

Dominik Jędrzejowski, Michał Karbowañczyk

Aparator Elkomtech S.A.
ul. Wołowa 2C, 93-569 Łódź
dominik.jedrzejowski@apator.com
Politechnika Łódzka Instytut Informatyki
ul. Wólczańska 215, 90-924 Łódź
email: michal.karbowanczyk@p.lodz.pl

SYSTEM ZARZĄDZANIA I MONITORINGU TESTOWANYCH URZĄDZEŃ ELEKTRONICZNYCH W WARUNKACH PRACY W PODWYŻSZONEJ TEMPERATURZE

Streszczenie – W artykule przedstawiono projekt oraz kluczowe aspekty realizacji aplikacji służącej do rejestrowania i nadzorowania przebiegu testów stresowych urządzeń elektronicznych. Testy takie polegają na poddawaniu działających urządzeń działaniu podwyższonej temperatury. Oprócz typowych przypadków użycia związanych z przetwarzaniem informacji o urządzeniach i testach w aplikacji rozwiązano problemy związane z integracją z istniejącym systemem akwizycji danych o poziomie temperatury, a także z informowaniem o przekroczonym zakresie wartości parametrów testu. Artykuł jest streszczeniem pracy końcowej [1].

Słowa kluczowe: testy stresowe, monitorowanie, aplikacje web

1 Wprowadzenie

Komora grzewcza (ang. Heating Chamber) w zależności od potrzeb i gabarytów obiektów w niej umieszczanych jest albo wolnostojącym urządzeniem, które może zmieniać położenie, albo specjalnie do tego celu przygotowanym pomieszczeniem. W zależności od dziedziny, w której jest stosowana komora jest wykorzystywana do testów obiektów w warunkach dla nich stresowych (ang. Shock Chamber). Warunki stresowe są wywoływane w zamkniętym środowisku komory poprzez zmianę parametrów wielkości fizycznych np. ciśnienia, temperatury, światła w funkcji czasu, a także działanie siły np. komora wibracyjna. W zamkniętym środowisku komory łatwiejsza jest obserwacja tych parametrów i zapewnienie ich stałości poprzez stosowanie np. układów automatyki wraz z ich rejestracją.

Przeprowadzane w komorach stresowych testy dzielą się na niszczące, postarzające produkt oraz pozwalające na selekcję produktów wadliwych. Dwa pierwsze rodzaje testów stosowane są

najczęściej w fazie projektowania produktów oraz doboru technologii. Rozważana w pracy komora grzewcza służy do selekcji wad produkcyjnych gotowych, zmontowanych urządzeń. Wielkością fizyczną jest temperatura. Urządzenia są poddawane jej działaniu w określonym czasie. Brak wykrytych wad podczas procesu kwalifikuje je do dalszych testów, natomiast wykryte wady są usuwane na bieżąco, a informacja o nich jest zapisywana. W celu rejestracji historii produktu muszą być stosowane odpowiednie zapisy z przeprowadzonego procesu.

Urządzenia poddawane są testom „pod napięciem”, czyli funkcjonują w pewnym ograniczonym zakresie. Ich jednostki sterujące, układy procesorowe są obciążane dodatkowymi zadaniami m. in. obsługą peryferiów co dodatkowo powoduje wzrost temperatury urządzenia. Jednostki najbardziej narażone na wzrost temperatury to moduły procesorów oraz moduły zasilaczy, z których zbudowane są urządzenia.

Aby nie postarzać urządzeń (po przejściu procesów testowych trafiają do klienta) są poddawane działaniu temperatury o określonej wartości ($T_{min} < T_{badania} < T_{max}$) oraz w ściśle określonym czasie ($t_{min} < t_{badania} < t_{max}$).



