

# Sterowanie miejscem i ruchem na parkingu przy wykorzystaniu siatki LED

Aleksandra Latos, Jerzy Mikulik

**Streszczenie:** W publikacji opisano jeden z kluczowych elementów nowego inteligentnego systemu zarządzania, który odpowiedzialny jest za wizualną komunikację z kierowcą, wskazywanie miejsca parkingowego i wyświetlanie komunikatów świetlnych dotyczących dojazdu. Dla nowego rozwiązania parkingu o rekonfigurowalnej strukturze konieczne jest zastosowanie specjalnej siatki LED, która będzie mogła wyświetlać na powierzchni parkingu aktualne rozwiązanie, co do liczby i wielkości miejsc oraz ich wzajemne ustawienie. Siatka LED, która została opisana ma punkty świetlne umieszczone w aluminiowych listwach montażowych w zewnętrznej warstwie parkingu. Punkty mogą świecić w różnych kolorach światłem ciągłym lub przerywanym według potrzeb. Parametr tej siatki to 250 mm, czyli odległość wzajemnie sąsiadujących punktów od siebie, w osi X oraz Y. System siatki LED pozwala nie tylko na podświetlenie wybranego wolnego miejsca dla kierowcy, ale również na wyświetlanie wskazań co do dojazdu na drodze wewnętrznej/manewrowej parkingu.

**Słowa kluczowe:** Siatka LED, zarządzanie parkingiem, komunikaty świetlne, konfigurowalne miejsce parkingowe

**Abstract:** The publication describes one of the key elements of the new intelligent management system responsible for visual communication with car driver, indicating the parking space and displaying light messages regarding the directions. For a new parking solution with a reconfigurable structure, it is necessary to use a special LED grid that will be able to display the current solution regarding the number and size of places and their mutual arrangement on the surface of the parking lot. The LED grid that has been described has light points placed in aluminum mounting strips in the outer layer of the parking ground. The points can shine in different colors with continuous or intermittent light as needed. The parameter of this grid is 250mm, i.e. the distance between adjacent points in the X and Y axes. The LED grid system allows not only to highlight the selected free space for the driver, but also to display directions on the internal/maneuvering road of the car park.

**Keywords:** LED grid system, parking management, light informations, configurable parking space

## Wprowadzenie

W obecnych czasach, gdzie coraz większy udział w trybie zatrudnienia ma praca hybrydowa (stosunek mieszany pracy z domu i pracy z biura) kluczową kwestią jest maksymalizacja użytecznej (w rozumieniu ilościowym) przestrzeni parkingowej, dopasowanej do aktualnego zapotrzebowania. Pojazdy przybywają na parking o różnej godzinie i różnie z niego wyjeżdżają, różny jest też czas zajmowania miejsca na parkingu i różne są preferencje kierowców i ich umiejętności parkowania. Przedstawione rozwiązanie siatki diod LED pozwala, w połączeniu z inteligentnym systemem zarządzania, który jest przedmiotem rozprawy doktorskiej współautorki, na zmaksymalizowanie chwilowej liczby miejsc parkowania w niejednorodnym przepływie pojazdów.

Ze względu na innowacyjny charakter pracy naukowej Współautorki oraz wysoki potencjał wdrożeniowy, jaki kwalifikuje rozwiązanie do ochrony intelektualnej poprzez zgłoszenia patentowe, niemożliwe jest szczegółowe przedstawienie struktury działania inteligentnego zarządzania parkingiem. Co jest kluczowe, to przedstawiona w publikacji siatka diod LED, która jest układem graficznego wyświetlania wskazanej przez algorytm chwilowej konfiguracji parkingu, jaka uwzględnia zapotrzebowanie na danej wielkości pojazdy, w danym czasie, dodatkowo monitoruje ich czas potencjalnego opuszczenia przestrzeni parkingowej. Dla założonego parkingu istnieją określone wymagania podstawowe, co do rozmieszczania

pojazdów tak, aby zawsze znalazły się na parkingu miejsca dla osób niepełnosprawnych oraz miejsca do ładowania pojazdów elektrycznych przy stacjach do ładowania EV. Utrzymana zostaje odpowiedniej szerokości droga wewnętrzna i, jeśli jest to konieczne, droga przeciwpożarowa lub trakt dla pieszych.

