



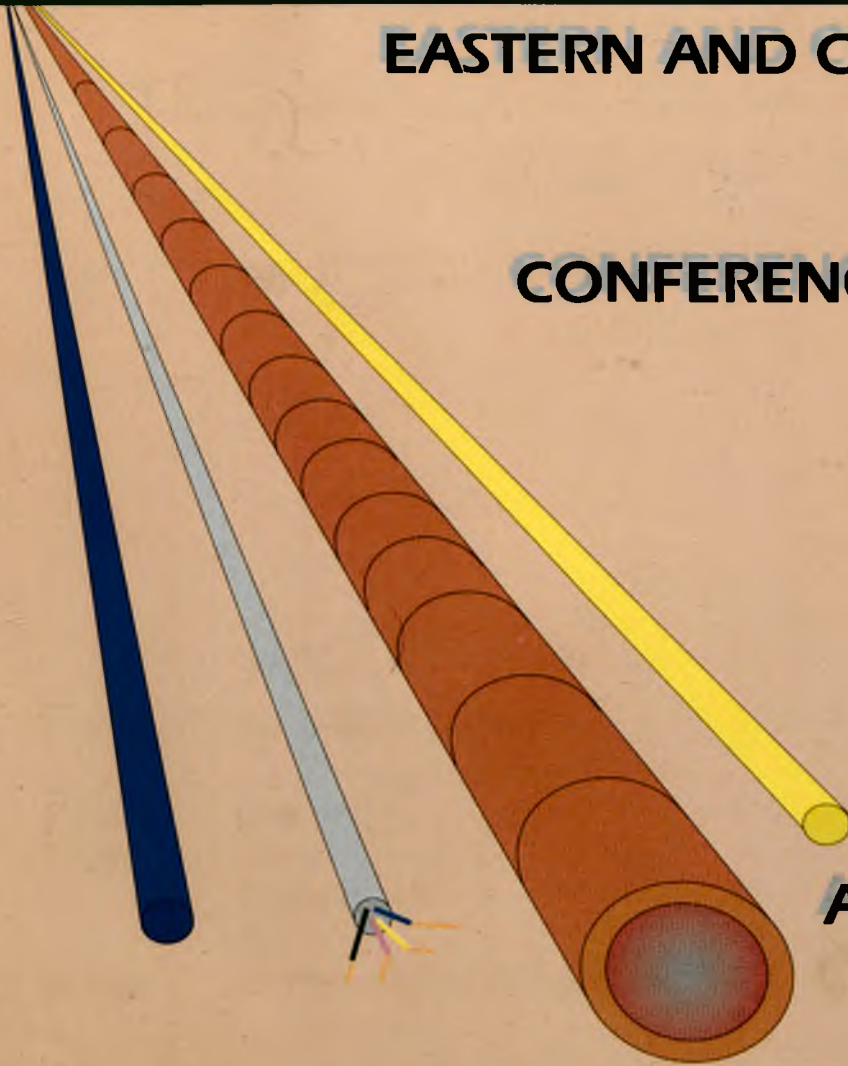
INTERNATIONAL SOCIETY FOR
TRENCHLESS TECHNOLOGY



TRENCHLESS TECH WARSAW '95

EASTERN AND CENTRAL EUROPE
OPPORTUNITIES

CONFERENCE & EXHIBITION



APRIL 19-20, 1995

THE WARSAW
PALACE OF CULTURE AND SCIENCE

CONFERENCE PAPERS

ORGANIZATOR:

**PRZEDSIĘBIORSTWO BADAŃ, PROJEKTÓW I REALIZACJI
INFRASTRUKTURY EKOLOGICZNEJ EKOLAND Sp. z o.o.**

ul. Gwiaździsta 27/133, 01-651 Warszawa, Polska.

WE WSPÓŁPRACY Z:

INTERNATIONAL SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY

15 Belgrave Square, London SW1X 8PS, Wlk. Brytania.

TECHNOLOGIE BEZWYKOPOWE WARSZAWA ' 95

**MIĘDZYNARODOWA KONFERENCJA POŁĄCZONA
Z WYSTAWĄ**

KOMITET ORGANIZACYJNY

Janusz	Dłużewski
John	James
Michał	Popielewski
Jon	Sutro
Maciej	Ways - przewodniczący

BIURO KONFERENCJI

EKOLAND Sp. z o.o.
ul. Jaracza 2,
00-378 Warszawa, Polska
tel. 48(0)2 6250471 w. 31
fax. 48(0)2 6213262

WARSZAWA 19-20 KWIECIEŃ 1995

PROGRAM KONFERENCJI

Środa 19 Kwietnia 1995

0800 Rejestracja uczestników.

1000 Przywitanie i wprowadzenie.

dr M. Ways, Ekoland Sp. z o.o. (Polska).

1015 Otwarcie konferencji.

prof. dr hab. M. Roman, Prezes Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych (Polska).

1025 Przemówienie inauguracyjne.

dr D. B. Downey, Insituform Technologies Ltd. (Wlk. Brytania).

1045 Podstawowe aspekty polityki ekologicznej w Polsce.

A. Deja, Ministerstwo Ochrony Środowiska Z.N i L. (Polska).

1100 Kawa.

1145 Sesja A - Transfer technologii.

Przewodniczący: prof. dr hab. A. Kuliczkowski

Badania, zastosowanie i transfer technologii bezwykopowych.

J. Cant, Water Research Centre (Wlk. Brytania).

Zastosowanie technologii bezwykopowych dla izolacji hydraulicznej.

prof. dr hab. M. Nawalany, Politechnika Warszawska (Polska).

Modernizacja rurociągów podziemnych w polskich miastach.

dr A. Kolonko i dr hab. C. Madryas, Politechnika Wroclawska (Polska).

Przygotowanie i szkolenie w zakresie mikrotunelowania.

S. Orchard, Entro Iseki Ltd (Wlk. Brytania).

Dyskusja.

1300 Przerwa.

1430 Sesja B - Wykonawstwo bezwykopowe.

Przewodniczący: E. Holm

Mikrotunelowanie a wykopy - studium porównawcze.

dr D. N. Chapman, University of Nottingham,

S. D. Chapman, Leicester City Council (Wlk. Brytania).

Łączenie rurociągów podziemnych z podmorskimi z zastosowaniem wierceń poziomych.

prof. dr hab. B. Mazurkiewicz, Politechnika Gdańska (Polska).

Wymiana kabli w Willingboro, New Jersey, USA.

T. Wilkinson, FlowMole Ltd (Wlk. Brytania).

Wciskanie rurociągów dalekosiężnych w miękkich skałach.

U. Sieler, LGA-Grundbauinstitut (Niemcy).

Dyskusja.

1545 Przerwa.

1615 Sesja C - Wykrywanie urządzeń podziemnych.

Przewodniczący: N. Taylor

Geofizyczne metody poszukiwań elementów infrastruktury podziemnej.

dr J. Antoniuk i dr A. Koblański, Akademia Górniczo Hutnicza (Polska).

Magnetyczne metody rozpoznawania i lokalizacji uzbrojenia podziemnego.

doc. dr hab. G. Bojdys, prof. dr hab. T. Grabowska i prof. dr hab. M. Lemberger, Akademia Górniczo Hutnicza (Polska).

Automatyczna lokalizacja uszkodzeń kabli podziemnych średniego napięcia.

prof. dr hab. E. Anderson, S. Maziarz, Instytut Energetyki i dr W. Tarczyński, WSI w Opolu (Polska).

Lokalizatory kabli i rur dla technik bezwykopowych.

J. Kozłowski, Radiodetection Sp. z o.o. (Polska).

Dyskusja.

Czwartek 20 Kwietnia 1995

0800 Rejestracja uczestników.

1000 Sesja D - Renowacja.

Przewodniczący: dr hab. C. Madryas

Metoda renowacji kanałów z zastosowaniem wykładzin PEHD z występami kotwiącymi Sure Grip Relining.

U. Scheder, Frank Co, (Niemcy).

Diagnostyka i odnowa kanałów.

prof. dr hab. A. Kulickowski, R. Pluta i D. Zwierzchowski, Politechnika Świętokrzyska (Polska).

Renowacja syfonów pod rzeką Łabą w Dreźnie metodą CIPP Insituform.

R. Dilg, Insituform Brochier (Niemcy).

Mechaniczna metoda czyszczenia rur wodociagowych.

dr J. Wąsowski, Ekopig Sp. z o.o. (Polska).

Dyskusja.

1115 Kawa.

1200 Sesja E - Badania i inwentaryzacja.

Przewodniczący: prof. dr hab. B. Mazurkiewicz

Badanie kanałów i ustalanie kolejności napraw.

E. Holm, I Krueger AS (Dania).

Renowacja kanałów w rejonie Zatoki Fińskiej.

M. Ojala, Viatek Group i S. Kuikka, Painehuhtelu Oy PTV (Finlandia).

Wykorzystanie robotów.

A. Schreibelt, KA -TE System AG (Szwajcaria).

Najnowsze osiągnięcia w inwentaryzacji urządzeń podziemnych.

N. Taylor, Aegis Survey Consultants Ltd (Wlk. Brytania).

Dyskusja.

1315 Przerwa.

1445 Sesja F - Urządzenia i materiały.

Przewodniczący: S. Orchard

Bezwykopowe technologie układania rur i kabli.

M. Rameil, Tracto-Technik (Niemcy).

Nowoczesne maszyny w technologii bezwykopowej.

D. Jenne, Terra AG (Szwajcaria) i E. Grygorcewicz BTH (Polska).

Urządzenia do kierowania wierceniami.

dr R. M. Dmowski, COBRBI Hydrobudowa (Polska).

Zagadnienie doboru materiałów do budowy i renowacji przewodów wodociagowych i kanalizacyjnych.

dr M. Kwietniewski, Politechnika Warszawska (Polska).

Dyskusja.

1600 Podsumowanie i zakończenie obrad.

J. E. James, ISTT, (Wlk. Brytania).

KATALOG WYSTAWCÓW

1. **A. Hak International b.v.**
Steenoven 2-6, 4196 hg Tricht P.O.Box 151,4190 cd Gelermaisen, Holandia,
tel.: 31/3455 79211
2. **Bagela-Baumaschinen GmbH**
Gottlieb-Daimler Str. 5, 2468 Kaltenkirchen, Niemcy,
tel.: 49/4191 8765
3. **Beta Sp. z o.o.**
ul. Olszewska 8, 00-792 Warszawa, Polska,
tel.: 48/22 493151
4. **Euro Iseki Ltd.**
Avonbrook House, Masons Road, Stratford-upon-Avon, Warwickshire CV37 9LQ, Wlk.
Brytania,
tel.: 44/789 292227
5. **Frank GmbH,**
Starkenburgerstr. 1, 64 546 Moerfelden-Walldorf, Niemcy,
tel.: 49/6105 200928
6. **KA-TE System AG**
Leimbachstrasse 38, CH-8011 Zurich, Szwajcaria,
tel.: 41/14 82 8888
7. **LMR Drilling GmbH,**
Treuenbrietzenener Str., 14 547 Beelitz, Niemcy
tel.: 49/33204 32610
8. **Multilinig International,**
Tjaerebyvej 30, Tjaereby, 4000 Roskilde, Dania,
tel.: 45/ 4632 1212
9. **Per Aarsleff Polska Sp. z o.o.**
ul. Filtrowa 64/14, 02-057 Warszawa, Polska,
tel.: 48/2 658 0373
10. **Pollex-Polska Sp. z o.o.**
ul. Sienkiewicza 41, 09-400 Płock, Polska,
tel.:48/24 623315
11. **Radiodetection Sp. z o.o.**
ul. Knapowskiego 23, 60-126 Poznań, Polska,
tel.: 48/61 668298

12. **Rehau Sp. z o.o.**
ul. Szarych Szeregów 23, 60-462 Poznań, Polska,
tel.: 48/61 210493
13. **Resomont Mounting and Construction Ltd.**
Lisznyai utca 15, H-1016 Budapest, Węgry,
tel.:36/1175 9444
14. **Rothenberger Rohrsanierung GmbH,**
Industriestr. 7, 65-779 Kekheim, Niemcy,
tel.: 49/6195 800254
15. **Sika Polska Sp. z o.o.**
ul. Karczunkowska 89, 02-871 Warszawa, Polska,
tel.: 48/2 6447824
16. **Tracto-Technik Spezialmaschinen KG**
P.O. Box 4020, 57256 Lennestadt, Niemcy,
tel.: 49/2723 8080
17. **Vermeer International BV**
P.O.Box 323, 4460 As Goes, Holandia,
tel.: 31/110 32232

PRZEMÓWIENIE INAUGURACYJNE: "BEZ WYKOPÓW - OPCJA I SZANSA"

dr Declan B. Downey, Insituform Technologies Ltd., Wlk. Brytania.

STRESZCZENIE

W ciągu dziesięciu lat od swego powstania ruch na rzecz technologii bezwykopowych nabrał charakteru ogólnoświatowego i stał się profesjonalnym ciałem, którego celem jest szkolenie oraz działanie na rzecz rozwoju tej głęboko uzasadnionej praktyki inżynierskiej. Cele i aspiracje tego ruchu mają ogromne znaczenie dla krajów rozwijających swoją infrastrukturę, a ignorowanie celów zagraża rozwojowi tych krajów i wzrostowi dobrobytu. Opcja pracy bez wykopów jest szansą dla efektywnego wykorzystania potencjalnych możliwości. Zalety metod bezwykopowych są już coraz częściej doceniane, lecz jest jeszcze sporo do zrobienia by akceptacja ta stała się powszechną. Kampania na rzecz zwiększenia akceptacji metod bezwykopowych musi być prowadzona zarówno w konserwatywnym przemyśle jak i instytucjach, a podejmowane wysiłki winny być nieustające. Akceptacja to z jednej strony zrozumienie społeczne a z drugiej dostępność sprawdzonych i konkurencyjnych metod bezwykopowych.

WSTĘP

Mija prawie dziesięć lat od kiedy to Institution of Public Health Engineers (Instytut Inżynierii Zdrowia Publicznego) w Wielkiej Brytanii zorganizował w Londynie inauguracyjną konferencję No Dig (Bez Wykopów) zatytułowaną Bezwykopowe Konstrukcje Infrastruktury Miejskiej. Niewiele ponad rok później rozpoczęło działalność International Society for Trenchless Technologies (Międzynarodowe Towarzystwo Technologii Bezwykopowych). W chwili obecnej mamy nie mniej niż dziesięć narodowych stowarzyszeń afiliowanych z ISTT, znacznie więcej w stadium organizacji oraz prawdopodobnie 5000 inżynierów mających wspólny cel: posunąć naprzód teorię i praktykę technologii bezwykopowych dla dobra publicznego. Tak więc z pewną przyjemnością i prawdziwym poczuciem odpowiedzialności podejmuję się wygłosić to przemówienie inauguracyjne na konferencji Trenchless Tech w Warszawie, konferencji która koncentruje się na możliwościach Europy Centralnej i Wschodniej.

W okresie minionych pięciu lat miały miejsce dramatyczne zmiany na politycznej mapie Europy Wschodniej. Zmiany te stworzyły ogromne wyzwania i szanse dla inżynierów, którzy dążą do zmodernizowania przemysłu i publicznych przedsiębiorstw usługowych zgodnie z międzynarodowymi standardami. Wyzwania i szanse dotyczą również biznesmenów i finansistów, którzy będą musieli finansować i zawierać umowy handlowe w sytuacji, gdy popyt wielokrotnie przewyższa podaż i gdzie ramy prawne i kodeksy handlowe są w najlepszym razie w stadium rozwoju. Pomimo tego historyczne miasta byłego Bloku Wschodniego przedstawiają szansę handlową mierzoną w kilometrach sieci kanalizacyjnej, wodociągowej i gazowej, a rozwój podziemnej sieci energetycznej i telekomunikacji będzie jeszcze pomnażać wartość nakładów inwestycyjnych i prac konserwacyjnych w nadchodzących latach.

Tak oto na tle tych możliwości koniecznym jest aby uwypuklić finansowe zalety budów i napraw bez konieczności wykonywania wykopów tak aby zaczęły grać one istotną rolę w modernizacji infrastruktury bez zahamowań rozwoju, sygnalizowanych zazwyczaj powszechnie rozpoznawanym znakiem drogowym "Uwaga wykopy".

CELE

Konferencja ta łączy nas na dwa dni wypełnione po brzegi prezentacjami dotyczącymi niektórych z najlepiej znanych technologii stosowanych na Zachodzie w dziedzinie wykrywania, badania i inwentaryzacji oraz budowy i renowacji przewodów podziemnych. Zachęcającym jest

fakt, że program konferencji zawiera tak wielki wkład ze strony kraju, w którym jest ona organizowana. Jest to, jak sądzę, ilustracja olbrzymich możliwości technicznych Polski a także innych krajów Europy Wschodniej. Dlatego możemy być pewni, że bezwykopowe technologie zostaną tutaj szybko wdrożone a zastrzyk nowych pomysłów i nowatorskich rozwiązań lokalnych wzbogaci transfer technologii co w rezultacie służyć będzie światowemu ruchowi na rzecz robót bez wykopów.

Musimy, jak sądzę osiągnąć trzy cele aby wesprzeć zadania ISTT w rozpowszechnianiu nauki i praktyki technologii bezwykopowych dla dobra publicznego.

Musimy po pierwsze dążyć do pełnego dostrzeżenia zalet technologii bezwykopowych - celu, samego w sobie, prostego - lecz w pięćdziesiąt lat po wprowadzeniu powlekania zaprawą cementową, ponad dwadzieścia lat po stworzeniu napraw rur na miejscu i ponad dekadę po wprowadzeniu rozpychania rur, wiercenia kierunkowego i microtunellingu szacujemy, że tylko 5-10% przewodów jest budowanych bądź poddawanych renowacji przy wykorzystaniu metod bezwykopowych.

Po drugie, musimy promować rozwój prawdziwej konkurencji. Obecnych jest tutaj wielu wykonawców, niektórzy z produktami stworzonymi lata przed świadomością rynkową, musieli oni pokonywać przeciwności utrudniające dostarczenie kompletnego produktu z jednego źródła. Nasze doświadczenie uczy, poza wszelką wątpliwość, że klient pragnie konkurencyjnej oferty uzasadniającej wybór opcji robót bezwykopowych.

Po trzecie musimy promować jakość projektów, wykonawstwa i inteligentny wybór właściwych rozwiązań.

Mam nadzieję, że w czasie trwania konferencji będziemy się dzielić informacjami, doświadczeniami i opiniami a czyniąc to będziemy służyć sprawie rozpowszechniania metod bezwykopowych, pobudzać zdrową konkurencję oraz powodować wzrost wymagań odnośnie jakości usług.

ZALETY (KORZYŚCI)

W tych uwagach wstępnych, chciałbym podkreślić, w sposób bezpośredni i jednoznaczny, kluczowe cechy wariantu bezwykopowego. W przeszłości dokonywaliśmy ogromnych wysiłków, aby wykazać zalety ekonomiczne metod bezwykopowych z maksymalnie możliwą spójnością intelektualną i zgodnie z zasadami fair play. Powtarzaliśmy wielokrotnie, iż metody bezwykopowe mogą być konkurencyjne a nawet tańsze niż metody odkrywkowe budowy lub naprawy rur, przy czym dodatkową korzyścią jest powodowanie mniejszych zakłóceń w życiu społeczeństwa. Z ogromną uwagą definiowaliśmy warunki naszych twierdzeń, tak aby mogły zostać dokładnie zweryfikowane. Po ponad 10 latach oferowania zarządom przedsiębiorstw komunalnych i ich wydziałom finansowym inżynierskiego rozwiązania konkurencyjnego cenowo i przyjaznego środowisku nadszedł czas, aby podkreślić jego zalety.

Metody bezwykopowe są lepsze: Ted Flaxman, Emerytowany Przewodniczący ISTT podkreślał ogromną nieefektywność robienia wykopów, procesu, który często obejmuje usuwanie 100 krotnie większej ilości ziemi niż objętość podziemnej rury czy przewodu. Nic zatem dziwnego, że metody odkrywkowe są bardziej kosztowne. Nasze własne doświadczenia i oficjalne statystyki doniesień z wypadków potwierdzają tezę, że wykonywanie wykopów jest niebezpieczne. Wiemy również, że jest to proces uciążliwy i zanieczyszczający, powodujący powstawanie odpadów i osiadanie innych rurociągów, nawierzchni i budynków, a przede wszystkim zakłócający funkcjonowanie naszego przemysłu. Jest on również uciążliwy dla zwykłych ludzi w ich pracy zawodowej i życiu codziennym. Wykopów należy zatem unikać za każdą cenę, z wyjątkiem przypadków, gdzie wariant bezwykopowy nie istnieje. Potrzebujemy nowych ustaw w celu promocji tego sposobu myślenia. Ustawy tego rodzaju istnieją już w

Singapurze i Hong Kongu, krajach, gdzie podjęto rozwiązania bezwykopowe w konkurencyjnych i ściśle określonych projektach obejmujących wciskanie rur i ich naprawy na miejscu. W Japonii inżynier musi zdobyć akceptację społeczności lokalnej dla prac mających na celu budowę lub naprawę rur, a zdobycie poparcia dla robienia wykopów jest coraz trudniejsze. Japonia, gdzie istnieje trzydziestoletnia tradycja dużych budowli rurociągów, była jednym z krajów pionierskich w mikrotunelowaniu. Zainstalowano tam ponad 25000 km rur przy użyciu metod bezwykopowych, a w 1992 wydano 45% budżetu inwestycyjnego na takie technologie. Mamy duży szacunek dla japońskiej wynalazczości w inżynierii i sposobach zarządzania. Natomiast chyba czas abyśmy docenili również ich dokonania w sprawach społecznych i politycznych.

Uznanie argumentacji popierającej rozwiązania bezwykopowe nie jest modną tendencją. Jest to solidnie ugruntowana odpowiedź na zniszczenia, które czynią wykopy w życiu codziennym społeczeństwa. Dobrze udokumentowanym faktem jest to, że wykopy trzykrotnie zmniejszają czas eksploatacji dróg. Amerykańskie Ministerstwo Transportu ujawniło dane o czasie eksploatacji nawierzchni w połowie lat osiemdziesiątych. W Wielkiej Brytanii Jason Consultants doniosło, iż koszt społeczny mierzony tylko jako opóźnienia w ruchu jest większy niż same bezpośrednie koszty układania rur. "Fakt" ten został ujawniony dziesięć lat wcześniej w publikacji przedstawionej Institution of Civil Engineers. Dane te udowadniają, iż zalety metod bezwykopowych nie podlegają dyskusji i jest oczywistym, iż robienie wykopów niszczy drogi, istniejącą infrastrukturę podziemną i fundamenty budynków. Jest również oczywistym, że utrudnienia te zakłócają funkcjonowanie biznesu, oraz dobrobyt i spokój ludności zamieszkałej w pobliżu naprawianego rurociągu. Dlaczego byliśmy tak mało aktywni w rozpowszechnianiu tych poglądów i promowaniu wariantów bezwykopowych z większą energią? I, jakie są postawy dla optymizmu, że Europa Wschodnia będzie szybsza niż reszta z nas ?

KONKURENCJA

W początkowym okresie wysoki koszt innowacji hamował bez wątpienia wzrost konkurencji pomiędzy specjalistami od robót bezwykopowych. Margines pomiędzy metodami wykopowymi a bezwykopowymi był być może niewystarczający aby zachęcić inżynierów do przyjęcia nowoczesnych rozwiązań. Kolejnym powodem opóźnień było to, iż budownictwo jest obarczone ryzykiem a praca pod ziemią z ograniczoną znajomością niebezpieczeństw obciążona jest ich większą ilością niż wiele innych przedsięwzięć konstrukcyjnych. Jednakże, dzisiaj w prawie każdej dziedzinie istnieją konkurencyjni przedsiębiorcy oferujący swoje metody mikrotunelowania, rozpychania rur, czy ich wykładania, a w każdej z tych kategorii istnieją udokumentowane tysiące kilometrów rur przekonujące klienta, iż ryzyka są znane i można ich unikać.

Prosta praktyka publikacji konkurencyjnych ofert może nie zachęcać do powstawania zdrowej konkurencji na rynku, lecz w historii technologii bezwykopowych istnieją przypadki skutecznej interwencji władz publicznych w celu prawidłowej oceny rozwiązań i promocji metod bezwykopowych. Może wystarczyć jedynie pozostawienie takiej ilości zleceń aby zachęcić zagranicznych kontrahentów, ale bliższe współdziałanie, takie jak bezpośrednie inwestowanie, może przynieść korzystniejsze wyniki. Istnieje wiele różnych form korzystnych oddziaływań, które mogą działać jako zachęta do zrozumienia i akceptacji.

W Japonii, Zarząd Metropolitalny Tokio zaangażował się w wykorzystaniu procesu SPR, spiralnego zwijania podobnego do Ribloc lub Danby, czego wynikiem jest to, że technologia ta stała się bardziej skuteczna w Japonii niż w innych częściach świata.

W Wielkiej Brytanii, Yorkshire Water, ARC Pipes i Decon Engineering połączyły wysiłki w celu wykorzystania mikrotunelowania jako sposobu tworzenia nowych przewodów kanalizacji miejskiej po najniższym koszcie dla społeczeństwa. Współpraca ta zaowocowała również

korzystnymi rozwiązaniami.

Washington Suburban Sanitary Commission oceniła szereg bezwykopowych systemów renowacyjnych a działanie jej stało się istotnym czynnikiem mającym wpływ na akceptację metod bezwykopowych na terenie całych Stanów Zjednoczonych.

Wiele innych jednostek, takich jak Zarządy Miejskie Rotterdamu, Sztokholmu, Hamburga, Berlina, Yokohamy i Paryża Val du Marne, podjęły czynne działania i promują wykonawców wyspecjalizowanych w technologiach bezwykopowych. Jest to niezbędne aby ustanowić jednolitą platformę dla oceny i aby zapewnić odpowiednią ilość zleceń w celu promowania technologii na skalę lokalną przez dłuższy okres czasu.

JAKOŚĆ

Niezbędne jest aby już na wczesnym etapie ustalić lub przyjąć standardy dla zdefiniowania i oceny procesów, dla zarządzania i oceny ofert i dla stałego nadzoru nad pracami wykonawczymi. Na szczęście International Standards Organisation ISO, jej europejski odpowiednik CEN i organizacja amerykańska ASTM poczyniły duże postępy w bardziej ugruntowanych technologiach bezwykopowych. Konferencje No-Dig w ubiegłych latach stanowiły forum dla przedstawicieli grupy roboczej Komitetu Technicznego CEN - Gumbel i Elzink, dla popularyzacji pracy ich organizacji i zachęt do współpracy kierowanych pod adresem producentów, wykonawców oraz klientów. Tak więc możemy się spodziewać w nadchodzącym roku powstania całej grupy użytecznych specyfikacji i procedur.

Ustanowienie procedur zgodnych z ISO 9000 i standardów mających na celu obiektywną ocenę wzrastającej liczby wykonawców robót bezwykopowych, stwarza potencjalną możliwość ustalenia kryteriów ich wyboru, a w szczególności wyboru pomiędzy wariantami wykopowymi i bezwykopowymi. W wielu przypadkach wymogi technologiczne procesów bezwykopowych mają wpływ na wysokość nakładów i kwalifikacje nadzoru niezbędnego dla kontroli jakości. Korzyści wynikające z tego, a obniżające koszty, mogą więc być łatwiej dostrzegane i doceniane przez wykonawcę robót bezwykopowych oraz klienta.

PODSUMOWANIE

Dla dalszego rozwoju technologii bezwykopowych zarówno w Europie Wschodniej, jak i gdzie indziej niezbędne jest pozytywne myślenie i działanie wszystkich uczestników procesu bezwykopowego: klientów, konsultantów, producentów i wykonawców. Musimy dążyć do tego, aby większość podziemnych prac konstrukcyjnych i remontowych była wykonywana przy wykorzystaniu technologii bezwykopowych. Osiągnięcie tego celu wymaga wsparcia społecznego i politycznego, które może zostać osiągnięte tylko poprzez dogłębne poznanie korzyści dla przedsiębiorstw prywatnych i publicznych przy wzięciu pod uwagę wszystkich istotnych i mniej istotnych czynników i poprzez zapewnienie jakości i gospodarności ze strony dostawców.

Mam nadzieję, że spotkanie to doprowadzi do lepszego zrozumienia potrzeb krajów Europy Wschodniej i, że wkład technologii bezwykopowych może przyczynić się do wzrostu ekonomicznego i dobrobytu. Jednak, przede wszystkim mam nadzieję, że możemy się do tego przyczynić biorąc za przykład Europę Zachodnią, Japonię i USA i rozwijając dalej dla dobra publicznego ruch na rzecz technologii bezwykopowych.

PODSTAWOWE ASPEKTY POLITYKI EKOLOGICZNEJ W POLSCE

mgr inż. Andrzej Deja

Departament Polityki Ekologicznej

Ministerstwa Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, Polska.

WPROWADZENIE

W dyskusji nad wizją przyszłości Polski i założeniami perspektywicznego społecznego, przestrzennego i gospodarczego jej rozwoju muszą być brane pod uwagę interesy przyszłych pokoleń, którym należy zapewnić możliwość życia w sprzyjających warunkach otaczającego niezdegradowanego środowiska i korzystania z zasobów naturalnych kraju. Zapewnieniu przyszłym pokoleniom takich warunków egzystencji i dalszego rozwoju służy idea ekorozwoju.

Koncepcja ekorozwoju (sustainable development) - trwałego i zrównoważonego rozwoju została przyjęta Uchwałą Sejmu RP z 10 maja 1991r. w sprawie polityki ekologicznej państwa jako jedna z podstawowych przesłanek dla formułowania założeń polityki społeczno - ekonomicznej Polski.

Polska zobowiązała się do stosowania w praktyce zasad ekorozwoju poprzez:

- podpisanie Układu Stowarzyszeniowego ze Wspólnotami Europejskimi.
(Artykuł 71 pkt.2 Układu o stowarzyszeniu Polski ze Wspólnotami Europejskimi z 16 grudnia 1991 r. przewiduje: "Polityka realizacji rozwoju gospodarczego i społecznego Polski... powinna kierować się zasadą trwałego rozwoju. Konieczne jest zagwarantowanie, aby wymogi ochrony środowiska były od samego początku w pełni włączone do tej polityki."
- przyjęcie dokumentu Konferencji Narodów Zjednoczonych "Środowisko i Rozwój" w tym Agendy 21.
- sygnowanie lub ratyfikację szeregu wielostronnych konwencji o podstawowym znaczeniu dla ochrony środowiska w skali globalnej i regionalnej oraz uczestniczenie w procesie "Środowisko dla Europy", w tym podpisanie dokumentów Konferencji Ministrów w Lucernie w 1993r.

Podstawowym założeniem rozwoju zrównoważonego - ekorozwoju jest przyjmowanie takich kierunków rozwoju gospodarki by:

- jakąkolwiek działalność produkcyjną prowadzić przy możliwie małym zużyciu naturalnych zasobów, zwłaszcza nieodnawialnych (surowców i energii) oraz przy jak najmniejszym oddziaływaniu na środowisko,
- produkowane wyroby były trwałe, wartościowe i zaspokajały rzeczywiste a nie wynikające z nieracjonalnych przesłanek mody i konsumpcyjnego stylu życia, potrzeby egzystencjalne pojedynczych obywateli.

PODSTAWOWE ZASADY POLITYKI EKOLOGICZNEJ

Jedną z podstawowych zasad polityki ekologicznej państwa jest **zasada praworządności**. Oznacza ona w naszych warunkach konieczność przebudowy systemu prawa ekologicznego i systemu jego realizacji w taki sposób, aby każdy przepis był ściśle egzekwowany, aby niemożliwe było obchodzenie przepisów z zastosowaniem argumentów o "wyższej konieczności". Przebudowywując system prawny powinno się zapewnić harmonizację naszych przepisów z dyrektywami i standardami Unii Europejskiej.

Głównym zagrożeniem dla środowiska przyrodniczego na obecnym etapie jest jego nadmierne zanieczyszczenie. Strategia przeciwdziałania temu zjawisku oparta jest o **zasadę**

likwidacji zanieczyszczeń u źródła. Oznacza to, że przy wyborze środków zapobiegawczych i sposobów likwidacji skutków, preferowane są działania wymienione poniżej w następującym porządku hierarchicznym:

- 1) unikanie wytwarzania zanieczyszczeń, tj. działania na rzecz przebudowy systemu wytwarzania i konsumpcji, w kierunku zmniejszenia presji na środowisko,
- 2) recykling, tj. zamykanie obiegu materiałów i surowców, odzysk energii, wody, surowców ze ścieków i odpadów, gospodarcze wykorzystanie odpadów zamiast ich odprowadzania do środowiska,
- 3) neutralizacja zanieczyszczeń, tj. oczyszczanie ścieków i gazów odlotowych, neutralizacja i składowanie odpadów stałych.

Powyższe oznacza, iż działaniom mieszczącym się w pojęciu "końca rury" nadana jest niska waga w hierarchii działań.

Zasada uspołeczniania będzie realizowana poprzez stworzenie instytucjonalnych i prawnych warunków dla udziału obywateli, grup społecznych i organizacji pozarządowych w całym procesie ochrony i kształtowania środowiska.

Polityka ochrony środowiska będzie w maksymalnym stopniu poddana **zasadzie ekonomizacji**. Oznacza to maksymalne wykorzystanie mechanizmu rynkowego, przy zachowaniu niezbędnego zakresu interwencjonizmu państwowego. W pierwszym okresie mechanizmy gospodarki rynkowej będą w pełni sterować sferą produkcji urządzeń, realizacji obiektów ochronnych i szeroko rozumianych usług na rzecz ochrony środowiska. Mechanizmy rynkowe będą stopniowo wprowadzane w inne sfery polityki ekologicznej, np. do systemu opłat za korzystanie ze środowiska.

Inną formą realizacji zasady ekonomizacji ochrony środowiska będzie konsekwentne stosowanie zasady "zanieczyszczający płaci". Oznacza ona złożenie pełnej odpowiedzialności, w tym materialnej, za skutki zanieczyszczenia i innych zagrożeń dla środowiska na sprawcę, tj. jednostki użytkujące zasoby środowiska.

Przy przebudowie prawa ekologicznego i systemu mechanizmów ekonomicznych będzie stosowana **zasada regionalizacji**, oznaczająca:

- 1) rozszerzenie (lub wprowadzenie) uprawnień dla samorządu terytorialnego i terenowej administracji rządowej do ustalania regionalnych opłat, normatywów i wymogów ekologicznych wobec jednostek gospodarczych,
- 2) zregionalizowanie ogólnokrajowych mechanizmów i polityki w ochronie środowiska w odniesieniu do trzech rodzajów obszarów:
 - uprzemysłowionych i zurbanizowanych,
 - o dużych walorach przyrodniczych (z przewagą funkcji ochronnych, naukowych i reakcyjnych oraz znaczącą rolą leśnictwa i ekologicznego rolnictwa),
 - pośrednich (z przewagą intensywnego rolnictwa i umiarkowanie rozwijanego przemysłu, przede wszystkim przetwórczego),
- 3) powiązanie (skoordynowanie) polityki regionalnej z regionalnymi ekosystemami w Europie (np. Morze Bałtyckie, graniczne ekosystemy z krajami sąsiednim).

Istotny udział Polski w zanieczyszczeniu środowiska w Europie a także transgraniczne przemieszczanie się zanieczyszczeń na teren Polski powoduje konieczność stosowania **zasady wspólnego rozwiązywania europejskich i globalnych problemów ochrony środowiska** przez całą społeczność międzynarodową. Istotną rolę odgrywać tu będą dwu i wielostronne porozumienia, umowy w których uczestniczyć będzie Polska. Ważna rola przypadac będzie

wdrażaniu do współpracy z krajami ościennymi zasad wynikających z międzynarodowych konwencji takich jak np. Konwencja o ocenach oddziaływania na środowisko w kontekście transgranicznym. Istnieje także potrzeba wzmocnienia powiązań polityki regionalnej w Europie z regionalnymi systemami ekologicznymi (np.: w odniesieniu do Bałtyku, granicznych ekosystemów z krajami sąsiednimi).

Ze względu na ogrom zaległości i duże nakłady na przedsięwzięcia inwestycyjne w ochronie środowiska, niezbędne dla zahamowania procesów degradacyjnych i doprowadzenie środowiska do stanu pożądanego, konieczne jest zastosowanie **zasady etapowania**, z wyborem priorytetów na każdym etapie.

Uzyskanie istotnych efektów w ochronie środowiska wymaga przebudowy tych dziedzin gospodarki, które są źródłem głównych zagrożeń dla środowiska, tj. gospodarki energetycznej, przemysłu i transportu, a także szerszego wprowadzania zasad ekorozwoju do tych dziedzin gospodarki (górnictwo, rolnictwo, leśnictwo i inne), które związane są bezpośrednio z eksploatacją zasobów naturalnych, tj. zasobów wodnych, kopalin, gleb i innych zasobów przyrody. Potrzebę tej przebudowy potwierdzają wyceny strat z tytułu nieracjonalnego gospodarowania zasobami środowiska. Wśród głównych kierunków działań niezbędnych do likwidacji lub ograniczenia zagrożeń dla środowiska wymienić można:

- racjonalizację gospodarki energetycznej,
- restrukturyzację przemysłu,
- zmniejszenie uciążliwości transportu,
- racjonalizację wykorzystania i zagospodarowania zasobów wodnych,
- racjonalizację wydobywania i użytkowania zasobów kopalin,
- użytkowanie, ochronę i kształtowanie żywych zasobów przyrody.

PRIORYTETY POLITYKI EKOLOGICZNEJ

W polityce ekologicznej państwa biorąc za punkt wyjściowy ocenę stanu środowiska i niezbędnych działań jakie powinny być przyjęte dla jego poprawy, a jednocześnie chcąc zastosować zasady ekorozwoju w każdej działalności społeczno - gospodarczej na terenie kraju oraz w polityce w odniesieniu do krajów sąsiadujących, dokonano wyboru priorytetów do realizacji w trzech horyzontach czasowych, a mianowicie:

- priorytety krótkookresowe, których realizacja powinna być podjęta natychmiast, a zamierzone efekty powinny być uzyskane w ciągu 3 - 4 lat tj. do 1994r. Do tej grupy priorytetów zaliczono zaległości i powstające na bieżąco zagrożenia, dla których przeciwdziałanie nie powinno być odkładane na późniejszy okres ze względu na bezpośrednie skutki dla zdrowia ludzkiego oraz zagrożenia dla najcenniejszych walorów przyrodniczych kraju,
- priorytety średniookresowe, obejmujące systematyczne działania na rzecz ochrony powietrza, wód, powierzchni ziemi i przyrody ukierunkowane na zahamowanie niekorzystnych trendów w emisji zanieczyszczeń do środowiska i postępującej degradacji, odwrócenie tendencji i znaczne ograniczenie presji na środowisko. Realizacja celów średniookresowych powinna umożliwić Polsce zbliżenie się do europejskich standardów środowiska, umożliwić przystąpienie do Unii Europejskiej. Założono, że cele średniookresowe powinny być stopniowo podejmowane już w czasie realizacji programu krótkookresowego ochrony środowiska oraz osiągnięte do roku 2000.
- priorytety długookresowe, które sprowadzają się do pełnego wprowadzania zasad ekorozwoju w gospodarce i uzyskania stanu środowiska, który według obecnie przyjmowanych kryteriów można uznać za pożądany i zapewniający bezpieczną

egzystencję społeczeństwa i stabilne funkcjonowanie przyrody. Cele długookresowe powinny być osiągnięte do 2020 roku.

ZINTEGROWANE PODEJŚCIE DO OCHRONY ŚRODOWISKA OCENY ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO

Skuteczność realizacji polityki ekologicznej Państwa, opartej na zasadach rozwoju zrównoważonego - ekorozwoju zależy od realizacji różnorodnych, działań oraz od wykorzystania szeregu innych narzędzi.

Wśród tych narzędzi istotne miejsce zajmuje prowadzenie, wynikającej z potrzeb ochrony i kształtowania środowiska, polityki przestrzennego zagospodarowania kraju, regionów i poszczególnych gmin oraz sprzyjająca racjonalnej ochronie i właściwemu gospodarowaniu środowiskiem przyrodniczym, prawidłowa polityka lokalizacyjna wspomagana systemem ocen oddziaływania na środowisko.

Te dwa narzędzia realizacyjne posiadają tę zaletę, że przy ich właściwym wykorzystywaniu mogą pozwalać na zapobieganie negatywnym, często nieodwracalnym dla środowiska przyrodniczego skutkom zamierzonych działań, zwłaszcza przedsięwzięć o charakterze gospodarczym.

Podstawą prowadzenia, odpowiedniego do potrzeb środowiska, planowania zagospodarowania przestrzennego różnych obszarów oraz zapobiegania pogłębieniu się zagrożeń środowiska i zdrowia ludności poprzez właściwą lokalizację nowych obiektów budowlanych są dwie ustawy:

- o zagospodarowaniu przestrzennym
- o ochronie i kształtowaniu środowiska

oraz rozporządzenia i zarządzenia stanowiące akty wykonawcze do tych ustaw.

Z dniem 1 stycznia 1995 r weszła w życie wspomniana wyżej ustawa o zagospodarowaniu przestrzennym, która wprowadziła istotne zmiany w systemie planowania przestrzennego, rzutujące na skuteczność oddziaływania tego instrumentu dla zapewniania ochrony środowiska i zapobiegania jego zniszczeniom i niepożądanym przekształceniom. Zmniejszy się najprawdopodobniej rola planów lub koncepcji zagospodarowania przestrzennego kraju i regionów, wzrośnie zaś rola miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, a przez udział społeczności lokalnych - w opiniowaniu oraz poprzez radnych - w uchwalaniu planów następować będzie uspołecznienie decyzji rzutujących na kształt i przyszły stan środowiska.

Wcielenie w życie zasad zrównoważonego rozwoju - ekorozwoju opiera się między innymi na racjonalizacji polityki przestrzennej, zarówno w skali krajowej, regionalnej jak i lokalnej. Eliminowanie zagrożeń dla środowiska i zdrowia ludzi jakie mogą przynieść wadliwe decyzje przesądzające wybór kierunków zagospodarowania przestrzennego lub lokalizacji konkretnego przedsięwzięcia, znacząco oddziałującego na środowisko, często trwale je degradującego i tworzącego zagrożenia dla zdrowia i warunków życia ludności, dóbr kultury, szpecącego piękno krajobrazu lub nadmiernie eksploatującego zasoby naturalne powinno następować w możliwie najwcześniejszym etapie projektowania przedsięwzięć. Ważna rola w takich działaniach przypada ocenom oddziaływania na środowisko.

Ważność instytucji ocen oddziaływania na środowisko podkreśliła wspomniana wyżej Konferencja Narodów Zjednoczonych "Środowisko i Rozwój" w Rio de Janeiro w 1992 roku. W 17 zasadzie - Deklaracji w sprawie środowiska i rozwoju zapisano:

"Ocena oddziaływania na środowisko jako narodowy instrument, musi być stosowana wobec tych zamierzanych działań, co do których można się spodziewać, że będą miały znacząco niekorzystny

wpływ na środowisko i które są przedmiotem decyzji podejmowanych przez kompetentne władze krajowe".

System ocen funkcjonujący w Polsce od 1980 roku podlegał i podlega nadal stałemu doskonaleniu. Obecnie głównie w związku z uchwaleniem przez Sejm RP ustaw z dnia 7 lipca 1994r: o zagospodarowaniu przestrzennym oraz Prawo budowlane nastąpią dalsze przekształcenia i znaczące modyfikacje tego systemu. Spodziewać się można, w związku z dążeniem do harmonizacji naszych przepisów z przepisami Unii Europejskiej, że zmiany w systemie ocen oddziaływania na środowisko spowodowane uchwaleniem cytowanej wyżej ustawy będą tylko pierwszym etapem szerszych zmian w procedurach OOS w Polsce.

Również uchwalona 4 lutego 1994 r. ustawa Prawo geologiczne i górnicze, która weszła w życie 2 września 1994r. wniosła zmiany do obowiązującego dotychczas systemu ocen oddziaływania na środowisko. Wprowadzono obowiązek dołączania oceny wpływu na środowisko do wniosku o udzielenie koncesji geologicznych na:

- poszukiwanie i rozpoznawanie złóż kopalin;
- wydobywanie kopalin ze złóż;
- bezzbiornikowe magazynowanie substancji w górotworze oraz składowanie odpadów w podziemnych wyrobiskach górniczych;
- poszukiwanie i wydobywanie surowców mineralnych znajdujących się w odpadach powstałych po robotach górniczych oraz po procesach wzbogacania kopalin.

Oceny te będą sporządzane zgodnie z wymogami ustawy o ochronie i kształtowaniu środowiska.

Dotychczasowe doświadczenia w stosowaniu przepisów dotyczących ocen oddziaływania na środowisko, wskazują na pilną potrzebę ich nowelizacji w kierunku eliminacji niedociągnięć lub braku precyzyjnych rozwiązań w obowiązujących przepisach, takich jak:

- brak zdefiniowania inwestycji mogących pogorszyć stan środowiska,
- trudne w praktyce określenie inwestycji, które są szczególnie szkodliwymi dla środowiska i zdrowia ludzi,
- brak zróżnicowania zakresu oceny i dostosowania zakresu do wielkości inwestycji i stopnia jej szkodliwości dla otoczenia.

Na pilność potrzeby nowelizacji tych przepisów wskazuje również potrzeba ich dostosowania do standardów europejskich oraz międzynarodowych Konwencji, w których Polska jest stroną.

Nowe rozwiązania prawne przewidziane w ustawie o zagospodarowaniu przestrzennym umożliwiają rozpoczęcie etapowego procesu opracowywania nowych aktów prawnych modyfikujących docelowo procedury i przepisy dotyczące lokalizowania przedsięwzięć inwestycyjnych z uwzględnieniem ich oddziaływania na środowisko.

W pierwszym etapie - w znowelizowanym zarządzeniu Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 23 kwietnia 1990 r. w sprawie inwestycji szczególnie szkodliwych dla środowiska i zdrowia ludzi oraz warunków, jakim powinna odpowiadać sporządzona przez rzeczoznawcę ocena oddziaływania inwestycji i obiektów budowlanych na środowisko, dokonany będzie precyzyjny podział na inwestycje szczególnie szkodliwe dla środowiska i zdrowia ludzi i na mogące pogorszyć stan środowiska, z odejściem od dotychczasowego podziału wynikającego z wielkości emisji lub oddziaływania przedsięwzięcia na rzecz sprecyzowania rodzajów (kategorii inwestycji) i parametrów określających skalę ich

wielkości.

W zarządzeniu tym określony zostanie ramowy zakres i skala dokładności oceny oddziaływania na środowisko (traktowanej jako opracowanie - dokument) oraz elementy środowiska, których zmiany powinny być w ocenie określone z różnym zakresem wymagań, odrębnie dla w/w obu grup inwestycji.

W drugim etapie, w którym nastąpić powinna nowelizacja ustawy z dnia 31 stycznia 1980 r. o ochronie i kształtowaniu środowiska lub powinna być opracowana odrębna ustawa poświęcona systemowi ocen oddziaływania na środowisko wprowadzone zostać powinny dalsze zmiany np. dotyczące obowiązku tworzenia komisji d/s ocen oddziaływania na środowisko krajowej i wojewódzkich (ew. międzywojewódzkich) jako organów opiniodawczo - doradczych odpowiednio Ministra OŚZNiL i wojewodów, udział społecznych opiekunów środowiska jako opiniodawców na szczeblu gmin. Zawarty powinien być także obowiązek przeprowadzenia w określonych przypadkach debat publicznych nad projektowaną do podjęcia działalnością oraz możliwość zwiększenia udziału i roli społeczności lokalnych w rozpatrywaniu ocen oddziaływania inwestycji na środowisko m.inn. poprzez uczestnictwo w posiedzeniach komisji d/s ocen oddziaływania na środowisko. Zmiany przepisów mogłyby dotyczyć ewentualnie zniesienia obowiązku wykonywania tych ocen przez biegłych z listy rzeczoznawców Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, określenia roli tych rzeczoznawców w procedurze rozpatrywania ocen.

Będzie można też zmienić dotychczasowy podział ocen na oceny oddziaływania na środowisko inwestycji i na oceny istniejących obiektów poprzez zastąpienie tych ostatnich przeglądaniami ekologicznymi (environmental audit).

OCENA USTALEŃ MIEJSCOWYCH PLANÓW ZAGOSPODAROWANIA PRZESTRZENNEGO Z PUNKTU WIDZENIA OCHRONY ŚRODOWISKA

Ustawa o zagospodarowaniu przestrzennym wprowadziła nieznaną dotychczas w prawie polskim obowiązek wykonywania i dołączania do miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego prognozy skutków wpływu ustaleń planu na środowisko przyrodnicze.

Dla zapobiegania podejmowaniu nieprawidłowych decyzji o ustaleniu warunków zabudowy i zagospodarowania terenu istotne znaczenie będzie miało zapewnienie odpowiedniej jakości i dokładności prognoz skutków wpływu ustaleń miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego na środowisko, gdyż w myśl art. 43 ustawy o zagospodarowaniu przestrzennym nie można odmówić ustalenia warunków zabudowy i zagospodarowania terenu, jeżeli zamierzenie nie jest sprzeczne z ustaleniami planu.

Ustawą o zagospodarowaniu przestrzennym Minister OŚZNiL upoważniony został do określenia warunków, jakim powinna odpowiadać prognoza skutków wpływu ustaleń miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego na środowisko. W najbliższym czasie wejdzie w życie odpowiednie rozporządzenie.

Zapewnić należy by wprowadzany obowiązek poddania rozwiązań (ustaleń) planów miejscowych ocenie (prognozie) ich wpływu na środowisko był konsekwentnie realizowany.

Sporządzenie miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego i uchwalenie ich przy pełnej świadomości skutków dla środowiska stworzy racjonalną podstawę do decyzji umożliwiających podejmowanie różnorodnych działań, w tym gospodarczych.

Ustalenia planów miejscowych (po ich uchwaleniu stają się prawem gminnym) będą podstawą prowadzenia polityki lokalizacyjnej ukierunkowanej na zapewnienie zgodności z zasadami ekorozwoju i zagwarantowanie minimalizacji skutków realizacji inwestycji na środowisko.

Obowiązek sporządzenia ocen oddziaływania na środowisko, zgodnie z

przygotowywanymi przez Unię Europejską dyrektywami, rozszerzony powinien zostać na inne plany, programy i strategie.

INNE ELEMENTY ZINTEGROWANEGO PODEJŚCIA DO OCHRONY ŚRODOWISKA

Ważnym elementem realizacji polityki ekologicznej są działania służące zmniejszeniu zużycia energii elektrycznej, przez co ograniczona zostanie dodatkowo, poza efektami ochronnych przedsięwzięć inwestycyjnych w energetyce, emisja zanieczyszczeń powietrza.

Popierane będą między innymi poprzez ułatwienia w dostępie do kredytów krajowych i zagranicznych (poręczenia kredytowe) działania służące do podejmowania produkcji artykułów i urządzeń bardziej nowoczesnych i mniej energo- i materiałochłonnych. Również wprowadzane będą nowe mechanizmy ekonomicznego stymulowania wdrażania technologii małodpadowych.

Ważną rolę odgrywać będzie rozwijający się ruch "czystszej produkcji". Wdrażane przez zakłady przemysłowe włączające się do tego ruchu zmiany zarządzania i sterowania produkcją są ukierunkowane na ograniczanie powstawania odpadów i zapobieganie marnotrawstwu pracy ludzkiej, surowców i energii. Działania te poprzedzane przeglądami operacji i procesów technologicznych prowadzą poprzez identyfikację jakościową, ilościową i kosztową strumieni odpadów do określenia wariantowych sposobów eliminacji lub zmniejszenia uciążliwości odpadów. Przeprowadzone analizy techniczne i ekonomiczne pozwalają na wybór rozwiązań zwiększających stopień wykorzystania surowców i energii oraz na zmniejszenie ilości obciążających środowisko odpadów, i tym samym pozwalają na zmniejszenie wielkości opłat i kar ponoszonych przez zakłady z tytułu korzystania ze środowiska. W końcowym efekcie zwiększa się efektywność ekonomiczna przedsiębiorstw i tym samym ich konkurencyjność.

Czynnikiem wspomagającym realizację polityki ekologicznej i stopniowe wdrażanie zasad ekorozwoju są działania organizacji proekologicznych i konsumenckich zmierzające do eliminowania zagrożeń środowiska oraz wpływające na popieranie produkcji i produktów przyjaznych środowisku. Istotne znaczenie w promowaniu takiej produkcji i produktów będzie miało wprowadzenie "ekologicznego znaku jakości" - znakowania produktów.

BADANIA, ZASTOSOWANIE I TRANSFER TECHNOLOGII BEZWYKOPOWYCH

John Cant, Water Research Centre, Wlk. Brytania.

STRESZCZENIE

Praca ta omawia różne projekty badawcze i modernizacyjne, które zostały przeprowadzone na całym świecie dla celów wyposażenia i systemów technologii bezwykopowych. Liczne organizacje w Wielkiej Brytanii i w innych krajach działają aktywnie nad badaniami nowych techniki i maszyn dla bezwykopowego montażu instalacji.

Badania i modernizacje istniejącej techniki są prowadzone przez różne organizacje łącznie z prywatnymi producentami, wykonawcami, uniwersytetami i przedsiębiorstwami badawczymi. Wyniki tych prac są wykorzystywane dla budowy instalacji w wielu częściach świata. Miasta i obszary miejskie cierpią na wspólny problem poważnych zakłóceń i szkód środowiskowych powodowanych przez prace wykopowe. Wyniki badań nad rozwiązaniem tego problemu mogą być szybko przekazane do państw, które mogą z nich skorzystać, również w Europie Centralnej i Wschodniej. W pracy omówiono możliwości przekazywania tej wiedzy.

WSTĘP

Praca ta daje przegląd badań technologii bezwykopowych podejmowanych w różnych krajach i ich wyników, które mogą przynieść korzyści dla potencjalnych użytkowników w Polsce i innych krajach Europy Wschodniej. Może być ono zwłaszcza przydatne dla tych, którzy są w mniejszym stopniu zaznajomieni z technologiami bezwykopowymi a chcą wykorzystać wyniki tych badań w celu wspomoczenia wprowadzenia tych technik w ich własnych krajach.

Praca rozważa pełen zakres badań w dziedzinie technologii bezwykopowych i dla ułatwienia dzieli zagadnienie na tematykę techniczną, kontraktową i socjoekonomiczną. Pełne wykorzystanie dostępnej technologii obejmuje rozważenie przez użytkownika tych wszystkich czynników. Aby to móc zrobić, wykorzystane powinny być wszystkie dostępne wyniki badań nad technologiami bezwykopowymi.

BADANIA TECHNICZNE

Historia rozwoju w różnych krajach zaowocowała skoncentrowaniem badań w różnych obszarach. Spowodowane to zostało zapotrzebowaniem na odpowiednich rynkach. Na przykład: w Wielkiej Brytanii większość wysiłków skierowana jest na remont rurociągów i ich wymiany na miejscu. Producenci japońscy wytworzyli większość wyposażenia dla budowy nowych rurociągów, co dotyczy zwłaszcza wyposażenia dla mikrotunelowania. W Stanach Zjednoczonych rozwinęło się najbardziej wyposażenie dla drążenia sterowanego i kierunkowego.

Używana terminologia może być różna i myląca zwłaszcza dla osób niezaznajomionych z tym przemysłem. Na przykład terminy drążenie sterowane i wiercenie sterowane mogą być stosowane równoległe przez użytkowników choć są identyczne. Ważne jest ujednoczenie używanej terminologii i ISTT w chwili obecnej przygotowuje słowniczek terminów.

Badania nad drążeniem tuneli

Na całym świecie toczą się intensywne badania nad mikrotunelowaniem i wciskaniem rur. Jest to złożona dziedzina, która może przynieść ogromne korzyści, tak więc istnieje ogromne zapotrzebowanie na podejmowanie badań. Większość tych badań podejmowana jest przez producentów w Europie, Japonii i Ameryce Północnej.

W Wielkiej Brytanii Stowarzyszenie Wciskania Rur w powiązaniu z Uniwersytetem w Oxford podjęło działania monitorowania robót obejmujących wciskanie rur i ostatnio

opublikowało raport w tej sprawie [1].

Badania nad wierceniem sterowanym i kierunkowym

Badania nad wierceniem kierunkowym zostały w większości podjęte przez przemysł naftowy i gazowy w celu sprostania ich zapotrzebowaniom. Technologie te są w pełni opanowane a ich możliwości w pełni znane. Głównym czynnikiem niekorzystnym jest koszt ich zastosowania w innych przemysłach.

Wiercenie sterowane ma wielkie możliwości wykorzystania i jest bardzo skuteczne pod względem kosztowym i może być daleko szerzej wykorzystane przez przedsiębiorstwa w obszarach miejskich niż ma to miejsce obecnie. Większość badań nad wierceniem sterowanym podjęta została w Europie i USA, zwłaszcza przez wykonawców a niektóre publikacje będące wynikiem tych badań to: [2], [3], [4].

Badania nad rozsadzaniem rur

Jest to obecnie dobrze ugruntowana technika a pozytywne badania zostały podjęte w wielu ośrodkach. Ruhr-Universität w Bochum w Niemczech opublikował prace nad dynamicznymi systemami rozsadzania rur a British Gas w Wielkiej Brytanii opracował nowe systemy i pozytywne poradniki. Informacje o rozsadzaniu rur dostępne są w publikacji: [3].

Badania nad wykładzinami

Nowoczesne badania i działania modernizacyjne koncentrują się na dobrze dopasowanych i cienkościennych systemach wkładek polietylenowych dla renowacji rurociągów. Technologie o dobrym dopasowaniu mają przewagę nad konwencjonalnymi wkładkami w zmniejszeniu strat przepustowości rury a systemy cienkościenne zmniejszają ilość potrzebnego materiału przez wykorzystanie wytrzymałości oryginalnej rury. Istnieje cały zakres systemów opracowanych przez różne organizacje w Wielkiej Brytanii. Swagelining™ opracowany przez British Gas, Rolldown™ i Subline™ opracowane przez Subterra i 'U' Liner™ opracowany przez Avent Engineering.

Badania nad kretami

Badania i modernizacje w tej dziedzinie są zwykle podejmowane przez producentów wyposażenia.

Badania nad technikami renowacyjnymi

W celu modernizacji technik renowacji rur, zwłaszcza w celu renowacji systemów wodociągowych i kanalizacyjnych zostały podjęte intensywne badania w okresie ostatnich dziesięciu lat. Obejmuje to dużą kooperację pomiędzy przedsiębiorstwami wodociągowymi a producentami.

W chwili obecnej na rynku w Wielkiej Brytanii dostępnych jest ponad czterdzieści technik renowacyjnych ale tempo wdrażania nowych technologii jest wolne. Obecnie opracowywane w Wielkiej Brytanii techniki obejmują techniki napraw miejscowych i techniki natryskowego nakładania wykładzin. Badania te podejmowane są przez wykonawców robót. Techniki napraw miejscowych dotyczą krótkich odcinków, zwykle pomiędzy 1 m a 3 m długości i są wykorzystywane jako alternatywa do całkowitej naprawy odcinka pomiędzy studzienkami. Główną ich zaletą są koszty wynoszące około 10% całkowitej naprawy odcinka pomiędzy studzienkami. Wadą jest jednak fakt, że są to techniki nadal w stadium badań i rezultat napraw jest jeszcze nie sprawdzony. Szczegóły wszystkich dostępnych na rynku Wielkiej Brytanii Technik są dostępne w [6].

Renowacja sieci wodociągowej z wykorzystaniem wykładzin epoxydowych i cementowych jest w chwili obecnej w pełni ugruntowana dla wykorzystania w miejscach, gdzie problem stanowi jakość wody pogarszana przez stare przewody wodociągowe. Nowe techniki renowacyjne będące w stadium opracowania mają zasadniczo na celu poprawę poza poprawą jakości wody problemów strukturalnych i szczelności. Thenopipe™ jest elastyczną wkładką opracowaną przez Angus Fire w Wielkiej Brytanii i prowadzone są badania nad możliwościami wykorzystania natryskowego nakładania wkładek strukturalnych.

Wiedza o renowacji jest szczególnie istotna dla starych obszarów miejskich, takich jak Kraków, gdzie instalacje są już na miejscu i mogą być modernizowane z minimalnymi zakłóceniami. Renowacja wykorzystuje faktycznie dziurę, która już znajduje się w ziemi.

Wybór techniki

W celu wspomaganie zastosowania technologii bezwykopowych użytkownicy wymagają ogólnych informacji w celu wyboru najbardziej odpowiedniej techniki. Podjęto niewiele projektów badawczych, które patrzą na ten problem z technicznego punktu widzenia. Jednym z nich jest wykonane przez Midlands Electricity w Wielkiej Brytanii na temat technik instalacji kabli pod chodnikami w obszarach miejskich [7].

W WRC podjęto prace, które mają na celu porównanie dostępnych technik renowacji przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych. Informacje dostępne są w [8] i [6]. Tom III [6] również zawiera informacje o strukturalnej renowacji przewodów kanalizacyjnych.

[9] i [10] zapewniają szczegóły techniczne o pełnym zakresie wykorzystywanych materiałów dla renowacji rurociągów.

W Wielkiej Brytanii przemysł wodociągowy opracował film video pt. "The Route to Success" (Droga do sukcesu), który pokazuje szeroki zakres wykorzystywanych technik i przedstawia korzyści technologii bezwykopowych. Zapewnia to pozytywne informacje ogólne o wykorzystywanych technikach.

BADANIA ZWIĄZANE Z KONTRAKTAMI

Użytkownicy technologii bezwykopowych są zainteresowani w zapewnieniu, że prace są wykonane zgodnie z wymaganymi standardami i w tym celu wymagają niezbędnych informacji dla dokumentacji kontraktowej. Technologie bezwykopowe są zwykle trudniejsze do określenia w dokumentacji kontraktowej niż konwencjonalne systemy wykopowe. Specyfikacje, które oparte są o kryteria wydajności są lepsze dla konwencjonalnych technik instalacyjnych podczas, gdy technologie bezwykopowe zwykle wymagają określenia w kontrakcie jakiejś metody wykonania robót. Tak więc specyfikacje i metody postępowania opracowane przez badania nad technologiami bezwykopowymi zwykle obejmują aspekty instalacji poza szczegółami wykorzystywanych materiałów.

Badania w tej dziedzinie mogą pomóc dokumentacji kontraktowej w celu zapewnienia większej pewności użytkownika. Jest to szczególnie istotne w krajach, gdzie techniki te nie były uprzednio wykorzystywane i, gdzie nie ma lokalnych doświadczeń, które można wykorzystać. Badania zaowocowały dokumentacją dla autorów kontraktów, która koncentruje się na systemach renowacji rurociągów metodami mikrotunelowania. Jednym z powodów jest to, że opracowano specjalne materiały dla tych technik.

Dokumentacja dla mikrotunelowania

dla mikrotunelowania są dostępne następujące dokumenty: [12] wydany przez Yorkshire Water plc. i [13] opublikowany przez North American Society for Trenchless Technology.

Dokumentacja dla renowacji rurociągów

Dla renowacji rurociągów są dostępne następujące publikacje : [14] i [15] oraz szereg specyfikacji dla Przemysłu Wodociągowego (WIS) opracowanych w wyniku badań przeprowadzanych w Wielkiej Brytanii. Dostępne WIS obejmują materiały i niektóre aspekty instalacji wkładek żelazobetonowych [16], miejscowych [17] i dużej ilości wkładek segmentowych dla przewodów kanalizacyjnych przelazowych [18].

Międzynarodowe standardy zatytułowane: Techniques for rehabilitation of pipeline systems by the use of plastic pipes and fittings są opracowywane przez ISO i CEN. Pokrywa to jeden z obszarów technologii bezwykopowych i w przyszłości może być rozszerzone na inne typy materiałów.

BADANIA SOCJOEKONOMICZNE

Koszty

Nadrzędnym czynnikiem decydującym o wyborze przez przedsiębiorstwa usługowe w Wielkiej Brytanii technologii bezwykopowych nad technikami konwencjonalnymi to koszt dla przedsiębiorstw. Chodzi zarówno o krótko-terminowe koszty instalacji i w mniejszym stopniu długoterminowe koszty eksploatacji. W innych przemysłach i w innych krajach jest bezwątpienia podobnie.

Istnieją trudności w ustaleniu reprezentatywnych kosztów jednostkowych dla technik bezwykopowych ponieważ istnieją duże różnice w poszczególnych przedsięwzięciach. Duża ilość czynników obejmujących lokalizację i wielkość przedsięwzięcia może mieć ogromny wpływ na koszty. Będzie zatem trudno wykorzystać badania w ocenie kosztów przedsięwzięć w różnych częściach świata, chyba, że tylko jako wskazówkę. Użytkownicy uzyskają pewną informację tylko przez własne doświadczenia.

Badania kosztów technik bezwykopowych zapewniające użyteczne informacje ogólne zostały podjęte przez szereg organizacji. Laboratorium Badawcze Transportu w Wielkiej Brytanii analizowało koszty w trzech kategoriach: bezpośrednie, pośrednie i społeczne [20]. Southern Water w Wielkiej Brytanii porównało koszty bezpośrednie technik wykopowych i bezwykopowych renowacji przewodów kanalizacyjnych. [21] Publikacja opublikowana przez Midlands Electricity International porównuje koszt technik wykorzystywanych dla instalacji kabli [7]. DSEA w Francji wykazało, że renowacja przewodów wodociągowych jest tańsza niż budowa nowych [22]. Watson Hawkey i Laboratorium Badawcze Transportu analizowały związek pomiędzy kosztami a głębokością w porównywaniu metod wykopowym i tunelowych [24]. Indiana Sate University w Stanach Zjednoczonych porównało koszty w technikach tradycyjnych i bezwykopowych, w których rozważono bezpośrednie koszty oferty i pośrednie koszty społeczne [25].

W celu obliczenia całkowitych kosztów eksploatacyjnych przez użytkowników jest często wymagana informacja o czasie eksploatacji zasobów. Dostępne są różnorodne źródła informacji, które zawierają odpowiednie szczegóły, w tym podręczniki doboru materiałów dla przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych [9], [10].

Koszty społeczne

Koszty społeczne powodowane przez różne techniki bezwykopowe mogą się szalenie różnić i nie jest możliwe porównanie grup wszystkich technik bezwykopowych i porównanie ich z technikami konwencjonalnymi. Tak więc techniki muszą być rozważane indywidualnie w odniesieniu do kosztów społecznych, które mogą spowodować. Badania kosztów społecznych zostały podjęte przez University of Manchester Institute of Science nad Technology [24], [25] i

Laboratorium Badawcze Transportu [20].

Poza kosztami społecznymi, przedsiębiorstwa usługowe są zainteresowane publicznym odbiorem ich prac, jako że silnym bodźcem reklamowym dla technologii bezwykopowych jest ich wysoka społeczna akceptacja. Przeprowadzono niewiele badań w tej dziedzinie, chociaż istnieją dowody wykazujące, że jeżeli społeczeństwo ma docenić korzyści technologii bezwykopowych istnieje potrzeba większej dostępności informacji. Jeżeli społeczeństwo widzi dowody postępu prac może być bardziej tolerancyjne w akceptowaniu zakłóceń i mniej skłonne do zgłaszania skarg.

PODSUMOWANIE

Istnieje ogromna ilość informacji, będących wynikiem badań w dziedzinie technologii bezwykopowych, i które mogą być przydatne dla użytkowników w Polsce i innych krajach Europy Wschodniej. Jeżeli technologie bezwykopowe są wykorzystywane efektywnie to ich wykorzystanie powinno ulegać intensyfikacji.

PIŚMIENNICTWO

1. Pipe Jacking, research results and recommendations. UK Pipe Jacking Association 1995
2. Pitard G., McDonald W., Kramer S., Instrumentation Systems for Guided Boring, No-Dig London Conference Papers 1989.
3. Ritchie J., Enenbach J., Kleiser K., Steutel M., Use of FlowMole Guided Drill System in Europe. No-Dig Conference Papers 1989.
4. Stangle G., Kern M., Keating D., Lee D., Meeting the Challenges of Trenchless Service Installation. No-Dig Rotterdam Conference Papers 1990.
5. Report ERS M45, Damage Control Procedure for Pipeline Construction Involving Pipe Splitting, British Gas, WRc, 1990.
6. Sewerage Rehabilitation Manual, 3rd Edition, WRc 1994
7. Alwyn Morgan, Technical and Economic Comparison of Cable Installation Techniques in the Urban Footpath. No-Dig Copenhagen Conference Papers 1994.
8. Water Mains Rehabilitation Manual, WRc 1989.
9. Pipe Materials Selection Manual for Water Mains, WRc 1988.
10. Materials Selection Manual for Sewers, Manholes and Pumping Mains, Foundation for Water Research, 1993.
11. Trenchless technology video - The Route to Success, WRc 1992
12. Code of Practice for Microtunnelling, 2nd Edition, wydane przez Yorkshire Water plc. UK.
13. Directory of the North American Society for Trenchless Technology 1994
14. In-situ epoxy resin lining - operational guidelines and code of practice, WRc 1989
15. In-situ cement mortar lining - operational guidelines and code of practice, WRc 1990
16. WIS 4-12-06 Precast and in situ ferrocement, WRc, 1990
17. WIS 4-34-04, Specification for polyester Insituform sewer linings, WRc, 1986
18. WIS 4-12-04, Glassfibre reinforced cement (GRC) sewer linings, WRc, 1986
WIS 4-12-05, Precast gunite sewer lining, WRc 1986
WIS 4-34-02, Glassfibre reinforced plastics (GRP) sewer linings, WRc, 1986
WIS 4-34-05, Polyester resin concrete (PRC) sewer linings, WRc, 1986.
19. ISO Technical Report. Techniques for rehabilitation of pipeline systems by the use of plastic pipes and fittings.
20. Thomson J., Sangster T., New B., The potential for the reduction of Social Costs using trenchless technology. No-Dig Copenhagen Conference Proceedings 1994.
21. Rosbrook R., Reynolds J., Southern Water Saves Money. No-Dig Conference Papers,

- 1987.
22. Legaz C., Comparison in Quality and Cost: Rehabilitation and Replacement. No-Dig Conference Papers, 1993.
 23. Norgrove W., O'Reilly Comparison of the costs of constructing sewers by tunnelling or trenching in urban areas. No-Dig Rotterdam Conference Papers, 1990.
 24. Traditional versus trenchless - a cost comparison concept. No-Dig Conference Papers, 1994
 25. Green C., Wood J., Current research into social costs of sewerage systems. No-Dig London Conference Papers, 1987.
 26. Read G., Vickridge I. The environmental impact of sewer replacement and renovation. No-Dig Rotterdam Conference Papers.

ZASTOSOWANIE TECHNOLOGII BEZODKRYWKOWYCH DO IZOLACJI HYDRAULICZNEJ

prof. dr hab. Marek Nawalany, Politechnika Warszawska, Polska.

STRESZCZENIE

Idea izolacji hydraulicznej niekontrolowanych wysypisk odpadów (NWO) jest poniżej proponowana w sytuacji konieczności ochrony zasobów wód podziemnych oraz gdy nie jest możliwe zastosowanie innych metod izolacji. W niniejszym artykule omówiony jest pokrótce specjalny rodzaj izolacji hydraulicznej wykorzystujący aktywne dreny. W celu zainstalowania drenów tego typu bezpośrednio pod niekontrolowanymi wysypiskami odpadów technologie bezodkrywkowe wydają się być niezbywalne. Wspomniane zastosowanie technologii bezodkrywkowych jest obecnie w trakcie badań.

WSTĘP

Pojawienie się zanieczyszczeń wód podziemnych jest faktem, który prędzej lub później wymaga remediacji warstwy wodonośnej lub podjęcia kroków w celu kontrolowania procesu rozprzestrzenienia się zanieczyszczeń. Ostatnio obserwuje się tendencję do oczyszczania gruntów zanieczyszczonych przez niczym nie ograniczoną działalność przemysłu w poprzednich latach. Działalność ta doprowadziła do powstania tysięcy niekontrolowanych i niezisolowanych wysypisk odpadów w całej Europie. Słabo izolowane lub w ogóle niezisolowane wysypiska te zagrażają wodom podziemnym poprzez bezpośredni fizyczny kontakt z warstwami wodonośnymi. Transport zanieczyszczeń w wodach podziemnych następujący w wyniku tego kontaktu pogarsza jakość tych wód zarówno w skali lokalnej jak i regionalnej. Decydenci odpowiedzialni za ochronę środowiska starają się doprowadzić do oczyszczania zanieczyszczonych warstw wodonośnych lub przynajmniej wprowadzić jakąkolwiek kontrolę stanu zanieczyszczenia. Naturalnym i bezpośrednim powodem podejmowania tego typu decyzji jest bezpośrednie zagrożenie ujęć miejskich oraz indywidualnych studni przez zanieczyszczenia migrujące w wodach podziemnych oraz uświadomienie sobie faktu, że to wygodne źródło wody zdatnej do picia może być wkrótce stracone.

Gdy zanieczyszczenie przesiąka z danego niekontrolowanego wysypiska odpadów (NWO) do wód podziemnych niezbędne jest podjęcie działań które będą albo anihilowały źródło zanieczyszczenia albo izolowały to źródło od warstwy wodonośnej zalegającej pod NWO.

Działania ochronne mogą być sklasyfikowane odpowiednio na dwie klasy :

- (a) **Anihilacja źródła.** Wewnątrz tej klasy możliwe są trzy podklasy :
 - (a1) fizyczne usunięcie źródła, np. przez przetransportowanie odpadu w inne miejsce, recykling lub ponowne jego wykorzystanie
 - (a2) "zamrożenie" emisji, np. poprzez przetworzenie formy odpadów ze szkodliwej w nieszkodliwą, poprzez unieruchomienie substancji szkodliwych wewnątrz NWO lub poprzez odcięcie zasilania/opadu atmosferycznego (poprzez budowę dachu nad wysypiskiem)
 - (a3) inkapsulacja wysypiska.

(b) **Izolacja źródła.** W tej kategorii zakłada się, że źródło cały czas emituje strumień substancji szkodliwych jednak substancje te nie docierają do warstwy wodonośnej. Przykładami w tej kategorii są: zastosowanie systemów drenażu, budowa nieprzepuszczalnych lub samoizolujących się warstw lub barier oraz/lub uruchamianie izolacji hydraulicznej.

Izolacja hydrauliczna należy także do kategorii tzw. izolacji aktywnej. Oczywistą różnicą pomiędzy izolacją pasywną a aktywną polega na wykonaniu pewnych operacji technicznych tylko jeden raz (izolacja pasywna) lub ciągle w czasie (izolacja aktywna). Izolacja hydrauliczna polega na utworzeniu sztucznego lokalnego systemu przepływu wód podziemnych bezpośrednio pod wysypiskiem odpadów. Ten rodzaj izolacji pozwala kontrolować transport zanieczyszczeń w podległej warstwie wodonośnej poprzez utrzymywanie substancji zanieczyszczającej wewnątrz określonego (możliwie niewielkiego) obszaru przepływu. Podstawową zaletą izolacji hydraulicznej jest możliwość pozostawienia wysypiska w stanie nienaruszonym i uniknięcie w ten sposób problemów logistycznych, technicznych i ekonomicznych związanych z przesuwaniem i transportem olbrzymich mas odpadów. Można wymienić trzy rodzaje izolacji hydraulicznej :

- aktywna izolacja wykorzystująca studnie
- aktywna izolacja wykorzystująca rowy
- aktywna izolacja wykorzystująca aktywne dreny.

Poniżej zaprezentowane są aktywne dreny z uwagi na ich charakterystykę "silnego kontrolowania" lokalnego pola przepływu a zatem i transportu zanieczyszczeń. Owa silna kontrola wynika z możliwości bliskiego kontaktu fizycznego z zanieczyszczeniami występującymi bezpośrednio pod NWO. Bliski kontakt jest możliwy z kolei dzięki zastosowaniu technologii bezodkrywkowych.

TECHNOLOGIA AKTYWNYCH DRENÓW

Istnieje przynajmniej sześć przesłanek które powodują, że technologia aktywnych drenów jest technicznie możliwa i atrakcyjna:

- istnieją pozytywne doświadczenia dotyczące drenażu aktywnego w rolnictwie (systemy nawadniania podziemnego) (np. R.W.Skagg, 1988; P.J.T. van Bakel, 1988; T.T.Walczak et al., 1988; D.Kirkcham, 1992)
- realizowalność techniczna i ekonomiczna technologii bezodkrywkowych, które mogą być wykorzystane do penetracji obszaru warstwy wodonośnej tuż pod NWO bez konieczności przesuwania dużych mas odpadów
- prosta realizacja wymagania zamknięcia się bilansu wodnego instalacji izolacji hydraulicznej
- wysoki stopień sterowalności instalacji jak również środowiska pod NWO
- proste procedury pomiarowe
- potencjalna możliwość kombinowania technologii aktywnych drenów z innymi technologiami izolacyjnymi.

Izolacje hydrauliczne za pomocą aktywnych drenów powinny spełniać następujące kryteria :

- powinny być zlokalizowane tuż poniżej dna NWO
- ich zasięg powinien pokrywać się z rzutem płaskim NWO
- przez fakt zamykania się ich bilansu wodnego instalacje te nie powinny zaburzać regionalnego przepływu wód podziemnych

- woda zanieczyszczona wypompowana przez instalację z warstwy wodonośnej powinna być oczyszczona w stacji oczyszczania a następnie zawrócona (wpompowana) z powrotem do warstwy wodonośnej.

Dreny stanowiące podstawowe elementy instalacji powinny być ułożone prostopadle do dłuższej osi NWO. Głębokość ich posadowienia powinna być dostosowana do naturalnego poziomu wody podziemnej pod NWO oraz do zmienności tego poziomu. Dreny powinny pracować zawsze w strefie nasyconej warstwy wodonośnej. Wymagania te w konsekwencji implikują dwa wymagania dla technologii bezodkrywkowej służącej do posadowienia drenów pod NWO :

- wiercenie poziomych otworów musi odbywać się w warunkach zawodnionych
- rowy równoległe do dłuższego boku NWO są niezbędne dla prawidłowego przeprowadzenia wierceń oraz wykonania połączeń instalacji.

Efektywność izolacji hydraulicznej wykorzystującej aktywne dreny może być analizowana za pomocą modelu matematycznego dwuwymiarowego pionowego przepływu wód podziemnych w warunkach zwierciadła swobodnego lub w warunkach półnaporowych oraz z uwzględnieniem pracy drenów. Prosta geometria, jednorodne parametry hydrauliczne warstwy wodonośnej oraz proste warunki brzegowe zostały przyjęte dla symulacji zachowania się instalacji drenów aktywnych za pomocą modelu analitycznego. Efektywność instalacji była mierzona jako stosunek ilości trajektorii zanieczyszczonych cząstek wody przechwyconych przez dreny do ilości trajektorii rozpoczynających się pod dnem NWO. W ogólnym przypadku (niejednorodność warstwy wodonośnej, złożone warunki brzegowe itp.) winny być stosowane modele numeryczne wysokiej rozdzielczości (np. M.Nawalany et al., 1992).

REMEDIACJA

Technologia izolacji hydraulicznej wykorzystującej aktywne dreny może być także używana jako technologia remediacyjna. W szczególności, może być ona stosowana w przypadkach gdy zanieczyszczenie warstwy wodonośnej ma niewielki zasięg przestrzenny. To ograniczenie wynika z założenia, że w celu stworzenia lokalnego systemu przepływu potrzebna jest jedynie niewielka ilość energii a więc i środków finansowych.

W przypadku niewielkiego zasięgu zanieczyszczenia oraz gdy źródło emitujące substancje szkodliwe do warstwy wodonośnej zostanie zatrzymane, następujące trzy procesy powtarzane ciągle mogą prowadzić do ostatecznego oczyszczenia warstwy wodonośnej:

- usunięcie zanieczyszczonej wody z gruntu z wykorzystaniem aktywnych drenów
- oczyszczenie wody w stacji oczyszczania
- zawrócenie oczyszczonej wody z powrotem do warstwy wodonośnej.

UWAGI KOŃCOWE

(i) technologie bezodkrywkowe są niezbywalne dla technologii izolacji hydraulicznej NWO za pomocą aktywnych drenów. Stosunkowo łatwo mogą one być stosowane w sytuacjach gdy odpady zgromadzone na NWO nie mogą być usunięte lub izolowane innymi metodami.

(ii) Z przeprowadzonych symulacji (M.Nawalany et al., 1992) wynika, że niewielka liczba aktywnych drenów jest potrzebna w celu wytworzenia lokalnego systemu przepływu pod NWO pozwalającego kontrolować zanieczyszczenie.

(iii) koszt instalacji aktywnych drenów został obliczony dla różnych warunków

hydrogeologicznych i różnych parametrów instalacji (J.A.Wallis et al., 1989). Rezultaty obliczeń wskazują, że dalsze badania muszą być przeprowadzone. W szczególności ułożenia drenów różne od równoległego muszą być przeliczone oraz przeprowadzone być muszą odpowiednie eksperymenty polowe.

(iv) biorąc pod uwagę źródła niepewności związane z technologią aktywnych drenów wszelkie symulacje oraz eksperymenty polowe winny brać pod uwagę analizę czułości.

(v) aktywne dreny są atrakcyjną alternatywą ze względu na swoją podstawową właściwość kontrolowania przepływu zanieczyszczeń pod NWO. Także remediacja warstw wodonośnych za pomocą tej technologii jest możliwa.

LITERATURA

Kirkham, D. and Horton, R., The stream function of potential theory for dual pipe subirrigation system, WRR, Vol. 28, No. 2, pp. 373-387, February 1992.

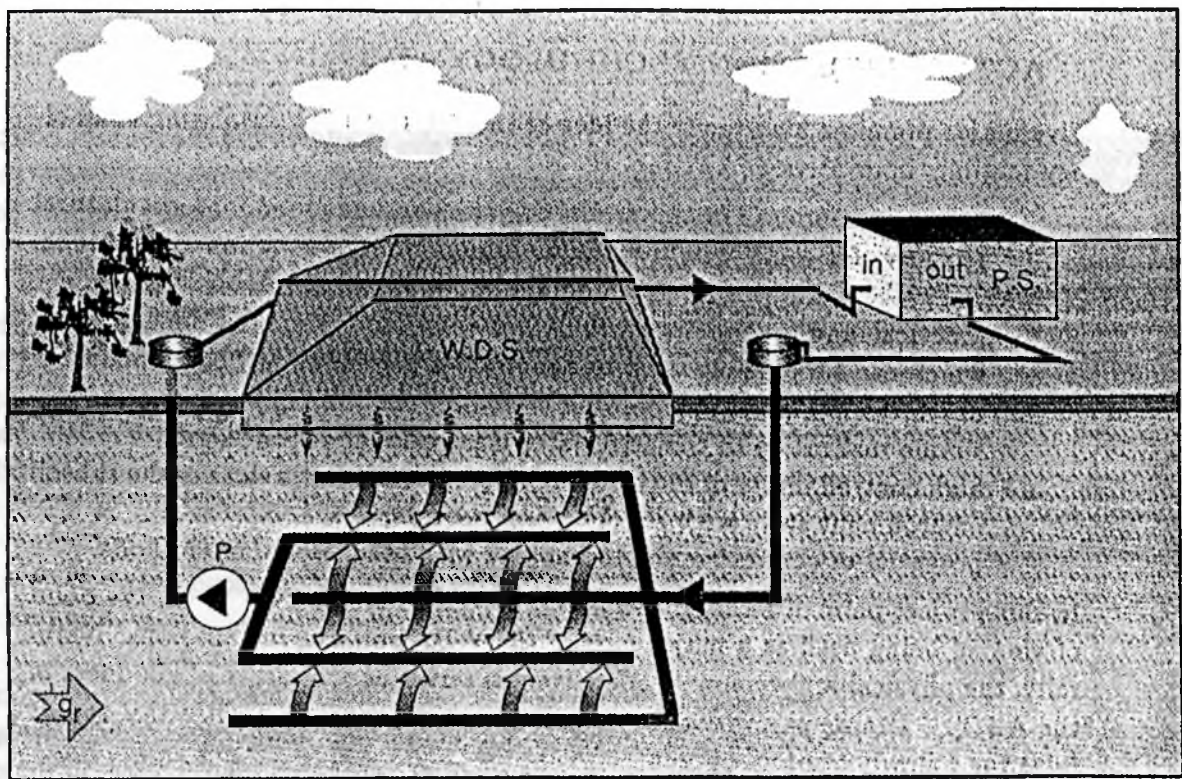
Nawalany, M., Loch, J., Sinicyń, S., Active Isolation of Waste Disposal Sites by Hydraulic Means, part II, Models, Report TNO Institute of Applied Geoscience OS 91-42-C, Delft, 1992.

Skaggs, R.W., Water movement factors important to the design and operation of subirrigation systems, Transactions of the ASAE, pp. 1553 - 1561, 1981.

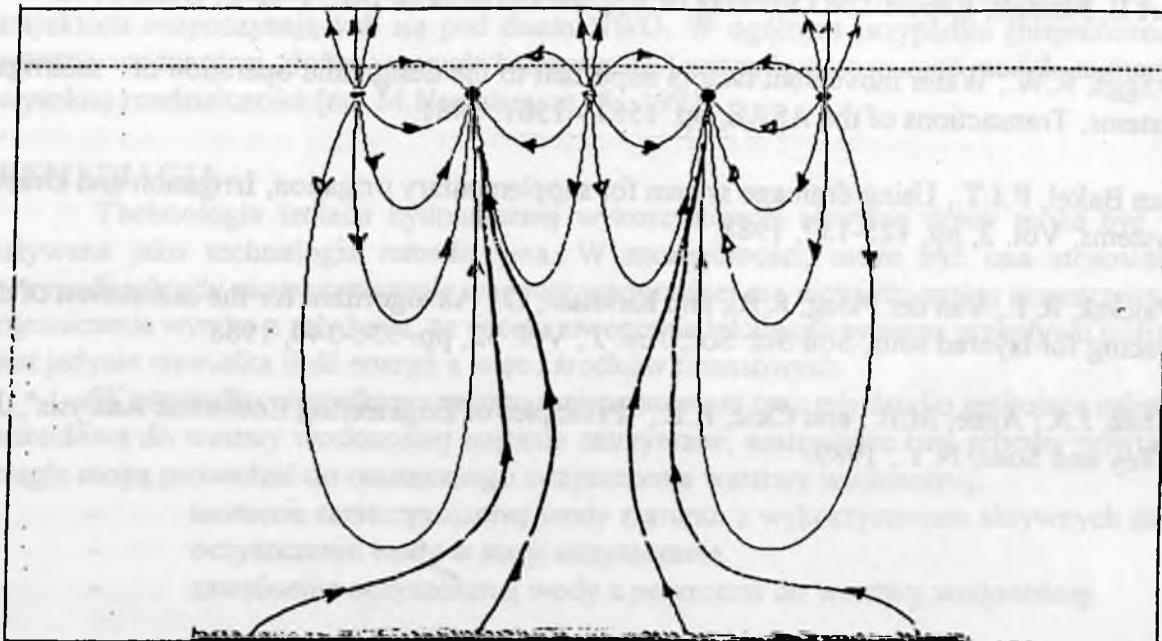
Van Bakel, P.I.T., Using drainage system for supplementary irrigation, Irrigation and Drainage Systems, Vol. 2, pp. 125-137, 1988.