Rys. 1. Rys. 1. Przykładowe komory grzewcze (materiały producentów: Weiss Technik, Thermotron, Dongguan Liyi Test Instrument, MASER Engineering)

2 Określenie potrzeb i analiza rozwiązań

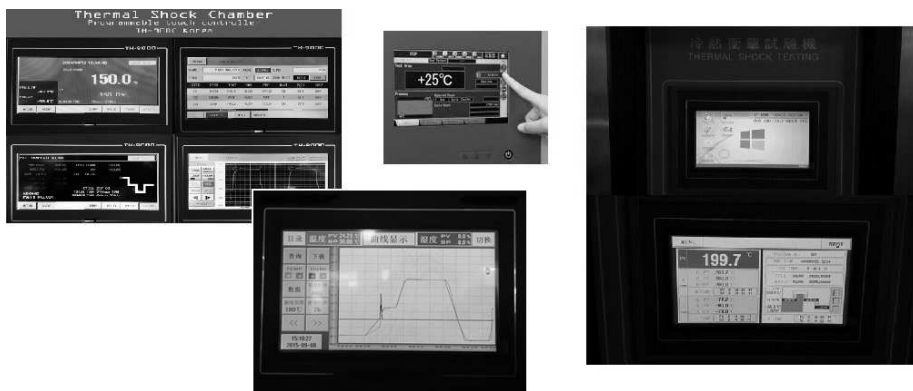
Określenie potrzeb

W przedsiębiorstwie realizującym opisane powyżej testy w komorach stresowych zidentyfikowano potrzebę zastosowania narzędzi informatycznych do obsługi tego procesu. Na dzień dzisiejszy proces jest realizowany przy wykorzystywaniu lokalnie przechowywanych formularzy papierowych, notatek oraz dokumentów elektronicznych w formie arkusza kalkulacyjnego, które nie zawsze są kompletne. W

przedstawiony sposób nie można skutecznie zarządzać przeprowadzaniem testów oraz zbieraniem dokumentacji z ich przeprowadzania. Podejście takie utrudnia oraz opóźnia określenie terminu gotowości produktu do sprzedaży i nie wspomaga optymalnie procesu poprawy jakości produktów poprzez rejestrację i analizę usterek. Dodatkowo dokumentacja jest wymagana ze względu na wprowadzony w przedsiębiorstwie system jakości zarządzania i jest weryfikowana np. przy audytach jakości zarządzania.

Analiza rozwiązań

Na rynku brak jest gotowych rozwiązań, które spełniłyby zidentyfikowane potrzeby. Producenci komór często wyposażają je w bogate oprogramowanie, ale jest ono często zintegrowane z urządzeniem (Rys. 2). Natomiast stosowana w przedsiębiorstwie komora jest własnym rozwiązaniem, pomieszczeniem (ze względu na gabaryty testowanych obiektów i ich ilość), które wyposażone zostało jedynie w prostą automatykę zapewniającą stałość nastawianej temperatury. Ten czynnik, jak również specyfika prowadzonych badań, determinuje konieczność wytworzenia dedykowanego oprogramowania. To istniejące na rynku jest bowiem nastawione na rejestrację parametrów komory, a nie na obiekty w niej testowane. W dodatku występuje w niej dość duży zakres zmian temperatury co bezwzględnie stawia wymóg jej rejestracji.



Rys. 2. Przykłady oprogramowania komory (materiały producentów: Dongguan Xin Bao Instrument, Wewon Environmental Chambers, Dongguan Grande Electronics Technology, Ai Si Li Test Equipment)

Funkcjonalność zarejestrowania samej czynności procesu wygrzewania wraz z wprowadzeniem parametrów może zostać zrealizowana poprzez wykorzystanie systemu informatycznego, na przykład typu ERP (ang. Enterprise Resource Planning), jeżeli takowy funkcjonuje w przedsiębiorstwie. Jednakże systemy tego typu są

wykorzystywane głównie do gospodarki magazynowej, planowania produkcji, zaopatrzenia, czy zarządzania zasobami ludzkimi oraz finansami i księgowością. Dodatkowe dostosowanie go do rejestracji procesu wygrzewania jest nieopłacalne. Zazwyczaj systemy takie nie mają możliwości śledzenia i budowy historii dla pojedynczych produktów, skupiają się na całych partiach produkcyjnych. W założeniu dotyczącym przedstawianego projektu potrzebne są zapisy dotyczące pojedynczego produktu, służące do budowy jego historii.

