



AGH

Akademia Górniczo-Hutnicza

im. Stanisława Staszica

Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska

Katedra Geomatyki

Rozprawa doktorska

**Analiza jakości danych geoprzestrzennych
w procesie weryfikacji dokumentacji projektowych
inwestycji budowlanych z wykorzystaniem systemu ekspertowego**

mgr inż. Anna Kochanek

Promotor:
Prof. dr hab. inż. Konrad Eckes

Kraków, 2012

*Serdecznie dziękuję Panu Promotorowi
Prof dr hab. inż. Konradowi Eckesowi
za cenne uwagi merytoryczne, oraz życzliwość.
Rodzicom, Mężowi i Córce za miłość,
oraz Wszystkim, którzy mi pomogli.*

Spis treści

1. Wstęp.....	6
1.1. Sformułowanie tez pracy	7
1.2. Wprowadzenie do sposobu realizacji zadania	7
2. Relacje przestrzenne między obiektami w procesie weryfikacji dokumentacji projektowych.....	11
2.1. Przegląd relacji przestrzennych	11
2.1.1. Relacje opisujące przeznaczenie działki.....	13
2.1.2. Kształt i wielkość działki przeznaczonej pod zabudowę.....	16
2.1.3. Linia zabudowy.....	17
2.1.4. Kompletność funkcjonalna obiektu	20
2.1.5. Nawiązanie do istniejącej zabudowy	21
2.1.6. Relacje odległościowe	22
2.1.6.1. Relacja odległości projektowanego obiektu od granic działki	25
2.1.6.2. Relacja odległości projektowanego budynku od innych obiektów	27
2.1.6.3. Relacja odległości między obiektami na działce	29
2.1.6.4. Relacja odległości projektowanego budynku od infrastruktury	31
2.1.7. Wskaźniki wykorzystania terenu	33
2.1.8. Geometria projektowanej zabudowy	35
2.2. Przegląd zapisów prawnych.....	38
3. Współczesne sposoby sprawdzania i analizy relacji przestrzennych w procesie inwestycyjnym.....	39
3.1. Struktura procesu inwestycyjnego	40
3.2. Dokumentacja projektowa w procesie inwestycyjnym	44
3.3. Weryfikacja dokumentacji projektowej.....	47
3.4. Ocena obecnego systemu weryfikacji dokumentacji projektowej.....	50
4. Systemy ekspertowe, jako narzędzia wspomagające działania człowieka.....	54
4.1. Inteligentne metody wspomagania procesu decyzyjnego.....	54
4.2. Przegląd teorii systemów ekspertowych.....	57

4.2.1. Klasyfikacja systemów	57
4.2.2. Elementy składowe systemu ekspertowego.....	61
4.3. Tworzenie modelu systemu ekspertowego	62
4.3.1. Rozpoznanie problemu i pozyskanie wiedzy do modelu.....	63
4.3.2. Sposoby reprezentacji wiedzy	65
4.3.2.1. Reprezentacja wiedzy bazująca na bezpośrednim zastosowaniu logiki .	66
4.3.2.2. Reprezentacja wiedzy wykorzystująca zapis stwierdzeń.....	68
4.3.2.3. Regułowa reprezentacja wiedzy	68
4.3.2.4. Reprezentacja wiedzy za pomocą ram.....	70
4.3.2.5. Reprezentacja wiedzy wykorzystująca sieci semantyczne	72
4.3.2.6. Reprezentacja wiedzy za modeli obliczeniowych	74
4.3.3. Implementacja systemu ekspertowego	75
4.3.4. Kryteria testowania i oceny systemu	76
4.4. Wykorzystanie systemów ekspertowych w praktyce	78
5. Wybór odpowiedniego wariantu systemu ekspertowego wspomagającego weryfikację dokumentacji projektowych	81
5.1. Oferta systemów ekspertowych	81
5.2. Uzasadnienie wyboru konkretnego systemu ekspertowego	84
5.3. Opis działania systemu PC-Shell.....	85
6. Projekt autorski systemu ekspertowego analizującego dane geoprzestrzenne... 89	
6.1. Założenia umożliwiające algorytmizację procesu	89
6.2. Przyjęte oznaczenia i notacja	92
6.3. Algorytmizacja procesu analizy jakości danych geoprzestrzennych z wykorzystaniem systemu ekspertowego.....	97
6.3.1. Etap wstępny analizy – rejestracja wniosku o pozwolenie na budowę	97
6.3.2. Sprawdzanie zgodności planowanej inwestycji z przeznaczeniem działki ..	98
6.3.3. Weryfikacja projektu zagospodarowania terenu.....	101
6.3.4. Etap końcowy analizy – kompletność projektu budowlanego.....	111
6.3.5. Sprawdzanie poprawności dokumentacji architektoniczno-budowlanej....	113

7. Wdrożenie systemu ekspertowego na wybranym przykładzie	114
7.1. Założenia do systemu.....	114
7.1.1. Zadania i możliwości programu	115
7.1.2. Charakterystyka autorskiej bazy wiedzy	115
7.1.3. Etapy analizy.....	118
7.2. Prezentacja działania programu na wybranych przykładach.....	121
7.2.1. Analiza i testowanie systemu na przykładzie poprawnych załączników do wniosku o pozwolenie na budowę.....	123
7.2.2. Analiza i testowanie systemu na podstawie dokumentacji projektowej zawierającej braki	136
7.2.3. Analiza i testowanie systemu na przykładzie niekompletnego wniosku o pozwolenie na budowę.....	142
8. Podsumowanie i wnioski	147
8.1. Udowodnienie tez pracy	147
8.2. Kierunki dalszych badań i projektów	149
Literatura	151
Wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów.....	160
Skróty w języku polskim	160
Skróty w języku angielskim.....	160
Załączniki	161

1. Wstęp

Rozwój gospodarczy kraju oraz związany z nim wzmożony popyt na nowe obiekty budowlane powodują wzrost zapotrzebowania na opracowanie oraz analizę nowych programów, które wspomagałyby długotrwały i pracochłonny proces weryfikacji dokumentacji projektowych dla planowanych inwestycji budowlanych. Obecnie kontrola dokumentacji projektowej wykonywana jest tradycyjnie przez urzędników administracji architektoniczno-budowlanej. W literaturze przedmiotu spotykamy się z wyraźną krytyką takiego systemu, która sugeruje, że ogranicza on sprawne funkcjonowanie procesu inwestycyjnego.

Z punktu widzenia zarówno inwestora jak i projektanta procedury administracyjne wydają się być bardzo przewlekłe – czas oczekiwania na wydanie decyzji jest zbyt długi [Anusz, 2007; 2008]. Z drugiej jednak strony, z punktu widzenia urzędnika odpowiedzialnego za wydanie stosownej decyzji, sam proces analizy dokumentacji, w odniesieniu do bardzo skomplikowanych i niestety niejednokrotnie nieprecyzyjnych zapisów polskiego prawa, jest żmudny i pracochłonny [Jędraszko, 2008].

Niejasne procedury prawno-administracyjne przyczyniają się w dalszej kolejności do zaistnienia wielu niepożądanych sytuacji. Po pierwsze odnotowuje się przypadki wydawania zezwoleń na wznoszenie budynków o niejednolitej architekturze w obrębie tego samego terenu. Ponadto brak odpowiedniego systemu wspomagania decyzji na etapie projektowym skutkuje długimi terminami oczekiwania na wydanie pozwolenia na budowę. Wynika to zarówno z dużej ilości napływających wniosków jak i samego procesu kontrolowania dokumentacji, który jest bardzo pracochłonny, i niejednokrotnie obarczony błędami osobowymi. W związku z powyższym niezbędne i bardzo potrzebne wydaje się zbudowanie jednolitego dla całego kraju systemu kontroli projektów budowlanych. Powinien on być obiektywny, kompletny i jednocześnie wspomagać czynnik ludzki.

Osiągnięcie tego celu jest możliwe dzięki zastosowaniu odpowiedniego, sprawnie działającego systemu ekspertowego, który na podstawie uformowanych reguł i odpowiedniej bazy wiedzy może weryfikować relacje między obiektami [Eckes, 2007] oraz zgodność projektowanej zabudowy z przepisami prawnymi.

1.1. Sformułowanie tez pracy

Celem niniejszej rozprawy jest zbudowanie koncepcyjnego systemu ekspertowego wspomagającego weryfikację dokumentacji projektowej zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie normatywnymi [Prawo budowlane, 1994].

System ten ma za zadanie umożliwić i ułatwić podejmowanie decyzji w sprawach przyjęcia lub odrzucenia skompletowanego projektu budowlanego, a także w sprawach wezwania do uzupełnienia braków lub poprawienia błędów przed wydaniem ostatecznej decyzji o pozwoleniu na budowę.

Kolejnym celem pracy jest ukazanie możliwości praktycznego zastosowania systemu ekspertowego w zakresie weryfikacji projektu budowlanego przez jednostki kontrolujące na szczeblu administracji publicznej.

Mając do dyspozycji poprawnie skonstruowany inteligentny system wspomagania decyzji, weryfikacja projektu budowlanego może przebiegać nie tylko w oparciu o wiedzę, intuicję i doświadczenie pracowników, ale również w oparciu o przepisy prawne i zależności niemożliwe do wychwycenia bez odpowiedniej analizy, której przeprowadzenie w tradycyjny sposób jest długotrwałe.

Na podstawie opisanych założeń można sformułować następujące tezy niniejszej dysertacji:

Teza 1: Zastosowanie systemu ekspertowego, wspomagającego decyzje o dopuszczeniu projektu budowlanego do realizacji, wspiera czynnik ludzki i podnosi jakość procesu decyzyjnego.

Teza 2: Zastosowanie systemu ekspertowego zwiększa wydajność procesu decyzyjnego i weryfikacji projektu budowlanego w oparciu o przepisy zawarte w normach prawnych i w założeniach Miejscowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego.

1.2. Wprowadzenie do sposobu realizacji zadania

Celem technologiczno naukowym jest przedstawienie koncepcji zapisania, często bardzo obszernego planu zagospodarowania przestrzennego danej gminy (obszaru) w bazie systemu ekspertowego, przy zachowaniu zasad projektowania budynków w danym regionie.

Ważne jest, aby część opisową i graficzną planów zagospodarowania przestrzennego oraz wszystkie przepisy normujące zagadnienie projektowania można było przedstawić za pomocą odpowiedzi na pytania skierowane do bazy systemu ekspertowego. Istotną kwestią jest również elastyczność systemu, aby baza wiedzy mogła być edytowalna na każdym etapie procesu przez osoby do tego upoważnione.

Stworzona wcześniej baza wiedzy zawierająca dane konkretnego Miejscowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego (MPZP), a w przypadku jego braku wytyczne zawarte w decyzji o Warunkach Zabudowy i Zagospodarowania Terenu (WZiZT) oraz przepisy dotyczące budownictwa w badaniu projektu technicznego i wykonawczego, zostanie wykorzystana jako część składowa programu komputerowego działającego na podstawie systemów ekspertowych.

Sprawdzenie danego projektu techniczno-wykonawczego za pomocą programu komputerowego może być wykonane znacznie szybciej niż dotychczas, natomiast o błędach i niezgodnościach będzie informować raport końcowy. Takie unowocześnienie gwarantuje pozytywny aspekt ekonomiczny, ułatwiając pracę podczas kontroli projektów pod względem ich zgodności z MPZP i warunkami technicznymi, jakim powinny odpowiadać budynki.

Sprzęt informatyczny, nawet najlepiej zaprogramowany, nie może zastąpić ludzkiego umysłu. Mogą natomiast połączyć się siły techniki i wiedza eksperta, tworząc narzędzie wspomagające pracę człowieka [Marciszewski, 1998]. Najlepszym ekspertem jest człowiek i w tym względzie nie należy oczekiwać, aby wszystkie systemy informatyczne w pełni i w sposób zadowalający go zastąpiły, gdyż jest on ważnym ogniwem procesu tworzenia świata uporządkowanego. System ekspertowy wspomaga zatem czynnik ludzki, dostarcza mu danych do analizy i pokazuje strategię rozwiązania problemu, ale ostateczne decyzje podejmuje człowiek. Decyzja ostateczna jest zawsze decyzją personalną i podejmuje ją konkretna osoba, biorąc za nią pełną odpowiedzialność [Kwiatkowska, 2007].

Podczas powstawania projektu budowlanego projektant dobiera odpowiednie materiały budowlane do konkretnego budynku, przelicza wytrzymałość konstrukcji belek, stropów i innych elementów konstrukcyjnych oraz sytuuje budynek na gruncie – względem granic działki ewidencyjnej oraz innych już istniejących czy zaprojektowanych obiektów.

Analizując projekt zagospodarowania terenu, można zauważyć relacje geoprzestrzenne, jakie zachodzą pomiędzy projektowanym budynkiem a granicami działek sąsiednich, innymi istniejącymi budynkami lub takimi, na które została już wydana ostateczna decyzja o pozwoleniu na budowę. Na podstawie tych relacji zostały stworzone reguły, które stanowią bazę wiedzy dla systemu ekspertowego. Relacje geoprzestrzenne wynikają z warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Muszą one być zachowane w każdym kolejnym projekcie budowlanym budynku tej kategorii. Zbudowana baza wiedzy musi zawierać informacje dla danej jednostki terytorialnej, dla której opracowany jest MPZP.

Wobec sformułowanych powyżej relacji możliwe jest zaprojektowanie systemu ekspertowego. Należy jednak pamiętać, że aby wdrożyć system ekspertowy, wspomagający i ułatwiający pracę człowieka, muszą być określone jasno zasady klasyfikacji i jednoznaczne powtarzające się reguły postępowania [Eckes, 2006a; 2006b].

W pierwszej części pracy zostały scharakteryzowane relacje przestrzenne, jakie występują między obiektami w świecie rzeczywistym. Reguły tworzone na ich podstawie są weryfikowane w oparciu o obowiązujące w tym zakresie prawo.

W kolejnej części opisano aktualnie wykorzystywany proces weryfikacji projektowanej zabudowy w Wydziałach Urzędowych Architektury i Budownictwa. Mając na uwadze zapotrzebowanie na szybsze i bardziej dynamiczne działania tych organów, zaproponowano rozwiązanie bazujące na systemie ekspertowym. Koncepcja ta sprawdza w sposób szybszy i dokładniejszy zgodność projektu budynku z Miejscowym Planem Zagospodarowania Przestrzennego (MPZP), a przypadku braku takiego planu – z wydanymi do tej inwestycji warunkami zabudowy i zagospodarowania terenu (WZiZT) oraz warunkami technicznymi, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

W dalszych rozdziałach zostały przedstawione informacje o systemach ekspertowych (*system expert*, SE) wykorzystywanych do procesu wspomaganie decyzji. Pokróćce zostaną również omówione istniejące i funkcjonujące zarówno w kraju jak i za granicą systemy ekspertowe wykorzystywane jako narzędzia do analizy, jakości danych geoprzestrzennych występujących i wytwarzanych na etapie powstawania projektu budowlanego, będącego podstawą ubiegania się o pozwolenie na budowę.

Zostanie także przedstawiony formalny zapis matematyczny poszczególnych relacji przestrzennych występujących na mapie, której treść stanowi koncepcję zagospodarowania przestrzennego działki przeznaczonej pod zabudowę.

Dokonano formalnego zapisu tych operacji w postaci algorytmów realizujących poszczególne relacje przestrzenne. Określono przy tym kolejność, w jakiej te działania powinny być wykonane w celu osiągnięcia najlepszego wyniku.

W części doświadczalnej dokonano wyboru algorytmu najlepiej badającego zgodność projektowanej zabudowy z wytycznymi zawartymi w MPZP, WZiZT oraz w innych obowiązujących aktach prawnych.

W dalszej części przedstawiono etapy budowy systemu ekspertowego oraz określono sposób działania modelu funkcjonalnego dla potrzeb wspomagania decyzji o dopuszczeniu projektu budowlanego do realizacji.

Zaprezentowano założenia odnośnie wykorzystania systemu ekspertowego do budowy programu wspomagającego podejmowanie decyzji. Została także dobrana odpowiednia metoda pozyskiwania wiedzy i sposób jej reprezentacji w bazie wiedzy systemu ekspertowego. Pokazano również możliwości modelu we wspomaganiu decyzji oraz późniejsze jego wykorzystanie. Zweryfikowano przy tym funkcjonowanie systemu ekspertowego na obiekcie testowym. Otrzymane wyniki zaprezentowano w postaci raportów z przeprowadzanej analizy komputerowej oraz dokonano porównania z tradycyjnie wykonywanymi kontrolami.

Następnie podjęto próbę przygotowania kryteriów oceny konstrukcji systemu ekspertowego wspomagającego podejmowanie decyzji o dopuszczeniu projektu budowlanego do realizacji oraz oceny jego przydatności w rozwiązywaniu problemów decyzyjnych.

2. Relacje przestrzenne między obiektami w procesie weryfikacji dokumentacji projektowych

Relacje przestrzenne projektowanych budynków powinny spełniać pewne zasady, które są regulowane przez przepisy prawa miejscowego, rozporządzenia, przepisy zawarte w polskich, europejskich i światowych normach oraz przez inne dokumenty.

Relacje mogą dotyczyć metrycznych zależności między obiektami, ale również zależności między elementami architektonicznymi obiektów.

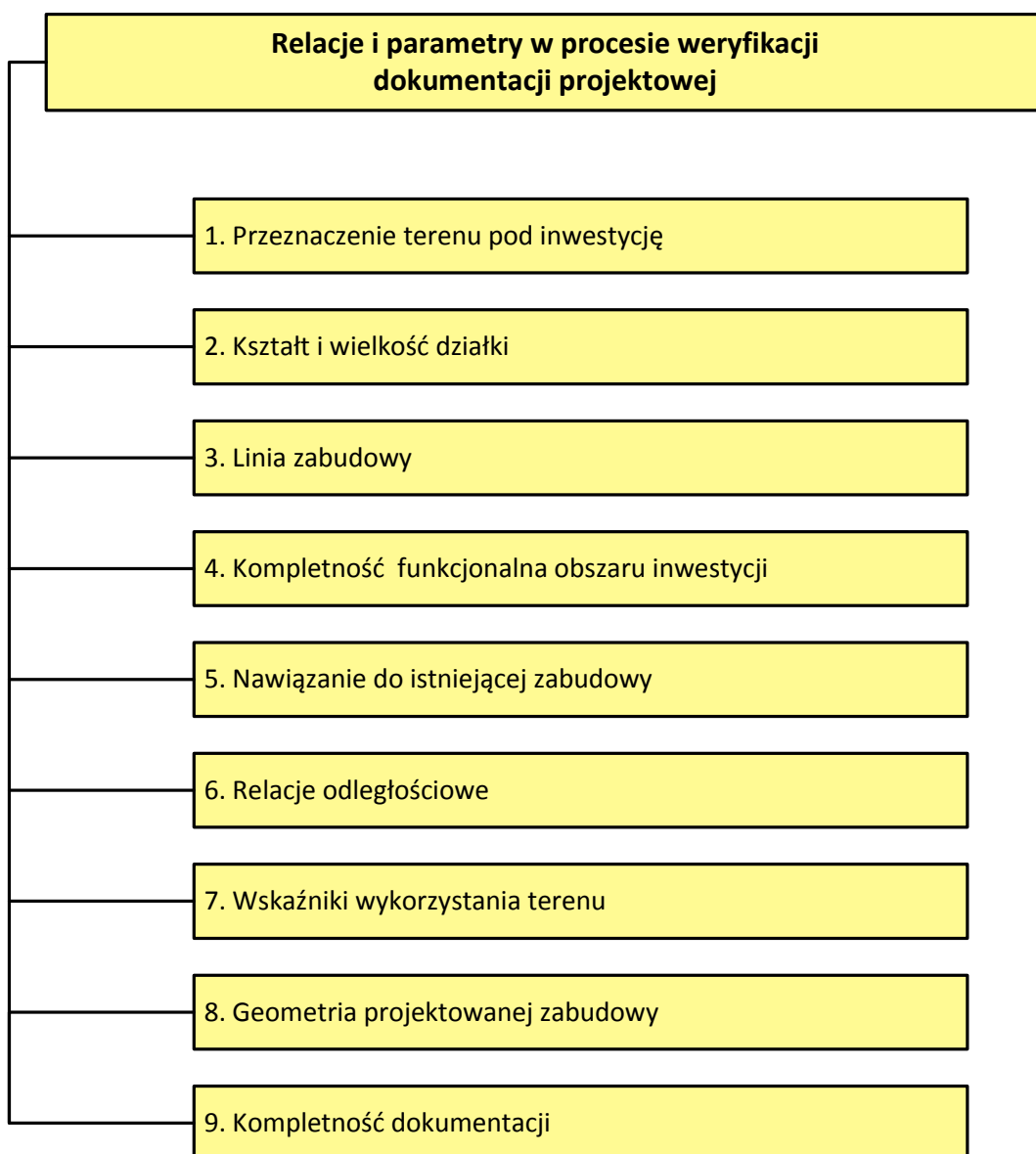
Analizując dokumentację projektową procesu inwestycyjnego można określić zgodność rozmieszczenia projektowanych budynków z założeniami sprecyzowanymi w MPZP lub decyzji WZiZT. Wiele prawidłowości wynika z racjonalizacji zagospodarowania terenu i zabudowy. Zachowanie założonych powiązań przestrzennych pozwala na optymalne wykorzystanie terenu przez planistów i architektów, którzy mogą w tym terenie zaplanować i zaprojektować budowę kolejnych obiektów budowlanych oraz elementów infrastruktury technicznej.

Na mapie projektu zagospodarowania przestrzennego nieruchomości lub osiedla można zauważyć pewne założenia planistyczne związane z relacjami odległości, ciągłości i kompletności funkcjonalnej, a w przypadku osiedli powtarzalności i często także symetrii.

2.1. Przegląd relacji przestrzennych

W zakresie kształtowania architektury i ładu przestrzennego pewne relacje zostały znormalizowane i sprecyzowane, co pozwala na kształtowanie architektury harmonizującej z krajobrazem, zachowując jednocześnie zarówno nawiązanie do lokalnych tradycji budowlanych jak i do współczesnego wyglądu.

Spośród wielu relacji i parametrów mających znaczenie w procesie weryfikacji dokumentacji projektowej, jako najistotniejsze wymienić należy te, które zostały przedstawione na rysunku 2.1.



Rys. 2.1. Schemat przedstawiający znaczące relacje i parametry w procesie weryfikacji dokumentacji projektowej

Źródło: Opracowanie własne

Przedstawione relacje i parametry odzwierciedlają zaledwie fragment obszernego tematycznie problemu sprawdzania dokumentacji projektów budowlanych pod względem ich zgodności z przepisami regulującymi tę tematykę.

2.1.1. Relacje opisujące przeznaczenie działki

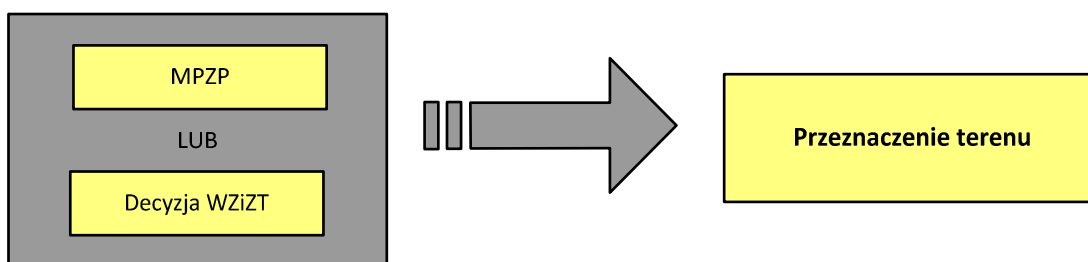
Zgodnie z artykułem 14 ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym w celu ustalenia przeznaczenia terenów oraz określenia sposobów ich zagospodarowania i zabudowy Rada Gminy podejmuje uchwałę o przystąpieniu do sporządzenia Miejscowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego [Ustawa, 2003c].

Na mocy Konstytucji Rzeczypospolitej Polskiej Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego jest aktem prawa miejscowego i obowiązuje na obszarze danej gminy, która go ustanowiła [Konstytucja, 1997]. Jego zadaniem jest określenie przeznaczenia terenów oraz sposób zagospodarowania i późniejszej zabudowy [Kwaśniak, 2008].

W przypadku braku MPZP przeznaczenie terenu jest określane w decyzji lokalizacyjnej zwanej decyzją o Warunkach Zabudowy i Zagospodarowania Terenu [Rozporządzenie, 2003b].

Przeznaczenie terenu to określenie na przyszłość celu, któremu ma dany teren służyć. Z istoty planowania wynika, że określenie w planie miejscowym przeznaczenia terenu nie ma charakteru opisu stanu faktycznego zagospodarowania tego terenu” [Wyrok WSA, 2003d].

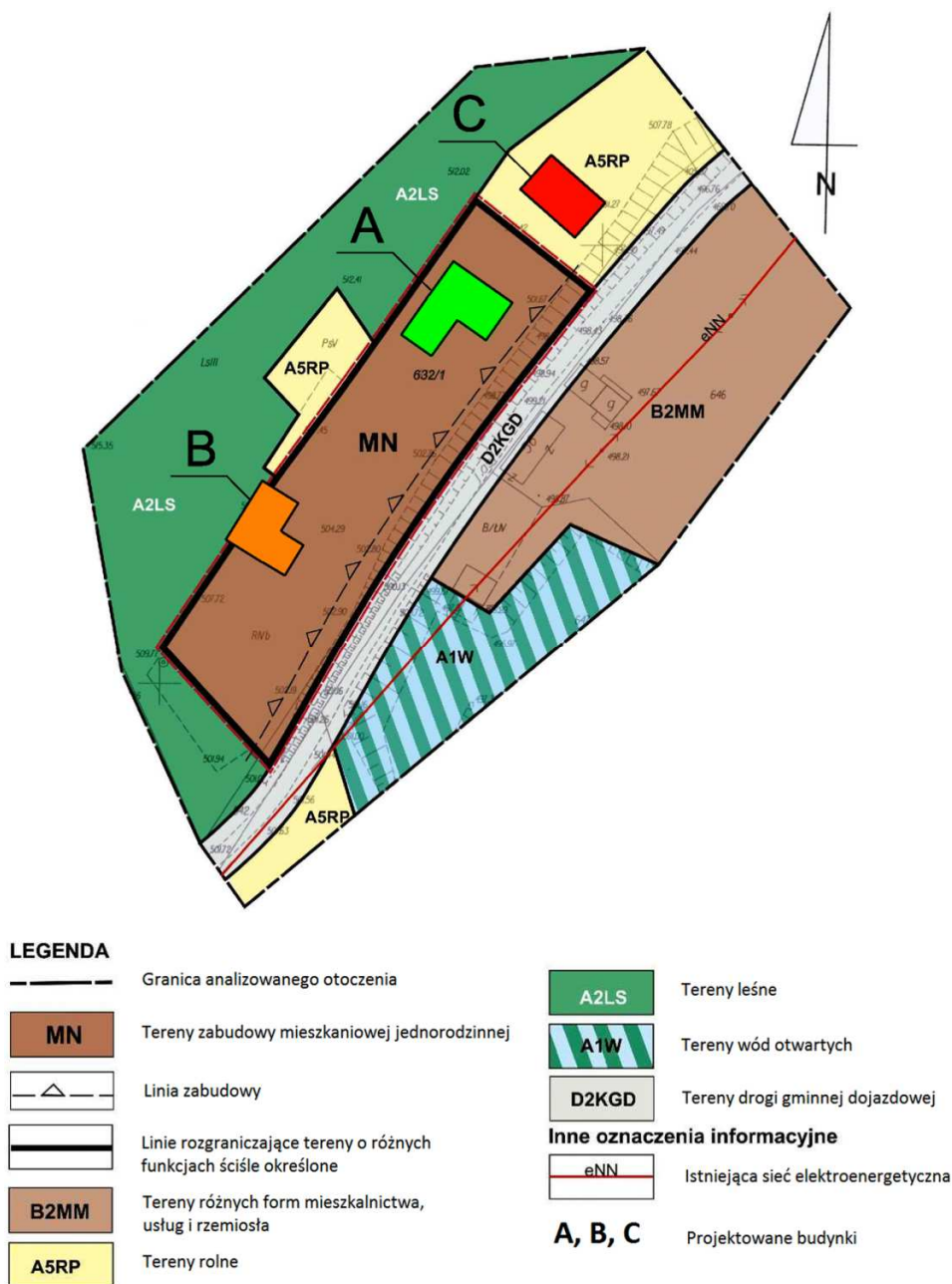
Perspektywiczne założenia MPZP oraz warunki zabudowy określane jednorazowo dla potrzeb konkretnej inwestycji na terenie przeznaczonym pod zabudowę tworzą związki pozwalające na zdefiniowanie relacji przeznaczenia terenu przedstawionej na rysunku 2.2.



Rys. 2.2. Graficzna prezentacja związków mających wpływ na ocenę analizowanej relacji

Źródło: Opracowanie własne

Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego lub decyzja WZiZT swoimi ustaleniami narzuca pewne rygory, które ograniczają powstawanie sytuacji konfliktowych. Na rysunku 2.3 przedstawiono lokalizację zaprojektowanych obiektów budowlanych (domów mieszkalnych jednorodzinnych) na tle MPZP.

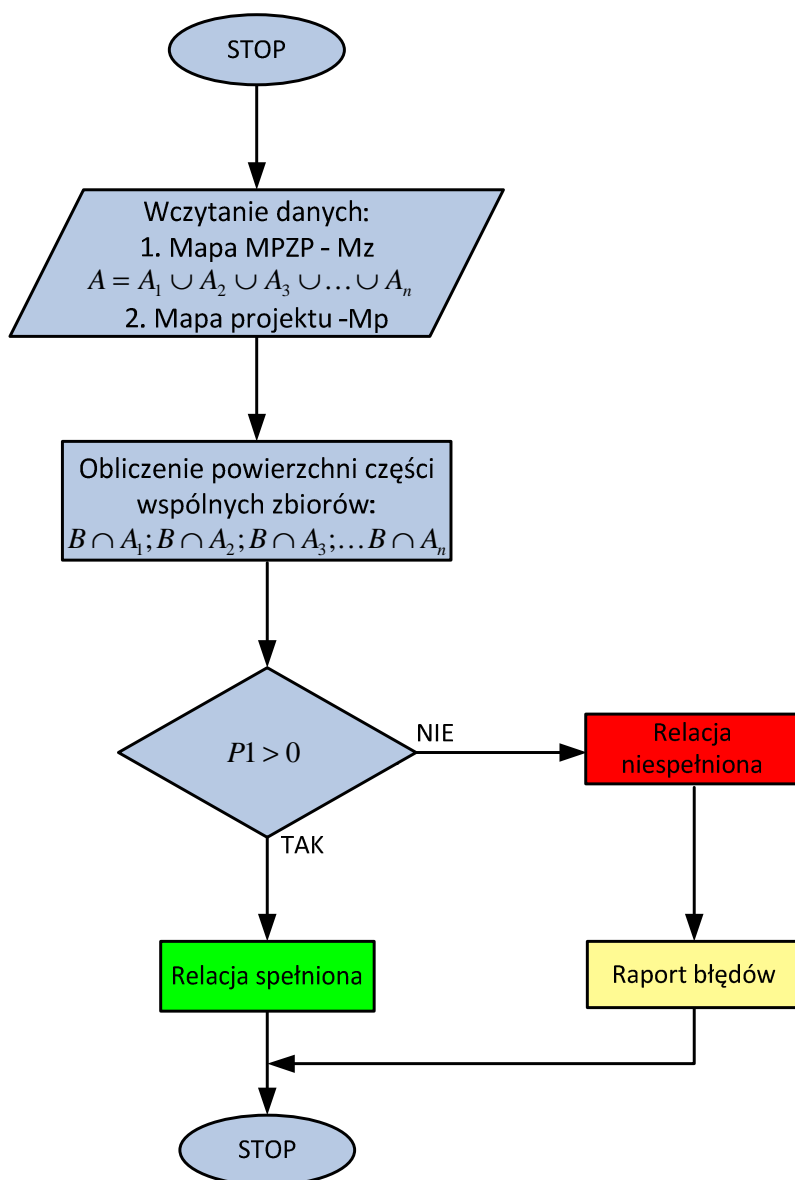


Rys. 2.3. Przykład ilustrujący relację projektowanych budynków do przeznaczenia terenu w Miejscowym Planie Zagospodarowania Przestrzennego

Źródło: Opracowanie własne na podstawie mapy Miejscowego Planu Zagospodarowania Terenu gminy Łososina Dolna

Relacja projektu do wymienionych ustaleń pozwala zweryfikować, czy projektowana inwestycja budowlana znajduje się na terenie, który na takie usytuowanie zezwala. Lokalizacja budynku A spełnia wymogi omawianej relacji. Mogą jednak zdarzyć się przypadki projektowania obiektów niezgodnie z przeznaczeniem terenu, czego przykładem są budynki B i C.

Jednym z etapów weryfikacji dokumentacji projektowej przez system ekspertowy jest algorytm sprawdzania relacji przestrzennych planowanych inwestycji z założeniami dotyczącymi przeznaczenia terenu, na którym planowana jest inwestycja. Algorytm ten został przedstawiony na rysunku 2.4.



Rys. 2.4. Schemat przedstawiający algorytm sprawdzanie relacji przestrzennych planowanej inwestycji budowlanej z przeznaczeniem terenu
Źródło: Opracowanie własne

Na schemacie zostały użyte następujące oznaczenia:

Mp – cyfrowa mapa MPZP – z podziałem na obszary przeznaczenia – A,

Mz – cyfrowa mapa zagospodarowania terenu inwestycji – B,

$B \cap A_1$ – obszar części wspólnej inwestycji B z terenem o przeznaczeniu A₁,

$B \cap A_1$ – obszar części wspólnej inwestycji B z terenem o przeznaczeniu A_2 ,

P_1 – procedura sprawdzania sumy obszarów wszystkich części wspólnych, terenu inwestycji i obszarów o różnych strefach przeznaczenia,

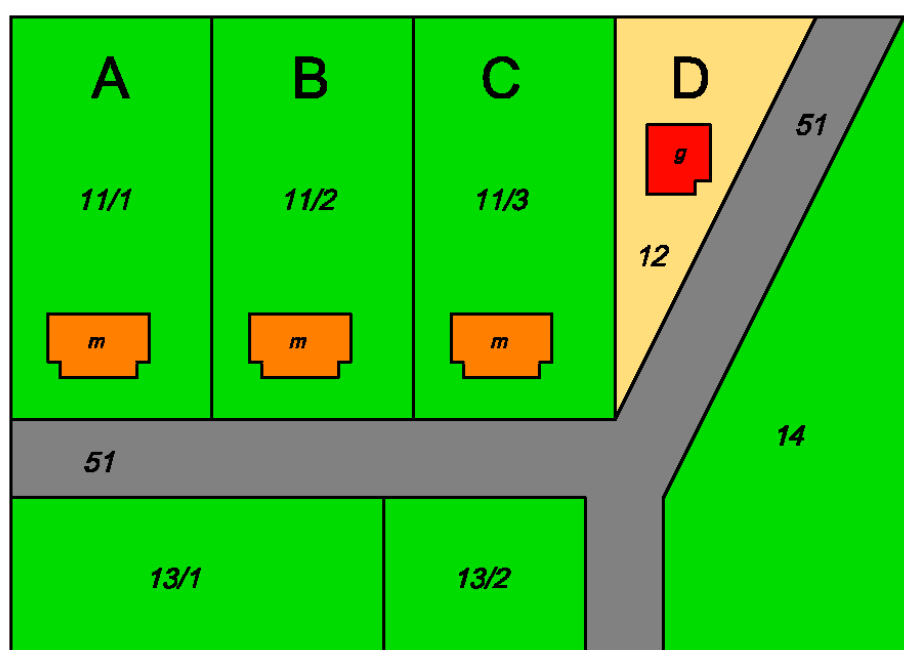
$$P_1 = (B \cap A_1) \cup (B \cap A_2) \cup (B \cap A_3) \cup \dots \cup (B \cap A_n).$$

2.1.2. Kształt i wielkość działki przeznaczonej pod zabudowę

Działka powinna mieć kształt w miarę możliwości zbliżony do prostokąta, umożliwiając usytuowanie budynku oraz racjonalne zagospodarowanie terenu.

Na rysunku 2.5 przedstawiono lokalizację kilku obiektów na działkach o regularnych kształtach, co jest rozwiązaniem zalecanym (działki: A, B, C).

Lokalizacja budynku na działce D w kształcie trójkąta może budzić wątpliwości, ponieważ powoduje znaczne utrudnienia przy pracach projektowych.



Rys. 2.5. Przykład ilustrujący optymalny i nieregularny kształt działki przeznaczonej pod zabudowę

Źródło: Opracowanie własne

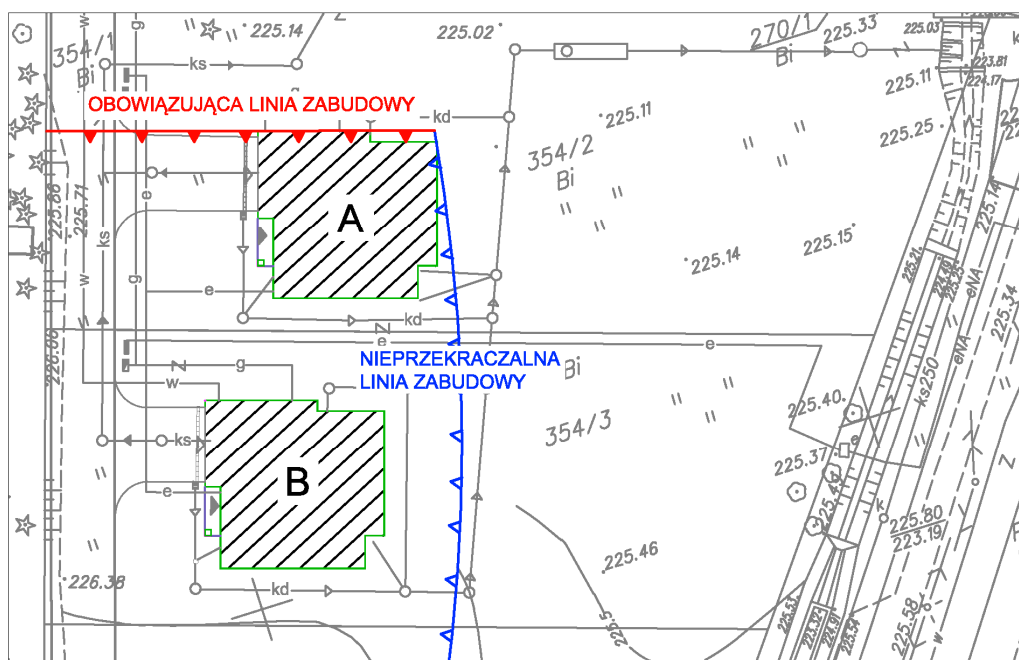
Oprócz kształtu działki istotną cechą jest również jej wielkość, co umożliwia ocenę przydatności, jako działki budowlanej, a przepisy w tym względzie są ustalane lokalnie (MPZP lub WZiZT). Ze względu na szeroki zakres możliwych do wystąpienia okoliczności w ramach badanej relacji, każdy projekt należy rozpatrywać indywidualnie, co jednak nie uniemożliwia stworzenia jednolitego algorytmu.

2.1.3. Linia zabudowy

Linia zabudowy to linia określająca dopuszczalny lub wymagany obszar, w którym powinny być położone budynki.

Symbolika graficzna dotycząca granic i linii regulacyjnych wymagana przy sporządzaniu miejscowych planów została określona w normie PN-B-01027 [PN-B-01027, 2002]. Od 1 stycznia 2003 roku stosowanie Polskich Norm jest dobrowolne [Ustawa, 2002].

Można wyróżnić obowiązującą i nieprzekraczalną linię zabudowy, które przedstawiono na rysunku 2.6.



Rys. 2.6. Fragment mapy z zaznaczoną nieprzekraczalną i obowiązującą linią zabudowy
Źródło: Opracowanie własne na fragmencie mapy wielkoskalowej

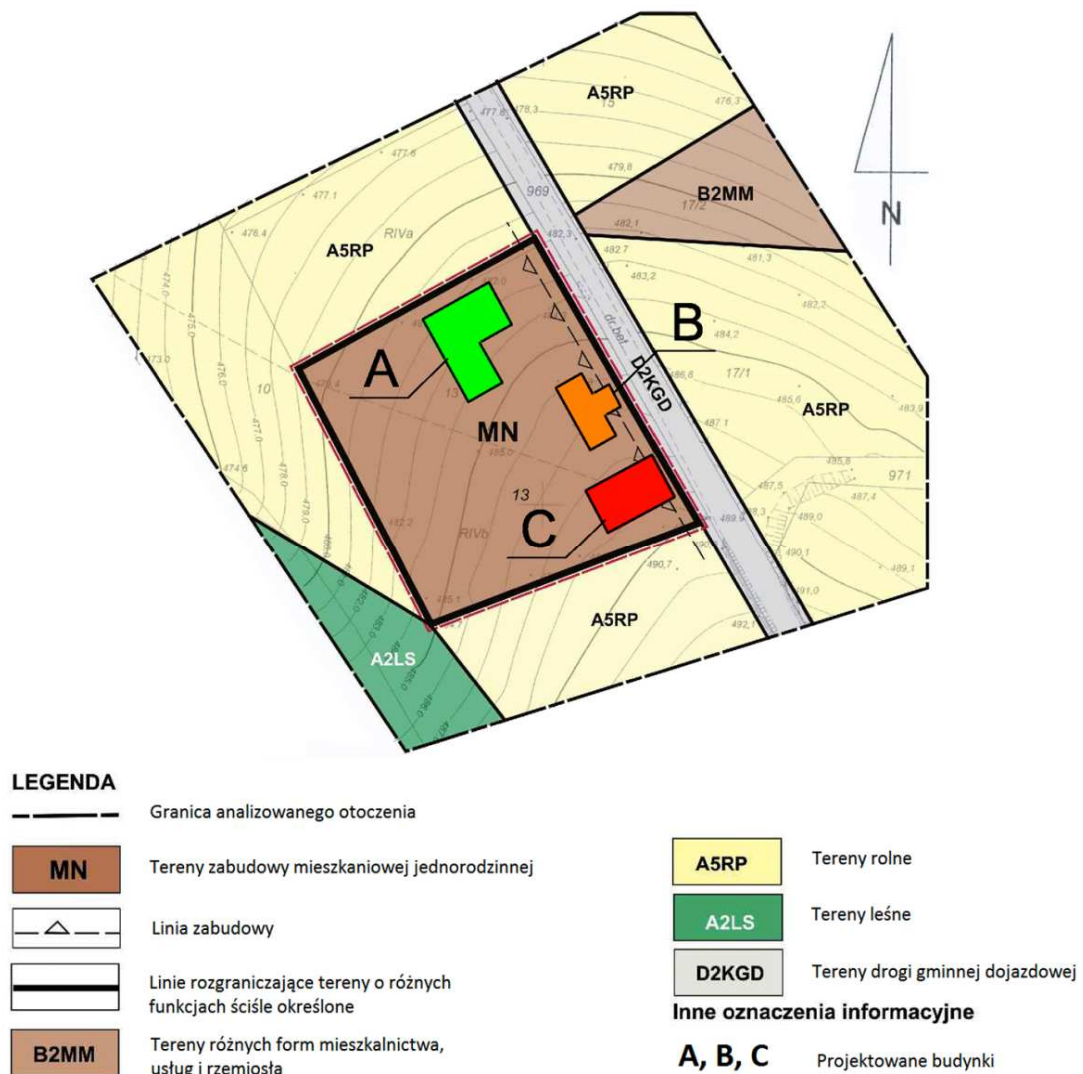
Pierwsza rozumiana jest najczęściej jako linia wyznaczająca położenie elewacji frontowej budynku lub budowli, poza elementami uzbrojenia terenu i liniami przesyłowymi. Natomiast pojęcie nieprzekraczalnej linii zabudowy ogranicza obszar, wewnątrz którego można zlokalizować budynek lub budowlę, dowolnie, ale tak, by spełnione były inne warunki określone w miejscowym planie.

„Linia zabudowy (linia regulacyjna) w rozumieniu rozporządzenia określa nieprzekraczalną granicę terenu potencjalnych inwestycji, znajdującego się po przeciwnej stronie linii zabudowy niż pas drogowy.

Jest to zaledwie granica obszaru, ale niekoniecznie linia, do której budynki muszą przylegać” [Wyrok NSA II OSK, 779/07].

Jeżeli ani z Miejscowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego, ani z decyzji o warunkach zabudowy nie wynika, że ta linia może zostać przekroczona przez części dodatkowe lub drugorzędne budynku, jak balkony, schody zewnętrzne czy wykusze to należy stwierdzić, że usytuowanie takich elementów poza nieprzekraczalną linią zabudowy nie jest dopuszczalne.

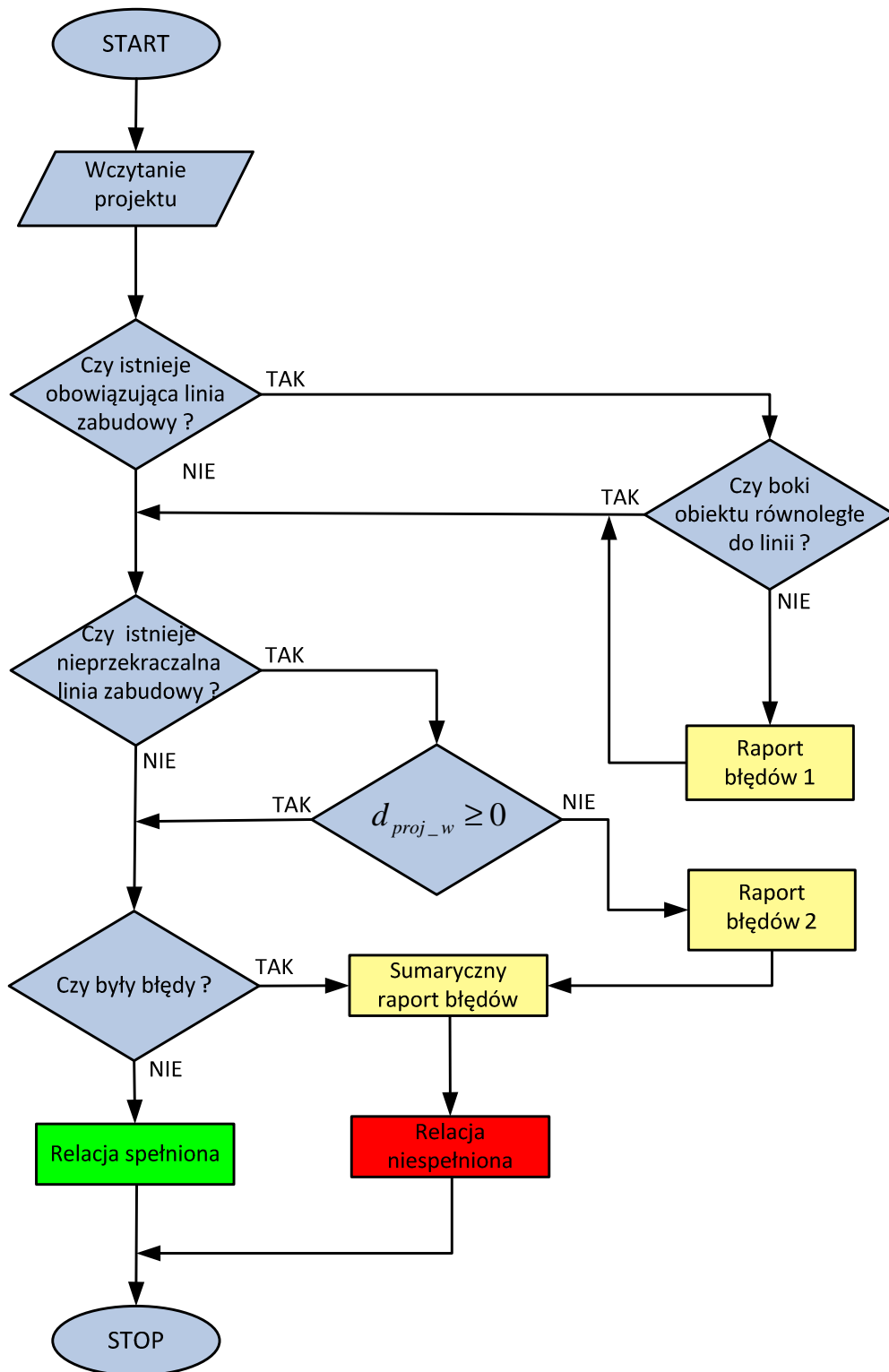
Ocenę analizowanej relacji można przedstawić w podobnym układzie logicznym jak przedstawionym na rysunku 2.2. Na rysunku 2.7 projektowany budynek A spełnia warunki linii zabudowy, natomiast budynek B i C przekracza linię zabudowy.



Rys. 2.7. Przykład ilustrujący spełnienie (budynek A) i niespełnienie (budynki B i C) warunku linii zabudowy w Miejscowym Planie Zagospodarowania Przestrzennego

Źródło: Opracowanie własne

Algorytm sprawdzania usytuowania projektowanego obiektu względem linii zabudowy przedstawiono na rys 2.8.

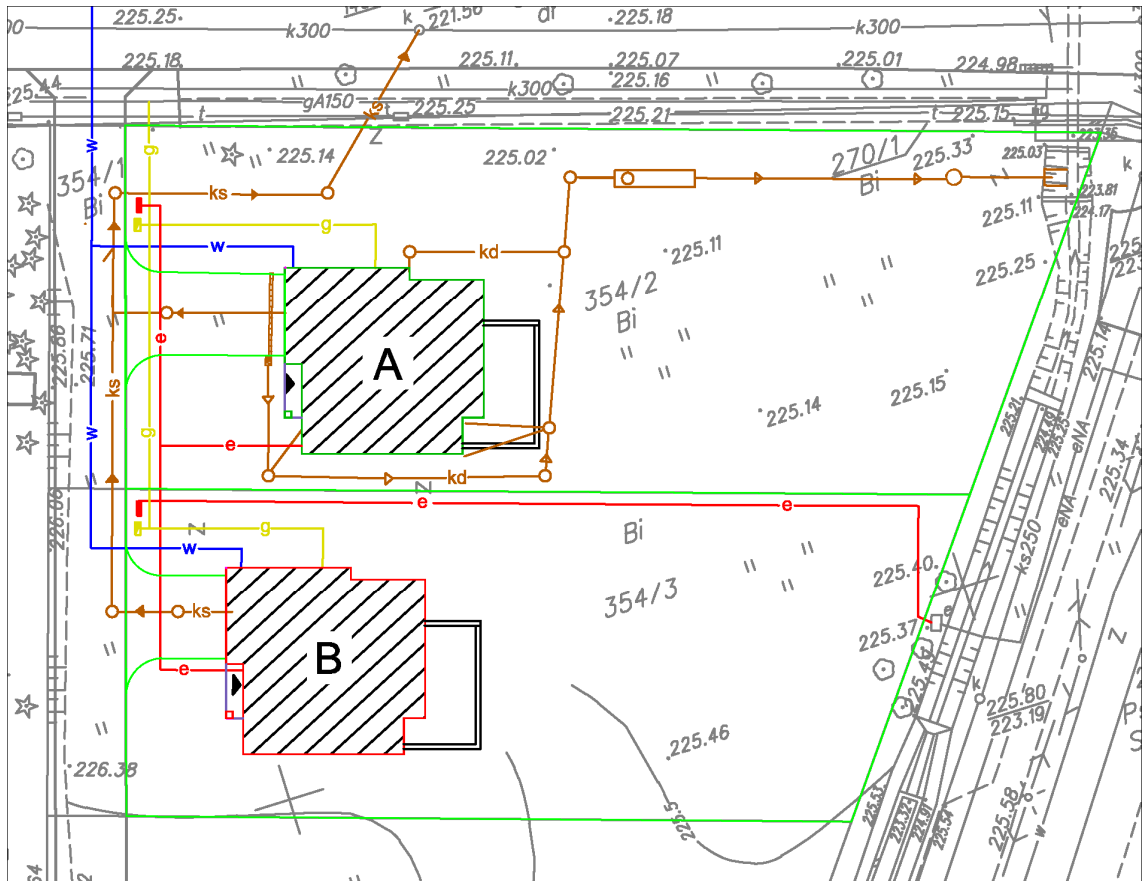


Rys. 2.8. Schemat przedstawiający algorytm sprawdzania nieprzekraczalnej i obowiązującej linii zabudowy

Źródło: Opracowanie własne

2.1.4. Kompletność funkcjonalna obiektu

Budynki i obiekty pełniące jakąś konkretną funkcję muszą posiadać zespół pewnych cech, na podstawie których można je scharakteryzować i które umożliwiają pełnienie tej funkcji [Eckes, 2007]. Na przykład budynek mieszkalny musi mieć przyłączone podstawowe media, a brama wjazdowa powinna znajdować się w linii ogrodzenia. Na rysunku 2.9 przedstawiono przykłady dwóch obiektów.



Rys. 2.9. Przykład ilustrujący relację kompletności funkcjonalnej pod kątem obligatoryjnych przyłączy do budynku

Źródło: Opracowanie własne na fragmencie mapy wielkoskalowej

Dla budynku A zachowana jest kompletność wszystkich obligatoryjnych przyłączy, natomiast projekt budynku B nie spełnia tej zależności (brak kanalizacji deszczowej dla odprowadzania wód opadowych).

2.1.5. Nawiązanie do istniejącej zabudowy

Budynek powinien nawiązywać wyglądem do tradycji lokalnej, regionalnej i współczesnych koncepcji projektowych. Wspomniany warunek ma za zadanie zapewnić spójność między wyglądem przyjętym tradycją i sposobem wykończeń budynków na danym terenie.

Projekt ocenia się między innymi pod kątem spójności z historyczną zabudową w rejonie inwestycji. Na rysunku 2.10 przedstawiono anomalię architektoniczną, która w żaden sposób nie nawiązuje ani wyglądem ani tradycją do budynków sąsiednich. Budowla pozostaje w rażącym konflikcie przestrzeni z otoczeniem.



