



LATVIJAS VIDES, ĢEOLOĢIJAS  
UN METEOROLOĢIJAS CENTRS

## **METODISKIE NORĀDĪJUMI**

# **DERĪGO IZRAKTEŅU KRĀJUMU APRĒĶINS AR DATORMODELĒŠANAS VIRSMU METODI**

2022

Versija 28/12/2022



## Saturs

Kas ir virsmu metode? .....	3
Kādās situācijās ieteicams izmantot virsmu metodi? .....	3
Ieteicamās datorprogrammas, kuras izmantot krājumu aprēķina veikšanai ar virsmu metodi .....	4
Dažas svarīgākās funkcijas virsmu modeļu sagatavošanai un apjoma noteikšanai .....	4
Ieteicamās interpolēšanas metodes virsmu sagatavošanā.....	4
Virsmu datu failu formāts.....	5
Datu sagatavošana .....	5
Datu avoti .....	5
Izstrādņu katalogs .....	5
Aprēķina veikšana ar virsmu metodi .....	6
Galvenās virsmas, kas nepieciešamas krājumu aprēķina veikšanai .....	6
Papildpunktu izmantošana līdz krājumu aprēķina laukuma robežai .....	6
Topogrāfiskā virsma un zemes virsmas modelis .....	7
Ģeoloģiski izpētīto krājumu aprēķins .....	10
Segkārtas apjoma noteikšana .....	10
Derīgā izrakteņa slāņkopas virsmas modeļa sagatavošana.....	11
Derīgā izrakteņa slāņkopas pamatnes virsmas sagatavošana .....	12
Derīgā izrakteņa apjoma modeļa sagatavošana .....	13
PŪL virsmas modeļa sagatavošana un krājumu apjoma noteikšana zem tā .....	14
Starpkārtas apjoma noteikšana .....	15
Atlikušo krājumu aprēķins .....	16
Atlikušās segkārtas apjoma noteikšana .....	16
Atlikušās derīgās slāņkopas virsmas, pamatnes modeļa un atlikušo derīgo izrakteņu krājumu apjoma modeļa sagatavošana.....	17
Atlikušo krājumu apjoma zem PŪL noteikšana .....	18
Atlikušās starpkārtas apjoma noteikšana.....	18
Iegūtā materiāla zem definētās derīgā izrakteņa pamatnes aprēķināšana.....	21
Ieteicamais brīvpieejas rīks virsmu pārbaudīšanai .....	22



## **Kas ir virsmu metode?**

Virsmu metode ir viena no apjomu aprēķina metodēm, kuru izmanto derīgo izrakteņu krājumu, segkārtas, uzbērumu un starpkārtas apjoma aprēķināšanai. Virsma ir ģeotelpisks objekts, kas satur informāciju par zemes (topogrāfiskās) virsmas, pazemes ūdens / gruntsūdens līmeņa (turpmāk - PŪL), derīgā izrakteņa virsmas, pamatnes u.c. krājumu aprēķinam nepieciešamo virsmu absolūtajām augstuma vērtībām, kuras nosaka katras virsmas telpisko novietojumu vertikālā griezumā.

Virsmu metodes pamatā ir dažādu virsmu salīdzināšana savā starpā, izmantojot programmatūru, kas ļauj veikt virsmu modelēšanu un apjoma aprēķinus starp virsmām (turpmāk - programmatūra).

Programmatūra tiek izmantota krājumu aprēķina veikšanai nepieciešamo virsmu sagatavošanai. Izmantojot programmatūrā pieejamās ģeotelpisko datu savstarpējās salīdzināšanas matemātiskās funkcijas, tiek iegūts telpisks modelis, kas satur informāciju ar aprēķinātā materiāla biezumiem un / vai apjomiem.

### ***Kādās situācijās ieteicams izmantot virsmu metodi?***

Virsmu metode pašlaik uzskatāma par precīzāko Latvijā izmantoto krājumu aprēķina metodi, kas īpaši ieteicama atlikušo krājumu aprēķiniem. Metodes izmantošana ir lietderīga arī citos aprēķinu veidos (izpēte, papildizpēte, pārrēķins), ja krājumu aprēķina teritorija ir dabīgi artikulēta vai mākslīgi pārveidota (izrakāta).

Virsmu metodes izmantošana derīgo izrakteņu krājumu aprēķināšanai nav obligāta prasība, taču šī metode sniedz ievērojami augstāku aprēķināto apjomu precizitāti.

Virsmu metodi ieteicams izmantot gadījumos:

- ja teritorijas reljefs ir stipri pārveidots rakšanas darbu rezultātā;
- ja neskarta teritorija ir ar izteiktu reljefa artikulāciju.

Gadījumos, kad artikulētā apvidū ir sarežģīti pamatot slāņu interpretāciju (sagulumu, biezumus) papildpunktos (piemēram, krājumu aprēķinam ar vidējā aritmētiskā metodi), ieteicams izmantot virsmu metodi:

- jo vidējā aritmētiskā metode bez papildpunktu izmantošanas šādās situācijās var neiekļaut slāņa apjomu, vai arī nepamatoti iekļaut slānī apjomu, kur tam nevajadzētu būt. Piemēram, ja krājumu aprēķina teritorijā ir izplatīti viens vai vairāki izteikti pauguri un/vai ieplakas, kas ģeoloģiskās izpētes laikā nav ņemti vērā (nav ierīkotas izstrādes).
- jo tā palīdz daļēji kompensēt izstrādņu tīkla nepilnības.

Krājumu aprēķinu metodes var kombinēt, piemēram, krājumus aprēķināt ar vidējā aritmētiskā metodi neskartajā krājumu aprēķina laukumā daļā vai arī vertikālajā griezumā, ja kāds no derīgajiem izrakteņiem nav rakts, bet ar virsmu metodi krājumus aprēķina teritorijā, kur notikušas zemes virsmas izmaiņas.



Ja atlikušo krājumu aprēķina pārskatā tiek pārrēķināti arī ģeoloģiski izpētītie krājumi, tos ieteicams pārrēķināt ar tādu pašu metodi (dotajā gadījumā - virsmu metodi), kā tiek aprēķināti atlikušie krājumi. Šādā gadījumā ģeoloģiski izpētītie un atlikušie apjomi būtu precīzāk salīdzināmi. Pārrēķināt ģeoloģiski izpētītos krājumus nav obligāta prasība gadījumos, kad ģeoloģiskā interpretācija uz ģeoloģiskās dokumentācijas izsniegšanas brīdi ir tāda pati, kāda tiek izmantota atlikušo krājumu aprēķina gadījumā.

Aprēķinot krājumus ar vidējā aritmētiskā metodi, pieļautās kļūdas ir viegli labojamas un pārbaudāmas. Savukārt pieļaujot kļūdas virsmu metodes izpildē, kļūdainās virsmas ir jāpārtaisa, un var būt gadījumi, ka dēļ vienas nepareizas virsmas, ir jāpārveido pilnīgi viss krājumu aprēķins, kas ir šīs metodes lielākais trūkums. Ļoti svarīgi pirms virsmu sagatavošanas ir vairākkārtīgi pārbaudīt apjomu aprēķinam nepieciešamos izejas datus.

Pēdējo gadu tendences liecina, ka Latvijā derīgo izrakteņu, segkārtas un starpkārtas apjomu aprēķiniem tiek izmantotas tikai šīs krājumu aprēķina metodes - vidēji aritmētiskā metode un virsmu metode.

#### ***Ieteicamās datorprogrammas, kuras izmantot krājumu aprēķina veikšanai ar virsmu metodi***

Plašāk izmantotās programmas krājumu aprēķināšanai un / vai to pārbaudei ar virsmu metodi:

- *Quantum GIS* (brīvpieejas)
- *ArcMap* un *ArcGIS Pro* ar *Spatial Analyst* paplašinājumu
- *Golden Software Surfer*
- *AutoCAD Civil 3D*

#### ***Dažas svarīgākās funkcijas virsmu modeļu sagatavošanai un apjoma noteikšanai***

- *Interpolation (Grid)* - tiek izmantota, lai sagatavotu virsmu modeli.
- *Raster calculator* - ar šīs funkcijas palīdzību tiek izveidots jauns telpisks modelis, kad viena no virsmām tiek atņemta no otras. Ir iespēja arī apjoma modeļus savā starpā saskaitīt gadījumā, kad tie iegūti slāņmijā. *Raster calculator* var izmantot arī, lai noskaidrotu teritorijas daļas, kur apjoma aprēķiniem nepieciešamā virsma nav skarta.
- *Raster volume (Cut-Fill)* - funkcija, kas tiek izmantota, lai noskaidrotu iegūtā modeļa apjomu.
- *Mosaic* - virsmu modeļu salīdzināšanas funkcija, ar kuras palīdzību tiek iegūts jauns apvienots virsmu modelis, kas sastāv no visām zemākajām vērtībām no modeļiem, kas tiek savstarpēji salīdzināti.

Aicinām ņemt vērā, ka funkciju nosaukumi dažādās programmās var atšķirties.

#### ***Ieteicamās interpolācijas metodes virsmu sagatavošanā***

- *Natural neighbour* interpolācijas metode izmanto tuvākos datu punktus, piemēram, topogrāfiskās augstuma atzīmes vai slāņu virsmu augstumus, kas atsegti ģeoloģiskajās izstrādēs. Šīs interpolācijas metodes izmantošana sniedz iespēju radīt telpisku virsmu, kurā nav redzamas izteiktas lauzumu vietas virsmā. *Natural Neighbor* interpolācijas



metode virsmu interpolē tikai līdz ar datu punktu, piemēram, izstrādņu ārējai robežai. Gadījumos, kad datu punktu ārējā robeža atrodas iekšpus krājumu aprēķina laukuma robežai (t.i. datu izplatības areāls visā vai daļā no krājumu aprēķina laukuma ir mazāks par tā robežu) ir nepieciešams izvietot papildpunktus ārpus krājumu aprēķina laukuma robežas. Papildpunktu izvietošana sniedz iespēju nosegt visu krājumu aprēķina laukuma platību ar interpolēto virsmu. LVĢMC iesaka izmantot tieši šo metodi.

