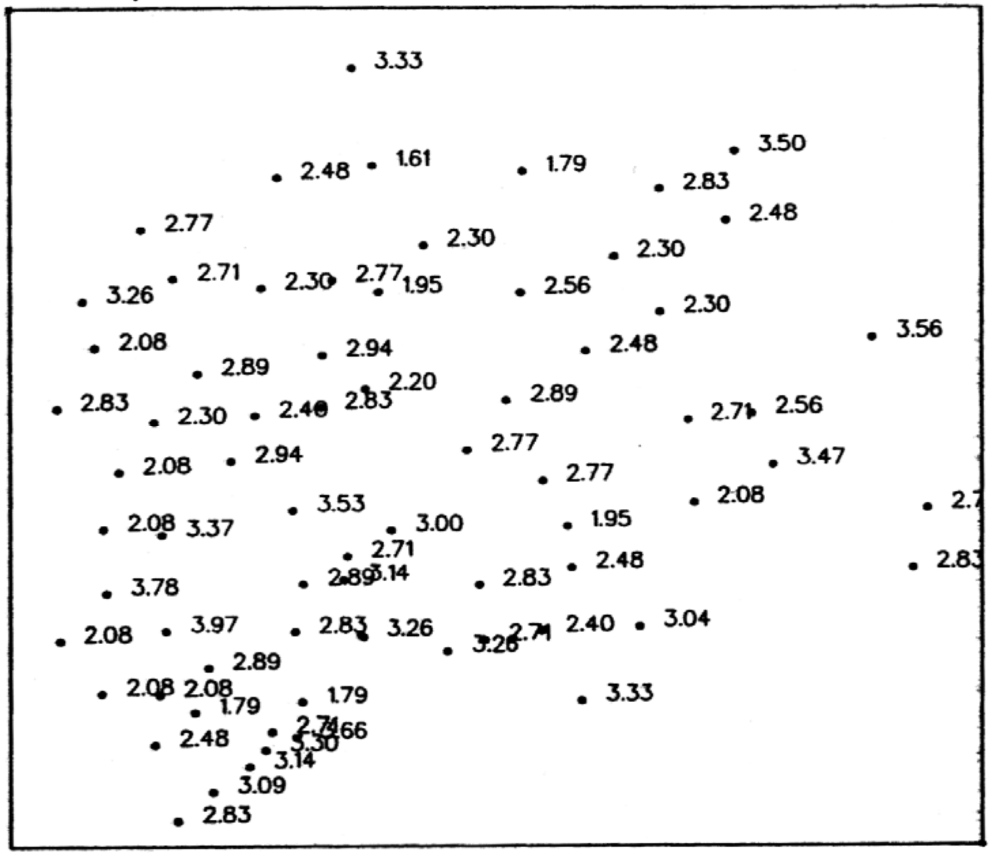
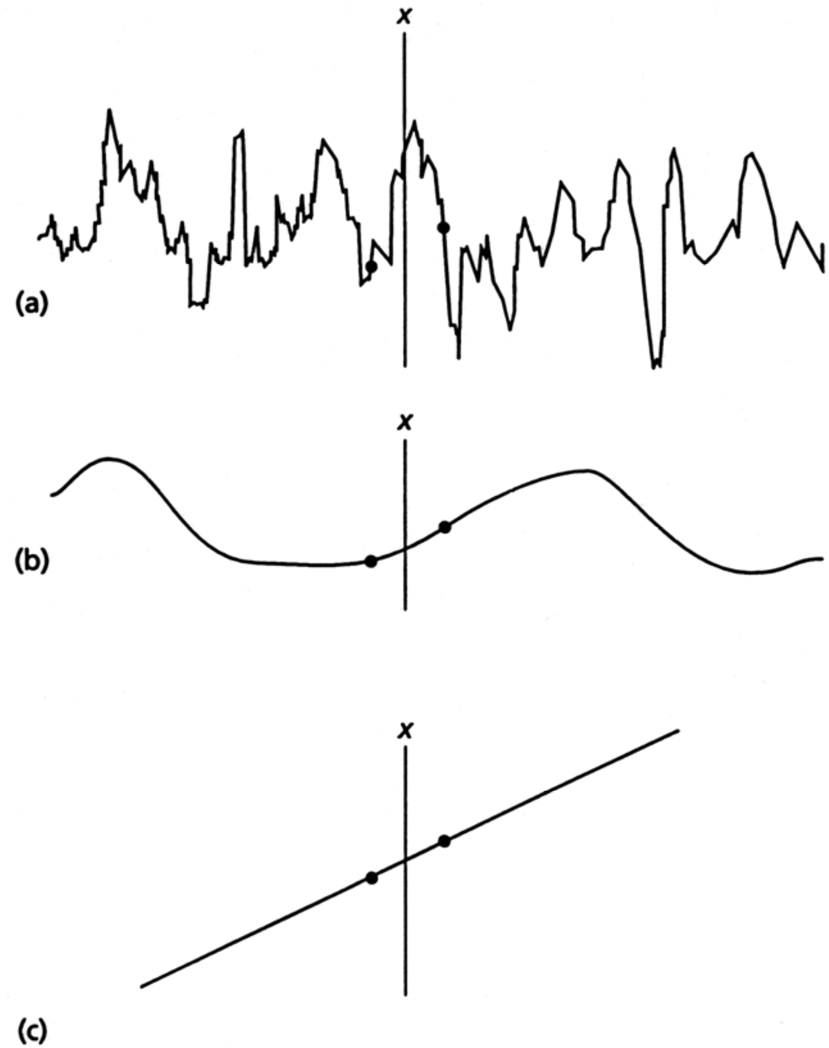
7.4. OCENA POVRŠINE
7.4.1. Uvod

- Meritve običajno niso razporejene v pravilni mreži, potrebni za izračun površine.
- Iz razpoložljivih kontrolnih podatkov moramo izračunati mrežne točke.
- Za realno oceno površine predpostavljamo:
  - Zveznsot in edinstvenost
  - Prostorsko avtokorelacijo



7.4.1. Uvod

- Kadar celotno površino vidimo vnaprej (npr. topografske karte), je že po občutku jasno, kakšna naj bo gostota kontrolnih točk.
- Ocenjene površine, ki temeljijo na preveč oddaljenih kontrolnih točkah, so popolnoma neosnovane in lahko tudi zavajujoče.



7.4.1. Uvod

- Neodvisen dokaz zaobljenosti je izračun avtokorelacije ali semivariance:
  - Oddaljenost kontrolnih točk mora biti manjša od razdalje, pri kateri funkcija avtokorelacije pade skoraj do nič ali kjer semivarianca doseže vrednost praga. Tako bodo k večini ocenjenih točk prispevale vsaj dve ali tri kontrolne točke.

7.4.2. Osnovne tehnike ocene površja

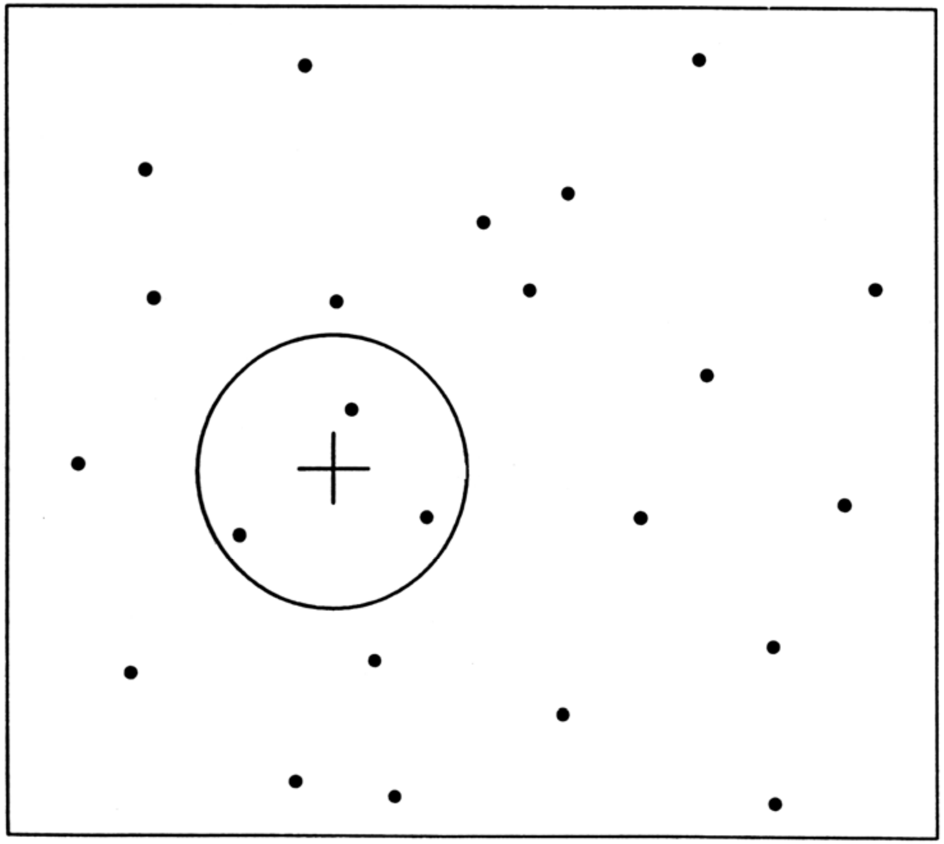
- Tehnike ocene površja morajo združevati:
  - Metodo izbire seta kontrolnih točk, ki jih bomo uporabili za oceno novih mrežnih vrednosti.
  - Metodo izračuna ocene iz vrednosti podatkov omenjenega seta.

