

INSTYTUT BADAWCZY DRÓG I MOSTÓW
Zakład Diagnostyki Nawierzchni

ZAŁĄCZNIK 1
ZASADY KALIBRACJI UGIĘCIOMIERZY FWD

Zleceniodawca: Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad
Umowa Nr 28/12/2005 z dnia 25.10.2005

Warszawa, grudzień 2005

W niniejszym załączniku przedstawiono Plan Kalibracji ugięciomierzy FWD, gdzie zawarto ogólne zasady kalibracji ugięciomierzy. Zasady szczegółowe kalibracji FWD przedstawiono w odpowiednich protokołach (Załączniki 3 i 4). Zasady dokumentacji przeprowadzonych badań przedstawiono w Załączniku 2

Plan Kalibracji ugięciomierzy FWD

Poziom Użytkownika FWD

Dla tego poziomu kalibracji przyjęto procedury, według których każdy użytkownik FWD powinien dokonać kalibracji sprzętu w określonym czasie i we własnym zakresie. Są to proste procedury, pozwalające na utrzymanie właściwej jakości uzyskiwanych danych w badaniach rutynowych.

Wszystkie wykonane badania powinny być dokumentowane zgodnie z zasadami przedstawionymi w Załączniku 2.

Niniejszy poziom kalibracji składa się z czterech procedur opisanych w protokołach:

1. Protokół U1-2005 Weryfikacja pozycji czujników ugięć,
2. Protokół U2-2005 Weryfikacja powtarzalności FWD,
3. Protokół U3-2005 Kalibracja względna czujników ugięć FWD,
4. Protokół U4-2005 Kalibracja dystansomierza.

Protokół U1-2005 Weryfikacja pozycji czujników ugięć

Niniejszy protokół omawia sposób ustalania położenia i zmianę położenia czujników ugięć zamontowanych na belce.

Dokładnie ustalenie położenia czujników ugięć i weryfikacja położenia czujników ugięć na belce ma fundamentalne znaczenie. Nieprawidłowe położenie prowadzi do błędnych wyników analizy, co z kolei może skutkować nieprawidłową oceną trwałości nawierzchni.

Niniejszy protokół musi być realizowany z częstotliwością co najmniej raz w miesiącu oraz po każdej zmianie położenia czujników ugięcia.

Protokół U2-2005 Weryfikacja powtarzalności FWD

Niniejszy protokół przedstawia sposób oceny powtarzalności wielkości obciążenia i ugięć generowanych przez ugięciomierz FWD. Protokół ten pozwala użytkownikowi na okresową weryfikację powtarzalności wyników uzyskiwanych przy pomocy urządzenia FWD.

Celem tej procedury jest sprawdzenie, czy badany ugięciomierz daje spójne wyniki w konkretnym miejscu kontroli. W procedurze tej powtarzalność FWD jest weryfikowana w serii dwunastu kolejnych zrzutów bez podnoszenia płyty naciskowej. Pierwsze dwa zrzuty są pomijane w analizie. Wszystkie ugięcia są normalizowane do średniej wartości przekazanego obciążenia. Standardowe odchylenie obciążenia i znormalizowane ugięcia powinny być ze sobą zgodne w podanych granicach. Jeżeli wyniki nie spełnią wymagań to próbę należy powtórzyć. Przypadki stałego braku zgodności dyskwalifikują dane zebrane przez badane urządzenie.

Niniejszy protokół musi być realizowany z częstotliwością co najmniej raz w miesiącu lub częściej, według uznania użytkownika.

Protokół U3-2005 Kalibracja względna czujników ugięć FWD

Protokół przedstawia sposób określenia różnic i dopuszczalnej zmienności ugięć rejestrowanych przez czujniki ugięć, zamontowanych na stanowisku w taki sposób, by wszystkie były poddane identycznemu ugięciu, w serii wielokrotnych zrzutów.

