



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**

Zastosowanie GIS w badaniach przyrodniczych

Modelowanie hydrologiczne z ArchHydro Tools

**Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska
Katedra Geologii Ogólnej i Geoturystyki
Kraków, 2022**

Wstęp

Badania hydrograficzne prowadzone z zastosowaniem systemów GIS, wymagają utworzenie wiarygodnych **modeli hydrologicznych** odzwierciedlających związku zachodzące pomiędzy ukształtowaniem terenu a spływem powierzchniowym. Najważniejsze etapy tych analiz stanowią:

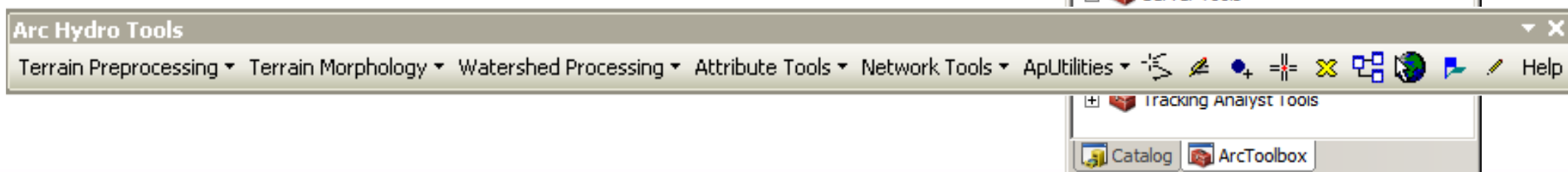
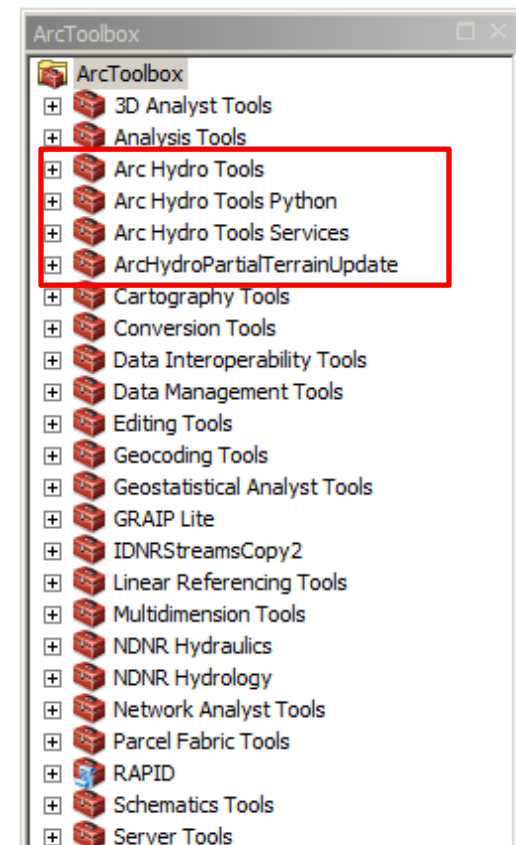
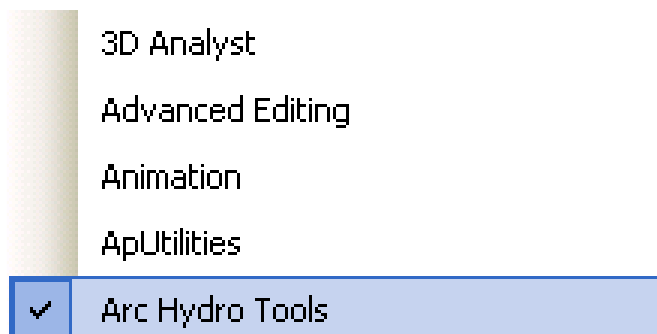
- tworzenie linii drenażu,
- wydzielanie obszarów bezodpływowych,
- wydzielanie zlewni elementarnych.

- Podstawowe źródło danych w badaniach hydrograficznych stanowi NMT.
- Dane uzupełniające obejmują wektorowe klasy źródeł, zbiorników wodnych i cieków powierzchniowych.

Najważniejszą aplikacją (dla systemu ArcGIS) jest rozszerzenie **ArchHydro Tools** (Djokic 2008).

Aplikację dla różnych wersji ArcGIS pobieramy z linku <http://downloads.esri.com/archydro/archydro/setup/>

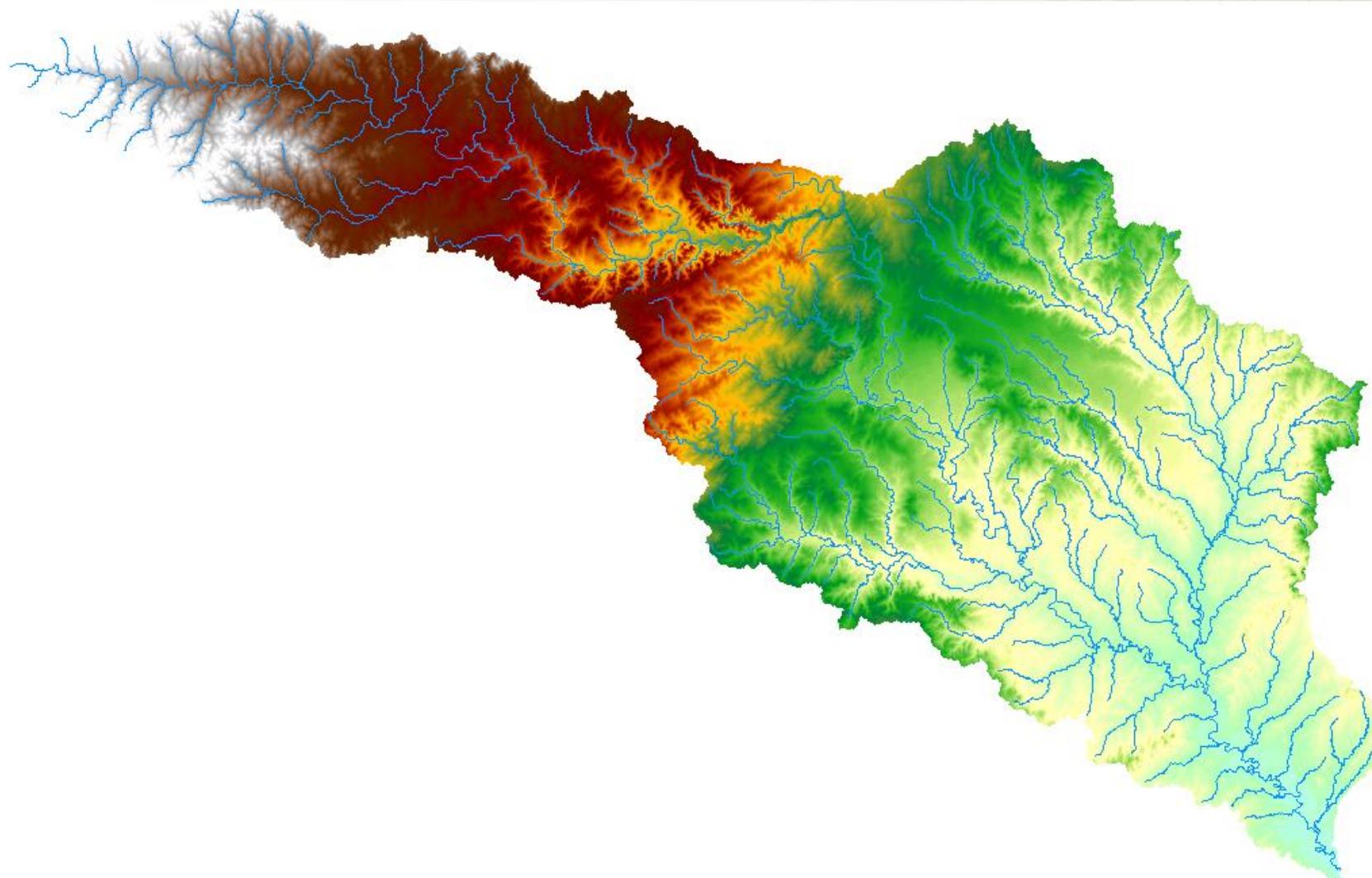
Customize > Toolbars > ArcHydroTools



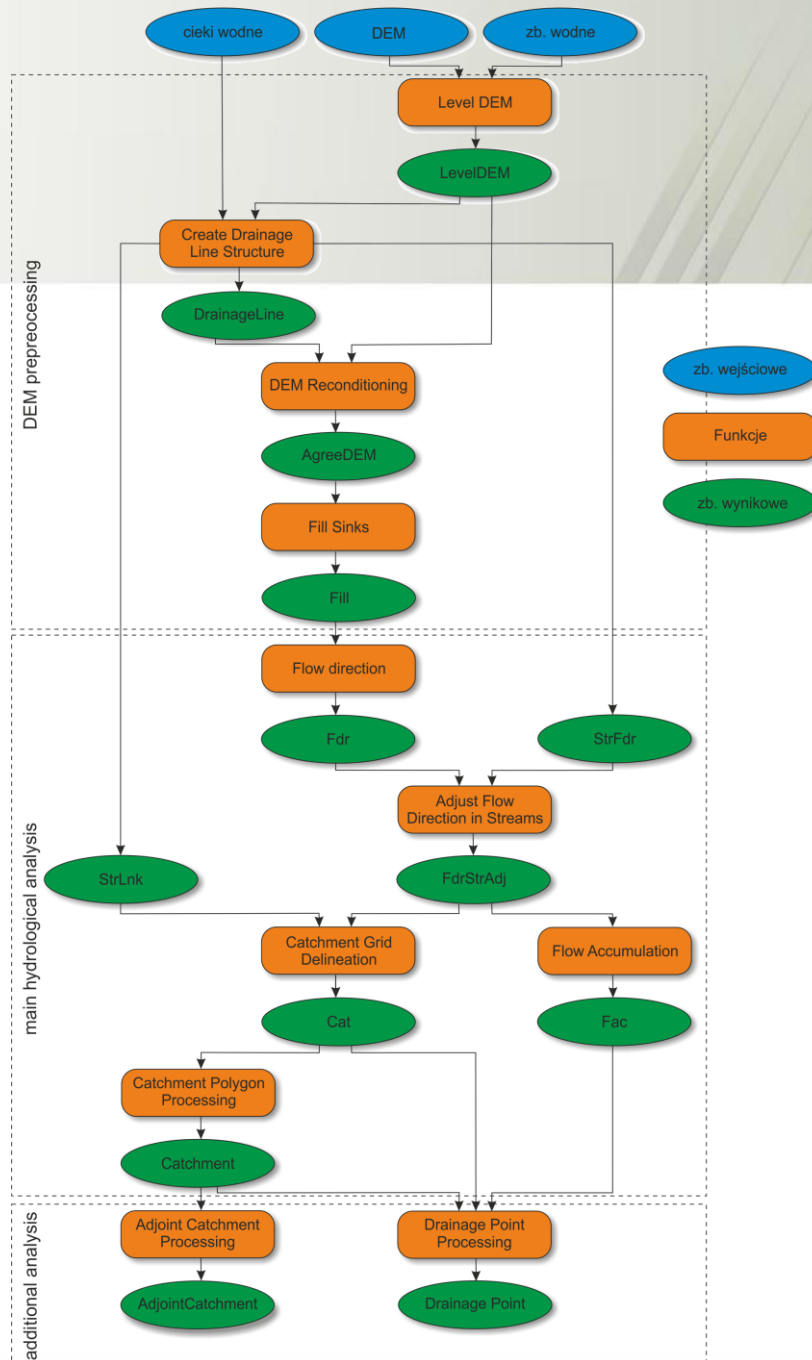


AGH

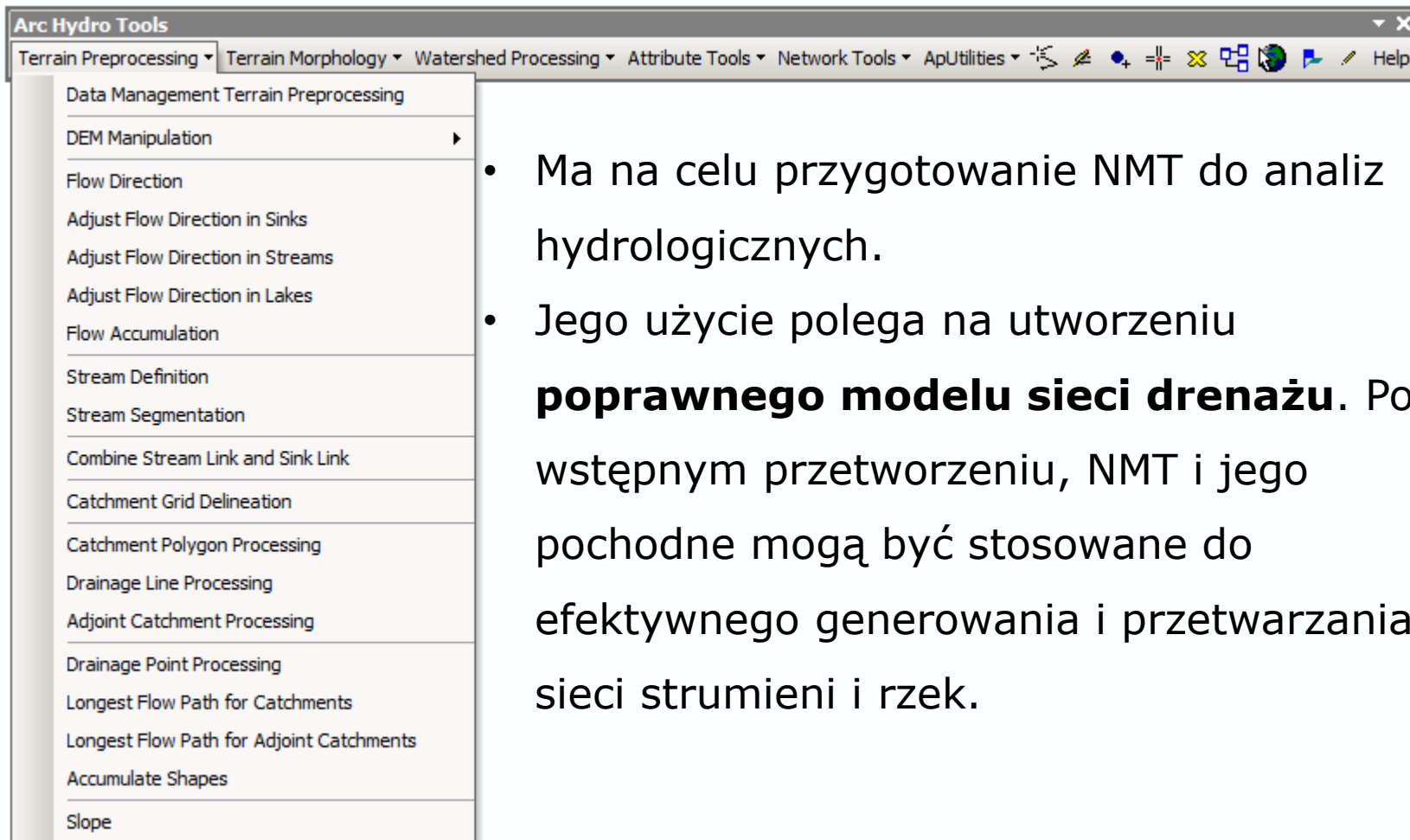
Przykład



Procedura



Terrain Preprocessing

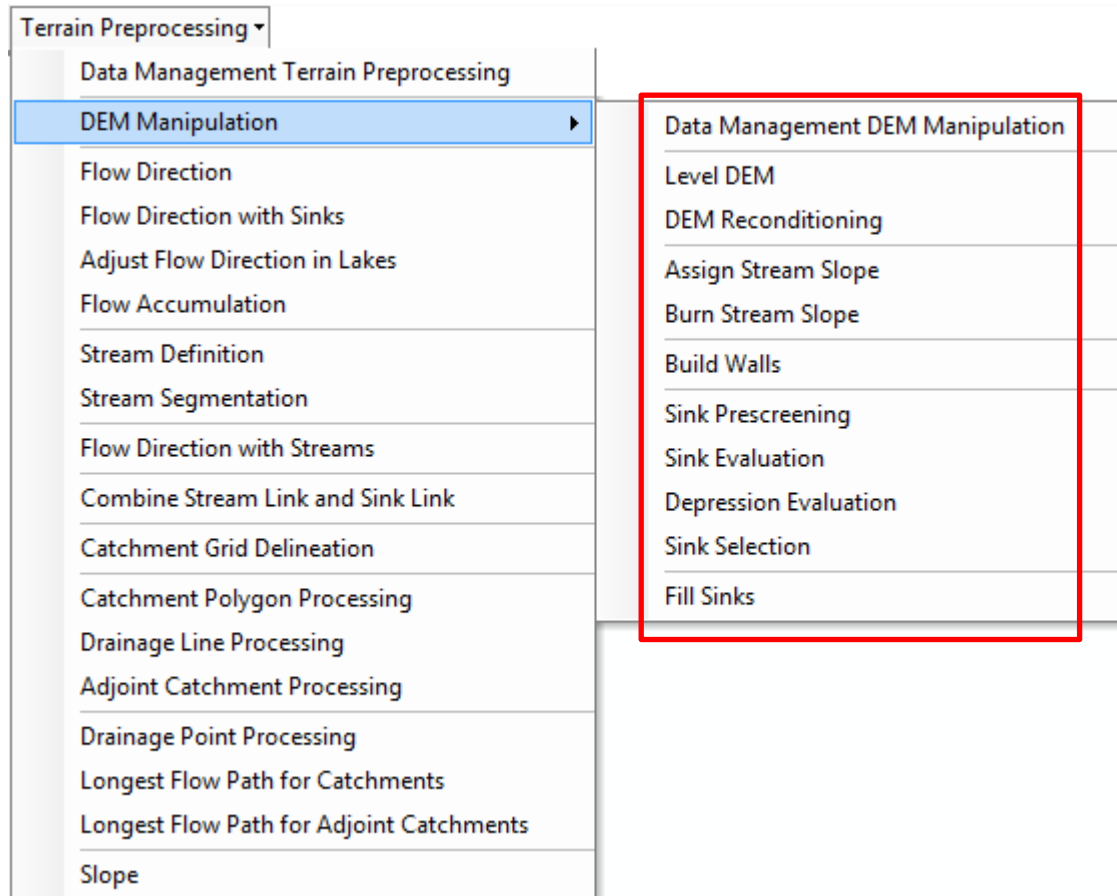


The screenshot shows the ArcGIS interface with the Arc Hydro Tools menu open. The 'Terrain Preprocessing' submenu is expanded, listing various tools for terrain analysis. The tools include:

- Data Management Terrain Preprocessing
- DEM Manipulation
- Flow Direction
 - Adjust Flow Direction in Sinks
 - Adjust Flow Direction in Streams
 - Adjust Flow Direction in Lakes
- Flow Accumulation
- Stream Definition
- Stream Segmentation
- Combine Stream Link and Sink Link
- Catchment Grid Delineation
- Catchment Polygon Processing
- Drainage Line Processing
- Adjoint Catchment Processing
- Drainage Point Processing
- Longest Flow Path for Catchments
- Longest Flow Path for Adjoint Catchments
- Accumulate Shapes
- Slope

- Ma na celu przygotowanie NMT do analiz hydrologicznych.
- Jego użycie polega na utworzeniu **poprawnego modelu sieci drenażu**. Po wstępnym przetworzeniu, NMT i jego pochodne mogą być stosowane do efektywnego generowania i przetwarzania sieci strumieni i rzek.

Terrain Preprocessing > DEM Manipulation



- Menu jest ustawione tak, że należy używać kolejnych narzędzi w porządku z góry na dół.

DEM Manipulation > Level DEM

Terrain Preprocessing ▾

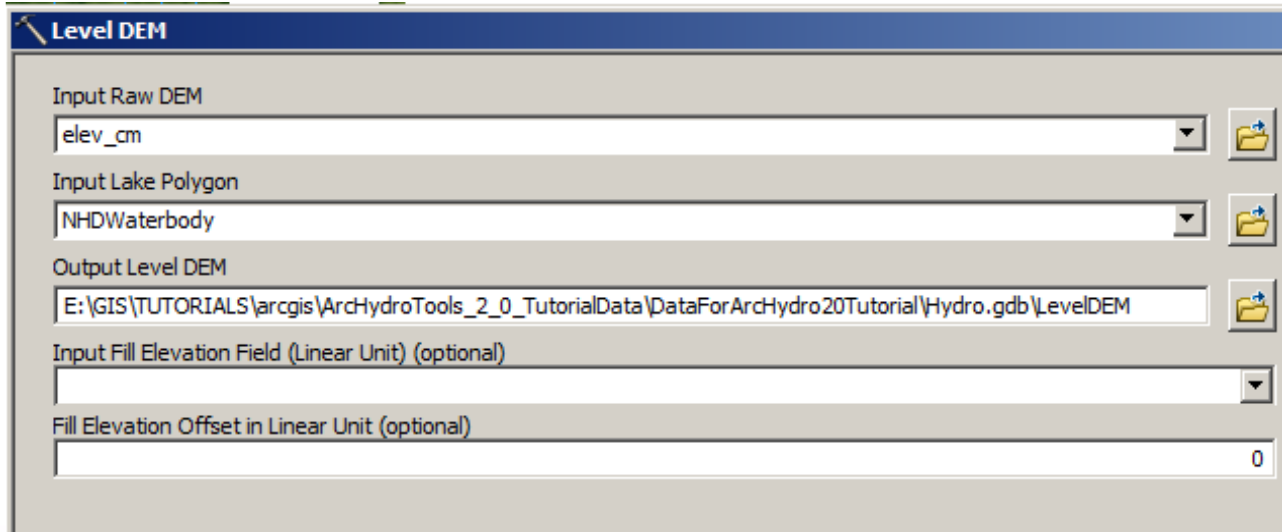
Data Management Terrain Preprocessing	
DEM Manipulation ▸	Data Management DEM Manipulation
Flow Direction	Level DEM
Flow Direction with Sinks	DEM Reconditioning
Adjust Flow Direction in Lakes	Assign Stream Slope
Flow Accumulation	Burn Stream Slope
Stream Definition	Build Walls
Stream Segmentation	Sink Prescreening
Flow Direction with Streams	Sink Evaluation
Combine Stream Link and Sink Link	Depression Evaluation
Catchment Grid Delineation	Sink Selection
Catchment Polygon Processing	Fill Sinks
Drainage Line Processing	
Adjoint Catchment Processing	
Drainage Point Processing	
Longest Flow Path for Catchments	
Longest Flow Path for Adjoint Catchments	
Slope	



Funkcja modyfikuje NMT poprzez ustawienie odpowiedniej stałej wysokości (`FillElev`) w miejscach występowania zbiorników wodnych.

Level DEM – wypalanie NMT

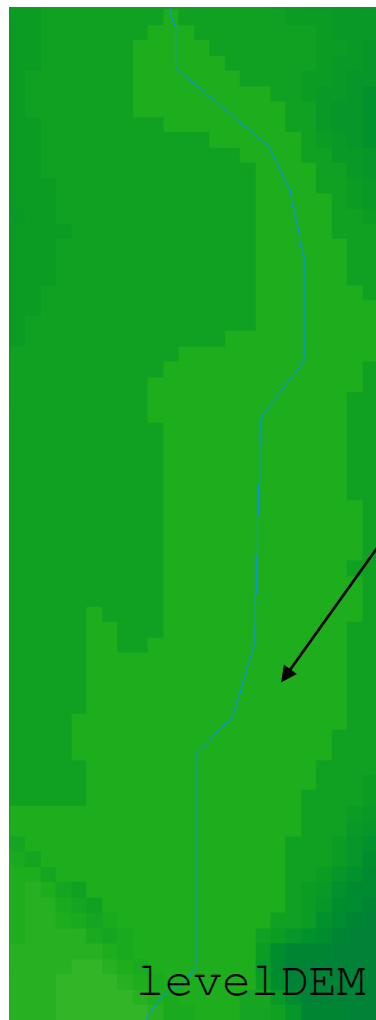
- Funkcja potrzebuje surowego NMT oraz klasy poligonowej zbiorników wodnych. Ustawiamy niezbędne zmienne. Ustawiamy odpowiedni atrybut `Fill Elevation` – rzędna wysokości jezior. Jeżeli zmienna ta pozostanie pusta (`None`), odpowiednim komórkom NMT zostanie przypisana wartość `No Data`.



The screenshot shows the 'Level DEM' tool interface with the following fields:

- Input Raw DEM:** `elev_cm`
- Input Lake Polygon:** `NHDWaterbody`
- Output Level DEM:** `E:\GIS\TUTORIALS\arcgis\ArcHydroTools_2_0_TutorialData\DataForArcHydro20Tutorial\Hydro.gdb\LevelDEM`
- Input Fill Elevation Field (Linear Unit) (optional):** (empty)
- Fill Elevation Offset in Linear Unit (optional):** `0`

Level DEM - efekt



Wartość rzędnej
wysokości równa 0 m
n.p.m. przypisana
miejscom występowania
jezior.



