

„BADANA, ROZWIJANA, INNOWACYJNA KOLEJ” – CZYLI BRIK W ENERGETYCE PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

Andrzej Kazimierski

mgr inż., Biuro Energetyki Centrala PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. ul. Targowa 74, 03-734 Warszawa, e-mail: andrzej.kazimierski@plk-sa.pl, tel. +48 224732070

Streszczenie. W artykule przedstawiono trzy projekty badawczo-rozwojowe realizowane w ramach programu „BRIK - Badania i Rozwój w Infrastrukturze Kolejowej”, których koordynatorem jest Biuro Energetyki PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Omówione i scharakteryzowane zostały główne nurty działań w podjętych projektach, przedstawiono krótko aktualny stan wykonanych prac oraz zakres dalszych działań wraz z planowanymi do osiągnięcia efektami. Wymienione zostały także inne realizowane projekty.

Słowa kluczowe: BRIK - Badania i Rozwój w Infrastrukturze Kolejowej, energetyka, innowacje

„BRIK - Badania i Rozwój w Infrastrukturze Kolejowej” to program realizowany wspólnie przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR) oraz PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., będący odpowiedzią na potrzebę innowacyjnego rozwoju sektora transportu kolejowego. Głównym celem przedsięwzięcia jest wzrost konkurencyjności oraz wdrożenie nowoczesnych rozwiązań technicznych usprawniających funkcjonowanie i zapewnienie ciągłego rozwoju branży.

Zakres merytoryczny programu skupia się na kilku obszarach tematycznych: digitalizacja i przetwarzanie parametrów ruchu kolejowego, zmniejszenie negatywnego oddziaływania transportu kolejowego na środowisko, zwiększenie dostępności i trwałości obiektów związanych z obsługą podróźnych, zwiększenie odporności infrastruktury kolejowej na czynniki klimatyczne i ingerencję osób trzecich oraz usprawnienie procesu utrzymania i modernizacji infrastruktury kolejowej.

W pierwszym konkursie ogłoszonym pod koniec 2017 roku złożonych zostało łącznie 30 projektów wpisujących się w nakreśloną tematykę. Ostatecznie do dofinansowania rekomendowano 10 nowatorskich projektów, które zostaną zrealizowane do 2023 roku. Na wsparcie przedsięwzięć przeznaczono łącznie kwotę ponad 35 mln zł.

Koordinacja projektów została przypisana do poszczególnych Biur PKP Polskich Linii Kolejowych S.A., zgodnie z odpowiadającym zakresem merytorycznym. Biuro Energetyki prowadzi 3 z nich, które zostaną omówione w kolejnych punktach.

1. „Opracowanie innowacyjnego systemu zarządzania infrastrukturą oświetleniową na sieci zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.”

Realizacja projektu rozpoczęła się podpisaniem umowy nr 60/010/0012/18/Z/O w dniu 01.10.2018 r. z Konsorcjum w składzie: Instytut Kolejnictwa z siedzibą w Warszawie (Lider), SILED Spółka z o.o. z siedzibą w Gdańsku (Konsorcjant), Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych Arex Spółka z o.o. z siedzibą w Gdyni (Konsorcjant), ABZ Consulting Spółka z o.o. z siedzibą w Warszawie (Konsorcjant).

Do chwili obecnej zrealizowano 15 zadań (spośród 22 planowanych w projekcie). Główne nurty działań obejmowały:

- **Inwentaryzację opraw oświetlenia zewnętrznego** na terenie wszystkich Zakładów Linii Kolejowych zarządzanych przez Spółkę. Przeprowadzono kilkanaście spotkań koordynacyjnych, na których omówiono zakres prac obejmujący oświetlenie niewpisane w programy modernizacji KPK, zasady współpracy przy realizacji inwentaryzacji obiektów oświetlenia zewnętrznego na terenie zarządzanym przez dany IZ. W chwili obecnej zakończono etap inwentaryzacji ponad 110 tys. opraw oświetlenia zewnętrznego.
- **Standaryzację** w zakresie sterowania oświetleniem, obejmującą przegląd obecnego stanu techniki oraz wskazanie najnowszych technologii pozwalających na opracowanie otwartych standardów sterowania oświetleniem. Opracowanie wybranych modeli opraw w technologii LED i urządzeń komunikacji z oprawami.
- **Założenia demonstratora** w zakresie opracowania i testów symulatorów funkcjonalności i systemu informatycznego przygotowujące do zabudowy na wybranym obiekcie kolejowym. Przegląd najnowszych technologii telekomunikacyjnych do sterowania oświetleniem.

