom i wynoszący $180 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. Pobór założono z czterech punktów zlokalizowanych wzdłuż ulicy Niemeńskiej. Szacuje się, że pobór będzie wzrastał stopniowo do uzyskania maksymalnej wartości w roku 2022.

6.1.2 Zwiększenie dystrybucji wody w granicach miasta

Analizę zwiększenia dystrybucji wody w granicach miasta Białystok oparto o cyfrową wersję opracowanych Miejscowych Planów Zagospodarowania Przestrzennego pozyskaną z Urzędu Miasta Białystok. Ze względu na niepełne pokrycie obszaru miasta planami wykonano analizę w ujęciu ogólnym oraz szczegółowym.

Ogólne podejście polegało na porównaniu powierzchni użytkowanej jako zabudowa mieszkaniowa, zawartej w miejscowych planach, do obecnie użytkowanej w ten sposób (analizę opisano w rozdziale 2.5 Kierunki rozwoju aglomeracji). Oszacowano możliwy wzrost poboru wody wynikający ze wzrostu liczby przyborów sanitarnych o 10%, na którego podstawie zwiększono wszystkie istniejące pobory w modelu stanu istniejącego o 10%. Sumowa wartość zwiększonego poboru wyniosła $3\,957 \text{ m}^3/\text{d}$. Szacuje się stopniowy wzrost poboru do roku 2035.

Podejście szczegółowe polegało na analizie obszarów, w których planowany jest rozwój zabudowy wraz z infrastrukturą techniczną. Zidentyfikowano dwa obszary na terenie miasta, w których planowana zabudowa wpłynie na pobory wody.

1. Strefa aktywności Krywłany, w której oszacowano dodatkowy pobór wody na $260 \text{ m}^3/\text{d}$, reprezentowany przez trzy punkty poboru. Należy zaznaczyć, że wartość poborów wody dla przemysłu jest trudna do oszacowania, ponieważ zależy od prowadzonej działalności, która nie została określona w miejscowym planie. W przypadku uzyskania szczegółowych informacji o zagospodarowaniu Krywłan należy skorygować przyjęty pobór. Szacuje się wzrost rozbiorów wody w opisanej strefie do roku 2022.

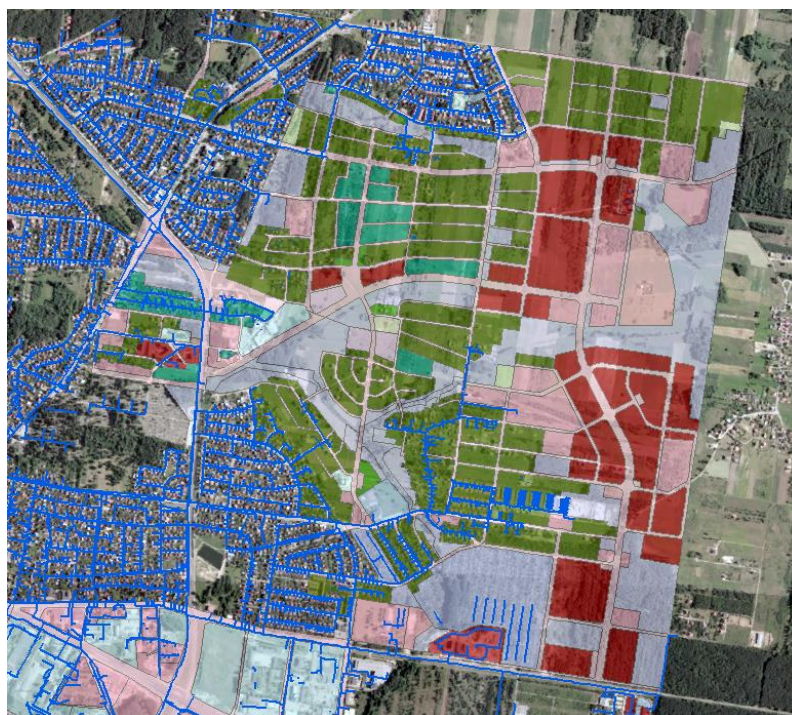


Rys. 11 Planowana strefa aktywności gospodarczej Krywlany

2. Rozwój dzielnicy Bagnówka obecnie w większości użytkowanej rolniczo. Założono zużycie wody zgodnie z rozporządzeniem ministra oraz danymi GUS, z uwzględnieniem powierzchni poszczególnych obszarów zabudowy. Dla budynków jednorodzinnych, reprezentowanych przez zielone poligony (Rys. 12) przyjęto następujące założenia: wielkość działki budowlanej jako 10 ar, ilość osób przypadających na jedno gospodarstwo domowe zgodnie z GUS równą 2,73 oraz zużycie wody wynoszące 100 l/d/os., zgodnie z aktualnym rozporządzeniem ministra¹. Dla budynków wielorodzinnych, reprezentowanych przez czerwone poligony założono gęstość zaludnienia wynoszącą 283 os./ha.