Kalibracja względna czujników ugięć ma na celu sprawdzenie, czy wszystkie czujniki w danym ugięciomierzu są skalibrowane względem siebie. W procedurze tej wszystkie czujniki ugięć są zdemontowane i zainstalowane na stanowisku badawczym w taki sposób, by były poddawane takiemu samemu ugięciu. Celem tej próby jest zweryfikowanie zgodności reakcji wszystkich czujników ugięć. Jeżeli przynajmniej jeden czujnik ugięć generuje rozbieżne wyniki, to wzmocnienia czujników ugięć należy dokładnie wyregulować. Jeżeli wymagana jest większa korekta, to czujnik ugięć należy dokładniej zbadać. W procedurze tej stosuje się rotację czujników ugięć.

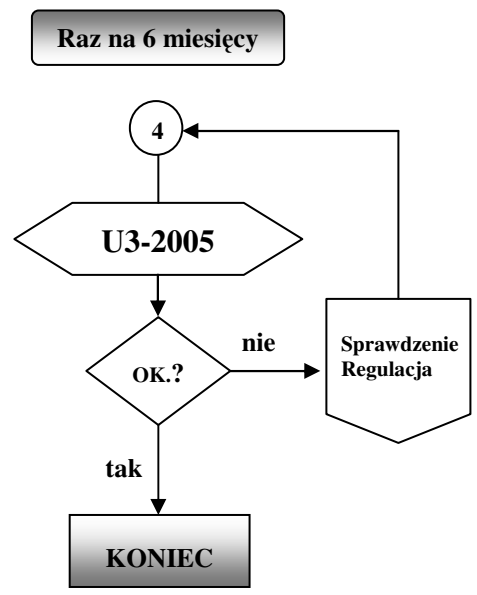
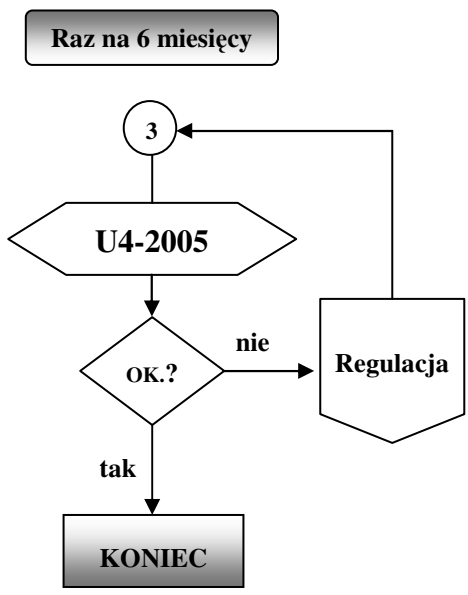
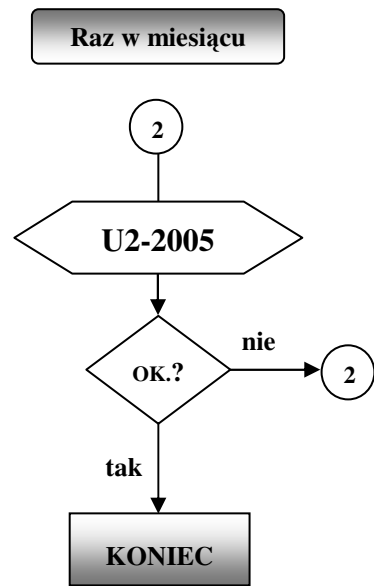
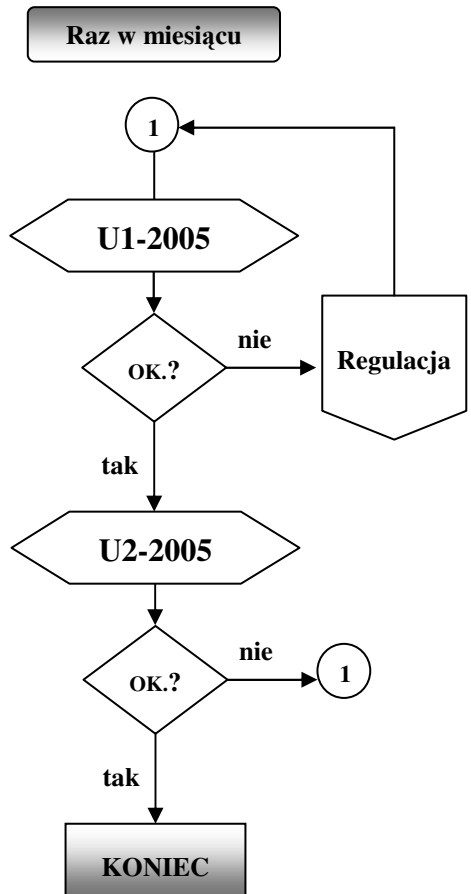
Niniejszy protokół musi być stosowany z częstotliwością raz na sześć miesięcy lub częściej, tak jak to uzna użytkownik FWD. Jeżeli wyniki zastosowania tej procedury dadzą podstawy do dalszych badań i/lub naprawy lub serwisowania, to protokół ten należy powtórzyć po wykonaniu naprawy.