Zestawienie potrzeb związanych z obsługą procesu testowania z ograniczeniami funkcjonalności zrodziło pomysł zaprojektowania oraz zaimplementowania systemu informatycznego łączącego funkcjonalność samego procesu rejestracji obiektów – jakie urządzenie, kto rejestrował i kiedy – oraz automatyzacji zapisu parametrów temperatury realizowanej przez system jej akwizycji, tak, aby pracownik dokonujący umieszczenia i wyjęcia produktu w komorze nie musiał dokonywać odczytu i zapisu wartości temperatury. System stanowił będzie centralną bazę rejestracji urządzeń podczas testów w podwyższonej temperaturze.

3 Projekt aplikacji

Wymagania funkcjonalne

Bazując na doświadczeniu i zidentyfikowanych potrzebach w zakresie monitorowania i rejestrowania przebiegu testów stresowych określono następujące wymagania funkcjonalne aplikacji:

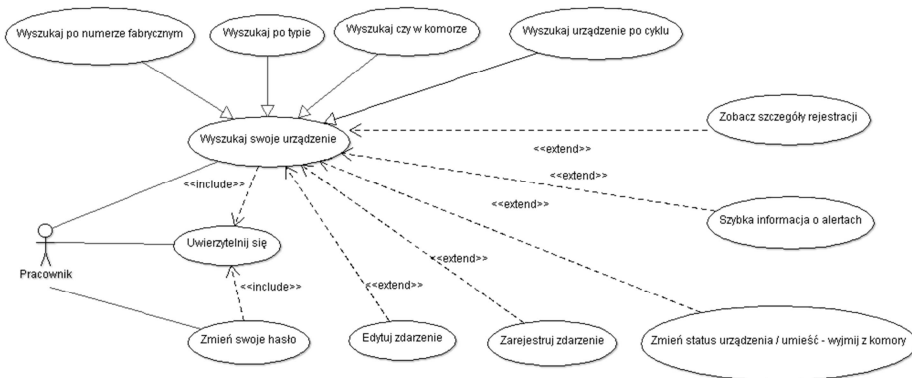
- system umożliwia zarejestrowanie procesu „wygrzewania” dla pojedynczego urządzenia, a także dla serii maksymalnie dziesięciu urządzeń (numerów seryjnych) oraz pojedynczo jego edycję i usunięcie,
- system umożliwia pracownikowi zmianę statusu urządzenia „umieszczono w komorze”/„wyjęto” wraz z wprowadzeniem dodatkowych informacji na jego temat,
- system umożliwia rejestrację zdarzenia związanego z urządzeniem przez uprawnionego pracownika,
- system umożliwia wyświetlenie szczegółów rejestracji dla uprawnionego pracownika,
- system umożliwia wyszukanie rejestracji dla danego urządzenia według zdefiniowanych kryteriów (np. numer fabryczny),
- system umożliwia tworzenie, edycję i usuwanie kategorii urządzeń przez uprawnionych pracowników,
- system umożliwia tworzenie, edycję i usuwanie kategorii zdarzeń przez uprawnionych pracowników,

- system umożliwia przypisanie pracownika do czynności związanych z rejestracją („umieszczono”/”wyjęto z komory”, „zarejestrowano zdarzenie”),
- system automatycznie przypisuje czas do w/w czynności,
- system automatycznie przypisuje temperaturę do w/w czynności, której wartość pochodzi z podsystemu rejestrującego ją w bazie danych.

