

## ZRÓWNOWAŻONE ZIELONE TOROWISKA TRAMWAJOWE

---

**Igor Gisterek**

dr inż., Katedra Dróg, Mostów, Kolei i Lotnisk, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-270 Wrocław, email: igor.gisterek@pwr.edu.pl, tel.: 71 320 45 49

---

***Streszczenie.** Dział funkcjonujące zielone torowiska tramwajowe wymagają znacznych nakładów na etapie budowy, ale przede wszystkim utrzymania. W przeciwnym razie ich rola estetyczna oraz ekologiczna zostaje w znacznym stopniu ograniczona. W pracy przedstawiono podstawowe założenia dotyczące proponowanych konstrukcji, nasadzeń oraz planów utrzymania, które mają na celu poprawę odporności na niekorzystne warunki klimatyczne oraz zmniejszenie kosztów ponoszonych na pielęgnację, podlewanie i nawożenie roślinności. Wykazano zalety stosowania torowisk zielonych oraz wymieniono podstawowe gatunki roślin stosowanych do ich pokrycia. Osobnym, rozwijanym obecnie w kraju i zagranicą zagadnieniem jest dostosowanie klasycznych torowisk tłuczniowych do funkcji toru zielonego. W artykule zawarto również założenia dotyczące tego zagadnienia. Ponadto, w pracy zaproponowano szkic programu badań praktycznych, mających na celu optymalizację nakładów na wykonanie i utrzymanie torowisk zielonych, w konstrukcji dedykowanej i adaptowanej z tłuczniowej. Całość zakończono podsumowaniem oraz wnioskami.*

***Słowa kluczowe:** tramwaj, torowisko tramwajowe, tor zielony, ekologia, transport zbiorowy*

### 1. Wprowadzenie

Polskie prawodawstwo w zakresie projektowania i utrzymania dróg szynowych tramwajowych cechują dotkliwe braki i zapóźnienia. Najważniejszym dokumentem (z punktu widzenia tak zwanego „umocowania legislacyjnego”) regulującym obecnie projektowanie torów tramwajowych w Polsce jest „rozporządzenie drogowe” [1]. Niestety jest to dokument poświęcony głównie zasadom projektowania obiektów i budowli przeznaczonych dla pojazdów kołowych i pieszych. Na temat projektowania infrastruktury tramwajowej są tam zaledwie niecałe dwie strony, ponadto nie znajdziemy na nich informacji o projektowaniu torów w zakresie ich konstrukcji, brak jest też ilustracji obrazujących zasady projektowania.

Dlatego projektanci torów tramwajowych wykorzystują starsze - a przez to mniej aktualne, ale za to dużo bardziej kompletne, bo zawierające już ilustracje, dokumenty:

- „wytyczne tramwajowe” [2] z roku 1983 (95 stron),
- „tramwajową normę odbiorową” [3] z roku 1998 (7 stron),
- „tramwajową normę skrajniową” [4] z roku 1998 (11 stron) - co prawda wycofaną przez Polski Komitet Normalizacyjny z dniem 15.10.2015 r., ale

wciąż wykazywaną przez inwestorów w OPZ-tach czy SIWZ-ach dotyczących budowy lub remontów torów tramwajowych.

Nawet w wymienionych powyżej trzech dokumentach, nie wszystkie kwestie projektowania torów tramwajowych są uregulowane w wystarczającym zakresie. Siłą rzeczy, przepisy te nie mogą uwzględniać tak istotnych osiągnięć, ustaleń i wyników postępu technicznego ostatnich dziesięcioleci, jak obecność tramwajów wieloczlonowych, wagonów niskopodłogowych, technik wibroizolacji, zapewnienia autonomicznego dostępu do transportu osobom z niepełnosprawnościami i innych. Jedną z kwestii pominiętych jest zwiększanie udziału powierzchni biologicznie czynnych w obszarach zabudowanych przez sukcesywne wprowadzanie torowisk zielonych. Uwzględniając przedstawiony powyżej niedostatek w zakresie dokumentów dotyczących projektowania infrastruktury tramwajowej, niektóre polskie miasta posiadające sieci tramwajowe zdecydowały się na opracowanie własnych przepisów regulujących projektowanie torów tramwajowych. Niestety, jedynie Tramwaje Warszawskie pokusiły się w 2017 roku o opracowanie wielostronicowego, bogato ilustrowanego, osobnego dokumentu [5]. Pozostałe polskie miasta poprzestały na kilkunastu stronach, najczęściej jedynie tekstowych dokumentach - na zasadzie załączników do dokumentacji przetargowych na zadania projektowe albo budowlane, ogłaszanych przez instytucje zarządzające infrastrukturą albo nadzorujące procesy inwestycyjne. Przykładowo, wytyczne wrocławskiego Zarządu Dróg i Utrzymania Miasta z 2019 roku dotyczące zasad projektowania torowisk i rozjazdów tramwajowych mieszczą się na tylko czterech stronach.