Prace w 2020 roku były realizowane w zakresie:

- Stworzenia projektów wdrożeniowych instalacji oświetleniowych z użyciem modelowych urządzeń, implementujące założenia standardu w realnych warunkach użytkowych;
- Prototypów urządzeń i systemu informatycznego;
- Rozpoczęcie poligonu eksploatacji nadzorowanej zgodnie z procedurą SMS-PW-17, pozwalające zabudować demonstrator systemu i jego elementy m.in. wytypowane oprawy oświetleniowe, elementy sterujące.

Prace w latach 2021 i 2022 będą obejmowały:

- Opracowanie otwartych standardów budowy systemu sterowania oświetleniem – otwarte standardy sterowania są obecnie niespotykane na rynku, każdy z producentów posiada/proponuje dedykowane rozwiązanie. Standardy będą definiować elementy systemu i ich funkcjonalność, opisywać metody i protokoły wymiany informacji, złącza (interfejsy) urządzeń. Przewiduje się użycie, zarówno komunikacji przewodowej jak i bezprzewodowej.

W systemie będą mogły być używane nowoczesne oprawy wielu producentów, wyposażone w odpowiednie ujednolicone interfejsy;

- Badania eksploatacyjne demonstratora wraz z jego elementami towarzyszącymi; proces uzyskania dopuszczeń zgodnie z procedurą SMS-PW-17.

Efektom projektu będą opracowane wytyczne projektowania i budowy innowacyjnego systemu zarządzania infrastrukturą oświetleniową na sieci zarządzanej przez Polskie Linie Kolejowe S.A. oraz inwentaryzacja zakończona audytem energetycznym dla około 110 000 sztuk opraw oświetleniowych, pozwalająca na zaprojektowanie/przeprojektowanie instalacji oświetleniowych zgodnie z najnowszymi dostępnymi na rynku technologiami.

Realizacja projektu przebiega zgodnie z ustalonym harmonogramem. Zakończeniu projektu jest planowane na dzień 31.03.2022 r.

2. „Samoczyszczące, wydajne panele fotowoltaiczne na podłożu elastycznym zintegrowane z ekranem akustycznym i inteligentnym systemem monitorowania”

Realizacja projektu rozpoczęła się podpisaniem umowy nr 60/010/0006/19/Z/O w dniu 14.05.2019 r. z Konsorcjum w składzie: Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej im. A. Krupkowskiego Polskiej Akademii Nauk (IMIM PAN) z siedzibą w Krakowie, Akademia Wojsk Lądowych im. Generała Tadeusza Kościuszki (AWL) z siedzibą we Wrocławiu, Politechnika Wrocławska (PWr). Projekt składa się z 9 zadań (kamieni milowych), podzielonych na 13 etapów i planowane zakończenie realizacji przewidziane jest na 31.10.2021 r.

Do chwili obecnej zrealizowano 8 etapów, co przekłada się na zakończenie 4 zadań. W ramach tych działań dokonano przeglądu ekranów akustycznych zabudowanych na terenach zarządzanych przez Spółkę. Na tej podstawie do dalszej analizy zostały włączone ekrany betonowe z warstwą pochłaniającą z keramzytobetonu i żrębkobetonu oraz ekrany metalowe (PCV z kasetami aluminiowymi i PCV z wypełnieniem z wełny mineralnej). Równolegle prowadzone były pomiary w warunkach laboratoryjnych (izolacyjności akustycznej i współczynnika odbicia dźwięku) na wskazanych typach ekranów.

W ramach innego działania prowadzone były badania materiałowe i technologiczne prowadzące do próby wykonania submodułu PV do zabudowy na ekranie akustycznym. Dokonano także wyznaczenia zakresu obciążenia ekranu akustycznego, który gwarantował będzie zachowanie bezpieczeństwa konstrukcji. Kluczowym efektem tego zadania było opracowanie modelowej technologii wytwarzania submodułów, nakreślenie ścieżki procesu integracji z podłożem elastycznym oraz wytworzenie serii submodułów PV przeznaczonych do testów laboratoryjnych.

