

DOI: 10.5604/01.3001.0010.7373

MODEL DYNAMICZNEGO STEROWANIA WINDĄ Z WYKORZYSTANIEM SERWERA CENTRALNEGO

Łukasz Furgala¹, Krzysztof Kolano¹, Włodzimierz Mosorow²¹Politechnika Lubelska, Katedra Napędów i Maszyn Elektrycznych, ²Politechnika Łódzka, Instytut Informatyki Stosowanej

Streszczenie. Proces zarządzania wezwaniami i dyspozycjami w większości z dostępnych wind realizują lokalne urządzenia mikroprocesorowe. Rozwiązanie to posiada znaczne ograniczenia. Wśród nich można wymienić niską moc obliczeniową procesora, konieczność każdorazowej instalacji na każdym z mikrokontrolerów w przypadku wytworzenia nowej wersji oprogramowania, kosztowne moduły umożliwiające rejestrację danych historycznych zdarzeń. Bardziej optymalne dysponowanie windy lub grupy wind można osiągnąć dzięki proponowanemu przeniesieniu algorytmu optymalizującego pracę sterownia do serwera centralnego. Rozwiązanie oparte na proponowanym modelu umożliwi również na zdalną zmianę konfiguracji, zdalne zarządzanie parametrami, w tym dynamiczną zmianę algorytmu sterowania oraz na zaawansowane zarządzanie dostępem i uprawnieniami.

Słowa kluczowe: inteligentne systemy sterowania, dźwigi osobowe, optymalizacja pracy

MODEL OF DYNAMIC ELEVATOR CONTROL SYSTEM USING CENTRAL APPLICATION SERVER

Abstract. The passenger handling process of personal passenger lifts usually implements local microprocessor devices. This solution has significant limitations. Among them, you can mention low computing power CPU, the need to install each time on each microcontrollers in the case of a new software version. Data acquisition requires costly modules to record and access historical data. More optimal handling of the elevator or group of lifts can be achieved by the proposed transfer of the control algorithm to the central server. The solution based on the proposed model will also allow you to remote configuration, management of parameters, including dynamic change of control algorithm and advanced management access and permissions.

Keywords: intelligent management systems, passenger lift, work optimization

Wstęp

Winda od wielu lat jest niezbędnym elementem wyposażenia budynków biurowych, miejsc użyteczności publicznej i bloków mieszkalnych. Jest nie tylko elementem poprawiającym komfort i wygodę, ale standardem, bez którego trudno wyobrazić sobie funkcjonowanie użytkowników tych obiektów.

W przypadku wysokich, wielokondygnacyjnych budynków oraz miejsc o dużych potrzebach transportowych pomiędzy piętrami administratorzy, właściciele budynków zmuszeni są do instalacji kolejnych wind w obiekcie. Zwiększenie liczby wind niestety nie determinuje bezpośrednio liniowego wzrostu wydajności systemu. Odpowiedzią na ten problem jest logiczne powiązanie ich w jeden moduł transportowy, który powszechnie nazywany jest grupą wind.

Dla zapewnienia poprawnego sterowania windami w grupie niezbędna jest wymiana komunikatów pomiędzy nimi o wszystkich dyspozycjach oraz wezwaniach, często realizowana w postaci rozgłoszenia, do wszystkich urządzeń podpiętych do magistrali. Do rozwiązania pozostaje problem dostępu do historii zleceń danych dźwigów. Bez posiadania tych danych rodzi się problem niepełności danych wejściowych do algorytmu sterowania każdej z wind. Generuje to konieczność zakładania w algorytmie najgorszego scenariusza transportowego, który w praktyce rzadko ma miejsce, ale jest możliwy.

1. Zaawansowany system optymalizujący sterowanie dźwigów osobowych

Przy tworzeniu algorytmu optymalizującego kolejność realizacji zleceń, zarówno dla wind pracujących w grupie jak i w układzie pojedynczym, należy wziąć pod uwagę priorytety, na jakich zależy właścicielowi lub administratorowi.

Zazwyczaj głównym zadaniem algorytmu optymalizującego pracę grupy dźwigów jest jedynie skrócenie czasu oczekiwania pasażerów na realizację zadań transportowych. Często prowadzi to do wzrostu zużycia energii elektrycznej. Duża liczbajazd wpływa na wzrost zużycia elementów wykonawczych dźwigu takich jak np.: przekładniki, łożyska oraz inne elementy cierne.

W podejściu odwrotnym zmierza się do oszczędności energii elektrycznej, kosztem wydajności transportowej, co w znaczący sposób obniża komfort pasażerów.

Kolejnym z możliwych rozwiązań jest optymalizacja pracy wind z uwzględnieniem profilu działania urządzeń w miejscu instalacji np.: lokalach mieszkalnych, urzędach, budynkach biurowych, szpitalach, restauracjach, hotelach wielopiętrowy, zwyczajów użytkowników, trendów i historycznych cykli (rocznych, miesięcznych, tygodniowych, dziennych).

