

WYDAJNA USŁUGA PRZEGLĄDANIA DANYCH NA POTRZEBY INSPIRE ZA POMOCĄ TECHNOLOGII WMTS – WEB MAP TILE SERVICE

EFFICIENT DATA VIEWING SERVICE FOR THE INSPIRE NEEDS BY MEANS OF WMTS TECHNOLOGY – WEB MAP TILE SERVICE

Marek Brylski¹, Alina Kmieciak¹, Sebastian Janeczek¹, Łukasz Baraniak¹,
Chris Tweedie²

¹ Intergraph Polska, ² ERDAS, Pty. Ltd.

Słowa kluczowe: INSPIRE, usługi sieciowe, usługi przeglądania, OGC, WMS, WMTS, wydajność
Keywords: INSPIRE, network services, view services, OGC, WMS, WMTS, performance

Wprowadzenie

Nalożony Rozporządzeniem Komisji Wspólnoty Europejskiej (WE) 976/2009 (WE, 2009) obowiązek zapewnienia do połowy maja 2011 roku przez kraje Wspólnoty tzw. początkowej zdolności operacyjnej (ang. *Initial Operating Capability*, IOC) spowodował osiągnięcie przez krajowe infrastruktury danych przestrzennych (NSDI) zgodności z wytycznymi INSPIRE w zakresie udostępnianych interfejsów usług sieciowych. Kolejnym wyzwaniem stojącym przed budowniczymi NSDI jest sprostanie wymaganiom jakościowym dla usług sieciowych.

Określone w rozporządzeniu 976/2009 (WE, 2009) wymagania jakościowe wydają się stosunkowo proste koncepcyjnie, jednak ich spełnienie pociąga za sobą daleko idące implikacje, które wymagają dogłębnej analizy w celu optymalnej organizacji infrastruktury danych przestrzennych. Porównanie wydajności działania poszczególnych typów usług oraz czasu potrzebnego do ich przygotowania jest istotnym etapem, który należy uwzględnić w harmonogramie prac nad architekturą NSDI w celu osiągnięcia pełnej operacyjności usług INSPIRE.

Biorąc pod lupę najpowszechniej stosowane usługi przeglądania, implementowane w oparciu o standard interfejsu internetowego serwera map WMS (PKN, 2010), można łatwo zauważyć, że nie mogą one być postrzegane w kontekście optymalnego rozwiązania dla wydajnej infrastruktury danych przestrzennych. Czas odpowiedzi usługi WMS zależy bowiem od wielu czynników, w szczególności – rozdzielczości generowanej mapy, liczby warstw, stylistyki i innych parametrów wywołania usługi. W pewnych przypadkach czas odpowiedzi

takiej usługi może być bardzo długi i znacząco przekraczać wymagane rozporządzeniem 3 sekundy. Co więcej, rozpowszechniająca się opinia, że usługi WMS generujące mapę „w locie” nie są w stanie zapewnić równoczesnego dostępu dla tysięcy użytkowników Internetu znajduje potwierdzenie w faktach. Za pomocą prostych obliczeń można udowodnić, że spełnienie wymagań INSPIRE w izolowanym środowisku nie jest w dzisiejszych czasach znaczącym zagadnieniem technologicznym, natomiast sprostanie wymaganiom tysięcy użytkowników Internetu jest wyzwaniem na miarę XXI wieku. Oparcie infrastruktury danych przestrzennych jedynie na usługach przeglądania typu WMS (PKN, 2010) będzie wymagało znaczącego skalowania infrastruktury sprzętowej, co przekłada się bezpośrednio na kosztowne zakupy serwerów oraz innych niezbędnych komponentów sieciowych.

Alternatywą dla usług przeglądania implementowanych jako usługi WMS są usługi segmentowania WMTS (2010, OGC). Usługi WMTS zostały uwzględnione w ostatniej wersji wytycznych technicznych INSPIRE dla usług przeglądania (2011, IOC Task Force for Network Services) jako drugi zgodny sposób realizacji usługi przeglądania. Mimo, że wymagają więcej pracy związanej z przygotowaniem danych do publikacji – szczególnie w sytuacji, gdy oparte są o wcześniej wygenerowane segmenty (słowo *tile* może być również tłumaczone jako *kafel* lub *fragment*) – to oferują znacznie lepszą skalowalność oraz lepszy, definiowany przez INSPIRE, parametr pojemności. Z tego względu sprawne wdrażanie usługi WMTS, jako alternatywnego lub uzupełniającego rozwiązania dla usług przeglądania, jest kluczowym elementem budowania wydajnej infrastruktury danych przestrzennych INSPIRE.

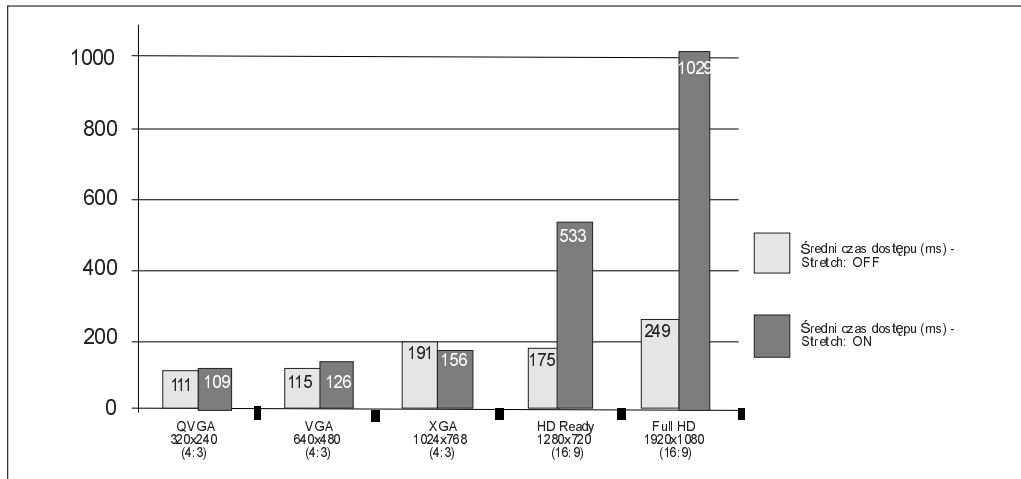
Analiza wydajności usług przeglądania typu WMS

