

Kamil PRZYBYSZ, Norbert GRZESIK
Military University of Aviation (Lotnicza Akademia Wojskowa)

THE CONCEPT OF AN IT SYSTEM SUPPORTING THE PROCESSES OF OPERATING TECHNICAL FACILITIES IN THE MILITARY

Koncepcja systemu informatycznego wspierającego procesy eksploatacji obiektów technicznych w wojsku

Abstract: *This manuscript was dedicated to the IT logistics and operation support system of technical facilities in the military. At the beginning, there was a brief description of the integrated ZWSI RON IT system's genesis and a characterization of the basic functions of the aforementioned system. The advantages of the IT system have been highlighted, which facilitates the process of controlling the logistics and the operation of technical facilities. Attention was also drawn to the key issues related to the analysis of primary operational characteristics, such as readiness, weapon reliability and military equipment. In the end, a proposal to solve the identified operational problems was submitted by formulating the assumptions for a modern IT system for the Polish Armed Forces.*

Keywords: IT system, operation support, system efficiency

Streszczenie: *W pracy przedstawiono problematykę informatycznego wsparcia logistyki i eksploatacji obiektów technicznych w wojsku. Na początku przedstawiono genezę zintegrowanego systemu informatycznego ZWSI RON i scharakteryzowano jego podstawowe funkcje. Wyeksponowano zalety tego systemu informatycznego, które usprawniają zarządzanie logistyką i eksploatacją obiektów technicznych. Następnie zwrócono uwagę na kluczowe problemy związane z analizą podstawowych właściwości eksploatacyjnych, jakimi są gotowość i niezawodność uzbrojenia i sprzętu wojskowego. Na końcu, przedstawiono propozycję rozwiązania wskazanych problemów eksploatacyjnych, formułując założenia nowoczesnego systemu informatycznego dla Sił Zbrojnych.*

Słowa kluczowe: system informatyczny, wspomaganie eksploatacji, efektywność systemu

1. Introduction

Customizing the logistics system of the Armed Forces of Poland to function in an environment of the NATO logistics system led to the development of IT tools to support the processes of controlling logistics, including the processes of operating technical facilities. The above-mentioned thesis is reflected in the implementation of the decision made by the Minister of National Defense¹ in the Armed Forces of the Republic of Poland of the Integrated Multi-level Computer System of the Ministry of National Defense (ZWSI RON).

A characteristic feature of the ZWSI RON system implemented in the Polish Armed Forces is the ability to integrate different operational areas of the military unit, related to acquisition, management and distribution of material resources. This system belongs to ERP-class systems (Enterprise Resource Planning). The ERP system [2, 3] is an extension of the MRP II model (Manufacturing Resource Planning). The MRP II model is a newer version of the closed-loop MRP system, which is an extension of the MRP system (Material Requirements Planning) for planning closed-loop material needs [4, 20]. The ERP system also includes DRP (Distribution Resource Planning) modules and LRP (Logistics Resource Planning) modules, which integrate MRP and DRP functions [7, 14].

The system in question replaced the previous incompatible IT systems used in the Chief Accountant and Logistics Divisions. A key element of this system is an integration of logistics and financial records, by linking the material documentation with accounting information. This tremendously simplifies the manner of preparing documents of materials rotation. The integration of quantitative, value and assortment (quality) data also minimizes the time of executed operations with regard to records, reporting or financial accounting. It needs to be stressed that the ability to quickly browse through resources, as well as integrating data, saves time and money. Moreover, in the case of the armed forces, it improves the security level in executed military missions owing to more efficient use of the available potential.

The existing ZWSI RON system does not meet the expectations of its direct and indirect users applying the data from the system of managing the operation processes of technical facilities in military units. The purpose of this article is to review the implemented IT system in the Polish Armed Forces in the aspect of support for the maintenance of technical facilities. It also provides assumptions for a modern IT system for the Polish military.

¹ Decision No. 8/MON Ministry of Defense of 8 January, 2012 on the entry into service of the Multi-level Integrated Information System of Ministry of National Defense (ZWSI RON) in budget units of the Ministry of National Defense.

2. Analysis of the research problem

The current computer system that supports operation processes, in the Polish Armed Forces, is built in accordance with the SAP system (in German: Systemanalyse und Programmentwicklung: a vendor of enterprise resource planning [ERP] software for companies in all economy branches and sectors) [1], which is included in enterprise resource planning. The primary feature of the above-mentioned system, which is of vital importance for the functioning of military logistics, is the fact that the entire flow of data, their updating, and all operations carried out within the system can take place in real time. Therefore, the user always knows the actual situation at the moment of decision-making. However, in most cases, inventory and accounting data is still entered into the system and updated manually. Only part of the assortment has one-dimensional barcodes - 1D. An additional limitation is a possibility of using only hand scanners (wired-connected) which are due to the established operating rules of the system in question in the Polish Army (security of classified information). A prerequisite for introducing a given assortment into the system is to have a previously assigned Single Material Index (JIM). Unfortunately, the existing identification procedures do not provide for the exclusion of repetition (mirroring) of index positions held in the SI JIM database, which brings many inconsistencies in the processing of data in the system.

An important feature of the system is also to integrate financial records with logistics records, which binds material documentation with accounting documents. Therefore, there is no discrepancy between different records, which had to be explained prior to the implementation of ZWSI. Moreover, the system also has many other advantages to enhance the course of controlling logistics and the execution of deliveries in logistics chains and networks [11]:

- one common database to facilitate communication at all levels of command,
- data generated in real time providing comprehensive information about human, financial and logistics resources,
- the data provided in real time with regard to stored assets related to quantitative, qualitative and value assets,
- integrating data from individual divisions ensures consistency, completeness and greater reliability of the information,
- ability to export reports to the MS OFFICE environment (unlimited possibilities of editing and formatting data),
- aggregation of information at various levels of command,
- automated exchange of information and reporting,
- a possibility of selective restrictions of access to individual data for selected groups of users,
- simplicity of supervision of stocks, records and rotation of materials,
- uniformity of material indicators and consistency in the codification system of defense products,
- compliance with solutions used by NATO.

The ZWSI RON system, used in the Armed Forces, is composed of the appropriate modules of the SAP/R3 system, in which R stands for real time and the number 3 indicates the level of the system architecture, ensuring the automation of logistics processes [11, 13]:

- MMSD, Materials Management, Management-Sales and Distribution,
- FI-FM, Financial Accounting Funds Management,
- FI-AA, Asset Accounting,
- PM, Plant Maintenance.

Currently, the data in the individual modules are constantly supplemented and updated. Attention needs to be drawn to the fact that the original data constituting the core of the database system migrated from older systems. Linking these data, located in the new ZWSI RON system in different modules, revealed a great deal of erroneous, inconsistent data and errors that had to be eliminated [13].

Transferred to PM module, that is operation, data from the previous systems are purely registrative. They do not improve the process of operation management of technical facilities. The only advantage in embedding these data in the new system is their linking with the other modules data, as illustrated in fig. 1.