W obszarze zarządzania parkingiem i innowacji co do sterowania poszczególnymi funkcjami na parkingu mamy wiele aktualnych publikacji. W publikacji [1] opisano system przydzielenia miejsca dla pojazdu wjeżdżającego na parking w oparciu o jego wymiar zmierzony podczas wjazdu. W publikacji [2] pokazano zintegrowany z systemami GPS system wspierania wyszukiwania miejsca parkingowego w danej lokalizacji. System uwzględnia położenie pojazdu i pozwala na szybkie wskazanie wolnego miejsca w celu ograniczenia czasu poszukiwania miejsca sposobem wizualnym lub rezerwacyjnym przez dostępne źródła internetowe. W publikacji [3] opisano podstawowe pojęcia systemu rezerwacji miejsc parkingowych oraz systemu zarządzania przychodami parkingowymi. Zaproponowano „inteligentny” system sterowania inwentaryzacją miejsc parkingowych oparty na połączeniu logiki rozmytej i techniki programowania całkowitoliczbowego „on-line”, które podejmuje decyzję o przyjęciu lub odrzuceniu wniosku nowego kierowcy, który chce zaparkować na parkingu. W publikacji [4] opisano zarządzanie parkingiem w oparciu o analizę obrazu, która opiera się o inteligentny system detekcji. Proponowany system przechwytuje i przetwarza zaokrąglony obraz narysowany na parkingu i generuje informacje o wolnych miejscach

parkingowych. W tej pracy kamera służy jako czujnik do robienia zdjęć pokazujących zajętość parkingów.

Z kolei w patencie [5] przedstawiono opis idei rozwiązania oraz bardzo ogólny algorytm opisu działania systemu. System ten opiera się na danych rzeczywistych zebranych podczas wjazdu pojazdu X na parking poprzez system laserowy, jaki mierzy wymiary auta w celu dopasowania najlepszego miejsca. Natomiast w publikacji [6] opisano działanie inteligentnego systemu zarządzania, jaki bazuje na siatce umieszczonej na parkingu. Jest to publikacja autorów, która przedstawia ogólne idee, co do inteligentnego zarządzania miejscem parkingowym ukierunkowane na maksymalizację wykorzystania powierzchni parkingu w czasie. Również w publikacji [7] autorzy przedstawiają innowacyjne rozwiązanie parkowania naprzemiennego, jakie pozwala na zaoszczędzenie miejsca w obszarze użytecznej powierzchni parkingu. Żadna z przytoczonych powyżej publikacji nie traktuje bezpośrednio o problemie wyświetlania komunikatów świetlnych i linii pozycyjnych oznaczających wydzielony obszar nazywany miejscem parkingowym.

### Siatka LED – założenia techniczne

Istnieją na rynku rozwiązania z wykorzystaniem świetlnych wskazań miejsca parkingowego (jego wymiary/zakresy) lub wskazań dojazdu do miejsca. Nie są to jednak rozwiązania, jakie zapewniają pełną konfigurowalność powierzchni parkingu w oparciu o założenia planu rozmieszczenia miejsc na dany przedział czasowy, z uwzględnieniem typu pojazdu i czasu jego przebywania w strefie parkowania. W rozwiązaniu pokazanym na rys. 1 punkty świetlne LED wspomagają kierowcę w parkowaniu, wskazując mu tor jazdy. W rozwiązaniu drugim pokazanym na rys. 2 istnieją wyświetlane linie miejsca parkingowego za pomocą wskaźników laserowych, o zintensyfikowanej wiązce światła. Rozwiązanie to daje możliwość zmian szerokości miejsca parkowania w przypadku programowalnych emiterów światła. Nie daje jednak możliwości pełnej zmiany miejsc ustawienia linii pod kątem  $90^\circ$  lub wskazań progresywnych. Na kolejnym rysunku są też pokazane oprawy najazdowe (rys. 3.), jakie można stosować do powierzchni przeznaczonych dla ruchu pojazdów. Są to rozwiązania dające możliwość zmiany koloru i natężenia światła, jednak nie można w nich zastosować punktów świetlnych pozycyjnych i nie można łączyć ich w siatki zespolone do wyświetlania wskazań obszarowych.



