

**Adam BŁOCH**

Atrem S.A.  
Suchy Las k/Poznań

## **TECHNOLOGIE INFORMATYCZNE WSPOMAGAJĄCE OBSŁUGĘ SERWISOWĄ I EKSPLOATACYJNĄ SIECI I URZĄDZEŃ WODOCIĄGOWYCH W TERENIE**

IT TECHNOLOGIES SUPPORTING MAINTENANCE AND OPERATION  
OF WATER SUPPLY AND DISTRIBUTION NETWORKS

*This article presents modern IT technologies that support operation in the field. It is focused on rugged tablets equipped with GPS cooperating with typical systems like GIS, SCADA or Asset Management, which are present in modern enterprises. Both IT systems and equipment are shown as tools of great importance in the process of continuous water supply.*

### **1. Wprowadzenie**

Obecnie trudno sobie wyobrazić jakiegokolwiek przedsiębiorstwo, które mogłoby funkcjonować bez wykorzystania narzędzi informatycznych. Dzisiaj już nie tylko komputery, ale telefony, smartfony, tablety, nawet budynki zaczynają odznaczać się „inteligencją” i wyposażone są w różnego rodzaju czujniki i specjalizowane układy elektroniczne. W niniejszym artykule przedstawiono, w jaki sposób urządzenia te mogą być wykorzystywane do realizacji prac związanych z utrzymaniem ciągłości dostaw wody. Opisano zagadnienia związane z obsługą prac planowanych oraz obsługą zdarzeń awaryjnych. Przedstawiono zarówno korzyści jak i problemy wynikające z postępującej informatyzacji tych obszarów funkcjonowania przedsiębiorstw wodociągowych.

### **2. Systemy informatyczne w przedsiębiorstwie wodociągowym**

Dzisiejsze przedsiębiorstwa wodociągowe wyposażone są w różnego rodzaju systemy informatyczne. Są to przede wszystkim systemy ERP do finansowego zarządzania przedsiębiorstwem, ale również systemy SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) do sterowania i kontroli procesu produkcji wody, systemy GIS (Geographic

Information System) i paszportyzacji do ewidencji i dokumentacji majątku sieciowego oraz inne mniej lub bardziej specjalizowane narzędzia informatyczne [1]. Powszechnie jest wykorzystanie sieci telefonii komórkowej w procesach komunikacji oraz kolekcji danych pomiarowych w terenie. Znaczący wzrost wykorzystania systemów informatycznych w przedsiębiorstwach sieciowych wynika z faktu dostrzeżenia wartości, jaką jest pełna i zaktualizowana informacja oraz wiedza z niej płynąca. Znaczący zakres pracy każdego przedsiębiorstwa (nie tylko wodociągowego) polega na gromadzeniu ogromnych ilości danych i odpowiednim ich przetwarzaniu w celu uzyskania użytecznej informacji. Ciągły rozwój technik informatycznych sprawia, że z szerokiego dostępu do wiedzy i informacji płynących z systemów informatycznych możemy korzystać zdalnie, na coraz rozleglejszym terenie. To z kolei sprawia, że posiadanie systemów obiegu dokumentów, ERP, GIS, paszportyzacji i SCADA, które współpracują ze sobą i korzystają ze spójnego modelu danych, daje bardzo dużo korzyści polegających na skróceniu czasu dostępu do wiedzy i informacji służących realizacji podstawowych procesów biznesowych przedsiębiorstwa wodociągowego (czyli utrzymania sieci w ruchu i rozbudowy infrastruktury wodociągowej). Połączone systemy dają pełen obraz przedsiębiorstwa w różnych ujęciach: finansowym – ERP, przestrzennym – GIS, majątkowym – paszportyzacja, ruchowym – SCADA oraz przepływu informacji – obieg dokumentów. Kluczowym dla poprawności funkcjonowania tych systemów jest stałe dostarczanie rzetelnych danych i ich późniejsze utrzymanie. Jest to proces skomplikowany, który podlega ciągłym zmianom. Jest to też proces kosztowny. Dlatego jednym z czynników powodujących obniżenie kosztów zbierania i utrzymywania danych w systemach informatycznych przedsiębiorstwa jest przenoszenie punktów zbierania danych poza biura firmy w teren (na urządzenia klientów – załatwianie spraw formalnych przez Internet oraz na urządzenia mobilne pozwalające na pracę w terenie).