7.4.2.1. Izbira kontrolnih točk

- Obstaja več metod. Dve izmed njih sta:
  - Kriterij soseščine
  - Triangulacija

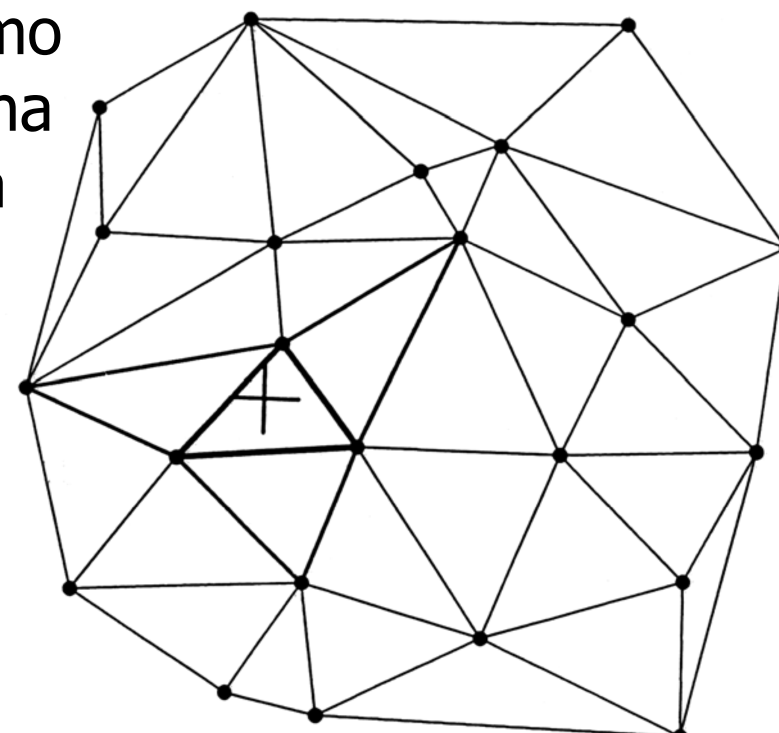
7.4.2.1. Izbira kontrolnih točk
7.4.2.1.1. Kriterij soseščine

- Določimo polmer, ki določa krožno soseščino okrog točke, katere vrednost naj bi ocenili.
- Oceno izračunamo le iz kontrolnih točk znotraj soseščine.
- Prevelik polmer bi vključil načeloma neodvisne kontrolne točke in rezultirajoča ocena bo do neke mere samovoljna.



7.4.2.1. Izbira kontrolnih točk
7.4.2.1.1. Triangulacija

- Vzorec kontrolnih točk “razrežemo” v trikotnike tako, da le-te predstavljajo ogljišča trikotnikov.
- Na robu karte v ta namen dodamo lažne točke.
- Vsaka mrežna točka je tako znotraj ali v ogljišču trikotnika.
- Oceno novih mrežnih točk napravimo le z upoštevanjem kontrolnih točk na ogljišču trikotnika, znotraj katerega leži, oz. pogosto in za bolj točen rezultat, teh treh ter treh dodatnih točk, ki so na ogljiščih sosednjih treh trikotnikov.
- Standardna je Delaunneyeva triangulacija, pri katerih je ostrost trikotnikov kar najbolj zmanjšana.



7.4.2.2. Izračun ocene
7.4.2.2.1. Inverzno distančno tehtano povprečje

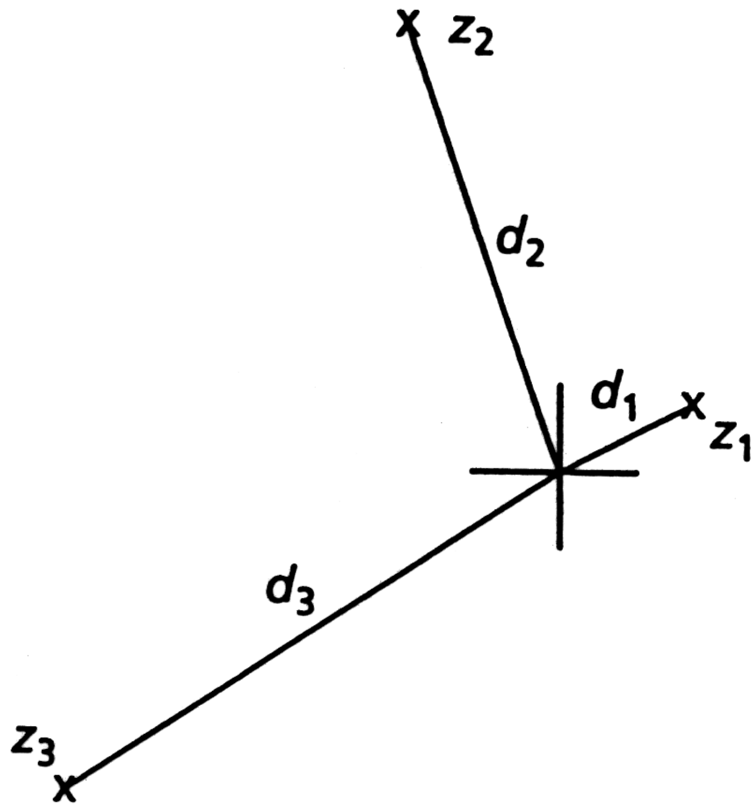
- Točkovna ocena, izračunana kot enostavno povprečje vseh izbranih kontrolnih točk, seveda ni zadovoljiva, ker
  - bodo bolj oddaljene točke vplivale enako kot bližje
  - bodo vse točke, ocenjene iz istega seta kontrolnih točk, imele enako vrednost, kar se bo kazalo v "škatlastem" rezultatu.

7.4.2.2.1. Inverzno distančno tehtano povprečje

- Uporabimo tri kontrolne točke z vrednostmi z_1, z_2 in z_3, z razdaljami do ocenjevane točke d_1, d_2 in d_3.
- Ocenjena vrednost z′ je

$$z' = \frac{\frac{z_1}{d_1} + \frac{z_2}{d_2} + \frac{z_3}{d_3}}{\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} + \frac{1}{d_3}}$$

Kar je tehtano povprečje z_1, z_2 in z_3, kjer so vrednosti z pomnožene z utežmi, seštete in deljene z vsoto uteži, da odstranimo pristranost.



7.4.2.2.1. Inverzno distančno tehtano povprečje

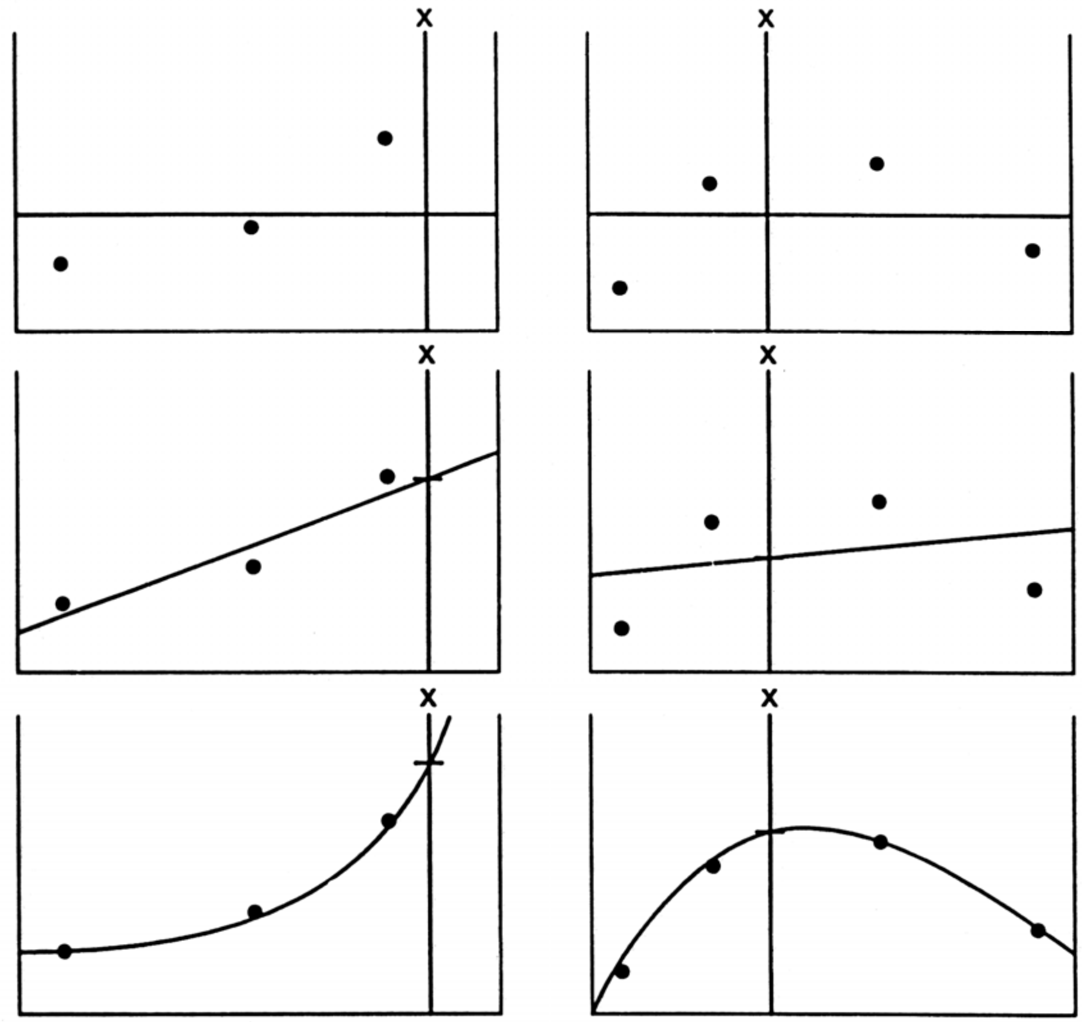
- Splošna enačba za n kontrolnih točk je:

$$z' = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{z_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{d_i}}$$

- Relativne uteži, ki jih uporabimo za bližnje ali daljne točke, lahko spreminjamo z drugimi transformacijami razdalje, na primer $\frac{1}{d^2}$ ali $\frac{1}{\sqrt{d}}$.

7.4.2.2.2. Lokalni trendi

- Površine trenda prvega ali drugega reda izračunamo na osnovi prispevajočih kontrolnih točk.
- Sledi izračun vrednosti na površini trenda v ocenjevani mrežni točki, ki jo uporabimo kot oceno.



