

mgr inż. Dariusz Kasznia^{1)*}
 ORCID: 0009-0006-0942-7854
 dr hab. inż. Tomasz Owerko¹⁾
 ORCID: 0000-0002-2873-3535
 dr inż. Karolina Tomaszkiwicz¹⁾
 ORCID: 0000-0003-1443-4689
 mgr inż. arch. Maciej Wrzosek¹⁾
 ORCID: 0009-0000-6317-5631
 mgr inż. arch. Jędrzej Pasalski¹⁾
 ORCID: 0009-0005-4430-1248

Application of the BPMN 2.0 standard in modeling information processes compliant with FIDIC Contract Conditions

Wykorzystanie standardu BPMN 2.0 w modelowaniu procesów informacyjnych zgodnych z Warunkami Kontraktu FIDIC

DOI: 10.15199/33.2025.11.11

Abstract: One of the elements involved in implementing the BIM methodology is the digitisation of information management processes using a Common Data Environment (CDE). Since construction investment projects, particularly public ones, are often executed based on FIDIC Contract Conditions which were not originally designed for digitisation, it is important to check whether the processes resulting from these conditions can be recorded in an algorithmically unique way, and consequently implemented as part of digital information management in the Common Data Environment. The modelling of the FIDIC Subclause with the application of the BPMN 2.0 standard described in the paper shows that the structure and content of the FIDIC Contract Conditions make it difficult, and in some cases impossible to record processes resulting from the Subclauses in an algorithmically unique way. As a result, it is necessary to modify or clarify their content. Considering the popularity of the FIDIC Contract Conditions and the ongoing digitisation of the construction industry, it seems justified that new editions of the FIDIC Contract Conditions should be prepared with regard to the requirements of algorithmic unambiguity, in both the legacy textual form and in the form of machine-interpretable process maps.

Keywords: BPMN; FIDIC; BIM; CDE; PROCESS.

Streszczenie: Jednym z elementów wdrożenia metodyki BIM jest cyfryzacja procesów zarządzania informacją z wykorzystaniem Wspólnego Środowiska Danych (CDE). W związku z tym, że inwestycje budowlane, szczególnie publiczne, są często realizowane w oparciu o Warunki Kontraktu FIDIC, które nie były pierwotnie projektowane pod kątem cyfryzacji, dlatego ważne jest sprawdzenie, czy procesy wynikające z tych warunków można zapisać w jednoznaczny algorytmicznie sposób, a co za tym idzie, wprowadzić jako część cyfrowego zarządzania informacją we Wspólnym Środowisku Danych. Opisane w artykule modelowanie Subklauzuli FIDIC z wykorzystaniem standardu BPMN 2.0 pokazuje, że struktura i treść Warunków Kontraktu FIDIC utrudnia, a w niektórych przypadkach uniemożliwia jednoznacznie algorytmiczne zapisanie procesów wynikających z Subklauzul. W efekcie konieczna jest modyfikacja lub doprecyzowanie ich treści. Biorąc pod uwagę popularność Warunków Kontraktu FIDIC i postępującą cyfryzację budownictwa, wydaje się uzasadnione, aby kolejne wydania tych Warunków były przygotowane z uwzględnieniem wymagań algorytmicznej jednoznaczności w dotychczasowej formie tekstowej oraz dodatkowo w postaci map procesów interpretowalnych maszynowo.

Słowa kluczowe: BPMN; FIDIC; BIM; CDE; PROCES.

McKinsey Institute's industry digitisation index [1] indicates that construction is one of the least digitised sectors of the global economy, and such a low level of digitisation negatively impacts the productivity of the construction industry. Increasing the level of digitisation through the implementation of the BIM (Building Information Modeling) methodology is an opportunity to enhance automation, efficiency, and reliability in the construction industry [1–5].

BIM is a methodology for designing, executing, and managing information in construction investment projects, based on three foundations: **data, processes, and standards** [6,7].

¹⁾ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska

^{*)} Correspondence address: kasznia@agh.edu.pl

Indeks cyfryzacji przemysłu Instytutu McKinseya [1] wskazuje, że budownictwo jest jedną z najsłabiej scyfryzowanych dziedzin gospodarki światowej, a tak niski poziom cyfryzacji ma negatywny wpływ na produktywność budownictwa. Zwiększenie poziomu cyfryzacji przez wdrożenie metodyki BIM, czyli Building Information Modeling (Modelowanie Informacji o Budowli) jest szansą na zwiększenie automatyzacji, efektywności i niezawodności przemysłu budowlanego [1–5].

BIM to metodyka projektowania, realizacji i zarządzania informacją w inwestycjach budowlanych, **oparta na trzech fundamentach: danych, procesach i standardach** [6, 7]. Zgodnie z normą [6], informacja gromadzona w bazie danych, jaką jest model informacyjny budowli [8, 9], powinna podlegać zarządzanym procesom, które definiuje się w oparciu o normę [10].

According to the standard [6], information collected in a database which is the information model of a building [8, 9], should be subject to managed processes defined based on the standard [10]. Data management processes should be conducted based on the Common Data Environment (CDE) [6], the use of which significantly increases the efficiency of design and construction [11].

When developing a digital representation of processes, the BPMN notation indicated in [10] and described in detail in the standard [12] should be used.

While the issue of collecting and using data and related BIM standards has been the subject of research, standardisation, and implementation work, and the results of this work are successfully applied in practice [4, 13÷16], the issue of managing information processes according to the BIM methodology is much less analysed and standardised. These studies also focus primarily on design processes related to creating models and project documentation [17].

When digitising processes, one should consider not only the processes involved in collecting and sharing data based on the BIM model but also the information processes resulting from legal and organisational constraints in place in a given organisation, e.g. contractual conditions.

In many countries contracting authorities, particularly public contracting authorities, carry out their investment tasks using popular templates of *FIDIC Contract Conditions* [18÷22] developed by *Fédération Internationale Des Ingénieurs-Conseils (FIDIC)*. The popularity of FIDIC contractual conditions in Poland and worldwide is significantly impacted by the requirements of institutions that provide funding for infrastructure projects (European Commission, European Investment Bank, World Bank, Asian Development Bank or African Development Bank) [23, 24].

The *Subclauses of FIDIC Contract Conditions* describe, among other things, the information- and decision-making processes that occur during the design or construction of buildings. Therefore, in order to digitise processes at public contracting authorities, it is often necessary to consider the digitisation of part or all of the information management processes resulting from the application of *FIDIC Contract Conditions*, which were not designed with this in mind. The nature of contract conditions published by FIDIC is that of *General Terms*, and their scope of application is versatile. The paper refers to a sample *Subclause* in the *General Terms*, but it should be noted that in reality the individual *Subclauses* can be detailed and supplemented by introducing additional conditions or expanded procedures. In their research, we used the original definitions of the *Subclauses of the FIDIC Contract Conditions*, but also *Subclauses* modified for the needs of investments carried out by the largest Polish public contractors PKP S.A. and GDDKiA.

Construction contracts, including those based on *FIDIC Contract Conditions*, are complex, contain many internal dependencies, and therefore are not easy to understand [25] and transfer onto the digital platforms of the Common Data Environment. To better understand the course of a process, a process map is used, presenting its course in a graphic form. This makes it much easier to identify imperfections in the process, such as excessive or missing paths, or poorly defined conditions.

Procesy zarządzania danymi muszą być prowadzone z wykorzystaniem Wspólnego Środowiska Danych (CDE) [6], którego stosowanie znacznie zwiększa efektywność projektowania i budowy [11].

Tworząc cyfrową reprezentację procesów, należy stosować notację BPMN wskazaną w [10] i opisaną szczegółowo w normie [12]. O ile kwestia gromadzenia i wykorzystania danych oraz standardów BIM z nimi związanych jest tematem prac badawczych, standaryzacyjnych i wdrożeniowych, a wyniki tych prac są z powodzeniem stosowane w praktyce [4, 13÷16], o tyle kwestia zarządzania procesami informacyjnymi zgodnie z metodyką BIM jest w dużo mniejszym stopniu przeanalizowana i ustandaryzowana. Ponadto prace te skupiają się przede wszystkim na procesach projektowych związanych z tworzeniem modeli i dokumentacji projektowej [17]. Wprowadzając cyfryzację procesów, należy mieć na uwadze nie tylko procesy związane z gromadzeniem i udostępnianiem danych zgodnie z BIM, ale również procesy informacyjne wynikające z uwarunkowań prawno-organizacyjnych obowiązujących w danej organizacji, np. z warunków kontraktowych.

W wielu krajach zamawiający, a szczególnie zamawiający publiczni, realizują swoje zadania inwestycyjne, korzystając z *Warunków Kontraktu FIDIC* [18÷22] opracowanych przez *Fédération Internationale Des Ingénieurs-Conseils (FIDIC)*. Na popularność stosowania warunków kontraktowych FIDIC w Polsce i na świecie mają duży wpływ wymagania instytucji będących źródłami finansowania projektów infrastrukturalnych (Komisja Europejska, Europejski Bank Inwestycyjny, Bank Światowy, Azjatycki Bank Rozwoju czy Afrykański Bank Rozwoju) [23, 24].

Subklauzule zawarte w *Warunkach Kontraktu FIDIC* opisują m.in. procesy informacyjne i decyzyjne, które mają miejsce podczas projektowania czy budowy obiektów budowlanych, dlatego też, chcąc wprowadzić cyfryzację procesów u zamawiających publicznych, w wielu wypadkach konieczne jest uwzględnienie cyfryzacji części lub wszystkich procesów zarządzania informacją, wynikających z zastosowania *Warunków Kontraktu FIDIC*, które nie były projektowane pod tym kątem. Warunki kontraktu publikowane przez FIDIC mają charakter *warunków ogólnych*, a ich zakres stosowania jest uniwersalny. W artykule odwołano się do przykładowej *Subklauzuli* zawartej w *Warunkach Ogólnych*, natomiast należy mieć świadomość, że w rzeczywistości poszczególne *Subklauzule* mogą być uszczegóławiane i uzupełniane przez wprowadzenie dodatkowych warunków czy poszerzonych procedur. Podczas swoich badań wykorzystaliśmy oryginalne definicje *Subklauzul Warunków Kontraktu FIDIC*, ale również *Subklauzule* zmodyfikowane na potrzeby realizacji inwestycji przez największych polskich zamawiających publicznych PKP S.A. i GDDKiA.

