



WITOLD DOBOSZYŃSKI

Transprojekt Warszawa
wdoboszynski@transprojekt.pl

Przykrycie Trasy Armii Krajowej / Toruńskiej w Warszawie

Miejskie magistrale transportowe przyniosły szkody wizualne, hałas i zanieczyszczenie powietrza. Przeorały głęboko tkankę miejską. Taki stan rzeczy był długo akceptowany w imię postępu.

Na początku XXI wieku silna wola tworzenia przyjaznej przestrzeni miejskiej, odbudowy utraconej ciągłości urbanistycznej, skłania do ponownego rozważenia relacji między infrastrukturą i miastem.

Zasadniczo możliwe są dwa podejścia. Pierwsze, dotyczące jedynie infrastruktury drogowej, polega na przekształceniu drogi szybkiego ruchu (radykałnym ograniczeniu ruchu samochodowego), zastąpieniu jej bulwarem miejskim z zasadniczą zmianą krajobrazu i zmianą zagospodarowania terenu. Drugie rozwiązanie zmierza do przykrycia infrastruktury komunikacyjnej, zabezpieczenia środowiska przed szkodliwymi wpływami ruchu drogowego i przywrócenia ciągłości urbanistycznej miastu.

Przykrycia arterii komunikacyjnych

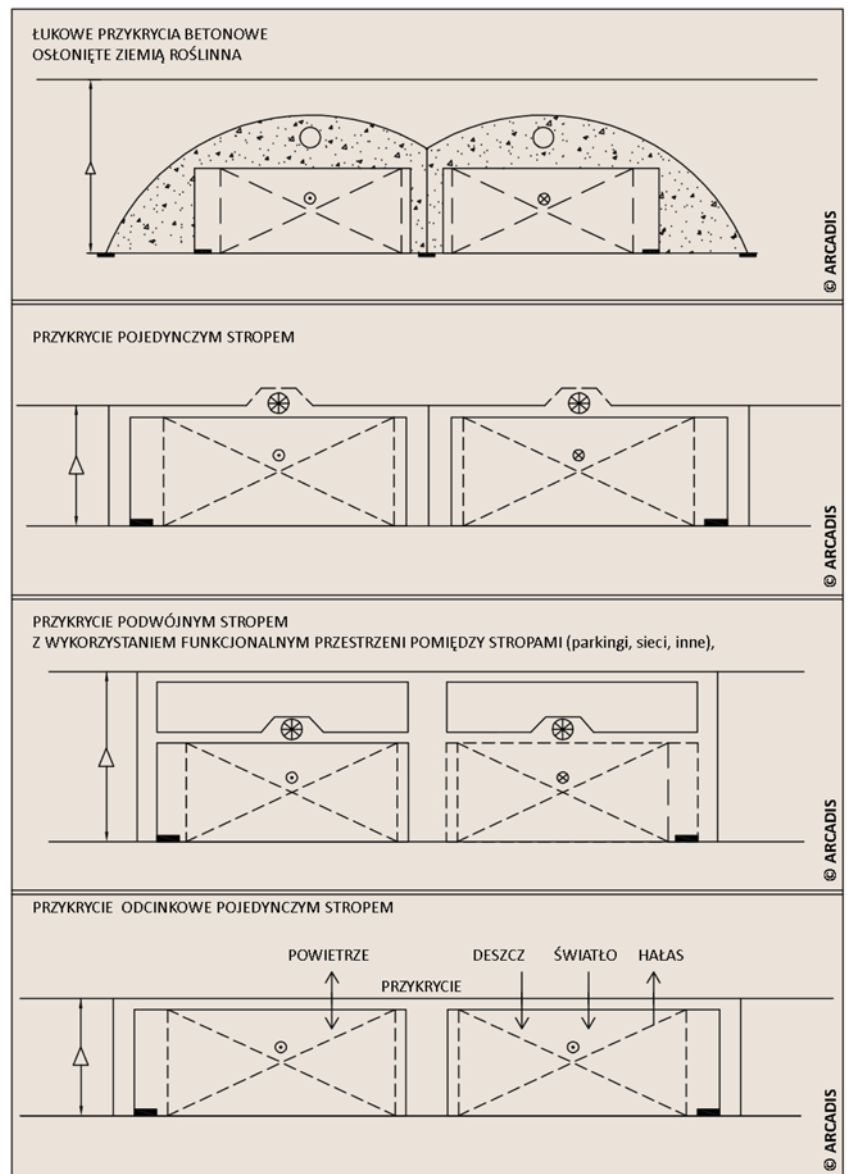
Przykrycie pozwala na harmonijne sąsiedztwo wielkiej infrastruktury transportowej (kolejowej lub drogowej) i miasta. Jest rozwiązaniem skutecznym, kompletnym i kosztownym. Takie przykrycia są obiektami szczególnymi: nie są mostami, tunelami, budynkami, szklarniami – mogą być wszystkimi wymienionymi jednocześnie.