Walczak, R.T., Van der Ploeg, R.R., and Kirkham, D., An algorithm for the calculation of drain spacing for layered soils, Soil Sci. Soc. Am. J., Vol. 52, pp. 336-340, 1988.

White, J.A., Agee, M.H., and Case, K.E., "Principles of Engineering Economic Analysis", John Wiley and Sons, N.Y., 1989.



Rys. 1. Schemat ideowy izolacji hydraulicznej za pomocą aktywnych drenów.



Rys. 2. Komórki przepływu w lokalnym systemie generowanym przez instalację aktywnych drenów.

MODERNIZACJA RUROCIĄGÓW PODZIEMNYCH W POLSKICH MIASTACH

dr inż. Andrzej Kolonko, dr hab. inż. Cezary Madryas, Politechnika Wroclawska, Polska.

Renowacja istniejącej, wyeksploatowanej infrastruktury sieciowej w miastach polskich jest jednym z podstawowych elementów przystosowujących te miasta do standardów europejskich. Problem ten stał się szczególnie aktualny w świetle dążeń naszego kraju do zjednoczenia z Unią Europejską. Potrzeba odnawiania przewodów może wynikać z ich złego stanu technicznego, niedostatecznej wydolności lub lokalizacji kolidującej z planowanym zagospodarowaniem przestrzeni podziemnej miasta. W pracy omówiono bezodkrywkowe technologie odnowy podziemnej infrastruktury sieciowej, począwszy od technologii dotyczących pojedynczych przewodów do tuneli wieloprzewodowych jako metody modernizacji kompleksowej. Wskazano na problemy techniczne, ekonomiczne i legislacyjne jakie wynikają ze stosowania przedstawionych rozwiązań.

WPROWADZENIE

Nowe zasady ekonomii w kraju i wiążące się z tym przejście do gospodarki rynkowej nadają zabudowie miejskiej nową wartość, która wynika ze zmiany stylu życia i pracy mieszkańców miast oraz ich oczekiwań i wymagań. Wzrasta popyt na wysokiej jakości usługi, szybką i wygodną komunikację, miejsca parkowania oraz obsługę sieciową, tzn: łączność, wodę, nośniki energii oraz kanalizację. Oczekuje się także, aby modernizowane fragmenty miast charakteryzowały się dużym komfortem użytkowania, były ekologiczne, bezpieczne i estetyczne. Żeby spełnić opisane wymagania konieczna jest intensyfikacja wykorzystania przestrzeni miejskiej poprzez jej częściową stereoizację, tzn rozwój budownictwa podziemnego o wysokim stopniu zintegrowania i bezpieczeństwa przy zachowaniu zasad ekologii. W kraju najpilniejsze potrzeby występują w zakresie odnowy infrastruktury sieciowej oraz budowy podziemnej infrastruktury komunikacyjnej, która może być realizowana równolegle z odnową sieci lub dopiero po takiej odnowie.

Powodami implikującymi potrzebę odnawiania sieci mogą być:

- zły stan techniczny przewodów i wynikająca stąd awaryjność sieci,
- niedostateczna wydolność przewodów,
- lokalizacja przewodów uniemożliwiająca realizację innych budowli podziemnych.

Zły stan przewodów jest efektem uszkodzeń, które powstają w wyniku błędów konstrukcyjnych, technologiczno-materiałowych i eksploatacji oraz oddziaływań środowiska i procesów starzeniowych. Odnowa przewodów może w tym przypadku odbywać się techniką odkrywkową lub bezodkrywkową bez znaczącej zmiany wymiarów przewodów oraz miejsca ich ułożenia.

Niedostateczna wydolność przewodów wiąże się ze wzrostem zapotrzebowania na media oraz zwiększającą się ilością ścieków, będących efektem podwyższania standardu wyposażenia zabudowy miejskiej. Odnawianie sieci w tym przypadku polega na zwiększaniu wymiarów przewodów lub ich liczby, tak aby zmodernizowany system był w stanie dostarczyć wymagane ilości mediów lub odprowadzić zwiększoną ilość ścieków.

Potrzeba zmiany lokalizacji przewodów pojawia się gdy istniejący ich układ koliduje z nowo projektowanym zainwestowaniem podziemnym. Przełożenie przewodów w takich sytuacjach odbywa się z reguły technikami odkrywkowymi.

Z przedstawionych rozważań wynika, że pod względem zakresu, odnowa może obejmować prace remontowe (przypadek pierwszy) lub modernizacyjne (dwa pozostałe przypadki). Remonty będą odbywały się zazwyczaj technikami bezodkrywkowymi, a prace

modernizacyjne technikami odkrywcowymi (w otwartych wykopach). Obecnie obserwuje się w kraju wyraźną intensyfikację prac remontowych technikami bezodkrywkowymi czemu sprzyja napływ importowanych technologii. Należy także spodziewać się, że w najbliższym czasie zdecydowanie wzrośnie zapotrzebowanie na prace modernizacyjne w związku ze wspomnianą koniecznością stereoizacji przestrzeni miejskiej.

BEZODKRYWKOWE TECHNOLOGIE ODNOWY RUROCIĄGÓW PODZIEMNYCH

Nieszczelność sieci podziemnych może prowadzić z jednej strony do utrudnień w życiu codziennym mieszkańców, a z drugiej strony do wzrostu stopnia zanieczyszczenia środowiska naturalnego. Funkcjonuje już nawet termin "bomba ekologiczna" opisujący obrazowo katastrofalne skutki eksfiltracji ścieków do gruntu, o ile to zjawisko nie zostanie w najbliższym czasie zatrzymane. Obecnie w samych tylko Niemczech wielkość eksfiltracji ocenia się na ok. 300 mln m³ [1]. W przypadku awarii gazociągu może nawet dojść do bezpośredniego zagrożenia życia mieszkańców. Dodatkową konsekwencją takiego stanu rzeczy są straty ekonomiczne wynikające z niekontrolowanego wypływu wody lub gazu w przypadku awarii rurociągów ciśnieniowych (wodociągu lub gazociągu). W przypadku nieszczelności kanalizacji ułożonej poniżej poziomu wody gruntowej do oczyszczalni doprowadzone są rozcieńczone ścieki, co prowadzi do znacznego nieraz wzrostu kosztów eksploatacyjnych. Decydujący wpływ na przyspieszenie działań prowadzących do poprawy stanu technicznego rurociągów podziemnych mogą mieć odpowiednie przepisy prawne, przewidujące ostre sankcje za zanieczyszczanie środowiska naturalnego. Właśnie wprowadzenie takich przepisów zapoczątkowało przełom w tej dziedzinie w Europie Zachodniej i doprowadziło do rozwoju badań, opracowania nowych technologii oraz powstania licznych firm oferujących odpowiednie usługi.

KLASYFIKACJA METOD ODNOWY RUROCIĄGÓW PODZIEMNYCH

Znaczna część sieci uzbrojenia podziemnego jest już wyeksploatowana i znajduje się w złym stanie technicznym. Przyczyną tego są długie okresy użytkowania wynoszące czasem nawet ponad 100 lat. Wg [2] ok. 80% sieci żeliwnej na terenie Niemiec ma wiek w przedziale od 66 do 144 lat. W Polsce procentowy udział starych sieci jest jeszcze większy z uwagi na zaniedbania infrastruktury podziemnej miast w okresie powojennym. Oczywiście jest, że tak długie okresy eksploatacji nie zabezpieczonych odpowiednio rurociągów, są jedną z przyczyn ich bardzo złego stanu technicznego. Najczęstszymi przyczynami uszkodzeń rurociągów są wg [7]:

- osiadanie podłoża,
- wadliwe ułożenie,
- korozja chemiczna i biologiczna,
- zesterzenie się materiału konstrukcyjnego,
- zbyt mała nośność rurociągu w stosunku do wzrastających obciążeń komunikacyjnych o charakterze dynamicznym.

Wymagany stan techniczny uszkodzonych rurociągów podziemnych można zapewnić poprzez ich odnowę. Odnowę można przeprowadzić stosując następujące rodzaje zabiegów technicznych:

a) Naprawa

Naprawa stosowana jest w przypadku lokalnie występujących pojedynczych uszkodzeń. W przypadku rurociągów nieprzełazowych do przeprowadzenia napraw wykorzystywane są różnego rodzaju roboty, packery itp. urządzenia. Naprawy polegają na wykonywanych od zewnątrz lub od wewnątrz:

- reperacjach,
- injekcjach,

- uszczelnieniach.

b) Renowacja

Renowacja polega na odtworzeniu pierwotnego stanu technicznego uszkodzonego rurociągu w wyniku zastosowania odpowiednich zabiegów technicznych z zachowaniem starej konstrukcji. W ramach renowacji wyróżniamy następujące grupy metod:

- Metody nanoszenia od wewnątrz specjalnych powłok uszczelniających.
Powłoki takie mogą być wykonane z różnych materiałów i nanoszone różnymi technikami, np. poprzez natryskiwanie.
- Metody relining (wkłady sztywne).
Metody te polegają na wprowadzeniu do wnętrza uszkodzonego przewodu rury najczęściej z PE lub PCV o średnicy zewnętrznej mniejszej niż jego średnica wewnętrzna. Wprowadzenie może się odbywać krótkimi odcinkami ze studzienki (relining krótki), bądź długimi odcinkami, czasem nawet kilkusetmetrowymi, z odpowiedniego wykopu (relining długi). Jeżeli ważne jest ograniczenie redukcji przekroju poprzecznego, renowację uszkodzonego rurociągu można przeprowadzić stosując w ramach metody relining techniki z grupy "close fit".
- Metody relining (wkłady elastyczne).
Elastyczna powłoka, zwykle o budowie wielowarstwowej, wprowadzana jest w procesie rewersyjnym do wnętrza uszkodzonej rury po jej uprzednim oczyszczeniu i przyklejana do jej powierzchni wewnętrznej. Docisk powłoki podczas utwardzania kleju zapewnia ciśnienie pary wodnej, powietrza lub wody.
- Metody montażowe.
Metody montażowe polegają na wyłożeniu powierzchni wewnętrznej uszkodzonego kanału odpowiednio ukształtowanymi płytami wykonanymi z materiałów zapewniających całkowitą szczelność oraz odporność na korozję chemiczną i na ścieranie.

W przypadku kanałów o niewielkich średnicach najczęściej przy pomocy robotów naprawia się w ten sposób zniszczoną kinetę. Natomiast w przypadku kanałów przelazowych z odpowiednio ukształtowanych segmentów o wymiarach umożliwiających ich transport, wykonuje się pełną obudowę wewnętrzną.

c) Wymiana

Wymiana polega na wykonaniu nowego odcinka rurociągu podziemnego, który przejmie funkcje starego odcinka z uwagi na jego zły stan techniczny lub niewystarczającą przepustowość. Wymianę można przeprowadzić metodą tradycyjną w wykopie otwartym lub metodami bezodkrywkowymi. W tym drugim przypadku stary rurociąg może być wymieniony na nowy o średnicy takiej samej lub większej wraz z usunięciem starego, bądź z pozostawieniem jego fragmentów w gruncie.

DOŚWIADCZENIA KRAJOWE NA PODSTAWIE REALIZACJI WROCŁAWSKICH

W ostatnich latach na rynku krajowym pojawiły się nowoczesne, importowane z Zachodu technologie bezodkrywkowej odnowy rurociągów podziemnych. Wdrożenie każdej z metod winno być poprzedzone analizą ekonomiczną. W Polsce z uwagi na stosunkowo tania jeszcze pracę znacznie częściej niż na Zachodzie bardziej opłacalna jest wymiana starego rurociągu na nowy metodą tradycyjną w wykopie otwartym, niż stosowanie metod bezodkrywkowych. Czasem jednak ze względu na różne dodatkowe czynniki jak np.:

- utrudnienia komunikacyjne związane z prowadzeniem robót ziemnych,
- liczne kolizje z innymi sieciami uzbrojenia podziemnego,
- niebezpieczeństwo uszkodzenia niezainwentaryzowanych sieci uzbrojenia podziemnego,

- kosztowna nawierzchnia ulic na trasie rurociągu,
- konieczność szybkiego przeprowadzenia robót,
- konieczność uniknięcia obniżania poziomu wód gruntowych,

Także w naszym kraju, szczególnie w centrach miast, inwestorzy są zmuszeni do bezodkrywkowej odnowy rurociągów podziemnych. Wybór metody winien uwzględniać zarówno aspekty techniczne jak i ekonomiczne. Istotne jest więc oszacowanie okresu wydłużania eksploatacji uzyskanego w wyniku przeprowadzenia renowacji wg poszczególnych technologii. Po takiej analizie może się okazać, że zastosowanie najtańszej technologii nie jest wcale ekonomicznie uzasadnione.

We Wrocławiu w przypadku poszczególnych sieci zastosowanie technologii bezwykopowych wygląda następująco:

a) Gazociągi

Jeżeli chodzi o gazociągi podziemne, we Wrocławiu istnieje specyficzna sytuacja z uwagi na konieczność szybkiego doszczelnienia sieci żeliwnych. Ta pilna potrzeba wynika z konieczności przejścia na gaz ziemny wysokometanowy, który jest zarówno najbardziej efektywnym paliwem, jak i paliwem, które podczas spalania najmniej zanieczyszcza środowisko naturalne. Po wprowadzeniu gazu ziemnego należy oczekiwać gwałtownego wzrostu liczby występowania nieszczelności w połączeniach kielichowych z uwagi na niekorzystne oddziaływanie tego nowego paliwa na materiał uszczelniający. Straty gazu związane z tym zjawiskiem mogą dochodzić do 20% [3]. Uszczelnianie żeliwnych odcinków gazociągów jest więc we Wrocławiu priorytetowym zadaniem.

Zadanie to realizowane jest poprzez:

- wklejania do wnętrza rury cienkiej folii polietylenowej w procesie rewersyjnym (klej poliuretanowy),
- wklejania cienkiej folii oraz włókniny w dwuetapowym procesie rewersyjnym (klej poliuretanowy),
- renowację metodą relining przy zastosowaniu technologii U-linear (close fit),
- wymianę starych, żeliwnych rurociągów na nowe z PE w wykopach otwartych.

b) Wodociągi

W przypadku sieci wodociągowej głównym problemem jest jej postępująca korozja prowadząca do utraty szczelności oraz zmniejszania się przekroju czynnego w rurociągach żeliwnych i stalowych wskutek tworzenia się tzw. inkrustacji. Te problemy techniczne we Wrocławiu rozwiązywane są poprzez:

- wklejanie do wnętrza rury folii wzmacnianej włókniną w jednoetapowym procesie rewersyjnym (klej epoksydowy),
- renowację metodą relining przy zastosowaniu technologii U-linear (close fit),
- cementację powierzchni wewnętrznej rury metodą natryskową (przekroje nieprzelazowe),
- bezodkrywkową wymianę uszkodzonych przewodów na nowe metodą BERSTLINING,
- odkrywkową wymianę uszkodzonych przewodów na nowe.

c) Kanalizacja

Podstawowe problemy techniczne w przypadku sieci kanalizacyjnej to, oprócz nieszczelności, uszkodzenia konstrukcji spowodowane:

- wzrastającymi obciążeniami komunikacyjnym o charakterze dynamicznym,
- korozją chemiczną i biologiczną,
- tarciami cząstek stałych, zawartych w ściekach, o kinetę,
- działaniami wojennymi.

Problemy te są rozwiązywane przez:

- naprawy uszkodzonych i przeciekających kanałów przelazowych specjalnymi zaprawami,
- bezokrywkową wymianę uszkodzonych przewodów na nowe metodą BERSTLINING,
- odkrywkową wymianę uszkodzonych przewodów na nowe.

MODERNIZACJA SIECI

Modernizację sieci w przypadku ich niedostatecznej wydolności można przeprowadzać wymieniając systematycznie poszczególne przewody i układając je z powrotem w gruncie. Jest to rozwiązanie pozwalające na rozłożenie nakładów inwestycyjnych na dłuższy okres. Przebudowa systemu trwa wtedy jednak długo, utrudniając funkcjonowanie komunikacji w mieście i pogarszając warunki życia jego mieszkańców. Realizacja zadania jest utrudniona także ze względu na stwarzane kolizje z innymi sieciami podczas modernizacji przewodów tylko jednej z nich. Wadami eksploatacyjnymi tak zmodernizowanej sieci są z kolei:

- ograniczenie możliwości kontroli stanu bieżącej konserwacji i usuwania awarii bez rozkopywania ulic, do techniki telewizyjnej i bezodkrywkowych metod odnowy,
- zwiększona awaryjność przewodów, ze względu na ich bezpośredni kontakt ze środowiskiem.

W konsekwencji powoduje to utrudnienie wykonawstwa i eksploatacji oraz wzrost jej kosztów przy równoczesnym obniżeniu standardu funkcjonowania systemu. Biorąc pod uwagę wymienione argumenty, zasadą powinno stać się rozważanie możliwości wymiany przewodów wszystkich sieci równocześnie i układania ich w tunelach wieloprzewodowych lub korytarzach technicznych, w przypadkach gdy stopień zużycia przewodów poszczególnych sieci jest podobny, co bardzo często ma miejsce w warunkach krajowych. Powrót do koncepcji stosowania tuneli wieloprzewodowych i korytarzy technicznych jako technologii modernizacji [4], jest dodatkowo uzasadniony wspomnianą na wstępie potrzebą integracji systemów infrastruktury podziemnej zwiększającą możliwość ich kontroli, a w efekcie niezawodność i bezpieczeństwo funkcjonowania. Kierunek takich działań wynika także z konieczności "kompresji" sieci w celu wygospodarowania przestrzeni podziemnej dla innych funkcji, przede wszystkim komunikacyjnych.

Tunele wieloprzewodowe są zazwyczaj wykonywane metodami odkrywkowymi jako płytkie budowle podziemne w różnych miejscach przekroju poprzecznego ulicy. Ze względu na obciążenia konstrukcji najlepiej jeżeli trasa tunelu wytyczona jest pod chodnikiem lub w przypadku ulic dwujezdniowych, w pasie rozdziału. Istotnym problemem jest zaplanowanie podłączeń budynków do tunelu. Jeżeli są to przyłącza układane bezpośrednio w gruncie to stanowią najbardziej zawodny element całego systemu, gdyż uniemożliwiają bieżącą kontrolę przewodów na odcinku: tunel wieloprzewodowy - budynek. Stąd też w miarę możliwości przyłącza powinny być planowane jako tunele conajmniej półprzechoźne lub wiązki przewodów układanych w obudowach ochronnych umożliwiających ich demontaż i montaż bez konieczności rozkopywania ulic. Wyjątkowo korzystne jest umieszczenie tuneli wieloprzewodowych we wspólnych konstrukcjach z budowlami o innym przeznaczeniu (szczególnie tunelami komunikacyjnymi) lub łączenie ich z korytarzami technicznymi. W drugim przypadku powstają "ciągi": tunel wieloprzewodowy - korytarz techniczny z ograniczoną do minimum długością przyłączy pod warunkiem, że są to dwa odseparowane "ciągi" dla zabudowy po obu stronach ulicy. Wykonanie korytarza technicznego wymaga adaptacji na ten cel części piwnic w przylegających do ulicy budynkach, co może uniemożliwić całe przedsięwzięcie ze względów prawnych, jeżeli właściciele poszczególnych obiektów nie wyrażą zgody na prowadzenie

przewodów w piwnicach ich budynków, lub określa zbyt wysokie czynsze dzierżawne. Planowanie należy rozpocząć zatem od ustaleń prawno-ekonomicznych aby realizacja projektu okazała się możliwa i ekonomicznie uzasadniona. Umieszczenie sieci w korytarzach technicznych stwarza optymalne warunki dla wykorzystania przestrzeni podziemnej do innych celów, gdyż uwalnia ją od większości przewodów.

Umieszczanie kanalizacji w tunelach może mieć miejsce jeżeli spadki podłużne dna tunelu odpowiadają wymaganym spadkom przewodów kanalizacyjnych. Przewody te oddziela się wtedy od innych sieci układając je pod posadzką tunelu, w przystosowanej do tego celu płycie dennej lub obudowując szczelną konstrukcją, zabezpieczającą tunel przed zalaniem ściekami oraz działaniem wydobywających się ze ścieków gazów.

Ułożenia sieci w tunelach wieloprzewodowych implikują wzrost kosztów inwestycyjnych, wynikający z kosztów konstrukcji i wyposażenia tunelu (oświetlenie, wentylacja, łączność, sygnalizacja, odwodnienie), pomieszczeń dyspozytorskich i pomieszczeń socjalnych dla obsługi. Relacja tych kosztów w stosunku do kosztów sieci układanych bezpośrednio w gruncie zależy od warunków lokalnych oraz zastosowanych rozwiązań technologiczno-materiałowych. Wiadomo jednak, że koszty inwestycyjne będą tu przeciętnie o kilkadziesiąt procent wyższe od kosztów ponoszonych przy ułożeniu analogicznych sieci bezpośrednio w gruncie.

Opłacalność układania sieci w tunelach wieloprzewodowych ujawni się dopiero, gdy analiza kosztów obejmie koszty eksploatacji w przewidywanym okresie amortyzacji tunelu. Jeżeli rachunek zostanie oparty na kosztach rocznych z uwzględnieniem rachunku dyskonta, to koszty można wyrazić równaniem:

$$K_r = K_{rr} + K_e = rK_{no} + K_e \quad (1)$$

gdzie:

K_{rr} - roczne koszty rozszerzonej reprodukcji, na które składają się koszty amortyzacji

K_{am} i akumulacji K_{ak} ,

K_e - roczne koszty eksploatacji,

K_{no} - nakłady inwestycyjne sprowadzone do roku zerowego,

r - współczynnik reprodukcji rozszerzonej.

Metodę kosztów rocznych stosuje się w celu identyfikacji rozwiązań, zapewniających maksymalny efekt produkcyjny [5]. W badaniach kosztów sieci pojawiają się elementy decyzji, pozornie nie związane ze sferą produkcyjną. Do elementów tych należy zaliczyć decyzje, związane z podnoszeniem walorów technicznych przewodów i sprawności ich obsługi w celu zwiększenia niezawodności działania sieci. Implikuje to potrzebę powiększenia kosztów rocznych K_r o koszty zawodności systemu K_z .

$$K_{rz} = K_r + K_z = rK_{no} + K_e + K_z \quad (2)$$

Wprowadzone do rachunku kosztów, koszty zawodności, mają charakter odtworzenia gospodarczego skutków zawodnego funkcjonowania sieci i równają się

$$K_z = K_s + K_{rem} \quad (3)$$

gdzie:

K_z - roczne koszty strat odbiorców wynikające z zawodności sieci,

K_{rem} - roczne koszty napraw powaryjnych powiększone o straty dostawców wynikające z niepobrania opłat z tytułu przerwy w dostawie spowodowanej zawodnością sieci.

Optymalizacja sprowadza się zatem do przeszukiwania zbioru dopuszczalnych rozwiązań pod kątem minimalizacji ich kosztów rocznych K_{rz} . Jeżeli analizowanym rozwiązaniem będzie propozycja umieszczenia sieci w tunelu wieloprzewodowym w celu minimalizacji kosztów ich zawodności K_z , to implikuje ono także zmianę pozostałych składników równania (2). Wzrosną

bowiem koszty inwestycyjne K_{no} a zmniejszą się prawdopodobnie koszty eksploatacyjne K_c . Stąd też optymalizacja nie polega wyłącznie na poszukiwaniu rozwiązań o ekstremalnie dużej niezawodności, gdyż rozwiązanie takie, ze względu na zbyt duży wzrost kosztów inwestycyjnych, mogą okazać się ekonomicznie nieuzasadnione. Poszukiwanie minimum polega więc na porównywaniu sumy kosztów rozpatrywanych rozwiązań.

W praktyce mamy do czynienia z dyskretnym modelem kosztów, co umożliwia sformułowanie kryterium różnicowego dla porównania wariantów, i tak np.

- I - tańszego, o większej zawodności (ułożenie przewodów w gruncie),
- II - droższego, o mniejszej zawodności (ułożenie przewodów w tunelu wieloprzewodowym).

Droższe rozwiązanie będzie opłacalne wtedy, gdy zostanie spełniony warunek:

$$K_{z1} - K_{z2} \geq K_{r2} - K_{r1}. \quad (4)$$

Nierówność ta odpowiada założeniu, że wariant droższy (II) jest korzystniejszy, jeżeli zmniejszenie kosztów zawodności pokrywa zwiększone koszty roczne spowodowane wzrostem kosztów inwestycyjnych poniesionych na budowę tunelu wieloprzewodowego. Traktując różnicę $K_{z1} - K_{z2}$ jako zysk wynikający z poprawy niezawodności implikowany dodatkowymi kosztami rocznymi $K_{r2} - K_{r1}$, można określić wskaźnik efektywności, ilustrujący efektywność gospodarczą środków przeznaczonych na zmniejszenie zawodności w analizowanych wariantach

$$\varepsilon = \frac{(K_{z1} - K_{z2}) - (K_{r1} - K_{r2})}{(K_{z1} - K_{z2})} \geq 0 \quad (5)$$

Ze wskaźnika efektywności korzysta się przede wszystkim podczas prowadzenia analizy efektywności przejść między wariantami o coraz wyższej niezawodności, polegającej na określaniu "dochodowości" środków poniesionych na zwiększenie niezawodności. Problemem w przedstawionym modelu rachunku kosztów jest porównywanie wielkości zdeterminowanych (koszty roczne) z wielkościami losowymi (koszty zawodności). Zgodnie z teorią podejmowania decyzji postępowanie takie jest słuszne pod warunkiem, że koszty zawodności zostaną wyznaczone na podstawie znanych rozkładów zmiennych losowych, lub reprezentatywnego materiału statystycznego. Niestety w kraju brak jest wyników badań pozwalających na spełnienie któregośkolwiek z wymienionych warunków, co powoduje, że w chwili obecnej decyzje mogą być podejmowane wyłącznie na podstawie przybliżonego wyznaczania kosztów, przy zastosowaniu modelu strategicznego podejmowania decyzji. W modelu tym kosztom zawodności należy przypisać wagę $1 - \alpha < 1$, gdzie jest miarą nieufności do wprowadzonych wartości K_z . Dla tak sformułowanej wagi koszty roczne wyraża równość

$$K_{rz} = rK_{no} + K_c + (1 - \alpha)K_z, \quad (6)$$

a kryterium różnicowe przyjmuje postać

$$(1 - \alpha)(K_{z1} - K_{z2}) \geq K_{r2} - K_{r1}. \quad (7)$$

Po wykonaniu przekształceń algebraicznych wskaźnik $\varepsilon_{1,2}$ efektywności przejścia od wariantu bardziej zawodnego (ułożenie przewodów w gruncie) do mniej zawodnego (ułożenie przewodów w tunelu wieloprzewodowym) określa zależność

$$\varepsilon_{1,2} = \frac{(K_{z1} - K_{z2}) - (K_{r1} - K_{r2})}{(K_{z1} - K_{z2})} \geq \alpha \quad (8)$$

Analiza kosztów zawodności nie może przebiegać w oderwaniu od czynnika czasu, gdyż w jego funkcji zmienia się intensywność uszkodzeń przewodów oraz rynkowe ceny materiałów sprzętu i robocizny. Uwzględnienie czynnika czasu wymaga wprowadzenia do rachunku średnich wartości dyskontowych w związku z tym równanie (8) przyjmuje formę

$$\varepsilon_{1,2} = \frac{a_r \sum_{i=1}^{i=T} [(1-\alpha)(K_{zli} - K_{z2i}) - (K_{e2i} - K_{eli})](1+p)^{T-i} - (K_{no2} - K_{no1})^r}{a_r \sum_{i=1}^{i=T} (K_{zli} - K_{z2i})(1+p)^{T-i}} \geq \alpha$$

(9) gdzie: a_r - współczynnik amortyzacji progresywnej,
 T - czas amortyzacji po latach,
 p - stopa akumulacji, i - kolejne lata eksploatacji.

Przedstawione trudności i ograniczenia uniemożliwiają przeprowadzenie wiarygodnych analiz rzeczywistych kosztów tuneli wieloprzewodowych, sprowadzając je wyłącznie do porównań nakładów inwestycyjnych, których wyniki przesądzają o niestosowaniu tego typu rozwiązań. Małą ilość tuneli wieloprzewodowych w kraju, utrudnia z kolei prowadzenie badań eksploatacyjnych przewodów w celu budowy niezbędnych baz danych, uniemożliwiając wykazanie techniczno-ekonomicznych walorów tuneli. Wobec przedstawionych warunków ograniczających, w chwili obecnej do dyspozycji badacza pozostają jedynie heurystycznie ukierunkowane metody intuicyjne.

Omówioną przyczynę niechęci do stosowania tuneli wieloprzewodowych należy wiązać także, z brakiem uregulowań prawnych dotyczących zasad eksploatacji umieszczonych w tunelach sieci. W przypadku gdy przewody ułożone są w gruncie, ich eksploatacją zajmują się właściciele poszczególnych sieci. W przypadku ułożenia przewodów w tunelu wieloprzewodowym pojawia się pytanie kto powinien je eksploatować, bądź koordynować eksploatację prowadzoną przezposzczególnych właścicieli. Rozwiązaniem problemu mogą być:

- powoływanie jednoosobowych spółek gmin, których zadaniem byłaby budowa tuneli i eksploatacja umieszczonych w nich przewodów w zamian za opłaty dzierżawne pobierane od właścicieli poszczególnych sieci,
- powoływanie spółek o identycznych zadaniach, których członkami byłiby właściciele umieszczanych w tunelach przewodów.

W obu przypadkach, zgodnie z zasadami gospodarki rynkowej, działania spółek nie mogą być deficytowe. Spowoduje to, że tunele wieloprzewodowe będą rozpatrywane jako źródło potencjalnych dochodów, a omówione problemy ich efektywności staną się problemami spółek podejmujących ryzyko ich budowy i eksploatacji, a nie jak dotąd problemami, którymi nikt praktycznie nie jest zainteresowany. Wydaje się, że takie działania mogłyby stymulować rozwój tuneli wieloprzewodowych jako technologii infrastruktury sieciowej w przypadku znacznego zużycia większości sieci, ich niedostatecznej wydolności lub kolizji z planowanym zagospodarowaniem przestrzeni podziemnej.

WNIOSKI

Z uwagi na bardzo zły stan techniczny rurociągów technicznych w Polsce istnieje konieczność zbilansowania potrzeb i możliwości. W celu zintensyfikowania działań technicznych należy opracować i wprowadzić w życie stosowne przepisy prawne wymuszające na właścicielach sieci utrzymanie ich w stanie nie zagrażającym bezpieczeństwu ludzi i środowiska naturalnego. Obecnie na rynku krajowym różne firmy oferują rozmaite technologie renowacji rurociągów podziemnych. W celu ich racjonalnego wdrażania należy, porównując z metodami odkrywkowymi, dokonać pełnej analizy ekonomicznej oraz uciążliwości dla środowiska naturalnego.

W przypadkach niedostatecznej wydolności przewodów, złego stanu przewodów więcej

niz jednej sieci oraz lokalizacji przewodów uniemożliwiających realizację innych budowli podziemnych, celowe jest stosowanie tuneli wieloprzewodowych jako techniki modernizacji infrastruktury sieciowej. Upowszechnienie takiej techniki muszą poprzedzać prace legislacyjne mające na celu umocnienie prawne potencjalnych właścicieli tuneli, dla których tunele wieloprzewodowe powinny stanowić źródło dochodów.

LITERATURA

1. Engelmann H., Neubau oder Instandsetzung von Kanalisationen; Tiefbau Ingenieurbau Straßenbau, Heft 10 / 1990.
2. Hofer P., Planung der langfristigen Erneuerung von Wasserrohrnetzen; 3 R International, Heft 1-2 / 1994.
3. Kolonko A., Problemy techniczne przy renowacji sieci gazowej metodą PROCESS PHOENIX; GW i TS Nr 8 / 1994.
4. Kuliczkowski A., Madryas C., Tunele wieloprzewodowe, Skrypt nr 169, Politechnika Świętokrzyska, Kielce, 1989.
5. Lange O., Teoria reprodukcji i akumulacji, PWN, Warszawa, 1975.
6. Sozański J., Niezawodność zasilania urządzeń i układów elektroenergetycznych, PWN, Warszawa, 1982.
7. Stein D., Kaufman O., Shadenanalyse an Abwasserkanälen aus Beton- und Steinzeugrohren der BRD-West.

PRZYGOTOWANIE I SZKOLENIE W ZAKRESIE MIKROTUNELOWANIA

Steve Orchard, Euro Iseki Ltd., Wlk. Brytania.

WSTĘP

Mikrotunelowanie jest w chwili obecnej dobrze opanowaną technologią budowy rur i przewodów. Obejmuje ono wykonanie dwóch szybów i wprowadzenie odpowiedniej rury do tunelu pomiędzy dwoma szybami, tunelu który jest wykonany przez maszynę mikrotunelującą.

Mikrotunelowanie jest wykorzystywane od około 25 lat, z wieloma tysiącami kilometrów rurociągów zainstalowanych w prawie każdym typie gruntu. Instalowane rury były również różnego rodzaju: betonowe, ceramiczne, poliestrowe, stalowe, cementowe, żeliwne i z innych materiałów.

Lecz słyszeliśmy opinie "To nie jest takie proste"! To prawda proces jest co prawda prosty, ale jego zastosowanie bardziej złożone, a tematem mojego referatu będą wymagania szkoleniowe, niezbędne by mikrotunelowanie było przeprowadzane skutecznie.

Najpierw powinniśmy zidentyfikować powody z powodu których mikrotunelowanie może nie być skuteczne. Mogą one być następujące:

1. Niedostateczna wiedza o warunkach gruntowych.
2. Wykonanie nieodpowiednich szybów.
3. Wybranie nieodpowiedniej maszyny mikrotunelującej.
4. Użycie nieodpowiednich rur.
5. Niewłaściwe kierowanie procesem.
6. Niewłaściwa obsługa maszyny.
7. Niedokładne przeprowadzenie inspekcji lub samej budowy.
8. Niedopatrzenie w zapewnieniu odpowiedniego sprzętu mechanicznego i elektrycznego.
9. Niezastosowanie odpowiednich środków zaradczych.

Możemy szybko skomentować cztery pierwsze powody podane powyżej przez stwierdzenie, że:

- dla skutecznego mikrotunelowania niezbędnym jest przeprowadzenie odpowiednich badań gruntu i zapewnienie dostępności wyników osobie prowadzącej mikrotunelowanie i wszystkim pracownikom,
- muszą być zaprojektowane i wykonane odpowiednie szyby ,
- wybrany sprzęt musi być uprzednio odpowiednio sprawdzony i musi być w stanie udowodnić swoją skuteczność, i
- inżynier, który oblicza i dobiera rury musi wykonać swoją pracę poprawnie i skutecznie.

Podane powyżej warunki są absolutnie niezbędne. Nie poświęcamy im więcej uwagi tylko dlatego, że nie stanowią głównego tematu pracy.

Jakie są wymogi szkoleniowe dla mikrotunelowania ? Przede wszystkim zaleca się mieć jakąś politykę szkoleniową. Powinna ona obejmować następujące elementy:

- podanie celów
- plan pracy, który przedstawia wymagania względem każdego członka zespołu,
- dokumentację i informacje, które są niezbędne dla przeprowadzenia szkolenia,
- sprzęt i miejsce gdzie odbywać się będzie szkolenie,
- instruktor, który potrafi przeprowadzić szkolenie.

Większość z powyższych elementów jest początkowo dostarczana przez producenta, który dostarcza wyposażenie firmie podejmującej się mikrotunelowania. Potem, firma musi wykorzystywać własne doświadczenie aby dalej szkolić własnych pracowników.

ZARZĄDZANIE MIKROTUNELOWANIEM

ZAŁOŻENIE MIEJSCA ROBÓT I DOBÓR WYPOSAŻENIA:

Miejsce robót mikrotunelowych składa się z szybu, stacji operacyjnej, wyposażenia przenoszącego i podnoszącego, magazynu rur, urządzeń zasilających i środków pozwalających na usuwanie ziemi z wykopanego tunelu. Cechą charakterystyczną mikrotunelowania jest to, że wszystkie powyższe urządzenia są często instalowane na małej przestrzeni, gdzie odpowiedni ich układ może mieć zasadniczy wpływ na szybkość operacji.

Warianty mikrotunelowania: Pierwszą osobą, która musi zostać przeszkolona jest inżynier nadzorujący. Musi on być w stanie ocenić różne techniki mikrotunelowania. Na przykład, musi być zdolny podjąć decyzję czy używać systemu wykorzystującego płuczkę wiertniczą czy może ślimak, jak długie powinny być wały napędowe, gdzie znajdują się najlepsze miejsca do usytuowania szybów, jaka jest najlepsza linia dla żerdzi wiertniczych a także dotyczące wielu innych podstawowych aspektów technicznych.

Układ placu budowy: Inżynier projektujący układ placu budowy musi zagwarantować, że jego znajomość różnych rozwiązań i układów sprzętowych jest wystarczająca dla wykorzystania najlepszego rozwiązania, tak aby sprostać wymaganiom danego miejsca.

Obsługa materiałowa: Jest to następne kluczowe zagadnienie, jako że projekt może zostać poważnie opóźniony zarówno jeśli nie będzie utrzymana dostawa rur jak i nie będzie odpowiednio usuwany wydobywany materiał.

Usuwany materiał może być wydobywany w wielu postaciach. Urobek wydobywany przy pomocy ślimaka jest usuwany przy pomocy kubłów i wyrzucany na oczekujące wywrotki. Przy płuczce wiertniczej urobek jest zazwyczaj oddzielany w sposób ciągły i może być usuwany z kadzi osadowych do wywrotek w regularnych odstępach czasu. Oczywiście, jeżeli nie zostanie zorganizowany wystarczający i odpowiedni transport, cała ta sekwencja może zostać poważnie opóźniona.

Z uwagi na coraz intensywniejszą ochronę środowiska naturalnego często spotykanym jest fakt, że płuczka wiertnicza i wydobyty urobek muszą być usuwane na kontrolowane miejsca składowania odpadów. Jeżeli dostęp do tych miejsc jest utrudniony operacja mikrotunelowania może ulec spowolnieniu.

Proces oddzielania może również istotnie wpłynąć na szybkość postępu robót. Istotnym jest aby wykonawcy byli zaznajomieni z metodami oddzielania różnych typów urobku. Konieczna jest również znajomość dostępnych dodatków i chemikaliów pomocnych w przypadku napotkania trudnych warunków gruntowych.

PLANOWANIE I USTALANIE HARMONOGRAMU

Kluczowym aspektem planowania i szkolenia jest ustalenie odpowiedniej sekwencji budowy szybów w stosunku do samego mikrotunelowania. W celu zapobieżenia opóźnieniom wskazane jest ukończenie budowy szybów z dużym wyprzedzeniem w stosunku do mikrotunelowania. Iseki zaleca istnienie czterech szybów przed szybem roboczym, który jest wykorzystywany w danej chwili.

Proces planowania powinien uwzględniać zasilanie, materiały rurowe, wodę, elektryczne/mechaniczne sita, pomiary i harmonogram konserwacji, jak również normalne potrzeby sprzętowe placu budowy.

Brygady wymiany rur: Typowy harmonogram mikrotunelowania wygląda następująco (Patrz Załącznik)

- a) **Urządzenie placu budowy:** Jest to montaż sprzętu wewnątrz przygotowanego szybu i przygotowanie miejsca budowy. Trwać to może dwa do pięciu dni w zależności od wielkości i zaawansowania sprzętu a także od posiadanego doświadczenia.
- b) **Czas przeznaczony na przesuwanie maszyny mikrotunelującej:** Jest on funkcją posiadanego sprzętu, warunków gruntowych i umiejętności personelu obsługującego. Dla naszego przykładu wykorzystaliśmy typowe wiercenie na odległość 100 metrów. Może to zająć pomiędzy 3 a 20 dniami w zależności od umiejętności, sprzętu i warunków gruntowych.
- c) **Czas przeznaczony na uzupełnianie rur w czasie procesu mikrotunelowania:** Zespół przeprowadzający uzupełnianie rur jest kluczowym elementem operacji. Robotnicy muszą być zaznajomieni z operacją a także dobrze wyszkoleni w celu zapewnienia szybkiego uzupełniania rur. Niedoświadczony zespół ze źle zorganizowanym miejscem budowy może potrzebować do 1 godziny na założenie rury. Doświadczony zespół może to wykonać czasie 10 minut.
W celu zaprezentowania wpływu jaki to ma na czas budowy, w Załączniku ilustrujemy różnicę zaistniałą w czasie 100 metrowego wiercenia przy stałej prędkości wprowadzania rury równej 100 mm na minutę, i czasie zakładania rury w Przypadku 1 równym 15 minut a w Przypadku 2 równym 45 minut.
- d) **Usuwanie urządzeń z szybu końcowego.**

Mikrotunelowanie jest procesem liniowym. Poprzez to stwierdzenie mam na myśli fakt, że cała operacja zależna jest od każdej fazy działalności. Jeżeli zaistnieje jakakolwiek awaria cała operacja ustaje. W miejscu mikrotunelowania istnieje bardzo mała możliwość pożytecznego wykorzystania czasu straconego w trakcie wykonywania innej krytycznej czynności.

W mikrotunelowaniu cały proces jest działaniem na ścieżce krytycznej. Oznacza to, że zwracana jest uwaga na szczegóły. Pojedyncze źle wykonane połączenie rur, na przykład dlatego, że brak jest uszczelnienia, spowoduje opóźnienie prac. Dlatego, odpowiednie szczegółowe planowanie i przygotowania awaryjne jest w mikrotunelowaniu nawet bardziej niezbędne niż w wielu innych rodzajach prac konstrukcyjnych.

Wynika z tego, że proces szkolenia nie może mieć na celu tylko szkolenia kierownika budowy i osoby obsługującej urządzenia. Niezbędnym jest wyszkolenie całego zespołu mikrotunelującego. Zapewni to, iż wszystkie krytyczne czynności wykonywane będą zarówno szybko, jak i w sposób nie powodujący awarii.

Szkolenie w wykonywaniu tych czynności nie jest trudne, lecz jest niezbędne i nie może być ignorowane. Zasadniczo przeprowadzane ono zostaje na budowie przez bardziej doświadczony personel. Wykorzystanie wyszkolonego w całości zespołu zapewni prawidłowe ukończenie budowy, która przy zatrudnieniu tylko nawet bardzo dobrze wyszkolonego operatora maszyny mikrotunelującej zakończyłaby się fiaskiem.

MATERIAŁY

Skuteczne mikrotunelowanie jest w dużym stopniu zależne od prawidłowości projektu, smarowania, a gdy wykorzystywana jest płuczka wiertnicza, także od sposobu jej

odprowadzania. Wymaga to dodatkowego przygotowania i chociaż dostępne są porady specjalistów to nawet całkiem doświadczeni wykonawcy mikrotuneli mogą być ostrożni w wyrażaniu autorytatywnych opinii w tej dziedzinie.

Siła wciskająca używana w procesie mikrotunelowania jest głównie funkcją tarcia powstającego w trakcie wciskania rury. Istnieje również niewielkie obciążenie, które powstaje w wyniku parcia gruntu na przód maszyny, ale składowa ta jest z reguły niewielka w porównaniu do całkowitej użytej siły. Tarcie związane z rurą jest funkcją rodzaju gruntu, głębokości, rodzaju materiału, z którego wykonana jest rura i rodzaju zastosowanego smarowania. Mogą istnieć znaczące różnice w wielkości tarcia w zależności od tych parametrów. Na przykład od 0,2 Tona na metr kwadratowy powierzchni rury do 2 Tona lub więcej. Tak więc konieczne jest zaprojektowanie odpowiedniego systemu smarowania. Istnieje wiele różnych procesów smarowania i różne typy środków smarujących, ale konieczna jest szczegółowa analiza i dobranie odpowiedniego procesu dla każdego przypadku wciskania rur.

Oprowadzanie płuczki wiertniczej jest istotne ze względu na szybkość budowy i jest zależne od tego, jak szybko wydobyty urobek może być usunięty. Odpowiednie szkolenie o różnych dodatkach do płuczki może znacznie zwiększyć szybkość jej obiegu. Jest to dziedzina, w której większość inżynierów budowlanych lub mechanicznych ma niewiele doświadczenia. Dopóki to doświadczenie nie zostanie ugruntowane niezbędnym jest korzystanie z porad ekspertów. Na szczęście jest wielu specjalistów w tego rodzaju działalności, zarówno z przemysłu tunelowego, jak i z przemysłu wydobywczego ropy naftowej.

PLANOWANIE NA WYPADEK AWARII

Podczas wykonywania prac pod ziemią pracuje się w niewidocznym otoczeniu i zawsze istnieje możliwość wystąpienia niespodziewanych zdarzeń. Wymagają one przygotowania instrukcji o zasadach postępowania w przypadku awarii.

Istnieją pewne, znane problemy, przed którymi można się w pełni zabezpieczyć, tak jak np. radzenie sobie z wodą gruntową. Na wielu budowach mikrotunelowych występuje woda gruntowa. Oznacza to, że w przypadku jakiegokolwiek błędu lub niedociągnięcia, szyby, rura i całe wyposażenie może zostać zalane.

Jedną z zalet mikrotunelowania z możliwością wykonywania prac za pomocą urządzeń zdalnie sterowanych jest to, że mało prawdopodobne jest doprowadzenie do groźnych sytuacji, choć nie jest to niemożliwe. Jednakże, mogą zaistnieć zdarzenia mające materialny wpływ na przebieg prac. Przy operacji mikrotunelowania istnieć musi zawsze wystarczająca zdolność pompowania i rezerwowa zdolność pompowania.

Najbardziej krytycznym momentem w czasie pracy maszyny mikrotunelującej jest moment, kiedy opuszcza ona szyb początkowy oraz kiedy wchodzi do szybu końcowego. W tych punktach maszyna przechodzi z jednego ośrodka do drugiego, i jeżeli występuje woda gruntowa, zwłaszcza jeżeli jest ona pod ciśnieniem w luźnym gruncie, bardzo łatwo jest o niepowodzenie całej operacji. Dlatego niezbędne jest szkolenie o metodach odpowiedniego wprowadzania i wyjścia maszyny.

Istnieją liczne procedury dla tych czynności i, jeśli są one prawidłowo wykonywane nie powinno być żadnych trudności. W przypadku, gdy zdarzy się niepowodzenie możliwa jest strata kilkunastu dni. Kiedy maszyna jest uruchomiona i mikrotuneluje, ciśnienie nie stwarza zagrożeń do czasu, dopóki maszyna nie dotrze do drugiego szybu, gdzie procedura jest powtarzana.

OBSŁUGA SYSTEMU

Obsługa maszyny mikrotunelującej jest czynnością najważniejszą. W przypadkach szkolenia w mikrotunelowaniu jest ona często głównym celem szkolenia.

Jednym z celów tego wystąpienia jest zwrócenie uwagi na konieczność znacznie szerszej edukacji i szkolenia w celu zapewnienia powodzenia mikrotunelowania. Daleki jestem od pomniejszania znaczenia szkolenia samych operatorów lecz po prostu chcę podkreślić, że proces szkolenia musi dotyczyć całości czynności związanych z mikrotunelowaniem.

Istnieje oczywisty warunek wstępny zakładający, że operator posiada umiejętność obsługi systemu. Większość nowoczesnych systemów mikrotunelujących jest tak skonstruowana, że operator w pełni kontroluje wszystkie procesy. Obejmuje to samą obsługę maszyny, proces wciskania rur, proces obiegu płuczki wiertniczej i proces smarowania. Dodatkowo operator jest odpowiedzialny za rejestrowanie przebiegu mikrotunelowania.

Dlatego, obsługa systemu mikrotunelującego jest czynnością skomplikowaną. Z naszego doświadczenia wynika, że najlepszymi kandydatami na operatorów są wyszkoleni technicy mechanicy, hydraulicy lub elektrycy. Być może, spowodowane jest to ich zrozumieniem istoty procesu i ich troską o obsługiwany sprzęt.

Szkolenie wstępne dotyczy poznania obsługi każdego z różnych elementów systemu i jak są one zsynchronizowane w celu zapewnienia poprawnej pracy urządzenia. W warunkach normalnych szkolenie takie trwa od 2 do 3 dni. Po zakończeniu tego szkolenia operator jest w stanie przeprowadzić najprostszy odwiert mikrotunelowania.

W naszej opinii operatora można uznać za w pełni wyszkolonego po około 3 do 4 miesiącach ciągłej pracy w różnych warunkach gruntowych. Różnica pomiędzy 2 do 3 dni a 3 do 4 miesiące wynika z konieczności dokładnego poznania systemu przez operatora.

Co składa się na to dokładne poznanie? Jak wyjaśniono operator jest odpowiedzialny za zsynchronizowanie kilku procesów. Jego zdolność optymalizacji prędkości wciskania rur z momentem obrotowym głowicy mikrotunelującej i usuwaniem urobionego materiału wymaga sporego doświadczenia.

Jednakże cała istota szkolenia staje się oczywista gdy napotykanne są różnorodne warunki gruntowe podczas jednego odwiertu. Taka sytuacja może zaistnieć, na przykład, gdy w czasie odwiertu w glinie napotykanne są głazy narzutowe lub jakiegokolwiek inne zmienne warunki gruntowe. W takich warunkach stosowane są specjalne techniki w celu zapobieżenia zaklinowaniu się maszyny, zmianie kierunku bądź poziomu odwiertu i wpływanie na szybkość postępu prac.

Działania operatora są po części funkcją jego umiejętności obsługi maszyny a po części funkcją jego ogólnej znajomości całego systemu. Przykładowo, gdy operator stwierdzi, że wierci w czole składającym się z twardego gruntu i miękkiego piasku, metoda wykorzystywana przez niego w celu uniknięcia zmiany kierunku odwiertu przez twarde gruntu może być następująca: redukcja prędkości przesuwu w celu zapewnienia, że twarde materiały jest cięty a maszyna nie zmienia kierunku. Jednakże spowolnienie ruchu może spowodować nadmierne wydobywanie sypkiego materiału na czole maszyny. Aby tego uniknąć operator może zwiększyć ciśnienie płuczki wiertniczej oraz jej gęstość w celu zapewnienia większej kontroli nad materiałem sypkim. Jak widać wiedza operatora musi być szersza niż prosta zdolność obsługi maszyny.

Doświadczony operator zdobędzie wiedzę o sytuacjach, które nie mogły być przewidziane takich jak: napotkanie przedmiotu będącego efektem działalności człowieka, napotkanie elementów drewnianych bądź pustych przestrzeni. System rejestrujący i pomiarowy w nowoczesnych maszynach mikrotunelujących dostarcza operatorowi wystarczających wskazówek co do istniejącej sytuacji tak aby był on w stanie wykorzystywać w pełni swoje umiejętności.

W okresie ostatnich lat stworzono wiele pomocy mających na celu wspomaganie operatora w nabywaniu tych umiejętności. Przyjmują one postać symulacji komputerowych. Jednakże, powszechnie uważa się, że nic nie dorównuje doświadczeniu praktycznemu uzyskanemu w pracy w terenie pod nadzorem specjalisty.

Stworzone systemy automatycznego sterowania mogą zapewnić szkolącemu się

operatorowi pewien komfort w obsłudze aparatury, lecz nie znoszą one konieczności szkolenia praktycznego.

Szkolenie przez doświadczonego operatora ma także zaletę przekazywania nowemu adeptowi dobrej techniki w przeciwieństwie do wystarczającej techniki działania. Przykładowo, niedoświadczeni operatorzy mogą mieć tendencje do nadmiernej korekty kierunku w razie napotkania trudności. Jeżeli rura zostanie zepchnięta 50 mm z założonego kierunku, doświadczony operator oceni przyczyny takiego faktu i będzie się starał przywrócić właściwy kierunek rurze w sposób stopniowy, tak aby nie wywołać w niej nadmiernych naprężeń. Niedoświadczony operator może próbować powrócić na właściwy kierunek tak szybko jak tylko jest to możliwe. Zadziwiające, że właśnie bardziej doświadczony operator wie kiedy wezwać pomoc z powodu napotkanych trudności.

BADANIE TERENU I ROZPOCZĘCIE ROBÓT

Jakkolwiek pomyślnie przebiegałaby instalacja rury, to gdy zostanie ona zainstalowana w złym miejscu, cały projekt ponosi klęskę. Nie można przecenić więc konieczności dokładnego zbadania terenu. Operator będzie instalował rurę w oparciu o dane dostarczane przez laser lub inny system naprowadzania. Jeśli mierniczy niepoprawnie zainstalował laser, to błąd w lokalizacji rury nie będzie winą operatora. Dlatego mierniczy musi zostać nauczony poprawnego zainstalowania lasera i monitorowania dokładności jego położenia w czasie prowadzenia prac.

Każdy kompetentny mierniczy może zostać wyszkolony w prawidłowym ustawianiu maszyny wciskającej rury. Jest to po prostu technika jaką można poznać od doświadczonych mierniczych lub operatorów. Istnieją także systemy naprowadzające wyposażone w samopoziomujący się laser, które lepiej zabezpieczają przed nieprawidłową zmianą położenia lasera.

Istnieją ponadto alternatywne metody naprowadzania w czasie mikrotunelowania, takie jak np. żyroskopowe i z komputerową kontrolą lasera. Stosowanie takich systemów wymaga jednak specjalistycznego szkolenia.

KONSERWACJA SPRZĘTU

Następną istotną sprawą jest konserwacja sprzętu. Mikrotunelowanie jest działalnością, która wspaniale ilustruje angielskie przysłowie "Penny wise, pound foolish" (Oszczędny w drobniactwach, rozrzutny w dużych kosztach - tłum.). Niezbędnym jest aby sprzęt, zwłaszcza maszyna mikrotunelująca, była właściwie konserwowana i utrzymywana w dobrym stanie technicznym. Proces wiercenia tuneli o małych średnicach powoduje duże obciążenie dla maszyny. Pracuje one bardzo, bardzo ciężko i kiedy ukończy swoją pracę należy poddać ją bardzo skrupulatnemu przeglądowi, aby upewnić się, że jest gotowa do następnego zadania.

Jeżeli jakiegokolwiek części maszyny wydają się podejrzane należy je zapobiegawczo wymienić, gdyż koszt wcześniejszej wymiany części zawsze będzie mniejszy niż koszt rozwiązywania problemów gdy maszyna ulegnie uszkodzeniu po ziemią. Dokonywanie przeglądów wymaga zatem, aby przynajmniej jedna osoba a jeszcze lepiej wszyscy technicy związani z mikrotunelowaniem, posiadali szczegółową wiedzę o wyposażeniu mechanicznym, elektrycznym i hydraulicznym maszyny.

Standardowym zaleceniem Iseki jest, aby poza kontrolą po każdym wierceniu, kiedy to wymieniane są części ulegające zużyciu takie jak zęby tnące i okładziny, maszyna była dokładnie przejrzana po każdym, wywierconych 500 metrach. W ten sposób zapewni się dobre funkcjonowanie sprzętu.

Szkolenie w zakresie konserwacji odbywa się w warsztacie i obejmuje dokładne zapoznanie się ze sprzętem, jego elementami składowymi i ich obsługą. Dla dobrego pracownika

głównym wymogiem jest posiadanie dokładnych informacji technicznych o systemie. Z tymi informacjami będzie on w stanie prawidłowo wykonać swoją pracę.

Poza uzyskaniem informacji, która pozwala technikowi na wykonanie przeglądu, ważnym jest aby uzyskał on biegłość w procedurach naprawczych, informujących, w jaki sposób należy daną naprawę wykonać. Na przykład, część urządzenia może ulec poważnemu uszkodzeniu jeżeli jest demontowana w niewłaściwy sposób, jeżeli została zamontowana w złej kolejności, lub jeżeli granice tolerancji są ustalone nieprawidłowo.

Istnieją często sprzeczności pomiędzy wymogami postępu robót i wymogami dobrego utrzymania sprzętu. Personel budowy może być raczej skłonny do "popchnięcia" robót. Bardzo ważnym jest więc, aby zarząd firmy zapewnił jasne wytyczne w zakresie konserwacji sprzętu i aby były one przez wszystkich przestrzegane.

WYKRYWANIE I USUWANIE TRUDNOŚCI

Ostatnia część o wymogach szkoleniowych poświęcona jest wykrywaniem trudności. Mikrotunelowanie cierpi tak samo na kłopoty jak i inne sposoby budowania. Prawdopodobnie główną różnicą jest niemożność przewidzenia problemów w mikrotunelowaniu związana z wykonywaniem pracy w ziemi, a więc w środowisku, które może być tylko częściowo zbadane. Jednakże istnieją dobrze opracowane procedury awaryjne, które należy przedsięwziąć w chwili wystąpienia problemów a proces szkoleniowy powinien je wszystkie uwzględnić.

Jedną z długofalowych korzyści dobrego wyszkolenia jest pewność działania jaką uzyskuje się u operatorów i specjalistów. Posiadając tą pewność działania mogą oni wybrać optymalną metodę pracy systemu bez ulegania nierozsądnej presji dotyczącej dostarczenia wyników. Mogą oni wtedy również wykrywać trudności bez ryzyka narażenia się na krytykę a po pewnym czasie rozwijają swoje własne metody pokonywania trudności.

Jeżeli maszyna mikrotunelująca ulegnie zaklinowaniu w ziemi to istnieją liczne rozwiązania, które można brać pod uwagę. Zależne są one od typu gruntu, przebytej odległości, głębokości, tego co znajduje się ponad maszyną i od jej wielkości.

Zasadniczo pożądanym jest sprowadzenie maszyny z powrotem do szybu początkowego lub do końcowego. Jeżeli maszyna nie przebyła dużej odległości to może być możliwe sprowadzenie jej do szybu, który opuściła. Połączone to winno być z wypełnieniem pozostałego otworu słabą zaprawą cementowo-bentonitową.

Jeżeli maszyna znajduje się blisko szybu końcowego możliwe jest, że prowadnica lub rura może zostać wyprowadzona w stronę przeciwną w celu odzyskania maszyny. Jeżeli maszyna znajduje się w dużej odległości, a jej odzyskanie z powierzchni ziemi jest niemożliwe, to istnieje możliwość wprowadzenia rury osłonowej dookoła instalowanej rury i kolejno usunięcie zbudowanych odcinków, aż do osiągnięcia uwięzionej maszyny.

Jeżeli maszyna musi być odzyskana z powierzchni to rozwiązaniem może być wykonanie niewielkiego szybu w celu usunięcia przeszkody, jeżeli to jest przyczyną blokady, lub wykonanie większego szybu w celu wydobywania maszyny dla jej naprawy. Wszystkie te techniki powinny być znane inżynierom wykonującym prace mikrotunelowe i powinny być zaplanowane z wyprzedzeniem. Powinny być również wyjaśnione klientowi i jego przedstawicielom, tak aby w przypadku konieczności ich zastosowania nie było zbyt dużych problemów.

PODSUMOWANIE

Po opanowaniu podstawowych technik drążenia tuneli szkolenie może zostać ukierunkowane na bardziej egzotyczne potrzeby, takie jak wprowadzanie rur na dużą odległość, instalowanie nieliniowych rurociągów i inne specjalistycznych czynności, takie jak powlekanie rur. Wszystkie powyższe potrzeby są możliwe do osiągnięcia i przedstawiają interesującą dziedzinę,

w której zaangażować mogą się bardziej doświadczeni wykonawcy mikrotuneli. Jednakże stanowi to temat na inną okazję i zakończę końcowym komentarzem, iż zapobieganie jest najlepszym lekarstwem a odpowiednie szkolenie i działania zapobiegawcze sprawiają, że mikrotunelowanie jest skuteczne.

SZCZEGÓLNY KONTRAKT

Wykonalność i terminowość wykonania robót jest najważniejszą kwestią dla Zamawiającego. Wykonalność i terminowość wykonania robót jest najważniejszą kwestią dla Zamawiającego. Wykonalność i terminowość wykonania robót jest najważniejszą kwestią dla Zamawiającego.

Pracodawca zobowiązuje się do zapewnienia bezpieczeństwa i higieny pracy na budowie. Wykonalność i terminowość wykonania robót jest najważniejszą kwestią dla Zamawiającego. Wykonalność i terminowość wykonania robót jest najważniejszą kwestią dla Zamawiającego.

Wszelkie zmiany w projekcie i kosztach wykonania robót będą przedmiotem odrębnych uzgodnień. Wykonalność i terminowość wykonania robót jest najważniejszą kwestią dla Zamawiającego.

WSTĘP

Celem niniejszego kontraktu jest wykonanie robót budowlanych w zakresie... Wykonalność i terminowość wykonania robót jest najważniejszą kwestią dla Zamawiającego.

Wykonawca zobowiązuje się do zapewnienia bezpieczeństwa i higieny pracy na budowie. Wykonalność i terminowość wykonania robót jest najważniejszą kwestią dla Zamawiającego.

Wykonawca zobowiązuje się do zapewnienia bezpieczeństwa i higieny pracy na budowie. Wykonalność i terminowość wykonania robót jest najważniejszą kwestią dla Zamawiającego.

SZCZEGÓLNY KONTRAKT

Pracodawca zobowiązuje się do zapewnienia bezpieczeństwa i higieny pracy na budowie. Wykonalność i terminowość wykonania robót jest najważniejszą kwestią dla Zamawiającego.

Załącznik 1

Harmonogram robót (przy założeniu 75% wykorzystania czasu dziennie)

Harmonogram 1

Dni 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

Ustawienie xxxxxxx

Wiercenie 100,000 mm przy 100 mm na minutę xxxxxxxxx

Wymiana rur: 50 rur - 60 minut na wymianę xxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Demontaż sprzętu xxxxxxxxx

Harmonogram 2

Dni 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

Ustawienie xxxxxxx

Wiercenie 100000 mm przy 100 mm na minutę xxxxxxxx

Uzupełnianie rur: 50 rur - 60 minut na założenie xxxxxxx

Demontaż sprzętu xxxxxxxx

Czas zaoszczędzony - 29% xxxxxxxxxxxxxxxxxxx

PODSUMOWANIE

Po sporządzeniu podsumowania robót... (faint text describing the summary of work, mentioning the use of a 75% utilization rate and the resulting time savings of 29%.)

MIKROTUNELOWANIE A WYKOPY - STUDIUM PORÓWNAWCZE

dr David N. Chapman, University of Nottingham,
Samantha D. Chapman, Leicester City Council, Wlk. Brytania.

STRESZCZENIE

Wybór pomiędzy robieniem wykopów a mikrotunelowaniem dla potrzeb instalacji takich jak kanalizacja, jest nadal zależny od bezpośredniej różnicy w kosztach przy równoczesnym faworyzowaniu metody tradycyjnej, ocenianej jako "mniej ryzykowna". Niektóre instytucje nadal uważają metodę wykopową za preferowaną, nawet przy głębokościach wykopów dochodzących do 6 m.

Praca ta omawia praktyczne badanie porównawcze pomiędzy operacją mikrotunelowania na głębokości 6 m przy średnicy 600 mm maszyną ANV600 Herrenknecht a odpowiednią operacją tradycyjną podczas budowy nowego przewodu kanalizacyjnego w Leicester dla Severn Trent Water Plc. Podane są również powody wyboru różnych metod dla poszczególnych odcinków budowy. Praca omawia ponadto problemy napotkane przy wykorzystywaniu obu technik podczas pracy, przy jednoczesnym pokonywaniu trudności gruntowych w miejscu budowy. Grunt składał się z gliny z otoczkami z przewarstwieniami piasku, przy czym zwierciadło wody gruntowej układało się na poziomie 2 m pod powierzchnią. Były to zatem pod względem ryzyka jedne z najgorszych warunków dla prac mikrotunelowych. Problem stanowiły napotymane otoczki i erupcje mieszanki betonitowej na powierzchnię, co pociągało za sobą zmniejszenie jej ciśnienia i zwolnienie tempa robót instalacyjnych. Z kolei wykonywanie wykopów napotykało problemy w glebie piaszczystej przy instalacji części rurociągu, co miało wpływ na stosowane metody wykonywania wykopów i wynikający z tego postęp robót.

Wnioski przedstawione w tym artykule mówią, że chociaż operacja mikrotunelowania napotykała trudności w czasie prac w glebie gliniastej z głazami narzutowymi, to jednak okazała się mniej uciążliwa dla mieszkańców i dla środowiska naturalnego w porównaniu z częścią robót wykonywaną konwencjonalną metodą wykopów. Mikrotunelowanie spowodowało niższe koszty prac i prędkość wykonania porównywalną do prac odkrywkowych, podważając w ten oto sposób pogląd o "mniejszym ryzyku" prac odkrywkowych, biorąc zwłaszcza pod uwagę głębokość kanalizacji omówionej w tym artykule.

WSTĘP

Ostatnio wiele było dyskusji, która z metod - mikrotunelowanie czy wykopy - powinna być stosowana na głębokościach przekraczających 5 m. Nie istnieje jednakże prosta odpowiedź a decyzje muszą być podejmowane w oparciu o szczegółowe warunki miejsca robót, prawdopodobny stopień uciążliwości, koszt i spodziewane ryzyko.

Niniejszy artykuł zawiera studium porównawcze mikrotunelowania i wykopów, które miały miejsce w trakcie tej samej budowy przewodów kanalizacyjnych. Sytuacja ta dała idealną szansę porównania osiągnięć i kosztów każdej z wymienionych metod w identycznych warunkach polowych.

Omawiany projekt był wykonywany jako część większej przebudowy kanalizacji przeprowadzanej przez Radę Miasta Leicester (Leicester City Council) na rzecz Severn Trent Water Plc., w Leicester - mieście położonym około 160 km na północ od Londynu.

SZCZEGÓŁY KONTRAKTU

Przebudowa była niezbędna z powodu przypadków zalewania ogrodów czterech posesji

w tej okolicy, a także alejek biegnących obok domów.

Istniejąca pompownia nie była w stanie przepompowywać tak znacznych dopływów a odcinek głównego przewodu kanalizacyjnego miał niewystarczającą przepustowość aby umożliwić przepływ ścieków z 60 minutowego opadu burzowego występującego raz do roku. Następowoło przeciążenie systemu i zalewanie terenu z dwóch nisko położonych studzienek znajdujących się w końcowym odcinku przewodu.

Dlatego zaproponowano budowę pomocniczego przewodu kanalizacyjnego o średnicy wewnętrznej równej 375 mm od istniejącej końcowej studzienki, przez obszar zabudowy mieszkalnej, do nowej stacji pomp o projektowanej pojemności retencyjnej równej 200 m³. Rys.1 przedstawia plan wraz z trasą nowego przewodu kanalizacyjnego.

SZCZEGÓŁY BADANIA TERENU ROBÓT

Badania terenu składały się z próbnych odwiertów przeprowadzonych w przybliżeniu w okolicy planowanych studzienek. Trzy odwierty zostały wykonane w pobliżu studzienki Nr 1. W zasadzie planowano wykonanie tylko jednego odwiertu, lecz stwierdzono duży obszar wodonośnego piasku, którego zasięg nie był znany. Mogła to być duża soczewka wodonośnego piasku lub cała warstwa wodonośna. Dlatego w celu wyjaśnienia sytuacji wykonano dwa dodatkowe odwierty. Odwierty te wykazały, że podstawowa warstwa składa się z twardej gleby gliniastej z obecnymi głazami narzutowymi i występującymi dużymi soczewkami piaszkowymi. Ważnym czynnikiem był poziom wód gruntowych, który układał się w tej okolicy na poziomie około 2 pod powierzchnią terenu. Ocena tego czynnika była jednak trudna z uwagi na nieprzepuszczalność gliny i możliwość występowania wody w soczewkach gleby piaszczystej.

Jeden odwiert został wykonany w pobliżu studzienki nr 2 a następny w pobliżu studzienki nr 3. Wykazały one dominujące występowanie gleby gliniastej z głazami narzutowymi, ale także obecność małych soczewek piasku. Raport z badania terenu robót ostrzegał przed losowym charakterem występowania gleby piaszczystej.

ODCINEK WYKONANY METODĄ MIKROTUNELOWANIA

Odcinek ten został przeprowadzony od studzienki nr 1 do studzienki nr 2. Jego długość wynosi 44 m. Powodem wykorzystania techniki mikrotunelowania były przeszkody na drodze tego odcinka kanalizacji. Przeszkody te składały się z: podwójnego garażu, kolizji z płytkim przewodem kanalizacyjnym pod niewygodnym kątem i konieczności wyłączenia z eksploatacji bardzo potrzebnego chodnika. Chodnik ten nie mógł być zamknięty gdyż było to jedyne dojsście z osiedla mieszkaniowego do centrum handlowego. Alternatywna droga oznaczała wydłużenie czasu dojsścia o 30 min.

Rozważano również wykonanie wykopu jako rozsądnej alternatywy do mikrotunelowania, jednakże konieczność przejścia blisko przewodu kanalizacji deszczowej i możliwość wystąpienia wysokiego poziomu wody gruntowej nie pozwalały na zastosowanie tej metody. Porównanie kosztów wykonania wykopu i mikrotunelowania wykazało, że są one dla obu metod bardzo podobne.

Projekt przewodu kanalizacyjnego zakładał w tym miejscu rurę o średnicy wewnętrznej 375 mm. Jednakże, dokumentacja zakładała dużą elastyczność w odniesieniu do proponowanych wielkości. Wykonawca posiadał maszynę mikrotunelującą AVN600 Herenknecht i ustalono, że jest to do zaakceptowania z tylko niewielkimi modyfikacjami do projektu studzienek rewizyjnych. Do maszyny dostępne były głowice do wiercenia w glinie i w skale. Charakter gruntu wykluczał wykorzystanie głowicy do skał, ale obecność otoczków w gruncie oznaczała trudności dla głowicy do gliny. Grunt glinowo-otoczkowy, z różnej wielkości otoczkami w macierzy glinianej, jest stosunkowo częsty w Wielkiej Brytanii i jest jednym z

najtrudniejszych lub o największym ryzyku gruntów do wykonywania tuneli ze względu na niesłychanie zmienne warunki odwiertu.

Odcinek przewodu kanalizacyjnego, który został wykonany przez mikrotunelowanie miał 44 metry długości i przechodził z głębokości 5.6 m w okolicy studzienki 1 do 6.1 m w pobliżu studzienki 2. Spadek tego odcinka rurociągu wynosił 1:88 w stronę studzienki 1.

ODCINEK WYKONANY Z WYKORZYSTANIEM WYKOPÓW

Decyzja o wykorzystaniu metody wykopowej dla wykonania tego odcinka budowy została podjęta w oparciu o różne czynniki. Grunt był potencjalnie sprzyjający robotom wykopowym, które ponadto powodowało niewiele zakłóceń. (Była to okolica rezydencyjna i z tego powodu zakłócenia uważano za minimalne). Uważano ponadto, że będzie to metoda tańsza. Potencjalnie na całej długości budowy zostałyby użyte metody wykopowe jeżeli byłoby to tylko możliwe pomiędzy studzienkami 1 i 2. Jak widać jedynym analizowanym parametrem był koszt bezpośredni. Wykonawca miał możliwość zaproponowania alternatyw dla robót wykopowych na tym odcinku prac i zadziwiającym był fakt, że żaden z wykonawców, wiedząc, że będzie musiał wykorzystywać mikrotunelowanie nie przedstawił tego w ofercie. Pokazuje to, że koszt mikrotunelowania rozważany tylko pod względem kosztów bezpośrednich był wyższy w tym przypadku niż roboty wykopowe, nawet na głębokości 6 m.

Odcinek ten miał 50 m długości od studzienki 2 do studzienki 3. Średnica wewnętrzna przewodu kanalizacyjnego została utrzymana jako 375 mm a głębokość wynosiła na jednym końcu 6.1 m a 5.5 m na drugim. Propozycją projektową było wykonanie wąskiego wykopu z wykorzystaniem hydraulicznych ram i szalunków.

POSTĘPY BUDOWY I NAPOTKANE PROBLEMY

MIKROTUNELOWANIE

Z danych o warunkach gruntowych przedstawionych w raporcie z badań terenu robót wynikało, że dobry postęp robót oznaczać będzie 4-5 odcinków rur w ciągu 10 godzinowego dnia pracy (w przybliżeniu 6-7.5 m/dzień). Wykonawca zdecydował, iż zawartość otoczków w glinie nie jest znacząca i dobrał odpowiednią głowicę. Zastosowanie głowicy do odwiertów w skale znacznie zwolniłoby tempo pracy. Operator zakładał jednak, iż przy pracy głowicą do gruntu gliniastego 2-3 odcinków rur/dzień będzie bardziej realnym założeniem.

Rysunek 2 przedstawia ogólny układ szybu lewarowego na początku odcinka. Szyb ten miał wymiary 2.5 m x 2.5 m.

Zawartość kamieni w gruncie okazała się jednak znacząca na całym odcinku wiercenia, a w jednym momencie trafiono w duży otoczek. Na skutek uderzenia maszyna przemieściła się 20 mm poziomo i 4 mm pionowo, ale udało jej się przejść obok kamienia. Zużyło to jednak w znaczącym stopniu zęby maszyny i szybkość pracy po tym incydencie uległa zmniejszeniu. Próbkę urobku pobrane na tym etapie wykazały głównie glinę z kawałkami granitu i węgla.

Erupcja płuczki wiertniczej zdarzyła się w jednym momencie podczas drążenia, gdy maszyna przechodziła pod chodnikiem. Spowodowało to dość duże zdenerwowanie. Urobek znalazł sobie ujście na powierzchnię przez trochę słabszy grunt, prawdopodobnie w miejscu gdzie układany był płytki przewód kanalizacyjny lub przewody energetyczne. Ciśnienie operacyjne przed erupcją wynosiło ok. 5 atm., a w wyniku tego wypadku zostało zredukowane do 2 atm, poziomowi możliwie najniższego ale nadal zapewniającego postęp prac. Ciśnienie utrzymywane było na tym niskim poziomie przez krótki odcinek a następnie powoli podwyższone. Ponieważ urobek ponownie pojawił się na powierzchni, ciśnienie obniżono po raz kolejny. Po dalszych 3 m odwiertu ciśnienie było powoli zwiększane do wartości 4 atm. De Moor i Taylor (1991)¹ opisują podobny przypadek erupcji płuczki wiertniczej podczas tunelowania o średnicy 2 m w

okolicy Tilbury i również oni zaobserwowali znaczące ruchy falujące na powierzchni i pod powierzchnią. Zagadnienie erupcji płuczki ma istotne znaczenie dla wydajności mikrotunelowania. Długofalowe efekty takich erupcji na okoliczny grunt i ogólnie wpływ ciśnienia w przodku powodującego ruchy warstw geologicznych należy więc w przyszłości starannie analizować.

Ze strony operacyjnej, wykonawca miał trudności z opróżnianiem zbiornika urobku ze względu na kłopoty z pozbywaniem się jego zawartości, i ze względu na to, iż wydobyty grunt nie osadzał się w sposób prawidłowy. Oznaczało to, że płuczka stawała się bardzo gęsta i usuwanie urobku było bardzo mało wydajne, co znowu miało wpływ na szybkość procesu.

Inny problem wydarzył się podczas silnej burzy w trakcie budowy. Z tego powodu szyb początkowy został zalany a maszyna w nie całkowicie ukończonym odcinku została zanurzona w wodzie. Oznaczało to, że zamoczony został silnik i musiał zostać wymieniony. Chociaż opóźnienie tym spowodowane wyniosło tylko kilka godzin to operacja ta była trudna i podkreśliła raz jeszcze podstawowe problemy związane z tak małymi średnicami: problemy związane z dostępem do maszyny. W wyniku zalania wytworzona została duża ilość pary wodnej wewnątrz instalowanej rury powodując migotanie lasera i potencjalnie powodując problemy w ocenie dokładności odwiertu.

W trakcie dochodzenia do studzienki 2 maszyna urobiła dużą ilość piasku co spowodowało znaczące, wynoszące około 50 mm, ograniczone osiadanie jezdni. Obszar osiadania rozciągał się 1-2 m od studzienki.

Pomimo wyżej wymienionych problemów przewód został pomyślnie wybudowany, z dokładnością wynoszącą ± 20 mm w pionie i poziomie na całej długości odwiertu.

ODCINEK WYKONYWANY METODĄ WYKOPOWĄ

Pierwsze 5 m wykopu od studzienki 2 zostało ukończone bez żadnych problemów. Ogólny układ szalunków wykopu jest przedstawiony na rysunku 3. W oparciu o pomyślnie wykonanie tego odcinka wykonawca zdecydował się zastosować mniej rygorystyczną metodę wykonywania wykopów, bez martwienia się o wykorzystanie szalunków hydraulicznych, zwiększając w ten sposób szybkość robót. Wszystko wydawał się w porządku do czasu, gdy w przybliżeniu 8 m od studzienki 2 wykonawca napotkał bardzo drobny piasek. Przepływ piasku był tak znaczny, że na dnie wykopu powstały warunki kurzawki. Piasek zaczął się dostawać do wykopu w alarmującym tempie i praca musiała zostać wstrzymana. Praca nie została wznowiona do czasu gdy nie ukończono dyskusji jak ją kontynuować. Opóźnienie to trwało półtora tygodnia. W tym czasie wykonano dwa odwierty próbne. Oba wykazały drobny piasek na głębokości rury.

Chociaż rozważano różne rozwiązania problemu piasku to jedynym rozsądnym wyjściem na tym etapie było zastosowanie łączonych płyt palowych. Płyty palowe musiały być dłuższe i o grubszym przekroju niż te stosowane na początku. Wymagało to sprowadzenia na budowę dodatkowych urządzeń - kafara (uprzednio płyty palowe były wbijane przy pomocy koparki) i dźwigu samochodowego. Zwiększyło to koszt i zmniejszyło szybkość wykonywania wykopów. Szybkość robót zmniejszyła się w przybliżeniu do połowy tej, którą uzyskano na odcinku pierwszych 5 m od studzienki 2.

Zniszczenie jezdni spowodowane osiadaniem gruntu ze względu na wystąpienie warunków kurzawkowych wymagało gruntownej odbudowy jezdni i mogło być bardziej poważne gdyby dotyczyło głównej drogi. O'Reilly i Rogers (1990)² oraz inni wykazali, że mikrotunelowanie w normalnych warunkach zwykle powoduje mniejsze przemieszczenie gruntu niż robienie wykopów. Zniszczenie nawierzchni spowodowane nie tylko przez robienie wykopów ale też przez ruchy spowodowane zmianami naprężeń w gruncie dookoła wykopów,

bezwzględnie skraca projektowany czas eksploatacji drogi. Powinno to stanowić ważny czynnik w porównywaniu mikrotunelowania z wykopami. Nie należy rozumieć, że mikrotunelowanie nie powoduje żadnych ruchów gruntu i potencjalnych uszkodzeń, jednak zakres tych ruchów jest mniejszy przy dobrze eksploatowanej maszynie. Pomimo tego prowadzone obecnie wspólne prace badawcze Uniwersytetów Nottingham i Loughborough analizują wpływ mikrotunelowania na okoliczny grunt, ze szczególnym uwzględnieniem obecnie stosowanych metod zabezpieczania przodka/wyrobiska.

PORÓWNANIE NAKŁADÓW I WYDAJNOŚCI

Zgodnie z założeniami wykonawcy, mikrotunelowanie miało kosztować 1.5 raza więcej niż koszt odcinka wykonywanego za pomocą wykopów. Ze względu na dodatkowe urządzenia i nakład pracy na modyfikacje wykonywania wykopów po napotkaniu drobnego piasku, koszt wykopów wzrósł do 5.5 raza w stosunku do podanego w ofercie. Oznacza to, że metoda wykopowa była 3.7 raza droższa niż prace mikrotunelowe. Nie uwzględnia to nadal kosztów niewygod i zakłóceń powodowanych przez wykopy dla okolicznej ludności.

Średnie tempa pracy przy pomocy mikrotunelowania przez cały okres budowy są podane na rysunku 4. Tempo to wahało się od 0.2 m/h do 0.5 m/h. Jak można było się spodziewać, zmiany w tempie budowy odzwierciedlają punkty, w których napotymano trudności, takie jak erupcja płuczki i napotkanie kamienia. Początkowy punkt minimum przypada na 21 dzień miesiąca i odpowiada erupcji urobku. Szybkość budowy następnie wzrosła ale zaczęła się ponownie obniżać 23-go, kiedy to napotkano kamień. Szybki wzrost tempa budowy w ciągu ostatnich dni spowodowany był przywróceniem większego ciśnienia roboczego, chociaż na tym etapie oczywistym było, że głowica maszyny w wyniku napotkania kamienia zużyła się w takim stopniu, że wydajność drążenia była bardzo mała. Innym czynnikiem, który poprawił szybkość budowy na ostatnim odcinku drążenia był fakt, że napotkano tam mało gliny co pomogło przyspieszyć prace, gdyż ostrość głowicy drążącej nie była tu tak istotna.. Szybkość ta nie uwzględnia czasu przygotowania maszyny mikrotunelującej, który wynosił ok. 3 dni i czasu sprzątnięcia po pracy, który wynosił dodatkowe 1.5 dnia.

Średnia szybkość budowy metodą wykopową wahała się od 0.1 m/h w złych warunkach do 0.45 m/h w dobrych warunkach. Czas ten obejmował wykonanie wykopu na głębokość 6 m, założenie rury, zasypianie wykopu i przywrócenie stanu wyjściowego. Widać zatem, że nawet gdyby szybkość budowy przy pomocy mikrotunelowania obejmowała czas przygotowania maszyny i czas jej demontażu to szybkość układania przewodu byłaby nadal większa w metodzie wykopowej.

WNIOSKI

Praca ta przedstawia informacje o przebiegu budowy, która obejmowała prace mikrotunelowe i z wykorzystaniem wykopów, porównywalne pod względem głębokości. Prace mikrotunelowe były zastosowane ze względu na niemożność wykorzystania metody wykopowej na początkowym 44 metrowym odcinku robót. Prace mikrotunelowe zostały odrzucone w innych miejscach ze względu na ocenę, że prace wykopowe będą powodować niewielkie zakłócenia w okolicy robót, analizę kosztów i oszacowany poziom ryzyka tego typu prac. Prawdą jest stwierdzenie, że mikrotunelowanie, a także każda postać robót budowlanych gdzie warunki gruntowe są "niewidzialne", jest narażone na większe ryzyko awarii. Jednakże, praca ta udowadnia, że roboty wykopowe mogą być również nękane problemami. Podważa to pogląd, że roboty z wykorzystaniem wykopów są wariantem o mniejszym ryzyku.

Praca ta opisuje główne problemy napotkane przez prace, zarówno mikrotunelowe jak i wykopowe i w konsekwencji wpływ tych problemów na szybkość instalacji przewodu

kanalizacyjnego. Prace mikrotunelowe okazały się znacznie tańsze, z punktu widzenia wykonawcy niż metoda wykopowa. W opinii autorów metoda ta okazała się bardziej skuteczna pod względem powodowania mniejszych zakłóceń i niewygody dla okolicznych mieszkańców.

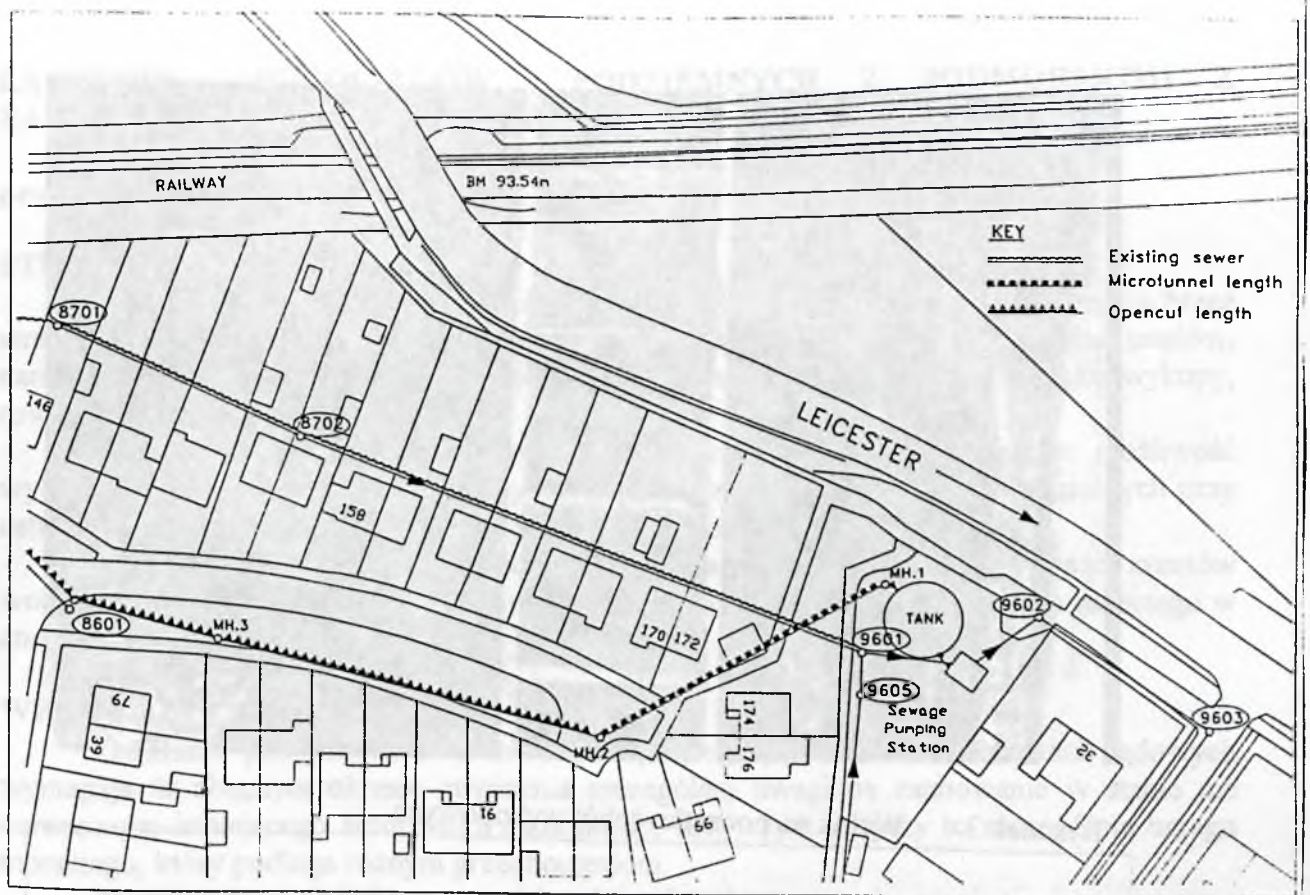
PODZIĘKOWANIA

Autorzy chcieliby podziękować Severn Trent Water Plc. i Leicester City Council za zgodę na napisanie tej pracy.

