

Numeryczny Model Terenu w postaci TIN



Miasto Horse Cave (Kentucky, USA) jest usytuowane ponad jaskinią, która niegdyś służyła miastu jako źródło wody pitnej oraz elektrownia wodna. Niestety płynące wody podziemne zostały zanieczyszczone przez ścieki pochodzące z gospodarstw domowych oraz ścieki przemysłowe. Przeprowadzone badania wykazały również związek pomiędzy powierzchniowym wysypiskiem śmieci a skażoną wodą podziemną. W wyniku powstania w 1989 roku nowej instalacji kanalizacyjnej oraz wspólnych wysiłków fundacji: Cave Research Foundation i stowarzyszenia American Cave Conservation Association (ACCA) wody podziemne są czystsze i wstęp do jaskini został przywrócony. Obecnie opisywana jaskinia jest trasą turystyczną i edukacyjną wykorzystywaną przez ACCA. Wykorzystywane dane w tym Ćwiczeniu zostały udostępnione przez ACCA.

## 1. Cele dydaktyczne

- Tworzenie i praca z NMT w formacie TIN przy użyciu ArcScene i ArcMap
- Konstrukcja i symbolizacja zbioru danych TIN w celu dokładnej reprezentacji modelu 3D
- Tworzenie profili terenu
- Nakładanie zdjęć na utworzony model NMT

## 2. Wykorzystywane dane

Podczas wykonywania ćwiczeń będą wykorzystywane dane dla miasta Horse Cave. Dostępne dane:

- warstwa wektorowa z punktami do tworzenia modelu TIN (vipoints point),
- warstwa wektorowa liniowa z siecia dróg (roads),
- warstwa wektorowa liniowa z trasa kolejową (railroad),
- warstwa wektorowa liniowa z liniami nieciągłości (brrklines),
- warstwa wektorowa liniowa reprezentująca przestrzenie jaskinię (Cavesurvey),
- warstwa wektorowa poligonowa obrazująca zasięg danych (smclp),
- warstwa rastrowa ze zdjęciem lotniczym obszaru (photo.tif)

## 3. Przebieg ćwiczenia

### Przegląd jaskini i terenu

Na początku zostanie otworzona scena BuildTIN pokazująca jaskinię oraz dodatkowe warstwy dotyczące terenu. Dane odnoszące się ukształtowania terenu zostaną wykorzystane do utworzenia NMT w postaci TIN oraz udrapowania na nim innych warstw w celu zobrazowania położenia jaskini i miasta.

- Uruchom Start --> Wszystkie Programy --> ArcGIS --> ArcScene 10.2
- W oknie uruchamiania aplikacji ArcScene odszukaj pozycję Istniejące sceny, a następnie wybierz polecenie Wyszukaj więcej. Odszukaj na dysku komputera katalog, w którym znajdują się dane do ćwiczenia i wskaż plik mapy o nazwie BuildTIN.sxd.

Program otworzy scenę, która zawiera warstwę z lokalizacją dróg, torów kolejowych, punktami wysokościowymi oraz warstwę z istotnymi konturami. W Tabeli zawartości widoczność niektórych warstw jest wyłączona.

- W Tabeli zawartości włącz wyświetlanie warstwy Cavesurvey
- W Tabeli zawartości kliknij PKM na *Cavesurvey* i wybierz *Powiększ do zasięgu warstwy*

Dane dotyczące wycieczki po jaskini zawierają współrzędna Z, dzięki której rysowane są automatycznie w 3D. Zgodnie z oglądana sceną są one poniżej pozostałych danych, które mają przypisaną wysokość domyślną 0. W kolejnym etapie zostanie zbudowany model TIN, na który nałożone zostaną ulice i zdjęcie miasta.

#### Utworzenie modelu TIN z danych punktowych

Danymi wejściowymi jest warstwa punktowa *vipoints point*, która w Tabeli atrybutów posiada kolumnę SPOT reprezentującą wysokość każdego punktu.

- W Katalogu kliknij dwukrotnie na narzędzie Toolboxes --> System Toolboxes --> 3D Analyst Tools -->
  Zarządzanie danymi --> TIN --> Utwórz TIN
- W oknie Utwórz TIN ustaw odpowiednio: Wynikowy model TIN: ...3DAnalyst\Terraindata\tin1

Nawiguj do otrzymanych danych i zapisz nowy model pod nazwą tin1 w folderze Terraindata.

