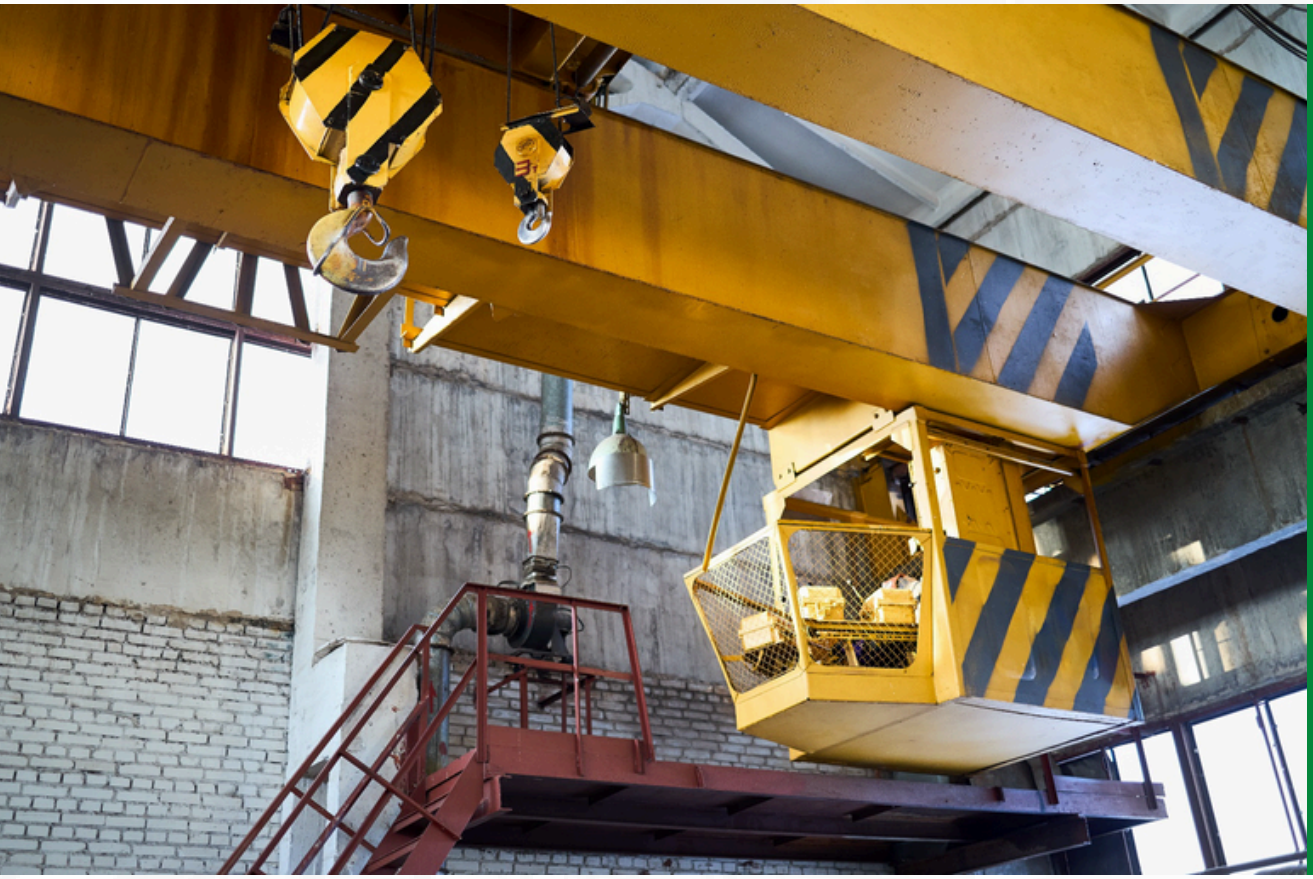
URZĄD DOZORU TECHNICZNEGO

Wspieramy rozwój.
Dbamy o bezpieczeństwo.

WYTYCZNE URZĘDU DOZORU TECHNICZNEGO

BADANIA NIENISZCZĄCE USTROJÓW NOŚNYCH URZĄDZEŃ TRANSPORTU BLISKIEGO

WUDT/UTB-1/2026 – SUWNICE



2026

WYDANIE PIERWSZE
listopad

WPROWADZENIE

Niniejsze opracowanie Urzędu Dozoru Technicznego określane dalej jako Wytyczne WUDT/UTB-1/2026, odnoszą się do urządzeń transportu bliskiego podlegających dozorowi technicznemu na mocy ustawy o dozorze technicznym z dnia 21 grudnia 2000 r. (Dz. U. z 2024 r. poz. 1194) i rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 7 grudnia 2012 r. w sprawie rodzajów urządzeń technicznych podlegających dozorowi technicznemu (Dz. U. z 2012 r. Poz. 1468).

WUDT/UTB-1/2026 – część I – Suwnice

Celem *Wytycznych* jest wspomaganie inspektorów, eksploatujących, zakładów uprawnionych do napraw i/lub modernizacji, konserwujących oraz osób kompetentnych, w działaniach na rzecz bezpieczeństwa technicznego. Opracowanie może stanowić podstawę do stawiania wymagań w zakresie przygotowania niezbędnego programu badań nieniszczących i metod oceny stanu ustrojów nośnych. W rezultacie może służyć określaniu bieżącej przydatności do dalszej eksploatacji elementów konstrukcyjnych, a także w przypadku wystąpienia konieczności przeprowadzenia naprawy bądź modernizacji ustroju lub innym technicznie uzasadnionym przypadku.

Należy zauważyć, że zawarte w dokumencie wytyczne, nie opisują wszystkich możliwych przypadków przeprowadzania badań nieniszczących, ani też wszystkich dostępnych metod badawczych. Z uwagi na mnogość uwarunkowań, przypadek każdego ustroju nośnego należy rozważać indywidualnie. *Wytyczne* stanowią otwarty zbiór dobrych praktyk inżynierskich.

Niniejszy dokument stanowi przewodnik opracowany przede wszystkim z myślą o badaniach konstrukcji nośnych suwnic, w fazie ich eksploatacji. Niemniej jednak zalecenia w nim opisane można wykorzystywać również w przypadku prowadzenia diagnostyki ustrojów lub elementów ustrojów innych urządzeń, podczas eksploatacji których zachodzą podobne procesy degradacyjne.

Badania nieniszczące zwane również badaniami NDT, wchodzą w zakres badań specjalnych, o których mowa w art. 14 ust. 2 pkt 4 ww. ustawy.

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP 5
1.1 TRWAŁOŚĆ PROJEKTOWANA A TRWAŁOŚĆ RZECZYWISTA 5
1.2 ZMĘCZENIE MATERIAŁU I POWSTAWANIE PĘKNIĘĆ 6
2. CEL PRZEPROWADZANIA BADAŃ NIENISZCZĄCYCH 9
2.1 DIAGNOSTYKA PRACUJĄCYCH KONSTRUKCJI 9
2.2 BADANIA NIENISZCZĄCE KONSTRUKCJI NOŚNYCH DŹWIGNIC 9
3. PRZEGLĄD PODSTAWOWYCH METOD BADAŃ NIENISZCZĄCYCH 11
3.1 BADANIA WIZUALNE – VT 11
3.2 BADANIA PENETRACYJNE – PT 11
3.3 BADANIA MAGNETYCZNE-PROSZKOWE – MT 12
3.4 BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE – UT 12
3.5 BADANIE RADIOGRAFICZNE – RT 13
3.6 BADANIA PRĄDAMI WIROWYMI – ET 14
3.7 BADANIA EMISJĄ AKUSTYCZNĄ – AE 14
4. STOSOWANIE BADAŃ NIENISZCZĄCYCH W DIAGNOSTYCE SUWNIC 16
4.1 WYTYCZNE DOTYCZĄCE BADAŃ NIENISZCZĄCYCH W TOKU EKSPLOATACJI UTB – DOTYCZY BADAŃ OKRESOWYCH ORAZ DORAŹNYCH 16
4.1.1 WYDAWANIE ZALECEŃ WYKONYWANIA KOLEJNYCH BADAŃ PO POZYTYWNYM WYNIKU BADAŃ NIENISZCZĄCYCH 20
4.1.2 WYDAWANIE ZALECEŃ WYKONYWANIA KOLEJNYCH BADAŃ PO NEGATYWNYM WYNIKU BADAŃ NIENISZCZĄCYCH 20
4.2 WYTYCZNE DOTYCZĄCE BADAŃ NIENISZCZĄCYCH W TOKU BADAŃ ODBIORCZYCH UTB ODDANYCH DO UŻYTKU (UTB UŻYWANE, W SZCZEGÓLNOŚCI NIE POSIADAJĄCE UDOKUMENTOWANEGO PRZEBIEGU EKSPLOATACJI) 21
4.3 WYTYCZNE DOTYCZĄCE BADAŃ NIENISZCZĄCYCH W TOKU UZGADNIANIA NAPRAW UTB 22
4.3.1 BADANIA NIENISZCZĄCE PRZED WYKONANIEM NAPRAWY 22
4.3.2 BADANIA NIENISZCZĄCE PO WYKONANIU NAPRAWY 23
4.4 WYTYCZNE DOTYCZĄCE BADAŃ NIENISZCZĄCYCH W TOKU UZGADNIANIA MODERNIZACJI UTB 23
4.4.1 BADANIA NIENISZCZĄCE PRZED WYKONANIEM MODERNIZACJI 23
4.4.2 BADANIA NIENISZCZĄCE PO WYKONANIU MODERNIZACJI 25
5. TYPOWANIE MIEJSC DO BADAŃ NIENISZCZĄCYCH 26
6. LABORATORIA WYKONUJĄCE BADANIA NIENISZCZĄCE 40
6.1 BADANIA SPECJALNE 40
6.2 BADANIA NIENISZCZĄCE W TOKU NAPRAW LUB MODERNIZACJI 40
7. KRYTERIA AKCEPTACJI 41
7.1 OKREŚLANIE KRYTERIÓW AKCEPTACJI NA POTRZEBY WYKONANIA BADAŃ NIENISZCZĄCYCH W TOKU EKSPLOATACJI URZĄDZENIA – DOTYCZY BADAŃ NIENISZCZĄCYCH ZALECONYCH/WYMAGANYCH PRZEZ INSPEKTORA PODCZAS: -

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

BADAŃ OKRESOWYCH LUB DORAŹNYCH - BADAŃ ODBIORCZYCH UTB ODDANYCH DO UŻYTKU (UTB UŻYWANE) - OCENY STANU TECHNICZNEGO UTB PO PRZEKROCZENIU JEGO RESURSU 41
7.2 OKREŚLANIE KRYTERIÓW AKCEPTACJI NA POTRZEBY WYKONANIA BADAŃ NIENISZCZĄCYCH W TOKU UZGADNIANIA NAPRAWY LUB MODERNIZACJI 41
7.2.1 BADANIA NIENISZCZĄCE NA POTRZEBY PROCESU UZGADNIANIA NAPRAWY LUB MODERNIZACJI (BADANIA PRZED UZGODNIENIEM NAPRAWY LUB MODERNIZACJI) ... 41
7.2.2 BADANIA NIENISZCZĄCE WYKONYWANE NA ETAPIE REALIZACJI UZGODNIONEJ NAPRAWY LUB MODERNIZACJI (BADANIA PO PRZEPROWADZENIU NAPRAWY LUB MODERNIZACJI) 42
8. TOK POSTĘPOWANIA PRZY ZALECANIU BADAŃ NIENISZCZĄCYCH 44
8.1 ZASADY ZALECANIA BADAŃ 44
8.2 POSTĘPOWANIE PO OTRZYMANIU WYNIKÓW BADAŃ 44
9. OPTYMALIZACJA ZASTOSOWANIA BADAŃ NIENISZCZĄCYCH 46
WARUNKI STOSOWANIA BADAŃ NIENISZCZĄCYCH 46
10. STUDIUM PRZYPADKU 48
BIBLIOGRAFIA 55
Spis rysunków 57
Spis tabel 57

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

1. WSTĘP

1.1 TRWAŁOŚĆ PROJEKTOWANA A TRWAŁOŚĆ RZECZYWISTA

Żadna dźwignica nie jest zaprojektowana i zbudowana w taki sposób, aby mogła być użytkowana nieskończenie długo. Dźwignice powinny zatem pracować w takich warunkach oraz przez taki okres na jaki zostały zaprojektowane. W celach projektowych normy narzucają konieczność określania liczby cykli pracy urządzenia w przewidzianym okresie eksploatacji (przykładowo 20 lat wg PN-91/M-06503), przy czym często jest to minimalna trwałość gwarantowana przez producenta.

Na skutek dynamicznych zmian w przemyśle produkcyjnym (zmiana asortymentu podnoszonego przez dźwignicę, zmiana natężenia pracy itd.) niejednokrotnie spotykamy się z sytuacją, w której rzeczywiste warunki pracy dźwignicy są inne niż te, które pierwotnie przewidywał producent na etapie jej projektowania np. zmiana klasy wykorzystania, zmiana spektrum obciążenia na przestrzeni lat pracy. W konsekwencji trudnym, a czasem nawet niemożliwym, jest precyzyjne określenie rzeczywistej liczby cykli przepracowanych przez dźwignicę przy danym obciążeniu, tym samym trudności może nastręczać określenie rzeczywistego stopnia wykorzystania resursu UTB.

W takich sytuacjach, w celu zapewnienia bezpiecznej pracy urządzenia należy szukać metod, które dadzą odpowiedź na pytanie, do którego momentu urządzenie może bezpiecznie pracować, a kiedy należy je wycofać z eksploatacji.

Można zaobserwować, że suwnice wytwarzane kilka dekad temu, które pracują do dziś, często dlatego są zdatne do pracy, ponieważ nie były tak intensywnie wykorzystywane jak to pierwotnie przewidywano. Z drugiej strony, intensywna eksploatacja urządzenia, może prowadzić do przekroczenia założeń projektowych objawiających się w postaci pęknięć konstrukcji.

Szczególne znaczenie ma to w przypadku konstrukcji nośnej. W trakcie pracy dźwignicy na etapie wieloletniej eksploatacji dokonuje się wymiany jej poszczególnych elementów (liny, silniki, reduktory, hamulce, elementy zasilania itd.), jednak zwykle nie przeprowadza się wymiany ustroju nośnego, którego trwałość jest ograniczona. Należy zwrócić uwagę na fakt, że po przeprowadzeniu oceny stanu technicznego (tzw. „przeglądu specjalnego”), niektóre mechanizmy mogą wrócić do pełnej sprawności na skutek wymiany ich określonych elementów, natomiast w żaden sposób **nie dochodzi do przywrócenia właściwości materiału, z którego wykonana jest konstrukcja nośna, inaczej mówiąc nie dochodzi do „wyzerowania pamięci materiału”,** gdyż procesy zmęczeniowe są nieodwracalne. W ich efekcie stopień zużycia konstrukcji będzie wyłącznie postępował, aż do jej zniszczenia. Ma to kluczowe znaczenia ze względu bezpieczeństwa, gdyż jak wspomniano na wstępie okres eksploatacji dźwignicy zawsze jest ograniczony.

W przemyśle, możemy mieć również do czynienia z nieprzeciętnie rzadką eksploatacją tego typu urządzeń. Przykładem mogą być suwnice remontowe, suwnice obsługujące przepompownie itp., które wykonują zaledwie kilka cykli rocznie. W tym przypadku, z punktu widzenia wytrzymałości zmęczeniowej rzeczywisty okres eksploatacji ustroju może być kilkakrotnie dłuższy niż dla suwnic obsługujących zakłady produkcyjne. Nie znaczy to jednak, że konstrukcja nośna takiej suwnicy może pracować w nieskończoność.

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

W tych dość nieprzewidywalnych warunkach należy zatem skupić się na adekwatnym sposobie diagnozowania stanu ustroju nośnego, aby w żaden sposób jego stopień wyeksploatowania nie wpływał negatywnie na bezpieczeństwo pracy całej dźwignicy.

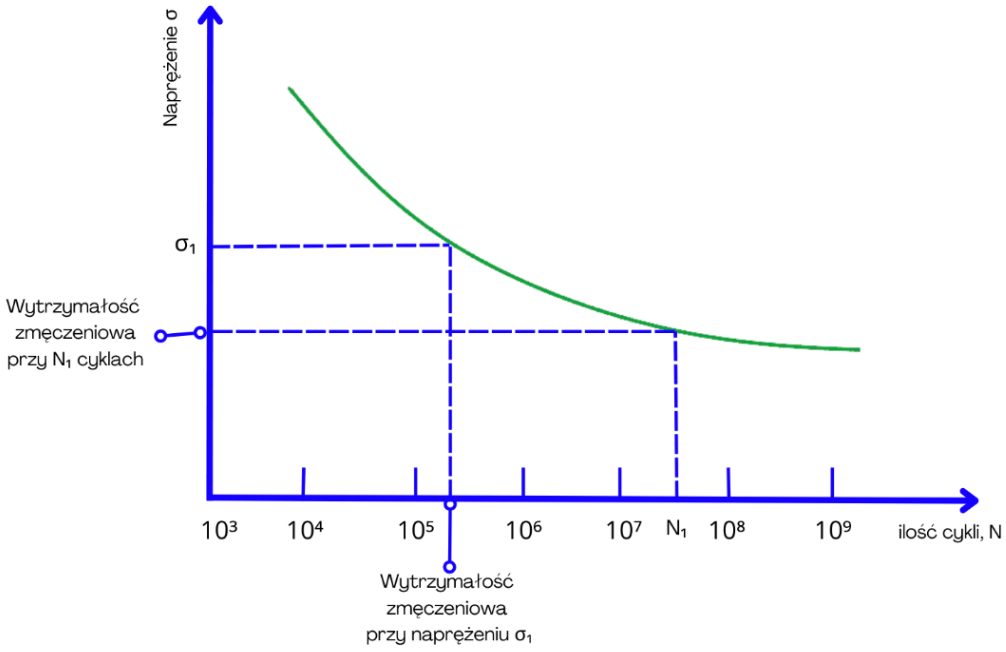
1.2 ZMĘCZENIE MATERIAŁU I POWSTAWANIE PĘKNIĘĆ

Eurocode PN-EN 1993-1-9 definiuje zmęczenie jako proces inicjacji i propagacji pęknięć w konstrukcji spowodowany oddziaływaniem okresowo zmiennych naprężeń. Innymi słowy zmęczenie materiału to proces powstawania i rozwoju uszkodzeń w materiale poddanym cyklicznemu obciążeniu zmieniającym się w funkcji czasu.

