

## INFRASTRUKTURA SYSTEMU CAR SHARING ZINTEGROWANA Z PV NA POTRZEBY FLOTY EV. Case study: Pyskowice

Justyna Mostowska<sup>1</sup>

***Komentarz profesora-opiekuna.** Raport jest częścią Projektu dydaktycznego, który został zrealizowany w ramach przedmiotu Energetyka prowadzonego przez niżej podpisanego na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej na Kierunku Studiów Energetyka, specjalność Energetyka prosumencka. Jest to przedmiot realizowany na III semestrze, i jest pierwszym przedmiotem na Kierunku w obszarze całej, szeroko rozumianej energetyki (tematyka wykładu patrz: BŻEP, Dział 1.1.06). W programie przedmiotu formalnie jest tylko 30-godzinny wykład (nie ma ćwiczeń, laboratoriów, seminarium). Stąd wynikają bardzo silne uwarunkowania, które trzeba brać pod uwagę w budowaniu koncepcji wykładu.*

*W ramach tej koncepcji prowadzący postawił sobie główny cel polegający na zainteresowaniu studentów rolą energetyki prosumenckiej w przebudowie energetyki. Uznał, że zainteresowanie to najefektywniej można pobudzić poprzez wciągnięcie każdego studenta w realizację wybranego zadania „energetycznego” (modernizacyjnego/rozwojowego) z jego najbliższego otoczenia. Stąd tytuł Projektu dydaktycznego: „Zidentyfikuj w swoim otoczeniu problem i zaproponuj jego rozwiązanie, stosując technologie i podejście charakterystyczne dla energetyki EP”. Raporty wykonane w ramach Projektu dydaktycznego, zaprezentowanego przez studentów w ramach Konwersatorium Inteligentna Energetyka, stanowią podstawę zaliczenia przedmiotu.*

*Projekt dydaktyczny, o którym jest tu (w komentarzu) mowa, uwzględnia dwie bardzo istotne przesłanki. Po pierwsze, nawiązuje on do istoty energetyki EP, którą jest: integracja (chodzi o prosumenckie łańcuchy wartości), nowe technologie (mało- i mikroskalowe, fabryczne), rozwiązania referencyjne (dedykowane poszczególnym segmentom energetyki EP), „chmura” (chodzi o aplikacje internetowe dla inteligentnej infrastruktury), partycypacja prosumencka. Po drugie, Projekt nawiązuje do nowej roli głównych interesariuszy w procesie kształcenia, którymi oprócz studentów i profesorów nauczycieli akademickich) są obecnie także przedsiębiorcy (przede wszystkim na rynku usług właściwych dla energetyki EP, ale także w obszarze produkcji urządzeń dla energetyki EP w fabrykach).*

*Nowa rola profesorów, to rola twórców rozwiązań referencyjnych dla energetyki EP, rola przewodników (mentorów) dla studentów. Jest to zdecydowanie inna rola niż w kształceniu dla potrzeb energetyki WEK. (Zasadnicza różnica wynika z faktu, że w energetyce EP wykorzystuje się bardzo zaawansowane technologicznie urządzenia, stale udoskonalane, masowo produkowane w fabrykach, a zadaniem inżyniera specjalizującego się w energetyce prosumenckiej jest „tylko” – i aż – ich integrowanie poprzez właściwy dobór i następnie instalowanie w masowo powtarzającej się indywidualnej infrastrukturze prosumenckiej. Obiekty energetyki WEK – elektrownie, sieci – potrzebują natomiast indywidualnego wieloletniego projektowania, a ich jeszcze znacznie dłuższa realizacja odbywa się na placach budowy, pełnych „zasadzek”). Nowa rola przedsiębiorców, to rola partnerów profesorów w zakresie inicjowania projektów badawczo-dydaktycznych, rola weryfikatorów efektów*

---

<sup>1</sup> Justyna Mostowska studentka na kierunku studiów Energetyka, specjalność Energetyka Prosumencka, Wydział Elektryczny, Politechnika Śląska. Raport został wykonany na sem. III studiów stacjonarnych pierwszego stopnia (studia inżynierskie).

kształcenia, ale także przewodników studentów w czasie praktyk odbywanych w ramach rzeczywistych zadań realizowanych przez przedsiębiorców. Nowa rola studentów, to duży udział samokształcenia, uczestnictwo w tworzeniu rozwiązań referencyjnych (i zarazem w projektach badawczo-dydaktycznych).

Prezentowana tu koncepcja przedmiotu Energetyka jest odpowiedzią na fakt, że dokonująca się przebudowa energetyki ma generalnie charakter innowacji przełomowej. Zatem „ugruntowana” w przeszłości wiedza profesorów staje się w energetyce coraz mniej przydatna, kluczowe znaczenie ma natomiast wskazanie studentom przez profesorów nowych zadań, wymagających rozwiązania (ważniejsze jest w przypadku profesorów wiedzieć, co trzeba zrobić, niż uczyć tego, co będzie coraz mniej przydatne). Z drugiej strony umiejętności studentów (pokolenia Internetu) dają im możliwość samokształcenia (pod uważną opieką profesora): istota energetyki EP (scharakteryzowana powyżej), zwłaszcza takie jej „składowe” jak „chmura” i partycypacja prosumencka, czyni samokształcenie efektywnym rozwiązaniem dydaktycznym.

[RAPORT] Wojciecha Kwoczaka (BŻEP, Dział 1.3.15), a także [RAPORTY] Anny Musialik (BŻEP, Dział 1.3.03) oraz Justyny Mostowskiej (BŻEP, Dział 1.3.14), razem wzięte, stanowią materiał do licznych analiz, zarówno z punktu widzenia poznawczego w obszarze energetyki EP, jak również (i to przede wszystkim) z punktu widzenia weryfikacji przedstawionej koncepcji nauczania w ramach przedmiotu Energetyka. W tym drugim aspekcie każdy z [RAPORTÓW] obrazuje potencjał koncepcji, a z drugiej strony stanowi weryfikację oczekiwań interesariuszy procesu kształcenia w dziedzinie energetyki EP: profesorów (przede wszystkim), przedsiębiorców, studentów; w tym miejscu nie wyciąga się jednak żadnych wniosków z weryfikacji (uznaje się, że na obecnym etapie interesariusze sami muszą sformułować wnioski na własny użytek, do dalszych poszukiwań w zakresie ulepszania samej koncepcji, jak również – i to przede wszystkim – w zakresie poprawy realizacji koncepcji).

Z punktu widzenia poznawczego (w obszarze energetyki EP) trzy [RAPORTY] obrazują zróżnicowane możliwości przebudowy energetyki. Do najważniejszej realnej możliwości o dużym znaczeniu (wykorzystywanej już w Polsce, chociaż w zdecydowanie niewystarczającym stopniu), wskazanej w [RAPORCIE] W. Kwoczaka, należą elektrownie biogazowe (potencjalnie z zasobnikami biogazu) w wielkotowarowych gospodarstwach rolnych; natomiast kogeneracja gazowa w kościele (rozpatrywanym łącznie z domem parafialnym), a także w małej restauracji – chociaż rozpatrywana w [RAPORCIE] – nie może być rekomendowana jako dobre rozwiązanie prosumenckie. Modernizacja oświetlenia hali sportowej zaprezentowana w [RAPORCIE] Anny Musialik jest rozwiązaniem, którego celowości nie można podważyć; rozwiązanie to powinno być niezwłocznie wykorzystane wszędzie tam, gdzie dotychczas nie zostało jeszcze zastosowane (podkreśla się to w tym miejscu, chociaż brakuje w [RAPORCIE] oszacowania okresu zwrotu nakładów inwestycyjnych dla proponowanej modernizacji, co jest niewątpliwie jego usterką). Car sharing w małym mieście, przedstawiony w [RAPORCIE] Justyny Mostowskiej, musi być na razie rozpatrywany w Polsce jako przyszłość energetyki EP, zwłaszcza car sharing zintegrowany z carportami. Z drugiej strony, uwzględniając trendy – w Europie i w USA, w Japonii i w Chinach – dotyczące dynamicznego rozwoju rynku samochodów elektrycznych, nie ma wątpliwości, że penetracją tematu powinni zająć się przede wszystkim profesoria i przedsiębiorcy. Zaprezentowana w [RAPORCIE] próba rozpoznania tematu potwierdza jednak, że studenci mogą mieć swoje propozycje adresowane do swoich lokalnych społeczności.

Z punktu widzenia poznawczego znaczenie (trzech) [RAPORTÓW] polega również na tym, że potwierdzają one pilną potrzebę prac dotyczących ukształtowania dojrzałego modelu operatora OHT wyspy WW (Wirtualna Wyspa). Operator taki musi podjąć zadanie integracji zróżnicowanych zasobów energetyki EP. Bez operatora OHT wyspy WW zasoby te nie będą

*(na obecnym etapie rozwoju inteligentnej infrastruktury) efektywnie wykorzystane. W dalszej przyszłości potrzebę integrowania zasobów energetyki EP przez operatorów OHT wysp WW należy traktować jako sprawę otwartą.*

Jan Popczyk

## **Wprowadzenie**

Poprawa efektywności energetycznej to kwestia priorytetowa dla wszystkich członków Unii Europejskiej, głównie ze względu na Pakiet 3x20, cele 2030 oraz Mapę Drogową 2050. Polityka energetyczno-klimatyczna ma na celu redukcję emisji CO<sub>2</sub> oraz dyfuzję OZE w energetykę XXI wieku.