Dyskusję o skalowaniu usług przeglądania warto rozpocząć od analizy aspektów wydajnościowych usługi typu WMS. Pierwsza kwestia, na którą należy zwrócić tu uwagę, to zależność wydajności usługi od rozdzielczości generowanej mapy, liczby warstw, skali i stylistyki. Badanie przeprowadzono w oparciu o oprogramowanie firmy Intergraph, GeoMedia WebMap i GeoMedia SDI Pro na pojedynczym serwerze wirtualnym z jednym wirtualnym, jednowątkowym procesorem o taktowaniu 2,4 GHz i przydzielonej pamięci o rozmiarze 1 GB.

Zmiana wydajności usługi WMS w zależności od rozmiaru mapy

Do testów wykorzystano usługę WMS udostępniającą jedną warstwę danych testowych z obszaru Ameryki Północnej (BBOX: 14.7,-126.27,59.22,-65.42, EPSG:4326) w formacie PNG dla rozdzielczości: QVGA 320x240 (4:3), VGA 640x480 (4:3), XGA 1024x768 (4:3), HD Ready 1280x720 (16:9) oraz Full HD 1920x1080 (16:9). Czas odpowiedzi próbki zmierzono w milisekundach (ms) dla 5 powtórzeń dla każdej rozdzielczości. Dodatkowo wykonano porównania generowania mapy przy włączonym i wyłączonym dopasowywaniu proporcji mapy do proporcji generowanego pliku PNG (tzw. opcja *Stretch*).

Wniosek. Zmiana czasu generowania mapy przez usługę WMS zależy od rozmiaru żądanego pliku, ale zależność ta nie jest liniowa (rys. 1). Czas generowania odpowiedzi w rozdzielczości Full HD jest tylko 2,5 razy dłuższy od czasu potrzebnego dla odpowiedzi w rozdzielczości QVGA, podczas gdy plik Full HD zawiera 27 razy więcej pikseli. Dodatkowe dopasowanie proporcji generowanego pliku powoduje znaczące opóźnienia.

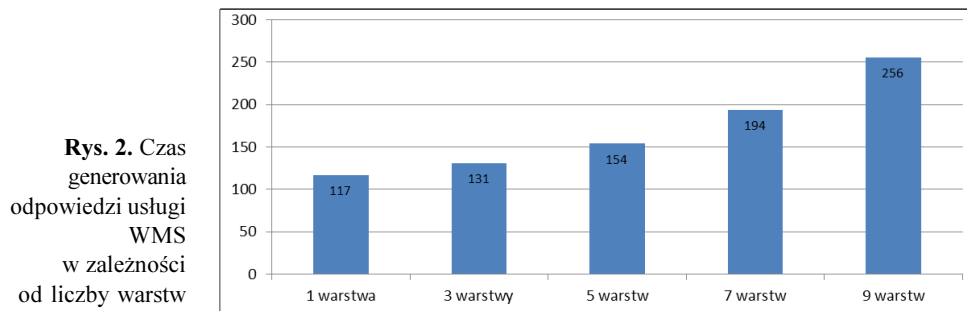


Rys. 1. Czas generowania odpowiedzi usługi WMS w zależności od rozmiaru mapy

Zmiana wydajności usługi WMS w zależności od liczby warstw

Do testów wykorzystano usługę WMS udostępniającą dziewięć identycznych warstw danych testowych z obszaru Ameryki Północnej (BBOX:14.7,-126.27,59.22,-65.42, EPSG:4326) w formacie PNG dla rozdzielczości 700x700.

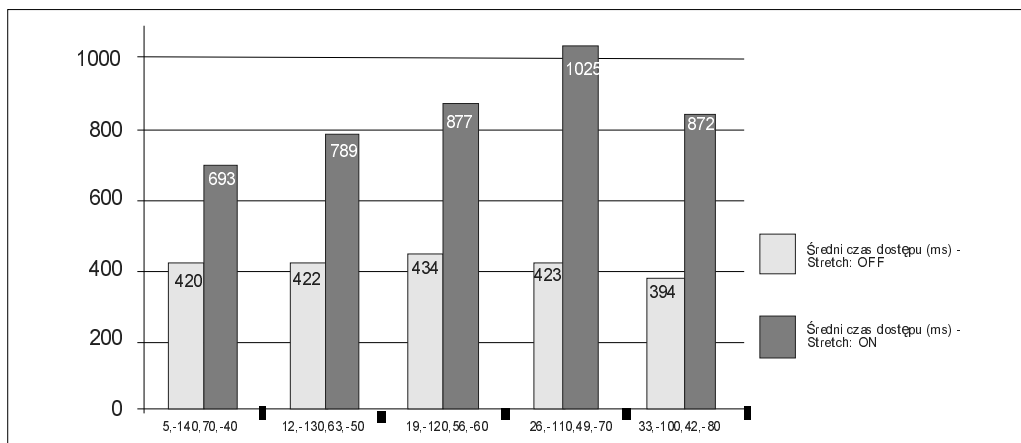
Wniosek. W celu porównania w bazie danych powielono tę samą warstwę, a następnie wykonywano zapytania o jedną lub więcej warstw. Zależność czasu generowania odpowiedzi usługi nie jest liniowa (rys. 2): dla dziewięciu identycznych warstw zanotowano przyrost czasu generowania mapy 2,5 razy w stosunku do generowania mapy dla jednej warstwy.



