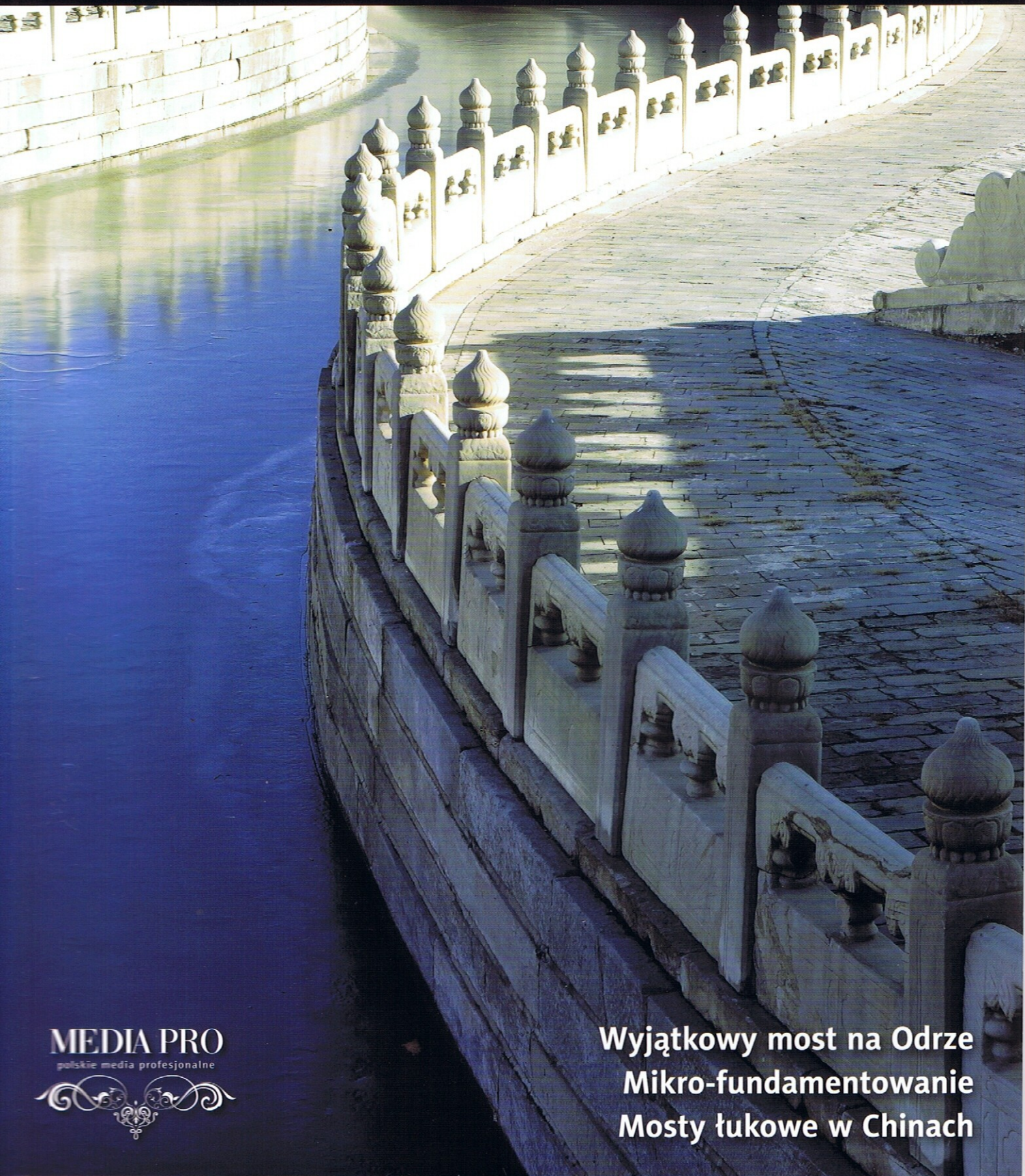


1 / 2010 (4)  
Cena 35 zł (w tym 7% VAT)  
ISSN: 2080-573X

# OBIEKTY inżynierskie



**MEDIA PRO**  
polskie media profesjonalne



**Wyjątkowy most na Odrze  
Mikro-fundamentowanie  
Mosty łukowe w Chinach**

# ZASTOSOWANIE MIKROPALI W FUNDAMENTOWANIU MOSTÓW

Mikropale to według ogólnie przyjętego w geotechnice podziału pale wykonywane w średnicach do 300 mm w technologiach wierconych i do 150 mm dla technologii przemieszczeniowych. Znajdują one zastosowanie zarówno w posadowieniu nowych mostów, jak i przy przebudowie obiektów już istniejących.

