

**KONCEPCJA CIĄGŁEJ I JEDNOLITEJ DOKUMENTACJI PRZESTRZENI
MIASTA I JEJ ZASTOSOWANIE W ZARZĄDZANIU KRYZYSOWYM**

**THE CONCEPTION OF A CONTINUOUS AND HOMOGENOUS
DOCUMENTATION OF THE URBAN SPACE AND ITS APPLICATION
IN CRISIS MANAGEMENT**

Konrad Eckes

Katedra Geomatyki, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie

SŁOWA KLUCZOWE: system informacji o terenie, modelowanie budowli, relacje przestrzenne, analizy w GIS, zarządzanie kryzysowe

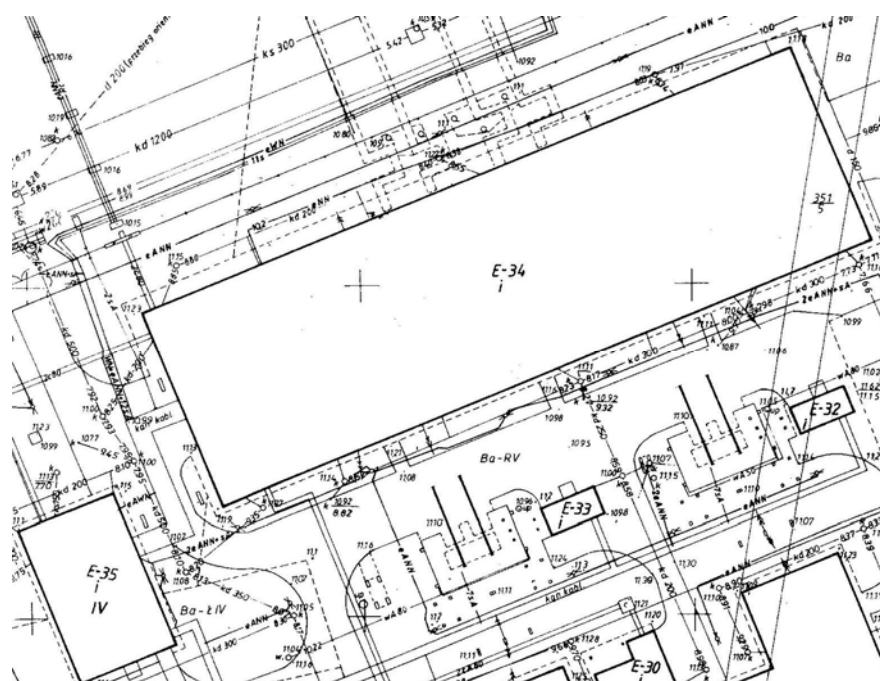
STRESZCZENIE: Stosowane obecnie powszechnie zasady dokumentowania terenu i zabudowy nie zapewniają ciągłości odwzorowywania przestrzeni realnej. Budynki są reprezentowane na mapie wyłącznie przez ich obrys i zawierają wewnątrz puste pola (rys. 1). Te pola tworzą strefy nieciągłości w obrazie mapy wielkoskalowej i powierzchnia tych stref może osiągać wartość nawet do 30 % powierzchni mapy. Przestrzeń budynków jest dokumentowana oddzielnie. Taka sytuacja stwarza dezintegrację opisu terenu i budynków. Istnieje wiele zadań, w których konieczne jest ustalanie relacji pomiędzy wnętrzem budynku, elewacją budynku a otaczającym terenem, między innymi w podejmowaniu decyzji w zarządzaniu kryzysowym. W celu zintegrowania opisu wnętrza budowli z opisem otaczającego terenu - w niniejszej pracy zaproponowano rozszerzenie funkcji systemu informacji o terenie o dokumentowanie wewnętrznej przestrzeni zabudowy. Taki sposób dokumentowania zapewnia ciągłość opisu przestrzeni, jednolitość technologii oraz przechowywanie dokumentacji w tym samym miejscu. Ponadto taki sposób dokumentowania, bazujący na technologii GIS, umożliwia wykonywanie wielu analiz z wykorzystaniem narzędzi systemowych. Zapis geometrii wnętrza budowli, dokonany zgodnie z zasadami technologii GIS, pozwolił na wykonanie szeregu analiz dla celów zarządzania kryzysowego. Wyniki tych analiz zostały przedstawione na rysunkach 2, 3, 4 i 5. W niniejszej pracy została dodatkowo zaproponowana koncepcja „mikromapy”. Mikromapa jest specyficzną dokumentacją elementów budowli zapisaną zgodnie z zasadami technologii GIS. Koncepcja mikromapy może znaleźć zastosowanie nie tylko w zarządzaniu kryzysowym, lecz także może mieć szerokie zastosowanie praktyczne jako alternatywne i wszechstronne narzędzie dokumentowania przestrzeni zabudowy.