Rys. 2. Czas generowania odpowiedzi usługi WMS w zależności od liczby warstw

Zmiana wydajności usługi WMS w zależności od skali generowanej mapy

Do testów wykorzystano usługę WMS udostępniającą jedną warstwę danych testowych w formacie PNG dla rozdzielczości 700x700, dla następujących obszarów Ameryki Północnej (EPSG:4326): BBOX1 (5,-140,70,-40), BBOX2(12,-130,63,-50), BBOX3(19,-120,56,-60), BBOX4 (26,-110,49,-70), BBOX5 (33,-100,42,-80). Czas odpowiedzi próbki zmierzono w milisekundach (ms) dla 5 powtórzeń dla każdej skali. Dodatkowo wykonano porównania generowania mapy przy włączonym i wyłączonym dopasowywaniu proporcji mapy do proporcji generowanego pliku PNG (tzw. opcja *Stretch*).



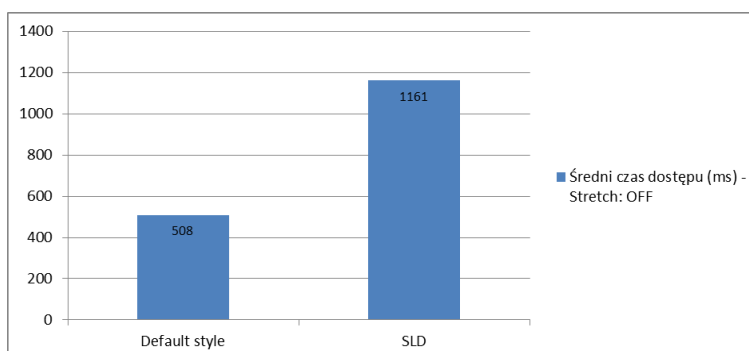
Rys. 3. Czas generowania odpowiedzi usługi WMS w zależności od skali mapy

Wniosek. Czas generowanej mapy nie zależy od skali (rys. 3). Różnice w czasie generowania odpowiedzi usługi wynikają z różnej ilości pobieranych danych i nie są duże. Oznacza to, że usługa WMS znakomicie nadaje się do pracy w różnych skalach, oczywiście pod warunkiem, że w wybranej skali nie trzeba pobrać zbyt wielu obiektów z bazy danych. Przykładem mogą być tutaj działki katastralne, dla których zmniejszanie skali powoduje coraz dłuższe czasy generowania mapy. W takich przypadkach należy stosować dodatkowe zabezpieczenia usługi WMS, polegające na generowaniu poprawnej odpowiedzi tylko dla wybranego zakresu skal. Zakres ten dobiera się empirycznie i powinien on być opisany w odpowiedzi usługi na zapytanie GetCapabilities.

Zmiana wydajności usługi WMS w zależności od stylistyki

Do testów wykorzystano usługę WMS udostępniającą trzy warstwy danych testowych z obszaru Ameryki Północnej (BBOX:14.7,-126.27,59.22,-65.42, EPSG:4326) w formacie PNG dla rozdzielczości 700x700. Analizę przeprowadzono dla dwóch rodzajów stylistyki: domyślnej (*Default*) oraz dedykowanej dostarczanej za pomocą pliku SLD (*CustomSLD*).

Wniosek. Czas generowania odpowiedzi usługi WMS znacząco zależy od stosowanej stylistyki i sposobu dostępu do definicji stylu (rys. 4), tj. stylistyki oferowanej przez usługę



Rys. 4. Czas generowania odpowiedzi usługi WMS w zależności od stylistyki

„stylizyka” dostarczonej w postaci pliku SLD dostępnego w lokalizacji sieciowej przekazywanej w wywołaniu usługi.

Obliczanie pojemności systemu dla usługi WMS

Bazując na wynikach pomiarów wydajności usług WMS, przedstawionych w powyższych 4 podrozdziałach artykułu, można pokusić się o próbę obliczenia pojemności rozwiązania dla NSDI opartego na usługach WMS. Do analizy przyjęto następujące założenia:

- średni czas odpowiedzi usługi WMS dla parametrów podanych przez wymagania jakościowe INSPIRE wynosi 200 milisekund,
- do publikacji usług użyto wydajnego serwera oferującego równoległą pracę ośmiu rdzeni, co oznacza możliwość (w przybliżeniu) równoległego generowania ośmiu map. Przez serwer rozumiemy tutaj serwer fizyczny bądź wirtualny wydzielony w ramach infrastruktury sprzętowej i dedykowany do pracy z konkretną usługą bądź grupą usług.

W takich warunkach jeden serwer byłby w stanie wygenerować $8 \times 5 = 40$ map w ciągu sekundy.

Oznacza to, że dla prostego przypadku publikowania jednej usługi dla jednego tematu INSPIRE można spełnić wymagania INSPIRE przy użyciu tylko jednego serwera, ponieważ zarówno:

- wydajność usługi jest powyżej zadanego parametru (czas krótszy niż 5 sekund),
- pojemność systemu wynosi 40 map na sekundę wobec wymaganych 20.

W przypadku generowania map z większą liczbą warstw lub bardziej skomplikowaną stylizyką parametry te mogą ulec zmianie, jednak spełnienie wymagań INSPIRE wydaje się prawdopodobne przy użyciu co najwyżej kilku wydajnych serwerów usług.