Umowy budowlane, w tym umowy bazujące na *Warunkach Kontraktu FIDIC*, są złożone, zawierają wiele wewnętrznych zależności, a co za tym idzie, nie są łatwe do zrozumienia [25] i przeniesienia na platformy cyfrowe Wspólnego Środowiska Danych. W celu lepszego zrozumienia przebiegu danego procesu stosuje się jego mapę, prezentującą przebieg procesu w sposób graficzny. Dzięki temu dużo łatwiej można wychwycić niedoskonałości procesu, takie jak: nadmiarowe

Attempts are made to apply natural language processing (referred to as *NLP*) [26] and machine learning in construction to automatically analyse the content of construction contracts [27], detect missing subclauses [28], or analyse risks [29, 30]. Research is conducted in a similar direction, aimed at the automatic filtering, organising, and controlling of construction data recorded in a natural language (e.g., tables, summaries or reports) [31]. However, we are unaware of any solutions based on natural language processing that would allow for the automatic and comprehensive analysis of the content of a contract based on *FIDIC Contract Conditions* (hereinafter *FIDIC*) that would allow it to be recorded in a machine-interpretable form. Therefore, in the current state of knowledge, the method of analysing processes resulting from the application of *FIDIC Contract Conditions*, using process maps, is the most commonly used technique. Such representation allows for understanding of even complicated processes and unambiguously interpreting their textual description, clarifying any doubts and pointing out incorrectly or incompletely defined fragments on the process path [32, 33]. As research indicates, process mapping increases understanding of their course and, consequently, their transparency [34]. Due to the fact that contracts based on *FIDIC Contract Conditions* should be regarded not only as a legal instrument but also as a management tool affecting the efficiency of the processes being implemented [25], in the case of using Common Data Environment, which by definition imposes the digitisation of information management processes [6], the processes resulting from the application of *FIDIC Contract Conditions* should be digitally modelled in that environment. This will allow for increased efficiency and control over the course of information processes, so the research question has been posed: can *FIDIC Subclauses* be recorded in a machine-interpretable standard?

Common Data Environment is essential for the application of the BIM methodology, therefore, although there are many ways to record and present business processes, we have chosen the BPMN (*Business Process Model and Notation*) standard for process mapping, described in the standard [12] and recommended by *ISO 29481-1:2010 „Building information models – Information delivery manual. Part 1: Methodology and format”* [10], which is one of the normative documents of the BIM methodology.

From the perspective of the BIM methodology, an advantage of using BPMN is also that process diagrams mapped in this standard are recorded in the XML (Extensible Markup Language) format [12], which is used for storing, processing, and transmitting data in a structured form and, due to its popularity, allows for easy integration of many different tools and computer systems using this language [33, 35]. BPMN version 2.0 also provides for the possibility of introducing additional parameters (attributes) for data containers modelled in the process map [35, 36]. That makes it possible to implement in process maps key metadata described in the standard *PN-EN ISO 19650-1*: information development status or status code [6].

The map of information processes contained in this paper, resulting from the *Subclause of the FIDIC Contract Conditions* (the so-called “Yellow Book”), has been recorded in the BPMN 2.0 standard.

lub brakujące ścieżki, czy niedookreślone warunki. Podejmowane są próby zastosowania w budownictwie przetwarzania języka naturalnego (określanego w skrócie jako *NLP*) [26] i uczenia maszynowego w celu automatycznej analizy treści umów budowlanych [27], wykrywania brakujących subklauzul [28], czy analizy ryzyka [29, 30]. W podobnym kierunku prowadzone są badania, których celem jest automatyczne filtrowanie, organizowanie i kontrola danych budowlanych zapisanych w języku naturalnym (np. tabele, zestawienia, raporty) [31]. Nieznane są nam natomiast rozwiązania polegające na przetwarzaniu języka naturalnego, które pozwoliłyby na przeprowadzenie automatycznej i kompleksowej analizy treści umowy opracowanej na podstawie *Warunków Kontraktu FIDIC* (dalej *FIDIC*) pozwalającej na zapisanie jej w postaci interpretowalnej maszynowo. Z tego powodu, w obecnym stanie wiedzy, metoda analizy procesów wynikających ze stosowania *Warunków Kontraktu FIDIC*, z wykorzystaniem mapy procesów jest najczęściej stosowaną techniką. Reprezentacja taka pozwala zrozumieć przebieg nawet skomplikowanego procesu i jednoznacznie interpretować jego opis tekstowy, a dodatkowo wyjaśnić ewentualne wątpliwości oraz wskazać na ścieżce procesu fragmenty zdefiniowane niepoprawnie lub niekompletnie [32, 33]. Jak wskazują badania, mapowanie procesów zwiększa zrozumienie ich przebiegu, a co za tym idzie ich transparentność [34]. W związku z tym, że umowy na bazie *Warunków Kontraktu FIDIC* powinny być traktowane nie tylko jako instrument prawny, ale również jako instrument zarządzania wpływający na wydajność realizowanych procesów [25] oznacza to, że w przypadku stosowania Wspólnego Środowiska Danych, które z definicji narzuca cyfryzację procesów zarządzania informacją [6], procesy wynikające ze stosowania *Warunków Kontraktu FIDIC* powinny być zamodelowane cyfrowo w tym środowisku. Pozwoli to na zwiększenie efektywności i lepszą kontrolę przebiegu procesów informacyjnych, dlatego też postawiono pytanie badawcze: czy można zapisać Subklauzule *FIDIC* w standardzie interpretowanym maszynowo.

Wspólne Środowisko Danych jest niezbędnym elementem stosowania metodyki BIM, dlatego, mimo że istnieje wiele sposobów zapisu i prezentacji procesów biznesowych, wybraliśmy do mapowania procesów standard BPMN, czyli *Business Process Model and Notation* opisany w normie [12] i zalecany przez normę *ISO 29481-1:2010 Building information models – Information delivery manual. Part 1: Methodology and format* [10], która jest jednym z normatywów metodyki BIM. Zaletą stosowania BPMN jest również to, że schematy procesów mapowanych w tym standardzie są zapisywane w formacie XML (Extensible Markup Language) [12], który jest używany do przechowywania, przetwarzania i przesyłania danych w formie strukturalnej i z racji swojej popularności pozwala na łatwą integrację wielu różnych narzędzi i systemów komputerowych używających tego języka [33, 35]. BPMN w wersji 2.0 przewiduje również możliwość wprowadzania dodatkowych parametrów (atrybutów) dotyczących kontenerów danych modelowanych w mapie procesu [35, 36]. Dzięki temu możliwa jest implementacja w mapach procesu kluczowych metadanych opisanych w normie *PN-EN ISO 19650-1*.

The graphical representation and analysis of the course of *Subclauses of the FIDIC Contract Conditions* allowed for the formulation of conclusions and recommendations that should be taken into account when creating process maps in the BPMN notation, which will be used in the digitisation of information processes resulting from *the FIDIC Contract Conditions*.

Material and methods

In accordance with the requirements of the standard [12], the BPMN standard was used to represent in the form of graphical diagrams (maps) the information management processes arising from the *FIDIC Contract Conditions*.

Because a *Subclause of FIDIC Contract Conditions* (terms *Subclause*, *FIDIC Subclause* or the abbreviation *Sub* will be used hereinafter in this paper) describes in particular specific actions (processes) or conditions upon which the course of the processes depends, a correct modelling requires an analysis of the location of a given *Subclause* within the entire process and identifying the dependencies between it and other *Subclauses*.

Each process map corresponding to a *FIDIC Subclause* was created in two stages:

1) Creating a context map at a very low level of detail. The map shows the direct links of the analysed *Subclause* with other *Subclauses* described in the *FIDIC Contract Conditions*, in order to indicate which *Subclauses* can activate a process described by the modelled *Subclause* and which *Subclauses* can be activated by that process. A simplified designation scheme has been used for the *Subclause* linkage map. The linked *Subclauses* have been marked with the *Task* symbol, even though, according to the BPMN standard, it would be more correct to use the symbol for *Call Activity* if a given *Subclause* is present in many different processes, or the symbol for *Subprocess* if it is used only in that process.

2) Creating a proper map of the analysed *Subclause*, based on the following assumptions:

a) A single map should contain a process diagram corresponding to a single *Subclause* only. This modelling method makes it easier to understand and analyse the process being modelled and how it is linked to processes arising from other *Subclauses*.

b) The process should be modelled at a level of detail that corresponds to the content of *the Subclause*, which means that detailed processes occurring within the organisation of the process participants are not modelled. By structuring the process map in this way, it is easier to analyse the contractually relevant process components.

c) If the content of the *Subclause* being modelled contains direct references to other *Subclauses*, the process map should indicate these references.

d) If the process flow of a *Subclause* is in any way conditioned by another *Subclause*, the process map must reflect that fact.

e) In line with the BPMN notation, a process is divided into the so-called *pools* of process participants.

f) For easier understanding of the process represented in the form of a map, the modelling uses a limited set of symbols of the BPMN standard.

Zawarta w artykule mapa procesów informacyjnych, wynikająca z *Subklauzuli Warunków Kontraktu FIDIC* [20] została zapisana w standardzie BPMN 2.0.

Graficzna reprezentacja i analiza przebiegu *Subklauzul Warunków Kontraktu FIDIC* pozwoliła na sformułowanie wniosków i zaleceń, które powinny być uwzględnione w przypadku tworzenia map procesów w notacji BPMN, które będą wykorzystane we wdrożeniu cyfryzacji procesów informacyjnych wynikających z *Warunków Kontraktu FIDIC*.

Metoda badań

Zgodnie z wymaganiami normy [12], do przedstawienia w formie schematów graficznych (map) procesów związanych z zarządzaniem informacją i wynikających z *Warunków Kontraktu FIDIC* zastosowano standard BPMN. W związku z tym, że *Subklauzula Warunków Kontraktu FIDIC* (w dalszej części artykułu będzie używane określenie *Subklauzula*, *Subklauzula FIDIC* lub skrót *Sub*.) opisuje w szczególności określone działania (procesy) lub warunki, od których zależy przebieg procesów, do poprawnego zamodelowania konieczna jest analiza umiejscowienia danej *Subklauzuli* w całym procesie i zidentyfikowanie zależności między nią a innymi *Subklauzulami*.

Każda mapa procesu, opowiadająca *Subklauzuli FIDIC* powstawała dwuetapowo:

1) utworzenie mapy kontekstu na bardzo niskim poziomie szczegółowości. Mapa pokazuje bezpośrednie powiązania analizowanej *Subklauzuli* z innymi *Subklauzulami* opisanymi w *Warunkach Kontraktu FIDIC*, w celu wskazania, które *Subklauzule* mogą aktywować proces opisany modelowaną *Subklauzulą* oraz które *Subklauzule* mogą być aktywowane przez ten proces. W przypadku mapy powiązań *Subklauzuli* zastosowano uproszczony schemat oznaczeń. *Subklauzule* powiązane zostały oznaczone symbolem Zadania (*task*), mimo że – zgodnie ze standardem BPMN – poprawniejsze byłoby użycie symbolu Czynności Wywołania (*call activity*), jeżeli dana *Subklauzula* występuje w wielu różnych procesach, lub symbolu Podprocesu (*Subprocess*), jeżeli jest używana tylko w tym procesie;

2) utworzenie właściwej mapy analizowanej *Subklauzuli* z zastosowaniem poniższych założeń:

a) pojedyncza mapa powinna zawierać schemat procesu odpowiadającego tylko jednej *Subklauzuli*; taka metoda modelowania pozwala łatwiej zrozumieć i przeanalizować modelowany proces i jego powiązania z procesami wynikającymi z innych *Subklauzul*;

b) proces powinien być modelowany na poziomie szczegółowości odpowiadającym treści *Subklauzuli*, co oznacza, że nie modeluje się procesów szczegółowych zachodzących wewnątrz organizacji uczestników procesu. Dzięki takiej strukturze mapy procesu łatwiej można przeanalizować składowe procesy istotne z punktu widzenia kontraktowego;

c) jeżeli treść modelowanej *Subklauzuli* zawiera bezpośrednie odniesienia do innych *Subklauzul*, to mapa procesu powinna wskazywać te odwołania;

d) jeżeli przebieg procesu danej *Subklauzuli* jest w jakikolwiek sposób uwarunkowany inną *Subklauzulą*, to mapa procesu musi uwzględniać ten fakt;

g) To distinguish the activities performed within the mapped *Subclause* from the calling of other *Subclauses*, the former have been marked according to BPMN notation as *Tasks*, and the latter as *Call Activities*.