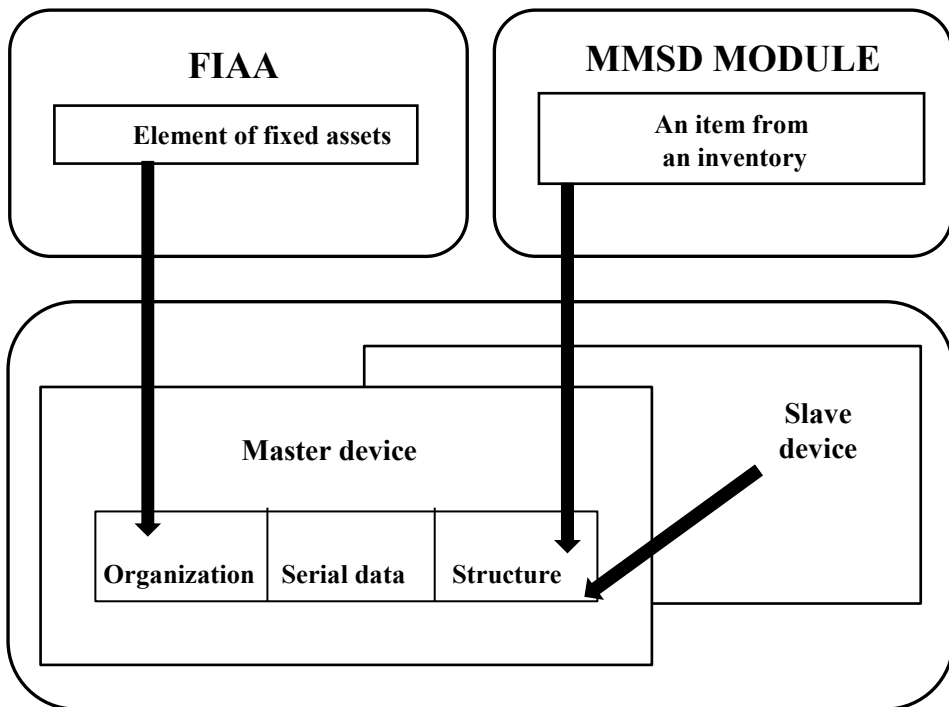


Fig. 1. Links among MMSD, FIAA and PM modules

Still, in the currently implemented IT system, there is a missing module that could allow for a current analysis of the basic operational characteristics (readiness, reliability)

of complex technical facilities, such as aircraft or military vehicles. The above features are available in other civil solutions based on ERP systems.

Furthermore, as observed in paper [13], despite the implementation of ZWSI RON in military units, alternative solutions are used to create report documentation. The conducted studies described in paper [13] prove that the post-holders in the Logistics Division use commercial software, such as the MS Excel spreadsheet or MS Access, to support operation processes. Unfortunately, despite the availability on the civilian market of advanced software in this field, post-holders who are involved in the operation of technical facilities in military units, may only additionally use the tools which are available under the MS Office package. Only the above-mentioned software package is installed on the computers in the MILNET-Z network, which determines access to ZWSI RON. The above-mentioned constraints regarding the installation of additional software on ZWSI RON workstations, result from the regulations of the protection of classified information.

3. Concept of a modern IT system for the Armed Forces

Taking into account the possibilities of a set of SAP solutions for Defense & Security [22], based on an open architecture of the integration and application platform SAP NetWeaver™ [6], in which the information from particular layers is integrated, ZWSI RON should undergo continuous enhancement [11].

Wider capabilities of SAP solutions, unlike those currently used by the Polish Armed Forces, that apply ZWSI RON, has been described in this article [8]. The author, on the example of IT servicing of the processing of equipment malfunctioning during the conducted operations, illustrated a possibility of handling operational events as initiating elements for the linked processes, as in fig. 2. The occurrence of a malfunction activates multiple security processes, which guarantee a possibility of its removal in every respect.

Successful completion of removing damage to a technical object is dependent on numerous elements of the complex logistics support system, such as:

- availability of materials and spare parts,
- availability of qualified personnel,
- availability of a required work stand (availability of repair technology),
- availability of funding.

Using the possibilities of SAP solutions to establish connections among particular modules of the IT system, it is feasible to create a perfect tool for the estimation of a possibility to repair. By combining the elements of the modules: operation, personnel and finances, it is possible to generate comprehensive information concerning an assessment of a possibility of removing malfunctions of technical facilities, with a particular reference to weak links of the system, which prevent successful completion of undertaken events. An accurate estimate of the likelihood of successful completion of a malfunctioning will

depend mainly on the quality of the process models, on the level of the IT system, which will reflect actual human actions.

However, taking into account the analysis which is made in this paper [11], concerning the relevance of the reliability characteristics in the operation system of military vehicles, it is justified to implement a computer system of reliability analysis. The system may constitute another module of the current ZWSI RON (using SAP architecture), or function as a separate system, e.g. SAMANTA system [5] that allows for an ongoing and periodic analysis of the processes of aircraft operation.

A proposal of an analysis system with regard to the reliability of military vehicles is shown in fig. 3.

The basis for this system should be a database based on the architecture of the ERP-class systems or CMMS – Computerized Maintenance Management Systems [22].

It is possible to use the database from ZWSI RON system, yet it can be conducted after prior modification, and creating new relations among particular modules, using SAP solutions, as mentioned earlier.

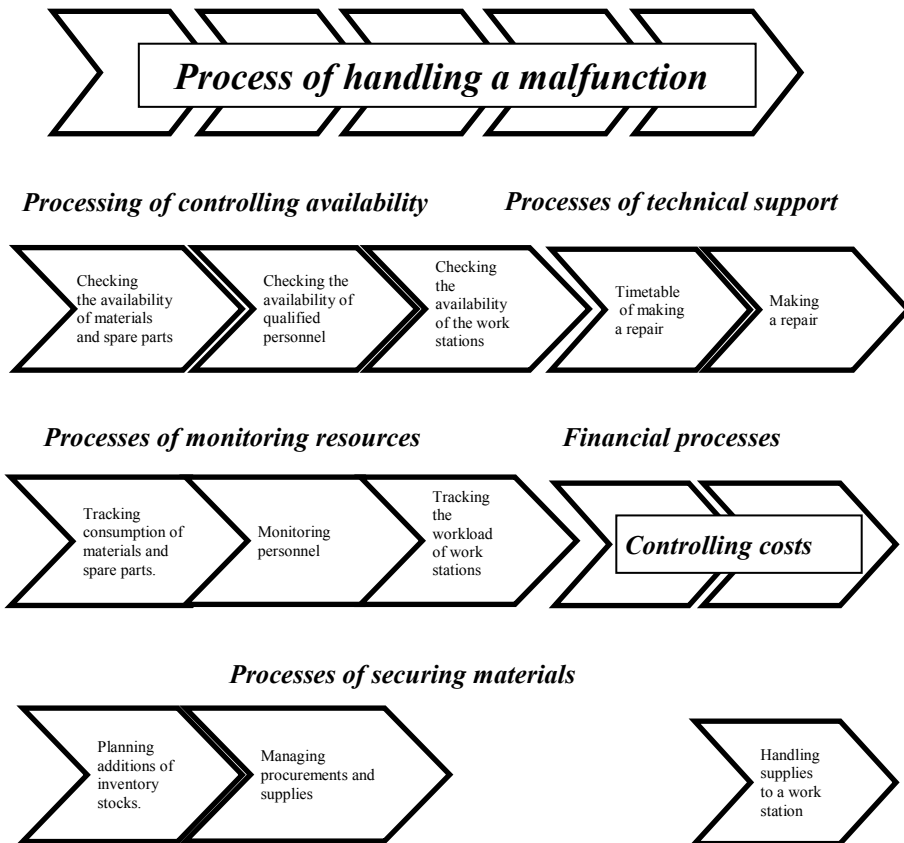


Fig. 2. Processes in handling equipment malfunction [12]

The above database must be fed in operation information supplies that are needed to generate reliability analyzes. It should contain stored data regarding trips (work), maintenance, repair, damage, diagnostic test results and other operational events. It should also be powered from vehicle-mounted event recorders to automate the recording of operating parameters and minimize human error.

