



BUDROMOS

SILMENT CQ-25

gruntu lub wzmocnienie podłoża geosyntetykami. W obu przypadkach mamy zwiększenie robót ziemnych, co wiąże się z zaangażowaniem ciężkiego sprzętu, składowaniem mas ziemnych (w przypadku niewykorzystania ich w obrębie danej budowy są one odpadem) oraz z przywiezieniem i wbudowaniem nowego, dobrego materiału, który zaczyna być materiałem deficytowym.

Sporadycznie proponuje się wzmocnienie podłoża przez wykonanie stabilizacji cementem, która jest znana od lat, lecz niechętnie stosowana z powodu wad cementu przy uzdatnianiu gruntu, a także niewiedzy projektantów, a nawet wykonawców w branży drogowej. Większość opiera swoją wiedzę na normach, które są obecnie literaturą techniczną, a nie ustalającymi nieprzekraczalne granice przepisami.

Normy dotyczące stabilizacji ściśle określają granice uziarnienia i wiele innych parametrów klasyfikujących grunt jako najbardziej nadający się do „uzdatnienia”. Pamiętajmy, że nie wykluczają tym samym możliwości zastabilizowania gruntów bardzo spoistych.

W okresie, gdy tworzone normy, stabilizacje wykonywano przy użyciu sprzętu rolniczego, który na niewielkich głębokościach niedokładnie homogenizował grunt ze spoiwami, którymi były na ogół cement, wapno, ewentualnie popioły. Od tego czasu wiele się zmieniło. Posiadamy nowoczesne, wydajne maszyny rozdrabniające grunt (nawet bardzo spoisty), przez co możliwe jest uzyskanie dokładnie wymieszanej struktury. Ostatnio na rynku pojawiło się nowoczesne spoiwo łączące cechy cementu i wapna: **Silment**.

Spoiwo hydrauliczne, specjalnie opracowane na potrzeby budownictwa drogowego, doskonale miesza się z gruntem, prawie natychmiast go osusza, nawet gdy podłoże ma wysoką wilgotność naturalną, zapewniając nośność i umożliwiając odpowiednie zagęszczenie mieszanki, a co za tym idzie, wymagane wytrzymałości na ściskanie. Dzięki opóźnionemu wiązaniu jest wygodne w obróbce, a dzięki obniżeniu ciepła hydratacji i znacznemu zwiększeniu wytrzymałości na rozciąganie nie wykazuje skurczu technologicznego i termicznego, co było ogromnym problemem przy stabilizacji cementem – spękania przenoszące się na nawierzchnie, tzw. odbite.

Problemem jest nadal postawa projektantów, którzy boją się wykorzystania w konstrukcji drogowej gruntu, powszechnie i błędnie uważanego za nieprzydatny. Katalog typowych konstrukcji jest bardzo wygodny w użyciu, dlatego projektanci nie wykorzystują nowoczesnych, indywidualnych metod projektowania, które są atrakcyjne ze względu na aspekt ekonomiczny. Zastosowanie **Silmentu** wykazującego wszystkie pozytywne właściwości cementu, pozbywając się jego wad, pozwala na uzyskanie z gruntów bardzo spoistych, doskonałych podbudów zasadniczych dla niższych kategorii ruchu, a pomocniczych dla wyższych. Zmniejsza to roboty ziemne, ograniczając zużycie materiału kamiennego oraz wycienienie warstw nawierzchniowych. Wszystko to wpływa na ograniczenie czasu wykonywania oraz kosztów inwestycji drogowych.

Silment rozwiązuje również problem spękań, których sposób ujęcia w projektowaniu nie był do końca wiadomy, a także etap projektowania, na którym należałoby je uwzględnić, oraz jakie kryterium trwałości nawierzchni przyjąć.

