

Način izdvajanja varijabli i izračuna linearnih jednadžbi kod opisa regionalnih nagiba geoloških površina

IVANA MESIĆ KIŠ, TOMISLAV MALVIĆ

- ❖ Postoje različite metode koje se mogu koristiti za kartiranje i prikaz prostorne distribucije određene varijable.
- ❖ Kao najčešća metoda ističe se metoda krigiranja koja predstavlja naprednu statističku metodu procjene kojom se procjenjuju vrijednosti regionalizirane varijable u odabranim točkama mreže.
- ❖ Svakoj metodi krigiranja prethodi variogramaska analiza kojom se određuje prostorna zavisnost odabrane varijable.

-
- ❖ Za analizu je odabrano područje Bjelovarske subdepresije (*slika 1 na posteru*) te vrijednosti dubine na granici gornji/donji panon (starost 9,3 milijuna godina).
 - ❖ Cilj izrade karata dubina je rekonstrukcija taložnog paleookoliša pa je potrebno odabrati najprimjereniju metodu, odnosno tehniku kartiranja.

-
- ❖ Postoje različite tehnike krigiranja, a u Hrvatskoj se najčešće koristi **obično krigiranje** za interpolaciju karata (*opisano pod metodama istraživanja*)
 - ❖ Koraci u korištenju te tehnike bili bi sljedeći:
 1. Neka postoji skup podataka određene varijable (poput dubine, šupljikavosti, temperature, količine padalina itsl.)
 2. Radi se variogramaska analiza toga skupa podataka, tj. određivanje prostorne zavisnosti.
 3. Dobivene vrijednosti koriste se kao ulaz za tehniku običnog krigiranja.
 - ❖ Pogledajmo konkretan primjer →

Skup podataka:

x	y	dubina (m)
6421993	5097986	670
6421993	5095986	700
6421993	5093986	780
6421993	5091986	900
6421993	5089986	1120
6421993	5087986	1290
6421993	5085986	1760
6421993	5083986	2050
6421993	5081986	3000
6421993	5079986	3100
6421993	5077986	0
6421993	5075986	0
6421993	5073986	0
6421993	5071986	2400
6421993	5069986	2195
6421993	5067986	2150
6421993	5065986	1900
6421993	5063986	1740
6421993	5061986	1610
6421993	5059986	1400
6421993	5057986	1400
6421993	5055986	1400
6421993	5053986	1140

...

*(ukupno 743 podataka
za konkretan primjer)*

koordinate

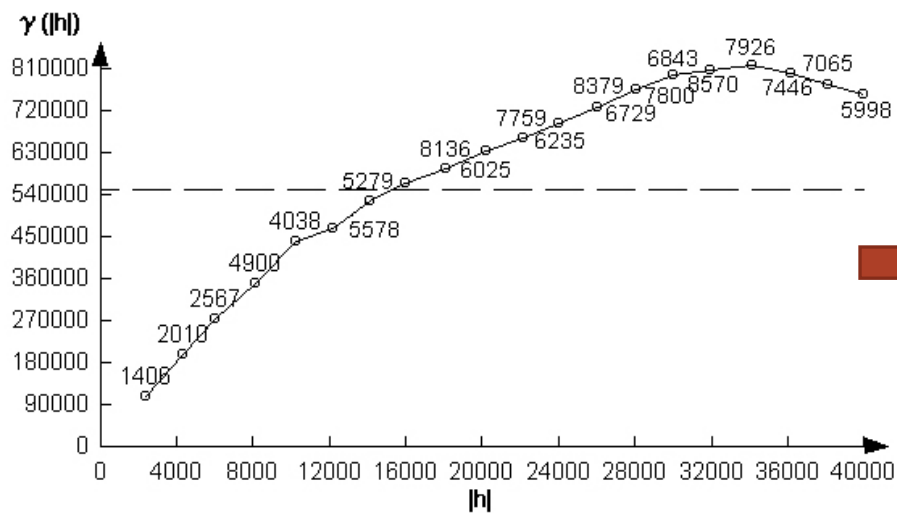
x	y	dubina (m)
6421993	5097986	670
6421993	5095986	700
6421993	5093986	780
6421993	5091986	900
6421993	5089986	1120
6421993	5087986	1290
6421993	5085986	1760
6421993	5083986	2050
6421993	5081986	3000
6421993	5079986	3100
6421993	5077986	0
6421993	5075986	0
6421993	5073986	0
6421993	5071986	2400
6421993	5069986	2195
6421993	5067986	2150
6421993	5065986	1900
6421993	5063986	1740
6421993	5061986	1610
6421993	5059986	1400
6421993	5057986	1400
6421993	5055986	1400
6421993	5053986	1140

...

