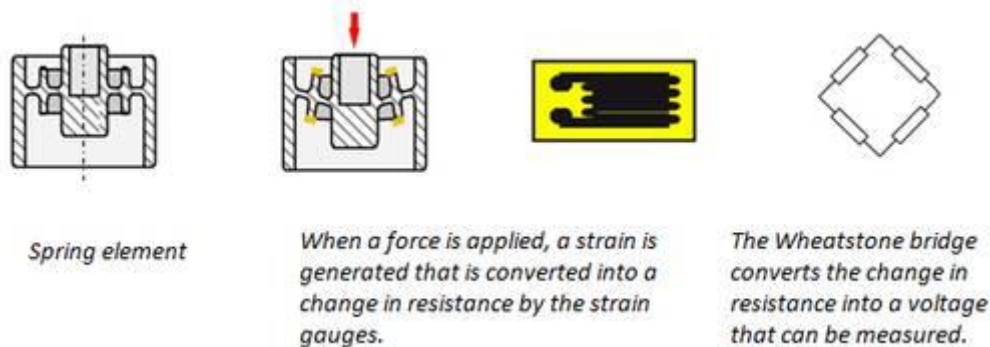


## Rozpieszczeni w wyborze: piezoelektryczne albo bazujące na tensometrach przetworniki siły?

Dwa komponenty stały się dominujące w dokonywaniu pomiaru siły: **czujniki piezoelektryczne** i działające na **bazie tensometrów (SG)** przetworniki siły. Kiedy ich zastosowanie jest właściwe?

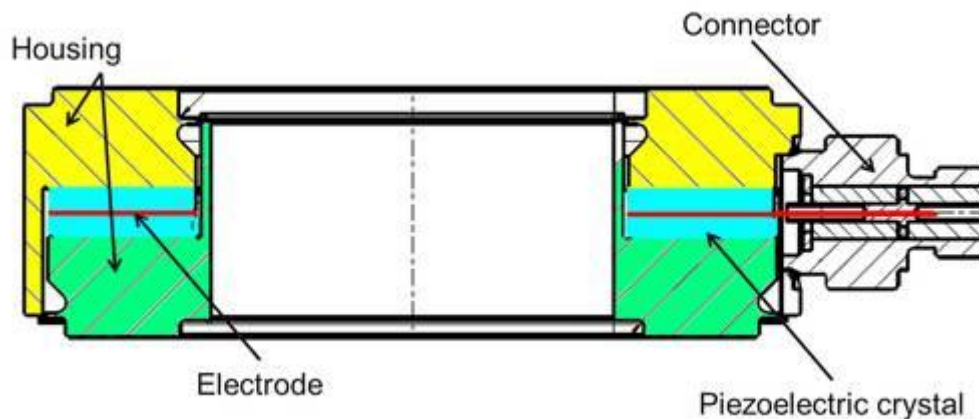
### 1. Techniczne podstawy.

Bazujące na tensometrach przetworniki siły zawsze obejmują **element sprężynowy, do którego przyłożona jest siła**. Siła ta powoduje **minimalne odkształcenie** elementu sprężystego. Tensometry zamontowane w odpowiednich miejscach są rozszerzane, a zatem wskazują na zmiany w ruchu oporu. W układzie **mostka Wheatstone'a** połączone są co najmniej cztery **mierniki odkształcenia**. Gdy napięcie jest doprowadzane do mostka pomiarowego, powoduje **napięcie wyjściowe**, które jest **proporcjonalne do działającej siły**.



Zasada działania przetwornika tensometrycznego. Wielkość elementu sprężynowego wyznacza zakres pomiaru.

Czujniki piezoelektryczne zawierają **dwa kryształowe dyski z folią elektrody** zamontowaną pomiędzy. Przy **stosowaniu siły**, prowadzi to do powstania **ładunku elektrycznego**, który może być mierzony za pomocą wzmacniacza. **Obciążenie jest proporcjonalne do działającej siły**.



