

Analiza schematu powłoki zintegrowanej z posadowieniem na palach w mostowym obiekcie gruntowo-powłokowym

Scheme analysis of the structure founded on the piles in soil-steel bridge



Czesław Machelski

Prof. dr hab. inż.

Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego; Katedra Dróg, Mostów, Kolei i Lotnisk

czeslaw.machelski@pwr.edu.pl



Jan Bernard Michalski

Dr inż.

EKSPERT sp. z o.o.

benitamichalska@onet.pl

Streszczenie: W obiektach gruntowo-powłokowych z reguły stosuje się betonowe, masywne konstrukcje w postaci łąw fundamentowych. Gdy posadowienie powłoki jest w ryniencie określany jest schemat statyczny jako łuk przegubowo nieprzesuwny. W nielicznych przypadkach wybudowano powłoki z blachy falistej na podatnym posadowieniu. Przykłady zrealizowanych obiektów w Polsce omówiono w pracy. Podatne podparcie stalowej powłoki ułatwia powstanie naturalnego sklepienia w zasypce gruntowej. W tym przypadku istotny jest kształt powłoki zbliżony do łuku parabolicznego. Zasadniczym przypadkiem analizowanym w pracy jest powłoka zintegrowana z podparciem na palach z rur stalowych. Charakteryzuje się ona zmiennym schematem statycznym wynikającym z poziomu utwierdzenia. Wykorzystując wyniki pomiarów geodezyjnych wykonywanych na budowanym obiekcie ustalano schemat przemieszczeń. Na tej podstawie w modelu powłoki szacowano zakres zmian wypiętrzenia powłoki w trakcie układania zasypki.

Słowa kluczowe: Konstrukcje gruntowo-powłokowe; Podatne posadowienia; Schemat statyczny; Badania

Abstract: In soil-steel bridges usually the massive concrete foundation is being applied. When the structure is mounted in the gutter, the static models defined as non-sliding joint arch. In a few cases only, the corrugated steel structures are founded on a flexible foundation. The examples of such objects executed in Poland were described in this article. The flexible foundation of the steel structure helps to form a natural vault in the backfill. The shape of the structure, similar to parabolic arch, is relevant in this case. The essential case being analyzed here, is the structure founded on the piles made of steel pipes. It is characterized by variable static scheme resulting from the level of connection. The displacement scheme was established using the results of geodetic measurements performed on the constructed bridge. On this basis, the range of changes in the uplift of the structure during backfilling, was estimated in the structure model

Keywords: Soil-steel bridges; Flexible foundation; Static scheme; Investigation

Rodzaje posadowień powłok z blach falistych

Bezpośrednie posadowienia dotyczą wyłącznie powłok wykonanych ze stalowych blach falistych o przekroju zamkniętym (eliptycznym, kroplistym, gruszkowym). W takich sytuacjach stosuje się podsypkę piaskową pod dolną częścią powłoki. W przypadku obiektów o większych gabarytach wykonuje się podłoże z kruszywa, na którym realizuje się profilowanie właściwej warstwy kontaktowej zasypki z powłoką.

Bezpośrednie posadowienie można zastosować również w przypadku czynnego cieku wodnego. W [1] omówiono technologię budowy przepustu zlokalizowanego w ciągu drogi

Niemodlin - Lewin Brzeski. Przeszkodę stanowił kanał charakteryzujący się starym, ale wysokim stanem wody przy bardzo małym spadku hydraulicznym. Przepust o szerokości 3 m został wykonano ze stalowej powłoki z blachy falistej MP 150x50x5 mm. Rurę skręciano z arkuszy blachy w pobliżu miejsca jej wbudowania a po zmontowaniu całej konstrukcji stalowej, włożono ją do kanału, jak na rys. 1. W takim przypadku powłok o kształcie rurowym istotna jest deformacja geometrii wzdłuż jej osi podłużnej.

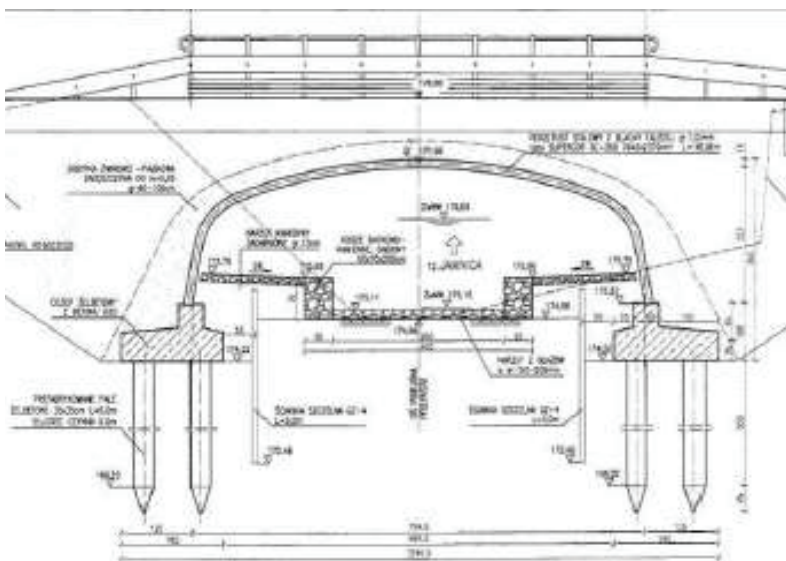
W przypadku powłok o przekroju otwartym najczęściej spotykane jest posadowienie na fundamencie żelbetowym. Takie fundamenty mogą być również realizowane z zastosowaniem