Wejściowa klasa obiektów (opcjonalnie): vipoints point

Wybierz z rozwijalnej listy odpowiednią warstwę, która pojawi się tabelce. Jako **Pole wysokości** została wskazana kolumna **SPOT**.

• Kliknij **OK** 

/ynikowy model TIN				
2: \Users \Pracownik \De	esktop\3DAnalyst\Ex	ercise4\Terraindat	a\tin1	1
kład współrzędnych (o	pcjonalnie)			
estature blace abteila	( (			Ľ
ejsciowa kiasa obiekto	ow (opcjonalnie)		<b>.</b>	P
Obiekty wejściowe	Pole wysokości	Typ SF	Pole słowa klu	
vipoints point	SPOT	Mass_Points	<none></none>	X
(			•	
Rele Deleverste (s				]
_ State Delautiay a (0	pojorialnie)			

Model TIN został utworzony i dodany do sceny. Zwróć uwagę, że jest on na mapie wyświetlony ponad warstwą *Cavesurvey*.



Jeżeli sposób wyświetlania nowopowstałej warstwy *tin1* jest zgodny z powyższym, poniżej opisane działania pokażą Ci w jaki sposób się go tworzy.

• Włącz Właściwości --> Symbolizacja

W pozycji Pokaż jest tylko jeden rodzaj symbolizacji: Wysokość.

• Kliknij Dodaj.. i z dostępnych prezentacji wybierz: Wysokość czół według skali proporcjonalnych barw

# Kliknij Dodaj, a następnie Zaniechaj Jeżeli najwyższy przedział wysokości ma przypisany kolor jasnoniebieski, kliknij PKM na wybrany symbol i wybierz pozycję Odwróć symbole.



- W celu uaktywnienia ustawionej symbolizacji odznacz górną pozycję Wysokość
- Kliknij OK w celu zamknięcia okna Właściwości warstwy tematycznej

#### Dodanie cech do modelu TIN

Kolejnym krokiem jest dodanie do modelu linii nieciągłości. Warstwa railroad zostanie dodana jako miękka linia nieciągłości (*soft breaklines*) - będzie ona widoczna na powierzchni, ale nie będzie miała wpływu na jej kształt. Warstwa brklines zostanie dodana jako twarda linia nieciągłości (*hard breaklines*) - będzie ona uwzględniana w ponownym przeliczeniu modelu TIN. Na końcu zostanie dodana warstwa poligonowa smclp w celu wygładzenia krawędzi bocznych modelu TIN.

- W Katalogu kliknij dwukrotnie na narzędzie Toolboxes --> System Toolboxes --> 3D Analyst Tools --> Zarządzanie danymi --> TIN --> Edytuj TIN
- W oknie *Edytuj TIN* ustaw odpowiednio: *Wynikowy model TIN: tin1 Wejściowa klasa obiektów: railroad*

Wybierz warstwę railroad z rozwijalnej listy, zostanie ona dodana do tabelki. W tabelce kliknij na pozycję **Pole** wysokości z rozwijalnej listy i wybierz <**None>** oraz w polu **SF\_type: soft\_ilne** 

W analogiczny sposób dodaj warstwę brklines oraz smclp. Dla warstwy brklines sprawdź czy jest ustawione: Pole wysokości: ELEVATION (powinno zostać rozpoznane automatycznie przez program i będzie uwzględniane podczas obliczeń)oraz TypSF: hard\_line. Dla warstwy smclp ustaw: Pole wysokości: <None>, TypSF: soft\_clip

in1				
oiáciowa klaca obiek				
ejsciowa kiasa obiek				
				<b></b>
Obiekty wejściowe	Pole wysok	Pole słowa	Typ SF	Użyj Z 🚽
railroad	<none></none>	<none></none>	Soft_Line	false
brklines	ELEVATION	<none></none>	Hard_Line	false
🔷 smclp	<none></none>	<none></none>	Soft_Clip	false 🖉
(				•
∢ ]] Stałe Delaunay'a	(opcjonalnie)			•
< ]] Stałe Delaunay'a	(opcjonalnie)	m		,
∢ ] Stałe Delaunay'a	(opcjonalnie)	m		
∢	(opcjonalnie)			
∢	(opcjonalnie)			
∢	(opcjonalnie)			,
∢ [] ]] Stałe Delaunay'a	(opcjonalnie)			,
∢	(opcjonalnie)			
∢ ] Stałe Delaunay'a	(opcjonalnie)			

