

## Badania klimatyczne urządzeń kolejowych

Marek SUMIŁA<sup>1</sup>, Monika KOCHANIAK<sup>2</sup>

### Streszczenie

W artykule przedstawiono podstawowe wymagania klimatyczne dla urządzeń i systemów kolejowych oraz scharakteryzowano źródłowe normy dotyczące badań środowiskowych. Opisano dwa stanowiska Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji Instytutu Kolejnictwa do badań klimatycznych urządzeń kolejowych wprowadzanych do eksploatacji.

**Słowa kluczowe:** badania dopuszczające, badania klimatyczne, komora klimatyczna

### 1. Wstęp

Po okresie zaniedbania i recesji, transport kolejowy odzyskuje swoje miejsce na rynku przewozowym. O prawdziwości tego stwierdzenia świadczyć może zakres inwestycji w obszarze infrastruktury kolejowej, skala wymiany wyeksploatowanego taboru oraz poprawa komfortu podróży przez zastosowanie nowoczesnych rozwiązań telematycznych. Wprowadzane zmiany i nowości muszą odpowiadać wymaganiom obowiązującego prawa oraz przepisów zarządców infrastruktury kolejowej. Wymagania te obejmują wiele aspektów technicznych i funkcjonalnych. Stanowią one swoisty parasol ochronny, niezbędny do zapewnienia bezpieczeństwa w ruchu kolejowym potwierdzonego badaniami niezawodności urządzeń pracujących w trudnych warunkach kolejowych.

Zasadniczymi dokumentami, zawierającymi wymagania dotyczące systemu kolejowego w unii Europejskiej, są Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności Kolei. Wymagania te dzielą system kolejowy na następujące podsystemy:

- 1) strukturalne:
  - związane z siecią: infrastruktura, energia, sterowanie – urządzenia przytorowe;
  - związane z pojazdem: sterowanie – urządzenia pokładowe, tabor;
- 2) funkcjonalne:
  - ruch kolejowy,
  - utrzymanie,
  - aplikacje telematyczne dla przewozów pasażerskich i dla przewozów towarowych.

W obszarach nieregulowanych przez TSI, źródłem wymagań na poziomie krajowym jest dokument wydany pod nazwą „Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego w sprawie właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwiałoby spełnienie zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności systemu kolei” (tzw. Lista Prezesa UTK) [2]. W obszarach nieregulowanych przez wymienione dokumenty lub w obszarach wymagających dopełnienia wymagań specyficznego odbiorcy (przyszłego użytkownika zarządcy infrastruktury), a w szczególności największego polskiego zarządcy infrastruktury PKP PLK S.A., zastosowanie mają specyficzne wymagania techniczne i procesowe, wskazane przez przyszłego użytkownika urządzeń.

Bez względu na miejsce przeznaczenia urządzeń dla kolei, nowe rozwiązania techniczne wymagają szczegółowych badań, których celem jest potwierdzenie oczekiwanych parametrów technicznych. Badania te stają się krytyczne w przypadku urządzeń i systemów istotnych dla bezpieczeństwa ruchu kolejowego. Wykonywane wówczas badania obejmują:

- 1) badania środowiskowe, a w tym:
  - badania klimatyczne,
  - badania mechaniczne,
  - badania kompatybilności elektromagnetycznej;
- 2) badania funkcjonalne w warunkach normalnych i warunkach uszkodzeń;
- 3) badania niezawodnościowe.

W dalszej części artykułu będą szerzej omówione badania laboratoryjne, związane z odpornością urządzeń na wa-

<sup>1</sup> Dr inż.: Instytut Kolejnictwa, Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji; e-mail msumila@ikolej.pl.

<sup>2</sup> Mgr inż.: Instytut Kolejnictwa, Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji; e-mail mkochaniak@ikolej.pl.

runki klimatyczne. W tym zakresie będą wskazane wybrane wymagania normatywne, warunki wykonania prób oraz uznania wyników badań, a także kompetencje i możliwości techniczne Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji Instytutu Kolejnictwa w Warszawie.