Z uwagi na niewielkie średnice oraz długości do 30 m i więcej, pozwalające sięgać do stref podłoża o oczekiwanej przez projektanta nośności, pojawia się czasem w opisach mikropali określenie „pale o dużej smukłości”. Poza optyczną różnicą w wyglądzie między palami o normalnych średnicach i palami wielkośrednicowymi a mikropalami, występuje różnica w zasadzie działania, a konkretnie w sposobie przekazywania obciążeń z obiektu na podłoże. W palach o dużych średnicach najczęściej znaczący udział w ich nośności ma podstawa pala posadowiona w stropowej części nośnego podłoża. Udział pobocznic w uzyskaniu nośności pala jest mniejszy, zależny od technologii wykonania, czasem pomijalnie mały.

W mikropalach odwrotnie, udział pobocznic w uzyskaniu całkowitej jego nośności jest znaczący, w niektórych przypadkach udział podstawy mikropala jest pomijalnie mały.

## Przegląd metod

Mikropale w obecnym rozumieniu wykonywane są w Polsce i na świecie od kilkadziesiąt lat. Najlepszy przegląd metod

współcześnie stosowanych technologii i ich modyfikacji można znaleźć na internetowych stronach firm wykonawczych. Metody wykonywania mikropali o wątpliwych efektach wytrzymałościowych lub niewspółmiernie kosztownych w stosunku do uzyskiwanego efektu samoczynnie przechodzą do historii. Do bardziej popularnych typów należą obecnie mikropale:

- wbijane;
- wciskane;
- wykonywane świdrem ciągłym;
- iniekcyjne z manszetami;
- iniekcyjne z rurkami iniekcyjnymi;
- iniekcyjne „samowierzące”;

Mikropale wbijane wykonywane są podobnymi technikami i opierają się na podobnych zasadach jak pale wbijane. Jako elementy konstrukcyjne takich mikropali stosowane są profile sztywne ze stali walcowanej – najczęściej dwuteowniki normalne lub szerokostopowe i rury, oraz prefabrykaty żelbetowe. Ciekawą odmianą mikropali wbijanych są wykonywane przez niektóre polskie firmy mikropale, których trzon stanowią



Ryc. 1  
Posadowienie na mikropalach TITAN 73/53 obiektu mostowego nr 34 nad drogą ekspresową S69

rury kielichowe z żeliwa odporne na korozję w gruncie. Wnętrze tych rur wypełniane jest po wbiciu betonem lub zaprawą piaskowo-cementową. Długości takich mikropali sięgają w niektórych rodzajach gruntów do 50 m, nośności osiągają wartości powyżej 1000 kN. Niewątpliwą zaletą tych mikropali jest ich gotowość do przyjmowania obciążeń natychmiast po wykonaniu. Z uwagi na sposób łączenia elementów rur kielichowych nie mogą one być stosowane do przenoszenia sił wyciągających.

Mikropale wciskane realizowane są w oparciu o materiały konstrukcyjne zbliżone do stosowanych w mikropalach wbijanych. Różnią się od nich techniką wprowadzenia w grunt.

Mają pewien niszowy zakres zastosowania. Używane są przede wszystkim do wzmacniania fundamentów istniejących obiektów, w sytuacjach trudnego dostępu, gdzie istnieje możliwość zaporcia siłownika hydraulicznego lub rozpieraka mechanicznego wciskającego w podłoże elementy stanowiące zbrojenie mikropala wciskanego. Jako elementu oporowego dla siłowników wciskających trzony mikropali używa się stropu istniejącego obiektu lub wykonuje się dodatkowe konstrukcje oporowe kotwione tymczasowo np. w płycie fundamentowej.

Mikropale wiercone świdrem ciągłym z iniekcją otworu przez rdzeń świdra ślimakowego łączy duże pokrewieństwo z ich



„większymi braćmi”, palami CFA. Technika wykonania otworu i formowania pala w gruncie w obu przypadkach wygląda podobnie. W trakcie wwiercania świdra w grunt nie jest wydobywany urobek, a grunt pozostający wokół świdra służy jako korek umożliwiający wytworzenie nadciśnienia medium wypełniającego otwór w trakcie podciągania do góry narzędzia wierzącego. Różnią się natomiast używane w obu przypadkach materiały. Przy średnicach zewnętrznych poniżej 300 mm trudne staje się zatłaczanie mieszanki betonowej przez rdzeń świdra spiralnego, stosuje się więc w takiej sytuacji zaczyn cementowy, rzadziej zaprawę cementową.

