

Pomiary geometryczne łapek sprężystych przytwierdzeń szyn kolejowych

Measurement of clips geometry for elements fastening rail to sleepers



Mirosław Guzik

Dr inż.

Wydział Transportu i Informatyki,
Wyższa Szkoła Ekonomii i
Innowacji w Lublinie

miroslaw.guzik@wsei.lublin.pl



Piotr Lesiak

Dr hab. inż., prof. nadzw. WSEI

Wydział Transportu i Informatyki,
Wyższa Szkoła Ekonomii i
Innowacji w Lublinie

piotr.lesiak@wsei.lublin.pl

Streszczenie: W artykule zaprezentowano i zinterpretowano wyniki pomiarów geometrycznych łapek sprężystych typu SB4, stosowanych w przytwierdzeniach szyn kolejowych. Pomiary wykonano zgodnie z wytycznymi opracowanymi przez PKP PLK S.A., jednak przy użyciu metody bezkontaktowej. Polega ona na zastosowaniu optycznego skanera 3D oraz oprogramowania do kontroli jakości wymiarowej. Tym sposobem dokonano zautomatyzowanego i dokładnego sprawdzenia wszystkich wymiarów tolerowanych, ujętych w dokumentacji rysunkowej łapki SB4. Wykazano, że niektóre wymiary znacząco odbiegają od nominalnych, wskutek czego geometria rzeczywistych łapek jest częściowo uproszczona. Perspektywę dalszych prac autorzy dostrzegają w znaczącym zwiększeniu populacji badanych łapek, jak i obserwacji zmian ich geometrii w warunkach eksploatacyjnych.

Słowa kluczowe: Tor kolejowy; Przytwierdzenia szyn; Skanowanie 3D

Abstract: Measuring results of SB4 clips geometry that are used to fasten rails to sleepers have been presented in this paper. The measurements were carried out in compliance with suggestions presented by PKP PLK S.A., with the use of contactless method. This method uses 3D optical scanner along with dedicated software to precisely measure the geometry of the clip. It allowed authors to check if all dimensions of the clip whose parameters are specified in its data sheet are within tolerance limits. It turns out that some dimensions significantly differ from their nominal values. It results from the fact that the geometry of real clips is partially simplified. In the future, authors are going to increase the population of examined clips and the period of observation of the change of their dimensions

Keywords: Railway track; Rail fastening; 3D scanning

Wprowadzenie

Przytwierdzenia szyn do podkładów powinny zapewnić utrzymanie stałej szerokości toru i poprzeczne nachylenie szyn, a w przypadku podkładów betonowych, odizolować je od szyny. Ważnym zadaniem przytwierdzeń jest też tłumienie drgań wzbudzanych przez przemieszczające się po torze pojazdy szynowe.

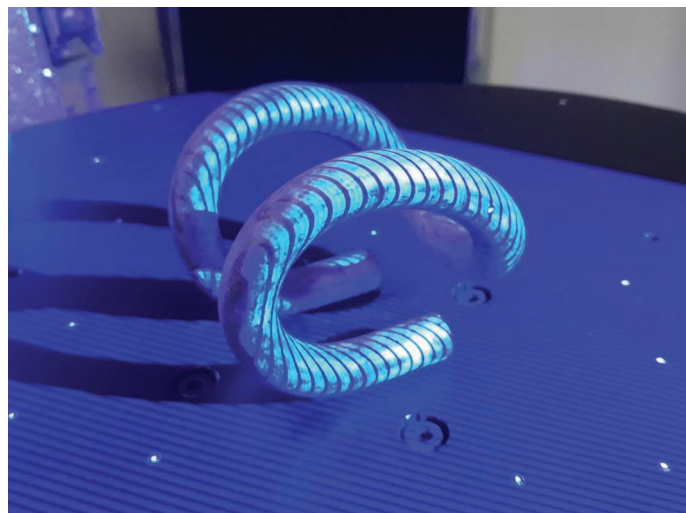
Różne doświadczenia eksploatacyjne zarządów kolejowych przekładają się na znaczną różnorodność typów przytwierdzeń, służących do mocowania szyn do podkładów kolejowych [2, 11]. Jednak obecnie coraz powszechniej stosowane są przytwierdzenia typu sprężystego, co wiąże się z wprowadzaniem większych prędkości ruchu pociągów, łącznie z Kole-

jami Dużych Prędkości. PKP PLK S.A. powszechnie wykorzystuje na swoich modernizowanych liniach kolejowych przytwierdzenia sprężyste. W latach 1981-2005 produkowane i stosowane w torze były wyłącznie łapki SB3. Aktualnie podstawową odmianę stanowią łapki typu SB [4], wykonane zgodnie z normą europejską [7]. Ich liczne zalety eksploatacyjne potwierdziły krajowe badania. Coraz powszechniejsze są również ich kolejne mutacje SB7 i SB8 [1, 6 i 7]. Szczególnie wyczerpujące informacje zawiera publikacja [7], gdzie wyznaczono zarówno parametry wibracji, hałasu, jak i rozkładu naprężenia w łapkach typu SB.

Przytwierdzenia sprężyste różnych typów, znalazły również odbiorców w zarządach kolejowych innych państw, gdzie również prowadzono ich rozle-

głe tematycznie badania, jak np. mechaniczne testy laboratoryjne [8, 9 i 12], w tym badania zmęczeniowe [10] oraz badania eksploatacyjne hałasu i wibracji [5, 14]. Modelowano także rozkład naprężenia w łapkach metodą elementów skończonych [13] oraz odkształceń geometrycznych i wibracji, poparte eksploatacyjnymi badaniami w torze [17].

Obszarem zainteresowań autorów artykułu były laboratoryjne pomiary geometrii łapek sprężystych SB4, wykonane optycznym skanerem 3D, znajdującym się na wyposażeniu Wydziału Transportu i Informatyki Wyższej Szkoły Ekonomii i Innowacji w Lublinie. Wypełniają one istotną lukę względem wytycznych dotyczących kontroli wymiarów geometrycznych określonych w dokumencie PKP PLK



1. Głowica skanera 3D GOM Atos Triple III (a), łapka SB4 podczas skanowania (b)

S.A. pt. "Warunki techniczne wykonania i odbioru łapek sprężystych i sprężyn przytwierdzających szyny do podkładów i podrozezdnic" NR WTWiO - ILK3D-5183-5/2007E.P [4].

