

LATVIJAS UNIVERSITĀTE

GEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE

ĢEOLOĢIJAS NODAĻA

**ŠĶIEDRU ĢIPSIS UN CELESTĪNS DEVONA SALASPILS
SVĪTĀ SALASPILS ĢIPŠA ATRADNĒ**

MAĢISTRA DARBS

Autors: Krišjānis Libauers

Stud. apl. lk09327

Darba vadītājs: Ģirts Stinkulis

Dr. ģeol., asoc.prof.

RĪGA 2014

SATURS

	lpp.
ANOTĀCIJA.....	3
ANNOTATION.....	4
IEVADS	5
1. SALASPILS SVĪTAS ĢIPŠAINIE IEŽI UN TO VEIDOŠANĀS APSTĀKĻI LATVIJĀ	6
2. ĢIPSIS UN CELESTĪNS KĀ MINERĀLI.....	11
2.1. Ģipsis.....	11
2.2. Celestīns.....	12
2.3. Ģipsis Salaspils svītas nogulumos.....	16
3. ĢIPŠAKMENS KĀ DERĪGAIS IZRAKTENIS	18
4. FRANAS STĀVA NOGULUMIEŽI UN TO VEIDOŠANĀS APSTĀKĻI LATVIJĀ	20
5. ŠĶIEDRU ĢIPŠA UN CELESTĪNA IEPRIEKŠĒJO PĒTĪJUMU REZULTĀTI LATVIJĀ	26
6. MATERIĀLI UN METODEDES	29
7. REZULTĀTI	31
7.1. Rentgendifraktometriskās analīzes rezultāti.....	31
7.2. Makroparaugu un plānslīpējumu pētījumu rezultāti.....	32
8. DISKUSIJA	72
SECINĀJUMI	74
IZMANTOTĀ LITERATŪRA UN AVOTI	75

ANOTĀCIJA

Maģistra darba tēma ir “**Šķiedru ģipsis un celestīns devona Salaspils svītā Salaspils ģipša atradnē**”.

Maģistra darbā veikti augšējā devona Salaspils svītas šķiedru ģipša un celestīna pētījumi, pārsvarā izmantojot plānslīpējumu analīzi. Maģistra darba mērķis ir raksturot Latvijas ģipša paveida - šķiedru ģipša, kā arī celestīna izplatības likumsakarības, uzbūvi, kā arī interpretēt to veidošanās apstākļus. Aprakstīti 15 plānslīpējumi, kā arī diviem paraugiem veikta rentgendifraktometriskā analīze, kur identificēts ģipsis, celestīns un dolomīts. Balstoties uz iegūtajiem rezultātiem un novērojumiem, ir izdarīti secinājumi par šķiedru ģipša paveidiem un to veidošanās secību. Noskaidrots, ka celestīna kristālu forma ir atkarīga no apkārtējo ģipša kristālu formas un izmēriem. Mālaini dolomītiski ieslēgumi ir sekmējuši celestīna konusu augšanu.

Atslēgvārdi: plānslīpējumi, rentgendifraktometriskā analīze, Franas stāvs, evaporīti, sulfātu minerāli.

ANNOTATION

The title of this Master thesis is “**Fibrous gypsum and celestite in the Devonian Salaspils Formation, Salaspils gypsum deposit**”.

This Master thesis is focused on research about fibrous gypsum and celestite in the Upper Devonian Salaspils Formation by using mostly thin-section analysis. The target of Master thesis is to characterize gypsum and celestite: their distribution in evaporite beds, structure, and to interpret environment of formation of these minerals. There were studied 15 thin-sections and two samples were analysed by XRD method, which proved existence of gypsum, celestite and dolomite in the deposits studied. Conclusions are made about varieties of fibrous gypsum and their formation sequence. It is found that shape of celestite depends of surrounding gypsum crystal shapes and sizes. Clayey dolomitic inclusions have triggered the growth of celestite.

Keywords: thin-sections, XRD analysis, Frasnian Stage, evaporites, sulfate minerals.

IEVADS

Šķiedru ģipsis un celestīns ir vieni no savdabīgākajiem minerālu veidojumiem Latvijas nogulumiežu segā. To pēdējie detalizētie pētījumi Latvijā ir bijuši O. Meļļa (1943) darbā, bet kopš šī laika jau 72 gadu ilgumā par šo ķīmiski tīrāko ģipša paveidu, kurā bieži sastop Latvijas nogulumiežos vienīgā stroncija minerāla celestīna ieslēgumus, nav iegūti būtiski jauni dati. Tādēļ tas darba autoram viesa zināmu interesi šajos minerālos. Iepazīstot ārzemju publikācijas LU abonētajā Science Direct datu bāzē, jāsecina, ka šķiedru ģipsis un celestīns apskatīts tiek pārsvarā evaporītu kā nogulumiežu kontekstā, kā arī materiālu zinātnē, kur ģipša kristāla mākslīgi izaudzētām šķiedrām paredz efektīvu izmantošanu būvniecībā un medicīnā. Pārsvarā ārzemju darbos šķiedru ģipsis tiek apskatīts kā viens no šķiedrainiem minerāliem, kā arī saistībā ar veidošanos karsta procesu ietekmē. Celestīns arī pēdējos starptautiskos darbos nav izpētīts ar mērķi noskaidrot tā smalko uzbūvi un veidošanās apstākļus, bet vairāk tas tiek apskatīts kā stroncija avots.

Darba mērķis ir raksturot ķīmiski vistīrākā Latvijas ģipša paveida - šķiedru ģipša, kā arī celestīna izplatības likumsakarības, uzbūvi un interpretēt to veidošanās apstākļus. Šķiedru ģipsis un celestīns dabā bieži asociē, un tas ir raksturīgs arī Latvijas devona Salaspils svītas nogulumiem, kas būtiski atvieglo šo minerālu izpēti. Uzdevumi pētījumam ir radušies gan pirms darba izstrādes sākuma, gan darba procesa laikā. Svarīgākie uzdevumi ir šādi:

- atrast, shematiski attēlot un noparagot šķiedru ģipša kārtiņas augšējā devona Salaspils svītas griezumā Salaspils ģipša atradnē;
- nodalīt un raksturot šķiedru ģipša paveidus un aprakstīt celestīna veidojumu daudzveidību plānslīpējumos;
- raksturot šķiedru ģipša kārtiņu sastāvdaļu savstarpējās attiecības un ietekmi vienai uz otru;
- interpretēt pētīto minerālu veidošanās apstākļus.

Vēl pirms darba veikšanas galvenie jautājumi bija par šķiedru ģipša veidošanos un celestīna konstatēšanu, bet darba gaitā radās vēlme sīkāk izpētīt šķiedru ģipša kristālu dažādību un to savstarpējo iedarbību. Radās arī interese par celestīna augšanas tendencēm un uzbūvi šķiedru ģipsī.

1. SALASPILS SVĪTAS ĢĪPŠAINIE IEŽI UN TO VEIDOŠANĀS APSTĀKĻI LATVIJĀ

Zem kvartāra segas Salaspils svīta ir plaši izplatīta Latvijas centrālajā daļā, bet pēc izplatības ir tā aizņem nedaudz mazāku teritoriju nekā Pļaviņu svīta (Brangulis u.c., 1998). Plašs Salaspils svītas izplatības rajons ir ap Rīgu, Salaspili un Baldoni, no kurienes var nodalīt 3 joslas. Viena no tām atrodas virzienā uz rietumiem – Ķemeriem, Smārdi, Kuldīgu, Liepāju. Otra josla stiepjas uz ziemeļaustrumiem, šķērsojot Gaujas augšteci, bet trešā josla atrodas virzienā uz dienvidiem gar Baldoni un Skaistkalni (Kuršs, 1984).

Lielākajā daļā izplatības laukuma svītu pārklāj jaunāki nogulumi, bet zemkvartāra virsmā tā atsedzas šaurā joslā 1-5 km platumā, dažās vietās 10-17 km, bet virzienā uz DA no Rēzeknes joslas platums sasniedz pat 38 km. Salaspils svītu var iedalīt 3 daļās pēc tās nogulumu sastāva, ko var izsekot visā Latvijas teritorijā (Brangulis u.c., 1998). Augšējā un apakšējā daļā atrodas karbonātisks māls un dolomītmerģelis, kurā ir mālaina dolomīta starpkārtas, bet ģīpša ieslēgumi ir reti. Svītas vidusdaļā lielāks ir dolomīta īpatsvars Latvijas austrumu daļā, bet virzienā uz rietumu pusi palielinās māla daudzums, parādās dolomītmerģeļa, māla starpkārtas un ģīpša slāņi. Ģīpša slāņi vairāk ir izplatīti mālainākos iežos orientējoši rietumu daļā no līnijas Mālpils – Nāvessala – Baldone – Bārbele – Skaistkalne (Stinkule un Stinkulis, 2013).

Šie mālainākie ieži atrodami svītas pamatnes depresijās, bet pacēlumos dominē karbonātieži, līdz ar to Salaspils svītas biežums nav vienāds. Karbonātiskajos griezumos, kuros nav novērota ģīpša klātbūtne, biežums ir no 1,5 līdz 5 metri, savukārt, ģīpšainajos griezumos Sauriešu – Salaspils apkārtnē, kā arī pie Baldones, biežums ir lielāks par 20 metriem. Šādu ģīpšu iegulu saistību ar lokālajām depresijām var izskaidrot ar to uzkrāšanās apstākļiem (Stinkule un Stinkulis, 2013).

Ģīpša iegulas Salaspils svītā Latvijas teritorijā ir radušās laikā, kad jūra atkāpās uz austrumiem un izveidojās sekls, pusizolēts līcis, ko no jūras centrālās daļas ierobežoja vairāki vaļņveidīgi pacēlumi, kas negatīvi ietekmēja ūdens apmaiņu starp līci un jūru. Tieši starp šiem vaļņiem ūdens iztvaikošanas rezultātā palielinājās sāļu daudzums, kas radīja labus apstākļus, lai izgulsnētos ģīpsis (Stinkule un Stinkulis, 2013).

Eksperimentāli ir pierādīts, ka ģīpsis sāk izgulsnēties no normāla sāļuma jūras ūdens, kas iztvaicēts līdz 20% no sākotnējā tilpuma. Kalcija sulfāts var izgulsnēties divu veidu minerālos – ģīpsī un anhidrītā, tas atkarīgs no temperatūras, kalcija sulfāta un sāļu daudzuma piesātinātos šķīdumos. No tīra kalcija sulfāta šķīduma parastās temperatūrās izgulsnēsies tikai

ģipsis, bet anhidrīts kristalizēsies, ja temperatūra būs 63° un augstāka. Dabā reti ir sastopams tīrs kalcija sulfāta šķīdums, pastāv liela varbūtība, ka klāt būs citu sāļu piejaukums, kas samazina anhidrīta veidošanās temperatūru. Jūras ūdenī ir sastopami arī nātrijs un magnija hlorīdi, kas ļauj veidoties anhidrītam jau 20°C temperatūrā, kas ir dabiski Zemes virsmas apstākļi (Stinkule un Stinkulis, 2013). Izgulsnējās ne tikai ģipši, bet arī lieli kubiski halīta kristāli, kuru pseidomorfozes ir redzamas uz dažu slāņu virsmām (Kuršs, 1984).

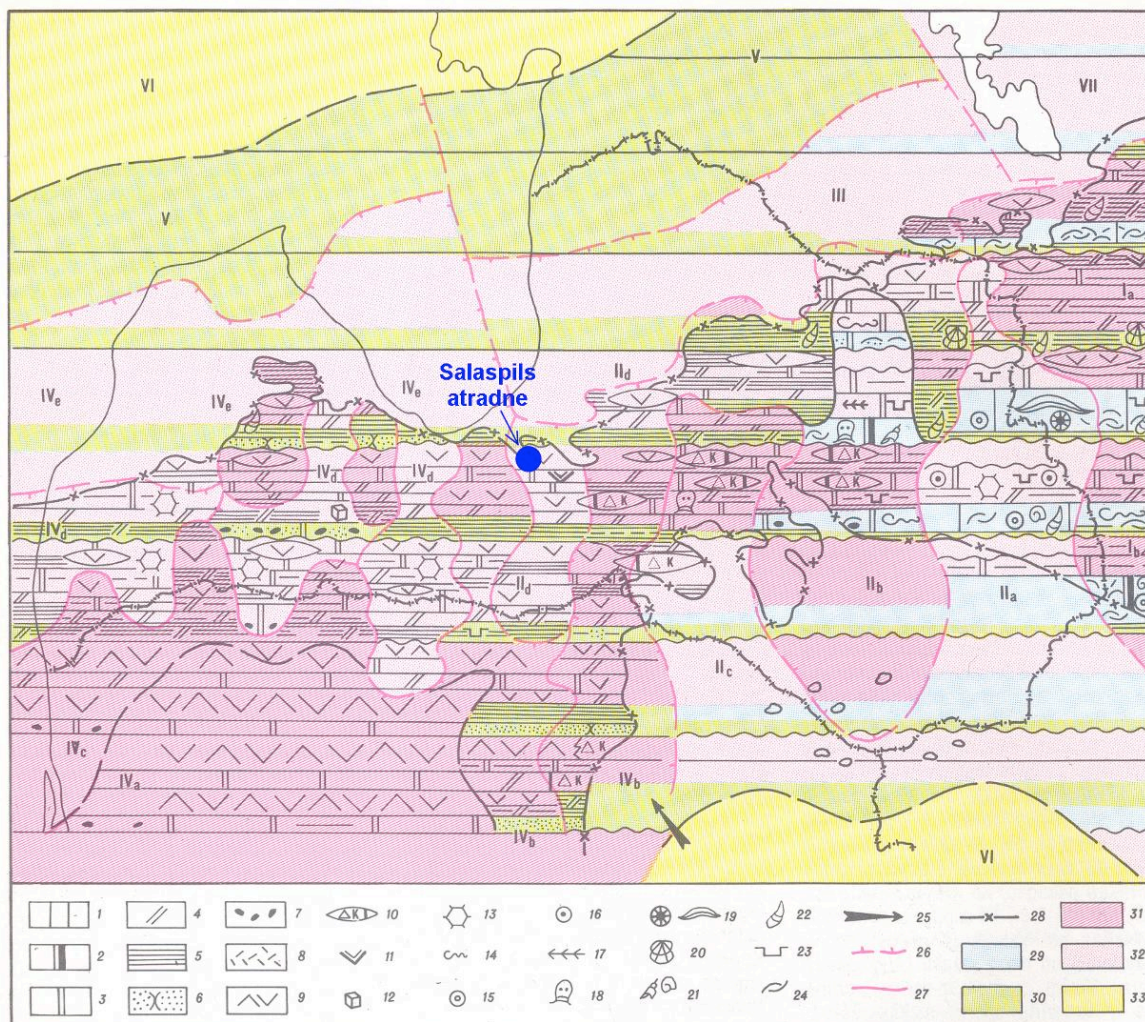
Salaspils svītas atsegumi ir Daugavas, Gaujas, Lielupes, Ventas, Abavas, Mēmeles un to pieteku krastos (Brangulis, 1998). Gandrīz visā Latvijas teritorijā, izņemot ziemeļrietumu un centrālo daļu, Salaspils svīta pārsedz Pļaviņu svītu konkordanti, taču vietām ir redzamas izskalojuma pazīmes (Brangulis, 1998).

Salaspils laikposmā sedimentācijas apstākļi nav bijuši vienādi, un to var novērot griezumā. Slāņkopa pēc sastāva ir nevienmērīga, Rīgas apkārtnē to veido 52 ģipšu, ģipšdolomītu, mālu un dolomītu slāņi, kas stiepjas līdz pat desmitiem kilometru attālumam. Iespējams ir bijušas arī tektoniskā režīma izmaiņas, kas ir ietekmējušas ciklisko slāņkopas veidošanos.

Salaspils laikposma sedimentācijas baseins ir izveidojies regresijas laikā, kas noritēja pēc Pļaviņu laikposma transgresijas – rezultātā Latvijas teritorijā izveidojās daudz seklāka jūra nekā Pļaviņu laikposmā. Salaspils laikposma sedimentācijas baseina rašanās laikā Latvijas teritorija bija arī da klimata apstākļos, noritēja seklās jūras ūdens iztvaikošanas process. Liela ietekme uz ūdens sāļuma palielināšanos bija zemūdens reljefam – kāplēm, ieplakām un vaļņiem. Subates – Kokneses valnis, Viļakas valnis, Baldones valnis un citas struktūras kalpoja par barjerām, kas aizkavēja normāla sāļuma sastāva ūdens ieplūšanu no austrumos eksistējošās atklāta jūras. Rezultātā radās agrīni diaģenētiski dolomīti un ģipši. Regresijas rezultātā samazinājās organismu daudzveidība, sastopamas bija tikai eirihalīnas grupas – tādas, kas var izdzīvot dažāda sāļuma ūdens vidē. Šie organismi bija bezslēdzeņu brahiopodi, reti slēdzeņu brahiopodi, gliemeži, gliemenes, tārpi, konhostraki un ostrakodi. Vistālāk no atklātās jūras esošajās baseina rietumu, dienvidrietumu daļās organismu izplatība bija retāka. Salaspils svītai Latvijas teritorijā ir krasas un mainīgas fāciju zonas (1.1. att.), kuras noteica sedimentācijas apstākļi un tektonisko procesu aktivizācija (Brangulis u.c., 1998).

Galvenā devona lauka austrumos un dienvidaustrumos, kur atrodas Krievijas teritorijā esošo Lovates, Veļikajas un Šeloņas upju baseini, veidojās mergēļi, kaļķakmeņi un māli. Nogulumos var izsekot retas kaļķakmeņu starpkārtnas, kas ir plānas un organogēnas izcelsmes, tajās atrodamas jūras apstākļos dzīvojošo bezmugurkaulnieku atliekas, kas liecina par jūras transgresiju no austrumiem (Сорокин, 1978). Latvijas pašos ziemeļaustrumos ir

pārsvārā mālaini karbonātiski nogulumi, bet virzienā uz rietumu pusi šos nogulumus nomaina dolomitizēti kaļķakmeņi, dolomīti un dolomītmerģeļi, kuros organismu komplekss ir nabadzīgs. Salaspils svītā ir sastopama kaļķakmeņu–dolomītu pārejas zona, kas atrodas aptuveni tajā pašā daļā kā Pļaviņu svītā (Stinkulis, 1998).



1.1. attēls. Salaspils svītas nogulumu izplatība un fācijas (Sorokins, 1998). Apzīmējumi: 1 - kaļķakmens, 2 - metasomatiskais dolomīts, 3 - agrīnais (?) dolomīts, 4 - dolomītmerģelis, 5 - māls, 6 - smilšakmens, 7 - konglomerāti un gravelīti, 8 - detrits, 9 - ģipsis, 11 - sekundārs ģipsis, 12 - halīta pseidomorfozes, 13 - žūšanas plaisas, 14 - organismu ejas, 17-24 - organismu atliekas, 25 - sanešu plūsmas virzieni, 26 - lūzumi, 27 - fāciju zonu robežas, 28 - nogulumu izplatības mūsdienu robežas, 29 - normāls ūdens sāļums, 30 - samazināts ūdens sāļums, 31 - stipri palielināts ūdens sāļums, 32 - palielināts ūdens sāļums, 33 - sauszeme.

Salaspils svītas visā teritorijā dolomītiem ir izteikti slēpt-, mikro- un smalkkristāliskie agrīni diaģenētiskie paveidi. Salīdzinājumam, Pļaviņu svītā to liels īpatsvars ir ciklu regresīvajās daļās, kas vēlreiz uzsvēr Salaspils svītas regresīvo attīstību. Ģipša iegulas sastopamas atsevišķās vietās gar Rīgas–Pleskavas kāpli, kur tās ir diezgan mālainas, un Viļakas vaļņa ziemeļu daļā. Ģipsis ir sastopams arī Latvijas – Lietuvas ieliecē, bet lielākā daļa atrodas Latvijas dienvidrietumos lielā dziļumā, kas apgrūtina to iegūvi un izmantošanu (Brangulis u.c., 1998). Ģipsis nogulsņējās lagūnās, kas ir lokālas depresijas un kuras bija

daļēji norobežotas no atklātāka baseina ar dažāda mēroga pozitīvām struktūrām (Stinkulis, 1998).

Ģipšainajiem nogulumiem ir ievērojama šķīdība gan citur pasaulē, gan arī Salaspils svītas nogulumos, tādēļ šajos nogulumos ir notikušas tādas pēcsedimentācijas izmaiņas kā senais un mūsdienu karsts. Senie karsta veidojumi, kas radušies pirmskvartārā, ir brekčijas un sekundārie kaļķakmeņi. Pārsvarā šie veidojumi ir izplatīti uz pozitīvām paleostruktūrām – Viļakas, Subates–Kokneses, Vitebskas–Porhovas vaļņiem, kā arī citur. Sekundārie kaļķakmeņi ir veidojušies, dolomītam aizvietojoties ar kalcītu, un šo procesu sauc par dedolomitizāciju (Сорокин, 1967).

V. Sorokins ir minējis, ka Salaspils svīta sastāv no 4 ritmiem, kuri korelējami gan Latvijā, gan arī kaimiņreģionos. Salaspils svītas nogulumi ir daudz mālaināki un ģipšaināki nekā Pļaviņu svītas slāņkopa, bet ritmiskums ir līdzīgs, jo to apakšdaļas atbilst plašākai jīras attīstībai, bet augšdaļas ir veidojušās laikposmos, kad izpaudās regresija (Stinkulis, 1998).

Pēc ķīmiskās analīzes datiem V. Sorokins ir secinājis, ka Gulbenes ieplakas rietumu daļā ritma regresīvajās daļās ir palielināts magnija saturs papildus jau tā dolomīta sastāvā ietilpstošajam magnijam, un tas atbilst magnezīta piejaukumam. Rietumlatvijā Remtes un Zaļenieku urbumos agrīni diaġenētiskajos dolomītos novērots magnezīta piejaukums līdz pat 25–32%. Paaugstināts magnija saturs lielākoties ir konstatēts tādos nogulumos, kuri ir veidojušies paaugstināta sāļuma ūdenī un bieži asociē ar evaporītiem. Atskaitē par ģeoloģisko kartēšanu Kurzemes ziemeļos mērogā 1:50 000 ir minēti ķīmiskās analīzes dati par magnezīta saturu 20–30% Salaspils svītas karbonātiskajos aleirolītos un mālos un Pļaviņu svītas mālaini karbonātiskajos nogulumos (Трацевский и др., 1993). Ar ķīmiskās analīzes palīdzību tika pārbaudīti arī trešās Pļaviņu pasvītas (tagad to sauc par Atzeles ridu) dolomīti, kas atrodas Daugavas krastā Pļaviņu apkārtnē, un rezultātos atainojas paaugstināts $MgCO_3$ saturs virs dolomītā ietilpstošās koncentrācijas, kas ir 3–7% (Сорокин, 1978).

Pastāv varbūtība, ka paaugstinātā magnija satura interpretācija ir kļūdaina, jo ķīmiskās analīzes gaitā ir iespējama daļēja māla minerālu šķīšana kopā ar karbonātiem, kur īpaši šķīst hlorīts. Magnijs ietilpst māla minerālu sastāvā hlorīta kristālrežģī, un ir zināma hlorīta asociācija ar evaporītu nogulumiem (Stinkulis, 1993). Hlorīts Latvijas devona nogulumos ir atzīmēts tieši tajās māla slāņkopās, kuras asociē ar ģipšainiem nogulumiem. Pēc rentgendifraktometriskās analīzes datiem Salaspils svītas nogulumu mālainajā frakcijā Jūdažu apkārtnē hlorīta saturs ir līdz 9%. Magnezīts netika konstatēts Salaspils svītas ģipšainajos un mālainajos dolomītos, kas ievākti Sauriešu atradnē, un šis minerāls neparādās rentgendifraktogrammās, jo nav redzams tā raksturīgais d104 atstarojums (Stinkulis, 1993).

Ģipšu ieguvī apgrūtinā tā ievērojamā šķīdība Salaspils svītas nogulumos, kuros attīstās mūsdienu karsta procesi un dažādi veidojumi. Šādi veidojumi dažkārt tiek atzīti par aizsargājamu ģeoloģisku objektu, piemēram, Allažu apkārtnē atrodas Ezernieku karsta kritenes – divi karsta ezeri, kas pazemē savienoti savā starpā ar ūdensrijēju, kā arī Skaistkalnes karsta kritenes. Kā jau iepriekš minēts, ir atrodami arī senie karsta veidojumi, kas izpaužas kā brekčijas un sekundārie kaļķakmeņi, kuri izveidojušies dolomītu aizvietošanās rezultātā ar kalcītu. Senie karsta veidojumi pārsvarā izplatīti uz paleovaļņiem (Brangulis u.c., 1998).

2. ĢIPSIS UN CELESTĪNS KĀ MINERĀLI

2.1. Ģipsis

Ģipsis jeb ģipšakmens ir evaporītu grupas nogulumiezis un tā galvenais minerāls ir ģipsis - kalcija sulfāta dihidrāts ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Nosaukums cēlies no grieķu valodas “gypsum”, kas tulkojumā nozīmē - apmetums. Šis nosaukums ietver gan minerālu ģipsi, gan kaļķus, gan atūdeņotu ģipsi un citus līdzīgus materiālus (Sedmalis un Šperberga, 2005).

Tīra ģipša ķīmiskais sastāvs ir šāds (masas %): CaO – 32,5; SO_3 – 46,6; H_2O – 20,9. Ģipsis kristalizējas monoklīnajā singonijā, prizmatiskā klase $C_{2h} - 2/m$ (L_2PC). Struktūras elementāršūnā ir 4 formulas vienības, kristāla struktūra ir tipiski kārtaina. Divas anjonu grupu kārtas cieši saistītas savā starpā ar kalcija jona starpniecību, kas veido ģipša kristāla struktūrā dubulto kārtu. Ūdens molekulas atrodas starp šīm dubultajām kārtām (Sedmalis un Šperberga, 2005). Kalcija jona koordinācija attiecībā pret skābekli ir 6, un kalcija jons savai koordinācijai izmanto skābekļa jonus no divām $[\text{SO}_4]$ grupām divām ūdens (H_2O) molekulām (Segliņš, 2007).

Ģipša skaldnība ir pa plakni, kura atrodas starp divām ūdens molekulu kārtām (Sedmalis un Šperberga, 2005). Kristāli ir monoklīnas singonijas plāksnītes, kas variē no biežām līdz plānām, diezgan bieži atrodami ļoti lieli dvīņu kristāli (Segliņš, 2007). Ģipsis veido šķiedrainus un marmorveidīgus agregātus. Ģipša monokristālu apveids var būt gan plākšņains, gan prizmatisks, gan arī adatains. Latvijā ir izplatīti vairāki ģipša paveidi – šķiedru, kārtainais, graudainais un rozetģipsis. Šķiedraino mēdz saukt par selenītu, bet smalkgraudaino par - par alabastru (Sedmalis un Šperberga, 2005). Sastopami atsevišķi kristāli un to drūzas, agregāti ir blīvi, bet masa ir graudaina, plākšņaina un paralēli šķiedraina. Krāsa parasti ir balta vai bezkrāsaina. Piejaukumu dēļ krāsa var būt melna, pelēka, dzeltena, oranža, brūna. Spīdums ir stiklains, var novērot perlamutra atspulgu, kas izveidojies uz skaldnības virsmām. Kristāli trausli, to cietība ir 1,5–2, blīvums $2,3 \text{ g/cm}^3$. Ģipsim ir ļoti izteikta skaldnība (Segliņš, 2007).

Latvijas devona nogulumos tīrākais sastopamais ģipša paveids ir šķiedru ģipsis, un tas satur 99,0-99,7% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Šķiedru ģipsim raksturīga zema cietība, tas ir trausls un tā šķiedras nav elastīgas, tās viegli lūst. Ja šķiedru ģipsi karsē, tas kļūst balts un izdala ūdeni, bet temperatūrā $37-38^\circ\text{C}$ tas šķīst ūdenī (Segliņš, 2007). Temperatūrā virs 107°C ģipša šķīdība samazinās, 140°C temperatūrā izdalās daļa ūdens, bet pilnīga ūdens izdalīšanās notiek augstākās temperatūrām (Sedmalis un Šperberga, 2005). Ģipsis neizdala gāzi un nereaģē ar sālsskābi (Segliņš, 2007).

Ģipsim ir tendence veidot bezkrāsainus, iegarenus, plāksnīšveida vai adatveida kristālus, kā arī šķiedrainu kristālu masas. Ģipsim ir arī tendence veidot poikilotopus, kas iekļauj mazākus citu minerālu kristālus. Tādi ir plaši atzīmēti arī Latvijas devona Salaspils svītas nogulumos (Kregžde, 2008). Ģipsim ir raksturīga rombiska skaldnība, šī minerāla kristāli veido rozetes un dvīņkristālus, ko sauc par bezdelīgas astes selenīta kristāliem (Scholle, Ulmer-Scholle, 2003).

Literatūrā tiek plaši diskutēts, kas kalcija sulfātu gadījumā biežāk ir bijis primārais minerāls, kā arī, kādas ir to izmaiņas slāņkopu iegrimšanas rezultātā. Lai gan ir populārs viedoklis, ka ģipsis, pieaugot dziļumam, pāriet anhidrītā, jāpiemin, ka atmosfēras spiedienā sauss ģipsis ir stabils līdz aptuveni 60°C temperatūrai. Virs tās šis minerāls dehidratizējas par anhidrītu. Tomēr, ja ģipsis ir kontaktā ar ūdens šķīdumiem paaugstināta spiediena apstākļos, tas var būt stabils līdz pat vairāk nekā 100°C temperatūrai un dziļumam vairāk nekā 3 km, atkarībā no fluīdu sāļuma (Cobbold et al., 2013).

