

Sekmīgi
Orhellijs
N. J. J.
N. Sella

Nikolājs Zuments
matr. № 14221.

S I G U L D A S L O D Ī Š U S M I L Š A K M E N S

U Z B Ū V E .

Maģistrā darbs.



S A T U R S .

1. Ievads	Lpp.	1
2. Vispārējais Siguldas lodīšu smilšakmens raksturojums	"	4
3. Smilšu un kalcīta daudzuma attieksme	"	6
4. Kvarca graudu orientējums pret kalcīta oikokristallu	"	15
5. Iegūto rezultātu interpretācija	"	35

1. I e v a d s .

Lodīšu smilšakmeņi ir īpatnēji ieži, kas no citiem, petrografiski līdzīgiem smilšakmeņiem, atšķiras ar savu uzbūvi. Cementētāja viela šē izveido lodītes, kas, saplūstot pa vairākām kopā, piešķir smilšakmenim raksturīgu, ogu ķekariem līdzīgu izskatu.

Ziņas par lodīšu smilšakmens īpašībām un sastopamību dabā ir ļoti trūcīgas. Petrografijas mācības grāmatās (9, 10, 11) un kompedijās par lodīšu smilšakmeni tikpat, kā nekas nav minēts.

Latvijā lodīšu smilšakmens pēc Doss'a (4), Kraus'a (5) un Delles (2) datiem sastopams daudzās vietās, it sevišķi kur karbonātu ieži sedz smilšakmeni. Vislabāk pazīstama lodīšu smilšakmens atradne Amatas krastos, ko sīkāk aprakstījis Kraus (5). Bez tam Doss (4) norāda uz lodīšu smilšakmens sastopamību kādā dziļurbumā Rīgā (Volfēmita fabrikā) un Brambergē (D_3e). Arī Režupes un Ventas krastos zem $D_3 b_2$ plātņu dolomītiem sastopams lodīšu smilšakmens. $D_3 e$ horizontā lodīšu smilšakmeņi sastopami arī pie Doles salas, bet $D_3 h$ horizontā Kurzemē (Svētes, Viloes un Ventas upju krastos).

Lodīšu smilšakmens ārējais izskats mēdz būt ļoti

dažāds. Lodīšu caurmērs svārstās no 0,5 mm līdz 9 cm (pēc paraugiem Universitātes geoloģiskā institūta muzejā). Parasti lodīšu caurmērs ir ap 5 mm. Cementsētāja viela lodītēs ir kalcīts (Doss (4), Kraus (5), Bamberg (1)). Kā jau to novērojis Doss, katra lodīte ir kalcīta vienkristāls, kura ieslēgti smilšu graudi. Pāršķeļot lodīti dabū samērā līdzenu skaldnības plāksnes virsu, kas šķērso visu lodīti. Dažas lodītes, piemēram, Ventas krastos pie Kuldīgas, sadalās vairākās sferiskās čaulās, kas ietver viena otru.

Lodītes mēdz būt parasti saplūdušas pa vairākām kopā, veidojot 2,3 un vairāku lodīšu ķekarveida saaugumus. Bieži tās izveido veselu cieši saaugušu lodīšu slāni, kura biezums pēc Doss'a (4) sniedzas līdz 15 cm. Dažas atradnēs sastopamas arī atsevišķas apaļas un eliptiskas lodītes, kas ieguldītas apkārtējā irdenā vai vājāk sacementētā smilšakmenī. Lodīšu virsa ir parasti raupja, bieži ar atsevišķiem izciļņiem.

Lodīšu smilšakmens un atsevišķo lodīšu krāsa ir gaiši vai zaļgani pelēka, kas reizēm no limonīta (?) piejaukuma pāriet ruzgā vai brūnā krāsā.

Sīkākas ziņas par Latvijā sastopamo lodīšu smilšakmeni ir ļoti trūcīgas. Izņemot Bamberg (1) ķīmisko analīzi, pēc kuras pie Bamberges piemētais smilšakmens (lodīšu smilšakmens ?) paraugs satur 56,91% HCl ne-

šķīstosā atlikuma (smilšu ?), 18,12% CO_2 , 24,59% CaO , 0,41% MgO , 0,18% Fe_2O_3 un 0,30% Al_2O_3 , nekādi citi kvantitatīva rakstura dati par lodīšu smilšakmeni nekur nav sniegti.

Šīnī darbā mēģināts aizpildīt šo robu, izpētot Siguldas lodīšu smilšakmenī smilšu un kalcīta daudzumu attieksmes, kā arī kvarca graudu savstarpējo orientējumu un tā attieksmi pret kalcīta c-asi. Līdz ar to mēģināts noskaidrot kalcīta oikokristalla kristalizācijas ietekmi uz ieslēgtiem smilšu graudiem.

Darbs veikts Universitātes minerāloģijas - petroloģijas institūtā privātdocenta Dr. O. Meļļa vadībā.

2. VISPĀRĒJAIS SIGULDAS LODIŠU

SMILŠAKMENS RAKSTUROJUMS.

Lodišu smilšakmens uzbūves pētījumiem ņemti paraugi, kurus 1936.g. Siguldā, no atseguma ceļa ierakumā pie pils, ievācis privātdocents Dr. O. Mellis. Slānis, no kura paraugi ņemti, guļ 4,7 m zem zemes virskārtas uz profila zīmējumā (1. att.). tas apzīmēts ar svītrojumu. Smilšakmens šīnī slānī ir gaišā pelēkā krāsā un irdens. Tas satur atsevišķas vai pa vairākām kopā saplūdušas lodītes. Arī lodišu krāsa ir gaiši pelēka.

Lodišu forma ir apaļa vai eliptiska. Apaļo lodišu caurmērs ir apm. 1 cm, bet iegareno lielākais caurmērs ir apm. 1,5 cm. Lodītes bieži saplūdušas pa divām, trim un vairākām kopā. Agregātos saplūdušas lodītes ir deformētas, izstieptas vai pat zaudējušas savu raksturīgo formu. Ir lodītes, kas salīpušas ar nelielām mālainām mergeļa lēcām.

Lodišu svaigajā šķēlumā labi saskatāma iezalģani pelēka vizuļojša kalcīta skaldnības virsa.

No lodītēm pagatavoto plānslīpējumu apskate rāda, ka katra lodīte sastāv no kalcīta kristalla, kurā poikilitiski ieslēgti smilšu graudi. Tas sevišķi skaidri izpaužas kalcīta vienlaicīgā nodzišanā visā lodītes šķērsgriezuma platībā. Smilšu graudu sadalī-

jums ir vienmērīgs (sk. mērījumus ar integrātoru) un nemainās arī lodīšu saskares vietās: nekādi graudu sablīvējumi tur nav redzami (2.att.).

Kalcīta optiskās īpašības ir šādas: vienass, (-), ļoti stipra dubultlaušanas spēja (perlmutra interferences krāsas), n_x ievērojami $> 1,54$. Kalcītam raksturīgie polisintētiskie dvīņi nav novēroti, kamdēļ izdarīta vēl pārbaude ar etiķskābi. Tā rādīja, ka minerāls ir tiešām kalcīts.

Kalcīta lodītēs ieslēgtās smiltis sastāv g.k. no kvarca graudiem, kuriem nelielā daudzumā piebiedrojas laukšpatu (K- laukšpata, plagioklazu) graudi. Akcesorisko minerālu graudi saskatāmi sporadiski.

Smilšu graudi Siguldas lodīšu smilšakmenī, spriežot pēc plānslīpējumiem, ir vidēji 0,1 - 0,2 mm lieli. Tie visumā ir maz noapaļoti, subangulāri un bieži iedobti. Laukšpatu graudu forma ir bieži skalnības plaisu veidota.

3. SMILŠU UN KALCĪTA DAUDZUMA ATTIEKSME.

Lai raksturotu Siguldas lodīšu smilšakmens uzbūvi no kvantitatīvā sastāva viedokļa, izdarīta vairāku lodīšu plānslīpējumu geometriskā analīze.

Kā zināms, minerālu daudzuma attieksmes izzi visparocīgāk noskaidrojamas ar geometriskās analīzes palīdzību. No vairākiem šīs analīzes veidiem par visērtāko izrādījies Rosiwal'a (6) līnārā metode. Tas pamatā ir pieņēmums, ka plānslīpējuma plāksnē pēto minerālu šķērsgrīzumu laukumu attieksmes ir pielīdzināmas to garumu attieksmēm, kas rodas minerālu graudiem šķēļot paralēlās līnijas (6).

Ja kādā plānslīpējumā grib noteikt minerālu daudzuma attieksmes, pētamo plānslīpējuma laukumu noklāj ar iedomātām paralēlām līnijām, kas izveido t.s. indikātrisu. Pēc tam izmēra taisņu gabalus, ko attiecīgā minerāla graudi nošķēļ uz indikātrisas un šos taisņu gabalus katram atsevišķam minerālam summē. Zinot indikātrisas kopējo garumu un taisņu gabalu summu katram atsevišķam minerālam, var aprēķināt minerālu šķērsgrīzumu laukumu attieksmes. Laukumu attieksmes, kā to jau sen pierādījis Deless (6), atbilst minerālu tilpuma attieksmēm. Tās parasti aprēķina procentos. Reizinot minerālu procentuālās

tilpuma attieksmes ar katram minerālam raksturīgo īpatnējo svaru un iegūto skaitļu summu pielīdzinot simtam, var dabūt minerālu daudzuma attieksmes svara procentos.