prefabrykacji. Istotne w analizowanym rodzaju konstrukcji jest osadzenie powłoki w ryniencie z kształtownika stalowego, mocowanie jej przy użyciu śrub. Stosowane jest również gniazdo wykształcone w górnej części podpory betonowej. Do tej grupy zalicza się również podparcia na masywnych łąwach zwieńczających pale żelbetowe [2, 3], jak na rys. 2. Wspólną cechą tych konstrukcji jest połączenie powłoki z fundamentem w sposób tworzący schemat podparcia jako przegubowy i nieprzesuwny.

Klasyczne, sztywne posadowienie powłoki na masywnych fundamentach może być odpowiednie w przypadku powłok dużych rozpiętości. W przypadku małych obiektów wystarczające jest



1. Realizacja budowy obiektu w cieku wodnym



2. Podparcie powłoki na fundamencie z zastosowaniem pali żelbetowych



3. Konstrukcja powłoki z podparciem na blasze falistej [5]

podatne podparcia jak w przykładach podanych niżej. Wynika ono z małych wartości pionowych reakcji podporowych przy znacznie większych oddziaływaniach bocznych. W obiekcie wybudowanym w Biernacicach [4]

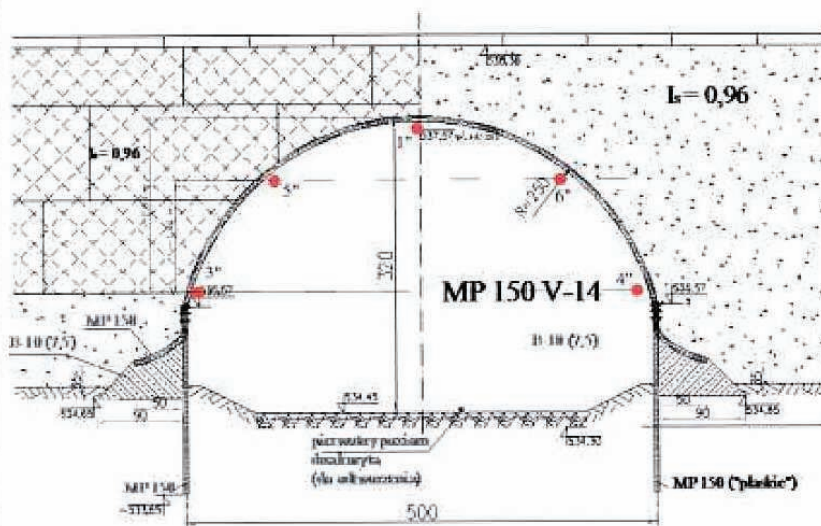
wykonano ciekłą ścianę, z uźebrowaniem na przedłużeniu pali żelbetowych. Ściany boczne są podatną częścią konstrukcji obiektu. Zatem układ konstrukcyjny jest mieszany – części dolnej wykonana z betonu a w górnej

zastosowano klasyczną powłokę z blachy falistej. Gdy oparcie powłoki zrealizowano w rynienice można zaliczyć do typowych obiektów gruntowo-powłokowych o schemacie przegubowym nieprzesuwym.

Na rys. 3 przedstawiono przykład zintegrowanego połączenia powłoki z elementem posadowienia w postaci blachy falistej [5]. Cała, lekka konstrukcja stalowa ustawiana jest na podłożu z podsypki żwirowej. Przykład analizowanego rodzajem posadowienia zastosowano w obiekcie wybudowanym w Mikołajkach [6].

Zintegrowane podparcie powłoki na pionowej ścianie z blachy falistej, jak na rys. 4 zaprojektowano w obiekcie usytuowanym w ciągu drogi lokalnej o małym natężeniu ruchu, ale dla dużych ciężarów pojazdów, w Bartnicy koło Nowej Rudy [7]. W przekroju poprzecznym konstrukcja tworzy schemat łuku w kształcie połowy koła o średnicy 5,0 m. Zaprojektowano powłokę z blachy MP 150x50x5. Powłoka zanurzona jest w gruncie rodzimym na głębokość ok. 1 m. Istotnym elementem konstrukcji podparcia jest w tym przypadku ostroga wykonana z blachy falistej. Ostroga mocowana jest do powłoki z użyciem śrub, takich jakie służą do scalania arkuszy blachy falistej. Opiera się ona na betonie o niskiej wytrzymałości - ma ona zabezpieczyć powłokę przed osiadaniem. Zatem taki układ można kwalifikować jako konstrukcję z blachy zanurzonej w ośrodku gruntowym.