- **Kriging** interpolācija metode var būt noderīga gadījumos, kad virsmas sagatavošanai ir pieejami maz datu punkti, piemēram, topogrāfiskās augstumu atzīmes vai ģeoloģisko izstrādņu dati. Interpolācijas metode ļauj izmantot mazāk papildpunktus, bet ir jāseko līdz interpolētajām virsmas vērtībām. Gadījumos, ja ir ļoti rets datu punktu tīkls un / vai papildpunkti, *Kriging* interpolācijas metode virsmas vērtības interpolē pārlietu optimistiski, t.i. par zemu vai par augstu.

### ***Virsmu datu failu formāts***

Izplatītākie un plašāk izmantotie datu formāti, kas tiek izmantoti virsmu un apjoma modeļu sagatavošanā: *.grd*, *.tif* vai *.geotiff* (vienas joslas 32 bitu peldošā punkta datu tips). Šādos formātos sagatavotajiem datiem ir iespēja pārbaudīt katras šūnas (pikseļa) vērtību un tās atbilstību izejas datiem.

## **Datu sagatavošana**

### ***Datu avoti***

Darbam ar virsmām nepieciešamie izejas dati:

- zemes virsmas topogrāfiskais uzmērījums;
- ģeoloģiskās izpētes izstrādņu dati.

Atsevišķos gadījumos par datu avotu var tikt izmantots publiski pieejamais digitālais reljefa modelis un tā sagatavošanai izmantotie brīvpieejas *.las* faili, lai iegūtu izstrādņu augstumu atzīmes topogrāfiski neuzmērītās teritorijās.

Jāņem vērā situācijas, kad krājumu aprēķina laukums ir mazāks par atradni un liela daļa (vai pat visas) izstrādnes atrodas ārpus krājumu aprēķina laukuma. Šādā gadījumā modeļa sagatavošanā ir jāizmanto ne tikai tās izstrādnes, kas ietilpst krājumu aprēķina laukumā, bet visas, kuras, veidojot izstrādņu tīklu, nosaka (ietekmē) slāņu sagulumu un derīgo izrakteņu izplatību konkrētajā krājumu aprēķina laukumā.

### ***Izstrādņu katalogs***

Lai krājumu aprēķins ar virsmu metodi būtu pareizs, būtiski ir nekļūdīgi sagatavot izejas datus. LVĢMC iesaka apkopot datus izstrādņu katalogā, kas atvieglo gan krājumu aprēķina



sagatavošanu, gan arī pārbaudi. Izstrādņu katalogā tiek iekļauta informācija, kas attiecas uz katru izstrādni:

- izstrādnes absolūtais augstums, derīgās slāņkopas virsmas, derīgās slāņkopas pamatnes, PŪL u.c. absolūtās augstuma vērtības;
- segkārtas, derīgo izrakteņu, starpkārtas biežumi u. tml.

### **Aprēķina veikšana ar virsmu metodi**

#### ***Galvenās virsmas, kas nepieciešamas krājumu aprēķina veikšanai***

- Topogrāfiskā virsma
- Derīgās izrakteņa slāņkopas virsma
- Derīgā izrakteņa slāņkopas pamatnes virsma
- PŪL virsma
- u.c papildus aprēķinam nepieciešamās virsmas (piemēram, atšķirīga derīgā izrakteņa veida virsma un pamatne, starpkārtas virsma un pamatne, zemes virsma bez krautnēm un uzbērumiem u.tml.)

#### ***Svarīgi!***

**Sagatavojamo virsmu un apjomu aprēķinu skaits atkarīgs no krājumu aprēķina laukuma ģeoloģiskās uzbūves un sarežģītības (derīgo izrakteņu veidu skaita, to slāņmijas, slāņu izplatības un biežuma, slāņu attiecību pret PŪL). Šādos gadījumos var tikt sagatavotas vairākas virsmas, pamatnes un biežumu / apjomu modeļi.**

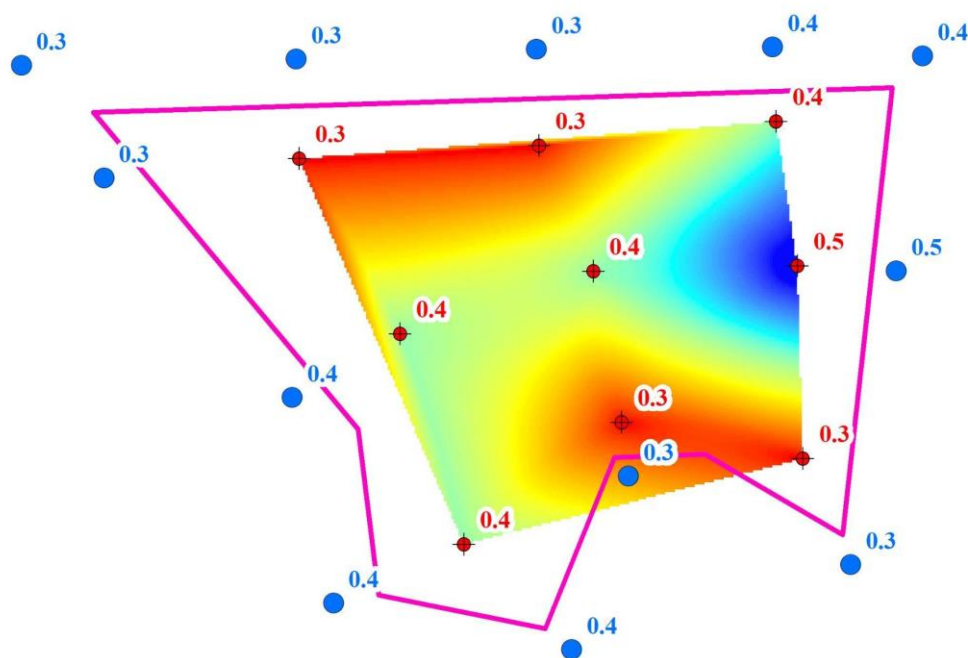
**Viena derīgā izrakteņa pamatne var būt cita derīgā izrakteņa vai starpkārtas virsma un otrādi. Līdz ar to jāizvērtē, vai kādas virsmas sagatavošanā nav izmantojami jau iepriekš sagatavoto virsmu dati pilnā vai daļējā apmērā.**

#### ***Papildpunktu izmantošana līdz krājumu aprēķina laukuma robežai***





Katras virsmas vai apjoma modeļa sagatavošanā neatņemama sastāvdaļa ir papildpunkti, jo krājumu aprēķina laukums netiek pilnā apmērā noklāts ar ģeoloģisko izstrādņu datiem. Papildpunkti pārsvarā tiek izmantoti segkārtas, starpkārtas apjoma (biežuma) modeļa, derīgās slāņkopas virsmas un pamatnes, PŪL virsmas izplatības precizēšanai ekstrapolācijas joslās par pamatu ņemot tuvāko izstrādņu datus

*Piemērs: Papildpunktu lietošana pilnīgai krājumu aprēķina laukuma pārklājuma nodrošināšanai.*

1. attēlā redzams segkārtas biežuma modelis, ja tā izveidē (*Natural neighbour* interpolācijas metode) tiek izmantoti tikai izstrādņu dati (sarkanie punkti) - modelis tiek ģenerēts tikai tajās daļās, kur ir izstrādnes, un šādā veidā netiek pilnvērtīgi noklāts viss krājumu aprēķina laukums. Attēlotajā situācijā segkārtas apjoma (biežuma), derīgās slāņkopas virsmas, derīgās slāņkopas pamatnes, PŪL u.c. modeļiem papildpunktu vērtības tiek noteiktas, ņemot vērā vistuvāk izvietoto izstrādņu datus.



### Apzīmējumi

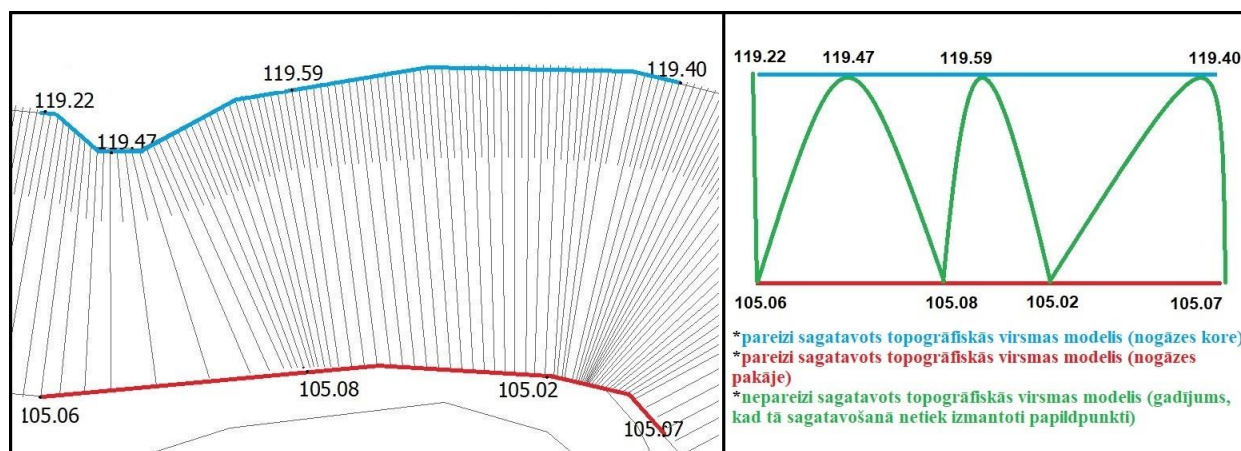
-  0.4 izstrādnes, segkārtas biezums (m)
-  0.4 papildpunkti, segkārtas biezums (m)  
tiek izmantoti, lai pilnvērtīgi noklātu tilpuma aprēķina laukumu
-  tilpuma aprēķina laukums
- segkārtas apjoma modelis (gadījumā, ja netiek izmantoti papildpunkti)  
 MAX : 0.5 m  
MIN : 0.3 m

**1.attēls.** *Papildpunktu izvietojums segkārtas apjoma (biezuma) modeļa sagatavošanas vajadzībām.*

### Topogrāfiskā virsma un zemes virsmas modelis

Topogrāfiskās virsmas sagatavošanā tiek izmantotas visas augstumu atzīmes, kas ir topogrāfiskās uzmērīšanas plānā. Jāņem vērā, ka arī topogrāfiskās virsmas sagatavošanai nepieciešams izmantot papildpunktus situācijās, kad teritorijā nav pietiekams topogrāfisko augstuma atzīmju blīvums un / vai strauji mainās reljefs, piemēram, dabiskas vai mākslīgi radītas nogāzes.

