

Czy superkomputer może zaplanować polską sieć stacji ładowania?



innogy



A young boy with brown hair and black-rimmed glasses is shown from the chest up, wearing a white lab coat over a dark shirt and a patterned tie. He is holding a blue and silver robot toy in front of him. The robot has a blue square body with a circular silver face, silver arms with claw-like hands, and a silver head with two circular eyes. The background is a white wall with a grid of dark rectangular panels.

innogy



Infrastruktura dla elektromobilności,

czyli jak zaplanować ogólnopolską sieć stacji ładowania samochodów elektrycznych przy wsparciu superkomputera



**Analiza wyników II edycji hackathonu
Wielkie Wyzwania Programistyczne:**
„Smart Charge – Inteligentna
elektromobilność” zorganizowanego przez
Interdyscyplinarne Centrum Modelowania
Matematycznego i Komputerowego
Uniwersytetu Warszawskiego, przy wsparciu
innogy Polska S.A.

Organizator



Patronat honorowy



Partner merytoryczny



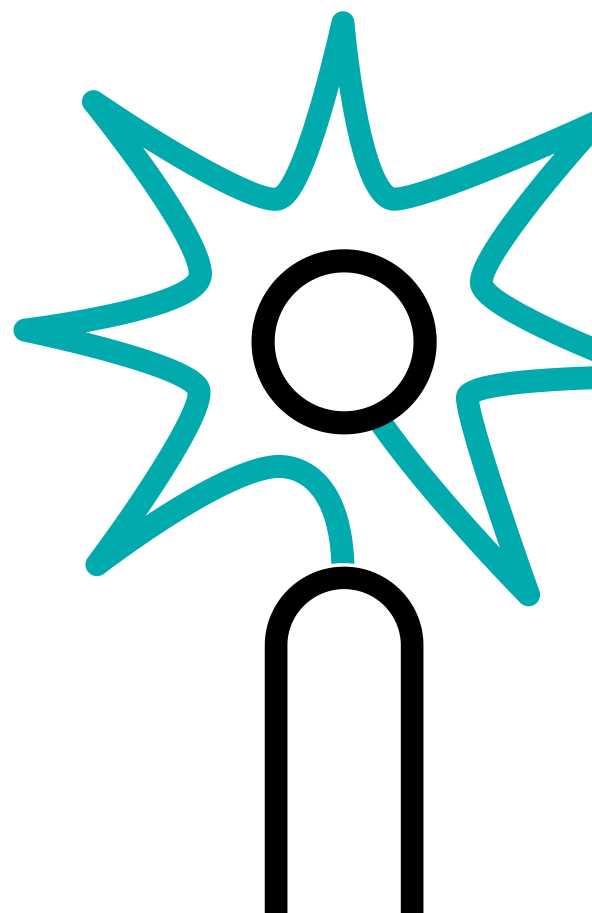
Patronat medialny





Spis treści

- 7 Wstęp
- 9 Hackathon Wielkie Wyzwania Programistyczne
- 11 Wyzwania
- 12 Rezultaty
- 15 Podsumowanie
- 16 Mapy lokalizacji stacji ładowania



Do roku 2020 r. w polskich aglomeracjach ma powstać 6 000 normalnych i 400 szybkich stacji ładowania samochodów elektrycznych



Wstęp

Elektromobilność stanowi jeden z priorytetów polskiego rządu. Od września 2016 roku, gdy opublikowano „Plan rozwoju elektromobilności w Polsce”, konsekwentnie budowany jest ekosystem, który ma wspierać rozwój transportu niskoemisyjnego. Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych, która weszła w życie na początku 2018 roku, może stanowić katalizator przyspieszający wzrost liczby pojazdów elektrycznych w naszym kraju. Elektromobilność postrzegana jest jako szansa dla całej polskiej gospodarki na budowę przewag konkurencyjnych. Dodatkowo jest sposobem na poprawę jakości życia mieszkańców miast i obniżenie zanieczyszczeń powietrza emitowanych przez silniki spalinowe.