Posadowienia na palach w obiektach gruntowo-powłokowych jest rzadko stosowane. Punktowe podparcie powłoki, zastosowano w obiekcie tymczasowym, jak na rys. 5. Wybudowano go na drodze krajowej nr 8, na trasie Wrocław – Kłodzko w okolicy miejscowości Niemcza [8]. W tym przypadku rynienka z kształtownika stalowego stanowiła zwieńczenie pali wbitych w grunt rodzimy. Rozstaw pali ze stalowych kształtowników wynosił 3,1 m. Szczególnym przypadkiem jest zastosowanie powłoki ze stalowej blachy płaskiej o grubości $t = 23$ mm. W przekroju poprzecznym powłoka jest o kształcie połową koła i rozpiętości $L = 5,25$ m. W schemacie statycznym



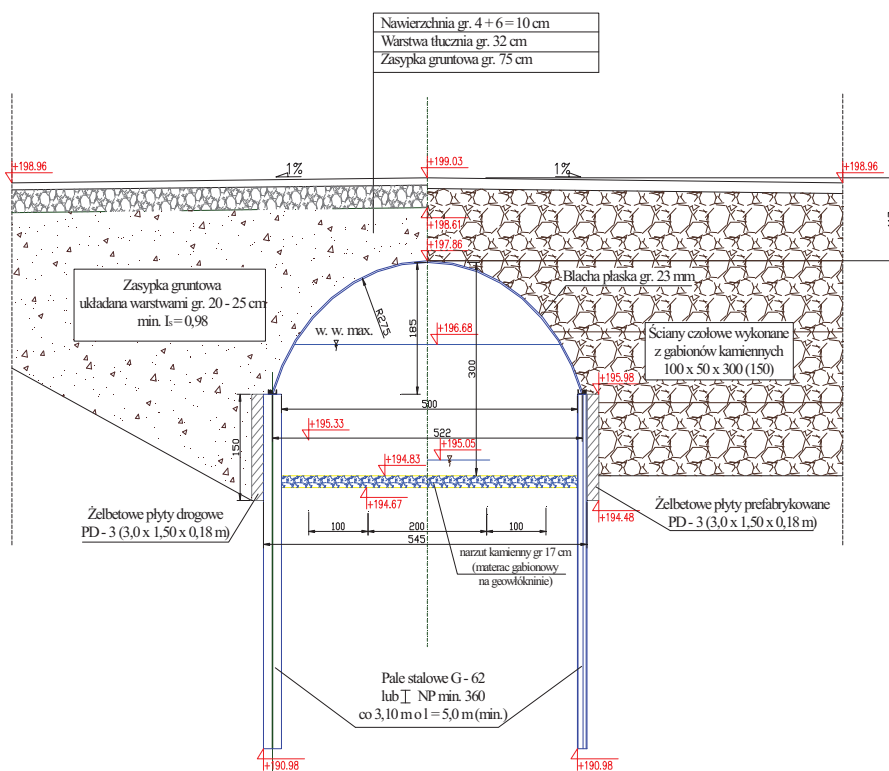
4. Powłoka posadowiona na ścianie z blachy falistej, z ostrogą

przegubowego podparcia powstaje możliwość przemieszczeń poziomych wynikających z podatności pali i efektu parcia gruntu oraz siły rozporu pochodzącej od powłoki.

Zintegrowane posadowienie powłoki z palami

Konstrukcją analizowaną w pracy jest obiekt wybudowany w Świdnicy [8] nad linią kolejową, jak na rys. 6. Powłokę obiektu gruntowo-powłokowego wykonano ze stalowej blachy falistej typu MP 200×55×5,5. W przekroju poprzecznym pasma obwodowego powłoki widoczny jest złożony kształt w postaci łuku kołowego o rozpiętości $L = 10,05$ m i promieniu krzywizny $R = 8,984$ m oraz w narożu $R_n = 1,335$ m. W częściach bocznych powłoka przechodzi w pochylone, prawie proste ściany połączone w sposób sztywny z palami wykonanymi z rur stalowych 300×5 mm, rozmieszczonych co 2,5 m. W części przejściowej konstrukcji występuje dwustronna powłoka, obejmująca górny odcinek rury. Ten fragment pomiędzy blachami falistymi stanowił szalunek do wypełnienia betonem. W ten sposób utworzono zintegrowanie połączenie powłoki z palami stalowymi.

Schemat statyczny powłoki w Świdnicy jest złożony bowiem podparcie na palach jest zintegrowane z powłoką. Istotnym problemem, rozpatrywanym w pracy jest ustalenie poziomu zamocowania powłoki w palach. Na rys. 7