Już w drugiej połowie XIX wieku, w epoce pozytywizmu, ludzie wiedzieli, że praca organiczna jest niewątpliwym katalizatorem sukcesu gospodarczego. Jako prekursorzy prosumeryzmu, możemy odnosić ówczesną myśl do współczesnych dylematów rynku energetycznego. Korzystając z nauk jakie niosą nam karty historii, skupmy swoją uwagę na każdym aspekcie, który wróży rozwój energetyki, jawnie przyczyniając się do poprawy jej efektywności oraz ochrony środowiska. Wśród całej gamy możliwości, uwagę przykuwają trzy elementy:

- 1.** Aleksander Edmund Becquerel w 1839 roku odkrył zjawisko fotowoltaiczne, które dziś pełni dominującą rolę wśród OZE. Fotowoltaika (*PV – Photovoltaics*) zamienia światło słoneczne w energię elektryczną bez niepożądanych skutków dla środowiska naturalnego.
- 2.** Przebudowie energetyki towarzyszy rozwój motoryzacji. Samochody elektryczne (*EV- Electric Vehicle*) są nie tylko ciekawostką innowacyjną dla maniaków motoryzacyjnych ale również niewątpliwą alternatywą dla samochodów spalinowych, które przyczyniają się w sposób nagminny do emisji CO<sub>2</sub>.
- 3.** Ekspansję możemy zauważyć również na arenie szeroko rozumianego biznesu. Nowoczesną formą użytkowania samochodów stał się car sharing, a więc system współdzielenia pojazdów.

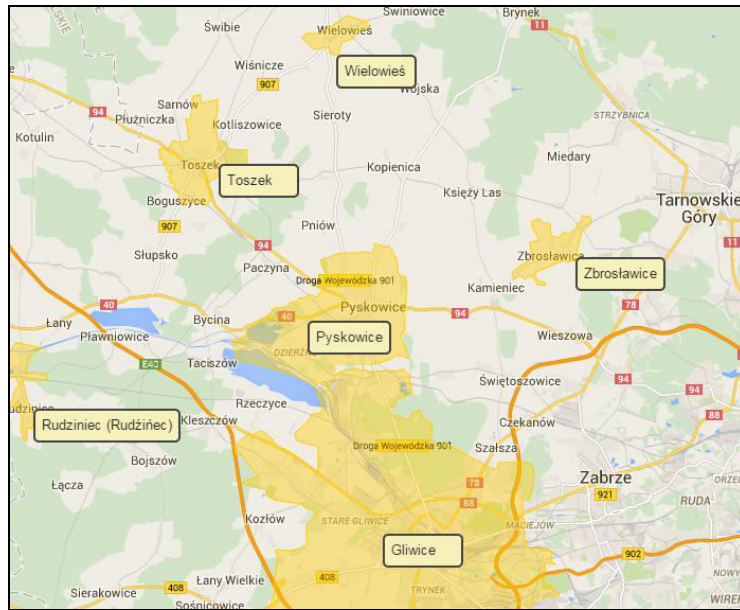
Integracja tych trzech elementów daje nowe możliwości, które zostaną przedstawione w tym raporcie. Tematyka raportu obejmuje sieć terminali ładowania elektrycznych samochodów rozmieszczoną na terenie miasta Pyskowice. Terminale te będą zintegrowane w sposób fizyczny oraz wirtualny ze źródłami PV. Całościowo będzie to infrastruktura systemu car sharing.

Gminy różnych wielkości mają szansę stać się lokalnymi ośrodkami car sharing'u floty samochodów elektrycznych. Korzystając ze źródeł PV można zapewnić dostęp do energii elektrycznej danej grupie pojazdów przy jak najmniejszych wspomaganiach energetycznych z KSE (Krajowego Systemu Elektroenergetycznego).

## **1. Charakterystyka gminy**

### **1.1. Lokalizacja**

Pyskowice znajdują się na południu Polski, w zachodniej części województwa śląskiego. Obejmują obszar w przybliżeniu równy 31 km<sup>2</sup>. Gmina, sąsiaduje z miastem Gliwice oraz gminami: Rudziniec, Toszek, Wielowieś (powiat gliwicki), a także gminą Zbrosławice (powiat tarnogórski).



Rys. 1. Miejscowości zlokalizowane w pobliżu Pyskowic, [Wikimapia]

Tabela 1. przedstawia poglądową odległość wyżej wymienionych miejscowości od centrum gminy Pyskowice. Centrum gminy rozumiane jako Rynek miasta Pyskowice. Zagadnienie związane z lokalizacją najbliższych ośrodków miejskich jest istotne w doborze EV pod względem zasięgu pojazdu, roz. 4.

Tab. 1. Odległość najbliższych miejscowości do centrum Pyskowic

Lp.	Nazwa miejscowości	Odległość
1.	Gliwice	12 km
2.	Rudziniec	17 km
3.	Toszek	10 km
4.	Wielowieś	8 km
5.	Zbrosławice	13 km

## 1.2. Usłonecznienie. Nasłonecznienie

Położenie geograficzne obszaru miasta rozciąga się między współrzędnymi:  $18^{\circ}32'17,6''$  i  $18^{\circ}39'29,3''$  długości geograficznej ( $\lambda$ ) wschodniej (E) oraz  $50^{\circ}21'40,3''$  i  $50^{\circ}25'17,3''$  szerokości geograficznej ( $\varphi$ ) północnej (N). Znajac dokładną lokalizację badanego obszaru oraz korzystając z danych pomiarowych Instytutu Metrologii i Gospodarki Wodnej [IMGW] oszacowałam ilość godzin, podczas których na podane miejsce bezpośrednio padają promienie słoneczne, czyli usłonecznienie terenu. Zestawienie zostało przygotowane dla lat: 2012-2014. Pory roku są określone datami początku i końca astronomicznej pory roku, Tab.2.

Przy planowaniu inwestycji w energię słoneczną ważnym elementem jest badanie warunków nasłonecznienia rejonu. Nasłonecznienie większej części kraju wynosi ponad 1000 kWh/m<sup>2</sup> w skali roku. Posiłkując się danymi Komisji Europejskiej można oszacować nasłonecznienie w okolicach Pyskowic na 1050 kWh/m<sup>2</sup> rocznie. W obliczeniach wykonanych na potrzeby raportu wykorzystywana jest jednak wartość średnia wynosząca 1000 kWh/m<sup>2</sup>.

Tab. 2. Usłonecznienie obszaru Pyskowic, dane na podstawie: IMGW

Rok	Wiosna	Lato	Jesień	Zima	Cały rok
	<b>Łączna liczba godzin, dzień + noc [w godzinach; h]</b>				
	2227	2245	2154	2135	8760
	<b>Usłonecznienie terenu [w godzinach; h]</b>				
2012	510	780	330	200	1820
2013	460	725	290	220	1725
2014	500	750	340	240	1830

### 1.3. Charakterystyka ludności

Według danych z dn. 30.06.2014r. Pyskowice zamieszkuje blisko 17 500 osób. Struktura wieku, na podstawie danych z Urzędu Miasta, prezentuje się następująco:

Tab. 3. Struktura wieku Pyskowic

Lp.	Przedział wieku	Liczba mieszkańców
1.	do 17 lat	2671
2.	18 – 64 lata	11880
3.	powyżej 64 lat	2947

Spółeczeństwo Pyskowic jest społeczeństwem w głównej mierze w wieku produkcyjnym. Znaczna większość mieszkańców wybrała miejsce pracy lub ścieżkę dalszej edukacji poza granicami miasta. Wiąże się to z codziennymi dojazdami.

Z szacunkowych statystyk wynika, że na 1000 mieszkańców przypada 350 samochodów. Obserwując naturalny tryb życia mieszkańców Pyskowic i konfrontując to z ofertą komunikacji miejskiej oceniam, że około 1150 osób dziennie (w dni robocze) dojeżdża autobusami w godzinach 5:30-7:30 do Gliwic. Miejsca pracy oraz placówki edukacyjne gwarantują również pobliskie miejscowości. Liczba połączeń komunikacji miejskiej do pozostałych miast jest mniejsza, co automatycznie rzutuje na wzrost liczby podróży samochodami. Na terenie gminy występuje rotacja komunikacyjna. Ludność nie tylko wyjeżdża poza granice miasta ale również przyjeżdża z otaczających miejscowości i wsi do Pyskowic.

Należy pamiętać również o transporcie wewnętrznym, czyli o przypadkach gdzie mieszkańcy przemieszczając się z jednego punktu do drugiego, lecz nadal na terenie miasta. Biorąc po uwagę powyższą argumentację oraz własne obserwacje, można założyć, że ulicami Pyskowic przejeżdża średnio 5000 samochodów (nie uwzględniając transportu tranzytowego) z czego większość pokonuje daną trasę dwukrotnie, (Roz. 1.4.1).

### 1.4. Aktualny stan jakości powietrza

Na stan jakości powietrza ma wpływ kilka czynników: niska emisja, przemysł, a także komunikacja. Ze względu na lokalizację Pyskowic w zachodniej części GOP-u i w pobliżu ROW-u (Rybnicki Okręg Węglowy), niezależnie od emisji z obiektów zlokalizowanych na terenie samej gminy, znaczny wpływ na jakość powietrza ma napływ zanieczyszczeń z terenów ościennych, emisja transgraniczna. [BEF] Z uwagi na przeważające kierunki wiatrów, najczęściej południowo-zachodnie o prędkości na poziomie 2,5 m/s, szczególny wpływ ma napływ zanieczyszczeń od strony Gliwic (Huta Łabędy). Od zachodu odbywa się napływ zanieczyszczeń z rejonu Kędzierzyna Koźła.