Rys. 2.10. Zdjęcie przedstawiające wyjątkowo rażące wizualnie usytuowanie zabudowy na tle tradycyjnej zabudowy budownictwa mieszkaniowego

Źródło: Opracowanie na podstawie <http://landor.com/>

Na rysunku 2.11 przedstawiono nowoczesne rozwiązania architektoniczne wkomponowane w historyczną zabudowę. Mimo, iż budynek nie nawiązuje kształtem do obiektu sąsiedniego, to poprzez odpowiedni wybór elewacji udało się uzyskać harmonię budynków.



Rys. 2.11. Zdjęcie przedstawiające połączenie nowoczesności i tradycji w bardzo dobrym stylu
Źródło: Opracowanie na podstawie <http://www.skyscrapercity.com/>

W trakcie weryfikacji harmonii architektonicznej budynku z sąsiadującą zabudową ocenia się czy obiekt zachowuje tradycyjny model budownictwa przyjęty w najbliższym otoczeniu. Sprawdzane jest również czy budynek poprzez rozwiązania projektowe jest właściwie powiązany z otoczeniem. Zachowanie powyższej dyscypliny w planowaniu przestrzennym i późniejszym projektowaniu pozwala na harmonizację architektury z krajobrazem, co jest prawidłową zasadą. Tę relację trudno jest ocenić jednoznacznie i ująć w rygorach algorytmu. Zatem, podobnie jak w przypadku relacji wielkości i kształtu działki, każdy projekt należy rozpatrywać indywidualnie.

2.1.6. Relacje odległościowe

Większość możliwych okoliczności, które należy przeanalizować badając kryterium odległościowe można ująć w czterech grupach, które zostały przedstawione na rysunku 2.12.



Rys. 2.12. Schemat przedstawiający podział relacji odległościowych w procesie weryfikacji dokumentacji projektowej

Źródło: Opracowanie własne

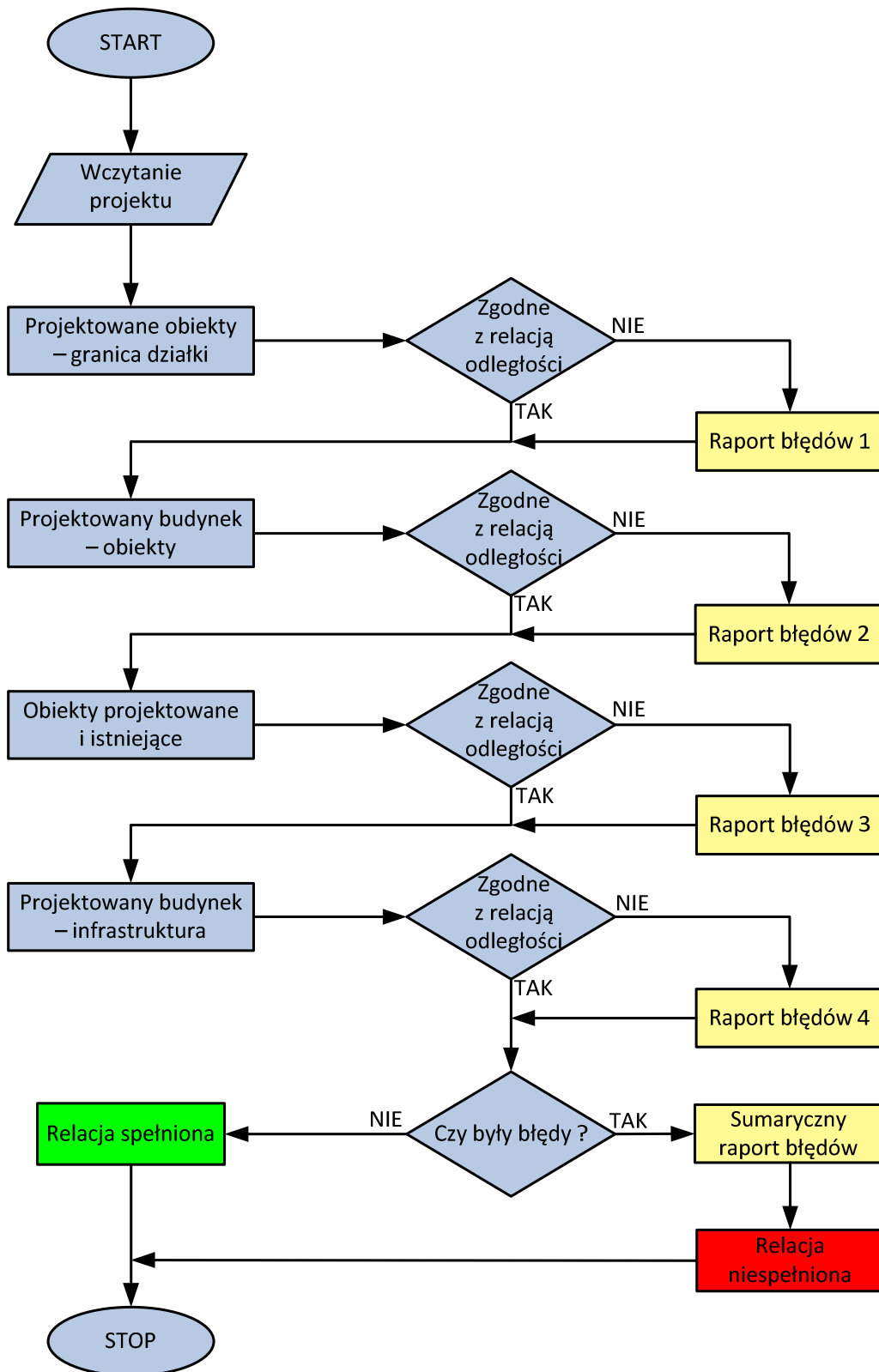
Zaproponowany układ analizy bazuje na podstawowych kryteriach ujętych w normach prawnych [Rozporządzenie, 2002; PN-ISO, 1997].

W powyższym podziale grupowym analizuje się oddzielnie wszystkie odległości. W nawiązaniu do relacji sąsiedzkich istotną odległością jest odległość projektowanej zabudowy od granicy działki ewidencyjnej innego właściciela.

Kolejnymi odległościami, które obowiązkowo podlegają weryfikacji i sprawdzeniu są odległości projektowanej inwestycji od innych istniejących już lub projektowanych budynków, budowli i obiektów budowlanych. Najczęściej są to odległości, które muszą być zachowane ze względu na charakter lub funkcję budynku lub odległości tak zwane strefy bezpieczeństwa pożarowego.

Ze względów bezpieczeństwa jak również swobodnego dostępu do infrastruktury technicznej ważne jest uzgadnianie odległości z gestorami sieci przebiegających przez działkę ewidencyjną gruntu, na której projektowany jest budynek. Swobodny dostęp do infrastruktury jest niezbędny w przypadku jej konserwacji remontu czy wymiany. Zbyt mała odległość lub nawet jej brak znacznie utrudniałaby takie roboty, a w przypadku awarii sieci mogłoby prowadzić do zagrożenia życia lub zdrowia użytkowników zrealizowanej inwestycji.

Schemat sprawdzania spełnienia i niespełnienia relacji odległości w każdym z analizowanych przypadków przedstawia rysunek 2.13.

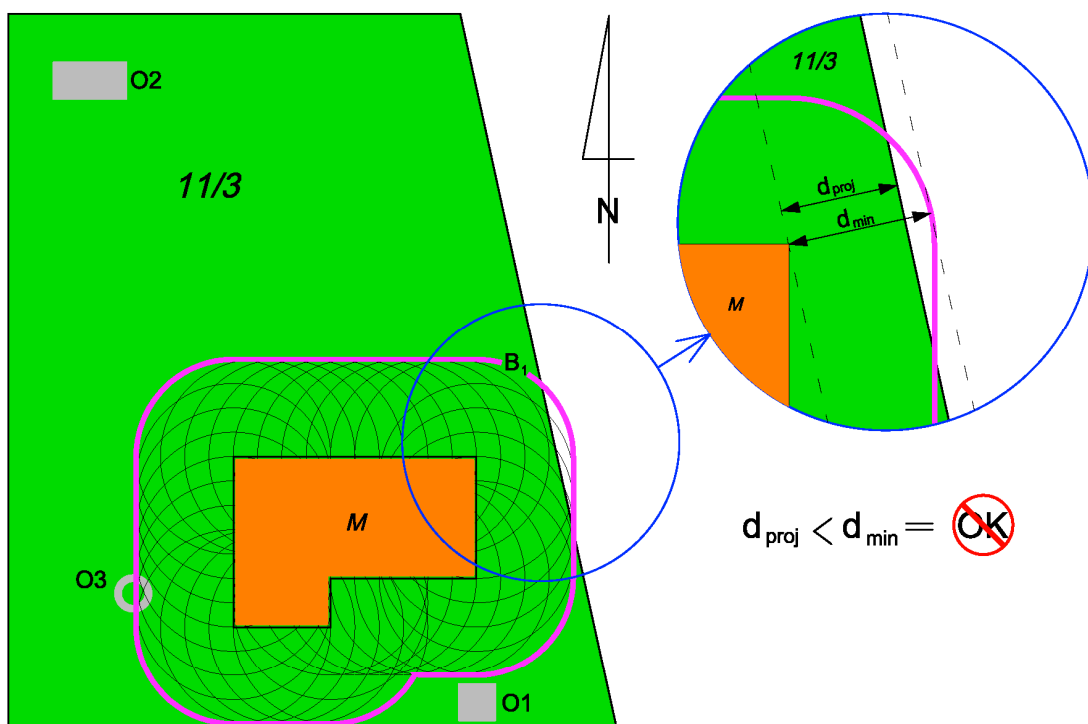


Rys. 2.13. Schemat przedstawiający sprawdzanie spełnienia relacji odległości
 Źródło: Opracowanie własne

2.1.6.1. Relacja odległości projektowanego obiektu od granic działki

Analizując odległości obiektu względem granic działki należy sprawdzić, czy odległości projektowane nie są mniejsze od odległości normatywnej. W przypadkach skomplikowanych kształtów budynku (przykładowo weranda) ważnym jest, aby ocenić położenie głównych naroży budynku i wystających części analizowanego obiektu.

Na podstawie rysunku 2.14 należy stwierdzić, że odległości projektowanego budynku od granicy działki nie spełniają kryteriów odległości. Niewielkie przesunięcie budynku spowoduje spełnienie analizowanego warunku.



LEGENDA:

d_{proj} - odległość między projektowanym budynkiem M, a granicą działki

d_{min} - odległość między projektowanym budynkiem M, a granicą działki - minimalna dopuszczalna

B_1 - granica bufora określającego strefę minimalnej dopuszczalnej odległości między projektowanym budynkiem M, a granicą działki

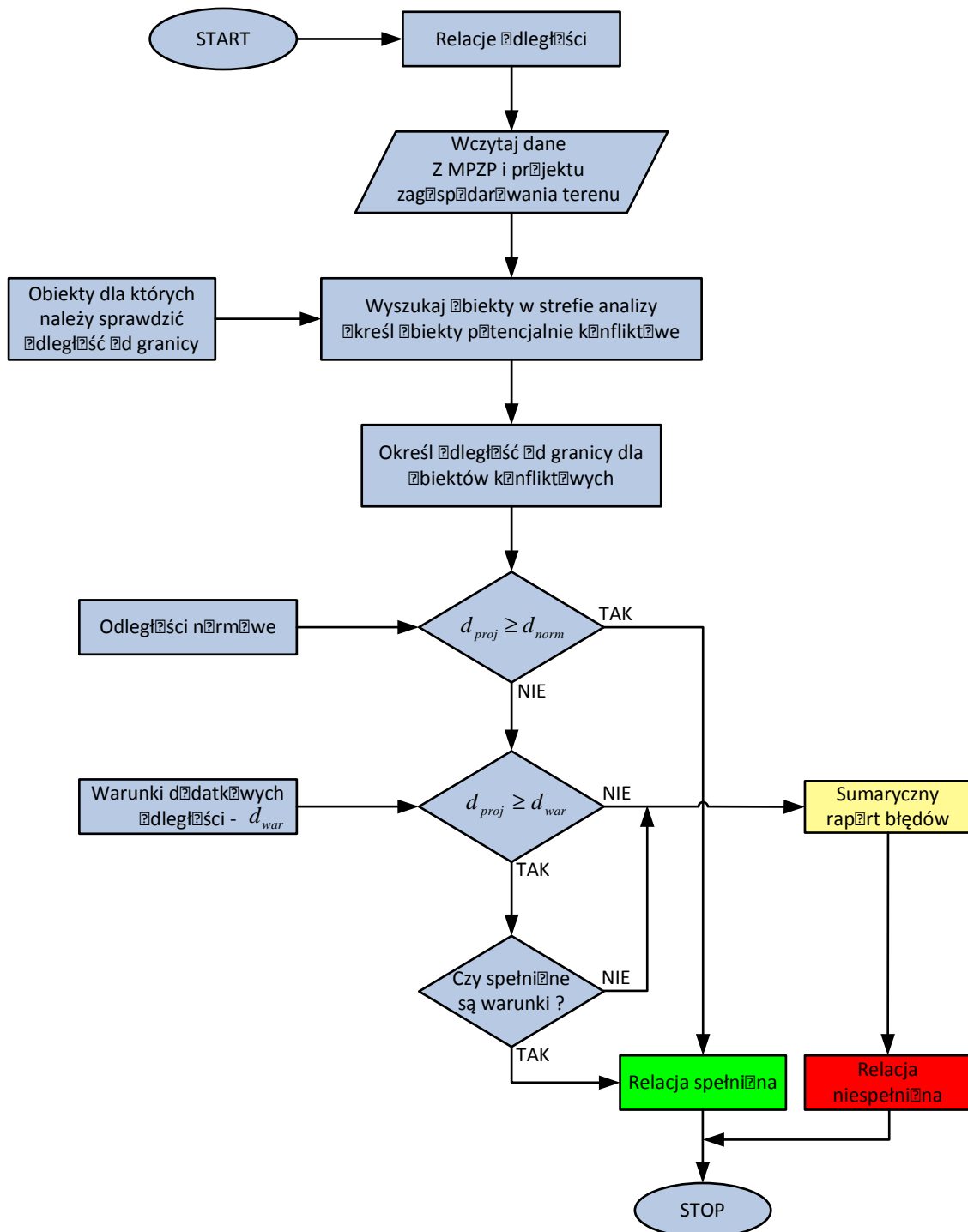
■ O1+O3 - obiekty niepodlegające analizie na tym etapie weryfikacji relacji

Rys. 2.14. Rysunek przedstawiający relację odległości projektowanego budynku od granic działki

Źródło: Opracowanie własne

Graficzne przedstawienie analizowanej sytuacji może znacznie ułatwić podjęcie decyzji oraz na wskazanie ewentualnych kierunków zmiany położenia budynku.

Badanie relacji odległości projektowanego obiektu a granicą działki przedstawia schemat na rysunku 2.15.

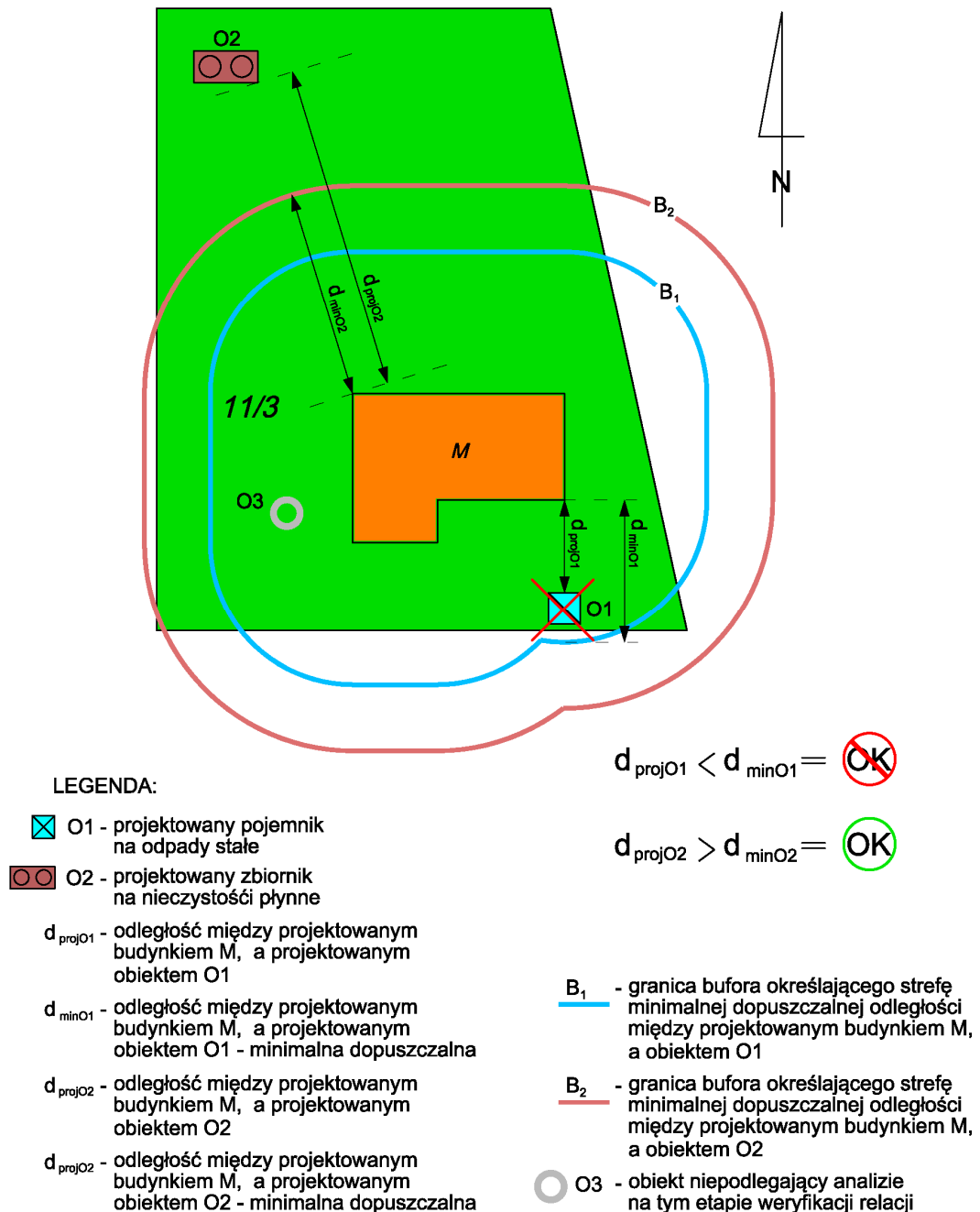


Rys.2.15. Schemat przedstawiający algorytm sprawdzania relacji między projektowanym obiektem a granicą działki

Źródło: Opracowanie własne

2.1.6.2. Relacja odległości projektowanego budynku od innych obiektów

Oceniając projekt w aspekcie relacji odległości pomiędzy budynkiem a innymi obiektami, należy ocenić położenie nowych obiektów oraz istniejących już obiektów na sąsiednich działkach względem projektowanego budynku. Kilka możliwych sytuacji przedstawiono na rysunku 2.16.

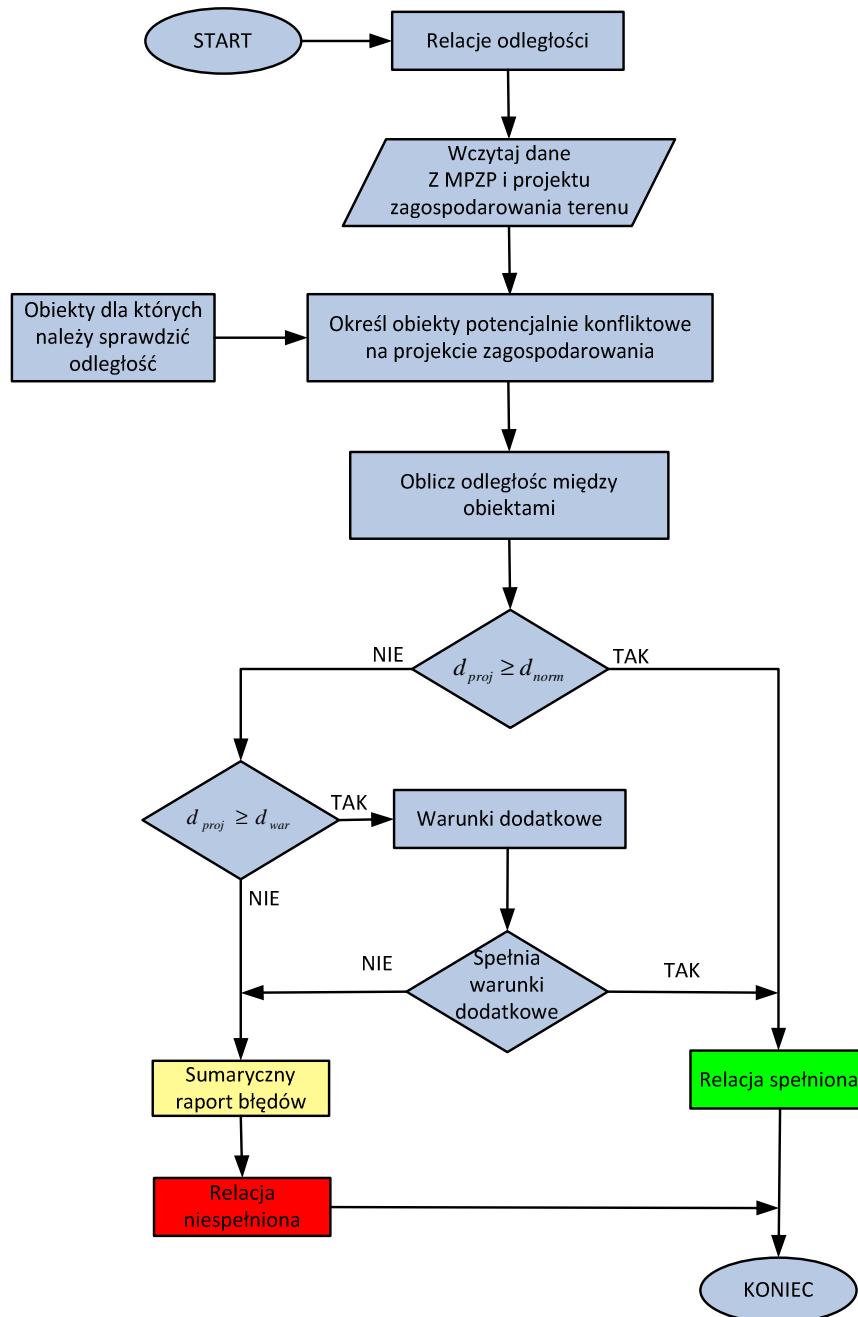


Rys. 2.16. Rysunek przedstawiający relację odległości projektowanego budynku od innych obiektów

Źródło: Opracowanie własne

Wokół budynku wydzielono strefę buforową zaznaczając obszar ujmujący okręgi o minimalnych promieniach dopuszczalnej lokalizacji innych obiektów w rejonie zaprojektowanego budynku. Jak wynika z sytuacji przedstawionej na rysunku, nieznaczne przesunięcie budynku w kierunku północnym, rozwiązuje problem zbyt małej odległości pomiędzy obiektami.

Dla sprawdzenia relacji odległości między projektowanym obiektem a innymi obiektami zaproponowano algorytm sprawdzania tej relacji (rysunek 2.17).

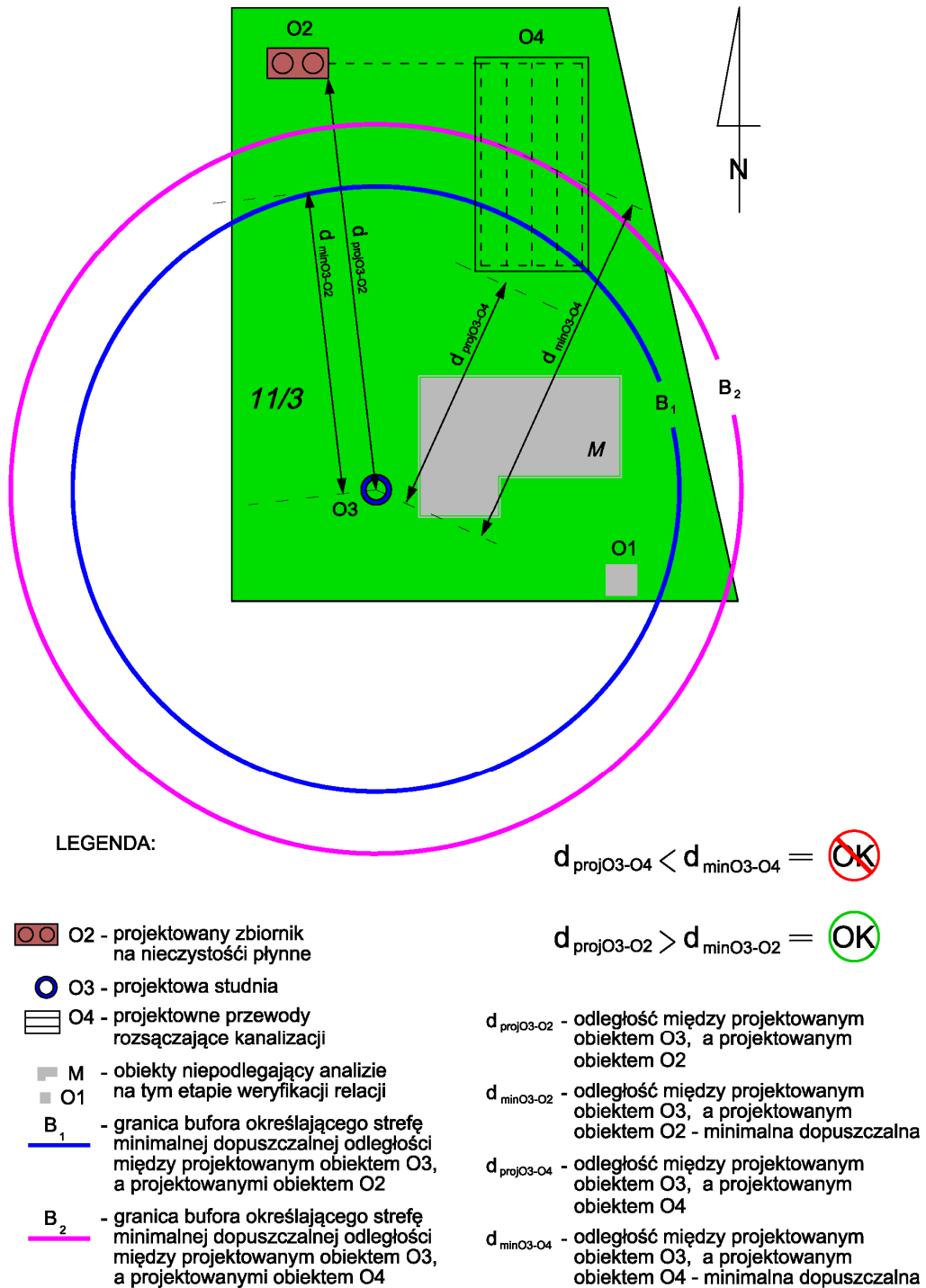


Rys. 2.17. Schemat przedstawiający algorytm sprawdzania relacji projektowanego budynku od innych obiektów

Źródło: Opracowanie własne

2.1.6.3. Relacja odległości między obiektami na działce

W relacjach odległościowych należy uwzględnić odległości pomiędzy obiektami projektowanymi oraz odległości pomiędzy nowymi obiektami, a obiektami już istniejącymi. Przykład takiej analizy przedstawiono na rysunku 2.18.

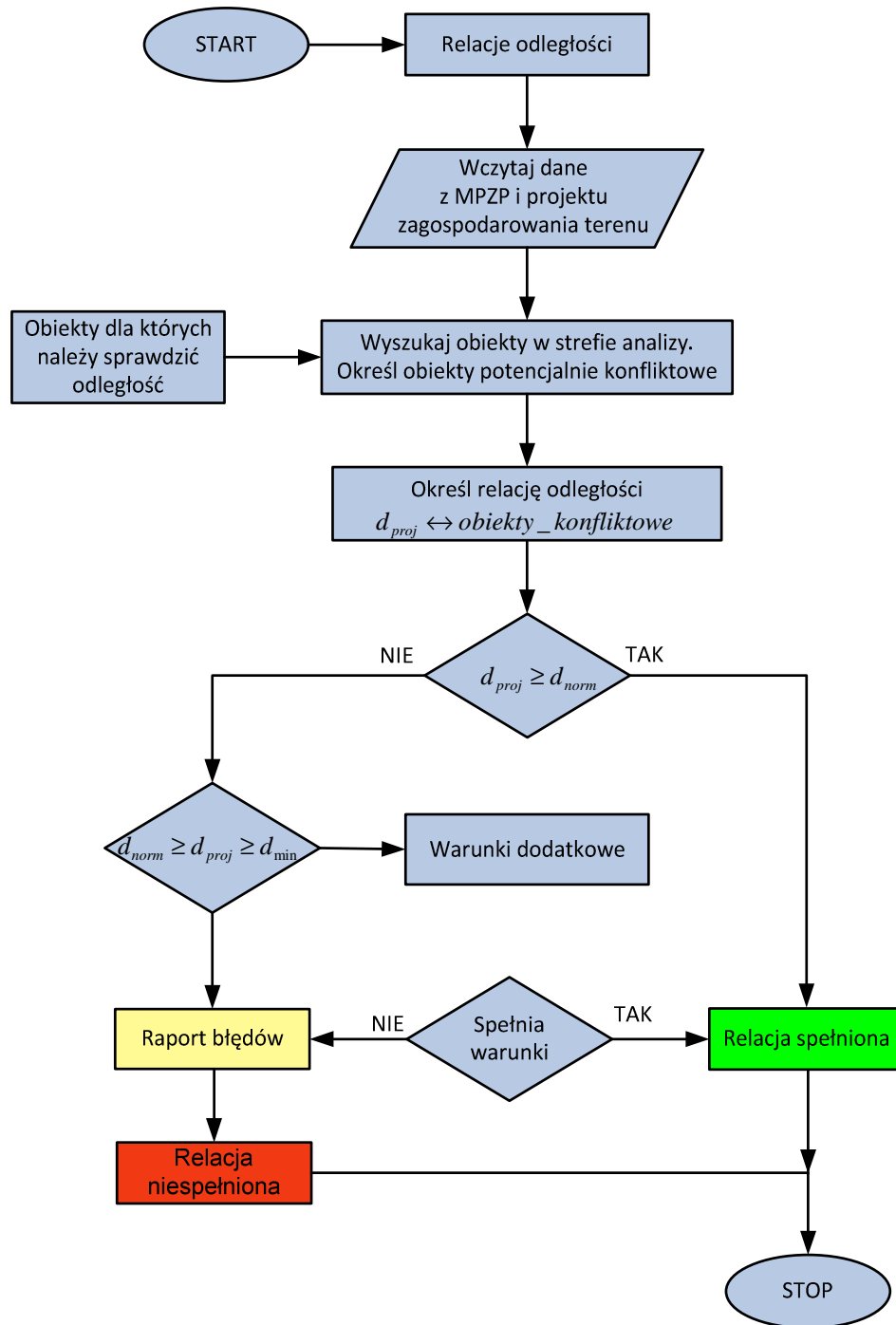


Rys. 2.18. Rysunek przedstawiający relację odległości między obiektami

Źródło: Opracowanie własne

Z sytuacji przedstawionej na rysunku 2.18 wynika, że pole filtracyjne zostało zaprojektowane w niedozwolonej odległości od projektowanej studni. W związku z tym należy przesunąć obiekt aby zachować odpowiednią odległość od studni.

Analizę odległości pomiędzy obiektami projektowanymi, czy już istniejącymi określa algorytm przedstawiony na rysunku 2.19.



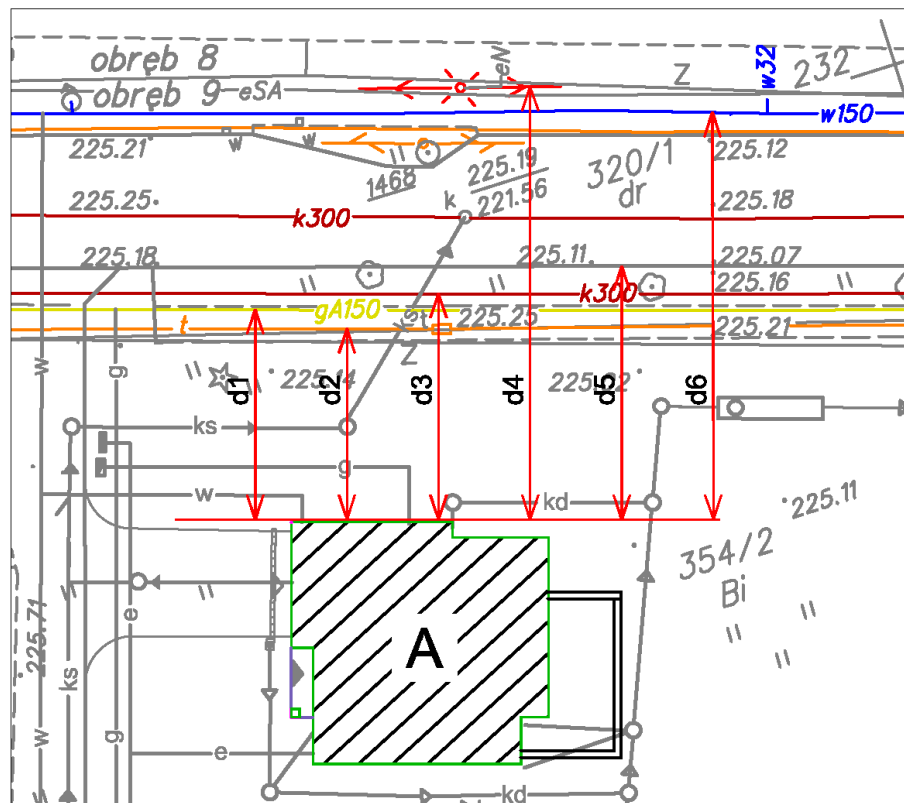
Rys. 2.19. Schemat przedstawiający algorytm sprawdzania relacji między projektowanym obiektem a innymi obiektami

Źródło: Opracowanie własne

2.1.6.4. Relacja odległości projektowanego budynku od infrastruktury

Relacje odległości pomiędzy budynkiem a infrastrukturą regulowane są przepisami branżowymi. Analizie podlega położenie nie tylko głównych przewodów różnego typu, z których prowadzone są doprowadzenia instalacyjne do projektowanego budynku, ale również odległości od pozostałych linii przesyłowych. Analizie powinna podlegać zarówno infrastruktura naziemna, podziemna, a także ciągi komunikacyjne

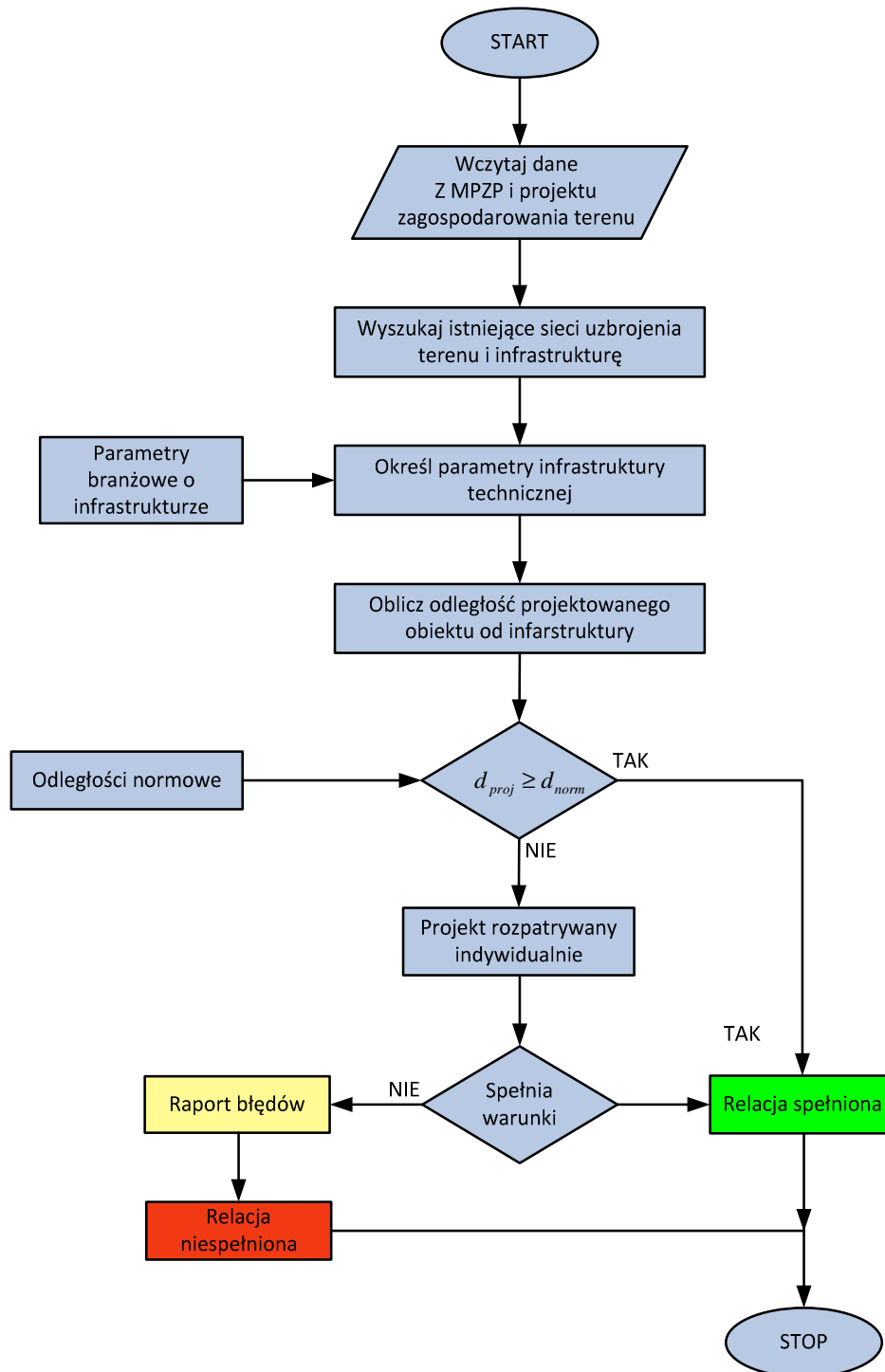
Na rysunku 2.20 przedstawiono dużą różnorodność analizowanych elementów infrastruktury, co stanowi, że ten rodzaj analizy wymaga szczegółowej pracy i znajomości z zakresu różnych branż.



Rys. 2.20. Rysunek przedstawiający relację odległości między obiektami
Źródło: Opracowanie własne

Dobłą praktyką jest, aby przed przystąpieniem do analiz odległości między projektowanym budynkiem a infrastrukturą, wykonywać szczegółową analizę i ocenę aktualności dokumentów geodezyjno-kartograficznych.

Z uwagi na niekiedy szkodliwy wpływ urządzeń przesyłowych (na przykład linii wysokiego napięcia), należy uwzględnić nie tylko usytuowanie tych linii względem budynku projektowanego, ale również zasięg ich wpływu na środowisko i mieszkańców. Schemat algorytmu badającego relację przedstawiono na rysunku 2.21.



Rys. 2.21. Schemat przedstawiający algorytm sprawdzania relacji między projektowanym obiektem a infrastrukturą techniczną i drogową

Źródło: Opracowanie własne

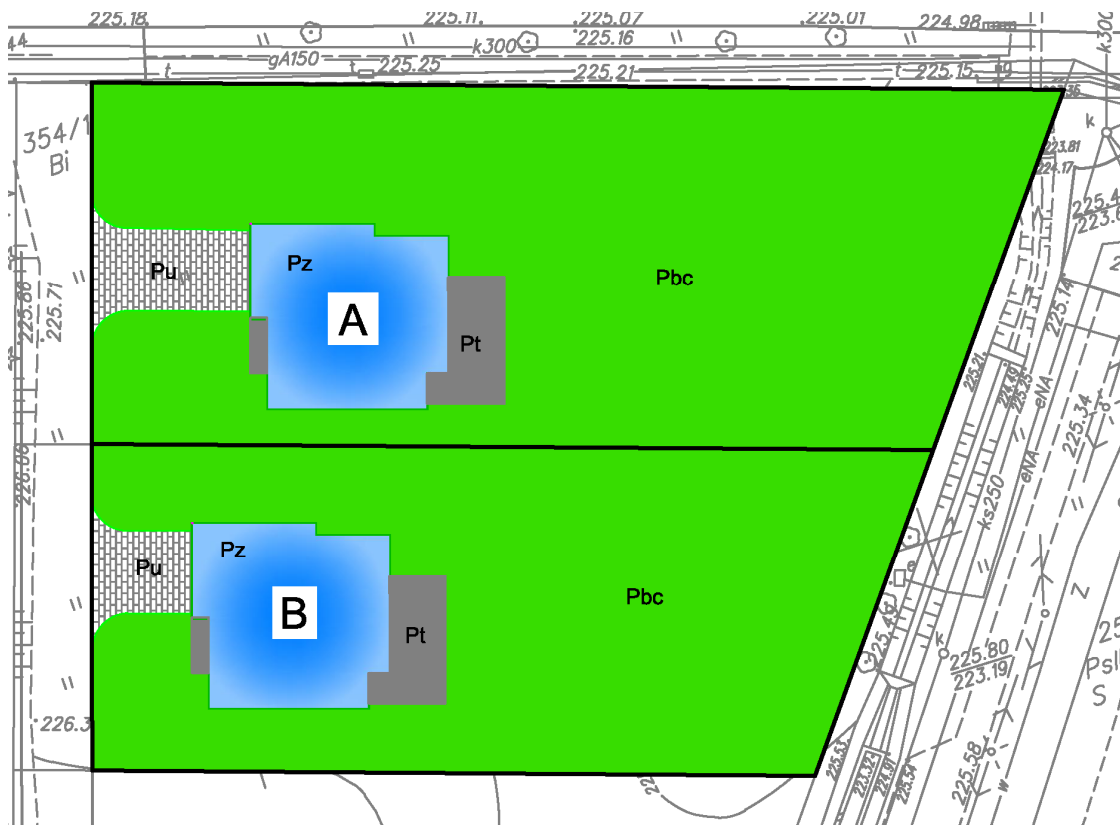
2.1.7. Wskaźniki wykorzystania terenu

Wskaźniki urbanistyczne charakteryzują stopień wykorzystania terenów budowlanych. Warunek ten jest spełniony pozytywnie, jeśli wszystkie wskaźniki mają wartość w zakresie założonym dla danego obszaru. Żaden ze wskaźników stosowany oddzielnie nie dostarcza wystarczających informacji o cechach przestrzennych środowiska zabudowanego, a w konsekwencji o jego jakości jako miejsca do życia [Dąbrowska-Milewska, 2010].

Do wskaźników wykorzystania terenu zaliczyć należy:

- 1) Stosunek powierzchni zabudowy do powierzchni działki (w_1).
- 2) Powierzchnia biologicznie czynna (P_{bc}).
- 3) Wskaźnik intensywności zabudowy (I).

Na rysunku 2.22 przedstawione zostały graficznie poszczególne powierzchnie, które pozwalają obliczyć rozpatrywane parametry.



Rys. 2.22. Rysunek przedstawiający oznaczenia powierzchni do obliczenia wskaźników wykorzystania terenu, szczegóły opisane w tekście

Źródło: Opracowanie własne

Stosunek powierzchni zabudowy [PN-ISO 9836, 1997] do powierzchni działki określa się wzorem 2.1.

$$w_1 = \frac{P_z}{P_D} \quad (2.1)$$

gdzie:

P_z – powierzchnia zabudowy,

P_D – powierzchnia działki.

Jest to wielkość stała, dla której istnieją jasne wytyczne dotyczące stosunku powierzchni planowanej zabudowy do całościowej powierzchni działki, na której planuje się usytuowanie zabudowań.

Z kolei wskaźnik intensywności zabudowy rozumiany jest jako stosunek powierzchni całkowitej wszystkich kondygnacji budynku do powierzchni terenu działki i przedstawia się wzorem 2.2:

$$I = \frac{P_o}{P_D} \quad (2.2)$$

gdzie:

P_o – powierzchni wszystkich kondygnacji liczonej w zewnętrznym obrysie stropów z uwzględnieniem tarasów

P_D – powierzchnia działki.

Minimalną i maksymalną intensywność zabudowy obowiązkowo określa MPZP lub WZiZT [Ustawa, 2003c]. Ustalanie wskaźnika minimalnego ma na celu racjonalne wykorzystanie działek pod zabudowę i optymalizację nakładów kosztów budowy miejskiej infrastruktury technicznej i społecznej. Z kolei ustalenie wskaźnika maksymalnego ma chronić walory środowiska przyrodniczego lub zapewnić warunki użytkowania terenu o określonym przeznaczeniu.

W aktualnej praktyce planistycznej w zapisach planu miejscowego i wydawanych warunkach zabudowy zazwyczaj podaje się następujące wytyczne: maksymalny dopuszczalny procent zabudowy działki, minimalny procentowy udział powierzchni biologicznie czynnej oraz wysokość zabudowy (maksymalną lub obowiązującą w pewnym przedziale).

Rzadko określa się pożądaną wartość wskaźnika intensywności zabudowy, chociaż jest to podstawowy współczynnik efektywności wykorzystania terenu [Dąbrowska-Milewska, 2010].

Ostatnim wymienionym wskaźnikiem mówiącym o ilościowym wykorzystaniu terenu jest powierzchnia biologicznie czynna P_{bc} . Zgodnie z aktem prawnym z dnia 12 marca 2009 roku zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [Rozporządzenie, 2009] przez powierzchnię biologicznie czynną należy rozumieć teren z nawierzchnią ziemną urządzonej w sposób zapewniający naturalną wegetację, a także 50% powierzchni tarasów i stropodachów z taką nawierzchnią, nie mniejszą jednak niż 10 m², a także wodę powierzchniową na tym terenie.

Weryfikacja każdego z wymienionych warunków polega na stwierdzeniu spełnienia lub niespełnienia relacji. Ze względu na jasność kryteriów nie potrzeba tworzyć specjalnych algorytmów.

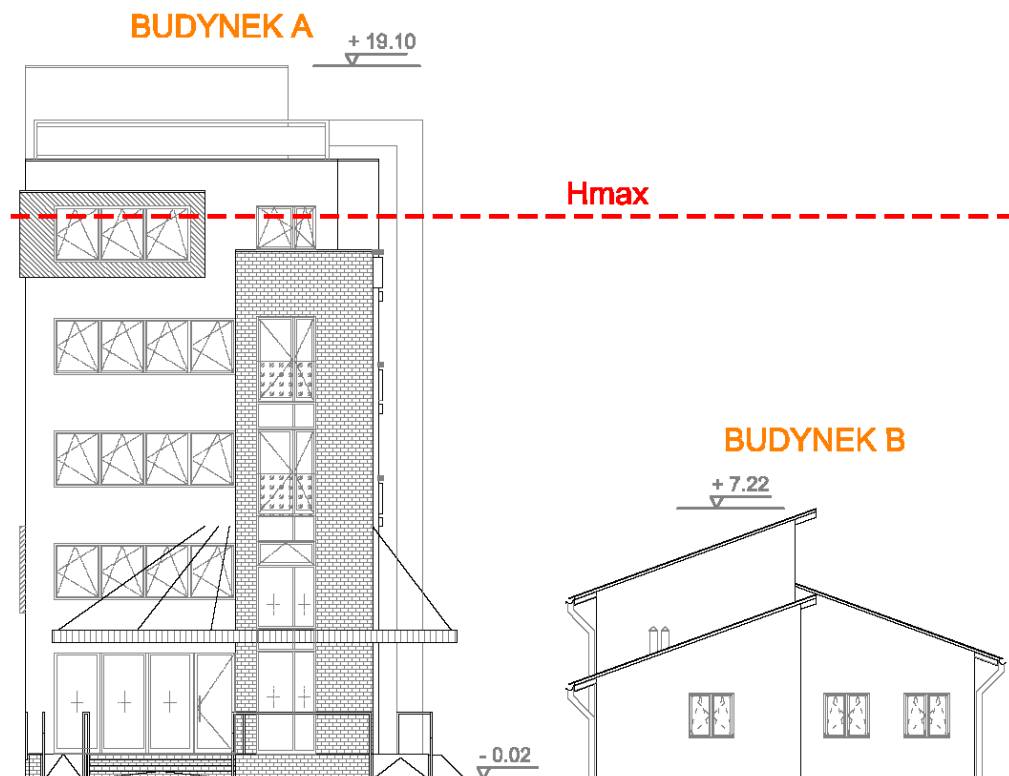
2.1.8. Geometria projektowanej zabudowy

Analizując warunek geometrii obiektu należy wymienić takie definicje jak [PN–ISO 9836, 1997]:

- kubaturę,
- wysokość obiektu,
- geometrię dachu.

Kubaturę budynków oblicza się, jako iloczyn powierzchni rzutu poziomego budynku i wysokości budynku. Za powierzchnię rzutu poziomego budynku przyjmuje się wymiary odpowiedniej kondygnacji na wysokości 1 m ponad poziomem podłogi według obrysu zewnętrznego powierzchni ścian w stanie surowym bez uwzględniania obliczowania niestanowiącego części konstrukcyjnej ściany. Wysokość używana do obliczenia kubatury jest mierzona od poziomu terenu przy najniżej położonym wejściu do budynku, dla pierwszej kondygnacji nadziemnej budynku, do górnej płaszczyzny stropu lub najwyżej położonej krawędzi stropodachu nad najwyższą kondygnacją użytkową, łącznie z grubością wszelkich izolacji cieplnych i pokryć [Rozporządzenie, 2002].

Na rysunku 2.23 zostały przedstawione zostały dwa budynki. Budynek A nie spełnia relacji wysokości, natomiast budynek B zachowuje maksymalną wysokość, jaką narzuca Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego.



Rys. 2.23. Przykład ilustrujący relację spełnienia i niespełnienia warunku wysokości projektowanego obiektu

Źródło: Opracowanie własne

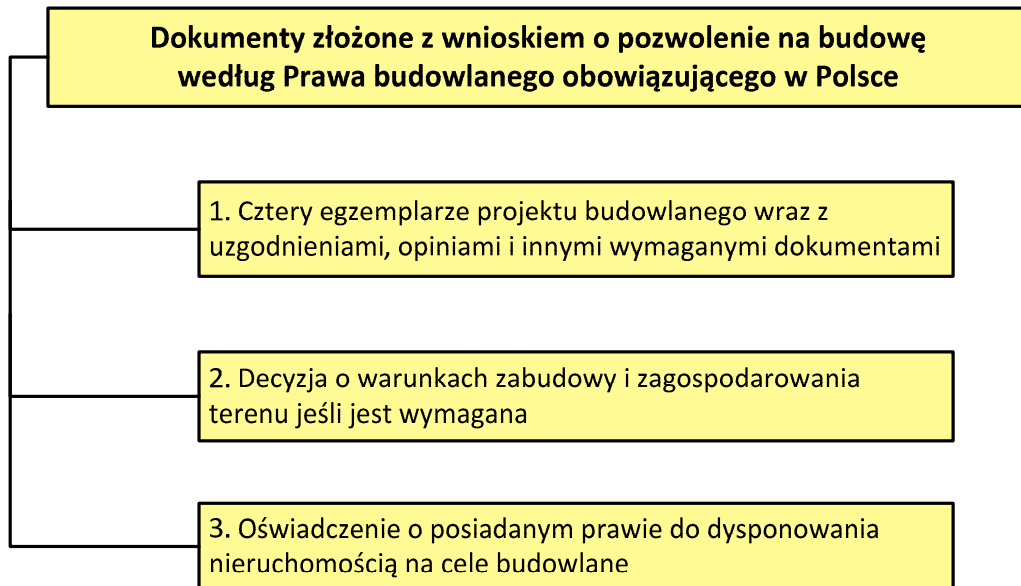
Analizując wysokości planowanej zabudowy należy uwzględnić kilka aspektów. Jednym z nich jest wysokość zabudowy oraz krajobrazowe konsekwencje posadowienia budynku. Wysokość budynku określana jest jako odległość od poziomu gruntu do najwyższego punktu konstrukcji dachu wraz z jego okryciem, liczona w przypadku terenów stokowych jako średnia arytmetyczna wysokości przystokowej oraz odskokowej.

Na podstawie powyższych założeń można sprawdzić czy wysokość zabudowy nie przekracza dopuszczalnej wartości.

Ostatnim wymienionym warunkiem dotyczącym geometrii obiektu jest geometria dachu. Kąt nachylenia dachu jest wartością liczoną od płaszczyzny poziomej do płaszczyzny wyznaczonej przez połac dachową, zazwyczaj mieści się w przedziale 0 do 45 stopni (0-dach płaski, 45-dach stromy). Zakres dopuszczalnych kątów nachylenia dachu powinien być określony w MPZP lub w decyzji WZiZT.

2.1.9. Kompletność dokumentacji projektowej

Ustawa Prawo Budowlane w artykule 33 punkt 2 ustala, jakie dokumenty należy złożyć z wnioskiem o uzyskanie pozwolenia na budowę [Ustawa, 1994] (rysunek 2.24).



Rys. 2.24. Dokumenty złożone składane z wnioskiem o pozwolenie na budowę

Źródło: Opracowanie własne

Rozporządzenie Ministra infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 roku z późniejszymi zmianami w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego określa zasady kompletowania projektu budowlanego [Rozporządzenie, 2003a].

W skład projektu budowlanego powinien wchodzić między innymi projekt zagospodarowania działki i projekt architektoniczno-budowlany.

Częścią dodatkową projektu budowlanego, w rozumieniu odpowiednich przepisów, są też uzgodnienia i pozwolenia oraz oświadczenia właściwych jednostek organizacyjnych o przyłączeniu obiektu do sieci wodociągowych, kanalizacyjnych, gazowych, telekomunikacyjnych, elektro-energetycznych i dróg komunikacyjnych oraz o zapewnieniu dostaw mediów (odpowiednio do potrzeb: wody, energii, ciepła, gazu). Jeśli jest to konieczne, do projektu budowlanego należy dołączyć również wyniki badań geologiczno-inżynierskich oraz geotechniczne warunki posadowienia obiektów budowlanych.