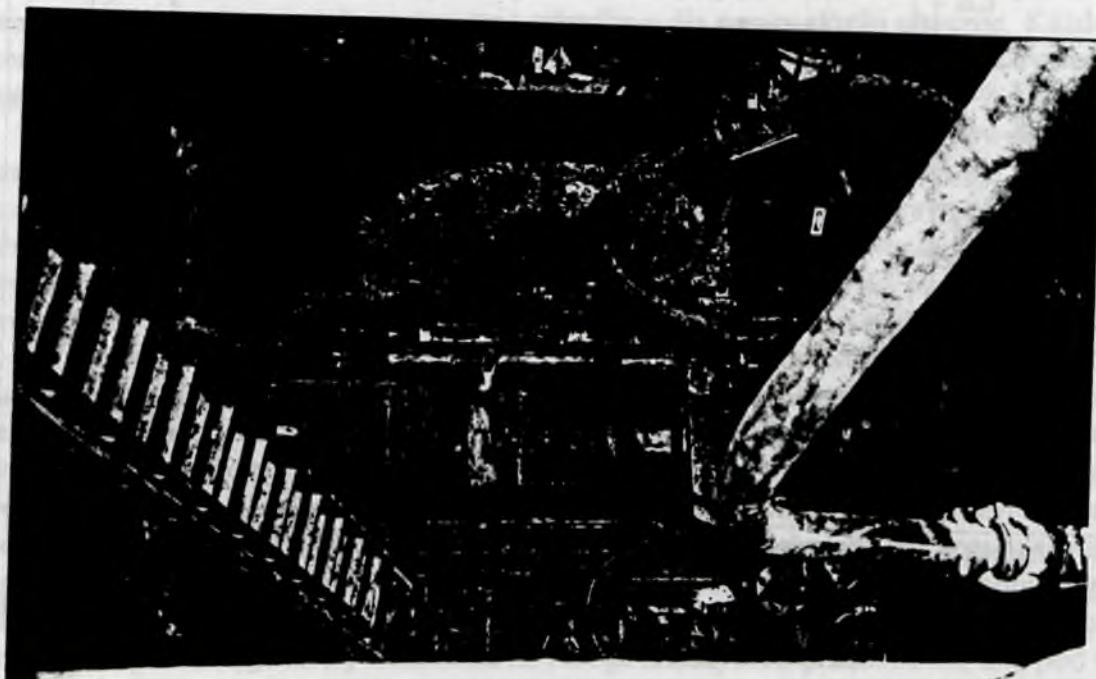
Opinie i poglądy przedstawione w tej pracy są poglądami autorów i niekoniecznie odzwierciedlają poglądy wymienionych organizacji.

LITERATURA

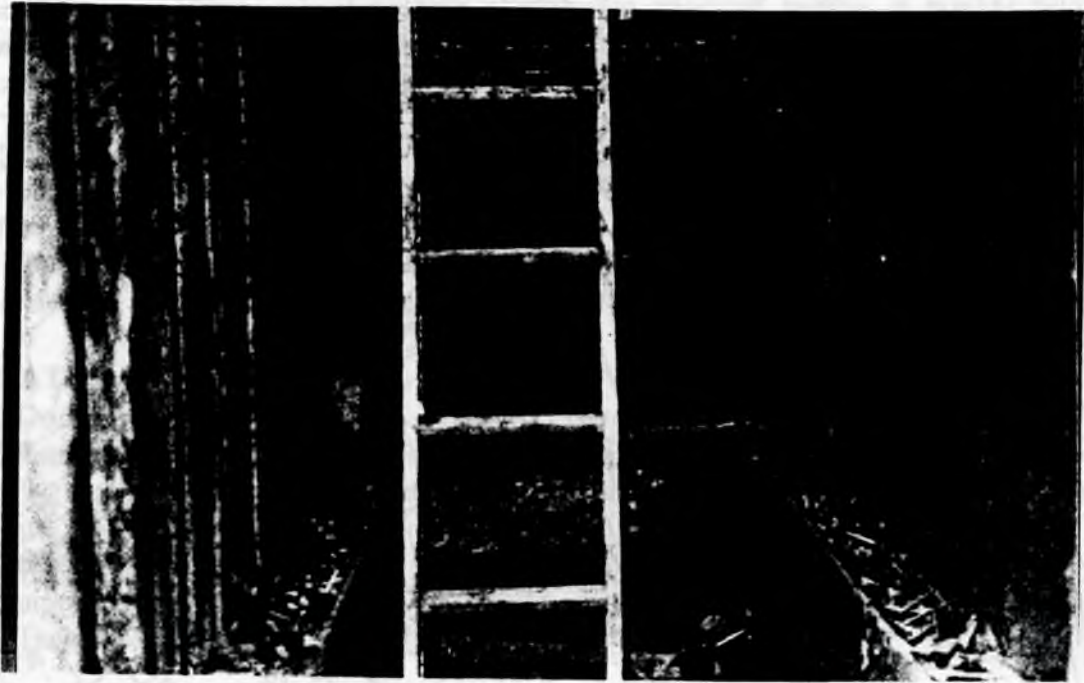
1. De Moor, E.K. and Taylor, R.N., (1991), 'Ground response to construction of a sewer tunnel in very soft ground', Proceeding of the Sixth International Symposium Tunnelling '91, London, April 1991, Institution of Mining and Metallurgy, Elsevier Applied Sciences, str. 43-54.
2. O'Reilly, M.P. and Rogers, C.D.F., (1990), 'Ground Movements associated with pipejacking and trenching', Proceeding of the Fifth International Conference on Trenchless Construction for Utilities, No-Dig'90, praca B1.



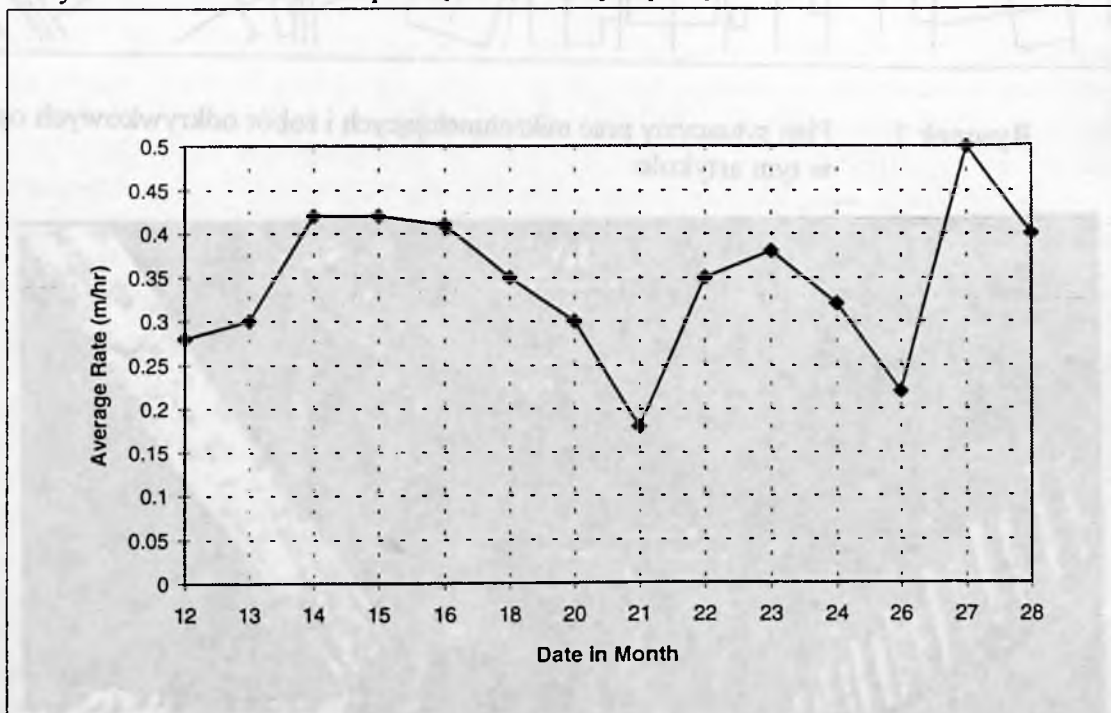
Rysunek 1. Plan sytuacyjny prac mikrotunelujących i robót odkrywkowych opisanych w tym artykule



Rysunek 2 Widok w dół szybu wierzącego



Rysunek 3 Widok na początku robót wykopowych



Rysunek 4 Wykres przedstawiający średnie prędkości mikrotunelowania podczas tego odwiertu
(Uwaga: Brakujące daty wskazują na dni kiedy nie były prowadzone prace mikrotunelujące)

ŁĄCZENIE RUROCIĄGÓW PODZIEMNYCH Z PODMORSKIMI Z ZASTOSOWANIEM WIERCEŃ POZIOMYCH

prof. dr hab. Bolesław Mazurkiewicz, Politechnika Gdańska, Polska.

STRESZCZENIE

Połączenie rurociągów podmorskich z rurociągami podziemnymi wymaga przejścia przez strefę brzegową przy czym niedopuszczalne jest, ze względu na przybrzeżny układ prądów, naruszenie lub zmiana samej plaży łącznie z wałami brzegowymi np. poprzez głębokie wykopy, rowy, grodze, itp.

W związku z powyższymi wymaganiami przedstawia się w referacie możliwość wykonania połączenia rurociągów przy użyciu zdalnie sterowanych wierceń poziomych przy ustawieniu wiertnicy w określonej odległości od brzegu lub wału brzegowego.

Przedstawiona metoda może mieć także pełne zastosowanie przy wykonywaniu zrzutów wody z oczyszczalni brzegowych do morza wymagających usytuowania wylotu rurociągu w znacznej odległości od linii brzegowej.

WPROWADZENIE

Działania podejmowane na morzach i przylegających do nich obszarach lądowych wymagają w obecnym okresie zwrócenia szczególnej uwagi na zachowanie w stanie nie naruszonym istniejącego środowiska naturalnego, przy czym dotyczy to szczególnie brzegu morskiego, który podlega różnym przeobrażeniom.

Przeobrażanie się linii brzegowej (np. jej cofanie) jest na wybrzeżach ciągłym procesem przyrody. Wiatr, fale, prądy, pływy, spiętrzenia sztormowe, deszcze oraz spływy wód powierzchniowych i gruntowych dokonują ustawicznego przekształcenia strefy wzajemnego oddziaływania morza i lądu. Na procesy te nakłada się działalność człowieka, w której obok efektów dodatnich powstają przeważnie szkodliwe dla natury skutki uboczne. Każda bowiem konstrukcja inżynierska lub sztuczna przebudowa brzegu, będąca w zasięgu oddziaływania morza, jest elementem obcym rozstrajającym naturalne warunki falowo-prądowe.

Obszarem zainteresowania jest przede wszystkim strefa brzegowa, a więc pas o pewnej szerokości ciągnącej się wzdłuż granicy pomiędzy lądem i morzem. Pas ten obejmuje swoją szerokością zarówno część nadmorską, jak i podwodną. Odlądowa krawędź strefy brzegowej obejmuje tereny i wody śródlądowe będące pod wpływem oddziaływania wód morskich (klify, wydmy, laguny, zalewy, ujścia rzeczne, cieśniny), natomiast odmorska przebiega na głębokości wody, na której pomijalny jest ruch dna zachodzący pod wpływem ruchu falowego wody.

Biorąc pod uwagę elementy topograficzne strefy brzegowej (Rys.1) wyróżnić możemy nadbrzeżne, brzeg morski i podbrzeże. Przez nadbrzeże rozumieć się będzie część brzegu leżącego pomiędzy krawędzią wydmy lub klifu, a zasięgiem nabiegania fali przy średnim stanie wody. Jest ona poddawana oddziaływaniu tylko największych fal sztormowych przy najwyższych poziomach wody. Brzeg morski stanowi z kolei obszar pomiędzy najwyższymi i najniższymi poziomami wody w morzu (strefa amfibiczna), natomiast przybrzeże pas znajdujący się zawsze poniżej poziomu morza od dolnej linii wody do głębokości sięgającej nieco poniżej głębokości załamania najwyższych fal sztormowych, tj. około 7 -10 m. Wewnętrzna część przybrzeża rozciąga się w zasięgu strefy załamania fal i ulega intensywnej przebudowie dna pod wpływem falowania. Należy przy tym zaznaczyć, że zewnętrzna część przybrzeża wyróżnia się znaczną stabilnością topografii dna.

Przy analizie czynników kształtujących brzegową strefę morza uwzględnić należy podstawowe zjawiska hydro- i litodynamiczne (Rys.2). Wyróżnia się tutaj strefę nabiegania fali,

strefę przyboju, strefę załamania fali oraz strefę refrakcji fali oraz jej transformacji. Zakładając, że transport osadów spowodowany jest wzdłużbrzegowym prądem energetycznym związanym bezpośrednio z załamaniem fali, ruchem oscylacyjnym (orbitalnym) wody morskiej, kompensacyjnymi prądami powrotnymi w kierunku poprzecznym do brzegu, transportem masowym, prądem napływowym lub spływowym związanym z nabieganiem fali na brzeg, prądami rozrywającymi (lokalnymi odpływami w kierunku morza wody spiętrzanej przy brzegu) oraz prądami gradientalnymi wywołanymi przez lokalne różnice poziomów wody, należy przyjąć, że zewnętrzna granica głębokości do której nie powinno się prowadzić żadnej działalności technicznej (głębokie wykopy, rowy, grodze) odpowiada głębokości równej połowie długości fali głębokowodnej. Uwzględnić należało by tutaj oddziaływanie zmiennych poziomów morza, przy czym wzięte pod uwagę powinno być także zalodzenie.

Przedstawione powyżej zjawiska przy założeniu pozostawienia nie naruszonego środowiska morskiego, stawiają następujące wymagania w zakresie przejścia rurociągów przez strefę brzegową:

- wykopy lub roboty czerpalne mogą mieć miejsce poza nadbrzeżem i poza przybrzeżem, a szczególnie jego wewnętrzną częścią;

- roboty czerpalne mogą być prowadzone na głębokościach na których topografia dna jest ustabilizowana;

- ułożony na dnie morza rurociąg powinien być zagłębiony tak, aby dynamiczne oddziaływania falowania morskiego na dno morskie i na leżący w nim rurociąg, nie powodowało upłynięcia gruntu dna morskiego, a stąd wzrostu wyporu i wypłynięcia rurociągu na powierzchnię dna morskiego;

- połączenie rurociągu podziemnego i podmorskiego w części lądowej powinno być wykonane z uwzględnieniem projektowanej głębokości ułożenia rurociągu podziemnego;

- połączenie rurociągu podmorskiego ułożonego w strefie brzegowej z rurociągiem podmorskim ułożonym na dnie morza, powinno mieć miejsce poza zewnętrzną granicą głębokości ($h=L/2$).

Spełnienie przedstawionych warunków stawia określone wymagania w zakresie metod układania rurociągów w strefie brzegowej. Należy przyjąć, że metodami spełniającymi te warunki są metody tunelowe oraz metodystosujące zdalnie sterowane wiercenia poziome. W niniejszej pracy przedstawiono warunki realizacji układania rurociągu w strefie brzegowej przy zastosowaniu drugiej metody.

UKŁADANIE RUROCIĄGU

Pomijając opis samej metody zdalnie sterowanych wierceń poziomych należy jedynie zaznaczyć, że urządzeniem podstawowym jest wierec wraz z zestawem żerdzi wiertniczych wyposażonych w odpowiednie głowice. Biorąc pod uwagę postawione uprzednio wymagania należy przyjąć, że wiertnica powinna być ustawiona na nadbrzeżu, natomiast wylot otworu wiertniczego powinien się znajdować poza zewnętrzną granicą głębokości. Ponieważ nadbrzeże może być poddane oddziaływaniu największych fal sztomowych należy wiertnicę ustawić poza krawędzią wydmy lub kilfu, a więc na obszarze, który nie jest poddawany oddziaływaniu morza. Należy przy tym jednak zwrócić uwagę na fakt, iż proponowana strefa ustawienia wiertnicy może być poddana oddziaływaniu spływających wód gruntowych zmniejszających znacznie stateczność skarpy.

Przebieg układania rurociągu, łączącego rurociąg podziemny z rurociągiem podmorskim przechodzącym przez strefę brzegową, przy zastosowaniu zdalnie sterowanych wierceń

poziomych może być podzielony na osiem etapów (Rys. 3). Poszczególne etapy obejmują:

Etap 1

Po ustawieniu wiertnicy poza krawędzią wydmy lub wału brzegowego wykonuje się w zaplanowanej osi rurociągu wiercenie pilotowe prowadzące do uzyskania w tej osi odwiertu pilotowego. Głowica wiertnicza składa się albo z wiertła strumieniowego wyposażonego w dysze, albo z wiertła obrotowo-udarowego z koronką wiertniczą. Żerdź rozwiercająco-płuczkowa, wyposażona w koronkę wiertniczą, zostaje wprowadzona w odcinkach około 80 m.

Etap 2

Zakończone zostaje wiercenie pilotowe. Następuje to w chwili, gdy żerdź wiertnicza i żerdź rozwiercająco-płuczkowa wyjdą z dna morskiego poza zewnętrzną granicę głębokości.

Etap 3

Wyciągnięta zostaje za pomocą wiertnicy z żerdzi rozwiercająco-płuczkowej żerdź wiertnicza. Do końca żerdzi rozwiercająco-płuczkowej przymocowana zostaje głowica rozwiercająca do której dołączona jest poprzez przegub obrotowy rura robocza wysuwana poprzez stinger ze statku lub barki do układania rurociągów.

Etap 4

Poprzez ciągnięcie i obracanie żerdzi rozwiercająco-płuczkowej przez wiertnicę, przeciągnięta zostaje przez uprzednio wywiercony otwór głowica rozwiercająca. Do tak wywierconego otworu wciągnięta zostaje, ze statku lub barki do układania rurociągów, rura robocza.

Etap 5

Po wyciągnięciu głowicy rozwiercającej następuje jej demontaż, a rura robocza połączona zostaje z wózkiem napędowym wiertnicy. Rura robocza połączona jest poprzez przegub obrotowy z rurociągiem właściwym (podmorskim) o wymaganej średnicy i wytrzymałości. Na końcu rury roboczej umieszczony jest dodatkowy zgarniak, o konstrukcji podobnej do głowicy rozwiercającej.

Etap 6

Wiertnica wciąga zgarniacz, a z nim rurociąg podmorski, w uprzednio wywiercony otwór poprzez obracanie i ciągnięcie rury roboczej połączonej na barce lub statku z rurociągiem podmorskim. Dzięki przegubowi obrotowemu nie obraca się, podczas wciągania zgarniaka i rury roboczej, rurociąg podmorski w części znajdującej się w strefie brzegowej. Wobec przykrycia rurociągu warstwą gruntu nie wymagany jest w tej części balast wykonawczy zwykle w postaci otuliny betonowej.

Etap 7

Po wyciągnięciu rurociągu na nadbrzeże następuje zdjęcie zgarniaka. Rurociąg połączony zostaje uprzednio na barce lub statku z tą częścią rurociągu, która ułożona zostaje poza zewnętrzną granicą głębokości i otulona jest warstwą betonu spełniającą rolę balastu.

Etap 8

Rurociąg podmorski zostaje na nadbrzeżu odpowiednio zagłębiony i przystosowany do połączenia z rurociągiem podziemnym ułożonym w części lądowej. W części podmorskiej prowadzone jest z kolei układanie rurociągu przy użyciu barki lub statku przy czym rurociąg zostaje zagłębiony w dnie dla zabezpieczenia go przed oddziaływaniem falowania morskiego oraz uszkodzeniem wywołanym innymi przyczynami (np. ciągnięcie kotwic, trałów, itp).

UWAGI KOŃCOWE

Przedstawiona możliwość, wykonania połączenia rurociągu podziemnego z rurociągiem

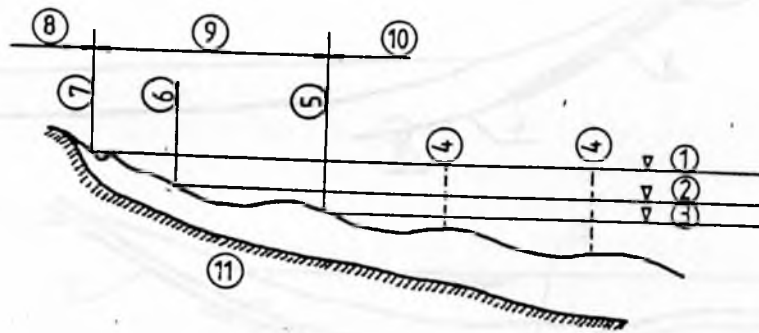
podmorskim za pomocą zdalnie sterowanych wierceń poziomych, pozwala na rozwiązanie zagadnienia przejścia rurociągów przez strefę brzegową, stawiającą bardzo ostre wymagania w zakresie ochrony środowiska naturalnego. Ze względu na to, że wiercenia poziome można stosować dla odcinków rurociągów o długości do 1500 m, należy uznać, że istnieje możliwość przejścia omawianą metodą każdej występującej u nas strefy brzegowej, rozciągającej się, jak to zaznaczono, do zewnętrznej granicy głębokości.

Istotne problemy stwarzają w praktyce inżynierskiej przejścia przez strefę brzegową rurociągów stanowiących zrzuty do morza wody z oczyszczalni ścieków. Przy zastosowaniu zdalnie sterowanych wierceń poziomych możliwe jest także wykonywanie powyższych zrzutów wody przy czym wylot rurociągu w morzu powinien być również umieszczony poza zewnętrzną granicą głębokości. Oddziaływanie hydrodynamiczne falowania morskiego na rurociąg w części wylotowej przejęte zostaje przez specjalną konstrukcję obciążającą, która może być wykonana w postaci prefabrykatu żelbetowego lub konstrukcji palowej.

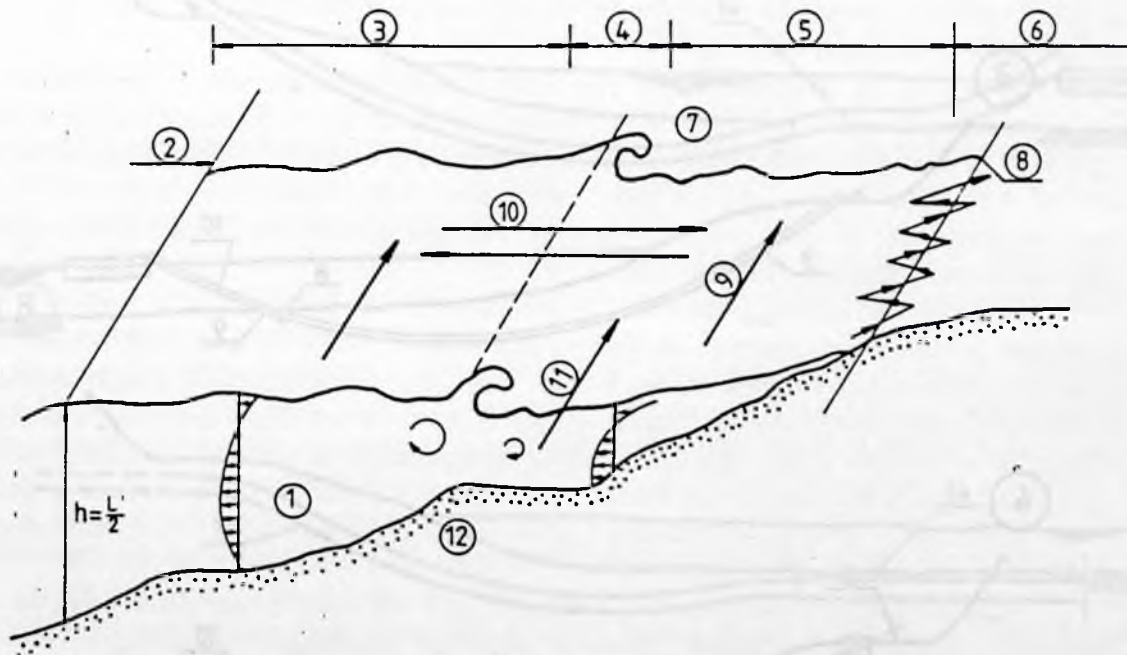
Pozostaje nie rozwiązana sprawa przejścia rurociągów podmorskich przez strefę brzegową, gdy szerokość jej jest bardzo duża. Ma to miejsce szczególnie dla strefy brzegowej mórz pływowych, dla których może mieć ona szerokość dochodzącą do 30 km. W takim przypadku zastosowanie znajduje rozwiązanie tunelowe przy czym drążenie tunelu może być także z szybów pionowych wykonanych w odstępach do 3 km.

BIBLIOGRAFIA

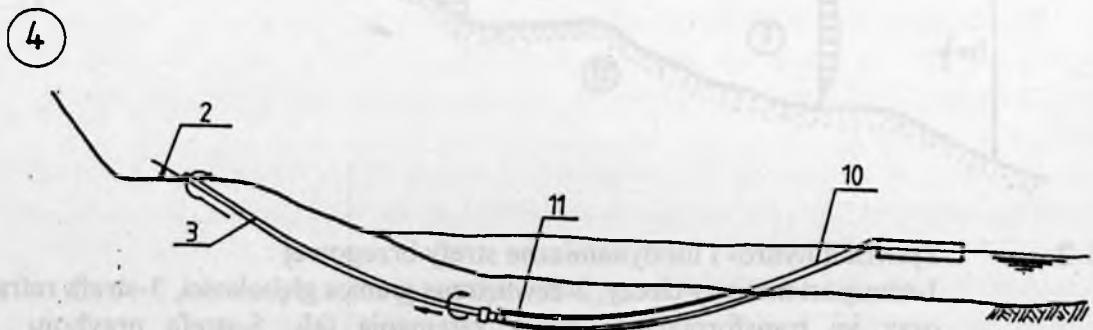
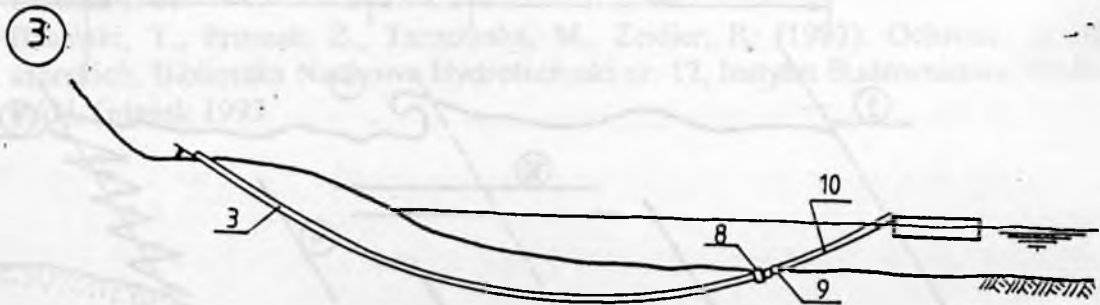
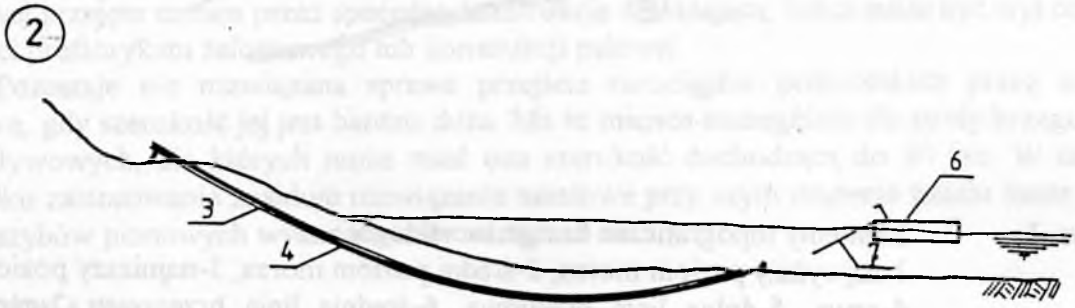
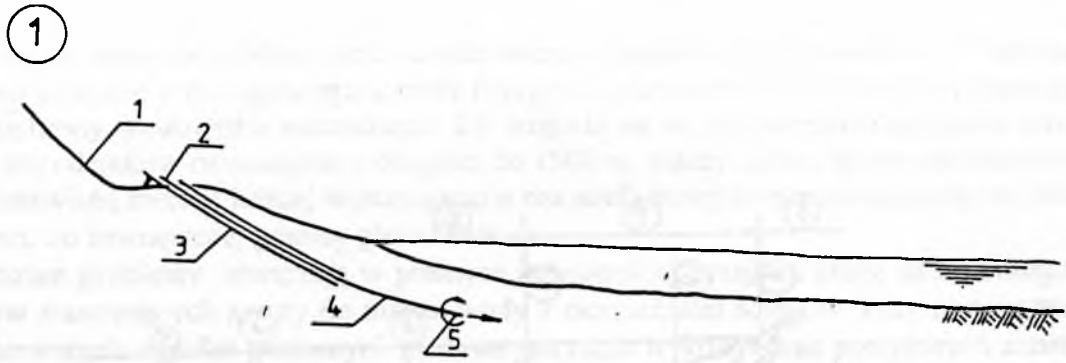
1. Mazurkiewicz, B. (1986): Encyklopedia inżynierii morskiej. Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1986
2. Basiński, T., Pruszek, Z., Tarnowska, M., Zeidler, R. (1993): Ochrona brzegów morskich. Biblioteka Naukowa Hydrotechniki nr. 17, Instytut Budownictwa Wodnego PAN, Gdańsk 1993

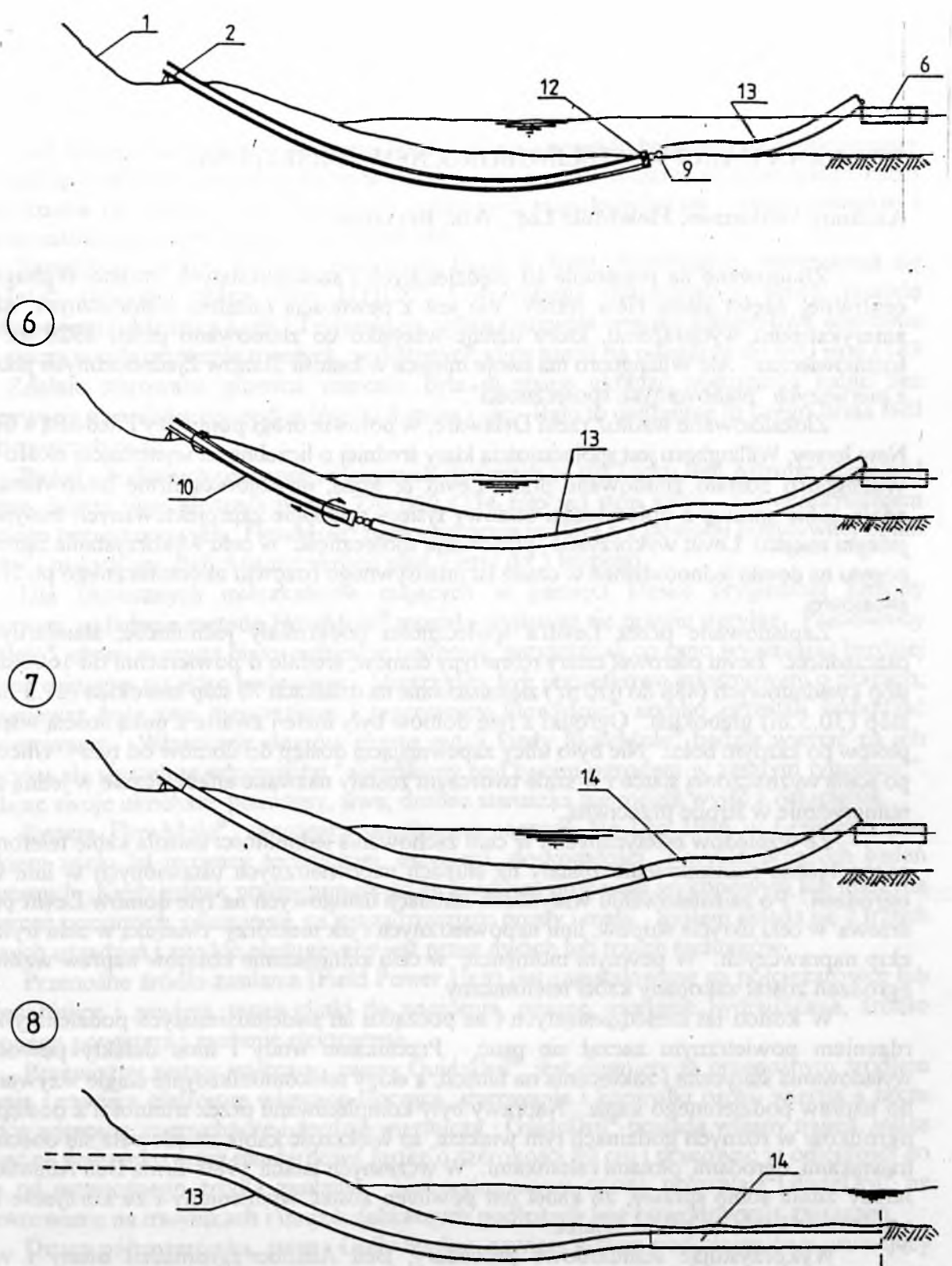


Rys. 1. Elementy topograficzne brzegu morskiego:
 1-najwyższy poziom morza, 2-średni poziom morza, 3-najniższy poziom morza,
 4-rewa, 5-dolna linia brzegowa, 6-średnia linia brzegowa, 7-górna linia
 brzegowa, 8-nadbrzeże, 9-brzeg morski, 10-podbrzeże, 11-platforma abrajna [1]



Rys. 2. Zjawiska hydro- i litodynamiczne strefy brzegowej :
 1-transport masy ciecży, 2-zewnętrzna granica głębokości, 3-strefa refrakcji fali
 oraz jej transformacji, 4-strefa załamania fali, 5-strefa przyboju, 6-strefa
 nabiegania fali, 7-załamanie fali, 8- linia brzegowa, 9-transport wzdłużbrzegowy
 osadów, 10-przeptywy do i odbrzegowe, 11-prąd wzdłużbrzegowy, 12-dno
 morskie [2]





Rys. 3. Etapy 1 do 8 układania rurociągu łączącego rurociąg podziemny z rurociągiem podmorskim:
 1-nadbrzeże, 2-wiertnica, 3-żerdź rozwiercająco-płuczkowa, 4-żerdź wiertnicza, 5-wiertło, 6-statek lub barka do układania rurociągów, 7-stinger, 8-głowica rozwiercająca, 9- przegub obrotowy, 10-rura robocza, 11-zawieszina betonowa, 12-zgarniak, 13-rurociąg podmorski, 14-rurociąg podmorski z otuliną betonową.

WYMIANA KABLI W WILLINGBORO, NEW JERSEY, USA

Anthony Wilkinson, FlowMole Ltd., Wlk. Brytania.

Zbudowane na przełomie lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych miasto Willingboro w centralnej części stanu New Jersey nie jest z pewnością miastem historycznym, nawet w amerykańskim wyobrażeniu, które uznaje wszystko co zbudowano przed 1920 za prawie średniowieczne. Ale Willingboro ma swoje miejsce w historii Stanów Zjednoczonych jako jedna z pierwszych "planowanych społeczności".

Zlokalizowane wzdłuż rzeki Delaware, w połowie drogi pomiędzy Filadelfią a Trenton, New Jersey, Willingboro jest społecznością klasy średniej o liczebności wynoszącej około 43000. Willingboro zostało zbudowane przez Levitt & Sons, nowojorską firmę budowlaną, która zdała sobie sprawę z opłacalności budowy tysięcy podobnie zaprojektowanych budynków w jednym miejscu. Levitt wykorzystał "planowaną społeczność" w celu wykorzystania ogromnego popytu na domki jednorodzinne w czasie lat intensywnego rozwoju ekonomicznego po II wojnie światowej.

Zaplanowane przez Levitt'a społeczności podkreślały jednolitość, standardyzację i oszczędność. Levitt oferował cztery różne typy domów, średnio o powierzchni od 1600 do 2000 stóp kwadratowych (488 do 610 m²) zlokalizowane na działkach 70 stóp szerokich (21.3 m) i 100 stóp (30.5 m) głębokich. Ogródki z tyłu domów były małe i zwarte z dużą ilością wspólnych płotów po każdym boku. Nie było ulicy zapewniającej dostęp do domów od tyłu. Ulice biegingy po ściśle wyznaczonej siatce i w szale twórczym zostały nazwane alfabetycznie w jedną stronę i numerycznie w stronę przeciwną.

Ze względów estetycznych i w celu zachowania jednolitości osiedla kable telefoniczne i energetyczne zainstalowane zostały na słupach napowietrznych ustawionych w linii tylnych ogrodzeń. Po zainstalowaniu wszystkich instalacji usługowych na tyle domów Levitt posadził drzewa w celu ukrycia słupów, linii napowietrznych i jak niektórzy twierdzą w celu irytowania ekip naprawczych. W pewnym momencie w celu zmniejszenia kosztów napraw wzdłuż tyłu ogrodzeń został zakopany kabel telefoniczny.

W końcu lat sześćdziesiątych i na początku lat siedemdziesiątych podziemny kabel z rdzeniem powietrznym zaczął się psuć. Przenikanie wody i inne defekty powodowały wyładowania statyczne i zakłócenia na liniach, a ekipy telekomunikacyjne ciągle wzywane były do napraw podziemnego kabla. Naprawy były komplikowane przez trudności z dostępem do ogródków w różnych godzinach tym większe, że większość kabla znajdowała się obecnie pod trawnikami, ogrodami, płotami i altankami. W wczesnych latach 1980 firma Bell Atlantic, New Jersey zdała sobie sprawę, że kabel ten powinien zostać wymieniony i że korzystne byłoby przełożenie kabla na przód działek.

Wykorzystując standardowe procedury, Bell Atlantic zgromadził oferty i wynajął lokalnego wykonawcę wykopów. Niestety prace nie przebiegały pomyślnie. Wykonawca rozpoczął robienie wykopów w środku zimy i zamiast zasypać wykopy po ułożeniu kabla zdecydował się na rozkopanie przodów posesji w celu ułożenie wszystkich kabli na raz. Ponieważ była to typowa dla New Jersey zima z deszczem, śniegiem, zamrożoną glebą i odwilżami, cała budowa zamieniła się w jeden gigantyczny bałagan. Sfrustrowani przez wykopy, zabłocone podwórka i śmiecie z budowy mieszkańcy zasypywali radę miejską telefonami i skargami. Władze miejskie szybko przerwały roboty informując Bell Atlantic, że jeżeli chce wymienić kabel musi to zrobić wzdłuż tylnych ogrodzeń.

Bell Atlantic nie chciał przyjąć tamtej lokalizacji, ale z powodu bałaganu spowodowanego przez wykopy zdał sobie sprawę, że musi znaleźć inny sposób ułożenia podziemnego kabla wzdłuż działek tak, aby zadowolić zarówno okolicznych mieszkańców jak i władze miejskie, i aby zminimalizować koszty ewentualnych napraw.

Szczęśliwie w tym samym czasie mała firma w Kent, Washington, nazywająca się FlowMole® (obecnie znana jako UTILX® Corporation) udoskonalała nową metodę bezwykopowego układania kabli. Technologia wykorzystywała wysoko ciśnieniowe wiercenie strugą cieczy w celu uzyskania trwałych, wyłożonych gliną tuneli na odległość do 600 stóp (183 m). Zdalnie sterowana głowica wierząca była w stanie układać podziemne kable bez rozkopywania trawników czy podjazdów do domów i ulic. Było to dokładnie to czego firma Bell Atlantic potrzebował!

Po kilku budowach próbnych i mniejszych zleceniach w 1987 roku Bell Atlantic rozpoczął ambitny, 5-letni plan ułożenia ponad 770 000 (234 696 m) stóp kabla z wykorzystaniem technologii bezwykopowych. FlowMole® rozpoczął pracę w 1989 a z powodu pozytywnej opinii klientów i niskich cen Bell Atlantic skrócił plan 5 letni do 3 letniego.

Dla okolicznych mieszkańców mających w pamięci klęskę oryginalnej metody wykopowej, układanie metodą FlowMole® musiało wydawać się prawie sterylne. Pracownicy FlowMole®, ubrani w czyste białe-niebieskie uniformy, przyjeżdżali co rano wyglądając bardziej jak grupa chirurgów niż ekipa budowlana. Mieszkańcy byli początkowo informowani o pracach, ale ponieważ były one nieuciąźliwe i pracownicy FlowMole® szybko przestali wzbudzać zainteresowanie. Właściciele domów często pytali kiedy FlowMole® będzie wiercić na ich podwórku ale słyszeli w odpowiedzi "wierciliśmy pod twoim ogrodem w zeszłym tygodniu!". Oglądając swoje ukochane pomidory, siwa, drobna staruszka nie mogła wyjść z osłupienia.

System FlowMole®, zwycięzca prestiżowej nagrody No-Dig 1986 w Londynie, jest wynikiem wielu lat inowacji technicznej, inżynierii, doskonałości i wyczerpujących badań praktycznych. Kiedy jednak porównuje się go ze zwykłym procesem wykopowym lub maszyną do wiercenń poziomych, okazuje się, że jest zadziwiająco prosty i mały. System składa się z trzech głównych urządzeń i zwykle obsługiwany jest przez dwóch lub trzech techników.

Przenośne źródło zasilania (Field Power Unit) jest zainstalowane na półciężarówce lub na ciężarówce i zawiera zapas glinki do wiercenia, pompę, zasilanie hydrauliczne, źródło sprężonego powietrza i zasilanie elektryczne.

Przewoźny zestaw wierzący, zwany GuideDril®, jest ciągnięty za przenośnym źródłem zasilania i zawiera platformę wierząco-tłoczącą, sterowanie i kontrolki ruchu wiertła a także głowice wierzące, rozpychacze i żerdzie wiertnicze. GuideDril® posiada własny napęd, może wjechać na podwórko przez standardową furtkę o szerokości 80 cm i pracować w odległości do 90 m od przenośnego źródła zasilania. Niskociśnieniowe opony pozwalają GuideDril® na manewrowanie na trawnikach i innych delikatnych podłożach bez powodowania zniszczeń.

Dруга półciężarówka, zwana Gully Sucker, zawiera system podciśnieniowy usuwający niewielkie ilości wyplukanej ziemi powstałe w wyniku procesu wiercenia wysokociśnieniową strugą cieczy. Samochód ten jest w stanie przewozić także rolki kabli czy inne zaopatrzenie.

Z uwagi na fakt, że system FlowMole® wykorzystuje zaawansowaną technologię i inne wysoce zaawansowane wyposażenie, rozstawienie sprzętu i proces układania są bardzo szybkie i wydajne. Brygada FlowMole® przyjeżdża na miejsce z przenośnym źródłem zasilania, GuideDril i urządzeniem do usuwania urobku. GuideDril dzięki własnemu napędowi jest z łatwością wprowadzany przez boczne wejścia do ogródka. Sprzęt wierzący może zostać ustawiony, w warunkach idealnych, w mniej niż 10 minut. Po poinformowaniu lokalnych mieszkańców o

przeprowadzanych danego dnia pracach, załoga wykopuje mały szyb roboczy koło cokołu (konieczne tylko gdy konieczne będzie wykonanie połączeń) i ustawia ruchomy zestaw wierzący w odległości około 5.5 m od szybu.

Głowica wierząca wysokim ciśnieniem jest dobierana do miejscowych warunków glebowych i zostaje podłączona do żerdzi wiertniczych. Gdy wiertło zostaje ustawione w prawidłowej pozycji, uruchomiony zostaje przepływ płynu znajdującego się pod wysokim ciśnieniem a głowica wierząca zostaje wprowadzona w ziemię pod kątem 20°, przy czym ruch do przodu zostaje zapewniony przez siłę pchającą zestawu wierzącego.

Wysokociśnieniowe dysze o małej średnicy tną ziemię mieszanką wody i glinki bentonitowej. Ze względu na fakt, że potrzebna jest tylko bardzo niewielka ilość płynu, ryzyko nadmiernego usunięcia gruntu lub wymywania tunelu nie istnieje. Glinka ułatwia stabilizację gruntu poprzez impregnowanie ścian tunelu i zapewniając śliską powierzchnię dla instalacji kabli. Piaszczysto-gliniasta gleba w Willingboro była idealna dla technologii FlowMole i brygady były w stanie wiercić ze średnią prędkością 1 stopy w 4 do 5 sekund (1m na 13 do 16 sekund).

Wraz z postępem głowicy wierzącej dodawane są na platformie wiertniczej co 10 stóp (3m) nowe odcinki żerdzi wiertniczych. Małe ilości ziemi powstałe w trakcie wiercenia są usuwane z szybu roboczego przez przewody podłączone do Gully Sucker i usuwane, zgodnie z pozwoleniem, jako nietoksyczny, obojętny urobek.

Technik wyposażony w skomputeryzowany przyrząd lokacyjny zwany FlowCator® idzie wzdłuż przebiegu odwiertu. Małutki nadajnik umieszczony w głowicy wierzącej sygnalizuje położenie i głębokość na jakiej znajduje się głowica. Jeżeli głowica wierząca zbacza z wytyczonego kursu, technik przekazuje drogą radiową informację do operatora platformy wiertniczej, który poczynia niezbędne poprawki kierunku, tak aby utrzymać głowicę na właściwym kierunku i głębokości.

Podczas prac w Willingboro, brygada musiała manewrować głowicą wierzącą dookoła licznych przeszkód, między innymi podziemnych sieci komunalnych, korzeni drzew, strumieni a nawet dookoła systemu hydraulicznego basenu kąpielowego. Dla instalacji kabla telefonicznego brygady zazwyczaj wierciły na głębokościach od 76 do 91 cm, a czasami do 2.4 m aby przejść przez strumienie czy ulice.

Pracownicy firmy telefonicznej i ciekawi mieszkańcy byli ciągle zadziwiani faktem, że głowica może być zdalnie sterowana na odległość aż do 600 stóp (183 metrów). Jedną z ulubionych zabaw brygady było ustawianie łopaty w odległości kilkuset stóp od panelu sterowania i obserwowanie twarzy osób w chwili gdy podziemne wiertło wywracało tę łopatę.

W szybie końcowym, zdejmowano głowicę wierzącą i przymocowywano zaczep przegubowy oraz poszerzacz, również działający na zasadzie wysokiego ciśnienia cieczy. Do zaczepu był przyczepiany nowy kabel telefoniczny i poszerzacz był wciągany z powrotem do tunelu. Poszerzacz powiększa tunel do wymaganej przez przyczepiony kabel wielkości (aż do 56 cm dla niektórych zastosowań) a błoto powstałe z glinki wiertniczej zapewnia śliską powierzchnię ułatwiającą instalację kabla. Pracownicy firmy telefonicznej byli zdziwieni, że GuideDril mogło przeciągać aż 250 metrów kabla, bez rury osłonowej czy prowadnicy, bez uszkodzeń dla izolacji czy nadmiernego rozciągnięcia samego kabla. System posiada wielorakie sposoby zabezpieczeń przed przyłożeniem nadmiernej siły do kabla. Są to złącza bezpiecznikowe, dynamometry i zawory nadmiernego naprężenia. Gdy kabel zostanie ułożony na miejscu, brygady telekomunikacyjne podłączają kable na cokołach.

Podczas wymiany kabli telefonicznych w Willingboro zaistalowano ponad 234696 m kabla AFMW PIC, o wielkości od 50-par wymagającego tunelu 50 mm do 1800-par, który

wykorzystywał tunel o średnicy 10,62 cm. Z uwagi na sprzyjające warunki wiercenia brygady były w stanie instalować średnio 183 metry kabla dziennie.

Ze względu na olbrzymie ilości instalowanych kabli, koordynacja i organizacja zaopatrzenia stała się jednym z najbardziej istotnych działań kierownika zespołu FlowMole John'a Petrina. W sytuacji, gdy ze względu na wielkość robót stosunki pomiędzy zleceniodawcą a wykonawcą mogły stać się napięte, FlowMole i Bell Atlantic koordynowali swoje działania nadzwyczaj dobrze. Bell Atlantic dostarczał Petrina'owi plany następnych 12192 metrow instalacji a Petrina zamawiał kabel z magazynów Bell'a. Czasami Petrina miał na placu robót trzy do czterech brygad i potrzebował do transportu kabli z magazynów Bell'a na miejsce robót kilku ciężarówek.

Jednego dnia, jedna nadambitna brygada zainstalowała 840 stóp (256 metrów) kabla. Według Drew Angelozzi z firmy Bell Atlantic, brygady FlowMole były bardzo samowystarczalne i pracowały z minimalnym nadzorem. Jeden z pracowników nadzoru, pragnący pozostać anonimowym, wspomina, że jednym z najpoważniejszych problemów napotkanych w czasie prac był epizod, gdy jeden z dyrektorów firmy odwiedzał plac robót i zapomniał zamknąć za sobą furtkę.

W 1993 roku, w czasie gdy prace nad wymianą kabli dla Bell Atlantic dobiegały końca, Publiczne Przedsiębiorstwo Elektryczno-Gazowe (Public Service Electric & Gas) postanowiło wymienić wszystkie kable napowietrzne w Willingboro. Kable sieci elektrycznej były rozpięte na słupach, które biegnęły na tyle tych samych ogródków, które John Petrina poznał tak dokładnie w czasie prac nad siecią telefoniczną. Po przejściu przez tysiące płotów, Petrina przyznaje, że prawdopodobnie spotkał każdego psa w Willingboro.

Berni Berkowitz, kierownik budowy z Public Service Electric & Gas (PSE&G) tłumaczy, że przedsiębiorstwo postanowiło odpowiedzieć na prawie ciągłe wyłączenia prądu w okolicy Willingboro spowodowane starzejącymi się przewodami, spadającymi gałęziami i wiewiórkami, które miały trudności w odróżnianiu gałęzi od przewodów pod napięciem 13 kV. Średnio dla całego systemu PSE&G czas wyłączenia wynosił około 30 min, zaś w Willingboro czas wyłączeń wynosił ponad 2 godziny. Z uwagi na niemożność wjazdu podnośnikami na podwórka celem wymiany słupów czy innych urządzeń koszty konserwacji dramatycznie wzrosły. Obserwując sukcesy Bell Atlantic z FlowMole, PSE&G postanowiło pójść tą samą drogą, tyle że zakopując kable z przodu posesji.

Wnioskując do władz miejskich o wyrażenie zgody na przemieszczenie linii elektrycznych na przód parceli PSE&G otrzymało przytłaczające poparcie ojców miasta. Wyborcy byli bardzo zadowoleni z technologii bezwykopowej zastosowanej przez Bell Atlantic więc propozycja PSE&G z łatwością uzyskała niezbędne pozwolenia.

W końcu PSE&G ogłosiło przetarg na wykonanie prac, zaznaczając jednak, że praca musi być wykonana przy wykorzystaniu technologii bezwykopowych. Przetarg został wygrany przez FlowMole. Dotyczył on instalacji kabli podstawowych i uzupełniających, przeniesienia liczników a także instalacji kabla dla oświetlenia ulic.

W maju 1993 FlowMole rozpoczął pracę nad pierwszą fazą 10-cio letniego projektu przeniesienia instalacji z tyłu na przód posesji. Podczas pierwszej fazy, która została ukończona w sierpniu 1994 zostało przeniesione w przybliżeniu 60,000 stóp (18,288 metrów) kabla. Z całkowitej ilości 8000 domów, w których konieczna jest zmiana położenia instalacji, w pierwszej fazie ukończono prace w 400 domach.

Unikalnym aspektem prac nad przeniesieniem instalacji elektrycznej jest ilość kabli przeciąganych przez tunel za każdym przejściem. Podczas prac nad kablami telefonicznymi John

Petrina i jego pracownicy przeciągnęli ogromną ich ilość lecz jednak przeciągali tylko jeden kabel w trakcie jednego przejścia. W czasie prac nad instalacją elektryczną, za jednym razem było przeciąganych do 5 zasadniczych i uzupełniających kabli. Dla instalacji podstawowej wykorzystywany był skręcany przewód aluminiowy 1/0 HMWPE 175 mil, a dla instalacji uzupełniającej kabel miedziany #2 lub 2/0.

Typowy dzień pracy składał się z ustawienia GuideDril na trawniku koło chodnika i wiercenia równoległe do chodnika od transformatora zamocowanego na podstawie przez około 400 stóp (122 metry) do następnego transformatora. Wiercenie było przeprowadzane średnio na głębokości 36 cali (91.4 cm). Gdy głowica wierząca pojawiała się przy drugim transformatorze, brygada instalowała rozszerzacz, przyczepiała dwa kable zasadnicze i dwa dodatkowe kable po czym zaczynała przeciągać rozszerzacz z powrotem przez tunel. W czasie niektórych odwiertów kabel oświetlenia ulic był przeciągany razem z kablami zasadniczymi i dodatkowymi. Powrotny rozszerzacz powiększał tunel z początkowych 5 cm do 10 a nawet 13 cm umożliwiając przeciągnięcie pęczka kabli.

Koło pierwszego domu, z tunelu był wyciągany i zwijany na ziemi dodatkowy kabel. W późniejszym czasie był wiercony oddzielny tunel przyłącza domowego. Brygada kontynuowała przeciąganie dwóch kabli zasadniczych i jednego dodatkowego aż do następnego domu. Tam pozostały drugi kabel dodatkowy zostawał wyciągany z tunelu i zwijany na ziemi a wiertło dalej ciągnęło dwa kable zasadnicze. Przy trzecim domu do rozszerzacza zostawał przyczepiony nowy kabel dodatkowy, który ciągnięto aż do czwartego domu. Tam do kreta przyczepiano następny kabel dodatkowy. W końcu dwa kable zasadnicze i dwa dodatkowe były wyciągane w miejscu pierwszego transformatora.

W celu podłączenia do każdego domu kabli dodatkowych (lub przyłączy), ruchomy GuideDril był ustawiany, w miejscach gdzie pozostawiono kable dodatkowe. Później w kierunku licznika w każdym z domów wiercono tunel 5 cm o długości w przybliżeniu od 6 do 12 m. Gdy wiertło osiągnęło właściwe położenie przyczepiano linę, którą wciągano z powrotem przez tunel wraz z żerdziami wiertniczymi. Glinka bentonitowa utrzymywała światło tunelu, nawet w piaszczystej glebie, tak więc dodatkowe kable do licznika mogły być przeciągane ręcznie.

Biorąc pod uwagę olbrzymią ilość zainstalowanych kabli, logistyka i transport grały znacznie większą rolę niż w projekcie relokacji sieci telefonicznej. FlowMole wykonało całą pracę pod klucz z wyjątkiem instalacji niskoprofilowych transformatorów, które były instalowane przez pracowników sieciowych z PSE&G.

Projekt obejmował również przekraczanie wielu dróg, co polegało na wywierceniu tunelu 101 do 112 cm pod jezdnią a potem przeciągnięciu rury z PVC o średnicy 10 cm. Jako, że ulice były niedawno pokryte asfaltem, wydaje się być nieprawdopodobnym aby miasto wyraziło zgodę na prace z naruszeniem ich powierzchni.

Dla Bernie Berkowitz'a z PSE&G korzyści z wykorzystania technologii bezwykopowej są istotne. Berkowitz oblicza, że instalacja bezwykopowa kosztuje około 20% mniej niż instalacja z wykorzystaniem prac odkrywkowych gdy wzięte pod uwagę zostaną koszty przywrócenia stanu pierwotnego i przewiercenia się pod drogami. Co ważniejsze z 300 domów okablowanych w trakcie pierwszej fazy zdarzyły się tylko trzy przypadki narzekań. A i to nawet te w opinii Berkowitz'a "byli prawdopodobnie prosto samotni ludzie, którzy chcieli z kimś porozmawiać". Berkowitz stwierdził, że gdyby prace były przeprowadzane w konwencjonalny sposób odkrywkowy to jego telefon dzwonił by nieustannie z powodu skarg na pęknięte chodniki, nierówne odtworzenie powierzchni i zniszczone ogródki.

Trudniejsza jest ocena przywrócenia zaufania mieszkańców do zarówno przedsiębiorstwa

jak i urzędników miejskich po powszechnym proteście przeciwko początkowym pracom odkrywkowym w 1986 roku. Mieszkańcy w chwili obecnej doceniają starania obu przedsiębiorstw we wdrażaniu technologii, która rozwiązała problemy telefonów i wyłączeń prądu bez paraliżu ich życia codziennego. Sukces wymiany kabli w Willingboro jest być może najlepiej wyrażony przez podziw starszej pani, która patrzyła ze zdziwieniem na ukochane pomidory i zastanawiała się jak oni wsadzili pod nie te wszystkie kable "bez poruszenia listka".

WCISKANIE RUROCIĄGÓW DALEKOSIĘŻNYCH W MIĘKKICH SKALACH

mgr inż. Ulrich Sieler
LGA-Grundbauinstitut, Niemcy.

STRESZCZENIE

W rejonie Norymbergi, Południowo Wschodnie Niemcy, grunt głównie składa się z piaskowców i gliniek w trzeciorzędowej formacji Keuper. Skały różnią się znacznie pod względem uziarnienia i twardości w zależności od czynnika wiążącego. Glinki i słabe zlepki glinowe piaskowców są nadzwyczaj wrażliwe na erozję przy wystawieniu ich na działanie powietrza i wody. Mogą zostać one sklasyfikowane jako skały miękkie. Czasami jednakże napotykanne są pokłady twarde lub bardzo twarde. Dość często napotykanne są również głębokie czwartorzędowe kanały erozyjne wypełnione sybkim piaskiem, które muszą być pokonane przy pracach budowlanych.

Z powodu konieczności rekonstrukcji i powiększenia istniejącego systemu kanalizacyjnego, należało zbudować dużą ilość przewodów o średnicy wewnętrznej wynoszącej od 1600 do 2500 mm na głębokości pomiędzy 5 a 15 m pod powierzchnią przy pomocy techniki wciskania rur. Długość odcinków wahała się od kilkuset do tysiąca pięciuset metrów. Większość urządzeń drążących eksploatowana była z wykorzystaniem podłużnic naprowadzających. Należało jednak znaleźć specjalne rozwiązania dla pokonywania wodonośnego piasku.

WSTĘP

Wciskanie rur i szeroko rozumiane wszystkie technologie bezwykopowej instalacji rur mają miejsce w warstwie podglebowej, która stanowi najmniej możliwą do przewidzenia część systemu: potrzeba - kontrakt - rura - technika instalacyjna - ograniczenia środowiskowe - podziemie. Tak więc badanie i opis warunków podziemnych jest niezbędnie konieczny dla pomyślnego instalowania rur metodami bezwykopowymi. Dlatego też w Norymberdze dla każdej nowej budowy przeprowadza się szczegółowe odwierty próbne i inne badania gruntu.

WARUNKI GRUNTOWE

W rejonie Norymbergi warunki gruntowe są zdominowane przez piaskowce, gliny i zlepki glinowe trzeciorzędowej formacji Keuper. Region otoczony jest przez jurajskie formacje górskie i starsze formacje Lasu Bawarskiego (Rys. 1).

Skały te, zlokalizowane blisko powierzchni, są często silnie narażone na procesy erozyjne. Istnieją różne teorie naukowe dla klasyfikacji procesów wietrzenia skał miękkich. Dla celów praktycznych, biorąc pod uwagę wciskanie rur, wykorzystujemy głównie sondowanie dynamiczne. Górna granica nienaruszonej skały jest określona przez zasięg sondowania dynamicznego. Powyżej tej warstwy znajduje się pokład gliniastego piasku powstałego w wyniku resztkowego wietrzenia skał. Powierzchnia skały jest zwykle gładka ale w niektórych miejscach nieistniejące już rzeki wyżłobiły swoje koryta na dziesięć lub dwadzieścia metrów w głąb skały. Koryta tych rzek są obecnie wypełnione czwartorzędowymi pokładami piasku, który wykazuje jednolitą uziarnienie bez istotnych ilości pyłu. Pokłady te są w większości przypadków zlokalizowane pod poziomem lustra wód gruntowych. Jeżeli nie zostaną one wykryte z wyprzedzeniem to mogą powodować poważne problemy dla stabilności czoła wyrobiska przy drążeniu tuneli. Dla wykrycia tych pokładów używane są przedziały dynamicznego sondowania wynoszące 15 m i 25 m.

Nienaruszone skały formacji Keuper wykazują dużą zmienność w wytrzymałości, co przedstawia Rys. 2. Dla klasyfikacji wytrzymałości wykorzystywany jest, poza próbami ściskania jednoosiowego, test obciążenia punktowego. Frakcje piaskowe pod względem mineralogicznym składają się z kwarcu i skalenia, co skutkuje dużą szorstkością względem skały. Frakcja drobnoziarnista składa się głównie z ilów i niewielkiej ilości minerałów o mieszanym składzie. Pod wpływem powietrza i wody powierzchni odkryte wykazują miejscowe pęcznienie, które prowadzi do szybkiego wietrzenia w okolicy powierzchni. Może to stanowić poważny problem dla stabilności długich odwiertów w tych miękkich skałach. Zgodnie z niemiecką klasyfikacją DIN 18312 skały te należą do grup FD1 i FD2, co oznacza wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe mniejszą niż 5 MPa/m² (odpowiednio 50 kG/m²) z dużą odległością pomiędzy punktami podporowymi.

BEZWYKOPOWE TECHNOLOGIE WYKONAWCZE

Pierwszym zagadnieniem w znalezieniu odpowiedniej bezwykopowej techniki wykonawczej jest wybór pomiędzy technikami kontrolowanymi i nie kontrolowanymi. Przy lokalnej sytuacji obejmującej piasek i skały, technika niekontrolowalna zapewni pomyślnie ukończenie odwiertu na odległość do ok. 30 m, a w przypadkach gdy dopuszczalne są odchylenia rzędu 10 do 50 cm, odwiertu na odległość 70 m, przy użyciu prostych urządzeń bez możliwości sterowania.

W tych przypadkach piaskowiec jest wycinany przez stożkową głowicę o pełnej powierzchni tnącej i transportowany przez ślimak. Stalowe rury w odcinkach ok. 6 m są łączone na miejscu przez spawanie. W niektórych przypadkach dla rur o średnicy wewnętrznej większej niż 800 mm stosowane są proste metody sterowania. Ślimak i urządzenie tnące są usuwane i przeprowadza się pomiary ustalenia położenia wyrobiska. Niewielkie poprawki kierunku drążenia są możliwe przez ręczne usuwanie skał po odpowiedniej stronie osłony.

Ogromne znaczenie dla długoterminowej stabilności gruntu ma wypełnienie przez wtryskiwanie przestrzeni pomiędzy rurą a skałą przez zawory w ścianie rury. Te działania zapobiegawcze muszą być przeprowadzane jeżeli średnica wewnętrzna przewodu jest mniejsza niż 800 mm.

Drugim zagadnieniem jest pytanie czy średnica rury pozwoli na pracę w jej wnętrzu. W Niemczech mamy następujące ograniczenia:

długość rury < 50 m	Wewnętrzna średnica > 800 mm
długość rury > 50 m	Wewnętrzna średnica > 1000 mm
drążenie z powietrzem pod ciśnieniem	Wewnętrzna średnica > 1600 mm

Dla małych średnic (średnica wewnętrzna 100 do 1500 mm) i dużych odległości drążenia bardzo skuteczne w miękkich skałach okazało się wiercenie kierunkowe z następczym rozwiercaniem w stronę przeciwną. Pozycja głowicy tnącej jest ustalana przez pomiary naturalnego lub sztucznego pola magnetycznego. Technika ta jest zwykle odpowiednia dla rur ciśnieniowych. Dzięki pozytywnym doświadczeniom uzyskanym w trakcie takich odwiertów można było zastosować tę technikę dla większych odległości. Kanały grawitacyjne były pomyślnie odwiercone na odległość ok. 500 m z odchyleniami rzędu kilku centymetrów do wartości projektowych.

Większe średnice są zwykle wykonywane techniką wciskania rur. Skała jest wycinana przez podłużnice naprowadzające zamontowane do osłony. Czasami są wykorzystywane pełno-powierzchniowe głowice tnące. Skuteczne były one w homogenicznych piaskowcach ale glina

i zlepki glinowe często napotymane w formacji Keuper mają tendencję do gromadzenia się na powierzchni dysków tnących i razem z piaskiem blokują dyski. Zdarza się to zwłaszcza pod powierzchnią zwierciadła wód gruntowych i doprowadza do nadmiernego zużycia powierzchni tnących.

Również dla podłużnic naprowadzających zużycie urządzeń tnących jest wysokie ze względu na wysoką zawartość kwarcu w piaskowcu. Wycinana skała jest w większości przypadków przenoszona przez przenośnik taśmowy a następnie transportowana przez przenośniki urobku biegnące bezpośrednio na dnie rury.

Należy uważać aby maksymalnie unikać kontaktu pomiędzy materiałem a ewentualną wodą gruntową. W przeciwnym razie skała zdeintegruje się tworząc miękką ziemi gliniastą.

Dla sterowania wciskaniem rur w skałach wycinana jest przestrzeń ok. 3 cm dookoła osłony, zwana nadurobkiem. W przypadku odwiertów po łuku przestrzeń ta wycinana jest po wewnętrznej stronie łuku. W wielu przypadkach przestrzeń ta pozostaje pusta w trakcie wciskania aby zmniejszyć tarcie rury i aby odpowiedzialny za nie był tylko ciężar rury. Przez wtrysnięcie do tej przestrzeni zaprawy betonitowej można jeszcze zmniejszyć tarcie.

W słabszych piaskowcach pod powierzchnią zwierciadła wód gruntowych istnieje ryzyko erozji na wewnętrznej powierzchni tej przestrzeni. Dla niskich ciśnień wynoszących do ok. 10 m słupa wody można temu zapobiec przez całkowite wypełnienie nadurobku zaprawą bentonitową. Możliwe jest to 10 m od wyrobiska, gdyż w przeciwnym razie zaprawa wypłynęłaby z osłony.

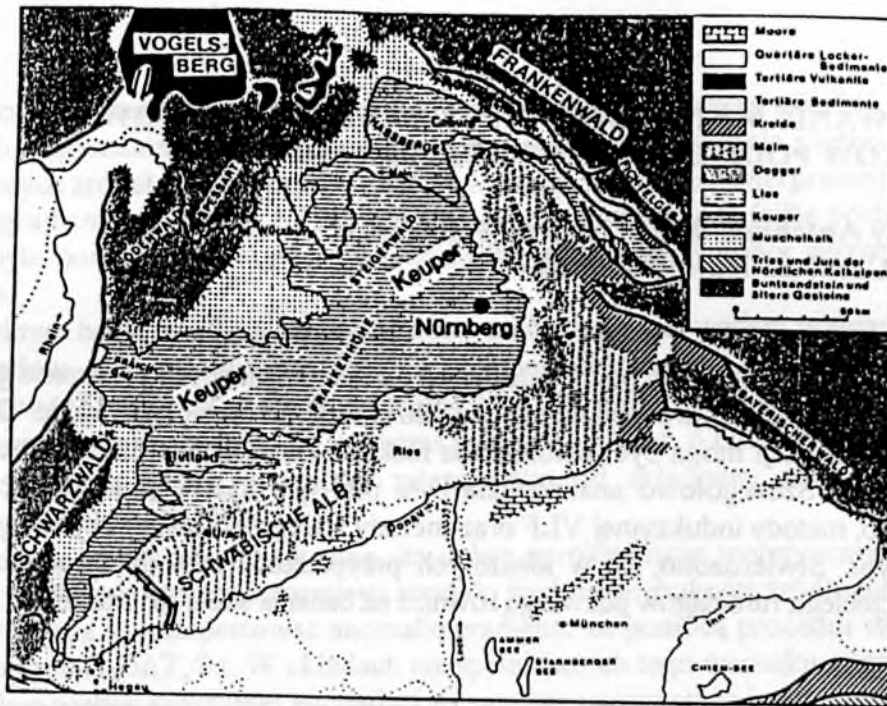
W końcu nadurobek jest wypełniany betonem w celu zapewnienia długotrwałej stabilności.

W przypadkach wysokiego ciśnienia wody w połączeniu z słabymi piaskowcami lub, co gorsza, z glinami mającymi zdolności pęcznienia, nadurobek nie może być utrzymywany przez prostą zaprawę betonitową, która może zostać wypłukana przez wodę. W laboratorium zostały zaprojektowane specjalne mieszanki, które zapewniają podparcie dla skał ale, które jednocześnie nie blokują zdolności rur do wciskania. Bardzo skuteczna okazała się mieszanka jednej części cementu, czterech części gliny technicznej i 5 części wody.

Bez tych czynności zapobiegawczych skała ponad rurą może zwierteć i rozpaść się. Materiał w ten sposób powstały może zgromadzić się pod rurą, prowadząc do jej uniesienia i zablokowania procesu wciskania.

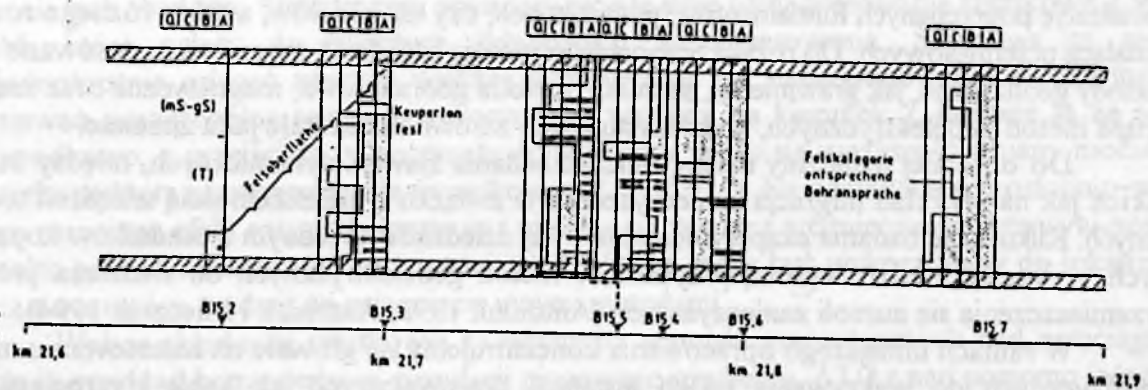
W celu pokonania opisanych pól piasków wodonośnych należy uwzględnić możliwość utrzymywania osłon za pomocą sprężonego powietrza. Używane jest to tylko w sąsiedztwie i w samym piasku. Poza tymi obszarami zawór powietrzny jest otwarty i nie ma wpływu na prace. Wydłużeniu, z 8 m do 25 m, musi ulec tylko osłona, musi być dodany zawór powietrzny i koniecznym będzie przedłużenie przewodów sprężonego powietrza przy każdym dodaniu nowego odcinka rury.

Zgodnie z opisanymi metodami wciskanie rur ukończono pomyślnie na odległości przekraczające 1500 m. W przybliżeniu co 500 m montowany był interlewar (pośrednia stacja siłowników). Dla odwiertów w rejonie wód gruntowych duże odległości nie wydają się być problemem. Długości tutaj omawiane limitowane były jedynie przez wielkość kontraktu.



Rys. 1 Sytuacja geologiczna

Fig. 1: Geological situation



- Q/C/B/A = Lokalne klasy wytrzymałości skał Keuper
- 120/25/6/1.5 = Odpowiadająca im maksymalna wytrzymałość jednoosiowa
- pełne linie = wyniki jednoosiowego testu wytrzymałości
- puste linie = wyniki jednopunktowego testu obciążenia

Rys.2 Charakterystyka wytrzymałościowa piaskowca Keuper wzdłuż osi tunelu.

ZASTOSOWANIE METOD GEOFIZYCZNYCH DO POSZUKIWAŃ ELEMENTÓW PODZIEMNEJ INFRASTRUKTURY

**dr inż. Jerzy Antoniuk, dr inż. Andrzej Koblański,
Akademia Górniczo-Hutnicza, Polska.**

STRESZCZENIE

Przedstawiono rezultaty prac modelowych i eksperymentalnych w zakresie geo-fizycznego kartowania takich elementów podziemnej infrastruktury, jak rurociągi i kable. Do poszukiwań tego rodzaju instalacji mogą być zastosowane niektóre modyfikacje badań geoelektrycznych i magnetycznych. Szczegółowo analizowana była pod tym kątem efektywność metody ciała naładowanego, metody indukcyjnej VLF oraz metody stałego pola magnetycznego w wariancie gradientowym. Stwierdzono, że w niektórych przypadkach metody te oprócz lokalizacji i określenia przebiegu rurociągów pozwalają również na badania stanu technicznego tych instalacji.

WSTĘP

Zastosowanie metod geofizycznych do lokalizacji elementów technicznego uzbrojenia terenu, podobnie jak w badaniach środowiska skalnego, oparte jest na założeniu, że elementy te charakteryzują się odmiennymi własnościami fizycznymi od otoczenia. Wywołuje to anomalie pól fizycznych, odzwierciedlające cechy badanych obiektów i stanowiące podstawę ich lokalizacji.

Istnieje bardzo wiele zagadnień z zakresu rozpoznania inżynierskiego, które mogą być rozwiązywane metodami geofizycznymi. Można tu między innymi wymienić poszukiwania i lokalizację pogrzebanych fundamentów, piwnic, tuneli, czy też kanałów, a także różnego rodzaju instalacji przemysłowych. Do rozwiązywania tego rodzaju zagadnień mogą być zastosowane takie metody geofizyczne, jak grawimetria, sejsmika, metoda georadarowa, magnetyczna oraz szeroka grupa metod geoelektrycznych, wykorzystujących zarówno pole stałe jak i zmienne.

Do odrębnej dziedziny należy zaliczyć badania zjawisk dynamicznych, między innymi takich jak na przykład migracja zanieczyszczeń w związku z nieszczelnością urządzeń technicznych. Kilkuletnie badania eksperymentalne w tej dziedzinie na jednym z osadników kopalnianych wykazały bardzo wysoką przydatność metod geoelektrycznych do śledzenia procesu przemieszczenia się aureoli zanieczyszczeń (Antoniuk 1993; Antoniuk i Miecznik 1994).

W ramach niniejszego opracowania koncentrujemy się głównie na zastosowaniu metod geofizycznych do wykrywania takich instalacji przemysłowych jak kable i rurociągi. Do poszukiwań tego rodzaju obiektów mogą być zastosowane niektóre modyfikacje badań geoelektrycznych i magnetycznych. Szerzej zostało to przedstawione na przykładzie badań metodą indukcyjną VLF, metodą ciała naładowanego oraz metodą magnetyczną w wariancie gradientowym.

LOKALIZACJA RUROCIĄGÓW METODAMI GEOFIZYCZNYMI

Badania magnetyczne, mające na celu lokalizację elementów technicznego uzbrojenia terenu prowadzone są zwykle na obszarach o wysokim poziomie zakłóceń pomiarowych. Wymusza to modyfikację standardowej metodyki prac, powodując że najczęściej kartowanie z redukcją do stałej bazy zastępowane jest pomiarami gradientowymi.

Technika gradientowa w badaniach inżynierskich może być stosowana w różnych wariantach. Jej istotą jest stały i mały rozstaw detektorów pola (sond), a także jednoczesna rejestracja na dwóch kanałach, minimalizująca wpływ pola zmiennego na rezultaty pomiarów. Do

zalet tej metody można też zaliczyć uproszczenie procedury wstępnej obróbki danych oraz filtrację trendu regionalnego, szczególnie korzystną podczas kartowania płytko zalegających antropogenicznych źródeł. Pewne ograniczenia, zwłaszcza w zakresie interpretacji, związane są z faktem, że gradient pomiarowy $\Delta T/\Delta p$ w kierunku p nie odpowiada ściśle pochodnej $\delta T/\delta p$. Aby można było porównywać te wielkości niezbędny jest właściwy dobór parametrów układu pomiarowego.

W praktyce badań gradientowych najczęściej realizowany jest wariant pomiaru pionowego gradientu modułu pełnego wektora indukcji geomagnetycznej T . Jeśli pole ma strukturę dwuskładnikową $T = T_o + T_a$ i część normalna (T_o) jest stała (co na branych tu pod uwagę obszarach jest spełnione) oraz $T_a \ll T_o$, wówczas pionowy gradient $\Delta T/\Delta z$ może być traktowany jak funkcja skalarna, której własności zależą tylko od składowej anomalnej (T_a) pola magnetycznego (Koblański 1993).

Symulacje na modelach pokazują, że dobre aproksymacje teoretycznej funkcji T/z otrzymuje się wtedy, gdy stosunek rozstawu sond do średniej głębokości źródła jest mały, tj. gdy $\Delta z/z \leq 0.1$. Pozwala to interpretować anomalie gradientu za pomocą procedur stosowanych w interpretacji anomalii $\delta \Delta T_a/\delta z$. W układach nie spełniających tego warunku wraz ze wzrostem rozstawu maleje wpływ składowej anomalnej na rezultat rejestracji na jednym z kanałów, skąd otrzymywane bezpośrednio na wyjściu układu pole różnicowe ΔT przyjmuje cechy zbliżone do anomalii ΔT_a , jakie uzyskuje się podczas pomiarów techniką standardową.

Niezależnie od sposobu realizacji badań (wariant gradientowy lub standardowy), wyróżniającą cechą zdjęć magnetycznych nad takimi obiektami, jak rurociągi zbudowane ze stalowych rur, jest silnie zróżnicowana morfologia anomalii, związana ze strukturą namagnesowania tych obiektów. Stalowe rury posiadają zwykle silne namagnesowanie resztkowe J_r typu TRM, które należy do twardych składowych namagnesowania. Składowa ta może niejednokrotnie osiągać znacznie większą intensywność niż namagnesowanie indukcyjne J_i . Ponieważ poszczególne segmenty rurociągu ze względu na kierunek J_r łączone są ze sobą przypadkowo, z przejściem od segmentu do segmentu wiąże się możliwość zmiany modułu i kierunku wektora namagnesowania wypadkowego ($J = J_i + J_r$). Na odcinkach o prostoliniowym biegu rurociągu efekt rotacji J_r dominuje i ujawnia się poprzez zróżnicowanie intensywności i kształtu pola anomalnego wzdłuż rurociągu. Efekt ten może być wykorzystany do lokalizacji złącz rurociągów, trudnej do osiągnięcia innymi metodami.

Wpływ składowej resztkowej na własności anomalii magnetycznych nad rurociągami ilustruje przykład komputerowej symulacji pionowego gradientu $\Delta T/\Delta z$ nad poziomo leżącym walcem (Fig. 1). Modelowanie wykonano przy założeniu, że współczynnik Koenigsbergera $Q=1$, a nachylenie J_r zmienia się skokowo co 60° . Z przedstawionych wykresów wynika, że gdy wektory J_i oraz J_r są równoległe następuje maksymalne wzmocnienie intensywności anomalii, natomiast w przypadku antyrównoległego ustawienia - anomalia zanika ($Q=1$).

W związku z niestabilnością kierunku namagnesowania nie można podać jednolitego praktycznego kryterium lokalizacji rurociągu. W przypadku krzywych niesymetrycznych rurociąg lokalizowany jest pomiędzy maksimum i głębszym minimum anomalii, natomiast gdy krzywe są symetryczne jego położenie wyznacza centrum anomalii. Analogiczne własności obserwujemy na krzywych eksperymentalnych, zarejestrowanych układem gradientowym, nad gazociągiem o przekroju $\Phi=200$ mm (Fig. 2).

Zastosowanie metody magnetycznej do poszukiwań różnorodnych elementów podziemnej infrastruktury, opiera się oczywiście na założeniu, że są one zbudowane z materiałów posiadających dobre własności magnetyczne. Możliwość lokalizacji poszukiwanych obiektów

generalnie zależy więc od ich całkowitego momentu magnetycznego i głębokości zalegania. Doświadczalnie stwierdzono, że w przypadku rurociągów o małych przekrojach rur mogą one być wykrywane przy głębokościach do około 2-2.5 m. Przy większych przekrojach (np. 200 mm), gdy moment magnetyczny rośnie, zasięg penetracji znacznie wzrasta.

Drugą metodą geofizyczną stosowaną do lokalizowania i śledzenia przebiegu rur jest metoda ciała naładowanego. Metoda ta pozwala również na badanie stanu technicznego rurociągu, umożliwiając określanie nieszczelności, ubytków izolacji itp. W badaniach geofizycznych metoda ciała naładowanego stosowana jest do określania kształtu i rozmiarów ciał rudnych, nawierconych przynajmniej jednym otworem wiertniczym lub udostępnionych wyrobiskiem górniczym. Formy przestrzenne takich złóż bywają bardzo nieregularne, co stwarza problemy przy ich dokumentowaniu. Przy pomiarach metodą ciała naładowanego wzbudzone jest galwanicznie pole elektryczne. Jedną z elektrod prądowych, połączonych z generatorem, umieszcza się w badanym obiekcie wykorzystując otwór wiertniczy, a drugą daleko od obszaru badań w odległości 10 do 15 razy większej od głębokości pograżenia pierwszej elektrody. Występujący zazwyczaj duży kontrast oporności elektrycznej pomiędzy bardzo dobrym przewodnikiem, jakim jest ciało rudne (przewodnictwo elektronowe), a otaczającym je ośrodkiem skalnym (przewodnictwo jonowe), sprawia że ciało rudne można uznać za ekwipotencjalne. Powierzchnie ekwipotencjalne położone na zewnątrz ciała rudnego "naśladują" jego kształt, przy czym w miarę oddalania się następuje ich wygładzanie, a w dużej odległości od ciała dążą kształtem do sfer. Tak więc, badanie w pewnej odległości od ciała rudnego, na powierzchni ziemi lub w otworze wiertniczym, rozkładu wzbudzonego pola elektrycznego pozwala na określenie elementów jego przestrzennego zalegania.

Metoda ciała naładowanego może być z powodzeniem adaptowana do śledzenia przebiegu rur udostępnionych w jednym miejscu, pozwalającym na podłączenie do nich generatora prądu. Niewątpliwą zaletą tej metody jest możliwość lokalizowania jednego wybranego rurociągu z pośród wielu blisko położonych i równoległych do badanego. W takich przypadkach stosowany jest prąd zmienny o małej częstotliwości, przy którym efekty indukcyjne w sąsiednich rurociągach będą zaniedbywalne. Na Fig.3 przedstawione są wykresy modułu natężenia pola elektrycznego nad liniowym przewodnikiem z prądem stałym. Obliczenia natężenia wykonano dla profili prostopadłych do rozciągłości długiego, ekwipotencjalnego przewodnika liniowego pograżonego na głębokości h pod powierzchnią ziemi. Nad przewodnikiem liniowym natężenie pola elektrycznego jest równe zero. Po obu stronach punktu zerowego leżą ekstrema o odciętych $x = \pm h$. Zależność amplitudy anomalii natężenia pola od głębokości pograżenia źródła liniowego pokazuje wykres zamieszczony na Fig.3, część a.

W pomiarach terenowych stosowany jest dipol pomiarowy MN o pewnej skończonej długości (przy wykrywaniu rur najczęściej 1-2m) i mierzona jest różnica potencjałów pomiędzy elektrodami M i N. Dlatego na Fig.4 zestawiono wykresy różnicy potencjałów obliczone dla różnych wielkości dipoli MN przy założeniu profilu prostopadłego do rozciągłości przewodnika liniowego.

W świetle przedstawionych materiałów charakteryzujących cechy anomalii E lub ΔV nad źródłem liniowym prądu elektrycznego, jest oczywistym, że metodyka śledzenia przebiegu rurociągu jest stosunkowo prosta i polega na wyszukiwaniu punktów zerowych, leżących pomiędzy dwoma ekstremami. Jako przykład zastosowania badań geofizycznych do rozpoznania i prześledzenia przebiegu starych rurociągów przedstawione zostały wyniki pomiarów przeprowadzonych na zachodnim stoku Góry Parkowej w Krynicy. Wewnątrz betonowego starego zbiornika na wodę, położonego powyżej Zdroju Głównego, znajdują się wloty kilku rur,

których dalszy przebieg na zewnątrz zbiornika nie był znany. W otoczeniu zbiornika przeprowadzono badania geofizyczne metodami: magnetometryczną i ciała naładowanego. Ustalono przebieg niezinventaryzowanego dotychczas rurociągu ciągnącego się od wspomnianego zbiornika w kierunku południowym (125m) i północnym (250m). W trakcie badań okazało się, że na trasie starego rurociągu w kierunku N (na odcinku 130 m od zbiornika) został ułożony w późniejszym czasie gazociąg. Ze względu na bardzo bliskie sąsiedztwo rur gazowych (najprawdopodobniej ułożonych płyciej) przebieg starego rurociągu wodnego można było śledzić wyłącznie metodą ciała naładowanego, wykorzystując do podłączenia generatora prądu wlot rury w zbiorniku.

Na Fig.5 przedstawione są wykresy modułu różnicy potencjałów pomierzonej pomiędzy elektrodami M i N przy przemieszczaniu ich wzdłuż profilów 27, 27b i 28. Na profilach 27 i 27b wykresy ΔV_{MN} mają typowy kształt dla rozkładu natężenia pola elektrycznego nad źródłem liniowym. Natomiast na profilu nr 28, położonym o 6m na N od profilu 27b, nie zarejestrowano charakterystycznej anomalii, co świadczy o tym, że pomiędzy tymi profilami rurociąg kończy się lub jest przzerwany. W celu dokładniejszego zlokalizowania końca rur połączonych ze zbiornikiem wykonano pomiary wzdłuż profilu 45, poprowadzonego po osi rurociągu, tj. przez punkty "zerowe" na profilach 27 i 27b. Dopóki dipol pomiarowy MN jest nad rurami, różnica potencjałów V_{MN} przyjmuje wartości bliskie zero. Przejściu MN-ów nad końcem rury towarzyszy bardzo ostre maksimum, którego środek lokalizuje położenie końca rury. Dalsze śledzenie przebiegu rurociągu w kierunku N metodą ciała naładowanego przy generatorze podłączonym do wlotu rury w starym zbiorniku nie jest możliwe. Najprawdopodobniej przerwa spowodowana została osuwaniem się zbocza lub usunięto fragment starych rur przy układaniu gazociągu. W odległości około 30m na N od miejsca rozerwania, tj. na profilach o numerach od 30 do 35, zarejestrowano anomalie magnetyczne układające się w ciąg najprawdopodobniej odpowiadający przebiegowi dalszej części poszukiwanego rurociągu.

