

## **Zakres tematyczny II konkursu**

### **Obszar tematyczny I**

Tytuł obszaru: **BEZPIECZEŃSTWO RUCHU KOLEJOWEGO**

#### **Zagadnienie 1.1**

##### **Tytuł zagadnienia:**

Opracowanie innowacyjnego Systemu Ostrzegania o Pojeździe Kolejowym – SOPK

##### **Opis zagadnienia i uzasadnienie potrzeby podjęcia badań:**

Wzrost prędkości osiąganych przez pojazdy kolejowe na liniach zarządzanych przez PKP PLK S.A. oprócz poprawy jakości usługi kolejowej stwarza konieczność podjęcia szeroko rozumianych działań w zakresie poprawy bezpieczeństwa.

W tym kontekście niezwykle istotne jest zapewnienie bezpieczeństwa pracownikom Spółki oraz wykonawcom robót prowadzącym modernizację i prace utrzymaniowe na liniach kolejowych, na których prowadzony jest normalny ruch, w szczególności jeśli poruszające się po nich pojazdy osiągają prędkości 160-200 km/h lub więcej.

Konieczne jest zatem opracowanie systemu, który z odpowiednim wyprzedzeniem zapewniłby informację o zbliżającym się pojeździe kolejowym i umożliwił pracownikom bezpieczne opuszczenie szlaku.

##### **Oczekiwane efekty końcowe**

Opracowanie, stworzenie i przetestowanie w warunkach rzeczywistych Systemu Ostrzegania o Pojeździe Kolejowym (SOPK), który posiadałby minimum następujące funkcjonalności:

1. System musi być mobilny – pracownicy zarówno PKP PLK S.A., jak i firm zewnętrznych muszą mieć możliwość prowadzenia prac modernizacyjnych, utrzymaniowych, konserwacyjnych i diagnostycznych w każdej lokalizacji znajdującej się na sieci kolejowej zarządzanej przez Spółkę.
2. W wersji podstawowej system mógłby sygnalizować np. akustycznie lub akustycznie i optycznie, indywidualnie poszczególnym pracownikom tylko zbliżanie się pojazdu szynowego w bezpiecznym, potwierdzonym badaniami czasie, przed jego przejazdem niezależnie od jego prędkości.
3. W wersji rozszerzonej system mógłby wykrywać odległość od pojazdu i/lub po którym torze porusza się pojazd, co mogłoby umożliwić jego zastosowanie na dużych stacjach z układem wielotorowym przy mniejszych prędkościach. Opcjonalnie system mógłby

również sygnalizować maszyniście pojazdu o pracownikach przebywających w torze.

4. System musi być wyposażony w detekcję stanów awaryjnych – osoby pracujące na szlaku muszą mieć świadomość o ewentualnej awarii systemu.
5. Technologia wykrywania pojazdu może być dowolna (np. czujnik w torze, bramki laserowe lub RFID na słupach trakcyjnych, itp.).
6. Technologia/system musi być odporny na ingerencję osób trzecich (kradzieże, wandalizm) oraz warunki atmosferyczne.

Gotowy, przetestowany w warunkach laboratoryjnych system będzie przeznaczony do badań w warunkach rzeczywistych we wskazanym przez PKP PLK S.A. Zakładzie Linii Kolejowych i zostanie przekazany Spółce wraz z dokumentacją umożliwiającą zlecenie zamówienia, w celu jego wykorzystania na większą skalę.

## **Zagadnienie 1.2**

### **Tytuł zagadnienia:**

Opracowanie systemu wsparcia dyspozytora liniowego.

### **Opis zagadnienia i uzasadnienie potrzeby podjęcia badań:**

Zarządzanie ruchem kolejowym jest procesem ciągłym i złożonym. W efekcie zapewnienie płynności i ciągłości ruchu kolejowego będące jednym z priorytetów PKP PLK S.A., jest zadaniem trudnym i narażonym na ryzyko.

Proces ruchu kolejowego może zostać zakłócony przez wiele niemożliwych do przewidzenia zdarzeń losowych. W takiej sytuacji konieczne jest podjęcie jak najszybszej decyzji o zmianie tras niektórych składów. Przedmiotowa decyzja musi zostać podjęta z uwzględnieniem bieżącej przepustowości oraz innych danych wejściowych i mieć jak najmniejszy wpływ na obowiązujący rozkład jazdy.

W związku z powyższym zasadne jest wyposażenie pracowników PKP PLK S.A. podejmujących decyzje opisane powyżej w narzędzie, które umożliwi jak najszybszą reakcję zapewniającą zoptymalizowany efekt.

### **Oczekiwane efekty końcowe**

Efektom ma być opracowanie systemu wsparcia dla dyspozytorów liniowych. System ma działać w oparciu o algorytm szybkiego przetrasowania pociągów dedykowany uwarunkowaniom występującym na sieci kolejowej zarządzanej przez PKP PLK S.A. System ma zostać przetestowany w warunkach rzeczywistych, na poligonie badawczym wskazanym przez PKP PLK S.A. i w przypadku potwierdzenia jego bezpieczeństwa i funkcjonalności, przygotowany do wdrożenia w Spółce.