Na podstawie informacji jakie dają wytyczne techniczne [Rozporządzenie, 2002] można opracować algorytm sprawdzający wybrany z listy zestaw warunków do spełnienia, w celu sprawdzenia zachowania relacji kompletności.

2.2. Przegląd zapisów prawnych

Relacje jakie należy przeanalizować w ocenach projektów budowlanych wynikają z uregulowań prawnych. Tabela 2.1 przedstawia zapis relacji i przepis, który o niej mówi.

Tabela 2.1. Przegląd relacji i zapisów prawnych wynikających z weryfikacji dokumentacji projektu budowlanego

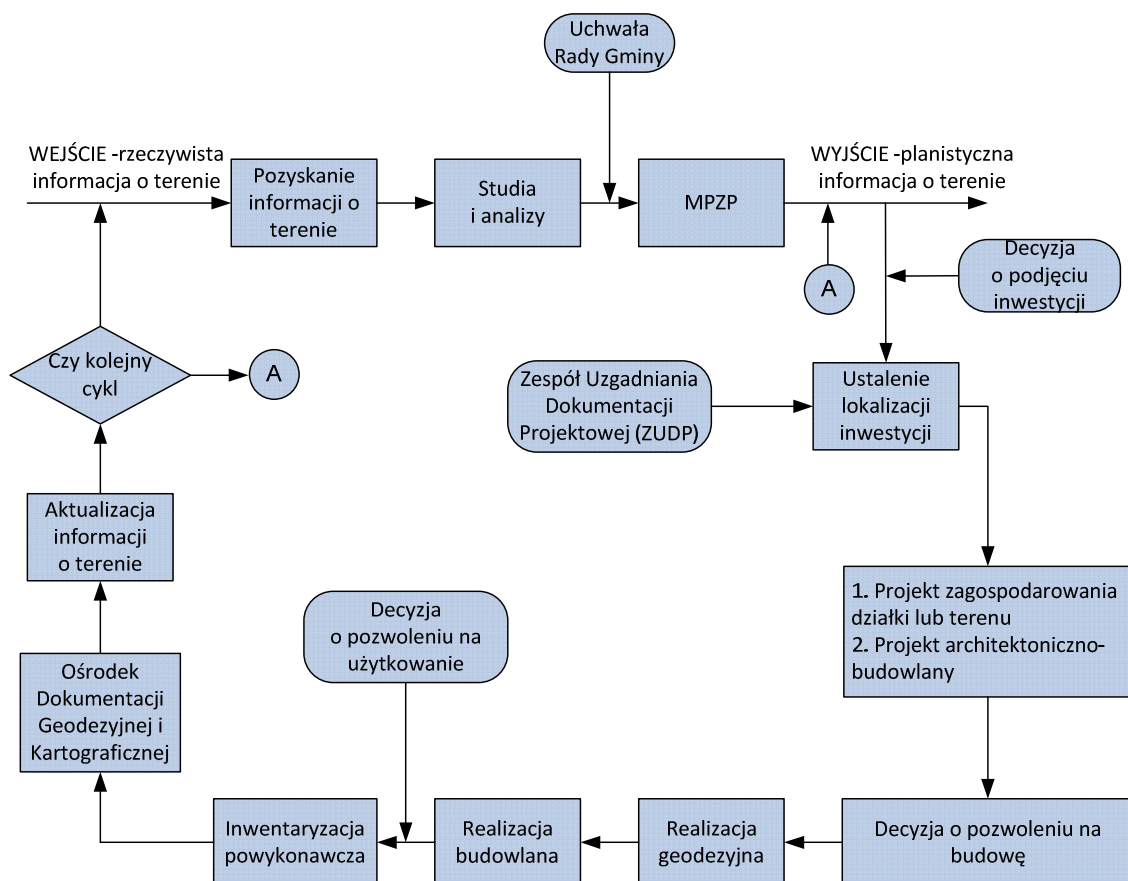
Źródło: Opracowanie własne

Lp.	Nazwa relacji	Akt prawny opisujący relację
	1	2
1	Relacja uwzględniająca wzorzec przeznaczenia terenu (MPZP)	Miejskowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego lub w przypadku jego braku Decyzja o Warunkach Zabudowy i Zagospodarowania Terenu [Uchwała, 2008]
2	Wielkość i kształt działki	Miejskowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego lub w przypadku jego braku Decyzja o Warunkach Zabudowy i Zagospodarowania Terenu [Uchwała, 2008]
2	Linia zabudowy	Miejskowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego lub w przypadku jego braku Decyzja o Warunkach Zabudowy i Zagospodarowania Terenu [Uchwała, 2008]
4	Nawiązanie do istniejącej zabudowy	Miejskowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego lub w przypadku jego braku Decyzja o Warunkach Zabudowy i Zagospodarowania Terenu [Uchwała, 2008]
5	Kompletność funkcjonalna obiektu	Ustawa Prawo budowlane [Ustawa, 1994]
6	Relacje odległości	Rozporządzenie Warunki Techniczne [Rozporządzenie, 1999]
7	Wskaźniki wykorzystania terenu	Miejskowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego lub w przypadku jego braku Decyzja o Warunkach Zabudowy i Zagospodarowania Terenu [Uchwała, 2008]
8	Geometria obiektów (wysokość, geometria dachu)	Miejskowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego lub w przypadku jego braku Decyzja o Warunkach Zabudowy i Zagospodarowania Terenu [Uchwała, 2008]
9	Dokumentacja projektowa	Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 roku w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego [Rozporządzenie, 2003a]

3. Współczesne sposoby sprawdzania i analizy relacji przestrzennych w procesie inwestycyjnym

Zarówno budowa nowych budynków, jak też rozbudowa, modernizacja czy adaptacja obiektów już istniejących stosownie do zmieniających się potrzeb użytkowników, to przejawy działalności inwestycyjnej. Inwestowanie jest procesem, który musi istnieć w każdej gospodarce, by była ona efektywna i przyczyniała się do unowocześniania i rozwoju gospodarczego każdego kraju [Pabianiak, 2011].

Według Hycnera [Hycner, 2007] proces inwestycyjny jest złożonym przedsięwzięciem organizacyjnym, technologicznym i prawnym, w którym wykonywane są różnorodne czynności i bierze w nim udział wielu wykonawców. Kolejność następujących po sobie działań w ramach procesu inwestycyjnego przedstawia schemat na rysunku 3.1.



Rys. 3.1. Schemat powiązań procesów geodezyjnych, planistycznych, projektowych, prawnych i budowlanych w cyklu inwestycyjnym

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Hycner, 2007]

Powstanie nowego obiektu budowlanego jest związane z podjęciem i wykonaniem wielu czynności projektowych, budowlano-prawnych, i innych. Ogół tych czynności nazywa się procesem inwestycyjnym, a czas potrzebny do jego realizacji – cyklem inwestycyjnym [Kowalczyk, Zabielski, 2005].

Sam proces od pomysłu do zakończenia inwestycji budowlanej jest pracochłonny i skomplikowany. Bierze w nim udział wielu ekspertów z różnych dziedzin. Geodeci przygotowują mapę do celów projektowych, architekci i projektanci opracowują dokumentację projektową, która uzupełniona o dokumenty formalno-prawne stanowi podstawę do uzyskania pozwolenia na budowę, otrzymywanego po pozytywnym zakończeniu weryfikacji w organach administracji publicznej. Następnie projekt przechodzi do fazy realizacji, po zakończeniu której nadzór budowlany wydaje decyzję zezwalającą na użytkowanie obiektu. Na każdym etapie powstawania nowego budynku człowiek może popełnić wiele błędów związanych nie tylko z brakiem doświadczenia czy wiedzy z danej dziedziny, ale również wynikających ze zmęczenia, monotonii pracy czy nieraz trudnych do jednoznacznego zinterpretowania przepisów prawnych.

3.1. Struktura procesu inwestycyjnego

Proces inwestycyjny definiowany jest jako całość działań związanej z podjęciem decyzji, pracami poprzedzającymi rozpoczęcie robót budowlanych, realizacją, oddaniem obiektu do użytkowania [Biliński, 2010].

Podstawowym aktem prawnym normującym przebieg procesu inwestycyjnego jest ustawa „Prawo budowlane” [Prawo budowlane, 1994]. Określa ona wymagania stawiane projektowaniu, budowie, utrzymaniu i rozbiórce obiektów budowlanych oraz określa udział w tych działaniach organów administracji architektoniczno-budowlanej.

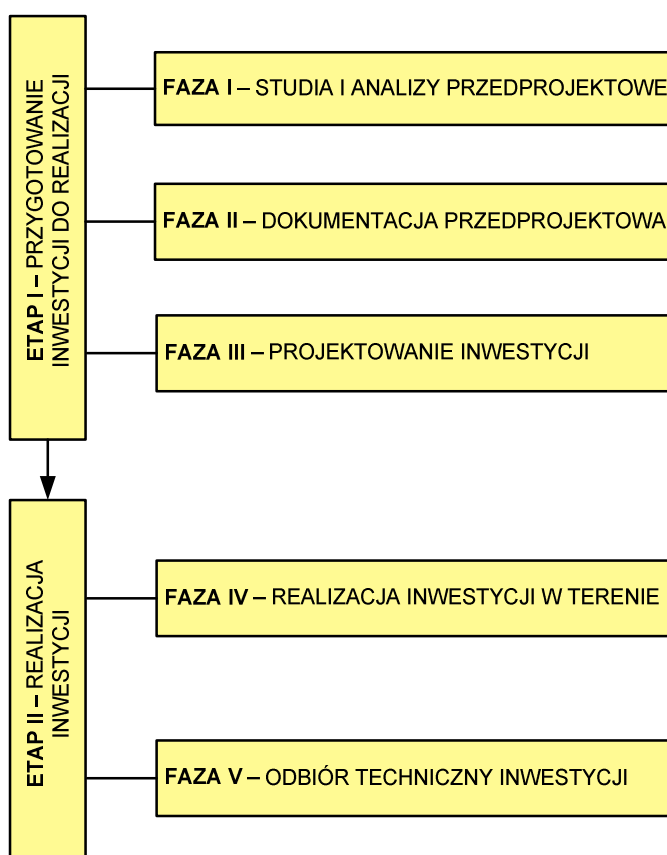
Prawo budowlane [Prawo budowlane, 1994] wyróżnia czterech podstawowych uczestników procesu budowlanego:

- inwestora,
- inspektora nadzoru inwestorskiego,
- projektanta,
- kierownika budowy lub kierownika robót.

Ustawa nakłada na nich różne obowiązki, w tym dotyczące nadzoru nad realizacją inwestycji. Inwestor odpowiada za całość przebiegu procesu, przy czym nie musi mieć żadnej wiedzy i umiejętności z zakresu sztuki budowlanej. Pozostali uczestnicy muszą legitymować się niezbędnymi uprawnieniami do realizowania swojej funkcji, potwierdzającymi zdobyte doświadczenie, wiedzę i umiejętności [Błachut, 2007].

Ze względu na bardzo zróżnicowany charakter poszczególnych czynności procesu inwestycyjnego dzieli się go na dwa etapy [Kowalczyk, Zabielski, 2005], które zostały przedstawione schemat na rysunku 3.2:

- I. Przygotowanie inwestycji do realizacji,
- II. Realizacja inwestycji i przekazanie budynku do użytkowania.



Rys. 3.2. Schemat struktury procesu inwestycyjnego w budownictwie
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Kowalczyk, Zabielski, 2005]

Faza pierwsza, czyli studia i analizy przedprojektowe, obejmuje dokładne rozpoznanie potrzeb, oszacowanie ich wielkości i prognozę zmian w przyszłości. Na tej podstawie można obiektywnie ocenić zasadność i potrzebę takiej inwestycji.

Gdy ocena jest pozytywna, wówczas inwestor – stosownie do swoich możliwości – podejmuje decyzje dotyczące realizacji inwestycji.

Faza druga, czyli przygotowanie dokumentacji projektowej, obejmuje ustalenie prawne lokalizacji inwestycji, przygotowanie dokumentacji geodezyjnej i geologiczno-inżynierskiej terenu budowy, wykonanie studium warunków ekologicznych i ochrony środowiska przyrodniczego oraz opracowanie założeń do części technologicznej i budowlanej inwestycji.

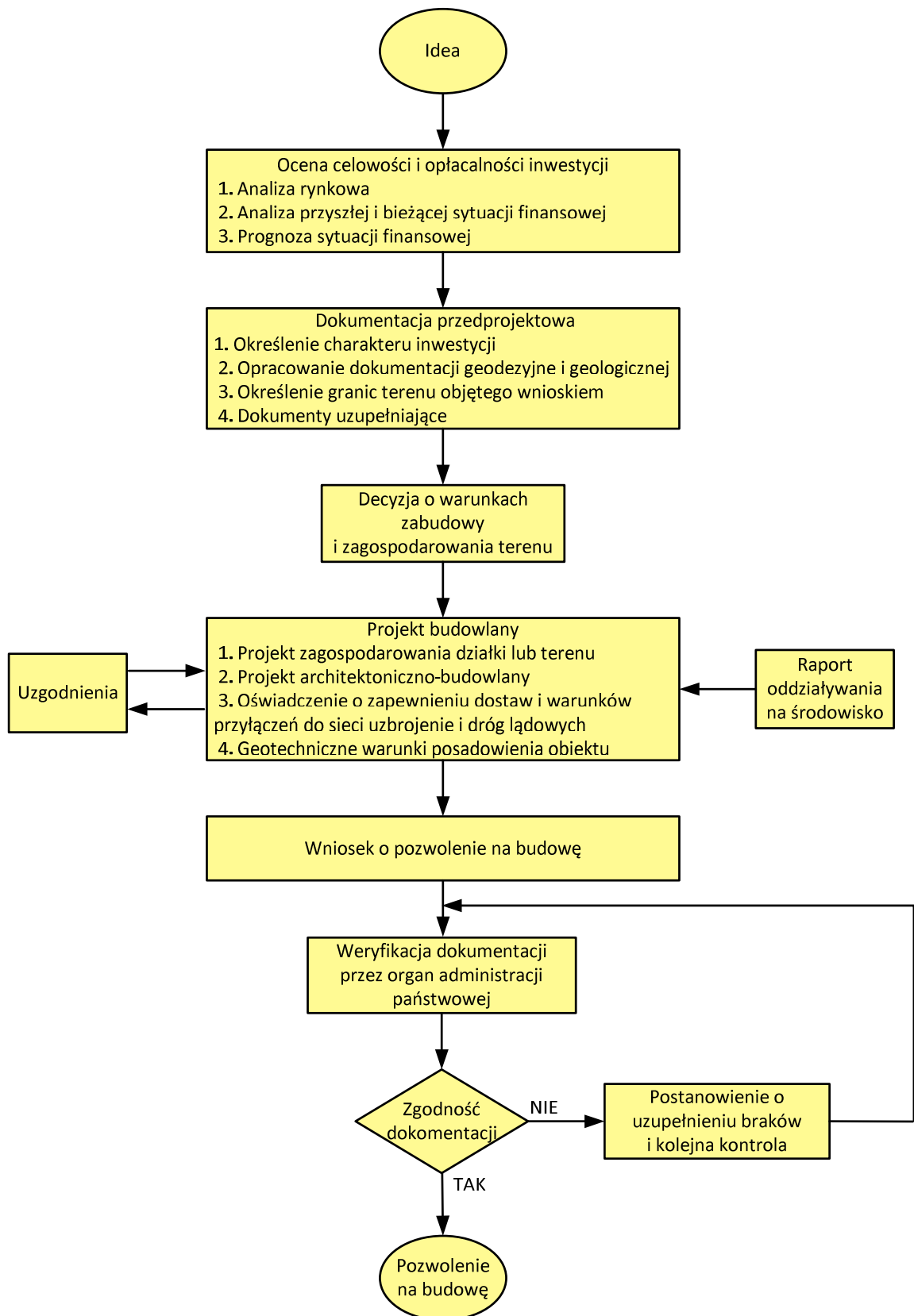
W fazie trzeciej projektant swoją wizję przyszłej inwestycji budowlanej przynosi do konkretnych rozwiązań technologicznych, architektonicznych i konstrukcyjno-materiałowych, której efektem końcowym jest projekt architektoniczno-budowlany. Następnie opisana i skompletowana dokumentacja projektu budowlanego zostaje przekazana na ręce inwestora do końcowej weryfikacji [Kowalczyk, Zabielski, 2005].

Poszczególne fazy pierwszego etapu są ściśle ze sobą powiązane, a związki, jakie między nimi zachodzą zostały szczegółowo rozpisane na rysunku 3.3.

Posiadając kompletną, zatwierdzoną dokumentację projektową oraz wymagane dokumenty formalno-prawne przystępuje się do realizacji inwestycji. Inwestor wybiera wykonawcę, z którym do momentu zakończenia robót budowlanych jest związany umową.

Następnie po zakończeniu prac na budowie następuje faza piąta, czyli odbiorów technicznych. Po jego pozytywnym przeprowadzeniu, upoważniony organ administracji państwowej [Prawo budowlane, 1994] wydaje decyzję, na podstawie której inwestor otrzymuje pozwolenie na użytkowanie obiektu. Tym samym proces inwestycyjny dobiega końca.

Warunkiem pomyślnego przeprowadzenia przedsięwzięcia budowlanego jest adekwatne do konkretnej sytuacji zarządzanie przedsięwzięciem. Należy pamiętać, że każde przedsięwzięcie charakteryzuje się specyficznymi (indywidualnymi) okolicznościami, które muszą być uwzględnione przez inwestora w procesie kreowania modelu organizacyjnego przedsięwzięcia budowlanego.



Rys. 3.3. Proces opracowania dokumentacji projektowej obiektu budowlanego

Źródło: Opracowanie własne

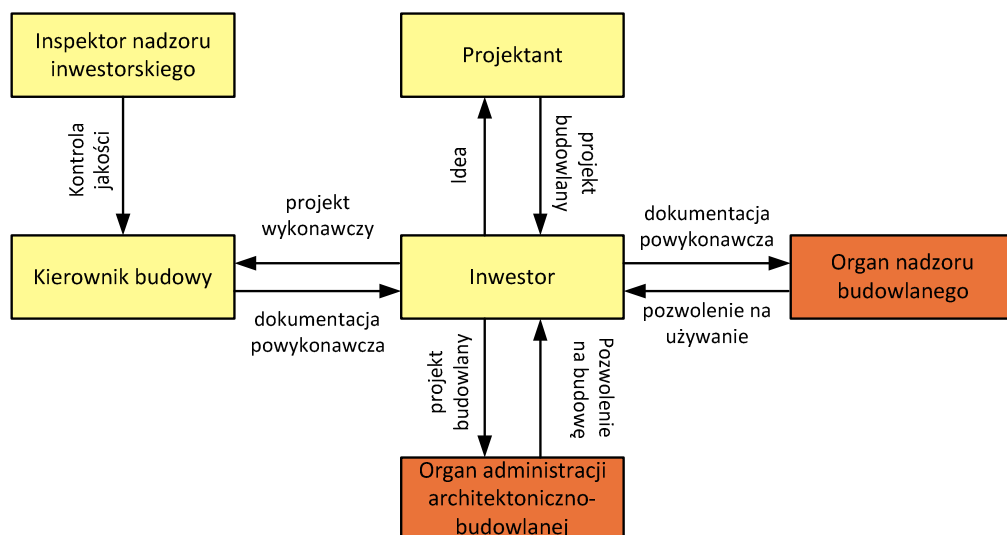
3.2. Dokumentacja projektowa w procesie inwestycyjnym

Rozpoczęcie procesu budowy, poza szczególnymi wyjątkami, musi być poprzedzone uzyskaniem pozwolenia na budowę, do wydania którego niezbędne jest opracowanie dokumentacji projektowej, która powstaje w uprawnionych biurach projektowych w oparciu o wytyczne inwestora, plan zagospodarowania przestrzennego (lub decyzję WZiZT), przepisy techniczne i normy przedmiotowe.

W zależności od etapu, na którym znajduje się inwestycja, wyróżnić można następujące rodzaje dokumentacji:

- dokumentacja projektowa (techniczno-prawna), zawiera projekt budowlany wraz z niezbędnymi materiałami formalnymi [Rozporządzenie, 2003a],
- projekt wykonawczy, który jest rozwinięciem projektu budowlanego o dodatkowe szczegółowe rysunki umożliwiające realizację inwestycji w terenie [Rozporządzenie, 2004],
- projekt powykonawczy jest dokładnym odwzorowaniem robót wykonanych na budowie – zawiera wszystkie zmiany, które z różnych przyczyn nastąpiły w trakcie realizacji inwestycji w stosunku do opracowania zawartego w projekcie wykonawczym [Prawo budowlane, 1994]

Uproszczony schemat wymiany dokumentacji pomiędzy poszczególnymi uczestnikami procesu inwestycyjnego przedstawiony został na rysunku 3.4.

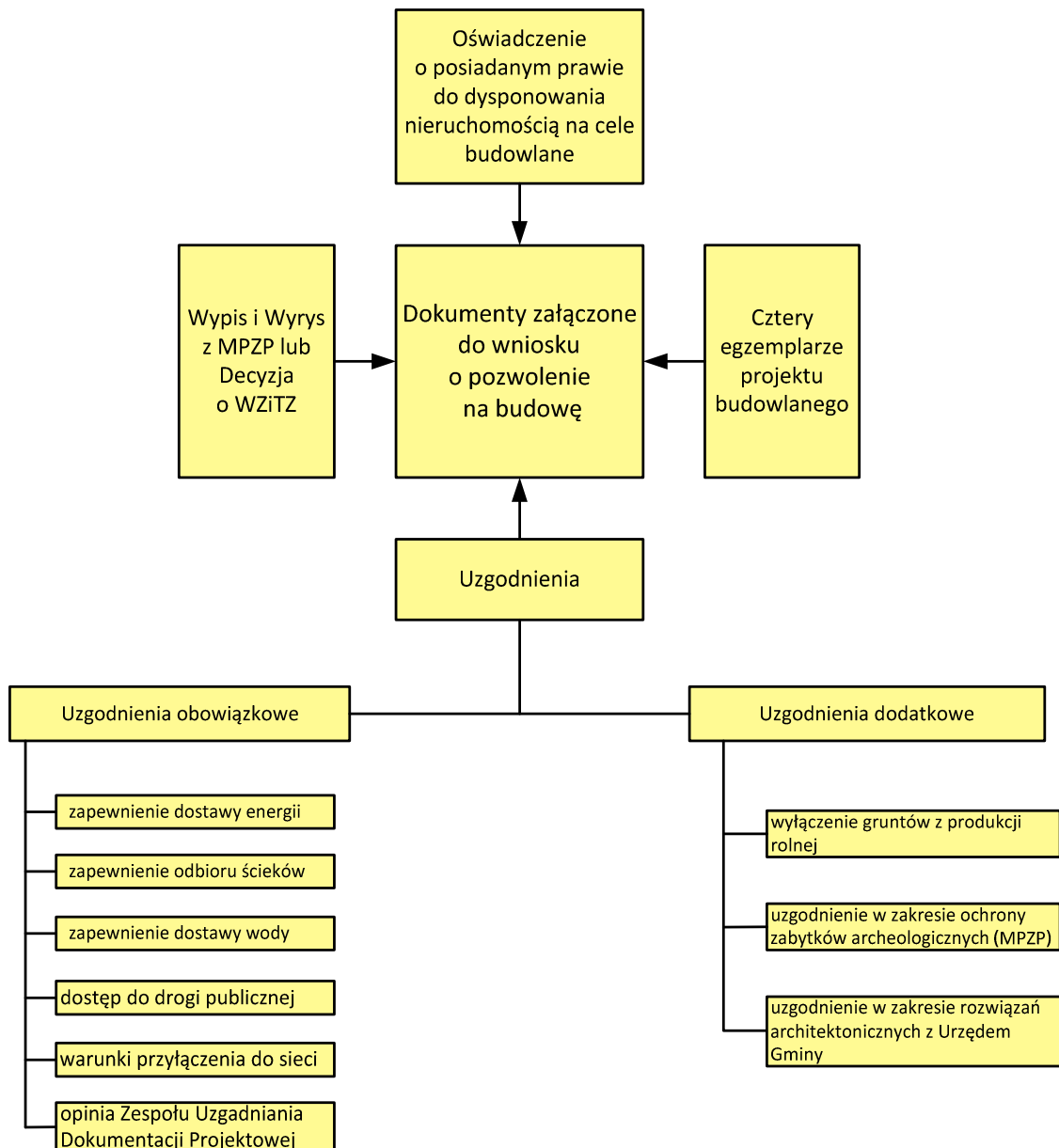


Rys. 3.4. Obieg dokumentacji w trakcie trwania procesu budowlanego pomiędzy jego uczestnikami i organami administracji państwowej

Źródło: Opracowanie własne

Meritum niniejszej pracy stanowi analiza wspomnianej wcześniej dokumentacji projektowej (techniczno-prawnej), opracowywanej w celu uzyskania pozwolenia na budowę.

Inwestor składając wniosek o pozwolenie na budowę dołącza do niego, jako zgodnie z ustawą [Prawo budowlane, 1994], następujące załączniki przedstawione na rysunku 3.5.



Rys. 3.5. Obligatoryjne i dodatkowe dokumenty składane do wniosku o pozwolenie na budowę
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Prawo budowlane, 1994]

Projekt budowlany, który może zostać sklasyfikowany przez osobę kontrolującą jako zgodny z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego [Rozporządzenie, 2003a], a w szczególności powinien zawierać:

- projekt zagospodarowania działki lub terenu, sporządzony na aktualnej mapie,
- projekt architektoniczno-budowlany,

oraz stosowanie do potrzeb:

- oświadczenia właściwych jednostek organizacyjnych o zapewnieniu dostaw energii, wody, ciepła i gazu, odbioru ścieków oraz o warunkach przyłączenia obiektu do sieci wodociągowych, kanalizacyjnych, ciepłych, gazowych, elektroenergetycznych, telekomunikacyjnych oraz dróg lądowych,
- oświadczenie właściwego zarządcy drogi o możliwości połączenia działki z drogą publiczną zgodnie z przepisami o drogach publicznych,
- wyniki badań geologiczno-inżynierskich oraz geotechniczne warunki posadowienia obiektów budowlanych,
- decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach i zgodę na realizację przedsięwzięcia (w przypadku przedsięwzięcia określonego w art. 51 ust. 1 pkt 1 i 2 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska [Ustawa, 2001]),
- w razie potrzeby dokumenty i uzgodnienia z różnymi pozostałymi instytucjami.

Jakość dokumentacji projektowej inwestycji budowlanej powinna być wynikiem zastosowania optymalnych kryteriów i rozwiązań technologicznych. Wartość każdego obiektu i elementu budowli jest wypadkową jakości projektu i wykonania [Jaworski, 2008].

Z uwagi na złożoność analizy powyższych zagadnień, które wiążą się z szeregiem warunków, jakie powinna spełnić dokumentacja inwestycyjna, koniecznym wydaje się zautomatyzowanie procesu kontrolnego, który – najczęściej z powodu błędów projektowych – musi być powtarzany kilkakrotnie dla jednego procesu inwestycyjnego.

Jakość dokumentacji projektowej jest bowiem bardzo ważnym czynnikiem w procesie realizacji inwestycji budowlanej. Na etapie uzyskiwania pozwolenia na budowę, wolna od błędów pozwala na skrócenie czasu oczekiwania na decyzję, natomiast na etapie realizacji inwestycji jest czynnikiem decydującym o jakości budowli. Skoro, jakość wykonania projektu budowlanego jest tak ważna, to już na etapie weryfikacji dokumentacji projektowej potrzebny jest element kontroli niezależnej i bardzo wnikliwej, pozwalający na ograniczenie do minimum ryzyka wystąpienia błędów projektowych.

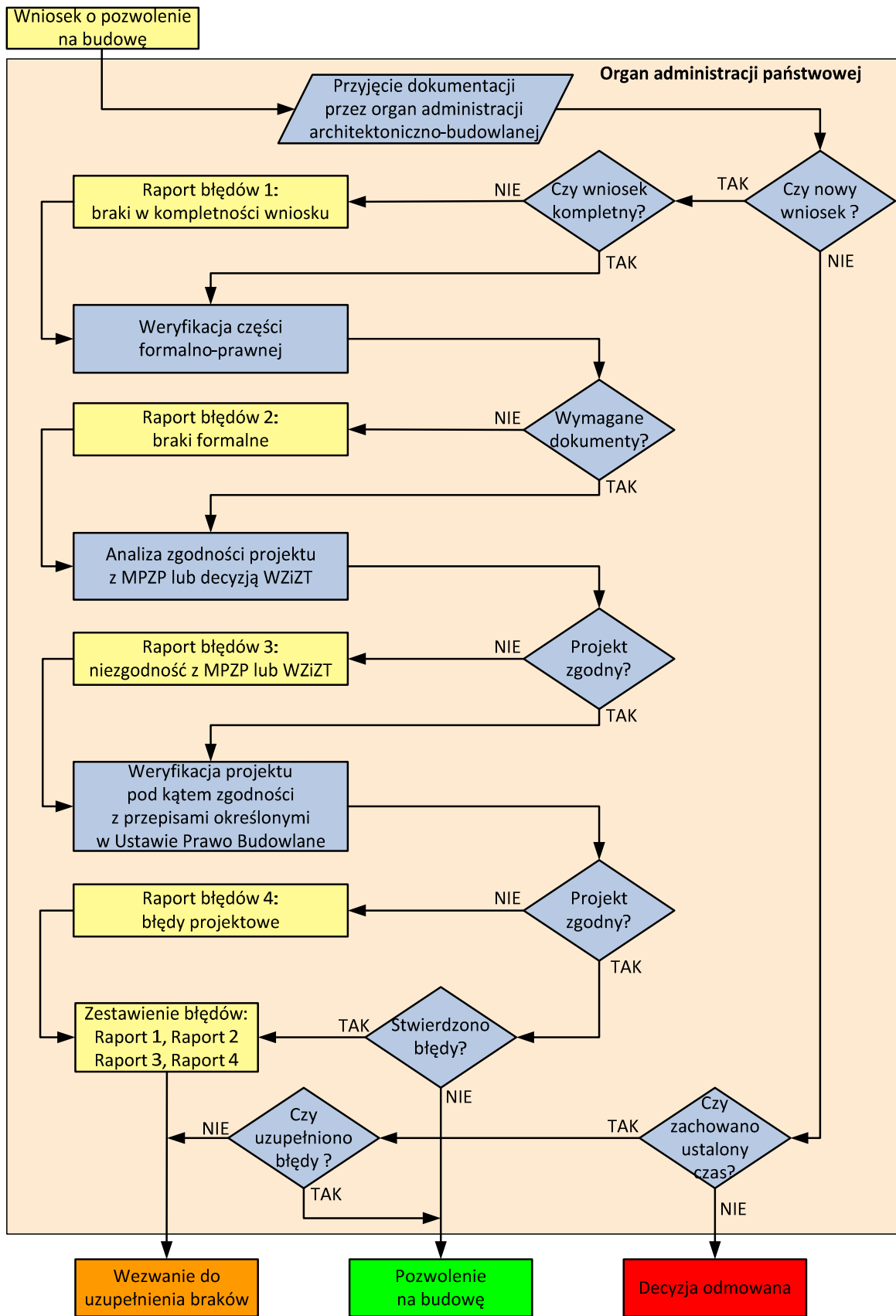
3.3. Weryfikacja dokumentacji projektowej

W chwili obecnej proces, według którego sprawdzana jest dokumentacja projektowa dołączona do wniosku o pozwolenie na budowę, przebiega według następującego schematu przedstawionego na rysunku 3.6 – przedmiotem kontroli jest cała dokumentacja załączona przez inwestora do wniosku o wydanie pozwolenia na budowę.

Zaznaczyć należy, iż dana jednostka terytorialna administracji architektoniczno-budowlanej weryfikuje i sprawdza wyłącznie projekty budowlane dla budynków i inwestycji, które są zaprojektowane na jej terenie, przy czym, jeżeli dla danego obszaru nie został opracowany Miejskowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego (MPZP), projekt jest weryfikowany pod kątem zgodności z wydanymi wcześniej warunkami zabudowy i zagospodarowania dla działki, na której zlokalizowana jest inwestycja.

Inwestor lub osoba przez niego upoważniona składa wniosek o pozwolenie na budowę do stosownego lokalnego organu administracji architektoniczno – budowlanej. W organie tym następuje pierwszy etap kontroli - sprawdzenie pod względem zawartości.

Jeżeli wniosek posiada wymagane zaświadczenia, oświadczenia oraz sam projekt budowlany, zostaje on w drugim etapie kontroli sprawdzony pod względem prawnym i poprawności rozwiązań konstrukcyjno-architektonicznych. Do przeprowadzenia dokładnej kontroli przydzielany jest pracownik urzędu, odpowiedzialny za wydanie decyzji.



Rys. 3.6. Współczesny sposób weryfikacji dokumentacji projektowej

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Prawo budowlane, 1994, Rozporządzenie, 2003a]

Najistotniejszym elementem kontroli dokumentacji projektowej w urzędzie administracji publicznej jest sprawdzenie czy inwestor posiada prawo do dysponowania nieruchomością na cele budowlane oraz wszystkie wymagane uzgodnienia i zaświadczenia. Następnie sprawdzany jest projekt budowlany, stanowiący zbiór dokumentów, rysunków, uzgodnień i instrukcji (szczegółowe wymagania dotyczące projektu budowlanego reguluje Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego [Rozporządzenie, 2003a]).

Kolejne cechy dokumentacji podlegające sprawdzeniu przed wydaniem decyzji o pozwoleniu na budowę lub odrębnej decyzji o zatwierdzeniu projektu budowlanego to:

- zgodność projektu budowlanego z ustaleniami Miejscowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego albo decyzją o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu (w przypadku braku miejscowego planu), a także wymaganiami ochrony środowiska [Prawo ochrony środowiska, 2001],
- zgodność projektu zagospodarowania działki lub terenu z przepisami (w tym z przepisami techniczno-budowlanymi),
- kompletność projektu budowlanego i posiadanie wymaganych opinii, uzgodnień, pozwoleń i sprawdzeń oraz informacji dotyczących bezpieczeństwa i ochrony zdrowia [Rozporządzenie, 2003a],
- wykonanie sprawdzenia projektu (jeśli weryfikacja jest wymagana) przez osobę posiadającą wymagane uprawnienia budowlane i legitymującą się aktualnym na dzień opracowania projektu lub jego sprawdzenia zaświadczeniem o członkostwie w Polskiej Izbie Inżynierów Budownictwa.

Do podstaw prawnych, które należy brać pod uwagę kontrolując dokumentację załączników dołączonych do wniosku o pozwolenie na budowę zalicza się ustawy, rozporządzenia i akty prawa miejscowego wymienione w załączniku nr 1.

W decyzji o pozwoleniu na budowę właściwy organ w razie potrzeby określa szczególne warunki zabezpieczenia terenu budowy, prowadzenia robót budowlanych, określa czas użytkowania budynków tymczasowych oraz terminy rozbiórki istniejących nieprzewidzianych do dalszego użytkowania lub tymczasowych obiektów budowlanych.

Określa on także szczegółowe wymagania dotyczące nadzoru na budowie oraz umieszczania informacji o obowiązkach i warunkach użytkowania obiektu. Co bardzo istotne, nie wydaje się pozwolenia na budowę w przypadku robót budowlanych rozpoczętych bez posiadania ostatecznej decyzji o pozwoleniu na budowę [Prawo budowlane, 1994].

W razie stwierdzenia błędów lub braków w przedłożonej dokumentacji urząd nakłada obowiązek usunięcia wskazanych nieprawidłowości, określając jednocześnie termin ich usunięcia. Jeśli wnioskujący nie dostarczy w terminie brakujących dokumentów, zostaje wydana decyzja o odmowie zatwierdzenia projektu i udzielenia pozwolenia na budowę. Jeśli natomiast zostaną spełnione wszystkie wymagane warunki, urząd wydaje decyzję o pozwoleniu na budowę.

Funkcjonowanie współczesnej cywilizacji opiera się coraz bardziej na wykorzystaniu urządzeń elektronicznych. Wraz z postępowaniem technologicznym zadania wykonywane przez człowieka są bardziej złożone i wymagają przetwarzania większej ilości informacji [Eckes, 2002]. Związane to jest w sposób nieunikniony z wykonywaniem wielu operacji, często powtarzanych wielokrotnie. Taki stan wiąże się z potrzebą zastosowania odpowiednich programów komputerowych w celu usprawnienia pracy. W Polsce obecnie nie jest szerzej wykorzystywany program komputerowy pomocny w takich czynnościach jak kontrolowanie projektów budowlanych. Potrzebnym jest opracowanie systemu ekspertowego, który wykorzystując bazę wiedzy, w sposób sprawny i automatyczny wykonuje czynności do tej pory wykonywane przez pracowników urzędów architektoniczno-budowlanych umożliwiając tym samym sprawniejszą pracę urzędów i zmniejszenie liczby pomyłek.

3.4. Ocena obecnego systemu weryfikacji dokumentacji projektowej

W chwili obecnej proces kontroli wniosku o pozwolenie na budowę oraz dołączonych do niego załączników przebiega niemal wyłącznie poprzez wykorzystanie czynnika ludzkiego z wszystkimi jego wadami i zaletami.

Stosowna jednostka organu administracji publicznej przyjmuje dokumentację, która następnie podlega wnikliwej analizie przez wykwalifikowanego pracownika oddelegowanego do danego zadania.

Aby zagwarantować sprawne rozpatrzenie wniosku, ustawodawca narzuca organom weryfikującym limit czasowy na wydanie pozwolenia na budowę lub w razie nie spełnienia kryteriów (niezgodności projektu z przepisami) na wydanie decyzji odmownej.

Warty podkreślenia jest fakt, iż termin, w którym wspomniana decyzja ma zostać wydana, nie zależy ani od wielkości ani od rodzaju inwestycji.

Obie wspomniane wyżej kwestie, czyli niemal całkowity brak udziału jakiegokolwiek zaawansowanego systemu wspierania analizy dokumentacji projektowej, jak i zbyt ogólnie określony maksymalny czas na wydanie decyzji są głównymi wadami obecnego systemu weryfikacji dokumentacji projektowej.

Na urzędniku oddelegowanym do zadania ciąży zatem presja czasu. W wypadku, gdy decyzja nie zostanie wydana w narzuconym ustawowo terminie, inwestor może wkroczyć na drogę sądową i domagać się odszkodowania za bezpodstawne przeciąganie terminu rozpoczęcia inwestycji.

Zakładając, że pracownik urzędu zajmuje się w danym okresie tylko jedną konkretną sprawą wystąpienie takiego problemu jest rzadkie, jednak w rzeczywistości urzędnik ma do rozpatrzenia wiele spraw jednocześnie. Zwiększona liczba inwestycji w ostatnich latach spowoduje masowy napływ wniosków, co jednak nie wiąże się ze zmianami mającymi na celu usprawnienie systemu weryfikacji dokumentacji. Bardzo często urzędnicy wydłużają termin wydania ostatecznej decyzji w ten sposób, że pod koniec ustawowego terminu inwestor dostaje wezwanie do uzupełnienia braków, przez co termin sprawdzania dokumentacji zostaje automatycznie przedłużony. W ten sposób termin wydania decyzji może być przesunięty wielokrotnie.

Czasochłonność procesu weryfikacji, która niewątpliwie jest autentycznym problemem, w przypadku wydawania pozwolenia na budowę dla dużych inwestycji na przykład budowy dróg czy rozbudowanych obiektów użyteczności publicznej, wynika również z faktu, iż aktualny system nie zakłada wykorzystania podczas sprawdzania dokumentacji wiedzy ekspertów z danych dziedzin. Za wydanie decyzji pozwolenia na budowę odpowiedzialny jest urzędnik, od którego wymaga się znajomości zarówno przepisów jak i norm w bardzo szerokim zakresie. Bardzo szybko zmieniający się i niesamowicie rozbudowany i zawiły system prawny w żadnym razie nie ułatwia pracy ani urzędnikom ani projektantom, stąd wynikają zarówno błędy projektowe jak i uchybienia w decyzjach.

Bazując na powyższej analizie systemu można wykazać następujące niedoskonałości:

- czasochłonność procesu analizy dokumentacji,
- subiektywne podejście do kontrolowanych projektów,
- wysokie koszty wydawania decyzji o pozwolenie na budowę (przez znaczną czasochłonność procesu),
- brak wykorzystania wiedzy ekspertowej,
- brak wykorzystania zaawansowanych systemów informatycznych.

Zachodzi zatem potrzeba budowy jednolitego systemu kontroli, który usprawni proces analizy dokumentacji. Zwiększające się możliwości obliczeniowe i komunikacyjne komputerów wydają się być idealną bazą do zaprojektowania zaawansowanego systemu ekspertowego dedykowanego do wykorzystania w tej roli.

Można w ten sposób zyskać:

- znaczne usprawnienie procesu,
- wykorzystanie baz danych innych organizacji,
- wykorzystanie innych niewykorzystywanych (bo niedostępnych w składanej dokumentacji) informacji o miejscu inwestycji (na przykład zdjęcia sąsiedniej zabudowy),
- szybki dostęp do bazy danych z wydanymi decyzjami,
- zmniejszenie miejsca na archiwizację (wnioski mogą być składane w postaci elektronicznej),
- dostęp on-line do statusu analizowanej dokumentacji,
- wskazanie do błędów w dokumentacji, możliwie szybkie ich korekty dzięki transmisji elektronicznej.

Jest pilną potrzebą, aby został zbudowany jednolity system kontroli, który wykryje błędy na każdym etapie realizacji inwestycji projektu budowlanego, W tej sytuacji pomocą może być program wspomagający podejmowania pewnych decyzji w oparciu o wcześniej przygotowaną fachową wiedzę popartą doświadczeniem inżynierów, ekspertów oraz przepisami prawa. Takim programem może być dobrze skonstruowany i poprawnie działający system ekspertowy, który w oparciu o określone reguły będzie przeprowadzał wnioskowanie i odpowiadał na pytanie, czy dokumentacja projektu budowlanego jest poprawna pod każdym względem.

Program będzie analizował, na jakim etapie zostały popełnione błędy i sugerował ich poprawę.

Przedstawiona w niniejszym opracowaniu koncepcja systemu ekspertowego wspomagającego czynnik ludzki w wydawaniu decyzji o pozwolenie na budowę ma charakter uniwersalny. Przez zaimplementowanie określonej bazy danych jest dostosowana do warunków polskich i na ich przykładzie może być realizowana. Elastyczność systemu polega na tym, że jeżeli zostanie zmieniona baza wiedzy to można go zastosować w odpowiednim kraju, którego ta baza wiedzy dotyczy.

4. Systemy ekspertowe, jako narzędzia wspomagające działania człowieka

Systemy ekspertowe należą do jednej z wielu poddziedzin sztucznej inteligencji. Pierwsze tego typu systemy powstawały w latach sześćdziesiątych XX wieku. Ich twórcy przyjęli, że ludzki mózg operuje symbolami i działa zgodnie z pewnymi określonymi regułami. Jednym z pierwszych tego typu systemów jest MYCIN [Mulawka, 1996] opracowany w USA w latach siedemdziesiątych ubiegłego stulecia [Lula, 2007]. Służył on do diagnozowania i terapii chorób zakaźnych krwi. W tym okresie zaczęły powstawać również inne systemy ekspertowe, na przykład: DENDRAL [Lindsay, 1980], LADDER [Hendrix, 1978], a wraz z nimi rozwijała się nowa dziedzina nauki zwana inżynierią wiedzy [Owoc, 2006].

4.1. Inteligentne metody wspomaganie procesu decyzyjnego

Jedną z pierwszych publikacji naukowych poświęconych sztucznej inteligencji jest praca „*Computing machinery and intelligence*” [Turing, 1950] opublikowana w 1950 roku przez Alana Turinga, nazwanego ojcem sztucznej inteligencji. Autor proponuje w niej kryterium inteligencji maszyny, zwane od nazwiska autora testem Turinga. Według niego maszyna jest inteligentna, jeśli przy tych samych warunkach rozumowanie ludzkie i maszynowe jest nierozróżnialne [Turing, 1937].

Po raz pierwszy pojęcia „sztuczna inteligencja” użył na forum publicznym John McCarthy w 1956 roku. Wspólnie z nim Marvin Minsky, Claude Shannon oraz Nathaniel Rochester pracowali nad zagadnieniami uczenia się i budowy maszyn myślących. Ta dziedzina w krótkim czasie szybko się rozwinęła. Zaczęto konstruować między innymi algorytmy do gier logicznych i strategicznych bazujące na metodach sztucznej inteligencji.

Dzięki wysiłkom Allena Newella i Hilberta Simona [Newell i inni, 1959; Newell, Simon, 1961] powstał program, który rozwiązywał pewne problemy ludzkiej myśli (*General Problem Solving*). Wymienieni autorzy opracowali również algorytm służący do automatycznego dowodzenia twierdzeń logicznych nazwany „Teoretyk logiki” [Newell i inni, 1957].

Nie można przy tej okazji pominąć dokonań polskiego matematyka Alfreda Tarskiego, autora rozważań na temat definicji prawdy oraz twórcy podstaw semantyki. Wprowadził on pojęcie prawdy jako cechy zdań logicznych należącej do języka będącego metajęzykiem wobec języka, w jakim zdania te są wypowiedane. Jego rozważania uporządkowały rozważania teoretyczne i pozwoliły na rozwój badań nad semantyką, logiką i filozofią matematyki. Zaproponowane w tamtym okresie systemy logiczne pokazały, że niektóre aspekty rozumowania ludzkiego mogą być formalizowane przy pomocy względnie prostych algorytmów [Tarski, 1994].

Lata siedemdziesiąte oraz badania nad systemami ekspertowymi przyniosły efekty w pracach związanych ze sztuczną inteligencją. Niektóre z powstałych wówczas systemów stanowią do dzisiaj rozwiązania modelowe (na przykład MYCIN) [Chromiec, 1994]. Wiele systemów z dziedziny sztucznej inteligencji powstałych w tamtym okresie przedstawia publikacja Marka Hołyńskiego „Sztuczna inteligencja” [Hołyński, 1979].

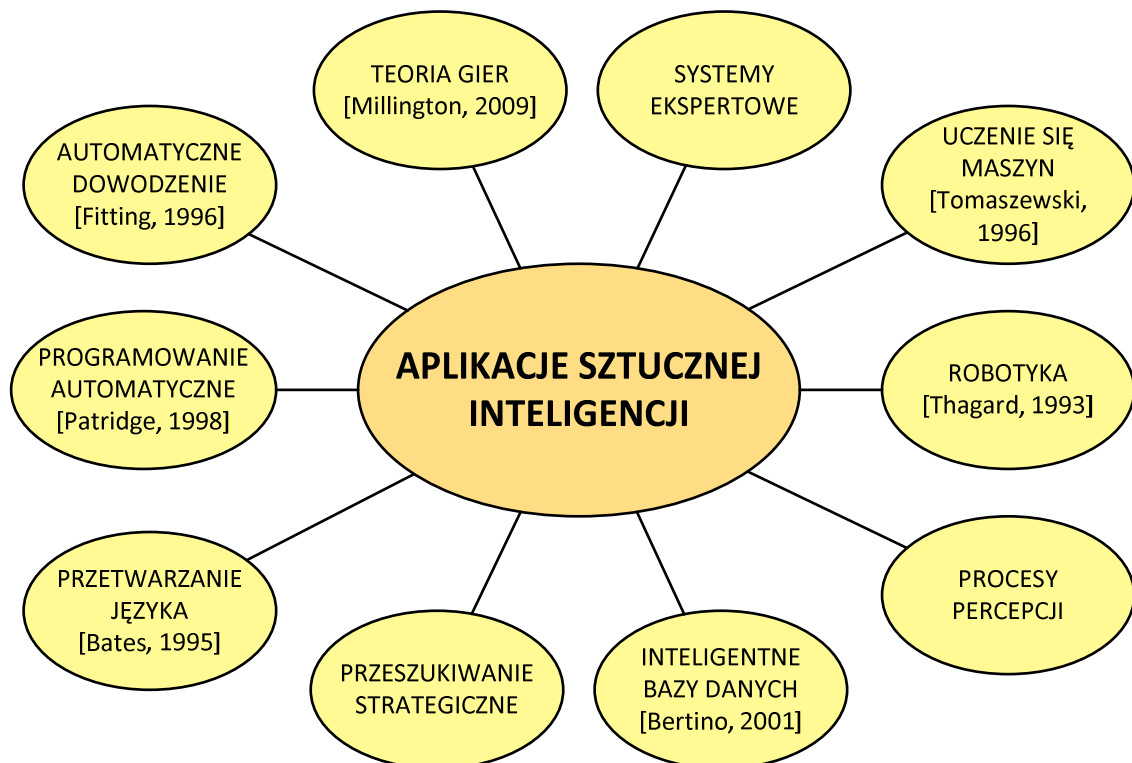
Lata osiemdziesiąte wiążą się z rozwojem techniki audiowizualnej. Zainteresowania sztuczną inteligencją skupiły się w tym czasie na rozpoznawaniu mowy i obrazu oraz technikach uczenia się komputerów.

Reasumując, w procesie rozwoju sztucznej inteligencji można wyróżnić trzy ważne etapy. W pierwszym etapie (do końca lat sześćdziesiątych) poszukiwano ogólnych metod rozwiązywania problemów, tworząc założenia sztucznej inteligencji. Próby te nie dawały satysfakcjonujących wyników i w latach siedemdziesiątych nastąpił spadek zainteresowania tym obszarem wiedzy. Mimo tego dalej prowadzono w tej dziedzinie badania naukowe. W ostatnim etapie – lata osiemdziesiąte – rozwijano metody, które opierają się na dużej ilości wąsko specjalizowanej wiedzy w wybranej wąskiej dziedzinie w celu zbudowania specjalizowanych systemów. Badania nad sztuczną inteligencją przyniosły i nadal przynoszą liczne praktyczne zastosowania. Dziedzina ta ciągle się rozwija w wielu kierunkach [Lucas, 1991].

Dotychczas opracowano wiele różnych definicji sztucznej inteligencji (*Artificial Intelligence*, AI). Według pracy Minsky’ego [Minsky, 1963] „sztuczna inteligencja to dziedzina, w której dąży się, by maszyna robiła to, co wymaga inteligencji, gdy jest wykonywane przez człowieka”.

Feigenbaum stwierdza z kolei, że sztuczna inteligencja stanowi dziedzinę informatyki dotyczącą metod i technik wnioskowania symbolicznego przez komputer oraz sposobu reprezentacji wiedzy stosowanej podczas tego wnioskowania [Feigenbaum, 1977; 1980]. Bolter definiuje natomiast pojęcie sztucznej inteligencji, jako zbiór cech dotyczących technologii komputerowej [Bolter, 1983].

Mulawka w swojej pracy [Mulawka, 1996] wyróżnia różne poddziedziny sztucznej inteligencji przedstawione na rysunku 4.1.



Rys. 4.1. Poddziedziny sztucznej inteligencji

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Mulawka, 1996]

Konkluzją rozważań na temat definicji sztucznej inteligencji może być stwierdzenie, że jest to dziedzina informatyki, która leży na pograniczu innych nauk, zajmująca się problematyką nauczania maszyn zachowania podobnego do ludzkiego – poprzez wykorzystanie matematycznych relacji zachodzących w zbiorze zgromadzonych danych.

Należy zauważyć, że sztuczna inteligencja ma zastosowanie w wielu pozornie niezwiązanych za sobą dziedzinach. Z informatycznego punktu widzenia pojawiają się w nich podobne problemy, mające analogiczne rozwiązania [Chromiec, 1994].

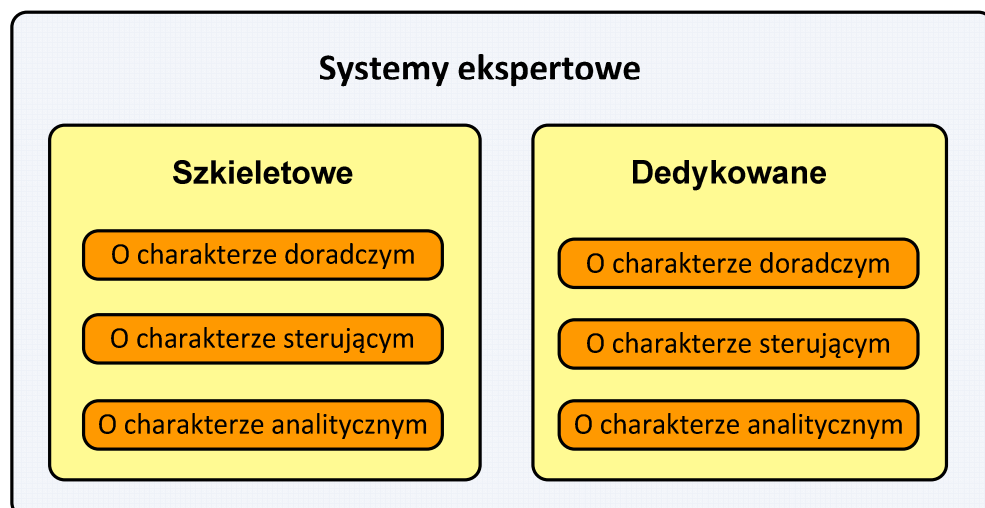
4.2. Przegląd teorii systemów ekspertowych

W decyzjach podejmowanych przez człowieka głównym problemem jest szybkość działania (analizy problemu) oraz uzyskanie obiektywności i powtarzalności decyzji, to znaczy uzyskanie sytuacji, w której każdy ekspert posiadający określoną wiedzę w danej sytuacji podejmie identyczną decyzję. Jednak osiągnięcie takiego stanu rzeczy jest bardzo trudne, ponieważ niejednokrotnie na decyzje – oprócz posiadanej wiedzy – wpływ może mieć stres, zmęczenie, stan zdrowia czy inne czynniki ludzkie. Próba stworzenia systemu, który łączy powtarzalność wyniku, obiektywizm z szybkością działania, zaowocowała powstaniem systemów ekspertowych.

Powstałe programy komputerowe, które na podstawie szczegółowej wiedzy mogą wyciągać wnioski i podejmować decyzje, działają jak ekspert z danej dziedziny [Chromiec 1994, Mulawka 1996, Pieczyński 2003, Jackson 1999].