Niestety taki sposób zarządzania wymaga zaawansowanych, dedykowanych systemów kontrolujących pracę wind, predykcji przewidujących wykorzystanie danego dźwigu na bazie zarchiwizowanej w pamięci EEPROM historii pracy wind. Do ich stworzenia niezbędne jest wykorzystanie dedykowanych układów archiwizujących dla każdego dźwigu oddzielnie. Symulacje pracy zaawansowanych algorytmów optymalizujących wykazują, że przy ich zastosowaniu możliwe jest uzyskanie oszczędności energii nawet do około 30% przy niezmiennym albo nawet skróconym czasie realizacji zadań transportowych. To bardzo ważna wskazówka obrazująca jak wielkie rezerwy są jeszcze do wykorzystania w procesie optymalizacji pracy urządzeń dźwigowych. Staje się ona szczególnie cenna jeśli zastosowanie nowych rozwiązań nie pociągałoby za sobą konieczności znacznego zwiększenia kosztów inwestycyjnych. Oprócz zmniejszenia zużycia energii elektrycznej optymalna liczba jazd kabiny skutkowałaby znacznie niższym zużyciem eksploatacyjnym elementów urządzeń dźwigowych, a skrócony czas realizacji zadań transportowych zwiększoną satysfakcją użytkowników. Z uwagi na duże koszty inwestycyjne i złożoność techniczną takiego rozwiązania wykorzystywana jest zwykle w dedykowanych, prestiżowych budynkach.

W praktyce zatem urządzenia dźwigowe sterowane są za pomocą mało złożonych algorytmów, które nie uwzględniają charakteru oraz przeznaczenia budynku oraz nie wykorzystują informacji historycznych rozplywu ruchu pasażerskiego w budynkach

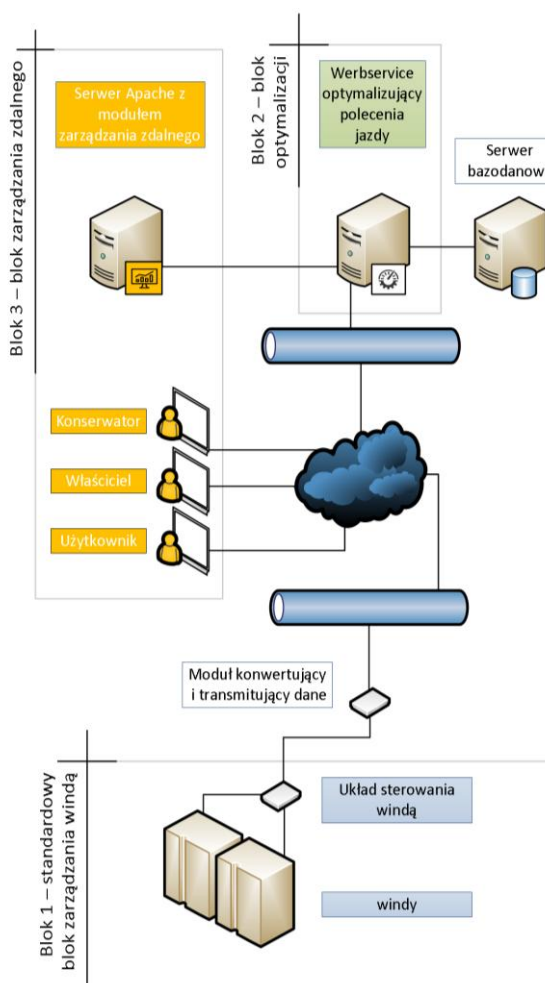
1.1. Architektura proponowanego rozwiązania

Obecne, powszechnie dostępne rozwiązania bazujące na bloku oznaczonym na rys. 1 kolorem niebieskim (blok 1 – standardowy blok zarządzania windą) pozwalają na lokalne sterowanie dyspozycjami, wezwaniami, otwieranie i zamykanie drzwi oraz zarządzanie innymi funkcjami np. zapalaniem światła w windzie, obsługę dzwonka alarmowego lub wywołanie połączenia telefonicznego do obsługi dźwigu.

Model rozszerzony z blokiem optymalizacji oznaczony kolorem zielonym na rys. 1 (blok 2 – blok optymalizacji) wykorzystuje oprogramowanie posadowione na serwerze ulokowanym w dowolnej lokalizacji na świecie, do którego dostęp uzyskiwany jest za pomocą sieci WAN lub sieci GSM. Oprogramowanie to w postaci usługi webservice, obsługuje proces pozyskiwania danych z wind, zapisania ich do bazy danych, przetworzenie, optymalizację i odesłanie do konkretnego układu sterowania. Może również uwzględniać aspekty autoryzacji dostępu do wybranych pięter z wykorzystaniem kart dostępowych lub specjalnych kluczyków.

Model rozszerzony z modulem zarządzania zdalnego oznaczony kolorem żółtym na rys. 1 (blok 3 – blok zarządzania zdalnego) zrealizowany w postaci responsywnej aplikacji webowej pozwala, po uprzedniej autoryzacji, w zależności od uprawnień, na dysponowanie danej windy, na zmianę parametrów windy, bieżącą analizę wykorzystania, zmianę uprawnień i konfiguracji, generowanie raportów i innych statystyk.

W obu blokach (2 i 3) niezbędnym do budowy tego układu jest wytworzenie modułu konwertującego i transmitującego dane. Pozwala on na integrację dowolnego sterownika windy (zarówno na bazie przekaźników jak i mikrokontrolerów) z proponowaną infrastrukturą teleinformatyczną. Uniwersalność tego modułu pozwala na jego zastosowanie zarówno w nowych windach jak i windach wyprodukowanych na początku XX wieku.



