

AWARIE SYSTEMÓW INFRASTRUKTURY INSTALACYJNEJ JAKO ZAGROŻENIA EKSPLOATACYJNE

INFRASTRUCTURE SYSTEMS FAILURES-INSTALLATION AS OPERATING RISKS

dr inż. Jacek GAJ

Wojskowa Akademia Techniczna

Artykuł recenzowany

Streszczenie

W referacie przedstawione zostały specyficzne uwarunkowania funkcjonowania systemów instalacyjnych eksploatowanych w stanie zagrożenia zaistnieniem różnorodnych i nietypowych czynników, oddziałujących na ich funkcjonowanie.

Słowa kluczowe: systemy instalacyjne, zagrożenia eksploatacyjne

Summary

General conditions concerning functioning of insulating systems operated in an emergency occurrence of various factors which can destructive affect their functioning are presented in this paper.

Keywords: installation systems, operational risks

1. Systemy sanitarne

W poniższym opracowaniu przedstawione zostały rozważania na temat możliwych do zaistnienia zagrożeń dla funkcjonowania sanitarnej infrastruktury instalacyjnej.

Dążenie do poprawy warunków bytowania człowieka w zróżnicowanym klimatycznie środowisku naturalnym wytworzyło potrzebę opracowania, wykonania i użytkowania różnorodnych systemów instalacyjnych.

Obszar systemów infrastruktury instalacyjnej obejmuje układy:

- wodociągowo-kanalizacyjne,
- ciepłownictwo,
- wentylację/klimatyzację,
- gazownictwo; zarówno w wymiarze instalacji lokalnych, ale także sieci zewnętrznych.

Obecnie osiągnięta wysoka wydajność i sprawność techniczno-funkcjonalna oraz energetyczna tych systemów instalacyjnych, istotnie rzutuje na poprawę jakości egzystencji ludzi. Jednak stopień skomplikowania tych systemów stawia duże wymagania wobec prawidłowej ich eksploatacji, ale także wobec prawidłowej i przemyślanej ich konstrukcji oraz zabezpieczeń przeciwwawaryjnych.

Przeznaczenie oraz cele istnienia poszczególnych systemów infrastruktury instalacyjnej są oczywiste i niezmiennie od lat:

- a) zaopatrzenie w wodę – ma za zadanie pozyskiwanie i uzdatnianie wody oraz dostarczanie do miejsca użycia,
- b) kanalizacja – ma za zadanie odprowadzenie zużytej wody (ścieków) z miejsca ich powstawania, zebranie ich (kanalizacja) do sieci odpływowych, a następnie

skuteczne oczyszczenie przed wprowadzeniem do środowiska naturalnego,

- c) ciepłownictwo – służy do zabezpieczania szczególnie wrażliwych potrzeb egzystencjalnych człowieka, w niekorzystnych warunkach środowiskowych (zimno),
- d) gazownictwo – ma za zadanie dostarczanie paliwa gazowego na potrzeby grzewcze, technologiczne i bytowe człowieka,
- e) wentylacja i klimatyzacja – ma za cel uzyskanie optymalnych parametrów powietrza wewnętrznego dla osiągnięcia komfortu cieplno-wilgotnościowego człowieka w pomieszczeniach.

Wymienione powyżej uwarunkowania wymagają szczególnie przemyślanego postępowania, zwłaszcza na początkowym etapie projektowania tych urządzeń. Również na podstawie ich cech charakterystycznych można zidentyfikować zagrożenia, które mogą stanowić dla nich niebezpieczeństwo podczas eksploatacji, i którym to zagrożeniom powinny one sprostać, w celu zapewnienia im niezakłóconego funkcjonowania.

Każdy z systemów posiada swoją indywidualną specyfikę, którą należy uwzględnić przy rozpatrywaniu ich wrażliwości na awarie:

- dla wody – pozyskanie wody, doprowadzenie jej stanu fizyko-chemicznego do wymogów odpowiadających potrzebom, które ma zapewnić w celu gospodarczego jej wykorzystania;
- dla ścieków – bezpieczeństwo higieniczno-sanitarne i pewność odprowadzania z miejsca wytworzenia do miejsca neutralizacji oraz poddanie ich takim zabiegom, które doprowadzą ich skład fizyko-chemiczny do warunków umożliwiających bezpieczne wprowadzenie do