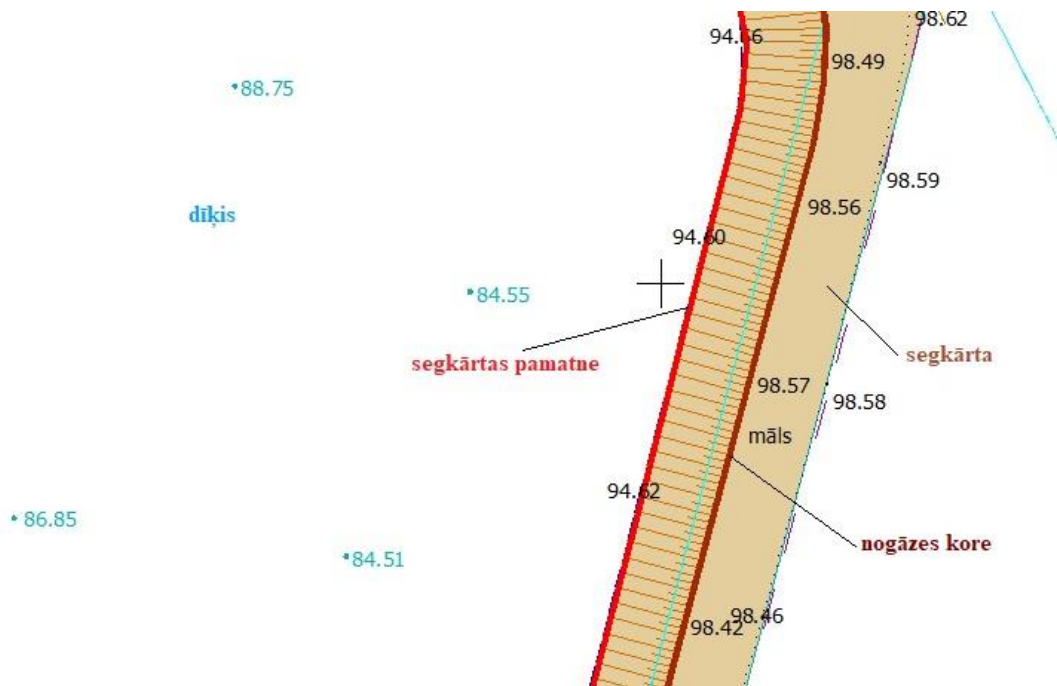
Krājumu aprēķina vajadzībām nepieciešams sagatavot arī **zemes virsmas modeli**, tajā neiekļaujot identificētas krautnes, uzbērumus (gan segkārtas, gan derīgā materiāla). Šo virsmu ērtāk izmantot krājumu aprēķina vajadzībām, lai sniegtu pēc iespējas precīzāku krājumu aprēķina rezultātu, kā arī lai krautņu un uzbērumu materiāls netiktu ieskaitīts derīgā izrakteņa krājumos (no dabiskās vides neatdalīta materiāla apjomā).



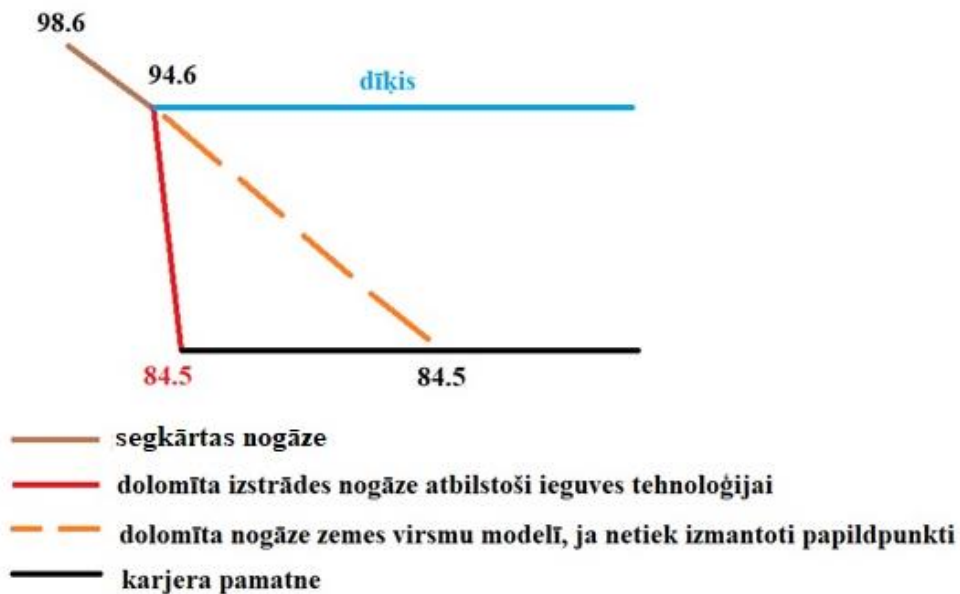
**2.attēls.** Augstuma atzīmju izvietojums topogrāfiskajā plānā un ilustratīvs topogrāfiskās virsmas vērtību attēlojums.

*Piemērs: Papildpunktu lietojums topogrāfiskās virsmas izveidē.* 2.attēlā redzams, ka topogrāfiskās atzīmes gan nogāzes korē, gan pamatnē nav izvietotas pietiekamā blīvumā, lai modelis bez papildu darbībām veidotos atbilstošs topogrāfiskajā plānā attēlotajai virsmai. Veidojot virsmu modeli, tiek ņemtas vērā pilnīgi visas apkārt esošās augstumu atzīmes (tām ir vienāda nozīme, atsevišķi nevar definēt pamatnes vai kores augstumpunktus), līdz ar to nepietiekama topogrāfisko augstumu atzīmju blīvuma dēļ nogāzes konfigurācija virsmas modeli bez papildu darbību veikšanas neatbildīs topogrāfiskajā plānā ietvertajam attēlojumam. Šajā gadījumā veidojas nepamatoti pacēlumi vai pazeminājumi. Kā redzams piemērā, nogāzes pamatnes modeļa vērtībām jābūt aptuveni 105.06 – 105.08 m vjl., taču modeli ir ņemtas vērā arī nogāzes korē (119.59 – 119.22 m vjl.) uzmērītās augstumu atzīmes. Tieši tas pats attiecināms arī uz nogāzes kores vērtībām.

*Piemērs: Papildpunktu lietošana zemūdens / virsūdens nogāzēs.* Ar papildpunktiem nepieciešams papildināt topogrāfiskajā plānā esošās augstuma atzīmes gadījumos, kad krājumu aprēķins tiek veikts dolomīta, ģipšakmeņa vai kaļķakmeņa atradnēs, kur daļa ieguves teritorijas jau ir applūdusi. 3.attēlā parādītajā situācijā ar papildpunktiem nepieciešams papildināt ne tikai nogāzes kori un nogāzes virsūdens pakājes daļu, bet arī apūdeņoto karjera daļu - tehnoloģiskās kāples pamatni. Šādu situāciju nosaka dolomīta (arī kaļķakmens un ģipšakmens) ieguvei raksturīgas tehnoloģiskās īpatnības, jo dolomīts tiek iegūts veidojot gandrīz taisnas (vertikālas) kāples. Papildpunktus nepieciešams izvietot tiešā segkārtas pamatnes tuvumā, ņemot vērā dīķī veiktos dibena topogrāfiskos mērījumus. 4.attēlā shematiski attēlota topogrāfiskā virsma, kāda veidojas, ja zemes virsmas modeļa sagatavošanā netiek izmantoti papildpunkti (papildpunkts atzīmēts ar sarkanu krāsu). Ja zemes virsmas modelis (oranžā virsma 4.attēlā) tiek veidots neņemot vērā ieguves nogāzes vertikālo raksturu, modelēšanas algoritms nepamatoti palielina atlikušo krājumu apjomu (karjera nogāzēs topogrāfiskā virsma parasti ir vienāda ar derīgās slāņkopas virsmu), jo zemūdens nogāze tiek nepamatoti paaugstināta un izstiepta.



3.attēls. Topogrāfiskā plāna fragments dolomīta ieguves teritorijā.