Analysis

The documents analysed by us, provided by the contracting authorities, referred to the first version of the *FIDIC Contract Conditions* translated into Polish [20], therefore, in this paper, the numbering of *Subclauses* consistent with that version has been maintained.

Using the Camuda Modeler software, we have mapped and analysed dozens of *FIDIC Subclauses*, whereas *Subclause 8.9 Consequences of Suspension* was selected for the purposes of this article, its text appearing in GDDKiA and PKP S.A. contracts in an unchanged form compared to the *FIDIC General Conditions*.

The following is the text of *Subclause 8.9 Consequences of Suspension* [20]:

“If the Contractor suffers delay and/or incurs Cost from complying with the Engineer’s instructions under Subclause 8.8 [Suspension of Work] and/or from resuming the work, the Contractor shall give notice to the Engineer and shall be entitled subject to Subclause 20.1 [Contractor’s Claims] to:

a) an extension of time for any such delay, if completion is or will be delayed, under Subclause 8.4 [Extension of Time for Completion], and

b) payment of any such Cost, which shall be included in the Contract Price.

After receiving this notice, the Engineer shall proceed in accordance with Subclause 3.5 [Determinations] to agree or determine these matters.

The Contractor shall not be entitled to an extension of time for, or to payment of the Cost incurred in, making good the consequences of the Contractor’s faulty design, workmanship or materials, or of the Contractor’s failure to protect, store or secure in accordance with Subclause 8.8 [Suspension of Work].”

In building the process map resulting from the above *Subclause*, the following assumptions were made:

a) the map will only cover the scope of the process described in *Subclause*;

b) the map should not include processes involving activities described in other *Subclauses* referenced in the text of the mapped *Subclause*;

c) the map will not include references to processes (*Subclauses*) that are not explicitly indicated in the mapped *Subclause*;

d) the map will be at the lowest level of detail, yet sufficient for analysing the course of the process;

e) to facilitate understanding of the course of the process, even without knowledge of BPMN notation, a limited range of BPMN symbols was used.

The article uses abbreviated symbols, which are listed in Table 1.

Subclause 8.9 [Consequences] is an optional part of the process described in *Subclause 8.8 Suspension of Work* (it is shown later in the paper that *Subclause 8.9* may be part of other

e) zgodnie z notacją BPMN proces jest rozdzielany na tzw. *baseny* uczestników procesu;

f) w celu łatwiejszego zrozumienia procesu przedstawionego w formie mapy, w modelowaniu wykorzystano ograniczony zbiór symboli standardu BPMN;

g) chcąc rozróżnić czynności wykonywane w ramach mapowanej *Subklauzuli* od wywołania innych *Subklauzul*, to pierwsze z nich oznaczano zgodnie z notacją BPMN jako *Zadania*, a drugie jako *Czynności wywołania*.

Analiza dokumentów

Analizowane przez nas dokumenty udostępnione przez zamawiających odwoływały się do pierwszej przetłumaczonej na język polski wersji *Warunków Kontraktu FIDIC* [20], dlatego w artykule została utrzymana numeracja *Subklauzul* zgodna z tą wersją.

Korzystając z programu Camuda Modeler zmapowaliśmy i przeanalizowaliśmy kilkadziesiąt *Subklauzul FIDIC*, natomiast na potrzeby tego artykułu wybrano *Subklauzulę 8.9 Konsekwencje zawieszenia*, której treść występuje w umowach GDDKiA i PKP S.A w niezmienionej formie w stosunku do *Warunków Ogólnych FIDIC*.

Treść *Subklauzuli 8.9 Konsekwencje zawieszenia* [20]: *Jeżeli Wykonawca dozna opóźnienia i/lub poniesie Koszt, wykonując polecenia Inżyniera według Subklauzuli 8.8 [Zawieszenie pracy] i/lub podejmując ponownie pracę, to Wykonawca da Inżynierowi powiadomienie i będzie uprawniony z uwzględnieniem Subklauzuli 20.1 [Roszczenia Wykonawcy], do:*

a) przedłużenia czasu w związku z jakimkolwiek takim opóźnieniem, według Subklauzuli 8.4 [Przedłużenie Czasu na Ukończenie], jeśli ukończenie jest lub przewiduje się, że będzie opóźnione, oraz

b) płatności za jakikolwiek taki Koszt, która to płatność będzie włączona do Ceny Kontraktowej.

Po otrzymaniu tego powiadomienia Inżynier będzie postępował zgodnie z Subklauzulą 3.5 [Określenia], aby uzgodnić lub określić te sprawy.

Wykonawca nie będzie uprawniony do przedłużenia czasu lub do płatności za poniesiony Koszt, w związku z poprawianiem następstw zastosowania wadliwego projektu, wykonawstwa lub materiałów Wykonawcy, lub zaniedbania przez Wykonawcę ochrony składowania lub zabezpieczania zgodnie z Subklauzulą 8–8 [Zawieszenie pracy].

Budując mapę procesu wynikającego z tej *Subklauzuli*, przyjęto następujące założenia:

a) mapa obejmie tylko zakres procesu opisany w *Subklauzuli*;

b) mapa nie powinna zawierać procesów obejmujących czynności opisane w innych *Subklauzulach* przywołanych w tekście mapowanej *Subklauzuli*;

c) mapa nie będzie uwzględniała odwołań do procesów (*Subklauzul*), które nie są wskazane wprost w mapowanej *Subklauzuli*;

d) mapa będzie na najniższym poziomie szczegółowości, ale wystarczającym dla przeanalizowania przebiegu procesu;

processes too). To correctly prepare the map of the process that occurs as *Subclause 8.9* is executed, it is necessary first to place it in the appropriate context, that is, to build a process map describing *the suspension of all or part of the Works* at the instruction of *the Engineer* and the related conditions and consequences described in other *Subclauses*.

At the lowest level of detail, the map of such a process takes the form as shown in Figure 1.

Knowing the location of the analysed *Subclause 8.9* marked in green in the sequence of the process presented in Figure 1, one can identify the process path that activates that *Subclause* and the process path that will follow after its execution. The next step is to model the content of *Subclause 8.9* in the map at a higher level of detail. Due to the construction and structure of *FIDIC Contract Conditions*, it should be remembered to check whether the course of the process described in *Subclause 8.9* does not depend on the conditions described in *Subclause 8.8* preceding it on the process map, or on other *Subclauses*.

The process diagram in Figure 2 reflects the content of *Subclause 8.9*.

After preparing the map, it should be checked whether it reflects the content of *Subclause 8.9*. In Figure 3, the individual fragments of the process map corresponding to the individual fragments of the content of the *Subclause* contained in Table 2 are marked.

The process maps in Figure 1, Figure 2, Figure 3 indicate that the activation of *Subclause 8.9* occurs in the situation where the *Engineer* gives an instruction to *suspend all or part of the works*, i.e., *Subclause 8.8*.

However, a detailed analysis of the content of *Subclause 8.9* also identifies another case not included in the above maps. *Subclause 8.9* will be activated in the situation of: *resuming work*.

In Table 2 containing the analysis of the alignment of the text and the map of *Subclause 8.9*, this fragment of *Subclause* marked in red has no equivalent on the process map from

e) w celu ułatwienia zrozumienia przebiegu procesu, nawet bez znajomości notacji BPMN, zastosowano ograniczony zakres symboli BPMN.

W artykule użyto skróconych oznaczeń, które zamieszczono w tabeli 1.

Sub.8.9 [Konsekwencje] jest opcjonalną częścią procesu opisanego w *Sub.8.8 [Zawieszenie]*. W dalszej części artykułu pokazano, że *Sub.8.9* może być częścią nie tylko tego procesu. Chcąc poprawnie przygotować mapę procesu, jaki ma miejsce w ramach wykonania *Sub.8.9 [Konsekwencje]*, należy w pierwszej kolejności umieścić ją w odpowiednim kontekście, czyli zbudować mapę procesu opisującą *zawieszenia całości lub części Robót* na polecenie *Inżyniera* oraz związanych z tym faktem warunków i konsekwencji opisanych w innych *Subklauzulach*.

Mapa takiego procesu na najniższym poziomie szczegółowości ma postać podaną na rysunku 1.

Znając umiejscowienie analizowanej *Subklauzuli 8.9* oznaczonej kolorem zielonym, w sekwencji procesu przedstawionego na rysunku 1, można zidentyfikować ścieżkę procesu, która aktywuje tę *Subklauzulę* oraz ścieżkę procesu, jaki nastąpi po jej wykonaniu. Następnym krokiem jest zamodelowanie treści *Sub.8.9* w mapie na wyższym poziomie szczegółowości. Ze względu na budowę i strukturę *Warunków Kontraktu FIDIC* należy przy tym pamiętać, aby sprawdzić, czy przebieg procesu

opisanego w *Sub. 8.9* nie zależy od warunków opisanych w *Sub.8.8 [Zawieszenie]*, poprzedzającej ją na mapie procesu lub od innych *Subklauzul*.

Po przygotowaniu mapy należy sprawdzić, czy odzwierciedla ona treść *Sub.8.9*. Na rysunku 3 zaznaczono poszczególne fragmenty mapy procesu odpowiadające poszczególnym fragmentom treści *Subklauzuli* zawartej w tabeli 2.

Mapy procesu na rysunkach 1, 2 i 3 wskazują, że uruchomienie *Sub.8.9* następuje w sytuacji wydania przez *Inżyniera* polecenia *zawieszenia całości lub części robót*, czyli *Sub.8.8*. Dokładna analiza treści *Sub.8.9* identyfikuje natomiast rów-

Table 1. The designation of Subclauses
Tabela 1. Oznaczenia Subklauzul

Full name/Nazwa pełna	Short name/Nazwy skrócone
<i>Subclause 8.4 [Extension of Time for Completion/ Subklauzula 8.4 Przedłużenie czasu na Ukończenie]</i>	<i>Sub. 8.4 [Extension] or Sub 8.4/ Sub.8.4 [Przedłużenie] lub Sub.8.4</i>
<i>Subclause 8.8 Suspension of Work/ Subklauzula 8.8 Zawieszenie pracy</i>	<i>Sub. 8.8 [Suspension] or Sub 8.8/ Sub.8.8 [Zawieszenie] lub Sub.8.8</i>
<i>Subclause 8.9 Consequences of Suspension/ Subklauzula 8.9 Konsekwencje zawieszenia</i>	<i>Sub. 8.9 [Consequences] or Sub 8.9/ Sub.8.9 [Konsekwencje] lub Sub.8.9</i>
<i>Subclause 8.12 Resumption of Work/ Subklauzula 8.12 Wznowienie pracy</i>	<i>Sub. 8.12 [Resumption] or Sub 8.12/ Sub.8.12 [Wznowienie] lub Sub.8.12</i>
<i>Subclause 20.1 Contractor's Claims/ Subklauzula 20.1 Roszczenia Wykonawcy</i>	<i>Sub. 20.1 [Claims] or Sub. 20.1/ Sub.20.1 [Roszczenia] lub Sub.20.1</i>