Przed podjęciem decyzji o wykonaniu przykrycia infrastruktury transportowej, trzy zasadnicze kwestie wymagają rozstrzygnięcia:

- Użytkowanie głównej infrastruktury komunikacyjnej. Chcemy utrzymać intensywny ruch pojazdów i, co prawdopodobne, dopuścić jego wzrost, czy też chcemy obniżyć rangę drogi i zredukować ruch jedynie go podtrzymując?
- Kierunki rozwoju zagospodarowania terenu w przyległym obszarze miasta. Czy chce-

my i możemy waloryzować teren? Czy też ograniczenia takie jak gęstość zaludnienia, intensywność zabudowy pozwalają jedynie na redukcję szkodliwego oddziaływania drogi?

- Konfiguracja terenu sprzyja lub nie interwencji inżynierskiej. Istniejąca droga prowadzona w głębokim wykopie jest gotowa do przykrycia. Na nim możemy odtworzyć krajobraz miejski i otoczenie. Przeciwnie, jeśli struktu-



Rys. 1. Przykrycia masywne [1]

ra transportowa jest prowadzona w poziomie terenu, operacja wykonania przykrycia może być wprowadzona w tkankę miejską jedynie za cenę poważnych zmian tak po jednej (droga), jak i po drugiej (miasto) stronie.

Rozwiązania inżynierskie przykryć

W ramach programu Rapport final du projet ANR CANOPEE [1] biura projektowe Egis, Arcadis i Tecomah wykonały prace studialne. Analizowano typy i kierunki rozwoju ciężkich konstrukcji przykryć, lekkich konstrukcji przykryć, aspekty wymagań technicznych i przepisy dotyczące przykryć, jak również opracowano pakiet ochrony środowiska. Wykonano syntezę i inwentaryzację rozwiązań (rys. 1).

Przykrycie masywne powinno być konstrukcją zdolną do przejęcia obciążenia miejskimi drogami, zagospodarowaniem krajobrazu (zielań) i/lub budynkami z zachowaniem wymaganych funkcji przykrycia. Możemy wyróżnić cztery typy przykrycia:

- łukowe przykrycia betonowe osłonięte ziemią roślinną,
- przykrycie pojedynczym stropem,
- przykrycie podwójnym stropem z wykorzystaniem funkcjonalnym przestrzeni pomiędzy stropami (parkingi, sieci, inne),
- przykrycie odcinkowe pojedynczym stropem.

Przykrycie odcinkowe ma wiele zalet, w szczególności jest najtańszym rozwiązaniem przykrycia ciężkiego. Ograniczenie długości każdego z odcinków przykrycia do 300 m pozwala na stosowanie wyłącznie wentylacji naturalnej.

Lekkie konstrukcje przykryć mają ograniczone zastosowanie funkcjonalne. Zasadniczą funkcją jest ochrona przed hałasem i w pewnym stopniu ograniczają zanieczyszczenia powietrza w poziomie terenu.

Przykładem lekkiej konstrukcji (stal/szkle) jest tunel w Monachium autorstwa niemieckiej pracowni Mayr|Ludescher|Partner (fot. 2) oraz wielofunkcyjne przykrycie Canopee (fot. 1) o rozpiętości dźwigarów głównych 100–110 m, zrealizowane w obszarze dworca przesiadkowego Châtelet – Les Halles połączonego z centrum handlowo-rozrywko-

wym Forum des Halles w Paryżu, które zaprojektowali Patrick Berger i Jacques Anziutti [2] i [3].



Fot. 2. Tunel w Monachium (fot. Mayr | Ludescher | Partner, <http://www.mayr-ludescher.com>)

Trasa Armii Krajowej/ Trasa Toruńska

Perspektywa doprowadzenia autostrady A2 do stolicy wymusiła decyzję przebudowy istniejącej, budowanej w latach 70-tych i 80-tych ubiegłego stulecia Trasy Toruńskiej. Przebudowana trasa wraz z zaprojektowaną po nowym śladzie Południową Obwodnicą Warszawy stanowią fragment obwodnicy miasta o parametrach drogi ekspresowej (droga S8).