## 2. Wymagania klimatyczne stawiane urządzeniom w środowisku kolejowym

Badania klimatyczne, należące do dużej grupy badań środowiskowych, mają na celu potwierdzenie odporności urządzeń na warunki temperaturowo-wilgotnościowe, na które mogą być narażone te urządzenia w środowisku kolejowym. Badania klimatyczne wykonuje się w odniesieniu do ogólnie przyjętego podziału urządzeń elektrycznych i elektronicznych przeznaczonych do zabudowy w infrastrukturze kolejowej (np.: w budynku, w szafie przytorowej, w kontenerze, w podtorzu lub na słupie) lub montowanych na taborze kolejowym. Dla każdego obszaru zastosowań urządzeń stosuje się odmienne wymagania normatywne:

- dla urządzeń stacjonarnych ma zastosowanie norma PN-EN 50125-3 [5],
- dla urządzeń znajdujących się na taborze mają zastosowanie normy PN-EN 50125-1 [4] lub PN-EN 50155 [6].

Zakres prób klimatycznych jest określany na podstawie dokumentów wcześniej wymienionych dokumentów, tj. odpowiednich TSI, Listy Prezesa UTK lub wewnętrznych wymagań zarządców infrastruktury, przez wskazanie miejsca przeznaczenia i klasy urządzenia. Wymagania normatywne klasyfikują dodatkowo urządzenia zabudowywane w infrastrukturze kolejowej ze względu na warunki występujące na różnych wysokościach nad poziomem morza (n.p.m.). Zgodnie z normą PN-EN 50125-3 [5], urządzenie może pracować w trzech przedziałach wysokości n.p.m.: do 1000 m, między 1000 m i 1400 m i powyżej 1400 m.

Dla każdego z tych przedziałów, oddzielnie zdefiniowano zakresy temperaturowo-wilgotnościowe, w których urządzenia mają się wykazać poprawną pracą i które uwzględniają miejsce ich zabudowy (np. na zewnątrz, w budynku, w kontenerze itd.).

Różnicowanie wymaganych warunków pracy dla urządzeń stosowanych na taborze jest podobne jak w przypadku urządzeń stacjonarnych. Pierwszym kryterium różnicującym jest również wysokość nad poziomem morza, na której te urządzenia mają być instalowane. W normie PN-EN 50125-1 [4] wyodrębniono cztery przedziały wysokości n.p.m.: do 1000 m, między 1000 m i 1200 m, między 1200 m i 1400 m oraz powyżej 1400 m.

Następne zróżnicowanie warunków pracy, opisane w normie PN-EN 50155 [6], polega na zdefiniowaniu sześciu klas dla różnych miejsc pracy urządzeń na taborze i określeniu nich zakresu prób ich działania w zimnie i w cieple, tj. prób klimatycznych A oraz B. Podział wygląda następująco:

- dwie klasy dla urządzeń montowanych w przedziałach pasażerskich i w kabinie maszynisty przy stałej temperaturze odniesienia wynoszącej 25°C,
- dwie klasy dla urządzeń przeznaczonych do montażu w szafie technicznej o stałej temperaturze referencyjnej 45°C,
- dwie klasy dla pozostałych urządzeń, na przykład dla półprzewodnikowych jednostek napędowych lub jednostki sterującej silnika spalinowego.

Przykładem własnych wymagań zarządcy infrastruktury może być instrukcja techniczna Ie-100a [1], mająca zastosowanie dla urządzeń srk stosowanych przez przedsiębiorstwo PKP PLK S.A. Paragraf § 19 wspomnianej instrukcji zawiera zasadnicze wymagania dla urządzeń srk przeznaczonych do zabudowy w infrastrukturze kolejowej tej firmy. Przykładowo, dla urządzeń srk pracujących w klimatyzowanych budynkach nastawni lub kontenerze wymaga się poprawnej pracy dla temperatury otoczenia mieszczącej się w przedziale od +18°C do +27°C i wilgotności względnej do 70%. Dla urządzeń srk pracujących w budynku nastawni lub kontenerze, bez urządzeń klimatyzacyjnych wymaga się, aby zakres poprawnej pracy obejmował temperatury w przedziale od 0°C do +50°C przy wilgotności względnej do 90%. Dla wskazanych warunków pracy, zarządca infrastruktury dopuszcza chwilowy skok temperatury –20°C, aż do +60°C. Urządzenia pracujące w szafach przytorowych powinny pracować w temperaturach od –30°C do +70°C, gdy szafa nie ma własnego systemu ogrzewania lub w węższym zakresie temperatury od –10°C do +70°C, gdy w szafie są elementy grzewcze. Równocześnie, urządzenia montowane w szafach muszą być odporne na wilgoć nie przekraczającą 90% wilgotności względnej. Dla urządzeń montowanych bez dodatkowej ochrony, najszerszy zakres temperatur zawiera się między –40°C do +70°C, przy wilgotności względnej dochodzącej do 100%.