On its entry, the system should contain information about the material and technical supply system, and also the financial system in order to execute repair and maintenance of military vehicles. These data should also take into account other elements that directly affect the time of the vehicle that is inoperative. The information related to maintenance can also be recorded by ZWSI RON through its own modules, which have already been implemented.

The main system element is an analytical module, equipped with a set of IT tools for processing information, derived from the database. An analytical module allows for the use of numerous indicators, which control reliability, readiness, ability to repair, the efficiency of maintenance, a sufficient amount of stocks and other indicators, possible to determine on the basis of the information available in the database. The described module should also have the tools to make the selected characteristics such as reliability, readiness, stationary and operational readiness and other forms of displaying the results of calculations. It should also enable the user to forecast the technical condition of vehicles, which are stored in the database and to conduct a simulation of operational events, due to the use of stochastic probability models of the processes of changing operational states.

The output of the described system of analyzing the reliability of military vehicles should be a module of supporting operational decisions, in the form of an expert system, which is being continuously updated by new insights on the part of experts, in the field of vehicle operation. Ultimately, the module should allow us to conduct multi-valued deduction, using elements of fuzzy logic [16–19] and processing information, both concerning certain true (determined) knowledge and uncertain knowledge (processed by a probabilistic apparatus). In systems that process expertise, bivalent logic is also used in data representation and processing processes. In this case, both the conditions and the conclusions may be regarded as true or false, without the possibility of determining their degree of truthfulness. The above solution allows us to define only sharp threshold values for selected object parameters, which does not apply to elements of a technical object that gradually (not violently) changes in the time function (gradual damage). Using fuzzy databases allows for the evaluation of changes in the state of an object and prediction of such a state. Furthermore, where fuzzy databases or fuzzy knowledge bases are used, can combine the classical approach to data (knowledge) and their processing can be combined with a fuzzy approach, fuzzing resources only in justified cases [15].

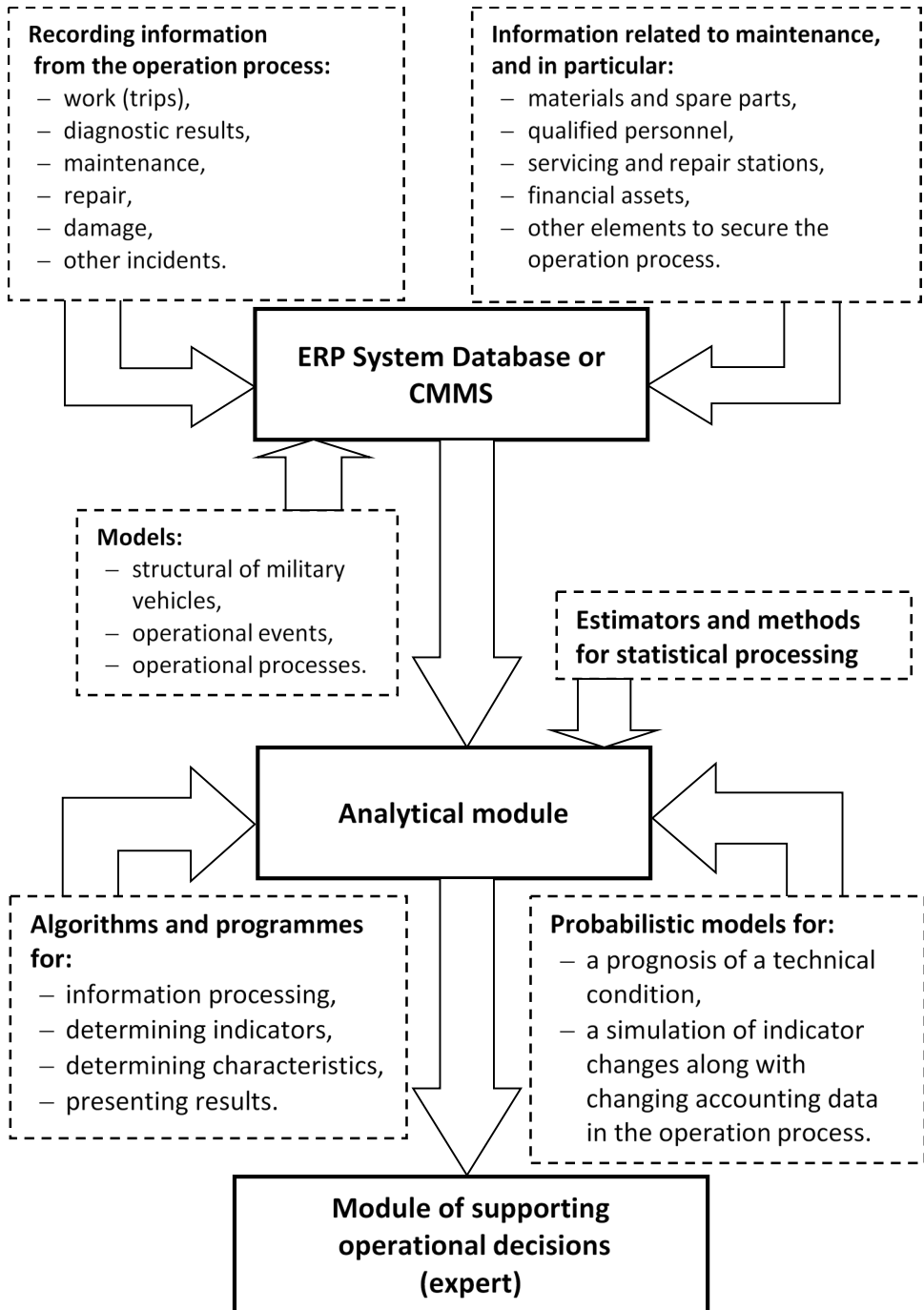


Fig. 3. The concept of a system to analyze the reliability of military vehicles

4. Conclusions

The implementation of ZWSI RON in logistics has primarily ensured the automation of processes in planning and information management in real time.

It is necessary to aim at expanding the information processed in the system at stake. The role of information systems to support logistics should not be limited to the aggregation of information-report data. Another challenge for military logisticians should be to develop modules supporting the operation processes in IT systems, as illustrated in Figure 3 of this paper. The implementation of modules registering operational events with a possibility of the current analysis of readiness and reliability of technical facilities creates optimal conditions to make proper operational decisions and to control the operational process.

