



Fot. 1. Pomiar grubości ścianki

IKT – Instytut Infrastruktury Podziemnej po raz drugi przedstawia statystyczne opracowanie swojej bazy danych dotyczącej rękawów. Zasadniczym celem raportu jest przedstawienie przejrzystych danych na temat jakości wykonywanych renowacji z użyciem technologii rękawa. W ciągu 18 miesięcy, jakie minęły od czasu publikacji pierwszego LinerReport (raportu na temat rękawów) (IB [13] 1/2006), nie tylko ustaliły się pewne trendy, ale także zaobserwowano rozwój tych technologii.

IKT LinerReport (Raport Jakości Rękawów) z przełomu lat 2003/2004 stanowił pierwszą statystyczną ocenę jak różne mogą być w praktyce efekty rehabilitacji. Baza danych dotyczących rękawów została wzbogacona o wyniki testów w okresie między lipcem 2004 a grudniem 2005. Na tej podstawie można zauważyć, że jakość rehabilitacji jest coraz wyższa.

### **Dłuższa eksploatacja przewodów po renowacji**

Większość operatorów sieci wodno-kanalizacyjnych coraz częściej ucieka się do stosowania najnowszych technologii rehabilitacji. Stosowanie technologii rękawa jest szczególnie popularne ze względu na jego niższy koszt. Wygląda na to, że trend ten będzie się umacniał w najbliższych latach, ponieważ zapotrzebowanie na renowację przewodów wzrasta, w przeciwieństwie do budżetów samorządowych. Dodatkowo firmy zajmujące się rehabilitacją gwarantują teraz dłuższe czasy trwałości swoich produktów – 50 lat lub więcej. Niektórzy klienci zastanawiają się, jak ten obiecany wzrost jakości ma się do również obserwowanego spadku cen. Wielu obawia się, że w rzeczywistości oszczędza się na jakości produktu. Dlatego temat zapewnienia jakości rękawów staje się palącym problemem; klienci chcą wiedzieć, jaki produkt dostaną za swoje pieniądze.

### **Zapewnienie jakości**

Jakość rękawów jest wiodącym tematem na wielu konferencjach. (m.in. Göttingen, Oldenburg, Tube Liner Day). Zleceniodawcy komunalni zareagowali zdecydowanie, podnosząc wymogi jakości zawarte w specyfikacjach przetargowych. W Hamburgu dzieje się tak od kilku lat, zaś siedem innych dużych niemieckich miast postępuje podobnie aktualizując swoje wymogi.

# Na szerszą skalę

Test jakości rękawów przeprowadzony przez niemiecki instytut IKT został poszerzony o wyniki z ostatniego roku

Powodzeniem cieszą się też szkolenia. Kurs VSB na „Dyplomowanego Doradcę Rehabilitacji Kanalizacji” staje się coraz popularniejszy, a jedna z niemieckich uczelni oferuje kierunek dla przyszłych ekspertów rehabilitacji.

W celu ustalenia jednolitych reguł testowania ustanowiono Grupę Roboczą Instytutów Testujących Rękawy (APS, Working Group of Tube Liner Testing Institutes). Grupa ta dokładnie określiła procedurę prowadzenia testu do wykrywania przecieków i sprecyzowała bardziej wymagające standardy oceny. W trakcie przygotowania są dalsze procedury badawcze.

### **Przenoszenie próbek z miejsca projektu do laboratorium**

Bardzo ważnym narzędziem zapewnienia jakości jest analiza próbek rękawa wziętych bezpośrednio z miejsca instalacji. Wykonawca wycina fragmenty rękawa ze studzienki lub z odnawianej rury wkrótce po utwardzeniu i wysyła do laboratorium. Instytut IKT poddaje je czterem zasadniczym badaniom: okre-



Fot. 2. Test wodoszczelności według wytycznych APS

śla moduł sprężystości, wytrzymałość na rozciąganie, mierzy grubość ścianki i sprawdza wodoszczelność.

