

Metodika tvorby a vizualizace 3D modelu ložiska grafitu Český Krumlov – Městský vrch

1. Obsah a závazná struktura certifikované metodiky

Obsah a závazná struktura certifikované metodiky je zpracována ve smyslu „Metodického postupu pro zpracování a uplatnění výsledků výzkumu a vývoje typu „Nmet – Certifikovaná metodika“ Zákona č. 130/2002 Sb., o podpoře výzkumu, experimentálního vývoje a inovací z veřejných prostředků.

1.1. Cíl metodiky

Prostorové modelování ložisek vychází z nutnosti, v rámci dostupných strukturně-geologických, geochemických a ložiskově-technologických parametrů, sestavit co nejdělejší obraz dané ložiskové struktury a v jejím rámci následně vyhodnotit 3D distribuci konkrétního zrudnění v rámci výrazně heterogenního geologického prostředí. Zásadním problémem je přitom mj. absence jednotné, a moderním analytickým metodám odpovídající, vstupní databáze parametrů nezbytných pro výpočtové modely. Pro vybraná modelová ložiska kritických surovin, byla k dispozici data z 80., 70. let a v řadě případů ještě starších etap geologických průzkumných prací minulého století. Tato skutečnost je jedním z důvodů, proč není možno, bez dodatečného moderního ložiskového průzkumu, využít celosvětově využívaných softwarových řešení, nehledě na fakt že, pro analyzovaná malá ložiska, jakým je i ložisko grafitu Český Krumlov – Městský vrch, jsou všechny tyto softwary velmi drahé, a pro daná ložiska tedy potenciálně neekonomické.

Základem našeho navrhovaného postupu tedy bylo vytvořit, s dílčím využitím existujících, ekonomicky akceptovatelných a komerčně dostupných softwarových aplikací, takové komplexní 3D modely morfologie vybraných ložisek, včetně prostorové distribuce ložiskově - technologických parametrů, které by s využitím možností 3D počítačové grafiky umožňovalo variabilní odhady zásob a případný následný projekt otvírky konkrétního ložiska.

2. Popis vlastní metodiky

2.1. Obecná část – popis ložiska

Jako vhodný ložiskový objekt splňující požadavky projektu CEEMIR pro vytvoření metodického postupu byl v oblasti Moldanubika vybráno ložisko grafitu Český Krumlo – Městský vrch.

Ložisko grafitu Městský vrch se nachází v jižní části Českého masívu, v metamorfovaných horninách českokrumlovské pestré skupiny jihočeského moldanubika (obr. 1). V rámci této jednotky náleží do hořického grafitonosného pásma, resp. do severního ohybu jeho dílčí krumlovské grafitonosné struktury. Území budují pararuly, krystalické a erlanové vápence, erlany, amfibolity. Mladší intruzíva jsou zastoupena leukokrátinými žilnými granity, aplity a méně hojnými pegmatity.

V regionálním kontextu se ložisko nachází v tektonicky velmi složité doméně složené od podloží do nadloží z následující sekvence varisky metamorfovaných a deformovaných litotektonických jednotek:

1. Kaplická jednotka, charakteristická monotónním vývojem Mu-Bt pararul s vložkami kvarcitů a vzácně amfibolitů.
2. Monotónní skupina složená z Bt pararul, často migmatitizovaných, s vložkami kvarcitů a amfibolitů.
3. Světlická eklogitová zóna, světlická ortorula a několik drobných těles ortoruly v okolí Rájova – představují exotické útržky pravděpodobně pocházející z jednotek v podloží moldanubických metasedimentů, které byly tektonicky vmístěny do monotónní skupiny při její hranici s nadložní pestrá skupinou českokrumlovskou. Eklogity vykazují maximální metamorfní P-T podmínky 20-25 kbar a 750 °C [2, 9]. Ortoruly pak pocházejí z protolitu cca 2,1 Ga starého [14].
4. Českokrumlovská pestrá skupina je charakteristická velmi pestrým litologickým složením. V převládajících migmatitizovaných Bt a Bt-Sil pararalách je uloženo velké množství silně protažených čočkovitých těles amfibolitů, krystalických vápenců, erlanů, kvarcitů, ortorul a grafitických hornin. Vzhledem k litologické pestrosti se předpokládá spodnopaleozoické stáří protolitu indikují stáří kambro-ordovické, cca 500-550 Ma [7].
5. Granulitový masiv Blanského lesa, kde je zcela dominantní horninou Bt-Grt-Ky/Sill felzický granulit v různém stupni retrogrese, hydratace a parciálního tavení. Jeho protolitem byly velmi pravděpodobně kambro – ordovické granitoidy [6]. Felzické granulity lokálně uzavírají budiny až drobná tělesa částečně serpentinizovaných peridotitů, plášťových eklogitů a intermediárních až mafických granulitů.

Tělesa všech těchto hornin jsou obvykle výrazně protažena paralelně s dominantní foliací.

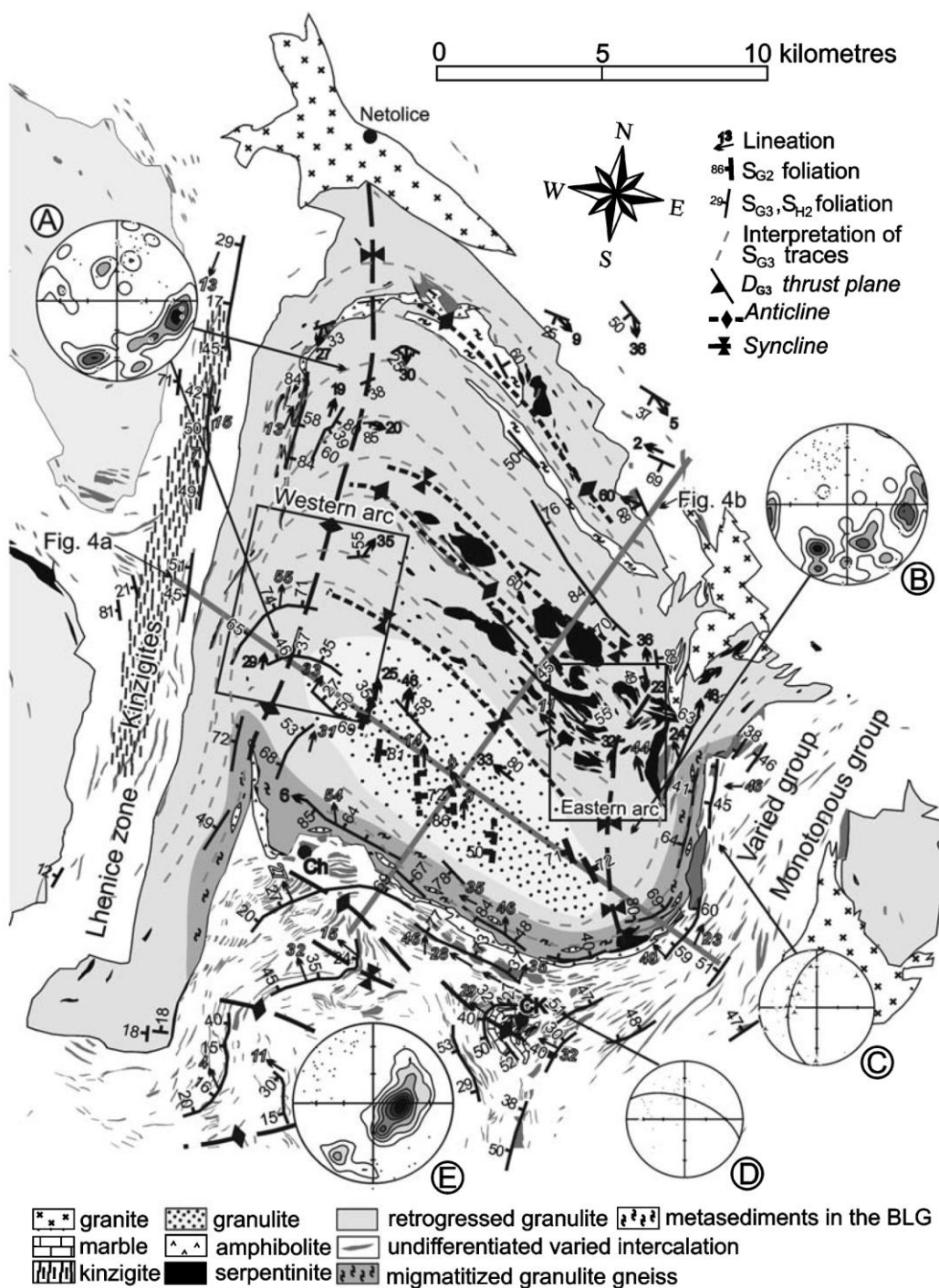
Popsanou variskou sekvencí intruduje velké množství leukogranitů až aplitů, částečně deformovaných, které tvoří jak pravé tak ložní žíly o mocnostech od jednotek centimetrů do prvních desítek metrů.

Podrobné strukturní studie [3,4] prokázaly v této oblasti sekvenci 5 duktilních deformačních fází, které se v různé míře projeví vrásněním různých měřítek, vznikem nové foliace a přetvořením jednotlivých horninových těles. Relikty dvou nejstarších fází (D1, D2) jsou zachované pouze v granulitech Blanského lesa, následující dvě fáze (D3, D4) pak postihují všechny výše popsané litotektonické celky. Poslední fáze (D5) se v zájmovém regionu projevuje jen velmi slabě.

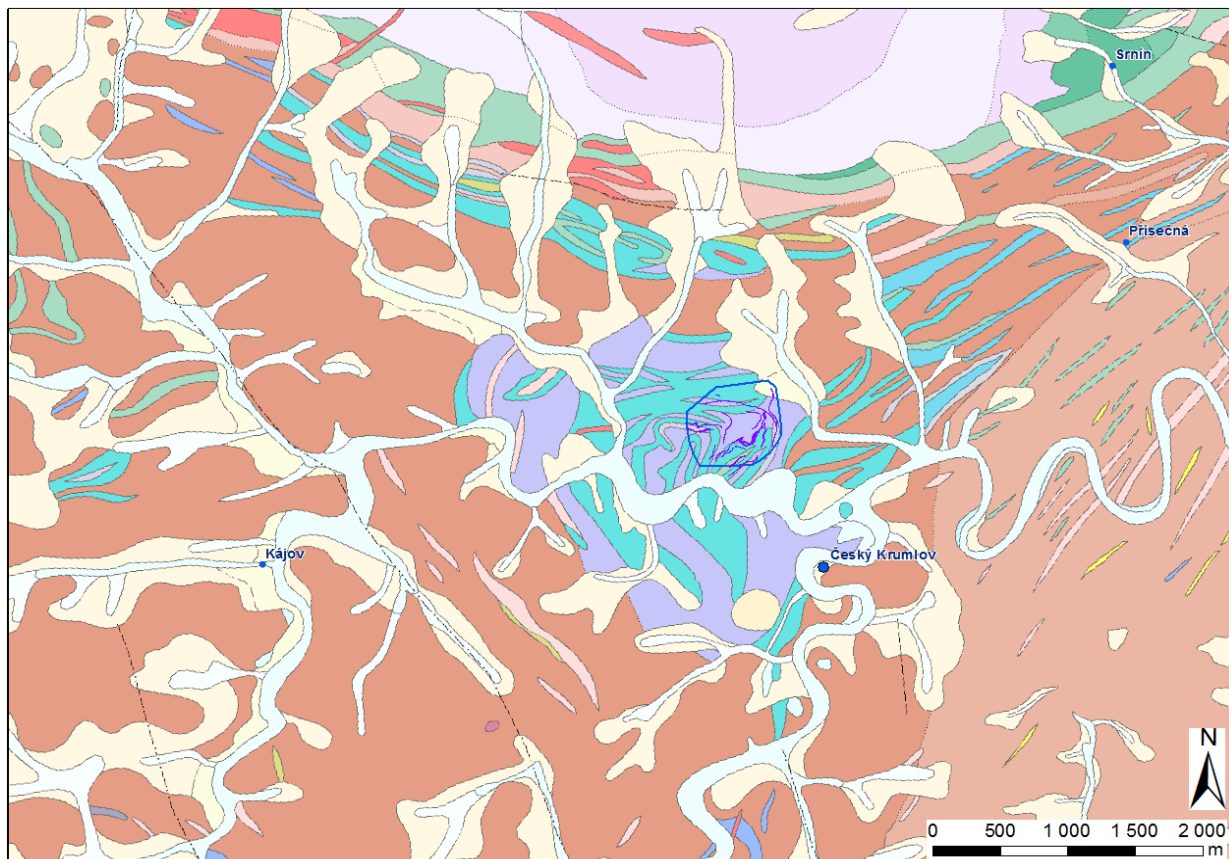
Pro vývoj českokrumlovské pestré skupiny s grafitovými ložisky vč. Městského Vrchu měly tedy zásadní význam fáze D3 a D4, které obě proběhly v podmínkách střední orogenní kontinentální kůry (za tlaků odhadem 7 - 10 kbar, tedy v hloubkách cca 20-30 km a za podmínek parciálního tavení metasedimentů, tedy cca 700 – 750 °C). Dle geochronologických prací zaměřených zejména na tektonický vývoj sousedního granulitového masívu Blanského lesa k těmto fázím došlo v rozmezí cca 345-337 Ma (radiometrické data viz [8], příp. souhrn [4]).

Dle Fraňka et al. [4] došlo během fáze D3 k vmístění granulitového masívu do sekvence metasedimentů moldanubika a pravděpodobně také k definitivnímu umístění nadložní pestré a podložní monotónní skupiny. Intenzivní deformace vyústila ve velmi výraznou přestavbu hornin, nově vzniklá foliace obsahuje jen drobné zbytky starší stavby v podobě uzavřených až izoklinálních vrás různých měřítek. Závěr této fáze je pravděpodobně spojen s intruzemi leukogranitů generovaných v metasedimentech tepelným tokem z relativně teplejšího granulitu. V závěru této fáze také došlo ke zvrásnění granulitového tělesa Blanského lesa do podoby jedné asymetrické vrásy s vlnovou délkou cca 17 km a strmě k západu ukloněnými dvěma osními rovinami. Granulitový masiv Blanského lesa byl během tohoto vrásnění reologicky kompetentnější čočkovité těleso s charakterem řídicí vrstvy, přičemž okolní částečně natavené a reologicky výrazně méně kompetentní metasedimentární jednotky se z velké části jen pasivně přizpůsobovaly amplifikaci této regionální vrásy (obr. 3). Do JZ zámku vrásy byla tímto procesem vtačena pestrá skupina českokrumlovská v širším okolí ložiska Městský Vrch, která od hranice s podložní monotónní skupinou postupně amplifikovala do podoby několikakilometrové antiklinály. Hranice pestrá – monotónní skupina tedy představuje “detachement horizont” této dílčí antiklinály, ložisko Městský Vrch se nachází v severní části zámkové linie této antiklinály (obr. 2). Vzhledem k litologicky i reologicky velmi pestrému vývoji

metasedimentů v širším okolí ložiska Městský Vrch zde nevznikla jednoduchá cylindrická antiklinála, ale geometricky složitější sub-cylindrický útvar s vývojem parazitických vrás menšího měřítká. Pravděpodobná přítomnost izoklinálních reliktních staveb v měřítku jednotek a stovek metrů a zároveň přítomnost četných budin podobných měřítek navíc v širším okolí ložiska zapříčinila vývoj nepravidelného a geometricky složitého průběhu jednotlivých horninových těles, pravděpodobně zčásti charakteru interferenčních vrásových vzorů (obr. 2, 3). Grafitické horniny v této fázi velmi pravděpodobně sloužily jako tektonické mazadlo při amplifikaci celé antiklinály, umožňovaly mezivrstevní prokluz mezi jednotlivými horninovými tělesy a pravděpodobně usnadňovaly vznik vrásových akomodačních struktur jako např. střížných zón lokalizovaných v deformaci nejvíce namáhaných zámčích dílčích vrás.



Obr. 1: Strukturální mapa širšího regionu s vyobrazením trendů planárních a lineárních duktilních struktur. Stereografické projekce ukazují následující data: A - Konturový diagram foliace S_3 ze sz. části granulitového masívu Blanského lesa, $n = 51$, spolu s lineacemi vyneseny jako body, $n=35$; B - Foliace S_3 z východní části granulitu Blanského lesa, $n = 51$, s lineacemi, $n = 54$; C - Lineace (body) a striace (trojúhelníky) z východní hranice granulitu Blanského lesa, $n = 53$. Velký oblouk reprezentuje generalizovaný průběh foliace S_3 ; D - Lineace z jižní hranice granulitu Blanského lesa, $n = 33$. Velký oblouk reprezentuje generalizovaný průběh foliace S_3 ; E - Foliace S_3 z pestré skupiny jižně od granulitu Blanského lesa, $n = 114$, s odpovídajícími lineacemi, $n = 45$. Zjednodušená geologická mapa vychází z geologické mapy 1:50 000 České geologické služby. Zkrácené názvy měst: ČK - Český Krumlov, Ch - Chvalšiny.

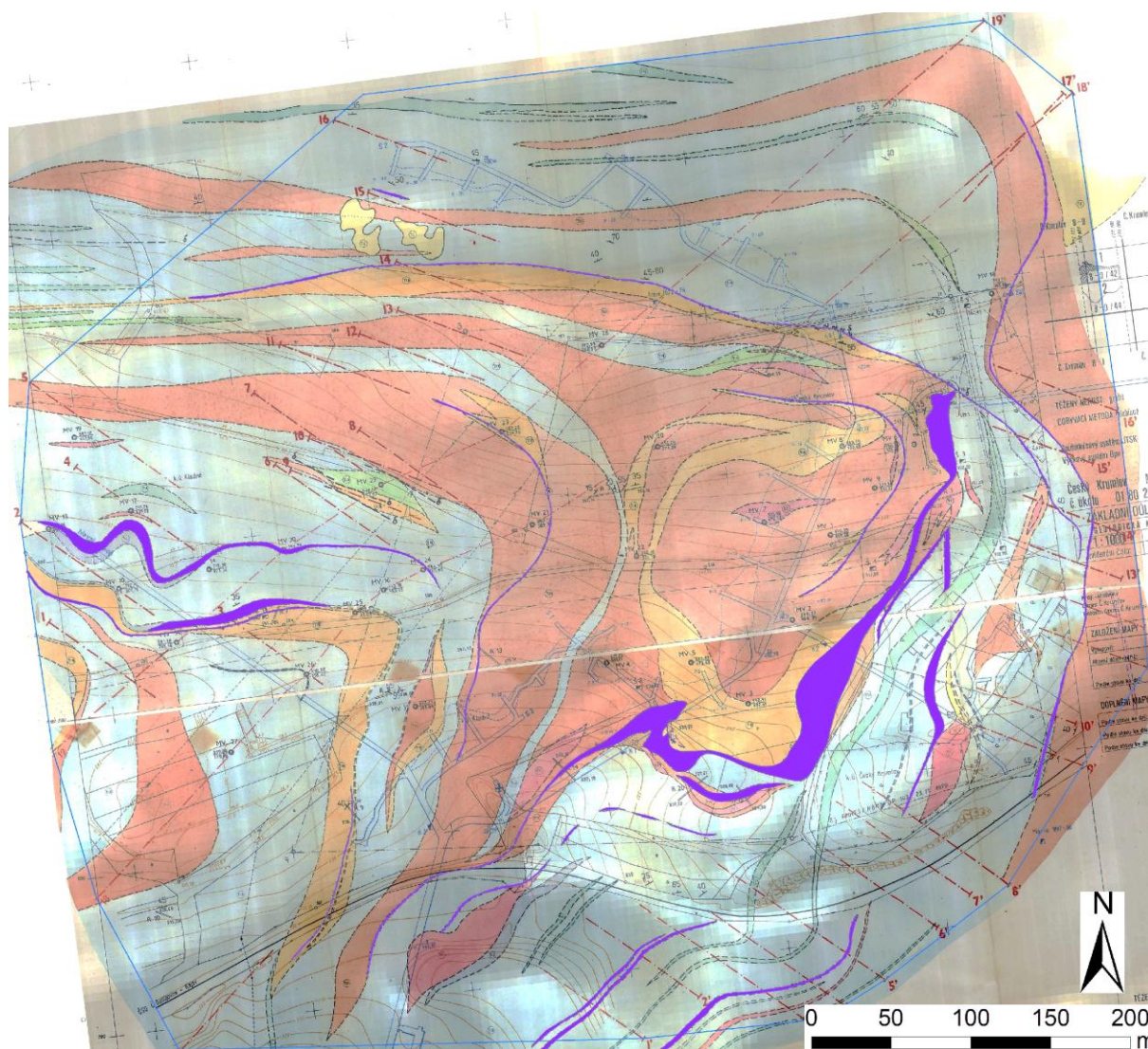


Obr. 2: Geologická mapa 1 : 50.000 českokrumlovské pestré skupiny v širším okolí ložiska Městský Vrch, s vyobrazením rozsahu 3D geologického modelu (modrý polygon). Grafitové polohy ložiska Městský Vrch zvýrazněny fialově.

Následující fáze D4 v českokrumlovské pestré skupině způsobila částečné zploštění již vzniklé složité stavby. V oblasti ložiska však nevyústila ve výrazné přepracování proto, že se ložisko nalézalo v tlakovém stínu kompetentnějšího granulitového masívu a na rozdíl od vzdálenějších částí pestré skupiny tak bylo uchráněno penetrativního převrácení.

Morfologie ložiska

Ložisko grafitu, které bylo ověřeno do hloubek kolem 200 m od povrchu, je vymezeno v pěti grafitonosných pruzích, označených podle geografické pozice jako východní, severní, střední, západní a severozápadní (obr. 3). V rámci těchto pruhů je vymežováno tzv. hlavní grafitové lože a několik dílčích méně významných loží v nadloží a podloží. Grafitové polohy jsou vyvinuty nejčastěji při rozhraní vápencových a rulových poloh. Ložiskový obzor tvoří silně grafitické pararuly.



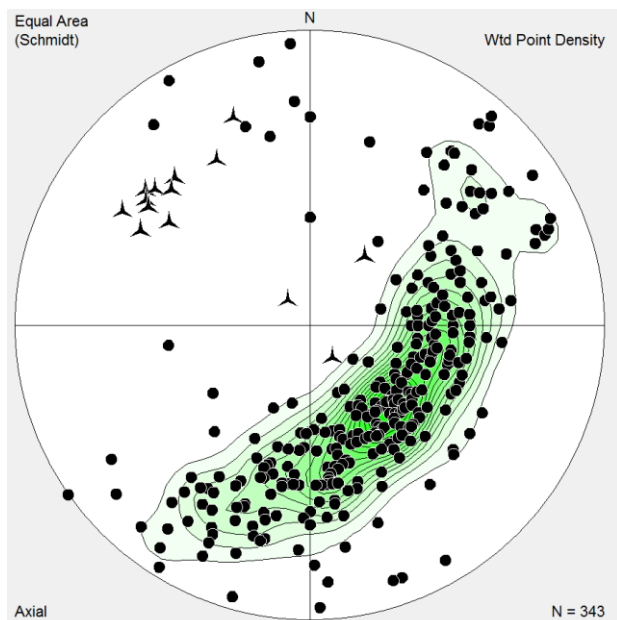
Obr. 3: Archivní povrchová geologická mapa z ložiska Městský Vrch s vyobrazením rozsahu 3D geologického modelu (modrý polygon). Grafitové polohy zvýrazněny fialově.

Hlavní poloha ložiska vytváří v detailu složitě provrásněnou synklinálu (obr. 3, 4) s vlnovou délkou cca 700 m, s vrásovou osou upadající pod středním úhlem k ZSZ a subvertikální osní rovinou směru ZSZ-VJV. Směry sklonu foliace jsou 20° - 60° k SZ, Z i S, nejčastěji kolem 35° . Tlaková napětí se v grafitonosné sérii vyrovnávala většinou flexurami a ohyby jednotlivých poloh. V důsledku provrásnění dochází lokálně k prudkým změnám směru horninových poloh, k izoklinálnímu provrásnění a ke vzniku lokálních brachysynklinálních a brychyantiklinálních struktur [11,12].

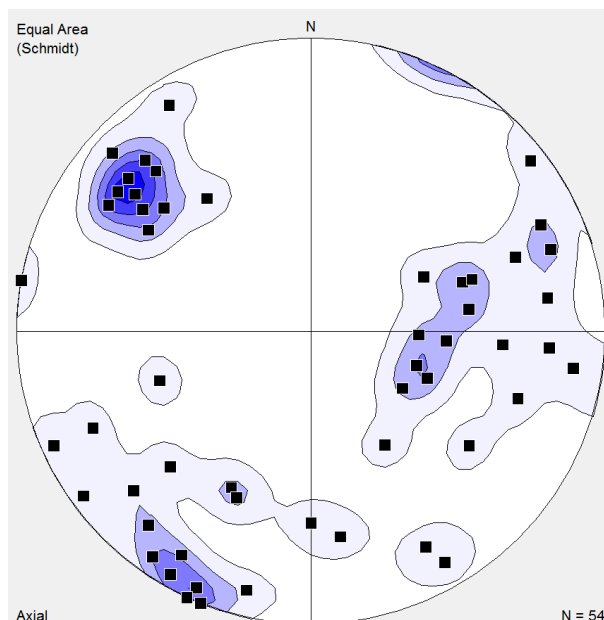
Mocnost loží je velmi proměnlivá. Maximální mocnosti byly zjištěny v hlavním loži východního pruhu až 20 m, v průměru 5,14 m. Jednotlivá lože mají charakter čočkovitých a tektonicky deformovaných poloh, ev. drobných útržků grafitu. Typickým rysem jsou lokální prudké změny směru horninových poloh, rychlé vyklíňování či nahuřování mocností. Všechna uvedená lože probíhají paralelně s generální foliací okolních hornin a zároveň paralelně s hranicemi okolních horninových těles [13].

Disjunktivní tektonika je poněkud zastřena provrásněním a mylonitizací a její vliv je spíše lokální, s vytrácením skluzů v grafitové výplni. Hojně jsou drobné poruchy, ohlazové plochy směru SV-JZ, SZ-JV a

S-J (obr. 5), ostrá klínovitá omezení grafitu. Severovýchodní částí hlavního lože prochází významná mylonitizovaná zóna, na které dochází k propojení hlavního lože s dílčím ložem.



Obr. 4: Póly ploch 329 archivních měření foliací (body) a 14 lineací (hvězdy) ze zájmového území ložiska Městský vrch, projekce na spodní polokouli.



Obr. 5: Póly ploch 54 archivních měření zlomů ze zájmového území ložiska Městský vrch, projekce na spodní polokouli.

Mineralogická a petrografická charakteristika

Ložiskovou výplň je grafitická pararula, obsahující zpravidla 8 až 30% grafitického uhlíku (Cgraf). Kromě grafitu surovina obsahuje vybělený biotit, muskovit, sericitizované a kaolinizované živce (plagioklasy andezinového složení převládají nad ortoklasem), křemen, dále fibrolitický sillimanit, cordierit apatit a dosti hojný pyrotin a pyrit (ve formě kyzových impregnací). Z akcesorií se běžně vyskytuje turmalín, hematit, siderit, granát a zirkon. Velikost grafitových vloček se pohybuje mezi 0,00X-0,5 mm. Historické prameny udávají až 73% obsahy a šupinky až 1 mm velké [11,13].

2.2. Metodické postupy a algoritmy tvorby a vizualizace 3D modelu ložiska grafitu Český Krumlov – Městský vrch

V této kapitole jsou definovány jednotlivé kroky metodického postupu tvorby a vizualizace 3D modelu ložiska grafitu Český Krumlov – Městský vrch. Tyto kroky na sebe navazují a v nich použité algoritmy zpracování údajů a vytvořený software jsou detailně popsány ve stejnojmenných podkapitolách:

- 2.2.1 Revize všech dostupných archivních materiálů, verifikace a korekce vstupních dat.
- 2.2.2 Výpočet a vizualizace prostorové lokalizace vstupních dat.
- 2.2.3 Konstrukce 3D strukturního modelu.
- 2.2.4 Výpočet topologie 3D gridu tělesa grafitu podle 3D strukturního modelu (program *Grafit_Teleso*, modul *Výpočet topologie 3D gridu tělesa*).

- 2.2.5 Základní statistické zpracování obsahů grafitického uhlíku Cgraf, CO₂ a síry.
- 2.2.6 Zobrazení vstupních dat ložiska grafitu ve 3D v prostředí *Voxler*, stanovení elipsoidů anizotropie a výběru dat, vytvoření 3D gridů obsahů technologických parametrů a export 2D gridů v jednotlivých horizontech ve formátu *Surfer*.
- 2.2.7 Odhad zásob na základě 2D gridů technologických parametrů a jejich převedení do 3D gridu (program *Grafit_Teleso*, modul *Výpočet hodnot 3D gridů tělesa a odhad zásob* nebo modul *Výpočet hodnot 3D gridů těles A, B, C a odhad zásob*).
- 2.2.8 Vizualizace horizontálních řezů ve 2D v prostředí *Surfer* (program *Grafit_Teleso*, modul *Vykreslení horizontálních řezů zadaných vrstev*).
- 2.2.9 Vizualizace sítě vertikálních řezů ve 2D v prostředí *Surfer* (program *Grafit_Teleso*, modul *Vykreslení zadaných vertikálních řezů XZ a YZ*).
- 2.2.10 Vizualizace technologických parametrů ve 3D v prostředí *Voxler*.

Jednotlivé kroky metodického postupu jsou realizovány tak, aby bylo možno při libovolné změně parametrů tyto kroky programově rychle přepočítat bez nutnosti zdlouhavých ručních postupů. Proto je také možné snadno provést modelování v několika variantách (například s použitím více variant parametrů gridování apod.).

2.2.1. Revize všech dostupných archivních materiálů, verifikace a korekce vstupních dat

Základním zdrojem archivních dat a geologických informací nezbytných pro tvorbu 3D strukturního modelu byly závěrečné zprávy FZ006071 [12] a FZ005542 [11]. Z těchto zpráv byly digitalizovány geologické mapy (povrchové a štolového patra) ze tří různých časových období. Dále geologické řezy (celkem 34) a grafická dokumentace k 20 kopaným rýhám a k 16 šachticím. Z těchto dokumentů byly kromě prostorové pozice jednotlivých horninových těles a tektonických rozhraní získány i prostorové informace ke strukturním datům a informace o analyzovaných vzorcích, odebraných ve štolovém patře a určených míst šachtic a rýh. Digitalizovaná strukturní data nesla informaci také o jejich prostorové pozici. Ze zpráv byly získány informace o pozici odebraných vzorků a jejich technologických parametrech. Dále bylo z vrtné databáze ČGS získáno 36 středně hlubokých vrtů, které nesly informaci o litologických rozhraní a technologických parametrech odebraných vzorků. Deset vrtů bylo inklinometricky zaměřeno. Model povrchu reliéfu byl vytvořen v gridu 10 × 10 metrů na základě dat DMR 4G (digitální model reliéfu čtvrté generace).

Od WP3 byla převzata data ve formátu *xlsx*:

- tabulka *VRTY*, celkem 267 vzorků z 21 povrchových vrtů (ukázka viz tab. 1),
- tabulka *RÝHY*, celkem 8 vzorků z 5 rýh (viz tab. 2),
- tabulka *ZÁSEKOVÉ VZORKY*, celkem 282 vzorků ze záseků (ukázka viz tab. 3),
- tabulka *ŠACHTICE*, celkem 82 vzorků z šachtic (ukázka viz tab. 4),
- tabulka *INKLINOMETRIE*, údaje o inklinometrii 10 povrchových vrtů (ukázka viz tab. 5)

Tabulka 1: Část údajů tabulky VRTY.

Název vrtno-vzorku	KLIC_GDO	METR_OD	METR_DO	X(ústí)	Y(ústí)	n.v. (ústí)	od	do	% C graf	% CO2	% S
V61-40		2.6	3.7	-770229.2	-1181519	544.9	542.3	541.2	27.67	0.031	0
V103-43		4.4	5.4	-770373	-1181557.2	536.6	532.2	531.2	23.68	0.029	0
MV-1	514679	30.1	30.4	-770240.36	-1181466.18	549.58	519.48	519.18	9.21	7.07	0
MV-1	514679	30.4	31.9	-770240.36	-1181466.18		519.18	517.68	23.41	2.57	0.46
MV-1	514679	31.9	33.2	-770240.36	-1181466.18		517.68	516.38	24.21	0.27	0
MV-1	514679	33.2	33.3	-770240.36	-1181466.18		516.38	516.28	23.45	17.89	0
MV-1	514679	33.3	34.3	-770240.36	-1181466.18		516.28	515.28	0	0	0
MV-1	514679	34.3	34.4	-770240.36	-1181466.18		515.28	515.18	0	0	0
MV-1	514679	34.4	36.1	-770240.36	-1181466.18		515.18	513.48	20.62	10.94	0.29
MV-1	514679	36.1	36.6	-770240.36	-1181466.18		513.48	512.98	9.35	1.52	0
MV-1	514679	36.6	37	-770240.36	-1181466.18		512.98	512.58	10.64	19.11	0
MV-2	514680	22	22.6	-770271.1	-1181495.63	545.3	523.3	522.7	5.76	0.84	0
MV-2	514680	22.6	23.9	-770271.1	-1181495.63		522.7	521.4	12.61	0.072	0.16
MV-2	514680	24.9	25.3	-770271.1	-1181495.63		520.4	520	21.5	0.07	0
MV-2	514680	25.3	26.1	-770271.1	-1181495.63		520	519.2	6.46	0.092	0.16
MV-3	514681	19.1	20	-770305.19	-1181544.88	542.41	523.31	522.41	15.13	0.031	0
MV-3	514681	20	20.9	-770305.19	-1181544.88		522.41	521.51	8.74	0.044	0
MV-3	514681	20.9	21.7	-770305.19	-1181544.88		521.51	520.71	6.11	0.046	0
MV-3	514681	21.7	22.5	-770305.19	-1181544.88		520.71	519.91	4.31	0.062	0
MV-3	514681	22.5	23.7	-770305.19	-1181544.88		519.91	518.71	14.02	0.046	3.34

Tabulka 2: Tabulka RÝHY.