Wywołane w oscylacyjnie obciążanym elemencie zmienne naprężenia powodują skrócenie czasu eksploatacji konstrukcji. Zniszczenie elementu może nastąpić przy naprężeniach o wartościach znacznie niższych od statycznej wytrzymałości materiału, z którego jest on wykonany. Inaczej mówiąc, zniszczenie wypracowanej konstrukcji dźwignicy może nastąpić podczas obciążenia jej znacznie mniejszym ładunkiem niż odpowiadającym udźwigowi nominalnemu.

W trakcie projektowania konstrukcji nośnych dźwignic musi być brana pod uwagę zarówno wytrzymałość doraźna jak i wytrzymałość zmęczeniowa. Podczas eksploatacji dźwignicy jej zniszczenie następuje na skutek wyczerpania wytrzymałości zmęczeniowej, a nie wytrzymałości doraźnej (o ile obiekt nie został mocno przeciążony). Poza pewnymi wyjątkami wytrzymałość zmęczeniowa jest ograniczona. Zmęczenie w praktyce oznacza skończoną liczbę cykli obciążenia o określonej wartości, którą dany materiał jest w stanie przenieść. Mowa tu o konkretnym węźle konstrukcyjnym lub elemencie a nie całej konstrukcji, gdyż wytrzymałość zmęczeniowa każdego węzła/elementu jest inna.

Punktem wyjściowym przy projektowaniu elementów pracujących zmęczeniowo jest krzywa Wöhlera (rys. 1).



Rys. 1. Krzywa Wöhlera - wartość naprężenia niszczącego w funkcji ilości cykli zmian obciążenia

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

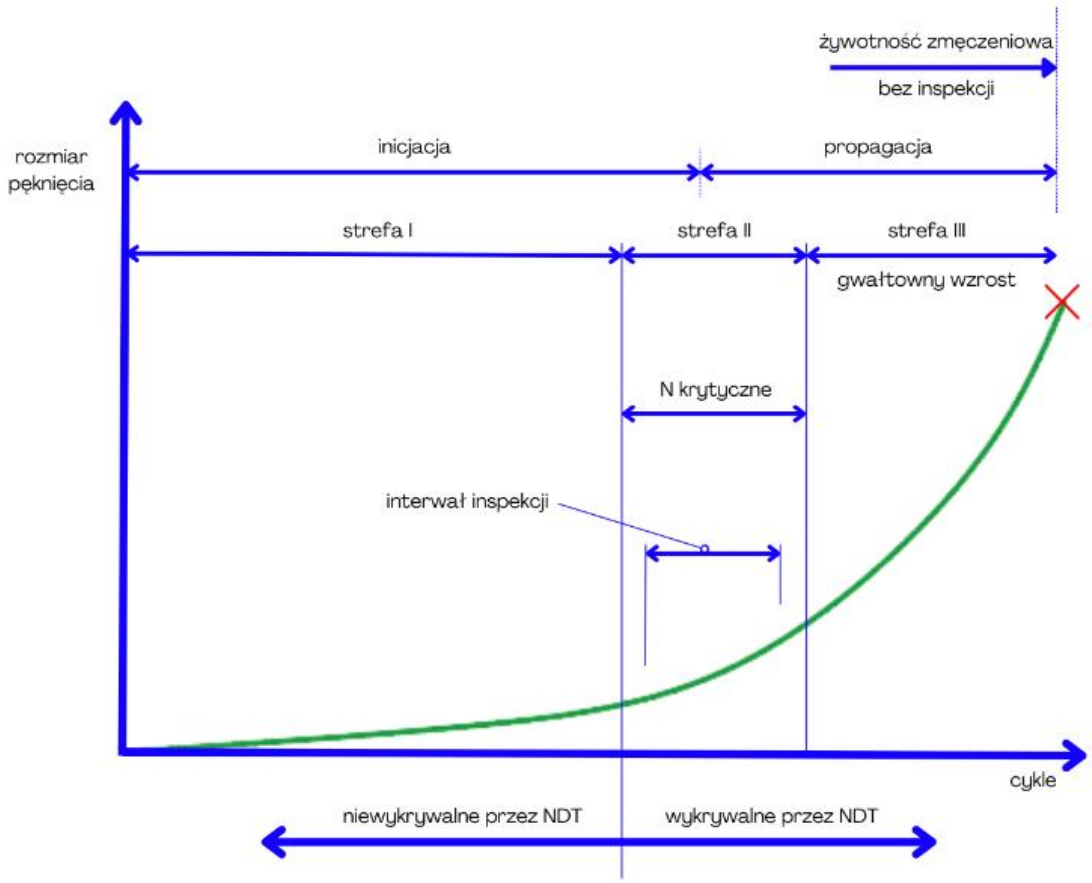
Jest ona opracowywana dla konkretnego gatunku stali i przybliża odpowiedź na pytanie jak długo materiał będzie pracował, ściślej mówiąc ile cykli wykona bez zniszczenia przy zadanym poziomie naprężeń w rozpatrywanym elemencie.

Po przekroczeniu określonej liczny cykli następuje proces inicjacji pękania zmęczeniowego. Dalsze obciążanie i odciążanie elementu prowadzi z kolei do propagacji powstałego wcześniej pęknięcia. Po przekroczeniu wartości krytycznych wielkości pęknięcia, następuje gwałtowne zniszczenie elementu.

Dla ogólnej trwałości konstrukcji, ogromne znaczenie ma sposób projektowania (np. unikanie karbów geometrycznych) oraz staranność przy wytwarzaniu poszczególnych elementów ustroju. W obrębie złączy spawanych niemal zawsze występują mikro nieciągłości materiału, które również mogą być inicjatorami późniejszych pęknięć.

Z uwagi na złożoność zagadnienia, dzisiejszy poziom techniki w przypadku urządzeń takich jak np. dźwignice, nie daje prostej odpowiedzi na pytanie, kiedy należy wycofać ustrój z eksploatacji. Na dzień dzisiejszy nie istnieją metody precyzyjnej predykcji, które dałyby odpowiedź na pytanie, jaka część wytrzymałości zmęczeniowej została już wykorzystana, a jaka jej część pozostała do wykorzystania. Ciągłe monitorowanie pod względem zmęczenia każdego punktu konstrukcji jest najczęściej niemożliwe. W celu zachowania akceptowalnego poziomu niezawodności oraz bezpieczeństwa pracy urządzenia, prowadzi się okresowe kontrole poszczególnych obszarów ustroju. Diagnostyka ta ma na celu wykrycie pęknięcia w jego stabilnym stadium, czyli wtedy gdy z jednej strony, jego rozmiary są na tyle duże, że już istnieje możliwość jego wykrycia metodami NDT, z kolei z drugiej strony, jego rozmiary są wciąż na tyle niewielkie, że nie stwarzają zagrożenia dla pracy ustroju (rys. 2). Wykrycie pęknięcia powinno nastąpić w początkowej fazie jego powstania i w ślad za tym powinno nastąpić wstrzymanie eksploatacji całego urządzenia do momentu przeprowadzenia naprawy lub jego zezłomowania w sytuacji gdy remont nie ma uzasadnienia technicznego bądź ekonomicznego.

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.



Rys. 2. Przebieg rozwoju pęknięć zmęczeniowych

W celu zapewnienia bezpieczeństwa pracy konstrukcji, kluczowym może się zatem okazać prowadzenie diagnostyki przy użyciu odpowiednich metod NDT, stosowanych we właściwych czasookresach.

W normach (przykładowo ISO 12482:2014, BS 7608:2014+A1:2015) opisano, że uszkodzenia będące skutkiem zmęczenia materiału są trudne do przewidzenia lub oszacowania w trakcie inspekcji. Zatem w celu zapewnienia bezpieczeństwa eksploatacji koniecznym jest analizowanie planów inspekcji oraz szacowanie pozostałego czasu pracy dźwignicy.

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

2. CEL PRZEPROWADZANIA BADAŃ NIENISZCZĄCYCH

2.1 DIAGNOSTYKA PRACUJĄCYCH KONSTRUKCJI

W obecnej chwili w praktyce inżynierskiej nie istnieje prosta metoda umożliwiająca jednoznaczną ocenę stanu wypracowania materiału, na różnych etapach jego eksploatacji.

Badania niszczące (*ang. DT – destructive testing*) umożliwiają ocenę niektórych właściwości materiału, w tym uzyskanie informacji o jego aktualnym stanie. Mogą stanowić źródło danych pozwalających na przewidywanie zachowania materiału w warunkach obciążeń cyklicznych.
Z przyczyn technicznych, w dźwignicach, badania te stosowane są rzadko, ponieważ wiąże się to z koniecznością pobierania próbek, czyli przynajmniej częściowego zniszczenia pracującego elementu.

Badania nieniszczące (*ang. NDT – non-destructive testing*) doskonale nadają się do powszechnego zastosowania na pracujących konstrukcjach. Umożliwiają one uzyskanie niektórych informacji o integralności materiałowej, stanie, jak również uszkodzeniach badanego obiektu, bez ingerowania w jego cechy użytkowe. Choć nie dają precyzyjnej odpowiedzi na pytanie, kiedy dokładnie nastąpi inicjacja pęknięcia, są w stanie wykryć już powstałe uszkodzenia. Z punktu widzenia bezpieczeństwa eksploatacji, przy założeniu stosowania właściwych czasookresów przeglądów urządzenia, kluczowym jest stwierdzenie czy dany ustrój znajduje się w należytym stanie technicznym, czy też zaczęły pojawiać się na nim pierwsze zmiany jak np. pęknięcia zmęczeniowe. Odpowiedź na to pytanie mogą dać wyniki badań nieniszczących.

Zadaniem badań nieniszczących w tym przypadku jest:

- potwierdzenie należytego stanu konstrukcji, lub
- stwierdzenie obecności uszkodzeń konstrukcji, jeśli takie występują.

2.2 BADANIA NIENISZCZĄCE KONSTRUKCJI NOŚNYCH DŹWIGNIC

Ustroje nośne suwnic projektowane były najczęściej wg serii norm PN-M-06515, ISO 8686, DIN 15018, EN15011, EN13001 i innych. Znaczna ilość ustrojów nośnych była obliczana z uwzględnieniem minimalnego czasu eksploatacji określanego na poziomie 20 lat. Należy jednak zauważyć, iż w warunkach przeprowadzania inspekcji okresowych, w szczególności starszych urządzeń, bywa niezmiernie trudno ustalić dokładne założenia projektowe, którymi kierował się producent. Dodatkowo, założenia te zmieniały się na przestrzeni lat. W wielu przypadkach dostęp do pełnej informacji dotyczącej charakteru pracy urządzenia bywa utrudniony (przebieg eksploatacji - historia niekompletna lub częściowo niekompletna). Dlatego też wycofanie urządzenia z eksploatacji, dokładnie w momencie wyczerpania jego projektowanej wytrzymałości staje się niemal niemożliwe.

Tu z pomocą przychodzą badania nieniszczące, wykonywane w fazie eksploatacji ustroju nośnego.

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

Obecnie wykorzystywane metody badań nieniszczących dają możliwość przeprowadzania diagnostyki całego ustroju nośnego (np. emisja akustyczna), znacznych jego obszarów lub poszczególnych punków-węzłów konstrukcji (np. metody VT, PT, MT, UT).

Wykonanie badań nieniszczących oprócz samego ich kosztu, wymaga odpowiedniego przygotowania urządzenia oraz zwykle wiąże się z jego przestojem. Z tych powodów zalecanie badań nieniszczących powinno być starannie przemyślane i realizowane racjonalnie. Zagadnienie to zostało rozwinięte w rozdziale 9.

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

3. PRZEGLĄD PODSTAWOWYCH METOD BADAŃ NIENISZCZĄCYCH

Normy wskazują szereg metod badań nieniszczących stosowanych do oceny wyrobów. Poniżej przedstawiono rodzaje badań nieniszczących, które mogą być zastosowane do oceny konstrukcji nośnych suwnic.

WYBRANE METODY BADAŃ NIENISZCZĄCYCH PRZYDATNYCH PRZY OCENIE KONSTRUKCJI SUWNIC:

- ✓ Badania wizualne – VT (ang. *visual testing*)
- ✓ Badania penetracyjne – PT (ang. *penetrant testing*)
- ✓ Badania magnetyczne-proszkowe – MT (ang. *magnetic particle testing*)
- ✓ Badania ultradźwiękowe – UT (ang. *ultrasonic testing*)
- ✓ Badania radiograficzne – RT (ang. *radiographic testing*)
- ✓ Badania prądami wirowymi – ET (ang. *eddy current testing*)
- ✓ Badania emisją akustyczną – AE (ang. *acoustic emission testing*)

3.1 BADANIA WIZUALNE – VT

Badania wizualne są podstawową metodą, która pozwala na wykrywanie niezgodności powierzchniowych danego obiektu. Realizowane są za pomocą oka nieuzbrojonego – badanie bezpośrednie lub z zastosowaniem przyrządów optycznych (lupy, endoskopu) – badanie pośrednie. Wykrywane są na przykład pęknięcia, zniekształcenia, zażużlenia, zmiany korozyjne i erozyjne materiałów.

PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA BADAŃ VT:

Badania wizualne są podstawową metodą wykrywania niezgodności w materiale. Przy weryfikacji stanu konstrukcji będących w eksploatacji, ocena potencjalnych uszkodzeń, np. pęknięć, nie powinna się zakończyć na badaniu wizualnym. Częstym przypadkiem jest sytuacja, w której pęknięcie spoiny ujawnione podczas badań VT, okazuje się propagować w materiał rodzimy, co zostaje wykazane dopiero po zastosowaniu innych metod np. PT, MT lub ET.

3.2 BADANIA PENETRACYJNE – PT

Metoda ta opiera się na zjawisku włoskowatości, a więc na wnikaniu cieczy do wąskich i trudno dostępnych obszarów oraz wypełnianiu ich. Aplikowany penetrant ma za zadanie wnikać w otwory powierzchniowe. Po upływie odpowiedniego czasu nadmiar penetrantu jest usuwany z powierzchni, pozostając jedynie w szczelinach. Przed badaniem powierzchnia powinna być oczyszczona z powłoki malarskiej, powłoki galwanicznej, produktów korozji itp. Metoda ta ma zastosowanie do materiałów nieporowatych i odpornych na działanie środków penetrujących. Badania penetracyjne pozwalają na wykrywanie nieciągłości o szerokości od 0,1 µm do 30 µm.

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

Badanie penetracyjne wymaga pracochłonnego przygotowania badanej powierzchni. Prawidłowe usunięcie powłok malarskich i innych materiałów pokrywających badaną powierzchnię ma kluczowy wpływ na wynik badania. Preferowaną metodą oczyszczania jest używanie dedykowanych do tego środków chemicznych oraz użycie szczotek drucianych, a następnie odtłuszczenie powierzchni zmywaczem.

PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA BADAŃ PT:

Metoda penetracyjna ma szerokie zastosowanie w ocenie konstrukcji, a najbardziej przydatna jest do wykrywania pęknięć materiału i przyklejeń w obszarze złączy spawanych. Warunkiem wykrycia wad jest ich otwarcie na powierzchnię. Ograniczeniem metody jest jej zastosowanie w zakresie temperatur od 10°C do 50°C. Stosowanie metody poza wskazanym zakresem temperatur wymaga użycia penetrantów specjalnych. Metoda wymaga dokładnego oczyszczenia powierzchni badanej, czasu na wnikanie penetrantu, usunięcia jego nadmiaru, a następnie naniesienia wywoływacza i oczekiwania na wskazania. Praktycznie zbadanie jednego obszaru tą metodą zajmuje kilkadziesiąt minut. Zaletą jest możliwość zastosowania metody do materiałów nieferromagnetycznych.

3.3 BADANIA MAGNETYCZNE-PROSZKOWE – MT

Badania magnetyczne - proszkowe to metoda badań, która pozwala na wykrywanie powierzchniowych nieciągłości materiału i stosunkowo dużych, położonych blisko powierzchni wad podpowierzchniowych. Istnieje możliwość wykonania badania tą metodą przez istniejącą powłokę lakierniczą, o ile jej grubość nie przekracza 50 µm. Wówczas w pierwszej kolejności należy dokonać pomiaru grubości istniejącej powłoki malarskiej.

Metoda ta wykorzystuje zjawisko rozproszenia pola magnetycznego. Oczyszczone i odtłuszczone powierzchnie namagnesowuje się, a następnie nanosi proszek magnetyczny lub zawiesinę. Oględziny wykonuje się w trakcie i po magnesowaniu. Po badaniu obiekt zostaje oczyszczony i jeśli to konieczne rozmagnesowany.

Metoda ta wykazuje większą czułość niż badania penetracyjne. Może być stosowana wyłącznie dla materiałów ferromagnetycznych.

PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA BADAŃ MT:

Badania magnetyczne – proszkowe są najchętniej wykorzystywane zarówno jako kontrola po wykonaniu złączy spawanych jak i w celu wykrycia np. pęknięć zmęczeniowych. Ich niewątpliwą zaletą jest krótki czas przygotowania obszaru badania i natychmiastowe zobrazowanie wskazań. Zbadanie określonego obszaru zajmuje wraz z przygotowaniem, od kilku do kilkunastu minut.

3.4 BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE – UT

Badania ultradźwiękowe należą do metod badań objętościowych. Umożliwiają one, wykrywanie przede wszystkim wewnętrznych nieciągłości obiektów. Metoda ta pozwala na wykrywanie najistotniejszych nieciągłości płaskich i wąskoszczelinowych. Prowadzenie badań konstrukcji metodą ultradźwiękową polega na wprowadzeniu do obiektów fal ultradźwiękowych poprzez

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

skanowanie powierzchni obiektu i przesuwanie głowicy po jego powierzchni oraz detekcję sygnałów wywołanych przez fale przechodzące przez obiekty.

W przypadku badań ultradźwiękowych można wyróżnić metody echa i przepuszczania. Metoda echa wymaga dostępu tylko do jednej powierzchni obiektu, tej z której prowadzi się skanowanie. Metoda przepuszczania, nazywana też metodą cienia, jest stosowana do badania obiektów, wykonanych z materiałów silnie tłumiących fale ultradźwiękowe, dla których nie może być zastosowana metoda echa oraz do wykrywania nieciągłości położonych blisko powierzchni. W metodzie przepuszczania dwie oddzielne głowice pojedyncze są umieszczane naprzeciwko siebie, na przeciwległych powierzchniach obiektu.

PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA BADAŃ UT:

Metodę ultradźwiękową stosuje się do wykrywania przede wszystkim nieciągłości zlokalizowanych w głębi materiału oraz pomiarów grubości ścianki. Jest ona przydatna do wykrywania rozwarstwień lub wad wewnętrznych w złączach spawanych. Ma zastosowanie przede wszystkim do materiałów o grubości > 8 mm. Wykorzystanie metody dla cieńszych elementów wymaga zastosowania niestandardowych procedur badawczych.

3.5 BADANIE RADIOGRAFICZNE – RT

Badania radiograficzne pozwalają na wykrywanie wad znajdujących się w całej objętości badanego elementu. W badaniach radiograficznych stosuje się najczęściej promieniowanie jonizujące X (Roentgena) lub γ (gamma). Kontrola radiograficzna polega na wykonaniu radiogramu badanego obiektu, następnie opisaniu zaobserwowanych na radiogramach wskazań od niezgodności i ocenie jakości danego wyrobu. Do wytwarzania promieniowania X stosuje się zazwyczaj lampy rentgenowskie, a do promieniowania γ izotopy promieniotwórcze.

Zasada wykrywania niezgodności w badanych materiałach (złączach) polega na zmianie natężenia promieniowania X i γ przy przejściu przez badany obiekt. Zapis natężenia promieniowania następuje na błonie rentgenowskiej (obecnie także w postaci cyfrowej). Niezgodności w złączu spawanym (lub wady w obiekcie) mają zwykle inną gęstość niż badany materiał. Promieniowanie jonizujące jest więc słabiej pochłaniane i niezgodności ujawniają się na radiogramach w postaci ciemnych plam, linii itp. Ograniczeniami metody jest na przykład konieczność stosowania ochrony radiologicznej.

PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA BADAŃ RT:

Najczęstsze pole zastosowań to badania radiograficzne złączy spawanych, a także odlewów i odkuwek. Metoda umożliwia wykrywanie nieciągłości płaskich oraz objętościowych, pęknięć wewnętrznych i powierzchniowych, wtrąceń, pozostałości jamy usadowej, rozwarstwień w obiektach walcowanych i ciągnionych, nieciągłości odlewów, niezgodności złączy spawanych jak przyklejenia, braki przetopu, pęknięcia, wtrącenia czy pęcherze. Jest metodą kosztowną i pracochłonną, ale w określonych przypadkach jedyną do oceny zdatności konstrukcji do dalszej eksploatacji.

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

3.6 BADANIA PRĄDAMI WIROWYMI – ET

Podstawą badania metodą prądów wirowych jest wytwarzanie prądu elektrycznego w materiale przewodzącym. Mierzona i analizowana wielkość jest zależna od rozkładu indukowanych prądów. Rozkład prądów wirowych, a więc ich gęstość zmniejsza się znacznie ze wzrostem głębokości penetracji w materiał.

W wyniku działania w badanym obiekcie zmiennego pola magnetycznego wykrywane są nieciągłości powierzchniowe płaskie, wąskoszczelinowe, a także większe, położone blisko powierzchni. Możliwe są również pomiary grubości powłok i warstw oraz przewodności i przenikalności wyrobu. Skuteczność metody zależy od stanu powierzchni badanego wyrobu. Dużą zaletą tej metody jest możliwość wykrywania nieciągłości znajdujących się pod warstwą pokrycia malarskiego lub galwanicznego.

PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA BADAŃ ET:

Badanie metodą prądów wirowych znajdzie zastosowanie w przypadku wykrywania nieciągłości wychodzących na powierzchnię obiektów, pęknięć, zawalcowań, wtrąceń, łusek, ubytków korozyjnych, niezgodności spawalniczych. Metoda jest łatwa do automatyzacji oraz daje możliwość wykonywania badań na powierzchni pokrytej powłokami, wykazuje dużą czułość wykrywania wad. Ma zastosowanie szczególnie tam, gdzie wymagana jest szybka ocena powtarzalnych elementów lub węzłów bez ingerencji w powłokę antykorozyjną.

3.7 BADANIA EMISJĄ AKUSTYCZNĄ – AE

Badanie metodą emisji akustycznej jest badaniem wstępnym, przesiewowym pomagającym zlokalizować obszary potencjalnych uszkodzeń konstrukcji nośnej. Obejmuje ono wskazanie i określenie klasy źródeł sygnałów emisji akustycznej generowanych przez powierzchniowe oraz wewnętrzne nieciągłości w konstrukcji, połączeniach i elementach badanego urządzenia. Pomiary wykonuje się podczas obciążania urządzenia.

Badanie polega na rejestracji fal sprężystych będących efektem wyzwolenia energii sprężystej nagromadzonej w materiale, fala propaguje od źródła i przetwarzana jest na sygnał przez czujniki rozmieszczone na powierzchni konstrukcji badanego urządzenia. Następnie sygnał jest rejestrowany i przetwarzany przez system pomiarowy. Źródłem emisji mogą być powierzchniowe i wewnętrzne nieciągłości w materiale profilu lub ścianki, spoinach i elementach badanego urządzenia. Działanie bodźca w postaci obciążenia konstrukcji podczas badania skutkuje wyzwoleniem energii w materiale. Wynik zostaje przedstawiony w jednej z trzech klas aktywności źródła i jednym z czterech stopni nasilenia źródła. W przypadku wykrycia źródła emisji klasy 2 lub 3 (o stopniu nasilenia 3 lub 4), wyznacza się obszar w celu identyfikacji i oceny źródła innymi metodami nieniszczącymi (np. ET, PT, MT).

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA BADAŃ AE:

Badanie metodą emisji akustycznej wskazane jest w szczególności w przypadkach:

- oceny wielkogabarytowych urządzeń o dużym stopniu skomplikowania konstrukcji,
- oceny urządzeń o znacznym stopniu wyeksploatowania,
- wstępnej lokalizacji uszkodzeń.

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

4. STOSOWANIE BADAŃ NIENISZCZĄCYCH W DIAGNOSTYCE SUWNIC

W niniejszym rozdziale opisano przypadki, w których należy przeanalizować możliwość oraz zasadność wykonywania badań nieniszczących konstrukcji nośnych suwnic.

Wymagania dotyczą doboru metod badań nieniszczących złączy spawanych, w tym obszarów sąsiadujących z nimi, jak również pozostałych elementów konstrukcji takich jak powierzchnie blach, kształtowników itd. Opisane zasady można wykorzystywać również w przypadku prowadzenia diagnostyki innych elementów niż konstrukcja nośna.

Na stan techniczny wybranej suwnicy wpływ ma wiele czynników jak np. projektowanie (stosowanie różnych standardów), wytwarzanie, eksploatacja (której warunki mogą zmieniać się na przestrzeni lat), przeznaczenie, rzeczywiste warunki w środowisku pracy, kultura techniczna personelu zajmującego się eksploatacją itd. Dlatego też wymagania dotyczące przeprowadzania badań nieniszczących należy rozważać indywidualnie dla każdego urządzenia.

W każdym przypadku należy stosować się do wymagań zawartych w dokumentacji technicznej UTB. Jeżeli postanowienia instrukcji nie określają inaczej zaleca się stosowanie niniejszych *Wytycznych*.

Oprócz sytuacji opisanych poniżej, w technicznie uzasadnionym przypadku, gdy standardowe badania są niewystarczające do oceny bezpieczeństwa, inspektor może zalecić wykonanie badań nieniszczących, w celu przeprowadzenia dodatkowej weryfikacji stanu technicznego urządzenia.

Wytyczne nie określają sposobu przeprowadzania innych badań, przeglądów lub sprawdzeń wynikających z obowiązujących przepisów (np. przegląd konstrukcji nośnej wykonywany przez konserwującego, oględziny UTB w miejscach dostępnych wykonywane przez inspektora w trakcie badania).

4.1 WYTYCZNE DOTYCZĄCE BADAŃ NIENISZCZĄCYCH W TOKU EKSPLOATACJI UTB – DOTYCZY BADAŃ OKRESOWYCH ORAZ DORAŹNYCH

W trakcie przeprowadzania badania okresowego lub doraźnego urządzenia, uwzględniając jego aktualny stan techniczny oraz warunki pracy, inspektor rozważa możliwość wydania zalecenia dotyczącego przeprowadzenia badań nieniszczących konstrukcji nośnej. W tym celu wspomaga się algorytmem opisanym poniżej.

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

Korzystając ze wzoru (1), konstrukcję nośną kwalifikuje się do przeprowadzenia badań nieniszczących, jeśli wskaźnik $Z_{NDT} \geq 1$.

$$Z_{NDT} = R \times W \qquad (1)$$

gdzie :

Z_{NDT} - wskaźnik zalecania badań nieniszczących,
W - współczynnik zależny od wieku urządzenia, wg Tabeli 1,
R - współczynnik określający stopień wykorzystania resursu konstrukcji suwnicy, wg Tabeli 2.

Tabela 1. Wartości współczynnika W.

Wiek urządzenia w latach	Współczynnik W
< 20	1
20 ≤ W < 30	1,05
30 ≤ W < 40	1,1
40 ≤ W < 50	1,15
≥ 50	1,25

Tabela 2. Wartości współczynnika R.

Stopień wykorzystania resursu konstrukcji *	Współczynnik R
≤ 50 %	0,5
51 %	0,51
52 %	0,52
53 %	0,53
…	…
100 %	1

* Na potrzeby określania współczynnika R, stopień wykorzystania resursu zaokrągla się do wartości całkowitych.

Tabela 3 określa wartości wskaźnika Z_{NDT} obliczone na podstawie wzoru (1).

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

Tabela 3. Wartości obliczeniowe wskaźnika Z_{NDT}.

wiek urządzenia w latach / stopień wykorzystania resursu	< 20 lat	20 ≤ W < 30	30 ≤ W < 40	40 ≤ W < 50	≥ 50
≤ 50 %	0,50	0,53	0,55	0,58	0,63
51 %	0,51	0,54	0,56	0,59	0,64
52 %	0,52	0,55	0,57	0,60	0,65
53 %	0,53	0,56	0,58	0,61	0,66
54 %	0,54	0,57	0,59	0,62	0,68
55 %	0,55	0,58	0,61	0,63	0,69
56 %	0,56	0,59	0,62	0,64	0,70
57 %	0,57	0,60	0,63	0,66	0,71
58 %	0,58	0,61	0,64	0,67	0,73
59 %	0,59	0,62	0,65	0,68	0,74
60 %	0,60	0,63	0,66	0,69	0,75
61 %	0,61	0,64	0,67	0,70	0,76
62 %	0,62	0,65	0,68	0,71	0,78
63 %	0,63	0,66	0,69	0,72	0,79
64 %	0,64	0,67	0,70	0,74	0,80
65 %	0,65	0,68	0,72	0,75	0,81
66 %	0,66	0,69	0,73	0,76	0,83
67 %	0,67	0,70	0,74	0,77	0,84
68 %	0,68	0,71	0,75	0,78	0,85
69 %	0,69	0,72	0,76	0,79	0,86
70 %	0,70	0,74	0,77	0,81	0,88
71 %	0,71	0,75	0,78	0,82	0,89
72 %	0,72	0,76	0,79	0,83	0,90
73 %	0,73	0,77	0,80	0,84	0,91
74 %	0,74	0,78	0,81	0,85	0,93
75 %	0,75	0,79	0,83	0,86	0,94
76 %	0,76	0,80	0,84	0,87	0,95
77 %	0,77	0,81	0,85	0,89	0,96
78 %	0,78	0,82	0,86	0,90	0,98
79 %	0,79	0,83	0,87	0,91	0,99
80 %	0,80	0,84	0,88	0,92	1,00
81 %	0,81	0,85	0,89	0,93	1,01
82 %	0,82	0,86	0,90	0,94	1,03
83 %	0,83	0,87	0,91	0,95	1,04
84 %	0,84	0,88	0,92	0,97	1,05
85 %	0,85	0,89	0,94	0,98	1,06
86 %	0,86	0,90	0,95	0,99	1,08
87 %	0,87	0,91	0,96	1,00	1,09
88 %	0,88	0,92	0,97	1,01	1,10
89 %	0,89	0,93	0,98	1,02	1,11
90 %	0,90	0,95	0,99	1,04	1,13
91 %	0,91	0,96	1,00	1,05	1,14
92 %	0,92	0,97	1,01	1,06	1,15
93 %	0,93	0,98	1,02	1,07	1,16
94 %	0,94	0,99	1,03	1,08	1,18
95 %	0,95	1,00	1,05	1,09	1,19
96 %	0,96	1,01	1,06	1,10	1,20
97 %	0,97	1,02	1,07	1,12	1,21
98 %	0,98	1,03	1,08	1,13	1,23
99 %	0,99	1,04	1,09	1,14	1,24
100 %	1,00	1,05	1,10	1,15	1,25

W przypadku, w którym $Z_{NDT} \geq 1$, inspektor jest upoważniony do wydania zalecenia przeprowadzenia badań nieniszczących (pola żółte, pomarańczowe oraz czerwone w Tabeli 3).

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

Aby dobrać miejsca, obszary, metody oraz zakresy kontroli, należy kierować się zapisami zamieszczonymi w Tabeli 4. Szczegółowe typowanie miejsc do badań nieniszczących opisano w rozdziale 5.

Tabela 4. Dobór rodzaju oraz zakresu badań nieniszczących.

	1	2	3	4
Lp.	**Rodzaj badanego obiektu**	**Rodzaj badania**	**Badany obszar**	**Zakres kontroli**
1	Złącza spawane łączące środniki z pasem górnym i dolnym, jak również złącza spawane łączące blachy pasów i środników w środkowej części dźwigara	VT	min. 1000 mm w każdym kierunku licząc od środka dźwigara	100%
		PT / MT		25%
		UT[1]		25%
2	Połączenia nierozłączne dźwigara z czołownicami	VT	Wszystkie dostępne złącza spawane w obrębie połączenia	100%
		PT /MT		100%
3	Połączenie podpór z dźwigarem dla suwnic bramowych i półbramowych	VT	Wszystkie dostępne złącza spawane w obrębie połączenia	100%
		PT / MT		100%
		UT[1]		50%
4	Złącza spawane w miejscach wcześniej wykonanych napraw i modernizacji z zastosowaniem spajania;	VT	Wszystkie dostępne złącza spawane w obrębie połączenia	100%
		PT / MT		50%
		UT[1]		50%
5	Złącza spawane w miejscach zmian przekrojów elementów konstrukcyjnych	VT	Wszystkie dostępne złącza spawane w obrębie połączenia	100%
		PT / MT		50%
6	Miejsca krzyżowania się złączy spawanych	VT	Wszystkie dostępne złącza spawane w obrębie połączenia	50%
		PT / MT		25%
7	Spawane mocowanie stężeń, wsporników, zastrzałów, itp.	VT	Wszystkie dostępne złącza spawane w obrębie mocowania	25%
		PT / MT		10%
8	Spawane mocowania elementów wyposażenia, które z uwagi na sposób mocowania oraz masę mogą mieć wpływ na powstawanie pęknięć	VT	Wszystkie dostępne złącza spawane w obrębie mocowania	10%

[1] Zalecane stosowanie wyłącznie dla grubości materiału spawanego $8 < t \leq 40$

Powyższa tabela została opracowana na podstawie informacji zamieszczonych na stronie www.udt.gov.pl "Ocena stanu technicznego ustrojów nośnych suwnic".

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

4.1.1 WYDAWANIE ZALECEŃ WYKONYWANIA KOLEJNYCH BADAŃ PO POZYTYWNYM WYNIKU BADAŃ NIENISZCZĄCYCH

Począwszy od momentu wydania pierwszego zalecenia, częstotliwość wykonywania kolejnych badań nieniszczących oparto na wartościach wskaźnika Z_{NDT}.

W przypadku pozytywnego wyniku przeprowadzonych badań nieniszczących, zalecenia dotyczące wykonywania kolejnych badań nieniszczących wydaje się w oparciu o Tabelę 5 w korelacji z Tabelą 3. Kolor przypisany wartości wskaźnika Z_{NDT} określonej w Tabeli 3 odpowiada kolorowi przypisanemu do częstotliwości określonej w Tabeli 5.

Tabela 5. Czasookresy zalecania kolejnych badań nieniszczących w odniesieniu do wartości wskaźnika Z_{NDT} podanych w Tabeli 3.

	Częstotliwość wykonywania badań nieniszczących co 10 lat
	Częstotliwość wykonywania badań nieniszczących co 6 lata
	Częstotliwość wykonywania badań nieniszczących co 4 lata

Ponowne obliczenie wartości wskaźnika Z_{NDT} należy wykonać po przeprowadzeniu badań nieniszczących (po uzyskaniu wyników badań NDT) lub przy kolejnych badaniach okresowych bądź doraźnych urządzenia.

Aby dobrać miejsca, obszary, metody oraz zakresy kontroli, należy kierować się zapisami zamieszczonymi w Tabeli 4. Szczegółowe typowanie miejsc do badań nieniszczących opisano w rozdziale 5.

4.1.2 WYDAWANIE ZALECEŃ WYKONYWANIA KOLEJNYCH BADAŃ PO NEGATYWNYM WYNIKU BADAŃ NIENISZCZĄCYCH

W przypadku gdy w trakcie badań nieniszczących ujawniono uszkodzenia konstrukcji suwnicy, konieczność wykonania kolejnych badań nieniszczących ustroju może wynikać z uzgodnionej dokumentacji naprawy lub z zapisów zawartych w sprawozdaniu z uzgodnienia naprawy.
Jeśli dokumenty te nie określają częstotliwości wykonywania kolejnych badań nieniszczących, można ją wyznaczyć w oparciu o zapisy podpunktu 4.1.1.

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

4.2 WYTYCZNE DOTYCZĄCE BADAŃ NIENISZCZĄCYCH W TOKU BADAŃ ODBIORCZYCH UTB ODDANYCH DO UŻYTKU (UTB UŻYWANE, W SZCZEGÓLNOŚCI NIE POSIADAJĄCE UDOKUMENTOWANEGO PRZEBIEGU EKSPLOATACJI)

Dla urządzenia, które wcześniej było eksploatowane w Polsce lub poza jej granicami, eksploatujący przedstawia wyniki badań nieniszczących, jako składnik dokumentacji, o ile wynika to z Tabeli 6.

Tabela 6. Kryteria doboru wymagań.

