



V Spotkanie Użytkowników QGIS

Od Spatial SQL do GeoPackage: Cicha rewolucja strukturalna w zarządzaniu geodanymi na komputerach osobistych

*Jak natywne dla baz danych koncepcje przestrzenne przeniosły się do przenośnego kontenera plików
- i po cichu zmieniły praktykę stosowania systemów GIS na komputerach stacjonarnych.*

Artur Krawczyk



AGENDA

- 1) Wprowadzenie do typów danych przestrzennych
- 2) Typy danych przestrzennych i funkcje w bazach danych serwerowych
- 3) Formaty danych przestrzennych dla aplikacji desktopowych
- 4) Innowacje związane z GeoPackage w stacjonarnych systemach GIS
- 5) GeoPackage jako lekka platforma geoprzestrzenna dla aplikacji

Agenda

Wprowadzenie do typów danych przestrzennych

Dlaczego dane przestrzenne wymagają specjalistycznej technologii?

Co sprawia, że przetwarzanie danych przestrzennych jest „nieco” bardziej wymagające?

Feature - Wyróżnienie

„Przedstawienie obiektu świata rzeczywistego na mapie”

„Feature” to pojedyncza jednostka w systemie GIS, posiadająca nazwę, geometrię oraz dane atrybutowe. (znany również jako warstwa, ...)

Wymagania względem formatu danych

Feature jako struktura danych składa się z:

- 1) Układ współrzędnych
- 2) Ten sam typ geometrii (modele danych),
- 3) Unikalna nazwa w bazie danych dla każdego obiektu w zbiorze danych
- 4) Atrybuty opisowe (zorganizowane zgodnie z teorią relacyjnych baz danych) – ten sam zestaw atrybutów (jedna tabela dla jednego typu geometrii)
- 5) Geometria (zorganizowana zgodnie z teorią topologii lub posiadająca „czystą” geometrię)

Złożoność struktur danych przestrzennych utrudnia ich przechowywanie w tradycyjnych formatach

Agenda

Typy danych przestrzennych i funkcje w bazach danych serwerowych

Historia wdrożenia Oracle SDO

Oracle	Rok	Wdrożenie
7.1.6. SDO	1994	Tylko punkty
7.3.3. SDO	1995	Punkty, linie, wielokąty, proste operatory analizy przestrzennej
8i Spatial	1998	Dodatkowa geometria okręgów i łuków oraz dodatkowe operatory przestrzenne
8i R3	2001	liniowy układ odniesienia, transformacje układów współrzędnych
9i	2003	Agregacja przestrzenna, geodezyjne układy współrzędnych
10g	2005	Topologia przechowywana, sieci, obsługa GeoRaster, nowa analiza przestrzenna
11g	2010	Obiekty 3D, w tym geometria prosta, powierzchnie siatkowe i powierzchnie TIN (typ danych: SDO TIN), nowa analiza sieci, przechowywanie chmur punktów
12c	2014	Obsługa obiektów GeoJSON, algebra rastrowa i analiza rastrowa, wirtualna mozaika danych, BIM