LOKALIZOWANIE KABLI PODZIEMNYCH METODĄ VLF

Metoda VLF (Very Low Frequency) jest pasywną metodą geoelektryczną wykorzystującą do poszukiwania dobrych przewodników (złóż rud, jak również rur, kabli itp.) fale elektromagnetyczne emitowane przez radiostacje wojskowe w paśmie częstotliwości od 15kHz do 30kHz. Infra długie fale radiowe rozprzestrzeniają się w postaci fal przyziemnych oraz jonosferycznych i obejmują swym zasięgiem praktycznie całą kulę ziemską. W badaniach geoelektrycznych metodą VLF źródła pola elektromagnetycznego - pionowe maszty radiostacji, odległe są od miejsca pomiarów od kilkuset km do kilkunastu tysięcy kilometrów. Tak więc, jeśli na badanych obszarach nie występują dobrze przewodzące prąd elektryczny ciała, można przyjąć, że wektor natężenia pola magnetycznego VLF jest horyzontalny i prostopadły do kierunku na stację a pole prawie jednorodne. W przypadku obecności ciał przewodzących indukowane są w nich prądy wirowe, których pole magnetyczne H_s (zwane wtórnym) nakłada się na pole pierwotne H_p , pochodzące od stacji, dając w rezultacie pole wypadkowe $H=H_s + H_p$. W ogólnym przypadku wektor natężenia wypadkowego pola magnetycznego VLF nie jest horyzontalny a pole spolaryzowane jest eliptyczne. W metodzie VLF (w wersji magnetycznej) mierzone są: (1) - amplituda poziomej składowej H_y pola magnetycznego, (2) - stosunek pionowej składowej w fazie do poziomej składowej (H_z^p/H_y w procentach), (3) - stosunek pionowej składowej w kwadraturze do poziomej składowej (H_z^q/H_y w procentach). Należy podkreślić, że pionowa składowa pojawia się (przyjmuje wartości różniące się od zera) w przypadku występowania na badanym obszarze dobrych przewodników. Pomiary VLF są realizowane wyłącznie w wersji

profilowań. Układ pomiarowy przemieszczany jest wzdłuż wytyczonej linii - profilu, z pewnym krokiem, a w kolejnych punktach dokonuje się rejestracji składowych pola magnetycznego VLF. Anomalie w rozkładzie tego pola na powierzchni ziemi odzwierciedlają obecność pod powierzchnią ziemi dobrych przewodników. W oparciu o charakterystyczne cechy anomalii określana jest lokalizacja dobrych przewodników i ich parametry geometryczne.

Na Fig.6 prezentowana jest anomalia pola elektromagnetycznego VLF zarejestrowana nad podziemnym kablem zasilającym przekaźnik TV koło Wojcieszowa w Sudetach. Kabel wykryty został w pewnym sensie przypadkowo, gdyż celem badań geoelektrycznych, prowadzonych na tym terenie, było poszukiwanie żył kruszonośnych. Wzdłuż rekonesanso-wego profilu nr 11 wykonane zostały pomiary składowych pola magnetycznego VLF w oparciu o radiostację FOU (Bordeaux), pracującą na częstotliwości 16.8 kHz. Podstawowy, pięciometrowy krok profilowania zmniejszany był do 0.5m na odcinkach profilu, gdzie gradient zmian pola magnetycznego był duży. Przedstawione na Fig.6 wykresy mają kształt typowy dla profilowań VLF nad bardzo dobrym przewodnikiem liniowym (np. kablem, rurą lub pionowo zapadającą żyłą rudną o małej miąższości) pograżonym w stosunkowo słabo przewodzącym ośrodku. Na wykresach pionowych składowych w fazie i kwadraturze wyraźnie zaznaczają się dwa ekstrema symetrycznie ułożone względem punktu, w którym obie składowe równe są zero. Punkt zerowy leży nad przewodnikiem liniowym. W przedstawionych na Fig.6 wykresach punkt zerowy lokalizuje kabel na 85.5m profilu.

W przypadku przecinania profilem przewodnika pod kątem $\alpha=90^\circ$ w stosunku do jego rozciągłości, ekstremalne wartości rejestrowanego pola znajdują się w odległościach $x=\pm h$ od punktu zerowego (h - głębokość pograżenia przewodnika liniowego). Należy zwrócić uwagę, że obie składowe osiągają ekstrema dla tych samych odciętych, lecz są odwrotne co do znaku. Wykres składowej poziomej H_x pola magnetycznego VLF ma inny przebieg niż składowych pionowych. Jest to krzywa z jednym ekstremum (maksimum) występującym nad przewodnikiem (Fig.6). W przypadku, gdy profil nie jest prostopadły do przewodnika liniowego ($\alpha \neq 90^\circ$), zmniejszenie kąta powoduje rozciąganie anomalii po obu stronach punktu zerowego (odcięte ekstremów $x > h$), a amplitudy anomalii wszystkich składowych maleją z grubsza proporcjonalnie do $\sin(\alpha)$.

PODSUMOWANIE

W przedstawionym wyżej krótkim przeglądzie możliwości metod geofizycznych w zakresie rozpoznania i lokalizacji podziemnych urządzeń technicznych, zwrócono głównie uwagę na te metody, które przy wysokiej efektywności są jednocześnie proste w użyciu bądź zapewniają możliwość selektywnych badań. Ze względu na ograniczone ramy tego opracowania zostały omówione tylko niektóre aspekty zastosowania tych metod.

I tak na przykład metodą VLF mogą być realizowane badania także w wariancie aktywnym, tj. z własnym źródłem pola pierwotnego, zaś w przypadku metody ciała naładowanego w wariancie magnetycznym. W tym ostatnim przypadku metodę stosuje się zwłaszcza wtedy, gdy istnieją trudności z uziemieniem (asfalt, beton). Zamiast pomiaru różnicy potencjałów lub natężenia pola elektrycznego mierzone jest wówczas pole magnetyczne prądu doprowadzonego do badanego obiektu.

Omówione metody mogą stanowić dobre narzędzie w badaniach inżynierskich. Oprócz lokalizacji poszukiwanych obiektów, w wielu przypadkach pozwalają na badania ich stanu technicznego. Taką możliwość w zakresie oceny szczelności urządzeń hydrotechnicznych stwarza zastosowanie metody ciała naładowanego. Metodą tą mogą być lokalizowane również defekty

w izolacji przewodów.

Dobre rezultaty w zakresie lokalizacji rurociągów i obiektów im towarzyszących można uzyskać także metodą magnetyczną. W przypadkach szczególnych, kiedy istnieje silne namagnesowanie reszkowe a rozpoznanie prowadzone jest przy dostatecznie gęstej sieci profili, istnieje możliwość lokalizowania złączy rurociągów.

LITERATURA

1. Antoniuk J., 1993 - Zastosowanie badań geoelektrycznych do monitorowania aureoli zanieczyszczonych wód podziemnych wokół zbiornika osadnikowego. Zesz. Nauk. AGH, Geof. Stos., Z.13, 67-81.
2. Antoniuk J., Miecznik J., 1994. - Badania geoelektryczne stref migracji skażeń w wodach podziemnych na przedpolu zbiornika osadnikowego "Żelazny Most". Mat. Konf. "Ekologia w górnictwie a geofizyka". Ustroń-94, 7-13.
3. Kobański A., 1993 - Zastosowanie gradientowej metody pomiarów magnetycznych w badaniach inżynierskich i ochronie środowiska. Zesz.Nauk. AGH, Geof. Stos., Z.13, 81-88.

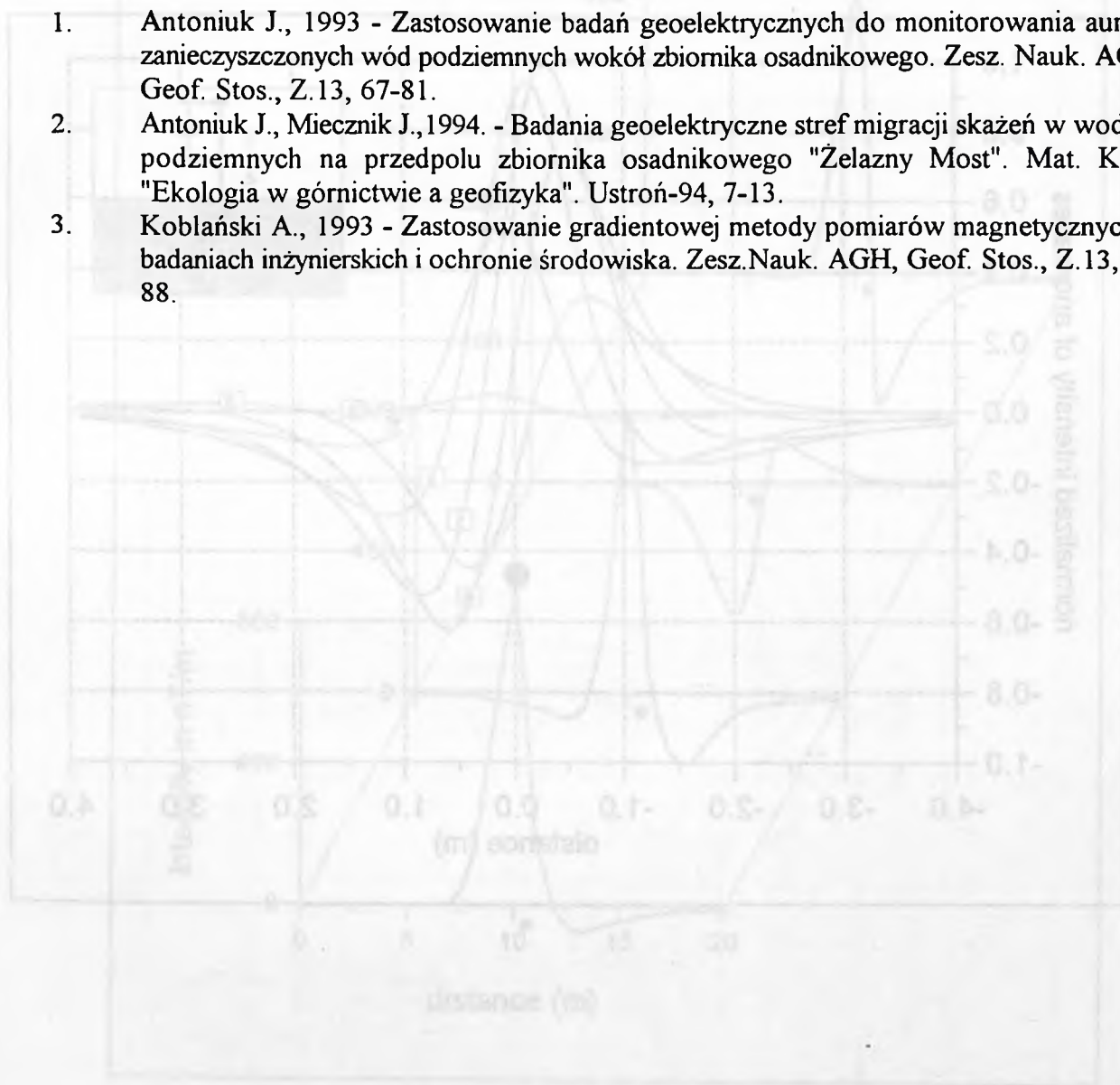


Fig.1. Anomalie pionowego gradientu $\Delta T/\Delta z$ pola magnetycznego nad poziomym walcem (symulacja komputerowa efektu nad rurociągiem); rozstaw sond $\Delta z=1\text{m}$, głębokość walca $z=1.5\text{m}$; inklinacja pozorna $\varphi_i=65^\circ$; wykresy 1-3 i 5-6 policzone są przy założeniu, że nachylenie φ_r wektora J_r określa związek: $\varphi_m = n60^\circ + 5^\circ$ (n - numer wykresu), $\varphi_{r4}=240^\circ$. Intensywność anomalii normowana jest względem maksimum krzywej 1, dla której namagnesowanie indukcyjne i resztkowe jest zgodne.

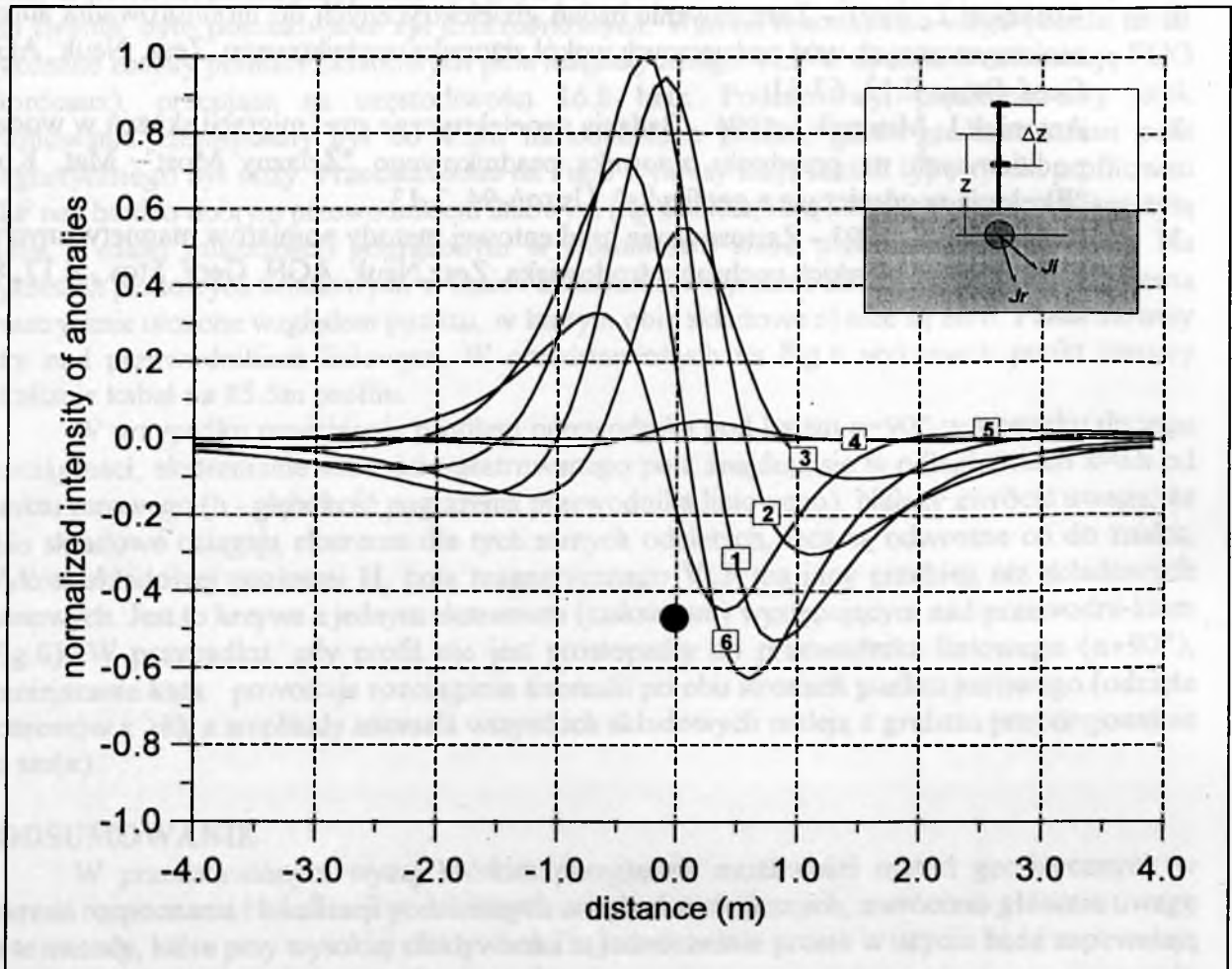


Fig.2. Anomalie pionowego gradientu $\Delta T/\Delta z$ nad rurociągiem. Rurociąg ($\Phi=200$ mm) znajduje się pomiędzy pikietami 10 i 11 m (przykład z badań w Krynicy).

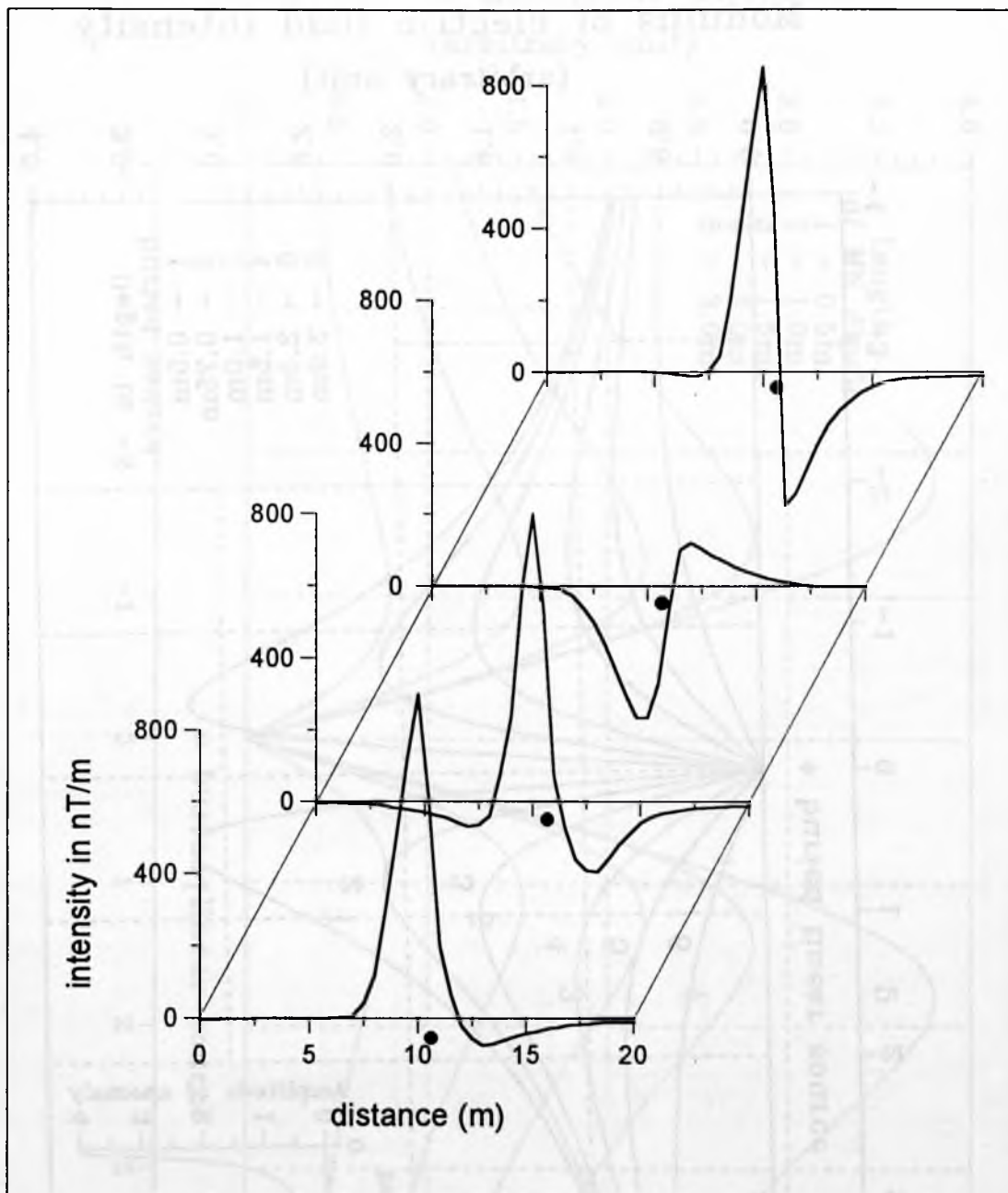


Fig.3. Wykresy modułu natężenia pola elektrycznego nad liniowym przewodnikiem z prądem stałym; część a: zależność amplitudy anomalii natężenia pola elektrycznego od głębokości pograżenia źródła.

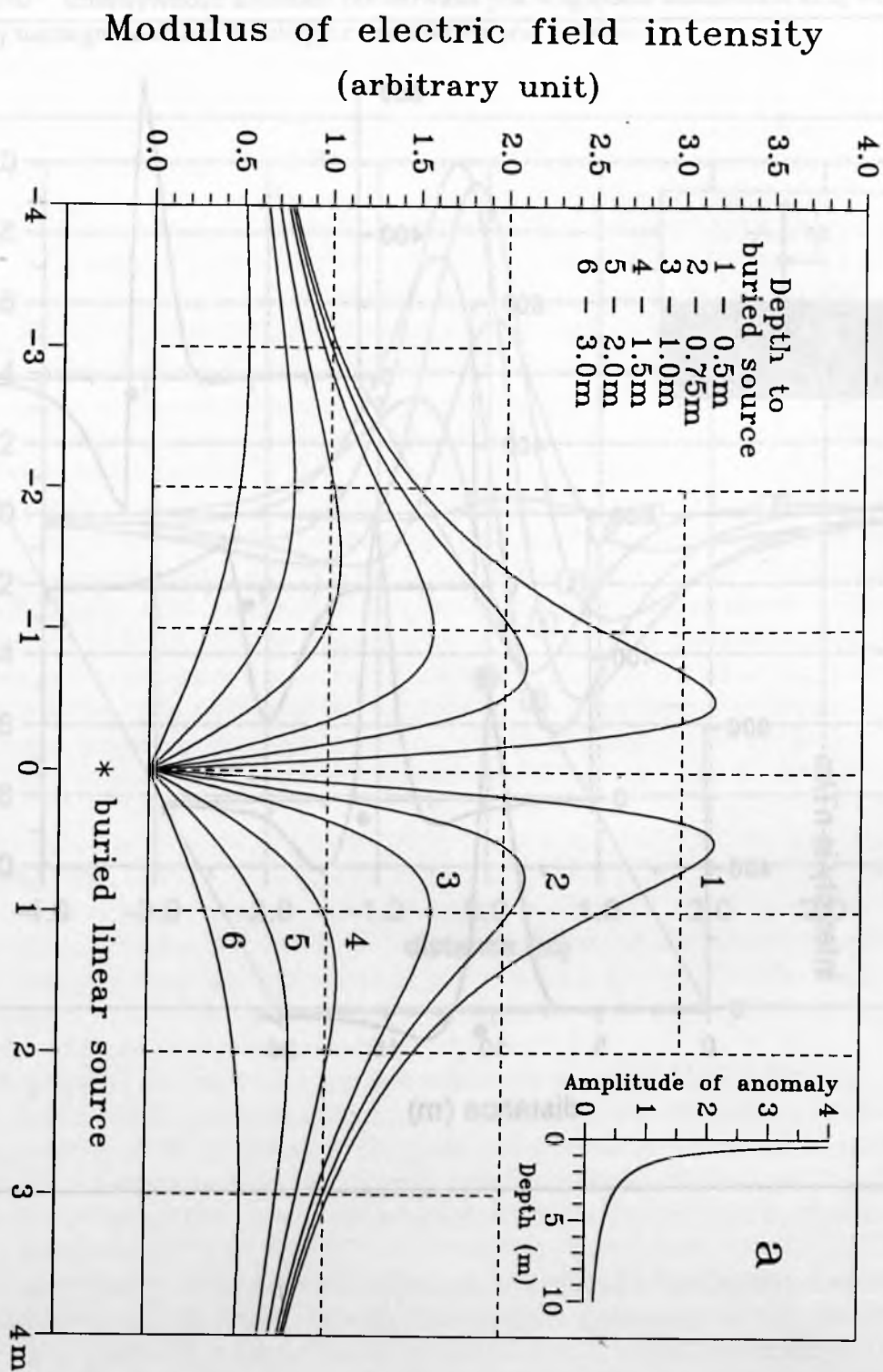


Fig. 4. Wykresy modułu różnicy potencjału pola elektrycznego nad liniowym przewodnikiem z prądem stałym.

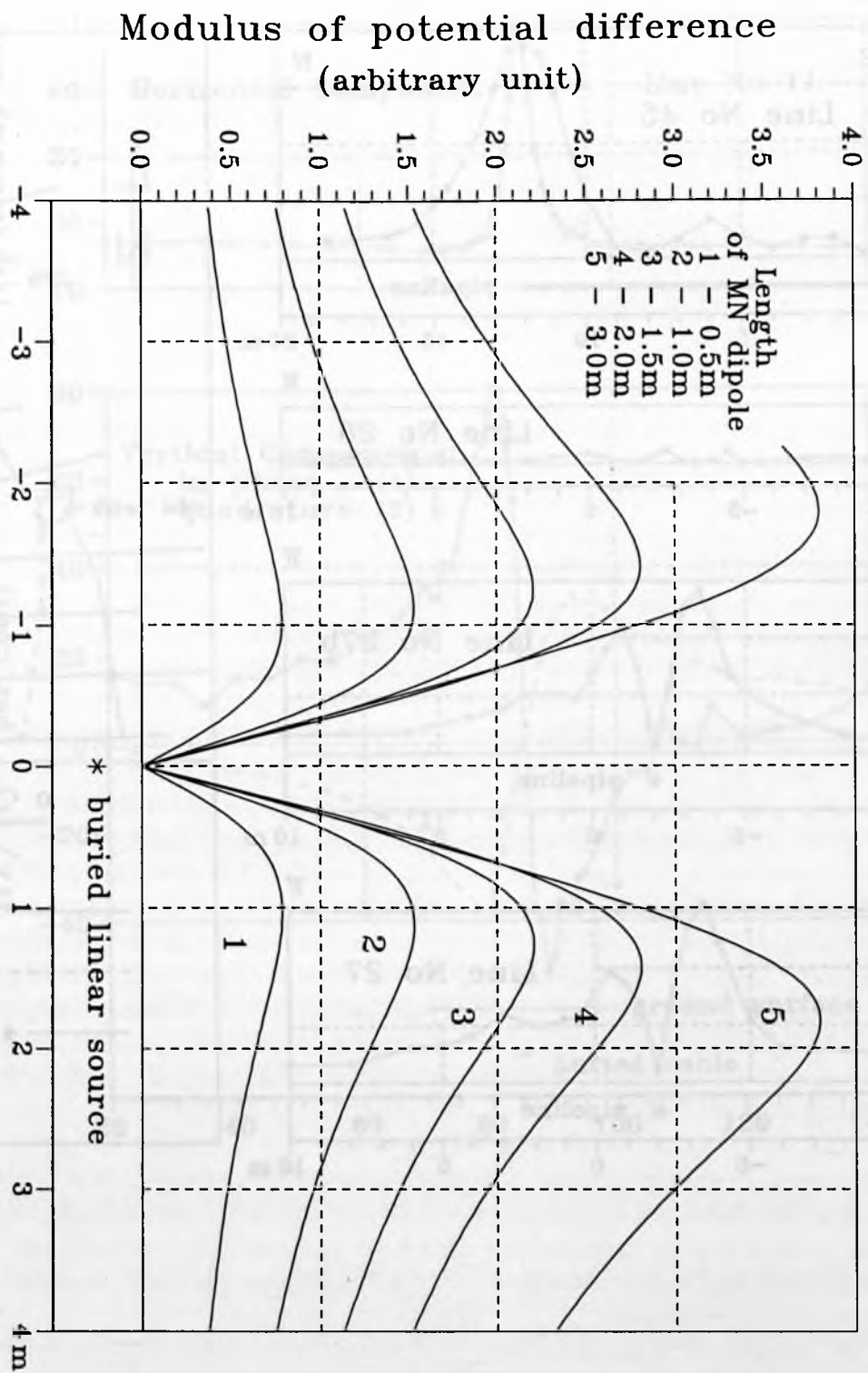


Fig. 5. Lokalizacja starych rurociągów na zboczu Góry Parkowej w Krynicy określona w oparciu o badania geofizyczne.

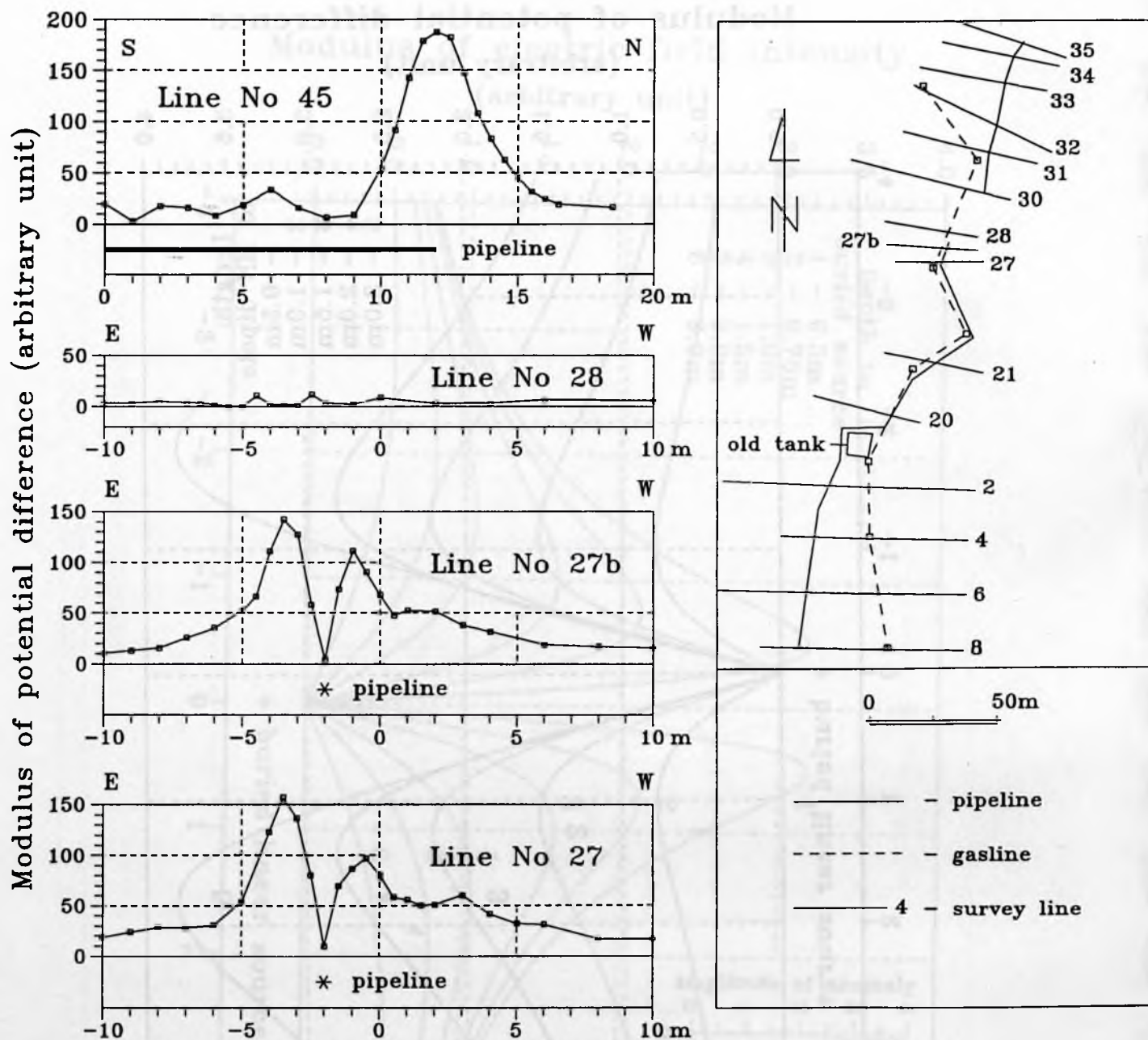
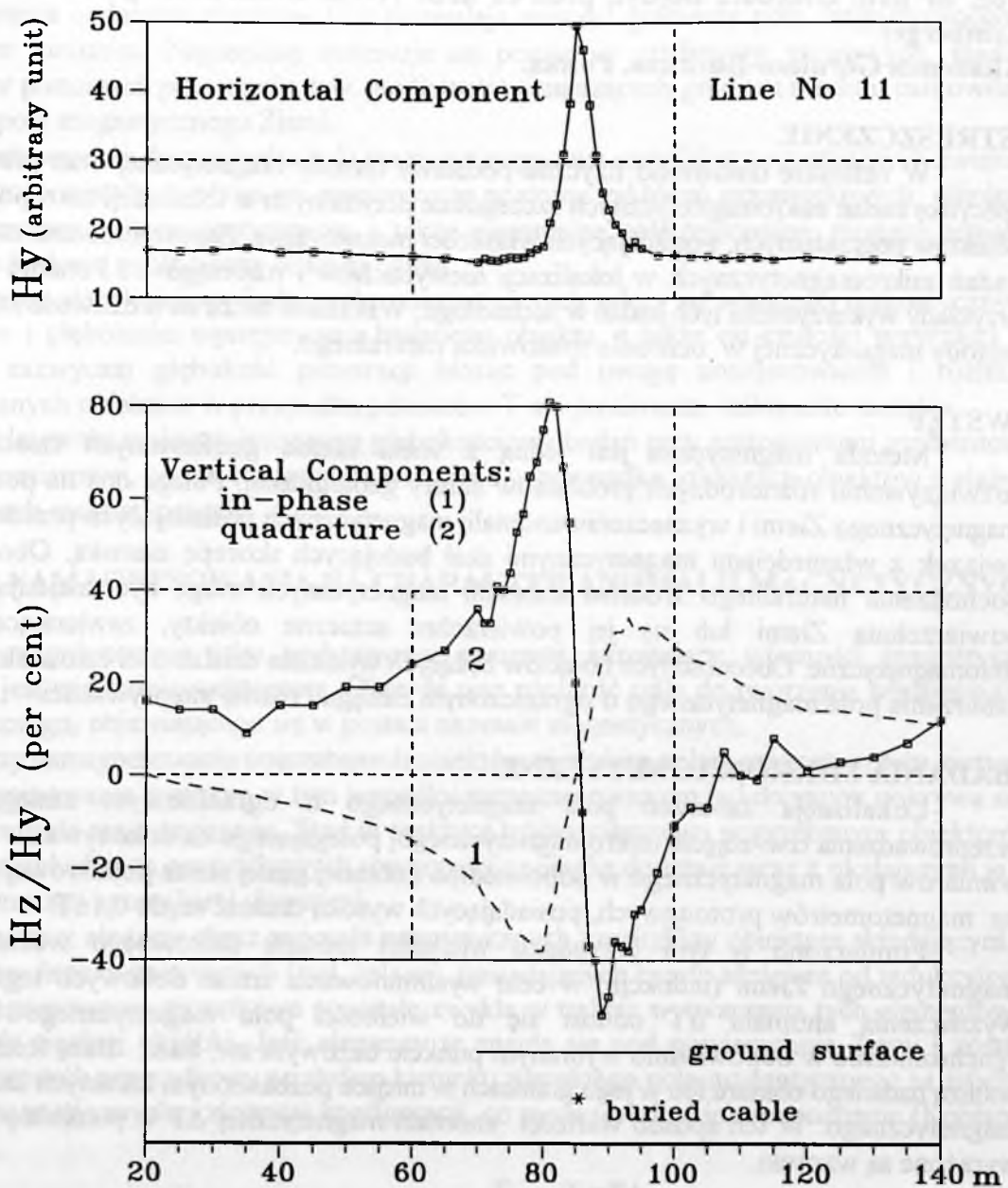


Fig.6. Anomalie pola magnetycznego VLF nad podziemnym kablem zasilającym przekaźnik TV.



MAGNETYCZNE METODY ROZPOZNAWANIA I LOKALIZACJI UZBROJENIA PODZIEMNEGO

doc. dr hab. Grzegorz Bojdyś, prof. dr hab. Teresa Grabowska, prof. dr hab. Marek Lemberger
Akademia Górniczo-Hutnicza, Polska.

STRESZCZENIE

W referacie omówiono fizyczne podstawy metody magnetycznej oraz przedstawiono specyfikę badań mikromagnetycznych szczególnie przydatnych w lokalizacji antropogenicznych obiektów pogrzebanych, posiadających własności magnetyczne. Zaprezentowano zastosowanie badań mikromagnetycznych w lokalizacji niewybuchów i rurociągów. Ponadto omówiono przykłady wykorzystania tych badań w archeologii. Wskazano także na możliwość zastosowania metody magnetycznej w ochronie środowiska naturalnego.

WSTĘP

Metoda magnetyczna jest jedną z wielu metod geofizycznych stosowanych w rozwiązywaniu różnorodnych problemów natury geologicznej. Polega ona na pomiarze pola magnetycznego Ziemi i wyznaczeniu anomalii magnetycznych posiadających przede wszystkim związek z własnościami magnetycznymi skał budujących skorupę ziemską. Obok przyczyn pochodzenia naturalnego źródłem anomalii magnetycznych mogą być znajdujące się pod powierzchnią Ziemi lub na jej powierzchni sztuczne obiekty, zawierające elementy ferromagnetyczne. Obecność tych obiektów będących wynikiem działalności człowieka powoduje zaburzenia pola magnetycznego o ograniczonym zasięgu i różnej intensywności.

BADANIA MIKROMAGNETYCZNE

Lokalizacja zaburzeń pola magnetycznego o ograniczonym zasięgu wymaga przeprowadzenia tzw. zdjęcia mikromagnetycznego, polegającego na dokonywaniu terenowych pomiarów pola magnetycznego w odpowiednio dobranej gęstej siatce pomiarowej przy użyciu np. magnetometrów protonowych, posiadających wysoką czułość rzędu $0,1 \text{ nT}$.

Pomierzone w tym przypadku wielkości modułu całkowitego wektora T pola magnetycznego Ziemi (indukcja) w celu wyeliminowania zmian dobowych tego pola oraz wyznaczenia anomalii ΔT odnosi się do wielkości pola magnetycznego mierzonego synchronicznie w odpowiednio wybranym punkcie bazowym zw. bazą. Bazę lokalizuje się w pobliżu badanego obszaru lub w jego granicach w miejscu pozbawionym lokalnych zaburzeń pola magnetycznego. W ten sposób wartości anomalii magnetycznej ΔT w punkcie pomiarowym wyrażone są wzorem:

$$\Delta T = T_{\text{obs}} - T_{\text{baz}}$$

przy założeniu, iż wielkości zmian dobowych pola magnetycznego Ziemi w obu punktach są jednakowe. Wynikiem zdjęcia mikromagnetycznego jest mapa anomalii ΔT lub wykresy tych anomalii wzdłuż profilu pomiarowego. Stanowią one podstawę interpretacji polegającej na lokalizacji poszczególnych obiektów a w niektórych przypadkach również na określeniu głębokości ich występowania.

W warunkach pojawienia się w obszarze badań zmieniających się w czasie pól elektromagnetycznych pochodzenia przemysłowego powodujących zakłócenia mierzonego pola magnetycznego bardzo przydatne okazuje się zastosowanie tzw. "różnicowych" pomiarów

wykonywanych przy użyciu dwóch sond tj. czujników magnetycznych, umieszczonych względem siebie w odpowiedniej odległości.

Pomiary te przy zachowaniu wymagań odnośnie geometrii układu (czujniki umieszczone względem siebie w niewielkiej odległości odpowiadającej $1/10 - 1/5$, przewidywanej głębokości występowania badanych obiektów [1]) pozwalają mierzyć gradienty pola magnetycznego w dowolnym kierunku. Najczęściej dokonuje się pomiarów gradientów pionowych, rzadziej gradientów poziomych przy użyciu tzw. gradiometrów mierzących gradient modułu całkowitego wektora pola magnetycznego Ziemi.

Zastosowanie do pomiarów pola magnetycznego dwu czujników magnetycznych zwiększa rozdzielczość metody, wpływa na zmniejszenie poziomu zakłóceń przemysłowych, eliminuje dobowe zmiany pola magnetycznego, a także ewentualne pole regionalne, mogące posiadać związek z budową geologiczną obszaru badań.

Zasięg głębokościowy badań mikromagnetycznych zależy od własności magnetycznych, rozmiarów i głębokości występowania badanego obiektu, a także od czułości przyrządu. W praktyce zazwyczaj głębokość penetracji biorąc pod uwagę umiejscowienie i rozmiary poszukiwanych obiektów w przypadku pomiarów T nie przekracza kilkunastu metrów.

Relatywnie mniejszy jest zasięg głębokościowy badań przy zastosowaniu gradientowej techniki pomiarowej, co jest szczególnie widoczne w przypadku lokalizacji obiektów o słabych własnościach magnetycznych.

WPLYW NAMAGNESOWANIA NA CHARAKTER ANOMALII MAGNETYCZNYCH

Namagnesowanie jako podstawowy parametr określający własności magnetyczne obiektów jest wielkością wektorową. Określa ono zdolność ciała do tworzenia własnego pola magnetycznego, objawiającego się w postaci anomalii magnetycznych.

Przy namagnesowaniu pogrzebanych obiektów ziemskim polem magnetycznym kierunek ich namagnesowania zwanego w tym wypadku namagnesowaniem indukcyjnym pokrywa się z kierunkiem pola magnesującego. Stąd w praktyce trójwymiarowym pogrzebanym obiektom w naszych szerokościach geograficznych towarzyszą anomalie dodatnie wraz z okalającymi je od strony północnej anomaliami ujemnymi.

Bardziej złożony obraz anomalii magnetycznych towarzyszy obiektom składającym się z elementów ferromagnetycznych (stal, żelazo), posiadających często silniejsze od indukcyjnego tzw. namagnesowanie szczątkowe powstałe zwykle w trakcie wytwarzania tych elementów w wyniku ich cieplnej obróbki. Jeśli elementy te znajdują się pod powierzchnią Ziemi i zostaną ułożone w sposób przypadkowy względem kierunku ziemskiego pola magnetycznego są źródłem anomalii magnetycznych o złożonej konfiguracji, co może utrudnić ich rozpoznanie (Koblański 1993) [2].

PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA BADAŃ MIKROMAGNETYCZNYCH

Badania mikromagnetyczne, których celem było poszukiwanie pogrzebanych obiektów są prowadzone przez pracowników Zakładu Geofizyki AGH od przeszło 35 lat.

Większość prac wykonywana była na zlecenie różnych jednostek administracyjnych nie zezwalających na publikowanie wyników badań. Na przełomie lat 50-tych i 60-tych pomiarów dokonywano przy użyciu wag magnetycznych pozwalających mierzyć względne wartości

składowych całkowitego wektora pola magnetycznego Ziemi z dokładnością kilkunastu nT. Na podkreślenie zasługują tu wyniki badań prowadzonych dla potrzeb archeologii w celu lokalizacji dawnych piecowisk do wytopu rud żelaza w Górach Świętokrzyskich [3].

Pod koniec lat 60-tych po wprowadzeniu do praktyki magnetometrów protonowych zakres zastosowań badań mikromagnetycznych uległ widocznemu zwiększeniu.

W znacznie szerszym stopniu zaczęły być one stosowane w badaniach stanu uzbrojenia terenów przeznaczonych pod zabudowę [4], [5] w poszukiwaniach niewybuchów [6], [7], [8], a także w pracach archeologicznych [9]. Przedstawione niżej przykłady ilustrują zastosowanie badań mikromagnetycznych w rozwiązywaniu wybranych problemów.

Rysunki 1a i 1b przedstawiają wyniki terenowych pomiarów różnicowych ΔT nad leżącym na powierzchni Ziemi pociskiem artyleryjskim o maksymalnej średnicy $a=12\text{cm}$ i długości $l=30\text{cm}$, posiadającym silne namagnesowanie szczątkowe. Pomiary wykonano magnetometrem protonowym przy użyciu 2 sond umieszczonych pionowo w jednowymiarowym odstępnie $\Delta h=1\text{m}$ względem siebie, stosując dwie różne odległości (h) od powierzchni Ziemi sondy dolnej. Wyniki pomiarów odzwierciedlają wpływ odległości układu pomiarowego od pocisku na mierzone wielkości.

Wyniki modelowań komputerowych nad opisanym wyżej pociskiem i wykonane przy użyciu programu KARO [10] ilustrują Rys.2, Rys.3.

Na Rys.4. zostały zilustrowane wyniki badań mikromagnetycznych prowadzonych w celu zlokalizowania niewybuchów istniejących na tarasie zalewowym Dunajca [8]. Układ izolinii ΔT wskazuje na obecność obiektu zbliżonego do kuli, posiadającego dość silne namagnesowanie szczątkowe. Pomiarów dokonywano w siatce $1 \times 1\text{m}$ przy sondzie umieszczonej na wysokości $h=1\text{m}$. Głębokość do środka obiektu oceniono na ok. 2m .

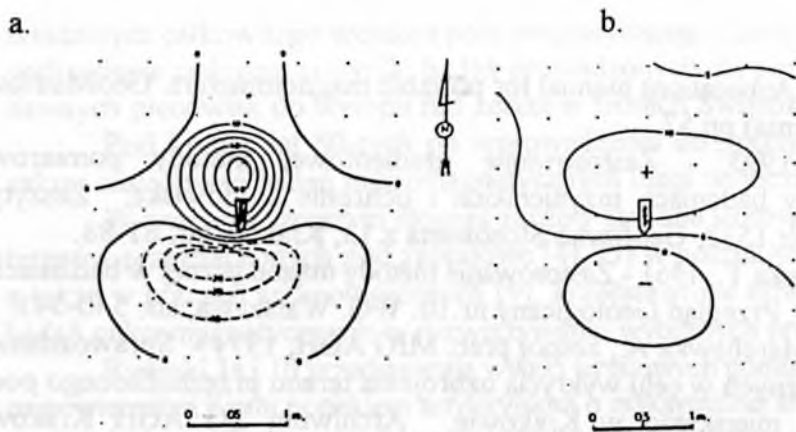
Rys.5 prezentuje wyniki badań mikromagnetycznych, których celem była lokalizacja zbrojonej rury kanalizacyjnej. Pomiary wykonano wzdłuż profili odległych od siebie o 2m , usytuowanych prostopadle do przypuszczalnego przebiegu rury. Gęstość punktów pomiarowych na profilach wynosiła 1m . Wyniki badań wskazują na silne zróżnicowanie namagnesowania szczątkowego elementów zbrojenia.

Rys.6 obrazuje fragment wyników badań nad zawierającymi elementy ferromagnetyczne przedmiotami rozłożonymi na powierzchni 1m , które stanowią wyposażenie grobu kultury przeworskiej z cmentarzyska w Zakrzewie [9]. Odległość sondy od powierzchni Ziemi $h=1,2\text{m}$.

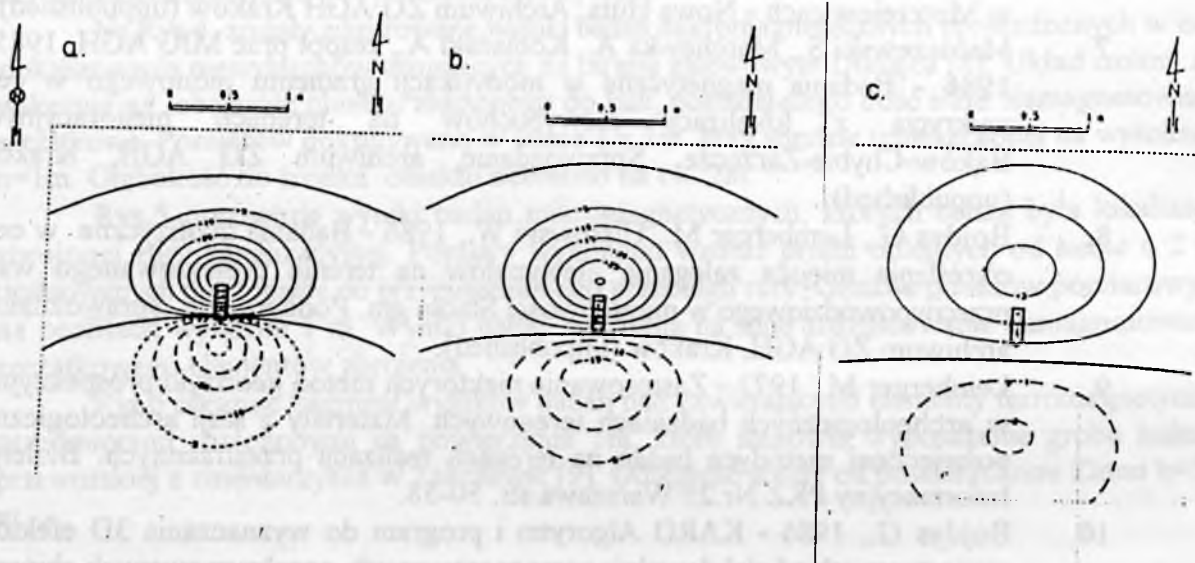
W zakończeniu należy również zwrócić uwagę na możliwości zastosowania badań magnetycznych w ochronie środowiska. Bardzo istotny w tym aspekcie jest pomiar podatności magnetycznej [11], określającej zdolność ciała do magnesowania się. Odpowiednio skonstruowany, przeznaczony do badań polowych i laboratoryjnych system pomiarowy pozwala z dużą dokładnością mierzyć m.in. "in situ" podatność magnetyczną skał, gleby, osadów morskich i jeziornych, zawiesin i kurzu itp. W związku z tym istnieje możliwość prowadzenia badań nad rozprzestrzenianiem się zanieczyszczeń przemysłowych powietrza poprzez pomiar np. podatności magnetycznej gleby. Zanieczyszczenia te zawierają cząstki ferromagnetyczne [12], które dostając się do gleby powodują wzrost jej własności magnetycznych.

LITERATURA

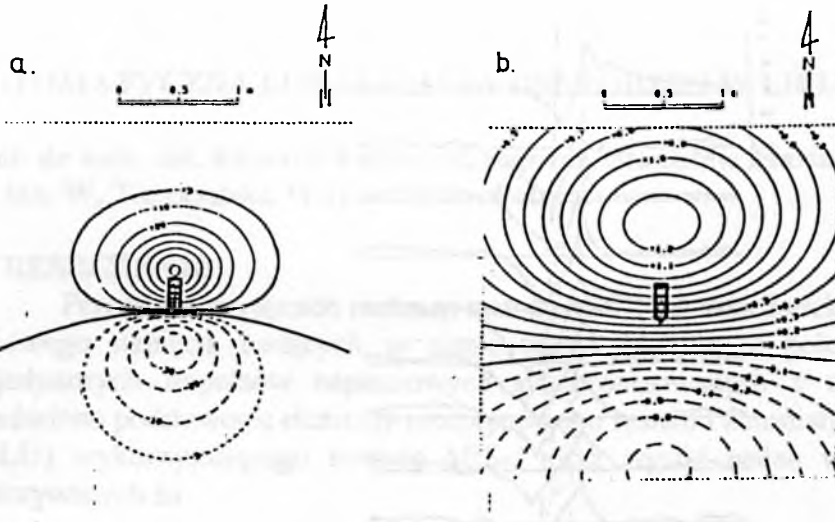
1. Breiner S., 1973 - Applications manual for portable magnetometers. GeoMetrics, Palo Alto (California) pp.57.
2. Koblański A., 1993 - Zastosowanie gradientowej metody pomiarów magnetycznych w badaniach inżynierskich i ochronie środowiska. Zeszyty Naukowe AGH Nr.1532, Geofizyka Stosowana z.13, Kraków str. 81-88.
3. Kowalczyk J., Stopka T., 1961 - Zastosowanie metody magnetycznej w badaniach archeologicznych. Przegląd Geologiczny nr.10. WG. Warszawa, str. 540-543.
4. Małoszewski S., Marchewka A., zespół prac. MIG AGH, 1971 - Sprawozdanie z badań magnetycznych w celu wykrycia uzbrojenia terenu przeznaczanego pod budowę szpitala miejskiego w Krakowie. Archiwum ZG AGH Kraków (unpublished).
5. Lemberger M., Pietsch K., Szatyński M., 1971 - Badania magnetyczne na obszarze projektowanej Politechniki Krakowskiej (Lotnisko Czyżyny). Sprawozdanie, archiwum ZG AGH Kraków (unpublished).
6. Małoszewski S., Marchewka A., zespół prac. MIG AGH, 1973 - Sprawozdanie z badań magnetycznych na zagrożonym niewybuchami terenie Osiedla Zimowego w Mistrzejowicach - Nowa Huta. Archiwum ZG AGH Kraków (unpublished).
7. Małoszewski S., Marchewka A., Koblański A., zespół prac. MIG AGH, 1985 - 1986 - Badania magnetyczne w modyfikacji gradientu pionowego w celu wykrycia z lokalizacji niewybuchów na terenach melioracyjnych Bąków-Chybie-Zarzeczce. Sprawozdanie, archiwum ZG AGH, Kraków (unpublished).
8. Bojdys G., Lemberger M., Ulatowski W., 1986 - Badania geofizyczne w celu określenia miejsca zalegania niewypałów na terenie projektowanego wału przeciwpowodziowego w miejscowości Stadła gm. Podegrodzie. Sprawozdanie, archiwum ZG AGH, Kraków (unpublished).
9. Lemberger M., 1973 - Zastosowanie niektórych metod geofizyki prospekcyjnej w archeologicznych badaniach terenowych. Materiały z sesji archeologicznej poświęconej metodyce badań na terenach realizacji przestrzennych. Biuletyn Informacyjny PKZ Nr.25 Warszawa str. 50-58.
10. Bojdys G., 1986 - KARO Algorytm i program do wyznaczania 3D efektów magnetycznych od ciał dowolnie namagnesowanych, aproksymowanych zbiorem graniastosłupów. Archiwum ZG AGH, Kraków (unpublished).
11. Strzyszczyk Z., Heller F., 1993 - Anthropogenic Ferromagnetics in Soil Annales Geophysicae, Part I, Solid Earth Geophysics and Natural Hazards. Supplement I to Volume 11. Springer - Verlag, FRG; p.c. 92.
12. Manecki M., Marszałek M., 1993 - Zanieczyszczenia atmosfery w Krakowie. Problemy ekologiczne Krakowa, z.16 pn "Globalne, kontynentalne i lokalne zanieczyszczenia atmosfery", PKE, Kolo w AGH, Kraków, str.23-35.



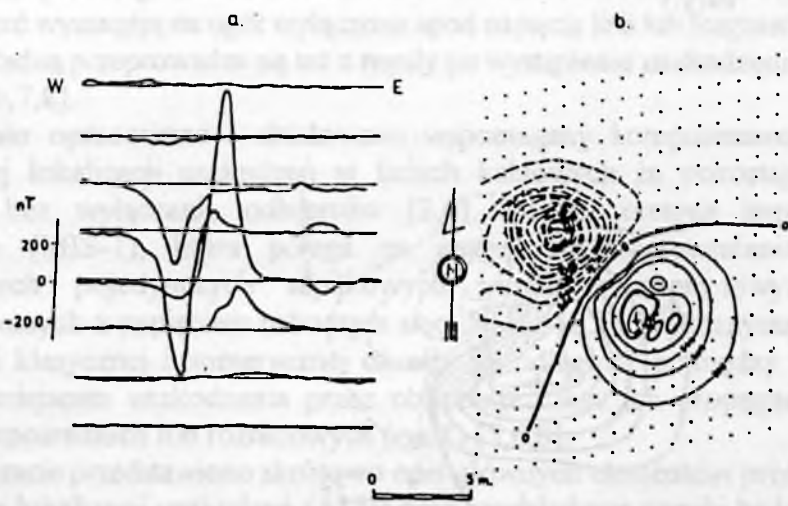
Rys.1. Wyniki terenowych pomiarów różnicowych ΔT nad pociskiem (wg A.Koblańskiego [7]).
 objaśnienia: a) $h=0,5m$, izolinie co 10 nT/m , b) $h=1,3m$, izolinie co 5 nT/m



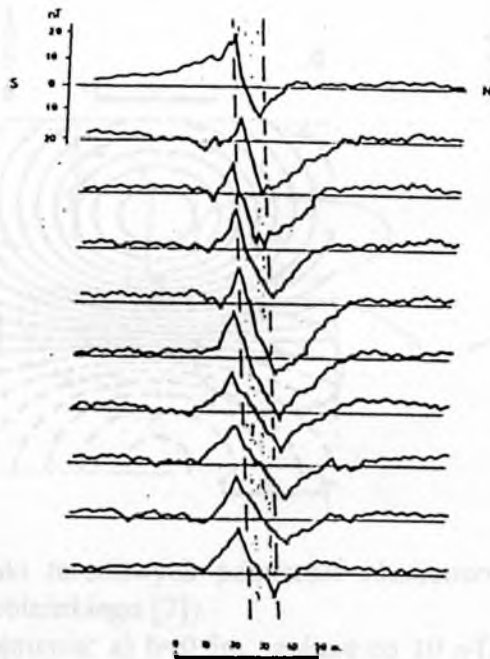
Rys.2. Wyniki modelowań komputerowych nad pociskiem (wielkości różnicowe ΔT , gradient ΔT).
 objaśnienia: parametry modelu: rozmiary pocisku j.w., namagnesowanie wypadkowe 32 A/m , kąt namagnesowania $i=173$, kąt inklinacji $I=65$, a) wielkości różnicowe ΔT , $h=0,5m$, $\Delta h=1m$, izolinie co $10nT/m$, b) gradient pionowy ΔT obliczony dla $h=1m$, izolinie co $5nT/m$, c) gradient pionowy ΔT obliczony dla $h=1,75m$, izolinie co $1nT/m$.



Rys.3. Wyniki modelowań efektu magnetycznego ΔT nad pociskiem dla różnych odległości sondy (h).
 Objasnienia: a) $h=0,5$ m, izolinie co 10 nT/m, b) $h=2$ m, izolinie co 0,1 nT/m.

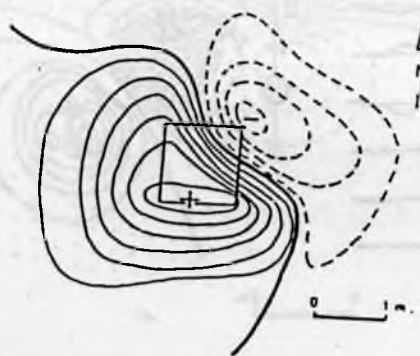


Rys.4. Anomalie ΔT nad niewybuchem (rejon Dunajca) [8].
 Objasnienia: a) przebiegi ΔT na profilach, b) mapa anomalii ΔT , izolinie co 200 nT.



Rys. 5. Wyniki pomiarów zmian natężenia pola magnetycznego nad zbrojoną rurą kanalizacyjną (stanowisko archeologiczne).

Rys. 5. Zestawienie przebiegów ΔT nad zbrojoną rurą kanalizacyjną. Objasnienia: liniami przerywanymi zaznaczono na rysunku prawdopodobny przebieg rury.



Rys. 6. Wyniki pomiarów zmian natężenia pola magnetycznego nad stanowiskiem archeologicznym.

Rys. 6. Anomalie ΔT (stanowisko archeologiczne). Objasnienia: izoliny co 2 nT.

AUTOMATYCZNA LOKALIZACJA USZKODZEŃ W LINIACH KABLOWYCH ŚN

prof. dr hab. inż. Edward Anderson, mgr inż. Stanisław Maziarz, Instytut Energetyki
dr inż. W. Tarczyński, WSI w Opolu, Polska.

STRESZCZENIE

Przedstawiono sposób realizacji metody MIS-1 lokalizacji uszkodzeń w liniach kablowych średniego napięcia będących w stanie pracy. Metoda ta polega na analizie propagacji pojedynczych impulsów napięciowych synchronizowanych z napięciem roboczym sieci. Omówiono podstawowe elementy prototypowego systemu automatycznej lokalizacji uszkodzeń (ALU) wykorzystującego metodę MIS-1 oraz wyniki badań weryfikacyjnych w sieciach rzeczywistych śn.

WSTĘP

Niezawodność dostawy energii elektrycznej wymaga szybkiej lokalizacji uszkodzeń w liniach średnich napięć (śn), którymi są najczęściej zwarcia jednej fazy z ziemią (około 80% ogółu uszkodzeń). Zwarcia te mogą być metaliczne, rezystancyjne, iskiernikowe, łukowe - trwałe lub przerywane. Towarzyszą im szybkozmienne nieustalone przebiegi wieloczęstotliwościowe napięć i prądów, powodujące przepięcia i przetężenia zagrażające urządzeniom obwodów pierwotnych i wtórnych [1,2,3].

Zwarcia te są na ogół trudne do wykrycia przez zabezpieczenia przystosowane do reagowania na przebiegi ustalone wielkości ziemnozwarciowych. Dotychczasowe metody lokalizacji zwarć wymagają na ogół wyłączenia spod napięcia linii lub fragmentu sieci. Lokalizację wstępną i dokładną przeprowadza się też z reguły po wystąpieniu uszkodzenia i przepływie prądu zwarcia [4,5,6,7,8].

Ostatnio opracowano i zbudowano wspomagany komputerowo układ do zdalnej, automatycznej lokalizacji uszkodzeń w liniach kablowych śn pozostających w normalnej eksploatacji, bez wyłączania odbiorców [2,6]. Jest to metoda impulsów szpilkowych pojedynczych (MIS-1), która polega na analizie rozprzestrzeniania się odpowiednio ukształtowanych pojedynczych szpilkowych impulsów napięciowych nakładanych i synchronizowanych z napięciem roboczym sieci 50 Hz [1,2]. Wykorzystując sposoby i środki reflektometrii klasycznej i numerycznej określa się odległość pomiędzy miejscem wysyłania impulsów i miejscem uszkodzenia przez obliczanie czasu ich propagacji, stosując metodę pomiarów bezpośrednich lub różnicowych (rys.1) [5,6,8].

W referacie przedstawiono skrótowo opis głównych elementów prototypowego systemu automatycznej lokalizacji uszkodzeń (ALU) oraz przykładowe wyniki badań weryfikacyjnych.

SYSTEM AUTOMATYCZNEJ LOKALIZACJI USZKODZEŃ ALU

Schemat blokowy systemu ALU przedstawiony jest na rys.2. W jego skład wchodzi: generator impulsów szpilkowych (GIS), sterownik generatora (SGIS), szybki przetwornik analogowo-cyfrowy (SPA/C), system mikroprocesorowy ($S_{\mu}P$), moduł wejść - wyjść dwustanowych (MDW) oraz moduł wyświetlacza i klawiatury (WYS).

Dodatkowo do systemu może być dołączony zewnętrzny komputer klasy PC lub NOTEBOOK.

System połączony jest z badaną linią elektroenergetyczną poprzez układ sprzęgający (US). Zadaniem komputera jest wspomaganie pracy systemu. Ponadto komputer może służyć do

archiwizowania rejestrowanych wielkości.

Zadaniem generatora impulsów szpilkowych (GIS) jest wytwarzanie impulsów napięciowych o określonym czasie trwania i amplitudzie.

Z dotychczasowych badań wynika, że dla dokładnego ustalenia miejsca uszkodzenia w linii konieczne jest testowanie jej impulsami o różnych czasach trwania. Lokalizacja jest tym dokładniejsza, im szerokość impulsu jest mniejsza. Wąskie impulsy ze względu na swoją małą energię są nieprzydatne do wykrywania uszkodzeń w dużych odległościach (powyżej kilku kilometrów). Zwiększanie energii przez powiększanie amplitudy jest limitowane jednak możliwościami układów półprzewodnikowych.

Wykorzystywany w systemie ALU generator GIS wytwarza impulsy o programowanym czasie trwania w przedziale od 0,2 μ s do 4,5 μ s w dziewięciu zakresach, czasie trwania zboczy około 15 ns i amplitudzie 400 V przy obciążeniu 30 Ω .

Sterownik generatora (SGIS) jest układem pośredniczącym między systemem mikroprocesorowym ($S_{\mu}P$) a generatorem GIS. W tym module znajduje się również programowany dzielnik napięcia, którego zadaniem jest podział amplitudy sygnału testującego na wyjściu generatora do poziomu, przy którym możliwa jest bezpieczna praca przetwornika analogowo-cyfrowego.

Do sterownika wpisywane są przez procesor parametry robocze generatora (czas trwania impulsu, numer kanału wyjściowego oraz transmitancja dzielnika napięcia). Z kolei do odpowiednich rejestrów wpisywane są przez układy wykonawcze generatora oraz dzielnika napięcia dane binarne, które są odczytywane przez system mikroprocesorowy ($S_{\mu}P$) w celu porównania ich z danymi wysłanymi.

Układ sprzęgający jest filtrem górnoprzepustowym typu LC o tak dobranej charakterystyce amplitudowo-częstotliwościowej, aby przepuszczał możliwie bez zniekształceń impulsy testujące, a skutecznie oddzielał układ pomiarowy od napięcia roboczego badanej linii.

Przy minimalnym czasie trwania impulsu generatora wynoszącym 200 ns i przy prędkości rozchodzenia się impulsu w kablu energetycznym np. 180 m/ μ s niemożliwe jest wykrywanie uszkodzeń w odległościach mniejszych niż 20 m. W omawianym systemie zastosowano linię opóźniającą, wprowadzającą opóźnienie równe co najmniej połowie minimalnej szerokości impulsu wytwarzanego przez generator.

Szybki przetwornik analogowo - cyfrowy (SPA/C) jest najważniejszym elementem układu pomiarowego. Jego rozdzielczość i maksymalna częstotliwość przetwarzania decydują o przydatności systemu ALU do diagnozowania linii elektroenergetycznych. Najmniejsza odległość, jaką można wyznaczyć przez pomiar czasu propagacji impulsu w linii, jest wprost proporcjonalna do częstotliwości przetwarzania. W systemie ALU zastosowano przetwornik analogowo - cyfrowy 10-bitowy o maksymalnej częstotliwości przetwarzania 40 MHz współpracujący z szybką pamięcią buforową. Minimalną pojemność pamięci buforowej wyznacza się na podstawie długości linii, czasu propagacji impulsu w linii oraz częstotliwości przetwarzania. W omawianym układzie zastosowano pamięć o pojemności 8k słów 16-bitowych. Po zakończonym pomiarze zapamiętane dane przepisywane są automatycznie do pamięci operacyjnej systemu mikroprocesorowego.

Pełny cykl pomiarowy dla jednej fazy linii wymaga kilku pomiarów (3 szerokości impulsu, 3 transmitancje układu dzielnika). W celu zaoszczędzenia pamięci procesora transmitancja dzielnika jest ustawiana odpowiednio tak, aby umożliwić prawidłową lokalizację niezależnie od odległości do miejsca uszkodzenia. System ALU może lokalizować uszkodzenia w liniach o długości do około 25 km.

Moduł wejść-wyjść dwustanowych (MDW) służy do komunikacji lokalizatora z

urządzeniami automatyki zabezpieczeniowej systemu energetycznego. Ponieważ pomiary w linii wykonywane są w określonych programowo odstępach czasu (np. co 10 min), to w warunkach rzeczywistych może wystąpić minięcie się chwili rzeczywistego uszkodzenia linii z chwilą wykonywania pomiaru (np. podczas zwarć przemijających). Dlatego w celu uniknięcia takich przypadków jedno z wejść dwustanowych służy do inicjowania pomiaru sygnałem pobudzenia z automatyki zabezpieczeniowej. Ponadto jedno wyjście może być wykorzystane przez system sygnalizacji do informowania o zapełnieniu pamięci procesora danymi pomiarowymi. Wszystkie wejścia i wyjścia są odseparowane galwanicznie od napięć lokalizatora.

W systemie mikroprocesorowym (S μ P) wykorzystano mikroprocesor jednoukładowy 8-bitowy wyposażony w dodatkową pamięć danych o pojemności 512 kB. Procesor nadzoruje, zgodnie z zainstalowanym programem, przebieg pomiarów (oblicza odległości do miejsca uszkodzenia, zapisuje dane pomiarowe do pamięci, przekazuje wynik do modułu wyświetlacza). System S μ P zapamiętuje dane pomiarowe z pięciu kolejnych zdarzeń. Po zapełnieniu pamięci wyświetlany jest odpowiedni komunikat na wyświetlaczu. Moduł procesora wyposażony jest również w układ transmisji szeregowej do komunikacji z komputerem zewnętrznym.

Programowanie systemu ALU, czyli precyzowanie danych wejściowych (czas propagacji impulsu w linii, parametry generatora, transmitancja dzielnika napięcia, ilość pomiarów wykonywanych w danej linii itp.) można wykonywać za pomocą klawiatury systemu lub programowo za pomocą komputera zewnętrznego.

POMIARY WERYFIKACYJNE

Pomiary weryfikacyjne za pomocą systemu ALU wykonano w kilku sieciach kablowych: miejskiej, elektrownianej i kopalnianej oraz w sieciach terenowych kablowo-napowietrznych. Zmieniono w nich konfigurację i rodzaj uszkodzenia - rozpatrywano zwarcia metaliczne, rezystancyjne oraz przerwę w ciągłości linii. Stosowano metodę bezpośrednią i różnicową. W wyniku analizy licznych reflektogramów uzyskanych drogą rejestracji oscylograficznej i przetwarzania cyfrowego potwierdzono przydatność metody MIS-1 do zdalnej dokładnej lokalizacji rozpatrywanych uszkodzeń. Przykładowe reflektogramy uzyskane podczas badań sieciowych metodą bezpośrednią i różnicową podano na rysunku 3.

Słuszność metody MIS-1 (opublikowanej już w 1986 r. [1]) znalazła dodatkowe potwierdzenie w badaniach dotyczących lokalizatora uszkodzeń w pojedynczych liniach napowietrznych wysokiego napięcia [9].

PODSUMOWANIE

System ALU wykorzystujący metodę MIS-1 jest przeznaczony do zdalnej automatycznej lokalizacji wyraźnych miejscowych zmian impedancji, tj. takich zmian, które utrzymują stałe lub quasi-stałe cechy w określonym czasie. Mogą to być takie zakłócenia lub zmiany stanów poprzeczne lub wzdłużne, jak: zwarcia niesymetryczne (w tym najczęstsze zwarcia jednej fazy z ziemią), symetryczne o charakterze rezystancyjnym i metaliczne lub przerwy w ciągłości połączeń i zmiany stanu łączników.

System ALU może zarówno współpracować z bardzo szybkimi zabezpieczeniami (automatyczny pomiar i lokalizacja w czasie rzeczywistym), jak i spełniać funkcję stałej lub okresowej diagnostyki czynnej sieci śn, wykrywając uszkodzenia m.in. we wstępnej fazie ich rozwoju (zwarcia rezystancyjne) czy pełniąc funkcję nadzoru sieci (kontrola stanu łączników).

Badania metodą bezpośrednią w sieciach rzeczywistych [1,2,6] oraz pracę konstrukcyjne dotyczące wspomaganej komputerowo metody MIS-1 można podsumować następująco:

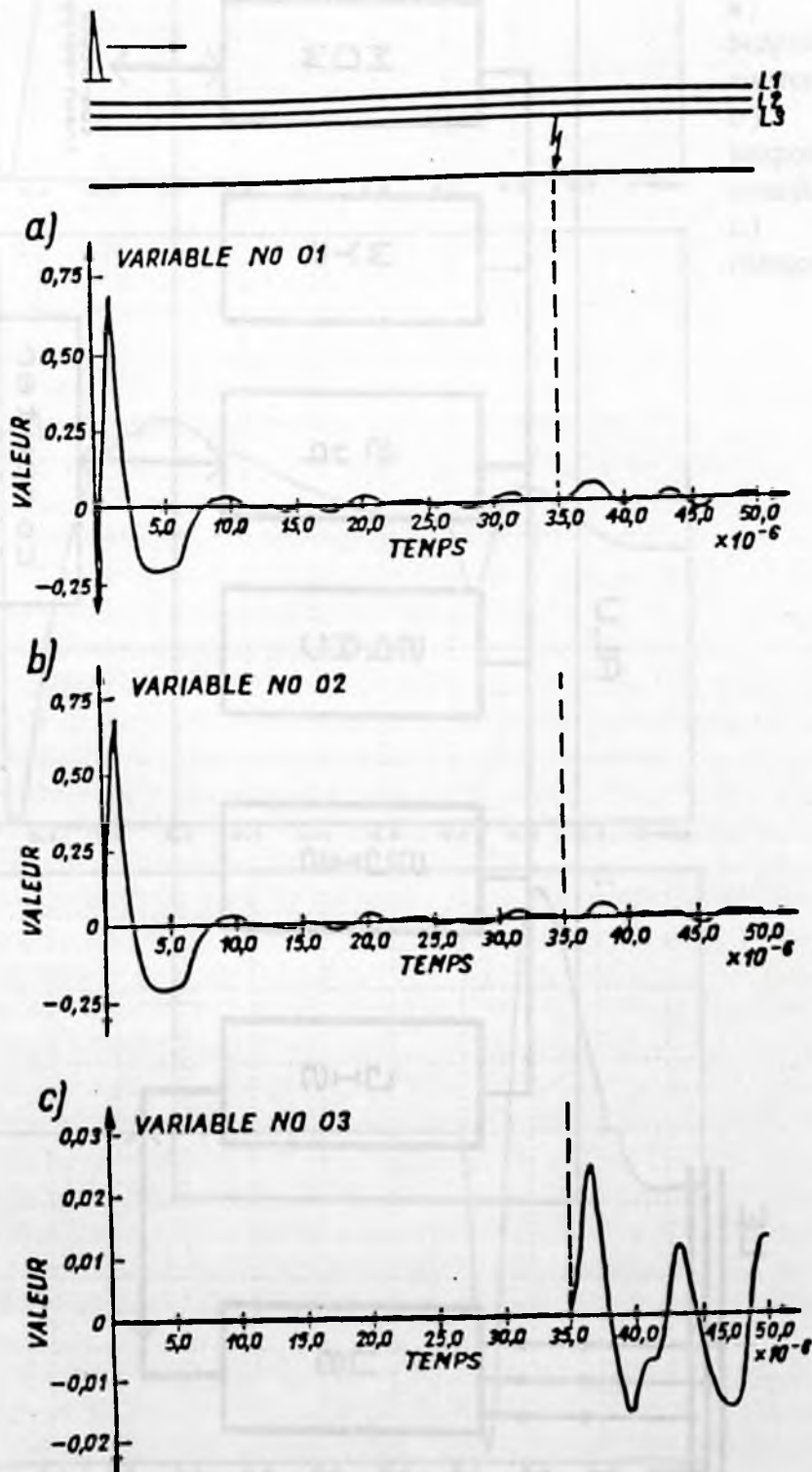
1. Metoda bezpośrednia może być przydatna do analizy teoretycznej propagacji impulsów napięciowych w sieci, natomiast metoda różnicowa - do dokładnej lokalizacji uszkodzeń.
2. Skonstruowany mikroprocesorowy układ sterująco-pomiarowy umożliwia automatyczną analizę wyników pomiarów reflektometrycznych.
3. Przydatność prototypowego systemu automatycznej lokalizacji uszkodzeń wykorzystującego metodę MIS-1 została zweryfikowana pomiarowo w rozmaitych sieciach śn.

LITERATURA

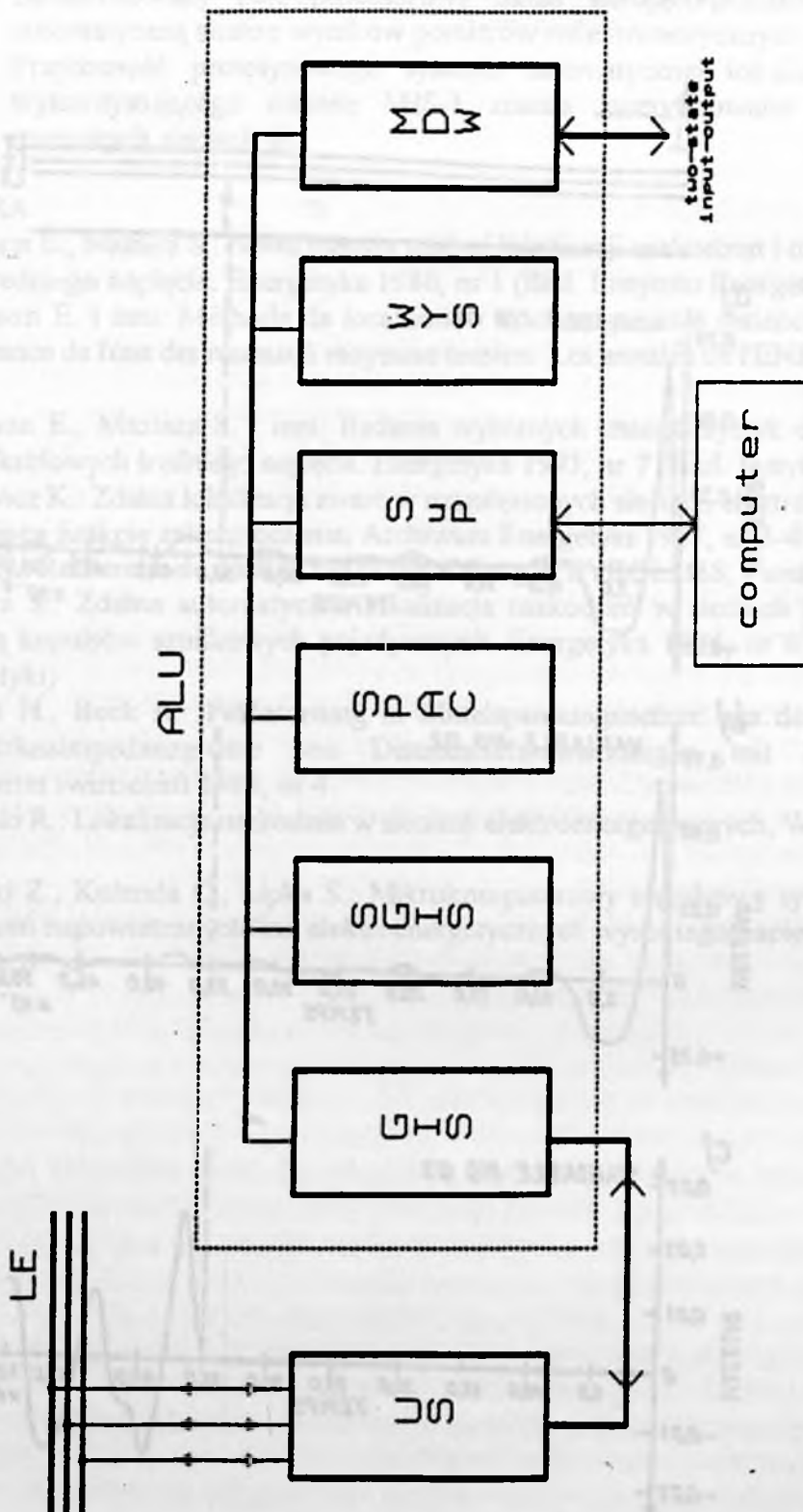
- [1] Anderson E., Maziarz S.: Nowa metoda zdalnej lokalizacji uszkodzeń i diagnostyki stanu sieci średniego napięcia. Energetyka 1986, nr 1 (Biul. Instytutu Energetyki)
- [2] Anderson E. i inni: Méthode de localisation automatique et à distance des défauts et surveillance de l'état des réseaux à moyenne tension. Les annales de l'ENIT (Tunis) 1990, nr 1
- [3] Anderson E., Maziarz S. i inni: Badania wybranych charakterystyk elektrycznych w liniach kablowych średniego napięcia. Energetyka 1993, nr 7 (Biul. Instytutu Energetyki)
- [4] Cieślewicz K.: Zdalna lokalizacja zwarć w rozgałęzionych sieciach elektromagnetycznych spełniająca funkcję zabezpieczenia. Archiwum Energetyki 1987, nr 3-4
- [5] Hubin H.: Recherche de défauts sur câbles d'énergie. EYROLLES, Paris 1987, 2 édition
- [6] Maziarz S.: Zdalna automatyczna lokalizacja uszkodzeń w sieciach średnich napięć metodą impulsów szpilkowych pojedynczych. Energetyka 1994, nr 6 (Biul. Instytutu Energetyki)
- [7] Rijanto H., Beck R.: Fehlerortung in Mittelspannungsnetzen aus der gespeicherten Kurzschlussimpedanzgrosse von Distanzschutzrichtungen mit Mikrorechnern. Elektrizität swirtschaft 1988, nr 4
- [8] Szczerki R.: Lokalizacja uszkodzeń w sieciach elektroenergetycznych, WNT, Warszawa 1990
- [9] Sikorski Z., Kolenda C., Lipka S.: Mikrokomputerowy impulsowy system lokalizacji uszkodzeń napowietrznych linii elektroenergetycznych wysokiego napięcia. Energetyka 1991, nr 6

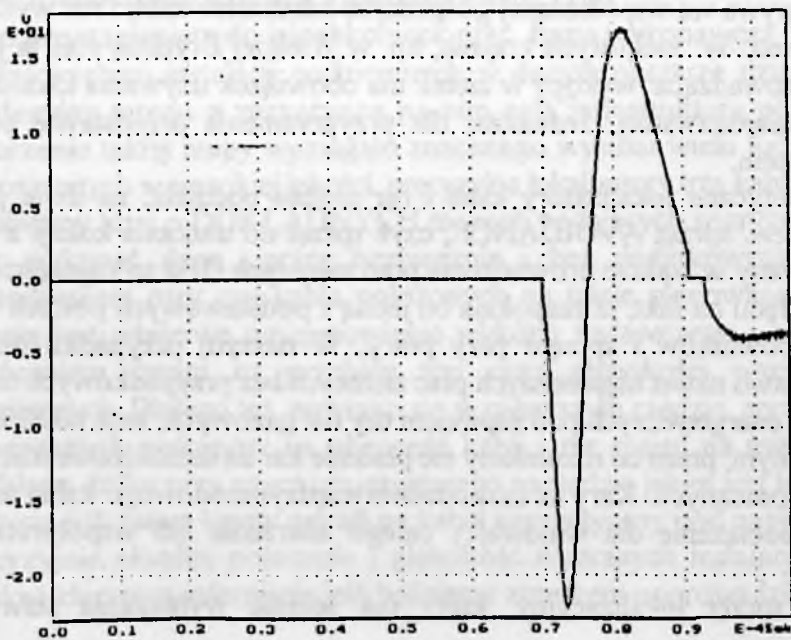
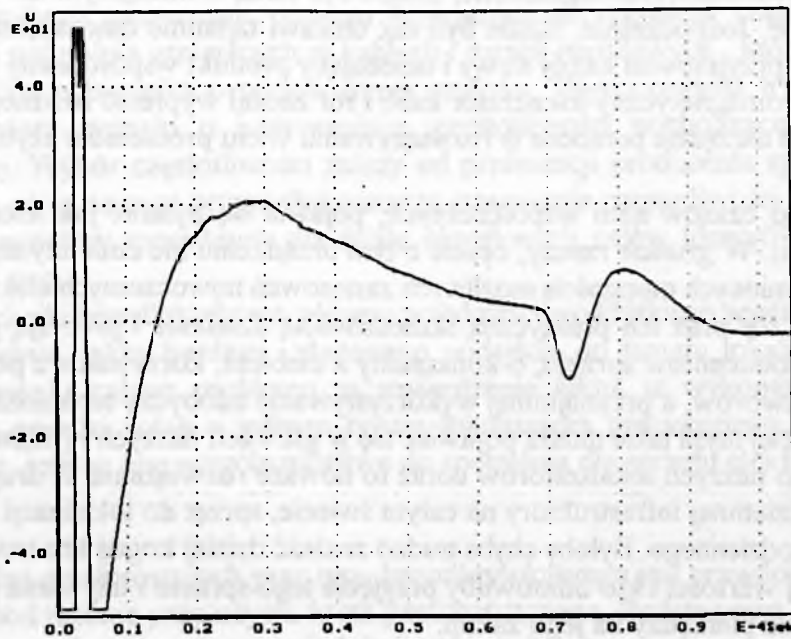
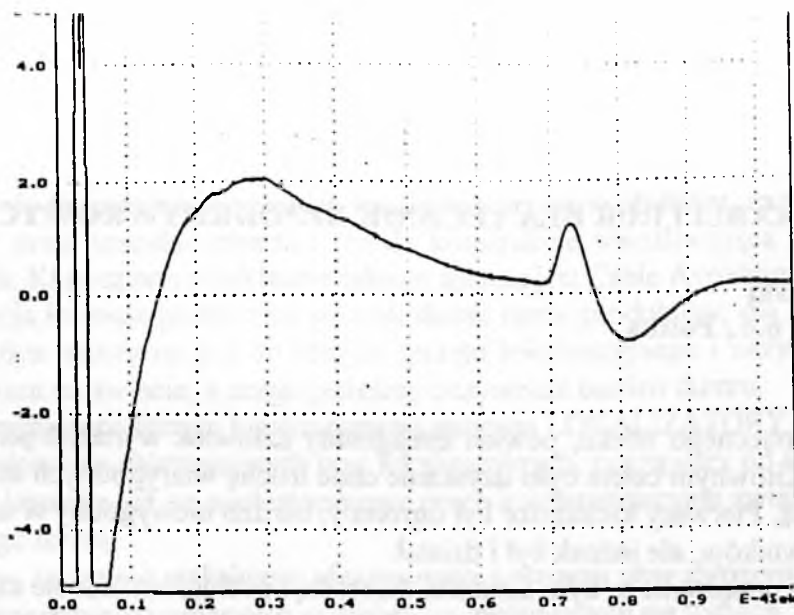
Rysunek 1 Pomiary reflektometryczne, modelowanie matematyczne; program EMTP

- a) metoda bezpośrednia bez zwarcia
- b) metoda bezpośrednia - zwarcia
- c) metoda różnicowa



Rysunek 2 Schemat blokowy systemu ALU





Rysunek 3.
Pomiary
reflektometryczne,
system ALU w
rzeczywistej sieci
kablowej:
a) metoda
bezpośrednia -
zwarcie
b) metoda
bezpośrednia bez
zwarcia
c) metoda
różnicowa

LOKALIZATORY KABLI I RUR DLA TECHNIK BEZODKRYWKOWYCH

mgr Jerzy P. Kozłowski
Radiodetection Sp. z o.o., Polska.

Na początku obecnego wieku, pewien inteligentny człowiek wynalazł pierwszy lokalizator elektromagnetyczny. Głównym celem było uzyskanie choć trochę wiarygodnych informacji o tym co znajduje się pod ziemią. Pierwszy lokalizator był ogromny, bardzo niewygodny w użyciu i do obsługi wymagał kilku pracowników, ale jednak był i działał.

Dla wielu ludzi urządzenie to było sztuczką diabelską i posługiwaniem się czarami, jako że to, co do tej pory było niewidzialne i nieodgadnione, mogło być teraz w mniejszym lub większym zakresie odnalezione i zbadane. Jednocześnie, ludzie byli tak ciekawi tajemnic otaczającego ich świata, iż z wielkim entuzjazmem przyjmowali każdy nowy i obiecujący produkt współczesnej nauki. Powoli lecz konsekwentnie, elektromagnetyczny lokalizator kabli i rur zaczął wypierać różdżkę i był postrzegany jako bardzo praktyczne narzędzie pomocne w rozwiązywaniu wielu problemów szybko rozwijającej się cywilizacji ludzkiej.

Powracając do czasów nam współczesnych, pojawia się pytanie jak lokalizator kabli i rur postrzegany jest dzisiaj. W gruncie rzeczy, opinie o tym urządzeniu nie zmieniły się za bardzo. Wielu ludzi wciąż jest oszołomionych mnogością możliwych zastosowań nowoczesnych elektromagnetycznych lokalizatorów kabli i rur oraz ich praktyczną skutecznością działania i precyzją pomiarów. Często podejrzewa się nas, producentów sprzętu, o konszachty z diabłem, korzystanie z pomocy duchów lub innych podziemnych stworów, a przynajmniej wykorzystywanie zdobyczy technicznych przybyszów z innych planet. Najczęściej myśli takie muszą pojawiać się w głowach naszych rynkowych konkurentów gdy wprowadzamy do naszych lokalizatorów coraz to nowsze rozwiązania. Z drugiej jednak strony, wraz z rozwojem podziemnej infrastruktury na całym świecie, sprzęt do lokalizacji kabli i rur staje się częścią naszego dnia codziennego. Byłoby chyba trudno znaleźć dzisiaj kogoś kto twierdziłby, że sprzęt taki nie posiada żadnej wartości i kto odmówiłby przyjęcia tego sprzętu i używania go, jeśli w grę nie wchodziłoby wyłożenie pieniędzy na jego zakup.