Rys. 1. Ledowe oznaczenie poziome na parkingach, źródło: [8]



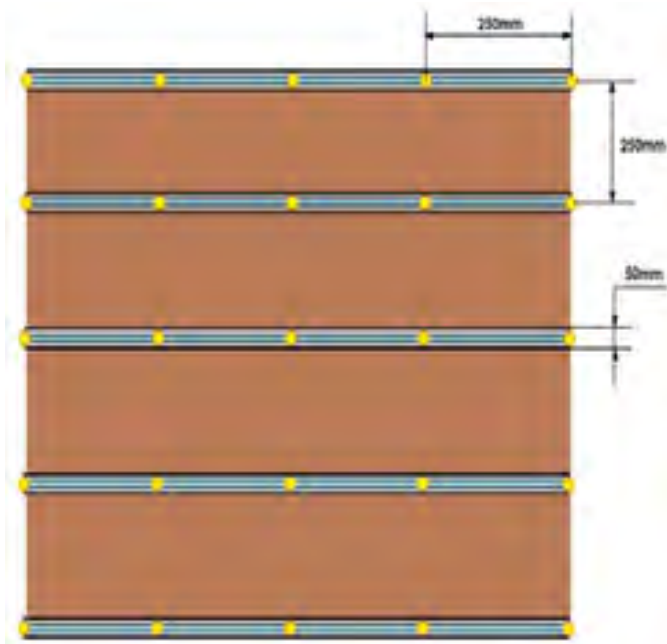
Rys. 2. Linie świetlne miejsc parkingowych, źródło: [9]



Rys. 3. Oprawa najazdowa LED, źródło: [10]

Rozważając powierzchnię parkingu jako obszar do zagospodarowania na miejsca postojowe z systemem wspomagania parkowania, z wykorzystaniem siatki LED, należy rozważyć podstawowy parametr tej siatki, czyli wzajemne rozmieszczenie punktów świetlnych względem siebie, co przekłada się na liczbę punktów świetlnych na  $1\text{m}^2$ . Po optymalizacji liczbowej wskazano na najkorzystniejsze rozwiązanie, czyli odległość  $25\text{ cm}$  wzajemnego sąsiedztwa punktów świetlnych w osi X oraz Y, jakie jest bardzo korzystne ze względu na liczbę punktów świetlnych, gdzie na  $1\text{m}^2$  przypada jedynie 25 punktów. Zakładając, że punkty umieszczone są w listwach aluminiowych, wystąpi liniowe ułożenie profili co  $25\text{ cm}$ , czyli 5 profili na  $1\text{ m}$ .

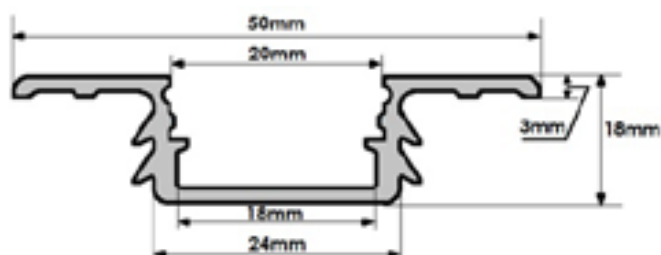
Rozwiązanie drugie zakłada rozbudowę parametru siatki do odległości 10 cm wzajemnego sąsiedztwa punktów świetlnych w osi X oraz osi Y, co daje liczbę 121 punktów świetlnych na 1m<sup>2</sup>. Zakładając, że punkty umieszczone są w listwach aluminiowych, wystąpi liniowe ułożenie profili co 10 cm, czyli 11 profili na 1 m. Kluczowe dla obu rozwiązań jest, aby odległość spełniała wymagania co do budowy poszczególnych miejsc parkowania, drogi wewnętrznej i oświetlenia programowalnych komunikatów ułatwiających, bądź wskazujących dojazd do miejsca wyznaczonego, jako docelowe dla danego pojazdu. Poniżej na rys. 4 pokazano rozmieszczenie profili montażowych listwy na 1 m<sup>2</sup>.



