



MOŻLIWOŚCI I OGRANICZENIA W TESTOWANIU KOTEW NA BUDOWIE

Nie zgaduj. Testuj.
I prawidłowo interpretuj.



Wersja 1.1
Marzec 2023

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie.....	2
2. Streszczenie	2
3. Tło ogólne	3
4. Ile kotew / wklejanych prętów zbrojeniowych należy przetestować?	4
5. Przejdźmy na budowę i omówmy kilka scenariuszy.....	5
5.1 Scenariusz A: Kotwy z aprobatą, ale osadzone w nieznanym lub niepewnym materiale podłoża. Testy na budowie w celu określenia odporności	5
5.2 Scenariusz B: Kotwy z aprobatą, osadzone w znanym i zatwierdzonym materiale podłoża. Obciążenie testowe jako podstawa do sprawdzenia jakości montażu	6
5.3 Scenariusz C: Ograniczenia testów na budowie w odniesieniu do porównywania różnych, pojedynczych produktów	7

1. WPROWADZENIE

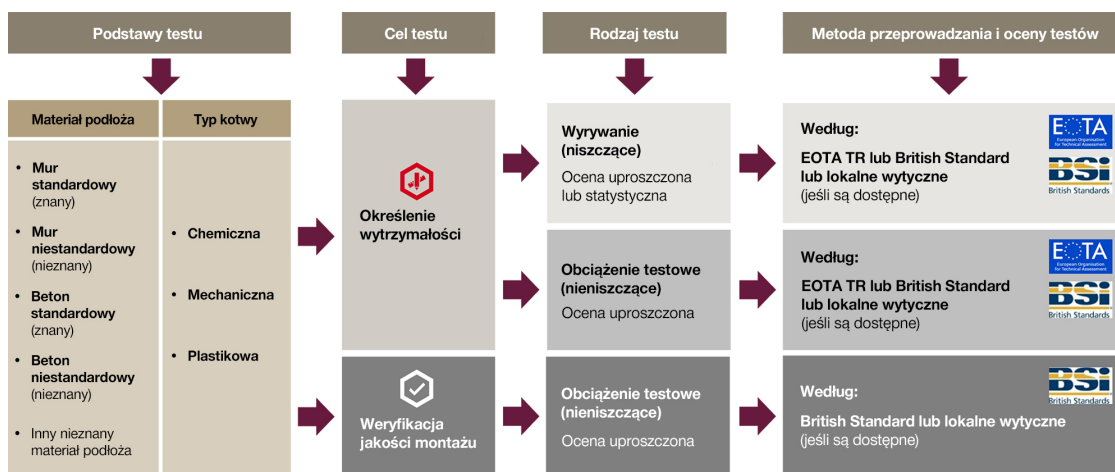
Niniejszy dokument zawiera odpowiedzi na poniższe pytania.

- „Dlaczego testowanie kotew na budowie jest przydatne i pod jakimi warunkami”?
- „Przeprowadziliśmy testy obciążenia testowego na budowie, używając produktów Hilti i innych marek. Rezultaty są takie same, więc dlaczego mam wybrać Hilti”?

2. STRESZCZENIE

Testowanie na budowie jest jednym z ważnych elementów kontroli kotwienia lub wklejenia prętów zbrojeniowych:

- dodatkowe zapewnienie jakości instalacji jest uważane za konieczne (nieniszczące obciążenie testowe) lub w przypadku gdy:
- brakuje wartości nośności dla projektowanego rozwiązania dla podobnego, ale nie identycznego materiału podłoża, jak podano w odpowiednim dokumencie zatwierdzającym określony typ kotwy (niszcząca próba wyrywania lub nieniszcząca próba obciążenia testowego).



Rys. 1 Struktura przeprowadzania i oceny testów Hilti w oparciu o materiał podłoża i typ kotwy, cel i rodzaj testu na budowie.

Jeśli jednak interpretacja wyników testów nie zostanie przeprowadzona prawidłowo, ocena ta może zagrazić stabilności konstrukcji, narazić ludzkie życie na ryzyko i/lub doprowadzić do znacznych konsekwencji finansowych.

Powyższe stwierdzenia zostały wyjaśnione i uzasadnione w niniejszym dokumencie.