Wydaje się, że jako pierwsze tę szansę dostrzegły samorządy, które wymieniają swoje tabory autobusów na pojazdy bardziej ekologiczne lub w pełni elektryczne. Warto zauważyć jednak, że już dziś duża część transportu publicznego oparta jest na energii elektrycznej – do przewozu ludzi wykorzystywane są tramwaje, pociągi i metro. Dlatego do rewolucji elektromobilności w skali całego kraju potrzebne są zmiany w segmencie pojazdów prywatnych.

Elektromobilność



szansa na budowę przewag konkurencyjnych



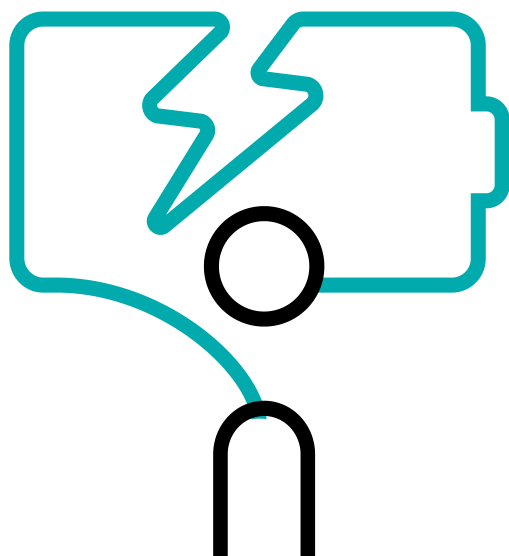
poprawa jakości życia



obniżenie zanieczyszczeń powietrza

Z badań przeprowadzonych na zlecenie innogy Polska w 2017 roku wynika, że dla osób zainteresowanych zakupem samochodu elektrycznego największą barierą jest brak ogólnodostępnej sieci stacji ładowania. Doświadczenia innogy pokazują jednak, że dla konsumentów kluczowa jest możliwość ładowania samochodu elektrycznego w miejscu zamieszkania lub w pracy. Przy średnim dziennym przebiegu w Polsce na poziomie 25 km i realnym zasięgu samochodów elektrycznych na poziomie 100–150 km konieczność naładowania pojawi się co kilka dni. Jednak dla osób, które nie mają miejsca postojowego lub garażu, jedyną alternatywą jest jeszcze słabo rozwinięta sieć stacji publicznych. Nadal utrudniony jest też przejazd pomiędzy dużymi miastami ze względu na brak dostatecznie rozwiniętej infrastruktury do ładowania pojazdów – koncerny paliwowe dopiero stawiają pierwsze stacje ładowania przy Miejscach Obsługi Podróżnych na autostradach i przy ważnych węzłach komunikacyjnych.

I tu właśnie szansą jest wspomniana Ustawa, w ramach której do roku 2020 w polskich aglomeracjach ma powstać 6 000 normalnych i 400 szybkich stacji ładowania samochodów elektrycznych. Połączenie publicznej sieci z punktami tworzonymi przez podmioty biznesowe i prywatnymi stacjami ładowania powinno zagwarantować swobodne i wygodne przemieszczanie się po drogach w całym kraju. Przed rozwojem infrastruktury stoi jednak wiele wyzwań, m.in. takich jak znalezienie optymalnych lokalizacji, możliwości istniejącej infrastruktury elektroenergetycznej oraz sfinansowanie budowy stacji.





32

Hackathon Wielkie Wyzwania Programistyczne

Celem hackathonów Wielkie Wyzwania Programistyczne (WWP) jest promocja wykorzystywania analityki big data oraz obliczeń wielkoskalowych w rozwiązywaniu realnych problemów biznesowych. Hackathony są organizowane przez Interdyscyplinarne Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego Uniwersytetu Warszawskiego (ICM UW) z myślą o programistach chcących stawić czoła skomplikowanym zadaniom wymagającym przetwarzania dużych zbiorów danych oraz zaawansowanych obliczeń z użyciem superkomputerów. Podczas hackathonów uczestnicy wykorzystują otwarte dane pochodzące z zasobów publicznych, a do przeprowadzania zadań obliczeniowych wykorzystują infrastrukturę ICM UW (m.in. system Okeanos – Cray XC 40). Hackathony są okazją do zademonstrowania przydatności superkomputerów w rozwiązywaniu kluczowych problemów współczesności – nie tylko naukowych, ale też związanych z najważniejszymi obszarami gospodarki. Hackathony Wielkie Wyzwania Programistyczne są unikalne w skali kraju i od innych konkursów programistycznych odróżniają się bardzo wysokimi wymaganiami wobec uczestników.