## **Zagadnienie 1.3**

### **Tytuł zagadnienia:**

Opracowanie metody zarządzania środowiskowymi zagrożeniami wpływającymi na bezpieczeństwo ruchu kolejowego

## Opis zagadnienia i uzasadnienie potrzeby podjęcia badań:

Sieć linii kolejowych na terenie całego kraju, na około 1/3 swojej długości przebiega przez zwarte obszary zalesione/zadrzewione (na podstawie danych z Corine Land Cover 2018). Drzewa w mniejszych skupiskach występują również na pozostałych odcinkach linii kolejowych. Obecność drzew w bliskim sąsiedztwie linii kolejowej wpływać może negatywnie na prowadzenie ruchu kolejowego. Przewrócone/pochylone drzewo na infrastrukturę kolejową będące wynikiem jego złej kondycji, oddziaływania czynników pogodowych (gołoledź, opady śniegu, wiatr, burze, wyładowania atmosferyczne, intensywne opady deszczu) zagraża płynności ruchu kolejowego i bezpieczeństwu pasażerów. W latach 2013 – 2018 odnotowano około 2700 zdarzeń będących bezpośrednim wynikiem obecności drzew na infrastrukturze kolejowej (odnotowanie zdarzenia w systemie ewidencji pracy eksploatacyjnej) co łącznie spowodowało utrudnienia na sieci linii kolejowych o długości ok. 1000 dni. Dodatkowo występują utrudnienia powodowane pośrednio przez drzewa i krzewy m.in. zasy śnieżne, liście na torach, usterki sieci trakcyjnej spowodowane spadającymi gałęziami, pożary. Zdarzenia te są skutkiem braku przeprowadzenia w odpowiednim momencie cięć pielęgnacyjnych lub usuwania drzew i krzewów. W dobie przewidywanych zmian klimatu przejawiających się wzrostem intensywności opadów atmosferycznych, burz i prędkości wiatru istnieje ryzyko nasilenia się problemów związanych z oddziaływaniem sił przyrody co przemawia za koniecznością adaptacji do zmian klimatu w tym obszarze.

Obowiązujące przepisy prawa wymuszają na zarządcy linii kolejowych usuwanie drzew i krzewów ze względu na zachowanie bezpieczeństwa prowadzenia ruchu kolejowego. Drzewa i krzewy wzdłuż linii kolejowych powinny być usuwane zgodnie z ustawą z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym (Dz. U. 2003 nr 86 poz. 789 z późn. zm.)<sup>1</sup> oraz rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 7 sierpnia 2008 r. w sprawie wymagań w zakresie odległości i warunków dopuszczających usytuowanie drzew i krzewów, elementów ochrony akustycznej i wykonywania robót ziemnych w sąsiedztwie linii kolejowej, a także sposobu urządzania i utrzymywania zasłon odśnieżnych oraz pasów przeciwpożarowych (Dz.U. z 2020 r., poz. 1247) :

- a) w lasach w pasie do zewnętrznej krawędzi bruzdy tworzącej pas przeciwpożarowy,
- b) poza lasami w sąsiedztwie linii kolejowych biegnących po nasypie albo w przekopie albo otoczonej rowami bocznymi w pasie 6 m od dolnej krawędzi nasypu albo górnej krawędzi przekopu albo od zewnętrznej krawędzi rowów bocznych,
- c) poza lasami w sąsiedztwie linii kolejowych innych niż biegnące po nasypie albo w przekopie albo otoczonej rowami bocznymi w pasie 6 m od skrajnej szyny,
- d) utrudniające widoczność sygnałów i pociągów lub eksploatację urządzeń kolejowych albo powodujących zasy śnieżne,
- e) z pasu w odległości zapewniającej warunki widoczności przejazdów i przejść.

Wymienione przepisy nie uwzględniają kondycji drzew i krzewów tylko ich usytuowanie w stosunku do linii kolejowej.

Odnotowano przypadki, że drzewa usytuowane w odległości większej niż wskazana powyżej również mogą stanowić zagrożenie dla linii kolejowych np. 25 metrowe drzewo rosnące w odległości 16 metrów od linii kolejowej.

---

<sup>1</sup> Obecnie Dz. U. z 2021 r. ,poz. 1984.

Z drugiej strony z coraz większym sprzeciwem społecznym spotyka się usuwanie wszystkich drzew i krzewów z określonego pasa terenu niezależnie od ich kondycji zdrowotnej i realnego zagrożenia dla infrastruktury kolejowej.

Na chwilę obecną brak jest wydajnych metod, które dawałyby kompleksową informację dla całej sieci linii kolejowych o drzewach i krzewach zlokalizowanych w ich sąsiedztwie: gatunek, kondycja i zagrożenie przewróceniem/pochyleniem, wysokość, obwód pnia drzewa mierzony na określonej wysokości, powierzchnia porośnięta przez krzewy, odległość od linii kolejowej, usytuowania w pionie w stosunku linii kolejowej (drzewo w poziomie terenu-linia na nasypie, drzewa w obniżeniu terenu-linia kolejowa na nasypie itp.) i inne. Na chwilę obecną dane takie pozyskiwane są przy pomocy pracy pracownika w terenie. Jest to metoda niewydajna, czasochłonna, kosztowna w przypadku całej sieci, a przede wszystkim możliwa do zastosowania jedynie na reprezentatywnych powierzchniach, co nie odzwierciedla potrzeb dla całej sieci linii kolejowych. Pracownik w terenie ma ograniczone możliwości oceny stanu zdrowotnego drzewa w szczególności jego korony. Próby oceny stanu zdrowotnego może wykonywać jedynie w okresie ulistnienia drzew i dla drzew rosnących w małym zagęszczeniu.

Stan taki uniemożliwia zaplanowanie strategii zarządzania drzewami i krzewami w sąsiedztwie linii kolejowych uwzględniającą przewidywane zmiany klimatu (ekstremalne zjawiska pogodowe), w tym eliminowanie lub odsuwanie w czasie usuwania drzew i krzewów, które mimo bliskiego sąsiedztwa z linią kolejową nie zagrażają w danym momencie bezpośrednio infrastrukturze kolejowej lub wymagających jedynie cięć pielęgnacyjnych. Brak szerokiej wiedzy o stanie zasobów drzew i krzewów utrudnia również rzetelne przygotowanie dokumentacji środowiskowej na potrzeby realizacji inwestycji kolejowych.

Usuwanie drzew i krzewów wymaga uzyskania odpowiednich decyzji administracyjnych. Dotychczas wszystkie dane dotyczące drzew i krzewów na potrzeby wniosku o decyzję na usuwanie drzew i krzewów pozyskiwane były w terenie w sposób manualny. Przygotowanie stosownego wniosku było procesem żmudnym i obciążonym ryzykiem błędu ludzkiego.

