



Systemy rur GRP Flowtite

Dla hydroelektrowni i rurociągów zasilających turbiny



AMIAANTIT PIPE SYSTEMS

Proces produkcyjny

Podstawowymi surowcami używanymi do produkcji rur FLOWTITE są żywica, włókno szklane i piasek kwarcowy. Zazwyczaj stosowane są ortoftalowe żywice poliestrowe, ponieważ nadają się one doskonale do zastosowań związanych z wodą pitną.

Rury FLOWTITE są wytwarzane w procesie opartym na zasadzie ciągłego przesuwu rdzenia, który reprezentuje najbardziej zaawansowaną technologię używaną do produkcji rur GRP. Proces ten umożliwia stosowanie wzmocnienia z ciągłego włókna szklanego nawijanego w kierunku obwodowym. W przypadku rur ciśnieniowych główne naprężenia występują właśnie w kierunku obwodowym. Zastosowanie ciągłego wzmocnienia w tym kierunku pozwala uzyskać produkt o lepszych parametrach przy niższym koszcie produkcji. W procesie produkcyjnym powstaje mocno sprasowany laminat, który pozwala zwiększyć do maksimum wykorzystanie właściwości trzech podstawowych surowców. Stosowane są zarówno ciągłe, jak i cięte włókna szklane, zapewniające wysoką wytrzymałość obwodową i wzmocnienie w kierunku osiowym. Materiał wzmacniający w postaci piasku umieszczonego blisko osi obojętnej rdzenia rury ma na celu zwiększenie sztywności wyrobu poprzez dodatkowe zwiększenie jego grubości.



Zalety produktów

Produkty i akcesoria FLOWTITE posiadają wiele zalet istotnych przy budowie elektrowni wodnych i rurociągów zasilających turbiny:

- Materiał odporny na korozję - Nie ma potrzeby stosowania wykładzin, powłok, ochrony katodowej lub innych form zabezpieczenia przed korozją.
- Charakterystyka hydrauliczna nie zmienia się zasadniczo wraz z upływem czasu.
- Unikalne i stałe cechy wyrobów w skrajnie gorących i zimnych warunkach klimatycznych.
- Niski spadek ciśnienia dzięki gładkiej powierzchni wewnętrznej.
- Ciśnienie uderzenia hydraulicznego ok. 50% mniejsze w porównaniu z wyrobami ze stali lub żeliwa sferoidalnego (DIP) w podobnych warunkach.
- Ekonomiczna i łatwa instalacja oraz obsługa w trudnych warunkach terenowych dzięki niskiej masie (ok. 25% masy rur żeliwnych / 10% masy rur betonowych) i zamontowanym wstępnie łącznikom z uszczelkami.
- Odporność na promieniowanie UV.
- Precyzyjnie wykonane łączniki z uszczelkami elastycznymi umożliwiają łatwą instalację oraz eliminują infiltrację i eksfiltrację.
- Niskie koszty eksploatacji.
- Nie są wymagane kontrole korozji.
- Niskie koszty utrzymania.
- Długa trwałość eksploatacyjna.
- Doświadczony serwis terenowy.
- Produkt o identycznych parametrach dostępny na całym świecie.



Asortyment produktów

Oferta rur

Oferta produktów FLOWTITE GRP obejmuje szeroki asortyment średnic rur, a jej uzupełnieniem jest bogaty zestaw kształtek i akcesoriów.

Zakres naszych średnic standardowych w mm:

100 · 150 · 200 · 250 · 300 · 350 · 400 · 450 · 500
600 · 700 · 800 · 900 · 1000 · 1200 · 1400
1600 · 1800 · 2000 · 2400 · 2600 · 2800 · 3000

Inne średnice do 4000 mm są dostępne na zapytanie.

Wszystkie rury są dostępne w standardowych klasach sztywności SN 2500 Pa, SN 5000 Pa i SN 10000 Pa. Dodatkowo specjalne klasy sztywności są dostępne na zapytanie.

