

Wykorzystanie oprogramowania Hec-Ras w modelowaniu hydrologicznym

Grzegorz Siwek

Studenckie Koło Naukowe Geografów UMCS im. A. Malickiego w Lublinie

Naukowa Sieć Studentów Geoinformatyki



Naukowa Sieć Studentów
Geoinformatyki

HEC-RAS

- ◉ Produkt Obrony Cywilnej USA
- ◉ HEC = Hydrologic Engineering Center
- ◉ RAS = River Analysis System
- ◉ Modelowanie i obliczenia hydrauliczne

Główne cechy

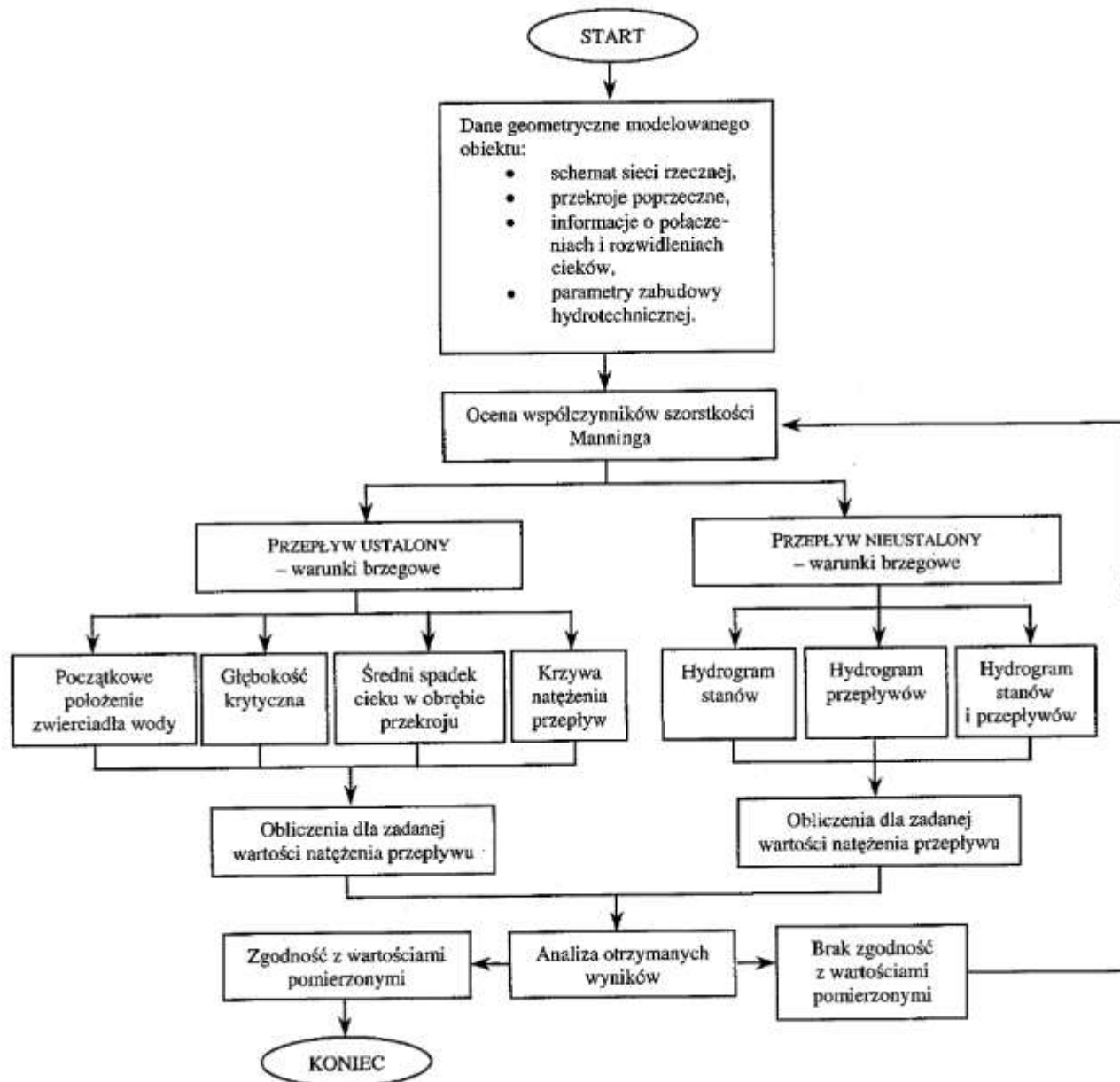
- Produkt ogólnodostępny (public domain)
- Model sprawdzony i pewny – brak konieczności dodatkowych testów i kontroli wyników
- Silne restrykcje w zakresie wymagań w określeniu do hydraulicznej interpretacji ruchu w ujęciu numerycznym

