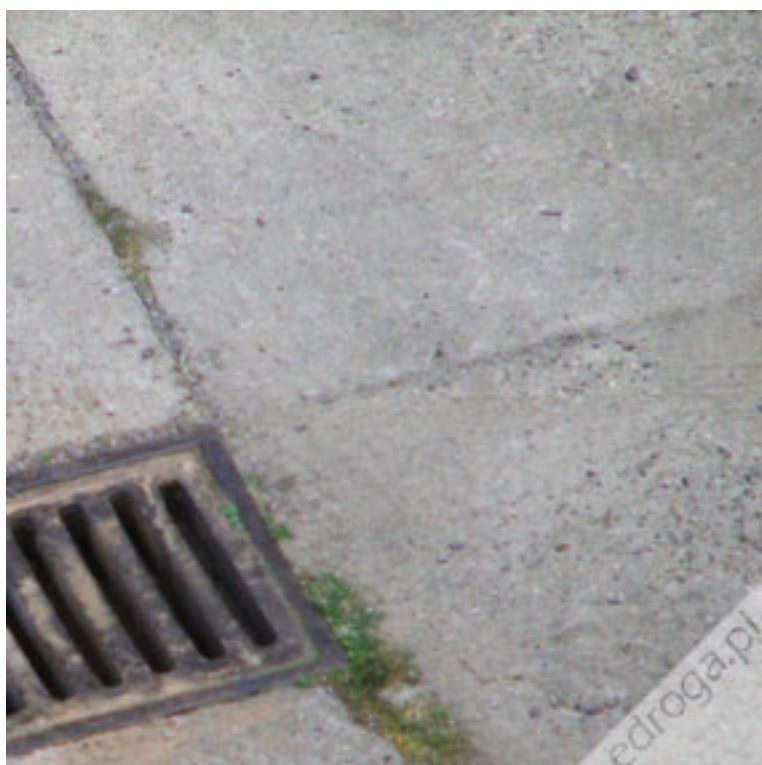


# Projektowanie i technologia przebudowy nawierzchni betonowej z zastosowaniem technologii "rubblizingu" – cz. I

Utworzono: poniedziałek, 14, grudzień 2009 08:16 Piotr Jaskuła, Józef Judycki

---



Przebudowę starej nawierzchni z betonu cementowego drogi krajowej nr 22 na odcinku Chojnice – Tczew zaprojektowano z użyciem technologii polegającej na rozkruszaniu na miejscu starych płyt betonowych (ang. rubblizing) i wbudowaniu nakładki asfaltowej. Technologię „rubblizingu” zaprojektowano po raz pierwszy w Polsce.

Nawierzchnia na drodze krajowej nr 22 została wybudowana pod koniec II Wojny Światowej z betonu cementowego. Droga krajowa nr 22 nosi popularną nazwę „berlinka”. Przebiega od granicy z Rosją do granicy z Niemcami, przez Elbląg, Malbork, Chojnice i Gorzów Wielkopolski. W latach 40. była planowana jako połączenie Berlina z Królewcem. W czasie przeszło 60-letniej eksploatacji część nawierzchni pozostała jako betonowa, a na części odcinków wykonano różnego rodzaju nakładki asfaltowe. Nakładki te wykazują zniszczenia powierzchniowe i strukturalne, które narastają w czasie. Płyty betonowe są spękane, klawiszują, szczeliny są rozsunięte i przemieszczone pionowo. Obecnie zły stan nawierzchni stanowi źródło znaczącego i uciążliwego hałasu wywoływanego przez przejeżdżające pojazdy samochodowe, a w szczególności pojazdy ciężarowe. Jednocześnie zły stan nawierzchni betonowych, to znaczy spękania, lokalne zapadłości nawierzchni, nierówności podłużne i poprzeczne, jak i gwałtowne uskoki w profilu nawierzchni mogą być przyczyną nieszczęśliwych wypadków, czy kolizji drogowych.