Lodīšu plānslīpējumos kalcīta un smilšu daudzuma attieksmes noteiktas ar R. Fuess'a firmas integrācijas ierīci "Sigma". Šī ierīce sastāv no elektriski iedarbināma aparāta, ko lokans pārnēsums savieno ar polarizācijas mikroskopa krusta galdiņu. Paspiežot vienu vai otru taustiņu, preparāts pārbīdās vienā virzienā paralēli transversālajam okulāra diedziņam un aparāts automātiski registrē indikātrisas garumu ar precīzitāti līdz 0,01 mm. Tā tad katrs indikātrisas atgriezumā gabals ir precīzi registrēts atstatums, ko okulāra diedziņu krustpunkts šķietami noiet no vienas grauda malas līdz otrai.

Integrātoram ir vēl virziena pārslēdzējs un taustiņš, ar kura palīdzību pārbīda preparātu bez atskaitījuma.

Ja grib mērīt indikātrisas atgriezumā gabalus nākamā paralēlā līnijā, ar mikroskopa krusta galdiņa skrūvi pārbīda preparātu sagitālā virzienā uz vajadzīgo atstatumu.

Lodīšu plānslīpējumos, ievērojot smilšu graudu vidējo diametru (0,1 - 0,2 mm), atstatums starp atse-

viskām paralēlām līnijām ņemts 0,1 mm.

Ar geometrisko analīzi iegūtie smilšu un dolomīta daudzuma skaitļi tilpuma procentos pārrēķināti svāra procentos, pieņemot kalcīta īpatnējo svāru par 2,7, bet smilšu - par 2,6.

Lai noskaidrotu Siguldā smilšakmens lodīšu uzbuves vienmērību nosakot kalcīta un smilšu daudzuma 538. preparātā, šo minerālu daudzuma attiecība tilpuma procentos aprēķināta sākumā katrai indikātrīsas paralēlai līnijai, bet vēlāk katrām 5 vai 10 līnijām kopā. Preparātiem 539 un 537 aprēķini izdarīti ik 10 līnijām kopā. Bez tam visiem preparātiem aprēķināti daudzuma skaitļi visam mērījumu laukumam, tilpuma un svāra procentos.

Mērījumi izdarīti apm. 50 kv. mm lielos laukumos.

Preparāts N.538 pagatavots no vienas lodītes, tāpat arī preparāts N.539. Turpretim preparāts N.537 ir šķērsgrīezums caur triju lodīšu saugumu. Lodītes šē apzīmētas ar burtiem A, B un C.

M ē r ī j u m u r e z u l t ā t i .

Siguldas lodīšu smilšakmens geometriskā analīze pēc Rosiwala līnēaras metodes (R. Fuess's firmas integratoru "Sigma").

Mērījamais laukums = apm. 50 kv. mm.

P r e p e r ā t s N.538.

Mikroskopa gal- dīņa mikrometra skruves atskai- tījumi pēc or- dinātes mm.	Indikatrisis Indik. garums kopgar. mm mm		Smilts tilpums %	Kalcīts tilpums %	Vidējais aritmetisk. smilts kal- tilp. cits % tilp%		
	smilts cits	kal- cits			smilts %	kal- tilp%	
0,0 - 0,10	640	422	1062	60,5	39,5		
0,1 - 0,2	552	432	984	56,0	44,0		
0,2 - 0,3	619	445	1064	58,1	41,9		
0,3 - 0,4	550	517	1067	51,5	48,5		
0,4 - 0,5	631	467	1098	58,0	42,0		
1,0-2,0 0,5 - 0,6	673	480	1153	58,4	41,6		
0,6 - 0,7	645	478	1123	57,4	42,6		
0,7 - 0,8	606	518	1124	53,9	45,8		
0,8 - 0,9	645	490	1135	56,8	43,2		
0,9 - 1,0	650	520	1170	55,6	44,4		
						56,60	43,40
0,0 - 0,1	656	487	1143	57,39	42,61		
0,1 - 0,2	608	546	1154	52,68	47,32		
0,2 - 0,3	654	450	1104	59,28	40,72		
2,0-3,0 0,3 - 0,4	619	516	1135	54,53	45,47		

T u r p i n ā j u m s

0,4 - 0,5	604	551	1155	52,29	47,71		
0,5 - 1,0	3589	2552	6141	58,44	41,56		
						55,77	44,23
3,0 - 4,0	7182	5685	12867			55,81	44,19
4,0 - 5,0	7923	5924	13847			57,21	42,79
5,0 - 6,0	8194	6191	14385			56,97	43,03
Vid.aritm.	(	(	Visā laukumā saturs tilp.%	56,47	43,53		
	(	(	Saturs svara %	55,53	44,47		

P r e p a r ā t s N. 539

Mērijamais laukums = apm. 50 kv. mm.

Mikraskopa gal- dņa mikrometra skruves atskai- tīj.pēc ordin.mm	Indikatrisas ga- rums mm		Indikatrisas kopgarums mm	Smilts tilp.%	Kalcīts tilp.%
	smilts	kalcīts			
1,0 - 2,0	7503	5856	13359	56,16	43,84
2,0 - 3,0	7820	6389	14209	55,04	44,96
3,0 - 4,0	8055	6045	14100	57,13	42,87
4,0 - 5,0	8780	6944	15724	55,83	44,16
5,0 - 6,0	9306	6934	16240	57,30	42,70
Vid.aritm.	(	(	Visa laukuma saturs tilp.%	56,29	43,71
	(	(	Saturs svārā %	55,35	44,64

P r e p a r ā t s Nr. 537

Lodīte A.

Mērijamais laukums = apm. 50 kv. mm

Mikroskopa gal- dīņa mikrometra skrūves atskait. pec ordināt.mm	Indikātrīsas		Indikātrīsas kopgarums mm	Smilts tilp.%	Kaloīts tilp.%
	garums mm	smilts kaloīts			
1,0 - 2,0	6785	4403	11188	60,65	39,35
2,0 - 3,0	5598	4453	10051	55,69	44,31
3,0 - 4,0	8937	5691	13728	58,54	41,46
4,0 - 5,0	6511	4224	10735	60,65	39,35
5,0 - 6,0	5262	3342	8604	61,16	38,84
Vid.aritm.	(Visa laukuma saturs tilp.%			59,34	40,66
	(Saturs svāra %			58,42	41,58

P r e p a r ā t s N.537

Lodīte B.

Mērijamais laukums = apm.50 kv.mm

Mikroskopa gal- dīņa mikrometra skrūves atskait. pec ordināt.mm	Indikātrīsas		Indikātrīsas kopgarums mm	Smilts tilp.%	Kaloīts tilp.%
	garums mm	smilts kaloīts			
1,0 - 2,0	7495	4458	11953	62,70	37,30
2,0 - 3,0	6322	4430	10752	58,79	41,21
3,0 - 4,0	6055	3969	9751	62,09	37,91
4,0 - 5,0	7080	4918	11998	59,01	40,99
5,0 - 6,0	6147	2951	9092	67,56	32,44
Vid.aritm.	(Visa laukuma saturs tilp.%			62,03	37,97
	(saturs svāra %			61,14	38,86

Preparāts Nr. 537

Lodīte C.

Mērījamais laukums = apm. 50 kv.mm

Mikroskopa gal- dina mikrometra skrūves atskait. pēc ordinat.mm.	Indikatrisas garums mm		Indikatrisas kopgarums mm	Smilts tilp.%	Kalcīts tilp.%
	smilts	kalcīts			
1,0 - 2,0	7575	4383	11958	63,35	36,65
2,0 - 3,0	6993	4374	11367	61,52	38,48
3,0 - 4,0	5921	3754	9675	61,20	38,80
4,0 - 5,0	7644	4405	12049	63,44	36,56
5,0 - 6,0	7169	4274	11443	62,65	37,35
Vid. aritm.	(Visa laukuma saturs tilp.%			62,43	37,57
	(Saturs svarā %			61,54	38,46

Apskatot mērījumu rezultātus redzam, ka svārstības kalcīta un smilšu tilpuma attieksmēs nav lielas.