Rys. 4. Rozmieszczenie listwy aluminiowej na 1 m<sup>2</sup>, z założeniem ułożenia punktów świetlnych co 25 cm, źródło: opracowanie własne

Rozwiązanie tzw. zatapianej siatki punktów świetlnych bazuje na aluminiowych listwach LED jakie są odpowiednio zamocowane w powierzchni parkingu.

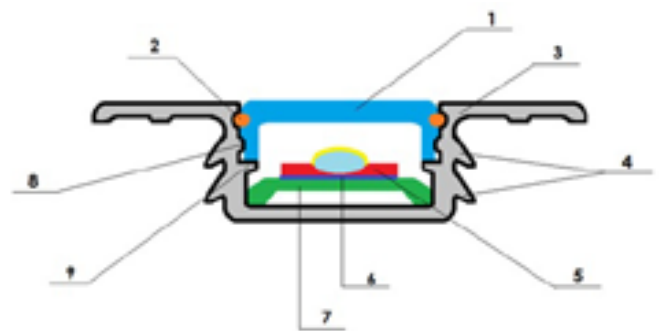
Poniżej na rys. 5 pokazano przykładowy przekrój listwy aluminiowej dla tego rozwiązania. Geometria listwy jest specjalnie zaprojektowana pod rozwiązanie będące przedmiotem rozprawy i opiera się na wyciskanym na gorąco profilu aluminiowym serii 6XXX, jaki potem będzie poddany procesowi anodowania lub malowania proszkowego na matowy kolor, czarny lub szary. Listwa od góry będzie blokowana przykryciem liniowym z przezroczystego tworzywa sztucznego o zwiększonej grubości, w celu minimalizacji uszkodzeń. W rozwiązaniu dodatkowo zaproponowano uszczelki wciskowe, aby do



Rys. 5. Projekt wyciskanej listwy LED do zatapiania w zewnętrznej warstwie parkingu, źródło: opracowanie własne

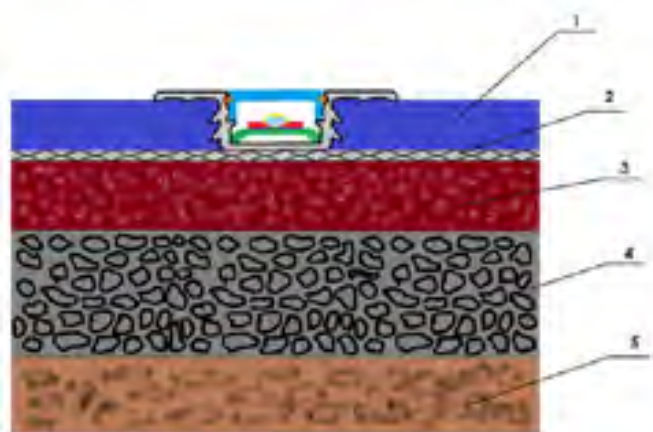
listwy nie dostawała się wilgoć i zanieczyszczenia, jakie mogą powodować zwarcie w instalacji. Profile aluminiowe łączone są specjalnym łącznikiem z listwami początku i końca instalacji.

Poniżej na rys. 6 pokazano przekrój przez przykładowy układ montażu aluminiowej listwy z zespołem elementów dodatkowych. Należy zwrócić uwagę na przestrzeń poniżej elementu nr 7, która ma w razie konieczności zbierać skropliny przy podwyższonej wilgotności. Co 2 m listwy będzie otwór wentylacyjny, który będzie dawał możliwość odparowania skroplin. Elementy nr 4 zabezpieczają profil w podłożu i zapewniają odpowiednie trzymanie się w warstwie wierzchniej parkingu. Element nr 9, jest to półka podporowa do maskownicy. Element nr 2 to uszczelka owalna. Element nr 5 to wodoodporna taśma Led IP68+ o szerokości 9,6 mm. Tego typu taśma produkowana jest metodą ekstrudowania, co zapewnia odpowiednią izolację elektroniki od warunków zewnętrznych.