Rola jaką odgrywa we współczesnej gospodarce lokalizator kabli i rur wydaje się powszechnie rozumiana i doceniana. W niektórych krajach, np. w Wielkiej Brytanii, rola ta jest tak znacząca, iż jakakolwiek firma prowadząca wykopy w ziemi ma obowiązek używania lokalizatora i wynika to z wprowadzonego ustawodawstwa. Jednakże, dla przypomnienia przedstawię podstawowe pojęcia związane z tym tematem.

Elektromagnetyczne lokalizatory kabli i rur można podzielić na dwie podstawowe grupy. Pierwsza z nich to tzw. sprzęt AVOIDANCE, czyli sprzęt do unikania kolizji z innymi instalacjami podziemnymi stosowany w trakcie prowadzenia prac ziemnych. Jest to najczęściej stosowany sprzęt lokalizacyjny ze względu na fakt, iż zaspokaja on jedną z podstawowych potrzeb wykonawcy robót : bezpieczeństwo pracowników i sprzętu przy pracy. W naszym przypadku oznacza to nie tylko bezpieczne wykonawstwo nawet najprostszych prac ziemnych bez przypadkowych uszkodzeń ogromnie niebezpiecznych kabli energetycznych pod napięciem czy rur gazowych, lecz także bezpieczeństwo pod względem ekonomicznym, przez co rozumiemy nie płacenie kar za uszkodzanie instalacji podziemnych, szczególnie kabli telefonicznych. Kary za uszkodzenie międzynarodowego kabla telefonicznego mogą stanowić poważne obciążenie dla winowajcy całego zdarzenia lub współpracującej z nim firmy ubezpieczeniowej.

Jakikolwiek sprzęt lokalizacyjny, który ma spełnić wymagania stawiane dla urządzeń

stosowanych do unikania uszkodzeń muszą być proste w obsłudze, zapewniać odpowiednią precyzję pomiarów oraz posiadać zwartą i trwałą konstrukcję umożliwiającą pracę w każdych warunkach terenowych. Klasycznym przykładem takiego sprzętu jest Cable Avoiding Tool, w skrócie C.A.T. Choć nie jest moją intencją podawanie jakichkolwiek nazw produktów, dla lokalizatora C.A.T. czynię ten wyjątek gdyż należy on już do klasyki sprzętu lokalizacyjnego i nazywany jest najpopularniejszym lokalizatorem na świecie, z czego jesteśmy oczywiście bardzo dumni.

Drugą grupę sprzętu lokalizacyjnego stanowią LOKALIZATORY PRECYZYJNE. Jest to sprzęt wielozadaniowy do najróżniejszych prac lokalizacyjnych, począwszy od najprostszego trasowania kabli i rur przed koparką, aż po wielostopniowe prace inwentaryzacyjne związane z tworzeniem cyfrowych map danego terenu.

Aby zapewnić maksimum efektywności i precyzji przy założeniu dużej uniwersalności, sprzęt lokalizacyjny powinien pracować w dwóch uzupełniających się trybach : tzw. *pasywnych* i *aktywnych*. Praca w trybach pasywnych oznacza wykorzystanie sygnałów częstotliwości elektrycznych lub radiowych naturalnie istniejących w kablach i rurach metalowych , które można wykryć przy użyciu samego tylko odbiornika o odpowiedniej czułości. Wykorzystanie trybów aktywnych wiąże się z zastosowaniem sygnału o odpowiedniej częstotliwości pochodzącego z generatora lub sondy sygnałowej. Wybór częstotliwości zależy od preferencji producenta sprzętu popartego stosownymi badaniami, co w naszym przypadku oznacza stosowanie częstotliwości 512 lub 640 Hz oraz 8 lub 33 kHz lub sygnałów specjalnych dla ściśle określonych celów identyfikacyjnych i określania miejsc uszkodzeń sieci.

Techniki bezodkrywkowe, główny przedmiot tego krótkiego wystąpienia, wymagają prostszego, a jednocześnie, jakby bardziej złożonego podejścia do tematu lokalizacji instalacji podziemnych. Prostszy aspekt całego problemu to stwierdzenie faktu, iż wykonawca prac bezodkrywkowych doskonale poradzi sobie z jednym typem lokalizatora precyzyjnego, który spełni wszystkie jego wymagania, jeśli są one wogóle możliwe do spełnienia dla sprzętu elektromagnetycznego.

Przykład

Jedną z najprostszych prac typu bezodkrywkowego jest prawdopodobnie dokonanie przejścia dla kabli pod jezdnią przy użyciu kreta pneumatycznego. Podstawową dla nas kwestią będzie w tym przypadku możliwość zastosowania lokalizatora kabli i rur.

1. Przed przystąpieniem do jakichkolwiek prac, firma wykonawcza powinna dokonać uzgodnień z właścicielami instalacji podziemnych w danym obszarze działania oraz uzyskać podkład geodezyjny terenu z zaznaczoną na nim całą infrastrukturą podziemną. Jest oczywiste, że stworzenie takiej mapy wymagało znacznego wysiłku wielu ludzi, między innymi geodetów wyposażonych w wysokiej jakości precyzyjne lokalizatory tras kabli i rur. Nie muszę zaznaczać, iż mówimy tutaj o DOKŁADNYCH mapach podających wiarygodną informację.
2. Aby wykonać daną pracę bezpiecznie i bez dodatkowych kosztów wiążących się z uszkodzeniem rury czy kabla położonych na trasie planowanego przewiertu, podstawową sprawą jest właściwe umiejscowienie wykopu nadawczego i odbiorczego, ze szczególnym zwróceniem uwagi na przebieg tras oraz głębokości wszystkich pobliskich instalacji podziemnych. Dlatego też, powinno się w pierwszym rzędzie sprawdzić lokalizatorem miejsca planowanych wykopów na obecność kabli i rur mając na uwadze fakt, iż nawet kopanie zwykłego dołka przy użyciu najprostszego narzędzia jakim jest łopata może być zagrożeniem dla życia jeśli ostrze łopaty natrafi na kabel energetyczny pod napięciem. Ponadto, powinno się precyzyjnie określić położenie i głębokość wybranych instalacji podziemnych, co pozwala uzyskać kluczową informację jeśli będziemy zmuszeni poprowadzić trasę przewiertu pomiędzy

istniejącymi już kablami czy rurami położonymi na różnych głębokościach, która to konieczność zachodzi w praktyce aż nadto często.

3. Aby śledzić postępy głowicy wierzącej, konieczne jest zainstalowanie w głowicy lub tuż za nią sondy z własnym zasilaniem, co pozwoli nam w bardzo prosty sposób określać jej położenie oraz głębokość przy użyciu standardowego lokalizatora kabli i rur. W przypadku zagubienia samej głowicy podczas pracy, zwykle wystarczy do węża doprowadzającego sprężone powietrze wprowadzenie małej sondy, uaktywnienie jej odpowiednim sygnałem z generatora oraz odnalezienie jej przy użyciu lokalizatora precyzyjnego.

Powyższy przykład może wskazywać, iż dla typowych prac wykonywanych technikami bezodkrywkowymi niezbędne jest korzystanie z prostego, lecz o wysokiej jakości, lokalizatora kabli i rur. W gruncie rzeczy, nie stanowi większego problemu znalezienie w dostępnej ofercie rynkowej lokalizatora, który spełniałby stawiane przed nim wymagania, zachowywałby pełną uniwersalność zastosowań oraz byłby dostępny za w miarę przystępną cenę. Nie jest moim zamiarem reklamowanie jakiegokolwiek produktu w trakcie niniejszej prezentacji, ale chętnie służę radą jeśli ktokolwiek się o nią do mnie zwróci.

Bardziej złożonego podejścia do tematu lokalizacji instalacji podziemnych dla technik bezodkrywkowych wymaga stosowanie sprzętu do poziomych wierceń kierunkowych. W tym przypadku nie wystarczy użycie samego lokalizatora kabli i rur - koniecznością staje się zastosowanie sprzętu uzupełniającego w postaci sond sygnałowych o wysokim stopniu technicznego zaawansowania. To właśnie sondy sygnałowe nadają lokalizacji elektromagnetycznej nowy wymiar w postaci możliwości przekazywania spod ziemi nowych rodzajów informacji.

Używanie wiertnic kierunkowych umożliwiających omijanie przeszkód nie zwalnia nas z konieczności stosowania lokalizatorów kabli i rur. Do momentu kiedy zaczniemy korzystać z informacji dostępnych z sondy typu NO-DIG, napotykamy ten sam zestaw problemów co w przypadku stosowania kretów pneumatycznych - konieczne jest użycie lokalizatora kabli i rur aby można było rozpocząć i bezpiecznie kontynuować prace przy przewiercie. Jednakże, jesteśmy wzbogaceni o sondę, która dostarcza nam wszystkich niezbędnych informacji umożliwiających właściwe sterowanie kierunkiem wierceń.

Poza tradycyjnymi cechami takimi jak precyzyjne określenie położenia i głębokości, sonda NO-DIG umożliwia uzyskanie jeszcze innych informacji, np. ciągły odczyt kąta obrotu głowicy wierzącej w 16 pozycjach w skali 360 stopni czy też ciągły odczyt kąta nachylenia w górę lub w dół w 18 pozycjach. Ponadto, czujnik temperatury będzie podnosił alarm, jeśli temperatura sondy przekroczy 50 stopni C i, chroniąc urządzenie przed nadmiernym przegrzaniem lub spalaniem, spowoduje całkowite wyłączenie sondy przy określonym poziomie temperatury głowicy. Powyższe informacje w połączeniu z mniej znaczącymi komunikatami dostępnymi wprost z lokalizatora mogą być niezwłocznie przesyłane drogą radiową do operatora wiertnicy jako informacje o podstawowym znaczeniu dla efektywnego sterowania kierunkowym sprzętem wierzącym.

Można zadać sobie pytanie jak wzajemnie powiązane są techniki wierceń kierunkowych i tradycyjna lokalizacja elektromagnetyczna. Wzajemne uzupełnianie się tych dziedzin mogłoby wzbudzić zdziwienie. Jeśli rozważymy przykład podany powyżej, dostrzeżemy, że sama idea sondy sygnałowej, która może zostać zlokalizowana przez odpowiedni odbiornik pochodzi z ogólnej teorii stosowania lokalizacji elektromagnetycznej. Co więcej, lokalizator odbierający informacje o pozycji i bieżącym stanie głowicy wierzącej, które to czynniki determinują efektywne wiercenia kierunkowe, może jednocześnie być doskonałym precyzyjnym lokalizatorem innych instalacji podziemnych.

Celem tej krótkiej prezentacji nie było szczegółowe porównanie różnych stosowanych metod lokalizacji kabli i rur, jak np. zestawienie georadarów z lokalizatorami elektromagnetycznymi. Nie była również moim celem dokładna analiza różnych typów dostępnego obecnie na rynku sprzętu lokalizacyjnego i ich możliwych zastosowań dla technik bezodkrywkowych. W gruncie rzeczy, było to, dość daleko odbiegające od formy referatu naukowego, omówienie roli jaką spełniają elektromagnetyczne lokalizatory kabli i rur dla wszystkich tych, którzy korzystają ze sprzętu do prac bezodkrywkowych. Wydaje się, że nie można tej roli nie doceniać. Wystarczy, że przyjrzymy się jakimkolwiek zadaniu typu bezodkrywkowego a znajdziemy tam praktyczne zastosowanie lokalizatora instalacji podziemnych. Co więcej, niektóre z tych zadań są całkowicie zależne od wyniku z jakim został w danych warunkach wcześniej użyty sprzęt lokalizacyjny.

Na zakończenie, dla wykonawców prac bezodkrywkowych mam jedną dobrą i jedną nieco gorszą wiadomość. Dobra wiadomość to ta, iż, skoro muszą używać lokalizatora kabli i rur, nie będą mieli problemów z dobraniem dla siebie odpowiedniego typu sprzętu. Jeśli rzeczywiście zależy im na profesjonalnym podejściu do tematu, dość łatwo znajdą sprzęt spełniający wszystkie wymagania branżowe. Nieco gorsza wiadomość wiąże się z faktem, iż w większości przypadków, wykonawca prac bezodkrywkowych może w pełni zawierzyć tylko lokalizatorowi precyzyjnemu. Lokalizator ten tym różni się od prostego lokalizatora do unikania kolizji przy pracach ziemnych, że nie tylko dostarcza znacznie bardziej precyzyjnych informacji o podziemnej infrastrukturze, ale jest po prostu od niego znacznie droższy. Nikt nie lubi wydawać więcej pieniędzy niż to konieczne. Jeśli jednak założymy, że dla technik bezodkrywkowych podstawowym wymogiem jest precyzja prowadzonych prac i tylko sprzęt precyzyjny gwarantuje sukces, dylemat dotyczący rodzaju sprzętu lokalizacyjnego, który powinien być stosowany przestaje praktycznie istnieć.

Jako producent, moglibyśmy rekomendować najróżniejsze typy lokalizatorów spełniających Państwa oczekiwania. Jednakże, chciałbym podkreślić raz jeszcze, iż dla prac typu bezodkrywkowego nie zachodzi konieczność stosowania specjalnie skonstruowanego lokalizatora - dobrej jakości lokalizatory precyzyjne dostępne są powszechnie na rynku. Tylko w niektórych typach prac niezbędne jest wspomaganie lokalizatora specjalnymi sondami, ale połączenie takie, jakkolwiek stanowiące produkt wysoce nasycony najnowocześniejszą elektroniką, wykorzystuje wiele tradycyjnych i powszechnie uznanych funkcji standardowych lokalizatorów kabli i rur stosowanych już w praktyce od wielu lat

METODA RENOWACJI KANAŁÓW Z ZASTOSOWANIEM WYKŁADZIN PEHD Z WYSTĘPAMI KOTWIĄCYMI (SURE GRIP-RELINING)

mgr inż. Uwe Scheder, FRANK GmbH, Niemcy.

STRESZCZENIE

Na całym świecie bardzo duża liczba rurociągów różnego wieku i materiału jest w stosunkowo bardzo złym stanie. W czasach rosnącej presji obniżki kosztów wywieranej na użytkowników systemów kanalizacyjnych coraz trudniej jest finansować wymiany rur. Sytuacja ta doprowadziła do preferowania bezwykopowych metod napraw i renowacji.

Duże uznanie znalazły metody oparte na zabudowie wykładzin PEHD z występami kotwiącymi. Jedną z tych metod jest poniżej opisana metoda Sure Grip®-Relining. Z uwagi na rozwiązania systemowe metoda Sure Grip®-Relining jest prostym i ekonomicznym rozwiązaniem bezwykopowej renowacji uszkodzonych przewodów kanalizacyjnych dowolnego przekroju. Polietylen, z którego wykonana jest wykładzina, jest przyjazny dla środowiska a równocześnie posiada wysoką odporność chemiczną, wytrzymałość mechaniczną oraz znakomite właściwości hydrauliczne. Renowacji podlega cała powierzchnia wewnętrzna starego kanału tzn. po naprawie nie występują dalej żadne "słabe punkty", jak np. szczelina złącza, która także w przypadku nowych rur wprowadza element niepewności. W metodzie tej przywracana jest nośność statyczna naprawianego kanału, dzięki czemu można często uniknąć potrzeby odnawiania całego kanału. Odpowiednie ukształtowanie występów kotwiących gwarantuje wysokie bezpieczeństwo na występowanie wody gruntowej. Niezbędne wyposażenie oraz pracochłonność są niewielkie. Stąd w wielu przypadkach metoda stanowi interesujące rozwiązanie z ekonomicznego punktu widzenia.

WSTĘP

Na całym świecie rurociągi podlegają procesom starzenia i korozji. Nieszczelne złącza, pęknięcia, itp. stanowią zagrożenie dla środowiska. Pojawienie się ich wymaga pilnej renowacji lub naprawy rurociągów. Ważną przesłanką ochrony przyrody jest wyeliminowanie tego potencjalnego zagrożenia. Miliardy metrów sześciennych częściowo wysoko obciążonych ścieków przedostaje się corocznie do wód gruntowych.

Z reguły renowacja kanałów publicznych o dużych średnicach (>500 mm) związana jest z wysokimi kosztami, a poza tym kanały te znajdują się często pod ciągami komunikacyjnymi. W większości przypadków są to kanały betonowe względnie żelbetowe lub murowane. Zagrożenie ich prawidłowego funkcjonowania stanowią wysokie obciążenia statyczne, korozja oraz nieprawidłowa budowa. Informacje o udziale uszkodzonych przewodów są zwykle niepewne i nie odzwierciedlają faktycznego stanu rzeczy.

Niżej wymienione uszkodzenia występują oddzielnie lub wspólnie:

- pęknięcia i/lub wyrwy
- nieszczelności
- przeszkody przepływu
- korozja
- odchyłki położenia
- zużycie mechaniczne
- odkształcenia
- zawały
- pęknięcia rurociągu.

Tradycyjna odkrywkowa wymiana rurociągów jest droga, pracochłonna, hałaśliwa i zazwyczaj związana z poważnymi zakłóceniami ruchu. Z uwagi na długi okres budowy, długie są również przerwy w eksploatacji i pracochłonne odwodnienia. Dodatkowym problemem jest usuwanie materiału starego kanału i otaczającego go gruntu, które po wieloletniej pracy są silnie skażone i często muszą być traktowane jako odpady specjalne. W rezultacie powoduje to wydłużenie okresu budowy lub zastosowanie korzystniejszego pod względem kosztów wariantu przeprowadzenia jedynie niezbędnie koniecznych napraw w uszkodzonych miejscach.

Mając na uwadze powyższy stan rzeczy opracowano metodę renowacji Sure Grip®-Relining.

METODA

Bezwykopową metodę renowacji z zastosowaniem wykładziny PEHD z występami kotwiącymi opracowano w ostatnich latach.

Jedną z jej odmian jest niniejsza metoda renowacji nosząca nazwę Sure Grip®-Relining, która praktycznie z powodzeniem jest stosowana do renowacji rurociągów o dużych średnicach od roku 1988. Metodę opracowała austriacka firma AGRU Kunststofftechnik na podstawie wieloletnich doświadczeń praktycznych w obszarach ochrony przed kwasami i budowy wysypisk odpadów. Po raz pierwszy metodę wdrożono we Francji w Paryżu. Po renowacji początkowo tylko kanałów przełazowych na początku lat 90-tych w oparciu o nagromadzone doświadczenia rozszerzono zakres metody na rurociągi mniejszych średnic (od DN 250 mm). Dal tego zakresu wykładzinę prefabrykuje się dla całych odcinków, a następnie instaluje. Dzięki swej prostocie metoda Sure Grip®-Lining stanowi szybkie i ekonomiczne rozwiązanie bezwykopowej renowacji przewodów kanalizacyjnych i wodociągowych. Zalety bezwykopowej renowacji za pomocą wykładziny Sure Grip®-Liner mają znaczenie nie tylko dla użytkowników, lecz także dla właścicieli działek przylegających do odnawianego przewodu, z uwagi na to, że metody odkrywkowe stanowią dla nich często bardzo poważne utrudnienie. Generalnie można wymienić następujące zalety:

- w zasadzie brak prac ziemnych,
- krótki czas budowy
- ekonomiczność
- minimalne zakłócenia komunikacyjne
- niewielki hałas
- trwałość renowacji
- poprawa statyki przewodu dzięki efektowi wielowarstwowości
- wysoka odporność chemiczna i mechaniczna powodująca zwiększenie okresu trwałości
- poprawa właściwości hydraulicznych oraz wydłużenie okresów między kolejnymi konserwacjami dzięki gładkości powierzchni materiału
- możliwość do zastosowania dla każdego przekroju przewodu.

MATERIAŁ

Wykładzinę Sure Grip® produkuje się z polietylenu. W zależności od zakresu średnic oraz wymaganej minimalnej grubości ścianki wykładzina może być wytwarzana z różnych mas do formowania.

Na dobór materiału obok obciążalności chemicznej, odporności na ścieranie, stabilności własnej oraz odporności na przepuszczanie ma przede wszystkim wpływ elastyczność wykładziny (zależna od temperatury) oraz rozszerzalność pod wpływem ciśnienia wewnętrznego (podczas wypełniania).

Standardowo dla zakresu średnic od 250 do 450 mm stosuje się PELD (polietylen niskiej gęstości) oraz grubość wykładziny 2.5 mm, ponieważ w przypadku małych przekrojów wymagana jest

większa elastyczność, aby zapewnić powrót wykładziny do pierwotnego kształtu (rozmarszczenie). Wykładzinę Sure Grip® dla zakresu średnic od 500 do 800 mm wytwarza się z polietylenu wysokiej gęstości (PEHD) o wskaźniku płynięcia MFR (Melt Flow Rate) grupy 010 (wcześniej również PEMD) o grubości warstwy 3 mm.

Dla większych średnic stosuje się bardziej sztywne masy do formowania PEHD lub do wyboru polipropylen typ 3 (PP-R) oraz większe grubości wykładzin w celu zwiększenia stabilności własnej wykładziny.

Jedną z głównych zalet polietylenu jest jego znakomita wytrzymałość na ścieranie (patrz Rys. 1), dzięki której istotnie zwiększa się żywotność rurociągu oraz zmniejsza się odkładanie osadów. Zwiększona trwałość powoduje zmniejszenie czystych nakładów inwestycyjnych.

Zmniejszenie odkładania osadów powoduje zmniejszenie częstotliwości konserwacji (czyszczenia kanału). Oznacza to zmniejszenie bieżących kosztów eksploatacji przewodu.

Przeprowadzane w ramach konserwacji inspekcje za pomocą kamery telewizyjnej wymagają, aby materiał wykładziny był możliwie jasnego koloru co pomaga w lokalizacji ewentualnych błędów i uszkodzeń wykładziny. Z tego powodu wykładzina Sure Grip® dostarczana jest standardowo w jasnym żółtym kolorze. Na zamówienie istnieje możliwość produkcji wykładziny w kolorze białym względnie bezbarwnym. Wykonanie przezroczyste posiada dodatkową zaletę możliwości kontroli prawidłowości wypełnienia szczeliny obwodowej.

Wszystkie wykładziny wytwarzane są z gatunkowo jednorodnych mas do formowania. Wysoką jakość gatunkową wyrobu zapewniono dzięki stałemu nadzorowi zewnętrznemu i wewnętrznemu.

Jakość może być udokumentowana atestami z prób odbiorczych według DIN 50049 wzgl. EN 10204 3.1.

WYKŁADZINA

Produkowane z procesie ciągłym płyty z występami kotwiącymi są wstępnie konfekcjonowane w zakładzie wytwórczym, zgodnie z żądanymi wymiarami wkładki (obwodem i długością odcinka). Szczególną uwagę przywiązuje się do zgrzewania wykładziny Sure Grip® w prefabrykowany u producenta rękaw oraz połączeń wykonywanych na miejscu budowy, ponieważ jakość szwów spawalniczych warunkuje szczelność i trwałą funkcjonalność wykładziny. W zakładzie wytwórczym wykładzinę Sure Grip® zgrzewa się metodą spawania gorącym klinem (zgodnie z wytyczną DVS 2225 część 1) po uprzednim dokładnym dostosowaniu jej obwodu do średnicy rury. Istotną zaletą tej metody jest występowanie kanału kontrolnego. Umożliwia on kontrolę u producenta szwu według wytycznej DVS 2225, część 2 (patrz rys. 2). Wyniki badań ujmowane są w specjalnych świadectwach kontroli, które mogą być w każdym momencie przedstawione klientowi. Rozmieszczenie występów kotwiących oraz ich bardzo wysoka wytrzymałość na wyciąganie (900 N/występ) oraz na ścinanie (1800 N/występ) gwarantują dobre zakotwienie w zaprawie iniekcyjnej. W podobnym zakresie jak sztywność pierścieniowa wzrasta również wytrzymałość na ciśnienie szczytowe rurociągu dzięki zastosowaniu wykładziny Sure Grip®. Obliczeniowe udowodnienie zespolonego oddziaływanie całego systemu jest ze względu na nieznaną szcążkową nośność starego kanału bardzo trudne.

Resztkową nośność kanału przyjmuje się często za pomijalnie małą stąd obciążenia statyczne muszą być przejmowane wyłącznie przez wykładzinę i zaprawę iniekcyjną. Powyższe podejście nie jest praktycznie uzasadnione, ponieważ rzadka zaprawa wypełniająca wnika również w szczeliny oraz ubytki w starej rurze, przez co uzyskuje się poprawę jej nośności statycznej (patrz również rys. 4).

Po zakończeniu kontroli rękaw wykładziny (wkładkę) o długości do 100 m nawija się na wielodrogowe bębny, które po zabezpieczeniu ich folią ochronną są gotowe do wysyłki. Dostarczoną na bębnie, elastycznie odkształcalną wkładkę wciąga się poprzez istniejące studzienki do uszkodzonej

rury za pomocą wciągarki.

MATERIAŁ INIEKCYJNY

Przestrzeń w kształcie pierścienia między powierzchnią rury a wkładką Sure Grip® wypełnia się wiążącą cement zaprawą jednoskładnikową, która po zakończeniu operacji wypełniania zastyga samoistnie. Stosowane do zabudowy wykładziny typy zapraw muszą posiadać wystarczająco niską lepkość (stosunek wody do cementu: ok. 0.40) oraz jednorodny skład aby zapewnić możliwość przepływu w szczelinie pierścieniowej na odcinkach do 100 metrów. Przy czym ważne jest aby wysoka płynność utrzymała się w całym okresie wypełniania.

Dostosowanie do konkretnego przypadku zastosowania (w zależności od wydatku pompy, objętości szczeliny pierścieniowej oraz temperatury zewnętrznej) można przeprowadzić drogą dobrania odpowiedniego stosunku wody do cementu. Zaprawę wstrzykuje się po jej wymieszaniu pod małym ciśnieniem hydrostatycznym ($p=0.4$ bar).

Po zakończeniu operacji wypełniania żąda się szybkiego wiązania oraz osiągnięcia wysokiej wartości wytrzymałości. Czas przetwarzania oraz wiązania zaprawy zależy z reguły od temperatury co zakłada możliwość zmian właściwości zaprawy. Czas reakcji można np. przyspieszyć drogą wypełniania rękawa wykładziny ciepłą wodą (maks. 35°C).

Zaprawa podczas wiązania nie może się kurczyć ani też zbyt mocno musi być obojętna dla środowiska tzn. nie może stanowić zagrożenia dla wód gruntowych. Podczas wypełniania w warunkach występowania wody gruntowej nie powinny występować tendencje do rozpadu mieszaniny, ponieważ w przeciwnym razie nie można gwarantować prawidłowego wypełnienia szczeliny pierścieniowej.

Podstawowym zadaniem zaprawy jest kształtowe połączenie między istniejącą rurą kanalizacyjną a wprowadzoną wkładką.

Nieszczelne połączenia mufowe, szczeliny oraz ubytki w starej rurze są zamykane przez zaprawę. Wyplukana podsypka oraz jamy w tych obszarach powstałe np. na skutek wypływu mogą być zamknięte dzięki wysokiej płynności zaprawy. Podporowe oddziaływanie zaprawy zmniejsza możliwą zmianę położenia rury w wyniku wpływów zewnętrznych i może przyczynić się do poprawy statyki całego systemu. Zaprawa między starą rurą a wykładziną dzięki znamionowym wytrzymałościom - w zależności od typu zaprawy - do 70 N/mm^2 poprawia statyczną obciążalność rury, względnie zwiększyć bezpieczeństwo statyczne. Występy kotwiące wykładziny w połączeniu z zaprawami dużej wytrzymałości tworzą złącze zamknięte siłowo, takie jak jest wymagane przede wszystkim w warunkach naporu wody gruntowej.

ZABUDOWA

Ważnym elementem zastosowania reliningu Sure Grip® jest wstępna inspekcja kanału. W przypadku kanałów nieprzełazowych konieczne jest przeprowadzenie inspekcji kamerą TV zamontowaną na ruchomym robocie. Duże przeszkody jak np. inkrustacje, przerosty korzeni trzeba usunąć przed rozpoczęciem renowacji, aby zapewnić prawidłowy powrót wykładziny do pierwotnego kształtu. Zanieczyszczenia muszą być usunięte za pomocą urządzenia do płukania pod wysokim ciśnieniem.

Kanały przyłączeniowe na długości odnawianego odcinka muszą być zwymiarowane i zabezpieczone za pomocą pęcherzy odcinających przed dostaniem się do nich zaprawy iniekcyjnej lub zamknięte po ich odkryciu.

Bęben z nawiniętą wkładką o długości dobranej do długości odcinka ustawia się przy studziencie, a następnie wprowadza bezpośrednio przez otwór kanału za pomocą lejka, który przy niższych temperaturach można podgrzewać. W tym celu wykładzinę przymocowuje się do głowicy wciągającej

i wciąga do odnawianego kanału za pomocą wciągarki (usytuowanej w najbliższej studzience). Linę ciągnącą prowadzi się na rolkach lub prowadnicach (patrz rys.3). Zakleszczenie wykładziny w głowicy gwarantuje zmniejszenie przekroju, dzięki czemu operacja wciągania przebiega z mniejszym obciążeniem materiału.

Króćce iniekcyjne niezbędne do wypełniania szczeliny pierścieniowej między wykładziną a starą rurą wprowadza się na większą głębokość ok. 20 cm w szczelinę pierścieniową od strony niżej położonego końca kanału w obszar wezłowania sklepienia oraz dna kanału. W przypadku profili jajowych zaleca się użycie większego króćca iniekcyjnego od strony dna. Na drugim końcu rury w obszarze sklepienia wprowadza się króciec odpowietrzający, umożliwiający wypływ powietrza ze szczeliny pierścieniowej oraz stwierdzenie prawidłowości wypełnienia na podstawie wypływu masy iniekcyjnej.

Końce rękawa wykładziny zamyka się za pomocą pęcherzy zaporowych zabezpieczonych przed poślizgiem. Potem rękaw wykładziny napełnia się wodą (ew. ciepłą wodą) i obciąża nadciśnieniem do 1.2 bara (z reguły ok. 0.7 bar). Pod wpływem ciśnienia wewnętrznego następuje zwrotne odkształcenie wykładziny w rezultacie czego następuje przywarcie wykładziny do ścian kanału.

W trakcie wywierania ciśnienia wewnętrznego zachodzi dodatkowa kontrola szczelności wkładki. Umieszczone od strony zewnętrznej występy kotwiące pozwalają na uzyskanie szczeliny pierścieniowej jednakowej wielkości na obwodzie. Następnie szczelinę pierścieniową uszczelnia się na obu końcach za pomocą zaprawy zaporowej.

W kolejnej operacji następuje wypełnianie zaprawą szczeliny pierścieniowej oraz szczelin w ściankach kanału.

Występy kotwiące wykładziny Sure Grip® zakotwiają się w materiale iniekcyjnym w rezultacie czego powstaje nowa, szczelna, polietylenowa ścianka wewnętrzna kanału. Ciśnienie zaprawy podczas operacji wypełniania musi być bardzo jednolite (z reguły ok. 0.4 bar) i zawsze wyraźnie mniejsze od wewnętrznego ciśnienia wody. Zachowanie tego warunku pozwala na uniknięcie wgniatania wykładziny. Stąd celowym jest zastosowanie pompy z możliwością sterowania wielkością ciśnienia. Niezbędny czas wiązania zaprawy iniekcyjnej wynosi w zależności od przypadku zastosowania od ok. 12 do 24 godzin. Po upływie tego czasu można spuścić wodę i usunąć pęcherze zaporowe.

Po usunięciu pęcherzy zaporowych oraz wysuszeniu i oczyszczeniu wykładziny przeprowadza się niezbędne prace spawalnicze wg. obowiązujących wytycznych DVS. Prace te wykonują kwalifikowani spawacze. Czyszczenie powierzchni spawanych wykonuje się bezpośrednio przed spawaniem. Uzyskanie szwów spawalniczych wysokiej jakości wymaga zapewnienia wystarczającego przewietrzania kanału, ponieważ zbyt wysoka wilgotność powietrza wpływa ujemnie na jakość szwów (połączeń).

Te dodatkowe szwy potrzebne są w obszarze studzienek w celu uzyskania kompletności wyłożenia i eliminacji występowania słabych miejsc.

POŁĄCZENIA ZE STUDZIENKĄ

Istnieją różne możliwości połączenia wkładki ze studzienką. Generalnie celowym jest wyłożenie także studzienki i wykonanie połączenia metodą spawania. Istnieją dwa sposoby wykładania studzienek - oba oparte są na zastosowaniu płyt ochronnych do betonu Sure Grip®. W celu zagwarantowania dobrego związania zaprawy zalewowej ze ścianką studzienki należy w oby przypadkach najpierw starannie oczyścić ściankę i dno studzienki.

WARIANT 1:

Na dno studzienki nanosi się chudy beton o czasie przetwarzania min. 30 min. i wyrównuje się

go. W tą zaprawę wciska się krążek z płyty ochronnej do betonu (o średnicy studzienki) i obciąża się go równomiernie do czasu związania betonu. Do wykładania ścianek studzienki zaleca się stosować wstępnie konfekcjonowane płyty Sure Grip®; dobrane odpowiednio do głębokości i średnicy studzienki.

Szczelina pierścieniowa między wykładziną a ścianka studzienki wynosi ok. 2.0 cm. Można ją dokładnie ustawić za pomocą rozpórek ustawionych na dnie. Następnie wycina się przyłącza rurowe. w miejscach połączenia z płytą denną oraz rurą kanałową wykładzinę studzienki uszczelnia się metodą zgrzewania gorącym powietrzem. Alternatywnie na dnie można zastosować podparty pierścień drewniany z masą uszczelniającą. Do podparcia wykładziny Sure Grip® w celu przeniesienia nacisku zaprawy iniekcyjnej stosuje się szalunek lub pneumatyczne przyrządy mufowe. Wypełnienie studzienki wodą nie jest odpowiednie ze względu na jej małą gęstość (ciężar właściwy zaprawy iniekcyjnej wynosi ok. 1.9 kg/l). Do wypełnienia szczeliny pierścieniowej stosuje się rzadką zaprawę iniekcyjną o czasie utwardzania ok. 30 min. (Czas wiązania musi być dłuższy od czasu napełniania.) Po związaniu studzienkę czyści się a miejsca połączeń spawa ekstruzyjnie.

WARIANT 2:

Do wykładania studzienek o przekrojach specjalnych (90°-stopniowych lub dużych średnic) zaleca się renowację bez dodatkowego szalowania. Stosuje się płyty ochronne do betonu dużych grubości do 12 mm i w razie potrzeby profile łączące. Przycięte na wymiar płyty ochronne do betonu mocuje się do ścianki studzienki za pomocą kołków, a następnie wypełnia szczelinę pierścieniową. Po związaniu zaprawy i usunięciu elementów mocujących otwory po kołkach oraz styki profilowe spawa się spawarkami ekstruzyjnymi, a następnie kontroluje szczelność spoin.

DOŁĄCZENIE PRZYŁĄCZY DOMOWYCH

Jeśli chodzi o przyłącza domowe to należy wyróżnić kanały przełazowe i nieprzełazowe. W przypadku kanałów przełazowych wcześniej zwymiarowane i zamknięte doprowadzenia boczne po zakończeniu renowacji otwiera się ręcznie i łączy się z wkładką metodą przyspawania króćca PE. Ten polietylenowy króciec posiada od strony zewnętrznej uszczelnienie, dzięki któremu zagwarantowane jest szczelne połączenie z przewodem doprowadzającym wykonanym z reguły z innego materiału niż polietylen.

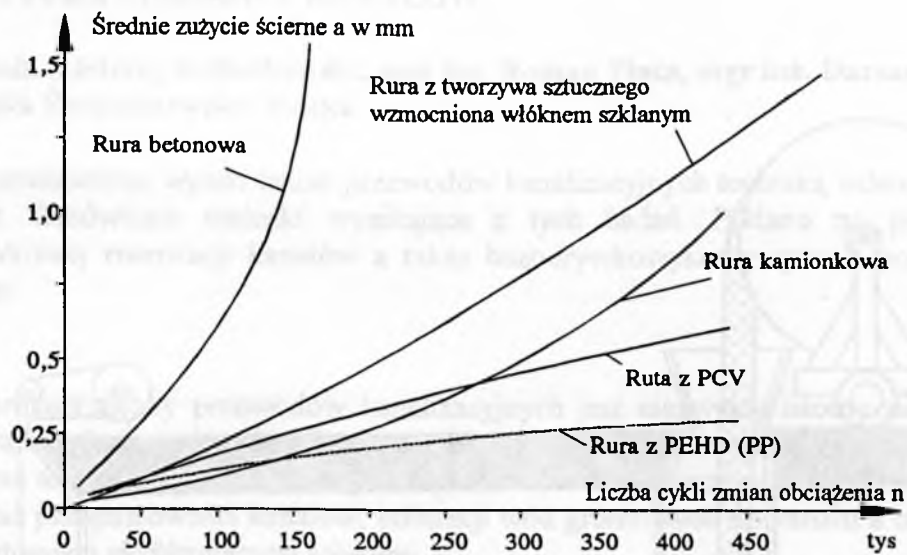
Dołączenie przyłączy do kanału nieprzełazowego można wykonać w sporadycznych wypadkach metodą odkrywkową z zewnątrz. Jeśli na długości odnawianego odcinka znajduje się wiele przyłączy to wyżej wspomniana metoda nie ma sensu. Z tego powodu kilka rozwiązań znajduje się w fazie prób. Wśród nich metoda połączenie przyłączy domowych od wewnątrz z użyciem robota kanałowego. Jedno z rozwiązań bazuje na zastosowaniu profili kapeluszowych z PEHD, które zgrzewa się w wykładziną po otwarciu przyłączy domowego za pomocą przyrządu do zgrzewania gorącym powietrzem. Przed zabudową kołnierza PE kanał przyłączeniowy rozfrezowuje się na średnicę, aby można było usunąć króciec kołnierza przez przewód przyłączeniowy oraz umieścić uszczelnienie pierścieniowe.

OBSZAR ZASTOSOWAŃ

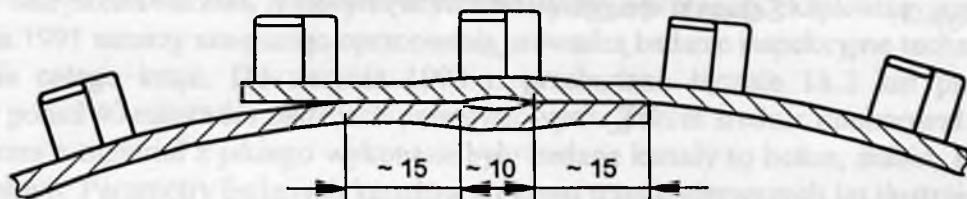
Metoda reliningu Sure Grip® nadaje się w zasadzie do uszkodzonych kanałów o średnicach nominalnych od DN250 do DN 1200. Większe kanały mogą być odnawiane z użyciem segmentów płyt oraz przesuwanych szalunków. Metodę można stosować przy wszystkich przypadkach uszkodzeń nie powodujących istotnego zmniejszenia przekroju. W przypadku poważnych pęknięć rur oraz załamów zwykle nie można zastosować renowacji - uszkodzony przewód musi być zastąpiony nowym.

Bardzo często wymaga się aby po renowacji zachowana była wysoka nośność statyczna.

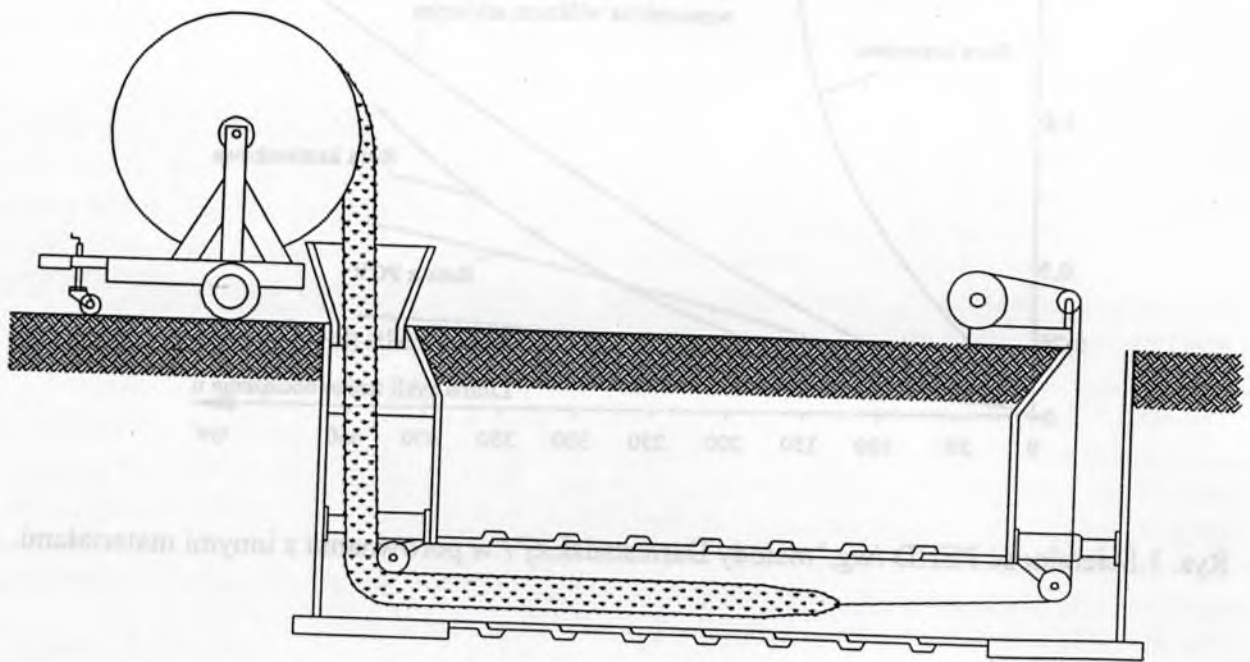
Wszechstronne badania na rurach betonowych przez i po renowacji wykazały, że nośność całego systemu wyraźnie zwiększa się na skutek zastosowania wykładziny Sure Grip®.



Rys. 1. Ścieralność PEHD /wg."metody Darmstadzkiej"/ w porównaniu z innymi materiałami.



Rys.2. Przekrój przez szew łączący z kanałem kontrolnym.



Rys. 3. Schemat wciągania rękawa wykładziny Sure Grip®



DIAGNOSTYKA I ODNOWA KANAŁÓW

**prof. dr hab. Andrzej Kuliczkowski, mgr inż. Roman Pluta, mgr inż. Dariusz Zwierchowski,
Politechnika Świętokrzyska, Polska.**

Przedstawiono wyniki badań przewodów kanalizacyjnych techniką video obejmujących okres trzech lat. Omówiono wnioski wynikające z tych badań. Podano na przykładach sposoby bezodkrywkowej renowacji kanałów a także bezodkrywkowy sposób powiększania średnicy przewodów.

WSTĘP

Stan techniczny przewodów kanalizacyjnych jest niezwykle istotny nie tylko z uwagi na prawidłową eksploatację kanałów lecz również z uwagi na ochronę środowiska gruntowo-wodnego. Wadliwy stan techniczny jest przyczyną wielu problemów eksploatacyjnych w tym m.in. częstych awarii, zmniejszenia przepustowości kanałów, infiltracji wód gruntowych do kanału a także skażenia gruntu i wód gruntowych eksfiltrującymi ściekami.

DIAGNOSTYKA SIECI KANALIZACYJNYCH

Wprowadzenie techniki video do przeglądu kanalizacji było etapem przełomowym. Obserwacja przekazywanego przez kamerę obrazu pozwala na możliwie dokładną ocenę stanu technicznego badanego przewodu bez wykonywania wykopu i niszczenia kanału. Celem inspekcji telewizyjnej jest wykrycie i lokalizacja wad, usterek i powstałych w okresie eksploatacji uszkodzeń. Znajomość występowania tych nieprawidłowości, ich rodzaj i wielkość pozwala na prognozowanie okresu dalszej prawidłowej eksploatacji a w przypadku stanu awaryjnego umożliwia przygotowanie danych niezbędnych do doboru metody renowacji kanału.

W kraju diagnostyka sieci kanalizacyjnej techniką video prowadzona jest wyrywkowo. Do badań zlecane są przede wszystkim odcinki, z którymi użytkownicy mają problemy eksploatacyjne.

Od sierpnia 1991 autorzy niniejszego opracowania prowadzą badanie inspekcyjne techniką video na terenie prawie całego kraju. Do sierpnia 1993 r. przebadano łącznie 18.2 km przewodów kanalizacyjnych w ponad 40 miastach i zakładach przemysłowych. Zakres średnic obejmował przedział od 100 do 1200 mm a materiał z jakiego wykonane były badane kanały to beton, żelbet, kamionka, cegła, kamień i żeliwo. Parametry badanych kanałów z okresu trzech pierwszych lat ilustruje rys. 1.

Na podstawie analizy wyników badań stwierdzono, że najczęstszymi uszkodzeniami jakie obserwowano w kanałach betonowych i żelbetowych były rysy, pęknięcia, wypadnięcia spękanych fragmentów konstrukcji, ubytki korozyjne ścian w tym głównie dna aż do jego całkowitego braku. Uszkodzenia te spowodowane były głównie korozją, ścieralnością dna a także nadmiernym przeciążeniem konstrukcji.

W kanałach kamionkowych najczęściej obserwowano uszkodzenia mechaniczne spowodowane nadmiernym obciążeniem rur.

Wspólnymi nieprawidłowościami obserwowanymi we wszystkich rodzajach kanałów były nieszczelne złącza rur, których przyczynami były najczęściej wady wykonawcze i materiałowe oraz zamulenie i zagruzowanie kanałów. Zestawienie rodzajów uszkodzeń pokazano na rys.2.

Do przyczyn złego stanu technicznego badanych kanałów należy zaliczyć: niską jakość materiałów, wadliwe wykonawstwo, niewłaściwy transport i montaż rur kanalizacyjnych, wadliwe wbudowanie kanałów w tym nieprawidłowe uszczelnienie złączy, brak odpowiednich zabezpieczeń antykorozyjnych oraz wadliwą eksploatację kanałów.

Dla zapewnienia właściwej eksploatacji kanałów należy przedsięwziąć odpowiednie środki już na etapie ich projektowania i wykonawstwa. Dla przewodów betonowych konieczne jest stosowanie wysokich klas betonu (nie mniejszych niż B40) i zastosowanie odpowiednich powłok antykorozyjnych. Uszkodzeniom powstałym na etapie wykonawstwa można zapobiec poprzez właściwy transport i montaż rur, wykonanie prawidłowych złączy oraz właściwy sposób posadowienia i zagęszczenia gruntu wokół przewodu [1].

ODNOWA SIECI KANALIZACYJNYCH METODAMI BEZODKRYWKOWYMI

Odnowa przewodów kanalizacyjnych sposobem bezodkrywkowym jest w wielu wypadkach rozwiązaniem korzystniejszym od wymiany rur w wykopie. Najczęściej w stare przewody wprowadza się nowe rury z tworzyw sztucznych. Istnieje także możliwość powiększenia średnicy kanału za pomocą specjalnej głowicy.

Renowacja kanału w systemie "krótkiego Reliningu" została zastosowana m.in. w Tarnowie w ul. Wałowej [2]. O przyjęciu tej metody zdecydowała inspekcja video, która wykazała następujące uszkodzenia i nieprawidłowości :

- rysy i pęknięcia podłużne w wierzchołku konstrukcji kanałowej występujące na różnych odcinkach kanału,
- wzajemne przemieszczenia rur w pionie, poziomie i ukośnie sięgające 3-5 cm,
- duże ubytki konstrukcji w miejscach połączeń rur,
- skorodowanie powierzchni wewnętrznej kanału,
- osad stały na dnie kanału.

Stan techniczny kanału uznany został za awaryjny w miejscach wystąpienia pęknięć podłużnych oraz za grozący awarią w miejscach silnie skorodowanych i zarysowanych. Biorąc pod uwagę fakt, że kanał wykonano na całym odcinku ul. Wałowej z tego samego asortymentu rur uznano, że stan awaryjnego zagrożenia dotyczy całego odcinka. Kanał w ul. Wałowej wymagał zatem zastosowania takiej technologii renowacji, która zagwarantowałaby, że nowo wprowadzona powłoka do wnętrza istniejącego kanału przejmie w całości obciążenia, na które on został zaprojektowany. Za najbardziej odpowiedni materiał konstrukcyjny rur do renowacji w tym przypadku uznano wysokoutwardzony polietylen PEHD (tab.1.)

Rury z PEHD (1) o długości ok. 50 cm (rys.3.) zostały wprowadzone ze studzienki (2) do starego kanału (3) przy użyciu siłownika hydraulicznego (4). Wolna przestrzeń pomiędzy nowym i starym kanałem została wypełniona specjalnym wypełniaczem. Wypełniacz ten stanowi zabezpieczenie przed zawaleniem się uszkodzonego kanału oraz współtworzy jeden element trójwarstwowy z nowo wprowadzonym rurociągami i starym kanałem. Wypełnia także wolne przestrzenie poza kanałem, które występowały tam wskutek wyłukiwania gruntu do kanału.

Tą samą metodą renowacyjną zostało wykonane uszczelnienie kanału sanitarnego w ul.Barbackiego w Nowym Sączu [3]. W kanale tym oprócz uszkodzeń mechanicznych zaobserwowano bardzo silną infiltrację wód gruntowych.

Zastosowanie systemu "krótkiego Reliningu" ma bardzo wiele zalet do których należy zaliczyć :

- wzrost nośności konstrukcji istniejącego kanału lub całkowite przejście obciążeń przez nowo wprowadzony przewód w przypadku częściowej lub całkowitej utraty nośności konstrukcji starego kanału,
- krótki czas realizacji robót renowacyjnych i niższy koszt w stosunku do robót wykonywanych w wykopie,
- wysoką trwałość, odporność antykorozyjną i odporność na ścieranie kanału po renowacji,
- uzyskanie pełnej szczelności kanału, co zapobiega infiltracji wód gruntowych do kanału lub eksfiltracji ścieków do gruntu,

- poprawę warunków przepływu ścieków w wyniku zmniejszenia współczynnika chropowatości wewnętrznej powierzchni kanału,
- wykorzystanie trasy istniejącego kanału do dalszego jego funkcjonowania, co jest szczególnie ważne w obszarach o gęstej zabudowie,
- całkowite wyeliminowanie robót ziemnych lub w niektórych przypadkach znaczne ich zredukowanie do wykonania wykopu w miejscach podłączenia przykanalików między studzienkami,
- brak uciążliwości w stosunku do wykonywania robót w wykopie wynikających z reorganizacji ruchu pojazdów i pieszych w okresie trwania robót,
- brak wielu niekorzystnych dla środowiska zjawisk takich jak: zniszczenie roślinności w pasie wykopu i składowania gruntu hałas i wibracje towarzyszące wykonywaniu deskowań.

Bezodkrywkowe powiększanie przewodów kanalizacyjnych jest nowym sposobem rozwiązywania problemu niesprawnych hydraulicznie układów kanalizacyjnych. W Polsce po raz pierwszy wykorzystano tę metodę do powiększenia kanału sanitarnego z 200 mm na 315 mm w ul. Rzeszowskiej (dawna trasa międzynarodowa E-22) w Dębicy [4,5]. Przyczyną podjęcia decyzji o powiększeniu przekroju kanału była niedostateczna jego przepustowość powodująca częste zatapianie kanału, jego pracę pod ciśnieniem oraz zalewanie ściekami piwnic sąsiadujących budynków. Powiększanie przewodów kanalizacyjnych odbywa się za pomocą specjalnie w tym celu skonstruowanej głowicy. Głowica (1) wprowadzana jest do wnętrza kanału (2) przez studzienkę kanalizacyjną (3), a następnie rozszerzając się obwodowo na zewnątrz niszczy istniejący kanał (rys.4), rozpycha zniszczone fragmenty jego konstrukcji w kierunku do gruntu na taką odległość, aby na jego miejsce wprowadzić nowy przewód kanalizacyjny (4) o większym przekroju z krótkich odcinków rur z PEHD (tab.2).

Do zalet technologii bezodkrywkowego powiększania przekroju poprzecznego kanałów zaliczyć należy :

- wzrost przepustowości kanału dzięki zwiększeniu przekroju poprzecznego oraz zastosowaniu rur polietylenowych o współczynniku chropowatości $k=0.007$ mm,
- brak hałasu oraz drgań podczas niszczenia starego kanału w wyniku wyniku zastosowania głowicy hydraulicznej,
- zagwarantowanie pełnej nośności konstrukcji kanału z uwagi na odporność kanału na korozję oraz ścieranie,
- korzystny aspekt ekologiczny z uwagi na całkowitą szczelność,
- wysoką efektywność ekonomiczną, szczególnie w przypadku kanałów posadowionych głęboko pod ciągami ulicznymi,
- wyeliminowanie całkowite robót wykopowych bądź ich ograniczenie do lokalnych wykopów w miejscach przykanalików występujących między studzienkami,
- wysokie tempo robót,
- brak utrudnień w ruchu pieszym oraz minimalne utrudnienie ruchu kołowego w okolicy studzienki kanalizacyjnej, do której opuszcza się rury i do której się je przeciąga.

PODSUMOWANIE

Wyniki przeprowadzonych badań wykazują, że stan techniczny kanałów jest w wielu wypadkach wysoce niezadawalający. Do najczęściej rejestrowanych uszkodzeń i nieprawidłowości należą pęknięcia i rozsunięcia podłużne, nieszczelne złącza, ubytki korozyjne, osad denny i zagruzowanie.

Ze względu na występowanie dużej ilości zaobserwowanych uszkodzeń wynikających z niskiej jakości materiałów stosowanych dla przewodów kanalizacyjnych oraz bardzo często niewłaściwego wykonawstwa konieczne jest stosowanie w kraju badań inspekcyjnych kamerą video na znacznie większą skalę.

Poddawanie kanałów bezodkrywkowej renowacji daje pozytywne efekty. Pozwala w wielu przypadkach uniknąć uciążliwości towarzyszących metodom odkrywkowym (wykopy, objazdy) oraz przynosi znaczące korzyści ekonomiczne. Stąd wynika celowość rozpowszechnienia w kraju tych metod.

LITERATURA

- [1] Kuliczkowski A., Zwierzchowski D.: Wpływ technologii budowy przewodów kanalizacyjnych na wielkość naprężeń i koszty realizacji. GWITS, t. 66, 1992, nr 8, s.183-185.
- [2] Kuliczkowski A., Rybiński S., Dyrda R.; Renowacja przewodów kanalizacyjnych systemem "krótki relining" w Tarnowie. GWITS, t.66, 1992, nr 7, s. 162-164.
- [3] Kuliczkowski A., Rybiński S., Książek W.; Bezodkrywkowe uszczelnianie kanału sanitarnego w Nowym Sącz. GWITS, t.67,1993, nr. 5, s.128-130.
- [4] Kuliczkowski A., Rybiński S.,Dyrda.: Bezodkrywkowe powiększanie przewodów kanalizacyjnych na przykładzie Dębicy. GWITS, t. 68, 1994, nr 3, s. 73-76.
- [5] Kuliczkowski A., Rybiński S., Dyrda R.: Dowiadcznienia przedsiębiorstwa RenoRurCentrum w zakresie renowacji przewodów kanalizacyjnych. Materiały z Konferencji Naukowo-Technicznej "Współczesne problemy gospodarki wodno-ściekowej". Koszalin, 1993, t.1, s. 218-227.

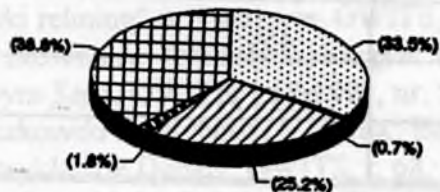
Tab.1. Rodzaje rur stosowane przy renowacji kanału
w ul. Wałowej w Tarnowie.

L.p.	średnica kanału	łączna długość	Zastosowana średnica ewnętrznna rury PEHD do renowacji
	mm	m	mm
1	500	17	450
2	400	486	355 i 315
3	300	55	250

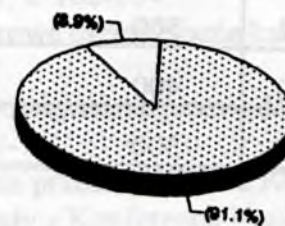
Tab.2. Możliwości zwiększania przekrojów kanałowych.

średnica wewnętrzna istniejącego kanału d_w [mm]	Możliwe średnice zewnętrzne zwiększonych przekrojów kanałowych przy zastosowaniu rur z PEHD d_e [mm]
100	110, 125, 180
200	225, 250, 280, 315
300	315, 355, 400, 450
400	450, 500, 560
500	560, 630

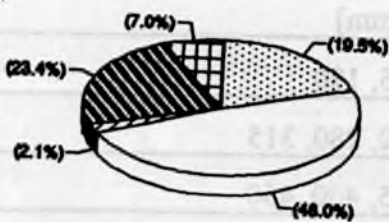
a)



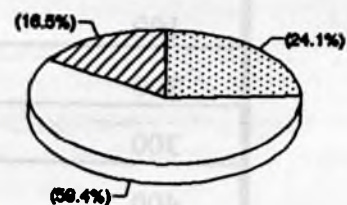
b)



c)

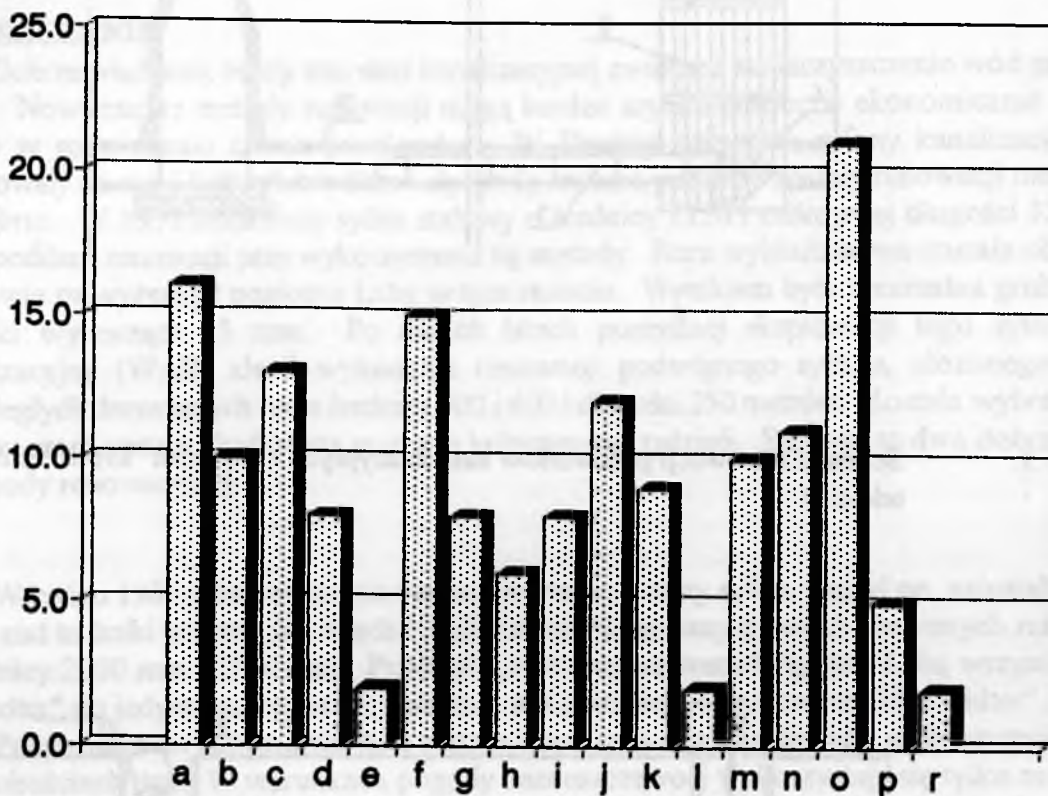


d)



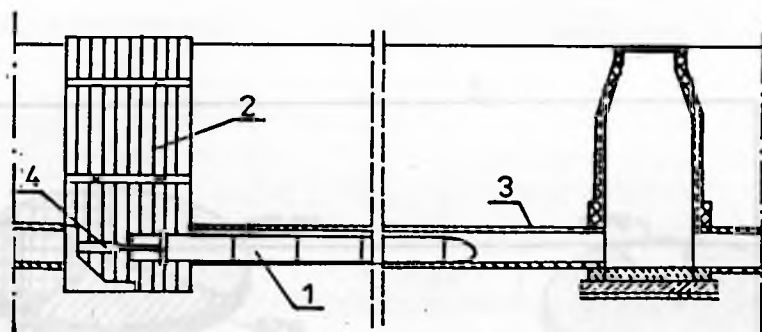
Rys. 1. Parametry badanych kanałów:

- a) rodzaj materiału; 1-beton (33.5%), 2-żeliwo (0.7%), 3-kamionka (25.2%), 4-cegła (1.8%), 5-żelbet (38.8%),
- b) rodzaj przekroju; 1-kołowy (91.9%), 2-jajowy (8.9%),
- c) zakresy średnic; 1-100|200 (19.5%) 2-201|400 (48.0%), 3-601|1000 (2.1%), 4-401|600 (23.4%), 5-1001|1400 (7.0%),
- d) rodzaj kanałów; 1-sanitarne (24.1%) 2-ogólnospławne (59.4%) 3-deszczowe (16.5%).

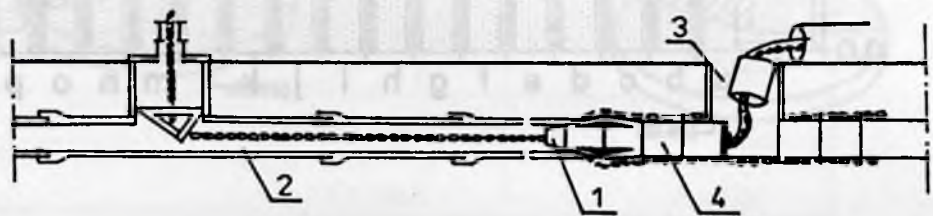


Rys. 2. Rodzaje uszkodzeń zarejestrowanych w 41 badaniach:

- a) przesunięcia podłużne, b) przesunięcia poprzeczne, c) wykruszenie złączy, d) brak uszczelnień, e) odkryte zbrojenie, f) pęknięcia podłużne, g) pęknięcia poprzeczne, h) brak górnej części kanału, i) wżery i ubytki, j) przeciwspadki, k) infiltracja, l) rury przechodzące przez kanał, m) wystające przykanaliki, n) osad kamienny, o) zamulenie, p) korzenie drzew, r) zawalenie.



Rys. 3. Schemat renowacji przewodów kanalizacyjnych systemem "krótki relining" (opis w tekście)



Rys. 4. Schemat bezodkrywkowego powiększania średnicy przewodów kanalizacyjnych (opis w tekście)

RENOWACJA SYFONÓW POD RZEKĄ ŁABĄ W DREZNIE METODĄ CIPP INSITUFORM

Rainer Dilg

Insituform Brochier Rohrsanierungstechnik GmbH, Niemcy.

STRESZCZENIE

Dobrze wiadomo, że zły stan sieci kanalizacyjnej zwiększa zanieczyszczenie wód gruntowych i rzek. Nowoczesne metody renowacji mogą bardzo szybko pomóc w ekonomicznie efektywny sposób w rozwiązaniu takich problemów. W Dreźnie wszystkie syfony kanalizacyjne, które eksfiltrowały do rzeki Łaby i/lub infiltrowały wodę rzeczna poddane zostały renowacji metodą CIPP Insituform. W 1992 roku duży syfon stalowy o średnicy 1150 i całkowitej długości 328 metrów został poddany renowacji przy wykorzystaniu tej metody. Rura wykładzinowa została obliczona na podstawie najwyższego poziomu Łaby w tym stuleciu. Wynikiem była minimalna grubość ściany wkładki wynosząca 25 mm. Po dwóch latach pomyślnej eksploatacji tego syfonu Zarząd Kanalizacyjny (WAB) zlecił wykonanie renowacji podwójnego syfonu, złożonego z dwóch równoległych drewnianych rur o średnicy 300 i 400 i długości 250 metrów. Została wybrana ta sama metoda i praca została ukończona w czasie krótszym niż tydzień. Stanowi to dwa dobre przykłady tej metody renowacyjnej.

W końcu 1907 roku w Dreźnie wybudowano podwójny syfon. Został on zainstalowany pod Łabą - cud techniki w tamtych czasach ! Syfon został wykonany z dwóch spawanych rur stalowych o średnicy 2000 mm i 1150 mm. Przez te rury transportowane były pod Łabą wszystkie ścieki z "Altstädter" do jedynej oczyszczalni ścieków w Kaditz leżącej po stronie "Neustädter" rzeki Łaby.

Połączenie obu rur działało jako system kanalizacji ogólnospławnej, wykorzystujący różnicę w wysokościach dna. W warunkach pogody bezdeszczowej wykorzystuje się tylko mniejszą rurę , gdy tymczasem podczas dużych opadów potrzebne są oba przewody w celu poradzenia sobie z ściekami.

W 1982 roku oczyszczalnia ścieków została poważnie uszkodzona w trakcie powodzi i od tego czasu nie działała sprawnie. W czasie remontu finansowanego przez Rząd RFN w początku lat dziewięćdziesiątych została również sprawdzona wydajność systemu syfonowego. Ponieważ, tzw. "Flügelweg"-Siphon był nadal jedynym połączeniem pomiędzy dwoma brzegami Łaby stanowił on krytyczny punkt w systemie kanalizacyjnym Drezna.

W kwietniu 1990 przedsiębiorstwo Diving Company z Hamburga przeprowadziło inspekcję syfonów. Okazało się, że większa rura o średnicy 2000 mm była nadal w niezłym stanie i mogła być wykorzystywana bez większych napraw. Pierwsza próba inspekcji mniejszej rury o średnicy 1150 mm zakończyła się niepowodzeniem, gdyż masy błota i innych osadów, takich jak kamienie, deski, itp. nie pozwoliły na wejście dla nurka. Tak więc syfon musiał zostać wyczyszczony.

W październiku 1990 nurek wykonał drugą próbę inspekcji. Tym razem mógł spenetrować pierwsze sto metrów rury. Wynik: znaczące uszkodzenia dna rury spowodowane tarciami. Materiały, które były przenoszone wraz z ściekami, takie jak piasek, kamienie, granulki, itp., spowodowały przetarcia szerokości od 10 do 20 cm. Nurek mógł namacać przez dziury dno Łaby.

Również i ta inspekcja musiała być wykonana w "czarnych ściekach", tj. przy zerowej widoczności.

Zarząd Kanalizacyjny Drezna musiał zdecydować, czy renowacja syfonów była możliwa ze względów technicznych i czy byłoby to do zaakceptowania z ekonomicznego punktu widzenia.

Należało również uwzględnić wymogi czasowe gdyż remontowana oczyszczalnia ścieków miała wznowić pracę na jesieni 1991 w celu zagwarantowania, że oczyszczanie ścieków w Dreźnie spełni wymogi ustawowe.

Przetarg ogłoszony przez Zarząd Kanalizacyjny Drezna wskazywał, że istnieje tylko jedna metoda renowacji, która mogłaby spełnić następujące warunki:

- długość renowacji: 328.0 metrów, średnica 1150 mm;
- renowacja bez opróżniania syfonu (ryzyko uniesienia);
- renowacja typowych wygięć syfonu;
- renowacja dodatkowego poziomego wygięcia 45° pomiędzy komorą wejściową a brzegiem rzeki;
- renowacja bez przerwy w eksploatacji równoległej rury i z możliwie jak najkrótszą przerwą w pracy naprawianego przewodu;
- uwzględnienie w obliczeniach statycznych obciążenia odpowiadającego najwyższemu poziomowi wody od 100 lat (110.2 m ponad średni poziom);

Metodą, która w końcu została wybrana była metoda CIPP Insituform®. WAB zdecydował wykorzystać metodę CIPP zaoferowaną przez niemieckiego licencjodawcę Insituform-Brochier (IBR) z Poczdamu. W roku 1990 przeprowadził on podobną pracę w Pradze wykorzystując tę samą metodę. Stanowiło to dobre referencje wykonawcy.

Pomimo tego renowacja tego syfonu w Dreźnie miała stanowić kolejną premierę dla Insituform® zważywszy na średnicę i długość wynoszącą 328 metry.

Dodatkowy problem spowodowany był przez konstrukcję podwójnego syfonu. Ponieważ rury nie były zamocowane do dna rzeki, to, aby zapobiec ich wypłynięciu na powierzchnię musiały być cały czas wypełnione, nawet w czasie renowacji. Również eksploatacja syfonu mogła być tylko przerwana na chwilę. W tym czasie ścieki musiały być zrzucone bezpośrednio do Łaby. Było to praktykowane w NRD przez długi czas, ale w chwili obecnej było nie do zaakceptowania. Z tego powodu renowacja o mały włos nie doszła do skutku.

W czerwcu 1991 roku dostarczono pierwszą ofertę. Po długich dyskusjach technicznych i przedstawieniu nowych szczegółów, takich jak wyniki inspekcji i wymagania klienta, przedstawiono końcową ofertę. Obliczenia statyczne opierały się o najwyższy poziom lustra wody (ostatni w 1845 roku) i wynikiem ich było obliczenie minimalnej grubości ściany wynoszącej 25 mm w celu wytrzymania ciśnienia o wysokości 3.44 m wody. Obciążenie dna rzeki, pokrywającego rurę warstwą 1.40 m miało być nadal przenoszone przez starą rurę.

IBR zdecydował wykorzystać tę samą technikę "podwójnej inwersji", która była pomyślnie zastosowana przed rokiem w trakcie prac w Pradze. Była to jedyna możliwość poradzenia sobie z wagą impregnowanych INSITU-TUBES®, która wynosiła 26.5 ton dla każdej warstwy o grubości 15 mm.

Już w grudniu 1991 rozpoczęto przygotowania do pracy, takie jak produkcję rękawa, planowanie placu robót, dostawę urządzeń i zapewnienie odpowiedniej wydajności. Sama instalacja miała się odbyć miejsce na początku lutego 1992, bowiem przewidywano, że będą sprzyjające warunki pogodowe. Spodziewano się dwojakich korzyści: zamarznięta ziemia powinna pozwolić na dojechanie ciężkiego sprzętu na brzeg Łaby a opady w formie śniegu zamiast deszczu nie miałyby bezpośredniego wpływu na poziom ścieków.

Niestety Św. Piotr nam nie sprzyjał. Po rozpoczęciu przygotowań do prac pogoda w końcu stycznia zmieniała się na ciepłą i deszczową, jaka utrzymywała się do końca robót.

Drugi problem stanowiło uzyskanie zgody na zatrzymanie przepływu ścieków i skierowanie ich do rzeki Łaby. Jedne władze spychały odpowiedzialność na drugie i poważnie rozważano możliwość renowacji w czasie eksploatacji i otwarcia syfonu w terminie późniejszym przy mniejszym

przepływie ścieków.

W założeniach planowano wybudowanie ściany przy wylocie. Ponieważ nie było to możliwe w warunkach ciągłej eksploatacji, wybudowano tymczasową przegrodę z drewnianych desek i worków z piaskiem.

We wtorek, 4-go lutego 1992 roku ukończono przygotowania placu robót. Dwa dni później poddano syfon ponownej inspekcji przez nurka, tym razem na całej długości. Inspekcja w dużym stopniu potwierdziła wyniki inspekcji wstępnej. Jednakże dno rury na prawie całej długości pokryte było kilkoma centymetrami błota, którego nie można było usunąć przy zastosowaniu dostępnej techniki. Tylko przy wylocie syfonu można było usunąć pewną jego ilość w celu uzyskania jak najgładszej powierzchni INSITUPIPE®.

W piątek rano pracownicy IBR, wspomagani przez personel i wyposażenie z ich macierzystej duńskiej firmy Per Aarsleff rozpoczęli instalowanie pierwszej rury. Impregnowany żywicą rękaw był wyciągany bezpośrednio z ciężarówki, która przywiozła go - chłodzonego w lodzie - z zakładów impregnacyjnych w Danii do miejsca robót. Z wałków podajnika rękaw był spuszczały 7 metrów w dół studzienki i wciągany do syfonu przez kilku pracowników. Przez syfon została przewleczona grubą linę, którą zamontowano do wyciągarki hydraulicznej o uciagu 20 ton po drugiej stronie rzeki. Powoli rękaw był przeciągany pod wodą na drugą stronę, przy użyciu siły uciagu nie większej niż 2 do 4 ton. Po sześciu godzinach rękaw osiągnął drugi brzeg Łaby.

W tym samym czasie faxem nadeszła zgoda na tymczasowe zrzucanie ścieków do Łaby. W uzyskaniu tego zezwolenia, poza Radą Miejską Drezna i Rządem Saksonii, zaangażowane było Międzynarodowe Stowarzyszenie na Rzecz Ochrony Łaby.

Tego samego wieczoru rozpoczęto wciąganie drugiego rękawa. O 22.00 przepływ przez syfon został zablokowany i wyłączono go z eksploatacji przy możliwie najmniejszym obciążeniu. W tym momencie można było rozpocząć wprowadzanie drugiego rękawa, wewnątrz już zainstalowanego. Przy ciśnieniu hydrostatycznym wynoszącym 7 do 8 metrów słupa wody, tj. 0.7-0.8 atm, wypełniono pierwszy rękaw i przyciśnięto go do ścian starej rury. Równocześnie przepompowywano ścieki przez wylot do oczyszczalni. Ponieważ rura w czasie całej operacji była całkowicie wypełniona wodą nie było ryzyka jej uniesienia.

Czas trwania inwersji zależny był od dostępności wody. Ponieważ po stronie "Altstädter" nie było hydrantów o dostatecznym ciśnieniu, woda musiała być dowożona z drugiej strony rzeki cysternami i gromadzona w dwóch dużych zbiornikach na miejscu robót.

Po krótkim, dobrze zasłużonym odpoczynku dla całej załogi rozpoczęto proces termicznego utwardzania INSITUTUBE®. W tym celu potrzebne były cztery przewoźne jednostki grzewcze o wydajności 4.5 milionów kcal. Proces trwał od soboty rana do wtorku rano. Po okresie studzenia wyciągnięto przewody grzewcze i wycięto tzw. "rybkę" na wlocie początkowym.

W czwartek nurek sprawdził nową INSITU-PIPE®. Widoczność była lepsza, tak więc wynik mógł być oceniony przy użyciu kamery video: gładka rura-wewnątrz-rury, z wyjątkiem małych zmarszczek spowodowanych przez błoto i zmiany średnicy starej rury. Średnio ośmiu do dziesięciu robotników stworzyło w ciągu dwunastu dni nowy rekord świata w niekończącej się liście rankingowej, 328 metrów długa INSITU-PIPE® o średnicy 1100 mm. Całkowity koszt wyniósł 12% nowej konstrukcji.

Zarząd Kanalizacyjny Drezna czekał dwa lata zanim ogłosił następny przetarg na podobne prace. Kiedy okazało się, że po tym okresie gwarancyjnym nie było żadnych usterek w pierwszym syfonie, zwrócono ponownie się do IBR na jesieni 1993. Tym razem chodziło o mniejszy podwójny syfon w pobliżu znanego punktu Drezna "Blaue Wunder" o znacznie mniejszej średnicy: 300 i 400 mm i całkowitej długości 250 m każdy. Materiał, z którego wykonane były rury jest w chwili obecnej bardzo rzadko spotykany: rury były wykonane z desek drewnianych techniką bednarską. Trasa rur nie była dokładnie określona ponieważ nie było żadnych planów. Inspekcja z

wykorzystaniem CCTV wykazała, że jedna z rur jest infiltrowana przez wody rzeki Łaby. IBR zdecydowało się ponownie wykorzystać technikę podwójnej inwersji, która została tak pomyślnie wykorzystana dwa lata wcześniej. Tym razem Św. Piotr sprzyjał, nawet gdy nie było to potrzebne: temperatury w czasie instalacji wahały się w granicach minus 3-5°C. Reszta może być opowiedziana bardzo szybko: tym razem całość prac, łącznie z inspekcją wstępną z wykorzystaniem CCTV, czyszczeniem, instalacją, inspekcją TV i testem ciśnieniowym obu rur zajęła cztery dni.

Te dwa opisy przypadków wykazują, że nie istnieje inna metoda renowacji niż CIPP w tym INSITUFORM®, która jest równie uniwersalna i ekonomiczna dla rozwiązywania szerokiego zakresu problemów w istniejących sieciach kanalizacyjnych.

MECHANICZNA METODA CZYSZCZENIA RUR WODOCIĄGOWYCH

dr inż. Jacek Wąsowski, EKOPIG Sp.z o.o., Polska.

W referacie omówiono problemy wywołane zjawiskiem hydraulicznego starzenia się przewodów wodociągowych oraz przedstawiono sposoby hamowania i likwidacji uciążliwości wynikających z inkrustacji wewnętrznej powierzchni rurociągów. Dokładnie opisano dwie podstawowe metody usuwania osadów z rur wodociągowych tj. metodę hydropneumatycznego płukania powietrzem i wodą oraz hydromechanicznego czyszczenia przy użyciu specjalnych przepychaczy.

WSTĘP

Podstawowym zadaniem przedsiębiorstw wodociągowych jest dostarczenie odbiorcom wody w odpowiedniej ilości, pod odpowiednim ciśnieniem oraz o odpowiedniej jakości. Realizacja powyższego zadania w praktyce wiąże się z koniecznością ujmowania i uzdatniania wody oraz sprawnego i niezawodnego jej dystrybuowania. Zazwyczaj duży wysiłek techniczno-technologiczny i nakłady finansowe włożone w ujmowanie i uzdatnianie wody niweczone są w czasie transportu wody do odbiorców, zwłaszcza starą siecią wodociągową. Dzieje się tak dlatego, iż z upływem lat na wewnętrznych ściankach przewodów wodociągowych odkładają się osady chemiczne i biologiczne nasilające zjawisko inkrustacji określanej mianem hydraulicznego starzenia się przewodów. Podstawowymi czynnikami wpływającymi na intensywność hydraulicznego starzenia się przewodów są [1]:

- fizyczno-chemiczne i bakteriologiczne właściwości wody,
- materiał rurociągu,
- rodzaj izolacji wewnętrznej rurociągu,
- hydrauliczne parametry przepływu,
- sposób eksploatacji sieci.

Ujemnymi skutkami związanymi z inkrustacją przewodów jest wzrost chropowatości ścianek oraz zmniejszenie przekrojów, a w konsekwencji zwiększenie strat ciśnienia i zmniejszenie przepustowości rurociągów. Dodatkowym niekorzystnym zjawiskiem jest wtórne zanieczyszczenie wody przesyłanej rurociągiem produktami korozji oraz mikroorganizmami i ich metabolitami. Najprostszym sposobem hamowania przebiegu hydraulicznego starzenia się przewodów wodociągowych oraz przywracania ich przepustowości jest płukanie oraz czyszczenie [2, 3, 4].

W praktyce stosowane są różne metody płukania i czyszczenia, które można sklasyfikować w następujących grupach [2, 3]:

1. metody hydropneumatyczne,
2. metody hydrodynamiczne,
3. metody hydromechaniczne,
4. metody chemiczne.

W każdej z wymienionych grup można wymienić szereg sposobów różniących się rodzajem zastosowanego sprzętu, parametrami technologicznymi itp. Wieloletnie doświadczenia wskazują, iż ze względów ekologicznych, ekonomicznych oraz szybkości, skuteczności i prostoty stosowania na specjalną uwagę w odniesieniu do operacji płukania zasługuje - metoda hydropneumatyczna powietrzem i wodą, natomiast w odniesieniu do zabiegu czyszczenia - metoda hydromechaniczna przy użyciu specjalnych przepychaczy. Referat niniejszy poświęcony jest prezentacji tych dwu metod, które w wielu krajach zostały wystarczająco dobrze sprawdzone i opanowane technicznie.

METODA PŁUKANIA POWIETRZEM I WODĄ

Metoda płukania rurociągów powietrzem i wodą stosowana jest w działaniach profilaktycznych umożliwiających utrzymanie sieci wodociągowej w ciągłej sprawności oraz do czyszczenia przewodów z osadów miękkich, łatwych do usunięcia. W przypadku posługiwania się powyższą metodą w planowych zabiegach eksploatacyjnych zalecane jest czyszczenie przewodów magistralnych i rozdzielczych 1 raz na trzy lata, natomiast końcówek sieci 1-2 razy w ciągu roku.

Ogólnie zasada metody płukania-czyszczenia przewodów wodociągowych sprężonym powietrzem i wodą polega na wtłaczaniu do przewodu odpowiednio kondycjonowanego powietrza, tak aby poprzez turbulencję i przyspieszenie przepływu strumienia wody rozluźnić i usunąć osad, szlam i organizmy żywe, które nagromadziły się w przewodzie w czasie jego eksploatacji.

Punktem wtłaczania sprężonego powietrza i miejscem wypływu mogą być zwykłe punkty czerpalne lub hydranty.

Przykładowy sposób płukania-czyszczenia przewodu wodociągowego przedstawiono na rys. 1 [4].

Przebieg podstawowych czynności operacji płukania-czyszczenia wypracowany przez "EKOPIG" jest zbliżony do typowego i odbywa się w następujący sposób:

- należy zamknąć zawory i zasuwy na wszystkich odgałęzieniach od czyszczonego odcinka przewodu,
- zamknąć zasuwy na początku i końcu czyszczonego odcinka,
- podłączyć sprężarkę i urządzenie kondycjonujące powietrze do hydrantu na początku czyszczonego odcinka,
- podłączyć stojak lub specjalną wylewkę do hydrantu na końcu czyszczonego odcinka w celu odprowadzania wypłukiwanych zanieczyszczeń,
- otworzyć zasuwę na początku odcinka i przy przepływie wody wodociągowej uruchomić sprężarkę wprowadzając powietrze do przewodu w sposób ciągły lub przerywany (przez 10-15 s. co ok. 1 min.),
- manipulować zasuwą na początku czyszczonego odcinka w zależności od potrzebnej ilości doprowadzanej wody,
- operację czyszczenia należy prowadzić do chwili uzyskania klarownego odpływu z hydrantu zainstalowanego na końcu czyszczonego odcinka,
- przywrócić normalny stan eksploatacyjny (zamknąć hydranty, otworzyć zawory i zasuwy odcinające, w razie potrzeby przepłukać przyłącza),
- ewentualnie sprawdzić skuteczność zastosowanego zabiegu płukania przez pomiar strat ciśnienia na czyszczonym odcinku i porównanie ich wielkości ze stratami przed czyszczeniem.

Zabieg płukania-czyszczenia powinien być prowadzony przy następujących parametrach technologicznych procesu:

- zalecana prędkość przepływu wody bez powietrza powinna wynosić ok. 0.4-0.5 m/s,
- ciśnienie powietrza wprowadzanego do przewodu powinno być rzędu 0.3-0.35 MPa. Najkorzystniej używać sprężarkę śrubową o wydajności ok. 300 Nm³/h i max. ciśnieniu rzędu 0.7-0.8 MPa, zespoloną z urządzeniem do kondycjonowania powietrza (powietrze musi być ochłodzone, pozbawione kurzu, oleju, oczyszczone na granulowanym węglu aktywowanym),
- czas czyszczenia i długość czyszczonego odcinka przewodu mogą być różne w zależności od średnicy przewodu, ilości i jakości osadu, itp. (na ogół czas czyszczenia odcinka wynosi 15-20 minut, a przykładowa orientacyjna długość czyszczonych odcinków dla średnic do d=100 mm - 200 m, do d=200 mm - 400 m),
- niezbędna ilość pracowników: 1 brygadzysta i 2 robotników (monter wodociagowy i operator sprężarki).

Na podstawie wieloletnich doświadczeń stosowania omawianej metody przez nasze Przedsiębiorstwo, można przedstawić następujące jej zalety:

- prostota technologiczna i łatwość wyposażenia w wymagany sprzęt,
- uniknięcie drogich i kłopotliwych wykopów oraz wcinek do czyszczonych przewodów,
- duża skuteczność i szybkość operacji płukania,
- niskie koszty.

METODA CZYSZCZENIA ZA POMOCĄ PRZEPYCHACZY

Metoda czyszczenia rurociągów za pomocą przepychaczy jest jedną z odmian hydromechanicznego czyszczenia przewodów wodociagowych. Stosowana jest przede wszystkim do szybkiego i efektywnego usuwania osadów zwartych, twardych i mocno przylegających do wewnętrznej powierzchni rur. W metodzie tej podstawowym elementem czyszczącym jest przepychacz, który przesuwając się w rurze pod ciśnieniem wody dostarczanej z hydrantu ściąga wszelkiego rodzaju zanieczyszczenia odłożone na jej wewnętrznej powierzchni [2, 3, 4].

Przykładem jednego z takich sposobów jest metoda z użyciem przepychaczy "Ekopig" [4].

Przepychacz "Ekopig" jest cylindrycznym, elastycznym czopem wykonanym na ogół ze spienionego poliuretanu o zróżnicowanej gęstości i różnych typach pokryć zewnętrznych.

Standardowy przepychacz ma kształt pocisku tzn. ma stożkowy przód oraz wklęsłą podstawę co pozwala uzyskać maksymalną siłę naporu wody umożliwiającej przesuwanie przepychacza w czyszczonej rurze (rys. 2).

Dla przypadków szczególnych, na przykład do przemieszczania przepychacza w obu kierunkach, czy do lokalizacji położenia przepychacza w czyszczonej rurze stosowane są przepychacze specjalne tj. przepychacze za stożkowym nie tylko frontem ale i podstawą, czy też przepychacze z wmontowaną sondą.

Ogólnie przepychacze "Ekopig" stosowane do czyszczenia sieci wodociagowych można sklasyfikować w trzech podstawowych grupach:

Grupa I - to przepychacze typu "swabs" (tampon) lub "bare" (goły) całkowicie bez pokrycia lub jedynie z pokrytą specjalnym tworzywem podstawą. Przepychacze te pełnią funkcję: inspekcyjną, doszczelniającą i osuszającą. Wykorzystywane są do określenia drożności czyszczonego przewodu, do doszczelniania w czasie przetłaczania przepychaczy czyszczących, do usuwania resztek rozluźnionych osadów oraz używane są przy dezynfekcji czyszczonego przewodu. Przepychacze tej grupy stosowane są głównie w początkowej i końcowej operacji czyszczenia.

Grupa II - to przepychacze typu "Criss-Cross" całkowicie pokryte tworzywem tworzącym na powierzchni krzyżujące się bruzdy. Przepychacze te stosowane są przede wszystkim do usuwania typowych osadów spotykanych w przewodach wodociagowych.

Grupa III - to przepychacze typu "Scarlet Criss-Cross" całkowicie pokryte tworzywem i dodatkowo uzbrojone w metalowe szczotki lub gwoździe. Przepychacze te stosowane są do usuwania twardych i bardzo twardych osadów z przewodów wodociagowych.

Zróżnicowanie kolorów pokrycia przepychaczy (żółte, niebieskie, czerwone) związane jest z różną właściwą gęstością tworzywa stanowiącego czop przepychacza. W miarę wzrostu gęstości tworzywa przepychacze stają się mniej elastyczne, ale bardziej odporne mechanicznie.