Główne cechy

- ◉ Model jednowymiarowy
- ◉ Obliczenia położenia zwierciadła wody w korytach otwartych
- ◉ Budowle hydrotechniczne i komunikacyjne
- ◉ Przepływ ustalony i nieustalony

Etapy powstawania modelu

- 1) analiza sieci rzecznej wraz z interpretacją numerycznego modelu terenu i ortofotomap
- 2) pomiary geodezyjne obejmujące koryto rzeczne i budowle inżynierskie,
- 3) identyfikacja współczynników szorstkości
- 4) obliczenia hydrologiczne przepływów w poszczególnych przekrojach modelowanego cieku, określające warunki brzegowe
- 5) przeprowadzenie symulacji i wizualizacja wyników obliczeń
- 6) kalibracja i weryfikacja modelu



Wzór Chèzy

$$v = C \cdot R_h^{1/2} \cdot S_f^{1/2}$$

C – współczynnik prędkości,

R_h – promień hydrauliczny,

$$R_h = F/O_z,$$

O_z – obwód zwilżony,

F – pole przekroju poprzecznego,

S_f – spadek linii energii

Wzór Manninga

$$C = \frac{1}{n} R_h^{1/6}$$

Wzór Manninga–Chèzy'ego

$$v = \frac{1}{n} R_h^{2/3} \cdot S_f^{1/2}$$

v - średnia prędkość wody,

R^h - promień hydrauliczny, $UARh=$,

U - obwód zwilżony,

n - współczynnik szorstkości Manninga.

Współczynnik szorstkości Manninga

$$n = n_0 + (n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \cdot n_5$$

n_0 - współczynnik szorstkości materiału koryta,

n_1 - n_4 - poprawki do wartości n_0 wynikające ze złożonego charakteru przekroju i topografii koryta oraz roślinności,

n_5 - stopień meandrowania rzeki

Warunki w korycie		Wartości	
Materiał wleczony	ziemia	n_0	0,020
	okruchy skalne		0,025
	drobny żwir		0,024
	gruby żwir		0,028
stopień nieregularności przekroju	brak	n_1	0,000
	mały		0,005
	średni		0,010
	silny		0,020
zmiennosc przekrojów poprzecznych na długości	stopniowa	n_2	0,000
	występująca na przemian rzadko przypadkowa występująca na przemian często		0,005 0,010-0,015
względny wpływ przeszkód występujących w korycie	nieistotny	n_3	0,000
	mały		0,010-0,015
	znaczny		0,020-0,030
	silny		0,040-0,060
roślinność	niska	n_4	0,005-0,010
	średnia		0,010-0,025
	wysoka		0,025-0,050
	bardzo wysoka		0,050-0,100
stopień meandrowania	mały	n_5	1,000
	znaczny		1,150
	silny		1,300

Zasada zachowania energii

$$Zd_1 + h_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = Zd_2 + h_2 + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_e$$

$$h_e = \bar{S}_f \cdot L_p + C_d \left[\frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} - \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \right]$$

h_e – spadek tarcia między dwoma sąsiednimi przekrojami,
 L_p – średnia ważona odległość między przekrojami,
 C_d – współczynnik kontrakcji lub dyfuzji w zależności od kształtu strumienia w planie

Założenia

- Przepływ jest wolnozmienny
- Przepływ jest jednowymiarowy
- Spadki koryt są mniejsze niż 1:10

HEC-RAS 4.1.0

File Edit Run View Options GIS Tools Help



Project:

Plan:

Geometry:

Steady Flow:

Unsteady Flow:

Description :

US Customary Units

Dane wejściowe

- geometria
 - przekroje poprzeczne
 - mosty i przepusty
 - wały i umocnienia
- współczynniki hydrauliczne
- przepływy
 - stacjonarne
 - niestacjonarne

Cross Section Data - Imported GIS Data - Bridges

River: Bader River
 Reach: Lower Reach
 River Sta: 44444

Description:

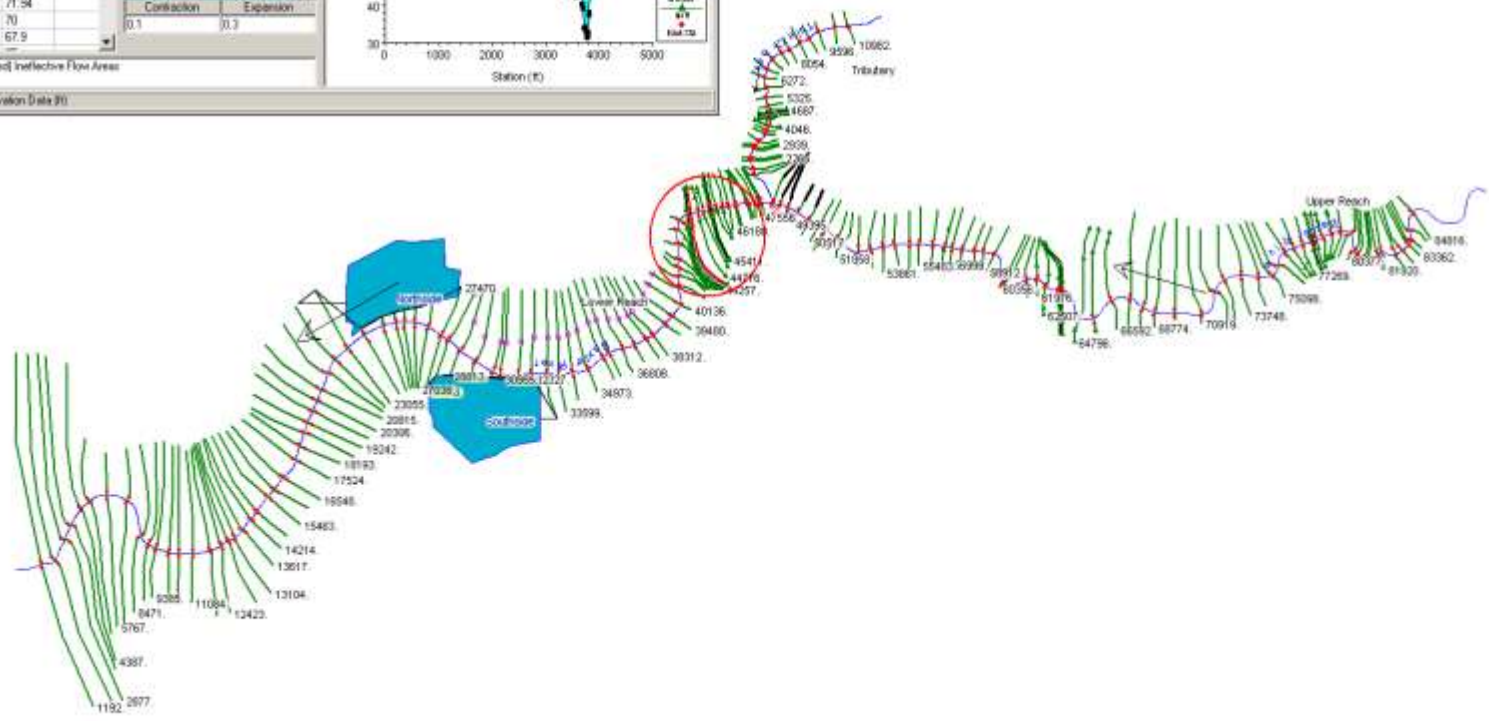
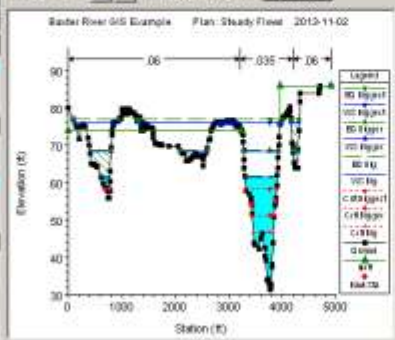
Downstream Reach Lengths		
LOB	Channel	RDB
191.29	187.6	190.02

Manning's n Values		
LOB	Channel	RDB
0.1	0.1	0.1

Main Channel Bank Slopes		
Left Bank	Right Bank	
3423.03	3073.86	

Cross Slope Coefficients (Steady Flow)		
Contraction	Expansion	
0.1	0.3	

Multiple (blocked) Ineffective Flow Areas
 Edit Station Elevation Data (F)