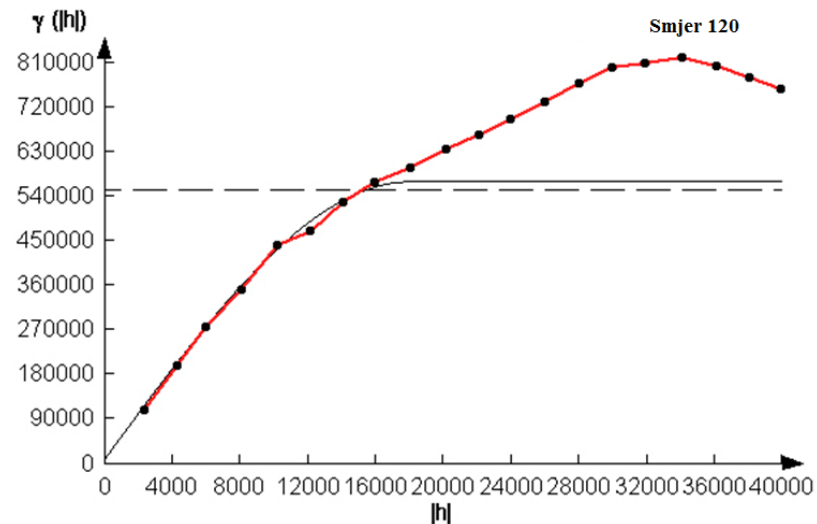
*(ukupno 743 podataka
za konkretan primjer)*

varijabla koja se procjenjuje i na
kojoj se radi variogramaska analiza

Variogramaska analiza izgleda ovako:

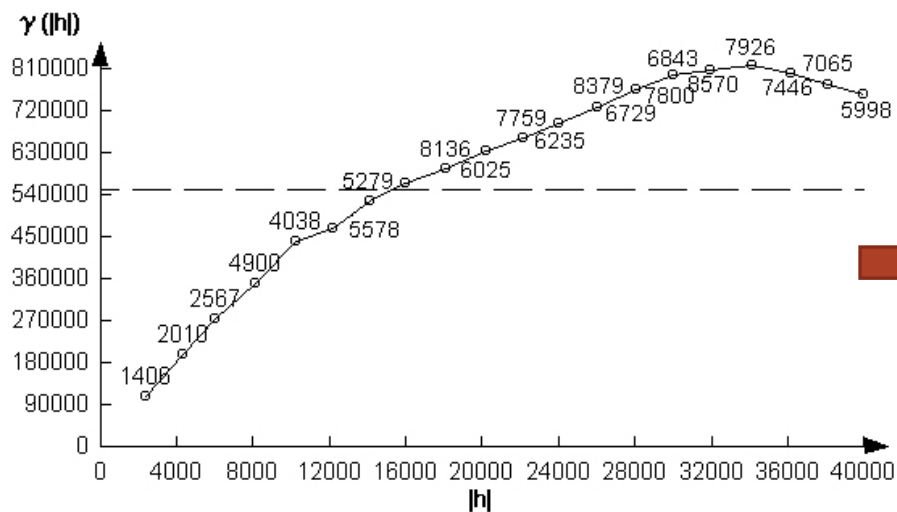


Ekperimentalni variogram

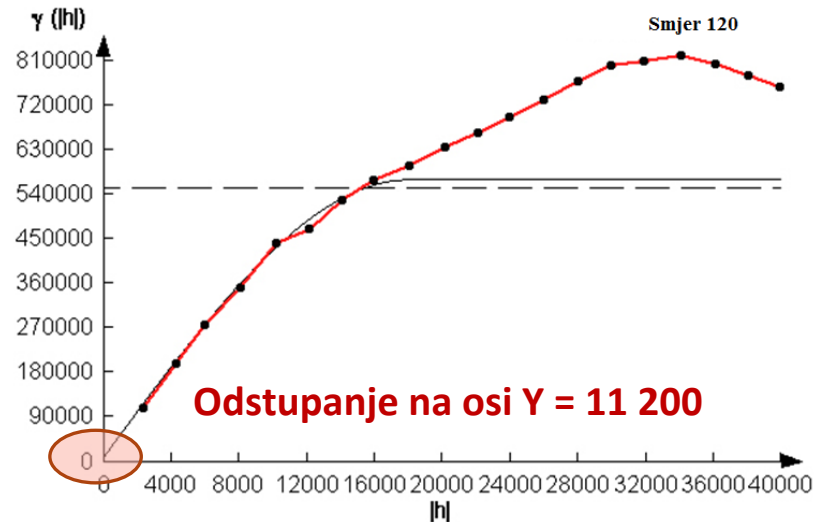


Aproksimacija eksperimentalnog
variograma teorijskim modelom

Koristimo vrijednosti teorijskog modela kao ulaz za tehniku krigiranja:



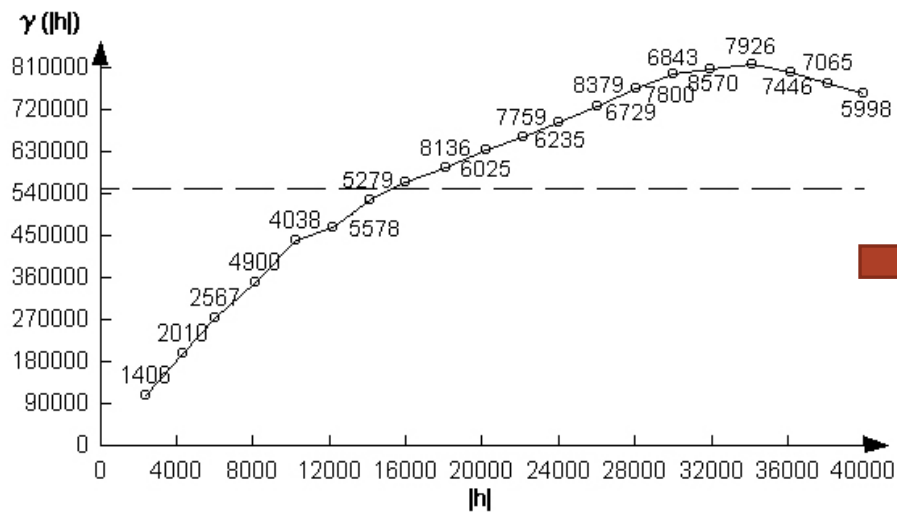
Ekperimentalni variogram



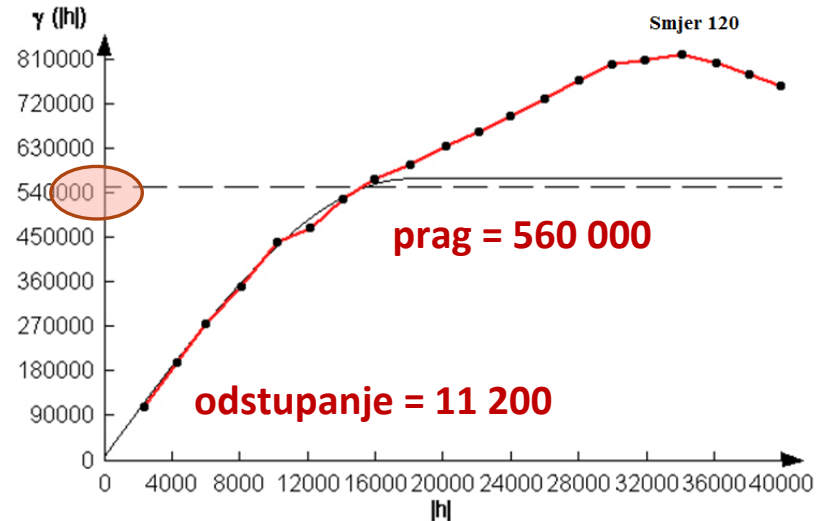
Aproksimacija eksperimentalnog variograma teorijskom modelom

Odstupanje predstavlja pojavu kada krivulja siječe os Y u nekoj pozitivnoj vrijednosti. Upućuje na razliku u vrijednostima vrlo bliskih uzoraka i smanjuje konačnu prostornu zavisnost.

Koristimo vrijednosti teorijskog modela kao ulaz za tehniku krigriranja:



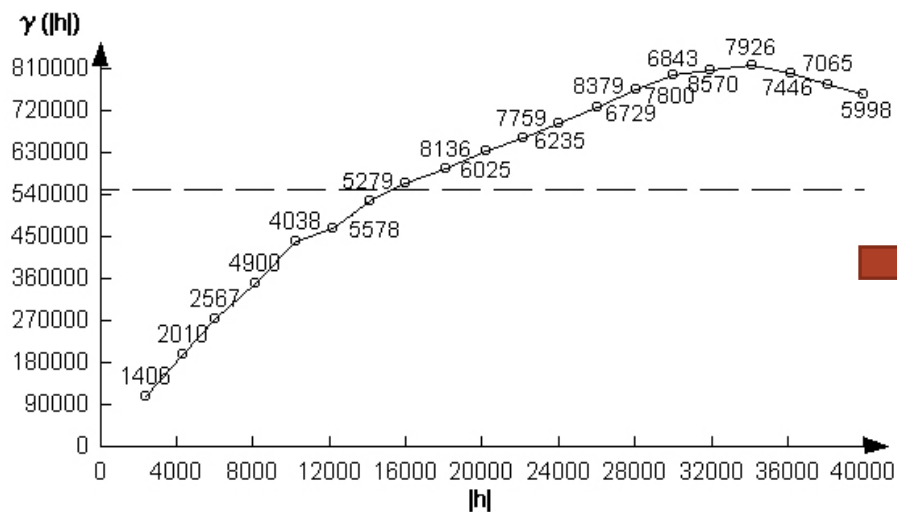
Ekperimentalni variogram



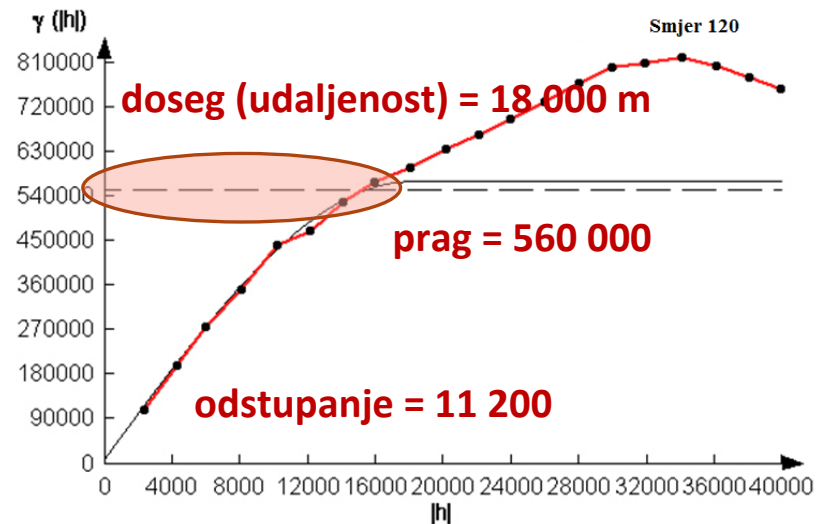
Aproksimacija eksperimentalnog variograma teorijskom modelom

Prag predstavlja razliku pojedinačnih vrijednosti i srednje vrijednosti skupova podataka, odnosno odgovara vrijednosti varijance. Nakon dosezanja praga načelno nema prostorne zavisnosti podataka.