**1. OBIEKTY BUDOWLANE JAKO ELEMENTY NIECIĄGŁOŚCI
W DOKUMENTOWANU ZAGOSPODAROWANIA TERENU**

Obowiązujące przepisy pomiaru obiektów budowlanych oraz ich dokumentowania w wielkiej skali na mapie zasadniczej miasta lub zakładu przemysłowego przewidują pomiar konturu budynku na poziomie przyziemia oraz wizualizację tego konturu

z lakonicznym oznaczeniem numeru adresowego, funkcji i liczby kondygnacji (Instrukcja K-1, 1995).

Taka zasada odwzorowania terenu i jego zagospodarowania – na mapach wielkoskalowych, chociaż jest powszechnie akceptowana – budzi duże zastrzeżenia z punktu widzenia ciągłości odwzorowywania przestrzeni. Praktycznym efektem przerywania ciągłości dokumentowania terenu są obrazy obrysu budynków, tworzące wewnątrz pozostawione puste pola („białe plamy”), zawierające jedynie kilka oznaczeń alfanumerycznych (rys. 1). Na podstawie przybliżonych ocen można wyznaczyć, że w terenach o wysokim stopniu gęstości zabudowy – w miastach lub dużej gęstości hal przemysłowych – obszary zabudowane mogą dochodzić nawet do 30% powierzchni terenu.



Rys. 1. Obowiązujące zasady dokumentowania terenu i budynków na mapach wielkoskalowych wykazują brak ciągłości dokumentowania przestrzeni. Odwzorowaniu podlegają jedynie kontury budowli, z pozostawieniem pustych pól w ich wnętrzu

Obiekty budowlane posiadają własne dokumentacje, jednak o znacznie zróżnicowanym zakresie szczegółowości - w zależności od wieku, funkcji, przepisów budowlanych i stanu konserwacji budowli. Dla pewnej dużej grupy budowli szczegółowe dokumentacje w ogóle nie istnieją.

Z wymienionych wyżej zasad opisu terenu i jego zagospodarowania można wyprowadzić następujące wnioski:

- kontur budowli jest granicą nieciągłości dokumentowania przestrzeni,
- wewnątrz konturu stosowana jest dokumentacja budowlana, na zewnątrz konturu stosowana jest dokumentacja geodezyjna w postaci mapy wielkoskalowej,
- obydwie dokumentacje przechowywane są w różnych miejscach.

W czasach obecnych prowadzone są szerokie badania nad dokumentowaniem i wizualizacją przestrzeni budynków za pomocą różnych technik i języków formalnych. Wagę znacznego zainteresowania tą problematyką podkreśla fakt, że dotyczy ona obiektów o dominującej wartości materialnej. Wymienione badania nie rozwiązują ważnego problemu – relacji pomiędzy otoczeniem budowli i jej wnętrzem.

2. PRZEGLĄD TYPOWYCH RELACJI POMIĘDZY BUDOWLĄ, JEJ WNIĘTRZEM I OTOCZENIEM

Jeżeli założymy w przybliżeniu, że prosty budynek można opisać:

- od strony zewnętrznej za pomocą płaszczyzn elewacji, połąci dachu i widocznych na zewnątrz drzwi wyjściowych i otworów okiennych,
- od strony wewnętrznej za pomocą brył izb i środków komunikacji pionowej pomiędzy kondygnacjami,

to właśnie elewacje wraz z naturalnymi otworami będą odgrywały podstawową rolę w ustalaniu relacji pomiędzy wnętrzem budynku a jego otoczeniem. Można wyróżnić cztery grupy takich relacji:

Pierwszą grupę relacji stanowi identyfikacja obiektów na elewacji z odpowiadającymi im pomieszczeniami wewnętrznymi. Taka identyfikacja pozwala odpowiedzieć na pytanie – do jakiej izby, i w dalszym rozwinięciu zadania, do jakiego mieszkania należy wskazane okno. Takie pytanie można postawić w przypadku zauważenia źródła niebezpieczeństwa zagrażającego mieszkańcom. Innym pytaniem z grupy identyfikacji jest ustalenie wszystkich okien należących do danego mieszkania, od strony różnych elewacji – w celu podjęcia decyzji logistycznych o sposobie ewakuacji mieszkańców.