Standaryzacja przetwarzania danych przestrzennych

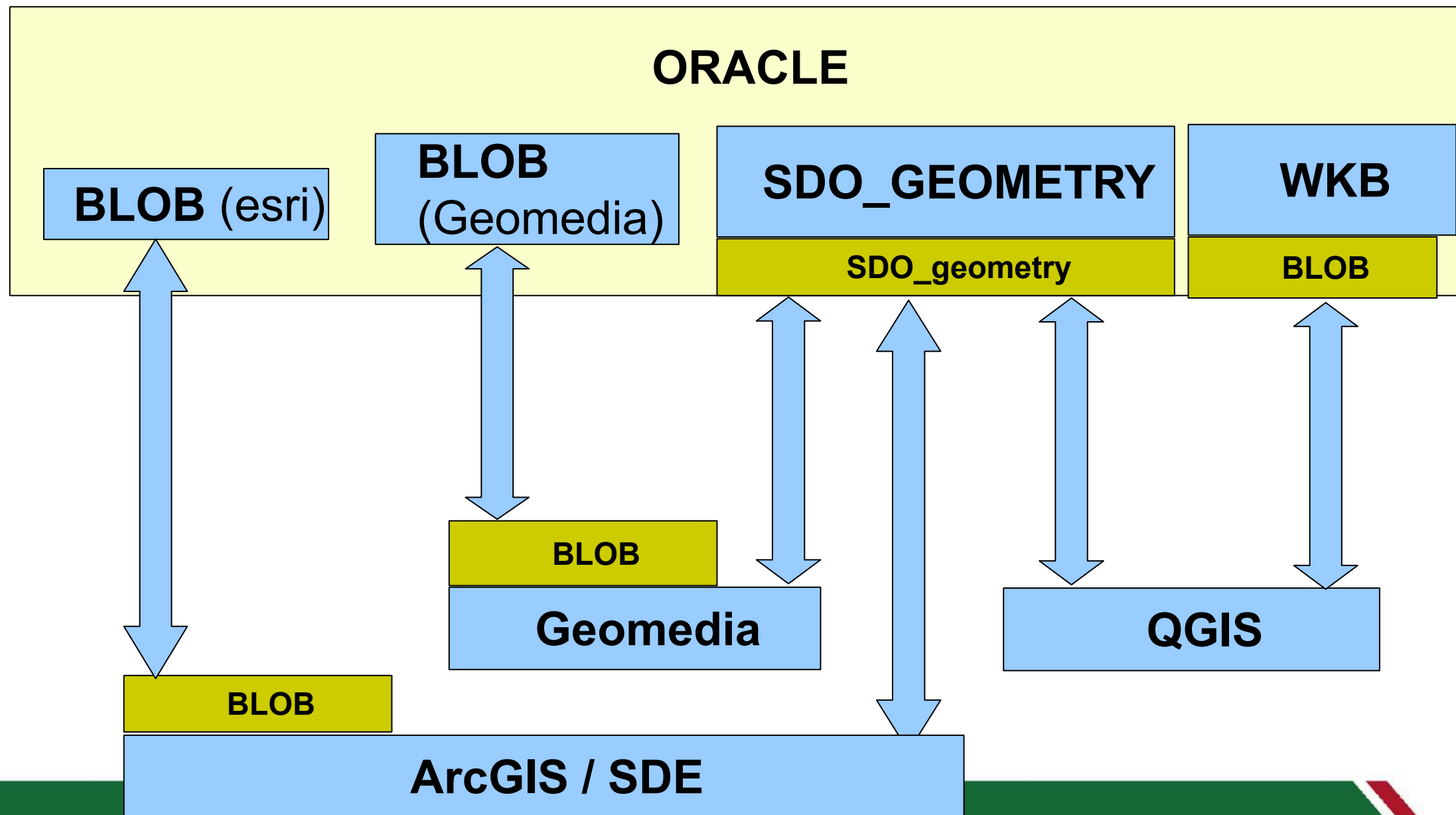
OGC Simple Features

1999 — OGC opublikowało dokument „Simple Feature Access — Part 2: SQL option”,
kluczowy dokument referencyjny dotyczący języka SQL z funkcjami definicji danych
przestrzennych i funkcjami obsługi ich przetwarzania

ISO SQL/MM Spatial

- Międzynarodowy standard SQL dla danych przestrzennych — pierwsza publikacja: **2003**
r.
- definiuje typy przestrzenne, procedury i schematy
- stworzony w celu standaryzacji obsługi geometrii, lokalizacji i topologii w oparciu o SQL
- ważna podstawa dla późniejszych implementacji przestrzennych baz danych