Należałoby wypośredkować normowe wymagania co do stabilizacji spoiwami i stabilizacji mechanicznej. Przecież, dodając spoiwa do gruntu, tworzymy nową strukturę, zmieniamy uziarnienie. Powstaje kompozyt o strukturze losowej z materiałów o znanych parametrach. Można by opracować ciekawy model matematyczny. Dlaczego nie opierać się przy stabilizacji spoiwem nośnością uzyskanej struktury? Może należałoby inaczej badać mrozoodporność stabilizacji? Pojawia się szereg ciekawych zagadnień, którymi należałoby się zająć, poświęcając im więcej uwagi zarówno pod względem teoretycznym, jak i praktycznym.

Legnicka firma **Budromos** zajmuje się tymi zagadnieniami zarówno od strony praktycznej, jak i teoretycznej, współpracując z jednostkami naukowymi i laboratoriami drogowymi, rozbudowując jednocześnie swoje zaplecze laboratoryjne. **Budromos** zajmuje się budową i utrzymaniem dróg. Firma ma w swoim dorobku wiele zrealizowanych zadań z zakresu stabilizacji różnymi spoiwami i środkami chemicznymi. Jednak od kiedy nawiązała współpracę z producentem **Silmentu** i „przetestowała” spoiwo, nie używa innych.

Jednym z przykładów zastosowań **Silmentu** przez **Budromos** była budowa drogi leśnej w Nadleśnictwie Piaski – Dobrapo-

w praktyce – drogi leśne

Należałoby się jeszcze zastanowić nad metodyką badań gruntu stabilizowanego i podbudów z niego wykonanych. Badania normowe nie odzwierciedlają rzeczywistych warunków, w jakich pracuje konstrukcja drogowa pod obciążeniem od ruchu, w różnych porach roku. Wszystko to ogranicza zastosowanie stabilizacji, pozwalającej wykorzystać grunt rodzimy.

Wiadomo, że nie jest możliwe idealne rozdrobnienie gruntów spoistych, ponieważ zawierają one bardzo drobne frakcje, które dodatkowo nie są w postaci ziaren, jak na przykład frakcja piaskowa. Frakcja ilowa składa się z drobnych kłaczek, które łączą się w większe agregaty gruntu. W mieszance gruntu bardzo spoistego tworzą one wtrącenia w nośną strukturę złożoną ze spoiwa, frakcji piaskowej oraz pyłowej. Przy stabilizacji cementem istnieje prawdopodobieństwo, że wtrącenia ilowe, pod wpływem działania wilgoci i niskich temperatur, będą rozsadać nośną strukturę cementową. Przy stabilizacji **Silmentem**, który ma dużo większą wytrzymałość na rozciąganie niż cement i znacznie lepsze właściwości osuszające, wtrącenia te są zaletą, gdyż osuszone stają się nośną strukturą, po części nadal podatne, pomagają w przenoszeniu obciążeń dynamicznych (amortyzacja) oraz stanowią coś w rodzaju lepiszcza dla szkieletu nośnego. Należy również zaznaczyć, że przy użyciu **Silmentu** agregaty ilowe są znacznie mniejsze, gdyż spoiwo, dzięki odpowiedniemu rozłożeniu ładunków elektrostatycznych, dużo lepiej miesza się z gruntem. W bardzo trudnych warunkach gruntowych można użyć chemii, która pomoże zmienić pewne właściwości fizyczne ilu.

moc. Zgodnie z projektem wykonano wzmocnienie nawierzchni drogi, dla przenoszenia obciążeń związanych z ruchem ciężkim sprzętu leśnego.

Droga miała nawierzchnię gruntową, z gliny piaszczystej, tworzącej miejscowy układ geologiczny Płyty Krotoszyńskiej, uszkodzoną kolejnymi poopadowymi. Droga uniemożliwiała swobodny ruch pojazdów. Zarówno rodzaj gruntu, jak i warunki wodne (woda na poziomie około 0,8 m od niwelety) określały grupę nośności podłoża na G_4 . Rowy przydrożne wymagały odmulenia i wyregulowania (ryc. 1).