3. TŁO OGÓLNE

Certyfikowane systemy kotew i wklejanych prętów zbrojeniowych Hilti, zainstalowane zgodnie z instrukcjami montażu producenta i w materiałach podłoża mieszczących się w zakresie aprobaty, nie wymagają testowania na budowie w celu weryfikacji ich wydajności. Ogólnie rzecz biorąc, można napotkać tylko trzy sytuacje, w których należy przeprowadzić testy na budowie:

1. **Określenie wytrzymałości konstrukcyjnej** w podobnym, ale nie identycznym materiale, jak podano w odnośnej aprobacie (badania niszczące lub nieniszczące)
2. **Walidacja jakości montażu** kotew używanych na budowie (testy nieniszczące)
3. Połączenie (a) z dodatkowymi wymaganiami geometrycznymi, takimi jak odległość od krawędzi, średnica pręta zbrojeniowego/pręta itp., które różnią się od wartości podanych w odpowiedniej aprobacie

Obciążenie niszczące (obciążenie testowe) odbywa się poprzez zastosowanie obciążeń rozciągających. Wybrany poziom obciążenia jest wystarczająco wysoki, aby zapewnić prawidłową instalację lub określić docelowe wartości nośności projektowej, ale nie tak wysoki, aby spowodować uszkodzenie (np. w postaci ugięcia lub trwałego poślizgu) prawidłowo zainstalowanej kotwy. Obciążenia testowe powinny być utrzymywane wystarczająco długo, aby umożliwić stwierdzenie braku ruchu kotew lub prętów zbrojeniowych. Biorąc pod uwagę ten cel, powinno być jasne, że obciążenia testowe są ustalane jako procent testowanej wytrzymałości na rozciąganie kotwy lub pręta zbrojeniowego, a nie projektowego obciążenia rozciągającego.

Należy pamiętać, że w zależności od stosunku średnicy zamocowania do średnicy kotwy i gatunku stali, obciążenie to może, ale nie musi, powodować naprężenia na granicy plastyczności. W przypadku zastosowania stali o niższej granicy plastyczności należy sprawdzić, czy obciążenia testowe nie przekraczają 80% nominalnej granicy plastyczności stalowych elementów kotwiących.

Jeśli obciążenie testowe jest używane do weryfikacji prawidłowego montażu, sprzęt do obciążania testowego może powodować reakcje na obciążenie blisko kotwy, ale z wystarczającym odstępem, aby każdy ruch był widoczny. Jeśli obciążenie testowe jest używane do określenia wartości nośności projektowej, sprzęt do obciążania próbnego może powodować reakcje na obciążenie daleko od kotwy w celu określenia wytrzymałości materiału podłoża. Należy pamiętać, że Hilti zapewnia pełną usługę testowania na budowie przy użyciu najnowszego sprzętu, w tym szczegółowy raport z testu i raport z oceny.

Obciążenie niszczące jest również wykonywane poprzez zastosowanie obciążeń rozciągających. Poziom obciążenia jest wystarczająco wysoki, aby spowodować uszkodzenie (np. w postaci odkształcenia lub uszkodzenia materiału podłoża).

Jednak testy na budowie z jednym lub wieloma produktami, niezależnie od przyczyny, **nie mogą**:

1. Służyć jako substytut testów homologacyjnych do oceny przydatności kotwy
2. Służyć jako środek do stwierdzenia, który produkt jest „lepszy”, poprzez porównanie obciążeń z testów na budowie produktu A i produktu B

Chociaż w Europie nie istnieje uniwersalny standard przeprowadzania testów na budowie, ten rodzaj oceny jest stosowany jako dodatek do kontroli jakości montażu kotew i do określania nośności projektowej od wielu dziesięcioleci. Dlatego firma Hilti zbadała istniejące normy krajowe i europejskie, aby zapewnić najnowocześniejszą spójną i globalną usługę testowania na budowie.



Rys. 2 Propozycja Hilti dotycząca wykonania testu i metody oceny w oparciu o materiał podłoża, typ kotwy oraz cel i rodzaj testu na budowie.