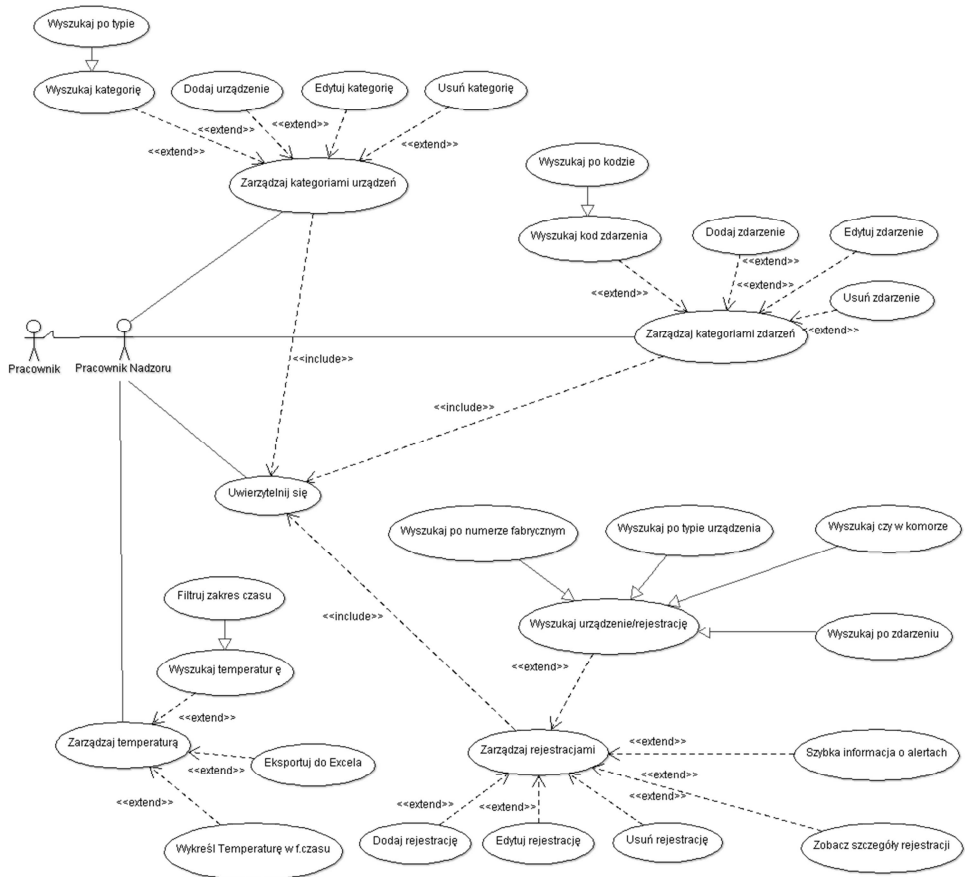
Aktorzy aplikacji

W projekcie budowanej aplikacji występują następujący aktorzy:

- *Administrator* – zajmuje się tylko zarządzaniem kontami użytkowników i ustawieniami systemowymi, nie posiada uprawnień Pracownika Nadzoru i Pracownika;
- *Pracownik* – wprowadza zmiany statusu urządzenia (umieszczono w komorze / wyjęto z komory grzewczej), rejestruje zdarzenia podczas procesu wygrzewania (Rys. 3);
- *Pracownik nadzoru* – rozszerza zakres odpowiedzialności Pracownika: zarządza kategoriami urządzeń oraz zdarzeń, zarządza rejestracjami procesu wygrzewania, eksportuj dane rejestracji do pliku arkusza kalkulacyjnego (Rys. 4);
- *System* – aktor nie będący odwzorowaniem użytkownika fizycznego, wykonuje cykliczne czynności związane z rejestracją w bazie danych temperatury procesu, a także wysyła wiadomości e-mail do *Pracownika Nadzoru*, który rejestrował urządzenie w celu poinformowania go o przekroczeniu czasu przebywania urządzenia w komorze grzewczej oraz o przekroczeniu dozwolonej temperatury.