Przechowywanie danych w modelu klient-serwer



Model klient-serwer – podsumowanie

Powszechnie dostępne serwerowe bazy danych przestrzennych

- PostgreSQL/PostGIS
- Microsoft SQL Server
- MySQL
- Oracle Spatial

Jednak w przypadku stacjonarnych systemów GIS są one często zbyt obciążające

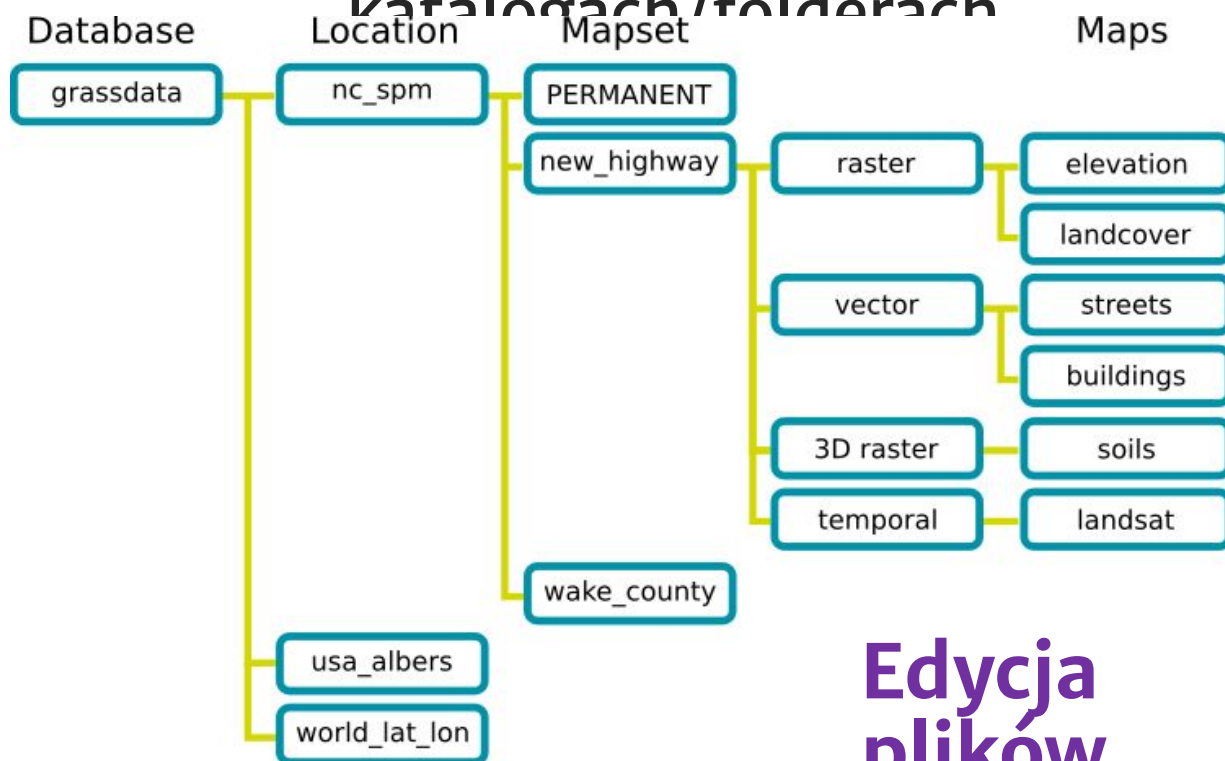
- wymagają zbyt dużego nakładu pracy administracyjnej
- wymagają zbyt wielu ustawień
- zużywają zbyt dużo zasobów
- zbyt mała przenośność
- zbyt duże obciążenie dla prostych lokalnych procesów roboczych

Agenda

Formaty danych przestrzennych dla komputerów stacjonarnych

GRASS GIS, powszechnie nazywany GRASS (Geographic Resources Analysis Support System),