Protokół U4-2005 Kalibracja dystansomierza

Niniejszy protokół przedstawia sposób kalibracji dystansomierza FWD.

Kalibrację dystansomierza FWD wykonuje się w celu zapewnienia właściwej dokładności lokalizacji zbieranych danych. Ma to szczególne znaczenie na etapie porównywania z innymi danymi z terenu, np. z wynikami badań georadarem.

Niniejszy protokół musi być stosowany z częstotliwością raz na sześć miesięcy lub częściej, tak jak to uzna użytkownik FWD. Procedura kalibrowania musi zostać wykonana także po każdej zmianie opon w samochodzie lub przyczepie, na którym/której zamontowany jest dystansomierz. Jeżeli wyniki zastosowania tej procedury dadzą podstawy do dalszych badań i/lub naprawy lub serwisowania części, to protokół ten również musi zostać powtórzony po wykonaniu naprawy lub serwisu.



Schemat kalibracji ugięciomierzy FWD na poziomie użytkownika

Poziom Laboratorium Kontrolnego

Dla tego poziomu kalibracji przyjęto procedury, według których Laboratorium Kontrolne powinno dokonywać w określonym czasie kalibracji ugięciomierzy FWD lub jego części oraz prowadzić badania harmonizacyjne. Procedury przewidziane na tym poziomie kalibracji są skomplikowane i wymagają specjalistycznego sprzętu. Pozwala to jednak zapewnić wysoką jakość danych uzyskanych w trakcie pomiarów ugięciomierzami FWD pracującymi w obrębie danej sieci drogowej.

Wszystkie wykonane badania powinny być dokumentowane zgodnie z zasadami przedstawionymi w Załączniku 2.

Niniejszy poziom kalibracji składa się z pięciu procedur opisanych w protokołach:

1. Protokół LK1-2005 Dynamiczna kalibracja czujnika siły FWD,
2. Protokół LK2-2005 Kalibracja laboratoryjna czujników ugięć FWD,
3. Protokół LK3-2005 Kalibracja in-situ zdemontowanych czujników ugięć,
4. Protokół LK4-2005 Procedura harmonizacji FWD in-situ
5. Protokół LK5-2005 Statyczna kalibracja czujnika siły FWD.

Protokół LK1-2005 Dynamiczna kalibracja czujnika siły FWD

Niniejszy protokół przedstawia sposób określenia współczynnika kalibracji czujnika siły FWD poprzez wykonanie szeregu zrzutów z różnych wysokości. Do wykonania kalibracji konieczny jest wzorcowy czujnik siły zamontowany na specjalnej platformie, ustawionej tak, by wraz z płytą naciskową FWD były w jednej osi.

Dynamiczną kalibrację czujnika siły stosuje się w celu oszacowania dokładności pomiaru szczytowego impulsu obciążającego. W celu wykrycia nieliniowości generowanych przez czujnik siły wyników stosuje się różne wysokości zrzutu.