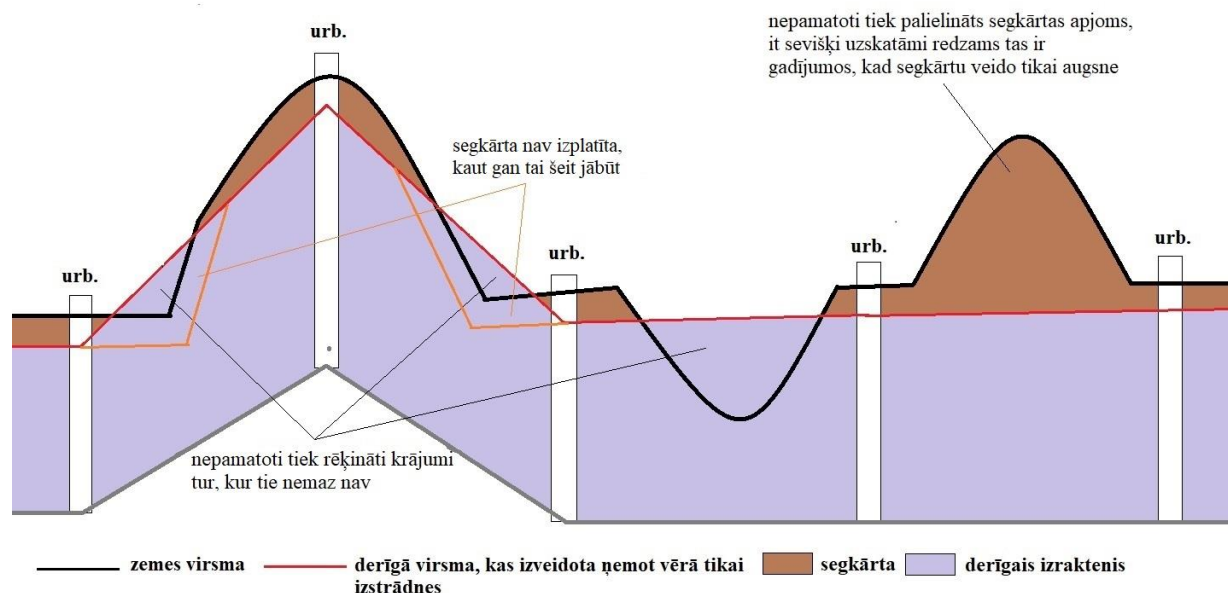
4.attēls. Topogrāfisko virsmu shematisks salīdzinājums, izmantojot un neizmantojot papildpunktus  
dolomīta, kaļķakmens un ģipšakmens atradnēs.

## Ģeoloģiski izpētīto krājumu aprēķins

### Segkārtas apjoma noteikšana

Daži no veidiem, kā iegūt segkārtas apjomu:

1. izplatītākais veids, kā noteikt segkārtas apjomu atradnē, ir negatavot virsmas, bet gan **segkārtas apjoma (biezuma) modeli**, izmantojot tikai izstrādnēs konstatēto segkārtas biežumu. Šis modelis nav piesaistīts absolūtajām augstuma atzīmēm. Ieteicams izmantot situācijās, ja teritorijā ir izplatīta tikai augsne, kā arī gadījumos, ja pārējā segkārtā ir izturēta visā apjoma aprēķina teritorijā, Arī šāda modeļa sagatavošanai iespējams būs nepieciešams veidot papildpunktus gan pa krājuma aprēķina laukuma perimetru, gan laukuma iekšienē, modelējot dažādas neviendabības, piemēram, laukumus bez segkārtas.
2. no **topogrāfiskās virsmas tiek atņemts derīgā izrakteņa virsmas modelis**. Derīgā izrakteņa virsmas sagatavošanai izmanto tikai izstrādnēs noteiktās derīgās slāņkopas virsmas absolūtās augstumu atzīmes. Šādi iegūstams segkārtas apjoms ieteicams ir situācijās, ja zemes virsmas reljefs ir līdzens, atsevišķos gadījumos arī tad, kad teritorijā ir pauguri, par kuriem ir gūta pārliecība, ka tos veido segkārtas materiāls, kā arī gadījumos, ja visā apjoma aprēķina teritorijā segkārtā ir ievērojamā biežumā.



**5.attēls.** Modeļu shēma, segkārtas apjomu rēķinot ar zemes virsmas un derīgās slāņkopas virsmas, kas modelēta izmantojot tikai izstrādnēs konstatētās derīgā izrakteņa virsmas augstuma atzīmes, salīdzināšanu.

Piemērs: Segkārtas apjoma aprēķina problēmas, neizmantojot papildpunktus. Ja segkārtas apjoms tiek iegūts no topogrāfiskās virsmas modeļa, atņemot derīgā izrakteņa virsmas



**modeļi (kas veidots tikai no izstrādņu datiem, neizmantojot papildpunktus), tad artikulēta reljefa apstākļos var rasties šādas situācijas (5.attēls):**

- atsevišķās teritorijas daļās segkārtā var netikt aprēķināta, kaut arī tai tur jābūt;
- segkārtas biezums starp izstrādnēm ievērojami atšķiras no izstrādnēs konstatētā;
- tiek mākslīgi palielināts vai samazināts segkārtas apjoms, piemēram, pauguros, jo derīgās slāņkopas virsmas modeļa sagatavošanā, izmantojot tikai izstrādņu datus, netiek ņemta vērā topogrāfiskā virsma;
- derīgais izraktenis tiek rēķināts daļās, kur tas nemaz nav, vai arī pretēji, piemēram, pauguros.

### ***Derīgā izrakteņa slāņkopas virsmas modeļa sagatavošana***

Sagatavojamās derīgā izrakteņa slāņkopas virsmas viena objekta aprēķina ietvaros var būt vairākas - kopējās derīgās slāņkopas virsma (viena) un, ja atradnē ir vairāki derīgie izrakteņi, var būt arī vairākas atsevišķu derīgo izrakteņu virsmas.

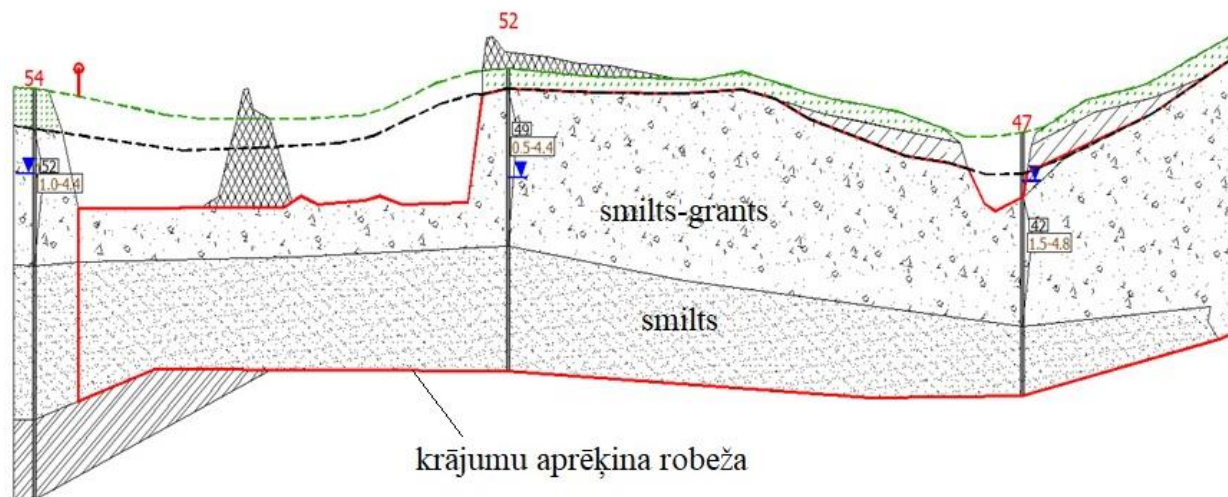
Derīgās slāņkopas virsmu (augšējās derīgā izrakteņa slāņkopas absolūtā augstuma atzīmes) var iegūt divos veidos:

- no zemes virsmas modeļa, atņemot segkārtas apjoma (biezuma) modeli;
- atbilstoši izstrādnēs konstatētajām (nepieciešamības gadījumā papildpunktos noteiktajām) derīgā izrakteņa virsmas absolūtajām augstumu atzīmēm.

Par biežāk izmantoto **kopējās derīgās slāņkopas virsmas** iegūšanas veidu tiek uzskatīta metode, kad no topogrāfiskās virsmas modeļa tiek atņemts segkārtas apjoma (biezuma) modelis. Šādi rīkojoties, tiek izslēgti gadījumi, ka derīgās slāņkopas virsma kādā no krājumu aprēķina laukuma daļām ir augstāk par zemes virsmu, kas nozīmē, ka derīgā izrakteņa krājumi tiek aprēķināti tur, kur to nemaz nav.

Kopējās derīgās slāņkopas virsmas konstruēšana no izstrādnēs konstatētajām augstumu atzīmēm izmantojama gadījumos, kad reljefs ir ļoti līdzens. Tāpat šādu derīgās slāņkopas iegūšanas metodi vēlams izmantot pamatiežu atradnēs (dolomīta, kaļķakmens, ģipšakmens), kur derīgais izraktenis atrodas zem biezas segkārtas, piemēram, vairāk kā 2 m. Arī smilts un smilts-grants atradnēs ar biezu segkārtu, gadījumos, kad nav konstatēta zemes virsmas reljefa cieša sakarība ar segkārtas biezuma izmaiņām, veiksmīgāk izmantojams paņēmiens ar derīgās slāņkopas virsmas konstruēšanu no izstrādņu datiem.

Gadījumos, kad atradnē ir divi vai vairāki derīgie izrakteņi, aprēķina vienkāršošanas (tai skaitā saīsinot aprēķina sagatavošanas un pārbaudes laiku) nolūkos ieteicams sagatavot vienu apvienoto derīgās slāņkopas aprēķina virsmu, un atsevišķi (pēc izvēles, bet vēlams to, kuru vienkāršāk modelēt) vēl viena vai vairāku (pēc nepieciešamības) derīgā izrakteņa virsmas. Lai iegūtu apjoma aprēķinus, nav nepieciešams katram izraktenim gatavot savu derīgā izrakteņa virsmu. Tas var nevajadzīgi sarežģīt krājumu aprēķinu un starp virsmām var veidoties savstarpējas nesaistes.