Raster vs. TIN

- Dzięki połączeniu danych z cyfrowego modelu rzeźby i modelu hydraulicznego spływu wód w korycie i na równinie zalewowej możliwa jest symulacja zasięgu przestrzennego wód wezbraniowych
- Modele symulacyjne oparte na DEM są bardzo czułe na błędy w odczytanej wysokości terenu, co wpływa na modelowany zasięg
- Ukształtowanie powierzchni terasy zalewowej może być poprawniej przedstawione za pomocą TIN (*Triangulated Irregular Network*) niż obraz rastrowy

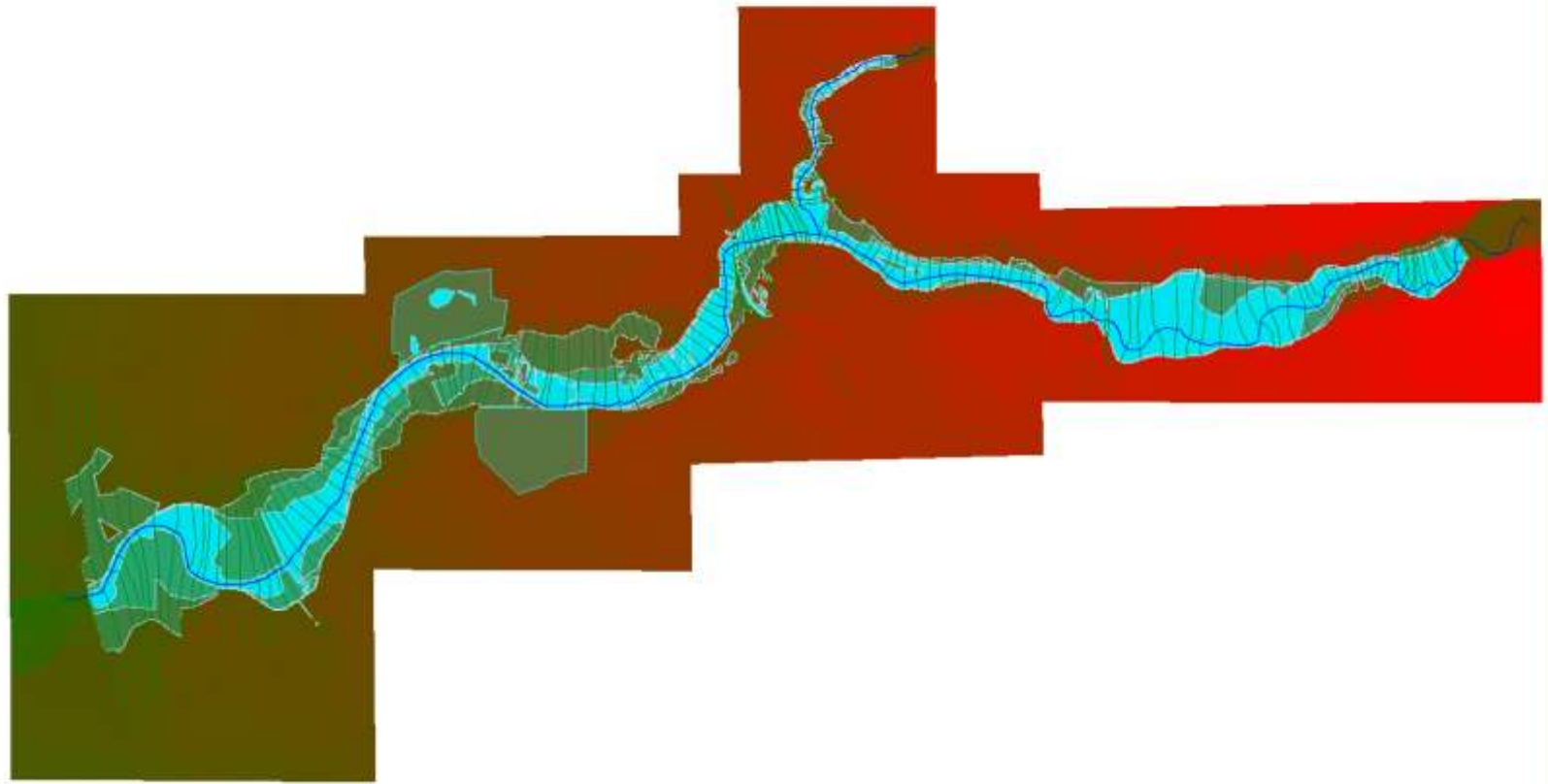
Informacje wyjściowe

- Stany i przepływy
- Prędkość wody w przekrojach
- Profile stanów wody
- Skutki usunięcia zapory
- Erozja
- Porównanie obecnych i historycznych warunków