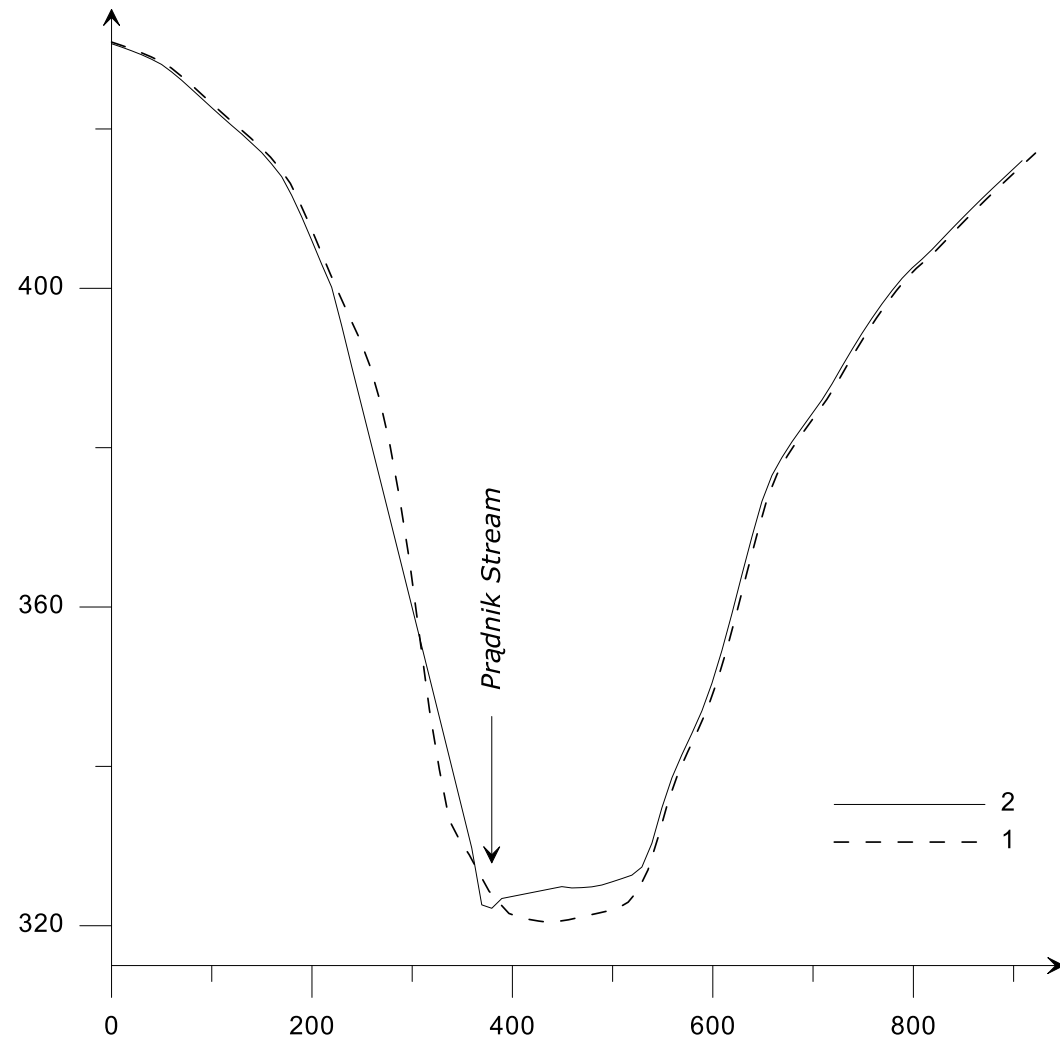
AGH

DEM Manipulation > DEM Reconditioning

Terrain Preprocessing ▾

Data Management Terrain Preprocessing	
DEM Manipulation ▸	Data Management DEM Manipulation
Flow Direction	Level DEM
Flow Direction with Sinks	DEM Reconditioning
Adjust Flow Direction in Lakes	Assign Stream Slope
Flow Accumulation	Burn Stream Slope
Stream Definition	Build Walls
Stream Segmentation	Sink Prescreening
Flow Direction with Streams	Sink Evaluation
Combine Stream Link and Sink Link	Depression Evaluation
Catchment Grid Delineation	Sink Selection
Catchment Polygon Processing	Fill Sinks
Drainage Line Processing	
Adjoint Catchment Processing	
Drainage Point Processing	
Longest Flow Path for Catchments	
Longest Flow Path for Adjoint Catchments	
Slope	

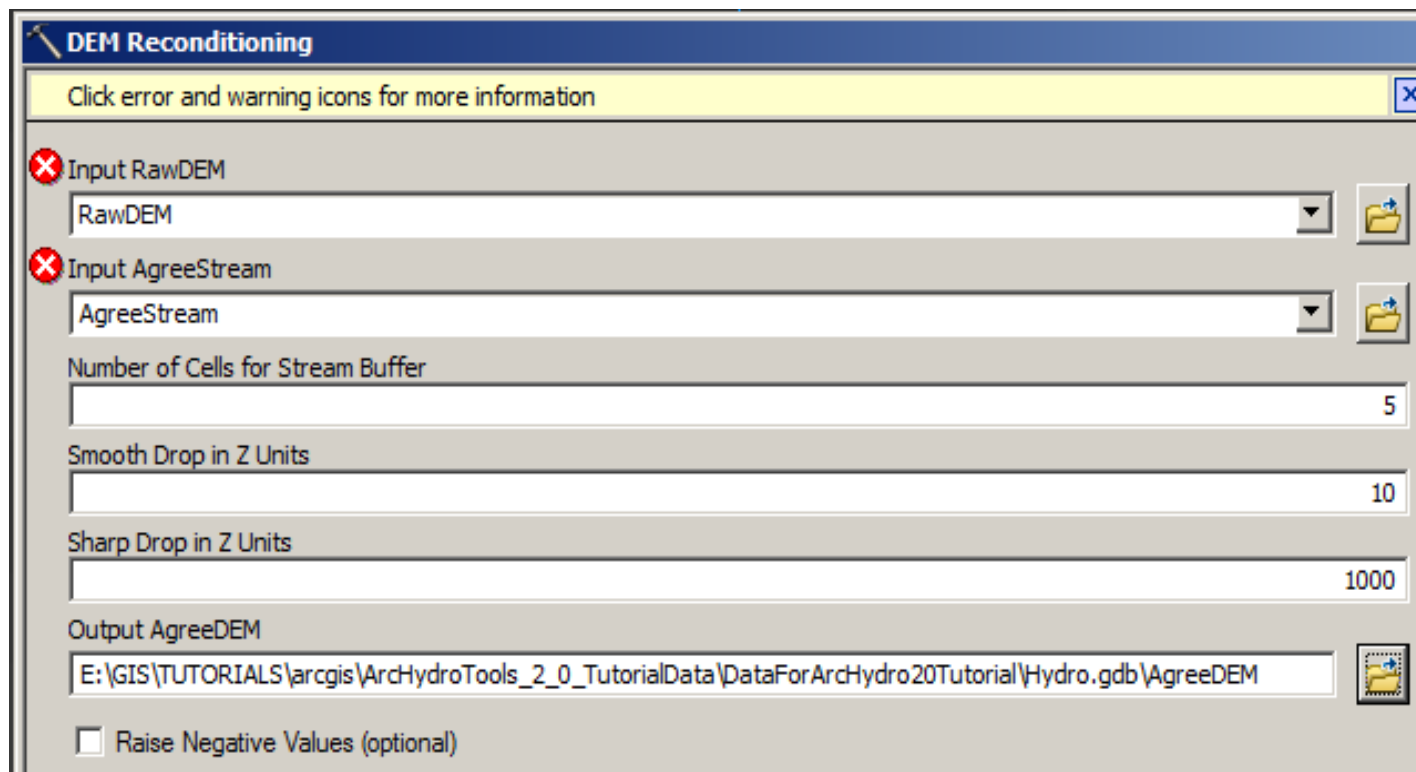
DEM Reconditioning – modyfikacja NMT



- Funkcja *DEM Reconditioning* modyfikuje NMT poprzez nałożenie na niego klasy obiektów liniowych i wypalenie (wycięcie) w warstwie NMT faktycznego położenia lokalnych minimum wysokości

DEM Reconditioning

- Funkcja wymaga posiadania surowego NMT (lub NMT po użyciu funkcji *Level DEM*) oraz liniowej klasy cieków powierzchniowych



DEM Reconditioning

Click error and warning icons for more information

☒ Input RawDEM
RawDEM

☒ Input AgreeStream
AgreeStream

Number of Cells for Stream Buffer
5

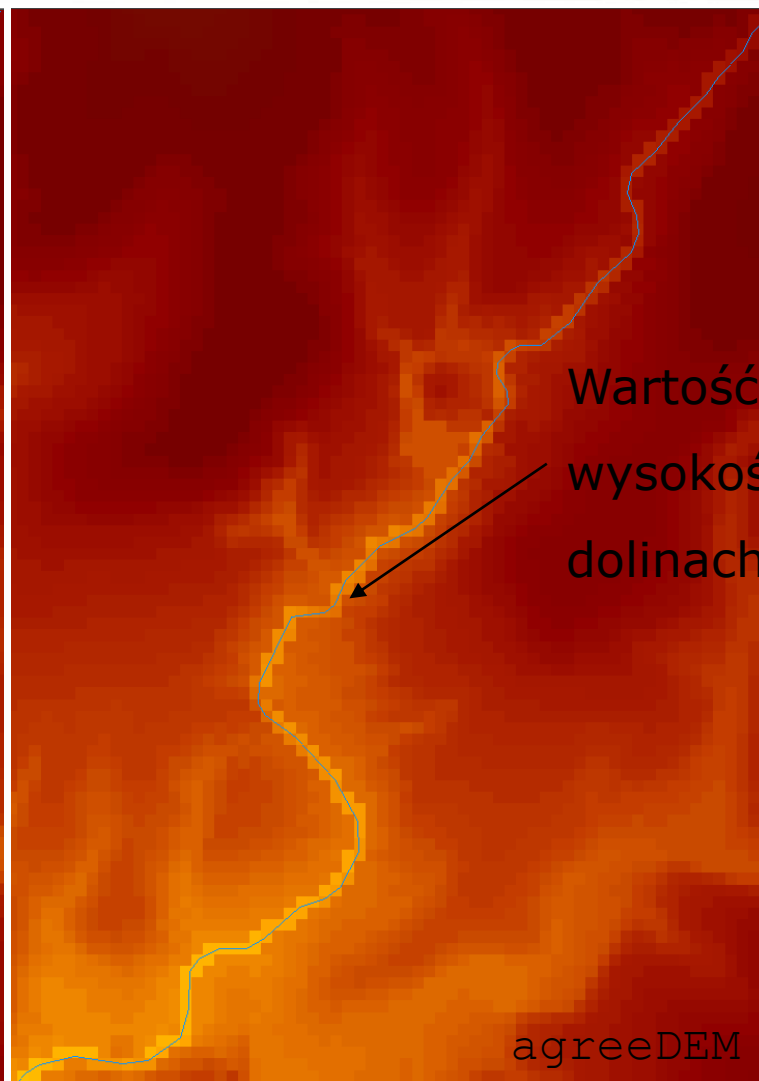
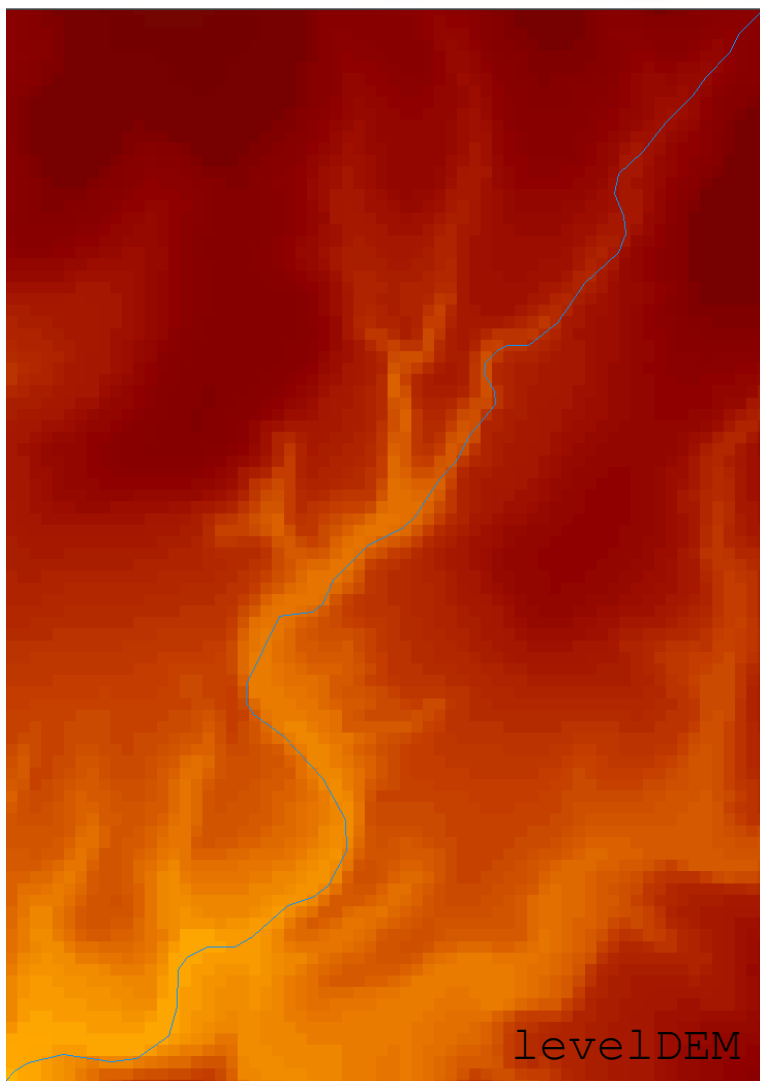
Smooth Drop in Z Units
10

Sharp Drop in Z Units
1000

Output AgreeDEM
E:\GIS\TUTORIALS\arcgis\ArchHydroTools_2_0_TutorialData\DataForArchHydro20Tutorial\Hydro.gdb\AgreeDEM

☐ Raise Negative Values (optional)

DEM Reconditioning - efekt

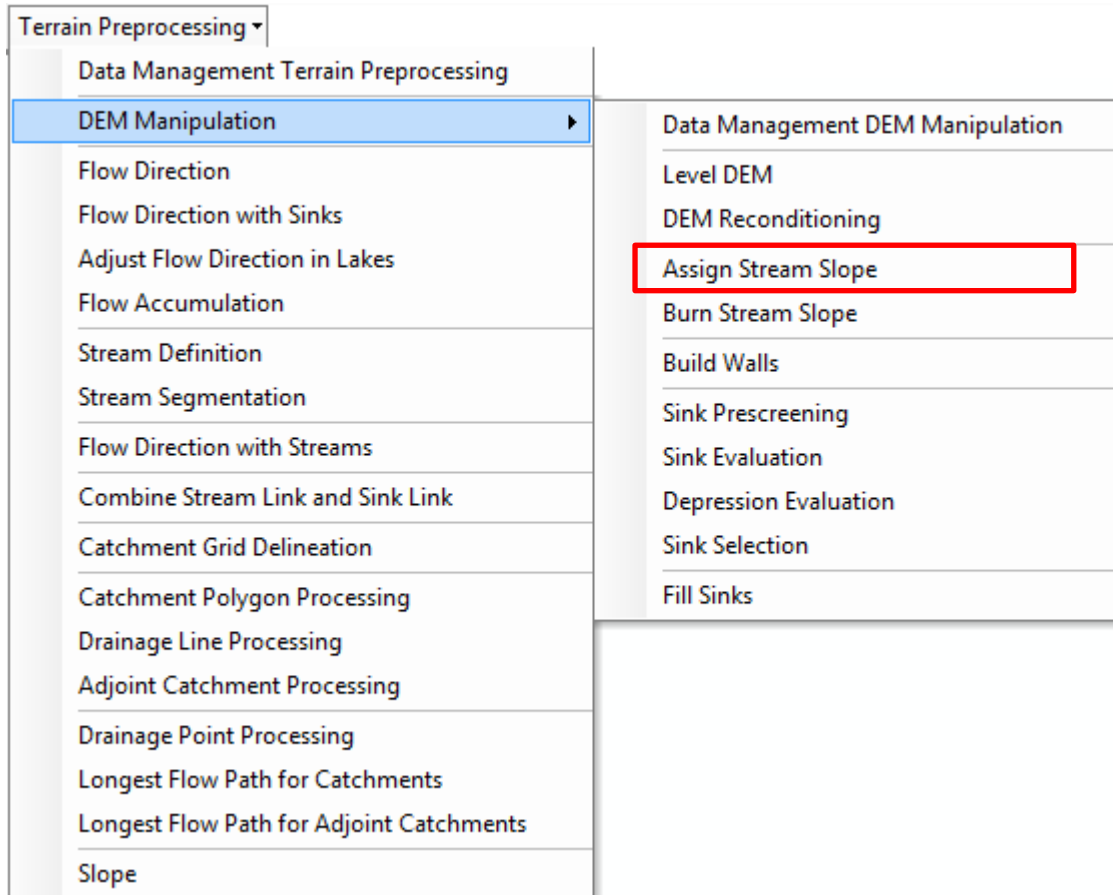


Wartość minimalne
wysokości wypalone w
dolinach rzek.



AGH

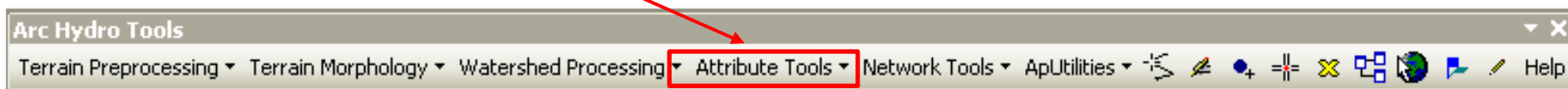
DEM Manipulation > Assign Stream Slope



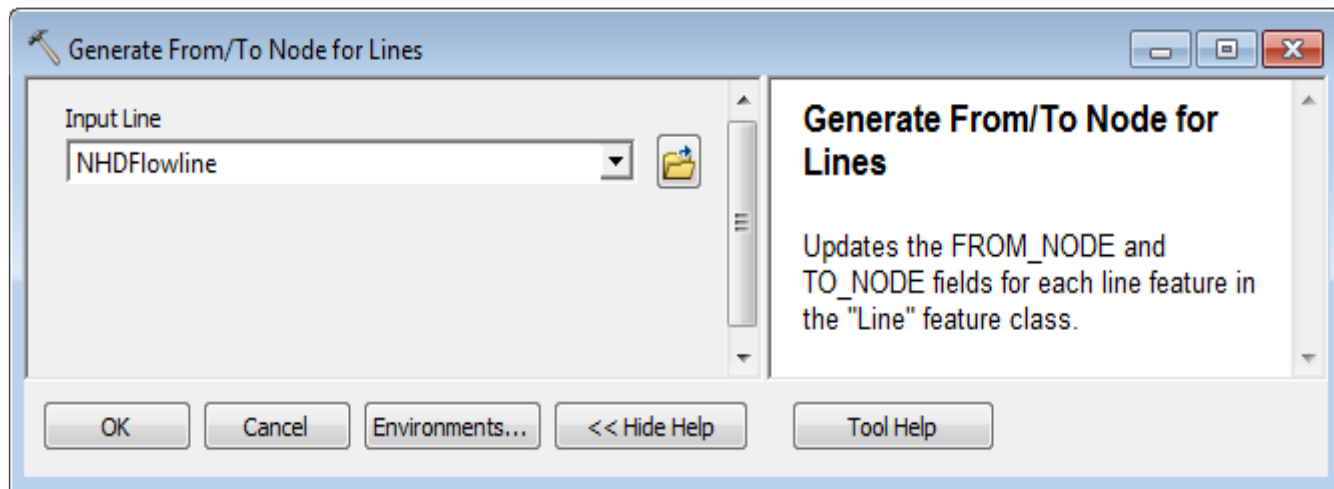
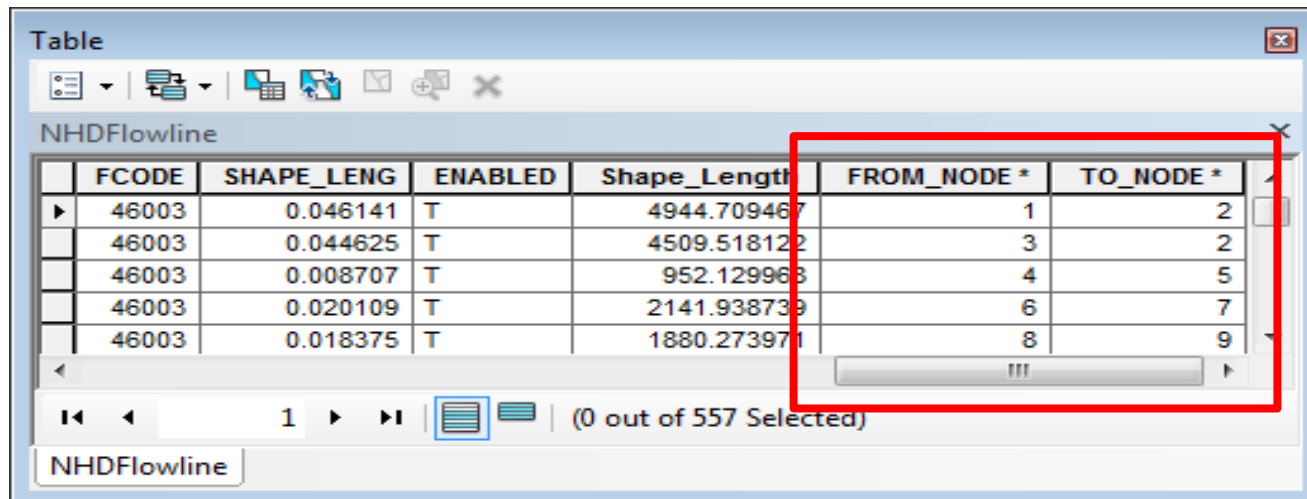
Assign Stream Slope

Narzędzie to umożliwia przypisanie względnego nachylenia cieków powierzchniowych do wejściowej klasy cieków powierzchniowych, która będzie użyta przez funkcję *Burn Stream Slope* w celu wypalenia nachyleń w NMT.

UWAGA! Klasa cieków musi zawierać pola `FROM_NODE` i `TO_NODE`, które mogą być wypełniane przy użyciu narzędzia *Generate From/To Node for Lines* z zestawu narzędzi *Attribute Tools*.



Generate From/To Node for Lines

Table

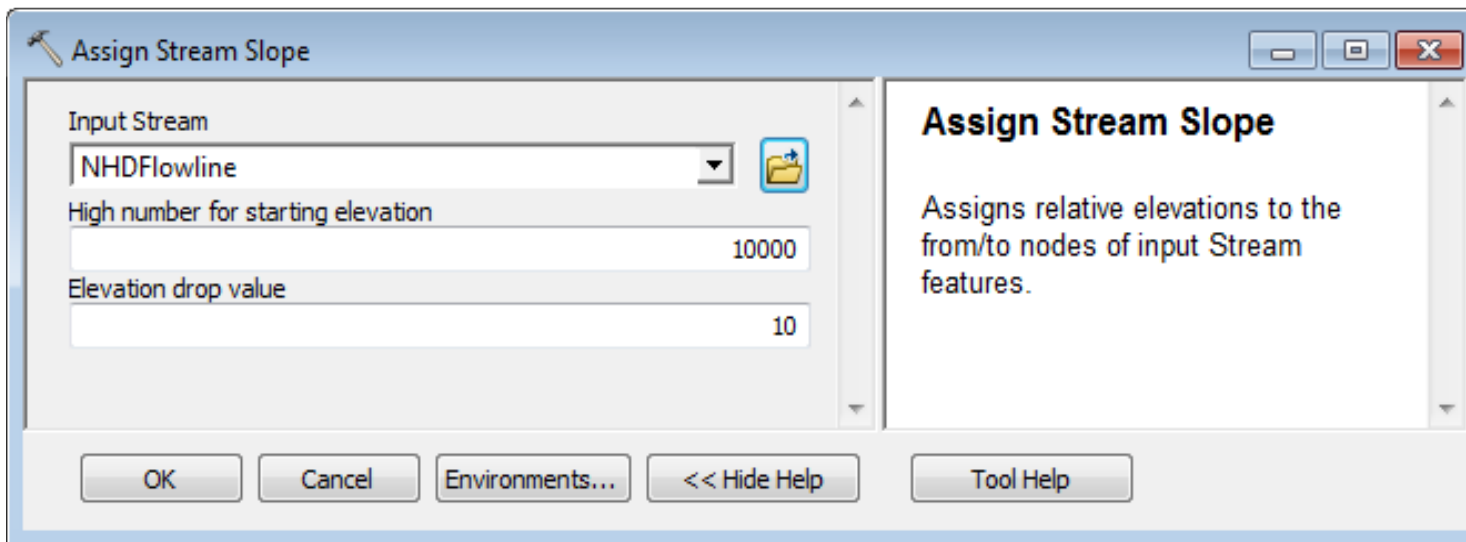
NHDFlowline

	FCODE	SHAPE_LEN	ENABLED	Shape_Length	FROM_NODE *	TO_NODE *
▶	46003	0.046141	T	4944.709467	1	2
	46003	0.044625	T	4509.518122	3	2
	46003	0.008707	T	952.129963	4	5
	46003	0.020109	T	2141.938739	6	7
	46003	0.018375	T	1880.273971	8	9

1 (0 out of 557 Selected)

NHDFlowline

Assign Stream Slope



Parametr „*High number for starting elevation*” to dowolna liczba, która będzie używana jako najwyższa wysokość. Wysokości wzdłuż obiektów liniowych będą stopniowo zmniejszane o wartość parametru „*elevation drop value*”.