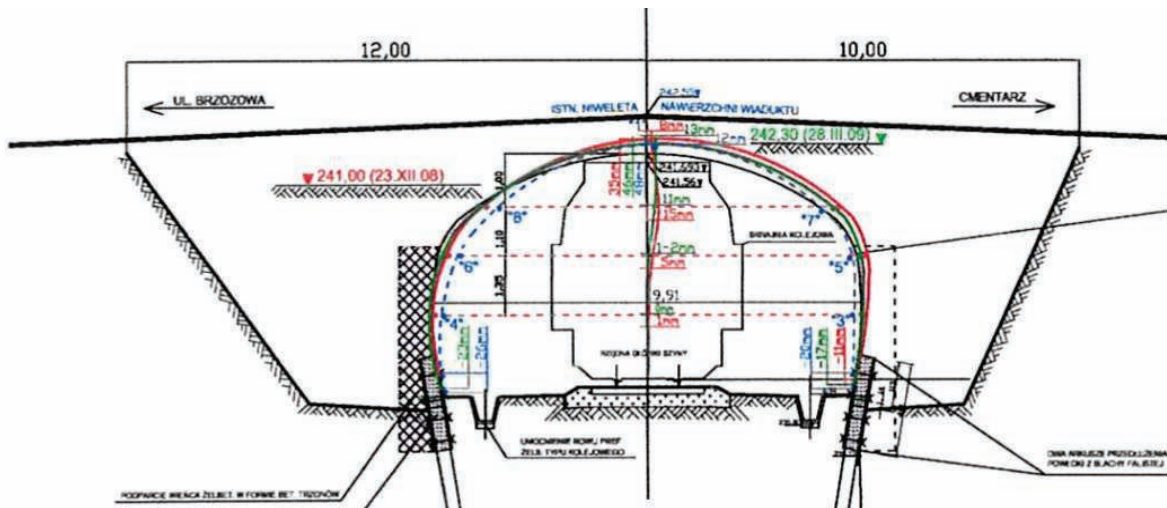
5. Powłoka z blachy płaskiej posadowiona na palach

przedstawiono schemat deformacji pasma obwodowego powłoki podczas układania zasyпки gruntowej. W analizowanej konstrukcji dogodne jest przyjęcie poziomu odniesienia (układu współrzędnych) w kluczu powłoki. W tym schemacie punkt 0 zmienia swoje położenie w trakcie budowy i eksploatacji.

Podczas budowy, czyli w okresie układania zasyпки gruntowej występują największe przemieszczenia powłoki, jako skutek oddziaływania gruntu. Do obserwacji zmiany deformacji powłoki

wykorzystano w pracy techniki geodezyjne z bazą pomiarowa, usytuowana po obydwu stronach powłoki. Na podstawie tych przemieszczeń utworzono wykresy przedstawione na rys. 8 gdzie zmiennym parametrem jest poziom zasyпки z jako pionowa współrzędna liczona od klucza powłoki. Zatem gdy $z < 0$ zasyпка układana jest poniżej klucza powłoki. Podczas budowy zalecana jest symetria układu co uwzględniono na rys. 7.

Wypiętrzenie klucza powłoki $w(K)$ jest dodatnie (skierowane na zewnątrz,



6. Obiekt w Świdnicy o konstrukcji powłoki zintegrowanej z palami

zgodnie z osią z) natomiast zwiężenia u są ujemne (skierowane do wnętrza), jak na rys. 7. Na wykresach nie zamieszczono pionowych składowych przemieszczeń punktów 1, 2 z uwagi na bardzo małe wartości. Charakterystyczną cechą tych wyników jest przyrost przemieszczeń poziomych punktów 1, 2, 3 gdy budowany jest naziom nad powłoką ($z > 0$). Istotne jest to, że powłoka nie doznaje redukcji zwiężenia podczas układania naziomu. Zatem występuje przewaga oddziaływania parcia na ściany boczne w stosunku do siły rozporu łuku, czyli części górnej powłoki. Widoczna w tych pomiarach jest zmiana przemieszczenia u_3 gdy zasypka przekracza poziom punktu pomiarowego 3. W przypadku powłok o kształcie łukowym, posadowionych na masywnym fundamencie zwykle przemieszczenia poziome są znacznie zredukowane gdy poziom zasypki zbliża się do klucza (czyli gdy $z \approx 0$).

Szacowanie poziomu zamocowania powłoki

Wyniki pomiarów podane na rys. 8 wykorzystano do określenia linii przemieszczeń pasma obwodowego powłoki podanych na rys. 9. Przemieszczenia na tych wykresach są skierowane radialnie (prostopadle) do linii pasma obwodowego powłoki - oznaczono je jako r na rys. 7. W tym przypadku położenie punktów pomiarowych określono jak odległość od klucza s ale liczoną wzdłuż osi pasma obwodowego powłoki. W przypadku części o kształcie

wycinka koła wartość s wyznaczana jest z zależności geometrycznej, podanej na rys. 7, jako

$$s = \varphi \cdot R. \tag{1}$$

We wzorze (1) przyjęto założenie, że zmiana promienia krzywizny podczas budowy jest mała a więc zachodzi zależność $R \approx R_{uw}$.