GDDKiA Oddział w Gdańsku podjął działania zmierzające do kapitalnego remontu nawierzchni tej drogi. Proces planowania i projektowania technicznego remontu był prowadzony przy udziale i pod naukowym nadzorem Politechniki Gdańskiej. Politechnika Gdańska opracowała program badań dla ustalenia stopnia degradacji nawierzchni oraz doboru odpowiedniej technologii jej naprawy. Badania te zostały zlecone Instytutowi Badawczemu Dróg i Mostów (IBDiM) w Warszawie. Katedra

# Projektowanie i technologia przebudowy nawierzchni betonowej z zastosowaniem technologii "rubblizingu" – cz. I

Utworzono: poniedziałek, 14, grudzień 2009 08:16 Piotr Jaskuła, Józef Judycki

---

Inżynierii Drogowej Politechniki Gdańskiej dokonała analizy wyników badań i zaproponowała zarządcy drogi właściwy kierunek działań w celu przywrócenia drogi do właściwego stanu technicznego, poprawy bezpieczeństwa ruchu, jak i zlikwidowania negatywnego oddziaływania drogi na otaczające środowisko. Po raz pierwszy w Polsce Politechnika Gdańska zaprojektowała technologię „rubblizingu” starych płyt betonowych.

W opracowaniu projektu wykorzystano wyniki badań terenowych, wykonanych przez Laboratorium IBDiM w Warszawie: pomiary ugięć nawierzchni aparatem FWD, pomiary ciągłości warstw konstrukcji nawierzchni georadarem GRSP, pomiary równości podłużnej profilografem laserowym, odwierty kalibracyjne wraz z sondą wbijaną, zarejestrowany obraz pasa drogowego oraz ocenę wizualną nawierzchni wykonaną przez pracowników Politechniki Gdańskiej. Projekt techniczny remontu tego odcinka drogi wykonała firma projektowa DiM Gdańsk.

---

## Ocena wizualna stanu istniejącego

Główne zniszczenia nawierzchni to: pęknięcia płyt poprzeczne i podłużne, otwarte szczeliny dylatacyjne, rozwarstość szczelin najczęściej do 50 mm (zdarzały się miejsca, gdzie zaobserwowano szczeliny o szerokości >50 mm), różnica poziomów krawędzi sąsiednich płyt do 25 mm, złuszczenia powierzchni płyt i ubytki, złuszczenia i ubytki nakładek z mieszanki mineralno-asfaltowej, lokalne zapadnięcia płyt, powodowane niedrożnym odwodnieniem.



Fot. 1. Widok zdegradowanej nawierzchni z betonu cementowego drogi krajowej nr 22

Rozpoznanie układu i grubości warstw konstrukcji dokonano na podstawie analizy

# Projektowanie i technologia przebudowy nawierzchni betonowej z zastosowaniem technologii "rubblizingu" – cz. I

Utworzono: poniedziałek, 14, grudzień 2009 08:16 Piotr Jaskuła, Józef Judycki

---

wyników z georadaru, wspomaganego odwiertami w konstrukcji nawierzchni. Pomiar georadarem przeprowadzono na wszystkich pasach ruchu, z częstotliwością co 10 cm dla anteny 400 MHz oraz co 5 cm dla anten 1 i 2 GHz.

Na podstawie analiz wyników badań można było stwierdzić, że płyty betonowe posadowiono bezpośrednio na podsypce piaskowej na podłożu gruntowym bez warstwy podbudowy. Płyty betonowe były w większości przypadków układane w dwóch warstwach w technologii mokre na mokre. Grubość górnej warstwy wynosiła średnio 8 cm i była ona wykonana z wykorzystaniem wysokiej jakości kruszywa bazaltowego, a dolną warstwę o grubości średniej 14 cm wykonano z wykorzystaniem kruszywa żwirowego. Dolna płyta była na poszczególnych odcinkach zbrojona. Całkowita grubość płyty wynosiła 22 cm.