Rys. 1. Obecny i docelowy model zarządzania windą

Do wdrożenia proponowanego rozwiązania koniecznym było wskazanie przedziału czasowego, w którym możliwe jest dokonanie aktualizacji tablicy poleceń jazdy bez zakłócania wydajności transportowej dźwigu. Analizując cykl pracy windy można wydzielić powtarzające się sekwencje. Wśród nich, istnieje

taka, w której winda nie porusza się, a polecenia jazdy pozostają niezmiennie.

Taki przedział czasu ma miejsce każdorazowo w momencie od zatrzymania dźwigu na danym poziomie, poprzez otwarcie drzwi, aż do momentu zamknięcia drzwi. W tym czasie pasażerowie dźwigu mogą opuścić kabinę na danym przystanku, a nowi do niej wsiąść. W większości urządzeń jest to czas równy minimum 5 sekund i jest to czas wystarczający, aby zmienne odpowiedzialne za realizowanie przyszłych zadań transportowych zostały przesłane do serwera nadzorującego, poddane optymalizacji przez konkretny algorytm oraz odesłane z powrotem do jednostki sterującej dźwigiem. Wybór tej fazy cyklu pracy windy podnosi znacząco aspekty związane z bezpieczeństwem wdrożenia aktualizacji poleceń jazdy.

1.2. Model danych

Złożoność funkcjonalna systemu zdalnego zarządzania windami wymaga opracowania relacyjnej struktury bazodanowej (rys. 2), która umożliwi przechowywanie i szybkie wybieranie niezbędnych danych.

Najbardziej złożony fragment w modelu danych związany jest z encją przycisk (rys. 3). Każda z wind posiada minimum jeden panel sterujący umieszczony wewnątrz kabiny oraz „n” paneli zewnętrznych na piętrach. Każdy z przycisków ma swoją nazwę lub ikonę wyświetlaną na przycisku, kolor podświetlenia, pozycję na danym panelu, niezmienny rodzaj oraz funkcję jaka jest realizowana po jego wciśnięciu lub przekręceniu.

Ponadto z każdym z przycisków dyspozycji winna być skojarzona informacja na jakim piętrze jest ulokowany (w przypadku panelu poza kabiną) i na jakie piętro on dysponuje.

Zidentyfikowane rodzaje przycisków to:

- standardowy przycisk,
- standardowy przycisk ze wstawionym zamkiem na klucz, który odblokowuje przypisaną do niego funkcjonalność po przekręceniu,
- kontrolka informacyjna,
- przełącznik wielostanowy,
- zamek z kluczem odblokowującym możliwość wciśnięcia wybranych przycisków.

Zidentyfikowane funkcje przycisków to:

- dyspozycja na dane piętro,
- wezwanie do dołu, wezwanie do góry, wezwanie góra-dół,
- zamykanie i otwieranie drzwi kabiny,
- natychmiastowe zatrzymanie windy,
- reset obecnych dyspozycji i wezwań,
- włączenie i wyłączenie oświetlenia,
- włączenie i wyłączenie wiatraków wentylacyjnych,
- wywołanie rozmowy z obsługą.

Oprócz niezmiennych, konfiguracyjnych atrybutów przycisku konieczne jest przechowywanie informacji o bieżącym i historycznym stanie przycisku. Standardowo jest to stan:

- wciśnięty,
- wyciśnięty,
- trzymany,

w przypadku przełącznika wielostanowego:

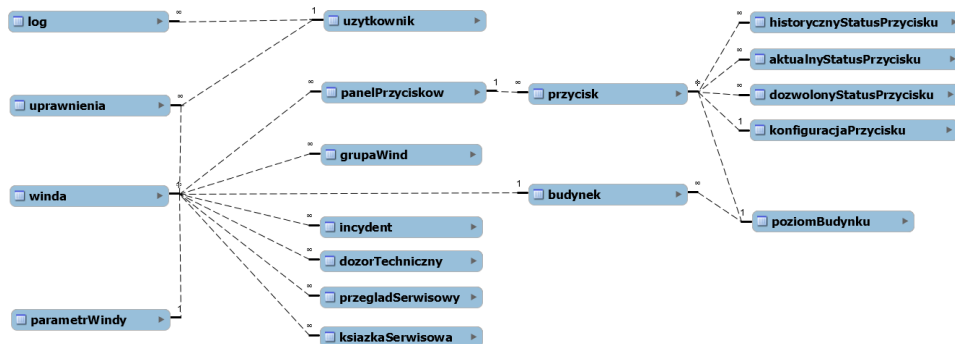
- nastawienie na konkretną pozycję,

dla kontrolki:

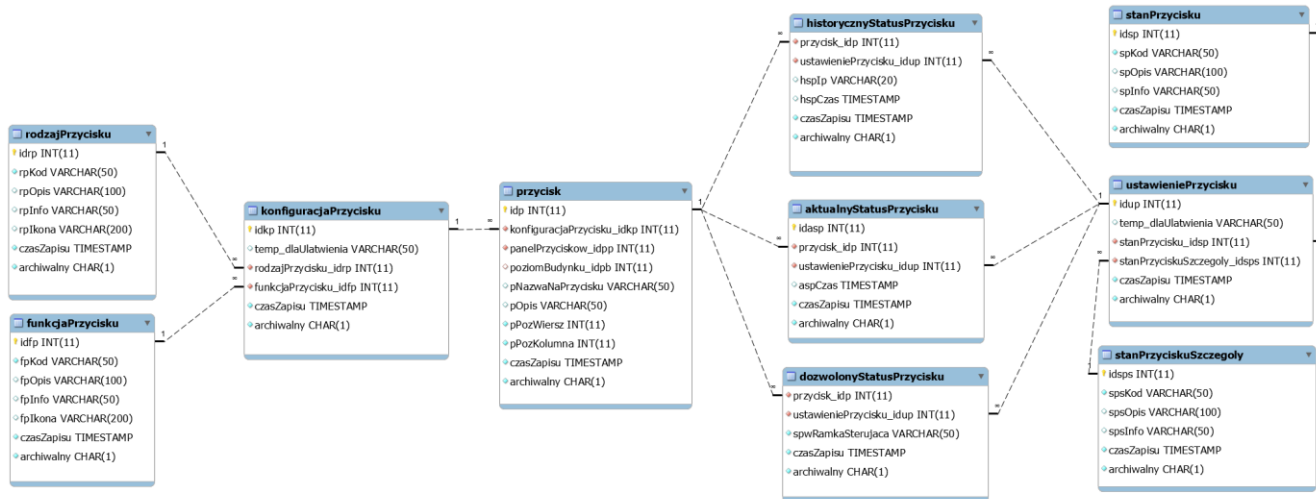
- podświetlona,
- nie podświetlona,

dla karty autoryzacyjnej:

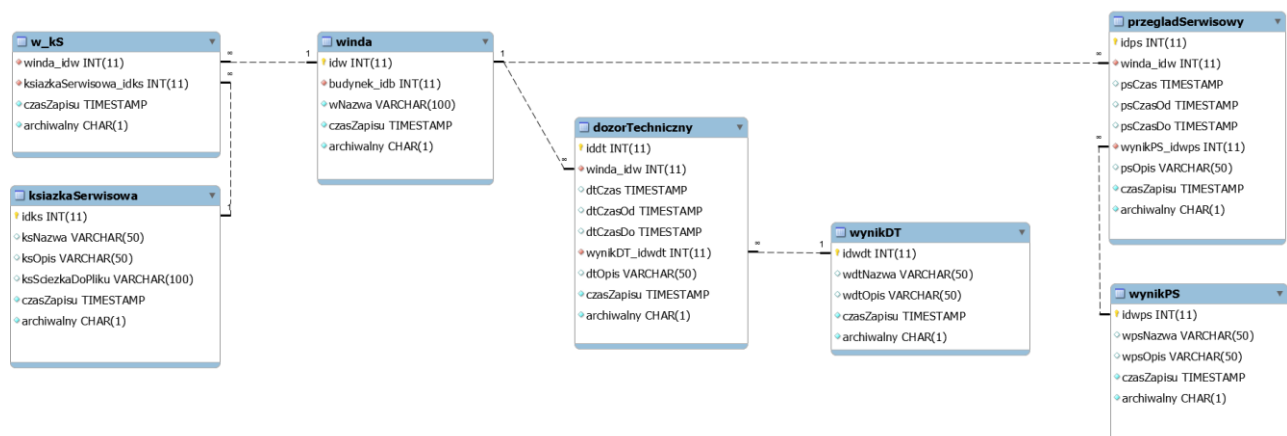
- autoryzowano,
- nie autoryzowano.



Rys. 2. Uproszczony model struktury bazy danych aplikacji webowej



Rys. 3. Fragment modelu struktury bazy danych przeznaczony do przetrzymywania danych o ustawieniu i konfiguracji przycisku



Rys. 4. Fragment modelu struktury bazy danych przeznaczony do przetrzymywania danych o usterkach oraz danych związanych z konserwacją windy

Obok wyżej wymienionych stanów istnieje konieczność uwzględnienia możliwości przechowywania informacji o stanie nieustalonym (np. pomiędzy pozycjami w przelączniku wielostanowym) lub informacji o przekazanej błędnej ramce danych sterujących.

Istnieją windy, w których dany przycisk dostępny jest okresowo, tylko i wyłącznie w wybranych godzinach lub jednorazowo w określonym przedziale czasowym.

Do implementacji algorytmu predykcyjnego, optymalizującego dyspozycje oraz dla celów raportowych, analitycznych i statystycznych, niezbędna jest wiedza o aktualnym oraz historycznym stanie przycisku, o dozwolonych stanach, jakie może przyjąć dany przycisk oraz wiedza o:

- rodzaju funkcji wszystkich aktualnie wciśniętych przycisków we wszystkich windach w danej logicznej grupie wind (dyspozycja, wezwanie),

- numerze piętra (poziomu budynku) z którego zostało zainicjowane wezwanie lub piętra na które jest dyspozycja z kabiny (w przypadku win z panelem dyspozycji poza kabiną obie te informacje),
- czasie wciśnięcia danych przycisków,
- aktualnej pozycji windy oraz kierunku jej jazdy,
- logicznej kolejności pięter (poziomach budynków),
- historycznych wezwaniach z danej grupy wind,
- historycznych dyspozycjach z danej grupy wind.

Moduł odpowiadający za autoryzację i administrację w modelu z zarządzaniem zdalnym wymaga przechowywania informacji o:

- koncie użytkownika,
- prawach dostępu danego użytkownika do wykonywania czynności dla danej windy np.: zarządzanie windami, zarządzanie grupami wind, edycja panelu, zarządzanie

uprawnieniami, przegląd logów, statystyk, incydentów, historycznych i aktualnych wezwań,

- magnetycznych kartach dostępowych i uprawnieniach do nich,
- przyciskach, które są odblokowywane przez specjalne kluczyki odblokowujące,
- logach systemowych korzystania z systemu.