prof. dr hab. Marek Niezgódka, Dyrektor ICM UW

Znaczenie superkomputerów w gospodarce ery cyfrowej ciągle wzrasta i w kolejnych latach spodziewamy się zwiększonego zainteresowania możliwościami High Performance Computing (HPC), zarówno ze strony firm komercyjnych, jak i administracji państwowej. Coraz większe możliwości maszyn obliczeniowych oraz wzrastająca dostępność wartościowych danych pozwalają modelować rozwiązania skuteczniejsze i tańsze – zarówno w ich budowie, jak i późniejszym utrzymaniu. ICM UW od ćwierć wieku współpracuje z sektorami publicznym i prywatnym w zakresie modelowania

oraz analityki danych. Regularnie odnawiamy infrastrukturę, aby zawsze oferować naszym partnerom optymalne rozwiązania. Przygotowany wspólnie z innogy Polska hackathon „Smart Charge – Inteligentna elektromobilność” świetnie demonstruje przydatność superkomputerów w pracach nad takimi innowacyjnymi projektami, jak elektromobilność. Poprzez hackathony, które tematycznie odnoszą się do wyzwań stojących przed różnymi sektorami, staramy się między innymi zobrazować podmiotom z różnych branż ogromny potencjał HPC.

W ramach drugiej edycji hackathonu WWP przedstawiciele ICM UW zaproponowali wyzwanie związane z jedną z kluczowych barier rozwoju elektromobilności w Polsce. Uczestnicy zostali poproszeni o właściwe zaplanowanie sieci 6 000 normalnych stacji ładowania. Partnerem hackathonu „Smart Charge – Inteligentna elektromobilność” została firma innogy Polska, posiadająca wieloletnie doświadczenie w zakresie rozwoju elektromobilności w Polsce.



Janusz Moroz, Członek Zarządu innogy Polska ds. Handlu

Pierwszą stację ładowania w Warszawie uruchomiliśmy w listopadzie 2009 roku pod naszą siedzibą na Wybrzeżu Kościuszkowskim i było to pierwsze takie urządzenie w Polsce. W kolejnych latach rozbudowaliśmy sieć stacji w stolicy do 11, co daje 22 ogólnodostępne punkty, z których mogą korzystać wszyscy posiadacze samochodów elektrycznych. Do roku 2015 użycie naszych stacji było jednak sporadyczne, co wynikało bezpośrednio z faktu, że w Polsce sprzedawanych było zaledwie kilkadziesiąt samochodów elektrycznych rocznie. Skokowy wzrost wykorzystania stacji obserwujemy dopiero od 2016 roku. W 2017 roku ze stacji innogy

w Warszawie pobrano ponad 32 MWh energii elektrycznej, czyli o 55% więcej w porównaniu do roku poprzedniego. Energia ta pozwoliła pojazdom elektrycznym na przejechanie 200 000 km. Oznacza to również, że samochody te nie wyemitowały w mieście ponad 24 ton CO₂ oraz innych szkodliwych substancji. Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych w kolejnych latach przyczyni się do rozwoju publicznych punktów ładowania, a my już dziś widzimy duże zainteresowanie ze strony Klientów biznesowych i indywidualnych naszymi stacjami. Rewolucja elektromobilności w Polsce już się rozpędza i trudno ją będzie zatrzymać.





Wyzwania

Celem hackathonu było stworzenie algorytmu dla superkomputera Okeanos, który pomógłby w zaplanowaniu właściwego rozmieszczenia sieci 6 000 normalnych stacji ładowania samochodów elektrycznych w Polsce. Uczestnicy konkursu musieli wziąć pod uwagę istniejące ograniczenia powodujące, że zaprojektowanie sieci stacji ładowania jest zdecydowanie trudniejsze niż sieci stacji benzynowych. Wiąże się to w szczególności z czasem ładowania, który jest nieporównywalnie dłuższy w stosunku do tankowania, co przekłada się również na znacznie mniejszą przepustowość stacji. Dlatego w przypadku ładowania samochodów elektrycznych ograniczenia nakładane na sieć są istotnym czynnikiem wpływającym na lokalizację stacji ładowania.