### 3. Nowe technologie pracy w terenie

Możliwość pracy z wykorzystaniem systemów informatycznych w terenie pojawiła się już bardzo dawno wraz z nadejściem komputerów przenośnych (laptopów). Niestety sposób ich funkcjonowania oraz obsługi w wielu przypadkach powodował, że ich zastosowanie w terenie zamiast upraszczać i redukować koszty powodowało efekt odwrotny. Do głównych wad urządzeń typu laptop należy zaliczyć:

- interfejs niedostosowany do pracy w terenie,
- ergonomia urządzenia (konieczność otwierania ekranu, pisania na klawiaturze, wskazywania elementów przy pomocy TouchPad lub myszy komputerowej),
- niewygodna praca na stojąco,
- powolne włączanie i wyłączenie,
- duży koszt urządzeń odpornych na pracę w trudnych warunkach.

W ostatnich latach sytuacja uległa zmianie wraz z pojawieniem się urządzeń typu tablet, w których rozwiązano główne problemy komputerów przenośnych utrudniające pracę w terenie. Stworzone zostały urządzenia odporne na pracę na otwartym powietrzu, które włącza się jednym przyciskiem powodującym natychmiastową gotowość do pracy. Dodatkowo urządzenia te wyposażane są w wiele modułów peryferyjnych takich jak [2]:

- GPS (można dołożyć zewnętrzne urządzenie GPS o dokładności 0,3 m),
- modem GSM,
- nadajniki NFC (technologia RF-ID),

- czytniki kodów kreskowych i macierzowych ,
- kamery i aparaty fotograficzne.

Urządzenia te są lekkie i poręczne, dzięki czemu mogą stanowić narzędzie ułatwiające proces pozyskiwania wiedzy oraz aktualizacji danych w systemach informatycznych przedsiębiorstwa (w terenie). Kluczowe cechy, które sprawiają, że urządzenia te są użyteczne i pomocne w terenie to:

- interfejs użytkownika dostosowany do obsługi dwoma palcami jednej ręki (oraz pracę w rękawiczkach),
- szybkość włączania i wyłączania urządzenia,
- ergonomia pracy,
- długi czas pracy na bateriach,
- możliwość zdalnego dostępu do systemów centralnych przedsiębiorstwa.

Przedstawione cechy urządzenia pozwalają na wykorzystanie go w wymagających warunkach pracy w terenie.



Rys. 1. Tablet o wzmocnionej obudowie do prac w terenie.

Fig. 1. Rugged tablet for operations in the field.

#### 4. Korzyści z zastosowania tabletów w terenie

Jak wspomniano wyżej, wykorzystanie tabletów do pracy w terenie niesie ze sobą dwie zasadnicze korzyści:

- możliwość dostępu do informacji i wiedzy zgromadzonej w systemach informatycznych przedsiębiorstwa bezpośrednio na miejscu prowadzenia prac na sieci wodociągowej (lub w trakcie podróży na miejsce prowadzenia prac) - a więc redukcja ilości pracy i czasu potrzebnego na pozyskanie wiedzy i informacji,

- możliwość bezpośredniego przesyłania i wiązania danych zebranych w terenie wprost do systemów informatycznych, bez konieczności angażowania dodatkowych pracowników odpowiedzialnych w biurze za aktualizację i pielęgnację danych zapisanych w systemach – a więc redukcja ilości pracy potrzebnej na aktualizację danych w systemach komputerowych i oczywiście również przyspieszenie całego procesu aktualizacji danych.

Możliwości informacyjne jakie daje wykorzystanie tabletu w terenie to w szczególności:

- dostęp do szczegółowych danych o terenie, które zawarte są w systemie GIS – możliwość podglądu przebiegu sieci na mapie, wykonania domiarów w terenie, sprawdzenia zdjęć lotniczych itp,
- możliwość wyznaczenia punktów w terenie przy pomocy przenośnych odbiorników GPS,
- dostęp i możliwość obejrzenia ewentualnych zdjęć i dokumentacji z prac poprzednio realizowanych w danym punkcie,
- możliwość zlecenia nowych prac (wraz z przekazaniem odpowiedniej dokumentacji) ekipom znajdującym się w terenie oraz możliwość przekazywania pracy pomiędzy ekipami.

