

Roland W. Waniek; Dieter Homann
IKT - Institut für Unterirdische
Infrastruktur gGmbH

Rękawy renowacyjne przy pomiarze szczelności wodą coraz lepsze

Fot. 1. | Grubość ścianki jest mierzona precyzyjną suwmiarką

Wyniki prób wykonanych w 2010 r. ocenić można jako bardzo dobre. Pomiar szczelności wodą dał lepsze rezultaty niż przed rokiem. Wskaźniki wytrzymałościowe okazały się równie dobre jak rok temu. Jedynie wyniki pomiaru grubości ścianki określono jako gorsze niż w 2009 r.

Przedstawiony przez IKT (Instytut Infrastruktury Podziemnej) siódmy już raport dotyczy jakości rękawów renowacyjnych. Opracowano go, bazując na 1300 próbkach pobranych w roku 2010 na różnych budowach. Próbkę zostały przebadane w laboratoriach IKT.

BAZA DANYCH

W zestawieniach uwzględniono wyniki tych firm renowacyjnych, które dostarczyły do badań w IKT minimum 25 próbek rękawów z 5 różnych budow. Te wymagania spełniło 18 firm, o 3 więcej niż przed rokiem. Dwie firmy działają tylko na tere-

Firma renowacyjna	Producent wykładziny	Typ wykładziny	Ilość próbek	Zlecający badanie	
				wykonawca %	inwestor %
AKS Umwelttechnik GmbH	Saertex Liner	GRP	61	0	100
ARKIL INPIPE GmbH	Berolina Liner	GRP	45	0	100
Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH	RS CityLiner	NF	28	7	93
Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH	Saertex Liner	GRP	38	26	74
Erles Umweltservice GmbH	Impreg Liner	GRP	119	14	86
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	Impreg Liner	GRP	113	0	100
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	Insituform tube liner	NF	66	0	100
Insituform Rioolrenovatietechnieken bv (NL)	Insituform tube liner (NL)	NF	44	0	100
Jeschke Umwelttechnik GmbH	Alphaliner	GRP	40	0	100
Karl Weiss GmbH & Co. KG	Brandenburger tube liner	GRP	54	13	87
Kilian Kanalsanierung GmbH	Brandenburger tube liner	GRP	39	0	100
Kleen + Huneke Umwelt & Kanaltechnik GmbH	Saertex Liner	GRP	76	14	86
KMG Pipe Technologies GmbH	Saertex Liner	GRP	40	7	93
KTF Kanaltechnik Friess GmbH	Impreg Liner	GRP	26	42	58
Nelis Infra Aarsleff JV (NL)	PAA-S Liner	NF	51	0	100
Rainer Kiel Kanalsanierung GmbH	Saertex Liner	GRP	110	64	36
Rohr Fuchs Rohrreinigungs GmbH	Impreg Liner	GRP	61	0	100
Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	Berolina Liner	GRP	107	10	90
TKT Jens und Lutz Meißner GbR	Alphaliner	GRP	78	53	47
U&W Umwelttechnik u. Wasserbau GmbH	Brandenburger tube liner	GRP	75	79	21
Razem			1,271	19	81
GFK:	Laminat na bazie włókna szklanego				
NF:	Laminat na bazie filcu igłowego				

Tab. 1. | Firmy renowacyjne i producenci wykładzin

Moduł sprężystości (krótkookresowy)

- wykładziny muszą wytrzymywać obciążenia pochodzące od wody gruntowej, ruchu drogowego, naporu gruntu;
- moduł sprężystości jest parametrem określającym wytrzymałość;
- jeśli jest zbyt niski, może być zagrożona wytrzymałość kanału;
- metoda badania: trzypunktowa próba zginania wg DIN EN ISO 178 oraz DIN EN 13566-4

→ Wyniki: tab. 2

Wytrzymałość na zginanie (naprężenie zginające w trakcie pęknięcia = krótkookresowe- σ_{br})

- określa punkt, w którym wykładzina poddana zbyt dużemu obciążeniu ulega zniszczeniu;
- jeśli wytrzymałość na zginanie jest zbyt mała, wykładzina może ulec zniszczeniu nawet przed osiągnięciem dopuszczalnej deformacji;
- metoda badania: wzrastające obciążenie przy trzypunktowej próbie zginania aż do pęknięcia materiału zgodnie z DIN EN ISO 178 oraz DIN EN 13566-4 (krótkookresowa wytrzymałość na zginanie)

→ Wyniki: tab. 3

Tab. 2. | Przegląd kryteriów badań

nie Holandii, a w tabelach oznaczono je wyróżnikiem (NL).