Assign Stream Slope

Table

NHDFlowline

	Fcode	SHAPE_LEN	ENABLED	Shape_Length	FROM_NODE *	TO_NODE *	FromElev	ToElev
▶	46003	0.046141	T	4944.709467	1	2	10000	9990
	46003	0.044625	T	4509.518122	3	2	10000	9990
	46003	0.008707	T	952.129968	4	5	10000	9990
	46003	0.020109	T	2141.938739	6	7	10000	9990
	46003	0.018375	T	1880.273971	8	9	10000	9990

1 (0 out of 557 Selected)

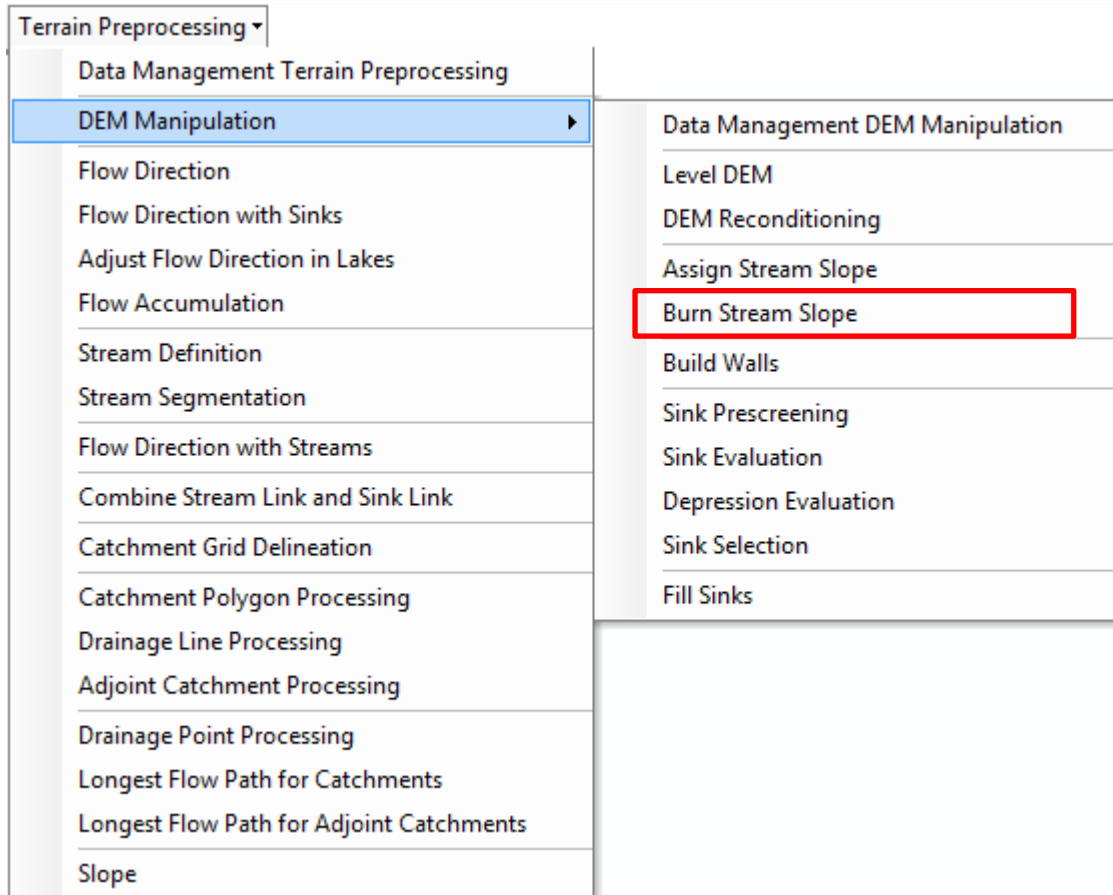
NHDFlowline

Funkcja wypełniła pola FromElev i ToElev nowymi danymi



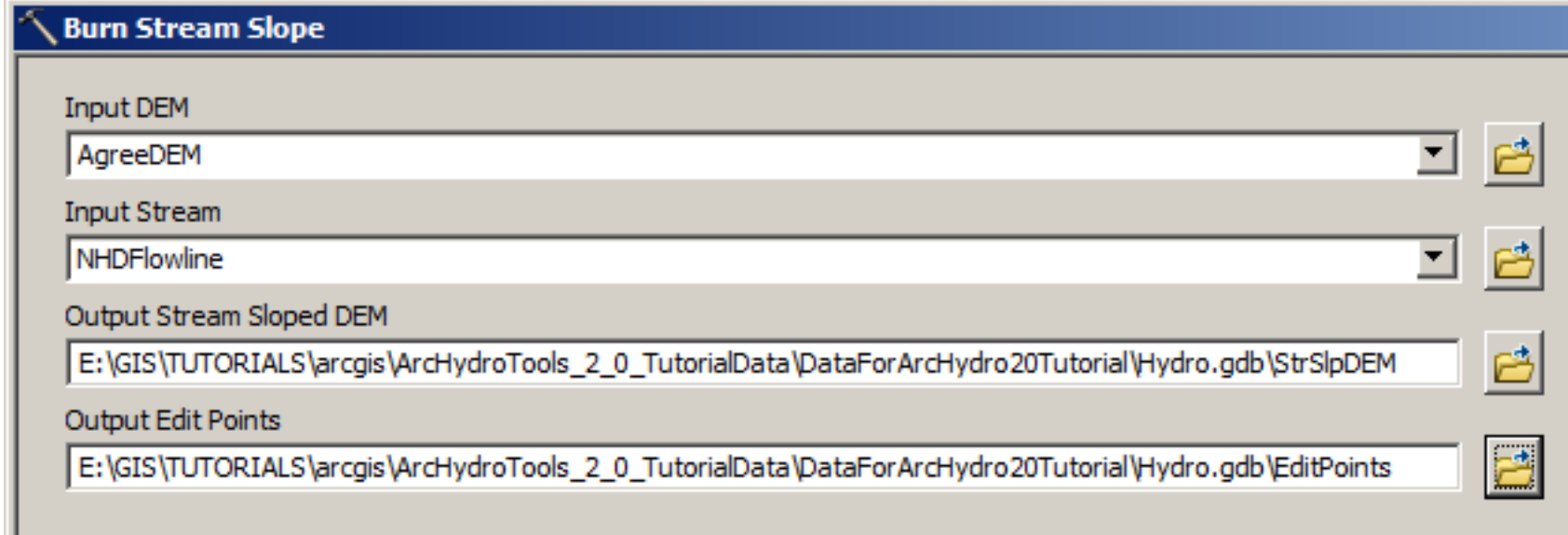
AGH

DEM Manipulation > Burn Stream Slope



Burn Stream Slope

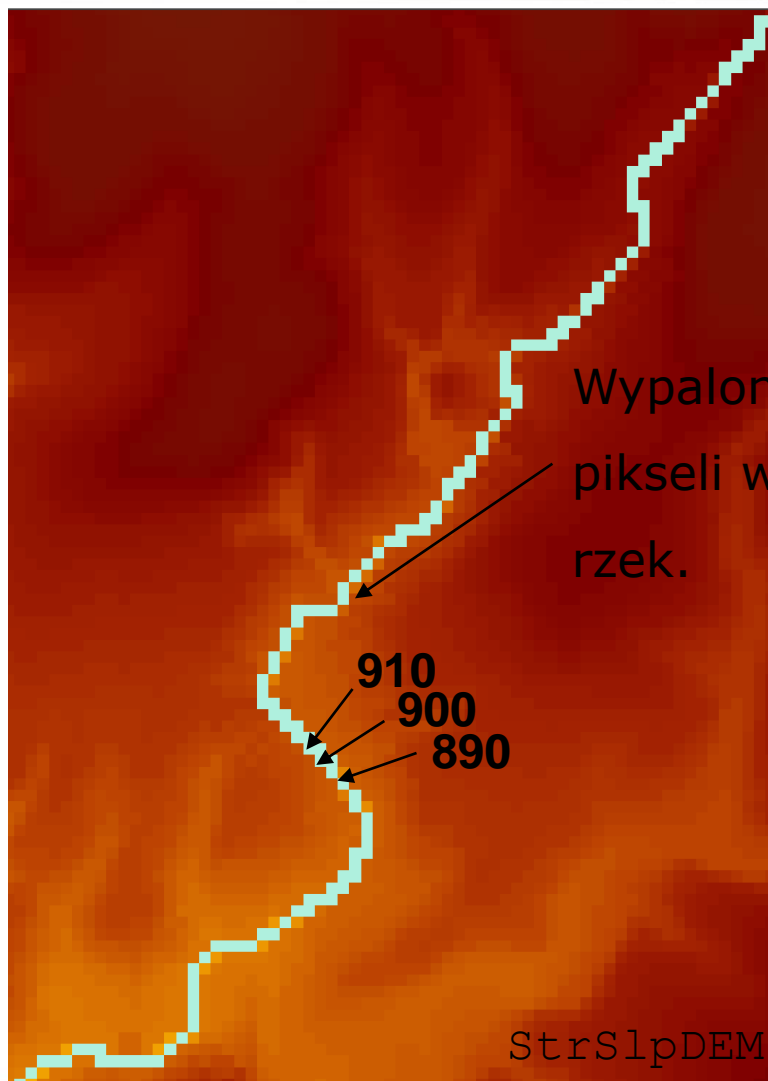
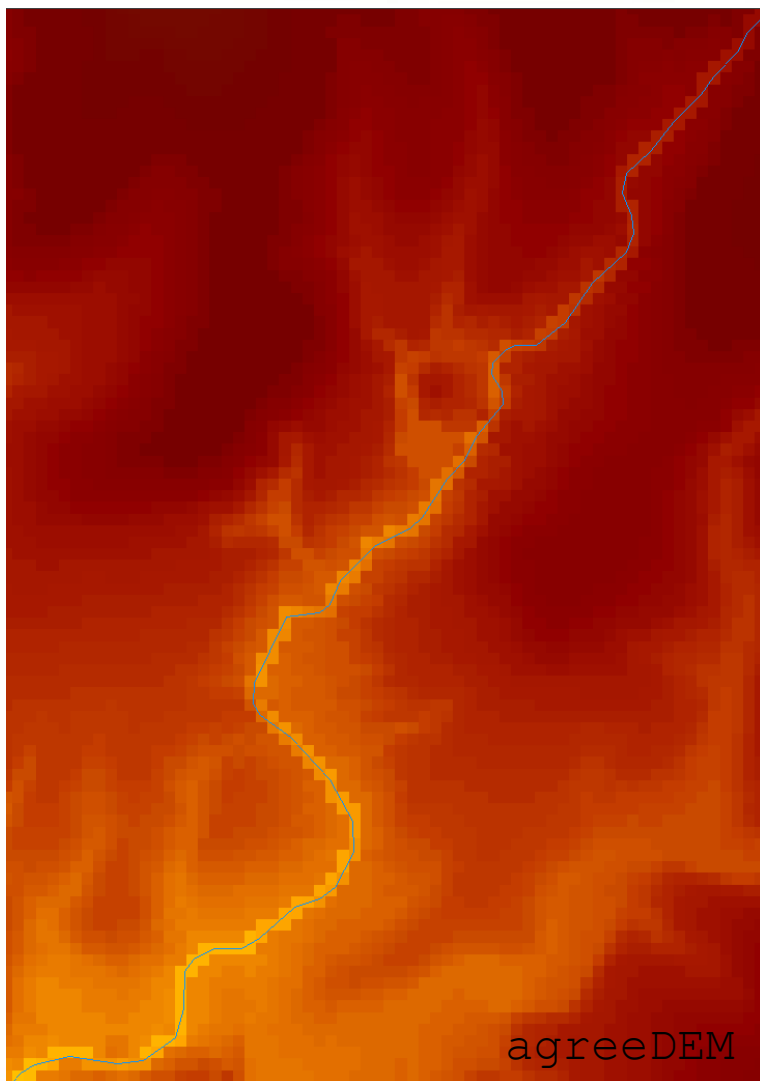
Narzędzie to pozwala na wypalenie w NMT nachyleń umożliwiających przepływ wody zgodny z kierunkiem nachylenia strumieni. Wejściowa klasa cieków powierzchniowych musi zawierać pola `FromElev` i `ToElev`.



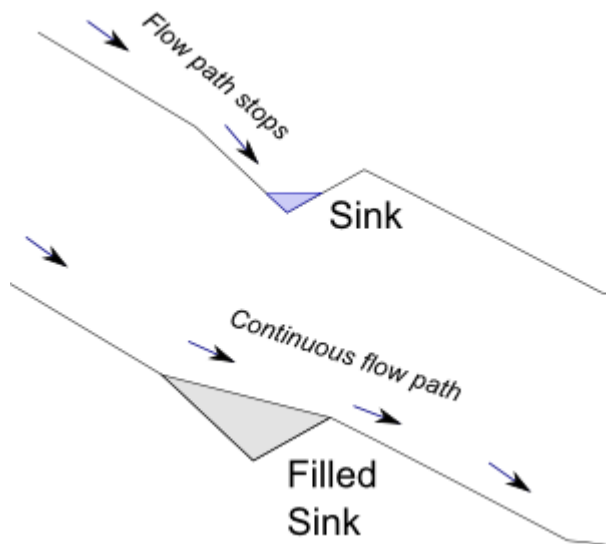
The image shows the 'Burn Stream Slope' tool dialog box in a GIS application. The dialog has a title bar with a hammer icon and the text 'Burn Stream Slope'. It contains four input fields, each with a folder icon to its right for browsing files:

- Input DEM:** The text 'AgreeDEM' is entered in the dropdown menu.
- Input Stream:** The text 'NHDFlowline' is entered in the dropdown menu.
- Output Stream Sloped DEM:** The text 'E:\GIS\TUTORIALS\arcgis\ArcHydroTools_2_0_TutorialData\DataForArcHydro20Tutorial\Hydro.gdb\StrSlpDEM' is entered in the text box.
- Output Edit Points:** The text 'E:\GIS\TUTORIALS\arcgis\ArcHydroTools_2_0_TutorialData\DataForArcHydro20Tutorial\Hydro.gdb>EditPoints' is entered in the text box.

DEM Reconditioning - efekt

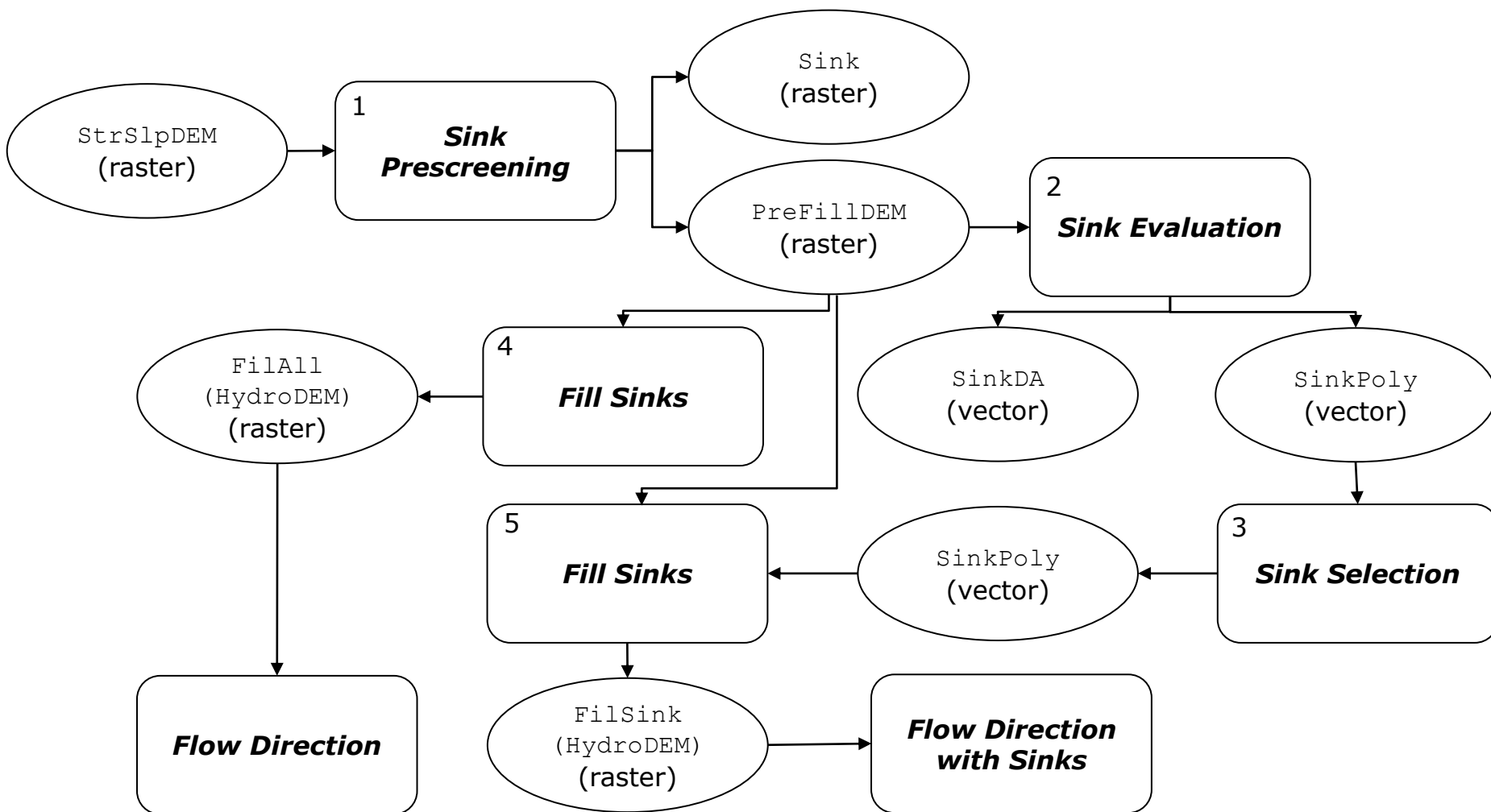


Zagłębienie bezodpływowe



- Interpolacja NMT często powoduje powstawanie różnego rodzaju **błędów**.
- Takimi błędami są często nieprawdziwe wgłębienia w NMT tworzące grupy pikseli, otoczone z każdej strony pikselami o wyższej wysokości.
- Aby NMT mógł być wykorzystywany do analiz hydrologicznych należy usunąć te artefakty z NMT.

Zagłębienia bezodpływowe procedura





AGH

DEM Manipulation > Sink Prescreening

Terrain Preprocessing ▾

Data Management Terrain Preprocessing	
DEM Manipulation ▸	Data Management DEM Manipulation
Flow Direction	Level DEM
Flow Direction with Sinks	DEM Reconditioning
Adjust Flow Direction in Lakes	Assign Stream Slope
Flow Accumulation	Burn Stream Slope
Stream Definition	Build Walls
Stream Segmentation	Sink Prescreening
Flow Direction with Streams	Sink Evaluation
Combine Stream Link and Sink Link	Depression Evaluation
Catchment Grid Delineation	Sink Selection
Catchment Polygon Processing	Fill Sinks
Drainage Line Processing	
Adjoint Catchment Processing	
Drainage Point Processing	
Longest Flow Path for Catchments	
Longest Flow Path for Adjoint Catchments	
Slope	

Sink Prescreening – wstępne wypełnianie

- ***Sink Prescreening*** jest wykorzystywana do redukcji liczby obniżeń terenu, które z różnych powodów nie powinny być zakwalifikowane jako obszary bezodpływowe (*sinks*).
- Głównym zadaniem procedury jest ograniczenie liczby obszarów bezodpływowych poprzez zadeklarowanie, które z nich należy uznać za artefakty.
- Procedura ***Sink Evaluation***, która jest stosowana w następnej kolejności jest czasochłonna, dlatego tak ważne jest odpowiednie przygotowanie i ograniczenie zbiorów danych przez funkcję *Sink Prescreening*.

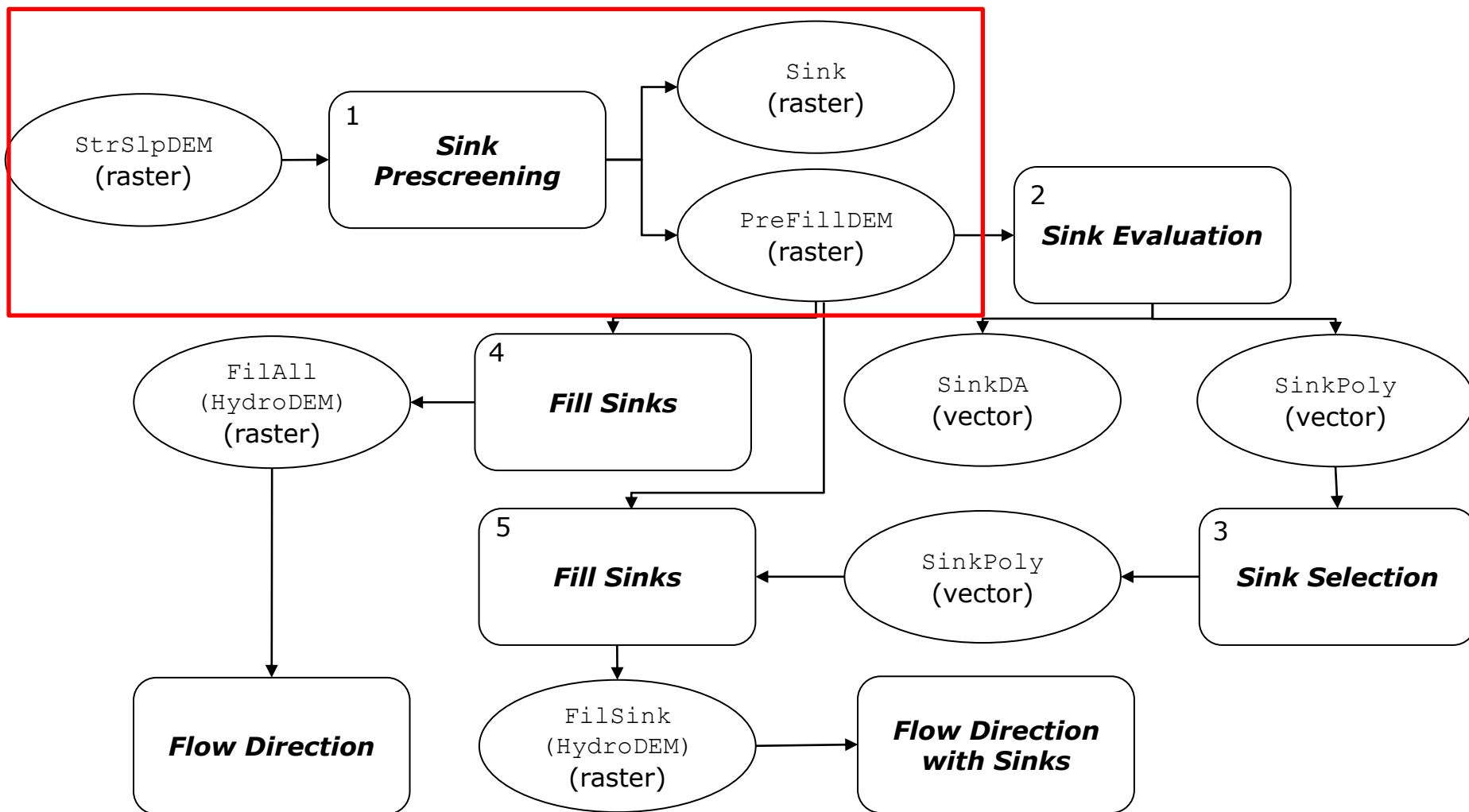
Sink Prescreening - wstępne wypełnianie

- Zbiorem wejściowym dla funkcji *Sink Prescreening* jest surowy NMT (lub NMT po procesach wypalania cieków powierzchniowych i zbiorników wodnych).
- Działanie funkcji jest proste. Deklarowana jest pewna graniczna wartość powierzchni drenażu. Jeżeli wgłębienie posiada powierzchnię mniejszą od tej określonej wartości, zostanie wypełnione. W przeciwnym razie obszar zostanie pozostawiony bez zmian.
- Należy zauważyć, że funkcja ta działa inaczej niż funkcja **Fill Sinks** dostępna w zbiorze narzędzi *Spatial Analyst*, która pozwala użytkownikowi na zdefiniowanie obszarów bezodpływowych poprzez określenie ich głębokości.

Funkcja wykonuje kolejno:

1. bazując na NMT, oblicza *flow direction*,
2. identyfikuje obszary bezodpływowe,
3. identyfikuje obszary drenowane do obszaru bezodpływowego,
4. porównuje powierzchnię drenowanych obszarów z zadeklarowaną wartością progową,
5. wypełnia wszystkie obniżenia o powierzchni mniejszej od zadeklarowanej wartości progowej.