2.2. Celestīns

Celestīns SrSO_4 savu nosaukumu ir ieguvis dēļ savas gaiši zilās krāsas, tulkojumā no latīņu valodas “celestis”, kas nozīmē - debesu (Sedmalis un Šperberga, 2005). Tīra celestīna ķīmiskais sastāvs ir šāds: SrO – 56,42%, SO_3 - 43,58%, bet var būt Ba piejaukums. Parasti celestīns sastopams kristālu veidā, kas var būt tabletveida vai izstiepti (Sedmalis un Šperberga, 2005). Tie ir rombiskas singonijas tāfelītes, plāksņveida, prizmatiski un piramidāli, bieži izstiepti vienā virzienā. Agregāti sastopami šķiedrveida un graudaini, masīvi, bieži veido drūzas (Segliņš, 2007). Cietība pēc Mosa skalas ir 3-3,5, blīvums ir 3,97 g/cm³, skaldnība laba, trausls, sastopami bezkrāsaini līdz bāli ziliem, pelēcīgi un balti kristāli. Celestīna spīdums ir stiklains. Celestīns šķīst karstās, koncentrētās skābēs (Chang et al., 1998). Celestīnu sakarsējot un samitrinot, liesma iekrāsojas karmīnsarkana, ko izraisa stroncija reakcija – tā ir vienīgā makroskopiskā pazīme, pēc kuras celestīnu var atšķirt no barīta. Celestīns pārsvarā veidojas eksogēnajos procesos un ir atrodams ir nogulumiežos - ģipšos, dolomītos, kaļķakmeņos. Celestīns asociē ar aragonītu, sēru un ģipsi. Šajos iežos tas izveido minerālu veidojumus, dažādus sakopojumus – ligzdas, kunkuļus, kā arī sastopams atsevišķu kristālu veidā (Sedmalis un Šperberga, 2005).

Lielas celestīna atradnes ir ASV, Krievijā, Vācijā un Lielbritānijā (Sedmalis un Šperberga, 2005). Celestīns ir svarīgākā stroncija rūda (Segliņš, 2007). Celestīnu izmanto ķīmiskajā un farmācijas rūpniecībā, kā arī pirotehnikā un dažādu sakausējumu ieguvei.

Jāuzsver, ka ģipsi, celestīnu un barītu ir grūti atšķirt vienu no otra plānslīpējumā (Scholle, Ulmer-Scholle, 2003), kas pierādījies arī šajā maģistra darbā. Celestīns plānslīpējumā mainās pēc krāsas no bezkrāsaina līdz zilam. Zilie kristāli var būt ar pleohroismu, kas palīdz atšķirt celestīnu no ģipša. Celestīns parasti veido šķiedrainus vai ieapaļus kristālu agregātus, kas atrodami šķiedrainu kristālu masās, celestīna kristāli parasti ir garāki nekā līdzīgi ģipša kristāli. Ja ir redzama skaldnība, tā ir pseidokubiska (Scholle, Ulmer-Scholle, 2003). Celestīnam, atšķirībā no ģipša, plānslīpējumā ir izteiktāks reljefs, taču abu minerālu noteikšanu apgrūtina bezkrāsainība un zemā dubultlaušana (Playà, Rosell, 2005). Celestīna izteiktāku reljefu izdevās novērot arī šajā maģistra darbā veiktajā pētījumā.

Celestīna kristāli saskarsmē ar karbonātus saturošu sārmainu hidrotermālu šķīdumu ietekmē daļēji vai pilnīgi pārvēršas par stroncianītu 150–250 grādu diapazonā 1–96 stundu laikā (Sánchez-Pastor, 2007).

Pasaulē lielākā daļa stroncija ir sastopama evaporītos, pārsvarā ģipšos un anhidrītos. Sekundārajos ģipšos un citos pēcsedimentācijas procesu veidojumos (garu kristālu, t. sk. šķiedru ģipša kristālu slāņos) stroncija (Sr) īpatsvars ir mazs. Neraksturīgi liels Sr daudzums sekundārajos ģipšos ir tādos gadījumos, ja ģipšainie ieži ir bagāti ar karbonātisko materiālu un iežu sastāvā ir atrodami karbonātiskā materiāla ieslēgumi, to kristāli. Ir veikti pētījumi, kuros apstiprinās likumsakarība starp lielo Sr daudzumu un celestīna daudzumu ģipšainajos iežos. Tomēr ir izņēmumi, kuru gadījumā celestīns nav atrodams, bet Sr koncentrācija ir augsta, un ir atrodami gadījumi, kad ģipsī ieslēgtie celestīni satur mazu Sr koncentrāciju. Tas ir izkaidrojams ar to, ka dažādas litofācijas var uzrādīt dažādu Sr koncentrāciju, celestīna klātbūtne ģipšainajā iežī ir, bet tā nav identificēta, kā arī starp ģipša kristāliem var atrasties karbonātu minerālu kristāli, kas nav ievēroti un atrasti (Playà, Rosell, 2005).

Celestīna izplatība un veidošanās

Celestīns ir pasaulē izplatītākais stroncija minerāls. Jāatzīmē, ka tas būtiski atšķiras no anhidrīta, un starp tiem ir ļoti vāji izteiktas izomorfās rindas. Izteiktākas izomorfās pārejas ir starp celestīnu un barītu, taču arī š.g. „svešo” katjonu piejaukums parasti nepārsniedz 7% (Chang et al., 1998).

Kā liecina ģeoloģiskās literatūras dati, celestīns no dažādiem iežu tipiem visvairāk ir saistīts ar evaporītiem. Apzinot dažādas iegulas pasaulē, secināts, ka 14 gadījumos no 15 celestīns ir saistīts ar nogulumiežu slāņkopām (Warren, 2006). Kā iespējamie stroncija izcelsmes avoti dažādās publikācijās par šiem 15 celestīnu saturošajiem iežiem (ģeoloģiskais vecums no silūra līdz miocēnam) ir atzīmēti šādi:

- pazemes ūdeņu pieplūde no granītiem;
- jūras ūdens;
- sālsūdens, kur notiek bakteriāla sulfātu reducēšanās;
- senāku kaļķakmeņu pārveidošanās pazemes ūdeņu ietekmē;
- sarkanu iežu izskalošana pazemes ūdeņu ietekmē;
- evaporītu slāņkopas;
- kaļķakmeņu pēcsedimentācijas izmaiņas, pazemes ūdeņi;
- aragonītu saturošu kaļķakmeņu izmaiņas pazemes ūdeņu ietekmē;
- Ca sulfātu izmaiņas pazemes ūdeņu ietekmē;
- jūras ūdens; sedimentācija notiek gruntsūdeņu/jūras ūdeņu sajaukšanās zonā;
- vulkāniskie ieži;
- dolomītu vai evaporītu šķīšana.

Celestīns, kas asociē ar evaporītiem, mēdz aizvietot vai veidot pseidomorfozes individuāliem evaporītu kristāliem, taču tas var būt sastopams arī kā pasīva, tukšumus aizpildoša cementa veidojumi.

Uzskata, ka stroncija sulfāts slāņotos iztvaikojošu baseinu karbonātiežos parasti veidojas vai nu primāras sedimentācijas rezultātā, vai arī, vairumā gadījumu, pēcsedimentācijas procesos, kad ģipsis un anhidrīts mijiedarbojas ar sauszemes izcelsmes ūdeņiem, kuri ir bagāti ar stronciju (Warren, 2006). Citā literatūras avotā, atsaucoties uz L. Hanora pētījumiem, tiek pausts viedoklis, ka lielas celestīna atradnes nogulumiežos veidojas vai nu, celestīnam izgulsnējoties no iztvaikojoša ūdens, vai arī, epiģenētiski aizvietojojot karbonātu un kalcija sulfātu minerālus, pateicoties ar stronciju bagātu pazemes ūdeņu iedarbībai (Sanz-Montero et al., 2009).

Stroncijs ģipša un anhidrīta kristāliskajā režģī ieņem kalcija pozīciju, kur tā daudzums var palielināties 10 reizi, salīdzinot ar blakusesošajiem dolomītiem. Stroncija daudzums var sasniegt 0,2% marīnas izcelsmes ģipšos un 0,5% marīnas izcelsmes anhidrītos (Warren, 2006). Šo minerālu šķīšana var radīt ūdeņus, kas bagāti ar stronciju un rosināt celestīna veidošanos. Tiek norādīts arī, ka stroncija augstākais iespējamais saturs anhidrītā nekā ģipsī var novest pie tā, ka anhidrīta hidratizācijas (pārejas ģipsī) rezultātā Sr atbrīvojas un var piedalīties celestīna veidošanās procesā (Chang et al., 1998). Vēl kā potenciāls stroncija avots tiek atzīmēta kaļķakmeņu dolomitizācija un aragonītu saturošo nogulumu kalcitizācija (Chang et al., 1998, Warren, 2006). Stroncija jona (Sr^{2+}) avots var būt šī jona nodalīšanās aragonīta pārejā par kalcītu vai kalcīta pārejā par dolomītu, un šādā veidā atbrīvojies stroncijs ir kā papildinājums no jūras ūdens piegādātajam stroncijam (Playà, Rosell, 2005).

Dažādu autoru pētījumi liecina, ka celestīns vairumā gadījumu veidojas anhidrīta vai ģipša agrīnas aizvietošanas rezultātā, bet tas var veidoties arī primāras sedimentācijas rezultātā sālsūdens baseinos (Playà, Rosell, 2005).

Kopš 1990. gadiem literatūrā ir aprakstīti gadījumi, kad celestīns veidojas baktēriju darbības ietekmē. Tā, pētījumos, kas veikti Spānijā, ir atzīmēta celestīna, kā arī barīta veidošanās mikroorganismu ietekmē miocēna limniskajos dolomītos, kuru izcelsme arī tiek saistīta ar mikroorganismu darbību (Sanz-Montero et al., 2009).

Celestīns kā stroncija avots – eksperimentālu pētījumu rezultāti

Eksperimentā (2.1. tabula) ir pierādīts, ka šķīdumā vienmēr atbrīvosies stroncijs pat no neliela daudzuma celestīna (SrSO_4), kā arī pierādīts, ka Sr daudzums pieaug proporcionāli celestīna daudzumam.

2.1. tabula

Laboratorijas eksperimenta rezultāts, kas parāda stroncija sulfāta proporcijas cietu vielu maisījumā, šķīdumos un hipotētiskajā ģipsī kā cietvielā (Playà, Rosell, 2005)

Pārbaudītie paraugi	A				B		C
	Sagatavotie cietu vielu paraugi				Šķīdumi		Aprēķini
	SrSO_4 (g)	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (g)	SrSO_4 (w%) cietu vielu maisījumā	Sr (ppm) cietu vielu maisījumā (a)	Atšķaidī- šanās faktors (250 ml ūdens)	Sr (ppm) šķīdumā (b)	Sr (ppm) ģipsī (c)
Destilēts ūdens	0.0000	0.0000	–	–	–	<0.025	<12.5
Tīrs	0.0000	0.5007	0	0	1 : 499	0.15	75
1	0.0006	0.5000	0.12	573	1 : 499	1.08	539
2	0.0012	0.5005	0.24	1145	1 : 498	1.84	917
3	0.0026	0.5006	0.52	2481	1 : 497	4.35	2161
4	0.0030	0.5002	0.60	2863	1 : 497	4.25	2111
5	0.0041	0.5008	0.81	3865	1 : 495	4.61	2283
6	0.0050	0.5008	0.99	4724	1 : 494	6.01	2971
7	0.0063	0.5001	1.24	5916	1 : 494	6.67	3293
8	0.0079	0.5005	1.55	7395	1 : 492	7.78	3826
9	0.0100	0.5002	1.96	9352	1 : 490	6.44	3156
10	0.0112	0.5009	2.19	10,449	1 : 488	5.42	2646
11	0.0129	0.5008	2.51	11,976	1 : 487	8.64	4205

a - Sr saturs cietu vielu maisījumos, ko galvenokārt nosaka SrSO_4 reaģents.

b - Analizētais Sr saturs šķīdumā ar ICP-AAS, kura izšķirtspējas robeža ir 5 ppb (0,005 g/t).

c - Aprēķinātais Sr saturs hipotētiskajā ģipsī kā cietvielā, pamatojoties uz Sr saturu, kas noteikts šķīdumā un uzskatot (kļūdaini), kas analizētais Sr saturs atbilst ģipša kristālrežģim. No $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ reaģenta nāk 75 Sr.

Novērots, ka Sr daudzums šķīdumā pieaugs līdz 500 reizēm, ja šo elementu izdalīs celestīns (0,5 g parauga 250 ml ūdens). Stroncija daudzuma noteikšana ģipšainajos iežos var tikt izmantota to veidošanās apstākļu noskaidrošanā, kā arī stroncija klātbūtne var ietekmēt līdz šim veikto ģeoķīmisko analīžu ticamību (Playà, Rosell, 2005).

Kalcija sulfātu evaporītos – ģipsī un anhidrītā – ir bieži sastopams karbonātiskais materiāls un celestīns nelielās proporcijās. Tīru kalcija sulfātu praktiskas izmantošanas sfērā ir svarīgi nodalīt šos piejaukumus. Analizējot paraugus un izmantojot iežus praktiski, karbonātisko materiālu var viegli likvidēt, izmantojot skābi, bet celestīnu, kurš bieži atrodas mazu kristālu formā un ir nevienmērīgi izplatīts, ar mazu procentuālo koncentrāciju, ir grūti identificēt. Tas nozīmē, ka ģipša bagātināšanas procesos celestīna kristālus nevar likvidēt smalkos un kristāliskos ģipšos, kas noved pie tā, ka, analizējot ģipšus kopumā, ir viegli pieļaut kļūdu attiecībā uz stroncija klātbūtni, jo pat neliels daudzums celestīna izdalīs arkārtīgi lielu daudzums stroncija, kas ietekmēs analīžu rezultātus (Playà, Rosell, 2005)..

Lai precīzi analizētu ģipša ieža paraugu minerālo sastāvu, tas jāveic ar rentgendifraktometrisko analīzi un skenējošo elektronu mikroskopu, kā arī ķīmisko analīzi. Lai palielinātu precizitāti un precīzāk noteiktu ģipša kristāliskā režģa sastāvu un uzbūvi, vēlams pielietot mikroparaugošanu. Praktiskās pielietošanas sfērā efektīga metode, lai attīrītu ģipsi no celestīna nav atrasta, manuāli tas nav iespējams kristāliskā līmenī. Izmantojot dihloramīnu (NHCl_2) tiks ietekmēti tikai tie celestīna kristāli, kas nav izauguši ģipša kristālos (Sánchez-Pastor et al., 2007).

2.3. Ģipsis Salaspils svītas nogulumos

Salaspils svītā atrodami vairāki ģipša paveidi – kārtainais, špata un šķiedru ģipsis. Kārtainais ģipsis ir visvairāk sastopamais, tas veido līdz 1,5 m biezus slāņus. Šķiedru ģipsis ir ķīmiski vistīrākais, jo tā saturu veido līdz pat 99% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Latvijā tieši šķiedru ģipsī ir atrodami stroncija minerāla celestīna SrSO_4 konusveida izaugumi (Brangulis u.c., 1998). Šķiedru ģipsi veido smalki, paralēli novietoti šķiedrveida kristāli baltā, dažkārt dzeltenīgā, oranžā krāsā ar zīdainu spīdumu. Šķiedru garums ir mainīgs – sākot no dažiem cm līdz pat 15 cm. Visbiežāk šķiedru ģipsis iegūļ starp māla slāņiem. Šķiedru ģipsis ir sekundārs produkts, kas izveidojies no sākotnējā ģipšā tā pārkrystalizācijas procesa laikā. Šķiedra ģipsis izaudzis no ar sākotnējo ģipsi piesātināta ūdens, kas tecējis pa slāņa virsmām un sūcies caur plaisām. Ģipša šķiedras ir augušas uz abām pusēm no plaisas plaknes, kura ir redzama kā tumšāka

josliņa, kuru sauc par sutūrlīniju (“*sutura*” latīņu valodā nozīmē “šuve”). Uz šķiedru ģipša virsmas bieži ir redzamas viļņu rievu pēdas (Kuršs, Stinkule, 1997).

Špata ģipsis arī ir iedalāms atsevišķā petrogrāfiskā paveidā, kurš bieži sastāv no samērā lieliem plāksnīšveida kristāliem, kas sagrupēti 2-3 cm lielās rozetēs, un ir iekrāsojušies tumši pelēkos un brūnos toņos. Brūnā krāsa šajos kristālos radusies no organisko vielu piemaisījuma. Špata ģipsis ir novērojams slāņmijā ar šķiedru ģipsi, kur tas redzams plānās līdz 5 mm biezās patstāvīgās kārtiņās. Šādu slāņmiju ar šķiedru ģipsi sauc par kārtaino ģipsi un tas veido no 0,10 līdz 1,5 m biezus slāņus, tas ir galvenais rūpnieciskais paveids visās pētītajās atradnēs. Ķīmiskais sastāvs ir diezgan nepastāvīgs, jo kārtainā ģipša slāņos ar ģipsi mijas dolomīta kārtiņas. Divās netālās vietās $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sastāvs var atšķirties pat par 40%. Bez dolomīta kārtiņām slāņkopās ar ģipša slāņiem ir atrodami arī ģipšaini māli un dolomītmerģeļi. Mālā ģipsis visbiežāk ir koncentrēts plānās šķiedru ģipša kārtiņās, retāk atsevišķu kristālu vai rozešu izkārtojumā. Ģipšainajos dolomītos un dolomītmerģeļos tas sastopams kā kārtainā ģipša starpslānīši nelielā biezumā un lēcas, arī atsevišķu plāksnīšveida kristālu veidā. Rīgas apkārtnes ģipša atradnēs apmēram trešo daļu no kopīgās ģipšainās slāņkopas aizņem bezģipšaini vai mazģipšini slāņi (Kuršs, Stinkule, 1997). Savdabīgas rozetes, kuru diametrs var sasniegt 5 cm, veido špata ģipsis, bet dažās vietās novērojams anhidrīts, kas konstatēts Latvijas rietumu daļā Salaspils svītas ģipšainajos nogulumos (Brangulis, 1998).

3. ĢIPŠAKMENS KĀ DERĪGAIS IZRAKTENIS

Ģipšakmens ir viens no visvērtīgākajiem Latvijas Zemes dziļu resursiem. Vislielākās ģipšainās iegulas Latvijas teritorijā ar praktisku nozīmi ir veidojušās devona periodā, taču ģipši ieslēgumu veidā var atrast dažāda vecuma iežos. Latvijas teritorijā Zemes virskārtai vistuvāk sastopami veidojumi ar lielu ģipša koncentrāciju ir augšdevona Salaspils, Ogres, Daugavas un Amulas svītas. Ģipši ar vislielāko rūpniecisko nozīmi atrodas Salaspils svītā – tā veidota no tādiem seklas jūras piekrastes un lagūnu nogulumiem kā dolomīts, māls, dolomītmerģelis un arī pats ģipsis. Latvijas rietumu daļā Amulas svītas nogulumos arī ir atrodami ģipšaini ieži, kuru biezums sasniedz 4,6 metrus, bet sastāva ziņā izteiktāks ir ģipšains dolomītmerģelis, ar ģipsi cementēts smilšakmens, aleirolīts. Lielā dziļumā (300 metru un dziļāk) Latvijā arī Narvas svītas mālos un dolomītmerģeļos atrodas ģipša slāņi un lēcas, bet to ieguve ir neizdevīga saistībā ar ģipšu atrašanās dziļumu (Stinkule un Stinkulis, 2013).

Lielākās ģipšakmens atradnes un potenciālās ieguves vietas devona Salaspils svītā atrodas netālu no Rīgas. Izpētītie krājumi ir trīs atradnēs – Sauriešu, Skaistkalnes un Salaspils atradnēs, no kurām mūsdienās ieguve notiek tikai Salaspils atradnē. Skaistkalnes un salaspils atradnes savulaik tika pētītas kā materiāla bāze būvģipša ieguvei, bet Skaistkalnes atradnes ģipsis vairāk ir piemērots cementa ražošanai (Segliņš, Brangulis, 2001). Ģipša praktiskā nozīme ir liela un daudzveidīga, tas tiek izmantots gan apdedzinātā, tā arī neapdedzinātā veidā (Kuršs, 1997). Ģipšakmens kvalitāti nosaka pēc $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ satura un tas tiek iedalīts 4 šķirās (Segliņš, Brangulis, 2001). Neapdedzinātu samaltu ģipsi lieto kā piedevu cementa klinkeram, lai palielinātu cementa saistīšanās laiku – no sākuma ar ūdeni izreaģē ģipsis un pēc tam cementējošā viela – tīrs kalcija hidroalumināts. Neapdedzinātu ģipsi var izmantot arī papīra rūpniecībā kā pildvielu. Šī pildviela ir baltāka nekā parastās papīra pildvielas, diemžēl ģipša pildviela ir ar sliktāku noturību, jo tai piemīt lielāka šķīdība, arī iespieddarbiem šāds papīrs nederētu, jo tas ļoti put (Kuršs, Stinkule, 1997). Šķiedru ģipša starpkārtas, kas biežumā ir lielākas par 5 cm un ir attīrītas no māla, tiek izmantotas medicīnā ģipša izgatavošanā (Segliņš, Brangulis, 2001). Salaspils atradnē lielākā daļa derīgās slāņkopas sastāv no 3. šķiras ģipšakmes, ir atrodami vairāki slāņi ar 2. šķiras ģipšakmeni, bet neliela daļa slāņu atbilst 4. šķirai. Lai iegūtu būvģipsi ražošanai, ir nepieciešams vismaz 3. šķiras ģipšakmens, bet cementa ražošanai pietiek arī ar 4. šķiras ģipsi, kura sastāvā ir vairāk nekā 65% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Segliņš, Brangulis, 2001). Skaistkalnē 4. šķiras ģipšakmens veido līdz 80% no derīgās slāņkopas, pārējā daļa sastāv no 3. šķiras ģipšakmeņa. Līdzīga sastāva ģipšakmens ir atrasts Jūdažu perspektīvā laukuma izvērtēšanas laikā, kur atrasta Zvejnieku ģipšakmens atradne

(Segliņš, Brangulis, 2001). Latvijā ir atrodams ģipšakmens no biezākiem slāņiem, kurš var tikt izmantots ēku iekšējai apdarei kā dekoratīvs materiāls, bet slāņus ar zemāku ģipša saturu ir iespējams izmantot augsnes sastāva uzlabošanai (Segliņš, Brangulis, 2001). Apdarē ģipsis der iekšdarbiem, kur tas būs pasargāts no izšķīšanas. Sanktpēterburgā ģipsis no Sauriešu atradnes ir izmantots vairāku sabiedrisko celtnu interjeros (Kuršs, Stinkule, 1997).

4. FRANAS STĀVA NOGULUMIEŽI UN TO VEIDOŠANĀS APSTĀKĻI LATVIJĀ

Pēc mūsdienu uzskatiem Franas stāvu Latvijā iesāk Amatas svīta (Lukševičs et al., 2012). Iepriekš dominēja viedoklis, ka senākā Franas stāva stratigrāfiskā vienība ir Gaujas svīta (Курш, 1992; Brangulis, 1998), taču paleontoloģiskie dati skaidri norāda uz Gaujas reģionālā stāva un tam atbilstošās Gaujas svītas piederību vidējā devona Živetas stāvam (Lukševičs et al., 2012).

Pēc Gaujas laikposma notika jauna seklās devona jūras transgresija, kuras laikā attīstījās Amatas svītas nogulumi. Klastiskā sedimentācija noritēja seklā epikontinentālā jūrā un dominēja smalkgraudaina smilšainā materiāla uzkrāšanās, bet, salīdzinot ar Gaujas laikposmu, karbonātu saturs pieaug. Amatas svītas nogulumu biezums ir 20–30 metri, tas ir vienmērīgs visā izplatības areālā, vienīgi pie izplatības laukuma ziemeļu robežas biezums sasniedz 44 metrus. Mazajās nogulumu biezumu izmaiņas liecina, ka Amatas laikposma baseina dibens vienmērīgi grima. Amatas svītas nogulumi ar sedimentācijas pārtraukuma vai izskalojuma virsmu pārsedz vecākas slāņkopas, jo transgresija noritēja plašākā teritorijā nekā iepriekšējos etapos.

Baltijas vairoga teritorijas ziemeļu daļā atradās Amatas laikposma galvenais noneses apgabals, kas sakrita ar senāku etapu galveno sanesu avotu. Šis sanesu avots arī noteica Amatas svītas nogulumu minerālo sastāvu, kas bija viendabīgs, jo to, iespējams, ietekmēja mainīgi straumju virzieni, un samazināja dēdējumgarozas nozīmi sanesu avota austrumu daļā, ļaujot atpazīt Amatas svītu pēc minerālā sastāva no Burtņieku un Gaujas svītas nogulumiem. Amatas laikposmā sanesu plūsma samazinājās un pastiprinājās baseina iekšējo straumju sistēma, ieskaitot straumes paralēli krastam (Курш, 1992).

Amatas laikposmā jūras transgresija aptvēra plašus reģionus Austrumeiropas platformā. Salīdzinot ar Gaujas laikposma jūras izplatību, Amatas laikposmā jūra bija izplatījies daudz tālāk uz rietumiem. Austrumeiropas platformas austrumu pusē Amatas laikposma mālaini karbonātiskajās mogleņās bija daudz organisko vielu, tas liecina par lielu jūras dziļumu. Dažos gadījumos izveidojās degslāneklis, jo organisko vielu koncentrācija bija ļoti liela. Amatas svītas vecuma analogi Austrumeiropas platformas centrālajā un austrumu daļā ir ar izturētu biezumu (Stinkulis, 1998).

Amatas svīta ir plaša klastisko – karbonātisko iežu pārejas zona, kurā bieži atrodamas konkrēcijas un karbonātu cements. Amatas svītā atrodas arī „lodīšu smilšakmeņi“, kas sastāv no lodveidīgiem karbonātu cementu agregātiem. Amatas laikposms ir noslēdzošais devona klastiskās sedimentācijas etaps Baltijā un kaimiņreģionos. Devona klastiskās sedimentācijas

etaps ir noritējis no paša devona perioda sākuma, izņemot Narvas laikposmā, kad bija maksimāla jūras transgresija un izveidojās mālaini karbonātiskas nogulas.

Pļaviņu svītas nogulumi iesāk jaunu pamatā karbonātiskās sedimentācijas posmu, kurš ilga līdz Franas laikmeta beigām, un daļēji arī noritēja Famenas laikmetā. Pļaviņu svītas nogulumi galvenokārt ir dolomīti ar dolomītmerģeļu, smilšakmeņu, kaļķakmeņu, aleirolītu un mālu starpkārtām. Pļaviņu laikposmā joprojām bija sekls epikontinentāls baseins, bet drupu materiāla, kā arī saldūdens pieplūde no Baltijas vairoga bija ievērojami samazinājusies. Tā rezultātā izveidojās visai savdabīga fāciju zonalitāte, kas atšķīrās no iepriekšējo etapu baseinu fācijām un bija izsekojama turpmākajos Franas laikmeta posmos līdz pat Katlešu laikposmam (Stinkulis, 1998).

Nogulumi, kas izveidojās Latvijas pašos austrumos, Veļikajas upes baseinā un kaimiņreģionos bija raksturīgi atklāta tipa baseiniem, kur ūdens sāļums bija tuvs normālam. Šajās vietās var atrast kaļķakmeņus ar ievērojamu jūras bezmugurkaulnieku kompleksu. Šajā kompleksā atrodas slēdzeņu brahiopodi, gliemenes, gliemeži, stromatoporāti, galvkāji, jūras lilijas, tabulātu, rugozu korāļi. Tas apstiprina, ka epikontinentālais baseins bija savienots ar atklātu jūru austrumu pusē (Сорокин, 1978).

Ūdens sāļums palielinājās virzienā uz rietumiem, jo baseins sašaurinājās un norobežojās no atklātas jūras. Arī nogulumu sastāvs līdz ar to ir izmainījies – centrālajā Latvijā lielāks īpatsvars ir dolomītam. Rietumlatvijā un Lietuvas ziemeļrietumos pastāvēja sekls līcis vai lagūna, kur atklātas jūras ietekme bija neliela, un veidojās dolomīti, dolomītmerģeļi un māli ar ģipša lēcām un starpkārtām. No organismiem šajā vietā dzīvoja tādi, kuri bija specifiski pielāgojušies šādiem apstākļiem - aļģes, bezslēdzeņu brahiopodi, konhostraki un zivis. Nogulumu sastāvs un eirihalīnās organismu grupas liecina par to, ka šajā vietā bijis ūdens ar paaugstinātu sāļumu.

Pēc iežu sastāva un organismu dažādības, griezumā cikliskas uzbūves Pļaviņu svītu var iedalīt 4 ridām (iepriekš pasvītām). Kokneses ridas (pirmās pasvītas) sastāvā ietilpst dolomīti, dolomītmerģeļi, smilšakmeņi un māli. Šai ridai atbilstošajā laikposmā turpinājās sanesu pieplūde no Baltijas vairoga. Latvijas–Lietuvas ieliecē Kokneses ridas apakšdaļā ir atrodams no 0,2 m līdz 5-6 m biezs smilšakmens. Pārējo ridu (Sēlijas, Atzeles un Apes), ko iepriekš dēvēja par otro, trešo un ceturto Pļaviņu pasvītu, nogulumu veidošanās laikā jūra transgresēja un tajā pat laikā samazinājās drupu materiāls no Baltijas vairoga, kā rezultātā izveidojās mālaini karbonātiska slāņkopa, kur izteiktāki ir dolomīti, bet mazāk ir dolomītmerģeļu un klastisko iežu (Brangulis u.c., 1998).

Pļaviņu laikposmam turpinoties, jūra, kurā bija normāla sāļuma ūdens, pārņēma plašākus reģionus Austrumeiropas platformā. Par liecību tam kalpo izplatītākie nogulumieži, un tie ir kaļķakmeņi ar daudzveidīgām jūras bezmugurkaulnieku atliekām.

Salaspils laikposmā norisinājās jūras regresija, kuras laikā palielinājās ūdens sāļums un kļuva krasāka fāciju zonalitāte. Tieši šajā laikposmā Latvijas teritorijā izveidojās nozīmīgas ģipša iegulas.

Daugavas svītas nogulumi sastāv pārsvarā no dolomītiem, kuri mijas ar dolomītmerģeļiem, kaļķakmeņiem, māliem un ģipšiem. Šie nogulumi veidojušies jaunā plašā jūras transgesijā, kurā meridionālo paleovaļņu ietekme samazinājās, un noritēja netraucētāka ūdensapmaiņa ar Maskavas sineklīzes atklāto jūru. Daugavas svītai raksturīga mazāka fāciju mainība nekā tas ir Salaspils svītā, un pēc sastāva, kā arī pēc faciālās zonalitātes ir zināmas līdzības ar Pļaviņu svītu.