środowiska naturalnego (najczęściej: wody powierzchniowe płynące lub grunt);

- dla ciepłownictwa – wytworzenie optymalnej ilości energii cieplnej (racjonalne wykorzystanie paliwa) przy wysokiej sprawności jak najskuteczniejsze uniknięcie strat przesyłu oraz oszczędne spożytkowanie na zabezpieczenie potrzeb;
- dla gazu – bezpieczne dostarczanie i optymalne wykorzystanie na cele i potrzeby człowieka;
- dla wentylacji/klimatyzacji – uzyskanie w pomieszczeniach bytowych i technologicznych optymalnych warunków mikroklimatycznych, przy optymalnym zużyciu energii cieplnej, chłodniczej i elektrycznej.

Każda z tych cech szczególnych sprzyja możliwości podjęcia odpowiedniego działania, które może ją zdestabilizować.

Wynikające stąd bezpieczeństwo eksploatacji wymusza specyficzne postępowanie oraz przemyślane działania już podczas projektowania, budowy i eksploatacji tych systemów, z uwagi na ich podatność i wrażliwość na awaryjne zakłócenia ich funkcjonowania.

Ze względu na różną rangę poszczególnych systemów dla funkcjonowania konkretnych obiektów i sieci, mają one różne znaczenie. Również skutki zakłóceń ich funkcjonowania mogą mieć różne znaczenie, a zasięg oddziaływania, a tym samym wielkość następstw ich unieruchomienia, mogą mieć decydujące znaczenie. Przy czym poszczególne systemy są w różnym stopniu wrażliwe na zakłócenie ich funkcjonowania.

2. Podatność systemów instalacyjnych na awarie

Ewolucja cywilizacji przy uwarunkowaniach klimatycznych wynikających z lokalizacji geograficznej, sprzyjały rozwojowi poszczególnych systemów instalacyjnych, doprowadzając je do wysokiej doskonałości technicznej, przy niezmienności stałych, ale istotnych zagrożeń dla ich funkcjonowania, które można podzielić na następujące grupy: techniczne, środowiskowe oraz szczególne.

Właściwa konstrukcja systemów instalacyjnych, zastosowanie wyspecjalizowanych rozwiązań technicznych, które eliminują (gdy jest taka konieczność i są podstawy ekonomiczne do zastosowania takiego rozwiązania – dotyczy to najczęściej ważnych i wrażliwych obiektów wojskowych) lub minimalizują możliwość zaistnienia zakłócenia w ich funkcjonowaniu (gdy nie można sobie pozwolić na zapewnienie całkowitej bezawaryjności zabezpieczenia potrzeb podstawowych, np. z przyczyn ekonomicznych).

Wybór właściwego (tzn. często kosztownego) lub optymalnego rozwiązania technicznego ma za zadanie uodpornienie całego systemu na oddziaływanie czynników niekorzystnych, dążących do zatrzymania jego funkcjonowania, uzależniony jest bardzo często od uwarunkowań ekonomicznych już na etapie jego powstawania.

Planowanie wykonania systemu instalacyjnego musi uwzględniać lokalne warunki terenowe obiektu (takie jak: zatopienie wodami powodziowymi lub wynikające z awarii technicznych systemów wodnych; zasypywanie osuw-

skami gruntowymi lub gruzem z obiektów sąsiadujących; usytuowanie w pobliżu obiektu o dużym zagrożeniu ogniowym itp.) lub na terenie dogodnym do zaistnienia niekorzystnych anomalii atmosferycznych (trąba powietrzna, gradobicie) lub geologicznych (osuwiska, rozpadliny). Wynika stąd ogromna odpowiedzialność za staranne zaprojektowanie i dostosowanie do miarodajnych planów zagospodarowania przestrzennego, stanowiących podstawę optymalnej działalności inwestycyjnej, także dla tych systemów, ale również za następstwa zaniedbań lub lekkomyślności w tym zakresie.