Zdecydowanie bogatsze pod tym względem są doświadczenia i opracowania zagraniczne, jednakże odmienne niekiedy ramy prawne (przykładowo - w Szwajcarii tramwaje traktowane są jako specyficzny rodzaj kolei i omawiane w przepisach kolejowych AB-EBV [6], a nie drogowych, mogą prowadzić do powstania trudności interpretacyjnych. Tak nakreślony stan rzeczy, pomimo swoich oczywistych mankamentów nie przeszkadza projektantom w coraz szerszym stosowaniu konstrukcji torowisk zielonych, które można podzielić na dwie zasadnicze grupy: rozwiązania systemowe, oferowane przez poszczególne firmy oraz konstrukcje indywidualne.

## 2. Wybrane cechy torowisk zielonych

Pomimo ogólnego przekonania, że torowiska zielone są wytworem ostatnich dekad (przede wszystkim dlatego, że nie były rozpowszechnione w Polsce) relatywnie często można natrafić na wczesne realizacje, pochodzące jeszcze z przełomu wieków XIX i XX. Przykład takiego torowiska, zbudowanego przed 1900 w pasie rozdziału pomiędzy jezdniami Esplanade Street w Nowym Orleanie pokazano na rys. 1.



Rys. 1. Torowisko zielone w Esplanade Street, Nowy Orlean, 1900. [www.sborpy.com](http://www.sborpy.com), fragment

Co ciekawe, wiele torowisk tramwajowych pochodzących z okresu eksploatacji wagonów konnych oraz pierwszej generacji wozów elektrycznych wykazuje bliższe pokrewieństwo względem nowoczesnych rozwiązań z podłużnymi ławami betonowymi, niż wobec uważanego dziś za klasyczny toru na podsypce tłuczniowej. Powszechnym rozwiązaniem w owym czasie było umieszczanie szyn typu Demerbe lub niskich profili szynowych, zbliżonych kształtem do dzisiejszych szyn blokowych, zintegrowanych z podłużnymi belkami drewnianymi, zagłębionych w warstwie zagęszczonego kruszywa. Rozwiązaniem wprowadzanym wraz z początkami elektryfikacji było użycie szyn rowkowych, wtedy nazywanych szerokostopkowymi, ponownie na podbudowie z kruszywa [7]. W związku z tym, przez brak gęsto rozmieszczonych podkładów poprzecznych istniała możliwość zastosowania niemal dowolnego rodzaju wypełnienia pomiędzy tokami szynowymi, zaś przy trakcji konnej nawierzchnie gruntowe były wręcz zalecane. Ze względu na znacznie niższe niż obecnie naciski osiowe oraz prędkości jazdy, a także brak zmechanizowanego, wysokowydajnego sprzętu do robót torowych, podstawowe prace utrzymaniowe takie jak podbijanie toru prowadzone były nie w regularnych odstępach czasu, ale dopiero w momencie znacznego pogorszenia stanu toru. Do najpoważniejszych wad tych wczesnych konstrukcji torowisk należą: wysoka podatność elementów stalowych na korozję oraz niska izolacyjność elektryczna. Powyższe niedogodności doprowadziły do stopniowego wycofywania takich rodzajów torów w latach 20. i 30. XX wieku.