Zleceniodawca otrzymuje szczegółowy raport z testu zawierający jego wyniki oraz dokumentację w postaci tabel i ilustracji. Jest to pomocne w uzyskaniu odbioru wykonanych prac na budowie, wykrywa słabe punkty i pozwala na ich ewentualne wyeliminowanie.

### **Ograniczenia**

Wyniki testów laboratoryjnych przeprowadzonych na próbkach pozyskanych z placu budowy nie mogą być jedynym kryterium oceny rehabilitacji. Zmienne czynniki związane z placem budowy (np. sam sposób wyboru i pobierania pró-



Fot. 3. Test obciążeniowy *parallel plate*

bek) trudno jest uwzględnić przy ocenie jakości próbek. Często takich informacji nie mają osoby prowadzące testy.

Próbki z terenu budowy są zazwyczaj przypadkowe. Pobiera się je najczęściej ze studzienki lub w wyjątkowych przypadkach bezpośrednio z naprawionego przewodu. Stąd w wielu przypadkach nie jest możliwe oszacowanie ogólnego stanu odnawianego rurociągu. Konieczne są dodatkowe testy sprawdzające, takie jak inspekcja kamerą wideo. Tylko to pozwala na stwierdzenie braku fałd, źle połączonych przyłączy lub miejscowych wad na powierzchni utwardzonego rękawa.

Uwzględniając te czynniki, wyników raportu IKT nie można traktować jako jedynego czy też ostatecznego kryterium przy ocenie i porównywaniu firm zajmujących się rehabilitacją oraz

oferowanych przez nie systemów. Raport Jakości Rękawów przedstawia pewien pogląd na sytuację na rynku na podstawie tylko jednego – chociaż bardzo ważnego – sposobu badania zapewnienia jakości.

### Pozyskiwanie danych

Institut IKT stale wprowadza wyniki swoich testów próbek, otrzymanych z placu budowy, do bazy danych. Ta podstawowa i ważna baza dotycząca jakości rękawów stale rośnie, podobnie jak ilość próbek poddanych testom. Próbki są przechowywane przez pięć lat i przez ten okres pozostają do wglądu osób zainteresowanych. Takie są podstawowe założenia raportu IKT.

Firma	Rodzaj rękawa	Test IKT zlecony przez:	
		firmę rehabilitacyjną	operatorów sieci/dział inżynierski
		%	%
ARKIL INPIPE GmbH	BKP Berolina	25	75
Brandenburger Kanalsanierungs-GmbH	Brandenburger	31	69
FLEER-TECH GmbH	RS-RoboLiner	79	21
Hans Brochier GmbH & Co. KG	Saertex	72	28
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	Insituform	16	84
KMG Rohrtechnik GmbH	KM Inliner	33	67
KS Kanalsanierung Friedrich e.K.	Brandenburger	87	13
Linertec GmbH	Euroliner	9	91

Tab. 1. Systemy rehabilitacyjne i linery

Firma	Ilość próbek	osiągnięta wartość docelowa*	niedobór wartości docelowej*	
		w % testów	średni %	maksymalny %
Hans Brochier GmbH & Co. KG	111	99.1	6.7	6.7
Brandenburger Kanalsanierungs-GmbH	84	97.6	10.5	14.1
ARKIL INPIPE GmbH	73	97.3	9.1	17.4
KS Kanalsanierung Friedrich e.K.	68	97.1	10.1	17.4
Linertec GmbH	34	97.1	6.1	6.1
KMG Rohrtechnik GmbH	52	96.2	21.1	32.6
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	246	87.8	22.2	68.5
FLEER-TECH GmbH	63	77.8	15.0	35.2