Uzasadnione jest opracowanie, przetestowanie i zastosowanie dla obszaru całej sieci kolejowej zarządzanej przez PKP PLK S.A. jednolitej metody technicznej z wykorzystaniem nowoczesnych metod komputerowych (ograniczenie pracy człowieka) pozyskania informacji o drzewach i krzewach zlokalizowanych w sąsiedztwie linii kolejowych w ciągu 1-2 sezonów wegetacyjnych i opracowanie metodyki efektywnego zarządzania drzewami w sposób zapewniający realizację obowiązków prawnych i konieczności adaptacji do zmian klimatu. Globalne podejście jest uzasadnione ze względów bezpieczeństwa, a także z przyczyn przyrodniczych, ekonomicznych i praktycznych. Realizacja projektu oprócz odpowiedzi na pytania dotyczące stanu ilościowego, jakościowego, zdrowotnego drzew w sąsiedztwie linii kolejowych (minimum 2x25 m o skrajnej szyny) powinna umożliwić dostarczenie wszystkich niezbędnych danych na potrzeby uzyskania zezwoleń na usuwanie drzew i krzewów.

### **Oczekiwane efekty końcowe**

Realizacja projektu przyczyni się do osiągnięcia minimum 4 kluczowych efektów:

1. Opracowanie i przetestowanie efektywnej metody pozyskania informacji o drzewach i krzewach zlokalizowanych w sąsiedztwie linii kolejowych,
2. Opracowanie metodyki efektywnego zarządzania drzewami i krzewami w sąsiedztwie linii kolejowych (co, kiedy, gdzie).

3. Zebranie informacji o drzewach i krzewach w sąsiedztwie wszystkich linii kolejowych zarządzanych przez PKP PLK S.A.: gatunek, kondycja, wysokość, obwód pnia drzewa mierzony na określonej wysokości, powierzchnia porośnięta przez krzewy, odległość od linii kolejowej, usytuowania w pionie w stosunku linii kolejowej (drzewo w poziomie terenu-linia na nasypie, drzewa w obniżeniu terenu-linia kolejowa na nasypie), inne uzasadnione z punktu widzenia celu projektu i wskazówek dotyczących ich pielęgnacji lub usuwania (stopień zagrożenia dla linii kolejowej, sugerowany termin wykonania zabiegów itp.). Produkt będzie stanowił minimum zestaw odpowiednich map.
4. Realizacja wymagań strategicznych zawartych w:
  - a) *Strategicznym planie adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030* przyjętym przez Radę Ministrów w dniu 29 października 2013 r. Jednym z rekomendowanych w dokumencie działań dla sektora transportu jest stworzenie planów na potrzeby utrzymania przejezdności tras komunikacyjnych.
  - b) *Strategii zrównoważonego rozwoju transportu do 2030 roku*. Dokument ten wskazuje na potrzebę uwzględnienia obserwowanych i prognozowanych zmian klimatycznych oraz podejmowania działań adaptacyjnych w tym zakresie. Poprawa odporności infrastruktury transportowej i przewozów na ekstremalne zjawiska pogodowe i zmiany klimatu odbywać się ma poprzez opracowanie i stosowanie metodologii przygotowywania dużych projektów infrastrukturalnych uwzględniającej uwarunkowania klimatyczne, wypracowywanie nowych standardów konstrukcyjnych, promowanie najlepszych praktyk rozwiązań adaptacyjnych do zmian klimatu.
  - c) *Programie operacyjnym Infrastruktura i Środowisko na lata 2014-2020* zaakceptowanym przez Komisję Europejską z 16 grudnia 2014 r. Jednym z celów ogólnych działań określonych w dokumencie jest adaptacja do zmian klimatu, wzmocnienie odporności systemów gospodarczych na zagrożenia związane z klimatem oraz zwiększenie możliwości zapobiegania zagrożeniom (zwłaszcza naturalnym) i reagowanie na nie.
  - d) *Rozporządzeniu wykonawczym Komisji (UE) 2015/207 z dnia 20 stycznia 2015 r.*<sup>2</sup>, które wskazuje, że w dokumencie służącym do przekazywania informacji na temat dużego projektu (wniosek o dofinansowanie) w części *F8 Przystosowanie się do zmiany klimatu i łagodzenia zmiany klimatu, a także odporność na klęski żywiołowe* wymagane jest wyjaśnienie w jaki sposób projekt przyczynia się do realizacji celów w zakresie zmiany klimatu zgodnie ze strategią „Europa 2020”, w tym wskazanie informacji na temat wydatków związanych ze zmianą klimatu.
  - e) *Planie adaptacji infrastruktury kolejowej do zmian klimatu*. Dokument ten został przyjęty do stosowania Uchwałą nr 380/2019 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 11 czerwca 2019 r.
  - f) **Innych dokumentów o zasięgu krajowym i regionalnym dotyczących transportu i adaptacji do zmian klimatu.**

---

<sup>2</sup> *Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2015/207 z dnia 20 stycznia 2015 r. ustanawiające szczegółowe zasady wykonania rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1303/2013 w odniesieniu do wzoru sprawozdania z postępów, formatu dokumentu służącego przekazywaniu informacji na temat dużych projektów, wzorów wspólnego planu działania, sprawozdań z wdrażania w ramach celu "Inwestycje na rzecz wzrostu i zatrudnienia", deklaracji zarządczej, strategii audytu, opinii audytowej i rocznego sprawozdania z kontroli oraz metodyki przeprowadzania analizy kosztów i korzyści, a także zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1299/2013 w odniesieniu do wzoru sprawozdań z wdrażania w ramach celu "Europejska współpraca terytorialna"*

## **Obszar tematyczny II**

Tytuł obszaru: **ROZWÓJ EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ**

### **Zagadnienie 2.1**

#### **Tytuł zagadnienia:**

Wdrożenie dwukierunkowych podstacji trakcyjnych i zasobników energii celem zwiększenia receptywności sieci oraz poprawy efektywności energetycznej i niezawodności na kolei