Jak pokazano na rys. 2, odpowiednie metody testowania i oceny są następujące:

- EOTA TR 053 3.2.2, 3.2.3, 3.3.3 i 3.3.4 (2022).** Metalowe kotwy iniekcyjne do stosowania w murze, zalecenia dotyczące badań przeprowadzanych na obiektach budowlanych
- EOTA TR 051 (2016).** Kotwy plastikowe do wielokrotnego użytku w betonie i murze do zastosowań niekonstrukcyjnych oraz kotwy plastikowe do mocowania zewnętrznych kompozytowych systemów izolacji termicznej, zalecenia dotyczące testów, które należy przeprowadzić na obiektach budowlanych
- British Standard 8539 załącznik B.2.3.1 i B.2.3.2 (2012).** Kodeks postępowania w zakresie doboru i montażu kotew wklejanych w betonie i murze, badania w celu określenia nośności i reżimy testowania na budowie
- British Standard 8539 9.3 i załącznik B (2012).** Kodeks postępowania w zakresie doboru i montażu kotew wklejanych w betonie i murze, testy sprawdzające jakość montażu i reżimy testowania na budowie

4. ILE KOTEW / WKLEJANYCH PRĘTÓW ZBROJENIOWYCH NALEŻY PRZETESTOWAĆ?

Nie ma uniwersalnej zasady dotyczącej procentu kotew lub prętów zbrojeniowych, które powinny być testowane, ani nie ma żadnej istniejącej podstawy statystycznej dla zwykle określanych wartości procentowych. Dlatego Hilti zbadało istniejące normy krajowe i europejskie, aby przedstawić propozycję liczby testów, które należy wykonać.

Liczby podane na rys. 3 należy jednak traktować jedynie jako wskazówkę. Wynika to z faktu, że wymagania dotyczące programu obciążenia testowego mogą się znacznie różnić w zależności od przypadku.

Oczywiście liczba kotew, które mają zostać poddane obciążeniu testowemu, jest podyktowana bezpieczeństwem konstrukcji, a także względami praktycznymi i powodami przeprowadzania testów. Na przykład podczas gdy w przypadku dużych zadań typowe jest wymaganie, aby od 2,5 do 20 procent zainstalowanych kotew danego typu i rozmiaru było obciążonych testowo, wymóg ten musi zostać dostosowany, gdy, powiedzmy, tylko cztery duże kotwy w stopie mają zostać zweryfikowane. W takim przypadku nie jest nierozsądne wymaganie, aby wszystkie cztery kotwy były obciążone testowo, zwłaszcza jeśli konsekwencje awarii są znaczące.

Dla zastosowań wysoce redundantnych i mniej krytycznych, takich jak kołkowanie prętów zbrojeniowych dla zastosowań betonu natryskiwanego lub kołkowanie płyt na posadzce, wystarczające może być obciążenie testowe minimalnej losowej próbki 5% kotew. Ostatecznie, inżynier odpowiedzialny (Kierownik/Inżynier budowy/kontraktu) powinien określić częstotliwość próbkowania.

Inżynierowie Hilti służą radą, ale decyzja pozostaje w gestii Kierownika/Inżyniera kontraktu/budowy.

Cel	Typ	Metoda	Liczba kotew	Typ kotwy	Materiał podłoża
 Określenie wytrzymałości	Próby rozciągania aż do zniszczenia (wrywanie; niszczące)	EOTA TR 053 3.2.2 (2022)	$n_{test} \geq 15$ (ocena uproszczona) $n_{test} \geq 5$ (ocena statystyczna)	• Chemiczna • Plastikowa / wkręt • ETICS • Mechaniczne ¹⁾	• Mur znany • Mur nieznan
		EOTA TR 051 (2016)	$n_{test} \geq 15$		
		BS 8539 zał. B.2.3.2 (2012)	$n_{test} \geq 5$		
 Określenie wytrzymałości	Próby rozciągania do obciążenia testowego (nieniszczące)	EOTA TR 053 3.2.3 (2022)	$n_{test} \geq 15$	• Chemiczna • Wszystkie typy	• Mur znany • Mur nieznan
		BS 8539 zał. B.2.3.1 (2012)	$n_{test} \geq 5$		
 Weryfikacja jakości montażu	Próby rozciągania do obciążenia testowego (nieniszczące)	BS 8539 9.3 + zał. B3 (2012)	$n_{test} \geq 2,5\%$ LUB $n_{test} \geq 5\%$ Min. 3 mocowania	• Wszystkie typy	• Alle Untergrundmaterialien
 Określenie wytrzymałości	Testy ścinania do zniszczenia (niszczące)	EOTA TR 053 3.3.3 (2022)	$n_{test} \geq 15$ (ocena uproszczona)	• Chemiczna	• Mur znany • Mur nieznan
			$n_{test} \geq 5$ (ocena statystyczna)		
 Określenie wytrzymałości	Testy ścinania do obciążenia testowego (nieniszczące)	EOTA TR 053 3.3.4 (2022)	$n_{test} \geq 15$	• Chemiczna	• Mur znany • Mur nieznan

¹⁾ Rozszerzone / nieoficjalne

Rys. 3 Liczba testów do wykonania w zależności od metody oceny, celu i przyczyny (typu).