## Proponowana technologia remontu

Na podstawie analizy studiów literatury (AI 1983, TRL 2006, Coley 2006, Woliver 2004, Circular 2006, Thompson 1999, Thompson 2005) opracowano zestawienie możliwych technologii napraw nawierzchni z betonu cementowego. Technologie możliwych napraw nawierzchni z betonu cementowego podzielono na trzy główne grupy:

1. Naprawy powierzchniowe
  - a) nacięcie nawierzchni i uszczelnienie szczeliny
2. Naprawy z zastosowaniem warstwy pośredniej
  - a) geosiatki i geotekstylia
  - b) membrany międzywarstwowe absorbujące naprężenia (ang. stress absorbing membrane interlayer - SAMI)
  - c) metoda warstwy zapobiegającej penetracji spękań odbitych (ang. crack relief layer - CRL)
3. Naprawy wgłębne
  - a) rozkruszenie (ang. rubblizing)
  - b) metoda kruszenia i osadzenia płyt (ang. crack and seat)
  - c) metoda cięcia, kruszenia i osadzania płyt (ang. saw-cut, crack and seat)

Wszystkie metody uwzględniają zastosowanie nakładki z mieszanki mineralno-asfaltowej na istniejącą lub przetworzoną nawierzchnię z betonu cementowego. Dokładna analiza wyników badań i ocena wizualna stanu nawierzchni wymusiła konieczność wgłębnej naprawy. Wybrano technologię rozkruszania płyt betonowych na miejscu (ang. rubblizing), przetwarzając starą nawierzchnię w podbudowę niezwiązaną i przykrywając nakładką asfaltową. Technologia remontu została opracowana przy następujących założeniach:

1. W maksymalnym stopniu zostaną usunięte przyczyny uszkodzeń występujące w chwili obecnej takie jak: zbyt niska nośność nawierzchni, nie w pełni sprawny system odwodnienia konstrukcji, wyczerpana trwałość nawierzchni.
2. Zostaną usunięte czynniki, które mogą mieć wpływ w przyszłości na prace

# Projektowanie i technologia przebudowy nawierzchni betonowej z zastosowaniem technologii "rubblizingu" – cz. I

Utworzono: poniedziałek, 14, grudzień 2009 08:16 Piotr Jaskuła, Józef Judycki

---

konstrukcji nawierzchni. Tymi czynnikami zostały zdegradowane płyty betonowe nawierzchni (połamane, popękane i klawiszujące).

3. Konstrukcja zostanie dostosowana do obciążeń 115 kN na oś dla 20 – letniego okresu obliczeniowego.
4. Warstwa ścieralna zostanie wykonana z mastyksu grysowego (SMA).

---

## Rozkruszanie starych płyt betonowych na miejscu (ang. rubblizing)

Nazwa „rubblizing” może być tłumaczona jako łamanie płyt betonowych, rozkruszanie. Za pomocą tej techniki można dokonać zamiany starej, nadającej się do naprawy nawierzchni, na stabilną podbudowę pod nakładkę asfaltową bądź betonową. Metoda ta polega na rozkruszeniu za pomocą specjalnych maszyn istniejących płyt betonowych na miejscu na mniejsze, drobne elementy. Następnie, w zależności od zastosowanej metody rubblizingu (bo są dwie), należy dokładnie zagęścić otrzymany gruz, tak aby stanowił platformę roboczą oraz fundament pod kolejne warstwy, najczęściej asfaltowe.

Poprawnie wykonany proces zapewnia brak, a przynajmniej bardzo małe prawdopodobieństwo pojawienia się spękań odbitych, jak i pozwala zmniejszyć koszty, szczególnie te związane z potrzebą zakupu i dowozu kruszywa do podbudowy (w przypadku całkowitej wymiany nawierzchni), czy też z wywozem i kruszeniem obecnej nawierzchni poza placem budowy (w przypadku recyklingu). Choć technika wymaga specjalnego sprzętu, jest dość prosta i skuteczna, z powodzeniem sprawdzająca się w podobnych do polskich warunkach.

Rubblizingu nie można stosować na słabych podłożach, ze względu na duże naciski od maszyn kruszących płyty. To samo dotyczy płyt o niedużych grubościach. Problemem mogą się też okazać pobliskie zabudowania oraz w szczególności podziemne uzbrojenie terenu, dlatego technologia ta jest mało skuteczna w miastach, choć nie jest wykluczana przy zachowaniu odpowiednich warunków.

Przy rubblizingu zalecane jest przeprowadzenie dokładnych badań nośności gruntu oraz nawierzchni. Ważna jest też ciągła kontrola w trakcie łamania, zabezpieczanie miejsc o słabej nośności, miejsc gdzie występuje uzbrojenie ziemne oraz kontrola ewentualnego zbrojenia płyt.