Reasumując, dotychczasowe działania prowadzone są wyłącznie w warunkach laboratoryjnych i skupiają się na poszukiwaniu najlepszych rozwiązań technologicznych - w pierwszej kolejności poszczególnych elementów, następnie w ich sca-

leniu jako dążeniu do budowy całego prototypu (całej instalacji). Realizacja projektu w chwili obecnej przebiega zgodnie z zaktualizowanym harmonogramem.

W dalszym toku realizacji planowane są następujące działania:

- Weryfikacja wyników modelowania, oparta na pomiarach prototypów w warunkach laboratoryjnych.
- Opracowanie schematów stosowania paneli fotowoltaicznych na wybranych typach ekranów akustycznych.
- Wykonanie prototypu inteligentnego systemu monitorowania.
- Wytypowanie optymalnej struktury oraz schematów rozmieszczenia paneli fotowoltaicznych na ekranach akustycznych, zapewniającej nie pogorszenie ich izolacyjności akustycznej.
- Wykonanie prototypu modułu PV na podłożu elastycznym do zabudowania na ekranie akustycznym rzeczywistych rozmiarów. Wytypowanie optymalnej technologii wytwarzania modułu PV na podłożu elastycznym zabudowy na ekranie akustycznym w warunkach rzeczywistych.

Finałnym efektem projektu będzie opracowanie nowego produktu w postaci modułu fotowoltaicznego na podłożu elastycznym wraz z systemem monitoringu, zabezpieczeniami antykradzieżowymi oraz powłoką zapobiegającą nadmiernym zabrudzeniom. Wykonawca, na mocy umowy przekaże PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. niezbędne wytyczne/licencje do budowy analogicznych instalacji.

Realizacja projektu przebiega zgodnie z ustalonym harmonogramem. Zakończenie projektu planowane jest na dzień 31.10.2021 r.

3. Opracowanie i wdrożenie elementów systemu antykradzieżowego sieci jezdnej w transporcie szynowym

Sieć trakcyjna jest urządzeniem liniowym obejmującym bardzo duży obszar, dlatego zwykłymi środkami bardzo trudno monitorować jej bezpieczeństwo przed osobami trzecimi, których celem jest pozyskanie metali kolorowych, koniecznych ze względu na parametry elektryczne, przy równoczesnej dewastacji infrastruktury kolejowej. Takie działania skutkują trudnościami w prowadzeniu ruchu pociągów, a nawet czasową lub całkowitą przerwą w ruchu. Walka z tym procederem jest niezmiernie trudna, ponieważ m. in. nie istnieją skuteczne prawne ograniczenia handlu metalami kolorowymi.

Problem kradzieży elementów sieci trakcyjnej jest bardzo uciążliwy i jako taki ma dwa podstawowe wymiary – ekonomiczny i wizerunkowy. Wymiar wizerunkowy jest szczególnie ważny z poziomu ostatecznego klienta kolei czyli pasażera lub dostawcy towarów. Kradzież już niewielkiego odcinka sieci trakcyjnej sprawia, że linia kolejowa, po której regularnie kursują pociągi traci swoją funkcjonalność. Wymiar ekonomiczny natomiast jest istotny dla zarządcy dewastowanej infrastruktury. Na naprawę takich dewastacji PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. muszą rocznie wydawać kilkadziesiąt milionów złotych (samej sieci trakcyjnej kilka mi-

lionów), które mogłyby zostać przeznaczone na modernizację kolejnych odcinków linii kolejowych.

Tematyce tej poświęcony jest projekt pn.: „Opracowanie i wdrożenie elementów systemu antykradzieżowego sieci jezdnej w transporcie szynowym”, w ramach którego planowane jest zaprojektowanie i wykonanie instalacji monitorującej sieć trakcyjną na kilkudziesięciokilometrowym odcinku. System ten z założenia ma kontrolować takie parametry jak:

- Naprężenie w przewodach sieci jezdnej.
- Naprężenie w linach nośnych.
- Zaniki/obecność właściwego napięcia w sieci trakcyjnej.
- Inne parametry, które mogą być pomocne przy identyfikowaniu działań niepożądanych przez osoby trzecie.

Projekt zakłada zbudowanie systemu komunikacji i powiadamiania o zauważonych nieprawidłowościach. Działanie systemu oparte będzie o specjalnie wypracowaną logikę, tak aby powodował on niewielką liczbę fałszywych alarmów, lub aby w ogóle tej wady był pozbawiony. Wadliwe działanie systemu komunikacji i powiadamiania w pewien sposób zmniejsza skuteczność omawianego rozwiązania poprzez ignorowanie generowanych ostrzeżeń. Opracowane rozwiązanie w wersji opcjonalnej zapewni możliwość obserwacji sieci trakcyjnej systemem kamer termowizyjnych zapewniających widzialność również w nocy, kiedy zazwyczaj dokonywane są kradzieże.