DEM Manipulation > Sink Prescreening



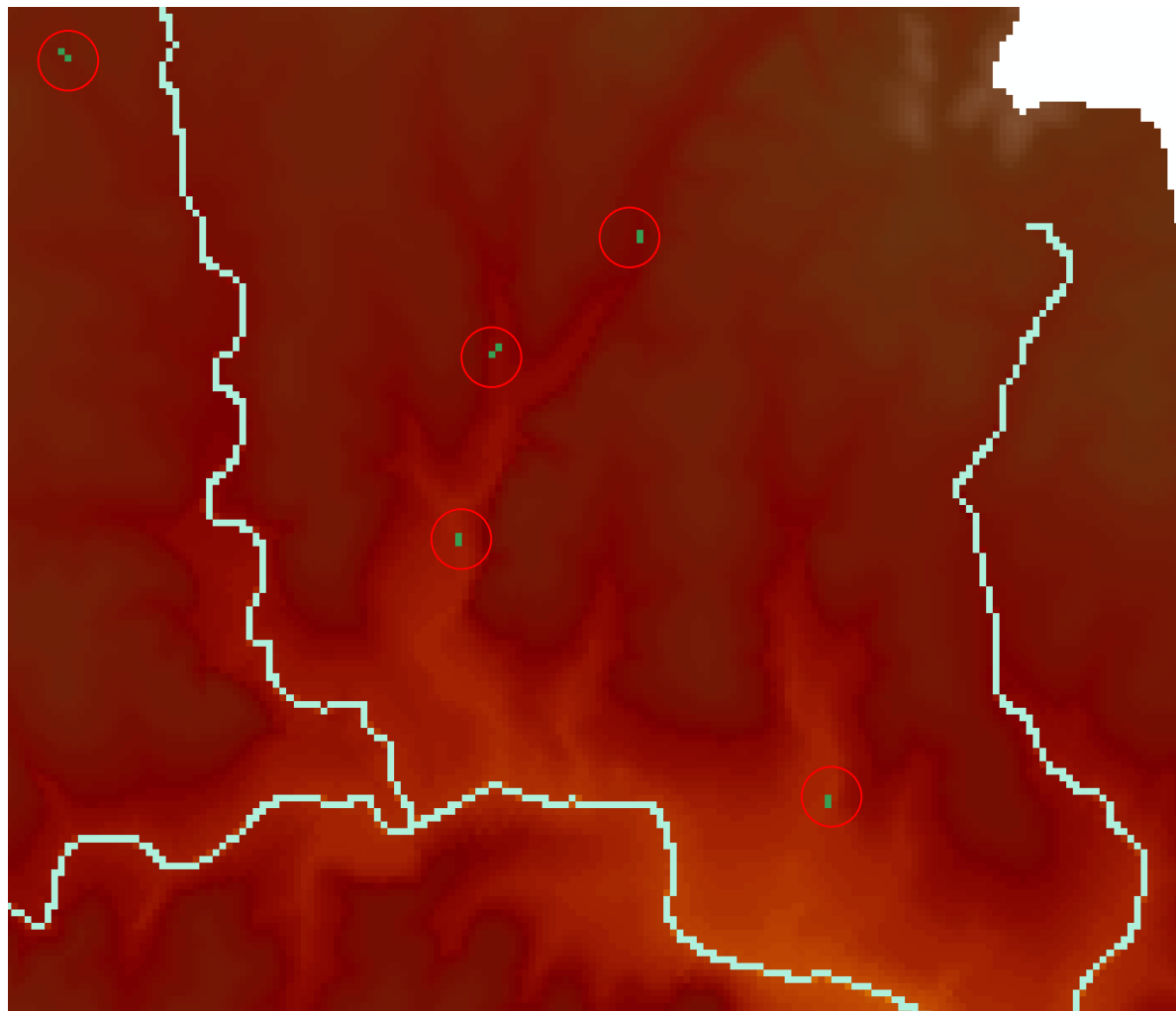


AGH

Sink Prescreening - wstępne wypełnianie

1 000 000 m² = 1km²

Sink Prescreening - efekty

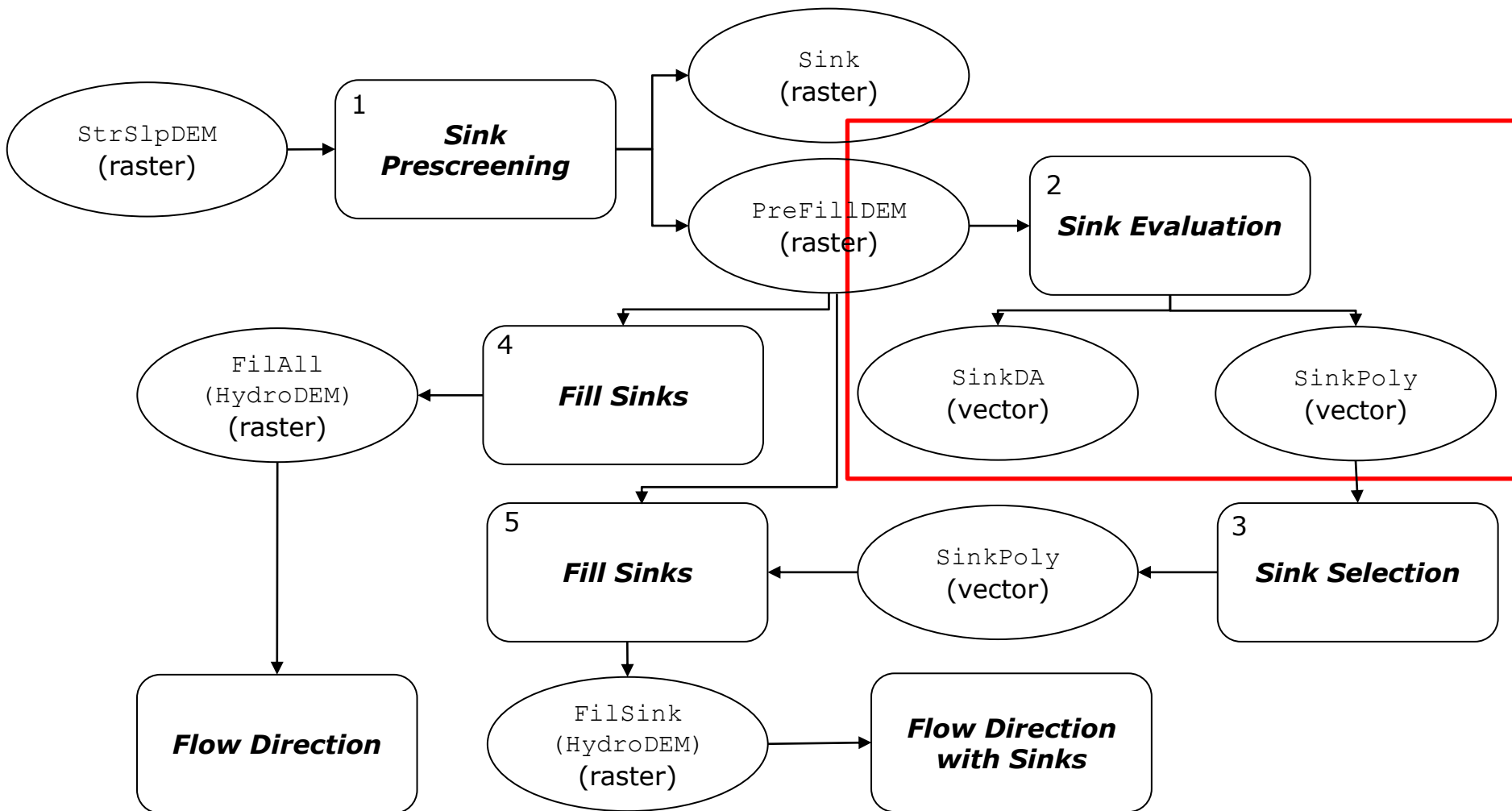


DEM Manipulation > Sink Evaluation

Terrain Preprocessing ▾

Data Management Terrain Preprocessing	
DEM Manipulation ▸	Data Management DEM Manipulation
Flow Direction	Level DEM
Flow Direction with Sinks	DEM Reconditioning
Adjust Flow Direction in Lakes	Assign Stream Slope
Flow Accumulation	Burn Stream Slope
Stream Definition	Build Walls
Stream Segmentation	Sink Prescreening
Flow Direction with Streams	Sink Evaluation
Combine Stream Link and Sink Link	Depression Evaluation
Catchment Grid Delineation	Sink Selection
Catchment Polygon Processing	Fill Sinks
Drainage Line Processing	
Adjoint Catchment Processing	
Drainage Point Processing	
Longest Flow Path for Catchments	
Longest Flow Path for Adjoint Catchments	
Slope	

DEM Manipulation > Sink Evaluation



- Funkcja *Sink Evaluation* pozwala na scharakteryzowanie obszarów bezodpływowych i zagłębień terenu stanowiących artefakty w celu dostarczenia większej liczby kryteriów wyboru, w celu ułatwienia decyzji, czy należy użyć zagłębienie pozostawić czy je usunąć.
- Funkcja bazuje na danych NMT.
- Rekomendowane jest wcześniejsze przeprowadzenie procedury *Sink Prescreening*.

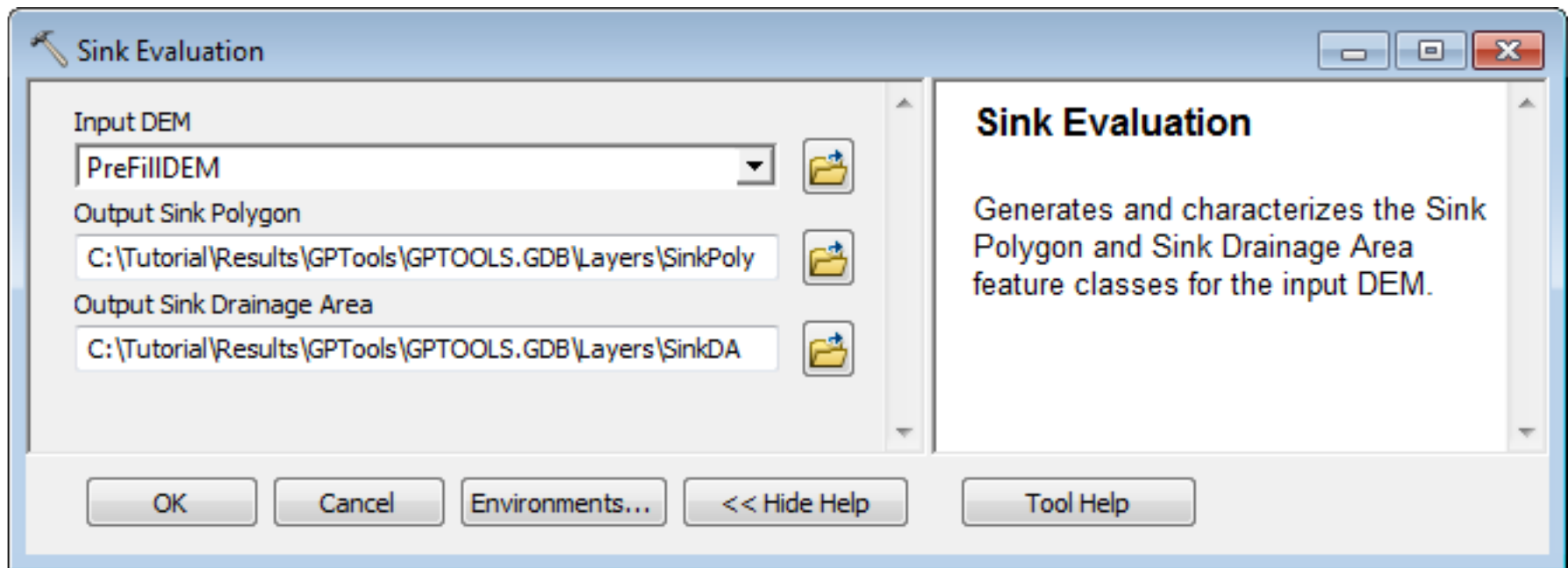
Dla każdego obszaru bezodpływowego, obliczane są:

`DrainArea` – obszar drenowania do danego obszaru bezodpływowego (w jednostkach mapy).

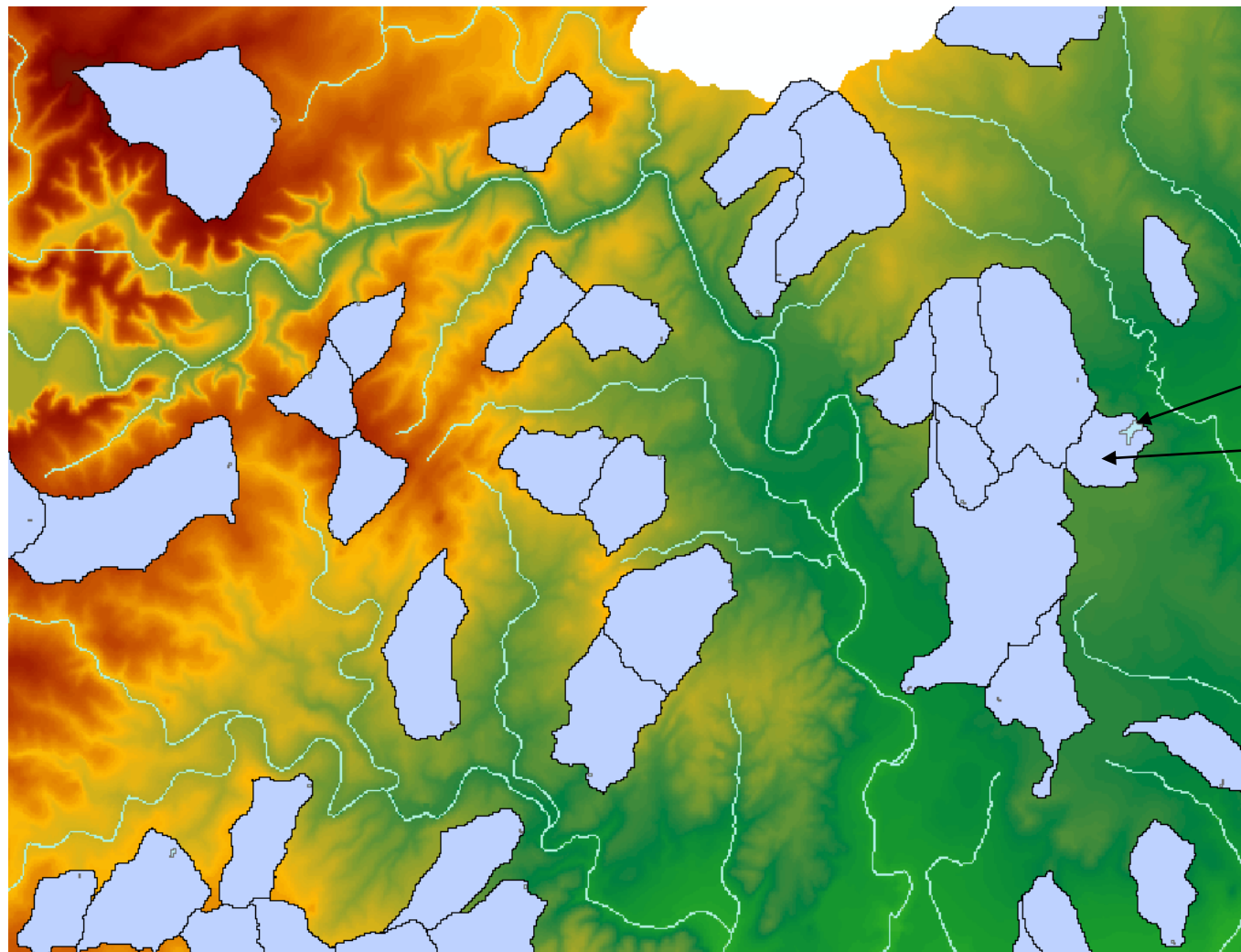
- `BottomElev` – wysokość dna obszaru bezodpływowego.
- `FillElev` – wysokość wypełnienia obszaru bezodpływowego (minimalna wysokość wzdłuż granic obszaru drenowania).
- `FillDepth` – głębokość do wypełnienia obszaru bezodpływowego ($\text{FillElev} - \text{BottomElev}$).
- `FillArea` – powierzchnia obszaru wypełnionego (w jednostkach mapy).
- `FillVolume` – objętość obszaru bezodpływowego.

Sink Evaluation

- Funkcja tworzy dwie klasy poligonowe: SinkPoly (*Sink Polygon*) i SinkDA (*Sink Drainage Area*).



Sink Evaluation



SinkPoly
(Sink Polygon)

SinkDA
(Sink Drainage
Area)



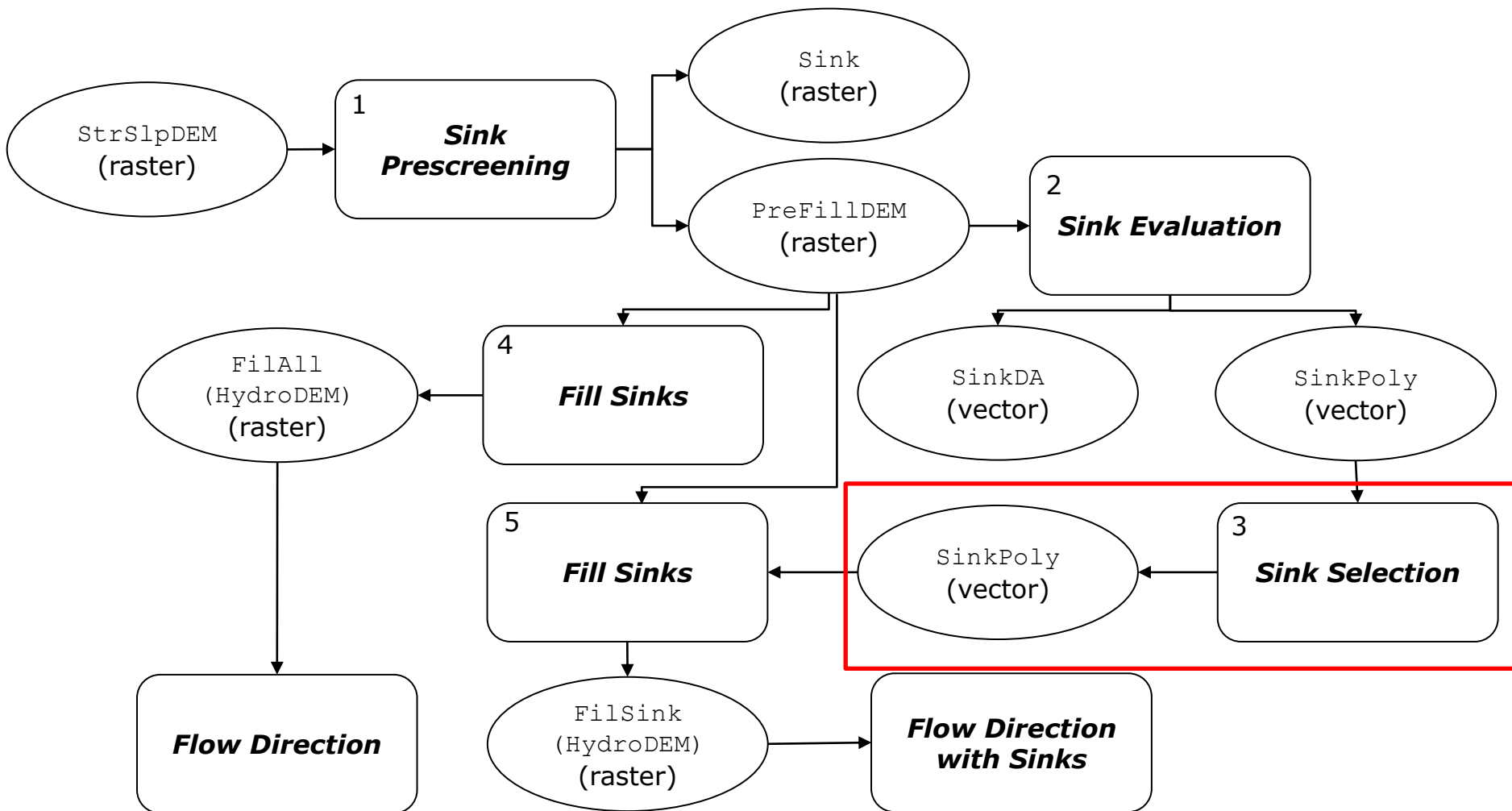
AGH

DEM Manipulation > Sink Selection

Terrain Preprocessing ▾

Data Management Terrain Preprocessing	
DEM Manipulation ▸	Data Management DEM Manipulation
Flow Direction	Level DEM
Flow Direction with Sinks	DEM Reconditioning
Adjust Flow Direction in Lakes	Assign Stream Slope
Flow Accumulation	Burn Stream Slope
Stream Definition	Build Walls
Stream Segmentation	Sink Prescreening
Flow Direction with Streams	Sink Evaluation
Combine Stream Link and Sink Link	Depression Evaluation
Catchment Grid Delineation	Sink Selection
Catchment Polygon Processing	Fill Sinks
Drainage Line Processing	
Adjoint Catchment Processing	
Drainage Point Processing	
Longest Flow Path for Catchments	
Longest Flow Path for Adjoint Catchments	
Slope	

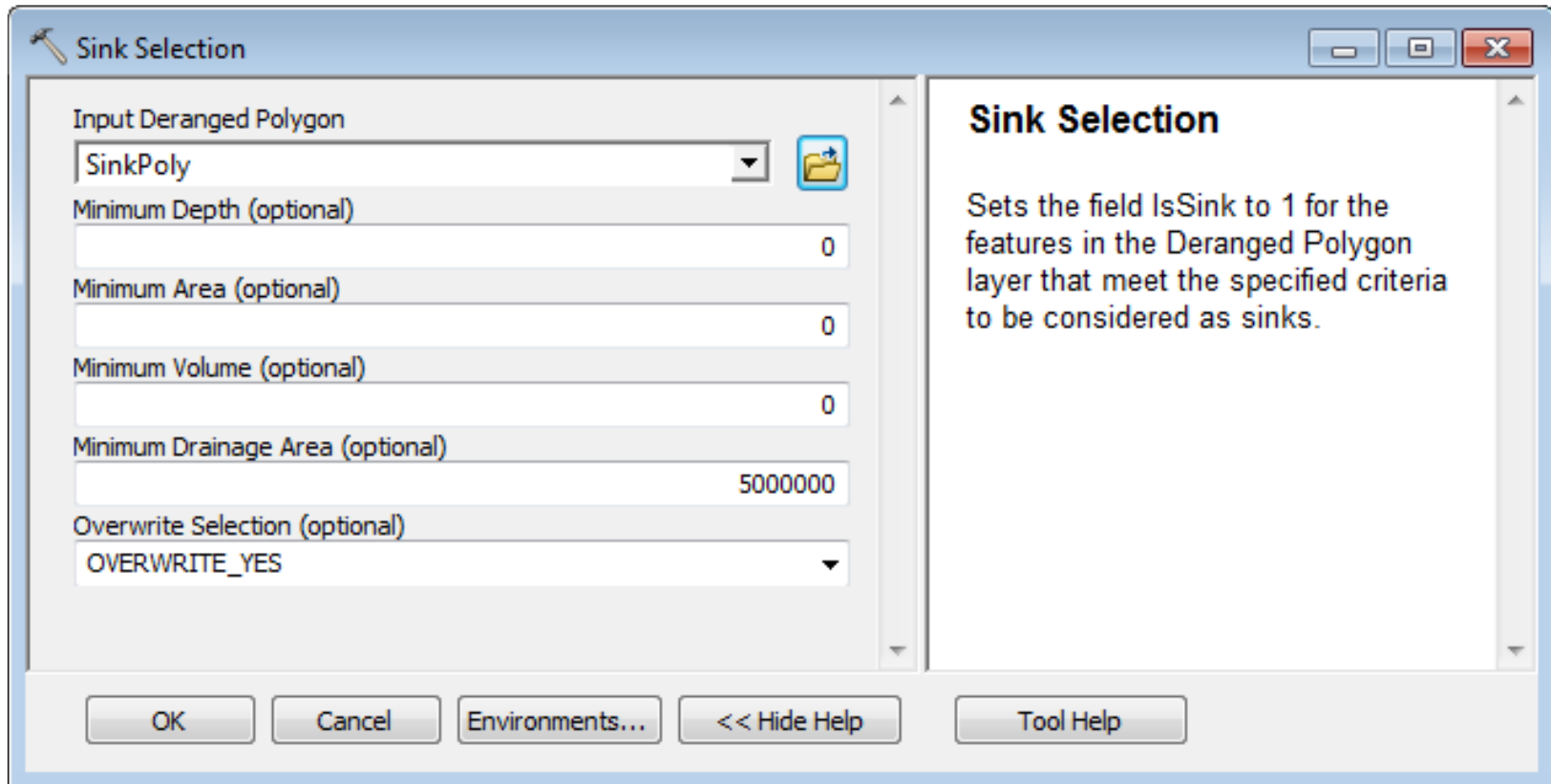
DEM Manipulation > Sink Selection



Sink Selection – wybór zagłębień bezodpł.

- Narzędzie *Sink Selection* pozwala na wybór zagłębień na podstawie różnych kryteriów. Zagłębenia spełniające kryteria będą miały atrybut `IsSink` z wartością 1.

Sink Selection



The image shows a software dialog box titled "Sink Selection". It has a standard Windows-style title bar with minimize, maximize, and close buttons. The dialog is divided into two main sections. The left section contains several input fields: "Input Deranged Polygon" with a dropdown menu showing "SinkPoly" and a folder icon; "Minimum Depth (optional)" with a text box containing "0"; "Minimum Area (optional)" with a text box containing "0"; "Minimum Volume (optional)" with a text box containing "0"; "Minimum Drainage Area (optional)" with a text box containing "5000000"; and "Overwrite Selection (optional)" with a dropdown menu showing "OVERWRITE_YES". The right section contains a text area with the title "Sink Selection" and the description: "Sets the field IsSink to 1 for the features in the Deranged Polygon layer that meet the specified criteria to be considered as sinks." At the bottom of the dialog are five buttons: "OK", "Cancel", "Environments...", "<< Hide Help", and "Tool Help".

Sink Selection

Input Deranged Polygon
SinkPoly

Minimum Depth (optional)
0

Minimum Area (optional)
0

Minimum Volume (optional)
0

Minimum Drainage Area (optional)
5000000

Overwrite Selection (optional)
OVERWRITE_YES

Sink Selection

Sets the field IsSink to 1 for the features in the Deranged Polygon layer that meet the specified criteria to be considered as sinks.