A necessary condition for full implementation of the assumptions presented in this work is primarily to complete the process of expansion of network architecture in the Polish Armed Forces. The key to success is a deployment of network points in all units and military institutions, starting with the lowest supply levels, i.e. depots. Unfortunately, military units on the lowest management levels of technical facilities (repair and maintenance, supplies, logistics subunits) still have no back-up from the IT systems. Thus, it does not allow for the introduction of full automation of operational support. It also reduces the operational efficiency of the implemented elements of the communication and information infrastructure at higher levels of logistics management.

References

1. Auksztol J., Balwierz P., Chomuszko M.: SAP: Zrozumieć system ERP. PWN, Warszawa 2012.
2. Banaszak Z., Kłos S., Mleczo J.: Zintegrowane Systemy Zarządzania, wyd. II rozszerzone. PWE, Warszawa 2016.
3. Gunia G.: Zintegrowane systemy informatyczne zarządzania w praktyce produkcyjnej. Wydawnictwo Fundacji Centrum Nowych Technologii, Bielsko-Biała 2010.
4. Harrison D.K., Petty D.J.: Systems for planning and control in manufacturing. 2002.
5. Kaleta R., Niczyj J., Bryzek A.: Zarządzanie procesami eksploatacyjnymi z wykorzystaniem systemów informatycznego wsparcia eksploatacji statków powietrznych. Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe, No.17(12), 2016.
6. Karch S., Heilig L.: SAP NetWeaver Roadmap. Galileo Press, 2005.
7. Kozłowski R., Sikorski A.: Nowoczesne rozwiązania w logistyce. Wolters Kluwer, Warszawa 2013.
8. Kuck J.: Nowoczesne technologie w logistyce. Wydawnictwo AON, Warszawa 2013.
9. Kwiatkowska A.M.: Systemy wspomaganie decyzji. Jak korzystać z wiedzy i informacji. Wydawnictwo Naukowe PWN/MIKOM, Warszawa 2007.

10. Myszkorowski K., Zadrożny S., Szczepaniak P.: *Klasyczne i rozmyte bazy danych*. Akademska Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2008.
11. Przybysz K.: *Gotowość operacyjna dla pojazdów wojskowych w aspekcie niezawodności i intensywności eksploatacji*. PhD Thesis, Warszawa 2017.
12. Samól D., Kuck J.: *Współczesne metody wsparcia informatycznego dla logistyki kadr i finansów*. [in:] *Perspektywy informatyzacji logistyki Wojska Polskiego*, SG WP, Logis. Wewn. 4/2006.
13. Simiński P., Kończak J., Przybysz K.: *Systemy informatyczne w analizie procesu eksploatacji w wojsku*. *Journal of KONBiN*, Vol. 47, 2018, DOI: 10.2478/jok-2018-0041.
14. Smyk S.: *Logistyka dystrybucji*. Difin, Warszawa 2001.
15. Szelka J., Wrona Z.: *Wykorzystanie rozmytych baz danych i baz wiedzy do wspomagania przedsięwzięć inżynierskich*. *Budowa i architektura*, No.12(1), 2013.
16. Zadeh L.A.: *Fuzzy sets in Information and Control*, vol. 8, 1965, DOI:10.2307/2272014.
17. Zadeh L.A.: *The concept of linguistic variable and its applications to approximate reasoning*, *Learning and intelligent robots*. 1974, DOI: 10.1007/978-1-4684-2106-4_1.
18. Zadeh L.A.: *The concept of linguistic variable and its applications to approximate reasoning – II*. *Information Sciences*, 1975, DOI: 10.1016/0020-0255(75)90046-8.
19. Zadeh L.A.: *The concept of linguistic variable and its applications to approximate reasoning – III*. *Information Sciences*, 1975, DOI: 10.1016/0020-0255(75)90017-1.
20. Zijm H., Regattieri A.: *Manufacturing Planning and Control Systems*. [in:] Zijm H., Klumpp M., Regattieri A., Heragu S. (eds.): *Operations, Logistics and Supply Chain Management*, *Lecture Notes in Logistics*, Springer, Cham, 2019.
21. <https://www.conet.de/DE/loesungen/sap/sap-for-defense-security>
22. https://pl.wikipedia.org/wiki/Computerised_Maintenance_Management_System

KONCEPCJA SYSTEMU INFORMATYCZNEGO WSPIERAJĄCEGO PROCESY EKSPLOATACJI OBIEKTÓW TECHNICZNYCH W WOJSKU

1. Wprowadzenie

Dostosowywanie systemu logistycznego Sił Zbrojnych RP do funkcjonowania w środowisku systemu logistycznego NATO wymusiło m.in. rozwój narzędzi informatycznych wspomagających procesy kierowania logistyką, a w tym również wspierających procesy eksploatacji obiektów technicznych. Decyzją Ministra Obrony Narodowej¹ w Siłach Zbrojnych RP został wdrożony Zintegrowany Wieloszczeblowy System Informatyczny Resortu Obrony Narodowej (ZWSI RON).

Charakterystyczną cechą ZWSI RON jest zdolność do integrowania różnych obszarów funkcjonowania jednostki wojskowej, związanych z pozyskiwaniem, gospodarowaniem i dystrybucją środków materiałowych. Powyższe rozwiązanie należy do systemów klasy ERP (ang. Enterprise Resource Planning – Planowanie Zasobów Przedsiębiorstwa) [2, 3], będących rozwinięciem modelu MRP II (ang. Manufacturing Resource Planning – Planowanie Zasobów Produkcyjnych). Model MRP II to nowsza wersja systemu MRP closed loop (MRP w zamkniętej pętli), będącego rozwinięciem systemu MRP (ang. Material Requirements Planning – Planowanie Zapotrzebowania Materiałowego) w zakresie planowania potrzeb materiałowych o zamkniętej pętli [4, 20]. System ERP zawiera także moduły DRP (ang. Distribution Resource Planning – Planowanie Zasobów Dystrybucji) oraz LRP (ang. Logistics Resource Planning – Planowanie Zasobów Logistycznych), który integruje funkcje modułów MRP i DRP [7, 14].

ZWSI RON zastąpił niekompatybilne systemy informatyczne uprzednio funkcjonujące w pionach głównego księgowego i logistyki. Kluczowym elementem omawianego systemu jest integracja ewidencji logistycznej i finansowej, dzięki powiązaniu dokumentów materiałowych z księgowymi, co znacznie upraszcza sposób tworzenia dokumentów obrotu materiałowego. Integracja danych ilościowych, wartościowych i asortymentowych (jakościowych) minimalizuje także czas realizowanych operacji w zakresie ewidencji i sprawozdawczości czy rachunkowości finansowej. Należy podkreślić, że zdolność do szybkie-

¹ Decyzja Nr 8/MON Ministra Obrony Narodowej z dn. 8 stycznia 2012 r. w sprawie dopuszczenia do eksploatacji Zintegrowanego Wieloszczeblowego Systemu Informatycznego Resortu Obrony Narodowej (ZWSI RON) w jednostkach budżetowych resortu obrony narodowej.

go przeglądania zasobów i integracja danych to nie tylko oszczędność czasu i pieniędzy, ale w przypadku sił zbrojnych to również podniesienie poziomu bezpieczeństwa w realizowanych misjach wojskowych, dzięki bardziej efektywnemu wykorzystaniu dostępnego potencjału.