## 3. Próby klimatyczne

Wymienione normy oraz inne wymagania, stosowane przez zarządcę infrastruktury, określają zakres badań (listy koniecznych i dobrowolnych do wykonania prób) oraz kryteria narażeń (wartości parametrów narażeń, które muszą być spełnione przez te urządzenia).

Bez względu na to, jak duży jest zakres prób klimatycznych (np.: niskie lub wysokie temperatury, niska lub wysoka wilgotność) i jaki jest zakres wartości narażeń (np.: –40°C, +55°C), narażenia klimatyczne powinny być wykonane według metody określonej w normie badawczej. Opisy metod badawczych dla prób środowiskowych są przedstawione w normach serii PN-EN 60068. Ich celem jest ujednoczenie sposobów wykonywania badań urządzeń w:

- niskich temperaturach, zgodnie z metodyką badań według normy PN-EN 60068-2-1 [7] (próby A),
- wysokich temperaturach, zgodnie z metodyką badań według normy PN-EN 60068-2-2 [9] (próba B),

- dla szybkich zmian temperatur otoczenia, zgodnie z metodyką badań według normy PN-EN 60068-2-14 [8] (próba N),
- zmiennych temperaturach przy wysokiej wilgotności, zgodnie z metodyką badań według normy PN-EN 60068-2-30 [10] (próba Db),
- stałych temperaturach przy wysokiej wilgotności, zgodnie z metodyką badań według normy PN-EN 60068-2-78 [3] (próba Cab).

Dodatkowo, dla niektórych grup urządzeń wymagane jest wykonanie prób klimatycznych symulujących ich przechowywanie w niskich temperaturach. Warunki próby opisano w normie 60068-2-1 [7], jako próba Ab.

### 3.1. Przykład próby klimatycznej

Ilustracją badań klimatycznych może być przedstawienie próby Db. Próba jest wykonywana zgodnie z metodyką opisaną w normie PN-EN 60068-2-30 [10] i polega na wytworzeniu w komorze klimatycznej cyklicznych zmian dodatnich temperatur przy wilgotności bliskiej wartości 100%. W zależności od potrzeb, próba ta może trwać od 24 godzin do 56 dni. Jej celem jest potwierdzenie działania urządzeń w czasie oddziaływania narażeń. W wyniku oddziaływania narażenia klimatycznego na urządzenie może dojść do kondensacji pary wodnej wewnątrz obudowy, zwarc obwodów elektrycznych, wystąpienia oznak korozji na elementach metalowych. Próba Db kończy się z wynikiem pozytywnym, gdy urządzenie pozostaje w stanie sprawności podczas narażeń i po ich zakończeniu.

Na rysunku 1 pokazano charakterystyczny dla próby Db wykres zmian wartości temperatury i wilgotności w funkcji czasu. Czerwoną linią zaznaczono zachodzące w czasie zmiany wartości temperatur (od +25°C do +55°C), a linią zieloną oznaczono zmiany wilgotności względnej, panujące w tym czasie wewnątrz komory (93% ÷ 97%). Generowany automatycznie wykres jest częścią sprawozdania z badań.

### 3.2. Próby funkcjonalne

Podczas planowania badań klimatycznych, dużą wagę przykładą się do właściwego doboru testów, potwierdzających działanie badanych urządzeń. W zależności od typu urządzenia, zakres testów funkcjonalnych może być różny i każdorazowo jest uzgadniany ze zleceniodawcą. Należy zaznaczyć, że do urządzenia badanego w komorze klimatycznej nie ma bezpośredniego dostępu. Urządzenie można obsługiwać przez specjalne przepusty kablowe i obserwować przez okno, jednak ten sposób nie jest właściwy dla każdego typu urządzenia i w takim przypadku producent urządzenia musi przygotować urządzenie do badań.