Wpływ na jakość powietrza mają również źródła energetyczne i przemysłowe. Do największych emiterów zanieczyszczeń pochodzenia energetycznego i przemysłowego, należą:

1. Ciepłownia „Centrum”, ul. Poznańska 5. Łączna moc wynosi 15,86 MW – energia cieplna dla budynków gminy Pyskowice. Dwa kotły wodno-rusztowe, wyposażone w układy odpylające złożone z dwóch baterii cyklonów wyłożone bazaltem, dodatkowo multicyklonowy układ odpylający dla WR-8.
2. Kotłownia Zakładu Naprawy Wagonów Dzierżno, ul. Piaskowa 143. Kotłownia węglowa o mocy zainstalowanej 10,2 MW, wyposażona w odpylacz cyklonowe i baterie cyklonów o sprawności odpylania 70%.
3. Wytwórnia Mas Bitumicznych w Pyskowicach-Dzierżnie, ul. Wiejska. Emitor głównie węglowodorów alifatycznych.
4. Firma HAWEX, ul. Wiejska.
5. Firma EKOGAMA, ul. Piaskowa.
6. CENO ENERGIO, ul. Magazynowa 4. Wytwórnia betonu.

Oceniając jakość powietrza gminy należy uwzględnić również niską emisję. Procesy spalania paliw dla potrzeb ogrzewania budynków oraz produkcja ciepłej wody użytkowej to główne źródła emisji zanieczyszczeń powietrza w gospodarce komunalnej Pyskowic. Zapotrzebowanie na energię cieplną w skali roku pokrywane jest z wykorzystaniem kotłów i pieców na paliwo stałe jakim jest węgiel kamienny i koks.

#### 1.4.1. Komunikacyjne źródła zanieczyszczeń. Analiza CO<sub>2</sub>

Łączna długość sieci drogowo-ulicznej na terenie Pyskowic wynosi około 55 km. W wartości tej zawierają się:

1. Drogi krajowe i wojewódzkie (DK40, DK94, DW901): 10 km.
2. Drogi powiatowe: 7 km.
3. Drogi gminne: 38 km.

Na szeregu odcinków dróg występuje nakładanie się ruchu tranzytowego z ruchem lokalnym. Dodatkowo występują zaniżone parametry techniczne układu drogowego oraz stanu nawierzchni. W tzw. godzinach szczytu ma miejsce przeciążenie wynikające ze wzrastającego natężenia ruchu kołowego. Elementy te ograniczają płynność ruchu, co pociąga za sobą zawyżony poziom emisji spalin. Znaczący wpływ na stan atmosfery mają spaliny pochodzące z transportu drogowego.

Tab. 4. Emisja CO<sub>2</sub> emitowanego przez samochody osobowe na terenie Pyskowic w ciągu dnia

	<b>Liczba przejechanych km w ciągu dnia</b>	<b>Emisja CO<sub>2</sub></b>
<b>Emisja jednostkowa</b>	100	14 kg
<b>Przebieg i całkowita emisja</b>	63500	8890 kg

Ze względu na dużą ilość czynników oraz znaczny zakres ich zmienności bardzo trudno jest wyznaczyć ilość substancji toksycznych i CO<sub>2</sub> emitowanych przez silniki pojazdów do atmosfery.

Przeciętnie samochód osobowy emituje CO<sub>2</sub> w ilości: 140 g/km czyli po 100 km otrzymujemy wartość 14 kg. Odwołując się do, Tab.4. możliwe jest oszacowanie ilości emitowanego dwutlenku węgla do atmosfery w ciągu dnia, która oscyluje w granicach niespełna 8900 kg.

## 1.5. Aktualny stan poziomu hałasu

Hałas w środowisku miejskim może mieć różne źródła. Hałas w Pyskowicach jest spowodowany między innymi działalnością zakładów przemysłowych i usługowych (np. Zakład Masarski Herbert Suchanek, PPHU KOMSTA, SCHENKER). Przed terenem Pyskowic przebiega również linia kolejowa Katowice – Gliwice – Pyskowice – Opole, co znacząco wpływa na hałas. Wielkość i zasięg oddziaływania hałasu kolejowego w zasadniczy sposób zależy od częstotliwości kursowania pociągów, składu taboru kolejowego i technicznego przygotowania torowiska.



Rys. 2. Ulice na terenie Pyskowic o największym nasileniu hałasu, [Wikimapia]

Dla mieszkańców Pyskowic najbardziej uciążliwy jest jednak hałas pochodzenia drogowego. DK40, DK94 oraz DW901 to arterie komunikacyjne, które zaburzają ciszę. Są to drogi, które znajdują się poza terenem zabudowanym lecz niewątpliwie bezpośrednio blisko centrum miasta. Na terenie zabudowanym do najbardziej hałaśliwych miejsc należą ulice zamieszczone w Tab.5. wraz z ich przyczynami uciążliwości.

Tab. 5. Ulice na terenie Pyskowic o największy nasileniu hałasu

Lp.	Nazwa ulicy:	Przyczyna hałasu:
1.	Ul. Kardynała Wyszyńskiego	Droga łącząca DW901 z centrum (Rynek) Pyskowic. Plac autobusowy, KZK GOP, PKS. W pobliżu: Komisariat Policji
2.	Ul. Armii Krajowej	Droga łącząca DK94/DW901 z centrum (Rynek) Pyskowic. W pobliżu: Szpital Miejski i Pogotowie Ratunkowe, Straż Pożarna
3.	Ul. Fryderyka Chopina	Droga łącząca tzw. Osiedle Pyskowic z jego centrum. W pobliżu: osiedle nowych domków jednorodzinnych, osiedla mieszkalne, Przychodnia REMEDIUM
4.	Ul. Wojska Polskiego	Droga łącząca dwie równoległe drogi wylotowe z centrum miasta. W pobliżu: Plac Dożynkowy, Przychodnia rejonowa

## 2. Struktura transportu drogowego mieszkańców miasta

Nawiązując do rozdziału 1.3, w którym przedstawiony jest modelowy tryb życia mieszkańców, można przeprowadzić następującą analizę prywatnego transportu samochodowego.

## 2.1. Dzień roboczy

Każdego ranka po drogach Pyskowic przemieszcza się 5000 samochodów (pomijając transport tranzytowy) zarówno mieszkańców miasta jak i okolicznych miast i wsi.

Średnia pokonywana odległość dom-praca/szkoła wynosi 20 km (dla ludności emigrującej czasowo). Badając główne odcinki dróg Pyskowic można przyjąć, że każdy samochód pokonuje w przybliżeniu 5 km na terenie gminy, a kolejne 15 km poza jej granicami. Odległość ta jest pokonywana dwukrotnie w ciągu dnia, rankiem oraz w godzinach popołudniowych.

Tab. 6. Długość drogi, którą pokonują samochody w ciągu typowego dnia roboczego na terenie Pyskowic

Rodzaj transportu	Liczba samochodów [szt.]	Droga pokonywana w godzinach porannych na terenie Pyskowic [km]	Droga pokonywana w godzinach popołudniowych na terenie Pyskowic [km]	Droga pokonywana w ciągu dnia na terenie Pyskowic [km]
<b>Wewnętrzny + poza granicami miasta</b>	3500	5	5	10
<b>Wewnętrzny</b>	1500	3,5	3,5	7
<b>Losowy</b>	3000	6	6	6
<b>Podsumowanie</b>	-	31750	31750	63500

Wewnętrzny transport samochodowy (dla ludności podróżującej cały czas w obrębie gminy) określany jest wartością 1500 (z 5000) samochodów. Średnia odległość dom-praca/szkoła szacowana jest na 3,5 km przy czym jest ona pokonywana dwukrotnie każdego dnia.

Należy pamiętać również o podróżach samochodem, które odbywają się poza stałym planem dnia, a więc: zakupy, wizyta rodzinna, wyjazd delegacyjny itd. Zakładając, że podróże te odbywają się poza stałą trasą dom-praca/szkoła można wnioskować, że dodatkową drogę pokonuje około 3000 samochodów dziennie w wartości przybliżonej 6 km. Każdego dnia roboczego wszystkie samochody osobowe pokonują trasę o średniej długości 63500 km na terenie gminy Pyskowice.

## 2.2. Dzień wolny

W dni wolne oraz święta można zaobserwować znacznie mniejszy ruch samochodów na ulicach Pyskowic. Spowodowane jest to brakiem potrzeby pokonywania trasy dom-praca/szkoła oraz aktywnym trybem życia mieszkańców. Za słuszne można przyjąć założenie, że w tym okresie po drogach gminy odbywa się transport osobowy o natężeniu 4000 samochodów dziennie na średnią odległość 4 km.

## 2.3. Docelowe miejsca podróży na terenie miasta

Centralnym punktem gminy Pyskowice jest Rynek miasta ze względu na dużą ilość sklepów oraz zabytków, a także obecność głównego przystanku autobusowego KZK GOP i PKS. Największym zaludnieniem charakteryzuje się północna część gminy, gdzie znajduje się większość jednostek opieki medycznej oraz przedszkolnej, a także Plac Dożynkowy i końcowy przystanek autobusowy linii komunikacji miejskiej KZK GOP. Jednostka administracyjna z Urzędem Miasta oraz Miejski Ośrodek Kultury i Sportu należą do istotnych elementów życia administracyjno-kulturowego Pyskowiczów. Kolejnym ważnym obiektem jest dworzec PKP znajdujący się w starej części miasta.