W sytuacji, gdy na jednym serwerze ma zostać opublikowanych dziesięć różnych usług przeglądania (np. dla dziesięciu tematów INSPIRE), wymagana infrastruktura sprzętowa zwiększy się dziesięciokrotnie!

Kolejnym aspektem wydajnościowym, wymagającym analizy w kontekście publikacji usług sieciowych INSPIRE, jest spełnienie wymagań INSPIRE przy równoczesnym zaspokojeniu ruchu sieciowego generowanego przez użytkowników Internetu mających dostęp do usług. Zakładając, że:

- aplikacja kliencka (np. portal) w celu wyświetlenia mapy korzysta z pięciu usług przeglądania równocześnie,
- każdy ruch mapą (powiększenie, pomniejszenie, przesunięcie) generuje pięć równoległych zapytań do usług przeglądania,
- infrastruktura bazuje na pięciu serwerach, z których każdy obsługuje jedną usługę INSPIRE (spełniającą wymagania jakościowe),
- użytkownik w czasie poszukiwania odpowiedniego powiększenia generuje nowe zapytania raz na sekundę, zaś w czasie oglądania mapy generuje nowe zapytania raz na około trzydzieści sekund,

zapewnienie wymaganej pojemności dla INSPIRE wymaga obsługi $30 \times (20/5 \times 5) = 600$ użytkowników jednocześnie.

W sytuacji, gdy użytkownicy równocześnie rozpoczną pracę z portalem częściej generując zapytania do usług np. poprzez przesuwanie mapy bez jej oglądania, hipotetyczna infrastruktura sprzętowa złożona z 5 serwerów obsłuży już tylko 20 równoległe pracujących użytkowników! Takie obciążenia nie muszą zdarzać się często, niemniej w sytuacji wyjątkowej usługi INSPIRE zamilkną.

Wniosek. Próbując skalować infrastrukturę do tzw. normalnej pracy, definiowanej jako 90% czasu poza momentami największego obciążenia systemu należy stwierdzić, że nawet przygotowanie usług sieciowych na równoległą pracę 600 użytkowników nie jest wystarczające. Aby zapewnić pracę 6000 osób z pięcioma usługami potrzebowalibyśmy 50 serwerów. Chyba nie tędy prowadzi droga do optymalnej infrastruktury danych przestrzennych.

Analiza wydajności usług przeglądania typu WMTS

Charakterystyka usług przeglądania typu WMTS

Mimo, że koncepcja usługi WMTS jest znana i dyskutowana w środowiskach GIS od lat, standard usługi został opracowany stosunkowo niedawno. Specyfikacja OGC w wersji 1.0 została opublikowana dopiero w roku 2010 (OGC, 2010). Rok później usługa WMTS została uwzględniona w architekturze INSPIRE jako alternatywne podejście do implementacji usługi przeglądania (IOC Task Force for Network Services, 2011). Biorąc pod uwagę krótki czas obowiązywania specyfikacji WMTS warto choćby skrótowo przedstawić jej podstawową charakterystykę.

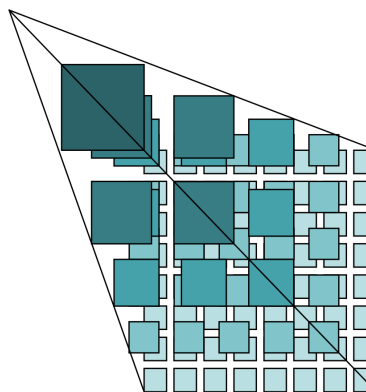
OGC WMTS 1.0

W odróżnieniu od usług WMS, które dynamicznie generują obraz mapy dostosowany do parametrów zapytania takich jak rozmiar, skala, warstwy czy stylizacja mapy, usługi zgodne ze standardem WMTS publikują zawartość mapy według ścisłego, narzuconego z góry podziału przestrzennego i skalowego. Przyjęty dla usługi akronim WMTS – Web Map Tile Service – w wolnym przekładzie można przetłumaczyć jako „sieciową usługę segmentów map”. Określenie to wynika z faktu, że wynikowa mapa składana jest z pewnej liczby mniejszych obrazów (segmentów) o ustalonym rozmiarze, ułożonych jeden przy drugim. Przyjęty dla usługi podział przestrzenno-skalowy definiowany jest poprzez zestaw macierzy segmentów (ang. *TileMatrixSet*), który zawiera jedną lub więcej macierzy segmentów (ang. *TileMatrix*) charakteryzującą się następującymi parametrami:

- skala dostępnych segmentów, reprezentowana za pomocą rozmiaru piksela, czyli 0,28 mm,
- rozmiar poziomy i pionowy jednego segmentu wyrażony w pikselach,
- współrzędne lewego górnego rogu macierzy segmentów w wybranym układzie odniesienia,
- rozmiar poziomy i pionowy macierzy segmentów.

W uproszczeniu można przyjąć więc, że usługa WMTS operuje na piramidzie segmentów.

Koncepcję organizacji segmentów w macierzach i zastawie macierzy segmentów ilustruje rysunek 5 – kwadraty oznaczają pojedyncze segmenty; kolejne macierze segmentów określone dla poszczególnych poziomów skalowych są przedstawione zmieniającą się intensywnością koloru segmentów.



Rys. 5. Macierz segmentów dla usługi WMTS

Wykonanie zapytania o segment mapy na usłudze WMTS wymaga podania nazwy warstwy, jej stylizacji, nazwy zestawu macierzy segmentów, konkretnej macierzy oraz dwóch indeksów lokalizujących segment w macierzy. W odpowiedzi usługa zwraca plik rastrowy reprezentujący wybrany segment mapy. Wykroczenie poza zestaw dozwolonych wartości dla któregośkolwiek z parametrów zapytania traktowane jest jako błąd wywołania usługi i odpowiednio sygnalizowane.