Zależnie od średnicy, rury GRP FLOWTITE są dostępne w klasach ciśnienia nominalnego od 1 bara do 40 barów. Ponieważ wysokie standardy jakościowe są dla nas bardzo ważne, zapewniamy 100% testowanie wszystkich rur w czasie produkcji o klasie ciśnienia większej niż PN1 ciśnieniem dwukrotnie większym od ich ciśnienia nominalnego.

Standardowe klasy ciśnienia PN w barach
1 (bezcisnieniowe)
6
10
16
20
25
32

Nasze rury są dostarczane w odcinkach o długości standardowej do 12 metrów. Inne długości specjalne są dostępne na zapytanie.

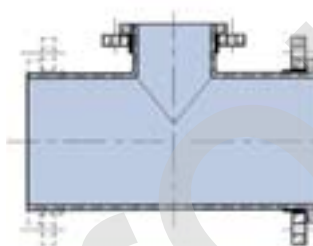


Kształtki i akcesoria

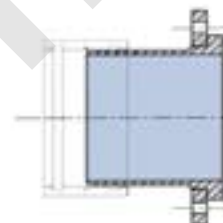
Oprócz rur, oferujemy szeroki zakres kształtek i akcesoriów GRP. Należą do nich łuki, trójniki, odgałęzienia, kształtki redukcyjne, kształtki siodłowe, studzienki oraz specjalnie zaprojektowane zestawy zmontowanych wzajemnie rur i kształtek. Wysoka elastyczność stosowanych materiałów umożliwia produkcję kształtek dostosowanych specjalnie do indywidualnych potrzeb klienta.



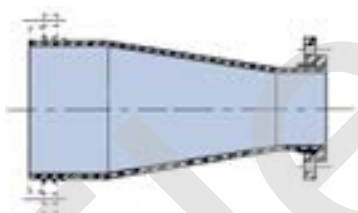
Łuki 5-90°



Trójnik 90°



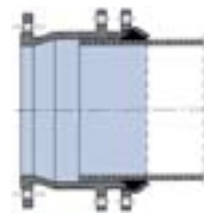
Kołnierze
ze stałym/luźnym pierścieniem



Redukcja



Odgałęzienie 60°



Połączenia z innymi
materiałami



Specyfikacje wyrobów

Systemy rurowe FLOWTITE GRP oferują rozwiązania do zastosowań, które stawiają wysokie wymagania pod względem odporności na korozję i wytrzymałości na wysokie ciśnienie. Nasze rury GRP charakteryzują się ogromną wytrzymałością, którą zawdzięczają włóknom szklanym oraz wysokim stopniem odporności na korozję, którą nadaje im żywica. Ta kombinacja właściwości mechanicznych i chemicznych sprawia, że nadają się one doskonale do budowy elektrowni wodnych i rurociągów zasilających turbiny.

Odporność na korozję	++
Odporność na promieniowanie UV	+
Rozszerzalność termiczna	+
Odporność chemiczna	+
Izolacja cieplna	+
Wskaźnik kg/m	++
Prędkość przepływu / charakterystyka hydrauliczna	++

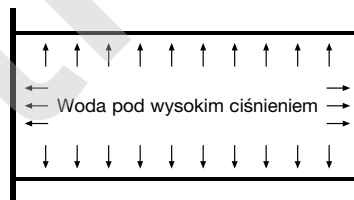
Niezmiennie wysokie standardy jakościowe stanowią istotną cechę naszych systemów rurowych FLOWTITE. Wszystkie zakłady produkcyjne podlegają okresowej certyfikacji przez niezależne firmy i posiadają oficjalne certyfikaty, takie jak ISO 9001 i inne.

Zależnie od kraju, systemy rurowe posiadają aprobaty zgodne z AWWA, CEN, ASTM, DIN, BSI, ISO oraz wieloma innymi międzynarodowymi i lokalnymi normami i systemami certyfikacji.