Název rýhy-vzorku	METR_OD	METR_DO	X	Y	od	do	% C graf	% CO2	% S
R1-44	2	3.2	-770166.65	-1181432.74	548.7	547.5	17.01	0.058	0
R14-50	2.4	2.8	-770422.32	-1181574	530.72	530.32	11.32	0.03	0
R15-51	1	2.3	-770314.39	-1181603.53	537.89	536.59	16.59	0.24	0
R15-52	1.8	2.5	-770317.56	-1181597.69	538	537.3	13.89	0.2	0.14
R16-53	2	4	-770367.85	-1181563.92	535.99	533.99	23.08	0.044	0
R16-54	1.9	3.1	-770364.25	-1181561.34	536.09	534.89	16.09	0.005	0
R20-65	2.4	3.4	-770345.6	-1181591.81	535.21	534.21	40.31	0.98	0
R20-66	2.8	3.4	-770344.28	-1181590.95	534.81	534.21	24.09	0.12	0

Tabulka 3: Část údajů tabulky ZÁSEKOVÉ VZORKY.

číslo vzorku	ČÍSLO	Mocnost (m)	SJTSK_X	SJTSK_Y	SJTSK_Z	Azimet	% C grafit	% CO2	% S	Rozrazka	Místo odběru
1	1	0.9	-770341	-1181539	497	65	25.2	0.65	0.17	S2-S	chodba S-2, levý bok
2	2	1	-770340	-1181539	497	65	23.62	0.52	0.11	S2-S	chodba S-2, levý bok
3	3	0.9	-770339	-1181538	497	65	36.04	0	0.53	S2-S	chodba S-2, levý bok
4	4	1	-770338	-1181538	497	65	43.04	0.54	0.23	S2-S	chodba S-2, levý bok
5	5	0.9	-770337	-1181538	497	65	38.86	0.68	1.45	S2-S	chodba S-2, levý bok
6	6	1	-770336	-1181537	497	65	39.83	0.06	1.28	S2-S	chodba S-2, levý bok
7	7	1	-770335	-1181538	497	65	44.42	0.05	1.28	S2-J	chodba S-2, levý bok
8	8	0.9	-770336	-1181536	497	65	37.62	0.45	1.52	S2-S	chodba S-2, levý bok
9	9	1	-770335	-1181536	497	65	32.1	0.4	4.31	S2-S	chodba S-2, levý bok
10	10	0.9	-770334	-1181535	497	65	26.68	0.58	4.56	S2-S	chodba S-2, levý bok
11	11	1	-770333	-1181535	497	65	22.08	0	0.49	S2-S	chodba S-2, levý bok
12	12	1	-770324	-1181531	497	65	14.67	0.08	5.11	S2-S	chodba S-2, levý bok
13	13	1	-770323	-1181530	497	65	10.82	0.59	3.51	S2-S	chodba S-2, levý bok
14	14	1	-770322	-1181530	497	65	16.66	0.17	4.37	S2-S	chodba S-2, levý bok
15	15	1	-770321	-1181529	497	65	20.48	0.2	3.82	S2-S	chodba S-2, levý bok
16	16	1	-770320	-1181529	497	65	10.6	1.27	5.79	S2-S	chodba S-2, levý bok

Tabulka 4: Část údajů tabulky ŠACHTICE.

Název šachtice- vzorku	Hloubka	X(střed)	Y(střed)	hloubka (n.v.)	azimut (od severu)	délka vzorku (m)	% C graf	% CO ₂	% S
Š2-45	2	-770157	-1181371	552.95	90	1	23.3	7.1	0
Š2-49	4	-770157	-1181371	550.95	90	0.7	5.7	11.1	0
Š2-67	5	-770157	-1181371	549.85	90	0.4	5.4	1.2	0
Šc2-68	9	-770159	-1181372	540.55	250	1	6.3	10.9	0
Šc2-69	9	-770160	-1181372	540.55	250	1	3.1	10.4	0
Šc2-70	9	-770161	-1181373	540.55	250	1	12.1	9.2	0
Šc2-71	9	-770162	-1181373	540.55	250	0.5	10.6	8.5	0
Šc2-72	9	-770164	-1181374	540.55	250	0.7	19.4	15.7	0
Šc2-80	9	-770165	-1181374	540.55	250	0.7	13.1	11.6	0.08
Šc2-81	9	-770166	-1181375	540.55	250	1	25.9	10.1	0
Šc2-82	9	-770167	-1181375	540.55	250	1.2	12.5	7.8	0
Šc2-83	9	-770168	-1181374	540.55	70	1.3	8.2	7.9	0
Šc2-84	9	-770166	-1181373	540.55	70	0.3	6.5	15.4	0
Šc2-85	9	-770164	-1181373	540.55	70	0.7	17.9	9.5	0
Šc2-86	9	-770161	-1181371	540.55	70	1.2	16.1	11.2	0

Tabulka 5: Část údajů tabulky INKLINOMETRIE.

OBJECT	LOCALITY	DEPTH	UKLON	AZIM
MV20	FZ006071 [514290]	0	0	148
MV20	FZ006071 [514290]	50	2	148
MV20	FZ006071 [514290]	100	4.8	144
MV20	FZ006071 [514290]	150	6.3	140
MV20	FZ006071 [514290]	200	7.8	133
MV20	FZ006071 [514290]	250	10.3	134
MV20	FZ006071 [514290]	284	13.2	130
MV21	FZ006071 [514291]	0	0	170
MV21	FZ006071 [514291]	50	1	170
MV21	FZ006071 [514291]	100	3.7	152
MV21	FZ006071 [514291]	150	6.8	143
MV21	FZ006071 [514291]	200	9.8	143
MV21	FZ006071 [514291]	210	9.8	143

Ve všech vzorcích byly stanoveny obsahy grafitického uhlíku (Cgraf), CO₂ a síry v %, proto jsou tyto technologické parametry modelovány.

Verifikace vstupních dat byla prováděna konfrontací s archivními materiály a také s pomocí vizualizace (ve 2D a ve 3D) a srovnáním s příslušnými archivními horizontálními a vertikálními řezy. Přitom byly zjištěny chyby, které byly způsobeny nejen překlepy souvisejícími s digitalizací archivních podkladů. Chybné údaje byly opraveny.

Vstupní údaje z tabulek *VRTY*, *RÝHY*, *ZÁSEKOVÉ VZORKY*, *ŠACHTICE* a *INKLINOMETRIE* byly převedeny do tabulek *Collars* (celkem 393 průzkumných děl, ukázka viz tab. 6), *Trajectories* (ukázka viz tab. 7) a *Samples* (celkem 639 vzorků, ukázka viz tab. 8) souboru *Data_10_2017.xlsm*, ze kterých se pak načítají a zobrazují programem *Voxler* (obr. 6) a jsou využívány i pro další zpracování.

Jelikož byly zásekové vzorky lokalizovány ve svém středu, bylo nutno před zařazením záseku do tabulky *Collars* přepočítat lokalizaci podle azimutu na začátek záseku makrem *Zaseky* (viz [5]). Přitom se vytváří i soubor *Zaseky.bln* pro vizualizaci záseků ve 2D. Podobně byly i vzorky šachtic lokalizovány ve svém středu, proto bylo nutno před zařazením šachtice do tabulky *Collars* přepočítat lokalizaci podle azimutu na začátek šachtice makrem *Sachtice* (viz [5]). Přitom se vytváří i soubor *Sachtice.bln* pro vizualizaci šachtic ve 2D.

Tabulka 6: Část údajů tabulky Collars.

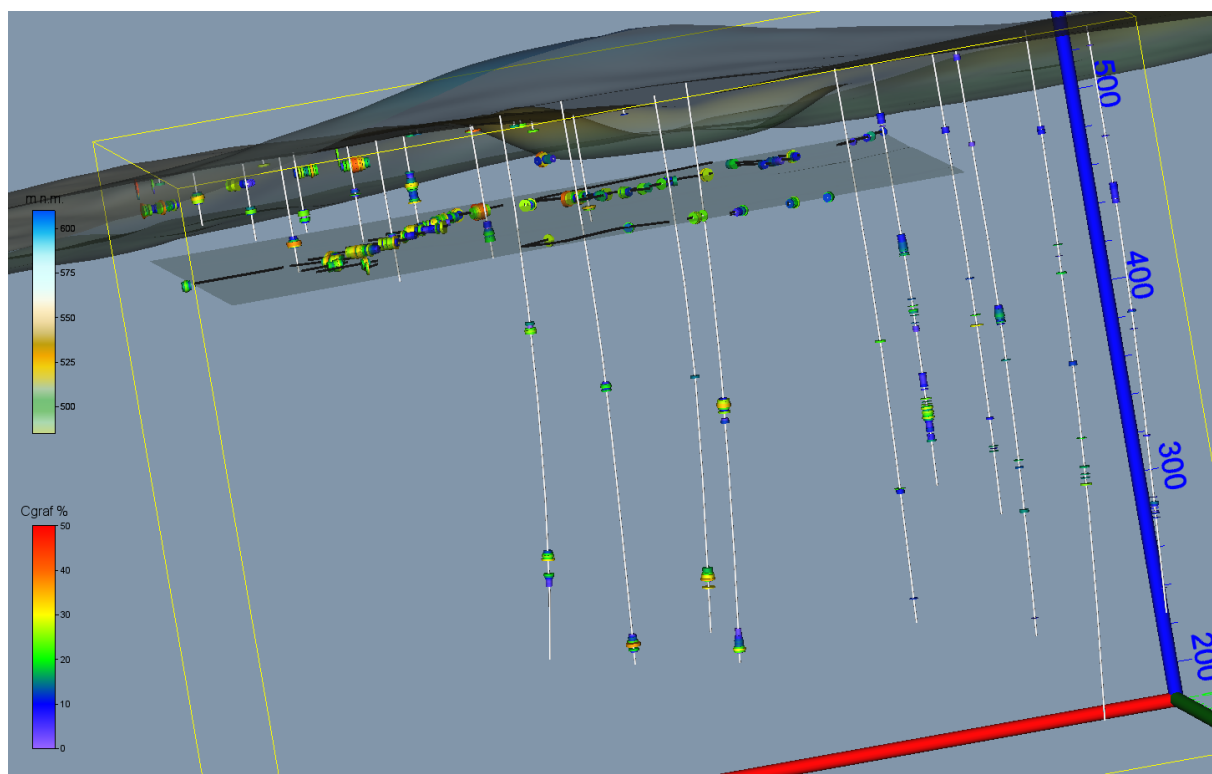
ID	Easting	Northing	Elevation	Azimuth	Dip	Depth
MV20	-770340.7	-1181377.4	556	0	-90	284.5
MV21	-770424.6	-1181415.4	549.5	0	-90	281.8
MV23	-770436.3	-1181355.6	557.3	0	-90	302.5
MV25	-770541.8	-1181455.6	542.2	0	-90	220.2
MV26	-770576.8	-1181489.7	540.02	0	-90	241.4
MV27	-770630.1	-1181532.4	539.86	0	-90	360
MV28	-770366.8	-1181310.2	562.9	0	-90	296
MV29	-770515.4	-1181378.6	549.1	0	-90	290.5
MV30	-770581.7	-1181410.9	544.7	0	-90	305.8
MV31	-770655.1	-1181460.1	541.5	0	-90	306
V61-40	-770229.2	-1181519	544.9	0	-90	3.7
V103-43	-770373	-1181557.2	536.6	0	-90	5.4
MV-1	-770240.36	-1181466.18	549.58	0	-90	42
MV-2	-770271.1	-1181495.63	545.3	0	-90	50
MV-3	-770305.19	-1181544.88	542.41	0	-90	50

Tabulka 7: Část údajů tabulky Trajectories.

ID	MD	Azimuth	Inclination
MV20	0.0	0	0.00
MV20	50.0	148.0	2.00
MV20	100.0	144.0	4.80
MV20	150.0	140.0	6.30
MV20	200.0	133.0	7.80
MV20	250.0	134.0	10.30
MV20	284.5	130.0	13.20
MV21	0.0	0.0	0.00
MV21	50.0	170.0	1.00
MV21	100.0	152.0	3.70
MV21	150.0	143.0	6.80
MV21	200.0	143.0	9.80
MV21	281.8	143.0	9.80

Tabulka 8: Část údajů tabulky Samples.

ID	From	To	Cgraf	CO2	S
MV20	108	109.5	15.37	0.46	4.7
MV20	109.5	111	0.54	1.45	4.27
MV20	111	112	22.1	2.37	7.48
MV20	112	113	25.8	1.75	5.63
MV20	113	114.1	22.68	1.31	5.08
MV20	227.3	228.5	12.55	1.35	4.15
MV20	228.5	229.5	19.8	0.23	4.32
MV20	229.5	230.5	24.84	0.09	4.64
MV20	230.5	231.5	20.16	0.27	5.6
MV20	231.5	232.4	31.14	0.19	4.51
MV20	239.3	240.3	19.36	1.69	6.61
MV20	240.3	241.3	15.92	1.98	4.16
MV20	241.3	242	10.57	0.81	5.73
MV20	242	243	5.57	0.18	4.99
MV20	243	244	4.31	0.6	4.75



Obr. 6: Zobrazení průzkumných děl s proporcionálním zobrazením Cgraf (%) ve vzorcích vstupujících do výpočtu (včetně štolového patra a povrchu) v prostředí Voxler.

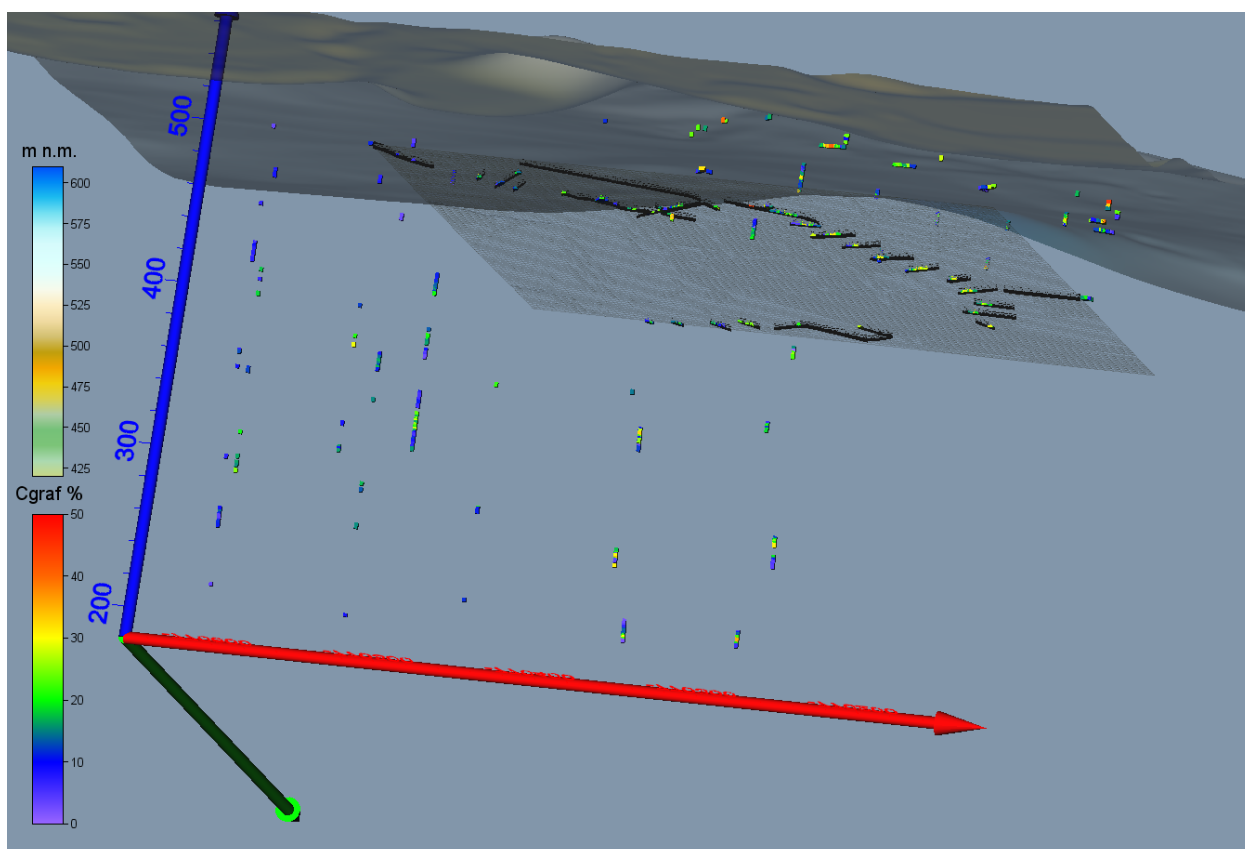
2.2.2. Výpočet a vizualizace prostorové lokalizace vstupních dat.

Opravené a doplněné vstupní údaje (geometrické parametry průzkumných děl a vzorky s obsahy technologických parametrů) se s pomocí speciálně vytvořeného makra *XYZ_data_Ink* (viz [5]) rozdělují po 10 cm úsecích (celkem 5941), prostorově se lokalizují (pokud má dílo inklinometrii, tak podle inklinometrie zadané v tabulce *Trajectories*, jinak podle azimutu a úklonu díla z tabulky *Collars*) ve středu každého úseku, ukládají se do listu *Analyzy_Ink* a zároveň se vytváří textový soubor pro vstup analýz do programu *Voxler*. Ukázka údajů tabulky *Analyzy_Ink* je v tabulce 9.

Tabulka *Analyzy_Ink* je zdrojem údajů pro další zpracování: pro výběr dat pro tvorbu horizontálních a vertikálních řezů, pro statistické analýzy, vizualizaci ve 2D a 3D aj. Jako příklad jsou na obr. 7 zobrazeny lokalizované údaje obsahu Cgraf v prostředí *Voxler*.

Tabulka 9: Část údajů tabulky Analyzy_Ink.

X	Y	Z	Cgraf	CO2	S	ID	Hloubka
-770337.99	-1181381.14	448.08	15.37	0.46	4.7	MV20	108.05
-770337.99	-1181381.14	447.98	15.37	0.46	4.7	MV20	108.15
-770337.98	-1181381.15	447.88	15.37	0.46	4.7	MV20	108.25
-770337.98	-1181381.16	447.78	15.37	0.46	4.7	MV20	108.35
-770337.97	-1181381.17	447.69	15.37	0.46	4.7	MV20	108.45
-770337.96	-1181381.17	447.59	15.37	0.46	4.7	MV20	108.55
-770337.96	-1181381.18	447.49	15.37	0.46	4.7	MV20	108.65
-770337.95	-1181381.19	447.39	15.37	0.46	4.7	MV20	108.75
-770337.94	-1181381.19	447.29	15.37	0.46	4.7	MV20	108.85
-770337.94	-1181381.2	447.19	15.37	0.46	4.7	MV20	108.95
-770337.93	-1181381.21	447.09	15.37	0.46	4.7	MV20	109.05
-770337.93	-1181381.22	446.99	15.37	0.46	4.7	MV20	109.15
-770337.92	-1181381.22	446.89	15.37	0.46	4.7	MV20	109.25
-770337.91	-1181381.23	446.79	15.37	0.46	4.7	MV20	109.35
-770337.91	-1181381.24	446.69	15.37	0.46	4.7	MV20	109.45
-770337.9	-1181381.25	446.59	0.54	1.45	4.27	MV20	109.55
-770337.89	-1181381.25	446.49	0.54	1.45	4.27	MV20	109.65
-770337.89	-1181381.26	446.39	0.54	1.45	4.27	MV20	109.75
-770337.88	-1181381.27	446.29	0.54	1.45	4.27	MV20	109.85
-770337.88	-1181381.28	446.19	0.54	1.45	4.27	MV20	109.95



Obr. 7: Lokalizované údaje obsahu Cgraf v prostředí Voxler (včetně zobrazení stolového patra a povrchu).

2.2.3. Konstrukce 3D strukturního modelu

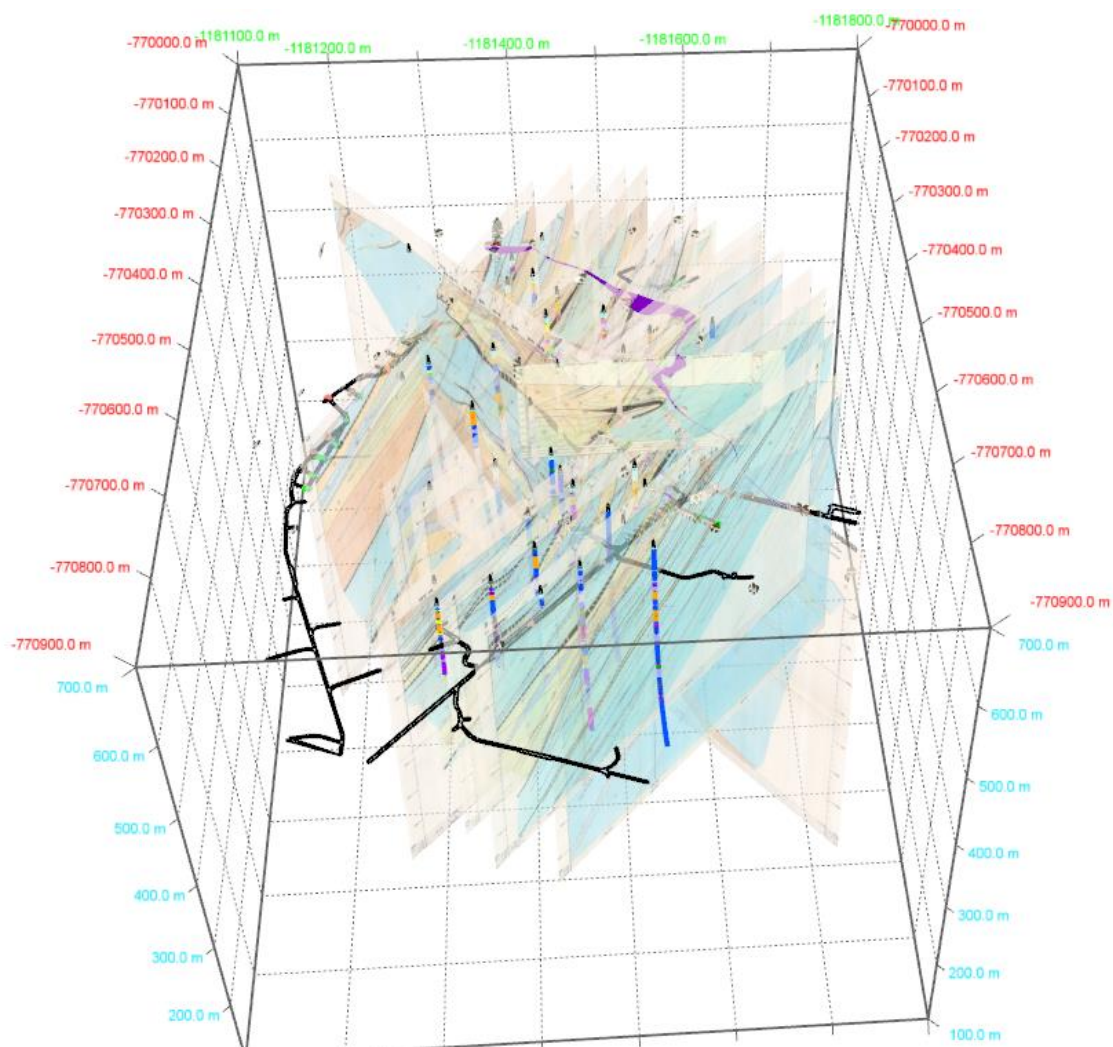
Všechny podklady uvedené v části 2.1 byly georeferencovány a prostorově usazeny (obr. 8). Vynesením zmíněných dat do plochy byl stanoven zájmový polygon. Pomocí prostorové vizualizace byly vybrány důlní

díla zachycující zájmovou polohu grafitu. Pro tyto práce byl využit software *ArcGIS* a *Move*. Pro konstrukci 3D strukturního modelu byl použit výhradně program *Move*.

Vzájemně byly porovnány geologické mapy z různých časových období nesoucí odlišné informace o pozici zájmové grafitové polohy a důlních děl. Geologická data uvedená v geologických mapách štolového patra byla verifikována in situ. Verifikace pozice důlních děl proběhla na podkladě srovnání s poslední geodetickou zprávou z roku 1984, uvedenou v archivním dokumentu FZ006071 [12].

Po verifikaci byly nadigitalizovány z geologických map měřítka M 1:5000 průběhy rozhraní zájmové grafitové polohy a významné střížné zóny, která tuto polohu porušuje. Nadigitalizované povrchové polygony byly přeneseny na povrch DMR, čímž došlo k jejich prostorovému usazení. Polygony štolového patra byly usazeny na jeho výškovou úroveň, tedy do výšky 498 m n. m.

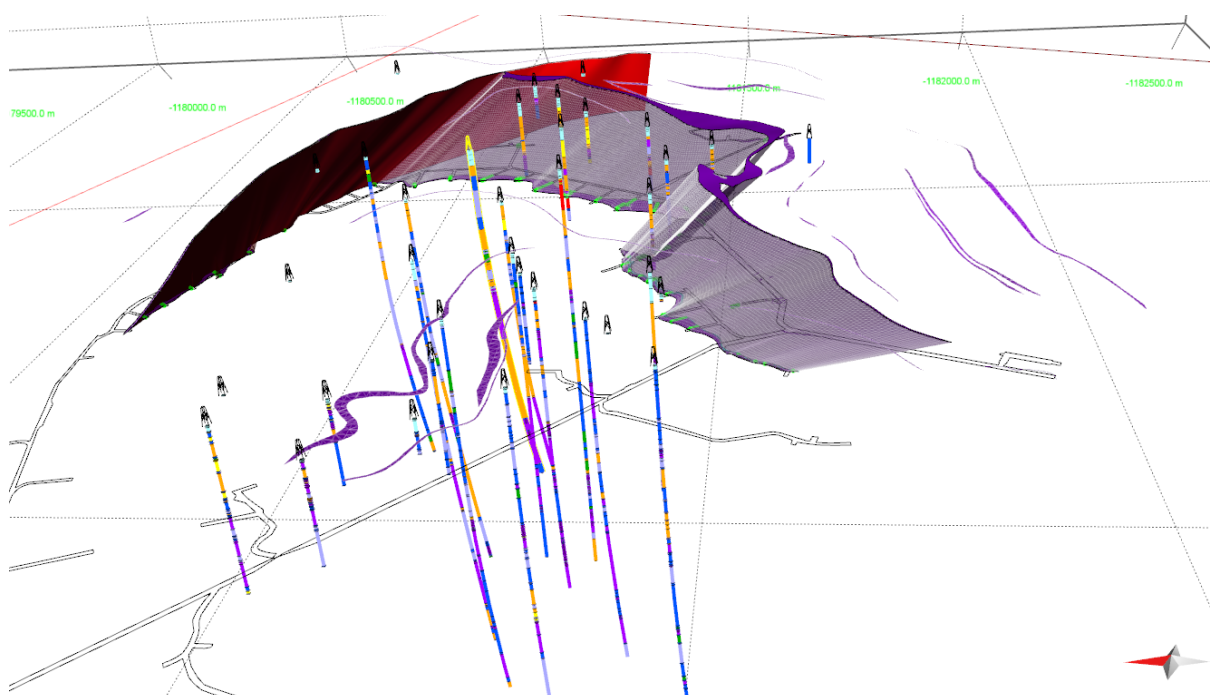
Profily vrtů i archivní geologické řezy obsahovaly velké množství malých geologických těles, které nebylo možno v modelu zobrazit. Proto bylo rozhodnuto, že tělesa s menší mocností než 2 metry se modelovat ani zobrazovat nebudou. Pro vrtnou dokumentaci byla vytvořena zjednodušená litologická kolonka obsahující pouze 8 litologických jednotek. Profily všech vrtů byly reklasifikovány podle nové litologické kolonky a současně validovány s archivními daty.



Obr. 8: 3D náhled na prostorově usazené naskenované archivní geologické řezy, průběhy vrtů, pozice důlních děl a průběh grafitové polohy na povrchu (fialový nepravidelný polygon).

Model vznikal postupně od jednodušších variant po komplikovanější. Celkem byly vytvořeny čtyři zpřesňující se verze.

První verze modelu (obr. 9) byla velmi primitivní a sloužila především pro prostorové znázornění zájmové grafitové polohy vůči zobrazeným důlním dílům a vrtům. Na tomto základě mohla proběhnout separace důlních a vrtných dat (viz výše). Vytvořený model se sestával ze čtyř mashů (ploch) omezujících svrchní a spodní plochu zájmového tělesa grafitu a střížné zóny. Střížná zóna byla také modelována, protože se v ní vyskytuje grafit, ze kterého byly odebrány a analyzovány vzorky. V této fázi tvorby modelu se vycházelo z obecné geologické představy, že se jedná o jednu grafitovou polohu, v jejíž severní části prochází střížná zóna. Mashe grafitové polohy i střížné zóny byly vytvořeny prostým lineárním propojením obvodových linií, které byly nadigitalizovány z povrchové a důlní geologické mapy.



Obr. 9: První verze modelu zájmové grafitové polohy vymodelované od povrchu po štolové patro. Zobrazena je i vymodelovaná střížná zóna (červené plochy), důlní díla, vrty a ostatní grafitové polohy tak, jak byly nadigitalizovány z povrchové geologické mapy.

Na základě této první verze modelu byla přehodnocena strukturální geologická představa o stavbě zájmové grafitové polohy. Nový názor předpokládá, že se jedná o dvě různé grafitové polohy, které byly střížnou zónou propojeny v jedno těleso. Vzhledem k této skutečnosti a faktu, že severní část zájmové polohy je méně mocná, byla druhá verze modelu vytvářena pouze pro jihovýchodní část grafitové polohy po úroveň střížné zóny.

Druhá verze modelu vycházela kromě povrchové a štolové projekce grafitové polohy také z pozice grafitové polohy zachycené ve vrtech, šachticích, rýhách a především v geologických řezech. Bylo rozhodnuto, že nový model bude konstruován do stejné hloubky, do jaké jsou konstruovány geologické řezy, tedy do 425 m n. m. Ze všech řezů byly prostorově nadigitalizovány svrchní a spodní plochy grafitové polohy. Vznikly linie jednotlivých ploch v prostoru. Ty byly následně prostorově porovnávány. Bylo zjištěno, že si řezy z různých časových období zcela neodpovídají, i když jsou vedeny takřka stejným prostorem. Také bylo zjištěno, že linie reprezentující svrchní či spodní grafitovou polohu se v místech křížení podélných a příčných řezů neprotínají.

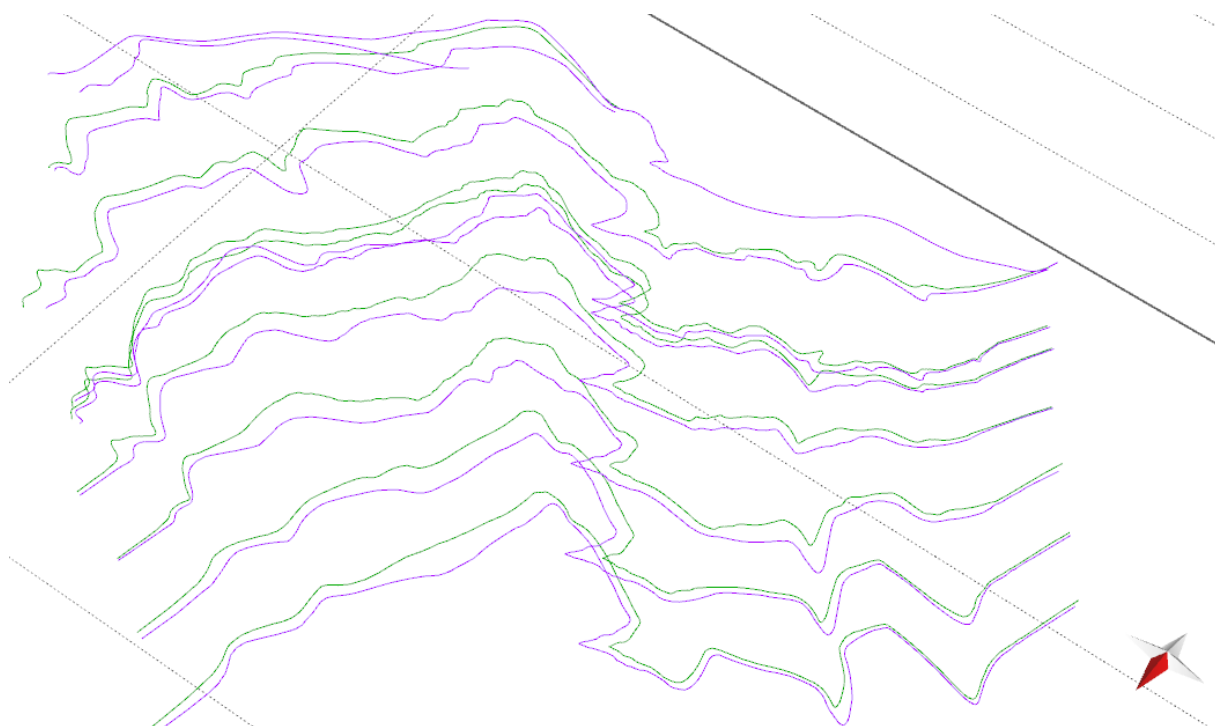
Pro tvorbu nového modelu byl použit postup tvorby horizontálních linií svrchní a spodní grafitové polohy v sekcích (horizontálních plochách) s odstupem po 20 výškových metrech. Průsečíky nadigitalizovaných linií ploch grafitové polohy z jednotlivých řezů se zobrazily v sekcích jako body (obr. 10). Takto byly snadno určeny rozdíly mezi jednotlivými interpretacemi průběhu grafitové polohy zobrazené v různých řezech.