Całkowity dodatkowy pobór wody, wynikający z rozwoju dzielnicy Bagnówka oszacowano na 3 190 m³/d, który rozmieszczono zgodnie z lokalizacją, funkcją oraz proporcjonalnie do powierzchni poligonu w całej strefie rozwoju zabudowy. Okres rozwoju dzielnicy do kształtu przedstawionego w miejscowym planie oszacowano na 10 lat.

¹ Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 14 stycznia 2002 r. w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody



Rys. 12 Planowany rozwój zabudowy w dzielnicy Bagnówka

6.2 Rekomendowane rozwiązania

Zakres rozwiązań, które podlegały modelowaniu w ramach modelu hydraulicznego programu ogólnego sieci wodociągowej Białegostoku można podzielić na dwie grupy:

1. Rozwiązania planowane do wdrożenia przez Wodociągi Białostockie, które wynikają z założeń dotychczas funkcjonującego programu ogólnego opracowanego w roku 2003 lub innych dokumentów koncepcyjnych. Na przekazane inwestycje opracowano dokumenty projektowe, a ich wdrożenie zaplanowano w najbliższych latach, przez co stanowią pierwszy zestaw działań rekomendowanych do wdrożenia. Działania zestawiono na liście A w tabeli 7.

Tabela 7 Zestaw A - działań planowanych do wdrożenia przez Wodociągi Białostockie

A	Lokalizacja
1	Przewód o średnicy 400 mm wzdłuż ulicy Sitarskiej, łączący odcinki magistralne w ulicy Radzywińskiej i Świętokrzyskiej
2	Przewód o średnicy 600 mm wzdłuż ulicy Depowej, łączący odcinki magistralne w ulicy Mikołaja Kopernika i ks. Jerzego Popiełuszki - Lniana
3	Przewód o średnicy 600 mm wzdłuż ulicy Ignacego Jana Paderewskiego, łączący odcinki magistralne w ulicy ks. Jerzego Popiełuszki i Świętego Jerzego

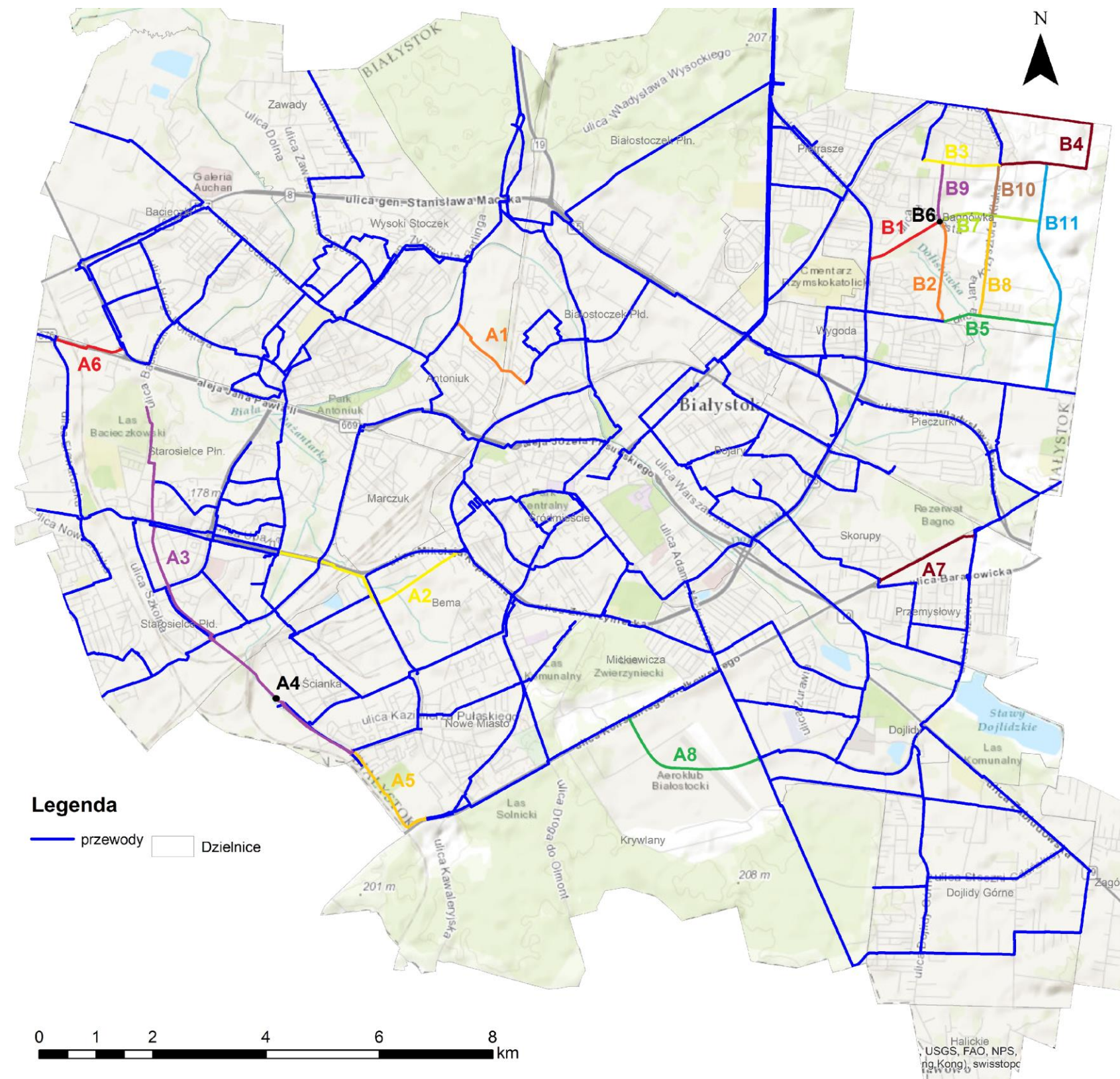
A	Lokalizacja
4	Pompownia strefowa w ciągu projektowanego przewodu w pkt 3.
5	Przewód o średnicy 400 mm wzdłuż linii kolejowej Białystok - Bielsk Podlaski, łączący odcinki magistralne w ulicy Świętego Jerzego i Konstantego Ciołkowskiego
6	Przewód o średnicy 400 mm wzdłuż alei Jana Pawła II, łączący odcinki w ulicy Narodowych Sił Zbrojnych oraz Elewatorskiej
7	Przewód o średnicy 400 mm wzdłuż ulicy Konstantego Ciołkowskiego, łączący odcinki magistralne w ulicy Baranowickiej i Plażowej
8	Przewód o średnicy 300 mm wzdłuż projektowanej w ramach strefy aktywności gospodarczej ulicy w dzielnicy Krywlany, łączący odcinki w ulicy Konstantego Ciołkowskiego oraz Adama Mickiewicza