Typ przepychacza oraz jego średnicę dobiera się w zależności od rodzaju i grubości osadów w czyszczonej rurze oraz od średnicy rury (dysponujemy przepychaczami o średnicach od 25 do 1000 mm i większymi).

Czyszczenie za pomocą przepychaczy odbywa się dzięki sile tarcia występującej pomiędzy ścianą rury, a powierzchnią przepychacza. Efekt czyszczenia w znaczący sposób rośnie w wyniku poprzecznego odkształcania przepychacza po wpływie napierającej na niego cieczy z jednej strony, a oporami stawianymi przez osad ze strony przeciwnej. Również częściowy przepływ cieczy przez

bruzdy pokrycia przepychacza powoduje wzrost prędkości cieczy przy ścianie przewodu, co sprzyja ścinaniu osadów i przesuwaniu ich do przodu ku wylotowi czyszczonej rury.

Zasadę pracy przepychacza w rurze zilustrowano na rys. 3 [4].

Ogólna procedura czyszczenia rurociągu za pomocą przepychaczy "Ekopig" jest następująca [4]:

- należy zamknąć zasuwę na początku i końcu czyszczonego odcinka przewodu,
- wykonać wykopy i wcinki do przewodu na początku i na końcu czyszczonego odcinka,
- zainstalować na początku czyszczonego odcinka specjalny tubus do wprowadzania przepychacza oraz do doprowadzania wody (wodę najkorzystniej jest dostarczać z najbliższego hydrantu),
- zainstalować specjalną wylewkę na końcu czyszczonego odcinka w celu odprowadzania wypłukiwanych zanieczyszczeń,
- zamknąć zawory i zasuwę na wszystkich odgałęzieniach od czyszczonego odcinka przewodu,
- sprawdzić czy wszystkie zasuwę na czyszczonym odcinku są otwarte,
- puścić wodę z hydrantu w celu sprawdzenia warunków przepływu,
- przetłoczyć goły przepychacz o średnicy zgodnej ze średnicą rury w celu określenia faktycznego prześwitu rury,
- obejrzeć przepychacz po przetłoczeniu, zmierzyć jego średnicę i dobrać przepychacz typu CC o średnicy zgodnej z faktycznym prześwitem rury. Przetłoczyć przepychacz CC wraz z tamponem (tampon za przepychaczem). Goły tampon o średnicy równej średnicy rury pełni funkcję doszczelniającą. Przetłaczanie powtórzyć kilkakrotnie do całkowitego zużycia przepychacza,
- użyć przepychacza CC o większej średnicy. Operację czyszczenia powtórzyć. Stosować kolejno przepychacze o wzrastającej średnicy, aż do średnicy równej nominalnej średnicy rury. Dla rur pokrytych twardymi osadami w ostatniej operacji czyszczenia zastosować przepychacz z metalowymi szczotkami,
- przetłoczyć goły przepychacz o średnicy równej wymiarowi wewnętrznemu rury w celu usunięcia pozostałości oderwanych i luźnych osadów,
- przepłukać wodą oczyszczony odcinek przewodu (aż do momentu uzyskania klarownego odpływu), a następnie wydezynfekować go,
- przepłukać wodą wszystkie odcinki, które były odcięte w czasie operacji czyszczenia,
- przywrócić normalny stan eksploatacyjny.

Operacja czyszczenia powinna być prowadzona przy następujących parametrach technologicznych procesu:

- prędkość przepływu i ciśnienie wody przesuwającej przepychacz nie mogą przekraczać typowych parametrów pracy sieci wodociągowej (najczęściej $v=0.5-1$ m/s i $p=0.15-0.4$ MPa),
- prędkość przesuwu przepychacza w rurze powinna wynosić 15-50 m/min,
- długość czyszczonego odcinka przewodu i czas czyszczenia mogą być różne w zależności od średnicy przewodu oraz jakości i grubości osadu (tablice 1 i 2),
- niezbędna ilość parowników: 1 brygadzysta i 2 monterów wodociagowych.

W odniesieniu do innych metod mechanicznego czyszczenia wykorzystujących różnego rodzaju skrobaki, szczotki, głowice, itp., które najczęściej przemieszczane są ręcznie lub przy użyciu wyciągarek, omawiana metoda odznacza się następującymi zaletami:

- pozwala efektywnie i szybko oczyszczać dłuższe odcinki przewodów w związku z czym maksymalnie zredukowana zostaje liczba niezbędnych wykopów i wciniek do przewodu,
- znacznie skraca czas operacji czyszczenia,

- umożliwia czyszczenie przewodów w szerszym zakresie średnic,
- dzięki elastyczności przepychacza zabieg czyszczenia można prowadzić nie tylko na prostych odcinkach rurociągu lecz również na przewodach o zmiennej średnicy oraz na rurociągach uzbrojonych w zasuwy, kolana, trójniki i złącza kątowe 90 ° (rys. 4)
- umożliwia jednoczesne odspojenie osadów od wewnętrznej powierzchni rur oraz ich wypłukanie.

LITERATURA

- [1] Suszyński W., Szymański A.: "Instrukcja eksploatacyjna czyszczenia sieci wodociągowej metodami hydropneumatyczną i hydrodynamiczną", Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej, Oddz. w Krakowie, Kraków 1987.
- [2] Dohnalik K. : "Zasady eksploatacji i sterowania urządzeniami systemów wodociągowych i kanalizacyjnych" Instytut Kształtowania Środowiska, Oddz. w Krakowie, Kraków 1986.
- [3] Kwietniewski M. : "Metody czyszczenia przewodów", Seminarium Instytutu Zaopatrzenia w Wodę i Budownictwa Wodnego Politechniki Warszawskiej nt. Nowoczesne technologie i materiały do budowy i renowacji przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych, Warszawa 1994.
- [4] Materiały informacyjne firmy "EKOPIG", Warszawa.

Tabela 1.

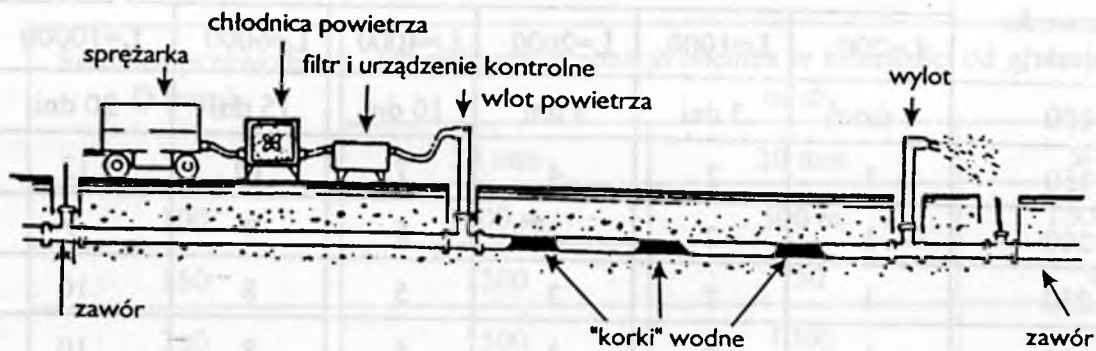
Orientacyjna max. długość odcinka przewodu wodociągowego czyszczonego za pomocą przepychaczy.

Średnica przewodu D (mm)	Długość czyszczonego odcinka w zależności od grubości warstwy osadu		
	20 mm	30 mm	50 mm
100	1000 m	500 m	100-200m
150	1200	750	400
200	1500	1000	700
250	2000	1500	1000
300	3000	2250	1500
350	4000	3000	2000
400	6000	5000	4000
450	8000	7000	5000
500	10000	8000	6000
600	15000	12000	8000
700	20000	16000	12000
800	25000	20000	15000
900	30000	25000	20000
1000	35000	30000	25000

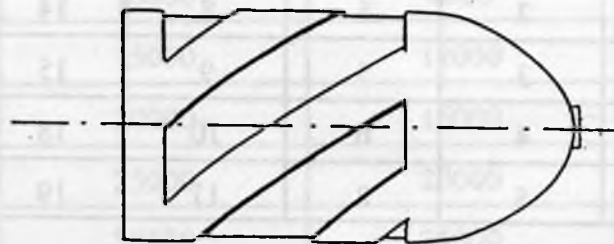
Tabela 2.

Orientacyjny czas czyszczenia odcinka przewodu wodociągowego przy użyciu przepychaczy.

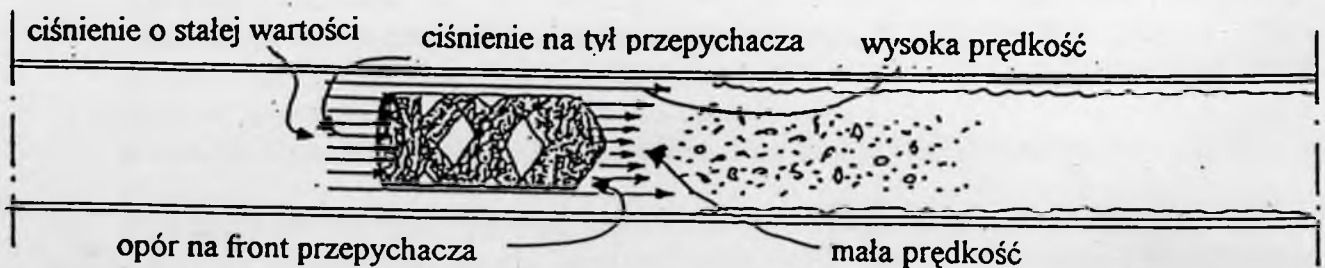
Średnica przewodu D(mm)	Czas czyszczenia w zależności od długości odcinka (m)					
	L=200	L=1000	L=2000	L=4000	L=6000	L=10000
100	1 dzień	3 dni	5 dni	10 dni	15 dni	20 dni
150	1	2	4	7	10	13
200	1	2	3	5	7	9
250	1	2	3	5	8	10
300	1	2	3	5	8	10
350	2	3	4	6	9	11
400	2	4	5	7	10	13
450	2	4	5	7	10	13
500	2	4	6	9	12	15
600	3	5	7	11	15	19
700	3	5	8	14	20	26
800	3	5	9	15	21	27
900	4	6	10	18	24	32
1000	5	8	11	19	25	33



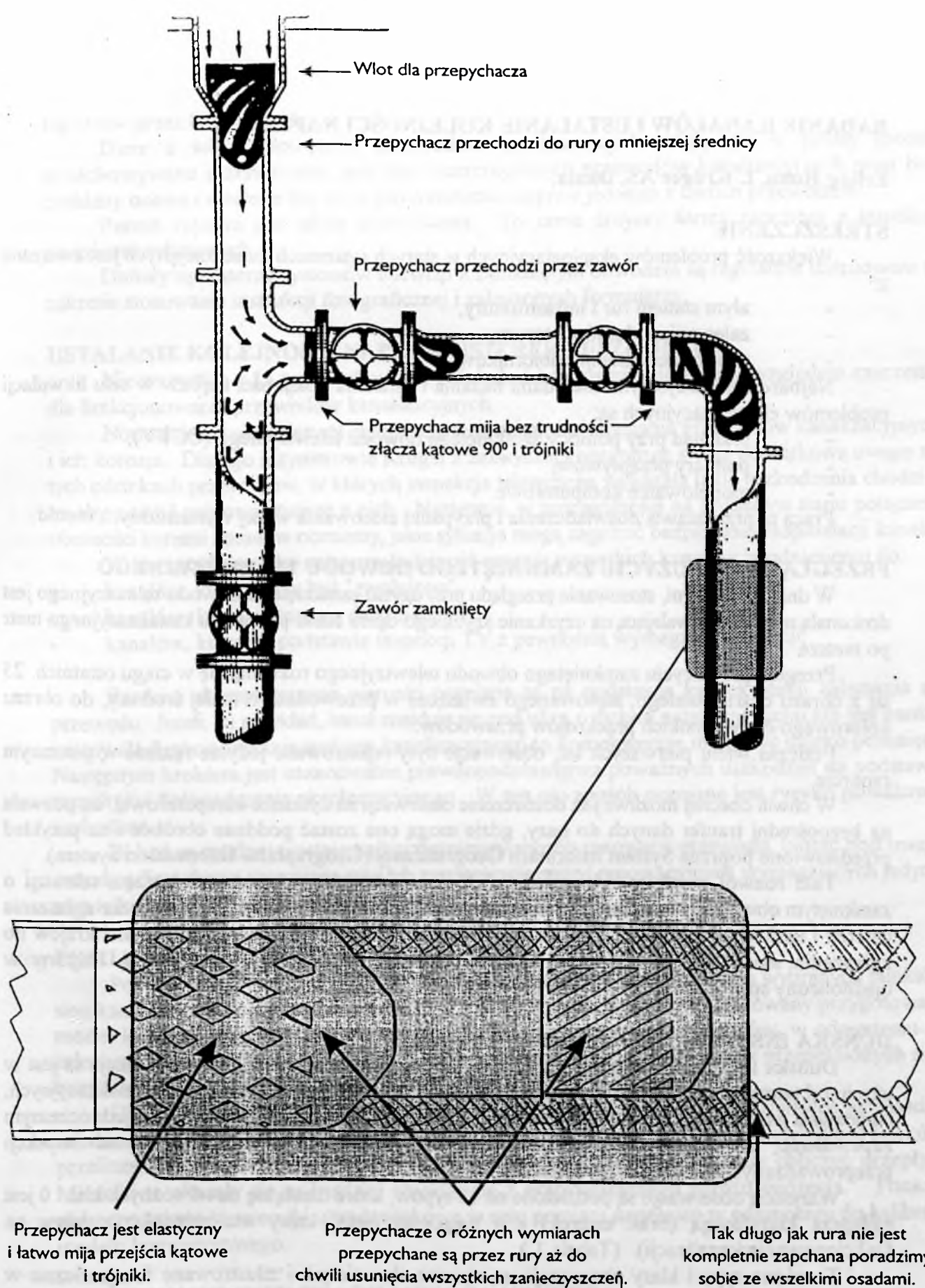
Rys.1 Schemat do hydropneumatycznej metody czyszczenia rur wodociągowych.



Rys.2 Przepychacz do hydromechanicznego czyszczenia rur wodociągowych.



Rys.3 Zasada pracy przepychacza w rurze.



Rys.4 Sposób przemieszczania przepychacza w rurociągu.

BADANIE KANAŁÓW I USTALANIE KOLEJNOŚCI NAPRAW

Erling Holm, I. Krüger AS, Dania.

STRESZCZENIE

Większość problemów eksploatacyjnych w starych systemach kanalizacyjnych jest związana z:

- złym stanem rur i infrastruktury,
- zalewaniem domów i terenu,
- zanieczyszczaniem odbiorników.

Najbardziej korzystnymi metodami badania i ustalania kolejności napraw w celu likwidacji problemów eksploatacyjnych są:

- przegląd przy pomocy zamkniętego obwodu telewizyjnego (CCTV),
- pomiary przepływów,
- modelowanie komputerowe.

Praca ta przedstawia doświadczenia i przypadki stosowania wyżej wymienionych metod.

PRZEGLĄD PRZY UŻYCIU ZAMKNIĘTEGO OBWODU TELEWIZYJNEGO

W dniu dzisiejszym, stosowanie przeglądu przy użyciu zamkniętego obwodu telewizyjnego jest doskonałą metodą pozwalającą na uzyskanie szybkiego opisu stanu przewodu kanalizacyjnego metr po metrze.

Przeгляд przy użyciu zamkniętego obwodu telewizyjnego rozwinął się w ciągu ostatnich 25 lat z obrazu czarno-białego, stosowanego zwłaszcza w przewodach o małej średnicy, do obrazu kolorowego dla wszystkich przekrojów przewodów.

Podczas wielu pierwszych lat, obserwacje były rejestrowane jedynie ręcznie w pisemnym raporcie.

W chwili obecnej możliwe jest dostarczenie obserwacji na dyskietce komputerowej, co pozwala na bezpośredni transfer danych do bazy, gdzie mogą one zostać poddane obróbce i na przykład przedstawione poprzez System Informacji Geograficznej (Geographical Information System).

Taki rozwój możliwy był częściowo dzięki rozwojowi technicznemu sprzętu telewizji o zamkniętym obwodzie i baz danych a częściowo dzięki stworzeniu jednolitych procedur zgłaszania usterek i uszkodzeń mających miejsce w przewodach kanalizacyjnych. W większości krajów do zgłaszania stosowane są instrukcje fotograficzne, tak więc firmy przedstawiają raporty w ujednolicony sposób.

DUŃSKA INSTRUKCJA FOTOGRAFICZNA

Duńska instrukcja fotograficzna została przygotowana w 1985 roku. Instrukcja ta jest w użyciu od tamtego czasu przez wszystkie firmy dokonujące inspekcji przewodów kanalizacyjnych, co pozwala władzom komunalnym na zatrudnianie różnych firm inspekcyjnych przy jednoczesnym zapewnieniu, że raporty będą w ujednoliconym formacie. W rezultacie jakość inspekcji przeprowadzanych przez te firmy znacząco wzrosła.

Wszystkie obserwacje są podzielone na 15 typów, które dzielą się na 4-5 różnych klas. 0 jest najlepszą klasyfikacją (brak usterek) a 4 najgorszą (stan, który ma największy wpływ na funkcjonowanie kanalizacji). (Tabela 1.)

Te różne typy i klasy obserwacji są opisane słownie jak i zilustrowane fotograficznie w instrukcji fotograficznej. Pozwala to na ocenianie w mniej więcej jednolity sposób większości obserwacji. (Ryc. 1.)

Wszystkim obserwacjom jest przypisany dwuznakowy kod (Tabela 1) co pozwala na obróbkę

raportów przez bazę danych.

Dane z wielu kilometrów przewodów kanalizacyjnych mogą być w prosty sposób przechowywane i uzyskiwane, gdy stan poszczególnych przewodów kanalizacyjnych musi być poddany ocenie i ustalone być musi pierwszeństwo napraw jednego z dwóch przewodów.

Forma raportu jest także ujednoczona. To samo dotyczy formy raportów z inspekcji studzienek wjazdowych.

Duńscy operatorzy systemów telewizji z zamkniętym obwodem są regularnie instruowani w zakresie stosowania instrukcji fotograficznej i załączonych formularzy.

USTALANIE KOLEJNOŚCI NAPRAW USTEREK I USZKODZEŃ

Nie wszystkie z 15 typów obserwacji (Tabela 1.) są równie istotne pod względem znaczenia dla funkcjonowania przewodów kanalizacyjnych.

Normalnie najważniejszymi obserwacjami są pęknięcia/załamania przewodów kanalizacyjnych i ich korozja. Dlatego inżynierowie Krüger'a zazwyczaj koncentrują swoją początkową uwagę na tych odcinkach przewodów, w których inspekcja telewizyjna wykazała takie uszkodzenia chodzi o to aby ocenić najpoważniejsze z nich. Następnie, w szczególności na podstawie stanu połączeń, obecności korzeni i osadów oceniamy, jakie sytuacje mogą zagrozić bezpiecznej eksploatacji kanału.

W ten sposób szybko ustalamy kolejność napraw wszystkich kanałów w odniesieniu do:

- kanałów, które mogą być "zwolnione"
- kanałów, które wymagają dalszej oceny,
- kanałów, które na podstawie inspekcji TV z pewnością wymagają renowacji.

Bardziej skomplikowane warunki oceniane są na podstawie konsekwencji załamania się przewodu. Jeżeli, na przykład, kanał znajduje się pod ulicą o dużym natężeniu ruchu lub jest bardzo istotny dla funkcjonowania systemu kanalizacyjnego to konsekwencje mogą być daleko posunięte. Następnym krokiem jest oszacowanie prawdopodobieństwa poważnych uszkodzeń na podstawie inspekcji i doświadczenia eksploatacyjnego. W ten oto sposób oceniane jest ryzyko poważnych uszkodzeń.

W końcu ustalony zostaje najkorzystniejszy sposób renowacji przewodu, biorąc pod uwagę metody odkrywkowe z wymianą rury lub zastosowanie metod renowacyjnych wymagających jedynie niewielkich wykopów i powodujących mniejszą uciążliwość.

POMIARY PRZEPIYU

Pomiary przepływu są wykorzystywane zwłaszcza w celu określenia stanu wybranych punktów sieci kanalizacyjnej w czasie trawania opadów. W ten sposób, zostaje wykalibrowany przygotowany model komputerowy aby zobrazować funkcjonowanie sieci w czasie opadów, w odniesieniu do zalewania domostw i terenu i w odniesieniu do wylewania się zanieczyszczeń z przepelnionych sieci bezpośrednio do odbiorników.

Dla tych pomiarów przepływu w zasadzie wykorzystujemy mierniki działające na zasadzie mierzenia prędkości przepływu przez przekrój. Mierniki te mierzą prędkość i głębokość ścieków, przeliczają następnie napełnienie na powierzchnię przepływu aby w końcu obliczyć przepływ. Mierniki te okazały się najbardziej obiektywne z eksploatacyjnego punktu widzenia. Ponadto wykorzystywane są mierniki ultradźwiękowe w celu pomiaru napełnień w odniesieniu do kalibracji modelu komputerowego.

WYKRYWANIE INFILTRACJI METODĄ KRÜGERA

Następnym istotnym pomierem jest wykrywanie i pomiary infiltracji w celu ustalenia gdzie niedopuszczalnie duże ilości wody gruntowej infiltrują poprzez nieszczelne złącza lub same

przewody.

Ta objętość wody może w okresach wysokiego poziomu wód gruntowych lub w przypadku rur biegnących w pobliżu cieków wodnych powodować długotrwałe, dodatkowe obciążenia hydrauliczne dla sieci kanalizacyjnej i oczyszczalni ścieków.

Infiltracja wód gruntowych ma często bardzo istotne znaczenie dla ilości zanieczyszczeń odprowadzanych z oczyszczalni ścieków do odbiornika. Fakt ten ma szczególnie duże znaczenie dla oczyszczalni ścieków o dużej skuteczności oczyszczania, gdzie efektywność oczyszczania pozostaje w bezpośredniej zależności z przepływem.

Dla pomiarów infiltracji wykorzystujemy znaczniki.

Przed wykonaniem właściwych pomiarów, okolice o dużej infiltracji mogą zostać zlokalizowane na podstawie, na przykład rejestracji działania pomp w stacji pomp lub przepływu osiagającego oczyszczalnię ścieków. (Ryc. 2.)

Takie proste badania w większości przypadków stanowiąc będą dobre podstawy dla programu pomiarów z wykorzystaniem znacznika.

Pomiary z wykorzystaniem znacznika przeprowadzane są w nocy gdy pozostały przepływ ścieków równy jest zero (lub stały). W warunkach normalnych przepływ taki ma miejsce między 1 a 5 rano. W czasie jednej nocy może być zmierzony przepływ w 30-40 studzienkach, co oznacza możliwość objęcia pomiarami całkiem dużej powierzchni, tym bardziej że rzadko koniecznym jest wykonywanie pomiarów we wszystkich studzienkach na danym odcinku przewodu. (Ryc. 3.)

Powyżej wybranych punktów pomiarowych znacznik zostaje dozowany w sposób ciągły o określonym stężeniu i przepływie. Następnie pobierane są próbki ze wszystkich wybranych punktów pomiarowych dla dalszej analizy.

W ten oto sposób może zostać określone rozcieńczenie znacznika a w rezultacie przepływ dla poszczególnych punktów pomiarowych. (Ryc. 4.)

Stosujemy specjalny, opatentowany i o gwarantowanej jakości system znaczników, który zapewnia wysoką dokładność pomiarów i nie ma ujemnego wpływu na oczyszczalnię ścieków i odbiornik.

MODELOWANIE KOMPUTEROWE

Modelowanie komputerowe jest wykorzystywane dla dwojakich celów:

- prognozowanie zalewania domostw i terenu,
- prognozowanie odprowadzania zanieczyszczeń do odbiorników.

Dla tych celów wykorzystujemy następujące modele komputerowe, z których większość została stworzona przez firmę Krüger bądź powstała we współpracy z firmą:

MOUSE

Jest to program dla obliczania spływu w sieci kanalizacyjnej.

PIPE MODEL: Analiza zalewania i fali powrotnej, prowadzona na podstawie ekstremalnych opadów.

SAMBA: Obliczanie zrzutów zanieczyszczeń z przepelnionych obiektów, które są obliczane na podstawie wieloletnich, historycznych danych o opadach i są przedstawiane statystycznie. Projektowanie zbiorników retencyjnych, obliczenia strategii kontroli w powiązaniu z systemami SCADA.

Krüger brał udział w opracowaniu MOUSE i tworzeniu modelu od początku prac w 1984 roku i w chwili obecnej obsługuje Duńskie Centrum Usług MOUSE (Danish MOUSE Service Centre) wraz z PH-Consult. MOUSE sprzedawany jest prowincjom, władzom komunalnym i konsultantom w Danii i za granicą.

MOUSE-NAM

Model NAM jest modelem hydrologicznym do obliczeń spływu powierzchniowego z możliwością uwzględnienia pośredniego wpływu, na przykład infiltracji z otaczającego gruntu. Ten model oblicza spływ na podstawie danych z serii długookresowych opadów. Stosowanie NAM wymaga kalibracji na podstawie minimum 2 letniego okresu ciągłych pomiarów przepływu. Dane te są często rejestrowane w oczyszczalniach ścieków. Poprzez połączenie MOUSE-NAM i MOUSE-PILOT mogą być symulowane wszystkie warunki fizyczne w sieci kanalizacyjnej.

MOUSE-PILOT

MOUSE-PILOT jest modelem dynamicznym, symulującym przepływ w rurach, przepelnianie, zlewnie, itp. na podstawie długoletnich danych historycznych o opadach. Model jest w stanie przeprowadzać ciągłe obliczenia na sieci kanalizacyjnej z dynamiczną kontrolą, przy czym można w nim zasymulować nawet skomplikowane sterowanie.

Najlepszą zgodność pomiędzy rzeczywistością a modelem można uzyskać przy połączeniu tego modelu z modelem NAM.

SAMBA-STYR

Jest to specjalna wersja modelu SAMBA wykorzystywana do symulacji SCADA w sieci kanalizacyjnej. Obliczany jest efekt sterowania a strategia sterowania dla wszystkich zbiorników i pompowni na sieci może zostać zoptymalizowana.

SAMBA-RENS

Jest to również specjalna wersja modelu SAMBA, która oblicza wpływ opadów na oczyszczalnie ścieków. Model ustala statystykę napływu, która może być wykorzystana w projektowaniu oczyszczalni a także oblicza roczne zrzuty zanieczyszczeń z oczyszczalni ścieków uwzględniając zmienne obciążenia hydrauliczne.

SAMBA-EFOR

Jest włączeniem modelu SAMBA w system MOUSE z modelem EFOR dla oczyszczalni ścieków. Wykorzystując ten model można obliczyć konsekwencje różnych kombinacji i działań w sieci kanalizacyjnej i oczyszczalni ścieków w celu otrzymania najlepszego rozwiązania dla systemu. Jest to szczególnie istotne dla oceny wpływu zmian w sieci kanalizacyjnej na oczyszczalnię ścieków.

DOSMO

Jest to specjalny dodatkowy moduł dla modelu SAMBA, który na podstawie BZT₅ i ładunku zanieczyszczeń w wypływie z przelewu obliczonym przez SAMBA oblicza powstały deficyt tlenowy w zbiorniku wodnym służącym jako odbiornik ścieków z przelewów. W celu zapobieżenia śmierci ryb co może być efektem sporadycznego deficytu tlenowego spowodowanego opadami, projektuje się zbiorniki retencyjne.

PRZYPADEK: KRAKÓW

W okresie od 1991 do 1994 wykorzystywaliśmy różne modele komputerowe dla celów obliczeniowych w Krakowie.

Krakowska sieć kanalizacyjna składa się z dwóch oddzielnych systemów. Nowa Huta obsługuje w przybliżeniu 220,000 mieszkańców a Kraków w przybliżeniu 500,000 mieszkańców.

Nowa Huta

Sieć kanalizacji ogólnospławnej obsługująca Nową Hutę jest zazwyczaj przeciążona co znaczy,

że wiele z przelewów istniejących na tej sieci zaczyna wylewać ścieki zmieszane z wodami deszczowymi do wód odbiornika już podczas opadów o niskiej intensywności. W skali rocznej ładunki zanieczyszczeń zrzucane przez przelewy są bardzo małe w porównaniu z ciągłym odpływem z oczyszczalni ścieków. Jednakże ładunki te powodują lokalne problemy zanieczyszczenia, zwłaszcza w rzece Dłubnia. (Ryc. 5.)

Budowa planowanego dodatkowego kolektora do nowej oczyszczalni ścieków jest ważnym i niezbędnym pierwszym krokiem w modernizacji sieci kanalizacyjnej w Nowej Hucie w odniesieniu do wymaganej jakości wody w rzece.

Dla planowanego dodatkowego kolektora zostały stworzone i zbadane odpowiednie rozwiązania. Użyto przy tym modelu komputerowego, który został opracowany dla głównych przewodów kanalizacyjnych w sieci Nowej Huty. Ładunki zanieczyszczeń z przelewów i oczyszczalni ścieków zostały obliczone przez model dla alternatywnych rozwiązań sieci kanalizacyjnej.

Na podstawie obliczeń równowagi mas dla różnych zanieczyszczeń została pobieżnie oszacowana dalsza poprawa jakości wody w rzece.

Zostały ocenione aspekty budowlane budowy planowanego dodatkowego kolektora, przy czym oszacowane zostały również koszty alternatywnych rozwiązań.

Na podstawie porównania alternatywnych rozwiązań pod względem środowiskowym, technicznym i finansowym zostało wybrane najbardziej wykonalne rozwiązanie.

Projekt obejmuje odcinek o długości 3800 m i średnicy 2,0 m głównego przewodu kanalizacyjnego i odcinek o długości 270 m i średnicy 1,0 m odgałęzienia.

Kraków

Przez wiele lat dookoła starego centrum miasta powstała sieć kanalizacyjna. Do szkieletu systemu zbudowanego we wczesnych latach naszego wieku zostało następnie podłączonych kilka podmiejskich okolic. Główna część sieci była jednak zaprojektowana do obsługi mniejszej powierzchni i ilości mieszkańców niż obecnie obsługuje. Nawet relatywnie nowe przewody kanalizacyjne (zbudowane w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych) zostały zaprojektowane dla obsługi małych zlewni. (Ryc. 6.)

Oszacowanie przepustowości centralnej sieci kanalizacyjnej jest bardzo istotne dla przyszłego rozwoju tej części miasta. Przepustowość istniejącej sieci kanalizacji ogólnospławnej determinuje plany dotyczące nowych terenów budowlanych, jako że ewentualna zgoda na nowe przyłącza do centralnej sieci pozwoliłaby na uniknięcie budowy oddzielnych oczyszczalni ścieków obsługujących odrębne pod-zlewnie.

Badanie zostało przeprowadzone w celu przeanalizowania wyników obecnych i przyszłych ładunków zanieczyszczeń odprowadzanych z przeciążonej istniejącej sieci ogólnospławnej i aby zbadać możliwości wykonania połączeń nowej sieci z istniejącą siecią ogólnospławną. Zagadnienia przepustowości hydraulicznej zostały przeanalizowane w wybranych regionach, gdzie istniały doniesienia o zalewaniu.

Istniały trzy interesujące problemy dla miasta wymagające zbadania:

- jaki jest obecny ładunek zanieczyszczeń powodowany przepełnieniem sieci kanalizacji ogólnospławnej?
- czy istnieją jakiegokolwiek możliwości podłączenia następnych przyłączy domowych do istniejącej sieci? Co stanie się wtedy z zanieczyszczeniami spowodowanymi przepełnieniami i hydrauliczną przepustowością systemu (zalewanie)?
- czy istnieją proste rozwiązania problemów przepustowości hydraulicznej tam gdzie były doniesienia o problemach spowodowanych zalewaniem?

W tym celu opracowany został model matematyczny sieci kanalizacyjnej obejmujący główne

przewody kanalizacyjne i obiekty sieci Krakowa. Przepustowość hydrauliczna wybranych przewodów kanalizacyjnych została sprawdzona przy użyciu matematycznego modelu dynamicznego przepływu przez rurę. Ładunki zanieczyszczeń odprowadzane przy przepełnieniu kanalizacji ogólnospławnej i średnia roczna ilość przepełnień zostały obliczone na podstawie długookresowych informacji o opadach przy użyciu modelu matematycznego dla różnych możliwości wzrostu populacji i proponowanej rozbudowy sieci. Przeprowadzone zostały obliczenia w celu oceny wymaganych objętości zbiorników retencyjnych dla różnych alternatyw.

USTALANIE KOLEJNOŚCI NAPRAW DLA POSZCZEGÓLNYCH ZLEWNI

W większości miast konieczne jest ustalenie kolejności napraw w poszczególnych zlewniach przed rozpoczęciem roległej i kosztownej renowacji sieci kanalizacyjnej. Tylko nieliczne miasta mają wystarczające fundusze aby przeprowadzić renowację na dużą skalę w okresie ograniczonej liczby lat.

Poniżej podane są typowe problemy, które jak wynika z doświadczeń odnoszą się do większości miast:

- stan odbiornika i zamierzenia poprawy jego stanu,
- zalewanie i problemy hydrauliczne,
- problemy eksploatacyjne,
- kanalizacja pod ulicami o dużym natężeniu ruchu lub pod budynkami,
- najważniejsze przewody kanalizacyjne,
- okolice gdzie występuje infiltracja.

Dlatego pierwszym krokiem jest spojrzenie na całość sieci kanalizacyjnej w mieście tak aby zorientować się w rejonach charakteryzującymi się tymi problemami.

Taka orientacja dopiero pozwoli na ustalenie kolejności napraw dla poszczególnych zlewni przy wykorzystaniu inspekcji TV, pomiarów przepływu i tworzenia modeli komputerowych.

WYKORZYSTANIE SYSTEMU INFORMACJI GEOGRAFICZNEJ (GIS)

Do niedawna wszystkie systemy kanalizacyjne były wyłącznie rejestrowane jako rysunki. Utrzymywanie tych rysunków było bardzo czasochłonne, a ponadto trudne było wykorzystanie tych rysunkowych danych wraz z innymi danymi, takimi jak dane z pomiarów, inspekcji czy wyników modelowania komputerowego.

Dlatego wiele informacji - na przykład z dziennej eksploatacji - nie były rejestrowanych i zachowywanych systematycznie w wyniku czego wiele z nich - w tym o naprawach - zostało straconych.

Technologia komputerowa pozwoliła na zachowywanie danych w odpowiednich bazach. W Danii de facto standardem dla wymiany danych o systemach kanalizacyjnych jest format DAS. Format ten został stworzony między innymi przez największe władze komunalne w Danii. Był to pierwszy krok w kierunku usystematyzowania i wymiany informacji.

W chwili obecnej dział komunalnych robót publicznych spotyka się z wzrastającym zainteresowaniem. Wraz z rozwojem techniki, zarówno politycy jak i mieszkańcy domagają się lepszej i bardziej wszechstronnej informacji. Ochrona środowiska odgrywa istotną rolę w polityce lokalnej i politycy wymagają łatwo dostępnych informacji, które mogą wspomagać proces podejmowania decyzji.

System informacji geograficznej jest systemem komputerowym, który może być wykorzystywany do uzyskiwania danych, administrowania, analizy i prezentacji danych geograficznych.

Przez wiele lat jako sposób prezentacji danych geograficznych wykorzystywane były mapy. Jednakże na jednej mapie może być przedstawiona tylko ograniczona ilość informacji. Dlatego

zostały stworzone mapy tematyczne. Jedna mapa pokazuje sieć dróg, inna sieć kanalizacyjną, a jeszcze inne pokazują sieć wodociagową, gęstość populacji, rejestr gruntów, warunki glebowe, itp.

System informacji geograficznej także działa na zasadzie tematycznej. Dane są zachowywane z podziałem na tematy a użycie GIS umożliwia jest analizowanie poszczególnych tematów a nawet tworzenie nowych.

MEDINA

MEDINA jest systemem informacji geograficznej specjalnie stworzonym dla rejestracji sieci kanalizacyjnej. MEDINA został stworzona w kooperacji pomiędzy dwoma przedsiębiorstwami ALIGRAPH i KRÜGER.

Mimo, że MEDINA została specjalnie stworzona dla celów inżynierii sieci kanalizacyjnej, system ten pozwala na rejestrację wielu innych tematów. Jak na razie stworzone zostały tematy dotyczące sieci kanalizacyjnej, sieci wodociagowej, centralnego ogrzewania i sieci energetycznej. Jednakże, użytkownicy mogą sami tworzyć dalsze tematy. Władze komunalne wykorzystujące MEDINA stworzyły tematy dla rejestracji biotopów, składowisk odpadów toksycznych, rejestracji i utrzymywania terenów rekreacyjnych i miejsc parkingowych, rejestracji i administrowania kontenerami na butelki i makulaturę, rejestracji stowarzyszeń właścicieli domów, rejestracji informacji planowania, planów lokalnych, miejskich przepisów dotyczących planowania, itp.

Blok tematyczny MEDINA dotyczący sieci kanalizacyjnej zawiera informacje o punktach węzłowych, przewodach kanalizacyjnych, przyłączach domowych a także informacje z inspekcji TV. Jednocześnie temat MOUSE zawiera wyniki modelowania przy wykorzystaniu MOUSE-PIPE.

MEDINA pozwala na poszukiwania według obszarów geograficznych, wartości parametrów lub poprzez kombinację parametrów i obszarów geograficznych.

Na przykład można odnaleźć wszystkie przewody kanalizacyjne na danym obszarze o nachyleniu większym niż X i o średnicy mniejszej niż Y lub wszystkie rury z problemami pojemności hydraulicznej i wymiarami większymi niż X.

Ponadto MEDINA zawiera funkcje umożliwiające tworzenie wydruków tematycznych na podstawie danych zawartych w bazie danych. Przykładowo, możliwe jest wykonanie rysunku, na którym grubość linii oznaczającej przewody kanalizacyjne symbolizuje wymiary opisywanego elementu a kolor przewodu kanalizacyjnego symbolizuje "stan fizyczny" opisywanego elementu.

W końcu, program został stworzony tak aby możliwe było automatyczne stworzenie podłużnych przekrojów przewodów kanalizacyjnych. Przewód kanalizacyjny wybierany jest poprzez kliknięcie na punktach węzłowych w kolejności w jakiej występują na przewodzie kanalizacyjnym.

Dane mogą być uzyskiwane w standardowych formatach tak aby możliwe było ich bezpośrednie wykorzystanie np w MOUSE.

Użytkownik może tworzyć specjalne wydruki przy wykorzystaniu narzędzi analitycznych np plan sieci kanalizacyjnej gdzie stwierdzone zostały poważne uszkodzenia w czasie inspekcji TV. (Ryc. 7.)

PRZYPADEK: FARUM

Miasto Farum obejmuje powierzchnię 850 ha, posiada 140 km ogólnospławnych i rozdzielonych przewodów kanalizacyjnych (Ryc. 8.)

Dla okolicy zlewni 1 (z 3) stworzony został wszechstronny projekt renowacji. Obejmował on następujące działania: stworzenie bazy danych kanalizacji przy wykorzystaniu programu MEDINA dla całego obszaru zlewni (obejmującej około 32 km przewodów i 775 studzienek), inspekcję przy wykorzystaniu CCTV 10 km przewodów kanalizacyjnych ($\varnothing 150$ - $\varnothing 1350$ mm) i 235 studzienek, a także analizę hydrauliczną w oparciu o program MOUSE. Plan renowacji obejmujący ocenę stanu przewodów, analizę ryzyka i plan działania (plan zagospodarowania przestrzennego) został

przygotowany przez program MEDINA.

Projekt renowacji został stworzony w oparciu standardy jakości dla odbiornika - jeziora Furesøen, planowaną rozbudowę oczyszczalni ścieków Stavnsholt, a także zalecenia dla dalszego działania w zakresie, konserwacji i rozbudowy sieci kanalizacyjnej.

Pierwszym etapem programu renowacji była wstępna ogólna inspekcja całej komunalnej sieci kanalizacyjnej. Na podstawie dostępnych informacji - takich jak skargi mieszkańców, doświadczenia eksploatacyjne czy poprzednie inspekcje - oceniono najpoważniejsze problemy.

Rejestracja stanu przewodów została uwieńczona ich usystematyzowaniem i graficzną prezentacją wyników inspekcji TV i analiz hydraulicznych parametrów systemu (przepustowości podtopień). Rezultaty zostały poddane obróbce i przedstawione w MEDINA jako zasadnicza część oceny fizycznego i eksploatacyjnego stanu poszczególnych przewodów kanalizacyjnych.

Lista kolejności napraw tworzona jest przez władze komunalne po ocenie stanu poszczególnych przewodów kanalizacyjnych i obiektów. Specjalna uwaga zwracana jest na punkty gdzie wystąpienie problemów jest najbardziej prawdopodobne i tam gdzie efekty krótkoterminowe jakiegokolwiek awarii będą najpoważniejsze.

W rezultacie przygotowywane są różne opcje mające na celu rozwiązanie problemów fizycznych takich jak: pęknięcia, możliwości zapadnięć, korozja, zalewanie i problemy dotyczące przepustowości, które zostały wykryte przez analizę hydrauliczną (MOUSE).

Prace zostają skrótowo opisane w programie proponującym listę działań sporządzoną w zależności od znaczenia, wraz z szacunkowym kosztorysem, jak ten przykładowy:

- rutynowe działania,
- naprawy studzienek,
- naprawy rur kanalizacyjnych (naprawy punktowe),
- renowacja rur kanalizacyjnych
- dalsze badania.

Tabela 1. Typy obserwacji w duńskiej instrukcji fotograficznej

Szczeliny/pęknięte rury	1-4
Korozja	1-4
Deformacje	1-3
Przesunięcie złącza	1-4
Otwarte złącze	1-4
Wystająca uszczelka gumowa	1-3
Korzenie	1-3
Infiltracja	1-3
Inkrustacja	1-3
Osady	1-3
Woda	%
Zatkanie	1-3
Odgałęzienie przewodu	0-3
Uszkodzenie bocznego przyłącza	0-4
Zmiana kierunku	0-3

podstawie danych zawartych w liście danych. Przykładowy raport jest wykazany rysunkiem, na którym graficznie jest oznaczona postać kwalifikacji symbolizacji wyników spotywanego elementu a kolor przewodu kwalifikacyjnego wyodróżnia "Mała Ciężarówka" użytkownika elementu.

W końcu, program został stworzony tak aby materiały były automatycznie generowane podczas podłączania przewodów kwalifikacyjnych. Program kwalifikacyjny umożliwia też program użytkownika punktu wykonywania instalacji w której występuje na przewodach lub elementach.

Dane mogą być wykorzystane w standardowych formach tak aby analiza była ich bezpośrednim wyodróżnieniem np. w MOCSE.

Użytkownik może tworzyć raporty wydruku przy wykorzystaniu narzędzi dostępnych w plan sieci kwalifikacyjnej gdzie stwierdzono zmiany powstające umiarkowanie w ostatniej części IV (Ryc. 8.)

PRZYPADKI: FARUN

Miasto Farum obejmuje powierzchnię 230 km, posiada 142 km ogólnodostępnego i rozdzielnych przewodów kwalifikacyjnych (Ryc. 9.)

Do obsługi sieci i jej utrzymania został wyznaczony projekt remontowy. Obejmuje on następujące działania: stworzenie bazy danych kwalifikacji przy wykorzystaniu programu MEDIANE do obsługi danych sieci (zob. rysunek), około 32 km przewodów TTE oraz analiza wyników przy wykorzystaniu CCTV 10 km przewodów kwalifikacyjnych (zob. rysunek) oraz 238 km instalacji, a także analiza hydrauliczna w oparciu o program MOCSE. Znaczącą rolę w tym procesie odegrały przewody, analizy ryzyka i plan działania (został wygenerowany przez program) oraz

Rysunek 1. Przykłady opisów i zdjęć z instrukcji fotograficznej - szczeliny/pęknięcia przewodu kanalizacyjnego

2. RØRENES TILSTAND.

Revner/brud RB

Definition.

Rørens bæreevne er overskredet, og der er sket brud i rørmaterialiet.

Klassedeling.

1. Fine revner.

Der er tale om fine revner, når ét eller flere af følgende forhold er til stede:

- * Fine brudlinier er synlige på rørvæggen.
- * Små udfældninger eller lignende tegn på rørvæggen, som højest sandsynligt stammer fra fine revner.
- * Små afskalninger.

2. Åbne revner.

Brudlinierne har åbnet sig lidt. Rørets form er intakt, og skår af rørvæggen kan mangle.

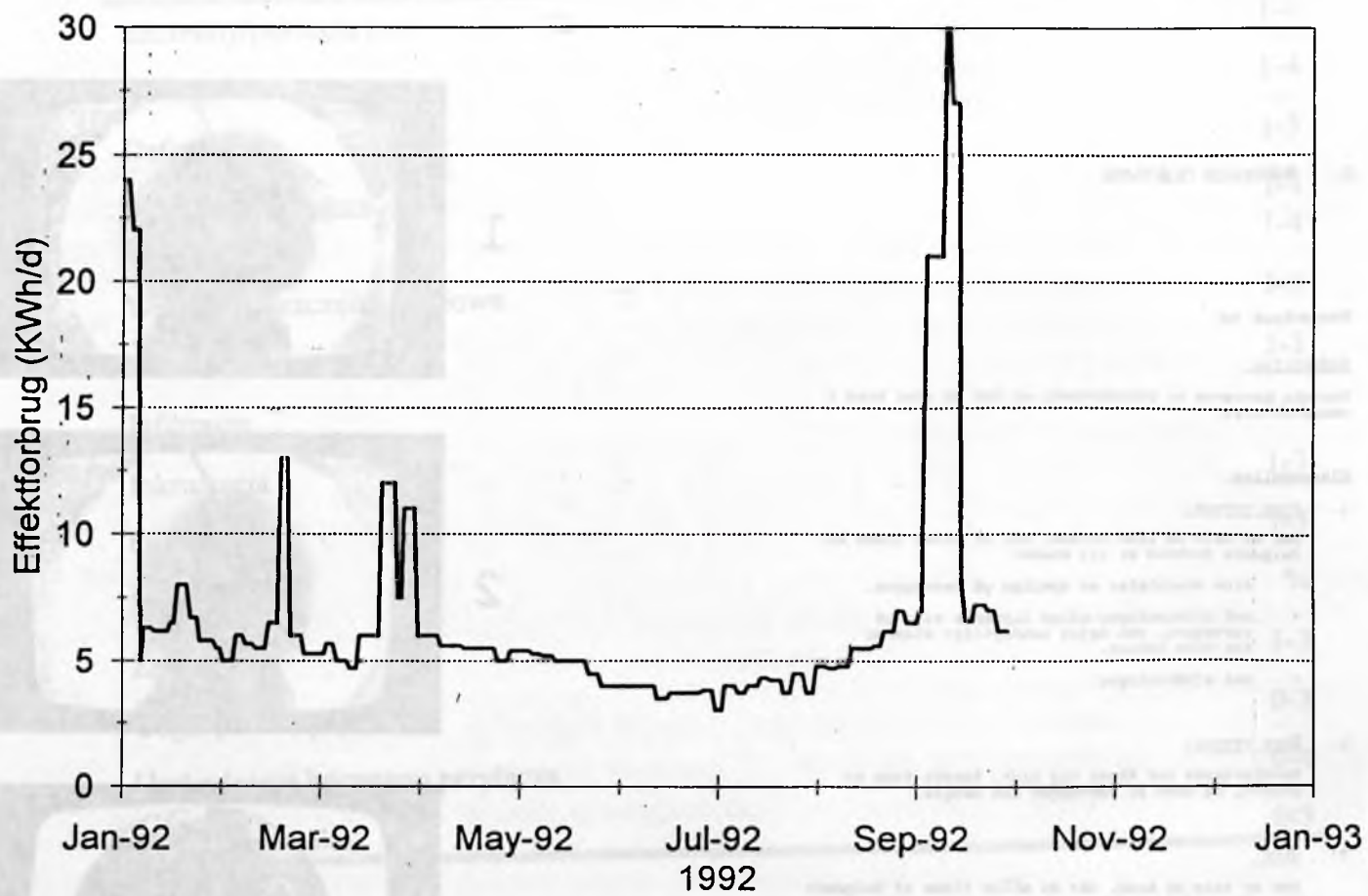
3. Brud.

Der er tale om brud, når ét eller flere af følgende forhold er til stede:

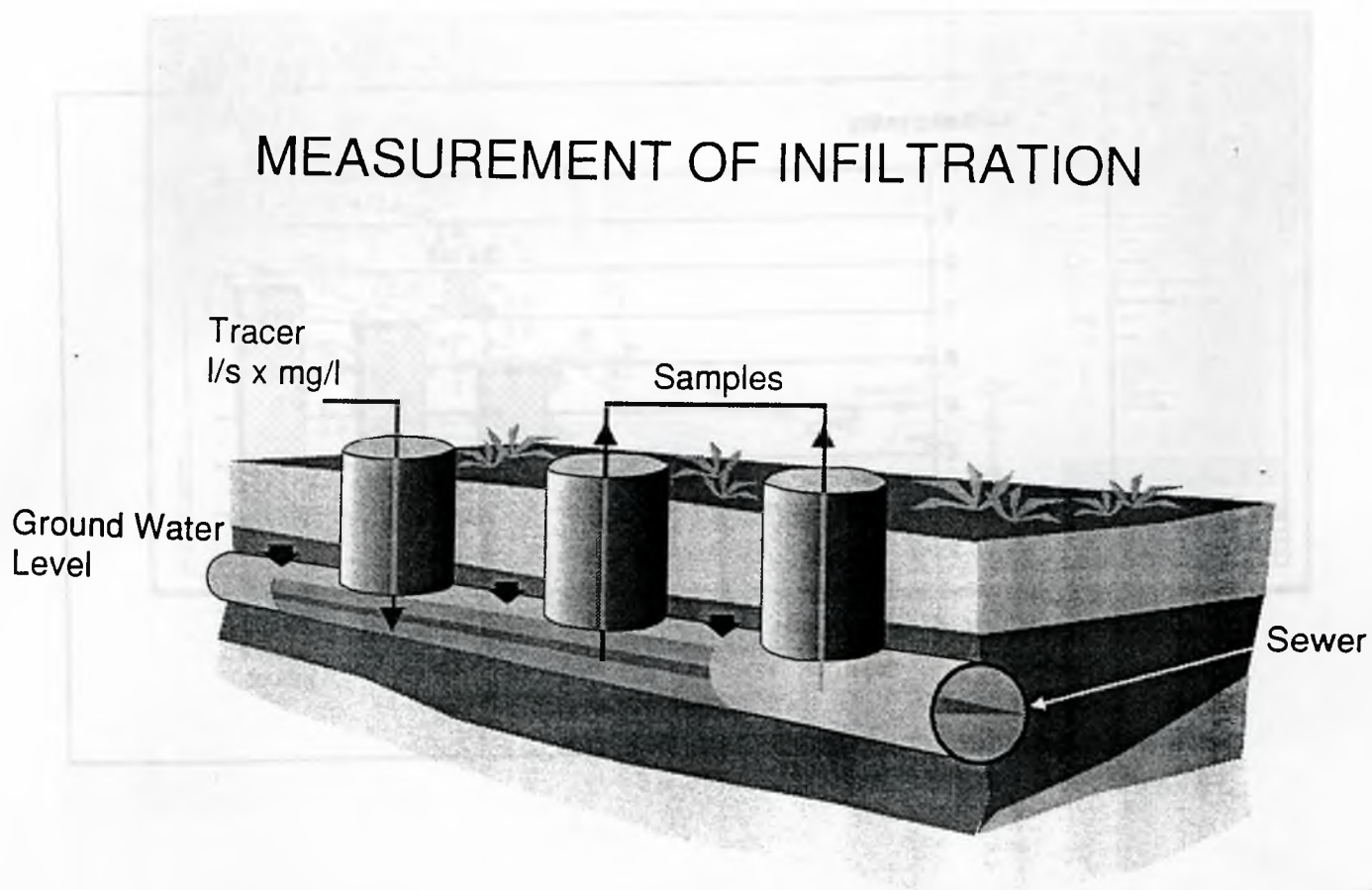
- * Brudstykker, der dækker mindre end 4 timer af røromkredsen, er forskudt i forhold til hinanden eller mangler helt.
- * Ved deformationer op til 15% af rørdiameteren (gælder kun stive rør).



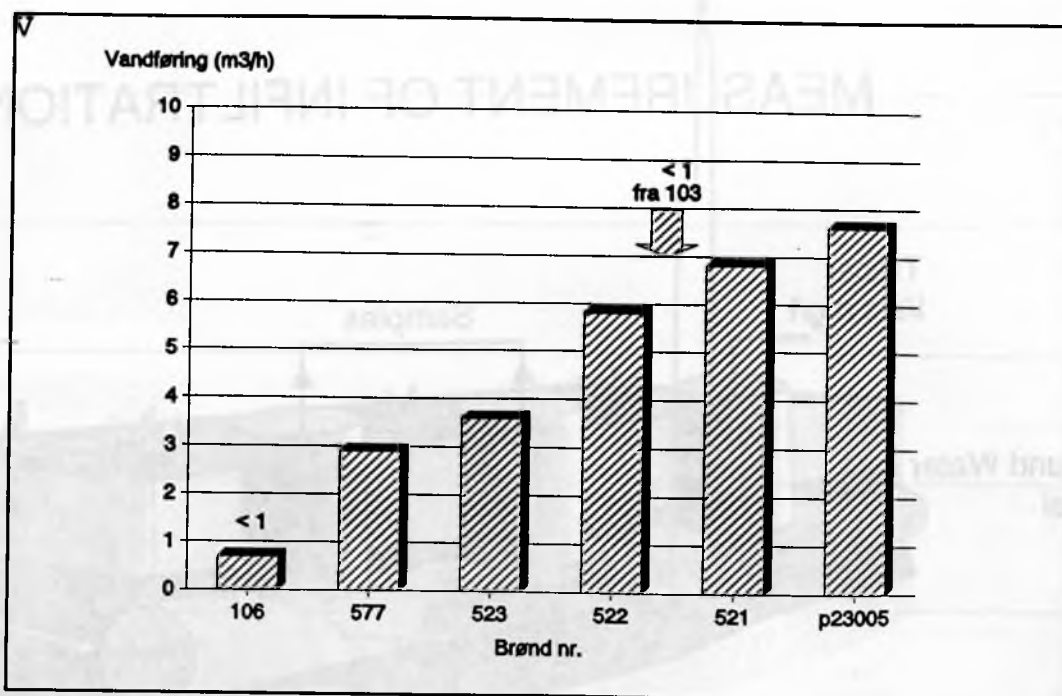
Rysunek 2. Wyniki działania pompowni



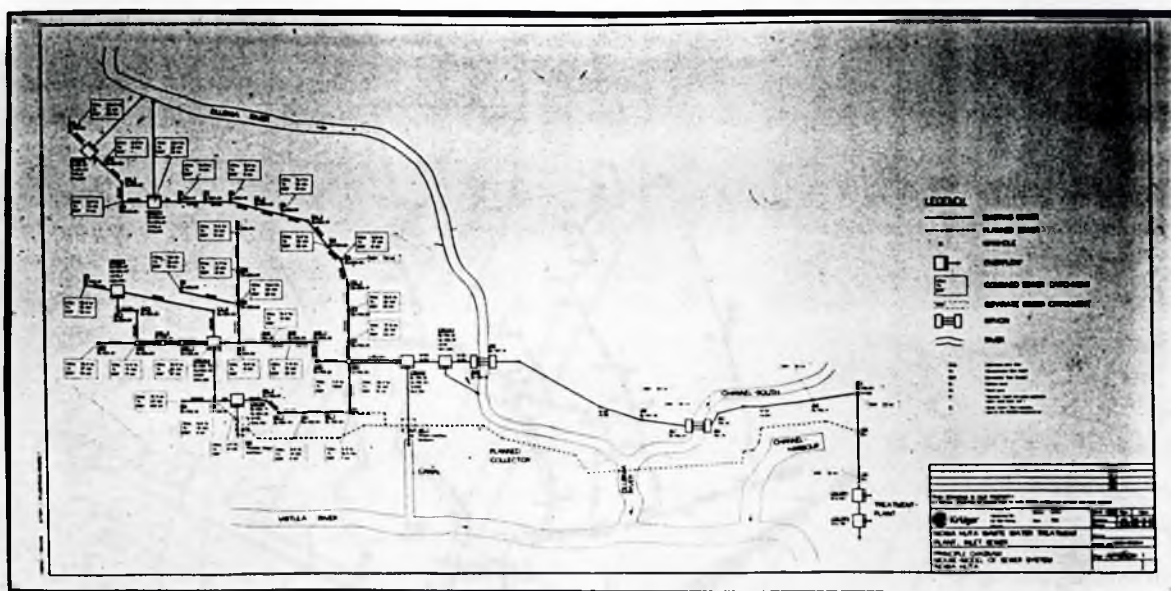
Rysunek 3. Ilustracja wykrywania metodą Krüger
Pomiar infiltracji



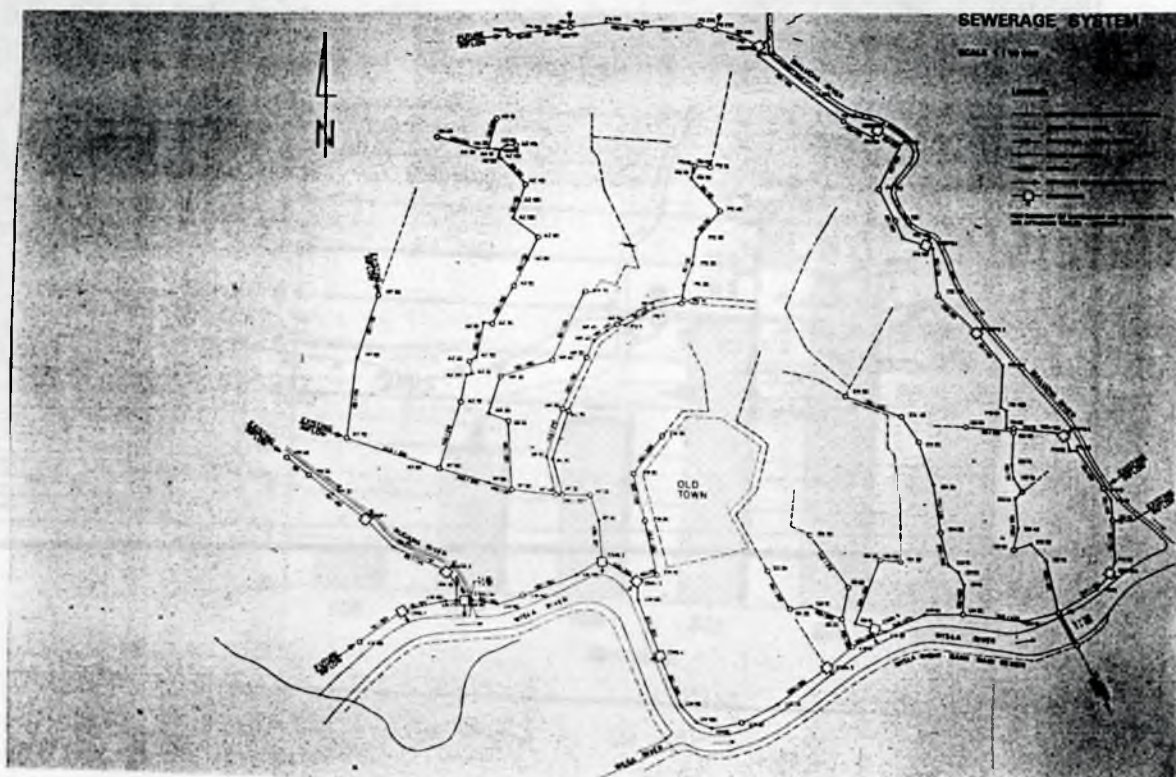
Rysunek 4. Wyniki pomiarów



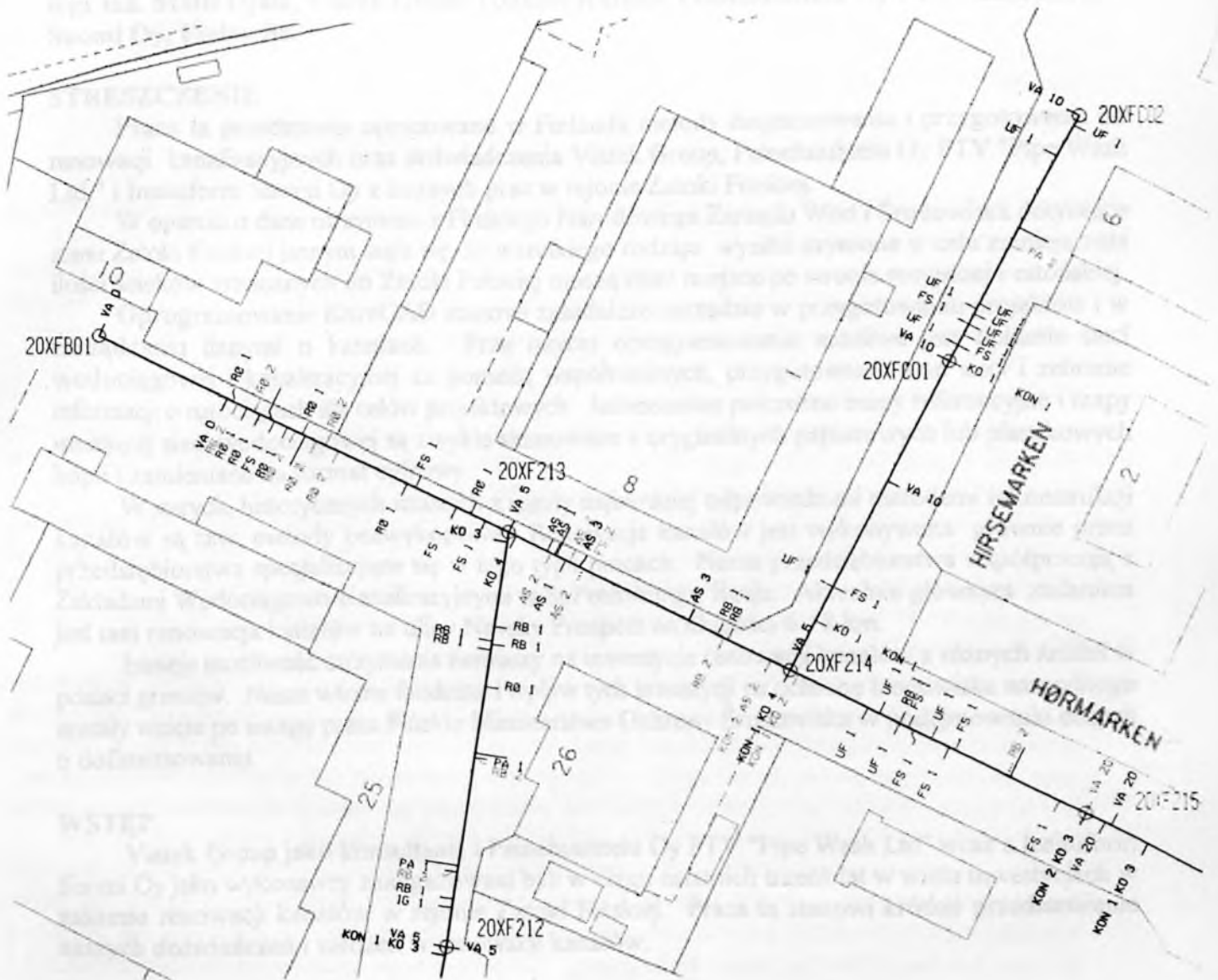
Rysunek 5. Sieć kanalizacyjna w Nowej Hucie



Rysunek 6. Sieć kanalizacyjna Krakowa



Rysunek 7. Wydruk z programu MEDINA z obserwacjami z inspekcji TV.



STAN ZATOKI FINSKIEJ

Stan Zatoki Finskiej obserwacji z dnia 20.08.1980 r. Aby uzyskać dokładniejszy obraz stanu Zatoki Finskiej do danego czasu trwania obserwacji na cel obserwacji jest przeznaczony 5. do 10. września 1980 r. i następnie 10. do 15. września 1980 r. Wykazany przedmiot obserwacji jest 5. do 10. września 1980 r. i 10. do 15. września 1980 r. Trójciskowy atakowany do Zatoki Finskiej, 100 metrów.

Kraj	Ilość	Ładunki i Prędkość	Łączna
Finlandia	600	300	500
Rosja	3200	7500	2800
Estonia	1700	900	2200
Łącznie	5500	4500	5500

Rysunek 8. Wydruk z programu MEDINA planu sieci kanalizacyjnej w Farum.



RENOWACJA KANAŁÓW W REJONIE ZATOKI FIŃSKIEJ

mgr inż. Matti Ojala, Viatek Group i Sakari Kuikka, Peinehuhtelu Oy PTV i Insituform Suomi Oy, Finlandia.

STRESZCZENIE

Praca ta przedstawia opracowane w Finlandii metody diagnozowania i przygotowania do renowacji kanalizacyjnych oraz doświadczenia Viatek Group, Peinehuhtelu Oy PTV "Pipe Wash Ltd." i Insituform Suomi Oy z licznych prac w rejonie Zatoki Fińskiej.

W oparciu o dane otrzymane z Fińskiego Narodowego Zarządu Wód i Środowiska dotyczące stanu Zatoki Fińskiej jasnym staje się, że wszelkiego rodzaju wysiłki czynione w celu zmniejszenia ilości ścieków zrzucanych do Zatoki Fińskiej muszą mieć miejsce po stronie rosyjskiej i estońskiej.

Oprogramowanie KureCAD stanowi zasadnicze narzędzie w przygotowaniu projektów i w zarządzaniu danymi o kanałach. Przu użyciu oprogramowania możliwe jest opisanie sieci wodociągowej i kanalizacyjnej za pomocą współrzędnych, przygotowanie map sieci i zebranie informacji o rurociągach dla celów projektowych. Jednocześnie potrzebne mapy referencyjne i mapy istniejącej sieci wodociągowej są zwykle skanowane z oryginalnych papierowych lub plastikowych kopii i zamieniane na format cyfrowy.

W starych, historycznych miastach z reguły najbardziej odpowiednimi metodami rekonstrukcji kanałów są tzw. metody bezwykopowe. Renowacja kanałów jest wykonywana głównie przez przedsiębiorstwa specjalizujące się w tego typu pracach. Nasze przedsiębiorstwa współpracują z Zakładami Wodociągowo-Kanalizacyjnymi w St.Petersburgu, Rosja. Aktualnie głównym zadaniem jest tam renowacja kanałów na ulicy Nevsky Prospect na długości 6 - 8 km.

Istnieje możliwość otrzymania funduszy na inwestycje renowacji kanałów z różnych źródeł w postaci grantów. Nasze własne fundusze i wpływ tych inwestycji na ochronę środowiska naturalnego zostały wzięte pod uwagę przez Fińskie Ministerstwo Ochrony Środowiska w podejmowaniu decyzji o dofinansowaniu.

WSTĘP

Viatek Group jako konsultanci i Peinehuhtelu Oy PTV "Pipe Wash Ltd" wraz z Insituform Suomi Oy jako wykonawcy zaangażowani byli w ciągu ostatnich trzech lat w wielu inwestycjach w zakresie renowacji kanałów w rejonie Zatoki Fińskiej. Praca ta stanowi krótkie przedstawienie naszych doświadczeń i założeń w renowacji kanałów.

STAN ZATOKI FIŃSKIEJ

Stan Zatoki Fińskiej obserwujemy z dużym zaniepokojeniem. Aby zrozumieć skłonność Rządu Finlandii do finansowania inwestycji mających na celu zmniejszenie jej zanieczyszczeń tj. na oczyszczanie ścieków i renowacje kanałów w Rosji i Estonii, wystarczy przejrzeć następujące dane o ilości zrzucanego fosforu i azotu do wód Zatoki Fińskiej.

Ilość fosforu zrzucana do Zatoki Fińskiej, 100 ton/rok:

Kraj	Rzeki	Ludność i Przemysł	Łącznie
Finlandia	600	200	800
Rosja	5.300	3.500	8.800
Estonia	1.700	500	2.200
Łącznie	7.600	4.200	11.800

Ilość azotu zrzucana do Zatoki Fińskiej, 1.000 ton/rok:

Kraj	Rzeki	Ludność i Przemysł	Łącznie
Finlandia	17.000	5.000	22.000
Rosja	60.000	21.000	80.000
Estonia	42.000	5.000	47.000
Łącznie	120.000	31.000	150.000

Rys. 1 przedstawia eutrofizację Zatoki Fińskiej w okresie środkowego i późnego lata wyrażoną jako zawartość chlorofilu (mg/m^3).

W oparciu o nasze dane (ref. Narodowy Zarząd Wód i Środowiska, Finlandia) jest oczywistym, że należy podjąć wszelkie wysiłki w celu zmniejszenia ilości ścieków zrzucanych do Zatoki Fińskiej a pochodzących zwłaszcza ze strony rosyjskiej i estońskiej.

ZARZĄDZANIE DANYMI

Jakkolwiek należy unikać omawiania produktów konkretnych firm, to jednak musimy tutaj wymienić i opisać bardziej szczegółowo oprogramowanie KureCAD firmy Viatek ponieważ stanowi ono główne narzędzie w planowaniu przez nas renowacji kanałów.

Obecnie oprogramowanie KureCAD jest wykorzystywane, w odniesieniu do Zatoki Fińskiej, przez Zarządy Miejskie Helsinek i Espoo w Finlandii, Tallina w Estonii a ostatnio Viatek dostarczył to oprogramowanie w rosyjskiej wersji i sprzęt komputerowy (stacje robocze, skaner i takymetr z urządzeniem do wprowadzania danych) do Zakładów Wodociągowo-Kanalizacyjnych w St. Petersburgu.

Punktem wyjścia dla prac rozwojowych nad tym systemem był fakt, iż często nie są dostępne szczegółowe mapy sieci wodociągowych i kanalizacyjnych i, że gromadzenie danych dotyczących przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych bez nowoczesnych narzędzi jest trudne. Pomimo faktu, że opracowywane są różne raporty to na ogół niemożliwe jest ich odnalezienie w przypadku, gdy są bardzo szybko potrzebne. Prędzej czy później taki typ raportowania równa się brakowi raportowania.

Oprogramowanie KureCAD zapewnia efektywne rozwiązanie problemu tworzenia map i gromadzenia danych. Oprogramowanie ułatwia planowanie wszelkiego rodzaju pomiarów wymaganych przy zarządzaniu siecią wodociągową. Oprogramowanie jest używane łącznie z cyfrową lub zeskanowaną mapą referencyjną. Rurociągi mogą zostać umieszczone na mapie i przypisane do odpowiadających im współrzędnych. Oprogramowanie pełni rolę magazynu wszelkiego rodzaju danych o sieci, które są przedstawiane graficznie i, które są zachowywane w bazie danych. Użytkownik może przedstawiać zapytania do bazy danych i otrzymywać wyniki na ekranie. Oprogramowanie oparte jest na bazie danych Oracle i grafice AutoCAD (która dostępna jest również jako wersja dla mikrostation). Do manipulacji zeskanowanymi mapami wymagany jest produkt AutoCAD - CADOOverlay ESP (lub IRAS PC z mikrostation).

SPORZĄDZANIE MAP

Dla rozpoczęcia renowacji kanałów niezbędne są dokładne mapy. Zdarza się bardzo często, iż istniejące mapy są nieodpowiedniej jakości lub przynajmniej brakuje na nich współrzędnych.

Mapa sieci może być stworzona przez:

- pomiar współrzędnych x, y, z dla każdego elementu sieci przy pomocy specjalnych urządzeń pomiarowych,
- wykorzystanie istniejących map i tworzenie map cyfrowych przez techniki skanowania i

digitalizacji obrazu.

- wykorzystanie istniejących map i utworzenie map cyfrowych przez ręczną digitalizację tabelową,
- przeniesienie map cyfrowych z innego oprogramowania mapującego.

W każdym z wyżej wymienionych przypadków powstanie mapa sieci, taka jak na Rys.2, łącznie w wymaganymi oznaczeniami dla studzienek rewizyjnych, zaworów, hydrantów przeciwpożarowych, itp.

BADANIA WSTĘPNE

Kiedy sieć jest nanoszona na mapę przez pomiar współrzędnych należy sprawdzić również materiał, z jakiego zrobiona jest rura, i jej średnicę. W innych przypadkach dane te mogą być odnaleziona na istniejących mapach.

W każdym przypadku jednak pierwszym etapem badań, w celu oceny stanu sieci kanalizacyjnej, jest zbadanie studzienek rewizyjnych sieci kanalizacyjnej. Dla studzienek opracowano specjalną kartę w celu rutynowego ich sprawdzania i w celu umożliwienia przeniesienia danych do oprogramowanie KureCAD. Zapisywany jest materiał, średnica i ogólna konstrukcja, jak również stan studzienki. Specjalną uwagę zwraca się na możliwość istnienia przecieków do sieci kanalizacyjnej.

Po wyczyszczeniu sieci kanalizacyjnej przez wysokociśnieniowe płukanie przeprowadza się inspekcję za pomocą zamkniętego obwodu TV. W celu zachowania wyników obserwacji wykorzystuje się standardowy format . Peinehuhtelu Oy PTV opracowało skomputeryzowany system zapisywania gdzie klient otrzymuje dokument w postaci dysku lub na papierze. Pozwala to na transfer danych automatycznie do bazy KureCAD w celu przedstawienia ich na ekranie komputera jako symboli w odpowiednim miejscu wzdłuż badanego kanału (patrz również Rys. 3).

Jeżeli celem działania jest głównie zmniejszenie nadmiernego napływu wody do systemu kanalizacyjnego, to badania rozpoczyna się od pomiarów przepływu w celu zidentyfikowania najbardziej nieszczelnych odcinków sieci kanalizacyjnej.

PLANOWANIE

Planowanie, przy omawianiu renowacji kanałów, koncentruje się głównie na ocenie potrzeb renowacji i ustaleniu kolejności napraw. Zgodnie z naszymi założeniami planowanie odbywa się na podstawie zgromadzonych informacji przy użyciu oprogramowania KureCAD i wykorzystaniu klasyfikacji stanu kanałów opracowanej dla tego oprogramowania.

Każda rura i uzbrojenie ma w systemie oceniony stan. Pojęcie stanu składa się z trzech elementów:

- stanu konstrukcyjnego
- stanu funkcjonalnego
- szczelności

Stan konstrukcyjny opisuje wytrzymałość, kształt i lokalizację rury. Stan funkcjonalny to zdolność elementu do przewodzenia wody. Szczelność ocenia się wielkością przecieków z danego elementu.

Każdy z powyższych parametrów oceniany jest na skali od 1 do 4, gdzie 1 oznacza stan dobry a 4 stan bardzo zły. Oceny te wystawiane są przez ekipy konserwujące lub naprawcze jako:

Ocena	Stan słownie	Kolejność napraw
1	Dobry	Nie wymaga napraw
2	Zadowolający	Niewielkie problemy, jeszcze nie wymagające interwencji
3	Zły	Do naprawy w najbliższej przyszłości
4	Bardzo zły	Do natychmiastowej naprawy

Każda rura klasyfikowana jest również pod względem czynników zewnętrznych. Czynniki te opisują jak trudna byłaby konserwacja i jakie znaczenie ma dany odcinek dla całego systemu. Klasyfikacja ta może być określona jako klasyfikacja znaczenia strategicznego.

Czynniki zewnętrzne to:

- znaczenie rury dla systemu,
- klienci
- warunki nad rurą
- warunki dookoła rury

Każdy z tych czynników opisywany jest na skali 1 do 4, gdzie 1 oznacza łatwą sytuację a 4 sytuację bardzo trudną.

Ocena warunków dla każdej rury oparta jest na wartości indeksowej "Ojala Index", która obliczana jest z parametrów stanu konstrukcyjnego, funkcjonalnego i szczelności. Brane są również pod uwagę czynniki zewnętrzne. Wprowadzone zostaje również pojęcie pewności tych ocen.

Oceny mogą być oparte o inspekcje, stosowaną wiedzę, doświadczenie lub o brak informacji. Stosowana wiedza oznacza, że wyniki inspekcji jednych rur są przeniesione na inne rury o podobnych cechach konstrukcyjnych, funkcjonalnych i środowiskowych.

W obliczeniach czynniki te mają przypisane różne znaczenie. Różne typy sieci mają różne charakterystyki, tak więc system musi posiadać odrębny zestaw ocen dla różnych typów sieci. Zagadnienie to wyjaśni następujący przykład :

Przykład:

Ten odcinek przewodu kanalizacyjnego jest dość istotny dla sieci. Nie ma klientów bezpośrednio podłączonych do tego odcinka. Kanał przechodzi pod ulicą przez pewien odcinek i znajduje się 2.5 m pod ziemią. Istnieją doniesienia o paru epizodach osiadania i raportowany jest pewien stopień zniekształcenia. Funkcjonalnie kanał działa w stopniu zadowalającym. Nie istnieją przecieki wody do rury.

Czynniki zewnętrzne:

	Waga		Ocena	Wartość
Znaczenie odcinka	9	x	3	= 27
Klienci	4	x	1	= 4
Warunki nad rurą	6	x	3	= 18
Warunki dookoła rury	6	x	1	= 6
SUMA	25 (stała)			55

Suma dla czynników zewnętrznych	Ocena łączna
25-40	1
41-60	2 (55 => klasa 2)
61-80	3
81-100	4

Wskaźnik stanu (CI)

	Waga		Ocena	Wartość
Stan konstrukcyjny	9	x	3	= 27
Stan funkcjonalny	7	x	2	= 14
Przecieki	6	x	1	= 6
Czynniki zewnętrzne	3	x	2	= 6
SUMA	25 (stała)			53

Wskaźnik stanu dla tego odcinka przewodu kanalizacyjnego wynosi 53 (3,2,1,2). Wskaźnik stanu jest zawsze w zakresie 25-100.

W oznaczeniach graficznych wykorzystywanych przez KureCAD wartość wskaźnika jest wyświetlana w ramce kodowej dla każdej rury. Kolor wartości wskaźnika stanu zależy od jego wartości numerycznej, 25-49 wyświetlane są na zielono, 50-74 na żółto a powyżej 75 na czerwono.

WYKONAWSTWO

Renowacja rurociągów jest głównie wykonywana przez przedsiębiorstwa wyspecjalizowane w tego rodzaju pracach. Służby miejskie również wykonywały renowacje kanałów, ale w ostatnim czasie ma to miejsce w coraz mniejszym stopniu. Wprowadzenie wyspecjalizowanych wykonawców zapewnia pomyślny wynik prac renowacyjnych, jak również wysoką ich jakość. Przewód po renowacji może być ponownie wykorzystywany przez długi okres czasu, a przy wykorzystaniu nowoczesnych materiałów nawet ponad 50 lat.

Wytyczne i zalecenie odnośnie renowacji kanałów zostały przygotowane w różnych krajach, ale dokumenty te są o różnej jakości. Wspólnota Europejska przygotowuje dokumentację mającą na celu zunifikowanie praktyk, co pomoże w osiągnięciu dobrych, długoterminowych i ekonomicznych rezultatów.

TECHNIKI BEZWYKOPOWE

W starych, historycznych miastach zasadniczo najbardziej przydatnymi metodami renowacji są metody bezwykopkowe np. wykładanie naprawionej miejscowo rury, wykładanie ciągła i nieciągła rura, wykładanie rurami o dużym stopniu dopasowania, itp., co zapewnia efektywne kosztowo wyniki biorące pod uwagę otoczenie.

Zastosowanie technologii bezwykopowych do renowacji rurociągu rozpoczyna się od oczyszczenia i inspekcji przy pomocy CCTV (zamkniętego obwodu TV) przed zainstalowaniem nowej rury. Postępowanie takie zapewnia pomyślny wynik instalacji, jak również najlepsze i najbardziej skutecznie rezultaty prac. Jeżeli nie przeprowadzi się czyszczenia to stan rury po renowacji okazać się może jeszcze gorszy niż przed renowacją.

Nasz sposób renowacji kanałów jest w większości przypadków metodą Insituform (patrz również Rys. 4). Prace z wykorzystaniem technologii bezwykopowych przebiegają bardzo szybko. Wymagają jednak bardzo solidnego przygotowania celem uwzględnienia wszystkich koniecznych aspektów efektywnego ich przebiegu bez żadnych problemów.

Przy wykonaniu niezbędnego obejścia odcinek kanału poddawany renowacji zostaje odcięty. Należy również wziąć pod uwagę ruch uliczny, tak aby w razie nagłej potrzeby mieć swobodny dostęp do okolicznych budynków.

Sama wykładzina jest wykonana na miarę w fabryce zgodnie z szczegółowym projektem i np. Insituform Suomi Oy wykorzystuje materiały spełniające warunki standardu ISO 9001.

Wprowadzenie wykładziny może zostać rozpoczęte po zapewnieniu wyżej wymienionych przygotowań i po dostarczeniu jej na miejsce robót. Renowacja przebiega bardzo szybko, zajmując od jednego do trzech dni w zależności od średnicy i długości rury. Podłączenia boczne zostają otwarte i kanał może spełniać swoje zadanie przez wiele następnych dziesięcioleci w doskonałym stanie.

PREZENTACJA PRAC

Prezentujemy tutaj parę przykładów naszych realizacji w ramach zainteresowania Morzem Bałtyckim.

Przedsiębiorstwo przez nas reprezentowane i jego oddziały działają aktywnie w państwach otaczających Morze Bałtyckie, w: Finlandii, Szwecji, Danii, Niemczech, Polsce, na Łotwie, Litwie,

w Estonii i Rosji, stosując metody bezwykopowe w pracach renowacyjnych. Na tym obszarze poddaliśmy renowacji ok. 1000 km rurociągów. Najbardziej popularną z stosowanych przez nas metod jest metoda Insituform, która dotychczas została wykorzystana na długości przekraczającej 8000 km w różnych krajach na całym świecie.

Pod koniec 1994 roku Per Aarsleff A/S z Danii, Insituform Suomi Oy i Viatek Group z Finlandii we współpracy z Zakładami Wodociągowo-Kanalizacyjnymi w St. Petersburgu (Vodokanal) rozpoczął obszerny program renowacji kanałów w St. Petersburgu na ulicy Newsky Prospect (patrz również Rys. 5) na długości 6 - 8 km.

Zadanie to obejmuje czyszczenie i inspekcję kanałów, dostawę sprzętu wymaganego do wykonania pracy, zaplanowania, zaprojektowania i wykonanie renowacji, łącznie ze szkoleniem rosyjskiego personelu.

FINANSOWANIE

Całkowity koszt projektu Newsky Prospect będzie wynosił 12.5 miliona dolarów US, obejmując koszty w walucie obcej i koszty lokalne. Finansują ten projekt sam Vodokanal i Ministerstwa Ochrony Środowiska Danii i Finlandii. Udział Vodokanalu wynosi ok. 80%.

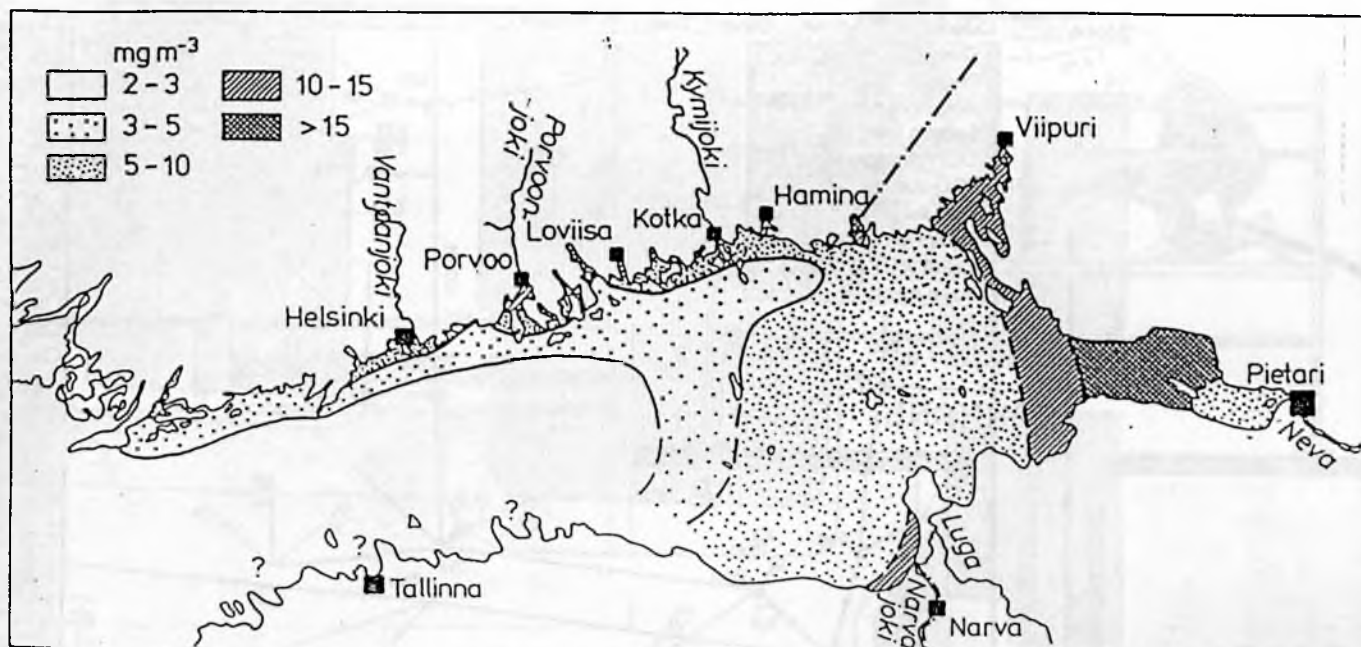
W tego rodzaju projekcie pilotażowym udział finansów pochodzących z grantów, np. z Ministerstwa Ochrony Środowiska może wahać się od 20 do 50%. Istotnym faktem pozwalającym na otrzymanie pomocy było uzasadnienie, że projekt będzie miał wpływ na ochronę środowiska przez zmniejszenie ładunku ścieków zrzucanych do Zatoki Fińskiej.

W celu uzyskania korzystnej decyzji o dofinansowaniu konieczny jednak był udział finansowy w twardej walucie pochodzący ze strony lokalnej.

Takie organizacje, jak Bank Światowy, EBRD i NEFKO również udzieliły pożyczek i gwarancji finansowych dla projektów poprawiających stan środowiska naturalnego.