5. PRZEJDŹMY NA BUDOWĘ I OMÓWMY KILKA SCENARIUSZY

5.1 Scenariusz A: Kotwy z aprobatą, ale osadzone w nieznanym lub niepewnym materiale podłoża. Testy na budowie w celu określenia odporności

- a1. Kotwy zatwierdzone do montażu w murze, zamontowane w murach z niestandardowych elementów ceglanych
- a2. Kotwa lub wklejany pręt zbrojeniowy zatwierdzone do montażu w betonie, do zamontowania w betonie w przypadku, gdy klasa wytrzymałości betonu nie jest znana.

Czy to właściwy scenariusz dla testów Hilti na budowie?

Odpowiedź brzmi jednoznacznie „tak”.

Dlaczego?

Brak danych technicznych dotyczących projektowania kotwy lub dane techniczne dotyczące konkretnego rozwiązania mocującego są niekompletne. Wynika to z faktu, że – jak wspomniano powyżej – materiał podłoża nie jest wystarczająco dobrze znany i nie jest odpowiednio objęty aprobatą, chociaż mieści się w kategorii (podobieństwo), a zatem jest porównywalny z materiałem podłoża w aprobacie.

Dlaczego „podobieństwo” materiału podłoża jest tak ważne?

Znamy już parametr wpływający na obciążenie niszczące stożka betonowego dla kotew zakotwionych w zwykłym betonie lub murze. Głównymi parametrami zniszczenia w stożku betonowym są głębokość zamocowania (h_{ef}) i wytrzymałość betonu na ściskanie (f_c). Nie mamy jednak żadnych wskazówek, jak kotwa zachowuje się w materiale podłoża, takim jak lód lub masło. Nawet jeśli testy na budowie dałyby nam „wyniki”, nadal nie jesteśmy w stanie projektować, ponieważ nie znamy decydujących parametrów obciążenia zniszczenia. W związku z tym, materiał podłoża powinien być podobny do tego w zakresie aprobaty.

Niezbędne informacje lub pytania, które należy podać w przypadku scenariusza A:

- Czy konstrukcja jest wrażliwa na ewentualne uszkodzenia lub czy istnieją inne kwestie związane z wyglądem architektonicznym?
- Jeśli odpowiedź brzmi „nie”, to można zaakceptować uszkodzenia powstałe podczas testów i przeprowadzić testy niszczące na budowie w celu określenia odporności rozwiązania mocującego.
- Należy zauważyć, że w takim przypadku można przeprowadzić uproszczoną lub statystyczną ocenę. W takim przypadku możemy wykonać mniej testów.
- Jeśli odpowiedź brzmi „tak”, uszkodzenie powstałe podczas testów nie może zostać zaakceptowane. Aby określić wytrzymałość rozwiązania mocującego, należy polegać na nieniszczących testach na budowie. Większa liczba testów jest wymagana, gdy możliwa jest tylko uproszczona ocena.

Doświadczenie z miejsca montażu:

Właściwości mechaniczne materiału podłoża, zwłaszcza muru, nie zawsze są takie, jakich można by oczekiwać. Niektóre słabiej wyglądające cegły zapewnią oczekiwane wartości rozciągania, podczas gdy inne, od których można oczekiwać, że poradzą sobie z większymi obciążeniami rozciągającymi, nie spełnią oczekiwań.

W jednym konkretnym przypadku Hilti pomagało zespołowi na budowie, który oszacował, że nośność kotwy zainstalowanej w ścianie z cegły wyniesie co najmniej minimum naszego dopuszczalnego obciążenia. Szacunki były poprawne, ale projekt i tak musiał zostać zmieniony.