2. Rozwiązania autorskie rekomendowane do wdrożenia w wyniku przeprowadzonych analiz rozwoju zagospodarowania, terenu jak również służące optymalizacji pracy sieci wodociągowej Białegostoku. Działania zestawiono na liście B w tabeli 8.

Tabela 8 Zestaw B - działań autorskich rekomendowanych do wdrożenia w perspektywie roku 2035

B	Lokalizacja
1	Przewód wzdłuż projektowanej drogi w ulicy Trawiastej w dzielnicy Bagnówka. Zasilenie projektowanej pompowni strefowej oraz budynków jednorodzinnych.
2	Przewód wzdłuż projektowanej drogi w ulicy F. Malinowskiego w dzielnicy Bagnówka. Zasilenie osiedla domów jednorodzinnych.
3	Przewód wzdłuż projektowanej drogi jako przedłużenia ulicy Jutrzenki w dzielnicy Bagnówka. Zasilenie osiedla domów jednorodzinnych.
4	Przewód wzdłuż projektowanej drogi jako przedłużenia ulicy Niemeńskiej w dzielnicy Bagnówka. Zasilenie osiedla domów jednorodzinnych.
5	Przewód wzdłuż istniejącej drogi w ulicy I. Mościckiego w dzielnicy Bagnówka. Zasilenie osiedla domów jednorodzinnych i wielorodzinnych.
6	Pompownia strefowa Bagnówka. Minimalny wydatek zestawu pompowego 100 l/s. Wysokość podnoszenia co najmniej 30 m.

B	Lokalizacja
7	Przewód wzdłuż projektowanej drogi jako przedłużenia ulicy Trawiastej w dzielnicy Bagnówka. Zasilenie osiedla domów jednorodzinnych i wielorodzinnych w strefie ciśnienia pompowni Bagnówka.
8	Przewód wzdłuż istniejącej drogi w ulicy Kluka w dzielnicy Bagnówka. Zasilenie osiedla domów jednorodzinnych.
9	Przewód wzdłuż projektowanej drogi w ulicy Koralowej w dzielnicy Bagnówka. Zasilenie osiedla domów jednorodzinnych.
10	Przewód wzdłuż projektowanej drogi w ulicy Ametystowej w dzielnicy Bagnówka. Zasilenie osiedla domów jednorodzinnych.
11	Przewód wzdłuż projektowanej drogi w granicy Miasta Białystok w dzielnicy Bagnówka, łączący projektowany przewód nr porz. 4 z przewodem wzdłuż ul. 42. Pułku Piechoty . Zasilenie osiedla domów wielorodzinnych.