Metoda badań

Zastosowanie bezpośrednich metod pomiarowych w przypadku elementów powstałych z przestrzennego gięcia grubego drutu jest problematyczne, co może przekładać się na niewystarczającą dokładność pomiaru. W przytoczonym dokumencie PKP PLK S.A. [4], znajduje się wzór protokołu niepełnego badania łapek danego typu, który dotyczy jedynie kilku tolerowanych wymiarów liniowych. Natomiast promienie gięcia drutu w przestrzenne i styczne łuki również są wymiarami tolerowanymi, które nie zostały uwzględnione w protokole niepełnych badań, prawdopodobnie z powodu trudności wykonania takiego pomiaru.

Wstępny charakter badań, ograniczył testy łapek SB4 do czterech egzemplarzy, bez historii ich eksploatacji. Do realizacji tego zadania pomiarowego wykorzystano optyczny skaner 3D GOM Atos Triple III (rys. 1a) z odpowiednio dobranymi parametrami

systemu pomiarowego (tab. 1) oraz oprogramowanie do kontroli jakości wymiarowej GOM Inspect [15, 16]. Tym sposobem możliwe było przeprowadzenie kompleksowego sprawdzenia z wysoką dokładnością wszystkich istotnych wymiarów badanych łapek.

Głowica zastosowanego skanera składa się z dwóch kamer cyfrowych oraz projektora. System pomiarowy bazuje na metodzie światła strukturalnego, która polega na projekcji prążków światła i jednoczesnym rejestrowaniu ich przez kamery CCD, działające na zasadzie techniki stereoskopowej. System umożliwia zdefiniowanie kilku czasów ekspozycji kamer, zależnie od oświetlenia otoczenia i właściwości powierzchni skanowanego detalu.

Pokryta ciemną farbą łapka sprężysta jest obiektem trudnym do skanowania (rys. 1b). W takim przypadku na powierzchnię detalu powinien być nanoszony specjalny środek antyrefleksyjny lub matowa farba w jasnym kolorze. Ma to na celu poprawę jakości obrazu emitowanego przez projektor skanera przez zmniejszenie pochłaniania światła na powierzchni detalu. Jednak dążąc do optymalizacji procesu pod dłuższe serie pomiarowe, dołożono starań, aby uniknąć tego problematycznego etapu. Zastosowane rozwiązanie polegało na doborze dwóch, odpowiednio wydłużonych czasów ekspozycji, które zapewniły w tych trudnych warunkach zaskakują-

co dobre efekty skanowania (rys. 2a). Docelowym produktem skanowania jest siatka trójkątów, która stanowiąc trójwymiarową strukturę, przybliża elementarne powierzchnie rzeczywistego obiektu elementarnymi płaszczyznami (rys. 2b).

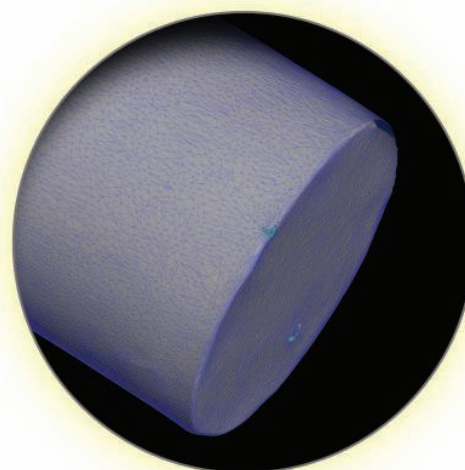
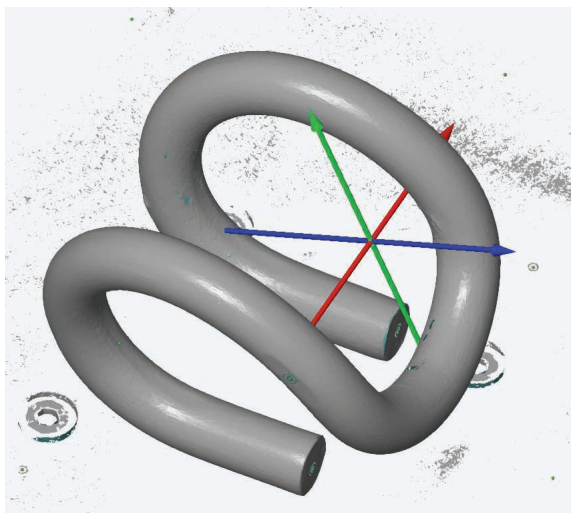
Do skanowania zastosowano również napędzany stolik obrotowy, umożliwiający częściową automatyzację procesu. Skanowanie każdej łapki przebiegało w dwóch seriach – w pierwszej kolejności łapka była skanowana dookoła w sześciu slajdach w jej naturalnym położeniu, a następnie w czterech slajdach po odwróceniu spodem do góry. Serie były łączone przy użyciu czterech markerów referencyjnych (zielone punkty na rys. 2b). Opisana procedura umożliwia efektywne skanowanie również w dłuższych seriach pomiarowych.

W celu przeprowadzenia odpowiedniej analizy porównawczej, konieczne było odtworzenie referencyjnego modelu CAD łapki SB4 na podstawie technicznej dokumentacji rysunkowej [4], względem naniesionych wymiarów nominalnych. W tym celu zostało wykorzystane oprogramowanie Solid Edge ST [3]. Przedstawiony rysunek konstrukcyjny (rys. 3) sporządzono na podstawie odtworzonego modelu CAD łapki SB4, przy zachowaniu pełnej zgodności z dokumentacją techniczną.

Pomiary geometryczne, wykonywane w oprogramowaniu służącym do

Tab. 1. Parametry zastosowanego systemu pomiarowego

Rozdzielczość kamer	2 x 8 MPx
Obszar pomiarowy	320 x 240 mm
Odległość punktów w chmurze	0,02 – 0,03 mm



2. Obraz łapki sprężystej otrzymany w wyniku skanowania, utworzony z siatki trójkątów odwzorowującej jej powierzchnię - efekt próbnego skanowania (a), powiększony widok siatki trójkątów jednego z końców łapki (b)