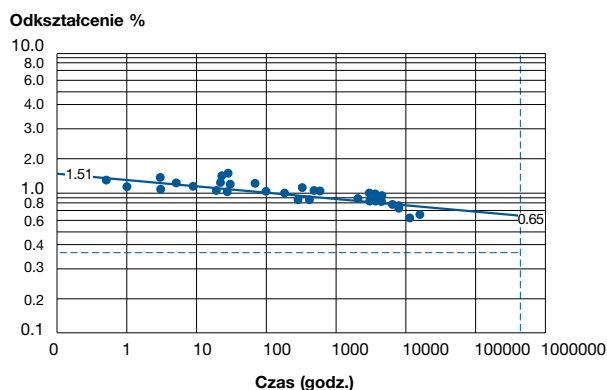


Hydrostatyczna podstawa projektowania - HDB

Ważnym testem kwalifikacyjnym dla wykorzystania rur w zastosowaniach hydroenergetycznych jest ustalenie hydrostatycznej podstawy projektowania - HDB. Test ten wymaga przeprowadzenia badań ciśnieniem hydrostatycznym pod kątem awarii (wycieku) na określonej liczbie próbek rur przy różnych bardzo wysokich stałych poziomach ciśnienia. Uzyskane wyniki są oceniane w skali logarytmicznej pod względem zależności czasu do awarii od ciśnienia (lub obwodowego odkształcenia przy rozciąganiu), a następnie poddawane ekstrapolacji na okres 50 lat. Uzyskane metodą ekstrapolacji ciśnienie (odkształcenie) niszczące po 50 latach - określane jako hydrostatyczna podstawa projektowania (odkształcenie) lub HDB - musi być większe od klasy ciśnienia (odkształcenia przy ciśnieniu nominalnym) zgodnie z przyjętym współczynnikiem bezpieczeństwa. Z uwagi na obciążenie łączne - definiowane jako interakcja między ciśnieniem wewnętrznym a obciążeniem zewnętrznym od gruntu - rzeczywisty długoterminowy współczynnik bezpieczeństwa dla awarii spowodowanej samym ciśnieniem jest wyższy od tego współczynnika bezpieczeństwa. Przedstawiony tu test kwalifikacyjny gwarantuje długi okres eksploatacji rury w warunkach ciśnieniowych. Przewidywana 50-letnia wartość odkształcenia HDB opublikowana przez FLOWTITE wynosi 0,65%.



Przenoszone zewnętrznie obciążenie czołowe (np. blok oporowy)



Wpływ długotrwałego ciśnienia na żywotność rury

Liczba Poissona i współczynnik termiczny

Dla rur FLOWTITE, współczynnik naprężenia obwodowego oraz odkształcenia osiowego wynosi od 0,22 do 0,29. Dla naprężenia osiowego oraz odkształcenia obwodowego liczba Poissona będzie odrobinę mniej. Współczynnik termiczny wydłużenia i skrócenia osiowego dla rur Flowtite GRP (z poliestru wzmacnianego włóknom szklanym) wynosi od 24 do 30 x 10⁻⁶ cm/cm/°C.

Współczynnik przepływu, prędkość przepływu i spadek ciśnienia

Na podstawie testów przeprowadzonych na rurach FLOWTITE w istniejących instalacjach można przyjąć, że współczynnik Colebrooka-White'a w terenie wynosi 0,029mm. Odpowiada to współczynnikowi przepływu Hazena-Williamsa wynoszącemu około $C = 150$. Współczynnik Manninga wynosi $n = 0,009$. W odróżnieniu od innych materiałów, które ulegają korozji, chropowatość powierzchni wewnętrznej rur FLOWTITE nie zmienia się z upływem czasu, ponieważ rury GRP nie wykazują oznak korozji.

Możliwe jest stosowanie prędkości do 4 m/s, jeżeli woda jest czysta i nie zawiera żadnych materiałów ściernych. Na życzenie dostępna jest lista referencyjna projektów, gdzie odnotowano prędkości większe niż 4 m/s.

Nasze lokalne zespoły serwisowe oferują pomoc przy obliczaniu spadku ciśnienia, dzięki czemu można uzyskać pewność, że zostaną wybrane odpowiednie materiały i rozmiary rur. Odpowiedni wybór pozwala poczynić ogromne oszczędności i/lub zyskać dodatkowe środki na inne inwestycje.