Peryferyjna w latach realizacji Trasa Toruńska szybko zyskała status głównej arterii komunikacyjnej stolicy i... Polski! (SDR ponad 140 tys. pojazdów na dobę). Trasa przyciągała, nie tylko ruch samochodowy, ale również wysoką zabudowę mieszkaniową. Aby zrealizować zamiar przebudowy, Inwestor musiał spełnić wysokie wymagania ochrony środowiska. Te zapisane w decyzji administracyjnej nakazywały przykrycie akustyczne całej powierzchni drogi ekspresowej (z wyłączeniem pasa dzielącego o szerokości 5 m) na dwóch odcinkach: od km 2+524.77 do km 3+103.77 (Obiekt PT1) oraz od km 5+543.84 do km 6+805.16 (Obiekt PT2).

Wykonanie wydanej decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia wymagało zaprojektowania i wybudowania unikalnej konstrukcji o długości 573 m i 1209 m (fot. 3 i fot. 4) odpowiednio na lewym i prawym brzegu Wisły. Ogółem przykryto odcinek drogi ekspresowej długości 1782 m i powierzchni całkowitej rzutu przykrycia tunelowego $F = 25338 \text{ m}^2 + 52493 \text{ m}^2 = 77\,831 \text{ m}^2$ kosztem 169 925 mln zł (średnio 2183 zł/m²).

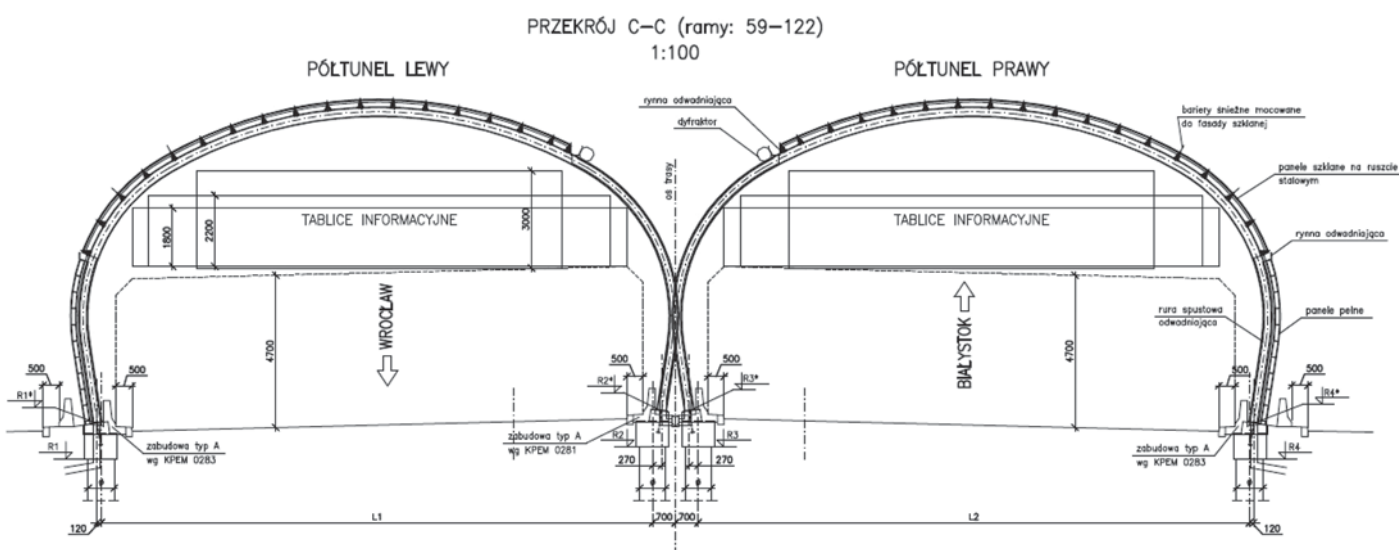


Fot. 1. Wielofunkcyjne przykrycie Canopee, Paryż (fot. Berger-Anziutti, <http://patrickberger.fr/reamenagement-des-halles/>)