Druga grupa relacji dotyczy czynników geograficznych i klimatycznych. W tych przypadkach możemy stawiać pytania o spełnienie warunków należytego oświetlenia wnętrza mieszkań światłem słonecznym, z uwzględnieniem stron świata i budowli znajdujących się w najbliższym sąsiedztwie. Relacje klimatyczne odpowiadają na pytania o wystawienie przykładowej elewacji na działanie wiatru, zacinanie deszczu, a także odpowiadają na pytania o zasięg utrzymującej się wilgoci lub o strefę braku należytej wymiany powietrza.

Trzecią grupę relacji stanowią uciążliwości natury antropogenicznej. Należą do nich przede wszystkim: hałas i zanieczyszczenia powietrza.

Czwarta grupa relacji dotyczy zarządzania kryzysowego. W tej obszernej grupie relacji czołową rolę odgrywają logistyka oraz poszukiwanie dróg dotarcia z pomocą i dróg ewakuacji. Szczegółowa analiza zadań tej grupy zostanie przedstawiona w dalszej części niniejszej pracy.

3. KONCEPCJA ROZSZERZENIA FUNKCJI SYSTEMU INFORMACJI O TERENIE O DOKUMENTOWANIE WEWNĘTRZNEJ PRZESTRZENI OBIEKTÓW

Na tle przedstawionej sytuacji, że kontur budowli jest strefą nieciągłości dokumentowania przestrzeni i jest jednocześnie granicą różnicującą zarówno technologię opisu przestrzeni oraz miejsce przechowywania dokumentacji – w niniejszej pracy jest przedstawiona koncepcja rozszerzenia funkcji systemu informacji o terenie o dokumentowanie wewnętrznej przestrzeni obiektów. Niniejsza koncepcja zakłada taki opis terenu i jego zagospodarowania, który posiada następujące cechy:

1. Jest opisem ciągłym, proponowany opis eliminuje pusta pola wewnątrz konturów budowli.
2. Opis wnętrza budowli i jej otoczenia jest realizowany za pomocą tej samej technologii GIS.
3. Opis wnętrza budowli i jej otoczenia jest przechowywany w tym samym miejscu.

Cecha pierwsza proponowanego opisu przestrzeni wskazuje na rozszerzenie zakresu tego opisu. Dokumentowanie przestrzeni nabiera cech ciągłości – tak jak cechą ciągłości posiadają zjawiska przyrodnicze i fizyczne, znajdujące się w otoczeniu budowli i posiadające względem tej budowli różne relacje.

Za pomocą technologii GIS można tworzyć poglądowe dokumentacje wnętrza budowli. Takie uproszczone rysunki dokumentacji mogą być zrozumiałe dla wszystkich użytkowników określających relacje pomiędzy wnętrzem budowli i jej otoczeniem. Technologia GIS, która jest podstawowym narzędziem geodety, może być w łatwy sposób zaadoptowana do dokumentowania wnętrza budowli. Wykonywanie pomiarów inwentaryzacyjnych wnętrza budowli jest jednym z typowych zadań geodezyjnych i opracowanie wersji uproszczonej dokumentacji nie powinno nastęczać trudności.

Z praktycznego punktu widzenia, a na pewno w zarządzaniu kryzysowym korzystne jest, jeżeli dokumentacja budowli i jej otoczenia będzie przechowywana w jednym miejscu. W sytuacji awaryjnej nie ma czasu na poszukiwanie dokumentacji zabudowy i kojarzenie jej z dokumentacją kartograficzną.

Zastosowanie narzędzi GIS, bazujących na topologii przestrzeni, pozwala na sprawne wykonywanie wielu analiz, bazujących na relacjach pomiędzy wnętrzem budowli, jej elewacją i zewnętrznym otoczeniem.

Zaproponowana koncepcja dokumentowania wnętrza budowli jest kontynuacją pracy autora (Eckes, 1996), która zakładała łańcuchowy model organizacji informacji przestrzennej. Taki model przewidywał hierarchię opisu przestrzeni. W tym przypadku, na poziomie opisu terenu, pojawia się równorzędny zapis wnętrza budowli. Natomiast dla złożonych obiektów przemysłowych mogą być stosowane dalsze poziomy opisu hierarchicznego.

4. MODELOWANIE PRZESTRZENI BUDOWLI W GIS DLA CELÓW WSPOMAGANIA DECYZJI W ZARZĄDZANIU KRYZYSOWYM

W pracy (Eckes, 2008a) przedstawiono kilka przykładów, w których uwzględniono relacje z pierwszych trzech grupa zadań. W takich przypadkach, w warunkach normalnego

funkcjonowania miasta, aspekty czasowe w podejmowaniu decyzji są adekwatne do stopnia ważności sprawy. Natomiast dla czwartej grupy relacji, w zarządzaniu kryzysowym – aspekty czasowe nabierają szczególnej wagi.