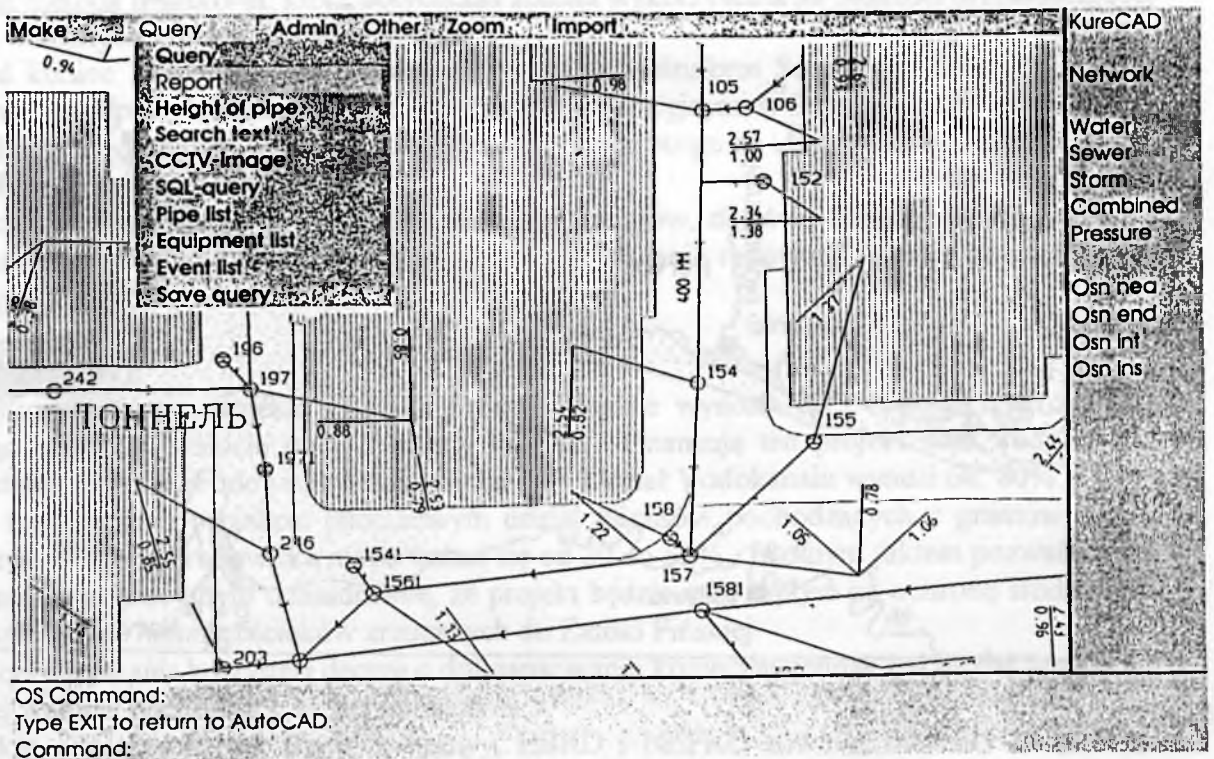
Rys. 1

Eutrofia Zatoki Fińskiej w środku i pod koniec lata wyrażona jako zawartość chlorofilu (mg/m^3)



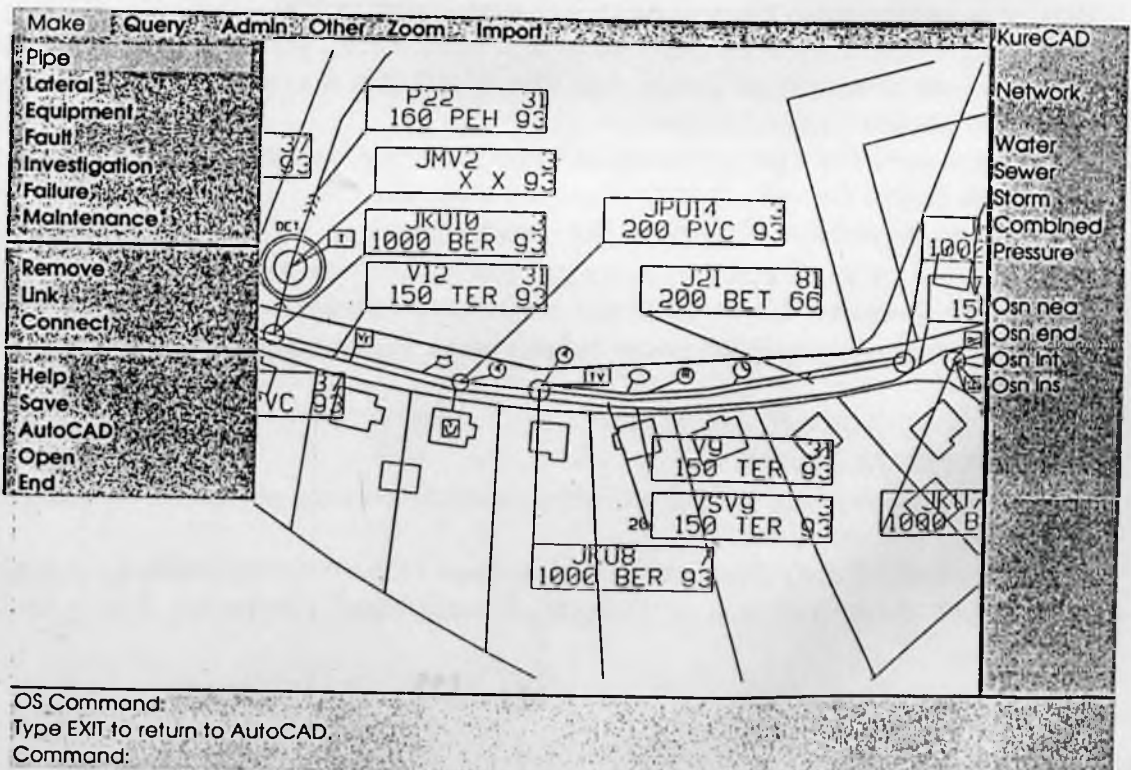
Rys. 2

Mapa sieci wykonana przy użyciu oprogramowania KureCAD.

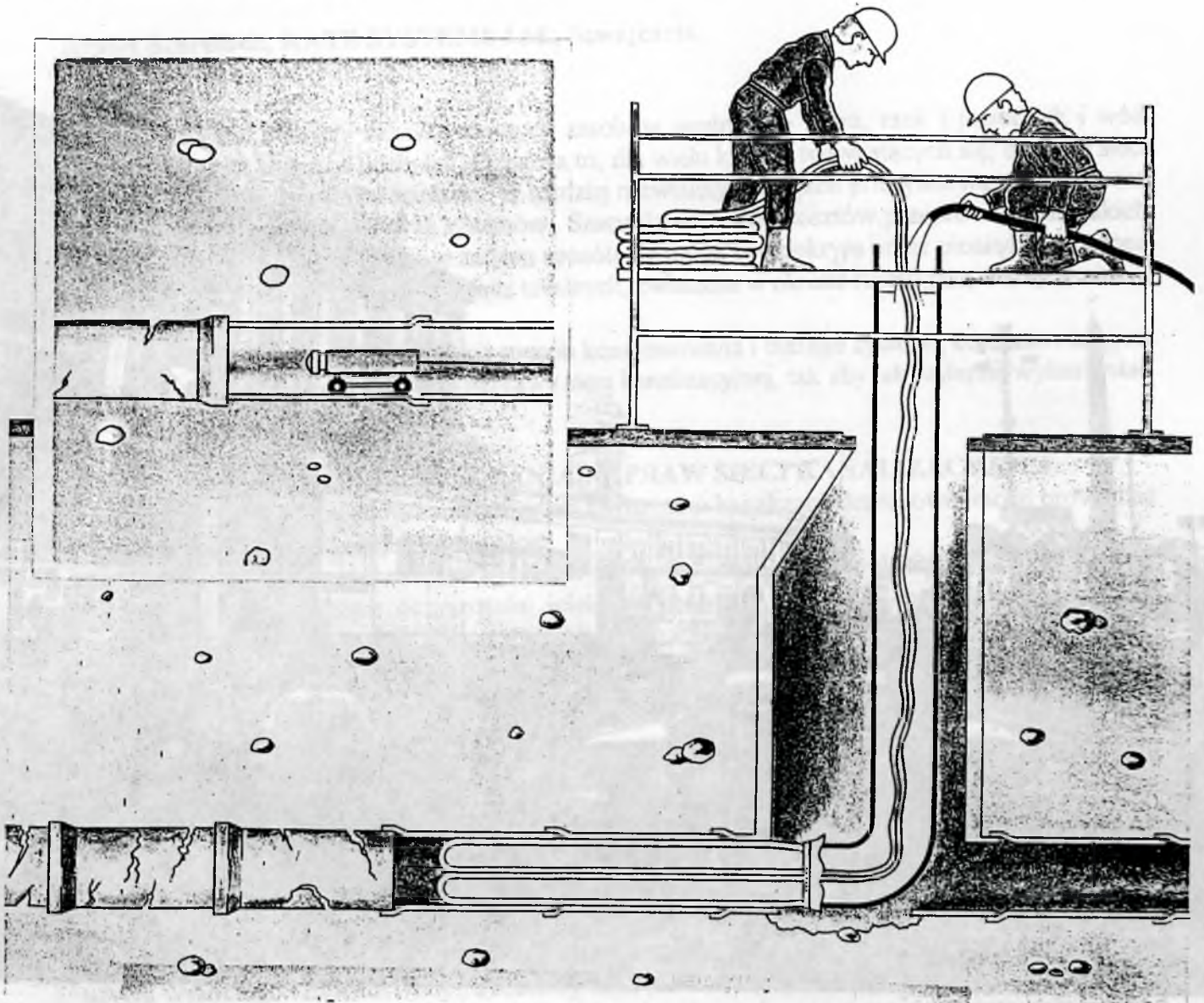


Rys. 3

Dane o sieci kanalizacyjnej są gromadzone i zachowywane w bazie danej i przedstawiane graficznie.



Rys. 4 Bezwykopowa metoda Insituform



Kanałach przewodów nie należy być rozciągającym i zaczynać prace renowacyjne...
Zanim się przystąpi do prac renowacyjnych należy wykonać dokładną...
funkcyjnego przewodu i jego wykładanie na całkowite nowe odcięcie.

TECHNOLOGIA SZKODZI POD ZIMĄ. PRZYBYCIE TECHNOLOGII BEZWYKOPOWYCH

Szwarcem kawał do kawałki...
szkodliwa...
praca...
stanowisko...
reparacji...
rozwiązanie...
kanalizacyjnych...
typowe...
CCTV.



WYKORZYSTANIE ROBOTÓW

Albert Schreibelt, KATE SYSTEMS Ltd., Szwajcaria.

WSTĘP

Znaczenie ochrony naszych cennych zasobów wodnych - mórz, rzek i jezior jak i wód gruntowych - jest znane od wielu lat. Oznacza to, dla wielu krajów rozwijających się, budowę sieci kanalizacyjnych i oczyszczalni ścieków. W bardziej rozwiniętych krajach priorytetowe znaczenie ma konserwacja i naprawy istniejących systemów. Szacunkowe oceny kosztów przeprowadzenia takich robót dają zawrotne kwoty, które w żadnym sposobie nie mogą być pokryte przez pieniądze dostępne w budżecie centralnym czy budżetu władz lokalnych, zwłaszcza w okresie recesji jaką mamy w chwili obecnej.

Praca ta jednak musi być w jakiś sposób kontynuowana i dlatego życiową koniecznością jest zastosowanie ekonomicznych metod naprawy sieci kanalizacyjnej, tak aby jak najlepiej wykorzystać ograniczone zasoby finansowe.

KONIECZNOŚĆ PRZEPROWADZANIA NAPRAW SIECI KANALIZACYJNEJ

Uszkodzenia przewodów kanalizacyjnych i systemów kanalizacji deszczowej może prowadzić do poważnych konsekwencji a mianowicie:

- zanieczyszczenia wód gruntowych, rzek i jezior poprzez eksfiltrację ścieków,
- przeciążenia oczyszczalni ścieków z powodu infiltracji - powodujące obniżenie jakości oczyszczania ścieków, a w rezultacie obciążenie dla rzek, jezior i morza,
- zalewania z powodu zatykania się przewodów kanalizacyjnych,
- uszkodzenia dróg i budynków spowodowane załamaniem się przewodów kanalizacyjnych,
- utrudnienia przepływu spowodowane defektami bocznych odgałęzień i uszkodzonymi połączeniami.

Podczas gdy naprawy i konserwacje przewodów kanalizacyjnych o średnicy umożliwiającej wejście człowieka były przeprowadzane zawsze, to trudność dostępu do przewodów kanalizacyjnych o mniejszej średnicy oznaczała zaniedbanie tej sfery przez całe dziesięciolecie. Proste działania konserwacyjne, takie jak przetykanie zatkanych przewodów, były podejmowane najpierw przez proste ręczne przepychanie a później przy wykorzystaniu urządzeń stosujących wyplukiwanie przy użyciu wysokiego ciśnienia wody. Problemy takie jak eksfiltracja, infiltracja, pęknięcia i wyrwy w ścianach przewodów nie mogły być rozwiązywane i zazwyczaj prace remontowe były prowadzone dopiero gdy przewód kanalizacyjny się zaważył. Roboty te przeprowadzane były poprzez odkopanie uszkodzonego przewodu i jego wymianę na całkowicie nowe odcinki rur.

TECHNOLOGIA SCHODZI POD ZIMIE: PRZYBYCIE TECHNOLOGII BEZWYKOPOWYCH

Stworzenie kamer do inspekcji uszkodzeń przewodów o średnicy uniemożliwiającej wejście człowieka można określić jako pojawienie się pierwszych robotów. Kamery te były początkowo po prostu przeciągane przez przewód kanalizacyjny przy użyciu wyciągarki zainstalowanej na studziencie, ale stopniowo uzyskiwały własny napęd, zdolność zdalnego sterowania oraz możliwość rejestracji w technice video wszystkich uszkodzeń w największym nawet szczególe. To właśnie rozwój tej technologii zaalarmował władze o olbrzymiej ilości uszkodzeń w naszych przewodach kanalizacyjnych i potencjalnych zagrożeniach dla środowiska naturalnego. (Ilustracje 1-6 pokazują typowe rodzaje uszkodzeń przewodów kanalizacyjnych przy wykorzystaniu TV o zamkniętym obwodzie - C.C.T.V.).

Aby przeciwstawić się tym problemom, w ciągu ostatnich dwudziestu lat, zostały stworzone różne innowacyjne systemy oferujące rozwiązania "bezwykopowe", a tym samym położono fundamenty pod obecnie dobrze rozwinięty przemysł technologii bezwykopowych. Pojawiły się urządzenia wtryskujące żele uszczelniające w celu rozwiązania problemu nieszczelnych złączy, urządzenia powlekające wnętrze przewodu i rewolucyjny system naprawy przewodu na miejscu poprzez miękkie choć utwardzane wykładanie jego wnętrza. Technologie te bardzo szybko stały się szeroko stosowane i wykorzystywane jako alternatywa dla wykopów i całkowitej wymiany przewodu. Stosunkowo niedawno pojawiły się systemy fold-and-form (składaj i formuj) sztywnego wykładania wnętrza oraz system łatania rur na miejscu. Pojawiła się również wymiana rur przez rozsadzanie (kruszenie) starego przewodu i układanie w jego miejsce nowego jako alternatywa całkowitej odbudowy w przypadkach masowych uszkodzeń strukturalnych.

Wszystkie te metody naprawy i konserwacji rur mają swoje miejsce w szerokiej gamie alternatyw obecnie dostępnych dla inżyniera, który ma niewdzięczne zadanie konserwacji przewodów kanalizacyjnych przy bardzo ograniczonym, a nawet zmniejszającym się, budżecie. Jego zadaniem jest jak najlepsze wykorzystanie tych ograniczonych środków, poprzez wybranie metody napraw najodpowiedniejszej do napotkanego problemu.

Pojawienie się w Szwajcarii, we wczesnych latach osiemdziesiątych, pierwszego systemu napraw przewodów kanalizacyjnych z wykorzystaniem robota, napędzanego silnikiem hydraulicznym pozwoliło na elastyczne rozwiązywanie szerokiej gamy problemów kanalizacji. Robot nie tylko stworzył możliwość wykonywania napraw miejscowych (punktowych) ale także w kombinacji z innymi systemami naprawczymi możliwość bardziej uniwersalnych rozwiązań.

WYBÓR NAJWŁAŚCIWSZEJ METODY

Aby inżynier był w stanie dokonać wyboru najwłaściwszej metody naprawy musi on najpierw ocenić dwie następujące rzeczy:

1. Zakres uszkodzeń interesującej go rury
2. Przydatność różnych metod naprawczych

W czasie badania stopnia uszkodzenia należy określić czy rura nadal ma wytrzymałość strukturalną, czy jej średnica uległa zmniejszeniu, jakie jest prawdopodobieństwo zagrożenia załamaniem się przewodu, itp. Aby pomóc w takiej ocenie WRC (Water Research Council) w Swindon, Wlk. Brytania, stworzyli interesujący system oceny przewodów kanalizacyjnych od 1 (dobry) do 5 (załamany lub prawie załamany), który pozwala władzom na ustalenie priorytetów w programie napraw sieci kanalizacyjnej. Poniżej pokazane są przykłady tego systemu oceny (Rys. 8.).

W artykule zatytułowanym "Miejscowe Naprawy Przewodów Kanalizacyjnych w Northumbrian Water", przedstawionym na kongresie NO-DIG w Paryżu, Brian Syms z Northumbrian Water pokazał jak można połączyć taki system oceny z najwłaściwszą metodą naprawy przewodu kanalizacyjnego.

Niestety, nie jest to jednak aż tak proste. Dodatkowo do oceny zakresu uszkodzeń, muszą być wzięte pod uwagę inne ważne czynniki:

- zagłębienie rury i rodzaj gruntu,
- średnica rury,
- lokalizacja (np okolice miejskie czy wiejskie), warunki ruchu drogowego,
- rodzaj ścieków (domowe, przemysłowe),
- łatwość dostępu,
- materiał, z którego wykonana jest rura,
- poziom wód gruntowych,
- itp.

Taka ocena uszkodzenia musi być z kolei porównana z przydatnością każdej z metod

naprawczych. Każda z wyżej wymienionych metod ma swoje zalety i specjalne zastosowania, ale należy powiedzieć, że każda z nich ma tak samo swoje słabości i ograniczenia.

Poniższa tabela przedstawia analizę zalet i słabości dla każdej z metod naprawczych. Nie jest ona pomyślana, jako wyczerpujące źródło informacji lecz jako ogólny przegląd metod dla ułatwienia procesu decyzyjnego.

PORÓWNANIE ALTERNATYWNYCH TECHNOLOGII NAPRAW PRZEWODÓW KANALIZACYJNYCH

Metoda	Roboty odkrywkowe	Rozsadzanie rury i wprowadzanie nowej	Miękkde/twarde wykładanie wewnętrzne	Częściowe wykładanie	Systemy oparte na robotach	Systemy uszczelniające
Opis	- wykopy, wymiana rury	- istniejąca rura jest rozsadzana przez przechodzące przez nie urządzenie - nowa rura jest wprowadzana na to miejsce	- wprowadzenie i napompowanie wzmocnionej żywicy epoksydowej/ PES wykładziny - wprowadzenie sztywnej rury	- wprowadzenie i napompowanie krótkiej wzmocnionej żywicy wykładziny	- miejscowa naprawa przy użyciu zdalnie sterowanego robota	- ustawienie i napompowanie uszczelnienia z późniejszym wtryskiem żeluzu
Sfera zastosowania	- ogólne naprawy całkowitych zniszczeń strukturalnych - rurociąg blisko powierzchni - otwarte przeszerzenie bez przeszkód	- wymiana bardzo zniszczonych przewodów kanalizacyjnych - przebieg z małą ilością odgałęzień	- od studzienki do studzienki - średni stopień uszkodzeń	- naprawa dziur i okolic znacznych pęknięć	- do 135 m od studzienki - różne rodzaje uszkodzeń mogą być naprawiane w trakcie jednej inspekcji	- tylko naprawy złączy
Zalety	- całkowicie nowa rura - dłuższy czas eksploatacji - prosta i dobrze znana technologia	- wprowadzona nowa rura - ograniczone zakłócenia na powierzchni	- brak wykopów - nowa rura wewnątrz rury - bardzo dobra szczelność	- brak wykopów - ekonomiczne w porównaniu z od studzienki do studzienki - nowa rura wewnątrz rury	- brak wykopów - bardzo elastyczna - naprawa ograniczona do uszkodzonego miejsca - mała zajmowana przeszerzeń - szybka ekonomiczna	- brak wykopów - niedroga - skuteczna
Wady	- znaczne zakłócenia na powierzchni - ryzyko uszkodzenia innych rur i kabli w czasie wykopów - zakłócenia dla ruchu - wysoki koszt - pochłaniająca dużo czasu	- konieczne wykopy - odgałęzienia przyłączane w wykopach	- zmniejszenie średnicy rury - rura musi być wyłożona na całej długości - trudne podłączenie bocznych odgałęzień - nieporęczny sprzęt - ograniczona średnica (fold + form)	- wątpliwa szczelność rury - ograniczone zastosowanie	- konieczna specyficzna diagnostyka - wykwalifikowany operator	- tylko naprawa złączy - brak stałego rozwiązania - brak naprawy strukturalnej - toksyczność żeluzeluz

ELASTYCZNOŚĆ NAPRAW Z WYKORZYSTANIEM ROBOTÓW

Obok rozważań technicznych musi być postawione ważne pytanie o koszt i szybkość naprawy.

Oczywistym jest, że przewód kanalizacyjny powinien zostać zamknięty na jak najkrótszy okres czasu. Podczas gdy na ulicznym kanale ściekowym możliwe jest pompowanie z ominięciem naprawianego odcinka to zamknięcie przyłącza domowego na jakikolwiek dłuższy okres czasu może spowodować istotne trudności i niedogodności. Jest to jedna ze sfer gdzie wykorzystanie robotów do napraw miejscowych bez konieczności zamykania przepływu okazało się bardzo ekonomiczne i udowodniło dużą elastyczność tej metody.

Uniwersalność może zostać zademonstrowana przez rodzaje napraw jakie mogą być wykonywane przy użyciu robotów. Dzięki mocnemu silnikowi hydraulicznemu robot może zeszlifować wystające przyłącza boczne i usunąć osady szybko i dokładnie. Ta moc, sięgająca 4.6 KM, jest szczególnie istotna gdy rury, także przyłącza, są w znacznym stopniu zbrojone stalą. Naturalnie przewody kanalizacyjne są także brudne i tłuste i dlatego bardzo istotnym jest aby zeszlifować je do czystego betonu lub kamionki zanim przeprowadzone będą jakiegokolwiek naprawy z wykorzystaniem wypełniaczy epoksydowych. Duży wybór łatwo wymienialnych narzędzi wierzących i szlifujących zapewnia uniwersalność w przeprowadzaniu każdego rodzaju prac szlifierskich czy frezerskich (Rys. 9). Dlatego w przypadku napraw pęknięć podłużnych lub poprzecznych przed rozpoczęciem wypełniania konieczne jest poprzedzające wyszlifowanie. Jako że należy unikać zamykania przewodów kanalizacyjnych roboty są przystosowane do pracy pod wodą. Jedynym możliwym ograniczeniem jest upośledzenie widoczności w czasie pracy w mętnej wodzie.

SPECJALNIE OPRACOWANE WYPEŁNIACZE EPOKSYDOWE

Przystosowanie do pracy pod wodą było istotnym wymogiem w opracowaniu żywic epoksydowych odpowiednich do zastosowania przy użyciu robotów. W przypadku zestawu robota KA-TE, epoksydy zostały opracowane przez Master Builders. Charakteryzują się one zarówno wysoką końcową siłą przylegania, zapewniającą wyśmienitą wstępną przyczepność w warunkach wodnych, jak i łatwością obróbki i szybkim twardnieniem. Do prac w niskich i wysokich temperaturach dostępne są dwa różne epoksydy dobierane w zależności od warunków.

W przypadku odgałęzień bocznych, złączy i pęknięć wykazujących infiltrację roboty wyposażone są w aparaturę do wtryskiwania żelu (Rys. 9), pozwalającą na zatkanie przecieków przed przeprowadzeniem zasadniczych prac naprawczych.

NAPRAWA ODGAŁĘZIEŃ BOCZNYCH

Trudne przypadki zagłębionych odgałęzień bocznych również mogą być naprawiane przy wykorzystaniu robotów. Najpierw powierzchnia dookoła odgałęzienia zostaje wyszlifowana do czysta a następnie w połączeniu zostaje przez robota napompowywany balon. Balon ten może być wyposażony we wbudowaną rurę, która pozwala na wypływ ścieków z naprawianego odgałęzienia w czasie całej naprawy (Rys. 10 i 11).

Gdy balon zostanie zamocowany do pustych przestrzeni zostaje pod ciśnieniem wstrzyknięta żywica epoksydowa. Wypełnia ona całkowicie przestrzeń pomiędzy zagłębionym odgałęzieniem a głównym przewodem kanalizacyjnym. Po utwardzeniu (w przybliżeniu 4 - 5 godzin), balon zostaje usunięty a epoksyd zostaje zeszlifowany do czysta dając szczelne i gładkie połączenie. Podczas utwardzania robot może zajmować się innymi naprawami w tej samej rurze lub nawet przeprowadzać roboty w dalszej części sieci. Łatwość montażu i demontażu przez dwuosobowy zespół oznacza dużą mobilność pomiędzy miejscami robót, co z kolei oznacza, że robot nie zostaje zablokowany w jednym odgałęzieniu sieci kanalizacyjnej aż do ukończenia pracy.

ROBOTY CZY WYKŁADANIE WEWNĘTRZNE

Tak wszechstronnie uniwersalny i mocny system naprawczy wykorzystujący roboty, idealnie

może być stosowany w przewodach kanalizacyjnych gdzie stwierdzone są różne rodzaje uszkodzeń miejscowych. Dopóki zakres uszkodzeń pozostaje poniżej pewnego poziomu, naprawy przy użyciu robota są także dużo bardziej ekonomiczne niż metody napraw od studzienki do studzienki. Schemat Nr 1 pokazuje ogólny obraz kosztów napraw robotem oraz wykładania wewnętrznego. Widocznym jest, że krzywa wykładania wewnętrznego jest znacznie bardziej stroma od krzywej robota. Spowodowane jest to faktem, że koszt samej wykładziny wewnętrznej jest wprost proporcjonalny do średnicy przewodu kanalizacyjnego a jest to znaczący element w całkowitych kosztach. W przypadku napraw przeprowadzanych z wykorzystaniem robotów, wraz ze wzrostem średnicy przewodu koszty wznoszą się jedynie nieznacznie. Spowodowane jest to koniecznością poświęcenia większej ilości czasu jak i nieco większym zużyciem epoksydowego wypełniacza.

Wraz ze wzrastającym poziomem uszkodzeń (t.j. zwiększoną ilością pojedynczych napraw) można zaobserwować, że krzywa przedstawiająca naprawy robotem przesuwają się ku górze, aż osiągnięty zostanie punkt gdy taki rodzaj napraw staje się nieekonomiczny w porównaniu z metodami wykładania wewnętrznego. Jednakże i tutaj zanim podjęte zostaną definitywne decyzje muszą być wzięte pod uwagę inne uwarunkowania takie jak: lokalizacja miejsca robót, utrudnienia dla mieszkańców okolicy, liczba bocznych odgałęzień, itp.

Schemat Nr 2 przedstawia bezpośrednie porównanie kosztów napraw przy wykorzystaniu robota i napraw opartych o metody wykładania wewnętrznego w oparciu o ceny rynkowe na Płd-Wsch. Stanów Zjednoczonych. Dla tego przykładu przyjęta została arbitralnie "mieszanka" uszkodzeń:

- 4 złącza,
- 2 boczne odgałęzienia,
- 10 stóp (circa 3 m) pęknięć podłużnych
- wszystkie uszkodzenia w 300 stopowym (100 m) pojedynczym przewodzie kanalizacyjnym

Ceny te mogą wahać się w zależności od regionu i warunków lokalnych, ale przykład pokazuje, że poprzez wybór właściwej metody w stosunku do rozległości uszkodzeń mogą być poczynione oszczędności.

OSZCZĘDNOŚCI POPRZEZ WYBÓR TECHNOLOGII

Wybór tego rodzaju może okazać się szczególnie przydatny w przypadku dużych kontraktów, gdzie poziom uszkodzeń może zmieniać się w zależności od odcinka przewodu kanalizacyjnego. W takim przypadku najekonomiczniejszym wyjściem może okazać się wymiana przewodów o największym stopniu uszkodzenia, wyłożenie wewnętrzne odcinków gdzie często są spotykane uszkodzenia i wykonanie napraw miejscowych przy wykorzystaniu robotów w najmniej uszkodzonych miejscach.

To właśnie duże kontrakty, jak wyżej wymieniony, uwiadcniają znaczenie ekonomiczne uniwersalności systemów opartych o roboty. W takich przypadkach robot może ściśle współpracować z innymi technologiami dla uzyskania optymalnego rozwiązania.

W przypadku wspólnego projektu wykorzystującego wykładanie wnętrza przewodu, roboty stosowane są do:

- szybkiego oczyszczenia przewodu kanalizacyjnego z przeszkód, takich jak wystające odgałęzienia boczne, korzenie, inkrustacja, jak również wygładzanie zsuniętych połączeń,
- naprawy zagłębionych, odłamanych i przeciekających odgałęzień bocznych przed wprowadzeniem wyłożenia wewnętrznego (w ten sposób może zostać zapewniona szczelność połączenia po wyłożeniu wnętrza)(Rys. 12 A i B),
- do odtworzenia połączenia z bocznymi odgałęzieniami po wyłożeniu wnętrza.

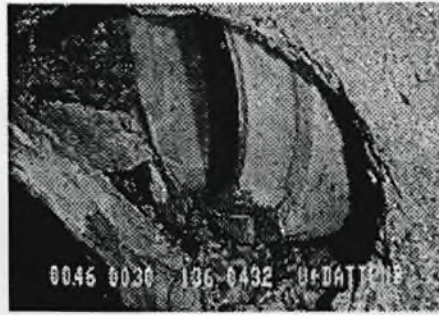
Siła systemów opartych na robotach jest również często wykorzystywana do czyszczenia drogi dla przeprowadzenia wstępnej inspekcji TV.

WNIOSKI

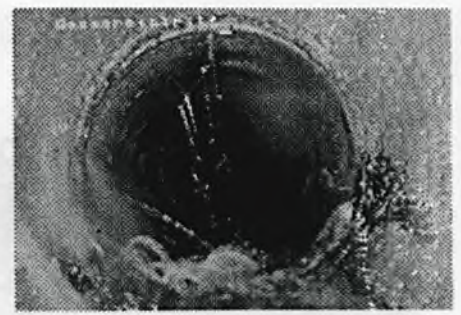
W celu pełnego wykorzystania ograniczonych środków i objęcia naprawami i konserwacją jak największej części sieci komunalnej w obliczu dostępnych obecnie licznych technologii inżynier odpowiedzialny za zarządzanie siecią stoi przed trudnym wyborem. Poprzez dokładne zbadanie i zakwalifikowanie stopnia uszkodzeń, biorąc pod uwagę problemy lokalizacyjne, rozważając zalety i słabości każdej z metod naprawczych oraz wykonując taką analizę dla każdego odcinka przewodu kanalizacyjnego może on jednak dokonać wyboru najlepszej metody i w rezultacie uzyskać optymalne wykorzystanie środków finansowych. Uniwersalność systemów naprawczych opartych o wykorzystanie robotów daje nowe możliwości oszczędzania, zarówno jako oddzielna technologia dla napraw miejscowych jak i w połączeniu z metodami działającymi na zasadzie od studzienki do studzienki. Rys. 3 przedstawia znaczenie poszczególnych technologii naprawczych i konserwacyjnych.



Rys. 1 Wystające odgałęzienie



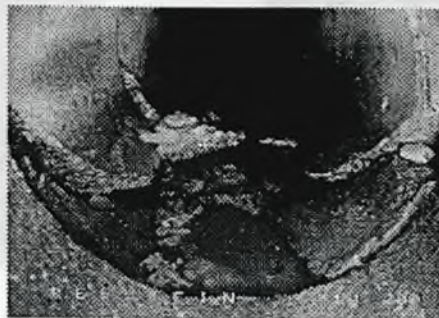
Rys.2 Wyłamane odgałęzienie



Rys.3 Nieszczelne złącze, infiltracja



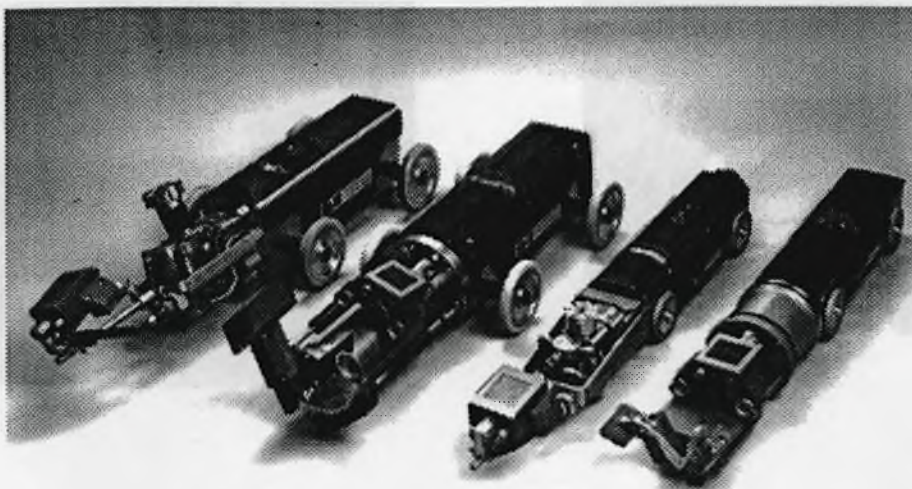
Rys. 4 Pęknięcia



Rys. 5 Dziura wyłamany odwrócony półksiężyc

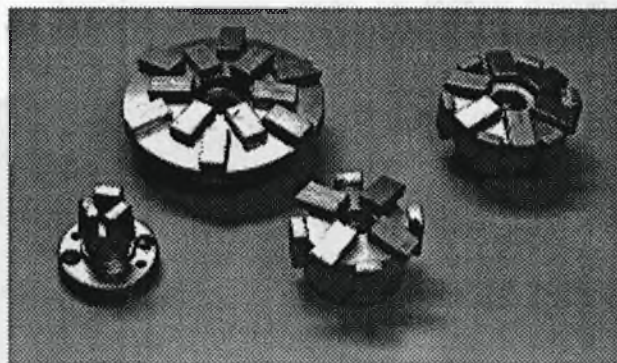


Rys. 6 Nieszczelne złącze, wrastanie korzeni

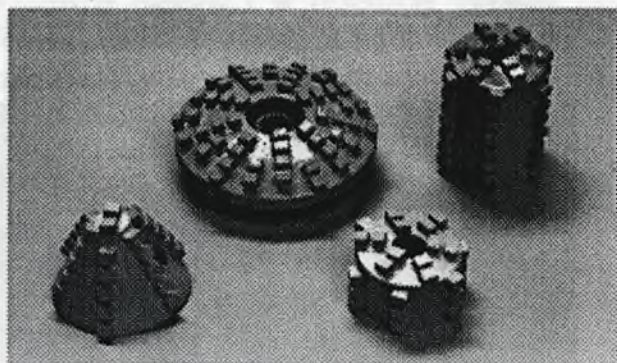


Rys. 7 Roboty KA-TE do naprawy kanałów nieprzelazowych

Rys. 8 WRC: Stopnie Oceny Strukturalnej



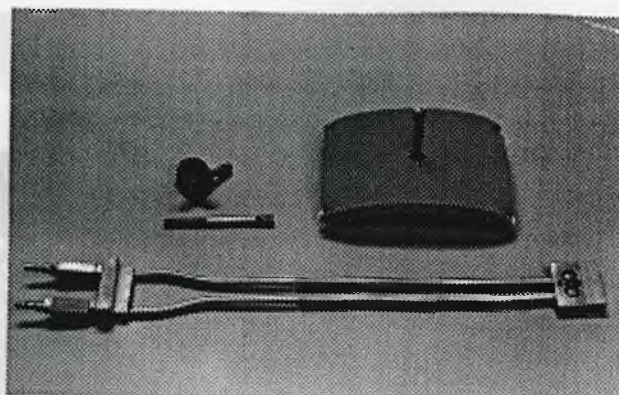
Diamantowe narzędzia szlifujące



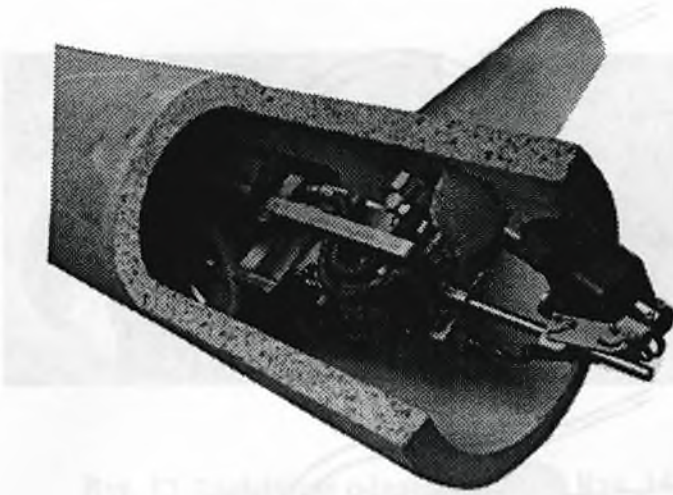
Narzędzia szlifujące wykonane z twardych stopów metali



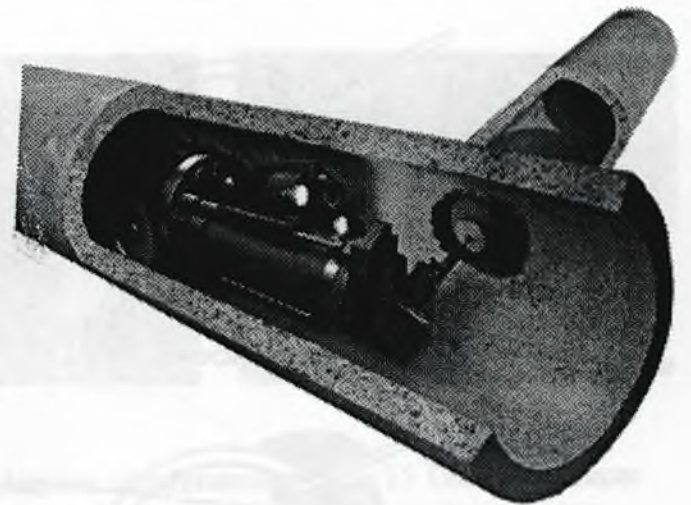
Narzędzia wypełniające m.in. balon, przesłona, ramiona wypełniające i dysze



Nakładki do wtryskiwania i wiertła wtryskujące

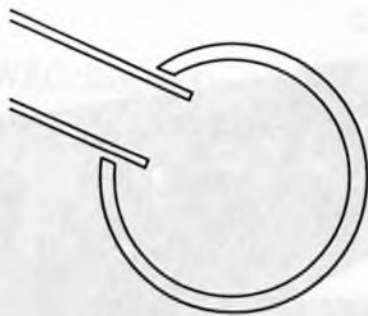


Rys. 10 Szlifowanie wystającego odgałęzienia

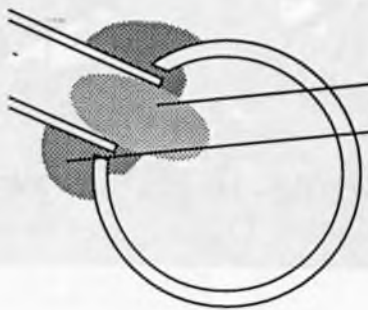


Rys. 11 Ustawianie balona

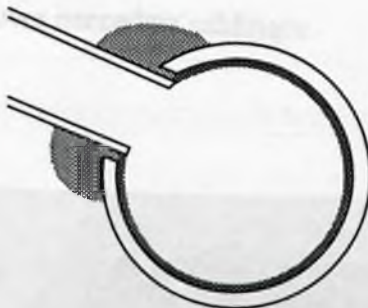
A. PROTRUDING LATERAL



1. LATERAL CUT BACK

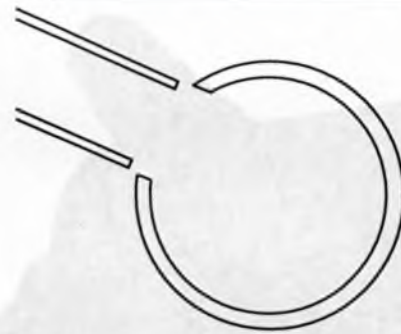


2. INSERT BALLOON AND FILL VOID WITH EPOXY

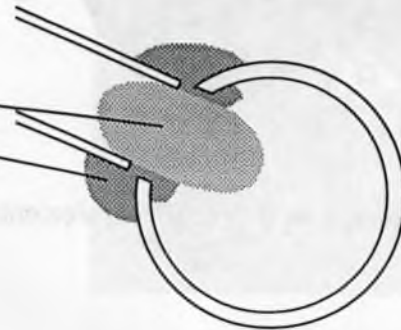


3. INSERT LINER AND RE-OPEN LATERAL WITH ROBOT

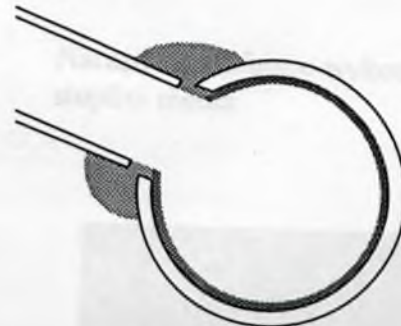
B. RECESSED LATERAL



1. RECESSED LATERAL



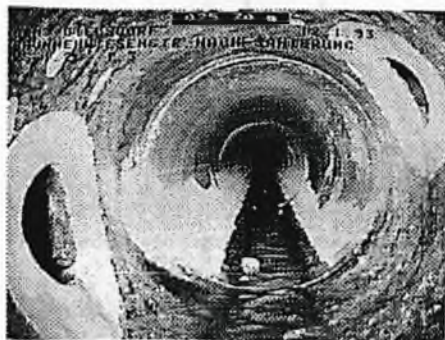
2. INSERT BALLOON AND FILL VOID WITH EPOXY



3. INSERT LINER AND RE-OPEN LATERAL WITH ROBOT

Rys. 12 Wykorzystanie robotów w przygotowaniu do wykładania

Elastyczność zastosowania robotów



Rys. 13 Zagłębione odgańlenia



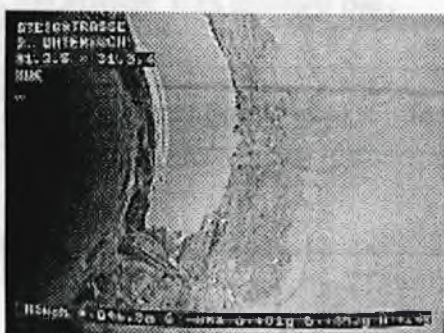
Rys. 14 Wyłamane odgańlenie z pęknięciami



Rys. 15 Uszkodzone złącze + pęknięcia podłużne



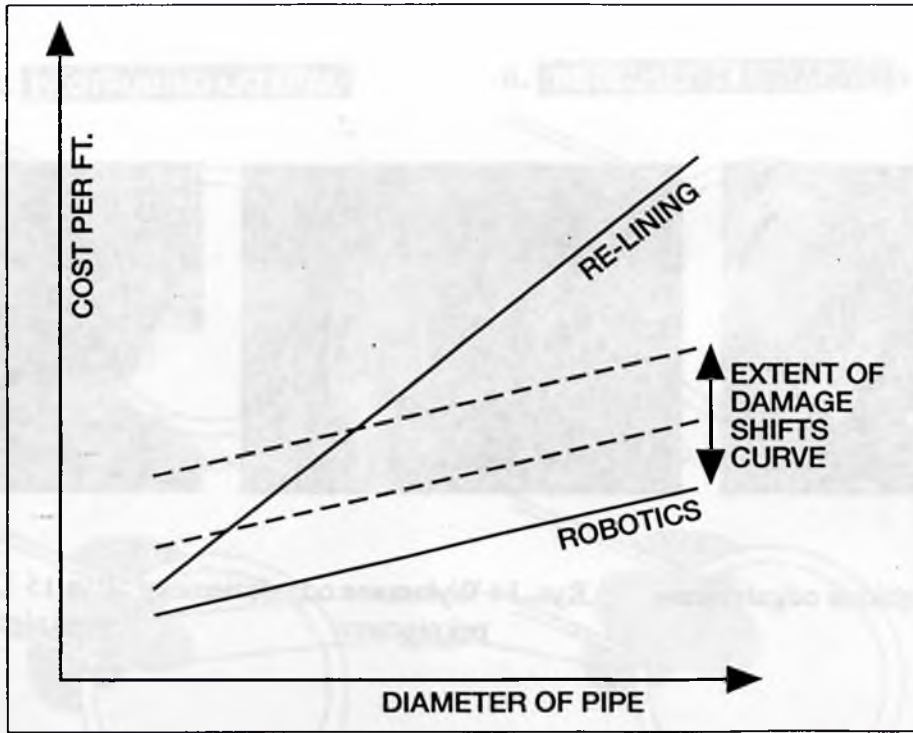
Rys. 16 Zamknięta dziura



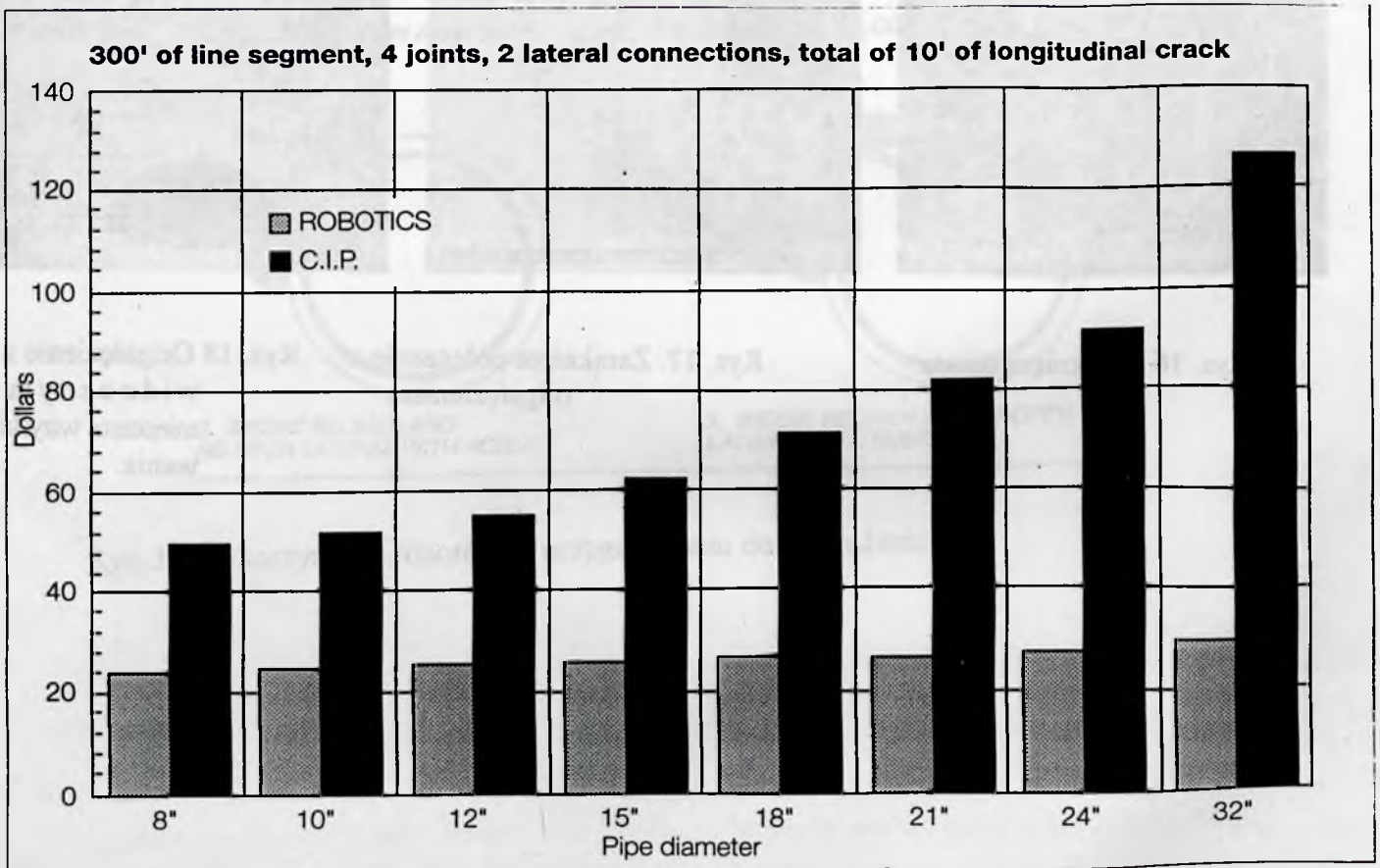
Rys. 17. Zamknięte połączenie z odgańleniem



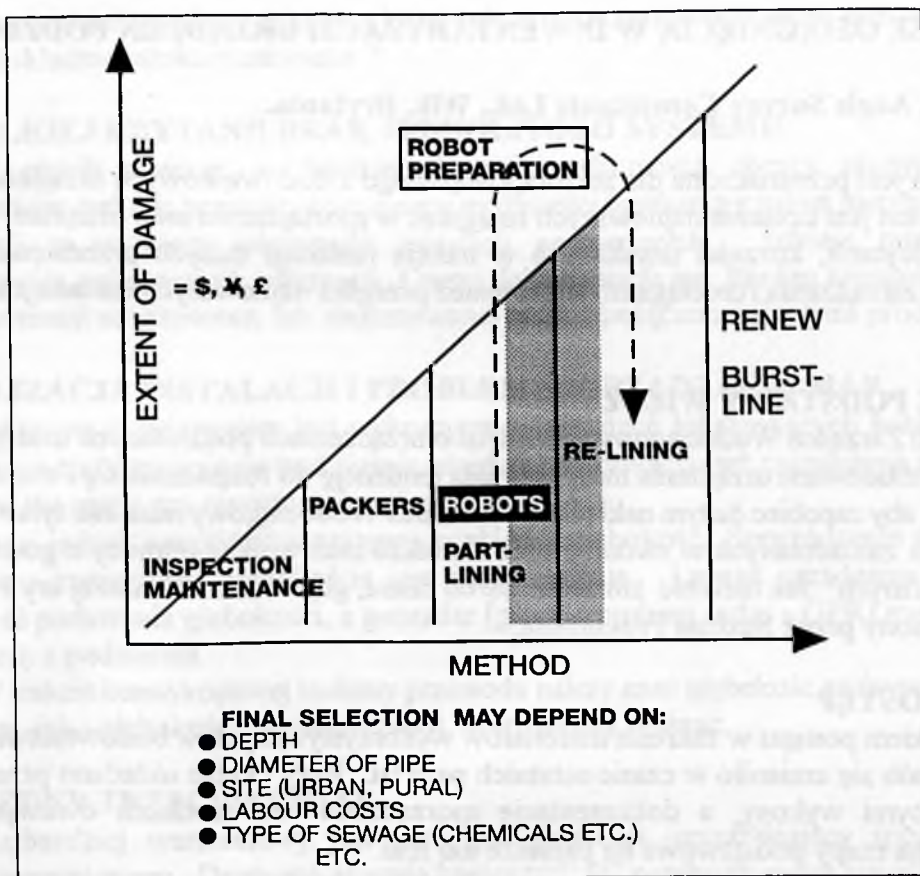
Rys. 18 Odgańlenie z widocznymi miejscami wtryskiwania.



Schemat 1. Porównanie cen wykładania i wykorzystania robotów.



Schemat 2. Porównanie kosztów wykorzystania robotów i "cure in place" na Płd-Wsch. USA



Schemat 3. Wybór metody naprawy kanału.

NAJNOWSZE OSIĄGNIĘCIA W INWENTARYZACJI URZĄDZEŃ PODZIEMNYCH

Nick Taylor, Aegis Survey Consultants Ltd., Wlk. Brytania.

Praca ta jest przeznaczona dla sektora związanego z budową nowych urządzeń pod ziemią. Jej zamierzeniem jest opisanie najnowszych osiągnięć w sporządzaniu map urządzeń podziemnych w Wielkiej Brytanii, korzyści uzyskanych w trakcie realizacji dużych przedsięwzięć, korzyści płynących dla zarządzania rurociągami, jak również przegląd najnowszych tendencji istniejących w Europie.

USTALONE PODSTAWY WIEDZY

Rzymski Zarządca Wodociągowy powiedział o urządzeniach podziemnych następujące słowa: "Te liczne i rozbudowane urządzenia mają naturalną tendencję do rozpadania się i muszą być dobrze utrzymywane, aby zapobiec dużym nakładom. Zarządca Wodociągowy musi nie tylko konsultować budowniczych zatrudnianych w swoim biurze ale także musi szukać pomocy z godnych zaufania źródeł zewnętrznych" Jak niewiele zmieniło się od czasu, gdy w roku 97 naszej ery komentarz ten został poczyniony przez Sextusa Frontinusa.

ISTOTNY POSTĘP

Z wyjątkiem postępu w zakresie materiałów wykorzystywanych w budownictwie nie wiele w znaczący sposób się zmieniło w czasie ostatnich paru lat. Rury i kable układano przez technikami wykorzystującymi wykopy, a dokumentację sporządzano na środkach dwuwymiarowych - nakładano ją na mapy podstawowe na papierze lub folii.

Przedmiotem bardzo szybkiego postępu były dwie podstawowe kwestie: sposób budowy instalacji podziemnych oraz sposób dokumentowania ich położenia. Jednakże postęp w pierwszej z nich był daleko większy niż w tej drugiej - pomimo przewidywań, że postęp w tych dwóch dziedzinach będzie równomierny.

OSIĄGALNY IDEAL

Umiejętność budowy instalacji podziemnych z minimalnymi niedogodnościami jest bez wątpienia osiągalnym ideałem, chociaż wydaje się to obecnie osiągalne tylko pod idealnymi warunkami.

Historycznie zasadniczym ograniczeniem były jak się wydaje panujące warunki gruntowe i brak wiary. Na wczesnych etapach rozwoju drążenie tuneli było zakłócanie występowaniem przeszkód powodujących zboczenie maszyny drążącej z zamierzonej trasy, często z tragicznymi skutkami. Czy można było brać pod uwagę metodę, w której nie można było widzieć co się dzieje - co było prostszego niż kopanie otwartych wykopów. ... Jak to się wszystko zmieniło ...

PROBLEM WYBORU TRASY

Wraz ze wzrostem akceptacji technologii bezwykopowych spowodowanego wprowadzeniem systemów sterowalnych, problemem nie było już gdzie urządzenie drążące zmierza, ale co należy zrobić aby uniknąć przeszkód - zarówno istniejących instalacji jak i niekorzystnych warunków gruntowych.

Istniejące instalacje mogą być ominięte. Istniejąca dokumentacja powinna być dostępna i pokazywać, gdzie mogą się one znajdować. Przebieg trasy jest tam oczywisty, tedy gdzie nie znajdują się rury i kable, lub gdzie mogą być one ominięte przez wybranie większego zagłębienia.

Logiczne rozwiązanie - nie ma sensu utrudnić zadania jeżeli nie posiada się odpowiednich informacji. Ale co w przyszłości? Wkrótce, w warunkach miejskich może nie być możliwym zejście

poniżej istniejących instalacji, a jeżeli z kolei były one układane metodami bezwykopowymi, to czy zostały dokładnie udokumentowane ?

W WIELKIEJ BRYTANII BRAK JEDNOLITEGO SYSTEMU

W chwili obecnej, w Wielkiej Brytanii, wykonawca chcący ułożyć nową instalację wykorzystując techniki bezwykopowe nie ma możliwości uzyskania z jednej instytucji kompleksowej informacji o przebiegu ułożonych instalacji podziemnych. Istnieje niestety konieczność wyszukiwania pojedynczych informacji. Często dokumentacja jest bardzo nieodpowiednia i składają się z informacji zdigitalizowanej lub zeskanowanej wraz z połączonymi z tymi procesami błędami.

LOKALIZACJA INSTALACJI I PROBLEM SPORZĄDZANIA MAP

Jedynym rozwiązaniem jest wykorzystanie urządzeń lokalizujących kable i rury i fizyczne sprawdzenie co faktycznie się pod ziemią znajduje. Informacja jest zaznaczana na powierzchni lub załączana do mapy czy raportu z inspekcji.

Tutaj jednak napotykamy następny problem - głębokość. Sporządzenie mapy podziemnych instalacji z zaznaczoną głębokością jest bardzo proste. Lepsze urządzenia lokalizujące mają możliwość podawania głębokości, a georadar (ground probing radar - GPR) może zapewnić pełną informację z podziemia.

W trakcie bezwykopowej budowy przewodu należy znać głębokość zarówno kreta czy głowicy wierzącej, jak i głębokość innych instalacji, które należy ominąć.

NIEZBĘDNY TRZECI WYMIAR

Najbardziej wartościowy jest parametr głębokości umożliwiający sporządzanie w pełni trójwymiarowej mapy. Dostępne obecnie komputery PC notebook mogą umożliwić to z łatwością na miejscu robót co jest często tak istotne jak lokalizacja na planie. W warunkach miejskich, gdzie z założenia układana jest większość instalacji, układanie nowych instalacji staje się coraz bardziej problematyczne. Dotyczy to zwłaszcza działań z wykorzystaniem technologii bezwykopowych.

Bez niezbędnego trzeciego wymiaru nie możliwe jest wykonywanie przekroi porzecznych, podłużnych czy też wizualizacji.

UZYSKIWANIE DOKŁADNYCH INFORMACJI

Uzyskiwanie danych wymaga skutecznej kombinacji różnych technik - zwłaszcza lokalizacji elektromagnetycznej (EML), trójwymiarowej inspekcji miejscowej i w mniejszym stopniu GPR. Ważnym jest aby instalacje zostały zlokalizowane przy pomocy najbardziej stosownych metod.

EML ma przewagę w tym, że instalacje mogą być lokalizowane jako ciągłe linie z podaniem głębokości w koniecznych punktach. EML ma jednak zastosowanie tylko dla rur i kabli z zawartością metalu lub takich gdzie wprowadzona może być sonda emitująca sygnał. Rury plastikowe mogą być lokalizowane przy zastosowaniu GPR. Dane z pomiarów są następnie wprowadzane do trójwymiarowej bazy danych.

ROZSĄDNE PARAMETRY

Zbiór danych może być wzbogacony przez jednoczesne gromadzenie dodatkowych informacji - średnic rur, konstrukcji, ilości przewodów lub napięcie kabla. Wszystko to może być wbudowane w model trójwymiarowy, który może być przeszukiwany w celu dostępu do danych w sposób wygodny i przyjazny dla użytkownika. Dane mogą być włączone w standardowe pakiety CAD takie jak AutoCAD, Intergraph czy też GIS przez standardowe metody transferu.

OPTYMALIZACJA ODCINKÓW I PRZEBIEGU TRASY

Gdy dane są dostępne, w postaci trójwymiarowej bazy danych, możliwym jest otrzymanie poprzecznych lub podłużnych niezbędnych dla celów projektowych. Możliwym jest tym samym zaplanowanie trasy w szczegółach.

Wiercenia sterowane komputerem z możliwością omijania istniejących instalacji mają istotne plusy. Możliwość zaplanowania trasy z wyprzedzeniem stanowi jeszcze większy plus. Średnice mogą być teoretycznie powiększane w celu stworzenia odpowiedniego marginesu bezpieczeństwa. Chodzi o to by kret nie zbliżał się do innych instalacji na mniejszą odległość niż zaplanowana. Dodatkowo, jeżeli trasa wiercenia jest udokumentowana jako trójwymiarowa, szlak ten można wbudować w mapę trójwymiarową.

KORZYŚCI DLA GŁÓWNYCH PRZEDSIĘWZIĘĆ BUDOWLANYCH W WIELKIEJ BRYTANII

Sporządzanie trójwymiarowych map instalacji jest obecnie regularnie stosowane na dużych budowach w Wielkiej Brytanii. Zalety tych map są coraz bardziej doceniane. Główne przedsięwzięcia komunikacyjne w Londynie rutynowo wykorzystują trójwymiarowe mapy podziemi.

Przy przedłużaniu linii Jubilee i CrossRail metro londyńskie wykorzystuje trójwymiarowe mapy. Wykorzystywane są one również przez London Transport przy budowie Tramlink, przez Heathrow Airport i przez British Telecom. Nie tylko dla celów projektowych. Trójwymiarowe mapy pozwalają również na minimalizację ilości wykopów próbnych, gdyż pozwalają je lokalizować w sposób zapewniający uzyskiwanie maksimum informacji.

W niedawnej propozycji przełożenia instalacji na południe od katedry Św. Pawła, jednego z najbardziej znanych zabytków Anglii, inżynier budowlany - konsultant był w stanie obniżyć koszt robót z 6 milionów funtów na 2.8 miliona funtów przez propozycję wykorzystania technologii bezwykopowych.

ZACHĘTA DLA TECHNOLOGII BEZWYKOPOWYCH Z PRAWODAWSTWA WIELKIEJ BRYTANII

Ostatnie zmiany w przepisach prawnych w Wielkiej Brytanii dały długo oczekiwaną zachętę dla technologii bezwykopowych. Ustawa o Nowych Robotach Drogowych i Ulicznych zmodernizowała istniejące przepisy rządzące wykopami i przywracaniem stanu wyjściowego. W konsekwencji przedsiębiorstwa usługowe i administracja lokalna aktywnie poszukują sposobów unikania wykopów i związanych z nimi niedogodności. Pozostaje jednak jedna wada - brak całkowitego, kompletnego systemu map instalacji podziemnych.

PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ

Holandia

Kompleksowe informacje o wszystkich instalacjach są utrzymywane na poziomie regionalnym i dostępne komercyjnie dla wykonawców, projektantów, inżynierów, itp., co sprawia, że utrzymywanie tych danych jest opłacalne. Dane są zbierane przez jedną lokalną jednostkę, radę miejską, przedsiębiorstwo usługowe czy odpowiednią firmę prywatną - chociaż tylko na planach dwuwymiarowych.

Niemcy

Stosowane jest tam często wykorzystanie tuneli zbiorczych dla wielu instalacji usługowych. Dawne Wschodnie Niemcy posiadały zinstytucjonalizowany system dokumentacji wszystkich instalacji, dokładnie w trzech wymiarach. Niestety w trakcie zjednoczenia dokumentacja ta została uznana za ściśle tajną i zniszczona.

Francja

System został zapoczątkowany przez wpływową organizację nadzorczą Syndicat des Communes d'Ile France pour le Gaz (SCIF) zwany Syncom i ma na celu zmniejszenie uciążliwości robót ulicznych. Używany jest on przez Minitel, francuski odpowiednik Ceefax lub Oracle i polega na współdziałaniu i wzajemnej komunikacji. Każdy obszar ma swój własny kod Minitel, który pozwala tylko na ograniczony dostęp. Z typowo Galijskim zapalem Francuzi spodziewają się, że system ten rozpowszechni się na całą Europę.

Egipt

W projekcie sponsorowanym przez ONZ i Finalndię wszystkie instalacje podziemne w Kairze są wynajdywane i nanoszone na dwuwymiarowe mapy. Jednym z celów jest kontrola i zmniejszenie liczby uszkodzeń powodowanych przez wykonawców robiących wykopy bez najmniejszej troski o instalacje podziemne. Wykonawcy są prawnie zobligowani do zakupienia map wszystkich instalacji. Zachętą do przestrzegania tych zasad są aresztowania wśród osób nie przestrzegających przepisów i pobieranie sumarycznych grzywien.

Wielka Brytania

Nie istnieje żaden ogólnonarodowy system dostępu do map instalacji podziemnych, ani też nie planuje się żadnego.

SPOJRZENIE W PRZYSZŁOŚĆ

Nie bez przyczyny komputerowe bazy danych stają się podstawą wiedzy. Systemy Informacji Geograficznej zapewniają obecnie wyrafinowaną obróbkę i zarządzanie danymi i nadal są rozwijane.

Systemy i możliwości obróbki danych istnieją. Ze względu jednak na skalę zagadnienia problemem są dane i ich gromadzenie. Ale jaki jest ponoszenia nakładów na system, kiedy połowa danych nie jest wystarczająca dla jego funkcjonowania. Tymczasem systemy ewidencji instalacji usługowych są prawdopodobnie wykorzystywane w nie więcej niż 5% swoich możliwości.

Global Positioning Systems (Światowe Systemy Lokalizacji) są bardzo cenionym systemem inspekcyjnym teraźniejszości, ale z założenia większość instalacji istnieje w zabudowanych obszarach, gdzie problem wysokich budynków czyni satelity GPS nieprzydatnymi.

Naziemne przekaźniki GPS obecnie w trakcie wprowadzania, będą w stanie złagodzić ten problem w warunkach miejskich a działają bardzo dobrze w warunkach otwartych terenów. Jest to jednak tylko system sporządzania map, który nadal polega na знaniu dokładnej lokalizacji instalacji.

Istnieją również prostsze i tańsze metody. Jeżeli wszystko co się potrzebuje to zlokalizowanie instalacji wystarczy wykorzystanie elektromagnetycznych urządzeń lokalizujących. Co więcej GPS jest nie jest tak dokładne na wzniesieniu jak na równinie. Jednakże jest to bardzo potężne narzędzie i bardzo dobre w tym co robi najlepiej.

GPR pochłonał ogromne sumy na udoskonalenia ale nadal jest bardzo zależny od warunków gruntowych i interpretacji a ponadto cierpi na kiepskie ustalenie pozycji. Dodatkowo, nie jest on w stanie prześledzić ciągłej rury lub kabla bowiem polega na identyfikacji anomalii czy "celu". Może być wykorzystywany w celu lokalizacji pustych, plastikowych rur i daje informacje o strukturze gruntu.

Z kolei Virtual Reality (rzeczywistość pozorna) jest badana przez jedno z ogólnonarodowych przedsiębiorstw usługowych w Wielkiej Brytanii dla oceny przydatności w lokalizacji instalacji podziemnych. System ten polegałby na dostarczeniu wysoce dokładnej informacji.

DLACZEGO TYLKO 4 R

Drogi, Pasy startowe, Rzeki i Tory Kolejowe (Roads, Runways, Rivers, Railways - 4R) - to

cztery ulubione miejsca dla metod bezwykopowych. Miejsca, gdzie wykopy byłyby zabójczo drogie lub po prostu niemożliwe.

Dlaczego technologie bezwykopowe ograniczone są tylko do tych problematycznych miejsc? Czy może spowodowane jest to tym, że większość inżynierów-praktyków, woli raczej widzieć co się dzieje? Na pewno technologie bezwykopowe mogą być szerzej akceptowane niż tylko jako "ostatnia szansa".

W celu wspierania rozszerzającego się wykorzystania metod bezwykopowych konieczne będzie sporządzenie dokładnych trójwymiarowych map. Dokładne, komputerowe bazy danych staną się codziennością i będą opłacalne z ekonomicznego punktu widzenia.

Wiercenia komputerowo sterowane lub wiercenia wzdłuż ustalonych wcześniej optymalnych tras omijające inne instalacje nie staną się "rurą marzeń"... ale bardzo, bardzo możliwe.

BEZWYKOPOWE TECHNOLOGIE UKŁADANIA I WYMIANY RUR I KABLI ZREDUKUJ TWOJE KOSZTY UKŁADANIA KABLI I RUR...

inż. Meinolf Rameil, Tracto-Technik, Niemcy.

STRESZCZENIE

Praca ta w skrócie omawia rozwój technologii bezwykopowych i dostarcza podstawowych informacji o gamie urządzeń stworzonych przez TRACTO-TECHNIK oraz możliwości ich zastosowań.

Ten przegląd nie daje porównań z podobnym sprzętem lub alternatywnymi metodami, które mogą być promowane przez konkurencyjne firmy. Jednakże, gama produktów TRACTO-TECHNIK jest stosowana na całym świecie i obejmuje najbardziej popularne i bardzo udane techniki.

WSTĘP

Technologia bezwykopowa jest to określenie stosowane od zaledwie kilku lat i określa metody podziemnego układania lub wymiany rur i kabli przy minimalnych pracach wykopowych bądź całkowicie bez wykopów..

Technologia bezykopowa znajduje się obecnie w okresie rozwoju, dlatego jej potencjał jest niemożliwy do określenia. Stwarza ona liczne korzyści finansowe, ekologiczne i środowiskowe, ale nadal nie jest jeszcze powszechnie doceniana i uznawana.

W porównaniu z innymi technologiami, działalność bezwykopowa została rozpoczęta bardzo późno, mimo że była od dawna potrzebna. Wydaje się zadziwiającym, że człowiek wcześniej stanął na Księżycu niż zaczął poważnie myśleć o technologii bezwykopowej.

Początkowo istnienie International Society of Trenchless Technology (Międzynarodowego Towarzystwa Technologii Bezwykopowych) nie przynosiło wymiernych korzyści, ani nie było publikacji poświęconych tym zagadnieniom. Nawet opinia mediów początkowo była sceptyczna. Mimo to, istniała wiara w dobrodziejstwa tej technologii.

Zaakceptowanie technologii bezwykopowych zajęło dużo czasu ale w końcu technika "kreta" została przyjęta jako poważny konkurent szpadla i koparki. Uśmiechnięty kret stał się synonimem tego co związane z brakiem wykopów a jego nazwa była i nadal jest używana w odniesieniu do techniki, dla stworzenia której tak wiele uczynił.

Kret, poprawnie nazywany młotem (ropierającym ziemię przed sobą) jest najprostszym, najpowszechniej stosowanym i relatywnie niedrogim urządzeniem z zakresu technologii bezwykopowych. Ma on napęd wykorzystujący sprężone powietrze. Ruch posuwisto- zwrotny tłoka wprowadza głowicę w grunt, rozpierając i zagęszczając ziemię tworzy tunel, w którym kable i rury mogą być bezpośrednio ciągnięte przez kreta lub przeciągnięte w później.

Średnice kreta mogą być w zakresie od 45 do 180 mm. Osiągana długość otworu jest zależna od wielkości i siły uderzeniowej maszyny, rodzaju instalowanego kabla/rury i istniejących warunków gruntowych. Krety o małej średnicy dobrze spełniają warunki przyłączy domowych - długość otworu przeważnie nie przekracza 15 m. Większe krety służą do instalacji większych rur o dużych średnicach na odległość do 30-50 m. Osiągane były i większe odległości nierzadko nawet 70 m.

Można jeszcze spotkać się z opiniami, że krety mogą być wykorzystywane do otworów nie przekraczających 10 m długości. Odnosi się to tylko do niektórych bardzo starych rozwiązań. Należy więc zwrócić w tym miejscu uwagę, by publikowane informacje były wiarygodne i nie dyskredytowały technologii, którym miały służyć.

Wielkość stosowanego młota określa zewnętrzna średnica kabla lub rury. Ze względu na występujące tarcie pomiędzy rurą a utworzonym przez maszynę tunelem, średnica przeciąganej rury powinna być o 10-15% mniejsza od średnicy maszyny (zwłaszcza przy stosowaniu rur kielichowych).

Dla technik bezwykopowych produkowane są obecnie rury o gładkich powierzchniach zewnętrznych.

Dla zapewnienia wystarczającego nacisku pionowego zapewniającego stabilny kierunkowo odwiert, krety wymagają minimalnej głębokości równej dziesięciu ich średnicom. W przeciwnym przypadku istniała będzie naturalna tendencja do kierowania się ku powierzchni. Poprawnie ustawiony kret będzie podążał na zadanej głębokości i kierunku z dokładnością do 1%. Często zdarza się, że doświadczony operator trafi kretem w tyczkę geodezyjną w wykopie docelowym.

Prędkości kreta nie należy traktować jako czynnika istotnego. Prędkość będzie się zmieniać w zależności od warunków gruntowych i może podlegać znacznym wahaniom. Średnia prędkość wynosi około 12 m na godzinę.

Gamę popularnych kretów GRUNDOMAT, ich wielkości, zastosowania i parametry eksploatacyjne przedstawia Tab 1.

Tabela 1. (Produkowane są również maszyny w wersji o skróconej długości)

Wielkość modelu (mm)	Minimalna głębokość (m)	Średnia długość odwiertu (m)	Zużycie powietrza (m ³ /min)	Długość (m)	Ciężar (kg)	Uderzenia tłoka/min
45	0.45	8	0.45	0.90	8	550
55	0.55	8	0.60	1.11	14	500
65	0.65	9	0.70	1.29	25	450
75	0.75	12	1.00	1.41	34	400
85	0.85	12	1.10	1.47	46	450
95	0.95	20	1.20	1.69	67	330
110	1.10	20	1.60	1.89	96	280
130	1.30	25	2.70	1.73	120	350
145	1.45	25	4.0	1.85	180	300
160	1.60	20	4.2	1.95	205	320
180	1.80	20	4.5	2.15	290	270

Tak jak we wszystkich technologiach bezwykopowych, zasadnicze znaczenie mają warunki gruntowe, które mogą utrudniać pracę maszyny przy zastosowaniu osprzetu standardowego. Jednakże dostępna jest gama profilów głowic i akcesorii eksploatacyjnych ułatwiających wykonanie przecisku w różnych typach gruntów.

Ponieważ krety nie są wprowadzane z powierzchni, nie możemy mówić o 100% metodzie bezwykopowej, chyba, że wbijane są w pionową skarpe lub inne powierzchnie wzniesione. Konieczna jest komora startowa, a przy bezpośrednim wciąganiu rur i kabli również komora docelowa. Ich wielkość uzależniona jest praktycznie od typu maszyny. Jednakże, w porównaniu z kosztownym przywracaniem stanu nawierzchni i innymi utrudnieniami związanymi z tradycyjną metodą, jest to niewielki koszt, który można zminimalizować poprzez lokalizację wykopów na poboczach dróg, chodnikach, pasach zieleni i innych podobnych mniej kosztownych nawierzchniach.

Grunty spoiste dają możliwość wykorzystania wielu technik ograniczających koszty, mają minimalny stopień niedogodności. Grunty niespoiste, takie jak piasek czy ił wymagają bezpośredniego wciągania rur lub kabli. Chodzi nie tylko o utrzymywanie światła odwiertu ale także o zapewnienie pracy urządzenia (młoty pneumatyczne muszą zawsze mieć wydech do atmosfery).

Istnieje wiele typów kretów, ze względu na ich budowę wyróżnić można dwie grupy: o stałej i o ruchomej głowicy

A. Kret o stałej głowicy

Przebiecia wykonywane tymi urządzeniami są mało precyzyjne. Ich konstrukcja porównywalna jest z rozwiązaniami modeli rosyjskich. Kret o stałej głowicy ma tendencję do zmiany kierunku toru w trudnych warunkach gruntowych (np. grunt kamienisty). Siła uderzeniowa jest ograniczona i nie jest skoncentrowana na głowicy. Ponieważ stwarza on wysokie ryzyko nieudanych otworów, zmian kierunku i możliwych uszkodzeń sąsiadującego uzbrojenia terenu, ten typ jest odpowiedni dla krótkich odcinków, w których nie wymaga się dużej dokładności. Powinno się go stosować na krótkich odcinkach z powodu wysokich kosztów w przypadku niepowodzenia.

B. Kret o ruchomej głowicy

Jest to trzyczęściowa maszyna składająca się z korpusu, tłoka i głowicy rozpierającej. Model ten zapewnia dokładność wykonania przecisku. Urządzenia napędzane jest sprężonym powietrzem. Ruchoma głowica przesuwaną się w gruncie rozpieiera ziemię na boki, zagęszczając ją, niszczy jednocześnie przeszkody napotkane na drodze (np. kruszy duże kamienie). Otaczający grunt utrzymuje maszynę w torze przecisku.

Opatentowany wzór kreta o ruchomej głowicy zapewnia, że siła uderzeniowa maszyny q 100% jest skoncentrowana na głowicy.

CECHY KRETA O RUCHOMEJ GŁOWICY

- Stopniowa głowica pracująca na zasadzie udaru (ma kolosalne znaczenie w gruntach kamienistych).
- Opatentowane rozwiązanie posuwisto-zwrotnej głowicy tnącej zawierającej napiętą sprężynę stalową dające unikalną stabilność kierunkową.
- Teflonowe uszczelki tłoka zapewniające szczelność, niskie zużycie powietrza i brak kontaktu metalu z metalem a w rezultacie brak zużycia materiału.
- Chromowany główny korpus i tłok dla zwiększenia trwałości.
- Prosty, natychmiastowy mechanizm powrotny włączany poprzez obrót węża ciśnieniowego $\frac{1}{4}$ w kierunku przeciwnym do wskazówek zegara.
- Części i podzespoły są całkowicie wymienne.
- Bezpośrednie przeciąganie rur i przewodów za maszyną.

JAK DZIAŁA UNIKALNA KONSTRUKCJA GŁOWICY

W odróżnieniu od konwencjonalnych kretów o stałej głowicy ruchoma głowica GRUNDOMAT charakteryzuje się unikalnym działaniem dwusuwowym. Tłok uderza w tył głowicy rozpierającej. Czynność ta powoduje napięcie stalowej sprężyny i niezależnie od korpusu porusza głowicę do przodu, tworząc dokładny otwór. Rozprężenie sprężyny w połączeniu z siłą bezwładności powracającego tłoka, powoduje podążanie korpusu za głowicą wzdłuż osi przecisku.

KORZYŚCI SPRZĘTOWE

Istotnym krokiem usprawniającym technologię kreta jest zastosowanie wymiennalnych

wewnętrznych uszczelkach teflonowych zapewniających brak bezpośredniego kontaktu między uderzającym tłokiem o korpusem maszyny. Minimalizuje to zużycie materiału i eliminuje kosztowne wymiany oraz pozwala na uzyskiwanie optymalnych osiągnięć w trakcie całego okresu eksploatacji.

MECHANIZM POWROTNY

Możliwość natychmiastowego cofnięcia kreta (poprzez obrócenie przewodu powietrznego o 1/4 obrotu) zapewnia wydobywanie urządzenia z otworu poziomego lub pionowego. Ma to zastosowanie przy konieczności wykonywania otworów nieprzelotowych (np. palowanie, zabezpieczenie katodowe, osuszanie nadbrzeży, wykonywanie studni). Jednocześnie trzeba zwrócić uwagę na fakt, że mechanizm powrotny pozwala na wydobywanie kreta w przypadku kolizji z napotkanym uzbrojeniem terenu, bez potrzeby wykonywania wykopu.

BEZPIECZEŃSTWO

Istnieje konieczność stosowania przewodów doprowadzających powietrze nie przewodzących prądu. W celu zabezpieczenia skutecznego działania zespołu sterowniczego kreta należy stosować przewody o odpowiedniej wytrzymałości na siły skrętne.

Operator powinien być wyposażony w urządzenia lokalizujące kable, rury w celu sprawdzenia czy trasa przecisku i komory robocze (przed wykopaniem) są miejscami bezpiecznymi dla przeprowadzania robót.

SMAROWANIE

Do smarowania urządzenia w czasie pracy stosuje się specjalny olej "Grundo-oil", zapewniający pracę przy niskich temperaturach otoczenia oraz posiadający właściwości wiązania wody. Olej ten dawkowany jest przez przewód powietrzny z olejnika.

NIESTEROWALNOŚĆ

Niezależnie od dokładności i niezawodności kreta jest on zaszerogowany jako niesterowany - o wolnym torze ruchu.

KRETY Z MOŻLIWOŚCIĄ LOKALIZACJI

Pojawiły się jednak krety z możliwością lokalizacji. Osiągnięcia elektroniki pozwalają na umieszczenie sondy nadawczej w głowicy kreta.

Niezawodny sprzęt monitorujący pozwala na dokładną lokalizację kreta. Umożliwia to odpowiednio wczesną zmianę trasy przebiegu umożliwiając w ten sposób ominięcie znanych przeszkód istniejącego uzbrojenia i potwierdzając w ten sposób, że prace postępują zgodnie z planem. Zwiększyły się również możliwości nowych maszyn. Wykonanie przepustów stu, dwustu lub trzystu metrowych nie jest już w dniu dzisiejszym czymś wyjątkowym.

Zwrócimy się teraz ku innym technikom.

MŁOTY WBIJAJĄCE STALOWE RURY

Głębokie wykopy i fakt zagęszczania gruntu ograniczają zastosowanie kretów do maksymalnej średnicy równej 200 mm (niesterowane). Dla rur o większej średnicy, ale również dla mniejszych zostały skonstruowane młoty wbijające stalowe rury, które pozwalają na wykonanie przecisków do średnicy 2000 mm.

W stosunku do kreta metoda ta została odwrócona. Młot pozostaje w komorze startowej a jego siła uderzeniowa zostaje wykorzystana do wbicia w grunt rur stalowych. Technika ta nie

ogranicza się tylko do rur stalowych niemniej jednak wymagane są wysokie parametry mechaniczne i naprężeniowe stosowanych materiałów. Konieczna jest przy tym znajomość zależności pomiędzy wytrzymałością rury a odległością wbijania.

Ponieważ grunt nie jest zagęszczany ani usuwany (rura o otwartych końcach przebija się przez grunt), nie następuje zjawisko wypychania rury na zewnątrz podłoża i możliwe jest wykonywanie prac na niewielkich głębokościach. Pozwala to na eliminację głębokich wykopów startowych i docelowych.

Technika wbijania jest stosunkowo prosta. Młot wbijający i pierwszy odcinek rury są ustawiane na profilach (ceownik, dwuteownik). Nie wymagane są kosztowne betonowe fundamenty ani wsporniki potrzebne przy innych technologiach. Aby uniknąć uszkodzenia i deformacji krawędzi czołowej pierwszego odcinka rury, wzmacnia się je czołowo specjalnymi opaskami, tzw. nożami tnącymi. Zmniejszają one tarcie powierzchni zewnętrznej i wewnętrznej rury o grunt.

Połączenie rury z maszyną następuje poprzez nałożenie na przód młota stożków segmentowych, których średnica dopasowana jest do jej wewnętrznej średnicy. Zapewniają one efektywny, dynamiczny transfer siły uderzeniowej a także przeciwdziałają wybrzuszeniu się końcówek rury. Opatentowane stożki pomagają w usuwaniu ziemi w trakcie wbijania rury - co dalej obniża tarcie o jej powierzchnię a dodatkowo umożliwia wewnętrzne smarowanie. Po zakończeniu wbijania odcinka rury spawany jest do niego następny a proces wbijania zostaje powtórzony aż do ukończenia całego zadania.

Gdy wszystkie odcinki rur są już na swoim miejscu, ziemia z ich wnętrza jest usuwana przy wykorzystaniu kompresora lub kombinacji płukania wodą i powietrzem. W przypadku rur o dużych średnicach można także stosować mini koparki do usunięcia urobku z rury.

Wykorzystanie tego systemu jest możliwe we wszystkich rodzajach gruntu z wyjątkiem litych skał lub inkluzji dużych skał (kamieni). Osiągany jest przy tym bardzo wysoki (do 2%) poziom dokładności przebiegu trasy w pionie i poziomie. Nie ma ryzyka, że otwór zawali się lub naruszy powierzchnię, jako że rura tworzy dla niego natychmiastowe podparcie. Średnice rur mogą się wahać od 100 do 2000 mm. Osiągane były (w sprzyjających warunkach gruntowych) odległości do 150 m.

Ryc. 4 przedstawia listę najbardziej popularnych wielkości młotów oraz średnice i długości przecisków. Największy młot wytwarza masywalnie siłę 2000 Ton na każde uderzenie.

Przy wykorzystaniu tej techniki na całym świecie wykonano z powodzeniem wiele odcinków rurociągów. Technologia ta ma olbrzymie możliwości i jest bardzo korzystna z finansowego punktu widzenia.

SPRZĘT DO WIERCENIA KIERUNKOWEGO

Jest to popularna nazwa określająca najbardziej precyzyjną z technologii bezwykopowych. Oferuje ona przy rozpoczynaniu prac z powierzchni, technologię w 100% bezwykopową, z możliwością instalowania kabli i rur o średnicy do 350 mm na odległości daleko większe niż osiągnęte innymi metodami. Większe i silniejsze maszyny są w stanie osiągać odległości nawet do 300 metrów.

Zasadniczą zaletą tego sprzętu jest możliwość podążania po wcześniej określonym torze odwiertu, z ominięciem zidentyfikowanych przeszkód, pod autostradami, rzekami, torami kolejowymi, itp. Jednakże, sterowanie głowicą wierzącą i dokładność odwiertu zależna jest od detekcji elektronicznej i klasy sprzętu nadawczo-odbiorczego, a możliwość sterowania ograniczona jest do wykonywania kolejnych łuków, z minimalnym promieniem zgięcia żerdzi ze stali stopowej równym 30/40 metrów. Nie ma możliwości wykonywania szybkich zwrotów czy ostrych łuków.

Maszyny do wiercenia kierunkowego są bardziej złożone niż proste w konstrukcji krety. Są one stosunkowo drogie w zakupie i wymagają dokładnego przeszkolenia obsługi. Kluczowym

elementem dla powodzenia kierowanego odwiertu jest planowanie. Dla kontraktów o niewielkiej wartości, może istnieć pokusa, aby nie przeprowadzać badań terenu robót. Jednakże konsekwencje napotkania trudności mogą spowodować o wiele większe zwiększenie kosztów niż wartość kontraktu.

Skuteczną, szybką i tanią pomoc w planowaniu robót z zakresu wiercenia kierunkowego, zarówno niewielkiej jak i znacznej wartości, zapewniają mapy geologiczne. Inżynierowie przy planowaniu odwiertu powinni dobrać odpowiedni typ maszyny dla danego zadania, korzystając z doświadczeń i materiałów z przeprowadzonych już prac.

Z kolei w celu uzupełnienia informacji otrzymanych z map geologicznych, powinny być przeprowadzone badania terenu przy wykorzystaniu georadaru.

Parametry techniczne urządzenia i jego osiągi powinny odpowiadać ściśle normom podanym przez producenta.

GŁÓWNE ELEMENTY SYSTEMU

System składa się z układu zasilania i wiertnicy pchającej (ciągnącej), która wytwarza zarówno moment obrotowy jak i nacisk na żerdź i napęd dla powrotnego rozwiercania otworu. Ścięta ukośnie głowica decyduje o kierunku otworu pilotowego. Dołączone do niej elastyczne 1-3 metrowe odcinki żerdzi wiertniczych, które są dokładane aż do osiągnięcia wymaganej długości odwiertu.

Zasada działania jest podobna do hydraulicznego popychacza żerdzi z regulowanym ciśnieniem. Mieszanka bentonit - woda - powietrze smaruje, chłodzi i pomaga podczas wstępnego odwiertu a zmniejsza tarcie gleby w trakcie powrotnego poszerzania i wprowadzania końcowej rury czy okładziny. Niektóre technologie stosują kreta umieszczonego na głowicy tnącej lub urządzenie udarowe wbudowane w główną platformę, oferując wybór kombinacji dla zmiennych warunków gruntowych. Wstępne odwierty, trafiające do celu, mogą być wykonywane przy użyciu głowicy o kątowym pochyleniu z wbudowaną sondą, która pozwala na utrzymanie kierunku głowicy wzdłuż wymaganego toru odwiertu.