OK Cancel Environments... << Hide Help Tool Help

Należy wybrać, czy nadpisać istniejące rekordy, w których `IsSink` ma wartość 1.

Narzędzie wypełnia pole `IsSink` wartością 1 dla poligonów spełniających określone kryteria.

Table

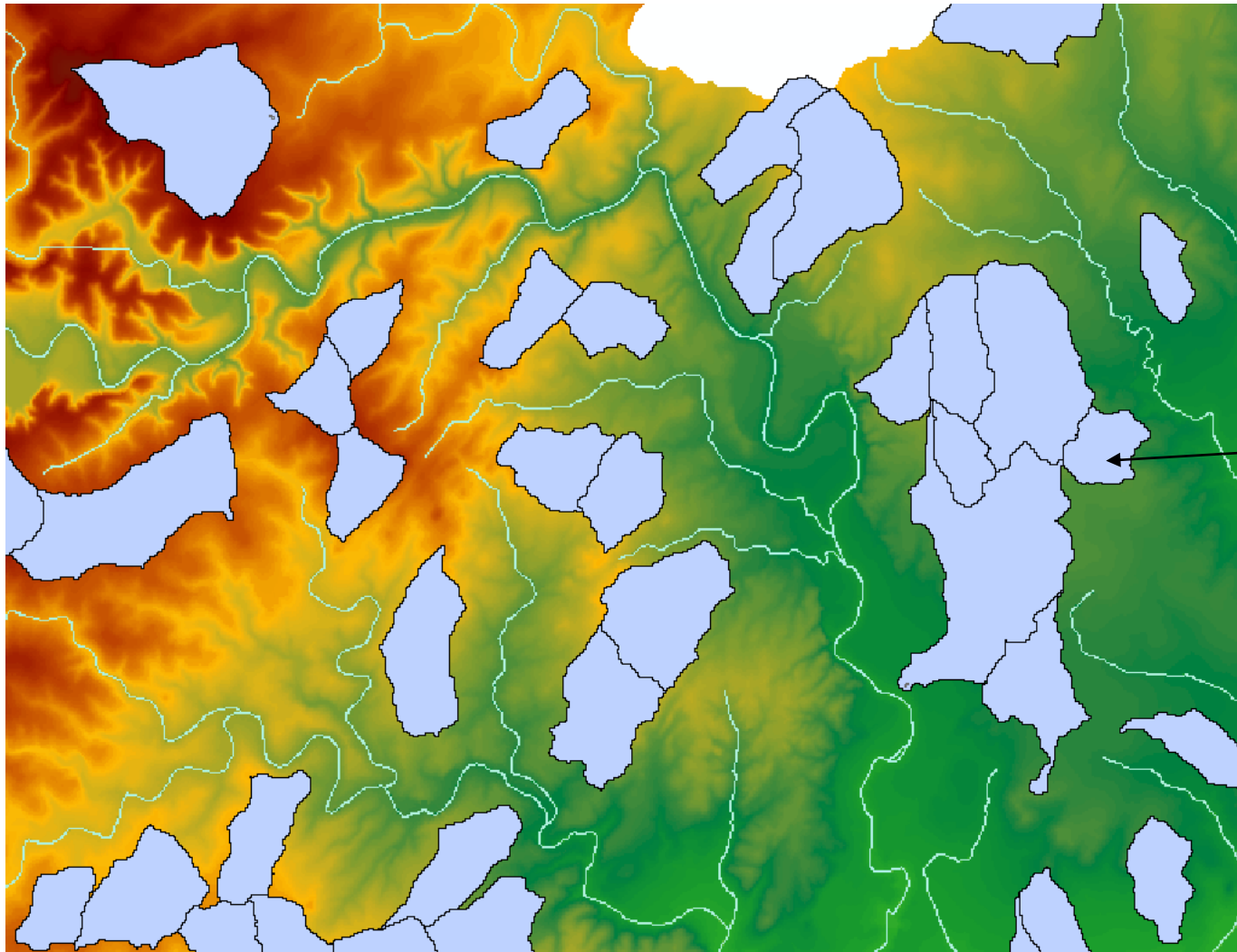
SinkPoly

	Shape_Area	HydroID	GridID *	DrainID	IsSink	FillDepth	FillArea	FillVolume	BottomElev	FillElev	DrainArea
	42300	379	24	24	1	0.07	78300	4716	164.37	164.44	6653700
	900	380	25	25	0	0.04	2700	72	171.61	171.65	1339200
	900	381	26	26	0	4.45	24300	43137	200.95	205.4	2507400
	3600	382	27	27	1	0.15	46800	4347	185.69	185.84	5049900
	2700	383	28	28	0	0.05	4500	180	176.25	176.3	1188900

1 (13 out of 355 Selected)

SinkPoly

Sink Evaluation



IsSink = 1

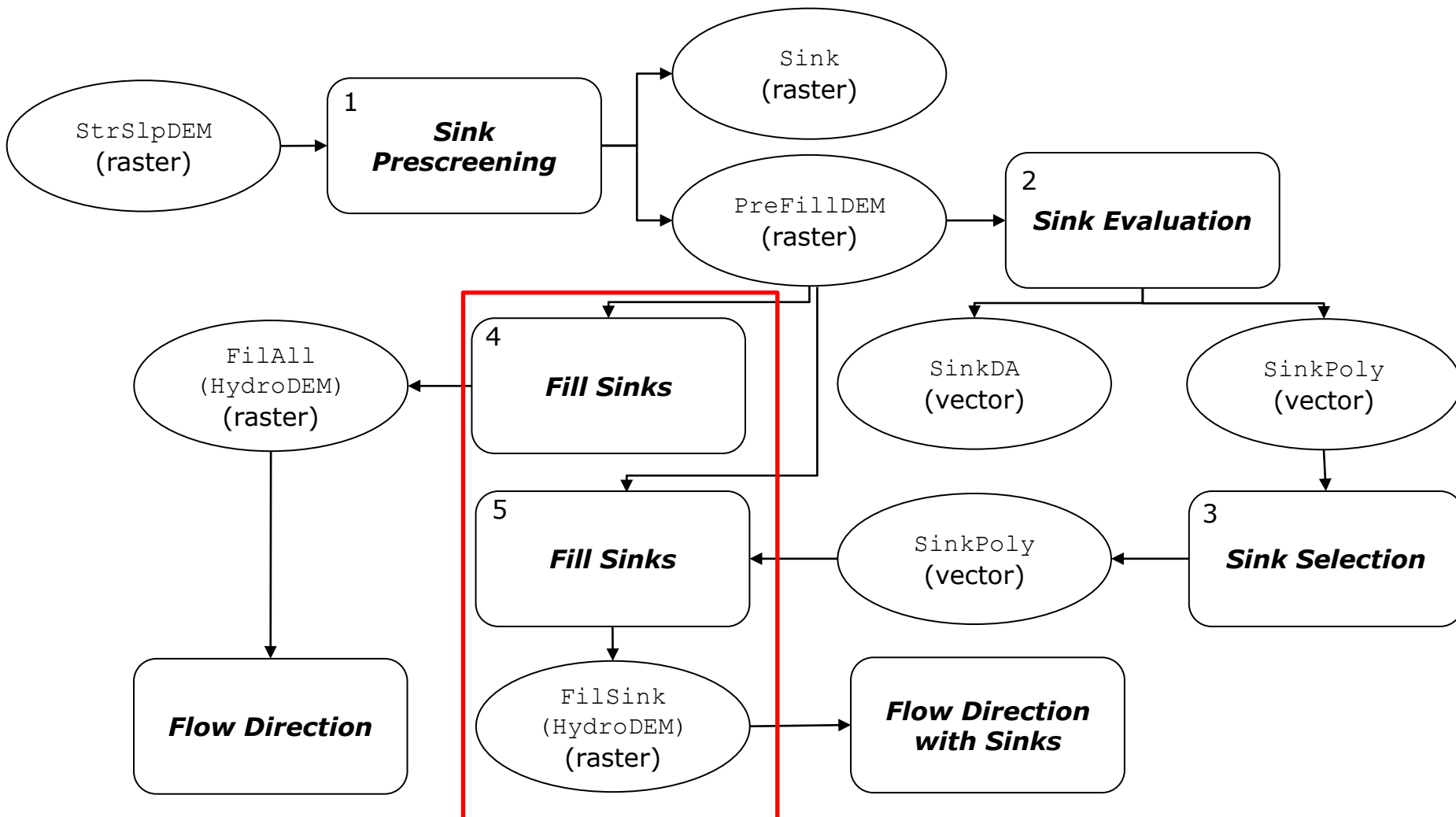
SinkDA
(*Sink Drainage
Area*)

DEM Manipulation > Fill Sink

Terrain Preprocessing ▾

Data Management Terrain Preprocessing	
DEM Manipulation ▸	Data Management DEM Manipulation
Flow Direction	Level DEM
Flow Direction with Sinks	DEM Reconditioning
Adjust Flow Direction in Lakes	Assign Stream Slope
Flow Accumulation	Burn Stream Slope
Stream Definition	Build Walls
Stream Segmentation	Sink Prescreening
Flow Direction with Streams	Sink Evaluation
Combine Stream Link and Sink Link	Depression Evaluation
Catchment Grid Delineation	Sink Selection
Catchment Polygon Processing	Fill Sinks
Drainage Line Processing	
Adjoint Catchment Processing	
Drainage Point Processing	
Longest Flow Path for Catchments	
Longest Flow Path for Adjoint Catchments	
Slope	

DEM Manipulation > Fill Sink



Fill Sinks – wypełnianie zagłębień bezodpł.

- Funkcja *Fill Sinks* wypełnia w rastrze NMT obszary bezodpływowe i generuje klasę wyjściową `FillSink`.
- Jeżeli komórka rastra jest dookoła otoczona komórkami o wyższej wysokości, woda zostaje w niej uwięziona co uniemożliwia przepływ. W celu pozbycia się tego problemu, funkcja *Fill Sinks* modyfikuje wysokość takich komórek.

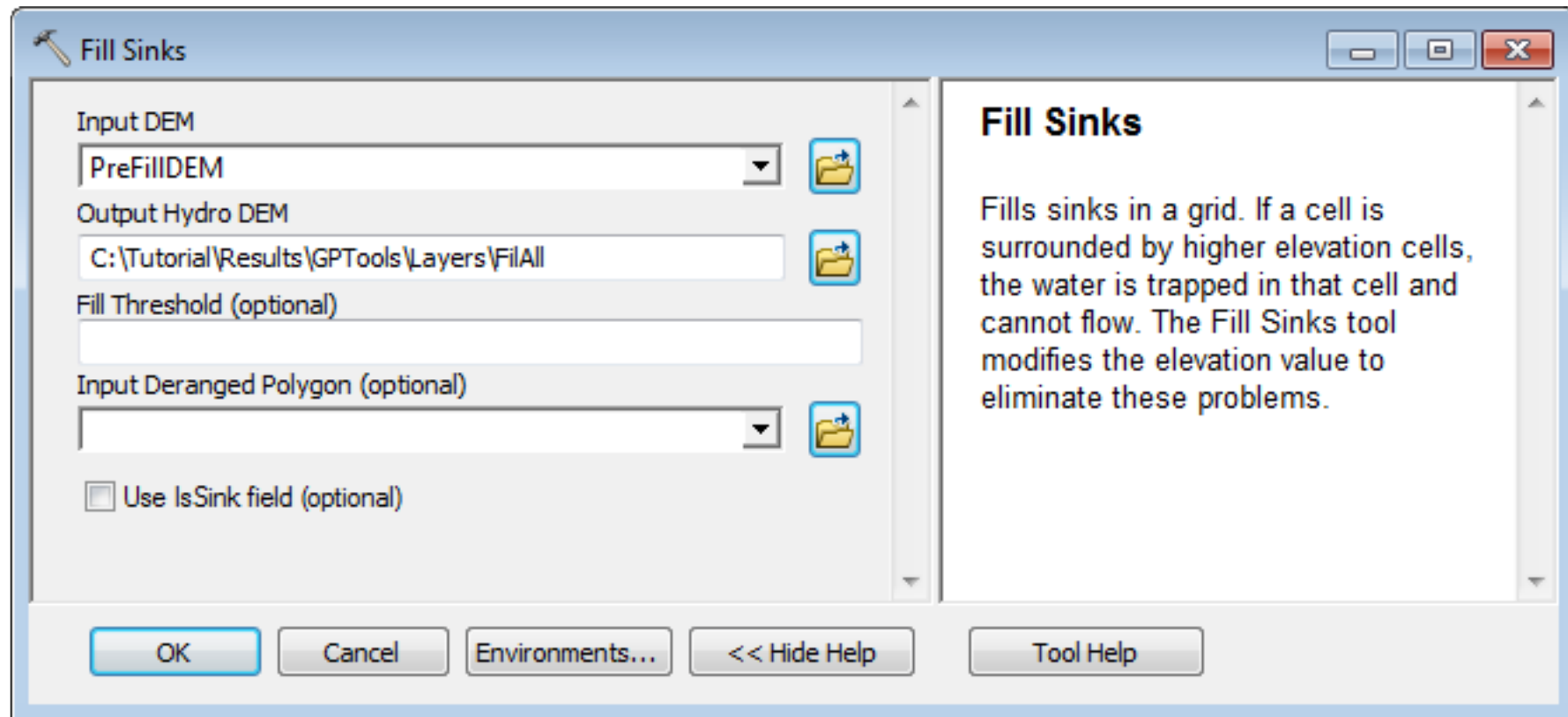
Fill Sinks – wypełnianie zagłębień bezodpł.

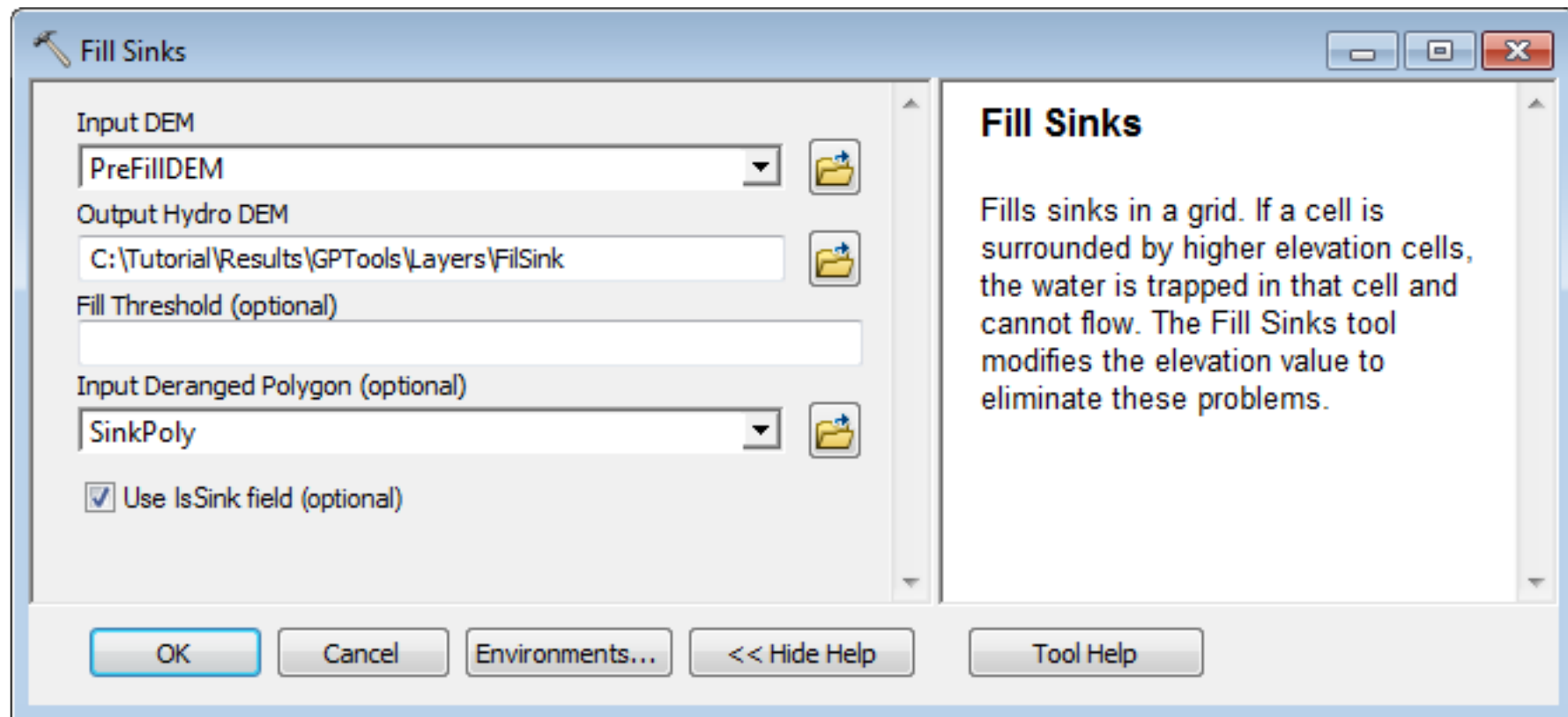
- Poprzez zadeklarowanie klasy poligonowych wektorowych obiektów ***Deranged Polygon***, możliwe jest opcjonalne zdefiniowanie obszarów, które nie powinny być wypełnione.
- Możliwa jest także do zadeklarowania wartość progowa głębokości. W tym przypadku zostaną wypełnione wyłącznie wgłębienia nie przekraczające tej wartości.
- Należy zaznaczyć, że funkcja działa wyłącznie na zadeklarowanej klasie *Deranged Polygon* lub na wszystkich obiektach (jeżeli ta klasa nie została zadeklarowana).
- Poligony mogą także posiadać ograniczenie poprzez deklarację atrybutu bycia obszarem bezodpływowym (`IsSink`) (tworzonym przez funkcję *Sink Selection*).

Fill Sinks – wypełnianie zagłębień bezodpł.

- Narzędzie będziemy uruchamiali dwukrotnie. Po raz pierwszy wypełnimy wszystkie zagłębienia i utworzymy raster o nazwie `FillAll`. Za drugim razem nie wypełnimy rzeczywistych zagłębień, zadeklarowanych poprzez funkcję *Sink Selection*, które mają zadeklarowaną wartość atrybutu `IsSink = 1`.

Fill Sinks I

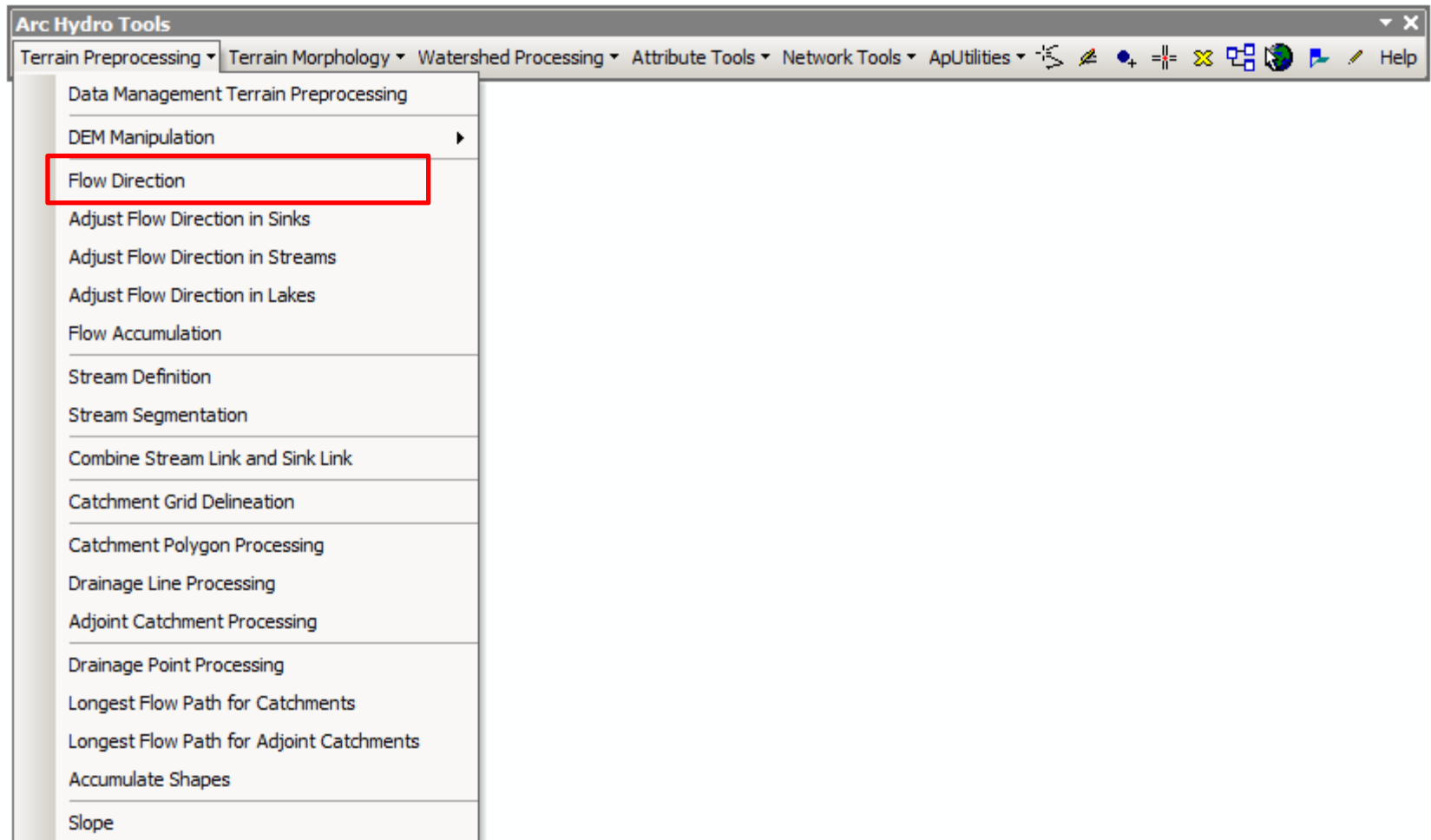




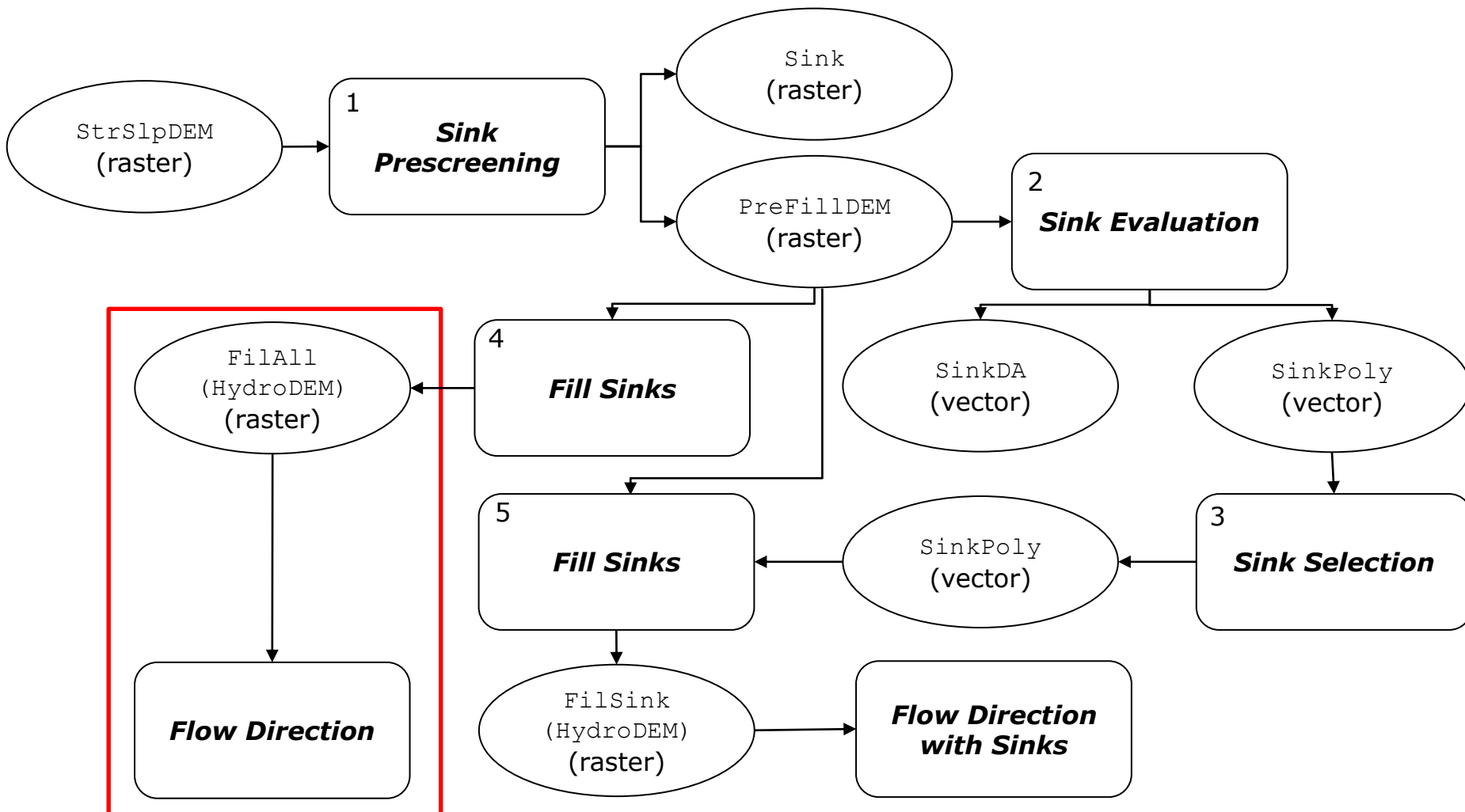


AGH

Terrain Preprocessing > Flow Direction

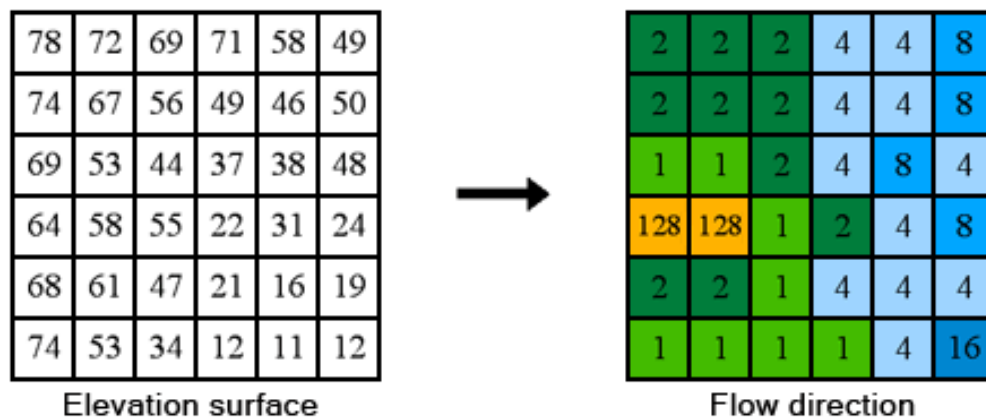


Terrain Preprocessing > Flow Direction



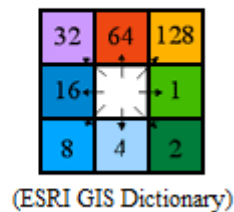
Flow Direction – kierunki spływu

- Narzędzie to, dla przygotowanego modelu hydrologicznego NMT (zmodyfikowanego poprzednio używanymi narzędziami), oblicza raster kierunków przepływu.