Poza aspektem czasowym szczególną rolę w zarządzaniu kryzysowym w mieście odgrywa dostarczanie dokumentacji przestrzennej o terenie miasta i jego zagospodarowaniu w postaci pełnej, zintegrowanej, pogładowej i zrozumiałej dla wszystkich uczestników związanych z zarządzaniem i akcją ratowniczą.

W warunkach geograficznych i klimatycznych naszego kraju, gdzie klęski żywiołowe występują na szczęście niezbyt często – trudno jest jednoznacznie zweryfikować działanie systemu obiegu informacji o przestrzeni w warunkach ekstremalnych. Natomiast na podstawie oceny działania tego systemu w warunkach normalnego funkcjonowania można wyprowadzić wnioski o istotnych zastrzeżeniach w stosunku do stopnia integracji dokumentowania terenu miasta i przestrzeni jego zabudowy. Dlatego właśnie badania dotyczące tej integracji mogą mieć duże znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa miasta.

4.1. Typowe relacje przestrzenne pomiędzy zabudową i otoczeniem – w zarządzaniu kryzysowym

W zarządzaniu kryzysowym w relacjach pomiędzy zabudową i terenem – czołową rolę odgrywa logistyka oraz ustalanie dróg dotarcia z pomocą i dróg ewakuacji. Z logistycznego punktu widzenia można wyróżnić tutaj trzy typowe przypadki:

- źródło zagrożenia powstało na zewnątrz zabudowy (na przykład powódź),
- źródło zagrożenia powstało wewnątrz zabudowy (na przykład pożar),
- kształt zabudowy uległ zmianie, uszkodzeniu uległa część zabudowy lub cała zabudowa została zniszczona i jest podjęta akcja ratownicza poszukiwania ludzi i przebijania dróg ewakuacji (na przykład w przypadku wystąpienia znacznych szkód górniczych).

We wszystkich trzech przypadkach występuje problem dotarcia z pomocą do mieszkańców i ich ewentualna ewakuacja. Wskazuje to na bardzo ważne relacje pomiędzy wnętrzem budynku, a jego otoczeniem. Taka dwustronna komunikacja może się odbywać w zależności od sytuacji następującymi sposobami:

- korzystanie z normalnych ciągów komunikacyjnych budynku (korytarze, klatki schodowe, drzwi wejściowe),
- korzystanie z awaryjnych ciągów komunikacyjnych (włazy i schody zewnętrzne),
- korzystanie z naturalnych otworów w elewacji, którymi są okna,
- przebijanie się przez ściany budowli w stanie katastrofalnego zniszczenia oraz przebijanie się przez przestrzeń wypełnioną gruzowiskiem.

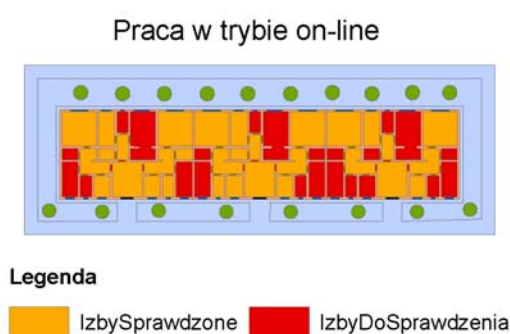
W niniejszej pracy zostaną przedstawione przykłady analiz w GIS, wspomagające decyzje w zarządzaniu kryzysowym, które praktycznie ilustrują powyższą tematykę. Wszystkie zadania praktyczne zostały rozwiązane za pomocą systemu ArcGIS 9 firmy Environmental Systems Research Institute, Redlands, USA.

Poza typowymi, konkretnymi zadaniami podstawową rolę w zarządzaniu kryzysowym odgrywa natychmiastowe dostarczenie pełnej dokumentacji terenu i przestrzeni zabudowy - dla planowania i kierowania akcją ratowniczą oraz bieżącego śledzenia jej przebiegu. W tym przypadku zadanie polega na niezwłocznym dostarczeniu dokumentacji o terenie

i jego zagospodarowaniu. Praca ze zintegrowanym opisem terenu i wnętrza budowli może odbywać się w czasie rzeczywistym (rys. 2).