W 81% przypadków zlecenie badań próbek wykładzin pochodziło od inwestorów lub biur inżynierskich nadzorujących budowy. 19% zleceń pochodziło bezpośrednio od firm wykonawczych (tab. 1).

ANALIZA WARTOŚCI UZYSKANYCH I OCZEKIWANYCH

Badane były następujące parametry próbek pobranych z różnych budów: moduł sprężystości E, wytrzymałość na zginanie, grubość ścianki oraz szczelność. Wartości uzyskane zostały porównane z wartościami oczekiwanymi, określonymi w dokumentach dopuszczeniowych DIBT lub podanymi przez inwestora. Wartości oczekiwane grubości ścianki określone zostały w wyliczeniach statycznych lub zostały

Grubość ścianki (średnia grubość laminatu)

- wartość minimalna ustalana jest przez obliczenia statyczne;
- grubość ścianki oraz moduł sprężystości determinują wspólnie sztywność wykładziny;
- zbyt mała grubość ścianki może zagrażać wytrzymałości kanału;
- metoda badania: przy użyciu precyzyjnej suwmiarki mierzona jest średnia grubość laminatu zgodnie z DIN EN 13566-4

→ Wyniki: tab. 4

Szczelność badana wodą

- naciąć wewnętrzną folię, o ile nie jest integralną częścią wykładziny; usunąć folię zewnętrzną, jeśli występuje;
- nalać na wewnętrzną powierzchnię farbowaną na czerwono wodę;
- od zewnątrz podać podciśnienie 0,5 bar;
- wykładzina jest nieszczelna, jeśli woda przeniknie przez ściankę
- czas trwania próby: 30 min.

→ Wyniki: tab. 5



Fot. 2. | Przegląd kryteriów badań

Krótkookresowy moduł sprężystości

Firma renowacyjna	2010		2009	Tendencja
	Ilość próbek	Wartość oczekiwana* osiągnięta w % badań	Wartość oczekiwana* osiągnięta w % badań	
ARKIL INPIPE GmbH	45	100,0	97,1	↑
Erles Umweltservice GmbH	119	100,0	100,0	↔
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH with Impreg-Liner	113	100,0	-	-
Jeschke Umwelttechnik GmbH	40	100,0	100,0	↔**
Karl Weiss GmbH & Co. KG	54	100,0	100,0	↔
Kilian Kanalsanierung GmbH	39	100,0	-	-
KTF Kanaltechnik Friess GmbH	26	100,0	-	-
TKT Jens und Lutz Meißner GbR	78	100,0	97,9	↑**
Rainer Kiel Kanalsanierung GmbH	110	99,1	97,4	↑
Kleen + Huneke Umwelt & Kanaltechnik GmbH	76	98,7	96,2	↑
U&W Umwelttechnik u. Wasserbau GmbH	75	98,7	100,0	↓
Rohr Fuchs Rohrreinigung GmbH	61	98,4	-	-
Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	107	98,1	100,0	↓
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH with Insituform tube liner	66	97,0	80,5	↑
Wartość średnia		96,8	96,4	↑
Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH with Saertex-Liner	38	94,7	98,2	↓
AKS Umwelttechnik GmbH	61	91,8	-	-
KMG Pipe Technologies GmbH	40	90,0	-	-
Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH with RS CityLiner	28	89,3	60,0	↑
Nelis Infra Aarsleff JV (NL)	51	80,4	-	-
Insituform Rioolrenovatietechnieken bv (NL)	38	76,3	-	-