#### **Opis zagadnienia i uzasadnienie potrzeby podjęcia badań:**

Działania dążące do efektywnego gospodarowania energią elektryczną są bardzo istotne. Rozwój nowych technologii umożliwia skuteczniejsze wykorzystywanie procesu rekuperacji energii elektrycznej. W chwili obecnej rekuperacja w polskim systemie kolejowym (3 kV DC) wykorzystywana jest w ograniczonym zakresie, praktycznie pomiędzy pojazdami, tzn. hamujący pojazd zasila pojazd ruszający w tym samym momencie. Obrazuje to zależność efektywności rekuperacji od synchronizacji ruchu pojazdów znajdujących się w tej samej sekcji zasilającej. Jeżeli w momencie hamowania nie występuje zapotrzebowanie na energię rekuperacji przez inny pojazd to jest ona praktycznie wytracana w typowym procesie hamowania elektrodynamicznego. W takim przypadku mówi się, że sieć nie jest receptywna. Ubieganie się o zwiększenie receptywności sieci, a więc i efektywności wykorzystania rekuperacji jest obszarem, który warto badać i analizować, gdyż optymalizacja tego procesu, nie tylko jest zgodna z polityką państwa, ale również ma istotne znaczenie w globalnym wykorzystaniu energii. Energia oddana podczas rekuperacji przez pojazdy trakcyjne, zamiast być rozpraszana mogłaby być magazynowana lub spożytkowana przez system elektroenergetyczny. Wykorzystanie energii rekuperacji w polskim systemie kolejowym można optymalizować dzięki rozwojowi nowoczesnych rozwiązań energoelektronicznych, które podnoszą znacząco receptywność sieci, gdyż odbiorem staje się nie pojazd ruszający (który może w danej chwili potrzebować energii/ lub nie), ale sieć elektroenergetyczna bądź zasobnik energii. Opisane działania nie tylko wpłyną na aspekty finansowe, ale również niezawodnościowe, prowadząc do większej dostępności i wykorzystania infrastruktury kolejowej.

#### **Oczekiwane efekty końcowe**

Określenie możliwości wykorzystania energii hamowania odzyskowego przez spółkę PKP PLK S.A w świetle obowiązujących standardów i przepisów. Oczekuje się, że wykonawca projektu, dokładnie przeanalizuje zasadność stosowania zasobników energii instalowanych na infrastrukturze PKP PLK S.A, z uwzględnieniem wykorzystania zmagazynowanej energii do poprawy parametrów napięciowych na liniach kolejowych w celu uzyskania parametrów interoperacyjności oraz możliwości wykorzystania jej na cele nietrakcyjne. W przypadku budowy podstacji przez Spółkę, istotne jest również przeanalizowanie zasadności stosowania dwukierunkowych przekształtników mocy, pozwalających na zwrot energii do systemu elektroenergetycznego. Ponadto wykonawca projektu przeanalizuje korzyści i możliwości, które mogą wpłynąć pozytywnie na infrastrukturę zarządzaną przez PKP PLK S.A wynikającą z zaawansowanych technicznie urządzeń przetwarzających energię rekuperacji.

## **Zagadnienie 2.2**

### **Tytuł zagadnienia:**

Podniesienie efektywności energetycznej urządzeń Elektrycznego Ogrzewania Rozjazdów – EOR

### **Opis zagadnienia i uzasadnienie potrzeby podjęcia badań:**

Urządzenia elektrycznego ogrzewania rozjazdów (EOR) są obecnie nieodzownymi elementami infrastruktury kolejowej. Proces dostosowania linii kolejowych do jazdy pociągów z coraz większymi prędkościami determinuje rozwój konstrukcji rozjazdów, jednakże więcej jest elementów urządzeń EOR narażonych na negatywne oddziaływanie czynników atmosferycznych w okresie zimowym tj. śnieg, oblodzenia. Z tego powodu nowe typy rozjazdów wymagają rozbudowanego i skutecznego ogrzewania.

W skali Spółki na potrzeby urządzeń EOR jest zużywane średniorocznie 24 GWh energii elektrycznej (w roku 2018 było 29 GWh, koszt wynosił 15 mln zł) a moc zamówiona przyłączy zasilających urządzenia EOR wynosi 148 MW i ciągle rośnie, co generuje koszty stałe w wysokości 13,5 mln zł rocznie (dane 2018 r.). Mając na względzie rosnące w ostatnim czasie ceny energii elektrycznej - działania dążące do optymalizacji jej zużycia mają coraz większe znaczenie. Czas pracy urządzeń EOR wynosi statystycznie 170 godzin rocznie (w latach 2002-2004 wynosił ok. 330 h/rok) i jest ściśle powiązany z czynnikami atmosferycznymi.

Istnieje potrzeba poszukiwania rozwiązań, które przyczynią się do ograniczenia zużycia energii elektrycznej dla urządzeń EOR – 1 % obniżenia może przynieść ponad 150 tys. zł oszczędności w skali roku (na podstawie roku 2018). Praca powinna zmierzać w kierunku skrócenia strefy grzewczej i/lub ograniczenia mocy zainstalowanej urządzeń EOR.

Wnioskowana praca jest wypełnieniem paragrafu 2. ust. 1b Uchwały Nr 380/2019 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S. A. z dnia 11 czerwca 2019 r. dotyczącej „Planu adaptacji infrastruktury kolejowej do zmian klimatu” jak również przyjętego przez Zarząd Spółki w 2014 roku Programu poprawy efektywności energetycznej. Podniesienie efektywności energetycznej urządzeń EOR przyczyni się także do budowania pozytywnego wizerunku naszej Spółki w zakresie troski o środowisko naturalne m.in. poprzez ograniczenie emisji CO<sub>2</sub>

### **Oczekiwane efekty końcowe**

Podniesienie efektywności energetycznej głównie poprzez zaproponowanie rozwiązań technicznych/organizacyjnych mających na celu ograniczenie zużycia energii elektrycznej na potrzeby urządzeń EOR. W przypadku opracowania rozwiązania technicznego oczekiwanym efektem będzie przekazanie wyników badań laboratoryjnych i badań terenowych przeprowadzonych na infrastrukturze zarządzanej przez PKP PLK S.A.