Koristimo vrijednosti teorijskog modela kao ulaz za tehniku krigriranja:

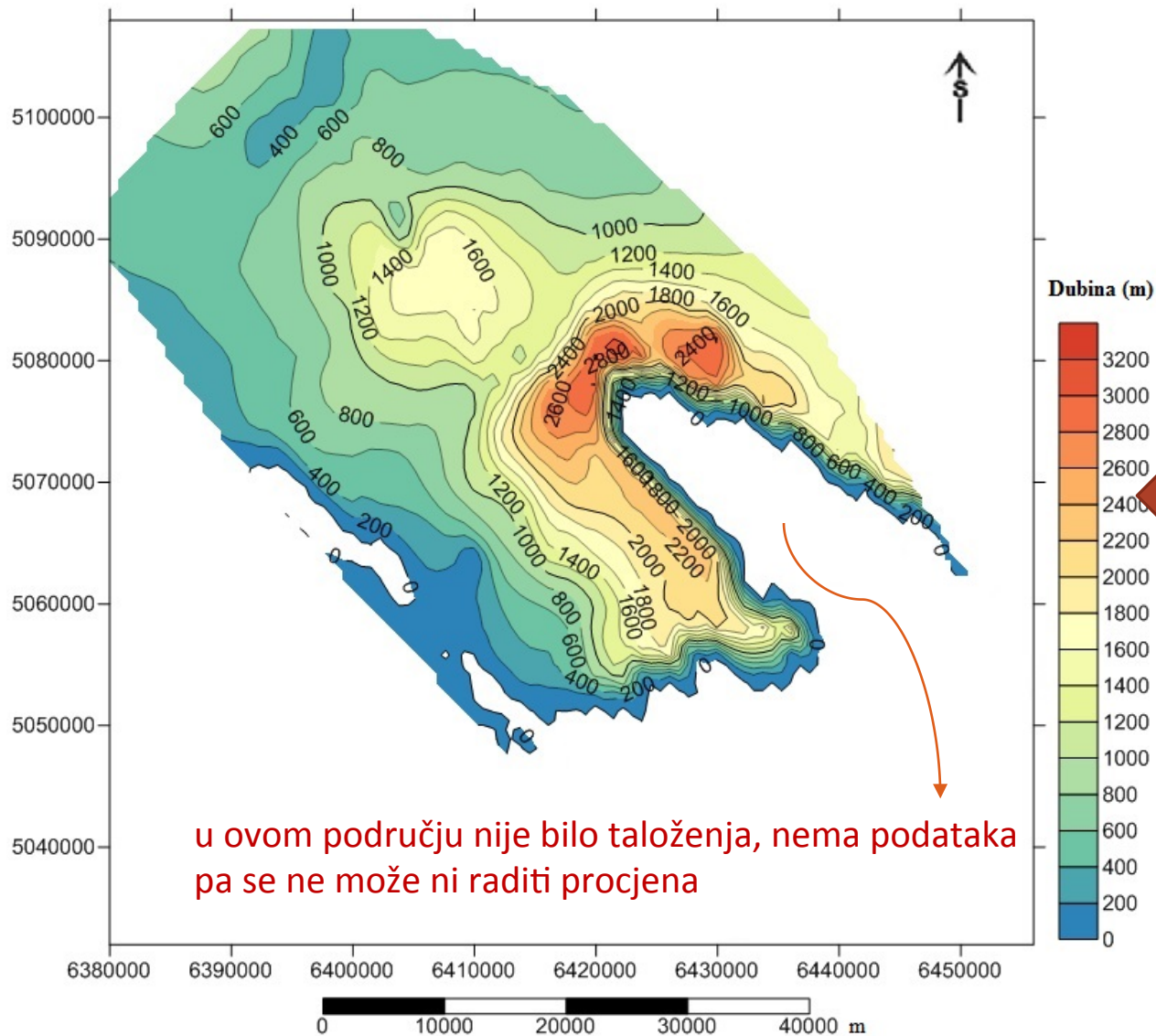


Ekperimentalni variogram



Aproksimacija eksperimentalnog variograma teorijskom modelom

Doseg je vrijednost na kojoj se podatci variograma uspoređuju te doseg do kojega postoji prostorna zavisnost.



u ovom području nije bilo taloženja, nema podataka
pa se ne može ni raditi procjena

❖ Pomoću navedenih vrijednosti praga, udaljenosti i odstupanja dobije se sljedeća karta

❖ Prikazuje raspodjelu varijable dubine EK-markera Rs5 na području Bjelovarske subdepresije, tj. na granici gornji/donji panon