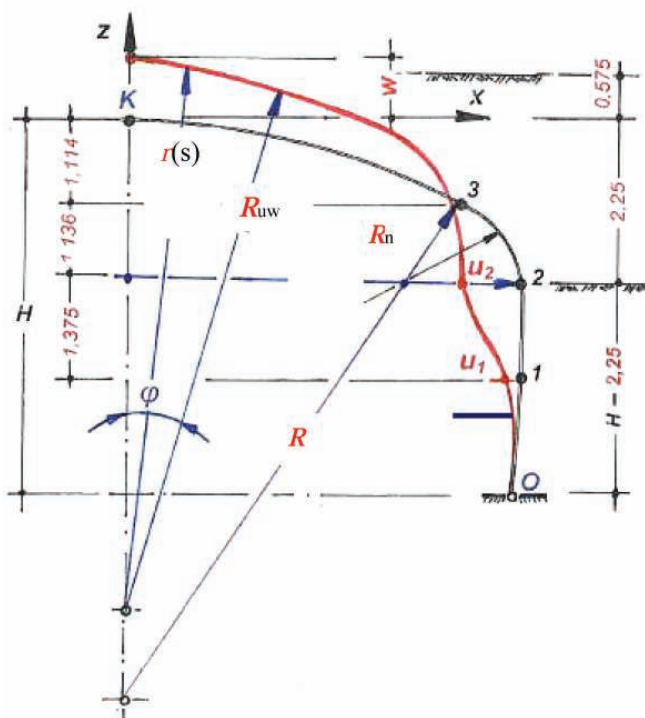
Położenia punktów pomiarowych na paśmie obwodowym są następujące: $s_K = 0$, $s_3 = 4,521$ m, $s_2 = 5,908$ m i $s_1 = 7,283$ m. Na podstawie wykresów podanych na rys. 9 szacowano miejsce, w którym występuje $r = 0$, oznaczone jest jako s_0 . Na tej podstawie określa się położenie zamocowania powłoki a więc wysokość powłoki H , przyjmowa-

ną w schemacie statycznym zależy od wartości s_0 , jak we wzorze

$$H = (s_0 - s_2) + 2,25. \tag{2}$$

W legendzie wykresów podano poziom zasypki grunтовой z odniesiony do klucza powłoki.

Wszystkie wykresy układają się w sposób charakterystyczny. Wraz z przyrostem grubości zasypki grunтовой obniżeniu podlega punkt 0 z rys. 7. W przypadku układania naziomu, nad częścią krzywoliniową powłoki wartość H wyraźnie wzrasta. Wynika to z przyrostu zwiężenia co należy traktować jako przewagę parcia na ściany boczne nad siłą rozporu części łukowej powłoki. Przyrosty wypiętrzenia są większe niż



7. Geometria pasma obwodowego powłoki w Świdnicy

spotykane w powłokach o kształcie łukowym podpartych w masywnym fundamencie. Przy małej grubości zasypki z poziomem dochodzącym do punktu 1 można przyjmować $H = 4,5$ m ($s_0 = 8,2$ m).

Skuteczność oddziaływania gruntu na powłokę

Zmiana schematu statycznego, czyli miejsca zamocowania powłoki w posadowieniu wpływa na efektywność oddziaływania gruntu na powłokę (s). Ujmuje to linia wpływu wypiętrzenia klucza powłoki przedstawiona na rys. 10. Rozpatrzono tam trzy poziomy utwierdzenia, określone w wysokości powłoki H jako pionowej odległości klucza od miejsca zamocowania. Na osi poziomej wykresów podano s jako odległość analizowanego punktu od klucza powłoki a w legendzie wartości H .

Zmiany wysokości powłoki H powodują zmiany funkcji wpływu wypiętrzenia przedstawione na rys. 10. Oczywiście zmiany tych rzędnych są płynne jako zależności od grubości zasypki z .

Rzędne linii wpływu wypiętrzenia klucza powłoki jako skutek parcia gruntu o kierunku radialnym $p(s)$ obliczono z wykorzystaniem programu MES i schematu prętowego powłoki, jak na rys. 7. Z tych obliczeń, przy przyjęciu siły pionowej $P = 1$, jako wypadkowego oddziaływania gruntu na klucz powłoki i wykorzystaniu zasady wzajemności przemieszczeń Bettiego uzyskano funkcję wpływu $f(s)$. Składa się ona z bezwymiarowej funkcji $a(s)$ i statycznej charakterystyki sztywności giętej łuku $a \cdot R^3/EI$ jak we wzorze

$$f(s) = \frac{a(s) \cdot a \cdot R^3}{2 \cdot EI} \quad (3)$$

W obliczeniach zakłada się symetrię oddziaływania gruntu po obydwu stronach powłoki stąd mnożnik 1/2 we wzorze (3). W przypadku analizowanej powłoki w Świdnicy czynnik stały wynosi

$$\frac{a \cdot R^3}{2EI} = \frac{8,987^3}{2 \cdot 5144} = 0,7055 \frac{1}{kPa} \quad (4)$$

Jako sztywność na zginanie powłoki $EI = 514,4$ kNm²/m przyjęto wycinek blachy falistej typu MP 200x55x5,5

o szerokości jednostkowej gdy $l/a = 2,5093 \cdot 10^{-6}$ m⁴/m oraz $E = 205 \cdot 10^6$ kN/m². Stąd oddziaływanie gruntu o kierunku radialnym (czyli prostopadłym do powłoki) jest w postaci p [kPa], a wypiętrzenie otrzymuje się ze wzoru

$$w(z) = \int_{s_z}^{s_0} p(s) \cdot f(s) \cdot ds = \frac{a \cdot R^3}{2EI} \int_{s_z}^{s_0} p(s) \cdot f(s) \cdot ds \quad (5)$$

w zależności od poziomu gruntu z . W (5) całkowanie rozpoczyna się od punktu początkowego s_z czyli styku zasypki z powłoką gdzie $p(s) = 0$. W przypadku realizacji naziomu, gdy zasypka układana jest nad powłoką $p(s) > 0$ ale $s_z = 0$. Wartość s_0 zależy od grubości zasypki, ujęta jest we wzorze (2).

