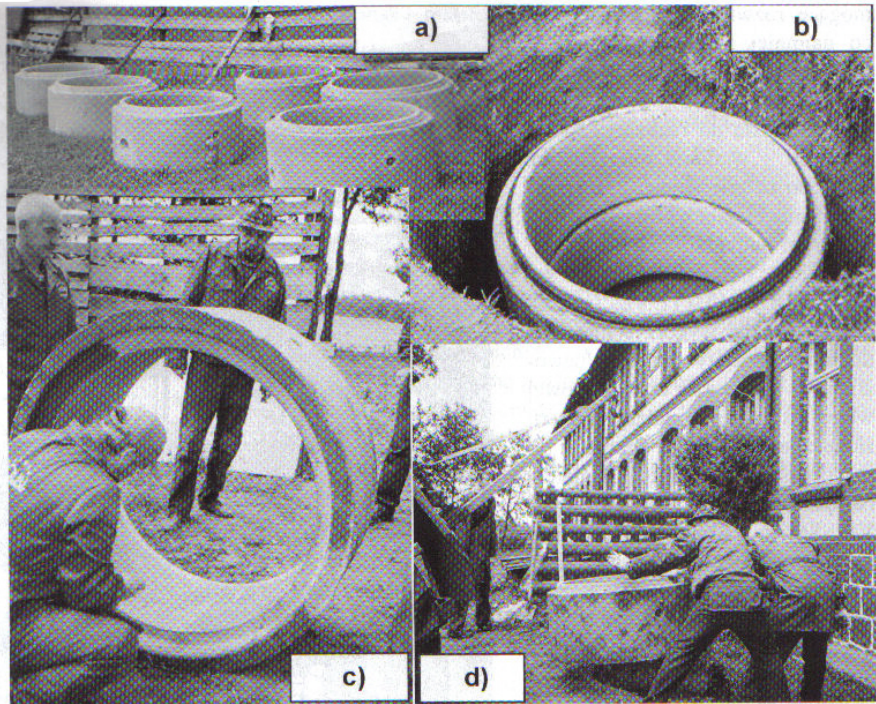


Dodatkowo pojawiły się istotne trudności z wykonaniem szczegółów, np. z przebicciem ściany piwnicy budynku (grubość ok. 80 cm, kamienna z dodatkiem glazów), koniecznością zmian instalacji ogrzewczej, wykonania na mokro płyt dennych zbiorników itp.; czas realizacji musi być odpowiednio wydłużony. Znowu – można było od razu wykonać krąg z dnem, ale przy ograniczonych możliwościach wykonawcy znacznie łatwiej jest go wypoziomować w stanie otwartym. Betonowanie dna (założenie korka) przy braku specjalistycznego wyposażenia znacznie łatwiej jest wykonać już po ustawieniu płaszczu. Przy tym, ze względu na ogólną wielkość robót, przy realizacji tego rodzaju zadań trudno jest liczyć na zaangażowanie dysponującego bogatym wyposażeniem wykonawcy.

Rozpoczęte prace kontynuowane są nadal, przy czym w całości realizuje je brigada remontowa ośrodka. Na podstawie dotychczasowych doświadczeń takie wykonawstwo jest wystarczająco fachowe, aczkolwiek potrzebny jest okresowy nadzór nad pracami których dotychczas brigada nie wykonywała (przykładowo dość nieoczekiwane trudności napotkało nakładanie elastycznych uszczelki i trzeba było pracowników zapoznać z zasadą smarowania środkiem poślizgowym łączonych elementów żelbetowych⁴). Mniej

⁴ Bardzo znamienne jest łatwość przyswojenia zasady smarowania krawędzi betonowych, a nie uszczelki. Z tym z kolei dość często mają trudności zespoły fachowe na standardowych budowach. Ponieważ w trakcie montażu temperatura powietrza nie przekraczała 20°C, jako środek poślizgowy wykorzystano płyn typu „ludwik”, w przeciwnym razie konieczne by było użycie np. mydła BHP. Zalecane silikonowe środki poślizgowe są jednak zbyt drogie.



Rys. 3. Montaż zbiorników w systemie DUBBLETTEN:

a) żelbetowe kręgi przed rozpoczęciem montażu, b) pierwsze kręgi w wykopie (gniazdo pod uszczelkę pokryte środkiem poślizgowym), c) pokrywanie środkiem poślizgowym dolnej krawędzi kolejnego kręgu, d) opuszczanie kręgu do wykopu

optymistyczne są jednak doświadczenia związane z mało fachowym transportem prefabrykatów z betoniarni. Prawdopodobnie na skutek użycia nieodpowiedniego sprzętu przeładunkowego i niewłaściwego mocowania kręgów nastąpiły uszkodzenia ich krawędzi, konieczne jest więc uzupełnienie braków.