Ņemot plānslīpējumam N.538 iegūtos rezultātus katrai paralēlai līnijai, varam konstatēt, šādas tilpuma % skaitļu svārstības pirmajām 10 līnijām:

	Vid. aritm.	Galējie skaitļi	Svārstību robežas	Svārstības %
Smiltis	56,60	51,5 - 60,5	- 3,9 + 5,1	6,9%) 9,0% } vid. 8,0%
Kalcīts	43,40	39,5 - 48,5	- 5,1 + 3,9	11,8%) 9,0% } vid. 10,4%

Tanī pašā 538. preparatā tilpuma % skaitļu svārstības visām 5 desmitlīniju grupām:

	<u>Vid.aritm.</u>	<u>Galēj.skaitļi</u>	<u>Svārst.rob.</u>	<u>Svārstīb.%</u>
Smiltis	56,47	55,77 - 57,21	- 0,74 + 0,70	1,3%) 1,2%) vid.1,2%
Kalcīts	43,53	42,79 - 44,23	- 0,70 + 0,74	1,6%) 1,7%) vid.1,6%

Tilpuma % skaitļu svārstības desmitlīniju grupām

539. preparātā:

	<u>Vid.aritm.</u>	<u>Gal.skaitļi</u>	<u>Svārst.rob.</u>	<u>Svārstīb.%</u>
Smiltis	56,29	55,04 - 57,30	-1,01 +1,25	1,8%) 2,2%) vid.2,0%
Kalcīts	43,71	42,70 - 44,96	-1,25 +1,01	2,8%) 2,3%) vid.2,6%

Tilpuma % skaitļu svārstības desmitlīniju grupām

537. preparātā A lodītē:

	<u>Vid.aritm.</u>	<u>Gal.skaitļi</u>	<u>Svārst.rob.</u>	<u>Svārstīb.%</u>
Smiltis	59,34	55,69 - 61,16	- 1,81 + 3,65	3,1%) 6,2%) vid. 4,7%
Kalcīts	40,66	38,84 - 44,31	- 3,65 + 1,82	8,2%) 4,5%) vid. 6,4%

Tilpuma % skaitļu svārstības desmitlīniju grupām

537. preparātā B lodītē:

	<u>Vid.aritm.</u>	<u>Gal.skaitļi</u>	<u>Svārst.rob.</u>	<u>Svārstīb.%</u>
Smiltis	62,03	58,79 - 67,56	- 5,53 + 3,24	8,9%) 5,2%) vid.7,0%
Kalcīts	37,97	32,44 - 41,21	- 3,24 + 5,53	8,6%) 14,6%) vid. 11,6%

Tilpuma % skaitļu svārstības desmitlīniju grupām

537. preparāta C lodītē:

	<u>Vid.aritm.</u>	<u>Gal.skaitļi</u>	<u>Svārst.rob.</u>	<u>Svārstīb.%</u>
Smiltis	62,43	61,20 - 63,44	- 1,01 + 1,23	1,6%) 2,0%) vid. 1,8%
Kalcīts	37,57	36,56 - 38,80	- 1,23 + 1,01	3,3%) 2,7%) vid. 3,0%

Salīdzinot savstarpēji desmitlīniju grupām iegūtos rezultātus, redzam, ka skaitļu svārstības smiltīm ir vidēji 3,34% no visa smilšu skaitļa, bet kalcītam vidēji 5,40%.

Svārstības sastāvā tā tad nav lielas.

Salīdzināsim bez tam vēl katram laukumam iegūtos rezultātus ar aritmetisko vidējo no visiem mērījumiem.

Tilpuma % skaitļu svārstības 537., 538. un 539.

preparatā mērītiem laukumiem:

<u>Vid.aritm.</u>	<u>Gal.skaitļi</u>	<u>Svārst.robeža</u>	<u>Svārstības %</u>
Smiltis	59,31	56,29 - 62,43	- 3,12 . 5,25%) + 3,02 5,00%) vid.5,13%
Kalcīts	40,69	37,57 - 43,71	- 3,02 7,40%) + 3,12 7,50%) vid.7,45%

Varam secināt, ka desmitlīniju laukumos sastāva svārstības ir mazākas, nekā katram preparātam. Tā tad katras lodītes uzbūve ir samērā vienmērīga, bet dažādas lodītes pēc uzbūves vienmērības (sastāva) nedaudz atšķiras.

Visumā uzbūvi varam uzskatīt par ļoti vienmērīgu.

4. KVARCA GRAUDU ORIENTĒJUMS PRET KALCĪTA

OIKOKRISTALIŅU.

Ar geometrisko analīzi iegūtie skaitļi dod iespēju noteikt, kādās attiecībās lodītēs atrodas kalcīta un smilšu daudzumi. Pēc šo skaitļu svārstībām varam spriest par lodīšu uzbūves vienmērību. Modernā iežu uzbūves mācība prasa vēl noteikt apskatāmā ieža minerāla graudu savstarpējo orientējumu. Siguldas smilšakmenim, kas, kā redzējam sastāv no kalcīta oikokristalliem, kurus poikilitiski ieslēgti smilšu graudi, būtu jānosaka smilšu resp. kvarca graudu orientējums pret kalcītu. To var panākt nosakot kvarca graudu c-ass stāvokli pret kalcīta c-asi.

Kvarca graudu un kalcīta oikokristalla telpiskā stāvokļa noteikšanai visparocīgākā ir Fjodorova teodolīta metode. To pēc W. Schmidt'a (8) priekšlikuma tagad plaši lieto iežu uzbūves pētījumos.

Mērījumiem lieto speciālas t.ī. Fjodorova vai Universalgaldīņus, retāk īpaši šim nolūkam konstruētos mikroskopus.

Fjodorova galdīņam ir trīs galvenās grozāmās assis: N (normālā), H (horizontālā) un K (kontrollass). Visas tās izejas stāvoklī ir savstarpēji perpendikulāras. Bez tam H ass ir perallēla mikroskopa sagitālajam, bet

K ass transversālajam diegam. N ass sakrīt ar preparāta normāles virzienu. Katrai asij ir limbs vai loki ar grādu iedaļām, kas ļauj nolasīt katru pagriezienu. Preparātu uzliek grozāmam galdīnam, kas perpendikulārs N - asij. Lai novērstu totālās refleksijas parādības, kas varētu rasties grozot preparātu ap H vai K asi, tam vispusē un apakšpusē ar glicerīnu piestiprina stikla segmentus. Gaismas laušanas koeficientu segmentiem izvēlas pēc iespējas līdzīgu minerālu vidējam koeficientam, lai izbēgtu no pagriezienu leņķu konektūrām.

Mērījumiem lietots Brandao - Leiss'a konstrukcijas teodolitmikroskops (Firmas R. Fuess fabrikāts). Šinī mikroskopā atšķirībā no Fjodorova galdīna, H ass novietota paralēli transversālajam, bet K ass sagitalājam diegam. Kvarca graudu mērījumus izdarīju šādi: sākumā griezu preparātu ap N asi līdz mēramā kvarca grauda nodzišanai. Pēc tam pagāzu to ap K asi un novēroju, vai nodzišana nemainās. Ja grauds zaudēja šinī stāvoklī nodzišanu, pagāzu to ap H līdz nodzišanai. Pēc tam griezu galdīnu ap K asi uz pretējo pusi un atkal novēroju vai nodzišana nemainās. Ja tā mainījās, šinī galdīna stāvoklī griezu preparātu ap N asi līdz nodzišanai. Tālāk griezu no jauna galdīnu ap K asi uz pretējo pusi un vajadzības gadījumā atkārtoju agrāko

darbību (pagrieziens ap H). Tā turpināju līdz visos pagriezienos ap K minerāla grauds palika tumšs. Pēc tam griezu nikolus pa 45° un grozīju preparātu ap K. Ja grozot ap K kvarca grauds vienā stāvoklī nodziest, tad tā optiskā ass nodzišanas stāvoklī sakrīt ar mikroskopa optisko asi. Nolasot nodzišanas stāvoklī K ass pagriezienu un zinot N un H limbu nolasījumus, esam noteikuši kvarca grauda optiskās ass stāvokli pret preparāta virsu. Ja grozot ap K kvarca grauds nenodziest (interferences krāsas grozot ap K uz abām pusēm no O - stāvokļa pieaug), kvarca optiskā ass guļ K ass virzienā.

Līdzīgā kārtā izmērīts kalcīta optiskās ass stāvoklis pret preparāta virsu.

Lai pa mērīšanas laiku preparāts nesagrozītos un lai iegūtos mērījumu rezultātus varētu salīdzināt, lietots O. Meļa krusta galdiņš (7).

Kvarca un kalcīta optisko asu savstarpējā telpiskā stāvokļa mērīšanai ņemts Nr.537. Tas, kā jau aizrādīts, pagatavots no kāda triju lodīšu saauguma. Lodītē A izmērīti 270, lodītē B - 278, bet lodītē C - 201 kvarca graudi. Pavisam kopā izmērīti 749 kvarca graudi (sk. mērījumu tabulas, attēlus un diagramas).

Izmērītie kvarca optisko asu stāvokļi katrai lodītei atsevišķi projecēti stereografiskā projekcijā ar

Wulff'a tīkliņa palīdzību. Arī kalcīta optisko asu stāvokļi projecēti tanīs pašās diagramās. Tā dabūtas punktu diagramas izskaitītas pēc O. Meļa metodes (8) ar mērrīņi = 10° un ievilkta izoplētas.

M ē r ī j u m u r e z u l t ā t i .

Apskatot un savstarpēji salīdzinot diagrammas redzam, ka kvarca c-polu sadalījums tanīs ir ļoti difūzs. Lodītei A diagrammā redzami vāji maksimumi (> 4%) tās centrā/uz periferijas. Lodītei B diagramma ir pavisam difūza, bez kādiem maksimumiem. Pēdējās, C lodītes diagrammā redzami atkal vāji maksimumi. diagrammas centrā un gar malām. Visumā nav nojaužama kāda noteikta likumība kvarca c-polu sadalījumā vai to stāvoklī pret kalcīta c-asīm.

Kvarca un kalcīta c-asu stāvokļis Siguldas smilšakmens lodītes pēc mērījumiem ar U - galdiņu.

Lietoto segmentu $n = 1,515$

P r e p a r ā t s N.537. Lodīte A.