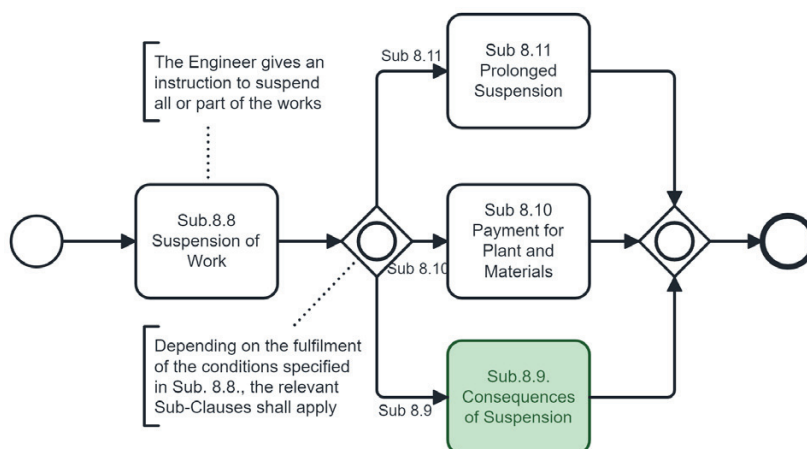


Fig. 1. The location of Subclause 8.9 in the process map at a low level of granularity
Rys. 1. Położenie Subklauzuli 8.9 w mapie procesu na niskim poziomie granulacji

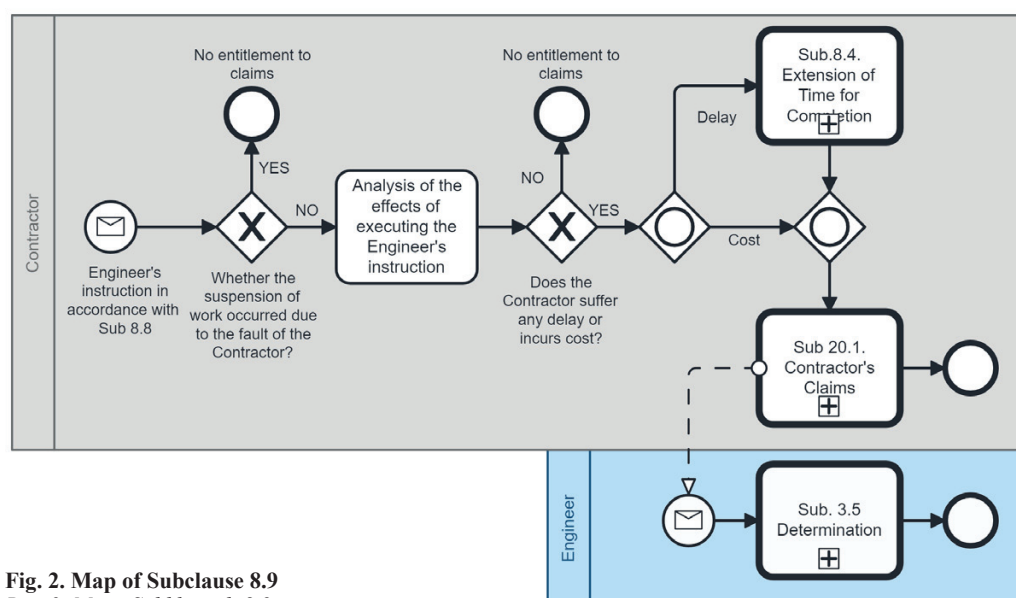


Fig. 2. Map of Subclause 8.9
 Rys. 2. Mapa Subklauzuli 8.9

Table 2. Text of Subclause 8.9 and the corresponding process map fragments
 Tabela 2. Tekst Subklauzuli 8.9 i odpowiadające mu fragmenty mapy procesu

Text of Subclause 8.9/Tekst Subklauzuli 8.9	Corresponding fragment of the map from Figure 3/ Odpowiadający fragment mapy z rysunku 3
If the Contractor suffers delay and/or incurs Cost/ Jeżeli Wykonawca dozna opóźnienia i/lub poniesie Koszt,	C
from complying with the Engineer's instructions under Subclause 8.8 [Suspension of Work]/ wykonując polecenia Inżyniera wg Subklauzuli 8.8 [Zawieszenie pracy]	A
and/or from resuming the work, i/lub podejmując ponownie pracę,	none/brak
the Contractor shall give notice to the Engineer/ to Wykonawca da Inżynierowi powiadomienie	G
and shall be entitled subject to Subclause 20.1 [Contractor's Claims] to: i będzie uprawniony, z uwzględnieniem Subklauzuli 20.1 [Roszczenia Wykonawcy], do:	F
a) an extension of time for any such delay, if completion is or will be delayed, under Subclause 8.4 [Extension of Time for Completion], and/ przedłużenia czasu w związku z jakimkolwiek takim opóźnieniem, według Subklauzuli 8.4 [Przedłużenie Czasu na Ukończenie], jeśli ukończenie jest lub przewiduje się, że będzie opóźnione, oraz	D
b) payment of any such Cost, which shall be included in the Contract Price./ płatności za jakimkolwiek taki Koszt, która to płatność będzie włączona do Ceny Kontraktowej.	E
After receiving this notice, the Engineer shall proceed in accordance with Subclause 3.5 [Determinations] to agree or determine these matters./ Po otrzymaniu tego powiadomienia Inżynier będzie postępował zgodnie z Subklauzulą 3.5 [Określenia].	H
The Contractor shall not be entitled to an extension of time for, or to payment of the Cost incurred in, making good the consequences of the Contractor's faulty design, workmanship or materials, or of the Contractor's failure to protect, store or secure in accordance with Subclause 8.8 [Suspension of Work]. / Wykonawca nie będzie uprawniony do przedłużenia czasu, lub do płatności za poniesiony Koszt w związku z poprawianiem następstw zastosowania wadliwego projektu, wykonawstwa lub materiałów Wykonawcy, lub zaniedbania przez Wykonawcę ochrony składowania lub zabezpieczania zgodnie z Subklauzulą 8-8 [Zawieszenie pracy]."	B

Figure 3. In *FIDIC Contract Conditions* there should be a Subclause describing the situation of the Contractor resuming work. This is Subclause 8.12 *Resumption of Work*. And although the content of this Subclause does not directly refer to Subclause 8.9, it follows that the possibility of its activation should also be modelled in the map of Subclause 8.9 in the situation where the Contractor receives permission or instruction to resume the work, as described in Subclause 8.12.

podjęcia ponownie pracy przez Wykonawcę. Jest to Subklauzula 8.12 [Wznowienie] i mimo że treść tej Subklauzuli nie odwołuje się bezpośrednio do Sub.8.9 [Konsekwencje], to wynika z niej, że należy w mapie Sub.8.9 zamodelować możliwość jej uruchomienia również w sytuacji otrzymania przez Wykonawcę pozwolenia lub polecenia wznowienia pracy opisanego w Sub.8.12.

Rysunek 4 zawiera mapę z rysunku 2, wzbogaconą o dodatkowe zdarzenie początkowe związane z Wznowieniem pracy

niez inny przypadek nieuwzględniony na zaprezentowanych mapach. Sub.8.9 [Konsekwencje] będzie aktywowana w sytuacji podjęcia ponownie pracy.

W tabeli 2 zawierającej analizę zgodności tekstu i mapy Sub.8.9, analizowany fragment tekstu Subklauzuli oznaczony kolorem czerwonym nie ma swojego odpowiednika na mapie procesu z rysunku 3. W *Warunkach Kontraktu FIDIC* powinna więc istnieć Subklauzula opisująca sytuację

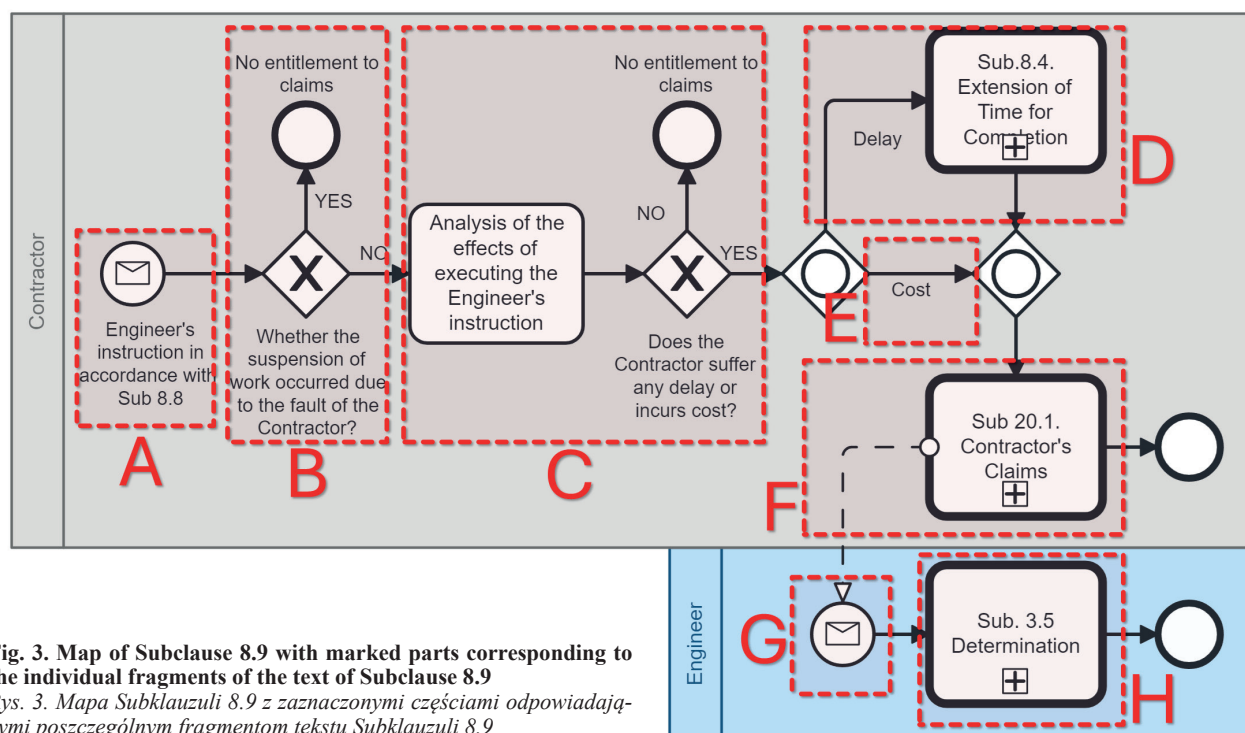


Fig. 3. Map of Subclause 8.9 with marked parts corresponding to the individual fragments of the text of Subclause 8.9

Rys. 3. Mapa Subklauzuli 8.9 z zaznaczonymi częściami odpowiadającymi poszczególnym fragmentom tekstu Subklauzuli 8.9

Figure 4 contains a map from Figure 2, enriched with an additional initial event related to *Resumption of Work* (marked in green), that is *Subclause 8.12*.

After adding an additional initial event related to the receipt by the *Contractor* of permission or instruction to resume work (*Subclause 8.12*), each text fragment of *Subclause 8.9* has its equivalent in the map in Figure 4.