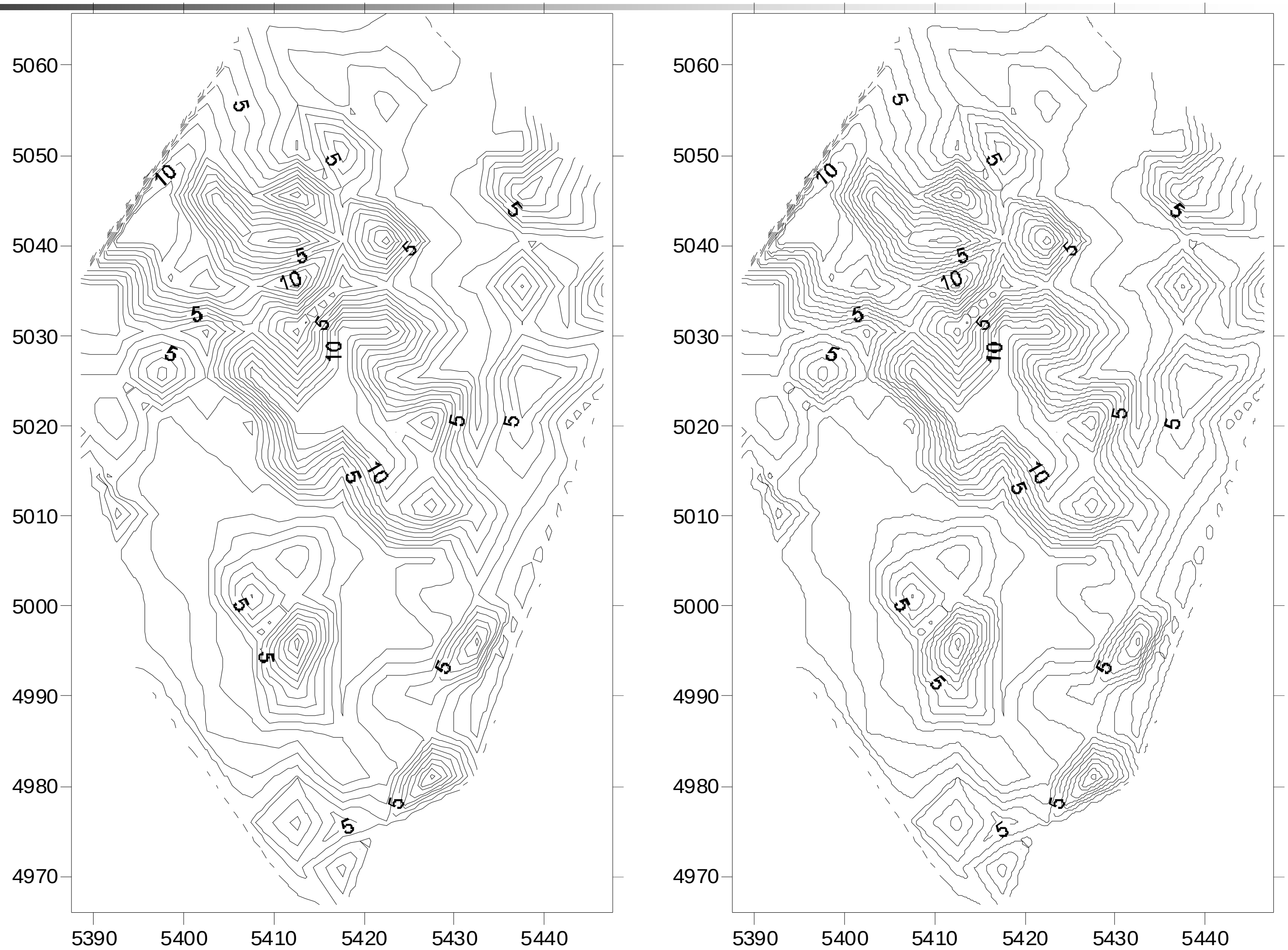
7.4.2.2.3. Tridimenzionalni polinomi

- Namenjeni so glajenju površine.
- Vsak del površine izračunamo iz stalnega števila lokalnih kontrolnih točk.
- Navadno povežemo šest sosednjih kontrolnih točk s polinomom tretje stopnje (kubičnim polinomom).

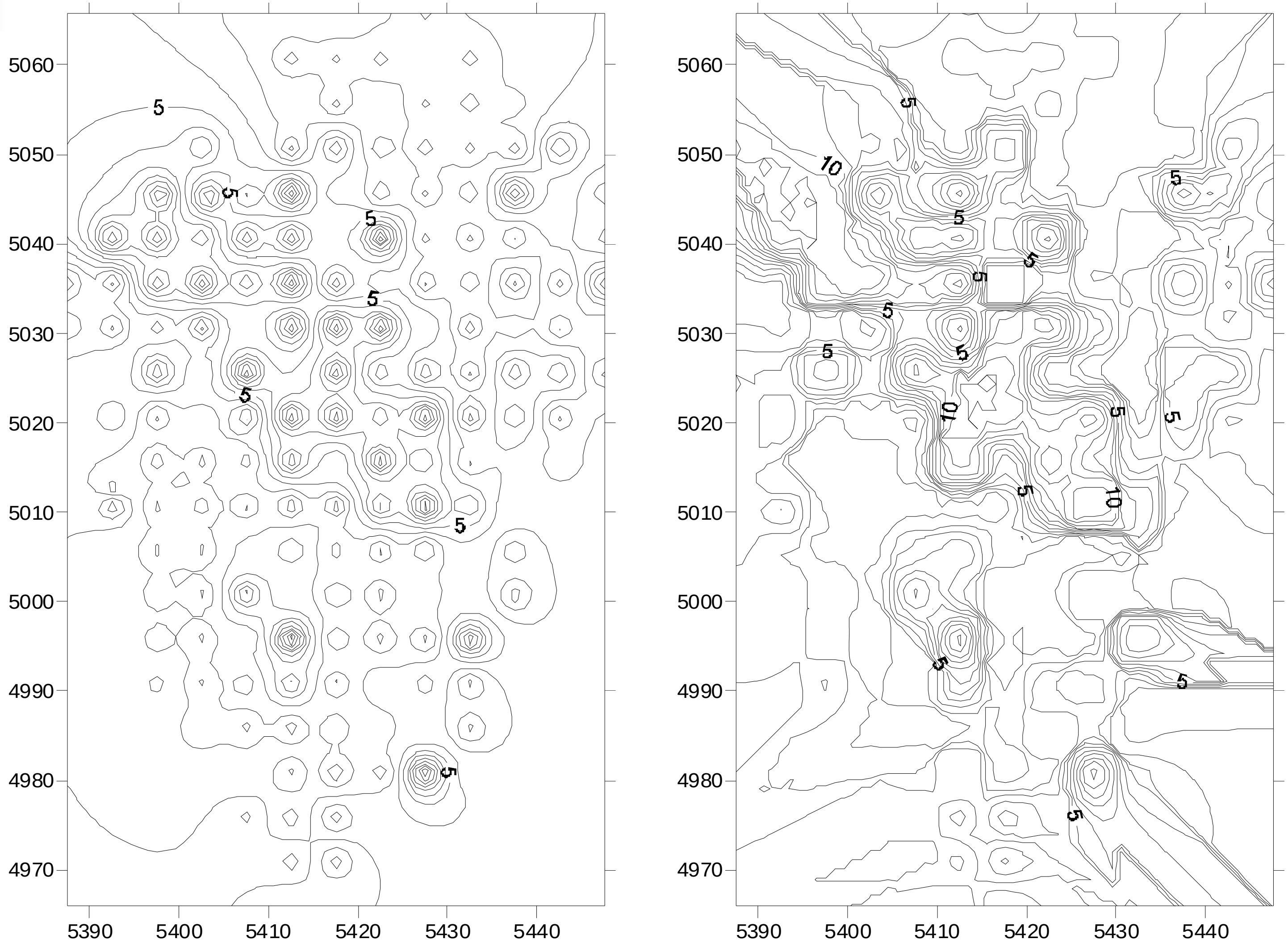
7.4.2.3. Izbira tehnike in ocene

- Na splošno dajejo za geološke podatke metode, ki temeljijo na triangulaciji, slabše rezultate.
- Zavedati se moramo, da lahko vsaka od metod, ki jih uporablja računalniški program, daje "lasten pečat".

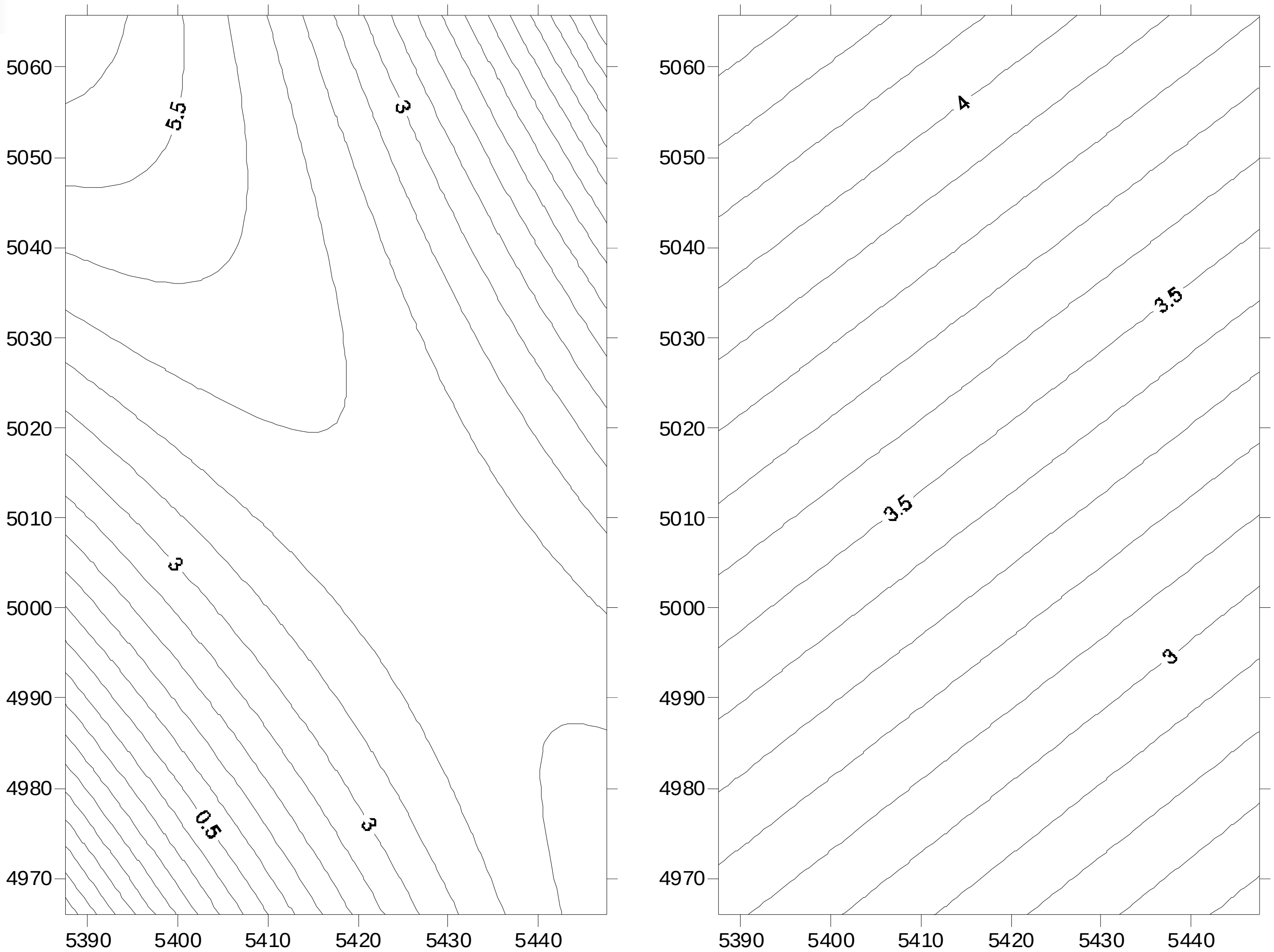
7.4.2.3. Izbira tehnike in ocene Triangulacija