System GIS oparty na katalogach/folderach



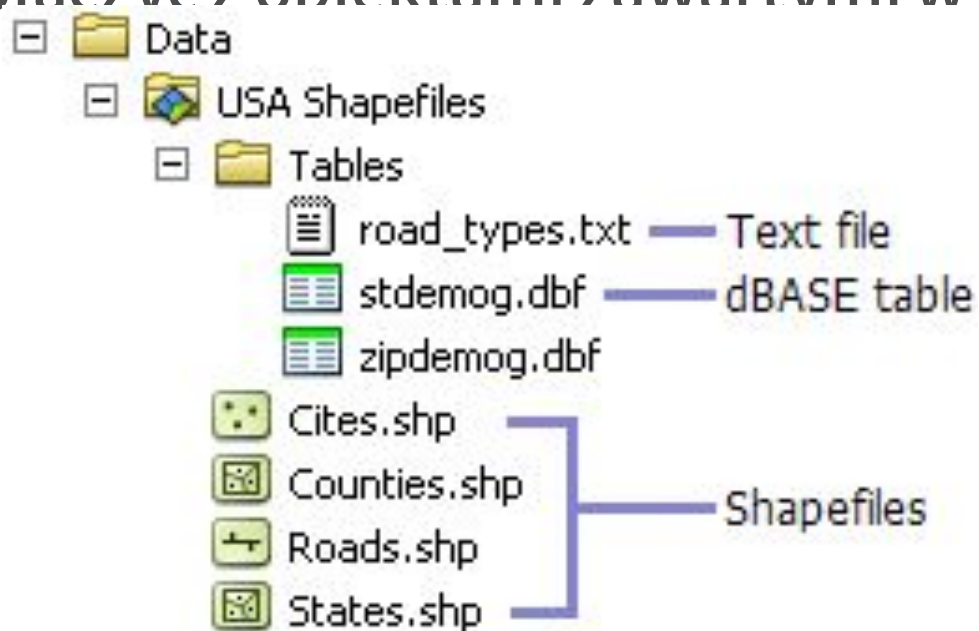
Edycja plików



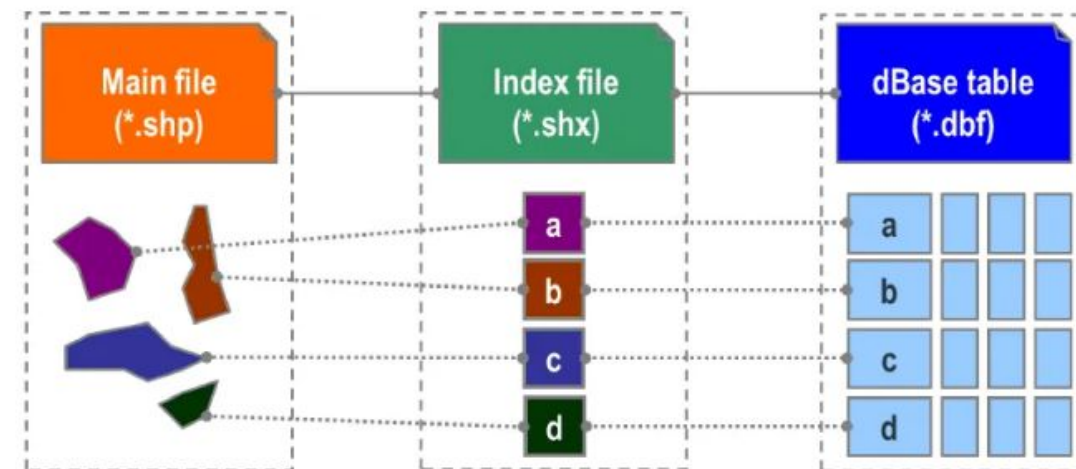
*.shp – pliki danych

W latach 80. i 90. firma ESRI opracowała i opublikowała format shapefile.

Plik shapefile to prosty, nietopologiczny format służący do przechowywania informacji o położeniu geometrycznym i atrybutach obiektów geograficznych. Obiekty geograficzne w pliku shapefile mogą być reprezentowane przez punkty, linie lub wielokąty (obszary). Obszar roboczy zawierający pliki shapefile może również zawierać tabele dBASE, w których można przechowywać dane i połączyć z obiektami zawartymi w pliku shapefile.



Edycja
plików



geom	id	shp_len	type	surface	width	lanes	name
	101	4507.4	2	asphalt	85.3	4	I95
	102	3491.1	1	concrete	45.1	2	Route 4
	103	2321.8	3	asphalt	75.9	4	Pinewood
	104	682.9	5	gravel	35.2	2	Ridge
	105	1279.1	4	asphalt	60.3	4	Main
	...	...	...	...	...	...	...
Predefined fields				custom fields			

Rozwiązania firmy INTERGRAPH

Shape Column

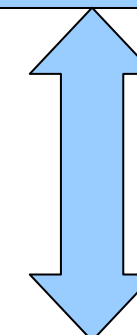
OBJECTID *	SHAPE *	AREA	STATE_NAME	STATE_ABBR
45	Polygon	30867.398	South Carolina	SC
48	Polygon	55814.731	Florida	FL
26	Polygon	56299.387	Illinois	IL
50	Polygon	6381.227	Hawaii	HI
18	Polygon	4976.566	Connecticut	CT
44	Polygon	58629.222	Georgia	GA
24	Polygon	157776.31	California	CA
40	Polygon	264435.873	Texas	TX
34	Polygon	39819.882	Virginia	VA
10	Polygon	84520.49	Minnesota	MN
27	Polygon	66.063	District of Columbia	DC

Feature

Silnik bazy danych

GeoWarehouse

*.mdb MS ACCESS



BLOB/Intergraph

Geomedia

W 1995 roku firma Intergraph opracowała i opublikowała format bazy danych przestrzennych

Shape Kolumna shape Typ BLOB
Rozwiązanie zamknięte od „Geomedia”

Baza danych geoprzestrzennych ESRI

Baza danych geoprzestrzennych ESRI (FileGDB) to zbiór plików znajdujących się w folderze na dysku, zawierający powiązane dane geoprzestrzenne, takie jak zbiory obiektów, klasy obiektów i powiązane tabele.

Aby baza działała, w tym samym katalogu co plik .gdb muszą znajdować się pewne inne pliki.

Na pliku **.gdb** można wykonywać zapytania w celu zarządzania danymi przestrzennymi, jak również danymi nieprzestrzennymi.