One more element has been added to the process map in Figure 4 (marked in red): A *Task* with the content *Analysis of the*

(oznaczone kolorem zielonym), czyli *Sub.8.12*. Po dodaniu dodatkowego zdarzenia początkowego, związanego z otrzymaniem przez Wykonawcę pozwolenia lub polecenia wznowienia pracy (*Sub.8.12*), każdy fragment tekstu *Sub.8.9* ma swój odpowiednik w mapie procesu na rysunku 4.

Do tej mapy został dodany jeszcze jeden element, oznaczony kolorem czerwonym: *Zadanie o treści Analiza przyczyny zawieszenia*. Zadanie to nie wynika wprost z treści *Sub.8.9*, która zawiera wprawdzie warunek sprawdzający, czy zawieszenie

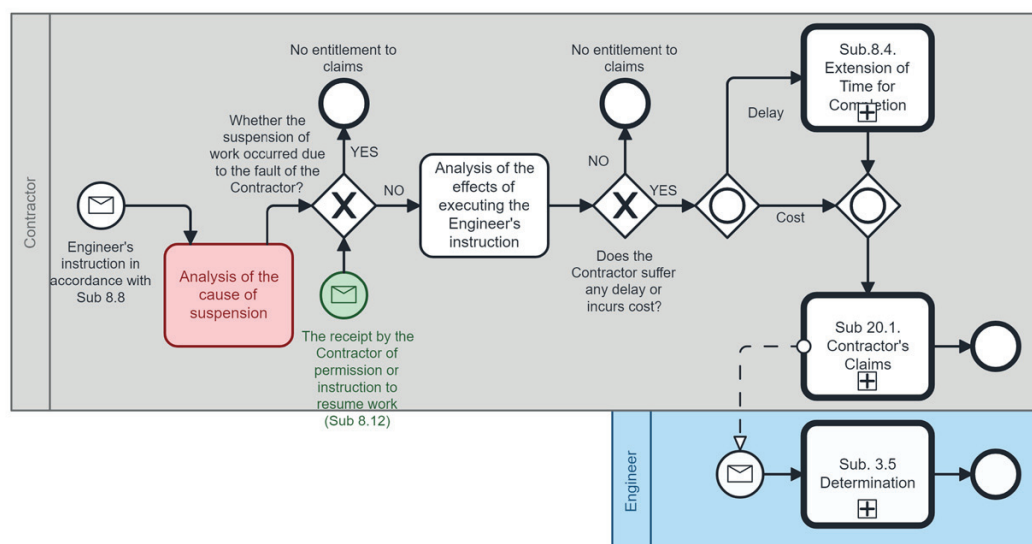


Fig. 4. The map of Subclause 8.9 with added elements not resulting from the content of the Subclause or it being directly called

Rys. 4. Mapa Subklauzuli 8.9 z dodanymi elementami niewynikającymi z treści Subklauzuli lub jej bezpośredniego wywołania

cause of suspension. This task does not directly result from the content of *Subclause 8.9*. Although the *Subclause* contains a condition checking whether the suspension of work occurred due to the fault of the *Contractor* (see fragment B in Figure 3 and in Table 2), but should the process map also include the related condition *Task: Analysis of the cause of suspension*? Analysing the content of the *Subclauses*, we could not determine this unequivocally. The answer to this question may be provided by analysing when and under what conditions *Subclause 8.9* is activated.

Subclause is activated:

a) By *Subclause 8.8 Suspension of Work*, if the conditions for activating *Subclause 8.9* are met, meaning the suspension of work occurred due to the fault of the *Contractor*, and thus the analysis of the cause of suspension has already taken place at the process stage *Subclause 8.8*;

b) By *Subclause 8.12 Resumption of work*, which is a consequence of *Suspension of work* so the analysis of the cause of suspension has taken place earlier at the process stage *Suspension of work*.

Therefore, it seems unnecessary to introduce the *Task: Analysis of the cause of suspension* in the map of *Subclause 8.9*. On the other hand, it follows from the content of *Subclause 8.8* that the *Engineer* may (but does not have to) notify the *Contractor* of the cause of suspension. In that case, analysis of such notice by the *Contractor* after receiving a suspension instruction (i.e. moving to *Subclause 8.9*) seems a natural element of the process.

The issue of sending a notice by the *Contractor* to the *Engineer* is also worth noting (fragments D, E, and F of the map from Figure 3). Analysis of the content of *Subclause 8.9* does not allow to determine whether, if the *Contractor suffers delay* and at the same time *incurs cost*, they send one common notice to the *Engineer* or if they may send them separately. At the same time, the content of *Subclause 8.9* indicates that the notice should take into account *Subclause 20.1 Contractor's Claims*, where giving notice is also mentioned. Additionally, in the case where the *Contractor suffers delay*, there is a calling in *Subclause 8.9 of Subclause 8.4* (fragment D), the text of which also refers to *Subclause 20.1 Contractor's Claims*, namely a notice appears. The same notice is mentioned in three different *Subclauses*.

The process diagram in Figure 3 presents the course of the process described in *Subclause 8.9* assumed by us, where both in the case of incurring costs and/or suffering delay *Subclause 20.1* is called, with one notice at the level of the process of *Subclause 8.9*. Perhaps a better solution would be to model the notice sent by the *Contractor* to the *Engineer* within the map of *Subclause 20.1*, but since it is mentioned in the text of *Subclause 8.9* and we wanted the map to show the flow of communication between the *Contractor* and the *Engineer*, this solution was chosen.

The issue of where to model the notice sent by the *Contractor* to the *Engineer* takes on additional significance after analysing the text of *Subclause 20.1 Contractor's Claims*, which includes, among other things, a condition relating to the necessity of meeting a specific deadline as the *Engineer* notifies the

prac nastąpiło z winy *Wykonawcy* (patrz fragment B na rysunku 3 i w tabeli 1), ale czy mapa procesu powinna zawierać też związane z tym warunkiem *Zadanie: Analiza przyczyny zawieszenia*? Analizując treść *Subklauzul*, nie potrafiliśmy tego jednoznacznie określić. Odpowiedź na to pytanie może dać sprawdzenie, kiedy i w jakich warunkach dochodzi do uruchomienia *Sub.8.9*.

Subklauzula jest aktywowana:

a) *Subklauzulą 8.8 [Zawieszenie pracy]*, jeżeli zachodzą przesłanki uruchomienia *Sub.8.9 [Konsekwencje]*, czyli zawieszenie prac nastąpiło z winy *Wykonawcy*, a więc analiza przyczyny zawieszenia nastąpiła już na etapie procesu *Sub.8.8*;

b) *Subklauzulą 8.12 [Wznowienie]*, co jest następstwem *Zawieszenia pracy*, a więc analiza przyczyny zawieszenia nastąpiła wcześniej na etapie procesu *Zawieszenia pracy*.

Wydaje się więc, że wprowadzenie w mapie *Sub.8.9 Zadania: Analiza przyczyny zawieszenia* jest niepotrzebne. Z drugiej strony, z treści *Sub.8.8* wynika, że *Inżynier* może (ale nie musi) powiadomić *Wykonawcę* o przyczynie zawieszenia. W takim przypadku analiza powiadomienia przez *Wykonawcę* – po otrzymaniu polecenia zawieszenia (czyli przejścia do *Sub.8.9*) – wydaje się naturalnym elementem procesu. Warto również zwrócić uwagę na kwestię wysyłania przez *Wykonawcę* powiadomienia do *Inżyniera* (fragmenty D, E, F mapy z rysunku 3). Analiza treści *Sub.8.9 [Konsekwencje]* nie pozwala określić, czy jeżeli *Wykonawca doznaje opóźnień* i jednocześnie *ponosi koszty*, to czy wysłał do *Inżyniera* jedno wspólne powiadomienie, czy może wysłać je osobno. Jednocześnie treść *Sub.8.9* wskazuje, że powiadomienie powinno uwzględniać *Sub.20.1 [Roszczenia]*, gdzie również mowa jest o przekazaniu powiadomienia. Dodatkowo, jeżeli *Wykonawca doznaje opóźnień*, to w *Sub.8.9* następuje wywołanie *Sub.8.4* (fragment D), której treść również odwołuje się do *Sub.20.1*, czyli pojawia się powiadomienie. W trzech różnych *Subklauzulach* jest mowa o tym samym powiadomieniu.

Schemat procesu na rysunku 3 przedstawia przyjęty przez nas przebieg procesu opisanego *Sub.8.9*, gdzie zarówno w przypadku ponoszenia kosztów, jak i/albo doznania opóźnień – jest wywoływana *Sub.20.1*, z jednym powiadomieniem na poziomie procesu *Sub.8.9*. Być może lepszym rozwiązaniem byłoby zamodelowane powiadomienie wysyłanego przez *Wykonawcę* do *Inżyniera* wewnątrz mapy *Sub.20.1*, ale ponieważ jest o nim mowa w treści *Sub.8.9* i zależało nam na pokazaniu w mapie przepływu komunikatu między *Wykonawcą* a *Inżynierem*, dlatego zostało wybrane takie rozwiązanie.

Kwestia, gdzie modelować powiadomienie wysyłane przez *Wykonawcę* do *Inżyniera*, nabiera dodatkowego znaczenia po analizie treści *Sub.20.1 [Roszczenia]*, która zawiera m.in. warunek odnoszący się do konieczności dotrzymania określonego terminu przy powiadamianiu *Inżyniera* przez *Wykonawcę*: ... *Powiadomienie będzie dane najwcześniej jak to możliwe, ale nie później niż 28 dni po tym, kiedy Wykonawca dowiedział się, lub powinien był dowiedzieć się, o tym wydarzeniu, lub okoliczności.... Sub.20.1* określa, że w przypadku, gdy termin ten nie zostanie dotrzymany, to *Wykonawca* nie będzie uprawniony do roszczeń zawartych w powiadomieniu. W tym miejscu po-

Contractor: „...*The notice shall be given as soon as practicable, and not later than 28 days after the Contractor became aware, or should have become aware, of the event or circumstance....*”. Subclause 20.1 states that if the above deadline is not met, the Contractor will not be entitled to claims contained in the notice. At this point, a question arises whether to include additional conditions in the map of Subclause 8.9, which are not explicitly described in that Subclause, but which affect its course. That depends on what mapping convention for process maps will be adopted. Fragment F of the map from Figure 3 contains a clear indication that it is necessary to consider Subclause 20.1. So it can be assumed that the conditions arising from the content of Subclause 20.1 will be modeled in the map of the process executed in accordance with that Subclause.

Of course, it is possible to introduce an appropriate condition in the map of Sub. 8.9 to check the above-mentioned requirement for timely sending of notice. This check can be carried out by the Contractor or by the Engineer, or by both. If the check for meeting the deadline for sending the notice is modelled in the Contractor's pool, it is not necessary to model the same condition in the Engineer's pool. The checking condition in the Contractor's pool would reflect an internal checking procedure to ensure that the notice was sent within the required timeframe. This solution simplifies the process, as a notice not meeting the above condition would not reach the Engineer at all. In practice, the Engineer checks anyway whether the condition to keep the deadline for sending the notice has been met, this check has therefore been modelled in the Engineer's pool. Such a condition has been introduced to the map of Sub. 8.9 in Figure 5 and marked in red.

Although it allows for the placement in the map of Subclause 8.9 of a condition significant for its course described directly in Subclause 20.1, this solution carries a risk: it must be remembered that in the event of a change in the text of this condition in Subclause 20.1, such change must also be made in the map of Subclause 8.9 (e.g. 21 instead of 28 days).

