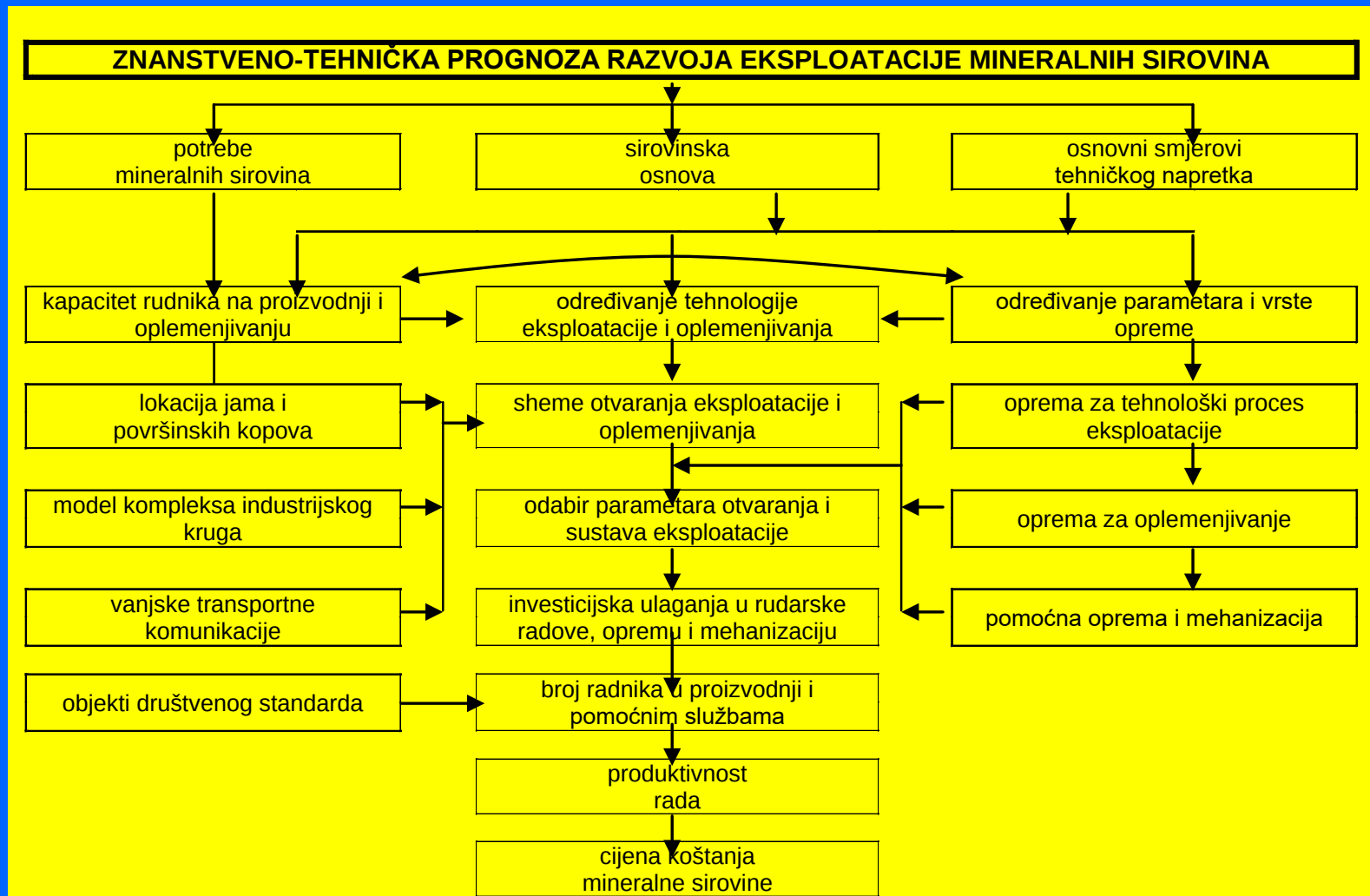


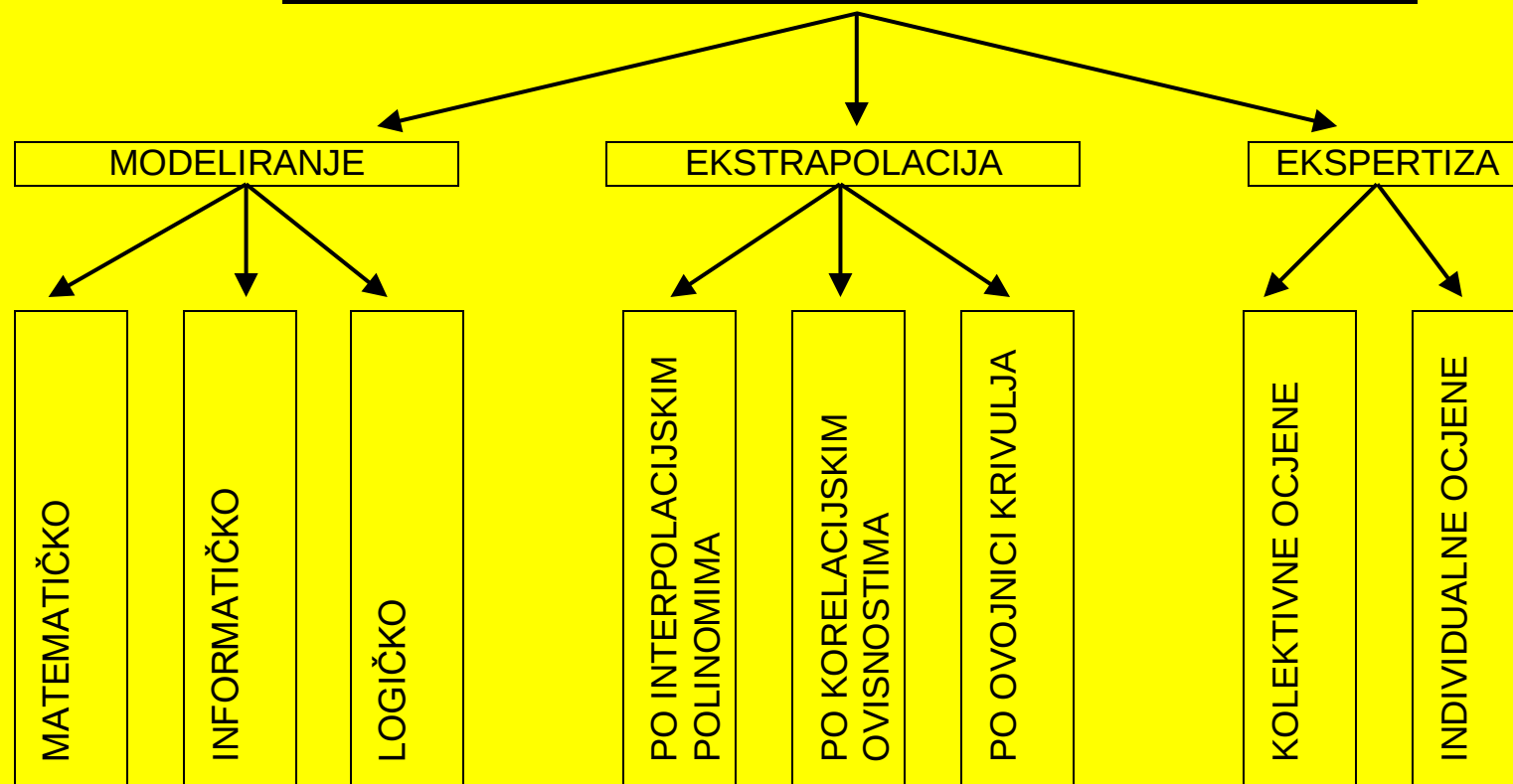
3. METODE ZNANSTVENO-TEHNIČKE PROGNOZE I PROJEKTIRANJA U RUDARSTVU

3.1. METODE ZNANSTVENO-TEHNIČKE PROGNOZE



Slika 3.1 Model znanstveno-tehničke prognoze

METODE ZNANSTVENO-TEHNIČKE PROGNOZE

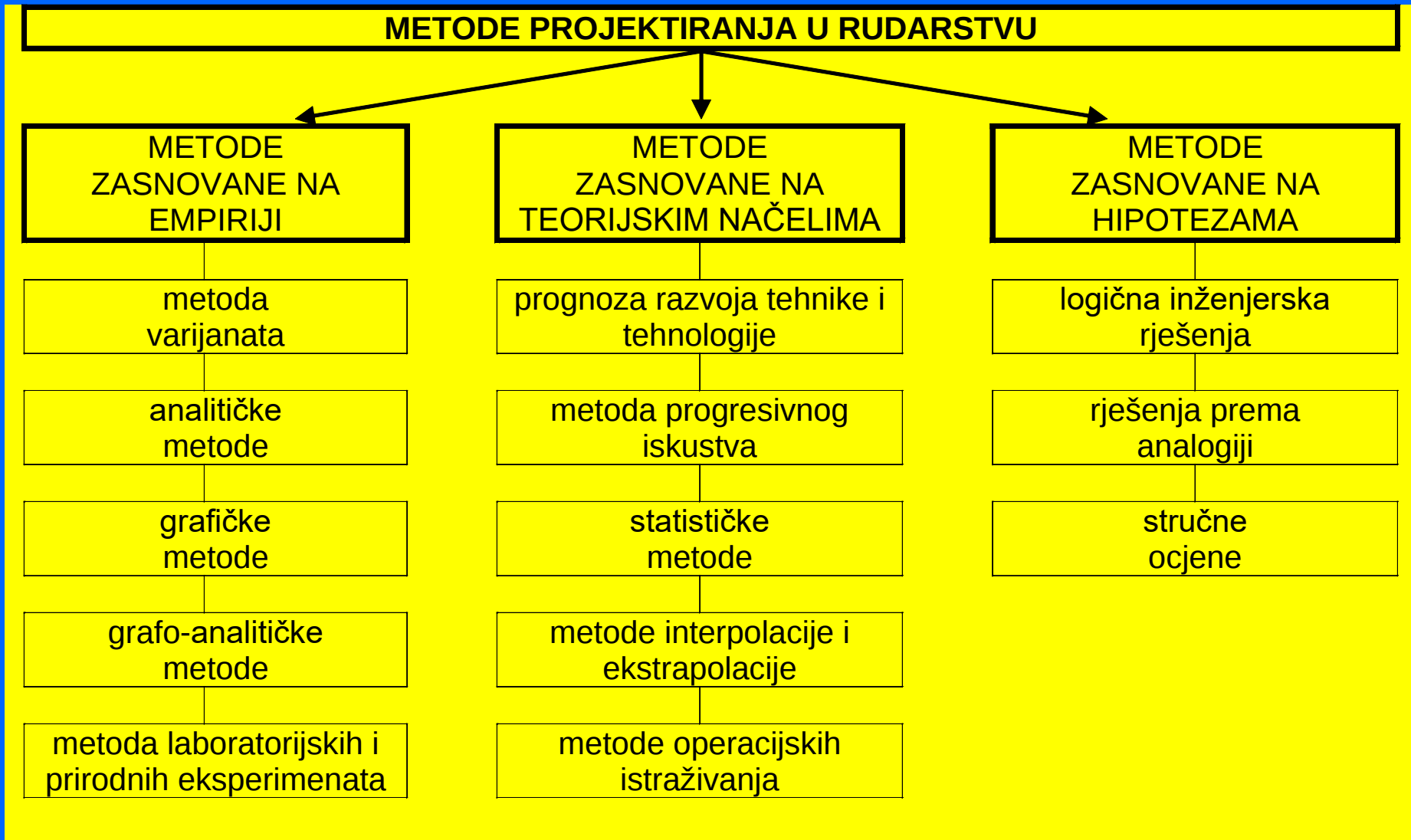


Slika 3.2 Metode znanstveno-tehničke prognoze

3.2. METODE PROJEKTIRANJA U RUDARSTVU

- Tradicionalne metode projektiranja
- Suvremene metode projektiranja

3.2.1. Tradicionalne metode projektiranja

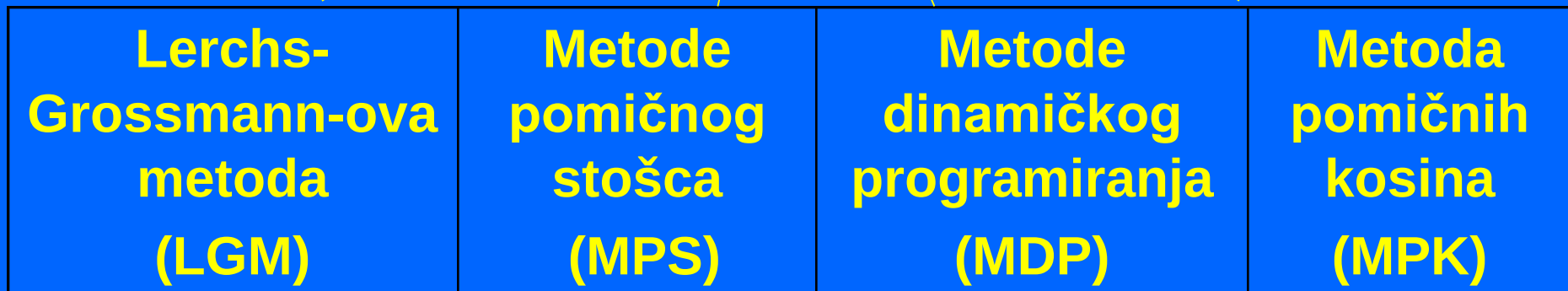


Slika 3.3 Tradicionalne metode

ZNAČAJKE TRADICIONALNIH METODA PROJEKTIRANJA

- manualna (ručna) obrada
- geološki okontureno ležište
- geometrijska analiza
- koeficijenti otkrivke
- višemjesečni rad za određivanje konture kopa
- veliki troškovi izrade projekta
- dobivanje približnih rezultata
- 2D prikaz grafike
- mala investicijska ulaganja

3.2.2. Suvremene metode projektiranja



ZNAČAJKE SUVREMENIH METODA PROJEKTIRANJA

- računalna tehnika rada
- računalni-blok model ležište
- financijska analiza
- ekonomski čimbenici
- dnevni rad za određivanje konture kopa
- niski troškovi izrade projekta
- dobivanje preciznih podataka
- 2D i 3D prikaz grafike
- velika investicijska ulaganja

TEHNO-EKONOMSKI KRITERIJI SUVREMENIH METODA

- **Optimalnost**
- **Stabilnost**
- **Kompatibilnost**

NUMERIČKI IZRAZI ZA PRORAČUN KONTURA POVRŠINSKOG KOPA

Osnovni izraz za netto vrijednost površinskog kopa

gdje je:

- P - netto dobit, novčanih jedinica
 E_U - ukupna količina mineralne sirovine izražena u ekvivalentu (ekv)
 C_t - tržišna cijena, nov.jed/ekv
 C_{pr} - prosječna proizv. cijena, nov.jed/ekv

$$P = E_U \cdot (C_t - C_{pr})$$

Prosječna-proizvodna cijena mineralne sirovine

gdje je:

- T_U - ukupni troškovi proizvodnje mineralne sirovine, (nov.jed.)

$$C_{pr} = \frac{T_U}{E_U}$$

Optimalizacija konture površinskog kopa s lijeva na desno izvodi se korištenjem izraza

gdje je:

- $P_{i,j,k}^{L-D}$ - vrijednost kopa, do bloka $b_{i,j,k}$ koji, uz stožac $S_{i,j,k}^{L-D}$, uključuje i najpovoljniju kosinu s desne strane

- $S_{i,j,k}^{L-D}$ - vrijednost kopa (s lijeva na desno) do kosine u kojoj blok ($b_{i,j,k}$) predstavlja najnižu razinu

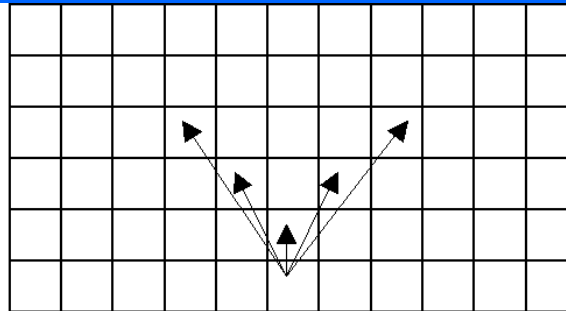
$$P_{i,j,k}^{L-D} = S_{i,j,k}^{L-D} + maks \left\{ \begin{array}{l} k_{i+1,j,k} \\ k_{i+1,j+1,k} \\ k_{i,j+1,k} \\ k_{i-1,j+2,k} \\ k_{i-2,j+3,k} \\ \vdots \\ k_{0,j+n,k} \end{array} \right\}$$

3.2.2.1. LERCHS-GROSSMANNOVA METODA

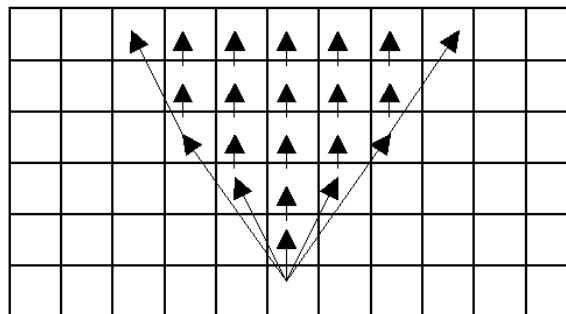
Redoslijed procesa

- Model geoloških i rudarskih rezervi
- Topografija terena
- Model regularizacije
- Proračun ekonskih vrijednosti
- Stabilnost kosina površinskog kopa
- Faze eksploatacije
- Optimalizacija površinskog kopa
- Spojeni model i rezultirajuće datoteke urađenih analiza
- Završna kontura kopa

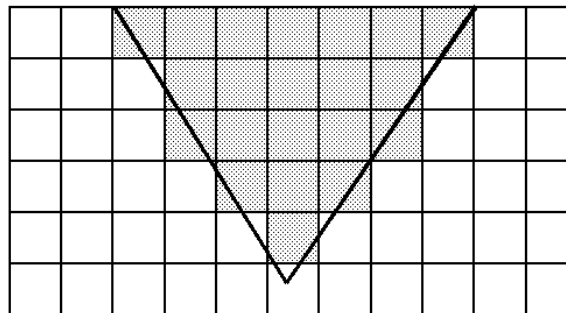
Određivanje potpunog obrnutog stošca u LG metodi



a) Pridruživanje parova lukova od najnižeg bloka



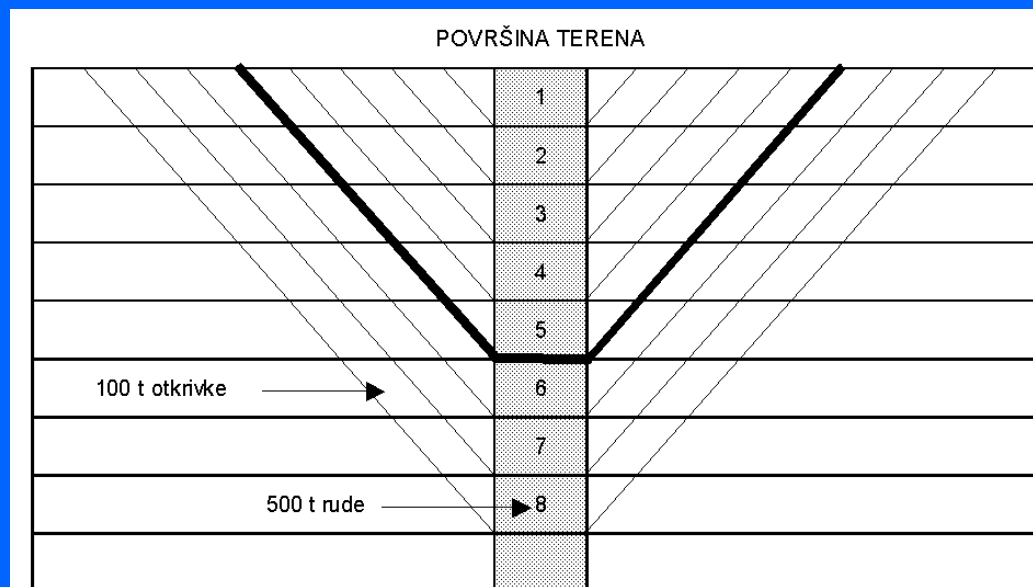
b) Pridruženi parovi lukova u završnoj konturi kopa



c) Postavljeni završni kut konture kopa

Slika 3.4

Određivanje optimalne konture površinskog kopa LG metodom



Pojednostavljeni poprečni presjek ležišta

Vrijednost pojedinačnih kopova

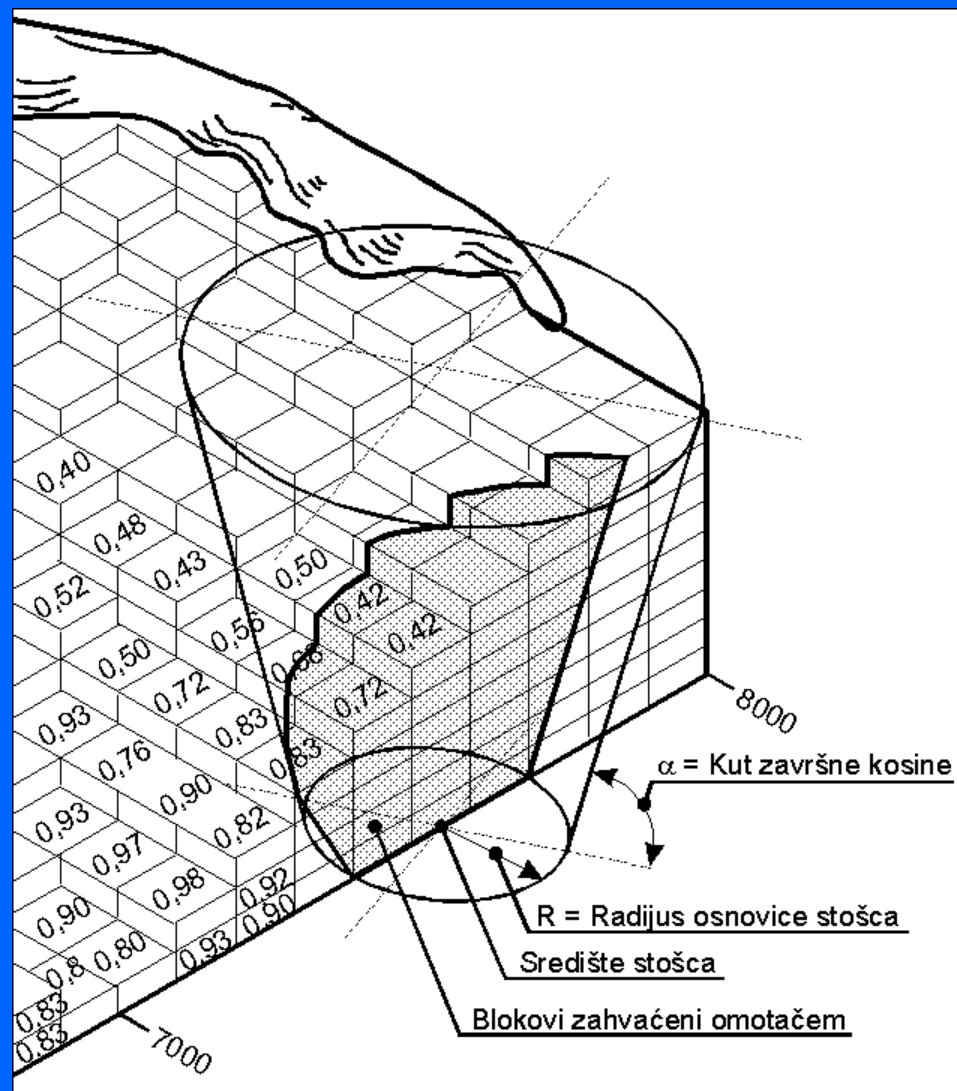
Troškovi eksploatacije i vrijednost mineralne sirovine za moguće konture kopa, nov.jed.			
Kontura	Vrijednost mineral. sirov.	Troškovi	Dobit
1	1000	100	900
2	1000	400	1600
3	1000	900	2100
4	1000	1600	2400
5	1000	2500	2500
6	1000	3600	2400
7	1000	4900	2100
8	1000	6400	1600

Slika 3.5

3.2.2.2. METODA POMIČNOG STOŠČA

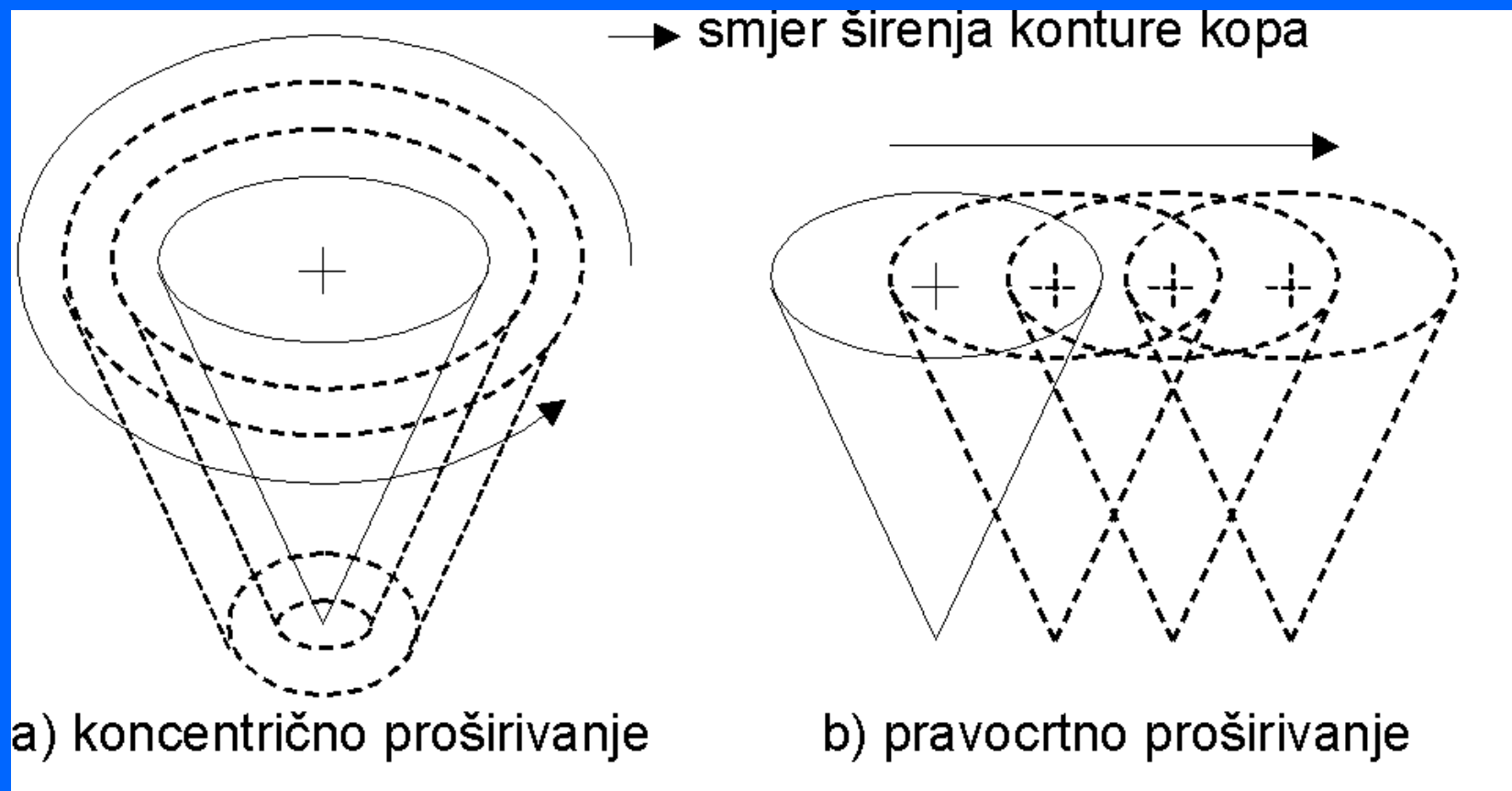
Redosljed procesa

- Unos podataka
- Diskretizacija i označavanje blokova
- Traženje najbogatijih blokova na najnižoj razini
- Generiranje računalnog izlaza



