

Współczesne konstrukcje parkingów podziemnych

Henryk Kleta, Ryszard Żyliński

W referacie przedstawiono argumenty przemawiające za budową parkingów i garaży podziemnych w warunkach dużych aglomeracji miejskich. Przedstawiono wybrane konstrukcje takich obiektów wykonane w ostatnich latach na świecie, ze wskazaniem zalet zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych.

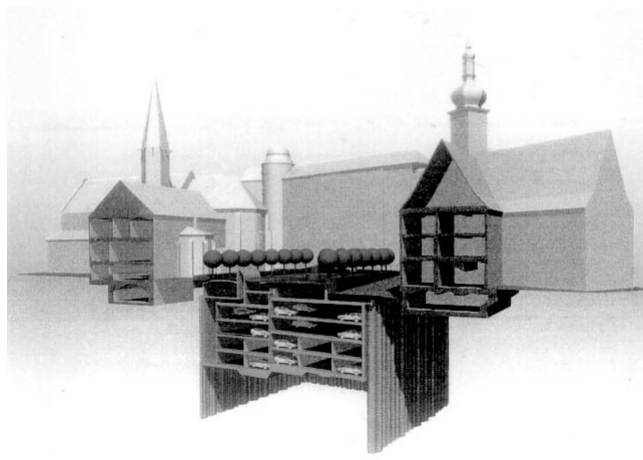
1. Wprowadzenie

Problem zapewnienia miejsc parkingowych przy wzrastającej ilości pojazdów oraz wzrastającym natężeniu ruchu samochodowego pojawił się na świecie już kilkadziesiąt lat temu. W ostatnich latach wobec wzrastającej w dalszym ciągu ilości pojazdów oraz, co jest bardzo ważne, wobec wzrastającej świadomości ekologicznej ogółu społeczeństw, problem ten urosł do pierwszorzędnej rangi. Począwszy od lat dziewięćdziesiątych w Polsce występuje dynamiczny wzrost liczby sprzedawanych samochodów. W praktyce oznacza to, że w najbliższych latach wystąpi w Polsce niedobór miejsc parkingowych, szczególnie odczuwalny w dużych aglomeracjach miejskich, nie posiadających rozwiniętych w dostatecznym stopniu środków komunikacji publicznej np. takiej jak metro oraz takich, gdzie znalezienie wolnych terenów pod budowę parkingów jest praktycznie niemożliwe, a często również zbyt kosztowne. Wtedy też budowa podziemnych miejsc parkingowych jest jedynym racjonalnym rozwiązaniem technicznym, w dodatku zazwyczaj akceptowanym przez lokalną społeczność.

W podobny sposób rozwiązywane winny być problemy parkowania i garażowania samochodów mieszkańców nowo-budowanych osiedli mieszkaniowych. Wzrastająca świadomość ekologiczna ogółu społeczeństwa, skłania do pozostawiania w osiedlach dużych powierzchni zielonych, zapewniających miejsce relaksu i wypoczynku.

W 1992 roku w Acapulco Grupa Robocza nr 13 ITA-AITES podjęła decyzję o rozpoczęciu prac studialnych dotyczących oceny rozwiązań technicznych, technologicznych i ekonomicznych wykonanych już na świecie obiektów podziemnych, starając się w możliwie pełny i obiektywny sposób wskazać na korzyści wynikające z zastosowania takich właśnie rozwiązań. Jednym z zagadnień, które rozważano była budowa parkingów i garaży podziemnych w terenach zurbanizowanych.

Na podstawie informacji uzyskanych z krajów członkowskich ITA-AITES wprowadzono systematykę argumentów przemawiających za podziemną lokalizacją niektórych obiektów infrastruktury terenów zurbanizowanych. Sformułowano dwie podstawowe grupy zalet charakteryzujących rozwiązania podziemne, a mianowicie zalety o znaczeniu podstawowym (direct advantages) oraz zalety o znaczeniu pośrednim (indirect advantages) [8,11].