Z uwagi na znacząco lepsze zdolności zaczynu cementowego do penetracji rozluźnionego gruntu względem mieszanki betonowej, trzony mikropali mają jednostkowo lepsze parametry nośności uzyskiwanej z tarcia powierzchniowego poboczniczy korpusu z kamienia cementowego (powstałego ze stwardniałego zaczynu cementowego) niż korpusu z betonu.

Z uwagi na niewielką średnicę zewnętrzną mikropali, pomniejszoną względami technologicznymi oraz koniecznością zachowania otuliny, zbrojenie wykonywane jest rzadziej jako klasyczne zbrojenie koszowe, częściej jako zbrojenie sztywne w postaci rury lub profilu walcowanego.

Mikropale iniekcyjne z iniekcją strefową są najbardziej złożonymi w realizacji i wymagającymi od wykonawcy największej staranności w trakcie ich instalowania. Pozwalają natomiast projektantowi na najbardziej wysilone wykorzystanie poszczególnych warstw geotechnicznych podłoża. Klasyczna technologia wykonania takich mikropali przedstawia się następująco:

- wiercenie otworu w osłonie rurowej;
- osadzenie wewnątrz rur osłonowych zbrojenia mikropala w postaci rur grubościennych z wykonaną wcześniej perforacją osłoniętą elastycznymi, uchylnymi opaskami zwanymi manszetami;
- wykonanie iniekcji wstępnej w postaci wlewki wykonanej z góry otworu lub korzystniejszej przez najniższą położoną strefę iniekcyjną;
- usunięcie rur osłonowych;
- wykonanie kolejnych etapów iniekcji strefowej przez uszczelkę zwaną pakerem, rozpierającą się wewnątrz rury zbrojącej mikropala, spęczaną mechanicznie, pneumatycznie lub hydraulicznie;
- wykonanie iniekcji powtórnie lub wielokrotnie, w zależności od wytycznych projektowych.

Powodzenie tak złożonej technologii zależy między innymi od doświadczenia i staranności wykonawcy. Ogromną wagę należy przykładać do szczelności rozprężnych uszczelki, czyszczenia rur po każdej serii iniekcji oraz parametrów takich jak stosunek wodno-cementowy, ciśnienie, czas i przerwy w iniekcji.

Mikropale z rurkami iniekcyjnymi są modyfikacją omówionej powyżej metody, upraszczającą etap wykonania iniekcji zasadniczej przez zastosowanie dodatkowych rurek iniekcyjnych mocowanych wzdłuż zbrojenia mikropala. Takie rozwiązanie umożliwia również zastosowanie do zbrojenia mikropali elementów nośnych o różnych przekrojach poprzecznych. Oprócz rur mogą być stosowane pełne pręty, zespoły prętów lub sztywne profile walcowane. Stosowane w praktyce, produkowane seryjnie rurki iniekcyjne dostarczane w kompletach z systemowymi prętami do zbrojenia mikropali mają średnice wewnętrzne rzędu kilku do kilkunastu milimetrów. Zaczyn cementowy tłoczony przez tak małe średnice ma tendencje do blokowania się w rurkach lub otworkach usytuowanych w ich ściankach. Szczególnie często występuje takie zjawisko w przypadku stosowania zaczynów gęstych, o stosunku  $w/c \leq 0,5$ . Im zaczyn ma rzadszą konsy-

stencję, tym zjawisko blokowania się rurek iniekcyjnych stanowi mniejsze zagrożenie. Zmniejszanie gęstości zaczynu powoduje jednak poważne konsekwencje dla nośności zewnętrznej mikropala. Ilość wody, jaką może chemicznie i fizycznie związać cement z zaczynu jest ograniczona. Pełne wykorzystanie wody do tworzenia kamienia cementowego następuje, gdy sporządzany jest zaczyn o stosunku  $w/c \approx 0,4$ . Przykładowa receptura dla takiego zaczynu bez stosowania dodatków to: cement 100 kg, woda 40 dm<sup>3</sup>. Z takiej porcji składników uzyskuje się około 70 do 75 dm<sup>3</sup> iniektu wiążącego do postaci kamienia cementowego o tej samej objętości. W przypadku zastosowania zaczynu o rzadszej konsystencji np.  $w/c = 1,0$  receptura przykładowa to: 100 kg cementu, 100 dm<sup>3</sup> wody. Z tej ilości składników otrzymuje się ok. 130 do 135 dm<sup>3</sup> iniektu, ale po związaniu się cementu z wodą powstaje w dalszym ciągu ok. 70 do 75 dm<sup>3</sup> kamienia cementowego, ale i ok. 60 dm<sup>3</sup> nie związanej chemicznie wody, której obecność w strefie nośnej trzonu mikropala oddziałuje niekorzystnie na charakter jego pracy.