Obr. 10: Sekce v nadmořské výšce 480 m n. m. zobrazuje průsečíky prostorových linií jednotlivých rozhraní grafitové polohy získaných digitalizací geologických řezů (fialové body) a průběh vytvořeného rozhraní svrchní (červená linie) a spodní (zelená linie) plochy.

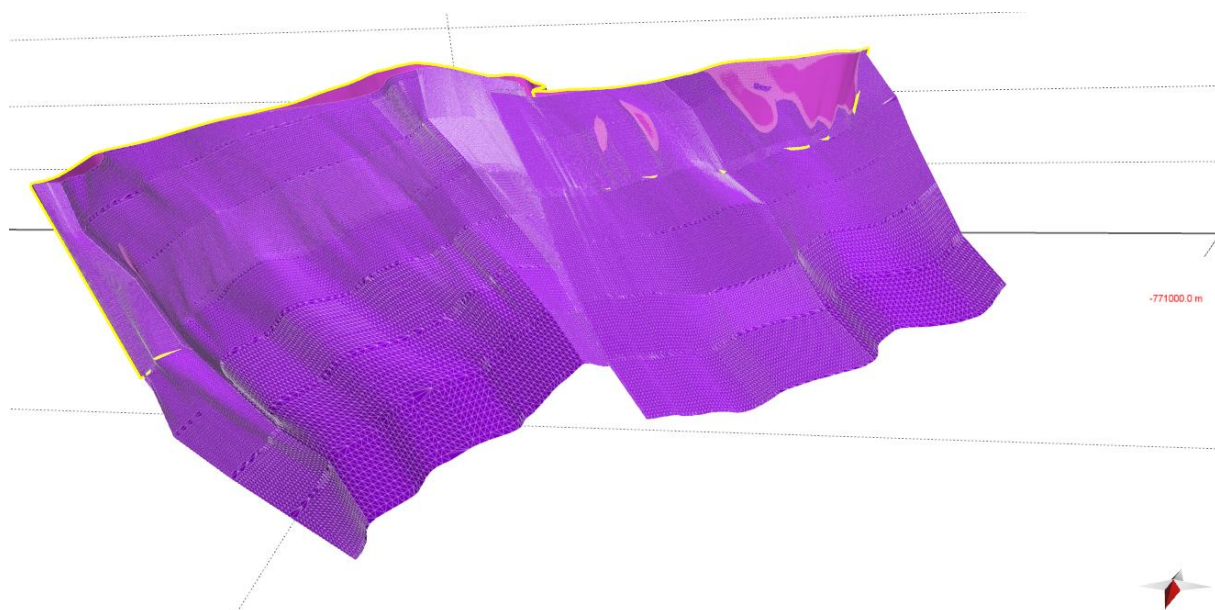
První upravované sekce se nacházely v blízkosti štolového patra, které poskytovalo nejvíc informací o průběhu modelovaných rozhraní (získaných z patrové geologické mapy). Průběh svrchní či spodní plochy byl odvozen od průběhu zachyceném ve štolovém patře, ale přizpůsoben tak, aby linie současně procházela průsečíky sekce s liniemi z řezů a současně korespondovala se strukturálními značkami. Tímto postupem se odvozovaly linie rozhraní grafitu, postupně sekce od sekce směrem dolů a nahoru od štolového patra. U povrchu se korekce prováděla i s daty odvozenými z povrchové geologické mapy.

Vznikla prostorová představa průběhu zájmové polohy grafitu tvořené jednotlivými liniemi v prostoru (obr. 11). Bohužel použitý software *Move* neumožňuje vymodelovat takto komplikovanou plochu najednou. Bylo nutné rozdělit (rozpojit) jednotlivé linie na dílčí úseky. Zvláště konkávní a konvexní křivky. Tyto dílčí křivky nad sebou v jednotlivých sekcích byly použity pro tvorbu dílčího mashe. Pro jeho konstrukci bylo zvoleno lineární propojení triangulační metodou. Software nabízí také možnost B-splainu, lineárního krigingu, IDW metodu. Nicméně tyto interpolační metody nebyly použity z důvodu, že výsledný mash nerespektuje zcela průběh zadaných rozhraní. Zvolenou interpolační metodou byly vytvořeny dílčí mashe, které následně byly spojeny v jeden, který reprezentuje buď spodní, nebo svrchní plochu zájmové polohy grafitu.



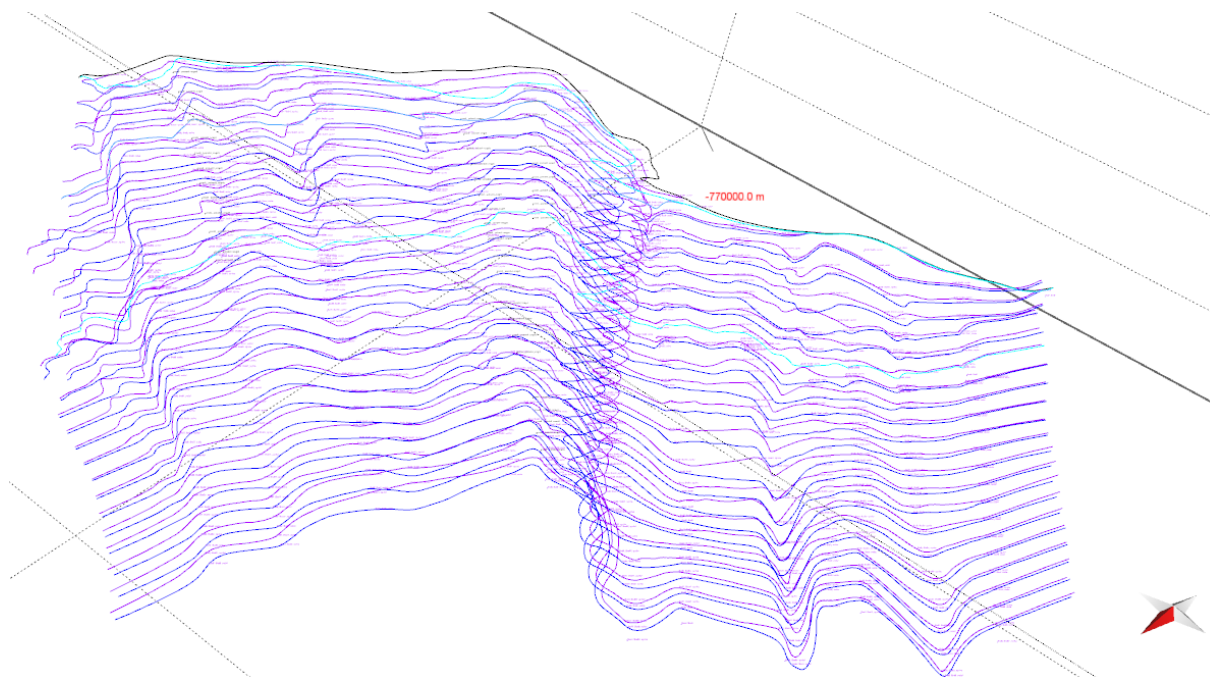
Obr. 11: Prostorově usazená síť vytvořených linií v jednotlivých sekcích vstupující do výpočtu druhé verze modelu. Fialové linie zastupují průběh svrchní plochy grafitu v jednotlivých sekcích, zelené linie reprezentují spodní plochu.

Vzhledem k relativně velké vzdálenosti linií mezi sekcemi a subjektivní interpretaci jejich průběhu v sekcích obsahujících malé množství dat, vznikla chyba v průběhu omezujících ploch. Spodní plocha grafitu se v některých místech dostala nad svrchní plochu (obr. 12 – růžová místa). Bylo nezbytné model opravit a vytvořit třetí verzi modelu.



Obr. 12: Druhá verze modelu grafitové polohy s chybou, kde spodní plocha (růžové plochy) vystupuje nad svrchní fialovou plochu.

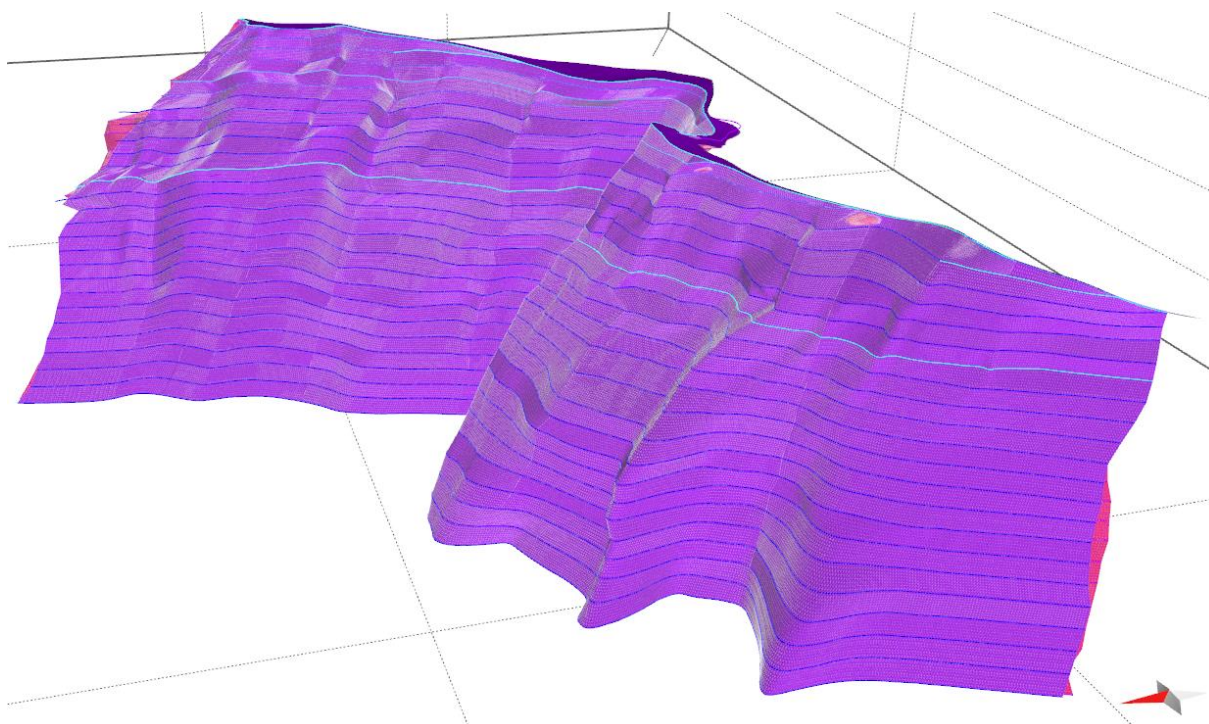
Při konstrukci třetí verze modelu se postupovalo podobně, jako u předešlé verze, ale s tím rozdílem, že se pracovalo v sekcích s vertikálním odstupem 5 metrů. Původní druhá verze modelu byla rozřezána do sekcí po 5 výškových metrech. V každé sekci byl opraven průběh každé omezující linie (svrchní či spodní plochy grafitu) tak, aby se křivky nepřekrývaly, současně procházely průsečíky omezujících linií podélných či příčných geologických řezů a respektovaly strukturní značky. Vznikla podrobnější verze sítě linií omezujících ploch grafitu usazených v prostoru (obr. 13).



Obr. 13: Prostorově usazená detailnější síť linií omezujících grafitovou polohu v jednotlivých sekcích, vstupující do výpočtu třetí verze modelu.

Následná tvorba mashů probíhala obdobně, jako u předešlé verze. Tedy linie byly rozpojeny v inflexních bodech a vzniklé dílčí úseky v sekcích nad sebou byly použity pro tvorbu jednoho dílčího mashe. Postupně byly vytvářeny dílčí mashe obou omezujících ploch, které byly spojeny v jeden mash, reprezentující danou omezující plochu grafitového tělesa. Za interpolační metodu byla vybrána opět lineární triangulace.

Vytvořená nová třetí verze modelu opět vykazovala stejný charakter chyb, jako verze předešlá, ovšem v menším rozsahu a na jiných místech (obr. 14). Došlo k překryvu spodní plochy tělesa grafitu přes plochu horní. Kromě této chyby byl v oblasti stolového patra v jeho severní části vymodelován náhlý morfologický stupeň, na kterém byla přerušena kontinuita úklonu horninového rozhraní grafitového tělesa. Tato disproporce vznikla v důsledku nepřesné interpretace průběhu grafitové polohy znázorněné v určitém geologickém řezu a byla tak přenesena do modelu.



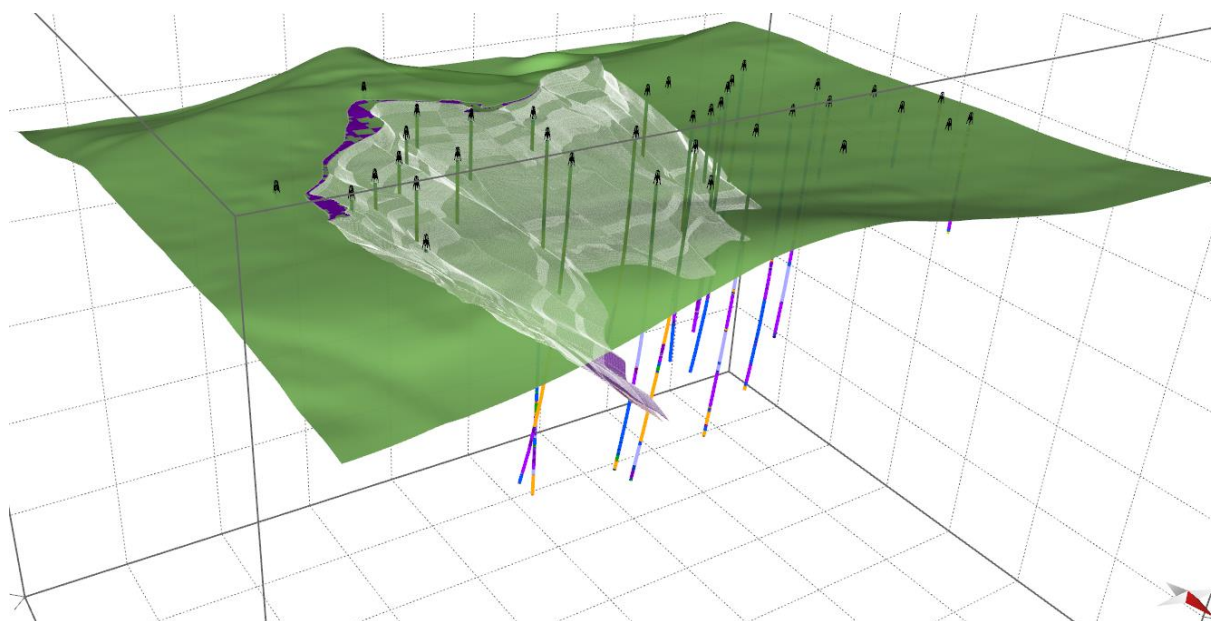
Obr. 14: Třetí verze modelu grafitové polohy s chybou překryvu ploch (růžové plochy) a morfologickým stupněm (severní část v okolí světle modré linie).

Následná oprava modelu probíhala v širším okolí problémových míst. Překryt jednotlivých ploch byl vyřešen tak, že v dílčích úsecích daných sekcí byl opraven průběh hraniční linie. Linie byla posunuta tak, aby se zvětšila horizontální mocnost grafitu, ale současně linie procházela průsečíky hraničních linií řezů se sekcemi.

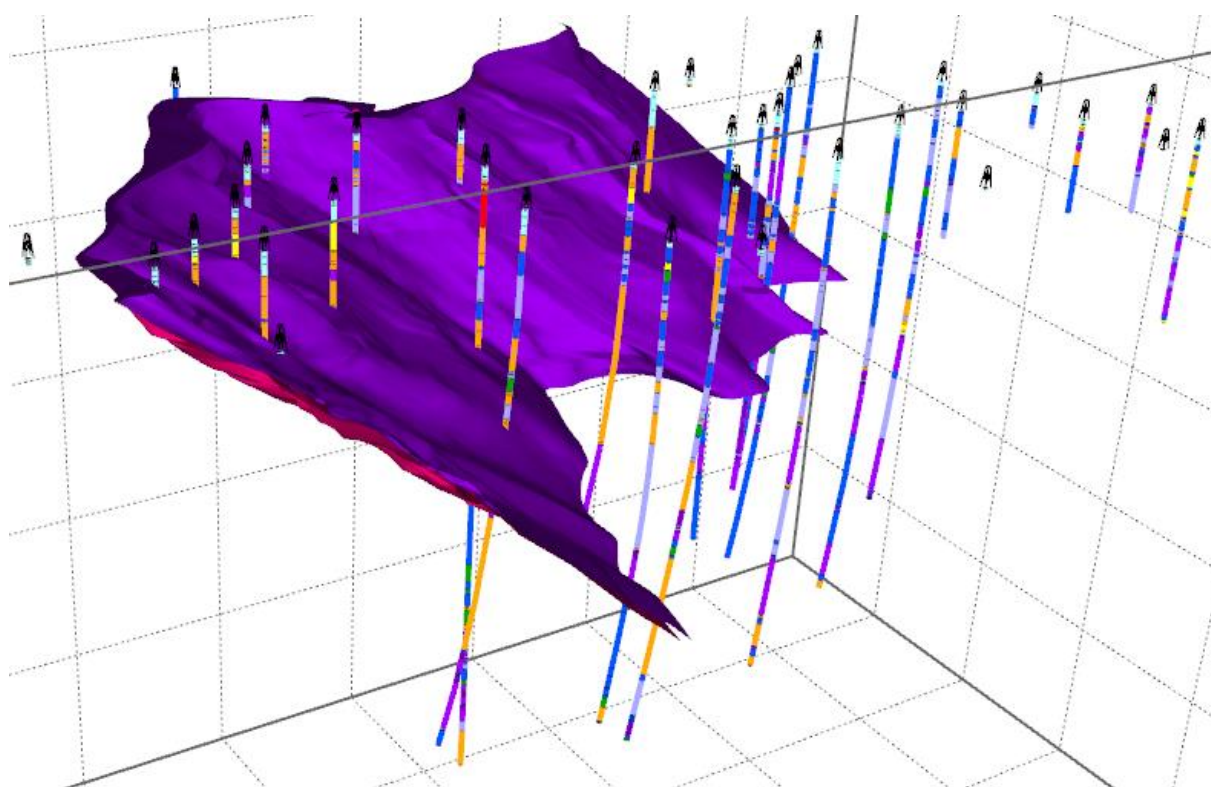
V případě opravy disproporce v průběhu rozhraní grafitu byl postup opravy modelu jiný než v předešlých případech. V problematické části dané sekce opravovaná část hraniční linie již nerespektovala průběh průsečíkem s řezem. Tvar a pozice linie byly odvozeny od průběhu a pozice nejbližší linie v horní a dolní sekci. Po opravě všech dílčích úseků hraničních linií byl zopakován postup tvorby nových dílčích mashů. Jejich spojením do jednoho mashe pro dané rozhraní modelované grafitové polohy vznikla finální čtvrtá verze modelu (obr. 15 a 16).

Vytvořený 3D strukturní model grafitové polohy vymezuje prostor, v jakém se bude vytvářet model technologický. Bohužel distribuce technologických vzorků je velmi nerovnoměrná. Největší množství analyzovaných vzorků je ve štolovém patře. Několik málo vzorků pochází z přípovrchových rýh a šachtic. Tento set dat ze štolového patra a z povrchu je doplněno vzorky z nerovnoměrně rozmístěných 15 vrtů, které prochází modelovanou částí grafitové polohy. Vzhledem k této špatné distribuci vstupních dat bylo rozhodnuto, že technologický model se bude zabývat pouze částí strukturního modelu v rozmezí od 490 do 510 m n. m., pro kterou existuje největší množství technologických dat.

Tento dílčí úsek strukturního modelu byl rozřezán do sekcí (horizontálními řezy) po 50 cm. Vzniklo celkem 41 výškových úrovní. Každá úroveň obsahovala průnikové křivky svrchní a spodní plochy grafitové polohy. V každé úrovni byly linie spojeny tak, aby vytvořily polygon. Vzniklé polygony byly exportovány v podobě *shp* souborů. Software *Surfer*, který byl použit pro tvorbu technologického modelu, umí tento formát načíst a dále s ním pracovat.



Obr. 15: Finální čtvrtá verze modelu grafitové polohy zobrazené s DMR a profily vrtů.



Obr. 16: Finální čtvrtá verze modelu grafitové polohy zobrazené s profily vrtů.

2.2.4. Výpočet topologie 3D gridu tělesa grafitu podle 3D strukturního modelu

Celkem 41 obvodových polygonů tělesa grafitu vyexportovaných ze strukturního modelu ve výškových úrovních 490 až 510 m n.m. s krokem 0.5 m ve formátu *shp* (viz 2.3) bylo v prostředí *Surfer* převedeno do formátu *bln*. Souřadnice X a Y byly v *shp* souborech zapisovány s přesností na 11 desetinných míst. Přitom

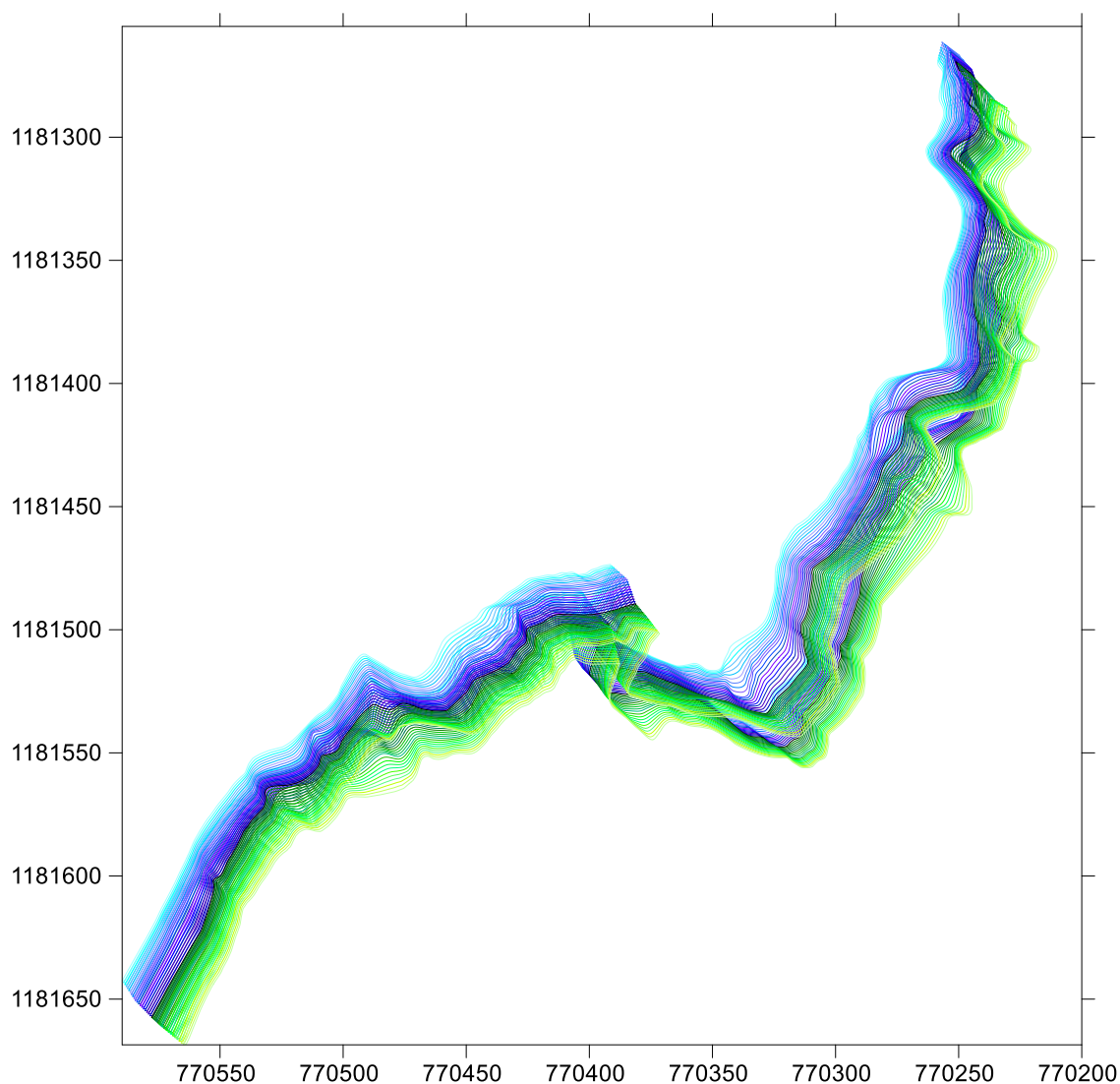
souřadnice prvního a posledního bodu polygonu nebyly totožné, liší se na posledních místech. Proto bylo vytvořeno makro *BlnDat* (viz [5]), které souřadnice zaokrouhlí na 3 desetinná místa a také vytváří textový soubor pro vykreslení čísel bodů polygonu (viz 2.6) v prostředí *Surfer*. Vzniknou tak soubory *XXXmm.bln* a *XXX.dat*, kde *XXX* je postupně 490, 490_5, ..., 500. V tabulce 10 je část souboru *500mm.bln* a v tabulce 11 část souboru *500.dat*. Na obr. 17 jsou všechny polygony (soubory *XXXmm.bln*) zobrazeny – od 490 do 499.5 m n.m. modře (od světlého po tmavý odstín), 500 m n.m. černě, od 500.5 do 510 m n.m. zeleně (od tmavého po světlý odstín).

Tabulka 10: Ukázka části souboru 500mm.bln.

```
2842,0 "Grafit"  
-770243.328,-1181276.384  
-770243.323,-1181276.398  
-770242.946,-1181277.651  
-770242.943,-1181277.666  
-770242.799,-1181278.901  
-770242.795,-1181278.915  
-770242.402,-1181279.815  
-770242.398,-1181279.829  
-770242.351,-1181280.803  
-770242.351,-1181280.818
```

Tabulka 11: Ukázka části souboru 500.dat.

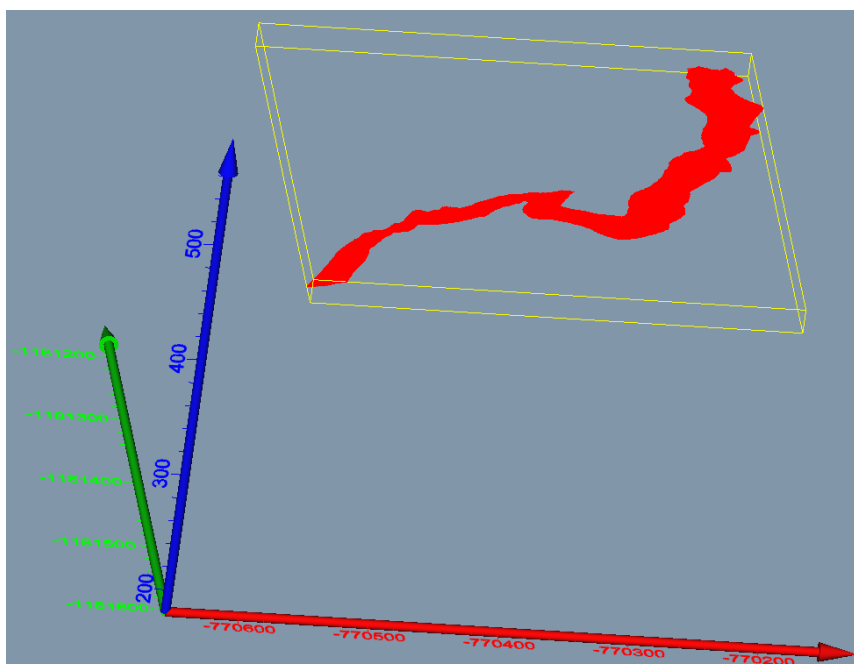
```
-770243.328,-1181276.384,1  
-770243.323,-1181276.398,2  
-770242.946,-1181277.651,3  
-770242.943,-1181277.666,4  
-770242.799,-1181278.901,5  
-770242.795,-1181278.915,6  
-770242.402,-1181279.815,7  
-770242.398,-1181279.829,8  
-770242.351,-1181280.803,9  
-770242.351,-1181280.818,10
```



Obr. 17: Obvodové polygony tělesa grafitu vyexportované ze strukturního modelu ve výškových úrovních 490 až 510 m n.m. s krokem 0.5 m - od 490 do 499.5 m n.m. modře (od světlého po tmavý odstín), 500 m n.m. černě, od 500.5 do 510 m n.m. zeleně (od tmavého po světlý odstín).

Protože pro tvorbu 3D gridů technologických parametrů musí vstupovat pouze hodnoty, které leží uvnitř tělesa grafitu, byly makrem *Vyber_Teleso* (viz [5]) z tabulky *Analyzy_Ink* vybrány pouze tyto hodnoty a zapsány do tabulky *Analyzy_Teleso*. Tabulka *Analyzy_Teleso* bude zdrojem vstupních údajů pro vytváření 3D gridů technologických parametrů tělesa grafitu.

Program *Grafit_Teleso* [5], modul *Výpočet topologie 3D gridu tělesa*, vytváří 3D grid topologie tělesa se zadanou hustotou (0.5 * 0.5 * 0.5 m) ve formě textového souboru *Teleso_3D_grid.dat*. K tomu jsou využívány právě obvodové polygony tělesa grafitu vyexportované ze strukturního modelu ve výškových úrovních 490 až 510 m n.m. s krokem 0.5 m ve formátu *bln*. Na obr. 18 je takto vytvořené těleso grafitu zobrazeno v prostředí *Voxleru*.



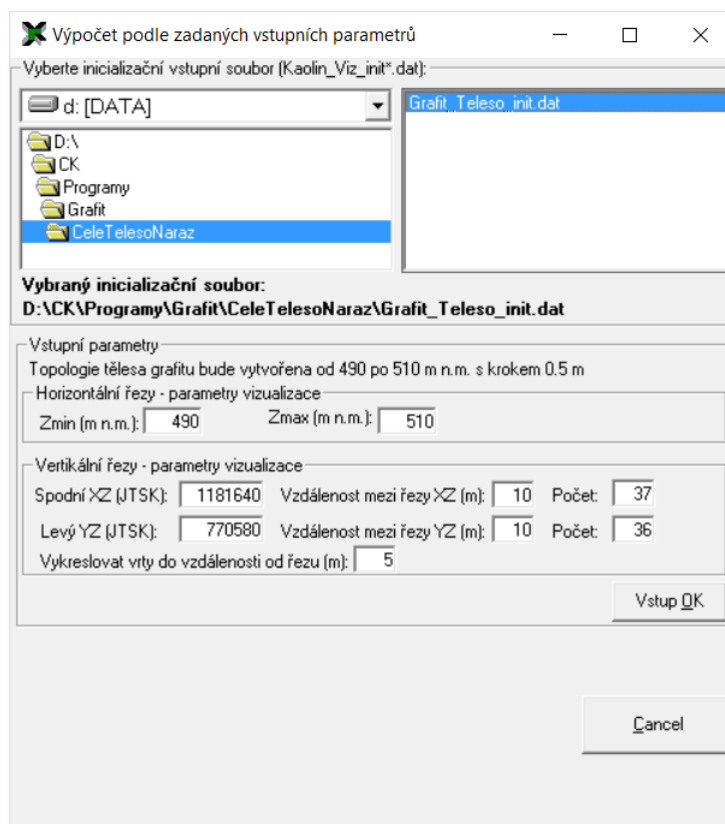
Obr. 18: Zobrazení topologie tělesa grafitu v prostředí Voxler.

Před jeho spuštěním programu *Grafit_Teleso* se vytvoří pracovní adresář, kde se umístí spustitelný tvar programu (*Grafit_Teleso.exe*) a inicializační soubor (v textu *Grafit_Teleso_init.dat* - viz [5]). Pro různé varianty modelování se může vytvořit více pracovních adresářů a také více inicializačních souborů.

Na obr. 19 je úvodní okno programu po spuštění. Na obr. 20 je okno programu pro zadání vstupních parametrů.

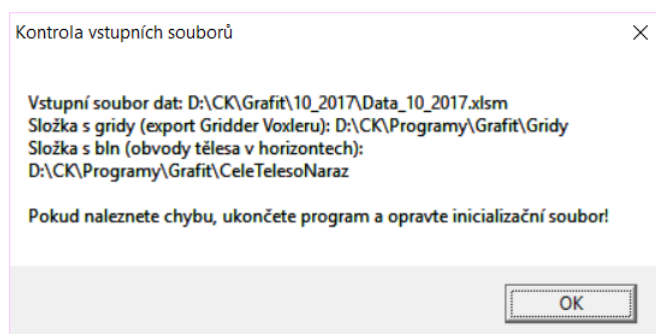


Obr. 19: Úvodní okno programu *Grafit_Teleso* po spuštění.