Slika 3.6 Formiranje konture MPS-om

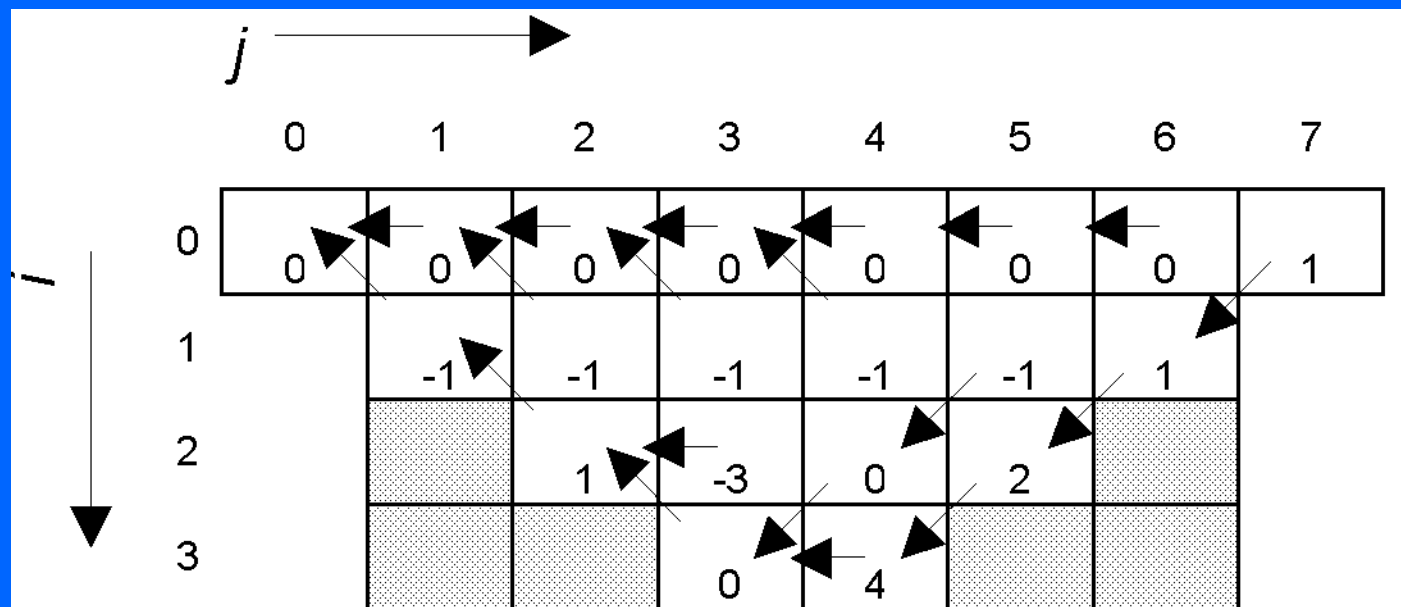
Proširivanje konture površinskog kopa Metodom pomičnog stošca



Slika 3.7

3.2.2.3. METODA DINAMIČKOG PROGRAMIRANJA

- Manje kvalitetna ležišta
- Nehomogena ležišta
- Minimalan rok optimalizacije konture kopa
- Formiranje konture odozgo prema dolje



Određivanje kontura površinskog kopa dinamičkim programiranjem

Slika 3.8

3.2.2.4. METODA POMIČNIH KOSINA (MPK)

- **Poticaj**
 - metoda prvenstveno za slojevita, a primjenjiva i za druge tipove ležišta
 - Ležišta ujednačene kvalitete mineralne sirovine
 - Prilagodba blok modela formi ležišta i nagibu završne kosine
 - Označavanje blokova utjecajnim čimbenicima (ekvivalent, troškovi, cijena, dobit)

Osnovne postavke-redosljed procesa u mpk

- Obrada ulaznih podataka
- Izrada geološkog modela ležišta
- Izrada blok modela-diskretizacija
- Označavanje blokova tehno-ekonomskim parametrima
- Izrada ekonomskog modela površinskog kopa
- Podređivanje blokova kosinama
- Optimalizacija kontura pomicanjem kosina s površine
- Uvođenje i određivanje optimalne, namjenske i granične konture površinskog kopa

TEORIJSKI MODELI

- Blago nagnuto ležište
- Strmo nagnuto ležište

Model blago nagnutog ležišta ugljena

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	30 0,273 110	60 0,455 132	60 0,732 10	60 0,313 0	60 0,800 0	60 0,271 0	60 0,417 0	60 0,357 0	60 0,357 0	60 0,366 0	60 0,250 0	60 0,380 0	60 0,221 0	60 0,351 0
2		28 0,389 72	66 0,344 192	70 0,933 36	70 0,317 0	70 0,486 11	70 0,417 0	70 0,417 0	70 0,427 0	70 0,292 0	70 0,443 0	70 0,257 35	70 0,409 0	
3			12 0,308 39	72 0,326 221	80 0,556 130	80 0,476 0	80 0,476 0	80 0,488 0	80 0,333 0	80 0,506 0	80 0,294 0	80 0,468 0		
4				6 0,429 14	54 0,321 168	90 0,536 168	90 0,600 14	90 0,375 0	90 0,570 0	90 0,331 0	90 0,526 0			
5						50 0,333 150	100 0,417 240	100 0,633 30	100 0,368 0	100 0,585 0				
6							44 0,344 128	94 0,346 272	110 0,643 120					
7	T=...nov.jed. C _{jed} ...nov.jed./J E=...J							18 0,353 51						

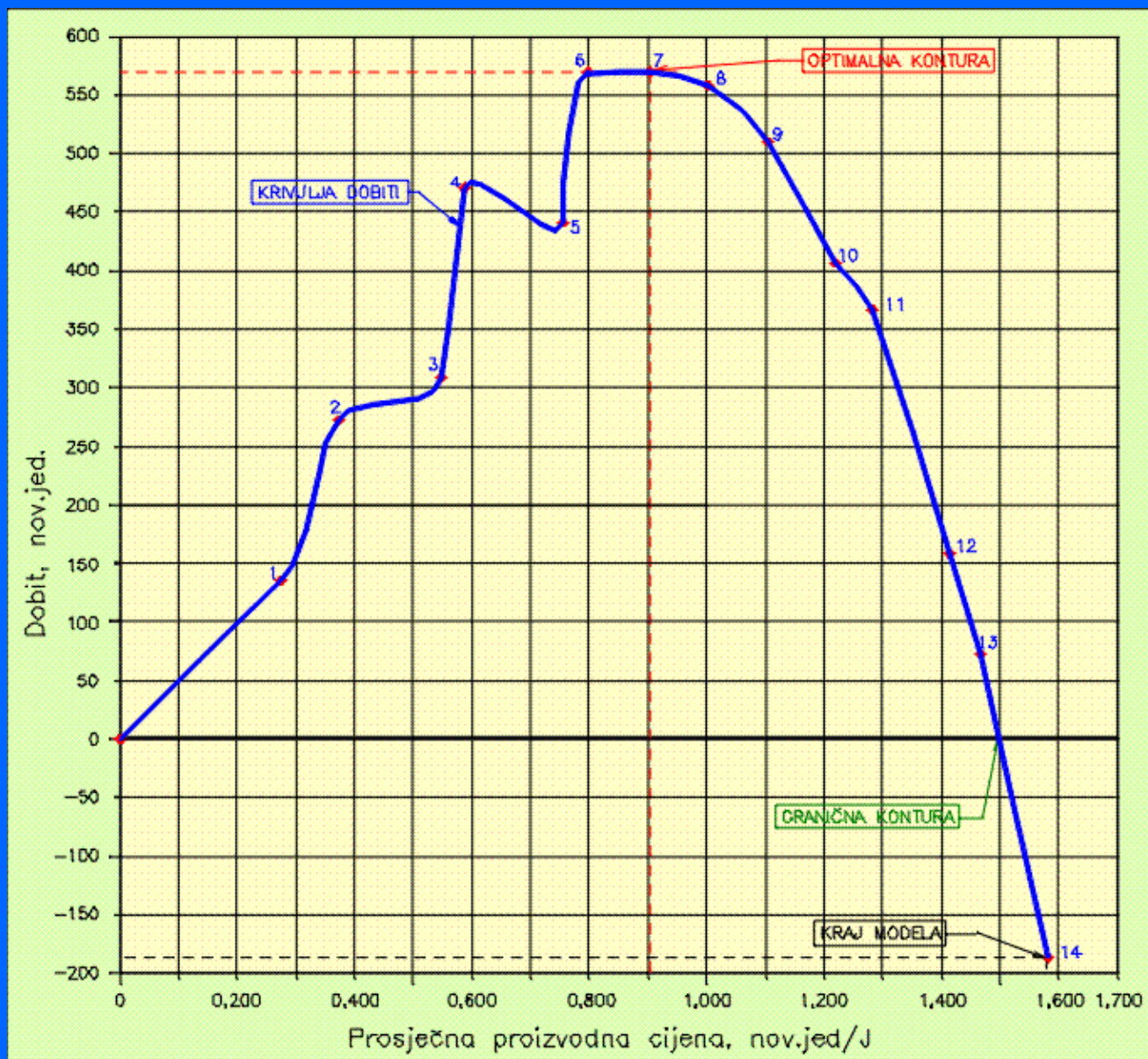
Slika 3.9

Izlazni rezultati

Broj konture	Stošac S _j	Tržišna cijena, C _t nov.jed./J	Troškovi T, nov.jed.		Ekvivalentna vrijed. E, J		Prosječna cijena C _{pr} , nov.jed./J		Dobit P=E*(C _t -C _{pr}), nov.jed.	
			U kosini	Kumulativ.	U kosini	Kumulativ.	U kosini	Ukupno	U kosini	Kumulativ.
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=(2)/(4)	(7)=(3)/(5)	(8)=(4)*((1)-(6))	(9)
1	11	1,500	30	30	110	110	0,273	0,273	135	135
2	12	1,500	60	90	132	242	0,455	0,372	138	273
3	22	1,500	88	178	82	324	1,073	0,549	35	308
4	23	1,500	126	304	192	516	0,656	0,589	162	470
5	33	1,500	142	446	75	591	1,893	0,755	-29,5	441
6	34	1,500	202	648	221	812	0,914	0,798	129,5	570
7	44	1,500	216	864	144	956	1,500	0,904	0	570
OPTIMALNA KONTURA										
8	45	1,500	264	1.128	168	1.124	1,571	1,004	-12	558
9	46	1,500	300	1.428	168	1.292	1,786	1,105	-48	510
10	56	1,500	350	1.778	164	1.456	2,134	1,221	-104	406
11	57	1,500	400	2.178	240	1.696	1,667	1,284	-40	366
12	67	1,500	444	2.622	158	1.854	2,810	1,414	-207	159
13	68	1,500	494	3.116	272	2.126	1,816	1,466	-86	73
GRANIJENA KONTURA										
14	78	1,500	528	3.644	179	2.305	2,950	1,581	-259,5	-187
KRAJ MODELA										

Slika 3.10

Dijagram dobiti



Slika 3.11

Slika 312

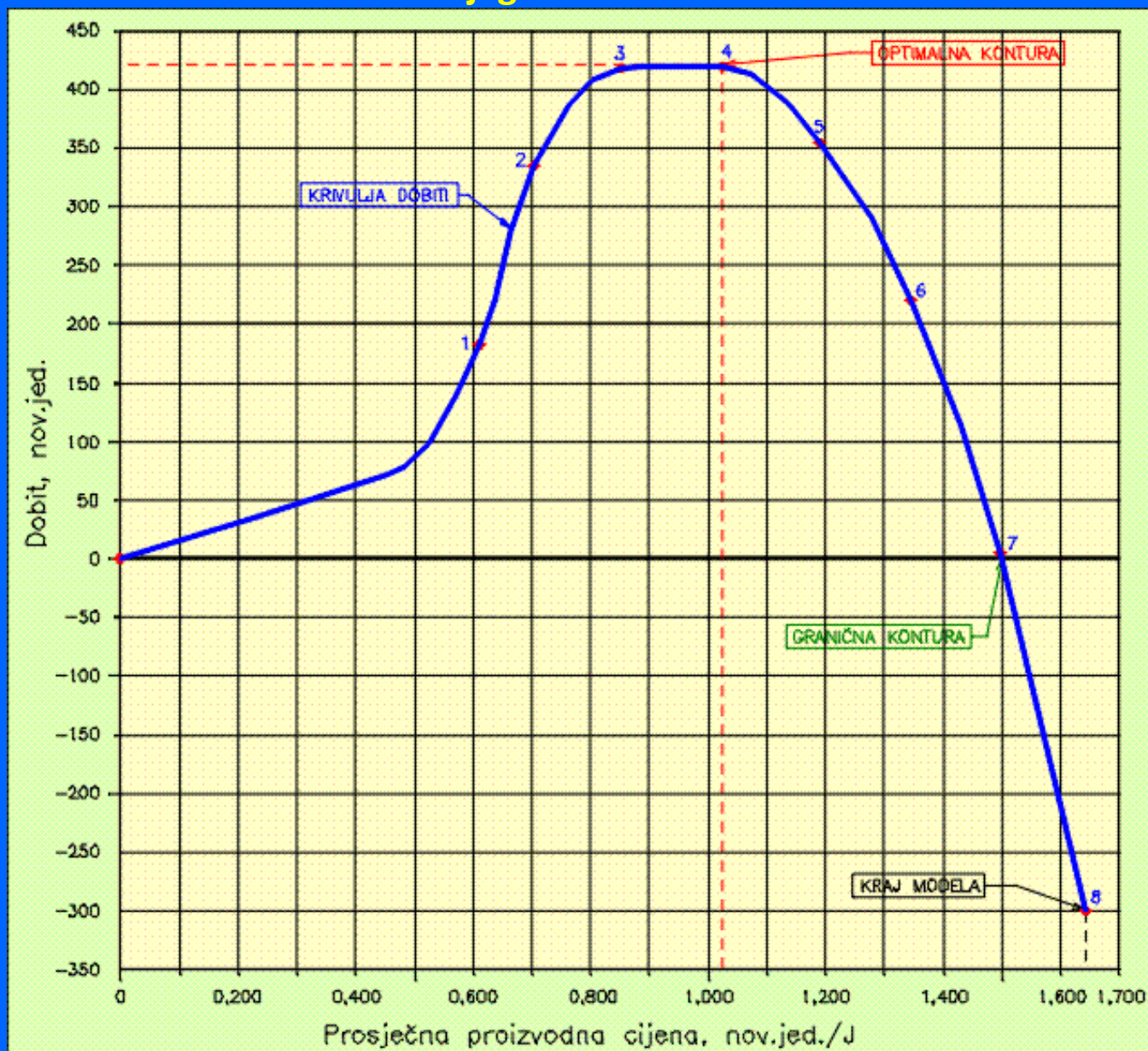
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	30 0,086 0	30 0,094 0	30 0,103 0	30 0,115 0	30 0,128 0	30 0,133 0	30 0,140 0	30 0,146 0	30 0,146 0	30 0,146 0	30 0,140 0	30 0,133 0	30 0,128 0	30 0,115 0	30 0,103 0	30 0,094 0	30 0,086 0
2		35 0,100 0	35 0,109 0	35 0,121 0	35 0,135 0	35 0,1489 0	35 0,156 0	35 0,163 0	35 0,171 205	35 0,163 0	35 0,156 0	35 0,1489 0	35 0,135 0	35 0,121 0	35 0,109 0	35 0,100 0	
3			40 0,114 0	40 0,125 0	40 0,138 0	40 0,154 0	40 0,170 0	40 0,178 0	40 0,186 215	40 0,178 0	40 0,170 0	40 0,154 0	40 0,138 0	40 0,125 0	40 0,114 0		
4				45 0,129 0	45 0,141 0	45 0,155 0	45 0,173 0	45 0,191 0	45 0,200 225	45 0,191 0	45 0,173 0	45 0,155 0	45 0,141 0	45 0,129 0			
5					50 0,143 0	50 0,156 0	50 0,172 0	50 0,192 0	50 0,213 235	50 0,192 0	50 0,172 0	50 0,156 0	50 0,143 0				
6						55 0,157 0	55 0,172 0	55 0,190 0	55 0,212 260	55 0,190 0	55 0,172 0	55 0,157 0					
7							60 0,171 0	60 0,188 0	60 0,207 290	60 0,188 0	60 0,171 0						
8								65 0,186 0	65 0,203 320	65 0,186 0							
9	T=...nov.jed. C _{jed} ...nov.jed./J E=...J								70 0,200 350								

Izlazni rezultati

Broj konture	Stoćak S _{ij}	Trđšna cijena, C _t nov.jed./J	Troškovi T, nov.jed.		Ekvivalentna vrijed. E, J		Prosječna cijena C _{pr} , nov.jed./J		Dobit P=E*(C _t -C _{pr}), nov.jed.	
			U kosini	Kumulativ.	U kosini	Kumulativ.	U kosini	Ukupno	U kosini	Kumulativ.
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=(2)/(4)	(7)=(3)/(5)	(8)=(4)*((1)-(6))	(9)
1	29	1,500	125	125	205,00	205	0,610	0,610	182,5	182,5
2	39	1,500	170	295	215,00	420	0,791	0,702	152,5	335,0
3	49	1,500	255	550	225,00	645	1,133	0,853	82,5	417,5
4	59	1,500	350	900	235,00	880	1,489	1,023	2,5	420,0
OPTIMALNA KONTURA										
5	69	1,500	455	1.355	260,00	1.140	1,750	1,189	-65	355,0
6	79	1,500	570	1.925	290,00	1.430	1,966	1,346	-135	220,0
7	89	1,500	695	2.620	320,00	1.750	2,172	1,497	-215	5,0
GRANIĖNA KONTURA										
8	99	1,500	830	3.450	350,00	2.100	2,371	1,643	-305	-300,0
KRAJ MODELA										

Slika 3.13

Dijagram dobiti

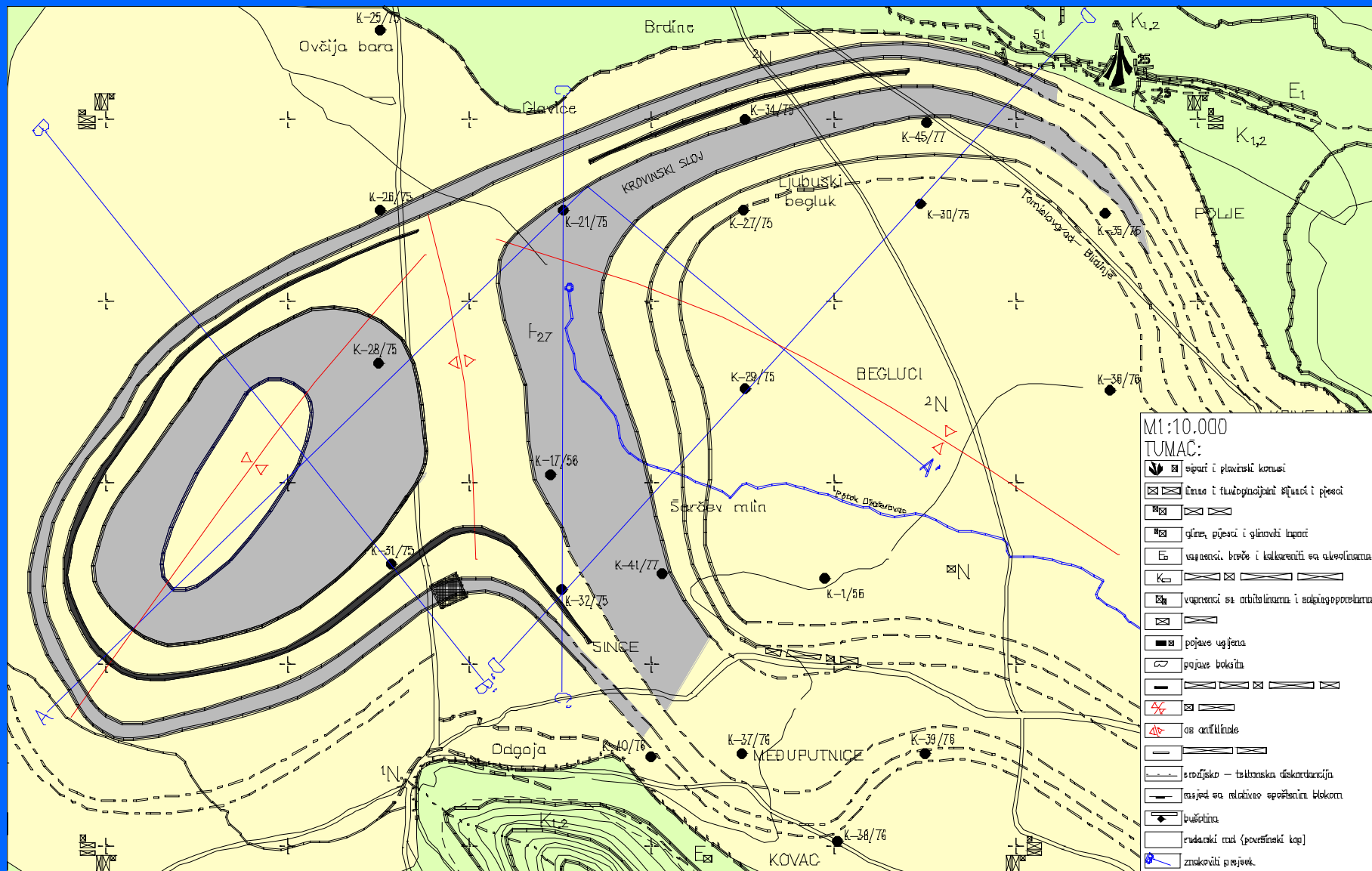


Slika 3.14

OPTIMALIZACIJA KONTURA POVRŠINSKOG KOPA NA PRIMJERU LEŽIŠTA “KONGORA”

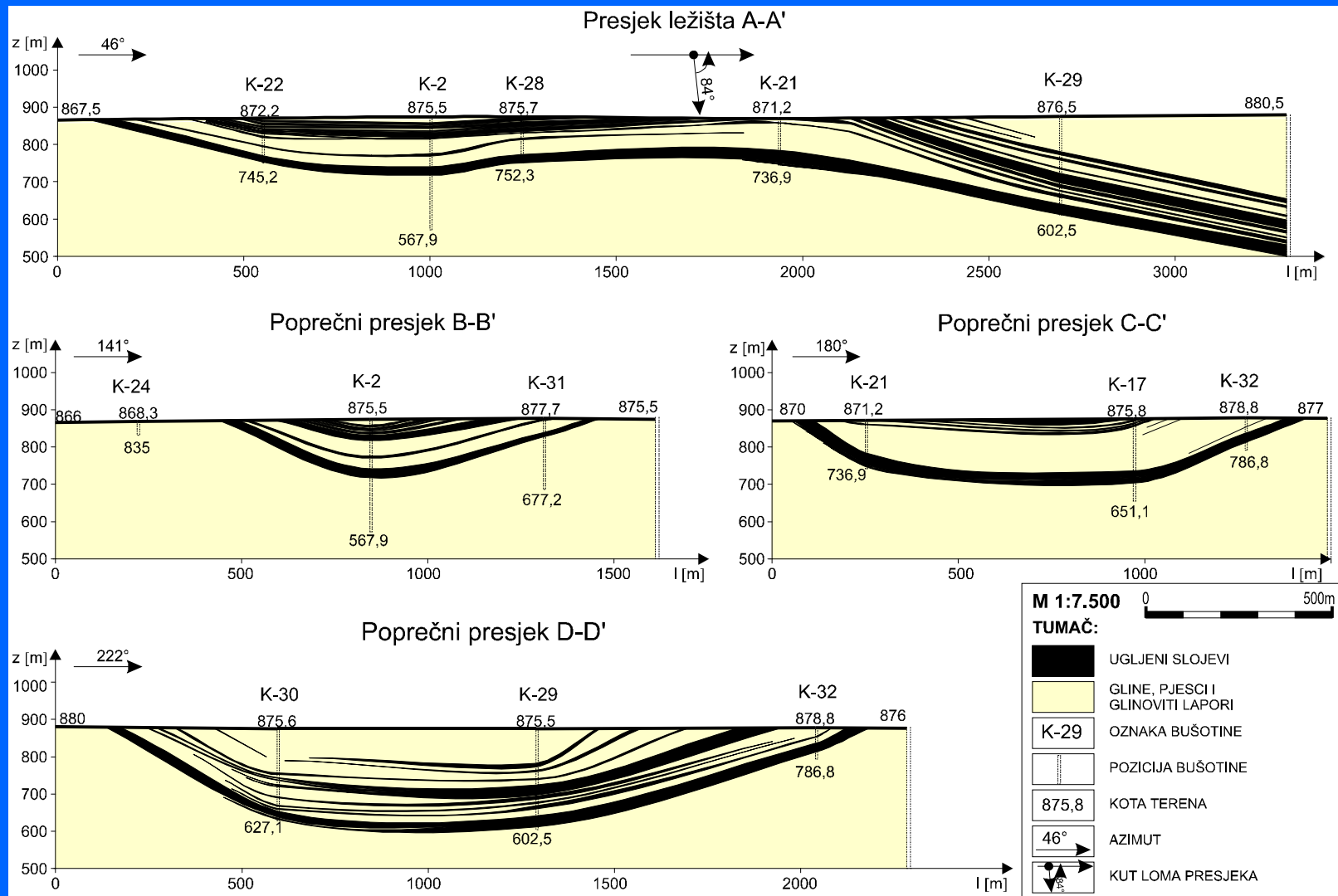
- Ležište ugljena (lignita) u Duvanjskom polju
- Istraživanje trajalo od 1956. do 1975. godine
- Izrađena 31 bušotina (najdublja 320 m)
- Urađeno 156 analiza
- Izrađeno preko 30 pisanih dokumenata (elaborati, studije, ekspertize, znanstveni i stručni radovi)
- Utvrđena četiri ugljena sloja s nizom proslojaka
- Utvrđeno oko 206 milijuna tona bilančnih rezervi
- Utvrđena prosječna toplinska vrijednost oko 7000 kJ/kg
- Razmatrana mogućnost potencijala termoelektrane od 300 do 600 MW snage

Situacijska karta ležišta "Kongora"



Slika 3.16

Geološki presjeci ležišta "Kongora"



Slika 3.17

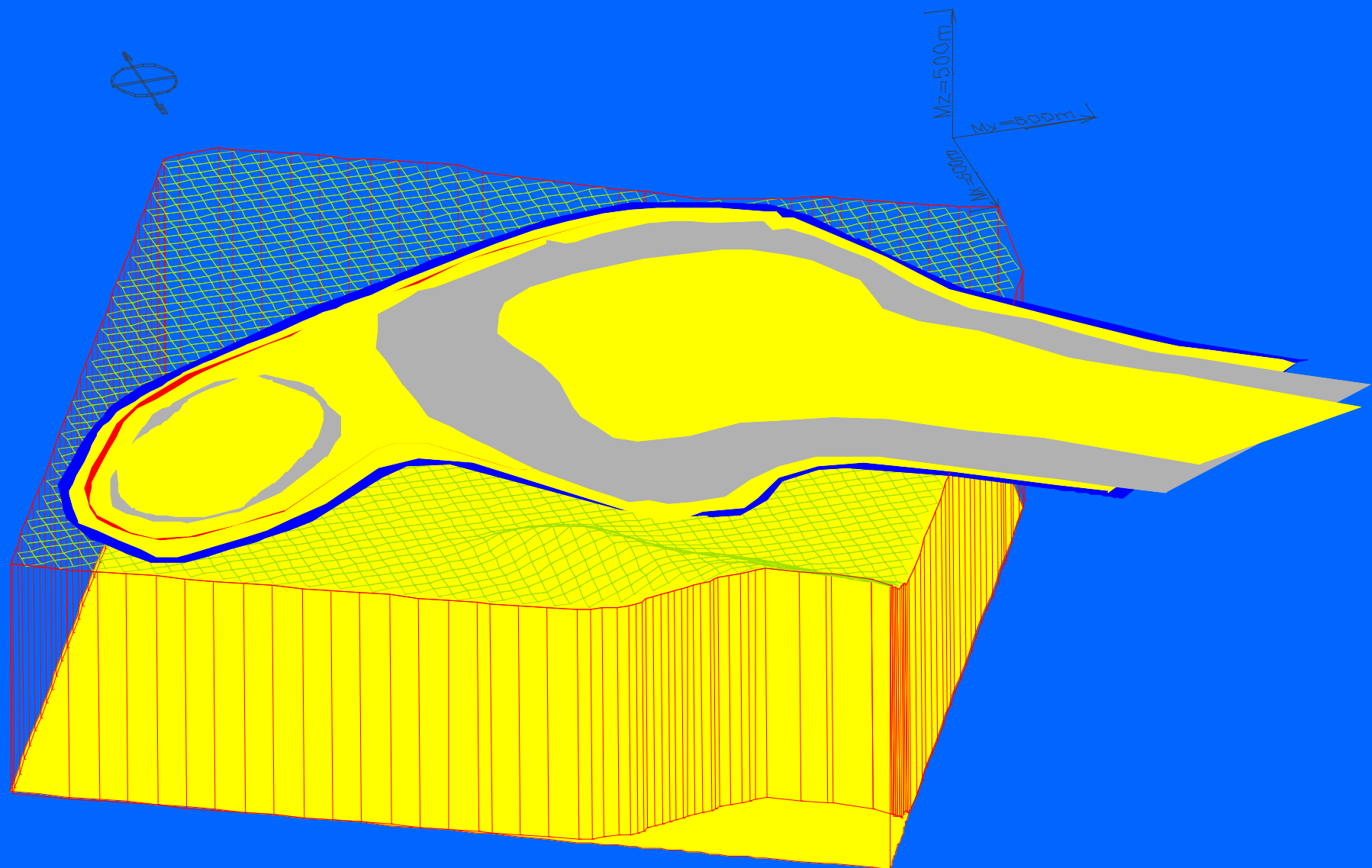
Značajke optimalizacije na ležištu Kongora

- Primjena Metode pomičnih kosina
(Pomoću namjenskih programa)
- Postavljanje ekonomskih-ekstremnih uvjeta
za optimalnu i graničnu konturu kopa
- Postavljanje tehničko-tehnoloških uvjeta za namjensku
konturu (snaga termoelektrane, vijek eksploatacije)
- Računalna obrada podataka

POSTUPAK PRIMJENE MPK

- **Računalna tehnika i namjenski programi:**
 - Surfer (prebacivanje-export podataka)
 - Microstation (2D i 3D prikaz, proračun obujma i površine)
 - SITEWORKS (dodatni alat za microstation)
 - Microsoft Excel (obrada ulaznih i proračun izlaznih vrijednosti)
 - Microsoft Word, program za pisanje i obradu teksta.