When introducing a condition described in another Subclause into a process map, that condition should be defined by referring to the Subclause describing it. In the presented example, instead of the condition referring directly to the condition in Subclause 20.1 “Did the Contractor send the notice no later than 28 days after it became aware or should have become aware of the event or circumstance to which the notice relates?” (Figure 5) a more general condition can be given, requiring reference to the current text of Sub. 20.1 e.g. “Are all the conditions described in Sub. 20.1, necessary to consider the claim described in the notice, met?”. This solution protects against the need to review and possibly modify many dependent process maps in the event of any change in the content of a Subclause described by one of those maps.

Conclusions

As shown by the example described, modelling a process map corresponding to the text of a single Subclause of FIDIC Contract Conditions is a significant challenge. This is due to the very structure of FIDIC Contract Conditions, in our opin-

jawia się wątpliwość, czy w mapie Sub.8.9 umieszczać dodatkowe warunki nieopisane wprost w tej Subklauzuli, ale mające wpływ na jej przebieg. To zależy od przyjętej konwencji mapowania map procesów. Mapa z rysunku 3 zawiera we fragmencie F wyraźne wskazanie dotyczące konieczności uwzględnienia Sub.20.1. Można więc przyjąć, że to w mapie procesu realizowanego zgodnie z Sub. 20.1 zostaną zamodelowane warunki wynikające z jej treści.

Można oczywiście wprowadzić w mapie Sub.8.9 odpowiedni warunek, sprawdzający wymagania terminowego wysłania powiadomienia. Sprawdzenie to może być realizowane przez Wykonawcę albo przez Inżyniera, albo przez obu. W przypadku, gdy sprawdzenie dotrzymania terminu wysłania powiadomienia zostanie zamodelowane w basenie Wykonawcy, to nie ma konieczności modelowania tego samego warunku w basenie Inżyniera. Warunek sprawdzający w basenie Wykonawcy odzwierciedlałby wewnętrzną procedurę kontroli, mającą na celu zapewnienie, że wysłanie powiadomienia nastąpiło w wymaganym terminie. Takie rozwiązanie upraszcza proces, ponieważ powiadomienie niespełniające tego warunku w ogóle nie dotarłoby do Inżyniera. W praktyce Inżynier i tak sprawdza, czy warunek dotrzymania terminu wysłania powiadomienia został spełniony, dlatego zamodelowano to sprawdzenie w basenie Inżyniera. Warunek taki został wprowadzony do mapy Sub.8.9 na rysunku 5 i oznaczony kolorem czerwonym.

To rozwiązanie, mimo że pozwala na umiejscowienie w mapie Sub.8.9 istotnego dla przebiegu Subklauzuli warunku opisanego wprost w Sub.20.1, niesie niebezpieczeństwo i dlatego należy pamiętać, aby w sytuacji zmiany treści tego warunku w Sub.20.1, nanieść tę zmianę również w mapie Sub.8.9 (np. nie 28 dni, a 21 dni).

Wprowadzając do mapy procesu warunek opisany w innej Subklauzuli, lepiej więc zdefiniować go przez odwołanie do Subklauzuli, która go opisuje. W przedstawionym przykładzie zamiast warunku będącego odwołaniem wprost do warunku z Subklauzuli 20.1 Czy Wykonawca wysłał powiadomienie nie później niż 28 dni po tym, kiedy dowiedział się lub powinien się dowiedzieć, o wydarzeniu, lub okoliczności, których dotyczy powiadomienie? (rysunek 5) można podać warunek ogólniejszy, wymagający odwołania się do aktualnej treści Sub.20.1 np. Czy wszystkie warunki opisane w Sub.20.1., konieczne do rozpatrzenia roszczenia opisanego w powiadomieniu, są spełnione?. Takie rozwiązanie zabezpiecza przed koniecznością przeglądu i ewentualnej modyfikacji wielu zależnych map procesów w przypadku jakiegokolwiek zmiany treści Subklauzuli opisywanej jedną z tych map.

Wnioski

Jak wynika z opisanego przykładu, modelowanie mapy procesu odpowiadającego treści pojedynczej Subklauzuli Warunków Kontraktu FIDIC stanowi istotne wyzwanie, ponieważ struktura Warunków Kontraktu FIDIC wg naszej opinii, nie była projektowana pod kątem cyfryzacji, co skutkuje m.in. powielaniem lub przenikaniem się zapisów różnych Subklauzul. Opisany przykład dotyczył Subklauzuli 8.9, ale podobne problemy zidentyfikowano w innych Subklauzulach.

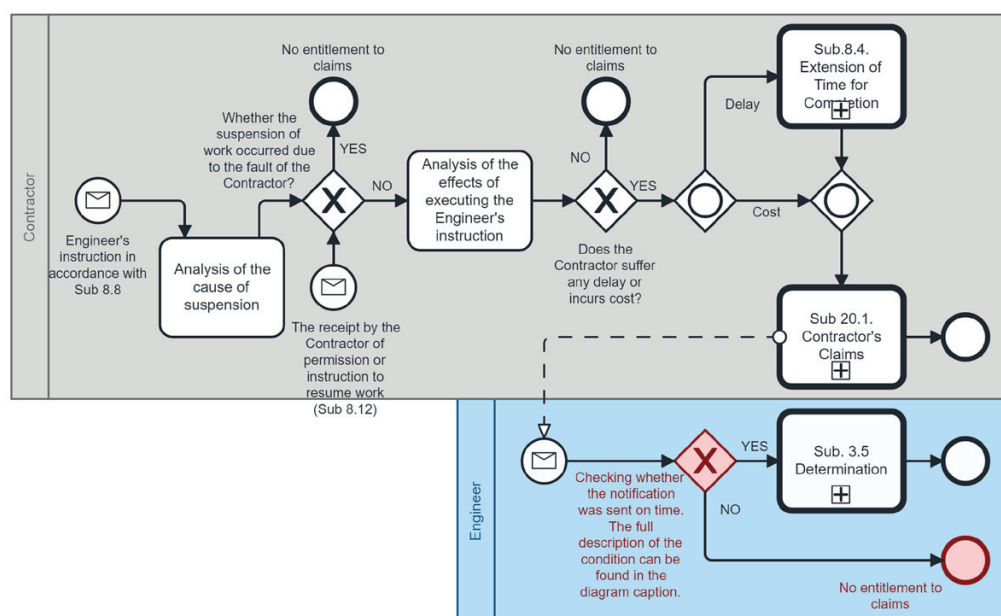


Fig. 5. Map of Subclause 8.9 with a condition added to check the date of sending notice, as described in Subclause 20.1

Rys. 5. Mapa Subklauzuli 8.9 z dodanym warunkiem sprawdzającym termin wysłania powiadomienia, opisanym w Subklauzuli 20.1

ion, was not designed with digitisation in mind, resulting in, among other things, the duplication or overlapping of provisions from different *Subclauses*. The example described concerned *Subclause 8.9*, but similar problems have been identified in other *Subclauses*.

Effective modelling of a specific *Subclause* requires that the contractual processes in which it can be activated must be identified and analysed as a whole.

When modelling processes of *FIDIC Contract Conditions*, certain principles should be adhered to:

- When modelling a contractual process, its entire course with all possible paths should be analysed and then split into smaller fragments (sub-processes), executed based on *Subclauses*;

- Contractual processes consist of many steps that are often dependent on each other and on additional conditions described in *Subclauses*. Many *Subclauses* describe conditions or sub-processes that appear in various contractual processes, therefore, creating process maps with detailed modelling of the course of all *Subclauses* affecting a given process within the map is not a good solution because, on the one hand, complicated map diagrams hinder their analysis, and on the other hand, any change in the content of a *Subclause* called in multiple processes will require the modification of many maps. Therefore, contractual process maps should be split into maps of sub-processes executed based on *Subclauses*;

- Individual *Subclauses* normally describe a fragment of a given contractual process, so they cannot be modelled in isolation from other *Subclauses* describing that process. Independently of creating maps of individual *Subclauses*, their modelling correctness should be checked by placing their callings in the context of maps of the processes in which they are used;

Skuteczne modelowanie danej *Subklauzuli* wymaga wskazania procesów kontraktowych, w jakich może być aktywowana oraz ich analizy jako całości. Modelując procesy *Warunków Kontraktu FIDIC*, warto stosować się do pewnych zasad:

- modelując proces kontraktowy, należy przeanalizować cały jego przebieg, uwzględniając wszystkie możliwe ścieżki, a następnie podzielić go na mniejsze fragmenty (podprocesy) realizowane na podstawie *Subklauzuli*;

- procesy kontraktowe składają się z wielu kroków, często zależnych od siebie i od dodatkowych warunków opisanych w *Subklauzulach*. Wiele *Subklauzul* opisuje warunki lub podprocesy pojawiające się w różnych procesach kontraktowych, dlatego też tworzenie map procesów, ze szczegółowym modelowaniem wewnątrz mapy przebiegu wszystkich *Subklauzul* wpływających na dany proces, nie jest dobrym rozwiązaniem, ponieważ z jednej strony skomplikowane schematy map utrudniają ich analizę, a z drugiej jakakolwiek zmiana treści *Subklauzuli* wywołanej w wielu procesach będzie wymagała modyfikacji wielu map. Mapy procesów kontraktowych powinno się dzielić na mapy podprocesów realizowanych na podstawie *Subklauzuli*;

- pojedyncze *Subklauzule* opisują najczęściej fragment danego procesu kontraktowego, dlatego też nie można ich modelować w oderwaniu od innych *Subklauzul* opisujących dany proces. Niezależnie od tworzenia map pojedynczych *Subklauzul*, należy sprawdzić poprawność ich modelowania przez umieszczenie wywołań *Subklauzul* w kontekście map procesów, w których są wykorzystywane;

- należy unikać wprowadzania bezpośrednio w mapie *Subklauzuli* warunków kontraktowych opisanych w innych *Subklauzulach*;

- chcąc tworzyć poprawne mapy procesów, odpowiadające *Subklauzutom Warunków Ogólnych i Szczególnych FIDIC*, na-

- One should avoid directly entering contractual conditions described in other *Subclauses* into the map of a *Subclause*;

- To create correct process maps corresponding to the *Subclauses* of *FIDIC General and Particular Conditions*, one must know and understand the entirety of the process to which the *Subclauses* refer: In *Particular Conditions* the *Subclauses* often “connect in the background”, meaning that *Subclause A* contains an indication that it is to be applied in certain situations. One such situation is, for example, described in the text of *Subclause B* but without direct indication that application of *Subclause A* is necessary. Thus, when mapping the content of *Subclause B*, it is easy to overlook the necessity to refer to *Subclause A* even though the content of *Subclause A* will be applicable; In addition, some of the processes described in *Subclauses* are additionally subject to regulations described in other contract documents.

- Often, the descriptions of processes contained in *Subclauses* include restrictions that prevent the automation of processes (e.g. where deadlines for performing certain actions or definitions are not specified). Creating maps helps to identify provisions that are problematic from the perspective of process clarity. Such places in process maps are worth marking and supplementing as the text of *Subclauses* is clarified.

The BPMN notation allows for precise and clear mapping of informational processes. In the example described above, we wanted to maintain maximum clarity of the process diagram for readers unfamiliar with the BPMN standard, so we used the capabilities of the BPMN 2.0 standard to a limited extent, as recommended by the standard [10]. When creating maps of more complex processes, such an assumption could lead to significantly decreased readability of the map. In this situation, the symbols and modelling methods described in the BPMN 2.0 standard should be used without restriction, in accordance with the standard [12].