W celu uproszczenia pracy z usługą WMTS po stronie aplikacji klienckich, specyfikacja OGC definiuje domyślny zestaw skal (ang. *WellKnownScaleSet*), który z założenia powinien być dostępny w każdej usłudze. Dzięki temu, aplikacje klienckie mogą dla domyślnych parametrów piramidy segmentów kodować w logice sposób rozmieszczenia segmentów na ekranie, bez potrzeby odpytania usługi WMTS o jej właściwości i wykonywania obliczeń dla specyficznych podziałów przestrzenno-skalowych, które mogą prowadzić do błędów w prezentacji danych np. nierównego nałożenia segmentów dla tego samego obszaru. Dostępność warstwy danych w predefiniowanym zestawie skal zwiększa więc jej wykorzystanie. Odgórne narzucenie parametrów możliwych do uzyskania obrazów powoduje, że usługi WMTS są mniej elastyczne niż standardowe usługi WMS. Z drugiej strony, rezygnacja z wszechstronności typowej dla usługi WMS na rzecz znormalizowanej organizacji obrazów, pozwala na wcześniejsze opracowanie segmentów z danych wektorowych czy rastrowych i przechowanie ich na dysku. W odpowiedzi na zapytanie skierowane do usługi WMTS, odpowiednio zindeksowane segmenty mogą być w szybki sposób wyszukiwane i wysyłane do aplikacji klienckiej.

Należy zaznaczyć, że przygotowanie usługi WMTS wymaga sporo pracy. Przy dużej ilości danych i wielu poziomach skal generowanie segmentów może zajmować dni lub tygodnie nawet na kilku dedykowanych komputerach o dobrych parametrach sprzętowych. Alternatywą dla wcześniejszego generowania segmentów jest przygotowanie odpowiedniego pliku w formacie ECW. Czas potrzebny na przygotowanie takiego pliku jest zdecydowanie krótszy, jednak ceną jest mniejsza wydajność usługi WMTS.

INSPIRE WMTS

Wytyczne techniczne INSPIRE dla usług przeglądania w wersji 3.0 (*IOC Task Force for network Services*) identyfikują usługę WMTS jako jedną z możliwych implementacji. Określają zastosowanie usługi WMTS w kontekście wymagań wobec usług sieciowych stawianych w rozporządzeniu WE 976/2009 (WE, 2009), w szczególności: przeprowadzenie obowiązkowych operacji dla usługi sieciowej i opisanie usługi metadanymi.

Wymagana dla usługi sieciowej operacja *Get Map* jest realizowana za pomocą operacji *GetTile* usługi WMTS, ograniczonej w zastosowaniu przez odgórnie narzucony podział przestrzenno-skalowy segmentów: najniższy poziom skalowy (poziom 0) powinien obejmować obszar globu i mieścić się na dwóch segmentach o rozmiarze 256 x 256 pikseli; każdy następny poziom polega na podzieleniu zakresu jednego segmentu na cztery mniejsze i tak do poziomu nr 17. W przypadku usługi WMTS, operacja *Link View Service* usługi sieciowej ma być realizowana przez operację *Discover Metadata* usługi katalogu INSPIRE.

W zakresie metadanych, wytyczne INSPIRE rozszerzają standardowe metadane usługi WMTS określone w specyfikacji OGC o element *ExtendedCapabilities*, ustanowiony dla usług sieciowych INSPIRE (zob. dokument INSPIRE Technical Guidance for View Services, 2011, IOC Task Force for Network Services). Poza standardowymi informacjami o usłudze, takimi jak: tytuł, opis, słowa kluczowe, dane jednostki odpowiedzialnej czy lokaliza-

cja operacji usługi, element ten wymaga podania dodatkowych informacji takich jak: słowa kluczowe opisujące usługę, które mogą pochodzić z tezaurytu rozpoznawanego przez INSPIRE; zasięg czasowy publikowanych danych; datę ostatniej modyfikacji metadanych; wskazanie na odpowiedni rekord metadanych w usłudze katalogowej; informację o zgodności z odpowiednim rozporządzeniem UE; możliwości wielojęzyczne, jeśli takie istnieją; informację o tym, w jakim języku dany dokument metadanych został przedstawiony.

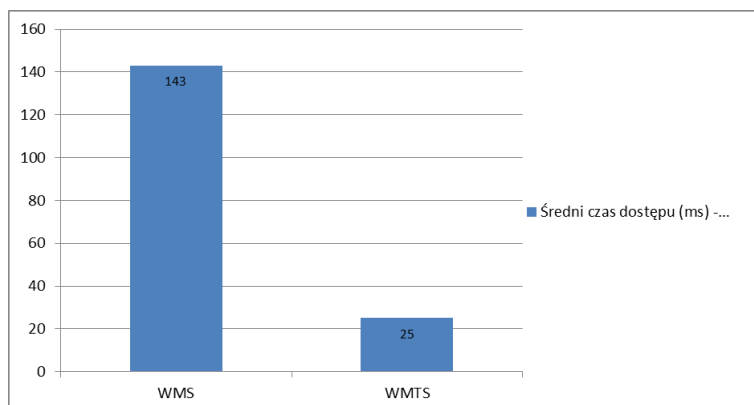
Dodatkowo, usługa WMTS zgodna z INSPIRE musi udostępniać warstwy o nazwach określonych w rozporządzeniu 1089/2010 dla interoperacyjności danych i usług przestrzennych (WE, 2010), odpowiednio przedstawionych w metadanych usługi za pomocą opisu słownego i słów kluczowych.