Rys. 1. Komputerowy obraz czteropoziomowej części parkingu [3]

Zgodnie z tą systematyką w pracach studialnych skoncentrowano się na:

- porównaniu zalet budowli podziemnych określonego typu w odniesieniu do obiektów takiego samego przeznaczenia wykonanych na powierzchni terenu,
- wskazaniu dodatkowych zalet poprawiających komfort obsługi użytkowników obiektu w przypadku jego podziemnej lokalizacji.

Oczywiście taka systematyka charakteryzuje się pewnym stopniem subiektywnego podejścia, gdyż inwestor stara się uzasadnić podjęcie decyzji o budowie obiektu w sposób korzystny dla preferowanego już na wstępie rozwiązania. Istotą problemu staje się zatem wyznaczenie racjonalnej granicy, która ma pokazać rzeczywiste zalety proponowanego rozwiązania, zarówno w aspekcie technicznym i funkcjonalnym jak i ekonomicznym.

Jednymi z podstawowych argumentów dla budowy parkingów jest przede wszystkim preferowanie rozwiązań wymuszających powszechniejsze wykorzystanie środków komunikacji publicznej i zmniejszenie stopnia zanieczyszczenia środowiska naturalnego wpływającego na jakość życia w danej społeczności [12].

Zauważyć również należy, że obiekty podziemne o tym samym przeznaczeniu co obiekty powierzchniowe, są zwykle droższe w porównaniu do obiektów wykonanych na powierzchni, lecz zawsze należy także brać pod uwagę aspekty ekologiczne, czasami trudne do precyzyjnego określenia w kategoriach ekonomicznych.

2. Wybrane przykłady współczesnych konstrukcji parkingów i garaży podziemnych w terenach zurbanizowanych

Dokonując wyboru prezentowanych w ramach niniejszego referatu rozwiązań konstrukcyjnych parkingów podziemnych, przyjęto za zasadę przedstawienie tych rozwiązań, które nie tylko zasługują na miano rozwiązań nowatorskich pod względem

konstrukcyjnym, ale również takich rozwiązań, których zastosowanie było trudne technicznie, z uwagi chociażby na istniejące na powierzchni obiekty.

Za najbardziej nowatorską i oryginalną można uznać konstrukcję parkingu podziemnego wybudowanego w latach 1990-92 w sąsiedztwie opery w Sydney, zarówno z punktu widzenia konstrukcyjnego i architektonicznego, ale również funkcjonalnego [10,11].

W 1973 roku w Sydney oddano do użytku oryginalną konstrukcję Opery, do której w ciągu roku przychodzi w miarę systematycznie ok. 1,4 miliona widzów, a okazjonalnie z uwagi na architekturę budowli odwiedza ją ok. 2 mln turystów. Stąd konieczne stało się wykonanie odpowiedniej ilości miejsc do parkowania, w warunkach skrzepowanych z uwagi na tunel pod Zatoką Sydney oraz bliskie położenie samej Zatoki.

Analiza warunków lokalizacyjnych oraz geologicznych nasunęła projektantom po raz pierwszy w świecie, pomysł wykonania parkingu, na stosunkowo niewielkiej powierzchni przy zastosowaniu „srubowego” układu miejsc parkingowych.

Podstawowym elementem konstrukcyjnym jest szyb o średnicy zewnętrznej 71,2 m i wewnętrznym rdzeniu o średnicy 36,4 m oraz wysokości całkowitej wynoszącej 32 m.

Część konstrukcji o rozpiętości niepodpartej ok. 17,4 m nie jest zabezpieczona obudową, a jedynie ukształtowana w postaci sklepienia czasowego o strzałce sklepienia, jaką zaprojektowano przy użyciu metody numerycznej. Wszystkie roboty budowlane wykonywano metodą górniczą mając na uwadze fakt, że prace metodą odkrywkową nie mogły być prowadzone ze względu na istniejący ogród.