Powyższe ustawienia definiują cechy warstw, które chcesz dodać do modelu TIN oraz w jaki sposób mają one być włączone do triangulacji.

• Kliknij **OK** 

#### Ustawienie cech wysokości dla warstw wektorowych na podstawie modelu TIN

Na tym etapie wykorzystując model TIN zostanie ustawiona wysokość bazowa dla dróg i torów kolejowych.

- W Tabeli zawartości kliknij dwukrotnie na warstwę roads w celu otwarcia Właściwości
- W oknie Właściwości warstwy tematycznej wybierz zakładkę Wysokości bazowe
- W pozycji Wysokość z powierzchni wybierz Udrapowanie na zadanej powierzchni i z rozwijalnej listy wybierz model tin1

Ugoine	Źródła	Selekcja	Wyświetlanie	Symbolizacja	Pola	Zap	ytanie definiujące
Złączenia	i relacje	Wysokości bazov	ve Czas	Wyniesienie	Rendero	wanie	Okno HTML
Wysokość	z nowierzchni						
Brak w	artości wysoko	ości z powierzchni					
	wane na zada	nei nowierzchni:					
Curap		inej powierzenni.					
c:\Us	sers\pracownik	\Desktop\3danalys	t\exercise4\Terra	indata\tin1	•		
Rozo	dzielczość rastr	a					
Wyookoća	i z obioktów:						
Brak d	i z obiektów posiad	lajacych wysokości					
U DI AK U	Diektow posiau	ających wysokości					
Uzyj w	artosci wysoko	osci zawartych w ob	piektach warstwy				
Wenó	have seen the loss second						
sceny	CZYNNIK KONWE	ersji wartości wysok	kości do jednoste	własny	▼ 1.00	000	
sceny	rczynnik konwe r: iartości stałej l	ersji wartości wysok ub wyrażenia:	kości do jednoste	własny	▼ 1.00	000	
© Użyj w	aczynnik konwe nartości stałej l	ersji wartości wysok ub wyrażenia:	kości do jednoste	własny	▼ 1.00	000	
© Użyj w	iczynnik konwe i: iartości stałej	ersji wartości wysok ub wyrażenia:	kości do jednoste	własny	• 1.00	000	
Użyj w Przesunie	iartości stałej l	ersji wartości wysok ub wyrażenia:	kości do jednoste	< własny	▼ 1.00	000	
Użyj w Użyj w O Przesunię Dodaj sta	iartości stałej l cie warstwy – łą wysokość pr	rsji wartości wysok ub wyrażenia: zesunięcia w jedno	stkach sceny: (	< własny	▼ 1.00		
© Użyj w O Przesunię Dodaj sta	iczynnik konwe r: cie warstwy — łą wysokość pr	rsji wartości wysok ub wyrażenia: zesunięcia w jedno	kości do jednoste		• 1.00		
© Użyj w O Przesunię: Dodaj sta	rczynnik konwe r: cie warstwy łą wysokość pr	ub wyrażenia: zesunięcia w jedno	stkach sceny:		• 1.00		
© Użyj w O Przesunię Dodaj sta	rczynnik konwe : :artości stałej l cie warstwy łą wysokość pr	rsji wartości wysok ub wyrażenia: zesunięcia w jedno	stkach sceny:		• 1.00		
© Użyj w Przesunię Dodaj sta	rczynnik konwe : :artości stałej l cie warstwy – łą wysokość pr	rsji wartości wysok ub wyrażenia: zesunięcia w jedno	stkach sceny: [		• 1.00		
Sceny     Sceny     Użyj w     O     Przesunię     Dodaj sta     ustawiani	rczynnik konwe :: cie warstwy łą wysokość pr u wysokości ba	ub wyrażenia: zesunięcia w jedno <u>zzowych</u>	stkach sceny:		• 1.00		
Sceny     Sceny     Użyj w     O     Przesunię     Dodaj sta     ustawiani	rczynnik konwe :artości stałej l cie warstwy łą wysokość pr <u>u wysokości b</u> a	ub wyrażenia: zesunięcia w jedno zzowych	stkach sceny:				
Użyj w     Użyj w     O     Przesunię:     Dodaj sta	rczynnik konwe :artości stałej l cie warstwy – łą wysokość pr <u>u wysokości ba</u>	ub wyrażenia: zesunięcia w jedno zzowych	stkach sceny:				
Sceny     Sceny     Użyj w     O     Przesunię     Dodaj sta     ustawiani	iczymia konwe : :artości stałej l cie warstwy lą wysokość pr u wysokości ba	ub wyrażenia: zesunięcia w jedno <u>zowych</u>	stkach sceny:				