Porównanie usług WMS i WMTS przy pracy z jedną warstwą wektorową

Usługi WMTS oferują alternatywny sposób przeglądania map w stosunku do usług WMS, zasadnym wydaje się więc badanie wydajności usług WMTS w kontekście porównania z usługami WMS. Aby porównać pracę dwóch typów usług należy w pierwszej kolejności ustalić zasady obiektywnego porównania wyników. Na potrzeby tego artykułu przyjęto, że w pomiarach nie będzie brany pod uwagę fakt lepszego odbioru przez użytkowników stopniowego pojawiania się mapy przy użyciu usługi WMTS. Porównywany jest całkowity czas wyświetlenia kompletnej mapy, co wymaga w przypadku usługi WMS wysłania jednego żądania, zaś w przypadku usługi WMTS pobrania 12 segmentów o rozmiarze 256 x 256 pikseli. Dodatkowo do porównań dla usługi WMS wyłączono opcję *stretch* służącą do dostosowywania proporcji pozyskiwanego obszaru do proporcji generowanej mapy. Do testów wykorzystano usługi:

- WMS udostępniającą jedną warstwę danych testowych z obszaru Ameryki Północnej (BBOX: 14.7,-126.27,59.22,-65.42, EPSG:4326) w formacie PNG dla rozdzielczości 800x600;
- WMTS udostępniającą jedną warstwę danych testowych z obszaru Ameryki Północnej (BBOX: 14.7,-126.27,59.22,-65.42, EPSG:4326) w formacie PNG dla rozdzielczości 256x256x12 segmentów.

Wniosek. Dla prostego przypadku publikowania jednej warstwy wydajność usługi WMTS jest blisko sześciokrotnie większa niż usługi WMS (rys. 6). Warto dodać, że przy wysłaniu



Rys. 6. Porównanie usług WMS i WMTS dla jednej warstwy wektorowej

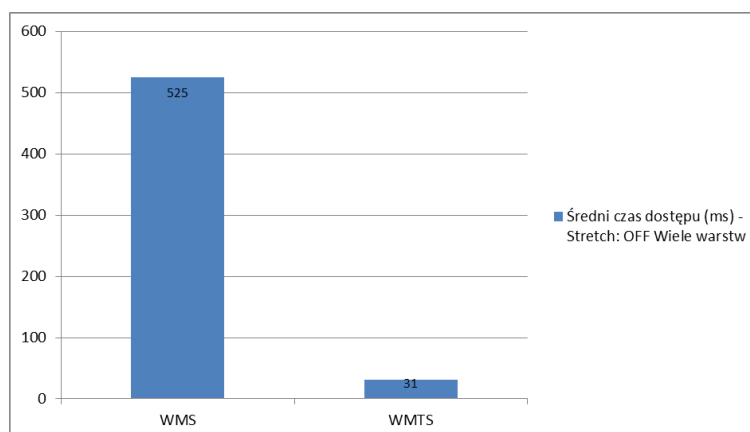
zbyt dużej liczby zapytań (przewyższającej pojemność systemu) czasy odpowiedzi usługi WMS wydłużają się znacząco (każde kolejne zapytanie czeka w kolejce do wygenerowania mapy), natomiast czasy odpowiedzi usługi WMTS zależą od większej liczby czynników (np. wpływa na nie odpowiednie rozłożenie segmentów na macierzach dyskowych) i mogą zwiększać się nieliniowo powodując lepszą skalowalność systemu.

Porównanie pracy usług WMS i WMTS przy pracy z trzema warstwami wektorowymi

Do testów wykorzystano usługi:

- WMS udostępniającą trzy warstwy danych testowych z obszaru Ameryki Północnej (BBOX: 14.7,-126.27,59.22,-65.42, EPSG:4326) w formacie PNG dla rozdzielczości 800x600;
- WMTS udostępniającą trzy warstwy danych testowych z obszaru Ameryki Północnej (BBOX: 14.7,-126.27,59.22,-65.42, EPSG:4326) w formacie PNG dla rozdzielczości 256x256x12 segmentów.

Wniosek. W przypadku generowania mapy dla trzech warstw wektorowych usługa WMTS jest blisko siedemnastokrotnie szybsza od usługi WMS (rys. 7).



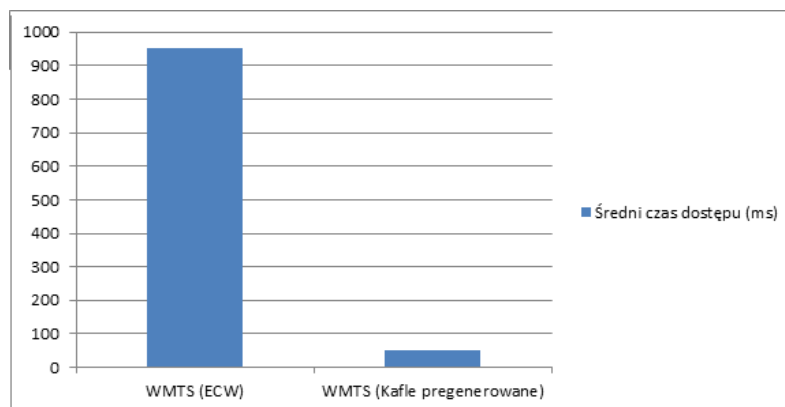
Rys. 7. Porównanie działania usług WMS i WMTS dla trzech warstw danych wektorowych

Porównanie pracy usług WMTS opartych na wygenerowanych wstępnie segmentach oraz bazujących na pliku ECW

Pliki ECW umożliwiają generowanie map niemalże z taką samą prędkością, jaką oferują usługi WMTS oparte na serwowaniu gotowych segmentów. Niewątpliwą zaletą stosowania plików ECW jako źródła danych dla usługi WMTS jest oszczędność czasu spędzanego na generowaniu segmentów oraz zaoszczędzenie przestrzeni dyskowej, jaką trzeba przeznaczyć na składowanie segmentów dla poszczególnych poziomów. Rozwiązanie takie wymaga jednak serwera o odpowiedniej mocy. Przykładowo, dla usługi WMTS bazującej na pliku ECW zaleca się nowoczesny serwer o czterech rdzeniach, co zapewnia wydajność porównywalną z wykorzystywaniem gotowych segmentów. W sytuacji, gdy w infrastrukturze nie można przeznaczyć wydajnego serwera dla usługi WMTS lepiej sprawdza się rozwiązanie bazujące na wcześniej wygenerowanych segmentach.