Rys. 3. Diagram przypadków użycia – Pracownik



Rys. 4. Diagram przypadków użycia – Pracownik Nadzoru

Szczegółowy opis przypadków użycia zainteresowany Czytelnik znajdzie w pracy [1].

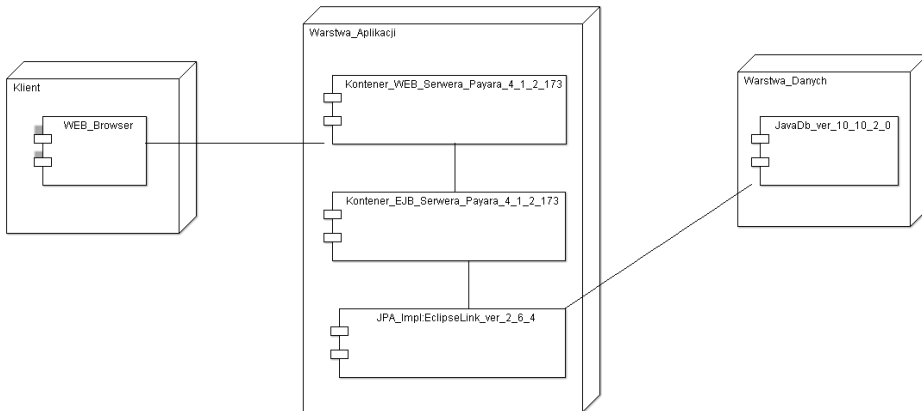
4 Realizacja aplikacji

W niniejszym rozdziale przedstawiono wybrane aspekty realizacji aplikacji, tzn. takie, które istotnie wpływają na jej funkcjonalność i odbiór przez użytkownika końcowego. Czytelnika zainteresowanego szczegółami implementacyjnymi, zastosowanymi szkieletami aplikacyjnymi, wzorcami projektowymi itp. ponownie odsyłamy do pracy [1].

Architektura

Aplikacja została zrealizowana jako aplikacja internetowa w klasycznej architekturze trójwarstwowej. Użytkownik korzysta z aplikacji za pośrednictwem przeglądarki internetowej, zaś aplikacja realizuje

żądania przeglądarki generując dynamicznie widok w postaci stron Web. Aplikacja jest uruchamiana wewnątrz kontenera aplikacyjnego i korzysta z relacyjnej bazy danych jako mechanizmu składowania danych.



Rys. 5. Diagram perspektywy wdrożenia aplikacji

Zastosowane technologie

Projektowany system został zbudowany w oparciu o platformę Java Enterprise Edition w wydaniu 7. Platforma została wybrana ze względu na przyjęte w niej standardy umożliwiające tworzenie aplikacji internetowych i korporacyjnych. Platforma umożliwia tworzenie aplikacji składających się z wielu warstw, m. in. warstwy frontowej opartej na frameworkach aplikacji internetowych [2][3][4][5][6].

W projekcie wykorzystano framework JavaServer Faces [7] wzbogacony o zastosowanie frameworku PrimeFaces w wersji 6 [8]. Framework ten dostarcza wiele gotowych implementacji interaktywnych kontrolki, począwszy od prostych odpowiedników standardowych elementów HTML, a skończywszy na złożonych elementach takich jak kalendarze.

Specyfikacja JavaEE dostarcza także rozbudowane możliwości dla warstwy środkowej odpowiedzialnej za bezpieczeństwo i obsługę transakcji, jak i warstwy wewnętrznej obsługującej połączenia z bazą danych. JavaEE nie tylko definiuje interfejsy API, ale także udostępnia dodatkowe usługi, spośród których w projekcie wykorzystano:

- zarządzanie transakcjami aplikacyjnymi poprzez Java Transaction API,
- mapowanie relacyjno-objektowe klas modelu danych aplikacji oraz komunikacji z bazą danych poprzez JPQL,
- walidację wprowadzanych przez użytkownika danych z wykorzystaniem Bean Validation,
- realizację logiki biznesowej w komponentach EJB,

- autoryzację poprzez JAAS,
- wstrzykiwanie zależności w zarządzalne komponenty.