Dla potrzeb opracowania rozwiązania zostały wykorzystane ogólnodostępne dane (tzw. open data), które w pewnym stopniu odzwierciedlają sytuację rzeczywistą. Uczestnicy nie dysponowali danymi na temat możliwości sieci elektroenergetycznej do przyłączenia stacji ładowania, dlatego musieli szukać rozwiązań, które w pewnym stopniu mogłyby uwzględniać ograniczenia związane z koniecznością rozbudowy kosztownej infrastruktury.

Uczestnicy musieli wziąć pod uwagę kilka kluczowych czynników związanych z potencjalną lokalizacją stacji:





- ✓ zasięg samochodu elektrycznego (określony na 250 km),
- ✓ czas ładowania (min. 30 minut),
- ✓ dane o gęstości zaludnienia,
- ✓ założenie, że z każdym adresem związany jest jeden samochód,
- ✓ założenie, że w jednej lokalizacji, w promieniu 250 m, można zlokalizować co najwyżej 10 stanowisk do ładowania o maksymalnej mocy 500 kW,
- ✓ uwzględnienie odległości między stacjami położonymi w różnych aglomeracjach, aby zapewnić możliwość jak najwygodniejszej podróży pomiędzy miastami.

2 etapy wyzwania

Uczestnicy mieli do dyspozycji zasoby OpenStreetMap zawierające sieć dróg i ulic oraz listę adresów budynków

Etap I

Uczestnicy musieli rozmieścić w miastach centralnych stacje proporcjonalnie do liczby mieszkańców. Punkty ładowania miały być zlokalizowane w miejscach ogólnie dostępnych, takich jak:

-  stacje transformatorowe,
-  centra i budynki handlowe,
-  budynki użyteczności publicznej,
-  inne miejsca (uzasadnione przez uczestników).

Etap II (pod warunkiem ukończenia Etapu I)

Zadaniem uczestników było rozmieszczenie dodatkowych 3 tys. stacji ładowania poza aglomeracjami, tak by zminimalizować odległości pomiędzy nimi.

Rezultaty

Hackathon odbył się w dniach 15–16 lutego 2018 roku w Centrum Technologii ICM UW w Warszawie. Konkurs pokazał, że rozmieszczenie 6 000 stacji ładowania w aglomeracjach miejskich nie jest zadaniem łatwym. Sporym ograniczeniem była niewielka liczba potencjalnych lokalizacji, w których można byłoby rozmieścić tak dużo punktów ładowania. Pracując nad planem rozmieszczenia sieci stacji, należy brać pod uwagę wiele dodatkowych uwarunkowań niewpisanych w mapy OpenStreetMap, takich jak dostępność infrastruktury elektroenergetycznej, miejsca postojowego czy kwestie własnościowe.

Do hackathonu zgłosiło się 16 uczestników, w tym 3 osoby z USA, które brały udział zdalnie. Ostatecznie w samym wyzwaniu udział wzięło 7 zespołów, które przez blisko dwa dni pracowały nad rozwiązaniem problemu.

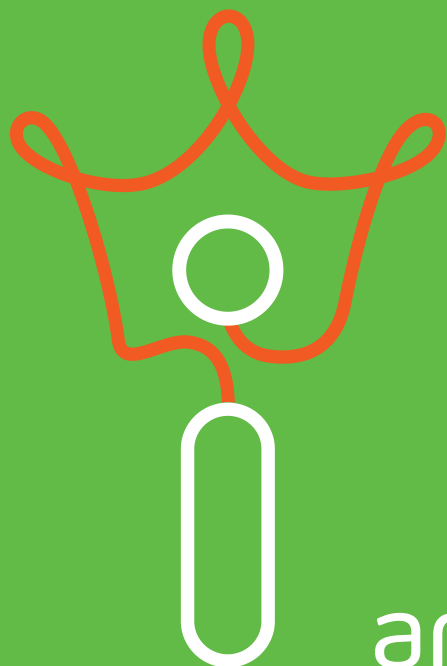
W godzinach wieczornych drugiego dnia hackathonu kapituła konkursu wysłuchała prezentacji pięciu zespołów, które ukończyły zadanie i były w stanie przedstawić wyniki swojej pracy. Podczas narady przedstawiciele kapituły wybrali rozwiązanie, które miało największy potencjał do zastosowania w przyszłości w sposób komercyjny.



