

# **Wodoszczelność grodzic II**

## **Szczelność zamków**



Rys.1 Mahler Amsterdam, Holandia

W moim ostatnim artykule na łamach „Geoinżynierii” zająłem się tematyką szczelności grodzic, a dokładniej zamków. Wymieniłem w tym artykule czynniki, które wpływają na szczelność zamka. Zaliczyłem do nich zastosowanie uszczelnienia zamka oraz kontrolę jakości wykonania ścianki szczelnej z grodzic. W tym wydaniu „Geoinżynierii” chciałbym poruszyć te dwa wątki.

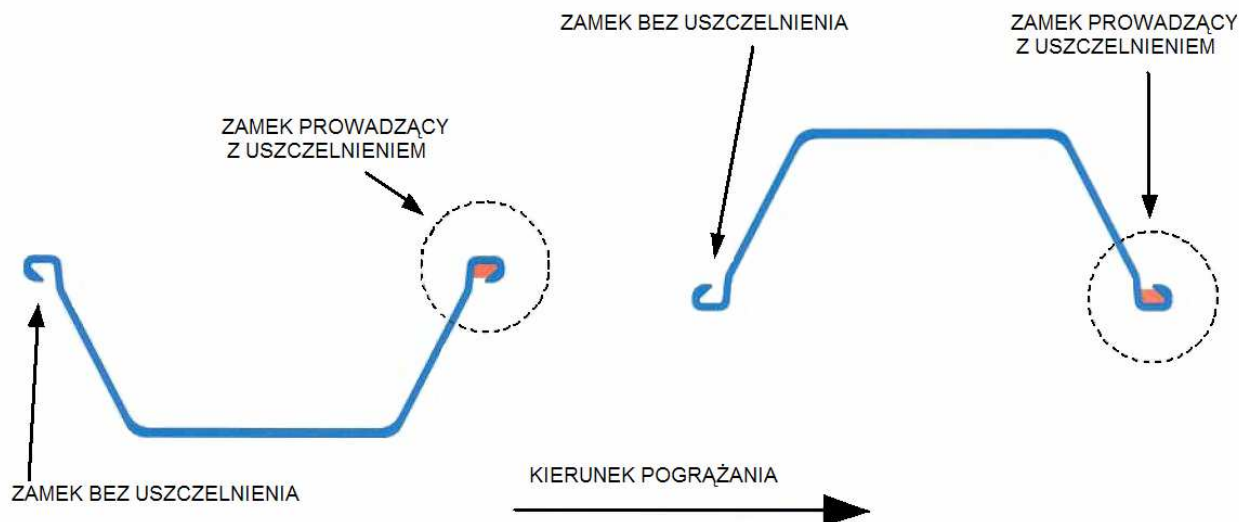
### ***Materiały uszczelniające zamki***

Temat uszczelniania zamków poruszył już w książce „Grodze” Hückel. Niektóre z tych metod wymieniłem w poprzednim artykule w „Geoinżynierii”. Należy w tym miejscu powiedzieć, że poza wymienionymi przez Hückla metodami istnieje pewnie parę nieudokumentowanych, a wymyślonych dzięki improwizującym inżynierom nie zawsze dysponującym na budowie odpowiednimi materiałami.

Obecnie, dzięki ciągłemu rozwojowi technologii związanych z wykonywaniem stalowych ścianek szczelnych, istnieje kilka materiałów instalowanych do zamka przed ich pogrążeniem. Arcelor, będący światowym liderem w produkcji grodzic, daje do wyboru swym klientom trzy materiały, których zastosowanie zmniejsza przepływ wody do wykopu przez zamki. Materiały te to: produkt bitumiczny, produkt będący mieszaniną wosku i oleju mineralnego, produkt zwiększający swą objętość pod wpływem wody. Uszczelnienia te różnią się między sobą m.in. zachowaniem w różnych środowiskach, wartościami parametru szczelności  $\rho$ , czy sposobami instalacji do zamka.