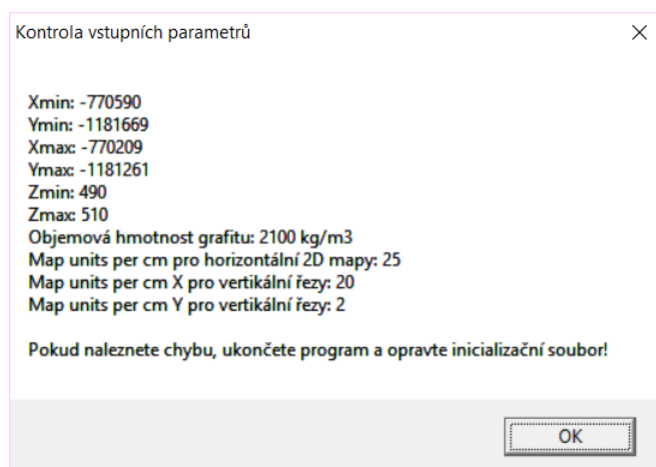


Obr. 20: Okno programu Grafit_Teleso pro zadání vstupních parametrů.

Přitom je požadována kontrola vstupních parametrů adresářů a souborů zadaných v inicializačním souboru (obr. 21) a také parametrů pro odhad zásob a vizualizaci (viz 2.7, 2.8 a 2.9), obr. 22.

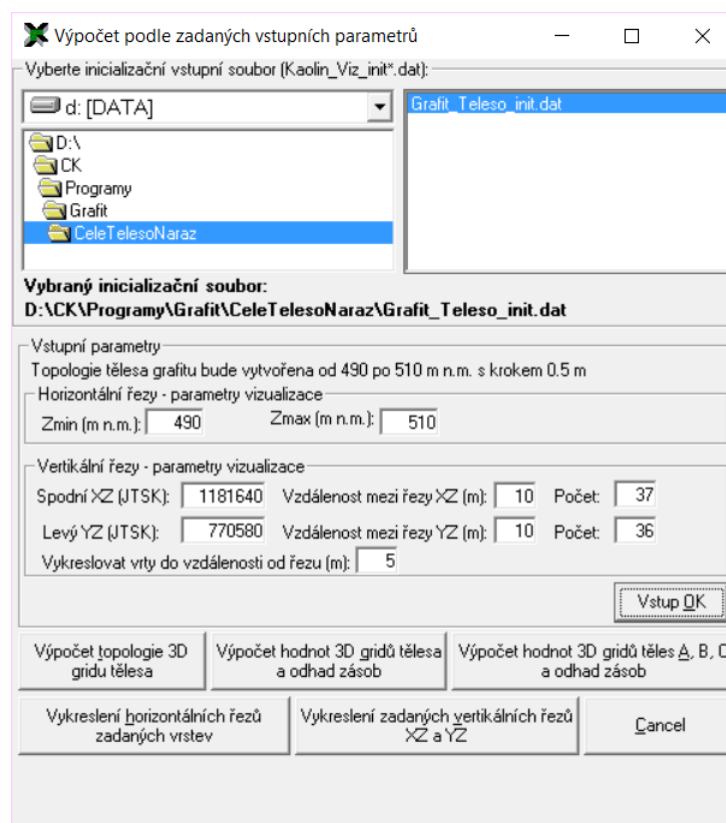


Obr. 21: Kontrola vstupních parametrů adresářů a souborů.



Obr. 22: Kontrola vstupních parametrů pro odhad zásob a vizualizaci.

Po zadání vstupních parametrů (obr. 20) a stisknutí tlačítka *Vstup OK* se zobrazí tlačítka pro spuštění jednotlivých modulů programu (obr. 23).



Obr. 23: Okno programu *Grafit_Teleso* po potvrzení vstupních parametrů.

Programu *Grafit_Teleso* obsahuje pět modulů:

1. Výpočet topologie 3D gridu tělesa grafitu podle 3D strukturního modelu (tlačítko „Výpočet topologie 3D gridu tělesa“) – viz 2.4.

2. Odhad zásob na základě 2D gridů technologických parametrů a jejich převedení do 3D gridů, celé těleso s jednotným elipsoidem anizotropie a výběru hodnot (tlačítko „Výpočet hodnot 3D gridů tělesa a odhad zásob“) – viz 2.7, varianta 1.
3. Odhad zásob na základě 2D gridů technologických parametrů a jejich převedení do 3D gridů, těleso rozděleno na 3 části s různými elipsoidy anizotropie a výběru hodnot (tlačítko „Výpočet hodnot 3D gridů těles A, B, C a odhad zásob“) - viz 2.7, varianta 2.
4. Vizualizace horizontálních řezů ve 2D v prostředí *Surfer* (tlačítko „Vykreslení horizontálních řezů zadaných vrstev“) – viz 2.8.
5. Vizualizace sítě vertikálních řezů ve 2D v prostředí *Surfer* (tlačítko „Vykreslení zadaných vertikálních řezů XZ a YZ“) – viz 2.9.

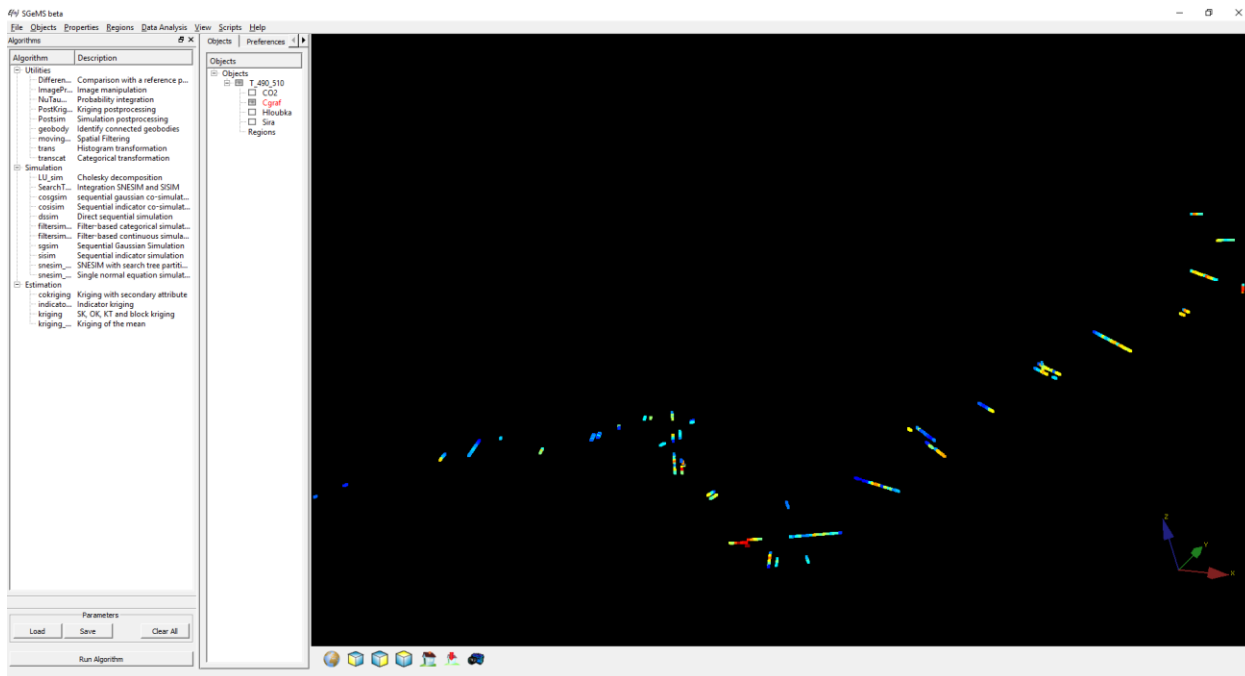
Před spuštěním programu *Grafit_Teleso* se vytvoří pracovní adresář, kde se umístí spustitelný tvar programu (*Grafit_Teleso.exe*) a inicializační soubor (*Grafit_Teleso_init.dat* - viz [5]). Pro různé varianty modelování se může vytvořit více pracovních adresářů a také více inicializačních souborů.

2.2.5. Základní statistické zpracování obsahů grafického uhlíku Cgraf, CO₂ a síry

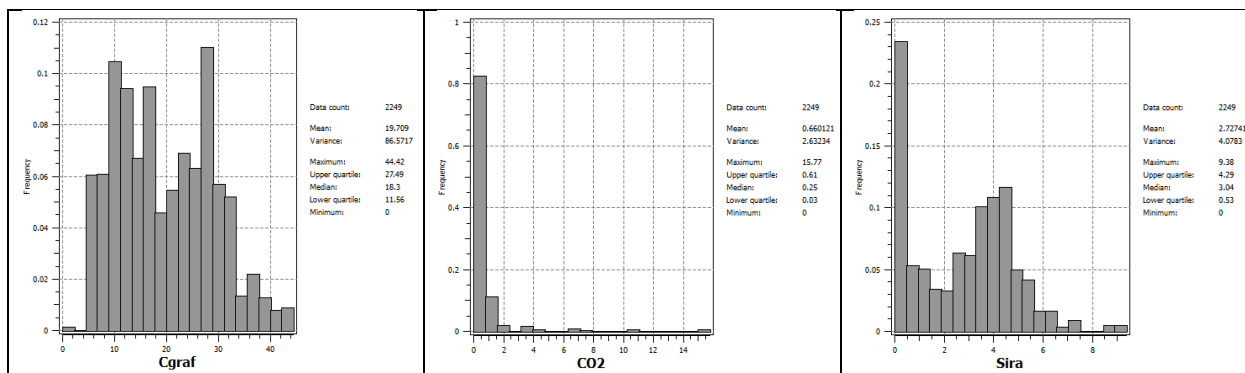
Základní statistické zpracování je prováděno v prostředí *SGeMS* (viz část 1). Makro *GSLIB_vystup* (viz [5]) provádí převod potřebných údajů do formátu *GSLIB* (Deutsch, C., V., Journel, A., G, 1998) z tabulky *Analyzy_Teleso* pro zpracování v programu *SGeMS*. V tabulce 12 je ukázka části takto vzniklého souboru. Po jeho načtení do prostředí *SGeMS* lze tyto údaje vizualizovat (obr. 24), provádět základní statistické rozborů a případně provádět i jiná geostatistická zpracování. Na obr. 25 jsou histogramy četností Cgraf, CO₂ a S spolu s jejich charakteristikami.

Tabulka 12: Ukázka části souboru *T490_510_GSLIB.dat* ve formátu *GSLIB* pro vstup do prostředí *SGeMS*.

```
Grafit
8
X
Y
Z
Cgraf
CO2
Sira
Hloubka
Z
-770390.14 -1181508.25 490.16 23.89 0.031 4.3 49.65 490.16
-770390.14 -1181508.25 490.06 23.89 0.031 4.3 49.75 490.06
-770337.49 -1181514.72 490.17 10.61 0.75 0 53.45 490.17
-770337.49 -1181514.72 490.07 10.61 0.75 0 53.55 490.07
-770390.14 -1181508.25 490.66 23.89 0.031 4.3 49.15 490.66
-770390.14 -1181508.25 490.56 23.89 0.031 4.3 49.25 490.56
-770390.14 -1181508.25 490.46 23.89 0.031 4.3 49.35 490.46
-770390.14 -1181508.25 490.36 23.89 0.031 4.3 49.45 490.36
-770390.14 -1181508.25 490.26 23.89 0.031 4.3 49.55 490.26
-770337.49 -1181514.72 490.67 10.61 0.75 0 52.95 490.67
-770337.49 -1181514.72 490.57 10.61 0.75 0 53.05 490.57
-770337.49 -1181514.72 490.47 10.61 0.75 0 53.15 490.47
...
```

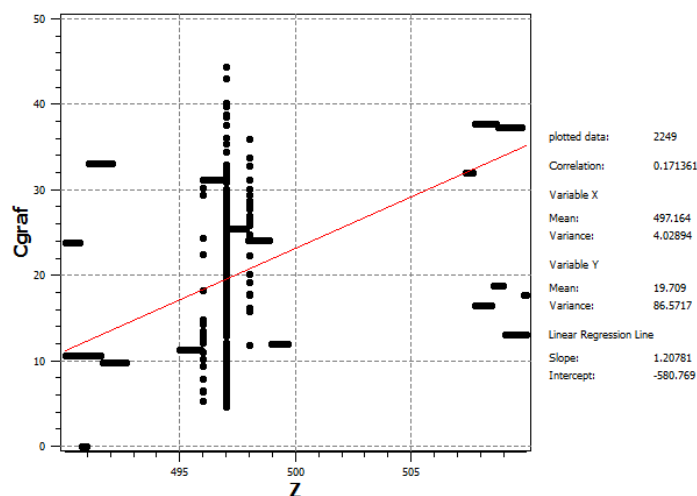


Obr. 24: Zobrazení topologie tělesa grafitu v prostředí Voxler.



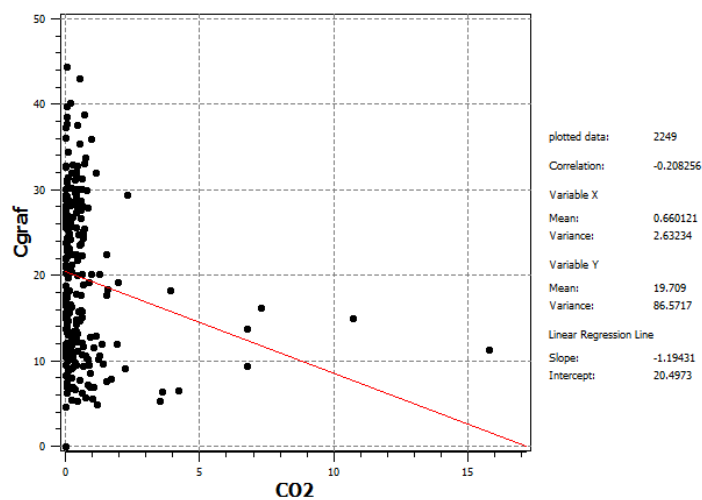
Obr. 25: Ukázka statistického zpracování v prostředí SGeMS - histogramy četností parametrů Cgraf, CO₂ a S (%) a jejich základní statistické charakteristiky.

V další části je prováděna regresní analýza závislosti jednotlivých technologických parametrů na Z (m n.m.). Nejtěsnější lineární závislost na Z vykazuje Cgraf s koeficientem korelace 0.171361 (obr. 26), která je ale přitom slabá. Ostatní parametry (CO₂ a S) vykazují téměř nulovou lineární závislost na Z.

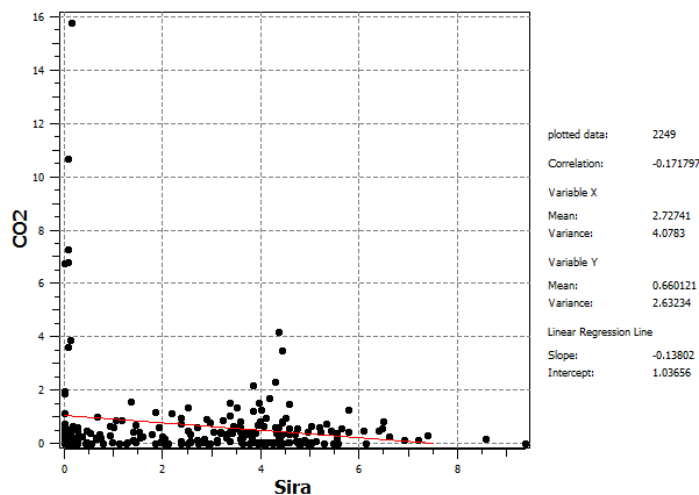


Obr. 26: Ukázka statistického zpracování v prostředí SGeMS – lineární závislost Cgraf (%) na Z (m n.m.) a základní statistické charakteristiky.

Slabou lineární závislost (korelační koeficient -0.208256) vykazují také Cgraf s CO₂ (obr. 27) a CO₂ s S s koeficientem korelace -0.171797 (obr. 28). Cgraf s S vykazují téměř nulovou lineární závislost.



Obr. 27: Ukázka statistického zpracování v prostředí SGeMS – lineární závislost Cgraf (%) na CO₂ (%) a základní statistické charakteristiky.



Obr. 28: Ukázka statistického zpracování v prostředí SGeMS – lineární závislost CO₂ na S a základní statistické charakteristiky.

2.2.6. Zobrazení vstupních dat ložiska grafitu ve 3D v prostředí Voxler, stanovení elipsoidů anizotropie a výběru dat, vytvoření 3D gridů obsahů technologických parametrů a export 2D gridů v jednotlivých horizontech ve formátu Surfer

Další postup závisí na tom, zda se bude technologický model vytvářet pro celé těleso grafitu s jednotným elipsoidem anizotropie a výběru dat nebo se těleso rozdělí na několik částí s různými elipsoidy anizotropie a výběru dat pro každou část zvlášť. Přitom lze také různě nastavit parametry gridování tělesa grafitu. Tyto parametry lze nastavovat variantně a získávat tak různá variantní řešení. V tomto dokumentu jsme zvolili dvě varianty zpracování:

- 1) Technologické parametry jsou gridovány jednotně v celém tělese metodou inverzních vzdáleností s elipsoidem anizotropie a výběru dat s jednotným směrem po tělese grafitu.
- 2) Technologické parametry jsou gridovány ve třech částech zvlášť metodou inverzních vzdáleností se třemi různými elipsoidy anizotropie a výběru dat ve třech směrech po tělese grafitu.

Vstupní data (z částí 2.1, 2.2 a 2.4) lze zobrazit v prostředí Voxler. Buď všechna (obr. 6 a 7), nebo jen vstupní data uvnitř tělesa grafitu (obr. 29).

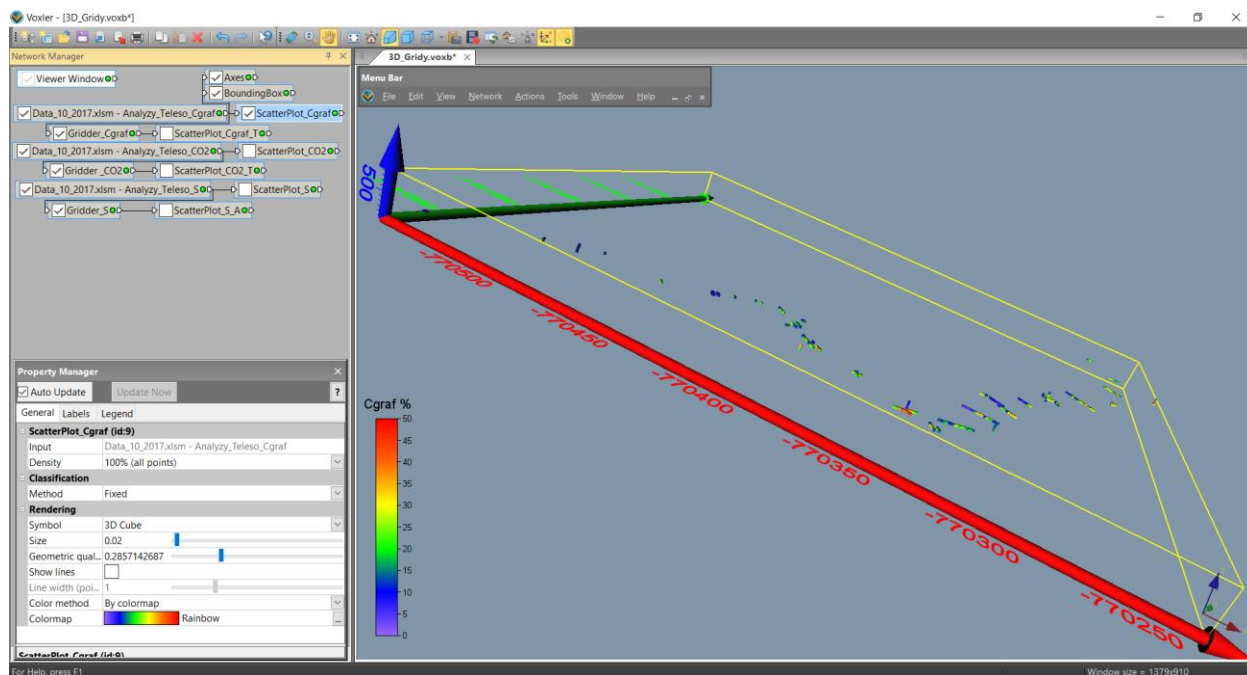
Dále jsou v textu zvlášť popsány obě tyto varianty.

Varianta 1: Technologické parametry jsou gridovány jednotně v celém tělese metodou inverzních vzdáleností s elipsoidem anizotropie a výběru dat s jednotným směrem po tělese grafitu.

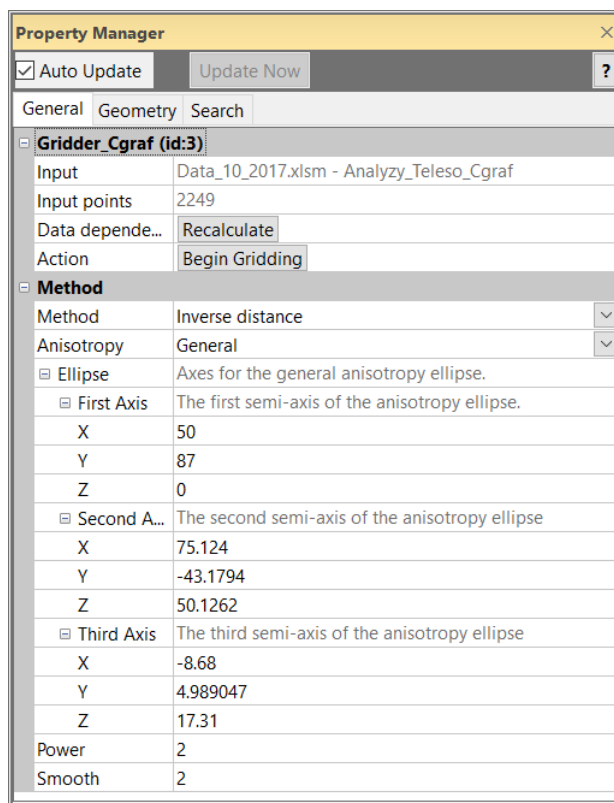
Zobrazení vstupních dat tělesa grafitu a 3D gridování je realizováno v prostředí Voxler (soubor *3D_Gridy.voxb*, obr. 29). Elipsoid anizotropie a výběru dat má nastaveny délky os 100 m (první), 100 m (druhá) a 20 m (třetí) s jednotným směrem (60.11°) a úklonem (30°) stupňů po tělese grafitu. Nastavení parametrů gridovacího objektu *Gridder* je na obr. 30 (parametry elipsoidu anizotropie a parametry IDW), na obr. 31 (parametry geometrie gridu) a na obr. 32 (parametry elipsoidu výběru vzorků pro interpolaci). Tyto parametry jsou použity jednotně pro Cgraf, CO₂ i S. Na obr. 33 je zobrazen výsledný 3D grid Cgraf, na obr. 34 výsledný 3D grid CO₂ a na obr. 35 výsledný 3D grid S.

Dále se provede export 2D gridů z objektů *Gridder* (příkaz *Save Data*) ve formátu *grd* (*Surfer*) jednotlivých horizontálních vrstev všech technologických parametrů (s názvy postupně *Cgraf_.grd*, *CO2_.grd* a *Sira_.grd*) do adresáře určeném v inicializačním souboru *Grafit_Teleso_init.dat*

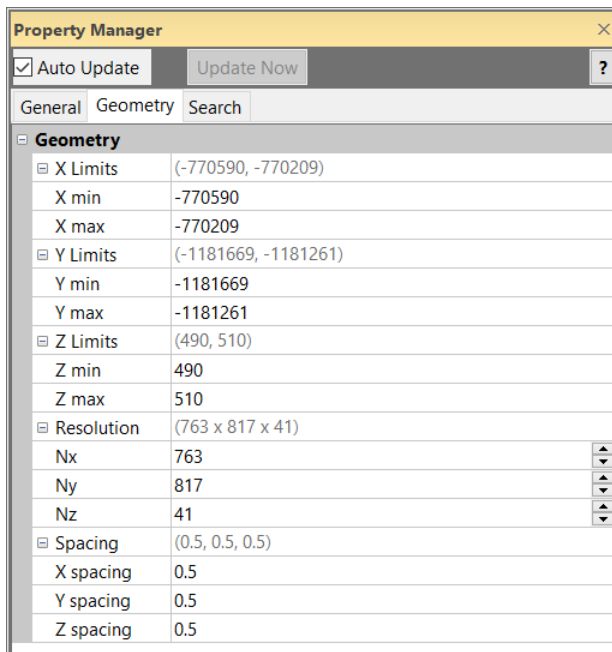
(D:\CK\Programy\Grafit\Gridy) pro další zpracování programem *Grafit_Teleso* (viz [5]). V tomto adresáři pak budou uloženy soubory všech 41 vrstev *Cgraf_01.grd* až *Cgraf_41.grd*, *CO2_01.grd* až *CO2_41.grd* a *Sira_01.grd* až *Sira_41.grd*.



Obr. 29: Zobrazení vstupních dat tělesa grafitu (varianta 1) v prostředí Voxler.

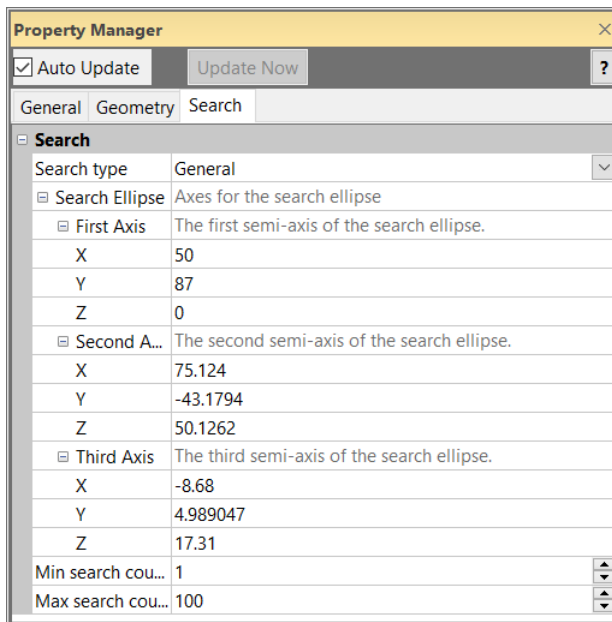


Obr. 30: Zadané parametry elipsoidu anizotropie a parametrů IDW (varianta 1) pro 3D gridování (objekt Gridder).



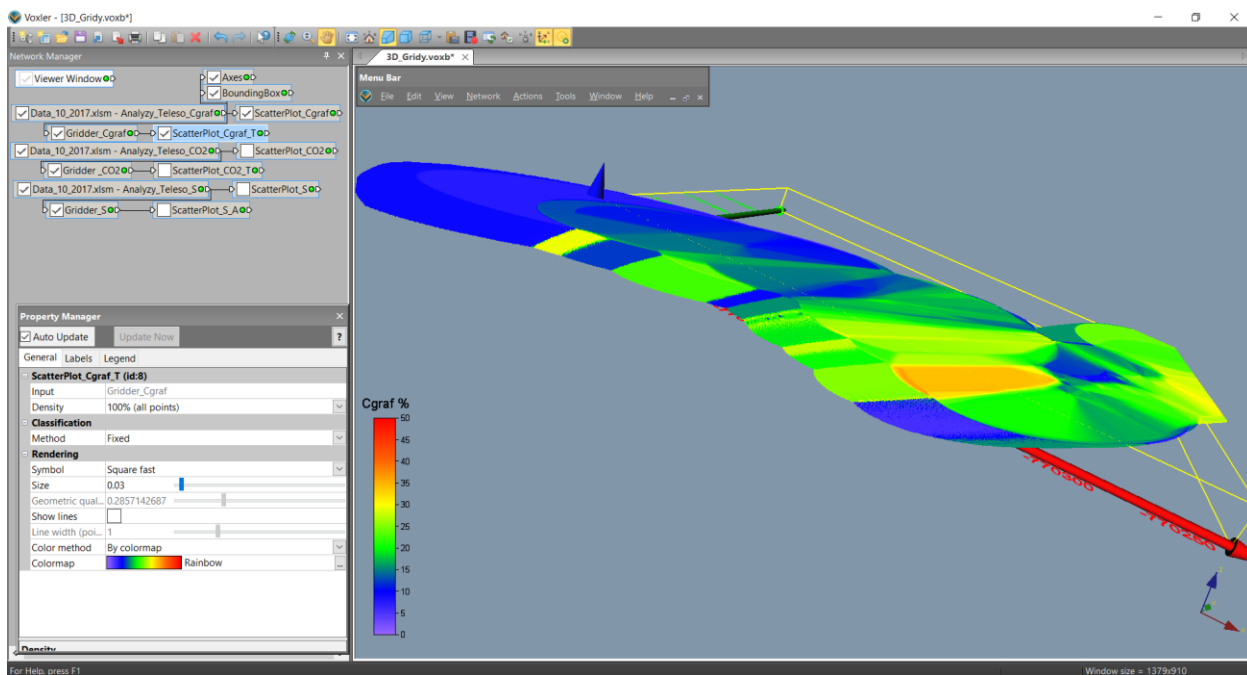
Property Manager	
<input checked="" type="checkbox"/> Auto Update	Update Now ?
General	Geometry Search
Geometry	
[-] X Limits	(-770590, -770209)
X min	-770590
X max	-770209
[-] Y Limits	(-1181669, -1181261)
Y min	-1181669
Y max	-1181261
[-] Z Limits	(490, 510)
Z min	490
Z max	510
[-] Resolution	(763 x 817 x 41)
Nx	763
Ny	817
Nz	41
[-] Spacing	(0.5, 0.5, 0.5)
X spacing	0.5
Y spacing	0.5
Z spacing	0.5

Obr. 31: Zadané parametry geometrie gridu (varianta 1) pro 3D gridování (objekt Gridder).

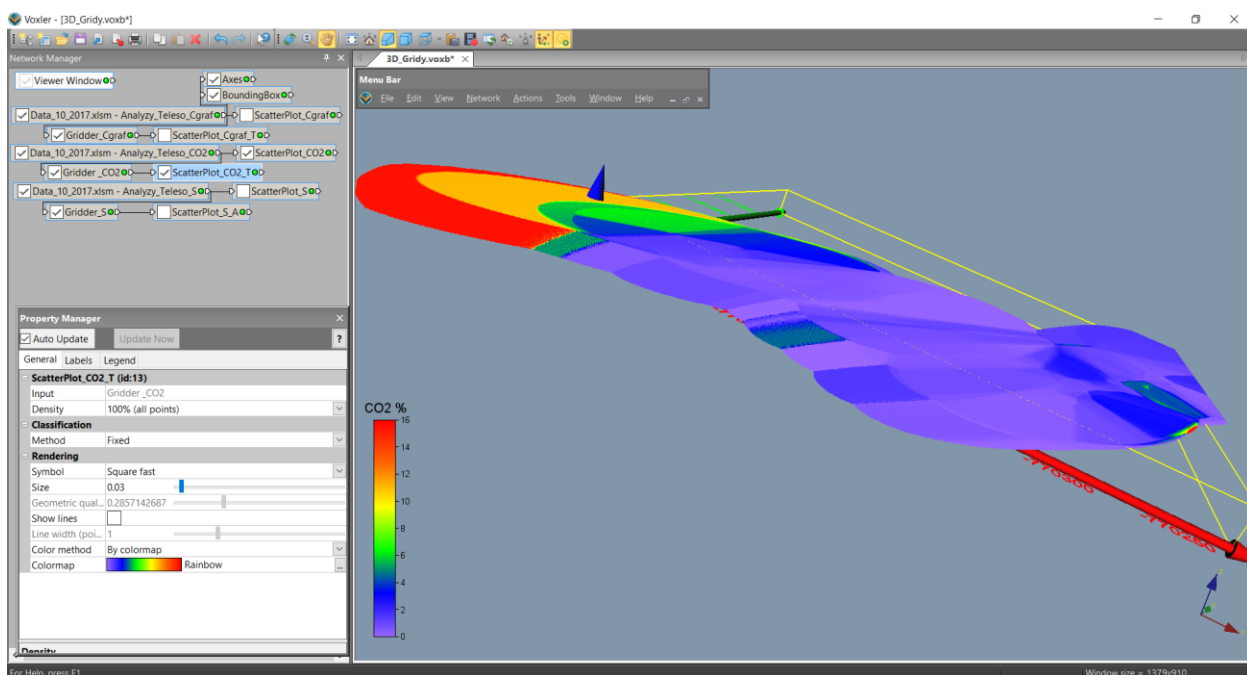


Property Manager	
<input checked="" type="checkbox"/> Auto Update	Update Now ?
General	Geometry Search
Search	
Search type	General
[-] Search Ellipse	Axes for the search ellipse
[-] First Axis	The first semi-axis of the search ellipse.
X	50
Y	87
Z	0
[-] Second A...	The second semi-axis of the search ellipse.
X	75.124
Y	-43.1794
Z	50.1262
[-] Third Axis	The third semi-axis of the search ellipse.
X	-8.68
Y	4.989047
Z	17.31
Min search cou...	1
Max search cou...	100

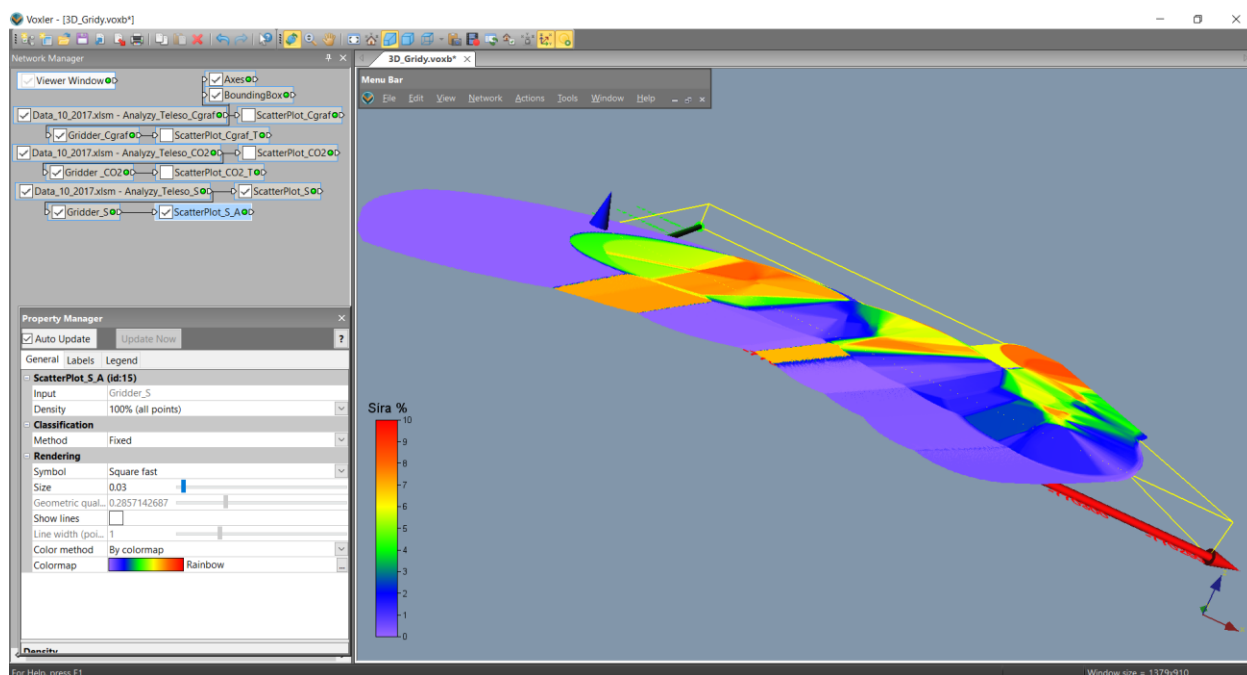
Obr. 32: Zadané parametry výběru vzorků (varianta 1) pro 3D gridování (objekt Gridder).