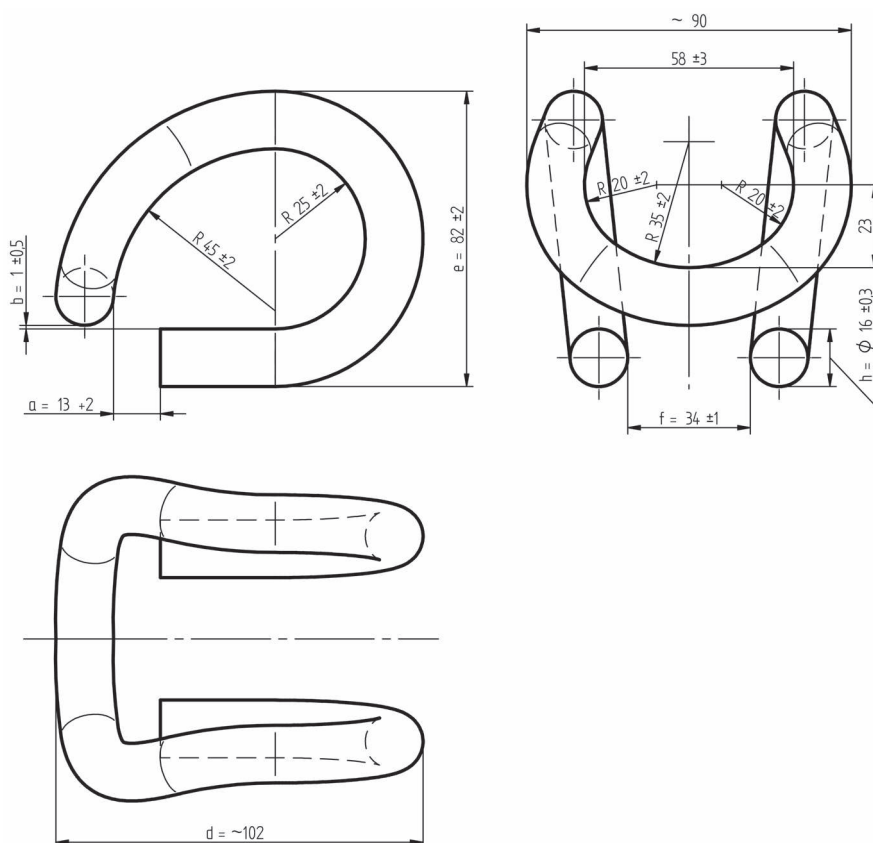
kontroli jakości wymiarowej, polegają na dopasowaniu prostych elementów geometrycznych do odpowiednich fragmentów skanu i budowaniu na ich podstawie odpowiednich konstrukcji w celu określenia rzeczywistych odchyłek wymiarów tolerowanych. Dopasowanie elementu odbywa się na podstawie obliczeń statystycznych i zawsze obarczone jest pewnym błędem, wynikającym z niejednoznaczności interpretacji przybliżanego

kształtu na podstawie punktów pomiarowych. Ten błąd zależy naturalnie od liczby zebranych punktów pomiarowych, względem których przybliżany jest dany kształt, lecz również od nieregularności rzeczywistego kształtu (np. rzeczywisty przekrój powinien być kołowy, a jest owalny z powodu odkształcenia plastycznego lub błędu wykonania). W celu dopasowania elementów geometrycznych stosowano metodę Gaussa, która jest standardo-

wa przy pomiarach numerycznych (np. przy użyciu współrzędniowych maszyn pomiarowych).

Szczególnie istotną kwestią pod względem interpretacji otrzymanych wyników pomiaru jest zastosowany sposób bazowania siatki trójkątów otrzymanej jako wynik skanowania opisującej geometrię rzeczywistego obiektu, względem referencyjnego modelu CAD, stanowiącego nominalną i zorientowaną geometrię w przypisanym układzie współrzędnych. W wytycznych PKP PLK S.A. [4] dotyczących pomiarów bezpośrednich, nie zaznaczono baz pomiarowych. Konieczny był zatem taki dobór wyrównania porównywanych modeli, który odbiera im wszystkie stopnie swobody i jednocześnie najlepiej odpowiada pomiarom bezpośrednim najważniejszych wymiarów tolerowanych. Zdecydowano, że takim bazowaniem (rys. 4) będzie najlepsze dopasowanie (ang. best-fit) obszaru prostych końców łapki, współpracujących z kotwą przytwierdzenia oraz dopasowanie przekroju czołowego łuku, współpracującego ze stopką szyny kolejowej.

Oprogramowanie GOM Inspect umożliwia zdefiniowanie kompletnego szablonu pomiarowego zawierającego niezbędne reguły umożliwiające odpowiednie bazowanie geometrii rzeczywistego obiektu względem nominalnego modelu, określenie rzeczywistych odchyłek oraz obliczenie



3. Rysunek konstrukcyjny łapek SB4, sporządzony na podst. odtworzonego modelu CAD

odchyłek wymiarów tolerowanych. Wyniki zestawiane są w formie graficznej i tabelarycznej w raporcie generowanym automatycznie na podstawie odpowiednio zdefiniowanego szablonu. Opracowany schemat pomiarowy, podobnie jak proces skanowania zapewnia wymaganą wydajność procesu kontroli, umożliwiając dalsze rozszerzanie zakresu badań.

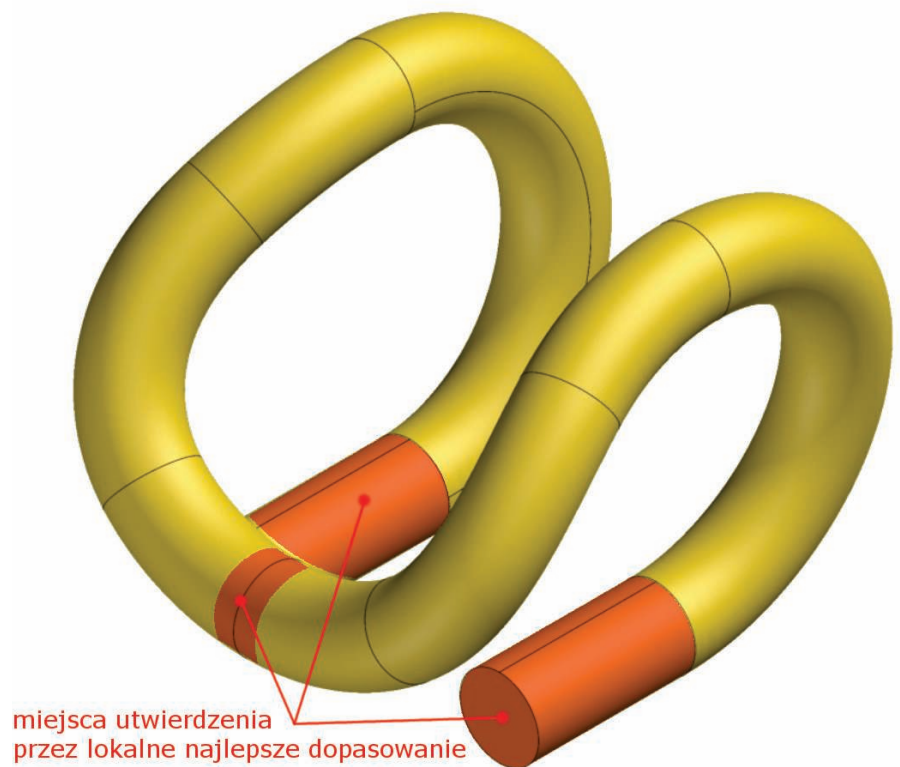
Wyniki badań

Celem przeprowadzonej kontroli jakości wymiarowej w zakresie opisywanych badań wstępnych, było wyciągnięcie wniosków dotyczących ogólnych cech produktu oraz sprecyzowanie kierunku i zakresu dalszych badań. Na tym etapie formułowanie wniosków na podstawie liczby dobrych i złych sztuk w mierzonej serii jest niemożliwe, ponieważ wymagałoby to rozszerzenia badań na odpowiednio liczną populację.