Stopień niezawodności systemów instalacyjnych powinien być uzależniony od przewidywanych skutków ewentualnych następstw gwałtownego zatrzymania ich funkcjonowania. Na przykład oczekiwany stopień niezawodności dostarczania energii cieplnej lub paliwa gazowego do odbiorcy jest zależny od wrażliwości odbiorcy na zatrzymanie dostaw ciepła/energii, lub możliwości zapewnienia dostarczenia ciepła/paliwa ze źródła alternatywnego/zapasowego. Stosunkowo najmniej zdeterminowana jest (choć to jedynie kwestia zastosowania skutecznych uregulowań prawno-finansowych) potrzeba/konieczność skutecznego oczyszczania ścieków przed wprowadzeniem ich do środowiska naturalnego – mylnie traktowana jako bezpośrednio niewpływająca na zagrożenie egzystencji człowieka (co oczywiście jest tylko wygodnym złudzeniem).

Skutki awarii funkcjonowania poszczególnych systemów instalacyjnych są różnorodne, a ich stopień niekorzystnego oddziaływania na egzystencję człowieka jest w różnym stopniu dokuczliwy, uciążliwy lub niebezpieczny. Zakłócenie dostaw ciepła dla aglomeracji miejskich (przy długotrwałych przerwach) będzie skutkowało wymiernym pogorszeniem wydajności pracy, ale także zagrożeniem zdrowia dla populacji dla ośrodka osadniczego współczesnego człowieka. Już krótkotrwałe przerwy w dostawie ciepła mogą spowodować trwałe uszkodzenia lub nawet zniszczenia techniki wrażliwej na niekorzystne oddziaływanie niskich temperatur. Wstrzymanie dostaw wody stosunkowo szybko powoduje obniżenie stanu sanitarno-higienicznego obszaru, zwłaszcza miejskiego, dotkniętego takim brakiem. Dłuższe wstrzymanie zaopatrywania w wodę może się okazać wyjątkowo dotkliwe i destrukcyjne. Zupełnie innego, groźniejszego wymiaru nadaje zagadnieniu bezpieczeństwa eksploatacji kwestia zaopatrzenia w wodę, możliwość skażenia jej przed rozprowadzeniem do odbiorców. Podobnie dużego znaczenia nabiera skuteczność odprowadzania ścieków z miejsca ich wytwarzania – nawet niewielkie zakłócenie w odbiorze ścieków jest w stanie wyeliminować funkcjonowanie jednostki osadniczej (znane są przypadki opuszczania rozbudowanych i skutecznych fortyfikacji z powodów bezpieczeństwa sanitarnego, powstałego na skutek wstrzymania dostaw wody lub po zniszczeniu systemu odbioru ścieków bytowo-gospodarczych). Niesygnalizowane i gwałtowne wstrzymanie dostawy paliwa gazowego może być szczególnie kosztowne zwłaszcza dla układów technologicznych zakładów produkcyjnych i ciepłownictwa. Stosunkowo najłatwiej zakłócić pracę instalacji wentylacyjnych/klimatyzacyjnych, a ich zatrzymanie

funkcjonowania może być uciążliwe (dla układów komfortowych) lub bardzo kosztowne (dla układów wysokiej technologii przemysłowej).

Jak widać z przytoczonych wyżej powodów, systemy instalacyjne odgrywają ogromną rolę w funkcjonowaniu społecznym, ale także są narażone na różnorodne zakłócenia funkcjonowania, a tym samym mają zasadniczy wpływ na społeczność ludzką, zwłaszcza na terenach zurbanizowanych.

Wrażliwość systemów infrastruktury instalacyjnej na awarie i zakłócenia eksploatacji można określić jako:

- a) uwarunkowania techniczne:
 - wady materiałowe i technologiczne;
 - błędy konstrukcyjno-wykonawcze;
- b) uwarunkowania nietechniczne:
 - błędy obsługowe (np. braki wiedzy technicznej);
 - zjawiska atmosferyczne i geologiczne;
 - terroryzm i działania asymetryczne.

Wszystkie powyższe zagrożenia/zakłócenia mogą skutkować następującymi awariami:

- uszkodzenia mechaniczne systemów instalacyjnych wskutek np. złego zabezpieczenia przed intensywnym ruchem komunikacyjnym, ale także na skutek prowadzenia nieprzeznaczonych robót ziemnych;
- osunięcia gruntu na skutek ulew i powodzi np. na terenach górskich;
- utrata szczelności lub niedostateczne zabezpieczenie źródeł, urządzeń lub sieci wodociągowych skutkujące możliwością skażenia wody w przewodach sieci wodociągowych;
- awarie zakładów uzdatniania wody i oczyszczalni ścieków (na skutek błędów eksploatacyjnych i awarii, ale także na skutek terroryzmu lub działań dywersyjnych);
- awarie systemów odprowadzania ścieków do odbiorników, powodując lokalne skażenie terenu;
- utrata szczelności lub izolacji sieci ciepłych powodująca straty przesyłu energii cieplnej, lub zatrzymanie dostawy ciepła wraz ze wszystkimi tego skutkami;