* Wartość oczekiwana według danych inwestora

** W 2010 r. zastosowano inną wykładzinę niż w 2009 r.

- nie uwzględniony, za małą ilość próbek

Tab. 3. | Wyniki badań modułu sprężystości

Krótkookresowa- σ_{fb}				
Firma renowacyjna	2010		2009	Tendencja
	Ilość próbek	Wartość oczekiwana* osiągnięta w % badań	Wartość oczekiwana* osiągnięta w % badań	
AKS Umwelttechnik GmbH	61	100,0	–	–
ARKIL INPIPE GmbH	45	100,0	94,1	↑
Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH with Saertex-Liner	38	100,0	100,0	↔
Erles Umweltservice GmbH	119	100,0	98,0	↑
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH with Impreg-Liner	113	100,0	–	–
Jeschke Umwelttechnik GmbH	40	100,0	100,0	↔**
Kilian Kanalsanierung GmbH	39	100,0	–	–
Kleen + Huneke Umwelt & Kanaltechnik GmbH	76	100,0	100,0	↔
Rainer Kiel Kanalsanierung GmbH	110	100,0	94,7	↑
U&W Umwelttechnik u. Wasserbau GmbH	75	100,0	100,0	↔
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH with Insituform tube liner	66	98,5	79,6	↑
Rohr Fuchs Rohrreinigung GmbH	61	98,4	–	–
Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	107	98,1	100,0	↓
KMG Pipe Technologies GmbH	40	97,5	–	–
TKT Jens und Lutz Meißner GbR	78	97,4	95,8	↑**
Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH with RS CityLiner	28	96,4	96,0	↑
Karl Weiss GmbH & Co. KG	54	96,3	100,0	↓
KTF Kanaltechnik Friess GmbH	26	96,2	–	–
Wartość średnia		96,0	96,3	↓
Nelis Infra Aarsleff JV (NL)	51	56,9	–	–
Insituform Rioolrenovatietechnieken bv (NL)	38	52,6	–	–

* Wartość oczekiwana według danych inwestora
** W 2010 r. zastosowano inną wykładzinę niż w 2009 r.
– nie uwzględniony, za małą ilość próbek

Tab. 4. | Wyniki wytrzymałości na zginanie

Średnia grubość ścianki według DIN EN 13566-4				
Firma renowacyjna	2010		2009	Tendencja
	Ilość próbek	Wartość oczekiwana* osiągnięta w % badań	Wartość oczekiwana* osiągnięta w % badań	
Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH with RS CityLiner	28	100,0	96,0	↑
Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH with Saertex-Liner	27	100,0	87,6	↑
Jeschke Umwelttechnik GmbH	35	100,0	100,0	↔**
KTF Kanaltechnik Friess GmbH	26	100,0	–	–
Kleen + Huneke Umwelt & Kanaltechnik GmbH	75	98,7	100,0	↓
Rohr Fuchs Rohrreinigung GmbH	61	98,4	–	–
Erles Umweltservice GmbH	117	98,3	91,8	↑
TKT Jens und Lutz Meißner GbR	55	98,2	90,7	↑**
Nelis Infra Aarsleff JV (NL)	39	97,4	–	–
Rainer Kiel Kanalsanierung GmbH	89	96,6	86,8	↑
Kilian Kanalsanierung GmbH	39	94,9	–	–
Insituform Rioolrenovatietechnieken bv (NL)	44	93,2	–	–
Wartość średnia		89,1	91,9	↓
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH with Impreg-Liner	51	88,2	–	–
U&W Umwelttechnik u. Wasserbau GmbH	75	88,0	94,1	↓
KMG Pipe Technologies GmbH	33	87,9	–	–
AKS Umwelttechnik GmbH	57	86,0	–	–
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH with Insituform tube liner	50	80,0	98,9	↓
ARKIL INPIPE GmbH	36	77,8	97,4	↓
Karl Weiss GmbH & Co. KG	51	70,6	68,8	↑
Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	93	52,7	89,1	↓

* Wartość oczekiwana według danych inwestora
** W 2010 r. zastosowano inną wykładzinę niż w 2009 r.
– nie uwzględniony, za małą ilość próbek