Z_{NDT}	Wymagania wykonywania badań nieniszczących
$Z_{NDT} \geq 1$	Badania nieniszczące powinny zostać wykonane przed badaniem odbiorczym urządzenia
$1 > Z_{NDT} \geq 0{,}85$	Badania nieniszczące powinny zostać wykonane do pierwszego badania okresowego/doraźnego urządzenia
$0{,}85 > Z_{NDT}$	Badania nieniszczące powinny zostać wykonane z uwzględnieniem zapisów Tabeli 5

Zakres badań nieniszczących dobiera się na podstawie Tabeli 4.

Uwagi do rozdziału 4.1 oraz 4.2

- Poprzez „resurs" należy rozumieć zdefiniowane Rozporządzeniem Ministra Przedsiębiorczości i Technologii z dnia 30 października 2018 r. *„parametry graniczne stosowane do oceny i identyfikacji stanu technicznego, określone na podstawie liczby cykli pracy i stanu obciążenia UTB w założonym okresie eksploatacji z uwzględnieniem rzeczywistych warunków użytkowania*", tym samym należy wyznaczać go w sposób umożliwiający określenie stopnia wykorzystania resursu konstrukcji w procentach. Stopień wykorzystania resursu konstrukcji nośnej urządzenia oblicza się w stosunku do całkowitego wymiaru pracy ustroju, uwzględniając wszystkie cykle wykonane przez konstrukcję od momentu jej pierwszego użycia.
  Dla potrzeb obliczania Z_{NDT}, inspektor odczytuje aktualną procentową wartość stopnia wykorzystania resursu konstrukcji urządzenia, bądź przelicza wartości liczbowe na wartości procentowe.
- W przypadku gdy wiek urządzenia jest nieznany, zaleca się naliczać współczynnik W, określony w Tabeli 1, począwszy od roku badania odbiorczego urządzenia.
- W każdym przypadku, zalecanie badań nieniszczących należy skorelować z zapisami dotyczącymi oceny stanu technicznego UTB po przekroczeniu jego resursu, o ile taka była przeprowadzana. Przykładowo:
  1) jeżeli wykonano ocenę stanu technicznego UTB, jednak w trakcie tych czynności nie przeprowadzano badań nieniszczących, wówczas inspektor wydaje zalecenie wykonania badań nieniszczących zgodnie z opisanym powyżej tokiem postępowania,

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

2) jeżeli wykonano ocenę stanu technicznego UTB, w trakcie której badania nieniszczące przeprowadziła osoba kompetentna, wyniki badań należy uznać. Kolejne badania nieniszczące zaleca się zgodnie z opisanym powyżej tokiem postępowania.

Osoba określająca wymaganie wykonania badań nieniszczących jest odpowiedzialna za:

- prawidłowy dobór miejsc i obszarów badań oraz zakresów kontroli,
- propozycję metod badawczych,
- prawidłowy dobór kryteriów akceptacji.

Personel laboratorium jest odpowiedzialny za:

- weryfikację prawidłowości doboru metod badawczych (weryfikacja powinna być przeprowadzona przed uzgodnieniem terminu wykonania badań, w oparciu m.in. o dokumentację. W przypadku wystąpienia jakichkolwiek wątpliwości, dalszy tryb postępowania powinien zostać uzgodniony z osobą, która sformułowała wymaganie wykonania badań NDT),
- dobór właściwych wymagań odniesienia dotyczących realizowanych badań oraz ich przeprowadzenie,
- interpretację wyników badań w odniesieniu do przyjętych kryteriów akceptacji.

4.3 WYTYCZNE DOTYCZĄCE BADAŃ NIENISZCZĄCYCH W TOKU UZGADNIANIA NAPRAW UTB

4.3.1 BADANIA NIENISZCZĄCE PRZED WYKONANIEM NAPRAWY

Dokumentacja złożona do uzgodnienia w UDT powinna umożliwiać jednoznaczne określenie stanu urządzenia przed naprawą (miejsca występowania uszkodzeń, rodzaj uszkodzeń, ich wielkość, charakter itd.). Naprawiający powinien ustalić możliwą przyczynę wystąpienia uszkodzeń oraz przeprowadzić analizę jej wpływu na pozostałą część ustroju nośnego. Każdorazowo należy przeanalizować wartość Z_{NDT} wg algorytmu opisanego w rozdziale 4.1.
Zaleca się aby ww. dokumentacja zawierała wyniki badań nieniszczących, określające rzeczywisty zakres uszkodzenia.

Oprócz widocznych miejsc występowania uszkodzeń, badaniom nieniszczącym należy poddać obszary zbliżone naprężeniowo (np. jeżeli doszło do pęknięcia połączenia dźwigara z czołownicą po jednej stronie mostu – należy analogicznie zbadać połączenia po drugiej stronie mostu). Zakres badań dobierany jest na podstawie Tabeli 4.

W przypadku zmian takich jak np. pęknięcia, obszar uszkodzenia powinien zostać poddany badaniom nieniszczącym VT, MT (PT) w zakresie o min. 100 mm dłuższym od widocznego uszkodzenia.

Jeżeli naprawa dotyczy ubytków korozyjnych stwierdzonych na elementach ustroju, przedłożona do uzgodnienia dokumentacja naprawy powinna zawierać np. wyniki ultradźwiękowych pomiarów

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

grubości ścianki (siatka pomiarowa zależna od wielkości oraz ilości ubytków) oraz wyniki wykonanych obliczeń sprawdzających dla otrzymanych rezultatów pomiarów.

Uwagi:

- Jeżeli naprawiane jest całe złącze spawane lub geometria elementu wyklucza powstanie większego uszkodzenia, wówczas nie ma konieczności wykonywania dodatkowych badań lub zwiększania zakresu ani obszaru badania.
- Jeżeli w dokumentacji dostarczonej do uzgodnienia przedstawiono wyniki badań nieniszczących przeprowadzonych np. w trakcie oceny stanu technicznego UTB po przekroczeniu jego resursu, przeglądu konserwacyjnego UTB itd., wykonanych przez osobę kompetentną, wówczas wyniki tych badań mogą zostać wykorzystane w trakcie uzgadniania dokumentacji.

Jeżeli dokumentacja złożona do uzgodnienia w UDT nie zawiera wyników badań nieniszczących, gdy są one wymagane, tok postępowania realizowany jest jak w przypadku konieczności uzupełnienia braków w dokumentacji.

4.3.2 BADANIA NIENISZCZĄCE PO WYKONANIU NAPRAWY

Przedłożona do uzgodnienia w UDT technologia naprawy powinna określać zakres i rodzaj badań nieniszczących wymaganych po przeprowadzonej naprawie oraz szczegółowe kryteria ich akceptacji. W uzasadnionych przypadkach należy rozważyć konieczność wykonania badań międzyoperacyjnych.

Jeżeli jest to technicznie uzasadnione, naprawiający powinien określić sposób kontroli obszaru (miejsca) naprawy w czasie dalszej eksploatacji UTB. Dokumentacja naprawy powinna wówczas określać zakres, rodzaj oraz czasookresy przeprowadzania badań nieniszczących w obszarach naprawy w przyszłości.

Jeżeli technologia naprawy nie zawiera wymienionych powyżej danych, gdy są one wymagane, tok postępowania realizowany jest jak w przypadku konieczności uzupełnienia braków w dokumentacji.

4.4 WYTYCZNE DOTYCZĄCE BADAŃ NIENISZCZĄCYCH W TOKU UZGADNIANIA MODERNIZACJI UTB

4.4.1 BADANIA NIENISZCZĄCE PRZED WYKONANIEM MODERNIZACJI

Dokumentacja złożona do uzgodnienia w UDT powinna umożliwiać jednoznaczną ocenę, wpływu planowanej modernizacji na dalszą bezpieczną eksploatację urządzenia (np. przydatność konstrukcji do założonego zakresu modernizacji, określenie wpływu modernizacji na trwałość konstrukcji i bezpieczeństwo eksploatacji UTB). Każdorazowo należy przeanalizować wartość ZNDT wg algorytmu opisanego w rozdziale 4.1.
W związku z powyższym zaleca się, aby w uzasadnionych przypadkach, przedłożona do uzgodnienia dokumentacja modernizacji, zawierała wyniki badań nieniszczących, wykonanych przed przystąpieniem do modernizacji.

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

W Tabeli 7 przedstawiono przykłady sytuacji, w których należy rozważyć przeprowadzenie badań nieniszczących, w związku z planowaną modernizacją urządzenia.
Należy zaznaczyć, że tabela ta jest jedynie przykładową i nie wyczerpuje wszystkich możliwych przypadków modernizacji. Każdorazowo należy rozpatrzyć rozkład obciążeń ustroju nośnego urządzenia i poddać badaniom obszary, w których na skutek modernizacji wystąpi wzrost naprężeń.

Jeżeli badania nieniszczące wykonane przed modernizacją wykażą uszkodzenia konstrukcji należy przeanalizować zasadność i możliwość wykonania modernizacji pod kątem dalszej bezpiecznej eksploatacji urządzenia. W przypadku podjęcia decyzji o modernizacji wcześniejsze uszkodzenia należy poddać naprawie uwzględniając zasady określone w pkt 4.3.

Proces naprawy i modernizacji może być prowadzony wspólnie.

Tabela 7. Wybrane przykłady zakresu modernizacji oraz wymagania dotyczące badań nieniszczących.

Przykładowy zakres modernizacji	Badania NDT przed uzgodnieniem modernizacji	Minimalny zakres badań NDT przed uzgodnieniem modernizacji
Zwiększenie parametrów technicznych (udźwig, prędkości ruchów roboczych, dodanie dodatkowego mechanizmu podnoszenia itd.)	Badania nieniszczące istniejących złączy spawanych w tym obszarów sąsiadujących z nimi (powierzchnie blach, kształtowników itd.)	Zgodnie z Tabelą 4
Zmiana głównych wymiarów urządzenia (np. rozpiętość)	Badania nieniszczące istniejących złączy spawanych w tym obszarów sąsiadujących z nimi (powierzchnie blach, kształtowników itd.)	Zgodnie z Tabelą 4
Zmiana rodzaju napędu (np. ręczny – mechaniczny)	Badania nieniszczące dla obszaru wprowadzonych zmian	VT – 100 %, MT/PT – 25 % + badania zgodnie z wierszem 2/3 Tabeli 4
Wymiana kabiny sterowniczej lub zmiana jej lokalizacji	Badania nieniszczące złączy spawanych pozostających (przez złącza spawane pozostające należy rozumieć wszystkie istniejące złącza spawane związane z mocowaniem kabiny)	VT – 100 %, MT/PT - 100 %
Wymiana wyposażenia elektromechanicznego (podbudowa aparatów elektrycznych, hamulców, wsporniki prowadnic kabli ruchomych itd.)	Badania nieniszczące złączy spawanych pozostających (przez złącza spawane pozostające należy rozumieć wszystkie istniejące złącza spawane związane z mocowaniem wyposażenia)	Badania zgodnie z wierszem 8 Tabeli 4
Dodanie lub wymiana elementów (np. zmiana sposobu mocowania zderzaków)	Badania nieniszczące złączy spawanych pozostających (przez złącza spawane pozostające należy rozumieć wszystkie istniejące złącza spawane związane z mocowaniem elementu)	Badania zgodnie z wierszami 5-8 Tabeli 4

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

Jeżeli dokumentacja złożona do uzgodnienia w UDT nie zawiera wyników badań nieniszczących, gdy są one wymagane, tok postępowania realizowany jest jak w przypadku konieczności uzupełnienia braków w dokumentacji.

4.4.2 BADANIA NIENISZCZĄCE PO WYKONANIU MODERNIZACJI

W niektórych przypadkach, przeprowadzenie badań nieniszczących jest również konieczne na etapie wykonania modernizacji, lub po jej zakończeniu. Przedłożona do uzgodnienia w UDT technologia modernizacji powinna wówczas określać zakres i rodzaj badań nieniszczących wymaganych po przeprowadzonej modernizacji oraz szczegółowe kryteria ich akceptacji. W uzasadnionych przypadkach należy rozważyć konieczność wykonania badań międzyoperacyjnych.

Jeżeli jest to technicznie uzasadnione, modernizujący powinien określić sposób kontroli obszarów (miejsc) związanych z modernizacją, w czasie dalszej eksploatacji UTB. Dokumentacja modernizacji powinna wówczas określać zakres, rodzaj oraz czasookresy przeprowadzania badań nieniszczących w obszarach modernizacji w przyszłości.

Jeżeli technologia modernizacji nie zawiera wymienionych powyżej danych, gdy są one wymagane, tok postępowania realizowany jest jak w przypadku konieczności uzupełnienia braków w dokumentacji.

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

5. TYPOWANIE MIEJSC DO BADAŃ NIENISZCZĄCYCH

Suwnice w przewadze budowane są jako spawane konstrukcje skrzynkowe, wykonane z pełnościennych blachownic. Spotkać można również konstrukcje nitowane, wykonane najczęściej z kształtowników walcowanych oraz blach.

Na podstawie analizy ilości oraz rodzajów napraw przeprowadzanych na konstrukcjach nośnych suwnic, można wskazać miejsca i obszary, w których najczęściej występują uszkodzenia eksploatacyjne tego typu ustrojów.

Do najczęściej powstających zmian podczas eksploatacji można zaliczyć pęknięcia, odkształcenia, korozję, itp.

Szczególnie narażone są obszary zmian przekrojów, okolice otworów, wycięć, podcięć, rowków, naroży, mocno usztywnione węzły, obszary o zwiększonej chropowatości oraz złącza spawane i ich okolice. W tych rejonach często występuje spiętrzenie naprężeń powodowane obecnością karbu, co przekłada się na zmniejszenie wytrzymałości zmęczeniowej. Te miejsca powinny być badane szczególnie starannie, ponieważ zwykle tam inicjowane są pęknięcia zmęczeniowe.

Znajomość budowy konstrukcji nośnej danego urządzenia, tematyka związana z mechaniką pękania i wpływem karbów na trwałość konstrukcji oraz dokładne oględziny powinny być podstawowymi założeniami do prowadzenia procesu badania. Wiedza ta jest potrzebna w celu prawidłowego wyznaczenia miejsc do badań nieniszczących.

Ocenie podlegają złącza spawane oraz elementy konstrukcyjne takie jak blachy, rury, profile, odkuwki, itp.
Wybierając obszar badania oraz metodę badawczą należy przeanalizować m.in. poniższe kwestie:

- rodzaj materiału, z którego wykonane jest złącze bądź komponent,
- rozmiar i kształt badanego elementu,
- metoda wytwarzania (proces spawania, walcowanie, kucie, odlewanie itd.),
- rodzaj oraz poziom obciążenia jakie może występować w danym węźle,
- spodziewany rodzaj niezgodności,
- dostęp do badanych powierzchni,
- warunki środowiskowe, w jakich pracuje urządzenie.

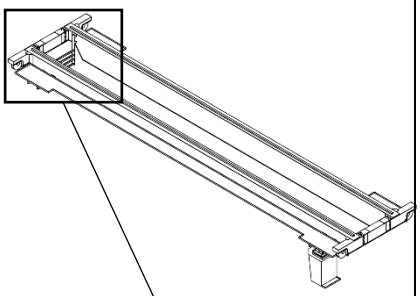
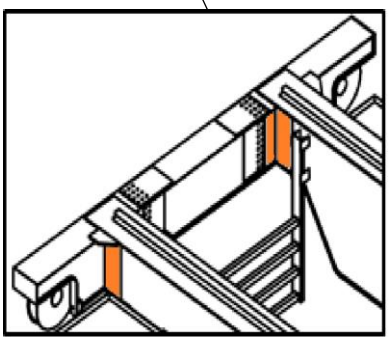
Na podstawie zebranych informacji, należy wyznaczyć obszary do badań nieniszczących oraz dobrać metody, każdorazowo analizując konkretny przypadek.

Celem wspomagania identyfikacji obszarów wrażliwych, poniżej przedstawiono wybrane miejsca, w których mogą pojawiać się pęknięcia lub inne zmiany. Należy zaznaczyć, że nie jest to katalog zamknięty.

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

- **Połączenie dźwigara z czołownicą**

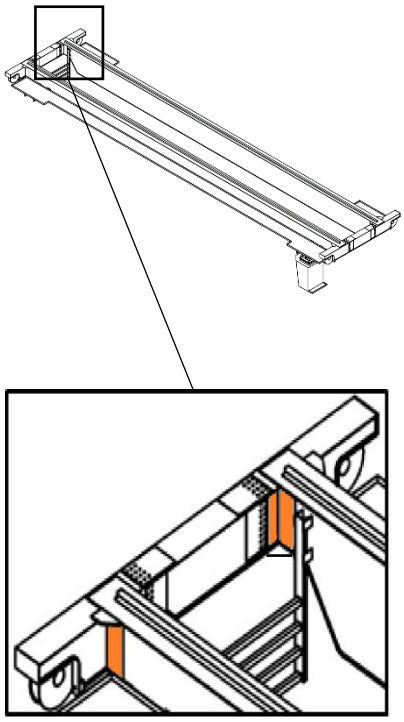
Pękanie złączy spawanych lub blach w rejonie połączenia dźwigara z czołownicą spowodowane jest najczęściej uszkodzeniami zmęczeniowymi. Obszar ten jest usztywniony oraz występują w nim duże skupiska spoin co wpływa na koncentrację naprężeń.

Lokalizacja uszkodzenia	Fotografia	Sugerowane metody badań NDT
 	   	**VT, PT, MT (UT, AE)**

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

- **Żebra wzmacniająco-usztywniające**

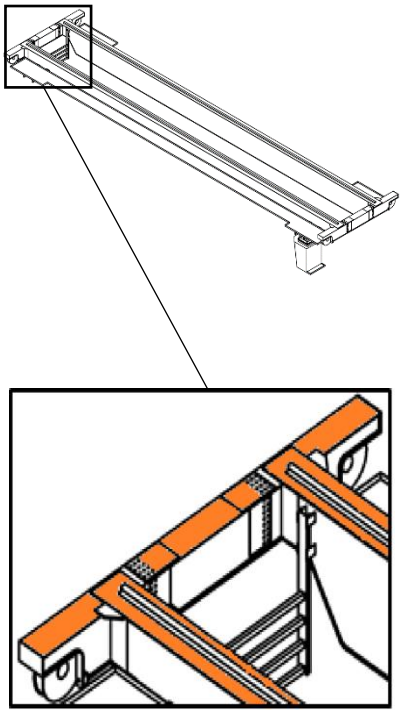
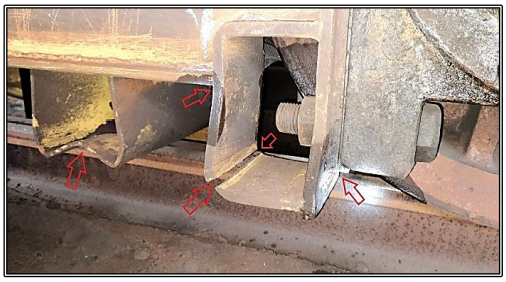
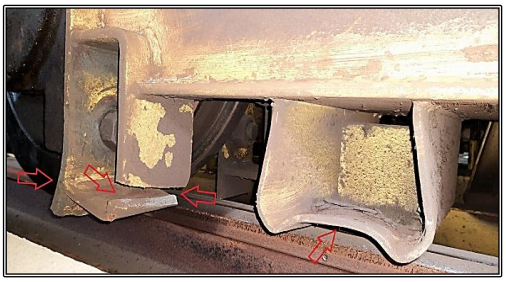
Zmiana przekroju, tworząca karb geometryczny, często jest miejscem podatnym na pęknięcia pojawiające się podczas eksploatacji urządzenia.

