Ćwiczenia 6 – PostGIS Raster

Kamila Hanusz
Geoinformatyka rok III

CMD:

"C:\Program Files\PostgreSQL\14\bin\raster2pgsql.exe" -s 3763 -N -32767 -t 100x100 -I -C -M -d C:\Users\48535\Desktop\Zajecia_Semestr_V\Bazy_Danych_Przestrzennych\Cw_6\rasters\srtm_1arc_v3.tif rasters.dem > C:\Users\48535\Desktop\Zajecia_Semestr_V\Bazy_Danych_Przestrzennych\Cw_6\dem.sql

"C:\Program Files\PostgreSQL\14\bin\raster2pgsql.exe" -s 3763 -N -32767 -t 100x100 -I -C -M -d C:\Users\48535\Desktop\Zajecia_Semestr_V\Bazy_Danych_Przestrzennych\Cw_6\rasters\srtm_1arc_v3.tif rasters.dem | psql -d cw_6 -h localhost -U postgres -p 5432

"C:\Program Files\PostgreSQL\14\bin\raster2pgsql.exe" -s 3763 -N -32767 -t 100x100 -I -C -M -d C:\Users\48535\Desktop\Zajecia_Semestr_V\Bazy_Danych_Przestrzennych\Cw_6\rasters\Landsat8_L1TP_RGBN.TIF rasters.landsat8 | psql -d cw_6 -h localhost -U postgres -p 5432

pgAdmin:

--Tworzenie rastrów z istniejących rastrów i interakcja z wektorami
--Pierwszy przykład pokazuje jak wyodrębnić kafelki nakładające się na geometrię. Opcjonalnie
--można utworzyć tabelę z wynikiem zapytania. W poniższych przykładach zamień schema_name na
--nazwę swojego schematu.

--Przykład 1 - ST_Intersects
--Przecięcie rastra z wektorem.

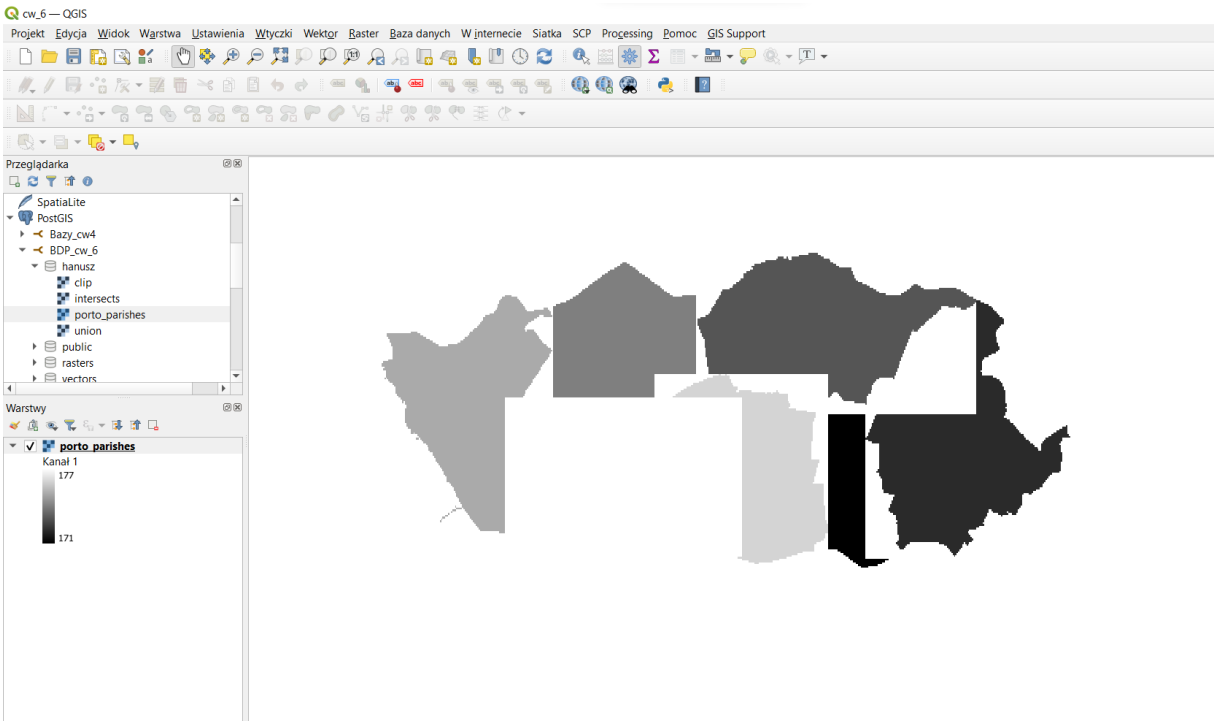
```
CREATE TABLE hanusz.intersects AS

SELECT a.rast, b.municipality

FROM rasters.dem AS a, vectors.porto_parishes AS b

WHERE ST_Intersects(a.rast, b.geom) AND b.municipality ilike 'porto';
```

```
--1. dodanie serial primary key:

ALTER TABLE hanusz.intersects

ADD COLUMN rid SERIAL PRIMARY KEY;


--2. utworzenie indeksu przestrzennego:

CREATE INDEX idx_intersects_rast_gist ON hanusz.intersects

USING gist (ST_ConvexHull(rast));


--3. dodanie raster constraints:
-- schema::name table_name::name raster_column::name

SELECT AddRasterConstraints('hanusz'::name,

'intersects'::name,'rast'::name);


SELECT * FROM hanusz.intersects;



--Przykład 2 - ST_Clip
--Obcinanie rastra na podstawie wektora.

CREATE TABLE hanusz.clip AS

SELECT ST_Clip(a.rast, b.geom, true), b.municipality

FROM rasters.dem AS a, vectors.porto_parishes AS b

WHERE ST_Intersects(a.rast, b.geom) AND b.municipality like 'PORTO';


SELECT * FROM hanusz.clip;


--Przykład 3 - ST_Union
--Połączenie wielu kafelków w jeden raster

CREATE TABLE hanusz.union AS

SELECT ST_Union(ST_Clip(a.rast, b.geom, true))

FROM rasters.dem AS a, vectors.porto_parishes AS b
```

```
WHERE b.municipality ilike 'porto' and ST_Intersects(b.geom,a.rast);


SELECT * FROM hanusz.union;


--Oprócz powyższego przykładu, st_union pozwala również na operacje na nakładających się rastrach
--opartych na danej funkcji agregującej, a mianowicie FIRST LAST SUM COUNT MEAN lub RANGE. Na
--przykład, jeśli mamy wiele rastrów z danymi o opadach atmosferycznych i potrzebujemy średniej
--wartości, możemy użyć st_union lub map_algebra. Aby uzyskać więcej informacji na temat
--st_union, sprawdź dokumentację: https://postgis.net/docs/RT_ST_Union.html


--Tworzenie rastrów z wektorów (rastrowanie)
--Poniższe przykłady pokazują rastrowanie wektoru.

--Przykład 1 - ST_AsRaster
--Przykład pokazuje użycie funkcji ST_AsRaster w celu rastrowania tabeli z parafiami o takiej
--samej charakterystyce przestrzennej tj.: wielkość piksela, zakresy itp.

CREATE TABLE hanusz.porto_parishes AS

WITH r AS (

SELECT rast FROM rasters.dem

LIMIT 1

)

SELECT ST_AsRaster(a.geom,r.rast,'8BUI',a.id,-32767) AS rast

FROM vectors.porto_parishes AS a, r

WHERE a.municipality ilike 'porto';


SELECT * FROM hanusz.porto_parishes;


--Przykładowe zapytanie używa piksela typu '8BUI' tworząc 8-bitową nieoznaczoną liczbę całkowitą
(8-bit unsigned integer). Unsigned integer może reprezentować tylko nieujemne liczby całkowite;
signed
--integer mogą również reprezentować liczby całkowite ujemne. Aby uzyskać więcej informacji o
--typach rastrowych PostGIS, zapoznaj się z dokumentacją:
--https://postgis.net/docs/RT_ST_BandPixelType.html
```