Realizacja założeń niniejszego projektu pozwoli, za pomocą nowoczesnych technologii, na podjęcie próby skutecznej walki z plagą kradzieży, która niejednokrotnie ma zorganizowany charakter. Często proceder ten staje się popularny ze względu na łatwość handlu metalami kolorowymi i ich stosunkowo wysoką cenę. Rozległość obszaru występowania surowca na terenie Spółki sprawia, że jest on trudny do ochrony w pełnym zakresie.

Efektem końcowym projektu będzie wybudowanie prototypowej instalacji i jej próbna eksploatacja, która pozwoli uzyskać informacje z zakresu:

- kosztów budowy w przeliczeniu na 1 km sieci trakcyjnej,
- kosztów eksploatacji (takich jak: utrzymanie, konserwacje, nadzory, przeglądy), pozwalających utrzymać prototypowe urządzenie w ciągłej sprawności w przeliczeniu na 1 km sieci trakcyjnej.

Pozyskanie tych danych i porównanie z kosztami utrudnień w prowadzeniu ruchu pociągów podczas występowania kradzieży pozwoli na podjęcie strategicznych decyzji w zakresie opłacalności budowy i eksploatacji opracowanego systemu, zakresu stosowania, jak również umożliwi wyznaczenie zasad i warunków określających kiedy urządzenie należy stosować, a kiedy jego stosowanie jest nieuzasadnione ekonomicznie.

Przewidywane jest także wdrożenie opracowanego systemu w lokalnych centrach obsługi ruchu kolejowego oraz siedzibach Komend Straży Ochrony Kolei. Takie umiejscowienie systemu umożliwi szybsze podejmowanie decyzji o skierowaniu patroli we wskazane przez system miejsce, w celu złapania sprawców kradzieży i dewastacji lub minimalizacji ich zakresu.

Realizacja projektu przebiega zgodnie z ustalonym harmonogramem. Zakończeniu projektu jest planowane na dzień 30.04.2022 r.

4. Inne realizowane projekty

Sieci trakcyjne dla $V=250$ km/h w świetle wymagań TSI Energia

Trwa projekt symulacyjnego dopasowania sieci 2C-1202C-3 oraz YC150-2CS150 do wykazania pełnej zgodności z TSI dla prędkości 250 km/h. Obecnie potwierdzona jest poprawna współpraca dynamiczna sieci trakcyjnej 2C-1202C-3 dla jednego pantografu dla prędkości 250 km/h.

DSAP – Detekcja Stanów Awaryjnych Pantografów

Planowany do wdrożenia system DSAP – Detekcja Stanów Awaryjnych Pantografów będzie miał za zadanie wykryć przejeżdżający pojazd i dokonać pomiarów aktywnych pantografów. W przypadku wykrycia uszkodzenia, Zarządca infrastruktury otrzyma dokładny raport z dokumentacją fotograficzną w wysokiej rozdzielczości wraz z modelem 3D. W raporcie zawarty będzie numer pojazdu przewoźnika oraz data i godzina zdarzenia. Raporty będą przekazywane bezobsługowo przez system DSAP do zainteresowanych stron w przypadkach, kiedy stan techniczny pantografu będzie budził zastrzeżenia. Wdrożenie systemu wynika z chęci podjęcia działań prewencyjnych z uwagi na wzrastającą liczbę uszkodzeń zależnych od pantografów / pojazdów trakcyjnych.

**PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.**
Zarządca narodowej sieci linii kolejowych



„Badana, Rozwijana, Innowacyjna Kolej” – czyli BRIK w energetyce PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

„Nowoczesne technologie i systemy zarządzania w transporcie szynowym – NOVKOL 2020”
Webinarium, 02 grudnia 2020 r.



„Badana, Rozwijana, Innowacyjna Kolej”

„Badana, Rozwijana, Innowacyjna Kolej”

– czyli BRIK w energetyce PKP Polskie Linie Kolejowe S.A

najważniejsze informacje o programie:

- Realizowany we współpracy z Narodowym Centrum Badań i Rozwoju.
- Dofinansowany z Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020.
- Wpłynęło 30 wniosków o dofinansowanie projektów na łączną kwotę dofinansowania równą ok. 58 mln zł.
- Rekomendowano do dofinansowania 10 wniosków na łączną kwotę dofinansowania wynoszącą ok. 35 mln zł.
- Biuro Energetyki koordynuje 3 projekty.