Niniejsza procedura powinna być stosowana z częstotliwością raz na dwa lata lub częściej, tak jak to uzna Laboratorium Kontrolne. Jeżeli wyniki zastosowania tej procedury dadzą podstawy do dalszych badań i/lub naprawy lub serwisowania, to protokół ten należy powtórzyć po wykonaniu naprawy.

Protokół LK2-2005 Kalibracja laboratoryjna czujników ugięć FWD

Celem niniejszej procedury jest ustalenie, czy układ czujnik ugięć - elektronika przetwarzająca sygnały jest w stanie generować prawidłowe wartości maksymalne ugięcia, w przypadkach zmiennych amplitud i czasów trwania impulsów. W procedurze tej czujnik ugięć jest zainstalowany na stole wibracyjnym. Czujnik jest poddawany różnym seriom impulsów, składających się z różnych amplitud przemieszczenia i czasów narastania impulsu. Sygnał wyjściowy czujnika jest porównywany z sygnałem wyjściowym przyrządu wzorcowego.

Drugim celem tej procedury jest ustalanie współczynnika kalibracji badanego czujnika ugięć. Współczynnik ten oblicza się na podstawie stosunku wartości szczytowych ugięć, wskazanych przez badane czujniki ugięć i przez wzorcowy przetwornik przemieszczenia bądź przez równorzędny przyrząd wzorcowy. Współczynnik ten określa się zazwyczaj dla stosowanego w badaniach terenowych czasu trwania impulsu obciążenia.

Niniejsza procedura powinna zostać zastosowana minimum raz dla każdego nowego urządzenia oraz wtedy gdy po wymianie procesora i czujnika ugięć stwierdzono wpływ zmiennego czasu trwania impulsu obciążenia na dokładność wartości szczytowych ugięć. Niniejsza procedura powinna być stosowana z częstotliwością raz na dwa lata w przypadku konieczności kalibracji czujników ugięć oraz wtedy, gdy istnieje konieczność ustalenia współczynników kalibracyjnych wzorcowego czujnika ugięć lub częściej, tak jak to uzna Laboratorium Kontrolne.

Protokół LK3-2005 Kalibracja in-situ zdemontowanych czujników ugięć

Niniejszy protokół przedstawia sposób określenia in-situ współczynnika kalibracji czujników ugięć, poprzez wykonanie ugięciomierzem szeregu zrzutów z różnych wysokości, w czasie gdy czujnik zdemontowano z belki i zamontowano w uchwycie badawczym.

Celem tej procedury jest sprawdzenie dokładności pomiaru wartości maksymalnych ugięć generowanych przy użyciu FWD w serii wielu zrzutów z różnych wysokości. W procedurze tej czujnik ugięć FWD jest zdemontowany i umieszczony w uchwycie badawczym znajdującym się w pewnej odległości od płyty naciskowej ugięciomierza. Jako czujniki wzorcowe stosowane są instrumenty pomiarowe odpowiednio ustawione względem czujnika ugięć. Badanie to pokazuje, czy proces generowania ugięcia przez FWD wpływa na dokładność odczytów ugięć, oraz czy drgania powstające w trakcie tego procesu są wystarczająco szybko tłumione.

Niniejsza procedura powinna być stosowana z częstotliwością raz na dwa lata lub częściej, tak jak to uzna Laboratorium Kontrolne. Jeżeli wyniki zastosowania tej procedury dadzą podstawy do dalszych badań i/lub naprawy lub serwisowania, to protokół ten należy powtórzyć po wykonaniu naprawy.

Protokół LK4-2005 Procedura harmonizacji FWD in-situ

Przedstawiona procedura pozwala określić in-situ współczynnik harmonizacji dla ugięciomierzy FWD uczestniczących w badaniach porównawczych. W procedurze tej wyniki badań grupy FWD są porównywane z wynikami uzyskanymi przez wzorcową grupę FWD, będącą częścią całej badanej grupy (badanie odtwarzalności). W dniu wykonania testu określana jest także powtarzalność każdego FWD. Badania prowadzone są na nawierzchniach o różnej nośności.