Wstępne porównanie widoków z przodu i z góry nominalnego modelu CAD z widokami otrzymanymi w wyniku skanowania siatek trójkątów rzeczywistych łapek (rys. 5), wskazuje na znaczne uproszczenia łuków w obszarze czołowym. W rzeczywistych łapkach nie występują dwa punkty przegięcia, które w modelu nominalnym znajdują się w miejscu przechodzenia łuku czołowego w łuki boczne. Natomiast widoki łapek z lewej i prawej strony są zbliżone do profilu referen-



5. Widoki z przodu i z góry – porównanie modelu CAD (z lewej) z siatką rzeczywistej łapki nr 1 (z prawej)



4. Zastosowany sposób bazowania porównywanych geometrii

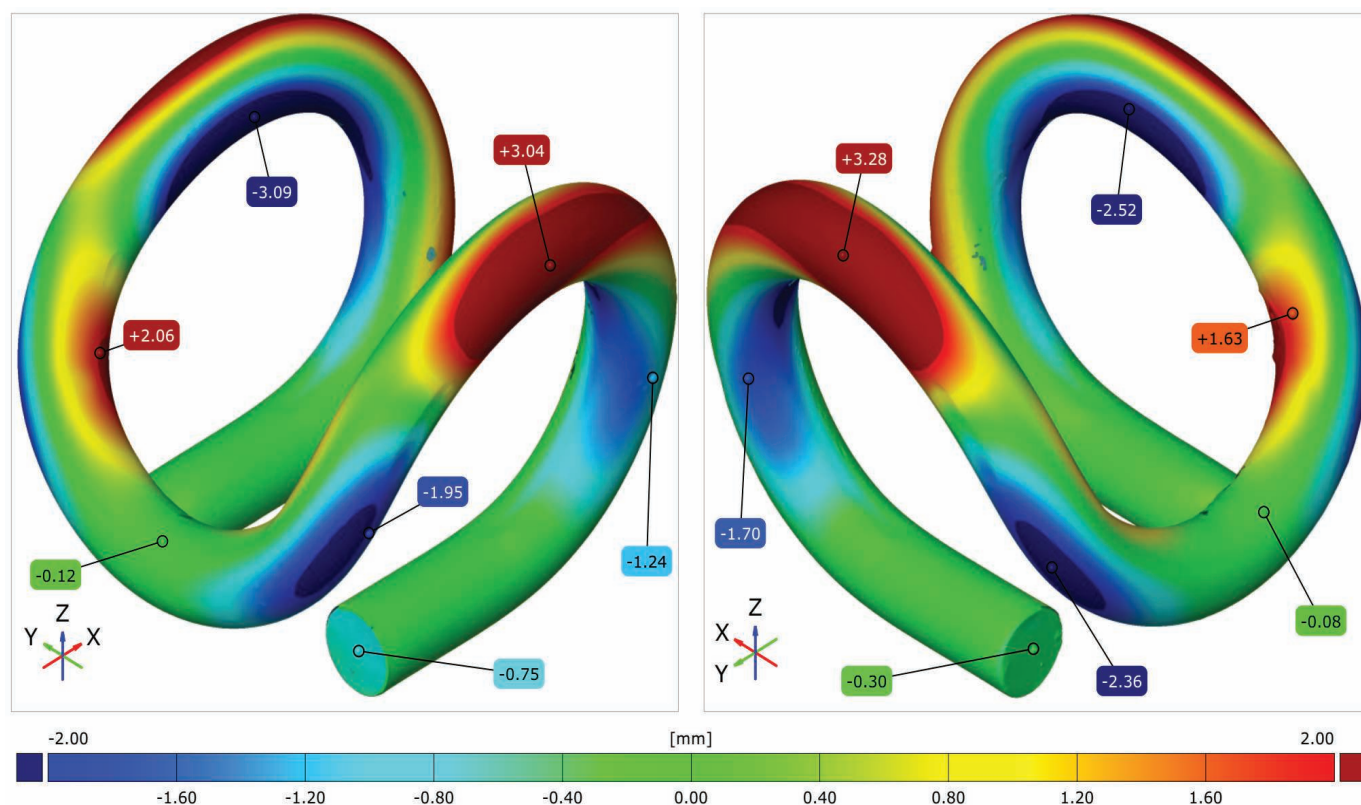
cyjnych widoków CAD i nie wykazują żadnych anomalii. Analogiczne spostrzeżenia dotyczą wszystkich czterech mierzonych łapek typu SB4.

Mapa odchyłek geometrycznych (rys. 6), wynikająca z porównania odpowiednio bazowanych siatek trójkątów rzeczywistych łapek względem nominalnego modelu CAD potwierdza powyższe spostrzeżenia. Największe odchyłki w przeciwnych kierunkach występują symetrycznie względem płaszczyzny pionowej w okolicy wierzchołków łuków, których kształt został uproszczony. Należy jednak zwrócić uwagę, że najważniejsze pod względem konstrukcyjnym i funkcjonalnym obszary końców łapek współpracujących z kotwą, jak również obszar czołowego łuku, współpracującego z podstawą szyny, znajdują się w zakresie minimalnych odchyłek. Wynika to z przyjętego względem tych obszarów bazowania, jak również z ich dobrej zbieżności geometrycznej względem modelu nominalnego.

Jak wspomniano w poprzednim podpunkcie, pomiar przestrzennie giętych łuków metodami bezpośrednimi jest dość trudny. Do tego do-

chodzi trudność w lokalizacji miejsc, w których jeden łuk przechodzi stycznie w drugi. Prawdopodobnie z tych względów wytyczne PKP PLK S.A. nie uwzględniają pomiaru tych łuków w protokole niepełnych badań, mimo zdefiniowania tych wymiarów jako tolerowane. Jednak przez zastosowanie proponowanej metody, elementy te mogą być mierzone równie skutecznie jak pozostałe.