\* Wartość docelowa określona przez statykę oraz producenta

Tab. 2. E-modulus kryterium – moduł sprężystości

Firma	Ilość próbek	osiągnięta wartość docelowa*	Niedobór wartości docelowej*	
		w % testów	średni %	maksymalny %
Brandenburger Kanalsanierungs-GmbH	84	100.0	0.0	0.0
FLEER-TECH GmbH	63	100.0	0.0	0.0
KS Kanalsanierung Friedrich e.K.	68	98.5	36.2	36.2
ARKIL INPIPE GmbH	73	97.3	37.5	62.6
Hans Brochier GmbH & Co. KG	111	96.4	24.4	34.5
Linertec GmbH	34	91.2	19.3	35.0
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	246	74.0	9.7	36.0
KMG Rohrtechnik GmbH	52	50.0	10.9	31.9

\* Wartość docelowa określona przez statykę oraz producenta

Tab. 3. Kryterium – wytrzymałość na rozciąganie - sbz

Firma	Ilość próbek	osiągnięta wartość docelowa*	Niedobór wartości docelowej*	
		w % testów	średni %	maksymalny %
KMG Rohrtechnik GmbH	52	100.0	0.0	0.0
Linertec GmbH	34	97.1	8.8	8.8
Hans Brochier GmbH & Co. KG	97	96.9	2.6	2.8
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	200	92.0	6.0	15.8
FLEER-TECH GmbH	63	90.5	12.1	42.2
ARKIL INPIPE GmbH	70	90.0	8.8	23.2
Brandenburger Kanalsanierungs-GmbH	84	67.9	7.5	24.0
KS Kanalsanierung Friedrich e.K.	55	47.3	8.8	23.1

\* Wartość docelowa określona przez statykę oraz producenta

Aby zostać uwzględnionym w Raporcie Jakości Rękawów opracowanym przez IKT, producent lub firma wykonująca renowację rękawem musi dostarczyć przynajmniej 25 próbek linera, pochodzących z pięciu różnych miejsc lub od pięciu różnych wykonawców. Nie są brane pod uwagę systemy, które nie spełnią tych minimalnych wymogów.

Ocena uwzględni wyniki wszystkich testów prowadzonych między lipcem 2004 a grudniem 2005. W przypadku wielokrotnych lub powtarzanych testów uwzględni się jedynie wynik końcowy, o ile wszystkie testy prowadzone były przez IKT.

Bieżący Raport Jakości Rękawów IKT opiera się na badaniu 747 próbek otrzymanych z placu budowy, odzwierciedlających ok. 100 km rehabilitowanych rurociągów.

### Odniesienie do deklarowanych wartości

Rękawy są wciągane do rehabilitowanej rury i dopiero tam utwardzane i utrwalane. Parametry rękawa określa się wcześniej poprzez obliczenia (m.in. wartości docelowe grubości ścianki oraz cechy mechaniczne). Wytrzymałość i stateczność rękawa mogą być zagrożone, jeśli faktyczne wartości są mniejsze niż wymogi specyfikacji.

Wyniki porównania wartości zmierzonej do wartości wymaganej (deklarowanej przez producenta) są gromadzone w raporcie IKT LinerReport z podziałem na poszczególne systemy. Dla każdej z próbek określa się następujące cechy:

- moduł sprężystości (krótkotrwały) (E-modulus),
- wytrzymałość na rozciąganie.

Firma	Ilość próbek	wodoszczelność w %
		%
Brandenburger Kanalsanierungs-GmbH	84	100.0
KS Kanalsanierung Friedrich e.K.	54	100.0
Linertec GmbH	34	100.0
ARKIL INPIPE GmbH	71	98.6
Hans Brochier GmbH & Co. KG	109	98.2
FLEER-TECH GmbH	55	81.8
KMG Rohrtechnik GmbH	52	75.0
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH		
a) according to APS-Guideline	198	62.6
b) following DIN EN 1610 (Explanation see text)	59	83.1
Według parametrów APS, chyba, że określona specjalnie		

Tab. 5. Kryterium – wodoszczelność\*

Kryterium testowe	Suma wszystkich próbek	Osiągnięta wartość docelowa i/lub wodoszczelność
		w % testów
Moduł sprężystości	731	926
Odporność na rozciąganie	731	863
Wytrzymałość ścianki	655	864
Wodoszczelność	716	846