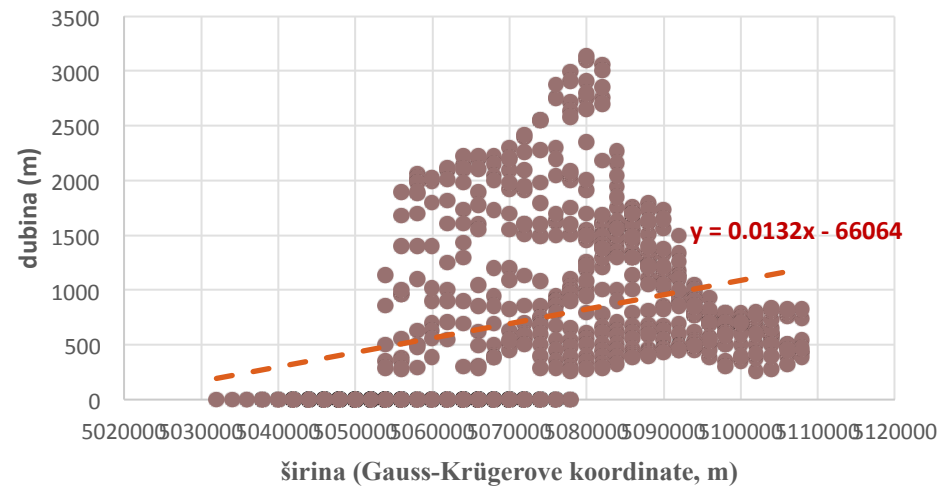
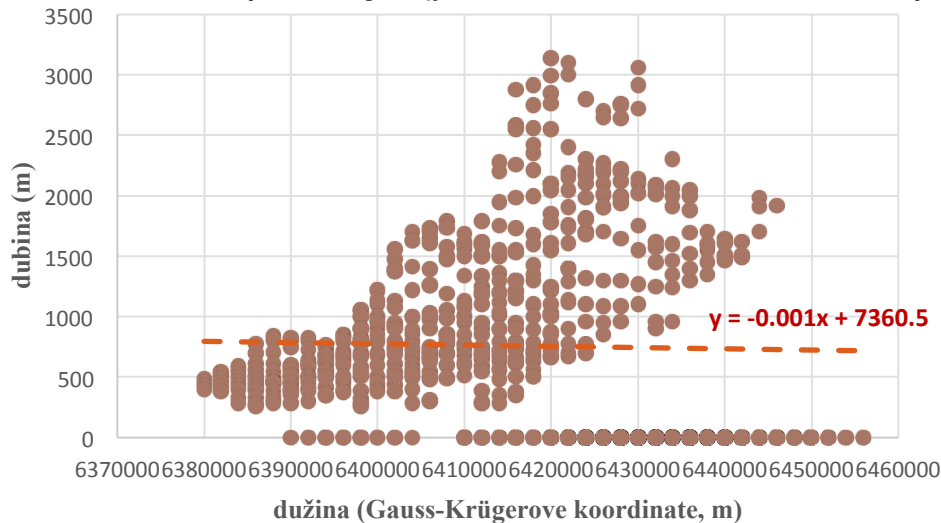
-
- ❖ Dakle, prethodno je opisana najčešće korištena geostatistička tehnika procjene koja se koristi za interpolaciju dubinskih geoloških karata u Hrvatskoj.
 - ❖ Posterom je prikazana tehnika **univerzalnog krigiranja** koja daje bolju procjenu u slučaju da su ulazni podatci obilježeni nekim trendom (*opisano pod metodama istraživanja*).
 - ❖ Korištenje navedene metode je složenije, potrebna je opsežnija priprema podataka te se iz tog razloga rjeđe koristi (u Hrvatskoj se dosad nije koristila u geologiji).

-
- ❖ Tehnika univerzalnog krigiranja podrazumijeva trend u podatcima.
 - ❖ Korištenje navedene tehnike može se opisati sljedećim koracima:
 1. Potrebno je razumjeti zašto određeni trend postoji obzirom na prirodu naših podataka;
 2. Potrebno je uporabiti što jednostavniji oblik trenda, te izbjegavati ekstrapolaciju izvan dostupnih podataka;
 3. Nakon odabira trenda on se oduzima od promatranih podataka koji se svode na „ostatke“ (engl. *residuals*);
 4. Zatim se ti ostatci koriste za izračun variograma te prostornu procjenu;
 5. Na kraju se toj procjeni ponovno dodaje trend i dobiva završna karta.

❖ Zašto postoji trend u podacima?

❖ U geologiji je to česta pojava kod karata dubina budući da kartirane plohe imaju strukturni nagib prema određenoj strani svijeta, a kao posljedica tektonske i taložne povijesti.