4.2.1. Klasyfikacja systemów

Podstawowego podziału systemów ekspertowych można dokonać w oparciu o dwa kryteria. Pierwszym jest podział systemów ekspertowych ze względu na ich architekturę i charakter [Mulawka, 1996; Pieczyński, 2003; Radomiński, 2001] – przedstawia to rysunek 4.2.



Rys. 4.2. Podział systemów ekspertowych za względu na ich architekturę i charakter.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Mulawka, 1996; Pieczyński, 2003; Radomiński, 2001]

Szkieletowe systemy ekspertowe (*shell expert systems*) posiadają wszystkie elementy pełnego systemu ekspertowego. W systemie szkieletowym, dostarczanym przez producenta, baza wiedzy nie jest wypełniona. Należy ją we własnym zakresie uzupełnić treścią związaną z zagadnieniami przyszłych rozstrzygnięć systemu. Wszystkie pozostałe elementy są przygotowane przez producenta systemu szkieletowego i tym samym gotowe do użycia. Z kolei systemy dedykowane są wykonywane od podstaw i optymalizowane dla konkretnego zagadnienia, którego mają dotyczyć [Mulawka, 1996].

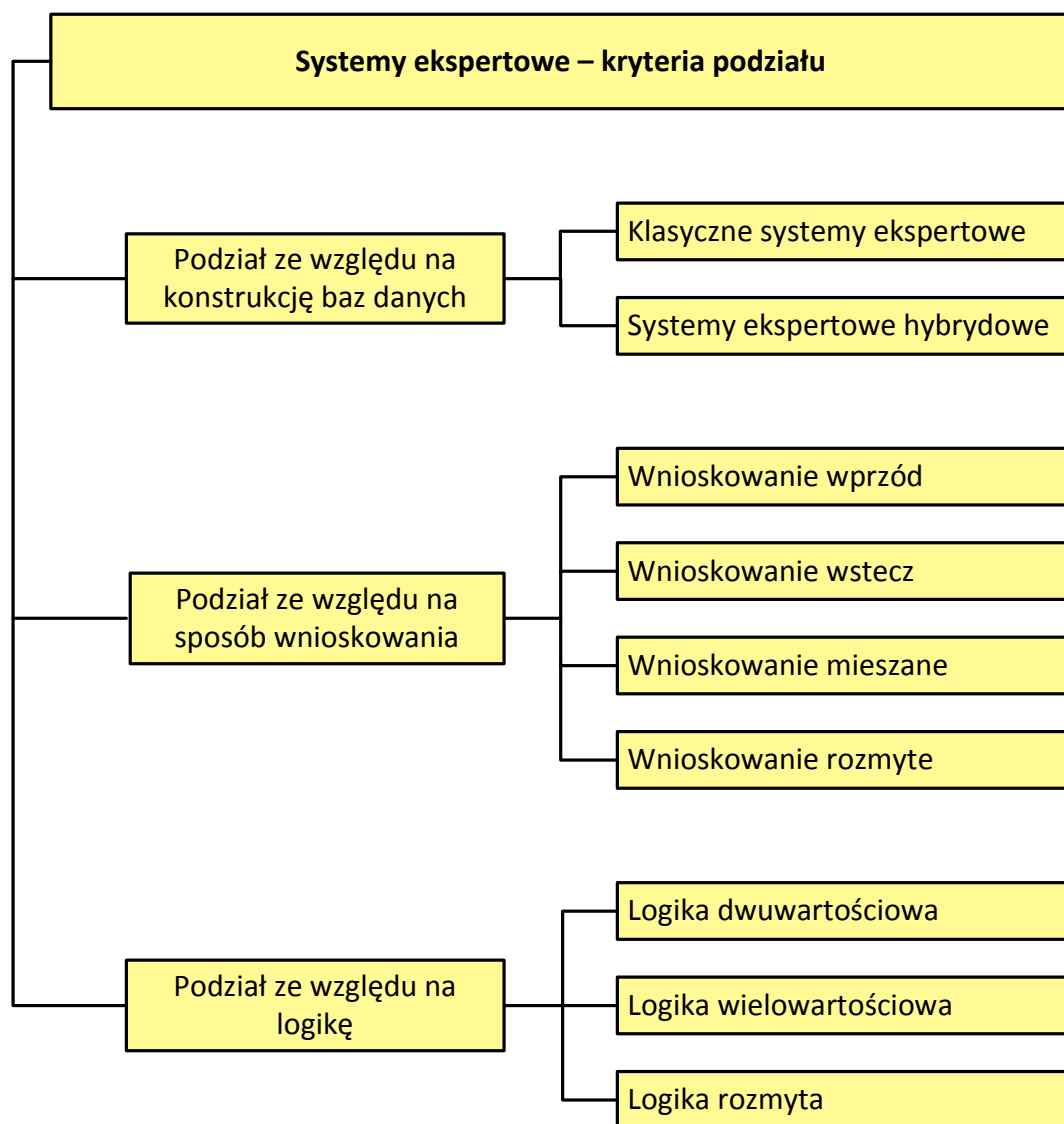
Systemy o charakterze doradczym wspomagają specjalistę w dokonywaniu ekspertyzy, nie zawierają jednak części decyzyjno-wykonawczej [Pieczyński, 2003]. Prezentują one rozwiązania użytkownikowi, który decyduje o ich jakości. Może on przyjąć proponowane rozwiązanie, ale może zażądać też innego [Mulawka, 1996].

Systemy ekspertowe o charakterze sterującym na podstawie szczegółowej wiedzy mogą wyciągać wnioski i podejmować decyzje w czasie rzeczywistym, działając w sposób zbliżony do procesu rozumowania ludzkiego, lecz bez udziału człowieka. Wykorzystuje się je do sterowania procesami, do kontroli oraz nadzorowania pracy złożonych maszyn i urządzeń, a zatem wszędzie tam, gdzie człowiek może nie być w stanie kontrolować swoimi zmysłami całej sytuacji albo tam, gdzie udział człowieka – eksperta jest utrudniony lub wręcz niemożliwy [Mulawka, 1996].

Systemy o charakterze analitycznym dokonują analizy problemu i formułują warianty decyzyjne. Mają one zdolność generowania propozycji rozwiązań wraz z opisem przewidywanych skutków ich realizacji. Sprawdzają się w sytuacjach, gdy należy przyswoić dane, dokonać ich przeliczenia, a następnie przeprowadzić selekcję otrzymanych wyników [Radomiński, 2001].

Drugi podział uwzględnia zasadę działania określonego systemu [Mulawka, 1996; Biało, 2000; Lula, 2007] – rysunek 4.3.

Klasyczne systemy ekspertowe bazują na zapisie w formie symbolicznej, najczęściej w postaci reguł. Taka reprezentacja opisuje związki przyczynowo skutkowe, relacje i powiązania [Hopgood, 2001].

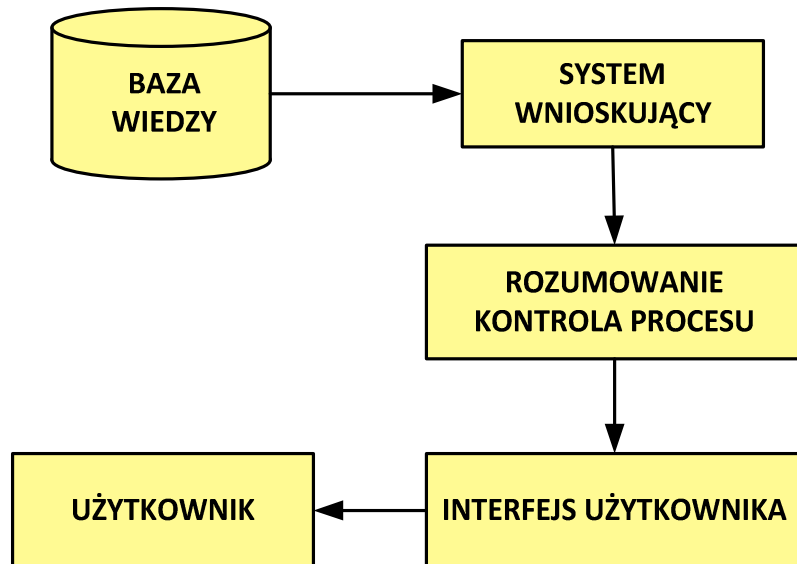


Rys. 4.3. Podział systemów ekspertowych za względu na konstrukcję, zasadę działania i logikę
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Muławka, 1996; Białko, 2000; Lula, 2007]

Systemy ekspertowe hybrydowe wykorzystują więcej niż jedną technikę do rozwiązywania problemów. Opierają się na rdzeniu regułowo-proceduralnym współdziałając z innymi systemami, najczęściej o niesymbolicznej reprezentacji wiedzy [Radomiński, 2001].

Kolejny podział systemów ekspertowych uwzględnia różne sposoby wnioskowania zastosowane w danym systemie.

Jednym z zagadnień mechanizmu wnioskowania jest kolejność wyboru reguły do wykonania w przypadku, gdy jest więcej niż jedna reguła do sprawdzenia [Sroka, 1994]. Schemat wnioskowania jest przedstawiony na rysunku 4.4.



Rys. 4.4. Schemat wnioskowania w systemach ekspertowych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [<http://www.expertise2go.com>]

Występuje kilka różnych sposobów wnioskowania, jakie można spotkać w systemach ekspertowych. Można wyróżnić trzy podstawowe metody wnioskowania:

- wnioskowanie „w przód” (*forward chaining*),
- wnioskowanie „wstecz” (*backward chaining*),
- wnioskowanie „mieszane” (*mixed reasoning*)

Mulawka [Mulawka, 1996] zwraca uwagę na to, że należy uwzględnić również rozwijane w późniejszym okresie wnioskowanie „rozmyte” (*fuzzy reasoning*) [Piegat, 1999].

Wnioskowanie wprzód charakteryzuje się tym, że na podstawie dostępnych reguł i faktów generowane są nowe fakty, a w efekcie końcowym można oszacować te aspekty problemu, na które pozwalają warunki. Proces wnioskowania rozpoczyna się od zbioru faktów podanych na wejściu [Pieczyński, 2003].

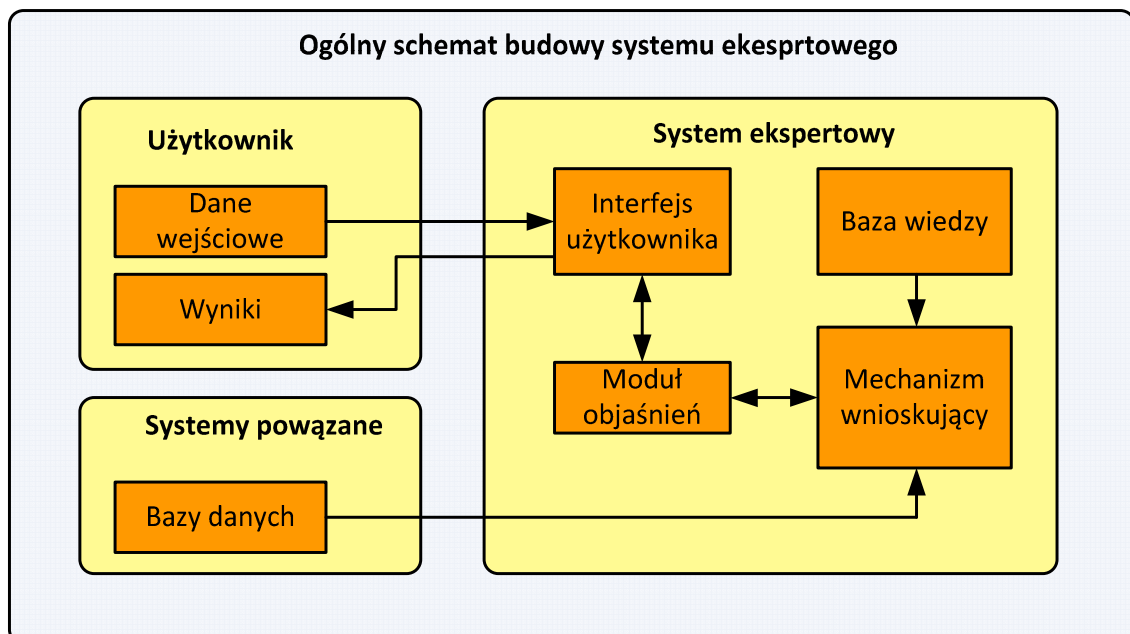
Następny rodzaj wnioskowania polega na odwrotnym kierunku rozumowania, czyli znając stan docelowy należy ustalić jakie warunki determinują ten stan. Na podstawie przesłanek wykazywana lub udowodniana jest hipoteza główna [Mulawka, 1996].

Kolejny rodzaj wnioskowania polega na wykorzystaniu obu wyżej wymienionych algorytmów. W systemie istnieją metaregły, w których zawarte są wskazania dotyczące wyboru sposobu wnioskowania. Reguły w bazie są przeznaczone do wykorzystania w jednym lub drugim algorytmie, jednak to przyporządkowanie nie jest stałe. Wnioskowanie mieszane jest pozbawione wad wnioskowania wstecz i do przodu, nie generuje też tak dużej bazy faktów. Źle dobrana baza wiedzy może jednak bardzo spowolnić pracę systemu [Kwiatkowska, 2007].

Ostatni rodzaj wnioskowania – wnioskowanie rozmyte. Można je przeprowadzić przy odpowiedniej reprezentacji wiedzy opisującej dany problem za pomocą zbiorów rozmytych, a następnie przy zastosowaniu przekształceń danych wejściowych w postać końcową według reguł rozmytej logiki [Piegat, 1999].

4.2.2. Elementy składowe systemu ekspertowego

Budowa typowego systemu ekspertowego obejmuje cztery podstawowe elementy. Są nimi baza wiedzy, mechanizm wnioskujący, interfejs użytkownika oraz moduł objaśnień [Białko 2000, Chromiec 1994, Radosiński 2001; Stefanowicz, 2001] (rys. 4.5).



Rys. 4.5. Zarys ogólny budowy systemu ekspertowego
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Owoc, 2006]

Baza wiedzy jest zbiorem zawierającym wiedzę i doświadczenie specjalistów oraz ekspertów z danej dziedziny, a także wszelkie inne istotne informacje związane z problematyką, której dotyczy system ekspertowy. Wiedza ta może być zapisana w różny sposób – w postaci reguł, ram lub sieci semantycznych.

Mechanizm wnioskujący to część systemu kierująca rozwiązaniem problemu. Tak jak umysł ludzki umożliwia wyciąganie wniosków i przetwarzanie informacji oraz dochodzenie do logicznie uzasadnionych decyzji, ta część systemu odpowiedzialna jest za poprawne zastosowanie wszystkich poziomów wiedzy, a także za obsługę nieprzewidzianych przez twórców sytuacji wyjątkowych. Bez mechanizmu wnioskującego system ekspertowy nie może poprawnie działać.

Kolejną składową systemu ekspertowego jest moduł objaśnień, który ma na celu analizę procesu wnioskowania i wyjaśniania zachowania systemu ekspertowego. Ostatnią częścią, odpowiadającą za komunikację człowieka z maszyną, jest interfejs użytkownika [Owoc, 2006].

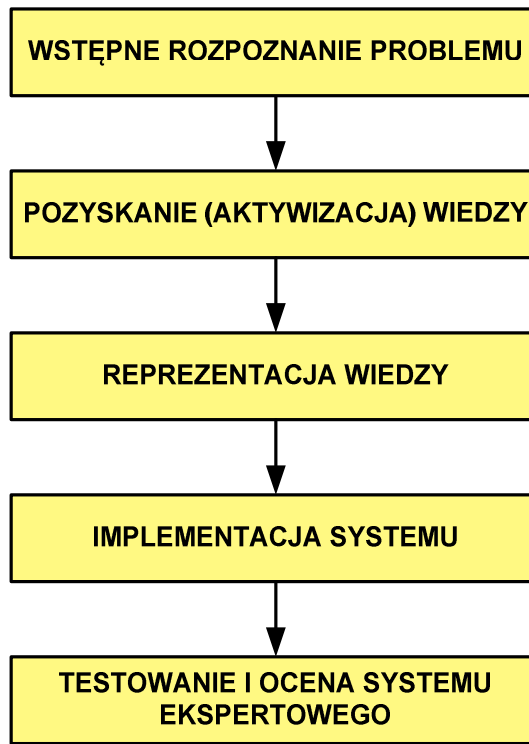
W pewnych sytuacjach, ze względu na dynamicznie zmieniające się warunki, w jakich ma funkcjonować system ekspertowy, ważne jest zintegrowanie systemu z narzędziami do jego budowy. Tego typu rozwiązanie umożliwia bieżące modyfikowanie systemu według aktualnych potrzeb poprzez rozbudowę zarówno o nową wiedzę, jak i o nowe zadania, które powinien on realizować. Jest to szczególnie ważne w praktyce gospodarczej, gdzie zmieniające się przepisy oraz normy, a także upodobania i wymagania klientów muszą być niezwłocznie uwzględniane we wszystkich aspektach funkcjonowania firmy.

4.3. Tworzenie modelu systemu ekspertowego

Realizacja systemu ekspertowego jest złożonym przedsięwzięciem i wymaga rozwiązania różnych problemów przy udziale ekspertów z wielu dziedzin. Konstrukтором systemu z reguły jest specjalista z zakresu inżynierii wiedzy, który współpracując z ekspertem z danej dziedziny tworzy system. Inżynier bazując na wiedzy otrzymanej od ekspertów oraz pozyskanej z innych źródeł, przekształca ją do postaci możliwej do przetwarzania w bazie wiedzy [Zieliński, 2000].

W małych systemach ekspertowych rolę inżyniera wiedzy i eksperta może pełnić jedna osoba. Przy dużych i skomplikowanych systemach wymagana jest współpraca dużej liczby inżynierów wiedzy i specjalistów z wielu dziedzin.

Budując system ekspertowy należy wyróżnić następujące etapy jego tworzenia przedstawione na rysunku 4.6. Zostaną one omówione w kolejnych podrozdziałach pracy.



Rys. 4.6. Etapy tworzenia systemu ekspertowego

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Durkin, 1994]

4.3.1. Rozpoznanie problemu i pozyskanie wiedzy do modelu

Etap wstępnego rozpoznania problemu obejmuje prace przygotowawcze, zmierzające do uzasadnienia celowości wykorzystania technik sztucznej inteligencji w danym zagadnieniu. W pewnych sytuacjach program napisany w konwencjonalnym języku programowania może okazać się wystarczający dla rozwiązania postawionego zadania i jednocześnie będzie rozwiązaniem znacznie tańszym od systemu ekspertowego.

Po uzyskaniu odpowiedzi na wszystkie postawione na etapie rozpoznania pytania można przejść do kolejnego kroku w konstruowaniu systemu ekspertowego, to jest do pozyskania (akwizycji) wiedzy [Owoc, 2006].

Jest to proces, podczas którego inżynier wiedzy współpracując z ekspertem z danej dziedziny zdobywa wiedzę stosowaną do rozwiązania danego problemu [Luger 1989] (rys. 4.7). Etap ten decyduje o jakości uzyskiwanych przez system konkluzji.



Rys. 4.7. Przedstawienie procesu pozyskiwania wiedzy

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [<http://zsi.tech.us.edu.pl/>]

Wiedza jako zbiór wiadomości z danej dziedziny powstały na bazie zgromadzonych doświadczeń, przy współudziale procesów uczenia się, jest formą kultury umysłowej występującej w świadomości społecznej składającą się z:

- faktów, opisanych za pomocą jednolitego, prostego, wyczerpującego, zwięzłego, zrozumiałego i wyraźnego (to znaczy niezawierającego elementów domyślnych i wieloznaczących) języka, w którym określono pewne pierwotne pojęcia i cechy wykorzystywane później do budowy innych skomplikowanych składników języka,
- relacji będących odzwierciedleniem zależności i skojarzeń występujących pomiędzy faktami (relacje opierają się najczęściej a heurystycznych regułach kojarzenia odzwierciedlających rozległą wiedzę ekspertów),
- procedur, których wykonywanie odzwierciedla proces myślowy reprezentujący wiedzę w danej dziedzinie (na przykład procedury dowodzenie twierdzeń matematycznych lub procedury zmierzające do obliczenia całki oznaczonej).

Posługując się przedstawionymi składnikami wiedzy można rozróżnić podstawowe sposoby reprezentacji wiedzy:

- reprezentacja deklaratywna polegająca na określeniu zbioru faktów i reguł specyficznych dla rozpatrywanej dziedziny, jej zaletą jest łatwiejsza formalizacja wynikająca ze zwięzłego gromadzenia faktów i reguł (zapisywane są tylko raz),

- reprezentacja proceduralna polegająca na określeniu zbioru procedur, których działanie reprezentuje wiedzę o dziedzinie (jej zaletą jest wysoka efektywność reprezentowania procesów).

Idąc za doświadczeniem specjalistów można stwierdzić, że rozwiązaniem optymalnym jest reprezentacja wiedzy łącząca w sobie cechy reprezentacji proceduralnej i deklaratywnej.

Ze względu na to, że użyteczność systemu ekspertowego w zakresie możliwości rozwiązywania postawionego przed nim problemu rośnie wraz z jakością i kompleksowością informacji zawartej w bazie wiedzy, można stwierdzić, że im pełniejszą wiedzą system dysponuje tym łatwiej uzyskuje poprawne rozwiązanie. Dopiero w dalszej kolejności znaczenie odgrywa rodzaj i konstrukcja mechanizmów wnioskowania, których system ten używa.

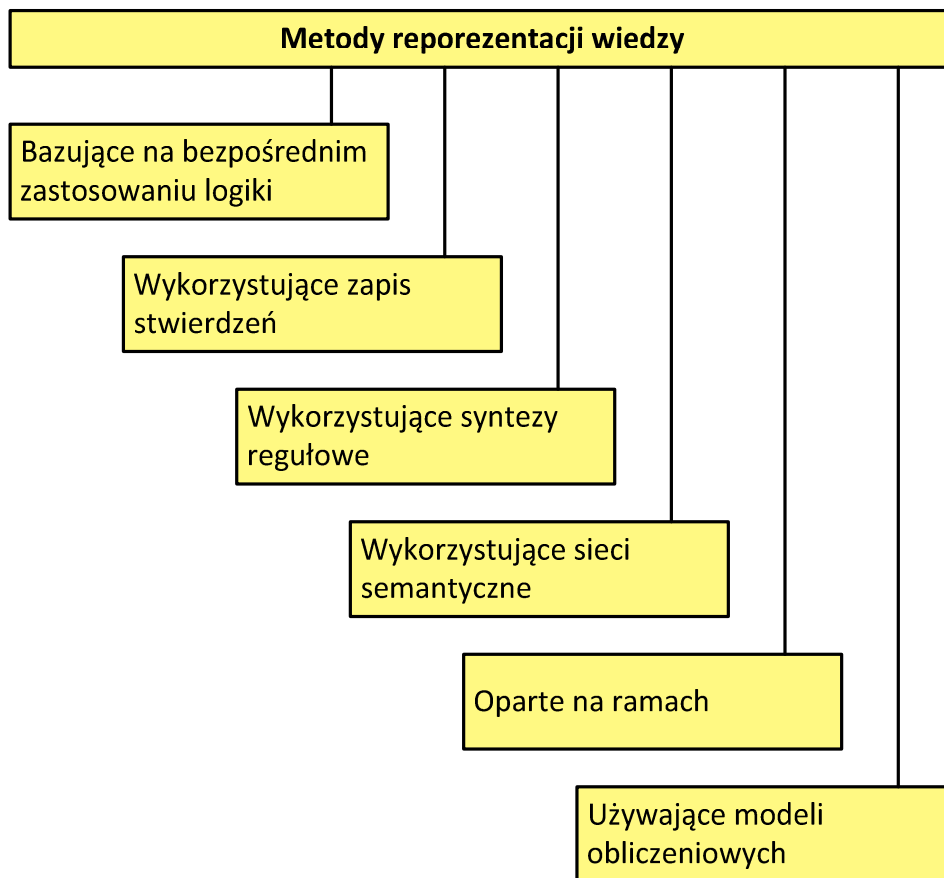
Pozyskiwanie wiedzy, a w dalszej kolejności jej strukturalizacja, to proces żmudny i czasochłonny, jednak opłaca się w sytuacjach, gdy powstały na bazie zgromadzonej wiedzy system ekspertowy będzie intensywnie wykorzystywany w dłuższym okresie czasu, zastępując człowieka-eksperta w jego normalnej pracy. Zwalnia to właściciela systemu ekspertowego z ponoszenia określonych kosztów, a samego eksperta uwalnia od powtarzania analogicznych standardowych ekspertyz, dając czas na rozwiązywanie problemów na tyle nietypowych, że do ich rozwikłania niezbędna jest na przykład intuicja. Wszystko to oznacza, że systemy ekspertowe mają możliwość rozwiązywania określonych zadań bez bezpośredniego udziału eksperta, jak również dysponowania w ramach jednego systemu wiedzą różnych ekspertów.

4.3.2. Sposoby reprezentacji wiedzy

Reprezentacja wiedzy stanowi jeden z podstawowych problemów sztucznej inteligencji, który ciągle nie jest do końca rozwiązany. Wiedza jest kluczowym elementem systemu ekspertowego – to ona decyduje o jego jakości i wiarygodności. Jest zbiorem wiadomości z określonej dziedziny składających się z opisów, relacji i procedur, zapisanych za pomocą języka reprezentacji wiedzy i utrzymywanych jako składnik systemu oddzielony od programu kontrolnego.

Metody reprezentacji wiedzy zajmują się modelowaniem świata rzeczywistego z wykorzystaniem technologii informatycznej.

Mulawka [Mulawka, 1996] wyróżnia następujące metody reprezentacji wiedzy przedstawione na schemacie – rysunek 4.8.



Rys. 4.8. Metody reprezentacji wiedzy w systemie ekspertowym
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Mulawka, 1996].

4.3.2.1. Reprezentacja wiedzy bazująca na bezpośrednim zastosowaniu logiki

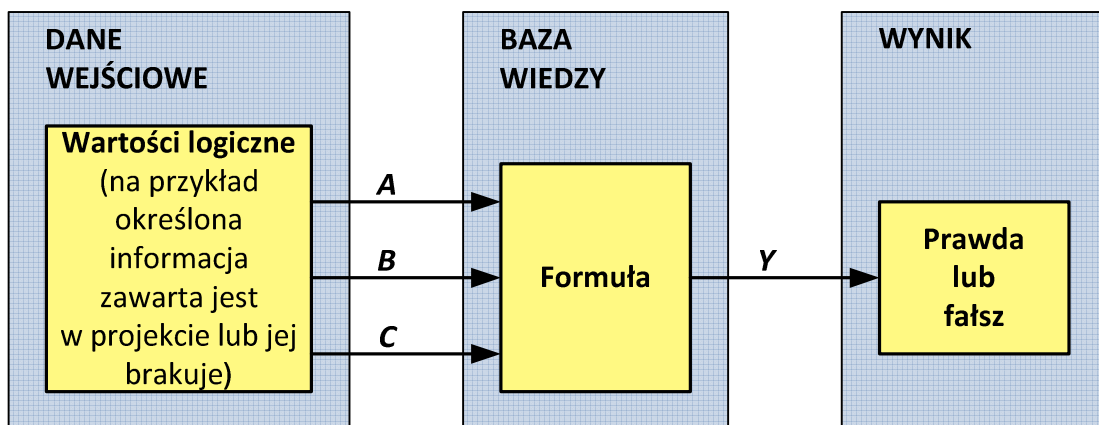
Metoda ta bazuje na zastosowaniu klasycznej logiki matematycznej [Ajdukiewicz, 1965]. Logika jest dziedziną wiedzy rozwijaną od wieków. Zajmuje się badaniem natury rozumowań stosowanych w matematyce i ustaleniem ich kryterium poprawności. Dopóki każdą informację można zapisać w języku formalnym, można również przewidzieć granice i możliwości wyprowadzeń dedukcyjnych, które pozwalają poprawnie rozwiązać zadanie [Lucas, Gaag, 1991].

Podstawowe koncepcje wnioskowania wywodzą się w większości z logiki dwuwartościowej [Grzegorzczak, 1984]. Otaczający nas świat opisujemy za pomocą cech formułując zdania. Zamienna zdaniowa może mieć wartość 1, jeśli jest prawdziwa (PRAWDA, TRUE), oraz wartość 0, jeśli jest fałszywa (FAŁSZ, FALSE).

Zdania, które zawsze są prawdziwe nazwano prawami rachunku zdań (tautologiami). Są dwie metody sprawdzania, czy zadanie logiczne jest tautologią:

- metoda zerojedynkowa,
- metoda dedukcji (wnioskowania).

W pierwszej metodzie sprawdzeniu poddaje się wszystkie możliwe kombinacje wartości logicznych (A, B, C). Jeśli wartość zawsze wynosi 1, to formuła (Y) jest prawdziwa. Zapis wiedzy za pomocą formuł przedstawia rysunek 4.9.



Rys. 4.9. Metoda reprezentacji wiedzy za pomocą formuł

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Mulawka, 1996].

W drugiej metodzie wnioskowanie odbywa się przy pomocy reguł wnioskowania, które na podstawie prawdziwości pewnych zdań (przesłanek) umożliwiają wnioskowanie o prawdziwości innego zdania zwanego wnioskiem.

Systemy ekspertowe oparte na klasycznej logice wykazują tendencje do wytwarzania tautologii nadmiarowych [Mulawka 1996] – baza wiedzy bardzo szybko zostaje zapełniona faktami, które powielają już istniejące informacje.

Rozszerzeniem logiki jest rachunek predykatów, który składa się z czterech głównych składowych [Zieliński 2000]: alfabetu, języka formalnego, grupy podstawowych stwierdzeń i grupy reguł wnioskowania. Charakterystyczną cechą logiki predykatów jest występowanie w niej kwantyfikatorów: kwantyfikatora ogólnego (generalizującego) \forall i kwantyfikatora szczegółowego (egzystencjalnego) \exists [Bronsztajn, 2007].

Wyrażenie $W(x)$ nazywane jest funkcją zdaniową lub predykatem, w którym x jest zmienną. Wyrażenie staje się zdaniem prawdziwym lub fałszywym, gdy w miejsce x podstawimy wartość tej zmiennej [Grzegorzczak, 1984].

4.3.2.2. Reprezentacja wiedzy wykorzystująca zapis stwierdzeń

Wiedzę w systemie ekspertowym przedstawić można również za pomocą stwierdzeń. Dotyczą one takich zagadnień jak zjawiska, objawy czy też czynności. Zapisuje się najczęściej za pomocą uporządkowanej trójki [Cholewa, Pedrycz 1987]:

$$\left(\text{<OBIEKT>}, \text{<ATRYBUT>}, \text{<WARTOŚĆ>} \right)$$

Aby uprościć zapisy stwierdzeń stosuje się słowniki zarówno nazw obiektów jak i atrybutów oraz ich wartości, co umożliwia identyfikowanie zapisów za pomocą etykiet. Pozwala to na oszczędniejszy zapis – zmniejszenie objętości bazy wiedzy. Do wyrażenia relacji między obiektami często używa się sieci semantycznych lub ram [Mulawka 1996]. W innych systemach stwierdzenia są zapisywane również za pomocą uporządkowanej czwórki:

$$\left(\text{<OBIEKT>}, \text{<ATRYBUT>}, \text{<WARTOŚĆ>}, \text{<CF>} \right)$$

gdzie CF oznacza stopień pewności (*Certainly Factor*), prowadząc do stwierdzeń przybliżonych [Ishibuschi, Morioka, 1995]. Każdemu stwierdzeniu jest wówczas przyporządkowany pewien współczynnik odwzorowujący stopień pewności stwierdzenia. Najczęściej są to liczby z zakresu [-1,1], [0,1] lub [0,10]. Zakładając, że współczynnik zawiera się w granicach [0,10] to CF=0 oznacza, że stwierdzenie jest fałszywe, z kolei CF=10 oznacza, że twierdzenie jest w pełni prawdziwe. Stopnie pewności określane są subiektywnie, nie określono ani ich precyzyjnych definicji ani sposobów wyznaczania. Baza wiedzy takich systemów jest zbiorem stwierdzeń i relacji o pewnym wycinku świata rzeczywistego, której ona dotyczy [Mulawka, 1996].

4.3.2.3. Regułowa reprezentacja wiedzy

Kolejnym sposobem zapisu wiedzy jest regułowa reprezentacja wiedzy [Cholewa, 1990; Hayes-Roth, 1983; Nebendahl, 1988]. Reguły zapisane są za pomocą prostych zdań logicznych.

Najbardziej elementarna – reguła prosta – ma postać:

IF PRZESŁANKA **THEN** KONKLUZJA

Przesłanka określa warunki, których spełnienie pozwala na przyjęcie konkluzji.

Funktory: „i” (and), oraz „lub” (or) służą do formułowania przesłanek złożonych, natomiast else „ w przeciwnym przypadku” służy do wyciągania wniosków na podstawie danej przesłanki. Powstałe w ten sposób zdania złożone mają następującą postać:

IF PRZESŁANKA **THEN** KONKLUZJA 1
(JEŚLI) (TO)

ELSE KONKLUZJA 2
(INACZEJ)

lub:

IF PRZESŁANKA 1 **AND** PRZESŁANKA 2 **THEN** KONKLUZJA
(JEŚLI) (I) (TO)

Pierwszy rodzaj reguł ma postać wniosków pośrednich, niedających ostatecznych konkluzji. Ich zaletą jest łatwość weryfikacji informacji (reguł) oraz ograniczenie jej powtarzania się i nadmiarowości, natomiast wadą jest konieczność tworzenia złożonego mechanizmu wnioskującego uaktywniającego wiele reguł.

Drugi rodzaj to reguły o rozbudowanej strukturze, które umożliwiają bezpośrednie wyznaczenie wniosków przez system. Ich zaletą jest to, że nie wymagają skomplikowanego mechanizmu wnioskującego, ponieważ każda zawiera konkluzję będącą wnioskiem końcowym i wystarczy uaktywnić jedną z reguł by otrzymać ostateczny wynik.

Reguły proste umożliwiają przede wszystkim deklaratywną reprezentacją wiedzy. Nie umożliwia ona jednak pełnego i prostego reprezentowania wiedzy o procesach wytwórczych, kolejności wykonywania działań. Aby temu zaradzić postanowiono traktować konkluzję pojawiającą się w wyniku zastosowania reguły jako opis sposobu działania, a nie stwierdzenia. Tak zmienioną regułę „działania” należy interpretować, jako przepis poprawnego postępowania, któremu nie przysługuje żadna wartość logiczna. Pozwala to na znaczne rozszerzenie zakresu możliwych zastosowań reguł, powodując, że reprezentacja wiedzy przyjmuje charakter reprezentacji deklaratywno-proceduralnej (uznanej przez specjalistów za optymalną).

Wszystkie reguły w bazie wiedzy mogą być zorganizowane w wektory wiedzy, które są pewnego rodzaju uogólnieniem reguł. W wektorach wiedzy reguły występują w sposób zakodowany z wykorzystaniem odrębnych symboli. Prowadzi to do tego, że aby uzyskać zapis pełnej reprezentacji poszczególnych reguł, nie trzeba wypisywać wszystkich możliwości, ale wystarczy na przykład zestawienie tabelaryczne możliwych przesłanek i odpowiadających im konkluzji zakodowane za pomocą wartości binarnych (na przykład symboli 1 i 0 lub TAK i NIE), odpowiednio dla istnienia lub nieistnienia zależności pomiędzy daną przesłanką a konkluzją. Postać wektorowa reguł jest bardzo wygodna dla weryfikacji poprawności baz wiedzy, jak również umożliwia proste przejście na zapis zawierający pełną treść reguł.

4.3.2.4. Reprezentacja wiedzy za pomocą ram

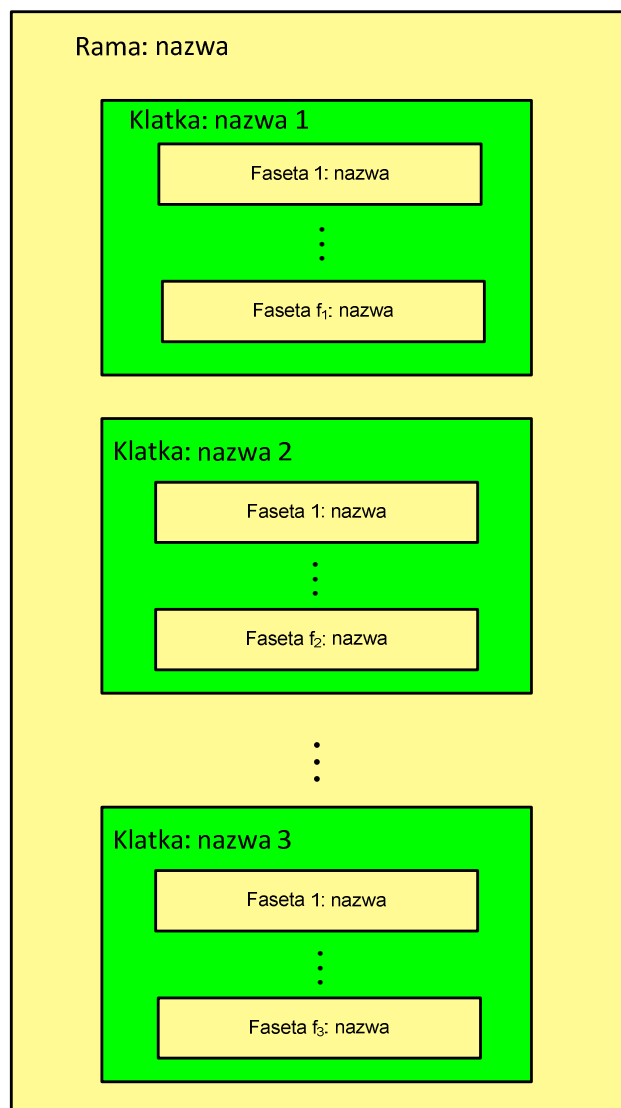
Reprezentacja wiedzy za pomocą ram [Cholewa, 1987] to jeszcze inny sposób, który umożliwia deklaratywną i proceduralną reprezentację wiedzy. Ramy stwarzają możliwość organizacji bazy wiedzy w taki sposób, że reguły będące reprezentacją wiedzy danej dziedziny są wyraźnie oddzielone od reguł niezbędnych do poprawnego działania systemu ekspertowego. Ich zaletą jest możliwość grupowania informacji dotyczących wybranego fragmentu wiedzy w postaci jednej ramy, co upraszcza późniejszą weryfikację i ewentualne modyfikacje bazy wiedzy.

Za twórcę ram uważa się Minsky’ego [Minsky, 1975], który użył tej metody reprezentowania wiedzy do rozpoznawania obrazów. Rama to struktura danych opisująca pewien obiekt, w którym mieszczą się wszystkie typowe i oczekiwane informacje, a także przypuszczenia o tym obiekcie.

Pomysł ten jest oparty na analizie sposobu zachowania się człowieka znajdującego się w nowej dla niego sytuacji i w nowym otoczeniu, ale mającego o tej dziedzinie już pewne wcześniejsze wyobrażenia.

Człowiek wydobywa wówczas z pamięci określoną strukturę (czyli ramę) i konfrontuje tę sytuację z wiedzą zawartą w ramie. Z kolei, gdy człowiek zetknie się z całkowicie nowym obiektem, jego pierwszą reakcją będzie próba zapamiętania go i wprowadzenia jego nazwy.

Rama jest strukturą (rys. 4.10) opisującą dany obiekt i składa się z klatek nazywanych stosami. Każda klatka reprezentuje pewną właściwość albo cechę obiektu, opisywanego przez ramę. Klatki dzielą się na mniejsze części – fasety [Mulawka, 1996].



Rys. 4.10. Schemat przedstawiający reprezentację wiedzy za pomocą ram
Źródło: Opracowanie własne

Każda rama, klatka i faseta mają swoją nazwę. W ramie nie mogą występować dwie klatki o tej samej nazwie, podobnie w klatce nie może być dwóch faset o tej samej nazwie. Natomiast w różnych ramach mogą występować te same rodzaje klatek. To samo dotyczy faset. Fasety mogą zawierać różne typy danych [Mulawka, 1996].

Reprezentacja wiedzy przy użyciu ram umożliwia rozumowanie nawet w przypadku niekompletnej informacji i pozwala na szybkie wnioskowanie o faktach, które nie zostały dokładnie zidentyfikowane [Zieliński, 2000].

Systemy oparte na ramowej reprezentacji wiedzy potrafią zwiększyć zbiór swoich faktów przez automatyczne otrzymywanie wniosków, jako fragmentów niektórych stwierdzeń oraz przez operację wyszukiwania [Mulawka, 1996].

4.3.2.5. Reprezentacja wiedzy wykorzystująca sieci semantyczne

Sieci semantyczne zostały opracowane przez Quilliana [Quillian, 1968] dla stworzenia modelu pamięci ludzkiej, a także w celu rozwiązania problemów związanych z przetwarzaniem mowy. Z czasem jednak zaczęto wykorzystywać ją do budowy systemów ekspertowych.

Sieć semantyczna jest graficznym przedstawieniem związków między elementami danej wiedzy. Podstawowymi składowymi sieci są węzły (elementy), łuki (relacje między elementami) oraz napisy [Zieliński, 2000]. Zasadniczą relację w sieciach semantycznych jest relacja taksonomii czyli dziedziczenia hierarchicznego [<http://zsi.tech.us.edu.pl>].

W dzisiejszych czasach technika ta jest rzadko używana, ale ma bardzo ciekawy sposób wnioskowania przedstawiony poniżej [Luger, 1989; Winston, 1992].

Sieć semantyczną można oznaczyć według wzoru 4.1 [Chromiec, Strzemieczna, 1994]:

$$G = (V, S, u) \tag{4.1}$$

gdzie:

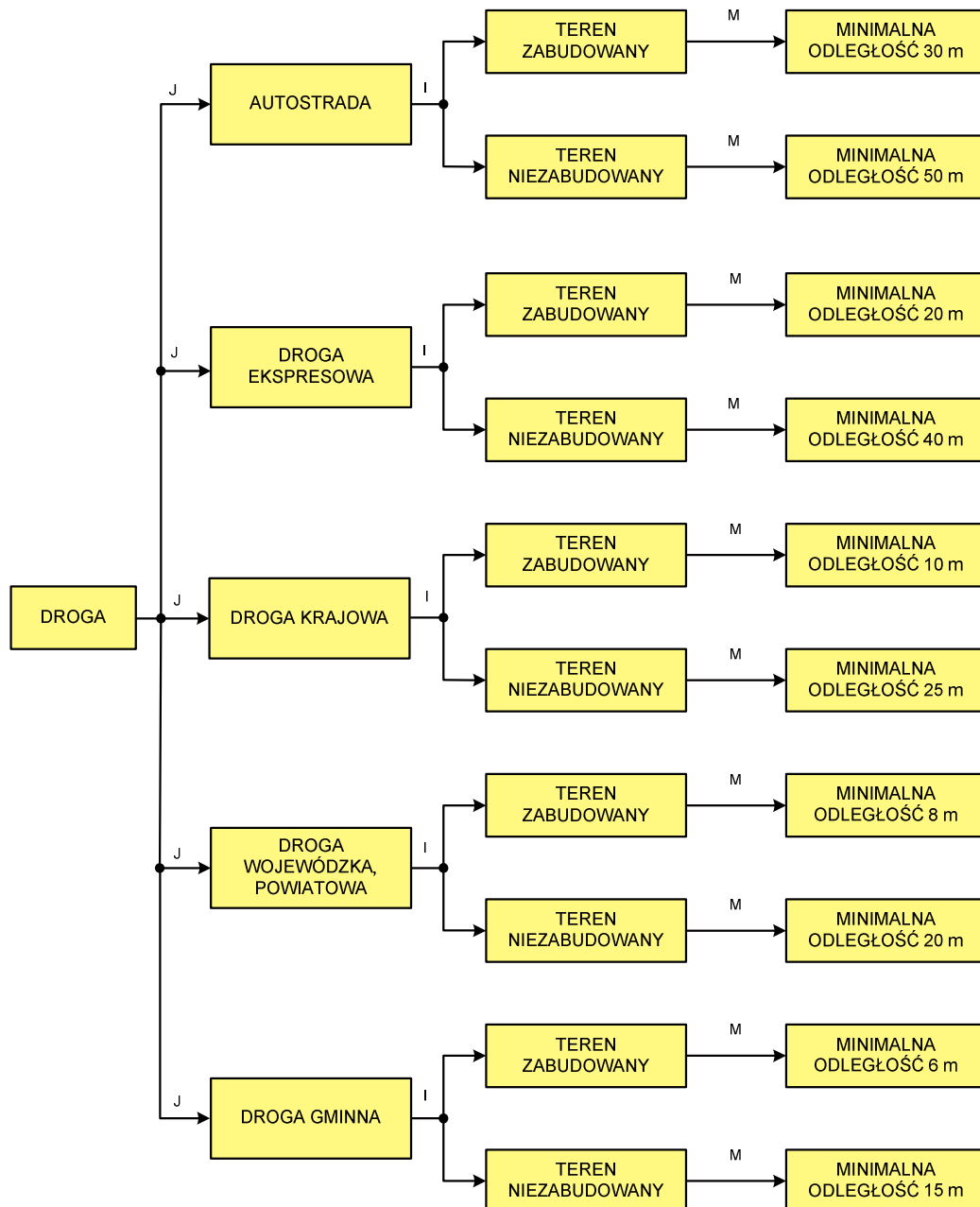
V – zbiór węzłów,

$S \subset V \times V$ – zbiór połączeń między węzłami,

$u: S \rightarrow L$ – funkcja określająca nazwę (połączenia między węzłami),

L – zbiór własności reprezentowanych przez sieć.

Na rysunku 4.11 przedstawiono sposób reprezentacji wiedzy za pomocą sieci semantycznej. Sieć tworzy graf skierowany. Skierowanie grafu oznacza, że relacje zachodzą w jedną stronę, przez co można uniknąć błędu niejednoznaczności bazy wiedzy.



Rys. 4.11. Reprezentacja wiedzy za pomocą sieci semantycznej. Na rysunku użyto następujących oznaczeń definiujących relacje:

J – relacja typu „jest”,

I – relacja typu „jest w”,

M – relacja typu „ma”.

Źródło: Opracowanie własne

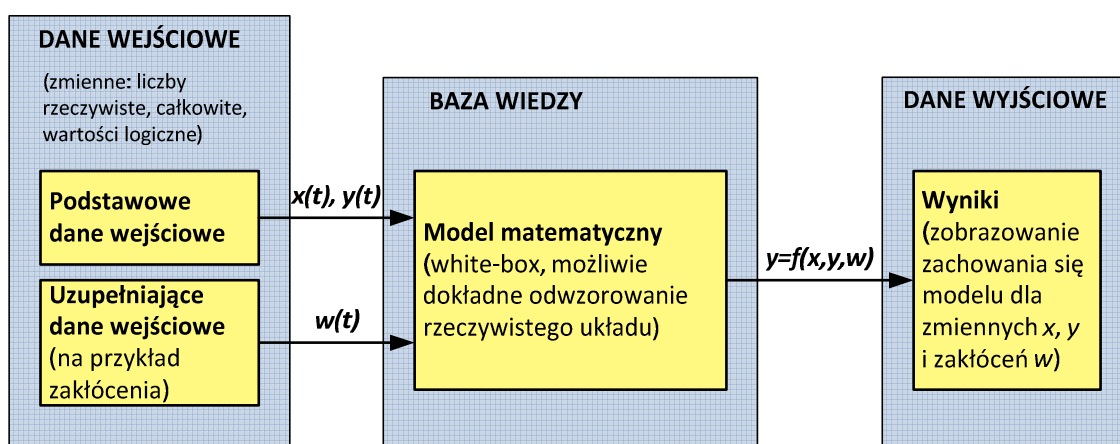
Schemat przedstawia infrastrukturę drogową dzieląc ją na poszczególne kategorie, względem których muszą być zachowane minimalne odległości projektowanych inwestycji od drogi [Ustawa, 1985]. Ze względu na ich położenie w terenie zabudowanym lub terenie niezabudowanym odległość od drogi tej samej kategorii jest różna.

Wnioskowanie przy użyciu sieci semantycznej nie zawsze jest poprawne, ponieważ nie ma zdefiniowanych ścisłych reguł semantycznych [Zieliński, 2000] i mogą wystąpić błędy dedukcyjne [Mulwaka, 1996]. Problemem jest również określenie czy węzły sieci oznaczają jeden obiekt, czy klasę kilku obiektów [Mulawka, 1996].

4.3.2.6. Reprezentacja wiedzy za modeli obliczeniowych

Ostatnim z rodzajów reprezentacji wiedzy w systemie ekspertowym są modele obliczeniowe. Służą one przy rozwiązywaniu prostych problemów z dziedzin elementarnych na przykład matematyki, fizyki, chemii czy innych. Modele obliczeniowe oparte są na sieciach semantycznych, w których węzłami są relacje oraz zmienne. Modele te są szczególnie przydatne do reprezentowania wiedzy dotyczącej możliwości obliczania wartości zmiennych na podstawie zbioru operatorów wiążących te zmienne [Mulawka, 1996].

Prosty model obliczeniowy składa się ze zbioru zmiennych i zbioru relacji częściowych wiążących te zmienne. Na rysunku 4.12 przedstawiono schemat zapisu wiedzy za pomocą modelu matematycznego.



Rys. 4.12. Schemat przedstawiający reprezentację wiedzy za modelu matematycznego

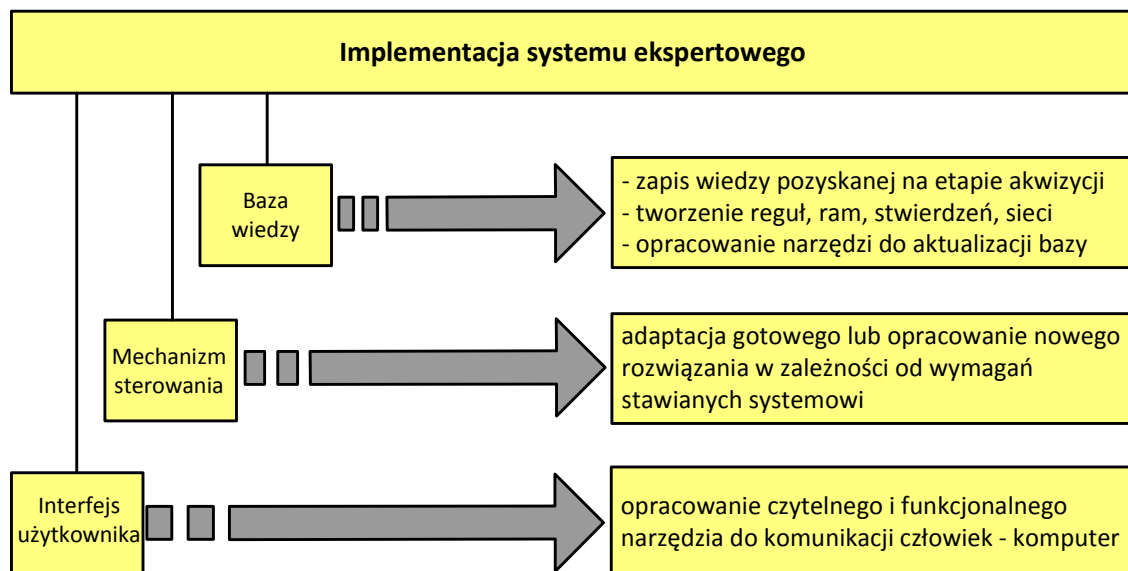
Źródło: Opracowanie własne

Problemy modelowania matematycznego często klasyfikuje się jako "czarne skrzynki" (*black-box*) lub "białe skrzynki" (*white-box*), w zależności od ilości informacji o układzie posiadanych przed modelowaniem. Model "czarnej skrzynki" przedstawia układ, o którym nie ma żadnej informacji, natomiast model "białej skrzynki" przedstawia układ, w którym działanie jest znane.

4.3.3. Implementacja systemu ekspertowego

Kolejnym z wymienionych etapów budowy jest opracowanie gotowego systemu ekspertowego, który po odpowiednich procedurach weryfikacyjnych zostanie przekazany do użytkowania. Posiadając bazę wiedzy wyrażoną za pomocą wybranej reprezentacji formalnej wiedzy, należy przetworzyć ją albo na odpowiedni język programowania albo zaimplementować do szkieletowego systemu ekspertowego [Owoc, 2006].

Na rysunku 4.13 przedstawiono schemat przedstawiający implementację kolejnych elementów systemu ekspertowego i działań, jakie w wyniku tego zadania powstają.



Rys. 4.13. Schemat przedstawiający implementację systemu ekspertowego

Źródło: Opracowanie własne

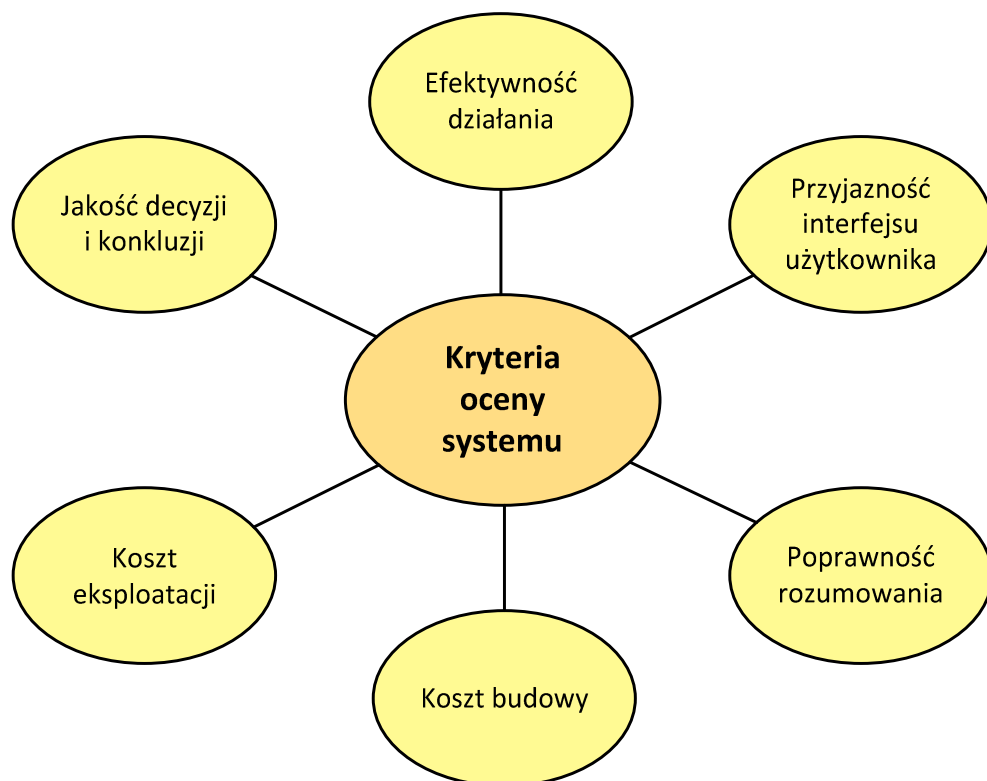
Spełnione powinny być ogólne kryteria dotyczące strony programowej powstałego systemu ekspertowego, ze szczególnym uwzględnieniem:

- możliwości funkcjonowania na różnych platformach systemowych,
- ogólnej stabilności i niezawodności,
- możliwości użycia prostego sposobu wprowadzania zmian,
- skuteczności testowania,
- łatwości użytkowania i konfigurowania.