Aby zilustrować tę zależność, na potrzeby niniejszego artykułu porównano średni czas pobierania dwunastu segmentów w formacie PNG generowanych „w locie” z pliku ECW z tymi przechowywanymi na dysku. Dla przykładowej warstwy zawierającej ortofotomapę okolic Barcelony w Hiszpanii, średni czas dla stu prób wyniósł odpowiednio 951 ms i 53 ms, (rys. 8). Pomiary przeprowadzono na serwerze, na którym do pracy celowo dedykowano zaledwie jeden rdzeń.

Wnioski. W przypadku zbyt słabego sprzętu usługa WMTS oparta o wcześniej wygenerowane segmenty wykazuje lepszą skalowalność niż usługa oparta na pliku ECW. Należy pamiętać, że ceną za taką wydajność jest wymagana duża przestrzeń dyskowa. Zestaw dwunastu testowych segmentów ma rozmiar 1,24 MB. Średnio jest to około 100 KB na jeden segment. Przykładowa warstwa została podzielona na siedem poziomów o sumarycznej liczbie segmentów równej 126 261. Łatwo policzyć, że przestrzeń dyskowa niezbędna do zapisu całej podzielonej warstwy ma wielkość 12 GB. W przypadku dużych obszarów i dla większych skal wymagana przestrzeń dyskowa może być rzędu kilku terabajtów lub więcej.



Rys. 8. Porównanie działania usług WMTS wykorzystujących segmenty i plik ECW dla serwera z jednym rdzeniem

Podsumowanie wydajności usług WMS i WMTS

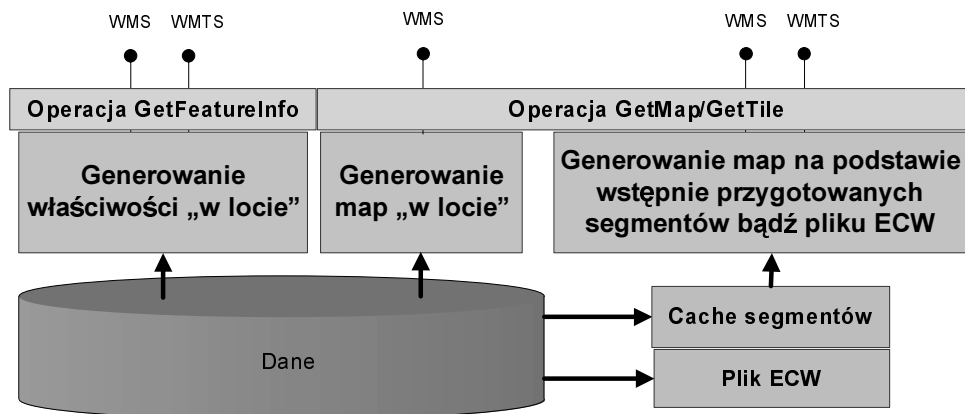
Przeprowadzone pomiary potwierdzają intuicyjny wniosek – im bardziej skomplikowana mapa do przygotowania „w locie” przez usługę WMS, tym większa różnica na korzyść usługi WMTS. Należy jednak pamiętać o tym, że przygotowanie usługi WMTS wymaga dużo więcej czasu, szczególnie w sytuacji, kiedy należy wygenerować dużą liczbę segmentów. Czas potrzebny do przygotowania segmentów rośnie (a w raz z nim i wymagana przestrzeń dyskowa) jeśli chcemy przygotować je dla kilku układów współrzędnych oraz kilku różnych stylizacji. W przypadku obsługi kilku układów odniesienia, należy wygenerować segmenty dla każdego układu oddzielnie, podczas gdy usługa WMTS oparta o plik ECW może korzystać z jednego pliku i dokonywać przeliczenia do innego układu odniesienia. W przypadku obsługi więcej niż jednej stylizacji, należy stworzyć kilka plików ECW bądź kilka zbiorów segmentów. Ze względu na fakt, iż każda z omawianych usług ma swoje zalety i ma też wady, logiczna wydaje się potrzeba wykonania próby połączenia obu typów usług w taki sposób, aby skorzystać z zalet obu rozwiązań. Próba taka omówiona została w następnym rozdziale.

Proponowana architektura usług przeglądania na potrzeby INSPIRE

Biorąc pod uwagę wyniki analizy wydajności usług WMS i WMTS, naturalnym wnioskiem dla optymalnej implementacji usług przeglądania w infrastrukturze danych przestrzennych jest równoległe wykorzystanie obu rodzajów usług.