Zmiana promienia krzywizny w kluczu powłoki

Zmiana promienia krzywizny w kluczu powłoki, jak na rys. 7 jest charakterystyką geometrii powłoki obiektu. W przypadku geometrii projektowej zachodzi zależność ujęta we wzorze

$$R = \frac{F^2 + C^2}{2F} \quad (6)$$

gdzie położenie punktu 3, zgodnie z rys. 7 przyjmują wartości $F = -z_3$ oraz $C = x_3$. Po uwzględnieniu przemieszczeń u i w tego punktu w wyniku pomiarów geodezyjnych występuje zmiana promienia krzywizny w kluczu powłoki, określona jak we wzorze

$$R_{uw} = \frac{(F+w)^2 + (C-u)^2}{2(F+w)} \quad (7)$$

W tym przypadku przemieszczenia u i w są odniesione są do klucza powłoki. Przyjmując wyniki pomiarów z okresu rozpoczęcia użytkowania obiektu, zgodnie z danymi przedstawionymi na rys. 11, z poziomu pomiarowego 7-8 wartości przemieszczeń przyjmowane we wzorze (7) są następujące:

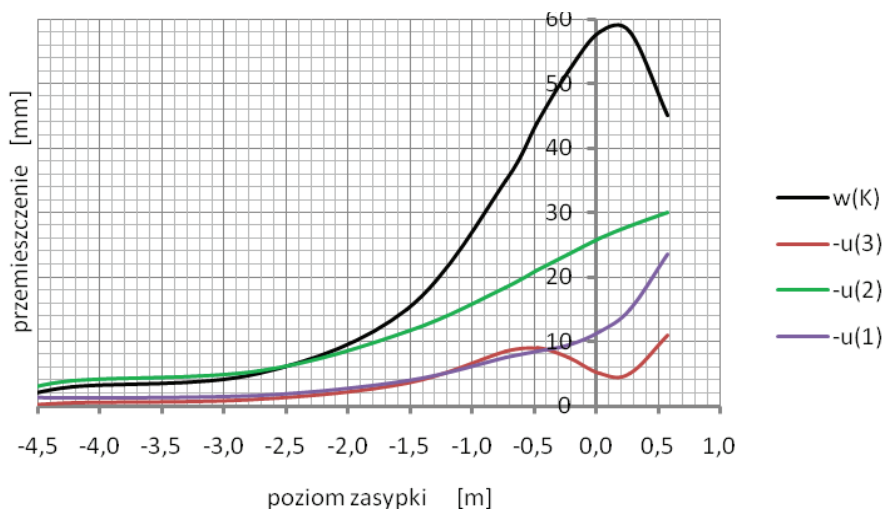
$$w = 43 + 13/2 = 52,5 \text{ mm} \quad (8)$$

oraz

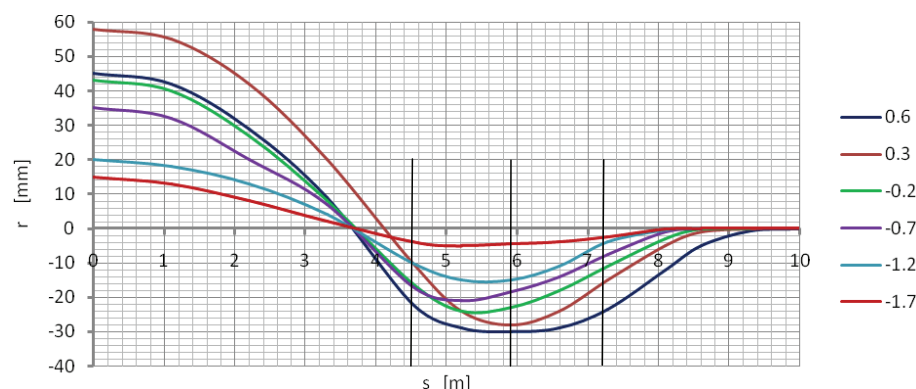
$$u = (20 - 3)/2 = 8,5 \text{ mm} \quad (9)$$

Wobec tego promień krzywizny wynosi

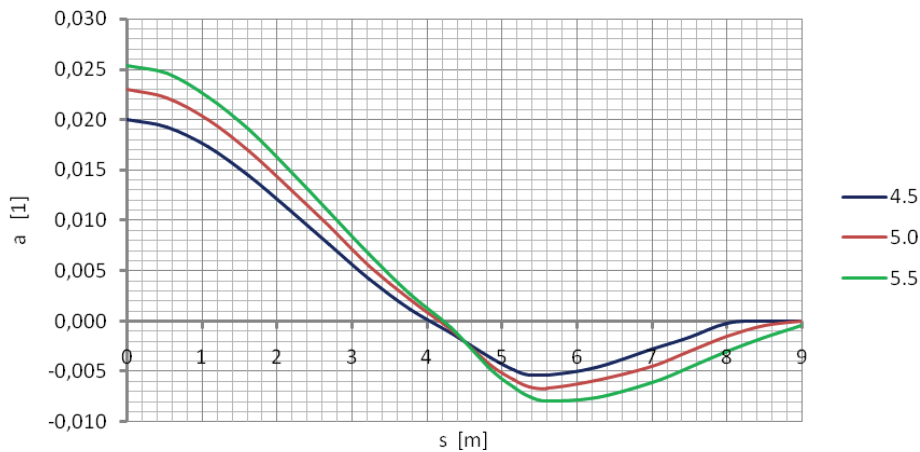
$$R_{uw} = \frac{(1,114 + 0,0525)^2 + (4,333 - 0,0085)^2}{2 \cdot 1,1665} = 8,599 \quad (10)$$