## **Beltan**

Pierwszy z tych produktów o handlowej nazwie Beltan jest mieszaniną bitumów. Dostarczany jest on klientom w beczkach lub paczkach. Produkt ten należy upłynić poprzez podgrzanie do temperatury 140 - 150 °C. Później po wypoziomowaniu grodzicy oraz po zatkaniu jej końców, tak aby produkt nie wylewał się z zamka, należy wlać Beltan do zamka do wysokości 8-12 mm. Trzeba w tym miejscu napisać, że wypełniamy zamek prowadzący grodzicy, czyli zamek który będzie pusty (nie połączony z zamkiem sąsiedniej grodzicy) po jej pogrążeniu (Rys. 2).



Rys. 2 Pogrążanie grodzic z uszczelnieniem bitumicznym

Substancja ta posiada dużą trwałość w środowisku wody słodkiej i morskiej, natomiast małą w oleju, benzynie i innych paliwach. Charakteryzuje się ona dużą przyczepnością do stali.

Beltan jest produktem najtańszym i najchętniej stosowanym przez naszych klientów.

## **Arcoseal**

Drugi produkt, dostępny dla klientów Arcelora od zeszłego roku, jest mieszaniną wosku oraz oleju mineralnego o nazwie handlowej Arcoseal. Jest on dostarczany w beczkach. Sposób instalacji do zamka jest identyczny jak w przypadku pierwszego produktu. Jedyną różnicą to temperatura do jakiej należy podgrzać Arcoseal wynosząca 120 °C.

Środek ten posiada wysoką trwałość zarówno w wodzie słodkiej jak i słonej oraz w oleju mineralnym, a niską w benzynie. Produkt ten jest higieniczny i bardziej ekologiczny od bitumicznego.

