

LATVIJAS UNIVERSITĀTES

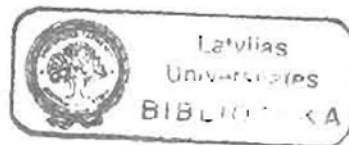
Ģeoloģijas zinātņu nozares

habilitācijas un promocijas padome

Vija Hodireva

**LATVIJAS DEVONA DOLOMĪTU LITOLOĢISKI RŪPnieciskie  
TIPI**

Promocijas darbs ģeoloģijas doktora grāda  
iegūšanai vispārīgās ģeoloģijas apakšnozarē



Rīga 1997

## SATURS

Ievads .....	3
1. Dolomītu derīgo slāņkopu stratigrāfiskais iedalījums un ģeoloģiskā uzbūve .....	9
1.1. Derīgo slāņkopu stratigrāfiskā piederība .....	9
1.2. Derīgo slāņkopu ģeoloģiskā uzbūves pamatiezīmes.....	20
1.2.1. Segkārtas un derīgo slāņkopu biezuma izmaiņu raksturojums .....	22
1.2.2. Derīgo slāņkopu apakšējā un augšējā kontaktvirsmas .....	27
1.2.3. Karsta veidojumi .....	29
2. Pļaviņu un Daugavas svītu nogulumu litofaciālās īpatnības .....	34
2.1. Litoloģiski faciālās zonas .....	34
2.2. Pļaviņu svītas litofaciālā kompleksa īpatnības .....	37
2.3. Daugavas svītas litofaciālā kompleksa īpatnības .....	43
3. Dolomītu litoloģiski rūpnieciskie tipi .....	56
3.1. Iedalījuma kritēriji .....	56
3.2. Dolomītu litoloģiski rūpniecisko tipu raksturojums .....	62
3.3. Dolomītu mehāniskās izturības saistība ar fizikālām īpašībām un ķīmisko sastāvu....	73
3.4. Dažādo litoloģiski rūpniecisko tipu dolomītu izplatība .....	86
3.5. Galvenie dažādo tipu dolomītu ieguves un izmantošanas aspekti.....	92
4. Pēcsedimentācijas izmaiņu ietekme uz dolomītu kvalitāti .....	105
4.1. Diaģenētisko procesu ietekme uz dolomītiem .....	105
4.2. Dolomītu izmaiņas kataģenētiskajos procesos .....	107
4.3. Hiperģenēzes, tai skaitā arī karsta procesu, radītās dolomītu izmaiņas.....	113
5. Latvijas dolomītu krājumi un to raksturojums .....	121
5.1. Latvijas tautsaimniecībā izmantojamo dolomītu krājumi .....	121
5.2. Latvijas dolomītu prognozētie krājumi un to raksturojums .....	131
Nobeigums .....	144
Literatūra .....	145

## IEVADS

Pašreiz viens no galvenajiem pamatnosacījumiem patstāvīgas Latvijas tautsaimniecības veidošanā ir tās nodrošinājums ar vietējiem Zemes dziļu resursiem. Pēc iespējas efektīvāka, racionālāka, vidi saudzējošāka minerālizejvielu ieguve un pārstrāde, kā arī videi draudzīgu būvmateriālu ražošana ir viens no tālākās ekonomiskās attīstības faktoriem.

Šis darbs veltīts tādām plaši izplatītam Latvijas derīgajam izraktenim kā dolomīts. Tā izmantošana būvniecībā - šķembu, dedzināto kaļķu vai citu saistvielu, arhitektūrā - apdares plātnišu vai dažādu dekoratīvo un būvelementu veidā, kā arī citās saimniecības nozarēs - stikla ražošanā, lauksaimniecībā skābo augšņu kaļķošanā un citur, rada lielu interesi par šo minerālizejvielu.

Aktuāls un nepieciešams ir Latvijas dolomītu raksturojums atbilstoši šodienas situācijai tautsaimniecībā un to izvērtējums domājot arī par nākotnes iespējām, kā arī dažādu dolomīta paveidu un litoloģiski rūpniecisko tipu alternatīvo izmantošanas veidu raksturojums un, iespējams, arī lielo izpētīto krājumu pārvērtēšana, kas neprasa finansu līdzekļus.

Tādēļ šī **darba mērķis** ir Latvijā plaši izplatīto devona dolomītu kompleksi ģeoloģiski, litoloģiski, tehnoloģiski pētījumi, lai izdalītu to dažādos litoloģiski rūpnieciskos tipus, noteiktu prognozēto krājumu apjomu un kvalitāti, kā arī lai noskaidrotu racionālākos un vidi saudzējošākos ieguves un iespējamās izlietošanas veidus.

Tā kā Latvijā nozīmīgākās dolomītu slāņkopas ir augšdevona Franas stāva Pļaviņu un Daugavas svītu griezumos, kuri sastāv no dažādu tipu dolomītu slāņmijas, tad disertācijas **uzdevumi** bija šādi:

- 1) Precizēt dolomītu derīgo slāņkopu izplatību un stratigrāfisko piesaisti konkrētiem līmeņiem.
- 2) Noskaidrot dolomīta atradņu un prognozēto krājumu laukumu izvietojuma likumsakarības Latvijā saistībā ar ģeoloģiskās uzbūves īpatnībām, faciālo un paleotektonisko zonalitāti.
- 3) Izstrādāt dolomītu iedalījumu litoloģiski rūpnieciskajos tipos pēc to struktūras, sastāva, fizikāli mehāniskajām īpašībām, citiem kvalitātes rādītājiem, ieguves un izmantošanas iespējām.

4) Izsekot dažādo dolomītu tipu izplatībai un sastopamībai Latvijas augšdevona nogulumos un īpaši perspektīvajās Pļaviņu un Daugavas svītās.

5) Noskaidrot diaģenētisko, kataģenētisko, hiperģenētisko, tai skaitā arī karsta procesu ietekmi uz dolomīta kvalitāti un šī derīgā izrakteņa krājumu apjomu.

6) Raksturot Latvijas dolomītu resursus, ņemot vērā šī derīgā izrakteņa ģeoloģiskās izpētes detalitāti, krājumu apjomu, izvietojumu un daudzpusīgas izmantošanas iespējas.

7) Noteikt Latvijas dolomītu prognozētos krājumus, to sastopamību, kvalitāti, apjomu un noderību dažādās tautsaimniecības jomās.

Tā kā šis darbs ir viens no pirmajiem latviešu valodā, un tajā apskatīti daudzi dolomītu sedimentoloģijas, ieguves un izmantošanas jautājumi, tad aktuāli bija arī valodas terminoloģijas aspekti, kurus nācās risināt līdz ar iegūto rezultātu izklāstu.

Analizējot Latvijas dolomītu ģeoloģisko pētījumu vēstures aspektus, jāpievēršas atsevišķiem laika posmiem un nozīmīgākajiem momentiem.

Lai gan pirmajos iespiestajos darbos par Latvijas ģeoloģiju 18.gs.beigās un 19.gs.sākumā bija daudz kļūdainu priekšstatu, tomēr tajos jau parādījās pirmās ziņas par dolomītu pētījumiem, galvenokārt lokāliem un ar šauri praktiskiem mērķiem.

1840.gadā L.Buhs (Buch, 1840) pēc brahiopodu pārakmeņojumu atradumiem pie Atzeles (tag.Gaujienas) noteica, ka dolomīti veidojušies devona perioda jūrā. Šis karbonātiežu slāņkopas Daugavas baseinā detālāk pētīja R.Pahts (Pacht, 1849), nodalot slāņkopas, kas atbilst tagadējām Pļaviņu, Salaspils un Daugavas svītām.

Pagājušajā gadsimtā plašākus un nopietnākus Latvijas ģeoloģijas pētījumus, kā arī Baltijas ģeoloģiskās kartes publicēja K.Grēvingks (Grewingk, 1859,1861,1879). Viņš, apkopojot un kritiski vērtējot tā laika ģeoloģiskos darbus, devis pamatotu devona stratigrāfisko shēmu, raksturojis augšdevona karbonātiežu Daugavas (dolomītu) un Veļikajas (kaļķakmeņu) fācijas un precīzi izdalījis kā patstāvīgas vienības apakšējo (tagad Pļaviņu svīta) un augšējo (tagad Daugavas svīta) ūdenskritumu horizontus, kurus vēlāk, jau 20.gs.sākumā E.Krauss (Kraus, 1927) un N.Delle (Delle, 1932,1935,1937a,b u.c.) apzīmē ar indeksiem b un d. E.Krausa un īpaši E.Delles darbos jau dota slāņkopu analīze, detāls stratigrāfisks iedalījums un plašāka to korelācija. Pēc E.Krausa domām slāņkopu ritmisko uzbūvi nosaka jūras transgresiju un regresiju periodiskā maiņa.

Tikai sākot ar piecdesmitajiem gadiem Franā stāva slāņkopa, tāpat kā citas devona griezuma daļas, kas iepriekš bija pieejamas daudzajos dabīgajos atsegumos, arvien pilnīgāk

un sistemātiskāk tika pētītas urbumu serdēs, jo bija uzsākti plaši ģeoloģiskās izpētes darbi. Ģeoloģisko faktu materiāla uzkrāšanās un tā vispusīga apstrāde deva iespēju detālizēt gan Latvijas ģeoloģisko uzbūvi, gan noskaidrot slāņkopu veidošanās apstākļus.

Daudz apkopojošu darbu par šiem jautājumiem piecdesmitajos un sešdesmitajos gados publicēja P.Liepiņš (Liepiņš, 1951,1961; Лиепиньш, 1959,1963a,b u.c.). Pēc viņa ierosmes hronostratigrāfisko skalu nomaina ar litostratigrāfisko un daudzām svītām tiek doti vietējie ģeogrāfiskie nosaukumi kā, piemēram, Pļaviņu, Daugavas u.c., kuri tiek lietoti arī šodien. No sešdesmitajiem gadiem Franā stāva nogulumu stratigrāfiju, faciālās īpatnības, paleoekoloģiju, paleotektoniku Latvijā kā arī Galvenajā devona laukā pēta V.Sorokins (Сорокин, 1965,1972,1974,1986,1992,u.c.). Viņa plašajā publikāciju klāstā īpaši var atzīmēt monogrāfiju par ģeoloģiskajiem procesiem Krievijas platformas ziemeļrietumu daļā Franā laikmetā (Сорокин, 1978) un monogrāfiskos Franā stāva stratigrāfisko vienību aprakstus un raksturojumus autoru kolektīva darbā par Baltijas valstu devona un karbona nogulumiem (Сорокин,Лярскаяя др., 1981), kuros apkopots bagāts faktu materiāls, kā arī dotas shēmas, kartes, ģeoloģiskie griezumī. Šie zinātniskās pētniecības darbi sekmēja arī vidēja un liela mēroga ģeoloģiskās kartēšanas un atradņu izpētes efektivitāti. Sistemātiska Latvijas ģeoloģiskā kartēšana aizsākās 1957.gadā Latvijas centrālajā daļā, kur pamatiežu virsmu veido galvenokārt Franā stāva karbonātieži, reģionā starp Ogrī un Pļaviņām. Ja pirms tam Latvijā bija zināmas tikai atsevišķas dolomīta ieguves vietas, kur raksturotas arī ieža īpašības un tā izmantošanas iespējas (Rozenšteins, 1930; Bambergs, 1939), tad šajā laikā (1950.-70.g.) tika atklātas desmitiem dolomīta atradņu un tajās veikti plašāki ģeoloģiskās izpētes darbi. Daudzas no tām drīz vien zaudēja savu nozīmi (Eiduks, Kalniņš, 1961). Galvenokārt tas bija saistīts ar būvmateriālu ražošanas pārstrukturēšanu, kad padomju plānveida saimniecībā tika atzītas tikai lielas atradnes, kas nodrošināja ar izejvielām specializētus uzņēmumus viena vai divu izstrādājumu veidu ražošanā ilgā laika posmā.

Līdz 1989.gadam Latvijā tika veikti ģeoloģiskās izpētes darbi vairāk nekā 120 dolomīta iegulās, kuru kopīgie, ieguvei sagatavotie krājumi (ap 40 atradnēs), pārsniedza 320 miljonus kubikmetru. Tajā pat laikā Latvijā bija pabeigta arī Zemes dziļu izvērtēšana līdz 50m dziļumam, kuras rezultātā tika aplēsti 24 miljardi tonnu dolomīta prognozēto krājumu, kuri varētu kļūt par potenciālu minerālizejvielu kā būvmateriālu, tā arī augsnes kaļķošanas materiālu ražošanai.

Pēdējos 5-7 gados dolomītu ieguves apjoms mūsu valstī strauji samazinājās vairākas reizes, kas saistīts ar mūsu tautsaimniecības pārorientāciju. Kā apstiprina ģeoloģiskās izpētes un zinātniskās pētniecības darbi, Latvijas Zemes dzīlēs esošie dolomīta resursi ir pietiekami lieli, lai nodrošinātu kā iekšzemes vajadzības, tā arī iespējamo eksportu. Ģeoloģiskie faktori derīgo izrakteņu ieguvei ir izdevīgi un dažādo tipu un paveidu dolomīti var tikt izmantoti atšķirīgiem mērķiem, konkrētās rūpniecības un lauksaimniecības nozarēs.

Promocijas darbā izmantots plašs **faktiskais materiāls**, kas tika savākts, apstrādāts un analizēts, izvērtējot Latvijas Zemes dzīles līdz 50 m dziļumam, aplēšot dolomītu prognozētos krājumus, kā arī pēc tam nosakot to racionālas izmantošanas aspektus, apskatot un salīdzinot ģeoloģisko informāciju, kas iegūta lielāko dolomīta atradņu detalizētās ģeoloģiskās izpētes un šī derīgā izrakteņa ieguves gaitā. Šajos zinātniskās pētniecības darbos autore piedalījās no 1982.gada bijušā Vissavienības jūras ģeoloģijas un ģeofizikas zinātniskās pētniecības institūta Latvijas ģeoloģijas nodaļā, kura no 1989. gada kļuva par Latvijas Universitātes struktūrvienību - tagadējo LU Ģeoloģijas institūtu. Šajos pētījumos aprakstīti un pētīti Franas stāva dolomītisko slāņkopu griezumi Pļaviņu un Daugavas svītu 5 dabīgajos atsegumos, vairāk nekā 40 urbumu serdēs un 15 karjeru sienās, kuras tika novērotas sistemātiski atradņu izmantošanas gaitā (3-15 gados). Lielākajā daļā griezumu, lietojot ekspresmetodi, ar ierīci T-3 tika noteikta dolomītu mehāniskā izturība. Tika mērīta arī iežu plaisainība. Ir savākti vairāk nekā 500 Latvijas augšdevona dolomītu paraugu un 15 liela apjoma paraugu, no kuriem sagatavots materiāls ap 50 fizikāli mehāniskajām, 28 ķīmiskajām, 16 derivatogrāfiskajām, 26 rentgendifraktometriskajām analizēm un dažāda veida dolomīta šķembu kvalitātes pārbaudēm. Aprakstīti dažādo dolomīta tipu 42 plānslipējumi .

Bez tam tika izmantots ļoti bagātais ģeoloģiskās kartēšanas un dolomīta iegulu ģeoloģiskās izpētes pārskatu materiāls, kas glabājas Valsts ģeoloģijas fondā, un LU Ģeoloģijas institūta fonda un arhīva krātuves zinātniskās pētniecības pārskati, kā arī bijušo lielāko dolomīta ieguves un pārstrādes uzņēmumu laboratoriju dati par saražoto būvmateriālu kvalitāti. Iegūto faktisko materiālu apstrādājot, tika lietotas gan tradicionālās ģeoloģijas, stratigrāfijas, sedimentoloģijas metodes: karšu un shēmu sastādīšana, griezumu korelācija un citas, gan arī Excel un Surfer datorprogrammas analīžu rezultātu interpretācijai un grafiskai atainošanai.

Darbā izmantota Baltijas Stratigrāfiskās Asociācijas 1991.gadā Tallinā pieņemtā un apstiprinātā stratigrāfiskā shēma, kuras reģionālajā daļā rekomendēts un konkrētos griezumos

izmantots Pļaviņu svītas augšējās, kā arī Daugavas svītas apakšējās un augšējās pasvītu dalījums ridās. Pētīto (urbumu, karjeru sienu) griezumu stratigrāfiskā iedalījuma noteikšanai un pamatošanai izmantoti ģeoloģiskie izpētes materiāli, kā arī atrastie pārakmeņojumi, kurus diagnosticējuši LU Ģeoloģijas institūta darbinieki V.Sorokins, V.Grāvītis, I.Upeniece.

Izvērtējot dolomīta krājumus Latvijā, ir lietots jaunās krājumu klasifikācijas projekts, jo Valsts ģeoloģijas dienesta sagatavoto dokumentu pakete šogad tika iesniegta apstiprināšanai LR Ministru kabinetā. Vienīgā atkāpe attiecas uz jau agrāk aplēsto prognozēto krājumu izvērtējumu, kurā tie iedalīti trīs kategorijā pēc ģeoloģisko darbu detalitātes pakāpes.