7.4.2.3. Izbira tehnike in ocene Inverzno distančna



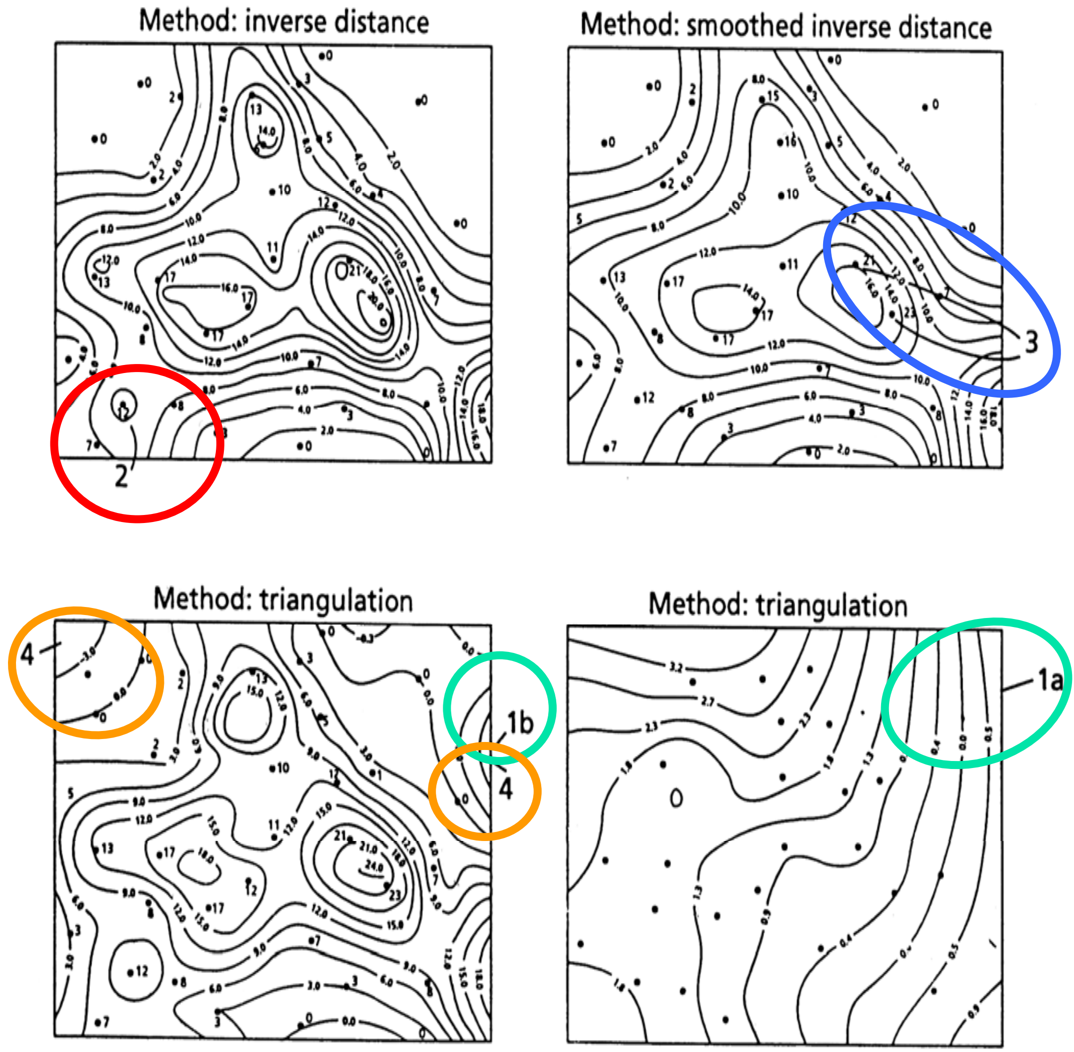
7.4.2.3. Izbira tehnike in ocene Kvadratni in kubični polinom



7.4.2.4. Vnešeni lažni učinki

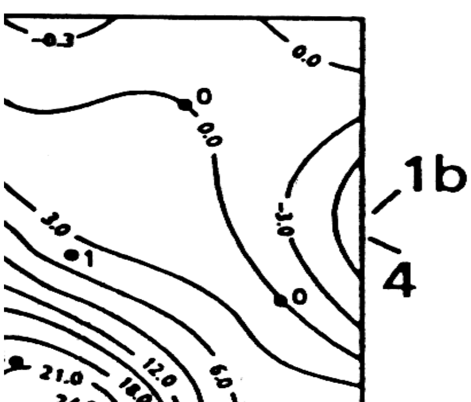
- Posamezne metode imajo določene nepravilnosti:

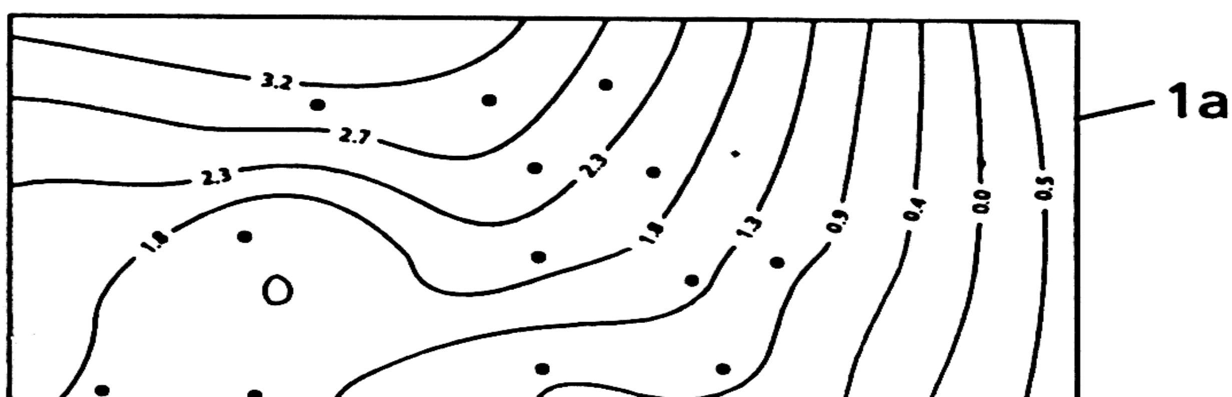
1. Učinki robov
2. Učinki bikovega očesa
3. Precenjevanje kontrolnih točk
4. Neverjetne ocene



7.4.2.4.1. Učinki robov

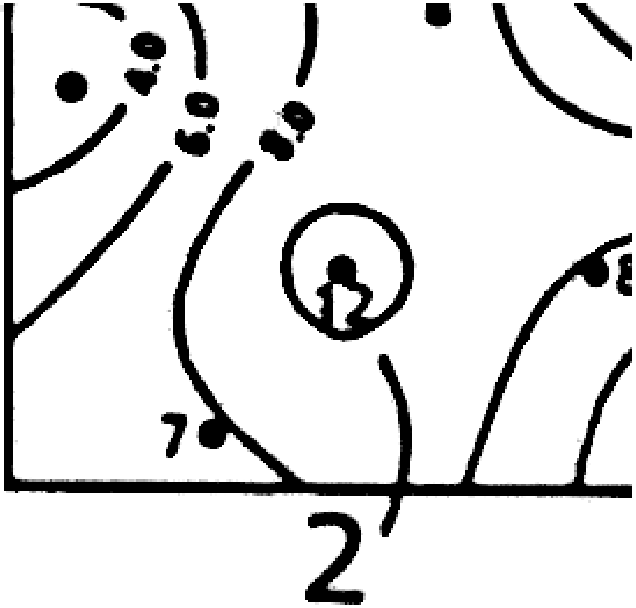
- Kadar uporabimo lokalne površine polinoma drugega in zlasti tretjega reda, so na robovih kart pogoste skrajne, neresnične vrednosti; če jih ne omejuje robne kontrolne točke, segajo preko ekstrapolacije - 1a.
- Pri uporabi obratne razdalje brez lokalnega trenda, se med robnimi kontrolnimi točkami in robom, pojavijo ravni deli.
- Traingulacija zahteva oceno vrednosti v lažnih točkah, okrog meje karte. Te ocene so lahko slabe, kar vpliva na vse ostale stopnje ocene površja v obrobnih delih. Večinoma so ti deli ravni – 1b.