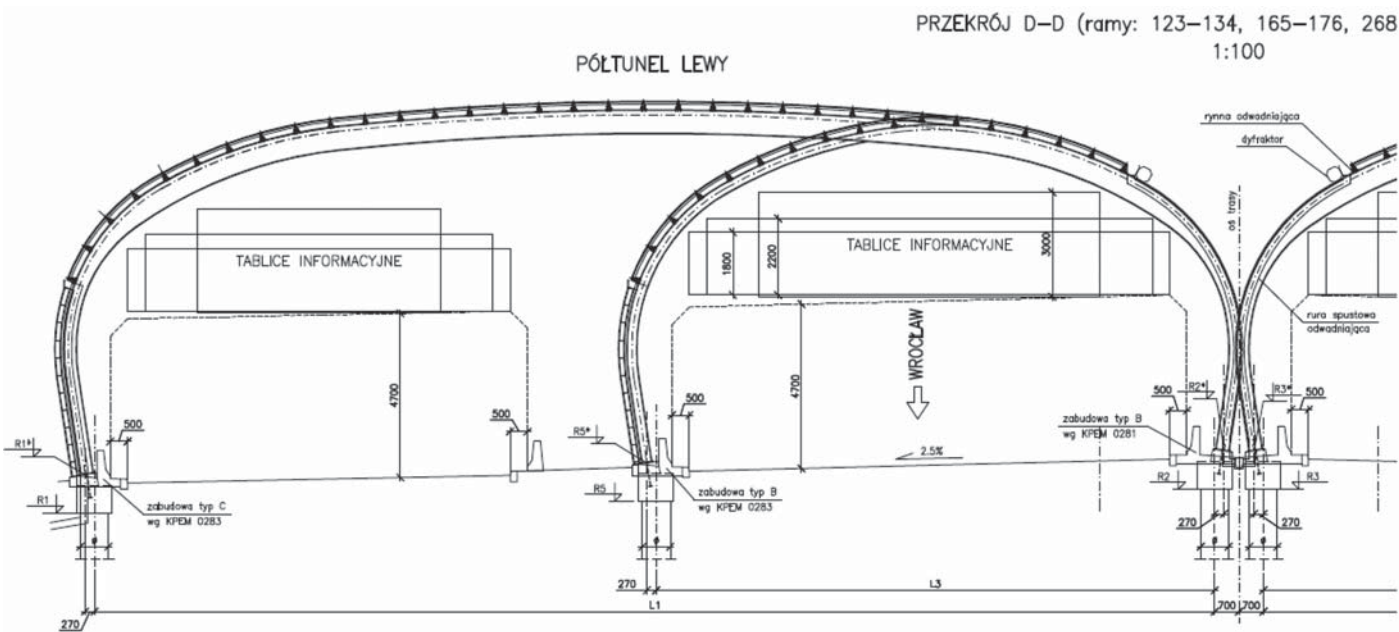


Fot. 3. Przykrycie Trasy Toruńskiej w Warszawie. Obiekt PT2 (fot. for-room sp. z o.o.)

Fot. 4. Obiekt PT2, Warszawa (fot. Dariusz Zaród, Transprojekt Warszawa)



Rys. 2.1. Konstrukcja przykrycia w przekroju poprzecznym drogi. Obiekt PT1 i PT2 [4]



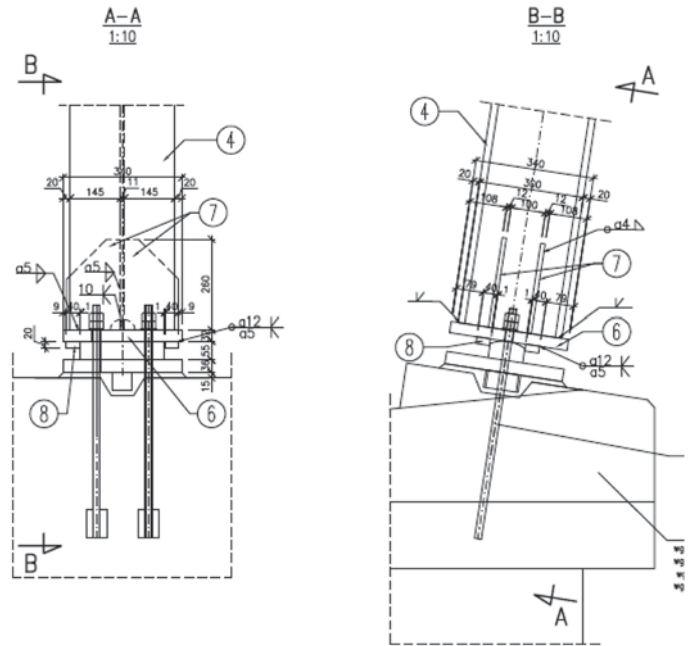
Rys. 2.2. Konstrukcja przykrycia w przekroju poprzecznym drogi. Obiekt PT2 [4]

Rozwiązania konstrukcyjne

Warunki realizacji inwestycji wymagały utrzymania ruchu na dwóch pasach w obu kierunkach przebudowywanej drogi nr 8. Było to możliwe do spełnienia na każdej z dwóch istniejących jezdni. Druga z jezdni mogła być zamknięta dla ruchu i przebudowywana. Wobec powyższego, zaprojektowano dwie niezależne, odrębne w przypadku każdej przebudowywanej jezdni konstrukcje przykrycia (rys. 2.1 i rys. 2.2).