*Rys. 2. Torowisko zielone w ciągu Avinguda Diagonal, Barcelona, fot. wł. 2018*

Po trwającym od lat 30. do lat 80. ogólnym odwróceniu od systemów tramwajowych, masowej ich likwidacji oraz próbach przebudowy na odcinki całkowicie lub częściowo wydzielone (metro, premetro, tramwaj szybki) obserwuje się ponowne zainteresowanie konstrukcjami torowisk zielonych. Trend ten został zapoczątkowany w Niemczech, gdzie od lat 80. projektanci wprowadzali takie trasy m.in. w Berlinie, Bremie, Kassel, Dreźnie i innych miastach [8]. Równolegle, we Francji w końcu XX w., gdzie wraz z odbudową, czy ponownym wprowadzeniem tramwaju (Nantes 1985, Grenoble 1987, Paryż 1992, Strasburg 1994, Rouen 1994) postanowiono na szeroką skalę wdrożyć filozofię jednoczesnego podnoszenia jakości przyległej do trasy tramwajowej przestrzeni publicznej oraz zabudowy, tor zielony stał się istotnym orężem w arsenale środków technicznych, składających się na powszechnie podziwianą, nowoczesną infrastrukturę transportową [9].

Dzięki zastosowaniu nowych materiałów, w tym wibroizolacyjnych, torowiska pokryte roślinnością charakteryzują się bardzo niskim poziomem emisji drgań i hałasu do otoczenia. Poza wymienionymi, do kluczowych zalet ekologicznych zielonych torów należą m.in.:

- możliwość retencji do 50 – 70% wód opadowych [10],
- zdolność do obniżania temperatury otoczenia w upalne dni dzięki parowaniu,
- predyspozycja do wiązania zanieczyszczeń przenoszonych przez powietrze, pochodzących głównie z emisji niskiej oraz unosu wtórnego [11].

Przykład nowoczesnego torowiska zatrąwionego pokazano na rys. 2. Biorąc pod uwagę możliwe konfiguracje przestrzenne (humus do poziomu stopki szyny, do poziomu główki szyny, układ mieszany) w przedstawionym rozwiązaniu widoczna jest możliwie mała część szyny, bo jedynie powierzchnia toczna główki.

### 3. Dobór roślinności

Od samego początku rozwoju torowisk zielonych roślinność pokrywająca je musiała spełniać szereg wymagań i oczekiwań. Ze względu na charakterystyczne położenie w obszarze pomiędzy tokami szynowymi, przestrzeń wzrostu ograniczoną szynami z boków oraz podwoziem wagonów z góry, a także specyficzne podłoże, tylko wybrane gatunki roślin są w stanie funkcjonować, rosnąć i rozmnażać się w takich warunkach. Po latach doświadczeń prowadzonych w krajach Europy zachodniej, najbardziej rozpowszechnione stały się dwa typy porostu roślinnego: trawy oraz rośliny skalne. Do pierwszego rodzaju zalicza się odmiany odporne na niekorzystne warunki środowiskowe, jak życica trwała (*Lolium perenne*), kostrzewa owcza (*Festuca ovina*) i kostrzewa czerwona (*Festuca rubra*). Jedynie wyjątkowo, dla uzyskania szczególnego efektu wizualnego np. w postaci przylegających do siebie kulistych kępek, stosuje się kultury jednogatunkowe. Z reguły stosowane są mieszanki traw, podobnie jak ma to miejsce w trawnikach siewnych czy rozwijanych z rolki. W drugiej kategorii mieszczą się przede wszystkim rozchodniki (*Sedum floriferum*, *S. spurium*, *S. album*, *S. acre*, *S. reflexum*), tymianki (*Thymus serpyllum*), biedrzynek (*Pimpinella saxifraga*), goździk skalny (*Dianthus deltooides*) i inne [12]. Utrzymanie przez cały rok efektownego, schludnego wyglądu torowiska trawiastego, zwłaszcza w formie trawnika dywanowego, wymaga znacznych nakładów utrzymaniowych oraz przeprowadzania licznych, regularnych zabiegów pielęgnacyjnych, obejmujących skracanie (koszenie), podlewanie, nawożenie, aerację podłoża, wertykulację, wałowanie i tym podobne. Z tego powodu wydaje się, że w naszych warunkach klimatycznych, biorąc pod uwagę przede wszystkim wzrost temperatury średniej o blisko dwa stopnie w ciągu ostatnich 50 lat oraz nierównomierny rozkład opadów, występowanie trawników dywanowych będzie ograniczone jedynie do ciągów o reprezentacyjnym charakterze.