Pētījumu rezultātu **zinātnisko novitāti** var raksturot sekojoši:

- pirmoreiz izstrādāta kompleksa kritēriju sistēma, pēc kuras jau lauku apstākļos var iedalīt dolomītus atšķirīgajos litoloģiski rūpnieciskajos tipos, līdz ar to jau prognozējot to kvalitāti un iespējamo pielietojumu,

- pirmoreiz visā centrālajā, ziemeļaustrumu un dienvidaustrumu Latvijā tika detalizēti izpētīta un noteikta dažādo dolomīta tipu derīgo slāņu saistība ar konkrētajām litostratigrāfiskajām vienībām,

- raksturota kataģenētisko un hiperģenētisko, tai skaitā arī karsta, procesu ietekme uz dažādiem dolomītu kvalitātes rādītājiem,

- pirmoreiz doti Latvijas dolomītu prognozēto krājumu laukumi gan publicētajā Baltijas valstu nemetālu derīgo izrakteņu prognožu kartē 1:500 000, gan reģionālajās 1:50 000 mēroga kartēs, raksturojot katrā laukumā minerālizejvielas kvalitāti un kvantitāti,

Darba rezultātu **praktisko nozīmi** nosaka tās iespējas, kas paveras izmantojot tos:

- jaunu dolomīta atradņu meklēšanas un izpētes darbos,
- iepriekš pētīto atradņu izvērtēšanā saistībā ar Latvijas tautsaimniecības vajadzībām šodien,

- nosakot Latvijas kopējo un atsevišķu tās reģionu, pagastu vai novadu zemes dziļu potenciālu dažādi izmantojamiem dolomītu resursiem,

- dažādos līmeņos plānojot racionālu un sabalansētu dolomītu ieguvi,

- novērtējot piemērotu un vidi saudzējošu ieguves un pārstrādes shēmu un tehnoloģiju ieviešanu.

Pētījumu **rezultāti atspoguļoti** 6 zinātniskajās publikācijās (3 - ar līdzautoriem), 7 referātu tēzēs (2 - ar līdzautoriem), kā arī 11 zinātniskās pētniecības projektu pārskatos (ar līdzautoriem).

Darba **rezultāti aprobēti** apspriežot zinātnisko tēmu rezultātus gan bijušā Vissavienības jūras ģeoloģijas un ģeofizikas institūta zinātniskajā padomē, gan Latvijas Universitātes Ģeoloģijas institūta Domes sēdēs.

Dažādi darba aspekti tika diskutēti un apspriesti 1. Starptautiskajā Baltijas jūras valstu konferencē Tallinā 1990.gadā, Vissavienības jūras ģeoloģijas un ģeofizikas institūta zinātniskajās konferencēs Rīgā 1984., 1986., 1989. gadā, kā arī Latvijas Universitātes zinātniskajās konferencēs 1990., 1991., 1992., 1994., 1995., 1996. un 1997.gadā, Ģeoloģijas zinātniski tehniskās biedrības seminārā 1990.gadā.

Disertācijas **darbs ietver** piecas nodaļas, ievadu un nobeigumu. Tam pievienots izmantotās literatūras saraksts ar 138 nosaukumiem.

Darba vadītājs bija Latvijas Universitātes profesors Dr.habil.geol. Visvaldis Kuršs, kam izsaku dziļu pateicību par atbalstu, nepieciešamajiem padomiem un kritisko vērtējumu visā šī darba tapšanas gaitā. Dziļu pateicību izsaku LU Ģeoloģijas institūta direktoram Dr.habil.geol. I.Danilānam, kā arī maniem kolēģiem A.Stinkulei, L.Savvaitovai, V.Sorokinam, V.Grāvītim un A.Zabelei. Gribu izteikt pateicību arī Valsts Ģeoloģijas dienesta speciālistiem par ilgo un ciešo sadarbību, īpaši S.Kondratjevai. Ļoti interesanta un vērtīga bija sadarbība ar ASV Rietummičiganas universitātes Ģeoloģijas nodaļas pasniedzēju un Urbumu seržu izpētes laboratorijas vadītāju profesoru V.Harrisonu, kuram izsaku pateicību arī par iežu plānslīpējumu mikrofotogrāfiju izgatavošanu.

# 1. DOLOMĪTU DERĪGO SLĀŅKOPU STRATIGRĀFISKAIS IEDALĪJUMS UN ĢEOLOĢISKĀ UZBŪVE

## 1.1. Derīgo slāņkopu stratigrāfiskā piederība

Latvijas Franās stāva raksturīga iezīme, atšķirībā no Galvenā devona lauka austrumu daļas, kā arī no Lietuvas teritorijas, ir tā, ka griezumā transgresīvākās daļas - Pļaviņu un Daugavas horizonti sastāv gandrīz pilnīgi no dolomītiežiem. Pamatojoties uz to tika izdalītas vietējās stratigrāfiskās skalas svītas un pasvītas (Liepiņš, 1951; Лиепиньш, 1963; u.c.). Pļaviņu un Daugavas horizonti kā hronostratigrāfiskās vienības, kas bija iekļautas reģiona unificētajā devona stratigrāfiskajā shēmā (Стратиграфические..., 1976), atbilst vietējās stratigrāfiskās shēmas svītām, kas ir izdalītas pēc pazīmju kopuma ar saviem raksturīgajiem sporu un vadošās faunas kompleksiem un vietējiem ģeogrāfiskajiem nosaukumiem. Vietējā stratigrāfiskā iedalījuma svītas un pasvītas tiek raksturotas pēc litoloģiski faciālajām iezīmēm un tādējādi veido litostratigrāfisko iedalījumu (Сорокин, 1978; Сорокин и др., 1981). Slāņu un ridu iedalījumā galvenā uzmanība tiek veltīta iežu litoloģijai. Pēc daudzu zinātnieku - R.Hekkerā, V.Mennerā, S.Tihomirovā, V.Sorokinā un citu domām daudzus stratigrāfiskā iedalījuma, dažādo faciālo ritmiskas uzbūves slāņkopu korelācijas un citus jautājumus var sekmīgi atrisināt pielietojot ritmostratigrāfijas metodi, kas tika veikts arī Latvijā. Kopā ar citām, šo metodi lietojis V.Sorokins (Сорокин, 1978, 1981, 1992, 1993). Detālu dažāda veida augšējā devona Franās stāva pētījumu rezultātā pat slāņi ar vietējiem ģeogrāfiskajiem nosaukumiem tiek sadalīti 2 vai 3 daļās, kas atbilst zemākās - desmitās kārtas ritmiem. Tādējādi šajos, kā arī 1:50 000 mēroga ģeoloģiskās kartēšanas un derīgo izrakteņu meklējumu un izpētes darbos atradnēs veiktie slāņkopu iedalījumi bija detālāki nekā vecajā Stratigrāfiskajā shēmā (Стратиграфические..., 1976) paredzētie.

Šajā pētījumā griezumu iedalījums dots pēc Baltijas Stratigrāfiskās Asociācijas 1991.gadā pieņemtās un 1996.gadā precizētās Latvijas stratigrāfiskās shēmas (1.tab.) ar papildinājumiem, kas attiecas uz iespējamo atsevišķu Pļaviņu un Daugavas svītu iedalījumu ridās, kurš būtu ieteicams arī turpmākajiem ģeoloģiskajiem darbiem.

Visas Austrumeiropas platformas ziemeļrietumu daļas un tajā ietilpstošās Latvijas teritorijas plašie, detālie devona nogulumu pētījumi dod iespēju sīki iedalīt karbonātiskās

## Augšdevona Franas stāva stratigrāfiskā shēma

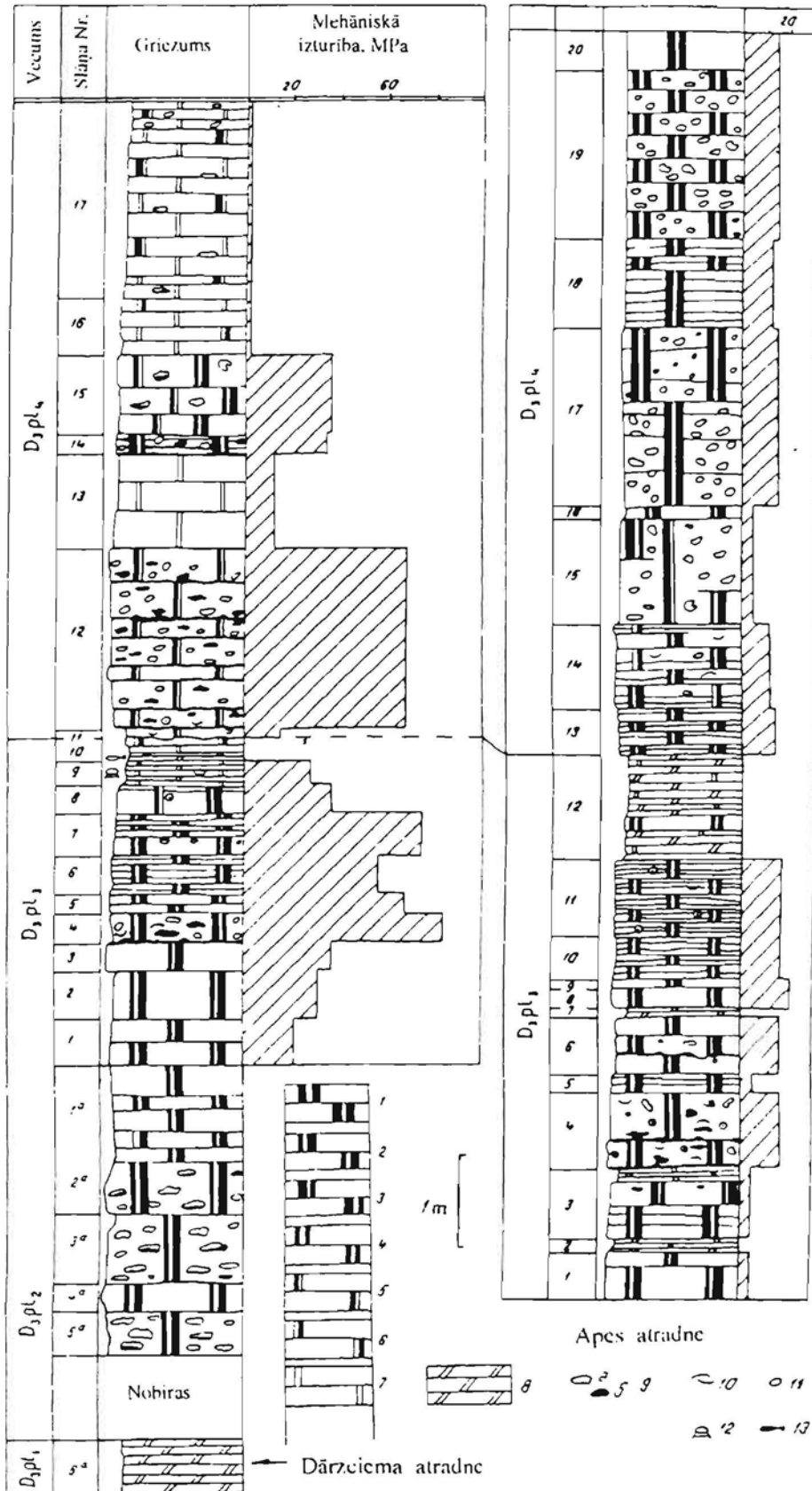
Stāvs	Pastāvs	Horizonts	Apakš-horizonts	Slāpi	Vietējās stratigrāfiskās vienības Latvijas-Lietuvas sineklizē un Latvijas sedlienē			
S A N A R F	Augšfranas	Amulas		Amulas svīta	Vidējā rida			
					Apakšējā rida			
		Stipinu		Bauskas	Stipinu svīta	Bauskas rida		
				Imulas		Imulas rida		
		Pamūšas				Ogres svīta	Suntažu rida	
							Rembates rida	
	Lielvārdes rida							
	Kupravas rida							
	Vidusfranas	Katlēšu			Katlēšu svīta	Liepnas rida		
						Ikšķiles rida		
						Augšējā pasvīta		
		Daugavas	Istras	Altovas	Daugavas svīta	Augšējā pasvīta		
Kūdupes			Buregas	Apakšējā rida				
			Ilmeņa	Vidējā pasvīta				
					Apakšējā pasvīta			
					Svinordas	Augšējā rida		
					Porhovas	Apakšējā rida		
Apakšfranas	Dubņiku				Salaspils svīta			
					Pļaviņu	Čudovas	Riežupes	Ceturta pasvīta
	Suhlovas	Apakšējā rida						
	Tālavas	Atzeles	Pļaviņu svīta	Trešā pasvīta				
		Sēlijas		Otrā pasvīta				
	Amatas	Augšējais			Amatas svīta	Pirmā pasvīta		
						Apakšējais	Augšējā pasvīta	
	Gaujas				Gaujas svīta	Apakšējā pasvīta		
Lodes rida								
						Sietiņu rida		

slāņkopas. Liels ieguldījums tajā ir V.Sorokinam, kurš, nosakot dažāda mēroga iedaļas - ritmus, vadās pēc nogulumu veidošanās procesa cikliskuma.

Centrālās un Austrumlatvijas novados veiktie dolomīta atradņu meklēšanas un izpētes darbi precizē priekšstatu par Pļaviņu un Daugavas svītu ģeoloģisko uzbūvi un noskaidro slāņkopu derīgo daļu precīzo stratigrāfisko piederību. Kaut gan izpētes darbos slāņkopu dalījums ritmos netika pielietots, tās iedalīja slāņos un ridās pēc litoloģiskiem kritērijiem un izsekoja visā atradnē vai meklējumu laukumā. Pļaviņu svītu iedala četrās pasvītās, un tās labi var izsekot Latvijas sedlienes ziemeļaustrumos. Daudzi zinātniskās pētniecības (Гравитис, 1961, 1967; Куршс, 1988) un ģeoloģiskie atradņu meklēšanas un izpētes darbi (Ульянова, 1972; Богданов, 1974; Кондратьева, 1981, 1989a) Valkas, Alūksnes un Gulbenes rajonos sniedz plašu un izsmelšu ģeoloģisko materiālu. Apes un Dārziema tuvumā ir atklātas vairākas dolomīta atradnes un prognozēto krājumu laukumi, divās atradnēs notika intensīvi ieguves darbi. Lielākajā no tām - Dārziema atradnē par ieguvei derīgu atzītas Pļaviņu svītas otrā, trešā un ceturtā pasvīta, kas sastāv no dažādu tipu dolomītiem (1.att.). Visā Latvijas sedlienē, gan Gaujas un Daugavas baseinos, tāpat kā Dārziemā un Apē, apakšējā Pļaviņu svītas pasvīta sastāv galvenokārt no mālainu un smilšainu dolomītu, domerītu un mālu slāņmijas, kuru neizmanto būvmateriālu ražošanā. Derīgās slāņkopas apakšējais un augšējais kontakts tiek precīzi konstatēti pēc ģeoloģiskiem un litoloģiskiem kritērijiem, kurus papildina laboratorijas analīžu un izmēģinājumu rezultāti. Pļaviņu svītas pirmās pasvītas augšējais kontakts ir izteikts ar sedimentācijas pārtraukumu, pēc kura mālaini karbonātisko slāņmiju nomaina metasomatiskie dolomīti. Šajā līmenī tad arī tiek vilkta derīgās slāņkopas apakšējā robeža.

Kvartāra nogulumu pārsedz derīgo slāņkopu, kuras augšējā robeža lielākoties ir pirmskvartāra un kvartāra izskalojumu un denudācijas virsma, kas bieži ir dzelzota un karsta procesu skarta un pārtrauc Pļaviņu svītu dažādos stratigrāfiskos līmeņos. Latvijas ziemeļaustrumos, kā arī pie Daugavas, kur Pļaviņu svītu pārsedz arī Salaspils svītas nogulumu, derīgās slāņkopas augšējo robežu veido kā litoloģiskā, tā stratigrāfiskā Pļaviņu svītas augšējā robeža, kur dolomītu slāņkopu pārklāj Salaspils svītas domerītu un mālu slāņi.

Plašu dolomīta atradņu meklēšanas darbu rezultātā starp Dzeņiem, Dārziemu un Api (Богданов, 1974) urbumu griezumos tika konstatēts būvniecības dolomīta kvalitātei neatbilstošs 0,5-1,2m biezs starpslānis, kuru neiekļāva krājumu aprēķinos un noteica kā starpsegkārtu. Šo slāni veido domerīti Pļaviņu svītas trešās pasvītas augšējā daļā. Pa tā



1.att. Dārziema un Apes dolomīta atradņu karjeru sienu vertikālie griezum. Dolomīta morfoloģiskie paveidi (1-7): 1 - rupjkristālais, 2 - marmorveida, 3 - kvarcītveida, 4 - vienmērīgi graudainais mirgojošais, 5 - nevienmērīgais smilšakmensveida, 6 - joslainais smilšakmensveida, 7 - zemjainais; 8 - domerīts, 9 - kavernas: a) tukšas, b) pildītas; 10 - bezmugurkaulnieku atliekas (gastropodu, brahiopodu un citu), 11 - onkolīti; 12 - eiripterīdu atliekas, 13 - zivju atliekas.

slāņvirsmu tiek vilkta arī stratigrāfiskā robeža starp vidējām un augšējo pasvītu, jo tā iezīmē arī reģionālu nogulsnešanās pārtraukumu. Vēl stratigrāfiski noteiktu līmeni ieņem arī rupjplātņaino marmorveida dolomītu slānis, kas noderīgs arhitektūrā, galvenokārt ēku apdarei. Dārziema atradnē šī slāņa litoloģiskās un stratigrāfiskās robežas pilnībā sakrīt ar Pļaviņu svītas trešās pasvītas robežām (2. att.).