Prace rozpoczęto od usunięcia warstwy humusu i darni. Jednocześnie oczyszczano i regulowano rowy przydrożne (ryc. 2). Naprawiano także stare przepusty i wybudowano nowe.

Recepta laboratoryjna zalecała doziarnienie gruntu kruszywem łamanym dla wytworzenia szkieletu gruntowego. Podczas robót związanych z doziarnianiem wystąpiły niewielkie opady deszczu, które uniemożliwiły pracę równiarki na rozmokłym gruncie (ryc. 3).

Po skończeniu robót przygotowawczych, doziarnieniu gruntu i skorygowaniu niwelety zgodnie z projektem, cały odcinek podzielono na działki robocze i przystąpiono do wykonania stabilizacji z użyciem **Silmentu**.

Spoiwo rozsypywano w ilości określonej recepturą roboczą na grunt o odpowiedniej wilgotności (zapewniło to optymalną wilgotność mieszanki) (ryc. 4).

Kolejnym etapem było dokładne wymieszanie spoiwa z gruntem, na głębokość 40 cm, tak aby uzyskać jednorodny kolor materiału ▶



Ryc. 6a

Ryc. 6b



Ryc. 7



Ryc. 8

► na całej głębokości warstwy. Użyto do tego odpowiedniego sprzętu. **Budromos** korzysta z kompaktowych maszyn firmy Stehr, które w swojej klasie są bardzo cenione (ryc. 5, s. 80). Dzięki niewielkiej wadze można je wykorzystać niemalże wszędzie, np. na bardzo zawilgoconych gruntach, na których ciężkie maszyny samojezdne grzęzną, w trudno dostępnych miejscach, gdzie duże maszyny po prostu się nie mieszczą (hale, wykopy, wąskie ulice).

Po uzyskaniu jednorodnej mieszanki nastąpiło profilowanie podbudowy odpowiadające wymaganemu w projekcie kształtowi (profil podłużny i poprzeczny) oraz ostateczne zagęszczanie mieszanki przy stałej kontroli wilgotności.

Już na etapie homogenizacji gruntu z **Silmentem** widać znaczny wzrost nośności. Grunt szybko się osusza, mieszankę łatwo profilować i zagęszczać (mimo że składa się z gruntu bardzo spoistego, o dużej wilgotności naturalnej).

Ostatnim etapem robót było przykrycie podbudowy z gruntu stabilizowanego **Silmentem** cienką warstwą kruszywa łamanego, granitowego (0-31,5 mm) w celu wytworzenia warstwy utrzymującej wilgoć na etapie pielęgnacji. Warstwa ta może być traktowana także jako warstwa wyrównawcza pod cienką warstwą betonu asfaltowego. Zapewnia także dobre powinowactwo z emulsją asfaltową wykorzystywaną przy przykryciu podbudowy pokrowcem bitumicznym w postaci powierzchniowego utrwalenia (ryc. 8).

STABILIZACJA PODŁOŻY, POWIERZCHNIOWE UTRWALENIA NAWIERZCHNI BUDROMOS Tadeusz Bieńkowski, 59-220 Legnica, ul. Kowalska 2 tel. 076 854 19 90, fax 076 854 42 07, e-mail: biuro@budromos.pl Regon 004052040, NIP 691-000-14-71

Droga w trzecim roku eksploatacji (dwa okresy zimowe) wygląda bardzo dobrze. Wyniki badań są również bardzo zadowalające: wytrzymałość i nośność znacznie przekraczają wymagania normowe.