Pomiar polega na dopasowaniu koła (rys. 7, 8) do wygenerowanego w odpowiednim widoku konturu łapki, przy czym długość dopasowywanego łuku jest wyznaczona na podstawie odpowiednich obszarów modelu CAD, w którym miejsca styczności łuków oraz punkty przegięcia są ściśle określone. Mimo to, w obszarze bocznych łuków o nominalnym promieniu 20 mm (rys. 7) kształt łapek na tyle znacznie odbiega od nominalnego, że w przypadku niektórych pomiarów wynik jest niemiernodajny ze względu na nieudane dopasowanie. W przypadku tych łuków R20 tolerowanych w zakresie ± 2 mm, odchyłka wynosi najczęściej ok. +14 mm (tab. 2), co można tłumaczyć jedynie celową



6. Mapa odchyłek skanowanej łapki nr 1 względem nominalnego kształtu

zmianą kształtu przez producenta, wynikającą prawdopodobnie z przyczyn technologicznych. Dokumentacji PLK nie odpowiada również czołowy łuk o promieniu nominalnym 35 mm, tolerowany w zakresie ± 2 mm, którego rzeczywiste wymiary w przypadku wszystkich zmierzonych łapek są mniejsze średnio o 5 mm.

Wyniki pomiarów kolejnych łuków, widocznych w profilu z lewej (L) lub prawej (P) (rys. 8) zestawiono w tabeli 3. Wszystkie wymiary mieszczą się w zakresie tolerancji, jednak zauważalna jest pewna regularność poszczególnych odchyłek. Łuki R25 wykonane są z odchyłką ok. +1 mm z lewej strony i ok. +0,9 mm z prawej. Natomiast odchyłki łuków R45 są ujemne i po obu stronach wynoszą średnio -0,8 mm.

Wymiary objęte w dokumencie PKP PLK S.A. [4] protokołem niepełnych badań są zdefiniowane odpowiednio literami a, b, e, f (rys. 3, 7, 8). Wyniki ich pomiarów zestawiono w tabeli 4. Litera L lub P oznaczają wymiar danej długości, odnoszący się odpowiednio do widoku z lewej lub prawej strony. Pomiar tych długości ogólnie wskazuje

na zachowanie kontrolowanych przez PKP PLK wymiarów konstrukcyjnych. Jedynie łapka numer 3 wykazuje większe odchyłki, których analiza świadczy o tym, że jest nieznacznie rozgięta (zwiększona wartość wymiarów pionowych e oraz b).

W tabeli 5 zestawiono natomiast rzeczywiste odchyłki pozostałych tolerowanych długości, względem których nie stwierdzono jednak większych niezgodności. Można jednak zauważyć wyraźną regularność rozmieszczenia odchyłek. Natomiast analizując niewielkie odchyłki od nominalnej średnicy drutu, z których wszystkie są dodatnie, należy uwzględnić grubość pokrycia antykorozyjnego w postaci czarnej farby.

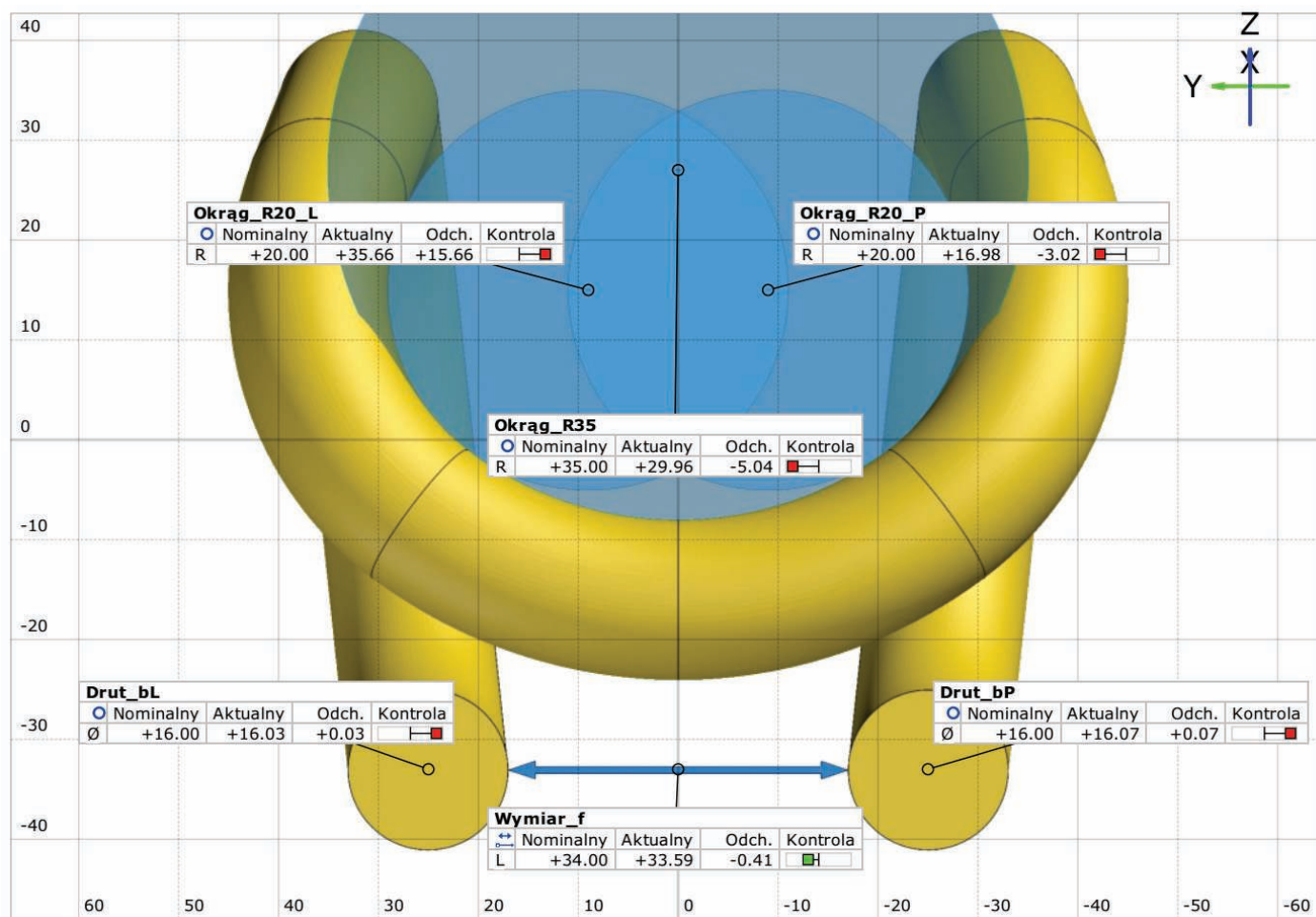
Wnioski i kierunki dalszych prac

Proponowana metoda pomiarów bezkontaktowych, polegająca na wykorzystaniu odpowiedniego optycznego skanera 3D oraz oprogramowania do kontroli jakości wymiarowej, doskonale nadaje się do pomiarów takich elementów jak łapki sprężyste