Część parkingową wykonano w postaci usytuowanej spiralnie wokół rdzenia skalnego średnicy 36,4 m jezdni betonowej mogącej stanowić miejsce do równoczesnego parkowania 1100 samochodów. Długość tej jezdni od początku wjazdu do miejsca zmiany kierunku ruchu wynosi ok. 1,7 km.

Innego typu rozwiązaniem konstrukcyjnym jest wybudowany w Bratysławie dwu i czteropiętrowy parking podziemny w historycznym i zabytkowym centrum miasta.

Obiekt w znacznej części zlokalizowany jest pod ulicą Urszulańską, a otaczają go zabytkowe budynki kościoła Franciszkanów, kościoła i klasztoru Urszulanek, Urzędu Poczтового i stosunkowo nowego obiektu, jakim jest budynek Magistratu Bratysławy.

Całą konstrukcję parkingu stanowią dwie bryły, jedna dwukondygnacyjna pod ul. Urszulańską mieszcząca 64 samochody i przewidziana głównie jako parking dla pracowników urzędu i druga czterokondygnacyjna, pod placem przylegającym do ulicy, dla pomieszczenia 168 samochodów (rys. 1).

Z uwagi na istniejące obiekty i zabudowę powierzchni, parking podziemny wykonywano metodą „Mediolańska”, ze ścian nośnych utworzonych w gruncie, przez pale żelbetowe średnicy od 800 mm do 1200 mm w sąsiedztwie fundamentów kościoła. Po wykonaniu ścian nośnych zdjęto nawierzchnię ulicy i placu, usunięto grunt do głębokości stropu parkingu i wykonano płytę stropu jako konstrukcję żelbetową, którą z kolei zasypano, a powierzchnię terenu poddano rekonstrukcji. (rys. 2)

Kolejnymi etapami budowy było sukcesywne wybieranie gruntu i montaż kolejnych płyt stanowiących stropy poszczególnych poziomów parkingu.

Innym przykładem podziemnego parkingu wielopiętrowego zbudowanego również w skomplikowanych warunkach zabudowy powierzchni, jak też sąsiadujących obiektów podziemnych jest parking na placu Rewolucji w Moskwie [14].

Parking zlokalizowany jest w pobliżu Kremla, pomiędzy budynkami hotelu „Moskwa” i dawnego Muzeum Lenina. Nie-



Rys. 2. Rewitalizacja ulicy Urszulańskiej i plac nad parkingiem [3]

zależnie od bliskiego sąsiedztwa z obiektami na powierzchni w rejonie lokalizacji parkingu znajdują się tunele linii metra, z których jeden znajdujący się 5 m poniżej garażu północny to linia „Pokrowskaja” a drugi zlokalizowany ok. 10 m poniżej parkingu to linia „Arbatsko-Pokrowskaja”. Oprócz tego w sąsiedztwie jednej ze ścian konstrukcyjnych tunelu przebiega kolektor prowadzący wody rzeki Neglinki [14]. Długość garażu wynosi 82,5 m, szerokość 17,6 m i może on pomieścić 184 samochody osobowe. Garaż zbudowany jest jako obiekt czteropiętrowy, posiada portal wjazdowy o ruchu dwukierunkowym (wjazd-wyjazd) oraz dodatkowe pomieszczenia obsługi i serwisu. W garażu wykonano ponadto tunel dla ruchu pieszych, łączący obiekt z kompleksem handlowo-usługowym i specjalne schody umożliwiające dojście do podziemi Muzeum Archeologicznego.

Warunki geologiczne w miejscu lokalizacji parkingu tunelu charakteryzują raczej skały małej zwięzłości, a dodatkowo występują cztery horyzonty wodonośne.

Tunel zbudowano metodą wykopową w monolitycznej obudowie żelbetowej, rozpoczynając od wykonania zewnętrznych ścian nośnych w konstrukcji ścianki szczelinowej, a następnie etapowo wykonywano stropy poszczególnych poziomów (rys. 3).