## **Obszar tematyczny III**

Tytuł obszaru: **ROZWÓJ ROZWIĄZAŃ PROEKOLOGICZNYCH**

## **Zagadnienie 3.1**

### **Tytuł zagadnienia:**

Innowacyjne rozwiązania umożliwiające zastosowanie betonu fotokatalitycznego na infrastrukturze zarządzanej przez PKP PLK S.A.

### **Opis zagadnienia i uzasadnienie potrzeby podjęcia badań:**

Transport publiczny cieszy się coraz większym zainteresowaniem, co stwarza warunki dla rozwoju transportu kolejowego. Patrząc przez pryzmat charakteru działalności PKP PLK S.A. zasadne jest zatem podejmowanie działań poprawiających komfort podróży i zapewnienie podróżnym optymalnych warunków przy korzystaniu z zarządzanej przez Spółkę infrastruktury.

W tym kontekście interesującym rozwiązaniem byłoby zastosowanie betonu fotokatalitycznego na infrastrukturze zarządzanej przez PKP PLK S.A. Przedmiotowa technologia mogłaby zostać wykorzystana np. na płytach peronowych bowiem umożliwia walkę ze smogiem, którego negatywne skutki stają się coraz bardziej odczuwalne nie tylko w obrębie aglomeracji.

Zasadne jest zatem przeprowadzenie badań i analiz, które wskazałyby optymalne wykorzystanie technologii betonu fotokatalitycznego w działalności PKP PLK S.A.

Elementy z domieszką betonu fotokatalitycznego muszą spełniać wszystkie wymogi PKP PLK S.A., również w zakresie wpływu na środowisko.

### **Oczekiwane efekty końcowe**

1. Wskazanie możliwości wykorzystania technologii betonu fotokatalitycznego w działalności PKP PLK S.A. i wybór rozwiązania o największej wartości dodanej.
2. Opracowanie wytycznych określających warunki, jakie muszą być spełnione aby zastosowanie wybranego rozwiązania było uzasadnione.
3. Przeprowadzenie badań terenowych w ramach tzw. poligonu badawczego uruchomionego na infrastrukturze PKP PLK S.A. (od 1 do 3 lokalizacji).

## **Zagadnienie 3.2**

### **Tytuł zagadnienia:**

Opracowanie systemu do precyzyjnego monitorowania sieci linii kolejowych zarządzanych przez PKP PLK S.A. pod kątem oddziaływania ruchu kolejowego na środowisko oraz do przetwarzania informacji o danych ruchowych, technicznych i środowiskowych występujących na tej sieci.

### **Opis zagadnienia i uzasadnienie potrzeby podjęcia badań:**

W związku ze zmianą Dyrektywy 2002/49/WE<sup>3</sup> z dnia 25 czerwca 2002 r. odnoszącej się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku (w tym Załącznika II) oraz opublikowaniem Rozporządzenia Wykonawczego Komisji (UE) 2015/429 z dnia 13 marca 2015 r. będącego aktem wykonawczym do Dyrektywy 2012/34/UE w sprawie utworzenia jednolitego obszaru kolejowego i obowiązującego od dnia 16.06.2015 r.), określającego zasady, które należy stosować przy pobieraniu opłat za koszty skutków hałasu, z punktu widzenia zarządcy infrastruktury kolejowej zasadne jest rozważenie wdrożenia systemu

---

<sup>3</sup> Dyrektywa KE Nr 2015/996 z dnia 19 maja 2015 r. ustanawiająca wspólne metody oceny hałasu zgodnie z Dyr. 2002/49



zapewniającego możliwość uzależnienia wysokości stawek dostępu do infrastruktury od wysokości hałasu emitowanego przez pojazdy kolejowe (*ang. noise - differentiated track access charges*, w skrócie NDTAC). Zgodnie z wskazanym rozporządzeniem zarządca infrastruktury może wprowadzić system różnicujący opłaty za dostęp do infrastruktury w zależności od poziomu emitowanego hałasu. System jest oparty na zasadzie zniżek i zwwyżek (*bonus and malus system*). Wprowadzone zmiany w zakresie Załącznika II do wspomnianej Dyrektywy 2002/49/WE (*ang. Environmental Noise Directive*, w skrócie END), dotyczą danych wykorzystywanych do obliczeń hałasu kolejowego pochodzącego od większości jego istniejących źródeł.

Rozważania dotyczące opracowania i wdrożenia przedmiotowego systemu nie powinny się ograniczać wyłącznie do kwestii hałasu. Możliwe jest podejście kompleksowe, zapewniające przetwarzanie większej ilości danych i tym samym charakteryzujące się większą wartością dodaną.

Mając na uwadze powyższe celem projektu jest opracowanie innowacyjnego systemu do precyzyjnego monitorowania oraz przetwarzania informacji o danych ruchowych, technicznych i środowiskowych z uwzględnieniem w/w regulacji prawnych. Pozyskane dane usprawnią także złożony proces inwestycyjny w zakresie przygotowywania dokumentacji środowiskowych. System wraz z kompletną infrastrukturą programową powinno zapewnić pozyskanie i przetwarzanie informacji:

a. ruchowych:

- pomiar natężenia ruchu pojazdów szynowych, oddzielnie dla każdego toru wraz z rozróżnieniem na poszczególne klasy/typy pojazdów szynowych oraz podaniem czasu i godziny wystąpienia przejazdu,
- pomiar prędkości wszystkich przejeżdżających pojazdów szynowych w wyróżnionych klasach pojazdów szynowych,
- pomiar liczby wagonów danej klasy pojazdów,
- pomiar całkowitej długości pociągu,
- pomiar masy pociągu,
- identyfikacja rodzaju lokomotyw (napęd),

b. technicznych:

- liczba osi przejeżdżającego pojazdu szynowego,
- nacisk na oś,
- rodzaj zastosowanych hamulców w taborze kolejowym (możliwość analizy procentowego udziału w poszczególnych wagonach zastosowanych rodzajów klocków hamulcowych),
- chropowatość akustyczna szyny,
- chropowatość akustyczna kół i średnica kół,

c. środowiskowych:

- pomiar hałasu przejeżdżających pojazdów szynowych na zdefiniowanych wysokościach (możliwość analizy otrzymanych wyników w paśmie 1/3 oktawy),

- pomiar drgań w środowisku wywołanych eksploatacją linii kolejowych,
- pomiar warunków meteorologicznych (temperatura, ciśnienie, wilgotność prędkość i kierunek wiatru itp.).

#### **Oczekiwane efekty końcowe:**

Opracowanie, przetestowanie (również w warunkach rzeczywistych) i przygotowanie do operacyjnego wykorzystania urządzenia wraz z kompletną infrastrukturą programową do zaawansowanego przetwarzania i zarządzania danymi, zapewniającego właściwą identyfikację problemów związanych z hałasem powstającym przy przewozach kolejowych (w szczególności towarowych) oraz na ocenę wpływu modernizacji towarowego taboru kolejowego. Urządzenie ma zapewnić możliwość zebrania danych niezbędnych do modelowania akustycznego oraz ewentualnie mogłoby zostać wykorzystane przy wdrożeniu systemu zróżnicowania stawek dostępu do infrastruktury kolejowej, w zależności od poziomu emitowanego przez przewoźników hałasu. Wdrożenie przedmiotowego rozwiązania miałoby także wpływ na wzrost bezpieczeństwa ruchu kolejowego, znaczne usprawnienie procesu inwestycyjnego na etapie tworzenia dokumentacji środowiskowej oraz większą konkurencyjność kolei względem innych gałęzi transportu.

### **Zagadnienie 3.3**

#### **Tytuł zagadnienia:**

Opracowanie innowacyjnych i proekologicznych rozwiązań do walki z roślinnością na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP PLK S.A.

#### **Opis zagadnienia i uzasadnienie potrzeby podjęcia badań:**

W związku z przewidywanym zakazem stosowania środka do walki z roślinnością o nazwie glifosat, zasadne jest przeprowadzenie badań i zidentyfikowanie alternatywnych metod usuwania roślinności z linii kolejowych.

Glifosat jest jedną z najbardziej popularnych substancji czynnych, na podstawie której produkowane są herbicydy. Stosowanie tej substancji czynnej spotyka się z coraz silniejszym sprzeciwem społecznym i naukowym ze względów zdrowotnych.

W tym kontekście interesującym rozwiązaniem byłoby zastosowanie alternatywnej metody odchwaszczania infrastruktury kolejowej jak np. gorąca para czy połączenie automatycznej detekcji roślinności ze środkami biodegradacyjnymi.

#### **Oczekiwane efekty końcowe**

1. Przeprowadzenie badań i identyfikacja innowacyjnych metod walki z roślinnością na liniach kolejowych, z uwzględnieniem rozwiązań technicznych.
2. Wskazanie metod najbardziej skutecznych i wybór rozwiązania optymalnego do zastosowania na sieci zarządzanej przez PKP PLK S.A.
3. Opracowanie wytycznych określających warunki, jakie muszą być spełnione aby zastosowanie wybranego rozwiązania było uzasadnione.
4. Przeprowadzenie badań terenowych wybranego rozwiązania w ramach tzw. poligonu badawczego uruchomionego na infrastrukturze PKP PLK S.A.

5. W przypadku pozytywnych wyników badań poligonowych i pozyskania stosownych dopuszczeń, wyposażenie w opracowaną metodę/technologię jednego z Zakładów Linii Kolejowych PKP PLK S.A. (Zakład wybrany we współpracy z PKP PLK S.A.).

## **Obszar tematyczny IV**

Tytuł obszaru: **USPRAWNIENIE PROCESU DIAGNOSTYKI**

### **Zagadnienie 4.1**

#### **Tytuł zagadnienia:**

Koncepcja wykorzystania chmury punktów z pomiarów skaningowych, do modelowania obiektów przestrzennych znajdujących się w pobliżu toru kolejowego, na potrzeby zarządcy linii kolejowych (w zakresie np. zarządzania majątkiem, przewozów ponadgabarytowych, potrzeb utrzymaniowych itp).

#### **Opis zagadnienia i uzasadnienie potrzeby podjęcia badań:**

PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w chwili obecnej posiadają systemy do pomiaru skrajni kolejowej, które gromadzą dane w postaci chmury punktów. Na podstawie tych danych oceniany jest parametr odległości obiektów od osi toru czyli skrajnia kolejowa. Ubočną informacją są odwzorowane wszystkie elementy znajdujące się w pobliżu toru kolejowego. Obecnie Spółka jest w trakcie tworzenia rejestru obiektów znajdujących się pod jej zarządem jak również opracowania wymagań dla stworzenia oprogramowania do wyznaczenia możliwych tras prowadzenia pociągów z przekroczoną skrajnią. W/w dane są kluczowe do stworzenia zarówno rejestru jak i oprogramowania do wyznaczania tras prowadzenia pociągów z przekroczoną skrajnią dlatego też niezbędnym dla zarządcy infrastruktury jest możliwość analizowania aktualnych danych uzyskiwanych z chmury punktów i zastosowania jej w procesach utrzymaniowych jak i inwestycyjnych.

#### **Oczekiwane efekty końcowe**

Opracowanie koncepcji wykorzystania chmury punktów z pomiarów skaningowych dla procesów utrzymaniowych jak i inwestycyjnych, oraz stworzenie i przetestowanie w warunkach rzeczywistych oprogramowania do modelowania i analiz pozyskiwanych danych.