Materiał rury	Chropowatość (mm)	Spadek ciśnienia (m)	Spadek produkcji (kWh)	Różnica w kWh
GRP	0,01 (laboratorium)	9.45	389,183	
GRP	0,029 (teren)	10.04	411,324	+22,141
Żeliwo sferoidalne z cementem	0,1 (nowe, pomiar laboratoryjny)	11.53	468,876	+79,693
Żeliwo sferoidalne z cementem	1 (teren po pewnym czasie)	18.1	730,139	+340,956

* Rurociąg zasilający turbinę DN800, L = 1500 m, wydatek 1,5 m³/s, 100% produkcji = 5375 godz./rok

Spadek ciśnienia* – porównanie materiałów

Uderzenie hydrauliczne

Uderzenie hydrauliczne lub skok ciśnieniowy to nagły wzrost lub spadek ciśnienia spowodowany gwałtowną zmianą prędkości przepływu cieczy w rurociągu. Najczęstszą przyczyną tego rodzaju zmian jest szybkie zamykanie lub otwieranie zaworów albo nagłe uruchomienie lub zatrzymanie pomp, np. w zawiązku z awarią zasilania. Do najważniejszych czynników wpływających na ciśnienie uderzenia wodnego w rurociągu należą zmiana prędkości przepływu cieczy, tempo zmiany prędkości (czas zamykania zaworu), ściśliwość cieczy, sztywność rury w kierunku obwodowym oraz fizyczny układ rurociągu.

Ciśnienie uderzenia wodnego przewidywane dla systemów rurowych FLOWTITE jest równe około 50% ciśnienia, jakie występuje w przypadku rur ze stali i żeliwa sferoidalnego w podobnych warunkach. Nasze rury GRP posiadają rezerwę na udary ciśnieniowe równą 40% ciśnienia nominalnego. Przybliżony wskaźnik maksymalnej zmiany ciśnienia w określonym punkcie prostego rurociągu przy pomijalnych stratach spowodowanych przez tarcie można obliczyć z poniższego wzoru:

$$\Delta H = (w\Delta v)/g$$

gdzie: ΔH = zmiana ciśnienia (m)

w = prędkość rozchodzenia się fali ciśnienia (m/s)

Δv = zmiana prędkości przepływu cieczy (m/s)

g = przyspieszenie wywołane siłą ciężkości (m/s²)

Dodatkową pomoc przy wykonywaniu dokładnych obliczeń oferują nasze zespoły handlowców na całym świecie.



SN	PN	DN 300-400	DN 450-800	DN 900-2500
2500	6	365	350	340
	10	435	420	405
	16	500	490	480
5000	6	405	380	370
	10	435	420	410
	16	505	495	480
	25	575	570	560
10000	6	420	415	410
	10	435	425	415
	16	500	495	485
	25	580	570	560
	32	620	615	615

Niektóre liczby są zaokrąglone. Uzyskanie dokładnych wartości wymaga analizy stanów przejściowych.

Prosimy o kontakt z lokalnym dostawcą produktów FLOWTITE.

Prędkość rozchodzenia się fali ciśnienia* dla rur FLOWTITE w m/s.

Odporność na promieniowanie UV

Nie istnieją dowody, które wskazywałyby, że degradacja pod wpływem promieniowania ultrafioletowego jest czynnikiem wpływającym na długoterminową trwałość eksploatacyjną rur FLOWTITE. Na podstawie długiego i bogatego doświadczenia zdobytego na Bliskim Wschodzie w wilgotnych i pustynnych warunkach oraz w Skandynawii z jej ciemnymi i mroźnymi zimami, gdzie rury nadziemne są instalowane od ponad 30 lat, można stwierdzić, że rury GRP firmy FLOWTITE nie wykazują żadnych śladów wpływu tego promieniowania na ich strukturę. Jedynie sama powierzchnia może wykazywać odbarwienie. Na życzenie klienta firma wykonująca instalację może pomalować zewnętrzną powierzchnię rur, jednak w takim przypadku będzie to element wymagający konserwacji w przyszłości.



Instalacja

Rurociągi zasilające turbiny w elektrowniach wodnych są instalowane:

- w wykopach,
- nad ziemią.