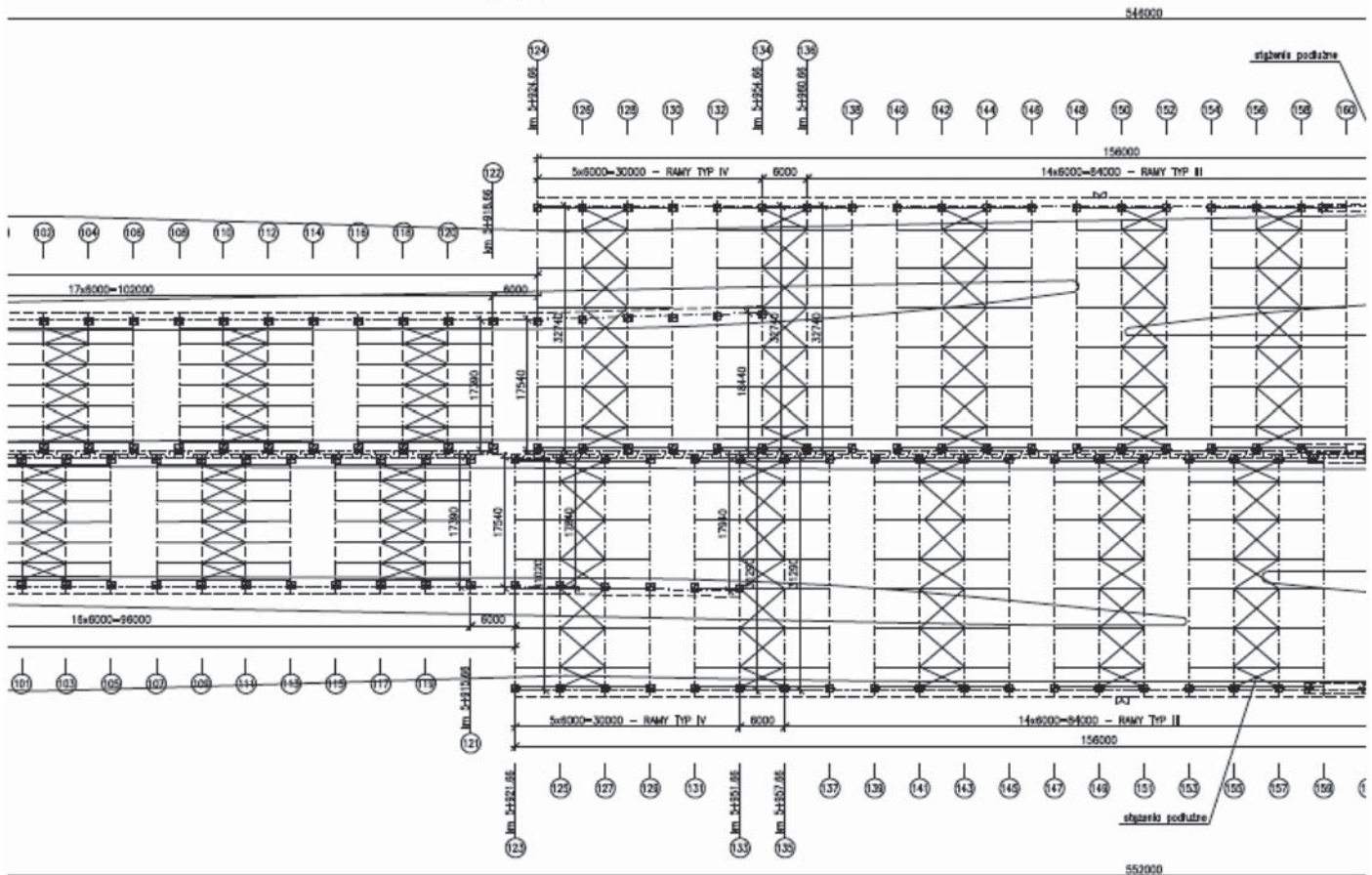
Konstrukcje zaprojektowano z giętych w kształcie łuku stalowych, dwuteowych profili walcowanych ze stali S355J2. Ponieważ mimo wcześniejszych deklaracji dostawcy, nie uzyskano wymaganej, stabilnej dokładności gięcia, profile walcowane zastąpiono profilami spawanymi z blach. Kształt przekroju poprzecznego wybrano optymalny dla konstrukcji i skutecznej ochrony akustycznej z zachowaniem warunków wynikających ze skrajni drogowej i zmiennej geometrii drogi, tak w planie, jak i w profilu podłużnym. Przyjęto schemat statyczny łuku dwuprzegubowego ze względu na konieczność ograniczenia wymiarów fundamentów i zachowania wymaganej sztywności konstrukcji. Stalowe łuki rozmieszczono co 6 m wzdłuż odcinka drogi wymagającego przykrycia. W celu uzyskania wymaganej sztywności wzdłuż osi podłużnej obiektu, co ok. 24 m para łuków jest usztywniona skratowaniem z prętów lub cięgnami (rys. 3).