Kvarca graudu NNr. p.k.	N grados	H grados	K grados
1	156	8 S	1
2	177	0	1
3	248	0	1
4	243	27 N	4
5	347	25 S	350
6	105	18 N	6
7	140	18 S	343
8	152	9 N	1

t u r p i n ā j u m s

9	177	25 S	5
10	38	30 N	1
11	220	31 N	350
12	220	31 N	350
13	280	32 N	358
14	280	22 N	6
15	72	39 S	1
16	334	40 S	6
17	175	37 S	355
18	174	0	1
19	214	38 S	1
20	275	15 N	1
21	346	31 N	1
22	102	0	1
23	240	35 N	1
24	325	28 S	354
25	42	30 N	1
26	43	10 S	2
27	63	40 S	1
28	109	28 S	1
29	70	18 N	1
30	250	20 N	1
31	2	22 N	15
32	180	30 N	1
33	80	35 N	2
34	250	35 S	1
35	300	0	1
36	346	25 N	1
37	284	30 N	1
38	78	30 N	1
39	172	31 N	4
40	312	1 N	1
41	95	36 N	1
42	177	6 S	1
43	86	25 S	1
44	102	38 S	1
45	267	26 N	350
46	307	24 N	1
47	294	35 N	356
48	145	40 S	1
49	144	28 S	1
50	357	15 N	1
51	145	0	1
52	67	23 N	1
53	115	34 S	1
54	115	30 N	354
55	115	2 N	11
56	143	10 S	346
57	195	0	1

t u r p i n ā j u m s

58	176	0	↓
59	330	30 S	349
60	90	40 S	↓
61	182	35 W	↓
62	87	0	↓
63	116	6 S	351
64	218	32 N	↓
65	162	15 W	↓
66	323	23 N	↓
67	18	0	↓
68	180	33 N	349
69	174	0	↓
70	179	12 N	346
71	274	0	↓
72	338	12 S	↓
73	330	33 N	↓
74	181	5 S	↓
75	168	28 N	↓
76	260	0	↓
77	145	5 N	↓
78	113	25 S	↓
79	120	28 S	↓
80	183	0	349
81	18	28 N	↓
82	46	5 S	↓
83	286	5 N	↓
84	21	33 S	349
85	45	0	↓
86	110	0	↓
87	224	30 N	↓
88	126	0	↓
89	105	30 S	357
90	233	12 S	↓
91	56	0	352
92	310	37 S	352
93	121	35 N	354
94	141	32 N	356
95	211	40 N	↓
96	287	24	↓
97	119	0	↓
98	111	16 S	↓
99	73	0	↓
100	107	18 N	↓
101	119	23 N	344
102	154	5 S	↓
103	165	5 N	↓
104	220	18 S	↓
105	21	33 S	↓
106	71	30 S	5

t u r p i n ā j u m s

107	95	2 N	1
108	169	3 N	1
109	36	22 N	1
110	138	17 S	354
111	196	48 S	347
112	315	20 S	22
113	110	19 S	1
114	206	27 N	1
115	201	40 S	1
116	279	15 S	1
117	3	34 S	1
118	94	24 S	1
119	170	0	1
120	170	3 N	4
121	146	32 S	1
122	269	0	1
123	328	7 S	1
124	328	7 S	355
125	88	6 S	1
126	88	22 S	37
127	54	6 N	1
128	103	0	1
129	103	13 N	1
130	190	11 S	1
131	190	11 S	1
132	326	28 S	1
133	338	34 S	350
134	356	0	1
135	15	17 N	1
136	66	38 S	349
137	54	15 S	18
138	103	0	1
139	102	23 N	343
140	58	0	1
141	75	30 S	1
142	58	0	1
143	66	48 S	356
144	148	0	3
145	137	17 N	1
146	132	29 N	350
147	185	35 N	7
148	228	0	1
149	10	43 S	356
150	337	39 S	1
151	307	33 S	342
152	322	2 S	354
153	359	47 S	355
154	296	43 S	355
155	296	20 N	350
156	79	0	1

t u r p i n a j u m s

157	153	15 N	1
158	22	25 N	352
159	126	35 N	342
160	130	19 S	352
161	143	5 S	1
162	257	30 N	358
163	210	15 N	1
164	264	32 S	354
165	42	5 S	322
166	42	3 S	352
167	66	0	2
168	229	43 N	1
169	229	8 S	357
170	45	25 N	357
171	158	0	1
172	187	30 S	1
173	219	35 N	355
174	111	8 N	1
175	202	15 S	1
176	250	35 S	1
177	317	7 N	1
178	317	8 S	359
179	317	13 N	350
180	48	25 S	350
181	251	35 S	1
182	183	6 S	1
183	79	35 S	1
184	9	26 N	350
185	25	3 N	10
186	44	0	18
187	42	5 S	355
188	197	17 N	5
189	340	22 N	1
190	163	36 N	355
191	236	23 S	1
192	294	12 N	1
193	294	16 N	10
194	341	14 S	-1
195	110	23 N	359
196	124	25 S	1
197	174	7 S	1
198	264	12 S	356
199	29	30 N	1
200	157	37 N	1
201	188	27 S	1
202	195	0	334
203	39	23 N	1
204	275	38 N	7

t u r p i n ā j u m s

205	207	10 N	1
206	214	15 N	350
207	277	20 N	355
208	216	40 S	354
209	213	0	1
210	295	20 S	1
211	233	10 S	1
212	198	12 S	9
213	59	27 S	3
214	220	0	1
215	179	2 N	1
216	137	15 N	1
217	145	40 S	1
218	280	17 N	1
219	210	3 N	1
220	23	32 N	13
221	72	0	1
222	50	40 N	1
223	237	0	1
224	263	3 N	1
225	192	45 N	1
226	235	26 N	7
227	108	35 N	1
228	101	30 S	1
229	185	28 S	354
230	149	28 N	1
231	266	14 N	1
232	355	30 S	2
233	345	2 S	1
234	117	31 S	1
235	238	21 N	1
236	278	5 N	1
237	162	0	1
238	100	20 S	5
239	274	20 N	347
240	246	18 N	354
241	242	10 N	1
242	211	25 S	1
243	49	30 N	1
244	5	3 S	1
245	10	0	1
246	109	0	1
247	109	33 S	1
248	110	3 N	1
249	110	2 N	1
250	230	23 N	1
251	76	35 N	1
252	33	18 N	1
253	172	22 S	1

t u r p i n ā j u m s

254	27	45 N	↓
255	92	12 N	↓
256	106	0	↓
257	149	0	↓
258	277	0	↓
259	3	38 S	↓
260	80	34 N	↓
261	107	24 S	↓
262	271	7 N	↓
263	298	4 S	↓
264	284	11 N	↓
265	31	30 N	↓
266	160	30 N	↓
267	268	14 N	↓
268	37	27 N	347
269	264	15 N	↓
270	309	18 N	↓
<hr/>			
kaloīts	260	0	↓

Lodīte B.

Kvarca graudu NNr. p.k.	N grados	H grados	K grados
1	234	33 N	↓
2	341	35 S	↓
3	11	35 S	↓
4	209	32 N	↓
5	260	25 S	↓
6	325	16 N	355
7	330	12 N	↓
8	345	3 S	↓
9	345	10 N	↓
10	22	6 N	-↓
11	312	26 N	6
12	312	26 N	5
13	120	42 S	↓
14	240	22 N	346
15	273	24 N	↓
16	334	42 N	↓
17	117	17 N	356
18	106	12 N	↓
19	124	20 S	↓
20	118	36 N	353
21	188	31 N	↓

t u r p i n ā j u m s

22	298	42 N	1
23	146	21 N	1
24	58	38 N	345
25	57	14 N	1
26	58	23 N	2
27	71	34 N	1
28	108	20 S	-1
29	39	35 N	350
30	348	10 N	1
31	177	30 N	1
32	82	43 S	1
33	162	24 N	1
34	186	13 N	1
35	219	31 S	1
36	246	46 S	347
37	194	23 N	1
38	343	0	1
39	4	23 N	1
40	103	42 N	1
41	226	40 S	1
42	285	27 N	1
43	73	30 S	1
44	234	27 N	356
45	235	33 S	1
46	257	22 N	1
47	353	40 N	2
48	209	12 S	1
49	66	35 N	1
50	259	44 S	1
51	298	0	5
52	30	20 N	1
53	213	35 S	1
54	287	8 N	1
55	13	30 N	1
56	41	5 N	1
57	52	5 N	11
58	297	13 N	1
59	64	37 N	1
60	323	22 N	359
61	350	20 N	1
62	201	25 N	1
63	232	0	1
64	5	10 N	1
65	29	38 S	1
66	29	10 N	331
67	50	27 N	1
68	284	29 N	3
69	68	19 N	346
70	92	12 N	1

t u r p i n ā j u m s

71	286	31 N	352
72	316	30 N	12
73	324	20 S	348
74	25	37 S	1
75	271	7 S	1
76	300	6 S	1
77	300	20 N	1
78	300	17 N	1
79	6	34 S	1
80	286	36 S	1
81	15	37 N	1
82	69	32 N	1
83	81	15 S	1
84	69	6 N	1
85	168	31 S	1
86	168	22 N	4
87	262	48 S	1
88	117	44 S	1
89	52	D	355
90	115	10 N	1
91	60	18 S	4
92	60	36 S	2
93	11	48 N	1
94	22	35 N	1
95	346	10 S	1
96	346	30 N	1
97	340	3 N	1
98	58	45 S	1
99	105	37 N	1
100	64	3 S	1
101	298	20 S	1
102	157	22 N	358
103	106	18 N	1
104	169	39 N	359
105	217	12 S	1
106	300	6 N	1
107	106	18 S	1
108	6	25 N	1
109	6	7 N	1
110	81	25 N	1
111	280	40 N	4
112	328	4 S	1
113	100	25 S	1
114	120	23 N	2
115	118	20 N	1
116	239	5 S	339
117	341	35 N	1
118	42	35 N	1
119	165	20 S	1