4.3.4. Kryteria testowania i oceny systemu

Ostatnim etapem przy budowie systemu ekspertowego jest ocena poprawności jego działania. Najprostszym sposobem oceny jakości i poprawności pracy systemu ekspertowego jest porównanie wyników jego pracy z rezultatami, które musiałby wykonać człowiek.

Ostateczna ocena działania systemu ekspertowego jest dość trudnym zagadnieniem. Cholewa [Cholewa, 1987] uwzględnia następujące kryteria (rys. 4.14):



Rys. 4.14. Schemat przedstawiający kryteria oceny systemu
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Cholewa, 1987]

Ważną cechą, którą powinien posiadać gotowy system ekspertowy, jest zdolność do rozwiązywania obszernej klasy zadań z zakresu, którego dotyczy system, w oparciu o strukturalne podobieństwo reguł wnioskowania.

Jakość systemu ekspertowego nie może być jednak rozpatrywana jedynie w kategoriach poprawnego rozwiązywania dobrze określonych i prawidłowo postawionych problemów, ale również w zakresie pewnego rodzaju wyprzedzenia rozwiązania zadania, które bazuje na granicy wiedzy znanej systemowi. Ważne jest również, aby było możliwe otrzymywanie rozwiązań w przypadku stawiania problemów coraz bardziej wykraczających poza granicę dziedziny działania systemu ekspertowego, aż do momentu zupełnej niewystarczalności reguł wnioskowania.

Według Mulawki [Mulawka, 1996], aby system działał poprawnie musi on zapewniać wysoki poziom wydawanych ekspertyz. Jakość pracy można ocenić porównując wyniki działania systemu z tym samym co zrobił by w takim przypadku człowiek. Pozostałe cechy, które należy brać pod uwagę dokonując oceny systemu to:

- uniwersalność,
- złożoność,
- autoanaliza,
- zdolność udoskonalania bazy wiedzy.

Ważną cechą systemu ekspertowego jest jego zdolność do rozwiązywania obszernej klasy zadań z danej dziedziny – uniwersalność. System powinien posiadać dużą liczbę reguł obejmującą dostatecznie szeroki zakres heurystyk z danej dziedziny, a nie wiele sztywnych przygotowanych wcześniej rozwiązań.

Złożoność to stopień komplikacji systemu ekspertowego w naturalny sposób określony przez dziedzinę, dla której jest wykonany. Jeśli problem jest mało istotny, o małym drzewie rozgałęzień, zastosowanie systemu ekspertowego jest często nieopłacalne. Natomiast problem bardzo złożony, często o dużej liczbie reguł, będzie dobrze rozwiązywany przez system ekspertowy, ponieważ człowiek może sobie z nim radzić dużo gorzej. Ogólnie ocena złożoności systemu jest w pewien sposób możliwa poprzez liczbę reguł wnioskowania oraz wielkość bazy danych.

Następną cechą jest zdolność do autoanalizy. System ekspertowy powinien uzasadnić użytkownikowi przyjęte rozwiązanie nie tylko globalnie, ale i na każdym etapie, to znaczy również każde rozwiązanie częściowe.

Wykonuje się to poprzez przeglądanie drzewa rozwiązania w kierunku wstecznym, tak jakby to było kolejne zadanie wymagające ekspertyzy. Można to traktować jako rozumienie przez system postawionego przed nim zadania. W systemach ekspertowych występuje problem niesprzeczności uzyskiwanych w danym etapie wnioskowania wyników z faktami zawartymi w bazie wiedzy. Odpowiada to zmianie drogi w drzewie rozwiązania. Udzielając objaśnień ekspert dopasowuje ich poziom do poziomu odbiorcy. Inne wyjaśnienie otrzymuje drugi ekspert, a jeszcze inna osoba niezorientowana w dziedzinie. Ten naturalny tryb uzasadniania rozwiązania nie jest jeszcze dostępny w istniejących systemach ekspertowych. Ścisły pomiar ilościowy zdolności systemu do autoanalizy jest bardzo trudny. Warto przy tym zauważyć, że nie zawsze analiza taka jest możliwa lub potrzebna.

Jedną z podstawowych cech eksperta jest ciągle rozszerzanie wiedzy o nowe fakty i prawa (reguły wnioskowania), zatem jeśli system ekspertowy ma być efektywny, powinien również przejawiać tę cechę. Oczywiście od użytkowników lub konstruktorów zależy czy bazę wiedzy będzie można rozszerzać czy nie. System powinien jednak zawierać mechanizmy umożliwiające udoskonalanie jego działania. Do tych mechanizmów można zaliczyć:

- kontrolę nowo wprowadzanych do bazy wiedzy reguł i porównanie z regułami w niej zawartymi,
- kontrolę zgodności reguł z nowo wprowadzаныmi faktami,
- mechanizm oceny częstotliwości stosowania poszczególnych reguł,
- mechanizm rozbudowy istniejącej bazy reguł poza zakres danej bazy wiedzy.

4.4. Wykorzystanie systemów ekspertowych w praktyce

Systemy ekspertowe mają wiele zastosowań, ale prawie zawsze są to dziedziny bardzo wąskie, o dobrze zdefiniowanych regułach podejmowania decyzji. Służą one do wspomagania procesów podejmowania decyzji i szeroko rozumianej diagnostyki [Niederliński, 2000; 2006]. Dziedzin zastosowań systemów ekspertowych jest wiele. Za najważniejsze z nich należy uznać: medycynę, biznes, przemysł i naukę. Tabela 4.1 przedstawia ważniejsze obszary zastosowań systemów ekspertowych.

Tabela 4.1. Przegląd relacji i zapisów prawnych wynikających z weryfikacji dokumentacji projektu budowlanego

Źródło: Opracowanie własne na podstawie studiów literatury

Lp.	Dziedzina zastosowania	Obszary zastosowań systemów ekspertowych	Nazwa systemu ekspertowego
	1	2	3
1	Matematyka	Rozwiązywanie problemów matematycznych: całkowanie, różniczkowanie, zagadnienia z zakresu algebry [Martin, Fateman, 1971]	MACSYMA
2	Chemia	Identyfikacja związków chemicznych [Lindsay i inni, 1980]	DENDRAL
		Interpretacja wyników pomiarów dla potrzeb chemii [Vasarhelyi i inni, 2005]	GAL
3	Geologia	Interpretacja zasobów danych geologicznych [Duda i inni, 1980]	PROSPECTOR
		Wspomaganie badań geologicznych	LITHO
		Interpretacja wyników badań geologicznych przy poszukiwaniu ropy naftowej	DIPMETER i ADYISOR
4	Medycyna	Diagnozowanie i terapia chorób bakteryjnych krwi [Heckerman, 1986]	MYCIN
		Diagnozowanie chorób wewnętrznych bez podawania sposobu leczenia [Pople, 1984]	CADECEUS
		Planowanie eksperymentów genetycznych	GENESIS, MOLGEN,
5	Energia Jądrowa	Diagnostyka siłowni jądrowych	REACTOR
		Szkolenie operatorów siłowni jądrowych	STEAMER
6	Mechanika	Modelowanie układów mechanicznych	SACON
		Diagnostyka lokomotyw spalinowych	DELTA
7	Rozpoznawanie mowy	Rozpoznawanie mowy w zakresie około tysiąca słów za pomocą tablicy komunikacyjnej [Reddy, 1973]	HEARSAY
8	Informatyka	Konfigurowanie komputerów [Leonidas, 2002]	XCON
		Diagnostyka maszyn cyfrowych	DART
9	Środowisko	Pozyskanie i udostępnianie informacji o środowisku [Kozakiewicz, 2001; http://ceres.ca.gov]	CERES
		Wykrywanie zagrożeń skażenia środowiska związkami toksycznymi [Murcia i inni, 1994]	SIRENAS
12	Ekonomia i finanse	Doradztwo w zakresie inwestycji i finansów	INVEST
		Wspomaganie decyzji kredytowych	LENDWING ADWISOR
		Wykrywanie nieprawidłowości w transakcjach [Nikolopoulos, 1997]	FXAA

Oprócz wymienionych dziedzin, można wskazać także inne możliwe obszary przyszłych zastosowań systemów ekspertowych, jak na przykład prawo [Niederliński, 2006].

Lewicki i Hnat analizując literaturę przedmiotu nie spotkali w literaturze problematyki związanej z weryfikacją dokumentacji projektowych [Lewicki, 1998; Hnat, 2009]. Autorce również nie jest znane takie oprogramowanie, które weryfikuje poprawność dokumentacji projektowej inwestycji budowlanej. Oprócz wymienionych dziedzin, w których zastosowano systemy ekspertowe istnieją obszary, w których wskazane byłoby zastosowanie w szerokim zakresie systemów ekspertowych. Do jednej z takich dziedzin można zaliczyć między innymi projektowanie inwestycji czy weryfikacja projektów budowlanych pod kątem ich zgodności z przepisami prawa miejscowego i aktami normatywnymi.

5. Wybór odpowiedniego wariantu systemu ekspertowego wspomagającego weryfikację dokumentacji projektowych

Jak to było wspomniane w rozdziale poprzednim, systemy ekspertowe można podzielić na systemy dedykowane i szkieletowe. Wyboru między tymi dwoma rodzajami oprogramowania dokonuje użytkownik, kierując się ważnymi dla niego przesłankami. Jeśli dużą rolę odgrywają czynniki finansowe, to dobrym rozwiązaniem będzie system szkieletowy, który przez swoją uniwersalność będzie tańszy. Jeśli natomiast są do rozwiązania bardzo trudne zagadnienia, czy też specjalistyczna wąska dziedzina nauki – należy wybrać system dedykowany, zaprojektowany od początku do końca do zastosowania w tym właśnie określonym zakresie zadań.

5.1. Oferta systemów ekspertowych

Systemy szkieletowe (*shell*) są to systemy z pustą bazą wiedzy, które pozwalają użytkownikowi wprowadzać własną wiedzę opartą na doświadczeniu ekspertów z danej dziedziny [Mulawka, 1996; Radosiński, 2001; Kwiatkowska, 2007]. Dają one możliwość stworzenia funkcjonalnego systemu ekspertowego w krótszym czasie i tańszym kosztem.

Należy mieć na uwadze, że w systemach szkieletowych wszystkie ważniejsze elementy są wstępnie przygotowane przez producenta, a jedynie baza wiedzy wymaga wypełnienia wiedzą dziedzinową. Stwarza to pewne ograniczenia, co do funkcjonowania interfejsu użytkownika, wyboru reguł rozumowania, czy sposobu zapisu wiedzy. Możliwości są dostosowane do tego, co przygotował producent. Jednak analizując ofertę współczesnych systemów z pustą bazą wiedzy można przyjąć, że do większości przypadków, w których istnieje potrzeba zastosowania systemu ekspertowego – można wykorzystać przynajmniej jeden z oferowanych systemów szkieletowych.

Systemy szkieletowe narzucają jednak pewne ograniczenia w tworzeniu gotowego programu ekspertowego. Sprowadzają się one do możliwości, jakie daje to narzędzie oraz specyficzny system bazy wiedzy i mechanizm wnioskowania zaprojektowany przez producentów.

Zmiany w funkcjonowaniu gotowych interfejsów czy elementów systemu szkieletowego są niemożliwe lub bardzo ograniczone [Radosiński, 2001]

Do ważniejszych systemów szkieletowych można zaliczyć zamieszczone poniżej, a dokładniej opisane w załączniku nr 2:

- 1) **Acquire** – kompletny system budowy i konserwacji aplikacji opartych na wiedzy [Harrington, 1987].
- 2) **DecisionScript** – aplikacja typu serwerowego do tworzenia systemów wspomagania decyzji [Harrington, 1987].
- 3) **Expert System Builder** – program dla użytkowników edukacyjnych [<http://expert-system-builder.software.informer.com>].
- 4) **ExSys** – umożliwia inżynierom wiedzy szybkie tworzenie systemów ekspertowych na stronach internetowych [<http://www.exsys.com>].
- 5) **GensymCorporation** – graficzne, obiektowo zorientowane środowisko tworzenia inteligentnych aplikacji do monitorowania, diagnozowania oraz dynamicznego kontrolowania zdarzeń w funkcjonującym lub symulowanym środowisku [<http://www.gensym.com>].
- 6) **KeyExpert** – prosty w obsłudze, kompletny system ekspertowy realizujący wnioskowanie wstecz.
- 7) **Nexpert Object** – posiada możliwość gromadzenia kompletnej wiedzy z danej dziedziny ograniczonej jedynie możliwościami sprzętowymi oraz łatwość jej uzupełniania.
- 8) **System PC-Shell** – system szkieletowy o architekturze hybrydowej, czyli łączy w sobie różne metody rozwiązywania problemów i reprezentacji wiedzy [Michalik, 2003].
- 9) **RMSE** – jest rodziną uniwersalnych szkieletowych hybrydowych systemów ekspertowych [Niederliński, 2006].
- 10) **XpertRule** – program pracujący w środowisku graficznym, w którym reprezentacja wiedzy występuje w postaci drzew decyzyjnych, tabel zawierających przykłady decyzji oraz ustalonych wzorców reguł [<http://www.xpertrule.com>].

Podsumowując należy stwierdzić, że systemy szkieletowe, dostarczając odpowiedni interfejs do budowy systemu ekspertowego zapewniają:

- narzędzia do akwizycji wiedzy,
- narzędzia do strukturalizacji wiedzy,

- mechanizmy reprezentacji wiedzy,
- instrumenty weryfikacji wiedzy,
- mechanizm wnioskowania.

W niektórych przypadkach występują również udogodnienia przy tworzeniu modułu objaśnień, mającego za zadanie przedstawienie drogi rozumowania i przyczyny podjęcia danej konkluzji. W systemach szkieletowych na ogół nie trzeba znać języka programowania, w jakim został on napisany, co umożliwia tworzenie i uaktualnianie bazy wiedzy przez użytkownika końcowego.

Drugim rodzajem systemów ekspertowych, uwzględniających ich budowę, są systemy dedykowane tworzone od podstaw przez inżyniera wiedzy współpracującego z informatykiem [Mulańska, 1996].

Systemy ekspertowe mogły być tworzone przy użyciu dowolnego języka programowania (Basic, Pascal, Algol, Fortran, C, C+ i inne), jednakże tworzenie systemu w tych językach od podstaw było bardzo czasochłonne, dlatego opracowano specjalistyczne języki programowania przeznaczone do tworzenia systemów ekspertowych.

Na podstawie studiów literatury można zapoznać się z wieloma innymi językami programowania systemów ekspertowych szerzej opisanymi w załączniku nr 3.

Do najważniejszych z nich zaliczyć można:

- **LISP** (LIStProcessor) [McCarthy, 1960],
- **PROLOG** [Nilsson, Małuszyński, 2000],
- **Snobol** (String Oriented Symbolic Language) [Faber, 1964],
- **Scheme** [Sussman, 1975],
- **OPS5** [Forgy, 1981],
- **Common LISP** [Steele, 1984],
- **KKE** (Knowledge Engineering Environment) [Barmon, 1985],
- **LOOKS** (Logic Oriented Organized Knowledge System) [Mizoguchi, 1984],
- **CLIPS** (C Language Integrated Production System) [Harrington, 1987].

Wybór powinien sprowadzać się do określenia cech programu, które są ważne z punktu widzenia przyszłego użytkownika, takich między innymi jak cena, środowisko pracy aplikacji, łatwość tworzenia i użytkowania.

Po określeniu żądanych cech aplikacji, wybór systemu nie powinien sprawiać dużego problemu. Wszystkie zaawansowane systemy na rynku posiadają zbliżony poziom funkcjonalności oraz zawierają elementy czyniące proces pozyskania wiedzy szybszym i wygodniejszym, a przez to łatwiejszym niż w przypadku stosowania standardowych języków programowania. Innymi słowy systemy szkieletowe powinny być bardziej przystępne dla zwykłego użytkownika niż systemy dedykowane.

5.2. Uzasadnienie wyboru konkretnego systemu ekspertowego

Dla potrzeb opracowania systemu ekspertowego wspomagającego decyzje w procesach weryfikacji dokumentacji projektowej inwestycji budowlanych analizowano systemy szkieletowe produkcji krajowej oraz producentów zagranicznych. Wydaje się, że niektóre produkty krajowe w tej dziedzinie są niejednokrotnie bardziej aktualne i wykorzystują najnowsze trendy, ale odbywa się to niestety kosztem jakości i funkcjonalności interfejsów, skrótowym opisem funkcji, czy problemami ze współpracą z aplikacjami zewnętrznymi.

Aplikacje zagraniczne posiadają wysoki poziom użyteczności, dopracowane, przyjazne i intuicyjne interfejsy, bogatą literaturę opisującą zagadnienia instalacji, użytkowania i konserwacji, a także serwis techniczny dostępny dla użytkowników online lub telefonicznie. Mimo tych zalet występują kłopoty ze współpracą z polskimi aplikacjami lub aplikacjami zagranicznymi w polskiej wersji językowej.

Wydział Zarządzania Akademii Górniczo-Hutniczej posiada licencje na dwa programy będące szkieletowymi systemami ekspertowym. Są to: **Nexpert Object** amerykańskiej firmy Neuron Data oraz **PC Shell** polskiej firmy AiTech. Zatem wybór narzędzia do opracowania systemu ekspertowego wspomagającego decyzje w procesach przygotowania produkcji musiał dokonać się między tymi dwoma programami.

Ostatecznie w niniejszej pracy wybrano system PC Shell przygotowany przez polską firmę AiTech ze względu na obsługę ogólnie dostępnego systemu operacyjnego Windows XP, a także możliwość wykorzystania struktury tablicowej, pozwalającej na podzielenie dużej bazy wiedzy na mniejsze moduły zorientowane tematycznie (źródła wiedzy).

Dodatkowym atutem polskiego programu jest możliwość wykorzystania architektury hybrydowej, czyli łączenia różnych metod rozwiązywania problemów i reprezentacji wiedzy, a także łatwego powiązania ich z zewnętrznymi aplikacjami takimi jak pakiety statystyczne, arkusze kalkulacyjne i bazy danych.

5.3. Opis działania systemu PC-Shell

System PC-Shell jest przygotowany głównie do rozwiązywania problemów o charakterze diagnostycznym i klasyfikacyjnym (taksonomicznym) oraz związanych z interpretacją danych. Może także służyć, jako system edukacyjny, ilustrując wybrane zagadnienia w ramach tematów poświęconych problematyce sztucznej inteligencji i systemów ekspertowych [Michalik, 2003].

PC-Shell jest pierwszym polskim komercyjnym, szkieletowym systemem ekspertowym. Powstał on, jako rezultat wcześniejszych doświadczeń uzyskanych podczas budowy systemu PC-Expert (1985-1987) oraz Diagnosta MC 14007 (1988). PC-Shell otrzymał dwa wyróżnienia na Międzynarodowych Targach Oprogramowania SOFTARG w roku 1994 oraz 1996. W roku 1997 system otrzymał nagrodę drugiego stopnia w konkursie na najlepszy program targów SOFTARG [<http://aitech.pl>].

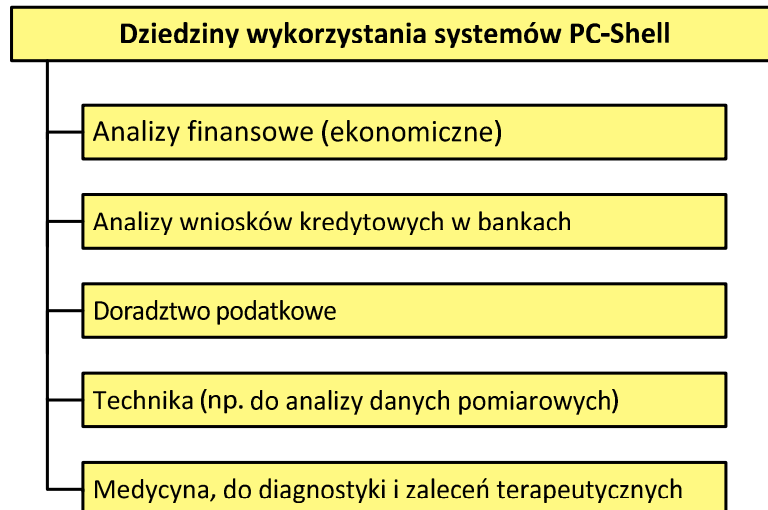
PC-Shell jest dziedzinowo-niezależnym narzędziem służącym do budowy systemów ekspertowych. Może być zastosowany w dowolnej dziedzinie: począwszy od bankowości i finansów a kończąc na zastosowaniach technicznych. Typowe obszary zastosowań systemu PC-Shell to:

- systemy doradcze i wspomagania decyzji,
- dydaktyka (wyższe uczelnie i szkoły średnie).

System może być między innymi wykorzystywany w dziedzinach przedstawionych na rysunku 5.1.

Od czasów systemów EMYCIN i innych przodujących narzędzi do tworzenia systemów ekspertowych bardzo wzrosła ilość systemów typu *shell*. Od minikomputerów i komputerów Lisp narzędzia te rozszerzyły się na komputery PC. Systemy te są coraz częściej wykorzystywane, jako narzędzia dla różnych użytkowników lub jako licencja osobista dla konkretnego użytkownika.

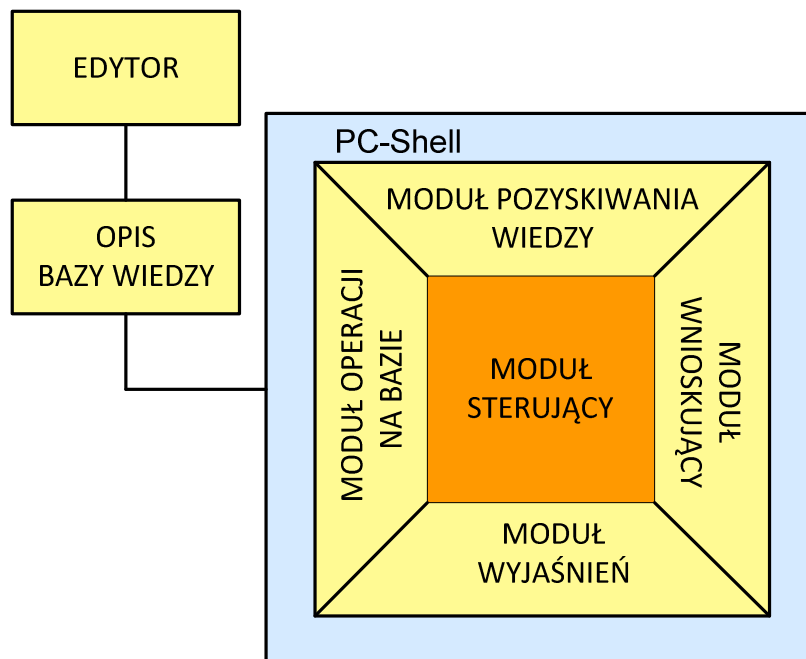
Dużo szkieletowych systemów ekspertowych stosuje kilka form reprezentacji wiedzy na przykład ramy i reguły. Takie systemy nazywane są hybrydowymi.



Rys. 5.1. Dziedziny wykorzystania systemów PC-Shell
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Michalik, 2003]

Systemy *shell* można również sklasyfikować na podstawie środowiska komputerowego, w jakim działają duże i małe narzędzia systemów ekspertowych [Sroka, 1994].

System PC-Shell składa się ze ściśle współpracujących ze sobą modułów przedstawionych na schemacie 5.2.



Rys. 5.2. Struktura powiązanych ze sobą modułów w systemie PC-Shell
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Michalik, 1991]

Moduł sterujący koordynuje wszystkie procesy zachodzące w systemie PC-Shell, zapewnia przede wszystkim komunikację między systemem a użytkownikiem.

Kolejnym elementem jest translator języka opisu wiedzy, który czyta plik dyskowy zawierający opis bazy wiedzy, tłumaczy i wprowadza odpowiedni kod do bazy systemu PC-Shell.

Następny element, czyli moduł pozyskiwania wiedzy, zajmuje się tłumaczeniem opisu bazy wiedzy na odpowiednią reprezentację wewnętrzną i wprowadzenie jej do bazy systemu PC-Shell. Baza wiedzy znajduje się w pamięci operacyjnej komputera, co zapewnia dużą szybkość wnioskowania. Opis bazy wiedzy może być zapisany za pomocą dowolnego edytora tekstowego pracującego w kodzie ASCII do pliku dyskowego. Taki plik dyskowy z opisem bazy wiedzy jest następnie czytany przez moduły pozyskiwania wiedzy [Sroka, 1994].

Bardzo ważnym składnikiem systemu ekspertowego jest moduł wnioskujący, który rozwiązuje problemy z wykorzystaniem wiedzy zawartej w bazie wykorzystując informację zawartą w bazie wiedzy systemu, odpowiedzi i wprowadzone przez użytkownika dane. Moduł ten dostarcza wszystkich podstawowych metod wnioskowania spotykanych w systemach ekspertowych. Wnioskowanie odbywa się w dwóch trybach: weryfikacji hipotez oraz wyprowadzania konkluzji na podstawie wprowadzonego zbioru faktów. Tryb weryfikowania hipotez wykorzystuje wyłącznie wnioskowanie wstecz, natomiast, tryb wyprowadzania konkluzji stosuje wnioskowanie w przód lub mieszane [Michalik, 2003].

Kolejnym elementem jest moduł operacji na bazie wiedzy, który umożliwia wykonywanie następujących funkcji [Michalik, 2003]:

- przeglądanie bazy wiedzy,
- usuwanie faktów zawartych w bazie wiedzy,
- dodawanie faktów do bazy wiedzy.

Ostatnim elementem jest moduł wyjaśnień, który dostarcza trzech następujących rodzajów wyjaśnień:

- „jak”,
- „dlaczego”,
- „co to jest”.

Wyjaśnienia typu „jak” pokazują, w jaki sposób system wprowadzał dany zbiór konkluzji lub potwierdził daną hipotezę. Wyjaśnienia te mają charakter retrospektywny.

Systemy ekspertowe często zadają pytania o obecność określonych symptomów lub wartość pewnych atrybutów.

W takich przypadkach użytkownik może mieć wątpliwości, czy zadane mu pytanie ma związek z rozwiązywanym problemem. W tym celu PC-Shell dostarcza wyjaśnień typu, „dlaczego”.

W ramach tych wyjaśnień system pokazuje użytkownikowi, jaka hipoteza jest rozważana oraz w jaki sposób udzielona przez użytkownika odpowiedź przyczyni się do potwierdzenia bądź odrzucenia tej hipotezy.

Wyjaśnienia typu, „co to jest” dostarczają objaśnień wybranych pojęć (atrybutów) użytych w bazie wiedzy.

Struktura bazy wiedzy systemu PC-Shell jest zapisana za pomocą wyspecjalizowanego języka opisu bazy wiedzy SPHINX. Posiada on deklaratywny język reprezentacji wiedzy oraz strukturalny język oprogramowania. Baza wiedzy zapisana jest w postaci pliku lub plików tekstowych poddawanych procesowi translacji na początku każdej konsultacji. Składa się z kilku bloków. Ogólną strukturę bazy wiedzy przedstawiono na rysunku 5.3.

```
knowledge base nazwa_bazy_wiedzy
sources
  opis_źródeł
end;
facets
  opis_faset
end;
rules
  opis_reguł
end;
facts
  opis_faktów
end;
control
  program
end;
end;
```

Rys. 5.3. Ogólna struktura języka opisu bazy wiedzy systemu PC-Shell
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Michalik, 2003]

6. Projekt autorski systemu ekspertowego analizującego dane geoprzestrzenne

6.1. Założenia umożliwiające algorytmizację procesu

Czynności wstępne, które należy wykonać przed przystąpieniem do analizy dokumentacji, w zasadzie nie wymagają specjalistycznej wiedzy ani specjalistycznego oprogramowania. Na etapie przyjmowania wniosku urzędnik kontrolujący dokumentację projektową weryfikuje, czy dokumentacja zawiera niezbędne materiały określone w ustawie Prawo Budowlane [Prawo Budowlane, 1994]. Na etapie szczegółowej analizy w oparciu o bazy wiedzy systemu ekspertowego jest sprawdzane szczegółowo, czy wszystkie niezbędne dokumenty, uzgodnienia, oświadczenia i opinie są zawarte w dokumentacji.

Szczegółowa analiza przebiega w oparciu o bazy wiedzy i bazy danych wykorzystywanych przez oprogramowanie systemu ekspertowego.

Przyjęto, że istnieją następujące bazy wiedzy dotyczące:

- 1) Relacji pomiędzy obiektami projektowanymi w przypadku kilku obiektów występujących w jednej inwestycji.
- 2) Relacji pomiędzy obiektami projektowanymi a istniejącymi obiektami kubaturowymi.
- 3) Relacji pomiędzy obiektami projektowanymi a infrastrukturą techniczną.
- 4) Relacji pomiędzy obiektami projektowanymi a sieciami uzbrojenia terenu.
- 5) Relacji pomiędzy obiektami projektowanymi a innymi obiektami.
- 6) Strefy analizy wokół projektowanego obiektu (dla zmniejszenia ilości danych wejściowych), uzależnionej od wielu czynników takich jak: typ inwestycji, obszar, na którym inwestycja jest planowana i innych.
- 7) Wymogów formalnoprawnych, które należy spełnić w zależności od typu inwestycji.

Bazy wiedzy tworzone są przez ekspertów z danej dziedziny oraz inżynierów wiedzy. Powinny być one na bieżąco aktualizowane, ponieważ zmieniają się zarówno przepisy prawne, jak również technologie i sposoby realizacji robót budowlanych.

Potrzebne są ponadto bazy danych z informacjami umożliwiającymi kompleksową analizę danych geoprzestrzennych w procesie weryfikacji dokumentacji projektowej planowanej inwestycji budowlanej.

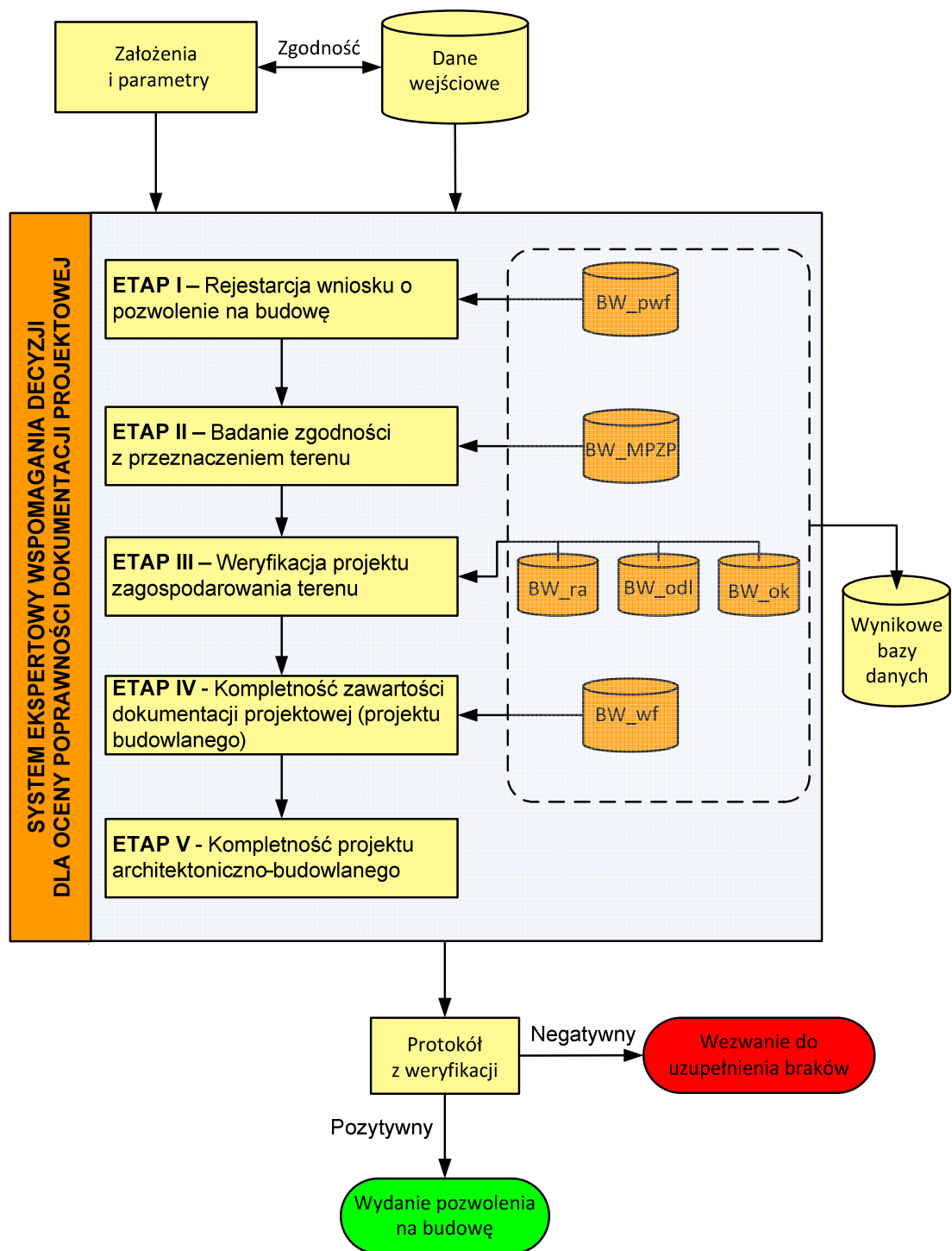
Do przeprowadzenia pełnej oceny dokumentacji niezbędne są bazy danych zawierające następujące informacje:

- dane o MPZP,
- dane z systemu informacji o terenie (GIS) na temat obszaru, na którym planowana jest inwestycja,
- pełne dane o zabudowie (typy budynków, wysokość, dane o obiektach zabytkowych i chronionych),
- dane o uzbrojeniu terenu z możliwością dostępu do baz danych instytucji branżowych, tak, aby posiadane informacje były możliwie aktualne,
- dane o każdej analizowanej dokumentacji złożonej do organów odpowiedzialnych za wydawanie pozwoleń na budowę, zawierające zarówno szczegółowe informacje o samej inwestycji jak i o procesie weryfikacji dokumentacji, o ewentualnie zaistniałych błędach i uchybieniach.

Oprogramowanie integrujące bazę wiedzy systemu ekspertowego i bazy danych, działające według określonych algorytmów, umożliwia sprawną i pozbawioną ryzyka wystąpienia błędu ludzkiego analizę dokumentacji projektowej.

Aby jednak system opierający się na powyższych założeniach miał szansę działać, niezbędne jest, żeby cała dokumentacja projektowa dołączona do wniosku o pozwolenie na budowę posiadała formę elektroniczną, w standardzie, który pozwoli na bezbłędne interpretowanie zawartych w niej danych przez system analizujący. Obecnie niemal 90% dokumentacji opracowywanej przez biura projektowe wykonywane jest w formie cyfrowej. Konieczne jest zatem narzucenie odpowiedniego jednolitego standardu dla dokumentacji projektowej oraz opracowanie przepisów umożliwiających wyegzekwowanie standaryzacji od projektantów.

Weryfikacja dokumentacji projektowej poprzez koncepcję budowy systemu ekspertowego składa się z kilku etapów przedstawionych na rysunku 6.1 i omówionych w kolejnych podrozdziałach.



Rys. 6.1. Schemat przedstawiający etapy systemu wspomaganie decyzji dla oceny poprawności dokumentacji projektowej

Źródło: Opracowanie własne

Na schemacie oprócz kolejnych kroków weryfikacji dokumentacji projektowej znajdują się również bazy danych i bazy wiedzy, które system wykorzystuje przy wnioskowaniu na każdym etapie analizy. Każda z prezentowanych baz wiedzy przedstawiona na rysunku 6.1 jest opisana w tabeli 6.2.

6.2. Przyjęte oznaczenia i notacja

Corge w swojej pracy [Corge, 1981] napisał, że każdy dobry algorytm musi spełniać następujące cechy:

- 1) Własność skończoności: algorytm musi w każdym przypadku się zakończyć, nie może działać w nieskończoność.
- 2) Własność określoności: każda reguła musi dokładnie określać działanie, aby zapewnić jednoznaczność interpretacji. Język formalny lepiej opisuje działanie algorytmu niż język naturalny.
- 3) Własność ogólności: algorytm nie może zajmować się rozwiązaniem jedynie małego problemu, powinien rozwiązywać klasę problemów podobnego typu.
- 4) Własność skuteczności: algorytm, nawet ten posiadający wymienione wyżej własności, należy cały czas ulepszać lub zastąpić innym algorytmem, którego wykonanie jest szybsze i bardziej efektywne.

Dla spełnienia wyżej wymienionych kryteriów zastosowano formalny zapis przebiegu działania każdego z algorytmów.

Do prezentacji algorytmów wykorzystano symbolikę zaproponowaną przez Danutę Zboś w jej książce „Podstawy programowania w C” [Zboś, 2000]. Występujące słowa kluczowe pochodzą ze składni języka programowania Pascal. Do prezentacji poleceń w algorytmie użyto własnej notacji, żeby uprościć przedstawienie procesu weryfikacji dokumentacji inwestycji budowlanych.

Działanie algorytmów wykorzystanych w systemie ekspertowym opiera się o polecenia, których nazwy i działanie zostały opisane w tabeli 6.1.

Tabela 6.1. Polecenia i ich działanie zastosowane do opisu algorytmów
 Źródło: Opracowanie własne

Lp.	Rodzaj polecenia	Opis działania
	1	2
1	wczytaj: {baza danych},{baza wiedzy}	Wczytuje dane z serwera lub z pliku, zarówno zawierające bazę wiedzy jak i bazę danych
2	analizuj: {baza danych},{baza wiedzy}, oczekiwany wynik	Wywołuje procedurę odnoszącą się do bazy wiedzy i bazy danych, która uaktywnia odpowiednie wnioski celem znalezienia rozwiązania
3	oblicz: wyrażenie/ parametr/warunek	Wykonuje działania matematyczne na zmiennych bieżących programu
4	określ: właściwość/zależność	Wywołuje procedurę, która nie odwołuje się bezpośrednio do bazy wiedzy i bazy danych. Działa na danych bieżących programu i regułach w nim zawartych
5	wyszukaj obiekt: [, atrybut]/atrybut [, wartość]	Procedura wyszukuje i dokonuje selekcji na bazie danych lub danych bieżących programu
6	utwórz: obiekt podziel: obiekt połącz: grupa obiektów	Polecenia stosowane są w szerokim zakresie i wymagają osobnych implementacji dla baz danych
7	zapisz: {baza danych}, informacja	Zapisanie danych w bazie
8	wpisz: wyrażenie	Operator systemu wpisuje wartość
9	drukuj: komunikat	Polecenie podające informację dla operatora systemu (wysyłające komunikaty)
10	sprawdź: wyrażenie	Polecenie dla operatora systemu, o sprawdzenie manualne dodatkowych warunków

Oprócz wymienionych wyżej poleceń w algorytmach użyto symboli grupując je następująco:

- bazy danych (tabela 6.2),
- bazy wiedzy (tabela 6.3),
- zmienne (tabela 6.4).

Dla ułatwienia niniejszy wykaz symboli, usystematyzowany alfabetycznie, zamieszczono jeszcze raz na końcu pracy (załącznik nr 4) z podaniem pełnych wyjaśnień.

Do pierwszej grupy zaliczono bazy danych (tabela nr 6.2), które są na bieżąco aktualizowane w trakcie trwania procesu weryfikacji.

Tabela 6.2. Bazy danych występujące w algorytmach i ich krótka charakterystyka.

Źródło: Opracowanie własne

Bazy danych zastosowane w algorytmach		
Lp.	Nazwa bazy danych	Charakterystyka bazy danych
	1	2
1	BD_Dobi_obp	Zawiera zapisane odległości między istniejącymi a projektowanymi obiektami
2	BD_Dobp_gdz	Obliczone odległości pomiędzy obiektami a granicą działki
3	BD_GIS	Cyfrowa mapa terenu zawierająca wszystkie niezbędne dane o obiektach
4	BD_inw	Zawiera informacje o inwestycji
5	BD_ows	Zawiera obiekty wymagające sprawdzenia czy mogą kolidować z danym rodzajem obiektów projektowanych

Drugą grupą są bazy wiedzy utworzone do wszystkich potencjalnych procesów weryfikacji dokumentacji projektowych inwestycji budowlanych:

Tabela 6.3. Bazy wiedzy występujące w algorytmach i krótka charakterystyka.

Źródło: Opracowanie własne

Bazy wiedzy zastosowane w algorytmach		
Lp.	Nazwa bazy wiedzy	Charakterystyka bazy wiedzy
	1	2
1	BW_MPZP	Baza wiedzy zawierająca reguły systemu ekspertowego opracowane na podstawie Miejsowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego
2	BW_odl	Zawiera informacje o wymaganiach odległościowych
3	BW_ok	Zawiera wiedzę, o obiektach konfliktowych
4	BW_pwf	Baza wiedzy o podstawowych wymogach formalno-prawnych
5	BW_ra	Określenie obszaru do wyszukiwania obiektów potencjalnie kolidujących już istniejących
6	BW_wf	Wymogi formalnoprawne dotyczące kompletności całej dokumentacji wynikające z obowiązujących przepisów dotyczących weryfikacji inwestycji budowlanych

Ostatnią grupę symboli tworzą różne parametry, a przedstawia je tabela 6.4.

Tabela 6.4. Parametry występujące w algorytmach i ich znaczenie.
 Źródło: Opracowanie własne

Parametry zastosowane w algorytmach		
Lp.	Nazwa parametru	Charakterystyka parametru
	1	2
1	L UW_dzi	Lokalny układ współrzędnych (narożnik działki pod inwestycję)
2	LWSP_obi _i	Współrzędne obiektów istniejących w lokalnym układzie współrzędnych
3	LWSP_obp _i	Współrzędne obiektów projektowanych w lokalnym układzie
4	D_obp_gdz	Odległość pomiędzy obiektem projektowanym a granicą działki
5	D_olz_max	Maksymalna możliwa odchyłka obiektów projektowanych od obowiązującej linii zabudowy
6	D_obi_obp	Odległość pomiędzy obiektem istniejącym a projektowanym
7	D_olz_obp _i	Odległość obiektu projektowanego i-tego od obowiązującej linii zabudowy
8	D_nlz_obp _i	Odległość obiektu projektowanego i-tego od nieprzekraczalnej linii zabudowy
9	OP _{i-n}	Obiekty projektowane od <i>i</i> do <i>n</i>
10	P_Bdfpr _i	Braki formalno-prawne w dokumentacji projektowej
11	P_d1ok _i	Odległość, poniżej której narzucone są pewne ograniczenia, wynikające z lokalizacji inwestycji
12	P_d2ok _i	Odległość, powyżej której jest pełna swoboda lokalizacji inwestycji
13	P_dfpr _i	Dokumenty formalnoprawne znajdujące się w dokumentacji
14	P_dip _i	Parametr informujący o spełnieniu lub nie spełnieniu warunków odległościowych pomiędzy obiektem istniejącym a projektowanym
15	P_dop _i	Odległość obiektu projektowanego od obiektu istniejącego
16	P_dpgdz _i	Parametr informujący o spełnieniu lub nie spełnieniu warunków odległościowych pomiędzy obiektem istniejącym a granicą działki
17	P_dwdip _i	Informacja o warunkach dodatkowych do spełnienia w zależności od lokalizacji obiektu projektowanego względem istniejącego
18	P_dwdpgdz _i	Informacja o warunkach dodatkowych do spełnienia w zależności od lokalizacji obiektu projektowanego względem granic działki
19	P_gdz	Informacje o działce na której jest zlokalizowana inwestycja
20	P_ipdz	Powierzchnia działki przeznaczonej pod inwestycję
21	P_ipo	Powierzchnia projektowanych obiektów – powierzchnia obrysu parteru
22	P_ipbc	Powierzchnia biologicznie czynna
23	P_lok	Informacja o lokalizacji inwestycji
24	P_nlz	Nieprzekraczalna linia zabudowy
25	P_obi _i	Obiekty istniejące

Lp.	1	2
26	P_obp _i	Obiekty projektowane
27	P_obpzt _i	Obiekty się na działce przeznaczonej pod inwestycję
28	P_olz	Obowiązująca linia zabudowy
29	P_pzt	Parametr mapa projektu zagospodarowania terenu
30	P_pko	Suma powierzchni wszystkich kondygnacji nadziemnych obiektów kubaturowych
31	P_ri	Informacja o rodzaju inwestycji
32	P_spcf _i	Wymogi formalnoprawne
33	P_strmp _i	Informacja o tym, w jakich strefach znajdują się poszczególne obiekty projektowane
34	P_wpstr _i	Parametry podstawowe, uzależnione od strefy, w której jest zlokalizowana inwestycja
35	P_wpbr _i	Informacja o uchybieniach względem podstawowych założeń MPZP
36	P_wdstr _i	Dodatkowe wymagania określone w MPZP, uzależnione od strefy i rodzaju inwestycji
37	P_wdbr _i	Informacja o uchybieniach względem dodatkowych wymagań określonych w MPZP
38	P_w1d _i	Warunki dodatkowe występujące, gdy odległość zawiera się w przedziale od P_d1oki do P_d2oki
39	P_wpdz	Powierzchnia działki przeznaczonej pod inwestycję według MPZP
40	P_wspg _i	Parametry, współrzędne globalne poszczególnych obiektów inwestycji, które brane są pod uwagę w procesie analizy względem MPZP
41	P_za	Zakres strefy analizy określany w zależności od typu projektowanych obiektów pomiędzy obiektami projektowanymi a istniejącymi
42	W_ipbc	Wskaźnik minimalnej powierzchni biologicznie czynnej inwestycji
43	W_iiz	Wskaźnik intensywności zabudowy inwestycji
44	W_wpz	Wskaźnik maksymalnej powierzchni zabudowy według MPZP
45	W_wpbc	Wskaźnik minimalnej powierzchni biologicznie czynnej określany na podstawie MPZP
46	W_wiz	Wskaźnik intensywności zabudowy, określany na podstawie MPZP
47	W_ipz	Wskaźnik powierzchni zabudowy inwestycji

Dla komend sterujących (**for**, **if**, **then**, **else**, **next**) oraz wartości (**TRUE**, **FALSE**) przyjęto powszechnie stosowane nazewnictwo angielskie.

TRUE oznacza, że wymagania zostały spełnione, natomiast **FALSE** informuje o niespełnieniu wymagań.

W procedurach użyto dodatkowo następujących symboli:

- ↔ Wiąże relacją czyli wykonuje operacje na obu zbiorach: porównuje i analizuje.
- W wyniki analiz i porównań zostaje określony zbiór wartości.

6.3. Algorytmizacja procesu analizy jakości danych geoprzestrzennych z wykorzystaniem systemu ekspertowego

6.3.1. Etap wstępny analizy – rejestracja wniosku o pozwolenie na budowę

Na tym etapie konieczne jest określenie rodzaju inwestycji. Różne inwestycje wymagają różnej ścieżki postępowania: zgłoszenia, pozwolenia na budowę lub rozbiórki w przypadku obiektu już istniejącego [Prawo budowlane, 1994].

Po określeniu rodzaju projektowanej inwestycji program w oparciu o bazę wiedzy określa ścieżkę analizy dokumentacji, podaje podstawowe niezbędne do spełnienia wymogi formalnoprawne. Oczywiście w trakcie szczegółowej analizy może się okazać konieczne dostarczenie różnego typu opinii i uzgodnień dodatkowych, ale na etapie wstępnym mającym na celu jedynie przyjęcie wniosku o pozwolenie na budowę (WoPnB) należy ograniczyć się do weryfikacji elementów podstawowych. Dzięki takiej procedurze wnioski niekompletnie nie będą rozpatrywane.

Algorytm 1. Proces kontroli dokumentacji składanej dołączonej do wniosku o pozwolenie na budowę

utwórz: {BD_inw}

wczytaj: {BW_pwf}

wpisz: P_ri, P_lok

zapisz: (P_ri, P_lok) → {BD_inw}

analizuj: ({BD_inw} ↔ {BW_pwf}) → P_pwf

*/*Dla każdego z projektowanych obiektów zapisanych w bazie danych o inwestycji {BD_inw} na podstawie wiedzy o podstawowych wymogach formalnoprawnych zawartej w {BW_pwf} określone są wymagane dokumenty, jakie należy złożyć do wniosku o pozwolenie na budowę (P_pwf)*/*

drukuj: P_pwf

if P_dpwf = P_pwf = TRUE

*/*Sprawdzenie czy podstawowe dokumenty (P_pwf) są dołączone do wniosku o pozwolenie na budowę (P_dpwf)*/*

then

drukuj: weryfikacja podstawowa zakończona pomyślnie

then

drukuj: weryfikacja podstawowa zakończona pomyślnie

zapisz: P_dpwf → {BD_inw}

drukuj: wniosek o pozwolenie na budowę zarejestrowany pomyślnie. Zostaje przekazany do dalszej analizy

else

drukuj: stwierdzono braki w formalne w dokumentacji dołączonej do wniosku o pozwolenie na budowę

drukuj: odrzucenie wniosku o pozwolenie na budowę z powodu niespełnienia podstawowych wymogów formalnych

end.

Po wykonaniu powyższej procedury zostaje utworzona baza danych, w której znajdują się wszystkie informacje o projektowanej inwestycji. Następnie zostają określone parametry precyzujące rodzaj i lokalizację inwestycji (województwo /miasto /gmina). Po zapisaniu danych i porównaniu z informacjami bazy wiedzy o ścieżce formalnej system precyzyjnie określa niezbędne do zweryfikowania dokumenty, które powinny być dołączone do wniosku o pozwolenie na budowę. Jeśli operator systemu potwierdzi zgodność stanu faktycznego z podanymi wymaganiami, wniosek zostaje przyjęty do dalszej analizy. W przeciwnym wypadku koniecznym jest podanie przez operatora załączonych dokumentów i ewentualne wskazanie przez system uchybień w tym względzie.

6.3.2. Sprawdzanie zgodności planowanej inwestycji z przeznaczeniem działki

Możliwość zabudowy działki przeznaczonej pod inwestycje jest ściśle określona w wytycznych, będących niejako bazą do projektowania. Wiążą się z tym ograniczenia pewnych specyficznych parametrów, jakie musi spełnić projektowany obiekt. W warunkach polskich dokument, na którym bazują projektanci, to Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego (MPZP) bądź, w przypadku jego braku, decyzja o Warunkach Zabudowy i Zagospodarowania Terenu (WZiZT). Kluczowym jest zatem sprawdzenie czy projektowana inwestycja jest zgodna z wymaganiami określonymi w wyżej wymienionych dokumentach.

W przypadku decyzji WZiZT mamy do czynienia z listą wytycznych do spełnienia, zatem automatyzacja weryfikacji zgodności projektu z warunkami zabudowy jest stosunkowo ograniczona.

Natomiast w przypadku, gdy na danym obszarze obowiązuje MPZP, proces analizy może zostać w dużo większym stopniu zautomatyzowany. Musi on przy tym gwarantować poprawność działania nawet dla dużych inwestycji. Może się bowiem zdarzyć, że w przypadku bardzo dużych inwestycji takich jak centra handlowe, magazyny czy hale produkcyjne, projektowany obiekt może się znaleźć w kilku strefach planu.

Algorytm 2. Proces sprawdzania zgodności inwestycji z przeznaczeniem działki pod zabudowę

wczytaj: P_pzt

zapisz: P_pzt → {BD_inw}

/ Do bazy danych o inwestycji {BD_inw} zapisane zostają dane z pliku zawierającego dane o inwestycji (plansza zagospodarowania terenu) */*

wczytaj: {BW_MPZP}

analizuj: ({BD_inw} ↔ {BW_MPZP}) → P_strmp

*/*Na podstawie informacji zawartych w {BW_MPZP} dla każdego z projektowanych obiektów zdefiniowanych w {BD_inw} określona zostaje strefa (strefy) przeznaczenia terenu w której znajduje się obiekt (P_strmp)*/*

zapisz: P_strmp → {BD_inw}

analizuj: ({BW_MPZP} ↔ P_strmp) → [P_wpstr, P_wdstr]

*/*Na podstawie informacji z {BW_MPZP} dla każdej ze stref (P_strmp) określono podstawowe wymogi (P_wpstr) oraz dodatkowe warunki (P_wdstr), które musi spełnić inwestycja zlokalizowana w danej strefie */*

drukuj: P_wpstr

zapisz: P_wpstr → {BD_inw}

analizuj: {BD_inw} ↔ P_wpstr

*/*Na podstawie informacji zawartej w bazie danych o inwestycji {BD_inw} zostaje sprawdzone, czy projektowana inwestycja spełnia wymogi określone w MPZP */*

if: P_wpstr_i=TRUE

then

drukuj: podstawowe założenia dla inwestycji określone w MPZP zostały spełnione

else

określ: P_wpstr = FALSE ⇒ P_Bwpstr

/ Wygenerowanie informacji o podstawowych brakach P_Bwpstr */*

drukuj: nie wszystkie z podstawowych założeń określonych w MPZP zostały spełnione

drukuj: wezwanie do uzupełnienia braków

drukuj: P_Bwpstr

zapisz: P_Bwpstr → {BD_inw}

if: P_wpstr=0

/ Sprawdzenie czy zapisy w Miejscowym Planie Zagospodarowania Przestrzennego (MPZP) narzucają dodatkowe wymagania */*

then

drukuj: brak dodatkowych wymagań dla projektowanych obiektów

else

drukuj: obiekty muszą spełniać dodatkowe wymagania

drukuj: P_wdstr

analizuj: {BD_inw} ↔ P_wdstr

if: P_wdstr=TRUE

then

drukuj: wymagania dodatkowe określone w MPZP zostały spełnione

else

określ: P_wdstr= FALSE ⇒ P_Bwdstr

/ Jeśli warunki dodatkowe nie zostaną spełnione określ informacje o brakach (P_Bwdstr) */*

drukuj: nie wszystkie z dodatkowych założeń określonych w MPZP zostały spełnione

drukuj: wezwanie do uzupełnienia braków

drukuj: P_Bwdstr

zapisz: P_Bwdstr → {BD_inw}

drukuj: dokumentacja skierowana do dalszej analizy

end.