4.2. Analizy dróg ewakuacyjnych w przypadku zagrożenia powstałego na zewnątrz budynku

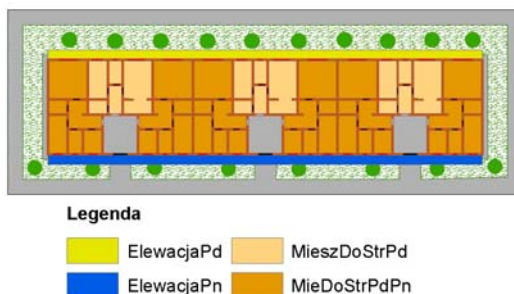
Typowym przykładem zagrożenia powstałego na zewnątrz budynku jest klęska powodzi. Cechą charakterystyczną takiej klęski jest zazwyczaj rozległość zjawiska i ewakuacja przy pomocy służb ratowniczych i sprzętów, które muszą przybyć do rejonu zagrożonej zabudowy i dokonać sprawnej ewakuacji wszystkich mieszkańców.



Rys. 2. Przykładowy fragment dokumentacji integrującej opis przestrzeni zabudowy i terenu. Rysunek przedstawia przykładowy stan bieżący sprawdzania pomieszczeń w celu ewakuacji kompletu mieszkańców danej kondygnacji w czasie klęski powodzi

Przy wysokich stanach wód zazwyczaj odcięte są drogi ewakuacji przez drzwi wejściowe budynków. Ewakuację mieszkańców wykonuje się przez okna. Logistyka akcji zaopatrzenie wszystkim mieszkańcom danej kondygnacji lub ewakuować ludzi ze wszystkich mieszkań. W odpowiedzi na to pytanie została wykonana analiza, której wyniki przedstawia rysunek 3.

Analiza odpowiada na pytanie, czy istnieje jakaś elewacja budynku, do której przylega przynajmniej jedno okno od każdego mieszkania danej kondygnacji. W wyniku analizy ustalono, że warunek ten spełnia elewacja południowa (na rysunku od strony górnej). Analizę przeprowadzono za pomocą narzędzia *Wybierz Według Położenia*, w którym korzystano z relacji przyległości okien mieszkań do elewacji południowej. Dla typowych i powtarzalnych bloków mieszkalnych z wielkiej płyty, tworzących rozległe osiedla miast w latach 70-tych i 80-tych, opisana analiza jest prosta i dla wielu bloków może dawać podobne wyniki. Natomiast może być szczególnie przydatna w ustalaniu logistyki akcji ratowniczej w przypadku tradycyjnej zabudowy miasta lub współczesnych budynków o nietypowych kształtach konturu przyziemia.



Rys. 3. Wynik analizy, która odpowiada na pytanie dotyczące akcji ratowniczej w czasie klęski powodzi. W wyniku analizy ustalono, że do elewacji południowej budynku (od strony górnej konturu) przylega jedno okno (lub więcej) wszystkich mieszkań danej kondygnacji. Taka sytuacja stwarza ułatwienie logistyczne dla akcji ratowniczej

4.3. Analiza dróg ewakuacyjnych w przypadku zagrożenia powstałego we wnętrzu budynku

Typowym zagrożeniem powstającym we wnętrzu budynku jest pożar. Rysunek 4 przedstawia analizę dróg ewakuacyjnych w przypadku pożaru powstałego w jednym pomieszczeniu, w segmencie bloku mieszkalnego. Zagrożenie to wykazuje tendencję do rozszerzania się, rozpoczynając od fazy początkowej (rys. 4, po lewej) – opanowuje kolejne pomieszczenia (rys.4, w środku i po prawej). Z punktu widzenia zagrożenia bezpieczeństwa mieszkańców bardzo istotne jest ustalenie - jak w kolejnych fazach propagacji zagrożenia kształtuje się przestrzeń ewakuacji, jak zmniejsza się ta przestrzeń i w jakich krytycznych momentach następuje odcięcie dróg ewakuacyjnych. W każdej chwili mamy tutaj do czynienia z dwoma stykającymi się obszarami:

- z obszarem zagrożeń, które narasta sukcesywnie; jego propagacja jest ukierunkowana na kolejne pomieszczenia przyległe,
- ze zmniejszającą się przestrzenią ewakuacji, której węzłem są drzwi wejściowe i klatka schodowa.

Dla każdego stanu zagrożenia można ustalić strategię ewakuacji. Taką procedurę można nazwać „grą ewakuacyjną” i dla tej gry został opracowany odpowiedni algorytm postępowania.

Z praktycznego punktu widzenia korzystnie jest założyć dyskretną formę propagacji zagrożenia i rozpatrywać tę propagację w etapach. Granicę przejścia do następnego etapu może wyznaczać fakt opanowania przez zagrożenie kolejnych przyległych pomieszczeń. Każdemu etapowi zagrożenia będzie odpowiadać ustalenie aktualnej przestrzeni ewakuacji. Takie postępowanie posiada cechę gry strategicznej, w której każdemu działaniu odpowiada ustalenie zakresu dopuszczalnych manewrów. Rysunek 4 pokazuje schematycznie przebieg analizy (gry ewakuacyjnej) wykonanej w 3-ch etapach za pomocą narzędzi GIS.