Podstawowe funkcjonalności uzyskane z projektu:

1. Stworzenie koncepcji możliwości wykorzystywania danych uzyskiwanych ze skaningu laserowego do modelowania obiektów przestrzennych (modelowanie rzeczywistości wirtualnej, z możliwością nakładania na obrazy z innych źródeł).
2. Stworzenie prototypowego oprogramowania modelującego obiekty przytorowe na podstawie chmury punktów.
3. Stworzenie algorytmów między innymi do analizy, renderowania obiektów (z możliwością np. analizy zmian w czasie)
4. Czas wykonania analizy powinien być maksymalnie krótki.
5. Analiza powinna być wykonywana w maksymalnie szerokim pasie kolejowym.

Gotowe, przetestowane oprogramowanie będzie przeznaczone do wykorzystania przez wskazany zespół analityczny Centrali Spółki i zostanie Spółce przekazane wraz z dokumentacją umożliwiającą rozbudowę jego możliwości.

## **Zagadnienie 4.2**

### **Tytuł zagadnienia:**

Innowacyjne rozwiązania umożliwiające realizację badań defektoskopowych szyn przy prędkości od 60 km/h do 120 km/h.

### **Opis zagadnienia i uzasadnienie potrzeby podjęcia badań:**

Wraz ze wzrostem prędkości rozkładowych linii kolejowych wzrasta potrzeba częstszego kontrolowania stanu technicznego poszczególnych jej elementów. Jednym z takich newralgicznych elementów jest szyna kolejowa, którą należy sprawdzać m.in. pod kątem występowania defektów (nieciągłości) w wewnętrznej strukturze. Obecne techniki pomiarowe realizują to zadanie do prędkości 60 km/h. Oznacza to, że pojazd pomiarowy może poruszać się z maksymalną prędkością w czasie badania ultradźwiękowego szyny równą 60 km/h. Przy obecnym natężeniu ruchu na najbardziej obciążonych liniach jest dużym problemem wygospodarowanie takiego przedziału czasowego aby móc przeprowadzić to badanie. Z drugiej strony w ostatnim okresie nastąpił znaczący postęp w technikach przetwarzania analogowo-cyfrowego sygnału oraz precyzyjnym wytwarzaniu przetworników ultradźwiękowych. W przypadku przetwarzania sygnału A/C mowa m.in. o takich możliwościach technologicznych, jak: przetworniki bardzo wysokiej częstotliwości, nowe wielokanałowe szeregowe protokoły transmisji (np. JESD204), duża dostępna moc obliczeniowa specjalizowanych struktur DSP w układach programowalnej logiki. Jeżeli chodzi o przetworniki, możliwe jest wytwarzanie zoptymalizowanych, zminiaturyzowanych konstrukcji, projektowanych w procesie modelowania MES oraz wytwarzanych metodami Rapid Prototyping. Pozwala to na zaprojektowanie specjalizowanej aparatury o wyrafinowanych możliwościach. Dlatego też uzasadnionym wydaje się opracowanie metodologii ultradźwiękowej oraz prototypowej aparatury wykazującej pożądaną poprawę cech funkcjonalnych ultradźwiękowego badania szyn w zakresie prowadzenia badań z prędkościami w zakresie 60 – 120 km/h.

### **Oczekiwane efekty końcowe**

- a) Opracowanie metodologii badania ultradźwiękowego szyn w torze czynnym z prędkościami w zakresie 60 – 120 km/h.
- b) Opracowanie koncepcji, dokumentacji technicznej i wykonanie prototypu urządzenia wraz z przeprowadzeniem jego prób technicznych (eksploatacyjnych) umożliwiającym realizację badań defektoskopowych szyn pojazdem szyn z prędkościami w zakresie od 60 km/h do 120 km/h.
- c) Prototypowa aparatura pomiarowa musi być możliwa do przetestowania w użytkowanym przez Centrum Diagnostyki PKP PLK S.A. pojeździe pomiarowym do kontroli ultradźwiękowej szyn.
- d) Właściwości pomiarowe tej aparatury nie mogą być gorsze od już wykorzystywanych systemów ultradźwiękowego badania szyn zabudowanych na pojazdach ultradźwiękowych wykorzystywanych przez Centrum Diagnostyki.

- e) Zakres obserwacji powinien obejmować dotychczas badany przekrój szyny przez systemy będące na wyposażeniu pojazdów ultradźwiękowych wykorzystywanych przez Centrum Diagnostyki.

Gotowy, przetestowany system będzie przeznaczony do zastosowania we wskazanym przez PKP PLK S.A. Centrum Diagnostyki pojeździe pomiarowym i zostanie Spółce przekazany wraz z dokumentacją umożliwiającą zlecenie zamówienia w celu jego wykorzystania na większą skalę.

### **Zagadnienie 4.3**

#### **Tytuł zagadnienia:**

Innowacyjne rozwiązania w zakresie prowadzenia badań radiologicznych szyn o profilu R60E1 lub E2

#### **Opis zagadnienia i uzasadnienie potrzeby podjęcia badań:**

Wraz ze wzrostem prędkości rozkładowych linii kolejowych wzrasta potrzeba częstszego kontrolowania stanu technicznego poszczególnych jej elementów. Jednym z takich newralgicznych elementów są elementy szyny kolejowej ze szczególnym uwzględnieniem rozjazdów, które należy sprawdzać m.in. pod kątem występowania defektów (nieciągłości) w wewnętrznej strukturze. Dla obecnie wykorzystywanych przez PKP PLK S.A. technik pomiarowych szczególnym utrudnieniem są połączenia spawane różnych materiałów, z których zbudowane są elementy rozjazdów. Dlatego też aby objąć kompleksowym badaniem całość takiego elementu należy zastosować inną nieniszczącą technikę badania jaką jest badanie radiologiczne, które umożliwia przegląd struktury materiału i ewentualne wykrycie nieciągłości w jego strukturze.