Līdzīgi kā Pļaviņu svītā, arī Daugavas svītā Latvijas galējos ziemeļaustrumos visizplatītākie ir hemogēni un organogēni kaļķakmeņi, kuri iestiepjas vistālāk Latvijas teritorijā uz rietumiem, salīdzinot ar pārējām Franā stāva karbonātiskās daļas slāņkopām. Virzienā uz rietumiem kaļķakmeņos izteiktāka kļūst dolomitizācija un parādās izkliedēti zonāli dolomīta kristāli, slāņi un agregāti. Rietumlatvijā Daugavas svītai ir raksturīga agrīni diaģenētisko dolomītu, dolomītmerģeļu un mālu slāņmija, bet Centrālajā un Austrumlatvijā galvenokārt ir diaģenētiski un kataģenētiski dolomīti ar dolomītmerģeļu starpkārtām. Rietumu virzienā no Baldones vaļņa dažās vietās izveidojās norobežoti baseini, kuros sausajā klimatā iztvaikošanas procesa rezultātā ūdens periodiski piesātinājās attiecībā pret ģipsi. Šis ģipsis izgulsnējās kopā ar mālaini karbonātisko materiālu, tādēļ šajā reģionā ir plaši sastopamas ģipšdolomīta un ģipša lēcas un starpslāņi, kuru biezums sasniedz pat 2,6 m (Биргер и др., 1979). Saldūdens pieplūda no sanesu avota ziemeļu daļā, bet šī pieplūde nebija pietiekami intensīva, lai būtiski samazinātu baseina ūdens sāļumu, tomēr Daugavas svītas izplatības laukuma ziemeļu daļā ģipšu nav.

Daugavas svītu iedala trīs ridās (iepriekš pasvītās) pēc iežu sastāva un organismu atliekām. Oliņkalna rida (apakšējā pasvīta) sastāv no dolomītiem ar dolomītmerģeļu starpslāņiem, Ilmeņa rida (vidējā pasvīta) ir vairāk mālu un tajā arī dolomītmerģeļi un mālaini dolomīti, kas mijas savā starpā, bet Kranciema rida (augšējā pasvītā) atrodas dolomīti. Ridu biezums variē – lielāks tas ir paleoieplakās, bet plānāks tas ir uz vaļņiem un lokālajām struktūrām (Brangulis u.c., 1998).

Daugavas svītas organismu daudzveidība bija liela – baseina centrālajā daļā, kur noritēja brīva ūdensapmaiņa ar Maskavas sineklīzes jūru, nogulumos var atrast slēdzeņu brahiopodus, gliemežus, gliemenes, stromatoporātus, galvkājus, sūkļus, tabulātus, četrstarkoraļļus, aļģes,

umbellas u.c. Rietumlatvijā bieži ūdenim bija paaugstināts sāļums, un šādos apstākļos nelielos daudzumos uzturējās eirihalīnie organismi – aļģes, gliemenes, lingulīdi un zivis (Brangulis u.c., 1998).

Katlešu svītas nogulumi veidojušies jūras regresijas laikposmā. Nogulumi galvenokārt sastāv no zilganpelēkiem, sarkaniem un raibiem māliem, kā arī dolomītmerģeļiem ar aleirolītu, smilšakmeņu un dolomītu starpslāņiem. Katlešu svītas apakšā baseina centrālajā un ziemeļaustrumu daļā ir atrodami konglomerāti vai brekčijas, kas skaidrojams ar sedimentācijas pārtraukumu un senāku nogulumu izskalošanos. Vienīgā vieta, kur pāreja starp Daugavas un Katlešu svītu ir pakāpeniska, ir Latvijas dienvidrietumos.

Lielākajā Katlešu laikosma baseina daļā veidojās mālaini karbonātiskas nogulas. Šīs nogulas periodiski nomainīja smiltis, aleirīti un karbonātisks materiāls. Ziemeļu daļā, kas no dienvidiem piekļaujas Rīgas–Pleskavas un Matkules kāplēm, visvairāk ir smiltis un māli, bet Latvijas dienvidrietumos un Lietuvas ziemeļos atrodams ģipsis, kas ir mālaini karbonātiskos nogulumos.

Katlešu svītas augšdaļa (Kupravas rida) atrodama tikai nelielu laukumu veidā gar Rīgas–Pleskavas kāples, kam par iemeslu ir nevienmērīgā denudācija. Svītas augšdaļa sastāv no sarkaniem vai raibiem māliem ar mālainu aleirolītu un dolomītmerģeļu starpkārtām. Šī mālainā daļa ir visai bieza – 40 – 56 m, kas pēc sastāva atgādina Gaujas reģionālā stāva Lodes svītu. Atšķirība gan ir tāda, ka Kupravas ridas vidusdaļā ir izsekojams smilšu slānis, kura biezums variē dēļ sedimentogēniem noslīdeņu procesiem (Brangulis u.c., 1998).

No fosilijām Katlešu svītā sastopamas tikai zivis, konhostraki, lingulīdi, ostrakodi un devonam mazraksturīgās kramainās sūkļu spīkulas. Mazo organismu daudzveidību var izskaidrot ar mainīgo ūdens baseina sāļumu. Normāla ūdens sāļuma baseina organismu atliekas konstatētas Galvenā devona lauka austrumu daļā (Brangulis u.c., 1998).

Ogres svīta atbilst jaunai jūras transgresijai, tā Franas stāva karbonātiskajā daļā atšķiras ar savu smilšaino sastāvu. Šo svītu veido smilšakmeņi, aleirolīti, dolomītmerģeļi, smilšaini dolomīti un māli, kā arī ģipši. Ogres laikosma sākumā noritēja ievērojamas tektoniskā struktūrplāna izmaiņas, kas izraisīja krasas litoloģiski faciālās zonalitātes pārkārtošanos Ogres laikosma sākumā (Сорокин, 1978).

Ogres laikosma jūras baseina transgresija noritēja no dienvidrietumiem, kas ir atšķirīgs virziens nekā tas bija Daugavas, Katlešu, Amatas laikosmā, kur jūra transgresēja no austrumiem. Jūra bija savienota ar Maskavas sineklīzes baseinu, bet, pateicoties Subates–Kokneses un Viļakas valnim, tā periodiski atdalījās no tā. Ogres laikosma jūra bija sekla, ar intensīvu klastiskā materiāla pieplūdi no galvenā sanesu avota, kas atradās ziemeļos.

Ogres svītai, līdzīgi kā Pļaviņu, Katlešu svītām, ir raksturīga cikliska uzbūve. Ciklu apakšdaļās atrodas teritoriāli maz mainīgi smilšakmeņu slāņi, kas pāriet smilšainos dolomītos Latvijas dienvidrietumu daļā, Lietuvā un Lovates upes baseinā, kas atrodas Krievijā. Augšdaļa veidota no ļoti faciāli mainīgas mālu, dolomītmerģeļu, mālainu un smilšainu dolomītu, aleirolītu, ģipšdolomītu un ģipšainu mālu slāņmijas. Ciklu apakšdaļas atbilst jūras transgresijām, bet augšdaļas atbilst regresijām, tādēļ kā tās ir faciāli mainīgākas. Ģipšaini nogulumi Ogres svītā atrodas Latvijas dienvidrietumos, arī karbonātiskums pieaug šajā virzienā (Brangulis u.c., 1998).

Stipinu svītas nogulumi veidojās jūrā, kas transgresēja virzienā no dienvidiem un dienvidrietumiem, no tagadējās Polijas teritorijas. Jūras ūdens sāļums bija tuvs normālam un jūras centrālajā daļā klastiskā materiāla pieplūde bija minimāla, tādēļ veidojās karbonātiskas nogulas un bija liela organismu daudzveidība. Latvijas teritorijā vistuvāk atklātai jūrai atradās Kurzemes dienvidu rajons, kur dominē dolomīti. Krasta virzienā nogulumos pieaug smilšainā un mālainā materiāla saturs, un nogulumi šeit ir dolomīti, dolomītmerģeļi, māli, smilšakmeņi un aleirolīti. Uz dažādiem paleopacēlumiem, kur bija ievērojamāka viļņu un straumju darbība, nogulumos ir augsts klastiskā materiāla saturs. Daudzveidīgas bezmugurkaulnieku atliekas ir atrodamas Stipinu svītas augšējā daļā Lietuvas un Dienvidlatvijas karbonātiskajos jūras nogulumos. Atrodami ir slēdzeņu brahiopodi, gliemeži u.c. Ostrakodi, lingulīdi un zivis, kas ir eirihalīnie organismi, sastopami tuvāk krasta līnijai.

Ģipsis Stipiņu svītā sastopams lēcu un starpkārtnu formā dienvidos no līnijas Kabile – Saldus – Zebrene, un uz ziemeļiem no līnijas Liepāja – Krote – Kuldīga (Биргер и др., 1979). Stipinu laikposma noslēgumā - Bauskas laikposmā - jūra bija sasniegusi plašāko transgresiju Franā laikmeta noslēgumā, un marīnas karbonātiskas nogulas ar organismu atliekām sāka veidoties visā Latvijas teritorijā līdz Veļikajas upes baseinam. Vēlāk denudācijas procesu rezultātā šie nogulumi tika izskaloti Centrālajā un Austrumlatvijā, un līdz mūsdienām tie šajās teritorijās saglabājušies kā atsevišķi laukumi (Сорокин, 1981).

Amulas laikposmā jūra regresēja un izveidojās dolomīti, smilšakmeņi, aleirolīti, māli un dolomītmerģeļi ar ģipša lēcām un starpkārtām, kas atrodamas Dienvidlatvijas rietumu pusē. Dienvidos pāreja starp Amulas un Stipinu svītu ir pakāpeniska, bet ziemeļos Amulas svīta pārsedz Stipinu svītu ar izskalojumu.

Sedimentācijas apstākļi Amulas laikposmā bija mainīgi, un tie atšķīrās dažādās baseina daļās. Ziemeļos un ziemeļrietumos veidojās smilšaini mālaines nogulas kopā ar dolomītiem un dolomītmerģeļiem. Pacēlumos noritēja aktīva viļņu darbība, kas traucēja uzkrāties mālainajam materiālam, bet ļāva veidoties smilšaini karbonātiskām nogulām. Visvairāk smilšaino nogulu atradās uz Degoles lokālpacēluma un Saldus vaļņa. Ieplakās veidojās

dolomītmerģeļi un māli. Ziemeļos ģipsis nav atrodams, iespējams tādēļ, ka bija saldūdens pieplūde no krasta puses. Toties teritorijas dienvidaustrumos gar Baldones kāpli un dienvidrietumos no Liepājas – Saldus kāples ir atrodami ģipšaini ieži. Šajā pat dienvidu, dienvidrietumu virzienā pieaug arī svītas karbonātiskums, un tās sastāvā atrodami dolomīti, dolomītmerģeļi un māli. Tas norāda uz atklātu jūru virzienā no Baltijas.

Amulas svītā ir bieži redzamas slāņkopas ar jauktu sastāvu, tās ir daudzveidīgas, bet nav plaši izplatītas, un nedaudz sastopamas atsegumos. Sanesu avots Amulas laikposmā bija ziemeļu pusē, kur palielinās smilšainība un nav atrodami ģipši. Paša baseina dziļums nav bijis liels, jo ir veidojušies ģipša ieslēgumi un starpkārtas, mālos un aleirolītos atrodamas žūšanas plaisas. Amulas laikposma beigu regresija noslēdza Franā laikmetu (Brangulis u.c., 1998).

5. ŠĶIEDRU ĢĪPŠA UN CELESTĪNA IEPRIEKŠĒJO PĒTĪJUMU REZULTĀTI LATVIJĀ

Latvijā pirmoreiz ģipšakmens ir pieminēts tālajā 1631. gadā kā būvmateriāls. Tas minēts, kad bijušais zviedru valdības ģenerālgubernators Rīgā grāfs Jēkabs de la Gardi ir lūdzis Rīgas birģermeistaram aizsūtīt uz Stokholmu ģipšakmeni, kas bijis nepieciešams kā būvmateriāls viņa pils apdarei. Ap šo laiku tiek uzsākta darbība Nāvessalas atradnē. Vairāk nekā simt gadu vēlāk šķiedru ģipšakmeni ir aprakstījuši J. Fišers (1778. g.) un J. Freibergs (1784. g.). Vēlāk abu kopdarbā ar nosaukumu "Kurzemes fiziskais apraksts" 1784. gadā pieminēti ģipšakmeņi, dati par tiem Nāvessalā, kā arī ar ģipšakmeņiem saistītiem karsta procesiem. Kartē pirmoreiz ģipsis parādījās 1822. gadā izdotajā Krievijas Eiropas daļas kartē, kur bija atzīmēti ģipšakmens atsegumi un to izplatība Daugavas baseinā. Vēlāk parādījās informācija par ģipša izplatību arī citos Latvijas reģionos (Stinkulis, 1993).

1833. gadā Allažu apkaimē veiktā urbumā atrada ģipšakmeni, dolomītu ar ģipša ieslēgumiem un dolomītmerģeli. Urbums tika veikts ar mērķi atrast vārāmo sāli, jo tas bieži asociē ar ģipsi, taču Latvijā šī likumsakarība neapstiprinājās (arī šodien halīts Latvijā nav zināms). Tomēr urbums sniedza vērtīgus datus par devona slāņkopas uzbūvi. To veica Livonijas ekonomiskā biedrība (Stinkulis, 1993).

K. Grevings 1861. gadā aprakstījis ģipšakmeņus Kurzemē. Ģipša izplatība Daugavas baseinā atzīmētas R. Mērcisona (1845), K. Grevinga (1878), G. Sadovska (1892) un B. Dosa (1895) publikācijās no 1845. līdz 1903. gadam. 1891. gadā kalnrūpniecības inženieris K. Rugevičs darbā par Baldones rajonu aprakstīja ģipšakmens atsegums, kas izvietoti Daugavas kreisajā krastā. 1913. gadā uzsāka Sauriešu atradnes ekspluatāciju (Stinkulis, 1993).

Vēlākajos gados Latvijas ģipša nogulumi ir pētīti visai daudz. LU ķīmijas profesors E. Rozenšteins 1932. gadā pētīja ģipšainos nogulumus Salaspils, Stopiņu un Nāvessalas rajonos, un secināja, ka CaSO_4 ir izgulsnējies no jūras ūdens pēc Morlota reakcijas: $2\text{CaCO}_3 + \text{MgSO}_4 = \text{CaCO}_3 * \text{MgCO}_3 + \text{CaSO}_4$. Profesors arī secina, ka šķiedru ģipšakmens ir radies, hidratizējoties anhidrītam (Stinkulis, 1993).

Ar anhidrīta hidratāciju ir iespējams izskaidrot celestīna atrašanos šķiedru ģipša slānīšos, ko savā darbā apraksta O. Mellis (1943), pētot ģipšakmeni Nāvessalas atradnē. Anhidrīts savā kristālrežģī spēj saturēt aptuveni 3 reizes vairāk stroncija nekā tas ir ģipsī, bet ģipsī stroncijs izdalās celestīna veidā brīdī, kad anhidrīts pāriet ģipsī (Stinkulis, 1993). Dažādu ģipša paveidu formu pētījumus veikusi K. Zēberga, un tas ir aprakstīts viņas darbā 1949. gadā (Stinkulis, 1993).

K. Cukermanis 1957. gadā ir izdarījis mēģinājumu sastādīt Salaspils svītas kopgriezumu Rīgas apkaimē un Latvijas dienvidos. Viss griezumam tika sadalīts 3 daļās, kuru sastāvā tika izdalīts 41 sedimentācijas cikls, un jau tolaik Salaspils svītas ģipšainos iežus viņš uzskatīja par lagunāriem veidojumiem (Stinkulis, 1993). Šis priekšstats pēc būtības nav mainījies līdz pat mūsdienām, un arī šobrīd dominē viedoklis par Salaspils svītas ģipšaino nogulumu veidošanos lagūnās (Сорокин, 1978; Brangulis u.c., 1998).

J. Bite ir apskatījis Salaspils svītas ģipšakmeņus, dolomītus un dolomītmerģeļus Ķemeru apkārtnē. J. Bite pētīja 14 plānslīpējumus un aprakstīja ģipša kristāloptiskās īpašības, kā arī aksesorus minerālus, kas ir dolomīts, pirīts, klastogēnais kvarcsi un organiskā viela. Ģipsi un dolomītu J. Bite uzskata par singenētiskiem veidojumiem, un nepiekrīt iepriekš minētajam O. Meļļa viedoklim, ka šķiedru ģipsis veidojies no anhidrīta (Stinkulis, 1993).

V. Sorokina darbos 1960.-1980. gados ir apskatīti Galvenā devona lauka Franā stāva karbonātiskie nogulumi. Salaspils svītu V. Sorokins nodala Dubņiku horizonta (pēc mūsdienu priekšstatiem reģionālā stāva) sastāvā, un uzskata, ka svītas nogulumi ir veidojušies lagūnu–jūras apstākļos. V. Sorokins domā, ka Rīgas apkaimes ģipšakmens iegulas ir izvietotas Baldones vaļņa depresijās starp lokāliem pacēlumiem (Stinkulis, 1993).

No 1978. līdz 1979. gadam tika veikti laboratoriski un atsevišķu urbumu seržu pētījumi Skaistkalnes un Sauriešu ģipšakmens atradnēs, ko veica I. Apinīte. Vērtīgi dati par iežu sastāvu, tekstūru un struktūru tika iegūti no 34 plānslīpējumiem. Nešķīstošajam atlikumam no ģipšainajiem iežiem un ģipšakmens tika noteikts granulometriskais un minerālais sastāvs (Stinkulis, 1993).

1945-1949. gadam F. Bogomolovs ir detalizēti pētījis Salaspils un Sauriešu atradnes ģipšakmens meklēšanas un izpētes darbu ietvaros, un 70. gadu beigās - 80. gadu sākumā A. Reuta pētījusi Skaistkalnes atradni. Ģipšakmens meklēšanas darbus veica arī K. Bērziņš Salaspils – Sauriešu – Baldones rajonā 50. gadu beigās. Lielu meklēšanas darbu noritēja Baldones – Nāvessalas, Allažu, Skaistkalnes, Graudupes – Rendas, Veģu, arī Palsmanes – Virešu rajonos. Tos veica I. Mēkone, un rezultāti ir apkopoti 1969. gada atskaitē (Stinkulis, 1993).

V. Hodirevs ir veicis ģipšakmens meklēšanas darbus Allažu – Jūdažu rajonā un ar labiem rezultātiem, jo 1992.-1993. g. atklāta iegula – Zvejnieku ģipšakmens atradne (Stinkulis, 1993).

Svarīgi atzīmēt, ka pēdējie detalizētie pētījumi, kas tikuši veltīti tieši šķiedru ģipsim un celestīnam Latvijas devona Salaspils svītas nogulumos, ir bijuši O. Meļļa darbi 1943. gadā, un kopš tā laika pagājuši jau 72 gadi.

21. gadsimtā ir veikti jauni ģipša izpētes darbi, kuru rezultātā izpētītas šī derīgā izrakteņa atradnes „Liepmeži” un „Mālpils”.

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes studenti ir pētījuši ģipšainos nogulumus Salaspils atradnē. Kā plašāko no līdz šim veiktajiem darbiem var atzīmēt A. Kregždes maģistra darbu (Kregžde, 2008). Tajā ir iekļauts detalizēts Salaspils svītas ģeoloģiskais griezumus Salaspils atradnē, kā arī analizēti dažādi nogulumu paveidi un tekstūras. Līdzīgi pētījumi ir turpināti un papildināti J. Upīša bakalaura darbā (Upītis, 2014). Tajā pamatots, ka Salaspils svītas nogulumi Salaspils un Skaistkalnes apkārtnē ir veidojušies lagūnas, plūdmaiņu līdzenuma un, iespējams, sebhas apstākļos.

6. MATERIĀLI UN METODES

Lauka darbi veikti 2014. gada janvārī, un to gaitā no karjera sienas tika noņemti šķiedru ģipša, t. sk. pēc vizuālām pazīmēm celestīnu saturoša, 12 paraugi. Tie ņemti no katras griezumā konstatētās šķiedru ģipša kārtiņas, kura bija vismaz 2-3 cm bieza, lai no tās būtu iespējams izgatavot plānslīpējumu. Tika uzmērīts katras šķiedru ģipša kārtiņas intervāls ģeoloģiskajā griezumā, sākot no tā apakšas, kā arī attiecīgās kārtiņas biežums. Darba gaitā netika sastādīts attiecīgs ģipšainās slāņkopas ģeoloģiskais griezumš, taču, zinot 6.1. attēlā redzamos šķiedru ģipša kārtiņu intervālus un biežumus, ir iespējama piesaiste pie citu autoru sastādītajiem griezumšiem, vai pie sava sastādītā griezumš turpmākos pētījumos. Šī šķiedru ģipša kārtiņu izvietojuma shēma sastādīta un paraugu noņemšana veikta karjera centrālajā daļā, tā sašaurinājumā, ziemeļu un dienvidu sienās. Lai pārietu no vienas sienas uz otru, veikta korelācija pēc attiecīgajām šķiedru ģipša kārtiņām un citām pazīmēm.

Šķiedru ģipša kārtiņu savstarpējais attālums griezumā	Kārtiņu (slāņu) numerācija un biežums
40 cm	12. slānis, 6 cm
125 cm	11. slānis, 8 cm
170 cm	10. slānis 4,5 cm
28 cm	9. slānis, 3 cm
120 cm	8. slānis 13 cm
45 cm	7. slānis 10 cm
20 cm	6. slānis, 5 cm
53 cm	5. slānis, 3 cm
25 cm	4. slānis, 4 cm
75 cm	3. slānis, 7,5 cm
80 cm	2. slānis, 4 cm
80 cm	1. slānis, 4 cm
	griezuma pamatne

6.1. attēls. Šķiedru ģipša kārtiņu intervāli un biežumi Salaspils svītas ģeoloģiskajā griezumā Salaspils ģipša atradnē. Kārtiņu (slāņu) numuri atbilst paraugu numuriem.

Vēl 10 šķiedru ģipša ar celestīna ieslēgumiem paraugi tika savākti nobirās karjera rietumu daļā pie galvenā iebraucamā ceļa ģipša ieguves vietā. Tie tika vākti pēc principa, lai būtu redzami pēc iespējas daudzveidīgi celestīna konusi. Nobirās bija iespējams daudz labāk nekā griezumā izvēlēties šādus paraugus.

Lielākā daļa darba un no tā izrietošie secinājumi balstās uz plānslīpējumiem. Plānslīpējumu izgatavošana ir veikta LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Iežu pētījumu laboratorijā, kur kopumā šā darba ietvaros tika izgatavoti 16 plānslīpējumi.

Lai izgatavotu plānslīpējumu, makroparags tika sazāģēts piemērotākos gabalos, izmantojot elektrisko zāģi, kura malas ir impregnētas ar dimanta graudiņiem. Kā nākamais posms ir iegūto plāksnīšu pieslīpēšana ar mērķi iegūt gludu plakni, pie kuras vēlāk tiks līmēts stikliņš. Paša stikliņa viena puse tiek sagatavota – nomatēta, lai tā labāk pieliptu parauga virsmai. Lai nomatētu stikliņu, tiek izmantots korunda pulveris, kas tiek samitrināts. Kā sasistvielu izmanto epoksīda līmi, kas sacietē diennakts laikā. Līme tiek sagatavota attiecībā 1:30, ja tomēr līme ir par biezu, to var sašķidrināt, nedaudz pievienojot acetonu. Sagatavoto stikliņu notīra ar acetonu un pielīmē parauga pieslīpēto virsmu, sākot no viena sāna, lai samazinātu burbuļu daudzumu līmē. Līmei sacietējot, parags tiek slīpēts uz elektriskās slīpēšanas ierīces līdz nepieciešamajam biezumam (0,02-0,03 mm), kas atbilst polarizācijas mikroskopijas nosacījumiem. Slīpēšana norit manuāli, jo ģipsis ir pietiekami mīksts materiāls.

Kā vēl viena izmantotā metode jāmin rentgendifraktometriskā analīze, kuras mērķis ir pierādīt ģipša un celestīna, kā arī citu piemaisījumu klātbūtni paraugā. Analīze veikta LU Ķīmijas fakultātē un to palīdzēja realizēt Dr. stud. Anna Trubača-Boginska. Lai veiktu šo analīzi, tiek ņemti divi paraugi no 4. un 7. šķiedru ģipša slāņiem Salaspils karjerā. Šie paraugi bija atšķirīgi tādā ziņā, ka vienā no tiem vērojams uzskatāms, labi izveidojies celestīna konuss, bet otrā paraugā ir šaubas par konusveida struktūras pildījumu ar celestīnu. Zinot abu minerālu līdzību pēc optiskām īpašībām (Scholle, Ulmer-Scholle, 2003), rentgendifraktometriskā analīze ir būtiska celestīna noteikšanas verifikācijai.

Katrs analizējamais parags saberzts smalkā pulverī, izmantojot piestu. Pulveris tiek uzklāts uz paraugstikla matētās daļas. Uzklātajai virsmai jābūt pilnīgi gludai. Paraugu ievieto rentgendifraktometrā Bruker D8 Advance pie šādiem uzstādījumiem – starojuma avots: Cu K α $\rho = 1,54180 \text{ \AA}$; anodspriegums = 40 kV; anodstrāva 40 mA; K δ filtrs 0,02 mm bieza niķeļa folija; spraugas: diverģences 0,6 mm, pretizkliedes 8,0 mm; Uzņemšanas diapazons 3–60°, solis 0,02°, soļa ilgums ir 0,5 s. Impulsu skaitīšanas pozīciju jutīgais detektors Lynx Eye.

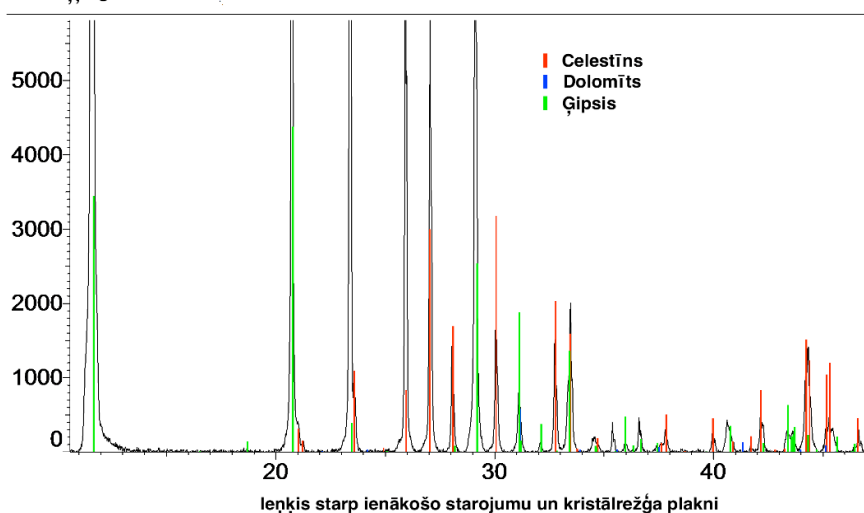
Plānslīpējumu pētījumiem un fotografēšanai tika izmantots "Leica" DM 4500 P mikroskops, kas savienots ar datoru ar „Leica” DFC 495 videokameras palīdzību.

7. REZULTĀTI

7.1. Rentgendifraktometriskās analīzes rezultāti

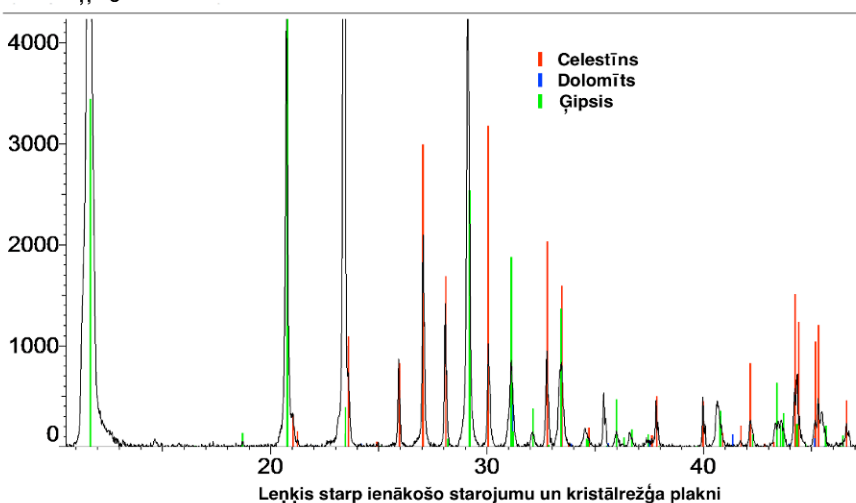
Rentgendifraktometriskās analīzes rezultāti ļauj pierādīt, ka abi pētītie paraugi (4. un 7. paraugs) sastāv no tiem pašiem minerāliem, kuri tālāk noteikti un aprakstīti plānslīpējumu aprakstos – ģipša, celestīna un dolomīta (7.1. un 7.2. attēli). Dominējošais minerāls analīzei izmantotajos paraugu fragmentos ir ģipsis, mazāk ir celestīna, bet dolomīta piejaukuma klātbūtne ir novērota nelielos daudzumos, kas atbilst to daudzumam paraugos. Jāpiezīmē, ka ģipša un celestīna proporcijas noteica tas, ka celestīna konusi netika īpaši attīrīti – tie izmantoti analīzei kopā ar tos aptverošo šķiedru ģipsi (gan nelielā daudzumā).

Rentgenstaru viļņa garums



7.1 attēls. Rentgendifraktogramma: Ģipša un celestīna īpatsvars ir ievērojams, dolomīts redzams nelielos daudzumos 4. slāņa paraugā.

Rentgenstaru viļņa garums



7.2. attēls. Rentgendifraktogramma: Ģipša un celestīna īpatsvars ir ievērojams, dolomīts redzams nelielos daudzumos 7. slāņa paraugā.