Tab. 6. Ogólne zestawienie wyników

- grubość ścianki.
- Zleceniodawcy informują IKT o oczekiwanych wartościach

docelowych. Ich źródłem zazwyczaj są aprobaty lub wykonane dla danego projektu obliczenia statyczne. Tabele wyników pokazują, odpowiednio dla każdej firmy lub systemu:

- ilość przeprowadzonych testów, które spełniły oczekiwane wymogi.
- średni i maksymalny procentowy niedobór wartości docelowych we wszystkich pozostałych przypadkach

Próbki rękawów są następnie testowane pod kątem wodoszczelności. Jest to główne kryterium wśród prowadzonych pomiarów. Wynikiem tego testu może być tylko stwierdzenie „wodoszczelny” lub „nieszczelny”.

### Rehabilitacja i systemy rękawów

Testowane firmy renowacyjne używają różnych systemów do rehabilitacji rękawem. Niektóre firmy stosują więcej niż jeden system. W opracowaniu raportu IKT pod uwagę brane są jedynie wyniki dotyczące poszczególnych systemów, które spełniają omówione wcześniej minimalne wymogi (25 próbek z 5 różnych miejsc).

Zarówno inwestorzy (operatorzy sieci i ich działy techniczne), jak i firmy renowacyjne wymagają wykonywania testów. Inwestorzy zlecają 60% testów (tab. 1).

### Moduł E

Rękawy muszą być w stanie wytrzymać różne obciążenia wynikające z warunków lokalnych. (wody gruntowe, ruch uliczny, ciśnienie ziemi). Muszą być zaprojektowane z uwzględnieniem tych czynników i mieć



## PLACÓWKA KONTROLNA LINERÓW ELASTYCZNYCH

badanie    sprawdzanie    poradnictwo    testowanie



- Uznany przez niemiecki Instytut Techniki Budowlanej
- Badanie przydatności, badanie wstępne
- Wyznaczanie wartości Materiałów
- Sprawdzanie Budów
- Ekspertyzy

Exterbruch 1  
45886 Gelsenkirchen  
Niemcy

Tel.: +49 (0) 209 17806-0  
Fax: +49 (0) 209 17806-88  
www.ikt.de | info@ikt.de



IKT - Instytut infrastruktury podziemnej

wystarczającą wytrzymałość. Moduł sprężystości jest wartością najlepiej oddającą właściwości mechaniczne. Trzypunktowy test zginania stosowany jest jako metoda badawcza dla próbek pochodzących z placu budowy. IKT przeprowadza go zgodnie z normami DIN EN ISO 178 i DIN EN 13566-4 (tab. 2).

### Wytrzymałość na rozciąganie

Wytrzymałość na rozciąganie określa punkt, w którym rękaw doznaje uszkodzeń spowodowanych zbyt dużymi naprężeniami. Rękaw może nie przenieść wszystkich obciążeń, jeśli wytrzymałość jest zbyt niska, i pęknąć przed osiągnięciem dozwolonej deformacji (ugięcia). Metoda testowa: obciążenie jest zwiększane do pierwszego spadku nośności w trzypunktowym teście na zginanie, którym oznacza się moment zapoczątkowania łamania się materiału rękawa (tab. 3).

### Wytrzymałość ścianki

Grubość ścianki to trzecie kryterium brane pod uwagę przy szacowaniu wytrzymałości rękawów na obciążenia. Podobnie jak w poprzednich przypadkach wychodzi się od przyjęcia wartości docelowej, którą należy osiągnąć (np. w oparciu o obliczenia sprawdzające). Metoda prowadzenia testu: grubość ścianki odpowiedzialnej za przenoszenie obciążeń (bez dodatkowych warstw, np. preliner) mierzy się w sześciu miejscach z pomocą odpowiedniego, bardzo precyzyjnego przyrządu. Nie bierze się pod uwagę powierzchniowej warstwy folii wewnętrznej i zewnętrznej ani nadwyzkowej żywicy (Tab. 4).