#### **Oczekiwane efekty końcowe**

- a) Opracowanie metodologii badania radiologicznego elementów szyn w torze.
- b) Przygotowanie koncepcji i opracowanie wytycznych technicznych, technologicznych oraz dla personelu w zakresie prowadzenia prac, umożliwiających prowadzenie badań radiologicznych szyn o profilu do R60E1 lub E2 zabudowanych w torach kolejowych wraz z budową prototypu mobilnych środków technicznych koniecznych do realizacji tych badań.
- c) Stworzenie i przetestowanie w warunkach rzeczywistych prototypowej mobilnej aparatury pomiarowej, która posiadałaby minimum następujące funkcjonalności:
- d) Prototypowa aparatura pomiarowa powinna być mobilna i umożliwiać badanie elementów szyn zabudowanych w torze.
- e) Prototypowa aparatura powinna być bezpieczna dla obsługujących pracowników i otoczenia.
- f) Czas wykonania pomiaru powinien być maksymalnie krótki tak aby nie było konieczności zamykania toru na czas prowadzenia badania.
- g) Zasilanie aparatury powinno być realizowane za pomocą akumulatorów.

- h) Zakres obserwacji powinien obejmować cały przekrój elementu szyny a samo badanie było realizowane jak najmniejszej ilości zdjęć radiologicznych.

Gotowy, przetestowany system będzie przeznaczony do wykorzystania przez wskazany zespół pomiarowy Centrum Diagnostyki i zostanie Spółce przekazany wraz z dokumentacją umożliwiającą zlecenie zamówienia w celu jego wykorzystania na większą skalę.

#### **Zagadnienie 4.4**

##### **Tytuł zagadnienia:**

Opracowanie innowacyjnego Systemu Monitorowania Stanu Infrastruktury Kolejowej (SMSIK)

##### **Opis zagadnienia i uzasadnienie potrzeby podjęcia badań:**

Etap utrzymania zrealizowanych już inwestycji kolejowych wydaje się być jeszcze bardziej istotny niż wykonanie samej inwestycji. Aby wybudowane/modernizowane szlaki kolejowe spełniały swoją rolę i aby maksymalnie przedłużyć ich użytkowanie, niezbędne jest nieustanne monitorowanie stanu elementów infrastruktury kolejowej. Obecnie tego typu monitoring, ze względów obszarowych, wymaga dużego zaangażowania i nakładu czasu pracy.

Rozwiązaniem mogłoby być monitorowanie stanu elementów infrastruktury kolejowej za pomocą Bezzałogowych Statków Powietrznych (BSP).

W fazie testów, BSP sterowane przez Pilotów monitorowałyby odcinki torów kolejowych, wychwytyjąc wszelkie odchylenia i usterki.

Przedmiotowy monitoring wizyjny można wykorzystać w określaniu stanu elementów infrastruktury np.: izolatorów zamontowanych na słupach trakcyjnych ramion odciągowych, sieci trakcyjnej czy, wieszaków, ocenie stopnia rozrostu roślinności w pasie kolejowym, stanie podkładów i przytwierdzeń, działania systemów EOR, sieci trakcyjnej (zaleganie szadzi itp.).

Do tego typu zadań mogłaby zostać wykorzystana np. technologia wizyjna (zarówno w paśmie widzialnym jak i termowizja) oraz skanery laserowe.

W ramach projektu niezbędne jest dostarczenie wydajnego systemu informatycznego do analizy zebranych danych, ich przechowywania i dystrybucji do służb utrzymaniowych. Ponadto konieczne jest bardzo dokładne sparowanie lokalizacji kilometrowej linii kolejowych ze współrzędnymi geograficznymi.

Po dokonaniu monitoringu BSP system informatyczny powinien wykonać automatyczną analizę zgromadzonych danych zweryfikowaną przez wykwalifikowanego operatora oraz wygenerować raport ze wskazaniem nieprawidłowości i ich lokalizacji, który to niezwłocznie trafi do odpowiednich służb utrzymaniowych odpowiedzialnych terytorialnie za sprawdzany odcinek linii kolejowej. SMSIK docelowo mógłby zostać zautomatyzowany tak by BSP wykonywały monitoring samodzielnie bez Pilotów.

##### **Oczekiwane efekty końcowe**

Opracowanie, stworzenie i przetestowanie w warunkach rzeczywistych Systemu Monitorowania Stanu Infrastruktury Kolejowej - SMSIK, który posiadałby minimum następujące funkcjonalności:

1. Wykrywanie defektów w infrastrukturze kolejowej poprzez aparaturę pomiarową zainstalowaną na BSP:
  - defektów izolatorów zamontowanych na słupach trakcyjnych,
  - złego położenia ramion odciągowych zamontowanych na słupach trakcyjnych,
  - nadmiernego rozrostu roślinności w pasie kolejowym,
  - braku lub uszkodzeń podkładów kolejowych,
  - braku przytwierdzeń szyn do podkładu,
  - działania systemu EOR w okresie zimowym,
  - zalegania szadzi na sieci trakcyjnej.
2. System informatyczny musi być wykonany w takiej architekturze aby – pracownicy PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., mieli dostęp do systemu z dowolnego miejsca i na dowolnych urządzeniach – komputerach, tabletach czy telefonach komórkowych, tak by odbierać raporty zarówno w biurze jak i w terenie.
3. System informatyczny, zaraz po dokonanych oblocie BSP, musi wykonać analizę zgromadzonych danych i wygenerować raport ukazujący stan elementów infrastruktury kolejowej, wszelkie odchylenia od normy i nieprawidłowości ze wskazaniem dokładnej lokalizacji i stopnia zagrożenia dla bezpieczeństwa ruchu kolejowego.

Gotowy, przetestowany system będzie przeznaczony do zastosowania we wskazanym przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Zakładzie Linii Kolejowych i zostanie Spółce przekazany wraz z dokumentacją umożliwiającą zlecenie zamówienia w celu jego wykorzystania na większą skalę.