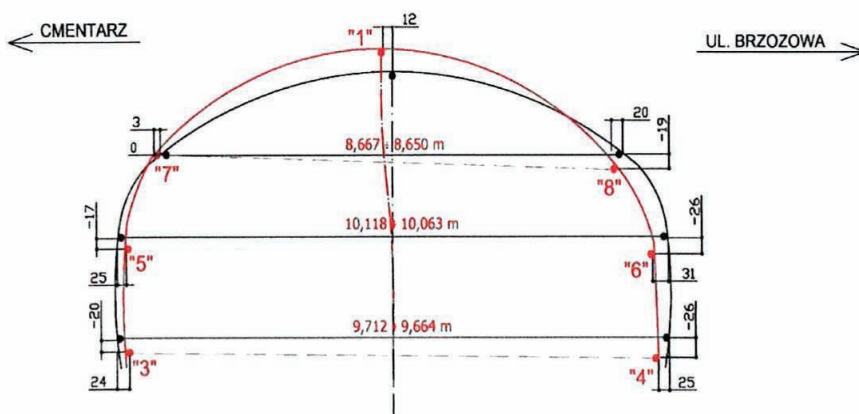
8. Zmiany przemieszczeń punktów pomiarowych podczas układania zasypki



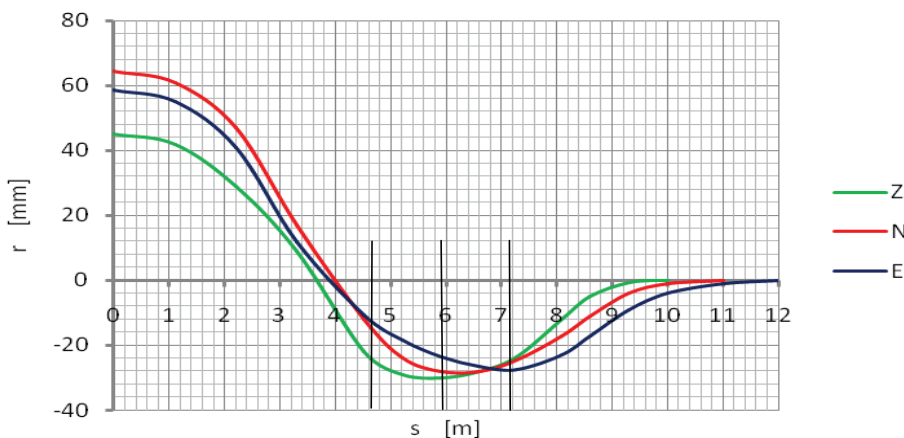
9. Linie przemieszczeń o kierunku radialnym pasma obwodowego powłoki



10. Linie wpływu wypiętrzenia jako wynik obliczeń MES. W legendzie wysokość powłoki H



11. Schemat deformacji pasma obwodowego powłoki po wykonaniu nawierzchni



12. Linie przemieszczeń pasma obwodowego powłoki w zależności od poziomu gruntu

Zatem promień krzywizny uległ zmianie o 4,3%. Jest to wartość mała w porównaniu do występujących w klasycznych powłokach o kształcie łukowym. W powłokach o kształcie skrzynkowym zmiany $R_{uv}(z)$ zmieniają inaczej niż w powłokach o kształcie łukowym [9].

Zmiana poziomu zamocowania powłoki podczas użytkowania obiektu

Przedstawione na rys. 9 wykresy przemieszczeń osi powłoki dotyczą fazy

budowy. Z nich wynikał coraz niższy poziom utwierdzenia powłoki w podporze słupowej. Na rys. 12 przedstawiono dalszy przebieg tych przemieszczeń skierowanych prostopadłe do pasma obwodowego, czyli radialnie. Jako Z oznaczono sytuację gdy zakończono układanie zasypki ($z = 0,575$ m), ujętą na rys. 9. Po ułożeniu nawierzchni, w fazie oznaczonej jako N nastąpił przyrost przemieszczeń, zgodnie z wynikami podanymi na rys. 11. Istotna jest w tym przypadku przewaga sił parcia gruntu na ściany boczne powłoki

ki nad siłą rozporu od części łukowej powłoki. Po trzech latach eksploatacji obiektu, przy niewielkim udziale obciążeń ruchomych wystąpiła redukcja przemieszczeń widoczna na wykresie oznaczonym jako E. Zatem zmienia się oddziaływanie gruntu na powłokę co obserwuje się jako obniżanie się poziomu utwierdzenia powłoki. W tym przypadku można go szacować (z ekstrapolacji wyników pomiarów) na poziomie $s_0 \approx 11,5$ m a więc gdy $H \approx 8$ m. Na tym poziomie występują wyłącznie pale z rur stalowych. Spadek wypiętrzenia przy przyroście wysokości powłoki wskazuje na redukcję sił parcia gruntu na ściany boczne. Takie zjawisko jest to obserwowane w obiektach gruntowo-powłokowych również z wykorzystaniem presjometrów [10].