Z uwagi na opisane powyżej zjawisko, najlepsze efekty jeśli idzie o charakterystyki współpracy mikropali iniekcyjnych osiągnąć można przy stosowaniu technologii opierających się o iniekt gęsty, sporządzany z zaczynów o  $w/c$  0,4 do 0,5. W przypadku stosowania zaczynów o rzadszej konsystencji należy przeprowadzać iniekcje wielokrotne, korygujące skutki sedymentacji.

Mikropale samowierzące systemu TITAN to w chwili obecnej najczęściej wykonywany rodzaj mikropali. Na początku lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku Ernst Ischebeck opracował i opatentował system TITAN przeznaczony do wykonywania iniekcyjnych mikropali, kotew i gwoździ gruntowych. System ten zrewolucjonizował między innymi sposób wykonywania mikropali. Cały proces instalacji mikropala można już było wykonać w czasie jednego cyklu technologicznego. Podstawą tego rozwiązania jest zastosowanie jako zbrojenia mikropala rury z wysokogatunkowej stali drobnoziarnistej StE460 odpornej na korozję naprężeniową, gwintowanej na całej długości, łączonej systemowymi mufami z odcinków o długości najczęściej 3 m. Pierwszy odcinek rury uzbrojony jest w jednorazową, traconą końcówkę wiertniczą, a kolejne dokręcane są w miarę zagłębiania się całego zestawu w przewiercany grunt. Na tym etapie rura stanowiąca późniejsze zbrojenie mikropala jest używana jako przewód wiertniczy i przewód płuczkowy, bowiem jak w wielu metodach wiertniczych, i tu używana jest płuczka. Jako płuczki używa się w tym przypadku zaczynu cementowego o stosunku wodno-cementowym  $W/C = 0,7$  do  $0,8$  (przykładowa receptura to: cement 100 kg, woda 70 l). Płuczka taka oprócz swoich podstawowych zadań, czyli wynoszenia urobku wiertniczego na powierzchnię i stabilizacji ścian otworu w trakcie wiercenia, pełni jeszcze jedną, ważną funkcję. Odfiltrująca do gruntu woda z zawiesiny płuczkowej przenosi w pory gruntu otaczającego otwór cząstki cementu tworząc strefę wzmocnioną, współpracującą później doskonale z kamieniem cementowym buławy mikropala. Osadzające się między częściami



kami gruntu kolejne porcje cementu tworzą filtr szybko odcinający dostęp wody do dalej położonych stref gruntu, zapobiegając jego nadmiernemu rozluźnieniu i rozmyciu. W gruntach skalistych stosować można płuczkę w postaci sprężonego powietrza. Nie dopuszcza się natomiast stosowania płuczki wodnej lub bentonitowej. Płuczka wodna powoduje niekorzystne nawodnienie gruntu skutkujące często różnymi przykrymi dla prowadzonych prac konsekwencjami. Płuczka bentonitowa pełniłaby dobrze funkcję na etapie wiercenia, ale poważnie osłabiałaby kontakt trzonu mikropala z gruntem, podważając tym samym sens całego zabiegu.



50-100 l/min i ciśnieniu tłoczenia do 4 MPa.

Iniekcja powinna być wykonywana przy obracającym się przewodzie wiertniczym z równoczesnym jego posuwem wzdłuż osi. Kilkakrotne wykonanie kombinacji ruchu posuwisto-zwrotnego z równoczesnym ruchem obrotowym jest niezbędnym elementem uzyskania efektu tzw. iniekcji dynamicznej, zapewniającej właściwe wypełnienie otworu iniektem i uzyskanie buławy z kamienia cementowego doskonale współpracującego z otaczającym mikropal gruntem. Iniekcja dynamiczna powinna być egzekwowana od wykonawców robót z całą stanowczością, bo tylko taki sposób gwarantuje uzyskanie zamierzonego efektu. Z doświadczeń autora wynika, że przeprowadzenie iniekcji w sposób okrojony, czyli statyczny przez podłączenie węża iniekcyjnego złączką do osadzonego w otworze stalowego zbrojenia mikropala lub tym bardziej metoda zalewania otworu iniektem z powierzchni, dają oślakane rezultaty.