Funkcjonujący system ZWSI RON nie spełnia wszystkich oczekiwań jego bezpośrednich użytkowników oraz osób wykorzystujących pośrednio dane z systemu do zarządzania procesem eksploatacji obiektów technicznych w jednostkach wojskowych. Niniejsza publikacja zawiera krytykę zaimplementowanego systemu informatycznego w Siłach Zbrojnych RP w aspekcie wsparcia eksploatacji obiektów technicznych oraz obejmuje propozycję założeń dla nowoczesnego systemu informatycznego dla Wojska Polskiego.

2. Analiza problemu badawczego

Obecnie funkcjonujący w Wojsku Polskim system informatyczny wspierający procesy eksploatacji jest zbudowany według architektury systemu SAP (niem. Systemanalyse und Programmentwicklung – dostawca oprogramowania biznesowego klasy ERP dla przedsiębiorstw ze wszystkich branż i sektorów gospodarki) [1], który należy do systemów klasy ERP. Podstawową jego cechą, mającą kluczowe znaczenia dla funkcjonowania logistyki wojskowej, jest to, że cały przepływ danych i ich aktualizacja oraz wszystkie operacje wykonywane w systemie mogą odbywać się w czasie rzeczywistym, dzięki czemu użytkownik w momencie podejmowania decyzji ma aktualne dane. Nadal jednak w większości przypadków dane magazynowe i księgowo są wprowadzane do systemu i aktualizowane ręcznie. Tylko część asortymentu posiada kody kreskowe jednowymiarowe - 1D. Dodatkowym ograniczeniem jest możliwość stosowania tylko skanerów ręcznych (podłączonych przewodowo), co wynika z ustalonych zasad eksploatacji omawianego systemu w Wojsku Polskim (ochrona informacji niejawnych). Warunkiem koniecznym do wprowadzenia danego asortymentu do systemu jest posiadanie uprzednio nadanego Jednolitego Indeksu Materiałowego (JIM). Niestety obecnie funkcjonujące procedury identyfikacyjne nie zapewniają wykluczenia powtarzalności (dublowania) utrzymywanych w bazie SI JIM pozycji indeksowych, co wnosi wiele niespójności w zakresie przetwarzanych danych w systemie. Istotną cechą systemu jest zintegrowanie ewidencji finansowej z ewidencją logistyczną, co tworzy powiązania dokumentów materiałowych z dokumentami księgowymi, w następstwie czego nie ma rozbieżności między poszczególnymi ewidencjami, których wyjaśnianie zajmowało wiele czasu przed wdrożeniem ZWSI. System ma także wiele innych zalet, które usprawniają przebieg procesu kierowania logistyką oraz realizacji dostaw w łańcuchach i sieciach logistycznych [11]:

- jedna wspólna baza danych umożliwiająca komunikację na wszystkich poziomach dowodzenia,
- generowane w czasie rzeczywistym dane stanowią kompleksową informację o zasobach kadrowych, finansowych i logistycznych,

- dostarczane w czasie rzeczywistym dane dotyczące zgromadzonych zasobów dotyczą aspektów ilościowych, jakościowych i wartościowych,
- zintegrowanie danych z poszczególnych pionów funkcjonalnych zapewnia spójność, kompletność i większą wiarygodność informacji,
- możliwość eksportowania raportów do środowiska MS OFFICE (nieograniczone możliwości edycji i formatowania danych),
- agregacja informacji na poszczególnych szczeblach dowodzenia,
- zautomatyzowana wymiana informacji oraz sprawozdawczości,
- możliwość selektywnych ograniczeń dostępu do poszczególnych danych wybranym grupom użytkowników,
- prostota nadzoru nad ewidencją zasobów oraz obrotami materiałowymi,
- jednolitość indeksów materiałowych i spójność w systemie kodyfikacji wyrobów obronnych,
- zgodność z rozwiązaniami stosowanymi w NATO.

System ZWSI RON użytkowany w Siłach Zbrojnych tworzą odpowiednie moduły systemu SAP/R3 (R oznacza działanie w czasie rzeczywistym (ang. realtime), natomiast cyfra 3 oznacza poziom architektury systemu) zapewniające automatyzację procesów logistycznych [11, 13]:

- MMSD, gospodarka materiałowa, sprzedaż i dystrybucja (ang. Materials Management-Sales and Distribution),
- FI-FM, rachunkowość finansowa (ang. Financial Accounting Funds Management),
- FI-AA, majątek trwały (ang. Asset Accounting),
- PM, eksploatacja (ang. Plant Maitenance).

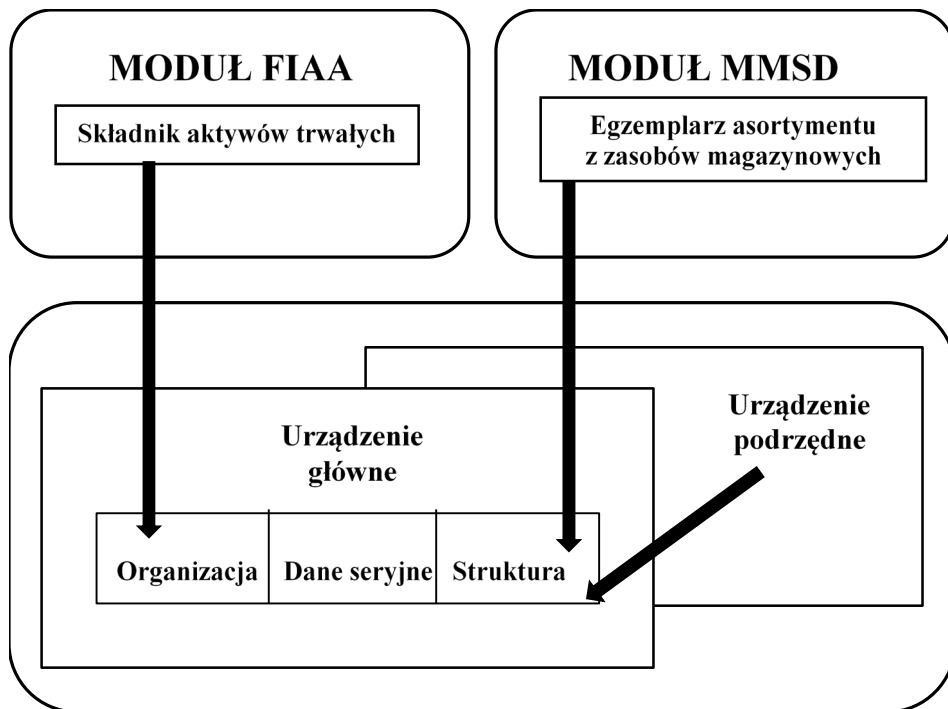
Obecnie dane w poszczególnych modułach są na bieżąco uzupełniane i aktualizowane. Należy zwrócić uwagę na fakt, że pierwotne dane stanowiące rdzeń bazy danych systemu migrowały ze starych systemów. Powiązanie ze sobą tych danych, umiejscowionych w nowym systemie ZWSI RON w różnych modułach, zobrazowało wiele błędnych, niespójnych danych i błędów, które należało wyeliminować [13].