Jako implementację specyfikacji JavaEE zastosowano serwer aplikacyjny Payara [9], będący pochodną referencyjnego dla platformy JavaEE serwera aplikacyjnego Glassfish [10]. Wykorzystano też bazę danych JavaDB/Derby [11] dostępną wraz z serwerem aplikacyjnym.

W projekcie wykorzystano ponadto bibliotekę Jxls [12], która ułatwia generowanie raportów w postaci plików programu Excel.

Prezentowanie i eksportowanie przebiegów

Jednym z wymagań funkcjonalnych stawianych aplikacji była możliwość łatwego obserwowania przebiegu temperatury w czasie całego procesu, a także eksportu tych danych w postaci pliku arkusza Excel.

Do prezentowania przebiegów w formie wykresów zawartych w stronie aplikacji zastosowano komponenty Primefaces:

- org.primefaces.model.chart.LineChartModel,
- org.primefaces.model.chart.LineChartSeries.

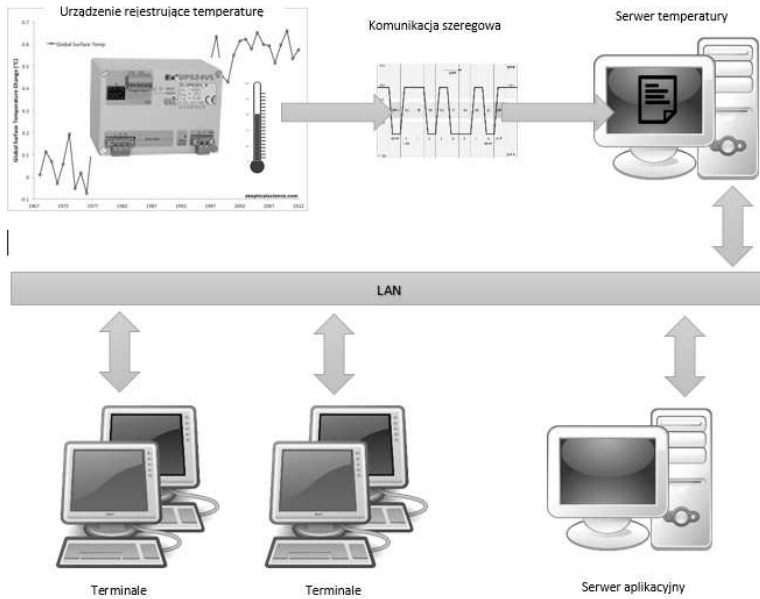
Służą one do tworzenia różnych typów wykresów przy użyciu biblioteki jqPlot [13] – wtyczki do tworzenia wykresów będącej częścią JQuery Javascript framework. Opis osi na wykresach są wyświetlane przy użyciu interfejsu API org.primefaces.model.chart.DateAxis, który zapewnia specjalne możliwości powiększania i formatowania wykresu [8]. Dodatkowo zapewniono także możliwość eksportu danych do arkusza kalkulacyjnego przy użyciu komponentu DataExporter frameworku PrimeFaces.



Rys. 6. Prezentacja przebiegu temperatury w czasie testu

Akwizycja danych

Jednym z trudniejszych wyzwań okazało się zintegrowanie aplikacji z istniejącym oprogramowaniem zbierającym dane o temperaturze panującej w komorze w czasie przebiegu testu. Oprogramowanie to jest rozwiązaniem dedykowanym, powiązaniem z urządzeniem dokonującym pomiaru temperatury, i próba jego zastąpienia własnym rozwiązaniem nie byłaby uzasadniona ekonomicznie. Należało zatem opracować sposób wymiany danych między systemem akwizycji temperatury a przedstawianą aplikacją.