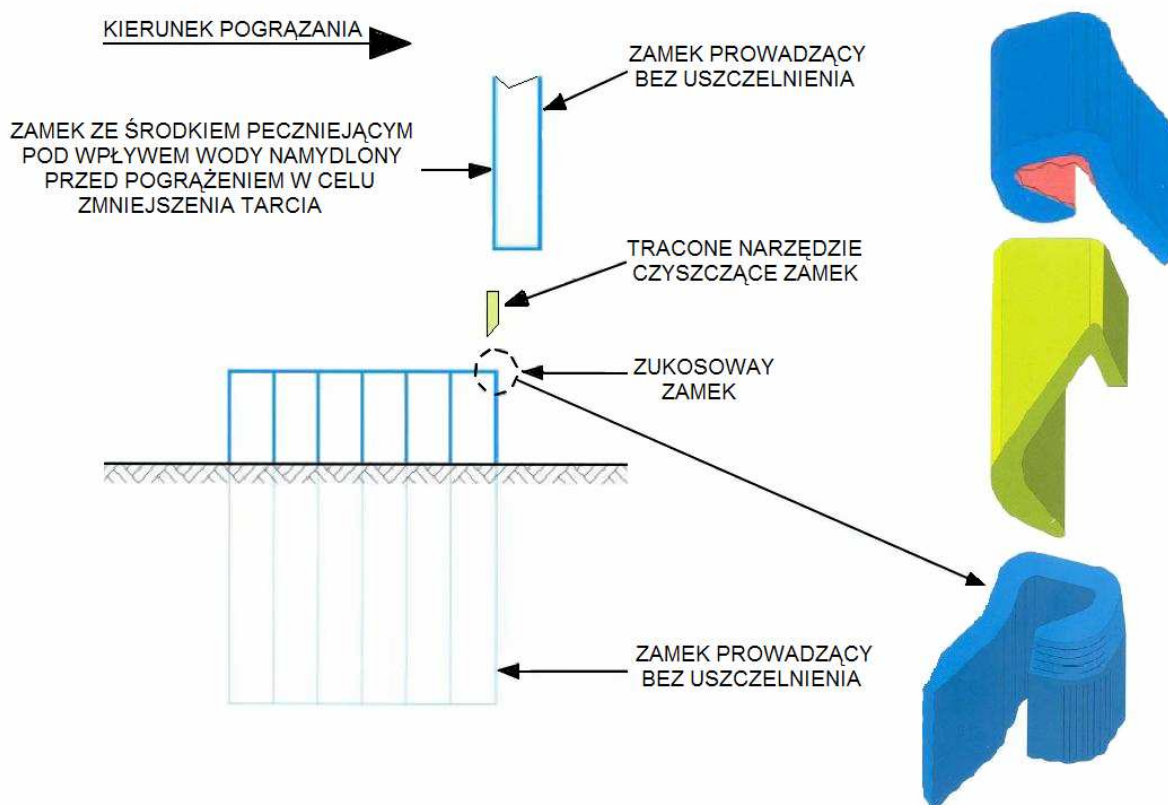
## **Roxan**

Ostatni z produktów, to produkt zwiększający swą objętość pod wpływem wody, dostępny pod nazwą handlową Roxan. Substancja ta w przeciwieństwie do dwóch wymienionych powyżej jest wprowadzana do zamka na zimno. Mianowicie pompa podaje ten środek do pistoletu ze specjalną końcówką. Celem tej, opatentowanej przez Arcelor i używanej bezpłatnie wykonawcom na czas instalacji uszczelnienia, specjalnej końcówki jest równomierne nałożenie cienkiej warstewki środka rozszerzającego się pod wpływem wody na ściankach zamka.

Roxan posiada wysoką trwałość zarówno w wodzie słodkiej i słonej jak i w olejach, benzynie i innych paliwach. Jego rozszerzalność pod wpływem wody słodkiej wynosi 115%, wody słonej 90%, a pod wpływem wody zanieczyszczonej solami alkalicznymi (wysypiska śmieci) 115%.

Produkt ten jest dostarczany w beczkach. Przed wprowadzeniem go w zamki należy je oczyścić, a co najważniejsze osuszyć. Środek ten instalujemy do zamka, który po pogrążeniu grodzicy będzie połączony z zamkiem wcześniej pogrążonego brusa (Rys. 3). Grodzice z tym uszczelnieniem należy odpowiednio składować oraz transportować tak, aby nie doszło do spęcznienia produktu pod wpływem wody.

Konieczność instalacji środka do tego, a nie drugiego zamka wynika z faktu zwiększania jego objętości pod wpływem wody. Logiczne jest wykorzystanie tego procesu, trwającego około 2 h, do zmniejszenia przestrzeni pomiędzy zamkami, a co za tym idzie do zwiększenia szczelności ścianki. Innym procesem towarzyszącym pęcznieniu jest zmniejszanie przyczepności Roxanu do stali zamka z wartości  $15 \text{ kg/cm}^2$  do wartości bliskiej zera. Drastyczne zmniejszenie przyczepności powoduje zrywanie i uszkodzenie produktu uszczelniającego w trakcie pogrążania. Dlatego należy bezwzględnie przestrzegać zasady nie przerywania pogrążania pojedynczej grodzicy na dłużej niż 2 h.



Rys. 3 Pogrążanie ścianki z Roxanem jako uszczelnieniem

Pogrążaniu grodzic z tym środkiem uszczelniającym towarzyszą także inne zabiegi. Między innymi należy stosować specjalne tracone narzędzie usuwające w trakcie pogrążania grunt z zamka wcześniej pogrążonej grodzicy. Należy także ukosować końcówki nie uszczelnionych zamków, tak aby nie uszkadzały one Roxanu. Zaleca się także, aby w celu zmniejszenia tarcia w zamkach przed przystąpieniem do pogrążania, namydlić zamek z uszczelnieniem.