t u r p i n ā j u m s

120	4	4 S	1
121	179	23 S	1
122	104	22 S	1
123	105	10 S	1
124	55	13 N	1
125	236	29 S	1
126	50	30 N	1
127	27	0	1
128	264	38 S	353
129	16	23 N	1
130	310	10 N	346
131	316	7 N	1
132	307	0	1
133	234	25 N	357
134	102	22 S	1
135	350	22 N	352
136	277	3 N	1
137	209	6 N	1
138	331	40 N	1
139	190	31 N	1
140	161	37 N	1
141	52	28 N	358
142	52	0	1
143	100	36 N	1
144	322	27 N	3
145	107	30 S	347
146	200	0	1
147	174	34 N	348
148	39	25 N	351
149	39	12 N	345
150	104	15 N	1
151	222	22 S	1
152	192	35 S	1
153	259	5 N	1
154	306	15 S	1
155	325	20 S	1
156	70	35 N	1
157	175	20 N	1
158	25	35 N	1
159	276	43 S	1
160	327	7 N	1
161	166	5 S	1
162	316	13 S	1
163	37	12 N	1
164	52	10 N	1
165	160	0	1
166	310	24 S	357
167	191	28 N	355
168	314	36 S	1

t u r p i n ā j u m s

169	27	24 S	351
170	39	20 N	351
171	152	19 S	1
172	250	37 S	1
173	201	13 S	1
174	216	6 S	1
175	146	28 N	1
176	74	18 N	345
177	314	18 S	349
178	320	14 N	1
179	347	5 S	1
180	15	14 N	1
181	300	33 S	1
182	37	20 S	1
183	254	30 S	1
184	85	11 S	1
185	6	11 S	1
186	37	19 S	348
187	211	25 N	1
188	129	26 N	345
189	123	5 S	1
190	194	36 S	1
191	217	35 N	1
192	325	33 S	343
193	323	30 N	348
194	90	28 S	1
195	122	22 S	1
196	182	0	1
197	162	7 N	1
198	124	24 S	1
199	322	33 N	354
200	209	11 N	1
201	110	38 N	1
202	10	24 N	1
203	289	5 S	1
204	282	42 N	10
205	241	40 N	345
206	328	36 N	332
207	280	18 N	1
208	336	6 N	1
209	30	32 S	1
210	312	3 S	345
211	306	3 S	1
212	2	15 N	1
213	305	32 N	1
214	76	5 N	1
215	2	3 S	1
216	292	7 N	1
217	290	7 N	1
218	10	5 N	1

t u r p i n ā j u m s

219	70	35 S	1
220	303	44 S	↓
221	231	35 N	8
222	27	11 S	1
223	15	22 N	1
224	2	26 S	1
225	322	21 N	1
226	274	23 N	1
227	100	33 N	2
228	43	30 N	9
229	54	45 N	1
230	98	30 N	1
231	105	28 S	4
232	342	1 S	1
233	21	43 N	1
234	319	2 S	1
235	236	37 S	351
236	59	38 N	350
237	26	7 N	1
238	171	41 S	1
239	316	41 N	3
240	7	25 N	354
241	323	13 N	354
242	341	13 N	1
243	197	35 N	1
244	132	22 S	1
245	33	13 S	1
246	350	35 S	1
247	88	5 N	1
248	324	0	1
249	318	5 S	347
250	318	15 S	349
251	56	35 N	338
252	257	9 N	1
253	75	17 S	1
254	2	14 N	1
255	238	40 S	1
256	15	21 S	1
257	97	7 S	1
258	144	2 S	1
259	55	14 N	1
260	68	27 N	1
261	42	38 N	1
262	290	0	1
263	372	17 N	1
264	332	32 S	1
265	358	6 N	1
266	358	29 N	1
267	46	16 S	1
268	177	33 N	351

t u r p i n ā j u m s

269	189	0	1
270	163	23 S	1
271	242	0	1
272	230	0	1
273	12	10 S	1
274	327	6 N	1
275	293	21 N	1
276	351	14 N	1
277	17	6 N	1
278	7	5 N	1
<hr/>			
kalcijs	105	32 S	351

Lodīte C

Kvarca graudu NNr. p.k.	N grados	H grados	K grados
1	95	43 S	1
2	220	35 N	3
3	284	6 N	1
4	48	15 N	10
5	48	30 S	354
6	48	36 S	1
7	76	16 S	1
8	78	24 N	1
9	78	0	3
10	131	29 S	1
11	131	9 S	1
12	180	20 S	1
13	277	3 S	1
14	321	7 N	337
15	334	36 S	357
16	59	2 N	1
17	102	22 N	1
18	246	22 S	346
19	254	37 N	1
20	297	3 N	1
21	350	5 S	1
22	12	5 N	1
23	94	6 N	1
24	229	27 S	1
25	222	34 N	1
26	244	2 S	1
27	244	6 S	1
28	334	15 N	1
29	8	0	1
30	11	1 N	1

t u r p i n ā j u m s

31	45	30 S	1
32	45	13 N	9
33	166	12 S	1
34	342	15 S	1
35	314	25 N	355
36	334	4 N	1
37	52	4 N	1
38	16	20 N	1
39	4	8 S	1
40	20	5 N	1
41	47	6 N	1
42	49	20 N	350
43	108	2 S	1
44	145	32 S	1
45	202	13 S	1
46	84	15 N	1
47	299	32 N	1
48	293	11 S	1
49	340	24 S	-1
50	31	2 S	1
51	123	18 N	1
52	225	32 N	2
53	202	36 S	346
54	340	18 N	1
55	314	10 N	359
56	75	22 S	357
57	146	40 N	1
58	146	27 S	1
59	305	17 S	1
60	56	29 S	351
61	56	16 S	354
62	155	47 S	1
63	312	35 S	1
64	306	20 N	1
65	339	0	1
66	33	20 S	1
67	71	23 S	1
68	220	0	1
69	260	21 N	1
70	40	21 N	1
71	72	42 N	12
72	61	40 N	351
73	15	0	1
74	268	26, N	358
75	28	0	1
76	126	10 S	1
77	313	27 S	1
78	140	44 S	1
79	193	7 N	1
80	200	0	1

t u r p i n ā j u m s

81	240	45 S	1
82	33	3 N	2
83	33	28 S	349
84	60	3 S	1
85	154	27 N	1
86	166	5 N	1
87	233	39 S	357
88	54	20 S	1
89	121	18 N	1
90	164	33 N	351
91	56	6 N	1
92	179	0	1
93	92	26 S	1
94	120	35 N	1
95	119	32 N	1
96	317	27 S	1
97	27	21 N	1
98	77	25 N	1
99	196	15 S	1
100	179	41 S	353
101	125	0	1
102	0	33 N	1
103	75	7 N	13
104	159	32 N	1
105	136	11 N	1
106	217	10 S	1
107	2	0	1
108	170	33 S	1
109	200	35 S	1
110	152	40 S	1
111	242	50 S	1
112	288	29 S	350
113	359	35 N	1
114	56	33 S	1
115	82	20 S	1
116	91	5 S	1
117	185	21 N	1
118	198	34 S	1
119	258	35 N	1
120	285	35 S	351
121	285	3 S	351
122	34	19 N	1
123	25	18 N	1
124	46	3 N	1
125	68	0	1
126	154	19 S	1
127	164	25 S	-1
128	270	25 N	1
129	6	26 N	1
130	76	24 S	1

t u r p i n ā j u m s

131	129	0	↓
132	113	0	↓
133	108	16 S	↓
134	113	28 N	-↓
135	172	20 S	↓
136	160	7 S	↓
137	315	0	↓
138	5	20 N	↓
139	107	35 N	↓
140	264	15 N	↓
141	4	13 N	↓
142	29	10 S	354
143	103	6 N	↓-
144	177	1 S	↓
145	201	9 S	↓
146	315	44 S	358
147	344	20 N	↓
148	330	26 S	↓
149	329	D	↓
150	124	2 S	352
151	103	40 N	↓
152	111	36 N	↓
153	90	0	↓
154	156	3 S	↓
155	241	34 N	350
156	241	23 S	↓
157	325	6 S	↓
158	"	"	↓
159	325	7 N	352
160	9	0	↓
161	75	5 N	↓
162	76	26 S	347
163	21	35 N	↓
164	71	0	↓
165	89	34 N	↓
166	83	28 N	354
167	124	0	↓
168	158	28 N	↓
169	184	5 S	↓
170	303	0	↓
171	272	17 S	↓
172	321	35 N	↓
173	322	10 N	↓
174	287	20 N	↓
175	285	4 S	↓
176	190	28 N	354
177	191	3 S	↓
178	185	7 S	↓
179	68	30 N	↓

t u r p i n ā j u m s

180	106	0	↓
181	51	28 N	357
182	72	14 S	9
183	350	2 N	↓
184	250	3 S	↓
185	323	30 S	351
186	309	3 S	↓
187	357	7 S	↓
188	197	38 N	↓
189	157	9 S	↓
190	182	30 S	↓
191	110	28 S	↓
192	86	33 N	↓
193	183	0	↓
194	38	5 S	↓
195	17	34 S	↓
196	273	28 N	↓
197	276	10 N	↓
198	215	5 S	↓
199	152	8 S	↓
200	120	36 N	↓
201	49	3 S	↓
<hr/>			
kalcijs	90	3 N	↓

5. IEGŪTO REZULTĀTU INTERPRETĀCIJA.

Kā no geometriskās analīzes rezultātiem redzams, Siguldas lodīšu smilšakmeņi lodītes sastāv vidēji no 59,31 tilp. % smilša un 40,69 tilp.% kalcīta. Svārstības sastāvā ir nelielas un nepārsniedz 5,25% no kopējā smilšu daudzuma. Īpaši zīmīgs ir kalcīta ienemtais tilpums. Ja šo tilpumu skaitli salīdzinām ar poru daudzuma skaitļiem dažādām smiltīm, tad varam konstatēt, ka tie ir ļoti līdzīgi.