Flow Direction (D8)

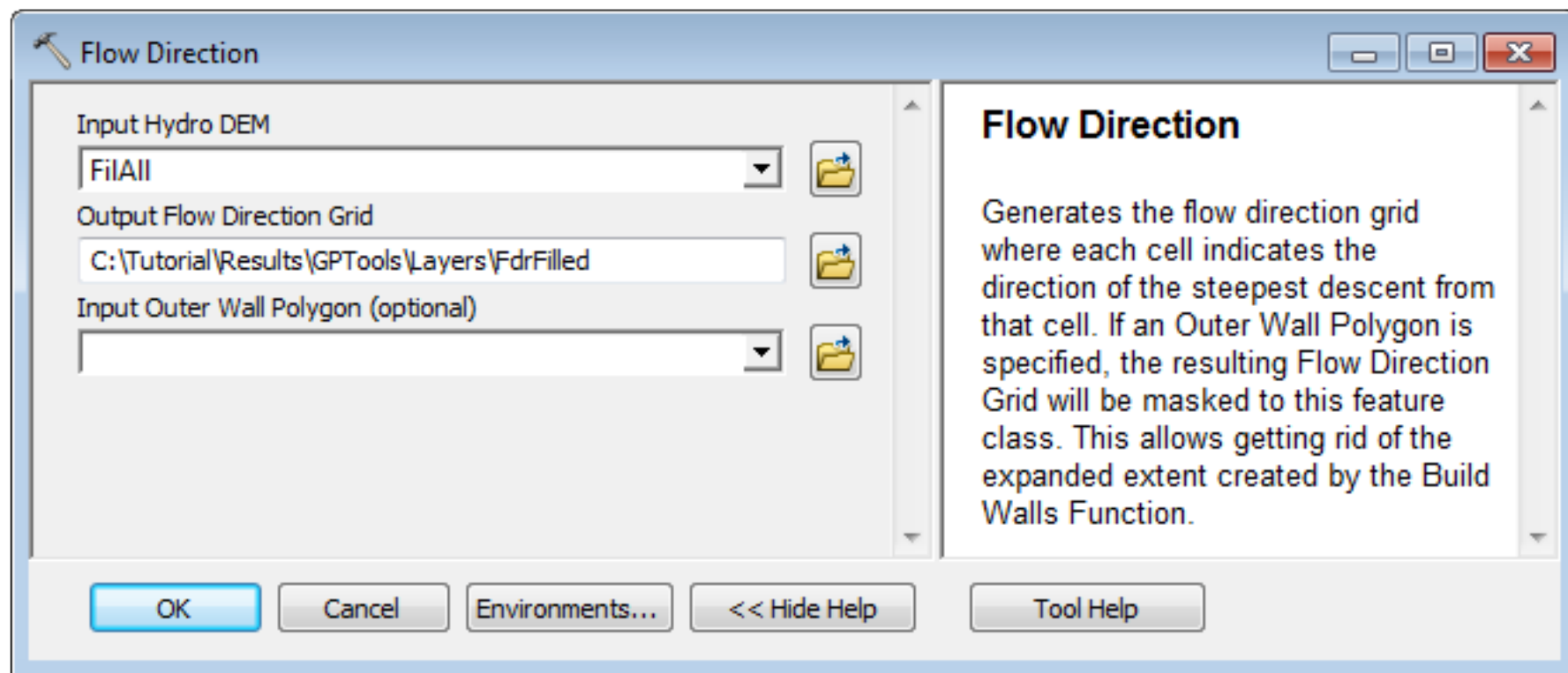
- East
- Southeast
- South
- Southwest
- West
- Northwest
- North
- Northeast
- No Data





AGH

Flow Direction



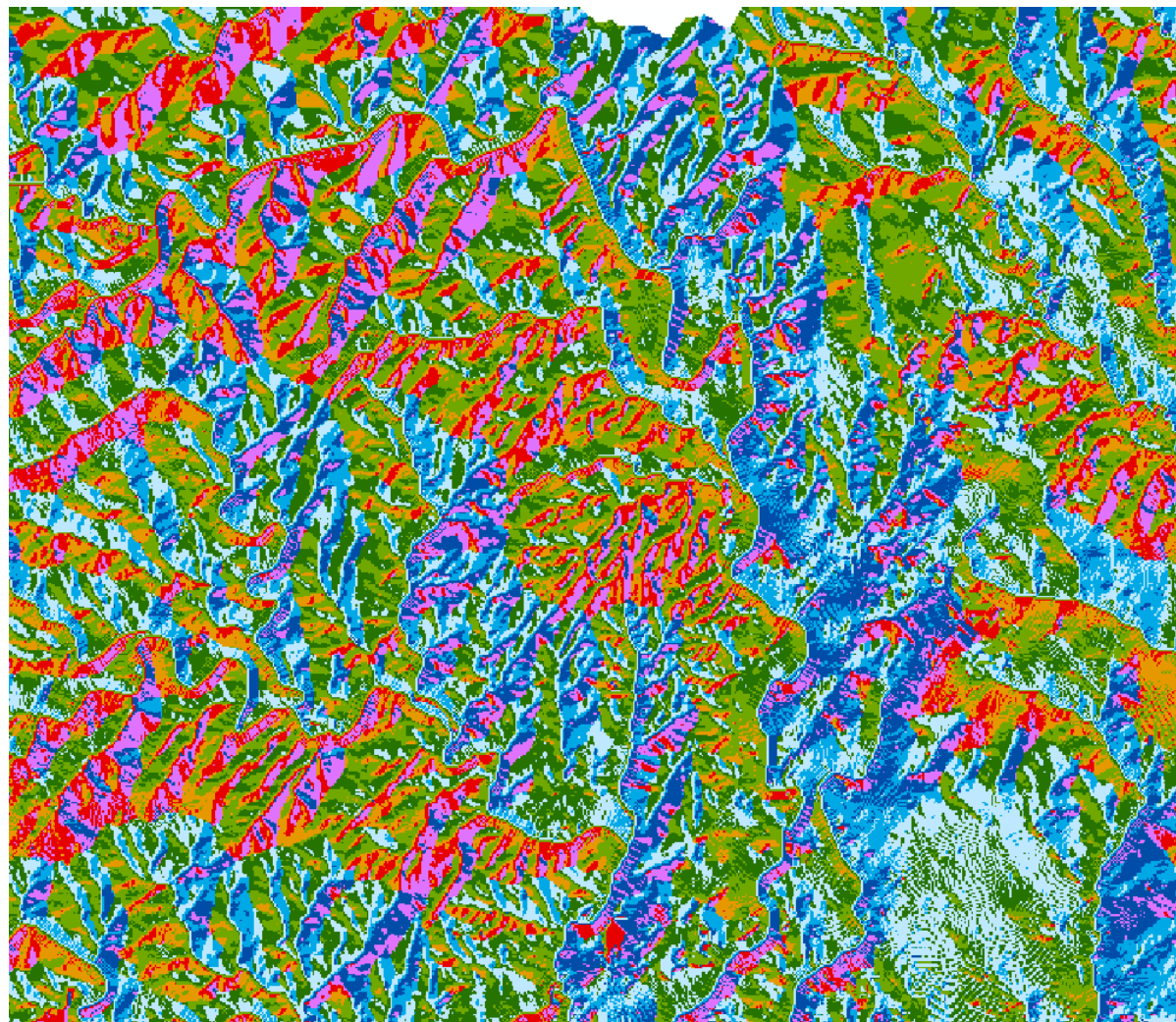


AGH

Flow Direction

☒ fdrfilled

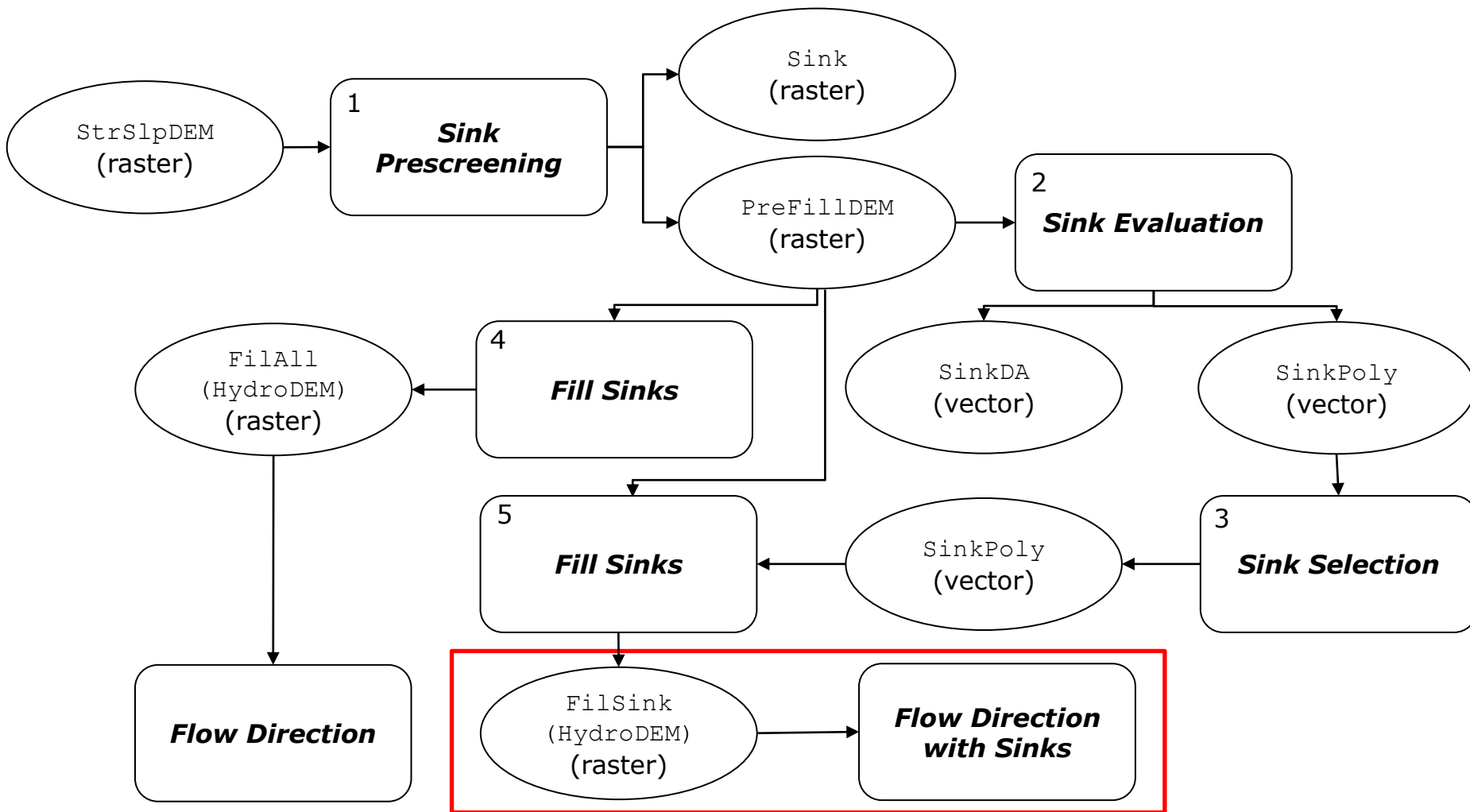
- 1
- 2
- 4
- 8
- 16
- 32
- 64
- 128



Flow Direction with sinks

- *Flow Direction with Sinks* generuje raster kierunków przepływu dla NMT z uwzględniającego istnienie zagłębień bezodpływowych. Narzędzie zapewnia, że woda z każdej komórki w danym obszarze drenażu zlewni zagłębienia bezodpływowego spływa w kierunku tej samej lokalizacji – jednego punktu.

Flow Direction with sinks





AGH

Flow Direction with sinks

The image shows a software dialog box titled "Flow Direction with Sinks". It contains several input fields and buttons. A red rectangle highlights the "Input Hydro DEM" and "Input Deranged Polygon" fields, which are set to "FilSink" and "SinkPoly" respectively. Other fields include "Output Flow Direction Grid", "Output Sink Point", "Output Sink Link Grid", "Output Sink Watershed Grid", and "Input Outer Wall Polygon (optional)". Each field has a folder icon to its right. At the bottom are buttons for "OK", "Cancel", "Environments...", "<< Hide Help", and "Tool Help". On the right side of the dialog is a help panel titled "Flow Direction with Sinks" with a descriptive text.

Flow Direction with Sinks

Input Hydro DEM
FilSink

Input Deranged Polygon
SinkPoly

Output Flow Direction Grid
C:\Tutorial\Results\GPTools\Layers\FdrSink

Output Sink Point
C:\Tutorial\Results\GPTools\GPTOOLS.GDB\Layers\SinkPoint

Output Sink Link Grid
C:\Tutorial\Results\GPTools\Layers\SinkLnk

Output Sink Watershed Grid
C:\Tutorial\Results\GPTools\Layers\SinkWshd

Input Outer Wall Polygon (optional)

Flow Direction with Sinks

Generates the Flow Direction grid for a filled DEM with unfilled deranged polygons (e.g. sinks) by forcing each cell within a deranged polygon to flow toward a sink point located within the deranged polygon.

OK Cancel Environments... << Hide Help Tool Help

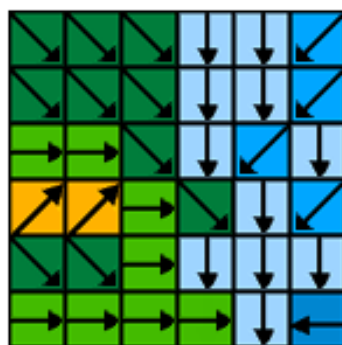
Flow Direction with sinks

Narzędzie generuje wyjściową siatkę kierunków spływu powierzchniowego oraz dane wyjściowe :

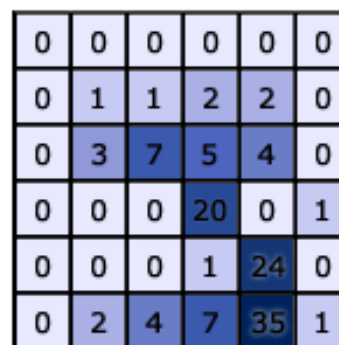
1. punktów zagłębień (*Sink Point*) - klasa punktów, do których będą spływały wody z każdej komórki zagłębienia bezodpływowego,
2. raster połączeń (*Sink Link Grid*) - w którym każde zagłębienie ma unikalny identyfikator.
3. Raster wiodący *Sink Watershed Grid* z obszarami odwadniania każdego zagłębienia bezodpływowego.

Flow Accumulation – akumulacja spływu

- Narzędzie *Flow Accumulation* na podstawie rastra kierunków spływu generuje raster akumulacji spływu powierzchniowego.
- Każda komórka rastra akumulacji spływu gromadzi **informację o liczbie komórek położonych powyżej tej komórki.**



Flow direction

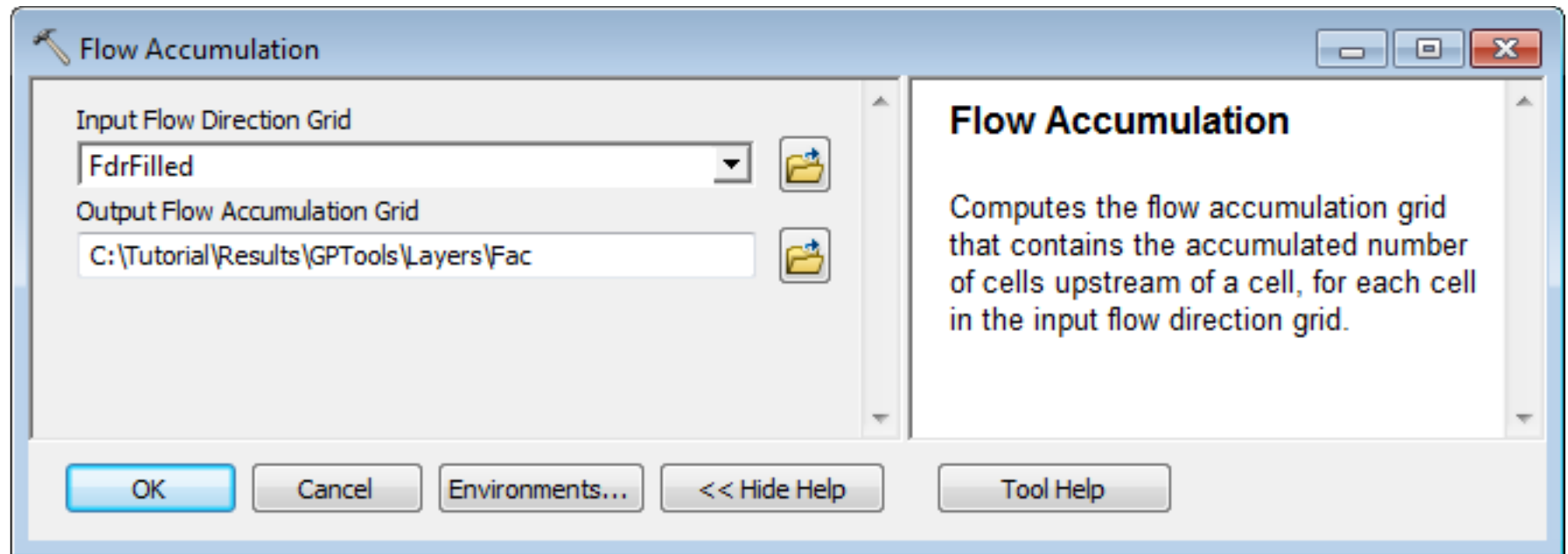


Flow accumulation



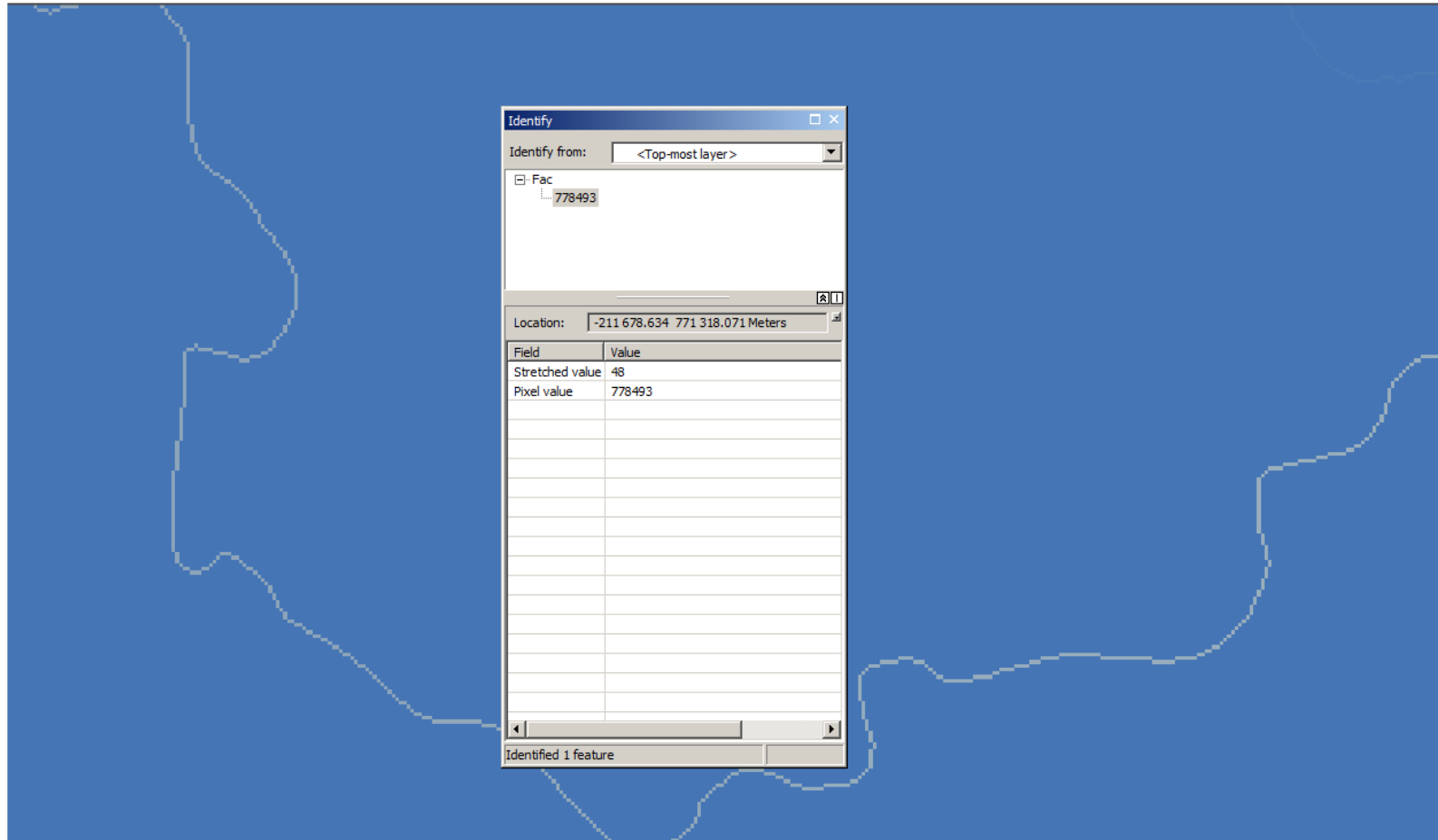
Direction coding

Flow Accumulation





Flow Accumulation

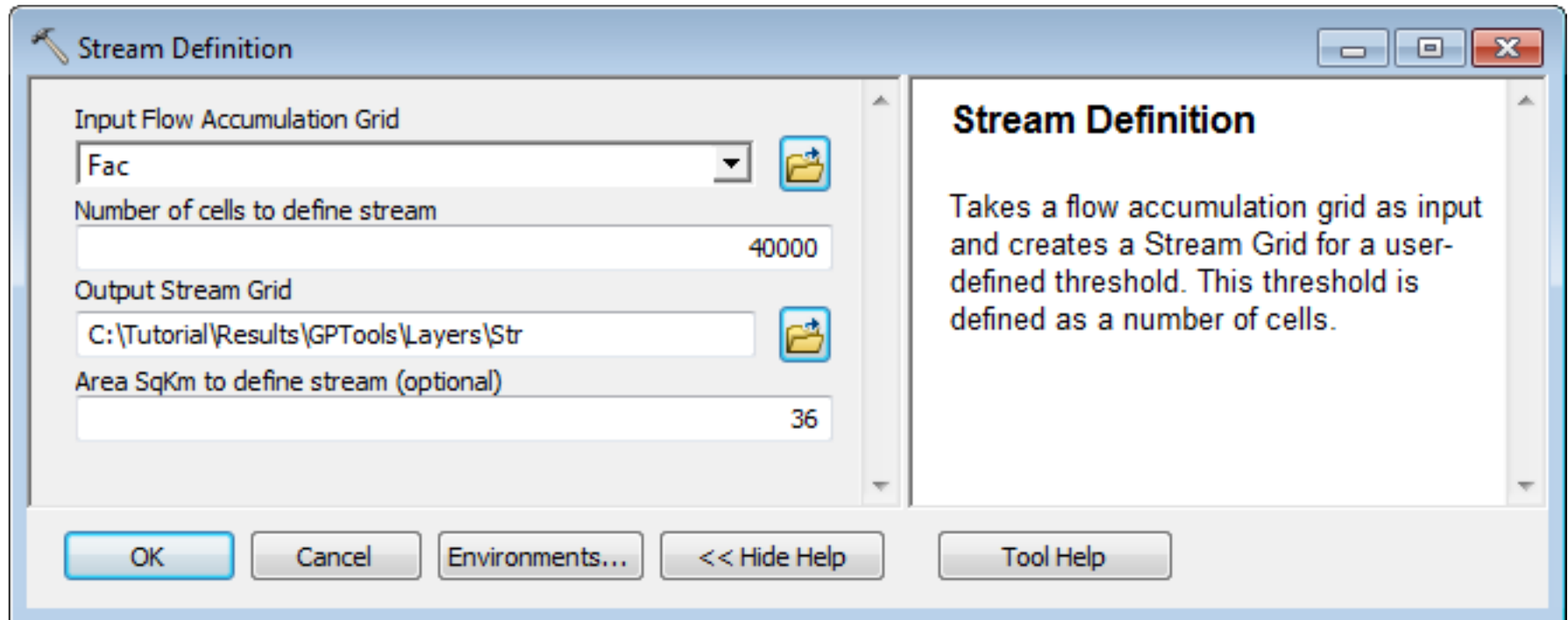


Stream Definition – definiowanie cieków

- *Stream Definition*, dla wejściowego rastra akumulacji spływu i ustalonego progu długości generuje raster cieków powierzchniowych.
- Narzędzie wymaga określenia długości wyrażonej w liczbie pikseli, od jakiej następuje ustrumienienie cieków.