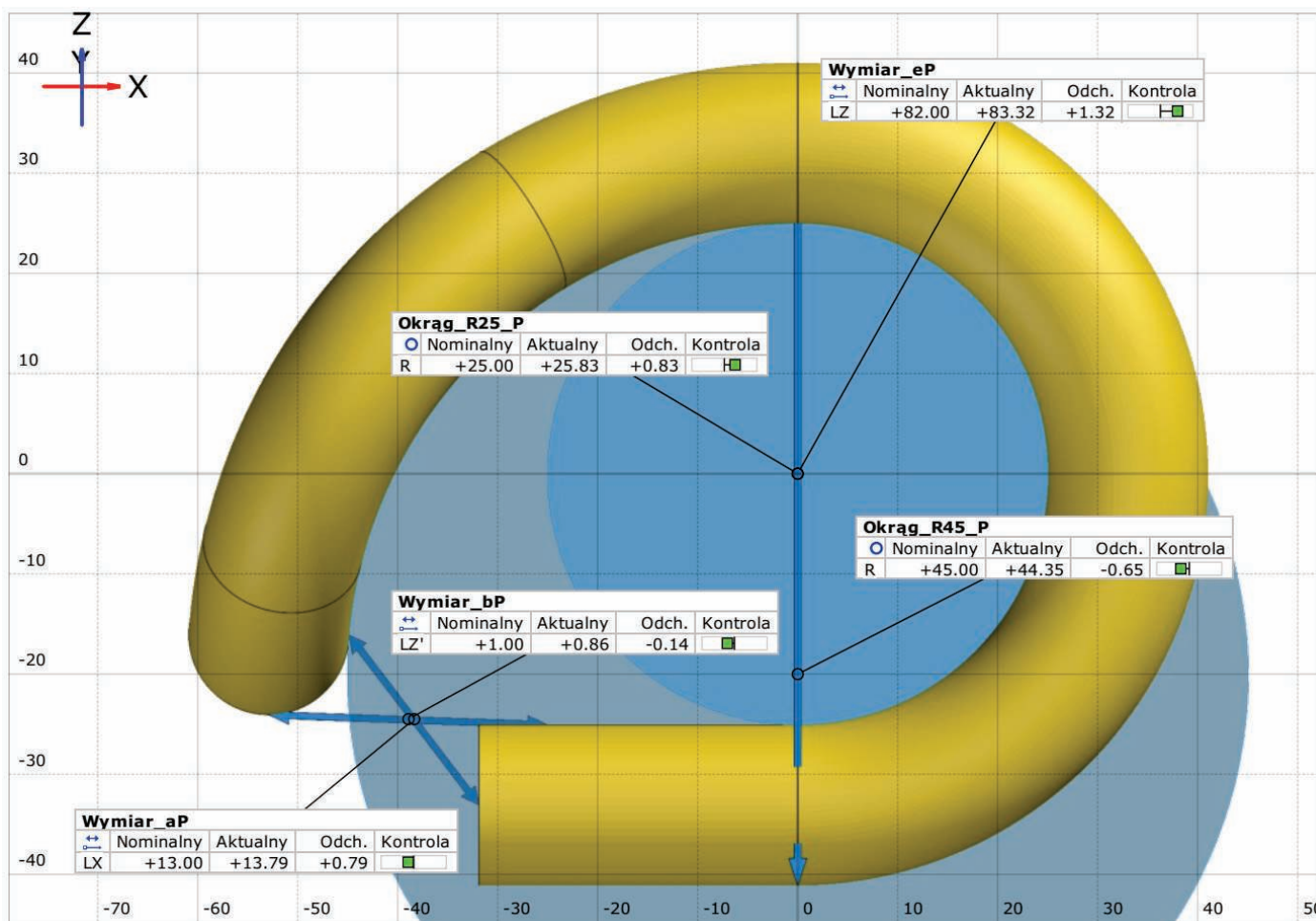
różnych typów, stosowane w potwierdzeniach kolejowych. Użycie metod kontaktowych w przypadku tego rodzaju elementów jest dość problematyczne lub praktycznie niemożliwe, jak w przypadku pomiaru promieni gięcia drutu w przestrzenne i styczne łuki. Opracowana, częściowo zautomatyzowana procedura skanowania wraz z obróbką wyników, umożliwia skuteczne i efektywne pomiary wszystkich wymiarów zdefiniowanych w dokumentacji technicznej. Ma ona zastosowanie również dla większych serii łapek sprężystych, co sprzyja rozszerzeniu zakresu dalszych badań.

Przeprowadzone badania wykazują, że wymiary podlegające kontroli na podstawie protokołu niepełnego badania, określonego w dokumentacji PKP PLK S.A. [4] są w większości zachowane. Także promienie łuków odnoszące się do profilu łapki mieszczą się w dopuszczalnym polu tolerancji.

Niezgodne są natomiast promienie łuków występujących w obszarze czołowym łapek, których kształt został w pewnym stopniu uproszczony względem geometrii określonej w



7. Sprawdzane wymiary łapki nr 1 przedstawione w widoku z przodu



8. Sprawdzane wymiary łapki nr 1 przedstawione w widoku z prawej strony

Tab. 2. Zestawienie odchyłek (mm) zmierzonych promieni łuków w obszarze czołowym (nie objętych badaniem wg wytycznych PKP PLK S.A.)

Numer łapki	Łuk R35, tol. ± 2 mm	Łuk R20L, tol. ± 2 mm	Łuk R20P, tol. ± 2 mm
1	-5,04	+15,66	-3,02
2	-5,10	+13,38	+13,30
3	-5,09	+6,78	+14,38
4	-5,04	+14,51	+32,77

Tab. 3. Zestawienie odchyłek (mm) zmierzonych promieni łuków profilu łapki (nie objętych badaniem wg wytycznych PKP PLK S.A.)

Numer łapki	Łuk R25L, tol. ± 2 mm	Łuk R25P, tol. ± 2 mm	Łuk R45L, tol. ± 2 mm	Łuk R45P, tol. ± 2 mm
1	+0,90	+0,83	-0,59	-0,65
2	+0,92	+0,92	-0,79	-1,04
3	+1,26	+0,95	-0,98	-0,82
4	+1,04	+0,80	-1,00	-0,82

Tab. 4. Zestawienie odchyłek zmierzonych długości, określonych w protokole niepełnych badań wg wytycznych PKP PLK S.A.