7.4.2.4.2. Učinki bikovega očesa

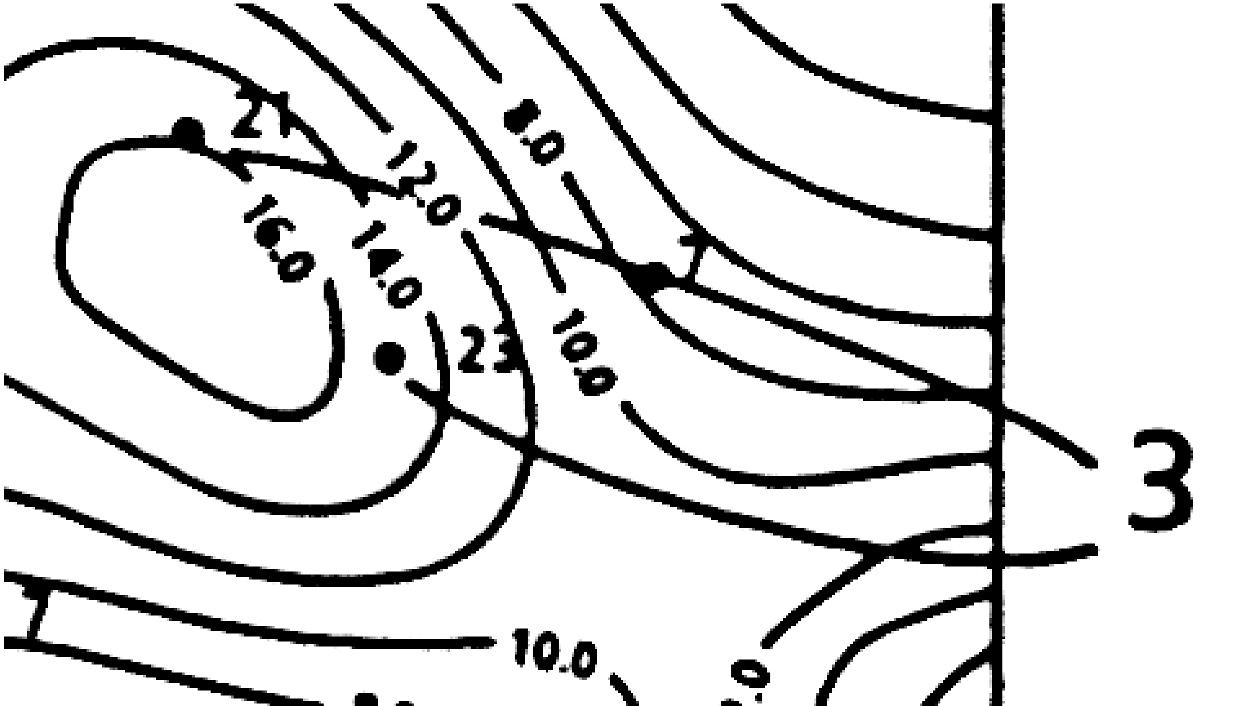
- Kadar uporabljamo enostavne tehnike obrata razdalje, bodo vsi najvišji in najnižji deli vedno v kontrolnih točkah.
- Vsaka kontrolna točka, je obkrožena z izolinijo, kar daje vtis "bikovega očesa".
- Skoraj vedno, bo nagnjen raven greben ali dolina realnega površja, ocenjena kot zaporedje lokalnih vrhov in kotanj, vsak centriran okrog kontrolne točke.



- Lokalen kvadratni trend bi pravilno ocenil greben ali dolino, vendar je v praksi le redko dovolj kontrolnih točk v soseščini, da bi točno definirale strukturo.
- Problem premostimo le, če pred ocenjevalnim postopkom razvijemo tehniko prepoznavanja linearnega trenda.

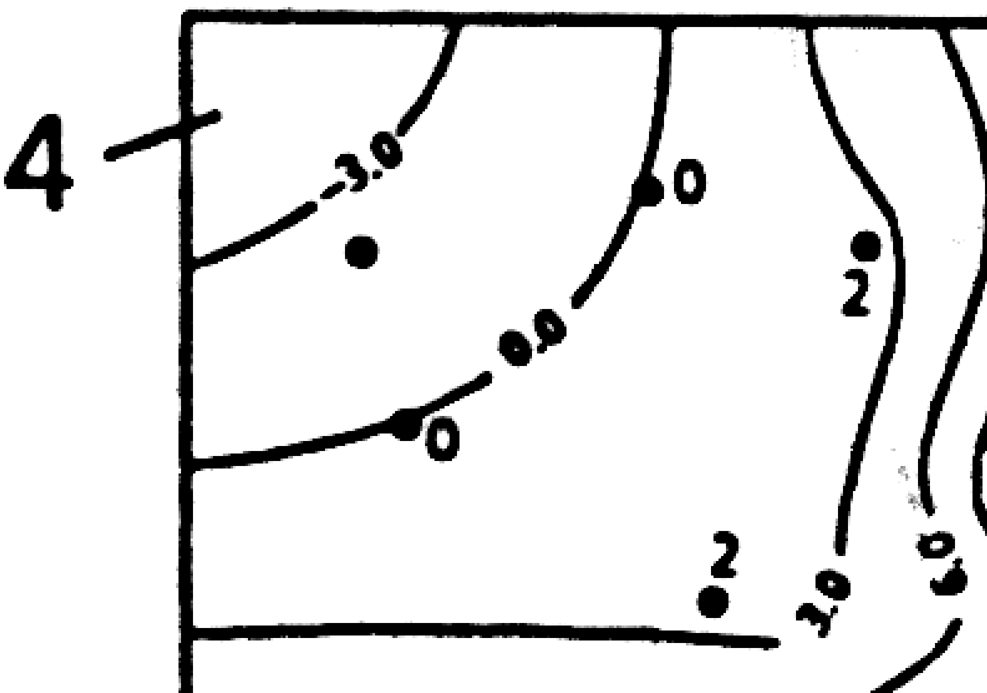
7.4.2.4.3. Precenjevanje kontrolnih točk

- Nekateri postopki vključujejo dodatne funkcije glajenja, kar se odraža tako, da ocenjene vrednosti v mrežnih točkah, niso enake poznanim dejanskim vrednostim.



7.4.2.4.4. Neverjetne ocene

- Negativne vrednosti so posledica ekstrapolacije lokalnega nereprezentativnega trenda povezano z nesposobnostjo računalniškega programa, da bi prepoznal tak nesmisel.
- Uporabimo logaritemsko transformirane podatke, ki bodo znižali gradiente i zagotovili, da ocene količi nič ali manj, niso možne, ker je log0 = ∞.



7.4.2.5. Testiranje ocene površja

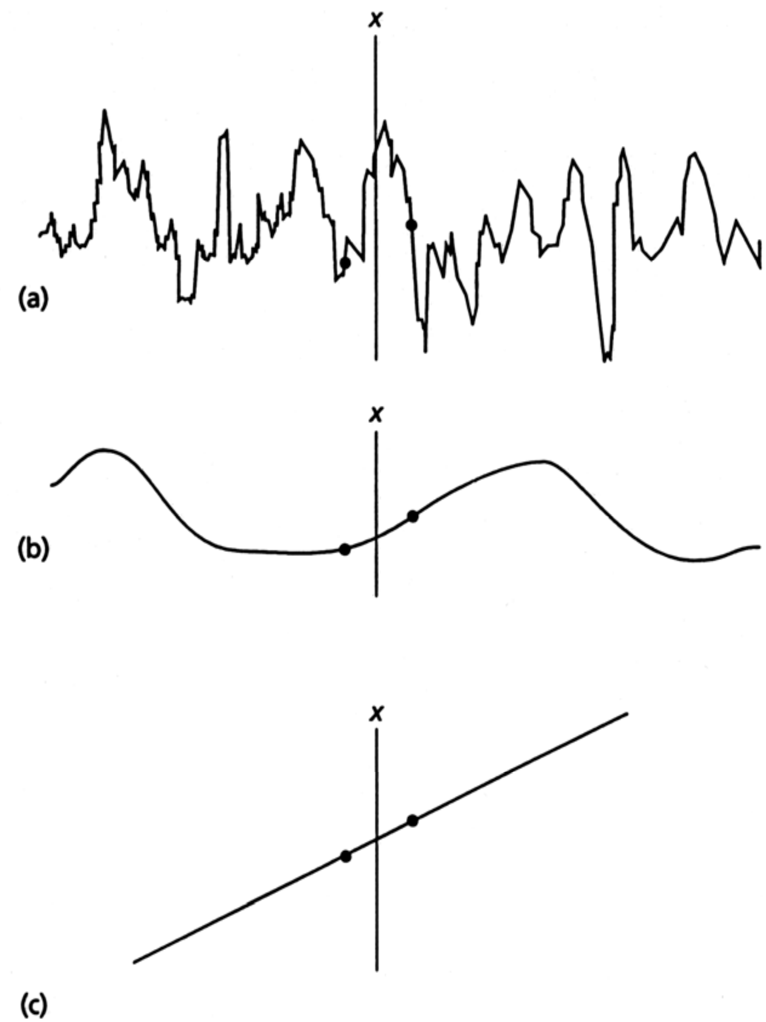
- Naključno izberemo kontrolno točko in je pri izračunu ocene površja ne uporabimo. Namenimo je kontroli kvalitete ocene površja.
- Postopek večkrta ponovimo z različnim številom točk, tako da lahko izračunamo statistike (standardno napako in t-test) za razliko med napovedanimi in dejanskimi vrednostmi.
- Pristop imenujemo navzkrižno ocenjevanje ali "jack-knife" tehnika.

7.4.3. Krigiranje

- Krigiranje je poseben postopek izračuna ocene površine. Zanj uporabljamo tudi pojem (Matheronova) geostatistika. Ključni koncepti in izrazoslovje vključujejo:
  - Regionalizirana spremenljivka
  - Drift
  - Preostanki
  - Stacionarnost
  - Semivariogram

7.4.3. Krigiranje

- Regionalizirana spremenljivka
  - Njene vrednosti so prostorsko zvezne.
  - Vrednosti niso niti naključne, niti jih ni možno opisati s kakšno geometrijsko funkcijo.
  - Bistveno je, da je do neke mere gladka.
  - Sestavljena je iz drifta (smeri, kopičenja) in preostankov.



7.4.3. Krigiranje

- Drift (trend, kopičenje, smer)

  je sestavni del regionalizirane spremenljivke, ki je posledica učinkov povprečja in trenda.
- Preostanki

  so razlika med izračunanim driftom in dejanskimi vrednostmi podatkov.
- Stacionarnost (stalnost)

  Spremenljivka je stacionarna, če znotraj določenega ozemlja, ni značilnega drifta. Preostanki so tako po definiciji stacionarni.

7.4.3. Krigiranje

- Semivariogram

  je graf, ki opisuje lastnosti regionalizirane spremenljivke. Uporabljamo ga za določanje uteži, ki jih bomo upoštevali v posamezni kontrolni točki, za oceno vrednosti v novi mrežni točki.