• Kliknij **OK** 

Warstwa dróg została udrapowana na modelu TIN.

• W analogiczny sposób przypisz wysokości dla warstwy railroad i udrapuj je na modelu tin1



#### Ustawienie cech wysokości dla warstw rastrowych na podstawie modelu TIN

Wykorzystując zdjęcie lotnicze można pokazać umiejscowienie jaskini względem elementów pokrycia terenu. W tym celu zdjęcie lotnicze zostanie udrapowane na modelu TIN z równoczesnym ustawieniem przeźroczystości.

- W Tabeli zawartości kliknij dwukrotnie na warstwę photo.tif w celu otwarcia Właściwości
- W oknie Właściwości warstwy tematycznej wybierz zakładkę Wysokości bazowe
- W pozycji Wysokość z powierzchni wybierz Udrapowanie na zadanej powierzchni i z rozwijalnej listy wybierz model tin1



- W oknie Właściwości warstwy tematycznej wybierz zakładkę Wyświetlanie
- W pozycji Przeźroczystość wpisz 30%.

Ogólne Źródła Zasięg	Wyświetlanie	Symbolizacja	Pola Złączenia i r	relacje \	Wysokości bazowe	Renderowanie	
🔲 Pokaż informacje na r	napie						
🔲 Wyświetl rozdzielczość rastra w tabeli zawartości							
Interaktywne wyświetlanie paska narzędziowego Efekty							
Metoda przepróbkowania	podczas wyświe	etlania:					
Interpolacja bilinearna (o	lane ciągłe)		•				
		⊂Or	torektyfikacia				
Kontrast:	0 %		Ortorektyfikacja z wy	korzystar	niem wysokości		
Jasność:	0 %		🖲 Stała wysokość:		0	]	
Przezroczystość:	30 %	•	EM		Ŧ		
– lakość wyświetlania			Wyrównanie wyso	kościowe			
Niska Średnia	Normalna		Czynnik Z:	1			
			Przesunięcie Z:	0			
			Geoida:	1			

- Kliknij **OK**
- Ustaw widoczność warstwy photo.tif w Tabeli zawartości

Zdjęcie lotnicze jest wyświetlane z przeźroczystością na poziomie 30%. W widoku mapy widać przebicia warstwy tin1. Wynika to z tego, że obie te warstwy mają ustawioną taki sam priorytet wyświetlania. Jeśli chcesz, żeby warstwa tin1 była wyświetlana pod zdjęciem, możesz zmienić dla warstwy **tin1** w zakładce **Renderowanie** we **Właściwościach warstwy tematycznej** priorytet kreślenia na wartość 10 (najniższy).