Moduł służący do monitorowania zarządzania procesem konserwacji i wykrywania usterek (rys. 4), dzięki któremu w przyszłości będzie możliwe predykcyjne prognozowanie wystąpienia awarii wymaga przechowywania informacji o:

- przeglądach serwisowych (dzięki czemu konserwator ma informację o historii i rodzaju napraw),
- dozorach technicznych (dzięki czemu konserwator ma informację o historii kontroli i dacie ich ważności),
- książkach serwisowych do danej windy (dzięki czemu konserwator zamiast wielu papierowych książek, innych dla każdej windy ma dostęp online do wersji elektronicznej),
- problemach i incydentach.

Moduł związany z bieżącą konfiguracją windy, jej parametrami i ustawieniami np.:

- wytwórca,
- typ dźwigu,
- numer rejestrowy dźwigu, numer fabryczny,
- maksymalny udźwig, maksymalna liczba pasażerów,
- powierzchnia, wysokość kabiny,
- rok produkcji,
- maksymalna prędkość windy,
- rodzaj i typ napędu (sprawność, typ silnika, moc),
- data uruchomienia, data zawieszenia, data usunięcia,
- numer telefonu na 24h pogotowie dźwigowe,
- klasa energetyczna.

2. Korzyści z wdrożenia

Zaproponowane rozwiązanie daje znacznie większą funkcjonalność i wydajność algorytmu optymalizacji przy bardzo niskich kosztach inwestycyjnych takiego przedsięwzięcia. Dodatkowym atutem jest możliwość modyfikacji algorytmu sterowania grupy urządzeń i szybkie testowanie jego wpływu na wydajność systemu.

W przypadku chęci lub konieczności dokonania aktualizacji algorytmu sterującego w rozwiązaniach stosowanych obecnie, każdorazowo niezbędne jest:

- opracowanie nowej wersji oprogramowania przeznaczonej dla danego układu mikrokontrolerowego,
- przetestowanie jej w środowisku testowym,
- wgranie oddzielnie za pomocą programatora na każdy ze sterowników,
- przetestowanie poprawności na docelowej windzie.

Proces ten generuje przestój windy, który jest zjawiskiem niepożądanym oraz wymusza konieczność zaangażowania wykwalifikowanej ekipy konserwacyjnej, co wpływa negatywnie na koszty operacyjne.

Fizyczna separacja zaproponowanego systemu od logiki sterowania poszczególnymi urządzeniami (rys. 4) umożliwia wykorzystanie go do sterowania wszystkimi rodzajami dźwigów różnych producentów poprzez wykorzystanie otwartego protokołu komunikacyjnego z modułem łączącym grupę dźwigów z serwerem centralnym poprzez sieć WAN lub sieci GSM.

Zaproponowane rozwiązanie umożliwia optymalizację wielu układów dźwigowych przy wykorzystaniu stale modernizowanego algorytmu sterowania z możliwością dostosowania do preferencji klienta. Usługa typu „webservice” na serwerze o dużej mocy obliczeniowej pozyskuje bieżące tablice dyspozycji i wezwań, optymalizuje je zgodnie z algorytmem bazując na szybkim dostępie do danych historycznych, po czym odsyła uaktualnioną tablicę poleceń jazdy do urządzenia dźwigowego.

Rozwiązanie to pozwala na znaczną poprawę wydajności urządzeń dźwigowych bez konieczności ingerencji w ich budowę i bez konieczności ponoszenia znacznych kosztów związanych z przebudową fizyczną układów sterowania. Posiadanie danych historycznych dotyczących potoku pasażerów, jak również możliwość szybkiej implementacji najnowszych rozwiązań technicznych obejmujących dużą grupę urządzeń pracujących logicznie w jednym układzie zarządzania umożliwi zarówno lepsze wykorzystanie infrastruktury dźwigowej jak i większy komfort właściciela windy i użytkowników.

Z implementacji proponowanego modelu tj. przeniesienia wykonywania czasochłonnych algorytmów z lokalnych układów do chmury obliczeniowej płyną następujące korzyści:

- Szybka reakcja na awarię dźwigu oraz ułatwienie procedur serwisowych.

Umożliwienie przesyłania danych z dźwigu osobowego do serwera otwiera nową drogę do ułatwienia obsługi serwisowej poprzez szybkie, automatyczne poinformowanie obsługi serwisowej o ustercie. Dodatkowo znajomość rodzaju sterowania i procedury serwisowej umożliwiłyby wygenerowanie metody naprawczej „krok po kroku” ułatwiającej i przyspieszającej naprawę dźwigu. System zarządzający mógłby gromadzić wszelkie podręczniki, ustawienia dedykowane konkretnej windzie, przez co konserwator nie będzie musiał wozić ze sobą papierowych, dedykowanych do danego modelu książek, instrukcji, planów.

- Udostępnienie funkcjonalności autoryzacji przy pomocy magnetycznych kart dostępowych.

Dzięki modułowi uwierzytelniania możliwe będzie personalizowanie dostępu do danych przycisków w kabinie danej windy za pomocą karty autoryzacyjnej. Zniknie konieczność instalowania modułów przetwarzających dane autoryzacyjne w windach, konieczne będzie tylko poniesienie kosztu modułu odczytującego unikalny identyfikator karty. Po jego odczytaniu, tj. weryfikacji bieżących uprawnień karty zostanie wysłane zapytanie do centralnego serwera autoryzującego o posiadane uprawnienia, a po odebraniu zwrotnej informacji ewentualne przydzielanie uprawnień do wybranych funkcjonalności.