W zakresie aktualizacji danych, wykorzystanie tabletu pozwala na:

- stworzenie dokumentacji zdjęciowej miejsca prac i jej automatyczne powiązanie z odpowiednim obiektem w systemie informatycznym (dzisiaj robi się to ręcznie w biurze),
- stworzenie szkiców terenowych i dokumentów wykonania prac eksploatacyjnych bezpośrednio w systemie informatycznym.

## 5. Główne wyzwania przy wdrażaniu technologii mobilnych

Wdrożenie technologii tabletovej przebiegnie pomyślnie i przyniesie opisywane wyżej korzyści, jeżeli uda się poprawnie rozwiązać następujące kwestie:

- skonstruowanie wygodnego i prostego w obsłudze interfejsu użytkownika,
- przełamanie oporu ludzi do wprowadzenia zmian (przejście z dokumentów papierowych na urządzenia elektroniczne),
- dostosowanie procedur przedsiębiorstwa do działania w trybie elektronicznym (Nie powinna być to próba zastosowania procedur funkcjonujących na formularzach papierowych),
- pozostałe systemy informatyczne muszą dać się dostosować do tego, by udostępniać informacje na tablety oraz przyjmować dane wprowadzane w terenie,
- pozostałe systemy informatyczne muszą posiadać odpowiednie dane przestrzenne, opisowe, zdjęciowe itp.

## 6. Dane potrzebne do pracy w terenie

By sprawnie wspomagać pracę brygad w terenie systemy informatyczne muszą mieć możliwość przekazywania informacji on-line. Przy prowadzeniu prac w terenie często kluczowa jest odpowiedź na następujące pytania:

- „Czym jest to co widać na powierzchni terenu?”
- „Co jest zakopane pod ziemią (na co możemy natrafić gdy już zaczniemy kopać)?”
- „Czy coś już kiedyś robiliśmy w tym miejscu (może mamy jakieś zdjęcia lub inną dokumentację, którą warto byłoby obejrzeć przed rozpoczęciem pracy)?”
- „Gdzie trzeba kopać, by odnaleźć to co jest narysowane na mapie (dokładna pozycja w terenie)?”
- „Gdzie jest zawór, który trzeba zamknąć podczas awarii (zwłaszcza zimą, gdy wszystko jest zasypane śniegiem)?”
- „Co to jest za urządzenie, które właśnie odkopaliśmy? Co o nim wiemy w naszej dokumentacji? Może dokumentację tę przy okazji jego odkopania należałoby uzupełnić?”

Odpowiedzi na powyższe zagadnienia powinny znajdować się w systemach GIS oraz paszportyzacji, a dostęp do nich w terenie umożliwi sprawniejsze wykonanie prac naprawczych i eksploatacyjnych. Pozwala również poprawić jakość naszej dokumentacji ponieważ w terenie możemy dowiedzieć się czego jeszcze o naszej sieci nie wiemy i uzupełnić dane.

Oprócz informacji o sieci brygadam pracującym w terenie potrzebne są również szczegółowe informacje określające zakres zleconych prac. Dzięki wykorzystaniu rozwiązań mobilnych dokumentację taką można przesyłać bezpośrednio na tablet do ekipy już pracującej w terenie (jako kompletne zlecenie wykonania prac).

## 7. Dane pozyskiwane w terenie

Umożliwienie pracy w systemach informatycznych w terenie to nie tylko możliwość dostępu do wiedzy o sieci, ale również możliwość jej bieżącej aktualizacji. Dzięki mechanizmom identyfikacji obiektów w terenie (czy to po tabliczkach informacyjnych, czy współrzędnych GPS, czy po etykietach RF-ID lub innych oznaczeniach) mamy możliwość szybkiego uzupełniania informacji o nich. Co ważniejsze, wpisana w tablet informacja lub zrobione zdjęcia (lub filmy) są od razu przyporządkowywane do tego obiektu bez konieczności dalszej obróbki tych dokumentów w biurze.

Podobnie rzecz wygląda w przypadku sporządzania dokumentacji eksploatacyjnej. Przy dobrze przygotowanych formularzach elektronicznych w terenie wypełniane są tylko dane pozyskane w terenie podczas prac. Pozostałe dane, które do tej pory należało również wpisać pobierane są z systemów informatycznych. Skraca to i znacząco upraszcza proces wypełniania danych w terenie i eliminuje konieczność biurowej obróbki danych.