Smilšu porozitāte pēc PUSTOVALOVA (9).

		Vidējais
Smiltis vienmērīgas	26,0 - 47,0%	35,0%
" jauktas	35,0 - 40,0%	38,0%
" smalkas < 1 mm	40,64- 41,87%	41,25%
" rupjas > 1 mm	35,24- 37,38%	36,31%
" glaciālā ZASV	20,0 - 37,6%	29,5%
" upju aluvija	-	48,0%

Porozitāte smiltīm ir vidēji 35 - 41%.

Varam secināt, ka Siguldas lodīšu smilšakmeņi kalcīts aizņem pirmatnējā smilšu noguluma poras, jo domājams, ka devona smiltīm porozitāte (kas gan līdz šim nav vēl noteikta) ir līdzīga citām smiltīm

atrastai porozitātei.

Ievērojot šo apstākli, kā arī to, ka lodīšu smilšakmeņi vienmēr guļ zem dolomītu slāņiem, līdz ar agrākiem autoriem (2, 4, 5) jāatzīst lodīšu epigenētiskais izcelšanās veids. Tam par labu runā arī tas, ka dolomītam šķīstot ūdenī un vēlāk par jaunu kristalizējoties, rodas nevis vairs dolomīts, bet gan kalcīts, kā tas ir smilšakmens lodīšu gadījumā.

Jā nu smilšakmens lodītes radušās epigenētiski, tad pastāv iespējamība, ka augošais kalcīta kristalls iedarbojies orientējoši uz smilšu graudiem. Minerāloģijā jau sen pazīstami dažādu minerālu regulāri saaugumi, kuŗos kāds augošs kristalls spēj telpiski pārorientēt apkārtējos, citas vielas kristallus. Lodīšu gadījumā pastāv iespēja, ka augošais kalcīta kristalls spētu vismaz daļu smilšu (kvarca)graudu pārorientēt zināmā regulārā stāvoklī pret kalcīta c-asi. Pārorientējums nevar būt pārāk skaidri manāms, jo eventuālā smilšu graudu pagriešanās blīvā saguluma dēļ būs traucēta.

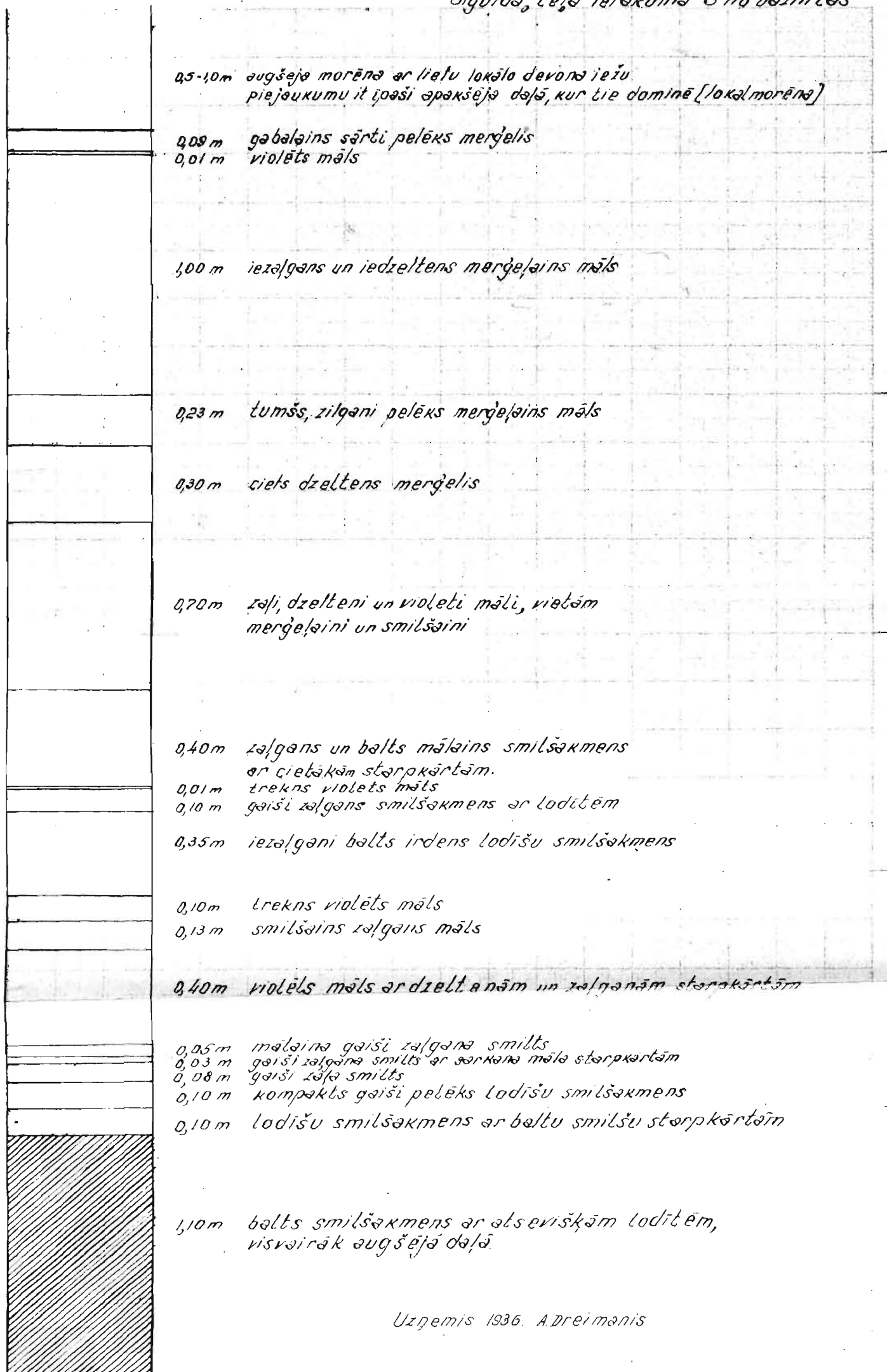
Diagrammas diemžēl rāda, ka nekādas noteiktas kvarca graudu pārorientēšanās pazīmes nav saskatāmas. Kvarcam sabiezīnājumi A un C diagrammu periferijā liekas būt gadījuma rakstura, jo nav nomanāma

to sakarība ar kalcīta c-ass stāvokli. Arī iespējamā kvarca grauda orientēšanās sedimentācijas laikā diagrammās nav saskatāmas.

L I T E R A T Ū R A :

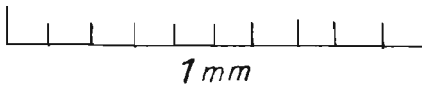
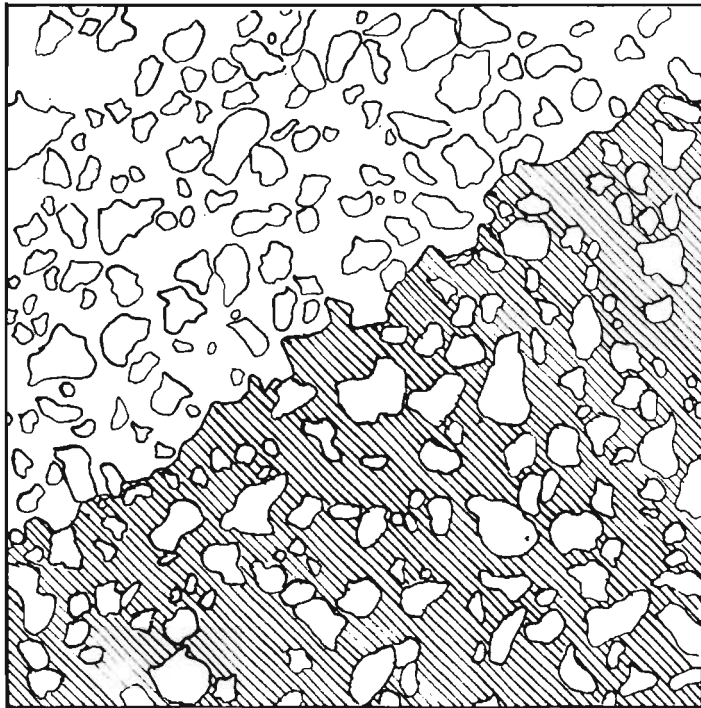
1. Bambergis, K. Daži dati par Latvijas iežu sastāvu. Jelgavas lauks.akad. raksti (1940.) I,1,8.lpp.
2. Delle, N. Latvijas pamatformācijas. Latvijas zeme, daba un tauta. I.,2.iesp. (1937.), Rīga, Valtera un Rapas aks.sab. izdevums, 5-73.
3. Dreimanis, A. un P. Liepiņš . Latvijas minerāli un ieži (1942.) Rīga, Universitātes apgads. 188-190.
4. Doss, B. Korr.-Bl.d.Naturf.Vereins Riga 38 (1895.), 108-110.
5. Kraus, E. Studien zur ostbaltischen Geologie. Korr.-Bl.d. Naturf.Vereins Riga, 59 (1927.), 37-39.
6. Лодогников, В.Н. *Основы микроскопических методов исследования кристаллического вещества (1930). Ленинград. Научное технико-техническое издательство*
7. Mellis, O. Ein bequemer Kreuztisch für Fedorow-Mikroskope. Zbl.f.Min. (1930) 396.
8. Mellis, O. Gefügediagramme in stereographischer Projektion. Min. petr.Mitt. 53 (1942.) 330-353.
9. Пустобельов, Л.В. *Петрография осадочных пород. I, II (1940) Москва. Госгостехиздат*
10. Rosenbusch, H.-A.Osann. Elemente der Gesteinslehre. [1923]. Stuttgart.Verlag E.Schweizerbart.
11. Rinne, F. Gesteinskunde. 12.Aufl. Leipzig. Verlag Max Jänecke.