Pierwsze prace związane z budową parkingu rozpoczęto w grudniu 1996 roku, a budowę ukończono w lipcu 1997 r., co uznawane jest w Rosji za wynik bez precedensu.

3. Parkingi podziemne w Polsce - perspektywy

Budowa podziemnych miejsc parkingowych w Polsce, jak dotąd jest rozpowszechniona głównie w budownictwie mieszkaniowym, gdzie już w momencie budowy w poziomach piwnicy, buduje się garaże dla przyszłych mieszkańców - użytkowników.

Coraz częściej jednak podnoszą się głosy społeczności lokalnych najczęściej dużych osiedli, aby w takich enklawach lokalizować parkingi pod ziemią i uwolnić ulice osiedlowe od parkujących samochodów. Oprócz oczywistych powodów wynikających ze względów ekologicznych, zablokowane przez parkujące samochody ulice uniemożliwiają działanie służb miejskich w zakresie oczyszczania ulic, a także są ewidentną przeszkodą w przypadkach awaryjnych takich jak np. pożar i konieczności interwencji wozów gaśniczych. Inną nie mniej bagatelną sprawą jest szybsze zużywanie nawierzchni chodników, dziury, wyrwy itp.

Problem miejskich parkingów podziemnych zlokalizowanych w centrach dużych aglomeracji staje się problemem o pierwszorzędowym znaczeniu. Wzrastająca liczba użytkowników samochodów w ostatnich latach i rozwój rynku motoryzacyjnego, wymaga podjęcia już w chwili obecnej natychmiastowych działań w tym zakresie.

Należy brać pod uwagę fakt, że przystąpienie Polski do Unii Europejskiej z pewnością zwiększy ruch turystyczny, a przybywającym samochodami należy zapewnić możliwość nie tylko dojazdu, ale również możliwości bezpiecznego pozostawienia pojazdu na czas zwiedzania i pobytu w danym mieście.

Ostatnie lata pokazały, że stopniowo idea budowy parkingów podziemnych pozyskuje przychylność władz administracyjnych miast i dużych aglomeracji. Dowodem tego mogą być ogłoszone przetargi na budowę parkingów w Warszawie, czy Krakowie, a także pierwsze deklaracje budowy takich obiektów w Katowicach i innych miastach Śląska.

Jednym z argumentów, którym posługują się przeciwnicy budowy podziemnych parkingów i garaży jest twierdzenie o wysokich kosztach ich budowy. Według danych światowych koszty budowy miejsca parkingowego dla jednego samochodu w systemie podziemnym kształtują się na poziomie około 15 000÷20 000 USD [5, 7, 9, 10, 11, 15].

4. Podsumowanie

Na podstawie przedstawionych argumentów przemawiających za budową obiektów podziemnych w szczególności parkingów i garaży można postawić następujące wnioski o charakterze ogólnym:

- rozwój rynku motoryzacyjnego w Polsce w ostatnich latach i obserwowane natężenie ruchu samochodowego, które wymusiło działania w zakresie budowy autostrad, zmusi również władze lokalne w poszczególnych aglomeracjach do budowy parkingów i garaży podziemnych,
- działania takie będą nie tylko pożyteczne dla społeczności lokalnych, ale także dla turystów, którzy przybywają do takich ośrodków i chcą pozostawiać pojazdy w miarę blisko centrów zabytkowych i muzeów. Znaczący wzrost rozwoju ruchu turystycznego z pewnością nastąpi po wstąpieniu do Unii Europejskiej,
- niezwykle cenna w popieraniu decyzji o budowie parkingów i garaży podziemnych będzie wzrastająca świadomość ekologiczna lokalnych społeczności, które w miejsce parkujących samochodów na drogach osiedlowych, uzyskają tereny rekreacyjne, czy chociażby wypełnione zielenią,
- współczesne technologie budowy i możliwości rozwiązań techniczno-konstrukcyjnych zezwalają na wykonywanie budowli podziemnych nawet w niekorzystnych warunkach geologicznych, czy skomplikowanych warunkach technicznych [3, 11, 14]. Te same czynniki wydatnie skracają sam proces budowy i utrudniają w funkcjonowaniu powierzchni terenu,
- dla podjęcia zdecydowanych działań w zagospodarowywaniu, konieczne jest przekonywanie ogółu o rzeczywistych kosztach budowy obiektów, z uwzględnieniem nie tylko nakładów inwestycyjnych, ale także profitów wynikających z poszerzenia rynku pracy i zmniejszania bezrobocia, a w konsekwencji większych wpływów do budżetu. ●