SZCZEGÓŁ "A"



Rys. 4. Szczegół oparcia konstrukcji [4]

WIDOK Z GÓRY UKŁAD GŁÓWNYCH OSI KONSTRUKCJI 1:500



Rys. 3. Plan konstrukcji przykrycia (fragment) [4]

Dwie niezależne konstrukcje odrębne w przypadku każdego kierunku ruchu umożliwiały etapowanie przebudowy trasy.

Rozpiętości łuków w osiach podparcia wynosi odpowiednio: (PT1) 17.69 m – 25.29 m, (PT2) 14.22 m – 32.47 m

Łuki zakończono w podstawie stalową płytą przegubu i zakotwiono w fundamencie (rys. 4). Fundamenty, podpory łuków stanowią pojedyncze pale wiercone \varnothing 800 mm o długości od 8 do 10 m zwieńczone oczepem i połączone żelbetową płytą zabudowy chodnikowej.

Wyniki obliczeń statyczno-wytrzymałościowych

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe przeprowadzono w zakresie liniowo-sprężystym wg obowiązującej w PN-82/S-10052 *Obiekty mostowe. Konstrukcje stalowe. Projektowanie*, metody naprężeń liniowych w konwencji rozdzielonych współczynników bezpieczeństwa. Poza ciężarem własnym konstrukcji i wyposażenia uwzględniono nierównomierne osiadanie podpór, obciążenie śniegiem i wiatrem określone wg. polskich norm dotyczących tych obciążeń. Uwzględniono parcie i ssanie wiatru, działające w kierunku poprzecznym na powłokę tunelową, analizowano również jego oddziaływania krawędziowe (rys. 5). W kierunku poprzecznym (wzdłuż drogi) sprężysta odkształcalność konstrukcji jest zapewniona. Wzdłuż obiektu punkty stałe rozmieszczono co 24 m, co pozwala, przy elastycznym mocowaniu płyt szklanych, na rezygnację z urządzeń dylatacyjnych. Obliczone ugięcia w środku rozpiętości łuku nie przekraczają $1/200 L$.

Zabezpieczenie akustyczne

Obiekt gwarantuje dotrzymanie standardów jakości środowiska na terenach wymagających ochrony przed hałasem – dopuszczalny poziom hałasu 60 dB w porze dnia