Rys. 13 Schemat rozbudowy sieci wodociągowej Białegostoku

7 Analiza pracy sieci – program ogólny

7.1 Analiza możliwości obniżenia ciśnienia

Wśród popularnych praktyk rekomendowanych do wdrożenia w przedsiębiorstwach wodociągowych jest podział sieci na strefy ciśnienia, szczególnie w przypadku występowania dużej deniwelacji zasilanego terenu. Działanie tego typu wpływa w wielu przypadkach pozytywnie na kondycję sieci, minimalizując skoki ciśnienia, uderzenie hydrauliczne, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia liczby awarii i ograniczenia wycieków wody. Nie bez znaczenia jest również możliwość osiągnięcia oszczędności finansowych z tytułu mniejszego zużycia energii przez urządzenia pompowe.

W ramach prac przeprowadzono analizę GIS obrazującą wysokość ciśnienia dostępnego na ostatniej kondygnacji zabudowań w granicach miasta w oparciu o dane z Bazy Danych Obiektów Topograficznych 2013. Z analizy danych wynika, że na obszarze miasta występuje 5 obszarów (poligony zielone z etykietą liczbową), w których możliwe jest obniżenie ciśnienia. Poligony oznaczone nr 4 oraz 5 odnoszą się do jednostek osadniczych nieobjętych modelowaniem. Rekomendacja pracy tych stref powinna zostać określona w ramach analizy szczegółowego modelu hydraulicznego, obejmującego odcinki rozdzielcze sieci, poprzedzonej dokładną inwentaryzacją sieci w tych obszarach.

Strefa 1 – strefa redukcji ciśnienia w dzielnicy Zawady. Minimalne przewyższenie ciśnienia ponad przybory umieszczone na ostatniej kondygnacji budynków wynosi 22 m H₂O. Rekomenduje się obniżenie ciśnienia w strefie o 10 m H₂O przy użyciu reduktora ciśnienia zlokalizowanego na przewodzie o średnicy 250 mm w rejonie skrzyżowania ulic Gajowej i Palmowej.

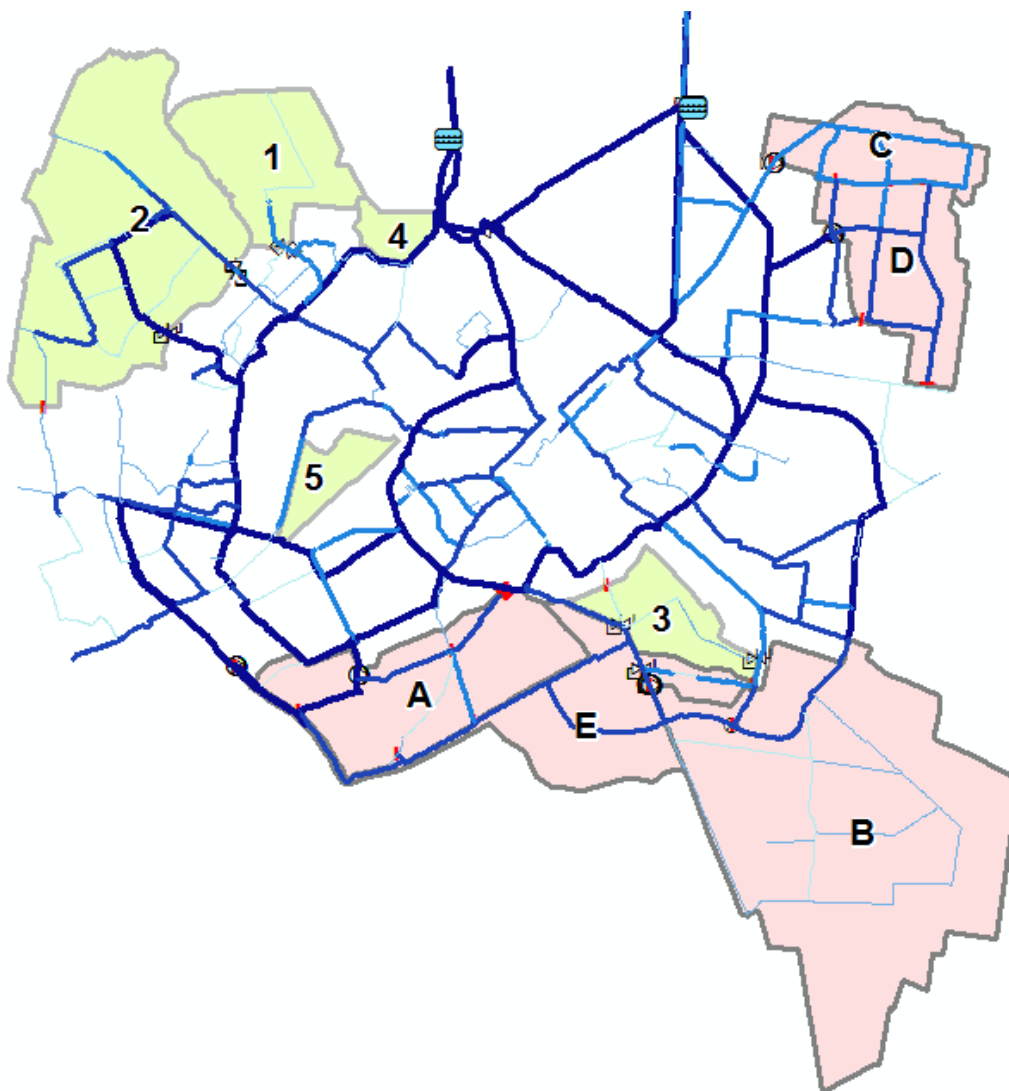
Strefa 2 – strefa redukcji ciśnienia w dzielnicy Bacieczki. Minimalne przewyższenie ciśnienia ponad przybory umieszczone na ostatniej kondygnacji budynków wynosi 18 m H₂O. Rekomenduje się obniżenie ciśnienia w strefie o 5 m H₂O przy użyciu reduktorów ciśnienia zlokalizowanych na przewodzie o średnicy 300 mm w rejonie przecięcia ulicy Produkcyjnej z rzeką Białą oraz na przewodzie o średnicy 600 mm w rejonie przecięcia ulicy Hugona Kołłątaja z rzeką Białą.