**6.attēls.** Derīgo izrakteņu slāņu sadalījums.

*Piemērs: Derīgo izrakteņu slāņu sadalījums.* Gadījumos, kad atradnē ir divi vai vairāk derīgie izrakteņi, lai sagatavotu atsevišķa viena derīgā izrakteņa slāņkopas virsmu (pamatni vai virsmu), var nākties pilnībā vai daļēji izmantot izstrādnes konstatētās augstumu atzīmes. Piemēram, lai iegūtu apakšējā derīgā izrakteņa (smilts) slāņkopas virsmu (6.attēls), vienīgais veids kā to izdarīt, ir izmantot izstrādnes noteiktās slāņa virsmas augstumu atzīmes.

### **Derīgā izrakteņa slāņkopas pamatnes virsmas sagatavošana**

Sagatavojamās pamatnes virsmas viena objekta aprēķina ietvaros var būt vairākas - kopējās derīgās slāņkopas pamatnes virsma (viena) un, ja atradnē ir vairāki derīgie izrakteņi, var būt arī vairākas atsevišķu derīgo izrakteņu pamatnes virsmas.

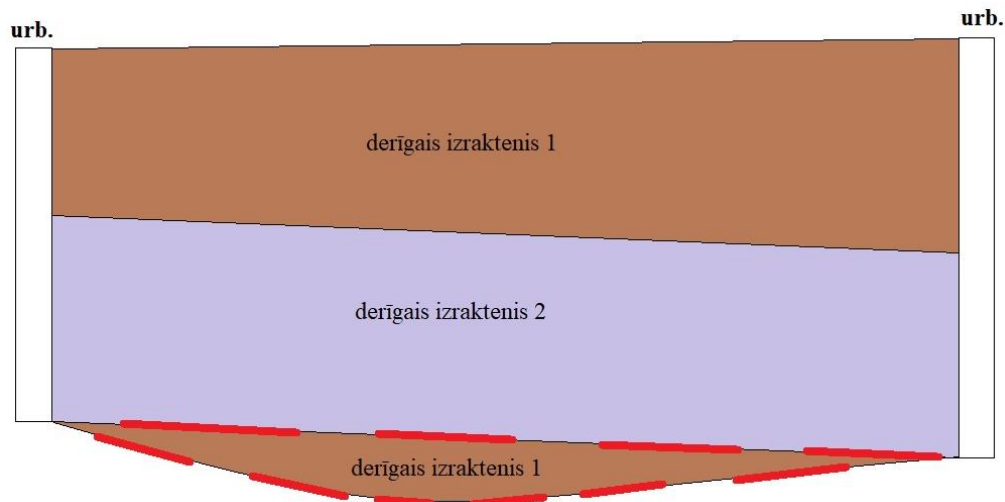
Kopējās derīgās slāņkopas pamatnes virsmu (apakšējās derīgā izrakteņa slāņkopas absolūtā augstuma atzīmes) veido, izmantojot tikai ģeoloģiskās izpētes izstrādņu datus (pamatnes absolūto augstumu atzīmes).

Ja atradnē ir vairāki derīgie izrakteņi, tad var tikt sagatavota konkrēta derīgā izrakteņa (individuāla slāņa) pamatnes virsma. Tā var būt atvasināta gan no fiksētajiem pamatnes absolūtajiem augstumiem izstrādņu vietās, gan no zemes virsmas dabīgā reljefa (telpā starp izstrādnēm). Šāds risinājums ir atkarīgs no konkrētiem ģeoloģiskajā izpētē konstatētiem apstākļiem - novērota tieša un pamatota sakarība starp virsējo slāņu biezumu, to novietojumu griezumā un reljefa artikulāciju.

*Piemērs: Savstarpējās nesaistes starp vairāku derīgo izrakteņu slāņkopu pamatnēm.* Gadījumos, kad atradnē ir vismaz divi derīgie izrakteņi, un atsevišķi aprēķināmais slānis daļēji vai pilnībā neieguļ griezuma apakšā, slāņa pamatni nosaka atbilstoši izstrādnes noteiktajām slāņkopas apakšējām absolūtajām augstumu atzīmēm. Daļā, kur konkrētais derīgā izrakteņa slānis ieuguļ

griezuma apakšā (sakrīt ar kopējo derīgās slāņkopas pamatnes virsmu), iesakām dublēt kopējās derīgās slāņkopas pamatnes virsmas fragmentu, lai:

- starp pamatnes virsmām neveidotos nesaistes un kļūdas (nepamatots tukšums kādā no virsmām, tādējādi palielinot / samazinot kādu no derīgo izrakteņu apjomiem - 7.attēls). Piemēram, sagatavojot kopējo derīgās slāņkopas pamatnes virsmu, tiek ņemtas vērā visu izstrādņu pamatnes absolūtās augstuma atzīmes, kā rezultātā kopējā derīgās slāņkopas pamatne daļās starp izstrādņēm var atrasties zemāk, nekā tāda pamatnes modeļa virsma, kas tiktu sagatavota atsevišķi izvēlētajam derīgajam izraktenim atšķirīgā izplatības laukumā, pat ja šajā daļā ir izplatīts tikai viens izraktenis. Šādas situācijas raksturīgas neregulāra izstrādņu tīkla, atšķirīgu un mainīgu derīgo izrakteņu biezumu / to izplatību izstrādņēs gadījumos.
- vienkāršotu un paātrinātu pamatnes virsmu sagatavošanu.



7. attēls. Savstarpējā nesaiste starp pamatnēm.

### ***Derīgā izrakteņa apjoma modeļa sagatavošana***

Derīgā izrakteņa apjomu iegūst no sagatavotās **derīgā izrakteņa slāņkopas virsmas atņem derīgā izrakteņa pamatnes virsmu:**

- Pārsvārā derīgā izrakteņa apjoma modelis sastāv no pozitīvām vērtībām, kas katrā no šūnām sniedz informāciju par derīgā izrakteņa biezumu.
- Ja modelī parādās negatīvas vērtības - tas nozīmē, ka derīgais izraktenis ir iegūts dziļāk nekā ģeoloģiskās izpētes laikā noteiktā derīgā izrakteņa pamatne (šī situācija vairāk attiecināma uz atlikušajiem krājumiem), vai arī kādā no daļām derīgā izrakteņa slāņa pamatne krustojās ar derīgā izrakteņa slāņkopas virsmu. Nav izslēgts, ka pieļauta kļūda modeļos. Negatīvām vērtībām modelī nebūtu jāparādās, ja krājumi tiek aprēķināti teritorijā, kurā zemes virsma ir neskarta. Nosakot derīgā izrakteņa apjomu, negatīvās



vērtības nav jāņem vērā, taču, sagatavojot pārskatu, ir jāidentificē teritorijas, kurās derīgais izraktenis ir izstrādāts un iegūts dziļāk nekā pamatne.

Sagatavot tikai apvienoto derīgo izrakteņu virsmu, bet atsevišķus derīgos izrakteņus aprēķināt ar citu aprēķina metodi (galvenokārt vidējā aritmētiskā metodi) var šādās situācijās, kad:

- krājumu aprēķina laukuma teritorijā neviens no derīgajiem izrakteņiem nav rakts, bet reljefs ir ļoti artikulēts, kas kalpo kā iemesls kopējos krājumus aprēķināt ar virsmu metodi;
- rakts ir tikai viens derīgais izraktenis.

**Otra vai trešā derīgā izrakteņa apjomu nosaka, no kopējā derīgo izrakteņu apjoma, kas aprēķināts ar modeli, atņemot derīgo izrakteņu apjomu, kas aprēķināts ar piemēram, modeli vai vidējā aritmētiskā metodi.** Ar vidējā aritmētiskā metodi ieteicams aprēķināt derīgā izrakteņa apjomu, kas ir vienkāršākas uzbūves. Tādā veidā tiek samazināta reljefa ietekme uz aprēķināto derīgo izrakteņu krājumu apjomu.

#### ***PŪL virsmas modeļa sagatavošana un krājumu apjoma noteikšana zem tā***

PŪL modeļa (virsmas) sagatavošanā tiek izmantoti ģeoloģiskajās izstrādņēs noteiktie PŪL. Modelis tiek gatavots, lai noskaidrotu, kāds derīgo izrakteņu apjoms atrodas zem PŪL.

#### **Krājumus zem PŪL aprēķina no PŪL virsmas, atņemot derīgā izrakteņa pamatni.**

Gadījumos, ja PŪL konstatēts:

1. visās izstrādņēs tikai segkārtā vai tikai zem derīgo izrakteņu pamatnes, modeļa sagatavošana krājumu aprēķina vajadzībām nav nepieciešama, jo krājumi atrodas tikai zem vai virs PŪL. Ja atradnei nav izstrādāts derīgo izrakteņu ieguves projekts, šādu modeli ieteicams sagatavot jebkurā gadījumā.
2. dažās izstrādņēs gan segkārtā, gan derīgajā slāņkopā, tad no PŪL virsmas atņem derīgā slāņa virsmu. Tādā veidā tiek iegūts segkārtas apjoms, kas aritmētiski jāatņem no iepriekš sagatavotā derīgā izrakteņa apjoma (biezuma) zem PŪL modeļa.