Uzgodniony zakres testów funkcjonalnych może być wykonywany według określonego scenariusza. Przykładowo, podczas próby urządzenie może być cały czas włączone, a testy sprawdzające mogą być wykonywane pod koniec jej trwania. Test można również wykonywać w warunkach tzw. „zimnego startu”, podczas którego urządzenie jest uruchamiane w trakcie narażeń, a dopiero w kolejnym kroku wykonywane są testy sprawdzające. Innym przykładem może być badanie zachowania cech wyłączzonego urządzenia w czasie



Rys. 1. Wykres zarejestrowanej próby klimatycznej Db [opracowanie własne]

przechowywania w ujemnych temperaturach. Scenariusz takiej próby wymaga, aby testy były wykonane dopiero po zakończeniu narażeń i po czasie stabilizacji termicznej.

Istnieją normy kolejowe, w których wprost określono scenariusze badań w zależności od klasy urządzenia i miejsca jego pracy. Dobrym przykładem takiego podejścia jest norma PN-EN 50155 [6], w której w rozdziale 13.4 opisano specyfikację różnych testów. Na rysunku 2 zaprezentowano przykładowy scenariusz dla próby B wraz ze szczegółowym opisem jej przebiegu.

Na osi pionowej przedstawiono zmiany temperatur, którym poddano urządzenie. Zmiany te zachodzą w funkcji czasu, zaznaczonego na osi poziomej. Na tej osi wskazano również okresy włączenia i wyłączenia urządzenia. Testy mogą być wykonywane w sposób ciągły lub losowy, w zależności od charakteru pracy urządzenia. Pozytywny wynik testu jest uzależniony od potwierdzenia poprawnego funkcjonowania urządzenia w przyjętych okresach czasu.

### 3.3. Stanowisko do badań klimatycznych

Badania klimatyczne wykonuje się w specjalnej komorze testowej, umożliwiającej symulowanie różnych warunków klimatycznych. Komora klimatyczna służy również do stwierdzenia w krótszym czasie skutków oddziaływania środowiska na badany obiekt. Badania wykonywane w komorze klimatycznej mogą trwać od kilku godzin do kilkudziesięciu dni, o czym wspomniano w opisie próby Db. W czasie trwania prób, w sposób kontrolowany zmieniana jest wartość temperatury oraz wilgotności. Zakres wartości temperatur i wilgotności powietrza oraz szybkość ich zmian należy traktować jako podstawowe parametry, opisujące stanowisko do badań klimatycznych.

Za sterowanie warunkami panującymi w komorze klimatycznej odpowiada specjalizowany układ regulacyjny, którego działanie gwarantuje zachowanie wymaganych parametrów termicznych i wilgotności, wymaganych w procesie dochodzenia komory do wskazanych warunków, w trakcie trwania próby oraz w okresie stabilizacji po jej zakończeniu.

Zmiany parametrów w komorze są nadzorowane i rejestrowane do dalszych porównań. Umożliwia to łatwiejsze dokumentowanie każdej z wykonywanych prób oraz ustalenie, po jakim czasie i w jakich warunkach doszło do nieprawi-

łowego działania obiektu badań. Dodatkowo, wartości zadanych parametrów powinny być okresowo weryfikowane w procesie wzorcowania. Jak już stwierdzono w punkcie 3.2, podczas trwających narażeń sprawdzane jest działanie urządzenia według wskazanej procedury testowej. Jest to zadanie niekiedy trudne do wykonania, gdyż w trakcie trwania próby nie można otwierać drzwi komory klimatycznej.

## 4. Kompetencje Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji

Akredytowane od 2000 r. [1] Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji Instytutu Kolejnictwa działa według systemu zarządzania jakością, zgodnego z wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02 [3]. Laboratorium ma kompetencje do wykonywania badań akredytowanych, określonych zakresem akredytacji Polskiego Centrum Akredytacji AB310 [13].