Przeniesione do Modułu PM – eksploatacja, dane z poprzednich systemów mają charakter czysto ewidencyjny i nie wnoszą zbyt wiele do ulepszenia procesu zarządzania eksploatacją obiektów technicznych. Jediną zaletą osadzenia tych danych w nowym systemie jest ich powiązanie z danymi w innych modułach, jak zobrazowano na rys. 1.

Nadal jednak brak jest modułu, który umożliwiłby bieżącą analizę podstawowych właściwości eksploatacyjnych (gotowość, niezawodność) złożonych obiektów technicznych, jakimi są np. statki powietrzne czy pojazdy wojskowe. Powyższe funkcje są dostępne w innych rozwiązaniach cywilnych opartych na systemach ERP.

Ponadto, jak zauważono w pracy [13], pomimo wdrożenia do eksploatacji ZWSI RON, w jednostkach wojskowych używa się do sporządzania dokumentacji sprawozdawczej rozwiązań alternatywnych. Przeprowadzone badania, opisane w [13] dowodzą, że osoby

funkcyjne pionu logistyki do wspomaganie procesów eksploatacji wykorzystują oprogramowanie komercyjne, jak np.: arkusz kalkulacyjny MS Excel czy MS Acces.



Rys. 1. Powiązanie obiektów modułów MMSD, FIAA i PM

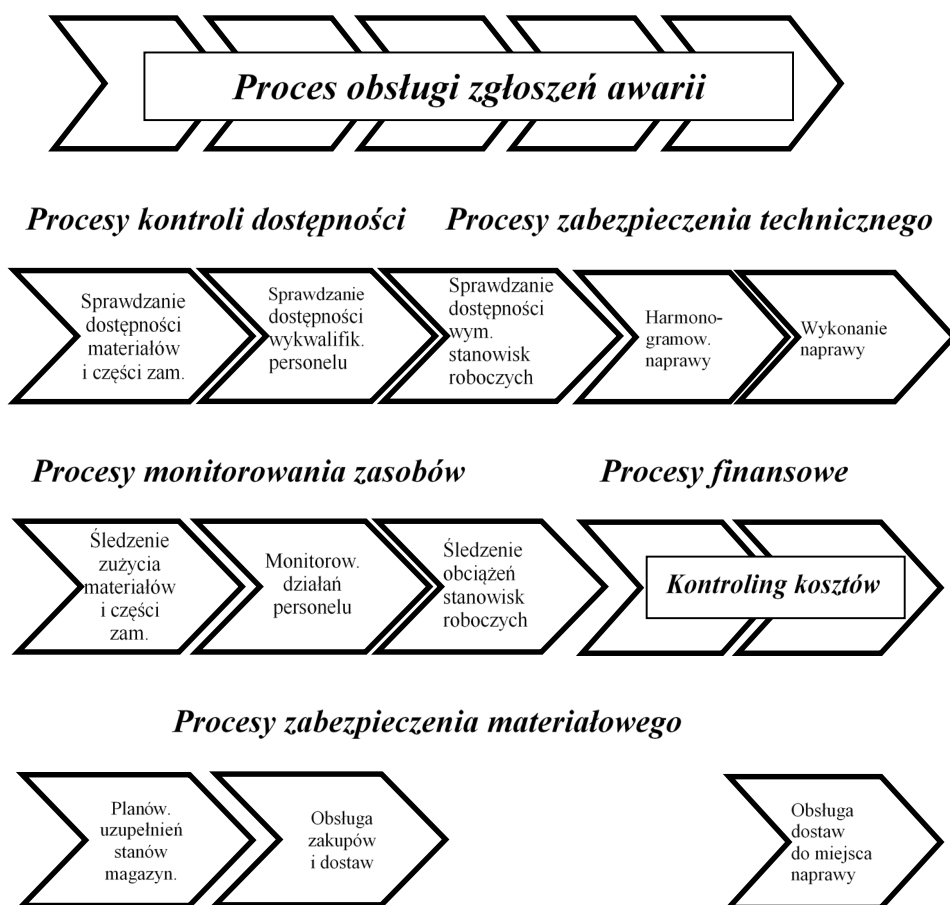
Niestety, pomimo dostępności na rynku cywilnym zaawansowanego oprogramowania w tym obszarze, osoby funkcyjne zajmujące się eksploatacją obiektów technicznych w jednostkach wojskowych, mogą jedynie dodatkowo korzystać z narzędzi dostępnych w ramach pakietu MS Office. Jedynie ten wspomniany pakiet oprogramowania jest instalowany na komputerach włączonych do sieci MILNET-Z, która warunkuje dostęp do ZWSI RON. Powyższe ograniczenia, dotyczące instalacji dodatkowego oprogramowania na stacjach roboczych z systemem ZWSI RON, wynikają z przepisów ochrony informacji niejawnych.

3. Koncepcja nowoczesnego systemu informatycznego dla Sił Zbrojnych

Biorąc pod uwagę możliwości, jakie daje zestaw rozwiązań SAP for Defense & Security [21], oparty na otwartej architekturze platformy integracyjnej i aplikacyjnej

SAP NetWeaverTM [6], gdzie informacje z poszczególnych warstw są ze sobą zintegrowane, ZWSI RON powinien być stale rozwijany [11].

Znacznie większe możliwości rozwiązań SAP, niż te wykorzystywane obecnie przez Siły Zbrojne RP, użytkujące ZWSI RON, zobrazowano w pracy [8]. Autor powyższej pracy na przykładzie obsługi informacyjnej procesu przetwarzania zgłoszeń o uszkodzeniu sprzętu podczas prowadzonych działań, zobrazował możliwości ujęcia zdarzeń eksploatacyjnych jako elementów inicjujących powiązane ze sobą procesy, tak jak to zobrazowano na rys. 2. Wystąpienie awarii uruchamia wiele procesów zabezpieczających, które warunkują możliwość jej usunięcia pod każdym względem.



Rys. 2. Procesy obsługi zgłoszeń awarii sprzętu [12]

Pomyślne zakończenie naprawy uszkodzenia obiektu technicznego jest zależne od wielu elementów złożonego systemu zabezpieczenia logistycznego, takich jak:

- dostępności materiałów i części zamiennych,
- dostępności wykwalifikowanego personelu,
- dostępności wymaganego stanowiska roboczego (dostępność technologii naprawy),
- dostępności środków finansowych.

Wykorzystując możliwości rozwiązań SAP, dzięki którym uzyskuje się powiązania pomiędzy poszczególnymi modułami systemu informatycznego, można stworzyć doskonałe narzędzie do szacowania możliwości przeprowadzenia naprawy. Łącząc elementy modułów: eksploatacji, kadr i finansowego, możemy wygenerować kompleksową informację, dotyczącą określenia możliwości usuwania usterek obiektów technicznych, ze szczególnym wskazaniem słabych ogniw systemu, uniemożliwiających zakończenie podjętych działań sukcesem. Precyzyjne oszacowanie prawdopodobieństwa zakończenia realizacji zgłoszenia uszkodzenia sukcesem będzie zależało w głównej mierze od jakości modeli procesów na poziomie systemu informatycznego, które będą odzwierciedlać rzeczywiste ludzkie działania.