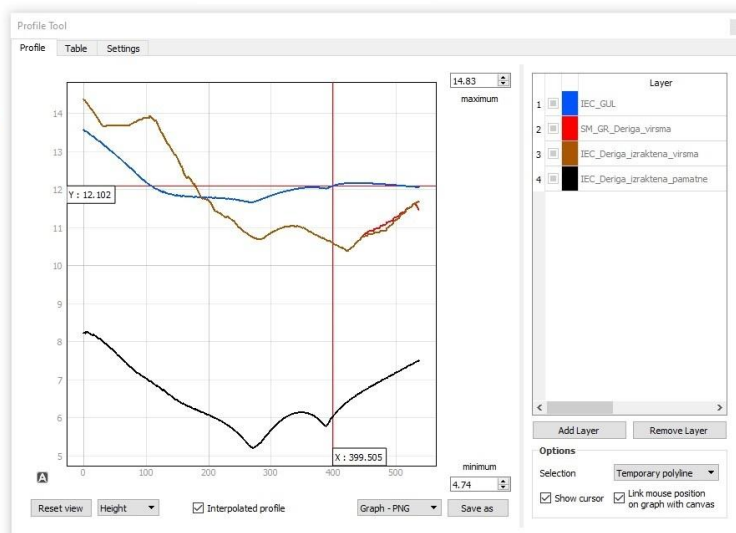
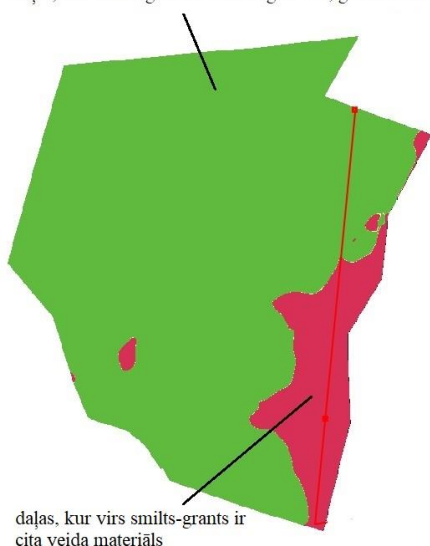
Gadījumā, ja krājumu aprēķina laukumā sastopami vismaz divi izrakteņi (daļēji atrodas zem PŪL), lai iegūtu viena no derīgā izrakteņa apjomiem zem PŪL:

1. No **konkrētā** (piemēram, smilts-grants - skatīt 8.attēlu) **derīgā slāņkopas virsmas** (tā atsevišķi jāsagatavo) modeļa **jāatņem PŪL virsmas modelis**, lai noskaidrotu, kur PŪL ir augstāk par smilts-grants derīgās slāņkopas virsmu. Rezultātā iegūtais apjoma starpmodelis sastāv no pozitīvām vērtībām un negatīvām vērtībām:
  - a. Pozitīvās vērtības norāda krājumu aprēķina laukuma daļas, kur smilts-grants izplatīta ir arī virs PŪL.
  - b. Negatīvās vērtības norāda krājumu aprēķina laukuma daļas, kur pilnībā visa smilts-grants ir zem PŪL, kā arī šeit ir iegūstams apjoms, kas parāda, cik daudz starp



- smilts-grants virsmu un zem PŪL iegūļ cits derīgais izraktenis, segkārtā vai arī starpkārtā (apjoms bez smilts-grants).
2. Pēc tam no PŪL virsmas modeļa tiek atņemts atsevišķi izveidotais konkrētā derīgā izrakteņa slāņkopas pamatnes virsmas modelis, rezultātā tiek iegūts apjoma starpmodelis, kas sevī var ietvert arī cita derīgā izrakteņa, segkārtas vai starpkārtas apjomu.
  3. Lai iegūtu smilts-grants apjomu zem PŪL no 2.punktā iegūtā apjoma starpmodeļa jāatņem 1.punktā noteiktais cita derīgā izrakteņa, segkārtas vai arī starpkārtas apjoma modelis, kas iegūļ starp PŪL virsmu un smilts-grants derīgās slāņkopas virsmu.
  4. Otru derīgo izrakteni iegūst aritmētiski, kad no kopējiem krājumiem zem PŪL atņem atsevišķi izrēķinātā derīgā izrakteņa apjomus.

daļas, kur smilts-grants izvietota gan virs, gan zem PŪL



### **8.attēls. Smilts-grants novietojums attiecībā pret PŪL.**

Ja krājumu aprēķina laukumā starpkārtā atrodas zem PŪL, tad jāvērs uzmanība, lai tā netiktu iekļauta derīgo izrakteņu apjomā zem PŪL.

### **Starpkārtas apjoma noteikšana**

Starpkārtas apjoma modelis iegūstams divos veidos:

- izmantojot tikai izstrādānēs noteikto starpkārtas biezumu un izveidojot starpkārtas biezuma modeli bez absolūtās augstuma piesaistes;
- sagatavojot starpkārtas virsmu un pamatni.

Sagatavot starpkārtas apjoma modeli, izmantojot tikai izstrādānēs noteikto starpkārtas biezumu, var situācijās, kad šis slānis nav rakts (attiecināms gan uz ģeoloģiski izpētīto, gan atlikušo krājumu aprēķiniem) un starpkārtas slānis ir vienkāršs un izturēts. Ja starpkārtā ir daļēji norakta un / vai tās uzbūve ir sarežģīta un nav izturēta – nepieciešams sagatavot starpkārtas augšējās virsmas un



pamatnes virsmas modeļus. **Starpkārtas apjomu / biežumu nosaka, no starpkārtas virsmas modeļa atņemot pamatnes virsmas modeli.**

Ja starpkārtu krājumu aprēķina laukumā veido vairāki ieži, tad nav nepieciešams starpkārtu sadalīt pa iežu slāņiem, ja šādu uzdevumu nenosaka darbu pasūtītājs. LVĢMC šādā gadījumā iesaka veidot vienotu starpkārtas datu kopu un apjoma aprēķinu.

Dažkārt labākais risinājums, lai iegūtu starpkārtas apjomus, ir negatavot atsevišķi starpkārtas virsmas modeļus vispār, bet gan tās apjomu aprēķināt aritmētiski un virsmas modeļos, iekļaujot derīgajā izrakteņa aprēķinā (pēc tam no derīgā izrakteņa apjoma, atņemot ar vidēji aritmētisko metodi aprēķināto starpkārtas apjomu).

### **Atlikušo krājumu aprēķins**

#### ***Atlikušās segkārtas apjoma noteikšana***

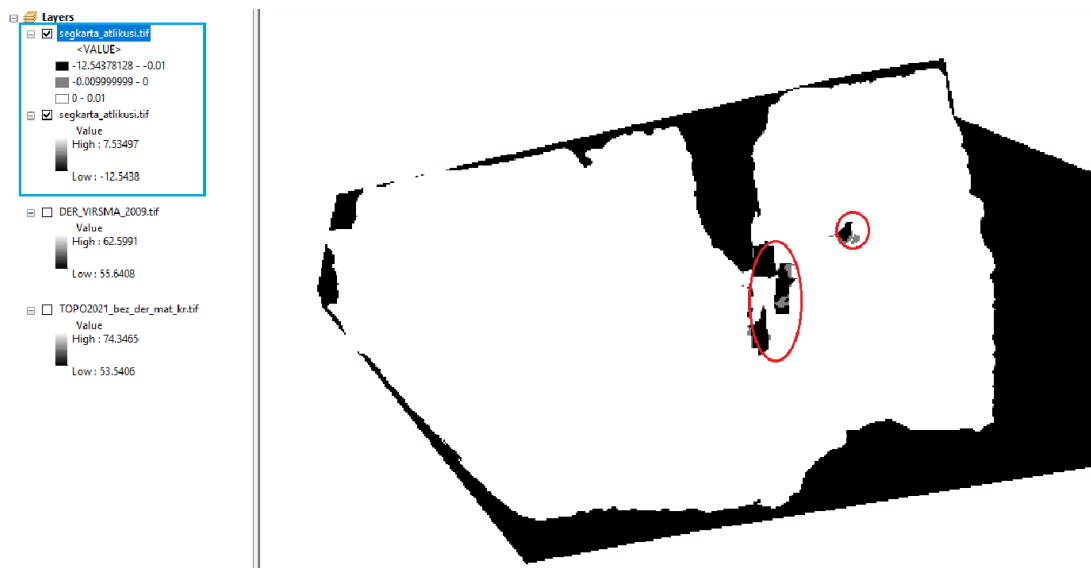
Atlikušās segkārtas biežuma aprēķināšanai tiek izmantotas derīgā izrakteņa slāņkopas virsmas, topogrāfiskā virsma un zemes virsmas modelis (uz atlikušo krājumu aprēķina brīdi).

Lai iegūtu identificēto krautņu un uzbērumu apjomu / biežumu, **no topogrāfiskās virsmas modeļa atņem zemes virsmas modeli.**

Atlikušās segkārtas biežuma modelis (bez identificētām krautnēm un uzbērumiem) tiek iegūts, ja **no kopējās derīgā izrakteņa slāņkopas virsmas uz ģeoloģiskās izpētes brīdi modeļa tiek atņemts zemes virsmas** (neiekļaujot identificētas krautnes, uzbērumus) **uz atlikušo krājumu aprēķina brīdi modelis.** Iegūtajā segkārtas biežuma modelī:

- Pozitīvās vērtības parāda daļas, kur segkārtas vairs nav un cik lielā dziļumā derīgais izraktenis ir iegūts salīdzinājumā ar ģeoloģiskās izpētes brīdi.
- Negatīvās vērtības parāda daļas, kur segkārtas ir izplatītas un kādā biežumā.

9. attēlā zilās krāsas logā skatāms rezultāts, kas veidojas, ja no derīgās slāņkopas virsmas modeļa atņem zemes virsmas uz atlikušo krājumu aprēķina brīdi modeli. Modeļa vērtību apzīmējumi klasificēti tā, lai uzskatāmi būtu redzamas daļas, kur segkārtas ir izplatītas (ar melno krāsu – segkārtas izplatības laukums, ar balto krāsu – daļas, kur segkārtas vairs nav). Ar sarkano krāsu atzīmētas daļas, kur nepieciešams veikt manuālus labojumus, dzēšot virsmu savstarpējās nesaistes. Dažu centimetru nesaiste lielākoties veidojas, jo derīgo izrakteņu slāņkopas virsma uz izpētes brīdi un topogrāfiskā virsma uz atlikušo krājumu aprēķina brīdi ir ar atšķirīgu detalitāti.