Dzierżno jest to wiejska dzielnica Pyskowic. Jest oddalone o 4 km od Rynku. Droga do Dzierżna prowadzi przez tereny polne oraz leśne. Dzierżno dysponuje zalewami wodnymi (Jezioro Dzierżno Duże i Jezioro Dzierżno Małe), które stanowią punkt wypoczynkowy mieszkańców oraz przyjezdnych, ze względu na znajdujący się tam Hotel i Restaurację



Łabędź. Warto nadmienić, że w Dzierżnie znajdują się tereny inwestycyjne SILESIA PARK S.A.

#### **2.4. Docelowe miejsca podróży poza granicami miasta**

Głównym miejscem podróży mieszkańców Pyskowic są Gliwice oddalone o 12 km, (Roz. 1.1.). W mniejszym nasileniu transport osoby odbywa się również w kierunku Tarnowskich Gór.

Pyskowice stanowią bazę wypadową lub bezpośredni cel podróży dla mieszkańców ościennych gmin oraz pobliskich wsi. Spowodowane jest to rozwiniętym handlem oraz obecnością licznych ośrodków zdrowia i centrów edukacyjnych oraz dobrze rozwiniętą siecią połączeń komunikacji miejskiej z większymi miastami. Mieszkańcy gmin: Rudziniec, Toszek, Wielowieś i Zbrostawice są zasadniczą grupą czasowych emigrantów na teren Pyskowic.

### **3. Koncepcja: Car Sharing dla Pyskowic**

Car sharing jest system wspólnego użytkowania samochodów. Struktura zorientowana jest na komfort cywilizacyjny, przyszłość, rozwój oraz problematykę ochrony środowiska. Systemy te są popularne w dużych miastach UE, przykładowo: Berlin, Paryż. Usługa mobilna przyjmuje różne formy, co dzieli car sharing na trzy podstawowe rodzaje:

1. Z ustalonymi miejscami odbioru i odstawiania pojazdów
2. Swobodne odstawianie pojazdu w dowolnym miejscu na określonym terenie np. centrum miasta tzw. (ang. *free-floating*)
3. Trzecią alternatywą jest wypożyczanie pojazdów przez osoby prywatne

Po analizie społeczeństwa Pyskowic, stylu życia przeciętnego mieszkańca, jego przyzwyczajeniach, miejscu pracy, trybu funkcjonowania i zapotrzebowania na samochód zaplanowałam car sharing przysposobiony do warunków badanego miasta.

Koncepcja opiera się na elektrycznych samochodach. Decyzja dotycząca wyboru e-mobilności została podjęta po analizie aktualnego stanu jakości powietrza oraz poziomu hałasu w mieście. Pomimo, że na terenie gminy nie znajdują się duże zakłady przemysłowe czy energetyczne, to i tak stan jakości powietrza jest niezadowolający. Na stopień zanieczyszczeń atmosfery mają duży wpływ spaliny często użytkowanych samochodów (Tab. 6.). Poziom hałasu w mieście jest określany przez mieszkańców jako: uciążliwy, bardzo duży. Drogi i tereny zdefiniowane jako najgłośniejsze (Rys. 2.) są powierzchniami o największym nasileniu ruchu samochodowego. W celu likwidacji dokuczliwych czynników, wpływających negatywnie nie tylko na środowisko naturalne ale również na stan zdrowia mieszkańców, rozwiązaniem stają się pojazdy elektryczne.

Kolejną innowacją w koncepcji car sharing'u dla Pyskowic jest sposób ładowania akumulatorów pojazdów elektrycznych. W projekcie nacisk będzie stawiany na energię odnawialną. Energia elektryczna będzie wytwarzana z OZE. Rozwiązaniem będą terminale ładujące skonsolidowane z panelami fotowoltaicznymi na sposób fizyczny oraz wirtualny. Zapotrzebowanie na energię elektryczną EV będzie w dużej mierze zaspokajane przez produkt powstały w PV. Istotnym elementem projektu jest jak najmniejszy udział energii elektrycznej pochodzącej z KSE.

Proces korzystania z usług e-mobilności w systemie car sharing na terenie Pyskowic został opracowany wzorując się na systemie Autolib' w Paryżu [[Dybalski](#)] oraz doświadczeniach GoGet [[GoGet](#)].

#### **3.1. Użytkownik**

Użytkownikiem systemu car sharing miasta Pyskowice może być każdy mieszkaniec miasta lub terenów przyległych. Usługa e-mobilności będzie dostępna również dla przyjezdnych, turystów a także mieszkańców okolicznych miast i wsi. Każdy użytkownik musi spełniać warunki umożliwiające mu korzystanie z usługi. Aby zostać użytkownikiem wymagane jest:

1. Ukończone co najmniej 18 lat.
2. Posiadanie aktualnego prawo jazdy od co najmniej roku, międzynarodowe prawo jazdy jest akceptowane. Zalecana jest dyspozycja dowodem osobistym w celu ewentualnego potwierdzenia tożsamości.
3. Znajomość regulaminu. Niezbędna wiedza, która pomoże w użytkowaniu infrastruktury systemu usług e-mobilności.
4. Karta użytkownika. Karta umożliwiająca kontakt z klientem wydawana podczas rejestracji do systemu usług.



Rys. 3. Schemat wymagań

### 3.2. Rezerwacja i odbiór pojazdu

Rezerwacji pojazdu można dokonać on-line, poprzez specjalną aplikację przygotowaną na smartfony lub bezpośrednio przy pulpicie kontaktowym na stacji wypożyczania samochodu. W toku zamawiania pojazdu należy podać numer karty użytkownika, na której znajdują się wszystkie dane niezbędne do identyfikacji klienta oraz komunikacji z nim w celu uregulowania zapłaty za użytkowanie samochodu. Usługobiorca zobligowany jest do podania daty odbioru pojazdu oraz okresu czasowego, w którym przewiduje korzystanie z usługi. Użytkownik samochodu ma prawo wyboru modelu, a także stanowiska odbioru, uzależnionego od jego indywidualnych potrzeb, (Roz. 4).

Kartą użytkownika należy się posługiwać na stacjach wypożyczania EV. Przy stanowisku, w wyznaczonym miejscu, przykładą się kartę, a następnie wprowadza hasło podane w toku rezerwacji pojazdu. System odnajduje dane użytkownika oraz zamówienia a następnie prosi o ich potwierdzenie. Jako środek zabezpieczający pulpit sterowania wymaga od klienta zapewnienia, że posiada on ważne prawo jazdy i nie jest pod wpływem alkoholu ani narkotyków. Po zakończeniu tego krótkiego procesu identyfikacji usługi, jeden z terminali, do których są podłączone samochody elektryczne, daje znać użytkownikowi o dostępności oczekiwanego pojazdu poprzez sygnały świetlne. Konsument przykładą kartę użytkownika do czytnika RFID (ang. *Radio-frequency identification*) w miejscu gniazda ładowania EV, odłącza kabel elektryczny i może w pełni korzystać z usługi car sharing.

Przed rozpoczęciem użytkowania wypożyczonego samochodu, usługobiorca ma obowiązek sprawdzić stan pojazdu i w razie awarii lub innych zakłóceń niezwłocznie poinformować właściciela car sharing'u.

### 3.3. Zwrot pojazdu

Użytkownik jest zobowiązany do prawidłowego oddania pojazdu przed upływem czasu podanego w toku rezerwacyjnym. Prawidłowe oddanie pojazdu polega na umieszczeniu samochodu na stacji wypożyczenia oraz podłączeniu go do terminala ładującego. Samochód powinien mieć zamknięte wszystkie szyby i drzwi – dzieje się to automatycznie po wylogowaniu się z systemu poprzez ponowne użycie karty użytkownika na czytniku RFID. Kluczyki powinny być usunięte ze stacyjki i umieszczone wraz z niezbędną dokumentacją pojazdu w schowku.

### 3.4. Wyposażenie samochodu

W zależności od wybranego modelu pojazdu oferowanego przez system, wyposażenie może się różnić. Spowodowane jest to odmiennymi markami samochodów. Stałym wyposażeniem samochodu, oferowanym przez car sharing jest nawigacja. System nawigujący ma wbudowaną aplikację wyszukującą najbliższe terminale ładowania pojazdów elektrycznych, co wpływa bezpośrednio na komfort i bezpieczeństwo jazdy.

Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom klientów istnieje możliwość wyposażenia pojazdu o dodatkowy sprzęt. Potrzebę taką użytkownik może nadmienić w procesie rezerwacji, wiąże się to z dodatkową opłatą zawartą w cenniku. Oferowane dodatkowe wyposażenie:

1. Fotelik 0-9 kg
2. Fotelik ISOFIX 9-18 kg
3. Fotelik ISOFIX 15-36 kg
4. Łańcuchy śnieżne
5. Bagażnik dachowy – BOX
6. Lodówka turystyczna
7. CB-radio

### 3.5. Awaria, szkoda, kolizja

Każdą zauważoną awarię pojazdu elektrycznego, stanowiska wypożyczenia czy terminalu ładowania użytkownik ma obowiązek zgłosić do systemu usługi. W przypadku awarii, która uniemożliwia dalsze użytkowanie samochodu, operator floty zobowiązuje się do dołożenia wszelkich starań aby zapewnić użytkownikowi usługi samochód zastępczy.