## 8. Główne wymagania dla urządzeń pracujących w terenie

Tablet przeznaczony do pracy w terenie musi spełniać szereg kryteriów. Do najistotniejszych można zaliczyć:

- podwyższona odporność na uszkodzenia fizyczne (upadki, zarysowania, zachlapania),
- odporność na warunki atmosferyczne (praca w nasłonecznieniu, praca w niskich temperaturach,
- krótki czas odpowiedzi (szybszy niż czas ludzkiej reakcji),
- odporność na zakłócenia transmisji danych (praca w trybie off-line lub quasi-online),
- łatwość obsługi (czytelny i intuicyjny interfejs użytkownika pozwalający na obsługę również w rękawicach),
- wielofunkcyjność - przeglądanie dokumentacji, sporządzanie dokumentacji, identyfikacja (QR-code, bar-code, RF-ID), robienie zdjęć.

## 9. Praktyczne wykorzystanie urządzeń mobilnych

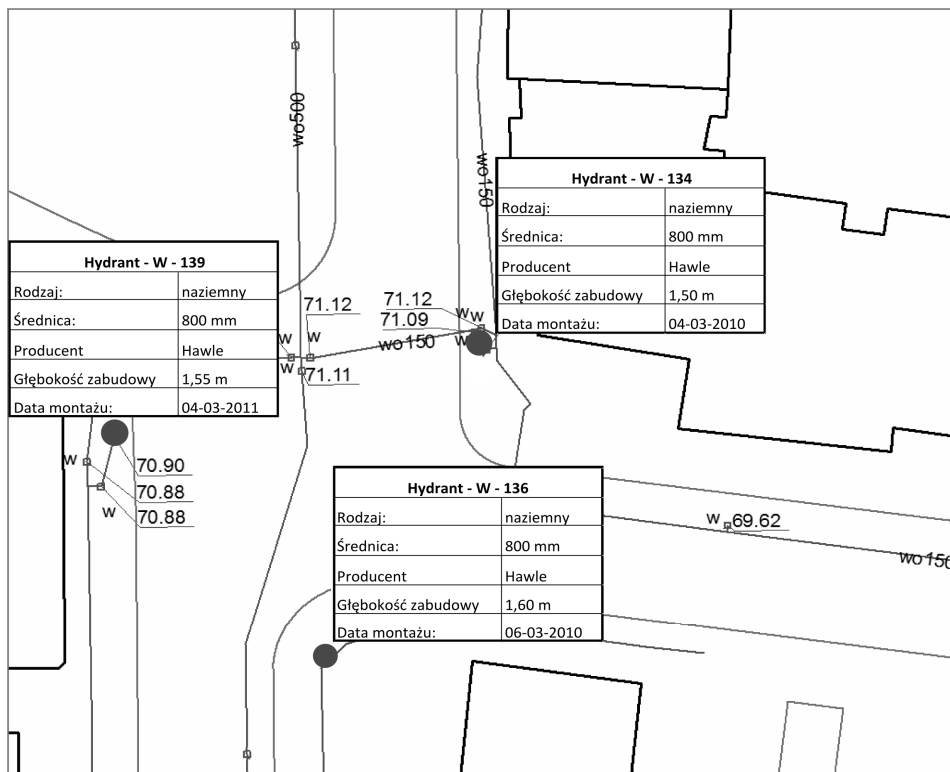
Poniżej przedstawiono przykłady dwóch (z wielu możliwych) scenariuszy zastosowania urządzeń mobilnych w terenie. Jeden odnosi się do realizacji prac planowanych drugi do nieplanowanych (zdarzenie awaryjne).

### 9.1. Przykład 1 – prace planowe

Wykonanie przeglądu hydrantów wraz z pomiarem ich wydajności. Zadanie to jest zadaniem planowanym, umieszczonym w harmonogramie czynności eksploatacyjnych do wykonania w danym okresie. W wyniku przeglądu sporządzany jest protokół, który zawiera informacje o sprawdzonych hydrantach oraz o wynikach tych przeglądów. W przypadku zastosowania systemów informatycznych współpracujących z urządzeniami przenośnymi dostosowanymi do pracy w terenie scenariusz realizacji wyglądałby następująco.

Osoba koordynująca prace eksploatacyjne na sieci przegląda harmonogram sporządzony w systemie paszportyzacji celem ustalenia zadań do wykonania w danym dniu. Zaplanowane zadania przydziela w systemie do odpowiednich brygad terenowych.