7.2. Makroparaugu un plānslīpējumu pētījumu rezultāti

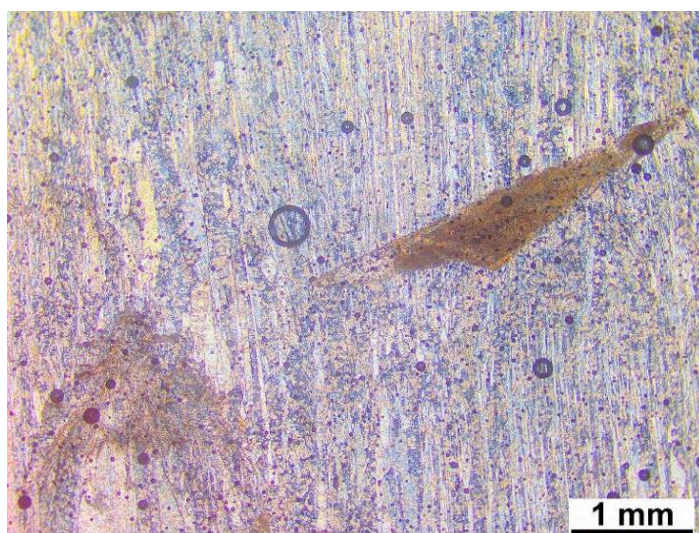
1. paraugs (šī un citu paraugu noņemšanas intervālus sk. 6.1. attēlā)

Makroparaugā skatāma ap 4 cm bieza šķiedru ģipša kārtiņas daļa (7.3 att.). Šķiedru ģipsis ir balts; tajā redzami celestīna konusi, bet kārtiņas vidusdaļā atrodas sutūrlīnija. Sutūrlīnijā redzami mālaini karbonātiska sastāva ieslēgumi ar pelēcīgu nokrāsu, kas kontrastē ar gaišo šķiedru ģipsi.



7.3. attēls. Makroparauga fotogrāfija: šķiedru ģipsis ar celestīna konusu. Attēlā redzami divi celestīna konusi, viens no kuriem ir vērsts uz leju (apakšā, labajā malā), bet otrs vērsts uz augšu (augšā, labajā malā). Celestīna konusu kontūra piejaukumu dēļ ir pelēcīga. Labi redzama arī šķiedru ģipša sutūrlīnija, uz kuras koncentrējas mālaini karbonātiska materiāla piejaukums. Makroparauga augstums ir 5 cm. 1. paraugs. Fotografējis autors.

Polarizācijas mikroskopā (plānslīpējumā) redzams, ka visa parauga platumā ir izsekojama sutūrlīnija, kas vienā virzienā sazarojās divās daļās. Šo sazarojumu ietekmējis ir neliels mālaini dolomītisks ieslēgums (7.4. att.), kura garums ir 3,9 mm un platums 0,9 mm.

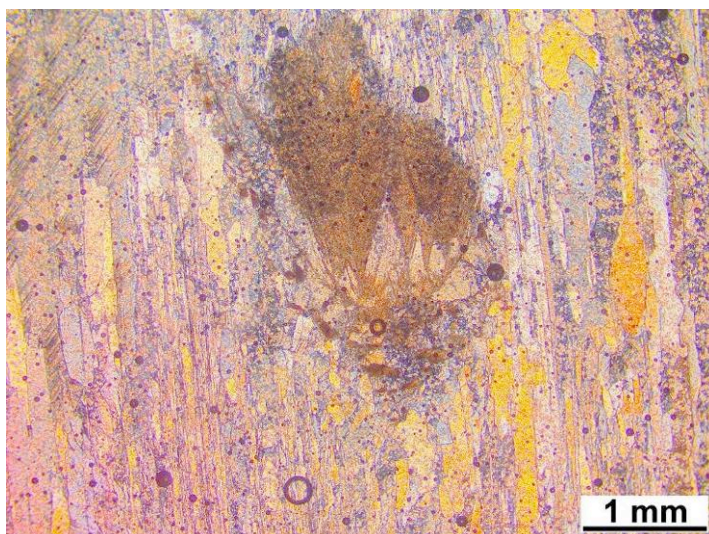


7.4. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis ar celestīna konusu (apakšā kreisajā malā). Attēlā redzams konusa asais gals (augšanas centrs), un tā tuvumā mālaini dolomītiska materiāla piejaukumu ar krasām robežām (brūnais). 1. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

Spriežot pēc ģipša kristālu nodzišanas polarizētā gaismā, tie nav auguši vienā leņķī (7.5. att.), izņemot pie sutūrlīnijas redzamos smalkos kristālus, kur gaismas laušanas leņķa sakritība ir lielāka. To ir ievērojis arī O. Mellis, kurš savā darbā piemin ģipša sīkkristāliskas (t.i. smalkkristāliskas) kopas abpus sutūrlīnijas (Mellis, 1943). Ģipša kristālu kontaktvirsmas ir gludas un bez plaisām, nelīdzenumiem, neskatoties uz kristālu dažādo formu un garumu.

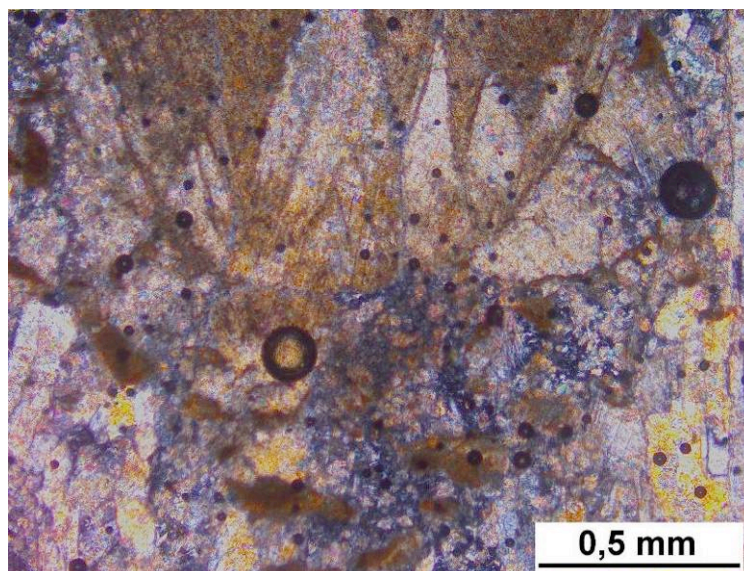
Abās pusēs uzreiz no sutūrlīnijas šķiedru ģipša kristālu platums un garums ir ievērojami mazāks nekā pārējā paraugā. Parauga augšējā daļā, virzoties uz leju līdz sutūrlīnijai, ģipša kristāli ir izvietoti paralēli, to platums ir no 0,125 mm līdz 0,75 mm, kristālu garums lielākajā parauga daļā ir 0,25–0,375 mm. Šķiedru ģipša kristālu izmēri ir dažādi, to platums mainās no 0,063 mm līdz 0,25 mm platumā, bet garums variē no 0,625 mm līdz pat parauga ārējai malai.

Paraugā novērojami divi celestīna konusi. Viens konuss ir apakšējā daļā, un tā asais gals ir vērsts uz augšu – virzienā uz sutūrlīniju, bet otrs celestīna konuss ir izveidojies augšējā daļā un ir vērsts otrādāk – ar aso galu uz leju, taču arī šajā gadījumā konusa asais gals ir vērsts uz sutūrlīniju.



7.5. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis ar celestīna konusu. Attēlā redzams konusa asais gals (augšanas centrs), un tā tuvumā celestīns ir bagāts ar nelielu mālaini dolomītiska materiāla piejaukumu (brūnais). 1. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

Pētot tuvāk mālaini karbonātisko, precīzāk, mālaini dolomītisko, ieslēgumu, tā augšdaļas virsma ir sākusi pārveidoties par materiālu, kas ir vizuāli līdzīgs celestīna kristālos esošam piejaukumam. Tas padara celestīnu tumšāku un mazāk caurspīdīgu (7.6 att.).



7.6. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis ar celestīna konusu. Attēlā redzams konusa asais gals (augšanas centrs), un tā tuvumā celestīns ir bagāts ar mālaini dolomītiska materiāla piejaukumu (brūnais). 1. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

Šis mālaini dolomītiskais materiāls arī iezīmējas celestīna aizmetnī, kas sācis veidoties kontakta virsmā ar ieslēgumu. Iespējams, mālaini dolomītiskā materiāla ieslēgums satur stroncija piejaukumu, kas ir nozīmīgs, lai rastos stroncija sulfāta aizmetņi, no kuriem tālāk attīstās celestīna konuss. Nav izslēgts, ka celestīns ir ieguvis stronciju karbonātiskā materiāla dolomitizācijas rezultātā. Par stroncija izdalīšanos kalcīta dolomitizācijas rezultātā raksta ģeoloģiskajā literatūrā (Chang et al., 1998, Warren, 2006; Playà, Rosell, 2005).

Augot celestīnam, ieslēguma materiāls tiek sadalīts uz celestīna konusa malām un virzīts paralēli augošajām ģipša šķiedrām, un aiz mālaini dolomītiskā materiāla drumslām ir labvēlīga vide celestīna augšanai. Ieslēgumu daļas tiek vienlaikus arī bīdītas uz sāniem vēdekļveidīgi, kas piešķir celestīna konusam tā raksturīgo formu. Ģipša kristālu augšanas ātrums ir lielāks nekā celestīnam (Mellis, 1943), un ģipsis ir aizvietojis daļu celestīna kristālu, kas atrodas tālāk no celestīna augšanas areāla (konusa virsotnes). Celestīna iekšējā daļā ir redzami platāki kristāli konusu formā, kas to platākajā daļā ir saauguši kopā.

Apakšējā celestīna konusa izmēri ir šādi: platums 2,25 mm, bet garums – 5 mm, savukārt augšējā celestīna konusa platums tā platākajā daļā ir 2,625 mm, bet garums ir 2 mm.

Celestīna kristāli ir spieduši ģipša kristālus augšanas procesa laikā. Par to liecina celestīna augšanas virzienā esošie sadrumstalotie ģipša kristāli. Celestīna kristāla iekšpusē ir redzami daudz mazāki celestīna kristālu konusi, kas kopā veido savdabīgu zvīņainu rakstu. Pēc krāsas celestīna kristāli ir daudz tumšāki nekā gaišie, caurspīdīgie ģipša kristāli.

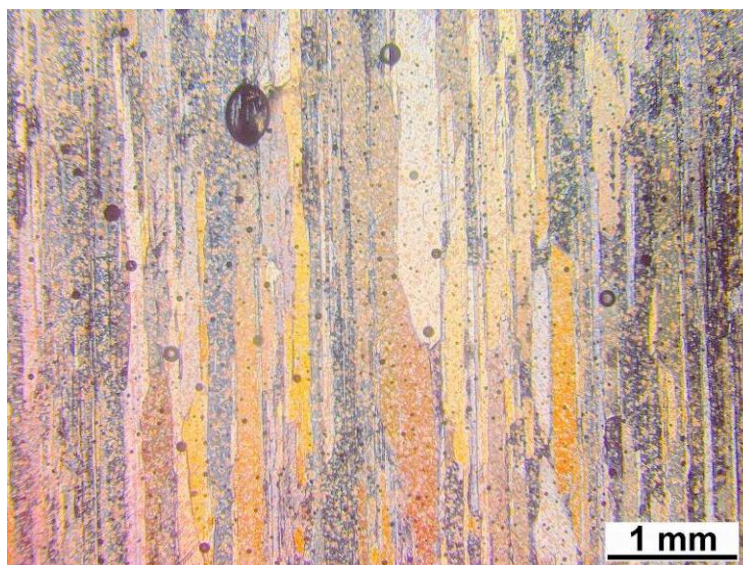
2. paraugs

Makroparaugā var novērot, ka šķiedru ģipsim ir paralēlas, taisnā virzienā augušas šķiedras. Noņemtā parauga augšpusē ir sutūrlīnija, kas šķērso visu paraugu horizontālā virzienā, un kurā atrodas nelieli mālaini ieslēgumi. Iegūtais paraugs ir noņemts no 2. šķiedru ģipša slāņa Salaspils atradnē un tas ir aptuveni 4 cm biezs (7.7. att.).



7.7 attēls. Makroparauga fotogrāfija: šķiedru ģipsis. Labi redzama šķiedru ģipša sutūrlīnija (augšējā daļā), uz kuras koncentrējas mālaini karbonātiska materiāla piejaukums. Makroparauga augstums ir 4 cm. Fotografējis autors.

Mikroskopā redzams, ka visā parauga garumā šķiedru ģipša kristāli ir novietoti paralēli viens otram, to garums variē no 0,375 mm līdz pat 7,5 mm. Kristālu platums ir no 0,075 līdz 0,775 mm (7.8. att.).



7.8. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis. Augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

Parauga augšdaļā var izsekot vāji izteiktu sutūrlīniju, kas makroparaugā izskatās daudz izteiktāka. Šķiedru ģipša kristālu malas ir salīdzinoši gludas, nav atrodami izrobojumi vai deformācijas kristālu kontakta vietās. Ir redzams, ka augšana norit vienā virzienā, jauns kristāls ir audzis aiz iepriekšējā tādā platumā kā iepriekšējais, bet pāreja no viena kristāla otrā

nav precīzi perpendikulāra. Ja iepriekšējais kristāls nav bijis plats, tad nākamais augšanas virzienā arī nav daudz platāks par iepriekšējo. Ieaugšana otrā kristālā nav novērojama, kā arī plaisainība kristālu augšanas rezultātā nav attīstījusies. Kristāli nav auguši vienā lenķī, tas redzams polarizācijas mikroskopā, kur gaismas laušanas lenķis visiem kristāliem nav vienāds. Šajā paraugā celestīns nav novērots.

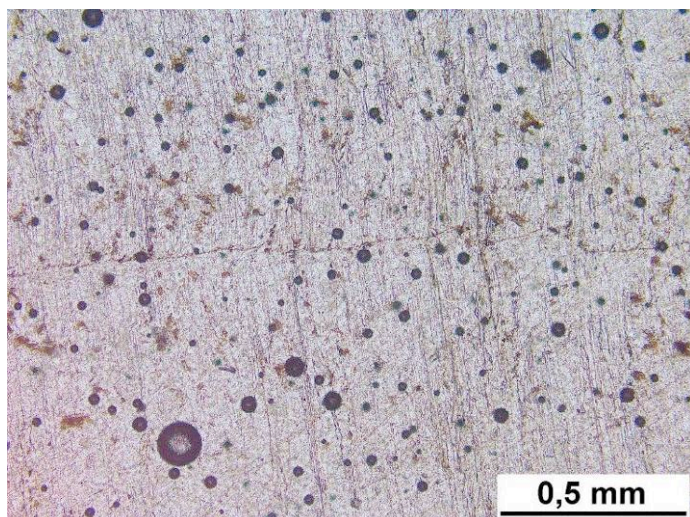
3. paraugs

Aplūkojot paraugu, kas iegūts no 3. šķiedru ģipša slāņa Salaspils karjera mākslīgajā atsegumā, var ievērot, ka ģipša šķiedras nav izteikti vienādas, kā tas ir 1. un 2. šķiedru ģipša slāņos, kā arī šajā slānī ņemtā parauga biezums ir 7,5 cm. Ir atrodami kristāli, kurus var redzēt ar neapbruņotu aci. Vēl šķiedru ģipsī atrodami ir mālaina materiāla ieslēgumi, kas nesakrīt ar sutūrlīniju (7.9. att.).

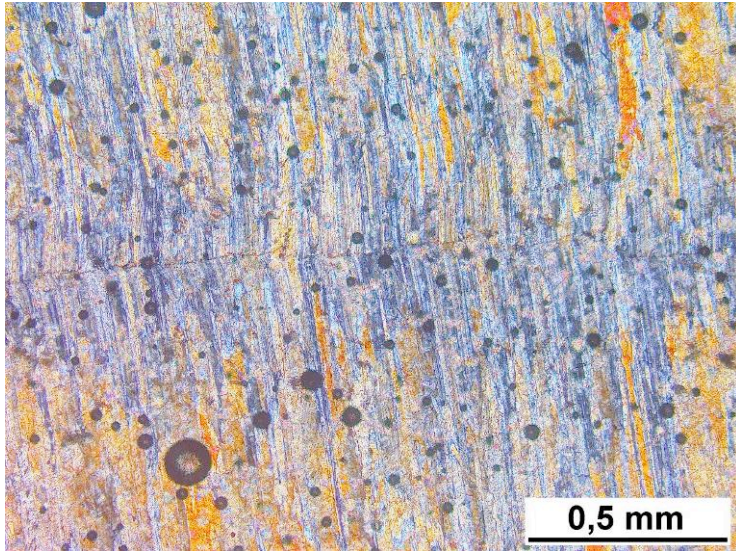


7.9. attēls. Makroparauga fotogrāfija: šķiedru ģipsis. Labi redzama šķiedru ģipša sutūrlīnija (augšējā daļā), uz kuras koncentrējas mālaini karbonātiska materiāla piejaukums. Makroparauga augstums 7,5 cm. 3. paraugs. Fotografējis autors.

Mikroskopā redzams, ka šajā paraugā ir liela ģipša kristālu daudzveidība. Parauga augšpusē ir redzami ieslēgumi, kas ir ietekmējuši ģipša kristālu augšanas norisi. Virzoties no sutūrlīnijas līdz ieslēgumam, ģipša kristāli ir netraucēti, bet pēc ieslēguma tie ir sākuši veidoties no jauna – par to liecina līdzīga izskata un izmēra kristāli ap sutūrlīniju (7.10., 7.11. att.).

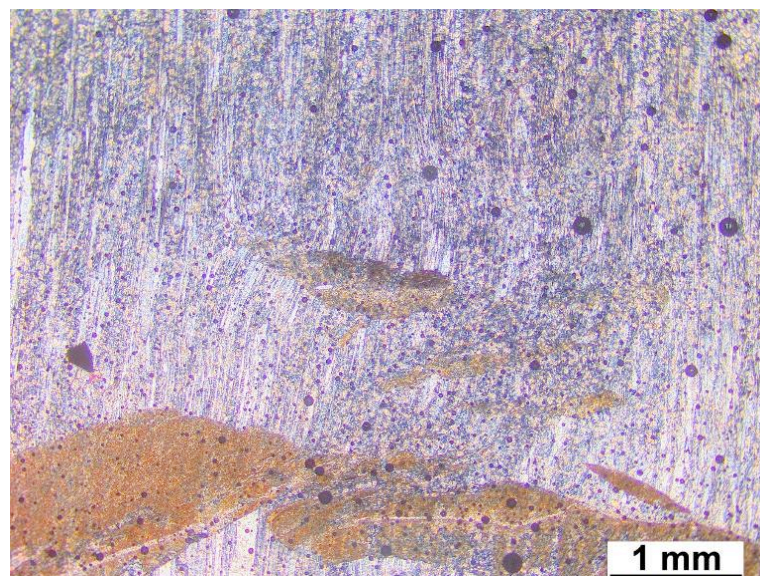


7.10. attēls. Plānslīpējuma mikrografija: šķiedru ģipsis un sutūrlīnija (uzņemta bez analizatora, atrodas attēla centrālajā daļā). 3. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.



7.11. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis un sutūrlīnija (uzņemta ar analizatoru, atrodas attēla centrālajā daļā). 3. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

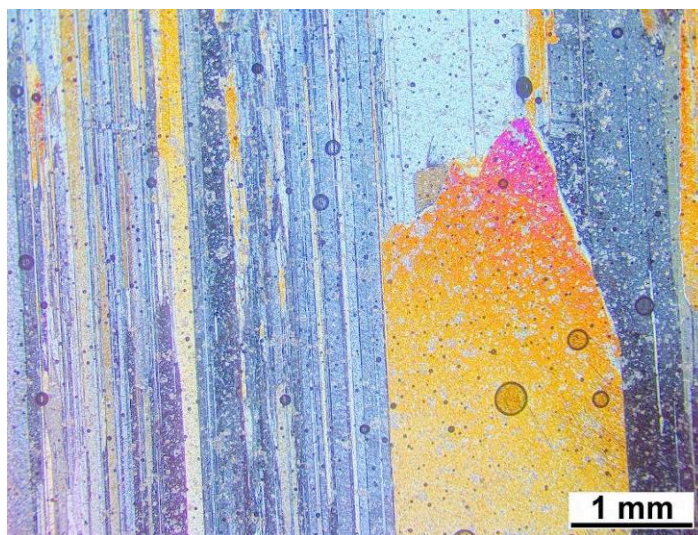
No ieslēgumu vietas augošie kristāli ir saglabājuši savu smalko tekstūru daudz garākā augšanas posmā, nekā šādi smalki kristāli pie sutūrlīnijas. Kā to novērojis O. Mellis, smalkie ģipša kristāli ir zīda ģipša kristāli, kas pārsvarā atrodas tieši pie sutūrlīnijas (Mellis, 1943). No sutūrlīnijas, kas novietota parauga augšpusē, kristāli sākuši augt abos virzienos. No sutūrlīnijas izejošie zīda ģipša kristāli ir ievērojami mazāki nekā kristāli pārējā paraugā – zīda ģipsim raksturīgi kristāli 0,375 mm garumā un tikai 0,04 mm plati. 50 x palielinājuma var labi saskatīt sutūrlīnijas struktūru, kas izsekojama cauri visam paraugam. Šajā kristālu augšanas sākumpunktā pirmais ir veidojies smalkais zīda ģipsis (7.12. att.).



7.12. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis un sutūrlīnija (atrodas attēla centrālajā daļā), mālains dolomītisks materiāla piejaukums (apakšējā daļā). 3. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

No tā var izsecināt, ka ap sutūrlīniju esošā materiāla sastāvs ir bijis labvēlīgs, lai rastos zīda ģipsis. No sutūrlīnijas augošo kristālu pamatnes daļas ir ieliektas. Vienā sutūrlīnijas iecirknī ir ievērojams neliels kristālisks ieslēgums, dēļ kā sutūrlīnija šajā vietā ir platāka. Lielāko ģipša kristālu platums ir 3,5 mm, garums sasniedz 11,25 mm. Skatoties ar ieslēgtu analizatoru, ir redzams, ka kristāli lauž gaismu dažādos leņķos. Vienīgi pie sutūrlīnijas esošie zīda ģipša kristāli lauž gaismu nelielos posmos vienā leņķī. Jāpiezīmē, ka jau O. Mellis (1943) ir pieminējis zīda ģipšu kopas ar vienādu gaismas laušanas leņķi. Sutūrlīnija izbeidzas vienā parauga pusē, kur ir bijis kāds traucējums, jo tur kristāli ir auguši haotiskāk, un nav vairs bijis viens konkrēts augšanas virziens, kurā kristāli būtu kļuvuši paralēli. Šajā nevienmērīgajā daļā kristālu augšanas leņķis ir bijis cits, uz to norāda ar ieslēgtu analizatoru redzamā kristālu nodzišanas toņu gamma. Kopumā šajā šķiedru ģipsī kristāli ir auguši paralēli. Pārsvarā tie ir auguši taisnā līnijā, bet vienīgās liektās līnijas ir pie sutūrlīnijas un ieslēgumiem. Šķiedru ģipša kristāli ir ieliekti ieslēgumus aptverošajā ieža daļā un ietekmējuši apkārtējo kristālu augšanas virzienu.

Lielākie ģipša kristāli, kas atgādina savulaik izdalīto „stiklam līdzīgo ģipsi” (Stinkulis, 1993), ir veidojušies aiz mazākajiem šķiedru ģipša kristāliem. Parauga apakšā makroparaugā redzams stiklam līdzīgs, caurspīdīgs, viengabalains kristāls, bet, izmantojot analizatoru, var izšķirt 4 lielus, kopā saaugušus kristālus. Šie kristāli ir ar izteikti gludām malām un labām caurspīdīguma īpašībām. Katra stiklam līdzīgā kristāla nodzišanas leņķis ir atšķirīgs (7.13. att.).



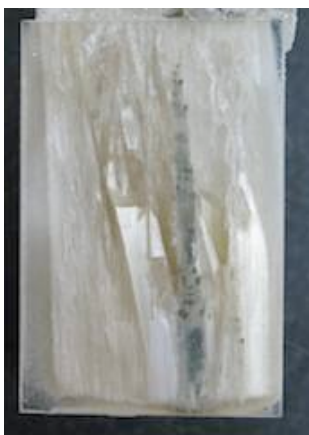
7.13. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis (pa kreisi), un monolīti ģipša kristāli (pa labi) devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

Jāpiezīmē, ka šie ģipša veidojumi tikai ar savu caurspīdīgumu atgādina stiklu, bet ir labi izkristalizēti, tādēļ šis nosaukums nav visai veiksmīgs. Lielākie šķiedra ģipša kristāli ir veidojušies atšķirīgos leņķos, un tie ir izturīgāki par zīda ģipsi – tas novērots plānslīpējuma

gatavošanas laikā, kad smalkākie kristāli vieglāk pakļāvās slīpēšanai, bet lielākie, kas vizuāli atgādina stiklu, slīpējās ilgāk. Tālāk no sutūrlīnijas ir izveidojušies lielāki un platāki šķiedru ģipša kristāli. Šajā paraugā nav novērojams celestīns.

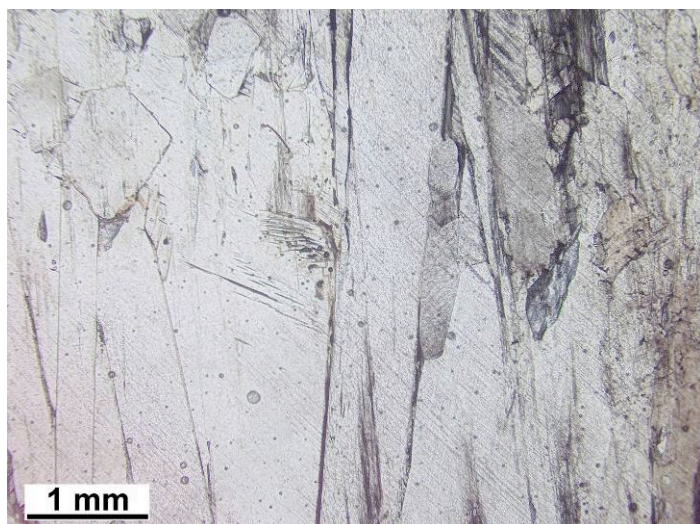
4. paraugs

Aplūkojot makroparaugu, pirmais, kas piesaista uzmanību ģipsī, ir tā lielie kristāli, kuru plaknes ar stiklainu spīdumu atstaro gaismu. Šis paraugs sastāv no ļoti lieliem ģipša kristāliem, bet dažas no šo lielo kristālu starptelpām ir aizpildītas ar ļoti smalku zīda ģipsi, kura kristālu izmērus var raksturot tikai mikroskopā (7.14. att.).

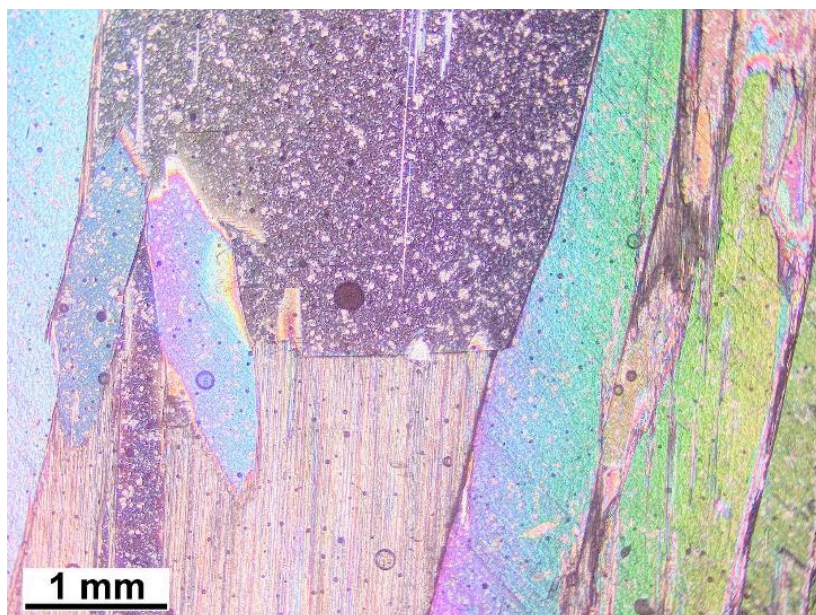


7.14. attēls. Makroparauga fotogrāfija: šķiedru ģipsis ar celestīna konusu. Attēlā redzami dažāda izmēra ģipša kristāli un iegarenas formas celestīns. Celestīna konusu kontūra piejaukumu dēļ ir pelēcīga. Mālaini karbonātiska materiāla piejaukums atrodams nelielos ieslēgumos abpus celestīnam. 4. paraugs. Makroparauga augstums ir 4 cm. Fotografējis autors.

Šajā paraugā nav novērojams vienāda izmēra ģipša kristālu izkārtojums. Lai gan augšanas virziens ir paralēls, tomēr mikroskopā novērojama kristālu augšanas virziena dažādība. Tas izskaidrojams ar liela izmēra kristālu klātbūtni. Tie augšanas gaitā ir sadūrušies ar tikpat lieliem kristāliem, līdz ar to jaunu kristālu augšanas virzieni ir ierobežoti. Vietās, kur ir bijis lielāks savstarpējais spiediens, kristāli sākuši sadrumstaloties un vienmērīgi sadalīties pa skaldnības plaknēm (7.15., 7.16. att.).



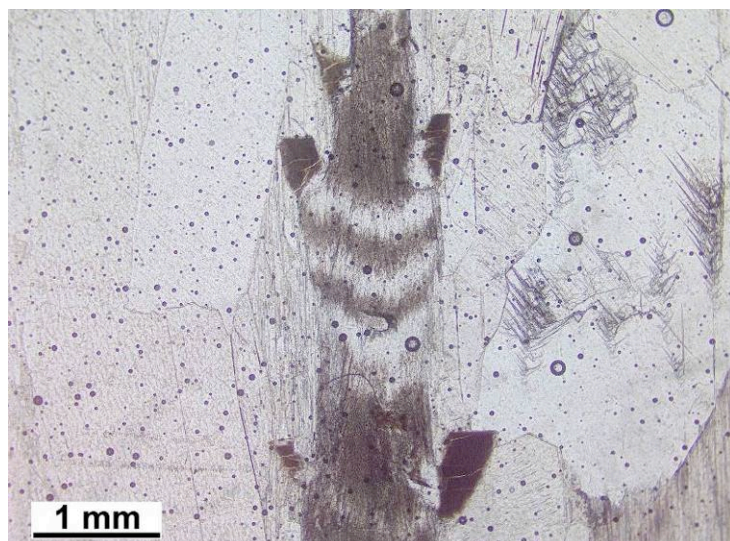
7.15. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis un monolīti ģipša kristāli. 4. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.