Użytkownik jest odpowiedzialny za powstałe szkody samochodu lub wobec osób trzecich w czasie, który został podany w procesie rezerwacji. Dotyczy to wszystkich części wynajętego pojazdu. W przypadku szkody powstałej z winy użytkownika zostanie naliczona kara umowna.

Każdy wypadek lub kolizję drogową należy niezwłocznie zgłosić operatorowi e-mobilności. Użytkownik jest zobowiązany do wypełnienia Formularza Wypadku lub Kolizji oraz do dostarczenia ewentualnych dowodów i kontaktów do dostępnych świadków zajścia. Jeżeli wypadek lub kolizja powstała z winy użytkownika może on zostać obciążony dodatkowymi kosztami.

### 3.6. Cennik

Cennik został opracowany na bazie zestawień finansowych istniejących światowych systemów car sharing'u, głównie Car2Go oraz RUHRAUTO' [Larisch].

Stawki zostały wyliczone na podstawie szacunkowej produkcji energii elektrycznej w źródłach fotowoltaicznych oraz średniej ceny energii elektrycznej za 1kWh (0,51 PLN/kWh) mocy energii, która byłaby potrzebna w procesie ładowania akumulatorów. Wyjściową wartością była stawka za przebieg, którą wyliczyłam uwzględniając zużycie energii przez dany model pojazdu EV. Uwzględniając prędkość maksymalną pojazdów otrzymałam wartość stawki godzinnej. Opierając się na istniejących systemach car sharing'u, wykorzystałam mnożnik dziesiętny stawki godzinnej aby wyliczyć cenę wypożyczenia EV na 24h.

Tab. 7. Cennik floty w systemie Car sharing Pyskowice

Model	Stawka godzinna	Stawka dobowa	Stawka za przebieg
Smart Fortwo	18 PLN/h	180 PLN	0,25 PLN/km
Renault Fluence Z.E	16 PLN/h	160 PLN	0,20 PLN/km

Tab. 8. Cennik usług w systemie Car sharing Pyskowice

Usługa	Koszt
Rejestracja	BRAK
Oddanie auta z opóźnieniem	40 PLN

Oddanie auta z rozładowanym akumulatorem	50 PLN
Fotelik 0-9 kg	20 PLN
Fotelik ISOFIX 9-18 kg	30 PLN
Fotelik ISOFIX 15-36 kg	30 PLN
Łańcuchy śnieżne	20 PLN
Bagażnik dachowy – BOX	80 PLN
Lodówka turystyczna	30 PLN
CB-radio	50 PLN

Tabela 9 prezentuje zestawienie ceny użytkowania pojazdu Smart Fortwo w systemie car sharing w Pyskowicach oraz firmy RUHRAUTO funkcjonującej w Niemczech. Główną różnicą tych dwóch systemów jest sposób ładowania EV. W koncepcji opracowanej dla Pyskowic, ładowanie pojazdów odbywa się poprzez użycie źródła jakim są panele fotowoltaiczne. Na skutek odmiennej metody ładowania pojazdów cena usługi w Pyskowicach jest niższa.

Tab. 9. Zestawienie kosztów użytkowania danego modelu EV

Model EV	Lokalizacja	Stawka godzinna	Stawka dobową	Stawka za
Smart Fortwo	RUHRAUTO, Niemcy	4.90 €	45.00 €	0,10 €
		21,07 PLN/h	193,5 PLN	0,43 PLN/km
Smart Fortwo	Car Sharing, Pyskowice	18 PLN/h	180 PLN	0,25 PLN/km

#### 4. Pojazdy elektryczne

Car sharing na terenie Pyskowic powinien dysponować flotą samochodów elektrycznych dostosowanych bezpośrednio do potrzeb mieszkańców, uwzględniając charakterystykę ludności oraz strukturę transportu drogowego na obszarze gminy. Różnorodność wiekowa społeczeństwa, odmienne cele podróży, wymagania i oczekiwania skutkują niejednakowym zapotrzebowaniem na samochód. W tym celu proponowanym rozwiązaniem jest flota samochodowa składająca się z dwóch modeli, Tab. 11.



Ze względu na przewidzianą liczbę stacji ładowania i miejsc parkingowych proponowana ilość pojazdów znajduje się w Tab.10. Większa liczba zakupionych samochodów marki Renault wynika z opłacalności ekonomiczno-energetycznej. Dodatkowo teren Pyskowic zamieszkuje wiele rodzin z dziećmi co skutkuje zapotrzebowaniem na pojemniejszy samochód wyposażony w co najmniej 5 osobową liczbę miejsc.

Tab. 10. Stan floty samochodowej car sharing'u

Model	Smart Fortwo	Renault Fluence Z.E
Liczba pojazdów	8	12
Razem	20	

Tab. 11. Wybrane modele EV do floty systemu car sharing w Pyskowicach

Nazwa modelu	Smart Fortwo electric drive	Renault Fluence Z.E
--------------	-----------------------------	---------------------

<b>Prezentacja</b>		
<b>Opis</b>	3-drzwiowy Smart Fortwo trzeciej generacji. Wersja coupe. Akumulator litowo-jonowe firmy Deutsche Accumotive/ Li-Tec. Liczba miejsc: 2.	4- drzwiowy samochód typu sedan. Litowo-jonowy akumulator firmy AESC umieszczony za tylnymi siedzeniami. Liczba miejsc: 5.
<b>Zasięg</b>	110 km	170 km
<b>Moc silnika</b>	30 kW	44 kW
<b>Maksymalna prędkość</b>	120 km/h	135 km/h
<b>Energia zgromadzona w akumulatorze</b>	17 kWh	22kWh
<b>Zużycie energii</b>	14,5 kWh / 100 km	12,5 kWh / 100 km
<b>Cena</b>	>100 000 PLN	111 100 PLN
<b>Potencjalni pasażerowie</b>	Studenci, single, małżeństwa w podeszłym wieku, emeryci	Rodziny z dziećmi, młode małżeństwa

## 5. Terminale ładowania elektrycznych samochodów

Na rynku e-mobilności producenci oferują duży wybór terminali ładowania samochodów elektrycznych. W programie: Car Sharing dla Pyskowic, istotnym elementem są panele fotowoltaiczne. PV będą głównym źródłem energii elektrycznej, która będzie zasilala flotę car sharing'u. Terminal, powiązany z instalacją prosumencką, będzie dążył do zagwarantowania zapotrzebowania energetycznego samochodów elektrycznych. Smart terminal będzie w stanie obliczyć ile zostało wyprodukowanej energii elektrycznej oraz w jakim stopniu KSE musi wspomóc system car sharing'u.

Z uwagi na rozmiar floty samochodowej, powierzchnię gminy i gęstość zaludnienia, stanowiska ładowania samochodów elektrycznych pojawią się w mieście w liczbie 11 sztuk.

5 stanowisk będzie wyposażonych w multimedialny panel, dzięki czemu będą jednocześnie pełnić funkcję stacji wypożyczenia pojazdów. Multimedialny pulpit umożliwi kontakt z klientem w celu, między innymi, potwierdzenia rezerwacji samochodu. Po dokonaniu zamówienia użytkownik będzie mógł odebrać EV z jednego z pośród tych pięciu stanowisk, (Roz. 3.2).

Pozostałe 6 stanowisk będzie służyło tylko do ładowania pojazdu. Będą one dysponowały mniejszą mocą zainstalowanych paneli fotowoltaicznych, co skutkuje mniejszą ilością wyprodukowanej energii elektrycznej.

### 5.1. Integracja fizyczna terminalu ładującego z PV

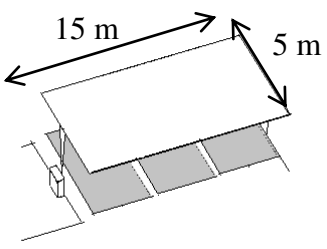
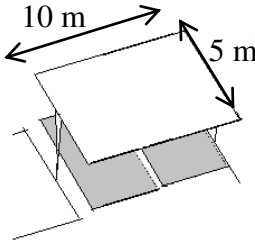
Słoneczne carporty zostaną zlokalizowane na terenie miasta w dwóch wersjach. Oba modele mają zainstalowane panele fotowoltaiczne o mocy  $150\text{W/m}^2$  o sprawności 20%. Różnią się natomiast powierzchnią zadaszenia. Większy model ma rozpiętość  $75\text{ m}^2$ , z kolei model mniejszy  $50\text{ m}^2$ . Carporty odpowiednio posiadają całkowitą moc zainstalowaną o wartościach: 11,25 kW oraz 7,5 kW.

Korzystając z danych zawartych w rozdziale 1.2. mówiących o nasłonecznieniu na terenie Pyskowic, zweryfikowałam maksymalną moc wyprodukowaną przez każdy z carportów. Zakładając zmienność produkcji energii elektrycznej w poszczególnych porach roku, oszacowałam średnią produkcję w ciągu jednego dnia na odpowiednio 30kWh i 20kWh. Modelowe wartości posłużą mi do dalszych obliczeń.

Całkowita moc zainstalowana na wszystkich stanowiskach daje łącznie: 101,25 kW. Średnia maksymalna moc wyprodukowana w ciągu dnia na wszystkich stanowiskach: 270 kWh.