Stosowanie Roxanu daje znakomite efekty. Parametr  $p$  dla niego jest ponad 300 krotnie mniejszy niż dla Beltanu i Arcosealu (Tab.1). Jednak jest on droższy oraz, ze względu na jego zdolność do zwiększania swej objętości pod wpływem wody, jego stosowanie wymaga większej liczby zabiegów. Inżynierowie decydują się na ten środek w

sytuacji, gdy trzeba odciąć dopływ wody do wykopu na dłuższy okres lub przy budowie grodzi na wodach. Roxan jest też z powodzeniem wykorzystywany przy obiektach stałych, takich jak wysypiska śmiecie, tunele i parkingi podziemne.

## **Dodatkowe uwagi**

Wszystkie z wymienionych materiałów mogą być wprowadzone w zamek przez zamawiającego lub mogą być dostarczone już z zainstalowanym uszczelnieniem. Zamawiający powinien dokonać analizy ekonomicznej biorąc pod uwagę: dostępność sprzętu koniecznego do manipulowania grodzicami, wyszkolenie pracowników, dostępność miejsca składowego, konieczność zapewnienia suchych i czystych warunków w trakcie wykonywania i składowania grodzic uszczelnionych Roxanem. Niewątpliwie za wykonaniem uszczelnienia w Polsce przemawiają niskie koszty robocizny. Porównanie podstawowych własności produktów uszczelniających zamki grodzic znajduje się w Tab.1.

Tab. 1 Porównanie materiałów uszczelniających zamek z zamkiem pustym oraz zaspawanym

Materiał	Parametr $\rho$ $10^{-10}$ m/s	Dopuszczalny spadek hydrauliczny [kPa]	Zużycie na 1mb zamka [l/m]
Brak uszczelnienia	>1000	-	-
Beltan	600	100	0.3
Arcoseal	600	100	0.3
Roxan	0.3	200	0.15
Spawanie	0	-	?

Problem procesu przegrzania się zamków, niszczącego uszczelnienie dotyczy wszystkich z wymienionych produktów. Temperatura mięknięcia wszystkich wymienionych w artykule materiałów wynosi około 100 °C. Należy więc unikać nagrzania zamków do tej temperatury. Samo zjawisko trudno jest prognozować, gdyż zależy od wielu czynników. Najbezpieczniej jest zastosować taką metodę pogrążania, która pozwoli na ostudzenie zamków. Chodzi tutaj o metodę naprzemienną lub panelową pogrążania grodzic. Z drugiej jednak strony uszczelnienie stosujemy tam gdzie jest wysoki poziom wody gruntowej, a obecność wody zmniejsza temperaturę do jakiej nagrzewają się zamki podczas pogrążania.

Istnieje łatwy i bardzo skuteczny sposób zwiększenia szczelności przegrody ze stalowych bruzów z uszczelnieniami w zamkach. Mianowicie zalecamy, jeżeli wykonawca posiada odpowiedni sprzęt, zamówić grodzice sparowane z zaciśniętymi zamkami. W środkowe zamki takich podwójnych grodzic należy wlać uszczelnienie. Ponieważ zamki takiej podwójnej grodzicy są zaciśnięte, nie przesuwają się one względem siebie i nie niszczą uszczelnienia podczas pogrążania. Parowanie i zaciskanie grodzic w zamkach jest wykonywane za darmo. Dlatego rozwiązanie to, przy takich samych kosztach wykonania uszczelnienia, daje o wiele większą gwarancję szczelności przegrody.