Przydzielenie zadania do danej brygady powoduje, że na tablet będący na wyposażeniu tejże brygady wysyłany jest komplet informacji o przydzielonym zadaniu zebranych z systemu paszportyzacji oraz GIS. W opisywanym przypadku przekazana zostaje lista hydrantów do przeglądu w danym dniu, ich współrzędne GPS, ewentualne zdjęcia wykonane przy realizacji poprzednich prac eksploatacyjnych na tych obiektach oraz elektroniczny formularz, do wypełnienia (wypełniony już częściowo informacjami pobranymi z systemu GIS i paszportyzacji). Brygada nie musi pojawiać się biurze, by otrzymać pełną dokumentację potrzebną do realizacji zadania.



Rys.2. Mapa wyświetlana na tablecie z zaznaczonymi hydrantami (oraz ich paszportami), które mają być poddane procedurze przeglądu.

Fig. 2. Map displayed on tablet screen showing hydrants (and their description) to be inspected.

Na tablecie brygada posiada listę zadań do wykonania w danym dniu (tygodniu). Zadania mogą być przerywane i wznowiane w zależności od potrzeb. Urządzenie zapamiętuje stan wykonania danego zadania. Użytkownik aktywuje na tablecie zadanie, które w danym momencie zamierza realizować.

W przypadku przeglądu hydrantów tablet pomaga zlokalizować hydranty do przeglądu (dzięki współrzędnym GPS oraz funkcjom nawigacyjnym), wyświetla informacje o aktualnie przeglądany hydrancie, pozwala na sporządzenie nowej dokumentacji zdjęciowej (od razu przypisuje tę dokumentację do odpowiedniego hydrantu) oraz wprowadza dane zebrane podczas przeglądu (stan ogólny, zmierzona wydajność). Dane o dacie przeglądu oraz osobie go dokonującej są automatycznie zapisywane na podstawie informacji o zalogowanym użytkowniku na tablecie.

W przypadku stwierdzenia nieprawidłowości tablet umożliwia automatyczne utworzenie i przypisanie do danego hydrantu protokołu niezgodności eksploatacyjnej (np. hydrant uszkodzony). Protokół ten automatycznie zostanie wysłany do systemu paszportyzacji gdzie dalej jest śledzony aż do momentu usunięcia niezgodności.

Po zakończeniu realizacji zadania przeglądu hydrantów i pomiaru ich wydajności elektroniczny protokół automatycznie zapisywany jest do systemu paszportyzacji (zapis następuje natychmiast lub w momencie uzyskania dostępu do sieci komórkowej), a brygada może przejść do realizacji kolejnego zlecenia. Wyeliminowana zostaje konieczność późniejszej pracy biurowej związanej z wprowadzaniem informacji o przeprowadzonych pracach do systemów informatycznych przedsiębiorstwa.

Korzyści jakie osiągnięto dzięki zastosowaniu tabletów do wykonywania planowanych prac eksploatacyjnych:

- Redukcja kosztów biurowych prowadzenia prace eksploatacyjnych (dokumentowanie prac)
- Wydłużenie czasu efektywnej pracy brygad w terenie poprzez zmniejszenie liczby obowiązków biurowych i dokumentacyjnych. W terenie zbierane są tylko informacje pozyskiwane podczas prac. Nie są przepisywane informacje inwentaryzacyjne.
- Dostarczenie pełnej dokumentacji potrzebnej do realizacji zadań w terenie, bez konieczności jej przygotowywania przez pracowników biurowych.
- Możliwość uzupełnienia dokumentacji potrzebnej do realizacji prac w trakcie ich trwania bez konieczności powrotu do biura
- W przypadku wątpliwości zdjęcia zrobione w terenie mogą być natychmiast udostępnione osobom pracującym w biurze celem przeprowadzenia konsultacji w trakcie trwania prac eksploatacyjnych