Szczególnie trudne warunki pogodowe lub okresowy brak możliwości przeprowadzenia pewnych zabiegów pielęgnacyjnych skutkują różnymi formami uszkodzenia lub zniszczenia roślinności pokrywającej torowisko. Do podstawowych zjawisk niepożądanych zalicza się:

- podsuszenie lub zaschnięcie roślin w wyniku niedostatku wody lub zasolenia,
- nierówny wzrost przez zbyt cienką warstwę podłoża, np. nad podkładami,
- rozwój mchu lub chwastów, zagłuszających rośliny pożądane,
- gnicie lub zamieranie roślin przez brak odpływu nadmiaru wody,
- uszkodzenia mechaniczne (rozjeżdżanie kołami, wydeptywanie),

- zamieranie roślin przez niedostateczny dostęp powietrza i/lub światła, np. spowodowany grubą warstwą nieuprzętniętych na czas opadłych liści drzew [8].

Wybrany przykład uszkodzenia roślinności w torowisku pokazano na rys. 3.



*Rys. 3. Torowisko trawiaste uszkodzone w wyniku przesuszenia i pożaru roślinności  
Źródło: fot. Lech Marcinczak / tmwarszawa.pl 2019, za: [www.transport-publiczny.pl](http://www.transport-publiczny.pl)*

Podobnie jak w przypadku pozostałych rodzajów torowisk, uszkodzenia wywołane czynnikami zewnętrznymi lub zaniedbaniami eksploatacyjnymi powodują konieczność poniesienia dodatkowych wydatków na odtworzenie szaty roślinnej, czasem też głębiej leżących warstw i elementów konstrukcji. W przeciwnym razie ograniczony lub całkowicie zniwelowany zostanie efekt estetyczny i środowiskowy.

#### 4. Propozycje dalszego rozwoju

W roku 2021 powołano na Politechnice Wrocławskiej Centrum Zrównoważonego Rozwoju i Ochrony Klimatu. Podstawowa działalność Centrum ma koncentrować się wokół zadań i projektów związanych działaniami proekologicznymi, obniżającymi zużycie energii czy poprawiającymi i usprawniającymi transport. Cele te mają być osiągnięte za pomocą rozmaitych środków i działań, wśród których zaproponowano m.in. zwiększenie produkcji energii odnawialnej na terenie kampusu uczelni, zachęty i rozwój infrastruktury dla bardziej ekologicznych form transportu czy zazielenianie powierzchni dachów płaskich.

Jako jeden z aspektów działalności Centrum wskazano prace rozwojowe nad upowszechnieniem stosowania torowisk zielonych, zarówno w zakresie konstrukcji dedykowanych, ale też z zaakcentowaniem adaptacji torów klasycznych, tj. nawierzchni podsypkowej. Prace te mają przebiegać w kilku równoległych kierunkach:

- a. Odpowiedniego doboru roślinności. Pożądane są rośliny o szczególnie niskich wymaganiach, bardzo wysokiej odporności na zmienne warunki środowiskowe, dedykowane do określonych lokalizacji (torowisko w pełni nasłonecznione, torowisko zacienione koronami drzew itp.) Wśród potencjalnie typowanych gatunków znajdują się rośliny wchodzące w skład łąk kwietnych, należące do rodzajów pospolitych, możliwie mało kosztownych w zakupie, przy tym spełniające szereg wymagań funkcjonalnych. Wymagania obejmują m.in. odpowiedni pokrój rośliny dorosłej (brak sztywnych gałęzi, igieł, kolców, preferowane formy zadarniające), właściwy kształt i wielkość systemu korzeniowego (pożądane systemy rozłogowe), zdolność do szybkiego gromadzenia wody opadowej i jednoczesna odporność na długotrwały jej niedobór i tym podobne. W efekcie oczekuje się zmniejszenia kosztów nabycia sadzonek lub materiału siewnego oraz istotnego ograniczenia nakładów utrzymaniowych i prac pielęgnacyjnych. Do typowanych na pokrycia powierzchniowe gatunków należą mniszek (*Taraxacum sp.*), ułudka wiosenna (*Omphalodes verna*), barwinek pospolity (*Vinca minor*) czy koniczyna drobnolistna (*Trifolium repens*) [12]. Dla uzyskania właściwego efektu estetycznego, zwłaszcza wydłużenia łącznego okresu kwitnienia, przewidywane jest użycie mieszanek gatunków. Dodatkowo, wybrane rośliny kwitnące mogą stanowić rezerwę pokarmu dla miejskich pszczoł, trzmieli i innych istotnych zapylaczy.
- b. Znaleźienia w drodze badań praktycznych, przez założenie poletek doświadczalnych, odpowiedniego sposobu ukorzeniania roślinności w okienkach międzypodkładowych torowiska klasycznego. Podstawowym założeniem tego działania jest niepogorszenie parametrów eksploatacyjnych, użytkowych oraz możliwości napraw i regulacji samego toru. W tym celu proponowane jest użycie membran separacyjnych, pionowych ekranów osłonowych lub przetestowanie porównawcze gotowych, systemowych rozwiązań dedykowanych.
- c. Znaleźienia w drodze badań praktycznych, przez założenie poletek doświadczalnych, sposobu pokrywania powierzchni między tokami szynowymi pędlami i liśćmi roślin, z pozostawieniem systemów korzeniowych oraz ewentualnych karłowatych pni na zewnątrz torowiska. Wstępnie wydaje się, że do tego celu mogą zostać użyte wybrane gatunki bluszczu, nie cechujące się silnymi przyrostami, np. bluszcz drobny (*Hedera helix*) czy irga rozestłana (*Cotoneaster procumbens*).