Wyznaczenie stref zagrożenia

- Obliczona rzędna powierzchni zwierciadła wody dla poszczególnych wartości przepływów
- Zwierciadło wody ma większą wartość niż wysokość terenu
- Obszar zalewów ograniczony krawędzią przecięcia się dwóch powierzchni

- Geometry
- Results
- Roadmap
- Depth
- Terrain
- MGS



- Creating transition lines... (Done 2 sec)
- Creating interpolation surfaces... (Done 0.9 sec)
- Using existing transition lines
- Creating interpolation surfaces... (Done 1.0 sec)
- Processing W/S Profile: Big
- Depth Grid and Boundary... (Done 8 sec)
- Velocity... (Done 5 sec)
- Shear Stress... (Done 6 sec)
- Shear Power... (Done 5 sec)
- Processing W/S Profile: Biggest
- Depth Grid and Boundary... (Done 9 sec)
- Velocity... (Done 5 sec)
- Shear Stress... (Done 6 sec)
- Shear Power... (Done 5 sec)
- Processing W/S Profile: Biggest
- Depth Grid and Boundary... (Done 9 sec)
- Velocity... (Done 5 sec)
- Shear Stress... (Done 5 sec)
- Shear Power... (Done 5 sec)
- Creating color ramp: Depth 0.2 sec
- Creating color ramp: MGS 0.3 sec

Dodatkowe funkcjonalności

- Sedymencja
- WES = Waterways Experiment Station
- CRREL = Cold Regions Research and Engineering Laboratory

Bibliografia

- Chmielewska I.:2005. Zastosowanie programu HEC-RAS do modelowania przepływu wielkich wód w rzece Widawie [w:] Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska. Annals XIV, 1(31)
- Gudowicz :2008. Metoda modelowania zasięgu wód wezbraniowych na równinie zalewowej na przykładzie doliny Parsęty. [w:] Landform Analysis, vol. 8: 29-32
- HEC-RAS user's manual, www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras
- Hunter N.M., Bates P.D., Horritt M.S., Wilson M.D.: 2007. Simple spatially-distributed models for predicting flood inundation: A review. *Geomorphology*, 90: 208–225.
- Książek L. i in.: 2010. Zastosowanie modeli jednowymiarowych (HEC-RAS, MIKE 11) do wyznaczania stref zagrożenia powodziowego na rzece Lubyczy w zlewni Wisłoka. [w:] *Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich*. 8/1/2010. PAN, Kraków,
- Szymkiewicz R.:2000. *Modelowanie matematyczne przepływów w rzekach i kanałach*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa

Dziękuję za uwagę





Naukowa Sieć Studentów Geoinformatyki

- KNGK Geoinformatyka – Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
- Koło Naukowe Informatyki Stosowanej Geos Informatica – Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
- Koło Naukowe Geoinformatyki i Teledetekcji – Uniwersytet Warszawski
- Koło Naukowe GISoteka – Uniwersytet Gdański
- Stowarzyszenie Studentów Wydziału Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej „Geoida” – Politechnika Warszawska
- Koło Geografów – Uniwersytet Jagielloński
- Studenckie Koło Naukowe Geografów – Uniwersytet Śląski
- Studenckie Koło Naukowe Geografów – Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
- Studenckie Koło Naukowe Geografów – Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie



Naukowa Sieć Studentów Geoinformatyki

- Studenckie Koło Leśników, Sekcja Geomatyki – Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
- Koło Naukowe Hevelius – Politechnika Gdańska
- Koło Leśników, Sekcja Geomatyczna – Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
- Koło Naukowe Przyrodników UAM, Sekcja BioGIS – Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
- Studenckie Koło Naukowe Gospodarki Przestrzennej – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
- Koło Naukowe Geodetów SCITUS – Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
- Koło Naukowo-Badawcze GIS – Politechnika Wrocławska
- Studenckie Koło Naukowe Geografów im. S. Pawłowskiego, Sekcja Geoinformacji – Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
- Studenckie Koło Naukowe Geografów – Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie



Naukowa Sieć Studentów Geoinformatyki

<http://www.oksgeo.agh.edu.pl/>

www.facebook.com/Geoinformatyka