Tab. 5. | Wyniki grubości ścianki

Firma renowacyjna	2010		2009	Tendencja
	Ilość próbek	szelny w % badań	szelny w % badań	
AKS Umwelttechnik GmbH	61	100,0	–	–
Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH with Saertex-Liner	38	100,0	93,6	↑
Erles Umweltservice GmbH	114	100,0	98,0	↑
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH, with Insituform tube liner	not cut*	63	100,0	↑
	cut*	3	100,0	↑
Jeschke Umwelttechnik GmbH	40	100,0	100,0	↔**
Kilian Kanalsanierung GmbH	39	100,0	–	–
Kleen + Huneke GmbH	76	100,0	100,0	↔
KMG Pipe Technologies GmbH	40	100,0	–	–
KTF Kanaltechnik Friess GmbH	26	100,0	–	–
Rainer Kiel Kanalsanierung GmbH	109	100,0	100,0	↔
Rohr Fuchs Rohrreinigung GmbH	61	100,0	–	–
TKT Jens und Lutz Meißner GbR	78	100,0	95,8	↑**
U&W Umwelttechnik u. Wasserbau GmbH	36	100,0	97,3	↑
Wartość średnia		98,4	96,8	↑
Karl Weiss GmbH & Co. KG	54	98,1	96,9	↑
Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	104	98,1	98,0	↑
Arkil Inpipe GmbH	45	97,8	94,9	↑
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH with Impreg-Liner	113	95,6	–	–
Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH with RS CityLiner	28	67,9	76,0	↓

* na życzenie inwestora
** w 2010 r. zastosowano inną wykładzinę niż w 2009 r.
– nie uwzględniony, za małą ilość próbek

Tab. 6a. | Próba szczelności wodą

Firma renowacyjna	2010		2009	Tendencja
	Ilość próbek	szelny w % badań	szelny w % badań	
Nelis Infra Aarsleff JV (NL), (film not cut)	31	96,8	–	–
Insituform Rioolrenovatietechnieken bv (NL), (film not cut)	15	93,3	–	–
Wartość średnia		62,0		
Insituform Rioolrenovatietechnieken bv (NL), (film cut)	25	36,0	–	–
Nelis Infra Aarsleff JV (NL), (film cut)	29	31,0	–	–

– nie uwzględniony, za małą ilość próbek

Tab. 6b. | Próba szczelności wodą – Holandia



Fot. 3. | Przy pomiarze wytrzymałości na zginanie średnia ilość spełnionych wymagań była podobna, jak rok temu. Badanie wykładziny DN1500

podane przez inwestora. Próbkę pochodzące z Holandii oceniane były wyłącznie na podstawie wartości oczekiwanych, podanych przez zamawiającego, z reguły reprezentowanego przez biuro inżynierskie.

Przy próbach szczelności wodą dla wykładzin na bazie filcu przewidziane są dwa warianty. Z nacięciem oraz bez nacięcia wewnętrznej folii. Ten drugi wariant został wybrany dla wykładzin, dla których dopuszczenie DIBT określa folię wewnętrzną jako integralną część wykładziny, mającą wpływ na szczelność. Przy innych wykładzinach filcowych jak dotychczas folia wewnętrzna była nacinana wewnętrznie. Przy niektórych próbkach z Holandii inwestorzy życzyli sobie obu wariantów. W takim przypadku w tabeli podano oba wyniki. Wykładziny na bazie tkanin szklanych badane są tylko jedną metodą, gdyż po zakończeniu instalacji nie mają folii wewnętrznej.

MODUŁ SPRĘŻYSTOŚCI I WYTRZYMAŁOŚĆ NA ZGINANIE NA POZIOMIE UBIEGŁEGO ROKU

Przy badaniach modułu sprężystości E wartość średnia wypadła minimalnie lepiej niż przed rokiem (+0,4 punktu procentowego %P), osiągając bardzo wysoki poziom speł-

Producent	Szczelność		Moduł sprężystości E		Wytrzymałość na zginanie		Grubość ścianki	
	Ilość próbek	szczelność w % badań	Ilość próbek	Wartość oczekiwana* osiągnięta w % badań	Ilość próbek	Wartość oczekiwana* osiągnięta w % badań	Ilość próbek	Wartość oczekiwana* osiągnięta w % badań
Alphaliner	118	100,0	118	100,0	118	98,3	90	98,9
Impreg-Liner	314	98,4	319	99,7	319	99,4	255	96,5
Brandenburger tube liner	129	99,2	168	99,4	168	98,8	165	84,2
Insituform tube liner	not cut	63	100,0	66	97,0	66	98,5	50
	cut	3	100,0					
Saertex-Liner	324	100,0	325	96,0	325	99,7	281	94,3
Berolina Liner	149	98,0	152	98,7	152	98,7	129	59,7
RS CityLiner	28	67,9	28	89,3	28	96,4	28	100,0
PAA-S-Liner (NL)	not cut	31	96,8	51	80,4	51	56,9	39
	cut	29	31,0					
Insituform tube liner (NL)	not cut	15	93,3	38	76,3	38	52,6	44
	cut	25	36,0					
Wartość średnia		98,4**		96,8		96,0		89,1