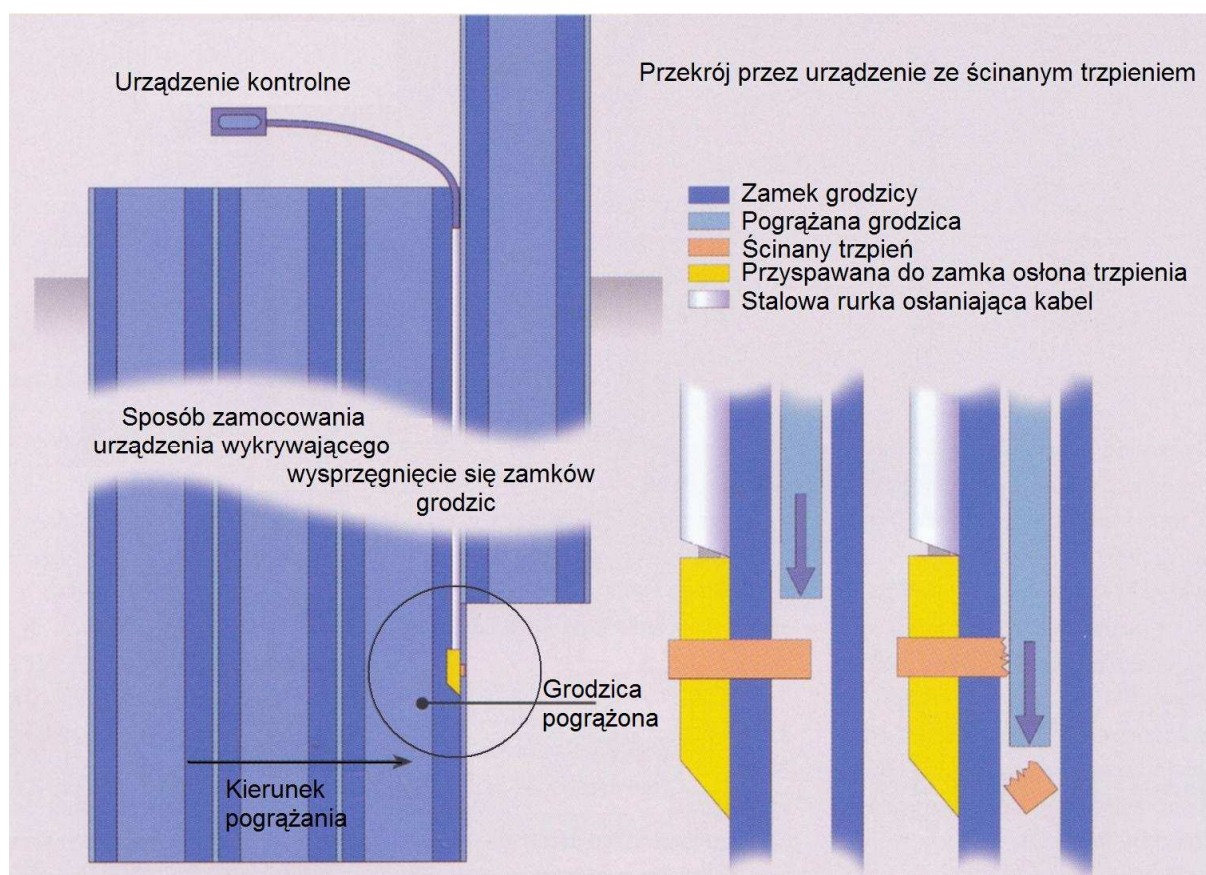
## **Wykrywanie wysprzęgnięć zamków**

Kolejnym czynnikiem, który poza stosowaniem uszczelnienia zamka, ma wpływ na zagwarantowanie szczelności ścianki z grodzic jest jakość jej wykonania. Chodzi tutaj głównie o zagwarantowanie połączenia grodzic ze sobą na pełnej ich długości, gdyż wysprzęgnięcie się zamków może mieć wręcz katastrofalnie zwiększyć dopływ wody do

wykopu. Wysprężglanie można wykryć za pomocą specjalnych urządzeń elektronicznych lub mechanicznych narzędzi. W tej części artykułu przedstawię oba typy urządzeń oraz przedstawię ich wady i zalety.