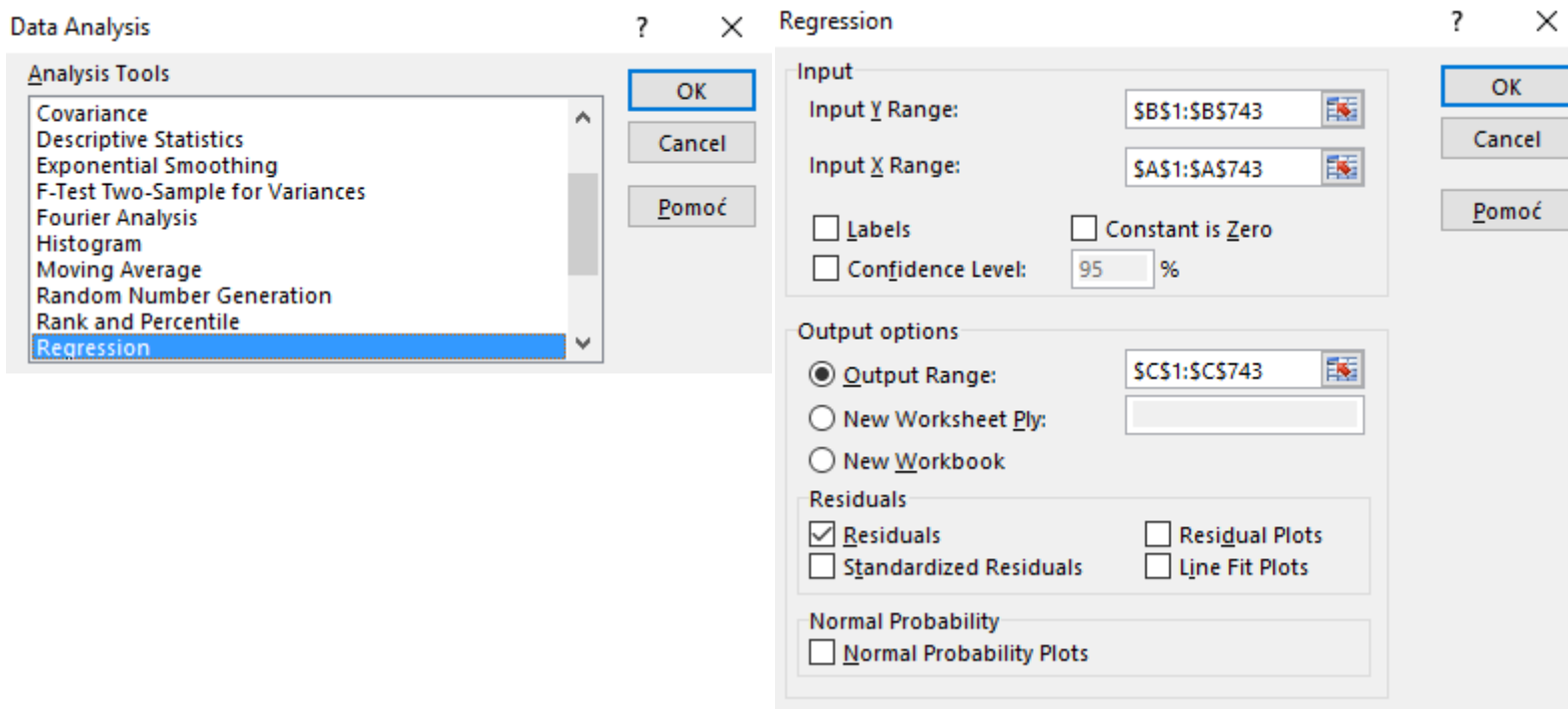
❖ Trend u podacima najjednostavnije se prepoznaje pomoću dijagrama raspršenja (*prikazano slikom 2 na posteru*) :



U konkretnom slučaju postoji negativan linearni trend s geografskom dužinom, a pozitivan sa širinom.

-
- ❖ Nakon prepoznavanja trenda, sljedeći korak je računanje ostataka.
 - ❖ Budući da imamo 2 nezavisne varijable (x i y koordinate), i 1 zavisnu varijablu (dubinu), ostaci se dobiju postupkom višestruke linearne regresije.
 - ❖ Može se računati ručno (metodom najmanjih kvadrata), ali je za skup od 743 podataka preporučljivo takav izračun obaviti računalom, npr. u paketu Excel™.

- ❖ Na alatnoj traci odabiru se „Podatci”, zatim „Analiza podataka” gdje se odabire opcija „Regresija” i raspon vrijednosti unutar nje



The image shows two overlapping dialog boxes from Microsoft Excel. The 'Data Analysis' dialog box is on the left, with 'Regression' selected in the 'Analysis Tools' list. The 'Regression' dialog box is on the right, showing the following settings:

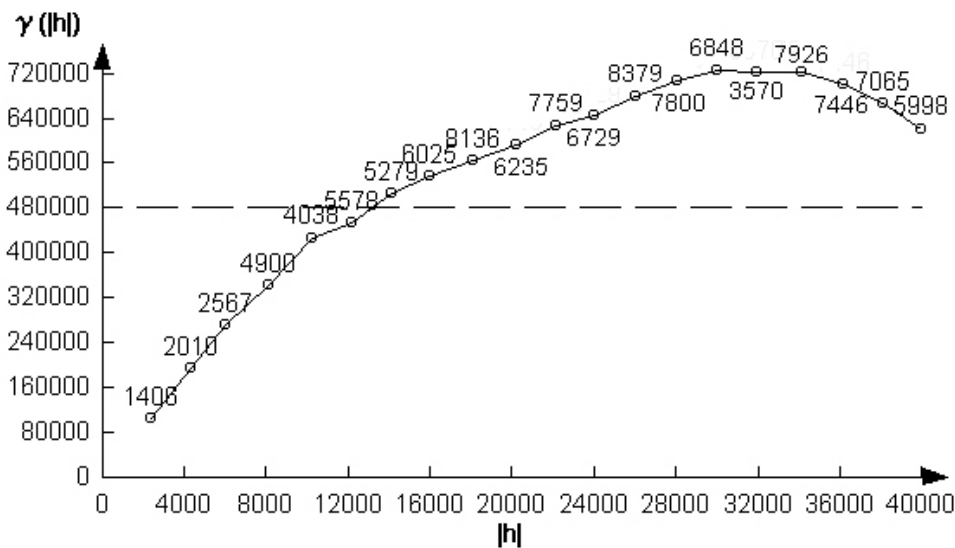
- Input**
 - Input Y Range: `B1:B743`
 - Input X Range: `A1:A743`
 - Labels
 - Confidence Level: 95 %
 - Constant is Zero
- Output options**
 - Output Range: `C1:C743`
 - New Worksheet Ply:
 - New Workbook
- Residuals**
 - Residuals
 - Standardized Residuals
 - Residual Plots
 - Line Fit Plots
- Normal Probability**
 - Normal Probability Plots

1	SUMMARY OUTPUT								
2									
3	<i>Regression Statistics</i>								
4	Multiple R	0.359452901							
5	R Square	0.129206388							
6	Adjusted R Square	0.126852892							
7	Standard Error	694.6693871							
8	Observations	743							
9									
10	ANOVA								
11		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
12	Regression	2	52985470.33	26492735.17	54.8997639	5.86998E-23			
13	Residual	740	357098512.4	482565.5574					
14	Total	742	410083982.8						
15									
16		<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
17	Intercept	-153653.9527	18103.41558	-8.487567004	1.14734E-16	-189194.1241	-118113.7813	-189194.1241	-118113.7813
18	X Variable 1	0.009504309	0.001793135	5.300386011	1.52662E-07	0.005984071	0.013024548	0.005984071	0.013024548
19	X Variable 2	0.018410961	0.00176088	10.45554345	5.86316E-24	0.014954044	0.021867877	0.014954044	0.021867877
20									
21									
22									
23	RESIDUAL OUTPUT								
24									
25	<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>						
26	1	754.5383265	-754.5383265						
27	2	717.7164054	-717.7164054						
28	3	772.351629	-772.351629						
29	4	735.5297079	-735.5297079						
30	5	826.9868525	-826.9868525						
31	6	790.1649314	-790.1649314						
32	7	753.3430104	-753.3430104						
33	8	716.5210893	-716.5210893						
34	9	844.8001549	-844.8001549						

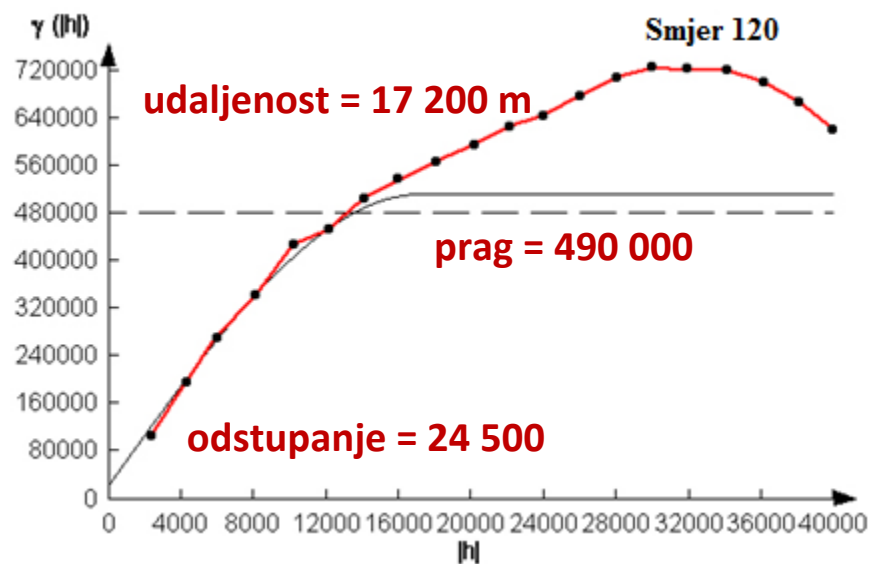


Opisanim postupkom dobijemo vrijednosti „ostataka” koje tada koristimo za variogramsku analizu (prikazano slikom 3 na posteru)