Pļaviņu svītas derīgās slāņkopas stratigrāfiskā piesaiste Centrālajā Latvijā tika izsekota urbumu griezumos un Cēsu (Lauciņu) dolomīta atradnē, kas tika slēgta 1989.gadā (3.att.). Arī šeit aina ir līdzīga kā visā šajā Latvijas sedlienes ziemeļu daļā.

Tāpat līdzīga ir Pļaviņu svītas stratigrāfija un uzbūve arī Latvijas dienvidaustrumu daļā, piemēram, Daugavas kreisajā krastā, kur Gerkāņu (Ģērķēnu) prognozēto krājumu laukumā notika iepriekšējās izpētes darbi Zasas dolomītu atradnē (Кондратьева, 19896). Šeit derīgajā slāņkopā bez stipri pārkristalizētajiem kvarcītveida un marmorveida dolomītiem sastopami arī daļēji pārkristalizēti zemjainie dolomīti. Pļaviņu svītas vidējo pasvītu augšdaļā sastopams ap 2m biezs zemjaino dolomītu starpslānis, kas atbilst regresīvajai Pļaviņu svītas trešās pasvītas daļai, analogiski kā tas ir arī Ziemeļaustrumlatvijā, un arī šeit tas netiek iekļauts derīgajā slāņkopā.

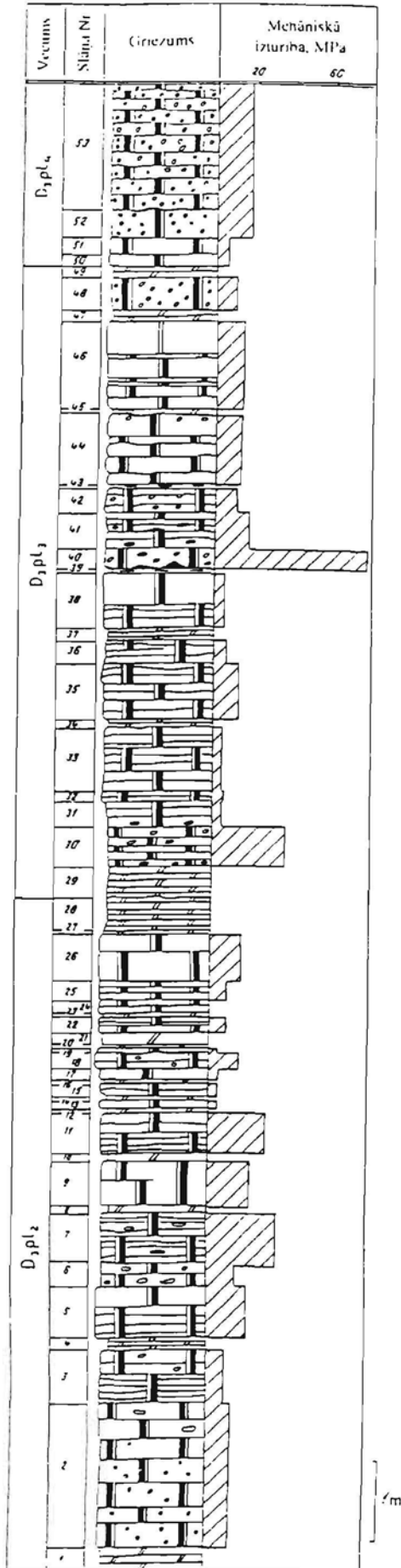
Tālāk austrumu virzienā, Stalīdzēnu un Livānu-Viļānu prognozēto krājumu laukumos, Pļaviņu svītas derīgā slāņkopa kļūst daudz biezāka salīdzinot, piemēram, ar Rīgas apkārtni, bet tās stratigrāfiskā piesaiste un korelācija nemainās, jo tajā tāpat ietilpst visa Pļaviņu svītas otrās, trešās un ceturtās pasvītas dolomītu slāņkopa. Tādējādi Pļaviņu svītas ģeoloģiskās uzbūves likumskarbības un tās derīgās slāņkopas atbilstība noteiktam stratigrāfiskajam intervālam ir līdzīga visā Latvijas centrālajā un austrumu daļā.

Latvijā dolomīts tiek iegūts galvenokārt no Daugavas svītas nogulumiem, ko var izskaidrot ar augstākiem minerālizejvielas kvalitātes rādītājiem. Derīgās slāņkopas stratigrāfiskā piesaiste šīs svītas griezumam ne visur Latvijā ir viennozīmīga un pilnīgi noteikta ar atbilstošām stratigrāfiskām robežām. Katras atradnes derīgo slāņkopu veido tie griezuma intervāli, kur iežu kvalitāte gan pēc laboratorijas, gan tehnoloģiskajiem izmēģinājumiem atbilst attiecīgajām prasībām un šo slāņu ieguves apstākļi nav pretrunā ar atradnes izstrādes principiem.

Gandrīz visā Latvijas centrālajā un austrumu daļā par nederīgiem būvmateriālu ražošanā tiek uzskatīti tādi stratigrāfiskie intervāli kā Daugavas svītas apakšējās pasvītas apakšējā rida, kas atbilst Porhovas slāņiem un šīs svītas vidējā pasvīta, kas atbilst Ilmeņa



2.att. Pļaviņu svītas trešās un ceturtās pasvītas kontakts Dārziema dolomīta atradnes karjerā.



3.att. Cēsu dolomīta atradnes karjera sienu vertikālais griezum. Apzīmējumi tādi pat kā 1.attēlā.

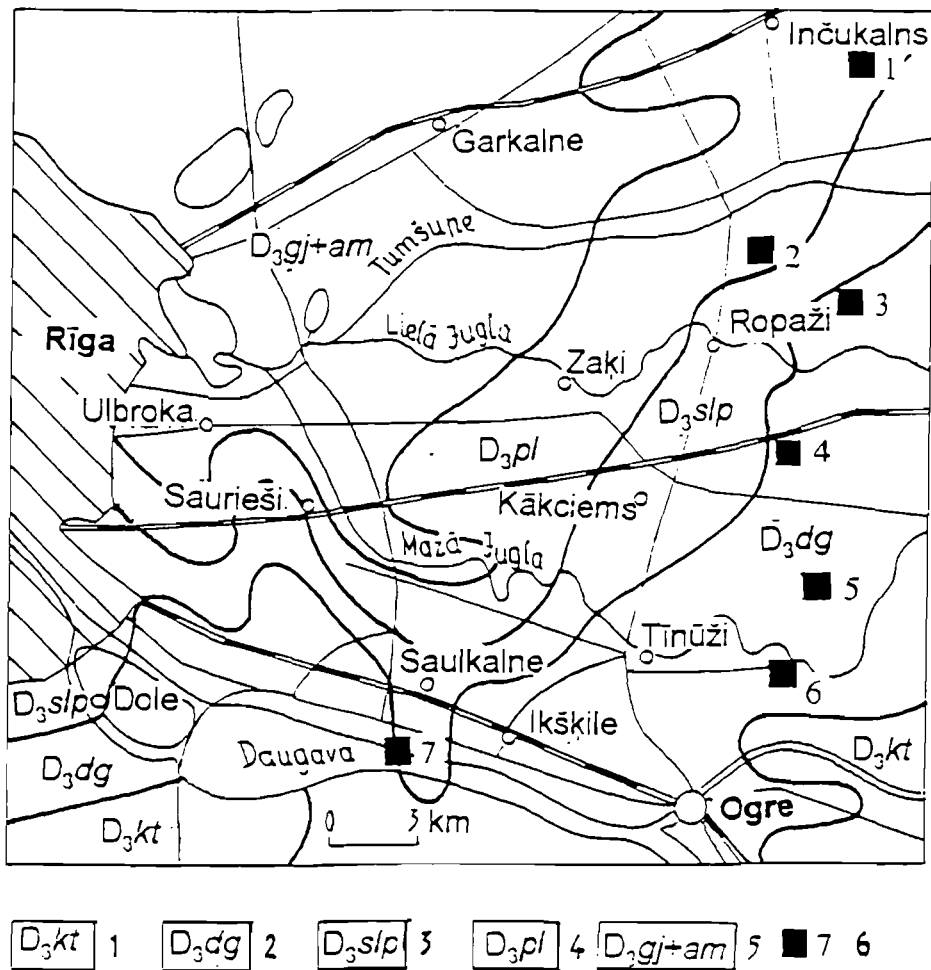
slāņiem. Minētajā Latvijas daļā šīs ridas sastāv no mālainu dolomītu, domerītu un mālu slāņmijas. Meklēšanas un izpētes darbos (pēc urbumu serdēm) ne vienmēr tika dots pilns stratigrāfiskais griezuma iedalījums slāņos un ridās. Tā, piemēram, Saikavas atradnē Daugavas svītas apakšējā pasvīta netika sadalīta ridās, kuras gan parasti ir labi izsekojamas, bet šajā reģionā maz atšķiras pēc iežu sastāva, litoloģijas un citām īpašībām. Griezumu neproduktīvās daļas parasti gandrīz nesatur faunas atliekas, tā kā tās ir regresīvākās, mālainākās. Izpētes urbumu griezumu korelācijā priekšroka tiek dota sedimentoloģiskiem, litoloģiskiem un citiem kritērijiem, kas cieši saistīti ar iežu kvalitātes novērtējumu.

Pēc Daugavas svītas stratotipisko un pamatgriezumu salīdzināšanas ar attiecīgajā faciālajā zonā pētīto atradņu griezumiem parādās dažas kopīgas likumsakarības. Tā piemēram, uz austrumiem no Rīgas un no Ogres uz ziemeļiem tuvu viena otrai atrodas Saulkalnes, Kranciema, Tūrkalnes, Remīnes, Gaitiņu u.c. atradnes (4.att.). Šo atradņu ģeoloģiskā uzbūve, stratigrāfija, faciālās īpatnības ir ļoti līdzīgas, jo tās visas izvietojas Baldones paleovaļņa teritorijā. Šī reģiona stratotipiskajā griezumā pie Saulkalnes Daugavas svītas apakšējā pasvītā starp ridām ir konstatēta reģionālā izskalojuma virsma (Сорокин, 1978), kur apakšējās ridas māliem uzguļ augšējās ridas dolomīti ar izskalojuma brekciju apakšējā slānītī. Lielākajā daļā iepriekš nosaukto atradņu šī stratigrāfiskā robeža ir arī Daugavas svītas dolomītu derīgās slāņkopas apakšējais kontakts. Tālāk dienvid un un rietumu virzienā - Doles salā vai ap Kalnciemu šī robežvirsma nav tik krasi izteikta. Mazāk uzskatāma tā ir arī Daugavas ielejā vairāk uz austrumiem, jo tur apakšējā rida sastāv no zemjainiem dolomītiem, kuri pēc savām fiziskajām un mehāniskajām īpašībām bieži vien var būt derīgi izmantošanai un tādējādi izpētes darbos un krājumu aprēķināšanā Daugavas svītas derīgās slāņkopas apakšējā robeža nesakrīt ar slāņu stratigrāfisko robežu, kā, piemēram, Tūrkalnes (sk. 21.att.) vai Salenieku atradnēs.

Daugavas svītas derīgās slāņkopas augšējais kontakts veidojas no erodēto pamatiežu virsmas, kas ataino stratigrāfisko diskordanci starp devona un kvartāra iežiem. Ļoti reti atradnēs ir laukumi, kur derīgā slāņa augšējā virsma ir Daugavas svītas dolomītu un Katlešu svītas mālu stratigrāfiskā robeža.

Atsevišķi nepieciešams akcentēt Daugavas svītas vidējās pasvītas stratigrāfiju.

Baldones paleovaļņa teritorijā, līdzīgi kā arī citās vietās Centrālajā Latvijā, pasvīta sastāv no zemjainu un mālainu dolomītu, domerītu un karbonātisku mālu slāņiem ar mainīgu kopējo biežumu. Kaut gan Centrālās un Austrumlatvijas lielākajā daļā šis stratigrāfiskais



4.att. Daugavas lejteces labā krasta pamatiežu ģeoloģiskā karte ar dolomīta atradņu izvietojumu. Augšdevona nogulumi: 1 - Katlešu, 2 - Daugavas, 3 - Salaspils, 4 - Pļaviņu un 5 - Gaujas un Amatas svītu; 6 - dolomīta atradnes (1 - Pullēnu, 2 - Purgaiļu, 3 - Gaiķiņu, 4 - Remīnes, 5 - Tūrkalnes, 6 - Kranciema, 7 - Saulkalnes).

līmenis raksturojas tikai ar izskalojuma virsmu starp apakšējo un augšējo Daugavas pasvītām, kas tika konstatēts daudzajos atsegumos Daugavas krastos jau sen (Grewingk, 1861; Kraus, 1921; Delle, 1937a, Сорокин, 1978), tomēr neliela biezuma (0,2-0,4m) nogulumi saglabājušies atsevišķās depresijās. Tā piemēram, Kranciema un Remīnes atradnēs pēc detālizētās izpētes urbumu griezumiem, bet vēl uzskatāmāk karjeros, novērojot ieguves sienas to izstrādes laikā, tika noteikts, ka mālaini karbonātiskā starpslāņa biezums mainās no 0 līdz 1,0m (sk.10., 11.att.).

Uz austrumiem - Tūrkalnes atradnē šī slāņa biezuma izmaiņas ir mazliet lielākas: 0,2-2,7m, ko arī var izskaidrot ar lokālajām depresijām. Tā kā šo slāņu paleontoloģiskie kompleksi ir diezgan nabadzīgi un dažu tam atbilstošu organismu grupu pārakmeņojumi nav izpētīti, tad to hronostratigrāfiskās robežas ne vienmēr ir precīzi nosakāmas. Tādēļ ģeoloģiskās izpētes darbos urbumu griezumu slāņsecīgs apraksts un to korelācija tiek veikta galvenokārt pēc ģeoloģiskajiem un litoloģiskajiem kritērijiem.

Vidējās Daugavas pasvītas mālaini karbonātiskie ieži neatbilst daudzu būvmateriālu ražošanas minerālizejvielu prasībām un parasti netiek izmantoti. Iepriekšējo gadu pieredze ieguves tehnoloģijā Latvijā bija pierādījusi, ka neliela un ļoti mainīga biezuma nederīgos slāņus nav lietderīgi aizvākt atsevišķi un tādēļ tie aprēķinot atradnes krājumus atsevišķi netika atdalīti no derīgās slāņkopas. Daži uzņēmumi tomēr izmantoja citus ieguves paņēmienus.

Subates-Kokneses paleovaļņa rajonā Daugavas ielejā tika izstrādātas divas atradnes - Rīteri (5.att.) un Selga. Šeit, atšķirībā no iepriekš minētajām, Daugavas svītas vidējā pasvīta (6.att.) bija izplatīts visā to teritorijā. Dolomīta ieguves laikā šo slāni tomēr novāca atsevišķi, kas deva iespēju ražot augstākas kvalitātes šķembas. Tas nebija nepieciešams Biržu dolomīta atradnē, jo Daugavas svītas vidējā pasvīta šajā apkārtnē noerodēta pilnīgi.

Vēl tālāk austrumu virzienā (Gulbenes paleoieplakā) - Madonas tuvumā esošajā Saikavas atradnē, kā arī Viļakas paleovaļņa rajonā pie Kārsavas atklātajā Salenieku atradnē Daugavas svītas vidusdaļa kļūst karbonātiskāka un māla starpslāņu tajā mazāk (stratigrāfisko ritmu bazālajā daļā), ko sekmējuši šo formāciju sedimentācijas apstākļi. Tādējādi griezuma transgresīvākās daļas ir arī tīrākas ar augstāku karbonātu saturu, līdz ar to var tikt sekmīgi izmantotas un veido derīgās slāņkopas daļu.

Šajā gadījumā atkal vērojama neatbilstība hronostratigrāfiskajā, litostratigrāfiskajā un rūpnieciskajā Daugavas svītas un dolomītu derīgās slāņkopas iedalījumos, jo iepriekšējo gadu



5.att. Daugavas svītas atsegums Rīteru dolomīta atradnes karjerā: apakšējā ieguves kāple - Daugavas svītas apakšējā pasvīta; augšējā (daļēji aizaugusī) ieguves kāple - Daugavas svītas augšējā pasvīta.



6.att. Daugavas svītas vidējās pasvītas domerītu un mālu slāņmijas (biezums 0,4m) atsegums Rīteru dolomīta atradnes karjerā.