- Umożliwienie zarządzania windą i jej konfiguracją za pomocą aplikacji webowej.

Responsywna aplikacja sieciowa z poziomu przeglądarki internetowej telefonu lub komputera umożliwi wgląd do statystyk dyspozycji, wezwań, czasów realizowanych przejazdów, analizy danych historycznych, trendów używania danej windy w cyklu dziennym, dobowym, rocznym. Ponadto umożliwi zmianę algorytmu sterowania, przydzielania uprawnień danym użytkownikom aplikacji. Zastosowanie jej umożliwi również na nadawanie priorytetu lub dostępu osobom uprawnionym do zadawania poleceń jazdy dźwigów np. osoby niepełnosprawne i dostęp do wind wydzielonych. Ograniczy to konieczność posiadania wielu kart magnetycznych do różnych wind, a w przypadku osób niepełnosprawnych brak konieczności wzywania obsługi lub szukania specjalnych kluczy dostępowych do windy oraz ograniczy liczbę aktów wandalizmu poprzez ograniczenie dostępu do urządzeń osobom nieuprawnionym.

- Zaawansowane usługi z wykorzystaniem czujników.

Dzięki zastosowaniu protokołu komunikacyjnego między serwerem a sterownikiem windy możliwe jest przesyłanie dowolnych informacji wygenerowanych na dźwigu. Dla przykładu po integracji z systemem klimatyzacji będzie istniała możliwość automatycznego zarządzania temperaturą w windzie po zastosowaniu dedykowanych czujników. Podobnie przy wykorzystaniu czujników ruchu oraz czujników jasności będzie możliwość automatycznej zmiany jasności źródeł światła lub całkowitego ich wyłączenia, co przyniesie kolejne oszczędności. Czujniki czystości powietrza pozwolą np. na automatyczne uruchomienie wentylacji. Dzięki integracji z systemem

wykrywania pożarów lub inną automatyką winda będzie w stanie spełnić wszystkie normy bezpieczeństwa, a zmiana jej zachowania w zależności od sytuacji będzie bardziej konfigurowalna, z ograniczoną do minimum koniecznością wysyłania na miejsce konserwatorów.

3. Wyniki rejestracji zleceń windy

Budynki, w których zainstalowane są urządzenia dźwigowe pełnią często różnorodne funkcje. Wiele spośród nich to budynki użyteczności publicznej, których rozkład wezwań i dyspozycji jest bardzo silnie uzależniony od rodzaju usług dostępnych na poszczególnych poziomach. Dodatkowo na funkcję budynku nakłada się profil korzystania z dźwigu przez pasażerów, który znacznie różni się dla pasażerów starszych oraz dla np. pasażerów w sile wieku. Poza budynkami użyteczności publicznej wiele urządzeń pracujących w grupie jest zainstalowanych w budynkach mieszkalnych, których rozkład dobowego obciążenia transportowego znacznie odróżnia je od pozostałych. Również w budynkach mieszkalnych preferencje użytkowników w dużym stopniu wpływają na rozkład poleceń pasażerów.

Aby poznać te preferencje należy dokonać dokładnej analizy zdarzeń, które zachodzą na dźwigu w funkcji czasu jego funkcjonowania. W tym celu opracowany został moduł akwizycji zdarzeń, który jest w stanie zarejestrować wezwania i dyspozycje pasażerów z odniesieniem ich do godziny wystąpienia. Ponieważ ingerencja w układ sterowania oddanego do użytkowania dźwigu jest bez odpowiednich uzgodnień niedopuszczalna, opracowano moduł mikroprocesorowy, którego układ transmisji informacji jest zablokowany. Dokonuje on jedynie odczytu informacji z magistrali sterującej dźwigiem oraz odpowiednio je przyporządkowuje i przechowuje w pamięci EEPROM.

Dokładny zapis tych poleceń pozwoli prześledzić procesy transportowe charakterystyczne dla poszczególnych obiektów, co może posłużyć do optymalizacji pracy urządzeń dźwigowych.

Jeden z modułów został zainstalowany w budynku użyteczności publicznej o dużym natężeniu ruchu pasażerów. Na rys. 5 wyraźnie można zauważyć stosunkowo dużą liczbę dyspozycji na piętro 11 w godzinach porannych, co wynika z faktu, że mieści się tam urząd, w którym istnieje duża rotacja petentów. Co ciekawe w godzinach południowych liczba dyspozycji na to piętro znacząco spada, co może zostać wykorzystane przez algorytm optymalizujący czas oczekiwania pasażerów na realizację zadań transportowych.