Do utworzonej w pierwszym etapie bazy danych o inwestycji zostają zapisane informacje pozwalające na jednoznaczne określenie na podstawie współrzędnych globalnych położenia poszczególnych projektowanych obiektów. Tak umiejscowione obiekty łączone są następnie relacją z poszczególnymi obszarami określonymi w MPZP. Wynikiem powiązania jest zestaw parametrów podstawowych określający możliwy typ zabudowy (na przykład zabudowy usługowej, rekreacyjnej lub przemysłowej) oraz drugi zestaw parametrów precyzujących pewne wymagania dodatkowe, które należy spełnić (może to być wymagana dokumentacja geotechniczna, wymagana opinia konserwatora zabytków).

Niezbędna jest ich weryfikacja i potwierdzenie przez operatora. Wyniki kontroli zapisywane są w bazie danych o inwestycji. Jeżeli nie wszystkie wymagania zostały spełnione, informacja o tym fakcie zostaje podana i wyświetlone zostaje wezwanie do uzupełnienia braków.

6.3.3. Weryfikacja projektu zagospodarowania terenu

Na tym etapie sprawdzania projektu budowlanego ocenie zostaje poddane zarówno „oddziaływanie” projektowanej inwestycji na obiekty z nią sąsiadujące jak i spełnienie warunków zawartych w prawie budowlanym i wytycznych technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Weryfikacji podlega wiele różnych czynników od podstawowych, jak wielkość działki przeznaczonej pod zabudowę i wskaźnik wykorzystania terenu, przez odległości pomiędzy projektowanymi obiektami po relacje pomiędzy inwestycją a obiektami istniejącymi. Ostatni z wymienionych punktów ma dość duże znaczenie. O ile w zabudowie wiejskiej czy podmiejskiej, gdzie nie można raczej mówić o gęstej zabudowie i związanych z tym protestami potencjalnych sąsiadów inwestycji, o tyle w zabudowie miejskiej, przy bardzo wysokich cenach działek, architekci starają się wykorzystać niemal każdy mały skrawek terenu przeznaczonego pod inwestycję. Może to być polem do pewnych nadużyć, zwłaszcza w centrach miast, zatem kwestie odległości i sąsiedztwa pomiędzy inwestycją a obiektami istniejącymi należy zbadać szczególnie dokładnie.

Algorytm 3. Proces sprawdzania wskaźników związanych z działką przeznaczoną pod zabudowę

zapisz: $P_pzt \rightarrow \{BD_inw\}$

analizuj: $\{BD_inw\} \rightarrow P_obpzt$

/ Na podstawie bazy danych o inwestycji $\{BD_inw\}$ zostały określone typy obiektów znajdujące się na działce przeznaczonej pod zabudowę P_obpzt */*

analizuj: $(P_ipdz \leftrightarrow P_ipo) \rightarrow W_ipz$

/ Obliczenie wskaźnika powierzchni zabudowy W_ipz na podstawie powierzchni działki przeznaczonej pod zabudowę P_ipdz i powierzchni zabudowy P_ipo */*

analizuj: $(P_ipdz \leftrightarrow P_ipbc) \rightarrow W_ipbc$

/ Obliczenie wskaźnika minimalnej powierzchni biologicznie czynnej W_ipbc na podstawie powierzchni działki przeznaczonej pod zabudowę P_ipdz oraz powierzchni biologicznie czynnej P_ipbc */*

analizuj: $(P_ipdz \leftrightarrow P_ipko) \rightarrow W_iiz$

/ Obliczenie wskaźnika intensywności zabudowy W_iiz na podstawie powierzchni działki przeznaczonej pod zabudowę P_ipdz oraz sumy ws^* */*

zapisz: $(P_ipdz, W_ipz, W_ipbc, W_iiz) \rightarrow \{BD_inw\}$

analizuj: $(\{BW_MPZP\} \leftrightarrow P_strmp) \rightarrow P_wpdz$

/ Na podstawie bazy wiedzy z $\{BW_MPZP\}$ i stref w jakich znajdują się poszczególne projektowane obiekty P_strmp została określona minimalna możliwa do zabudowy powierzchnia działki narzucona przez plan miejscowy P_wpdz */*

analizuj: $(\{BW_MPZP\} \leftrightarrow P_strmp) \rightarrow W_wpz$

/ Na podstawie bazy wiedzy $\{BW_MPZP\}$ i stref w jakich znajdują się poszczególne projektowane obiekty P_strmp został określony wskaźnik maksymalnej powierzchni zabudowy narzucony przez plan miejscowy W_wpz */*

analizuj: $(\{BW_MPZP\} \leftrightarrow P_strmp) \rightarrow W_wpbc$

analizuj: $(\{BW_MPZP\} \leftrightarrow P_strmp) \rightarrow W_wiz$

zapisz: $(P_wpdz, W_wpz, W_wpbc, W_wiz) \rightarrow \{BD_inw\}$

if: $P_ipdz \geq P_wpdz$

then

drukuj: wielkość działki przeznaczonej pod inwestycję jest zgodna z wytycznymi MPZP

else

drukuj: działka przeznaczona pod inwestycję jest zbyt mała w porównaniu z wytycznymi zawartymi w MPZP

drukuj: projekt wykonany niezgodnie z zapisami MPZP

if: $W_ipz \leq W_wpz$

then

drukuj: wskaźnik powierzchni zabudowy mieści się w granicach narzuconych przez MPZP

else

drukuj: przekroczony wskaźnik zabudowy

drukuj: projekt wykonany niezgodnie z zapisami MPZP

if: $W_ipbc \geq W_wpbc$

then

drukuj: wskaźnik powierzchni biologicznie czynnej mieści się w granicach narzuconych przez MPZP

else

drukuj: zbyt mały wskaźnik powierzchni biologicznie czynnej

```

drukuj: projekt wykonany niezgodnie z zapisami MPZP
if:W_ipbc ≤ W_wpbc
  then
    drukuj: wskaźnik powierzchni zabudowy mieści się w granicach narzuconych
    przez MPZP
  else
    drukuj: zbyt duży wskaźnik zabudowy
    drukuj: projekt wykonany niezgodnie z zapisami MPZP
if:(P_ipdz, W_ipz, W_ipbc, W_iiz) ≡ (P_wpdz, W_wpz, W_wpbc, W_wiz)
  /* Sprawdzenie czy wszystkie wskaźniki obliczone dla projektowanej inwestycji są zgodne
  ze wskaźnikami ustalonymi na podstawie {BW_MPZP} */
  then
    drukuj: plan zagospodarowania terenu spełnia wymagania zawarte w MPZP
  else
    drukuj: plan zagospodarowania terenu nie spełnia wymagania zawartych
    w MPZP
    drukuj: wezwanie do uzupełnienia braków
drukuj: dokumentacja skierowana do dalszej analizy
end.

```

Bazując na danych z MPZP zostają określone poszczególne parametry charakteryzujące daną inwestycję (na przykład powierzchnia działki). Następnie, system dokonuje obliczenia odpowiednich wartości, które są porównywane ze wskaźnikami wymaganymi dla danej lokalizacji, określonymi w bazie wiedzy systemu ekspertowego. Jeśli wymagania zawarte w MPZP nie są spełnione – system informuje to tym fakcie operatora.

Algorytm 4. Proces sprawdzania relacji między obiektami projektowanymi i obiektami istniejącymi

wczytaj: {BW_ra}

analizuj: ({BW_ra} ↔ {BD_inw}) → P_za

*/*Na podstawie bazy wiedzy ze zdefiniowanym obszarem analizy {BW_ra} oraz bazy danych {BD_inw} określono promień obszaru analizy, w którym należy szukać obiektów potencjalnie konfliktowych */*

analizuj: ({BD_GIS} ↔ P_za ↔ P_obp) → {BD_oipk}

*/*Na podstawie bazy danych GIS {BD_GIS} w obszarze określonym promieniem analizy spośród obiektów projektowanych zostały wybrane potencjalnie konfliktowe*/*

wczytaj: {BW_ok}

/ Została wczytana baza wiedzy z uwarunkowaniami do klasyfikacji obiektów konfliktowych */*

analizuj: ({BW_ok} \leftrightarrow {BD_oipk}) \rightarrow {BD_oik}

*/*Na podstawie bazy danych GIS {BD_GIS} analizując obiekty znajdujące się na działce przeznaczonej pod inwestycję w obszarze określonym promieniem analizy utworzono bazę danych i zapisano do niej wszystkie obiekty istniejące, które są konfliktowe {BD_oik} */*

analizuj: ({BW_ok} \leftrightarrow P_obp) \rightarrow {BD_opk}

*/*Na podstawie bazy wiedzy o obiektach konfliktowych {BW_ok} i bazy danych o inwestycji, zostaje utworzona baza danych o obiektach projektowanych, które są konfliktowe*/*

wczytaj: {BW_odl}

/ Została wczytana baza wiedzy z uwarunkowaniami odległościowymi i zależności pomiędzy obiektami */*

analizuj: ({BW_odl} \leftrightarrow {BD_opk}) \rightarrow P_d1i

*/*Na podstawie bazy wiedzy o odległościach {BW_odl} i bazy danych o obiektach konfliktowych {BD_opk}, zostaje określona minimalna odległość P_d1 pomiędzy obiektami projektowanymi a istniejącymi, poniżej której przepisy nie pozwalają na umiejscowienie projektowanych obiektów */*

analizuj: ({BW_odl} \leftrightarrow {BD_opk}) \rightarrow P_d2i

*/*Na podstawie bazy wiedzy o odległościach {BW_odl} i bazy danych o obiektach konfliktowych {BD_ok}, zostaje określona odległość P_d2ok pomiędzy obiektami projektowanymi a istniejącymi, powyżej której przepisy pozwalają lokalizację projektowanych obiektów bez dodatkowych warunków */*

oblicz: ({BD_opk} \leftrightarrow {BD_oik}) \rightarrow P_dipi

*/*Na podstawie bazy danych o obiektach konfliktowych {BD_ok} oraz bazy danych o istniejących obiektach konfliktowych {BD_oik} została obliczona odległość między obiektami projektowanymi a istniejącymi konfliktowymi */*

for: OP_{i-n}

/ Dla każdego z obiektów projektowanych konfliktowych od i do n zostają sprawdzone zależności między obiektami istniejącymi a projektowanymi */*

for: OI_{i-k}

/ Dla każdego z obiektów istniejących konfliktowych od i do k zostają sprawdzone zależności między obiektami istniejącymi a projektowanymi */*

{

if: $P_dip_i \geq P_d2_i$

drukuj: obiekt OP_i zlokalizowany prawidłowo względem Ol_i

next q

*/*Odległości od obiektów sąsiednich są powyżej wymaganego minimum – lokalizacja obiektów dowolna*/*

if: $P_d2_i > P_dip_i \geq P_d1_i$

then

drukuj: odległość obiektu OP_i od obiektu sąsiadującego Ol_i poniżej odległości umożliwiającej swobodną lokalizacji obiektów, niezbędne do spełnienia dodatkowe warunki, wymagany specyficzny projekt obiektu i dodatkowe opinie

else

next w

określ: $\{BW_pb\} \leftrightarrow OP_i \leftrightarrow Ol_i \leftrightarrow P_dip_i \rightarrow P_w1d_i$

*/*Na podstawie bazy wiedzy prawo budowlane $\{BW_pb\}$ w zależności od rodzaju obiektów projektowanych OP_i i obiektów istniejących Ol_i oraz określono dodatkowe warunki, jakie muszą spełniać obiekty P_w1d_i */*

drukuj: P_w1d_i

if: $\{BD_inw\} = P_w1d_i = \text{TRUE}$

then

drukuj: warunki dodatkowe P_w1d_i spełnione, obiekt zlokalizowany prawidłowo

else

drukuj: nie wszystkie warunki dodatkowe P_w1d_i zostały spełnione, wezwanie do uzupełnienia braków

drukuj: $P_w1d_i = \text{FALSE} \Rightarrow P_Bw1d_i$

*/*Zostaje utworzony zbiór danych zawierający informacje, które z wymaganych warunków dodatkowych (P_bwd_i) nie zostały spełnione (P_Bw1d_i)*/*

zapisz: $P_w1db_i \rightarrow \{BD_inw\}$

next z

next w

if: $P_dip_i < P_d1_i$

drukuj: odległość obiektu OP_i od obiektu sąsiadującego Ol_i poniżej dopuszczalnego minimum, brak możliwości posadowienia w tej lokalizacji

next q

next w

next z

```
}  
}  
zapisz: P_dipi → {Bd_inw}
```

drukuj: dokumentacja skierowana do dalszej analizy

end.

Aby ograniczyć zakres wyszukiwania obiektów potencjalnie kolidujących z projektowanymi obiektami zostaje wczytana baza wiedzy umożliwiająca określenie na podstawie danych o inwestycji (rodzaj obiektów, lokalizacja) zakresu strefy analizy (centrum założono w geometrycznym środku danego obiektu). Po określeniu strefy analizy, bazując na danych z GIS, zostają wyszukane wszystkie obiekty istniejące znajdujące się w tej strefie. Baza wiedzy {BW_ok} w powiązaniu z danymi o inwestycji umożliwia określenie, które z obiektów projektowanych wymagają kontroli (weryfikacji lokalizacji), co w połączeniu z bazą danych o inwestycji pozwala uzyskać końcową listę obiektów wymagających sprawdzenia. W podobny sposób z wszystkich obiektów z istniejących wyłaniane są jedynie te potencjalnie problematyczne.

W kolejnym etapie dla każdego z obiektów projektowanych określone są odległości pomiędzy inwestycją a obiektami istniejącymi z podziałem na trzy wartości:

- odległość pomiędzy obiektem projektowanym a istniejącym powyżej granicy narzuconej przepisami (możliwość swobodnej lokalizacji obiektów),
- odległość pomiędzy obiektem projektowanym a istniejącym powyżej bezwzględnego minimum, ale poniżej granicy narzuconej przepisami (możliwa lokalizacja obiektów jednak narzucone są pewne obostrzenia),
- odległość pomiędzy obiektem projektowanym a istniejącym poniżej granicy narzuconej przepisami (nie jest możliwa lokalizacji obiektów w tej lokalizacji).

W razie nie spełnienia wymagań lub wystąpienia w projekcie rażących błędów, do których należy usytuowanie obiektów bez zachowania minimalnych odległości, system informuje o tym fakcie operatora.

Algorytm 5. Proces sprawdzania relacji między obiektami projektowanymi a granicą działki

wczytaj: {BD_GIS}

analizuj: ({BD_GIS} ↔ {BD_inw}) → P_gdz

*/*Na podstawie bazy danych GIS {BD_GIS} i bazy danych o inwestycji {BD_inw}, zostanie określona informacja o działce P_gdz?? */*

analizuj: ({BD_gis} ↔ P_gdz) → P_obi_i

*/*Na podstawie bazy danych GIS {BD_GIS} i biorąc pod uwagę informację o działce P_gdz zostaną wyznaczone istniejące obiekty w obrębie lokalizowanej inwestycji*/*

określ: {BD_inw} → P_obp_i

*/*Na podstawie bazy danych o inwestycji {BD_inw} zostaną określone obiekty projektowane*/*

utwórz: LUW_dzi

określ: LWSP_obi_i

*/*Na podstawie lokalnego układu współrzędnych LUW_dzi zostaną określone współrzędne naroży obiektów istniejących LWSP_obi_i */*

określ: LWSP_obp_i

*/*Na podstawie lokalnego układu współrzędnych LUW_dzi zostaną określone współrzędne naroży obiektów projektowanych LWSP_obp_i */*

utwórz: {BD_Dobi_obp}

oblicz: D_obi_obp

zapisz: D_obi_obp → {BD_Dobi_obp}

*/*Do utworzonej wcześniej bazy danych o obliczonych odległościach między obiektami istniejącymi a projektowanymi {BD_Dobi_obp} zostają zapisane wyniki tych obliczeń */*

analizuj: ({BW_odl} ↔ {BD_inw} ↔ {BD_Dobi_obp}) → (P_dip_i, P_dwdip_i)

*/*Na podstawie utworzonej bazy wiedzy o odległościach {BW_odl} oraz bazy danych o inwestycji {BD_inw} i bazy danych o obliczonych odległościach między istniejącymi a projektowanymi obiektami zostaną określone dwa parametry: P_dip_i i P_dwdip_i. Pierwszy parametr P_dip_i informuje o spełnieniu lub niespełnieniu warunków odległościowych między obiektami projektowanymi a istniejącymi. Drugi parametr P_dwdip_i podaje dodatkowe warunki, jakie muszą być spełnione w zależności od lokalizacji obiektów projektowanych względem istniejących*/*

for: P_obp_{i-n}

{

if: P_dip_i=TRUE

*/*Sprawdzenie informacji o spełnieniu warunków odległościowych między obiektami istniejącymi a projektowanymi */*

then

drukuj: odległość obiektu projektowanego od obiektu istniejącego jest poprawna

else

```

drukuj: obecnie przyjęta odległość obiektu projektowanego od obiektu
istniejącego wymaga spełnienia dodatkowych warunków
drukuj: P_dwdipi
if:P_dwdipi=TRUE

/*Sprawdzenie dodatkowych warunków odległościowych, jakie muszą zostać spełnione, aby
możliwa była lokalizacja obiektów projektowanych względem istniejących*/

then
drukuj: warunki dodatkowe zostały spełnione, lokalizacja obiektu prawidłowa
else
drukuj: warunki dodatkowe nie są spełnione, wezwanie do uzupełnienia
braków
}
utwórz: {BD_Dobp_gdz}
oblicz: D_obp_gdz
zapisz: D_obp_gdz → {BD_Dobp_gdz}

/*Do utworzonej wcześniej bazy danych o obliczonych odległościach między obiektami
projektowanymi a granicą działki {BD_Dobp_gdz} zostają zapisane wyniki tych obliczeń */
analizuj: ({BW_odl} ↔ {BD_inw} ↔ {BD_Dobp_gdz}) → (P_dpgdzi, P_dwdpgdzi)

/*Na podstawie utworzonej bazy wiedzy o odległościach {BW_odl} oraz bazy danych
o inwestycji {BD_inw} i bazy danych o obliczonych odległościach między projektowanymi
obektami a granicą działki {BD_Dobp_gdz} zostaną określone dwa parametry: P_dpgdzi i
P_dwdpgdzi. Pierwszy z nich P_dpgdzi informuje o spełnieniu lub niespełnieniu warunków
odległościowych między obiektami projektowanymi a granicą działki. Drugi parametr
P_dwdpgdzi podaje dodatkowe warunki, jakie muszą być spełnione w zależności od lokalizacji
obektów projektowanych względem granic działki*/

for: P_obpi-n

/*Dla każdego z projektowanych obiektów zostaje sprawdzona odległość od granicy działki */
{
if: P_dpgdzi=TRUE

/*Sprawdzenie czy odległość projektowanego obiektu względem granic działki P_dpgdzi jest
spełniona*/

then
drukuj: odległość obiektu projektowanego od granicy działki jest poprawna
else
drukuj: obecnie przyjęta odległość obiektu projektowanego od granicy działki
wymaga spełnienia dodatkowych warunków

```

```

drukuj: P_dwdpgdzi
if:P_dwdpgdzi=TRUE

/*Sprawdzenie, czy dodatkowe warunki jakie wynikają z odległości projektowanego obiektu od
granic działki są spełnione */

then
drukuj: warunki dodatkowe zostały spełnione, lokalizacja obiektu prawidłowa
else
drukuj: warunki dodatkowe nie są spełnione, wezwanie do uzupełnienia
braków
}
zapisz: (P_dipi, P_dwdipi, P_dpgdzi, P_dwdpgdzi) → BD_inw
drukuj: dokumentacja skierowana do dalszej analizy
end.

```

Po wczytaniu bazy danych zawierającej pełne informacje o terenie zostają określone dane zawierające informacje dotyczące działki przeznaczonej pod inwestycję, pobrane zostają również pełne dane o obiektach istniejących zlokalizowanych na działce. Utworzony zostaje lokalny układ współrzędnych (w narożniku działki inwestycyjnej). W tak określonym układzie współrzędnych (znane jest jego położenie względem globalnego układu współrzędnych) określone zostają następnie dane zarówno obiektów istniejących jak i projektowanych. Następnie zostaje obliczona odległość pomiędzy obiektami istniejącymi a projektowanymi. Wykorzystując bazę wiedzy system ekspertowy posiadający informacje o obiektach projektowanych oraz informacje o odległościach pomiędzy obiektami projektowanymi a istniejącymi sprawdza szereg warunków i na tej podstawie określa czy odległości są zachowane czy nie oraz określa ewentualne warunki dodatkowe, które należy spełnić aby uzyskać pozytywną opinię lokalizacyjną. Weryfikacja warunków dodatkowych wymaga udziału operatora (sprawdzenia czy w projekcie zawarte są niezbędne dokumenty formalno-prawne).

Analogicznie do powyższego opisu wykonywane jest sprawdzenie poprawności lokalizacji obiektu projektowanego względem granicy działki sąsiedniej. Po zakończeniu procesu analizy dokumentacja kierowana jest do dalszej analizy.

Linia zabudowy to linia określająca obszar dopuszczalnego lub wymaganego położenia budynków. Można tu wyróżnić obowiązującą linię zabudowy i nieprzekraczalną linię zabudowy.

Pierwsza rozumiana jest najczęściej jako linia wyznaczająca położenie elewacji frontowej budynku lub budowli. Pojęcie nieprzekraczalnej linii zabudowy ogranicza obszar, wewnątrz którego można zlokalizować budynek lub budowlę dowolnie, ale tak, by spełnione były inne warunki określone w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego.

Algorytm 6. Proces sprawdzania zgodności projektowanej inwestycji z linią zabudowy

wczytaj: {BW_MPZP}

analizuj: {BW_MPZP} → [P_olz, P_nlz]

*/*Na podstawie bazy wiedzy utworzonej na podstawie MPZP {BW_MPZP} zostaną określone dwa parametry: obowiązująca linia zabudowy P_olz oraz nieprzekraczalna linia zabudowy P_nlz */*

wczytaj: P_obp_i

if: P_olz = TRUE

then

drukuj: w MPZP określona jest obowiązująca linia zabudowy

analizuj: ({BW_MPZP} ↔ {BD_inw}) → D_olz_max

*/*Na podstawie bazy wiedzy utworzonej na podstawie MPZP {BW_MPZP} oraz bazy danych o inwestycji {BD_inw} zostanie określony parametr D_olz_max określający możliwą odchyłkę obiektów projektowanych od obowiązującej linii zabudowy*/*

for: P_obp_{i-n}

{

oblicz: D_olz_obp_i

if: D_olz_obp_i ≤ D_olz_max

then

drukuj: lokalizacja obiektu nawiązuje do obowiązującej linii zabudowy

else

drukuj: lokalizacja obiektu niezgodna z obowiązującą linią zabudowy, wezwanie do uzupełnienia braków

}

zapisz: D_olz_obp_i → {BD_inw}

else

drukuj: w MPZP nie została określona obowiązująca linia zabudowy

if: P_nlz = TRUE

then

drukuj: w MPZP określona jest nieprzekraczalna linia zabudowy

```

for: P_obpi-n
{
  oblicz: D_nlz_obpi
  if: D_nlz_obp ≥ 0
  then
  drukuj: obiekt zlokalizowany poprawnie, odległość od nieprzekraczalnej linii
  zabudowy wynosi D_nlz_obpi
  else
  drukuj: lokalizacja obiektu narusza nieprzekraczalną linię zabudowy, wezwanie
  do uzupełnienia braków
}
zapisz: D_nlz_obpi → {BD_inw}
else
drukuj: w MPZP nie została określona nieprzekraczalna linia zabudowy
drukuj: dokumentacja skierowana do dalszej analizy
end.

```

Po wczytaniu bazy wiedzy dotyczącej miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego system określa parametry definiujące obowiązującą i nieprzekraczalną linię zabudowy. Jeśli obostrzenia te nie są zawarte w MPZP dokumentacja zostaje skierowana do dalszej analizy, jeśli natomiast linia zabudowy jest podana, zostają dla każdego z projektowanych obiektów obliczone stosowne odległości. Przy weryfikacji projektowanej zabudowy względem obowiązującej linii zabudowy pojawia się wartość D_{olz_max} – określa ona, na podstawie bazy wiedzy o MPZP i bazy danych o inwestycji maksymalna, możliwą do zaakceptowania odchyłkę od linii obowiązującej. Jeśli rzeczywista odchyłka jest akceptowalna, system kwalifikuje projekt jako zgodny z wytycznymi zawartymi w MPZP. Po zakończeniu procesu analizy dokumentacja kierowana jest do dalszej weryfikacji.

6.3.4. Etap końcowy analizy – kompletność projektu budowlanego

Po przeprowadzeniu analizy dokumentacji pod kątem zarówno lokalizacji (relacje pomiędzy obiektami, relacje sąsiedztwa) jak i zgodności inwestycji z wytycznymi zawartymi w MPZP pozostają do sprawdzenia wymogi formalnoprawne, które należy spełnić, aby w świetle obowiązujących przepisów można uznać projekt za kompletny.

Rola systemu ekspertowego na tym etapie ogranicza się do podania operatorowi jednoznacznej informacji, jakie dokumenty dla danego typu inwestycji są wymagane. Operator dokonuje weryfikacji a następnie informuje system czy dany wymóg został spełniony.

Algorytm 7. Proces sprawdzania kompletności projektu budowlanego przebiega następująco:

wczytaj: {BW_MPZP}

wczytaj: {BW_wf}

wczytaj: {BD_inw}

analizuj: ({BW_MPZP} \leftrightarrow {BD_inw} \leftrightarrow {BW_wf}) \rightarrow P_wf

*/*Na podstawie bazy wiedzy wynikającej z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego {BW_MPZP} oraz bazy wiedzy zawierającej wymagania formalno prawne wynikających z przepisów prawnych i norm {BW_wf}, po uwzględnieniu danych o rodzaju inwestycji i jej lokalizacji zawartych w bazie danych o inwestycji {BD_inw} zostają określone wymagania formalne dla projektowanej inwestycji */*

drukuj: zostały określone wymagania formalno-prawne dla inwestycji

drukuj: P_wf

określ: P_wfd \leftarrow {BD_inw}

*/*Na podstawie bazy danych o inwestycji {BD_inw} określono jakie informacje, o dokumentach formalnych są już zapisane w bazie i oznaczono je P_wfd */*

if: P_wf=P_dwf = TRUE

then

drukuj: wszystkie wymagania formalnoprawne dla inwestycji zostały spełnione

else

określ: P_wf= FALSE \Rightarrow P_Bdwf

drukuj: nie wszystkie z wymaganych dokumentów formalnoprawnych dla inwestycji znajdują się w dokumentacji

drukuj: wezwanie do uzupełnienia braków

drukuj: P_Bdwf

zapisz: P_Bdwf \rightarrow {BD_inw}

drukuj: proces weryfikacji dokumentacji dobiegł końca

drukuj: pełne dane dotyczące weryfikacji niniejszej dokumentacji projektowej zawiera {BD_inw}

end.

Niektóre z warunków stawianych dokumentacji będą niezależne od typu inwestycji (jak na przykład kwestie uprawnień projektantów, warunki przyłączeniowe dostawców mediów, natomiast inne (badania geologiczne) zależeć będą od lokalizacji inwestycji, zapisów zawartych w MPZP i rodzaju obiektu. System, bazując na informacjach o MPZP, informacjach zawartych w bazie danych o inwestycji oraz bazie wiedzy określającej wymogi formalnoprawne określa jakie dokumenty musi zawierać projekt dołączony do wniosku o pozwolenie na budowę. Wymagania te zostają podane operatorowi, który następnie dokonuje ich sprawdzenia. Na tym kończy się proces weryfikacji.

6.3.5. Sprawdzanie poprawności dokumentacji architektoniczno-budowlanej

Po sprawdzeniu poprawności kompletności projektu budowlanego, należy sprawdzić projekt architektoniczno-budowlany. Osoba upoważniona do sprawdzania poprawności dokumentacji projektowej złożonej do wniosku o pozwolenie na budowę nie sprawdza projektu architektoniczno-budowlanego.

W trakcie całego procesu analizy do bazy danych o inwestycji na bieżąco są zapisywane zarówno wszystkie istotne parametry podlegające kontroli, dane o obiektach, o ich lokalizacji, spełnieniu lub niespełnieniu poszczególnych stawianych inwestycji wymagań oraz (weryfikowanych w ostatnim etapie) dokumentach formalnoprawnych zawartych w dokumentacji.

Dzięki tak rozbudowanej bazie danych operator po przeprowadzeniu procesu weryfikacji posiada pełne dane o inwestycji, co pozwala na szybkie i jednoznaczne określenie (bez konieczności przeglądania dokumentacji w formie papierowej) ewentualnych braków i błędów znajdujących się w projekcie.

7. Wdrożenie systemu ekspertowego na wybranym przykładzie

Dotychczasowy sposób weryfikacji dokumentacji projektowej nie jest zadaniem ani łatwym, ani niezawodnym. Mimo, że na pozór wydaje się, że jest to lekka praca, to wymaga ona doświadczenia w branży prawno-projektowej i budowlanej, a także dużego stopnia koncentracji na każdym etapie weryfikacji. W związku z tym nieuniknione są błędy związane z brakiem możliwości utrzymania przez osobę sprawdzającą właściwego poziomu koncentracji.

Postępy w dzisiejszej dziedzinie informatyki dają duże możliwości do zastosowania nowoczesnych narzędzi informatycznych, które mogłyby usprawnić proces weryfikacji, a przy tym uchronić proces od wielu błędów spowodowanych czynnikami wynikającymi z braku koncentracji. Jednym z narzędzi, które może przyspieszyć proces weryfikacji dokumentacji projektowej i sprawę postępowania administracyjnego, związanego z wydaniem decyzji o pozwoleniu na budowę, jest system ekspertowy, uzupełniony o dedykowane bazy wiedzy oparte o aktualnie obowiązujące przepisy w branży planowania przestrzennego, projektowania i budownictwa.

Poniżej przedstawiono prototypowe narzędzie, oparte na jednym z pakietów systemu Sphinx 4.0 – module PC-Shell 4.0. odpowiednio skonfigurowanym i uzupełnionym o bazę wiedzy. Ma on posłużyć do wspomaganie procesu weryfikacji kompletności i poprawności wniosku o wydanie decyzji o pozwoleniu na budowę wraz z załącznikami.

7.1. Założenia do systemu

Do opracowania systemu ekspertowego posłużyły algorytmy opisane w rozdziale szóstym. W założeniu, program ma możliwość kompleksowego sprawdzenia projektu pod kątem kompletności oraz pod względem formalno-prawnym, poprzez sprawdzenie zgodności projektu z aktualnymi przepisami, uwzględniając również zmieniającą się sytuację w terenie oraz wykorzystując łączność z zewnętrznymi bazami danych systemów powiązanych. Oprogramowanie wykorzystane w niniejszej pracy, moduł PC-Shell 4.0, wykorzystuje wspomniane algorytmy w zakresie na jaki pozwala jego konstrukcja. Chociaż posiada on pewne mankamenty, jest on wystarczający, aby wykazać zalety zastosowania proponowanych rozwiązań.

7.1.1. Zadania i możliwości programu

Zbudowany system ekspertowy spełnia dwa podstawowe zadania. Po pierwsze służy on pomocą, wspomagając sprawdzanie projektu budowlanego pod względem jego zawartości. Weryfikuje on zawartość istotnych i mających istotne znaczenie dokumentów i rysunków.

Po drugie wspomaga on podejmowanie decyzji o dopuszczeniu projektu budowlanego do realizacji, poprzez weryfikację czy zaprojektowana inwestycja jest zgodna z przepisami obowiązującymi w danym kraju i danej jednostce terytorialnej. Dla zobrazowania działania oprogramowania zostanie wykorzystana dokumentacja projektowa domu jednorodzinnego zaplanowanego do wybudowania na terenie powiatu nowosądeckiego, gdzie do wydania pozwolenia na budowę uprawnione jest Starostwo Powiatowe w Nowym Sączu.

System zadaje pytania, na które operator powinien udzielać odpowiedzi zgodnie ze stanem faktycznym zawartym w dokumentacji projektowej. W oparciu o bazy wiedzy system wspomaga podjęcie decyzji czy dany projekt jest zgodny z wymaganymi przepisami prawa w zakresie projektowania i zagospodarowania przestrzennego czy też nie. Po przeprowadzonej analizie zostaje wydrukowany raport zawierający informacje z weryfikacji i o ewentualnie wykrytych nieprawidłowościach.

Reasumując, zadaniem systemu ekspertowego jest wspomaganie decyzji o dopuszczeniu projektu do realizacji przez usprawnienie i skrócenie czasu rozpatrzenia wniosku o pozwolenia na budowę.

7.1.2. Charakterystyka autorskiej bazy wiedzy

System PC- Shell jest systemem regułowym, dlatego całość wiedzy ekspertowej zapisana jest w bazach wiedzy za pomocą reguł i faktów [Michalik, 2003] ujętych w formie źródeł wiedzy. W systemie tym jest obecny główny moduł bazy wiedzy (*knowledge base*), pełniący funkcję sterującą i kontrolną, który nie zawiera opisu reguł i faktów. Fragment głównego modułu bazy wiedzy o nazwie klasyfikacja_projektu.bw przedstawia rysunek 7.1.

W systemach tablicowych – a do takich należy PC-Shell – wiedza dziedzinowa nie jest zgromadzona w jednym miejscu, ale jest rozproszona w postaci kilku odrębnych modułów stanowiących źródła wiedzy [Michalik, 2003].

```
klasyfikacja_projektu.bw — Notatnik
Plik Edycja Format Widok Pomoc

knowledge base odleglosci1
sources
  weryfikacja:
    type kb
    file "weryfikacja.zw";

  kompletnosc:
    type kb
    file "kompletnosc.zw";

  odl_bud :
    type kb
    file "g_budynek.zw";

  odl_garazu :
    type kb
    file "g_garaz.zw";

  odl_budinw:
    type kb
    file "g_budinw.zw";

  linia:
    type kb
    file "linia_zab.zw";

  nawiazanie:
    type kb
    file "nawiazanie.zw";

  arch_bud:
    type kb
    file "proj_arch_bud.zw";

  forma_proj:
    type kb
    file "forma_proj.zw";

end;

control
  int Odp;
  char S1, S2, S3;
  //float PZ, PD, PZA, PKO, WPZ, WPBC, WIZ, TMP_WPBC;

function m_weryfikacja
begin
solve( weryfikacja, "weryfikacja = Weryfikacja" );
end;

function m_kompletnosc
begin
solve( kompletnosc, "kompletnosc = Kompletnosc" );
end;

function m_zgodnosc
begin
solve (strefa, "strefa = Strefa");
end;

function m_pow
begin
solve (powierzchnia, "powierzchnia= Powierzchnia");
end;
```

Rys. 7.1. Fragment modułu głównego bazy wiedzy systemu PC-Shell utworzony dla weryfikacji dokumentacji projektowej

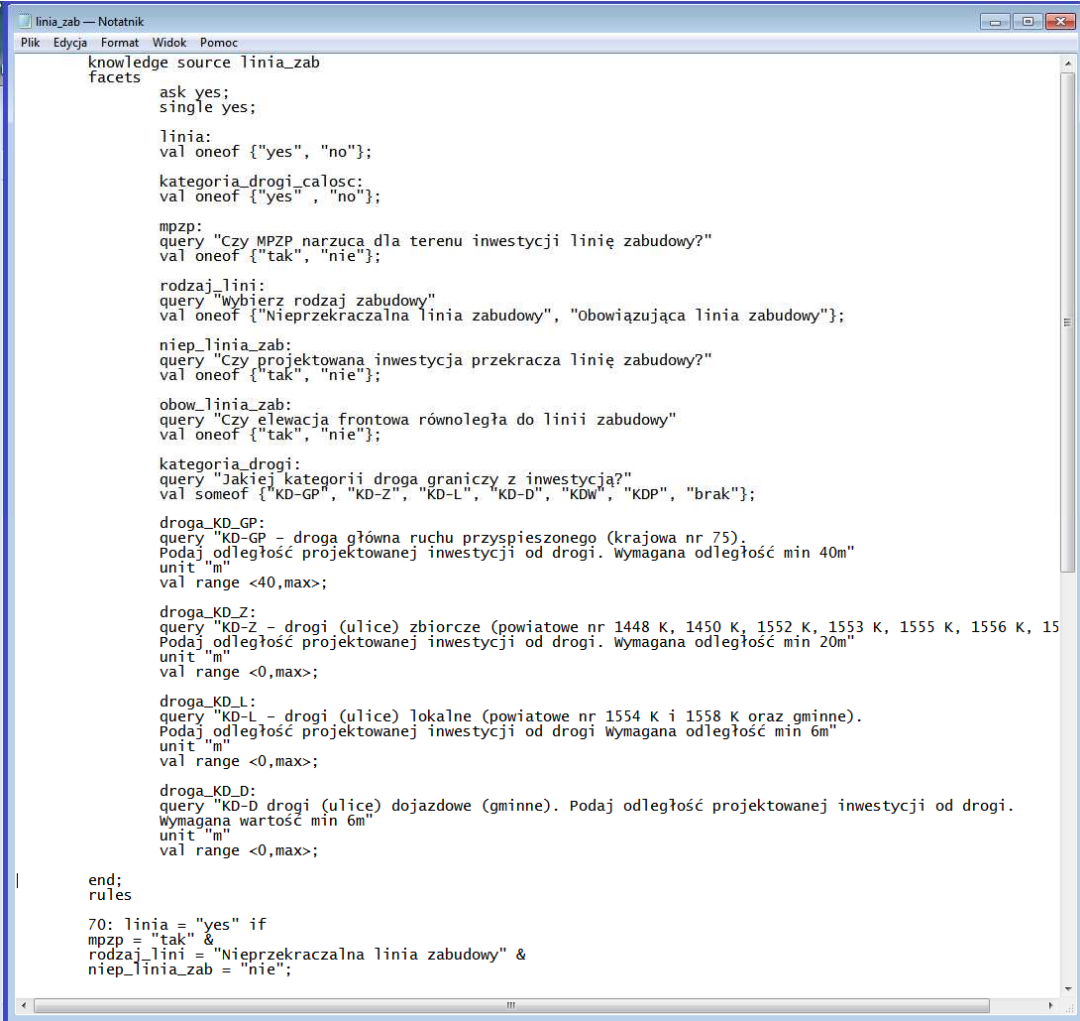
Źródło: Opracowanie własne

Te źródła wiedzy są ze sobą powiązane za pomocą dostępnej dla wszystkich źródeł tablicy komunikacyjnej, będącej rodzajem pamięci roboczej. Zatem baza wiedzy składa się z wielu mniejszych fragmentów podzielonych tematycznie i problemowo.

Dla omawianego systemu zostały utworzone źródła wiedzy w oparciu o obowiązujące akty prawne w branży projektowo-budowlanej dla danego obszaru kraju czy województwa.

Źródła wiedzy w tej aplikacji stanowią ekspertowe bazy wiedzy dla poszczególnych etapów weryfikacji dokumentacji projektowej, podzielone według charakterystycznych i podobnych do siebie uwarunkowań występujących w branży. Dla przykładu, do badania poprawności przestrzegania obowiązującej linii zabudowy jest utworzona baza wiedzy o nazwie „linia_zab.ZW”, która powiązana jest z weryfikacją zachowania podczas projektowania obowiązującej linii zabudowy i nieprzekraczalnej linii zabudowy. Do zbadania powierzchni i kształtu działki przeznaczonej pod zabudowę utworzona jest baza wiedzy o nazwie „pow_dzialki.ZW”.

Przykład zapisu składowych części bazy wiedzy przedstawia rysunek 7.2.



```
knowledge source linia_zab
facets
  ask yes;
  single yes;

  linia:
  val oneof {"yes", "no"};

  kategoria_drogi_calosc:
  val oneof {"yes", "no"};

  mpzp:
  query "Czy MPZP narzuca dla terenu inwestycji linię zabudowy?"
  val oneof {"tak", "nie"};

  rodzaj_linii:
  query "Wybierz rodzaj zabudowy"
  val oneof {"Nieprzekraczalna linia zabudowy", "Obowiązująca linia zabudowy"};

  niep_linia_zab:
  query "Czy projektowana inwestycja przekracza linię zabudowy?"
  val oneof {"tak", "nie"};

  obow_linia_zab:
  query "Czy elewacja frontowa równoległa do linii zabudowy"
  val oneof {"tak", "nie"};

  kategoria_drogi:
  query "Jakiej kategorii droga graniczy z inwestycją?"
  val someof {"KD-GP", "KD-Z", "KD-L", "KD-D", "KDW", "KDP", "brak"};

  droga_KD_GP:
  query "KD-GP - droga główna ruchu przyspieszonego (krajowa nr 75).
  Podaj odległość projektowanej inwestycji od drogi. Wymagana odległość min 40m"
  unit "m"
  val range <40,max>;

  droga_KD_Z:
  query "KD-Z - drogi (ulice) zbiorcze (powiatowe nr 1448 K, 1450 K, 1552 K, 1553 K, 1555 K, 1556 K, 15
  Podaj odległość projektowanej inwestycji od drogi. Wymagana odległość min 20m"
  unit "m"
  val range <0,max>;

  droga_KD_L:
  query "KD-L - drogi (ulice) lokalne (powiatowe nr 1554 K i 1558 K oraz gminne).
  Podaj odległość projektowanej inwestycji od drogi wymagana odległość min 6m"
  unit "m"
  val range <0,max>;

  droga_KD_D:
  query "KD-D drogi (ulice) dojazdowe (gminne). Podaj odległość projektowanej inwestycji od drogi.
  Wymagana wartość min 6m"
  unit "m"
  val range <0,max>;

end;
rules
70: linia = "yes" if
mpzp = "tak" &
rodzaj_linii = "Nieprzekraczalna linia zabudowy" &
niep_linia_zab = "nie";
```

Rys. 7.2. Fragment bazy wiedzy systemu PC-Shell utworzony dla weryfikacji linii zabudowy

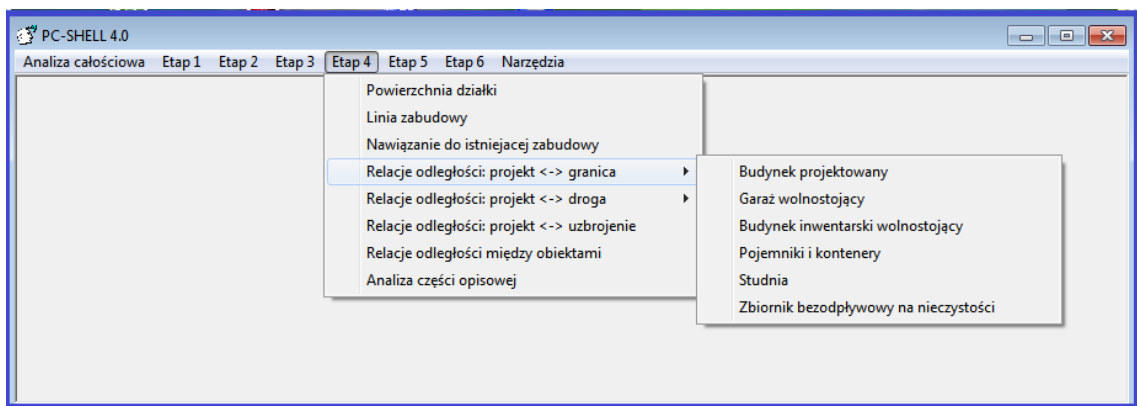
Źródło: Opracowanie własne

Podsumowując, poszczególne etapy wnioskowania i weryfikacji wykorzystują te bazy wiedzy, które są dedykowane do danego etapu wnioskowania.

7.1.3. Etapy analizy

Działanie omawianego systemu dzieli się na poszczególne fazy weryfikacji, które są wyświetlane, dając możliwość wyboru analizy całościowej lub konkretnego etapu. Wybór pojedynczego etapu jest bardzo pomocny w przypadku ponownej kontroli po uzupełnieniu braków, ponieważ operator nie musi sprawdzać całości dokumentacji od nowa, tylko tą część, która zawierała błędy. W przypadku wyboru analizy całościowej system przeprowadzi całą konsultację od początku do końca, tworząc raport końcowy z przeprowadzonej kontroli.

Okno wyboru analizy całościowej lub któregoś z etapów przedstawia rysunek 7.3.

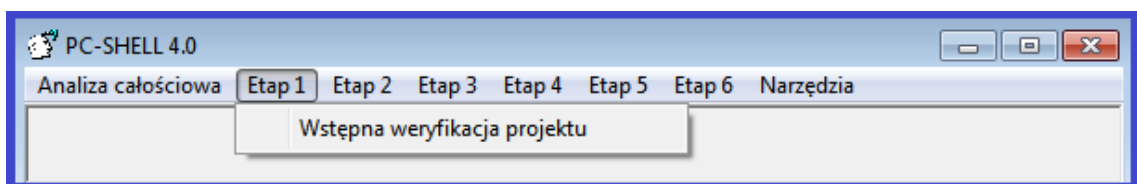


Rys. 7.3. Okno programu, w którym operator dokonuje wyboru etapu weryfikacji dokumentacji projektowej

Źródło: Opracowanie własne

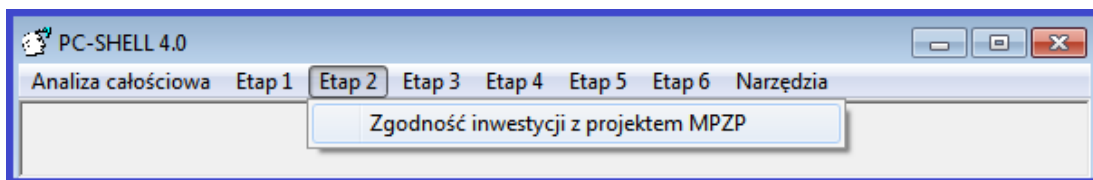
Osoba weryfikująca wybierając kolejne etapy działania otrzymuje polecenia w formie pytań, na podstawie których powinny być udzielane odpowiedzi. Na ich podstawie system dokonuje weryfikacji poprawności dokumentacji projektowej sprawdzając wszystkie poszczególne etapy w strukturze programu.

Etap 1. Wstępna weryfikacja wniosku o pozwolenie na budowę



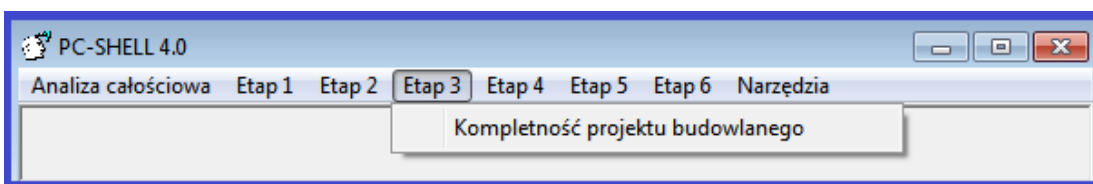
Ta część programu analizuje złożony wniosek wraz z załącznikami pod względem jego treści i zawartości. Jeśli wniosek we wstępnej weryfikacji nie został pozytywnie rozpatrzony, analiza nie jest dalej kontynuowana.

Etap 2. Zgodność inwestycji z określonym przeznaczeniem działki w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego.



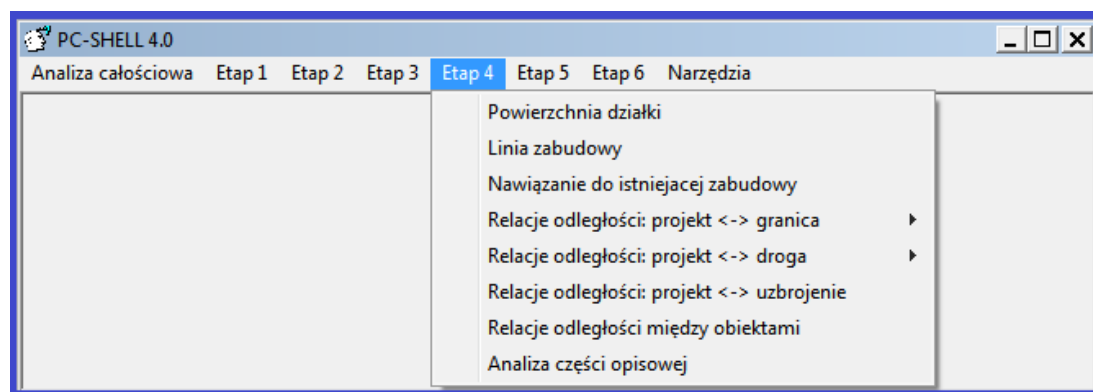
W tym etapie operator wybiera strefę przeznaczania a następnie, jeśli dopuszcza ona zabudowę, sprawdza czy projektowany obiekt spełnia warunki określone dla tej strefy. Ważnym elementem jest wskaźnik zabudowy, który również jest rozpatrywany na tym etapie weryfikacji.

Etap 3. Kompletność projektu budowlanego



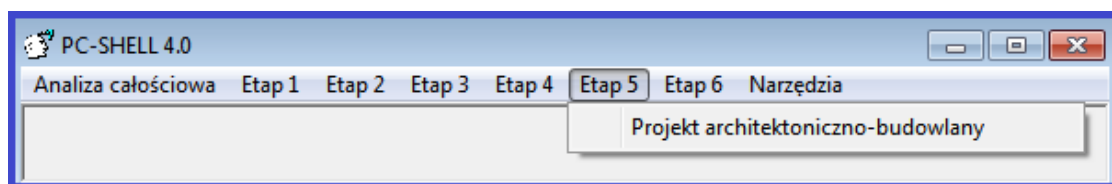
Skład projektu budowlanego, niezależnie od rodzaju wniosku, jest określony Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 roku w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego [Rozporządzenie, 2003a]. Dodatkowo w projekcie muszą znajdować się pewne branżowe uzgodnienia, o które program zadaje pytania w tym etapie.

Etap 4. Projekt zagospodarowania terenu.



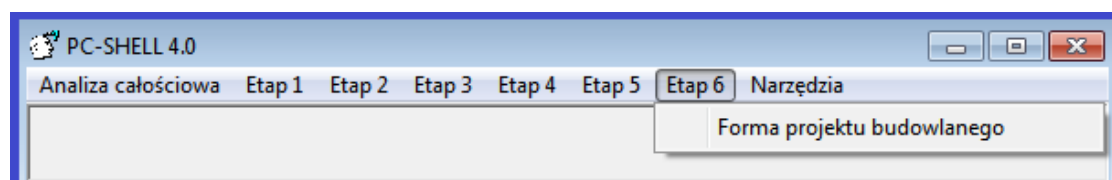
Zagospodarowanie terenu inwestycji jest specyficzną częścią projektu budowlanego, przedstawiającą rozmieszczenie na działce budynku i niezbędnych do właściwego funkcjonowania obiektów infrastruktury technicznej. Program w tym etapie sprawdza, czy usytuowanie tych obiektów jest zgodne z uwarunkowaniami lokalnymi zawartymi w MPZP i w innych aktach prawnych, pytając o wielkość działki przeznaczonej pod zabudowę, o zachowanie linii zabudowy, o nawiązanie wyglądem do istniejącej zabudowy i relacje odległościowe z wszystkimi sąsiednimi obiektami.

Etap 5. Projekt architektoniczno-budowlany



Etap ten ma na celu wyegzekwowanie od projektu warunków architektonicznych narzuconych przez MPZP dla obiektów budowlanych. Na te warunki przeważnie składają się: wysokość zabudowy, ilość kondygnacji, geometria dachu i poziom parteru nad średnim poziomem gruntu.

Etap 6. Forma projektu budowlanego.



Końcowy etap analizy sprawdza dokumentację od strony zachowania ustalonej formy projektu. Sprawdzane są przede wszystkim metryki opisowe poszczególnych stron oraz wymagane przepisami dane osobowe inwestora oraz adres inwestycji: numer działki ewidencyjnej, obręb i nazwa gminy. W dokumentacji muszą też znajdować się dane jednostki projektowej i podpisy projektantów.

Podsumowując, należy zaznaczyć, że jedynie pozytywne przejście wszystkich etapów może być podstawą do uzyskania decyzji o pozwoleniu na budowę.

7.2. Prezentacja działania programu na wybranych przykładach

Dzięki uprzejmości wójta Gminy Łososina Dolna zostały udostępnione autorce materiały, na podstawie których opracowano bazę wiedzy zawierającą warunki i nakazy Miejsowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego obowiązującego w tej gminie.