Prof. dr hab. inż. Ziemowit Suligowski
Politechnika Gdańska

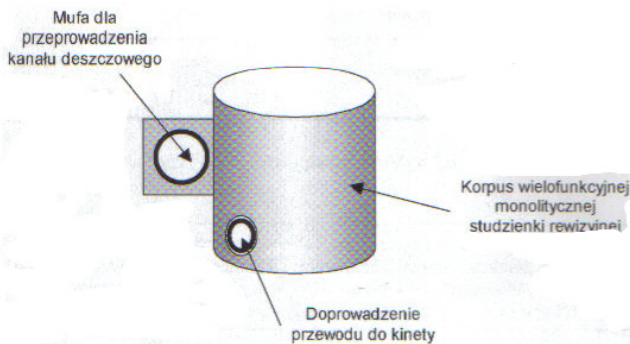
Czy to jest rewolucja w sieciach infrastruktury?

Realizacja sieci infrastruktury na terenach zurbanizowanych od początku wiązała się z koniecznością pokonywania szeregu problemów technicznych, wynikających przede wszystkim z braku miejsca. Sytuacja jest dynamiczna, ponieważ w miarę upływu czasu zwiększa się liczba wcześniej nagromadzonych sieci i urządzeń¹, a zmieniające się realia techniczne narzucają potrzebę nowych realizacji. Szczególnie miejsce zajmuje tu kanalizacja – zarówno ścieków sanitarnych, jak też wód opadowych. Wymiary oraz głębokość (zarówno w systemie rozdzielczym, jak też ogólnospławnym) posadowienia powodują, że jest to dominujący element infrastruktury, występujący na ogół na głębokościach 2 – 4, a nawet 6 metrów.

¹ Bardzo aktualny pozostaje problem wcześniej nagromadzonego uzbrojenia, które w tym czasie zostało wyłączone z eksploatacji. W tradycyjnym rozwiązaniu ich usunięcie jest nieopłacalne, o ile w ogóle możliwe. Jedynie nowe technologie bezwykopowe stwarzają techniczną szansę na rozwiązanie tego problemu (np. tzw. breastlining – wymiana połączona z kruszeniem i wciskaniem do podłoża resztek starej infrastruktury).

W tej sytuacji na terenie zabudowanym możliwe są tylko ograniczone realizacje w wykopie wąskoprzestrzennym, natomiast zawsze pozostaje zagadnieniem otwartym szerokość pasa zajmowanego przez podziemne uzbrojenie terenu. Nie jest przypadkiem szczególnie miejsce zajmowane przez kanalizację w tzw. porządku berlińskim. Wbrew różnym teoretycznym regulacjom² to właśnie pas jezdny jest w mieście podstawową lokalizacją dla tych sieci, a już od ponad 30 lat mówi się, że wykonanie tradycyjnego wykopu otwartego o głębokości ok. 4 m na obszarze zurbanizowanym należy traktować w kategorii sukcesu. Nowe technologie przynoszą wprawdzie pozytywne zmiany, ale wbrew pozorom nie stwarzają tu aż tak wiele nowych możliwości.

² V. polskie formalne regulacje wymagające prowadzenia tych sieci poza jezdnią, stąd np. płacimy wszyscy odpowiednio podwyższone opłaty, ponieważ gestorzy dróg i ulic pobierają opłaty za ułożone w nich sieci.



Rys. 1. Zasada funkcjonowania współczesnej kanalizacji piętrowej na przykładzie monolitycznej studzienki RSS

Wychodząc z teoretycznie uzasadnionych założeń dotyczących minimalnych odległości pomiędzy sieciami podziemnymi uzbrojenia terenu, trzeba by było poszerzyć ulice osiedlowe do 50, a nawet do 100 m, co oczywiście w ogóle nie jest realne. Istotne znaczenie w celu ograniczenia miejsca w przekroju ulicy zajmowanego przez kanalizację pracującą w systemie rozdzielczym może mieć spiętrzenie kanalizacji. Tego rodzaju rozwiązanie występuje sporadycznie w Europie już od ok. 1900 r., ale w pierwotnej wersji może ono stwarzać szereg kłopotów. Przykładem piętrowego systemu może być kanalizacja na terenie Bydgoszczy, aczkolwiek jest to rozwiązanie unikatowe i w obecnych warunkach stwarza określone problemy eksploatacyjne.