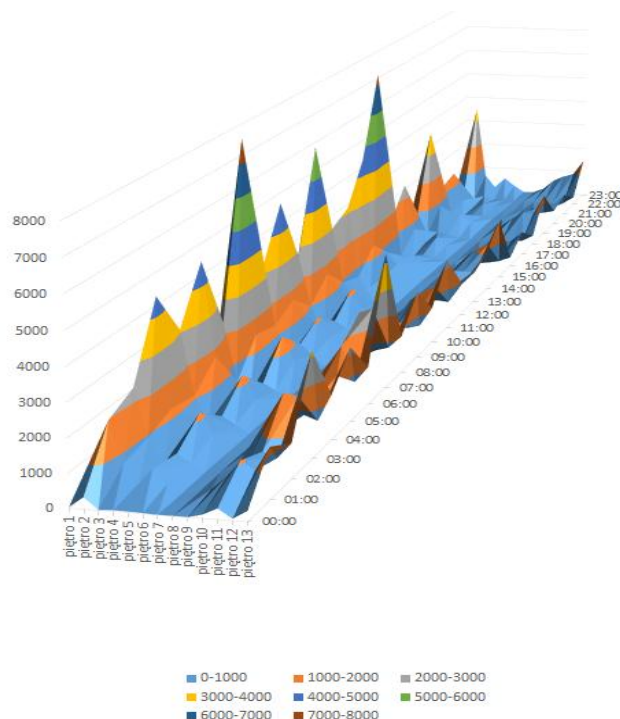
Analiza wezwań pasażerów w kierunku „do dołu” (rys. 6) wyraźnie wskazuje, że większość tych poleceń jest wydawana z poziomów znajdujących się powyżej 6 piętra, a niemal brak ich na piętrze 1. Na tym tle nie dziwi rozkład wezwań „do góry” (rys. 7), w których dominującą rolę pełnią wezwania dźwigu z przystanku najniższego. W tego rodzaju budynku za wydawanie tego typu żądań odpowiedzialni są głównie pracownicy, gdyż interesanci stosunkowo rzadko są zmuszeni do podróżowania pomiędzy piętrami – urzędy „powiązane” kompetencjami są zazwyczaj usytuowane na sąsiednich piętrach i pasażerowie wybierają drogę schodami tak, aby nie tracić czasu w oczekiwaniu na windę.

Podobne obserwacje zostały poczynione w innych budynkach użyteczności publicznej, w których rozkład poleceń silnie zależał od rodzaju funkcji pełnionych przez poszczególne poziomy budynku. Obserwacje poczynione w budynkach mieszkalnych są zdecydowanie mniej zróżnicowane, ale ich wspólną cechą jest zauważalnie mniejsza liczba zadań transportowych na piętra 1–3 w godzinach szczytu komunikacyjnego (7:00–8:00 oraz 16:00–17:00).

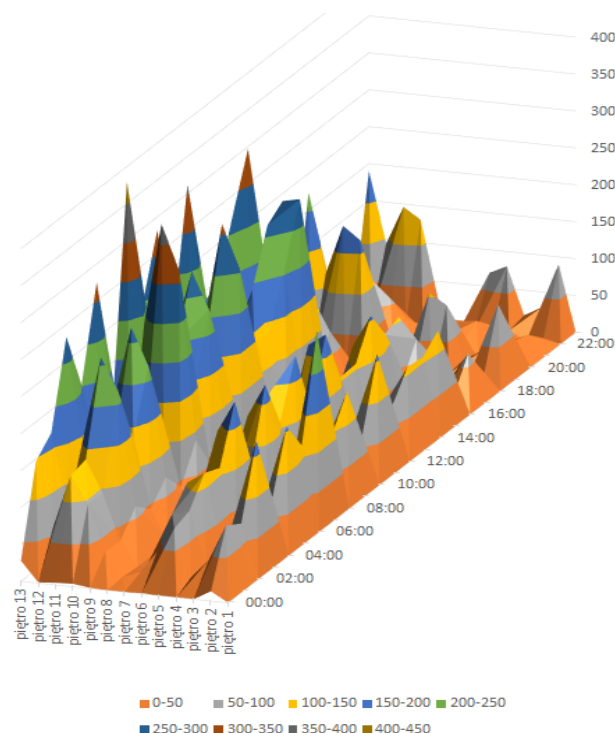
Informacje pozyskiwane w długim horyzoncie czasowym wskazują na dużą zależność intensywności korzystania z dźwigów w funkcji np. pory roku, pory dnia, a także funkcji, jakie pełni budynek.

Wyraźnie można zauważyć, że rozkład poleceń jazdy jest bardzo różny i silnie zależny od profilu danego obiektu, ale także od preferencji jego mieszkańców i użytkowników. Optymalizacja pracy urządzeń w ramach hermetycznego systemu obliczeniowego

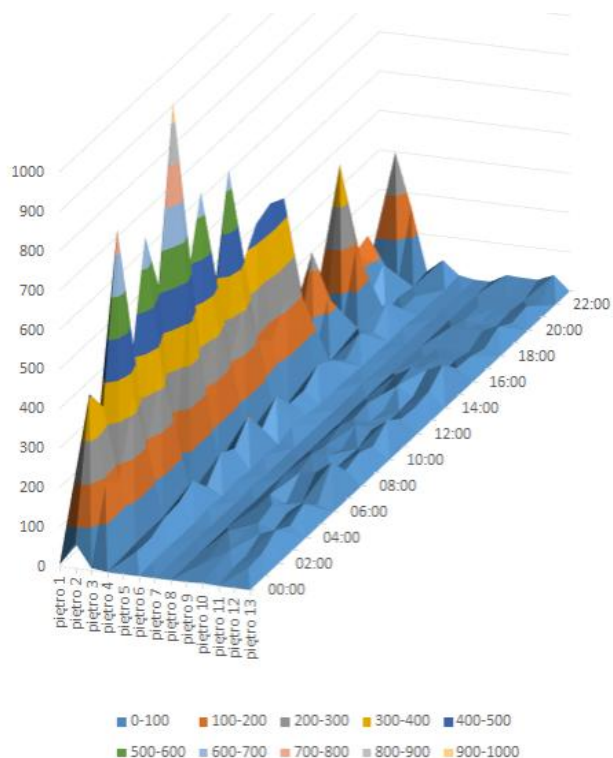
jest trudna i wymaga zastosowania algorytmów optymalizujących bazujących w dużej mierze na danych historycznych. Jest to trudne do wykonania na względnie prostych sterownikach dźwigów osobowych, a ich rozbudowa pociąga za sobą wzrost kosztów instalacji takiego zaawansowanego rozwiązania. Głównym celem autorów jest wskazanie możliwości przeniesienia danych historycznych wraz z algorytmami je analizującymi na urządzenie zewnętrzne współdzielone pomiędzy dużą liczbę urządzeń dźwigowych i wykorzystujące sieć internetową do przesłania zoptymalizowanych danych sterujących dla układów kontroli dźwigów osobowych. Rozwiązanie to oprócz zachowania niskich kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych umożliwi również akwizycję zdarzeń awaryjnych dźwigów oraz szybszą reakcję ekipy serwisowej na usterki.