Dla każdego źródła danych, które nie może być wydajnie obsłużone przez usługę WMS powinno się dodatkowo definiować usługę WMTS. Usługi te powinny współdziałać w taki sposób, aby wszystkie standardowe zapytania korzystały z wygenerowanych wcześniej segmentów, a zapytania, dla których nie ma gotowych segmentów były kierowane do usługi WMS. Co więcej, obie usługi mogą współdzielić implementację zapytania *GetFeatureInfo*, dla którego nie ma sensu wcześniejsze generowanie odpowiedzi i zapisywanie ich w postaci plików na dysku serwera. Po pierwsze wstępne generowanie odpowiedzi dla każdego piksela mapy wymaga terabajtów powierzchni dyskowej, po drugie zapytanie *GetFeatureInfo* nie jest wywoływane na tyle często, aby opłacało się to robić. Dodatkowo usługa WMS powinna korzystać z segmentów usługi WMTS do generowania odpowiedzi na standardowe zapytania, dzięki czemu znacząco poprawia swoją skalowalność. Alternatywą dla generowanych z wyprzedzeniem segmentów jest plik ECW, który umożliwia przygotowanie jednego pliku służącego za pamięć podręczną dla usług. Serwowanie danych z plików ECW wymaga co prawda większej wydajności sprzętu, ale pozwala na zmniejszenie wymaganej powierzchni dyskowej.

Proponowana architektura usług przeglądania (rys. 9) ma zastosowanie zarówno dla danych rastrowych, jak i danych wektorowych. Dla danych rastrowych najlepszą drogą jest przygotowanie pliku ECW bądź macierzy segmentów (decyzję należy podejmować w zależności od kosztów sprzętu i wymaganego czasu na przygotowanie plików), a następnie oferowanie interfejsu WMTS i WMS z tak przygotowanych plików. Dla danych wektorowych najlepszą drogą jest przygotowanie pliku ECW bądź macierzy segmentów dla najczęściej wykorzystywanych układów warstw/układów odniesienia/stylistyk oraz publikowanie usługi WMS i WMTS generujących odpowiedzi „w locie” dla rzadziej wykorzystywanych zapytań.



Rys. 9. Proponowana architektura usług przeglądania dla INSPIRE

W poszukiwaniu lepszej skalowalności usług przeglądania

Jak można jeszcze bardziej poprawić wydajność pracy usług przeglądania i zwiększyć pojemność systemu, nie generując dodatkowych kosztów przygotowania danych, sprzętu i utrzymania systemu? Wydaje się, że do niektórych zastosowań można rozważyć użycie usług strumieniowego przesyłania danych. Usługi takie:

- sprawiają znakomite wrażenie na użytkownika, ponieważ obraz wczytywany jest stopniowo na całym obszarze mapy,
- umożliwiają transmisję danych w postaci skompresowanej, a przez to zmniejszają wpływ przepustowości łącza sieciowego na wydajność korzystania z usług sieciowych,
- pozwalają przeliczać dane „w locie” do innych układów odniesienia, tak jak w przypadku usługi WMTS publikowanej z pliku ECW,

Ze względu na sposób przesyłania danych oraz możliwości współczesnych przeglądarek, usługi strumieniowego przesyłania danych wymagają dodatkowej wtyczki do przeglądarki internetowej, co ogranicza możliwość uruchamiania klienta usług do wybranych systemów operacyjnych/przeglądarek WWW.

Czy usługa strumieniowego serwowania danych może być usługą przeglądania INSPIRE?

Abstrakcyjny interfejs zdefiniowany przez rozporządzenie UE 976/2009 pozwala na wskazanie w wytycznych technicznych jak powinny być implementowane poszczególne operacje. Można zatem wyobrazić sobie implementację operacji UZYSKAJ METADANE USŁUGI PRZEGLĄDANIA za pomocą dodatkowej operacji na usłudze strumieniowej, zwracającej odpowiednie dla INSPIRE metadane usługi. Można sobie również wyobrazić implementację operacji UZYSKAJ MAPE za pomocą interfejsu usługi strumieniowej. Podłączenie takiej usługi do sieci usług INSPIRE to czysta formalność, wymaga tylko umieszczenia jej metadanych w stosownym katalogu i opublikowania ich przez usługę wyszukiwania.

Literatura

- WE, 2009: Rozporządzenie Komisji (WE) nr 976/2009 z dnia 19 października 2009 r. w sprawie wykonania dyrektywy 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w zakresie usług sieciowych. Komisja Wspólnot Europejskich (WE), Dz.U. UE, L 274/9.
- IOC, 2011: Technical Guidance for the implementation of INSPIRE View Service, wersja 3.0 z dnia 21 marca 2011 roku, Initial Operating Capability Task Force for Network Service.
- OGC, 2010: OpenGIS® Web Map Tile Service Implementation Standard, document nr 07-057r7 z dnia 6 kwietnia 2010 roku, Open Geospatial Consortium.
- PKN, 2010: PN-EN ISO 19128: 2010 (ISO 19128: 2005) Informacja geograficzna – Interfejs internetowego serwera map, Polski Komitet Normalizacyjny.

Abstract

The so called Initial Operating Capability has been reached by the Member States' network services before summer 2011. The Initial Operating Capability means that European network services have INSPIRE compliant interfaces. The next challenge to be faced by the builders of INSPIRE infrastructure is the 'quality of service' of network services. The paper presents a discussion on view services. Firstly, the WMS based view services are analysed in the context of the influence of various request parameters on the service performance. Next, hypothetical capacity of the system is calculated for the INSPIRE QoS requirements and also for a larger number of simultaneous users. The second part of the paper presents the basic information on OGC and INSPIRE WMTS and then compares the two view service types. As a consequence, the implementation of INSPIRE view services based on combined WMS and WMTS interfaces, is proposed.

Marek Brylski
marek.brylski@intergraph.com

Alina Kmieciak
alina.kmieciak@intergraph.com

Sebastian Janeczek
sebastian.janeczek@intergraph.com

Lukasz Baraniak
lukasz.baraniak@intergraph.com

Chris Tweedie
Chris.Tweedie@erdas.com