ģeoloģiskās izpētes darbos griezuma iedalījums ridās tika veikts galvenokārt pēc iežu sastāva, ko nosacīja arī ieguves tehniskās iespējas.

Visi iepriekšapskatītie piemēri rāda, ka Daugavas derīgās slāņkopas stratigrāfiskā piesaiste nav tik viennozīmīga kā tas bija Pļaviņu svītai visā Latvijas teritorijā. Tā mainās līdz ar faciālām slāņkopas izmaiņām pa laterāli. Gan tās apakšējā robeža ģeoloģiskās izpētes darbos tiek noteikta dažādā līmenī apakšējā pasvītā, gan nederīgo vidējo Daugavas svītas pasvītu atdala no derīgās slāņkopas kā starpsegkārtu.

Krasi izteikta ir dolomītu slāņkopas augšējā robeža. Galvenokārt dolomītus pārsedz kvartāra nogulumu, retāk Katlešu svītas māli. Robežas stratigrāfiskais līmenis konkrētās atradnēs ir atšķirīgs, jo šī ir denudācijas, karsta procesu un ledāja eksarācijas virsma, kas šķēļ praktiski visu Daugavas svītas slāņkopu.

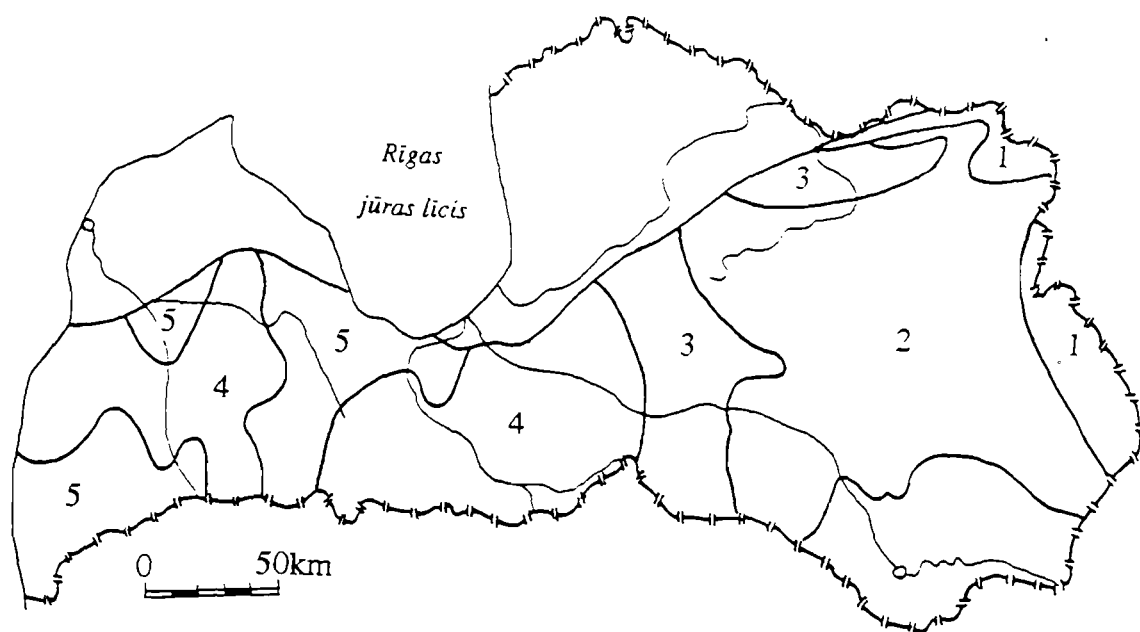
## 1.2. Derīgo slāņkopu ģeoloģiskās uzbūves pamatiezīmes

Latvijas devona nogulumu slāņkopu ģeoloģisko uzbūvi nosaka Hercīnā tektoniskā cikla struktūras. Austrumeiropas platformas ziemeļrietumu daļā, tieši Latvijas teritorijā tās ir Igaunijas monoklīnāle Latvijas ziemeļu daļā, Latvijas sedliene - austrumu un Latvijas-Lietuvas sineklīze rietumu daļā. Atkarībā no šo galveno struktūru izvietojuma un uzbūves mainās iežu saguluma apstākļi.

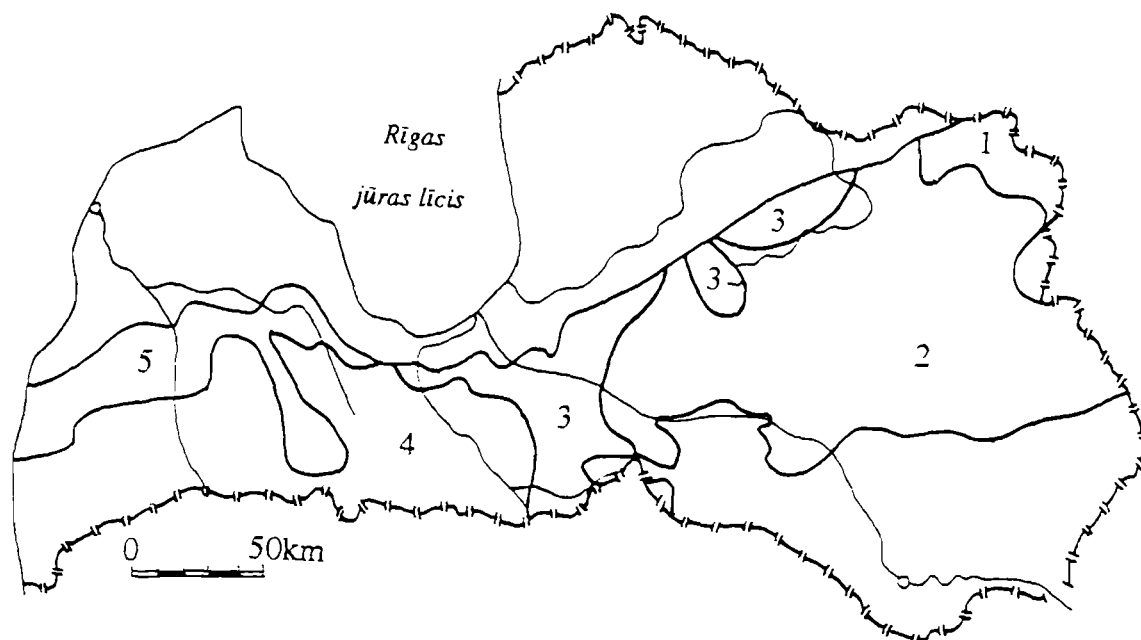
Augšdevona karbonātiežu komplekss veido pēdējo divu struktūru centrālās daļas, dienvidrietumos turpinoties Lietuvas, un tālāk nedaudz arī Baltijas jūras teritorijā, bet austrumos izplatoties Galvenā devona laukā Maskavas sineklīzē.

Pamatiežu virsmā Pļaviņu un Daugavas svītu slāņkopas (7.un 8.att.) veido divas joslas. Vienu no tām var konstatēt gar šo slāņkopu mūsdienu izplatības galējo robežu Latvijas ziemeļu daļā, bet uz dienvidiem to pārsedz jaunāki augšdevona ieži (Katlešu un citu svītu). Šo joslu var izsekot cauri visai Latvijai no Apes un Cēsīm līdz Rīgai un tālāk līdz Kuldīgai un Baltijas jūrai, jo tā ir pamatā ledājaveidotajai pamatiežu kāplei ar substrukturālu raksturu.

Otrā plašākā karbonātiežu kompleksa josla pamatiežu virsmu veido dienvidaustrumu Latvijā - no Ludzas un Rēzeknes līdz Līvāniem, Jēkabpilij un Koknesei, austrumos un dienvidrietumos turpinoties ārpus valsts robežām.



7.att. Pļaviņu svītas un tās litoloģisko kompleksu izplatība Latvijas teritorijā (pēc V.Sorokina un K.Šaraka materiāliem). Kompleks sastāv no: 1 - kaļķakmeņiem un dolomītiem; 2 - pārsvarā metasomatiskajiem dolomītiem; 3 - metasomatiskajiem un sedimentogēnajiem dolomītiem līdzīgos daudzumos; 4 - sulfātiežiem, teriģēnajiem iežiem un dolomītiem; 5 - teriģēnajiem iežiem un dolomītiem.



8.att. Daugavas svītas un tās litoloģisko kompleksu izplatība Latvijas teritorijā (pēc V.Sorokina un K.Šaraka materiāliem). Kompleksi tādi pat kā 7.attēlā.

Lai gan iežu sagulums visur Latvijā ir tuvs horizontālam, Latvijas sedlienē lēzens slāņu kritums veidojas tās centrālās daļas - Gulbenes ieplakas virzienā, bet Latvijas-Lietuvas sineklīzē tas ir jau izteiktāks rietumu dienvidrietumu virzienā.

Otrs atšķirīgs moments šo divu lielo paleostruktūru uzbūvē ir tas, ka Latvijas sedlienes centrālajā daļā Pļaviņu un Daugavas svītu derīgās slāņkopas pārklāj tikai Franas stāva jaunākie nogulumi no Katlešu līdz Amulas svītai, bet Lietuvas-Latvijas sineklīzē bez tam vēl arī Famenas stāva, karbona un perma, kā arī triasa un juras sistēmu slāņkopas.

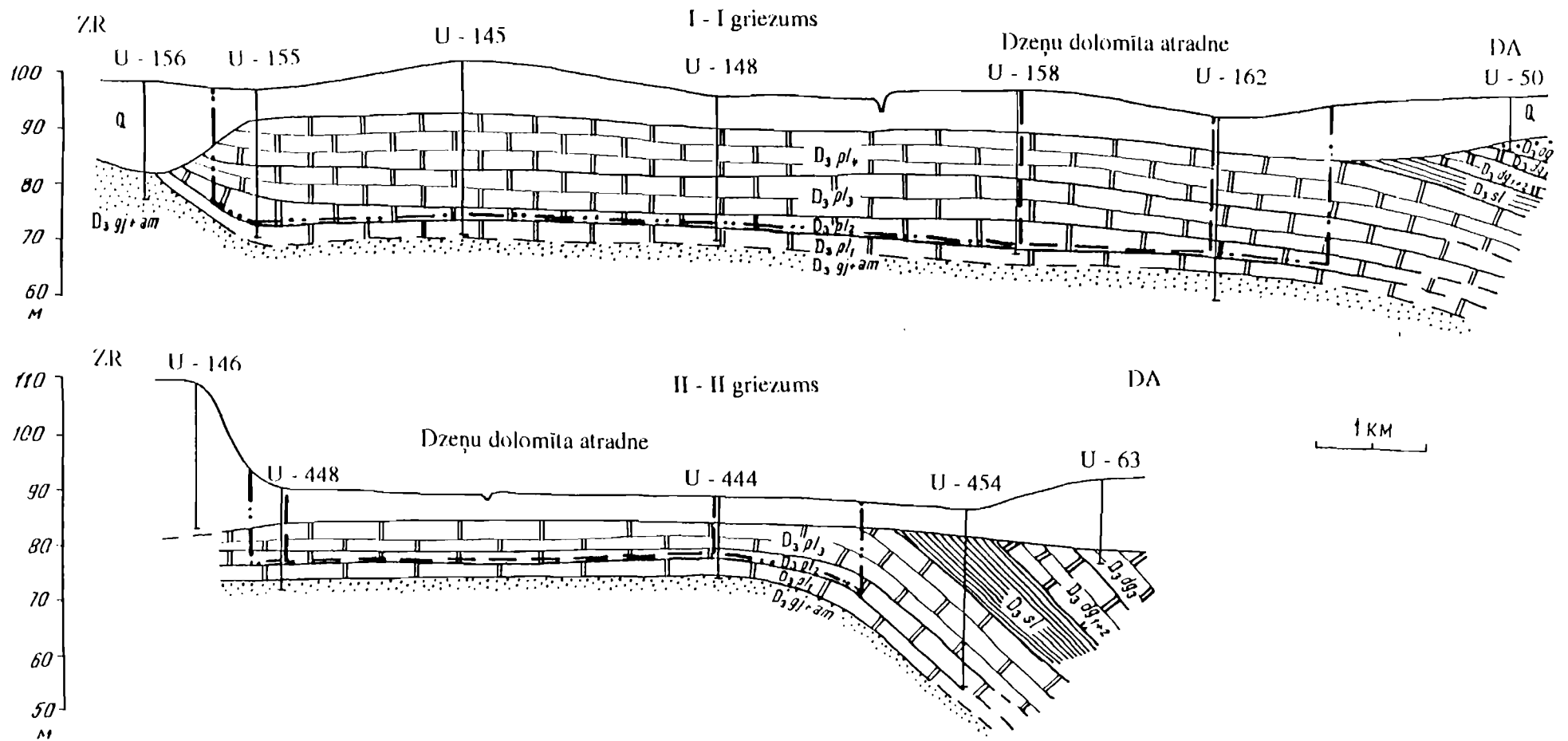
### 1.2.1. Segkārtas un derīgo slāņkopu biezuma izmaiņu raksturojums

Neatkarīgi no paleostruktūrām visu valsts teritoriju klāj dažāda biezuma kvartāra iežu sega, kas sastāv galvenokārt no glaciģēnājiem, fluvioglaciālajiem un limnoglaciālajiem nogulumiem. Ja neņem vērā atsevišķus maksimālos biezumus (līdz 200-300m) subkvartārās virsmas ielejveida iegrauzumos, kas iezīmējas vairākās Latvijas vietās, tad ar 40-50 līdz 150-200m biezu kvartāra iežu segu raksturojas mūsdienu reljefa augstienes, zem kurām atrodas arī pamatiežu pacēlumi, bet lielākajā daļā zemieņu šie nogulumi ir tikai 5-20m biezi (Геология..., 1984.).

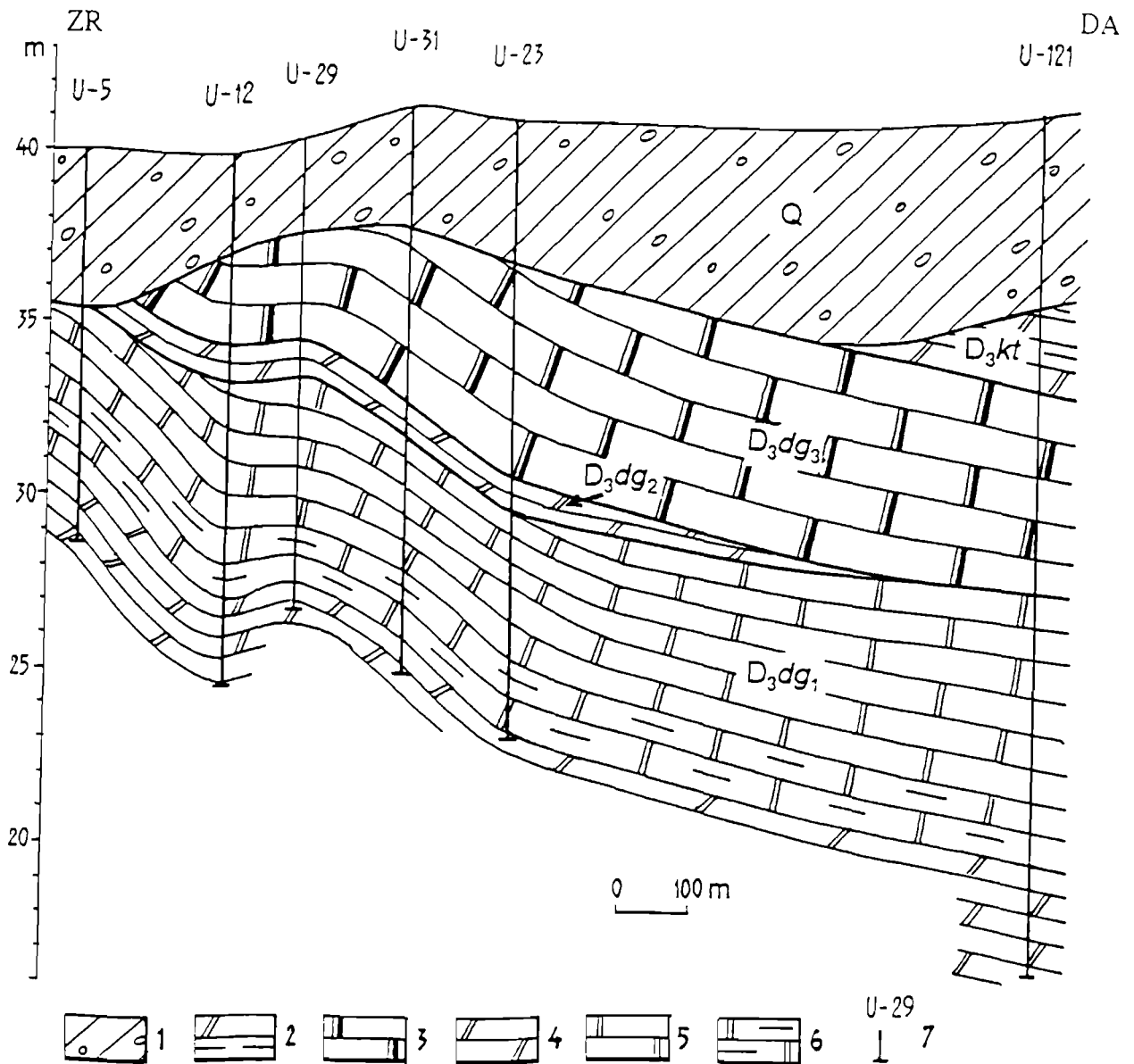
Šīs ģeoloģiskās uzbūves iezīmes jau iepriekš nosaka Latvijas teritorijas iedalījumu zonās, kuras ir vai nav perspektīvas augšdevona dolomīta atradņu meklēšanas darbiem. Tā kā Pļaviņu un Daugavas svītu nogulumi veido lielus slāņveida ķermeņus, kuru izplatība ir simtiem kilometru, tad atsevišķu iegulu jeb derīgā izrakteņa atradņu lokalizācija lielā mērā ir atkarīga no derīgās slāņkopas un tās pārsedzošo iežu biezumu attiecības. Vēl septiņdesmitajos gados uzskatīja, ka atradnes ir izdevīgi izstrādāt, ja segkārtā tajās nepārsniedz 10-15m (9., 10., 11. att.), bet astoņdesmitajos gados veiktajā zemes dziļu izvērtēšanā līdz 50m dziļumam par pieņemamu uzskatīja līdz 25m biezu segkārtu.