LITERATURA

- [1] Banasiewicz J.: Projekt koncepcyjny kompleksu garaży podziemnych na osiedlu „Tysiąclecie” w Radomsku. Praca dyplomowa magisterska Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Ochrony Powierzchni, Gliwice 1999
- [2] Bartoszewski J., Lessaer S.: Tunele i przejścia podziemne w miastach. Warszawa, WK i Ł 1971
- [3] Bączek A.: Podziemny garaż pod ulicą Urszulańską w Bratysławie. Studencka Konferencja Naukowa. Gliwice, 2000
- [4] Carmody J., Huet O., Sterling R.: Life Safety in Large Underground Buildings. Principles and Examples. Tunnelling and Underground Space Technology, Elsevier Science Ltd. Vol.9 No.1, 1994
- [5] Godard J.P., Sterling R.L.: General Consideration in Assessing the Advan-



Rys. 3. Widok parkingu w czasie budowy [14]

- tages of Using Underground Space. Raport of Working Group No.13, „Direct and Indirect Advantages of Underground Structures. Tunnelling and Underground Space Technology. Elsevier Science Ltd. Vol.10 No.3, 1995
- [6] Godard J.P., Tareau J.P.: Underground Car Parks. International Case Studies. Tunnelling and Underground Space Technology. Elsevier Science Ltd. Vol.10 No.3, 1995
- [7] Hess J.: Rozwój transportu publicznego – moda czy konieczność. Argumenty przemawiające za finansowaniem rozwoju transportu publicznego. Budownictwo Górnicze i Tunelowe. Nr 2, Katowice, 2001
- [8] ITA-AITES Working Group No.13. Underground Car Parks. International Case Studies. Tunnelling and Underground Space Technology. Elsevier Science Ltd. Vol.10 No.3, 1995
- [9] Korzeniewski W.: Parkingi i garaże dla samochodów osobowych. COIBPP Warszawa 1977
- [10] Pells P.J.N., Best R.J., Poulos H.G.: Underground Car Parks. International Case Studies. Tunnelling and Underground Space Technology. Elsevier Science Ltd. Vol.9 No.2, 1994
- [11] Pells P.J.N.: The Sydney Opera House Underground Parking Station. 34th U.S. Symposium on Rock Mechanics. Wisconsin, June 27-30, 1993
- [12] Praca zbiorowa pod redakcją Eugenii Krzemińskiej –Niemiec: Podstawy prawno-techniczne i wymagania użytkowe garaży samochodowych. COIB PP, Warszawa 1997
- [13] Tareau J.P.: Underground Car Parks. Tunnelling and Underground Space Technology. Elsevier Science Ltd. Vol.10, No.3, 1995
- [14] Yurkevich P.: Underground Parking-Garage in The Revolution Square in Moscow. Tunel, vol.8 nr.1, 1999
- [15] Żyliński R.: Koszty budowy i eksploatacji budowli podziemnych. Budownictwo Górnicze i Tunelowe. nr 1, Katowice 1998

Referat został wygłoszony podczas konferencji *Budownictwo Podziemne 2003*, zorganizowanej przez Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, AGH

autor

dr inż. Henryk Kleta
Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Ochrony Powierzchni, Wydział Górnictwa i Geologii, Politechnika Śląska, Gliwice

dr inż. Ryszard Żyliński
Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Ochrony Powierzchni, Wydział Górnictwa i Geologii, Politechnika Śląska, Gliwice