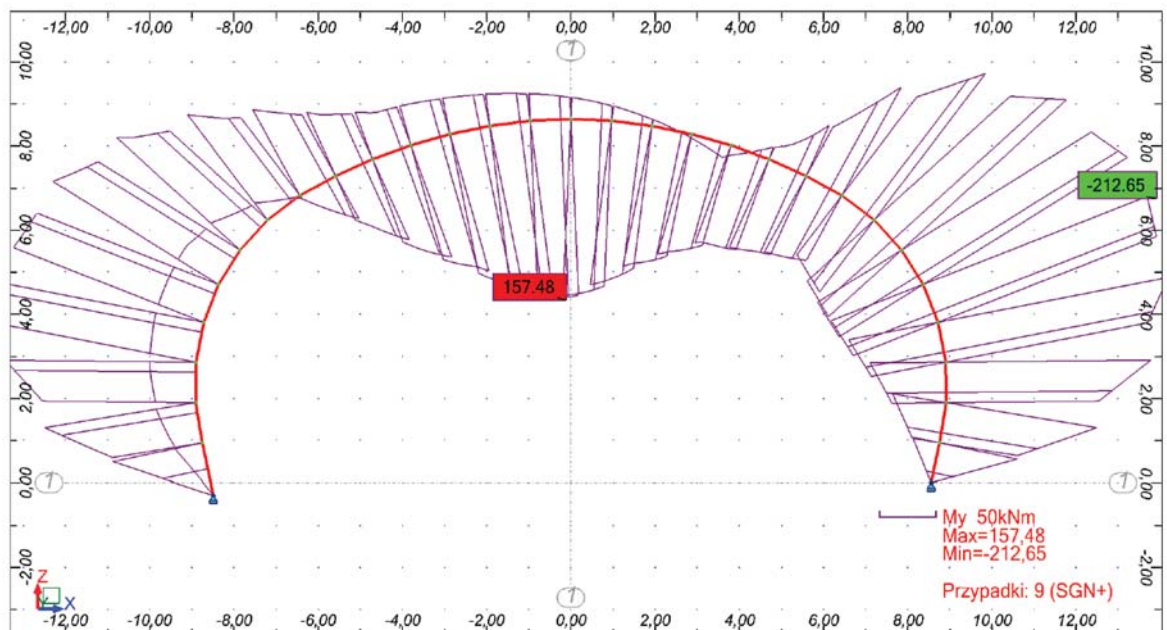
i 50 dB w porze nocy na terenach zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej. W części dolnej przykrycia zastosowano elementy pochłaniające z paneli z blach perforowanych, maksymalnie do wysokości 5 m w rejonie wlotów i wylotów z półtuneli, przy standardowej wysokości 2,5 m. Powyżej elementów pochłaniających zastosowano wypełnienie ze szkła mineralnego, hartowanego, dwuwarstwowego, klejonego o minimalnej grubości 13 mm. Całkowity ciężar poszycia akustycznego szklanego (wypełnienie ze szkła + profile rusztu podtrzymujące) nie przekracza 60 kg/m². Skuteczność teoretyczna przykrycia, wartość redukcji hałasu na elewacjach sąsiadujących z Trasą zabudowań wielokondygnacyjnych (do 21 kondygnacji) wyniosła maksymalnie około 15 dB – została wyliczona za pomocą skonstruowanego modelu akustycznego w oprogramowaniu SoundPlan. Przykrycie trasy umożliwiło redukcję uciążliwości akustycznej zaprojektowanej drogi ekspresowej do poziomów dopuszczalnych w środowisku.

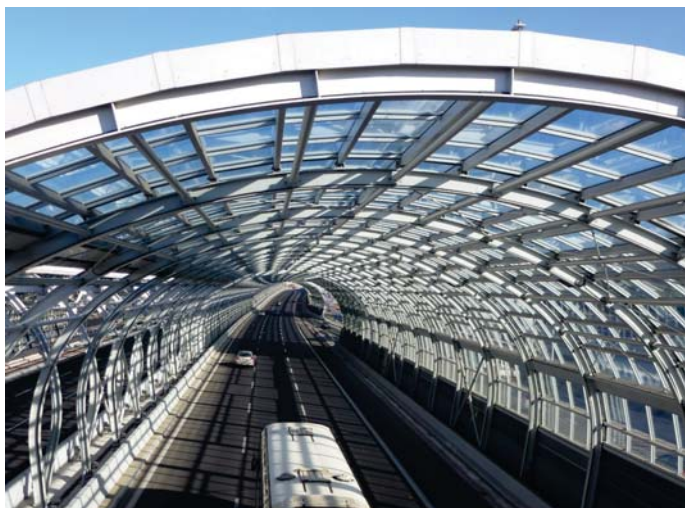
Wentylacja i bezpieczeństwo pożarowe

Wymiana powietrza będzie odbywać się zasadniczo poprzez otwór nad pasem dzielącym o szerokości 5 m i długości odpowiadającej długości obiektu, ponadto poprzez przerwy w ciągłości w szczególności dłuższego obiektu oraz w wyniku „efektu tłoka” powodowanego ruchem pojazdów (wentylacja naturalna) (fot. 5). Zaprojektowany obiekt spełnia wymagania rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty inżynierskie i ich usytuowanie, w szczególności dział VIII „Bezpieczeństwo pożarowe”. Ewakuacja osób w przypadku zagrożenia pożarowego będzie prowadzona analogicznie jak na pozostałych odcinkach drogi ograniczonych ekranami akustycznymi.