W badaniach odtwarzalności na każdym stanowisku wykonuje się pięć zrzutów. Ugięcia normalizuje się do poziomu obciążenia zadanego, a następnie porównuje z danymi wzorcowymi. Współczynniki harmonizacji ugięć oblicza się metodą regresji liniowej, tak by ugięcia wzorcowe ustalić z możliwie największą dokładnością.

Celem badania powtarzalności jest ustalenie, czy badane FWD uzyskują porównywalne wartości ugięć na wybranych stanowiskach badawczych. W procedurze tej powtarzalność FWD jest weryfikowana w serii kilkunastu kolejnych zrzutów wykonywanych na stanowisku bez podnoszenia płyty naciskowej.

Niniejszy protokół jest przeznaczony do stosowania dla ugięciomierzy generujących impuls obciążający o podobnej długości. W innym przypadku ustalanie odpowiednich

współczynników harmonizacji FWD in-situ dla wszystkich ugięciomierzy objętych testem wymaga użycia bardziej skomplikowanych technik konwersji.

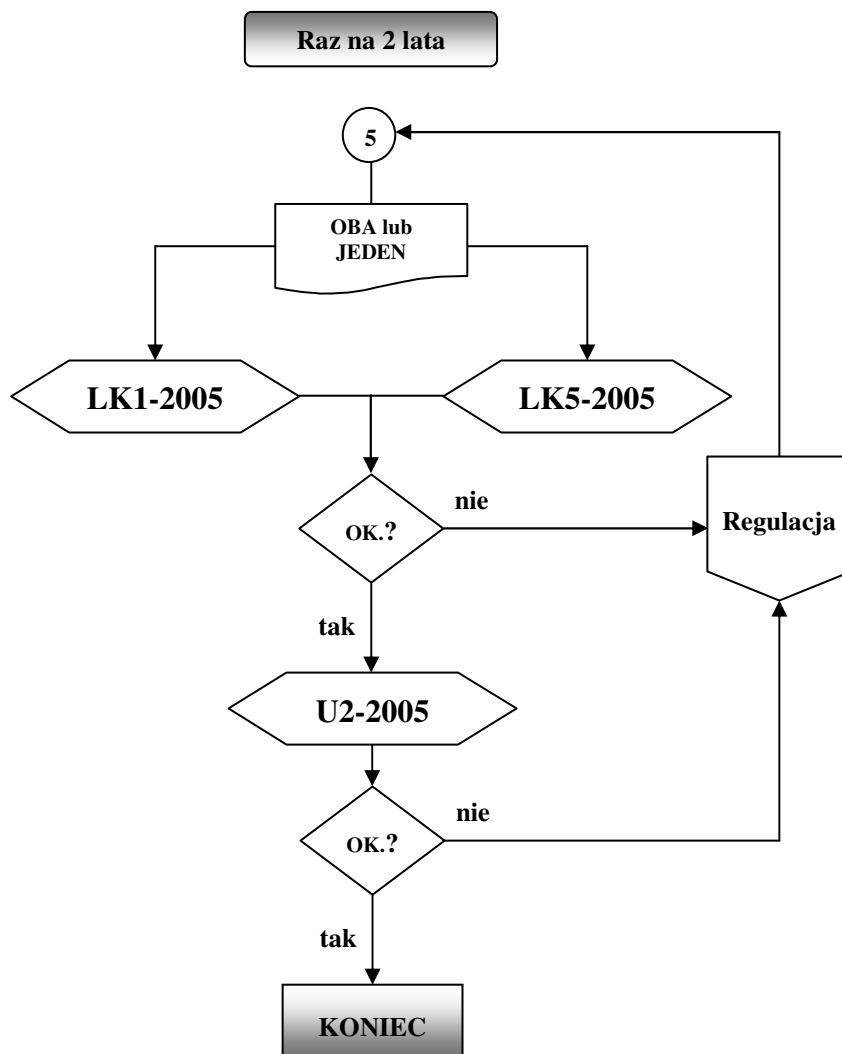
Niniejsza procedura powinna być stosowana z częstotliwością raz rok.