Siguldā, ceļā ierakumā Sņā baznīcās



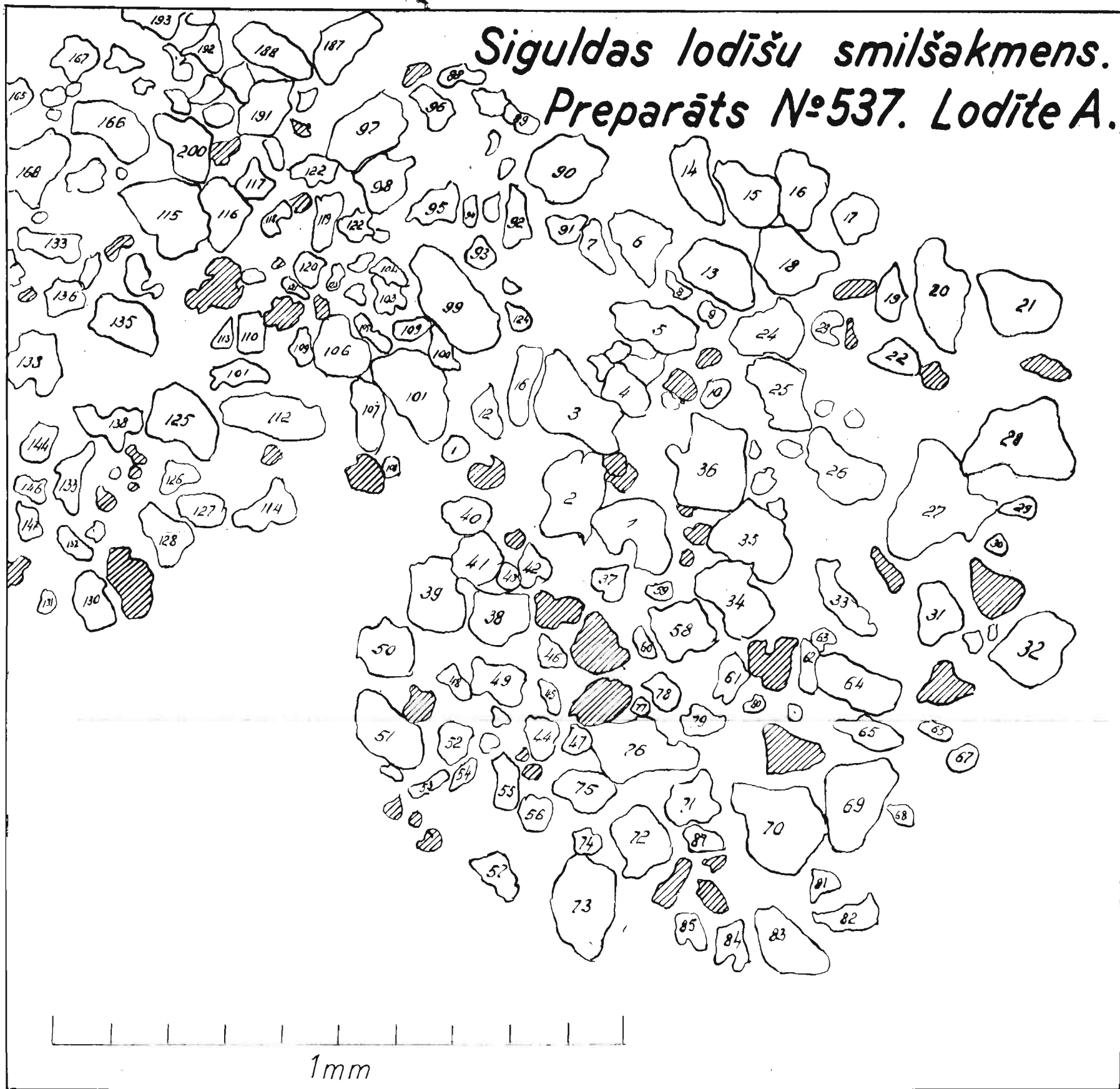
Uzņēmis 1936. A. Dreimanis

*Siguldas lodīšu smilšakmens.
Preparāts №537. Divu lodīšu robeža.*



2. attēls

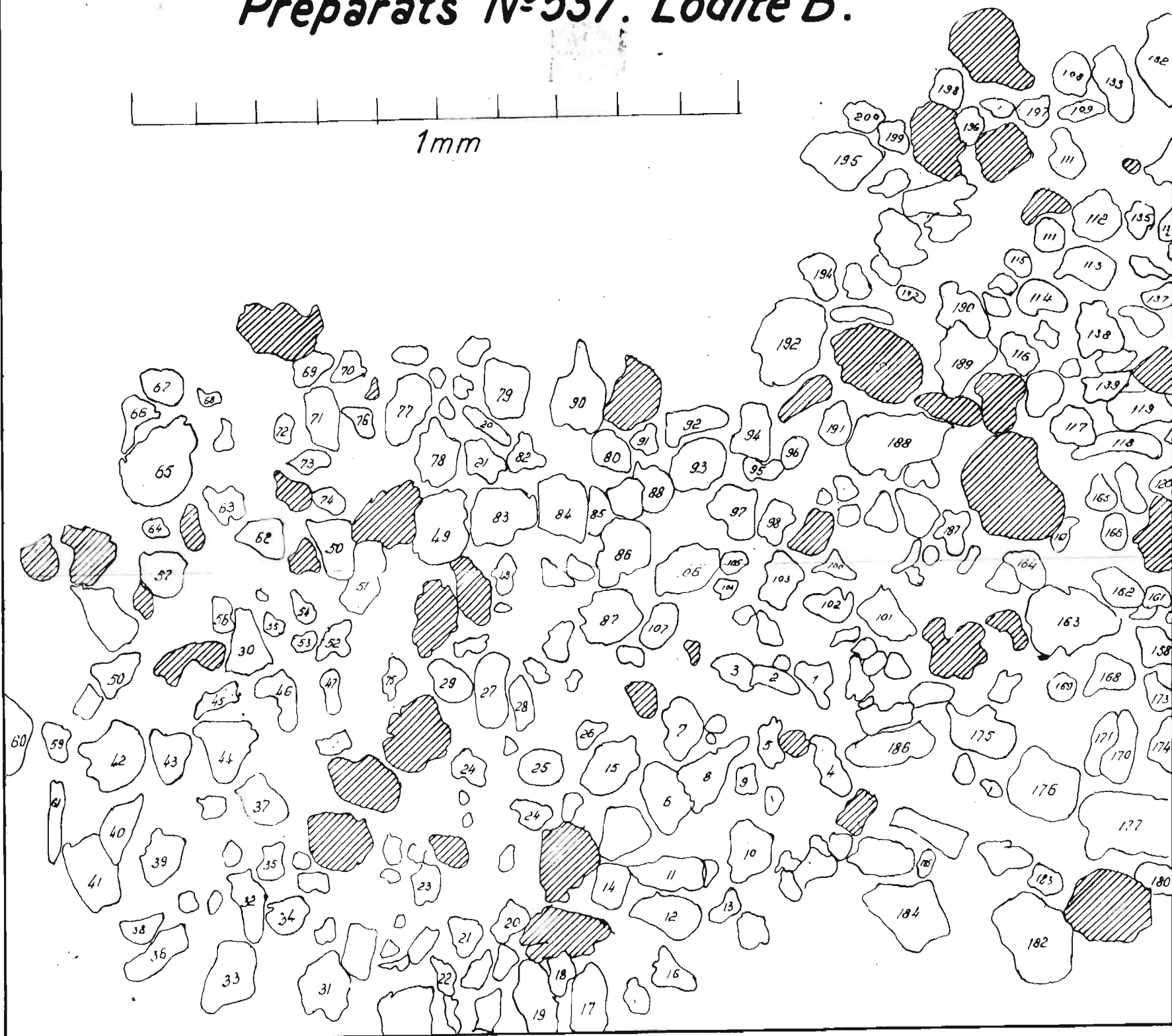
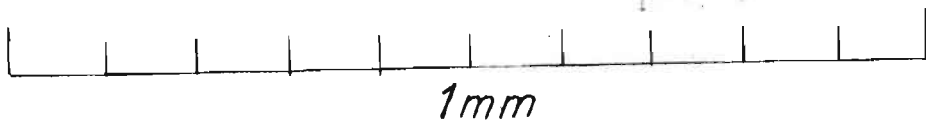
*Siguldas lodīšu smilšakmens.
Preparāts №537. Lodīte A.*



3. attēls

Svītrotie raudi - divasu minerāli (laukšpati).