Vłaściwości warstwy tematycznej	X
Ogólne Źródła Wyświetlanie Symbolizacja Pola Wysokości bazo	owe Renderowanie
⊂ Widoczność	
O Zawsze pokazuj grafikę warstwy	
🔘 Pokazuj grafikę warstwy tylko, gdy ustanie nawigacja	
Pokazuj grafikę warstwy tylko podczas nawigacji	
Pokazuj mniej szczegółów grafiki, gdy czas nawigacji przekracza: 0	0.750 📩 sekund(y)
Efekty	
Cieniuj obiekty powierzchniowe zgodnie z oświetleniem sceny	
Jeśli to możliwe używaj cieniowania wygładzonego	
Wybierz priorytet kreślenia obiektów powierzchniowych w stosunku do innych warstw położonych w tym samym miejscu. To pozwoli określić, ł obiekty mają być bardziej widoczne.	które
Optymalizacja	
Ola zaoszczędzenia pamięci prezentuj warstwę na podstawie połącz	zenia z danymi
<ul> <li>Używaj pamięci podręcznej warstwy do uzyskania szybszego rende</li> </ul>	erowania
Włącz renderowanie z teksturami skompresowanymi	
Wzmocnienie jakości obrazów rastrowych Niska ,	Wysoka
Minimalny próg przezroczystości Niski	Wysoki
Wyłącz tekstury materiałowe	
	OK Anuluj Zastosuj

#### Ustawienie widoczności poszczególnych warstw na scenie

W celu ustawienia sceny do dalszej pracy, wyłączymy widoczność niektórych warstw oraz zwiększymy grubość linii symbolizującej warstwę jaskini (ang. *cave*).

- W Tabeli zawartości odznacz wyświetlanie dla warstw: vipoints point, brklines, tinz
- W Tabeli zawartości kliknij LKM na symbol linii dla warstwy Cavesurvey
- W oknie Sektor symboli ustaw Szerokość: 5
- Kliknij **OK**

/arstw: <b>vipoints point, brklines, tin1</b>	🖃 🗹 roads
lla warstwy <b>Cavesurvey</b>	□ 🗹 railroad
	□ □ brklines
Kolor:	🗆 🗹 Cavesurvey
Szerokość: 5.00	smclp
	□ 🗹 photo.tif
	Value
Edytuj symbol	High : 255
Prost i	Low:0
Zapisz jako Resetuj	😑 🔲 tin1
	Wysokość
	272.627 - 283.464
	261.789 - 272.627
	250.952 - 261.789
	240.115 - 250.952
	229.277 - 240.115
	218.44 - 229.277

207.603 - 218.44 196.765 - 207.603 185.928 - 196.765 Na scenie widać teraz trójwymiarową jaskinię pod miastem, jej położenie względem obiektów znajdujących się na powierzchnie terenu.



#### Utworzenie profilu terenu

Jaskinia przebiega wzdłuż dna doliny. W celu zbadania kształtu doliny zostanie utworzony profil wzdłuż modelu TIN. Do wyznaczenia profilu potrzebna jest linia 3D (graficzna lub zapisana w tabeli). W tym ćwiczeniu użyjemy ArcMap, w celu zaznaczenia na mapie TIN poszukiwanej linii 3D.

- Otwórz Start --> Wszystkie programy --> ArcGIS --> ArcMap
- W oknie ArcMap Uruchomienie aplikacji wybierz: Nowe mapy --> Pusta mapa Domyślna geobaza dla mapy: ...\3DAnalyst\3D\_Default.gdb

wórz istniejący dokument mapy lub utwórz nową mapę używając szablonu				
Mapy istniejące     Ostatnie     Wyszukaj więcej     Nowe mapy     Moje szablony     Szablony     Szablony     Standard Page Sizes     Mrchitectural Page Sizes     MISO (A) Page Sizes     North American (ANSI) Page Sizes		Moje szablony		
⊡·· Traditional Layouts ··· Industry ··· USA ···· World		Architectural Page Sizes	<b>^</b>	
Wyszukaj więcej	-	9 in.	-	
: \Users \Pracownik \AppData \Roaming \ESRI \Desktop 10	).2V	ArcMap\Templates\Normal.mxt		
Domyślna geobaza dla mapy:			Co to jest?	
C:\Users\Pracownik\Desktop\3DAnalyst\3D_Default.	gdb	,	- 🖂	
Nie pokazuj więcej tego okna.		ОК	Anuluj	

Wskazana lokalizacja będzie służyć do przechowywania wyjściowych danych przestrzennych wygenerowanych w dalszych krokach.

• Kliknij **OK** 

Kolejnym krokiem będzie dodanie paska narzędziowego 3D Analyst.