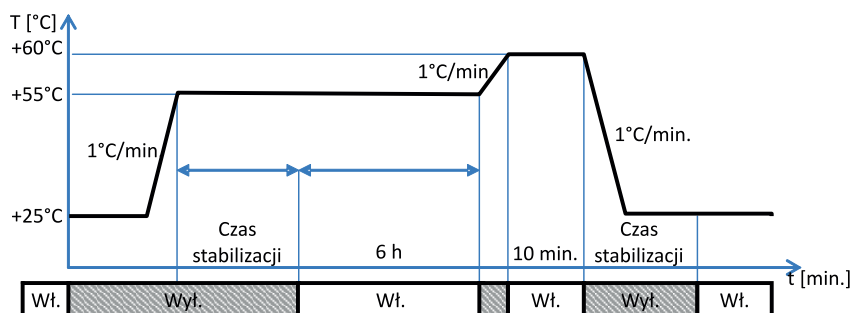
Do zakresu badań wykonywanych w Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji należą również badania klimatyczne, które obejmują weryfikację odporności urządzeń na:

- próby A: zimno (do  $-60^{\circ}\text{C}$ ) zgodnie z normami PN-EN 60068-2-1 [7], PN-EN 50155 [6] oraz PN-EN 50125-3 [5],
- próbę B: suche gorąco (do  $+150^{\circ}\text{C}$ ) zgodnie z normami PN-EN 60068-2-2 [9], PN-EN 50155 [6] oraz PN-EN 50125-3 [5],
- próbę Nb: zmiana temperatury z określoną szybkością zmiany zgodnie z normami PN-EN 60068-2-14 [8] oraz PN-EN 50125-3 [5],
- próbę Cab: wilgotno, gorąco stałe zgodnie z normami PN-EN 60068-2-78 [3] oraz PN-EN 50125-3 [5],
- próbę Db: wilgotne gorąco cykliczne zgodnie z normami PN-EN 60068-2-30 [10], PN-EN 50155 [6] oraz PN-EN 50125-3 [5].

Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji dysponuje dwiema wzorcowanymi komorami klimatycznymi:

- KPK 3823/15 firmy Feutron Klimasimulation GmbH GREITZ,
- 6000 H 60/10+4 typ G firmy Climats.

W dalszej części tego rozdziału krótko opisano możliwości badawcze poszczególnych stanowisk.



Rys. 2. Wykres przebiegu próby klimatycznej B [opracowanie własne]

#### 4.1. Komora klimatyczna typu KPK 3823/15 firmy Feutron Klimasimulation GmbH GREITZ

Początkowo Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji dysponowało tylko komorą klimatyczną firmy Feutron GmbH GREITZ (rys. 3). Jej przestrzeń użytkowa (wymiały wewnętrzne) wynoszą: wysokość 1380 mm, szerokość 770 mm, głębokość 1045 mm, czyli jej użyteczna pojemność wynosi 1,11 m<sup>3</sup>. Komora charakteryzuje się następującymi możliwościami badawczymi:

- zakres temperatur: od -45°C do +100°C,
- zakres wilgotności: od 10% do 95%,
- zakres punktu rosy: od 5°C do 97°C,
- dokładność pomiaru temperatury:  $< \pm 0,5^\circ\text{C}$ ,
- dokładność pomiaru wilgotności:  $< \pm 3$ ,
- średnia prędkość zmian temperatur: grzanie do 4°C/min, chłodzenie do 3°C/min,
- nośność: 30 kg/półkę,
- moc znamionowa (max.): 5,4 kVA.



Rys. 3. Komora klimatyczna KPK 3823/15 firmy Feutron GmbH GREITZ [fot. autorzy]

Na opisanym stanowisku badawczym można wykonywać badania niewielkich urządzeń, których wymiary dopuszczono w normach, opisujących metodykę badań. Są to przykładowo przenośne lub przewoźne urządzenia radiołączności, systemy audiowizualne, małe tablice informacyjne, czujniki urządzeń srk i elementy wtykowe.