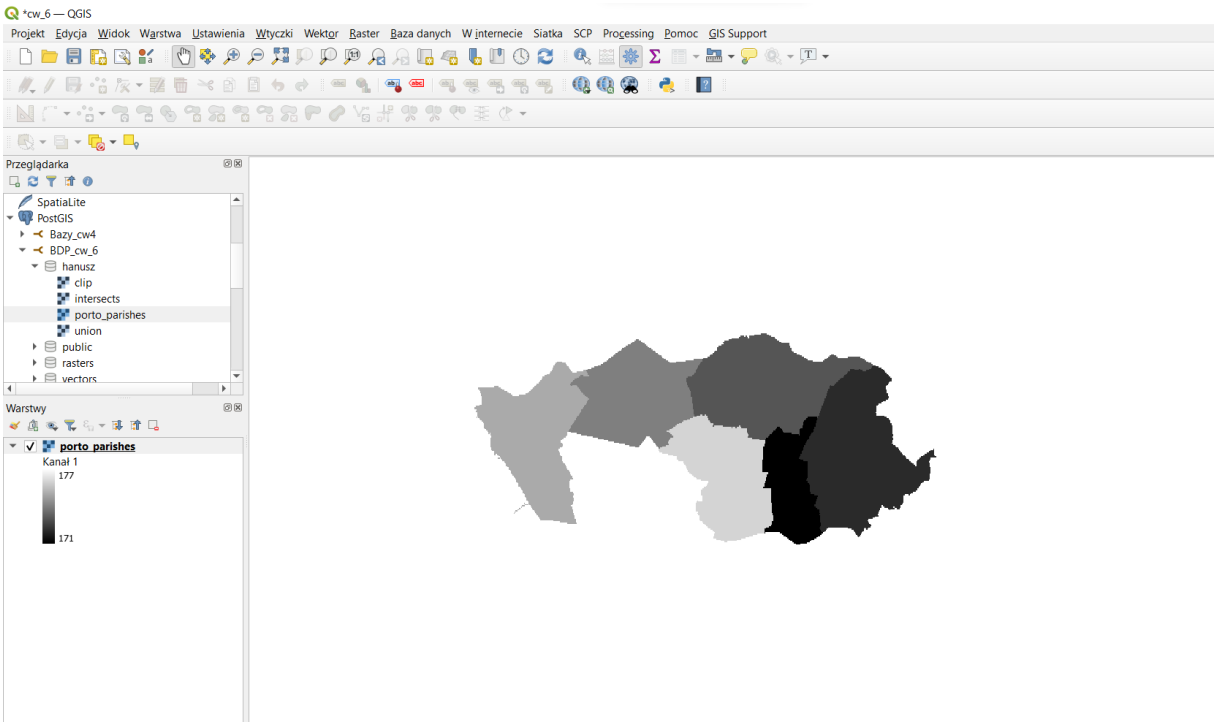
-- Przykład 2 - ST_Union

-- Wynikowy raster z poprzedniego zadania to jedna parafia na rekord, na wiersz tabeli. Użyj QGIS lub
-- ArcGIS do wizualizacji wyników.



-- Drugi przykład łączy rekordy z poprzedniego przykładu przy użyciu funkcji ST_UNION w pojedynczy
-- raster.