W aktualnej wersji przewody w systemie RSS układane są w bezpośrednim sąsiedztwie i obsługiwane przez wspólne studzienki rewizyjne (rys. 1). Tradycyjna otwarta kineta obsługująca głębiej ułożony przewód, natomiast płytszy (na ogół deszczowy) kanał prowadzony jest przez specjalną mufę (pierścien ze stali nierdzewnej). Dostęp do niego jest możliwy przez specjalną klapę zamykającą. Ponieważ zamknięcie jest szczelne, możliwa jest praca pod ciśnieniem (szczelność kłapy jest gwarantowana do ciśnienia 0,5 bara – 5 m. sł. w.), która – wbrew obiegowym opiniom – jest (podobnie jak wystąpienie podciśnienia) standardową sytuacją dla każdej kanalizacji prowadzącej wody opadowe. Z samych warunków projektowania tego rodzaju kanalizacji oraz losowości zjawisk meteorologicznych wynika pewność wystąpienia przeciążeń i w efekcie pracy podciśnienia. Zagadnieniem otwartym pozostaje jedynie kwestia częstotliwości pewności wystąpienia zjawiska.

W standardowym rozwiązaniu można w ten sposób prowadzić kanały do średnicy ϕ 1000 mm, co w zasadzie wyczerpuje istniejące podstawowe potrzeby techniczne. Wprawdzie w praktyce kanalizacyjnej występują znacznie większe kolektory wód opadowych, ale w wielu przypadkach aktualne pozostają alternatywy i przywołany przekrój powinien pozwolić na sensowną realizację większości zadań.

Efektem użycia przedstawionego rozwiązania jest zmniejszenie szerokości wykopu o 40 – 50%, przy czym system pozwala włączyć również inne elementy infrastruktury. Przykładowo włącza się dodatkowo jeszcze system okablowania (rys. 2). Jest ono szczególnie predestynowane do użycia w dzielnicach śródmiejskich, zwłaszcza staromiejskich. Górny segment (tzw. multimedialny), obok kabli elektrycznych, telekomunikacyj-

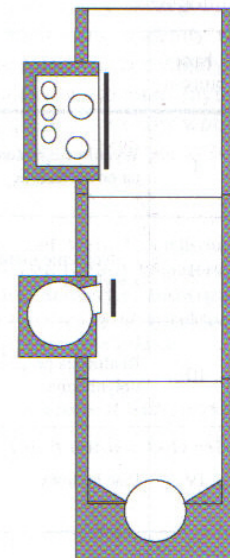
nych itp., może zawierać przewody gazowe oraz wodociągowe. W tej sytuacji mamy do czynienia z rozwiązaniem będącym czymś w rodzaju odpowiednika od dawna popularnego tunelu zbiorczego, który wprawdzie ma bardzo wiele zalet, jednak ze względu na koszt realizacji na ogół stosuje się go tylko dla szczególnie ważnych lokalizacji.

Dodatkowym problemem jest zachowanie odpowiedniej staranności ułożenia przewodów i armatury w podłożu gruntowym. Zagadnienie nie sprowadza się tylko do samego montażu, ale również do właściwego posadowienia, w tym wykonania podsypki, obсыпки i zasypki wykopu. Wbrew rozpowszechnianym poglądom, współczesne rozwiązania nie tylko nie rozwiązały istniejących problemów, lecz wręcz odwrotnie – zaostriży je. Szereg spośród współczesnych rozwiązań wymaga wyjątkowej dokładności ułożenia w podłożu gruntowym. Jest to pewien paradoks – z jednej strony nastąpił praktyczny zanik technologii rzemieślniczych, z drugiej nowe rozwiązania również wymagają zachowania odpowiednio wysokiego poziomu zdolności manualnych. Przesuwa się jednak ich punkt ciężkości na prace poza placem budowy oraz wykonawcze, przede wszystkim związane z wykonaniem podłoża. Od dłuższego czasu dość powszechnie akceptuje się niższą jakość tego, co powstaje „na budowie” od tego, co pochodzi „spoza budowy”³.

Rurociągi mające pewną elastyczność zajmują tu szczególne miejsce – stabilizacja podłoża w strefie rury osiągana jest dopiero po upływie ok. dwóch lat, a więc niedokładności w trakcie realizacji i późniejsze prace w strefie rurociągu mogą łatwo doprowadzić do destabilizacji układu. Oczywiście, istnieją rozwiązania odporne na tego rodzaju zmiany, ale odnosi się to tylko do konkretnych rozwiązań oferowanych przez poszczególnych producentów. Obok czynnika technicznego poważnym problemem stają się również względy ekonomiczne.