Rys. 7. Model integracji aplikacji z systemem akwizycji temperatury

Oprogramowanie służące do akwizycji temperatury jest od strony technicznej zrealizowane jako usługa, uruchomiona na dedykowanym serwerze. Usługa zapisuje pozyskane dane w plikach tekstowych, stąd integracja została zrealizowana za pośrednictwem zawartości tych plików, umieszczonych w katalogu udostępnionym w sieci lokalnej. Prezentowana aplikacja zawiera komponent odczytujący zawartość pliku temperatur. Taki sposób przekazywania informacji cechuje się jedną poważną niedogodnością: kolejne odczyty dodawane są do pliku zawierającego dane już wcześniej pobrane. Komponent realizujący odczyty musiał zatem zostać wyposażony w logikę interpretacji zawartości pliku i ograniczenia odczytu tylko do nowo zapisanych danych.

Ze względu na niedogodności spowodowane wymuszonym sposobem przekazywania danych przez plik podjęta została decyzja o

planowanej zmianie sposobu komunikacji między aplikacją a systemem akwizycji temperatury na REST API.

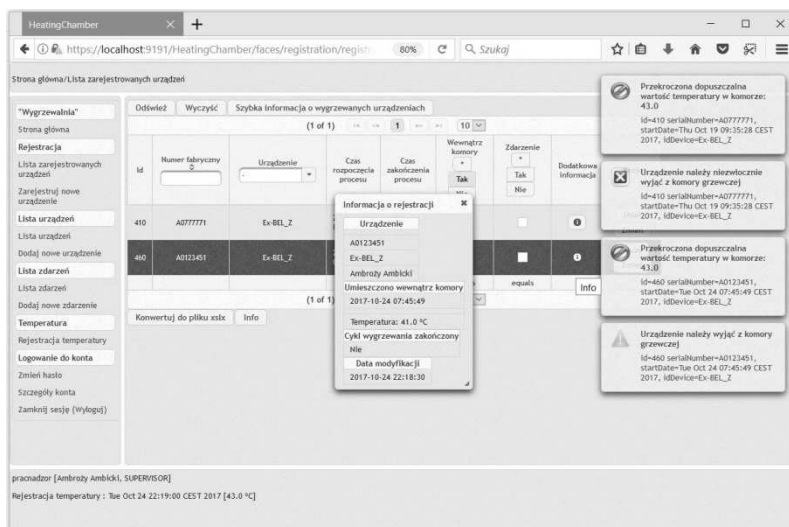
Powiadamianie o zdarzeniach

Istotną funkcjonalnością prezentowanej aplikacji jest także monitorowanie procesu wygrzewania i rejestrowanie zdarzeń polegających na przekroczeniu zakresu temperatur lub przekroczeniu czasu trwania testu. Aby nie doprowadzić do degradacji testowanego urządzenia Pracownik odpowiedzialny za prowadzenie danego testu musi zostać poinformowany o takim zdarzeniu.

Funkcjonalność ta jest realizowana przez dwa komponenty EJB, dla których został skonfigurowany mechanizm cyklicznego uruchamiania metod – harmonogram (Schedule) będący częścią kontenera EJB [2][5].

Pierwszy z komponentów cyklicznie sprawdza warunki w jakich prowadzony jest test i w przypadku stwierdzenia przekroczeń generuje odpowiednie obiekty zdarzeń, które zostają zarejestrowane w bazie aplikacji.

Zdarzenia wygenerowane dla danego testu mogą być prezentowane Pracownikowi na dwa sposoby. Jeżeli Pracownik wyświetli listę zarejestrowanych aktualnie urządzeń, komunikaty zostaną wyświetlone jako komunikaty pop-up na tej stronie.



Rys. 8. Komunikaty zdarzeń związanych z procesem testowania urządzeń

Ponieważ jednak nie można zagwarantować wyświetlenia strony w odpowiednim czasie, aplikacja została także wyposażona w mechanizm aktywnego powiadamiania – generowania i wysyłania informacji e-mail o zaistniałych zdarzeniach. Cyklicznie uruchamiany komponent wybiera nowe zdarzenia, segreguje je względem Pracownika, który prowadzi

dany proces testowania, i korzystając ze standardowej biblioteki JavaMail API [14] do wysyłania poczty przy użyciu protokołu SMTP wysyła do Pracowników indywidualne wiadomości zawierające informację o dotyczących ich zdarzeniach.