File.GDB jest formatem zastrzeżonym przez firmę ESRI, a jego specyfikacje nie są publicznie dostępne.

Plik ESRI – baza danych geograficznych

Nazwa	Data modyfikacji	Typ	Rozmiar
map.gdb	21.07.2019 14:24	Folder plików	
a00000001.gdbindexes	21.07.2019 14:23	Plik GDBINDEXES	
a00000001.gdbtable	21.07.2019 14:23	Plik GDBTABLE	
a00000001.gdbtblx	21.07.2019 14:23	Plik GDBTABLX	
a00000001.TablesByName.atx	21.07.2019 14:23	Plik ATX	
a00000002.gdbtable	21.07.2019 14:23	Plik GDBTABLE	
a00000002.gdbtblx	21.07.2019 14:23	Plik GDBTABLX	
a00000003.gdbindexes	21.07.2019 14:23	Plik GDBINDEXES	
a00000003.gdbtable	21.07.2019 14:23	Plik GDBTABLE	
a00000003.gdbtblx	21.07.2019 14:23	Plik GDBTABLX	
a00000004.CatItemsByPhysicalName.atx	21.07.2019 14:23	Plik ATX	

Edytor
plików

Główne ograniczenia formatów desktopowych (przed GeoPackage)

brak rzeczywistej kontroli nad schematem bazy danych
słabe mechanizmy integralności
ograniczona przenośność bardziej rozbudowanych struktur przestrzennych
słaba obsługa wielowarstwowej organizacji przypominającej bazę danych
słaba skalowalność w przypadku bardziej złożonych procesów roboczych na komputerach stacjonarnych.

Dlaczego miało to znaczenie

GIS na komputerach stacjonarnych potrzebował formatu, który pozostawałby oparty na plikach i przenośny,
ale jednocześnie oferował strukturę bardziej przypominającą bazę danych,
lepszą dyscyplinę schematów
oraz solidniejszą organizację danych przestrzennych.

PROGRAM

Innowacje związane z GeoPackage w stacjonarnych systemach GIS

SQLite

SQLite i podstawy techniczne GeoPackage

- **SQLite** powstał w **2000 roku** jako lekki, bezserwerowy i **samowystarczalny silnik relacyjnej bazy danych**.
- Jego kluczową innowacją był **pojedynczy, przenośny plik**, łączący strukturę relacyjną, transakcje i łatwą dystrybucję.
- Architektura ta stała się później podstawą techniczną **GeoPackage** jako przenośnego kontenera danych przestrzennych.

**Silnik Bazy Danych – kod
źródłowy**

SpatiaLite

SpatiaLite i logika przestrzenna leżąca u podstaw GeoPackage
SpatiaLite, wprowadzony w **2008 roku**, rozszerzył SQLite o obsługę geometrii, funkcje przestrzenne oraz logikę przestrzenną opartą na standardach OGC.

Pokazało to, że SQLite może funkcjonować nie tylko jako ogólna baza danych, ale także jako **lekka przestrzenna baza danych** do użytku na komputerach stacjonarnych.

GeoPackage przekształcił ten praktyczny pomysł w **otwarty standard OGC** służący do interoperacyjnego zarządzania danymi przestrzennymi.

**Silnik Bazy Danych
Przestrzennych – kod źródłowy**

Początki projektu w 2014 r.

GeoPackage został opracowany w ramach **Open Geospatial Consortium** jako część formalnego międzynarodowego procesu standaryzacji.

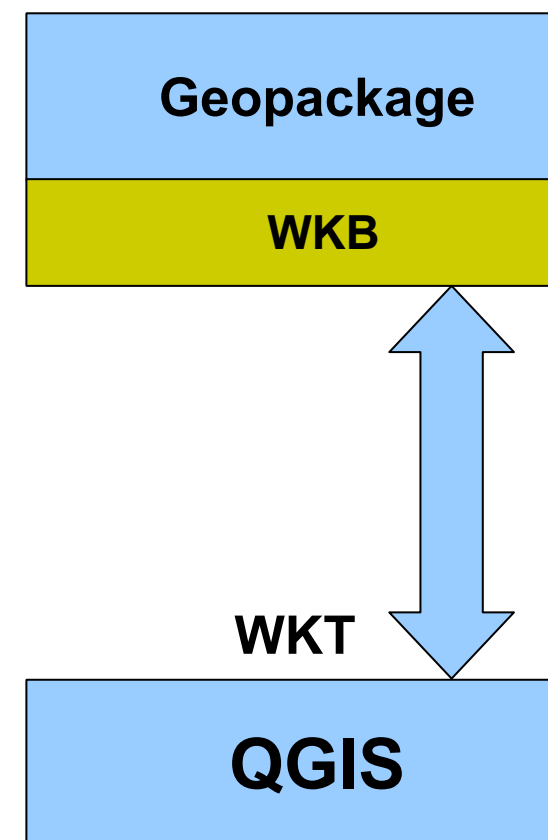
Powstał on w ramach Grupy Roboczej ds. Standardów GeoPackage przy OGC, utworzonej w 2012 r., a w 2014 r. został przyjęty jako oficjalny standard OGC.