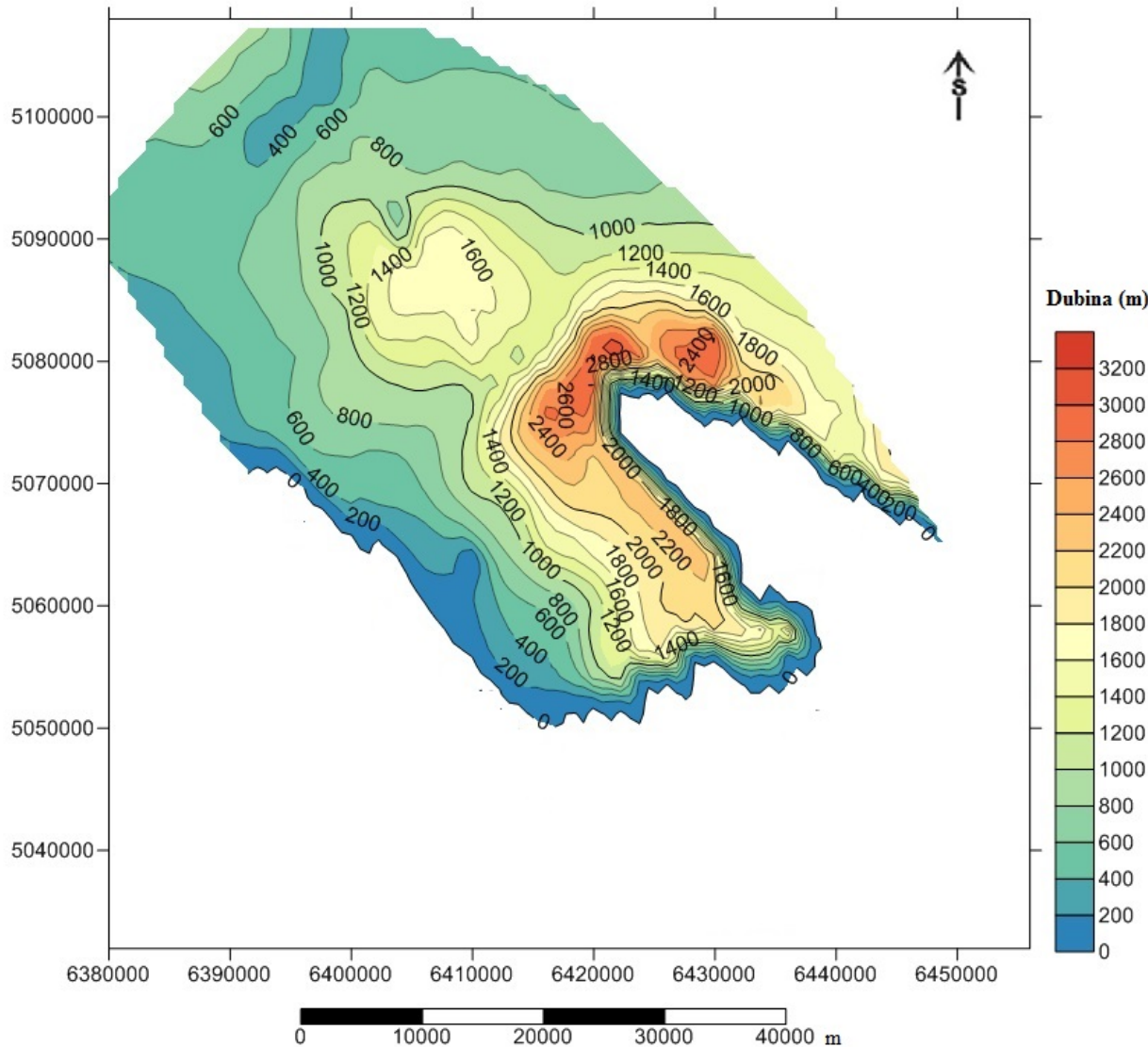
- ❖ Sljedeći korak je određivanje prostorne zavisnosti variogramskom analizom varijable „ostatci” koje će predstavljati ulazne vrijednosti za tehniku univerzalnog krigiranja (*prikazano slikom 4 na posteru*):



Ekspериментални variogram varijable „ostatci”



Aproksimacija teorijskim sfernim modelom



- ❖ Rezultat je karta dobivena tehnikom UK (*slika 5 na posteru*).
- ❖ Rezultat je sličan tehnici OK, ali ipak različit.
- ❖ Provjerom (metodom krosvalidacije) tehnika UK je prepoznata kao ona s boljim prikazom dubina.

-
- ❖ Tehnika UK daje često bolji prikaz raspodjele vrijednosti varijable dubine geoloških elemenata u Sjevernoj Hrvatskoj.
 - ❖ Stoga je, a kada su ulazni podatci obilježeni trendom, preporučljivo koristiti navedenu metodu.
 - ❖ Postupak je duži, ali daje bolji rezultat u većini slučajeva.
 - ❖ U slučajevima kada je trend prekinut rasjedima, što je često na većim površinama reda veličine desetke km^{**2}, lakše je i preporučljivo glede točnosti, koristiti tehniku OK.
 - ❖ Suprotno tomu, na manjim površinama trend je lakše prepoznati i opisati regresijom te tada metoda UK daje bolje rezultate.
 - ❖ Metoda UK ima primjenu i u drugim znanstvenim granama te se može koristiti za prikaz raspodjele vrijednosti temperature, električne otpornosti, prirodne radioaktivnosti, apsorpcije zvuka itsl., tj. u mnogim slučajevima s izraženim trendom ovo upravo najbolja metoda za prikaz varijable.

Hvala na pozornosti!

Ispričavam se zbog nemogućnosti osobnog izlaganja.