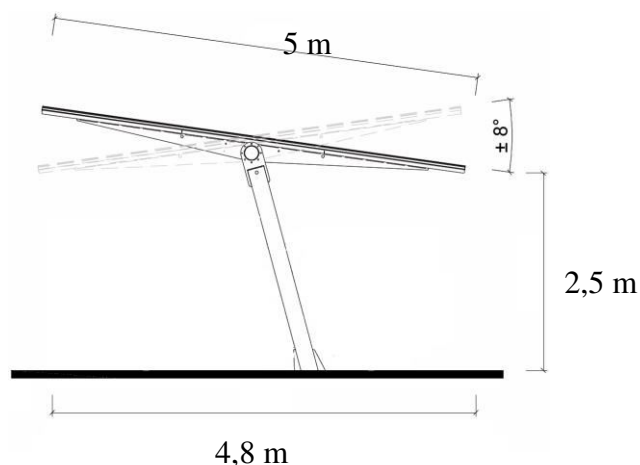
W ciągu roku jesteśmy w stanie otrzymać około 11,25 MWh oraz 7,5 MWh z każdego carportu w zależności od modelu. Pyskowice dysponowałyby źródłem energii elektrycznej o mocy 101,25 MWh/rok.

Tab. 12. Zestawienie parametrów technicznych carportów.

<b>Wymiary</b>		
<b>Zainstalowana moc PV na jednym carporcie</b>	11,25 kW	7,5 kW
<b>Moc wyprodukowana w ciągu dnia</b>	30 kWh	20 kWh
<b>Liczba miejsc parkingowych</b>	3	2
<b>Liczba terminali w mieście</b>	5	6
<b>Dodatkowe wyposażenie</b>	Pulpit multimedialny, Akumulatory	Akumulatory

Zadaszenia z panelami fotowoltaicznymi jest nachylone do poziomu pod kątem  $\pm 8^{\circ}$  aby powierzchnia oświetlana przez słońce była jak największa. Dach carportu jest wzniesiony na wysokość 2,5 m. Powierzchnia parkingowa ma długość 4,8 m.

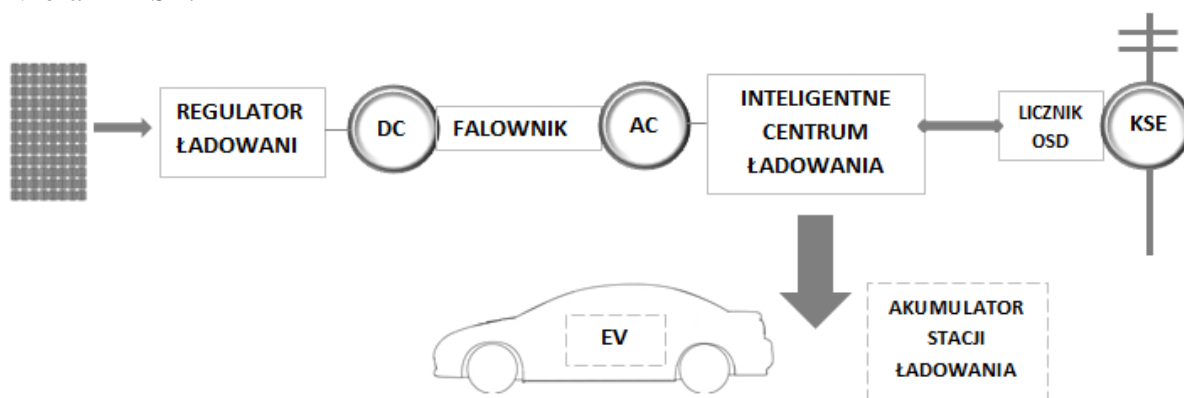
Energia elektryczna produkowana z PV będzie bezpośrednio zasilala akumulatory samochodów elektrycznych. W przypadku, gdy miejsca parkingowe będą wolne lub samochody będą naładowane a produkcja energii będzie trwać, otrzymany produkt będzie magazynowany w akumulatorach wbudowanych w terminale ładowania samochodów elektrycznych. Mechanizm ten umożliwi wykorzystanie całościowej energii elektrycznej, którą wyprodukują PV. Rzutuje to również na wykres dobowego krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną ponieważ, energia zakumulowana w ciągu dnia może ładować EV nocą nie zwiększając szczytu wieczornego



Rys. 4. Schemat przekroju carportu.

Carporty będą połączone z KSE w celu zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego oraz sprzedaży nadprodukcji energii elektrycznej do systemu energetycznego.

Poniższy schemat prezentuje sposób integracji fizycznej PV z terminalami ładowania EV oraz z KSE.



Rys. 5. Schemat integracji fizycznej PV z terminalami ładowania elektrycznych samochodów

### 5.1.1. Analiza energetyczna

Stacje ładowania elektrycznych samochodów będą wyposażone w akumulatory. Gdy miejsca parkingowe będą wolne, a więc gdy energia produkowana przez panele fotowoltaiczne nie będzie wykorzystywana do ładowania samochodu, będzie można zmagazynować ją zamiast bezpośrednio oddawać do Krajowego Systemu Elektroenergetycznego. Energia ta będzie wykorzystana w pierwszej kolejności po podłączeniu EV do terminala. Każda nadprodukcja energii elektrycznej zostanie sprzedana.

Akumulatory samochodów elektrycznych mogą być również wykorzystywane jako magazyny energii elektrycznej. Uwzględniając fakt, że pojazd może być użytkowany po wcześniejszej rezerwacji, jesteśmy w stanie określić harmonogram jazd EV. W okresie gdy samochód nie jest użytkowany (głównie nocami) możemy zmagazynowaną energię sprzedać do KSE.

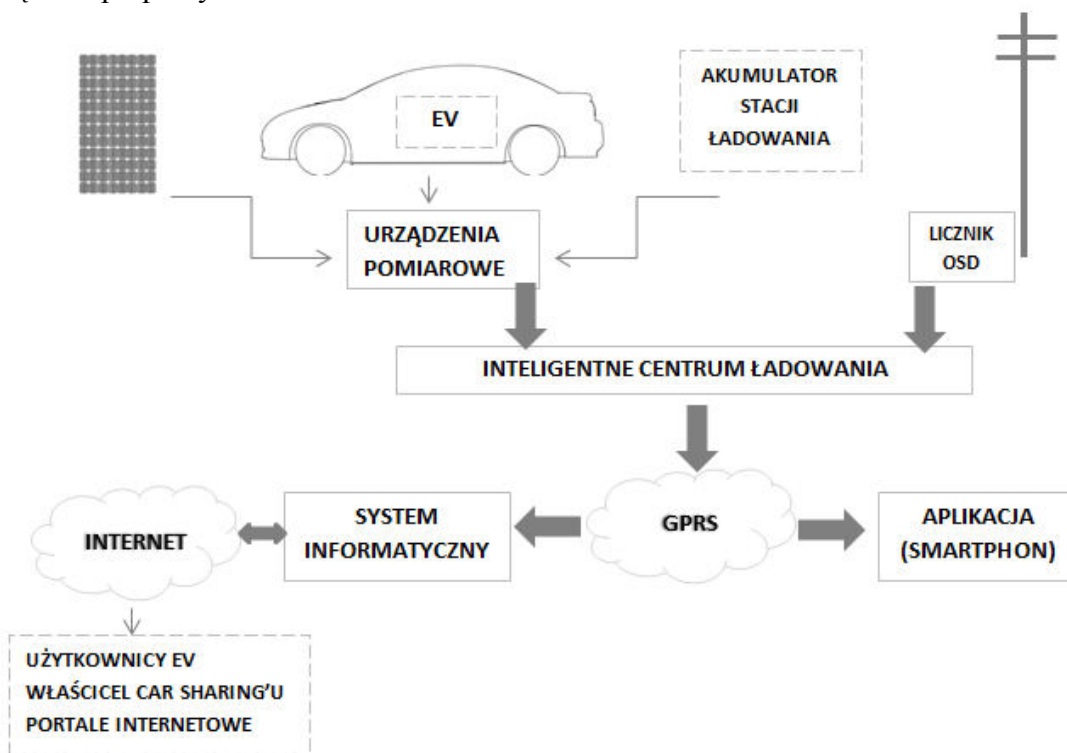
Car Sharing w Pyskowicach dysponowałby zasobem energetycznym w wysokości około 670 kWh dziennie. Jest to zsumowana wartość pojemności akumulatorów EV (400 kWh) oraz dziennej produkcji energii wytworzonej przez panele fotowoltaiczne (270 kWh). Pamiętając, że najkorzystniejszym warunkiem pracy akumulatorów jest jego

rozładowanie do około 50 % możemy wywnioskować, że potencjał energetyczny car sharing'u w Pyskowicach wynosiłby dziennie około 410 kWh. Energia elektryczna (410 kWh) może przyczynić się do zmniejszenia szczytu wieczornego, roz. 8.1.

## 5.2. Wirtualna integracja terminalu ładującego

Integracja paneli fotowoltaicznych ze stanowiskami ładowania elektrycznych samochodów odbywa się również na płaszczyźnie wirtualnej.

Ważną jednostką jest Inteligentne Centrum Ładowania (ICL). Napływają do niego informacje dotyczące produkcji energii w PV dzięki czemu może on kontrolować etapy ładowania akumulatorów EV bądź akumulatorów stacji ładowania. ICL nadzoruje również komunikację między akumulatorem stacji ładowania oraz EV. Inteligentne Centrum Ładowania koordynuje prawidłową pracę carportów. Gdy powstaje nadprodukcja energii elektrycznej lub w wypadku gdy w stacji ładowania nie znajduje się żaden EV, ICL pilnuje aby nadmiar produkcyjny został zmagazynowany w akumulatorach stacji ładowania a nie został sprzedany do KSE. Gdy do carportu zostaje podłączony samochód, ICL nadzoruje w pierwszej kolejności pobór energii zmagazynowanej. ICL gromadzi wszystkie dane dotyczące współpracy z KSE.