Firma **Budromos**, wykorzystując technologię **Silment**, wykonała szereg dróg gminnych, ulic osiedlowych, placów manewrowych i parkingowych oraz stabilizacji pod posadzki hal – nie tylko na Dolnym Śląsku. Firma dysponuje profesjonalnymi maszynami do kompleksowego wykonywania podbudów z gruntu stabilizowanego **Silmentem** łącznie z przykryciem podbudowy powierzchniowym utwaleniem lub mikrodywanem. **Budromos** dysponuje również bazą transportową, co pozwala na szybką realizację inwestycji w zakresie budownictwa drogowego na terenie całego kraju. □

Ryc. 1. Stan istniejący: nawierzchnia drogi i rowy

Ryc. 2. Usunięcie humusu i korekta rowów

Ryc. 3. Koleiny na rozmokniętej nawierzchni po przejechaniu równiarki (etap doziarnienia)

Ryc. 4. Firma Budromos posiada w swoim parku maszynowym profesjonalne rozsyprawczace do spoiw o pojemnościach od 2 m³ do 11 m³

Ryc. 5. Za grunto-frezarką widać walec okółkowany, którego zadaniem jest wstępne zagęszczenie mieszanki, aby nie przesychała przed wyprofilowaniem i ostatecznym zagęszczeniem (przy wykonywaniu stabilizacji w Budromosie rygorystycznie przestrzegano się norm technologicznych)

Ryc. 6. Wyraźny efekt zastabilizowania gruntu spoistego Silmentem. Na granicy działki świeżo zastabilizowanej i działki z gruntu rodzimego widać, jak zanikają ślady po kołach maszyn profilujących i zagęszczających mieszankę

Ryc. 7. Na granicy działek widać zanikanie spękań występujących na gruncie nienośnym, tworzących się wskutek dużych odkształceń gruntu rodzimego

Ryc. 8. Podbudowa tuż po wykonaniu (etap pielęgnacji)

Ryc. 9. Referencje wystawione firmie Budromos przez Inwestora



NADLEŚNICTWO PIASKI

ul. Droboszewska 1, 63-820 Piaski
 WBK SA Gołtyń 10901256-57039-128-00-0
 NIP 696-001-12-82 Regon: 410006263

☎ (0-85) 573-90-80
 573-90-81
 573-90-82
 fax 573-90-83

e-mail: piaski@lasypaszki.poznan.pl

NADLEŚNICTWO PIASKI
 63-820 Piaski - ul. Droboszewska 1
 ☎ tel. 573-90-80, 573-90-81
 fax 573-90-83, puzni 2 pof. tel. 573-90-85
 WP Pn 891-12-82 REGON 410006263

Piaski, 12 stycznia 2006r.

REFERENCJE

Mam przyjemność oświadczyć, że firma BUDROMOS BIS Tadeusz i Jacek Bieńkowski Spółka Jawna, ul. Słowicza 10, 59-220 LEGNICA wykonywała wzmocnienie nawierzchni drogi leśnej w leśnictwie Dobrapomoc – umowa nr 1/ZP/2005. Jakość wykonanych robót skłania nas do złożenia w firmie wyrazów uznania za dobą i terminową pracę zgodną z zasadami sztuki-budowlanej, wysiłą jakością i profesjonalizmem.

- Zakres robót przedstawiał się następująco:
- roboty poniarowe przy liniowych robotach ziemnych – 1,30 km
 - oczyszczenie pasa drogowego – 6.994,40 m²
 - odhumusowanie – 6.994,40 m²
 - oczyszczenie rowów – 231 m
 - wykonanie nawierzchni z łucznia kamiennego – 46,10 m
 - przepusty rurowe pod zjazdami – 46,10 m
 - oczyszczenie przepustów z namula – 80 m
 - przygotowanie podłoża pod nasypy – 6.994,40 m²
 - wykonanie stabilizacji gruntu – 5.647,40 m²
 - podbudowa z kruszywa naturalnego – 6.994,40 m²

Wartość robót wyniosła - 348.813,82zł, termin realizacji zadania 04.05.2005 - 31.07.2005.

Nadleśnictwo Piaski poleca w firmę jako solidnego i wiarygodnego partnera.

Z pozowaniem

NADLEŚNICZY
 Karol Wójcik

Ryc. 9