Strefa 3 – strefa redukcji ciśnienia w obrębie Mickiewicza i północnych Dojlidach. Minimalne przewyższenie ciśnienia ponad przybory umieszczone na ostatniej kondygnacji budynków wynosi 25 m H₂O. Rekomenduje się obniżenie ciśnienia w strefie o 10 m H₂O przy użyciu reduktorów ciśnienia zlokalizowanych na przewodzie o średnicy 200 mm w rejonie przecięcia ulic Niedźwiedziej i Myśliwskiej oraz na przewodzie o średnicy 140 mm w rejonie przecięcia ulic Zwierzynieckiej oraz Adama Mickiewicza.

Północną granicę strefy wyznacza zamknięta zasuwa w rejonie przecięcia ulicy Mickiewicza z Czesława Miłosza. Ze strefy należy wyłączyć 5-cio kondygnacyjny Budynek zlokalizowany u zbiegu ulic Jagiellońskiej, Mickiewicza oraz Pod Krzywą, który należy zasilić z sąsiedniej magistrali DN 400.

Strefa 4 – strefa redukcji ciśnienia w obrębie Wysoki Stoczek, pomiędzy ulicami gen. Stanisława Maczka a gen. Zygmunta Berlinga. Minimalne przewyższenie ciśnienia ponad przybory umieszczone na ostatniej kondygnacji budynków wynosi 31 m H₂O.

Strefa 5 – strefa redukcji ciśnienia w obrębie Marczuk. Minimalne przewyższenie ciśnienia ponad przybory umieszczone na ostatniej kondygnacji budynków wynosi 23 m H₂O.



Ponadto etykietami tekstowymi wyróżniono strefy podnoszenia ciśnienia.

Strefa A – strefa podnoszenia ciśnienia pompowni Żeromskiego. Z analizy ciśnień wynika, że pomimo zwiększenia strefy w kierunku wschodnim nie jest wymagana zmiana ciśnienia na wyjściu z obiektu.

Strefa B – strefa podnoszenia ciśnienia pompowni Mickiewicza. Brak zmian w działaniu pompowni.

Strefa C – strefa podnoszenia ciśnienia pompowni Raginisa. Z analizy ciśnień wynika, że pomimo zwiększenia strefy w kierunku północnym nie jest wymagana zmiana ciśnienia na wyjściu z obiektu.

Strefa D – strefa podnoszenia projektowanej pompowni na osiedlu Bagnówka. W celu zapewnienia minimalnego ciśnienia w obszarze zasilania pompowni ciśnienie na wyjściu z obiektu powinno wynosić co najmniej 45 m H₂O jednak należy zaznaczyć, że powinno być korygowane wraz z postępującą zabudową.