Protokół LK5-2005 Statyczna kalibracja czujnika siły FWD

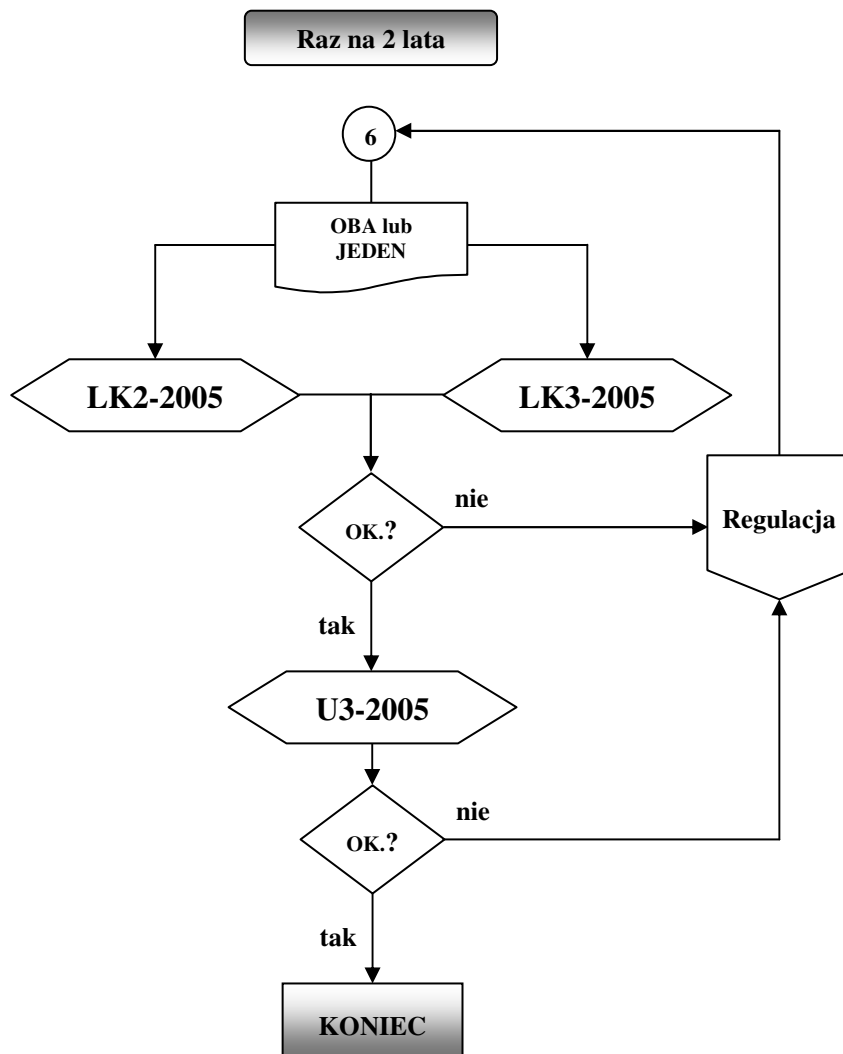
Niniejszy protokół przedstawia sposób ustalenia współczynnika kalibracji czujnika siły FWD w cyklu następujących po sobie obciążeniach czujnika siły FWD zamontowanego szeregowo, współosiowo z wzorcowym czujnikiem siły.

Statyczna kalibracja czujnika siły FWD ma na celu sprawdzenie, czy urządzenie dokładnie mierzy wartość maksymalną impulsu obciążającego. W celu wykrycia wszelkich nieliniowości sygnału wyjściowego czujnika siły FWD stosuje się różnorodne etapy obciążania.