Nie jest to zastrzeżony format dostawcy, lecz otwarty, przenośny kontener oparty na SQLite, przeznaczony do interoperacyjnego zarządzania danymi przestrzennymi.

Dlaczego GeoPackage jest tak potężnym narzędziem?

- jeden przenośny plik
- otwarty standard OGC
- logika bazy danych oparta na SQLite
- obsługuje wektory, kafelki, atrybuty i metadane
- bez serwera, bez konfiguracji
- lepsza integralność i struktura niż w przypadku tradycyjnych formatów GIS dla komputerów stacjonarnych

**Link Bazy Danych –
zamiast edytora pliku**



Agenda

GeoPackage jako lekka platforma geoprzestrzenna dla aplikacji

Zastępowanie starego formatu

Stary model: wiele plików SHP

Każda warstwa jako jeden plik GPKG

Docelowo: jedna baza GeoPackage

Rzeka (SHP)



Droga (SHP)



Budynki (SHP)



Faza I



GPKG

rzeka.gpkg

GPKG

droga.gpkg

GPKG

budynki.gpkg

Faza II



GPKG

gmina.gpkg

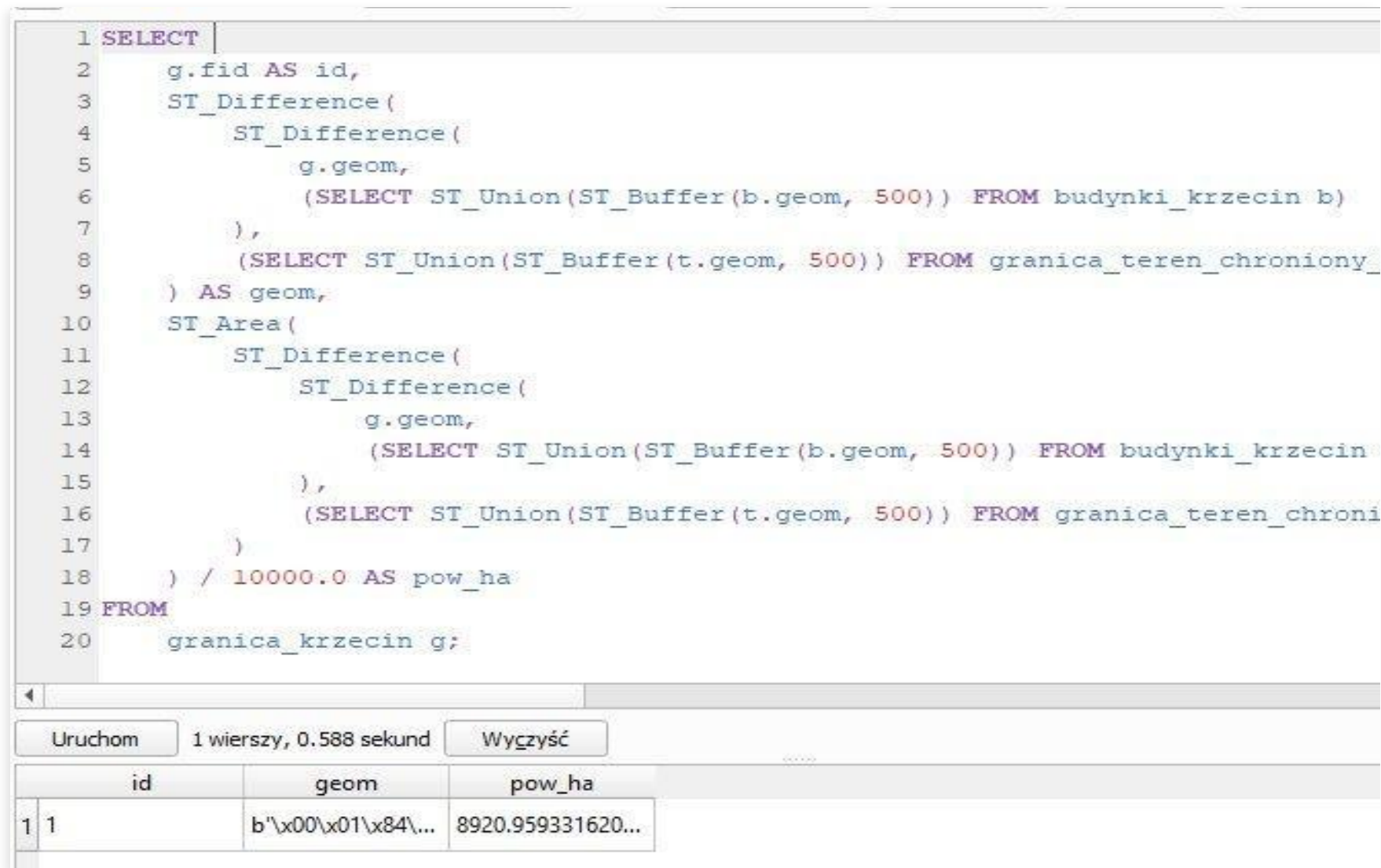
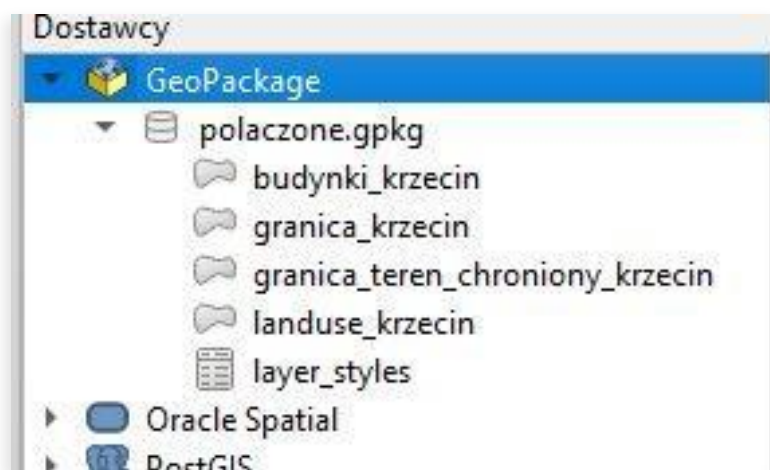
Indeksowanie