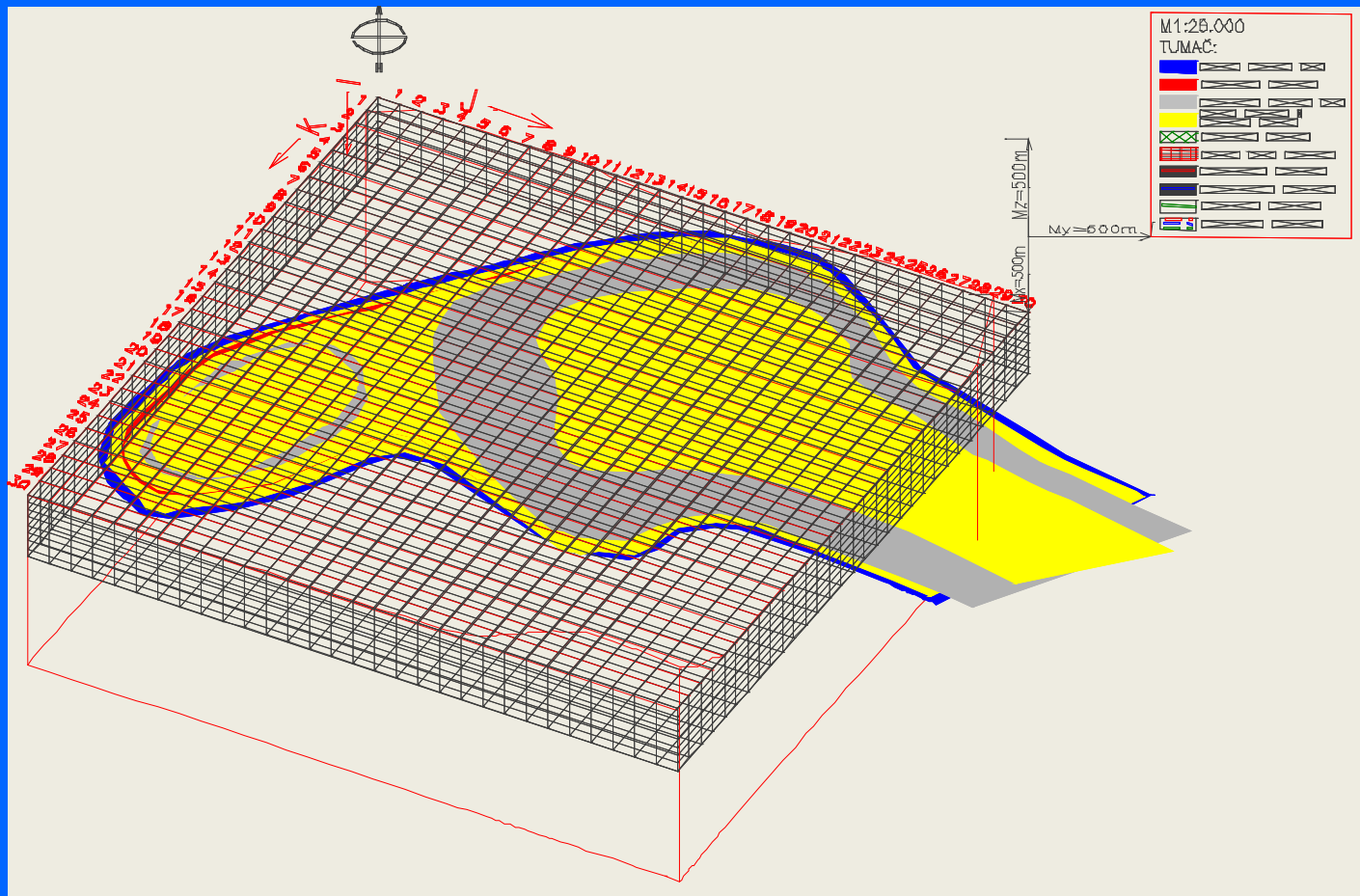
Geološki model ležišta



Slika 3.18

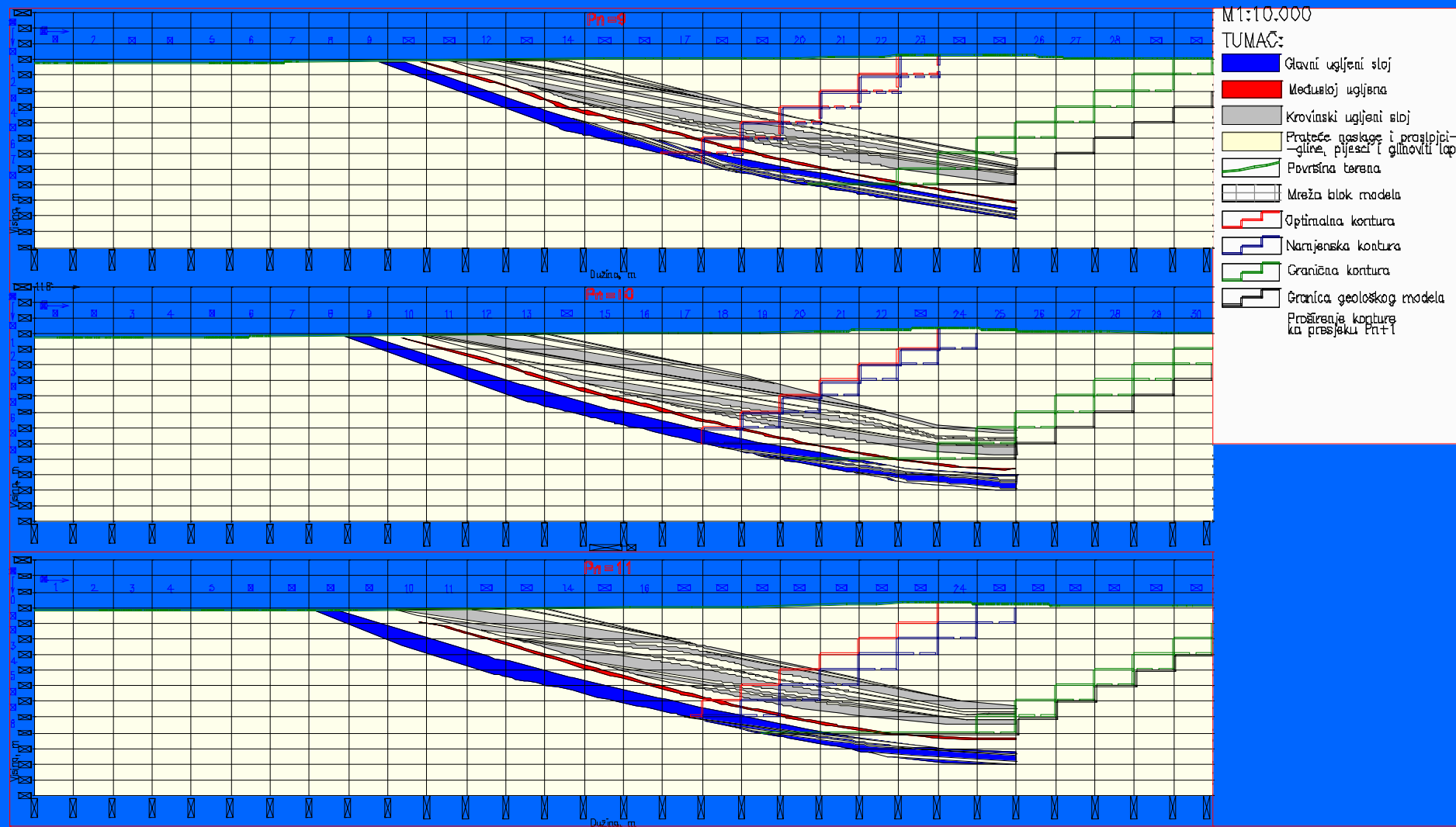
Blok model ležišta

- 30 kolona
- 30 stupaca
- 8 razina (redova)
- Oko 7.500 blokova
- Diskretizacija 100x100x40 m



Slika 3.19

Presjeci modela (30 kom)



Slika 3.20

Formiranje geološke baze podataka

- Excel
- 350.000 ćelija-podataka (300 str. A4 formata)
- 7 MB memorije

Formiranje ekonomskog modela

- Excel
- 200.000 ćelija-podataka (150 str. A4 formata)
- 3 MB memorije

Određivanje optimalne, namjenske i granične konture površinskog kopa

- Postavljanje uvjeta
- Proces pretraživanja i utvrđivanja
- kontura prema načelima i uvjetima

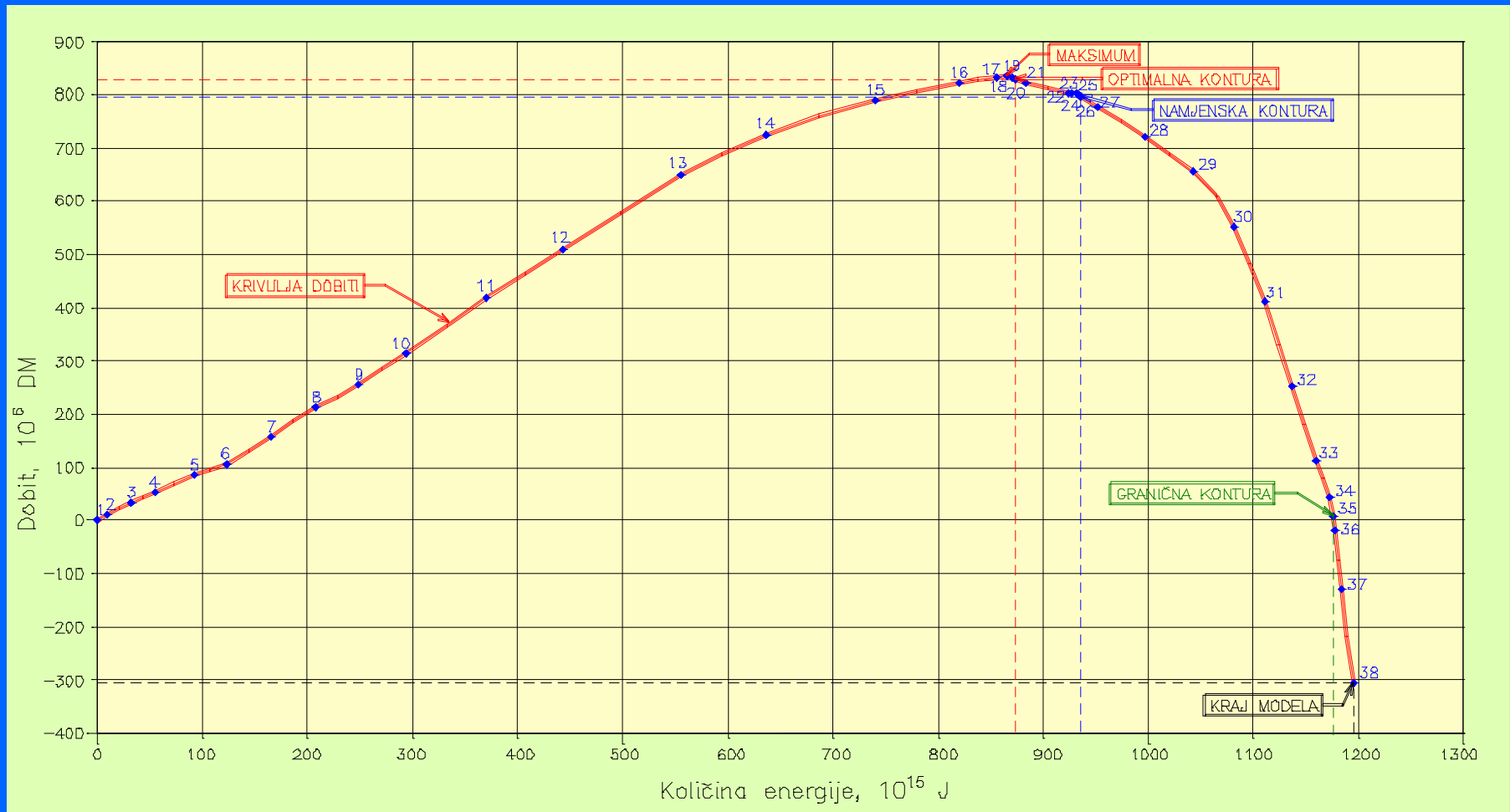


Slika 3.21

Tablica 3.1 Izlazni rezultati optimalizacije

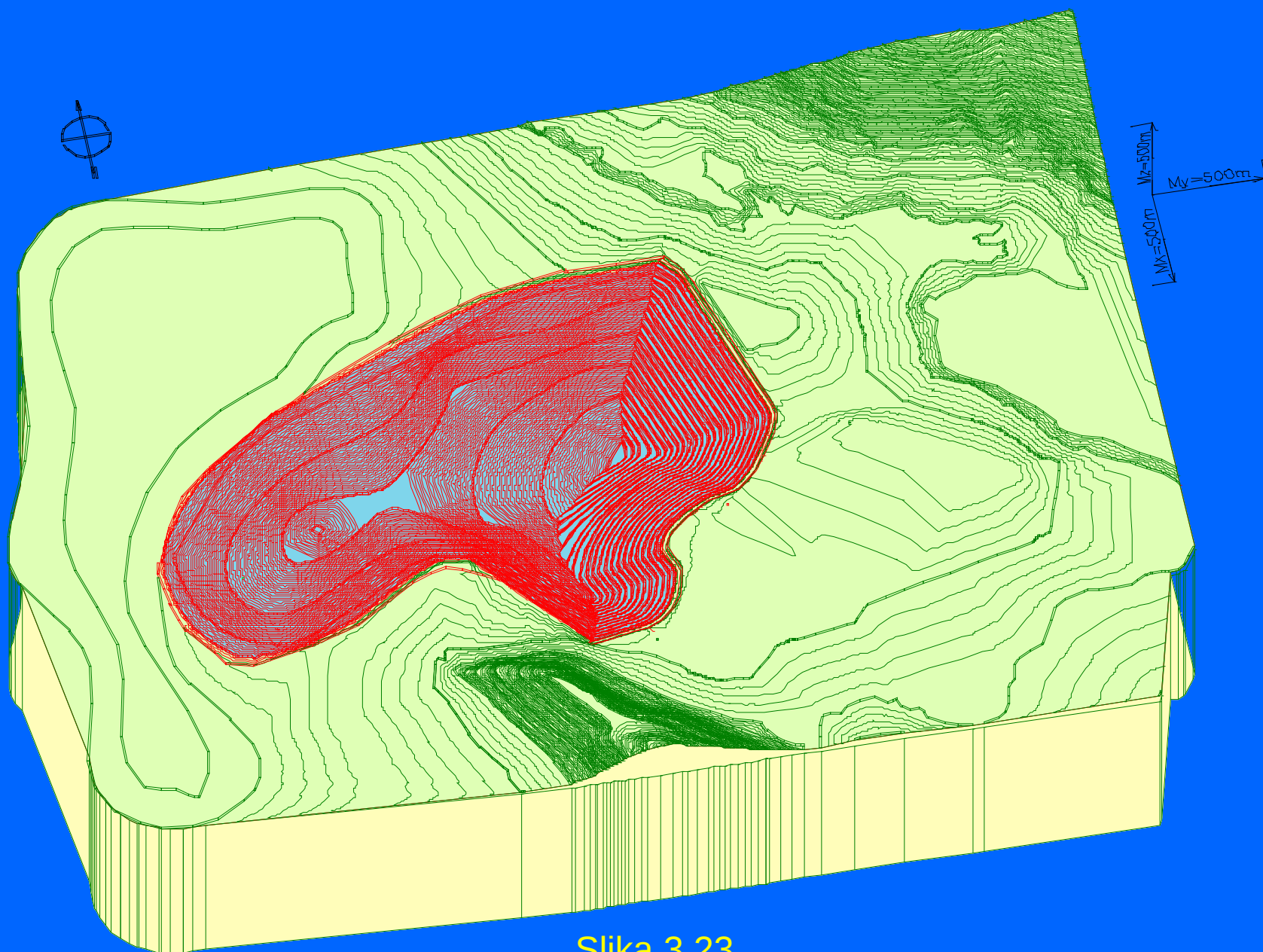
Značajka	Uvjeti za konturu		
	Optimalna maksimum	Namjenska tehnološki	Granična minimum
Snaga termoelektrane, MW	-	500	-
Količina ugljena, milijuna tona	119	128	164
Prosječna toplinska vrijednost, kJ/kg	7325	7282	7180
Ukupna energija, PJ	871	935	1174
Proizvodna cijena, DM/GJ	2,15	2,26	3,10
Vijek eksploatacije	33	35,5	44

Krivulja dobiti prema MPK-u



Slika 3.22

3D prikaz optimalne konture površinskog kopa "Kongora"



Slika 3.23

3.2.3. Usporedba tradicionalnih i suvremenih metoda

- a) **suvremene metode** polaze od izrade **3D računalnog modela rudnog tijela**, tj. podjele ležišta na blokove, a **tradicionalne** od geološki **2D okonturenog rudnog tijela**,
- b) **optimalno rješenje u suvremenim metodama se dobiva financijskim analizama blokova** utemeljenom na optimalnom redoslijedu otkopavanja, a **tradicionalne metode su bazirane na geometrijskoj analizi i koeficijentima otkrivke**,
- c) **suvremene metode ne poznaju pojam koeficijent otkrivke** jer je to **promjenjiva veličina** u vremenu, a **tradicionalne metode definiraju koeficijente otkrivke još u fazama izrade projekata** i održavaju ih tako definiranim do kraja eksploatacije ležišta (a poznato je da **cijena mineralne sirovine na tržištu varira** skoro svakodnevno),
- d) **za iznalaženje optimalnog rješenja suvremenim metodama potrebno je nekoliko sati računalnog (CPU) vremena**, a **kod tradicionalnih metoda to iznosi i po nekoliko mjeseci**,
- e) **troškovi projektiranja tradicionalnim metodama su nemjerljivo veći od troškova projektiranja suvremenim metodama**,
- f) **suvremene metode omogućavaju 3D prikaz** svih objekata što ostvaruje veću realnost u promatranju objekta, dok su **tradicionalne metode bazirane isključivo na 2D prikazu**,
- g) **za rad na suvremenim metodama projektiranja potrebna su veća investicijska ulaganja** (posjedovanje računalne opreme i namjenskih programa) **nego što je to potrebno za tradicionalne metode projektiranja**.

3.2.4. Primjena računalnih programa u projektiranju rudarskih radova

3.2.4.1. Podjela primijenjenih računalnih programa

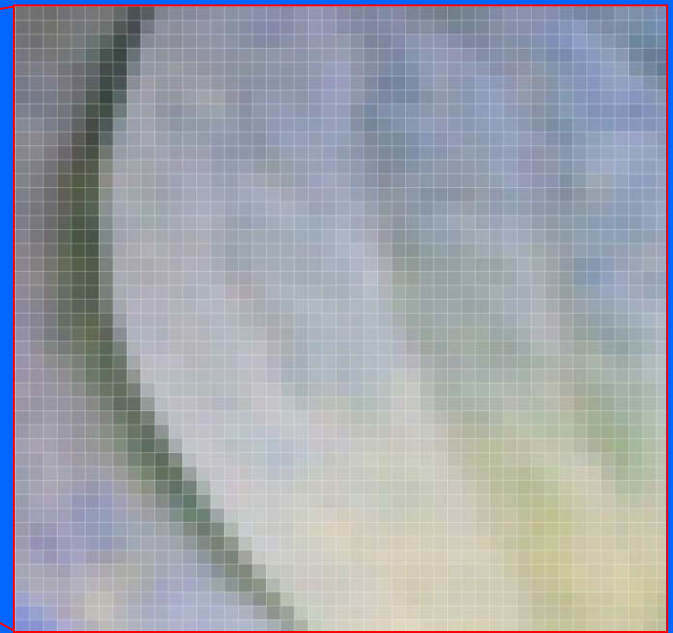
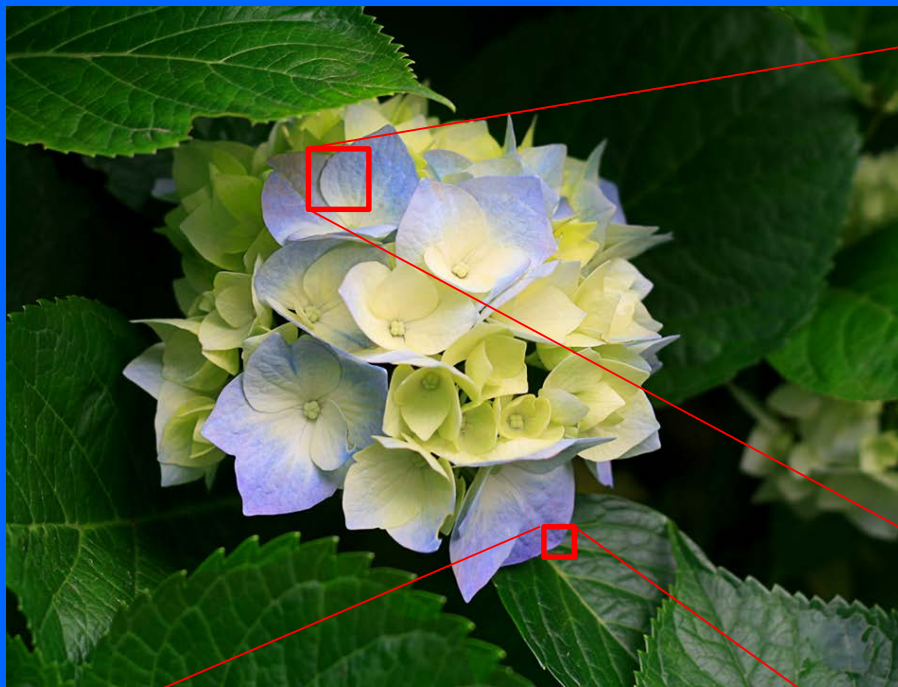
Tablica 3.2

Profesionalni rudarski ili geološki programi	Namjenski programi za obradu baza podataka	Programi za izvedbu različitih proračuna	Programirane baze podataka	Programi za grafičku obradu podataka
Datamine Vulcan Surpac i dr.	Oracle Access, I dr.	Lotus 1-2-3 Excel Statgraphics I dr.	Fortran Pascal Basic, C Cobol I dr.	Photoshop, Bentley: (Microstation Power Civil ORD i dr.), Autocad Surfer Grapher I dr.

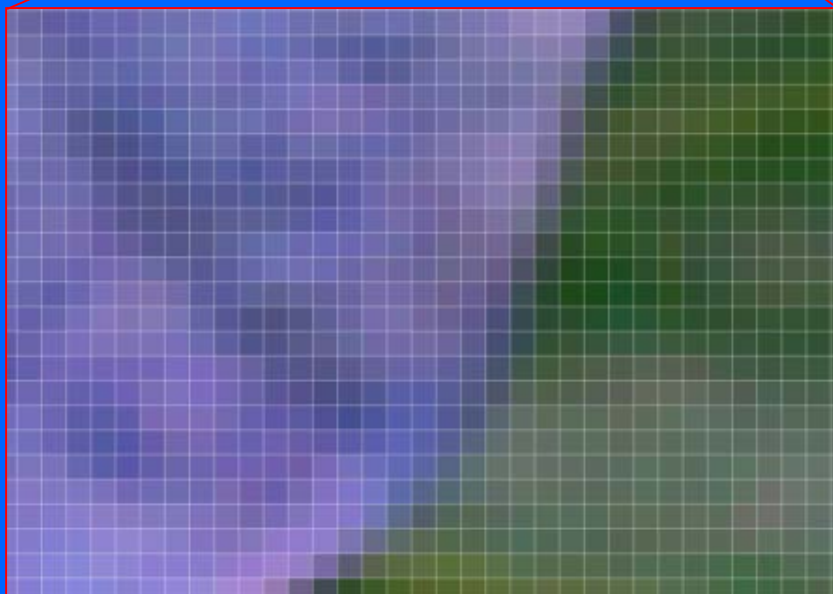
3.2.4.2. Kreiranje i obrada grafike u računalnim programima

3.2.4.2.1. Rasterska grafika

- Rasterska grafika predstavlja prikaz crteža, slika, fotografija i sl. pomoću bit mape, odnosno pixela (točaka), u programima kao što su Photoshop, Corel Photopaint i dr.
- Jedan pixel odgovara memorijskom prostoru (jedinici) od jednog bita.