Jak dobrze zarządzać oświetleniem?

„Opracowanie innowacyjnego systemu zarządzania infrastrukturą oświetleniową na sieci zarządzanej przez PLK S.A.”

Założeniem projektu jest zbudowanie systemu informatycznego umożliwiającego sterowanie oświetleniem zewnętrznym uwarunkowanego:

- Informacją o ruchu pociągów.
Sterowanie intensywnością świecenia lamp wyposażonych w interfejs DALI w zakresie MAX (domyślnie 100%) i MIN (domyślnie 25%).
Uwzględnienie aktualnego wykonania rozkład jazdy pociągów.
- Informacją o obecności ludzi.
Włączenie pełnego oświetlenia obiektu w przypadku odebrania sygnału o obecności pasażerów.



„Badana, Rozwijana, Innowacyjna Kolej”

Jak dobrze zarządzać oświetleniem?

„Opracowanie innowacyjnego systemu zarządzania infrastrukturą oświetleniową na sieci zarządzanej przez PLK S.A.”

Realizacja projektu jest realizowana w podziale na etapy:

1. Wykonanie inwentaryzacji, zakończonej audytem energetycznym dla około 110 000 szt. opraw oświetleniowych – inwentaryzacja została zrealizowana.
2. Opracowanie otwartych standardów budowy systemu sterowania oświetleniem – definiujących elementy systemu i ich funkcjonalność, opisujących metody i protokoły wymiany informacji, złącza (interfejsy) urządzeń. Przewiduje się użycie zarówno komunikacji przewodowej jak i bezprzewodowej. Opracowanie modeli urządzeń, elementów docelowego systemu na bazie standardów powstających we wcześniejszym etapie – w trakcie realizacji.
3. Stworzenie projektów wdrożeniowych instalacji oświetleniowych z użyciem modelowych urządzeń, implementujące założenia standardu w realnych warunkach użytkowych - w trakcie realizacji.
4. Powstanie prototypowanej instalacji demonstracyjnej, potwierdzającej założenia standardu i skuteczność całej idei projektu – w trakcie realizacji.

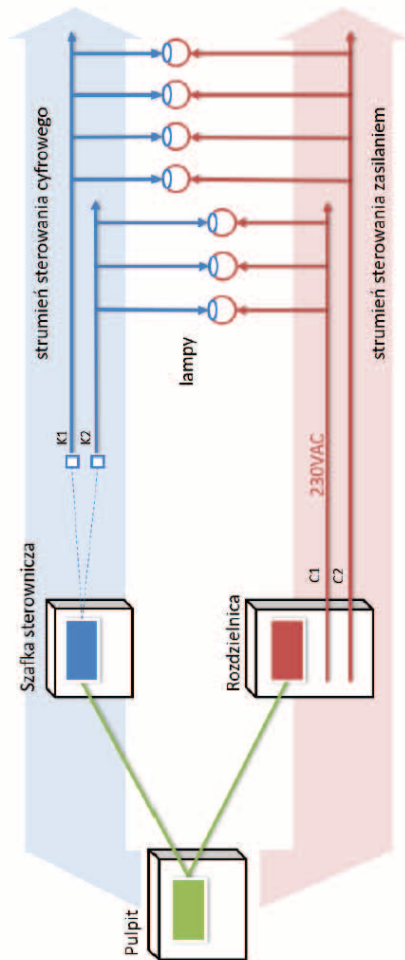
Zakończenie projektu jest planowane na 31.03.2022 r.

Efektom projektu będą opracowane wytyczne projektowania i budowy innowacyjnego systemu zarządzania infrastrukturą oświetleniową na sieci zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

„Badana, Rozwijana, Innowacyjna Kolej”

Jak dobrze zarządzać oświetleniem?

„Opracowanie innowacyjnego systemu zarządzania infrastrukturą oświetleniową na sieci zarządzanej przez PLK S.A.”



Sterowanie zasilaniem - załączania i wyłączania oświetlenia (sterowanie „nocne”).

Sterowanie cyfrowe - regulowania intensywności świecenia lamp (interfejs DALI).