Biorąc jednak pod uwagę analizę przeprowadzoną w pracy [11], dotyczącą znaczenia znajomości charakterystyk niezawodnościowych w systemie eksploatacji dla pojazdów wojskowych, zasadna wydaje się implementacja systemu informatycznego analizy niezawodności. Powyższy system może stanowić kolejny moduł obecnie funkcjonującego ZWSI RON (wykorzystanie architektury SAP) bądź funkcjonować jako odrębny system, jak np. system SAMANTA [5], który umożliwia bieżącą i okresową analizę procesów eksploatacji statków powietrznych.

Propozycję systemu analizy niezawodności pojazdów wojskowych przedstawiono na rys. 3.

Podstawę powyższego systemu powinna stanowić baza danych oparta na architekturze systemów klasy ERP, bądź CMMS [22] (ang. Computerized Maintenance Management Systems - Zautomatyzowany System Wspierający Utrzymanie Ruchu).

Istnieje możliwość wykorzystania bazy danych systemu ZWSI RON, ale po uprzedniej modyfikacji, polegającej na uzupełnieniu danych eksploatacyjnych oraz stworzeniu nowych relacji pomiędzy poszczególnymi modułami, wykorzystując rozwiązania SAP, jak wspomniano wcześniej.

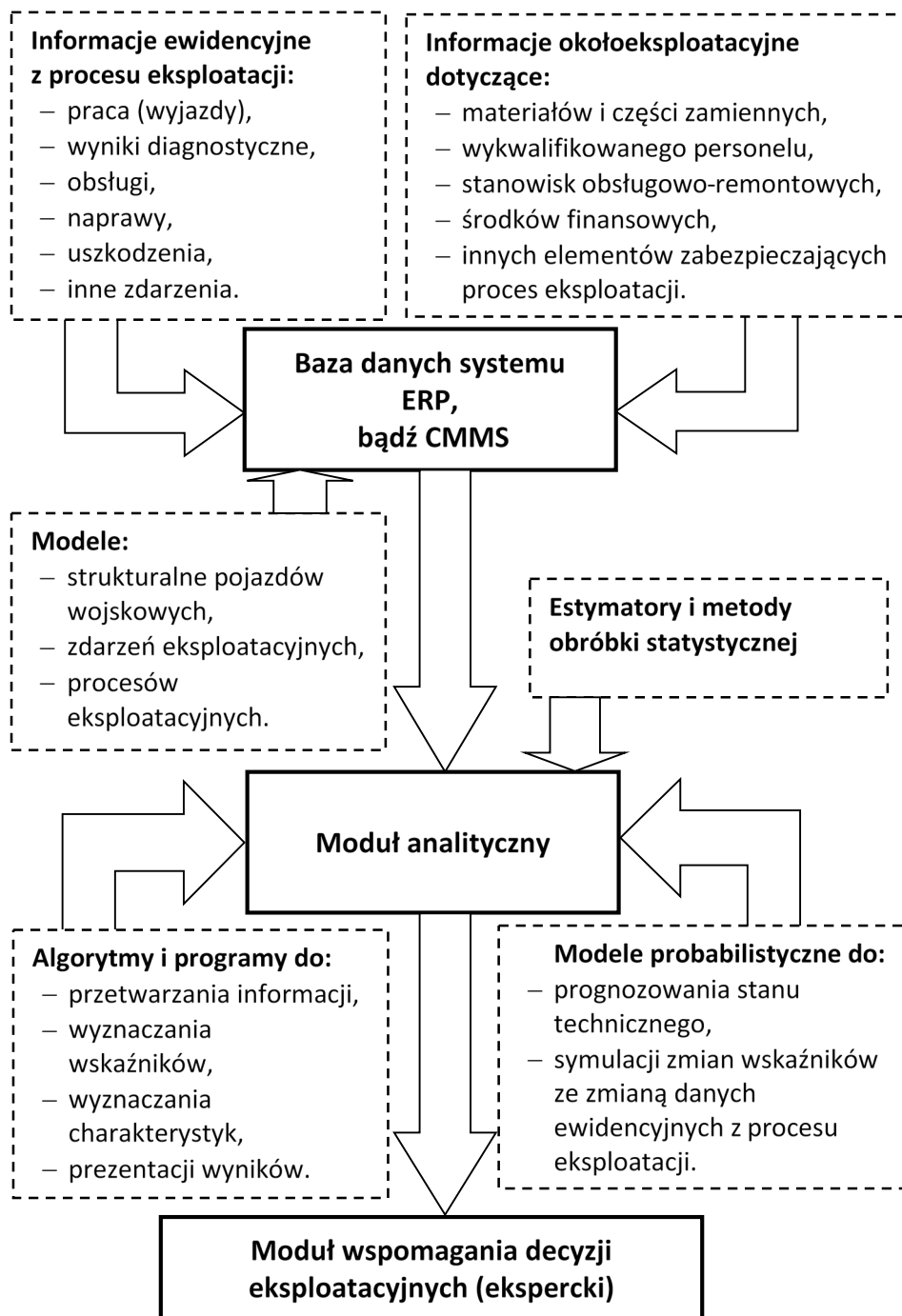
Powyższa baza danych musi być zasilana w informacje eksploatacyjne niezbędne do sporządzania analiz niezawodnościowych. Powinny być w niej gromadzone dane dotyczące wyjazdów (pracy), obsługi, napraw, uszkodzeń, wyniki badań diagnostycznych i innych zdarzeń eksploatacyjnych. Powinna być również zasilana z zamontowanych na pojazdach rejestratorów zdarzeń, w celu automatyzacji rejestracji parametrów eksploatacji i minimalizacji błędów ludzkich.

Na wejściu systemu powinien być również zbiór informacji okołoeksploatacyjnych, dotyczących gotowości systemu zabezpieczenia materiałowo-technicznego oraz finansowego do realizacji czynności obsługowo-remontowych pojazdów wojskowych. Powyższe

dane powinny uwzględniać także inne elementy mające bezpośredni wpływ na czas przebywania pojazdu w stanie niezdatności technicznej. Wspomniane informacje okołоексплоатacyjne także może rejestrować ZWSI RON poprzez zaimplementowane już swoje moduły.

Głównym elementem systemu jest moduł analityczny, wyposażony w zbiór narzędzi informatycznych do przetwarzania informacji zaczerpniętych z bazy danych. Moduł ten umożliwia wyznaczenie wielu wskaźników sterujących: niezawodnością, gotowością, naprawialnością, skutecznością obsługi, wystarczalnością zasobów i innych wskaźników, możliwych do wyznaczenia w oparciu o informacje dostępne w bazie danych. Opisywany moduł powinien mieć także narzędzia do sporządzania wybranych charakterystyk, np. niezawodnościowych, gotowości stacjonarnej oraz gotowości operacyjnej, a także innych form prezentacji wyników obliczeń. Powinien również umożliwiać prognozowanie stanu technicznego pojazdów będących w ewidencji bazy danych oraz przeprowadzanie symulacji zdarzeń eksploatacyjnych, dzięki wykorzystaniu stochastycznych modeli probabilistycznych procesów zmian stanów eksploatacyjnych.