Rys. 6. Schemat integracji wirtualnej PV z terminalami ładowania elektrycznych samochodów

System GPRS przesyła wszystkie dane zawarte w ICL do Systemu Informatycznego (SI) lub aplikacji, którą użytkownicy mogą zainstalować w swoich telefonach komórkowych. Dzięki tej aplikacji, usługobiorca jest informowany o dostępności danego modelu EV oraz jego lokalizacji. Dodatkowo może on nadzorować status baterii EV. Użytkownik może otrzymywać również informacje na temat źródła energii, którą ładowany jest samochód.

System Informatyczny gromadzi wszystkie dane i zmiany zachodzące w ICL. Ponadto, łączy się z Internetem, jest to komunikacja dwutorowa co otwiera całą gamę możliwości. Przede wszystkim, użytkownik lub właściciel może na bieżąco być informowany o stanie energetyczny carportów, zapotrzebowaniu na moc oraz dostępności EV. Dzięki dwutorowemu charakterowi połączenia między SI i Internetem, System Informatyczny może obierać informacje o pogodzie, jej prognozę na najbliższe dni, co umożliwi



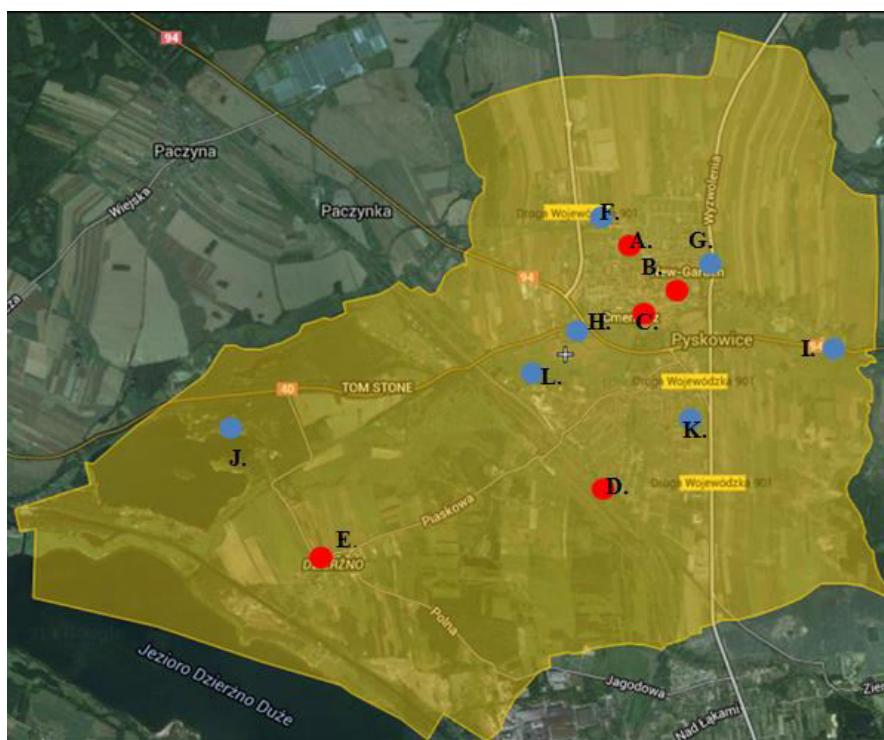
oszacowanie produkcji energii EV, a jednocześnie poinformuje OSD o przewidywalnym zapotrzebowaniu na energię elektryczną z KSE.

## 6. Sieć terminali

Uwzględniając charakterystykę ludności, strukturę transportu drogowego na obszarze miasta oraz zasięg wybranych samochodów elektrycznych określiłam strategiczne miejsca, gęstość występowania i odległości między terminalami ładowania EV.

Każdy z terminali znajduje się w strategicznym miejscu. Tabela 13. zawiera opis tłumaczący wybór danej lokalizacji.

- - punkt ładowania EV będące jednocześnie miejscami wypożyczenia samochodu
- - punkt ładowania EV



Rys. 7. Sieć terminali ładowania elektrycznych samochodów na terenie Pyskowic, [Wikimapia]

Tab. 13. Opis sieci terminali ładowania EV dla systemu car sharing w Pyskowicach

Symbol	Rodzaj terminala	Lokalizacja	Opis
A.	● Terminal ładowania EV + Stacja wypożyczenia	ul. Wojska Polskiego	Największe zagęszczenie mieszkańców. W pobliżu liczne miejsca pracy (szkoły, przedszkola, przychodnie, sklepy, biblioteki). Końcowy przystanek komunikacji miejskiej KZK GOP
B.	● Terminal ładowania EV + Stacja wypożyczenia	ul. Strzelców Bytomskich	Główna jednostka administracyjna, Urząd Miasta, Miejski Ośrodek Kultury i Sportu.
C.	● Terminal ładowania EV + Stacja wypożyczenia	Rynek	Centrum Pyskowic. Punkt turystyczny. W pobliżu głównego węzła komunikacji miejskiej.
D.	● Terminal ładowania EV +	ul. Wolności	Dworzec PKP. Najdalej wysunięta

	Stacja wypożyczenia		na południe zamieszkała część Pyskowic
E.	● Terminal ładowania EV + Stacja wypożyczenia	ul. Piaskowa	Główna droga z centrum gminy do dzielnicy Pyskowic, Dzierżno.
F.	● Terminal ładowania EV	ul. Poznańska	Droga dojazdowa do Wielowisi. Strefa magazynów – liczne miejsca pracy.
G.	● Terminal ładowania EV	ul. F. Chopina	W pobliżu osiedli, blokowisk, nowych domków jednorodzinnych.
H.	● Terminal ładowania EV	ul. Armii Krajowej	W pobliżu osiedli, blokowisk, domków jednorodzinnych. Targowisko.
I.	● Terminal ładowania EV	ul. A. Mickiewicza	Przy DK40. Teren zamieszkały, oddalony od centrum.
J.	● Terminal ładowania EV	ul. Węgorza	Okolice wypoczynkowe i rekreacyjne. Hotel i Restauracja Łabędź.
K.	● Terminal ładowania EV	ul. R. Traugutta	Najbardziej zaludniona część tzw. Starych Pyskowic. Osiedla mieszkaniowe.

## 7. Raport w kontekście Modelu Interaktywnego Rynku Energii Elektrycznej

Model IREE (Interaktywnego Rynku Energii Elektrycznej) [Popczyk] jest modelem rynku energii, który uwzględnia rynek prosumentów, niezależnych inwestorów (NI) oraz istniejący rynek WEK. Miasto, będące właścicielem systemu car sharing, staje się prosumentem instytucyjnym. Car Sharing w Pyskowicach to struktura, której jednym z charakterystycznych elementów jest wymuszona produkcja energii elektrycznej. Ze względu na istnienie carportów zasilanych źródłami PV, podmiot gospodarczy (jakim jest właściciel systemu car sharing) automatycznie staje się prosumentem. OHT (Operator Handlowo-Techniczny) zarządza informacjami o produkcji energii elektrycznej (z carportów) oraz zapotrzebowaniu na moc z KSE. OHT koordynuje produkcję wymuszoną źródeł PV pyskowickiego systemu z produkcją energii źródeł wiatrowych niezależnych inwestorów. Gdy produkcja energii elektrycznej ze źródeł wiatrowych będzie wystarczająco duża, nawiąże się synergetyczna interakcja z transportem w kontekście bezpieczeństwa energetycznego.

Jednym z istotnych narzędzi służących do zarządzania Car Sharingiem są inteligentne liczniki [Dębowski]. Pomagają one w sposób niezwykle dokładny zarządzać energią elektryczną. Mając na uwadze, że projekt obejmuje produkcję energii elektrycznej w źródłach PV, rodzi się natychmiastowo potrzeba komunikacji carportów z KSE. Inteligentny licznik posłuży obu współpracującym podmiotom, głównie w celu kształtowania profili zapotrzebowania (zarówno zapotrzebowania na moc dla EV jak i w drugim kierunku, dziennego zapotrzebowania na moc KSE). Inteligentny licznik dodatkowo przekazywałby informację o pracy PV, a w przyszłości może i szerzej rozumianych PME wykorzystywanych do produkcji energii elektrycznej na potrzebny EV. Z powodu stale istniejącej konieczności przesyłania informacji między OSD i prosumentem (tu: Car sharing Pyskowice), inteligentne liczniki muszą posiadać możliwość ciągłej komunikacji z siecią internetową, co zapewniają nowoczesne rozwiązania teleinformatyczne.

Wykorzystana w projekcie fotowoltaika może przyczynić się do wspierania redukcji szczytu letniego KSE. Koncepcja ta jest jednym z dwunastu filarów MIREE. Gdy nastąpi nadprodukcja energii elektrycznej (głównie w miesiącach letnich) na skutek braku zapotrzebowania zdolności akumulacyjnej EV oraz akumulatorów carportów, zastosowane rozwiązanie pozwoli zredukować zapotrzebowania mocy KSE. Mowa tu głównie o okresie

letni, ze względu istotnie lepsze warunki pracy PV oraz wzrostu potrzeb posiadaczy klimatyzatorów w budynkach.