7.4.3.1. Semivarianca

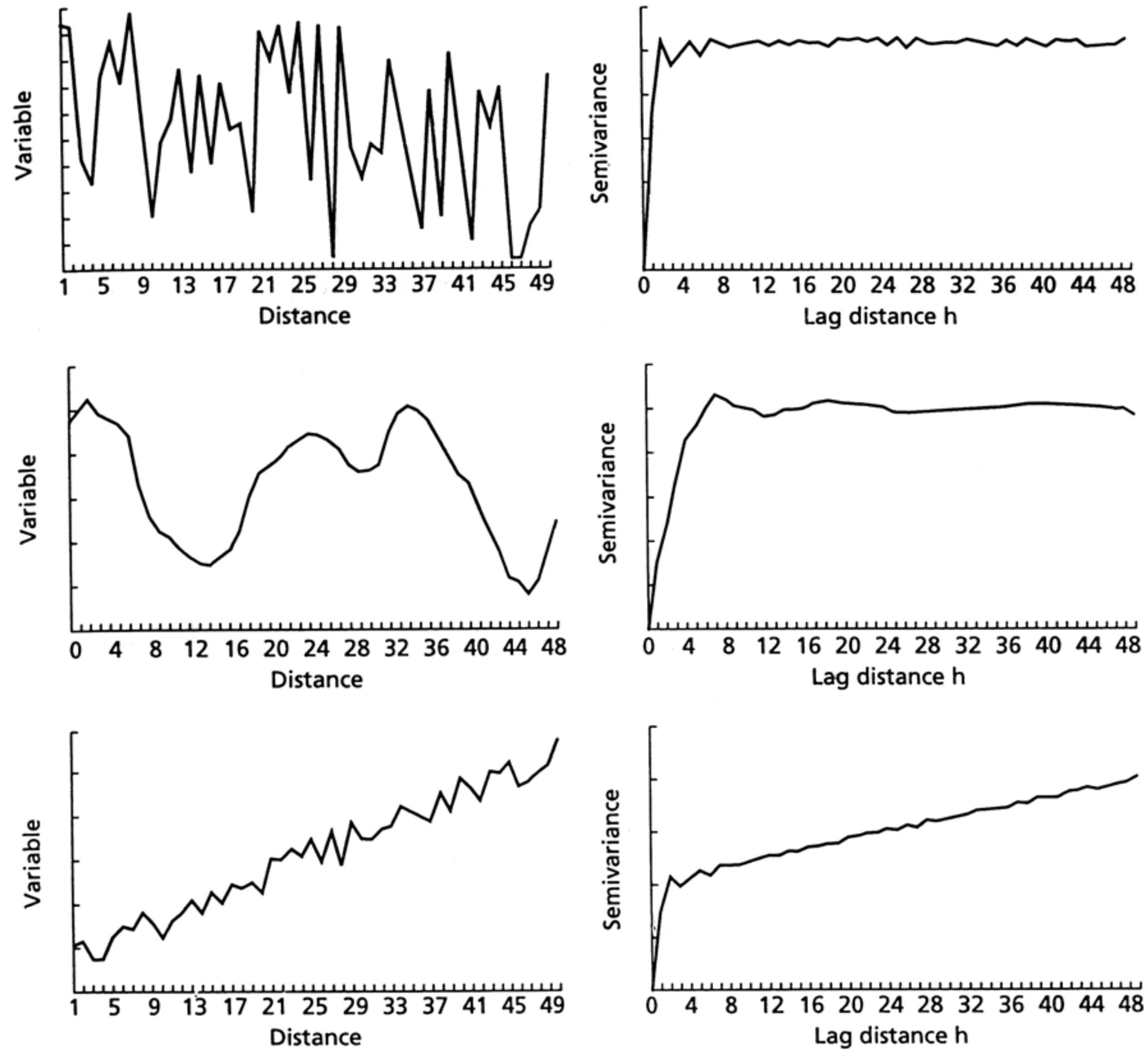
- Semivarianca podaja povezanost vrednosti kontrolnih točk, oddaljenih za določene razdalje.
- V idealnem primeru jo izračunamo iz podatkov vzdolž pravilne prečnice ali mreže:

$$\gamma_h = \frac{\sum_{i=1}^{n-h} (z_i - z_{i+h})^2}{2 \cdot (n-h)}$$

γ_h je semivarianca za razdaljo h, n število točk na prečnici in z_i vrednost spremenljivke v i-ti točki vzdolž prečnice.

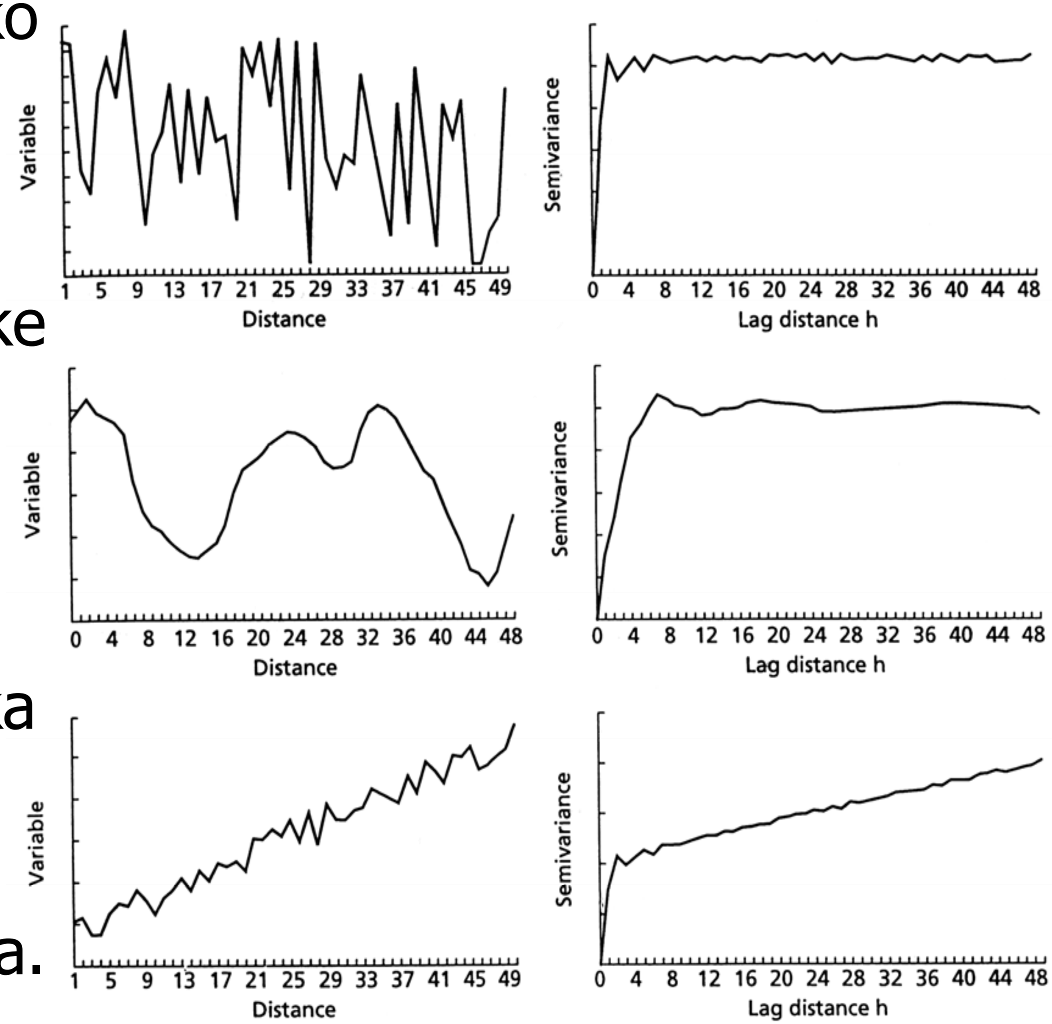
7.4.3.1. Semivarianca

- Semivarianco izračunamo za različne razdalje in izdelamo semivariogram kot graf γ_h proti h.
- Ko je h=0, sta si para z vrednosti, ki sta oddaljena za h, enaka in $\gamma_h = 0$.
- Z naraščanjem h, se podobnost med pari z vrednosti običajno niža in semivarianca narašča.



7.4.3.1. Semivarianca

- Točke, ki so oddaljene preko te vrednosti, so prostorsko neodvisne – so preko razdalje, znotraj katere prirojena gladkost regionalizirane spremenljivke posreduje stopnjo podobnosti.
- Pogosto se semivariogram za to točko uravna pri vrednosti praga – semivarianca praga je enaka varianci. Edini dejavnik, ki vpliva na odnos med medsebojno oddaljenimi točkami, je splošna varianca.