Konstrukcja przetwornika piezoelektrycznego. Dyski kryształu (zielony kolor) konwertują przyłożoną siłę na ładunek elektryczny przekazywany na elektrody umieszczone pomiędzy kryształami.

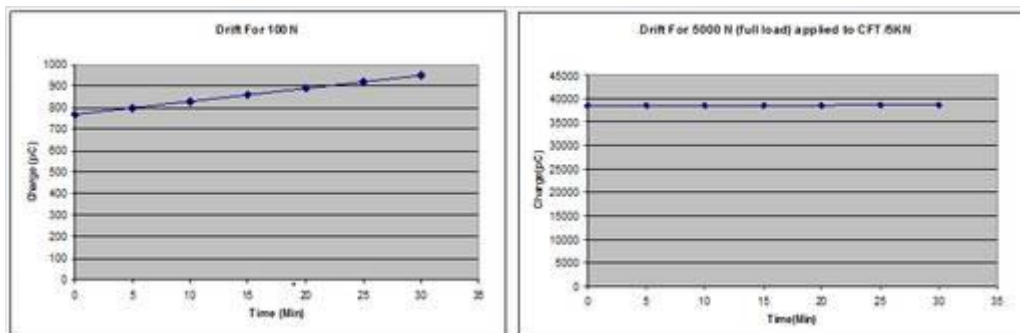
### 2. Który rodzaj przetwornika nadaje się do określonego zastosowania?

#### Statyczne zadania monitorujące

Czujniki bazujące na działaniu tensometrów prawie nie wykazują dryfowania i dlatego szczególnie nadają się do **długofalowych zadań monitorujących**. Tzw. **pełzanie** - jest zależne od czasu, jednak odwracalna zmiana sygnału wyjściowego pod przyłożoną siłą - jest bardzo **mała**,

ponieważ może być zminimalizowana przez staranny dobór układu tensometrycznego. Nowoczesne czujniki firmy HBM, na przykład, S2M mogą osiągnąć wartości pełzania mniejsze niż 200 ppm w porównaniu z mierzoną wartością - o **błędzie, który jest nieistotny** w wielu zastosowaniach.

Ze względu na zasadę działania, **piezoelektryczne czujniki siły** mają **dryf** - należy oczekiwać wartości wynoszącej szacunkowo 1 N / min, gdy łańcuch pomiarowy został uruchomiony. Ponieważ wartość ta pozostaje bez zmian, niezależnie od mierzonej siły, **względny błąd pomiaru** wynikający z dryfu jest szczególnie niekorzystny w **przypadku małych sił, które są mierzone przez długi okres czasu**.



Efekty dryfu z przyłożenia małych i dużych sił: podczas pomiaru 5000 N, możliwy jest dłuższy okres pomiaru, w przypadku mniejszych sił efekt znoszenia jest znaczący. Poniższy wniosek staje się oczywisty: Okres pomiaru zależy od wymaganej dokładności i siły, która jest mierzona.

## Dynamiczne pomiary siły

**Czujniki piezoelektryczne** wykazują bardzo **małe odkształcenia**, a gdy przyłożona jest do nich siła - zapewniają wysoką **szttywność**. Powoduje to **wysokie częstotliwości rezonansowe**, które zasadniczo są bardzo korzystne w **zastosowaniach dynamicznych**. Jednakże, **cały łańcuch pomiarowy** jest krytyczny dla własności dynamicznych. To, że **elementy montażowe** użyte do zainstalowania czujnika mają **dodatkową masę**, która oczywiście ma **wpływ** na ogólną masę systemu, a tym samym na **częstotliwość odcięcia** ma tutaj znaczenie. Ponadto, wiele **wzmacniaczy obciążenia** ma **przepustowość**, która zależy od tego właśnie **obciążenia**, a tym samym na siłę, która jest mierzona. Duże siły powodują wysokie ładunki elektryczne, co z kolei ogranicza przepustowość.