### Wodoszczelność

W celu określenia wodoszczelności z powierzchni zdejmuje się zewnętrzną warstwę folii. Warstwę wewnętrzną przycina się według określonego wzoru. Następnie w miejscu nacięć aplikuje się zabarwioną na czerwono wodę, a testowany fragment rękawa, od strony zewnętrznej, poddaje się podciśnieniu 0,5 bar. Jeśli na wierzchniej stronie pojawia się kropla płynu,

piana lub zwilgocenie – rękaw uznaje się za nieszczelny.

Wszystkie próbki rękawów zostały sprawdzone według tych wytycznych, nazwanych APS Guideline. Jedynym wyjątkiem były rękawy Insituform, które poddano innemu badaniu (23% przypadków), na prośbę części zlecających. Wyciek wody na badanej powierzchni mierzony był i porównywany do dopuszczalnej ilości wody (0,15 l/m<sup>2</sup>) według DIN EN 1610. Rękaw był oceniony jako wodoszczelny, jeśli przepuszczana ilość wody nie przekraczała podanej wartości (tab. 5).

### Podsumowanie

LinerReport IKT 2004/2005 przedstawia zróżnicowany obraz jakości różnych systemów rehabilitacyjnych na przestrzeni 18 miesięcy. Przebadano ponad 700 próbek otrzymanych z placu budowy, które sprawdzono pod kątem parametrów mechanicznych i wodoszczelności.

Tab. 6 zawiera zestawienie wyników testów jakości wszystkich rękawów na podstawie średnich wartości z poszczególnych pomiarów. Powinno to dla wykonawców stanowić zapewnienie, że większość testów wykazała dobre właściwości rękawów, a część rezultatów można nawet określić jako bardzo dobre.

Aktualna dyskusja dotycząca jakości rękawów ma swoje uzasadnienie. Statystyki pokazują, że wyniki testów mogą, na przestrzeni czasu, znacząco się od siebie różnić. Części producentów udaje się niezmiennie utrzymać wysokie standardy, podczas gdy u innych łatwo dostrzec wahania jakości oferowanych produktów.

Wyniki pozwalają dostrzec słabe punkty i tym samym dostarczają wartościowe informacje, pozwalające rozpoznać obszary, w których warto ulepszać produkty i ich skuteczność. Producenci powinni to odbierać jako szansę udoskonalania swojej oferty – to im przecież najbardziej zależy na tym, by klienci dalej ufali technologiom renowacji rękawem.

Raport Jakości Rękawów jasno pokazuje wykonawcom, że monitorowanie jakości na budowie ma ogromne znaczenie. W kwestii gwarancji jakości i sprawdzania, czy spełniają założone właściwości, testowanie próbek pobranych bezpośrednio z miejsca aplikacji ma najwyższą skuteczność. Zbyt wielu inwestorów zostawia kwestię kontrolowania jakości w rękach firm renowacyjnych które same powinny podlegać kontroli.

Kontrola jakości powinna odbywać się na długo przed zaakceptowaniem produktu w danym projekcie. Najważniejsze elementy to: znajomość dostępnych technologii, przejście zaawansowanych szkoleń, dobre zaplanowanie i przygotowania zadania oraz właściwe poprowadzenie przetargu.

Wykonawcy powinni rozważać różne opcje oferowane przez prawa klienta i przed podjęciem decyzji rozważyć jakość (a nie tylko cenę) oferowanych produktów. Jedno jest pewne: klient ma przewagę, w kontekście zbyt dużej zdolności produkcyjnej przemysłu budowlanego. Musi jedynie określić swoje wymagania odnośnie do jakości i upewnić się, że zostaną one spełnione. Można znaleźć firmy renowacyjne, które sprostają tym wymaganiom.

Fot. 4. Test metodą trzy punktowego zginania