## Urządzenie elektroniczne – DIXERAN

Arcelor dostarcza swym klientom urządzenie elektroniczne o nazwie handlowej DIXERAN. Urządzenie to składa się z czujnika, urządzenia kontrolnego oraz z kabla łączącego ze sobą te dwa elementy (Rys. 4), a zabezpieczonego przed zerwaniem przez umieszczenie go w stalowych rurkach przyspawanych na długości do grodzicy. Urządzenie to działa na bardzo prostej zasadzie przerywania obwodu elektrycznego przez pogrążoną grodzicę.



Rys. 4 Zasada działania urządzenia DIXERAN

Głównym elementem czujnika przyspawanego do dolnego końca grodzicy na zamku prowadzącym jest bolec umieszczony w specjalnie wywierconym w zamku otworze. Zamek następnej grodzicy po pogrążeniu na głębokość, na której znajduje się czujnik ścina bolec i przerywa obwód elektryczny, o czym informuje nas zaświecenie odpowiedniej diody na urządzeniu kontrolnym. Znaczący to, że grodzice są ze sobą połączone w zamkach na całej długości. Jest to oczywiście wersja wydarzeń bardziej optymistyczna, ale przy dobrej jakości wykonywania ścianki najczęściej spotykana.

Zasilane za pomocą baterii AA (paluszków) urządzenie kontrolne poza najchętniej przez nas oglądaną informacją o ścięciu bolca wyświetla także inne informacje, m.in. informuje nas o przerywaniu kabla i o naderwaniu bolca.

Decyzja o ilości stosowanych urządzeń DIXERAN należy oczywiście do wykonawcy ścianki, a zależy od wymagań stawianych jakości, estetyce lub/i szczelności ścianki. W przypadku gdy chcemy sprawdzić czy każdy pogrążony stalowy brus jest połączony z

innym na całej długości zamka liczbę urządzeń można ograniczyć przez zamówienie grodzic sparowanych z zaciśniętymi zamkami. Możemy używać urządzenia DIXERAN tylko dla losowo wybranych grodzic. Robimy tak gdy chcemy się upewnić czy wybrana przez nas technologia pogażania jest prawidłowa.

## Przyrządy mechaniczne

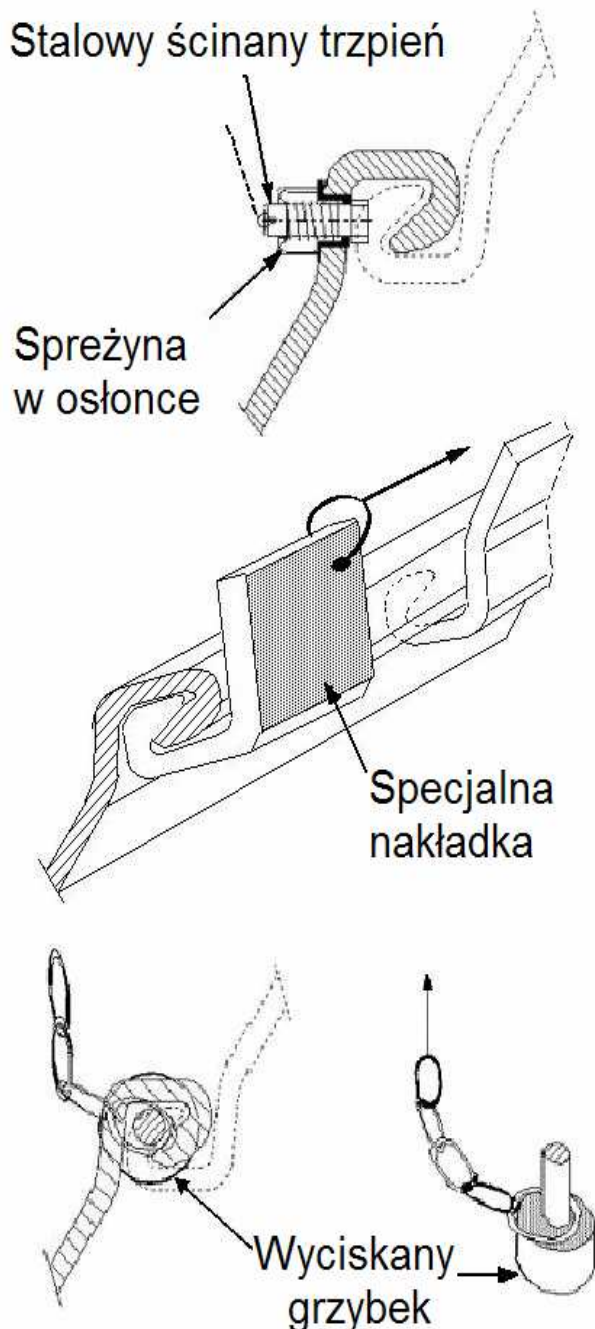
Oczywiście są też inne sposoby na wykrycie wysprzęgnięcia się zamków. Chodzi tutaj głównie o całą masę przyrządów mechanicznych. Generalnie zasada ich działania może być przedstawiona przez porównanie z urządzeniem elektronicznym. Tak więc urządzenie kontrolne to ręka, czujnik wykrywający czy grodzice są ze sobą połączone to