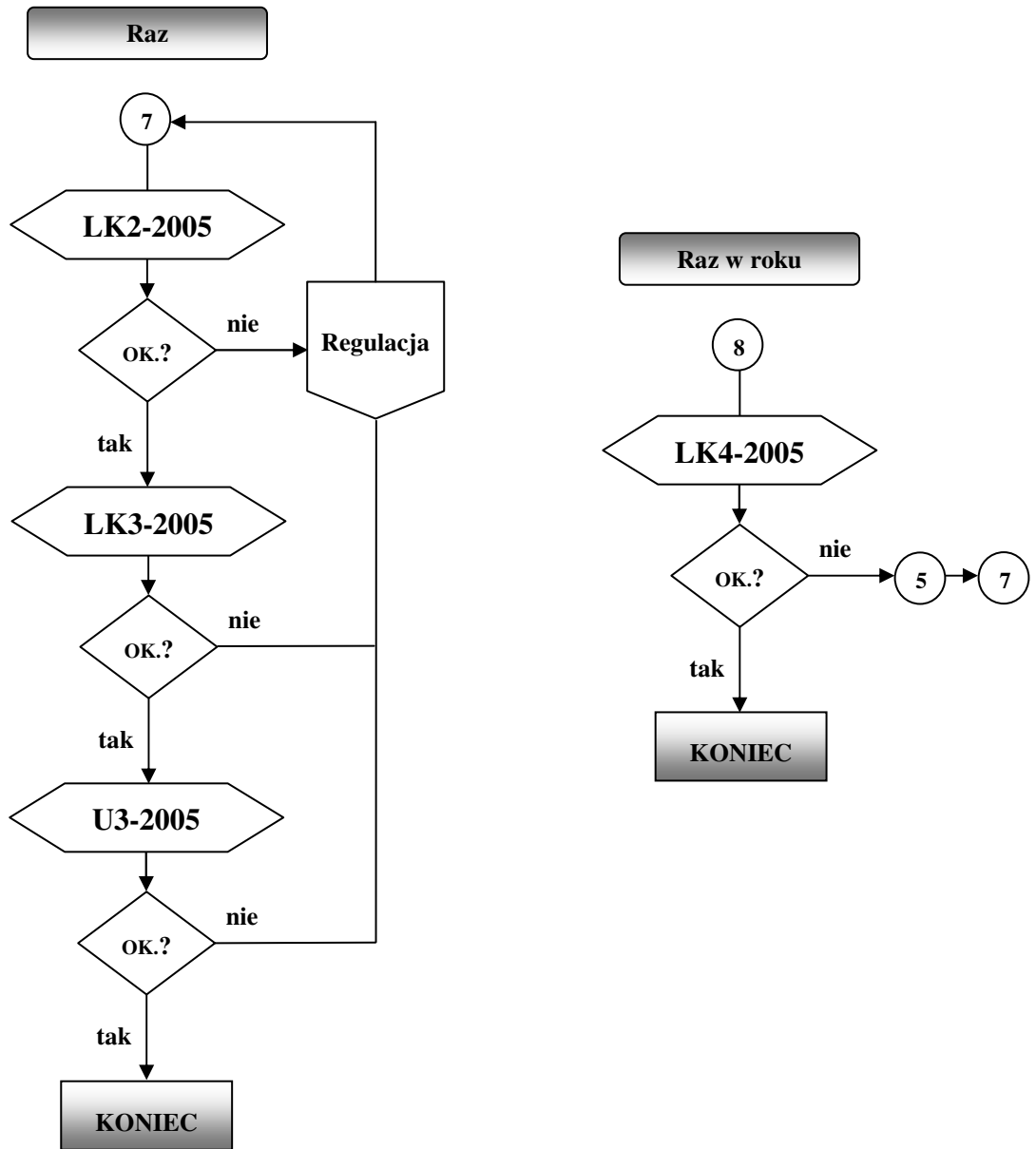
Niniejsza procedura powinna być stosowana z częstotliwością raz na dwa lata w przypadku, gdy nie ma możliwości wykonania dynamicznej kalibracji czujnika siły. Procedurę tą należy również zastosować w ugięciomierzach FWD, w których zamontowano nowy czujnik siły.



Schemat kalibracji czujnika siły na poziomie Laboratorium Kontrolnego



Schemat kalibracji czujników ugięć na poziomie Laboratorium Kontrolnego



Schemat kalibracji czujników ugięć oraz harmonizacji FWD na poziomie Laboratorium Kontrolnego