- Wybierz Dostosuj --> Paski narzędziowe --> 3DAnalyst
- Wybierz Dostosuj --> Rozszerzenia i sprawdź czy jest zaznaczona opcja 3D Analyst. Jeśli nie to ją zaznacz.
- Kliknij **Zamknij**
- Otwórz *Katalog* i nawiguj się do folderu z danymi: ...\3DAnalyst\_2.
   We wskazanej ścieżce znajdują się dane utworzone w ćwiczeniu.
- Kliknij w folder *Terraindata* i metodą przeciągnij/upuść dodaj do mapy warstwę *tin1*
- Jeśli pojawi się komunikat o nieznanym odniesieniu przestrzennym kliknij OK
- Nieznane odniesienie przestrzenne
  Następujące źródła danych nie mają informacji o odniesieniu przestrzennym. Te dane można wyświetlić w aplikacji ArcMap, ale nie można ich odwzorować:
  tin1
  Nie pokazuj ostrzeżenia ponownie w tej sesii
  Nie ostrzegaj mnie nigdy więcej
  OK

#### Warstwa tin1 została dodana do nowej sceny.





Z paska narzędziowego 3D Analyst wybierz narzędzie Interpoluj linię

3D Analyst		- <b>- −</b> ×
3D Analyst 🗸 🔷 tin1	] 🧖 🚵 💑 🚣	

- •
- •
- Kliknij LKM w lewym górnym rogu TIN-u, a następnie kliknij podwójnie LKM w prawym dolnym rogu, w celu zakończenia rysowania (zgodnie z rysunkiem poniżej). Wzdłuż wyznaczonej linii zostanie narysowany profil terenu.



• Z paska narzędziowego **3D Analyst** kliknij w narzędzie **Wykres profilu** 



W otrzymanym profilu można dowolnie modyfikować: tytuł, podtytuł oraz inne cechy profilu. Można również go zapisać, wyeksportować, wydrukować oraz zapisać w schowku. Sam profil może być również dodany jako osobna warstwa na mapie.

• Kliknij **PKM** na *Tytuł wykresu profilu* i wybierz *Dodaj do kompozycji* 

Widok mapy automatycznie zostanie przeniesiony do **Widoku kompozycji**. W celu przełączania **Widok danych / Widok kompozycji** można użyć ikon znajdujących się na dole widoku mapy po lewej stronie.



- Zamknij Profil, przy użyciu ikonki 监
- Wróć do *Widoku danych*



#### Utworzenie linii widoczności

Inną metodą poznania ukształtowania terenu jest utworzenie linii widoczności. Linia widoczności pokazuje, które obszary są widoczne, a które są ukryte wzdłuż linii ze zdefiniowanego punktu obserwacji.

• Z paska narzędziowego 3D Analyst kliknij w narzędzie Twórz linię widoczności



#### • W polu *Przesunięcie obserwatora* wpisz 2

Linia widoczności będzie obliczona, aby pokazać, które obszary są widoczne z perspektywy obserwatora z wysokości 2m.



 Kliknij LKM punkt początkowy linii w południowo-wschodniej części obszaru, a następnie punkt końcowy w północno -wschodniej części obszaru (patrz: rysunek poniżej). Punkt początkowy symbolizuje lokalizację obserwatora, natomiast punkt końcowy wyznacza kierunek obserwacji. Zielone segmenty utworzonej linii pokazują tereny, które są widoczne dla obserwatora, natomiast czerwone segmenty linii nie są widoczne dla obserwatora.



- Zamknij okno dialogowe *Linia widoczności*
- Linia widoczności, tak samo jak inne obiekty graficzne liniowe mogą być kopiowane z ArcMapy do ArcScene.
- Kliknij w głównym pasku narzędziowym *Edycja --> Wybierz wszystkie elementy* Narysowane linie zostały zaznaczone.
- W głównym pasku narzędziowym kliknij Edycja --> Kopiuj
- Wróć do ArcScene i w głównym pasku narzędziowym wybierz Edycja --> Wklej Linie zostały wklejone na scenę.



- Jeśli to konieczne odznacz wklejone linie klikając LKM w dowolnym miejscu na scenie.
- Zapisz projekt w ArcScene i zamknij program.
- Zamknij Arcmap.