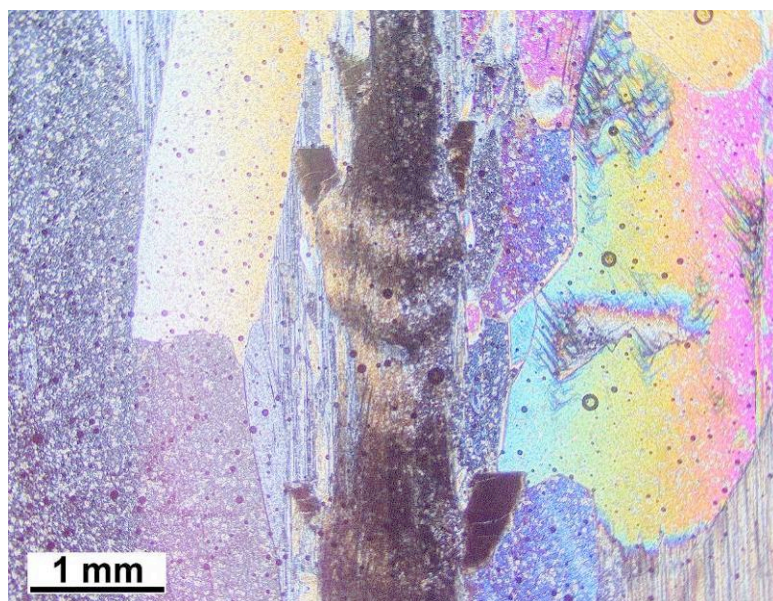
7.16. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis, zīda ģipsis (neliels laukums labajā pusē) un monolīti ģipša kristāli. 4. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

Garākais kristāls stiepjas visa parauga garumā, bet īsākais ir 0,625 mm garš. Platumā kristāli variē no 0,25 mm līdz 4,5 mm. Stiklam vizuāli līdzīgo ģipša kristālu malas ir gludas, bet lūzumu vietas un atlauztās kristālu daļas ir robotas. Zīda ģipša kristāli ir veidojušies pēc stiklam līdzīgajiem lielajiem kristāliem; var ievērot, ka smalkie zīda ģipša pavedieni ir atrodami uz lielo kristālu skaldnēm.

Šajā paraugā ir pārstāvēta šķiedru ģipša kārtiņas apakšējā daļa. Šķiedru ģipša un celestīna kristāli auguši no augšas uz apakšu, jo celestīna konusa virsotne ir vērsta uz augšu. Lielie ģipša kristāli nav spējuši aizvietot celestīna kristālus, lai gan citos paraugos mazāka izmēra ģipša kristāliem daļēji tas ir izdevies. Var novērot, ka celestīns ir veidojies laika periodā starp lielāko kristālu veidošanās laiku un zīda ģipša veidošanās laiku. Par piemēru kalpo 50x palielinājumā uzņemtais attēls, kurā uzskatāmi atainots, ka celestīna kristāls ir izaudzis virs stiklam līdzīgā kristāla atlūzas kreisās daļas. Arī šajā paraugā, tāpat kā 1. paraugā, ir novērojams, ka celestīns ir izaudzis no mālaini karbonātiska materiāla ieslēguma. Par to liecina celestīna kristālu augšanas rezultātā atrautās un pārvietotās ieslēguma daļas. Ir redzams, ka konuss ir ļoti izstiepts, bet ar dažādu platumu tā garenvirzienā. Celestīna konusa augšanas virzienā bieži ir redzami tumšākas krāsas sabiezējumi. Redzams zināms ritmiskums un sakritība visā celestīna garumā, ko nosaka šādu sabiezējumu klātbūtne tieši pie karbonātiskajiem ieslēgumiem un zināmā attālumā projām no tiem (7.17., 7.18. att.).



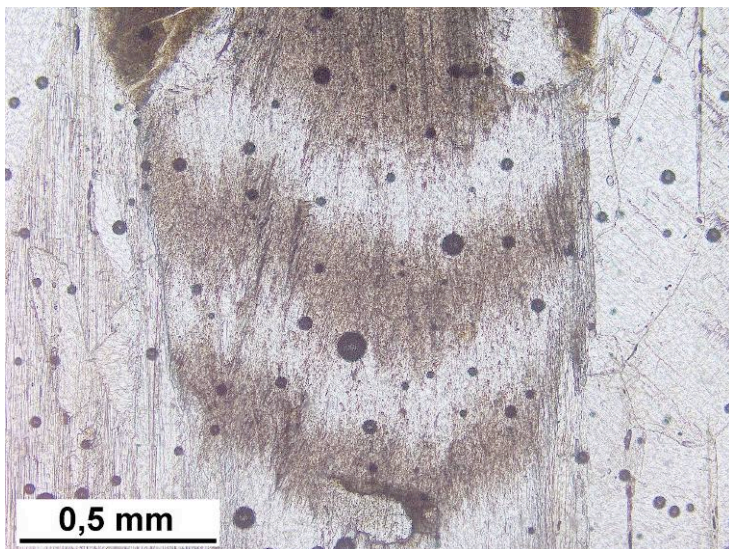
7.17. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis ar celestīna konusu (centrālajā daļā). Attēlā redzams konusa asais gals (augšanas centrs), un tā tuvumā mālaini dolomītiska materiāla piejaukumu (tumšais). 4. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.



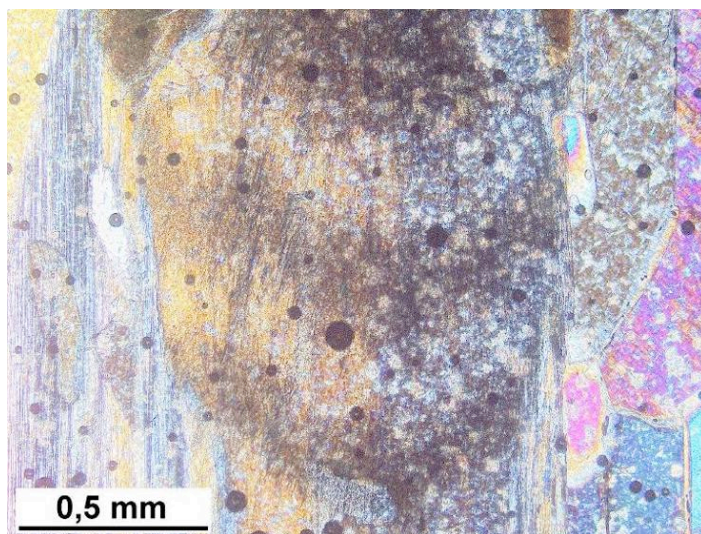
7.18. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis ar celestīna konusu (centrā). Attēlā redzams konusa asais gals (augšanas centrs), un tā tuvumā mālaini dolomītiska materiāla piejaukumu (brūnais). 4. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

Starp „kopām”, kur celestīns ir bagātinājies ar piejaukumu no mālaini dolomītiskajiem ieslēgumiem, celestīna kristāli ir gaišāki. Papildus tam jāatzīmē, ka tumšajās daļās celestīnu veido ciešāk saauguši kristāli, kas piešķir tumšāku toni. Celestīna konusa iekšpusē ir novērojama arī pašu šī minerāla kristāla augšana konusa formā. Pats kristāls sastāv no vairākiem šādiem maziem konusiem, kas izvietojušies neregulāri, bet augot ir ievērots taisns

virziens. Lai gan mazo konusu izkārtojums lielajā celestīna kristālā ir nevienmērīgs, pats kristāls ir izaudzis salīdzinoši proporcionāls (7.19., 7.20. att.).



7.19. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: Celestīna konusu iekšējā struktūra. Attēlā redzams konusa paplašinājums, un tā tuvumā (augšējā daļā) mālaini dolomītiska materiāla piejaukumu (brūnais). 4. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.



7.20. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: Celestīna konusu iekšējā struktūra. Attēlā redzams konusa paplašinājums, un tā tuvumā (augšējā daļā) mālaini dolomītiska materiāla piejaukumu (brūnais). 4. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

Paraugā šāda forma izveidojusies no tā, ka apkārt esošais stiklam līdzīgais ģipsis ir izturīgāks un lielāks nekā smalkāki ģipša kristāli. Tas ieviesis korekciju celestīna formā ar to, ka šī minerāla augšanas apstākļi ir ierobežotāki, nekā kombinācijā ar smalkākiem ģipša kristāliem, līdz ar to tā konusa forma ir garāka un izstieptāka. Daudzi šajā paraugā sastopamie kristāli ir ārkārtīgi gari, ieskaitot celestīna kristālu. Atrodams viens celestīna kristāls, kas ir

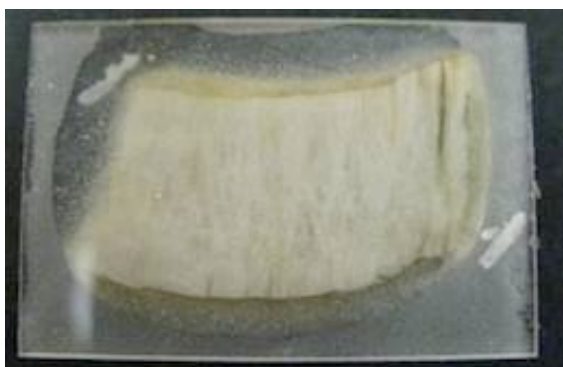
salīdzinoši tievs attiecībā pret garumu – 1,6 mm pret 36,4 mm.

Runājot par celestīna ķīmisko sastāvu, jāatzīmē, ka to veido stroncijs, sērs un skābeklis, bet nav ūdens molekulu. Apkārtesošajā ģipsī ir tie paši elementi, bet nav stroncija. Stroncija avots varētu būt karbonātiskie ieslēgumi, ko celestīns „izmantoja” par pamatu kristālu attīstībai. Plānslīpējumā var labi ievērot, ka celestīna kristāli ir stūmuši ieslēguma materiālu augšanas virzienā sev pa priekšu. Ik pēc noteiktiem posmiem mālaini karbonātiskais materiāls ir nobīdījies uz celestīna kristāla malām. Šajās vietās celestīns ir audzis ar jaunu spēku un stūmis uz priekšu atlikušās mālaini karbonātiskās pamatmasas daļas. Līdzko karbonātiskais materiāls ir izbeidzies, arī celestīna kristāla augšana ir apstājusies, jo tam vairs nav pieejams stroncijs, ar ko, acīmredzot, ir bijis bagāts ieslēgumu materiāls. Stroncija krāsa analizatorā ir identiska ieslēgumu krāsai.

Šajā plānslīpējumā veiktie novērojumi apstiprina, ka par stroncija avotu celestīna augšanai Salaspils svītā vismaz daļēji kalpo mālaini dolomītiskie ieslēgumi šķiedru ģipsī. Nav izslēgta kalcija karbonātu dolomitizācijas ietekme uz celestīna augšanu (Playà, Rosell, 2005).

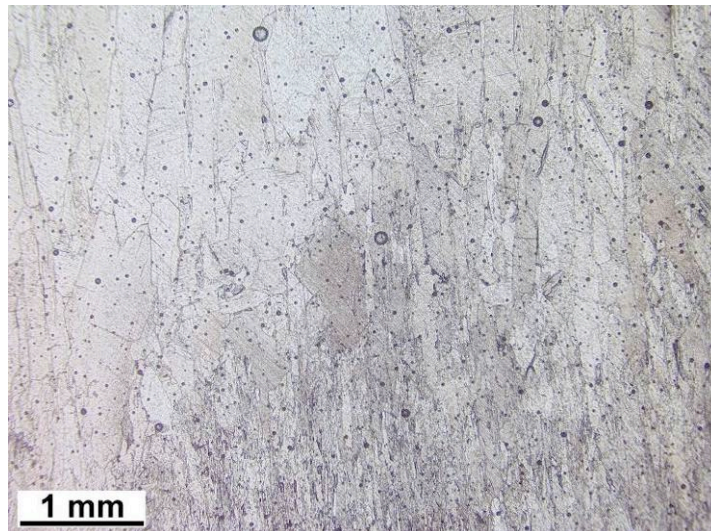
5. paraugs

5. šķiedru ģipša kārtiņa ir plāna, salīdzinot ar iepriekš apskatītajām kārtiņām. Tas atbilst arī pēdējam parauga nelielajam biezumam. Iezis sastāv no samērā lieliem kristāliem, kas šķērso visu tajā pārstāvēto daļu. Lai gan kristāli auguši gareniski un paralēli, tie ir diezgan plati. Garumā tie sasniedz pat 8,75 mm, bet platumā - 2,1 mm (7.21 att.).

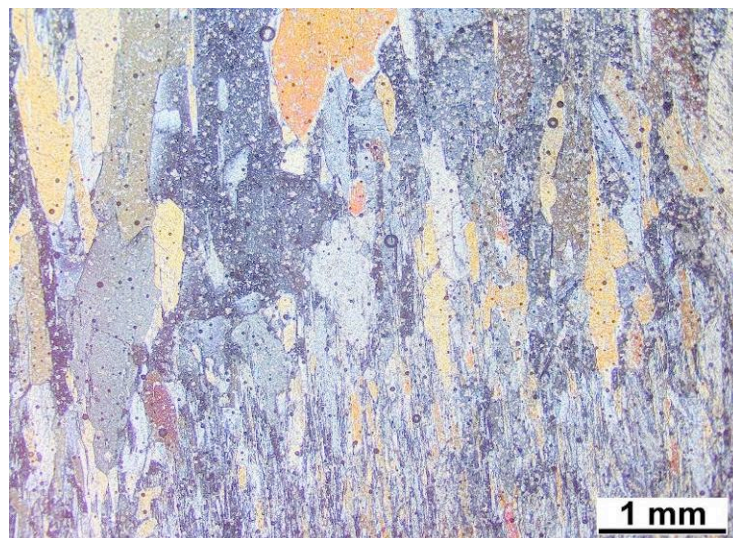


7.21. attēls. **Makroparauga fotogrāfija: šķiedru ģipšs. 5. paraugs.** Stikla platums (vertikālais virziens) ir 3 cm. Fotografējis autors.

Parauga apakšējā daļā ir redzami smalkāku izmēru kristāli, kas liecina par sutūrlīnijas tuvumu, kura sakrīt tieši ar šī ģipša parauga malu (7.22., 7.23. att.).

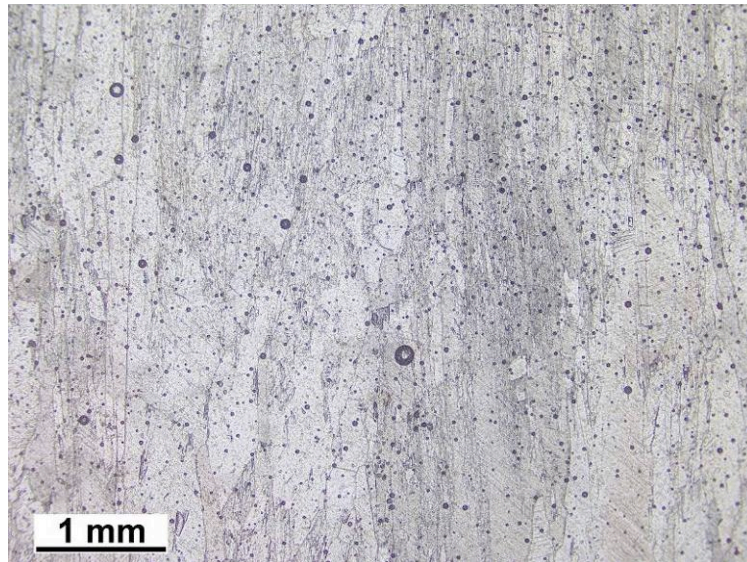


7.22. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis, zīda ģipsis (attēla apakšdaļā) un monolīti ģipša kristāli. 5. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.

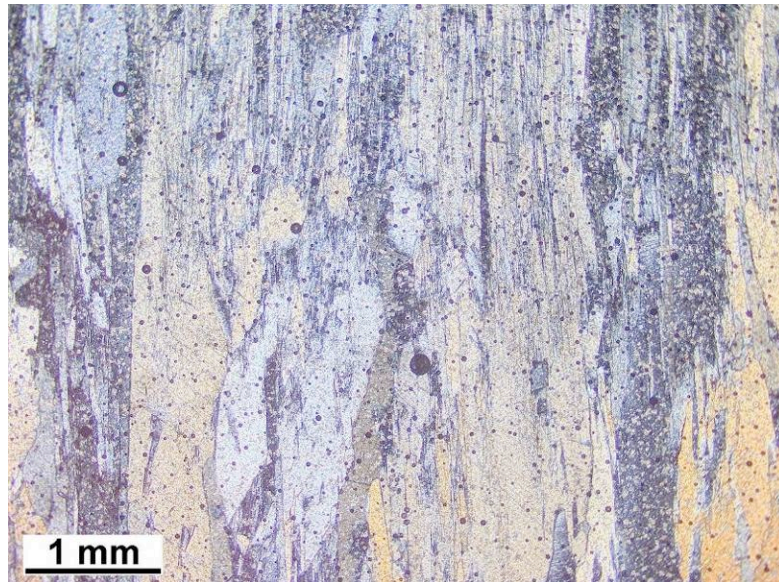


7.23. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis zīda ģipsis un monolīti ģipša kristāli . 5. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

Kristālu malas nav vienādas, tās ir izrobotas, vairāki kristāli ir ieplaisājuši. Aplūkojot paraugu lielākā palielinājumā ir novērojams, ka mazākie kristāli, aizpildot vietu starp lielākiem kristāliem, ir auguši tiem izdevīgākajā virzienā, un to augšanas virziens nesakrīt gan savstarpēji, gan ņemot vērā lielāko kristālu augšanas virzienu. Smalkākajos, pie parauga augšējās malas esošajos kristālos, ir notikusi nenozīmīga deformācija – tie ir salūzuši (7.24., 7.25. att.).



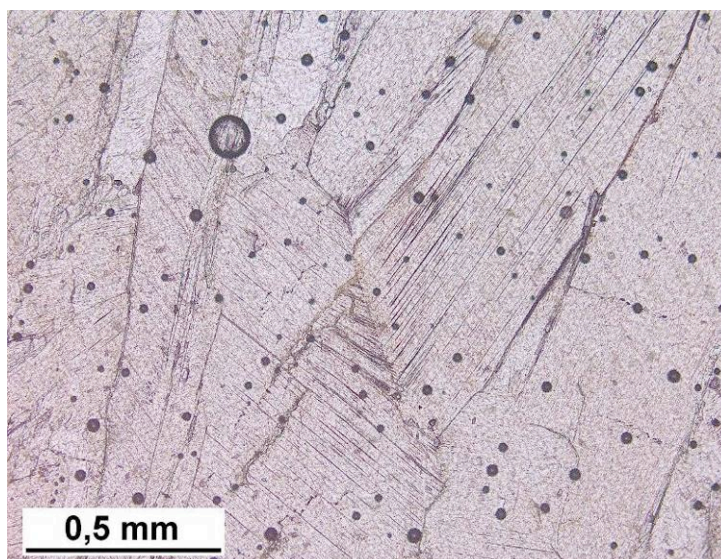
7.24. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis un monolīti ģipša kristāli. 5. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.



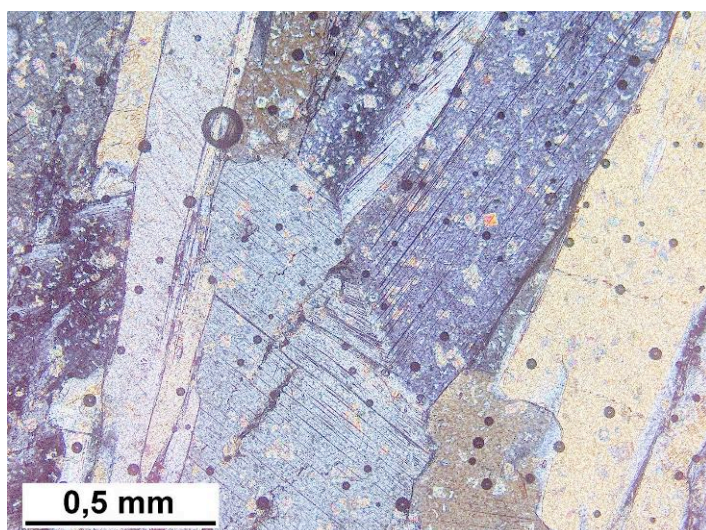
7.25. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis un monolīti ģipša kristāli. 5. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

Lielākajiem kristāliem attīstoties aiz smalkākajiem, tie ir nedaudz ieauguši smalkākajos kristālos, izraisot to deformāciju. Mikroskopā ar ieslēgtu analizatoru ir redzams, ka kristālu augšanas leņķis ir dažāds.

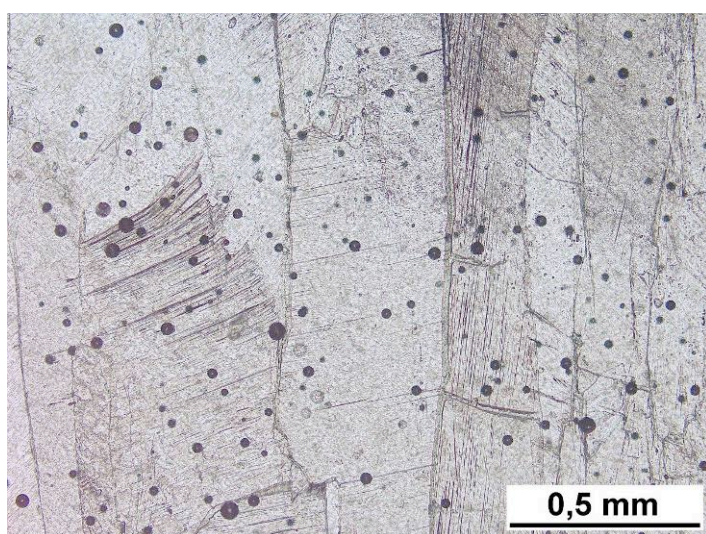
Šajā paraugā lielākā daļa kristālu ir ar deformācijām, ko varētu būt izraisījis vai nu pazemes ūdeņu, vai pašu iežu slāņu radītais spiediens (7.26., 7.27., 7.28. un 7.29. att.).



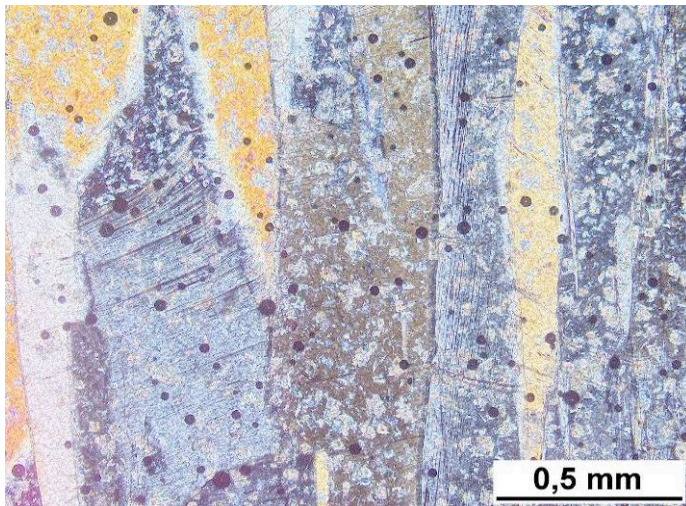
7.26. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis, kurā var novērot lielu ģipša kristālu savstarpējā spiediena radītas plaisas. 5. paraugs, devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.



7.27. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis, kurā var novērot lielu ģipša kristālu savstarpējā spiediena radītas plaisas. 5. paraugs, devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.



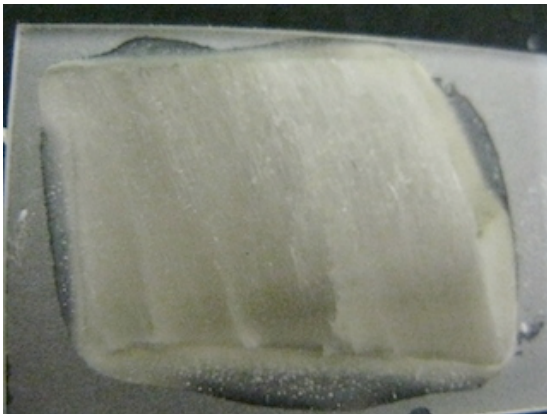
7.28. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis, kurā var novērot lielu ģipša kristālu savstarpējā spiediena radītas plaisas. 5. paraugs, devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.



7.29. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis, kurā var novērot lielu ģipša kristālu savstarpējā spiediena radītas plaisas. 5. paraugs, devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krastoti. Fotografējis autors.

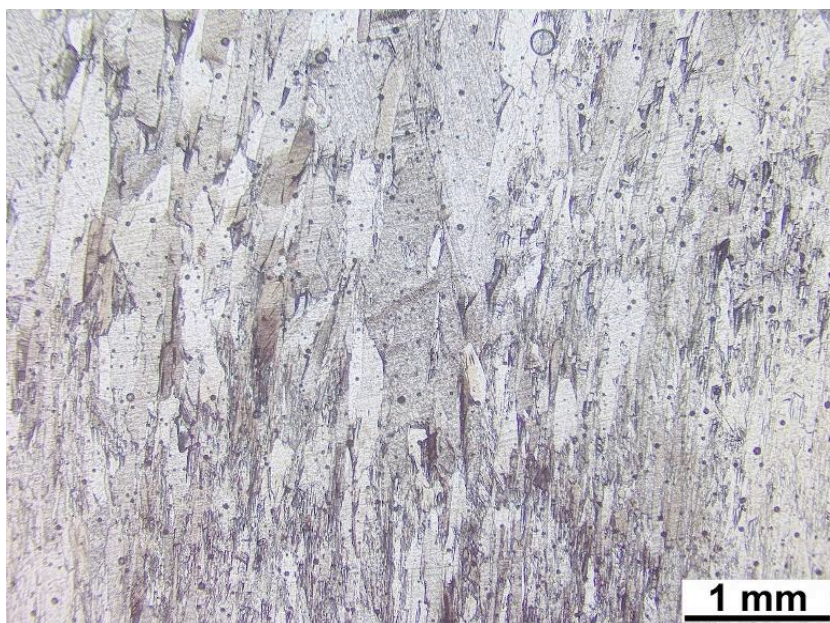
6. paraugs

Paraugā dominē neliela izmēra ģipša kristāli. Smalkākie ir atrodami parauga apakšā, bet lielākie atrodas augšpusē, kas nozīmē, ka tādā virzienā ir bijis dominējošais ģipša kristālu augšanas virziens (7.30. att.).

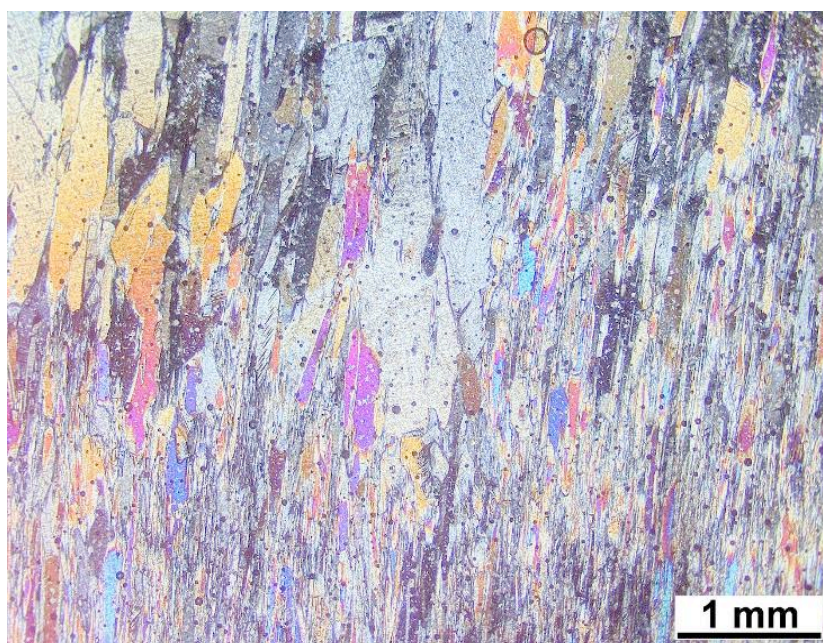


7.30. attēls. Makroparauga fotogrāfija: šķiedru ģipsis bez sutūrlīnijas un mālaini karbonātiska materiāla piejaukums. Makroparauga augstums ir 2 cm. 6. paraugs. Fotografējis autors.

Šķiedru ģipša kārtiņas augšējās daļas pamatnē smalkie zīda ģipša kristāli ir nedaudz ieliekti, kas liecina par to deformāciju augšanas gaitā. Lielākais kristāls šajā paraugā ir 6,9 mm garš, un platumā tas sasniedz 1 mm. Smalkākie zīda ģipša kristāli platumā ir 0,04 mm, un garumā sasniedz 3 mm. Parauga vidū, virzienā uz augšpusi parādās lielāki kristāli, starp tiem izvietoti zīda ģipša pavedieni. Šajā paraugā var izsekot vairākas ģipša kristāla izmēru izmaiņu fāzēm (7.31., 7.32. att.).

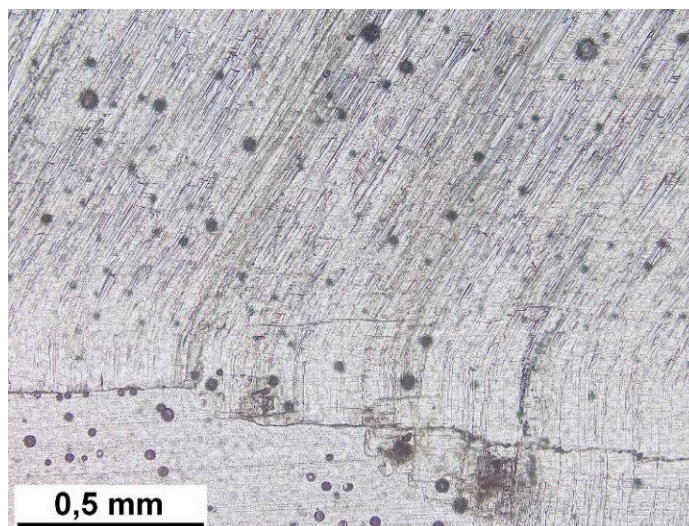


7.31. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis, zīda ģipsis (attēla apakšdaļā) un monolīti ģipša kristāli, 6. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.