Tādējādi veidojas likumsakarība, ka visas: gan izstrādājamās, gan tikai izpētītās atradnes un perspektīvo krājumu laukumi izvietojas tikai mūsdienu reljefa zemieņu rajonos, kur šo pamatiežu derīgos slāņus klāj minimāla biezuma kvartāra iežu sega.

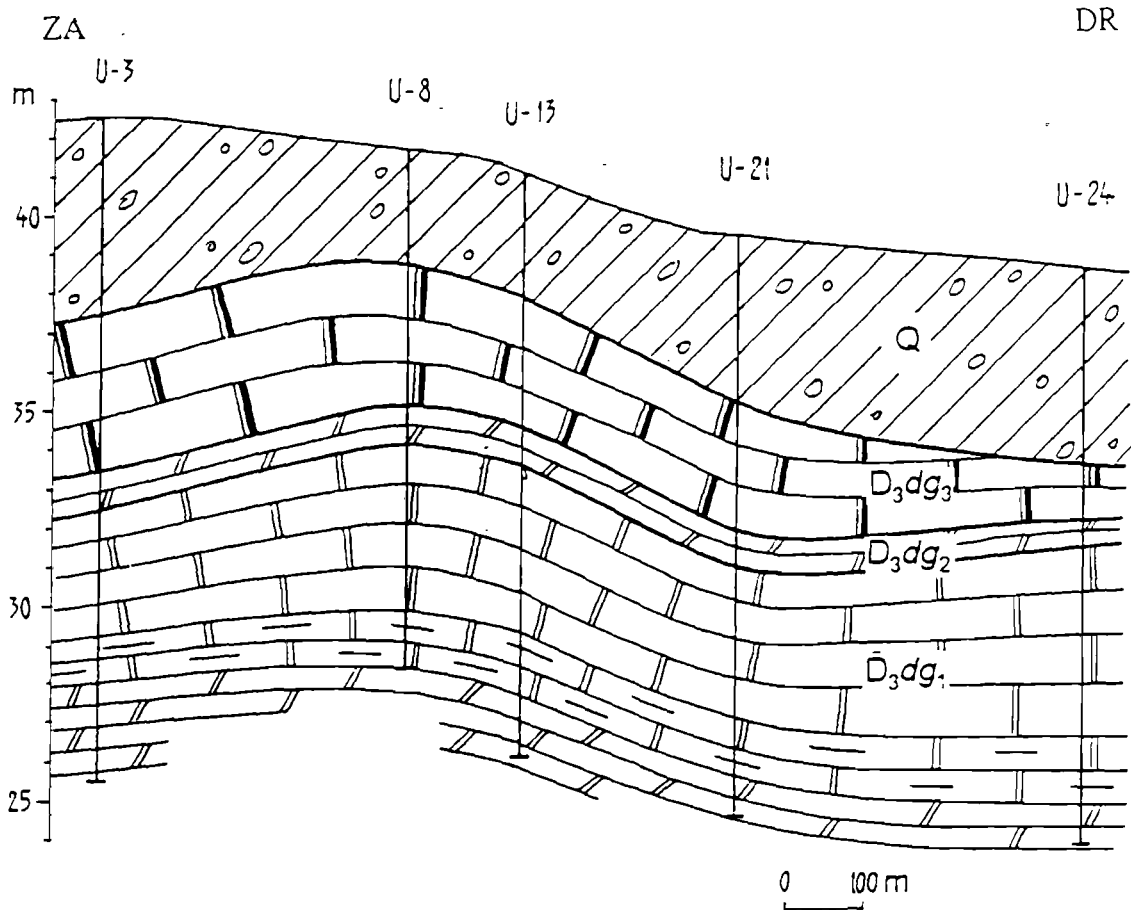
Tā kā visur Latvijā izmantojamie dolomītu slāņi vienmēr ir tikai kāda daļa no Pļaviņu vai Daugavas svītu griezuma, tad, apkopojot ģeoloģiskās izpētes datus par atradņu uzbūvi, redzam, ka Pļaviņu derīgās slāņkopas biezums mainās no 13 līdz 25m, bet pēc prognozēto krājumu izvērtējuma datiem perspektīvajos laukumos - no 8 līdz 40m. Līdzīgi arī Daugavas



9.att. Ģeoloģiskie griezumš Dzeņu atradnes (ZA Latvija) apkārtnē (pēc ģeoloģiskās izpētes datiem) ar dolomīta slāņkopas izvietojumu un stratigrāfisko iedalījumu. Apzīmējumus sk. 10.att



10.att. Ģeoloģiskais griezum Kranciema dolomīta atradnes (Centrālā Latvija) apkārtņē slāņu krituma virzienā (pēc detālās ģeoloģiskās izpētes datiem; Меконе, 1970). 1- kvartāra ieži. 2-domerītu un mālu slāņmija. 3-metasomatiskie dolomīti. 4-domerīti, 5-sedimentācijas diaģenētiskie dolomīti. 6-mālainie dolomīti, 7-urbumi un to numuri.



11.att. Ģeoloģiskais griezum Kranciema dolomīta atradnes apkārtnē slāņu vērsuma virzienā (pēc detālās ģeoloģiskās izpētes datiem:Меконе. 1970). Apzīmējumi tādi pat kā 10. attēlā.

derīgās slāņkopas biezums atradnēs ir no 2 līdz 23m un prognozēto krājumu laukumos - no 7 līdz 27m (sk.9., 12.tab.), kas atšķiras no svītu pilnā biezuma. Derīgo slāņkopu maksimālie biezumi sastopami tur, kur svītu griezums ir vispilnīgākais, ko savukārt nosaka nogulu uzkrāšanās baseina faciālie un paleoģeogrāfiskie apstākļi.

Pašas labvēlīgākās zonas šādā skatījumā ir Latvijas centrālā, ziemeļaustrumu un dienvidaustrumu daļa, jo devona epikontinentālais baseins austrumu virzienā bija dziļāks un ar pastāvīgāku Zemes garozas tendenci iegrimt. Pļaviņu svītas karbonātiskā slāņkopa Latvijas austrumos ir divas reizes biezāka nekā centrālajā daļā, līdzīgi arī Daugavas svītas slāņkopa, kuras biezums palielinās galvenokārt uz apakšējās (derīgās) un vidējās (ne vienmēr izmantojamās) pasvītas biezumu rēķina. Minētajās Latvijas daļās, kur galvenokārt koncentrējas izmantojamās un detalizēti pētītās dolomīta atradnes, ir nokonturēti arī plaši laukumi, kuri ir perspektīvi jaunu, kvalitatīvu iegulu atklāšanai.

Pļaviņu un Daugavas svītu izplatības joslu ziemeļu un dienvidu robežu tuvumā biezumi diezgan strauji samazinās, jo slāņkopu izķīlēšanās iemesls ir ledāja eksarācija (sk. 9.att). Tā piemēram, tuvu Daugavas svītas izplatības galējām ziemeļu robežām ir Kranciema (sk. 10.att) un Gaitiņu, bet dienvidu - Brodu un Biržu atradnes, kur derīgās slāņkopas biezums ir neliels.

Derīgās slāņkopas biezuma samazināšanās ir sastīta arī ar lokāliem faciāliem vai strukturāliem cēloņiem. Jāmin paleovaļņi, kuru teritorijā slāņkopas nav tik biezas, jo daudz aktīvāka ir nogulsnešanās vides hidrodinamika, ir daudz sedimentācijas pārtraukumu un kopējais uzkrājušos nogulu daudzums ir mazāks (Афанасьев и др., 1973; Сорокин, 1978). Šādas tendences izpaužas gan Baldones, gan Subates-Kokneses paleovaļņu teritorijā, piemēram, ap Rīteru dolomīta atradni. Šos procesus var uzskatīt par sinģenētiskiem. Cita veida procesi, daudz vēlāki nekā nogulsnešanās un, tātad, jau epiģenētiski, ir denudācija, kas spilgtāk izteikta hercīnā vecuma lokālajās struktūrās, kuras sekojošajā kontinentālajā ģeoloģiskās attīstības periodā (no augšdevona līdz kvartāram) un arī ledus laikmetā tika daļēji noerodētas. Lokālo pacēlumu virsotnēs (centrālajās daļās) slāņkopas nav tik biezas kā to apkārtņē.

Latvijas ģeoloģiskās uzbūves īpatnības nodrošina dolomīta iegulu izmantošanu tikai atklātā, tas ir karjeru veidā, kur tehniskie ieguves apstākļi ir paši labvēlīgākie un ekonomiski izdevīgākie. Viens no galvenajiem to noteicošajiem faktoriem ir segkārtas un derīgās slāņkopas attiecība katrai konkrētai atradnei. Agrāk izstrādātajās iegulās tā bija no 1:4 līdz 1:1

(segkārtas koeficients 0,4-1) un segkārtas biežums parasti nebija lielāks par 10m. Ja tālākā perspektīvā būs nepieciešams atklāt un izpētīt jaunas dolomīta atradnes, tad jāērēķinās ar to, ka segkārtas koeficients pieaugs un var palielināties arī līdz 2, bet tās biežums - līdz 25m. Pieņemot šādus parametrus, var tikt paplašinātas perspektīvās dolomīta atradņu meklēšanas teritorijas gan Centrālajā, gan Austrumlatvijā, bet netiek iegūtas citas, jaunas, jo tas saistīts ar noteiktām likumsakarībām kvartāra segas biežuma izmaiņās, kas analizētas jau iepriekš.

Konkrētās atradnēs segkārtas un derīgās slāņkopas biežumu attiecībai var izsekot, apkopojot detālās ģeoloģiskās izpētes materiālus. Piemēram, vienā no Latvijas lielākajām dolomīta ieguves vietām Biržos (Jēkabpils raj.) vidējais atradnes segkārtas koeficients ir 0,41, kas ir viens no pašiem zemākajiem Latvijā, izņemot Pērtnieku dolomīta atradni, kur segkārtas koeficients ir 0,25. Šis ir viens no noteicošajiem parametriem atradnes iespējamai ekonomiski izdevīgai izmantošanai, šeit, tāpat kā lielākajā daļā pamatiežu iegulu, segkārtu veido kvartāra ieži - morēna, mālsmilts, smilšmāls, smilts un māls, kurus norok un aizved attīrot derīgā izrakteņa ieguves kāpli. Liela nozīme ir segkārtas iežu sastāvam un līdz ar to paralēlām šo iežu izmantošanas iespējām, kam gan agrāko gadu atradņu izpētes, bet galvenokārt izstrādes laikā netika pievērsta vajadzīgā uzmanība. Jau minētās Biržu atradnes dienvidrietumu daļā astoņdesmitajos gados ieguva nelielā apjomā kvartāra mālus Jēkabpils keramzīta ražošanas ceha vajadzībām, līdz ar to ļoti veiksmīgi uzlabojot ieguves apstākļus, jo nederīgo, aizvācamo iežu apjoms samazinājās.

### 1.2.2. Derīgo slāņkopu apakšējā un augšējā kontaktvirsmas

Svarīgs derīgo slāņkopu ģeoloģiskās uzbūves aspekts ir dolomīta slāņu un tos ietverošo iežu robežvirsmas, kontaktu morfoloģija un konfigurācija.

Apakšējā derīgo slāņkopu robeža tiek noteikta pēc litoloģiskiem un analīžu datiem saistībā ar griezumam ģeoloģisko uzbūvi un iežu sastāva faciālajām izmaiņām pat nelielā laukumā. Tā parasti atdala domerītus, mālainus vai smilšainus dolomītus no tiros dolomītu slāņa. Pētītajos Pļaviņu un Daugavas svītu griezumos tieši šāda veida iežu pārejas bieži ir diezgan pakāpeniskas, kas atbilst sedimentācijas baseinu pakāpeniskajām izmaiņām laika gaitā, un tieši šo īpatnību dēļ ne vienmēr var pietiekami pamatoti un nešaubīgi raksturot un iezīmēt šo derīgās slāņkopas apakšējo robežu. Tādējādi pat vairāku atradņu krājumu aprēķinos par apakšējo robežu tiek pieņemta nosacīta līnija, kura rodas atdalot tiros dolomītus

no dolomītiem ar nevēlamajiem piemaisījumiem vai nepiemērotām īpašībām pēc urbumu seržu analīžu rezultātiem, kā tas bija, piemēram, Saikavas atradnē (Возвышаев, 1991).

Atšķirībā no apakšējās, augšējā dolomītu derīgās slāņkopas robeža visās Latvijas atradnēs izteikta krasi un uzskatāmi, jo atbilst kā stratigrāfiskai diskordancei starp paleozoja un kvartāra iežiem, tā arī ilgstošā kontinentālā attīstības perioda un ledāja denudējošās darbības rezultējošai virsmai.

Ļoti labi šādu kontaktvirsmu var izpētīt daudzajās dolomīta ieguves vietās, īpaši tajos karjeros, kur pārsedzošo iežu kārtā tika noņemta ilgāku laiku pirms derīgās slāņkopas izstrādāšanas. Veicot sistemātiskus novērojumus daudzus gadus, ir konstatētas gan likumsakarības, gan īpatnības derīgās slāņkopas augšējās robežas morfoloģijā. Bijušajā lielākajā dolomītu ieguves vietā Latvijā - Biržu atradnē, līdzīgi kā citās, sedimentācijas pārtraukums un sekojošā denudācija izpaužas dolomītslāņkopas virsmas izlīdzināšanā un nogludināšanā. Tomēr uz šādas virsmas diezgan reljefi parādās neliela mēroga pacēlumi un izciļņi. Ja Selgas vai Rīteru atradnēs dolomītu slāņu virsmas ir tiešām nogludinātas un segkārtas, kā arī starpsegkārtas noņemšana nerada nekādas tehniskas grūtības (nošķūrē ar buldozeru), tad Biržos tas ir sarežģītāk. Šeit denudācijas virsmā ir sastopami:

- 1) ieapaļi lēzeni izskalojumi;
- 2) ieapaļi lēzeni pacēlumi 1 līdz 5 m diametrā, 10 līdz 50 cm augsti;
- 3) grumbuļainas virsmas iecirkņi ar daudziem un nelieliem izciļņiem 10-30 cm diametrā, līdz 5 cm augstiem, līdzīgi kā aprakstījusi R.Ulste (Ульст, 1963);
- 4) izstiepti kāples veida pacēlumi, kas veidojas tieši mehāniski izturīgāko dolomīta slāņu izskalošanās vietās līdz to pilnīgai erozijai.

Ja ceturtais veids saistīts ar dažādu dolomīta tipu slāņmiju un slāņu ļoti lēzeno kritumu, tad otro un trešo izskaidrot ir grūtāk, jo iežu litoloģijā iezīmīgas izmaiņas nav novērojamas. Šo parādību mērogs un sasaiste ar vieniem un tiem pašiem iežu tipiem liek secināt, ka tie drīzāk saistāmi ar diaģenētiski kataģenētiskajiem dolomīta veidošanās procesiem, nekā ar dēdēšanas un erozijas parādībām. Kaut gan šīs pašas atradnes atsegtajā dienvidrietumu daļā derīgo slāņkopu klāj neliela biezuma (ap 5-30cm) dolomītmiltu un sadēdējušu dolomītu kārtiņa, zem kuras hipergēno procesu mazāk pārveidotie dolomīti ir cita tipa, cita paveida, mehāniski mazāk izturīgi, poraināki un citām struktūras un tekstūras atšķirībām no iepriekšminētajiem mehāniski ļoti izturīgajiem.

Tehniski sarežģītāk un grūtāk ir pietiekami tiri noņemt segkārtu, kur dolomīta virsma ir nelīdzena un grumbuļaina, īpaši mehāniski izturīgākajos dolomītos, kur dēdējušo, mīksto dolomītu slānītis ir minimāla biezuma vai vispār tā nav.