Lokalizacja uszkodzenia	Fotografia	Sugerowane metody badań NDT
	   	**VT, PT, MT (UT, AE)**

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

- **Pas górny oraz dolny dźwigara i czołownic**

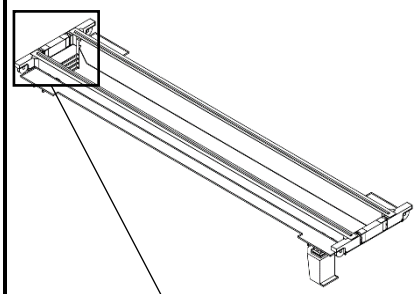
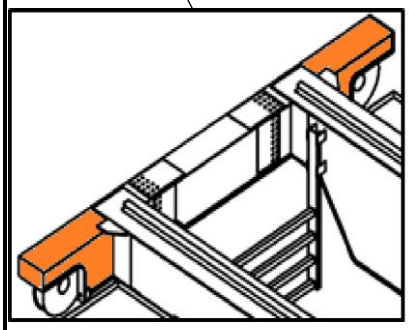
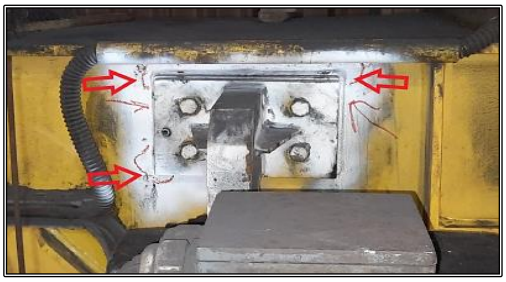
Powodem występowania pęknięć w tych obszarach, oprócz naprężeń wynikających z normalnej eksploatacji, mogą być niewłaściwa obsługa (np. przeciążanie suwnicy), niewłaściwa konserwacja (np. odkształcenia pasa na skutek nieprawidłowego podparcia w celu wymiany kół), itp.

Lokalizacja uszkodzenia	Fotografia	Sugerowane metody badań NDT
	   	**VT, PT, MT (UT, AE)**

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

- **Rejony mocowania motoreduktorów, reduktorów, silników jazdy**

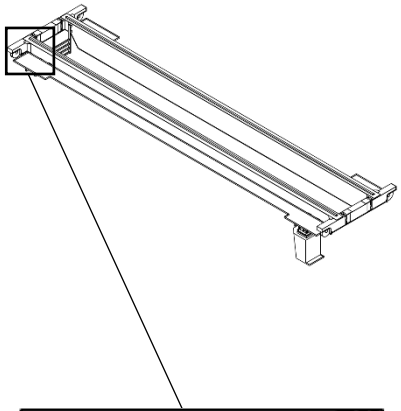
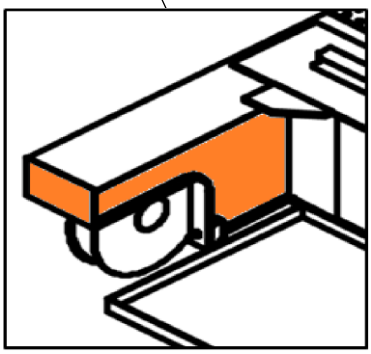
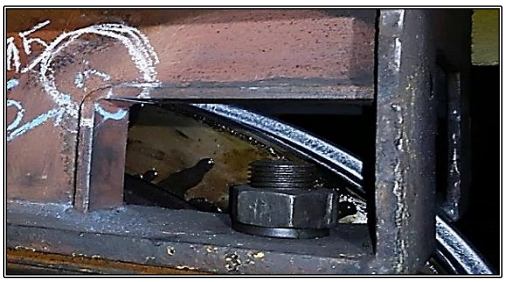
Pękanie złączy spawanych lub blach w tym obszarze jest powodowane nie tylko ciężarem silników i reduktorów, ale także drganiami mechanicznymi.

Lokalizacja uszkodzenia	Fotografia	Sugerowane metody badań NDT
 	   	**VT, PT, MT (UT, AE)**

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

- **Gniazda zestawów kołowych lub rolek prowadzących**

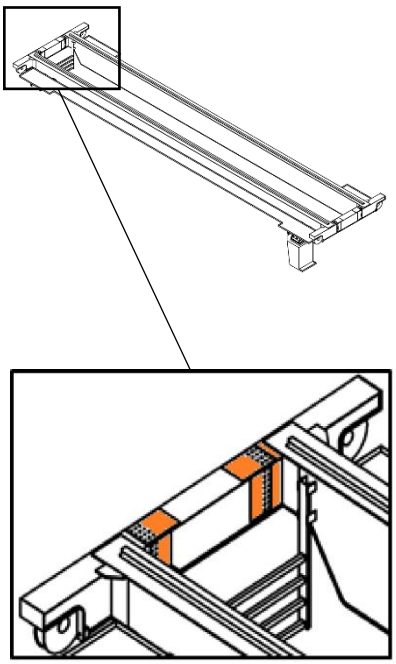
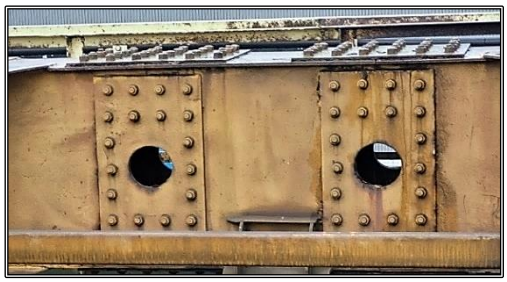
Powodem występowania pęknięć w tych obszarach mogą być zmiany przekroju, drgania występujące podczas jazdy, ukosowanie mostu, itp.

Lokalizacja uszkodzenia	Fotografia	Sugerowane metody badań NDT
 	   	**VT, PT, MT (UT, AE)**

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

- **Obszary połączeń rozłącznych**

Skutkiem luzowania się połączeń rozłącznych może być owalizacja otworów oraz występowanie pęknięć na ich brzegach. Pęknięcia mogą propagować w blachy.

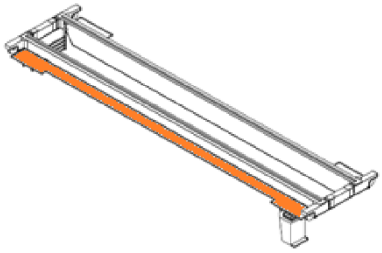
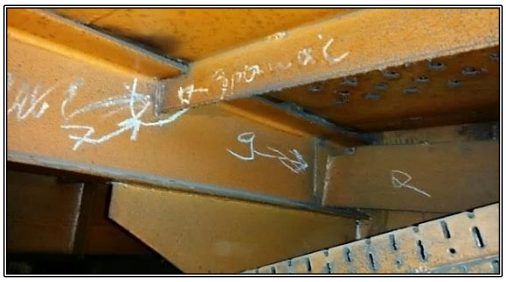
Lokalizacja uszkodzenia	Fotografia	Sugerowane metody badań NDT
	  	**VT, PT, MT (UT, AE)**

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

- **Wsporniki pod podestami obsługowymi oraz pod szafami z aparaturą elektryczną**

Pękanie w tych obszarach powodowane jest nie tylko ciężarem podestów, aparatury oraz personelu, ale także drganiami mechanicznymi.

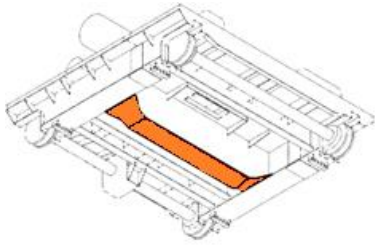
Uwaga: opisane pęknięcia mogą być widoczne wyłącznie od spodu podestu, czyli w miejscach, do których dostęp może być utrudniony.

Lokalizacja uszkodzenia	Fotografia	Sugerowane metody badań NDT
	   	**VT, PT, MT (UT, AE)**

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

- **Połączenie belki z czołownicą wciągarki**

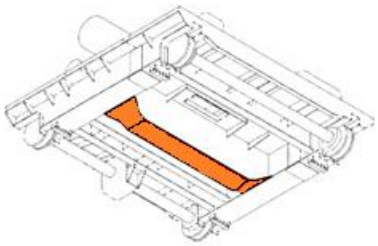
Pękanie złączy spawanych lub blach w rejonie połączenia belki z czołownicą wciągarki spowodowane jest najczęściej uszkodzeniami zmęczeniowymi. Obszar ten jest usztywniony oraz występują tam duże skupiska spoin co wpływa na koncentrację naprężeń.

Lokalizacja uszkodzenia	Fotografia	Sugerowane metody badań NDT
	   	**VT, PT, MT (UT, AE)**

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

- **Pas dolny wózka wciągarki oraz środniki belki**

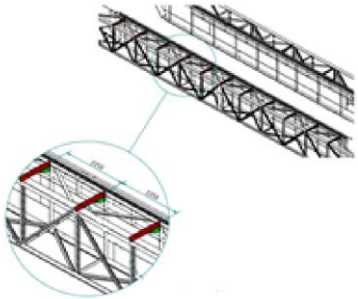
Pęknięcia w tym obszarze mogą być powodowane uszkodzeniami zmęczeniowymi. Przyczyną odkształceń geometrycznych może być ewentualna kolizja elementów suwnicy bądź ładunku.

Lokalizacja uszkodzenia	Fotografia	Sugerowane metody badań NDT
	   	**VT, PT, MT (UT, AE)**

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

- **Połączenia na konstrukcjach kratownicowych (mocowanie stężeń, wsporników, zastrzałów, itp.)**

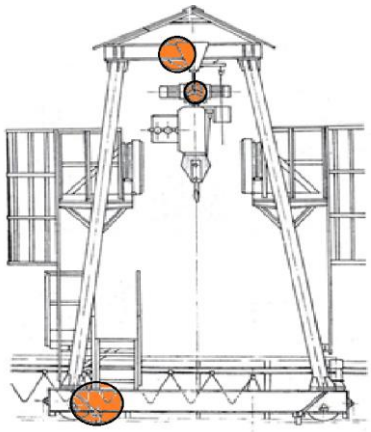
W konstrukcjach kratownicowych mogą występować pęknięcia kształtowników oraz blach węzłowych. Innym spotykanym uszkodzeniem jest deformacja kształtowników.

Lokalizacja uszkodzenia	Fotografia	Sugerowane metody badań NDT
	   	**VT, PT, MT (UT, AE)**

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

- **Połączenia na konstrukcjach suwnic bramowych**

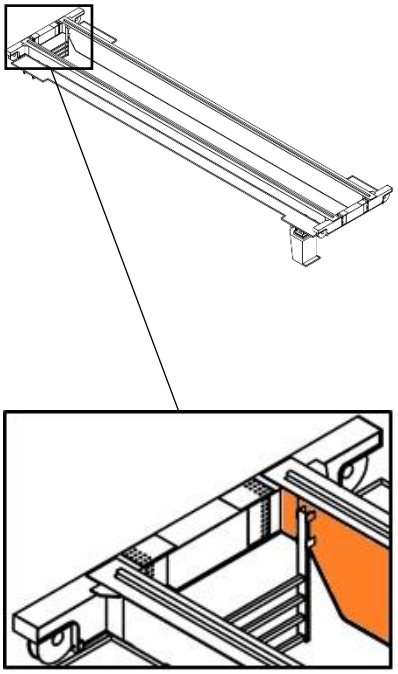
Pęknięcia konstrukcji suwnic bramowych i półbramowych najczęściej występują w miejscu połączenia podpór z belką nośną.

Lokalizacja uszkodzenia	Fotografia	Sugerowane metody badań NDT
	  	VT, PT, MT (UT, AE)

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

- **Zmiany przekroju elementów konstrukcyjnych**

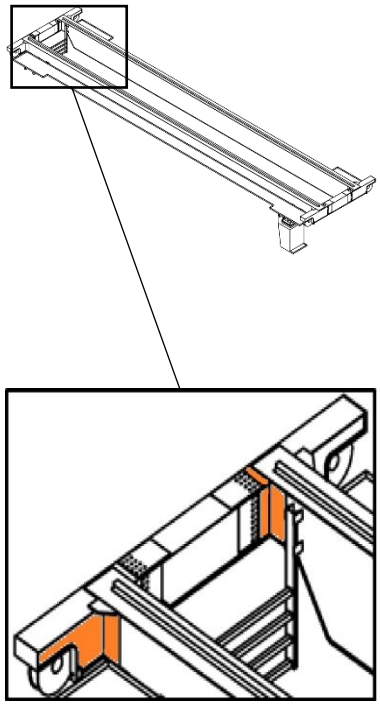
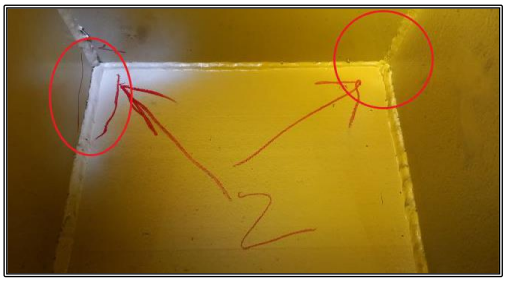
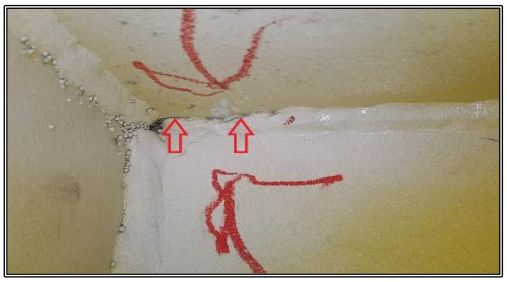
W obszarach zmiany przekroju konstrukcji mogą występować pęknięcia złączy spawanych lub blach.

Lokalizacja uszkodzenia	Fotografia	Sugerowane metody badań NDT
	  	**VT, PT, MT (UT, AE)**

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

- **Miejsca krzyżowania się spoin**

Z uwagi na obecność dodatkowych naprężeń spawalniczych, w miejscu krzyżowania się spoin istnieje duże ryzyko powstawania pęknięć.

Lokalizacja uszkodzenia	Fotografia	Sugerowane metody badań NDT
	   	**VT, PT, MT (UT, AE)**

Przedstawiony przegląd uszkodzeń konstrukcji nośnych nie wyczerpuje wszystkich możliwych przypadków, a jedynie wskazuje miejsca najczęstszego występowania nieciągłości i innych zmian powstających w trakcie eksploatacji.
Miejscami typowanymi do badań nieniszczących są głównie obszary, w których spiętrzenia naprężeń są największe, lub w których doszło do przekroczenia parametrów pracy.

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

6. LABORATORIA WYKONUJĄCE BADANIA NIENISZCZĄCE

6.1 BADANIA SPECJALNE

Badania specjalne zalecone przez inspektora UDT mogą zostać wykonane przez:

- Centralne Laboratorium Dozoru Technicznego (laboratorium UDT), lub
- laboratorium posiadające uznanie Urzędu Dozoru Technicznego.

Przy wydawaniu zalecenia wykonania badań specjalnych, inspektor wskazuje na konieczność przeprowadzenia ich przez laboratorium UDT lub przedstawia możliwość uzgodnienia w UDT wykonania badań nieniszczących przez laboratorium posiadające uznanie UDT. Możliwa jest kombinacja wykonawców badań specjalnych np. część badań wykonuje laboratorium UDT, a część laboratorium posiadające uznanie UDT.

W przypadku wykonywania badań specjalnych przez laboratorium posiadające uznanie UDT, należy zastrzec możliwość wykonania przez Urząd Dozoru Technicznego badań weryfikacyjnych lub sprawowania nadzoru nad wykonywaniem badań.

6.2 BADANIA NIENISZCZĄCE W TOKU NAPRAW LUB MODERNIZACJI

Badania nieniszczące wykonywane na etapie realizacji uzgodnionej naprawy lub modernizacji mogą zostać wykonane przez:

- Centralne Laboratorium Dozoru Technicznego (laboratorium UDT), lub
- laboratorium posiadające uznanie Urzędu Dozoru Technicznego, lub
- laboratorium własne działające w strukturach zakładu posiadającego uprawnienia do napraw i / lub modernizacji urządzeń, nieposiadające uznania Urzędu Dozoru Technicznego, ocenione w procesie uprawniania zakładu – w tym przypadku badania nieniszczące mogą być wykonywane wyłącznie na potrzeby własne zakładu uprawnionego.

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

7. KRYTERIA AKCEPTACJI

7.1 OKREŚLANIE KRYTERIÓW AKCEPTACJI NA POTRZEBY WYKONANIA BADAŃ NIENISZCZĄCYCH W TOKU EKSPLOATACJI URZĄDZENIA – DOTYCZY BADAŃ NIENISZCZĄCYCH ZALECONYCH/WYMAGANYCH PRZEZ INSPEKTORA PODCZAS:
- BADAŃ OKRESOWYCH LUB DORAŹNYCH
- BADAŃ ODBIORCZYCH UTB ODDANYCH DO UŻYTKU (UTB UŻYWANE)
- OCENY STANU TECHNICZNEGO UTB PO PRZEKROCZENIU JEGO RESURSU

Podczas wykonywania badań nieniszczących elementów konstrukcji, w tym złączy spawanych, w trakcie eksploatacji suwnic, przykładowo:

- badania NDT zalecone przez inspektora podczas badań okresowych lub doraźnych,
- badania NDT wymagane podczas kompletowania dokumentacji w toku badań odbiorczych UTB oddanych do użytku,
- badania NDT wykonywane podczas oceny stanu technicznego UTB po przekroczeniu jego resursu,

jako podstawowe kryterium oceny należy przyjmować **brak uszkodzeń eksploatacyjnych,** przy czym szczególnej uwagi wymagają ujawnione nieciągłości lub wskazania od nieciągłości o charakterze pęknięć.