Formalny zapis analizy (gry ewakuacyjnej) przedstawia poniższy algorytm.

Algorytm 1 – strategia wyznaczania przestrzeni ewakuacji

Inicjacja algorytmu

Wskaż pomieszczenie, w którym powstało zagrożenie i przyjmij je jako bieżący stan zakresu zagrożenia

Procedura 1

Wskaż drzwi wejściowe budynku i za pomocą narzędzia selekcji według położenia rozpoznaj pomieszczenia przyległe wewnątrz budynku

W edycji połącz rozpoznane obiekty przyległe (także znajdujące się na różnych warstwach) w jedną wspólną przestrzeń ewakuacji

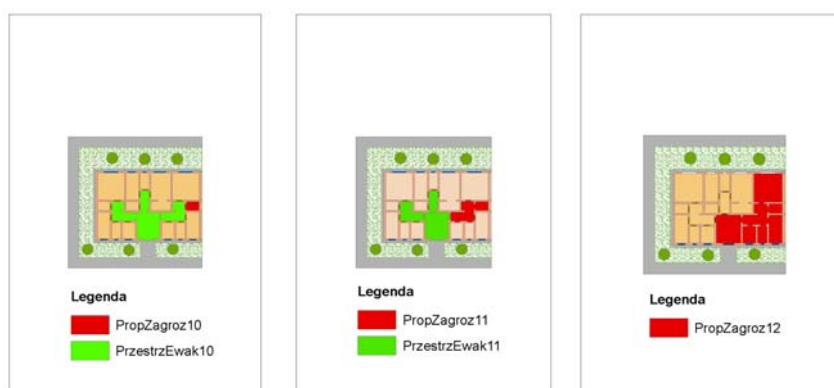
Powtarzaj powyższe działania niniejszej procedury do osiągnięcia stanu, w którym przestrzeń ewakuacyjna zetknie się z bieżącym stanem zakresu zagrożenia

Procedura 2

Przejdź do następnego etapu propagacji zagrożenia. Rozpoznaj otoczenie bieżącego stanu zakresu zagrożenia

W edycji połącz rozpoznane obiekty przyległe z dotychczasowym stanem zakresu zagrożenia

Powtarzaj kolejno **Procedurę 1** i **Procedurę 2** do stanu, w którym zagrożenie obejmuje taki obszar, że ustalenie przestrzeni ewakuacji nie będzie możliwe



Rys. 4. Analiza dróg ewakuacyjnych w przypadku wystąpienia pożaru w segmencie typowego bloku mieszkalnego. Zagrożenie w fazie początkowej nie ogranicza dróg ewakuacyjnych ze wszystkich pozostałych izb kondygnacji (po lewej). W wyniku rozprzestrzeniania się ognia została odcięta droga ewakuacyjna przez klatkę schodową dla kompletu izb mieszkania; droga ewakuacyjna dla dwóch pozostałych mieszkań nie została odcięta (rys. w środku). Gdy nastąpiła dalsza propagacja ognia (w tym także do klatki schodowej) - zagrożenie objęło cały obszar mieszkania po prawej, a dla dwóch pozostałych mieszkań została odcięta naturalna droga ewakuacji (rys. po prawej)

Z przebiegu **Algorytmu 1** można zauważyć, że **Procedura 2** zakłada łańcuchowe powiększanie się obszaru zagrożenia zawsze o najbliższe pomieszczenia przyległe, o jeden kolejny krok, natomiast **Procedura 1** wykonuje tyle kroków, na ile pozwala bieżąca sytuacja – styk przestrzeni ewakuacji z zakresem zagrożenia przerywa **Procedurę 1**.

Tę procedurę można ulepszyć, tak aby ona kontynuowała sekwencję i poszukiwała w układzie izb alternatywnych kierunków narastania przestrzeni ewakuacji, także przez okna. W tym celu należy zatrzymać powiększanie się przestrzeni ewakuacji na granicy styku z obszarem zagrożonym (na rysunku 4 – na granicy drzwi wejściowych do mieszkania z klatki schodowej), a kontynuować narastanie przestrzeni ewakuacyjnej w mieszkaniach niezagrażonych. Taką blokadę można osiągnąć za pomocą narzędzia *Erase (Usuń)*. To narzędzie pozwoli usunąć z listy potencjalnych pomieszczeń przyległych, w procesie budowania przestrzeni ewakuacyjnej – strefę już zagrożoną.