Żywica do iniekcji skutecznie połączył się z cegłą – nie ma żadnych uwag. Gdy przeprowadziliśmy testy na budowie z dopuszczalnym obciążeniem jako test nieograniczony (szerokie podparcie), cegła została wyrwana ze ściany murowanej. Winna była zaprawa murarska, która przypominała drobnziarnisty proszek. Inżynier postanowił więc ponownie oszacować swój projekt dzięki tej otrzewiającej demonstracji.

5.2 Scenariusz B: Kotwy z aprobatą, osadzone w znanym i zatwierdzonym materiale podłoża. Obciążenie testowe jako podstawa do sprawdzenia jakości montażu

- b1. Zatwierdzony system kotew lub prętów zbrojeniowych należy zamontować w znanym i zatwierdzonym materiale podłoża. Projektant uwzględnił wymagania dotyczące obciążenia testowego w arkuszu uwag ogólnych zestawu rysunków konstrukcyjnych.**

Czy to właściwy scenariusz dla testów Hilti na budowie?

Odpowiedź brzmi jednoznacznie „tak”.

Dlaczego?

Scenariusz, w którym testy na budowie są uwzględnione (obciążenie testowe) na rysunku konstrukcyjnym, to tylko jeden z elementów ogólnego obrazu zapewnienia jakości. Systemy wklejania iniekcyjnego (takie jak żywice epoksydowe) mają specjalne wymagania, aby zapewnić prawidłowe mieszanie i dozowanie kleju. Zwykle obejmują one dozowanie niewielkiej ilości kleju z dyszy mieszającej przed wstrzyknięciem go do otworu. Celem iniekcji żywicy jest uniknięcie zatrzymania powietrza. W przypadku długich otworów i otworów wierconych poziomo lub nad głową można zastosować specjalne wyposażenie, takie jak rury przedłużające, korki i zaślepki, aby uzyskać iniekcję bez pustych przestrzeni. Dlatego też, aby kotwy do betonu działały zgodnie z oczekiwaniami, konieczne są odpowiednie techniki montażu.

Ogólnie rzecz biorąc, można to również osiągnąć, jeśli:

1. Personel wykonujący montaż kotew jest doświadczony i wykwalifikowany w zakresie stosowania określonej żywicy lub systemu kotew (takie szkolenie można uzyskać w Hilti). Na przykład w Stanach Zjednoczonych instalowanie kotew w istniejącym podłożu musi być wykonywane przez certyfikowanych instalatorów, podczas gdy w Niemczech certyfikacja ta jest ograniczona do wklejanych prętów zbrojeniowych.
2. Początkowy montaż jest obserwowany w sposób ciągły, po czym następują okresowe kontrole w miarę kontynuowania montażu. W Europie rzadko się to zdarza.

W związku z tym można przeprowadzić nieniszczące testy na budowie (obciążenie testowe) w celu sprawdzenia jakości montażu zainstalowanych elementów mocujących zgodnie z rys. 1 i rys. 2.

Niezbędne informacje lub pytania, które należy zadać:

Jakie są konsekwencje w przypadku, gdy kotwa nie przejdzie testu obciążenia testowego?

Konsekwencje te powinny zostać określone z góry przez odpowiedzialnego inżyniera, aby projekt budowlany mógł być kontynuowany.

5.3 Scenariusz C: Ograniczenia testów na budowie w odniesieniu do porównywania różnych, pojedynczych produktów

Po pierwsze, jest to niewłaściwy scenariusz dla testów na budowie, nawet jeśli zdarza się to dość często.

- c1. Wydajność kotew lub wklejanych prętów zbrojeniowych różnych producentów jest porównywana w miejscu montażu poprzez testowanie na budowie za pomocą porównania zmierzonych wartości obciążenia poszczególnych produktów.**

Czy to właściwy scenariusz dla testów Hilti na budowie?

Odpowiedź brzmi jednoznacznie „nie”. Wyciągnięcie błędnych wniosków z testów na budowie może zagrazić stabilności konstrukcji, narażając życie ludzkie i/lub prowadzić do znacznych konsekwencji finansowych.

Dlaczego?

Teraz musimy sięgnąć nieco głębiej.

Zasadniczo, wszystkie rodzaje kotew istotnych dla bezpieczeństwa powinny być zaprojektowane w taki sposób, aby były odporne i trwałe pod obciążeniami użytkowymi – a także zapewniały odpowiedni margines zabezpieczenia przed awarią. Dlatego w Unii Europejskiej, Stanach Zjednoczonych i innych krajach istnieją procesy certyfikowania zapewniające niezależną ocenę. Aprobaty opierają się na testach mających na celu weryfikację **przydatności systemu** i określenie **dopuszczalnych warunków użytkowania**.