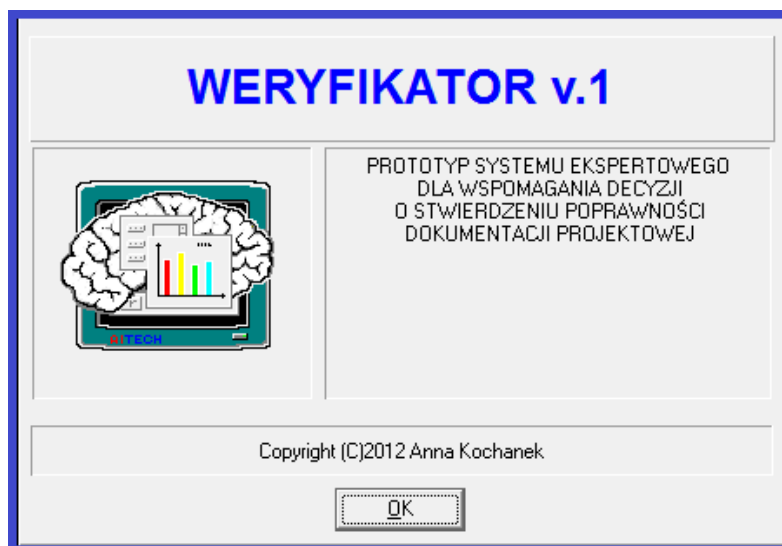
Do przykładowej analizy dokumentacji projektowej zostały wykorzystane trzy wnioski o pozwolenie na budowę wraz z załącznikami. Materiały te zostały pozyskane ze starostwa Wydziału Budownictwa i Geodezji dla powiatu nowosądeckiego.

Ze względu na przepisy ustawy o ochronie danych osobowych [Ustawa, 1997], dane osobowe i adresowe inwestorów zostały zmienione.

Analizowane przykłady projektów domów mieszkalnych pochodzą z gminy Łososina Dolna, z obrębu Świdnik, a ich lokalizację przedstawia mapa w załączniku 5.

Dla wszystkich trzech przykładów została przeprowadzona konsultacja sprawdzania poprawności dokumentacji projektowej budynku mieszkalnego jednorodzinnego wraz z infrastrukturą techniczną i przyłączami.

Po rozpoczęciu pracy z systemem pojawia się ekran powitalny przedstawiający nazwę i autora aplikacji (rys. 7.4).



Rys. 7.4. Ekran powitalny przedstawiający nazwę programu i autora w systemie PC-Shell

Źródło: Opracowanie własne

Następnie wyświetla się okno dialogowe umożliwiające wprowadzenie do systemu informacji o zamierzeniu budowlanym, danych o inwestorze oraz innych niezbędnych informacji zawartych we wniosku o pozwolenie na budowę (rys. 7.5).

The screenshot shows a software window titled "Wniosek" (Application) with a subtitle "Rejestracja wniosku o pozwolenie na budowę" (Registration of application for building permit). The form contains the following fields:

- Numer rejestru organu właściwego do wydania pozwolenia (Registration number of the competent authority for issuing the permit)
- Miejscowość (Location)
- Data (Date)
- Imię i nazwisko lub nazwa inwestora (Investor's name or company name)
- Adres inwestora (Investor's address)
- Rodzaj zamierzenie budowlanego (Type of building project)
- Adres inwestycji** (Investment address):
 - Gmina (Municipality)
 - Obręb ewidencyjny (Cadastral area)
 - Numer działki (Plot number)
- Imię i nazwisko osoby weryfikującej (Name of the verifying person)

At the bottom of the window, there are two buttons: "Anuluj" (Cancel) and "Dalej >" (Next).

Rys. 7.5. Okno programu służące do wprowadzania danych o inwestorze i inwestycji
 Źródło: Opracowanie własne

Po każdym zakończonym etapie analizy system daje możliwość generowania raportu wybierając polecenie „Wygeneruj raport” w zakładce „Narzędzia”.

Zamieszczenie w aplikacji wyżej wymienionych danych jest niezbędne z następujących powodów:

- 1) Wygenerowany protokół z weryfikacji dokumentacji projektowej powinien zawierać w treści dane o inwestorze i inwestycji, aby w przypadku wezwania inwestora do uzupełnienia braków mógł posłużyć, jako dokument administracyjny informujący inwestora o błędach.
- 2) Na podstawie danych o inwestorze i inwestycji wprowadzonych do systemu będzie możliwe odszukanie w komputerowej bazie danych raportu z wykonanej kontroli.

7.2.1. Analiza i testowanie systemu na przykładzie poprawnych załączników do wniosku o pozwolenie na budowę

W celu zaprezentowania działania systemu ekspertowego została wykorzystana dokumentacja projektowa wniosku o pozwolenie na budowę wraz z załącznikami dla budynku mieszkalnego parterowego z użytkowym poddaszem, którego wizualizacja została przedstawiona na rysunku 7.6.



Rys. 7.6. Przykładowa wizualizacja projektowanego budynku

Źródło: Opracowanie na podstawie http://www.archeton.pl/projekt-domu-zojka_1085_opisogolny

Usytuowanie budynku zostało zaprojektowane na mapie do celów projektowych w skali 1: 500 (rys. 7.7) przyjętej do zasobu Powiatowego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (PODGiK). Mapa ta zawiera ponadto niezbędne do właściwego funkcjonowania budynku mieszkalnego obiekty, a także projekt urządzenia zieleni wokół budynku wraz z utwardzonym dojściem i dojazdem. Mapa przedstawiająca projekt zagospodarowania terenu jest istotnym elementem graficznym projektu.

Mapa z projektem zagospodarowania

Działka numer 75 (obszar ABCD) położona w miejscowości Świdnik w gminie Łososina Dolna jest zabudowana, częściowo uzbrojona i nieogrodzona. Wjazd na działkę jest od strony północno-zachodniej z drogi gminnej na bazie istniejącego zjazdu.

Przedmiotowa działka posiada niewielki spadek w kierunku południowym, dlatego teren pod lokalizację budynku należy częściowo zniwelować. Odprowadzenie wód opadowych jest powierzchniowe, na nieutwardzony teren w obrębie własnej działki. Wody opadowe z dachu projektowanego budynku nie spowodują zalewania działek sąsiednich.

Legenda do projektu zagospodarowania terenu działki ewidencyjnej nr 75

1. Istniejący na działce budynek mieszkalny, murowany o pokryciu nierozprzestrzeniającym ognia 95,00 m².
2. Istniejący na działce budynek gospodarczy, murowany o pokryciu nierozprzestrzeniającym ognia 64,00 m².
3. Istniejący na działce budynek gospodarczy drewniany, o pokryciu nierozprzestrzeniającym ognia 120,00 m².
4. Projektowany budynek mieszkalny jednorodzinny, wolnostojący, parterowy z użytkowym poddaszem:
 - powierzchnia zabudowy 102,75 m²,
 - powierzchnia użytkowa 117,22 m²,
 - kubatura 742,20 m³.
5. Projektowane przyłącze wodociągowe rurą PE Ø32 z istniejącej na działce studni.
6. Projektowany zbiornik na nieczystości, szczelny okresowo wybieralny, dwukomorowy z kręgów betonowych o pojemności V = 9,54 m³.
7. Projektowane przyłącze kanalizacyjne do zbiornika na działce – rurą PCV Ø160, spadek minimum 1,5%.
8. Projektowane miejsce na pojemniki odpadów stałych.
9. Projektowane na działce utwardzony dojazd, plac, chodnik i opaski 210,00 m².
10. Projektowana trwała zieleń dekoracyjno-ogrodowa wraz z powierzchnią biologicznie czynną (wynosi 88%).
11. Istniejący wjazd na działkę z drogi gminnej.

Przyłącze energetyczne na warunkach Zakładu Energetycznego w Nowym Sączu zostało objęte odrębnym postępowaniem.

Bilans projektowanej powierzchni zabudowy działki:

- Budynek mieszkalny 102,75 m²
- Taras i schody zewnętrzne 29,71 m²
- Utwardzony plac, chodnik i opaski 210,00 m²

RAZEM 342,46 m²

Bilans istniejącej powierzchni zabudowy

- Budynek mieszkalny 95,00 m²
- Budynek gospodarczy 64,00 m²
- Budynek gospodarczy, stodoła 120,00 m²

RAZEM 297,00 m²

Wskaźnik intensywności zabudowy wynosi — 0,1

Powierzchnia zabudowy do powierzchni działki wynosi — 2 %

Weryfikację dokumentacji projektowej rozpoczęto rejestracją wniosku w programie WERYFIKATOR v.1. przepisując numer nadany na dzienniku podawczym urzędu wraz z pozostałymi danymi dotyczącymi inwestycji do poszczególnych pól w oknie programu (rys. 7.8).

The screenshot shows a window titled 'Wniosek' with the subtitle 'Rejestracja wniosku o pozwolenie na budowę'. The form contains the following fields:

Numer rejestru organu właściwego do wydania pozwolenia	Miejscowość	Data
WGB.321/2012	Nowy Sącz	04.05.2012

Imię i nazwisko lub nazwa inwestora
Jan Kowalski

Adres inwestora
ul. Jagiellońska 52/2A; 33-300 Nowy Sącz

Rodzaj zamierzenia budowlanego
Budowa budynku mieszkalnego, jednorodzinnego, wolnostojącego wraz z infrastrukturą techniczną

Adres inwestycji

Gmina	Obręb ewidencyjny	Numer działki
Łososina Dolna	Świdnik	75

Imię i nazwisko osoby weryfikującej
Anna Kochanek

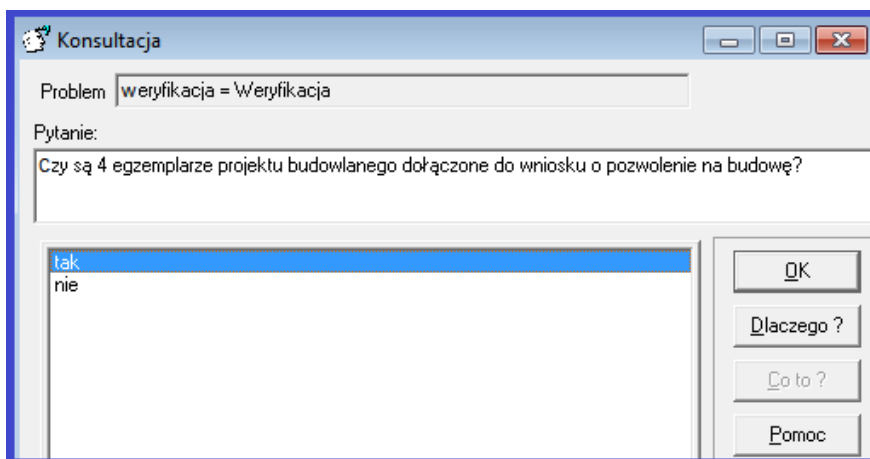
Buttons: Anuluj, Dalej >

Rys. 7.8. Okno rejestracji wniosku o pozwolenie na budowę w programie WERYFIKATOR v.1

Źródło: Opracowanie własne

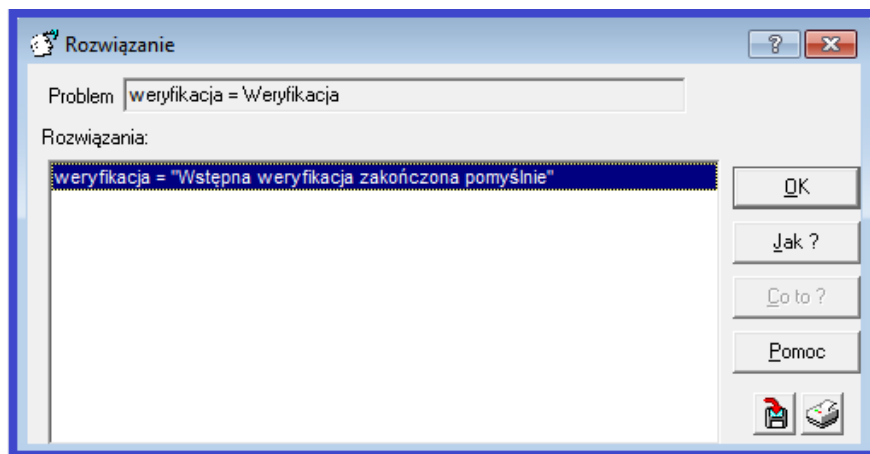
Po wybraniu odpowiedniego sposobu weryfikacji użytkownik odpowiada na pytania zadawane przez system w kolejno wyświetlanych oknach dialogowych.

W pierwszym etapie sprawdzana jest kompletność dostarczonej wraz z wnioskiem dokumentacji. Użytkownik otrzymuje pytania jak na rysunku 7.9.



Rys. 7.9. Okno konsultacji zadające użytkownikowi pytanie o ilość egzemplarzy
Źródło: Opracowanie własne

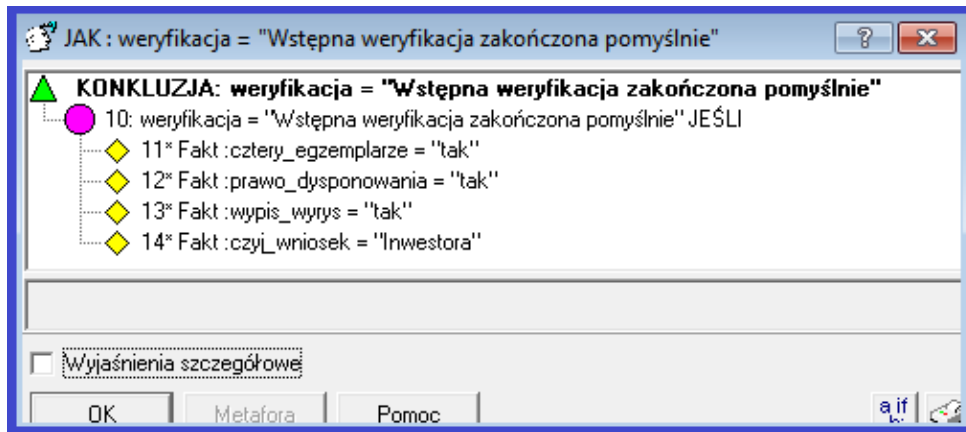
Odpowiadając na kolejne pytania systemu związane ze wstępną weryfikacją dokumentacji projektowej system dochodzi do konkluzji (rys. 7.10).



Rys. 7.10. Okno konsultacji przedstawiające pozytywny wynik weryfikacji
Źródło: Opracowanie własne

Użytkownik ma możliwość podglądu sposobu, w jaki system ekspertowy wygenerował rozwiązanie problemu.

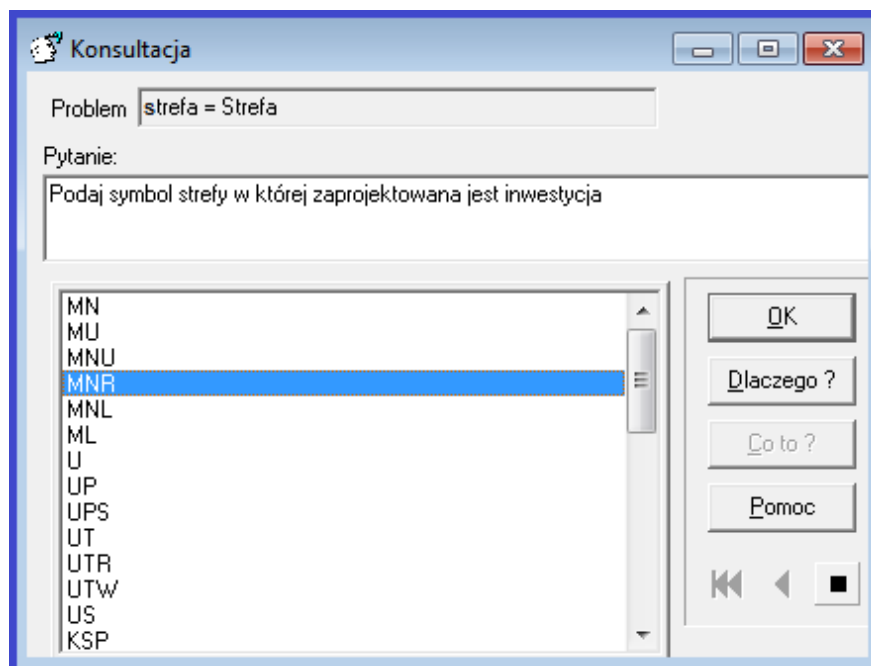
Kolejne wybory, jakich dokonywał użytkownik, przedstawiane są w postaci graficznej typu „jak?” (rys. 7.11), która wyjaśnia przebieg wnioskowania.



Rys. 7.11. Wyjaśnienia typu „jak?” dla konkluzji pierwszego etapu weryfikacji.

Źródło: Opracowanie własne

Pozytywne zakończenie wstępnej weryfikacji dokumentacji projektowej daje możliwość dalszej analizy. System pyta operatora o wskazanie strefy, w której została zaprojektowana inwestycja (rys. 7.12).



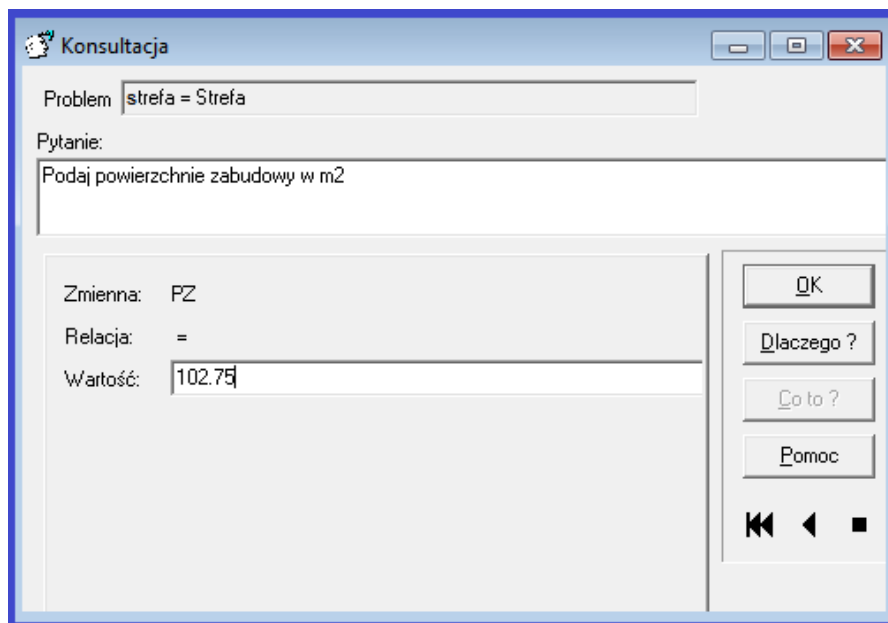
Rys. 7.12. Okno wyboru oznaczenia strefy, w której zaprojektowana jest inwestycja.

Źródło: Opracowanie własne

W przypadku pojawienia się w projekcie dodatkowego oznaczenia strefy z MPZP w podobny sposób jak wyżej operator dokonuje wyboru.

Następnie dla potwierdzenia właściwego wyboru program zadaje pytanie „Czy projekt jest zgodny z przeznaczeniem strefy w MPZP ?”.

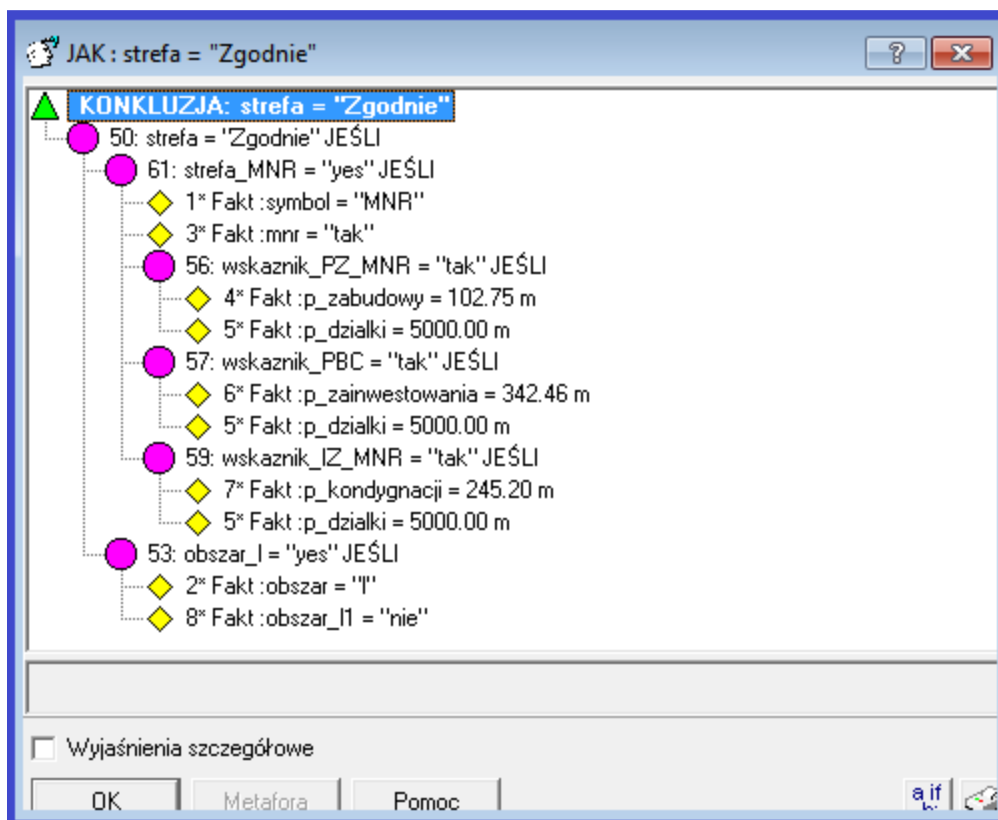
Kolejnym elementem weryfikacji jest ustalenie wskaźników zabudowy i zagospodarowania terenu. W celu ich obliczenia operator wpisuje w oknach tekstowych wartości podane w projekcie (rys. 7.13).



Rys. 7.13. Okno wyboru oznaczenia strefy, w której zaprojektowana jest inwestycja.
Źródło: Opracowanie własne

Do obliczenia wskaźników, których dokonuje WERYFIKATOR v.1, osoba kontrolująca podaje oprócz powierzchni zabudowy także pozostałe niezbędne do ich obliczenia wartości. Zostały one omówione szczegółowo w rozdziale drugim.

Ostatnim krokiem w tym etapie jest sprawdzenie wysokości projektowanego budynku. W tym przypadku wysokość budynku wynosi 8,7 m, czyli mieści się w przedziale od 0 m do 10 m, przewidzianym w MPZP. Na tym zakończona zostaje weryfikacja przewidziana w etapie drugim. Rysunek numer 7.14 przedstawia zakończoną pozytywnie analizę i jej sposób wnioskowania.

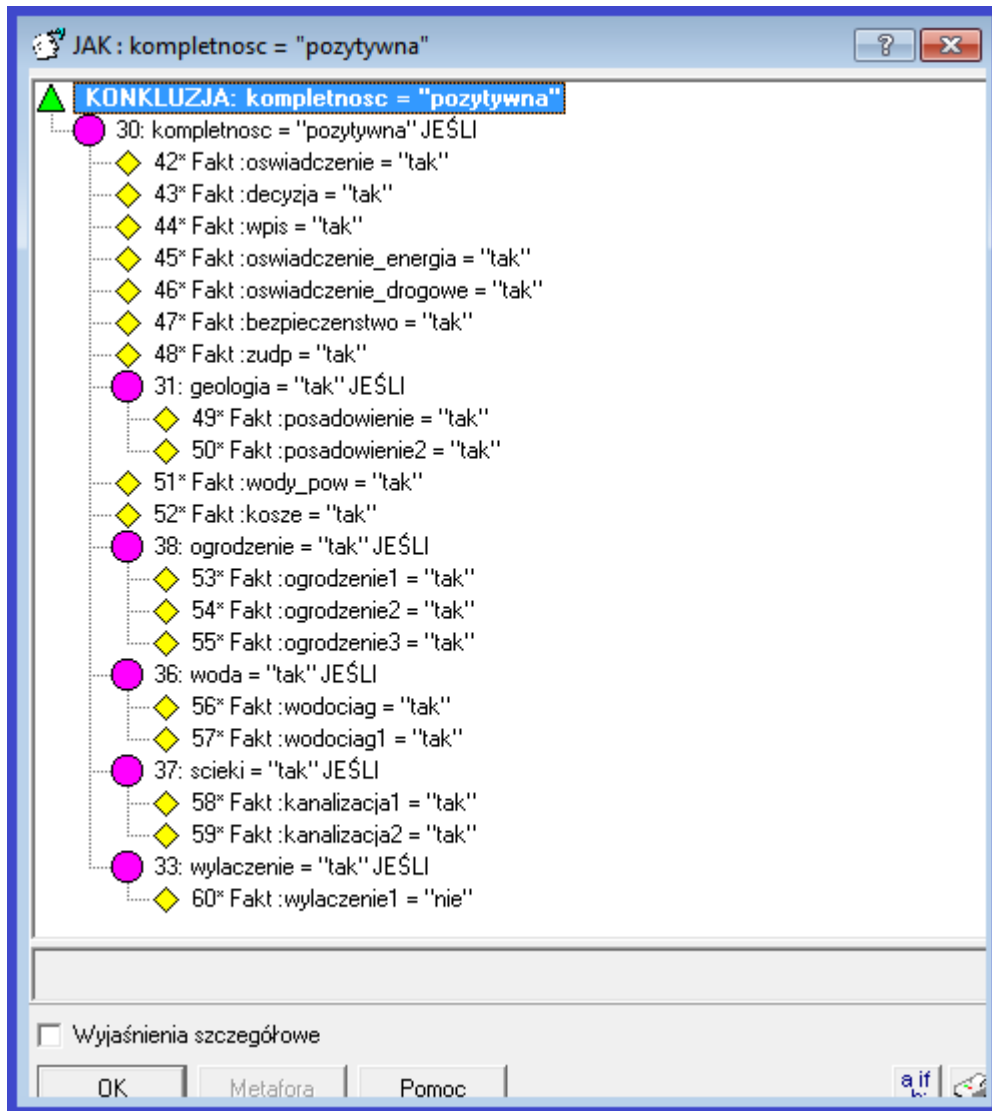


Rys. 7.14. Wyjaśnienia typu „jak?” dla sprawdzenia przeznaczenia inwestycji w MPZP
 Źródło: Opracowanie własne

Weryfikacja w tym etapie odbywa się na zasadzie pytań, na które operator musi udzielić odpowiedzi „tak” lub „nie”, zgodnie z tym co występuje w dokumentacji projektowej. Zapobiega się dzięki temu uchybieniom, które najczęściej występują podczas sporządzania dokumentacji. Potwierdzenie przeprowadzenia tego etapu analizy przedstawia okno wnioskowania etapu trzeciego (rys. 7.15).

Ze względu na dużą ilość pytań kierowanych do operatora w sprawie kompletności dokumentacji projektowej w załączniku nr 7 zostało przedstawione źródło bazy wiedzy, która obrazuje całą analizę w tym etapie.

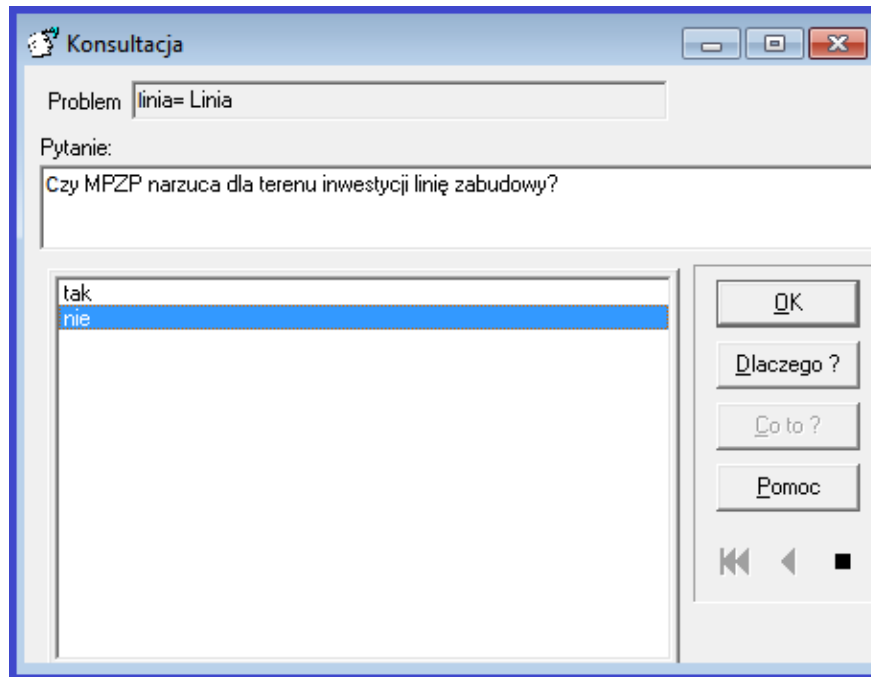
Najbardziej rozbudowany w programie WERYFIKATOR v.1 jest etap czwarty, dotyczący zagospodarowania terenu.



Rys. 7.15. Przebieg wnioskowania dla sprawdzania kompletności dokumentacji projektowej
 Źródło: Opracowanie własne

W następnej kolejności sprawdzana jest ustalona dla danej działki ewidencyjnej linii zabudowy (rys. 7.16).

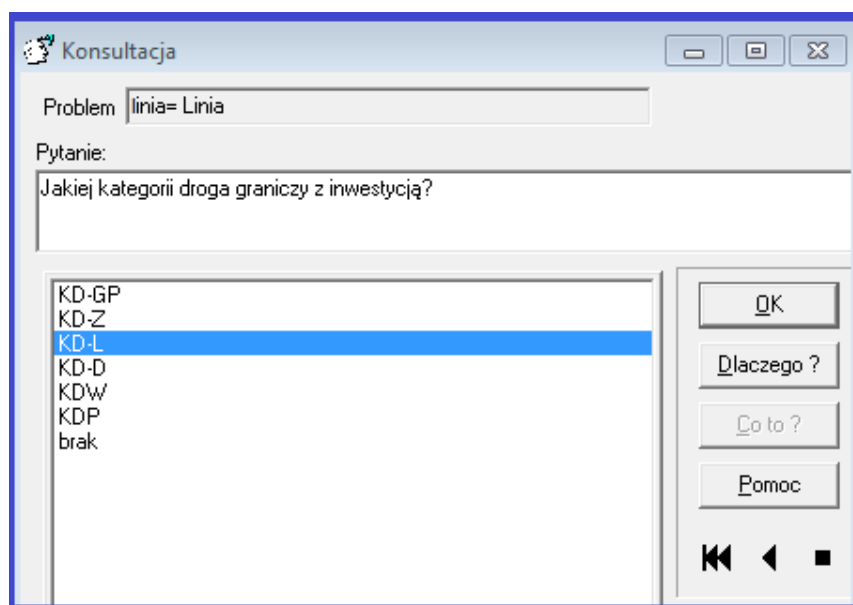
System sprawdza powierzchnię działki ewidencyjnej, na której zaprojektowana jest inwestycja, zadając pytanie o jej powierzchnię, którą operator podaje jako wartość w metrach kwadratowych.



Rys. 7.16. Okno konsultacji zadające użytkownikowi pytanie o ustaloną dla działki linię zabudowy.

Źródło: Opracowanie własne

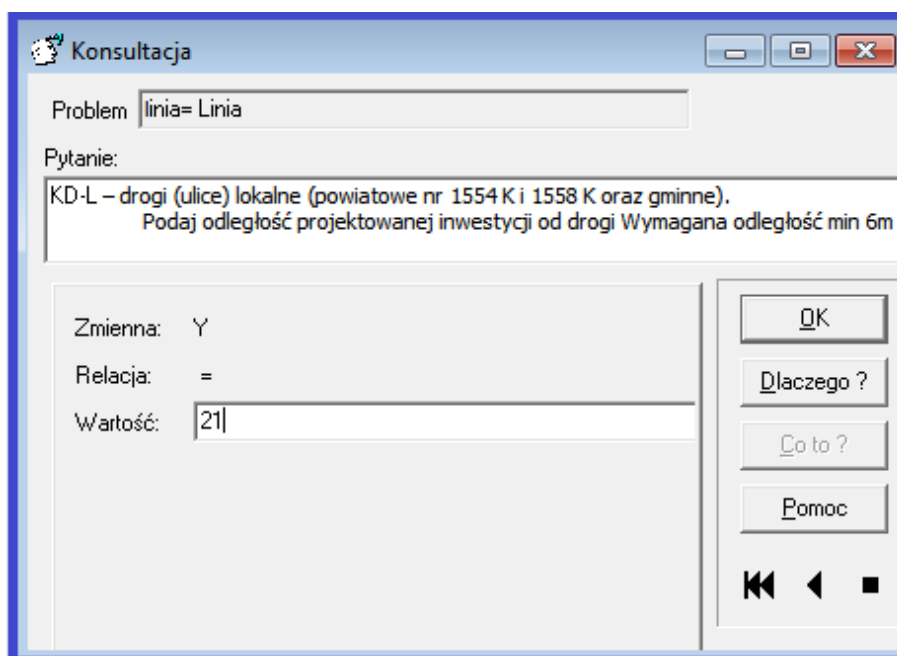
Wybrana została odpowiedź „nie”, dlatego, że dla tej działki ewidencyjnej nie jest ustalona żadna linia zabudowy. Kolejne pytanie zadawane jest o najbliższą drogę publiczną, gdyż to ona stanowi dla tej inwestycji naturalną linię zabudowy (rys. 7.17).



Rys. 7.17. Okno konsultacji zadające użytkownikowi pytanie o rodzaj drogi

Źródło: Opracowanie własne

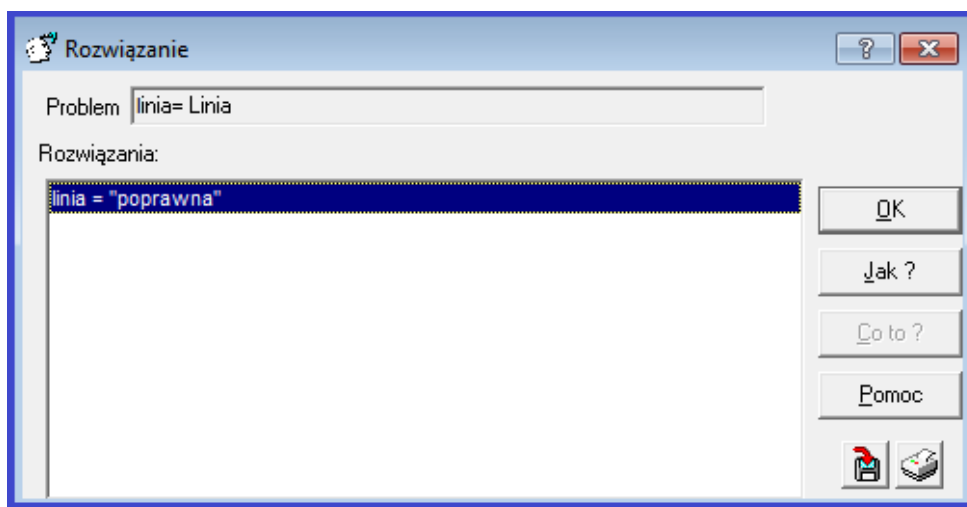
Na projekcie zagospodarowania najbliższa droga oznaczona jest symbolem KD-L. Symbol drogi jest wyjaśniony w MPZP dla gminy Łososina Dolna i takie objaśnienie dla dróg z tym symbolem zostało zapisane w źródle bazy wiedzy wraz z minimalną odległością, jaką musi zachować budynek od tej drogi (rys.7.18).



Rys. 7.18. Okno konsultacji zadające użytkownikowi pytanie o odległość zaprojektowanego budynku od drogi.

Źródło: Opracowanie własne

Podana wartość w metrach bieżących, jak widać na rysunku 7.15, jest większa od minimalnej, zatem linia zabudowy jest zachowana (rys 7.19).

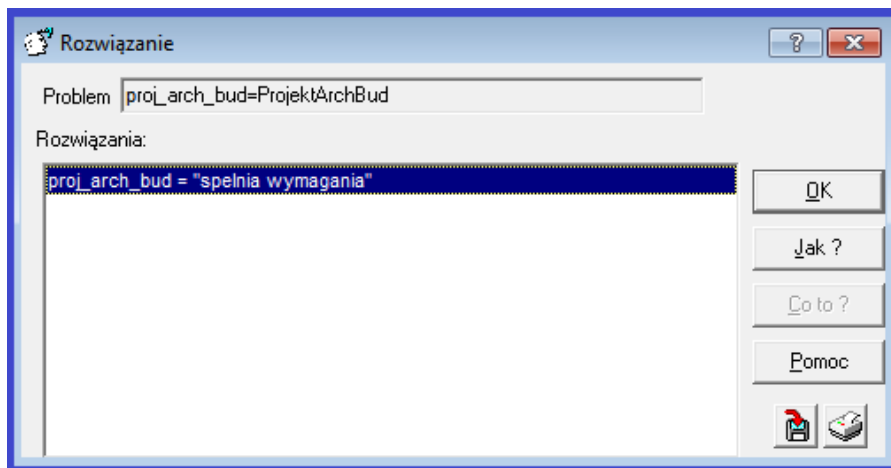


Rys. 7.19. Okno dialogowe stwierdzające poprawność linii zabudowy

Źródło: Opracowanie własne

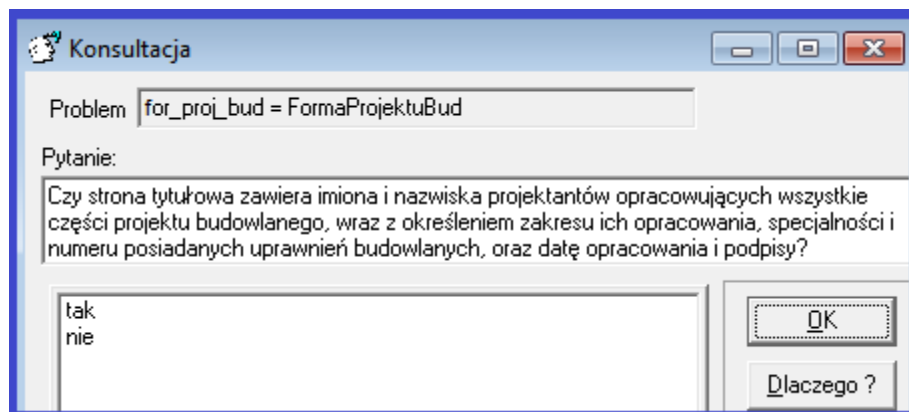
Przeprowadzając w dalszym ciągu analizę według kolejnych części tego etapu postępowano zgodnie z poleceniami programu. W wyniku końcowym czwarty etap zakończono pozytywnie, czego dowodem będzie dopuszczenie do dalszej kontroli.

Piąty etap poświęcony jest sprawdzeniu projektu architektoniczno-budowlanego pod względem dopuszczalnej wysokości budynku, ilości i rodzaju kondygnacji oraz posadowienia parteru nad średni poziom terenu. konsultacja z programem w tej części również dała wynik pozytywny, co przedstawiono na rysunku 7.20.



Rys. 7.20. Okno dialogowe stwierdzające poprawność projektu architektoniczno-budowlanego
Źródło: Opracowanie własne

Ostatnim – szóstym etapem jest analiza formy całej dokumentacji projektowej. Występują w nim pytania do osoby weryfikującej o poprawność opisu strony tytułowej, rysunków zamieszczonych metryk. Dzięki tej aplikacji nie mogły zostać pominięte również pytania o podpisy projektantów biorących udział w opracowaniu projektu oraz numery ich uprawnień budowlanych (rys. 7.21).



Rys. 7.21. Okno dialogowe stwierdzające poprawność projektu architektoniczno-budowlanego
Źródło: Opracowanie własne

Podsumowaniem wyniku przeprowadzonej analizy dokumentacji projektowej jest wygenerowany przez program WERYFIKATOR v.1 pozytywny raport końcowy przedstawiony na rysunku 7.22.

Data wygenerowania raportu: 31 sierpnia 2012
Numer ewidencyjny: WGB.321/2012 Miejscowość: Nowy Sącz Data złożenia wniosku 04.05.2012 Nazwa inwestora: Jan Kowalski Adres inwestora: ul. Jagiellońska 52/2A; 33-300 Nowy Sącz Rodzaj zamierzenia budowlanego: Budowa budynku mieszkalnego, jednorodzinnego, wolnostojącego wraz z infrastrukturą techniczną Adres inwestycji: Gmina Łososina Dolna; Obręb Świdnik; Dz. nr 75
Raport systemu WERYFIKATOR v.1
Rozwiązanie nr 1 : weryfikacja = "Wstępna weryfikacja zakończona pomyślnie"
Rozwiązanie nr2 : strefa = "Przeznaczenie zgodnie z MPZP"
Rozwiązanie nr 3 : kompletnosc = "pozytywna"
Rozwiązanie nr 4.1 : powierzchnia = "Prawidłowa"
Rozwiązanie nr 4.2 : linia zabudowy = "poprawna"
Rozwiązanie nr 4.3 : nawiązanie = "Budynek nawiązuje do sąsiedniej zabudowy"
Rozwiązanie nr 4.4 : odleglosc_budynku_od_granicy = "Spełniona"
Rozwiązanie nr 4.4 : odleglosc_od_infrastruktury = "zachowana"
Rozwiązanie nr 4.5 : odleglosc_miedzy_obiektami = "zachowana"
Rozwiązanie nr 4.6 : analiza_opis = "Analiza części opisowej spełniona"
Rozwiązanie nr 5 : proj_arch_bud = "Spełnia wymagania"
Rozwiązanie nr 6 : forma_proj_bud = "Spełnia wymagania"

Wszystkie etapy spełnione: wniosek o pozwolenie na budowę pozytywnie rozpatrzony
Koniec listy rozwiązań

Rys. 7.22. Pozytywny raport końcowy z przeprowadzonej weryfikacji dokumentacji projektowej

Źródło: Opracowanie własne

Tym raportem mogłaby posłużyć się osoba odpowiedzialna za udzielenie pozwolenia na budowę przy tworzeniu ostatecznej decyzji. Raport wraz z jednym egzemplarzem projektu i decyzją ostateczną stanowiłby dokument archiwalny.

7.2.2. Analiza i testowanie systemu na podstawie dokumentacji projektowej zawierającej braki

Dla potwierdzenia poprawnego działania systemu została wybrana dokumentacja projektowa domu jednorodzinnego przedstawionego na zdjęciu (rys.7.23), która była niekompletna.



Rys. 7.23. Przykładowa wizualizacja projektowanego budynku

Źródło: Opracowanie na podstawie <http://pprojekt.pl/odbicie2907-babilon>

Usytuowanie budynku zostało zaprojektowane na mapie do celów projektowych w skali 1: 500 (rys. 7.24) na działce numer 402/3 położonej w miejscowości Świdnik w gminie Łososina Dolna. Przedmiotowa działka jest niezabudowana, częściowo uzbrojona i nieogrodzona.

Wjazd na działkę jest od strony południowo – wschodniej poprzez działkę nr 402/6, która to łączy się z drogą gminną działka nr 402/1, 349 na bazie istniejącego wjazdu. Analizowana działka posiada niewielki spadek w kierunku północno-wschodnim.

Odprowadzenie wód opadowych – powierzchniowe, na nieutwardzony teren w obrębie własnej działki. Wody opadowe z projektowanego budynku nie spowoduje zalewania działek sąsiednich.

Mapa z projektem zagospodarowania

Legenda do projektu zagospodarowania terenu działki ewidencyjnej nr 402/3

1. Istniejący na sąsiedniej działce budynek mieszkalny, murowany o pokryciu nierozprzestrzeniającym ognia.
2. Projektowany budynek mieszkalny jednorodzinny, wolnostojący parterowy z poddaszem użytkowym:
 - powierzchnia zabudowy 136,90 m²,
 - powierzchnia użytkowa (w tym garaż 24,30 m²) 149,00 m²,
 - powierzchnia całkowita 242,60 m²,
 - kubatura 650,00 m³.
3. Projektowana na działce studnia kopana - doprowadzenie wody do projektowanego budynku za pomocą urządzenia hydroforowego o wydajności pompowania do 5,0m³ / dobę.
4. Projektowane przyłącze wodociągowe rurą PE 0 32 ze studni.
5. Projektowany zbiornik na nieczystości, szczelny okresowo wybieralny dwukomorowy z kręgów betonowych o pój. V = 9,54 m³.
6. Projektowane przyłącze kanalizacyjne do zbiornika na działce – rurą PCV Ø160, spadek minimum 1.5%.
7. Projektowane miejsce na pojemniki odpadów stałych.
8. Projektowane na działce utwardzony plac, chodnik i opaski 90,00 m².
9. Projektowana trwała zieleń dekoracyjno – ogrodowa wraz z powierzchnią biologicznie czynną wynosi 75%.

Bilans projektowanej powierzchnia zabudowy działki:

- Budynek mieszkalny 136,90 m²,
- Taras, schody zewnętrzne 38,00 m²,
- Utwardzony plac, chodnik i opaski 90,00 m²,
- RAZEM 264,90 m².**

Bilans terenu dla dz. nr 402/3 w terenach MNR:

- powierzchnia działki 1 200,00 m²,
- powierzchnia działki w terenach MNR 975,00 m²,
- powierzchnia zabudowy 136,90 m²,
- powierzchnia zainwestowania 128,00 m²,
- powierzchnia biologicznie czynna 710,10 m².

- Wskaźnik intensywności zabudowy wynosi – 0,2.
- Powierzchnia zabudowy do powierzchni działki wynosi – 14 %.

Analogicznie do przykładu weryfikacji pierwszego projektu dokumentacji projektowej, druga również rozpoczęła się od uruchomienia programu i wypełnienia elektronicznego formularza wniosku (rys. 7.25).

The screenshot shows a window titled 'Wniosek' with the main heading 'Rejestracja wniosku o pozwolenie na budowę'. The form contains the following fields:

Numer rejestru organu właściwego do wydania pozwolenia	Miejscowość	Data
WGB.322/2012	Nowy Sącz	07.06.2012

Imię i nazwisko lub nazwa inwestora: Jan Nowak

Adres inwestora: ul. Westerplatte 52/2B; 33-300 Nowy Sącz

Rodzaj zamierzenia budowlanego: Budowa budynku mieszkalnego, jednorodzinnego, wolnostojącego wraz z infrastrukturą techniczną

Adres inwestycji

Gmina	Obręb ewidencyjny	Numer działki
Łososina Dolna	Świdnik	402/3

Imię i nazwisko osoby weryfikującej: Anna Kochanek

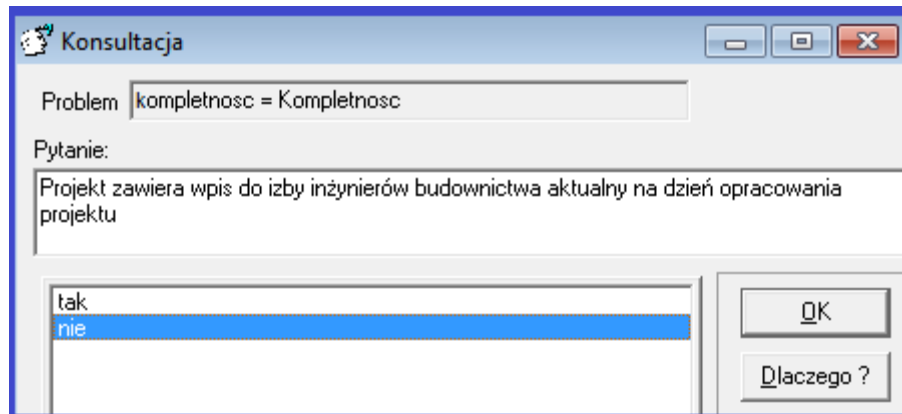
Buttons: Anuluj, Dalej >

Rys. 7.25. Okno rejestracji wniosku w programie WERYFIKATOR v.1

Źródło: Opracowanie własne

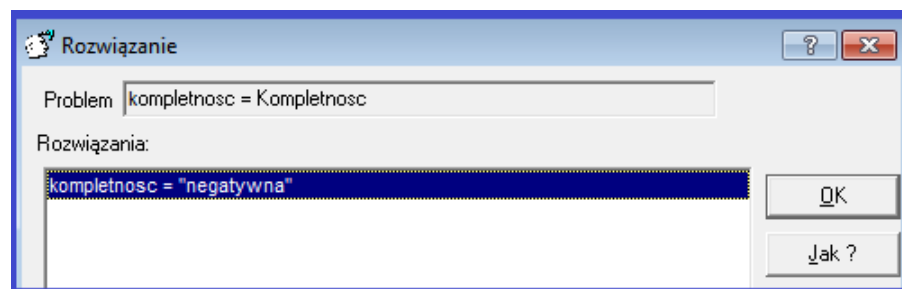
Po rejestracji wniosku przystępujemy do weryfikacji wstępnej dokumentacji projektowej zgodnie ze ścieżką analizy etapu pierwszego. Dalej otrzymując wstępną pozytywną opinię – hipotezę potwierdzoną z etapu pierwszego, przystąpiono do kontroli według założeń etapu drugiego, którym jest sprawdzenie projektowanej inwestycji z założeniami MPZP.

Następnie wybrano weryfikację na podstawie etapu trzeciego w którym zostały wykryte braki – w projekcie brakowało wymaganego aktualnego zaświadczenia o członkostwie w Polskiej Izbie Inżynierów Budownictwa (rys. 7.26).



Rys. 7.26. Okno konsultacji sprawdzające wpis do izby inżynierów budownictwa
Źródło: Opracowanie własne

Niespełnienie warunku spowodowało, że kompletność projektu budowlanego nie została spełniona (rys. 7.27).



Rys. 7.27. Okno dialogowe programu pokazujące niespełnienie etapy kompletności
Źródło: Opracowanie własne

Pozostałe etapy zostały spełnione jednak dokumentacja projektowa zawierała braki i nie uzyskała pozwolenia na budowę. Wygenerowany raport (rys. 7.28) zawierał wyjaśnienie, dlaczego kompletność jest negatywna.

W chwili obecnej w przypadku błędów znalezionych w procesie sprawdzania zostaje wysłane do inwestora postanowienie o uzupełnieniu braków, które dla analizowanego przykładu przedstawia załącznik nr 6.

W przyszłości wygenerowany raport mógłby pełnić taką funkcję, zastępując niezawodnie tradycyjny sposób.

Numer ewidencyjny: WGB.322/2012

Miejscowość: Nowy Sącz

Data złożenia wniosku 07.06.2012

Nazwa inwestora: Jan Nowak

Adres inwestora: ul. Westerplatte 52/2B; 33-300 Nowy Sącz

Rodzaj zamierzenia budowlanego: Budowa budynku mieszkalnego, jednorodzinnego, wolnostojącego wraz z infrastrukturą techniczną

Adres inwestycji: Gmina Łososina Dolna; Obręb Świdnik; Dz. nr 402/3

~

|

Raport systemu WERYFIKATOR v.1

Rozwiązanie nr 1 : **weryfikacja = "Wstępna weryfikacja zakończona pomyślnie"**

Rozwiązanie nr2 : **strefa = "Przeznaczenie zgodnie z MPZP"**

Rozwiązanie nr 3 : **kompletnosc = "negatywna"**

80* Fakt :wpis_do_izby = "brak"

Rozwiązanie nr 4.1 : **powierzchnia = "Prawidłowa"**

Rozwiązanie nr 4.2 : **linia zabudowy = "poprawna"**

Rozwiązanie nr 4.3: **nawiązanie = "Budynek nawiązuje do sąsiedniej zabudowy"**

Rozwiązanie nr 4.4 : **odleglosc_budynku_od_granicy = "Spełniona"**

Rozwiązanie nr 4.4 : **odleglosc_od_infrastruktury = "zachowana"**

Rozwiązanie nr 4.5 : **odleglosc_miedzy_obiektami = "zachowana"**

Rozwiązanie nr 4.6 : **analiza_opis = "Analiza części opisowej spełniona"**

Rozwiązanie nr 5 : **proj_arch_bud = "Spełnia wymagania"**

Rozwiązanie nr 6 : **forma_proj_bud = "Spełnia wymagania"**

Nie wszystkie etapy zostały spełnione: wniosek o pozwolenie na budowę rozpatrzony negatywnie

Koniec listy rozwiązań

Rys. 7.28. Negatywny raport końcowy z przeprowadzonej weryfikacji dokumentacji projektowej

Źródło: Opracowanie własne

7.2.3. Analiza i testowanie systemu na przykładzie niekompletnego wniosku o pozwolenie na budowę

Przykład trzeci przedstawia weryfikację dokumentacji projektu domu mieszkalnego jednorodzinnego według projektu budowlanego przedstawionego na rysunku 2.29.



Rys. 2.29. Przykładowa wizualizacja projektowanego budynku

Źródło: Opracowanie na podstawie <http://www.dom-projekt.pl/projekt-zadecie-srednie-19>

Usytuowanie prezentowanego budynku przedstawia projekt zagospodarowania działki nr 72/10 (rys. 2.30) położonej w miejscowości Świdnik w gminie Łososina Dolna. Przedmiotowa działka jest niezabudowana, nieuzbrojona i nieogrodzona z wjazdem od strony południowo - wschodniej z drogi gminnej działka nr 74 i 72/4, na bazie istniejącego zjazdu. Analizowana działka posiada spadek w kierunku południowym, który pod lokalizację budynku należy częściowo zniwelować.

Mapa z projektem zagospodarowania

Odprowadzenie wód opadowych – powierzchniowych, zostało zaprojektowane na nieutwardzony teren w obrębie własnej działki. Wody opadowe z dachu projektowanego budynku nie spowoduje zalewania działek sąsiednich.

Legenda do projektu zagospodarowania terenu działki ewidencyjnej nr 72/10

1. Istniejący na sąsiedniej działce budynek mieszkalny, murowany o pokryciu nierozprzestrzeniającym ognia.
2. Projektowany budynek mieszkalny jednorodzinny, wolnostojący, parterowy, podpiwniczony z poddaszem użytkowym:
 - powierzchnia zabudowy 155,00 m²,
 - powierzchnia użytkowa 111,48 m²,
 - kubatura 981,57 m³.
3. Projektowana na działce studnia kopana - doprowadzenie wody do projektowanego budynku za pomocą urządzenia hydroforowego o wydajności pompowania do 5,0 m³/dobę.
4. Projektowane przyłącze wodociągowe rurą PE Ø32 z projektowanej studni.
5. Projektowany zbiornik na nieczystości, szczelny okresowo wybieralny dwukomorowy z kręgów betonowych o pój. V = 9,54 m³.
6. Projektowane przyłącze kanalizacyjne do zbiornika na działce – rurą PCV Ø160, spadek minimum 1,5%.
7. Projektowane miejsce na pojemniki odpadów stałych.
8. Projektowane na działce utwardzony dojazd, plac, chodnik i opaski 160,00 m².
9. Projektowana trwała zieleń dekoracyjno – ogrodowa wraz z powierzchnią biologicznie czynną wynosi 88%.
10. Istniejący wjazd na działkę z drogi gminnej 74 oraz 72/4.