mechaniczne przyrządy przedstawione na Rys. 5, a kabel zastąpiony jest stalową linką.

Pierwszy na górze Rys. 5 przyrząd to mechaniczny odpowiednik DIXERAN`u. Po ścięciu główki trzpienia umieszczonego w otworze wykonanym w zamku grodzicy jest on uwalniany z pomocą sprężynki umieszczonej w osłonce. Trzpień ten jest połączony ze stalową linką której koniec umieszczony jest na poziomie terenu. Gdy będziemy w stanie ciągnąć za tą linkę będzie to sygnał, że najprawdopodobniej trzpień został ścięty przez pogażaną grodzicę.

Drugi przyrząd (Rys. 5 na środku) to specjalnie wykonana tracona nakładka na zamek połączona z powierzchnią terenu za pomocą stalowej linki, którą zakłada się na zamek już pogażanej grodzicy poniżej grodzicy pogażanej. Jeśli w trakcie pogażania zaobserwujemy, że linka nie jest już wciągana pod ziemię najprawdopodobniej oznacza to, iż doszło do wysprzęgnięcia się zamków grodzic.

Trzeci znajdujący się na dole Rys. 5 przyrząd ma kształt grzybka, na którego stopkę nawleka się stalową pętelkę połączoną z powierzchnią terenu za pomocą stalowej linki. Stopkę takiego traconego grzybka wkłada się do pustego zamka pogażanej grodzicy. Zamek pogażanej w następnej kolejności grodzicy wybija ten grzybek z zamka, uwalnia stalową pętelkę, którą możemy wyciągnąć na powierzchnię terenu co najprawdopodobniej oznacza, że dana grodzica została prawidłowo pogażona.



Rys. 5 Przyrządy mechaniczne wykrywające wysprzęgnięcie się zamka

## ***Dodatkowe uwagi***

W trzech ostatnich akapitach celowo użyłem sformułowania „najprawdopodobniej”, gdyż nie dają one nam tak dużej pewności poprawnego wykonania ścianki jaką daje nam DIXERAN. Może przecież dojść np. do zerwania stalowej linki przez grodzicę, która się wysprzęgliła z zamka o czym możemy się dowiedzieć dopiero podczas wykonywania wykopu, a wtedy jest już najczęściej za późno na wyrwanie grodzicy i jej ponowne pogrążenie. Dlatego też Arcelor zaleca swoim klientom do wykrywania wysprzęgnięć zamków stosować urządzenie DIXERAN.

autor: mgr inż. Paweł Kwarciański  
Arcelor Commercial Long Polska