W przypadku niemożliwości zbudowania przestrzeni ewakuacyjnej w relacji do drzwi wejściowych budynku i klatki schodowej, takie przestrzenie można budować w relacji do innych naturalnych otworów w elewacji, którymi są okna (lub drzwi balkonowe).

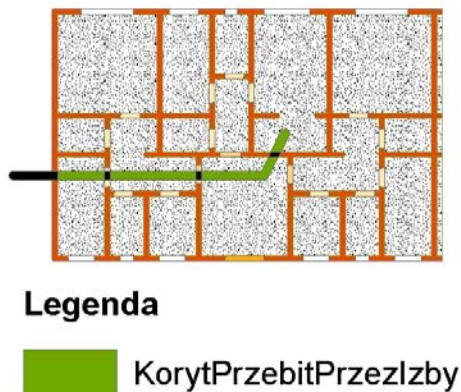
4.4. Tworzenie dróg ewakuacji w przypadkach katastrofalnych zniszczeń budowli

Przyczynami katastrofalnych zniszczeń budowli mogą być ruchy tektoniczne, zjawiska klimatyczne, wypadki wojenne lub działalność terrorystyczna. Te przyczyny są niestety stale obecne w wielu krajach. W naszym środowisku występują (na szczęście rzadko) katastrofy budowlane, a także uszkodzenia lub zniszczenia budynków wywołane przez szkody górnicze.

Przypadki katastrofalnych zniszczeń budowli są przypadkami ekstremalnymi i charakteryzują się przede wszystkim dwoma cechami:

- następuje dramatyczna zmiana kształtu części lub całości wnętrza budowli,
- zostają zazwyczaj odcięte wszelkie drogi ewakuacyjne.

W takiej sytuacji szczególnej wagi nabiera natychmiastowy dostęp do dokumentacji wnętrza budowli w celu systemowego przeszukania ocalałych pomieszczeń i przebijania dróg ewakuacji. Rysunek 5 przedstawia analizę tworzenia korytarza ewakuacyjnego. Zaplanowany wariant korytarza przechodzi przez zewnętrzną ścianę nośną, przez ścianę działową oraz przez rumowiska zalegające w kilku pomieszczeniach. Rysunek korytarza został utworzony jako bufor osi przebitki. Z bazy danych, sprzężonej z warstwą bufora, można uzyskać dane geometryczne fragmentów korytarza przecinającego kolejne przeszkody. Dla przykładu można przytoczyć dane z rysunku 5, że korytarz o szerokości około 0.4 m, na łącznej długości 8.3 m przechodzi przez pomieszczenie wypełnione rumowiskiem. Przyjmując odpowiednie współczynniki wagowe nakładu pracy niezbędnego do przebijania ścian i usuwania rumowisk i przemnażając te jednostkowe współczynniki przez realne wymiary przeszkód – możemy określić liczbowo łączny nakład pracy niezbędny do utworzenia danego korytarza ewakuacyjnego. Będzie wtedy możliwe porównywanie różnych wariantów tworzenia dróg ewakuacyjnych.



Rys. 5. Analiza dotycząca tworzenia wariantowej drogi ewakuacyjnej w przypadku katastrofalnego zniszczenia budowli - umożliwiająca ocenę nakładu prac niezbędnych do przebicia korytarza przez ścianę nośną, ścianę działową oraz rumowiska zalegające w izbach

5. KONCEPCJA MIKROMAPY JAKO DOKUMENTACJI ELEMENTÓW BUDOWLI Z WYKORZYSTANIEM TECHNOLOGII GIS

W załączonych przykładach, a także w wielu innych przypadkach analiz relacji wnętrza budowli i jego otoczenia dużą rolę odgrywa znajomość składu materiałowego i wyposażenia elementów budowli. Oczywiście takie dane powinny być zawarte w dokumentacji budowlanej (o ile taka istnieje). Jednak taka dokumentacja posiada postać analogową zwykłego rysunku, a jeżeli nawet jest zapisana w edytorze graficznym to nie ma możliwości wykonywania w takim zapisie analiz.

Nasuwa się więc koncepcja zapisu składu materiałowego i wyposażenia wybranych elementów budowli, jak elewacji lub ścian wewnętrznych budynku, z wykorzystaniem technologii GIS. W ten sposób można zarejestrować: szczegółowy skład materiałowy wybranej ściany, naturalne otwory jak drzwi, okna oraz kompletną instalację z uzbrojeniem. Taki zapis proponuje się nazwać „mikromapą”. Genezą koncepcji mikromapy jest projekt podany przez autora w pracy (Eckes, 1996). W tej pracy został zaproponowany łańcuchowy model organizacji informacji przestrzennej, który przewidywał hierarchię w organizacji zapisu przestrzeni. W tym przypadku hierarchia polega na tym, że łańcuch zapisu budowli obejmuje jej kontur, potem wnętrze, a następnie elementy składowe.