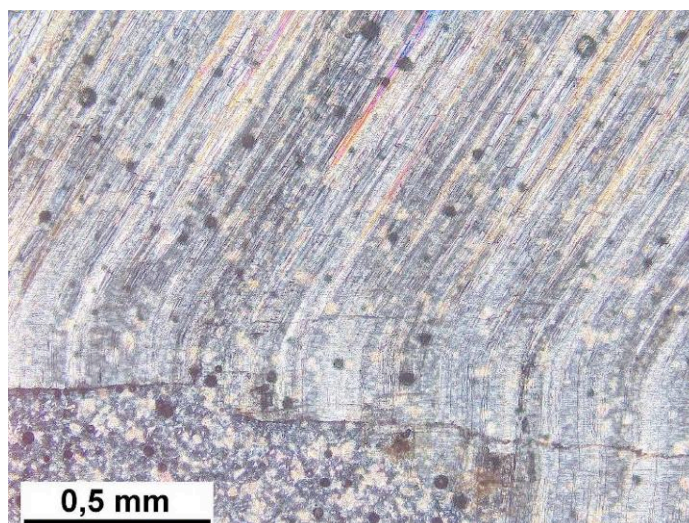


7.32. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis, zīda ģipsis (attēla apakšdaļā) un monolīti ģipša kristāli, 6. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

Pie pamatnes augošie kristāli ir saplūduši monolītā kārtiņā. Arī lielākā palielinājumā nevar izšķirt atsevišķus kristālus. Ar ieslēgta analizatora palīdzību mikroskopā ir redzams, ka gaisma tiek lauza atšķirīgi ik pēc konkrēta intervāla (7.33., 7.34. att.).



7.33. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: zīda ģipsis un monolīts, viengabalains zīda ģipša kristālu saaugums (apakšējā daļā). 6. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.



7.34. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: zīda ģipsis un monolīts, viengabalains zīda ģipša kristālu saaugums (apakšējā daļā). 6. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

Šajā paraugā var ievērot dažāda izmēra kristālus, kas ir sagrupējušies 3 zonās. Parauga apakšā ir smalki zīda ģipša kristāli, parauga vidusdaļā ir vidēja izmēra kristāli, kas atrodas pamīšus ar smalkākiem kristāla pavedieniem. Savukārt, parauga augšpusē atrodas izteikti lielākie kristāli. Jāpiezīmē, ka visos pētītajos paraugos redzama likumsakarība, ka kristālu augšanas centrā (sākotnējā zonā) pirmie izveidojas smalkākie kristāli, kurus augšanas virzienā ir nomainījuši aizvien lielāki kristāli. Lai gan parauga augšpusē dominē rupjkristāliskākais ģipsis, lielākā palielinājumā var atrast arī smalkākus kristālus, kas ieauguši lielāko kristālu starptelpā. Ir atrodams arī karbonātisks ieslēgums. Šajā paraugā celestīns nav konstatēts.

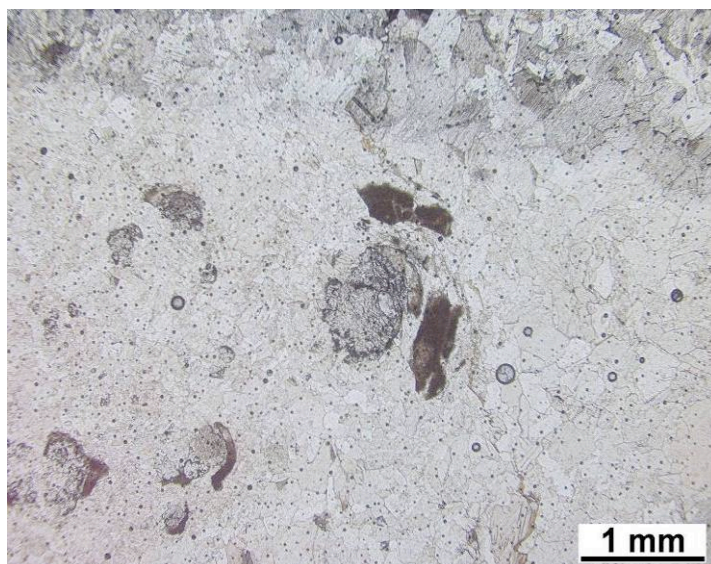
7. paraugs

Šis paraugs īpašs ar to, ka plānslīpējuma izgatavošanai tas pārzāgēts perpendikulāri kristālu augšanas virzienam un šajā paraugā kopumā ir redzami 9 dažāda izmēra celestīna konusi. Atainotā plakne ir kristālu augšējā daļa, kurā var aplūkot kristālu platumu un savstarpējo novietojumu. Paraugā redzami gan ģipša, gan celestīna kristāli (7.35. att.).

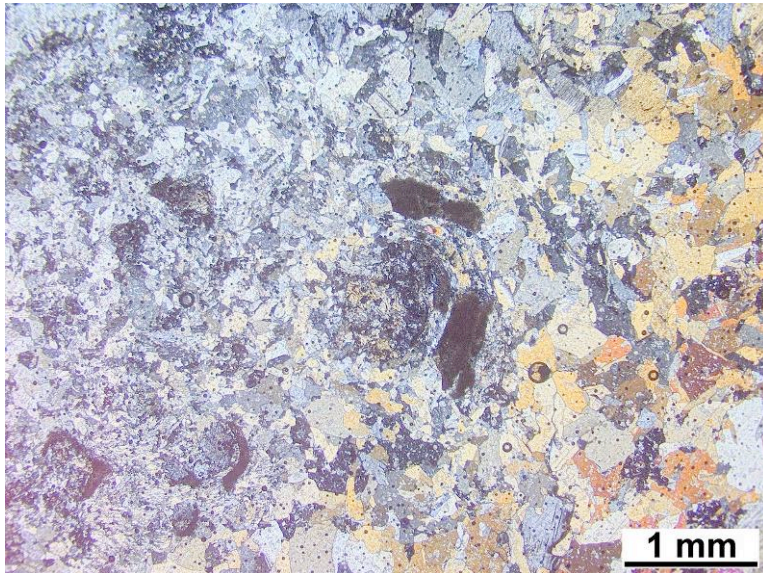


7.35. attēls. Makroparauga fotogrāfija: šķiedru ģipsis un celestīna konusu virsma. Attēlā redzamas celestīna konusu virsmas, kas piejaukumu dēļ ir pelēcīgas. Stikla platums (vertikālā virzienā) ir 3 cm. 7. paraugs. Fotografējis autors.

Paraugā labi novērojamas ģipša un celestīna kristālu platuma īpatnības. Ģipša kristāli, kas atrodas ārpus celestīna konusa robežām, pēc platuma abos virzienos ir līdzīgi, to izmēri mainās no 0,375 mm līdz 1.5 mm. Celestīna konusa iekšpusē redzami minerāla celestīna kristāli, savukārt, ir ievērojami mazāki – 0,04 mm līdz 0,24 mm. Celestīna kristāli šī minerāla veidotajos konusus ir auguši aplveidā ap konusu centru (7.36., 7.37. att.).



7.36. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis ar celestīna konusa virsmu. Attēlā redzama celestīna konusa ārējā virsma (attēla centrā), un tā malās mālaini dolomītiska materiāla piejaukumus (tumšais). 7. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.

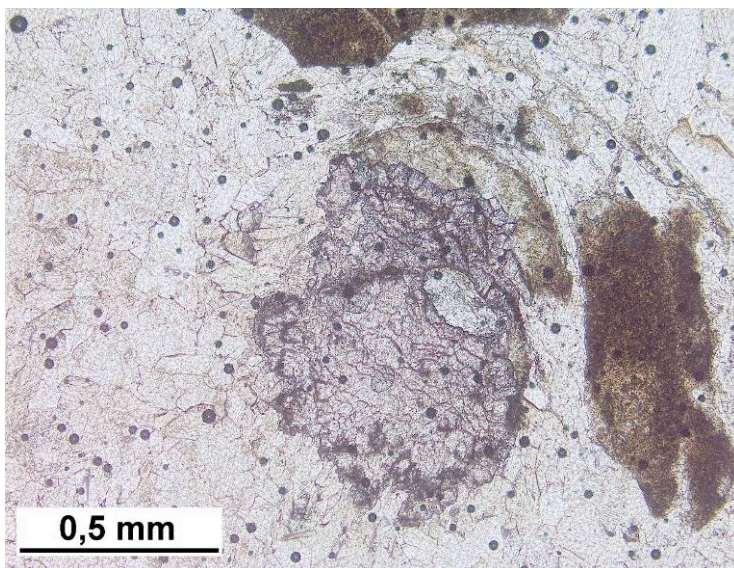


7.37. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis ar celestīna konusa virsmu. Attēlā redzams celestīna konusa ārējā virsma (attēla centrā), un tā malās mālaini dolomītiska materiāla piejaukumus (tumšais). 7. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

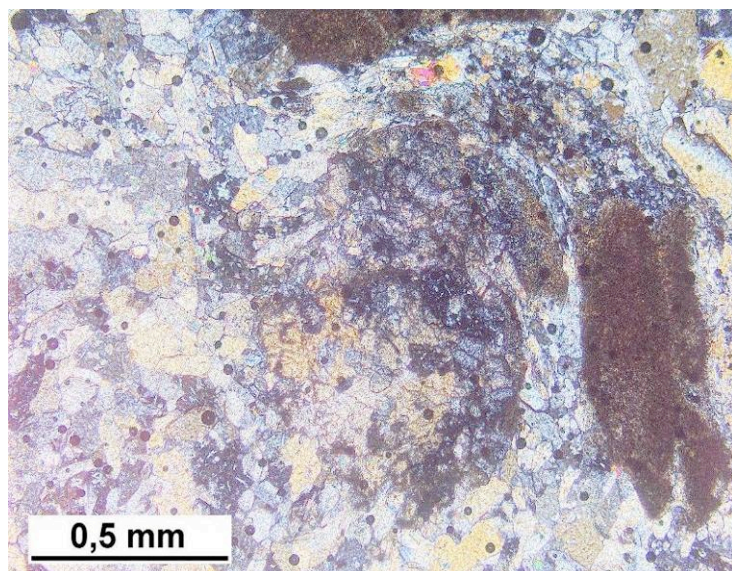
Celestīna neskartie šķiedru ģipša kristāli ir cieši saauguši cits ar citu un, lai gan to forma ir neregulāra, šo kristālu malas ir gludas. Ap celestīna konusu esošie sadrumstalotie ģipša kristāli arī kontaktē blīvi viens ar otru, neskatoties uz to, ka tos ir ietekmējis celestīns.

Ģipša kristāli ir blīvi saauguši viens blakus otram, un starp tiem nav novērojami zīda ģipša veidojumi. Šajā šķiedru ģipsī būtiski atšķiras kristālu biezums ārpus celestīna un tā iekšienē.

Plānslīpējumā ir saskatāms, ka celestīna konusa iekšpusi veidojošie celestīna kristāli ir tumšākā krāsā nekā apkārt izvietotie šķiedru ģipša kristāli. Ap celestīnu izvietotie ģipša kristāli ir mazāki, rada iespaidu par sadrumstalotību, un to izkārtojuma ap celestīnu ir koncentriskas iezīmes (7.38., 7.39. att.).

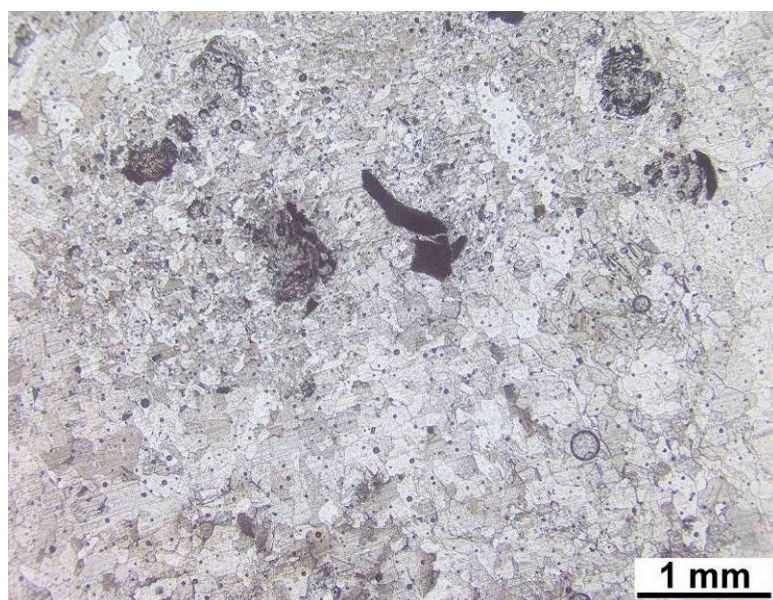


7.38. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis ar celestīna konusa virsmu. Attēlā redzams konusa ārējā virsma (attēla centrā), un tā tuvumā (labajā pusē) mālaini dolomītiska materiāla piejaukumus (brūnais). 7. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.

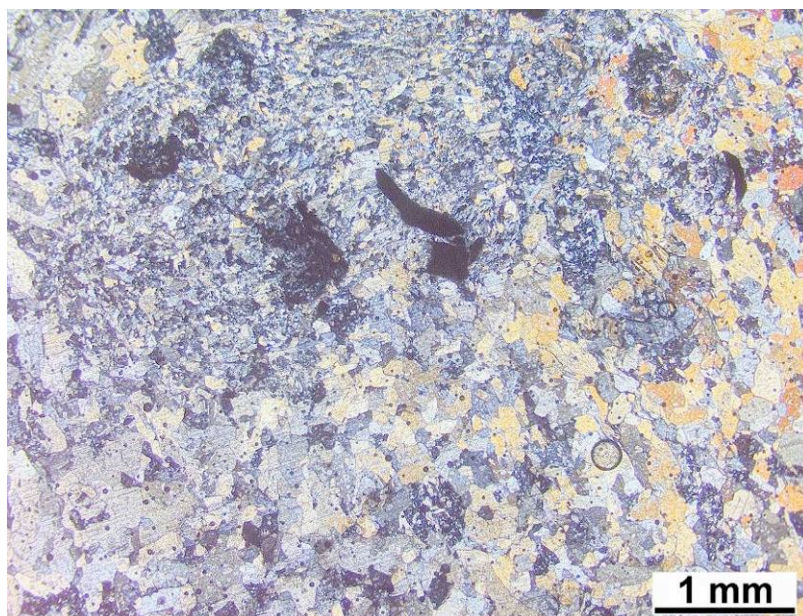


7.39. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis ar celestīna konusa virsmu. Attēlā redzams konusa ārējā virsma (attēla centrā), un tā tuvumā (labajā pusē) mālaini dolomītiska materiāla piejaukumus (brūnais). Augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

Tas varētu būt izskaidrojams ar celestīna augšanu nedaudz lēnāk par šķiedru ģipsi, kā rezultātā ģipša kristāli tika sadrumstaloti un pabīdīti malā. Celestīns augšanas gaitā ir pārvietojis uz augšu arī daļu karbonātisko ieslēgumu, kam ir tendence novietoties apļveidā ap celestīnu. Ir atrodami iecirkņi, kuros ir saauguši kopā vairāki celestīna konusi (7.40., 7.41. att.).



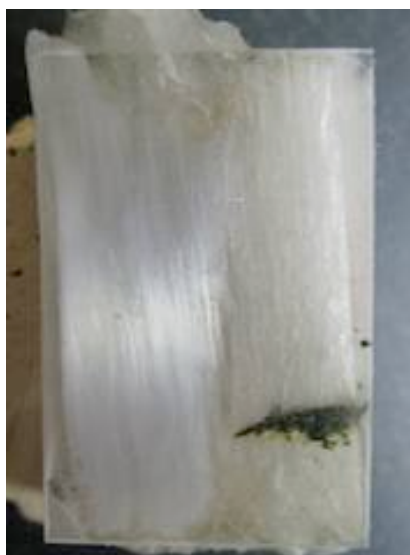
7.40. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis ar celestīna konusa virsmu. Attēlā redzams vairāku kopā saaugušu konusu ārējā virsma (attēla centrā), un tā iekšpusē mālaini dolomītiska materiāla piejaukumus (tumšais). 7. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.



7.41. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis ar celestīna konusa virsmu. Attēlā redzams vairāku kopā saaugušu konusu ārējā virsma (attēla centrā), un tā iekšpusē mālaini dolomītiska materiāla piejaukumus (tumšais). 7. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

8. paraugs

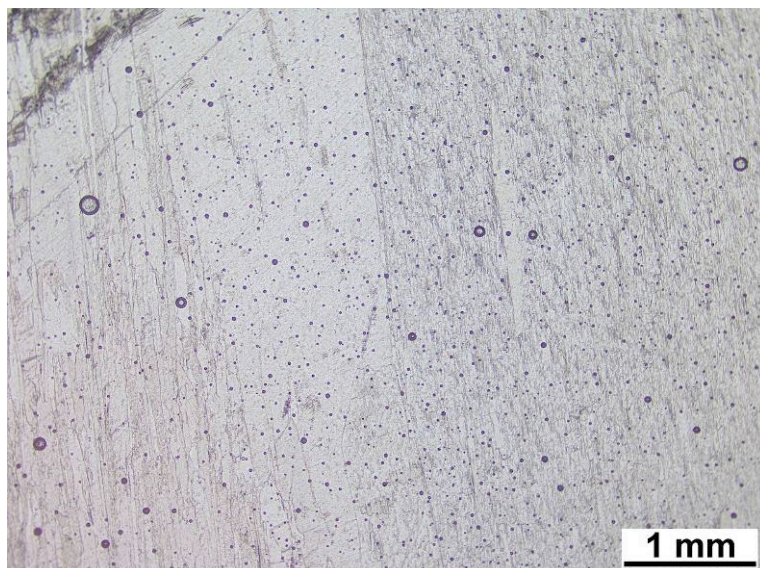
Noņemtajā paraugā atspoguļojas šīs šķiedru ģipša kārtiņas kompleksā uzbūve. Makroskopiski vienā parauga pusē redzams vienveidīgais zīda ģipsis, kuram piemīt raksturīgais zīdainais spīdums. Otrā pusē ir izteikti lieli šķiedru ģipša kristāli, bet kārtiņas augšdaļā atrodas monolīti, liela izmēra ģipša kristāli ar stiklainu spīdumu („stiklam līdzīgais ģipsis”). Kārtiņas apakšā, savukārt, ir māla ieslēgums (7.42 att.).



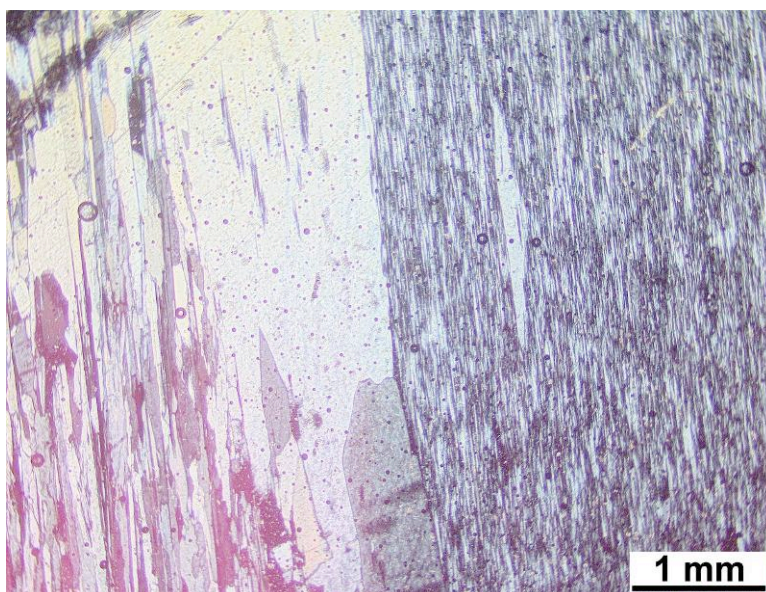
7.42. attēls. Makroparauga fotogrāfija: šķiedru ģipsis, zīda ģipsis, “stiklam līdzīgais” ģipsis). Ir redzams mālaini karbonātiska materiāla piejaukums (labās puses apakšējā daļā). 8. paraugs. Makroparauga maksimālais augstums ir 13 cm. Fotografējis autors.

Arī mikroskopā redzams, ka iezis sastāv no ļoti kontrastainiem ģipša kristāliem. Zīda ģipša kristāliem ir raksturīgs ļoti mazs platums, tie tiešām atgādina zīda tekstūru, un to izmērus ir grūti noteikt arī lielākā palielinājumā. Zīda ģipša kristāli ir blīvi saauguši savā starpā. Starp zīda ģipša kristāliem ļoti reti ir sastopams kāds platāks šķiedru ģipša kristāls. Zīda ģipša kristālu gaismas laušanas leņķis savstarpēji ir daudz līdzīgāks, nekā tas ir novērots lielāka izmēra šķiedru ģipša kristāliem.

Kā jau minēts, parauga vienā pusē atrodas ļoti liela izmēra kristāli. Lielāko kristālu platums sasniedz 2.6 mm, garumā tie izstiepjas līdz 18.9 mm. Šie kristāli ir tīri, viendabīgi un ļoti caurspīdīgi, daļa šo kristālu ir saplaisājuši. Zīda ģipša smalkie kristāli uz robežas ar lielajiem kristāliem, ir nedaudz pārklājuši lielākos kristālus, un to saskarsmes raksturu precīzi ir grūti noteikt. Daudz vieglāk ir izšķiramas robežas starp lielākajiem kristāliem, it sevišķi vietās, kur tie nav saplaisājuši (7.43., 7.44. att.).



7.43. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis (kreisajā daļā), zīda ģipsis (labajā pusē) un “stiklainais” monolītiskais ģipša kristāls (centrā un augšējā daļā). 8. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.



7.44. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis (kreisajā daļā), zīda ģipsis (labajā pusē) un “stiklainais” monolītiskais ģipša kristāls (centrā un augšējā daļā). 8. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

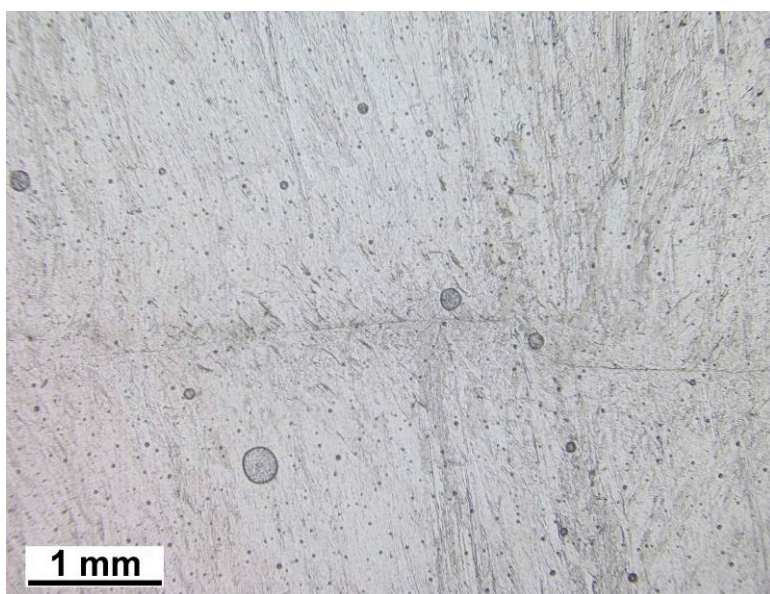
9. paraugs

Šķiedru ģipša slānis, no kā iegūts paraugs, nav biezs - tas sasniedz tikai 3 cm biezumu. Sutūrlīnijas abās pusēs esošie šķiedru ģipša kristāli ir iekrāsojušies tumšākā krāsā (7.45. att.).

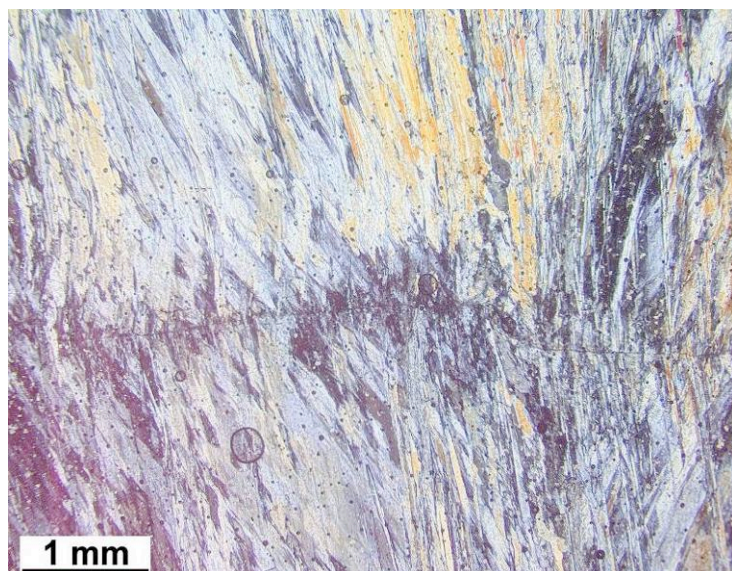


7.45. attēls. Makroparauga fotogrāfija: šķiedru ģipsis. Labi redzama šķiedru ģipša sutūrlīnija (apakšējā daļā), uz kuras atrodas mālaini karbonātiska materiāla piejaukums. 9. paraugs. Makroparauga augstums 3 cm. Fotografējis autors.

Šajā šķiedru ģipša kārtiņā tie ģipša kristāli, kas atrodas tieši abās pusēs sutūrlīnijai, ir lielāki nekā citās pētītajās kārtiņās ar sutūrlīniju kontaktējošie kristāli. Lielākie ģipša kristāli garumā ir 2,1 mm un platumā sasniedz 1,1 mm. Mazākie zīda ģipša kristāli nav garāki par 1,16 mm, tie ir 0,04 mm tievi. Arī kristālu augšanas veids, attālinoties no sutūrlīnijas, ievērojami atšķiras – šajā kārtiņā kristāli nav auguši paralēli, bet gan vēdekļveidīgi, ko, iespējams, ir izraisījuši mikrokristāliski karbonātu kristāli uz sutūrlīnijas. O. Mellis ģipša kristālu vēdekļveida augšanu raksturo kā allotriomorfu augšanu (Mellis, 1943), t.i. kristalogrāfiski nepareizas formas veidošanos. Ģipša kristāli ir izveidojuši arī savdabīgu zvīņainu rakstu, kad augot pārklājuši blakusesošos kristālus, bet to regularitāte nav izteikta, un šo formu O. Mellis raksturo kā hipidiomorfu (Mellis, 1943) (7.46., 7.47. att.).

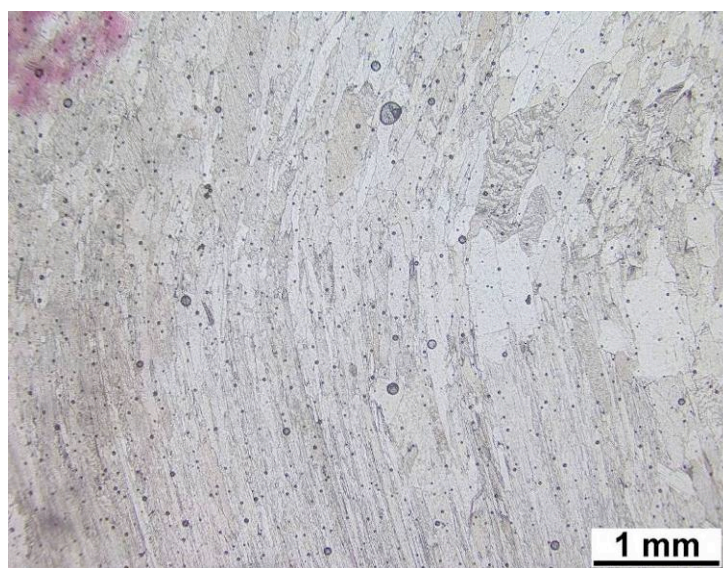


7.46. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis un sutūrlīnija (atrodas attēla centrālajā daļā). 9. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.

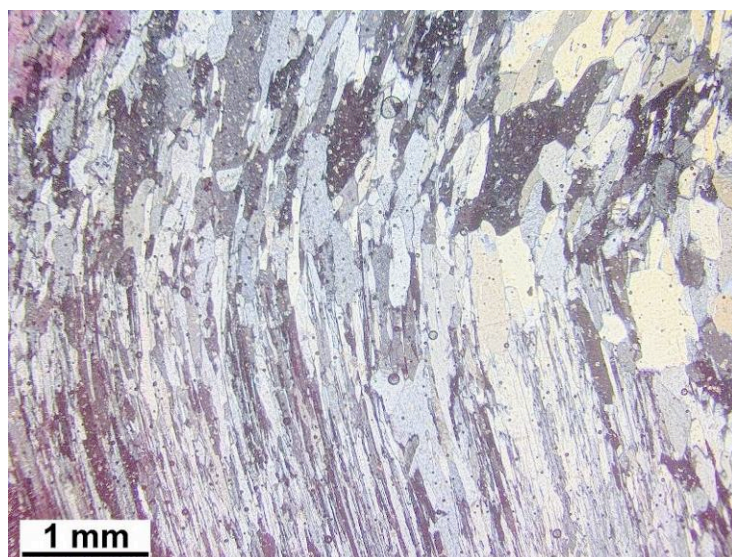


7.47. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis un sutūrlīnija (atrodas attēla centrālajā daļā). 9. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.

Attālinoties no sutūrlīnijas, ģipsis ir audzis līdzīgi, kā tas raksturīgs lielākajā daļā pētīto šķiedru ģipša kārtiņu – garenu, subparalēlu kristālu veidā. Vienā parauga malā ir notikušas kādas izmaiņas, kas izraisījušas kristālu augšanas virziena maiņu. Tur pilnīgi visi kristāli ir mainījuši augšanas virzienu, neatkarīgi no to izmēra un gaismas laušanas leņķa. Kristāli pēc sava platuma pielāgojas deformācijai - tās apakšējā, sutūrlīnijai tuvākajā daļā lielākā daļa ģipša kristālu ir gari un tievi, bet deformācijas augšējā daļā izteiktāki ir lielāka un platāka izmēra kristāli. Celestīna kristāli šajā paraugā nav konstatēti (7.48., 7.49. att.).



7.48. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipša augšanas virziena maiņa. 9. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.