W warunkach bardzo intensywnych inwestycji (w tym zwłaszcza drogowych) materiały budowlane stają się coraz kosztowniejsze i np. kruszywa są od pewnego czasu istotnie droższe niż np. w Niemczech. Bariera ceny przestaje więc funkcjonować i w efekcie poszczególne rozwiązania techniczne traktowane z góry jako kosztowne mogą być w gruncie rzeczy opłacalne. Stąd na szczególną uwagę zasługuje technologia czasowego upłynnienia gruntu RSS®-FB. Koncepcja czasowego upłynnienia podłoża opiera się na procesach przedstawionych w tabl. 1.

³ Bardzo charakterystycznym przykładem są tu wyroby wytwarzane na bazie „klasycznego” – cementowego betonu.



Rys. 2. Schemat funkcjonalny studzienki dla układu piętrowego infrastruktury na przykładzie systemu RSS.

Od góry: segment multimedialny, segment kanalizacyjny, otwarta kineta na najniższym położonym kanale. Zależnie od wymagań konkretnej sytuacji można zastosować odpowiednią regulację wysokości segmentów

Tabl. 1. Ogólne informacje o technologii czasowego upłynnienia

Faza procesu	Etap	Uwagi
I	Wydobycie materiału na powierzchnię	Może być realizowane różnymi technologiami – zarówno „klasyczną” wykorzystującą tradycyjny wykop, jak też rozwiązanie wyłączające prace ludzi w wykopie
II	Upłynnienie materiału z wykopu	W zasadzie bez ograniczeń; użycie technologii RSS®-FB pozwala na użycie rozwiązania również w warunkach występowania gruntów trudno zagęszczalnych i zawierających domieszki organiczne (huminy). Kamienie zawarte w urobku są usuwane podczas przesiewu przy użyciu specjalnej łyżki przesiewająco – kruszącej. Dodatek preparatu wapiennego chroni materiał przed zeskaleniem się; grunt pozyskany z wykopu stanowi 97% zawartości upłynnionego materiału
III	Realizacja procesu upłynnienia	Odbywa się na placu budowy. Objętość gruntu praktycznie nie ulega zmianie (w procesie wiązania zmniejsza się o ok. 0,2%). Dozowanie domieszki preparatu odbywa się przy stałej (elektronicznej) kontroli mas. Mieszanka w stanie suchym podawana jest do mieszarki betonu, po dodaniu wody mieszanka jest dostarczana do wykopu
IV	Plac budowy	W celu upłynnienia gruntu w warunkach polowych wystarcza powierzchnia ok. 400 m ² ; alternatywą jest realizacja centralna, np. w węźle betoniarskim
V	Przygotowanie rurociągów w wykopie	Szerokość wykopu zależy od przyjętej opcji jego wykonania. Rurociągi są specjalnie mocowane w wykopie tak, aby nie mogły zmienić swojego położenia pod wpływem sił wyporu upłynnionego podłoża (w ramach systemu dostarczane są specjalne mocowania stabilizujące położenie wszystkich przewodów w wykopie)
VI	Twardnienie (wiązanie) materiału w wykopie	Czas twardnienia wynosi (w temperaturze 15°C) od 4 do 8 godzin; w warunkach minimalnej zalecanej (+5°C) wydłuża się do 12-14 godzin. Materiał nie ulega zeskaleniu, następuje powrót do jego parametrów naturalnych, wykop jest wypełniony do poziomu podbudowy, nie powstają sztywne, nieelastyczne, struktury. Technologia nie wpływa na warunki realizacji przyszłych robót ziemnych
VII	Zachowanie dodanej wody	Woda jest częściowo wiązana w strukturach krystalicznych, pozostała wypełnia przestrzeń między cząsteczkami, zapewniając gruntowi naturalną wilgotność
VIII	Zachowanie materiału gruntowego	Uzyskuje się dobre zagęszczenie wykopu bez kłopotliwych prac występujących w rozwiązaniach tradycyjnych. Możliwa jest laboratoryjna kontrola ostatecznego efektu jeszcze przed realizacją prac. Zagęszczenie odpowiada dla gruntów spoistych ponad 92% (liczba Proctora) lub ponad 95% dla gruntów sypkich

Realizacja prac jest związana z przyjętą technologią wykonania wykopu. W ramach technologii RSS® możliwe są tu dwa podstawowe rozwiązania:

- zastosowanie urządzenia eliminujące obecność obsługi w wykopie (tzw. manipulatora, pozwalającego prowadzić wszystkie roboty z powierzchni terenu),
- użycie specjalnego rozwiązania szalunku RSS®-FB bez równoczesnego korzystania z manipulatora.