Uvećanje 8x



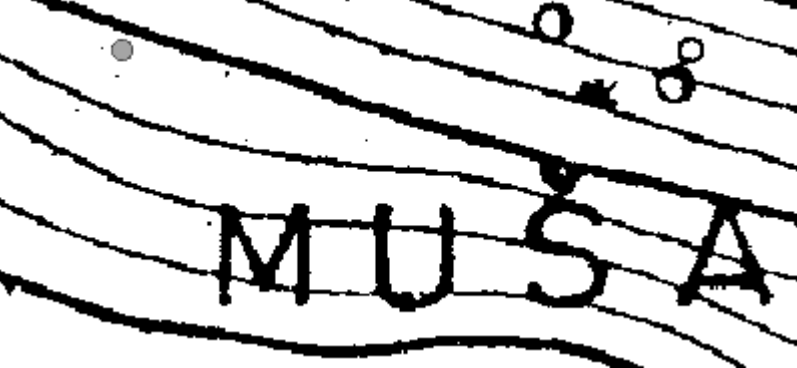
Uvećanje 20x

Slika 3.24

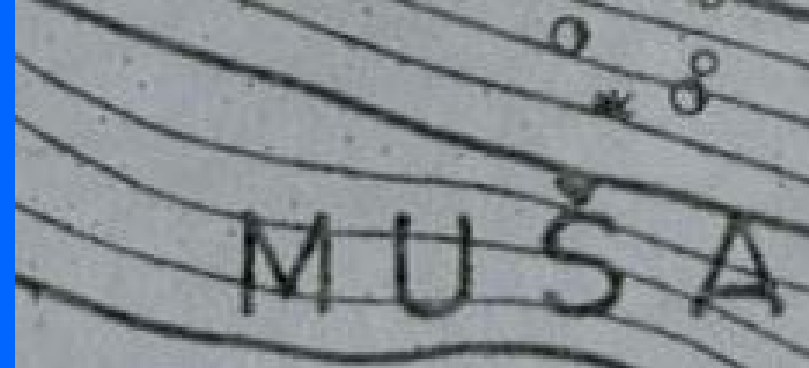
Uvećavanje dijela rasterske slike

RASTERI SE MOGU PRIKAZATI U ČETIRI OSNOVNA OBLIKA:

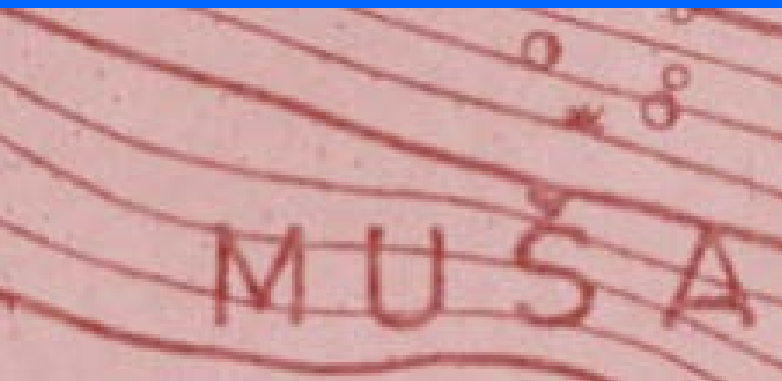
- Jednobitni (Line art), crne točke na bijeloj podlozi
- Sivi (Gray scale), tonovi boja od bijele, sive do crne
- Višebojni, kombinacija dvije ili više toniranih boja (crno-crveno)
- Kolor prikazi, kombinacija RGB (red-green-blue) ili CMYK (Cyan, magenta, yellow, key-black) boja (255 nijansi+bijela)



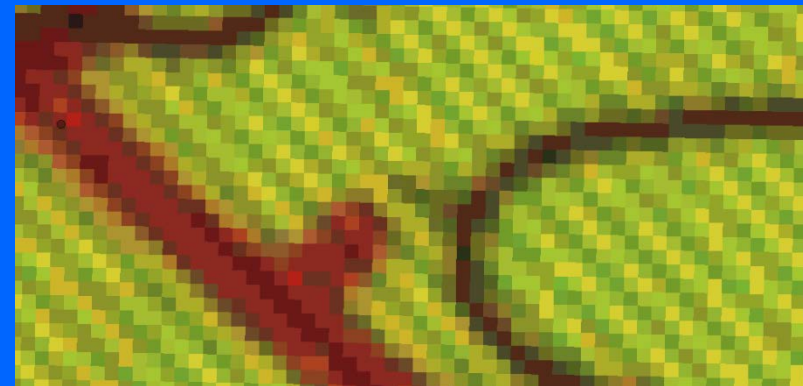
Jednobitni (Line art) prikaz (rle format)



Sivi (Gray scale) prikaz (jpg format)



Višebojni prikaz (crno-crveno)
(rlc format)



Kolor prikaz, RGB (red-green-blue) ili
CMYK (Cyan, magenta, yellow, key-black)
rgb format

Slika 3.25 Prikaz rasterskih oblika

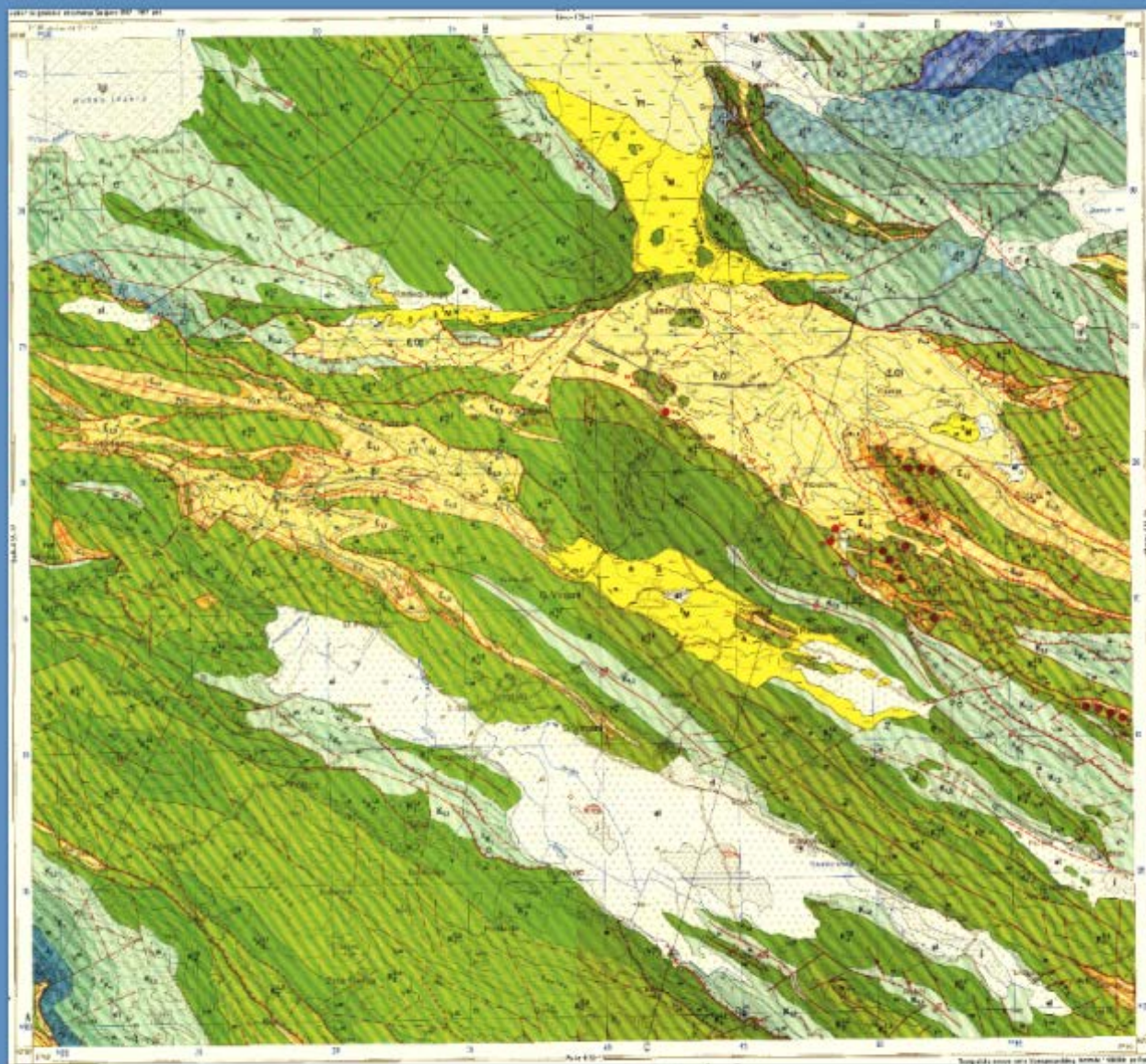
Primjena rasterske grafike

Cad programi (microstation, autocad i dr.)

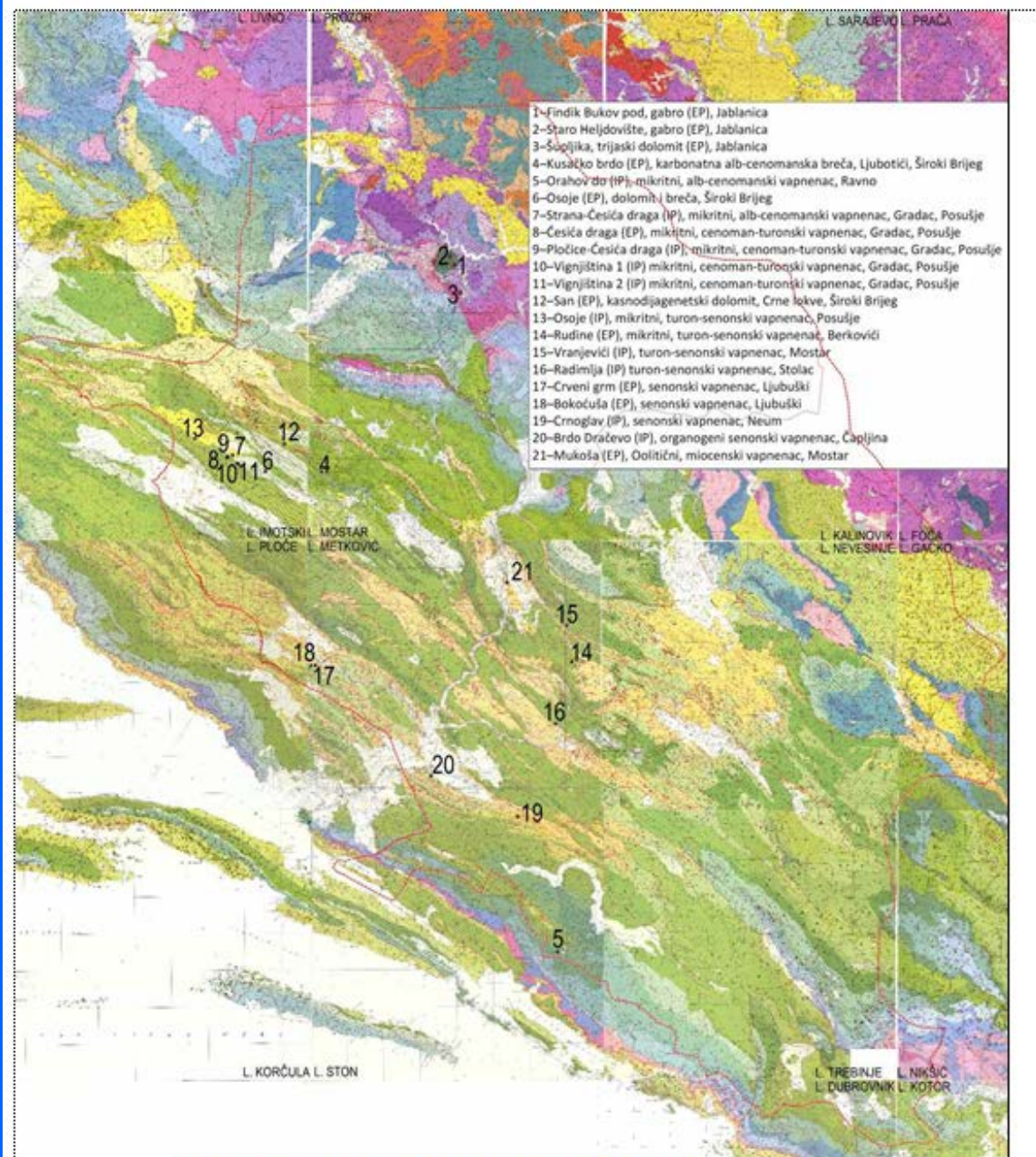
Rasterski programi (photoshop, google earth i dr.)

Prezentacijski programi (word, excel, powerpoint i dr.)

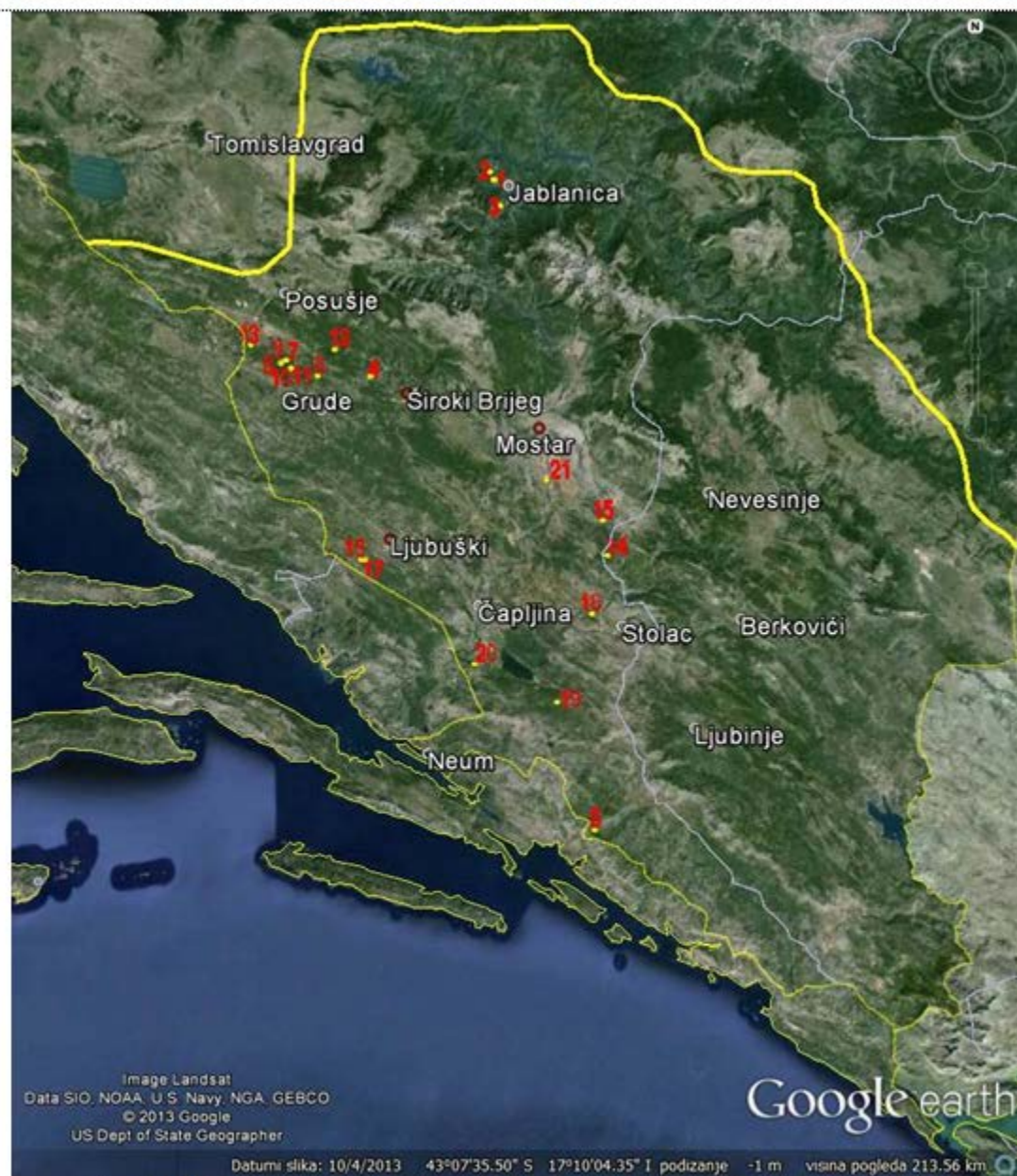




Slika 3.28 Prikaz izrezane karte: središnjeg dijela (imotski.jpg)



Slika 3.29 Položaj ležišta a-gk na OGK Hercegovine, M1:100 000, umanjeno na 1:1 000 000
 (listovi: Livno, Prozor, Sarajevo, Prača, Imotski, Mostar, Kalinovik, Foča, Ploče, Metković, Nevesinje, Gacko, Korčula, Ston, Trebinje, Nikšić, Dubrovnik, Kotor)



Slika 3.30 Položaj ležišta arhitektonsko-građevnog kamena koja se istražuju i eksploatairaju na području Hercegovine

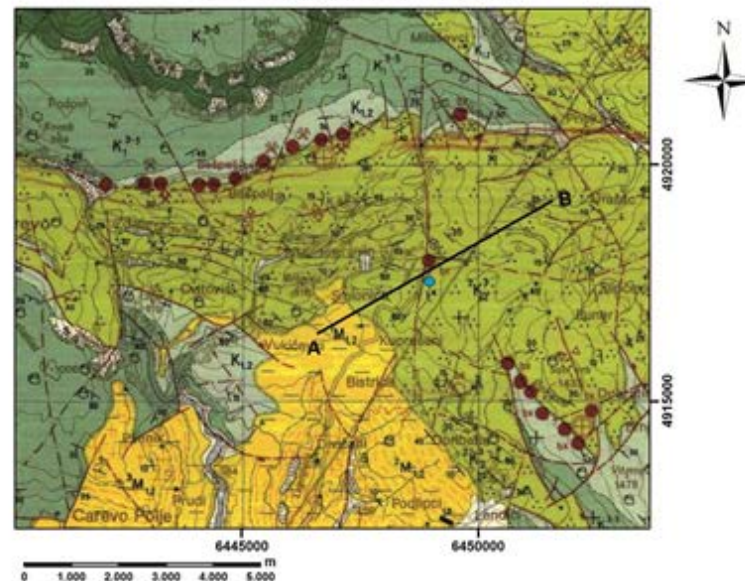


Slika 3.31 Karta područja predviđenog za istraživanje, M1:50 000

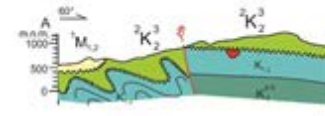
GEOLOŠKA KARTA ŠIREG PODRUČJA CRVENE STIJENE

1: 100 000

(OGK, list Jajce, Marinković i Ahac, 1979.)



GEOLOŠKI PROFIL A-B
1: 100 000



LEGENDA:

	sipari		os antiklinalne i sinklinalne, uspravne ili kose
	vapnenci (sedra)		os antiklinalne i sinklinalne, prevrnuće ili polegle
	lapori i gline s ugljenom		režnji bez oznake karaktera: utvrđeni, pretpostavljeni, tectonički utvrđeni
	konglomerati		relativno spuštani blok
	fil: konglomerati, kalkareniti		čelo navlake
	uslojeni do blokovi vapnenci		mikroflora, mikrofauna
	vapnenci sa kalcingoporelama i orbitolinama		ležište i pojava boksita
	vapnenci i dolomiti		Duboke bušotine: grupa 20-50 km
	normalna granica: utvrđena, pokrivena		jamski rad, aktivan
	tektonsko-erozijska granica: utvrđena, pokrivena		trasa geološkog profila
	elementi položaja sloja: nagnut, prebačen, vođoran		lokacija istražnog prostora 'Crvena Stijena'

Slika 3.32

Pregledna geološka karta i geološki profil šireg područja predviđenog za istraživanje, M1:100 000



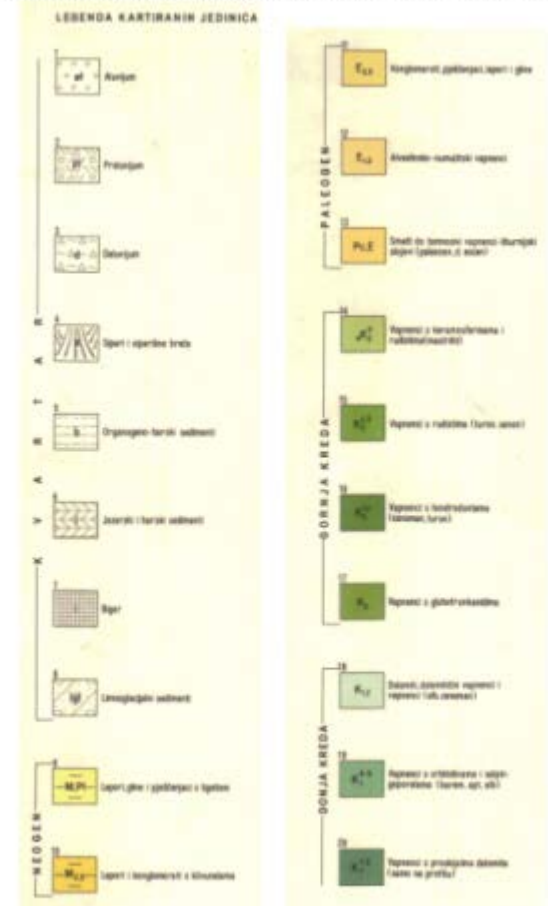
Slika 3.33 Satelitske snimke⁶ površinskog kopa „Međurače“ s pogledom odozgo i u perspektivi u računalnom programu Google Earth



Slika 3.34 Zemljopisni položaj modeliranog područja, M 1:50 000
(GZS, list Mostar).



Slika 3.35a Geološka karta šireg područja izvorišta Bune i Bunice, M1:100 000 (OGK, list Metković).



Slika 3.35b Pregled legende kartiranih jedinica za područje izvorišta Bune i Bunice (OGK, list Metković)

DOSADAŠNJI RUDARSKI RADOVI

Eksploatacijsko polje "Pregrada 2" zahvaća površinu od 12,47 ha.

Stručni tim Izrađivača i Investitora napravio je detaljan obilazak uže lokacije eksploatacijskog polja "Pregrada II" (srpanj 2011.)



Slika 3.36



Površina terena koja je zahvaćena eksploatacijom oko 10 ha.

Slika 3.37

PRENAMJENA PROSTORA-3D



Slika 3.38

Geokodiranje (georeferenciranje) karata

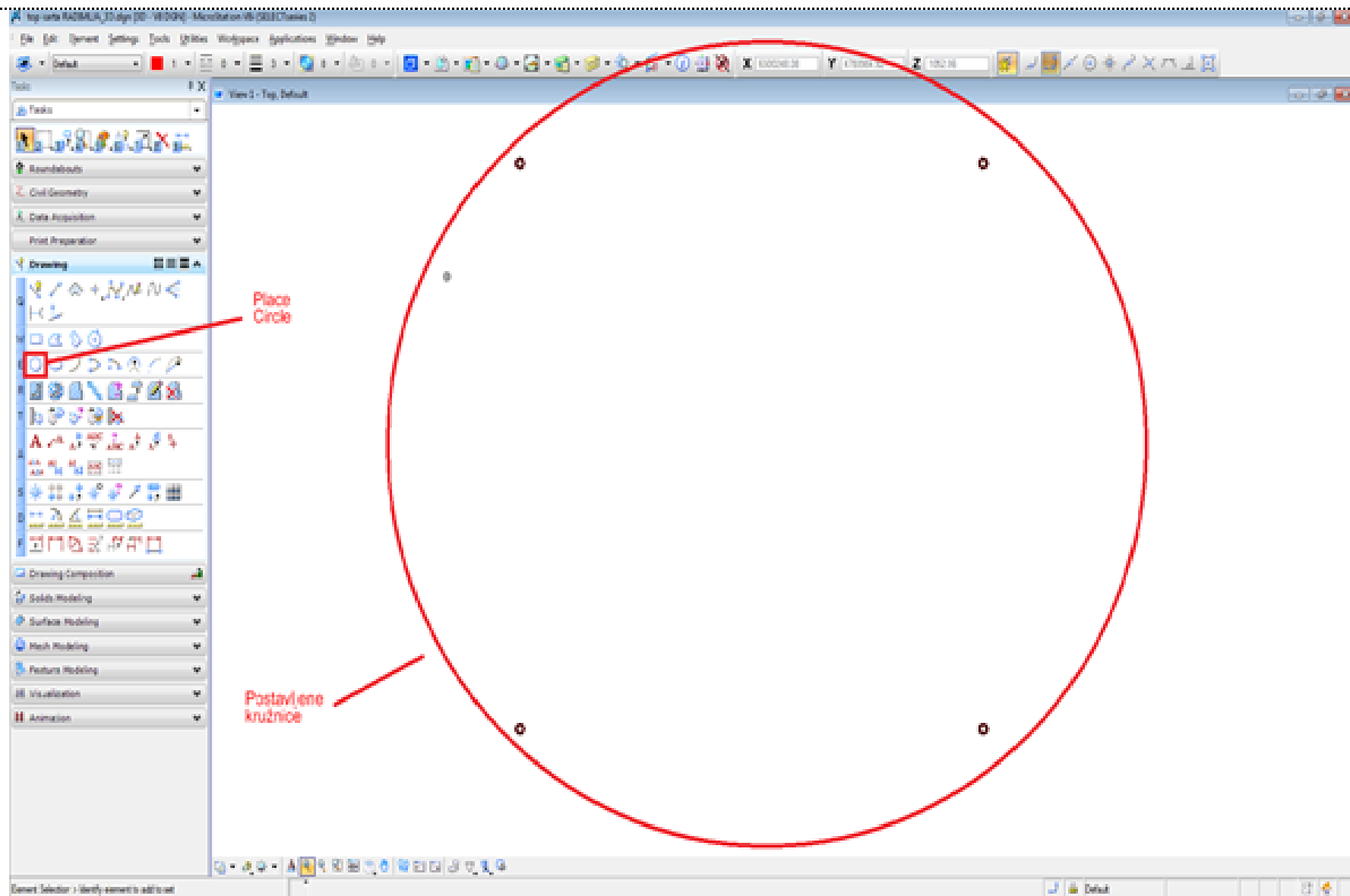
Geokodiranje je postupak pozicioniranja topografskih, geoloških, situacijskih ili drugih karata, na točno određene koordinate u računalnom programu.

Postupak geokodiranja karata

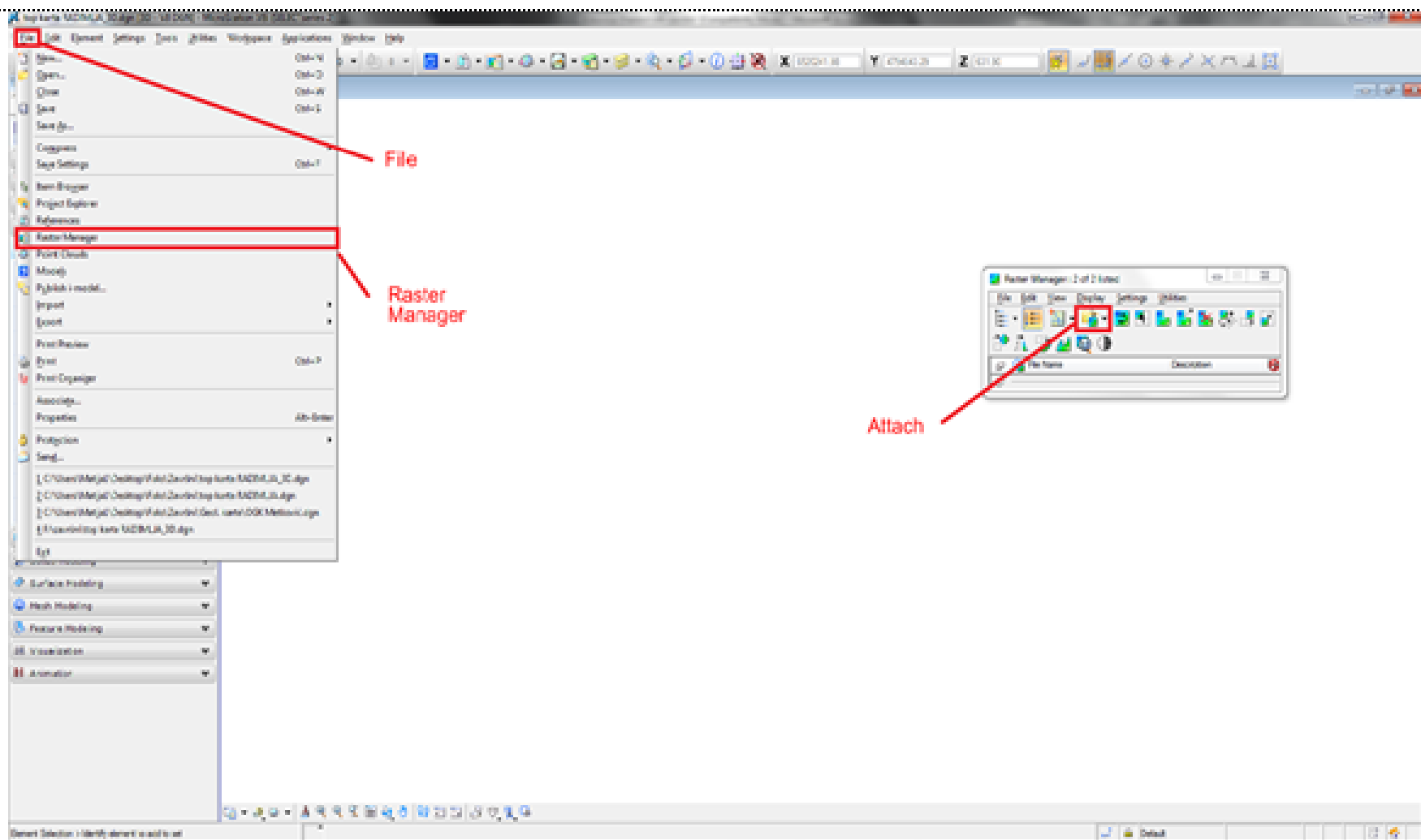
Pozicioniranje topografskih, situacijskih ili drugih karata u rasterskom (a ponekad i u vektorskom) obliku, na točno određene koordinate izvodi se u jednom od CAD programa (Microstation, Autocad itd.).