Stosując rury FLOWTITE GRP, można wykorzystywać obie metody instalacji. Ostateczna decyzja zależy od parametrów technicznych. Zaleca się zdecydowanie, aby w razie spadku terenu przekraczającego 15° przeprowadzić badania geotechniczne w celu sprawdzenia warunków, ponieważ zależnie od jakości gruntu może występować zwiększone niebezpieczeństwo niestabilności podpór.



Instalacja nadziemna przy dużych spadkach terenu ma wiele zalet:

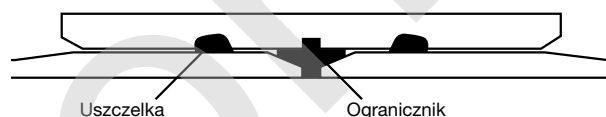
- Obciążenie rurociągu jest dużo mniejsze. Jest to ważne dla kotwienia rur.
- Podpory betonowe są łatwiejsze do oceny niż struktury gruntowe.
- Jakość instalacji jest łatwiejsza do kontroli.
- Osiadanie lub osuwanie się podpór jest łatwiejsze do wykrycia i związane z tym problemy można szybko rozwiązać.
- Awarie rurociągów są łatwiejsze do naprawy.

Jednakże systemy rurowe FLOWTITE GRP były już instalowane w wykopach o spadku do 30° bez specjalnego zakotwienia oraz w instalacjach nadziemnych przy kącie nachylenia terenu do 46°.

Łączenie

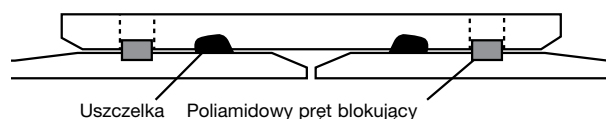
Wszystkie rozwiązania wykorzystujące rury FLOWTITE GRP posiadają sprawdzony system łączenia, który gwarantuje właściwe działanie instalacji przez cały przewidywany okres eksploatacji. System oferuje również rozwiązania dla przejść na inne materiały, na przykład przy łączeniu z zaworami i innymi akcesoriami.

Rury są typowo łączone za pomocą łączników GRP FLOWTITE opartych na systemie REKA. Rury i łączniki mogą być dostarczane oddzielnie lub z łącznikiem zamontowanym na jednym z końców rury. Łączniki są wyposażone w elastomerową uszczelkę (system REKA) osadzoną w rowku wykonanym metodą precyzyjnej obróbki skrawania. Łączniki posiadają również umieszczony pośrodku ogranicznik (stopper).

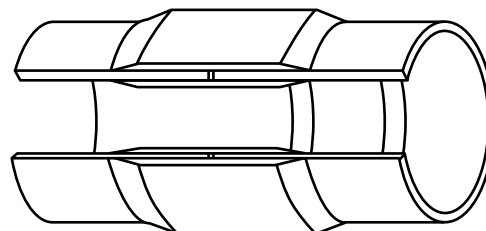


Systemy rur ciśnieniowych, w których występują nie zrównoważone siły i parcie osiowe wymagają podparcia poprzez wykonanie bloków oporowych lub zastosowanie zabezpieczonych przed przemieszczeniem systemów łączenia. W przypadku rurociągów standardowych bloki oporowe są wykorzystywane do przenoszenia sił na grunt.

Inna metoda polega na zastosowaniu rur dwuosiowych i/lub systemów połączeń blokowanych klinowo, które w niezawodny sposób redukują siły osiowe. Rozwiązanie to zastępuje często instalację bloków betonowych i sprawia, że realizacja inwestycji jest mniej czasochłonna i tańsza.

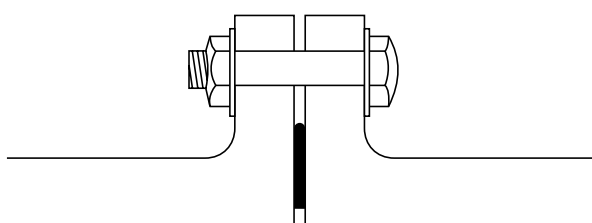


Połączenia laminowane również pochłaniają te dodatkowe siły. Są to połączenia stałe nierozłączne, które składają się z laminatu wykonanego z mat szklanych i tkaniny z żywicą. Są one zwykle wykonywane bezpośrednio na placu budowy, a połączenia tego typu gwarantują bezpieczne i trwałe połączenie, które przenoszą wszystkie siły osiowe.