Testy przydatności mają na celu sprawdzenie skuteczności kotwy w niekorzystnych warunkach zastosowania. Testy te są zwykle przeprowadzane na betonie o wytrzymałości na dolnym i górnym końcu zwykłego zakresu zastosowania. W zależności od zamierzonego zastosowania kotwy można wybrać badania na próbkach betonu zarysowanego lub niezarysowanego. Skutki odchylenia montażu są sprawdzane w zakresie, w jakim są istotne. Czynniki zbadane i uwzględnione w dokumentach zatwierdzających mogą obejmować:

- Ekstremalne wartości tolerancji wiertel
- Różna technika i wysiętek włożony w czyszczenie otworów
- Różnice w stopniu rozprężania kotwy
- Bliskość kotwy do prętów zbrojeniowych
- Zmiany zawartości wilgoci i temperatury w betonie
- Substancje agresywne/reaktywne

Testy te mogą uwzględniać wpływ stałych i powtarzających się obciążeń działających na samo zakotwienie, jak również na element, w którym umieszczona jest kotwa.

Testy przydatności uwzględniają również okoliczności, które mogą wystąpić podczas montażu kotwy i w trakcie jej eksploatacji. Podsumowując, możemy powiedzieć, że produkt wrażliwy na te okoliczności może mieć porównywalne obciążenia testowe podczas testów na budowie w porównaniu z produktem niewrażliwym. Jeśli jednak wszystkie okoliczności zostałyby przetestowane (obejmując setki testów, jak to ma miejsce podczas procesu zatwierdzania), różnice mogłyby być znaczące lub nawet oznaczać, że taki produkt nigdy nie uzyskałby aprobaty.

Innym modnym hasłem dla scenariusza C jest „zachowanie długoterminowe” i powinniśmy pamiętać, że szacowany okres użytkowania kotwy lub pręta zbrojeniowego wynosi co najmniej 50 lat.

Długoterminowe zachowanie kotew lub wklejanych prętów zbrojeniowych jest również sprawdzane w procesie zatwierdzania za pomocą najbardziej odpowiednich testów wymienionych poniżej:

- Działanie pod długotrwałym obciążeniem (próba pełzania)
- Badanie ruchu rys (kotwy mechaniczne i wklejane)
- Działanie w warunkach zamarzania/rozmarzania (tylko kotwy wklejane)
- Testy sprawdzające trwałość (tylko kotwy wklejane)

Tego zachowania **nie można również sprawdzić** za pomocą „prostego testu na budowie” i porównania wartości.

W związku z tym błędne wnioski ze scenariusza C mogą prowadzić do osiągnięcia krytycznej wartości przemieszczenia kotwy lub wklejanego pręta zbrojeniowego w okresie użytkowania w wyniku uszkodzenia spowodowanego wyrwaniem.

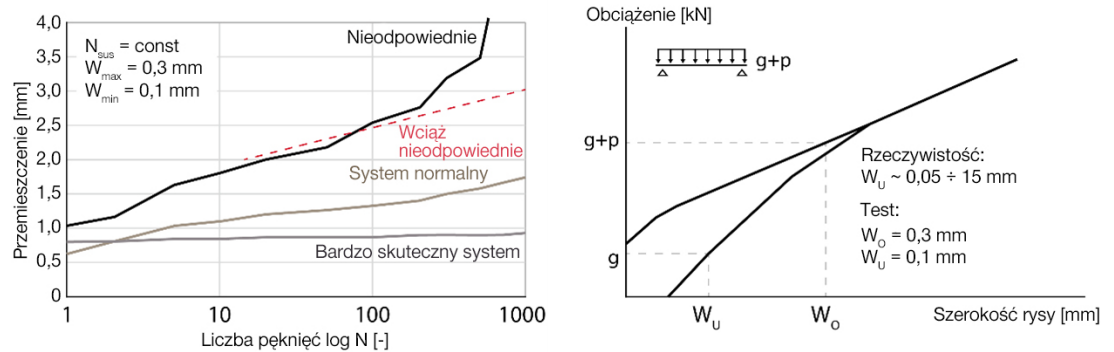
Przyjrzyjmy się bliżej wspomnianemu powyżej badaniu ruchu rys. Może się to wydawać zaskakujące, ale ten test jest decydujący dla większości produktów kotwiących. Produkty wykazujące najwyższe wartości obciążenia w teście wyrwania mogą zawieść w badaniu ruchu rys.