Prvo je potrebno odrediti koordinate na skeniranoj karti koje se potom unose u program. Na odabrane četiri koordinate postavljaju se kružnice do čijih će središta biti razvučena karta (Slika 3-1).

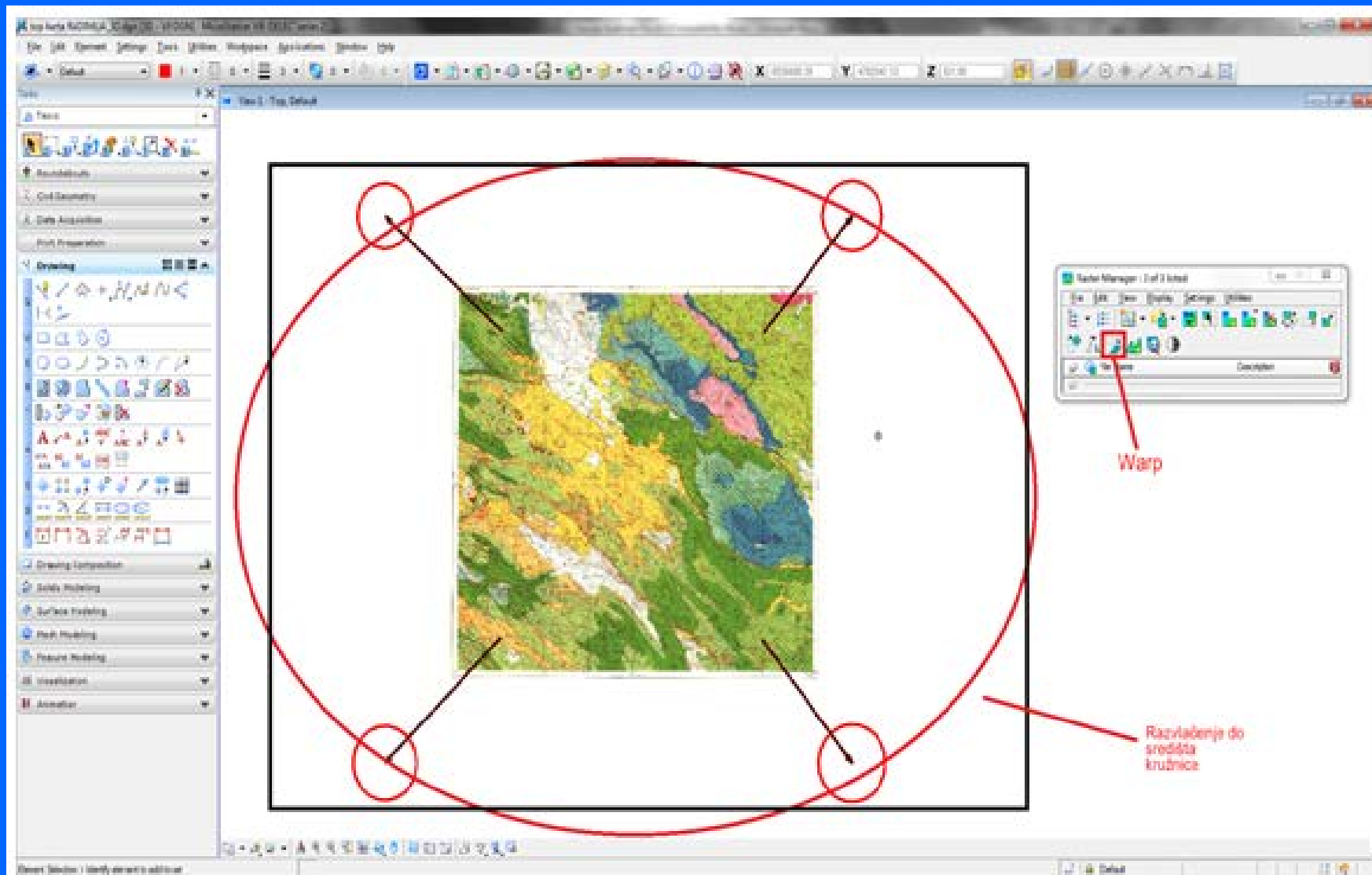
Kružnice se postavljaju pomoću naredbe „Place Circle“ (Postavi krug) s upisanim točnim koordinatama.



Slika 3.39 Postavljanje kružnice



Slika 3.40 Unošenje karte



Slika 3.41 Razvlačenje karte na točno određene koordinate

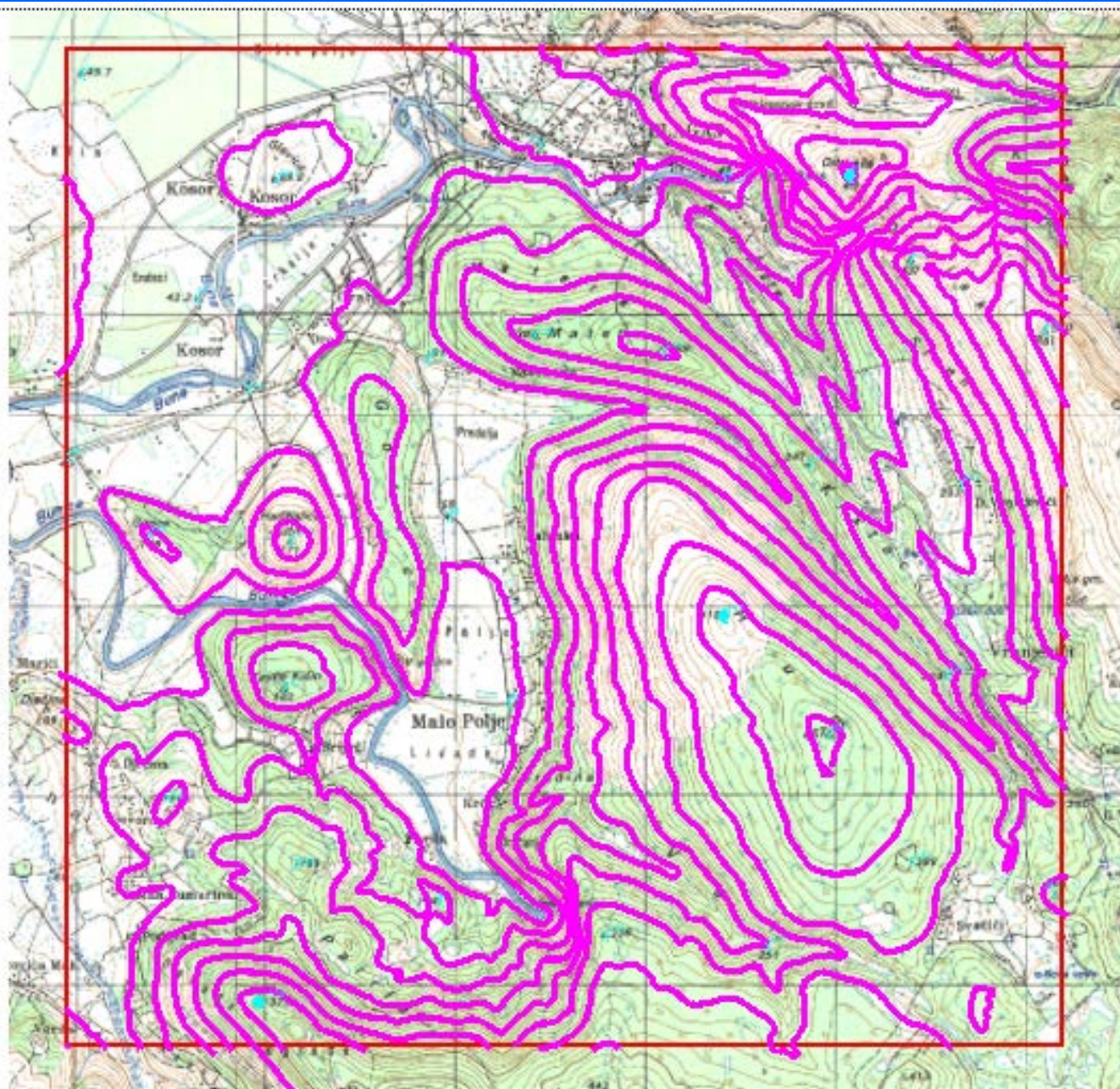
3.2.4.2.2. Vektorska grafika

- Vektorska grafika predstavlja prikaz (kreiranje) crteža, slika i teksta pomoću jednostavnih geometrijskih elemenata: točaka, ravnih crta i krivulja, u programima kao što su: Vulkan, Datamine, Microstation, Autocad, Corel draw i dr.
- Vektorska grafika je definirana složenim matematičkim izrazima, koji se nalaze u arhitekturi računalnih programa.

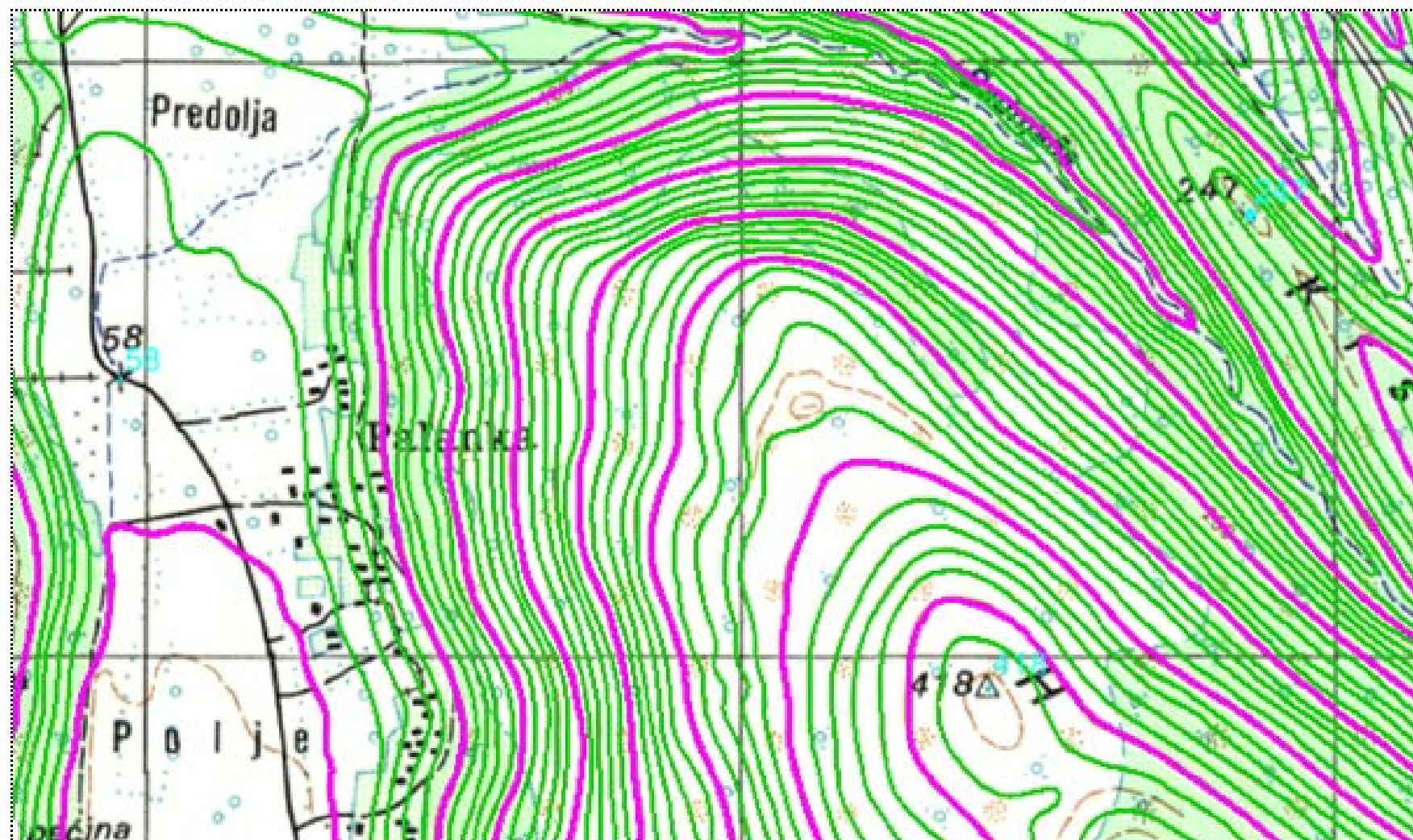
Vektorizacija topografske karte rasterskog oblika

(CAD programi: Microstation, AutoCad i dr.)

Vektorizacija rasterske karte se radi jednostavnim povlačenjem crta po slojnicama geokodirane karte. Nakon izrađene geokodirane karte dobivena je podloga sa pridruženim crtama i točkama. Za izvlačenje slojnica terena potrebno je iskoristiti naredbu „Place point or Stream Curve“ (Postaviti točku ili Strujnu krivulju), a za izradu vrhova koji nam pomažu pri procesu triangulacije „Place Circle“ (Postavi krug).



Slika 3.42 Prikaz dvodimenzionalnog izgleda terena na topografskoj karti, M1:50 000



Slika 3.43 Detalj iscrtanih glavnih i pomoćnih slojnica

Kreiranje vektorske situacijske karte iz geodetske baze podataka

(CAD programi: Bentley, AutoCad i dr.)

Automatizirani proces iscrtavanja slojnica terena pomoću programa koji prepoznaju prostorne znakove (x, y i z koordinate).

Ovaj zadatak izvode stručnjaci – geodeti.

Stručnjaci rudari i geolozi koriste gotove geodetske podloge (situacijske karte) za ucrtavanje tematskih elemenata (položaja istražnih radova, projektiranje kopova, cesta i sl.).

Kreiranje situacijske karte iz txt formata (programi: Notepad, Excel, Notepad, Bentley: Power Inroads ili ORD i dr.)

The image illustrates the workflow for creating a situational map from a text file. It shows three windows: Notepad (kote-2020.txt), Excel (kote-2020.txt - Excel), and Notepad (kote-gar.txt). Arrows indicate the flow of data from Notepad to Excel and then to another Notepad window.

Notepad (kote-2020.txt) Data:

Ln	C	100%	Windows (CRLF)	UTF-8
1	514815.11	5063652.62	176.04	
2	514821.04	5063646.38	176.24	
3	514827.51	5063642.28	176.08	
4	514820.64	5063643.65	178.25	
5	514815.94	5063648.05	178.89	
6	514811.48	5063652.44	178.62	
7	514807.35	5063649.54	178.91	
8	514814.19	5063643.15	179.14	
9	514819.90	5063640.11	178.62	
10	514826.14	5063638.88	177.26	
11	514832.78	5063638.46	175.65	
12	514840.14	5063639.27	174.28	
13	514843.65	5063638.68	174.00	
14	514845.97	5063636.41	173.99	
15	514849.21	5063627.46	174.17	
16	514852.87	5063620.87	174.39	
17	514856.71	5063615.60	174.95	
18	514858.83	5063609.51	175.14	
19	514854.06	5063614.06	177.86	
20	514846.58	5063619.25	181.44	
21	514843.94	5063622.02	181.91	
22	514843.12	5063626.20	181.55	
23	514843.96	5063630.05	180.11	
24	514844.89	5063634.89	176.99	
25	514859.10	5063607.85	174.94	
26	514855.63	5063599.20	173.79	
27	514856.99	5063595.65	173.45	
28	514873.07	5063599.35	171.30	
29	514877.60	5063599.76	170.85	

Excel (kote-2020.txt - Excel) Data:

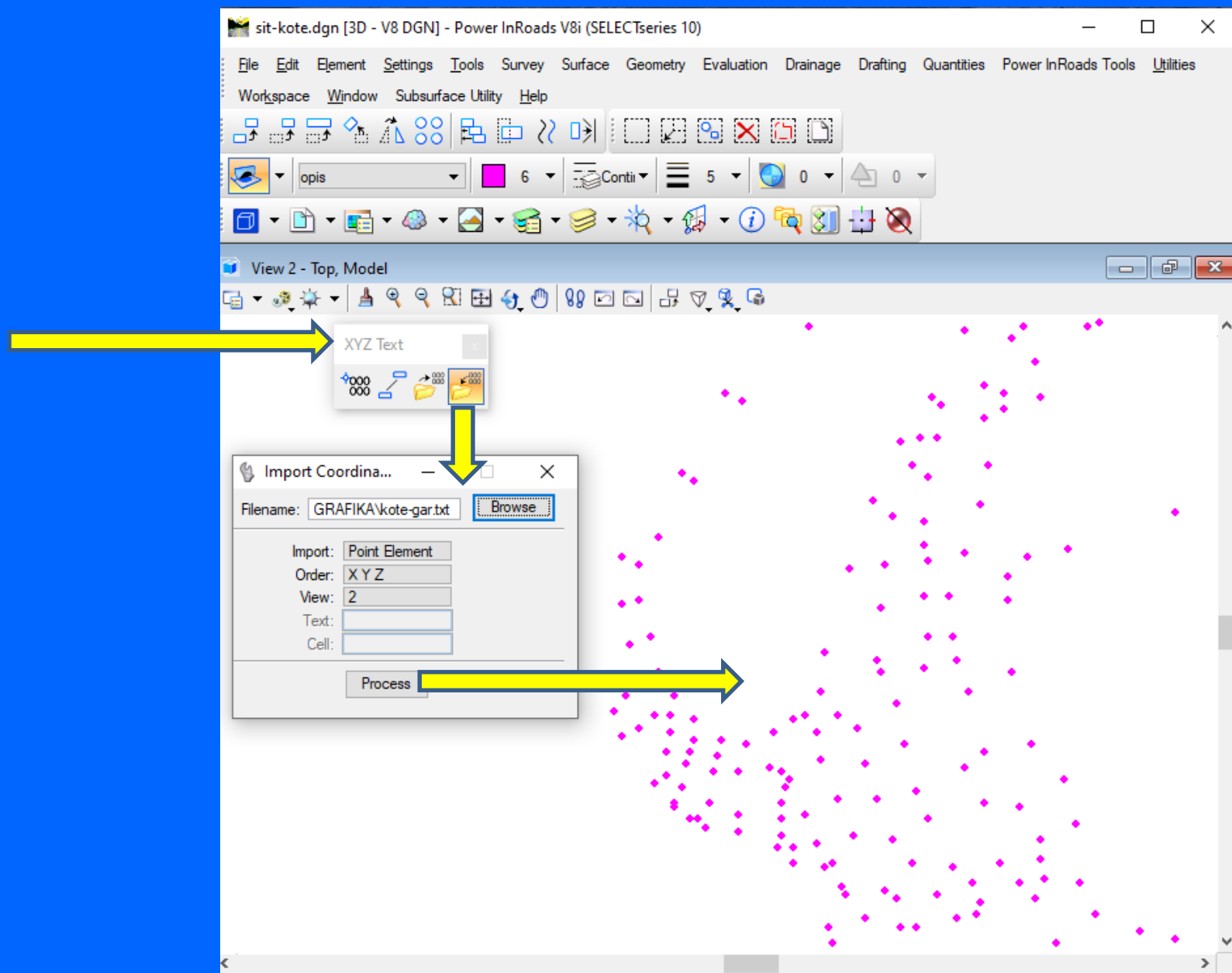
	A	B	C
1	514815.11	5063652.62	176.04
2	514821.04	5063646.38	176.24
3	514827.51	5063642.28	176.08
4	514820.64	5063643.65	178.25
5	514815.94	5063648.05	178.89
6	514811.48	5063652.44	178.62
7	514807.35	5063649.54	178.91
8	514814.19	5063643.15	179.14
9	514819.90	5063640.11	178.62
10	514826.14	5063638.88	177.26
11	514832.78	5063638.46	175.65
12	514840.14	5063639.27	174.28
13	514843.65	5063638.68	174.00
14	514845.97	5063636.41	173.99
15	514849.21	5063627.46	174.17
16	514852.87	5063620.87	174.39
17	514856.71	5063615.60	174.95
18	514858.83	5063609.51	175.14
19	514854.06	5063614.06	177.86
20	514846.58	5063619.25	181.44
21	514843.94	5063622.02	181.91
22	514843.12	5063626.20	181.55
23	514843.96	5063630.05	180.11
24	514844.89	5063634.89	176.99
25	514859.10	5063607.85	174.94
26	514855.63	5063599.20	173.79
27	514856.99	5063595.65	173.45

Notepad (kote-gar.txt) Data:

File	Edit	Format	View	Help
1	514911.09	5063761.86	131.10	
2	514905.08	5063756.42	130.99	
3	514904.74	5063750.27	130.82	
4	514907.05	5063741.39	131.04	
5	514908.77	5063732.18	131.89	
6	514942.36	5063703.59	131.44	
7	514915.62	5063694.17	132.64	
8	514905.13	5063692.61	133.05	
9	514900.35	5063687.10	133.23	
10	514900.04	5063681.08	133.51	
11	514901.46	5063663.83	133.35	
12	514906.11	5063645.31	132.79	
13	514914.10	5063636.09	132.59	
14	514917.70	5063625.96	132.71	
15	514918.96	5063610.63	134.95	
16	514922.25	5063602.55	135.56	
17	514933.67	5063598.60	135.12	
18	514942.00	5063596.59	134.60	
19	514934.67	5063592.78	138.29	
20	514926.43	5063586.57	146.02	
21	514922.11	5063580.37	145.56	
22	514914.70	5063582.55	147.56	
23	514916.70	5063589.89	145.65	
24	514912.15	5063595.82	145.41	
25	514906.49	5063589.34	148.36	
26	514927.70	5063579.10	147.99	

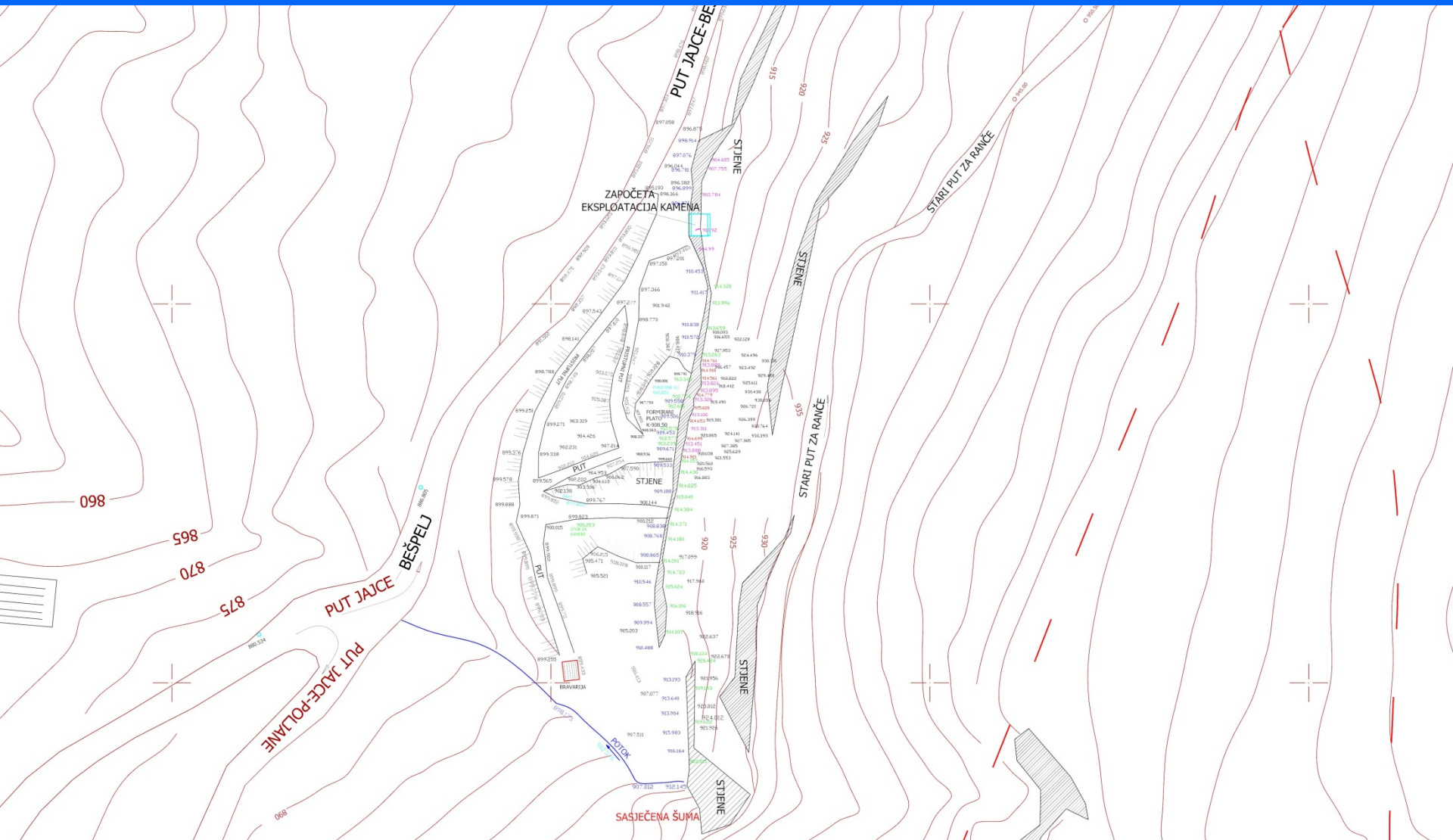
Slika 3.44

PRIMJER UNOSENJA (IMPORTIRANJA) PODATAKA TXT FORMATA U POWER INROADS



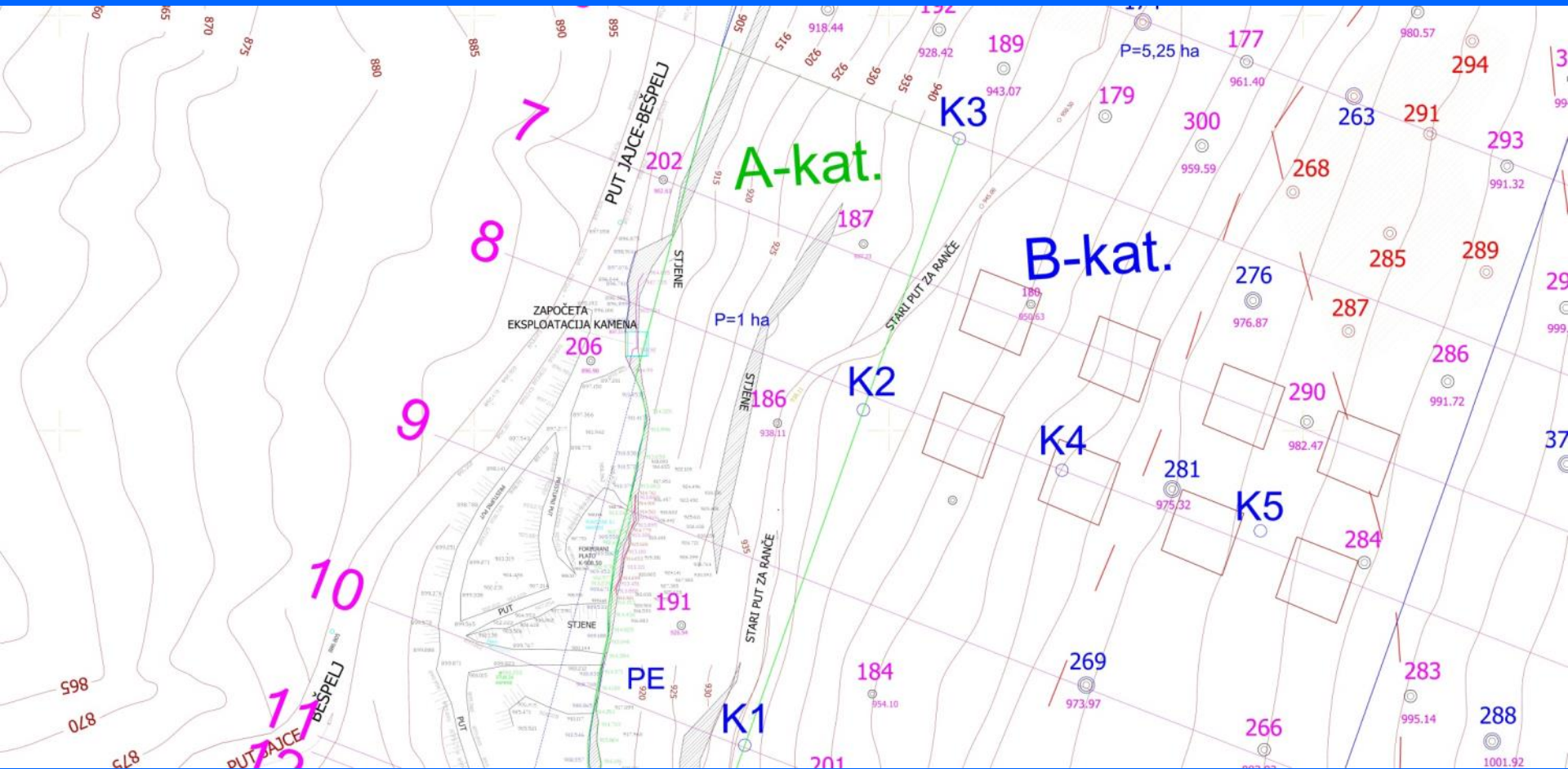
Slika 3.45

PRIMJER VEKTORSKE GRAFIKE - SITUACIJSKA KARTA (GEODETSKA PODLOGA)



Slika 3.46

PRIMJENA VEKTORSKE GRAFIKE (SITUACIJSKE KARTE) ZA PLANIRANJE ISTRAŽNIH RADOVA I PRORAČUN REZERVI ARHITEKTONSKO-GRAĐEVNOG KAMENA



Slika 3.47

Pozicioniranje (smještanje) geometrijskih elemenata u prostoru

Pozicioniranje (smještanje) određenih geometrijskih elemenata (točke, crte, krivulje, poligona, teksta i sl.) iz horizontalne ravnine (x, y) na visinu (z) dobiva se prostorni položaj tih elemenata, a pozicioniranjem svih elemenata nekog područja dobiva se trodimenzionalni prikaz odnosno model terena.