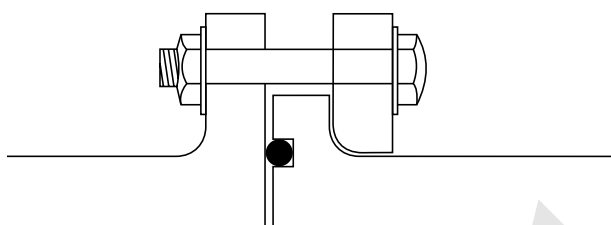


Połączenie laminowane

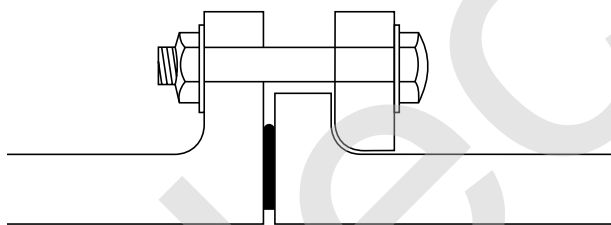
Połączenia kołnierzowe oferują ten sam stopień bezpieczeństwa i umożliwiają demontaż instalacji w późniejszym okresie. Kołnierze są również dobrym rozwiązaniem do połączeń z rurami wykonanymi z innych materiałów, zaworami i akcesoriami. Są one dostępne w wersji ze stałym i luźnym pierścieniem.



Połączenie kołnierzowe



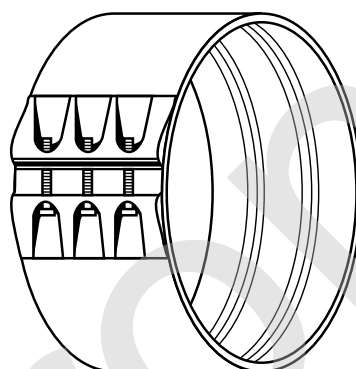
Kołnierz z luźnym pierścieniem i pierścieniem uszczelniającym typu o-ring



Kołnierz z luźnym pierścieniem i stalowo-elastomerową uszczelką pierścieniową

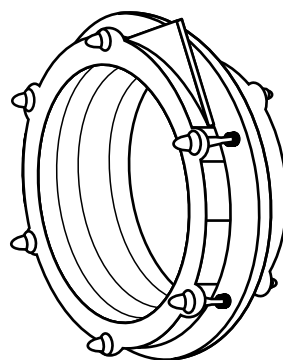


W przypadku łączenia rur FLOWTITE z rurami wykonanymi z innych materiałów i posiadającymi inną średnicę zewnętrzną, jedną z preferowanych metod łączenia jest stosowanie dzielonych łączników stalowych firm Straub, TeeKay lub Arpol. Łączniki te składają się ze stalowego płaszcza i umieszczonego w nim elastomerowego elementu uszczelniającego. Łączników tych można również używać do łączenia ze sobą odcinków rur FLOWTITE, na przykład w celu wykonania naprawy.



Dzielony łącznik stalowy

Łączniki mechaniczne, np. firmy Viking Johnson lub Helden, również stosuje się z powodzeniem do łączenia rur z różnych materiałów oraz o różnych średnicach. Wśród łączników tych występuje duże zróżnicowanie konstrukcji, obejmujące wielkość śrub, liczbę śrub oraz budowę uszczelek. Duże zróżnicowanie dotyczy również tolerancji średnicy elementów wykonanych z innych materiałów. W rezultacie prowadzi to często do większego niż to konieczne momentu dokręcania śrub, stosowanego w celu uzyskania szczelności po stronie rury FLOWTITE.