7.49. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipša augšanas virziena maiņa. 9. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

10. paraugs

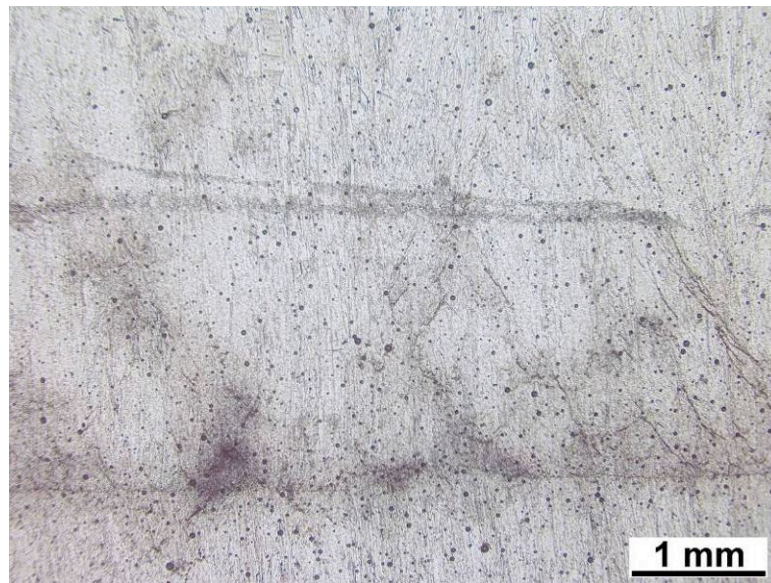
Šķiedru ģipša krāsa pamatā ir balta, bet tumšāki toņi redzami gar sutūrlīniju. Sutūrlīnija stiepjas visa parauga platumā bez pārrāvumiem. Lielākie šķiedru ģipša kristāli šajā paraugā ir saskatāmi pat, neizmantojot mikroskopu (7.50. att.).



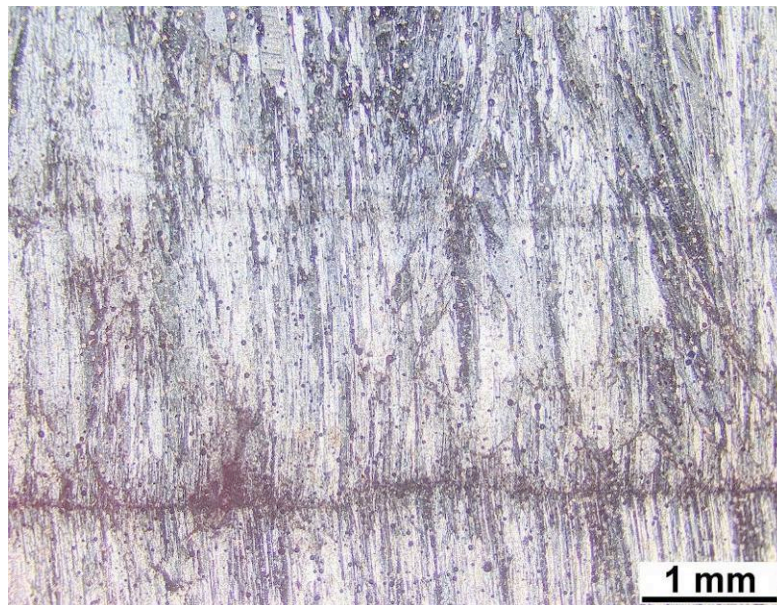
7.50. attēls. Makroparauga fotogrāfija: šķiedru ģipsis. Labi redzama šķiedru ģipša sutūrlīnija (augšējā daļā), uz kuras atrodas mālaini karbonātiska materiāla piejaukums. 10. paraugs. Makroparauga augstums 4,5 cm. Fotografējis autors.

Mikroskopā vērojams, ka ģipša kristāli pēc izmēra ir dažādi, un lielākie sasniedz 1,5 mm platumu un 16 mm garumu, bet mazākie ir 0,35 mm gari un 0,04 mm plati. Vistievākie kristāli novērojami pie sutūrlīnijas, un tie stiepjas tālāk projām līdz vietai, kur tos nomaina nedaudz lielāka izmēra ģipša kristāli. Augšanas virziens visiem kristāliem ir vienāds - uz augšu un apakšu no sutūrlīnijas. Nelielos laukumos ir redzami ģipša kristāli, kas ir auguši

citādā virzienā saistībā ar kādu traucējumu. Traucētā vieta ir daļēji saskatāma, jo ir aizaugusi ar ģipša kristāliem (7.51., 7.52. att.).



7.51. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis, zīda ģipsis un sutūrlīnija (atrodas attēla apakšējā daļā). 10. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.



7.52. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis, zīda ģipsis un sutūrlīnija (atrodas attēla apakšējā daļā). 10. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

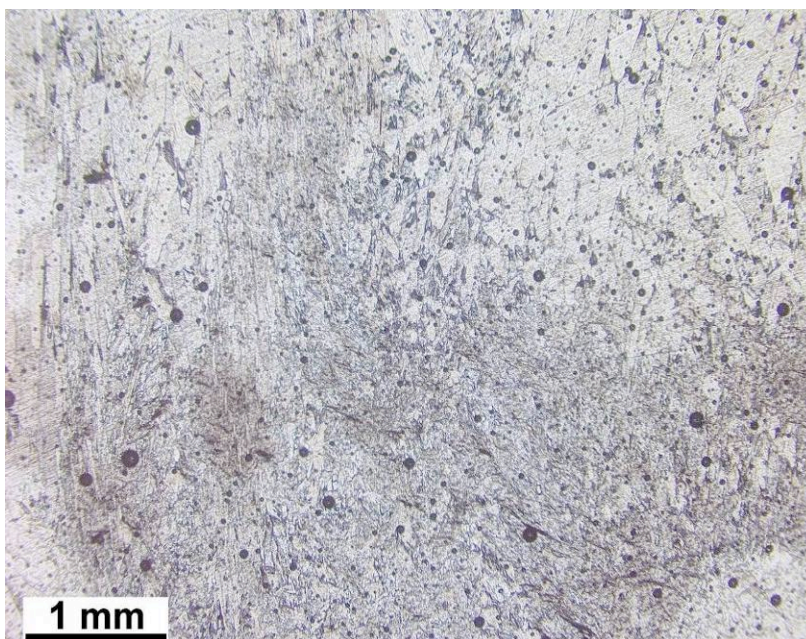
11. paraugs

Šīs šķiedru ģipša kārtiņas biezums ir 8 cm. Kārtiņas augšdaļa sastāv no baltiem ģipša kristāliem, bet virzienā uz apakšdaļu to nokrāsa paliek pelēcīga (7.53. att.).

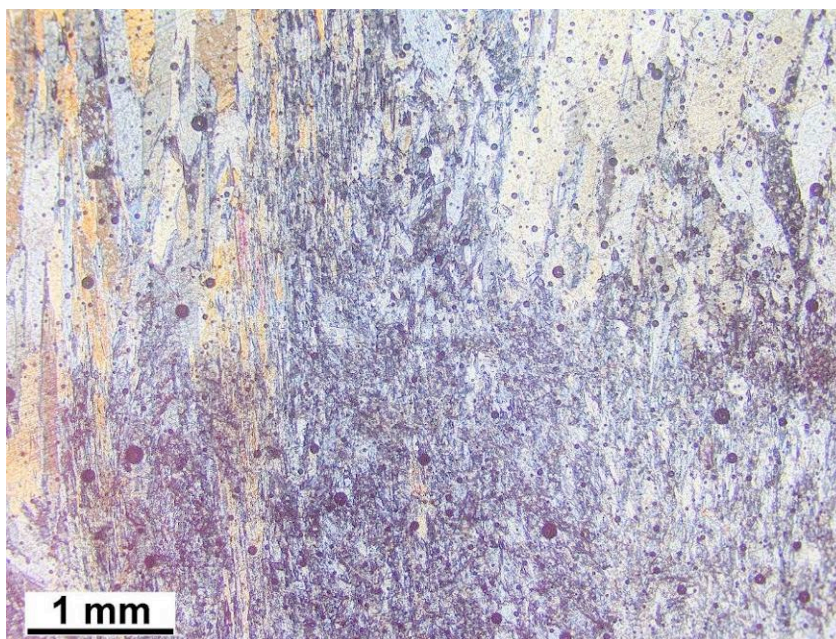


7.53. attēls. Makroparauga fotogrāfija: šķiedru ģipsis. 11. paraugs. Makroparauga augstums 8 cm. Fotografējis autors.

Šajā kārtiņā ir vērojama liela ģipša kristālu daudzveidība. Ir iecirkņi, kuros dominē lielāki ģipša kristāli (platumā 0,9 mm, garumā 7,6 mm), un ir tādi iecirkņi, kur redzami maza izmēra (platumā 0,08, garumā 0,12 mm) kristāli. Dažāda izmēra kristālu savstarpēja pāreja ir viendabīga, bez krasām robežām. Augšanas virzieni gan nav tik paralēli kā citos pētītajos paraugos, jo vienā parauga pusē daļā kristāli ir vērsti nedaudz ieslīpi (7.54., 7.55. att.).

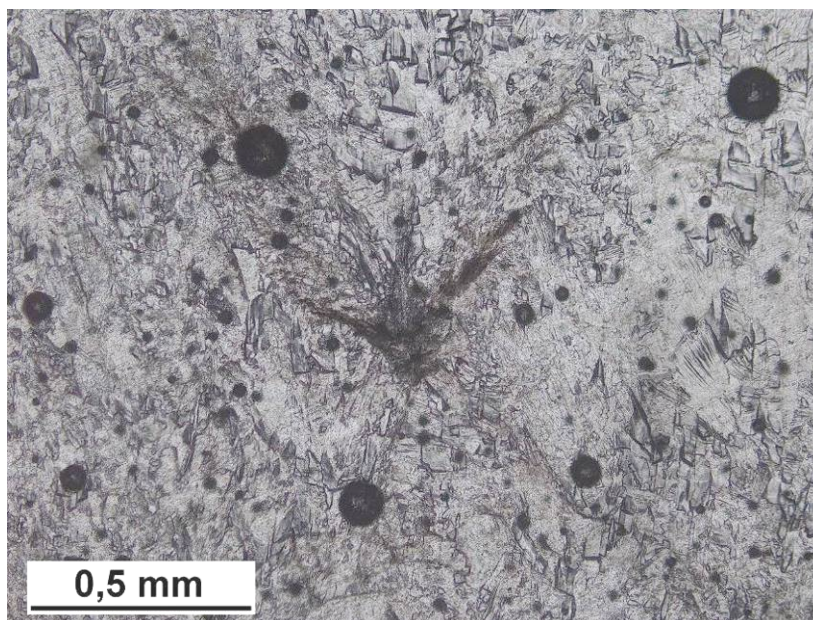


7.54. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: dažāda izmēra šķiedru ģipša kristāli, 11. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.

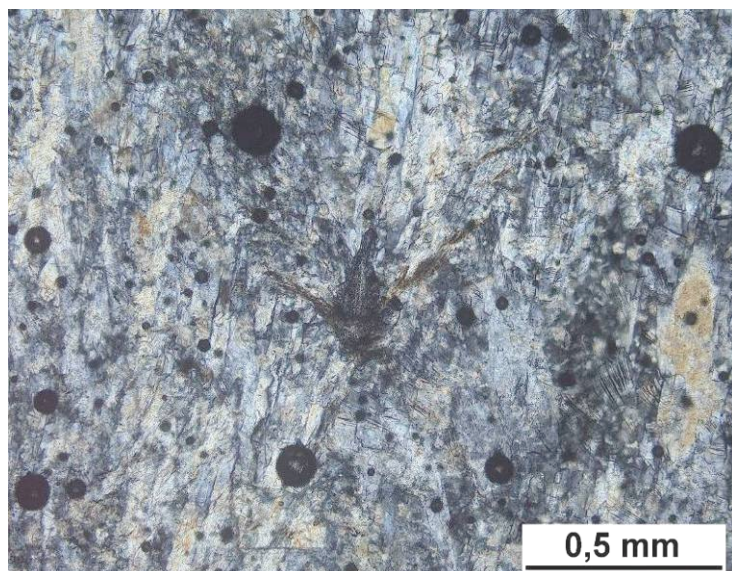


7.55. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: dažāda izmēra šķiedru ģipša kristāli, 11. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

Nelielā smalku ģipša kristālu veidotā iecirknī, kas iestiepjas lielāka izmēra šķiedru ģipša kristālu veidotā zonā, var atrast nelielus ķīļveida kristālus, kuru virsotnes ir pavērstas pret parauga augšējo pusi. Mazie ķīļveida kristāli atrodami arī uz lielākiem kristāliem blakus no smalkā zīda ģipša kristālu veidotā iecirkņa. Lielākie kristāli ir novietoti zem ķīļveida kristāliem, un tie ieņem liela, pretējā virzienā vērsta ķīļa formu (7.56., 7.57. att.).

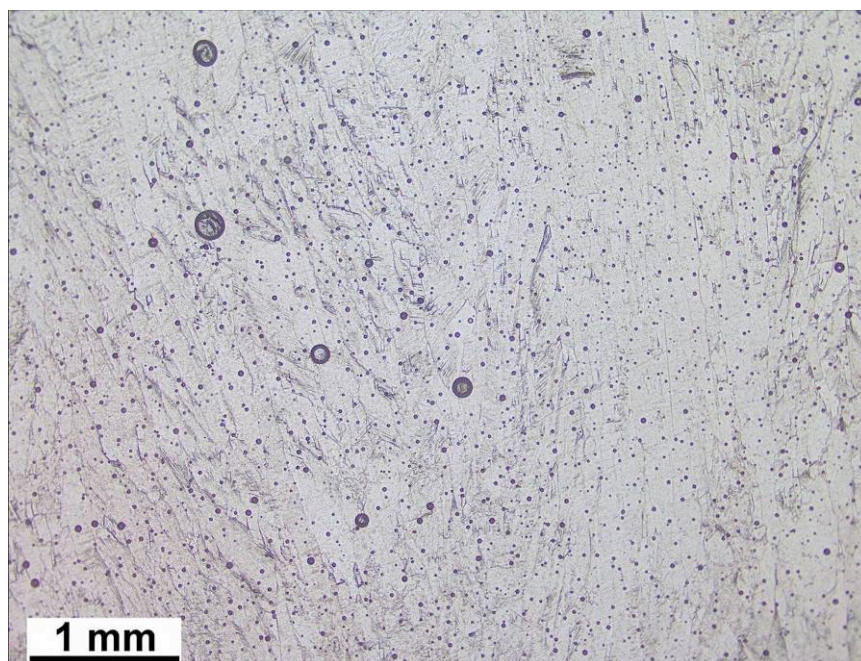


7.56. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: ķīļveida šķiedru ģipša kristāli, 11. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.

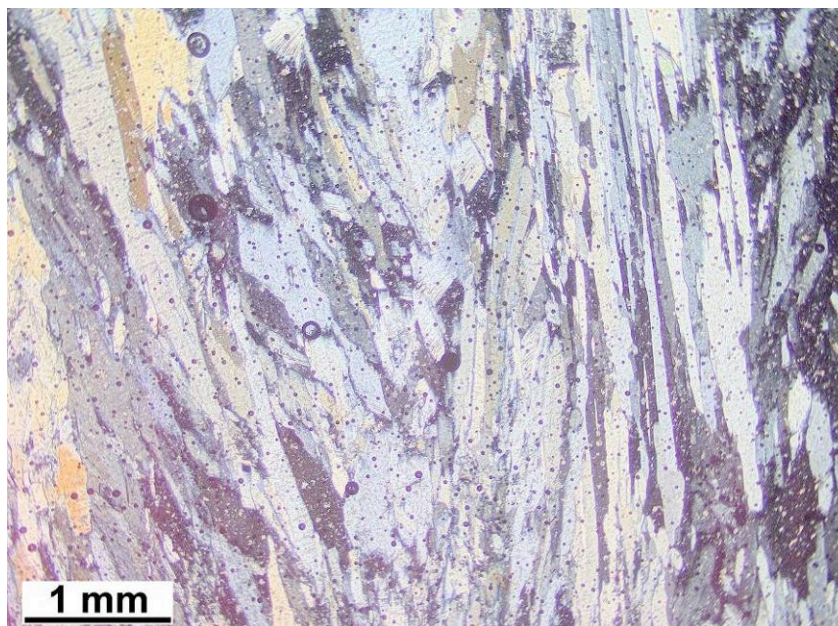


7.57. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: ķīļveida šķiedru ģipša kristāli. 11. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

Vienā no parauga malām ir lieli, caurspīdīgi ģipša kristāli. To virsmā ir atpazīstamas ķīļveida līnijas, kas iezīmē kristālu malas. Lielāko kristālu gali ir asi, toties malas ir gludas un bez nozīmīgiem izrobojumiem (7.58., 7.59. att.).



7.58. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: dažāda izmēra un augšanas virziena šķiedru ģipša kristāli. 11. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.



7.59. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: dažāda izmēra un augšanas virziena šķiedru ģipša kristāli. 11. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

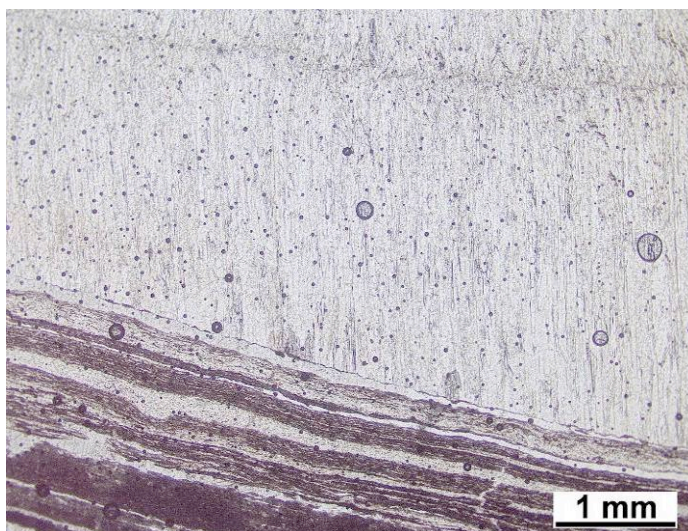
12. paraugs

Makroparaugā redzams, ka ģipsis ir gaišs un vienīgi ap tālāk aprakstītās ieslēguma joslas vietu tas ir tumšākā nokrāsā. Paraugs ņemts no 6 cm biezas šķiedru ģipša kārtiņas, kas ir noslēdzošā šāda tipa kārtiņa Salaspils ģipša atradnes Salaspils svītas ģeoloģiskajā griezumā. Var novērot dolomītģipša starpkārtu, kas raksturota tālāk (7.60. att.).

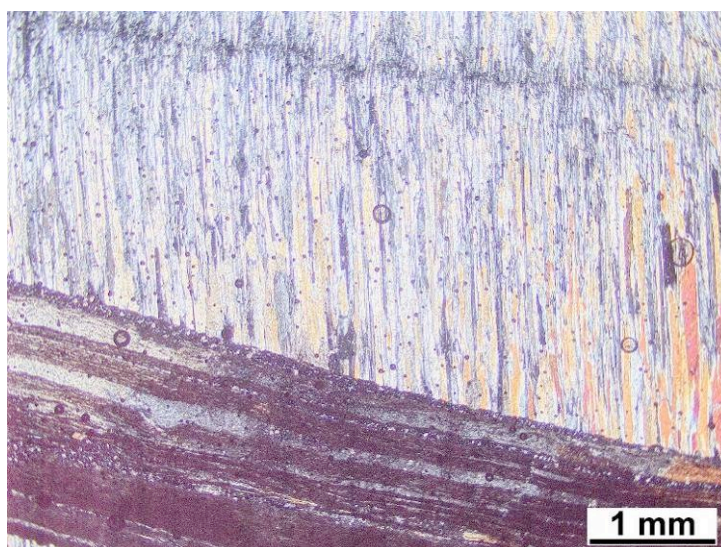


7.60. attēls. Makroparauga fotogrāfija: šķiedru ģipsis, zīda ģipsis. Labi redzama šķiedru ģipša sutūrlīnija (augšējā daļā), zem kuras ir plata mālaini karbonātiska materiāla piejaukuma josla. 12. paraugs. Makroparauga augstums ir 6 cm. Fotografējis autors.

Mikroskopā labi redzams, ka cauri paraugam, paralēli šķiedru ģipša kārtiņas virsmai un pamatnei, stiepjas dolomītģipša ieslēgums, kas šķērso noņemto paraugu pilnībā. Dolomītģipša iekšpusē atrodami ģipša kristāli, kas no pārējā paraugā sastopamajiem atšķiras ar garumu un neregulāru augšanas virzienu. Dolomītģipša ieslēguma abās pusēs atrodas sutūrlīnijas, kas ir novietotas paralēli ieslēgumam. Pie sutūrlīnijām ir sastopami zīda ģipša kristāli, kurus pēc neliela posma (1 - 1,25 mm platumā) nomaina plātāki un mazāk regulāri šķiedru ģipša kristāli. Lielākie kristāli ir 16,3 mm gari un 0,6 mm plati. Mazākie ir 0,2 mm gari un 0,04 mm plati (7.61., 7.62. att.).

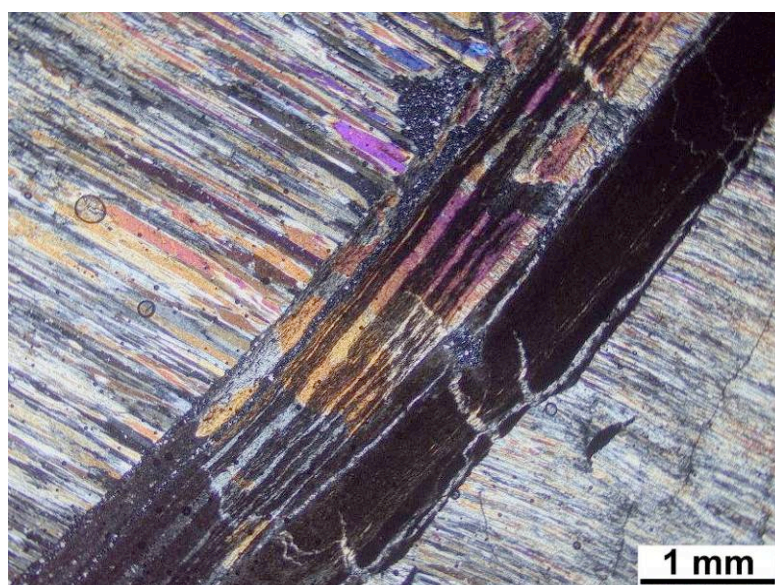


7.61. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: zīda ģipsis un sutūrlīnija (atrodas attēla augšējā daļā). 12. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.



7.62. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: zīda ģipsis un sutūrlīnija (atrodas attēla augšējā daļā). 12. paraugs, augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

No augšpuses ieslēgums robežojas ar šķiedru ģipsi, kura augšanas virziens ir perpendikulārs pret ieslēgumu. No apakšpusē dolomītģipša ieslēguma mala saskaras ar zīda ģipsi, kura augšanas virziens arī ir perpendikulārs pret ieslēgumu. Dolomītģipša ieslēguma apkārtnē nav redzamas augšanas virziena izmaiņas, toties ieslēgumā esošās starpkārtas savstarpēji savienotas ar zīda ģipša kārtiņām. Katrā no šīm kārtiņām ir savs zīda ģipša augšanas virziens, kas nesakrīt ar attiecīgajiem virzieniem pārējā iezī. Dolomītģipša ieslēguma centrā atrodas salīdzinoši lielas ģipša kristālu plātnes, kas ārpus ieslēguma nav atrodamas. Parauga augšpusē un apakšpusē, virzoties projām no sutūrlīnijām, atrodas savstarpēji līdzīga izmēra, gari šķiedru ģipša kristāli. Šajā šķiedru ģipša kārtiņā kā pirmais veidojums ir atzīmējams dolomītģipsis, pēc kura ir veidojies zīda ģipsis un šķiedru ģipsis. Zīda ģipsis ir jaunāks par dolomītģipsi, jo tas ir ieaudzis pēdējā (7.63. att.).

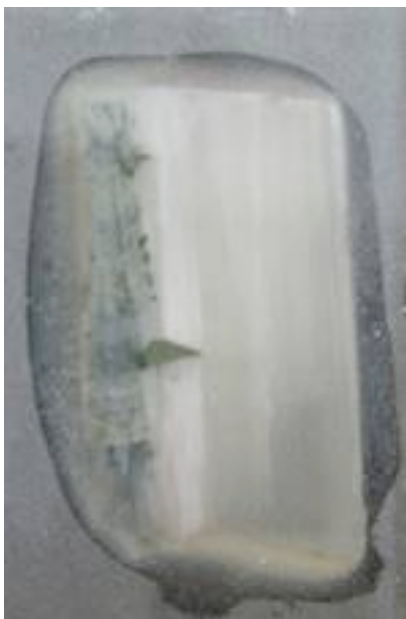


7.63. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: zīda ģipsis un ģipšdolomīta ieslēgums. Augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.

Nobirās ievākts paraugs „celestīns šaurais”

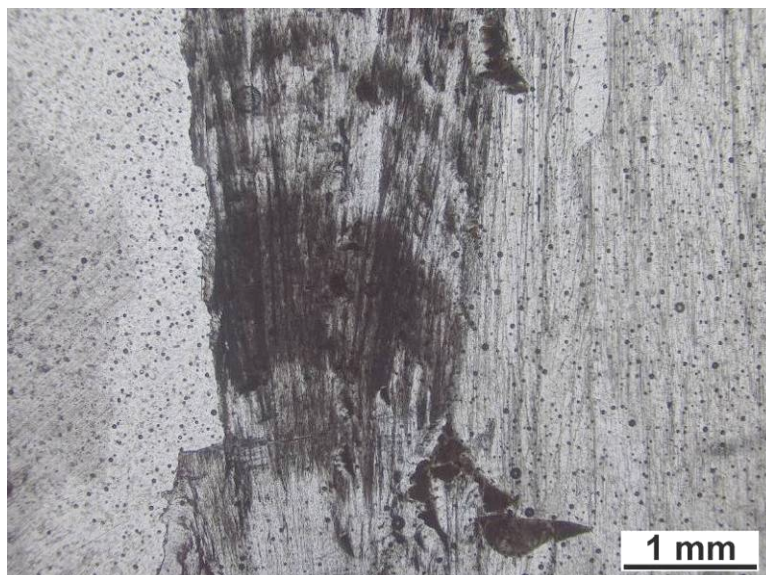
Šajā šķiedru ģipša paraugā ir izveidojies izteikts celestīna konuss, 4,8 mm plats un 25,6 mm garš, kas, acīmredzot, audzis apstākļos, kur tas bijis ierobežots no malām ar lieliem, izturīgiem šķiedru ģipša kristāliem. Paraugā šie lieli kristāli ir pilnībā vai daļēji pārkristalizējušies par zīda ģipsi. Celestīns ir blīvs, labi saskatāms un ar izteiktu augšanas virzienam atbilstošu garenu formu. Spriežot pēc novērojumiem makroparaugā un

plānslīpējumā, celestīnam augšanas laikā ir bijis liels daudzums „barošanās” materiāla - mālaini dolomītisks ieslēgums, kas, acīmredzot, ir bijis bagātināts ar stronciju (7.64 att.). Tas sakrīt ar iepriekšējos plānslīpējumu aprakstos izdarītajiem slēdzieniem.

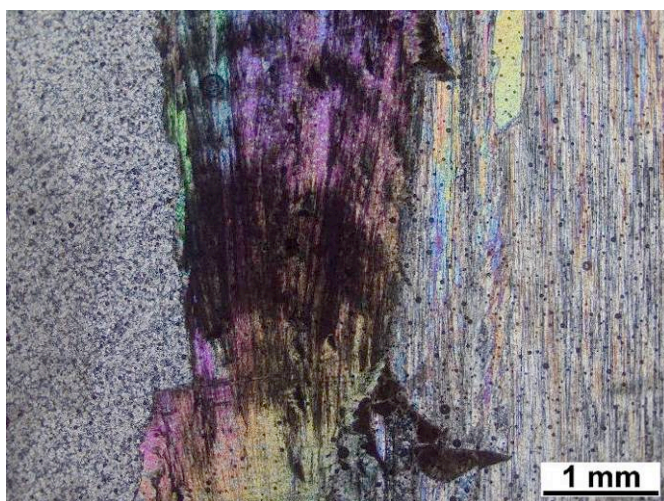


7.64. attēls. Makroparauga fotogrāfija: šķiedru ģipsis ar celestīna konusu. Attēlā redzams celestīna konuss (kreisajā daļā) ar mālaini karbonātiska materiāla ieslēgumiem. Celestīna konusu kontūra piejaukumu dēļ ir pelēcīga. Paraugs „celestīns šaurais”. Fotografējis autors.

Celestīna konusā ir labi saskatāms posmojums, kas izveidojies šī minerāla augšanas epizodēs, kad kā savdabīgs aizmetnis tiek izmantota jauna, augšanas procesā līdzpaņemta mālaini dolomītiskā materiāla atlūza (7.65., 7.66. att.).