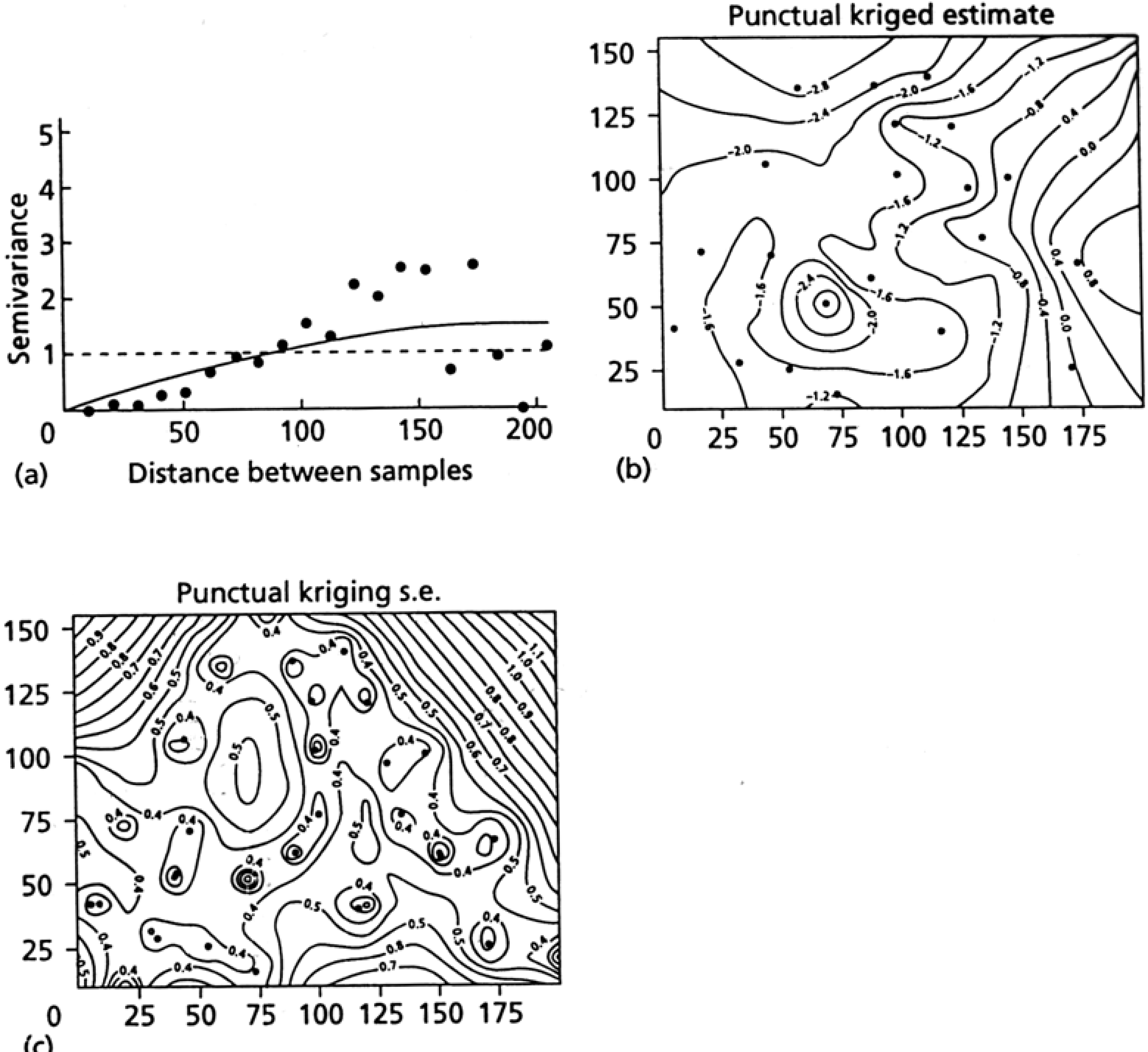


7.4.3.1. Semivarianca

- Semivarianco lahko izračunamo v poljubni smeri.
- Običajno naj bi preverili štiri profile: S-J, V-Z in obe diagonali.

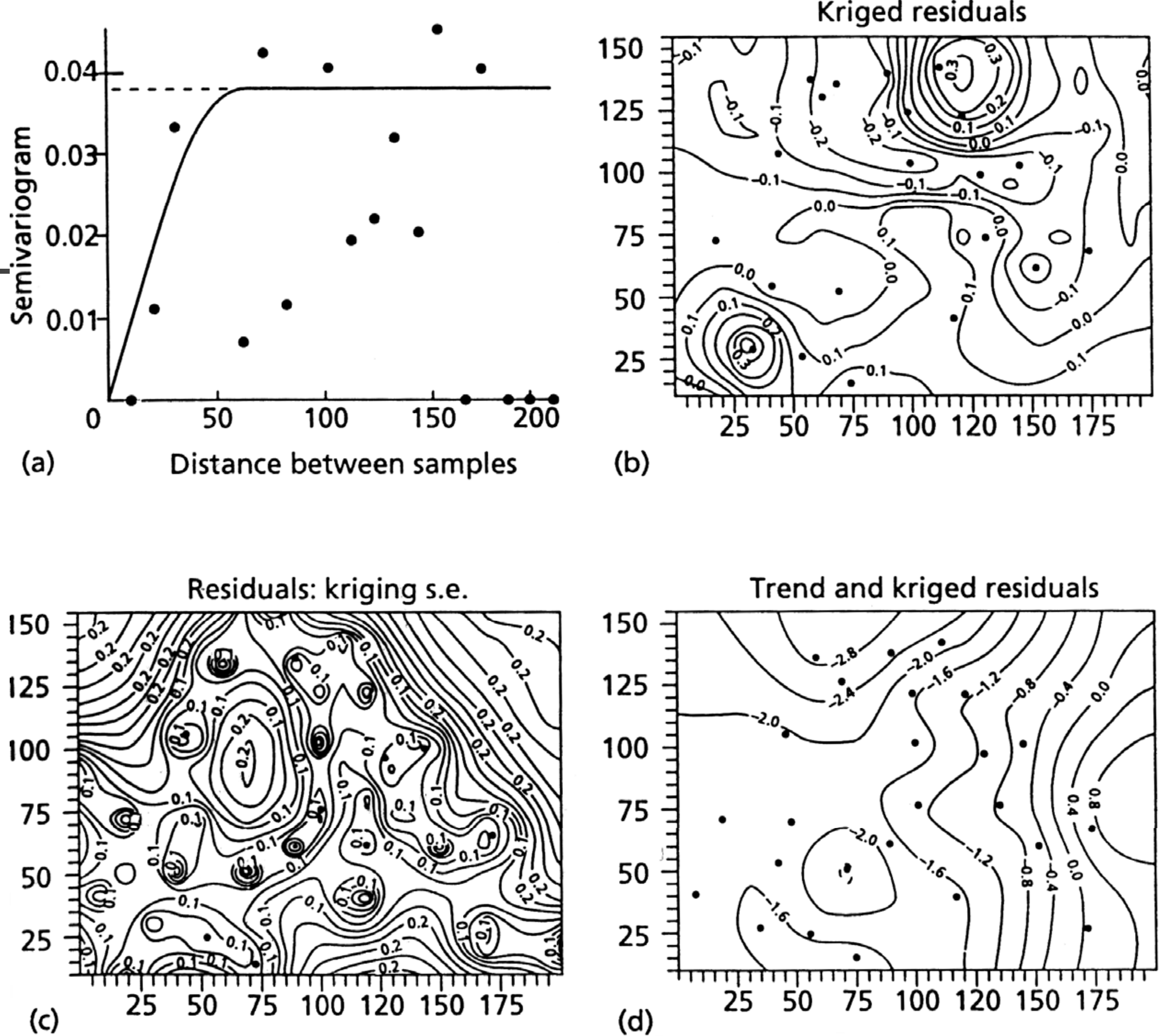
7.4.3.2. Točkovno krigiranje

- Izbira kontrolnih točk nove ocene
  - Upoštevamo le kontrolne točke, katerih oddaljenost od ocenjevane točke je manjša od dometa.
- Izračun ocene
  - Del semivariograma, ki je znotraj dometa, kaže stopnjo sorodnosti za h oddaljenih točk.
  - Uteži, ki jih pripišemo točkam, ki so od ocenjevane oddaljene za razdaljo h, temeljijo na semivarianci tega h.
  - V praksi odčitamo uteži iz modela semivariograma: idealizirana krivulja standardne oblike, ki naj bi odražala trend podatkovnih točk.
  - Za vsako točkovno vrednost razpolagamo z vrednostjo, imenovano ocenjevalna varianca.
  - Običajno poleg karte ocenjenih z vrednosti predstavimo tudi karto ocenjevalne variance, s čimer uporabnika opozorimo na dele karte z nezanesljivimi ocenami.


Semivariance
Distance between samples
(a)
Punctual kriged estimate
(b)
Punctual kriging s.e.
(c)

7.4.3.3. Splošno (univerzalno) krigiranje

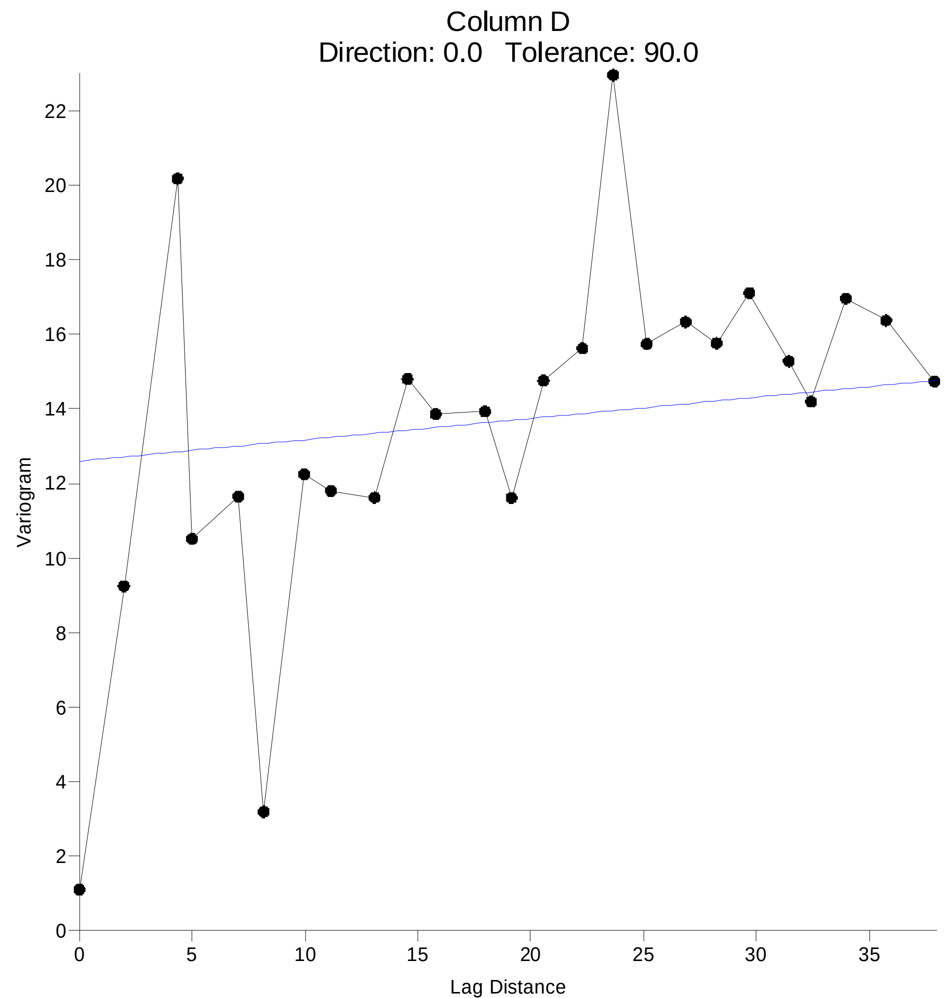
- Točkovno krigiranje lahko izvedemo le z resnično stacionarnimi podatki brez drifta.
- Upoštevanje drifta rešimo z univerzalnim krigiranjem.
- V matriko vključimo dodatne člene, ki podajo drift znotraj obravnavane soseščine.
- Členi so podobni kot za površino trenda in so prav tako lahko linearni, kvadratni ali višjega reda.