Oceniając konstrukcję w fazie eksploatacji, należy pamiętać, że suwnice były projektowane i wytwarzane w różnych standardach, w okresach obowiązywania różnych norm i przepisów. Obowiązujące dzisiaj normy mogą stawiać ostrzejsze kryteria niż te przyjęte przez projektanta wiele lat temu, dlatego też nie należy przyjmować jako kryterium akceptacji złączy spawanych, poziomów jakości określonych w np. PN-EN ISO 5817.

Nieakceptowalnym jest stawianie dzisiaj wyższych wymagań niż te, które były przyjęte przez konstruktorów w momencie wytwarzania urządzenia. Takie działanie mogłoby doprowadzić do sytuacji, w której prawidłowo zaprojektowane i wytworzone urządzenie, zostałoby wycofane z eksploatacji na skutek nieprawidłowo dobranego kryterium akceptacji obecnie wykonywanych badań nieniszczących.

7.2 OKREŚLANIE KRYTERIÓW AKCEPTACJI NA POTRZEBY WYKONANIA BADAŃ NIENISZCZĄCYCH W TOKU UZGADNIANIA NAPRAWY LUB MODERNIZACJI

7.2.1 BADANIA NIENISZCZĄCE NA POTRZEBY PROCESU UZGADNIANIA NAPRAWY LUB MODERNIZACJI (BADANIA PRZED UZGODNIENIEM NAPRAWY LUB MODERNIZACJI)

W przypadku wykonywania badań nieniszczących elementów konstrukcji, w tym złączy spawanych, na potrzeby procesu uzgadniania napraw lub modernizacji, przykładowo:

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

- badania wykonywane przed uzgodnieniem naprawy w celu określenia rzeczywistego zakresu uszkodzenia,
- badania wykonywane przed uzgodnieniem modernizacji w celu oceny przydatności konstrukcji do planowanego zakresu modernizacji,

jako podstawowe kryterium oceny należy przyjmować **brak uszkodzeń eksploatacyjnych,** przy czym szczególnej uwagi wymagają ujawnione nieciągłości lub wskazania od nieciągłości o charakterze pęknięć.

W przypadku gdy przedłożona do uzgodnienia dokumentacja projektowa naprawy lub modernizacji, jednoznacznie określa kryteria akceptacji (np. jeżeli do obliczeń wytrzymałościowych przyjęto określony poziom jakości/akceptacji złączy spawanych), wówczas badania nieniszczące powinny być wykonane w odniesieniu do kryteriów określonych przez naprawiającego lub modernizującego.

7.2.2 BADANIA NIENISZCZĄCE WYKONYWANE NA ETAPIE REALIZACJI UZGODNIONEJ NAPRAWY LUB MODERNIZACJI (BADANIA PO PRZEPROWADZENIU NAPRAWY LUB MODERNIZACJI)

W przypadku konieczności wykonania złącza spawanego podczas naprawy lub modernizacji, jako kryteria akceptacji zaleca się, posługiwanie poziomami jakości określonymi w obowiązujących wersjach norm np. PN-EN ISO 5817, PN-EN ISO 10042.
Określając poziom jakości złącza spawanego, projektant powinien przeprowadzić analizę zastosowanego rozwiązania konstrukcyjnego, biorąc pod uwagę m.in. zastosowanie złącza, stosowane materiały, sposób obciążenia, rodzaj występujących naprężeń, poziom naprężeń, sposób projektowania. Należy pamiętać, że w przypadku dźwignic koniecznym jest zapewnienie wytrzymałości doraźnej oraz wytrzymałości zmęczeniowej ustroju (przykłady: PN-EN ISO 13001-3-1).

Poniżej przywołano zasady korelacji poziomów jakości oraz poziomów akceptacji dla różnych metod badawczych w oparciu o PN-EN ISO 17635.

Tabela 8. Zasady korelacji poziomów jakości oraz poziomów akceptacji.

Badania wizualne - VT		
Poziomy jakości wg PN-EN ISO 5817 lub PN-EN ISO 10042	Badania wg normy:	Poziomy akceptacji
B	PN-EN ISO 17637	B
C		C
D		D

Badania penetracyjne - PT		
Poziomy jakości wg PN-EN ISO 5817 lub PN-EN ISO 10042	Badania wg normy:	Poziomy akceptacji wg PN-EN ISO 23277
B	PN-EN ISO 3452-1	2 X
C		2 X
D		3 X

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

Badania magnetyczne - proszkowe - MT		
Poziomy jakości wg PN-EN ISO 5817	Badania wg normy:	Poziomy akceptacji wg PN-EN ISO 23278
B	PN-EN ISO 17638	2 X
C		2 X
D		3 X

Badania radiograficzne - RT		
Poziomy jakości wg PN-EN ISO 5817 lub PN-EN ISO 10042	Badania wg normy:	Poziomy akceptacji wg PN-EN ISO 10675-1, -2
B	PN-EN ISO 17636-1	1 (ostre)
C		2 (średnie)
D		3 (łagodne)

Badania emisją akustyczną - AE
Badania wg normy: PN-EN 13554
Wykrywanie, lokalizacja i klasyfikacja źródeł sygnału emisji akustycznej generowanych przez powierzchniowe i wewnętrzne wady w konstrukcji urządzeń technicznych

Badania metodą prądów wirowych - ET		
Poziomy jakości wg PN-EN ISO 5817 lub PN-EN ISO 10042	Badania wg normy:	Poziomy akceptacji
B	PN-EN ISO 17643	Uzgodnione w specyfikacji
C		
D		

Badania ultradźwiękowe - UT		
Poziomy jakości wg PN-EN ISO 5817	Badania oraz poziomy wg normy: PN-EN ISO 17640	Poziomy akceptacji wg PN-EN ISO 11666
B	Klasa badania minimum B	2
C	Klasa badania minimum A	3
D	Nie zdefiniowano	UT nie rekomendowane

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

8. TOK POSTĘPOWANIA PRZY ZALECANIU BADAŃ NIENISZCZĄCYCH

8.1 ZASADY ZALECANIA BADAŃ

Poniżej opisano ogólne zasady zalecania badań nieniszczących. Zalecenia te mogą być wykorzystane przez inspektorów, eksploatujących, konserwujących oraz osoby kompetentne w ramach weryfikacji stanu technicznego urządzenia.

Należy wziąć pod uwagę następujące aspekty:

- w każdym przypadku należy stosować się do wytycznych zawartych w dokumentacji technicznej dostarczonej przez producenta urządzenia. Jeżeli postanowienia instrukcji eksploatacji są sprzeczne z postanowieniami niniejszych *Wytycznych*, należy kierować się instrukcją eksploatacji;
- zalecenie wykonania badań nieniszczących wydane przez inspektora, może stanowić część protokołu z badania zakończonego wynikiem negatywnym (np. konieczność wykonania badań określających zakres stwierdzonego uszkodzenia), jak również badania zakończonego wynikiem pozytywnym (np. dodatkowa, uzupełniająca weryfikacja stanu technicznego).

  Zalecenie wymogu wykonania badań nieniszczących powinno zawierać następujące składowe:
  - określenie zasadności zalecanych badań (rozdział 4);
  - wytypowanie miejsc przeznaczonych do badań poprzez wskazanie węzłów konstrukcyjnych, elementów itp. (rozdział 5);
  - wskazanie metod badawczych (rozdział 3, 4 oraz 5);
  - informację dotyczącą wymagań dla laboratorium wykonującego badania (rozdział 6);
  - określenie kryteriów akceptacji (rozdział 7).

8.2 POSTĘPOWANIE PO OTRZYMANIU WYNIKÓW BADAŃ

Wyniki badań powinny zostać przedłożone w UDT niezwłocznie po ich otrzymaniu z laboratorium. Postępowanie po otrzymaniu wyników będzie różniło się w zależności od podstawy zalecania badań nieniszczących oraz ich rezultatów. Nie jest możliwym określenie uniwersalnego sposobu postępowania z uwagi na zbyt dużą ilość możliwych kombinacji wyników. Nie mniej poniżej podano ogólne wytyczne, jakie należy wziąć pod uwagę przy interpretacji wyników i określaniu trybu dalszego postępowania.

Dostarczone wyniki NIE potwierdziły obecności uszkodzeń eksploatacyjnych - oznacza to, że w dniu wykonania badań nieniszczących konstrukcja nie wykazywała zmian mogących w jednoznaczny sposób wskazywać na obecność uszkodzeń zmęczeniowych lub innych wynikających np. z przeciążenia ustroju nośnego. Należy pamiętać o ważnym aspekcie – fakt braku np. pęknięć w dniu badania, nie znaczy, że pęknięcia nie pojawią się w najbliższym czasie. Teoria powstawania pęknięć zmęczeniowych oraz niepewność badań diagnostycznych w tym zakresie zostały opisane w rozdziale 1, 2 oraz 3.
Kolejne badania nieniszczące zalecane będą zgodnie z zasadami określonym w rozdziale 4.

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

Dostarczone wyniki wskazały na obecność uszkodzeń eksploatacyjnych:

1. W każdym przypadku, w którym urządzenie posiada aktualną decyzję zezwalającą na eksploatację, a wyniki badań nieniszczących są negatywne tj. potwierdzają obecność uszkodzeń powstałych na etapie eksploatacji, eksploatujący wstrzymuje eksploatację urządzenia i składa wniosek o badanie doraźne eksploatacyjne. Inspektor UDT wykonujący badanie urządzenia, analizuje zakres i możliwe przyczyny uszkodzeń, w uzasadnionych przypadkach typuje dodatkowe miejsca do wykonania badań NDT oraz zapisuje w protokole z badania zalecenia dotyczące dalszych działań, w tym konieczności wykonania uzgodnienia ewentualnej naprawy lub modernizacji z właściwym organem dozoru technicznego. Eksploatujący, na podstawie posiadanych informacji, podejmuje decyzję co do dalszego trybu postępowania - ewentualnej naprawy, modernizacji, wymiany, złomowania, wyłączenia z eksploatacji itd.
2. Każdorazowo należy zweryfikować czy zbadano wszystkie miejsca, które z uwagi na podobieństwo konstrukcji lub układ naprężeń są narażone na podobne uszkodzenia. Na przykład - zalecenie dotyczyło zbadania 50 % złączy spawanych łączących dźwigar z czołownicą; po zbadaniu tego obszaru i stwierdzeniu obecności pęknięć, badaniu powinno zostać poddane łącznie 100 % złączy spawanych łączących dźwigar z czołownicą.
3. W przypadku planowanej naprawy lub modernizacji, zaleca się analizę rodzaju uszkodzeń, sposobu eksploatacji urządzenia, stopnia wykorzystania resursu oraz innych czynników mających wpływ na trwałość konstrukcji. Możliwe są różne przypadki, które należy rozpatrywać jednostkowo. Modernizacja lub naprawa takiej konstrukcji może okazać się niebezpieczna, nieopłacalna, krótkoterminowa lub też będzie wymagała np. przeprojektowania części węzłów konstrukcyjnych, czy też wymiany dodatkowych elementów nośnych. Należy również rozważyć konieczność prowadzenia zintensyfikowanej kontroli ustroju nośnego. Kontrola ta powinna być potwierdzona w dzienniku konserwacji lub poprzez osobne protokoły z badań nieniszczących. Zasadne może okazać się również wykonanie analizy obliczeniowej dotyczącej możliwości zastosowania konstrukcji np. przy zmienionych parametrach pracy.

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

9. OPTYMALIZACJA ZASTOSOWANIA BADAŃ NIENISZCZĄCYCH

WARUNKI STOSOWANIA BADAŃ NIENISZCZĄCYCH

Zastosowanie badań nieniszczących w celu oceny stanu technicznego dźwignic jest postępowaniem zalecanym przez szereg norm i innych specyfikacji. Zasadność tego typu działań została udowodniona w poprzednich rozdziałach niniejszych *Wytycznych*. Podczas oględzin UTB w trakcie badań okresowych i doraźnych, może wystąpić potrzeba ich uzupełnienia o badania nieniszczące.

Wykonywanie kompleksowych badań nieniszczących przez laboratoria badawcze stanowi niezbędne uzupełnienie informacji o stanie technicznym urządzenia. Nie mniej należy zauważyć, że zalecając badania nieniszczące ustrojów nośnych dźwignic, oprócz przesłanki najważniejszej, tj. bezpieczeństwa eksploatacji, nie można pominąć innych kwestii warunkujących racjonalność ich zastosowania.

Wykonanie badań nieniszczących ma dać wymierne korzyści nie tylko z punktu widzenia inspektora UDT, ale również klienta. Użytkownik, który jest odpowiedzialny za bezpieczną eksploatację dźwignicy, powinien być przekonany co do faktu, że zalecenie badań nieniszczących da również jemu informacje na temat stanu technicznego posiadanych urządzeń, stopnia ich zużycia i ewentualnych prognoz co do pozostałego resursu konstrukcji nośnej. W rzeczywistości czynnikiem traktowanym przez przedsiębiorców na równi z bezpieczeństwem są koszty. UDT jako jednostka wspierająca rozwój i dbająca o bezpieczeństwo nie powinna bagatelizować przesłanek ekonomicznych podczas zalecania badań nieniszczących.

Inspektor zalecający badania i ustalający ich rodzaj oraz zakres, korzysta ze swojej inżynierskiej wiedzy i doświadczenia zarówno własnego, jak i UDT jako organizacji. To właśnie fachowość powinna pozwolić na wytypowanie newralgicznych z punktu widzenia bezpieczeństwa miejsc do badania, tak, aby ograniczyć czas a co za tym idzie koszty ponoszone przez przedsiębiorców. Zalecaną zasadą powinna być optymalizacja - minimalizowanie czasu i kosztów, przy maksymalnym uzysku z punktu widzenia informacji o stanie technicznym konstrukcji. Należy zdać sobie sprawę z faktu, że samo badanie nieniszczące jest jedynie częścią nakładów pracy do wykonania. Czynności dodatkowe, przygotowawczo-zakończeniowe, takie jak zapewnienie bezpiecznego dostępu do konstrukcji (rusztowania, podesty ruchome, wstrzymanie prac, itp.), oczyszczenie miejsc do badania, zabezpieczenie antykorozyjne miejsc po badaniu, itp. są również czynnościami kosztownymi. Dlatego też każdorazowo należy przeanalizować zasadność zalecania badań i trafność wyznaczonych zakresów oraz metod, tak aby nie powodować nieuzasadnionego obciążenia eksploatującego kosztami. Eksploatujący nie mogą zapominać o fakcie, że w przypadku wykrycia pęknięć zmęczeniowych, kolejnymi krokami niezbędnymi do wykonania będzie analiza stopnia wykorzystania projektowej wytrzymałości zmęczeniowej konstrukcji i podjęcie decyzji co do zasadności realizacji naprawy urządzenia. Wiąże się to ze wstrzymaniem eksploatacji urządzenia oraz kosztami wykonania naprawy.

Należy podkreślić, że naprężenia oraz zmiany typu zmęczeniowego kumulują się w konstrukcji i nie znikają, co niestety często jest mylnie interpretowane podczas oceny stanu technicznego UTB wykonywanej przez osoby kompetentne. Na pewnym etapie życia urządzenia to eksploatujący, bazując na wynikach badań oraz eksperckim doradztwie ze strony UDT, musi

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

podjąć decyzję co do dalszego postępowania w odniesieniu do ustrojów nośnych. Dylematy, przed którymi staje, są różne:

- czy inwestować w modernizację istniejącej konstrukcji nie wiedząc jaki resurs jej pozostał?
- czy wymienić całe urządzenie lub jego konstrukcję nośną na nową, czy też wykonywać regularne badania nieniszczące?
- czy naprawiać pęknięcia konstrukcji, która być może zacznie pękać ponownie?

odpowiedzi na te pytania nie są jednoznaczne i zależne od wielu czynników mających wpływ na bezpieczeństwo urządzenia oraz koszty planowanych działań, takich jak m.in. złożoność konstrukcji urządzenia, jego parametry pracy, sposób wykorzystania obecny i prognozowany, stan techniczny oraz wiek pozostałych elementów dźwignicy. Należy jednak pamiętać o jednej podstawowej kwestii - bezpieczeństwo jest zawsze sprawą priorytetową i nie może być pomijane.

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

10. STUDIUM PRZYPADKU

Wybrane poniżej przypadki zaprezentowano na przykładzie suwnic pomostowych jako reprezentancie środków transportu bliskiego. Wraz z upływem czasu każde eksploatowane urządzenie traci swoje właściwości użytkowe, które następnie mogą być przywracane w procesie obsługiwania po kwalifikacji określonego uszkodzenia. Pomocne w tego rodzaju procesach są w zależności od badanego elementu, jego przeznaczenia i budowy różnego rodzaju metody badań nieniszczących, które znajdują szerokie zastosowanie przy wykrywaniu wad w elementach suwnic. Przedstawione poniżej przykłady wykrytych uszkodzeń pochodzą z urządzeń pracujących w przemyśle.