Numer łapki	Wymiar aL = 13, tol. ± 2 mm	Wymiar aP = 13, tol. ± 2 mm	Wymiar bL = 1, tol. $\pm 0,5$ mm	Wymiar bP = 1, tol. $\pm 0,5$ mm	Wymiar eL = 82, tol. ± 2 mm	Wymiar eP = 82, tol. ± 2 mm	Wymiar f = 34, tol. ± 1 mm
1	+0,35	+0,79	-0,14	-0,14	+1,61	+1,32	-0,41
2	+0,86	+1,25	-0,01	+0,45	+1,71	+2,06	-0,39
3	+1,76	+1,31	+0,94	+0,78	+2,71	+1,82	-0,12
4	+0,48	+1,62	+0,04	+0,44	+1,93	+1,57	-0,48

Tab. 5. Zestawienie pozostałych wymiarów (nie objętych niepełnym badaniem według wytycznych PKP PLK S.A.)

Numer łapki	Różnica długości końców 0 ± 2 mm	Szerokość całkowita 90 ± 2 mm	Średnica lewego końca $\Phi 16 \pm 0,3$ mm	Średnica prawego końca $\Phi 16 \pm 0,3$ mm
1	+0,44	-1,81	+0,03	+0,07
2	+0,38	-1,79	+0,05	+0,06
3	+0,45	-1,74	+0,09	+0,04
4	+1,14	-1,93	+0,04	+0,06

dokumentacji technicznej. Charakter i wielkość tych niezgodności pozwalają przypuszczać, iż nie są one przypadkowe, lecz wynikają z celowych zmian producenta, polegających na uproszczeniu konstrukcji z przyczyn technologicznych. Jednak znaczące różnice wersji zgodnej z geometrią nominalną a wersji zgodnej z geometrią rzeczywistą łapek typu SB4 nie są dotychczas uwzględniane w literaturze i mogą mieć wpływ na wyniki badań wielu autorów w takich obszarach mechaniki jak wytrzymałość, zmęczenie materiału i wibracje. Stwierdzona niezgodność geometryczna, polegająca na uproszczeniu łuków w obszarze czołowym łapki aż do likwidacji dwóch punktów przebiegu na styku łuków,

może mieć wpływ na usztywnienie lub zmniejszenie sprężystości rzeczywistej struktury łapki względem założeń konstrukcyjnych. Dlatego autorzy uważają za zasadne kontynuowanie badań w zakresie wpływu tej niezgodności na właściwości mechaniczne i w konsekwencji na geometrię, dynamikę i stabilność toru kolejowego.

Za celowe można uznać także przeprowadzenie analogicznych badań dla zbliżonych pod względem konstrukcyjnym łapek sprężystych typu SB7, które obecnie są zamiennie stosowane na modernizowanych odcinkach linii kolejowych.

Perspektywiczne badania geometrii znaczącej populacji jednego z typów łapek, pozwoliłyby na metrologiczną

analizę niepewności pomiaru. Ponadto celem dalszych badań autorów jest obserwacja eksploatacyjna określonej serii łapek, na szlaku o znanym obciążeniu przewozami, celem porównania ich odchyłek geometrycznych, przed i po okresie obecności w torze kolejowym. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Chudyba Ł.: Sprężyste systemy przytwierdzeń do podkładów strunobetonowych – porównanie cech eksploatacyjnych systemów przytwierdzeń SB oraz W14. Przegląd Komunikacyjny 11/2017, s. 27-32.
- [2] Grulkowski S., Kędra Z., Koc W., Nowakowski M.J.: Drogi szynowe. Wyd. Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2013.
- [3] <https://solidedge.siemens.com/en/solutions/users/designers-and-engineers>, (dostęp 24.09.2018)
- [4] Id-109. Warunki techniczne wykonania i odbioru łapek sprężystych i sprężyn przytwierdzających szyny do podkładów i podrozdzielnic. PKP PLK S.A, Warszawa 2010.
- [5] Lakuši S., Haladin I., Ahac M.: The effect of rail fastening system modifications on tram traffic noise and vibration. Hindawi Publishing Corporation, Shock and Vibration, Article ID 4671302, Vol. 2016, p. 15. <https://www.hindawi.com/journals/sv/2016/4671302/> (dostęp 24.09.2018).
- [6] Lipko C.: Systemy przytwierdzeń sprężystych – przegląd, wymagania, badania. Infraszyn 2009. Wydawnictwo Naukowe ITE-PIB Radom 2009, s.216-240.
- [7] Oczykowski A.: Badania i rozwój przytwierdzenia sprężystego SB. Problemy Kolejnictwa, Zeszyt 150, tom 54, 2010, s.121-156.
- [8] Papp H., Liegner N.: Study of longi-

tudinal restraint of rail fastenings. Conference Young Scientist, January 2017, p.5

- [9] Romero M.J.G., Edwards J.R., Barkan Ch.P.L., Wilson B., Mediavilla J.: Advancements in fastening system design for North American concrete crossties in heavy-haul service. AREMA 2010 Annual Conference & Exposition, 2010, p.24.
- [10] Sadeghi J., Fesharaki M., Khajeh-dezfuly A.: Influences of train speed and axle loads on life cycle of rail fastening clips. Transactions of the Canadian Society for Mechanical Engineering, Vol. 39, No. 1, 2015, p. 11.
- [11] Towpik K.: Infrastruktura transportu szynowego. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2017.
- [12] Vilotijević M., Popović Z., Lazarević L.: Performance requirements for rail fastening systems on European railway network. XVII International Scientific-expert Conference on Railways RAILCON '16. Serbia, Niš, October 13-14, 2016, pp. 137-140.
- [13] Walino H. K. : Fatigue analysis of the rail fastening E-Clamp on AA-LRT. A thesis submitted to the School of Mechanical & Industrial Railway Stream. Addis Ababa University 2016, p.82.
- [14] Wei J., Liu Ch., Ren T., Liu H., Zhou W.: Online condition monitoring of a rail fastening system on high-speed railways based on wavelet packet analysis. Sensors 2017, 17, 318, pp.2-12.
- [15] www.gom.com/pl/oprogramowania-3d/gom-inspect.html, (dostęp 24.09.2018)
- [16] www.gom.com/pl/systemy-pomiarowe/atos/atos-triple-scan.html, (dostęp 24.09.2018)
- [17] Xiao H., Wang Jia-Bin, Zhang Yan-Rong : The fractures of e-type fastening clips used in the subway: Theory and experiment. Elsevier, Engineering Failure Analysis 81, 2017, pp. 57–68.