Rys. 5. Rozkład dobowy liczby dyspozycji w odniesieniu do numeru piętra



Rys. 6. Rozkład dobowy wezwań w kierunku „do dołu” w odniesieniu do numeru piętra



Rys. 7. Rozkład dyspozycji w kierunku „do góry” w funkcji czasu dobowego

4. Podsumowanie

Zaproponowany model umożliwi optymalizację wielu układów dźwigowych przy wykorzystaniu jednego, stale modernizowanego algorytmu sterowania. Ze względu na małą wydajność mikrokontrolerów sterujących pełna implementacja na nich jest praktycznie niemożliwa. Należy go zatem zaimplementować jako usługę „web service” na wydajnym serwerze centralnym z połączeniem do bazy danych. Takie rozwiązanie znacznie poprawi wydajność urządzeń dźwigowych bez konieczności ingerencji w ich budowę i bez konieczności ponoszenia znacznych kosztów związanych z przebudową fizyczną układów sterowania.

Umożliwienie przesyłania danych pomiędzy dźwigiem a serwerem centralnym otwiera nową drogę do zarządzania parametrami windy. Możliwe jest ułatwienie obsługi serwisowej poprzez szybkie, automatyczne poinformowanie obsługi serwisowej o usterce wraz z identyfikacją problem i sposobem naprawy.

Dostęp do zarządzania windą z poziomu aplikacji webowej oraz moduł uwierzytelniania pozwoli wykorzystać posiadane dane generowane przez windę w celu ograniczenia kosztów rozbudowy, przebudowy i eksploatacji. Zyskają na tym właściciele dźwigu oraz pasażerowie.

Literatura

- [1] Bamunuarachchi D.T., Ranasinghe D.N.: Elevator group optimization in a smart building. IEEE 10th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS) 2015, 71–76.
- [2] Dongmei Y.: Dispatching strategy of elevator group control system based on policy-booking fuzzy optimization. IEEE International Conference on Information and Automation (ICIA) 2014, 578–581.
- [3] Fernandez J.R., Cortes P.: A Survey of Elevator Group Control Systems for Vertical Transportation: A Look at Recent Literature. IEEE Control Systems 35(4)/2015, 38–55.
- [4] Markon S.: A solvable simplified model for elevator group control studies. IEEE 4th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) 2015, 56–60.
- [5] Xibo W., Hongshuai G., Wenbo Z., Yingzhen L.: Design of elevator running parameters remote monitoring system based on Internet of Things. 6th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS) 2015, 549–555.
- [6] Zheng L., Guang S., Hui D.: Research of elevator group scheduling system based on reinforcement learning algorithm. Proceedings of 2013 2nd International Conference on Measurement, Information and Control Year 1/2013, 606–610.

Mgr inż. Łukasz Furgala
e-mail: info@lukaszfurgala.pl

Doktorant w Wydziale Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej. Manager, Scrum Master, kierownik projektów informatycznych w administracji publicznej. Zwolennik ciągłej poprawy procesu zarządzania i nadzoru nad organizacją poprzez odpowiedzialnie wykorzystanie narzędzi informatycznych. Prelegent na wielu konferencjach studenckich, specjalistycznych i naukowych.



Dr inż. Krzysztof Kolano
e-mail: k.kolano@pollub.pl

Adiunkt w Katedrze Napędów i Maszyn Elektrycznych na Wydziale Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej. Ukończył studia w 2002 r. na Wydziale Elektrycznym Politechniki Lubelskiej. Tytuł doktora nauk technicznych uzyskał w 2009 r. Jego zainteresowania naukowe dotyczą układów sterowania dźwigów osobowych oraz napędu elektrycznego. Był kierownikiem prac badawczych dotyczących tych zagadnień, a ich wyniki zostały wdrożone do praktyki przemysłowej.



Dr hab. inż. Włodzimierz Mosorow, prof. PŁ
e-mail: w.mosorow@kis.p.lodz.pl

Tytuł doktora habilitowanego z informatyki uzyskał na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie w 2009 r. Od 2000 r. jest zatrudniony w Instytucie Informatyki Stosowanej Politechniki Łódzkiej obecnie na stanowisku profesora nadzwyczajnego. Jest autorem ponad 150 prac naukowych z dziedziny przetwarzania danych pomiarowych, obrazów i sygnałów.



otrzymano/received: 26.09.2017

przyjęto do druku/accepted: 22.11.2017