Strefa E – strefa podnoszenia ciśnienia projektowanej pompowni przy ulicy Cementowej. W celu zapewnienia minimalnego ciśnienia w obszarze zasilania pompowni ciśnienie na wyjściu z obiektu powinno wynosić co najmniej 45 m H₂O jednak należy zaznaczyć, że powinno być dostosowane do zabudowy strefy przemysłowej w północnej części dzielnicy Krywlany.

7.2 Propozycja stałego opomiarowania sieci

Jako pierwszy etap realizacji systemu monitorowania sieci (opisanego szczegółowo w rozdziale 7.3) przeanalizowano możliwość lokalizacji stałych punktów pomiarowych przepływu i ciśnienia oraz zdefiniowano rozkład stref pomiarowych sieci z uwzględnieniem istniejących punktów pomiarowych zlokalizowanych na sieci objętej modelem hydraulicznym.

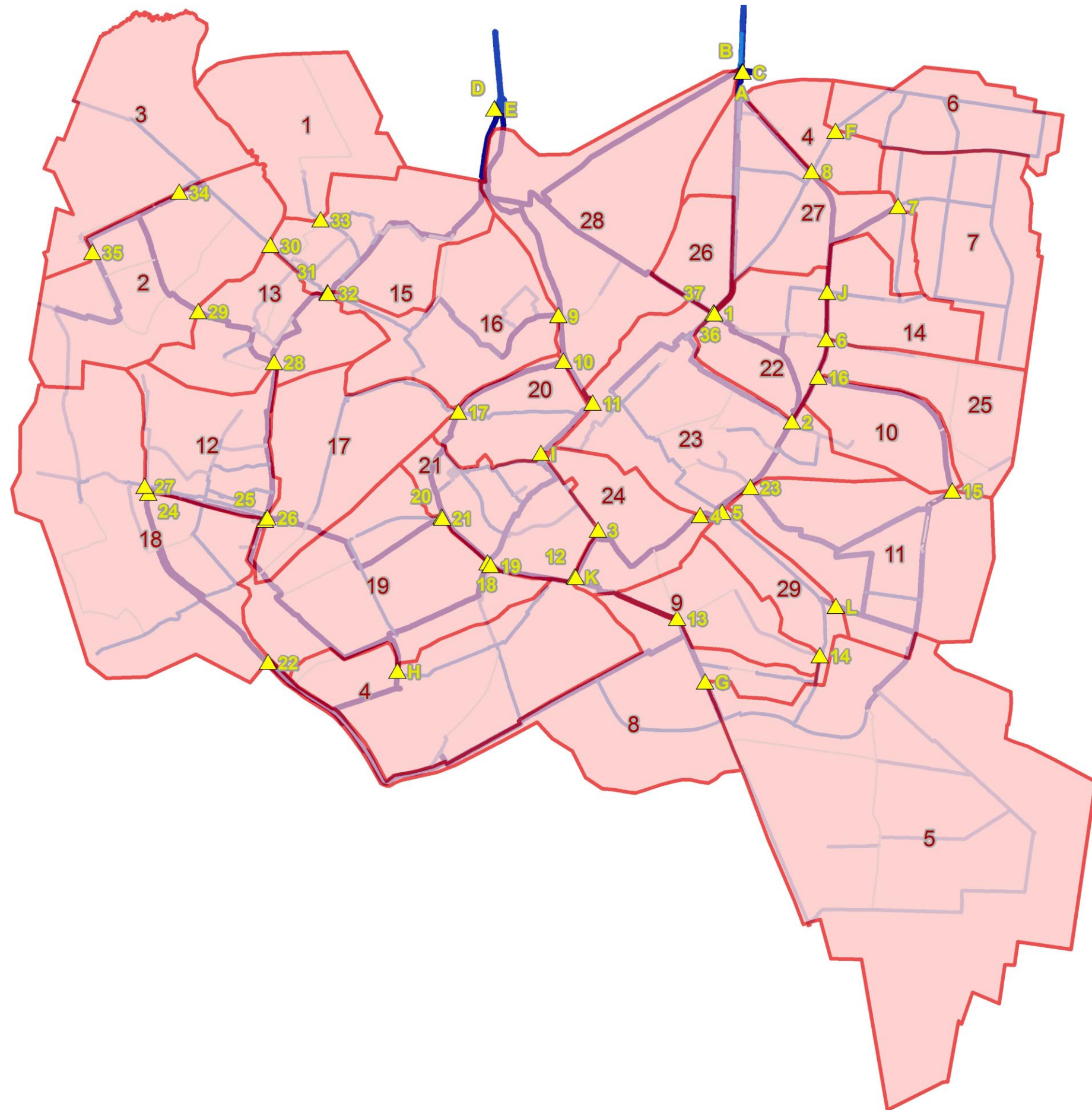
W celu wykreślenia stref pomiarowych przeanalizowano sieć szczegółową Miasta Białystok, bazując na wynikach modelu hydraulicznego programu ogólnego w zakresie kierunków przepływu w sieci magistralnej. Na tej podstawie zarekomendowano utworzenie 29 stref pomiarowych, w których pomiar realizowany jest przez 12 istniejących, stałych punktów pomiarowych (etykiety w formie liter) oraz 37 proponowanych punktów pomiarowych (etykiety liczbowe), oznaczonych na mapie symbolem trójkąta.