Kāda cita interesanta un speciāliestiem informatīva parādība vērojama uz ledāja veidotas mehāniski izturīgo dolomītu nogludinātās slāņa virsmas. Tās ir ledāja skrambas un švikojums, ko ļoti labi var redzēt dolomītos pie Apes, Kalnciema, Biržiem un arī citviet Latvijā. Biržos mērītā skrambu orientācija ir 120-130° DA, kas norāda ledāja kustības un līdz ar to arī tā denudējošās darbības virzienu.

Tā kā Biržu atradnes dolomīti tika iegūti karjerā, kura laukums sasniedza ap 20ha, tad šeit bija lielas iespējas izpētīt pilnībā atsegto Daugavas svītas slāņkopu. Zemkvartāra virsma, kas ir arī derīgās slāņkopas augšējais kontakts (robežvirsma), šķeļ visus Daugavas svītas augšējās pasvītas slāņus, jo to kritums ir lēzens DR virzienā. Pēc analogijas ar atradnēm, kurās derīgās dolomīta slāņkopas virsma labi izpētīta karjeros, datus (ziņas, informāciju) par to konfigurāciju un morfoloģiju var attiecināt arī uz citām atradnēm vai prognozēto krājumu laukumiem ar līdzīgu ģeoloģisko uzbūvi un attiecīgu dolomīta tipu izplatību.

### 1.2.3. Karsta veidojumi

Austrumeiropas platformas ZR daļas ilgajā kontinentālās attīstības gaitā no devona perioda beigām (Latvijas DR daļā - no juras perioda), līdz mūsdienām, kad izveidojušās nogulumiežu slāņkopas pēc grimšanas ir sākušas celties, aktīvi izpaudušies hipergēnie procesi, tai skaitā arī karbonātiežu un sulfātiežu karsts.

Pētot Pļaviņu, Salaspils un Daugavas svītu slāņkopu ģeoloģisko uzbūvi vairākos Latvijas reģionos ir konstatēts gan diezgan aktīvs mūsdienu karsts, gan arī senais, apraktais karsts.

Derīgā izrakteņa ieguvi īpaši apgrūtina un sarežģī senā karsta veidojumi. To sastopamību Daugavas ielejas atsegumos aprakstījuši E.Skuodis (Скуодис, 1959, 1969) un E.Varfolomejeva (Варфоломеева, 1961,1965). Galvenie šo veidojumu izplatības reģioni ir Daugavas kreisajā krastā pie Jēkabpils, kas aprakstīti un pētīti dažādām metodēm Biržu dolomītu atradnē (12., 13.att.). Otrs šāds reģions ir starp Rīgu un Ogrī, kur senā karsta veidojumi labi atsegti Kranciema un Gaitiņu dolomīta atradņu karjeros. Šie veidojumi visos gadījumos ģeoloģiskās uzbūves ziņā ir līdzīgi. Dolomīta slāņkopā redzams vertikāls šahtveida



12.att. Biržu dolomīta atradnes karjera austrumu daļā atstātie karsta iegruvumu palikšņi.



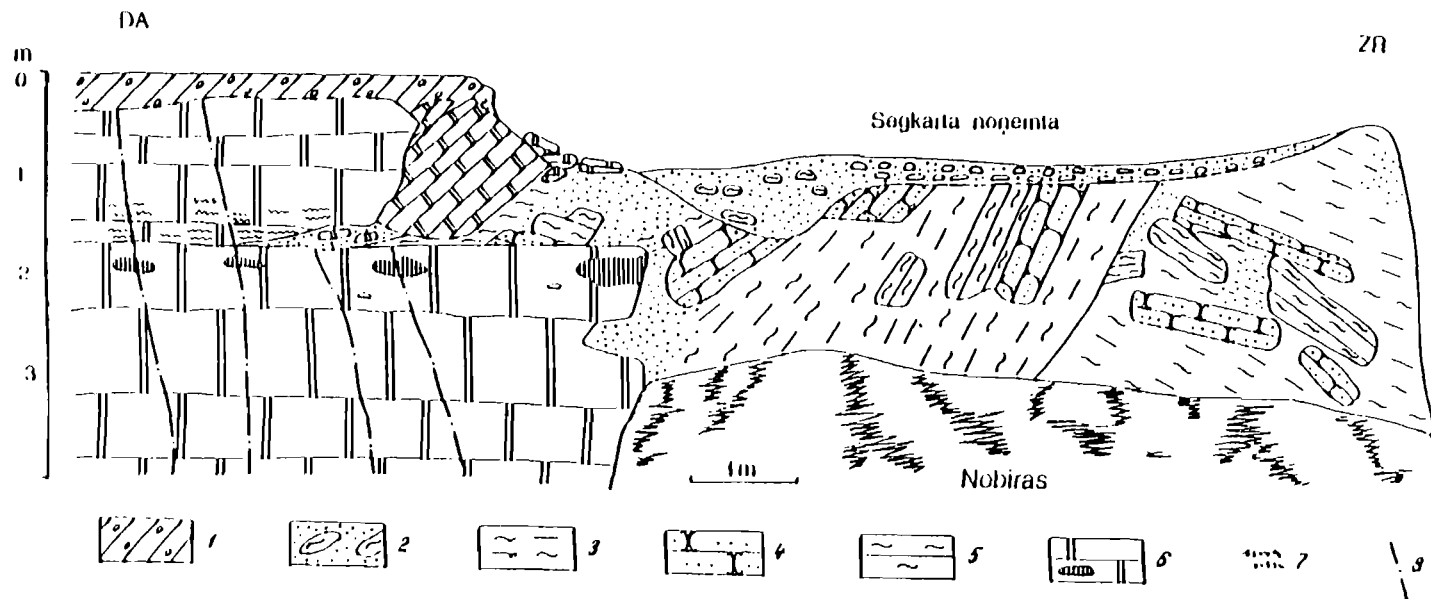
13.att. Biržu dolomīta atradnes karjerā atstāto karsta iegruvumu palikšņu iežu (gaišākie) un nesadēdējušo mehāniski izturīgo dolomītu (tumšākie labajā pusē) kontakts.

iegrovums ar krasām robežām. Plānā tā šķersgriezums atainojas kā ieapaļš, reizēm sarežģītākas formas laukums 10-50 līdz pat vairākiem simtiem metru diametrā. Tā augšējā virsma vienmēr ir kvartāra erozijas skarta. Visu pētīto senā karsta veidojumu, kas pārrauj Daugavas svītas iežus, augšējais kontakts ir izveidojies zemkvartāra virsmā. Tā kā iegruvušie ieži parasti ir mikstāki un irdenāki nekā tos ietverošie dolomīti, tad virs iegruvumiem bieži ir veidojušies padziļinājumi, kurus aizpilda kvartāra nogulumu, radot diskordantu sagulumu.

Šo karstu un sufozijas veidojumu apakšējais kontakts un to absolūtais dziļums vēl arvien ir maz pētīts. Atsevišķu ģeoloģiskās izpētes urbumu dati (Скуодис, 1968; Кондратьева, Шнитко, 1985) liecina, ka slāņu vertikālā pārvietošanās lejup ir vairāki desmiti metru un nedaudznie šādās vietās urbtie urbumi nerasniedz slāņu netraucētu sākotnējo sagulumu ne 60-70m, citur arī ne 100-150m dziļumā. Dažreiz šādi derīgās slāņkopas traucēta saguluma intervāli tiek uzurbti tās vidusdaļā vai zemāk, ko var izskaidrot ar tuvumā esošo iegruvumu paplašināšanos uz leju (dziļumā). Ir konstatēts, ka iegruvumi aizpildīti ar dažādiem iežiem: pelēcīgiem, zilganiem un violetīgiem māliem, pelēcīgiem aleirolītiem, gaišiem sīkgraudainiem kvarca smilšakmeņiem (14.att.). Diezgan reti iegruvumu malās novēro dolomīta gabalus, kas atšķiras no ietvērējiežiem. Pēc iežu sastāva un atrastajiem organismu pārakmeņojumiem noteikts to Katlešu un Ogres vecums, lai gan šo svītu slāņkopas sākotnējā sagulumā pārklāj Daugavas svītas iežus tikai vairākus desmitus kilometru attālu. Kaut gan iegruvumu un ietvērējiežu kontakti ir gandrīz vertikāli un dažāda sastāva ieži ir krasi nodalīti, smiltis un māli, kā arī dzelzs savienojumi tiek ieskaloti dolomītu slāņkopā pa plaisām vai tukšiem kanāliem. Tādējādi šo iegruvumu tuvumā dolomīti tiek stipri piesārņoti un kļūst nederīgi ieguvei.

Šāda iegruvumu veidošanās tiek saistīta ar karsta (Daugavas, Salaspils, Pļaviņu slāņkopās) un sufozijas (zemāk iegulošajās Gaujas un Amatas slāņkopās) procesiem, kas norisa Latvijas teritorijai ceļoties (Скуодис, 1968). Par šo parādību īpaši aktīvu posmu uzskata strauju reģiona celšanos, dziļu, kanjonveida seno upju ieleju veidošanos un ar tām saistīto vertikālo kanālu, šahtu un iegruvumu rašanos neogēna periodā un arī vēlākā laika posmā, līdzīgi kā to konstatējuši arī Baltkrievijas ģeologi Latvijai piegulošajā Baltkrievijas ZA daļā (Левков и др., 1988). Arī Lielbritānijā veikta līdzīgu ģeoloģisko veidojumu pētniecība (Thorez et. al., 1971).

Šādas ģeoloģiskās uzbūves reģionos lielā mērā tiek apgrūtināti ģeoloģiskās izpētes darbi (Цыкин, 1990). Tradicionāli atradņu izpēte tika veikta veidojot urbumu tīklu ar



14.att. Karsta iegruvuma kontakts ar dolomīta slāņkopu. Biržu dolomīta atradnes karjera sienas griezumā. Kvartāra ieži: 1 - morēnas smilšmāls, 2 - mālsmits un smiltis ar māla iekļāvumiem. Karsta iegruvumu aizpildošie ieži: 3 - mālains alveolārs materiāls, 4 - smilšakmens, 5 - māli. Daugavas svītas ieži: 6 - dolomīts ar dēdējušiem izskalotiem laukumiņiem, 7 - dzelzoti dolomīta laukumiņi; 8 - plaisas dolomītos.

attālumu starp izstrādņēm no 50x50 līdz 100x100 un vairāk metru. Salīdzinot to ar iegruvumu izmēriem var secināt, ka lielākā daļa karsta veidojumu nemaz netiks atklāti. Efektīva metode to noteikšanai un nokonturēšanai (lokalizācijai) ir simetriskā elektriskā profilēšana, ko ar lieliem panākumiem un veiksmīgi izmantoja ģeofiziķi, veicot papildus izpētes darbus Biržu dolomīta atradnē. Ļoti daudzie atklātie karsta veidojumi ieguves gaitā tika apieti un atstāti karjerā palikšņa veidā, jo tik lielas nederīgo iežu masas izvešana no ieguves zonas ir ekonomiski neizdevīga.

Karsta pocesu ietekme uz iegūstamā derīgā izrakteņa kvalitāti tiks analizēta turpmāk (sk. 4. nod).

Tādējādi, analizējot ģeoloģisko uzbūvi, konstatēts, ka Pļaviņu un Daugavas svītas sastāv no dažādu litoģenētisko tipu dolomītu slāņmijas. Mālainu dolomītu, domerītu, mālu, ģipšainu iežu starpkārtas nav derīgas ražojot lielāko daļu būvmateriālu. Slāņkopu ģeoloģiskā uzbūve ir labvēlīga šo starpkārtu izdalīšanai griezumā, neiekļaujot tās derīgā izrakteņa krājumu aprēķinā vai novācot atsevišķi ieguves procesā, līdzīgi kā ar senā karsta iegruvumu iežiem.

## 2. PĻAVIŅU UN DAUGAVAS SVĪTU NOGULUMU LITOFACIĀLĀS ĪPATNĪBAS

### 2.1. Litoloģiski faciālās zonas

Franas stāva Pļaviņu un Daugavas horizontu un tāda paša nosaukuma svītu litoloģiski faciālie pētījumi Baltijas reģionā un arī Latvijā turpinās jau daudzus gadu desmitus, bet īpaši intensīvi no sešdesmito gadu beigām. Šajā laikā tika publicēts daudz darbu, kas raksturo litoloģiski faciālās zonas, paleoģeogrāfiskos nogulsnešanās apstākļus augšdevona sedimentācijas baseinā un īpatnības tieši Latvijas teritorijā (Ульст, 1961, 1963; Сорокин, 1972, 1974, 1978).

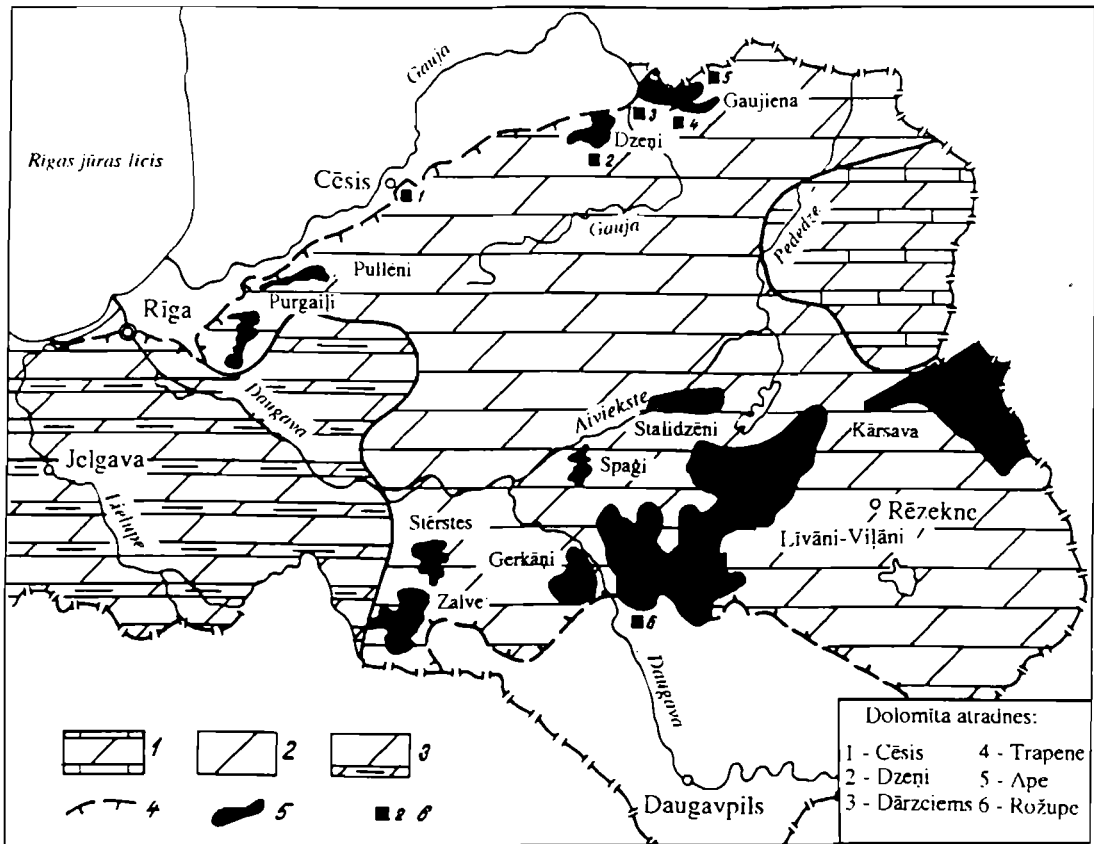
Šie materiāli, kā arī kartes un shēmas, tika izmantoti par pamatu daudziem vēlākajiem darbiem (Геология..., 1984; u.c.). Vadoties pēc tiem, piemēram, K.Šaraks bija sastādījis un savās publikācijās (Шарак, 1975, 1977) izmantojis litoloģiskās shēmas, lai analizētu karbonātiežu derīgo slāņkopu izmaiņas kā Pļaviņu, tā Daugavas svītās Latvijas teritorijā un litoloģiski rūpniecisko dolomītu tipu attiecību dažādu zonu griezumos (sk. 7., 8.att.).

Ģeologu T.Arharovas un L.Birgeres sastādītās litoloģiski faciālās shēmas (Биргер и др., 1979) nepilnīgi atspoguļo faciālo zonalitāti, litofaciālie kompleksi arī doti vienkāršotā veidā, tikai svītu pilnu griezumu izplatības rajonos, kas nedod adekvātu, konkrētu priekšstatu par dolomīta slāņkopu litoloģiju, nedod atbildi uz jautājumiem, kādēļ atradņu grupas ar dažādiem tipiskajiem griezumiem atrodas vienā faciālajā zonā (15., 16.att.).