Funkcje Spatial SQL w QGIS

Menedżer baz danych

QGIS

Pełny dostęp do
w projekcie można
funkcji SPATIAL SQL
uwzględnić oddzielne
tabele bez geometrii



Od Spatial SQL do GeoPackage...

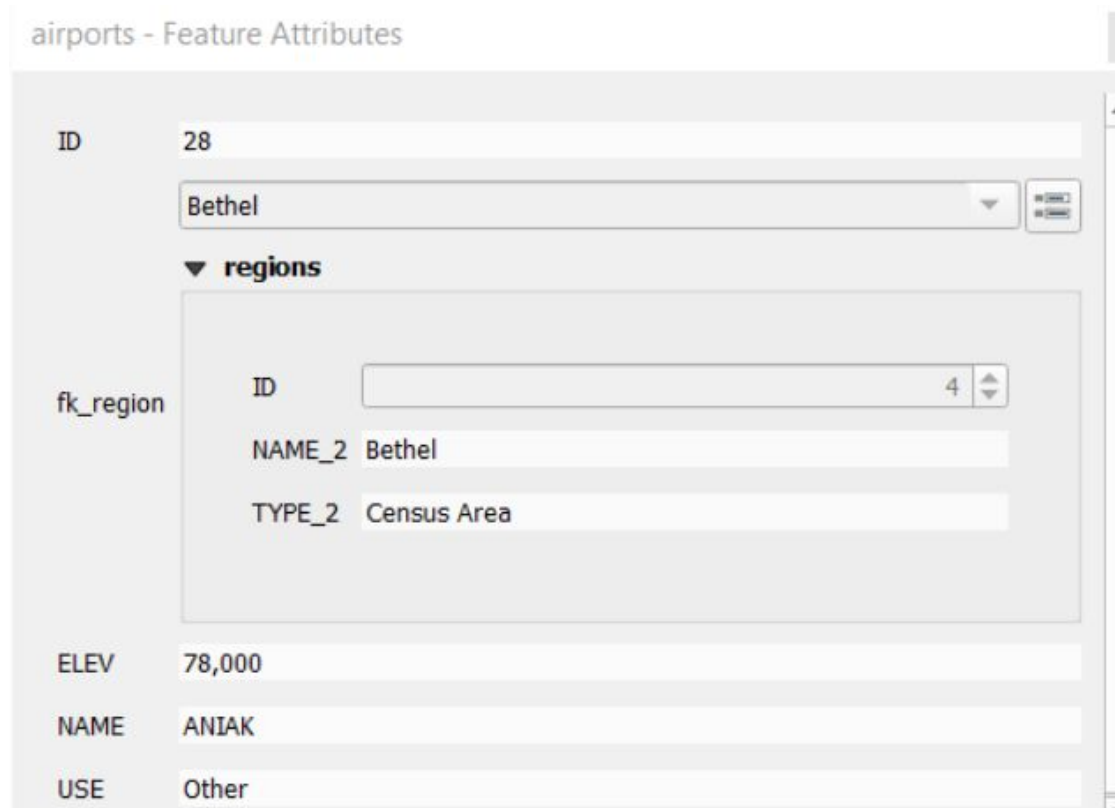
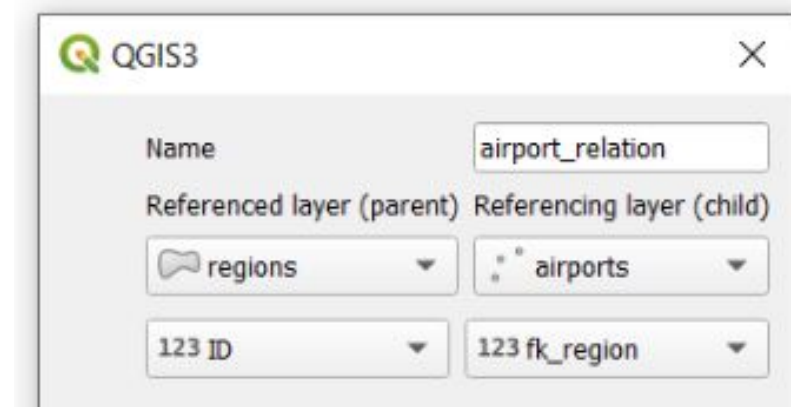
Relacyjna struktura danych w QGIS

MENU ROZWIJANE

Wykorzystanie cech strukturalnych relacyjnej bazy danych do stworzenia interfejsu użytkownika, który umożliwia korzystanie z list opartych na pomocniczych listach rozwijanych

QGIS może wykorzystywać cechy strukturalne relacyjnej bazy danych do tworzenia interfejsu użytkownika, który umożliwia korzystanie z list opartych na pomocniczych listach wyboru wartości

W projekcie można uwzględnić oddzielne tabele bez geometrii



Aplikacje z dostępem do formatu gpkg

QGIS — bezpośrednio otwieranie, edycja i praca z wieloma warstwami w formacie GeoPackage; obsługuje również relacje i pakowanie w trybie offline.

ArcGIS Pro — bezpośrednio połączenie z plikami GeoPackage w celu tworzenia map, analizy przestrzennej i edycji w środowisku opartym na jednym pliku.

QField — praktyczne mobilne procesy oparte na GeoPackage, zwłaszcza do edycji w trybie offline i synchronizacji danych terenowych.