When creating and analysing the contractual process maps arising from *FIDIC Contract Conditions*, additional relevant aspects that could affect quality have been identified:

- the possibility of certain types of errors occurring:
 - resulting from unfamiliarity with the semantics of the BPMN standard symbols, logical and algorithmic errors;
 - resulting from misinterpretation of the text of a *Subclause* as well as from omission of process links with other *Subclauses*;
 - mistakes made by the author when creating the map;
- the possibility of correctly modelling the same process in many different ways;
- creating a map corresponding to just one *Subclause* makes it easier to understand the process flow described in its text, which makes it easier to understand the process described in its content and to modify the process flow as well as enables CDE platform administrators to more easily enter the process definition into the programme. At the same time, this assumption runs the risk of not taking into account the full contractual context of the *Subclause* in question, which may be crucial to the actual process flow.

Conclusions

In contrast to other industries, productivity in construction has remained at the same level for many years [1, 2]. A way to

leży znać i rozumieć cały proces, którego dotyczą *Subklauzule*: W *Warunkach Szczególnych Subklauzule* często „łączą się w tle”, tzn. *Subklauzula A* ma w swojej treści wskazanie, że ma być stosowana w określonych sytuacjach. Jedną z takich sytuacji jest np. opisana w treści *Subklauzuli B*, ale bez bezpośredniego wskazania konieczności stosowania *Subklauzuli A*. Mapując treść *Subklauzuli B*, można więc pominąć konieczność odwołania się do *Subklauzuli A*, mimo że treść *Subklauzuli A* będzie obowiązująca. Ponadto niektóre procesy opisane w *Subklauzulach* podlegają dodatkowo regulacjom opisanym w innych dokumentach umowy;

- opisy procesów zawarte w *Subklauzulach* zawierają często ograniczenia uniemożliwiające wprowadzenie automatyzacji procesów, np. ze względu na brak wskazania terminów wykonania określonej czynności. Tworzenie map pomaga zlokalizować zapisy problematyczne z punktu widzenia jednoznaczności procesowej. Takie miejsca w mapach procesów warto oznaczyć i uzupełniać w miarę doprecyzowywania tekstu *Subklauzul*.

Notacja BPMN umożliwia precyzyjne i przejrzyste mapowanie procesów informacyjnych. W opisanym w artykule przykładzie chcieliśmy zachować maksymalną czytelność schematu procesu dla osób nieznających standardu BPMN i dlatego wykorzystaliśmy w ograniczonym zakresie możliwości standardu BPMN 2.0, zgodnie z rekomendacją normy [10]. Tworząc mapy bardziej złożonych procesów, takie założenie może powodować wyraźne zmniejszenie czytelności mapy. Należy wówczas stosować bez ograniczeń symbole i sposoby modelowania opisane w standardzie BPMN 2.0, zgodnie z normą [12].

Tworząc i analizując mapy procesów kontraktowych, wynikających z *Warunków Kontraktu FIDIC*, zidentyfikowano dodatkowe istotne aspekty, które mogą mieć wpływ na jakość:

- możliwość wystąpienia określonych typów błędów:
 - wynikających z nieznanomości semantyki symboli standardu BPMN, a także logicznych i algorytmicznych;
 - wynikających z błędnej interpretacji tekstu *Subklauzuli*, jak również z pominięcia powiązań procesu z innymi *Subklauzulami*;
 - pomyłek popełnionych przez autora podczas tworzenia mapy;
- możliwość poprawnego modelowania tego samego procesu na wiele różnych sposobów;
- tworzenie mapy odpowiadającej tylko jednej *Subklauzuli*, co ułatwia zrozumienie przebiegu procesu opisanego w jej treści oraz modyfikację przebiegu procesów i umożliwia administratorom platform klasy CDE łatwiejsze wprowadzenie definicji procesu do programu. Jednocześnie, takie założenie niesie ryzyko nieuwzględnienia pełnego kontekstu kontraktowego danej *Subklauzuli*, który może być kluczowy dla rzeczywistego przebiegu procesu.

Podsumowanie

W przeciwieństwie do innych gałęzi przemysłu, produktywność budownictwa pozostaje od wielu lat na tym samym poziomie [1, 2]. Sposobem na zwiększenie efektywności projektowania, budowy i zarządzania eksploatacją budowli jest cyfryzacja, której elementem jest stosowanie metodyki BIM,

increase the efficiency of design, construction, and management of building operation is digitisation, part of which is the application of the BIM methodology, based on effective information management through broadly understood data standardisation, data containers, and processes, as well as the automation of processes related to the creation, sharing, and use of data [1, 4]. Due to the specificity of the construction industry and its role in the national economy, the digitisation process is not easy [5, 37]. Many factors influence the course of BIM implementation and the results obtained. Digitisation of information management processes proves to be a key element affecting the effectiveness of implementation and improving the efficiency of design and construction processes [38, 39]. As BIM has been implemented, the focus was often primarily on the use of 3D models as a carrier of vast amounts of data. The increasing amount of processed information requires better tools for managing the flow of data between participants in investment processes. For several years, the authors have been supporting public entities in the implementation of BIM methodology, and current practice shows how important the digitisation and automation of information and contractual processes are. Research in various industries confirms that early preparation of process maps facilitates and accelerates digital transformation [40, 41].

In this article, we demonstrated that the BPMN 2.0 notation indicated by the standard [10] as the recommended standard for recording and modelling processes related to the delivery of information in the BIM methodology can be used to model information processes resulting from *FIDIC Contract Conditions*, provided that the appropriate working methodology is applied:

- 1) Creating a map of the entire process at a low level of detail.
- 2) Identifying areas described by individual *Subclauses* within that map.
- 3) Checking whether the particular *Subclauses* occur in other processes.
- 4) Creating process maps corresponding to the above *Subclauses* at a higher, sufficient level of detail, indicating events that can activate them.

If the same conditions or provisions occur in different *Subclauses*, it should be decided the map of which *Subclause* they will be modelled in, to avoid duplicating tasks or conditions in different maps.

In addition, in order to verify the correctness of the completed *Subclause* map, it is necessary to place it in the complete process map and analyse the correctness of all possible flows.

Contract processes for which the maps are syntactically, semantically, logically, and algorithmically correct and reflect the *FIDIC* process properly can be implemented in computer systems forming a Common Data Environment (CDE). However, where errors in the process maps resulting from the content of *Subclauses* are identified, the records contained in the *Subclauses* need to be modified or supplemented.

Available studies in the literature also confirm that the use of process maps facilitates understanding of their course [34] and analysis of correctness [32, 33] compared to the analysis of textual descriptions.

polegającej na skutecznym zarządzaniu informacją dzięki szeroko pojętej standaryzacji oraz automatyzacji procesów związanych z tworzeniem, udostępnianiem i wykorzystywaniem danych [1, 4]. Ze względu na specyfikę przemysłu budowlanego oraz jego rolę w gospodarce krajowej, proces cyfryzacji nie jest łatwy [5, 37]. Wiele czynników wpływa na przebieg wdrożenia BIM i uzyskane efekty. Cyfryzacja procesów zarządzania informacją okazuje się kluczowym elementem wpływającym na skuteczność wdrożenia i poprawę efektywności procesów projektowania i budowy [38, 39]. Wdrażając BIM, koncentrowano się przede wszystkim na wykorzystaniu modeli 3D jako nośnika dużej liczby danych. Coraz większa liczba przetwarzanych informacji wymaga jednak coraz lepszych narzędzi do zarządzania przepływem danych pomiędzy uczestnikami procesów inwestycyjnych. Dotychczasowa praktyka pokazuje, jak ważna jest cyfryzacja i automatyzacja procesów informacyjnych i kontraktowych. Badania w różnych branżach potwierdzają, że wcześnie przygotowanie map procesów ułatwia i przyspiesza transformację cyfrową [40, 41].

W artykule wykazaliśmy, że notacja BPMN 2.0 – wskazana przez normę [10] jako zalecany standard zapisu i modelowania procesów związanych z dostarczeniem informacji w metodyce BIM – może być stosowana do modelowania procesów informacyjnych wynikających z *Warunków Kontraktowych FIDIC*, pod warunkiem zastosowania odpowiedniej metodyki pracy:

- 1) utworzenia mapy kompletnego procesu na niskim poziomie szczegółowości;
- 2) wydzielenia w niej obszarów opisanych poszczególnymi *Subklauzulami*;
- 3) sprawdzenia, czy poszczególne *Subklauzule* występują w innych procesach;
- 4) utworzenia map procesów odpowiadających poszczególnym *Subklauzulom* na wyższym, wystarczającym poziomie szczegółowości, ze wskazaniem zdarzeń, które mogą je aktywować.

Jeżeli takie same warunki lub zapisy występują w różnych *Subklauzulach*, należy zdecydować, w mapie której *Subklauzuli* będą zamodelowane, aby uniknąć dublowania zadań czy warunków w różnych mapach. Ponadto w celu sprawdzenia poprawności gotowej mapy *Subklauzuli*, należy umieścić ją w mapie kompletnego procesu i przeanalizować poprawność wszystkich możliwych przepływów.

Procesy kontraktowe, w przypadku których mapy poprawne składniowo, semantycznie, logicznie i algorytmicznie właściwie oddają merytoryczny przebieg procesu *FIDIC*, mogą być implementowane w systemach komputerowych tworzących Wspólne Środowisko Danych (CDE). Natomiast w przypadku zidentyfikowania w mapach procesów błędów wynikających z treści *Subklauzul*, konieczna jest modyfikacja lub uzupełnienie zapisów zawartych w *Subklauzulach*.

Dostępne w literaturze badania potwierdzają również, że zastosowanie map procesów ułatwia zrozumienie ich przebiegu [34] i przeanalizowanie poprawności [32, 33] w stosunku do analizy opisu tekstowego.

Notacja BPMN, stosowana do analizy procesów wynikających z *Warunków Kontraktowych FIDIC*, pozwala lepiej zrozumu-

The BPMN notation used to analyse the processes arising from the FIDIC Contract Conditions allows a better understanding and control of document and data flows and to spot potential threats to the correct flow of processes. However, there are currently no CDE-class systems that would allow direct import of process definitions written in BPMN-compliant XML. In practice, only the graphical layer of the BPMN notation is used, supporting the manual mapping of processes in the CDE environment.

In our opinion, considering the ongoing digitisation of processes related to information management in the design and construction of buildings, it seems desirable for *FIDIC Contract Conditions* to be published not only in textual form but also in the form of process maps recorded in the BPMN standard.

Data availability: Maps of the analysed process saved in the xml format

The authors: D.K., M.W., J.P. would like to thank for the support received as part of the Europe's Rail Flagship Project 4 – Sustainable and green rail systems, which was co-funded by the Horizon Europe Framework Programme (HORIZON) under grant agreement ref. 101101917 and the Ministry of Education and Science in Poland under grant agreement ref. MEiN 5337/HE/2023/2. The project is being carried out at the AGH University of Science and Technology in Kraków in the years 2022–2026.