Podsumowanie

Stosowanie rynienki i masywnych fundamentów pozwala na spełnienie warunków podparcia powłok w postaci schematu przegubowego i nieprzesuwnego. W wielu wynikach badań [9] przedstawiono przykłady występowania ograniczonej swobody obrotu powłoki w miejscu podparcia. Obserwowane są wówczas momenty zginające w miejscu podparcia wynikające z częściowego utwierdzenia. Efekt ten może być częściej spotykany w przypadku powłok o wysokiej fali. Bowiem podparcie powłoki w rynienkach może być realizowane na zewnętrznej lub wewnętrznej grzbiecie fali a nie na jej środkowej części. Gdy wypełnia się betonem strefę kontaktową powłoki z podporą to prowadzi do braku swobody obrotu powłoki w fundamencie a więc odejścia od schematu przegubowego.

W przypadku powłoki zintegrowanej z podparciem na palach istotne staje się określenie schematu statycznego. Z analiz przedstawionych w pracy w fazie budowy miejsce zamocowania blachy falistej zależy od poziomu zasypki. W końcowej stanie budowy ważne znaczenie ma grubość naziomu. Przy małym naziomie, jak w analizowanym przykładzie przeważa parcie gruntu na ściany boczne. Dopiero przy

wysokim naziemnie zaczyna przeważać siła rozporu w łukowej części powłoki. W trakcie eksploatacji obiektu poziom zamocowania powłoki w dalszym ciągu wzrasta. Zatem przy redukcji przemieszczeń powłoki widoczna jest redukcja oddziaływania gruntu.

Podatne podparcie stalowej powłoki ułatwia powstanie naturalnego sklepienia w zasypce gruntowej i w rodzimym ośrodku gruntowym. W tym przypadku istotny jest kształt powłoki – zbliżony do łuku parabolicznego. W przypadku pali stalowych ważne może być osiadanie podpory. W palach żelbetonowych opór poboczny jest znacznie większy [11]. ◀

Materiały źródłowe

[1] Machelski C., Michalski J.B.: Podatne posadowienia obiektów gruntowo-powłokowych. *Obiekty Inżynierskie*. nr 1/2009, s. 51-55

[2] Zawieja A, Burek A., Sobala D.: As fast as possible – of a bridge in difficult atmospheric conditions. *Archives of Institute of Civil Engineering*. 2012, p. 147-156

[3] Graczyk M, Woch M., Skulski B.: Construction of railway bridges made of flexible structural structural plate. Live load test. *Archives of Institute of Civil Engineering*. 2017, p. 117-124

[4] Wysokowski A, Mońka M., Howis J.: Foundation of flexible structures – developmental trends. *Archives of Institute of Civil Engineering*. 2017, p. 363-373.

[5] 5. Machelski C., Mońka M.: Prognosis and measurements of deformation of soil-steel structure settled on steel corrugated plate foundations. *Archives of Institute of Civil Engineering*. 2012, p. 147-156.

[6] 6. Machelski C., Michalski J.B.: Posadowienie mostu gruntowo-po-

włokowego na ścianie z ostrogą. *Mosty*. nr 3/2008, s. 68-71.

[7] Machelski C., Michalski J.B., Michalski B.: Efektywny most objazdowy gruntowo-powłokowy. *Inżynieria i Budownictwo*. nr 1/2006, s. 11-13.

[8] Michalski J.B.: Posadowienie na rurach stalowych wiaduktu gruntowo-powłokowego w Świdnicy. *Obiekty Inżynierskie*. nr 3/2009, s. 18-27.

[9] Machelski C.: Badanie mostowych konstrukcji gruntowo-powłokowych. *Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne*, Wrocław 2020.

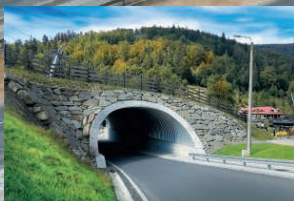
[10] Vaslestad J., Kunecki B., Johansen T.H.: Twenty one years pressure measurements on buried flexible steel structure. *Archives of Institute of Civil Engineering*. 2007, p. 233-244.

[11] Gwizdała K., Kowalski J. R.: *Prefabrykowane pale wbijane*. Wyd. Politechniki Gdańskiej, 2005.

REKLAMA

ViaCon

INNOVATIVE INFRASTRUCTURE



- Konstrukcje ze stalowych blach falistych
- Konstrukcje inżynierskie z żelbetonowych elementów prefabrykowanych
- Rury stalowe spiralnie karbowane
- Rury przepustowe z PP i HDPE
- System kanalizacji deszczowej i sanitarnej

- Ściany oporowe z gruntu zbrojonego
- Zbiorniki retencyjne
- Geosyntetyki
- Mosty kratowe
- Gabiony
- Płotki ochronno-naprowadzające dla płazów

ViaCon Polska Sp. z o.o., ul. Przemysłowa 6, 64-130 Rydzyna, tel.: +48 65 525 45 45 • office@viacon.pl • www.viacon.pl