Za pozicioniranje elemenata u prostoru (3D-u) koristi se jedan od slijedećih načina:

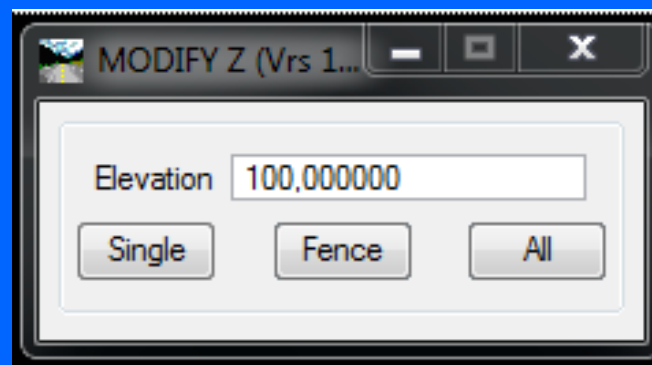
- aplikacija **MODZ (Modify Z)** (eksterni podprogram)
- alat **Set Elevation** (podprogram u strukturi Bentley-evih programa)

Aktiviranje i korištenje aplikacije MODZ (Modify Z)

Pozicioniranje elemenata u prostoru aplikacijom MODZ (Modify Z) može se izvesti u svim Bentley-im programima osim ORD-a, i to slijedećom aktivacijom:

Utilities → MDL Applications → MODZ → Load

U polje Elevation upisuje se visina elementa npr. 100 m, dok se odabirom opcija: Single, Fence ili All određuje hoće li upisana vrijednost biti primjenjena na jedan, označeni ili sve elemente terena. Nakon odabira jedne od opcija, označi se element koji se smješta na zadanu poziciju u prostoru.



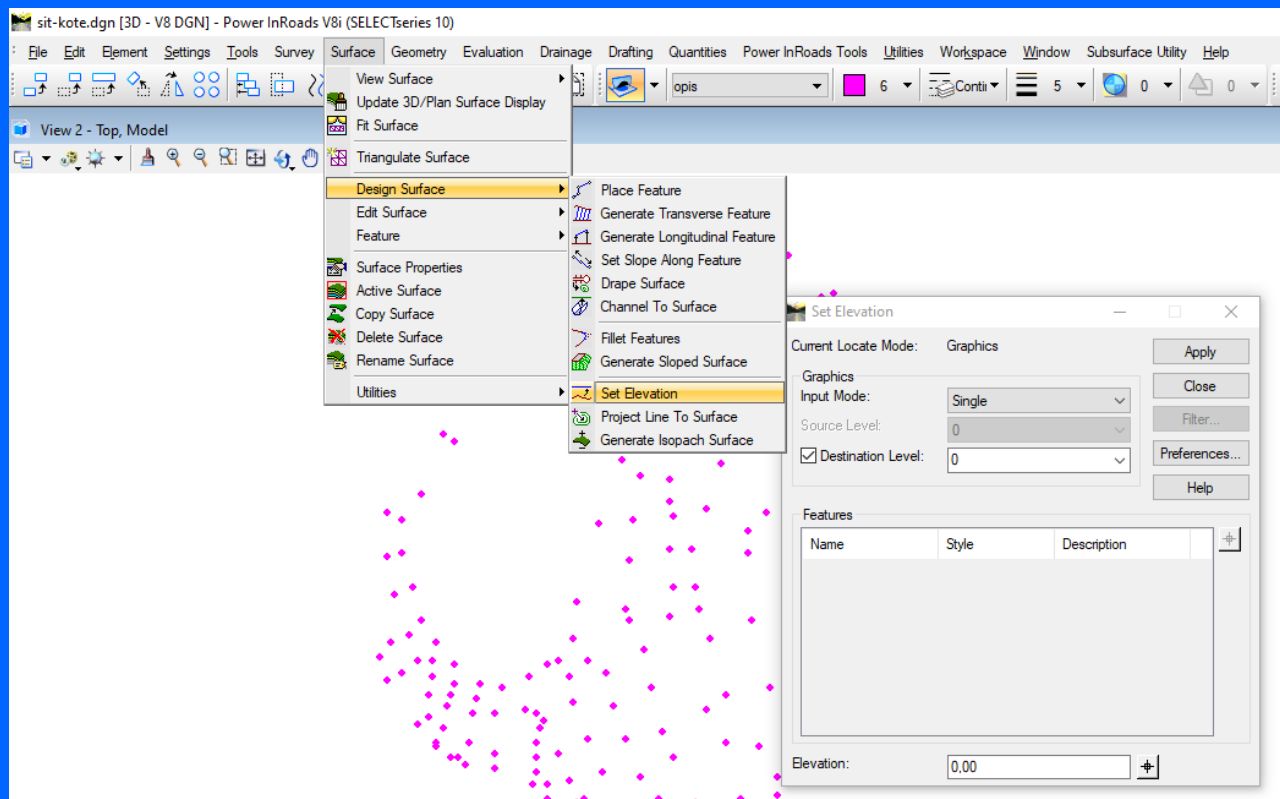
Slika 3.48

Aktiviranje i korištenje naredbe Set Elevation

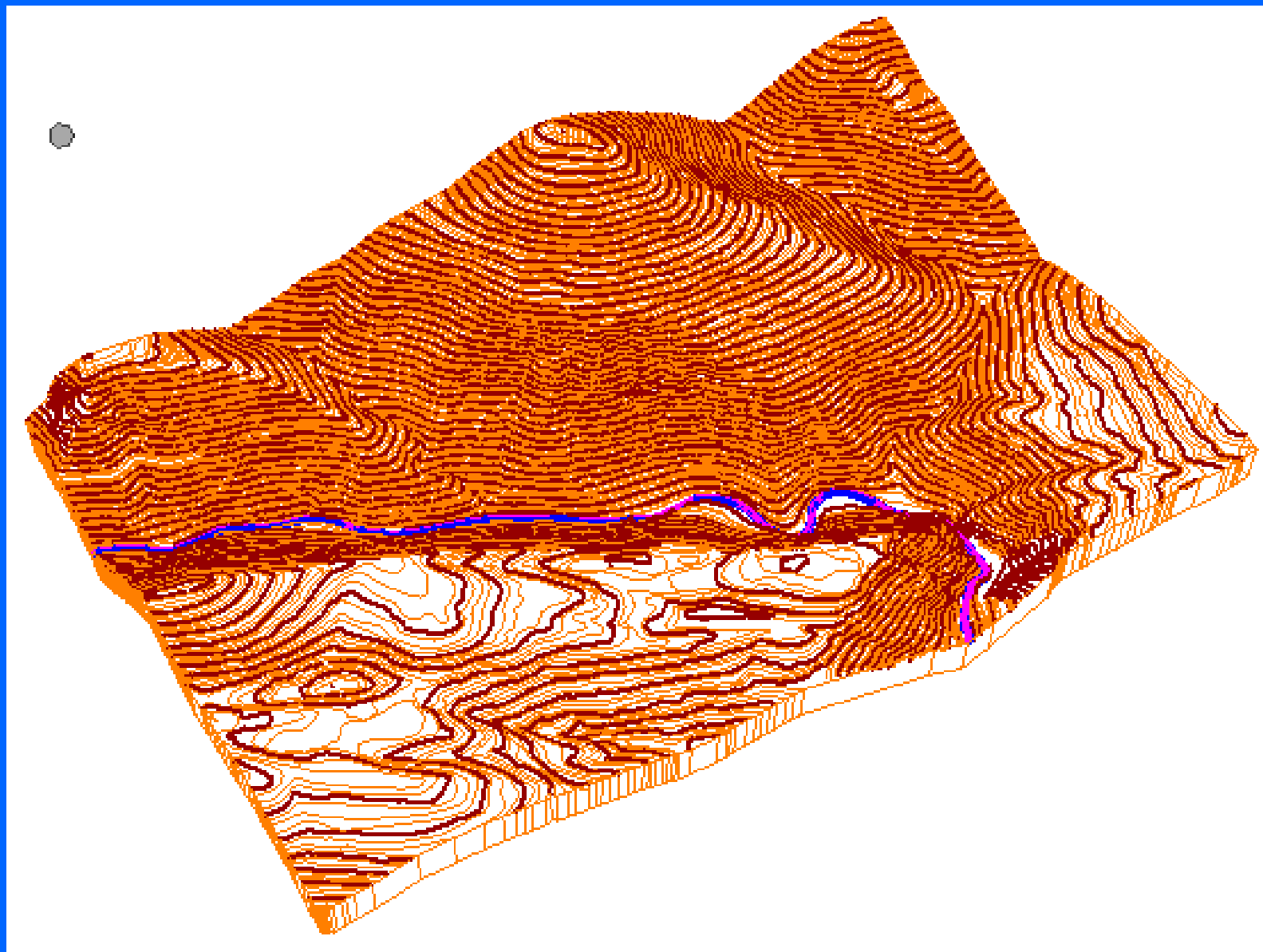
Pozicioniranje elemenata u prostoru alatom Set elevation može se izvesti u svim Bentley-im programima za modeliranje (3D), i to slijedećom aktivacijom:

Surface → Design Surface → Set Elevation

Nakon otvaranja (aktiviranja) alata **Set Elevation**, u polje Elevation upisuje se visina elementa, npr. 0 m, odabire opcija: Single, Fence ili All i sloj (level) gdje će se element smjestiti. Aktivira se naredba Apply i označi željeni element.

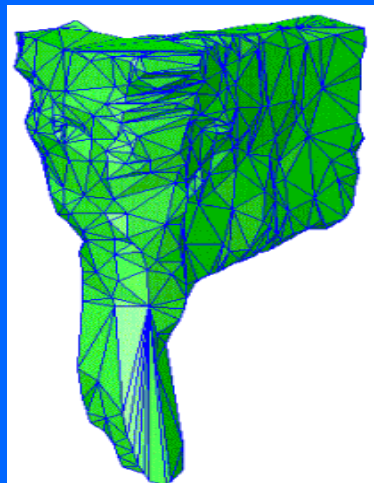


Slika 3.49

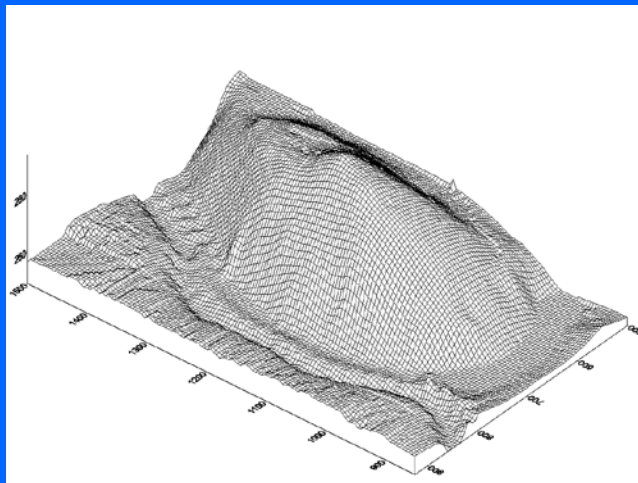


Slika 3.50 3D model kanjona Ugrovače, nakon podizanja slojnica terena

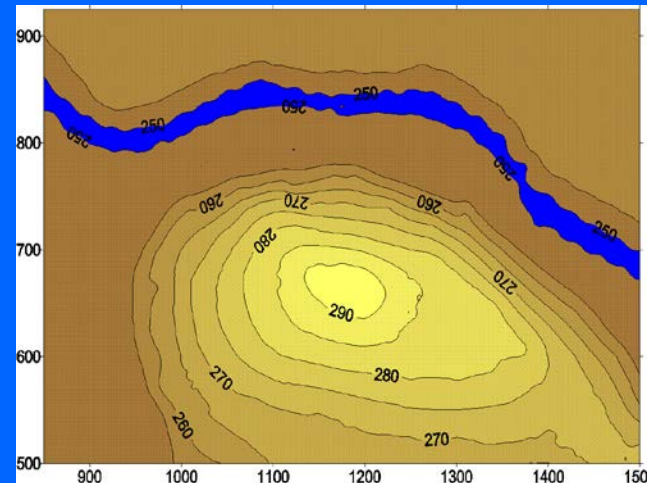
3.2.4.2.3. Računalni (3D) modeli ležišta i kopova triangulacijski, mrežni, konturni, žični i blok model



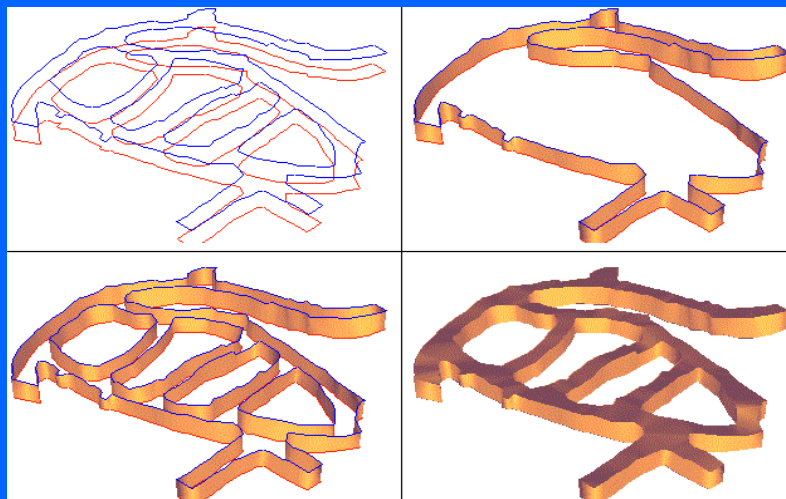
Triangulacijski model
(profesionalni programi)



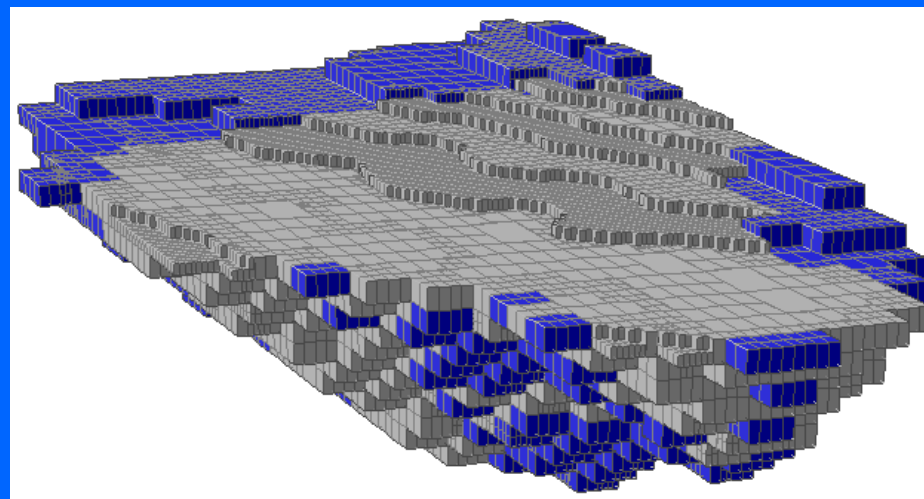
Mrežni model (profesionalni i CAD
programi)



Konturni model (profesionalni i CAD
programi)

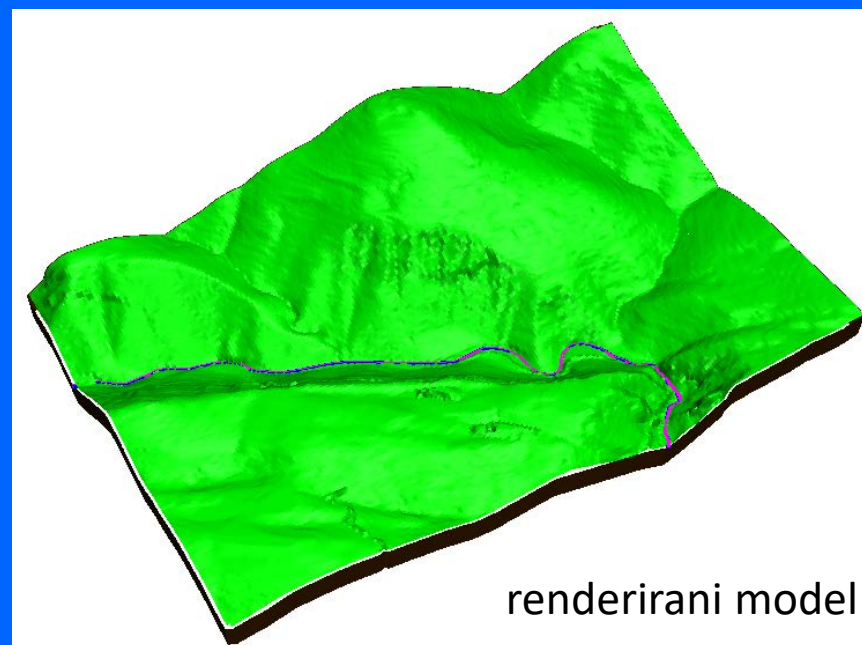
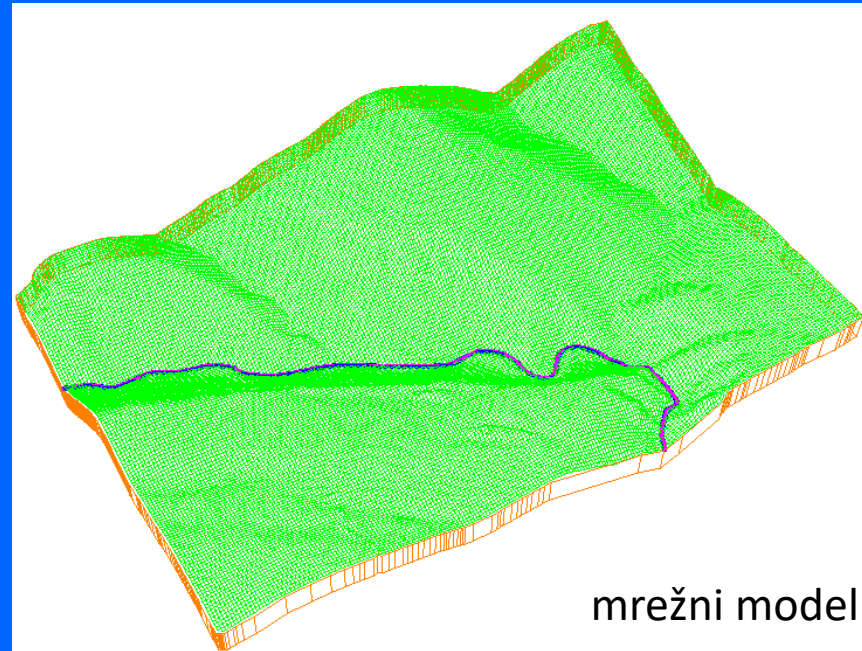
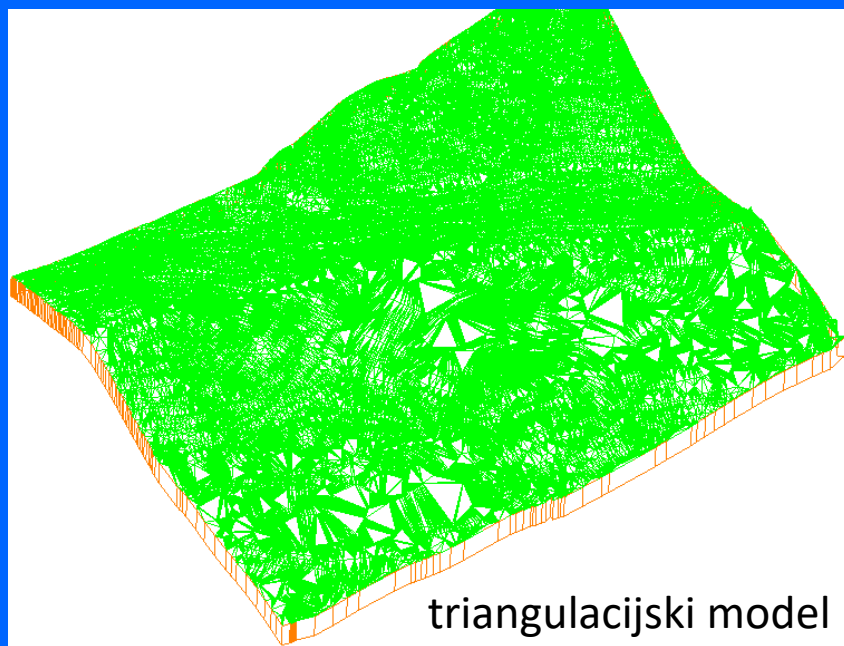


Žični model (profesionalni i CAD programi)



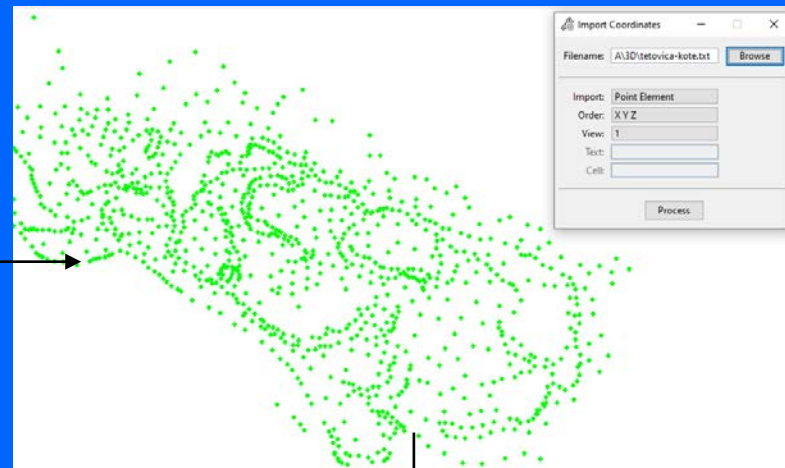
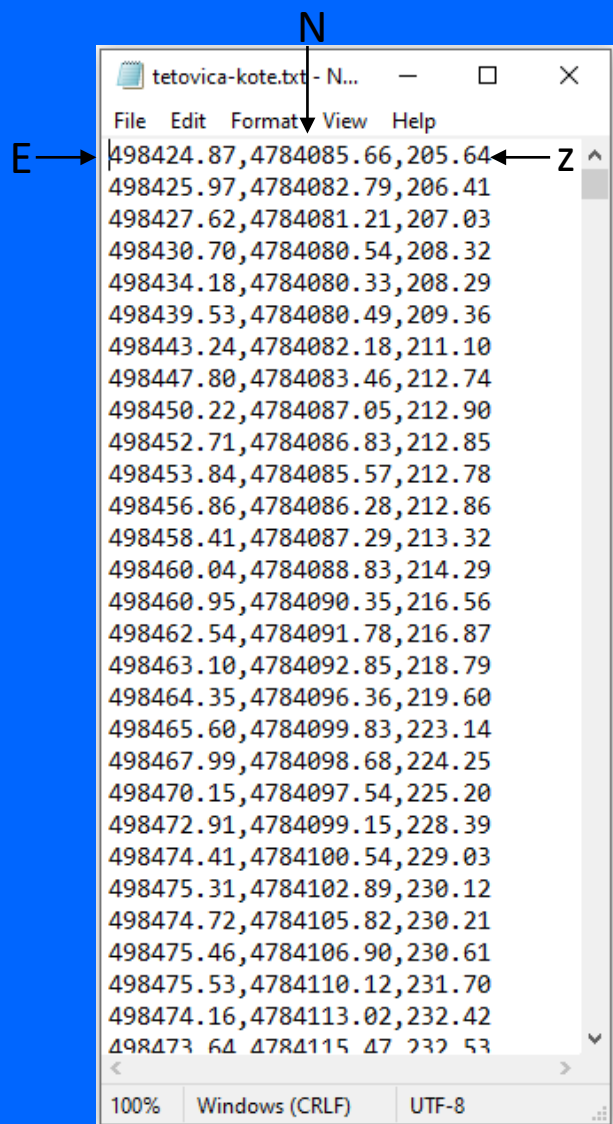
Blok model (profesionalni programi)

Obrada 3D računalnih modela primjenom vektorske grafike.

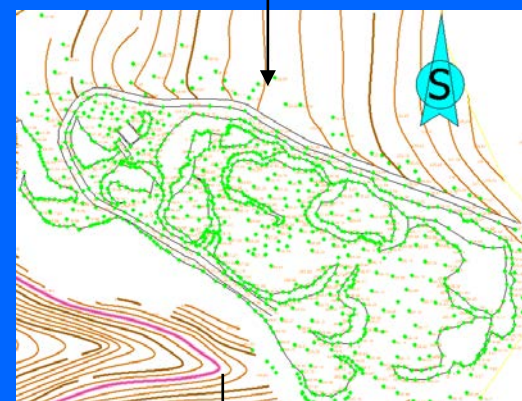


Slika 3.52 3D računalni modeli kanjona Ugrovače

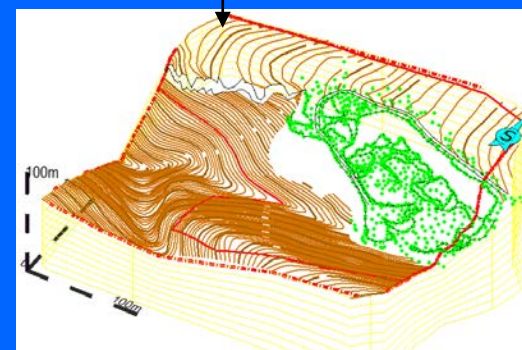
Obrada digitalnih formata u računalnim programima (Power InRoads ili ORD ili Geopak i dr.).