Tabela 9 Punkty pomiaru ciśnienia oraz przepływu

	Lokalizacja	Średnica [mm]
A	SUW Pietrasze - przewód do lasu	800
B	SUW Pietrasze - do ul. Piastowskiej	800
C	SUW Pietrasze - do ul. Wysockiego	600
D	SUW Jurowce - sekcja II	600
E	SUW Jurowce - sekcja I	600
F	Pompownia Raginisa	250
G	Pompownia Mickiewicza	400
H	Pompownia Żeromskiego	600
I	Punkt pomiarowy Mikołaja	400
J	Punkt pomiarowy Chełmońskiego	250
K	Punkt pomiarowy 11 Listopada	600
L	Punkt pomiarowy Dojnowska	350
1	Wasilkowska	600
2	Piastowska, skrzyżowanie z Towarową	600
3	Skłodowskiej Curie przy placu Katyńskim	250
4	Branickiego, skrzyżowanie z Piastowską	600
5	Nowowarszawska przy Piastowskiej	245
6	Piastowska, skrzyżowanie z 27 Lipca	800
7	Projektowana pompownia Bagnówka	300
8	Raginisa, skrzyżowanie z Piastowską	245
9	Radziwińska, skrzyżowanie z Tysiąclecia PP	600
10	Poleska - rozbudowa o pomiar przepływu	800
11	Jurowiecka, skrzyżowanie z Fabryczną	400
12	11 Listopada - rozbudowa o pomiar w kierunku Dojlid	400
13	Mickiewicza, skrzyżowanie ze Zwierzyniecką	140
14	Niedźwiedzia, skrzyżowanie z Myśliwską	200
15	Andersa, skrzyżowanie z Ciołkowskiego	600
16	Andersa, skrzyżowanie z Piastowską	600
17	Poleska, skrzyżowania z Dąbrowskiego	300
18	Wiejska, przy Kopernika	600
19	Wiejska, przy Zwierzynieckiej	200
20	Łomżyńska, przy Kopernika	250
21	Łomżyńska, przy Kopernika	600
22	Projektowana pompownia cementowa	600
23	Piastowska, przewód w kierunku Warmińskiej	400
24	Zimowa, przy Popiełuszki	600
25	Lniana, prz Popiełuszki	600
26	Projektowana magistrala "Depowa" przy połączeniu z Lniana - Popiełuszki	600
27	Popiełuszki, skrzyżowanie z Korycińską	300

	Lokalizacja	Średnica [mm]
28	Skrzyżowanie Długiej, 3 Maja i Jana Pawła II	600
29	Kołatąja przy rzece Biała	600
30	Produkcyjna przy rzece Biała	275
31	Antoniuk Fabryczny, skrzyżowania z 3 Maja	300
32	3 Maja, skrzyżowanie z Antoniuk Fabryczny	600
33	Gajowa, przy Palmowej	250
34	Kleeberga, przejście pod drogą przy połączeniu z magistralą 600	265
35	Narodowych Sił Zbrojnych, przy skrzyżowaniu z Octową	200
36	Andersa, skrzyżowanie z Wasilkowską - odcinek magistralny na płn. zachód	600
37	Andersa, skrzyżowanie z Wasilkowską - odcinek magistralny na pld. wschód	600

Poprawnie działający system pomiarowy przyczynia się do redukcji strat, poprawia wydajność układu i obniża koszty operacyjne. Analiza strat wody w poszczególnych strefach pomiarowych jest bardzo istotna w kontekście planowania inwestycyjnego. W planach modernizacyjnych należy uwzględniać redukowanie strat, które przyczyniają się m.in. do potrzeby zwiększonej produkcji wody. W celu analizy strat wody w czasie rzeczywistym należy zaimplementować system wykrywania oraz monitorowania strat wody.



8 Kolejność realizacji nowych magistral dla potrzeb terenów nieurbanizowanych oraz szacunkowe koszty inwestycji

Jak wskazano w poprzednich rozdziałach opracowania strategiczne nie określają jednoznacznie strategii rozwoju infrastruktury technicznej miasta ani rozwoju terenów nieurbanizowanych. Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego Białegostoku wskazuje co prawda obszary z brakiem wyposażenia w infrastrukturę, jednakże nie daje odpowiedzi na kierunki i potrzeby jej rozwoju.