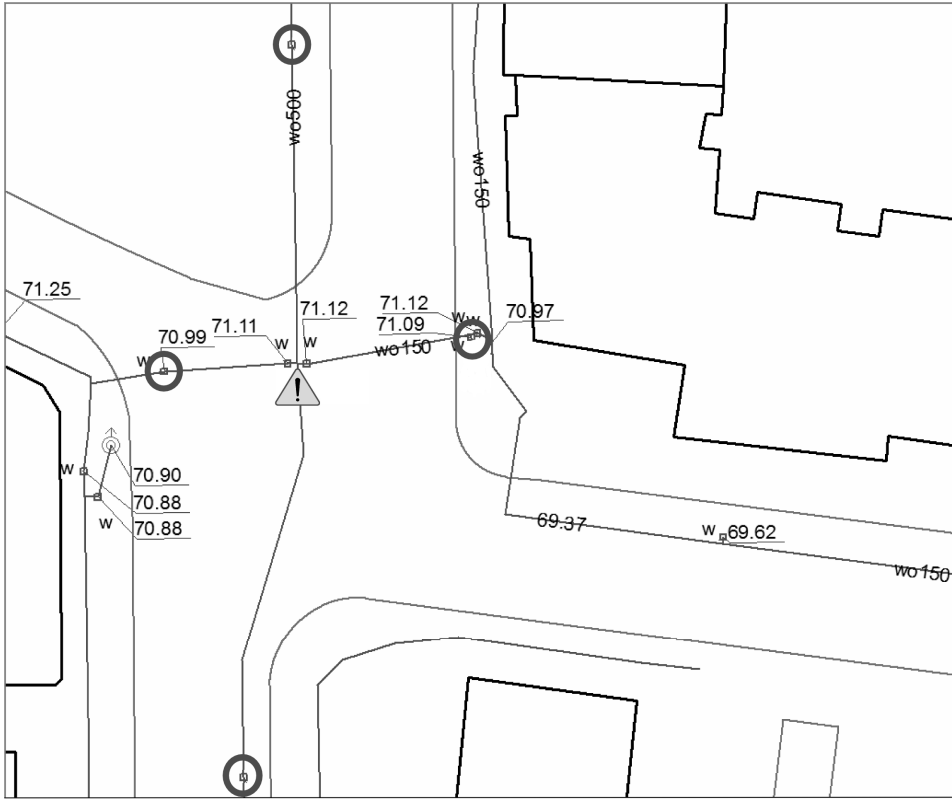
## 9.2. Przykład 2 – zdarzenie awaryjne

Awaria na sieci wodociągowej. Przyczyną awarii jest pęknięcie jednego z wodociągów w strefie X. Zdarzenie ma miejsce zimą, przy ujemnej temperaturze, powierzchnia terenu jest pokryta grubą warstwą śniegu.

Dyspozytor przyjmuje zgłoszenie o wypływającej wodzie na ulicy. Wysyła tam brygadę pogotowia wodociągowego. Brygada stwierdza prawdopodobne pęknięcie podziemnej rury wodociągowej.

Przy pomocy tabletu, który ma możliwość połączenia się z systemem GIS przedsiębiorstwa odczytuje mapy uzbrojenia terenu w miejscu awarii. Z map dowiaduje się, że w tym miejscu biegnie wodociąg o średnicy DN500 zasilający okoliczne osiedla. Pracownicy uruchamiają analizę przestrzenną dostępną na tablecie, która w sposób automatyczny wskazuje zasuw, które należy zamknąć by odciąć dopływ wody do miejsca awarii. Ponieważ teren przykryty jest śniegiem, do lokalizacji zasuw pracownicy wykorzystują zewnętrzny lokalizator GPS współpracujący z tabletem.