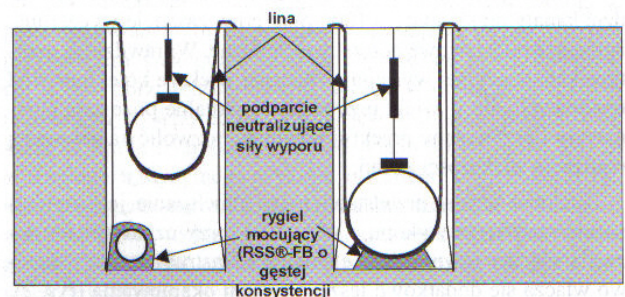
Efektom jest odpowiednie ograniczenie szerokości wykopów i w efekcie zakresu niezbędnych robót ziemnych oraz zużycia chemikaliów (tabl. 2).

Przywołany manipulator jest urządzeniem pozwalającym na minimalizację szerokości wykopu i dostosowanie jej jedynie do średnicy przewodu. Użycie manipulatora RSS® w praktyce eliminuje potrzebę prowadzenia prac w wykopie, wszystkie prace związane z układaniem rur prowadzone są z poziomu ulicy, równocześnie sposób ułożenia uniemożliwia ich przesuwanie się w trakcie wprowadzania do wykopu upłynnionego materiału (neutralizacja sił wyporu nawodnionego podłoża). Ogólną zasadę mocowania pokazano na rys. 3.

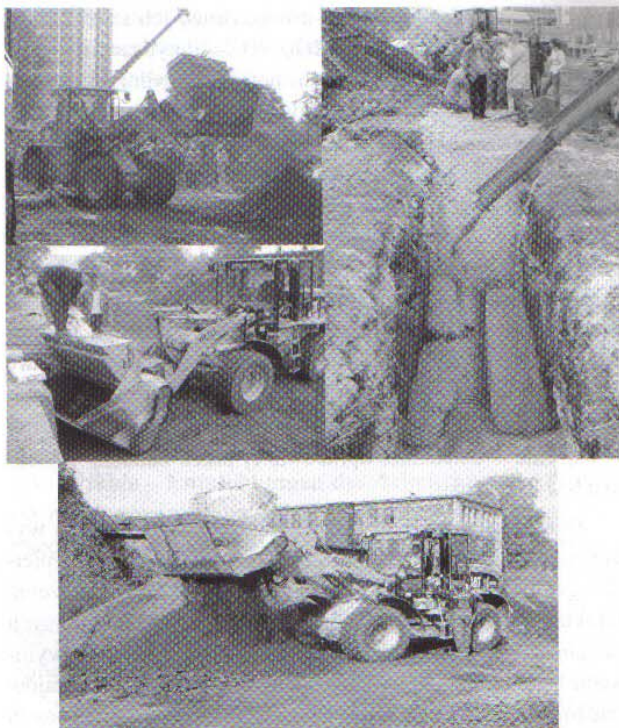
Podsumowując, prezentowane rozwiązanie pozwala na rozwiązanie wielu problemów związanych z wykonawstwem sieci i innych urządzeń infrastruktury. Zwraca uwagę to, że czasowe upłynnienie podłoża może być z powodzeniem stosowane rów-

Tabl. 2. Minimalna szerokość wykopu (DIN EN 1610) w zależności od przyjętej technologii realizowania wykopu