Unos podataka u txt formatu i dobivanje vektorskog oblika



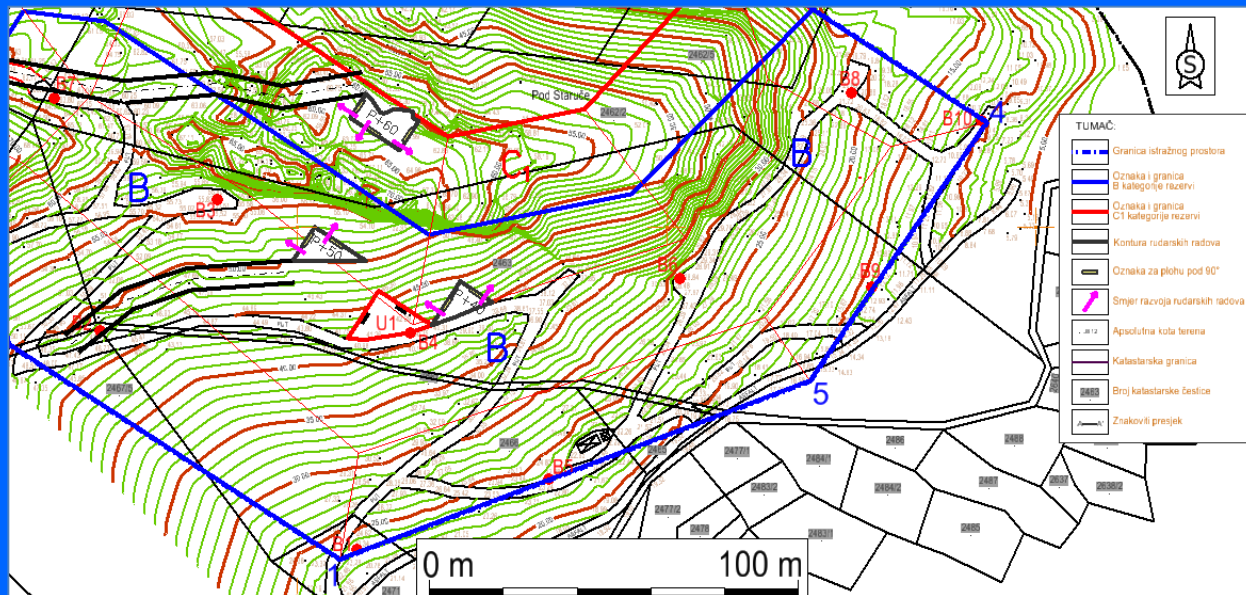
Obrada karte u vektorskom obliku



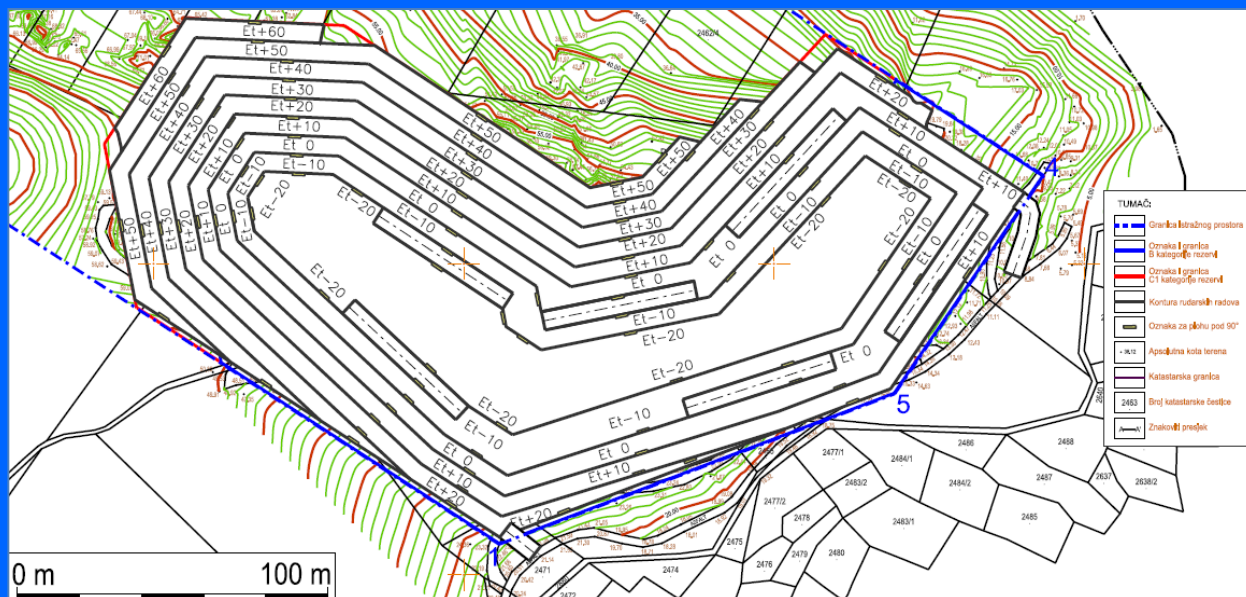
Priprema podataka u txt formatu (Notepad)
za izradu vektorskog modela površinskog kopa

Slika 3.53

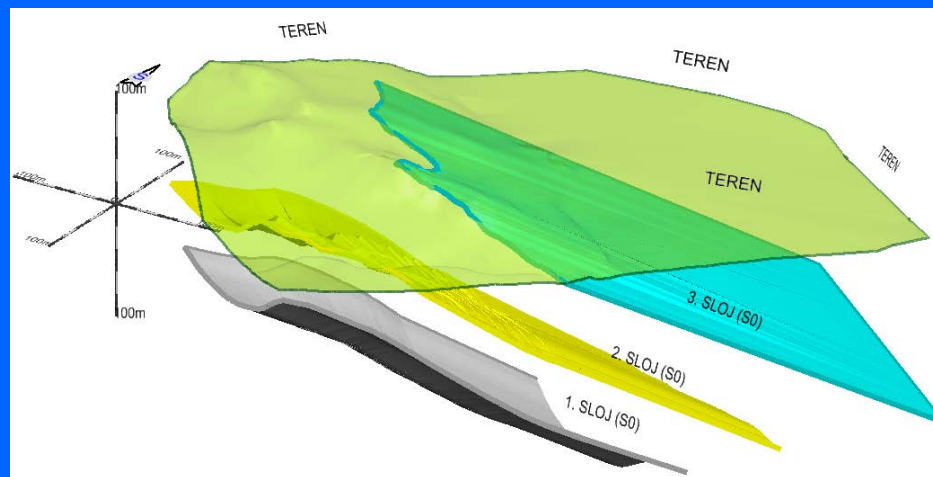
Izrada 3d modela površinskog kopa



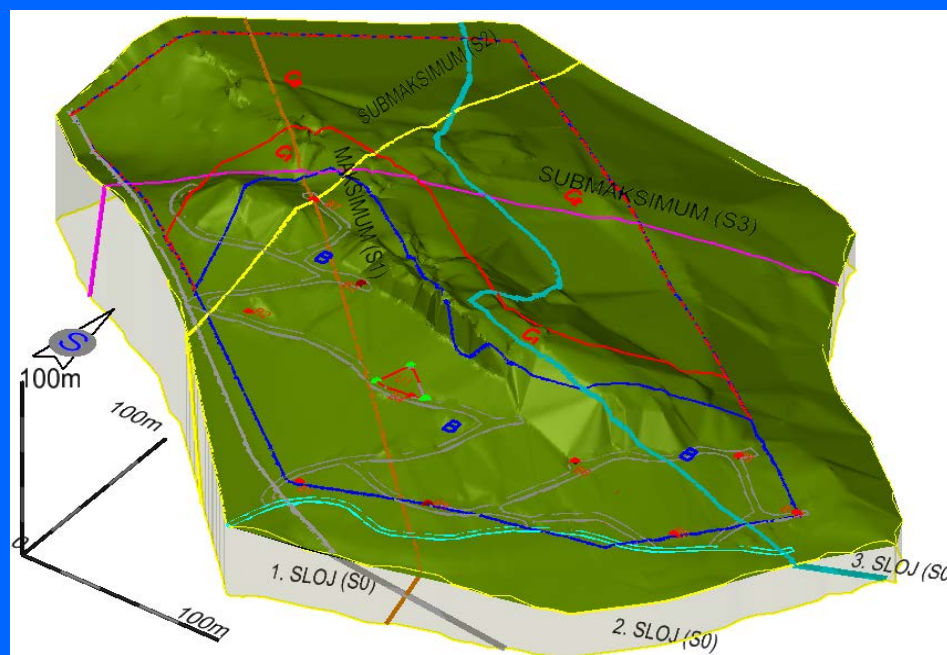
Izrada situacijske karte i karte rezervi u vektorskom obliku



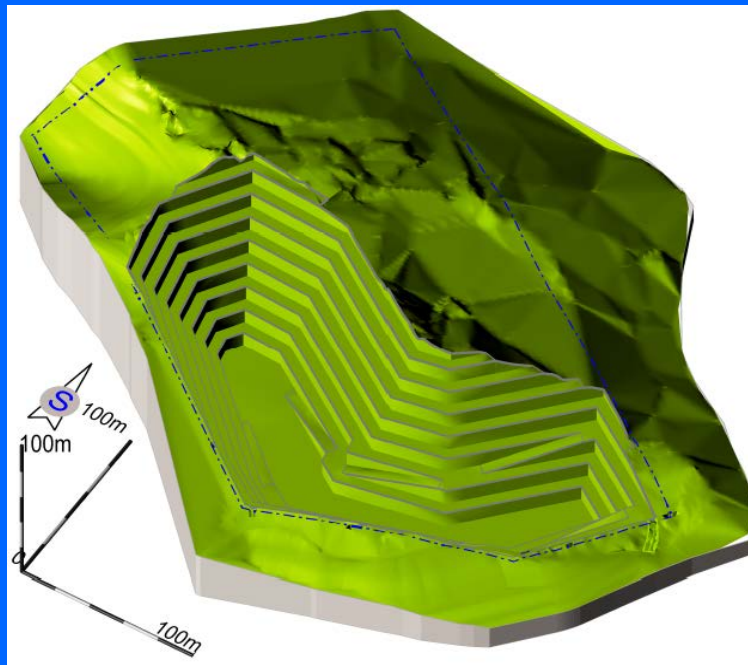
Izrada karte površinskog kopa u vektorskom obliku
Slika 3.54



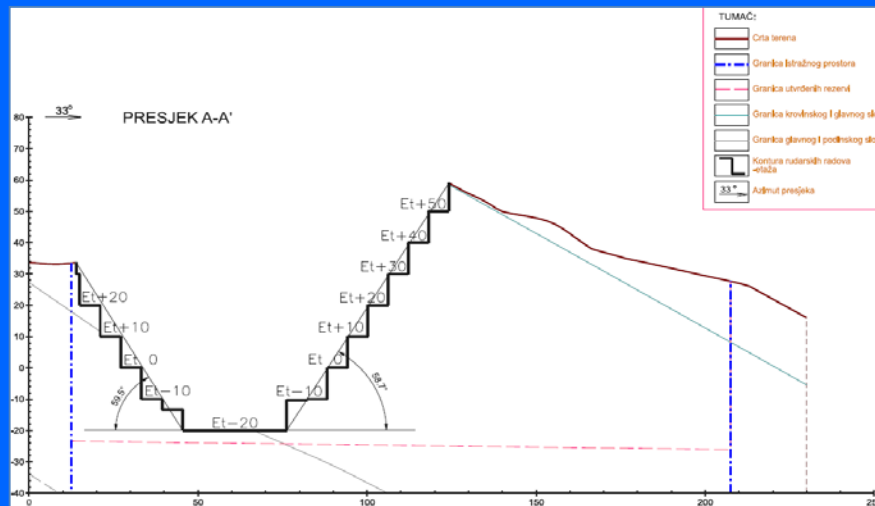
položaj slojeva



položaj granica rezervi i diskontinuiteta



Izrada računalnog modela površinskog kopa primjenom računalne grafike



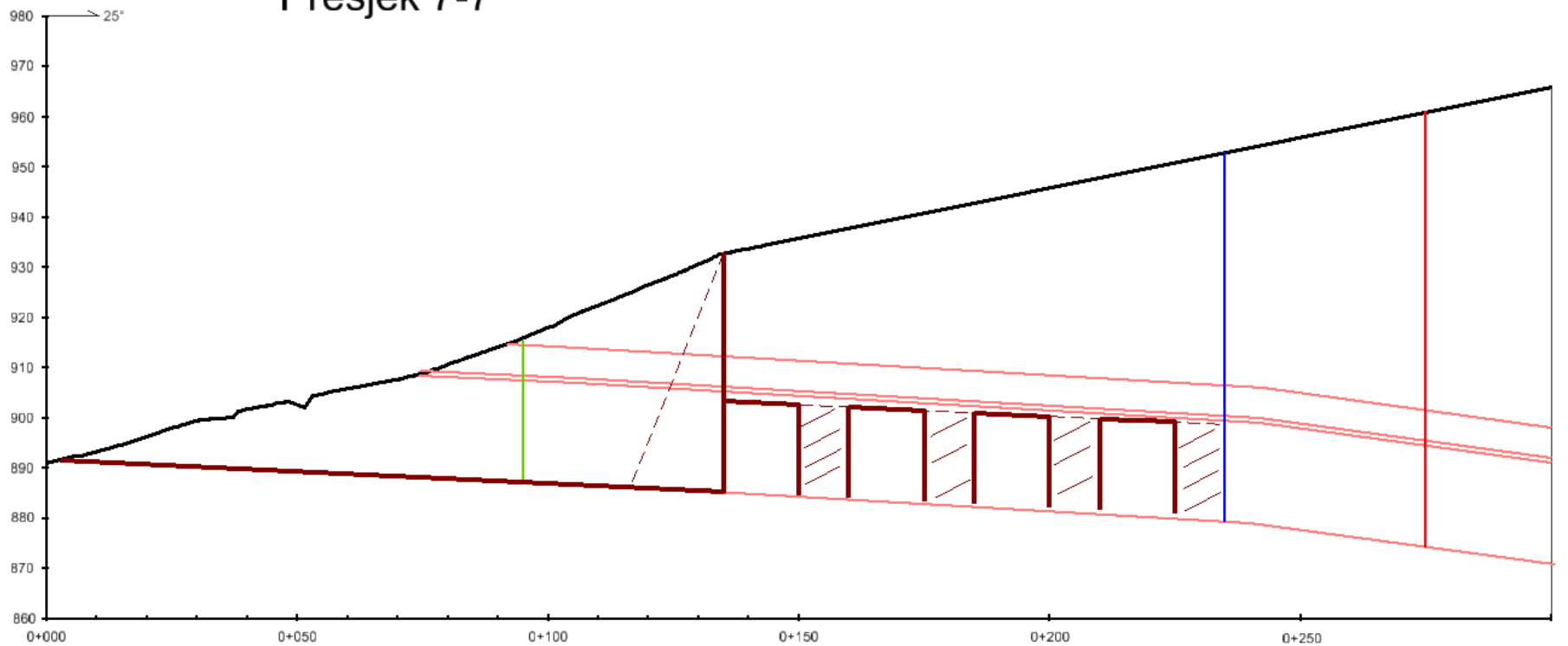
Izrada presjeka površinskog kopa iz računalnog modela

Slika 3.56

3.2.4.2.4. Rasterizacija vektora-kreiranje rastera u Bentley-im programima (microstation, powerdraft i dr.)

RASTERIZACIJA VEKTORA-COPY-PASTE

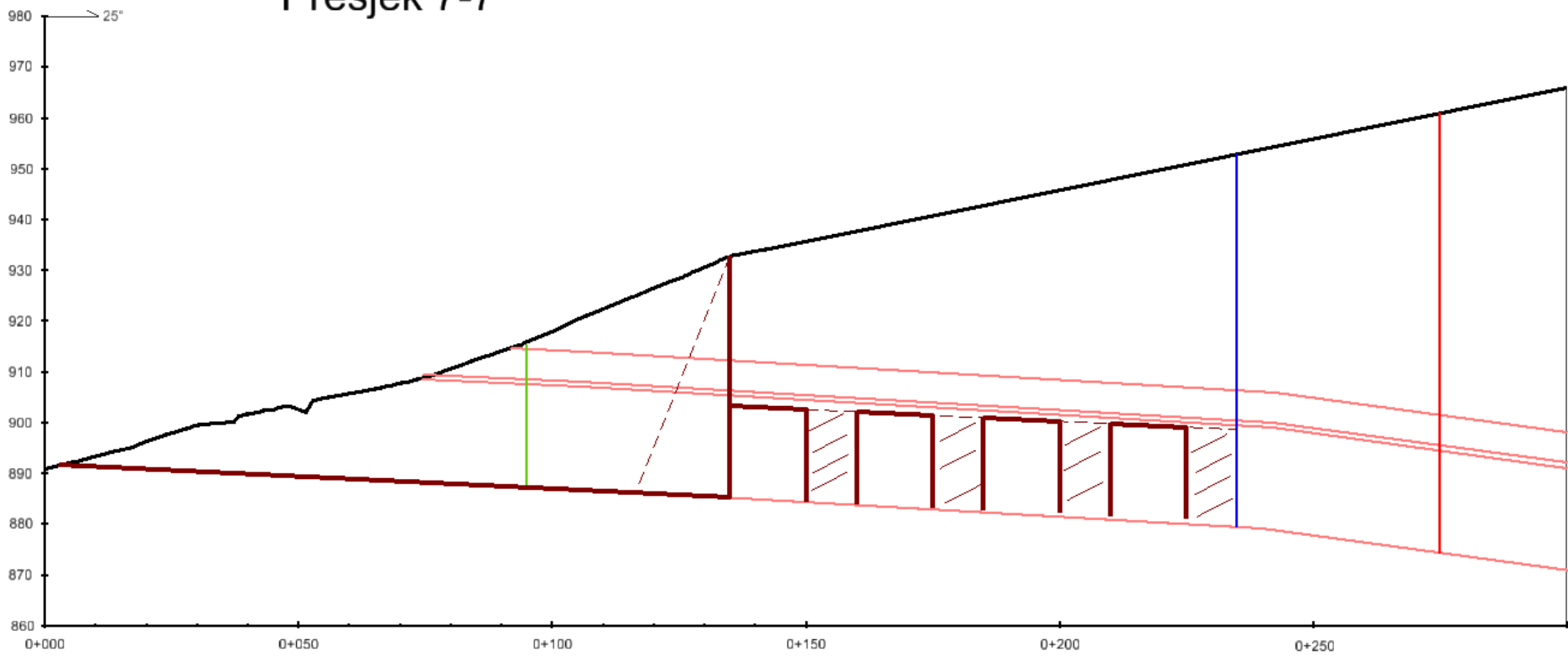
Presjek 7-7'



Slika 3.58

RASTERIZACIJA VEKTORA-PRINT SCREEN

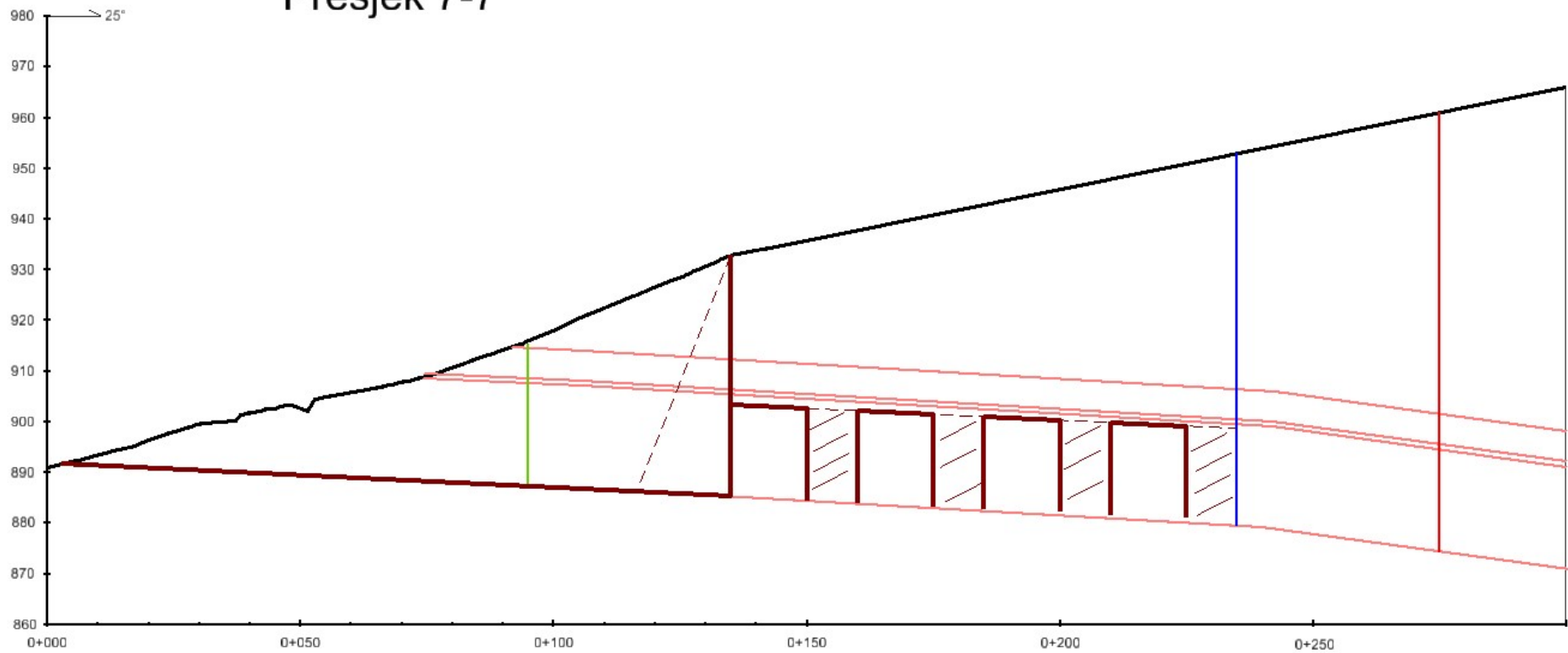
Presjek 7-7'



Slika 3.59

RASTERIZACIJA VEKTORA-CAPTURE RECTANGLE

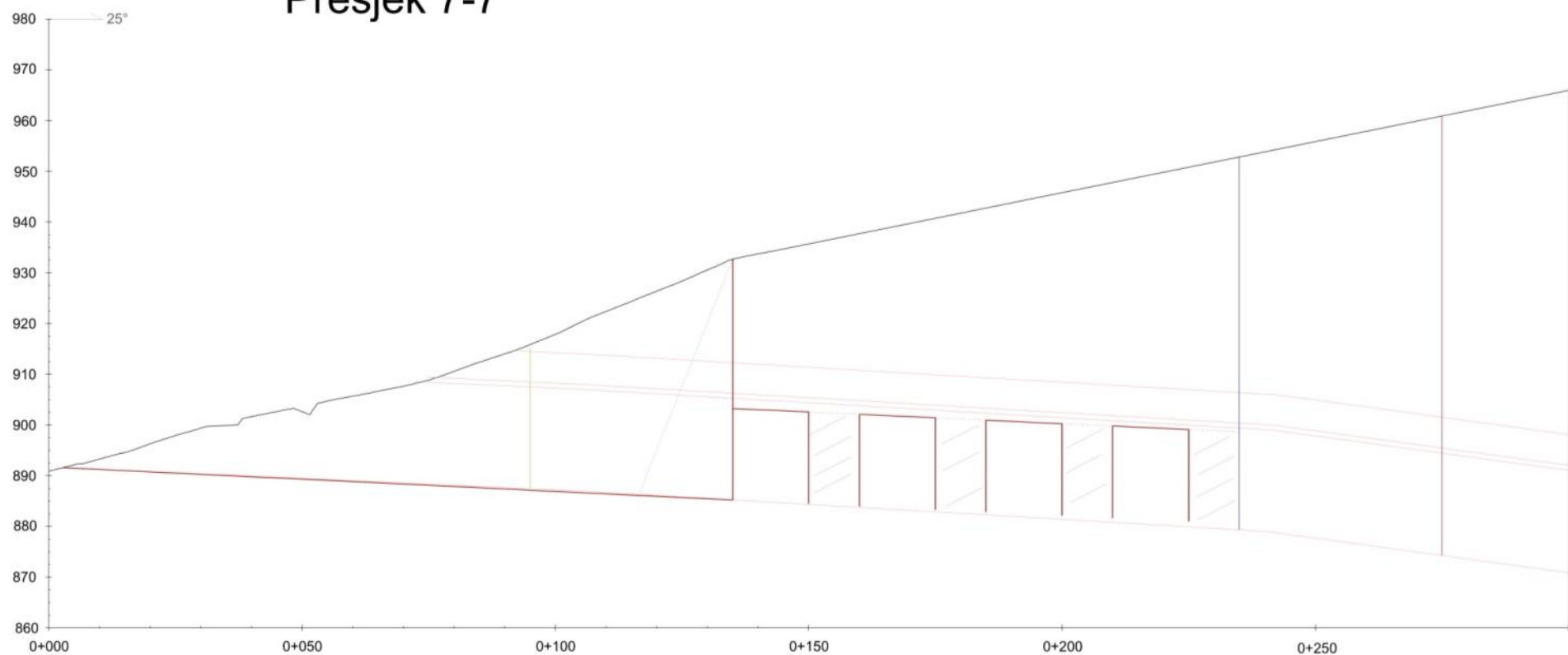
Presjek 7-7'



Slika 3.60

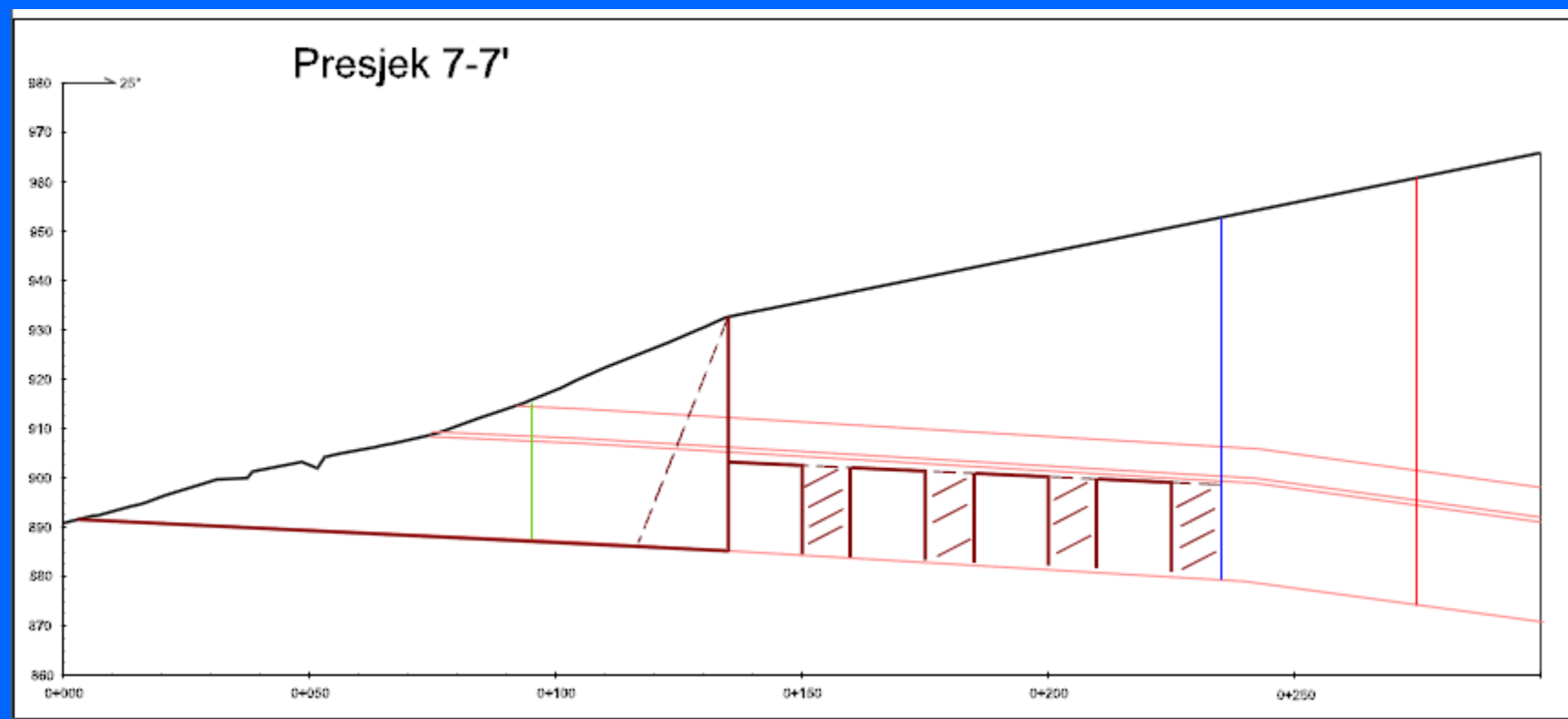
RASTERIZACIJA VEKTORA-SAVE AS FORMAT.jpeg