5 Podsumowanie

Celem projektu było stworzenie aplikacji biznesowej wspierającej proces zarządzania testami urządzeń w podwyższonej temperaturze w technologii Java EE, wykorzystującej architekturę klient-serwer i przeglądarkę Web jako interfejs użytkownika. Zakres prac obejmował projekt systemu, implementację oraz uruchomienie i wdrożenie.

System został pomyślnie wdrożony w przedsiębiorstwie i spełnia swoją rolę. Powodzeniem zakończyła się także realizacja sprzężenia aplikacji z zastanym podsystemem akwizycji temperatury.

Jeżeli chodzi o perspektywę rozwoju aplikacji, to najpilniejszą potrzebą jest zastąpienie mechanizmu wymiany danych między aplikacją a podsystemem akwizycji temperatury poprzez pliki – rozwiązaniem opartym o REST API. W dalszej perspektywie plany rozwoju dotyczą rozbudowania funkcjonalności aplikacji przede wszystkim w zakresie analizy i generowania raportów, które są niezbędne z punktu widzenia zasad kontroli jakości wdrożonych w przedsiębiorstwie.

Bibliografia

- [1] Jędrzejowski D., System zarządzania i monitoringu testowanych urządzeń elektronicznych w warunkach pracy w podwyższonej temperaturze. Praca końcowa pod kierunkiem dra inż. Michała Karbowańczyka, 2017
- [2] Gupta A., Java EE 7 Essentials, 1st edition. O'Reilly, 2013
- [3] Heffelfinger D. R., Java EE 6 Tworzenie aplikacji w NetBeans 7. Helion, 2014
- [4] Vasiliev, Y. Beginning Database-Driven Application Development in Java EE. Apress, 2008
- [5] Dokumentacja platformy Java EE 7, <https://docs.oracle.com/javaee/7/tutorial/doc/> (dostęp: 09.2017)
- [6] Goncalves A., Beginning Java EE 7. Apress, 2013
- [7] Witryna Java Server Faces, <http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/javaserverfaces-139869.html> (dostęp: 09.2017)

- [8] Çivici Ç., Primefaces User Guide 6.1, https://www.primefaces.org/docs/guide/primefaces_user_guide_6_1.pdf (dostęp: 09.2017)
- [9] Dokumentacja serwera aplikacyjnego Payara, <https://www.payara.fish/documentation> (dostęp: 09.2017)
- [10] Serwer aplikacyjny Glassfish, <https://javaee.github.io/glassfish/> (dostęp: 09.2017)
- [11] Apache Derby Tutorial, http://db.apache.org/derby/papers/DerbyTut/ij_intro.html (dostęp: 09.2017)
- [12] Witryna projektu jXls, <http://jxls.sourceforge.net/> (dostęp: 09.2017)
- [13] Witryna projektu jqplot, <http://www.jqplot.com/> (dostęp: 10.2017)
- [14] JavaMail API Tutorial, https://www.tutorialspoint.com/javamail_api/ (dostęp: 09.2017)

THE MANAGEMENT AND MONITORING SYSTEM FOR TESTING ELECTRONIC DEVICES IN EXCESSIVE TEMPERATURE OPERATION CONDITIONS

Summary – In this article a project and key aspects of the implementation of an application used to register and supervise stress testing of electronic devices are presented. Such tests consist in subjecting operating devices to elevated temperatures. In addition to the typical use cases associated with the processing of device and test information in the application, problems related to integration with the existing temperature level data acquisition system as well as notifications on the exceeded range of test parameter values were solved. The article is a digest of final work [1]

Keywords: stress testing, monitoring, web applications