**Systemy tensometryczne** osiągają **wyższe częstotliwości odcięcia** gdy są wykorzystywane przetworniki o **dużych (znamionowych) siłach**. Z zasady, **przetworniki siły dla małych sił** są elementami miękkich sprężyn – **częstotliwość rezonansowa** przetworników jest odpowiednio **niska**. Istotne jest, aby w każdym przypadku skorzystać jednak z arkusza danych: **czujniki piezoelektryczne są pierwszym wyborem do szybkich pomiarów małych sił podczas gdy przetworniki tensometryczne znajdują lepsze zastosowanie kiedy zaangażowane są duże siły**.

## Zadania kalibracyjne

Układ zastosowany do **połączenia** czujników tensometrycznych prowadzi do **kompensacji** wielu skutków będących wynikiem **występujących błędów**. Oprócz **wpływu temperatury** na punkt zerowy i wrażliwości obejmuje także **liniowość** przetworników lub wpływ na **moment zginający**. Ponadto czujniki tensometryczne pozwalają na bardzo **precyzyjną statyczną kalibrację**. **Elementy sprężynowe** mogą ponadto być projektowane w celu osiągnięcia **optymalnej powtarzalności**. W rezultacie, **tensometry oparte wyłącznie na przetwornikach siły** są używane w dziedzinie **pomiaru jej odniesienia**.

## Wysokie obciążenie początkowe

Po przyłożeniu siły, **czujniki piezoelektryczne** wytwarzają ładunki elektryczne, które mogą być zwarte, jeśli jest to wymagane. Status wejścia wzmacniacza obciążenia wynosi wtedy tyle samo co status punktu "zero" przyłożonej siły. W rezultacie na **zakres wejściowy wzmacniacza nie wpływają nawet wysokie początkowe obciążenia**. W związku z powyższym technologia przetwornika piezoelektrycznego pozwala na pomiary w **maksymalnej rozdzielczości**, nawet w **niesprzyjających warunkach**.

## W trudnych warunkach

Niektóre przetworniki bazujące na tensometrach zapewniają **stopień ochrony IP68** ([S9M](#), [U10M](#) z opcją kabla). **Hermeticznie zamknięte obudowy** chronią wrażliwe tensometry. Pozwala to na korzystanie z tych przetworników w **niesprzyjających warunkach**.

Dostępne są **kable sieciowe** dla przetworników piezoelektrycznych wykorzystujące specjalne **uszczelki** w celu zapewnienia, że dostęp do obudowy czujnika jest hermeticznie zamknięty i w ten sposób gwarantuje **wysokie bezpieczeństwo**. (KAB145-3)

## Przy wysokich wymaganiach dot. dokładności

Nowoczesne przetworniki siły osiągają **bardzo wysoką dokładność**, odnosi się to w szczególności do **przetworników bazujących na tensometrach**, które zapewniają doskonałe **indywidualne poziomy błędów - 200 ppm**. Dotyczy to standardowych produktów przemysłowych; przetworników siły do zadań kalibracji (np. HBM TOP-Transfer), które konsekwentnie pozwalają osiągnąć mniejsze błędy. **Czujniki piezoelektryczne** mają nieco **wyższą liniowość błędu**, na ogół 0,5% w stosunku do pełnej skali. Są one również ograniczone przez ich **wysoki dryf**. **Kalibracja w zakresie siły**, w którym pomiary mają być podjęte później pozwala osiągnąć znacznie **większą dokładność**.

## Jeżeli przestrzeń jest ograniczona

**Czujniki piezoelektryczne siły** mogą być bardzo **zwarte** (mieć kompaktową budowę) – np. seria CLP o wysokości mniejszej niż 4 mm. Takie czujniki są optymalnym rozwiązaniem, gdy wymagana jest **integracja w istniejących systemach**. **Kompromis** musi zostać osiągnięty wtedy, gdy bierzemy pod uwagę **dokładność**, która musi być zapewniona, jednakże zapotrzebowanie na bardzo małe wymiary ma pierwszorzędne znaczenie w wielu zastosowaniach.