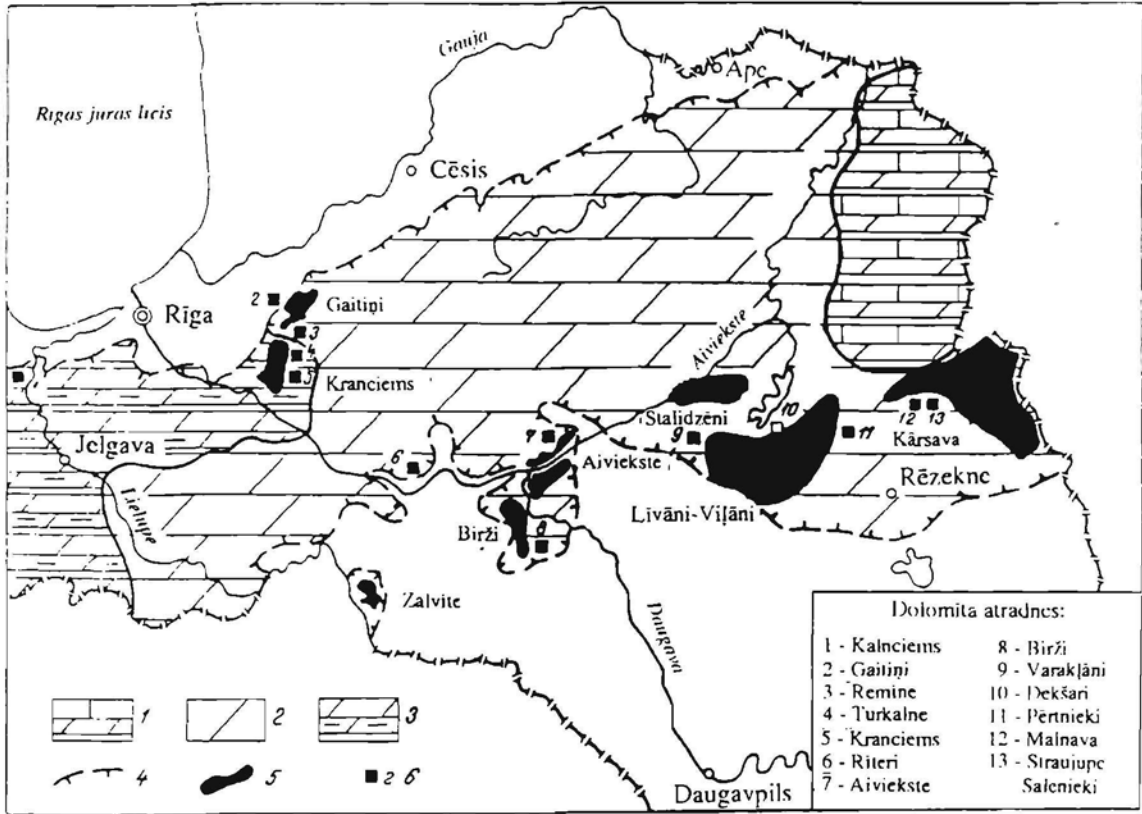
Sīkāku stratigrāfisko vienību (ridu, slāņu) litoloģiski faciālās kartes un shēmas ir devis V.Sorokins, tās arvien papildinot un pilnveidojot (Сорокин, 1978, 1981, 1986, 1992; Sorokins, 1994, 1997), aptverot visu Latviju un blakus teritorijas.

Dažādās litofaciālās zonas atšķiras ar tās raksturojošo griezumu uzbūvi, gan iežu tipu, to attiecību un biežumu ziņā, gan ģenētiskām īpatnībām un citādi, ko visumā nosaka paleobaseina uzbūve.

Franas periodā turpinājās visa reģiona un līdz ar to arī Latvijas teritorijas grimšana un Galvenā devona lauka karbonātiskās formācijas veidošanās. Šis laikposms ir devona perioda karbonātiežu uzkrāšanās maksimums. Šajā baseinā veidojošos slāņkopu uzbūvi sarežģī daudzas zemāka ranga sinģenētiskās paleostruktūras.



15.att. Pļaviņu svītas litoloģiski faciālā shēma (Биргер и др.,1979) ar dolomīta atradņu un prognozēto krājumu laukumu izvietojumu. 1 - dolomīti (40-70%) un kaļķakmeņi (20-40%); 2 - dolomīti (80-95%); 3 - dolomīti un domerīti; 4 - Pļaviņu svītas mūsdienu izplatības robeža; 5 -dolomītu prognozēto krājumu laukumi; 6 - atradnes un to numuri.



16.att. Daugavas svītas litoloģiski faciālā shēma (Биргер и др., 1979) ar dolomīta atradņu un prognozēto krājumu laukumu izvietojumu. 1 - kaļķakmeņi (40-60%), dolomīti (30-40%) un māli (20-30%); 2 - dolomīti (60-80%), domerīti un māli (20-40%); 3 - domerīti (20-30%), māli (15-20%) un dolomīti (līdz 60%); 4 - Daugavas svītas mūsdienīgu izplatības robeža; 5 un 6 - skat. 15.attēlā.

Tā kā šis Franas perioda seklais epikontinentālais jūras baseins attīstījās pulsējoši, ar biežām sedimentācijas apstākļu izmaiņām, tad arī izveidojusies slāņkopa sastāv kā no sulfātiežiem, tā arī no karbonātiežiem. Šajā vienotajā jūras baseinā bija iecirkņi ar dažādu ūdens sāļumu, kas galvenokārt bija atkarīgs no Latvijas austrumdaļā izvietojušos sēru, sēkļu un vaļņu zonas. Vienots struktūrplāns pastāvēja kā Pļaviņu, tā Daugavas svītu nogulumu veidošanās laikā ar vienādi orientētajām faciālajām zonām (17., 18.att), submeridionālajām paleostruktūrām - ieliecēm un vaļņiem, kas veido sedimentācijas baseina gultnes reljefu.

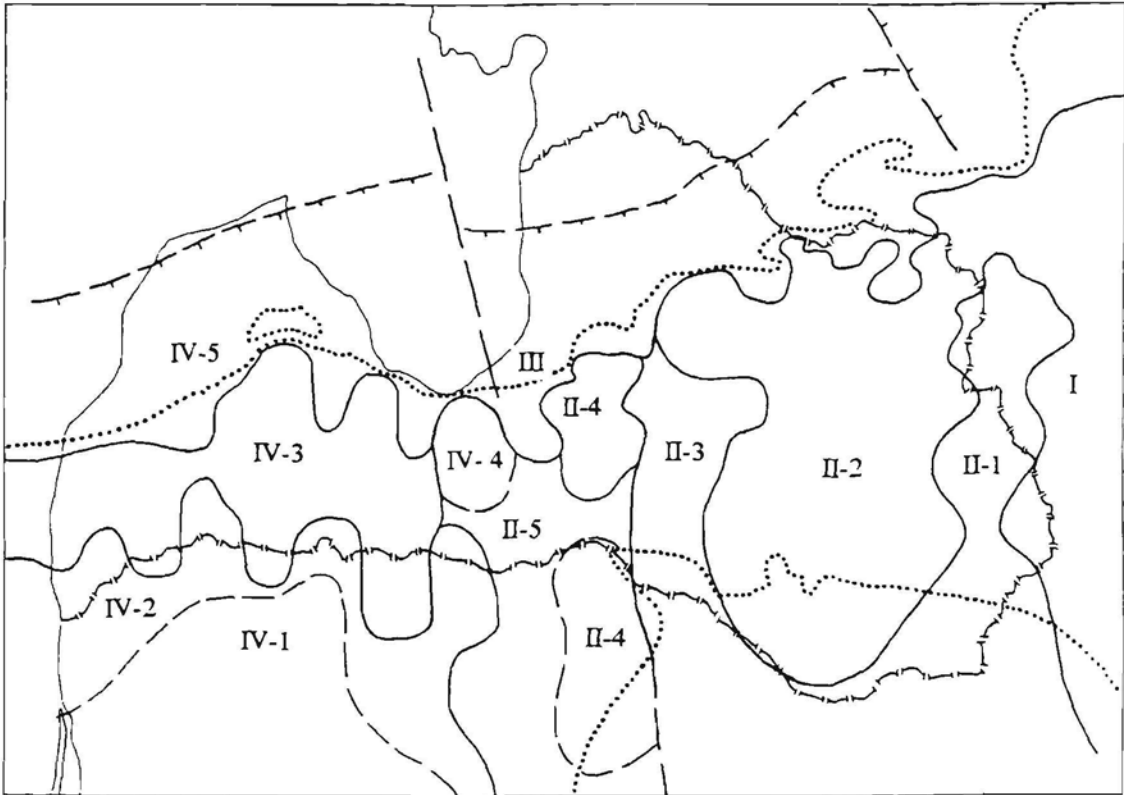
Konkrētās lielākās paleostruktūras Latvijas sedlienē un Latvijas-Lietuvas ieliecē no austrumiem uz rietumiem t.i. no baseina centrālās daļas uz tā krastu ir sekojošas: Viļakas valnis, Gulbenes ieplaka, Kalnciema-Tērvetes valnis, Liepājas-Kandavas struktūrterase un citas, kas atrodas vairāk ziemeļos vai uz dienvidaustrumiem un tīro dolomītu formācijas veidošanos ietekmē daudz mazāk.

Interesanti, ka gandrīz visas pētītās un izmantotās dolomītu atradnes un arī prognozēto krājumu laukumi izvietojas grupās perspektīvākajās litoloģiski faciālajās zonās. Tajās atšķiras griezumumu veidojošo dolomītu tipu attiecība, kas lielā mērā nosaka iegūtās minerāliezvielas kvalitāti kopumā.

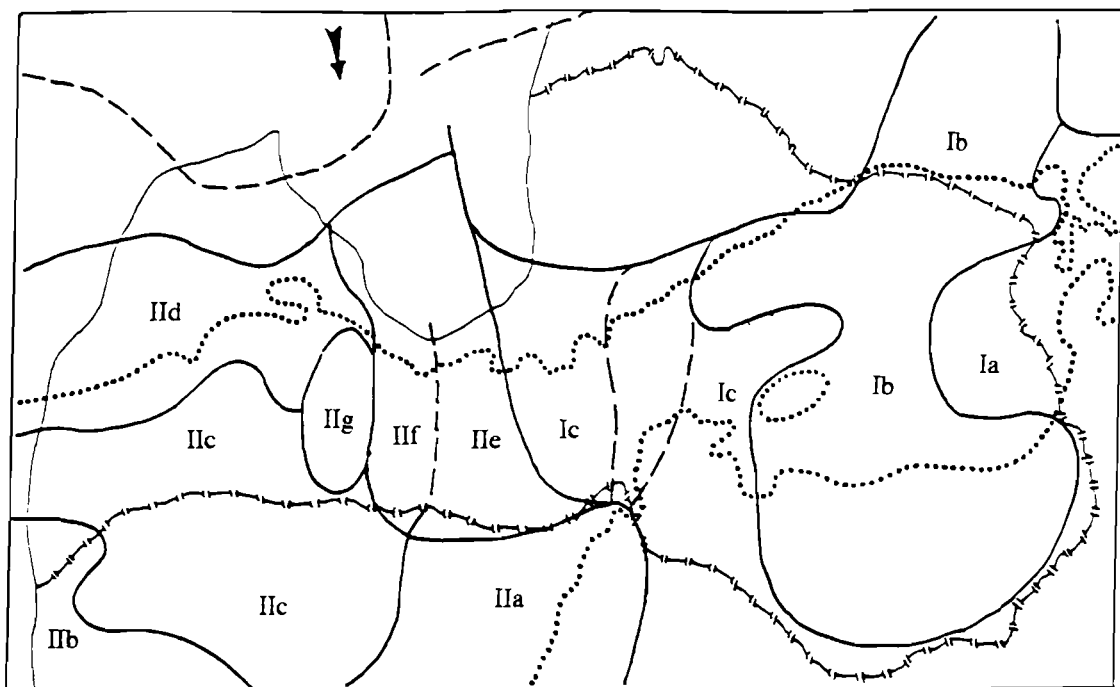
## 2.2. Pļaviņu svītas litofaciālā kompleksa īpatnības

Pļaviņu laikposma jūras baseina transgresija no austrumiem noteica karbonātiežu plašo izplatību Latvijas teritorijā. Tieši šādā virzienā - no austrumiem uz rietumiem likumsakarīgi mainās Pļaviņu svītas slāņkopas karbonātiežu sastāvs. Galvenajā devona laukā uz austrumiem no Latvijas šo griezuma daļu veido organogēni, organogēni detrita, kā arī hemogēni kaļķakmeņi. Latvijā šīs pašas ridas galvenokārt veidotas no reliktas organogēnas struktūras metasomatiskiem dolomītiem.

Savukārt Rietumlatvijā šis griezumums sastāv no sīkplātņainiem sedimentogēniem dolomītiem. Tādējādi izpaužas šīs devona jūras baseina daļas faciālā mainība no normāla jūras sāļuma līdz palielināta ūdens sāļuma (lagūnu) apstākļiem. Pļaviņu svītas konkrēto griezumumu īpatnības ir saistītas ar nogulsnešanās baseina paleotektonisko uzbūvi un izpaužas ne tikai ar slāņu biezuma samazināšanos, bet arī ar plašāku organogēni detritisko dolomītu



17.att. Pļaviņu (Atzeles laikposma) transgresijas maksimuma fāzes litoloģiski faciālās zonas (pēc V.Sorokins, 1997). Litoloģiski faciālās zonas: I - Latvijas sedlienes A spārns, Ostrovas ieplaka; II - Latvijas sedlienes R spārns: 1 - Viļakas vaļņa aļģu un stromatoporu koraļļu rifveida sēkļi, 2 - Gulbenes ieplaka, 3- Subates-Kokneses vaļņa aļģu-stromatoporu rifveida sēkļi, 4 - Mālpils un Parovejas ieplakas, 5 - Baldones-Panevežu vaļņa aļģu-stromatoporu rifveida sēkļi; III - Rīgas-Pleskavas kāples struktūrterases rifveida sēkļi; IV - Latvijas-Lietuvas sineklīze: 1 - Kuršu ieplakas centrālā daļa, 2 - Kuršu ieplakas malu zona, 3 - Tērvetes, Saldus, Priekules un Liepājas vaļņu sēkļu zonas, 4 - Zemgales ieplaka, 5 - Kuldīgas, Kandavas un Kalnciema vaļņu zonas rifveida sēkļi.



18.att. Daugavas (Buregu un Altovas laikposma) transgresijas maksimuma fāzes litoloģiski faciālās zonas (pēc V.Sorokins,1994). Litoloģiski faciālās zonas: I - Baltu liča sašaurinātās daļas zonas Latvijas ielieces paaugstinājumā: Ia - Viļakas vaļņa sēru un rifveida sēkļu zona, Ib - Gulbenes-Jēkabpils ieplakas zona, Ic - Baltijas megavaļņa (Subates-Kokneses un Baldones) zona; II - Baltu liča ieplakas zona: IIa - Kuršu ieplakas A malas zona, IIb - Kuršu ieplakas paceltās DR daļas zona, IIc - Kuršu ieplakas iekšējās daļas zona, IId - Liepājas-Kandavas struktūrterases seklūdens zona, IIe - Zemgales ieplakas zona, IIh - Kalnciema-Tērvetes vaļņu gāzumu joslas zona, IIg - Kandavas kāplei pieklāvušos izneses konusu zona.

sastopamību un biežām nogulsnešanās pārtraukumu un izskalojumu virsmām tieši uz paleovaļņiem.

Kā jau iepriekš tika minēts (1.nod.) analizējot derīgo slāņkopu stratigrāfiju, P.Liepiņš sešdesmitajos gados Pļaviņu svītu bija iedalījis četrās pasvītās, ņemot vērā galvenokārt litoloģiskās un paleontoloģiskās iezīmes.

Visā Centrālajā un Austrumlatvijā svītas apakšējā daļa ir mālaini karbonātiska. Pļaviņu svītas apakšējo - pirmo pasvītu veido māli, domerīti, mālaini dolomīti. Šajos slāņos bija konstatēti reti, diezgan nabadzīga faunas kompleksa, tai skaitā arī zivju pārakmeņojumi (Delle, 1932; Лиепиньш, 1963; Сорокин, 1973). Iežu sastāvs un dažāda biezuma slānišu mija nosaka to, ka šo griezuma daļu neizmanto un neietver derīgajā slāņkopā, kas bija analizēts jau iepriekš. Pārējā Pļaviņu svītas daļa, kas sastāv no dažādu tipu dolomītu mijas visur Latvijā, izņemot tās rietumus, tika izmantota ieguvei. Par šo ģeoloģisko laika posmu V.Sorokins ir sastādījis vairākas litoloģiski faciālās un paleoģeogrāfiskās shēmas (Сорокин, 1972; 1992; Sorokins, Savvaitova, 1995; Sorokins, 1997) kā jūras transgresijas maksimuma fāzei (sk. 17.att).

Analizējot tās un papildinot ar novērojumu materiālu konkrētos griezumos dažādās faciālās zonās dolomītu ieguvei perspektīvākajā Latvijas austrumu un centrālajā daļā var konstatēt, ka otrajā Pļaviņu svītas pasvītā, atšķirībā no Galvenā devona lauka kaļķakmeņiem un merģeļiem, izplatīti metasomatiskie dolomīti - kvarcītveida, marmorveida, bet galvenokārt smilšakmensveida ar jūras bezmugurkaulnieku atliekām. Iežu struktūras parasti ir nevienmērīgas, plankumainas, tekstūras - kavernozas, retāk joslaini slāņainas. Iežu plānslīpējumos var labi novērot nevienmērīgo graudainību, to formas neregulāras, bet izometriskas, raksturīgi saaugumi. Terīgēnais piemaisījums sastopams reti.