#### 4.2. Komora klimatyczna typu 6000 H 60/10+4 typ G firmy Climats

Komora klimatyczna firmy Climats (rys. 4) została uruchomiona w Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji w związku ze zwiększonym zapotrzebowaniem na badania urządzeń o zabudowie typu „Rack 19” lub innych urządzeń

wielkogabarytowych. Do tej drugiej grupy urządzeń należy zaliczyć:

- napędy zwrotnicowe,
- napędy rogatkowe,
- systemy telewizji użytkowej,
- infokioski,
- tablice peronowe,
- systemy monitoringu audio-wizualnego,
- skrzynie i szafy z urządzeniami srk.

Wymienione typy urządzeń ograniczały możliwości badawcze Laboratorium, jednak duże zainteresowanie takimi badaniami doprowadziło Instytut Kolejnictwa do podjęcia decyzji dotyczącej zakupu nowoczesnej komory klimatycznej, której wymiary wewnętrzne dadzą możliwość badania większości urządzeń pojazdowych, przytorowych oraz stacyjnych. Inwestycję zrealizowano w IV kwartale 2018 roku w drodze przetargu z funduszy własnych Instytutu.



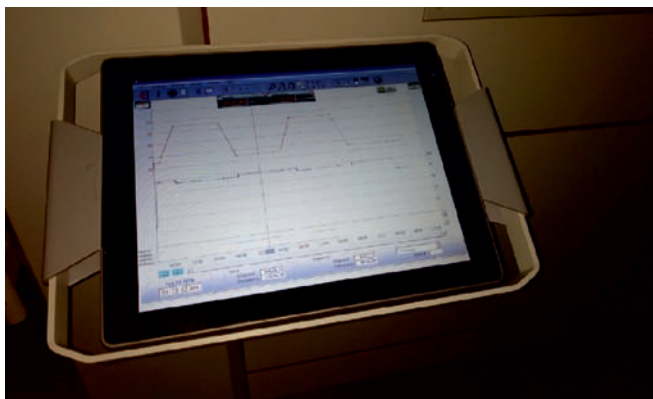
Rys. 4. Komora klimatyczna 6000 H 60/10+4 typ G firmy Climats [fot. autorzy]

Komora firmy Climats ma następujące parametry techniczne:

- pojemność użyteczna: 6,0 m<sup>3</sup>,
- wymiary użyteczne: wysokość 2000 mm, szerokość 2000 mm, głębokość 1500 mm,
- zakres temperatur: od -60°C do 150°C,
- zakres wilgotności: od 10% do 98%,
- dokładność pomiaru temperatury:  $< \pm 1,2^\circ\text{C}$ ,
- dokładność pomiaru wilgotności:  $< 2 \text{ RH}$ ,
- średnia prędkość zmian temperatur: 4°C/min,
- nośność podłogi: 400 kg,
- moc znamionowa (max.): 41 kVA,
- generowany hałas:  $< 70 \text{ dB}$ .

Cechą potwierdzającą użyteczność komory klimatycznej jest bardzo duża dokładność i zakres pomiaru temperatury oraz wilgotności. Inną cechą, istotną z punktu widzenia Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji, jest system sterowania komorą. Dzięki zastosowaniu nowoczesnych rozwiązań

technicznych możliwe jest sterowanie urządzeniem zarówno za pomocą panelu dotykowego, znajdującego się na drzwiach komory (rys. 5), jak również zdalnie przez RS232 lub komputerową sieć lokalną LAN.



Rys. 5. Podgląd pracy komory klimatycznej na panelu dotykowym [fot. autorzy]

Panel sterujący umożliwia kreowanie prób klimatycznych według specyficznych wymagań klienta, mieszczących się w zakresie możliwości stanowiska badawczego. W trakcie wykonywanych prób możliwa jest obserwacja warunków panujących w komorze klimatycznej w czasie rzeczywistym, przebieg trwającej próby oraz przegląd zakończonych badań. Opisane funkcje ułatwiają przeprowadzenie testów funkcjonalnych we właściwym czasie, weryfikację warunków narażeń oraz łatwiejszą identyfikację warunków, w których nastąpiło uszkodzenie badanego urządzenia.