The authors: T.O., K.T. would like to thank for the support received from AGH University of Krakow with research subsidy no. 16.16.150.545.

mieć i kontrolować obieg dokumentów i danych oraz wychwycić potencjalne zagrożenia poprawnego przepływu procesów. Obecnie nie ma jednak systemów klasy CDE, które umożliwiłyby bezpośredni import definicji procesów zapisanych w XML zgodnym z BPMN. W praktyce wykorzystywana jest jedynie graficzna warstwa notacji BPMN, wspierająca ręczne odwzorowywanie procesów w środowisku CDE.

W naszej opinii, biorąc pod uwagę postępującą cyfryzację procesów związanych z zarządzaniem informacją podczas projektowania i budowy obiektów budowlanych, wydaje się konieczne, aby wzorce *Warunków Kontraktu FIDIC* były publikowane nie tylko w formie tekstowej, ale również w formie map procesów zapisanych w standardzie BPMN.

Dostępność danych: mapy analizowanego procesu odpowiadające schematom z rysunków 1, 2, 4, 5 zapisane są w formacie xml.

Dziękujemy za wsparcie w ramach projektu Europe's Rail Flagship Project 4 – Sustainable and green rail systems, który otrzymał współfinansowanie z Programu Ramowego Horyzont Europa (HORIZON) w ramach umowy o dofinansowanie nr 101101917 oraz Ministerstwa Edukacji i Nauki w Polsce w ramach umowy o dofinansowanie nr MEiN 5337/HE/2023/2. (projekt realizowany w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie w latach 2022–2026). Ponadto dziękujemy Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie za wsparcie udzielone w ramach badań statutowych nr 16.16.150.545.

Received: 12.05.2025

Revised: 28.07.2025

Published: 21.11.2025

Artykuł wpłynął do redakcji: 12.05.2025 r.

Otrzymano poprawiony po recenzjach: 28.07.2025 r.

Opublikowano: 21.11.2025 r.

Literatura

- [1] F. Barbosa J, Woetzel J, Mischke MJ, Ribeirinho M, Sridhar M, Parsons N, Bertram S, Brown: *Reinventing construction: a route to higher productivity*. McKinsey Global Institute <https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/operations/our%20insights/reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/mgi-reinventing-construction-a-route-to-higher-productivity-full-report.pdf> [dostęp: 8 maja 2025]
- [2] Mischke J, Stokvis K, Vermeltfoort K, Biemans B. *Delivering on construction productivity is no longer optional*. <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/delivering-on-construction-productivity-is-no-longer-optional> [dostęp: 8 maja 2025]
- [3] Shin M, Ji-Hyun Jung, Hwan-Yong Kim: *Quantitative and Qualitative Analysis of Applying Building Information Modeling (BIM) for Infrastructure Design Process*. Buildings 2022; <https://doi.org/10.3390/buildings12091476>
- [4] EUBIM Task Group: *Podręcznik dotyczący wprowadzenia modelowania informacji o obiektach budowlanych przez europejski sektor publiczny. Działania strategiczne na rzecz efektywności sektora budowlanego: generowanie wartości, innowacji i wzrostu gospodarczego*. <https://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2018/07/GROW-2017–01356–00–00-PL-TRA-00.pdf> [dostęp: 8 maja 2025]
- [5] Sonam Rinchen, Saeed Banihashemi, Suhair Alkilani: *Driving digital transformation in construction: Strategic insights into building information*

modelling adoption in developing countries. Project Leadership and Society 2024; <https://doi.org/10.1016/j.plas.2024.100138>

[6] PN-EN ISO 19650 *Organizacja i digitalizacja informacji o budynkach i budowlach, w tym modelowanie informacji o obiekcie budowlanym (BIM). Zarządzanie informacjami za pomocą modelowania informacji o obiekcie budowlanym*.

[7] Eastman C, Teicholz P, Sacks R, Ghang Lee: *The BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers, 3rd Edition*. John Wiley & Sons Inc; 2018.

[8] Praca Zespołowa: *BIM Standard PL 2.0* <https://www.gov.pl/attachment/ad97ac6d-9ed6-4f0f-b684-6becf4982e85> [dostęp: 8 maja 2025]

[9] ISO 16739-1:2024 *Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries. Part 1: Data schema*.

[10] ISO 29481-1:2016 *Building information models – Information delivery manual Part 1: Methodology and format*.

[11] Ron CW. Ng, Jack CP. Cheng, George CW. Cheng, Ka Hang Fung, Chun Wai Fong: *Performance-based payment mechanism for common data environment (CDE) adoption in construction projects*. Automation in Construction 2025; <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2025.106089>

[12] ISO/IEC 19510:2013 *Information technology – Object Management Group Business Process Model and Notation*

- [13] Lu Z. *Leveraging BIM Technology for Comprehensive Lifecycle Management in Engineering Projects*. Applied Mathematics and Nonlinear Sciences 2024; <https://doi.org/10.2478/amns-2024-2632>
- [14] Yin Rui, Lim Yaik-Wah, TC. Siang: *Construction Project Management Based on Building Information Modeling (BIM)*. Civil Engineering and Architecture 2021; <https://doi.org/10.13189/cea.2021.090633>
- [15] Zihan Mi, Jiaxin Li: *Maximizing project efficiency and collaboration in construction management through building information modeling (BIM)*. Applied and Computational Engineering 2024; <https://doi.org/10.54254/2755-2721/72/20240986>
- [16] Xing-jing Du: *Research on Engineering Project Management Method Based on BIM Technology*. Scientific Programming 2021; <https://doi.org/10.1155/2021/7230585>
- [17] Sobhan Kouhestani, Mazdak Nik Bakht: *IFC-based process mining for design authoring*. Automation in Construction 2020; <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.103069>
- [18] Zhao T: *Recovering Loss of Productivity under FIDIC Contracts*. Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction 2021; [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LA.1943-4170.0000510](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LA.1943-4170.0000510)
- [19] Bralić E: *Experience in the use of FIDIC contracts on rail infrastructure projects*. Građevinar 2019; <https://doi.org/10.14256/JCE.2710.2019>
- [20] FIDIC/SIDIR: *Warunki Kontraktu na urządzenie i budowę z projektowaniem dla urządzeń elektrycznych i mechanicznych oraz dla robót budowlanych i inżynierskich projektowanych przez wykonawcę. Warunki Ogólne. FIDIC. COSMOPOLI CONSULTANTS i SIDIR Wydanie angielsko-polskie 2000 (tłumaczenie pierwszego wydania FIDIC 1999)*. COSMOPOLI CONSULTANT 2000, ISBN 83-86810-13-0
- [21] FIDIC/SIDIR: *FIDIC Warunki Kontraktu na Urządzenie i Budowę z Projektowaniem dla urządzeń elektrycznych i mechanicznych oraz dla robót inżynierskich i budowlanych projektowanych przez wykonawcę. Warunki Ogólne. Wydanie polskie 2019 (tłumaczenie 2. wydania 2017)*. FIDIC/SIDIR 2019, ISBN 978-83-951254-1-6
- [22] Prince Nwogu, Arinze Emedosi: *"FIDIC Form of Contract: A Study Review"*. British Journal of Environmental Sciences 2024; <https://doi.org/10.37745/bjes.2013/vol11n24348>
- [23] International Construction Law. An Overview. Chapter 2: Grutters L, Burns E.: *International construction contracts: FIDIC*. Taylor&Francis Group 2024; <https://doi.org/10.4324/9781315671376>
- [24] Zakaria Z., Ismail S. Yusof A.: *An Overview of Comparison between Construction Contracts in Malaysia: The Roles and Responsibilities of Contract Administrator in Achieving Final Account Closing Success*. International Journal of Applied Mathematics and Informatics 2022; <https://doi.org/10.46300/91014.2022.16.1>
- [25] Chen Y, Wang W, Zhang S, You J: *Understanding the multiple functions of construction contracts: the anatomy of FIDIC model contracts*. Construction Management and Economics 2018; <https://doi.org/10.1080/01446193.2018.1449955>
- [26] Ding Y, Ma J, Luo X. *Applications of natural language processing in construction*. Automation in Construction 2022; <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104169>
- [27] Ali Bedii Candas, Onur Behzat Tokdemir: *Automated Identification of Vagueness in the FIDIC Silver Book Conditions of Contract*. Journal of Construction Engineering and Management 2022; [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002254](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002254)
- [28] Hong Zhou, Binwei Gao, Shilong Tang, Bing Li, Shuyu Wang: *Intelligent detection on construction project contract missing clauses based on deep learning and NLP*. Engineering Construction & Architectural Management 2023; <http://dx.doi.org/10.1108/ECAM-02-2023-0172>
- [29] Jeehee Lee, June-Seong Yi, Jeongwook Son: *Development of Automatic-Extraction Model of Poisonous Clauses in International Construction Contracts Using Rule-Based NLP*. Journal of Computing in Civil Engineering 2019; [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000807](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000807)
- [30] Lee J, Ham Y, Yi J, Son J: *Effective Risk Positioning through Automated Identification of Missing Contract Conditions from the Contractor's Perspective Based on FIDIC Contract Cases*. Journal of Management in Engineering 2020; [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000757](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000757)
- [31] Wu C, Li X, Guo Y, Wang J, Ren Z, Wang M, Yang Z.: *Natural language processing for smart construction: Current status and future directions*. Automation in Construction 2022; <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.104059>
- [32] Drejewicz Sz. *Zrozumieć BPMN. Modelowanie procesów biznesowych*. Helion; 2012
- [33] Misiak Z. *Modelowanie procesów biznesowych BPMN 2.0 od podstaw*. Helion; 2024
- [34] Leidy E. Klotz, M. Horman, Henry H. Bi, John Bechtel: *The Impact of Process Mapping on Transparency*. International Journal of Productivity and Performance Management; <http://dx.doi.org/10.1108/17410400810916053>
- [35] Freund J, Rücker B. *Real-Life BPMN 4th edition. Using BPMN and DMN to analyze, improve, and automate processes in your company*. Jakob Freund and Bernd Rücker; 2019
- [36] Silver B. *BPMN method and style second edition with BPMN implementer's guide*. CODY-CASSIDY PRESS; 2019
- [37] Samuelson O, Stehn L. *Digital transformation in construction – a review*. Journal of Information Technology in Construction 2023; <http://dx.doi.org/10.36680/j.itcon.2023.020>
- [38] Kelly D, Ilozor B. *A Quantitative Study of the Relationship between Project Performance and BIM Use on Commercial Construction Projects in the USA*. International Journal of Construction Education and Research 2016; <https://doi.org/10.1080/15578771.2016.1202355>
- [39] W.Lazaro-Aleman, F.Manrique-Galdos, Ramirez-Valdivia C, Raymundo-Ibañez C, Javier M. Moguerza: *Digital Transformation Model for the Reduction of Time Taken for Document Management with a Technology Adoption Approach for Construction SMEs*. 2020 9th International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM); <https://doi.org/10.1109/ICITM48982.2020.9080390>
- [40] Martinez F. *Process excellence the key for digitalisation*. Business Process Management Journal 2019; <http://dx.doi.org/10.1108/BPMJ-08-2018-0237>
- [41] Alberto Eduardo Besser Freitag, Juliana das Chagas Santos, A. Reis: *Lean Office and Digital Transformation: A Case Study in a Services Company*. Brazilian Journal of Operations & Production Management 2018; <http://dx.doi.org/10.14488/BJOPM.2018.v15.n4.a12>