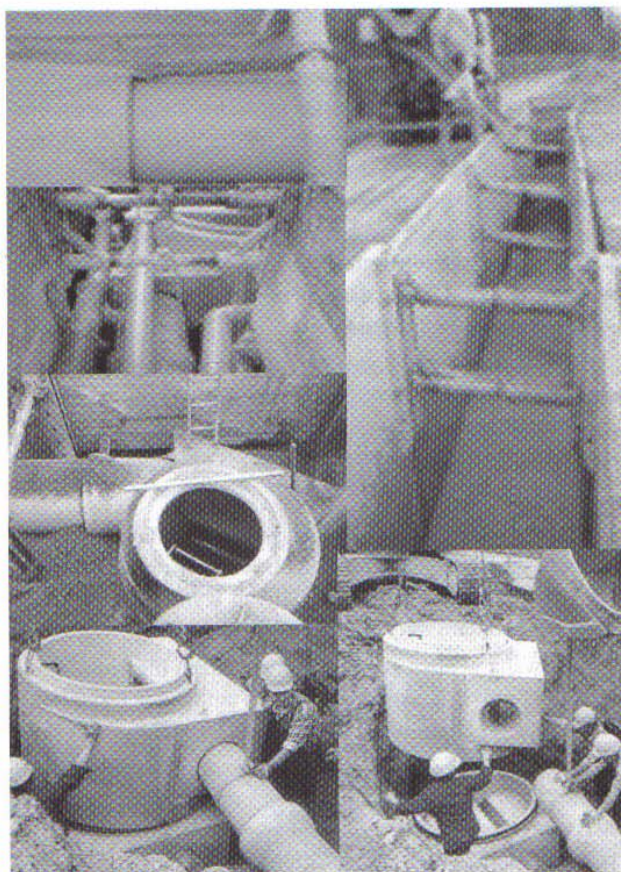
Średnica przewodu	Technologia układania		
	przy użyciu technologii RSS® oraz manipulatora	przy użyciu technologii RSS®	tradycyjna
400 mm	750 mm	900 mm	1260 mm
200 mm	350 mm	900 mm	1260 mm



Rys. 3. Ogólna zasada stabilizowania położenia rurociągu w wykopie neutralizująca działanie sił wyporu czasowo uwodnionego podłoża (szalunek wg technologii RSS®)



Rys. 4. System RSS® - upłynnienie podłoża



Rys. 5. System RSS® - montaż

niez przy realizacji innych obiektów – tam, gdzie szczególnie ważne jest jego staranne wykonanie. Stosowane reagenty są neutralne dla środowiska (mają wszelkie stosowne certyfikaty), a technologia jest konkurencyjna w aspekcie ekonomicznym. Ocenia się, że przy uwzględnieniu wszystkich czynników wpływających na koszt robót ziemnych technologia RSS® jest o 30-40% tańsza niż tradycyjna.

Na podstawie materiałów PROV Produktion- und Vertriebsgesellschaft mbH Leipzig oraz LOGIC Bauoptimierte Prozesse Logistic Engineering mbH oraz [Ka]-NAL (Jacek Nalaskowski, Biuro Inżynieryjne Rozwiązań Innowacyjnych w Budownictwie Kanałów oraz Podziemnej Infrastruktury, Dettingen); www.protech.info.pl; www.lhoist.pl; www.rss-leipzig.de

Opracował prof. dr hab. inż. Ziemowit Suligowski
Politechnika Gdańska

Recenzje

Tarnawski Marek: **Zastosowanie presjometru w badaniach gruntu**. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007, 309 s., poz. bibliogr. 118.

Wiarygodne określanie parametrów geotechnicznych niezbędnych w projektowaniu geotechnicznym jest szczególnie istotne w związku z koniecznością wprowadzenia w kraju do roku 2010 EUROKODU 7 *Projektowanie geotechniczne* obejmującego dwie części: część 1 – *Zasady ogólne* oraz część 2 – *Badania podłoża gruntowego*. W części drugiej, w rozdziale 4 *Badania polowe w gruntach i skałach* ujęto kolejno następujące rodzaje badań polowych:

- badania sondą wciskaną CPT(U)
- **badania presjometryczne PMT**,
- badania dylatometryczne skały RDT,
- badania sondą cylindryczną SPT,
- badania sondą wbijaną DP,
- badania sondą wkręcaną WST,
- badania sondą krzyżakową FVT,
- badania dylatometrem płaskim DMT,
- próbne obciążenia płytą PLT.

W świetle przedstawionych faktów – ukazanie się w polowie 2007 roku obszernej monografii obejmującej kompendium wiedzy na temat badań presjometrycznych, mających np. we Francji ponad 50-letnią historię zastosowań, a w kraju niestety mniej znanych i rzadziej stosowanych niż inne rodzaje polowych badań gruntów – geotechnicy polscy powinni powitać z zadowoleniem, co w dalszej części recenzji postaram się uzasadnić.

Autor monografii, od ponad 30 lat zajmujący i specjalizujący się w badaniach presjometrycznych od strony poznawczo-naukowej i praktycznych zastosowań inżynierskich, przedstawił kompleksowo zastosowanie badań presjometrycznych w geotechnice i w geologii inżynierskiej, na tle innych metod