Rys. 5. SGN przypadek 9. Wykres obwiedni momentów zginających MY [4]

Konstrukcja - MY; Przypadki: 9 (SGN+)
2





Fot. 5. Przykrycie drogi ekspresowej S8 w Warszawie. Obiekt PT2 (fot. Dariusz Zaród, Transprojekt Warszawa)

Podsumowanie i wnioski

Nowe obiekty drogowe, przykrycia miejskiej trasy komunikacyjnej, wybudowane w latach 2010–2015 nad drogą

szybkiego ruchu S8 w Warszawie wpisują się we współczesne poszukiwania rozwiązań zasadniczego problemu infrastruktury komunikacyjnej i miasta. Obiekty te są dobrze oceniane przez mieszkańców, wypełniają założone funkcje. Filmowa sceneria przykrycia stanowi też nowy, zaskakujący i pozytywnie odbierany przez kierowców element trasy S8.

Bez wątplenia remonty miejskich tras komunikacyjnych powinny być poprzedzone wnikliwą analizą uwzględniającą możliwość ich odcinkowego przykrycia. Jest bezdyskusyjnie, że w Warszawie wymaga tego Trasa Łazienkowska.

Bibliografia

- [1] Szkic wykonany na podstawie Raportu końcowego projektu ANR CANOPEE, ARCADIS – Rapport finale du projet ANR-CANOPEE, <http://www.irex.asso.fr/rapport-final-canopee/>,
- [2] Michel Moussard: „Couvrir les grandes infrastructures de transport en milieu urbain. Etat de l'art et propositions issues du projet de recherche ANR <<Canopee>>” TRAVAUX N 923 Avril/mai 2016,
- [3] Marie-Veronique Peron, Adrien Le Bret, Francois Seret: “La genese architecturale et technique de la couverture de la Canopee – La structure” TRAVAUX N927 Octobre 2016,
- [4] Prace projektowe Transprojektu – Warszawa. Przebudowa drogi S8 odc. Powązkowska–Marki (ul. Piłsudskiego).

Od Redakcji

Zakończonej półtora roku temu przebudowie drogi ekspresowej S8 w Warszawie na odcinku od węzła Powązkowska do ul. Piłsudskiego w Markach towarzyszyła budowa dwóch unikatowych w skali kraju konstrukcji, których podstawowym przeznaczeniem było zmniejszenie uciążliwości oddziaływania ruchu drogowego prowadzonego na w/w odcinku S8 na środowisko, w tym przede wszystkim obniżenie natężenia hałasu w silnie zurbanizowanym terenie. Autor artykułu zatytułowanego *Przykrycie Trasy Armii Krajowej / Toruńskiej w Warszawie*, te specyficzne konstrukcje i zabezpieczenia przeciwhałasowe nazywa *przykryciami, półtunelami*. Z kolei zarząd drogi staje przed problemem wprowadzenia do ewidencji tych unikalnych konstrukcji, jak również wykonywania ich obowiązkowej kontroli stanu technicznego oraz przydatności do użytkowania.

Wprawdzie autor twierdzi, że „*Takie przykrycia są obiektami szczególnymi: nie są mostami, tunelami, budynkami, szklarniami – mogą być wszystkimi wymienionymi jednocześnie*”, to jednak ustawa *Prawo budowlane* oraz ustawa

o drogach publicznych jak również rozporządzenie MTiBM *w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie*, a także rozporządzenie MI *w sprawie sposobu numeracji i ewidencji dróg publicznych, obiektów mostowych, tuneli, przepustów i promów oraz rejestru numerów nadanych drogom, obiektom mostowym i tunelom* – takich obiektów szczególnych nie przewidują. Ponieważ jednoznaczną funkcją użytkową oraz przeznaczeniem przedmiotowych *przykryć* jest zapewnienie skutecznej ochrony akustycznej mieszkańców i terenów bezpośrednio sąsiadujących z drogą ekspresową S8, to tym samym wybudowane *przykrycia* nie są nowymi rodzajami obiektów budowlanych, czy nowymi rodzajami drogowych obiektów inżynierskich, lecz są ich elementami, a mianowicie ekranami akustycznymi lub ekranami przeciwhałasowymi; wprawdzie o szczególnej konstrukcji – ale jednak ekranami. Tak więc ewidencja oraz kontrole stanu technicznego powinny odbywać się według tych samych zasad jak każdego innego ekranu przeciwhałasowego umieszczonego na drogowym obiekcie inżynierskim, lub wybudowanym wzdłuż drogi.