## **8. Podsumowanie**

Zaproponowana koncepcja car sharing'u z wykorzystaniem samochodów elektrycznych pozwala całkowicie odciąć się od ropy i produktów ropopochodnych, ponieważ zastępujemy tradycyjny silnik spalinowy e-mobilnością. Produkcja energii elektrycznej jest oparta na PV, czyli na odnawialnych źródłach energii, a pobór mocy z KSE dąży do minimum. Z rozwojem technologii możliwe są systemy wyspowe, które będą samowystarczalne i off-grid. Dodatkowo EV są doskonałym narzędziem do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych, w tym CO<sub>2</sub>.

Koncepcja Car sharing'u w Pyskowicach kwalifikuje się do mnożnik 2,5 do głównych celów Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009r.

### **8.1. Aspekty energetyczne**

Samochody elektryczne mają szansę stać się zasobnikami energii elektrycznej ze względu na dużą pojemność akumulatorów. Smart Grid obejmie rolę nadzoru nad przepływem energii. Energia elektryczna zgromadzona w akumulatorze może zostać wykorzystana do zmniejszania szczytów wieczornych (i/lub rannych). KSE będzie mogło dysponować energią elektryczną zmagazynowaną w EV pod warunkiem, że bateria będzie ponownie naładowana wtedy, gdy będzie tego wymagał użytkownik pojazdu.

Dodatkowo można podjąć próbę integracji Car sharing'u do poziomu Wirtualnej Wyspy (WW), gdzie pełniłby rolę niestabilnego źródła energii. W połączeniu z innymi składnikami generacji rozproszonej (np. stabilne źródło energii w postaci biogazowni) uzyskalibyśmy efektywną WW.

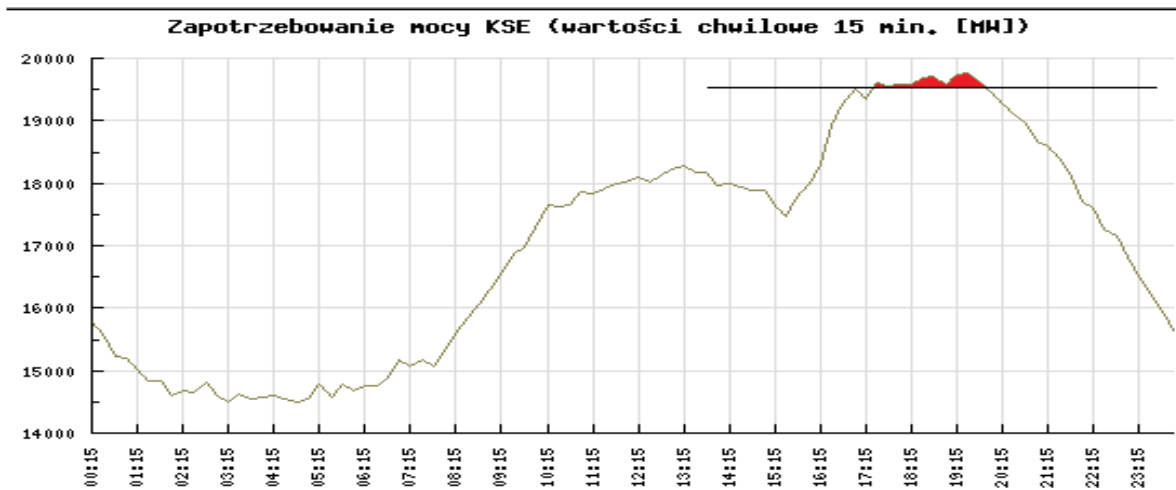
Powołując się na rozdział 5.1.1. uzyskuje się informację, że potencjał energetyczny car sharing'u w Pyskowicach wynosi dziennie około 410 kWh. Zgodnie z Zestawieniem Podziału Terytorialnego na dzień 01.01.2014 r. sporządzony przez Krajowy Rejestr Urzędowy Podziału Terytorialnego Kraju TERYT, gmin miejskich, o podobnej charakterystyce do gminy Pyskowice, znajduje się w Polsce 305.

Zakładając, że każda z gmin posiadałaby podobny system car sharing'u, wspólny zasób energii wynosiłby 125 MWh dziennie. Wartość ta mogłaby posłużyć do zmiany charakterystyki dziennego zapotrzebowania na moc KSE [PSE]. Szczyt wieczorny można zmniejszyć o 125 MWh. Jest to idealny model mający na celu prezentację możliwości energetycznych car sharing'u w gminach.

### **8.2. Ochrona środowiska**

Przedstawiona koncepcja car sharing'u w Pyskowicach dotyczy wielu aspektów mających pozytywny wpływ na środowisko naturalne [EVUE].

System car sharing'u ogranicza liczbę samochodów na ulicach gminy. Wpływa to na komfort życia oraz stan zdrowia mieszkańców Pyskowic. Hałas, który był uciążliwy dla Pyskowiczian został w możliwy sposób zniwelowany, a ruch drogowy na głównych ulicach został zmniejszony, co skutkuje bezpieczeństwem pieszych. Tereny wykorzystywane wcześniej na potrzeby parkingów i miejsc postojowych, teraz mogą być zagospodarowane dla celów rekreacyjnych oraz rozrywkowych, np. ogródki z ławkami, place zabaw dla dzieci.



Rys. 8. Zapotrzebowanie na moc KSE (styczeń 2015r.)

Samochody elektryczne będą zasilane przede wszystkim energią elektryczną wyprodukowaną za pomocą paneli fotowoltaicznych. Wpłyne to również na zmniejszenie ilości emisji CO<sub>2</sub> podczas produkcji energii elektrycznej w tradycyjny sposób. Dodatkowym aspektem ochrony środowiska byłaby możliwość wytwarzania energii elektrycznej z OZE, która byłaby sprzedawana do KSE i używana przez odbiorców.

Główną zaletą wykorzystania samochodów elektrycznych jest zmniejszona ilość spalin oraz emisji CO<sub>2</sub>, co ma miejsce wtedy, gdy napędzająca je energia nie pochodzi ze spalania paliw kopalnianych. Korzystając z szacunkowych danych zawartych w raporcie wynika, że już 20 samochodów elektrycznych, dla miasta o liczbie samochodów blisko 5000, zmniejsza emisję CO<sub>2</sub> na terenie miasta o prawie 0,5% dziennie. Uwzględniając, że podobny model car sharing'u przyjęłyby wszystkie gminy miejskie w kraju (305) emisja CO<sub>2</sub> w Polsce zostałaby zmniejszona o prawie 0,05% w ciągu każdego dnia. Jest to optymistyczny scenariusz pamiętając, że mowa tu o niespełna 6100 modelach samochodów elektrycznych co daje nam zaledwie 0,04% wszystkich samochodów w Polsce (17 mln).

### 8.3. Inne

Wdrożenie elektromobilności do Pyskowic spowodowałoby, że miasto stałoby się referencyjnym modelem dla innych gmin miejskich. Przewyciężenie barier rynkowych i społecznych jest niezbędne, aby promować skuteczną akceptację użytkowników. Niniejszy model biznesowy jest studium przypadku, które można mianować impulsem do dynamicznego zapoczątkowania rynku elektrycznych samochodów w Polsce.

## Literatura

- [BFE] Beskidzki Fundusz Ekorozwoju: Program Ochrony Środowiska gminy Pyskowice, <http://www.bip.pyskowice.pl/index.jsp?bipkod=/054>, 12.2014 r.
- [Dębowski] Dębowski K.: [Licznik inteligentny EP wg iLab EPRO](#). BŻEP, Dział 1.2.02, www.klaster3x20.pl, podstrona CEP.
- [Dybalski] Dybalski J.: Paryski car-sharing wzorem dla Warszawy?, <http://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/paryski-carsharing-wzorem-dla-warszawy-2734.html>, 10.2014 r.
- [EVUE] Electric Vehicles in Urban Europe: Raporty z działalności EVUE, <http://urbact.eu/evue-electric-vehicles-urban-environment-green-solution>, 12.2014 r.
- [GoGet] GoGet: Regulamin, <https://www.goget.pl/index.php/pl/faq-s/regulamin>, 11.2014 r.
- [IMGW] Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej: Rozkład przestrzenny wybranych elementów klimatycznych – Polska, [http://www.imgw.pl/images/stories/all/klimat/0502\\_polska/12\\_uslo.jpg](http://www.imgw.pl/images/stories/all/klimat/0502_polska/12_uslo.jpg), 11.2014 r.
- [Larisch] Larisch R.: [Car sharing](#). BŻEP, Dział 1.3.14, www.klaster3x20.pl, podstrona CEP.
- [PSE] Polska Sieć Elektroenergetyczna: Zapotrzebowanie mocy KSE, <http://www.pse.pl/wolumenKSE.php>, 12.2014 r.

[Popczyk] Popczyk J.: [Model Interaktywnego Rynku Energii Elektrycznej. Od modelu WEK-NI-EP do modelu EP-NI-WEK](#). BŻEP, Dział 1.1.06, [www.klaster3x20.pl](http://www.klaster3x20.pl), podstrona CEP.

[Wikimapia] Zdjęcia satelitarne, zakres: teren Pyskowic, teren powiatu gliwickiego, <http://wikimapia.org>, 12.2014 r.

*Datowanie RAPORTU (wersja oryginalna) – 21.06.2015 r.*