Obr. 33: 3D grid Cgraf (varianta 1).



Obr. 34: 3D grid CO2 (varianta 1).

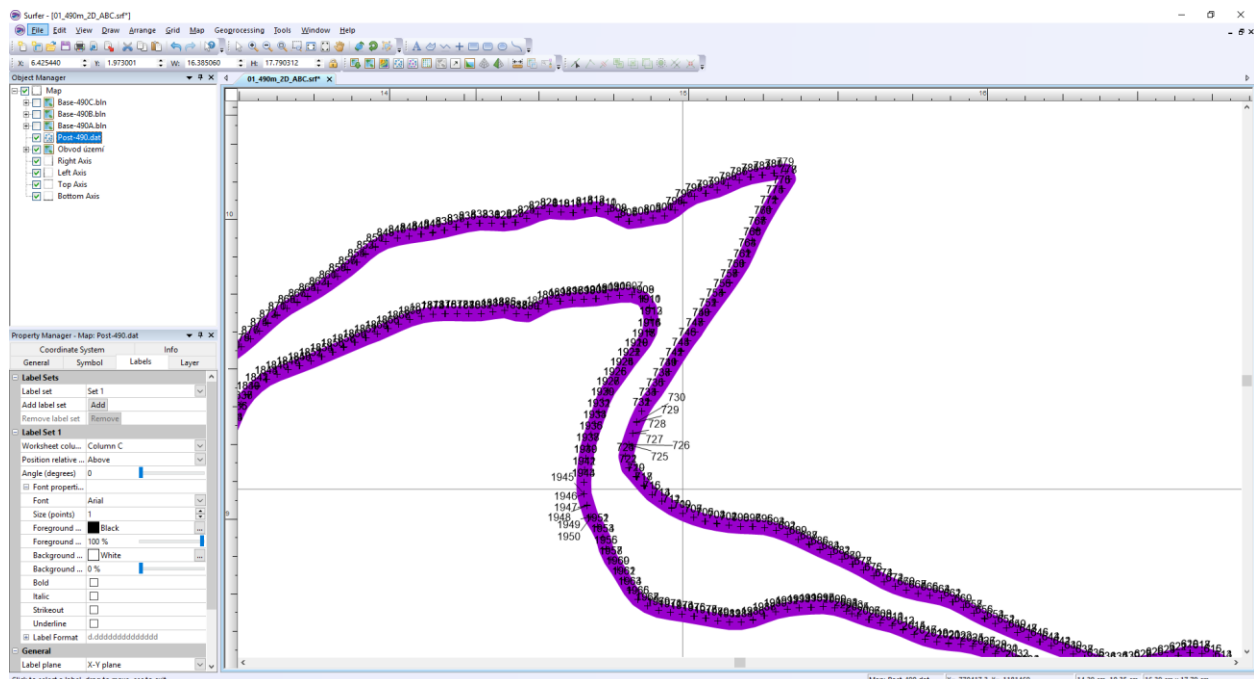


Obr. 35: 3D grid S (varianta 1).

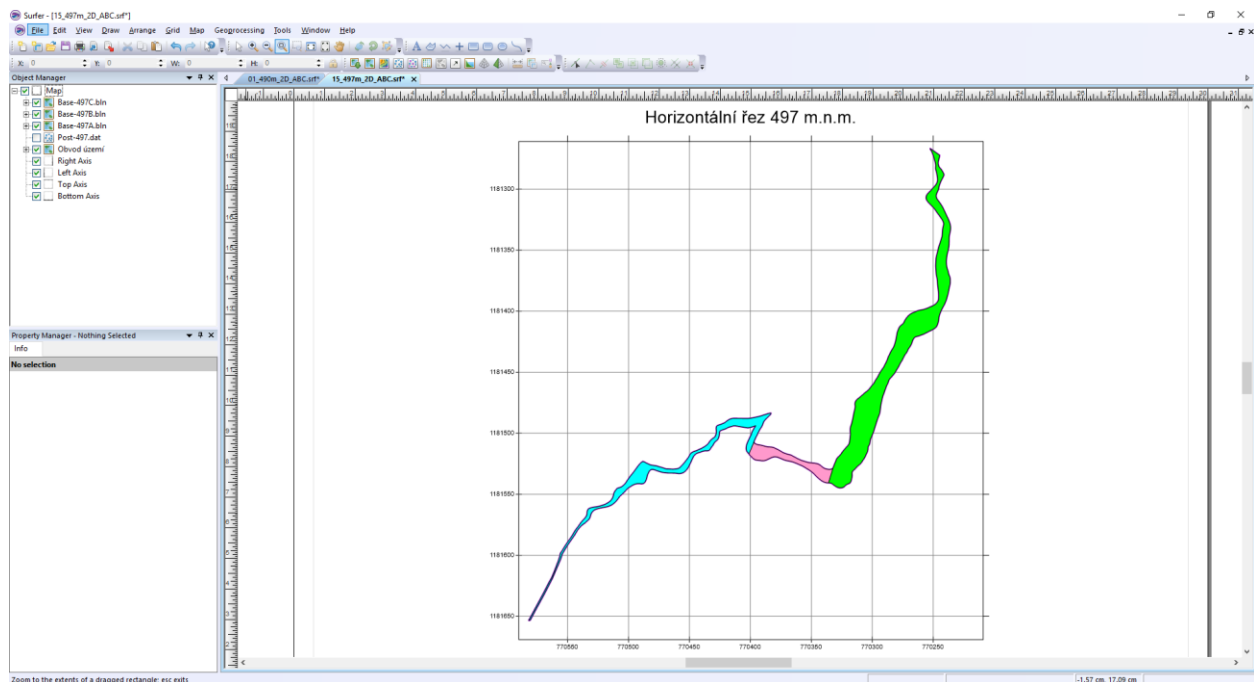
Varianta 2: Technologické parametry jsou gridovány ve třech částech zvlášť metodou inverzních vzdáleností se třemi různými elipsoidy anizotropie a výběru dat ve třech směrech po tělese grafitu.

Těleso grafitu se nejprve rozdělí na tři části A (vlevo), B (uprostřed) a C (vpravo). K tomu se postupně pro všechny vrstvy (490, 490.5, ..., 500):

- V prostředí *Surfer* se vykreslí obvodový polygon tělesa (*XXXmm.blm*) spolu s čísly vrcholů polygonu (*XXX.dat*) – viz obr. 36 pro polygon 490 m n.m., kde *XXX* je postupně *490*, *490_5*, ..., *500*.
- Odečtou se čísla bodů dělicí těleso A od B a čísla bodů dělicí těleso B od C. Přitom je třeba zaznamenat, zda číslování jde po směru hodinových ručiček nebo ne. Většina obvodových polygonů má bod č. 1 vpravo nahoře. Pokud tomu tak není, je nutno počáteční bod přesunout vpravo nahoru s pomocí makra *Precisluj* (viz [5]). Spustí se makro *Telesa_ABC* (viz [5]), které obvodový polygon rozdělí tři polygony – obvod tělesa A (soubor *XXXA.blm*), obvod tělesa B (soubor *XXXB.blm*) a obvod tělesa C (soubor *XXXC.blm*), kde *XXX* je postupně *490*, *490_5*, ..., *500*. Ukázka pro vrstvu 497 m n.m. je na obr. 37. Na obr. 38 jsou zobrazeny obvodové polygony těles A, B, C pro všechny vrstvy.

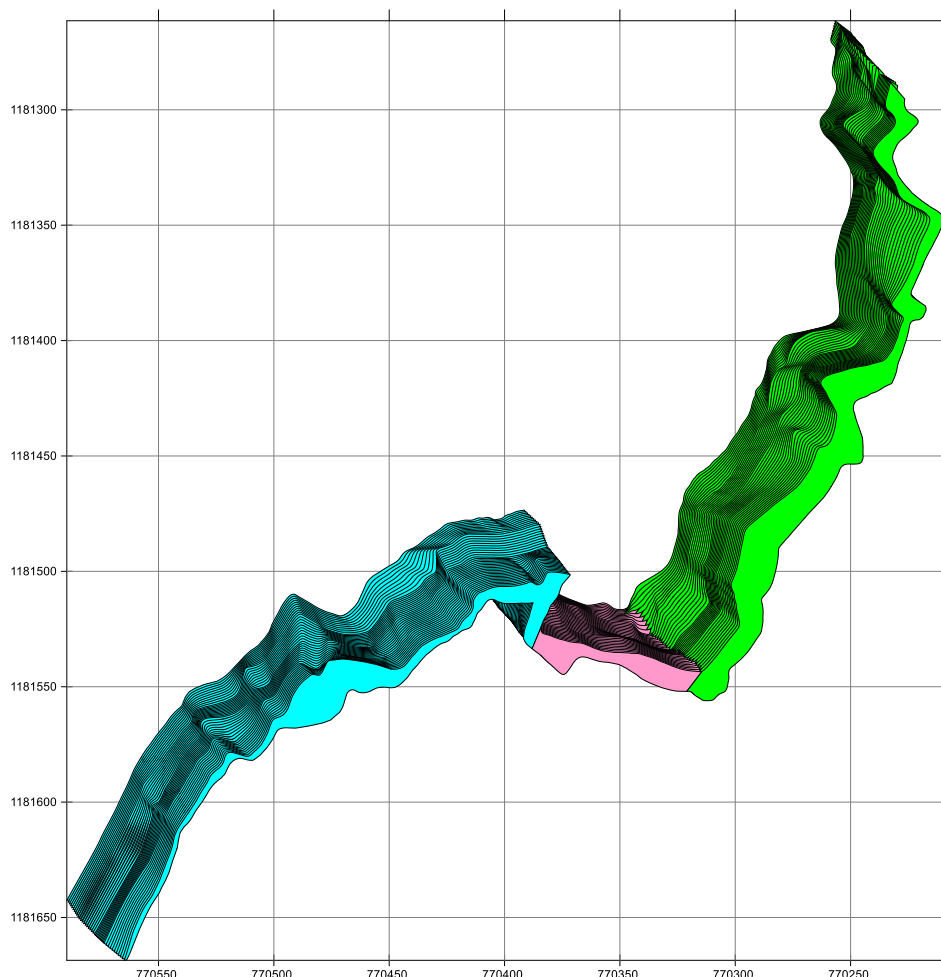


Obr. 36: Obvodový polygon tělesa (490mm.blm) spolu s čísly vrcholů polygonu (490.dat), detail.



Obr. 37: Zobrazení těles A (modré), B (růžové) a C (zelené) pro vrstvu 497 m n.m.

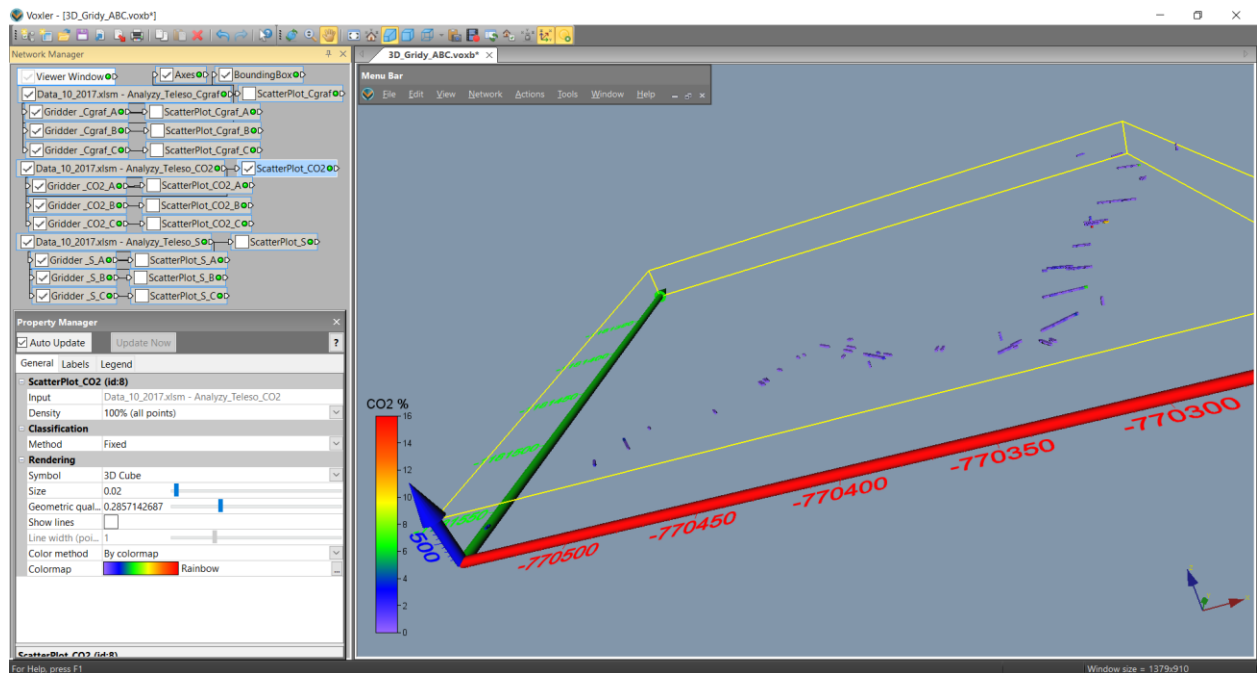
ABC 490 - 510 m.n.m.



Obr. 38: Zobrazení obvodových polygonů těles A (modré), B (ružové) a C (zelené) pro všechny vrstvy.

Zobrazení vstupních dat tělesa grafitu a 3D gridování těles A, B, C je realizováno v prostředí *Voxler* (soubor *3D_Gridy_ABC.voxb*, obr. 39). Elipsoidy anizotropie a výběru dat mají nastaveny délky os 100 m (první), 100 m (druhá) a 20 m (třetí) se směrem 30.26° pro těleso A, 161.79° pro těleso B, 65.8° pro těleso C a jednotným úklonem (30°) stupňů po tělese grafitu. Nastavení parametrů gridovacích objektů *Gridder* pro tělesa A, B a C jsou na obr. 40 (parametry elipsoidů anizotropie a parametrů IDW), na obr. 41 (parametry geometrie gridu) a na obr. 42 (parametry elipsoidů výběru vzorků pro interpolaci). Tyto parametry jsou použity jednotně pro Cgraf, CO2 i S. Na obr. 43 je zobrazen výsledný 3D grid Cgraf, na obr. 44 výsledný 3D grid CO2 a na obr. 45 výsledný 3D grid S.

Dále se provede export 2D gridů z objektů *Gridder* (příkaz *Save Data*) ve formátu *grd* (*Surfer*) jednotlivých horizontálních vrstev všech technologických parametrů (s názvy postupně *Cgraf_A.grd*, *Cgraf_B.grd*, *Cgraf_C.grd*, *CO2_A.grd*, *CO2_B.grd*, *CO2_C.grd*, *Sira_A.grd*, *Sira_B.grd* a *Sira_C.grd*) do adresáře určeném v inicializačním souboru *Grafit_Teleso_initABC.dat* (*D:\CK\Programy\Grafit\Gridy_ABC*) pro další zpracování programem *Grafit_Teleso* [5]. V tomto adresáři pak budou uloženy soubory všech 41 vrstev *Cgraf_A01.grd* až *Cgraf_A41.grd*, *Cgraf_B01.grd* až *Cgraf_B41.grd*, *Cgraf_C01.grd* až *Cgraf_C41.grd*, *CO2_A01.grd* až *CO2_A41.grd*, *CO2_B01.grd* až *CO2_B41.grd*, *CO2_C01.grd* až *CO2_C41.grd*, *Sira_A01.grd* až *Sira_A41.grd*, *Sira_B01.grd* až *Sira_B41.grd* a *Sira_C01.grd* až *Sira_C41.grd*.



Obr. 39: Zobrazení vstupních dat tělesa grafitu (varianta 2) v prostředí Voxler.

Property Manager	Property Manager	Property Manager																																																																																																																																																																																																																																																																		
<table border="1"> <tr><td>Auto Update</td><td>Update Now</td></tr> <tr><td>General</td><td>Geometry</td><td>Search</td></tr> <tr><td colspan="3">Gridder_Cgraf_A (id:3)</td></tr> <tr><td>Input</td><td colspan="2">Data_10_2017.xlsm - Analyzy_Teleso_Cgraf</td></tr> <tr><td>Input points</td><td colspan="2">2249</td></tr> <tr><td>Data depende...</td><td colspan="2">Recalculate</td></tr> <tr><td>Action</td><td colspan="2">Begin Gridding</td></tr> <tr><td colspan="3">Method</td></tr> <tr><td>Method</td><td colspan="2">Inverse distance</td></tr> <tr><td>Anisotropy</td><td colspan="2">General</td></tr> <tr><td colspan="3">Ellipse</td></tr> <tr><td colspan="3">Axes for the general anisotropy ellipse.</td></tr> <tr><td colspan="3">First Axis</td></tr> <tr><td colspan="3">The first semi-axis of the anisotropy ellipse.</td></tr> <tr><td>X</td><td colspan="2">86.4</td></tr> <tr><td>Y</td><td colspan="2">50.4</td></tr> <tr><td>Z</td><td colspan="2">0</td></tr> <tr><td colspan="3">Second A...</td></tr> <tr><td colspan="3">The second semi-axis of the anisotropy ellipse</td></tr> <tr><td>X</td><td colspan="2">43.6</td></tr> <tr><td>Y</td><td colspan="2">-74.8</td></tr> <tr><td>Z</td><td colspan="2">50.1262</td></tr> <tr><td colspan="3">Third Axis</td></tr> <tr><td colspan="3">The third semi-axis of the anisotropy ellipse</td></tr> <tr><td>X</td><td colspan="2">-5.043</td></tr> <tr><td>Y</td><td colspan="2">8.65175</td></tr> <tr><td>Z</td><td colspan="2">17.3</td></tr> <tr><td>Power</td><td colspan="2">2</td></tr> <tr><td>Smooth</td><td colspan="2">2</td></tr> </table>	Auto Update	Update Now	General	Geometry	Search	Gridder_Cgraf_A (id:3)			Input	Data_10_2017.xlsm - Analyzy_Teleso_Cgraf		Input points	2249		Data depende...	Recalculate		Action	Begin Gridding		Method			Method	Inverse distance		Anisotropy	General		Ellipse			Axes for the general anisotropy ellipse.			First Axis			The first semi-axis of the anisotropy ellipse.			X	86.4		Y	50.4		Z	0		Second A...			The second semi-axis of the anisotropy ellipse			X	43.6		Y	-74.8		Z	50.1262		Third Axis			The third semi-axis of the anisotropy ellipse			X	-5.043		Y	8.65175		Z	17.3		Power	2		Smooth	2		<table border="1"> <tr><td>Auto Update</td><td>Update Now</td></tr> <tr><td>General</td><td>Geometry</td><td>Search</td></tr> <tr><td colspan="3">Gridder_Cgraf_B (id:25)</td></tr> <tr><td>Input</td><td colspan="2">Data_10_2017.xlsm - Analyzy_Teleso_Cgraf</td></tr> <tr><td>Input points</td><td colspan="2">2249</td></tr> <tr><td>Data depende...</td><td colspan="2">Recalculate</td></tr> <tr><td>Action</td><td colspan="2">Begin Gridding</td></tr> <tr><td colspan="3">Method</td></tr> <tr><td>Method</td><td colspan="2">Inverse distance</td></tr> <tr><td>Anisotropy</td><td colspan="2">General</td></tr> <tr><td colspan="3">Ellipse</td></tr> <tr><td colspan="3">Axes for the general anisotropy ellipse.</td></tr> <tr><td colspan="3">First Axis</td></tr> <tr><td colspan="3">The first semi-axis of the anisotropy ellipse.</td></tr> <tr><td>X</td><td colspan="2">-95</td></tr> <tr><td>Y</td><td colspan="2">31.25</td></tr> <tr><td>Z</td><td colspan="2">0</td></tr> <tr><td colspan="3">Second A...</td></tr> <tr><td colspan="3">The second semi-axis of the anisotropy ellipse</td></tr> <tr><td>X</td><td colspan="2">27.038</td></tr> <tr><td>Y</td><td colspan="2">82.197</td></tr> <tr><td>Z</td><td colspan="2">-50.1262</td></tr> <tr><td colspan="3">Third Axis</td></tr> <tr><td colspan="3">The third semi-axis of the anisotropy ellipse</td></tr> <tr><td>X</td><td colspan="2">3.14</td></tr> <tr><td>Y</td><td colspan="2">9.5458</td></tr> <tr><td>Z</td><td colspan="2">17.34</td></tr> <tr><td>Power</td><td colspan="2">2</td></tr> <tr><td>Smooth</td><td colspan="2">2</td></tr> </table>	Auto Update	Update Now	General	Geometry	Search	Gridder_Cgraf_B (id:25)			Input	Data_10_2017.xlsm - Analyzy_Teleso_Cgraf		Input points	2249		Data depende...	Recalculate		Action	Begin Gridding		Method			Method	Inverse distance		Anisotropy	General		Ellipse			Axes for the general anisotropy ellipse.			First Axis			The first semi-axis of the anisotropy ellipse.			X	-95		Y	31.25		Z	0		Second A...			The second semi-axis of the anisotropy ellipse			X	27.038		Y	82.197		Z	-50.1262		Third Axis			The third semi-axis of the anisotropy ellipse			X	3.14		Y	9.5458		Z	17.34		Power	2		Smooth	2		<table border="1"> <tr><td>Auto Update</td><td>Update Now</td></tr> <tr><td>General</td><td>Geometry</td><td>Search</td></tr> <tr><td colspan="3">Gridder_Cgraf_C (id:11)</td></tr> <tr><td>Input</td><td colspan="2">Data_10_2017.xlsm - Analyzy_Teleso_Cgraf</td></tr> <tr><td>Input points</td><td colspan="2">2249</td></tr> <tr><td>Data depende...</td><td colspan="2">Recalculate</td></tr> <tr><td>Action</td><td colspan="2">Begin Gridding</td></tr> <tr><td colspan="3">Method</td></tr> <tr><td>Method</td><td colspan="2">Inverse distance</td></tr> <tr><td>Anisotropy</td><td colspan="2">General</td></tr> <tr><td colspan="3">Ellipse</td></tr> <tr><td colspan="3">Axes for the general anisotropy ellipse.</td></tr> <tr><td colspan="3">First Axis</td></tr> <tr><td colspan="3">The first semi-axis of the anisotropy ellipse.</td></tr> <tr><td>X</td><td colspan="2">41</td></tr> <tr><td>Y</td><td colspan="2">91.21</td></tr> <tr><td>Z</td><td colspan="2">0</td></tr> <tr><td colspan="3">Second A...</td></tr> <tr><td colspan="3">The second semi-axis of the anisotropy ellipse</td></tr> <tr><td>X</td><td colspan="2">78.9385</td></tr> <tr><td>Y</td><td colspan="2">-35.4838</td></tr> <tr><td>Z</td><td colspan="2">50.1262</td></tr> <tr><td colspan="3">Third Axis</td></tr> <tr><td colspan="3">The third semi-axis of the anisotropy ellipse</td></tr> <tr><td>X</td><td colspan="2">-9.133</td></tr> <tr><td>Y</td><td colspan="2">4.1054</td></tr> <tr><td>Z</td><td colspan="2">17.29</td></tr> <tr><td>Power</td><td colspan="2">2</td></tr> <tr><td>Smooth</td><td colspan="2">2</td></tr> </table>	Auto Update	Update Now	General	Geometry	Search	Gridder_Cgraf_C (id:11)			Input	Data_10_2017.xlsm - Analyzy_Teleso_Cgraf		Input points	2249		Data depende...	Recalculate		Action	Begin Gridding		Method			Method	Inverse distance		Anisotropy	General		Ellipse			Axes for the general anisotropy ellipse.			First Axis			The first semi-axis of the anisotropy ellipse.			X	41		Y	91.21		Z	0		Second A...			The second semi-axis of the anisotropy ellipse			X	78.9385		Y	-35.4838		Z	50.1262		Third Axis			The third semi-axis of the anisotropy ellipse			X	-9.133		Y	4.1054		Z	17.29		Power	2		Smooth	2	
Auto Update	Update Now																																																																																																																																																																																																																																																																			
General	Geometry	Search																																																																																																																																																																																																																																																																		
Gridder_Cgraf_A (id:3)																																																																																																																																																																																																																																																																				
Input	Data_10_2017.xlsm - Analyzy_Teleso_Cgraf																																																																																																																																																																																																																																																																			
Input points	2249																																																																																																																																																																																																																																																																			
Data depende...	Recalculate																																																																																																																																																																																																																																																																			
Action	Begin Gridding																																																																																																																																																																																																																																																																			
Method																																																																																																																																																																																																																																																																				
Method	Inverse distance																																																																																																																																																																																																																																																																			
Anisotropy	General																																																																																																																																																																																																																																																																			
Ellipse																																																																																																																																																																																																																																																																				
Axes for the general anisotropy ellipse.																																																																																																																																																																																																																																																																				
First Axis																																																																																																																																																																																																																																																																				
The first semi-axis of the anisotropy ellipse.																																																																																																																																																																																																																																																																				
X	86.4																																																																																																																																																																																																																																																																			
Y	50.4																																																																																																																																																																																																																																																																			
Z	0																																																																																																																																																																																																																																																																			
Second A...																																																																																																																																																																																																																																																																				
The second semi-axis of the anisotropy ellipse																																																																																																																																																																																																																																																																				
X	43.6																																																																																																																																																																																																																																																																			
Y	-74.8																																																																																																																																																																																																																																																																			
Z	50.1262																																																																																																																																																																																																																																																																			
Third Axis																																																																																																																																																																																																																																																																				
The third semi-axis of the anisotropy ellipse																																																																																																																																																																																																																																																																				
X	-5.043																																																																																																																																																																																																																																																																			
Y	8.65175																																																																																																																																																																																																																																																																			
Z	17.3																																																																																																																																																																																																																																																																			
Power	2																																																																																																																																																																																																																																																																			
Smooth	2																																																																																																																																																																																																																																																																			
Auto Update	Update Now																																																																																																																																																																																																																																																																			
General	Geometry	Search																																																																																																																																																																																																																																																																		
Gridder_Cgraf_B (id:25)																																																																																																																																																																																																																																																																				
Input	Data_10_2017.xlsm - Analyzy_Teleso_Cgraf																																																																																																																																																																																																																																																																			
Input points	2249																																																																																																																																																																																																																																																																			
Data depende...	Recalculate																																																																																																																																																																																																																																																																			
Action	Begin Gridding																																																																																																																																																																																																																																																																			
Method																																																																																																																																																																																																																																																																				
Method	Inverse distance																																																																																																																																																																																																																																																																			
Anisotropy	General																																																																																																																																																																																																																																																																			
Ellipse																																																																																																																																																																																																																																																																				
Axes for the general anisotropy ellipse.																																																																																																																																																																																																																																																																				
First Axis																																																																																																																																																																																																																																																																				
The first semi-axis of the anisotropy ellipse.																																																																																																																																																																																																																																																																				
X	-95																																																																																																																																																																																																																																																																			
Y	31.25																																																																																																																																																																																																																																																																			
Z	0																																																																																																																																																																																																																																																																			
Second A...																																																																																																																																																																																																																																																																				
The second semi-axis of the anisotropy ellipse																																																																																																																																																																																																																																																																				
X	27.038																																																																																																																																																																																																																																																																			
Y	82.197																																																																																																																																																																																																																																																																			
Z	-50.1262																																																																																																																																																																																																																																																																			
Third Axis																																																																																																																																																																																																																																																																				
The third semi-axis of the anisotropy ellipse																																																																																																																																																																																																																																																																				
X	3.14																																																																																																																																																																																																																																																																			
Y	9.5458																																																																																																																																																																																																																																																																			
Z	17.34																																																																																																																																																																																																																																																																			
Power	2																																																																																																																																																																																																																																																																			
Smooth	2																																																																																																																																																																																																																																																																			
Auto Update	Update Now																																																																																																																																																																																																																																																																			
General	Geometry	Search																																																																																																																																																																																																																																																																		
Gridder_Cgraf_C (id:11)																																																																																																																																																																																																																																																																				
Input	Data_10_2017.xlsm - Analyzy_Teleso_Cgraf																																																																																																																																																																																																																																																																			
Input points	2249																																																																																																																																																																																																																																																																			
Data depende...	Recalculate																																																																																																																																																																																																																																																																			
Action	Begin Gridding																																																																																																																																																																																																																																																																			
Method																																																																																																																																																																																																																																																																				
Method	Inverse distance																																																																																																																																																																																																																																																																			
Anisotropy	General																																																																																																																																																																																																																																																																			
Ellipse																																																																																																																																																																																																																																																																				
Axes for the general anisotropy ellipse.																																																																																																																																																																																																																																																																				
First Axis																																																																																																																																																																																																																																																																				
The first semi-axis of the anisotropy ellipse.																																																																																																																																																																																																																																																																				
X	41																																																																																																																																																																																																																																																																			
Y	91.21																																																																																																																																																																																																																																																																			
Z	0																																																																																																																																																																																																																																																																			
Second A...																																																																																																																																																																																																																																																																				
The second semi-axis of the anisotropy ellipse																																																																																																																																																																																																																																																																				
X	78.9385																																																																																																																																																																																																																																																																			
Y	-35.4838																																																																																																																																																																																																																																																																			
Z	50.1262																																																																																																																																																																																																																																																																			
Third Axis																																																																																																																																																																																																																																																																				
The third semi-axis of the anisotropy ellipse																																																																																																																																																																																																																																																																				
X	-9.133																																																																																																																																																																																																																																																																			
Y	4.1054																																																																																																																																																																																																																																																																			
Z	17.29																																																																																																																																																																																																																																																																			
Power	2																																																																																																																																																																																																																																																																			
Smooth	2																																																																																																																																																																																																																																																																			

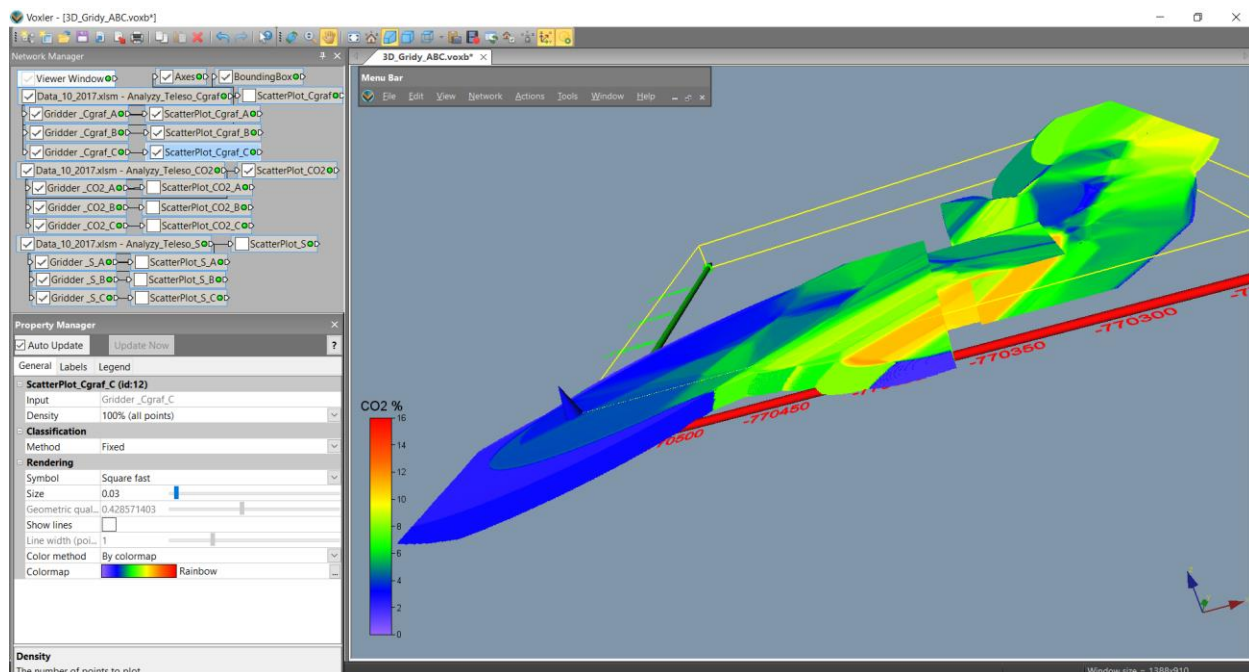
Obr. 40: Zadané parametry elipsoidů anizotropie a parametrů IDW (varianta 2) pro 3D gridování (objekt Gridder) tělesa A (vlevo), B (uprostřed) a C (vpravo).