Bez wchodzenia w szczegóły dokładnej procedury, testy zgodnie z EAD 330232-00-0601 są przeprowadzane w następujący sposób:

Po zainstalowaniu kotew w betonzie zarysowanym, kotwy są poddawane **stałemu obciążeniu** w oparciu o obciążenie charakterystyczne ocenione w teście krótkoterminowym / teście wyrwania. Podczas gdy kotwy są obciążone, rysy są otwierane od 0,1 mm do 0,3 mm 1000 razy i mierzone jest przemieszczenie kotwy pod obciążeniem rozciągającym. Podczas tych testów zmierzone przemieszczenie powinno być poniżej stałej wartości 3 mm.

Rys. 4a przedstawia wyniki trzech różnych produktów za pomocą wykresu zmierzonego przemieszczenia w funkcji liczby rys. Podczas gdy oba systemy spełniłyby wymagania dotyczące maksymalnego przemieszczenia, drugi nie spełniłby wymagań ze względu na fakt, że zmierzone przemieszczenie jest większe niż graniczna wartość przemieszczenia wynosząca 3 mm, co skutkuje uszkodzeniem w wyniku wyrwania w okresie eksploatacji.

Następne pytanie brzmiałoby: „Dlaczego przeprowadzamy takie testy”?



a) Zmierzone przemieszczenie w funkcji rys dla badania ruchu rys b) Obciążenie działające na belkę jako funkcja szerokości rysy

Rys. 4 Wyniki badania ruchu rys (a) i racjonalne objaśnienie badania ruchu rys (b)

Gdy konstrukcja reaguje na stałe obciążenie, doświadcza przemieszczenia, a w konsekwencji odkształcenia. Odkształcenie to prowadzi do powstawania rys.

Zachowanie to przedstawiono schematycznie na rys. 4b. Na rys. 4b obciążenie stałe „g” i obciążenie zmienne „p” są podane jako funkcja szerokości rysy dla belki. W okresie eksploatacji belki prawdopodobnie nie wystąpią żadne pęknięcia, jeśli obciążenie stałe działa na belkę po raz pierwszy. Jeśli jednak obciążenie zmienne zostanie uwzględnione w połączeniu z obciążeniem stałym (g+p), odkształcenie wzrośnie i doprowadzi do otwarcia rysy w belce. Jeśli belka zostanie odciążona do poziomu obciążenia stałego, odkształcenie ponownie zmniejszy się poprzez zmniejszenie szerokości rysy. Jednak ze względu na chropowatość pękniętej powierzchni rysa nie zostanie całkowicie zamknięta (tj. zamknięta do zera). Dlatego dolna szerokość rysy wynosi około 0,1 mm. W okresie eksploatacji belki ta rysa będzie się powtarzać. EAD 330232-00-0601 ocenia 1000 otwarć i zamknięć w celu przedstawienia okresu użytkowania żywicy/kotwy.

Takie zachowanie kotew nigdy nie może być sprawdzone podczas testów na budowie. Jest to jednak uwzględnione w podstawowych charakterystycznych wartościach siły wiązania podanych w odpowiednim dokumencie zatwierdzającym.

Jak powiedział pewien doświadczony inżynier:

„Testowanie jest łatwe, jeśli wiesz, co robisz. Skorzystanie z usługi testowania na budowie Hilti nie musi zajmować dużo czasu. I może dać Ci pewność i spokój ducha, gdy wiesz, że nie zgadujesz. A jak poznasz, że zgadujesz? Możesz myśleć o swoim projekcie po powrocie do domu. Śnią Ci się konkretne połączenia. Coś jest nie tak, ale nie jesteś pewien, co to dokładnie jest”.

„NIE ZGADUJ. TESTUJ. PRAWIDŁOWO INTERPRETUJ I UZYSKAJ PEWNOŚĆ!”



Hilti Aktiengesellschaft
9494 Schaan, Liechtenstein
P +423-234 2965

www.facebook.com/hiltigroup
www.hilti.group