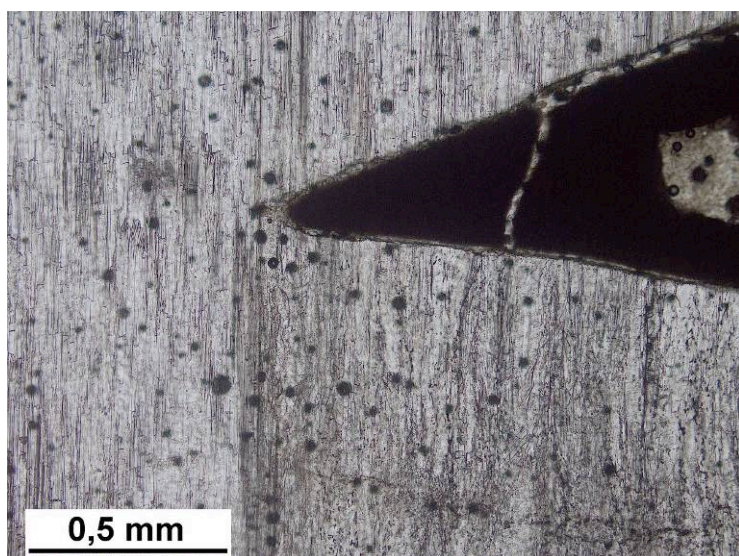


7.65. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: Celestīna konusa sašaurinājuma iekšējā struktūra. Attēlā redzams konusa sašaurinājums, un tā tuvumā (apakšējā daļā) mālaini dolomītiska materiāla ieslēgumu (tumšais). Paraugs „celestīns šaurais”. Augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

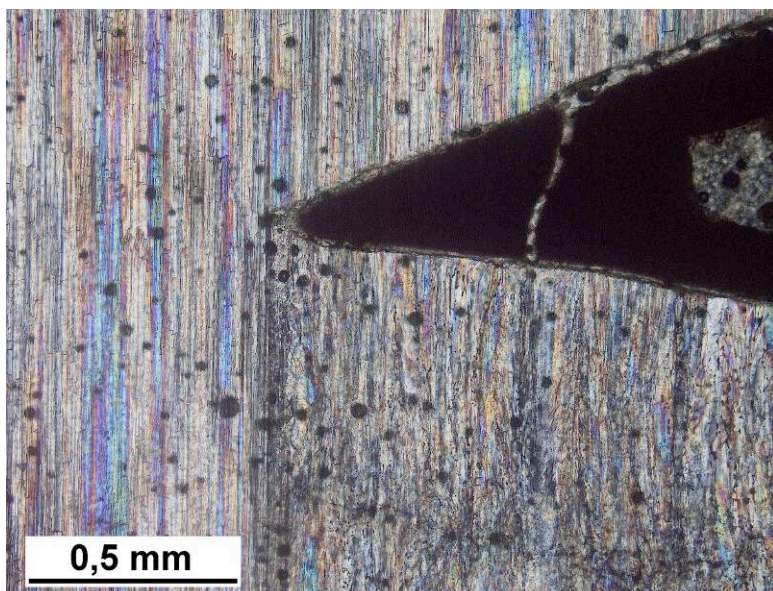


7.66. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: Celestīna konusa sašaurinājuma tuvumā (apakšējā daļā) ir mālaini dolomītiska materiāla ieslēgums (tumšais). Plānslīpējums ir nedaudz par biezu, taču redzams, ka celestīnam (vidū) ir augstākas pakāpes interferences krāsa nekā aptverošajiem ģipša kristāliem. Paraugs „celestīns šaurais”. Augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

Vienā parauga malā saskatāms lielāks mālaini dolomītiska materiāla ieslēgums. Šis ieslēgums ir nobīdījies sānis no augušā celestīna un kalpojis kā pamats celestīna kristāla paplašinājumam. Lielākais ieslēgums ir izturīgāks nekā pārējie mazāka izmēra ieslēgumi, bet aiz tā ir redzami celestīna neregulārie kristāliskie veidojumi, kas atšķiras no blakus esošajiem ļoti regulārajiem, paralēlajiem zīda ģipša kristāliem. Lielais ieslēgums ir bijis pietiekami izturīgs, lai nesadalītos celestīna augšanas ietekmē, bet, domājams, tā sastāvā esošais stroncijs ir labvēlīgi ietekmējis celestīna kristālu veidošanos (7.67., 7.68. att.).

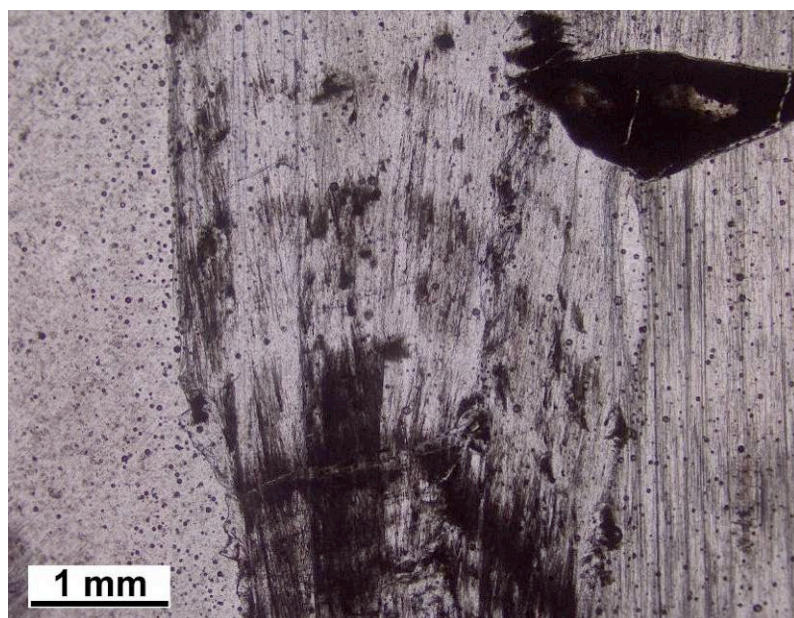


7.67. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: Celestīna kristāli izveidojušies aiz mālaini dolomītiska materiāla ieslēguma (tumšais) augšanas virzienā. Paraugs „celestīns šaurais”. Augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.

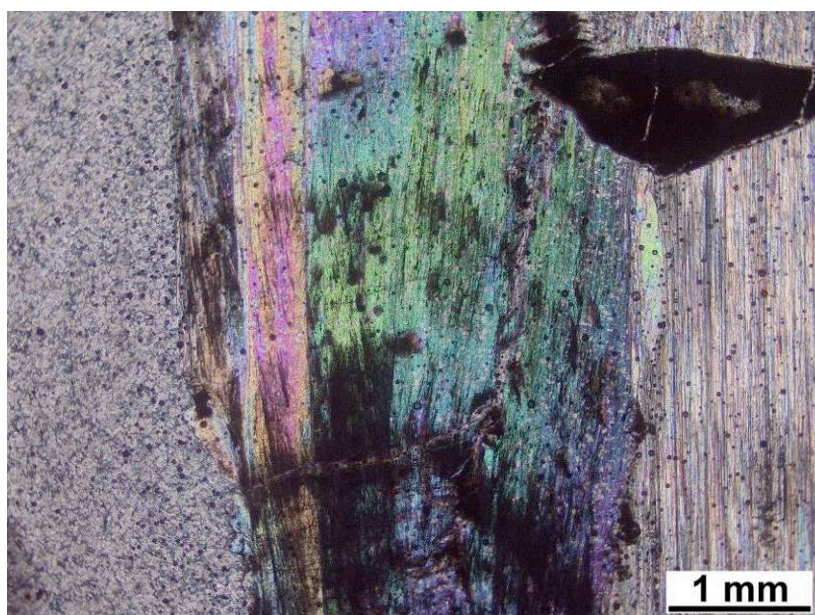


7.68. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: Celestīna kristāli izveidojušies aiz mālaini dolomītiska materiāla ieslēguma (tumšais) augšanas virzienā. Paraugs „celestīns šaurais”. Augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

Celestīna konusa iekšpusē labi saskatāma ir celestīna kristālu augšana vēdekļveidā, kas noteikusi konusa formu. Celestīna kristāli šeit labi atšķiras no ģipša kristāliem pēc to nedaudz augstākas pakāpes interferences krāsas (sk. 7.66. att.). Tāpat labi redzami ir posmi, kuros ir notikusi blīva jaunu celestīna kristālu augšana, acīmredzot, kā „barošanās” avotu izmantojot mālaini dolomītiskā ieslēguma materiālu, kas celestīna konusa iekšpusē ir daļēji sadalījies. Ar mālaini dolomītisko materiālu bagātinātie posmi ir iekrāsojušies tumšākos toņos (7.69., 7.70. att.).



7.69. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: Celestīna konusu iekšējā struktūra. Attēlā redzams konusa paplašinājums, un tā tuvumā (augšējā labās puses daļā) mālaini dolomītiska materiāla ieslēgumu (tumšais). Paraugs „celestīns šaurais”. Augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.



7.70. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: Celestīna konusa iekšējā struktūra. Attēlā redzams konusa paplašinājums, un tā tuvumā (augšējā labās puses daļā) mālaini dolomītiska materiāla ieslēgumu (tumšais). Paraugs „celestīns šaurais”. Augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

Nobirās ievākts paraugs „celestīns platais”

Šajā šķiedru ģipša kārtiņā celestīna konuss sastāv no diviem, kopā saaugušiem konusiem visa parauga platumā, bet garumā tas sniedzas līdz 20,6 mm. Par saaugumu liecina divas virsotnes – to augšanas centri. Šis dubultais celestīna konuss ir ļoti plats, un tas būtiski paplašinās augšanas virzienā. Tas liecina, ka apstākļi ir bijuši labvēlīgi celestīna attīstībai un izplatībai (7.71. att.).



7.71. attēls. Makroparauga fotogrāfija: šķiedru ģipsis ar diviem platiem celestīna konusiem. Attēlā redzams celestīna konusi (augšējā daļā) ar nelieliem mālaini karbonātiska materiāla ieslēgumiem. Paraugs „celestīns platais”. Parauga augstums ir aptuveni 5 cm. Celestīna konusu kontūra piejaukumu dēļ ir pelēcīga. Fotografējis autors.

Apkārtesošie ģipša kristāli, acīmredzot, ir bijuši mīkstāki un neizturīgāki, tādēļ deformējās, ļaujot celestīnam izplatīties. Gar celestīna konusa malām labi ir redzami „pakāpienveida” veidojumi, kuru pamatnēs ir deformētās, savstarpēji atrautās dolomītiski mālainā materiāla ieslēguma daļas. Šajā paraugā ir labi izteikts tas, ka lielākie un viendabīgākie ģipša kristāli, kas atrodas starp abiem celestīna konusiem posmā, kur tie nav savienojušies, ir bijuši noturīgāki pret blakus esošā celestīna augšanu (7.72, 7.73. att.).

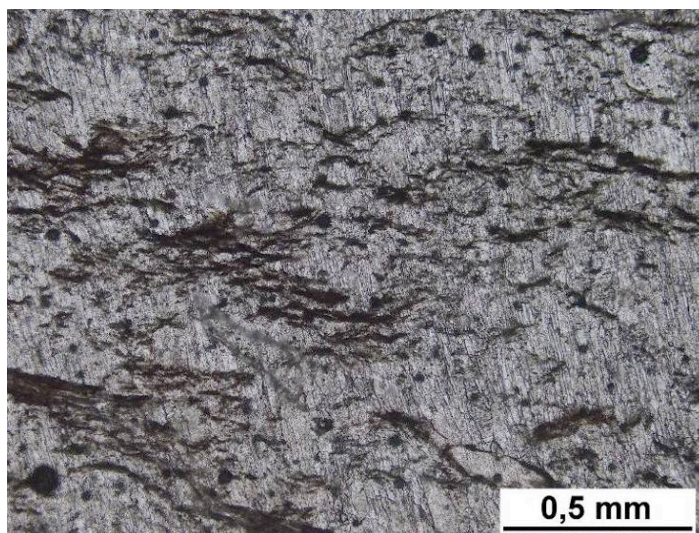


7.72. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis ar celestīna konusiem (abās malās). Attēlā redzama konusu savienošanās vieta, un tā robežā ar šķiedru ģipsi ir mālaini dolomītiska materiāla piejaukumi (tumšais). Paraugs „celestīns platais”. Augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.

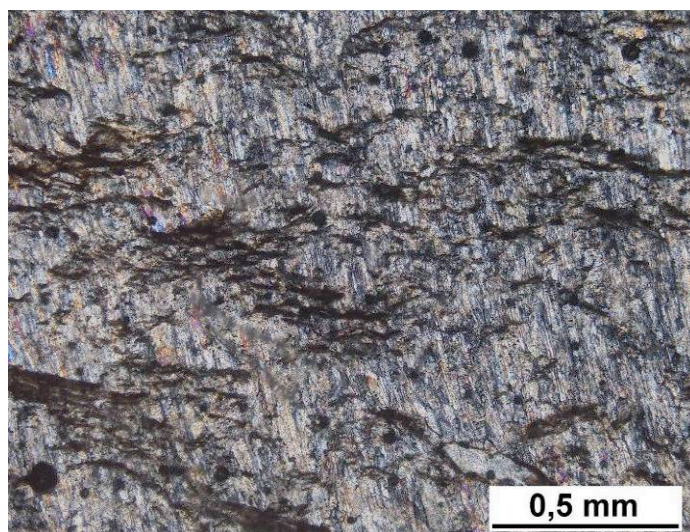


7.73. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: šķiedru ģipsis ar celestīna konusiem (abās malās). Attēlā redzama konusu savienošanās vieta, un tā robežā ar šķiedru ģipsi ir mālaini dolomītiska materiāla piejaukumi (tumšais). Paraugs „celestīns platais”. Augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

Cauri celestīnam, paralēli tā augšanas virzienam redzami viļņveida-krokveida ieslēgumi, kuru krāsa ir identiska mālaini dolomītisko ieslēgumu krāsai. Šie ieslēgumi sastāv no daļēji ar celestīnu aizvietota mālaini dolomītiskā materiāla (7.74., 7.75. att.).



7.74. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: Celestīna kristāla struktūra ar mālaini dolomītiska materiāla piejaukuma daļiņām (tumšais). Paraugs „celestīns platais”. Augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.



7.75. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: Celestīna kristāla struktūra ar mālaini dolomītiska materiāla piejaukuma daļiņām (brūnais). Paraugs „celestīns platais”. Augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

Nobirās ievākts paraugs „caurcelest”

Šajā paraugā kopā ar šķiedru ģipsi ir pārstāvēta celestīna konusa augšdaļa (tā platākā 3 mm daļa). Celestīns novietojies starp lielākiem šķiedru ģipša kristāliem izaugot 7,6 mm garumā, kuri tālāk robežojas ar zīda ģipsi. Celestīna krāsa ir izteikta, tā ir nedaudz tumšāka nekā šķiedru ģipsim, kas raksturīgi arī citiem pētītajiem paraugiem (7.76 att.).

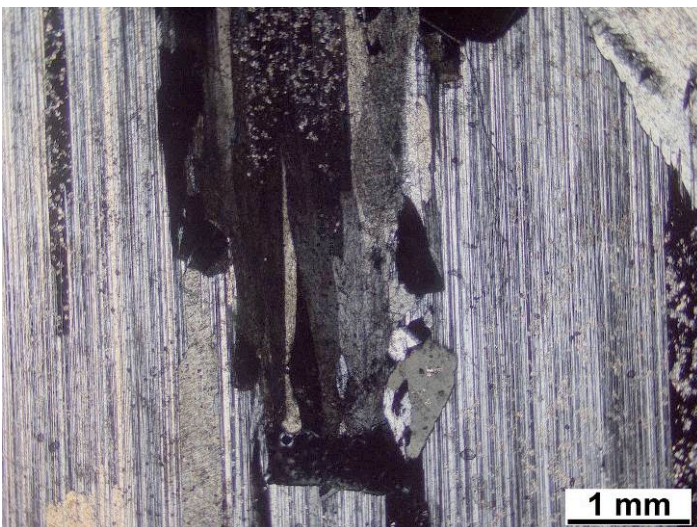


7.76. attēls. Makroparauga fotogrāfija: šķiedru ģipsis ar celestīna konusu. Attēlā redzams celestīna konus (centrālā augšējā daļā) ar mālaini karbonātiska materiāla ieslēgumiem. Paraugs „caurcelest”. Celestīna konusu kontūra piejaukumu dēļ ir pelēcīga. Fotografējis autors.

Virš celestīna konusa ir mālaini dolomītiska ieslēguma drumslas. Aplūkojot celestīna konusa augšanas centru 50x palielinājumā, ir atšķirami 5 dažādi celestīna kristāli, kas ir saauguši kopā. Šie kristāli ir auguši vādekļveidīgi un to savstarpējie kontakti ir neregulāri (7.77., 7.78. att.).



7.77. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: Celestīna konusu iekšējā struktūra. Attēlā redzams konusa virsotne, un tās malās mālaini dolomītiska materiāla ieslēgumi (tumšie). Paraugs „caurcelest”. Augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli paralēli. Fotografējis autors.



7.78. attēls. Plānslīpējuma mikrofotogrāfija: Celestīna konusu iekšējā struktūra. Attēlā redzama konusa virsotne, un tās malās mālaini dolomītiska materiāla ieslēgumi (tumšie). Paraugs „caurcelest”. Augšējā devona Salaspils svīta, Salaspils ģipša karjers, nikoli krustoti. Fotografējis autors.

8. DISKUSIJA

Mūsdienās šķiedru ģipša un celestīna mineraloģisku un petrogrāfisko pētījumu ir maz. Analizējot zinātniskos rakstus LU pieejamajā datu bāzē *Science Direct*, noskaidrots, ka vairāk tiek pētīti ģipša rašanās un augšanas apstākļi, kā arī to ietekme un nozīme kā celtniecības materiālam un pielietojumam medicīnā. Ir atklāta ūdens šķīdumu lielā ietekme uz ģipsi – ja ģipsis ir sauss, tas dehidratizēsies kļūš par anhidrītu pie 60°C temperatūras, bet, ja vide ir bagāta ar ūdeni, tad ģipsis nepāriet anhidrītā līdz pat 100°C temperatūrai (Cobbold et al., 2013). Pēdējās tendences šķiedru ģipša izmantošanā ir saistītas ar medicīnu un būvniecību. Pētījumu, kas veikti celestīna rašanās un augšanas apstākļu noskaidrošanai, ir ievērojami mazāk, galvenokārt, tiek publicēti darbi, kuros vairāk tiek apskatīts stroncijs kā kaitīgais piejaukums ķīmiski tīrajos ģipša paveidos, un iespējas šo piejaukumu atdalīt (piemēram, Playà, Rosell, 2005).

Šajā darbā ir aplūkotas dažādas šķiedru ģipša formas tādas kā šķiedru ģipsis, zīda ģipsis un “stiklam līdzīgs” ģipsis. Lai arī šķiedra ģipša kristālu forma un izmēri ir dažādi, tomēr iezīmējas dažas likumsakarības, kas atrodamas gandrīz visos paraugos. Viena no tām ir zīda ģipša veidošanās pie sutūrlīnijām, kā arī tā spēja iespiesties starp lielākiem kristāliem. Savukārt lielākie ģipša kristāli izceļas ar savu noturību pret augošā celestīna spiedienu, kas nosaka paralēlu, garenu celestīna veidojumu formēšanos. Ja augošo celestīnu apņem salīdzinoši nelieli šķiedru ģipša kristāli, celestīns ir vairāk pleties uz malām, veidojot izteiktus konusus. Tā, piemēram, paraugā “celestīns šaurais”, kas ievākts nobirās, celestīna konususveida forma ir šaura dēļ apkārtējo ģipša kristālu izraisītā spiediena, bet “celestīns platais” ir veidojies pilnīgi pretējos aptākļos – tā apkārtesošie ģipša kristāli ir nenoturīgāki pret celestīna kristālu radīto augšanas spiedienu. “Caurcelest” celestīns ir ļoti nenoturīgs; tas deformējas pat ātrāk nekā ģipša kristāli parauga sagatavošanas procesa laikā, kas liek domāt par ģipša un celestīna sastāva proporcijām iezī.

Celestīns ir atrasts paraugos daudz vairāk, nekā tas bija sagaidāms, ievācot paraugus lauka darbos. Kā jau minēts, tā augšanas izmēri un forma ir cieši saistīta ar apkārtesošā ģipša kristālu formām. Šajā maģistra darbā atklāts, ka celestīna augšanai būtiska ir mālaini dolomītisku ieslēgumu klātbūtne. Spriežot pēc celestīna konusu augšanas likumsakarībām, jāsecina, ka tas ir ieguvis stronciju no mālaini dolomītiskiem ieslēgumiem. Pirmkārt, ir vērojams, ka konusi paplašinās, it kā balstoties uz šiem ieslēgumiem. Otrkārt, uzreiz aiz ieslēgumiem celestīns ir bagātinājies ar mālainu un, iespējams, arī karbonātisku piejaukumu, kas parāda tā „barošanos” ar šo ieslēgumu materiālu.

Ģeoloģiskajā literatūrā kā potenciāls stroncija avots tiek atzīmēta gan kaļķakmeņu dolomitizācija, gan aragonītu saturošo nogulumu kalcitizācija (Chang et al., 1998, Warren, 2006). Stroncija jona (Sr^{2+}) avots var būt šī jona nodalīšanās aragonīta pārejā par kalcītu vai kalcīta pārejā par dolomītu, un šādā veidā atbrīvojies stroncijs ir kā papildinājums no jūras ūdens piegādātajam stroncijam (Playà, Rosell, 2005). Nav izslēgts, ka arī Salaspils svītas šķiedru ģipšos sastopamais celestīns ir ieguvis stronciju, dolomitizējoties mālaini karbonātiskajos ieslēgumos esošajam sākotnējam kalcija karbonātam. Spriežot pēc mālaini dolomītisko ieslēgumu izmēriem, tie nebija vienīgais stroncija avots. Visticamāk šis elements dominējoši nācis no jūras ūdens vai no sulfātisko ūdeņu porās esošajiem ūdeņiem.

Daudzos maģistra darbā pētītajos paraugos celestīns uzskatāmi ataino to, ka tas neveidojas vietās, kur nav vajadzīgais karbonātiska sastāva piemaisījums.

Ģipša kristāli pēc to lieluma reti ir atrodami dažādos izmēros vienā parauga iecirknī. Pēc novērojumiem paraugos tiek secināts, ka šķiedru ģipša augšanas sākumā (visbiežāk pie sutūrlīnijas vai ieslēguma) kā pirmais izveidojas zīda ģipsis. Tā smalkā struktūra, ko veido ļoti tievi, paralēli kristāli, ir pietiekami efektīva ātrai kristalizācijai. Turpinoties kristālu augšanai, kā nākamais veidojas „parastais” šķiedru ģipsis, kura kristāli ir lielāki nekā zīda ģipsim. Zīda ģipsis ir radījis labvēlīgus apstākļus šķiedru ģipša augšanai. Salīdzinoši lielākie kristāli šķiedru ģipša kristāli, iespējams, ar savām gludajām virsmām ir kā iniciators lielāko (“stiklam līdzīgo”) ģipša kristālu attīstībai. Starp lielajiem kristāliem ir vērojama augšanas procesā saglabājusies brīva telpa, kurā vislabāk attīstās visa šķiedru ģipša augšanas aizsācējs – zīda ģipsis. Tas ieaug spraugās un bieži nesakrīt ar lielāko kristālu orientāciju, bet ietur tam izdevīgu virzienu, kas parasti atbilst tuvākajos iecirkņos esošo lielāko kristālu šķautnēm.

Ja šajā šķiedru ģipša kristālu savdabīgajā „evolūcijas aplī” piedalās kāds karbonātisks vai mālaini karbonātisks ieslēgums, tad pastāv liela varbūtība, ka līdz ar ģipsi izveidosies celestīns. Celestīnam veidojoties zīda ģipsī, tas augšanas ziņā ir tendēts plesties platumā (veidot plašus konusus), jo zīda ģipša kristāli ir visneizturīgākie no pārējiem ģipša kristālu paveidiem, kas ļauj celestīnam izplesties un ”stumt” līdzī karbonātiskās daļiņas no augšanas gaitā sadalīta ieslēguma. Kā jau iepriekš minēts, celestīna konusi aug vairāk gareniski tādos gadījumos, kad tie atrodas starp lielākiem ģipša kristāliem, kuri notur celestīnu zināmās platuma robežās.

SECINĀJUMI

Šī darba izstrādes rezultātā ir izdarīti šādi secinājumi par šķiedru ģipša un celestīna veidošanās apstākļiem Latvijas devona Salaspils svītas nogulumos Salaspils ģipša atradnē:

- Šķiedru ģipsis ir veidojies, sekundāri kristalizējoties uz noslāņojuma virsmām un plaisām. To apstiprina gan novērojumi lauka apstākļos, gan šķiedru ģipša mikroskopiskas dzīslas, kas šķērso citu iežu tipu ieslēgumus lielāka biezuma šķiedru ģipša kārtiņās.
- Kā pirmie no šķiedru ģipša kristāliem veidojas paralēlie, tievie t. s. zīda ģipša kristāli, uz kuru bāzes secīgi izveidojas šķiedru ģipsis ar nedaudz lielāka biezuma un mazāk regulāriem kristāliem. Ja turpinās ģipša augšana, tad kā pēdējie veidojas lielākie “stiklam līdzīgie” ģipša kristāli.
- Zīda ģipsis ir atrodams ne tikai šķiedru ģipša augšanas sākumpunktā, bet arī starp lielākiem kristāliem, kur zīda ģipsis par atbalsta punktu izmanto lielāko kristālu skaldnes, kuras ir nelīdzenas un, iespējams, deformējušās pirms zīda ģipša attīstības šajās vietās.
- Par augšanas “platformu” ģipsis bez sutūrlīnijas izmanto arī karbonātiskus, mālainus un jaukta sastāva ieslēgumus.
- Celestīns savā augšanas procesā izmanto mālaini dolomītiskus ieslēgumus, no kā iegūst stronciju kristāla izveidei. Celestīna kristalizācijas procesā mālaini dolomītiskais ieslēgums tiek sadalīts un katra tā daļa nodrošina turpmāku celestīna attīstību. Galvenais stroncija avots celestīnam tomēr ir vai nu jūras ūdens, vai ar sulfātiem bagātie nogulu poru ūdeņi.
- Celestīna konusa forma ir būtiski atkarīga no apkārt esošo ģipša kristālu lieluma, augšanas virziena un noturības pret deformācijām. Celestīna platums ir pretēji proporcionāls ar to kontaktējošo šķiedru ģipša kristālu platumam.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA UN AVOTI

Publicētā literatūra

- Brangulis, A. J., Kuršs, V., Misāns, J. un Stinkulis, Ģ. 1998. *Latvijas ģeoloģija. 1:500 000 mēroga ģeoloģiskā karte un pirmskvartāra nogulumu apraksts*. Red. Misāns, J. Rīga, Valsts ģeoloģijas dienests.
- Chang, L. L. Y., Howie, R. A. & Zussman, J. 1998. *Rock-forming minerals*. Vol. 5B. Non-silicates: sulphates, carbonates, phosphates, halides. London, Geological Society of London.
- Cobbold, P. R., Zanella, A., Rodrigues, N. and Løseth, H. 2013. Bedding-parallel fibrous veins (beef and cone-in-cone): Worldwide occurrence and possible significance in terms of fluid overpressure, hydrocarbon generation and mineralization. *Marine and Petroleum Geology*. 43, 1–20. Doi: 10.1016/j.marpetgeo.2013.01.010.
- Kuršs, V. 1984. *Devonā, zivju laikmetā*. Rīga, Zinātne.
- Kuršs, V. un Stinkule, A. 1997. *Latvijas derīgie izrakteņi*. Rīga, Latvijas Universitāte.
- Lukševičs, E., Stinkulis, Ģ., Mūrnieks, A. & Popovs, K. 2012. Geological evolution of the Baltic Artesian Basin. In: Dēliņa, A., Kalvāns, A., Saks, T., Bethers, U., Virčavs, V. (eds.) *Highlights of Groundwater Research in the Baltic Artesian Basin*. Rīga, University of Latvia, 7–52.
- Playà, E. and Rosell, L. 2005. The celestite problem in gypsum Sr geochemistry: An evaluation of purifying methods of gypsiferous samples. *Chemical Geology*. 221, 102–116. Doi: 10.1016/j.chemgeo.2005.04.006.
- Sánchez-Pastor, N., Pina, C.M. and Fernández-Díaz, L. 2007. A combined in situ AFM and SEM study of the interaction between celestite (0 0 1) surfaces and carbonate-bearing aqueous solutions. *Surface Science*. 601 (14), 2973–2982.
- Sanz-Montero, M.E., Rodriguez-Aranda, J.P. and Garcia del Cura, M.A. 2009. Bioinduced precipitation of barite and celestite in dolomite microbialites. Examples from Miocene lacustrine sequences in the Madrid and Duero Basins, Spain. *Sedimentary Geology*. 222, 138–148. Doi: 10.1016/j.sedgeo.2009.05.009.
- Scholle, P. A., Ulmer-Scholle, D. S. 2003. *A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, Textures, Porosity, Diagenesis*. AAPG Memoir 77.
- Sedmalis, U. un Šperberga, I. 2005. *Mineraloģija*. Rīga, RTU Izdevniecība.
- Segliņš, V. un Brangulis, A. (red.) 2001. *Latvijas zemes dzīļu resursi*. 2. izdevums. Rīga, Valsts ģeoloģijas dienests.
- Segliņš, V. 2007. *Minerāli un ieži. 1. Minerāli*. Rīga, RaKa.

- Sorokins, V. 1998. Salaspils svīta. Enciklopēdija *Latvijas daba*. 5. sēj. Rīga, Preses nams, 35–37.
- Stinkule, A. un Stinkulis, Ģ. 2013. *Latvijas derīgie izrakteņi*. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds.
- Warren, J.K. 2006. *Evaporites: Sediments, Resources and Hydrocarbons*. Berlin, Springer.
- Биргер Л. В. и др. 1979. Франский ярус. В кн.: *Геологическое строение и полезные ископаемые Латвии*. Рига, с. 100-141.
- Куршс, В.М. 1992. *Девонское терригенное осадконакопление на Главном девонском поле*. Рига, Зинатне.
- Сорокин, В. С. 1978. *Этапы развития Северо-Запада Русской платформы во Франском веке*. Рига, Зинатне.
- Сорокин, В. С. 1967. Древние карстовые брекчии, химические брекчии раздоломичивания и вторичные известняки в отложениях Франского яруса Главного девонского поля. В кн.: *Егоров, Д.Ф. (ред.) Вопросы геологии среднего и верхнего палеозоя Прибалтики*. Рига, Зинатне. 106-136.
- Сорокин, В. С. 1981. Плявиньский, дубниковский, даугавский, снежский, памушский, стипинайский, амульский горизонты. В кн.: *Девон и карбон Прибалтики*. Рига, с. 167-300.

Nepublicētā literatūra

- Kregžde, A. 2008. Devona Salaspils svītas nogulumu veidošanās apstākļu rekonstrukcijas: maģistra darbs. Rīga, LU ĢZZF.
- Mellis, O. 1943. *Studijas par Latvijas šķiedrģipša un šķiedrcelestīna uzbūvi un ģenēzi*. Rīga, Latvijas Ģeoloģiskais fonds.
- Stinkulis, Ģ. 1993. Salaspils svītas litoloģisks raksturojums Rīgas apkaimē: bakalaura darbs. Rīga, LU ĢZZF.
- Stinkulis, Ģ. 1998. Latvijas devona klastisko-karbonātiežu un kaļķakmeņu-dolomītu pārejas zonu sedimentoloģija un mineraloģija: promocijas darbs. Rīga, LU ĢZZF.
- Upītis, J. 2014. Devona Salaspils svītas nogulumu fācijas Salaspils un Skaistkalnes apkārtnē: bakalaura darbs. Rīga, LU ĢZZF.
- Трацевский, Г., Архарова, Т., Кунда, З., и др. 1993. Результаты геологической съемки масштаба 1:50 000 территории листов О-34-81-В, Г, О-34-82-В, О-34-93-А, Б, В, Г, О-34-94-А, Б, В, Г, О-34-95-В, О-34-105-А, Б, О-34-106-А, Б (Талсы, Колка). Рига, Latvijas ģeoloģijas fonds.