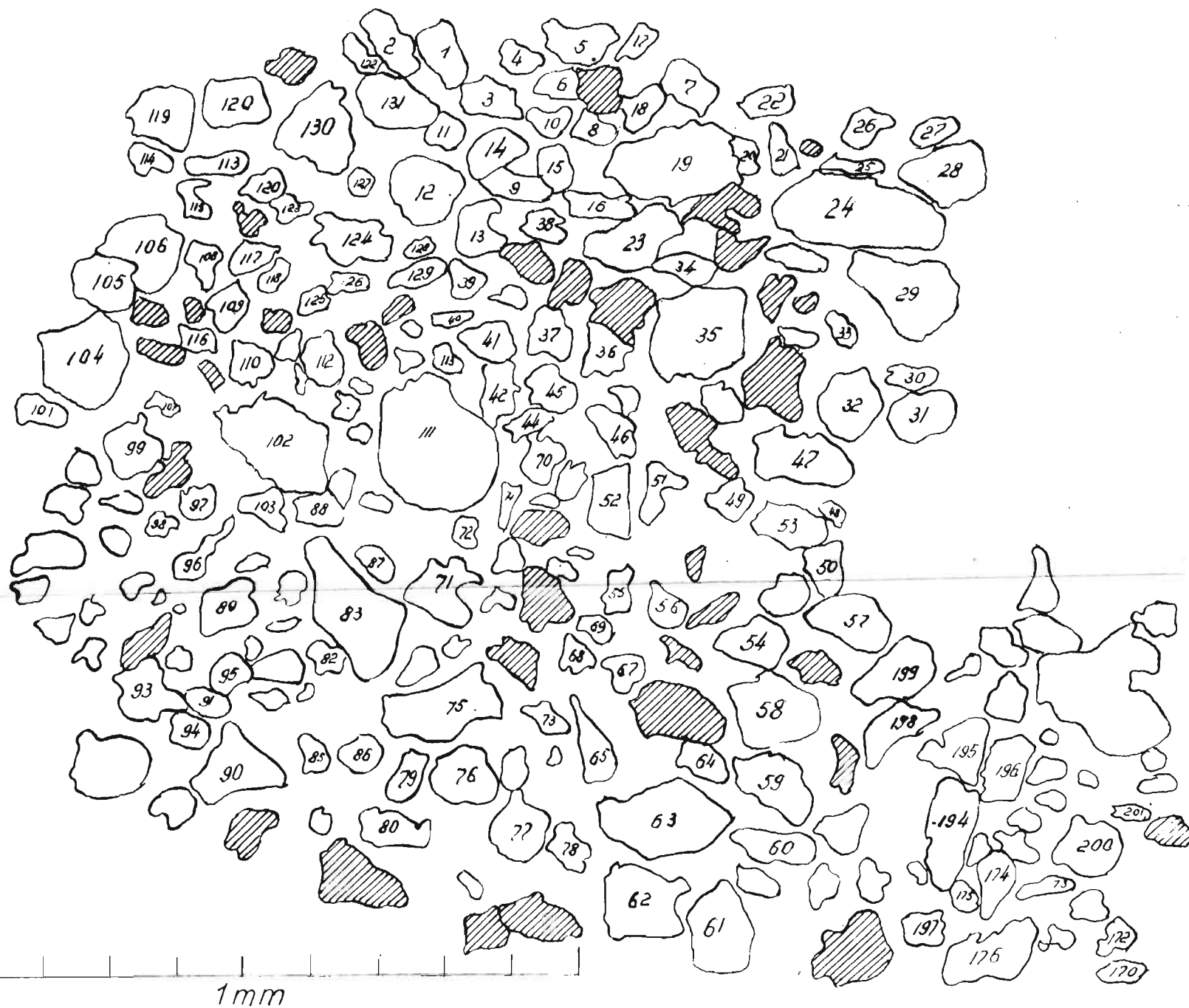
*Siguldas lodīšu smilšakmens.
Preparāts №537. Lodīte B.*



4. attēls

Svītrotie graudi - divasu minerāli (laukūpati).

Siguldas lodīšu smilšakmens.
Preparāts №537. Lodīte C.



5. attēls

Svītrotie graudi - divāsu minerali (laukšpati).



6. attēls

Kvarca graudu c-asu telpiskais stāvoklis stereografiskā projekcijā.

Ar ○ apzīmēts kvarca c-asu poli.

Ar ● apzīmēts kalcīta c-ass pols.

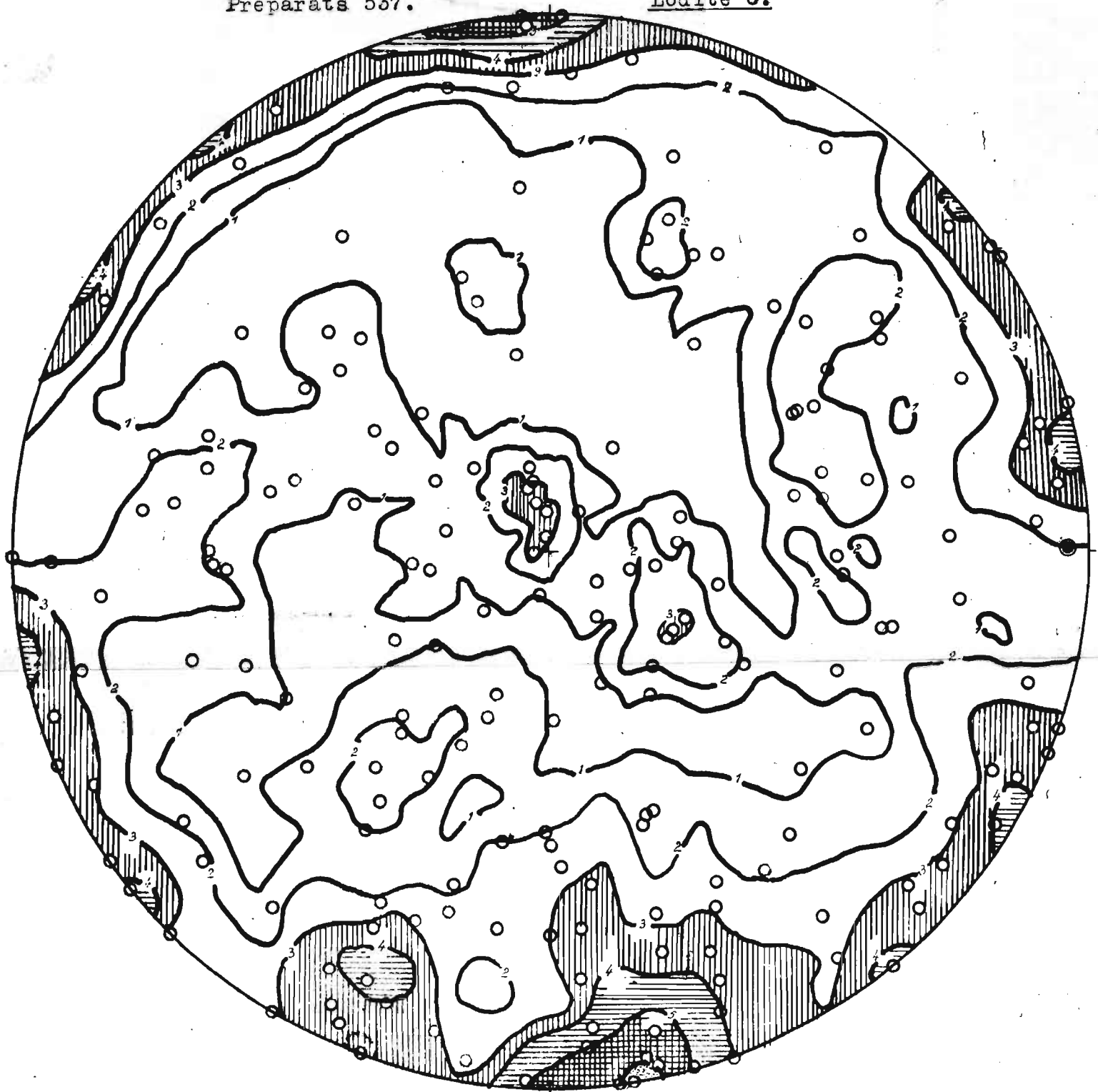


7. attēls

Kvarca graudu c-asu telpiskais stāvoklis stereogrāfiskā projekcijā.

Ar ○ apzīmēts kvarca c-asu poli.

Ar ● apzīmēts kalcīta c-ass pols.



8. attēls

Kvarca graudu c-asu telpiskais stāvoklis stereografiskā projekcijā.

Ar ○ apzīmēts kvarca c-asu poli.

Ar ● apzīmēts kalcīta c-ass pols.