Do iniekcji należy stosować cementy portlandzkie CEM II lub CEM I. Stosowanie czystego cementu portlandzkiego CEM I nie jest wbrew ogólnie panującym opiniom rozwiązaniem korzystniejszym względem stosowania CEM II, czyli cementu portlandzkiego z dodatkiem popiołów lub żużla, bo cement z

Kolejnym etapem wykonania mikropala TITAN jest jego iniekcja końcowa. Iniekcję tę wykonuje się przy użyciu gęstego zaczynu cementowego, o stosunku wodno-cementowym  $W/C = 0,4$  (receptura: cement 100 kg, woda 40 l). Zaczyn taki ma konsystencję zbliżoną do konsystencji jogurtu i wymaga zastosowania do jego tłoczenia specjalistycznego sprzętu iniekcyjnego, najczęściej kompaktowego zestawu, w skład którego wchodzi mikser czyli mieszalnik szybkoobrotowy (1500-3000 obr/min), mieszalnik wolnoobrotowy ze zbiornikiem o pojemności kilkuset litrów oraz pompa iniekcyjna zdolna do tłoczenia gęstego iniektu, najczęściej nurnikowa lub śrubowa, o wydatku

Ryc. 2  
Posadowienie na mikropalach TITAN 73/53 obiektu mostowego nr 34 nad drogą ekspresową S69

dotatkami cechuje się lepszymi właściwościami jeśli idzie o odporność na korozję powodowaną przez agresywne wody gruntowe, co ma znaczenie w przypadku konstrukcji geotechnicznych o charakterze trwałym. Dodatkowo, z praktycznego punktu widzenia, CEM II jest tańszy i powszechnie dostępny w workach 25 kg w przeciwieństwie do CEM I rozprzodzanego najczęściej luzem w cementowozach. Przy wykonywaniu mikropali mamy często do czynienia z bardzo ograniczoną ilością miejsca na budowie, zatem składowanie i stosowanie cementu dostarczanego luzem jest kłopotliwe. Często istotne jest, by do iniekcji stosować cement oznakowany na końcu literą R (np. CEM II 32,5 R) co jest skrótem od słowa rapid, a oznacza cement o szybkim początkowym przyroście wytrzymałości. Po zastosowaniu do iniekcji takiego cementu trzony mikropali po kilku dniach pozwalają na obciążanie ich na poziomie 80 % obciążenia docelowego, co zwłaszcza przy pracach naprawczych pozwala na lepszą organizację robót.

Elementem sprzęgającym współpracę takich mikropali z konstrukcjami obiektów jest głowica tworzona najczęściej przez stalową płytę oporową i systemowe nakrętki instalowane po jednej lub obu stronach płyty w zależności od charakteru przenoszonych obciążeń (wciskające, wyciągające czy zmienne).

### Wykorzystanie mikropali do posadowienia nowych obiektów

Zastosowanie mikropali do posadowienia nowych obiektów mostowych spotykane jest stosunkowo rzadko i muszą wystąpić określone warunki, by miało sens techniczno-ekonomiczny. Do takich warunków możemy zaliczyć:

- Wykonywanie posadowienia pośredniego niewielkich obiektów mostowych (przepusty, wiadukty, mosty lub kładki dla pieszych). W takich przypadkach od strony technicznej możliwe jest najczęściej zastosowanie zarówno pali wielkośrednicowych, pali normalnych średnic lub mikropali, ale rachunek ekonomiczny wskazuje czasem na zastosowanie właśnie pali smukłych, o małych średnicach. Po przeanalizowaniu kosztów związanych na przykład z przygotowaniem drogi dojazdowej, platformy roboczej dla palownicy i jednorazowych kosztów mobilizacji sprzętu oraz porównaniu odpowiednich kosztów dla dużo mniejszego sprzętu do wykonywania mikropali można dokonać weryfikacji niekorzystnego zazwyczaj stosunku ceny do nośności jednostkowej mikropali w konkurencji do pali. W tzw. normalnych warunkach budowy, czyli przy budowie dużego obiektu mostowego, przy dużym, zorganizowanym zapleczu, koszt uzyskania 1 kN nośności z pala wielkośrednicowego jest dużo niższy niż uzyskania 1 kN nośności z mikropala. Jeśli więc na obiekcie jest do wykonania kilkadziesiąt pali o dużej nośności, wybór od strony techniczno-ekonomicznej jest oczywisty. Jeśli jednak na niewielkim obiekcie należałoby wykonać kilka pali, korzystnie jest rozpatrzyć alternatywne posadowienie na mikropalach.
- Wykonywanie posadowienia pośredniego obiektów mostowych w warunkach tere-