**9.attēls.** Atlikušās segkārtas apjoma modelis ArcMap vidē. Vēl viens modelēšanas rezultāts - iegūta segkārtas izplatības vizualizācija.

Nosakot atlikušās segkārtas izplatību un apjomu, obligāti jāiepazīstas ar atradnes izstrādes vēsturi (pārrunājot un analizējot faktisko situāciju ieguves vietā ar atradnes īpašnieku vai atbildīgo par ieguves darbiem), topogrāfiskajiem uzmērījumiem iegūtā materiāla apjoma uzskaitēm, ortofoto karšu un satelīta attēla uzņēmumiem, digitālo reljefa modeli. Šī informācija ir svarīga, lai segkārtas materiāls netiktu iekļauts atlikušajā derīgo izrakteņu slāņkopā. Piemēram, gadījumos, kad kādā no atradnes izstrādes periodiem daļā atradnes derīgais izraktenis ir iegūts un vēlāk aizbērts ar nederīgo materiālu.

### ***Atlikušās derīgās slāņkopas virsmas, pamatnes modeļa un atlikušo derīgo izrakteņu krājumu apjoma modeļa sagatavošana***

Sagatavojot atlikušā derīgā izrakteņa (vai kopējās derīgās slāņkopas) virsmas modeli, nepieciešams rīkoties līdzīgi tam, kā tiek noteikta atlikusī segkārtā. **No derīgā izrakteņa slāņkopas virsmas uz izpētes brīdi modeļa, tiek atņemts zemes virsmas (neiekļaujot identificētas krautnes) uz atlikušo krājumu aprēķina brīdi modelis:**

- Daļās, kur ir izplatīta segkārtā dabīgā sagulumā, derīgo izrakteņu virsmu pieņem tādu pašu, kāda tā ir noteikta uz ģeoloģiskās izpētes brīdi.
- Daļās, kur segkārtas vairs nav – atbilstoši topogrāfiski uzmērītajai zemes virsmai uz atlikušo krājumu aprēķina brīdi (bez krautnēm un uzbērumiem).

**Atlikušo derīgo izrakteņa apjomu iegūst no atlikušās derīgās slāņkopas virsmas modeļa, atņemot derīgā izrakteņa slāņkopas pamatnes virsmas modeli (atbilstoši ģeoloģiskās izpētes brīdim).**



Veidojot atlikušās derīgā izrakteņa slāņkopas virsmas modeli, līdzīgi kā atlikušās segkārtas biezumu modeļa sagatavošanas gadījumā – nepieciešams iepazīties ar visiem iespējamajiem materiāliem, lai modelētā atlikušā derīgā materiāla virsma būtu faktiskajai situācijai atbilstoša.

### ***Atlikušo krājumu apjoma zem PŪL noteikšana***

Atlikušo krājumu apjoma aprēķinam zem PŪL sākotnēji nepieciešams **no PŪL virsmas modeļa (uz ģeoloģiskās izpētes brīdi) modeļa, atņemt iepriekš sagatavotu atlikušā derīgā izrakteņa (vai kopējās slāņkopas) virsmas modeli**. Šādi iegūtā biezuma modeli:

- Pozitīvās vērtības norāda uz krājumu aprēķina laukuma daļām, kur derīgo izrakteņu ieguve ir notikusi zem PŪL.
- Negatīvās vērtības norāda krājumu aprēķina laukuma daļas, kur derīgais izraktenis vēl joprojām ir izplatīts virs PŪL (ieguve zem PŪL nav notikusi).

Rēķinot atlikušos derīgo izrakteņu krājumus, ieteicams sagatavot virsmu, kura sevī ietver ieguves darbu rezultātā notikušās izmaiņas PŪL modelī:

- Daļās, kur uz atlikušo krājumu aprēķina laiku ieguve nav notikusi zem PŪL – atlikušo krājumu aprēķina PŪL virsmas modeļa vērtībām ir jāsakrīt ar PŪL virsmas modeli uz ģeoloģiskās izpētes brīdi.
- Daļās, kur ieguve ir notikusi zem PŪL – vērtības jāpieņem atbilstoši derīgo izrakteņu virsmai uz atlikušo krājumu aprēķina brīdi.
- **Atlikušo krājumu apjoms zem PŪL tiek iegūts, ja no PŪL uz atlikušo krājumu aprēķina brīdi virsmas modeļa, tiek atņemts derīgā izrakteņa pamatnes virsmas modelis uz ģeoloģiskās izpētes brīdi.**

### ***Atlikušās starpkārtas apjoma noteikšana***

Lai noskaidrotu, kāds ir atlikušās starpkārtas apjoms atradnē, ir nepieciešamas trīs virsmas:

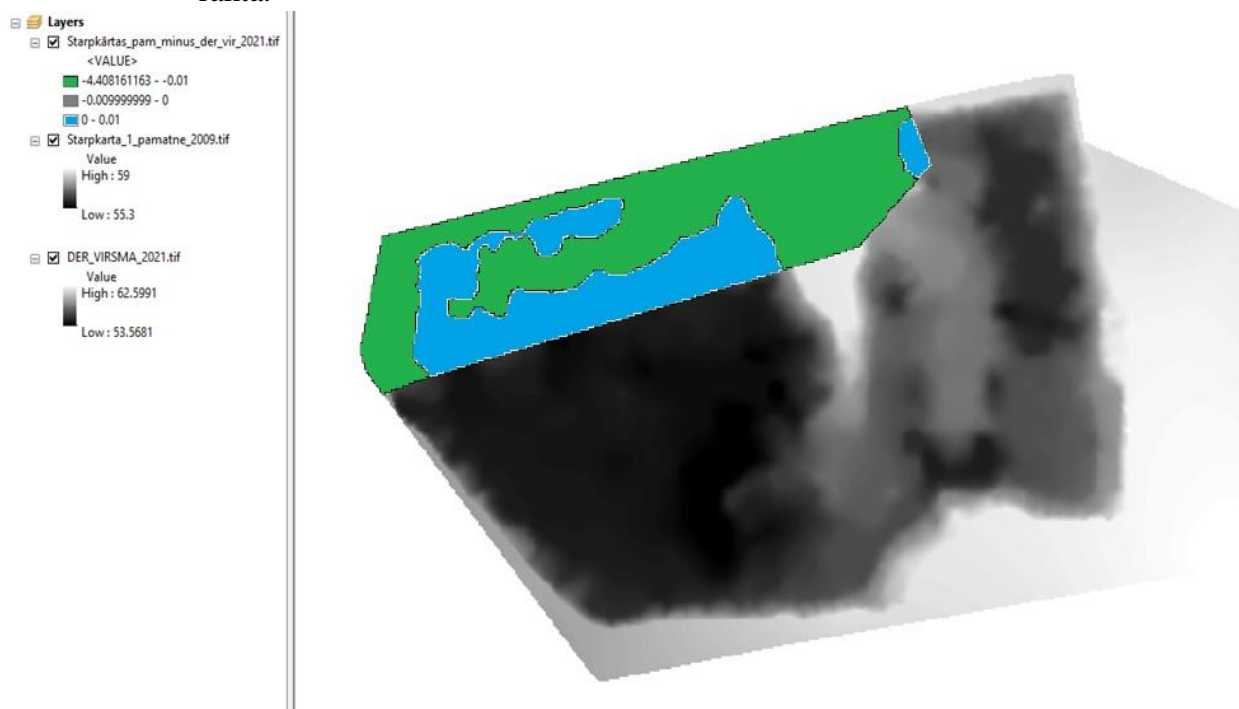
- starpkārtas virsma uz ģeoloģiskās izpētes brīdi;
- starpkārtas pamatne uz ģeoloģiskās izpētes brīdi;
- derīgās slāņkopas virsma uz atlikušo krājumu aprēķina brīdi.

LVĢMC iesaka pārbaudīt, vai atradnē ir atlikusi starpkārta. Lai veiktu atlikušās starpkārtas pārbaudi, **no starpkārtas pamatnes uz ģeoloģiskās izpētes brīdi, tiek atņemta atlikušā derīgā slāņa (vai kopējās slāņkopas) virsmu** (skatīt 10.attēlu). Šādi sagatavotā biezuma starpmodeļi:

- Pozitīvās vērtības parāda, kur starpkārta pilnībā noņemta.
- Negatīvās vērtības parāda krājumu aprēķina laukuma daļas, kur starpkārta ir izplatīta.



- Ja pēc šīs darbības tiek konstatēts, ka starpkārta vēl joprojām ir izplatīta, nepieciešams veikt šādu darbību: **no starpkārtas virsmas uz ģeoloģiskās izpētes brīdi jāatņem atlikušā derīgā slāņa (vai kopējās slāņkopas) virsma** (skatīt 11.attēlu):
  - Pozitīvās vērtības parāda, kur starpkārta pilnībā vai daļēji noņemta.
  - Negatīvās vērtības identificē daļas krājumu aprēķina laukumā, kur starpkārta nav rakta.



**10.attēls.** Atlikušās starpkārtas biezuma modelis ArcMap vidē. Pozitīvās vērtības palīdz noteikt starpkārtas izplatības laukumu. Negatīvās vērtības (ar zaļu) parāda krājumu aprēķina laukuma daļas, kur starpkārta ir izplatīta, pozitīvās (ar zilu) – vietas, kur tā pilnībā noņemta.



**11.attēls.** Izmaiņas atlikušās starpkārtas virsmā. Negatīvās vērtības (ar sarkanu) parāda krājumu aprēķina laukuma daļas, kur starpkārta ir neskarta, pozitīvās (ar dzeltenu) – vietas, kur tā pilnībā vai daļēji noņemta.