Rys. 6. Przekrój przez zmontowany układ listwy LED, gdzie: 1- maskownica z tworzywa sztucznego, 2- uszczelka, 3-kołnierz oporowy, 4- ząbki zabezpieczające, 5- wodoodporna taśma LED, 6- klej wodoodporny, 7- podstawka pod taśmę LED, 8- zabezpieczenie maskownicy, 9- półka dla maskownicy, źródło: opracowanie własne

Poniżej na rys. 7 pokazano przekrój przez układ montażu aluminiowego zespołu listwy LED w podłożu parkingu. W pierwszym kroku przygotowuje się warstwę gruntową 5, która powinna składać się z ubitych i zagęszczonych zagęszczarką kamieni oraz lepiszcza w postaci piasku i żwiru, możliwe jest też cementowanie tej warstwy. Zalecana grubość, to zakres 20-40 cm, a zalecany skład, to kruszywo łamane i stabilizowane mechanicznie. Warstwa 4 jest warstwą stałą i składa się z ubitego cementowanego żwiru z drobnym kamieniem. Zalecana grubość to ok. 15 cm, a skład to kruszywo łamane stabilizowane mechanicznie 0/31,5 mm lub beton B10 układany w stanie półsuchym i stabilizowany mechanicznie. Warstwa podporowa 3 jest warstwą cementową z betonu B10. Warstwa 2 to zatapiana siatka stabilizująca, może być stalowa lub z tworzywa. Grubość tej warstwy to ok. 5 mm. Warstwa 1 to wypełnienie zewnętrzne z mieszanki asfaltowej lub betonowej, w której podczas zalewania układane są listwy aluminiowe w postaci kratownic. Kratownice w celu stabilizacji mogą być do czasu wyschnięcia mieszanki obciążane. Poniżej warstwy 5 występuje grunt rodzimy, jednak musi on być geologicznie przebadany pod kątem jego nośności pełzania, aby stwierdzić czy możliwe jest zastosowanie płytkiej podbudowy. Należy też zwrócić uwagę na fakt zalegania śniegu na parkingu i dla krajów, gdzie występuje pora zimowa wskazane jest zastosowanie elektrycznego podgrzewania parkingu.



Rys. 7. Przekrój przez układ montażu listwy w podłożu na parkingu zewnętrznym, gdzie: 1- warstwa zewnętrzna, 2- siatka zbrojenia, 3- warstwa podporowa, 4- warstwa stała, 5- warstwa gruntowa, źródło: opracowanie własne

Mata grzewcza powinna wówczas zostać umiejscowiona ponad warstwą 2, a pod układem profili z oświetleniem LED.

### Siatka LED – naprowadzanie pojazdu

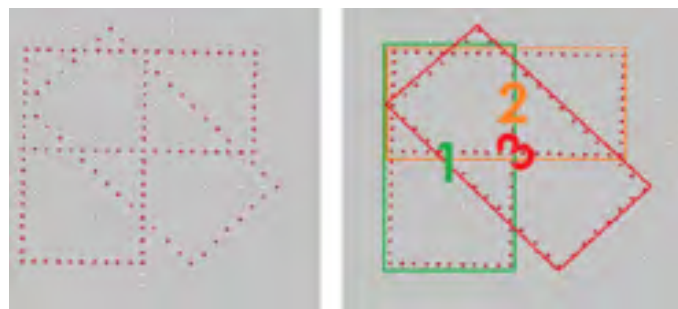
Głównym zadaniem siatki LED jest sterowanie miejscem i ruchem na parkingu. Na siatce wyświetlany jest obrys miejsca, które zostało przydzielone dla danego pojazdu wykrytego w pozycji wjazdowej. Ze względu na fakt, iż diody mogą mieć różny kolor, założono, że zajęte miejsca będą podświetlane na pomarańczowo, wolne na zielono, a miejsca wskazane na czerwono. Wskaźniki dojazdu jakie będą się zapalały na drodze wewnętrznej również będą prowadzić do miejsca w sposób następujący: wjazd i prowadzenie do ok. 5 m od miejsca wskazania będą białe (dla kontrastu z czarnym podłożem) ostatnia strzałka wskazania miejsca będzie czerwona i to ona będzie wskazywała konkretne dla pojazdu miejsce, które musi zająć. Poniżej na rys. 8 pokazano, jak na siatce będzie uwidoczniony obrys wskazanego miejsca oraz strzałka końcowa wskazująca dojazd do wybranego miejsca, w tym przypadku nr 10.