nowych i przy rozwiązaniach technologicznych uniemożliwiających zastosowanie pali wielkośrednicowych. Takie przypadki występują częściej w terenach górzystych. Pokonywanie wąskich jarów o stromych zboczach jest łatwiejsze przy wykorzystaniu technologii mikropalowych zarówno z uwagi na większą sprawność terenową sprzętu, jak i na większe możliwości projektowe usytuowania przestrzennego mikropali. Wykonanie większości typów mikropali pod kątem 45°, a nawet większym, nie stanowi zazwyczaj żadnego problemu. Jest to zakres nieosiągalny dla większości technik wykonywania pali normalnych średnic, nie wspominając o palach wielkośrednicowych. Mikropale zaprojektowane

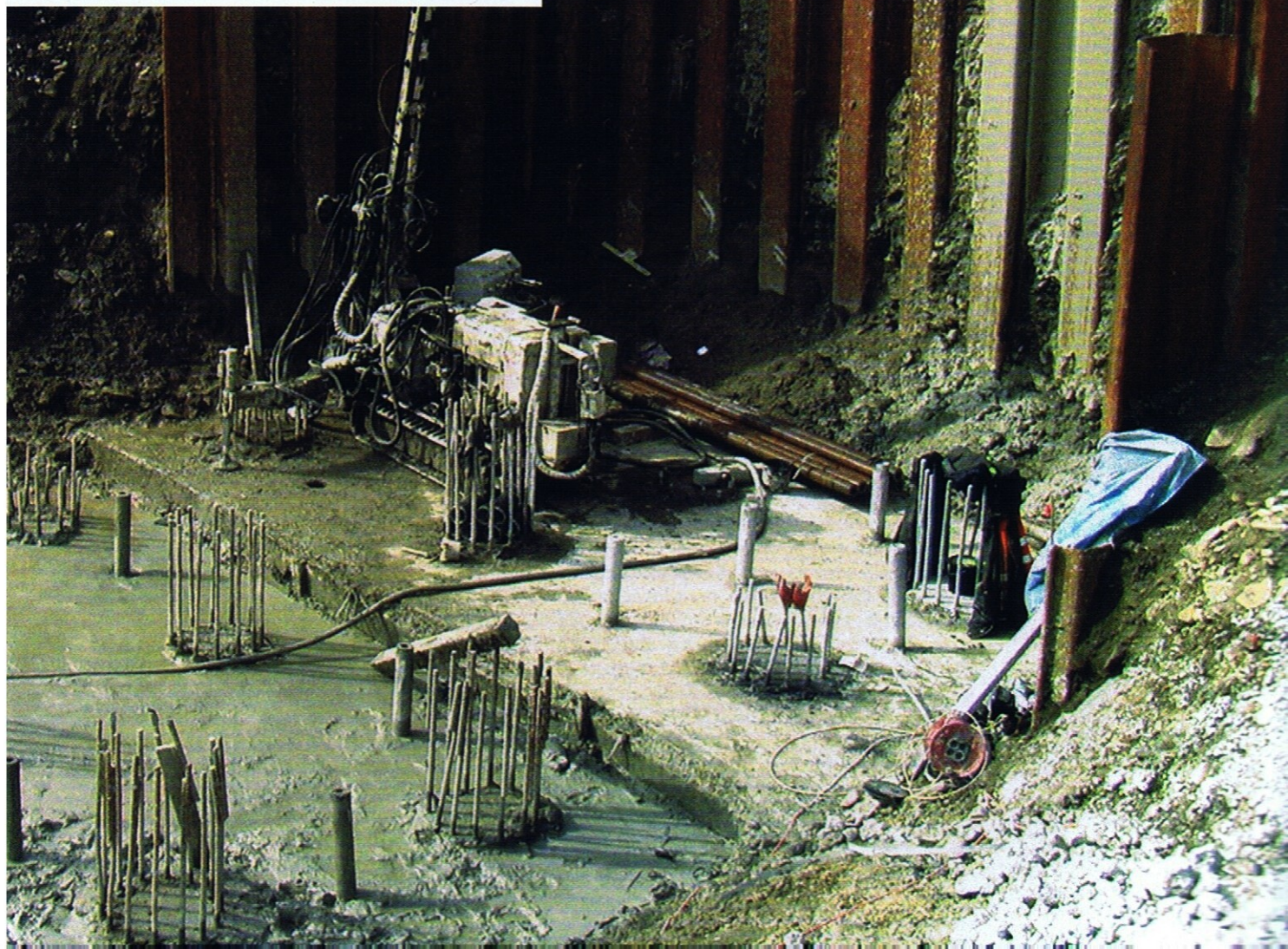
Ryc. 3  
Wzmocnienie fundamentu nowobudowanej podpory estakady w ciągu drogi S7 Myślenice – Pcim (Zakopianka)