Sekcjonowanie obwodów oświetleniowych - umożliwienie sterowania tylko potrzebnymi obszarami, lampy w jednej sekcji mogą być podłączone do różnych magistral DALI lub różnych kanałów radiowych.

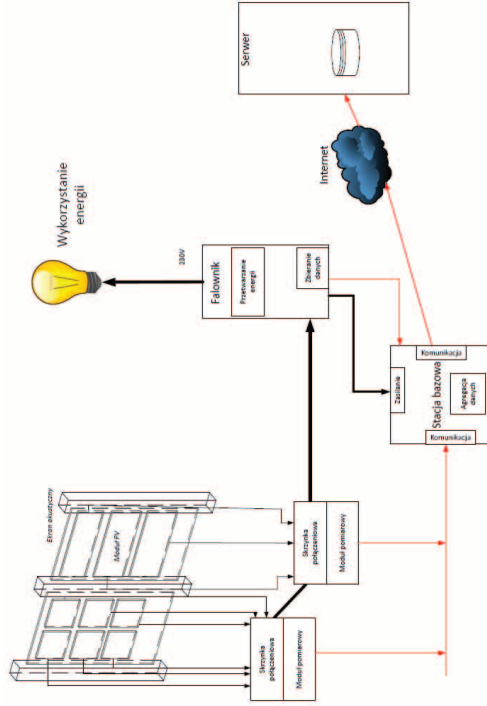
„Badana, Rozwijana, Innowacyjna Kolej”

PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.
Zarządca narodowej sieci linii kolejowych

Ekran akustyczny - przestrzeń niezagospodarowana?

„Samoczynzące, wydajne panele fotowoltaiczne na podłożu elastycznym zintegrowane z ekranem akustycznym i inteligentnym systemem monitorowania”

Oczekiwanym rezultatem prac badawczo-rozwojowych będzie stworzenie nowego, nieistniejącego na rynku produktu – modułu fotowoltaicznego przeznaczonego do zabudowy na podłożu elastycznym wraz z powłoką samoczynszącą przy zachowaniu wymaganego poziomu ochrony przed hałasem i optymalizacji wykorzystania wytworzonej energii.

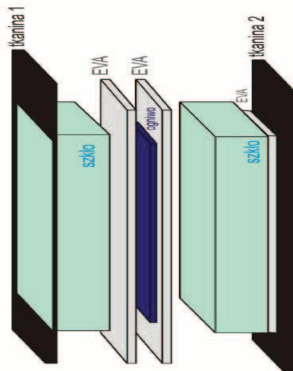


Rys. Schemat funkcjonalny systemu.
Źródło: Raporty sporządzone w ramach projektu

„Badana, Rozwijana, Innowacyjna Kolej”

Ekran akustyczny - przestrzeń niezagospodarowana?

„Samoczynzące, wydajne panele fotowoltaiczne na podłożu elastycznym zintegrowane z ekranem akustycznym i inteligentnym systemem monitorowania”



W ostatnim miesiącu trwania projektu (X 2021 r.) planowane jest przeprowadzenie poligonu badawczego na terenie IZ Wrocław.

Wskazane zostały już propozycje lokalizacji, ostateczne miejsce badań testowych zostanie określone bliżej terminu realizacji.



Źródło: Raporty sporządzone w ramach projektu

„Badana, Rozwijana, Innowacyjna Kolej”

Jak ustrzec się przed kradzieżą sieci trakcyjnej ?

„Opracowanie i wdrożenie elementów systemu antykradzieżowego sieci jezdnej w transporcie szynowym”

Założeniem projektu jest zbudowanie systemu ochrony, komunikacji i powiadamiania o zauważonych nieprawidłowościach.

Działanie systemu oparte będzie o specjalnie wypracowaną logikę tak, aby powodował on niewielką liczbę fałszywych alarmów lub aby w ogóle tej wady był pozbawiony.

Opracowane rozwiązanie w wersji opcjonalnej zapewni możliwość obserwacji sieci trakcyjnej systemem kamer termowizyjnych (widzialność również w nocy, kiedy zazwyczaj dokonywane są kradzieże).



Realizacja założeń niniejszego projektu pozwoli na podjęcie próby nowoczesnej walki z plagą kradzieży, która niejednokrotnie ma zorganizowany charakter.



PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.
Zarządca narodowej sieci linii kolejowych

Dziękuję za uwagę

ien@plk-sa.pl
T. + 48 22 47 320 70
F. + 48 22 47 330 50