Do zrealizowania procesu rozkruszenia dostępne są dwa typy urządzeń, zależnie od rodzaju wybranej metody rozkruszania. Do dyspozycji są urządzenia:

- łamacz wielogłowicowy ang. Multi-Head Breaker – wybrany do realizacji przebudowy drogi nr 22,
- łamacz rezonansowy ang. Resonant Frequency Breaker

Multi-Head Breaker (łamacz wielogłowicowy) zawiera 12 młotów umieszczonych parami w dwóch rzędach, w jednym z przodu i drugim po przekątnej (z przesunięciem liniowym) z tyłu. Częstotliwość uderzeń waha się pomiędzy 30 a 35 uderzeń na minutę. Maszyna ma niecałe 2,5 metra szerokości, ale dodając

# Projektowanie i technologia przebudowy nawierzchni betonowej z zastosowaniem technologii "rubblizingu" – cz. I

Utworzono: poniedziałek, 14, grudzień 2009 08:16 Piotr Jaskuła, Józef Judycki

---

dodatkowe młoty po obu stronach można uzyskać szerokości blisko 4 metrów. Młoty o szerokości 200 mm mają przyspawane do podstaw mniejsze pręty o średnicy 38 mm, skupiające siłę uderzenia. Jakość łamania można zmieniać poprzez dobór prędkości pojazdu i wysokości z jakiej opuszczane są młoty. Ciężar młotów zależy od modelu maszyny, i może być stała dla wszystkich młotów w pojeździe, bądź kombinacją dwóch wag. Oprócz samojedznych urządzeń są też przyczepy ciągnięte za ciężarówką.

Zaletą jest możliwość rozkruszenia całej szerokości pasa za jednym przejściem. Poza tym Multi-Head Breaker jest lżejszy od łamacza rezonansowego, dzięki czemu może pracować na słabszym podłożu oraz kruszy cieńsze płyty (nawet 150 mm grubości). Można go wykorzystywać przy otwartym ruchu na sąsiednich pasach.

Po skończeniu procesu rubblizingu jest konieczność użycia walca o bębnie ze wzorem „Z-kształtnym” w celu wyrównania i „dokruszenia” powierzchni.



Fot. 2. Multi-Head Breaker (łamacz wielogłowicowy)  
i walec zygzakowy

## Przygotowanie nawierzchni do rubblizingu

Aby nawierzchnia była odpowiednio przygotowana do procesu rubblizingu należy usunąć istniejące warstwy asfaltowe, w szczególności gdy są zbyt grube (unikniemy dzięki temu problemów z przenoszeniem siły uderzeń młotów). Wszelkie luźne materiały (wypełnienia szczelin, ubytki nawierzchni) powinny zostać usunięte z powierzchni. Można usunąć je po procesie rubblizingu, ponieważ w jego trakcie, mogą powstać nowe luźne części na powierzchni. Łaty w nawierzchni, o ile nie są to łaty betonowe lub niewielkie solidne łaty asfaltowe, należy usunąć i zastąpić lepiszczem asfaltowym bądź kruszywem. Przed rubblizingiem należy przeciąć wszelkie dyble i kotwy (o ile istnieją). Zalecane jest przecięcie płyty na całej grubości.

Drenaż powinien być ułożony przed rozpoczęciem rubblizingu na minimum 14 dni po obu stronach nawierzchni, oraz działać w jego trakcie, jeżeli podbudowa jest słaba, bądź występuje wysoki poziom wód. Drenaż ma za zadanie zbierać i usuwać wodę z rozkruszonego betonu, nawierzchni, podbudowy.

# Projektowanie i technologia przebudowy nawierzchni betonowej z zastosowaniem technologii "rubblizingu" – cz. I

Utworzono: poniedziałek, 14, grudzień 2009 08:16 Piotr Jaskuła, Józef Judycki

---

Występowanie uzbrojenia podziemnego należy oznaczyć i redukować siłę uderzeń w zaznaczonych miejscach. Ewentualnie należy rozebrać płyty z betonu cementowego i zastąpić kruszywem.

Piotr Jaskuła  
Józef Judycki  
Politechnika Gdańska