PRZYPADEK 1

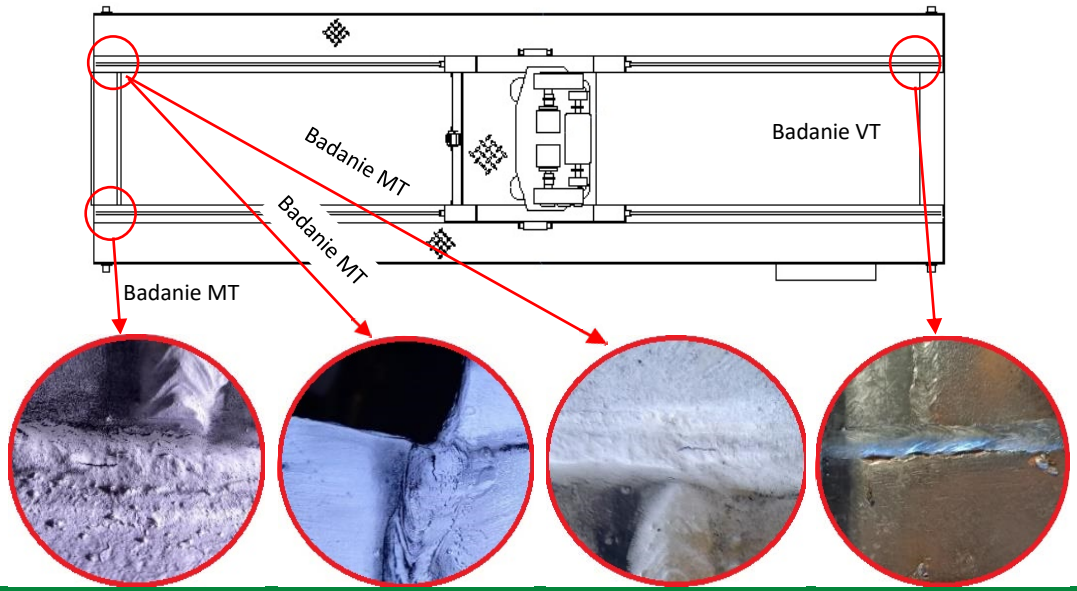
SUWNICA NATOROWA DWUDŹWIGAROWA

Parametry: udźwig: Q=5[t], rozpiętość: L=10[m], rok budowy: 1965

PRZEBIEG POSTĘPOWANIA

1. W związku z osiągnięciem przez urządzenie resursu, eksploatujący zlecił wykonanie oceny stanu technicznego suwnicy.
2. W celu weryfikacji stanu konstrukcji nośnej, w ramach oceny stanu technicznego zlecono do laboratorium UDT wykonanie badań NDT.
3. Laboratorium UDT w porozumieniu z inspektorem UTB wytypowało punkty badawcze oraz dobrało metody badań NDT. Jako kryteria akceptacji przyjęto: brak pęknięć powstałych na etapie eksploatacji.
4. W trakcie badań NDT wykryto niżej opisane niezgodności.
5. Zakład uprawniony przeprowadził naprawę uzgodnioną z UDT.

WYKONANE BADANIA	OBSZAR BADANY	REZULTAT
VT	Połączenia dźwigarów z czołownicami	Ujawniono brak przetopu i pęknięcie złącza spawanego
MT	Połączenia dźwigarów z czołownicami (góra)	Ujawniono kilka kilkumilimetrowych pęknięć spoin
PT	Połączenia dźwigarów z czołownicami (spód)	Brak wskazań
AE	Cały most	Brak istotnych źródeł AE



Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

PRZYPADEK 2

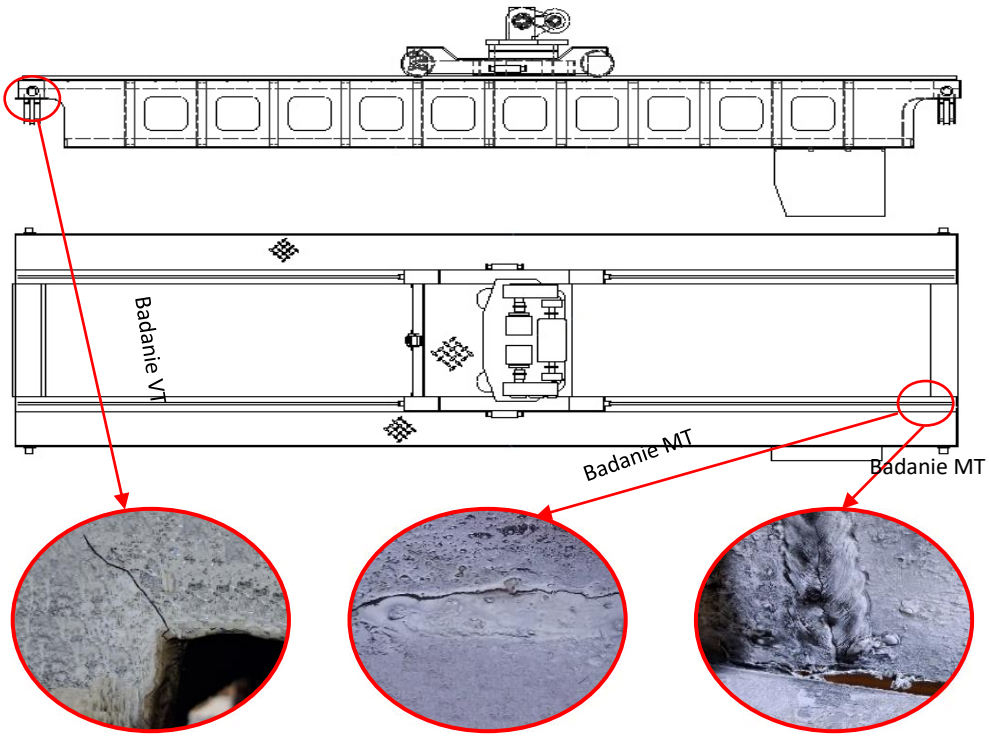
SUWNICA NATOROWA DWUDŹWIGAROWA

Parametry: udźwig: Q=10[t], rozpiętość: L=12[m], rok budowy: 1959

PRZEBIEG POSTĘPOWANIA

1. W trakcie badania okresowego suwnicy, inspektor zalecił przeprowadzenie badań nieniszczących konstrukcji w ramach badań specjalnych.
2. Laboratorium CLDT w porozumieniu z inspektorem UTB wytypowało punkty badawcze oraz dobrało metody badań NDT. Jako kryteria akceptacji przyjęto: brak uszkodzeń eksploatacyjnych.
3. W trakcie badań NDT wykryto niżej opisane niezgodności.
4. Zakład uprawniony przeprowadził naprawę uzgodnioną z UDT.

WYKONANE BADANIA	OBSZAR BADANY	REZULTAT
VT	100 % konstrukcji nośnej suwnicy	Ujawniono kilka pęknięć o długości kilkudziesięciu milimetrów każde, obecnych na blachach w obszarach gniazd zestawów kołowych, po dwóch stronach mostu
MT	Obszar połączeń dźwigarów z czołownicami, w tym miejsca zmian przekroju konstrukcji, obszar połączeń środników z pasami (dolnym i górnym)	Ujawniono pęknięcia w spoinie oraz w strefie wpływu ciepła - połączenie dźwigara z czołownicą



Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

PRZYPADEK 3

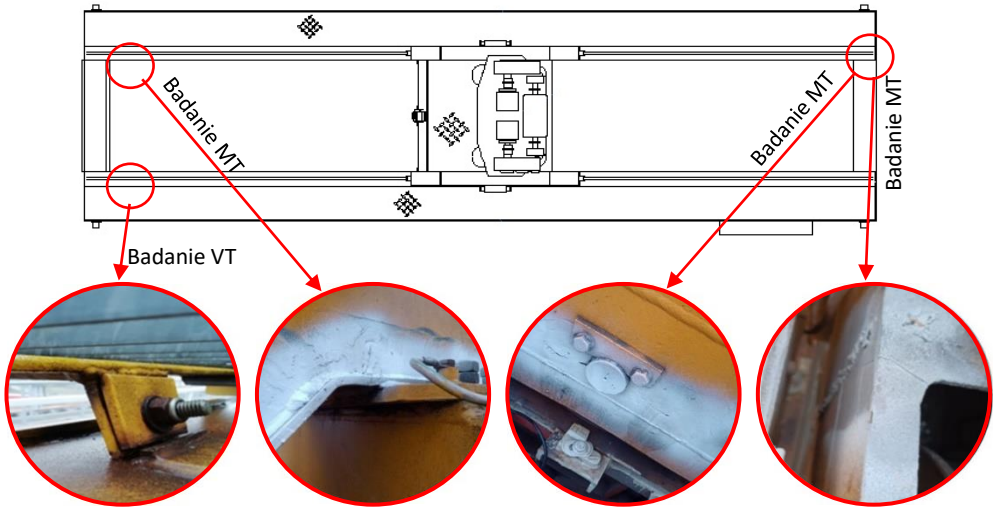
SUWNICA NATOROWA DWUDŹWIGAROWA

Parametry: udźwig: Q=5[t], rozpiętość: L=24[m], rok budowy: 1997

PRZEBIEG POSTĘPOWANIA

1. W związku z osiągnięciem przez urządzenie resursu, eksploatujący zlecił wykonanie oceny stanu technicznego suwnicy do UDT-CERT.
2. W celu weryfikacji stanu konstrukcji nośnej, w ramach oceny stanu technicznego zlecono do laboratorium UDT wykonanie badań NDT.
3. Laboratorium UDT po otrzymaniu zlecenia zapoznało się z dokumentacją konstrukcyjną, eksploatacyjną, historią napraw i modernizacji. Wykonano obserwację pełnych cykli roboczych bez obciążenia i z obciążeniem, wykonano kontrolę połączeń rozłącznych i nierozłącznych. Przeprowadzono badania VT ogólne w celu wytypowania miejsc i obszarów do badań VT szczegółowych oraz badań MT.
4. Wykonano badania VT konstrukcji nośnej suwnicy - 100% oraz badania MT wytypowanych wcześniej obszarów.
5. W trakcie badań NDT wykryto niżej opisane niezgodności.
6. Zakład uprawniony przeprowadził naprawę uzgodnioną z UDT.
7. Po przeprowadzonej naprawie, wykonawca zlecił wykonanie badań NDT w obszarze naprawianym, do laboratorium UDT. Wynik badań pozytywny.

WYKONANE BADANIA	OBSZAR BADANY	REZULTAT przed naprawą	REZULTAT przed naprawą
VT	100 % konstrukcji nośnej suwnicy	Stwierdzono uszkodzenie mocowania nakładki oraz pęknięcie pasa dolnego dźwigara	Obszary objęte naprawą – wynik badań pozytywny
MT	Obszary wcześniej naprawiane oraz obszary analogiczne strona lewa czołownicy, przód oraz tył suwnicy	Potwierdzono pęknięcie pasa dolnego dźwigara. Wykryto pęknięcie środnika dźwigara, pęknięcie konstrukcji czołownicy w rejonie okienka rewizyjnego oraz mocowania sworznia koła jazdy suwnicy	Nowo wykonane złącza spawane – wynik badań pozytywny



Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

PRZYPADEK 4

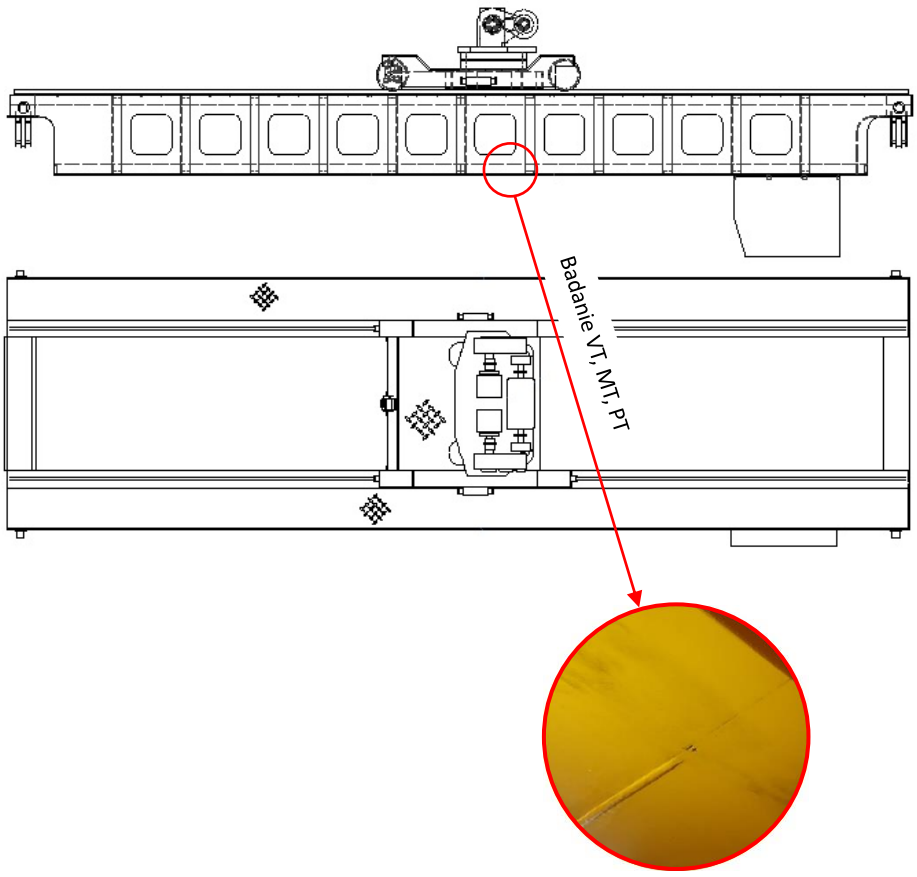
SUWNICA NATOROWA DWUDŹWIGAROWA

Parametry: udźwig: Q=10[t], rozpiętość: L=26,5[m], rok budowy: 2021

PRZEBIEG POSTĘPOWANIA

1. Podczas badania okresowego suwnicy, w trakcie oględzin, inspektor stwierdził wadliwie wykonaną spoinę na pasie dolnym dźwigara co skutkowało wyłączeniem suwnicy z eksploatacji.
2. Eksploatujący zlecił wykonanie naprawy.
3. Naprawa została uzgodniona jako okazjonalna. W warunkach uzgodnienia zalecono wykonanie badań NDT (VT, MT, PT) przez laboratorium UDT, jako nadzór nad wykonaniem naprawy okazjonalnej.
4. Po wykonanej naprawie laboratorium UDT wykonało badania nieniszczące wg uzgodnienia.
5. Badania NDT nie wykazały niezgodności dając wynik pozytywny

WYKONANE BADANIA	OBSZAR BADANY	REZULTAT
VT	Złącze spawane pasa dolnego	Badanie spoiny zakwalifikowano do poziomu akceptacji jakości B wg PN EN ISO 5817:2014 – Wynik pozytywny
MT	Złącze spawane pasa dolnego	Brak nieciągłości rejestrowanych na badanych obszarach – Wynik pozytywny
PT	Złącze spawane pasa dolnego	Badanie nie wykazało występowania nieciągłości – Wynik pozytywny



Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

PRZYPADEK 5

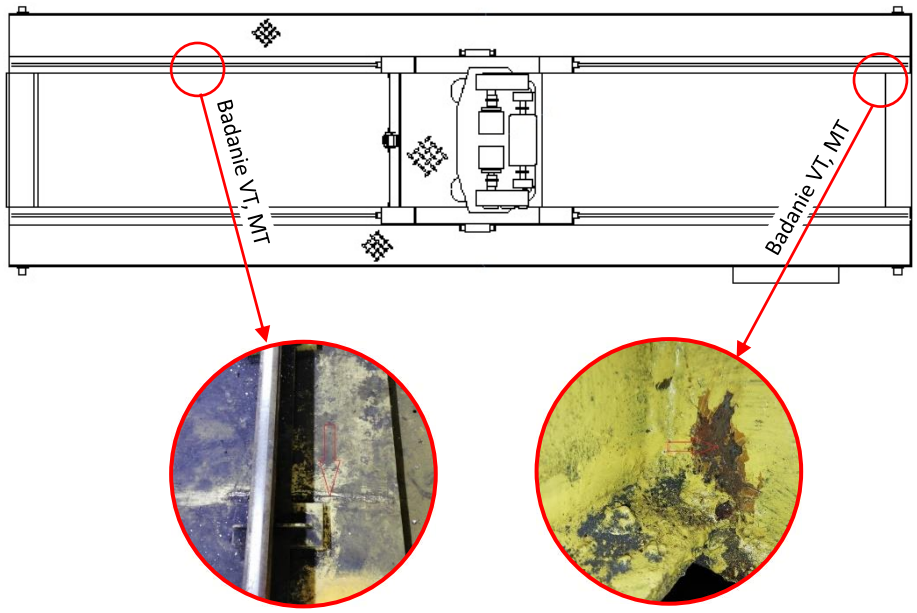
SUWNICA NATOROWA DWUDŹWIGAROWA

Parametry: udźwig: Q=12,5[t], rozpiętość: L=31[m], rok budowy: 1971

PRZEBIEG POSTĘPOWANIA

1. Podczas przeglądu konserwacyjnego stwierdzono pęknięcie górnego pasa dźwigara w okolicy wcześniej wykonanej naprawy.
2. Zakład uprawniony złożył do uzgodnienia w UDT dokumentację naprawy.
3. Na potrzeby uzgodnienia, w celu weryfikacji stanu, inspektor wykonał badanie doraźne kontrolne urządzenia – podczas oględzin wykryto kolejne pęknięcia na połączeniach dźwigarów z czołownicami.
4. W protokole z badania zalecono: „dokonać oceny 100% spoin suwnicy przenoszących obciążenie, poprzez wykonanie badań NDT metodą VT oraz jedną z metod ujawniających pęknięcia tj. PT, MT lub AE.
5. Zlecono do laboratorium UDT wykonanie zaleconych badań NDT. W wyniku badań ujawniono kilkanaście pęknięć konstrukcji suwnicy.
6. Eksploatujący zakupił nowe dźwigary, które wymieniono w całości. Czołownice naprawiono w uzgodnieniu z UDT

WYKONANE BADANIA	OBSZAR BADANY	REZULTAT
VT	Dźwigar, połączenia dźwigarów z czołownicami, czołownice, rama wciągarki	Ujawniono pęknięcia w obszarze złącza spawanego
MT	Dźwigar, połączenia dźwigarów z czołownicami, czołownice, rama wciągarki	Ujawniono pęknięcia w obszarze złącza spawanego i materiale rodzimym
AE	Dźwigary i czołownice	Dwa istotne źródła AE



Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

PRZYPADEK 6

SUWNICA NATOROWA DWUDŹWIGAROWA

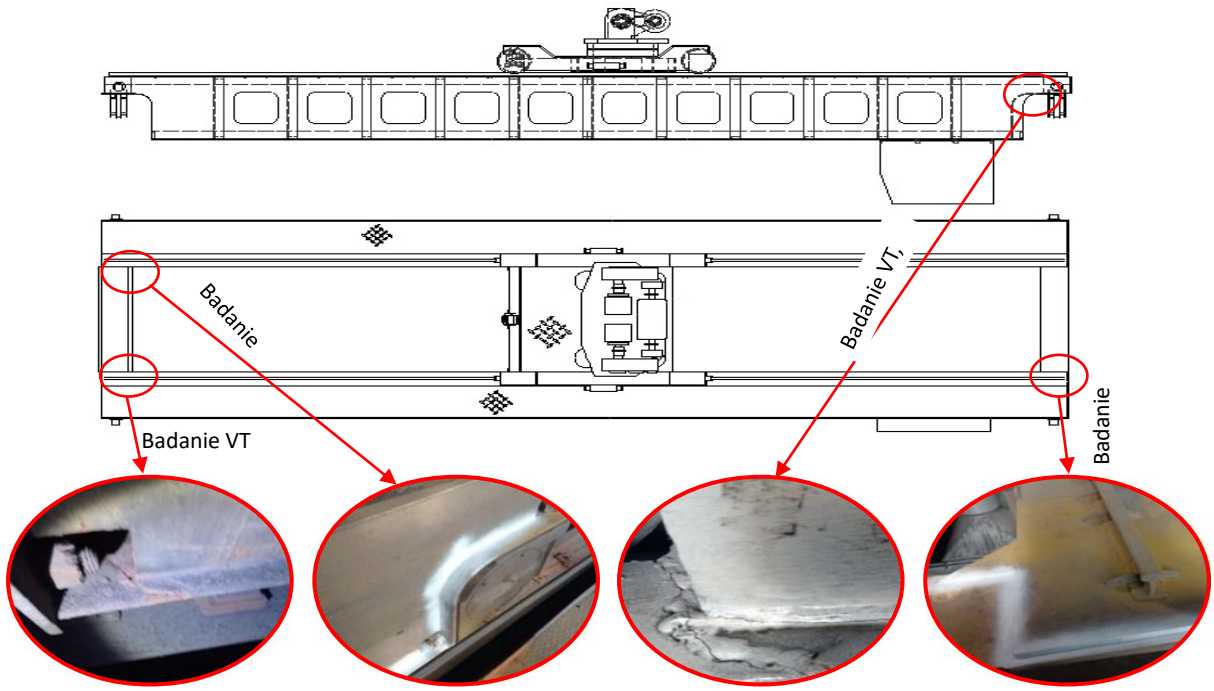
Parametry: udźwig: Q=12,5[t], rozpiętość: L=31[m], rok budowy: 1971

PRZEBIEG POSTĘPOWANIA

1. Podczas badania okresowego inspektor stwierdził uszkodzenie – pęknięcie konstrukcji czołownicy w miejscu wcześniej wykonanej naprawy. Wynik badania negatywny, zalecono wykonanie badania analogicznych obszarów w celu określenia pełnego zakresu uszkodzenia.
2. Eksploatujący zlecił wykonanie naprawy.
3. Wykonawca przed opracowaniem technologii naprawy i uzgodnieniem jej jako naprawy okazjonalnej, zlecił wykonanie badań NDT do laboratorium UDT, w celu określenia zakresu naprawy. Badania obejmowały rejon uszkodzenia oraz analogiczne obszary konstrukcji suwnicy (badania VT - 100% konstrukcji nośnej, badania MT - przód i tył czołownicy, strona lewa i prawa).
4. Po wykonaniu badań przez laboratorium UDT, wykonawca określił zakres oraz opracował technologię naprawy okazjonalnej, uwzględniając wyniki badań NDT. Technologia została uzgodniona przez UDT.
5. Po wykonanej naprawie, wykonawca zlecił wykonanie badań NDT w obszarze naprawianym, do laboratorium UDT. Wynik badań pozytywny.

Po wykonanej naprawie, wykonawca zlecił wykonanie badań NDT w obszarze naprawianym, do laboratorium UDT. Wynik badań pozytywny.

WYKONANE BADANIA	OBSZAR BADANY	REZULTAT przed naprawą	REZULTAT po naprawie
VT	100 % konstrukcji nośnej suwnicy	Stwierdzono pęknięcie pasa dolnego czołownicy na całej szerokości	Obszar objęty naprawą – wynik badań pozytywny
MT	Obszar przyległy uszkodzeniu czołownicy, obszary analogiczne strona lewa czołownicy, przód oraz tył suwnicy	Potwierdzono pęknięcie pasa dolnego czołownicy strona prawa – przód oraz pęknięcie w SWC złącza łączącego pas dolny czołownicy ze środnikiem	Nowo wykonane złącza spawane – wynik pozytywny



Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

PRZYPADEK 7

SUWNICA NATOROWA DWUDŹWIGAROWA

Parametry: udźwig: Q=50[t], rozpiętość: L=28[m], rok budowy: 1974

PRZEBIEG POSTĘPOWANIA

1. Podczas przeglądu konserwacyjnego, konserwator zauważył niepokojące go pęknięcia występujące na połączeniu dźwigara z czołownicą suwnicy.
2. Dokładne oględziny wraz z późniejszą naprawą zlecono do zakładu uprawnionego.
3. Naprawa została uzgodniona wraz z zaleceniami wykonania badań nieniszczących VT, PT, MT.

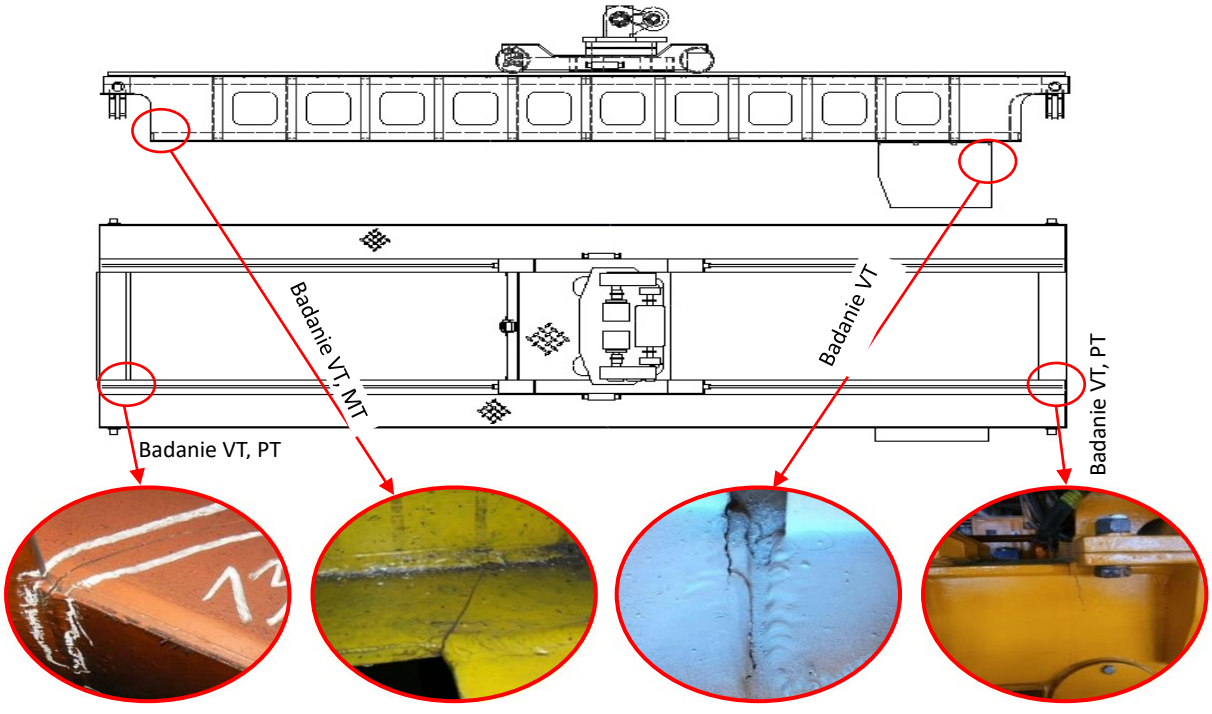
   Po przeprowadzonych pracach spawalniczych zalecono sprawdzenie spoin według poniższych wytycznych:

   - spoiny czołowe i pachwinowe – 100% spoin badać wizualnie VT wg PN-EN ISO 17637, wymagany poziom jakości B wg PN-EN ISO 5817

   - spoiny pachwinowe – 100% spoin badać penetracyjnie PT wg PN-EN ISO 3452-1, wymagany poziom akceptacji 2X wg PN-EN ISO 23277 lub zamiennie magnetyczno-proszkowo MT wg PN-EN ISO 17638, wymagany poziom akceptacji 2X wg PN-EN ISO 23278

Po naprawie suwnicy, laboratorium UDT przeprowadziło badania NDT.

WYKONANE BADANIA	OBSZAR BADANY	REZULTAT przed naprawą	REZULTAT po naprawie
VT	Kabina operatora	Pęknięcia poszycia drzwi wejściowych do kabiny w miejscu przyspawanego zawiasu	Badanie nie wykazało występowania niezgodności – wynik pozytywny
VT, MT	Połączenie dźwigarów z czołownicami (dół)	Pęknięcia pasa dolnego dźwigara na łączeniu z czołownicą	Badanie nie wykazało występowania niezgodności – wynik pozytywny
VT, PT	Połączenie dźwigarów z czołownicami (góra)	Pęknięcie spoiny blachy wzmacniającej na łączeniu dźwigara z czołownicą	Badanie nie wykazało występowania niezgodności – wynik pozytywny



Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

BIBLIOGRAFIA

Przepisy:

[1] Ustawa o dozorze technicznym z dnia 21 grudnia 2000 r. (Dz. U. z 2024 r. poz. 1194).

Opracowania UDT:

[2] *Ocena stanu technicznego ustrojów nośnych suwnic*. UDT, lipiec 2021.
[3] Baranowski A., Borth T.: Badania NDT wykorzystywane w ocenie stanu technicznego ustrojów nośnych UTB. 1-2/2021 INSPEKTOR Biuletyn Urzędu Dozoru Technicznego, 2021.
[4] Borth T., Czapla W., Dębski K., Pilarz Z.: Kolejne etapy oceny stanu technicznego UTB. 3/2021 INSPEKTOR Biuletyn Urzędu Dozoru Technicznego, 2021.

Artykuły naukowe:

[5] E. Santecchia, A. M. S. Hamouda, F. Musharavati, E. Zalnezhad, M. Cabibbo, M. El Mehtedi, S. Spigarelli: *A Review on Fatigue Life Prediction Methods for Metals. Hindawi Publishing Corporation Advances in Materials Science and Engineering*. Volume 2016, Article ID 9573524.
[6] Marir, M. A., Sheng, E. L., Isa, M. R., Bachi, I. O. (2023). *Destructive and nondestructive remaining fatigue life prediction methods of metals: a review*. Journal of Mechanical Science and Technology 37 (8), 2023.
[7] Dexter, R.J. and Fisher, J.W.: *Fatigue and Fracture.* Structural Engineering Handbook. Ed. Chen Wai-Fah, Boca Raton: CRC Press LLC, 1999.
[8] Kowalewski Z.L.: *Zmęczenie materiałów – podstawy, kierunki badań, ocena stanu uszkodzenia*. Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, 17-te Seminarium Nieniszczące Badania Materiałów, 2011.
[9] McCarthy P.: *Structural fatigue happens: Maintain your cranes*. Litfech consultants Inc. California, 2005.
[10] B. Kühn: *Assessment of existing steel structures - Recommendations for estimation of the remaining fatigue life*. Procedia Engineering 66 (2013) 3 – 11.
[11] J.A. van Jole: *Development of a Method for Assessment of the Remaining Fatigue Life of Steel Structures of existing STS Cranes Establishing Lifetime Prediction, Inspection Intervals and After-Inspection Procedures*. Delft University of Technology, 2016.

Książki:

[12] Dyląg Z., Orłoś Z.: *Wytrzymałość zmęczeniowa materiałów*. WNT, Warszawa, 1962.
[13] Sines G., Waisman J.L.: *Zmęczenie metali*. WNT, Warszawa, 1962.
[14] Moszyński W.: *Wytrzymałość zmęczeniowa części maszyn*. PWT, Warszawa, 1953.
[15] Piątkiewicz A., Sobolski R.: *Dźwignice*. WNT, Warszawa, 1970.
[16] Ferenc K., Ferenc J.: *Konstrukcje spawane, projektowanie połączeń*. WNT, Warszawa, 2000.
[17] Ministerstwo Przemysłu Ciężkiego, Departament Energo-Mechaniczny: *Instrukcja o systemie planowo-zapobiegawczych remontów dźwignic*. WEMA, Warszawa, 1974.

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

[18] Kocańda S.: *Zmęczeniowe zniszczenie metali*. WNT, Warszawa, 1978.
[19] Butnicki S.: *Spawalność i kruchość stali*. WNT, Warszawa, 1979.
[20] Mikuła J.: *Międzynarodowy/Europejski Inżynier Spawalnik IWE*. Spawalnictwo, Wydawnictwo Instytutu Inżynierii Materiałowej Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2014.
[21] Tasak E.: *Spawalność stali.* Wydawnictwo Fotobit, Kraków, 2002.
[22] Tasak E., Ziewiec A.: *Spawalność materiałów konstrukcyjnych*. Wydawnictwo JAK, Kraków, 2009.
[23] Zieliński Z.: *Dźwignice i urządzenia transportowe*. Państwowe Wydawnictwa Szkolnictwa Zawodowego, Katowice, 1972.

Raporty techniczne i rekomendacje:

[24] B. Kühn, M. Lukić, A. Nussbaumer, H.-P. Günther, R. Helmerich, S. Herion, M.H. Kolstein, S. Walbridge, B. Androic, O. Dijkstra, Ö. Bucak, *Assessment of Existing Steel Structures: Recommendations for Estimation of Remaining Fatigue Life, JRC Scientific and Technical reports*. Joint Report Prepared under the JRC – ECCS co-operation agreement for the evolution of Eurocode 3 (program of CEN / TC 250), Editors: G. Sedlacek, F. Bijlaard, M. Géradin, A. Pinto and S. Dimova, First Edition 2008, EUR 23252 EN, ISSN 1018-5593, JRC 43401.
[25] ISO/TR 16880 Cranes – *Bridge and gantry cranes* – International Standards for design and manufacturing requirements and recommendations.
[26] Hobbacher A.: *Recommendations for Fatigue Design of Welded Joints and Components*. International Institute of Welding, doc. XIII-2151r4-07/XV-1254r4-07. Paris, France, October 2008.

Wykaz norm:

[27] PN-M-06514:1986 - Dźwignice - Obciążenia w obliczeniach ustrojów nośnych dźwignic
[28] PN-M-06515:1979 - Dźwignice - Ogólne zasady projektowania stalowych ustrojów nośnych
[29] PN-M-06516:1988 - Dźwignice - Złącza spawane w stalowych ustrojach nośnych dźwignic
[30] PN-ISO 8686-1:1999 - Dźwignice - Zasady obliczania i kojarzenia obciążeń - Postanowienia ogólne
[31] ISO 8686-5:2017 Cranes - Design principles for loads and load combinations Part 5: Overhead travelling and portal bridge cranes
[32] PN-M-06503:1991 - Dźwignice - Grupy natężenia pracy dźwignic i ich mechanizmów
[33] PN-M-45002:1992 - Dźwignice - Rodzaje i metody badań
[34] PN-M-45036:1983 - Technika bezpieczeństwa - Dźwignice - Wymagania ogólne
[35] ISO 12482-1:1999 - Dźwignice - Nadzór stanu technicznego - Postanowienia ogólne
[36] ISO 12482:2014 - Cranes - Monitoring for crane design working period
[37] ISO 9927-1:2013 - Cranes - Inspections Part 1: General
[38] ISO 2394:2015 - General principles on reliability for structures
[39] ISO 23814:2024 - Cranes - Competency requirements for crane inspectors

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.

[40] ISO 4310:2009 - Cranes - Test code and procedures
[41] DIN 15018-1:1984 - Cranes - steel structures - verification and analyses
[42] DIN 15018-2:1984 - Cranes - steel structures - principles of design and construction
[43] PN-EN 13001-3-1+A2:2018-05 - Dźwignice - Ogólne zasady projektowania - Część 3-1: Wyznaczanie ograniczeń i właściwości stalowych ustrojów nośnych
[44] PN-EN 15011:2021-05 - Dźwignice - Suwnice pomostowe i bramowe
[45] PN-EN ISO 5817:2023-08 - Spawanie - Złącza spawane ze stali, niklu, tytanu i ich stopów (z wyjątkiem spawanych wiązką) - Poziomy jakości dla niezgodności spawalniczych
[46] PN-EN ISO 10042:2018-09 - Spawanie - Złącza spawane łukowo w aluminium i jego stopach - Poziomy jakości dla niezgodności spawalniczych
[47] PN-EN ISO 17635:2017-02 - Badania nieniszczące spoin - Zasady ogólne dotyczące metali
[48] PN-EN 13018:2016-04 - Badania nieniszczące - Badania wizualne - Zasady ogólne
[49] PN-EN ISO 17637:2017-02 - Badania nieniszczące złączy spawanych - Badania wizualne złączy spawanych
[50] PN-EN ISO 3452-1:2021-12 - Badania nieniszczące - Badania penetracyjne - Część 1: Zasady ogólne
[51] PN-EN ISO 9934-1:2017-02 - Badania nieniszczące - Badania magnetyczne proszkowe - Część 1: Zasady ogólne
[52] PN-EN ISO 17638:2017-01 - Badanie nieniszczące spoin - Badanie magnetyczno-proszkowe
[53] PN-EN ISO 17636-1:2023-02 - Badania nieniszczące spoin - Badanie radiograficzne - Część 1: Techniki promieniowania X i gamma z błoną
[54] PN-EN ISO 17640:2019-01 - Badania nieniszczące spoin - Badania ultradźwiękowe - Techniki, poziomy badania i ocena
[55] PN-EN 13554:2011 - Badania nieniszczące - Emisja akustyczna - Zasady ogólne
[56] PN-EN ISO 17643:2015-11 - Badanie nieniszczące spoin - Badanie prądami wirowymi spoin przez analizę płaszczyzny zespolonej

Spis rysunków

1. Krzywa Wöhlera - wartość naprężenia niszczącego w funkcji ilości cykli zmian obciążenia.
2. Przebieg rozwoju pęknięć zmęczeniowych.

Spis tabel

1. Wartości współczynnika W.
2. Wartości współczynnika R.
3. Wartości obliczeniowe wskaźnika $Z_{NDT.}$
4. Dobór rodzaju oraz zakresu badań nieniszczących.
5. Czasookresy zalecania kolejnych badań nieniszczących w odniesieniu do wartości wskaźnika Z_{NDT} podanych w Tabeli 3.
6. Kryteria doboru wymagań.
7. Wybrane przykłady zakresu modernizacji oraz wymagania dotyczące badań nieniszczących.
8. Zasady korelacji poziomów jakości oraz poziomów akceptacji.

Dokument jest własnością Urzędu Dozoru Technicznego. Dokonywanie zmian w treści, kopiowanie i rozpowszechnianie bez zgody Urzędu Dozoru Technicznego jest zabronione.