prof. dr hab. Piotr Bała, pomysłodawca hackathonów
Wielkie Wyzwania Programistyczne w ICM UW

Uczestnicy hackathonu bardzo dobrze poradzili sobie z zadaniem zarówno od strony samego rozwiązania, jak i sposobów wykorzystania superkomputerów oraz narzędzi, które im zaproponowaliśmy. Jesteśmy szczególnie zadowoleni z faktu, że trzy nagrodzone zespoły korzystały z narzędzi do programowania równoległego

opracowanych w ICM. Hackathon „Smart Charge” nie jest wyzwaniem czysto akademickim. Wykorzystujemy komputery i inwencję młodych ludzi do tego, żeby rozwiązywać rzeczywiste problemy. Dlatego cieszy nas współpraca z innogy Polska, które rozumie znaczenie High Performance Computingu w realizacji swoich celów strategicznych.



am the winner



I miejsce zajęli Michał Markiewicz i Mikołaj Bocheński z Uniwersytetu Jagiellońskiego. Udało im się znacząco rozszerzyć liczbę lokalizacji m.in. o miejsca parkingowe oraz szkoły, co pozwoliło na równomierne rozmieszczenie stacji ładowania. Wewnątrz aglomeracji układ stacji został zoptymalizowany przez uwzględnienie lokalizacji zabudowań, dzięki czemu zagęszczenie stacji rośnie proporcjonalnie do gęstości budynków na danym obszarze, przy jednoczesnym wykluczeniu parków, skwerów itp.

Drugie miejsce w hackathonie zajęli Mateusz Wolski i Michał Blajer. Na trzeciej pozycji uplasowali się Zuzanna Bednarska i Mariusz Wachowicz. Członkowie obu zespołów to studenci inżynierii obliczeniowej – kierunku prowadzonego przez ICM UW.



dr Maciej Chmieliński, Menedżer odpowiedzialny za rozwój elektromobilności w innogy Polska S.A.

Przygotowany projekt nie był finalny, głównie z powodu jakości danych źródłowych i wskazanych miejsc nie traktujemy go jako rzeczywistych rekomendacji do zlokalizowania poszczególnych stacji. Rozwiązanie zaproponowane przez zespół Uniwersytetu Jagiellońskiego ma jednak potencjał do wykorzystania na szeroką skalę przy projektowaniu realnej sieci stacji. Warunkiem jest jednak poprawienie jakości danych źródłowych oraz oczywiście dalsze prace z wykorzystaniem