Poza wymienionymi powyżej cechami roślin, do spełnienia pozostaje jeszcze szereg wymagań szczegółowych, których dokładne wymienienie nie jest możliwe w niniejszym artykule. Dla przykładu, uszkodzenia pędów lub korzeni wywołane

podbijaniem tłuczni nie mogą prowadzić do zamierania czy usychania rośliny – powinna ona dobrze tolerować przycinanie i skracanie, jak gatunki z których wykonuje się żywopłoty formowane. Należy unikać gatunków silnie rosnących i ekspansywnych, których części podziemne lub nadziemne wejdą w kolizję ze skrajnią torowiska, prowadząc do rozmaitych problemów technicznych, postępowań administracyjnych i prawnych, czy ogólnych utrudnień podczas eksploatacji i remontów trasy, jak opisano to w opinii [13]. Warto natomiast prowadzić regularne oceny i pomiary, m.in. dla sprawdzenia wpływu wysokości położenia roślinności względem główki szyny, jej wzrostu i gęstości na emisję hałasu z toru na przyległy obszar.

## 5. Podsumowanie i wnioski

Niekorzystne zmiany klimatu w Polsce i na całym świecie, nieustannie rosnący poziom zmotoryzowania społeczeństwa wraz ze wszystkimi tego faktu konsekwencjami zdrowotnymi, finansowymi, środowiskowymi i przestrzennymi oraz powoli rodząca się świadomość uczestniczenia w społeczeństwie obywatelskim i wpływu na swoje otoczenie są katalizatorem zmian, które w wyniku niepopularnych, bo trudnych decyzji politycznych mają docelowo doprowadzić do zmniejszenia obciążenia środowiska naturalnego obecnością człowieka. Do grupy tych decyzji należą wprowadzone nakazy, zakazy i preferencje w systemach transportowych, takie jak:

- zakaz produkcji i używania określonych paliw, jak benzyna ołowiowa,
- ograniczenia w dostępie do określonych części miast dla samochodów charakteryzujących się znaczną emisją zanieczyszczeń, tzw. strefy środowiskowe,
- promowanie elektromobilności w transporcie zbiorowym - kolei, tramwajów, trolejbusów, autobusów elektrycznych,
- promowanie elektromobilności indywidualnej – rowerów, hulajnóg i samochodów; przykładowo, wrzesień 2021 był pierwszym miesiącem w historii, kiedy sprzedaż samochodów wyłącznie elektrycznych (baterijnych) wyniosła w Niemczech 17,1% i przekroczyła udział pojazdów z silnikiem Diesla wynoszący 15,9% [14]. W tym samym miesiącu w Norwegii łączny udział samochodów benzynowych, diesli oraz hybryd bez możliwości doładowania z sieci (tzw. plugless) spadł poniżej 9%, tym samym pojazdy „z wtyczką” odpowiadają już za ponad 90% rynku aut nowych [15].
- stopniowe wycofywanie torowisk tramwajowych podsypkowych z obszarów intensywnie zabudowanych i zastępowanie ich konstrukcjami bezpodsypkowymi, zielonymi, lub adaptowanie ich do pokrycia roślinnością [16].