Property Manager	Property Manager	Property Manager
<p><input checked="" type="checkbox"/> Auto Update Update Now ?</p> <p>General Geometry Search</p> <p>Geometry</p> <ul style="list-style-type: none"> X Limits (-770590, -770371) <ul style="list-style-type: none"> X min -770590 X max -770371 Y Limits (-1181669, -1181473) <ul style="list-style-type: none"> Y min -1181669 Y max -1181473 Z Limits (490, 510) <ul style="list-style-type: none"> Z min 490 Z max 510 Resolution (439 x 393 x 41) <ul style="list-style-type: none"> Nx 439 Ny 393 Nz 41 Spacing (0.5, 0.5, 0.5) <ul style="list-style-type: none"> X spacing 0.5 Y spacing 0.5 Z spacing 0.5 	<p><input checked="" type="checkbox"/> Auto Update Update Now ?</p> <p>General Geometry Search</p> <p>Geometry</p> <ul style="list-style-type: none"> X Limits (-770408, -770314) <ul style="list-style-type: none"> X min -770408 X max -770314 Y Limits (-1181552, -1181497) <ul style="list-style-type: none"> Y min -1181552 Y max -1181497 Z Limits (490, 510) <ul style="list-style-type: none"> Z min 490 Z max 510 Resolution (189 x 111 x 41) <ul style="list-style-type: none"> Nx 189 Ny 111 Nz 41 Spacing (0.5, 0.5, 0.5) <ul style="list-style-type: none"> X spacing 0.5 Y spacing 0.5 Z spacing 0.5 	<p><input checked="" type="checkbox"/> Auto Update Update Now ?</p> <p>General Geometry Search</p> <p>Geometry</p> <ul style="list-style-type: none"> X Limits (-770355, -770209) <ul style="list-style-type: none"> X min -770355 X max -770209 Y Limits (-1181556, -1181261) <ul style="list-style-type: none"> Y min -1181556 Y max -1181261 Z Limits (490, 510) <ul style="list-style-type: none"> Z min 490 Z max 510 Resolution (293 x 591 x 41) <ul style="list-style-type: none"> Nx 293 Ny 591 Nz 41 Spacing (0.5, 0.5, 0.5) <ul style="list-style-type: none"> X spacing 0.5 Y spacing 0.5 Z spacing 0.5

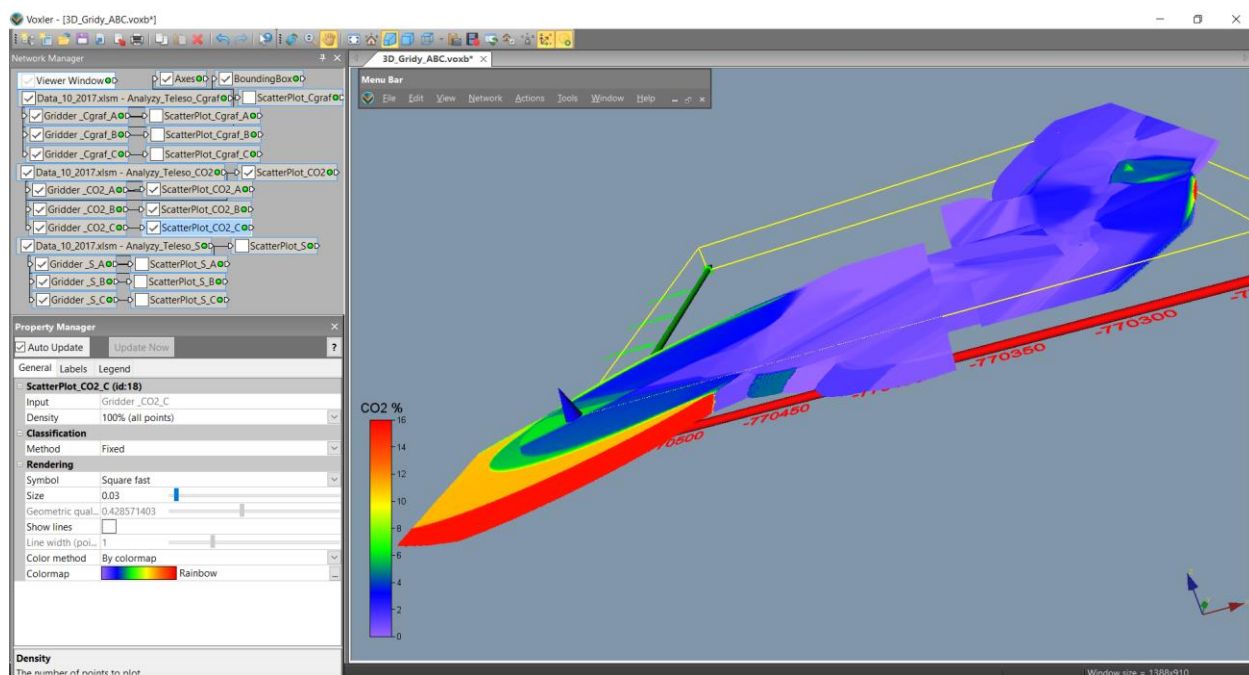
Obr. 41: Zadané parametry geometrie gridu (varianta 2) pro 3D gridování (objekt Gridder) tělesa A (vlevo), B (uprostřed) a C (vpravo).

Property Manager	Property Manager	Property Manager
<p><input checked="" type="checkbox"/> Auto Update Update Now ?</p> <p>General Geometry Search</p> <p>Search</p> <p>Search type: General</p> <p>Search Ellipse: Axes for the search ellipse</p> <ul style="list-style-type: none"> First Axis: The first semi-axis of the search ellipse. <ul style="list-style-type: none"> X 86.4 Y 50.4 Z 0 Second A...: The second semi-axis of the search ellipse. <ul style="list-style-type: none"> X 43.6 Y -74.8 Z 50.1262 Third Axis: The third semi-axis of the search ellipse. <ul style="list-style-type: none"> X -5.043 Y 8.65175 Z 17.3 <p>Min search cou... 1</p> <p>Max search cou... 100</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Auto Update Update Now ?</p> <p>General Geometry Search</p> <p>Search</p> <p>Search type: General</p> <p>Search Ellipse: Axes for the search ellipse</p> <ul style="list-style-type: none"> First Axis: The first semi-axis of the search ellipse. <ul style="list-style-type: none"> X -95 Y 31.25 Z 0 Second A...: The second semi-axis of the search ellipse. <ul style="list-style-type: none"> X 27.038 Y 82.197 Z -50.1262 Third Axis: The third semi-axis of the search ellipse. <ul style="list-style-type: none"> X 3.14 Y 9.5458 Z 17.34 <p>Min search cou... 1</p> <p>Max search cou... 100</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Auto Update Update Now ?</p> <p>General Geometry Search</p> <p>Search</p> <p>Search type: General</p> <p>Search Ellipse: Axes for the search ellipse</p> <ul style="list-style-type: none"> First Axis: The first semi-axis of the search ellipse. <ul style="list-style-type: none"> X 41 Y 91.21 Z 0 Second A...: The second semi-axis of the search ellipse. <ul style="list-style-type: none"> X 78.9385 Y -35.4838 Z 50.1262 Third Axis: The third semi-axis of the search ellipse. <ul style="list-style-type: none"> X -9.133 Y 4.1054 Z 17.29 <p>Min search cou... 1</p> <p>Max search cou... 100</p>

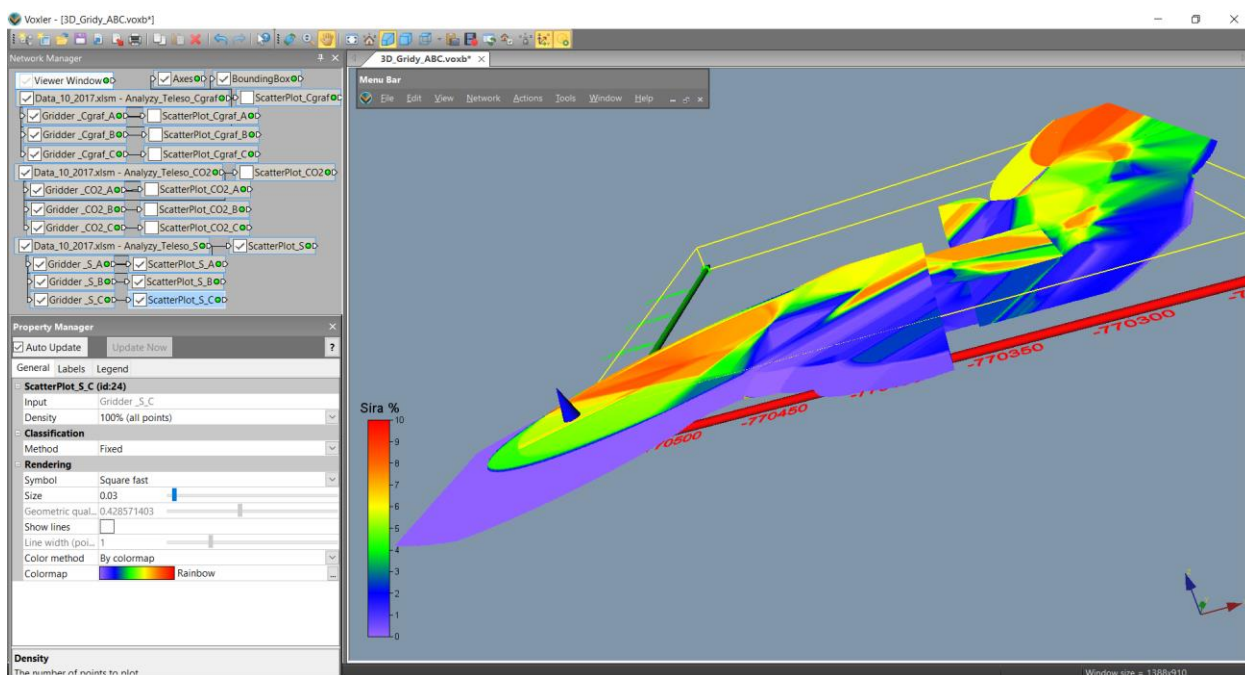
Obr. 42: Zadané parametry výběru vzorků (varianta 2) pro 3D gridování (objekt Gridder) tělesa A (vlevo), B (uprostřed) a C (vpravo).



Obr. 43: 3D grid Cgraf (varianta 2).



Obr. 44: 3D grid CO2 (varianta 2).



Obr. 45: 3D grid S (varianta 2).

2.2.7. Odhad zásob na základě 2D gridů technologických parametrů a jejich převedení do 3D gridu

2D gridy ve formátu *grd* (*Surfer*) jednotlivých horizontálních vrstev všech technologických parametrů (viz 2.6) jsou následně zpracovány programem *Grafit_Teleso* (popis programu je v Příloze 6). Modul *Výpočet hodnot 3D gridů tělesa a odhad zásob* je určen pro variantu 1 a modul *Výpočet hodnot 3D gridů těles A, B, C a odhad zásob* je určen pro variantu 2.

Varianta 1: Technologické parametry jsou gridovány jednotně v celém tělese metodou inverzních vzdáleností s elipsoidem anizotropie a výběru dat s jednotným směrem po tělese grafitu.

Po spuštění modulu *Výpočet hodnot 3D gridů tělesa a odhad zásob* se provádí:

- Omezení (vyblankování) původních gridů Cgraf, CO2 a S exportovaných z *Voxleru* pro prostředí *Surferu* obvodovými polygony jednotlivých vrstev.
- Vytvoření textového souboru *Teleso_3D_grid_hodnoty.dat* – 3D gridu hodnot tělesa grafitu.
- Kromě toho se vytváří výstupní sestava zásob (textový soubor *Zasoby.txt*). Obsah tohoto souboru je v tabulce 13.

Činnost modulu je podrobně popsána v příloze 6 (část 2).

Tabulka 13: Odhad zásob – varianta 1.

Vrstva m n.m.	Pořadí vrstvy	Pocet bloků	Objem (m3)	Tonáž (kt)	Prum_Cgraf (%)	Prum_CO2 (%)	Prum_Sira (%)
490	01	21540	2692.5	5.654	18.6	0.8	3.06
490.5	02	21603	2700.38	5.671	18.7	0.78	3.07
491	03	21637	2704.62	5.68	18.8	0.77	3.08
491.5	04	21695	2711.88	5.695	18.9	0.76	3.09
492	05	21755	2719.38	5.711	18.98	0.75	3.1
492.5	06	21794	2724.25	5.721	19.07	0.74	3.12
493	07	21832	2729	5.731	19.16	0.73	3.13
493.5	08	21869	2733.62	5.741	19.25	0.72	3.15
494	09	21872	2734	5.741	19.32	0.71	3.16
494.5	10	21846	2730.75	5.735	19.38	0.7	3.17
495	11	21825	2728.12	5.729	19.45	0.69	3.18
495.5	12	21467	2683.38	5.635	19.46	0.69	3.17
496	13	21079	2634.88	5.533	19.45	0.69	3.17
496.5	14	20712	2589	5.437	19.45	0.7	3.16
497	15	20296	2537	5.328	19.45	0.7	3.15
497.5	16	19994	2499.25	5.248	19.43	0.7	3.14
498	17	19637	2454.62	5.155	19.43	0.7	3.13

Vrstva m n.m.	Pořadí vrstvy	Pocet bloků	Objem (m ³)	Tonáž (kt)	Prum_Cgraf (%)	Prum_CO2 (%)	Prum_Sira (%)
498.5	18	19260	2407.5	5.056	19.41	0.71	3.12
499	19	18952	2369	4.975	19.4	0.71	3.11
499.5	20	18598	2324.75	4.882	19.36	0.71	3.1
500	21	18247	2280.88	4.79	19.35	0.71	3.08
500.5	22	18459	2307.38	4.845	19.34	0.73	3.07
501	23	18669	2333.62	4.901	19.33	0.74	3.06
501.5	24	18814	2351.75	4.939	19.32	0.75	3.04
502	25	19006	2375.75	4.989	19.31	0.76	3.02
502.5	26	19205	2400.62	5.041	19.3	0.78	3.01
503	27	19357	2419.62	5.081	19.27	0.79	2.99
503.5	28	19563	2445.38	5.135	19.26	0.8	2.97
504	29	19693	2461.62	5.169	19.22	0.82	2.95
504.5	30	19883	2485.38	5.219	19.19	0.83	2.93
505	31	20021	2502.62	5.256	19.16	0.85	2.92
505.5	32	20201	2525.12	5.303	19.12	0.84	2.92
506	33	20349	2543.62	5.342	19.09	0.84	2.93
506.5	34	20507	2563.38	5.383	19.07	0.83	2.93
507	35	20673	2584.12	5.427	19.03	0.83	2.94
507.5	36	20852	2606.5	5.474	18.99	0.83	2.94
508	37	20972	2621.5	5.505	18.96	0.83	2.95
508.5	38	21087	2635.88	5.535	18.92	0.83	2.95
509	39	21230	2653.75	5.573	18.89	0.83	2.96
509.5	40	21367	2670.88	5.609	18.85	0.82	2.96
510	41	21481	2685.12	5.639	18.82	0.82	2.97
Celkem		838899	104862.38	220.211	19.17	0.76	3.05

Varianta 2: Technologické parametry jsou gridovány ve třech částech zvlášť metodou inverzních vzdáleností se třemi různými elipsoidy anizotropie a výběru dat ve třech směrech po tělese grafitu.

Po spuštění modulu *Výpočet hodnot 3D gridů těles A, B, C a odhad zásob* se provádí:

- Omezení (vyblankování) původních gridů Cgraf, CO2 a S těles A, B, C exportovaných z *Voxleru* pro prostředí *Surferu* obvodovými polygony tělesa grafitu jednotlivých vrstev. Při spojování gridů těles A, B a C se překrývající buňky gridů průměrují.
- Vytvoření textového souboru *Teleso_3D_grid_hodnoty.dat* – 3D gridu hodnot spojeného tělesa grafitu.
- Kromě toho se vytváří výstupní sestava zásob (textový soubor *Zasoby.txt*). Obsah tohoto souboru je v tabulce 14.

Činnost modulu je podrobně popsána v příloze 6 (část 3).

Tabulka 14: Odhad zásob – varianta 2.

Vrstva m n.m.	Pořadí vrstvy	Pocet bloků	Objem (m ³)	Tonáž (kt)	Prum_Cgraf (%)	Prum_CO2 (%)	Prum_Sira (%)
490	01	21471	2683.88	5.636	19	0.73	3.01
490.5	02	21537	2692.12	5.653	19.09	0.72	3.02
491	03	21571	2696.38	5.662	19.18	0.71	3.03
491.5	04	21635	2704.38	5.679	19.26	0.7	3.04
492	05	21696	2712	5.695	19.34	0.7	3.05
492.5	06	21737	2717.12	5.706	19.42	0.69	3.06
493	07	21778	2722.25	5.717	19.51	0.68	3.07
493.5	08	21816	2727	5.727	19.59	0.67	3.09
494	09	21822	2727.75	5.728	19.65	0.66	3.1
494.5	10	21800	2725	5.722	19.71	0.66	3.11
495	11	21780	2722.5	5.717	19.78	0.65	3.12
495.5	12	21419	2677.38	5.622	19.77	0.65	3.11
496	13	21023	2627.88	5.519	19.75	0.65	3.11
496.5	14	20649	2581.12	5.42	19.74	0.65	3.1
497	15	20230	2528.75	5.31	19.71	0.65	3.1
497.5	16	19921	2490.12	5.229	19.68	0.65	3.09
498	17	19557	2444.62	5.134	19.67	0.65	3.08
498.5	18	19174	2396.75	5.033	19.63	0.65	3.08
499	19	18859	2357.38	4.95	19.61	0.65	3.07
499.5	20	18499	2312.38	4.856	19.56	0.65	3.06
500	21	18140	2267.5	4.762	19.53	0.65	3.06
500.5	22	18334	2291.75	4.813	19.5	0.66	3.05
501	23	18526	2315.75	4.863	19.48	0.67	3.05
501.5	24	18651	2331.38	4.896	19.45	0.68	3.04
502	25	18826	2353.25	4.942	19.42	0.68	3.03
502.5	26	19008	2376	4.99	19.39	0.69	3.03
503	27	19150	2393.75	5.027	19.35	0.7	3.02
503.5	28	19341	2417.62	5.077	19.32	0.71	3.01
504	29	19444	2430.5	5.104	19.27	0.72	3
504.5	30	19623	2452.88	5.151	19.23	0.73	2.99
505	31	19752	2469	5.185	19.19	0.75	2.98
505.5	32	19943	2492.88	5.235	19.15	0.74	2.98
506	33	20103	2512.88	5.277	19.11	0.74	2.99
506.5	34	20272	2534	5.321	19.09	0.74	2.99
507	35	20449	2556.12	5.368	19.04	0.74	3
507.5	36	20637	2579.62	5.417	19.01	0.74	3
508	37	20772	2596.5	5.453	18.97	0.74	3

Vrstva m n.m.	Pořadí vrstvy	Pocet bloků	Objem (m3)	Tonáž (kt)	Prum_Cgraf (%)	Prum_CO2 (%)	Prum_Sira (%)
508.5	38	20897	2612.12	5.485	18.93	0.74	3
509	39	21056	2632	5.527	18.89	0.74	3
509.5	40	21201	2650.12	5.565	18.85	0.74	3.01
510	41	21330	2666.25	5.599	18.82	0.74	3.01
Celkem		833429	104178.62	218.775	19.35	0.69	3.04

2.2.8. Vizualizace horizontálních řezů ve 2D v prostředí Surfer (program Grafít_Teleso)

Jak bylo uvedeno v části 2.4, 4. modul programu *Grafít_Teleso* realizuje vizualizaci horizontálních řezů ve 2D v prostředí *Surfer*. Před jeho spuštěním je možné zadat v rámu „*Horizontální řezy - parametry vizualizace*“ (obr. 23) hodnoty *Zmin* (m n.m.) a *Zmax* (m n.m.) vrstev, které se mají zpracovat a poté tyto hodnoty potvrdit stlačením tlačítka „*Vstup OK*“.

Upozornění: Po případné aktualizaci vstupních dat se musí provést nejprve zpracování popsané v části 2.6.

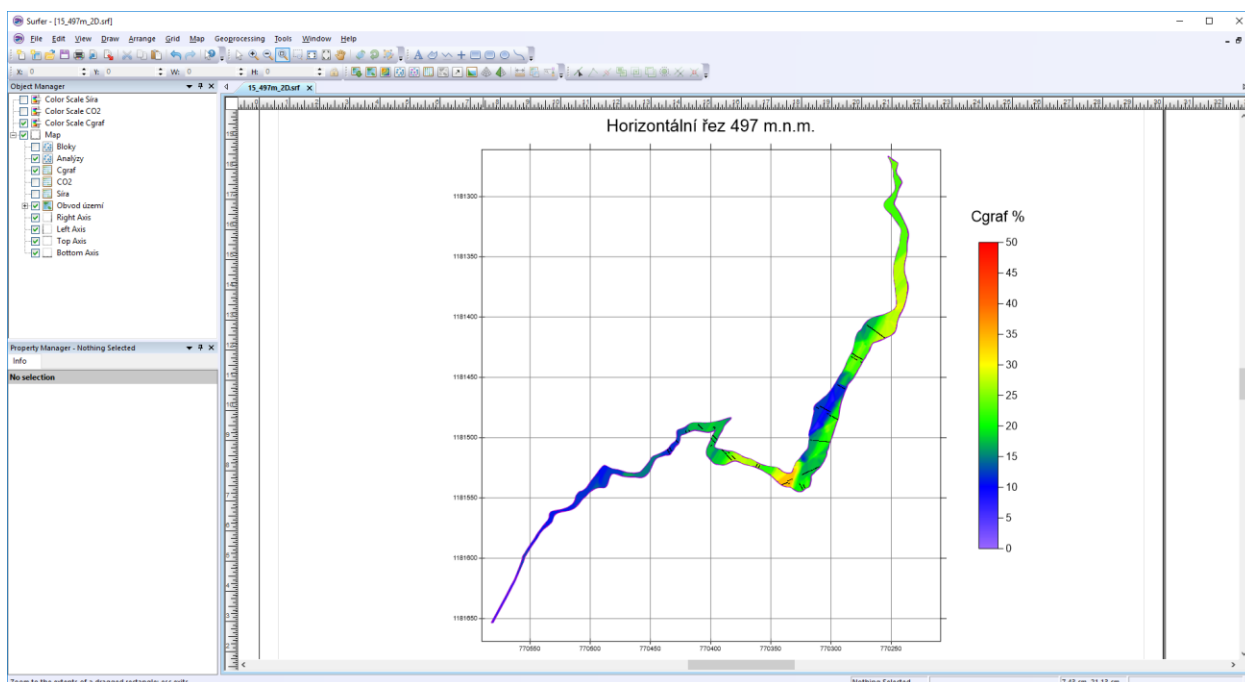
Po spuštění 4. modulu tlačítkem „*Vykreslení horizontálních řezů zadaných vrstev*“ (viz obr. 23) se provádí postupná tvorba a zobrazení *srf* souborů horizontálních řezů ve 2D v prostředí *Surfer* (postupně generuje soubory *XXX_ZZZm_2D.srf* pro jednotlivé vrstvy *XXX* s nadmořskou výškou *ZZZ*) pro jednotlivé vrstvy zadané v rámu „*Horizontální řezy - parametry vizualizace*“ v měřítku zadaném v inicializačním souboru.

Činnost modulu 4 programu *Grafít_Teleso* je podrobně popsána v příloze 6 (část 4).

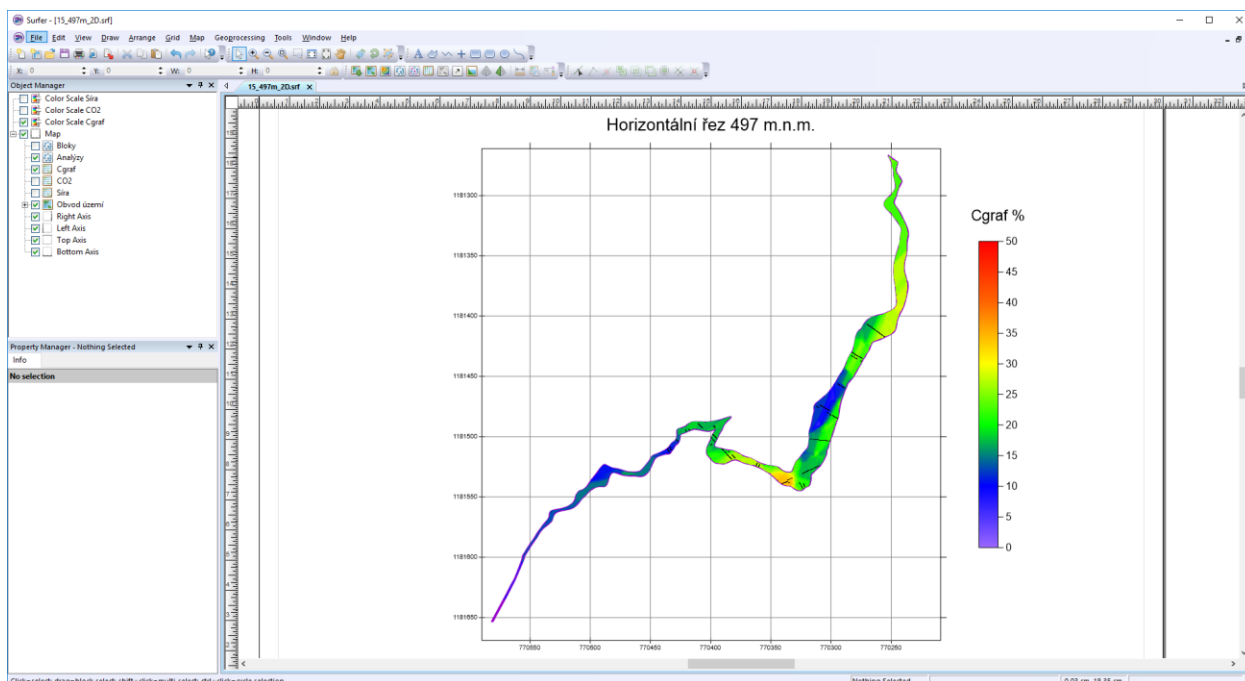
Na obr. 46 je vizualizace jednoho z 41 takto vygenerovaných horizontálních řezů varianty 1 (při zadání dle obr. 23) v prostředí *Surferu*. Na obr. 47 je vizualizace odpovídajícího horizontálního řezu varianty 2 pro stejnou vrstvu. Zapínáním, případně vypínáním objektů v levém okně lze zobrazit:

- Hodnoty údajů o jednotlivých blocích zásob (*Cislo_bloku Cgraf CO2 Sira*) v řezu zobrazených z textových souborů *Grid_XXX.dat* (*XXX* je pořadí vrstvy) – viz [5] (objekt *Bloky*).
- Hodnoty vstupních dat (*ID Cgraf CO2 Sira*) z listu *Analýzy_Teleso* souboru vstupních dat *Data_10_2017.xlsm* (viz 2.4), které jsou v horizontální vzdálenosti ± 0.25 m od řezu (objekt *Analýzy*).
- Obsahy *Cgraf* bloků řezu (objekt *Cgraf*).
- Obsahy *CO₂* bloků řezu (objekt *CO2*).
- Obsahy *S* bloků řezu (objekt *Sira*).
- Color Scale *Cgraf* bloků řezu (objekt *Color Scale Cgraf*).
- Color Scale obsahu *CO₂* bloků řezu (objekt *Color Scale CO2*).
- Color Scale obsahu *S* bloků řezu (objekt *Color Scale Sira*).
- Obvod tělesa grafitu v řezu (objekt *Obvod území*).
- Jednotlivé osy souřadného systému (Objekty *Right Axis, Left Axis, Top Axis, Bottom Axis*).

Po případné změně měřítku objektu *Map*, nebo po dalších formálních doplněních, lze takový řez přímo tisknout na vhodné výstupní zařízení.



Obr. 46: Vizualizace horizontálního řezu 427 m.n.m. (soubor 15_497m_2D.srf), varianta 1 v prostředí Surferu.



Obr. 47: Vizualizace horizontálního řezu 427 m.n.m. (soubor 15_497m_2D.srf), varianta 2 v prostředí Surferu.

2.2.9. Vizualizace sítě vertikálních řezů ve 2D v prostředí Surfer (program Grafít_Teleso)

Jak bylo uvedeno v části 2.4, 5. modul programu *Grafít_Teleso* realizuje vizualizaci sítě vertikálních řezů ve 2D v prostředí *Surfer*. Před jeho spuštěním je možné zadat v rámu „Vertikální řezy - parametry vizualizace“ (obr. 23) hodnoty geometrie sítě vertikálních řezů, které se mají zpracovat a poté tyto hodnoty potvrdit stlačením tlačítka „Vstup OK“.

Upozornění: Po případné aktualizaci vstupních dat se musí provést nejprve zpracování popsané v části 2.6.

Po spuštění 5. modulu tlačítkem „*Vykreslení zadaných vertikálních řezů XZ a YZ*“ (viz obr. 23) se v první fázi vytvoří data a gridy sledovaných technologických parametrů v zadaných vertikálních řezech a ve druhé fázi se tato data a gridy vykreslí v prostředí *Surfer* (podrobněji v [5]).

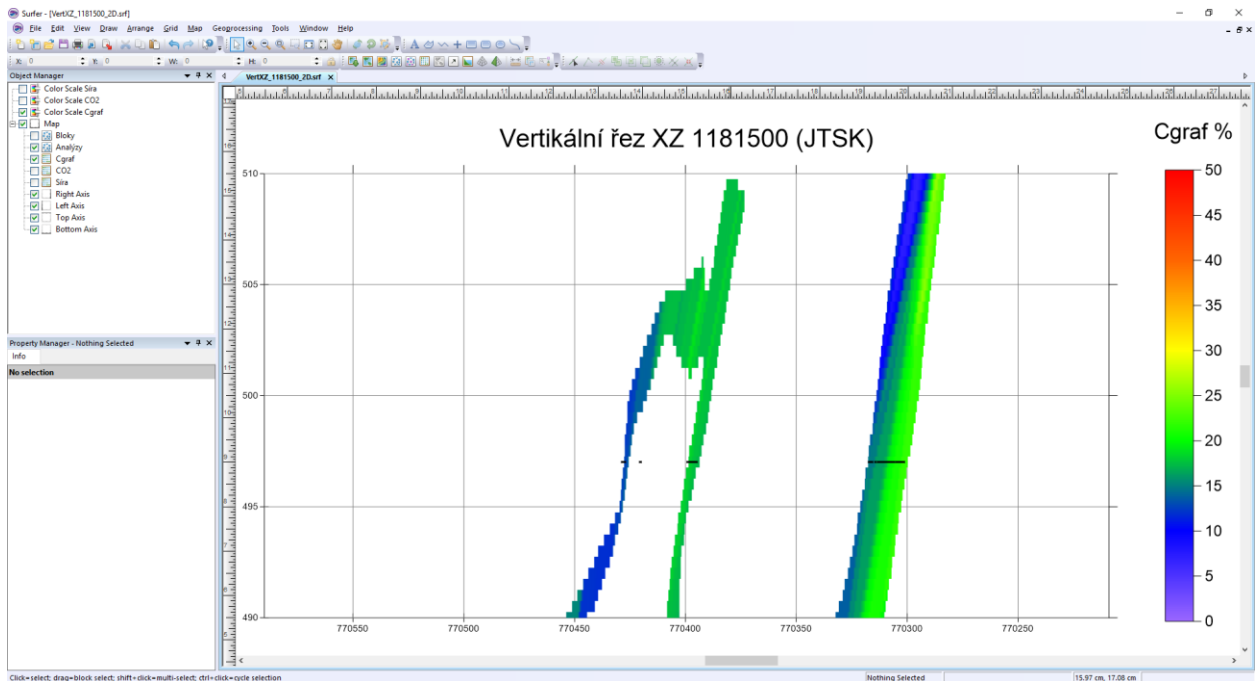
Ve druhé fázi se provádí postupná tvorba a zobrazení *srf* souborů vertikálních řezů ve 2D v prostředí *Surfer* (nejprve se postupně generují soubory *VertXZ_YYY_2D.srf* - *YYY* je souřadnice *Y* řezu v kartézské souřadné soustavě a následně se postupně generují soubory *VertYZ_XXX_2D.srf* - *XXX* je souřadnice *X* řezu v kartézské souřadné soustavě) podle zadání v rámu „*Horizontální řezy - parametry vizualizace*“ (obr. 23) v měřítku zadaném v inicializačním souboru.

Činnost modulu 5 programu *Grafit_Teleso* je podrobně popsána v příloze 6 (část 5).