■ powyżej średniej
■ poniżej średniej

* wartość oczekiwana według danych inwestora
 ** wartość średnia bez próbek z Holandii

Tab. 7. | Wyniki prób według typów wykładziny

Typ wykładziny	Szczelność w % badań			Moduł sprężystości E Wartość oczekiwana* osiągnięta w % badań			Wytrzymałość na zginanie Wartość oczekiwana* osiągnięta w % badań			Grubość ścianki Wartość oczekiwana* osiągnięta w % badań		
	2010	2009	+/-	2010	2009	+/-	2010	2009	+/-	2010	2009	+/-
Wartości średnie												
• Wszystkich próbek	98,4**	96,8	+1,6 ↑	96,8	96,4	+0,4 ↑	96,0	96,3	-0,3 ↓	89,1	91,9	-2,8 ↓
• GRP	99,1	97,3	+1,8 ↑	98,4	99,0	-0,6 ↓	99,2	98,2	+1,0 ↑	88,7	91,2	-2,5 ↓
• NF	90,4**	93,1	-2,7 ↓	86,9	76,8	+10,1 ↑	77,0	82,6	-5,6 ↓	91,3	98,3	-7,0 ↓

GFK: Laminat na bazie włókna szklanego
 NF: Laminat na bazie filcu igłowego
 * wartości oczekiwane według danych inwestora
 ** wartości średnie bez próbek z Holandii

Tab. 8. | Wyniki prób w porównaniu z poprzednim rokiem

nienia wymagań 96,8%. Wykładziny na bazie włókna szklanego pogorszyły się minimalnie o -0,6%P, a na bazie filcu – podniosły znacząco jakość o + 10,1%P punktu procentowego.

Przy pomiarach wytrzymałości na zginanie ilość próbek pozytywnie ocenionych pozostała praktycznie niezmienną -0,3%P. Wykładziny filcowe były gorsze o - 5,6%P, a wykonane z włókna szklanego – lepsze o +1,0%P. Tylko dwie firmy holenderskie uplasowały się poniżej średniej.

GRUBOŚĆ ŚCIANKI WYKŁADZIN GORSZA

Ze wszystkich czterech badanych parametrów grubość ścianki wypadła najgorzej. Średnio wyniki prób pomysłnych były o -2,8%P gorsze. Tak jak poprzednio wyniki dla wykładzin z włókna szklanego były gorsze niż filcowych, przy czym wyniki wykładzin z filcu pogorszyły się wyraźnie o -7,0%P, a szklane o -2,5%P.

POMIAR SZCZELNOŚCI NA PLUSIE

Kryterium szczelności w roku 2010 jest lepsze o +1,6%P niż w 2009 r. Osiągnięto wartość 98,4%; dla wykładzin szklanych: 99,1%, a dla filcowych: 90,4%, czyli odpowiednio +1,8%P

i -2,7%P. Warte uwagi jest to, że z 19 próbek 14 miało 100% szczelności. Pozostałe wyniki, poza jednym, były minimalnie poniżej przeciętnej. Wyniki pomiarów szczelności dla wykładzin holenderskich są wyraźnie gorsze niż niemieckich. Ich wyniki zostały przedstawione w osobnej tabeli, gdyż w Holandii niemieckie kryteria oceny tego parametru są tylko częściowo brane pod uwagę.

WNIOSKI

Raport IKT-LinerReport 2010 wykazuje wysoką jakość napraw przy użyciu wykładzin. Średnie wyniki pomiarów modułu sprężystości i wytrzymałości na zginanie uzyskały wartości podobne jak w poprzednim roku, natomiast pomiary grubości ścianki były wyraźnie gorsze. Pomiar szczelności wodą, będący bardzo ważnym kryterium, wykazał wyraźny wzrost wyników, które już w poprzednich latach były wysokie. To, że nie dzieje się to samo z siebie, pokazały wyniki firm holenderskich. Oceniając średnie wartości pomiarów widać pozytywny rozwój sytuacji. Należy jednak zauważyć, że pewne wyniki były znacznie niższe niż przeciętne. Należałoby zalecić inwestorom, aby w przyszłości bardzo dokładnie formułowali swoje wymagania i pilnowali ich spełnienia ■