Autostrada A1 w Częstochowie.

Konflikt firmy Salini i GDDKiA.

Wydłużenie terminu, wiadukty i

odcinek Rzęsawa – Blachownia

BR, Dziennik Zachodni, 5.02.2019

Budowa A1: Dwa wiadukty WD-362 i WD-361 w ramach nowego odcinka autostrady nie zostaną rozebrane. Ale wykonawca, Salini żąda od GDDKiA 72 milionów zł odszkodowania i przedłużenia prac o 475 dni. Firma Salini, budująca autostradę A1 pod Częstochową, przedstawiła gigantyczne roszczenia wobec GDDKiA. Salini chce przedłużenia prac o 475 dni (...). W czerwcu 2018 roku GDDKiA poinformowała o negatywnych wynikach badań laboratoryjnych ustrojów nośnych (plyt) wiadukto- w WD-362 i WD-361 na jezdni prawej. W sierpniu nawet zapadła decyzja o konieczności rozebrania wiaduktów, przygotowany był harmonogram ich rozbiórki, ale we wrześniu tę decyzję wstrzymano. Zlecono dodatkowe ekspertyzy, bo wykonawca odcinka, Salini Polska, nie zgadzało się z opinią GDDKiA i przedstawiało własne wyniki badań, z których wynikało, że do budowy wykorzystano beton odpowiedniej jakości (...).

Rekordowy rok pod względem

kolejowych przewozów pasażerskich w

Polsce i województwie łódzkim

Marcin Bereszczyński, Dziennik Łódzki, 11.02.2019

Pierwszy raz od 16 lat kolej przewiozła powyżej 310 mln pasażerów w ciągu roku. Najlepszy wynik odnotowało PKP Intercity. Przewoźnik przewiózł o 3,2 mln pasażerów więcej niż w 2017 r. Wśród przewoźników regionalnych największe wzrosty zanotowały Koleje Wielkopolskie (o ponad 2,6 mln), Koleje Dolnośląskie (o 2,3 mln) i Łódzka Kolej Aglomeracyjna (o prawie 0,9 mln). - Za nami kolejny rok rekordów na kolei. Po analizie podstawowych danych przewozowych widać, że kolej w Polsce rozwija się dynamicznie. Polskimi pociągami przewieziono jeszcze większą liczbę pasażerów i towarów niż w 2017 roku, który również był rekordowy - poinformował Ignacy Góra, prezes Urzędu Transportu Kolejowego (...).

Sławków: za 35 mln zł wyremontują

peron stacji PKP i całą infrastrukturę

kolejową

PAS, mat. prasowe, Dziennik Zachodni, 26.02.2019

Stacja Sławków w Zagłębiu Dąbrowskim będzie dla podróżnych wygodniejsza i bardziej funkcjonalna. Lepszy dostęp dla osób o ograniczonej mobilności zapewnią pochylnie. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. podpisały za 35 mln zł umowę na projekt i przebudowę stacji. Na prace na odcinku Sosnowiec Główny - Sławków przeznaczono od 2016 roku ponad 120 mln zł (...). Przebudowa stacji Sławków położonej na linii Sosnowiec Główny - Tunel podniesie komfort obsługi podróżnych oraz zapewni sprawny przewóz towarów. Wpły- nie to pozytywnie na wzrost konkurencyjności transportu kolejowego. Peron wyspowy zostanie zastąpiony przez dwa jednokrawędziowe wyższe perony, które będą dostosowane do obsługi osób

o ograniczonej możliwości poruszania się i ułatwić podróżnym wsiadanie i wysiadanie z pociągów. Będą lepiej oświetlone i wyposażone w nowe ławki i oznakowania (...).

Nowy gracz na trójmiejskim rynku

carsharingu. Firma z Gdyni wprowadza

200 aut

Piotr Kallalas, Dziennik Bałtycki, 26.02.2019

Dobra wiadomość dla wszystkich użytkowników carsharingu. Właśnie pojawił się nowy operator, których chce docelowo wprowadzić do trójmiejskiego systemu nawet 500 aut. Od 18 lutego mieszkańcy Trójmiasta mogą korzystać z kolejnej floty samochodów włączonych do sieci carsharingu. Gdyńska firma MiiMove jest nowym operatorem powiązanym z Serwisem Haller, który dostarczył na razie 200 pojazdów (...). Co ciekawe wszystkie samochody, a konkretnie modele Opel Astra, są wyposażone w automatyczną skrzynię biegów. Ważne, że auta posiadają zestaw do ładowania telefonów komórkowych. System nie przewiduje bowiem kluczyków samochodowych. Dostanie się do pojazdu i uruchomienie silnika odbywa się za pomocą aplikacji telefonicznej, która działa z systemem operacyjnym Android i iOS (...).

Droga wojewódzka nr 975 zostanie

rozbudowana dzięki unijnym dotacjom

Grzegorz Skowron, Gazeta Krakowska, 6.03.2019

Do lutego 2021 roku potrwa modernizacja drogi Paleśnica – Bartkowa Posadowa – Dąbrowa. Decyzję w tej sprawie podjął Zarząd Województwa Małopolskiego. Całkowity koszt zadania oszacowano na kwotę 45,17 mln zł, a czego dofinansowanie z Regionalnego Programu Operacyjnego (unijna dotacja) wyniesie 38,4 mln zł. Gruntowna przebudowa obejmie prawie osiem kilometrów drogi. Wybudowane zostaną dwie przeprawy przez potoki, pobocza, ścieżki rowerowe, chodniki i zatoki autobusowe wraz z peronami. Wzmocnione i zabezpieczone będą skarpy oraz mury oporowe (...).

Chełm: Podpisane umowy na

przygotowanie koncepcji drogi

ekspresowej S12 Piaski – Dorohusk

Jolanta Masiewicz, Kurier Lubelski, 4.03.2019

Lubelski oddział Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad podpisał we wtorek umowy na opracowanie koncepcji programowej dla dwóch odcinków drogi ekspresowej S12 w okolicy Chełma. Te zadania realizować będzie firma TPF z Warszawy, która złożyła najtańsze oferty (...). Opracowanie koncepcji programowej zostało podzielone na dwie części obejmujące trzy odcinki realizacyjne. Pierwsze zadanie realizowane będzie od końca obwodnicy Piask do węzła Dorohucz (długość ok. 12,9 km) oraz pomiędzy węzłami Dorohucz i Chełm Zachód (ok. 21,7 km). Drugie zadanie obejmie odcinek od węzła Chełm Wschód do Dorohuska (ok. 23 km) (...). Koncepcje programowe dla odcinka S12 Piaski – Dorohusk będą kosztowały 12,77 mln zł.