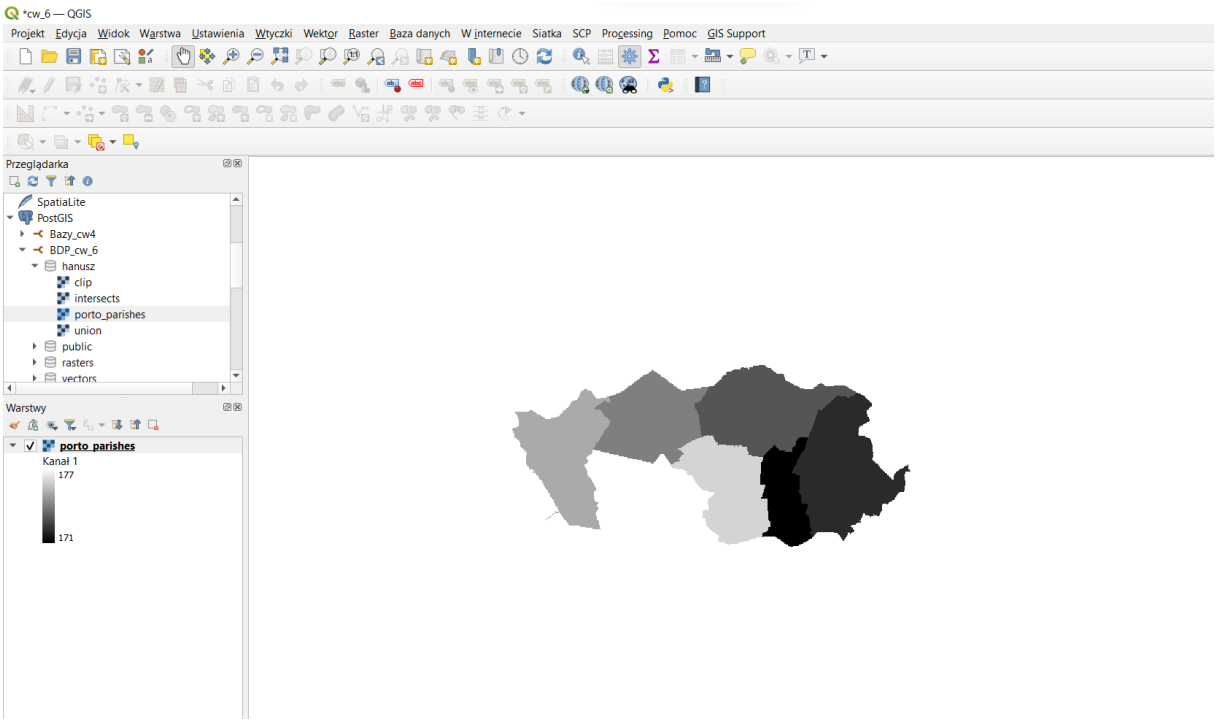
```
DROP TABLE hanusz.porto_parishes; --> drop table porto_parishes first

CREATE TABLE hanusz.porto_parishes AS

WITH r AS (

SELECT rast FROM rasters.dem

LIMIT 1

)

SELECT st_union(ST_AsRaster(a.geom,r.rast,'8BUI',a.id,-32767)) AS rast

FROM vectors.porto_parishes AS a, r

WHERE a.municipality ilike 'porto';


SELECT * FROM hanusz.porto_parishes;
```



-- Przykład 3 - ST_Tile

-- Po uzyskaniu pojedynczego rastra można generować kafelki za pomocą funkcji ST_Tile.

```
DROP TABLE hanusz.porto_parishes; --> drop table porto_parishes first

CREATE TABLE hanusz.porto_parishes AS

WITH r AS (

SELECT rast FROM rasters.dem

LIMIT 1 )

SELECT st_tile(st_union(ST_AsRaster(a.geom,r.rast,'8BUI',a.id,-32767)),128,128,true,-32767)
AS rast

FROM vectors.porto_parishes AS a, r

WHERE a.municipality ilike 'porto';


SELECT * FROM hanusz.porto_parishes;
```



-- Konwertowanie rastrów na wektory (wektoryzowanie)

-- Poniższe przykłady użycia funkcji ST_Intersection i ST_DumpAsPolygons pokazują konwersję rasterów

-- na wektory. PostGIS posiada więcej funkcji posiadających podobną funkcjonalność, aby dowiedzieć

-- się więcej odwiedź https://postgis.net/docs/RT_reference.html#Raster_Processing_Geometry

-- Przykład 1 - ST_Intersection

-- Funkcja St_Intersection jest podobna do ST_Clip. ST_Clip zwraca raster, a ST_Intersection zwraca

-- zestaw par wartości geometria-piksel, ponieważ ta funkcja przekształca raster w wektor przed

-- rzeczywistym „klipem”. Zazwyczaj ST_Intersection jest wolniejsze od ST_Clip więc zasadnym jest