Prace projektowe, wykonawcze i odcinki doświadczalne zwiększające udział torowisk zielonych oraz dostosowujących torowiska klasyczne otwarte stanowią rozsądną próbę znalezienia optimum kosztu cyklu życia konstrukcji w porównaniu ze stosowaniem gotowych, zagranicznych rozwiązań nawierzchni szynowej, od



początku przygotowanych do nasadzeń. Do istotniejszych problemów stojących przed badaczami należą tu m.in. dostęp do warstwy tłuszczu w okresie eksploatacji toru; właściwe odizolowanie szyn i przytwierdzeń, żeby nie powodować ich przyspieszonej korozji; obniżenie nakładów na urządzenia i elementy utrzymujące zielen (maty drenażowe, maty nawadniające, systemy zraszaczy itp.); ograniczenie kosztów pielęgnacji zieleni i konserwacji torowiska. Pomimo wyzwań, istnieje znaczne prawdopodobieństwo, że w wyniku przeprowadzonych doświadczeń i badań uda się opracować optymalną dla rodzimych warunków klimatycznych, ekologiczną, trwałą i estetyczną pokrywą roślinną, dostosowaną zarówno do dedykowanych konstrukcji torowisk bezpodsypekowych, jak i odpowiednio zaadaptowanych nawierzchni klasycznych tłuszczuowych.

## Bibliografia

- [1] Warunki techniczne jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich użytkowanie, DzU RP Nr 43 z 14.05.1999, poz. 430; ze zmianami - DzU RP z 29.01.2016, poz. 124 (nowy tekst jednolity).
- [2] Wytyczne techniczne projektowania, budowy i utrzymania torów tramwajowych. MAGTiOŚ 1983.
- [3] PN-K-92011: 1998 Torowiska tramwajowe. Wymagania i badania.
- [4] PN-K-92009: 1998 Komunikacja miejska. Skrajnia budowli. Wymagania.
- [5] Wymagania techniczne dotyczące projektowania i budowy torowisk tramwajowych na sieci torowej Tramwajów Warszawskich – WTT. Tramwaje Warszawskie Sp z o.o., Biuro Infrastruktury, Warszawa październik 2017.
- [6] Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (AB-EBV). Bundesamt für Verkehr (BAV), Szwajcaria 2020.
- [7] Sielicki T.: Wrocławskie tramwaje konne. Księży Młyn 2017.
- [8] Handbook Track Greening - Design, Implementation, Maintenance. Green Track Network 2016.
- [9] Wesolowski J., Miasto w ruchu. Przewodnik po dobrych praktykach w organizowaniu transportu miejskiego. Instytut Spraw Obywatelskich 2008.
- [10] Amsler Y., Hoogendoorn C., Consolidation SP6. Urban Rail Transport, Deliverable 0602. Project FP6-31312, 2010.
- [11] Burkhardt M., Rossi L., Boller M., Stoffemissionen durch Bahnanlagen und Bahnbetrieb. Eisenbahningenieur (56) 12/2005.
- [12] Katalog Roślin II. Drzewa, krzewy, byliny polecane przez Związek Szkółkarzy Polskich. Agencja Promocji Zieleni, Warszawa 2003.
- [13] Makuch J., Gisterek I., Opinia dotycząca dokumentacji projektowej dla zadania inwestycyjnego „Remont torowiska ul. Olszewskiego od ul. Wróblewskiego – zajezdnia Dąbie do pętli Biskupin wraz z przebudową sieci

- trakcyjnej” we Wrocławiu. Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej, Raport U 60/2020;.
- [14] Holland M.: Full electrics overtake Diesel in Germany – record plugin EV share nears 30%. <https://cleantechnica.com> 06.10.2021.;
- [15] Holland M., Norway’s EVs break through the 90% barrier – Tesla takes top two trophies. <https://cleantechnica.com> 02.10.2021.
- [16] Urbanowicz W.: Tramwaje Warszawskie przetestują torowisko zielone na tęczniu. [www.transport-publiczny.pl](http://www.transport-publiczny.pl) 02.11.2019.