Zalecana wartość wynosi zazwyczaj około 1% maksymalnej wartości akumulacji spływu.

Stream Definition



The image shows a software dialog box titled "Stream Definition". It has a standard Windows-style title bar with minimize, maximize, and close buttons. The dialog is divided into two main sections. The left section contains input fields: "Input Flow Accumulation Grid" with a dropdown menu showing "Fac" and a folder icon; "Number of cells to define stream" with a text box containing "40000"; "Output Stream Grid" with a text box showing a file path "C:\Tutorial\Results\GPTools\Layers\Str" and a folder icon; and "Area SqKm to define stream (optional)" with a text box containing "36". The right section is titled "Stream Definition" and contains a descriptive text: "Takes a flow accumulation grid as input and creates a Stream Grid for a user-defined threshold. This threshold is defined as a number of cells." At the bottom of the dialog are five buttons: "OK", "Cancel", "Environments...", "<< Hide Help", and "Tool Help".

Stream Definition

Input Flow Accumulation Grid
Fac

Number of cells to define stream
40000

Output Stream Grid
C:\Tutorial\Results\GPTools\Layers\Str

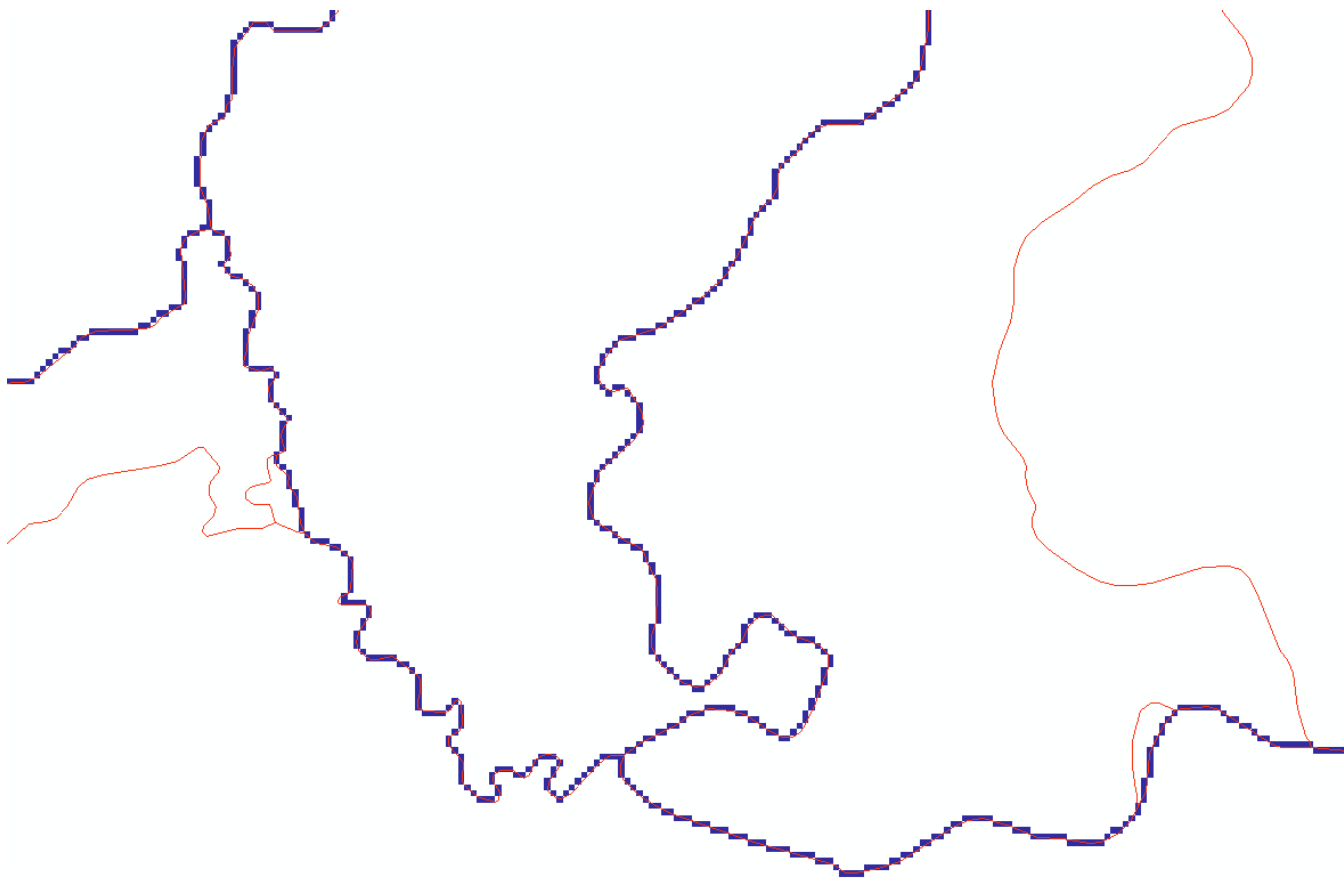
Area SqKm to define stream (optional)
36

Stream Definition

Takes a flow accumulation grid as input and creates a Stream Grid for a user-defined threshold. This threshold is defined as a number of cells.

OK Cancel Environments... << Hide Help Tool Help

Stream Definition



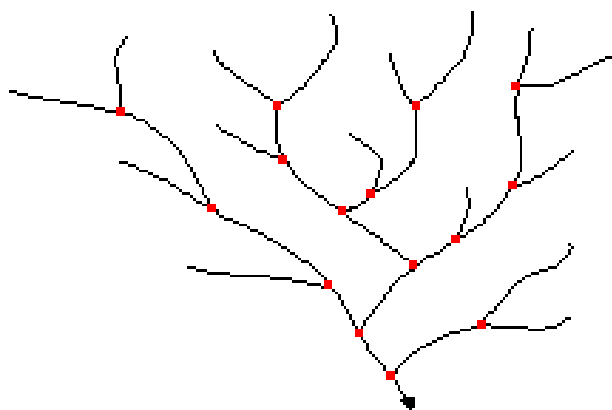
Narzędzie generuje raster cieków powierzchniowych

Stream Segmentation

Narzędzie *Stream Segmentation* dla danych:

- rastra strumieni
- rastra kierunków spływu

generuje raster posegmentowanych cieków powierzchniowych.



— Links
■ Junctions


Segmentacja odbywa się poprzez przypisanie identyfikatora każdemu odcinkowi sieci cieków znajdującemu się pomiędzy połączeniami z odcinkami innych cieków.

Wszystkie komórki znajdujące się w danym segmencie sieci cieków mają taką samą wartość, która jednoznacznie identyfikują segment.



AGH

Stream Segmentation

 Stream Segmentation

Input Stream Grid
Str

Input Flow Direction Grid
FdrFilled

Output Stream Link Grid
C:\Tutorial\Results\GPTools\Layers\StrLnk

Input Sink Watershed Grid (optional)

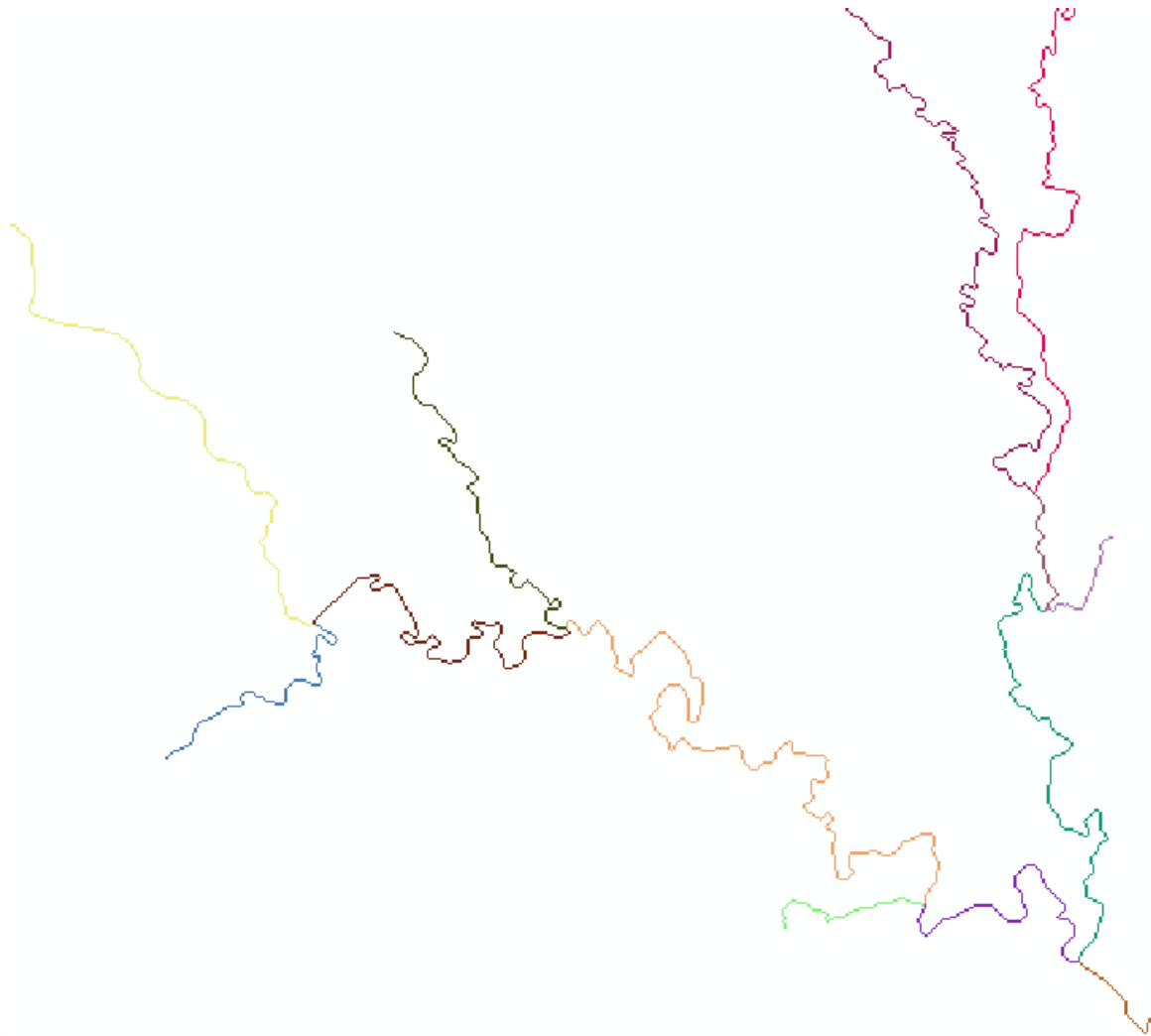
Input Sink Link Grid (optional)

Stream Segmentation

Creates a grid of stream segments that have a unique identification.

OK Cancel Environments... << Hide Help Tool Help

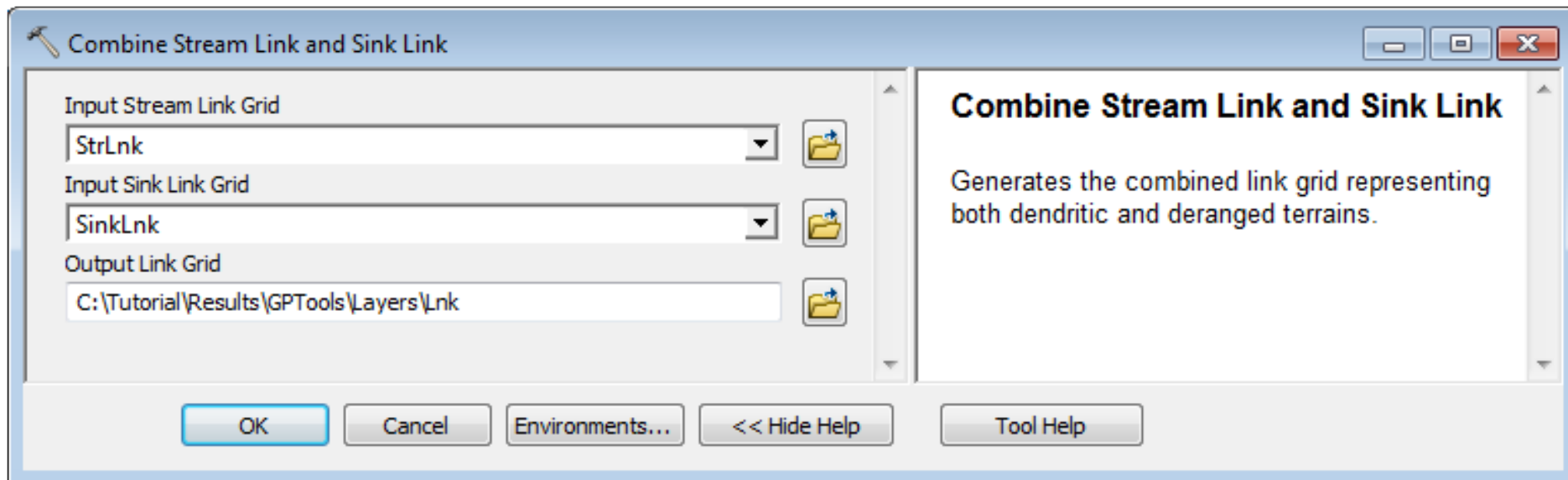
Stream Segmentation



Combine Stream Link and Sink Link

Narzędzie generuje łączny raster identyfikatorów, w którym łączone są identyfikatory:

- cieków,
- obszarów bezodpływowych.

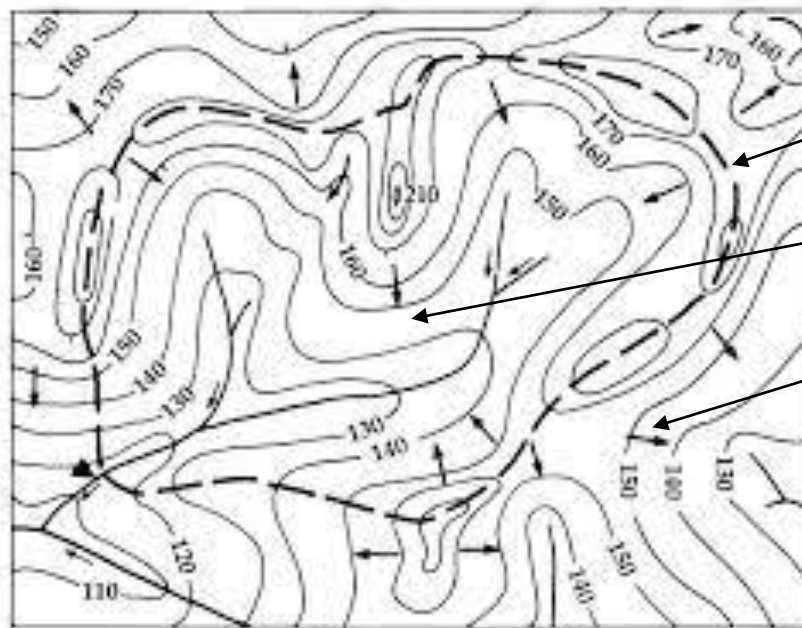




AGH

Catchment Grid Delineation - zlewnie

Na podstawie rastrów kierunków spływu powierzchniowego (*Flow Direction*) oraz identyfikatorów `StrLink`, generuje raster zlewni elementarnych.



granica wododziału

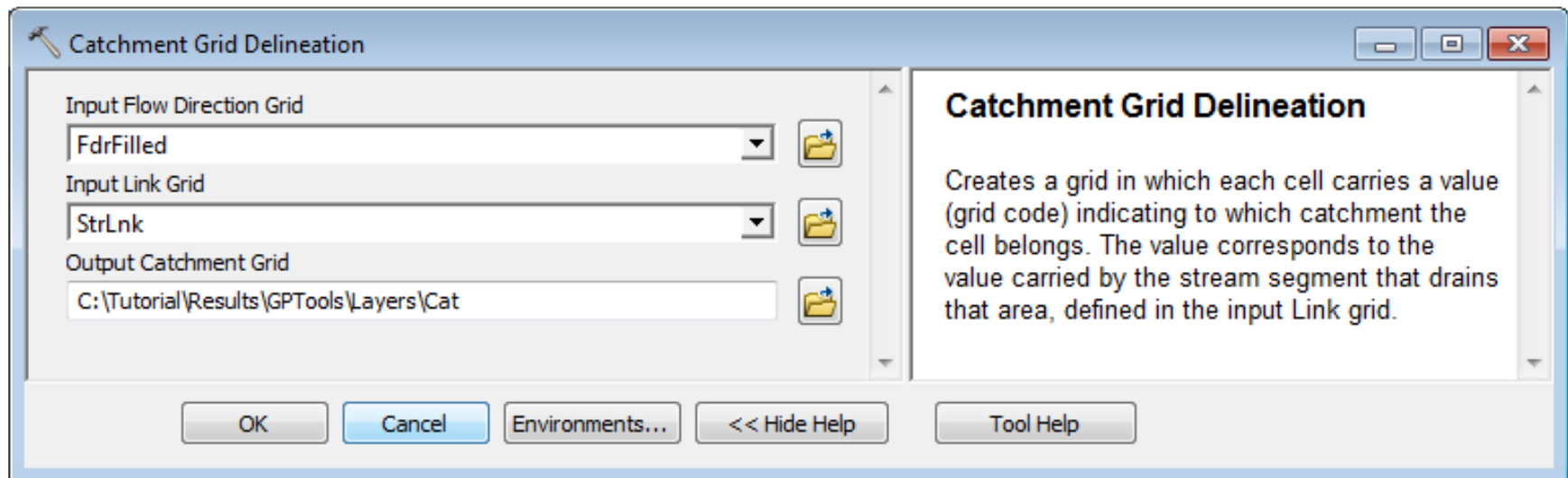
zlewnia elementarna

kierunki spływu
powierzchniowego

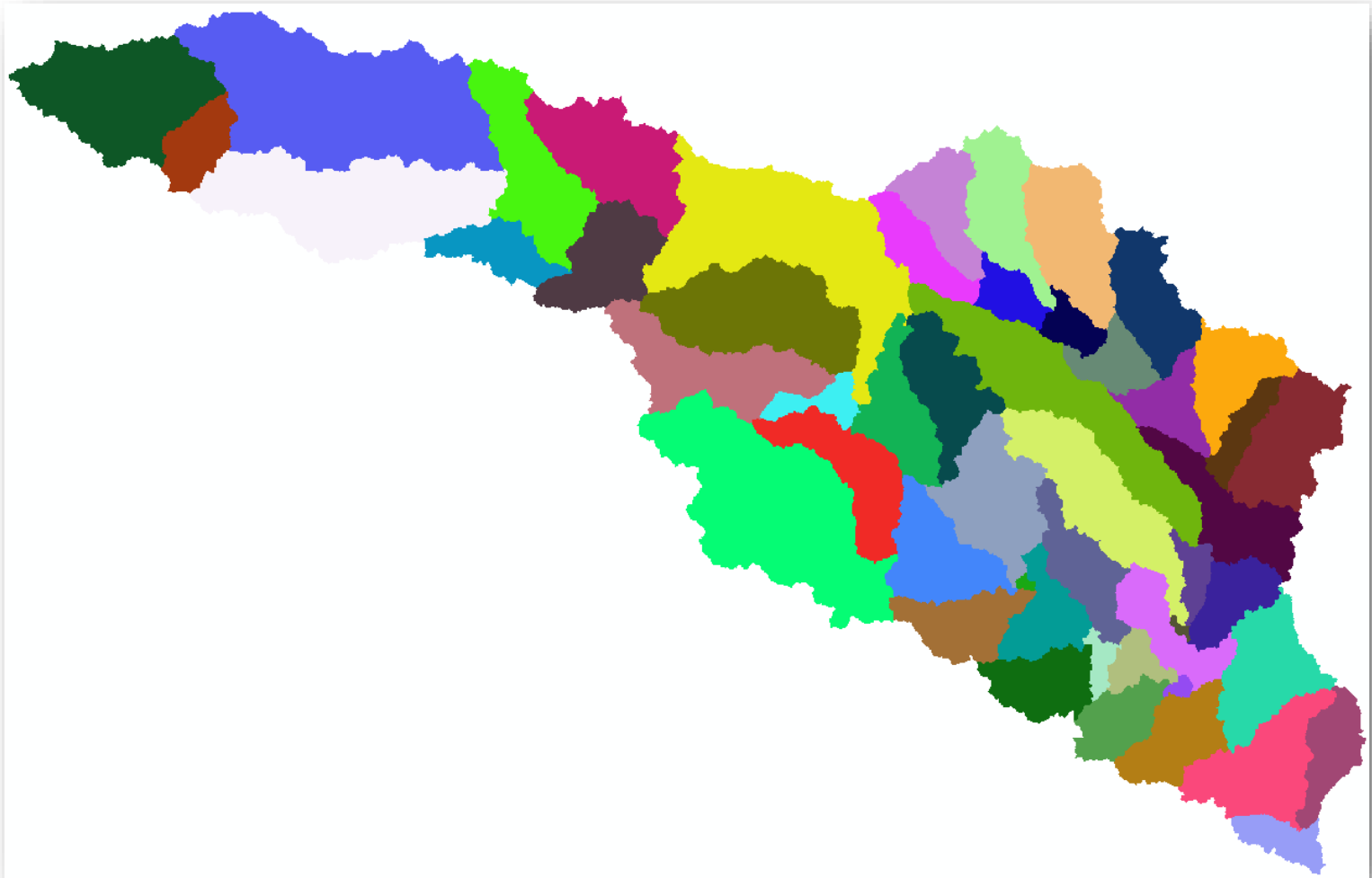


AGH

Catchment Grid Delineation

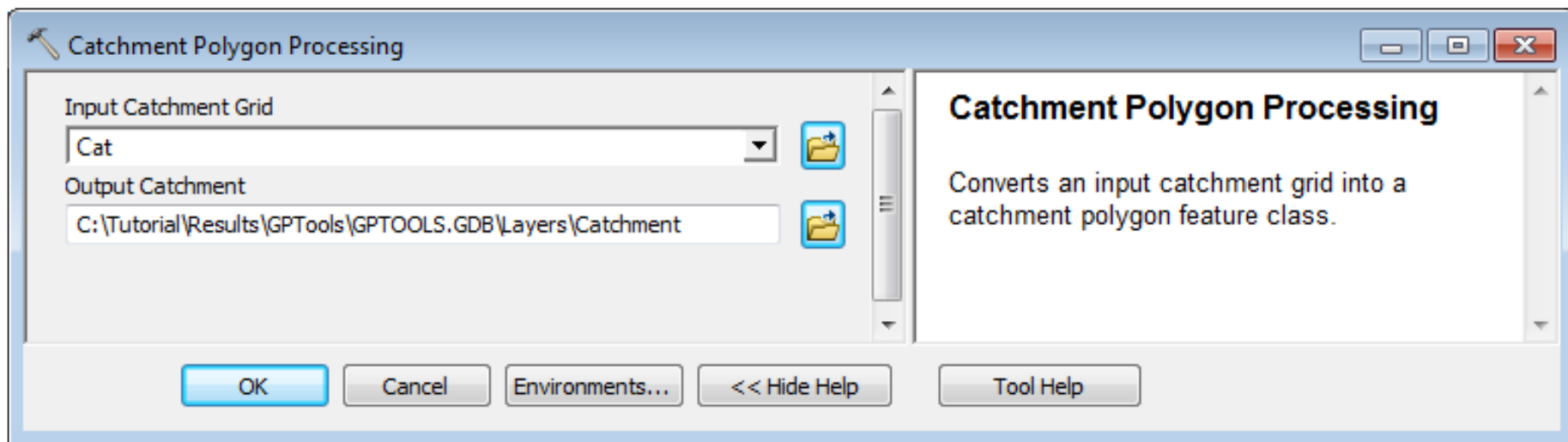


Catchment Grid Delineation



Catchment Polygon Processing

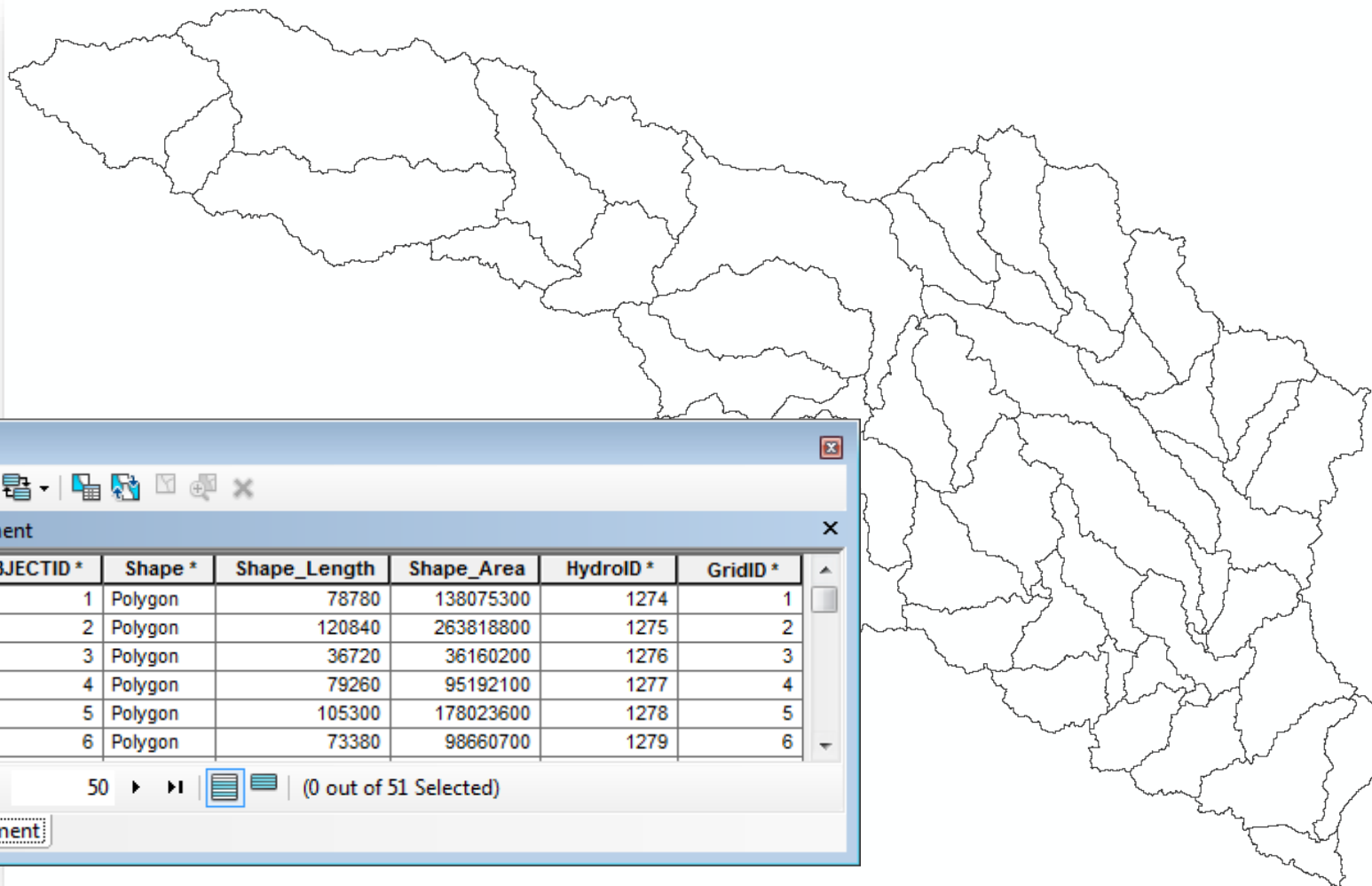
Na podstawie wygenerowanego rastra zlewni, tworzy klasę obiektów poligonowych zlewni.