w sporym odchyleniu od pionu pozwalają w konkretnych warunkach terenowych bardziej efektywnie przenosić obciążenia z konstrukcji na podłoże. W warunkach geologicznych fliszu karpackiego zachodzi często potrzeba znacznego zagłębienia się fundamentów pośrednich w naprzemienienie, losowo ułożone warstwy skał miękkich i twardych, na których zalega często dużej miąższości warstwa glin, żwirów, namulów lub ich mieszanina. W dodatku zdarza się, że obiekty mostowe przekraczać muszą strefy osuwiskowe. Takie uwarunkowania terenowe wyraźnie predysponują stosowanie mikropali, zwłaszcza systemu TITAN lub pochodnego, pozwalającego jednolitą technologią wykonywać w tak trudnych warunkach posadowienia o głębokościach 30 m i większych.

Wspomaganie pali dużych średnic. W tej kategorii zadań można wyróżnić dwie grupy: przejmowanie części sił poziomych występujących w niektórych obiektach oraz postępowanie naprawcze (uzupełniające), w razie kłopotów z uzyskaniem zakładanych nośności. Występujące w obiektach mostowych wykonywanych w spadku podłużnym lub w łuku w planie siły poziome, przejmować mogą pale stanowiące zasadnicze posadowienie obiektu poprzez swoją sztywność poprzeczną, ale można również wspomóc je rozwiązaniem projektowym pozwalającym przejąć znaczącą część tych sił za pomocą mikropali ukośnych pracujących na wciskanie lub na wyciąganie.

W procesie budowlanym realizowanych wspólnie obiektów z reguły nie ma zapasów harmonogramowych ani finansowych. Powoduje to czasem sytuację taką, że zoptymalizowane długości i ilości pali wykonanych dla posadowienia budowanego obiektu mają problem z uzyskaniem wymaganych projektem nośności, a cykl terminów na budowie i stan zaawansowania wykonywanych fundamentów nie pozwala na ponowne wprowadzenie palowniczy. Wówczas do akcji można wprowadzić niewielkie wiertnice mogące między wykonanymi już palami zainstalować niezbędną ilość mikropali, których nośność można zbadać po 7 dniach (w przypadku zastosowania korpusów mikropali z zaczynów cementowych na bazie cementów Rapid). Kilka lub kilkanaście







mikropali o nośnościach obliczeniowych rzędu 1200 – 1900 kN wykonanych dodatkowo oprócz pali podstawowych może rozwiązać poważny problem na budowie.

### Wykorzystanie mikropali do wzmocnienia obiektów istniejących

Zastosowanie mikropali do wzmocnienia obiektów mostowych możliwe jest zarówno przy niewielkich remontach wykonywanych z równoczesnym zwiększaniem ich nośności, jak i przy gruntownych przebudowach, wręcz tworzeniu obiektów nowych w miejscu rozbranych, całkowicie wyeksploatowanych.