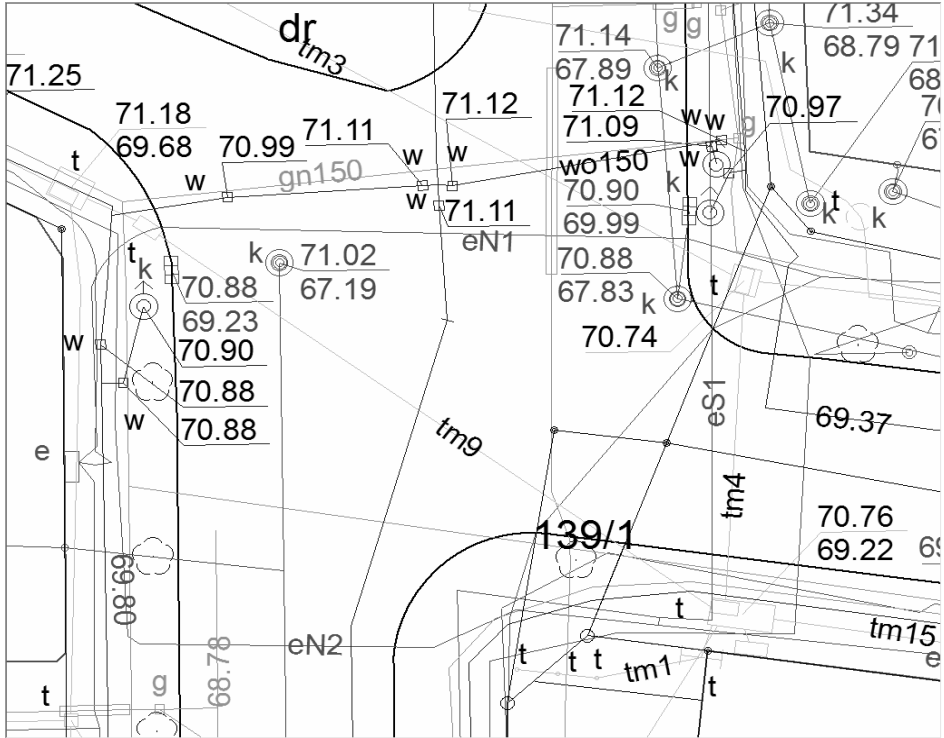




Rys.3. Mapa wyświetlana na tablecie prezentująca wyniki analizy przestrzennej wskazującej zasuwę odcinającą miejsce awarii.

Fig. 3. Map displayed on tablet screen showing spatial analysis that points valves which need to be close to cut the failure area off.

Po zatrzymaniu wypływu wody przy pomocy informacji o miejscu awarii zawartych w systemie GIS pracownicy przystępują do prac ziemnych celem naprawy uszkodzenia. System GIS dostarcza informacji o ewentualnych przeszkodach i uzbrojeniu terenu na które może natrafić koparka. System na tablecie może dostarczyć ewentualne wcześniejsze zdjęcia z rejonu prac jeżeli takowe w istnieją.



Rys.4. Mapa wyświetlana na tablecie prezentująca szczegóły uzbrojenia terenu w miejscu awarii.

Fig. 4. Map displayed on tablet screen showing details of failure area.

W trakcie trwania prac jeden z członków brygady przy pomocy tabletu sporządza dokumentację fotograficzną zdarzenia (dokumentacja samego uszkodzenia, dokumentacja otoczenia). Tworzy też protokół awarii, który automatycznie zapisywany jest do systemu paszportyzacji (i GIS). Stworzona dokumentacja fotograficzna jest zapisywana razem z protokołem awarii.

Jeżeli w trakcie usuwania awarii znajdzie konieczność dostępu do dokumentacji technicznej jakiegoś fragmentu sieci to można ją pobrać z systemu paszportyzacji lub GIS bez konieczności wizyty w biurze.

Korzyści z zastosowania tabletów przy usuwaniu awarii na sieci wodociągowej:

- skrócenie czasu potrzebnego na zlokalizowanie punktów odcięcia (redukcja strat spowodowanych wpływem wody),
- redukcja ryzyka związanego z uszkodzeniem innej infrastruktury podczas prac ziemnych (dzięki dokumentacji dostępnej na miejscu prowadzenia prac),
- możliwość zebrania w terenie dokumentacji z miejsca zdarzenia bez konieczności późniejszej obróbki danych w biurze,
- możliwość konsultacji zdalnej poprzez przesłanie on-line zdjęć miejsca zdarzenia do biura.

## 10. Podsumowanie

W artykule przedstawiono możliwości rozszerzenia funkcjonalności systemów informatycznych działających w przedsiębiorstwach wodociągowych poprzez zastosowanie urządzeń mobilnych. Omówiono wymogi stawiane takim rozwiązaniom, przedstawiono wynikające z nich korzyści oraz wskazano niezbędne modyfikacje w istniejących rozwiązaniach. Autorzy mają nadzieję, że zawarte w artykule informacje skłonią czytelnika mającego styczność z poruszonymi zagadnieniami do zainteresowania się nowymi możliwościami podnoszącymi jakość i efektywność pracy. Niewątpliwie oprócz tradycyjnych narzędzi, tablet stanie się wkrótce jednym ze standardowych elementów wyposażenia monterów/serwisantów.

## Bibliografia

- [1] Studziński J. "Narzędzia informatyzacji miejskich sieci wodociągowych", "Wodociągi i kanalizacja" nr 5/2010
- [2] [www.getac.com](http://www.getac.com)
- [3] "Dokumentacja system paszportyzacji i ewidencji przestrzennej EwistaGIS", Atrem S.A. 2013.