Presjek 7-7'



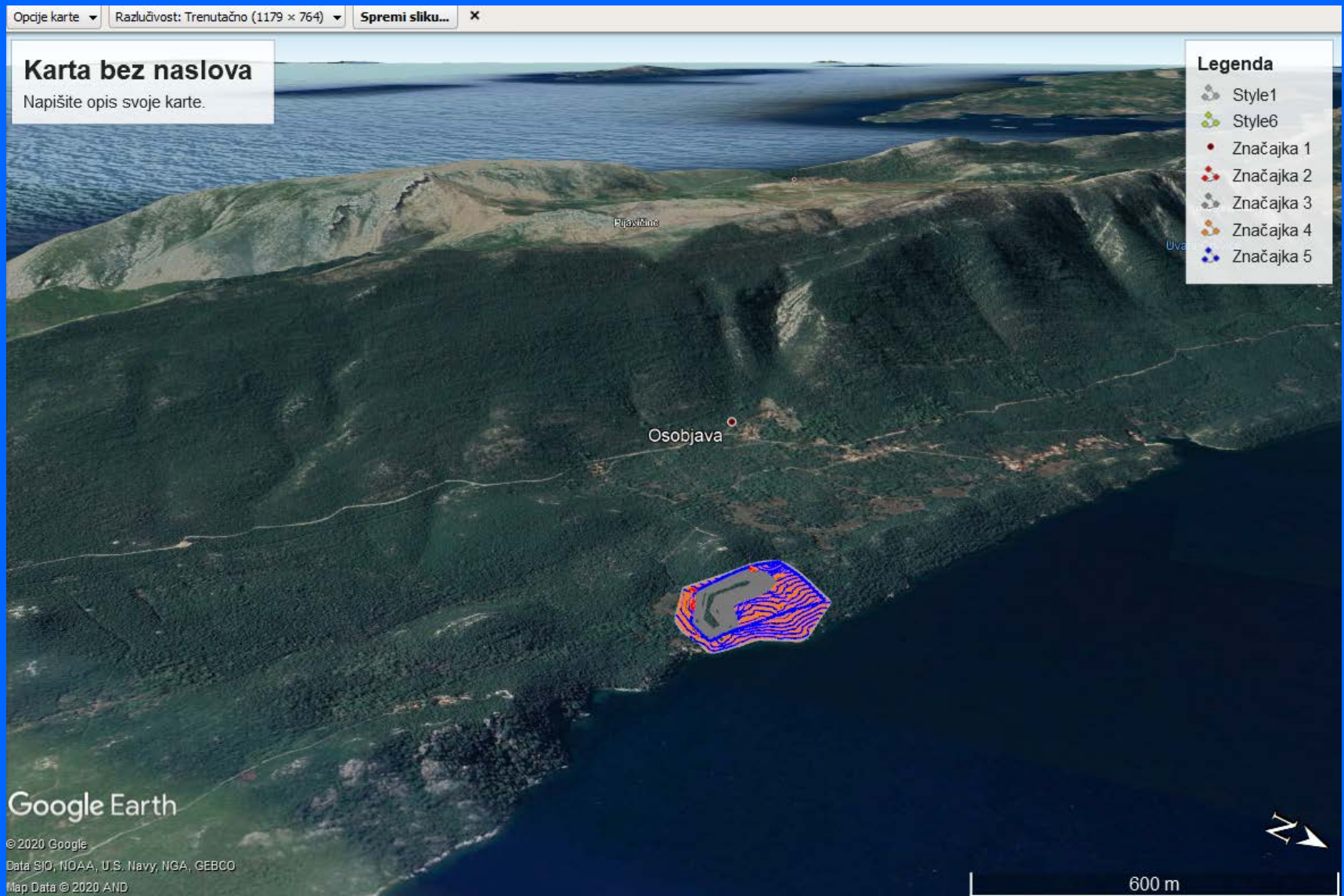
Slika 3.61

PRINTANJE RASTERA U PDF FORMATU



Slika 3.62

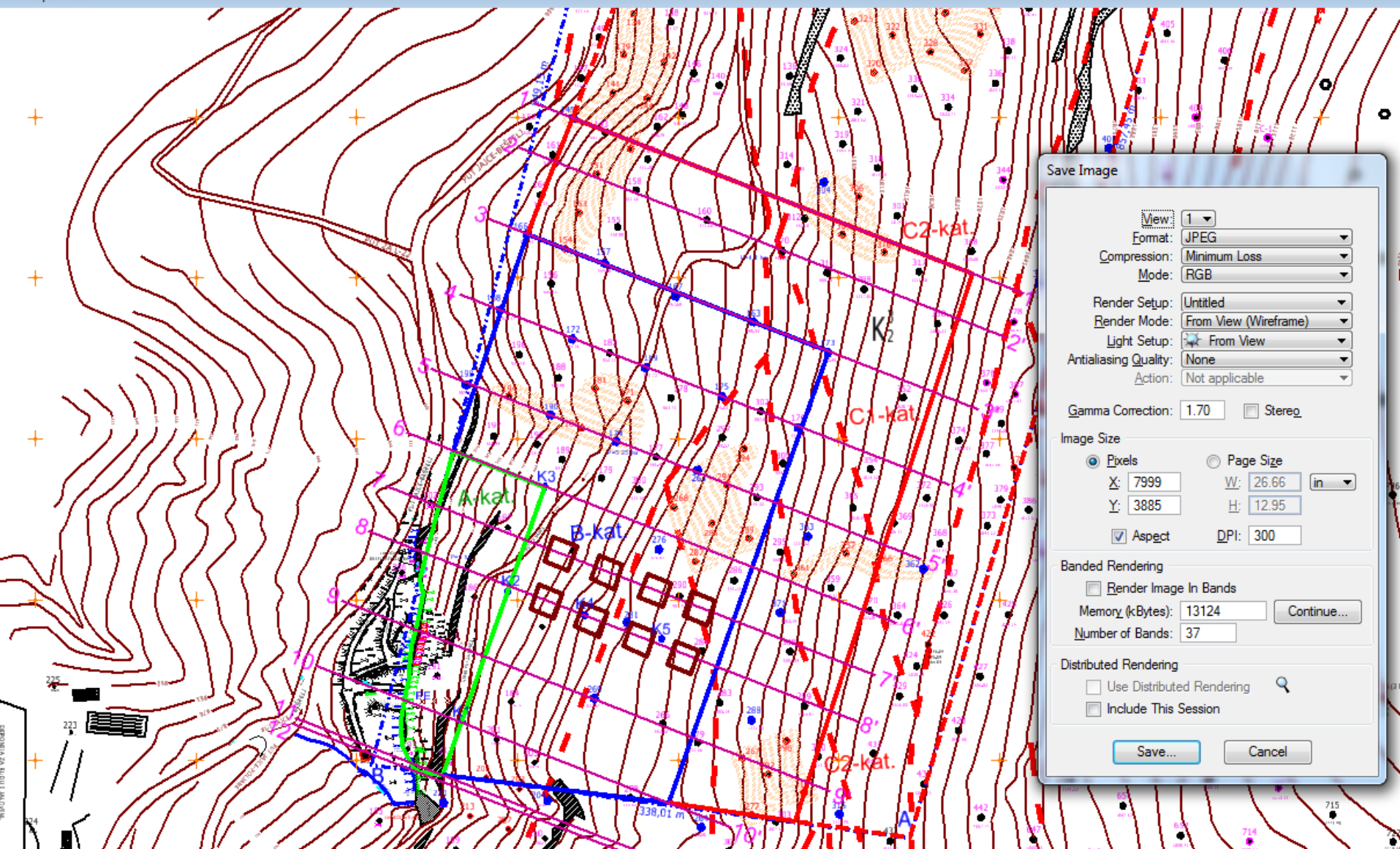
PRIJENOS VEKTORSKOG OBLIKA U DRUGI RAČUNALNI PROGRAM (GOOGLE EARTH) I RASTERIZACIJA PRIKAZA U JPG FORMATU



Slika 3.63

PODEŠAVANJE GRAFIČKE REZOLUCIJE

View 1, Default



Slika 3.64

3.2.4.3. Numeričke analize i odabir načina eksploatacije ležišta mineralnih sirovina

3.2.4.3.1. Analiza podzemne eksploatacije ležišta mineralnih sirovina

Primjer za ležište a-gk

Tablica 3.3 Ulazni podaci za analizu

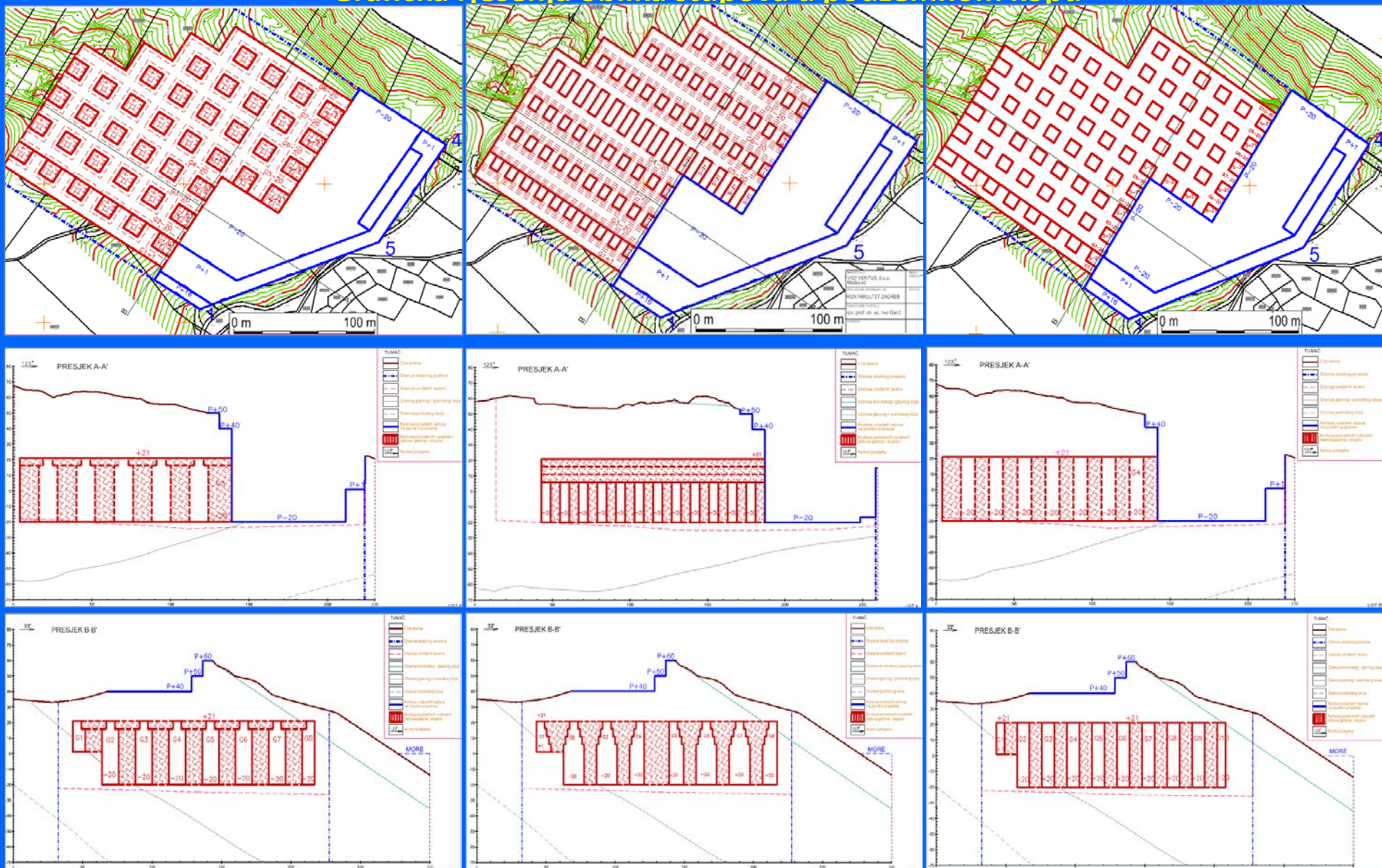
a) (excel)

ULAZNI PODACI O STIJENI-MJERENI U LABORATORIJU I NA TERENU	Jedinica	izmjerene vrijednosti
Kohezija, c	MPa	28,73
Kut unutarnjeg trenja, ϕ	°	42,56
Kut nagiba (prosječni) kritične klizne plohe (ravnina), α	°	40
Volumetrijski broj pukotina (Jv)	m-3	2,34
Obujamska (prostorna) masa, γ	kg/m3	2540

Tablica 3.4 Geometrijski oblici i dimenzije podzemnih prostorija (stupova i galerija)

DIMENZIJE	Jedinica	usvojene-modelirane vrijednosti	MODELI GEOMETRIJSKIH OBLIKA																			
			1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
			GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP
dužina galerije i stupa	m	a; s	6	18	9	15	6	15	9	12	6	12	6	9	9	9	12	12	15	9	12	9
širina galerije i stupa	m	a; s	6	18	9	15	6	15	9	12	6	12	6	9	9	9	12	12	15	9	12	9
visina galerije i stupa	m	hg; hs	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
visina nadsvoda i zarušavanja	m	hn; hz	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
Udio otkopane stijene	%	$= (1 - (s*s) / ((a+s)*(a+s))) * 100$	43,75			60,94		48,98		67,35		55,56		64,00		75,00		75,00		85,94		81,63
Odnos otvorene površine galerije i presjeka stupa, Ko		$= P_g : P_s$		1,78		2,56		1,96		3,06		2,25		2,78		4,00		4,00		7,11		5,44

Grafička rješenja oblika stupova u podzemnom kopu



stup s jednim prepustom-gredom (zubom), na najvišoj razini +16

stup s više prepusta-greda (zuba), od najviše razine do sredine stupa

ravni stup u cijeloj visini otkopavanja

Slika 3.65

Tablica 3.5 Numerička analiza najpovoljnijeg načina podzemne eksploatacije a-gk
(excel)

DIMENZIJUE	Jedinica	usvojene-modelirane vrijednosti	MODELI GEOMETRIJSKIH OBLIKA																			
			1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
			GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP
duljina galerije i stupa	m	a; s	6	18	9	15	6	15	9	12	6	12	6	9	9	9	12	12	15	9	12	9
širina galerije i stupa	m	a; s	6	18	9	15	6	15	9	12	6	12	6	9	9	9	12	12	15	9	12	9
visina galerije i stupa	m	hg; hs	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
visina nadsvođa i zarušavanja	m	hn; hz	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
Udio otkopane stijene	%	= (1-(s*s)/(a+s)*(a+s))) *100		43,75%		60,94%		48,98%		67,35%		55,56%		64,00%		75,00%		75,00%		85,94%		81,63%
Odnos otvorene površine galerije i presjeka stupa, Ko		=Pg:Ps		1,78		2,56		1,96		3,06		2,25		2,78		4,00		4,00		7,11		5,44

c)

PARAMETRI NAPREZANJA U STIJENI	Jedinica	postupak	PRORAČUNANE VRIJEDNOSTI IZ ULAZNIH PODATAKA																			
			1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
			GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP
Sila iznad stupa, Fs	MN	=ms*g =(((a+s)*(a+s)*hn)+(s*s)*hs)* γs*g		962,5		861,4		713,4		630,6		502,3		329,4		438,0		778,6		714,3		566,2
Sila iznad galerije, Fg	MN	=mg-((a*a)*hn)*γs*g	39,5		88,8		39,5		88,8		39,5		39,5		88,8		157,9		246,7		157,9	
Koeficijent bočnog tlaka, K	-	= ((hs + hz)/s) *sin(a)*(1/(2*s)))		0,08		0,12		0,12		0,19		0,19		0,34		0,34		0,19		0,34		0,34
Vertikalna naprezanja u stupu, σ _{vy}	MPa	= Fs / (s * s)		2,97		3,83		3,17		4,38		3,49		4,07		5,41		5,41		8,82		6,99
Vertikalna naprezanja u natkopu galerije, σ _{vy}	MPa	= Fg / (a * a)	1,096		1,096		1,096		1,096		1,096		1,096		1,096		1,096		1,096		1,096	
Horizontalna naprezanja u stupu, σ _h	MPa	= K * (Fs / (s * s))		0,250		0,465		0,385		0,830		0,662		1,371		1,823		1,025		2,973		2,357
Normalna naprezanja na kliznoj plohi stupa, σ _n	MPa	= (Fs / (s * s)) * ((1+cos (2a)/2))		1,744		2,248		1,862		2,571		2,048		2,388		3,175		3,175		5,178		4,105
Posmična naprezanja u stropu-natkopu, τ _n	MPa	= -(Fg / (4*a*hn))	0,580		1,110		0,580		1,110		0,580		0,580		1,110		1,716		2,372		1,716	
Posmična naprezanja u stupu, τ _p	MPa	= -(Fs / (s*s)) / 2) * sin(2a)		-1,463		-1,885		-1,561		-2,156		-1,718		-2,002		-2,662		-2,662		-4,341		-3,442
Vlačna naprezanja u stropu galerije, σ _{vt}	MPa	= -(Fg / (a*a))	-1,096		-1,096		-1,096		-1,096		-1,096		-1,096		-1,096		-1,096		-1,096		-1,096	

d)

PARAMETRI OTPORA (ČVRSTOĆE) STIJENE	Jedinica	postupak	PRORAČUNANE VRIJEDNOSTI IZ ULAZNIH PODATAKA																			
			1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
			GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP	GALERIJA	STUP
Kohezija (na kritičnoj plohi), c _p	MPa	= c / 10	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87
Kut unutarnjeg trenja (na kritičnoj plohi), φ _p	°	= 0,5* φ	21,28	21,28	21,28	21,28	21,28	21,28	21,28	21,28	21,28	21,28	21,28	21,28	21,28	21,28	21,28	21,28	21,28	21,28	21,28	21,28
Posmična čvrstoća u stupovima, S _τ	MPa	S _τ =σ _n x tg φ _p +c _p		3,55		3,75		3,60		3,87		3,67		3,80		4,11		4,11		4,89		4,47
Vlačna čvrstoća u stropu galerije, S _p	MPa	S _p =[S _n * k _p /a]-σ _v	42,58		28,02		42,58		28,02		42,58		42,58		28,02		20,74		16,38		20,74	
Vlačna čvrstoća u stropu galerije, S _{vt}	MPa	S _{vt} = 0,1* S _{vtl}	4,26		2,80		4,26		2,80		4,26		4,26		2,80		2,07		1,64		2,07	

e)

Koeficijent sigurnosti, Ks (uvjet ≥ 1,5)	-	= $\frac{S_{vtl}}{\sigma_{vtl}}$; = $\frac{S_{\tau}}{\tau_p}$	3,88	2,43	2,56	1,99	3,88	2,30	2,56	1,80	3,88	2,14	3,88	1,90	2,56	1,54	1,89	1,54	1,49	1,13	1,89	1,30
--	---	--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

f)

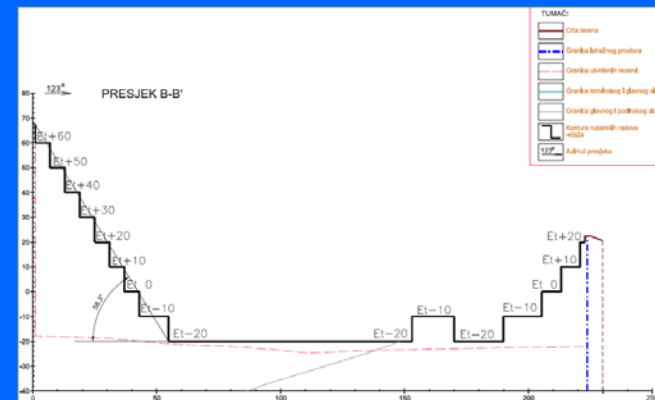
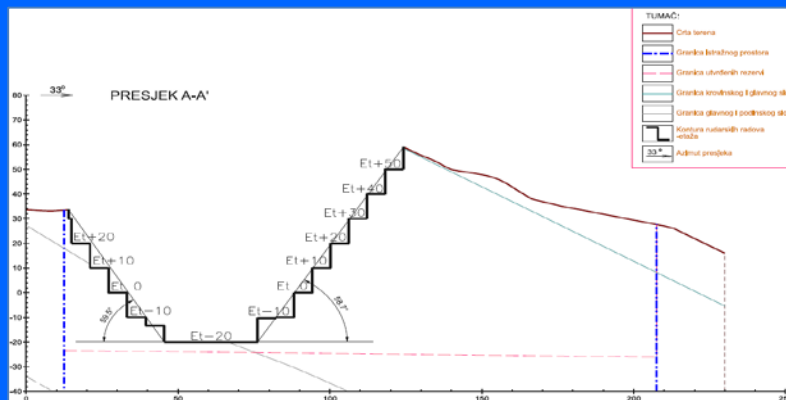
ODABIR NAJPRIHVATLJIVJE (OPTIMALNE) VARIJANTE	-	Ov= log(Ks/Kz)*Ko ³ +log(Ko/n)	0,426		1,462		0,697		1,738		0	1,103		0	1,639		0	0,396		0	0,396		-44,937		-10,345
---	---	---	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	---	-------	--	---	-------	--	---	-------	--	---	-------	--	---------	--	---------

3.2.4.3.1. Analiza površinske eksploatacije a-gk (excel)

Predloženi projektni parametri:

?	visina etaže (platoa), do	10 m
?	minimalna širina radne etaže	15 m
?	minimalna širina radne površine za utovar	23 m
?	minimalna širina završne etaže	6 m
?	kut nagiba etažne kosine	90°
?	kut nagiba završne kosine	≤65°
?	kut nagiba kosine nasipa	≤35°

Grafičko rješenje površinske eksploatacije a-gk



Slika 3.66

Tablica 3.6 Rezultati analize stabilnosti kosina na površinkom kopu (excel)

Red. Br.	Značajke	Jedinica	Etažna kosina	Završna kosina
1.	Visina kosine, H	m	10	85
2.	Jedinični tlak stijene (srednji), σ_s	Pa	24 917	24 917
3.	Kut unutarnjeg trenja, ϕ	°	42,56	42,56
4.	Kohezija, c	Pa	1 436 500	1 436 500
5.	Koeficijent seizmičnosti, Ks		0,1	0,2
6.	Kut nagiba kosine, α	°	90	65
7.	Nagib kritične klizne plohe, α_k $\alpha_k = \frac{1}{2}(\alpha + \phi)$	°	66,23	53,78
8.	Dubina vlačne pukotine, Z $Z = H \left(1 - \sqrt{\text{ctg} \alpha \cdot \text{tg} \alpha_k}\right)$	m	9,4	17,2
9.	Dužina klizne ravine, A $A = \frac{(H - Z)}{\sin \alpha_k}$	m	0,7	84,1
10.	Kohezija-reducirana, c_r $c_r = \frac{c}{1 + K \cdot \ln H / b}$	Pa	1 057 384	1 297 147
11.	Sila uzgona u plohi, U $U = \frac{1}{2} \sigma_w \cdot Z \cdot A$	N	31 616	7 083 250
12.	Sila hidrostatskog tlaka u vlačnoj pukotini, V $V = \frac{1}{2} \sigma_w \cdot Z^2$	N	430 689	1 447 310
13.	Sila potencijalno nestabilne stijene, W_s $W = 0,5 \cdot \sigma_s \cdot H^2 \left[\left(1 - \left(\frac{Z}{H}\right)^2\right) \text{ctg} \alpha_k - \text{ctg} \alpha \right]$	N	64 735	21 261 845
14.	Koeficijent sigurnosti, K_s $K_s = \frac{c_r \cdot A \cdot L_j + [W(\cos \alpha_k - K \sin \alpha_k) - U - V \sin \alpha_k] \cdot \text{tg} \phi}{W(\sin \alpha_k + K \cos \alpha_k) + V \cos \alpha_k}$		1,5	5,4

3.2.4.4. Tehno-ekonomska analiza isplativosti eksploatacije

Rezultati analize statične dobiti

Tablica 3.7 Statična vrijednost eksploatacije (excel)

POZICIJA	Količine		Tržišna cijena €/J.M.	Ukupni prihod €	Eksploat. cijena €/J.M.	Ukupni troškovi €	Bruto Dobit €	Porez €	Neto Dobit €
	jedin. mjera	iznos							
(1)	(2)		(3)	(4)=(2)x(3)	(5)	(6)=(2)x(5)	(7)=(4)-(6)	(8)=(7)*0,12	(9)=(7)-(8)
BLOKOVI AGK (H-V)	m ³	167 014	370	61 347 091	260	42 760 083	18 587 008	2 230 441	16 356 567
KAMENI OSTATAK (TGK)	m ³	645 927	10	6 459 271	5	3 229 636	3 229 636	387 556	2 842 079
SVEUKUPNO		812 941		67 806 362		45 989 718	21 816 644		19 198 647

Rezultati analize dinamične dobiti

$$K = \sum_1^n \frac{k_F}{\left(1 + \frac{p}{100}\right)^n} + \sum_1^n \frac{k_G}{\left(1 + \frac{p}{100}\right)^n}$$

gdje je:

p - diskontna stopa

n - broj godina, 35

k_F - vrijednosti investicijskog-početnog ulaganja

k_G - godišnja statična vrijednost (neto dobit) ostvarena prodajom a-gk i t-gk

K - dinamična-diskontirana vrijednost invest. ulaganja i ostvarene dobiti od prodaje a-gk i t-gk

Tablica 3.8 Dinamična vrijednost eksploatacije (excel)

Datum	Parametri										
	K	kp	p	n	$(1+(p/100))^n$	$kp/(6_n)$	kg	p	n	$(1+(p/100))^n$	$kg/(6_n)$
	(1)	(2)	(4)	37,0	(6)	(7)	(3)	(4)	40,0	(6)	(7)
31.12.2022	12 601 178	67 568	3	1	1,03	65 600	518.882	3	1	1,03	503 769
31.12.2023				2	1,06	63 689			2	1,06	489 096
31.12.2024				3	1,09	61 834			3	1,09	474 851
31.12.2025				4	1,13	60 033			4	1,13	461 020
31.12.2026				5	1,16	58 284			5	1,16	447 592
31.12.2027				6	1,19	56 587			6	1,19	434 556
31.12.2028				7	1,23	54 939			7	1,23	421 899
31.12.2029				8	1,27	53 338			8	1,27	409 611
31.12.2030				9	1,30	51 785			9	1,30	397 680
31.12.2031				10	1,34	50 277			10	1,34	386 097
31.12.2032				11	1,38	48 812			11	1,38	374 852
31.12.2033				12	1,43	47 391			12	1,43	363 934
31.12.2034				13	1,47	46 010			13	1,47	353 334
31.12.2035				14	1,51	44 670			14	1,51	343 042
31.12.2036				15	1,56	43 369			15	1,56	333 051
31.12.2037				16	1,60	42 106			16	1,60	323 350
31.12.2038				17	1,65	40 879			17	1,65	313 932
31.12.2039				18	1,70	39 689			18	1,70	304 789
31.12.2040				19	1,75	38 533			19	1,75	295 911
31.12.2041				20	1,81	37 411			20	1,81	287 293
31.12.2042				21	1,86	36 321			21	1,86	278 925
31.12.2043				22	1,92	35 263			22	1,92	270 801
31.12.2044				23	1,97	34 236			23	1,97	262 913
31.12.2045				24	2,03	33 239			24	2,03	255 256
31.12.2046				25	2,09	32 271			25	2,09	247 821
31.12.2047				26	2,16	31 331			26	2,16	240 603
31.12.2048				27	2,22	30 418			27	2,22	233 595
31.12.2049				28	2,29	29 532			28	2,29	226 791
31.12.2050				29	2,36	28 672			29	2,36	220 186
31.12.2051				30	2,43	27 837			30	2,43	213 773
31.12.2052				31	2,50	27 026			31	2,50	207 546
31.12.2053				32	2,58	26 239			32	2,58	201 501
31.12.2054				33	2,65	25 475			33	2,65	195 632
31.12.2055				34	2,73	24 733			34	2,73	189 934
31.12.2056				35	2,81	24 012			35	2,81	184 402
Ukupno						1 451 839					11 149 339