Przyłącze energetyczne na warunkach Zakładu Energetycznego w Nowym Sączu, objęte jest odrębnym postępowaniem.

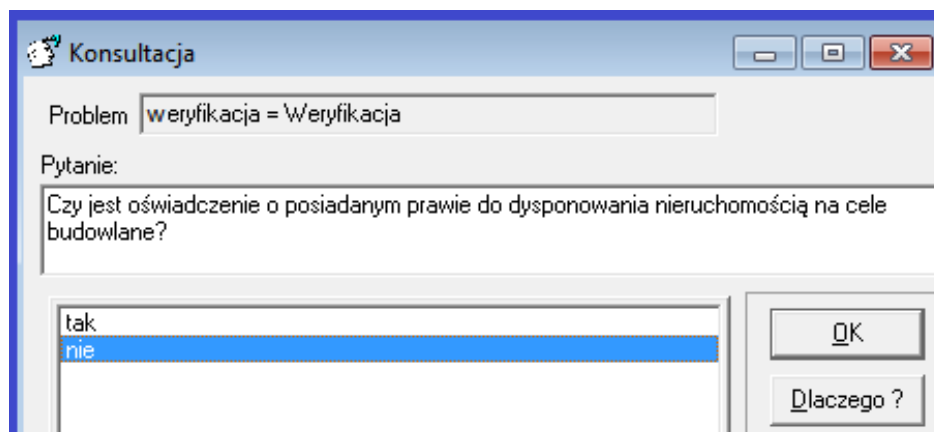
Bilans projektowanej powierzchni zabudowy działki:

- Budynek mieszkalny 155,00 m²,
- Taras i schody zewnętrzne 40,00 m²,
- Utwardzony plac, chodnik i opaski 160,00 m².

Wskaźnik intensywności zabudowy wynosi – 0.3.

Powierzchnia zabudowy do powierzchni działki wynosi – 12 %.

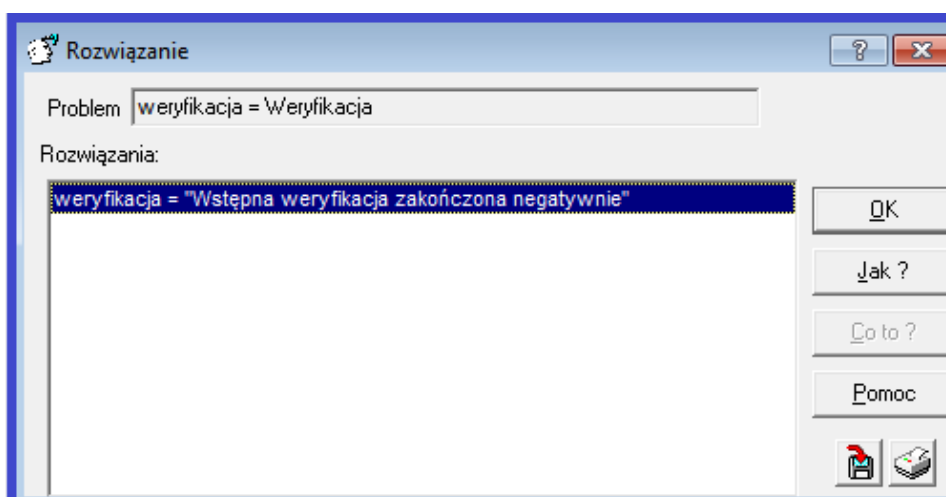
W sposób podobny jak w dwóch poprzednich przykładach następuje rejestracja wniosku o pozwolenie na budowę. Po rejestracji program przechodzi do etapu pierwszego, w którym przeprowadzana jest weryfikacja wstępna dokumentacji. W tej części weryfikator został zapytany między innymi o dokument – oświadczenie inwestora o prawie do dysponowania nieruchomością na cele budowlane. Weryfikator zaznaczył odpowiedź „nie” z uwagi na faktyczny brak tego ważnego dokumentu (rys. 2.31).



Rys. 7.31. Okno konsultacji weryfikujące zawartość załączników do wniosku o pozwolenie na budowę

Źródło: Opracowanie własne

System po odpowiedzi wyświetlił konkluzję negatywną (rys. 7.32).



Rys. 7.32. Okno dialogowe stwierdzające negatywnie zakończoną weryfikację wstępną

Źródło: Opracowanie własne

W tym szczególnym przypadku z powodu braku jakiegokolwiek załącznika do wniosku o pozwolenie na budowę zgodnie z artykułem 64 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 roku - Kodeks postępowania administracyjnego (KPA) [Kodeks, 1960] dalsza analiza nie jest kontynuowana. Inwestor, zgodnie z przepisami KPA, jest wezwany do uzupełniania wniosku (załącznik nr 7).

8. Podsumowanie i wnioski

8.1. Udowodnienie tez pracy

W wyniku prac związanych z realizacją omawianego projektu został opracowany system ekspertowy mający zastosowanie do oceny dokumentacji projektowej inwestycji budowlanych. Najważniejszą cechą stworzonego systemu jest synergiczne wykorzystanie właściwości dwóch technologii – technologii umożliwiającej badanie relacji geoprzestrzennych oraz technologii umożliwiającej wykorzystanie złożonej wiedzy o świecie i relacjach w nim zachodzących w sposób bliski wykorzystywaniu tej wiedzy przez ekspertów. Główną funkcją systemu jest usprawnienie procesu analizy i weryfikacji dokumentacji dostarczanej wraz z wnioskiem o wydanie zezwolenia na realizację inwestycji.

Należy tutaj zaznaczyć, że zastosowanie opisywanego systemu nie tylko usprawnia i skraca proces weryfikacji dokumentacji projektowej, ale również pozwala na wyeliminowanie większości błędów występujących w tym procesie spowodowanych przez czynnik ludzki (wynikających na przykład z monotonii wykonywanych czynności).

Weryfikacja projektów budowlanych w całym kraju jest niejednokrotnie wykonywana w sposób bardzo pracochłonny. Każdy inspektor nieco inaczej rozpatruje warunki prawne i przesłanki techniczne z tego zakresu. Jeszcze inny w sposób nieświadomy popełnia błędy.

Zaprojektowany interfejs użytkownika pozwala na intuicyjne wprowadzanie danych do systemu ekspertowego. Wprawdzie brak jest wdrożonego w urzędach państwowych podobnego rozwiązania (trudno zatem o ocenę porównawczą zaprojektowanego systemu z innymi podobnymi), jednak na podstawie uwag uzyskanych od użytkowników testujących program można stwierdzić, że proponowany system ekspertowy jest narzędziem, które może w dużym stopniu usprawnić pracę nad weryfikacją dokumentacji.

Niniejsza dysertacja podejmuje problem w sposób holistyczny, od analizy stanu aktualnego, przez podanie propozycji innowacyjnego podejścia wraz z jego podbudową teoretyczną i praktyczną aż do wdrożenia go na etapie testowym.

Proponowany system ekspertowy:

- Daje możliwość wykonania kompleksowych badań opartych na aktualnych i wiarygodnych danych.
- Umożliwia przechowywanie wiedzy ekspertowej i jej modyfikację przez użytkownika, co z kolei wpływa na szybkie i tanie adaptowanie systemu ekspertowego do zmieniającej się rzeczywistości.
- Łączy w sobie w jedną całość wiele bardzo różnorodnych czynników, które mają ważny wpływ na ostateczną decyzję.
- Zmniejsza czasochłonność analiz i kosztów. Urzędnik sprawdzając jeden projekt (zależy oczywiście, jaki ale mając na myśli dom jednorodzinny) sprawdza go przeciętnie około 8 godzin. Program natomiast wykonuje zadanie w czasie 30 minut z wygenerowaniem raportu pozytywnego lub negatywnego.

Podsumowując powyższe wnioski można stwierdzić, że tezy przedstawione w rozdziale pierwszym zostały udowodnione.

Właśnie ta spójność nowoczesnych technik informatycznych, wykorzystujących algorytmy sztucznej inteligencji, z unormowaniami prawnymi, wiedzą i doświadczeniem inżynierów stanowi cenną zaletę opracowanego systemu.

Należy jednak pamiętać, że rzeczywista efektywność zaproponowanego systemu zapewne będzie doceniona w trakcie praktycznego zastosowania. Informatyzacja daje szczególne efekty właśnie w takich okolicznościach, gdy potrzebny jest obszerny zakres wiedzy i istnieje wygodny i szybki sposób jej aktualizacji i dostosowania do potrzeb. W takich okolicznościach wymagana więc będzie ciągła aktualizacja systemu na bieżąco, ale nie będzie to ani kosztowny ani pracochłonny proces, a efekt będzie wymierny i zapewne doceniany zarówno przez specjalistów podejmujących decyzję jak i przez inwestorów.

Zaproponowany system jest krokiem ku informatyzacji procesów wykonywanych dotychczas przez człowieka. Należy jednak podkreślić, że na zaproponowanym poziomie zaawansowania systemu nie wszystko da się rozwiązać.

- Żaden program nie jest w stanie ocenić takich czynników jak funkcjonalność i estetyka, natomiast sztywne rygory na przykład w zakresie bezpieczeństwa lub ekonomiki – z powodzeniem mogą być sprawdzane przez systemy komputerowe.

- Zaproponowany system nie uwzględnia wszystkich aspektów problemu zagospodarowania przestrzennego wynikających z indywidualnego charakteru rozważanego miejsca, na przykład nie jest w stanie odpowiedzieć na pytanie, czy styl zabudowy nawiązuje wyglądem do budynków sąsiednich. Wymaga zatem ingerencji użytkownika zarówno w założenia projektowe jak i wynik końcowych analiz.
- System nie narzuca jednoznacznego przypisania udziału kryteriów w całkowitej ocenie przedsięwzięcia. Stanowi narzędzie wspomagające podejmowanie decyzji, nie – decydujące.

Biorąc pod uwagę niekwestionowane zalety proponowanego systemu ekspertowego oraz potencjalne korzyści, które wynikają z zastosowania tego programu w praktyce, koniecznym wydaje się prowadzenie dalszych badań w kierunku jego rozwoju i udoskonalania. System ekspertowy, znajdując się obecnie w fazie projektu koncepcyjnego, może stać się efektywnym narzędziem informatycznym i skutecznym wsparciem technologicznym do weryfikacji dokumentacji projektowych inwestycji budowlanych.

8.2. Kierunki dalszych badań i projektów

System ekspertowy służący do wspomagania decyzji opracowano dla potrzeb jednostek kontrolujących dokumentację projektową przed dopuszczeniem projektu budowlanego do realizacji.

Wraz z rozwojem procesu budowlanego zapotrzebowanie na taki system obejmować będzie również biura projektowe, które będą mogły sprawdzić poprawność dokumentacji, a przez co nie narażą siebie i inwestora na dodatkowe niedogodności wynikające z kontroli w urzędzie.

Aby zwiększyć funkcjonalność tego systemu należałoby wprowadzić interfejs zlokalizowany na stronie internetowej. Każdy inwestor odwiedzający taki system mógłby odpowiednio przygotować się merytorycznie przed pójściem do biura projektowego, znacznie skracając przez to proces inwestycyjny.

Skonstruowany system można by rozwinąć w ten sposób, by składał się z różnych modułów nie tylko kontroli budynku mieszkalnego jednorodzinne i jego otoczenia, ale również innych dużych obiektów budowlanych jak budynki handlowe czy hale przemysłowe.

Zlokalizowanie interfejsu systemu komputerowego na stronie internetowej może dostarczyć nie tylko korzyści inwestorom pragnącym zapoznać się z warunkami, jakie muszą wypełnić, żeby otrzymać pozwolenie na budowę, ale również dostarczyć informacji o ilości osób zainteresowanych danym rodzajem obiektu dla projektantów, architektów, czy biur projektowych. System byłby dostępny całą dobę dla każdego użytkownika w każdym miejscu. Dzięki umieszczeniu interfejsu na stronie internetowej, użytkownik systemu mógłby analizować trendy w projektowaniu poprzez zapytania inwestorów o konkretne obiekty.

Tak więc system ekspertowy z interfejsem zlokalizowanym na stronie internetowej oprócz podstawowych funkcji zmierzających do odpowiedzi na pytanie: „czy na danej działce jest możliwe usytuowanie budynku, jaki życzy sobie dany inwestor” realizowałby dodatkowe funkcje gromadzenia danych istotnych z punktu widzenia projektowania.

Wszystkie te czynniki wpływają na większą funkcjonalność współczesnych systemów wspomagania decyzji. W przypadku rozproszonych systemów ekspertowych ważne jest zapewnienie połączenia niezależnych modułów decyzyjnych w jedną logicznie spójną całość, przejrzysta dla użytkownika inwestora projektu. Taka technologia wpłynie na obniżenie kosztów inwestycji i znacznie przyspieszy procedurę jej realizacji.

Literatura

Pozycje książkowe i publikacje

1. Ajdukiewicz K., 1965: *Logika pragmatyczna*. PWN, Warszawa.
2. Anusz S., 2007: *Doświadczenia monitoringu planowania przestrzennego*. Roczniki Geomatyki, t. V, z. 7, PTIP, Warszawa.
3. Anusz S., 2008: *GIS a koncepcja przestrzennego zagospodarowania kraju*. Roczniki Geomatyki, t. VI, z. 3, PTIP, Warszawa.
4. Barmon P., King D., 1985: *Expert Systems. Artificial Intelligence in Business*. John Wiley and Sons Publisher, New York.
5. Bates M., 1995: *Models of natural language understanding*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Vol. 92, Nr. 22 (24.10.1995).
6. Bertino E., Catania B., Zarri G., P., 2001: *Intelligent Databased Systems*. Biddles Ltd, Guildford.
7. Białko M., 2000: *Podstawowe właściwości sieci neuronowych i hybrydowych systemów ekspertowych*. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszlin.
8. Biliński T., 2010: *Struktura i uwarunkowania współczesnego procesu inwestycyjno-budowlanego*. Przegląd Budowlany 11/2010, Warszawa.
9. Błachut K., Nikitiuk H., Nowak B., Rybka J., Tjukało A., 2007: *Przedsięwzięcie budowlane. Poradnik inwestora*. Grupa Wydawnicza Marciszewski, Wrocław.
10. Bolter J., D.,: 1983: *Artificial Intelligence and the History of Making Men*, in Sixth International Conference on Computers and the Humanities, edited by S.K. Burton and D.D. Rockville, Maryland: Computer Science Press.
11. Bronsztejn I. N., Musioł G., 2007: *Nowoczesne Kompendium Matematyki*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
12. Chromiec J., Strzemieczna E., 1994: *Sztuczna inteligencja. Metody konstruowania i analizy systemów eksperckich*. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa.
13. Cholewa W., Pedrycz W., 1978: *Systemy doradcze*. Skrypt. Politechnika Śląska, Gliwice.
14. Corge Ch, 1981: *Elementy informatyki. Informatyka a myśl ludzka*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

15. Drukin J., 1994: *Expert Systems. Design and Development*. Prentice Hall, New York.
16. Duda R., Gasching J., Hart P., 1980: *Model design in the Prospector Consultant system for mineral exploration w pracy "Expert Systems in The Microelectronic Age"*, pod redakcją D. Michie, Edinburg press, Edinburg.
17. Dąbrowska-Milewska G., 2010: *Standardy urbanistyczne jako narzędzie racjonalnej gospodarki terenami w mieście*. Wydawnictwo Techniczne Politechniki Krakowskiej, Kraków.
18. Eckes K., 2002: *Logika obrazu mapy, jako podstawa do budowy systemu ekspertowego*. Materiały XII Konferencji Naukowo-Technicznej „Systemy Informacji Przestrzennej”, Dział Sekcji Geoinformatyki Geodezji PAN, Warszawa.
19. Eckes K., 2006a: *Rozbudowa zasobów informacyjnych GIS za pomocą systemu ekspertowego*. Roczniki Geomatyki, t. VI, z 5 PTIP, Warszawa.
20. Eckes K., 2006b: *Modelowanie rzeczywistości geograficznej w systemach informacji przestrzennej*. Roczniki Geomatyki, PTIP, Warszawa, Tom IV, Zeszyt 2, s. 43 – 73.
21. Eckes K., 2007: *Kontrola obrazu mapy wielkoskalowej w systemie eksperckim*. Główne problemy współczesnej kartografii. Kartograficzne programy komputerowe. Konfrontacja teorii z praktyką. Wydawnictwo Uniwersytet Wrocławski, Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego, Zakład Kartografii, Wrocław.
22. Farber D. J., Griswold R. E., Polonsky I. K., 1964: *SNOBOL, A String Manipulation Language*. Journal of the ACM, vol. 11 no 1, str. 21-30.
23. Feigenbaum E., 1977: *Expert Systems*. International Joint Conference on Artificial Intelligence.
24. Feigenbaum E., 1980: *Expert Systems in the 1980. State of the art machine intelligence*. A. Bond (eds.) Pergamon-Infotech.
25. Fitting M., 1996: *First – Order Logic and Automated Theorem Proving*. Springer-Verlag Inc., New York.
26. Grzegorzczak A., 1984: *Zarys logiki matematycznej*. Wydawnictwo PWN, Warszawa.
27. Harrington J. B., 1987: *CLIPS As a Knowledge Based Language*, Third Conference on Artificial Intelligence for Space Applications, NASA CP-2492.
28. Hayes-Roth F., Waterman Donald A., Lenat Douglas B., 1983: *Building Expert Systems*, Reading, MA, Addison-Wesley.

29. Heckerman D., 1986: *Probabilistic interpretation of MYCIN's certainty factors* w pracy Kanal L. J. i J. F. Lemmers (Eds), *Uncertainty in Artificial Intelligence*, Elsevier/Nort Holland, Amsterdam, Londyn, New York.
30. Hendrix G. G., 1987: *Developing a natural language interface to complex data* *ACM Transactions on Database Systems*, 3.
31. Hnat E., 2009: *Wielokryterialna analiza GIS lokalizacji zabudowy na przykładzie gminy Podegrodzie*. AGH, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska.
32. Hołyński M., 1979: *Sztuczna inteligencja*. Państwowe Wydawnictwo „Wiedza Powszechna”, Warszawa.
33. Hopgood A. A., 2001: *Intelligent Systems for Engineers and Scientists*. CRC Press, Boca Raton London New York Washington, D.C., 2nd edition.
34. Hycner R., 2007: *Wykonawstwo geodezyjne*. Wydawnictwo Gall, Katowice.
35. Ishibuschi H., Morioka K., 1995: *Classification of Fuzzy input Patterns by Neutral Networks*. Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks, Perth.
36. Jackson P., 1999: *Introduction to Expert Systems*. Addison – Wesley, New York.
37. Jaworski K., 2008: *Podstawy organizacji budowy*. Wydawnictwo PWN, Warszawa.
38. Jędraszko A., 2008: *Gospodarka przestrzenna w Polsce wobec standardów europejskich*. Biblioteka Urbanisty, t. XVIII. Urbanista, Warszawa.
39. Kehler T. P., Clemenson G. D., 1984: *KEE: The Knowledge Engineering Environment for Industry*. Systems and Software.
40. Kowalczyk Z., Zabielski J., 2005: *Kosztorysowanie i normowanie w budownictwie*. WSiP, Warszawa.
41. Kozakiewicz R., 2001: *System wspomaganie decyzji w ocenie oddziaływania obiektów liniowych na środowisko*. Praca doktorska, Akademia Górniczo Hutnicza, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska.
42. Kwaśniak P., 2008: *Plan miejscowy w systemie zagospodarowania przestrzennego*. Wydawnictwo Prawnicze LexisNexis, Warszawa.
43. Kwiatkowska A.M., 2007: *Systemy wspomaganie decyzji. Jak korzystać z wiedzy i informacji w praktyce*. Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa.
44. Leonidas C.T., 2002: *Expert Systems. The Technology of Knowledge Management and Decision Making for the 21-Century*. vol. 1-6 Academic Press, San Diego.

45. Lewicki P., 1998: *Zastosowanie systemów informacji przestrzennej (GIS) w praktyce urbanistycznej*. Praca doktorska, Politechnika Krakowska, Wydział Architektury. Promotor: prof. nzw. dr hab. inż. arch. Wacław Seruga, Kraków.
46. Lindsay R. i inni, 1980: *Applications of Artificial Intelligence for Chemical Inference: The Dentrax Project*. McGraw-Hill, New York.
47. Lucas P., Gaag L. 1991: *Artificial Intelligence and the design of expert systems*. The Benjamin/Cummings P.C.
48. Luger G. F., Stubblefield W. A., 1989: *Artificial intelligence and the design of expert systems*. The Benjamin/Cummings P.C.
49. Lula P., Paliwoda – Pękosz G., Tadeusiewicz R., 2007: *Metody sztucznej inteligencji i ich zastosowania w ekonomii i zarządzaniu*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie.
50. Marciszewski W., 1998: *Sztuczna inteligencja*. Wydawnictwo Znak, Kraków.
51. Martin W. A., Fateman R. J., 1971 *The MACSYMA System*. SYMSAC In Proceedings of the Second ACM Symposium on Symbolic Algebraic Manipulation, Los Angeles, California.
52. McCarthy J., 1960: *Recursive Functions of Symbolic Expressions and Their Computation by Machine*. Part 1, Communications of the ACM, vol. 3, str 184 – 195.
53. Michalik K. 1991: *Szkieletowy system ekspertowy PC-Shell: Systemy wspomaganie decyzji – aspekty metodologiczne*. AE, Katowice.
54. Michalik K., 2003: *Podręcznik użytkownika programu PC-Shell*, Katowice.
55. Millington I., Funge J., 2009: *Artificial intelligence for games*. Morgan Kaufmann Publisher, Burlington.
56. Minsky M., 1975: *A framework for representing knowledge*. The Psychology of Computer Vision, Winston P.H., McGraw-Hill, New York.
57. Mizouchi F., Ohwada H., Katayama Y., 1984: *LOOKS: knowledge Representation System for Designing Expert Systems in a Logic Programming Framework*. In Proc. of the In. Conf. on 5th generation Computer systems, ICOT, Japan.
58. Mulawka J., 1996: *Systemy ekspertowe*. WNT, Warszawa.
59. Murcia C.G. de Lara P.A., Garcia E.S., 1994: *Decision Support Systems for Industrial Accidents on Environment: "SIRENAS"*. MacMillan, New Media. Cambridge MA.
60. Nebendahl E., 1988: *Expert Systems*. John Wiley and Sons, Inc., Berlin.

61. Newell A., Simon H. A., 1961: *The Simulation of Human Thought*. [w:] *Current Trends in Psychological Theory*. The University of Pittsburgh Press, Pittsburgh.
62. Newell A., Shaw J. C., Simon H. A., 1957: *Empirical explorations of the logic theory machine*. Publikacja w materiałach z Western Joint Computer Conference.
63. Newell A., Shaw J. C., Simon H. A., 1959: *Report on a general problem-solving program*. Publikacja w materiałach International Conference on Information Processing, UNESCO, Paris.
64. Nikolopoulos C., 1997: *Expert Systems*. Marcel Dekker, New York.
65. Nilsson U., Małuszyński L., 2000: *Logic, Programming and Prolog*. John Wiley and Sons Publisher, New Jersey.
66. Niederliński A., 2000: *Regułowe systemy ekspertowe*. Wydawnictwo Pracowni Komputerowej Jacka Skalmierskiego, Gliwice.
67. Niederliński A., 2006: *Regułowo – modelowe systemy ekspertowe*. Wydawnictwo Pracowni Komputerowej Jacka Skalmierskiego, Gliwice.
68. Owoc L. M., 2006: *Elementy systemów ekspertowych, część I. Sztuczna inteligencja i systemy ekspertowe*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław.
69. Pabianiak P., 2011: *Ocena efektywności projektów inwestycyjnych*. Wydawnictwo eBizCom.
70. Patridge D., 1996: *Artificial Intelligence and Software Engineering. Understanding the Promise of the Future*. Fitzroy Dearborn Publishers, London.
71. Piegat A., 1999: *Modelowanie i sterowanie rozmyte*. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa.
72. Pieczyński A., 2003: *Reprezentacja wiedzy w diagnostycznym systemie ekspertowym*. Lubuskie Towarzystwo Naukowe w Zielonej Górze.
73. *Przegląd zastosowań GIS. Systemy informacji przestrzennej - komu to potrzebne?* ESRI Polska, Instytut Rozwoju Miast w Krakowie, Kraków-Warszawa 2007.
74. Quillian R., 1968: *Semantic memory. Semantic Information Processing*. MIT Press, Cambridge MA.
75. People h. Jr., 1984: *CADECEUS: An experimental expert system for medical diagnosis*, w pracy Winsaton P. i K. Prendergast (eds), *The AI Business*, MIT, Cambridge, Mass.
76. Radomiński E., 2001: *Systemy informatyczne w dynamicznej analizie decyzyjnej*. Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa – Wrocław.

77. Reddy D.R., Erman I. D., Fennell R.D., Neely R.B., 1973: *The HEARSAY Speech Understanding Systems: An Example to the Recognition Process*. IJCAI-3.
78. Sala D., 2007: *Wspomaganie decyzji w procesach przygotowania produkcji z wykorzystaniem systemu ekspertowego*. Praca doktorska, AGH, Wydział Zarządzania. Promotor: prof. dr hab. inż. Wiesław Waskielewicz, Kraków.
79. Sroka H., 1994: *Systemy ekspertowe. Komputerowe wspomaganie decyzji w zarządzaniu i finansach*. Wydawnictwo Uczelniane Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice.
80. Stefanowicz B., 2001: *Metody sztucznej inteligencji i systemy ekspertowe*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Informatyki Stosowanej i Zarządzania, Warszawa.
81. Steele G. L. Jr., 1984: *Common Lisp: the Language*. Digital Press, Maynard MA.
82. Sussman G. J., Steele G. L. Jr., 1975: *SCHEME: an Interpreter for Extended Lambda Calculus*. Technical Report 349, MIT AI lab.
83. Tarski A., 1994: *Wprowadzenie do logiki i do metodologii nauk dedukcyjnych*. Oxford University Press.
84. Thagard p., 1993: *Computational Philosophy of Science*. Halliday Lithograph Corporation, West Hanover.
85. Tomaszewski T. (red.), 1995: *Pamięć. Uczenie się. Język*. PWN, Warszawa.
86. Turing A., 1950: *Computing machinery and intelligence* [w:] *Mind* vol. 59, no. 236, Oxford University Press.
87. Turing A., 1936-1937: *On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem*, [w:] *Proceedings of the London Mathematical Society*, London Mathematical Society, Series 2, vol. 42.
88. Vasarhelyi M. A., Bonson E., Hoitash R., 2005: *Artificial Intelligence in accounting and Auditing*. Volume 6 *International Perspectives*. Marcus Wiener Publishers, New York.
89. Winston, P. H., 1992: *Artificial Intelligence*. Third Edition. Addison-Wesley, Massachusetts.
90. Zboś D., 2000: *Podstawy programowania w C. Podręcznik dla studentów wyższych szkół technicznych*. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków.
91. Zieliński J.S., 2000: *Inteligentne systemy w zarządzaniu. Teoria i praktyka*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Przepisy prawne – wykaz uporządkowany według daty wydania

92. Ustawa z dnia 14 czerwca 1960 r. *Kodeks postępowania administracyjnego* (Dz.U. z 1960r. Nr 30, poz. 168).
93. Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. *o drogach publicznych*. (Dz.U. z 1985r. Nr 14, poz. 60 z późniejszymi zmianami).
94. Ustawa *Prawo budowlane* z dnia 7 lipca 1994r. (Dz.U. z 1994 r. Nr 89, poz. 414 z późniejszymi zmianami).
95. Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r. (Dz.U. z 1997 r. Nr 78, poz. 483 z późniejszymi zmianami).
96. Ustawa z dnia 29 sierpnia 1997 *o ochronie danych osobowych* (Dz.U. z 1997 r. Nr 133, poz. 883).
97. PN-ISO 9836, 1997: *Obliczenie kubatury i powierzchni budynków i budowli*. WACETOB, Warszawa.
98. Ustawa z dnia 21 marca 1991 r. *o obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej i administracji morskiej*. (Dz.U. z 2003 r. Nr 153, poz. 1502).
99. Rozporządzeni Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. *w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie*. (Dz.U. z 1999 r. Nr 43, poz. 430).
100. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. *Prawo ochrony środowiska* (Dz.U. z 2001 r. Nr 62, poz. 627 z późniejszymi zmianami).
101. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. *w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie*. (Dz. U. z dnia 15 czerwca 2002r.).
102. Polska Norma PN-B-01027 z dnia 11 lipca 2002 r. *Oznaczenia graficzne stosowane w projektach zagospodarowania działki lub terenu*, Polski Komitet normalizacyjny
103. Ustawa z dnia 12 września 2002 r. *o normalizacji* (Dz.U. z 2002r. Nr 169, poz. 1386).
104. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003a r. *w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego* (Dz.U. z 2003 r. Nr 120, poz. 1133).
105. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26 sierpnia 2003b r. *w sprawie sposobu ustalania wymagań dotyczących nowej zabudowy i zagospodarowania terenu w przypadku braku miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego*. (Dz.U. z 2003 r. Nr 164, poz. 1588).

106. Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z dnia 27 marca, 2003c r. (Dz.U. z 2003r. Nr 80, poz. 717 z późniejszymi zmianami).
107. Wyrok WSA w Krakowie z dnia 16 czerwca 2003d r., sygn. akt: II SA/Kr 407/08, LEX nr 499847.
108. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz.U. Nr 202/2004, poz. 2072 z późniejszymi zmianami).
109. Uchwała Nr 114/XV/08 Rady Gminy w Łososinie Dolnej z dnia 4 marca 2008 r. w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego Gminy Łososina Dolna.
110. Wyrok WSA w Szczecinie z dnia 22 lutego 2007 r., sygn. akt. II SA/Sz 1310/06.
111. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 marca 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz.U. z 2009 r. Nr 56, poz. 461).

Netografia – wykaz uporządkowany alfabetycznie

112. <http://www.aitech.pl>, stan na dzień 21.03.2012 r. (Strona internetowa firmy AiTech, z siedzibą w Katowicach, zajmująca się systemami sztucznej inteligencji).
113. http://www.archeton.pl/projekt-domu-zojka_1085_opisogolny, stan na dzień 01.10.2012 r. (Charakterystyka domu jednorodzinnego wraz z wizualizacją).
114. <http://ceres.ca.gov/>, stan na dzień 21.03.2012 r. (Opis systemu ekspertowego CERES zajmującego się pozyskiwaniem i udostępnianiem informacji o środowisku naturalnym).
115. <http://www.dom-projekt.pl/projekt-zadecie-srednie-19,287.html>, stan na dzień 01.10.2012 r. (Charakterystyka domu jednorodzinnego wraz z wizualizacją).
116. <http://expert-system-builder.software.informer.com>, stan na dzień 01.10.2012 r. (Charakterystyka oprogramowania **Ekspert System Builder**).
117. <http://www.expertise2go.com>, stan na dzień 21.03.2012 r. (Przedstawienie mechanizmu wnioskowania systemu ekspertowego).
118. <http://www.exsys.com>, stan na dzień 01.10.2012 r. (Podręcznik użytkownika systemu ekspertowego **ExSys**).
119. <http://www.gensym.com>, stan na dzień 01.10.2012 r. (Charakterystyka oprogramowania **Gensym Corporation**).

- 120.<http://landor.com/>, stan na dzień 01.10.2012 r. (Przykład nowego budynku rażąco odbiegający wyglądem od istniejącej zabudowy).
- 121.<http://pprojekt.pl/odbicie2907-babilon,opis.html> stan na dzień 01.10.2012 r. (Charakterystyka domu jednorodzinnego wraz z wizualizacją).
- 122.<http://www.skyscrapercity.com/>, stan na dzień 01.10.2012 r. (Przykład nowoczesnej zabudowy nawiązującej wyglądem do istniejącej).
- 123.<http://www.xpertrule.com>, stan na dzień 01.10.2012 r. (Charakterystyka oprogramowania **XpertRule**).
- 124.http://zsi.tech.us.edu.pl/~anowak/files/infer/Systemy_Ekspertowe.pdf stan na dzień 01.10.2012 r. (Pojęcie i geneza systemów ekspertowych).

Wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów

Skróty w języku polskim

BD – Baza Danych,

BW – Baza Wiedzy,

MNR – Tereny zabudowy zagrodowej, jednorodzinnej i usługowej,

MPZP – Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego,

PN – Polskie Normy,

PODGiK – Powiatowy Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej,

SIT – System Informacji o Terenie,

WZiZT – Warunki Zabudowy i Zagospodarowania Terenu,

ZUDP – Zespół Uzgadniania Dokumentacji Projektowej.

Skróty w języku angielskim

AI – *Artificial Intelligence*, Sztuczna Inteligencja,

GIS – *Geographical Information System*, System Informacji o Terenie,

CLIPS – *C Language Integrated Production System*,

ISO – *International Organization for Standardization*, Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna,

KKE – *Knowledge Engineering Environment*,

LISP – *LIStProcessor*,

LOOKS – *Logic Oriented Organized Knowledge System*,

SE – *System Expert*, System Ekspertowy,

Snobol – *String Oriented Symbolic Language*.

Załączniki

Załącznik nr 1 – Wykaz aktów prawnych wykorzystywanych przy kontroli dokumentacji projektowej.

Ustawy – wykaz uporządkowany według daty wydania

1. Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz.U. z 2007 Nr 19, późn. 115 z późn. zm.),
2. Ustawa z dnia 28 września 1991 r. o lasach (Dz.U. z 2005 Nr 45, późn. 435 z późn. zm).
3. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2006 Nr 156, późn. 1118 z późn. zm),
4. Ustawa z dnia 21 marca 1991 r. o obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej i administracji morskiej. (Dz.U. z 2003 r., nr 153, poz 1502)
5. Ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. z 2005 Nr 228, poz. 1947 z późn. zm Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz.U. z 2004 Nr 121, poz. 1266 z późn. zm),
6. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz.U. z 2005 Nr 239, poz. 2019 z późn. zm Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. Nr 80, poz. 717 z późn. zm),
7. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. z 2008 Nr 25, poz. 150 z późn. zm),
8. Ustawa z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (Dz.U. Nr 162, poz. 1568 z późn. zm),
9. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U. Nr 92, poz. 880 z późn. zm).

Rozporządzenia – wykaz uporządkowany według daty wydania

10. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U. 1999 Nr 43, poz. 430).
11. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz.U. z dnia 15 czerwca 2002r.).

12. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26 sierpnia 2003 r. w sprawie sposobu ustalania wymagań dotyczących nowej zabudowy i zagospodarowania terenu w przypadku braku miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego.(Dz.U. z 2003 r. Nr 164, poz. 1588).
13. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26 sierpnia 2003 r. w sprawie wymaganego zakresu projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego (Dz.U. 2003 Nr 164, poz. 1587),
14. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 28 kwietnia 2004 r. w sprawie zakresu projektu studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy (Dz.U. 2004 Nr 118, poz. 1233),
15. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz.U. Nr 202/2004, poz. 2072 z późn. zm.).

Załącznik nr 2 – Ważniejsze polskie i zagraniczne systemy szkieletowe przedstawia tabela nr 2.1

Tabela nr 2.1. Wybrane systemy szkieletowe

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Sala, 2007]

WAŻNIEJSZE SYSTEMY SZKIELETOWE		
Lp.	Rodzaj systemu	Opis
	1	2
1	Acquire	Jest to system szkieletowy zawierający strukturalizacyjne podejście w mechanizmie pozyskiwania wiedzy. Pozwala na strukturalizację, a następnie kodowanie wiedzy. Wiedza reprezentowana jest w postaci obiektowej oraz w postaci reguł postępowania i tabel decyzyjnych.
2	DecisionScript	Jest to aplikacja typu serwerowego. Posiada elementy szkieletowego systemu ekspertowego. Posiada możliwość pracy w postaci web-serwera. Wewnętrzny system analityczny pozwala na automatyczne rozpoznawanie reguł. Jest dostępna wersja demonstracyjna tego oprogramowania ograniczona czasowo.
3	Expert System Builder	Zawiera moduły edytora pytań, akwizycji wiedzy oraz kreowania interfejsu użytkownika. System ekspertowy jest budowany za pomocą języka naturalnego. Aplikacja jest bezpłatna przy wykorzystaniu do celów edukacyjnych.
4	ExSys	Pakiet oprogramowania złożony z programu głównego ExSys CORVID oraz pakietu rozszerzającego jego możliwości ExSysRuleBooks. ExSys umożliwia interaktywnych aplikacji ekspertowych oraz na publikacji ich jako aplikacje webowe. Logika systemu oparta jest na regułach. System ten charakteryzuje wydajne środowisko programistyczne (język Java) oraz łatwość wdrażania na wielu platformach systemowych.
5	GensymCorporation	Jest to obiektowo zorientowane środowisko graficzne. Oprogramowanie to powstało z myślą o projektowaniu aplikacji do monitorowania, diagnozowania oraz dynamicznego kontrolowania zdarzeń w funkcjonującym lub symulowanym środowisku. Reguły tworzone w tym środowisku wykorzystują ustrukturyzowany język naturalny do określania reguł, procedur oraz modeli. Dzięki budowie modułowej posiada on możliwość równoległego uruchamiania reguł i procedur. Posiada także możliwość uruchamiania w strukturze klient-serwer (opcja dodatkowa).
6	KeyExpert (twórca Krzysztof Pieńkosz)	Wykorzystuje język XML do zapisu wiedzy. Przeznaczony dla systemu Linux. Jest to kompletny system ekspertowy realizujące mechanizmy wnioskowania wstecz. Posiada dość prosty w obsłudze interfejs.

Lp.	1.	2.
7	Nexpert Object	Charakteryzuje się łatwością gromadzenia i uzupełniania wiedzy. Wiedza reprezentowana zarówno w postaci obiektowej jak i regułowej. Powiązanie tych dwóch sposobów reprezentacji wiedzy realizowana jest poprzez warunki i konkluzje reguł, które są atrybutami obiektów oraz działania, które mogą wykonywać poszczególne metody. Reguły mogą podlegać dziedziczeniu w podklasach. Mechanizm wnioskujący tego systemu umożliwia stosowanie rozumowania "do przodu", "do tyłu" oraz mieszane. Możliwa jest także graficzna reprezentacja powiązań pomiędzy regułami oraz śledzenie stanu systemu.
8	System PC-Shell (AiTech Katowice)	Systemem szkieletowy o architekturze hybrydowej. Umożliwia stosowanie różnych metod rozwiązywania problemów i reprezentacji wiedzy. System ten posiada wbudowane dodatkowe narzędzia, takie jak na przykład symulator sieci neuronowej. System ten dzięki strukturze tablicowej umożliwia podział dużej bazy wiedzy na moduły zorientowane tematycznie (tzw. źródła wiedzy).
9	RMSE (Antoni Niederliński)	Rodzina uniwersalnych szkieletowych hybrydowych systemów ekspertowych. Obejmuje takie grupy programów jak: Elementarne dokładne (RMSE_ED) - z logiką arystotelesowską. Rozwinięte dokładne (RMSE_RD) również stosujące logikę arystotelesowską. Rozwinięcie w stosunku do elementarnych polega na dopuszczeniu zagnieżdżenia z negacją: zanegowane wnioski mogą być warunkami innych reguł. Elementarne przybliżone (RMSE_EP) - oparte nana modyfikacji stanfordzkiej algebry współczynników pewności (CF) i niedopuszczające zagnieżdżenia z negacją. Rozwinięte przybliżone (RMSE_RP) - działanie jak wyżej z dopuszczeniem zagnieżdżenia z negacją. W systemie tym możliwe jest wnioskowanie w przód i wnioskowanie wstecz.
10	XpertRule	Wiedza w tym systemie reprezentowana jest w środowisku graficznym w postaci drzew decyzyjnych, tabel zawierających przykłady decyzji oraz ustalonych wzorców reguł. Gotowy projekt może być automatycznie przetłumaczony na język C. Zawiera dodatkowo nowatorskie sposoby optymalizacji takie jak algorytmy genetyczne czy logikę rozmytą.

Załącznik nr 3 – Wybrane języki programowania systemów ekspertowych przedstawione w tabeli 3.1.

Tabela 3.1. Wybrane języki programowania systemów ekspertowych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie literatury

JĘZYKI PROGRAMOWANIA SYSTEMÓW EKSPERTOWYCH		
	Rodzaj języka ekspertowego	Opis
Lp.	1	2
1	LISP (<i>LIS</i> t <i>Processor</i>) [McCarthy J., 1960]	Język programowania oparty na przetwarzaniu list, jednocześnie zorientowany na programowanie funkcyjne. Brak w nim wyraźnego rozróżnienia na wyrażenia i instrukcje. Zarówno kod jaki i dane są zapisywane w postaci wyrażen, których wartości mogą być używane w kolejnych wyrażeniach. Także funkcje napisane w LISP mają postać list, w związku z czym są przetwarzane podobnie jak dane.
2	Snobol (<i>String Oriented Symbolic Language</i>) [Faber, 1964]	Opracowany w latach 70. i 80. XX wieku w Bell Labs. Snobol jest przeznaczony do przetwarzania ciągów znaków przy wykorzystaniu wyrażen regularnych. Język ten znalazł zastosowanie w analizie gramatyk zarówno gramatyk formalnych jak i języków naturalnych.
4	Scheme [Sussman, 1975]	Język programowania podobny w składni do LISP-a. Język ten zawiera podstawowe mechanizmy. Dopiero na ich podstawie możliwe jest zbudowanie bardziej złożonego oprogramowania.
5	OPSS [Forgy, 1981]	OPSS5 został opracowany w 1975 r. na bazie badań Herberta Simona i Allena Newella dotyczących sposobów rozwiązywania problemów przez ludzi. Wykorzystywał regułowy zapis wiedzy w postaci implikacji (JEŻELI... TO...). Był to pierwszy język sztucznej inteligencji, który odniósł sukces komercyjny.
6	Common LISP [Steele, 1984]	Common LISP jest odmianą LISP-a. Był on szeroko stosowany w tworzeniu narzędzi typu rapid prototyping stając się nieoficjalnym standardem w tym zakresie.
7	KKE (<i>Knowledge Engineering Environment</i>) [Kehler, 1984]	KKE jest jako obiektowo zorientowanym środowiskiem inżynierii wiedzy opartym o język LIPS, wykorzystującym jego funkcje i struktury danych.
8	LOOKS (<i>Logic Oriented Organized Knowledge System</i>) [Mizoguchi, 1984]	LOOKS jest systemem reprezentacji wiedzy przeznaczonym do projektowania systemów doradczych korzystających z programowania logicznego.
9	CLIPS (<i>C Language Integrated Production System</i>) [Harrington, 1987]	CLIPS został opracowany przez NASA, jako język przeznaczony do tworzenia systemów ekspertowych. Składnia tego języka przypomina składnię języka LISP. Program w CLIPSie stanowi bazę wiedzy złożoną z faktów i reguł. Mechanizmy wewnętrzne CLIPSa realizują wnioskowanie w przód.

Załącznik nr 4 – Zestawienie symboli występujących w procedurach zapisanych w rozdziale szóstym

Tabela 4.1. Bazy danych występujące w algorytmach i ich krótka charakterystyka.

Źródło: Opracowanie własne

Bazy danych zastosowane w algorytmach		
Lp.	Nazwa bazy danych	Charakterystyka bazy danych
1	BD_Dobi_obp	Baza danych, do której zostają zapisane wyznaczone odległości między istniejącymi a projektowanymi obiektami
2	BD_Dobp_gdz	Baza danych z obliczonymi odległościami pomiędzy obiektami istniejącymi a granicą działki
3	BD_GIS	Baza z danych tworzących cyfrową mapę terenu, zawierająca wszystkie dane o obiektach i ich usytuowaniu
4	BD_inw	Baza danych zawierająca informacje o projektowanej inwestycji, bieżąco aktualizowana w trakcie trwania procesu weryfikacji dokumentacji projektowej na podstawie której generowany jest raport
5	BD_ows	Baza danych zawierająca informację o obiektach wymagających sprawdzenia – czy nie kolidują z zaprojektowaną inwestycją

Tabela 4.2. Bazy wiedzy występujące w algorytmach i krótka charakterystyka.

Źródło: Opracowanie własne

Bazy wiedzy zastosowane w algorytmach		
Lp.	Nazwa bazy wiedzy	Charakterystyka bazy wiedzy
1	BW_MPZP	Baza wiedzy zawierająca reguły systemu ekspertowego opracowane na podstawie Miejscowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego
2	BW_odl	Baza wiedzy, określająca minimalne i maksymalne odległości między analizowanymi obiektami
3	BW_ok	Baza wiedzy, która wskaże obiekty projektowane mogące powodować konflikt w planowaniu przestrzennym (w nawiązaniu do ich wysokości, typu, powierzchni itp.)
4	BW_pwf	Baza wiedzy zawierająca informacje o podstawowych wymogach formalno-prawnych
5	BW_ra	Baza wiedzy określająca obszary do wyszukiwania istniejących obiektów potencjalnie kolidujących z obiektem projektowanym
6	BW_wf	Baza wiedzy zawierająca wymogi formalno-prawne wynikające z obowiązujących przepisów dotyczących weryfikacji dokumentacji projektowej, a przede wszystkim z ustawy Prawo budowlane i rozporządzenia zamieszczonego w załączniku nr 1

Tabela 4.3. Parametry występujące w algorytmach i ich znaczenie.

Źródło: Opracowanie własne

Parametry zastosowane w algorytmach		
Lp.	Nazwa parametru	Charakterystyka parametru
1	LUW_dzi	Parametr określający lokalny układ współrzędnych, na przykład w narożniku działki pod inwestycję
2	LWSP_obi _i	Współrzędne usytuowania istniejących obiektów na analizowanym obszarze obliczone w lokalnym układzie współrzędnych
3	LWSP_obp _i	Współrzędne obiektów projektowanych obliczone w lokalnym układzie współrzędnych
4	D_obp_gdz	Parametr określający odległość pomiędzy obiektem projektowanym a granicą działki
5	D_olz_max	Parametr określający maksymalnie możliwą odchyłką obiektów projektowanych od obowiązującej linii zabudowy
6	D_obi_obp	Parametr określający odległość pomiędzy obiektem istniejącym a obiektem projektowanym
7	D_olz_obp _i	Parametr określający odległość i-tego obiektu projektowanego od obowiązującej linii zabudowy
8	D_nlz_obp _i	Parametr określający odległość i-tego obiektu projektowanego od nieprzekraczalnej linii zabudowy
9	Opi-n	Parametr określający obiekty projektowane od i do n
10	P_bdfpr _i	Parametr określający braki w dokumentacji formalno-prawnej
11	P_d1ok _i	Parametr określający minimalne odległości, powyżej których jest pełna swoboda lokalizacji inwestycji względem granic działki i innych obiektów
12	P_d2ok _i	Parametr określający odległości, poniżej których narzucane są pewne ograniczenia co do lokalizacji inwestycji
13	P_dfpr _i	Parametr określający skład załączników formalno-prawnych znajdujących się w dokumentacji projektowej
14	P_dip _i	Parametr informujący o spełnieniu lub nie spełnieniu warunków odległościowych pomiędzy obiektem istniejącym a projektowanym
15	P_dop _i	Parametr określający odległość obiektu projektowanego od obiektu istniejącego (informacja o tym obiekcie w bazie BD_ok)
16	P_dpgdz _i	Parametr informujący o spełnieniu lub nie spełnieniu warunków odległościowych pomiędzy obiektem istniejącym a granicą działki
17	P_dwdip _i	Parametr informujący o spełnieniu warunków dodatkowych wynikających z zależności od lokalizacji obiektu projektowanego względem istniejącego
18	P_dwdpgdz _i	Informacja o ewentualnych warunkach dodatkowych do spełnienia w zależności od lokalizacji obiektu projektowanego względem istniejącego
19	P_gdz	Parametr zawierający informacje dotyczące działki, na której zlokalizowana jest projektowana inwestycja

Lp.	1.	2.
20	P_ipdz	Parametr odpowiadający za powierzchnię działki przeznaczonej
21	P_ipo	Powierzchnia projektowanych obiektów – powierzchnia obrysu parteru
22	P_ipbc	Parametr dotyczący powierzchnia biologicznie czynnej
23	P_lok	Parametr informujący o lokalizacji inwestycji
24	P_nlz	Parametr nieprzekraczalnej linii zabudowy
25	P_obi _i	Parametr obiektów istniejących
26	P_obp _i	Parametr dotyczący obiektów projektowanych
27	P_obpzt _i	Parametr obiektów znajdujących się na działce przeznaczonej pod inwestycję (obiekty kubaturowe, tereny zielone, parkingi)
28	P_olz	Parametr obowiązującej linii zabudowy
29	P_pzt	Parametr projektu zagospodarowania terenu
30,	P_pko	Suma powierzchni wszystkich kondygnacji nadziemnych obiektów kubaturowych
31	P_ri	Informacja o rodzaju inwestycji
32	P_spcf _i	Wymogi formalno-prawne
33	P_strmp _i	Parametr informujący o tym w jakich strefach znajdują się poszczególne obiekty projektowane
34	P_wpstr _i	Parametry podstawowe, uzależnione od strefy, w której jest zlokalizowana inwestycja
35	P_wpbr _i	Parametry informujące o uchybieniach względem podstawowych założeń MPZP
36	P_wdstr _i	Parametr dodatkowych wymagań określonych w MPZP, uzależnionych od strefy i rodzaju inwestycji (na przykład badania geologiczne, pozytywna opinia konserwatora zabytków czy inne)
37	P_wdbr _i	Parametry informujące o uchybieniach względem dodatkowych wymagań określonych w MPZP
38	P_w1d _i	Warunki dodatkowe występujące, gdy odległość zawiera się w przedziale od P_d1oki do P_d2oki
39	p_w2d _i	Warunki dodatkowe występujące gdy odległość zawiera się w przedziale od P_d2oki do P_d3oki
40	P_wpdz	Powierzchnia działki przeznaczonej pod inwestycję według MPZP
41	P_wspg _i	Parametr - współrzędne globalne poszczególnych obiektów inwestycji, które brane są pod uwagę w procesie analizy względem MPZP
42	P_za	Zakres strefy analizy określany w zależności od typu projektowanych obiektów pomiędzy obiektami projektowanymi a istniejącymi

Lp.	1.	2.
43	W_ipbc	Wskaźnik minimalnej powierzchni biologicznie czynnej inwestycji
44	W_iiz	Wskaźnik intensywności zabudowy inwestycji
45	W_wpz	Wskaźnik maksymalnej powierzchni zabudowy według MPZP
46	W_wpbc	Wskaźnik minimalnej powierzchni biologicznie czynnej określany na podstawie MPZP
47	W_wiz	Wskaźnik intensywności zabudowy określany na podstawie MPZP
48	W_ipz	Wskaźnik powierzchni zabudowy inwestycji

Załącznik nr 6 – Postanowienie o obowiązek uzupełnianiu braków

Organ administracji
architektoniczno-budowlanej

Znak sprawy: WGB.322/2012

Nowy Sącz, dnia 30 sierpnia 2012 roku

POSTANOWIENIE

Na podstawie art. 35 ust. 3 w związku z art. 82 ust. 1 i ust. 2 ustawy z dnia 7.07.1994r. - Prawo budowlane (Dz. U. z 2010 r. Nr 243, poz. 1623, z późn. zm.) oraz art. 123 ustawy z dnia 14.06.1960r.- Kodeks postępowania administracyjnego (Dz.U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071, z późn. zm.)

po rozpatrzeniu wniosku **Pana Jana Nowaka** zam. ul. Westerpatte 52/2B; 33-300 Nowy Sącz o pozwolenie na budowę z dnia 07 czerwca 2012 roku

nakładam

na inwestora **obowiązek usunięcia w terminie 30 dni** (licząc od daty otrzymania niniejszego postanowienia) niżej wskazanych nieprawidłowości.

Projekt budowlany należy:

uzupełnić o kopie wpisu do izby inżynierów budownictwa aktualną na dzień opracowania projektu,

UZASADNIENIE

W dniu 07 czerwca 2012 roku wpłynął do tutejszego urzędu wniosek inwestora w sprawie wydania decyzji o pozwolenie na budowę „budynku mieszkalnego jednorodzinnego, wolnostojący, parterowy z poddaszem użytkowym wraz z infrastrukturą techniczną na dz. nr 402/3, obręb Świdnik, gmina Łososina Dolna ”.

Po przeanalizowaniu dostarczonych dokumentów ustalono, że dokumentacja projektowa zawiera braki nieprawidłowości, które zostały wyszczególnione w punkcie 1 niniejszego postanowienia.

Mając na uwadze powyższe orzeczono jak w sentencji.

Na niniejsze postanowienie nie przysługuje zażalenie.

Pouczenie:

Niewykonanie w wyznaczonym terminie, obowiązku określonego w niniejszym postanowieniu spowoduje wydanie decyzji o odmowie zatwierdzenia projektu i udzielenia pozwolenia na budowę.

Otrzymują:

1. Adresat
2. a/a

Załącznik nr 7 – Wezwanie do uzupełniania braków

Nowy Sącz, dnia 30 sierpnia 2012 r.

pieczęć organu administracyjnego

Aleksandra i Marcin Jawor
zam. ul. Śliczna 5
33-300 Nowy Sącz

Nasz znak: WGB.343/2012

Po zapoznaniu się z dokumentami załączonymi do wniosku dotyczącego wydania decyzji o pozwolenia na budowę „budynku mieszkalnego jednorodzinnego zlokalizowanego na działce nr 72/10 wraz infrastrukturą techniczną” - działając na podstawie art. 64 § 2 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. - Kodeks postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071, z późn. zm.),

W Z Y W A M

Inwestora - w terminie 7 dni licząc od daty otrzymania niniejszego pisma do dostarczenia oświadczenia o posiadanym prawie do dysponowania nieruchomością na cele budowlane dla działki objętej planowaną inwestycją.

Jednocześnie informuję, że niezuzupełnienie wniosku w podanym wyżej terminie spowoduje pozostawienie wniosku bez rozpatrzenia.

Otrzymują:

1. Adresat
- 2 a/a