Augstāk aprakstītās darbības tiek veiktas, lai noteiktu, kurus jau esošo starpkārtu virsmu fragmentus izmantot, lai sagatavotu atlikušās starpkārtas virsmas modeli. Lai iegūtu atlikušās starpkārtas apjoma modeli:

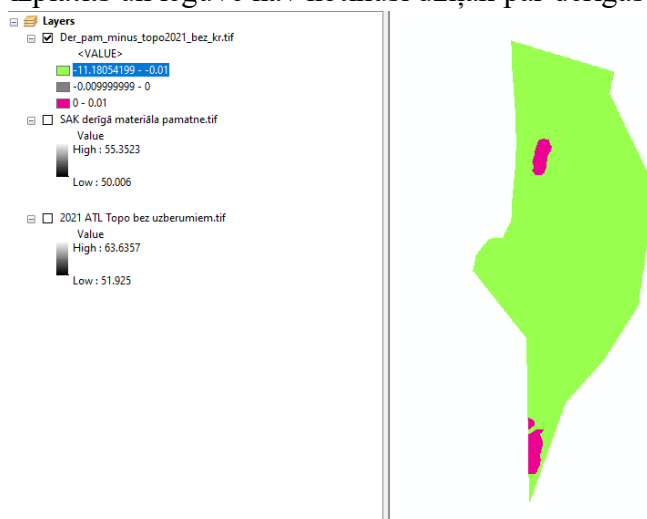
1. Daļās, kur starpkārta nav skarta (negatīvās vērtības modelī), atlikušās starpkārtas virsmas modelim vērtības tiek ņemtas no ģeoloģiski izpētītās starpkārtas virsmas.
2. Daļās, kur pilnībā vai daļēji noņemta starpkārta (pozitīvās vērtības modelī):
  - a. atlikušās starpkārtas virsmas tiek ņemta no zemes virsmas (bez krautnēm un uzbērumiem) uz atlikušo krājumu aprēķina brīdi. Šāda sagatavota (apvienota) atlikušās starpkārtas virsma nenozīmē, ka visā šajā laukumā starpkārta ir izplatīta.
  - b. **No jaunizveidotā (a punktā) atlikušās starpkārtas virsmas modeļa, atņemot starpkārtas pamatnes modeli uz ģeoloģiski izpētīto krājumu aprēķina brīdi, tiek iegūts starpkārtas apjoma (biezuma) modelis ar pozitīvām un negatīvām vērtībām:**
    - i. Pozitīvās vērtības norāda starpkārtas izplatības laukumus un biežumu.
    - ii. Negatīvās vērtības norāda, ka starpkārtas šajā daļā vairs nav un iegūts tiek jau derīgais izraktenis.

### ***Iegūtā materiāla zem definētās derīgā izrakteņa pamatnes aprēķināšana***

Nereti krājumu aprēķina teritorijā derīgo izrakteņu ieguve ir notikusi dziļāk par akceptēto un ieguves limitā maksimāli pieļaujamo (saskaņā ar zemes dziļi izmantošanas licenci derīgo izrakteņu ieguvei / bieži sastopamo derīgo izrakteņu ieguves atļauju) derīgās slāņkopas apakšējo robežu.

Lai pārliecinātos, vai krājumu aprēķina teritorijā šāda situācija nav notikusi, no **derīgā izrakteņa pamatnes uz ģeoloģiskās izpētes brīdi virsmas modeļa atņem topogrāfiski uzmērītās zemes virsmas uz atlikušo krājumu aprēķina brīdi modeli:**

- Pozitīvās vērtības (rozā krāsa 12.attēlā) apjoma / biezuma modelī parāda teritoriju, kur derīgais izraktenis ir iegūts dziļāk par derīgās slāņkopas pamatni.
- Negatīvās vērtības (zaļā krāsa 12.attēlā) attēlo teritoriju, kur derīgais izraktenis vēl joprojām ir izplatīts un ieguve nav notikusi dziļāk par derīgās slāņkopas pamatni.



**12.attēls.** *Krājumu aprēķina laukums ar teritorijām, kur derīgais izraktenis ir iegūts dziļāk par derīgās slāņkopas pamatni (zaļais laukums).*

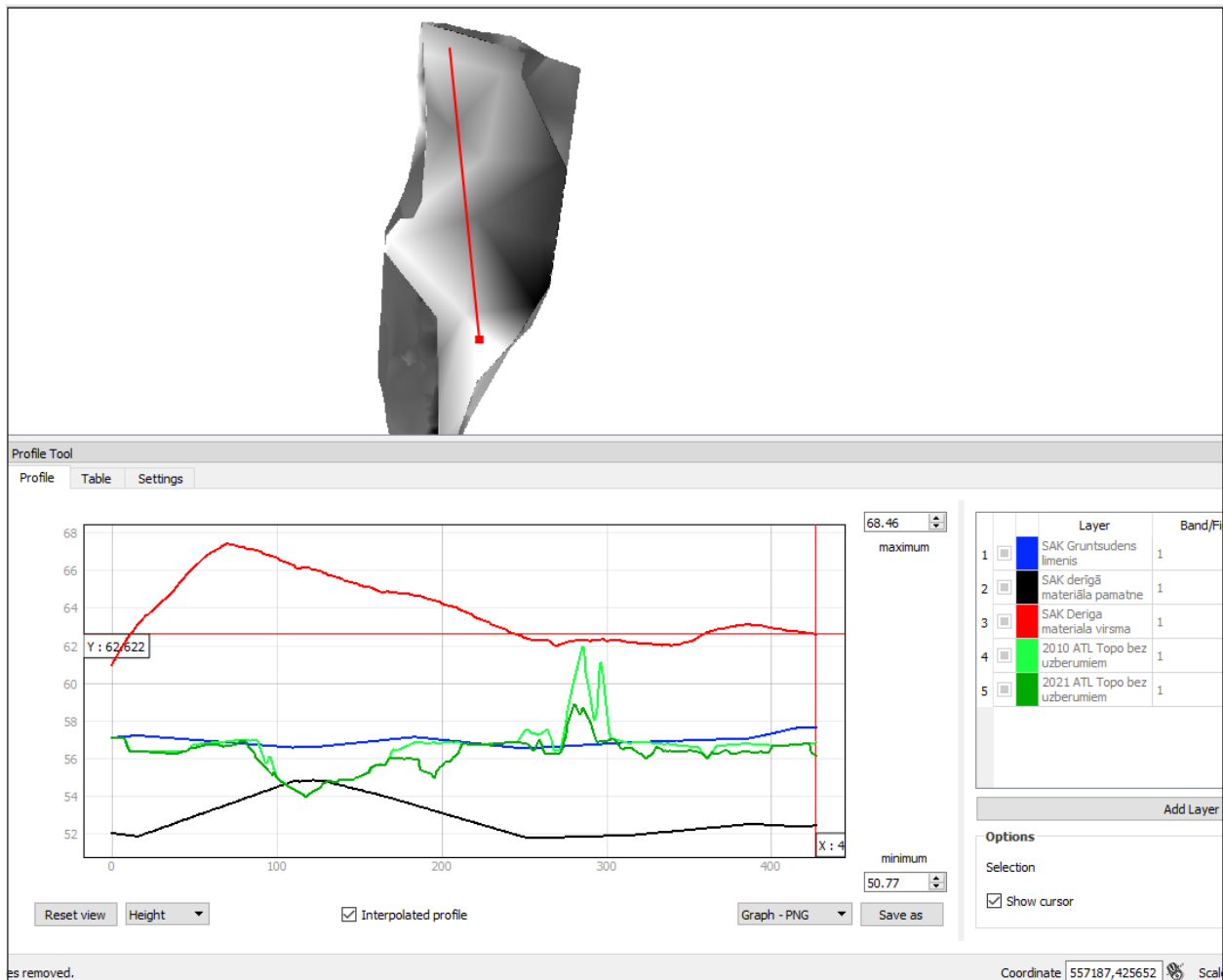
LVĢMC iesaka, sagatavojot atlikušo krājumu aprēķina pārskatu, iekļaut informāciju par to, kur derīgais izraktenis ir izstrādāts pilnībā (t.sk. arī dziļāk par pieļaujamo). Vēlams, lai aprēķina pārskatā tiktu norādīts arī apjoms, kas iegūts dziļāk par pieļaujamo apakšējo robežu. Šis apjoms nav jāatņem no derīgo izrakteņu krājumiem.

Aprēķinot atlikušos krājumus, derīgo izrakteņu pamatnes virsmai ir jābūt sakritīgai ar ģeoloģiskās izpētes laikā noteikto derīgo izrakteņu slāņkopas pamatni, kā arī, jāņem vērā derīgo izrakteņu ieguves limitā noteiktās krājumu laukumu robežas visās dimensijās.



### Ieteicamais brīvpieejas rīks virsmu pārbaudīšanai

Veicot krājumu aprēķinu, dažkārt var rasties šaubas, vai virsmas ir sagatavotas pareizi. Viens no veidiem, kā pārbaudīt virsmu sagatavošanas precizitāti, ir izmantojot brīvpieejas programmas QGIS paplašinājumu – *Profile tool* (skatīt 13.attēlu).



**13.attēls.** Paplašinājums Profile tool datorprogrammas QGIS vidē. Augšā redzami virsmu modeļi, kas savstarpēji viens otru pārklāj. Apakšējā daļā ir redzams visu pievienoto virsmu atrašanās vertikālā griezumā absolūtajās augstumu atzīmēs (profilā - atbilst sarkanajai līnijai, kas novilkta plānā).

Ar šī paplašinājuma palīdzību ir iespējams savstarpēji salīdzināt jebkuras virsmas, jebkurā krājumu aprēķina laukuma daļā, tādējādi konstatējot, vai virsmu novietojums un konfigurācija ir pareiza.

Apjoma (biezuma) modeļu pareizību šādā veidā pārbaudīt nav iespējams, tādēļ pirms apjoma aprēķina veikšanas LVĢMČ iesaka veikt virsmu pārbaudi.

Paplašinājums lieti noder arī ģeoloģisko griezumņu sagatavošanā.