Wyjście opisywanego systemu analizy niezawodności pojazdów wojskowych powinien stanowić moduł wspomaganie decyzji eksploatacyjnych w postaci systemu eksperckiego, na bieżąco aktualizowanego o nowe spostrzeżenia ekspertów w dziedzinie eksploatacji pojazdów. Docelowo moduł ten powinien umożliwiać prowadzenie wnioskowania wielowartościowego, z wykorzystaniem elementów logiki rozmytej [16–19] oraz przetwarzać informacje zarówno dotyczące wiedzy pewnej (zdeterminowanej) oraz wiedzy niepewnej (przetworzonej przez aparat probabilistyczny). W systemach przetwarzających wiedzę ekspercką stosowana jest również logika dwuwartościowa w procesach reprezentacji danych, jak i ich przetwarzania. W takim przypadku zarówno przesłanki, jak i konkluzje mogą być uznawane jako prawdziwe bądź fałszywe, bez możliwości określenia stopnia ich prawdziwości [9, 10]. Powyższe rozwiązanie umożliwia definiowanie jedynie ostrych wartości progowych dla wybranych parametrów obiektu, co nie ma zastosowania dla elementów obiektu technicznego, które ulegają stopniowej (a nie gwałtownej) zmianie w funkcji czasu (uszkodzenia stopniowe). Zastosowanie rozmytych baz danych umożliwia ocenę zmian stanu obiektu oraz predykcji takiego stanu. Ponadto w przypadku stosowania rozmytych baz danych czy rozmytych baz wiedzy można łączyć podejście klasyczne do danych (wiedzy) i ich przetwarzania z podejściem rozmytym, dokonując fuzyfikacji zasobów jedynie w uzasadnionych przypadkach [15].



Rys. 3. Koncepcja systemu analizy niezawodności pojazdów wojskowych

4. Podsumowanie

Implementacja ZWSI RON w logistyce zapewniła przede wszystkim automatyzację procesów w obszarach planowania i zarządzanie informacją w czasie rzeczywistym.

Należy jednak dążyć do poszerzania informacji przetwarzanych w przytoczonym systemie, nie można sprowadzać roli systemów informatycznych wspierających logistykę tylko do agregacji danych ewidencyjno-sprawozdawczych. Kolejnym wyzwaniem dla logistyków wojskowych powinno być rozwijanie w systemach informatycznych modułów wspierających procesy eksploatacji, jak przykładowo pokazano na rys. 3. Implementacja modułów rejestrujących zdarzenia eksploatacyjne z możliwością bieżącej analizy gotowości i niezawodności obiektów technicznych, stwarza optymalne warunki do podejmowania właściwych decyzji eksploatacyjnych i sterowania procesem eksploatacji.

Warunkiem koniecznym do pełnej implementacji założeń prezentowanych w niniejszej pracy jest przede wszystkim zakończenie procesu rozbudowy architektury sieciowej w Siłach Zbrojnych RP. Kluczem do sukcesu jest umiejscowienie punktów sieciowych we wszystkich jednostkach i instytucjach wojskowych do najniższych poziomów zaopatrzenia, czyli magazynów. Niestety nadal w jednostkach wojskowych na najniższych poziomach zarządzania eksploatacją obiektów technicznych (pododdziały remontowe, zaopatrzenia, logistyczne) procesy logistyczne nie są wspierane systemami informatycznymi, co nie pozwala na pełną automatyzację wsparcia eksploatacji i obniża efektywność funkcjonowania wdrożonych elementów infrastruktury teleinformatycznej na wyższych poziomach zarządzania logistyką.

5. Literatura

1. Auksztol J., Balwierz P., Chomuszko M.: SAP: Zrozumieć system ERP. PWN, Warszawa 2012.
2. Banaszak Z., Kłos S., Mleczo J.: Zintegrowane Systemy Zarządzania, wyd. II rozszerzone. PWE, Warszawa 2016.
3. Gunia G., Zintegrowane systemy informatyczne zarządzania w praktyce produkcyjnej. Wydawnictwo Fundacji Centrum Nowych Technologii, Bielsko-Biała 2010.
4. Harrison D.K., Petty D.J.: Systems for planning and control in manufacturing, 2002.
5. Kaleta R., Niczyj J., Bryzek A.: Zarządzanie procesami eksploatacyjnymi z wykorzystaniem systemów informatycznego wsparcia eksploatacji statków powietrznych. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe*, No.17(12), 2016.
6. Karch S., Heilig L.: SAP NetWeaver Roadmap. Galileo Press, 2005.
7. Kozłowski R., Sikorski A.: Nowoczesne rozwiązania w logistyce. Wolters Kluwer, Warszawa 2013.
8. Kuck J.: Nowoczesne technologie w logistyce. Wydawnictwo AON, Warszawa 2013.

9. Kwiatkowska A.M.: Systemy wspomagania decyzji. Jak korzystać z wiedzy i informacji. Wydawnictwo Naukowe PWN/MIKOM, Warszawa 2007.
10. Myszkorowski K., Zadrozny S., Szczepaniak P.: Klasyczne i rozmyte bazy danych. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2008.
11. Przybysz K.: Gotowość operacyjna dla pojazdów wojskowych w aspekcie niezawodności i intensywności eksploatacji. Rozprawa doktorska, Warszawa 2017.
12. Samól D., Kuck J.: Współczesne metody wsparcia informatycznego dla logistyki kadr i finansów. [w:] Perspektywy informatyzacji logistyki Wojska Polskiego, SG WP, Logis. Wewn. 4/2006.
13. Simiński P., Kończak J., Przybysz K.: Systemy informatyczne w analizie procesu eksploatacji w wojsku. Journal of KONBiN, Vol. 47, 2018, DOI: 10.2478/jok-2018-0041.
14. Smyk S.: Logistyka dystrybucji. Difin, Warszawa 2001.
15. Szelka J., Wrona Z.: Wykorzystanie rozmytych baz danych i baz wiedzy do wspomagania przedsięwzięć inżynierskich. Budowa i architektura, No. 12(1), 2013.
16. Zadeh L.A.: Fuzzy sets in Information and Control, vol. 8, 1965, DOI:10.2307/2272014.
17. Zadeh L.A.: The concept of linguistic variable and its applications to approximate reasoning, Learning and intelligent robots. 1974, DOI: 10.1007/978-1-4684-2106-4_1.
18. Zadeh L.A.: The concept of linguistic variable and its applications to approximate reasoning – II. Information Sciences, 1975, DOI: 10.1016/0020-0255(75)90046-8.
19. Zadeh L.A.: The concept of linguistic variable and its applications to approximate reasoning – III. Information Sciences, 1975, DOI: 10.1016/0020-0255(75)90017-1.
20. Zijm H., Regattieri A.: Manufacturing Planning and Control Systems. [w:] Zijm H., Klumpp M., Regattieri A., Heragu S. (red.): Operations, Logistics and Supply Chain Management, Lecture Notes in Logistics, Springer, Cham, 2019.
21. <https://www.conet.de/DE/loesungen/sap/sap-for-defense-security>
22. https://pl.wikipedia.org/wiki/Computerised_Maintenance_Management_System