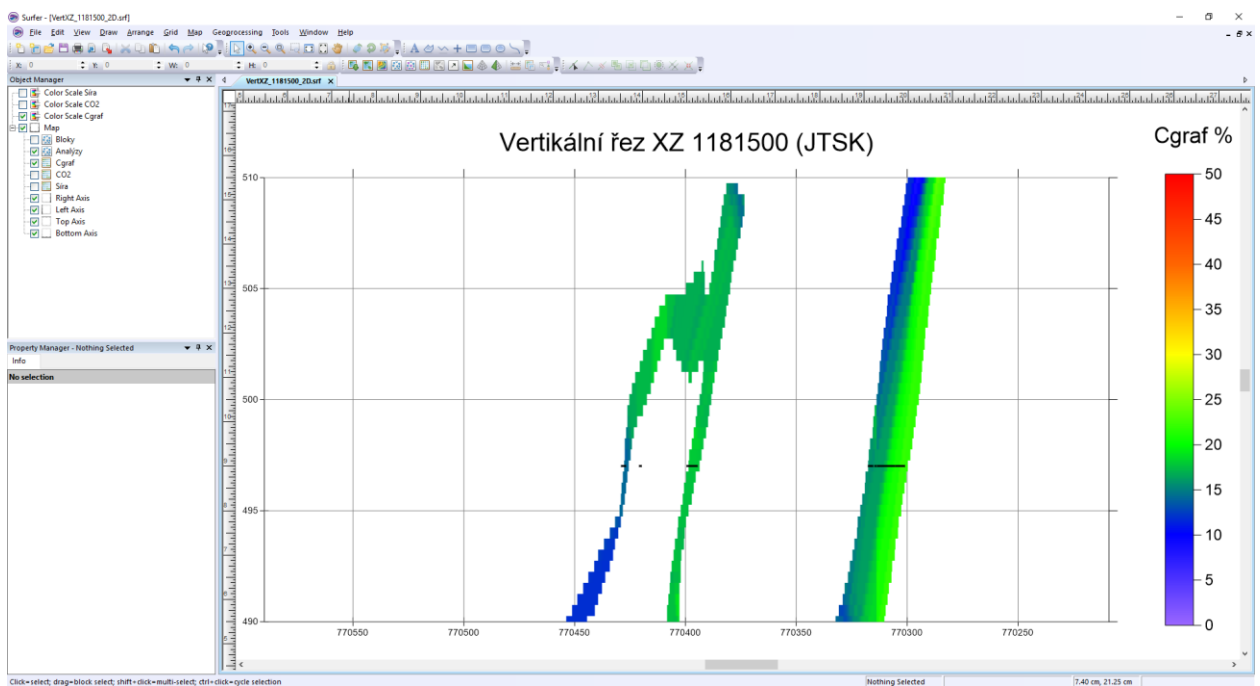
Na obr. 48 je vizualizace jednoho z 37 takto vygenerovaných vertikálních řezů XZ varianty 1 (při zadání dle obr. 23) v prostředí *Surferu*. Na obr. 49 je vizualizace odpovídajícího vertikálního řezu XZ varianty 2. Na obr. 50 je vizualizace jednoho z 36 takto vygenerovaných vertikálních řezů YZ varianty 1 (při zadání dle obr. 23) v prostředí *Surferu*. Na obr. 51 je vizualizace odpovídajícího vertikálního řezu XZ varianty 2. Zapínáním, případně vypínáním objektů v levém okně lze zobrazit:

- Hodnoty údajů o jednotlivých blocích zásob (*Cislo_bloku Cgraf CO2 Sira*) v řezu zobrazených z textových souborů *Grid_XXX.dat* (*XXX* je pořadí vrstvy) – viz [5] (objekt *Bloky*).
- Hodnoty vstupních dat (*ID_vzdal Cgraf CO2 Sira*) z listu *Analyzy_Teleso* souboru vstupních dat *Data_10_2017.xlsm* (viz 2.4), které jsou do zadané vzdálenosti od řezu (objekt *Analýzy*). Vzdálenost *vzdal* od řezu analýz vybraných do řezu (u XZ je kladná pro vrty nad řezem a záporná pro vrty pod řezem, u YZ je kladná pro vrty vpravo od řezu a záporná pro vrty vlevo od řezu).
- Obsahy Cgraf bloků řezu (objekt *Cgraf*).
- Obsahy CO₂ bloků řezu (objekt *CO2*).
- Obsahy S bloků řezu (objekt *Sira*).
- Color Scale Cgraf bloků řezu (objekt *Color Scale Cgraf*).
- Color Scale obsahu CO₂ bloků řezu (objekt *Color Scale CO2*).
- Color Scale obsahu S bloků řezu (objekt *Color Scale Sira*).
- Obvod tělesa grafitu v řezu (objekt *Obvod území*).
- Jednotlivé osy souřadného systému (Objekty *Right Axis, Left Axis, Top Axis, Bottom Axis*).

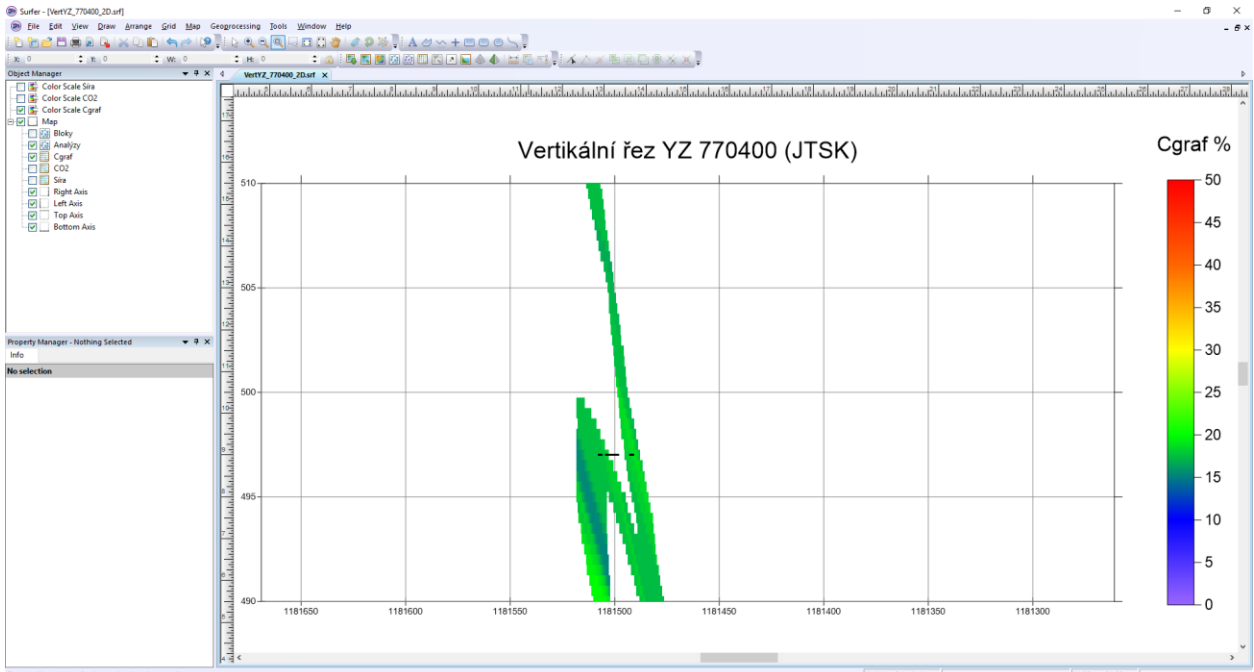
Po nastavení měřítka objektu *Map*, případně po dalších formálních doplněních, lze takový řez přímo tisknout na vhodné výstupní zařízení.



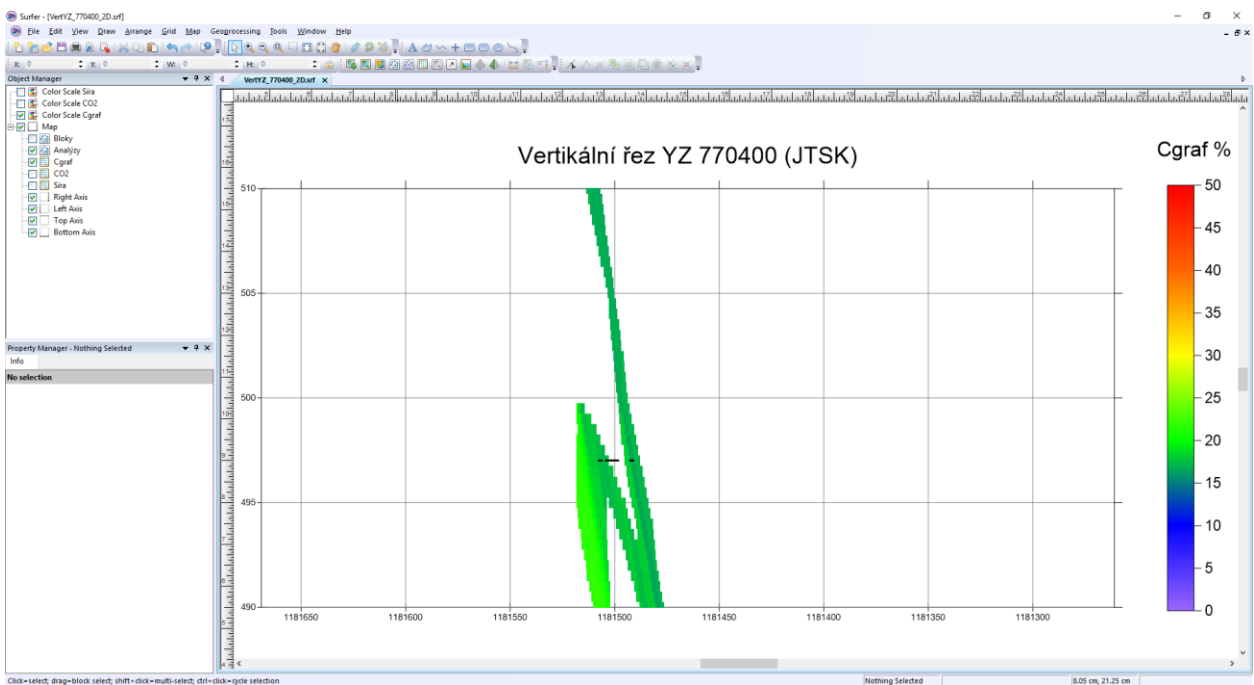
Obr. 48: Vizualizace vertikálního řezu XZ 1181500 (JTSK) (soubor VertXZ_1181500_2D.srf), varianta 1 v prostředí Surferu.



Obr. 49: Vizualizace vertikálního řezu XZ 1181500 (JTSK) (soubor VertXZ_1181500_2D.srf), varianta 2 v prostředí Surferu.



Obr. 50: Vizualizace vertikálního řezu YZ 770400 (JTSK) (soubor VertYZ_770400_2D.srf), varianta 1 v prostředí Surferu.



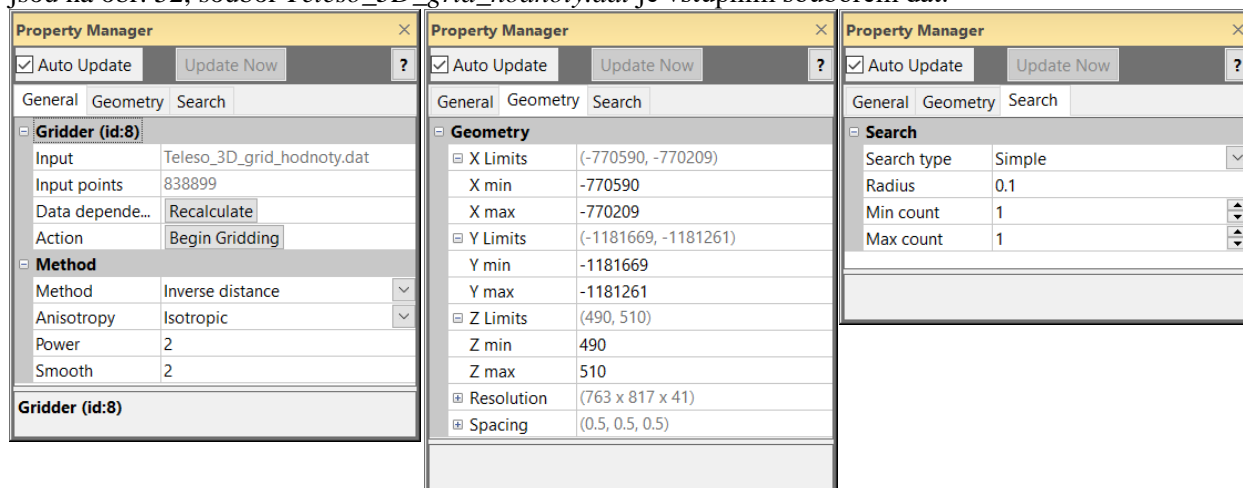
Obr. 51: Vizualizace vertikálního řezu YZ 770400 (JTSK) (soubor VertYZ_770400_2D.srf), varianta 2 v prostředí Surferu.

2.2.10. Vizualizace technologických parametrů ve 3D v prostředí Voxler

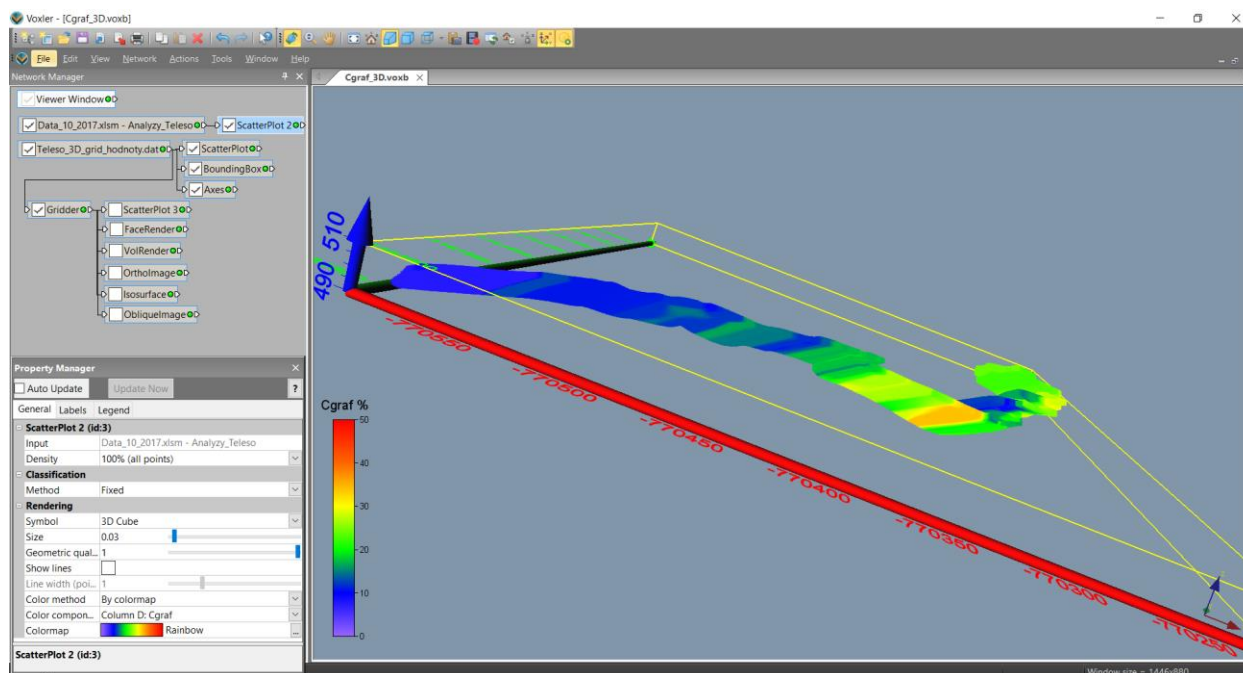
Po importu 3D gridu hodnot technologických parametrů tělesa grafitu (soubor Teleso_3D_grid_hodnoty.dat - viz 2.7) do prostředí Voxler lze provést 3D vizualizaci jednotlivých

parametrů přímo s pomocí modulu ScatterPlot (pro variantu 1 obr. 53, 54 a 55 a pro variantu 2 obr. 56, 57 a 58).

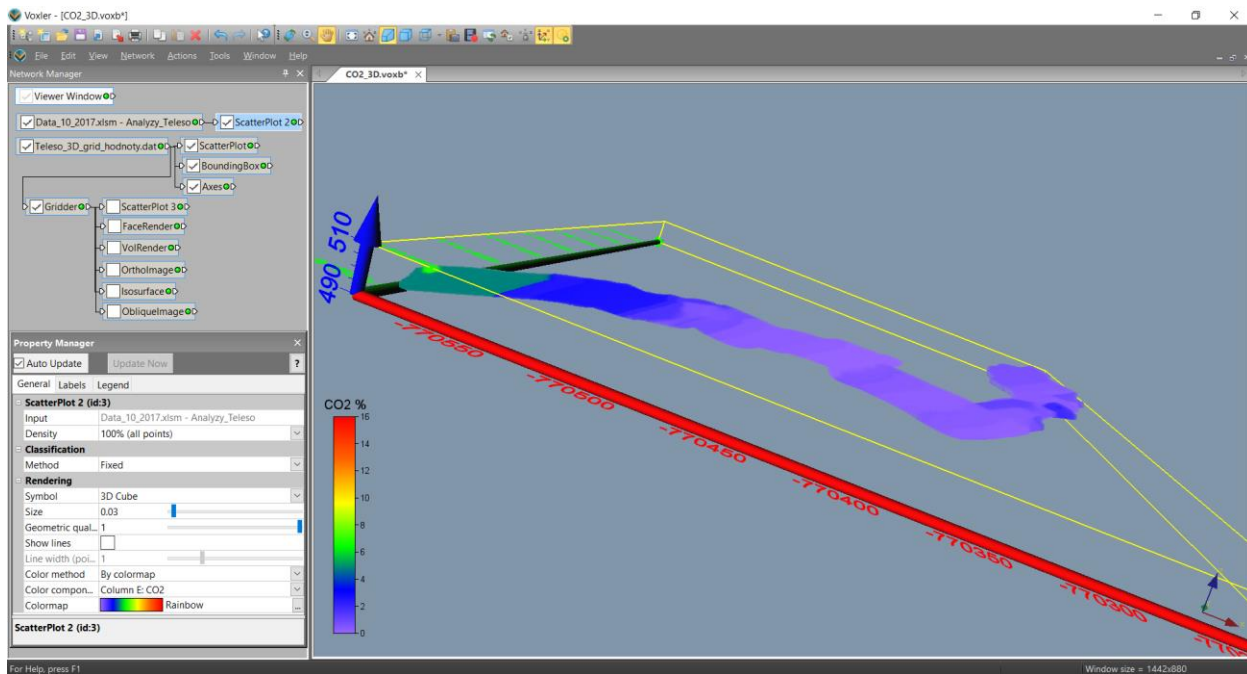
Po vytvoření 3D gridu (modul Gridder), který má hodnoty totožné s *Teleso_3D_grid_hodnoty.dat* lze pro zobrazení tělesa grafitu využít i další moduly *Voxleru* (obr. 52). Parametry pro vytvoření takového 3D gridu jsou na obr. 52, soubor *Teleso_3D_grid_hodnoty.dat* je vstupním souborem dat.



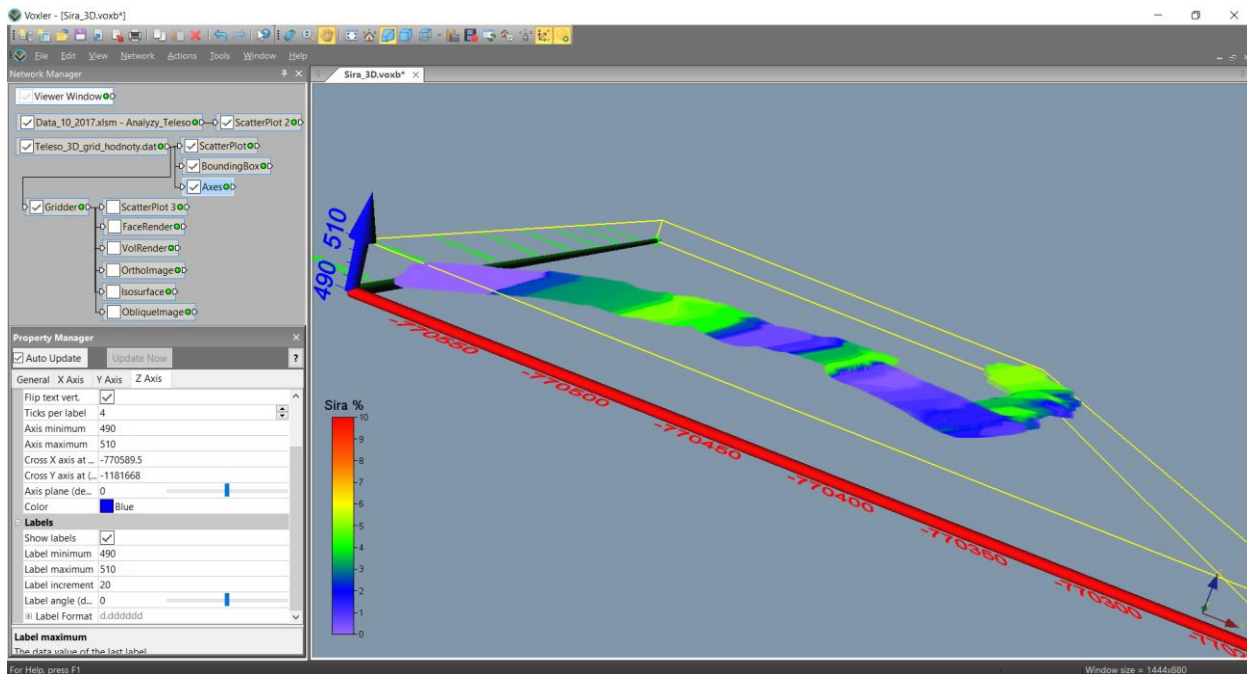
Obr. 52: Parametry gridování pro vytvoření 3D gridu, který umožňuje další typy vizualizace.



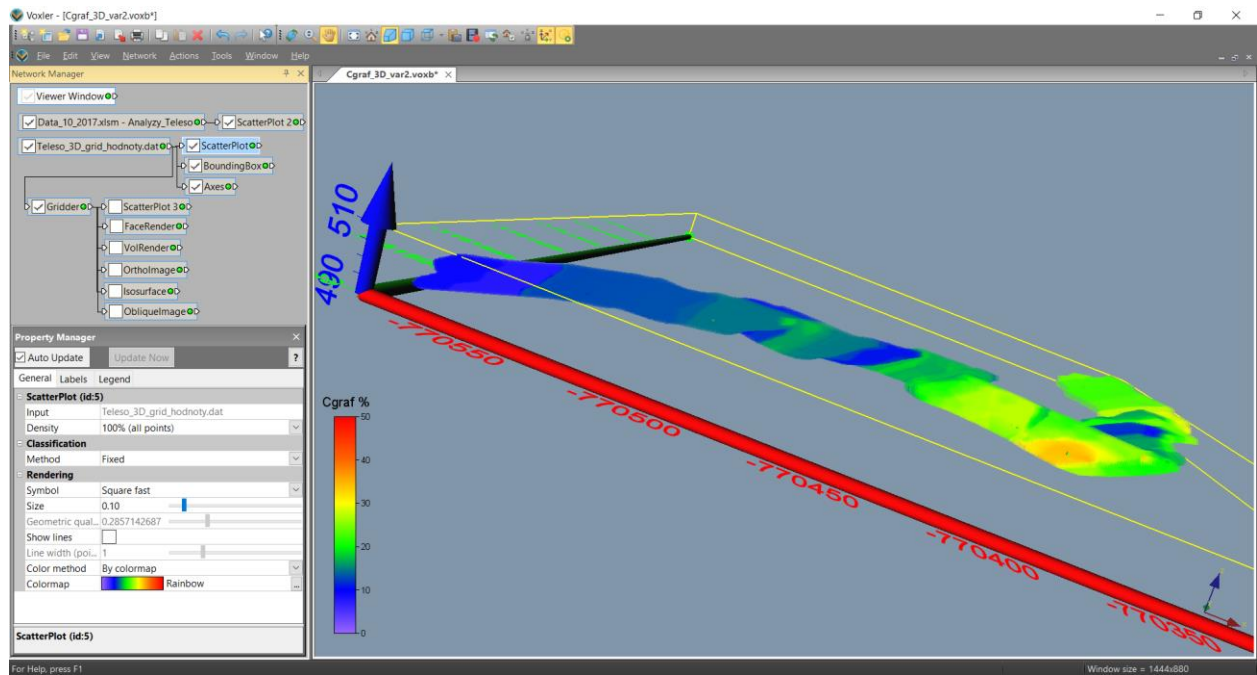
Obr. 53: Vizualizace Cgraf ze souboru *Teleso_3D_grid_hodnoty.dat* (ScatterPlot), varianta 1.



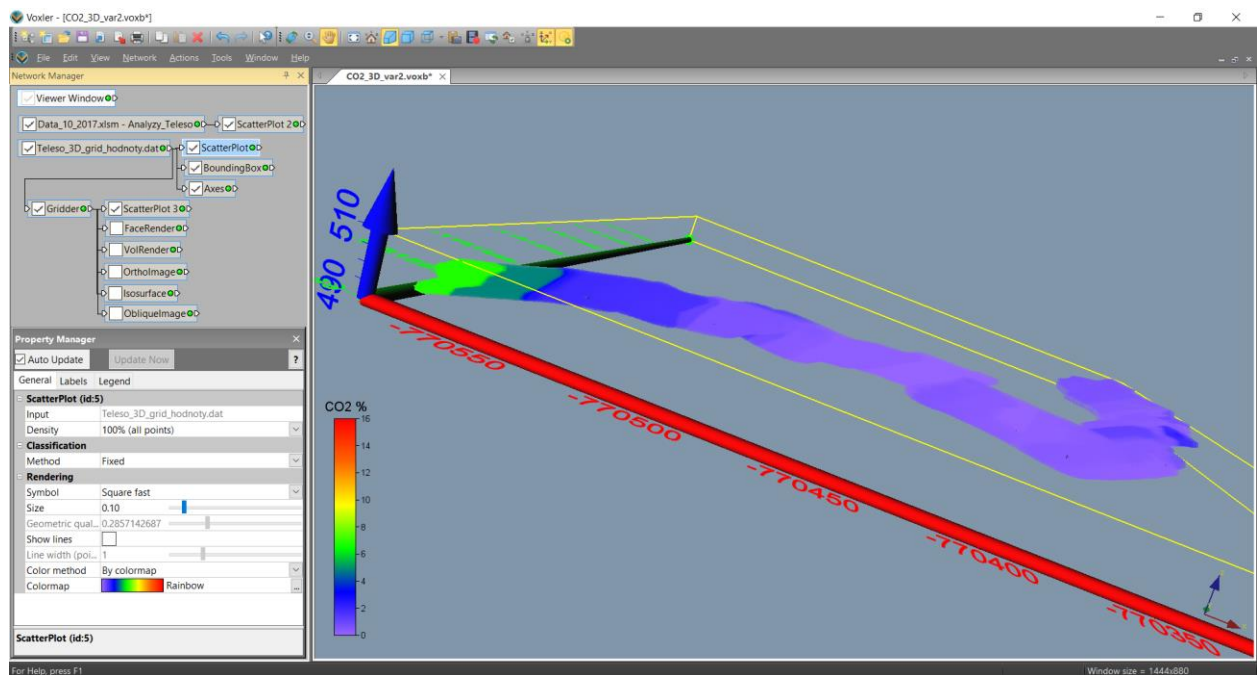
Obr. 54: Vizualizace CO2 ze souboru Teleso_3D_grid_hodnoty.dat (ScatterPlot), varianta 1.



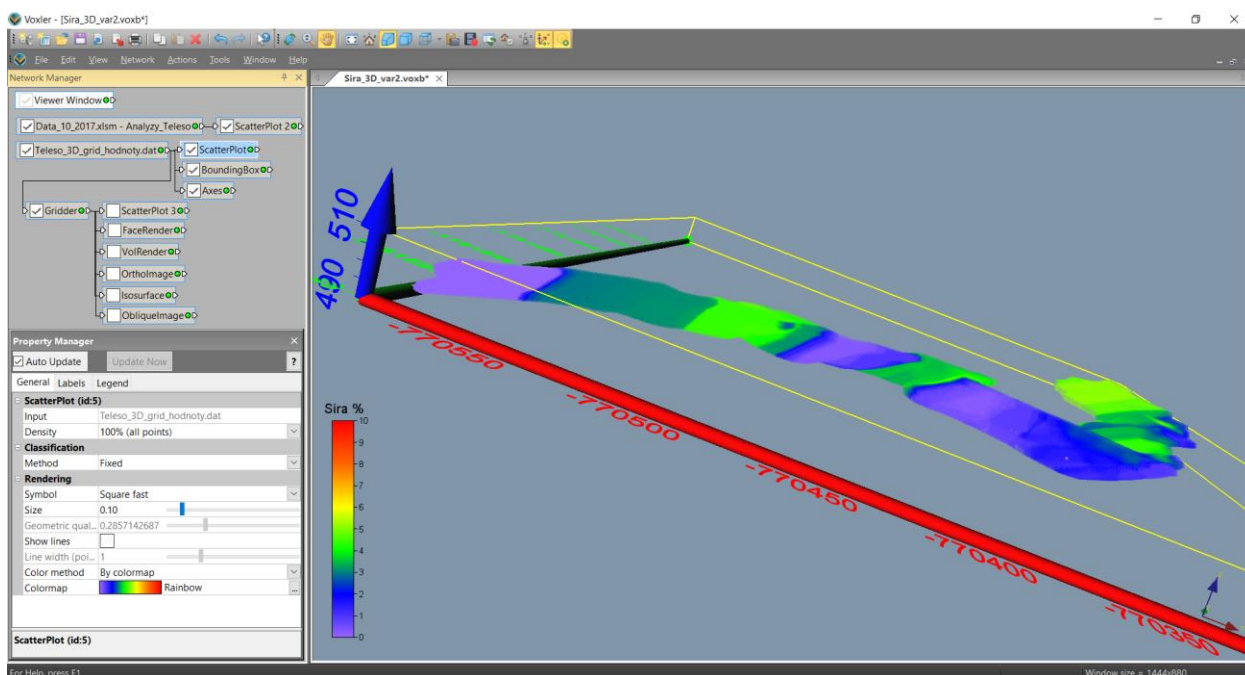
Obr. 55: Vizualizace S ze souboru Teleso_3D_grid_hodnoty.dat (ScatterPlot), varianta 1.



Obr. 56: Vizualizace Cgraf ze souboru Teleso_3D_grid_hodnoty.dat (ScatterPlot), varianta 2.

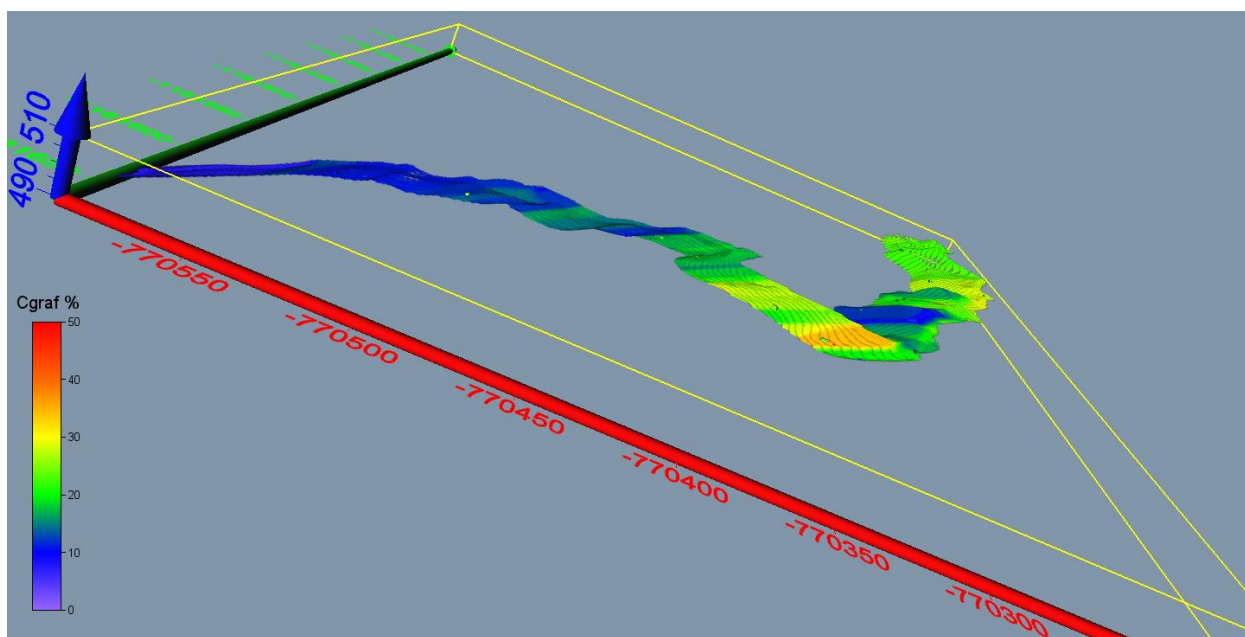


Obr. 57: Vizualizace CO2 ze souboru Teleso_3D_grid_hodnoty.dat (ScatterPlot), varianta 2.