Rys. 8. Wskazanie obrysu miejsca oraz wskazanie drogi wjazdu do miejsca nr 10, źródło: opracowanie własne

Dzięki siatce LED i odpowiedniemu algorytmowi możliwe jest dowolne ustawienie miejsc na parkingu, co ilustruje rys. 9. W ten sposób algorytm może rekonfigurować dostępną przestrzeń w dowolny sposób trzymając się ustawionych zasad i reguł, co do kluczowych parametrów odległości i wzajemnego sąsiedztwa miejsc. Na rys. 9 pokazano, jak dzięki siatce można

wyświetlać miejsce w dowolnej konfiguracji kąta dla danego obszaru. Jeśli bardziej pasuje miejsce równoległe, to wstawiane przez algorytm jest miejsce równoległe, jeśli prostopadłe, to wstawiane i wyświetlane jest prostopadłe, a jeśli pod kątem np. 45°, to pokazane jest takie miejsce.



Rys. 9. Wyświetlanie miejsca parkowania pod różnym kątem: 1- 0°, 2- 90°, 3- 45°, źródło: opracowanie własne

Układ oświetlenia LED zakłada, że profile aluminiowe będą malowane proszkowo lub anodowane na kolor czarny lub szary, bez połysku (mat lub półmat), pozwoli to na zmniejszenie efektu odbicia promieni świetlnych. Dodatkowo jeśli rozwiązanie będzie stosowane na parkingu podziemnym, to nie ma dodatkowych obwarowań co do czytelności wskazań, ale jeśli będzie to parking naziemny bez zadaszenia, to należy zwrócić szczególną uwagę na obszary bez zacienienia, czy czytelność znaków świetlnych jest wystarczająca. Można w celu poprawy czytelności zastosować wiaty samochodowe lekkie (car-porty) z fotowoltaiką na dachu lub bez. Jeśli będą one miały fotowoltaikę, to poza efektem zacienienia mamy też dodatkową możliwość wytwarzania energii np. do ładowania pojazdów elektrycznych i zasilania infrastruktury parkingu. Jeśli dodamy do tego magazyn energii, to można zmagazynowaną energię wykorzystać również w nocy, kiedy nie będzie wytwarzania jej z paneli PV.

Dodatkowo układ wyświetlania sygnałów świetlnych musi mieć zasilanie awaryjne typu UPS, aby w razie braku zasilania mógł wyświetlać wskazania do momentu opuszczenia parkingu przez pojazdy na nim się znajdujące. Zakładany czas awaryjnej pracy to min. 2 h.

Układ musi też co minimum 24 h sprawdzać działanie wszystkich sektorów pola świetlnego. Obszar parkingowy podzielony jest na sektory po 5 m<sup>2</sup> i program o ustalonej godzinie np. 2:00 w nocy weryfikuje, czy żaden z elementów nie ma zwarcia lub się nie wypalił, aby zagwarantować poprawne działanie w kolejnym dniu. Układ monitoruje opór elektryczny i pobór prądu w sektorze. Znając przedziały normalne jest w stanie wyłapać nieprawidłowości w działaniu. Jeśli wykryje nieprawidłowość zgłasza informacje do obsługi, że w sektorze XY jest wynik poza normą, co świadczy o niezgodności i wyświetla komunikat o treści programowalnej. Wtedy dział elektryczny i dział obsługi IT zajmują się tym problemem.