AGH

Catchment Polygon Processing



Table



Catchment

	OBJECTID *	Shape *	Shape_Length	Shape_Area	HydroID *	GridID *
	1	Polygon	78780	138075300	1274	1
	2	Polygon	120840	263818800	1275	2
	3	Polygon	36720	36160200	1276	3
	4	Polygon	79260	95192100	1277	4
	5	Polygon	105300	178023600	1278	5
	6	Polygon	73380	98660700	1279	6

50 (0 out of 51 Selected)

Catchment

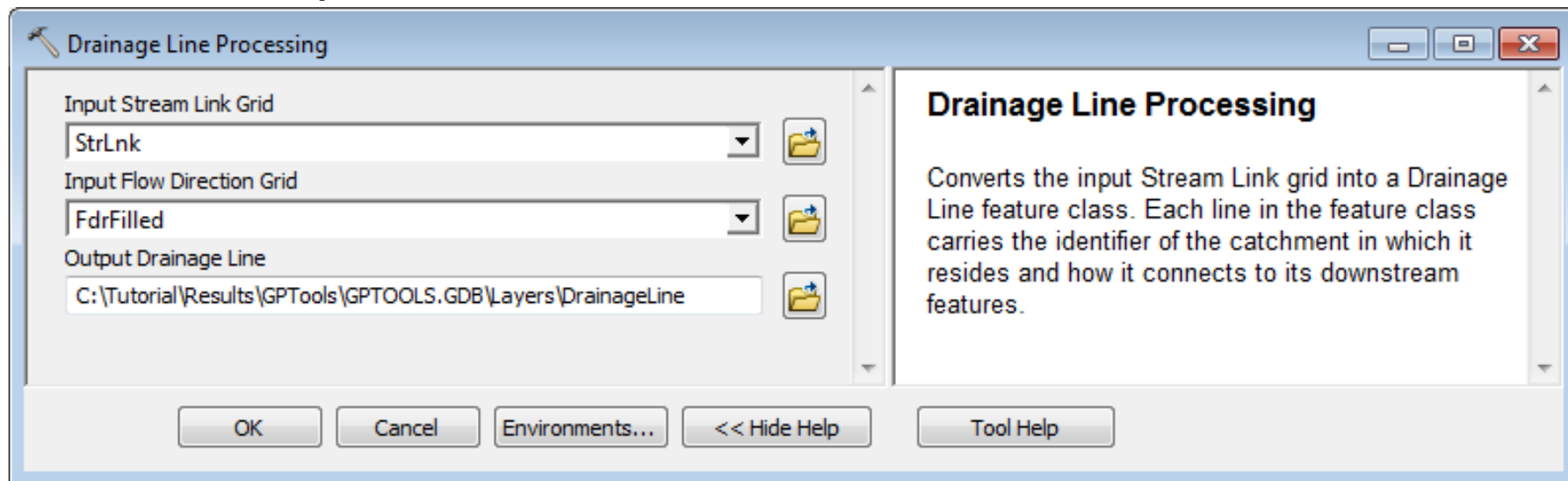


AGH

Drainage Line Processing

Narzędzie służy do utworzenia liniowej wektorowej klasy **głównych cieków powierzchniowych**. Do jej utworzenia wykorzystywany jest

- raster kierunków przepływu (*Flow Direction Grid*),
- raster identyfikatorów cieków powierzchniowych (*Stream Link Grid*).





AGH

Drainage Line Processing



Linia drenażu – główny ciek
powierzchniowy w zlewni.

Adjoint Catchment Processing - przetwarzanie zlewni sprzężonych

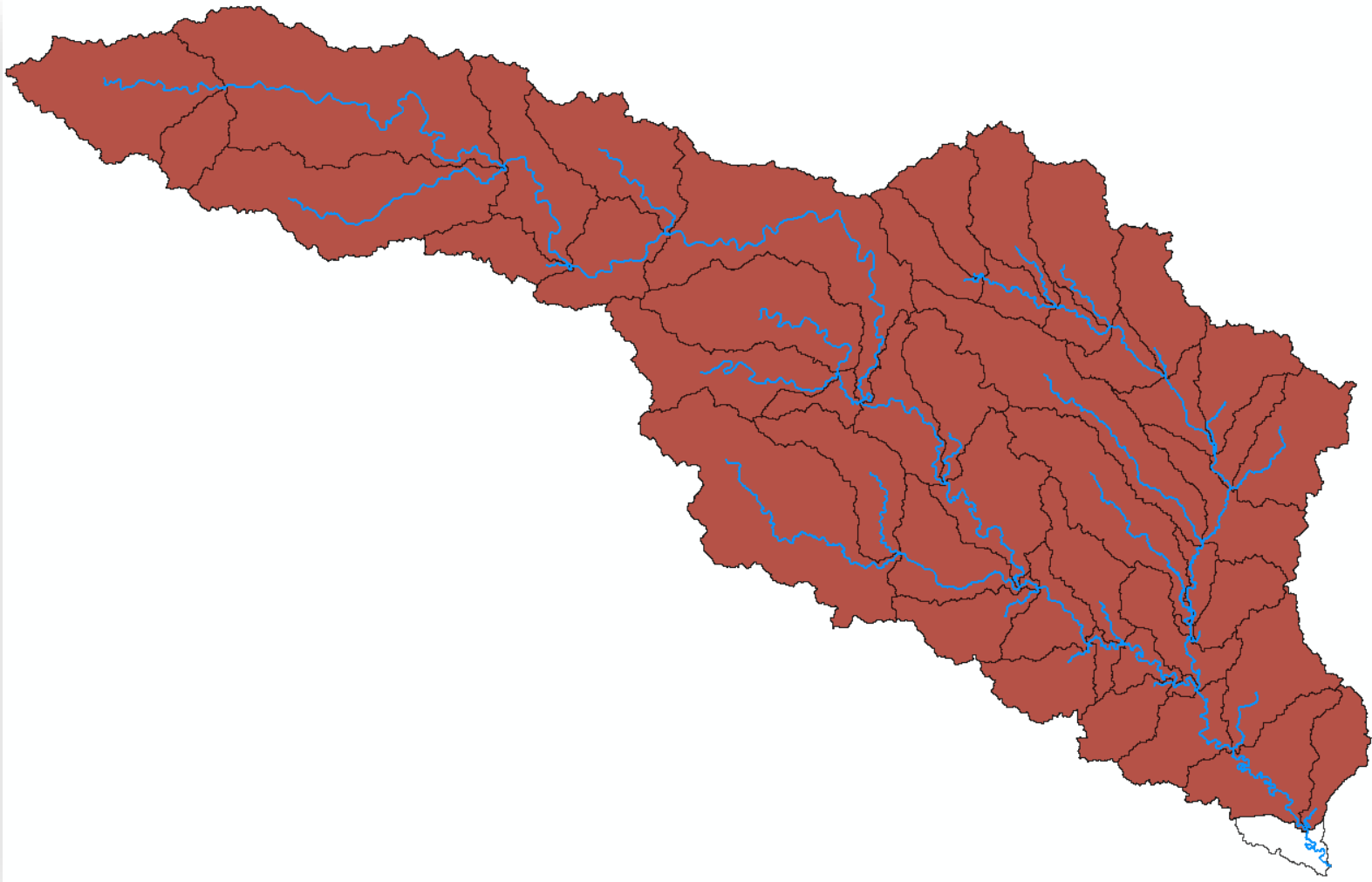
Na podstawie wektorowych klas obiektów wejściowych:

- zlewni
- sieci głównych cieków powierzchniowych zlewni

generuje poligonową klasę zlewni sprzężonych

Zlewnia sprzężona – obszar, z którego woda spływa do danej zlewni.

Adjoint Catchment Processing



Adjoint Catchment Processing

Table

AdjointCatchment

OBJECTID *	Shape *	Shape_Length	Shape_Area	HydroID	DrainID	GridID
1	Polygon	87540	174235500	1376	1275	2
2	Polygon	175560	616077900	1377	1277	4
3	Polygon	210300	751035600	1378	1281	8
4	Polygon	60120	92359800	1379	1287	14
5	Polygon	84660	183294000	1380	1288	15
6	Polygon	105780	288476100	1381	1290	17

11 (0 out of 25 Selected)

AdjointCatchment

DrainID przechowuje
HydroID powiązanych
zlewni

Table

Catchment

OBJECTID *	Shape *	Shape_Length	Shape_Area	HydroID *	GridID *	NextDownID
1	Polygon	78780	138075300	724	1	<Null>
2	Polygon	120840	263818800	725	2	<Null>
3	Polygon	36720	36160200	726	3	<Null>
4	Polygon	79260	95192100	727	4	<Null>
5	Polygon	105300	178023600	728	5	<Null>
6	Polygon	73380	98660700	729	6	<Null>

1 (0 out of 51 Selected)

Catchment

wypełnia pole
NextDownID. Pole to
zawiera HydroID
następnej, niżej
położonej zlewni

Drainage Point Processing

Narzędzie *Drainage Point Processing*, na podstawie klas wejściowych:

- zlewni
- rastra akumulacji przepływu (*Flow Accumulation Grid*), generuje klasę punktów drenażu. Miejsca takie (*Drainage Point*) stanowią w każdej zlewni piksele o maksymalnej wartości przepływu.



AGH

Drainage Point Processing

The image shows a screenshot of the 'Drainage Point Processing' dialog box in a GIS software. The dialog box has a title bar with a hammer icon and the text 'Drainage Point Processing'. It contains several input fields and buttons. The 'Input Flow Accumulation Grid' is set to 'Fac'. The 'Input Catchment Grid' is set to 'Cat'. The 'Input Catchment' is set to 'Catchment'. The 'Output Drainage Point' is set to 'C:\Tutorial\Results\GPTools\GPTOOLS.GDB\Layers\DrainagePoint'. There are five folder icons with a plus sign next to each input field. At the bottom, there are five buttons: 'OK', 'Cancel', 'Environments...', '<< Hide Help', and 'Tool Help'. On the right side, there is a help panel titled 'Drainage Point Processing' with the text: 'Creates a drainage point at the most downstream point in the catchment (center of a grid cell with the largest value in the flow accumulation grid for that catchment).'

Drainage Point Processing

Input Flow Accumulation Grid
Fac

Input Catchment Grid
Cat

Input Catchment
Catchment

Output Drainage Point
C:\Tutorial\Results\GPTools\GPTOOLS.GDB\Layers\DrainagePoint

OK Cancel Environments... << Hide Help Tool Help

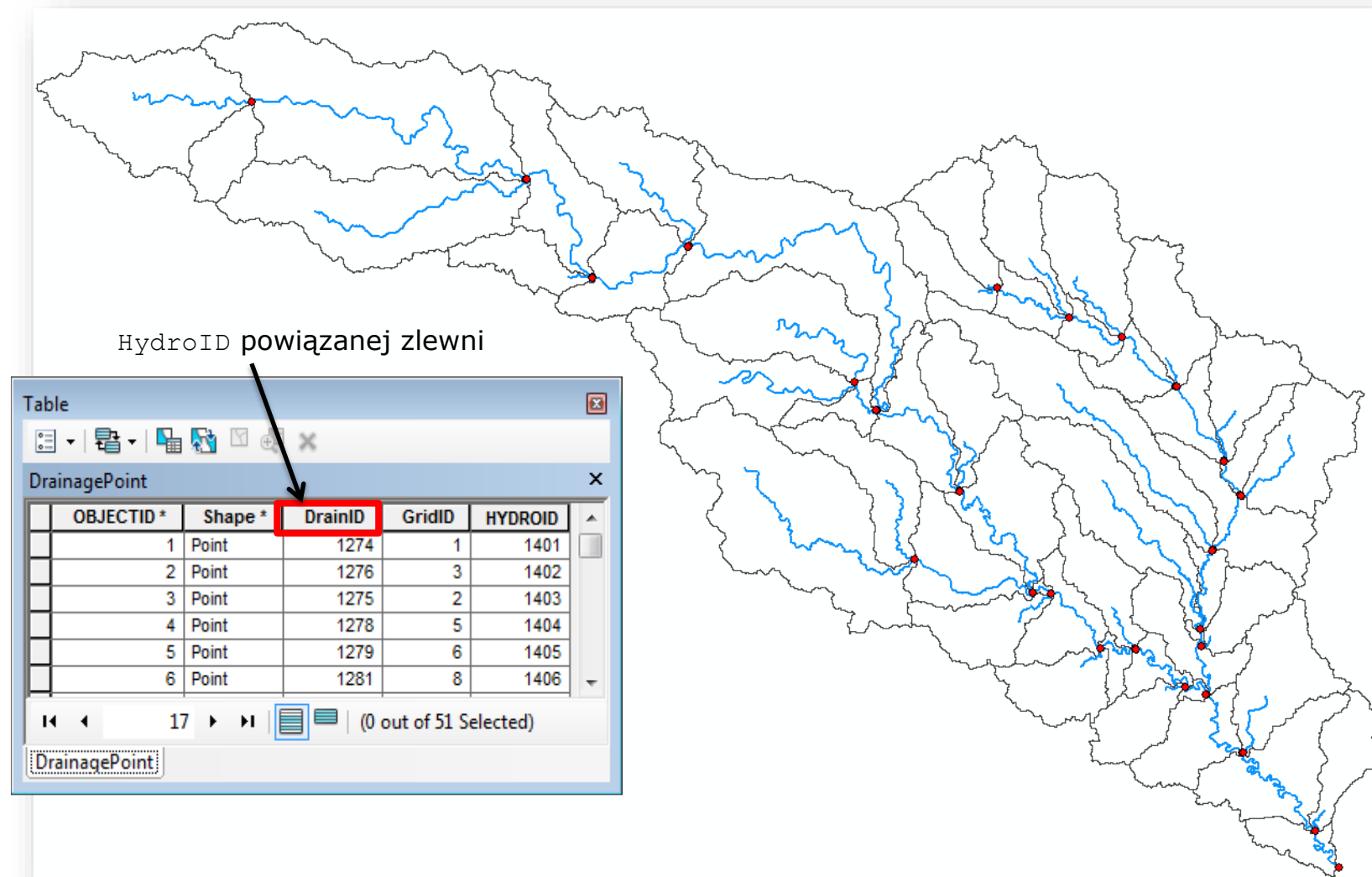
Drainage Point Processing

Creates a drainage point at the most downstream point in the catchment (center of a grid cell with the largest value in the flow accumulation grid for that catchment).

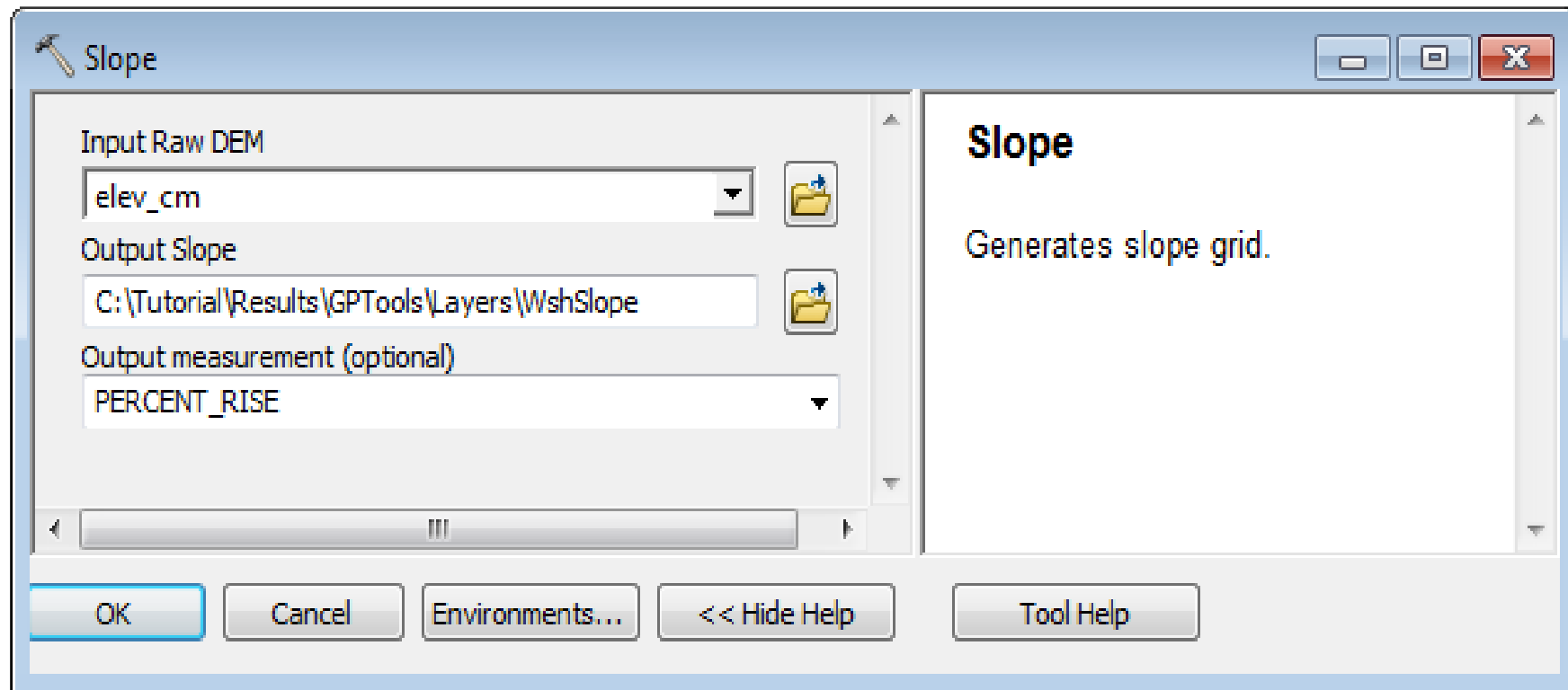


AGH

Drainage Point Processing



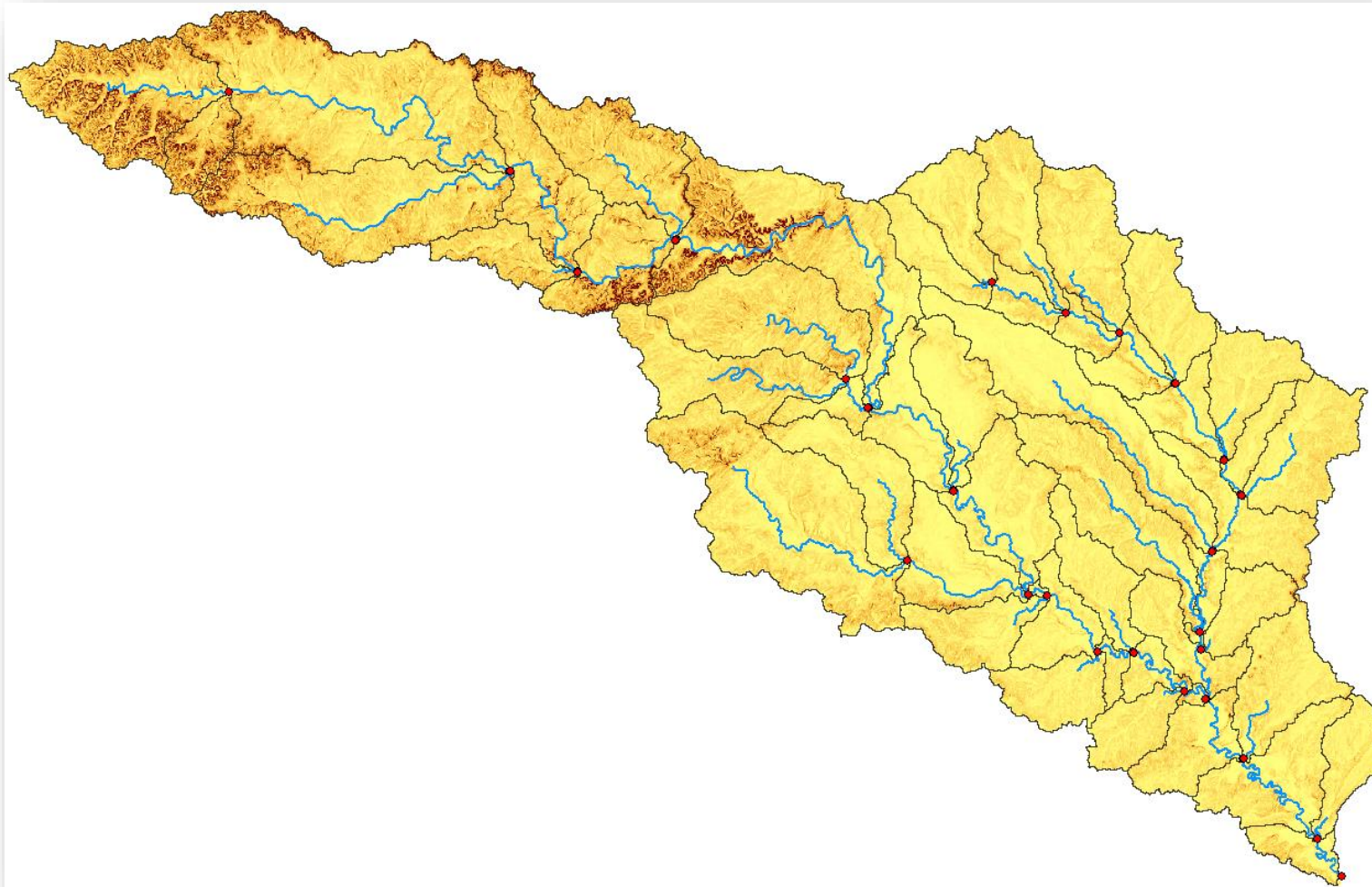
Narzędzie *Slope*, na podstawie NMT, generuje grid nachylenia wyrażony w procentach lub stopniach. Narzędzie, z pliku `.prj` powiązanego z NMT odczytuje jednostkę z i na tej podstawie oblicza nachylenie.





AGH

Slope



Bibliografia

Djokic D., 2008. *Comprehensive Terrain Preprocessing Using Arc Hydro Tools*. ESRI, 61 (URL: http://downloads2.esri.com/resources...tools_2008.zip).