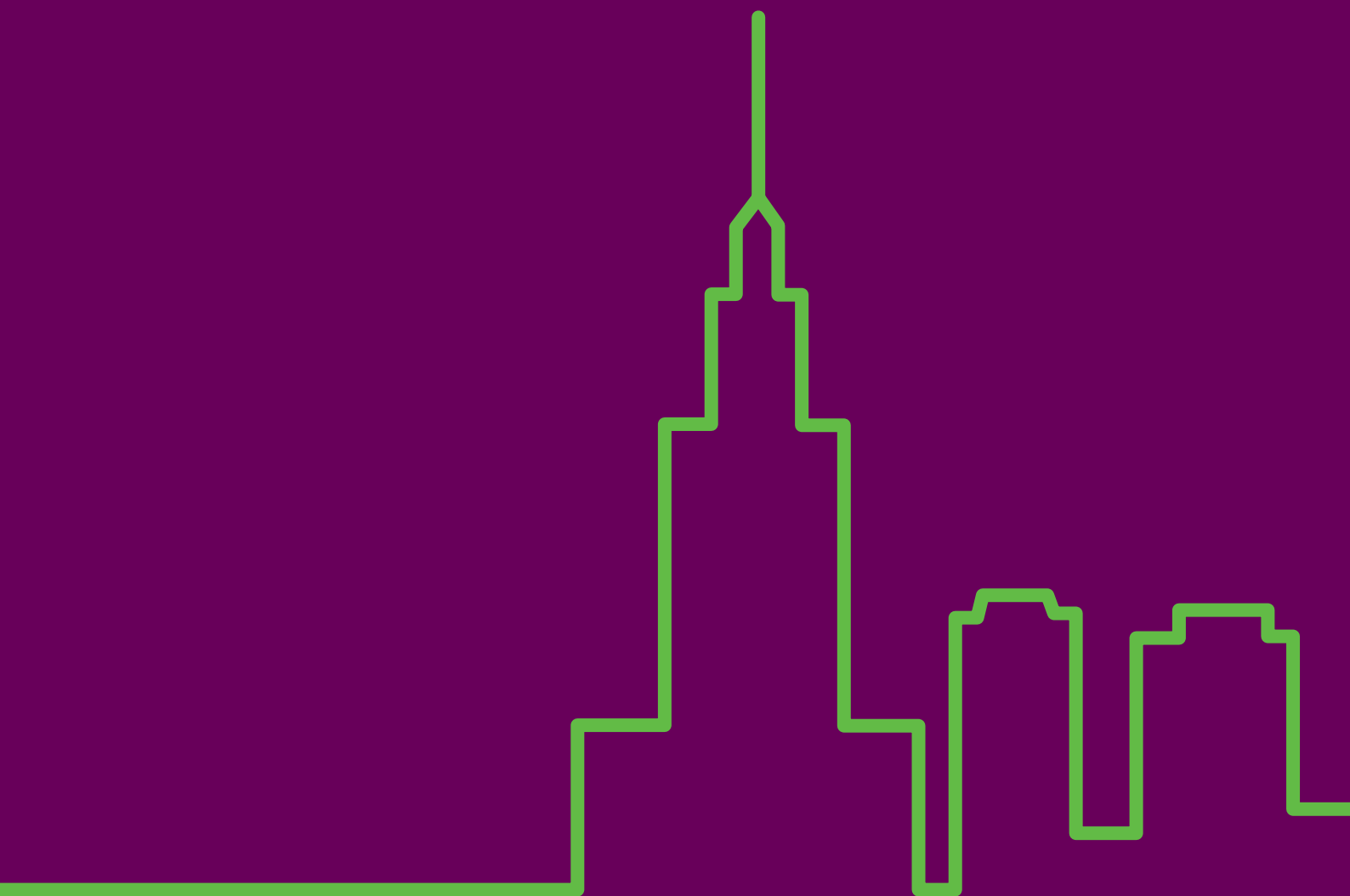
superkomputera. Sam hackathon to ciekawy przykład współpracy biznesu z jednostką naukową i próby rozwiązania realnego problemu gospodarczego. W tej chwili w innogy Polska trwają prace dotyczące rozwoju i dostosowania warszawskiej sieci ładowania do proporcjonalnie rosnącej liczby samochodów elektrycznych, dlatego nie wykluczamy dalszej współpracy z ICM UW oraz ze studentami, którzy zajęli czołowe miejsca.



innogy

Wyniki hackatonu

mogą stać się punktem wyjścia do dalszych prac
nad optymalnym zaplanowaniem lokalizacji
dla sieci stacji ładowania