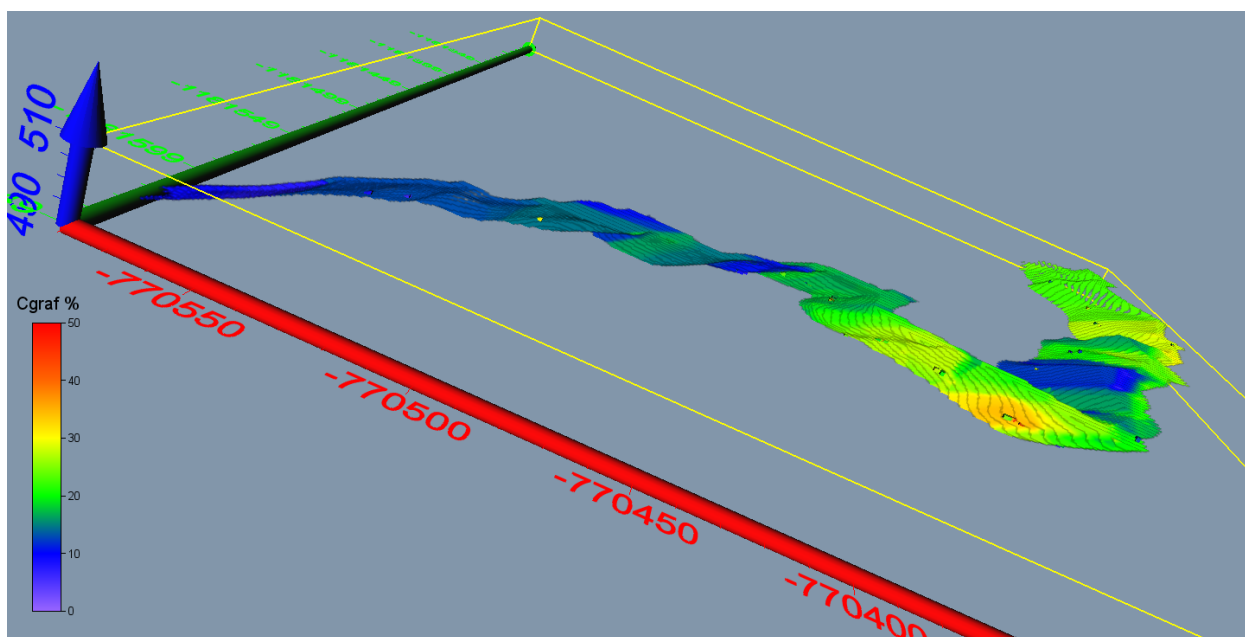


Obr. 58: Vizualizace S ze souboru Teleso_3D_grid_hodnoty.dat (ScatterPlot), varianta 2.

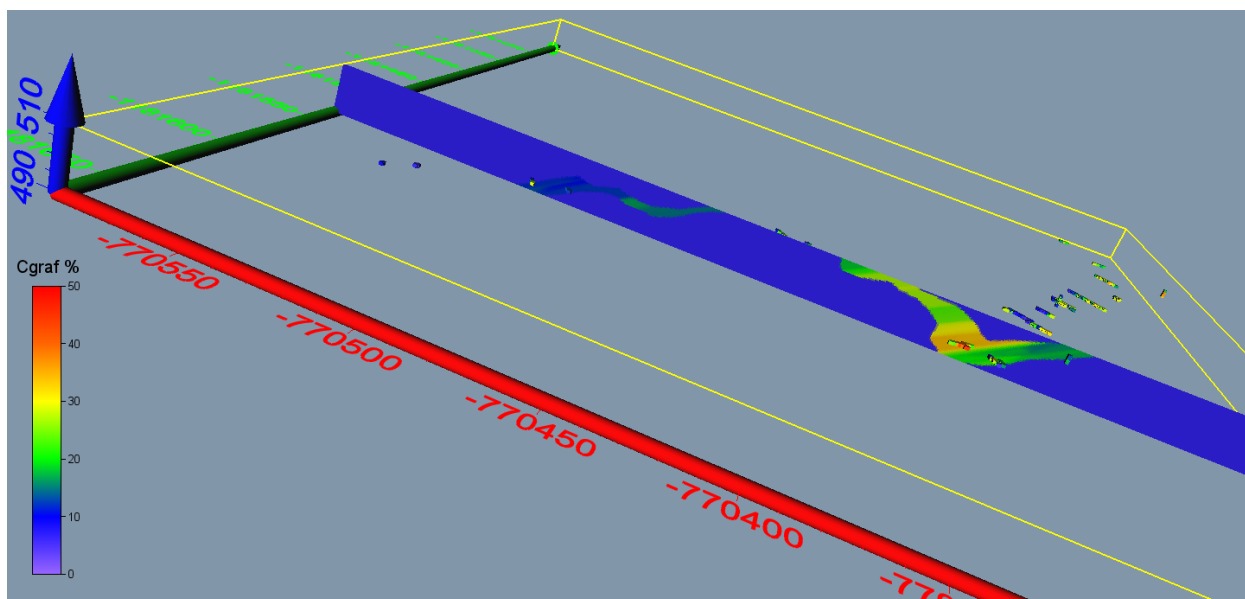
Následují ukázky některých z mnoha dalších možných způsobů 3D vizualizace technologických parametrů tělesa grafitu. Na obr. 59 je vizualizace Cgraf, varianta 1, pomocí modulu VolRender, totéž pro variantu 2 je na obr. 60. Na obr. 61 je vizualizace řezu tělesa - Cgraf, varianta 1, pomocí modulu OrthoImage, totéž pro variantu 2 je na obr. 62. Na obr. 63 je vizualizace obálky tělesa s obsahem Cgraf nad 15%, varianta 1, pomocí modulu Isosurface, totéž pro variantu 2 je na obr. 64.



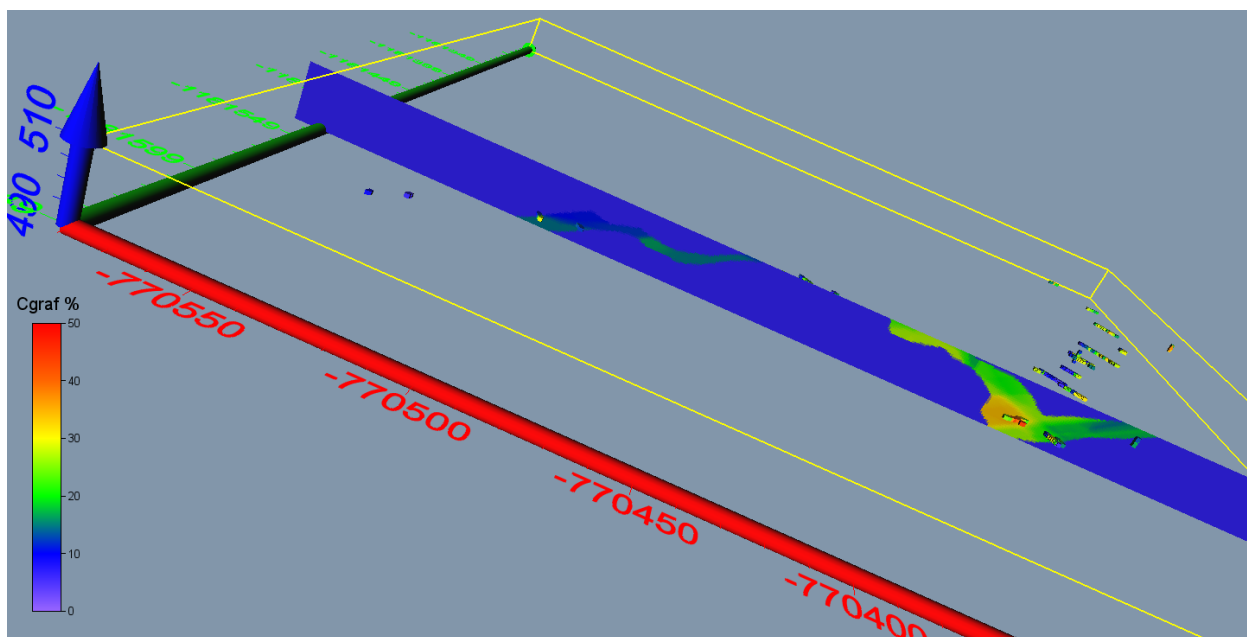
Obr. 59: Vizualizace Cgraf (VolRender), varianta 1.



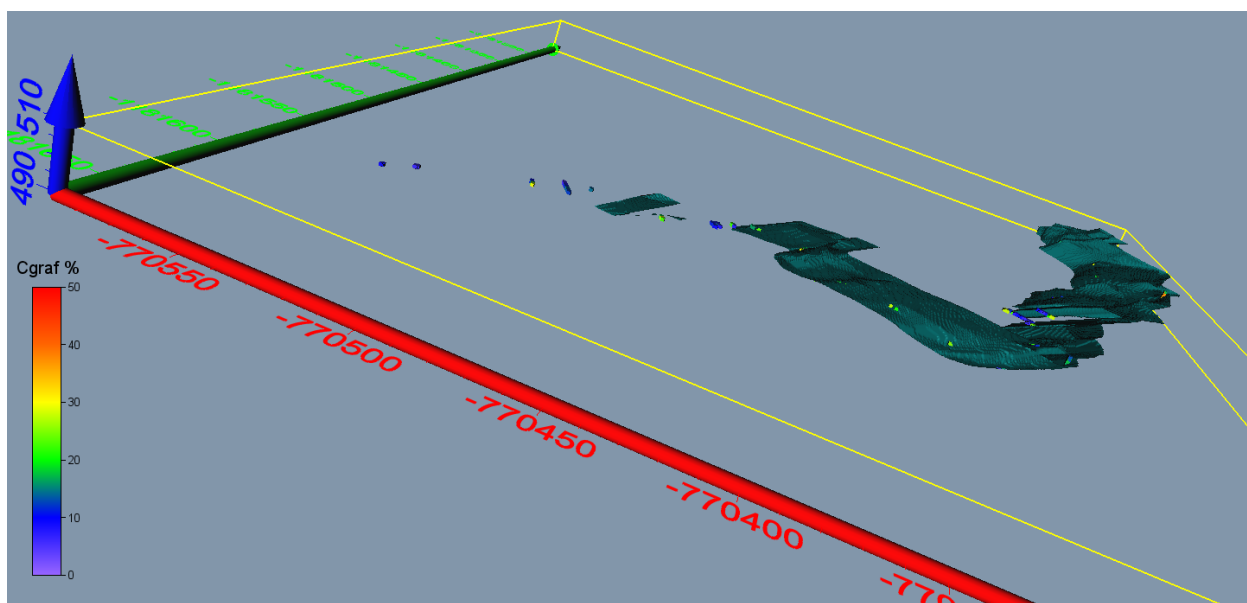
Obr. 60: Vizualizace Cgraf (VolRender), varianta 2.



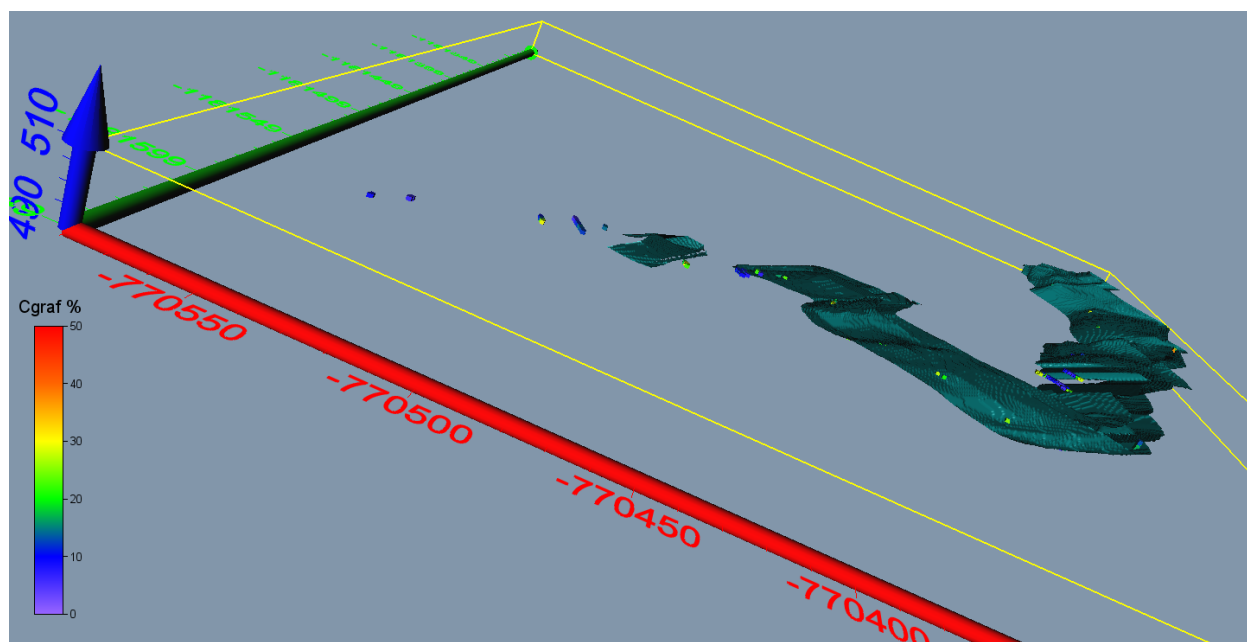
Obr. 61: Vizualizace řezu tělesa - Cgraf (OrthoImage), varianta 1.



Obr. 62: Vizualizace řezu tělesa - Cgraf (OrthoImage), varianta 2.



Obr. 63: Vizualizace obálky tělesa s obsahem Cgraf nad 15% (Isosurface), varianta 1.



Obr. 64: Vizualizace obálky tělesa s obsahem Cgraf nad 15% (Isosurface), varianta 2.

3. Závěr

Předkládaná metodika modelování ložiska grafitu Městský Vrch je unikátní v tom, že specifikuje jednotlivé kroky metodického postupu od pořízení potřebných vstupních údajů z archivní dokumentace, přes vytvoření strukturního modelu, uplatnění moderních algoritmů tvorby variantních 3D technologických modelů ložiska, až po odhady zásob a vizualizaci modelů. Pomocí speciálně vytvořeného programového vybavení je zajištěna kontrola vstupních dat, kompatibilita použitých programů (*MS Excel, Surfer, Voxler, SGeMS*) a je také realizováno automatické generování výstupů – různých typů vizualizace ložiska ve 2D a ve 3D.

Tato metodika spolu s nově vyvinutým programovým vybavením umožňuje vytvářet variantní modely ložiska tohoto a obdobných typů, umožňuje také rychlé aktualizace těchto modelů při doplnění nebo změně vstupních dat (případně i parametrů modelování - například použití více variant parametrů interpolace).

Omezujícím faktorem v procesu modelování distribuce technologických parametrů je malá hustota a nerovnoměrnost průzkumných děl, kdy většina analýz pochází v daném případě pouze ze štolového patra. Proto logicky věrohodnost výsledků modelování klesá se zvyšující se vzdáleností od štolového patra.

4. Srovnání „novosti postupů“

Nová metodika tvorby a vizualizace 3D modelu ložisek geneticky obdobných s vzorovým modelovým ložiskem grafitu Český Krumlov – Městský vrch přináší nový komplexní přístup k vyhodnocení potenciálních zásob u ložisek tohoto a obdobných genetických typů. Průzkumné práce jsou i několik desetiletí staré, jsou, z dnešního pohledu, nedostatečného rozsahu a navíc ne vždy informace geochemického průzkumu splňují požadavky kladené a na aktuálně používané analytické metody.

Současně navržená, a výše popsaná metodika, řeší ekonomický aspekt nasazených softwarových postupů. Ve srovnání s dnes již běžně ve světě užívanými komplexními softwarovými řešeními, jejichž investiční náklady se pohybují v řádech vyšších 100 tisíců, včasto až prvních milionů korun, dosahují náklady na nákup komerčního, zde navrženého a použitého softwaru, prvních desítek tisíc korun. Tyto náklady jsou

tedy adekvátní malému rozsahu potenciálních ložisek kritických surovin, které jsou předmětem řešení v rámci projektu CEEMIR TAČR.

5. Popis uplatnění Certifikované metodiky

Potenciální uplatnění navržené metodiky vyplývá v zásadě z toho, co bylo řečeno v 1. odstavci předchozí 4. kapitoly. Je tedy určena pro ty eventuální ekonomické subjekty, které potřebují, i přes absenci optimálního a současným analytickým metodám odpovídajícího průzkumu, vyhodnotit potenciál již opuštěných, dříve např. i pro jinou komoditu těžných ložiskových objektů. Na základě takto připraveného 3D modelu ložiska, včetně distribuce zrudnění, rozhodnout o dalším postupu a to s minimalizovanými investicemi do softwarového vybavení.

6. Ekonomické aspekty

Jak již bylo uvedeno výše, celkové náklady na zavedení předloženého metodického postupu nepřesáhnou 100 tisíc korun. Pro realizaci je nezbytné zakoupit software od firmy Golden software *Surfer* a *Voxler*. Aktuální ceny těchto dvou software jsou 850 \$ za *Surfer* verze 15 a 480 \$ za *Voxler* verze 4.

Ekonomický přínos nelze přesně vyčíslit, protože je závislý na množství a aktuální ceně zpracovávané komodity. Srovnání lze provést pouze vůči jiným dnes komerčně používaným postupům výpočtu zásob. Mnoho společností využívá software, které požadují výkonný hardware a mnoho vstupních údajů. Ceny těchto softwarů přesahují první miliony korun. Mnohem vyšší náklady v desítek až setvkách miliónů korun jsou u těchto komerčních postupů vynakládány na pořízení nových dat. Bez dostatečného množství některých dat nejsou tyto softwary schopny výpočet zásob provést.

Další ekonomický přínos předkládané metodiky spočívá v možnosti provést výpočet zásob i bez možnosti pořízení nových dat. V některých případech získání nových dat není z různých důvodů možné.

Literatura

- [1] Deutsch, C., V., Journel, A., G.: *GSLIB – Geostatistical Software Library and User's Guide*. Second Edition. New York, Oxford University Press, Oxford, 1998, 369 s.
- [2] Faryad, S.W., Perraki, M. & Vrána, S. (2006). P-T evolution and reaction textures in retrogressed eclogites from Svetlík, the Moldanubian Zone (Czech Republic). *Mineralogy and Petrology*, 88, 297–319.
- [3] Franěk, J. - Schulmann, K. - Lexa, O. (2006): Kinematic and rheological model of exhumation of high pressure granulites in the Variscan orogenic root: example of the Blanský les granulite, Bohemian Massif, Czech Republic. – *Mineralogy and Petrology* 86, 3-4, 253-276. ISSN 0930-0708. DOI 10.1007/s00710-005-0114-4
- [4] Franěk, J. - Schulmann, K. - Lexa, O. - Tomek, Č. - Edel, J. (2011): Model of syn-convergent extrusion of orogenic lower crust in the core of the Variscan belt: implications for exhumation of high-pressure rocks in large hot orogens. – *Journal of Metamorphic Geology* 29, January, 53-78. ISSN 0263-4929. DOI 10.1111/j.1525-1314.2010.00903.x
- [5] Grygar, R., Staněk, F., Jelínek, J., Franěk, J., Jarošová, M.: *ZPRÁVA O SPLNĚNÍ MILNÍKU WP4/3, část 2. MS, CEEMIR VŠB-TU Ostrava, 2017, 104 s*
- [6] Janoušek, V., Finger, F., Roberts, M., Frýda, J., Pin, C. & Dolejš, D. (2004). Deciphering the petrogenesis of deeply buried granites: whole-rock geochemical constraints on the origin of largely undepleted felsic granulites from the Moldanubian Zone of the Bohemian Massif. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh-Earth Sciences*, 95, 141–159.
- [7] Košler J., Konopásek J., Sláma J., Vrána S. (2014): U–Pb zircon provenance of Moldanubian metasediments in the Bohemian Massif – *Journal of the Geological Society*, 171, 83–95.
- [8] Kröner, A., O'Brien, P.J., Nemchin, A.A. & Pidgeon, R.T. (2000). Zircon ages for high pressure granulites from South Bohemia, Czech Republic, and their connection to Carboniferous high temperature processes. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 138, 127–142.
- [9] O'Brien, P.J. & Vrána, S. (1995). Eclogites with a short-lived granulite facies overprint in the Moldanubian Zone, Czech Republic: petrology, geochemistry and diffusion modelling of garnet zoning. *Geologische Rundschau*, 84, 473–488.
- [10] Petri, B. – Štípská, P. – Skrzypek, E. – Schulmann, K. – Corsini, M. – Franěk, J. (2014): Thermal and mechanical behaviour of the orogenic middle crust during the syn- to late-orogenic evolution of the Variscan root zone, Bohemian Massif. – *Journal of Metamorphic Geology* 32, 6, 599-626. ISSN 0263-4929. DOI 10.1111/jmg.12081
- [11] Tichý, L. et al. (1976): *Závěrečná zpráva úkolu Mokrý – Městský vrch - č.ú. 512 031811.- MS Geofond Praha (FZ005542).*
- [12] Tichý, L. et al. (1984): *Závěrečná zpráva úkolu Český Krumlov - Městský vrch - hloubka - č.ú. 01 80 2302 a Český Krumlov – štola č.ú. 01 80 1136. MS Geofond Praha (FZ006071).*
- [13] Tichý, L. et al. (1988): *Závěrečná zpráva úkolu Mokrý a okolí - 01 78 2325.- MS Geofond Praha (P 61904).*
- [14] Trubač, J. – Janoušek, V. – Vrána, S. – Wiegand, B. (2012): Nature, tectonic setting and likely origin of the Palaeoproterozoic (~2.1 Ga) Světlík orthogneisses (southern Bohemia). In Németh Z: *Mineralia Slovaca*, svazek 44. s. 110. – Štátní geologický ústav Dionýza Štúra. Bratislava
- [15] REMY, N., BOUCHER, A., WU, J.: *Applied geostatistics with SGeMS: a user's guide*. New York: Cambridge University Press, 2009, xix, 264 p.

Seznam obrázků

Obr. 1: Strukturní mapa širšího regionu s vyobrazením trendů planárních a lineárních duktilních struktur.	4
Obr. 2: Geologická mapa 1 : 50.000 českokrumlovské pestré skupiny v širším okolí ložiska Městský Vrch, s vyobrazením rozsahu 3D geologického modelu (modrý polygon). Grafitové polohy ložiska Městský Vrch zvýrazněny fialově.	5
Obr. 3: Archivní povrchová geologická mapa z ložiska Městský Vrch s vyobrazením rozsahu 3D geologického modelu (modrý polygon). Grafitové polohy zvýrazněny fialově.	6
Obr. 4: Póly ploch 329 archivních měření foliací (body) a 14 lineací (hvězdy) ze zájmového území ložiska Městský vrch, projekce na spodní polokouli.	7
Obr. 5: Póly ploch 54 archivních měření zlomů ze zájmového území ložiska Městský vrch, projekce na spodní polokouli.	7
Obr. 6: Zobrazení průzkumných děl s proporčním zobrazením Cgraf (%) ve vzorcích vstupujících do výpočtu (včetně štolového patra a povrchu) v prostředí Voxler.	12
Obr. 7: Lokalizované údaje obsahu Cgraf v prostředí Voxler (včetně zobrazení štolového patra a povrchu).	13
Obr. 8: 3D náhled na prostorově usazené naskenované archivní geologické řezy, průběhy vrtů, pozice důlních děl a průběh grafitové polohy na povrchu (fialový nepravidelný polygon).	14
Obr. 9: První verze modelu zájmové grafitové polohy vymodelované od povrchu po štolové patro. Zobrazena je i vymodelovaná střižná zóna (červené plochy), důlní díla, vrty a ostatní grafitové polohy tak, jak byly nadigitalizovány z povrchové geologické mapy.	15
Obr. 10: Sekce v nadmořské výšce 480 m n. m. zobrazuje průřezy prostorových linií jednotlivých rozhraní grafitové polohy získaných digitalizací geologických řezů (fialové body) a průběh vytvořeného rozhraní svrchní (červená linie) a spodní (zelená linie) plochy.	16
Obr. 11: Prostorově usazená síť vytvořených linií v jednotlivých sekcích vstupující do výpočtu druhé verze modelu. Fialové linie zastupují průběh svrchní plochy grafitu v jednotlivých sekcích, zelené linie reprezentují spodní plochu.	17
Obr. 12: Druhá verze modelu grafitové polohy s chybou, kde spodní plocha (ružové plochy) vystupuje nad svrchní fialovou plochu.	17
Obr. 13: Prostorově usazená detailnější síť linií omezujících grafitovou polohu v jednotlivých sekcích, vstupující do výpočtu třetí verze modelu.	18
Obr. 15: Finální čtvrtá verze modelu grafitové polohy zobrazené s DMR a profily vrtů.	20
Obr. 16: Finální čtvrtá verze modelu grafitové polohy zobrazené s profily vrtů.	20
Obr. 17: Obvodové polygony tělesa grafitu vyexportované ze strukturního modelu ve výškových úrovních 490 až 510 m n.m. s krokem 0.5 m - od 490 do 499.5 m n.m. modře (od světlého po tmavý odstín), 500 m n.m. černě, od 500.5 do 510 m n.m. zeleně (od tmavého po světlý odstín).	22
Obr. 18: Zobrazení topologie tělesa grafitu v prostředí Voxler.	23
Obr. 19: Úvodní okno programu Grafit_Teleso po spuštění.	23
Obr. 20: Okno programu Grafit_Teleso pro zadání vstupních parametrů.	24
Obr. 21: Kontrola vstupních parametrů adresářů a souborů.	24
Obr. 22: Kontrola vstupních parametrů pro odhad zásob a vizualizaci.	25
Obr. 23: Okno programu Grafit_Teleso po potvrzení vstupních parametrů.	25
Obr. 24: Zobrazení topologie tělesa grafitu v prostředí Voxler.	27
Obr. 25: Ukázka statistického zpracování v prostředí SGeMS - histogramy četností parametrů Cgraf, CO ₂ a S (%) a jejich základní statistické charakteristiky.	27
Obr. 26: Ukázka statistického zpracování v prostředí SGeMS – lineární závislost Cgraf (%) na Z (m n.m.) a základní statistické charakteristiky.	28

Obr. 27: Ukázka statistického zpracování v prostředí SGeMS – lineární závislost Cgraf (%) na CO2 (%) a základní statistické charakteristiky.	28
Obr. 28: Ukázka statistického zpracování v prostředí SGeMS – lineární závislost CO2 na S a základní statistické charakteristiky.	29
Obr. 29: Zobrazení vstupních dat tělesa grafitu (varianta 1) v prostředí Voxler.....	30
Obr. 30: Zadané parametry elipsoidu anizotropie a parametrů IDW (varianta 1) pro 3D gridování (objekt Gridder).	30
Obr. 31: Zadané parametry geometrie gridu (varianta 1) pro 3D gridování (objekt Gridder).	31
Obr. 32: Zadané parametry výběru vzorků (varianta 1) pro 3D gridování (objekt Gridder).....	31
Obr. 33: 3D grid Cgraf (varianta 1).....	32
Obr. 34: 3D grid CO2 (varianta 1).	32
Obr. 35: 3D grid S (varianta 1).....	33
Obr. 36: Obvodový polygon tělesa (490mm.blm) spolu s čísly vrcholů polygonu (490.dat), detail.	34
Obr. 37: Zobrazení těles A (modré), B (růžové) a C (zelené) pro vrstvu 497 m n.m.....	34
Obr. 38: Zobrazení obvodových polygonů těles A (modré), B (růžové) a C (zelené) pro všechny vrstvy.	35
Obr. 39: Zobrazení vstupních dat tělesa grafitu (varianta 2) v prostředí Voxler.....	36
Obr. 40: Zadané parametry elipsoidů anizotropie a parametrů IDW (varianta 2) pro 3D gridování (objekt Gridder) tělesa A (vlevo), B (uprostřed) a C (vpravo).	36
Obr. 41: Zadané parametry geometrie gridu (varianta 2) pro 3D gridování (objekt Gridder) tělesa A (vlevo), B (uprostřed) a C (vpravo).	37
Obr. 42: Zadané parametry výběru vzorků (varianta 2) pro 3D gridování (objekt Gridder) tělesa A (vlevo), B (uprostřed) a C (vpravo).	37
Obr. 43: 3D grid Cgraf (varianta 2).....	38
Obr. 44: 3D grid CO2 (varianta 2).	38
Obr. 45: 3D grid S (varianta 2).....	39
Obr. 46: Vizualizace horizontálního řezu 427 m.n.m. (soubor 15_497m_2D.srf), varianta 1 v prostředí Surferu.	42
Obr. 47: Vizualizace horizontálního řezu 427 m.n.m. (soubor 15_497m_2D.srf), varianta 2 v prostředí Surferu.	42
Obr. 48: Vizualizace vertikálního řezu XZ 1181500 (JTSK) (soubor VertXZ_1181500_2D.srf), varianta 1 v prostředí Surferu.	44
Obr. 49: Vizualizace vertikálního řezu XZ 1181500 (JTSK) (soubor VertXZ_1181500_2D.srf), varianta 2 v prostředí Surferu.	44
Obr. 50: Vizualizace vertikálního řezu YZ 770400 (JTSK) (soubor VertYZ_770400_2D.srf), varianta 1 v prostředí Surferu.	45
Obr. 51: Vizualizace vertikálního řezu YZ 770400 (JTSK) (soubor VertYZ_770400_2D.srf), varianta 2 v prostředí Surferu.	45
Obr. 52: Parametry gridování pro vytvoření 3D gridu, který umožňuje další typy vizualizace.....	46
Obr. 53: Vizualizace Cgraf ze souboru Teleso_3D_grid_hodnoty.dat (ScatterPlot), varianta 1.....	46
Obr. 54: Vizualizace CO2 ze souboru Teleso_3D_grid_hodnoty.dat (ScatterPlot), varianta 1.	47
Obr. 55: Vizualizace S ze souboru Teleso_3D_grid_hodnoty.dat (ScatterPlot), varianta 1.	47
Obr. 56: Vizualizace Cgraf ze souboru Teleso_3D_grid_hodnoty.dat (ScatterPlot), varianta 2.....	48
Obr. 57: Vizualizace CO2 ze souboru Teleso_3D_grid_hodnoty.dat (ScatterPlot), varianta 2.	48
Obr. 58: Vizualizace S ze souboru Teleso_3D_grid_hodnoty.dat (ScatterPlot), varianta 2.	49
Obr. 59: Vizualizace Cgraf (VolRender), varianta 1.....	49
Obr. 60: Vizualizace Cgraf (VolRender), varianta 2.....	50
Obr. 61: Vizualizace řezu tělesa - Cgraf (OrthoImage), varianta 1.....	50
Obr. 62: Vizualizace řezu tělesa - Cgraf (OrthoImage), varianta 2.....	51
Obr. 63: Vizualizace obálky tělesa s obsahem Cgraf nad 15% (Isosurface), varianta 1.	51
Obr. 64: Vizualizace obálky tělesa s obsahem Cgraf nad 15% (Isosurface), varianta 2.	52

Seznam tabulek

Tabulka 1: Část údajů tabulky VRTY.....	9
Tabulka 2: Tabulka RÝHY.	9
Tabulka 3: Část údajů tabulky ZÁSEKOVÉ VZORKY.	9
Tabulka 4: Část údajů tabulky ŠAČHTICE.	10
Tabulka 5: Část údajů tabulky INKLINOMETRIE.	10
Tabulka 6: Část údajů tabulky Collars.	11
Tabulka 7: Část údajů tabulky Trajectories.....	11
Tabulka 8: Část údajů tabulky Samples.	11
Tabulka 9: Část údajů tabulky Analyzy_Ink.	13
Tabulka 10: Ukázka části souboru 500mm.bln.	21
Tabulka 11: Ukázka části souboru 500.dat.....	21
Tabulka 12: Ukázka části souboru T490_510_GSLIB.dat ve formátu GSLIB pro vstup do prostředí SGeMS.....	26
Tabulka 13: Odhad zásob – varianta 1.	39
Tabulka 14: Odhad zásob – varianta 2.	40

Obsah

1. Obsah a závazná struktura certifikované metodiky	1
1.1. Cíl metodiky	1
2. Popis vlastní metodiky	1
2.1. Obecná část – popis ložiska	1
2.2. Metodické postupy a algoritmy tvorby a vizualizace 3D modelu ložiska grafitu Český Krumlov – Městský vrch	7
2.2.1. Revize všech dostupných archivních materiálů, verifikace a korekce vstupních dat	8
2.2.2. Výpočet a vizualizace prostorové lokalizace vstupních dat.	12
2.2.3. Konstrukce 3D strukturního modelu	13
2.2.4. Výpočet topologie 3D gridu tělesa grafitu podle 3D strukturního modelu	20
2.2.5. Základní statistické zpracování obsahů grafitického uhlíku Cgraf, CO ₂ a síry	26
2.2.6. Zobrazení vstupních dat ložiska grafitu ve 3D v prostředí Voxler, stanovení elipsoidů anizotropie a výběru dat, vytvoření 3D gridů obsahů technologických parametrů a export 2D gridů v jednotlivých horizontech ve formátu Surfer	29
2.2.7. Odhad zásob na základě 2D gridů technologických parametrů a jejich převedení do 3D gridu	39
2.2.8. Vizualizace horizontálních řezů ve 2D v prostředí Surfer (program Grafit_Teleso)	41
2.2.9. Vizualizace sítě vertikálních řezů ve 2D v prostředí Surfer (program Grafit_Teleso)	42
2.2.10. Vizualizace technologických parametrů ve 3D v prostředí Voxler	45
3. Závěr	52
4. Srovnání „novosti postupů“	52
5. Popis uplatnění Certifikované metodiky	53
6. Ekonomické aspekty	53
Literatura	54
Seznam obrázků	55
Seznam tabulek	57