Kolejnym ważnym aspektem jest również zdublowanie informacji wizyjnej jaka trafia do parkującego. W tym celu system wyświetla na monitorze przy szlabanie lub bramie wjazdowej miejsce, które zostało przydzielone kierowcy, aby sam już na początku wiedział, gdzie się kierować w razie zmniejszonej czytelności sygnałów świetlnych z układu oświetlenia LED.

W przyszłości możliwe będzie również rozszerzenie systemu o aplikację i kierowca dostanie w aplikacji mapkę ze wskazanym miejscem, co też w razie problemów ułatwi dojazd i zajmowanie odpowiedniego miejsca.

W przypadku wyświetlania znaków ruchomych wskazujących dojazd do wybranego miejsca można sterować kolorem oznaczenia lub częstotliwością wyświetlania tak, aby zwiększyć czytelność nawet w słoneczny dzień.

W przypadku tego typu komunikacji systemu z kierowcą dużą rolę odgrywa czystość nawierzchni parkingu i o to również należy zadbać, szczególnie w przypadku deszczowych dni lub gdy na parking jest nawiewany piach lub liście. Kluczowe też jest odśnieżanie parkingu zimą za pośrednictwem odśnieżarek pługowych wyposażonych w gumowe zabezpieczenia pługa czołowego lub wlezonego. Wskazane jest zastosowanie podgrzewania parkingu.

### Podsumowanie

W dobie szeroko rozbudowanej cyfryzacji i wirtualizacji przestrzeni w postaci obiektów należy pamiętać również o rozwiązaniach, jakie nie wymagają od kierowcy posiadania rozbudowanej elektroniki w swoim pojeździe, bez znaczenia czy jest ona seryjna, czy dodatkowo zamontowana. Idea jaka przyświeca inteligentnemu zarządzaniu parkingiem pozwala stworzyć programowalny system zarządzania połączony z siatką LED zatopioną w powierzchni parkingu. Takie rozwiązanie powstaje, a opisana w tym artykule siatka jest jednym z jego elementów. Jest układem wizualnej projekcji założeń rozmieszczenia pojazdów na daną godzinę oraz układem świetlnego wskazania drogi dla pojazdu. Pomysł może być i zapewne będzie rozwijany w przyszłości pod kątem wyposażenia systemu w szereg czujników i lokalizatorów dający możliwość wyświetlania informacji centralnie przed pojazdem bez znaczenia z jaką prędkością się porusza oraz informacji o źle zajęтым miejscu (najechnięciu na linię lub wykroczeniu poza wskazany obszar). Sterowanie miejscem i ruchem na parkingu z wykorzystaniem siatki LED opiera się na wyświetlaniu linii jakie określają wymiar miejsca, które zostało przydzielone dla kierowcy. Kolor linii zależy od aktualnego statusu miejsca. Zarządzanie ruchem to wyświetlanie znaków wskazujących dojazd do wybranej lokalizacji i jednoznaczne wskazanie miejsca oraz sposobu jego zajmowania (przodem lub tyłem), co jest ważne jeśli parking ma dodatkową użyteczność poprawiającą wykorzystanie powierzchni nazywaną „Reverse parking system”. Siatka LED jest montowana poprzez zatopienie w zewnętrznej warstwie parkingu (jest z nią częściowo zintegrowana). Poprzez zastosowanie odpowiedniej konstrukcji szyn aluminiowych możliwe jest bezpieczne poruszanie się po parkingu pojazdów przekraczających DMC 3500 kg. System siatki sam potrafi się sprawdzać pod kątem integralności poprawności działania, sam wykryje usterkę i poinformuje o niej osoby odpowiedzialne. Przedstawione rozwiązanie siatki jest uniwersalne, pasuje zarówno do parkingów podziemnych, jak i naziemnych. Może być zasilane z sieci z dodatkowym obwodem awaryjnym UPS lub z banków energii. Dzięki zastosowaniu siatki algorytm programu

sterującego może w dowolnej chwili zmienić konfigurację parkingu w razie potrzeby tak, aby utrzymywać maksymalną wydajność parkingu, co przekłada się na oszczędności dla firmy.