Podsumowanie

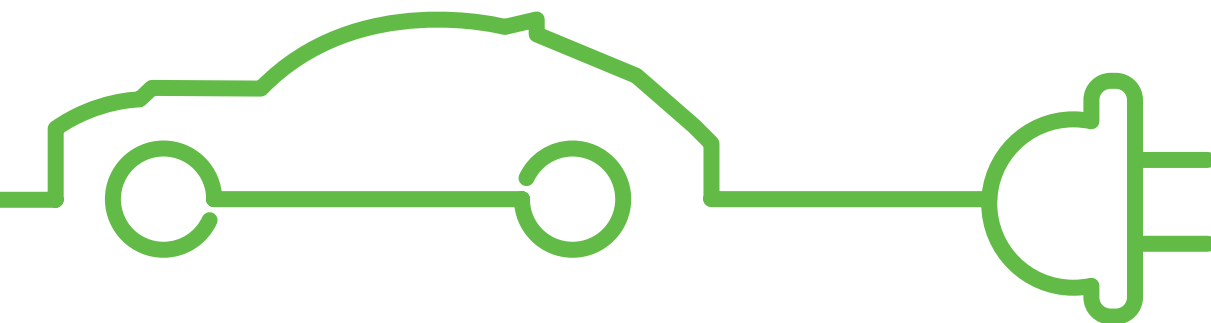
Słabo rozwinięta sieć ogólnodostępnych stacji ładowania jest postrzegana jako jedna z największych barier rozwoju elektromobilności w Polsce. Obecnie obciążenie najczęściej wykorzystywanej stacji innowacji Polska przy ul. Emilii Plater w Warszawie nie przekracza 40%. Dlatego, z uwagi na niewielką liczbę samochodów elektrycznych (ok. 2 000) oraz możliwość ładowania e-aut w domu lub pracy, kilkaset ogólnodostępnych stacji ładowania w największych polskich aglomeracjach wydaje się być w tym momencie wystarczające. Realnym ograniczeniem jest jednak podróż pomiędzy dużymi miastami i tu jak najszybciej powinny pojawić się szybkie stacje ładowania.

Mając na uwadze rządowy plan rozwoju elektromobilności, budowa sieci stacji powinna odbywać się w sposób zaplanowany i dopasowany do rosnącej liczby samochodów elektrycznych. Kluczowa jest więc koordynacja działań samorządów, Operatorów Systemu Dystrybucyjnego, firm energetycznych oraz podmiotów prywatnych planujących budowę infrastruktur do ładowania.

6 400

stacji ładowania do 2020 r.

Wyniki hackathonu mogą stać się punktem wyjścia do dalszych prac nad optymalnym zaplanowaniem lokalizacji dla sieci stacji ładowania samochodów elektrycznych. Polscy naukowcy dzięki swojemu doświadczeniu oraz nowoczesnym narzędziom i technologiom, takim jak infrastruktura obliczeniowa ICM UW, są dobrze przygotowani do wspierania biznesu, który mierzy się z różnymi wyzwaniami. Jednak to od przedsiębiorstw zależy, czy dostrzeżona zostanie potrzeba realizacji wspólnych projektów i czy później przełoży się ona na wdrożenie realnych rozwiązań.



Mapy lokalizacji stacji ładowania

Przykłady opracowane na podstawie algorytmu przygotowanego przez Michała Markiewicza i Mikołaja Bocheńskiego



Aglomeracje



Warszawa



innogy



Handlungsbereich Elektromobilität

www.innogy.de

innogy



Zastrzeżenie prawne

Informacje zawarte w niniejszym opracowaniu „Czy superkomputer może zaplanować polską sieć stacji ładowania?” przygotowane przez ICM UW oraz innogy Polska S.A. nie stanowią rekomendacji jakichkolwiek działań. Autorzy informują i zastrzegają, że dane zamieszczone w niniejszym opracowaniu nie stanowią oferty sprzedaży energii elektrycznej, ani jakichkolwiek innych usług. Dane zawarte w opracowaniu mają jedynie charakter ogólnoinformacyjny. Niniejsze opracowanie wyraża wiedzę oraz poglądy autorów według stanu na dzień sporządzenia. Opracowanie zostało przygotowane z rzetelnością i starannością, przy zachowaniu zasad metodologicznej poprawności, na podstawie ogólnodostępnych informacji uznanych przez autorów za wiarygodne. Autorzy nie gwarantują jednak ich kompletności i dokładności. Korzystając z opracowania, nie należy rezygnować z przeprowadzenia niezależnej oceny i uwzględnienia innych niż przedstawione czynników. ICM UW i innogy Polska S.A. nie ponoszą odpowiedzialności za decyzje biznesowe użytkowników – odbiorców opracowania „Czy superkomputer może zaplanować polską sieć stacji ładowania?”, w tym za decyzje podjęte po lekturze niniejszego opracowania ani za ewentualne szkody poniesione w wyniku takich decyzji. Całkowite ryzyko z tytułu wykorzystania informacji zawartych w opracowaniu ponosi użytkownik – odbiorca opracowania.