-- przeprowadzenie operacji ST_Clip na rastrze przed wykonaniem funkcji ST_Intersection.

```
CREATE TABLE hanusz.intersection as

SELECT

a.rid,(ST_Intersection(b.geom,a.rast)).geom,(ST_Intersection(b.geom,a.rast)

).val

FROM rasters.landsat8 AS a, vectors.porto_parishes AS b

WHERE b.parish ilike 'paranhos' and ST_Intersects(b.geom,a.rast);
```

```
SELECT * FROM hanusz.intersection;


-- Przykład 2 - ST_DumpAsPolygons
-- ST_DumpAsPolygons konwertuje rastry w wektory (poligony).

CREATE TABLE hanusz.dumppolygons AS

SELECT

a.rid,(ST_DumpAsPolygons(ST_Clip(a.rast,b.geom))).geom,(ST_DumpAsPolygons(ST_Clip(a.ra
st,b.geom))).val

FROM rasters.landsat8 AS a, vectors.porto_parishes AS b

WHERE b.parish ilike 'paranhos' and ST_Intersects(b.geom,a.rast);


SELECT * FROM hanusz.dumppolygons;


-- Obie funkcje zwracają zestaw wartości geomval, po więcej informacji dotyczących typu geomval
-- sprawdź: https://postgis.net/docs/geomval.html




-- Analiza rastrów

-- Przykład 1 - ST_Band
-- Funkcja ST_Band służy do wyodrębniania pasm z rastra

CREATE TABLE hanusz.landsat_nir AS

SELECT rid, ST_Band(rast,4) AS rast

FROM rasters.landsat8;


SELECT * FROM hanusz.landsat_nir;


-- Przykład 2 - ST_Clip
-- ST_Clip może być użyty do wycięcia rastra z innego rastra. Poniższy przykład wycina jedną parafię
-- z tabeli vectors.porto_parishes. Wynik będzie potrzebny do wykonania kolejnych przykładów.
```

```
CREATE TABLE hanusz.paranhos_dem AS

SELECT a.rid,ST_Clip(a.rast, b.geom,true) as rast

FROM rasters.dem AS a, vectors.porto_parishes AS b

WHERE b.parish ilike 'paranhos' and ST_Intersects(b.geom,a.rast);


SELECT * FROM hanusz.paranhos_dem;


-- Przykład 3 - ST_Slope
-- Poniższy przykład użycia funkcji ST_Slope wygeneruje nachylenie przy użyciu
-- poprzednio wygenerowanej tabeli (wzniesienie).

CREATE TABLE hanusz.paranhos_slope AS

SELECT a.rid,ST_Slope(a.rast,1,'32BF','PERCENTAGE') as rast

FROM hanusz.paranhos_dem AS a;


SELECT * FROM hanusz.paranhos_slope;


-- Przykład 4 - ST_Reclass
-- Aby zreklasyfikować raster należy użyć funkcji ST_Reclass.

CREATE TABLE hanusz.paranhos_slope_reclass AS

SELECT a.rid,ST_Reclass(a.rast,1,']0-15]:1, (15-30]:2, (30-9999:3',

'32BF',0)

FROM hanusz.paranhos_slope AS a;


SELECT * FROM hanusz.paranhos_slope_reclass;


-- Przykład 5 - ST_SummaryStats
-- Aby obliczyć statystyki rastra można użyć funkcji ST_SummaryStats. Poniższy przykład
-- wygeneruje statystyki dla kafelka.

SELECT st_summarystats(a.rast) AS stats

FROM hanusz.paranhos_dem AS a;
```

-- Przykład 6 - ST_SummaryStats oraz Union

-- Przy użyciu UNION można wygenerować jedną statystykę wybranego rastra.

```
SELECT st_summarystats(ST_Union(a.rast))
FROM hanusz.paranhos_dem AS a;
```

-- ST_SummaryStats zwraca złożony typ danych. Więcej informacji na temat złożonego typu danych
-- znajduje się w dokumentacji:
-- https://www.postgresql.org/docs/current/static/rowtypes.html

-- Przykład 7 - ST_SummaryStats z lepszą kontrolą złożonego typu danych

```
WITH t AS (
SELECT st_summarystats(ST_Union(a.rast)) AS stats
FROM hanusz.paranhos_dem AS a
)
SELECT (stats).min,(stats).max,(stats).mean FROM t;
```

-- Przykład 8 - ST_SummaryStats w połączeniu z GROUP BY

-- Aby wyświetlić statystykę dla każdego poligonu "parish" można użyć polecenia GROUP BY

```
WITH t AS (
SELECT b.parish AS parish, st_summarystats(ST_Union(ST_Clip(a.rast,
b.geom,true))) AS stats
FROM rasters.dem AS a, vectors.porto_parishes AS b
WHERE b.municipality ilike 'porto' and ST_Intersects(b.geom,a.rast)
group by b.parish
)
SELECT parish,(stats).min,(stats).max,(stats).mean FROM t;
```

-- Przykład 9 - ST_Value

-- Funkcja ST_Value pozwala wyodrębnić wartość piksela z punktu lub zestawu punktów.
-- Poniższy przykład wyodrębnia punkty znajdujące się w tabeli vectors.places.
-- Ponieważ geometria punktów jest wielopunktowa, a funkcja ST_Value wymaga geometrii
-- jednopunktowej, należy przekonwertować geometrię wielopunktową na geometrię
-- jednopunktową za pomocą funkcji (ST_Dump(b.geom)).geom.

```
SELECT b.name,st_value(a.rast,(ST_Dump(b.geom)).geom)
FROM
rasters.dem a, vectors.places AS b
WHERE ST_Intersects(a.rast,b.geom)
ORDER BY b.name;
```

```
-- Topographic Position Index (TPI)
-- TPI porównuje wysokość każdej komórki w DEM ze średnią wysokością określonego sąsiedztwa
-- wokół tej komórki. Wartości dodatnie reprezentują lokalizacje, które są wyższe niż średnia ich
-- otoczenia, zgodnie z definicją sąsiedztwa (grzbietów). Wartości ujemne reprezentują lokalizacje,
-- które są niższe niż ich otoczenie (doliny). Wartości TPI bliskie zeru to albo płaskie obszary (gdzie
-- nachylenie jest bliskie zeru), albo obszary o stałym nachyleniu. Więcej informacji na temat TPI
można
-- znaleźć tutaj: www.jennessent.com/downloads/tpi-poster-tnc_18x22.pdf

-- Przykład 10 - ST_TPI
-- Funkcja ST_Value pozwala na utworzenie mapy TPI z DEM wysokości. Obecna wersja PostGIS może
-- obliczyć TPI jednego piksela za pomocą sąsiedztwa wokół tylko jednej komórki. Poniższy przykład
-- pokazuje jak obliczyć TPI przy użyciu tabeli rasters.dem jako danych wejściowych. Tabela nazywa
się
-- TPI30 ponieważ ma rozdzielczość 30 metrów i TPI używa tylko jednej komórki sąsiedztwa do
-- obliczeń. Tabela wyjściowa z wynikiem zapytania zostanie stworzona w schemacie schema_name,
-- jest więc możliwa jej wizualizacja w QGIS.

CREATE TABLE hanusz.tpi30 as
SELECT ST_TPI(a.rast,1) as rast
FROM rasters.dem a;
```