Zgodnie z nadal silnie występującym w Polsce trendem w najbliższych latach nadal można spodziewać się migracji mieszkańców Białegostoku do dzielnic peryferyjnych i miejscowości ościennych. Stąd w planach rozwojowych sieci wodociągowej należy uwzględnić konieczność dostarczenia większych ilości wody na tereny peryferyjne oraz ewentualnie do sąsiednich gmin. Uzyskane informacje nie wskazują na istotne zwiększenie zapotrzebowania na wodę z sąsiednich gmin w najbliższym czasie, jednakże ww. tendencje demograficzne powodować będą stopniowe zwiększenie zapotrzebowania na wodę na terenach peryferyjnych. Analiza pracy istniejącego systemu wodociągowego pokazuje, że umiarkowane zwiększenie zużycia wody nie będzie powodować powstawania znaczących niedoborów wody lub spadków ciśnienia. System pracuje ze znaczną rezerwą wydajności oraz przepustowości. Planowane w najbliższym czasie inwestycje - magistrala w ul. Depowa, pompownia w ul. Paderewskiego wraz z zamknięciem pierścienia do ul. Ciołkowskiego, magistrala w ul. Sitarskiej – usprawnią działanie systemu i pozwolą poprawić niezawodność dostaw.

Należy również zaznaczyć, że program inwestycyjny rozwoju sieci wodociągowej musi być dostosowany do możliwości inwestycyjnych przedsiębiorstwa oraz do bieżących i przyszłych potrzeb, związanych z rozwojem terenów miejskich. Poprawa funkcjonowania systemu planowana jest poprzez wdrożenie inwestycji zawartych w Tabeli 7 traktowanej, jako zestaw działań będących na etapie realizacji lub przygotowania do realizacji przez Wodociągi Białostockie, których szczegółowe parametry opracowano w ramach poszczególnych projektów. Dodatkowo w celu optymalizacji pracy sieci wodociągowej Miasta Białostok zaleca się wdrożenie narzędzi informatycznych o charakterze nietechnicznym, wspomagających system podejmowania decyzji, których koszt jest znacznie niższy od działań technicznych (Monitor Strat Wody, narzędzie do planowania rekonstrukcji sieci, internetowy operator scenariuszy Waternet Advisor).

Reakcję inwestycyjną na planowane tendencje rozwojowe miasta w perspektywie 2035 roku zawarto w Tabeli 8, dla których opracowano szacunkową wycenę (Tabela 10).

Tabela 10 Rekomendowane działania autorskie wraz z szacunkową wyceną

B	Lokalizacja	Średnica [mm]	Materiał	Długość [m]	Szacunkowy koszt [zł]
1	Przewód wzdłuż projektowanej drogi w ulicy trawiastej w dzielnicy Bagnówka	600	Żeliwo	850	1 811 350
2	Przewód wzdłuż projektowanej drogi w ulicy F. Malinowskiego w dzielnicy Bagnówka	300	Żeliwo	1 100	1 546 600
3	Przewód wzdłuż projektowanej drogi jako przedłużenia ulicy Jutrzenki w dzielnicy Bagnówka	250	PCV	800	931 200
4	Przewód wzdłuż projektowanej drogi jako przedłużenia ulicy Niemeńskiej w dzielnicy Bagnówka	250	PCV	2 600	3 026 400
5	Przewód wzdłuż istniejącej drogi w ulicy I. Mościckiego w dzielnicy Bagnówka	300	Żeliwo	1 150	1 715 800
6	Pompownia strefowa Bagnówka. Minimalny wydatek zestawu pompowego 100 l/s. Wysokość podnoszenia 30 m	-	-	-	945 000
7	Przewód wzdłuż projektowanej drogi jako przedłużenia ulicy trawiastej w dzielnicy Bagnówka	300	Żeliwo	1 070	1 504 420
8	Przewód wzdłuż istniejącej drogi w ulicy Kluka w dzielnicy Bagnówka	300	Żeliwo	1 100	1 546 600
9	Przewód wzdłuż projektowanej drogi w ulicy Koralowej w dzielnicy Bagnówka	250	PCV	650	756 600
10	Przewód wzdłuż projektowanej drogi w ulicy Ametystowej w dzielnicy Bagnówka	250	PCV	550	640 200
11	Przewód wzdłuż projektowanej drogi w granicy Miasta Białystok w dzielnicy Bagnówka, łączący projektowany przewód nr porz. 4 z przewodem wzdłuż ul. 42. Pułku Piechoty	300	Żeliwo	2 500	3 515 000
SUMA				12 370	17 939 170