Wszystkie powyższe cechy charakterystyczne systemów instalacyjnych sprzyjają możliwościom (lub łatwości przeprowadzenia zakłócenia) powstawania zagrożeń awaryjnych/terrorystycznych, poprzez bezprawne oddziaływanie na systemy techniczne w celu osiągnięcia określonych, przewidywanych i zakładanych skutków.

3. Ochrona i zabezpieczenie systemów infrastruktury instalacyjnej

Poprawność funkcjonowania systemów instalacyjnych uzależniona jest od wielu czynników, przedsięwzięć i działań, których spełnienie może oddziaływać na ich eksploatację.

Prawidłowe zaprojektowanie, dobór właściwych rozwiązań technicznych i wysokiej jakości materiałów oraz rzetelne wykonanie na odpowiednim poziomie jakościowym wszelkich urządzeń i instalacji sanitarnych są podstawą ich bezawaryjnego funkcjonowania. Jednak w sytuacjach zaistnienia nadzwyczajnych zagrożeń występuje

potrzeba, a nawet konieczność zastosowania specjalnych działań zaradczych lub zapobiegających:

1. Zastosowania ochrony fizycznej wrażliwych obiektów punktowych (ujęcia i stacje uzdatniania wody, oczyszczalnie ścieków, ciepłownie, tłocznie gazu), która powinna obejmować zastosowanie:
 - ogrodzenia utrudniającego dostęp i penetrację obiektu,
 - systemu kontroli dostępu osobowego,
 - elementów monitoringu technicznego,
 - rozwiązania projektowe utrudniające zniszczenie lub uszkodzenie wrażliwych elementów systemu instalacyjnego (np. wzmocnione drzwi, brak okien, specjalna konstrukcja dachu – np. „pływająca płyta detonacyjna”, rów odprowadzający awaryjny przybór wody) albo ograniczające skutki takiego zniszczenia.
2. Dozorowanie obiektów liniowych lub obszarowych, a zwłaszcza ich wrażliwych lub kluczowych elementów, dostępnych dla osób postronnych:
 - a) na co dzień:
 - monitoring wizyjny i/lub techniczny, – techniczne bariery dostępowe.
 - b) w razie zwiększonego zagrożenia:
 - zapory inżynieryjne, – patrolowanie obszaru.
3. Monitorowanie z wykorzystaniem środków technicznych:
 - monitorowanie parametrów pracy urządzeń w celu zapobiegania awariom lub wczesne ich wykrywanie,
 - monitorowanie dostępu.

Bardzo ważnym elementem zapewnienia bezawaryjnego funkcjonowania systemów instalacyjnych jest opracowanie przemysłowych i okresowo sprawdzanych planów działania na wypadek zagrożenia (awaria, zamach terrorystyczny lub dywersyjny) oraz zgromadzeniu niezbędnych sił i środków do przeprowadzenia sprawnej naprawy uszkodzeń.

4. Podsumowanie

Systemy instalacyjne, jak każde urządzenia techniczne, narażone są na działanie czynników negatywnie oddziałujących na ich funkcjonowanie. Z uwagi na ich znaczenie dla systemu Państwa, właściwym działaniem jest zaliczenie tych systemów do infrastruktury krytycznej Państwa i objęcie specjalnymi programami ochrony, zwłaszcza przy prognozowanym zagrożeniu.

Zaniedbanie takich przedsięwzięć lub przeprowadzenie ich w niewystarczającym stopniu może mieć dotkliwe skutki dla całego Państwa, powodując poważne następstwa grożące nieodwracalnymi skutkami.

Literatura

1. Mariusz Łaciak: *Bezpieczeństwo eksploatacji urządzeń, instalacji i sieci gazowych*. Tarbonus 2013
2. Gryz Jarosław: *Zarys teorii bezpieczeństwa*. Wydawnictwo AON, Warszawa 2011
3. Pokruszyński Witold: *Teoretyczne aspekty bezpieczeństwa*, WSGE, Józefów 2010