W momencie dotarcia do zamierzonego celu wstępny otwór może zostać rozwiercony przy użyciu stożka powiększającego dla twardszych gleb, powrotnego poszerzacza lub większego młota udarowego.

Urządzenia mogą być ustawiane na powierzchni lub w szybach początkowych. Lekkie urządzenia mogą być montowane na lawetach a cięższe maszyny mają własny napęd i są instalowane na gąsienicach lub szynach. Większe całościowo zintegrowane maszyny mogą być instalowane na ciężarówkach.

Szczegóły techniczne i zasięgi sterowanych systemów wierzących i wielkości rur, które mogą być instalowane przedstawia następująca tabela.

Tabela 2.

System	GRUNDOHIT	GRUNDODRIL L 10S	GRUNDOJET M15
Struktura gruntu	jednorodna, zwir, itp.	jednorodna, zwir, itp.	jednorodna z kamieniami
Wspomaganie hydrauliczne	częściowe plus uderzeniowe	podwójne ciśnienie plus uderzenie	podwójne ciśnienie
Start z powierzchni	opcjonalne	tak	tak
Długości żerdzi wiertniczych	0.8 m	3 m	3 m
Średnica żerdzi wiertniczych	48 mm	48 mm	54 mm
Wymiary: Długość: Szerokość: Wysokość	1.80 m 0.60 m 0.35 m	4.90 m 1.20 m 1.60 m	8.30 m 2.49 m 3.70 m
Średnica odwiertu wstępnego	60 mm	60 mm	76 mm
Maks. średnica po powrotnym rozszerzeniu	90 mm	350 mm	450 mm
Maks. średnica rury PE	63 mm	300 mm	400 mm
Maks. długość odwiertu	100 m	250 m	350 m
Maks. siła nacisku/ciągnięcia	1.8 t	6.5 t	15 t
Min. promień krzywizny	30 m	33 m	42 m

Teraz przenieśmy naszą uwagę z budowy nowych rur i kabli do renowacji i wymiany już istniejących.

Metody te stosowane są szeroko przy wymianie sieci wod-kan i gazowej o średnicach od 75 mm do 600 mm.

Do wymiany rur o średnicach od 50 mm do 180 mm wykorzystywany jest kret o zmodyfikowanej wersji ze speclanymi głowicami tnącymi. Przemieszcza się on przez istniejącą rurę żeliwną, kamionkową, itp. rozpychając i rozkruszając ją jednocześnie, przy zachowaniu poziomu i kierunku starego przewodu. Rozkruszone fragmenty rury są przemieszczane na boki do otaczającego gruntu poprzez specjalny rozszerzony profil nakładany na maszynę, w którym umieszczona jest rura.

Dla wymiany rur o większych średnicach (200 mm do 600 mm), wykorzystywane są młoty pneumatyczne wyposażone na przodzie w specjalne głowice rozkruszające i powiększające. Wszystkie maszyny wspomagane są przez stalową linę ciągnioną przez wyciągarkę wyposażoną w automatyczny mechanizm stale kontrolujący naprężenie liny. Wyciągarka pomaga również w zachowaniu kierunku i poziomu istniejącego przewodu. Najczęściej wymienia się odcinki 60-80 metrowe. Szybkość pracy urządzenia wynosi około 40 m/h. Łatwo więc zauważyć, że metoda ta jest bardzo szybka a co za tym idzie bardzo konkurencyjna w stosunku do tradycyjnych metod, zwłaszcza tam, gdzie sieć wod-kan i gazowa ułożona jest na dużej głębokości. Koszty wymiany w tym przypadku są niewiarygodnie niskie.

Przy użyciu tego systemu, możliwa jest nie tylko prosta wymiana na przewód o tej samej wielkości ale także zwiększenie średnicy i przepustowości rury - np 100 mm na 150 mm czy 250 mm na 350 mm.

Urządzenia, o których była mowa, są urządzeniami pneumatycznymi. Trzeba w tym miejscu dodać, że istnieją również podobne systemy wykorzystujące hydraulikę do napędu swych maszyn.

DALSZE ISTOTNE ASPEKTY SZKOLENIA W TECHNOLOGIACH BEZWYKOPOWYCH

Wiemy z doświadczenia, że w większości przypadków kosztownych niepowodzeń, czy przekroczeń budżetu, zdarzających się w czasie stosowania technologii bezwykopowych odpowiedzialna jest niewiedza i brak doświadczenia operatora sprzętu.

Dlatego niezbędnym choć niestety zaniedbanym elementem technologii bezwykopowych jest szkolenie pracowników. Koszt szkolenia zwróci się w bardzo krótkim okresie czasu a pozostaną trwałe korzyści i zwiększony potencjał wykonawczy.

Być może firmy działające w tej branży, Stowarzyszenia i Cechy podejmą wspólnie inicjatywę i zwrócą większą uwagę na sposoby i metody tworzenia, szeroko uznawanych procedur postępowania i programów nauczania pozwalających w pełni zrozumieć i opanować te technologie, a co za tym idzie umożliwią stworzenie bazy danych dla firm zajmujących się tą tematyką.

KONSERWACJA SPRZĘTU

Zdarza się, że urządzenia nie są konserwowane i użytkowane, aż do czasu awarii - często mającej miejsce w najbardziej niewłaściwym momencie. Z punktu widzenia ekonomii jest to postępowanie jak najbardziej błędne, jako, że naprawy i okresowe przeglądy zapewniają najwyższe osiągi i maksymalną efektywność sprzętu. Warunkiem koniecznym jest przeglądy i sprawdzenie sprzętu przed przystąpieniem do prac, zwłaszcza tych trudnych i ważnych.

WYDAJNOŚĆ I MOŻLIWOŚCI SPRZĘTU

Spotykamy się często w praktyce, że mimo podanych przez producenta dokładnych parametrów eksploatacyjnych, możliwości sprzętu i warunków bezpieczeństwa, urządzenia są przeciążane, zbyt wiele się od nich oczekuje. Chęć wykonania przewiertu szybciej, dalej i o większej średnicy pociąga za sobą nieuniknione konsekwencje. Użytkownicy uzyskujący stale dobre wyniki, także finansowe, wykorzystują sprzęt w zakresie przewidzianych możliwości i stosownie dla danego zadania.

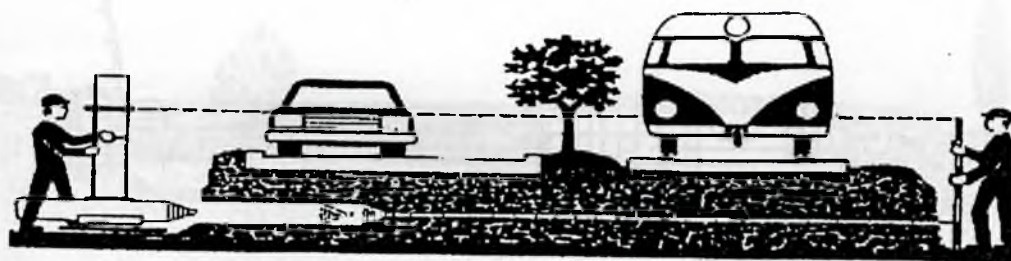
REPUTACJA I ROZWÓJ

Postęp technologii bezwykopowych jest często hamowany, poprzez niesłuszną krytykę opartą o niepowodzenia i rozczarowania. Przyczyną tego jest często brak odpowiedniego przeszkolenia, niewłaściwa konserwacja sprzętu oraz zastosowanie i eksploatacja sprzętu w warunkach wykraczających poza ich możliwości.

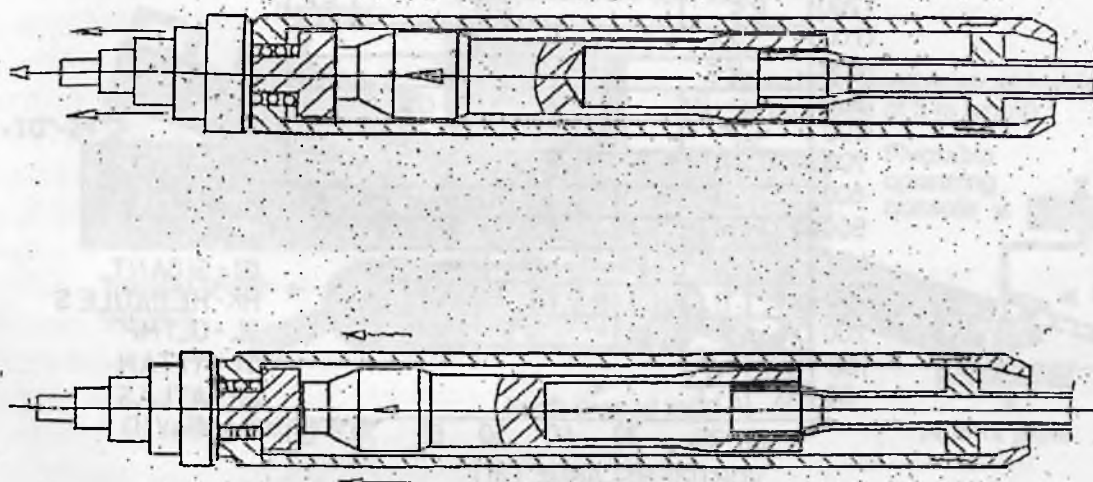
PODSUMOWUJĄC

TRACTO-TECHNIK jest w czołówce technologii bezwykopowych i jest dumne, że mogło brać udział w kształtowaniu historii tej gałęzi przemysłu, która będzie z pewnością dalej kontynuowana i rozwijana.

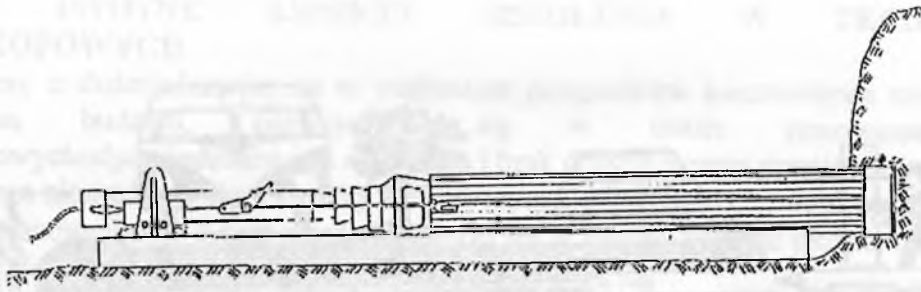
Rysunek 1. Jako pierwszy, kret



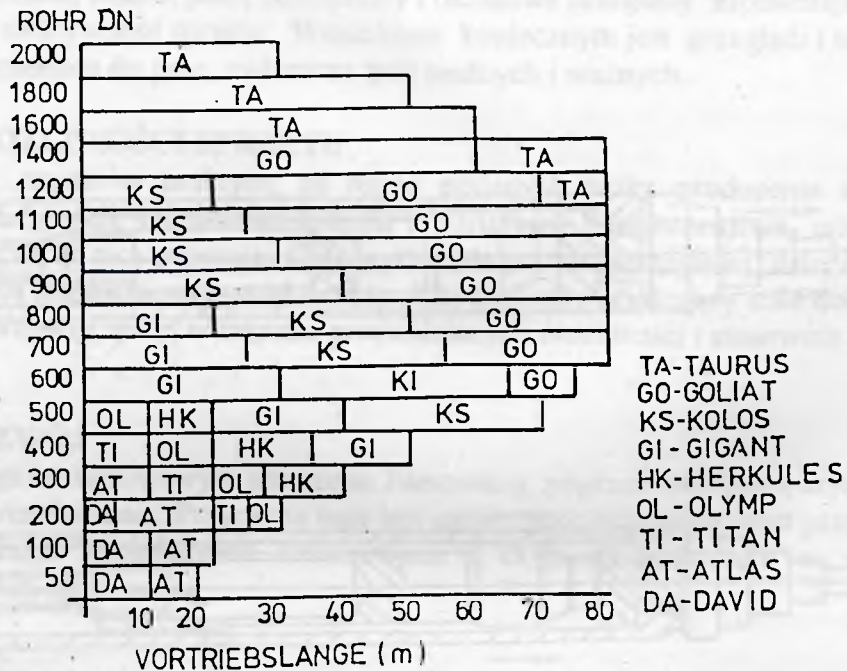
Rysunek 2. Podstawowe różnice w budowie kretów o ruchomej i stałej głowicy



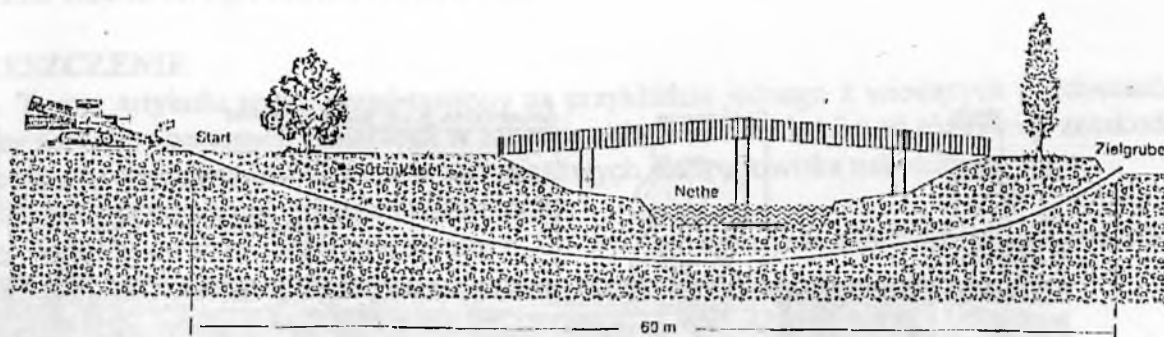
Rysunek 3. Schemat budowy młota wbijającego stalowe rury



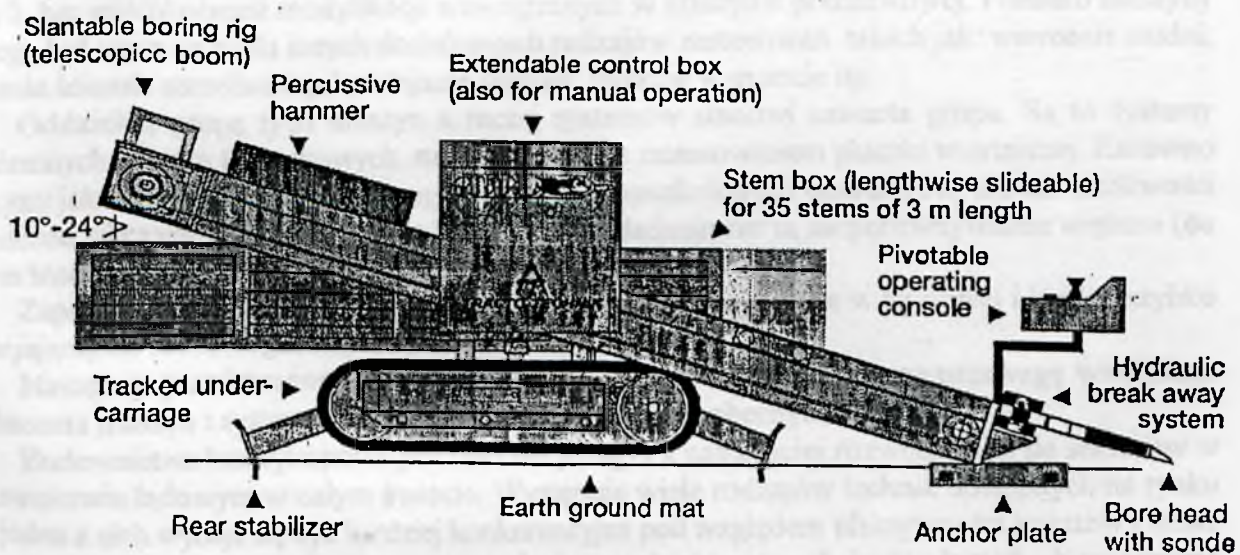
Rysunek 4. Najpopularniejsze rozmiary młotów, średnice i długości instalowanych rur



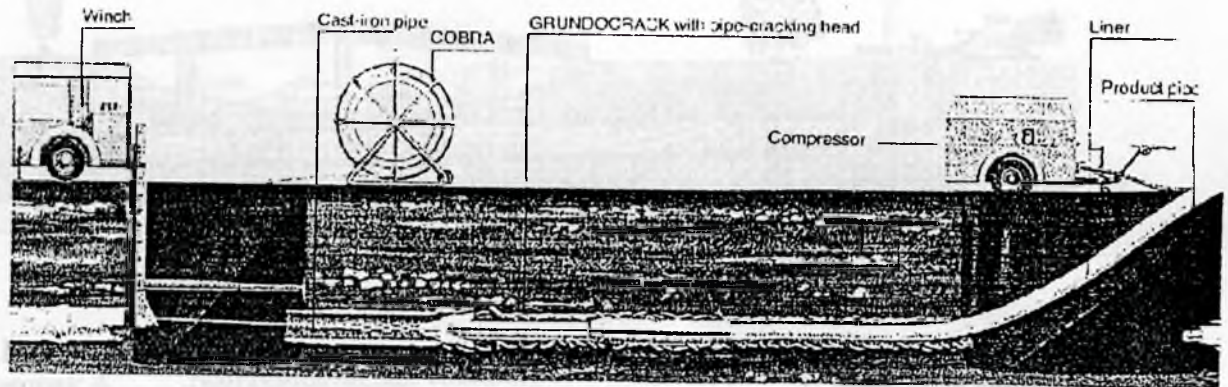
Rysunek 5. Zasada działania sprzętu do wiercenia kierunkowego



Rysunek 6. Hydrodynamiczna kierowany system wiertniczy GRUNDODRILL



Rysunek 7. System rozbijający/wymieniający rury (średnice od 75 mm do 600 mm)



NOWOCZESNE MASZYNY W TECHNOLOGII BEZWYKOPOWEJ

mgr inż. Dietmar Jenne, TERRRA AG, Szwajcaria,
mgr inż. Edwin Grygorcewicz, BTH, Polska.

STRESZCZENIE

Temat artykułu został przedstawiony na przykładzie jednego z wiodących producentów i twórcy wielu nowoczesnych technologii w zakresie układania rur i kabli pod różnymi przeszkodami bez potrzeby wykonywania wykopów tak uciążliwych dla środowiska naturalnego.

Wyróżniamy cztery grupy maszyn i technologii:

1. Maszyny do przecisków podziemnych, do wykonywania tzw. minituneli w zakresie średnic pomiędzy 45 mm a 245 mm.
2. Maszyny do wbijania rur stalowych o średnicy do 2000 mm.
3. Maszyny do wymiany rur zużytych o średnicy maksymalnej do 400 mm.
4. Systemy wierceń kierunkowych ze wspomaganie płuczki wiertniczej do układania rur i kabli o średnicy do 300 mm i odcinkach o długości do 300 mm.

W wyżej wymienionych grupach występuje kilka lub wiele typów maszyn o różnych wielkościach i oczywiście z pewnymi ograniczeniami w zależności od średnicy i długości układanej rury lub kabla. Ogromną zaletą tego typu maszyn i systemów jest ich uniwersalność. Istnieje bardzo prosta możliwość przystosowania do innego technicznego rodzaju zastosowań wymienionych w poz. 1, 2 i 3, bez jakichkolwiek modyfikacji wewnętrznych w maszynie podstawowej. Ponadto maszyny te mogą być użyte do wielu innych dodatkowych rodzajów zastosowań takich jak: wiercenie studni, wbijanie ścianek szczelinowych, wbijanie słupów, iniekcje w gruncie itp.

Oddzielną grupę tych maszyn a raczej systemów stanowi czwarta grupa. Są to systemy podziemnych wierceń kierunkowych, strumieniowych z zastosowaniem płuczki wiertniczej. Zarówno maszyny jak i taka technologia wymagają bardziej przeszkolonych operatorów, ale ich możliwości techniczne wliczając w to postęp w robotach przy układaniu rur są nieporównywalnie większe (do 200 m instalacji układanych dziennie).

Zaprezentowano również niektóre ostatnie osiągnięcia techniczne w tej nowej i bardzo szybko rozwijającej się technologii.

Następnie przedstawiono zalety zastosowań maszyn i systemów oraz przewagę wiodącego producenta maszyn i systemów w stosunku do innych firm obecnych na rynku.

Budownictwo bezwykopowe jest obecnie jednym z najszybciej rozwijających się sektorów w budownictwie lądowym w całym świecie. Występuje wiele rodzajów technik dostępnych na rynku lecz jedna z nich wydaje się być bardziej konkurencyjna pod względem efektywności kosztów i łatwa do szybkiego wprowadzenia nawet w małych przedsiębiorstwach budowlanych. Nowoczesne urządzenia do przecisków podziemnych popularnie zwane "kretami" są dobrym przykładem do takiego rozważenia i warte szerszego rozpowszechnienia. Maszyny takie są bardzo wydajne, ekonomiczne, proste w budowie, działaniu, konserwacji i niezawodne.

Ogólnie maszyny te są przeznaczone do układania pod ziemią metodą bezwykopową rurociągów dla gazu, wody, telefonów, energetyki i telewizji kablowej o średnicy od 45 do 2000 mm.

Obecnie możecie je Państwo spotkać w większości rozwiniętych krajów w świecie. Przez zastosowanie tego rodzaju technologii przejścia pod drogami, liniami kolejowymi, rzekami i wieloma innymi szlakami komunikacyjnymi mogą być wykonane przy oszczędności kosztów do 70% w stosunku do metod wykopowych. Nawierzchnie drogowe nie są rozcinane i nie wymagają naprawy. Ruch drogowy i kolejowy odbywa się bez zakłóceń. Przyłącza do budynków mogą być również układane przy zasadniczych oszczędnościach kosztów a ponadto są one przyjazne dla środowiska

naturalnego człowieka. Nowe i nowocześniejsze wersje maszyn są ciągle udoskonalane. Podstawowe małe urządzenia przeciskowe mogą wykonywać otwory o średnicy do 190 mm, a przy użyciu specjalnych poszerzaczy do 245 mm a nawet więcej. Do przecisków podziemnych wymagany jest następujący sprzęt:

- sprężarka powietrzna o ciśnieniu roboczym zazwyczaj 7 bar
- olejacz jako jednostka regulacyjna
- samo urządzenie przeciskowe z wymaganym osprzętem pomocniczym.

Pod względem konstrukcyjnym każde urządzenie jest zbudowane z korpusu wykonanego ze stali wysokiej jakości i jest wyposażone standardowo w głowicę uniwersalną typu "combi".

Specjalna głowica przeciskowa posiada krawędzie niszczące gwarantujące dużą dokładność nawet w gruntach skalistych. Otoczaki są łatwo rozbijane przez krawędzie niszczące, grunt i żwir są przemieszczane na boki przez jej rowki wzdłużne.

Nowe urządzenia wprowadzane do użytku są proste w budowie i działaniu, zapewniające wiele lat nieprzerwanej pracy. W maszynach tego wiodącego producenta występuje nawet o 40 % mniej części składowych niż u innych. Również tłok główny jest o 25 % cięższy niż inne tłoki i produkuje wyjątkowo dużą energię uderową. W tym względzie najbardziej racjonalnym wskaźnikiem jest stosunek ciężaru tłoka głównego do ciężaru korpusu maszyny. Większość maszyn pracuje zarówno w kierunku do przodu jak i z rewersem (do tyłu). Zmiana kierunku ruchu jest dokonywana przez prostą czynność obrotu o 1/4 węża powietrznego umieszczonego z tyłu za urządzeniem. Ostatnie modele są wyposażone w urządzenie do zdalnego sterowania kierunkiem ruchu umieszczone wewnątrz węża specjalnego powietrznego i uruchamiane zaworem sterowniczym przy olejaczu. Cecha ta jest następnym krokiem dla nowej generacji maszyn. W konstrukcji nowo wprowadzanych maszyn przy ruchu do przodu tłok główny uderza jedynie czoło maszyny. W czasie działania urządzenia specjalny zamek pneumatyczny zabezpiecza przed niezamierzoną zmianą kierunku ruchu. Producent wiodący oferuje różne głowice wymienne dla różnego rodzaju gruntów i rodzajów zastosowań. Wymiana głowicy jest prostą czynnością wykonywaną na placu budowy i nie wymaga rozebrania maszyny na części. Również głowice tylne mogą być łatwo wymienialne na miejscu prowadzenia robót w zależności od zamierzonego rodzaju zastosowania urządzenia. Węże powietrzne specjalne są zbrojone drutem stalowym. Zapewnia to ich dużą trwałość nawet przy wyjątkowo trudnych warunkach zazwyczaj spotykanych na większości placów budów. Funkcją olejacza jest dodanie oleju specjalnego do sprężonego powietrza. Olejacz smaruje urządzenie wewnątrz i zabezpiecza przed zamarzaniem. Specjalny nowoczesny olej jest skuteczny nawet przy temperaturze minus 42°C. Ponadto ulega biodegradacji i jest nieszkodliwy dla wody. Zawory regulacyjny i impulsowy umożliwiają czynność uruchomienia i zatrzymania urządzenia oraz efektywną regulację prędkości każdego urządzenia. Olejacje są osiągalne w kilku różnych rozmiarach i pojemnościach w zależności od wielkości i zastosowania maszyn. Każda nowoczesna maszyna może równocześnie wciągać za sobą do gruntu rury PE lub PCV bez jakiegokolwiek modyfikacji urządzenia podstawowego. Rury są podłączone do maszyny przy pomocy zacisku linowego ciężkiego i liny pociągowej. Specjalny zacisk linowy z napinaczem jest używany dla dłuższych otworów przeciskowych. Umożliwia on dodatkowe napięcie liny pociągowej co powoduje docisk między rurami a maszyną. Specjalne koło linowe podwójne jest stosowane w gruntach mokrych i luźnych. Umożliwia ono aktywne naciskanie na rurę przy zastosowaniu wciągarki linowej. Zabezpiecza to przed niebezpiecznym zjawiskiem oscylacji urządzenia w gruncie luźnym z zastosowaniem dodatkowej siły osiowej. Procedura startowa jest przeprowadzana w sposób łatwy przy zastosowaniu specjalnych platform startowych. W ten sposób każda maszyna może być łatwo ustawiona na zadany cel. Jest to szczególnie bardzo ważną cechą dla większych i cięższych modeli maszyn. Każde urządzenie jest ustawiane w wykopie startowym przy pomocy prostego lecz bardzo użytecznego osprzętu pomocniczego - przyrządu optycznego. To urządzenie pomocnicze zapewnia, że maszyna nigdy nie schodzi z zadanego kierunku. Inną zaletą

przyrządu optycznego jest możliwość ustawienia kierunku maszyny nawet z założonym kątem pochylenia. Następnym użytecznym urządzeniem pomocniczym jest poszerzacz. Przy pomocy poszerzacza otwór pilotowy może być poszerzony do większej średnicy. Wykonanie poszerzenia otworu może być dokonane w dwóch lub w jednym etapie i umożliwia wykonanie otworów o większej średnicy na płytszych głębokościach. Urządzenie jest wkładane do wnętrza poszerzacza. Przekazanie energii jest dokonywane poprzez wewnętrzne nacięcie w poszerzacz. Pierwszym etapem przy wykonywaniu przejść podziemnych jest zazwyczaj wykonanie wykopu startowego i docelowego. Nowo wprowadzane urządzenia przeciskowe posiadają zwartą budowę i małe wymiary gabarytowe, w związku z czym nie wymagają dużych wykopów. Oszczędza to koszty i jest ważne w przypadku placów budowy o ograniczonej przestrzeni, np. w zagęszczonych warunkach miejskich. W procedurze startowej ważną czynnością jest znakowanie rury w stałych odstępach. Zapewnia to łatwą lokalizację czoła urządzenia w dowolnym czasie. Prędkość robocza nowoczesnych urządzeń przeciskowych jest od 0,5 m do 120 m na godzinę w zależności od warunków gruntowych. Przeciętna predkość w praktyce wynosi zazwyczaj od 10 do 20 m na godzinę. Każda rura musi mieć średnicę o 10 % mniejszą od średnicy urządzenia przeciskowego aby zabezpieczyć się przed dużą siłą tarcia. Dla przykładu przy zastosowaniu tego typu maszyny wykonano otwór o długości 125 m bardzo precyzyjnie i jedynie w jednej pojedynczej operacji. Jest to rekord światowy ciągle nie pobity. Zazwyczaj otwory przeciskowe są długości od 5 do 25 m. Niektóre z nowo wprowadzanych modeli są wyposażone w głowice z możliwością śledzenia kierunku ruchu i położenia. W połączeniu z odpowiednio przystosowanym systemem monitorowania postęp otworu wierconego może być kontrolowany i rejestrowany w sposób ciągły. Taka głowica jest bardzo dokładna, pozwalająca na wykonywanie dłuższych otworów wiertniczych.

Przy zastosowaniach większych modeli takich maszyn można wbijać rury stalowe o średnicy do 2000 mm. Urządzenia takie są umieszczane za rurą stalową a siły wbijania wytworzone przez nie są przekazywane na rurę stalową poprzez specjalnie przeznaczone do tego pierścienie wbijające. Rura stalowa jest otwarta od strony czołowej. W zależności od warunków gruntowych odległości rzędu 80 m i więcej są regularnie osiągane przez nowoczesne maszyny. Skoro tylko pierwszy odcinek zostanie wbity następny zostaje przyspawany i wbijany ponownie. Po zakończeniu montażu rury w gruncie korek gruntowy wewnątrz rury stalowej jest oczyszczony przy pomocy specjalnie zaprojektowanych akcesoriów. Nowoczesne maszyny o trwałej konstrukcji zapewniają ich długowieczność. Tłok główny jest jedyną częścią ruchomą. U wiodącego producenta tłok główny waży do 60 % łącznego ciężaru maszyny wbijającej. Taki tłok główny wytwarza nieporównywalnie ogromną siłę. Dla przykładu największe urządzenie do wbijania wytwarza siłę wbijania do 2200 ton. W wyniku opatentowanej konstrukcji urządzenia, wewnętrznych kanałów uwalniających powietrze w tłoku głównym zużycie powietrza niektórych maszyn wbijających jest o 40% mniejsze niż u najbliższych konkurentów. W ten sposób nowoczesne urządzenia wbijające mogą być napędzane nawet przez mniejsze sprężarki powietrzne i znowu oszczędzając koszty każdego projektu. W wyniku ich unikalnej zwartej konstrukcji nowoczesne urządzenia do wbijania są nawet o 1 m krótsze niż inne konwencjonalne urządzenia tego typu. Powoduje to również oszczędność kosztów przy wykonywaniu wykopów na każdym placu budowy. A oto krótki opis zwyczajnej roboty przy wbijaniu rur. Najpierw wykonuje się wykopy do wbijania rur a w razie konieczności odeskowuje się go (grunt luźny i mokry), następnie układa się maszynę na specjalnej platformie startowej lub innym prostym sposobem podparcia urządzenia i rury stalowej i dokładnie ustawia. Pierścienie tnące są przyspawane po stronie czołowej końcówki rury aby zredukować siłę tarcia i zwiększyć stabilność. Ze ściany czołowej wykopu wbijającego wykonuje się otwór do wprowadzenia rury stalowej. Urządzenie wbijające opuszcza się do wykopu, dalej montuje się pierścienie wbijające i podłącza urządzenie. Proces wbijania może się obecnie rozpocząć. Dla większych średnic zaleca się naciąć wbijane rury stalowe pod odpowiednim kątem. Następny odcinek rury jest wpuszczany do wykopu.

Oba odcinki rury są obecnie spawane. Wzdłużne płaskowniki wzmacniają dodatkowo spawy. Urządzenie wbijające i pierścienie wbijające mogą być ponownie zamontowane za rurą. Proces wbijania przebiega dalej. Po zakończeniu montażu rura stalowa zostaje oczyszczona. Może być to wykonane przy użyciu jednego z następujących sposobów:

- płukanie wodą o wysokim ciśnieniu
- tzw "pigging"
- lub użycie wiertła spiralnych.

Płukanie wodą o wysokim ciśnieniu odbywa się przy pomocy samochodu o specjalnym przeznaczeniu. Jego pompa wodna o wysokim ciśnieniu musi dostarczyć minimum 150 litrów wody na minutę przy ciśnieniu minimum 150 bar. Głowica z dyszami wodnymi rozluźnia grunt w rurze stalowej i transportuje go do tyłu. Wychodzące z rury woda i grunt są wypompowywane z wykopu. "Pigging" następuje po zakończeniu montażu i jest przeprowadzany od wykopu docelowego do wykopu startowego. Końcówka rury jest przygotowywana dla specjalnego jarzma ciśnieniowego. Specjalny korek gumowy ("pig") jest wkładany do rury stalowej. Obecnie może być montowane jarzmo ciśnieniowe. Następnie jarzmo ciśnieniowe jest zabezpieczane dwoma prętami stalowymi. Dalej rura stalowa jest wypełniana wodą. Grunt zostaje wyciskany z rury stalowej przez kombinację sprężonego powietrza i wody lub jedynie samego sprężonego powietrza w zależności od warunków gruntowych. Rura stalowa może być również wyczyszczona maszynami z wiertłami spiralnymi. Niektóre z urządzeń wbijających są bardzo krótkie i mogą być zastosowane nawet w najmniejszych wykopach. Tego rodzaju maszyny są również bardzo ekonomiczne np. przy wbijaniu dwóch lub kilku rur stalowych w tym samym projekcie robót. Innym aspektem ich zwartej budowy jest stosunek do uzyskiwanej siły wbijania. Dla wyobrażenia maszyna o długości 1,5 metra i ciężaru jedynie 300 kG jest bardzo obrotna i mocna, o sile wbijania około 370 ton. W jednej z ostatnich prac rura o średnicy 1000 mm została wbita na odległość 100 m. Zadanie to zostało wykonane przez jedną z najbardziej potężnych maszyn do wbijania rur stalowych, która uzyskuje siłę wbijania do 2200 ton. Udań zakończenie tego zadania przy wbijaniu rur dało również jeszcze inny nowy rekord - ułożenie rury na głębokości 10 m.

Jest uzasadnionym, że maszyny do wbijania rur są zazwyczaj zaprojektowane jedynie dla kierunku ruchu do przodu. Nową postępową możliwością jest zastosowanie urządzenia do zdalnego sterowania kierunkiem ruchu przy użyciu przetwornika powietrznego. Ułatwia to zastosowanie maszyny wbijającej w wąskich wykopach startowych co często zdarza się w przypadku obszarów miejskich. W tej wersji maszyna wbijająca i pierścienie wbijające mogą być łatwo odłączone przez proste przełączenie maszyny w pozycję rewersu.

Następną metodą zastosowania podziemnych urządzeń przeciskowych i wbijających jest wymiana rur. Metoda ta jest znana jako system "split" w celu niszczenia i wymiany rur na nowe oraz jest zaprojektowana głównie do wymiany zużytych rur gazowych, wodnych i kanalizacyjnych. Zakres średnic od 60 do 400 mm i od 30 to 100 m długości jest normalnie uzyskiwany w praktyce. Rury zużyte są niszczone a ich fragmenty przemieszczane na boki. Przy wymianie rur maszyna jest ulokowana wewnątrz tulei niszczącej. Od czoła tej tulei znajduje się specjalnie utwardzona płytka niszcząca. Tuleja niszcząca jest napinana z przodu przy użyciu wciągarki linowej hydraulicznej. Zasadniczą zaletą takiego systemu "split" jest zastosowanie standardowego urządzenia przeciskowego lub maszyny wbijającej. Żadna modyfikacja tych urządzeń nie jest potrzebna lecz jedynie zastosowanie dodatkowego osprzętu pomocniczego. System "split" przebiega według procedury dwustopniowej. Odmienne w stosunku do systemów konwencjonalnych najpierw rurociągi zużyte są rozłupywane i niszczone płytką niszczącą. System ten działa szybko i efektywnie lecz wymaga bardziej przeszkolonego personelu. Jedynie w jednej operacji rura zużyta jest niszczona, otwór zostaje poszerzony a nowy rurociąg wciągnięty i zamontowany. Przy pomocy takiego systemu w zależności od umiejętności operatorów można dziennie wymienić 100 lub więcej metrów instalacji.

Krótkie wykopy startowe wymagają zastosowania krótkich rur i krótkich maszyn, podobnie jak to jest zazwyczaj przy operacjach wymiany między studzienkami. Jeśli warunki placu budowy przy wymianie rur pozwalają na zastosowanie dość długiego wykopu startowego, to jeden długi odcinek rurociągu w pełnej długości może być wykorzystany przy wymianie zamiast krótkich odcinków. Oszczędza to czas podczas montażu na placu budowy, ponieważ wymiana rury może odbywać się ciągle bez przerwy.

Zaprezentowane nowe nowoczesne maszyny są unikalne i posiadają następujące zalety:

- wyjątkową moc dzięki zaawansowanej technice
- wysoką niezawodność zapewnioną przez prostą i zwartą konstrukcję
- dokładność uzyskiwaną przez opatentowane specjalne głowice typu "combi".

Jedna maszyna może być użyta dla trzech rodzajów zastosowań bez jakiegokolwiek modyfikacji maszyny podstawowej:

- do przecisków podziemnych
- do wbijania rur stalowych
- do wymiany rur zużytych.

Wyżej wymienione maszyny są wykorzystywane przy układaniu rurociągów o kierunku prostoliniowym. Dla przejść o kierunku zakrzywionym są specjalne maszyny kombajny ogólnie zwane systemami wierceń kierunkowych. System ten jest znany jako system "JET" i jest sterownym (kierunkowym) systemem wiercenia ze wspomaganie płuczki wiertniczej, do układania pod ziemią rur i kabli metodą bezwykopową. Nowe i nowoczesnie wprowadzone jednostki są przeznaczone nie tylko do gruntów miękkich ale również do gruntów twardych i skalistych. Możliwości tak złożonych maszyn to 300 mm średnicy i odcinki do 300 m i więcej, co jest często osiągalne w praktyce w zależności od warunków gruntowych, umiejętności personelu, modeli, i innych czynników. System ten istnieje w kilku różnych modelach i wielkościach. Dla gruntów twardych i skalistych stosowana jest kombinacja systemu wierzącego ze wspomaganie płuczki wiertniczej z dynamicznymi udarami podziemnych maszyn przeciskowych uprzednio wyczerpująco objaśnionych. Mniejsze modele są wyposażone w podwozie kołowe. Model taki jest lekki i łatwy do manewrowania podczas gdy modele średnie i większe są wyposażone w podwozie gąsienicowe, co jest bardziej odpowiednie w gruntach mokrych i piaszczystych. Zastosowanie specjalnie zaprojektowanych polimerów pozwala na eliminację czasu zużytego na przygotowanie ogromnych ilości roztworu bentonitowego. Nowo wprowadzane jednostki są w pełni sterowane elektronicznie. Również niektóre z nich są produkowane w niezwykle cichych modelach lub nie. Czynniki te mają wpływ na cenę tak złożonego systemu, warunków lokalnych itd. Na zakończenie należy podkreślić, że praktyczne zastosowanie tego bardzo nowoczesnego systemu w technologii bezwykopowej wymaga co najmniej kilku dni szkolenia lecz wyniki techniczne i ekonomiczne w praktyce są bardzo owocne. Maksymalna siła naporu wynosi 50 kN (5 ton), podczas gdy maksymalna siła poszerzenia otworu pilotowego do wciągnięcia rur PE wynosi 100 kN (10 ton). Maksymalny moment obrotowy wynosi 1600 Nm. Maksymalna siła poszerzenia otworu i maksymalny moment obrotowy są możliwe do osiągnięcia w tym samym czasie. Szczegółowy opis systemu i wszelki inny aspekt tej nowej rozwijającej się technologii powinny być tematem oddzielnego artykułu.

URZĄDZENIA DO KIEROWANIA WIERCENIAMI

dr inż. Ryszard M. Dmowski,
COBRBI HYDROBUDOWA, Polska.

STRESZCZENIE

Ostatnie dziesięciolecie było świadkiem znacznego postępu w zastosowaniu technologii bezwykopowych do praktyki budowy i renowacji różnego rodzaju podziemnych rurociągów. Wciskanie rur, określane też mianem mikrotunellingu, drążenie kierunkowe i przebijanie udarowe są to techniki bezwykopowe, które pokrywają prawie cały zakres zastosowań.

Urządzenia do monitorowania położenia i kierowania głowicą roboczą oparte są głównie na detekcji fal elektromagnetycznych, wykorzystaniu światła widzialnego i laserowego ale i inne rozwiązania, jak wykorzystanie magnesów trwałych i poziomicy wodnej, są z powodzeniem rozwijane.

Referat daje przegląd tych rozwiązań technicznych.

Pierwsze maszyny do mikrotunellingu zostały opracowane w Japonii w latach 1970-tych, a druga ich generacja w Niemczech we wczesnych 1980-tych. Historia zdalnie kierowanego podziemnego przeciskania rur o przekrojach nieprzelazowych w Berlinie rozpoczęła się w roku 1984 i doszło tu dzięki sprzyjającym warunkom do znacznego rozwoju mikrotunellingu, tak że do końca 1992 r. tą techniką zostało wykonanych łącznie 96000 m kanałów miejskich o średnicach DN 250 do DN 1200 oraz około 23000 m przyłączy domowych przeważnie o średnicach DN 150.

Informacje o położeniu pod ziemią głowicy roboczej urządzenia i korektę jej ruchu można uzyskiwać różnymi metodami: elektromagnetyczną, magnetyczną, optyczną, ultradźwiękową, każda z nich ma określone zalety i wady.

METODA ELEKTROMAGNETYCZNA

Informacje o położeniu głowicy roboczej pod ziemią i korektę jej ruchu uzyskuje się tu przy pomocy urządzeń radiodetekcyjnych. Takie urządzenie składa się z sondy umieszczonej w głowicy roboczej, odbiornika bardzo niskiej częstotliwości i monitora, z którego korzysta operator.

W sondzie znajduje się sterowany kwarcem nadajnik radiowy bardzo niskiej częstotliwości 32 kHz gdyż tak długie fale radiowe nie są silnie tłumione w gruncie i mogą dotrzeć do odbiornika na powierzchni ziemi.

Praca nadajnika i kodowanie informacji są kontrolowane przez mikroprocesor. Zarówno sonda jak i odbiornik zasilane są ze znajdujących się w nich baterii odwracalnych.

Odbiornik nadawanych przez sondę sygnałów jest trzymany w rękę przez człowieka i przesuwany dokładnie wzdłuż zaznaczonej na powierzchni ziemi linii wymaganego przebiegu rurociągu. Na odbiorniku znajduje się ekran z ciekłych kryształów, na którym wyświetlana jest bieżąca informacja o położeniu i głębokości głowicy roboczej oraz o położeniu kątowym w obrębie dookoła własnej osi, a w nowszych urządzeniach o kącie nachylenia osi głowicy do poziomu.

Położenie: wykres paskowy pokazuje maksimum odpowiedzi gdy ostrze odbiornika znajduje się nad i zgodnie z osią głowicy. Dokładność wynosi $\pm 10\%$ przy głębokościach do 5 m.

Głębokość: wskaźnik cyfrowy pokazuje głębokość w metrach lub w stopach. Dokładność do $\pm 5\%$ przy głębokościach do 5 m.

Kąt obrotu: 8 do 16 segmentów pokazuje położenie głowicy w obrębie 360° .

Kąt nachylenia: jest pokazywany na ekranie do wartości 25° gdy kąt obrotu zawarty jest w jednym segmencie po obu stronach godziny 12. Strzałka pokazuje kierunek gradientu. Informacje

te mogą być powtórzone na dodatkowym ekranie w miejscu gdzie znajduje się silnik napędzający głowicę i gdzie zostaje ona wprowadzona do gruntu. Odbiornik może być oddalony do 100 m od tego miejsca.

Korektę ruch głowicy uzyskuje się przez pozostawienie jej w określonym położeniu kątowym i przeciskaniu przez jakiś czas bez ruchu obrotowego aż do osiągnięcia pożądanego położenia.

Rysunek 1 pokazuje jak wygląda urządzenie radiodetekcyjne Mole Monitor.

METODA MAGNETYCZNA

British Gas opracowała system monitorowania Rotasteer (Rys. 2) współpracujący z kierowanym "kretem" udarowym Rotamole. Oparty on jest na polu magnetycznym wytworzonym przez dwa płaskie magnesy trwałe, utrzymywane w głowicy roboczej w określonym położeniu przez wypełniacz silikonowy.

Położenie poziome i głębokość głowicy są określane przy pomocy trzech magnetometrów umieszczonych na trójkątnej tablicy, która na kółeczkach przesuwana jest wzdłuż trasy na powierzchni nad głowicą. Trzy natężenia pola odbierane przez trzy magnetometry umożliwiają komputerowi umieszczoneму w tym przyrządzie na rozwiązywanie równania trygonometrycznego i określenie stąd współrzędnych poziomych i głębokości głowicy.

Obracanie strun wiertniczych powoduje obracanie się pola magnetycznego tych magnesów tak, że może ono być odróżnione od innych statycznych pól magnetycznych. Wykrywane natężenie pola ma więc formę fali sinusoidalnej. Piki fali umożliwiają określenie przez magnetometr położenia kąowego głowicy wiertniczej. W urządzeniu Rotasteer z 1990 r. natężenie fali było pokazywane na przyrządzie wychyłowym, obecnie stosuje się rozwiązania wygodniejsze dla operatora.

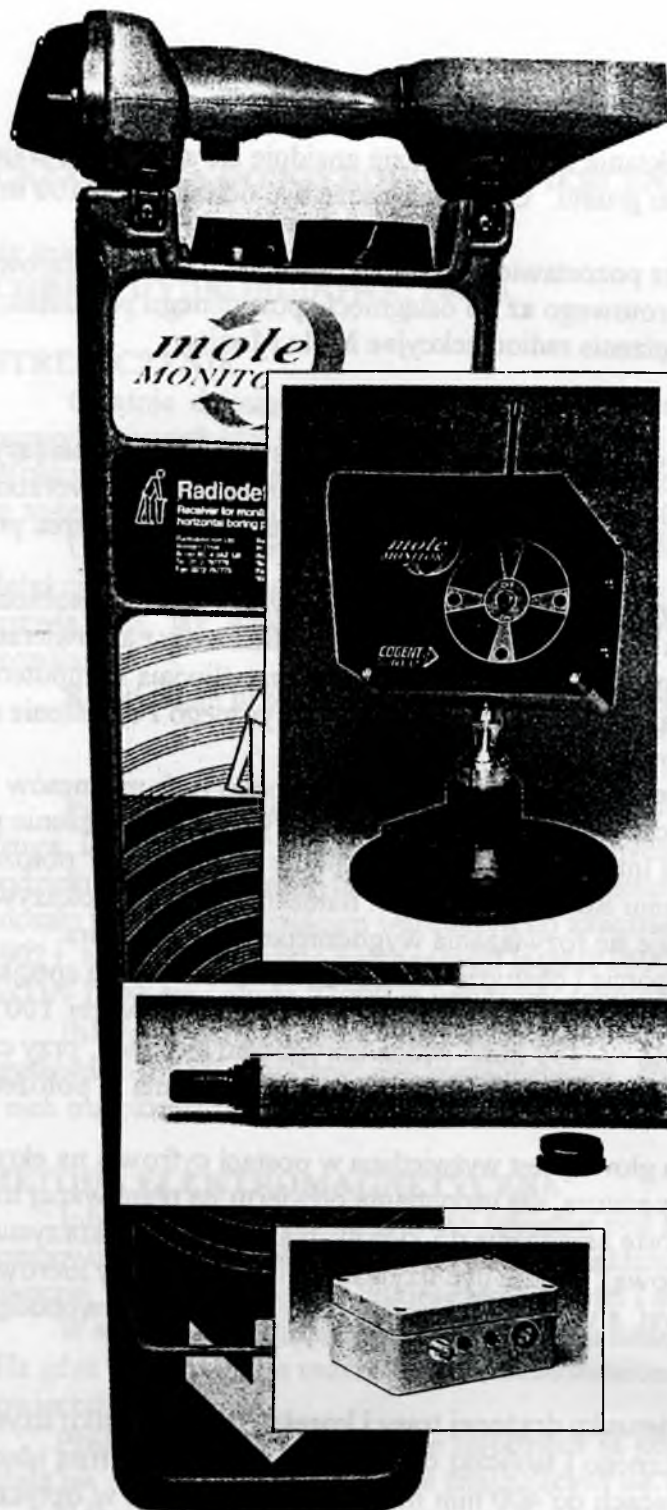
Rotamole jest lekkim i łatwym w transporcie i obsłudze urządzeniem. Nie wymaga specjalisty operatora. Instaluje przewody o średnicach 63 do 180 mm na długościach powyżej 100 m. Utrzymuje zamierzoną trasę z dokładnością do +/- 150 mm. Może korygować kierunek, przy czym promień krzywizny trasy nie może być mniejszy niż 20 m. Trasa jest monitorowana w położeniu i głębokości z dokładnością do +/- 20 mm.

Informacja o głębokości i kącie obrotu głowicy jest wyświetlana w postaci cyfrowej na ekranie, gdzie są podawane także wskazówki dla operatora, dla utrzymania odwiertu na planowanej trasie.

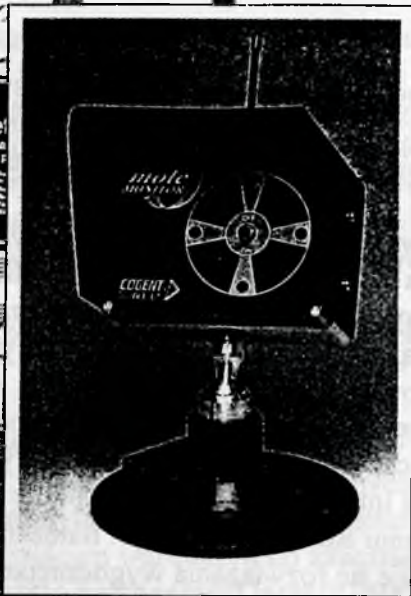
W użyciu jest jeszcze jedno bardzo proste urządzenie do kierowania "kretem" wykorzystujące niwelator hydrostatyczny (poziomicę węzową). Może być używane tylko wtedy gdy kierowanie odbywa się jedynie w płaszczyźnie pionowej, a w poziomej przebieg trasy ma pewną swobodę.

METODA OPTYCZNA

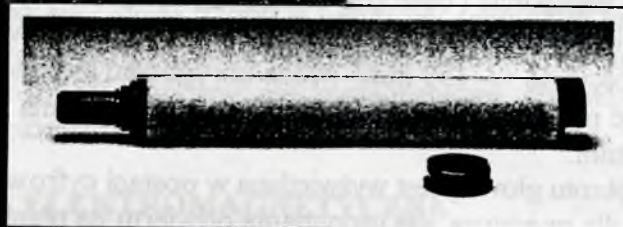
Przy mikrotunellingu informacje o kierunku drążonej trasy i korektę tego kierunku uzyskuje się przy pomocy lasera lub teodolitu optycznego i tabliczki celowniczej związanej z rurą idącą za tarczą i głowicą (Rys. 3). Dla rur o średnicach do 400 mm możliwe jest osiągnięcie w optycznym systemie korekcyjnym milimetrowej dokładności przebiegu trasy na odległościach powyżej 35 m.



Odbiornik b. niskiej częstotliwości



Monitor operatora



Sonda

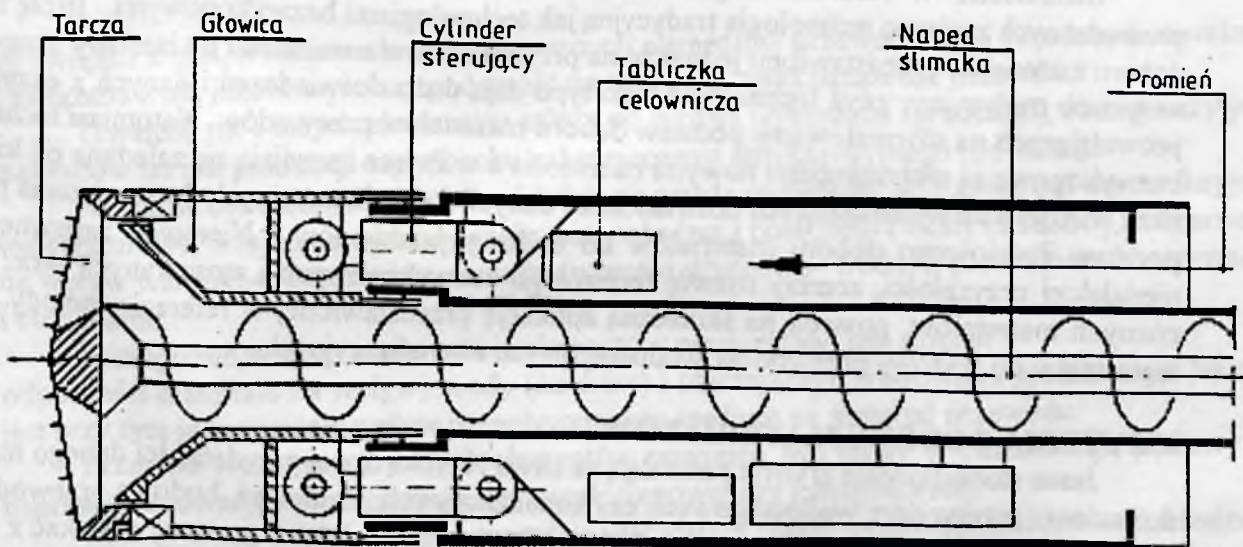


Zasilacz ładowania baterii

Rys. 1. Urządzenie radiodetekcyjne Mole Monitor



Rys. 2. Urządzenie monitorujące Rotasteer



Rys. 3. Szkic maszyny drżącej

ZAGADNIENIE DOBORU MATERIAŁÓW DO BUDOWY I RENOWACJI PRZEWODÓW WODOCIĄGOWYCH I KANALIZACYJNYCH

dr inż. Marian Kwietniewski,
Politechnika Warszawska, Polska.

STRESZCZENIE

W ostatnich latach obserwuje się na świecie szybki rozwój technologii budowy i renowacji przewodów wodociągowych. Podstawą rozwoju tych technologii jest stosowanie materiałów o wysokiej jakości oraz udoskonalonych rozwiązań konstrukcyjnych obejmujących rury, połączenia, armaturę i kształtki. Jednocześnie odczuwa się napływ olbrzymiej ilości informacji i ofert różnych producentów w tym również krajowych. Powstaje zatem problem wyboru odpowiedniej oferty, w której potencjalny użytkownik mógłby znaleźć zaspokojenie swoich potrzeb i oczekiwań.

Użytkownikami przewodów są w szerokim ujęciu: odbiorcy wody, eksploatorzy, wykonawcy i projektanci. Indywidualne, partykularne interesy poszczególnych użytkowników mogą być różne, co jednakże nie powinno mieć istotnego znaczenia dla głównego, wspólnego dla nich celu, któremu powinien służyć dobór właściwego materiału. Tym celem w ogólnym ujęciu jest zapewnienie niezawodności przewodu przy możliwie najniższych kosztach jego wykonania i eksploatacji.

Przyjęto, iż o niezawodności oferowanych elementów przewodu będą przede wszystkim świadczyć: trwałość i związana z nią jakość wyrobu, podatność na renowację, uszkodzalność przewodu.

Ponadto uwzględniono również takie kryteria jak: wytrzymałość konstrukcyjna, wzajemne oddziaływanie materiału i wody (ścieków), wpływ warunków otoczenia przewodu.

Oprócz sformułowania kryteriów zaprezentowano również możliwość ich preferencji w zależności od potrzeb i możliwości użytkownika. Końcowym efektem pracy jest metoda doboru materiału przewodu w oparciu o ustalone kryteria.

WSTĘP

Omówione w referacie zagadnienie odnosi się do budowy i renowacji przewodów prowadzonych zarówno technologią tradycyjną jak technologiami bezwykopowymi. Istotę metody doboru materiałów przedstawiono jednakże na przykładzie i w nawiązaniu do budowy przewodów w sposób tradycyjny, gdyż technologie tego typu dają dużo doświadczeń i danych z eksploatacji pozwalających na sformułowanie podstaw doboru materiałów przewodów. Natomiast technologie bezwykopowe są technologiami nowymi na świecie a w Polsce rozwijają się zaledwie od kilku lat. Brak więc jeszcze wystarczających doświadczeń i danych z eksploatacyjnych do stworzenia pełnych podstaw ilościowego doboru materiałów do budowy przewodów. Niemniej, zapewne już w niedalekiej przyszłości, szerszy rozwój technologii bezwykopowych i stosowanych wraz z nimi różnych materiałów, pozwoli na skuteczną aplikację przedstawionej w referacie metody doboru materiałów do budowy przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych.

KRYTERIA DOBORU MATERIAŁÓW

Jasno sformułowane kryteria pozwalają na łatwą i szybką ocenę przydatności danego materiału do budowy przewodów wodociągowych czy kanalizacyjnych. Ponieważ budowa przewodów jest realizowana dla potrzeb późniejszych ich użytkowników, kryteria doboru powinny wynikać z potrzeb i oczekiwań tych użytkowników. Użytkownikami przewodów, w ogólnym ujęciu są: **odbiorcy wody (odprowadzający ścieki), eksploatorzy, wykonawcy.**

Do grona użytkowników należy także włączyć **projektantów**, którzy już na etapie planowania i projektowania sieci powinni dokonać właściwego wyboru materiału do budowy przewodów.

Partykularne i wąskie interesy wymienionych grup użytkowników mogą się różnić między sobą.

Odbiorcy wody, jeśli nie są jednocześnie inwestorami, chcieliby np. otrzymywać wodę o odpowiedniej jakości i ciśnieniu oraz o dowolnej dla nich porze. Koszty materiałów przewodów, wytrzymałość mechaniczna, zakres oferty producenta czy efektywność montażu przewodu są dla nich nieistotne. Liczy się natomiast to, czy np. materiał przewodu może reagować z wodą i mieć przez to niekorzystny wpływ na zdrowie człowieka. Z kolei w przypadku kanalizacji, istotna jest przede wszystkim odpowiednia przepustowość przewodów odprowadzających ścieki.

Eksploatatorzy pragnęliby mieć do utrzymania takie przewody, które nie sprzyjałyby gromadzeniu się osadów, wogóle lub prawie wcale nie uszkadzały się, a jeśli już, to powinny być podatne na naprawy i renowację itp. Nie interesują ich natomiast takie aspekty jak np. koszty budowy przewodów, sprawność wykonania złącz itp.

Wykonawcy z kolei są zainteresowani przede wszystkim: kompleksowym zakresem oferty producentów obejmującym rury, złącza, kształtki i armaturę, dużą podatnością na montaż (proste i szybkie złącza, długie i lekkie odcinki rur itp.) itp. Nie ma dla nich istotnego znaczenia np. odporność na korozję, trwałość, wzajemne oddziaływanie materiału przewodu i wody (ścieków), koszty eksploatacji itp.

Mimo, że interesy poszczególnych grup użytkowników różnią się między sobą, to nie powinno to mieć istotnego znaczenia dla głównego celu, któremu ma służyć dobór właściwego materiału. Tym wspólnym celem w ogólnym uproszczeniu jest zapewnienie niezawodności przewodu przy możliwie najniższych kosztach wykonania i eksploatacji.

Niezawodność jest pojęciem, które zawiera w sobie szereg właściwości oferowanych wyrobów istotnych dla wszystkich użytkowników sieci [1]. Pojęcie niezawodności elementów przewodów można w tym przypadku zdefiniować następująco:

"Niezwadność elementów przewodów jest ich zdolnością do umożliwienia przesyłania przewodem określonej ilości wody (ścieków) przy zachowaniu jej (ich) jakości, przy danym ciśnieniu, w istniejących warunkach otoczenia i eksploatacji i w ciągu założonego okresu czasu".

W związku z tym, o niezawodności oferowanych elementów przewodu będą świadczyć: trwałość i związana z nią jakość wyrobu, podatność na naprawy, **uszkodzalność** przewodu.

Trwałość rur i innych elementów zależy od jakości wykonania (produkcji), rodzaju użytych surowców do ich produkcji czy sposobu zabezpieczenia antykorozyjnego (powłoki).

Na jakość oferowanych wyrobów składają się przede wszystkim: wytrzymałość konstrukcyjna, temperaturowa, wzajemne oddziaływanie materiału (rur i połączeń) i wody (ścieków), odporność na wpływ warunków otoczenia przewodu (warunki gruntowo- wodne), prawidłowa konserwacja i utrzymanie.

Szczególnie ważną właściwością elementów przewodów, jest stopień odporności materiału na wpływy wody (ścieków) i otaczającego środowiska gruntowego. Istotny jest przy tym jednocześnie wpływ przepływającego medium na materiał przewodu.

Przewód wykonany z danych elementów powinien być łatwy w eksploatacji, podatny na naprawy, renowację i modernizację sieci wodociągowej czy kanalizacyjnej.

Bardzo prostą w interpretacji własnością ułatwiającą ocenę niezawodności jest uszkodzalność przewodów wykonanych z elementów z danego materiału. Jest to również dość wygodny parametr do wyznaczenia na podstawie danych z eksploatacji.

Przy doborze materiału elementów do budowy przewodu istotne znaczenie ma też zakres oferty asortymentowo-technicznej oraz to, czy wyroby oferowane przez danego producenta

pozwalają na łatwy i szybki montaż przewodu.

Najbardziej chyba oczywistym aspektem doboru materiału rur i innych elementów przewodów są koszty. Z tym, że przy pełnym, dobrze skalkulowanym doborze materiału, to kryterium powinno być uwzględniane w nieco szerszym zakresie niż tylko koszty zakupu materiału.

Oprócz sformułowania kryteriów istnieje również potrzeba ustalenia ich preferencji. Ustalenie hierarchii ważności poszczególnych kryteriów wiąże się najczęściej z indywidualnymi potrzebami oraz możliwościami użytkownika.

Mając na uwadze potrzeby i oczekiwania użytkowników możnaby nakreślić pokrótce wyżej kryteria sformułować następująco:

1. **niezbędny zakres oferty techniczno-asortymentowej**
2. **podatność elementów na monaż**
3. **odpowiednia wytrzymałość konstrukcyjna na obciążenia statyczne i dynamiczne**
4. **odporność na działanie otoczenia zewnętrznego**
5. **odporność na wzajemne oddziaływanie z przepływającym medium (mechaniczne, chemiczne i biologiczne)**
6. **podatność na naprawy i ułatwienie eksploatacji**
7. **minimalna uszkodzalność**
8. **minimalne koszty**

Dodatkowo należy uwzględnić uwarunkowania lokalne decydujące niekiedy o możliwości wykonania przewodu lub też specjalne wymagania użytkownika.

Ocena materiałów stosowanych do budowy i renowacji przewodów z punktu widzenia poszczególnych kryteriów jest zagadnieniem bardzo szerokim i w związku z tym nie może być omówiono wyczerpująco w ramach niniejszego referatu. Niemniej, spośród wymienionych kryteriów, szczególną uwagę zwrócono na: wzajemne oddziaływanie materiału i wody (ścieków), uszkodzalność, podatność na renowację i eksploatację oraz koszty.

WZAJEMNE ODDZIAŁYWANIE MATERIAŁU I WODY (ŚCIEKÓW)

Wzajemne oddziaływanie materiału i wody (ścieków) może mieć na ogół charakter chemiczny i biologiczny. Istotnymi efektami tego oddziaływania w wodociągach jest z jednej strony pogorszenie jakości wody a z drugiej inkrustracja materiału przewodu. W rezultacie może powstać zagrożenie dla zdrowia człowieka oraz może gromadzić się osad w przewodzie powodujący utrudnienia eksploatacyjne i podwyższone koszty eksploatacji.

Korozyjne oddziaływanie wody na wewnętrzną powierzchnię rur może być dużo intensywniejsze, niż korozja zewnętrzna.

Pogorszenie się jakości wody może być spowodowane np. wymywaniem ze ścian rur włókien azbestowych, chlorku winylu czy też wymywaniem kancerogennych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych z niektórych powłok ochronnych. Może również wystąpić wtórny rozwój mikroorganizmów w przewodach wodociągowych spowodowany z jednej strony obecnością biogenów w wodzie uzdatnionej a z drugiej strony wymywaniem przez wodę związków mogących stanowić pożywkę dla rozwoju bakterii.

Należy zaznaczyć, że czyste materiały mineralne i metale takie jak np. zaprawa cementowa, azbesto-cement, wysokiej jakości stal oraz twarde rury z PCV i z PE nie wykazują tendencji do rozwoju bakterii na ich powierzchni, pod warunkiem skutecznego oczyszczenia z substancji zabezpieczających, konserwujących itp. (tab. 1) [3]. Ale np. zaprawa cementowa z dodatkami z tworzyw sztucznych służących do szybszego wiązania, może sprzyjać już rozwojowi bakterii w wodzie (tab.2) [3,4].

Powłoki ochronne takie np. jak farby bitumiczne, chlorokauczukowe, żywice epoksydowe,

miękkie powłoki z PVC, w kontakcie z wodą mogą powodować wtórny rozwój mikroorganizmów (tab.2).

Stosowana do uszczelnienia połączeń lub do powlekania powierzchni metalowych guma bardzo często sprzyja wtórnemu rozwojowi bakterii [4] choć niektóre jej gatunki nie wykazują tego typu właściwości [5].

Inne masy uszczelniające nie twardnące charakteryzują się bardzo zróżnicowaną intensywnością rozwoju mikroorganizmów na ich powierzchni [4] ale np. pozostałości kleju w połączeniach rur z PVC mogą stanowić potencjalne źródło rozwoju bakterii.

W przypadku przewodów kanalizacyjnych występuje oddziaływanie chemiczne ścieków na materiał w sposób bardzo intensywny. W szczególności oddziaływanie kwasu siarkowego i siarkowodoru tworzących się w ściekach na rury wykonane na bazie cementu, niechronione.

Bardzo istotną własnością materiałów wykorzystywanych do budowy przewodów kanalizacyjnych jest odporność na ścieranie. Na rys. 1 przedstawiono rezultaty badań z tego zakresu przeprowadzonych w Niemczech w Technische Hochschule Darmstadt [3].

Z rys.1 wynika, że największą odpornością na ścieranie odznaczają się rury kompozytowe i rury z HDPE. Nieco mniejszą odporność natomiast mają rury z PVC zaś najmniejszą odpornością na ścieranie charakteryzują się rury azbestocementowe.

USZKADZALNOŚĆ

Ta cecha przewodów jest chyba najbardziej widoczna i odczuwalna przez ich użytkowników. Aby jednak uszkodzalność mogła być znaczącym kryterium doboru materiału przewodu, muszą być przeprowadzone solidne badania niezawodności. Dane o uszkodzeniach powinny być wiarygodne i możliwie dokładne. Aby to osiągnąć, zbieranie danych powinno się odbywać w trakcie bieżącej eksploatacji sieci.

Pewną ilustracją uszkodzalności przewodów wodociagowych są zamieszczone w tabeli 3, jednostkowe częstości uszkodzeń przewodów wyznaczone na podstawie badań przeprowadzonych w różnych krajach w tym również w Polsce. Wyniki badań krajowych odnoszą się przede wszystkim do przewodów tranzytowych.

Chociaż nie można uogólniać wniosków wynikających z tabeli 3, można jednak zauważyć, że najmniej podatne na uszkodzenia są przewody z PVC, PE i z żeliwa seroidalnego. Najbardziej natomiast są podatne na uszkodzenia przewody z azbestocementu i stali. Przy ocenie uszkodzalności należy uwzględnić również czynniki rzutujące na wyniki badań np. warunki gruntowe, czy przewody były zabezpieczane antykorozyjnie? i w jaki sposób itp. Np. przewody żeliwne w Kanadzie były ułożone w wyjątkowo korozyjnych gruntach. Najbardziej miarodajne wyniki badań pochodzą ze Szwecji i z Niemiec.

Obok stopnia uszkodzalności, ważne są również ich przyczyny. Przyczyny świadczą między innymi o tym jakie elementy przewodu dominują w jego uszkodzeniach. I tutaj należy podkreślić, że elementami najbardziej uszkodzającymi się są w większości wypadków złącza. Na przykładzie badań przeprowadzonych w Szwecji można stwierdzić, że częstość uszkodzeń złącz przewodów z PVC i PE była 2-4 razy większa niż częstość uszkodzeń rur. Stąd też większość przedsięwzięć technologicznych producentów rur koncentruje się na udoskonalaniu i modernizacji sposobu łączenia elementów przewodów przez nich produkowanych. Celem takich przedsięwzięć podjętych np. w Szwecji jest uzyskanie w przyszłości częstości uszkodzeń przewodów wykonanych z PVC i PE nie przekraczającej 0.01 uszk./km. w ciągu roku [7].

PODATNOŚĆ NA RENOWACJĘ I EKSPLOATACJĘ

W zasadzie można uznać, iż rurociągi wykonane z każdego rodzaju materiału są podatne na renowację. Przy obecnej technice renowacji pozostaje tylko problem ustalenia jej zakresu. Na ogół,

odcinki przewodów, które po uszkodzeniu są jeszcze w stanie zachować swoją konstrukcję (przewody z żeliwa, stali itp.) mogą być rekonstruowane przy zachowaniu starego rurociągu. Natomiast odcinki przewodów, które tracą swoją konstrukcję (najczęściej przewody z PCV, PE, betonu) muszą być wymieniane na nowe.

Można przyjąć, że czynnikami sprzyjającymi podatności przewodów na naprawy i eksploatację są:

- dostępność elementów (rur, kształtek, armatury itp.) składowych przewodów jako "części zamiennych" - wynika to praktycznie z zakresu oferty producentów (zakres systemu),
- własności mechaniczne materiału umożliwiające utrzymanie konstrukcji przewodu po jego uszkodzeniu co pozwala na ograniczenie zakresu renowacji.

W okresie eksploatacji dużą uciążliwością są uderzenia hydrauliczne. Oprócz wielu znanych sposobów zapobiegania ujemnym skutkom tego zjawiska, można również wykorzystać do budowy przewodów rury o pewnej elastyczności materiałowej pozwalającej na wytłumianie fali uderzeniowej. Praktycznym wskaźnikiem tej elastyczności jest prędkość rozchodzenia się fali ciśnienia w przewodzie. Szybkość ta zależy głównie od materiału rury, grubości ścianki i rodzaju transportowanego medium. Bardzo korzystnymi (małymi) pod tym względem wartościami prędkości charakteryzują się rury wykonane z PE, PVC oraz rury kompozytowe. Średnie prędkości rozchodzenia się fali uderzeniowej w przewodach wykonanych z tych materiałów wynoszą odpowiednio: 170-200 m/s, 240-380 m/s i 420 m/s podczas gdy średnie prędkości dla standardowych materiałów takich jak stal i żeliwo przyjmowane do projektowania wynoszą ok. 1000 m/s.

KOSZTY

Najczęściej jest to decydujące kryterium doboru materiału do budowy przewodów. Jednocześnie należy podkreślić, że jest ono brane pod uwagę zbyt powierzchownie.

Zwykle przy podejmowaniu decyzji o wyborze danego materiału bierze się pod uwagę koszty zakupu rur, kształtek, armatury i innych elementów i rzadko koszty budowy. Zapomina się natomiast często o kosztach przyszłej eksploatacji wybudowanego przewodu z danego materiału.

Koszty należy rozpatrywać oczywiście w pewnym okresie czasu. Na ogół jest tak, że dobranie taniego materiału pozwala na uzyskanie pewnych oszczędności w danej chwili i są to oszczędności jednoznacznie wymierne. Z kolei, wybranie materiału droższego (na ogół lepszej jakości) pociąga za sobą wydanie jednorazowo względnie dużej sumy pieniędzy.

Jednakże w praktyce okazuje się, że w pierwszym przypadku koszty eksploatacji np. koszty energii, koszty napraw częściej zdarzających się uszkodzeń itp. są na ogół wyższe niż w drugim wypadku.

Ogólnie można przyjąć, że zarówno o nakładach inwestycyjnych jak i o późniejszych kosztach eksploatacji przewodu decydują przede wszystkim: jakość materiału, jakość rozwiązań połączeń, sposób zabezpieczenia przewodu i jego trwałość.

Trudno jest przedstawić wspólną analizę porównawczą wszystkich rozważanych materiałów, chociażby ze względu na brak wiarygodnych danych. Poza tym, analizę taką należy odnosić do konkretnych warunków wykonania (warunki gruntowo-wodne, lokalne uwarunkowania, technologia budowy itp.).

Można jednak przypuszczać, że w niedalekiej przyszłości, przy szerszym zastosowaniu nowych materiałów, takie analizy będą możliwe.

ISTOTA METODY DOBORU MATERIAŁU

Istota metody doboru materiału opiera się na przyjęciu 5-cio stopniowej skali oceny

przydatności danego materiału z punktu widzenia każdego kryterium. Przyjęto zatem następujące stopnie oceny materiałów:

5	-	doskonały
4	-	dobry
3	-	dość dobry
2	-	zadawalający
1	-	niezadawalający

Należy zaznaczyć, że kwalifikacja materiału wg w.w. ocen odnosi się do oceny względnej porównawczej rozważanych materiałów (porównanie materiałów między sobą). Nie oznacza ona więc absolutnie bezwzględnej oceny przydatności danego materiału do budowy określonego rodzaju przewodu, gdyż praktycznie każdy materiał może być wykorzystany zgodnie z założonym przeznaczeniem. Potwierdzeniem tego są chociażby decyzje o dopuszczeniu do stosowania w budownictwie i pozytywne oceny higieniczne uzyskane od uprawnionych do wydawania tego typu dokumentów instytucji w Polsce. Jest to zatem skala ocen przy zaakceptowanym już określonym poziomie jakości materiałów.

Jest oczywiste, że nie wszystkie kryteria są jednakowo ważne dla danego inwestora. Hierarchia ważności (wagi) poszczególnych kryteriów będzie różna u różnych użytkowników sieci wodociągowej czy kanalizacyjnej. Będzie mieć na to wpływ wiele czynników, spośród których można wymienić między innymi: **zasobność finansową, kulturę i dojrzałość techniczną, warunki lokalne i gruntowo-wodne.**

W związku z powyższym, istotą właściwego doboru materiału będzie przypisanie poszczególnym kryteriom określonych "wag" wynikających z przyjętego znaczenia danego kryterium. Wagi mogą być wyrażone jako części całości lub też w procentach. Przy założeniu, że rozważane kryteria obejmują wszystkie istotne dla użytkownika warunki jakie powinien spełniać przewód, suma ich "wag" będzie równa 1.0 lub 100%.

Zatem ogólna ocena stopnia spełnienia wszystkich kryteriów (wymagań użytkownika) przez dany materiał będzie sumą iloczynów:

$$D = \sum O_i * W_i \quad (1)$$

- gdzie; D - ocena stopnia spełnienia przez dany materiał wszystkich kryteriów
O_i - ocena stopnia spełnienia przez dany materiał i-tego kryterium
W_i - waga nadana i-temu kryterium
n - liczba rozważnych kryteriów

W celu zilustrowania sposobu doboru materiału przedstawiono poniżej przykład doboru materiału przewodu dla potrzeb budowy sieci wodociągowej. Rozważono następujące materiały:

- żeliwo szare
- żeliwo sferoidalne
- stal
- PVC
- PE
- azbestocement
- żelbet
- wielowarstwowe typu "sandwich"
- wielowarstwowe typu kompozytowego

Oceny spełnienia przez dany materiał poszczególnych kryteriów w skali od 5 do 1 dokonano na podstawie analizy podanych wcześniej własności lecz bez uwzględnienia kosztów. Przyjęto przy tym następujące "wagi" kryteriów:

1. wzajemne oddziaływanie materiału i wody - 0.3
 2. uszkodzalność - 0.2
 3. pozostałe kryteria - po 0.1 ($5 \cdot 0.1 = 0.5$)
- RAZEM - 1.0

Wyniki przedstawiono w tabeli 4.

Uwzględniając wyniki ocen cząstkowych materiałów, przyjęte "wagi" poszczególnych kryteriów i obliczone na podstawie wzoru (1) wartości ocen stopnia spełnienia przez dany materiał wszystkich kryteriów, wybrano w nienijszym przykładzie do budowy przewodów wodociagowych rury z żeliwa sferoidalnego i rury kompozytowe. Materiały te uzyskały bowiem najwyższą wartość oceny spełnienia wszystkich kryteriów równą 4.9.

UWAGI KOŃCOWE

Przedstawiona metoda doboru materiału jest próbą rozwiązania zagadnienia właściwego doboru materiału do budowy i renowacji przewodów wodociagowych i kanalizacyjnych. Niemniej idea tej metody może być wykorzystana również do doboru materiałów dla innych systemów przesyłowych. Jest to zagadnienie jednoznacznie sformułowane, o istotnym praktycznym znaczeniu, aczkolwiek niezbędnym warunkiem jego rozwiązania jest posiadanie przez użytkownika szerokiego zakresu informacji.

Część tych informacji jak dane techniczne i własności produkowanych wyrobów, zakres oferty producentów są łatwe do uzyskania.

Jednak większość danych takich np. jak informacje o uszkodzalności, odporności na warunki gruntowo-wodne, oddziaływaniu z czynnikiem transportowanym, podatności na montaż, naprawy i renowację, kosztach eksploatacji można uzyskać dopiero w wyniku przeprowadzonych badań eksploatacyjnych i bezpośrednich obserwacji procesu budowy. Część danych można również uzyskać na podstawie badań laboratoryjnych (odporność rur na ścieranie, odporność na substancje chemiczne, namnażanie się mikroorganizmów na ściankach przewodów, wytrzymałość mechaniczna i temperaturowa itp.).

Nie umniejszając znaczenia innych źródeł pozyskiwania informacji wydaje się, że najważniejszym z nich są badania eksploatacyjne. Badania tego typu polegają na prowadzonej przez pewien okres ciągłej obserwacji funkcjonowania sieci i systematycznej rejestracji stopnia spełnienia przez nie postawionych przez użytkowników wymagań - kryteriów. Uzyskuje się w ten sposób realne dane z naturalnych warunków eksploatacji, które najlepiej odzwierciedlają rzeczywisty stan techniczny przewodów.

W wyniku tych wszystkich badań można dopiero uzyskać dane pozwalające na liczbowe wyrażenie przyjętych kryteriów oceny przewodów. Prowadzenie takich badań leży nie tylko w interesie użytkowników ale również w interesie wykoławców i producentów rur i innych elementów przewodów.

LITERATURA

1. M. Kwietniewski, M. Roman, H. Kłoss "Niezawodność wodociagów i kanalizacji". Arkady. Warszawa 1994r.
2. "Podziemna korozja rur wodociagowych w miastach kanadyjskich" Caproco Corrosion Prevention Ltd. Edmonton, Alberta. Raport nr ENG-83/240, 1983 i 1985r.
3. B. Wichrowska "Zanieczyszczenie wody do picia w przewodach wodociagowych w zależności od ich rodzaju". Informacja INSTAL nr 4/1994, str. 7-11.

4. L.A. Kaplan, T.L. Bott "Nutrients for bacterial growth in drinking water: Bioassay evaluation". EPA 600/S2-89/030, Feb. 1990
5. D. Schoenen "Influence of materials on the microbiological colonization of drinking water". Aqua 38/1989.pp.101-113
6. O. Kirschman "Problems of Abrasion in Pipes". Steinzeug Informationen, 1966 no 1 pp 3-13.
7. I. Bjorklund "Plastic pipes in water distribution systems. A study of failure frequencies". The Nordic Plastic Pipe Association, Stockholm. 1990.
8. M. Roman, M. Kwietniewski, H. Kłoss. Materiały własne.
9. I. Kondoh "Materials selection standard of distribution and service pipes in Nagoya". Special subject. Congress IWSA. Budapest 1993.
10. F. Olah "Selection of pipe materials for water supply systems". Congress IWSA. Budapest 1993
11. H. Kłoss, M. Kwietniewski, M. Roman "Eksploatacyjne wskaźniki niezawodności przewodów tranzytowych i sieci rozdzielczych w wiejskich systemach wodociągowych". Gas Woda i Technika Sanitarna nr 12/1990 ss244-248.

Tabela 3

Wybrane jednostkowe częstości uszkodzeń [uszk./km.rok] przewodów sieci wodociągowych w różnych krajach

Material	Szwecja 1986 [7]	Kanada ¹⁾ 1980r [2]	Niemcy ²⁾ 1986r [8]	Japonia ³⁾ 1991r [9]	Węgry ⁴⁾ 1991r [10]	Polska 1987r [1,11]
ŻŻ	0.19	0.50	0.06	0.06	0.27	0.074 ^{***)} 0.536 ^{****)}
ŻS	0.04	0.29	0.06 ⁾ 0.01 ^{*)}	0.0007	0.18	-
S	0.47		0.13		0.94	0.021 ^{***)} 0.51 ^{****)}
uPVC	0.10		0.006	0.168	0.67	0.20 ^{***)} 0.086 ^{****)}
PE	0.03				1.0	-
AC			0.13	0.7	0.28	0.5 ^{****)} 0.53 ^{****)}
Ż						0.29 ^{***)}

ŻŻ - żeliwo szare, ŻS - żeliwo sferoidalne, S - stal, uPVC - nieplastifikowany polichlorek winylu, PE - polietylen, AC - azbestocement, Ż - żelbet

¹⁾ - Calgary (wyjątkowo korozyjne warunki gruntowe), ²⁾ - Hamburg; ³⁾ - w mieście Nagoya; ⁴⁾ - Budapeszt (razem z połączeniami domowymi); ⁾ - bez zabezpieczenia; ^{*)} - z wykładziną wew. z zaprawy cementowej i z zewnętrzną powłoką polietylenową; ^{***)} - przewody tranzytowe; ^{****)} - wodociągi wiejskie.

Tabela 4.

Oceny stopnia spełnienia kryteriów przez poszczególne materiały przewodów wodociągowych (przykład)

Material	Ocena spełnienia kryterium							Ocena końcowa wg. wzoru (I)
	1 (0.3)	2 (0.2)	3 (0.1)	4 (0.1)	5 (0.1)	6 (0.1)	7 (0.1)	
ŻŻ	4	4	4	4	5	4	4	4.1
ŻS	5	5	5	4	5	5	5	4.9
S	3	4	4	5	5	4	5	4.0
PVC	4	5	5	3	4	5	3	4.2
PE	5	5	5	3	4	5	3	4.1
Ż	4	4	4	4	4	4	4	4.0
H	5	5	5	5	4	5	5	4.9
W	4	4	5	4	4	4	4	4.1
AC	1	3	4	3	4	5	3	2.7

Oznaczenia:

ŻŻ - żeliwo szare, ŻS - żeliwo sferoidalne, S - stal, PVC - polichlorek winylu, PE - polietylen, Ż - żelbet, H - rury kompozytowe, W - rury wielowarstwowe typu "sandwich", AC - azbestocement

1 - wzajemne oddziaływanie materiału i wody (ścieków), 2 - uszkodzalność, 3 - trwałość elementów i odporność na warunki gruntowo-wodne, 4 - podatność na renowację i eksploatację, 5 - zakres oferty techniczno-asortymentowej, 6 - podatność na montaż przewodu, 7 - wytrzymałość konstrukcyjna

Tabela 1

Wykaz rur wraz z oceną podatności ich powierzchni na rozwój bakterii [3].

Material rury lub rodz. rury	Namnażanie się bakterii na powierzchni materiału
Polichlorek winylu (PVC)	nie
Chlorowany polichlorek winylu (cPVC)	nie
Polietylen (PE)	nie
Polipropylen (PP)	nie
Polibutylen (PB)	nie
Poliamid (PA)	tak
Rury giętkie i węże z PE	tak
Rury giętkie i węże z PA	tak

Tabela 2

Zestawienie badanych powłok ochronnych i materiałów uszczelniających w przewodach oraz ocen ich wpływu na rozwój mikroorganizmów [3].

Powłoka lub materiał uszczelniający	Namnażanie się bakterii na powierzchni materiału
Powłoki bitumiczne zawierające rozpuszczalniki	tak/nie
Powłoki bitumiczne bez rozpuszczalnika	nie
Powłoki chlorokauczukowe	tak
Powłoki z PVC	tak
Powłoki z cPVC	nie
Folie ze zmiękzonego PVC	tak
Folie z PVC z kopolimerem	nie/tak
Zaprawa cementowa z domieszką syntetyczną	tak/nie
Zaprawa cementowa bez domieszki syntetycznej	nie
Teflon (PTFE)	nie
Żywica epoksydowa zawierająca rozpuszczalniki	tak
Żywica epoksydowa bez rozpuszczalnika	tak/nie
Materiały uszczelniające z żywicą epoksydową	tak
Materiały uszczelniające z polisiarczkiem	tak
Materiały uszczelniające z silikonem	nie/tak
Kleje do rur z PVC i cPVC	tak

tak/nie - oznacza różny wpływ w zależności między innymi od odmiany materiału, jego składu, warunków otoczenia i pracy itp.

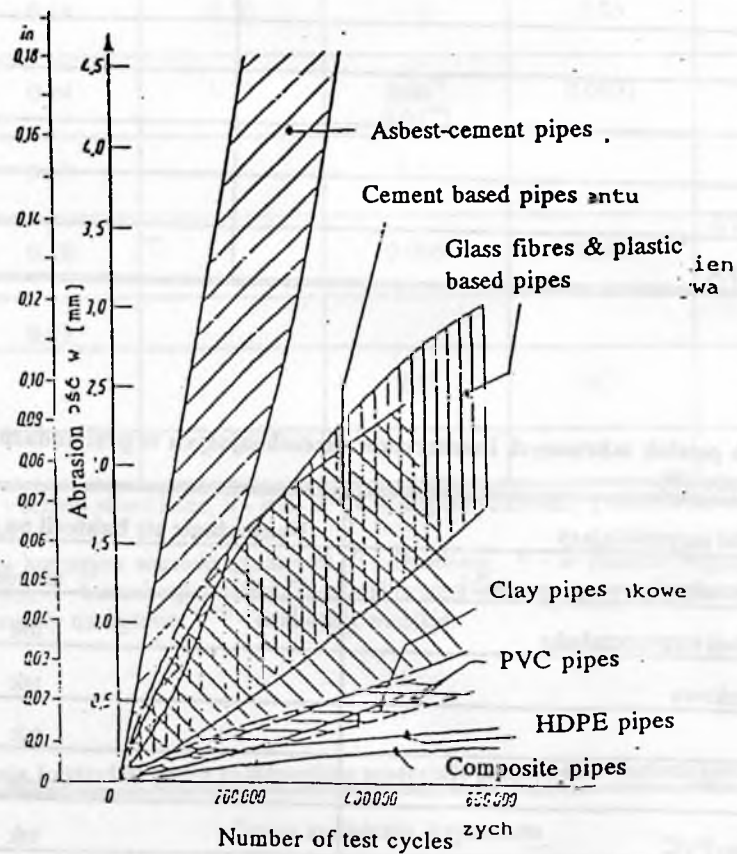


Fig. 1. Range of abrasion for pipes made of different materials



PER AARSLEFF POLSKA
Sp. z o.o.

Filtrowa 64/14 PL-02057 Warszawa Tel.: +48 2 658 03 73 Fax: +48 2 658 03 73