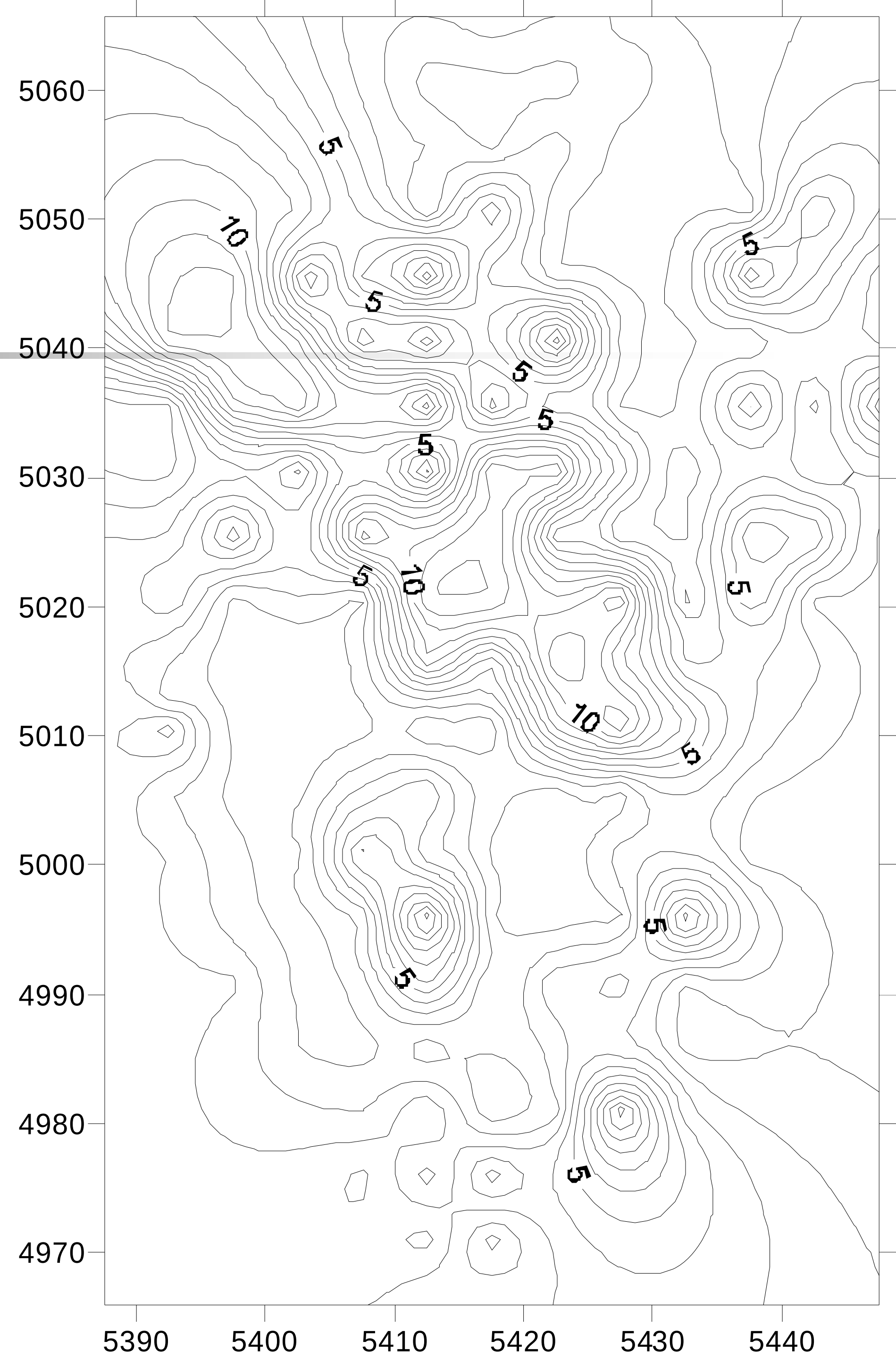


Semivariogram
0.04
0.03
0.02
0.01
0
50
100
150
200
(a)
Distance between samples
Kriged residuals
(b)
Residuals: kriging s.e.
(c)
Trend and kriged residuals
(d)
150
125
100
75
50
25
25
50
75
100
120
150
175

7.4.3.4. Kritike krigiranja

- Rešen problem je upoštevanje lokalnega trenda.
- Kritična je krožnost postopka: semivariogram da podatke o dometu in drift izračunamo za niz točk, znotraj dometa.
- Vendar pa podatki niso stacionarni, dokler ne odštejemo drifta in semivariogram ne drži, če podatki niso stacionarni.
- Torej potrebujemo semivariogram, da odkrijemo drift, vendar moramo le tega odšteti, pred izračunom semivariograma!


Column D
Direction: 0.0 Tolerance: 90.0
Variogram
Lag Distance
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
0
5
10
15
20
25
30
35


5060
5050
5040
5030
5020
5010
5000
4990
4980
4970
5390
5400
5410
5420
5430
5440
5
10

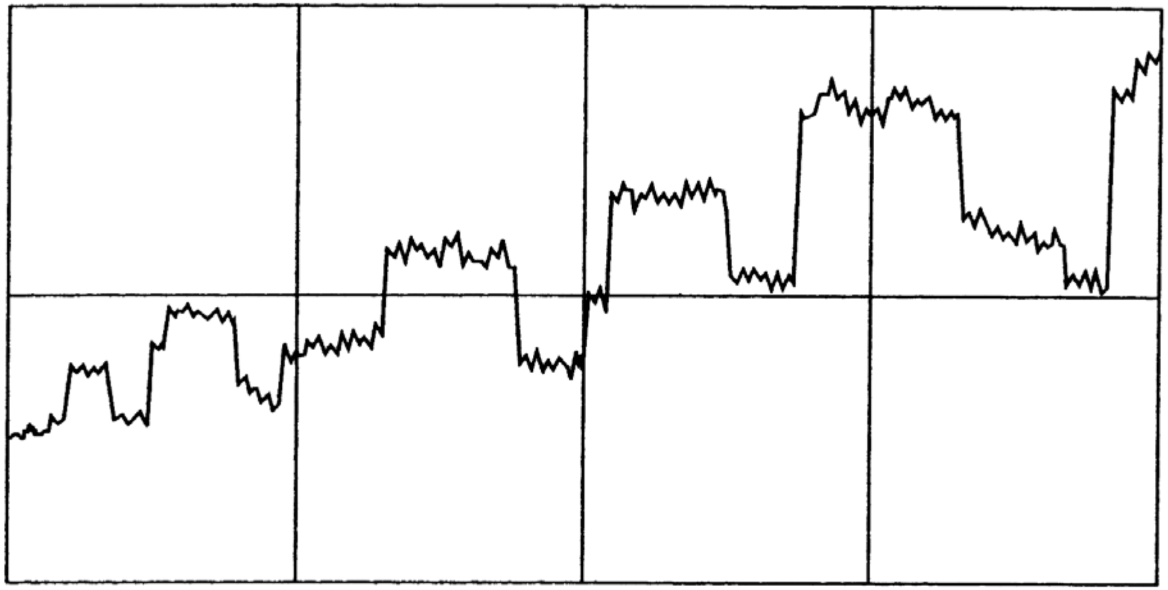
7.5. ANALIZE FRAKTALNIH DIMENZIJ

- Fraktal je struktura s stalnostjo merila – izgleda podobno zaporedju povečav.

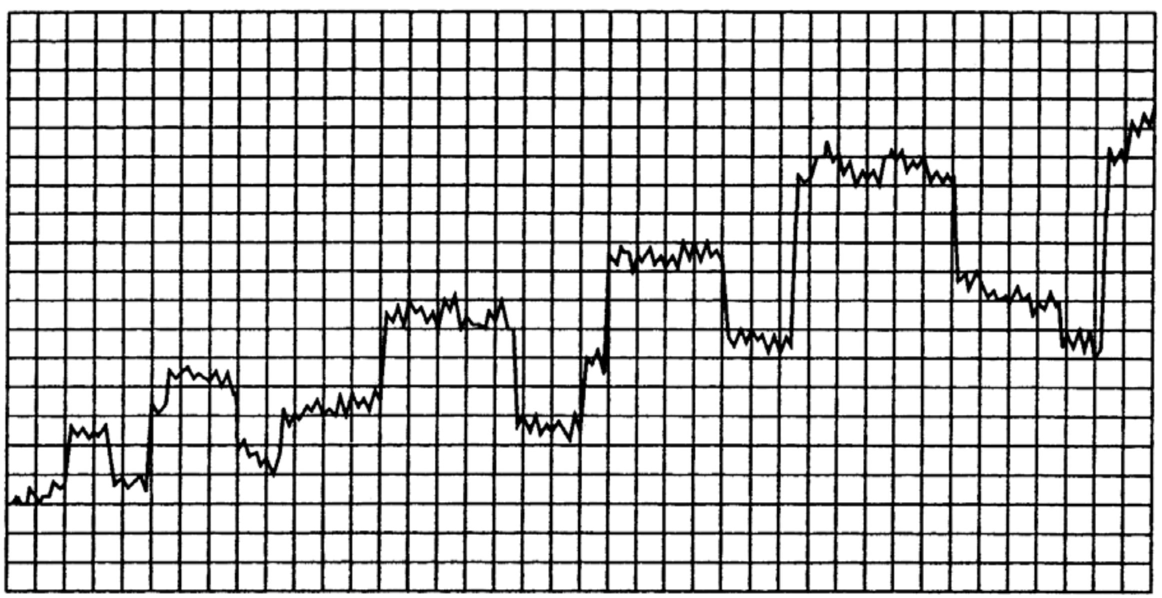

7.5. ANALIZE FRAKTALNIH DIMENZIJ

- Povijanje (npr. obalne črte) povzroči, da krivulja zavzema večji del ravnine karte kot bi jo ravna črta.
- Dimenzionalnost ravne čtre je 1, ravnine 2, povijajoča obalna črta pa jo bo imela med obema vrednostima – te je njena fraktalna dimenzija.
- V geologiji so fraktalne dimenzije uporabili npr.:
  - Iz fraktalnih lastnosti razporeditve prelomov sledi fraktalni vzorec potresne dejavnosti z dimenzionalnostjo med 0 in 1.
  - S fraktalnimi dimenzijami med 2 in 3 je možno modelirati porazdelitev poroznosti in prepustnosti rezervoarjev.

Cell size	Cell count
200	1
100	4
50	6
25	14
12.5	33
5	99
2.5	224



(a)



(b)