MapInfo Pro — bezpośrednia obsługa plików GeoPackage, w tym zarządzanie warstwami, indeksowanie i obsługa układów współrzędnych.

GeoMedia — wykorzystuje dedykowany format GeoPackage do odczytu i zapisu, co pokazuje, że jest to prawdziwe, działające źródło danych przestrzennych w profesjonalnym środowisku GIS.

Główna idea:

- GeoPackage to nie tylko format wymiany danych, w aplikacjach może on funkcjonować jako **rzeczywiste, działające źródło danych** do przeglądania, edycji i zarządzania warstwami przestrzennymi

UWAGI KOŃCOWE dotyczące „cichej rewolucji strukturalnej”

Wydajność

Indeksowanie przestrzenne i przechowywanie typowanych danych poprawiają szybkość zapytań i responsywność map w zwykłych plikach projektowych.

Powtarzalność

Ograniczenia, kontrola schemata, metadanych zmniejszają niejednoznaczność oraz ułatwiają powtarzanie i audytowanie przepływów pracy.

Interoperacyjność

Standardowy pakiet oparty na SQLite łączy korporacyjne bazy danych, stacjonarne systemy GIS, zastosowania mobilne oraz proste analizy.

GeoPackage to nie tylko kolejny format pliku; przenosi on zachowanie bazy danych do rutynowej pracy na komputerze stacjonarnym

Dziękuję za uwagę