CZAS PRZETWARZANIA: 31 sec 186 msec

```
SELECT * FROM hanusz.tpi30;

-- Poniższa kwerenda utworzy indeks przestrzenny:

CREATE INDEX idx_tpi30_rast_gist ON hanusz.tpi30
USING gist (ST_ConvexHull(rast));
```

--Dodanie constraintów:

```
SELECT AddRasterConstraints('hanusz'::name,
'tpi30'::name,'rast'::name);
```

-- Problem do samodzielnego rozwiązania:
-- Przetwarzanie poprzedniego zapytania może potrwać dłużej niż minutę, a niektóre zapytania mogą
-- potrwać zbyt długo. W celu skrócenia czasu przetwarzania czasami można ograniczyć obszar
-- zainteresowania i obliczyć mniejszy region. Dostosuj zapytanie z przykładu 10, aby przetwarzać tylko
-- gminę Porto. Musisz użyć ST_Intersects, sprawdź Przykład 1 - ST_Intersects w celach
-- informacyjnych. Porównaj różne czasy przetwarzania. Na koniec sprawdź wynik w QGIS.

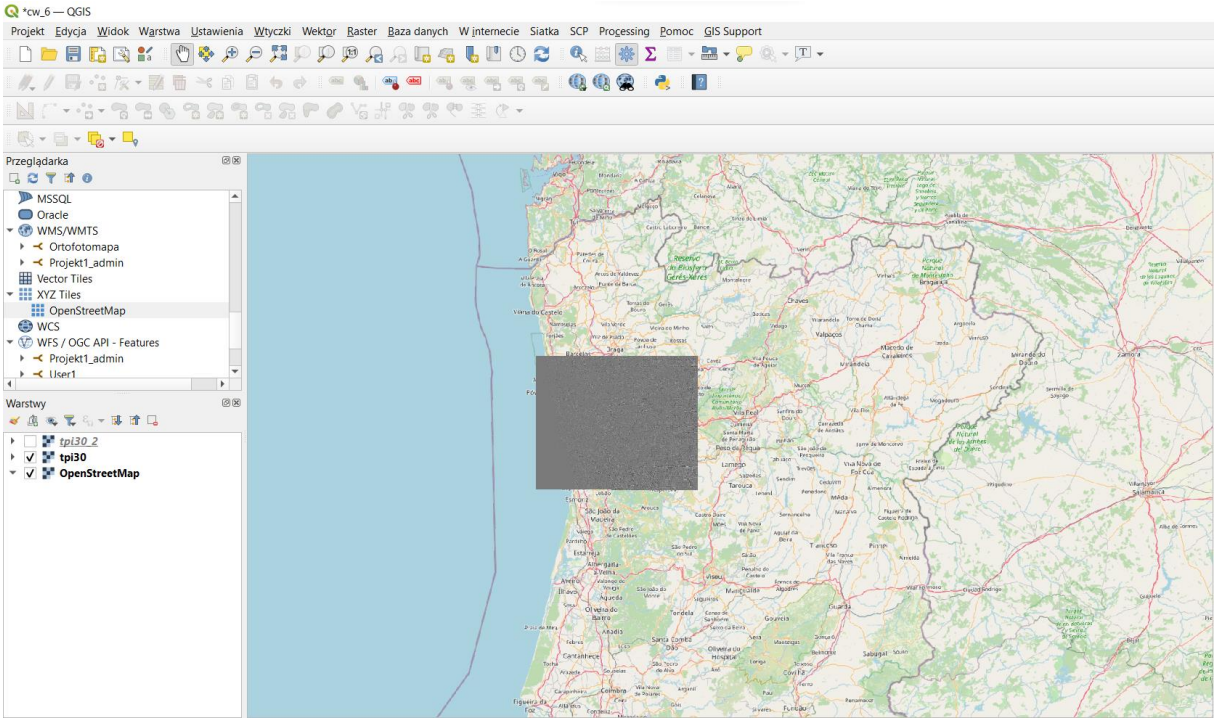
--Rozwiązanie:

```
CREATE TABLE hanusz.tpi30_2 as
SELECT ST_TPI(a.rast,1) as rast
FROM rasters.dem a, vectors.porto_parishes AS b
WHERE ST_Intersects(a.rast, b.geom) AND b.municipality ilike 'porto';
```