Łącznik mechaniczny dwustronnie skręcany

Usługi

Na całym świecie nasi specjaliści pracujący w terenie i w biurach handlowych oferują bogaty asortyment produktów i szeroki zakres wsparcia technicznego. Udzielają oni pomocy klientom w następującym zakresie:

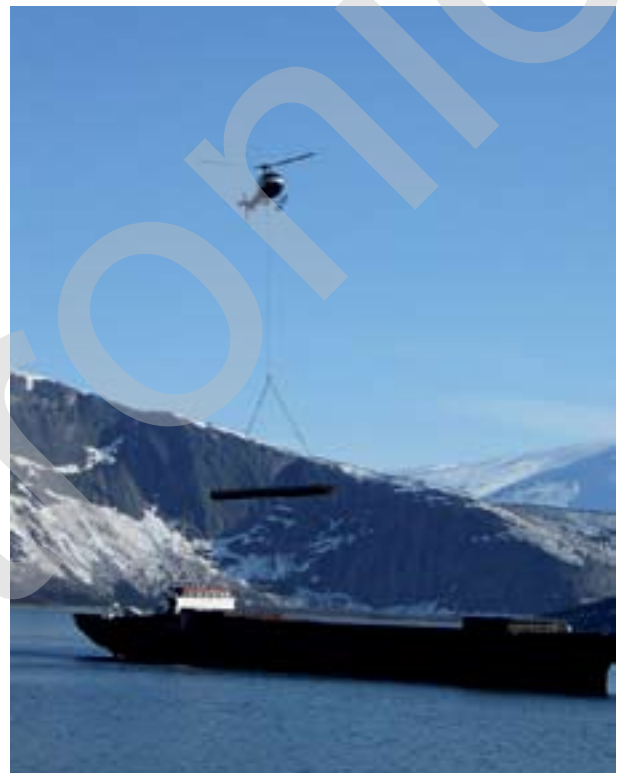
- Analiza projektu i wybór najbardziej odpowiednich materiałów zgodnie z warunkami korozyjnymi, temperaturowymi i ciśnieniowymi.
- Konfiguracja instalacji oraz obliczenia podpór i zakotwienia rur.
- Obliczenia hydrauliczne.
- Analiza naprężeń dla instalacji podziemnych i nadziemnych.
- Wykonywanie w warunkach warsztatowych zestawów wzajemnie zmontowanych rur i kształtek.
- Doradztwo na placu budowy.



Referencje

Dzięki ogólnoświatowej dostępności swoich produktów, grupa Amiantit realizowała rurociągi zasilające turbiny na całym świecie. Poniższa lista reprezentuje tylko niewielką część dostępnych referencji. W samej tylko Norwegii od roku 1975 zainstalowano ponad 200 rurociągów zasilających turbiny wykonanych z rur FLOWTITE.

W celu uzyskania dalszych informacji prosimy odwiedzić naszą stronę internetową z referencjami dostępną pod adresem www.amiantit.com.



Projekt	Kraj	Średnice (mm)	Ciśnienie (bar)	Długość (m)	Uwagi
Al Bayadh Al Kharij	Arabia Saudyjska	400	16	10740	
Arskog	Norwegia	600	6-25	720	Transport helikopterem
Bang Pakong	Tajlandia	600	6	400	
Camserney	Wielka Brytania	600	6-20	1400	
Canalete	Kostaryka	2600-2900	6-16	2400	
Djupfjord	Norwegia	1200	6	300	Budowa rurociągu zakrzywionego
Glenowen	Irlandia	600	10	560	
Hillsborough, New Hampshire	USA	2100	3,5	730	
Kelchsau	Austria	1200/1300	16	3500	
La Esperanza	Honduras	600-1400	1-32	5600	
Langfjorden	Norwegia	1200	32	284	Instalacja w tunelu
Majdan	Bośnia	700	6-32	2500	
Malangkap	Malezja	600-1000	6	2700	
Matanzas	Gwatemala	1300-1700	6-28	2000	
Montechristo	Gwatemala	2400-2600	6-16	2100	
Mularvikjun	Islandia	1400	6-10	1540	
Paliori	Grecja	1700-1900	6-16	1300	
Songyuan	Chiny	400	10	14000	
Storfors	Szwecja	2200	6	250	
Twimberg	Austria	1800	6-10	4300	
Vangpollen	Norwegia	700-800	6-32	700	Maks. spadek 47°