W zarządzaniu kryzysowym mikromapa dostarcza gotowej wiedzy o elementach składowych budowli (nie wymaga jej wyszukiwania), pozwala na przechowywanie szczegółowych danych o budynku - w jednym miejscu i w jednolitej technologii. W przypadku wystąpienia konieczności przebijania korytarza ewakuacyjnego – mikromapa może odegrać decydującą rolę w wyborze wariantu i może w znacznym stopniu przyspieszyć akcję ratowniczą.

Koncepcja mikromapy może mieć szereg innych zastosowań. Jako warstwy mikromapy mogą być zapisane dane trwałe lub okresowe: własności fizyczne i chemiczne oraz rozkład zjawisk fizycznych na elewacji lub w ścianie wewnętrznej. Szeroki zestaw warstw mikromapy został przedstawiony w pracy (Eckes, 2008b).

Z przytoczonego tutaj szerokiego zakresu zastosowań mikromapy można wyprowadzić wniosek, że taki sposób dokumentowania elementów przestrzeni zabudowy jest wyzwaniem do podjęcia badań nad jego szerokim wykorzystaniem.

Autor stawia wniosek, żeby zarówno zapis wewnętrznej przestrzeni obiektów powiązany z systemem informacji o terenie jak również mikromapa - stały się standardami, rozszerzającym zakres informacyjny systemuliteratura

6. LITERATURA

ArcGIS 9, 2004: Users' Manuals. Environmental Systems Research Institute, Redlans, USA.

Eckes K., 1996: A chain model of the spatial information organization. *Proceedings of the Fifth Seminar on European Land Information Systems ELIS'96*, Warsaw, Poland, s. 156-159.

Eckes K., 2008a: Rozszerzenie funkcji systemu informacji o terenie o dokumentowanie wewnętrznej przestrzeni obiektów. *Roczniki Geomatyki (Annals of Geomatics)*, Polskie Towarzystwo Informacji Przestrzennej, Tom VI, Z. 4, s. 35-43.

Eckes K., 2008b: Modelowanie przestrzeni budowli w GIS dla celów wspomagania decyzji w zarządzaniu kryzysowym. *Roczniki Geomatyki (Annals of Geomatics)*, Polskie Towarzystwo Informacji Przestrzennej, Tom VI, Z. 5, s. 31-38.

Instrukcja K-1, 1995: System informacji o terenie. Podstawowa mapa kraju. *Państwowa Służba Geodezyjna i Kartograficzna*, wyd. III, Warszawa.

**THE CONCEPTION OF A CONTINUOUS AND HOMOGENOUS
DOCUMENTING OF THE URBAN SPACE AND ITS APPLICATION
IN CRISIS MANAGEMENT**

KEY WORDS: land information system, modelling of buildings and structures, spatial relations, analyses in GIS, crisis management

SUMMARY: The rules of providing land and urban documentation, which are presently generally applied, do not ensure the continuity in real space reproducing. Buildings are represented on the map exclusively by their outlines, and they contain empty areas inside them (Fig. 1). Those areas form zones of discontinuity in the great-scale map image, while their surface can reach up to 30% of the whole map surface. The building space is documented separately. Such a situation contributes to the disintegration of the description of land and buildings. There are many tasks, where it is necessary to determine relations between the building interior, elevation and the surrounding area. Some of those tasks concern decision making in crisis management. In order to integrate the building interior description with the description of the surrounding area, it is proposed in this work to extend the function of land information system by documenting of internal space of objects. This way of documenting provides a continuity of the space description, a uniformity of technology, and allows storing documentation in the same place. In addition, such way of documenting, based on GIS technology, makes it possible to perform many analyses using system tools. The record of the building interior geometry, performed in accordance with GIS technology, allowed performing a number of analyses for crisis management purposes. Results of those analyses were shown in Figures 2, 3, 4, and 5. In this work additionally a conception of a "micro-map" was proposed. The micro-map is a specific documentation of the building elements recorded under GIS technology. The micro-map conception can be applied not only in crisis management, but it can also be widely used in everyday practice as an alternative and powerful tool for documenting the building space development.

Prof. dr hab. inż. Konrad Eckes
e-mail: keckes@agh.edu.pl
tel. +12 6172305
fax +12 6174588