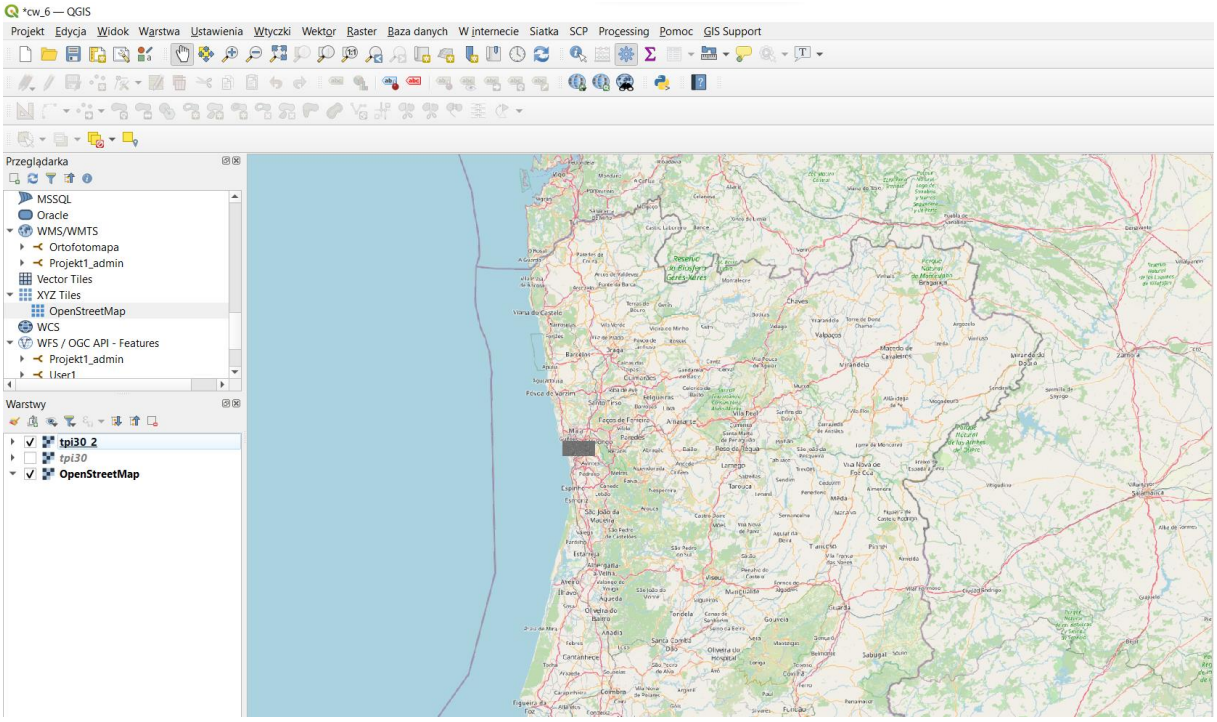
CZAS PRZETWARZANIA: 1 sec 423 msec

```
SELECT * FROM hanusz.tpi30_2;
```

Warstwa hanusz.tpi30 zwizualizowana w QGIS:



Warstwa hanusz.tpi30_2 zwizualizowana w QGIS:



-- Algebra map

-- Istnieją dwa sposoby korzystania z algebry map w PostGIS. Jednym z nich jest użycie wyrażenia,
-- a drugim użycie funkcji zwrotnej. Poniższe przykłady pokazują jak stosując obie techniki
-- utworzyć wartości NDVI na podstawie obrazu Landsat8.
-- Wzór na NDVI:
-- NDVI=(NIR-Red)/(NIR+Red)

-- Przykład 1 - Wyrażenie Algebry Map

```
CREATE TABLE hanusz.porto_ndvi AS
WITH r AS (
SELECT a.rid,ST_Clip(a.rast, b.geom,true) AS rast
FROM rasters.landsat8 AS a, vectors.porto_parishes AS b
WHERE b.municipality ilike 'porto' and ST_Intersects(b.geom,a.rast)
)
SELECT
r.rid,ST_MapAlgebra(
r.rast, 1,
r.rast, 4,
'([rast2.val] - [rast1.val]) / ([rast2.val] +
[rast1.val])::float','32BF'
) AS rast
FROM r;


SELECT * FROM hanusz.porto_ndvi;
```

-- Poniższe zapytanie utworzy indeks przestrzenny na wcześniej stworzonej tabeli:

```
CREATE INDEX idx_porto_ndvi_rast_gist ON hanusz.porto_ndvi
USING gist (ST_ConvexHull(rast));
```

-- Dodanie constraintów:

```
SELECT AddRasterConstraints('hanusz'::name,
```

```
'porto_ndvi'::name,'rast'::name);


-- Możliwe jest użycie algebry map na wielu rastrach i/lub wielu pasmach,
-- służy do tego rastbandargset. Więcej informacji jest dostępnych w
-- dokumentacji: https://postgis.net/docs/RT_ST_MapAlgebra.html

-- Przykład 2 – Funkcja zwrotna
-- W pierwszym kroku należy utworzyć funkcję, które będzie wywołana później:

CREATE OR REPLACE FUNCTION hanusz.ndvi(
value double precision [] [] [],
pos integer [][],
VARIADIC userargs text []
)
RETURNS double precision AS
$$
BEGIN
--RAISE NOTICE 'Pixel Value: %', value [1][1][1];-->For debug purposes
RETURN (value [2][1][1] - value [1][1][1])/(value [2][1][1]+value
[1][1][1]); --> NDVI calculation!
END;
$$
LANGUAGE 'plpgsql' IMMUTABLE COST 1000;


-- W kwerendzie algebry map należy można wywołać zdefiniowaną wcześniej funkcję:

CREATE TABLE hanusz.porto_ndvi2 AS
WITH r AS (
SELECT a.rid,ST_Clip(a.rast, b.geom,true) AS rast
FROM rasters.landsat8 AS a, vectors.porto_parishes AS b
WHERE b.municipality ilike 'porto' and ST_Intersects(b.geom,a.rast)
)
SELECT
```

```
r.rid,ST_MapAlgebra(
r.rast, ARRAY[1,4],
'hanusz.ndvi(double precision[],
integer[],text[])'::regprocedure, --> This is the function!
'32BF'::text
) AS rast
FROM r;

-- Dodanie indeksu przestrzennego:
CREATE INDEX idx_porto_ndvi2_rast_gist ON hanusz.porto_ndvi2
USING gist (ST_ConvexHull(rast));

-- Dodanie constraintów:
SELECT AddRasterConstraints('hanusz'::name,
'porto_ndvi2'::name,'rast'::name);

-- Przykład 3 - Funkcje TPI
-- Aktualnie zaimplementowana w PostGIS funkcja TPI wykorzystuje algebrę mapy z wywołaniem
-- funkcji.

-- Schemat public zawiera dwie funkcje TPI:
-- • public._st_tpi4ma - funkcja używana w algebrze map
-- • public.st_tpi - funkcja, która wywołuje poprzednią funkcję. Istnieją dwie funkcje st_tpi, które
-- różnią się liczbą dozwolonych wejść lecz obie te funkcje wykonują tę samą akcję.

-- Przeanalizuj kod wspomnianych funkcji oraz sposób ich wykonania.
-- Więcej informacji odnośnie algebry map w PostGIS znajduje się na stronach:
-- MapAlgebra z wyrażeniem: https://postgis.net/docs/RT_ST_MapAlgebra_expr.html

-- MapAlgebra z wywołaniem funkcji:
-- https://postgis.net/docs/RT_ST_MapAlgebra.html

-- Obecna implementacja TPI w PostGIS obsługiwana przy użyciu funkcji ST_TPI pozwala tylko na
-- obliczenie TPI z jedną komórką sąsiedztwa. Nowa implementacja TPI pozwalająca użytkownikowi
-- określić komórki sąsiedztwa (wewnętrzny pierścień i pierścień zewnętrzny), za pomocą algebry
-- mapy dostępna jest tutaj: https://github.com/lcalisto/postgis_customTPI
```