Wraz z nową komorą klimatyczną zakupiono sprężarkowy schładzacz cieczy (rys. 6), w którym czynnikiem chłodzącym jest glikol. Urządzenie służy do szybkiego schładzania cieczy, w obwodzie zamkniętej komory. Dzięki temu uzyskuje się oszczędność bieżącego zużycia wody, której przepływ w najbardziej krytycznym przypadku wynosi  $5 \text{ m}^3/\text{h}$ . Tak duże zużycie zimnej wody jest konieczne do wywołania dla szybkich zmian temperatur występujących wewnątrz komory o pojemności  $6,0 \text{ m}^3$ .



Rys. 6. Zewnętrzne urządzenie do schładzania wody komory klimatycznej [fot. autorzy]

Na opisanym stanowisku badawczym wykonano dotychczas kilkadziesiąt prób klimatycznych urządzeń. Były to urządzenia sterowania ruchem kolejowym (np. sterowania zwrotnicami i urządzeniami peronowymi), urządzenia telekomunikacyjne (między innymi systemów telewizji użytkowej, systemów monitoringu wizyjnego na pojazdy i tablic informacyjnych) oraz inne, nie związane z zastosowaniami kolejowymi.

## 5. Podsumowanie

Specyfika pracy urządzeń elektronicznych na kolei wymusza na producentach potwierdzenie prawidłowej pracy w różnych warunkach środowiskowych. W artykule wskazano trzy główne grupy wymagań mających zastosowanie w procesie dopuszczenia lub oceny urządzeń już pracujących w środowisku kolejowym. Podstawowym narzędziem dającym możliwość sprawdzenia poprawnego funkcjonowania urządzeń w wymaganych warunkach klimatycznych jest komora klimatyczna. Urządzenie to umożliwia odwzorowanie rzeczywistych warunków w zakresie temperatur i wilgotności oraz ich zmian w czasie.

Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji Instytutu Kolejnictwa ma dwa stanowiska badawcze, na których można wykonywać próby klimatyczne w szerokim zakresie zmian temperatur i wilgotności powietrza.

Testy, które przeprowadzono w komorach klimatycznych są źródłem wiedzy na temat odporności urządzeń i ich prawidłowego zachowania w trakcie normalnej eksploatacji w warunkach kolejowych.

## Bibliografia

1. Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji <http://www.ikolej.pl/zaklady-laboratoria-i-osrodki/la/> [dostęp: 11.03.2020].
2. Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego w sprawie właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwia spełnienie zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności systemu kolei. Urząd Transportu Kolejowego. Warszawa, 19 stycznia 2017 r.
3. PN-EN 60068-2-78:2013-11. Badania środowiskowe – Część 2-78: Próby – Próba Cab: Wilgotne gorąco stałe (cykl 12 + 12h).
4. PN-EN 50125-1:2014-06. Zastosowania kolejowe – Warunki środowiskowe stawiane urządzeniom – Część 1: Tabor i wyposażenie pokładowe
5. PN-EN 50125-3:2003. Zastosowania kolejowe – Warunki środowiskowe stawiane urządzeniom – Część 3: Wyposażenie dla sygnalizacji i telekomunikacji.
6. PN-EN 50155:2018-01. Zastosowania kolejowe – Tabor – Wyposażenie elektroniczne.
7. PN-EN 60068-2-1:2009. Badania środowiskowe – Część 2-1: Próby – Próby A: Zimno.

8. PN-EN 60068-2-14:2009. Badania środowiskowe – Część 2-14: Próby - Próba N: Zmiany temperatury
9. PN-EN 60068-2-2:2009. Badania środowiskowe – Część 2-2: Próby - Próba B: Suche gorąco.
10. PN-EN 60068-2-30:2008. Badania środowiskowe – Część 2-30: Próby – Próba Db: Wilgotne gorąco cykliczne (cykl 12 h + 12 h)
11. PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02. Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących
12. Warunki bezpiecznej instalacji i eksploatacji urządzeń sterowania ruchem kolejowym na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S. A. Ie-100a. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Warszawa, 15 grudnia 2015 r.
13. <https://www.pca.gov.pl/akredytowane-podmioty/akredytacje-aktywne/laboratoria-badawcze/AB%20310,plik.html> [dostęp: 11.03.2020].