Podkreślana już wielokrotnie możliwość wykonywania mikropali przy użyciu lekkiego sprzętu wiertniczego pozwala na wykorzystanie ich do wzmocnienia obiektów mostowych, które z uwagi na zaobserwowane nadmierne osiadania lub modernizację związaną ze zwiększeniem nośności obiektu, wymagają wzmocnienia posadowienia pośredniego, zmiany posadowienia z bezpośredniego na pośrednie lub stworzenia posadowienia pracującego w sposób zespolony. Istotne jest w takich przypadkach zastosowanie mikropali przystosowanych do ewentualnego pokonania niezinventaryzowanych przeszkód w podłożu gruntowym w strefie dotychczasowego posadowienia obiektu lub poniżej niej. Do dodatkowych prac w przypadku wzmocnienia istniejących obiektów należy często przewiercanie otworów (wykonywanie tzw. pustych przewiertów) przez odsadzki lub stopy fundamentów, a niekiedy przez całą wy-



sokość przyczółków lub filarów obiektu. Jest rzeczą oczywistą, że średnica tych przewiertów musi być choć minimalnie większa od średnicy narzędzia wierzącego stosowanego do wykonywania mikropali lub największego wymiaru poprzecznego przewidzianych do ewentualnego zastosowania mikropali przemieszczeniowych. W przypadku użycia mikropali z wielokrotną iniekcją lub mikropali samowierzących możliwe jest uzyskanie efektywnej średnicy trzonu mikropala wyraźnie większej od średnicy pustego przewiertu. W rozwiązaniach systemu TITAN istnieje nawet możliwość uzyskania efektu znacznego poszerzenia trzonu mikropala w oparciu

Ryc. 4  
Mikropale kotwiące na przyczółku wiaduktu Z1 w ciągu drogi ekspresowej S69 w miejscowości Milówka (obiekt budowany na łuku)



o efekt jet grouting'u przy zastosowaniu koronek z odpowiednimi dyszami.

Odrębnym zagadnieniem, istotnym przy zastosowaniu mikropali do wzmocnienia obiektów mostowych jest sposób przeniesienia obciążeń z obiektu na głowice mikropali. Długie przewiertki wstępne np. przez całą wysokość podpory lub stopę o dużej wysokości są pracochłonne w wykonaniu, ale pozwalają często na przekazanie obciążeń przez tarcie powierzchniowe między materiałem budującym trzon mikropala (kamień cementowy, zaprawa lub beton) a materiałem, z którego zbudowany jest przewiercany element (mur kamienny czy ceglany, beton lub żelbet).

W przypadku niewielkiej miąższości przewiercanego elementu współpracującego z mikropalem, niezapewniającej możliwości bezpośredniego przekazania nośności, należy rozważyć możliwość wykonania dodatkowej konstrukcji np. w postaci opaski zespolonej z obiektem macierzystym, w której umieszczone byłyby głowice mikropali.

Przy gruntownej przebudowie lub odtwarzaniu obiektu w miejscu całkowicie rozebranego, pozostawia się niekiedy stare fundamenty posadowione bezpośrednio lub na palach. Ułatwia to i przyspiesza znacząco cykl takiej budowy, związanej często z dużymi utrudnieniami w ruchu drogowym. Idealnym rozwiązaniem jest wówczas wzmocnienie posadowienia mikropalami przy wyraźnym ograniczeniu potrzeby wykonywania dużych robót ziemnych, wykopów, żmudnych odwodnień, z możliwością wykonania po kilku dniach próbnych obciążeń i szybkiego wzniesienia nowej konstrukcji.

### Obliczanie nośności mikropali

W ramach artykułu zostanie podanych jedynie kilka uwag związanych z projektowaniem nośności mikropali:

- do obliczania nośności mikropali nie należy stosować zapisów zawartych w normie palowej;
- w Polsce często stosuje się do projektowania mikropali dane zawarte w opracowaniu Instytutu Badawczego Dróg i Mostów „Wstępne wytyczne projektowania pali małosrednicowych”;
- producenci rozwiązań systemowych oraz wykonawcy poszczególnych typów mikropali podają często sposoby obliczeń zweryfikowane wynikami wielu próbnych obciążeń, dopasowane do stosowanych technologii;
- jeżeli istnieje taka możliwość, należy opierać obliczeniową nośność projektowanych mikropali o wyniki mikropali próbnych lub przynajmniej weryfikować założenia projektowe przez próbne obciążenia mikropali (próbnych lub roboczych) wykonanych zaraz po rozpoczęciu robót;
- należy pamiętać o korelacji nośności wewnętrznej i nośności zewnętrznej mikropali, oraz zapewnieniu właściwego przekazania obciążeń z konstrukcji na mikropal.

### SUMMARY

In the paper will be discussed:

- used modern methods of perform micropiles
- advantages and disadvantages of different methods
- the idea to use micropiles for new bridges foundation
- the idea of using micropiles to strengthen the existing facilities,
- basic information about how to calculate load micropiles.

Furthermore, the figures are realizations associated with the use of micropiles the foundations of bridges