-- Eksport danych

--Poniższe przykłady pokazują jak wyeksportować rastry stworzone we wcześniejszych przykładach.

-- PostGIS może zapisywać rastry w różnych formatach plików.Poniższe przykłady używają
-- funkcji ST_AsTiff i ST_AsGDALRaster, ale także funkcjonalności wbudowanej w Gdal.

-- Przykład 0 - Użycie QGIS

-- Po załadowaniu tabeli/widoku z danymi rastrowymi do QGIS, możliwe jest
-- zapisanie/wyeksportowanie warstwy rastrowej do dowolnego formatu obsługiwanego przez GDAL za
-- pomocą interfejsu QGIS.

-- Przykład 1 - ST_AsTiff

-- Funkcja ST_AsTiff tworzy dane wyjściowe jako binarną reprezentację pliku tiff, może to być
-- przydatne na stronach internetowych, skryptach itp., w których programista może kontrolować, co
-- zrobić z plikiem binarnym, na przykład zapisać go na dysku lub po prostu wyświetlić.

```
SELECT ST_AsTiff(ST_Union(rast))

FROM hanusz.porto_ndvi;
```

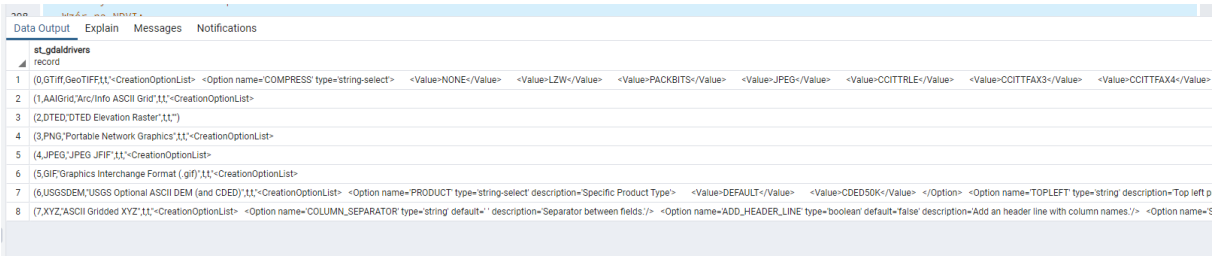
-- Przykład 2 - ST_AsGDALRaster

-- Podobnie do funkcji ST_AsTiff, ST_AsGDALRaster nie zapisuje danych wyjściowych bezpośrednio
-- na dysku, natomiast dane wyjściowe są reprezentacją binarną dowolnego formatu GDAL.

```
SELECT ST_AsGDALRaster(ST_Union(rast), 'GTiff', ARRAY['COMPRESS=DEFLATE',

'PREDICTOR=2', 'PZLEVEL=9'])

FROM hanusz.porto_ndvi;
```

-- Uwaga:
-- Funkcje ST_AsGDALRaster pozwalają nam zapisać raster w dowolnym formacie obsługiwanym przez
-- gdal. Aby wyświetlić listę formatów obsługiwanych przez bibliotekę uruchom:
SELECT ST_GDALDrivers();

OUTPUT:



Data Output | Explain | Messages | Notifications

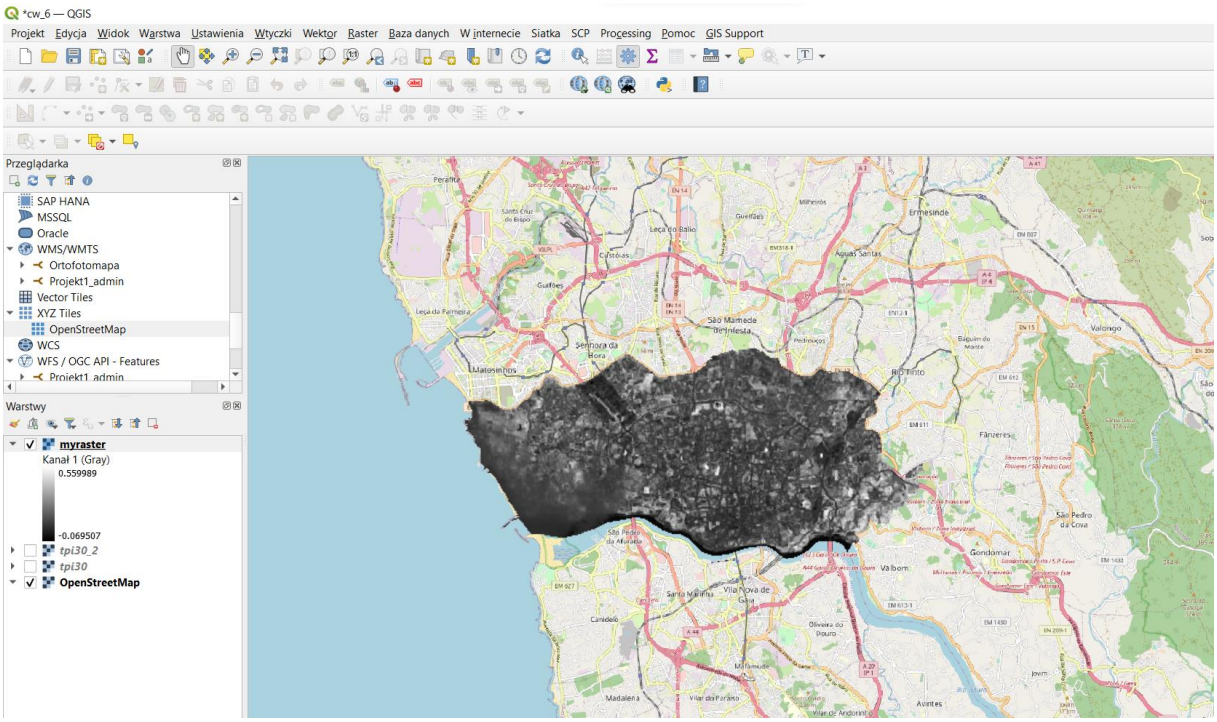
	st_gdaldrivers record
1	(0,GTiff,GeoTIFF,t,t,'<CreationOptionList> <Option name='COMPRESS' type='string-select'> <Value>NONE</Value> <Value>LZW</Value> <Value>PACKBITS</Value> <Value>JPEG</Value> <Value>CCITTRLE</Value> <Value>CCITTFAX3</Value> <Value>CCITTFAX4</Value>
2	(1,AAIGrid,'Arc/Info ASCII Grid',t,t,'<CreationOptionList>
3	(2,DTED,'DTED Elevation Raster',t,t,'')
4	(3,PNG,'Portable Network Graphics',t,t,'<CreationOptionList>
5	(4,JPEG,'JPEG JFIF',t,t,'<CreationOptionList>
6	(5,GIF,'Graphics Interchange Format (.gif)',t,t,'<CreationOptionList>
7	(6,USGSDEM,'USGS Optional ASCII DEM (and CDED)',t,t,'<CreationOptionList> <Option name='PRODUCT' type='string-select' description='Specific Product Type'> <Value>DEFAULT</Value> <Value>CDED50K</Value> </Option> <Option name='TOPLEFT' type='string' description='Top left p
8	(7,XYZ,'ASCII Gridded XYZ',t,t,'<CreationOptionList> <Option name='COLUMN_SEPARATOR' type='string' default=' ' description='Separator between fields:'/> <Option name='ADD_HEADER_LINE' type='boolean' default='false' description='Add an header line with column names:'/> <Option name='S

-- Przykład 3 - Zapisywanie danych na dysku za pomocą dużego obiektu (large object, lo)

```
CREATE TABLE tmp_out AS
SELECT lo_from_bytea(0,
ST_AsGDALRaster(ST_Union(rast), 'GTiff', ARRAY['COMPRESS=DEFLATE',
'PREDICTOR=2', 'PZLEVEL=9'])
) AS loid
FROM hanusz.porto_ndvi;
----------------------------------------------
SELECT lo_export(loid, 'D:\myraster.tiff') --> Save the file in a place
--where the user postgres have access. In windows a flash drive usualy works fine.
FROM tmp_out;
----------------------------------------------
SELECT lo_unlink(loid)
FROM tmp_out; --> Delete the large object.
```

-- Więcej informacji odnośnie eksportu danych rastrowych dostępna jest na stronie:
-- https://postgis.net/docs/RT_reference.html#Raster_Outputs

Zapisana na przenośnym dysku warstwa wyświetlona w QGIS:



-- Przykład 4 - Użycie Gdal

-- Gdal obsługuje rastry z PostGISa. Polecenie gdal_translate eksportuje raster do dowolnego formatu
-- obsługiwanego przez GDAL.

gdal_translate -co COMPRESS=DEFLATE -co PREDICTOR=2 -co ZLEVEL=9

PG:"host=localhost port=5432 dbname=cw_6 user=postgres

password=postgis schema=hanusz table=porto_ndvi mode=2"

porto_ndvi.tiff

--Publikowanie danych za pomocą MapServer

-- Ponieważ GDAL obsługuje rastry PostGIS, możliwe jest opublikowanie rastra jako WMS.
-- Należy pamiętać, że w takim przypadku zaleca się generowanie podglądów w celu uzyskania
-- lepszej wydajności.

-- Poniższy przykład to plik mapowania z rastrem przy użyciu standardowych opcji i klauzuli WHERE.
--Przykład 1 – Mapfile

```
MAP
        NAME 'map'
        SIZE 800 650
        STATUS ON
        EXTENT -58968 145487 30916 206234
        UNITS METERS
        WEB
                METADATA
                'wms_title' 'Terrain wms'
                'wms_srs' 'EPSG:3763 EPSG:4326 EPSG:3857'
                'wms_enable_request' '*'
                'wms_onlineresource'
                'http://54.37.13.53/mapservices/srtm'
                END
        END
        PROJECTION
                'init=epsg:3763'
        END
        LAYER
                NAME srtm
                TYPE raster
                STATUS OFF
DATA "PG:host=localhost port=5432 dbname='cw_6' user='sasig'
password='postgis' schema='rasters' table='dem' mode='2'" PROCESSING
                                                        "SCALE=AUTO"
                PROCESSING "NODATA=-32767"
                OFFSITE 0 0 0
```

```
        METADATA
            'wms_title' 'srtm'
        END
    END
END

-- Przykładowy WMS jest dostępny pod adresem:
-- https://sigap.calisto.pt/mapservices/srtm
-- lub w przeglądarce:
-- https://sigap.calisto.pt/mapservices/srtm?layer=srtm&mode=map
```