### Bibliografia

- [1] D. Bhanu Priya, V. Raghavendra Rao, i C. Vasanth Kumar, „Intelligent parking system”, *International Journal of Recent Technology and Engineering*, t. 8, nr 2 Special Issue 3, s. 550–553, lip. 2019, doi: 10.35940/ijrte.B1100.0782S319.
- [2] Y. Geng i C. G. Cassandras, „A new “Smart Parking” System Infrastructure and Implementation”, *Procedia Soc Behav Sci*, t. 54, s. 1278–1287, paź. 2012, doi: 10.1016/J.SBSPRO.2012.09.842.
- [3] D. Teodorović i P. Lučić, „Intelligent parking systems”, *Eur J Oper Res*, t. 175, nr 3, s. 1666–1681, grudz. 2006, doi: 10.1016/j.ejor.2005.02.033.
- [4] H. Al-Kharusi i I. Al-Bahadly, „Intelligent Parking Management System Based on Image Processing”, *World Journal of Engineering and Technology*, t. 02, nr 02, s. 55–67, 2014, doi: 10.4236/wjet.2014.22006.
- [5] Tien-Ping Liu, „Intelligent Parking System”, U.S. Patent US 2017/0341640 A1, 30 listopad 2017 Dostęp: 20 czerwiec 2023. [Online]. Dostępne na: <https://patents.google.com/patent/US20170341640A1/>
- [6] A. Latos i J. Mikulik, „Hybrydowa koncepcja sterowania parkingiem ze zmienną konfiguracją”, w *Nowoczesne metody i narzędzia w inżynierii produkcji i zarządzania*, Dudek Marek, Red., Kraków: Wydawnictwa Akademii Górniczo-Hutniczej, 2021, s. 49–67.
- [7] A. Latos i J. Mikulik, „Alternatywny system parkowania”, w *Nowe rozwiązania techniczne, organizacyjne i informatyczne w transporcie*, Józef Stokłosa, Red., Lublin: Innovatio Press Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Ekonomii i Innowacji, 2020, s. 65–78.
- [8] <https://www.lec-expert.com/topics/led-car-park-marking--where-safety-meets-innovation> (dostęp 27 czerwiec 2023).
- [9] <https://bg.maxtreegroup.com/hot-product/parking-lot-virtual-laser-line-light.html> (dostęp 27 czerwiec 2023).
- [10] [https://allegro.pl/oferta/listwa-led-50cm-ip68-podjazd-garaz-chodnik-parking-13142628442?utm\\_feed=aa34192d-eee2-4419-9a9a-de66b9dfae24&utm\\_term=test&utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=\\_dio\\_ogrod\\_pla\\_pmax&ev\\_campaign\\_id=17967348638&gclid=CjwKCAjwkeqkBhAnEiwA5U-uM\\_8Bh7Gf5tXpds0McTgLMAsvzt8nw6inEI0ZNLc7\\_RHP\\_mASWxsiRRoCETAQAvD\\_BwE](https://allegro.pl/oferta/listwa-led-50cm-ip68-podjazd-garaz-chodnik-parking-13142628442?utm_feed=aa34192d-eee2-4419-9a9a-de66b9dfae24&utm_term=test&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=_dio_ogrod_pla_pmax&ev_campaign_id=17967348638&gclid=CjwKCAjwkeqkBhAnEiwA5U-uM_8Bh7Gf5tXpds0McTgLMAsvzt8nw6inEI0ZNLc7_RHP_mASWxsiRRoCETAQAvD_BwE) (dostęp 27 czerwiec 2023).

mgr inż. Aleksandra Latos,  
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie,  
Szkoła Doktorska AGH,  
ABP Investments Sp. z o. o.,

prof. dr hab. inż. Jerzy Mikulik  
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Zarządzania,