Šīs litoloģiskās īpatnības kopumā rada ieža kārtas (slāņus) ar diezgan monolītu, biežplātņainu uzbūvi. Lielu interesi kā derīgās slāņkopas daļa rada Pļaviņu svītas trešā pasvīta. Tie sastāv no kvarcītveida vai marmorveida dolomītiem. Tā kā pasvītas pati augšējā daļa ir faciāli mainīgāka, tā ietver dolomītu, mālainu dolomītu un domerītu slāņkārtas. Piemēram, Latvijas Ziemeļaustrumos, kur tika veikti plaši dolomīta atradņu meklējumu un izpētes darbi (Богданов и др., 1974), nokonturēts laukums, kur šī rida pārsniedz 0,75-1,0 m biezumu un tādējādi, izstrādājot dolomītu slāņkopu, šo daļu varētu pieskaitīt starpseģkārtai, kas nav rūpnieciski izmantojama (sk.19.att.).

Tomēr pasvītā pārsvarā esošie marmorveida dolomīti ir litoloģiski morfoloģiskais metasomatisko dolomītu paveids ar visumā vienmērīgi graudainu struktūru, joslainu, slāņainu, retāk kavernožu tekstūru. Tā kā litoloģiski faciālās zonas izstieptas submeridionāli, tad vairāk uz dienvidiem šajā pašā zonā Daugavas kreisajā krastā Gerkāņu (Ģerķēnu) prognozēto resursu laukumā, kur notika meklējumu darbi (Кондратьева, 1989), konstatēja līdzīgus iežu tipus.

Tā kā jūras transgresija no austrumiem Pļaviņu laika beigās sasniedza maksimumu, tad Latvijā karbonātiskie nogulumu izplatīti visplašāk tieši Pļaviņu svītas augšējā pasvītā. Pašos Latvijas ziemeļaustrumos (Viļakas valnis) kaļķakmeņus, kas ir pārsvarā Galvenajā devona laukā, jau nomaina dolomitizēti kaļķakmeņi un arī metasomatiski dolomīti ar gandrīz analogisku pārkmeņotās faunas kompleksu. Iežu izmaiņas saistītas galvenokārt ar to magnezialitātes palielināšanos un pēc V.Sorokina domām (Сорокин, 1973, 1978), tādas izmaiņas notiek arī paguļiežu augšējā daļā.

Centrālajā Latvijā (Gulbenes ieplaka, Subates-Kokneses valnis) Pļaviņu svītas augšējo pasvītu veido praktiski ķīmiski tīri metasomatiskie dolomīti - kvarcītveida, marmorveida un arī smilšakmensveida ar reliktu organogēnu vai organogēnu drupu struktūru joslaini plankumainu dažādgraudainu, ar nepareizi daudzstūrīgiem vai hipidiomorfiem zonāliem graudiem (Сорокин и др., 1981).

Kaut gan griezumā parādās sedimentācijas un sedimentācijas diaġenētiskie mikro- un ļoti sīkgraudainie dolomīti, kuri tālāk rietumu virzienā (Mālpils, Zemgales, Abavas-Amulas ieplakās) kā zemjainie un sīkslāņainie krītveidīgie dolomīti ir dominējošie griezumā.

Latvijas rietumdaļā šie slāņi faciāli aizvietojas ar smilšakmeņiem, aleirītiskiem un mālainiem dolomītiem, domerītiem un māliem, līdzīgi kā visā Pļaviņu svītas griezumā, veidojot vienotu litoloģisko kompleksu. Pļaviņu svītas dolomītu derīgās slāņkopas griezumā tika pētīts gan Cēsu, Dārzciema un Apes atradņu karjeros, gan pēc urbumu serdēm Getliņu un Tūrkalnes apkaimē, kā arī Austrumlatvijā (19.att). Salīdzinot griezumus, jāsecina, ka svītas augšējā daļa, īpaši pacēlumu rajonos (Latvijas sedliene, Tālavas terase), ir karsta procesu skarta, un vēlāk arī diezgan nozīmīgi erodēta.

V.Grāvītis bija izdalījis un aprakstījis īpašu litoloģiski morfoloģisko lielkristālisko dolomītu tipu (Гравитис, 1967), kuru ieguva kopā ar citiem dolomīta paveidiem Apes karjerā. Šādi dolomīti veido pašu augšējo Pļaviņu svītas daļu, bet to izpaltības robežas slīpi šķeļ horizontālās slāņojuma virsmas. To parādīšanās tika saistīta ar intensīviem pārkristalizācijas



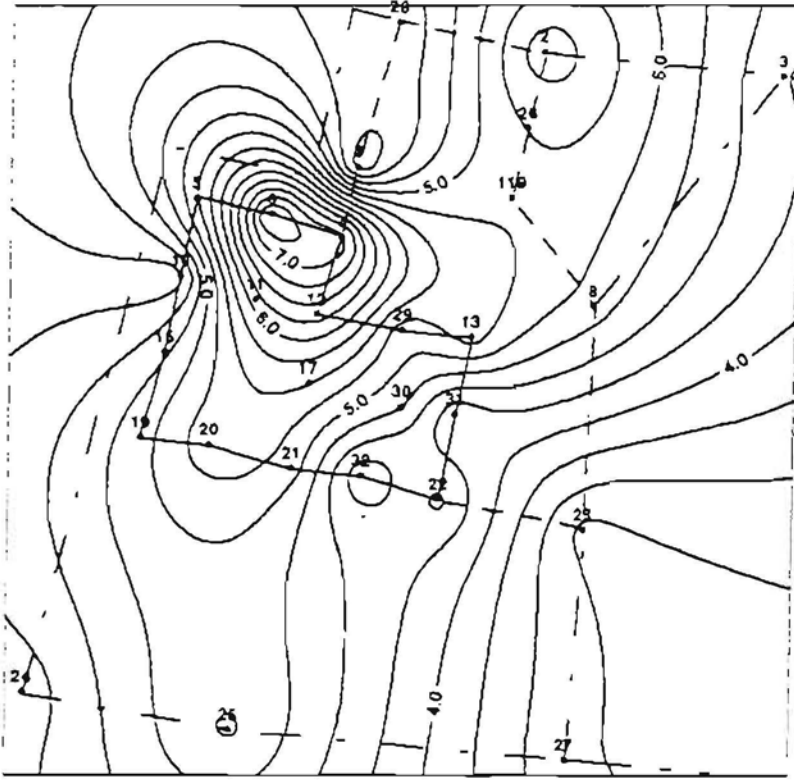
un karsta procesiem, par ko liecina izteikti idiomorfie daudzzonu dolomīta romboedriskie kristāli lielāki par 1mm un citas ieža īpatnības. Lai gan pēc ķīmiskā sastāva šie dolomīti maz atšķiras no citiem tīriem dolomīta paveidiem.

### 2.3. Daugavas svītas litofaciālā kompleksa īpatnības

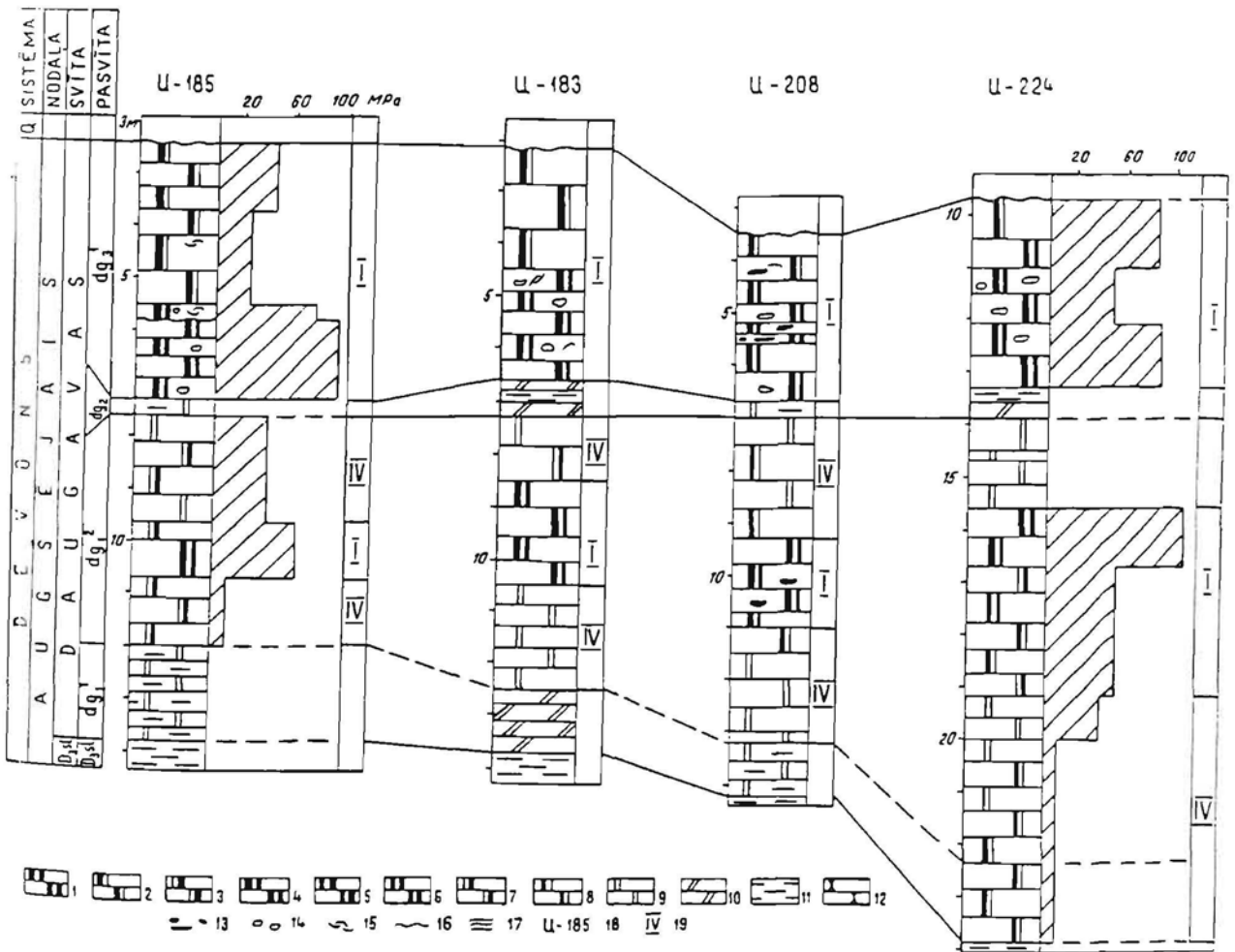
Līdzīgi kā Pļaviņu, arī Daugavas horizonts Galvenā devona laukā ir faciāli mainīgs (sk. 18.att.). Tā kā arī šajā laika posmā arvien turpinās jūras transgresija, kas Vidusfranas laikposmā ir maksimāla ar plašu normāla sāļuma jūras izplatību, tad visbiežāk sastopamie ir mālaini karbonātiskie un karbonātieži. Uz austrumiem no Latvijas tie ir galvenokārt dažādu tipu kaļķakmeņi, Latvijā - metasomatiskie un sedimentācijas diaġenētiskie dolomīti, domerīti ar mālu un slāņaino ģipšu starpkārtām.

Daugavas svīta ir izpētīta pietiekami detāli, lai varētu raksturot litofaciālās īpatnības katrā no piecām tās daļām atsevišķi. Daugavas svītas apakšējās pasvītas apakšējā rida ir litofaciāli mainīgākā, ko var novērot visā tās izplatības laukumā. Latvijas ziemeļaustrumos turpinās slāņi no Krievijas Pleskavas apgabala un Igaunijas DA, kas sastāv no organogēnu kaļķakmeņu, mainīga sastāva un biezuma mālu, domerītu, hemogēnu kaļķakmeņu un dolomītu slāņu mijas. Jau Latvijas DA kaļķakmeņus aizvieto dolomīti, bet centrālajā daļā - griezumu veido zilgani māli, virs kuriem ieguļ sedimentācijas dolomīti un domerīti. Ridas pašu augšējo daļu bieži varēja novērot visos dolomītu atradņu karjeros dziļākajās vietās, kā, piemēram, ūdensnoteces grāvjos vai zumfā, jo šo slāņu augšējā virsma bieži ir arī dolomīta derīgās slāņkopas sākums (20.att). Tādos karjeros kā Selga, Birži un citos tiem tuvākajos, šī griezuma daļa nodalās pēc zilgani pelēcīgās krāsas domerītu pārejas uz dzeltenīgiem domerītiem.

Reti sastopamie faunas pārkmeņojumi un iežu faciālā mainība apgrūtina viennozīmīgu šīs robežas identifikāciju. Ģeoloģiskās izpētes darbu stadijā vienā teritorijā bieži varēja izvēlēties kādu marķējošu slānīti, kā, piemēram, Tūrkalnes iepriekšējās izpētes laukumā (21.att.) domerītu kārtiņu. Savukārt, ne Saikavas, ne Salenieku laukumos rida netiek izdalīta vispār. Ja šīs griezuma daļas mālainība mainās ļoti lokāli, pat atradnes teritorijā, tad, veicot paraugošanu un pēc tam nosakot iežu sastāvu laboratorijā, var konstatēt, vai derīgajai slāņkopai var pieskaitīt arī daļu no šiem slāņiem. Lai gan uz to rēķina palielinās dolomītu



20.att. Dolomīta nešķīstošā atlikuma daudzuma izmaiņas Kranciema atradnes derīgās slāņkopas apakšējā daļā (Daugavas svītas apakšējā pasvītā). Izolīnijas vilktas ar intervālu 0.25%.



21.att. Tūrkalnes dolomīta atradnes korelācijas profils ar ieža mehāniskās izturības rādītājiem, kas noteikti pēc ekspresmetodes ar ierīci T-3. Apzīmējumi: 1 - 9 - dolomīti (1 - rupjkristāliskie, 2 - nevienmērīgie smilšakmensveida, 3 - joslainie smilšakmensveida, 4 - kvarcīteveida, 5 - marmorveida, 6 - vienmērīgi graudainie, 7 - porcelānveida, 8 - kritveidīgie, 9 - zemjainie); 10 - domerīti, 11 - māli, 12 - smilšakmeņi, 13 - dolomītmilti starpslāņīšos un kavernās, 14 - tukšas kavernas, 15 - bezmugurkaulnieku faunas atliekas, 16 - nelīdzenas slāņojuma virsmas, 17 - horizontāla slāņainība, 18 - urbuma numurs, 19 - dolomītu litoloģiski rūpnieciskais tips.

krājumi, tomēr līdz ar vizuāli un litoloģiski vāji izteikto robežu var tikt ļoti apgrūtināta sekmīga un racionāla nepieciešamās kvalitātes dolomīta ieguve.

Daugavas svītas apakšējās pasvītas augšējā rīda ir daudz viendabīgāka nekā zemākie paguļieži, kaut gan V.Sorokins (Сорокин и др., 1981) norāda, ka ridas apakšējā robeža tiek vilkta pa reģionālā izskalojuma virsmu, tās identifikācija ne vienmēr ir veiksmīga. Kopumā arī šajā griezumā daļā atkārtojas kopīgā faciālā virzība - uz austrumiem no Latvijas izplatīti organogēni kaļķakmeņi, kurus DA un Centrālajā Latvijā aizvieto metasomatiski, galvenokārt kvarcītveida dolomīti, bet uz rietumiem no līnijas Koknese-Cēsis bez šiem dolomītiem griezumā sāk parādīties zemjainie dolomīti, kā arī sedimentācijas, sīkslāņainie domerīti, vēl tālāk uz rietumiem pārsvarā sastop dolomītus ar uzduļķošanas tekstūrām un plānām ģipšdolomīta un ģipša starpkārtiņām.

Kārsavas apkārtnes (Ludzas rajons) ģeoloģiskās izpētes urbumu griezumi doti 22.attēlā, bet centrālās Latvijas griezumā var raksturot ar Saikavas atradnes izpētes darbos veikto urbumu serdēs aprakstīto (23.att). Uz D un DA esošajās Aiviekstes, Pļaviņu, Selgas, Rīteru atradnēs šī griezumā daļa atšķiras ar to, ka pilnīgi sastāv no metasomatiskajiem kvarcītveida dolomītiem (24., 25.att).

Jau daudz atšķirīgāki iežu tipi sastopami atradnēs uz A no Rīgas - Remīnē, Kranciemā, Tūrkalnē, Gaitiņos. Pēc Kranciema atradnes nodošanas ekspluatācijā tur tika veikti tematiski zinātniskās pētniecības darbi. Vairākkārt ir sastādīts detāls karbonātu formācijas litoloģiskais griezumā (sk. 26.att.), jo karjera sienās (skaldvirsmās) dažādās atradnes vietās ļoti detāli var izsekot slāņkopas uzbūvi un iežu litoloģiskās īpatnības.

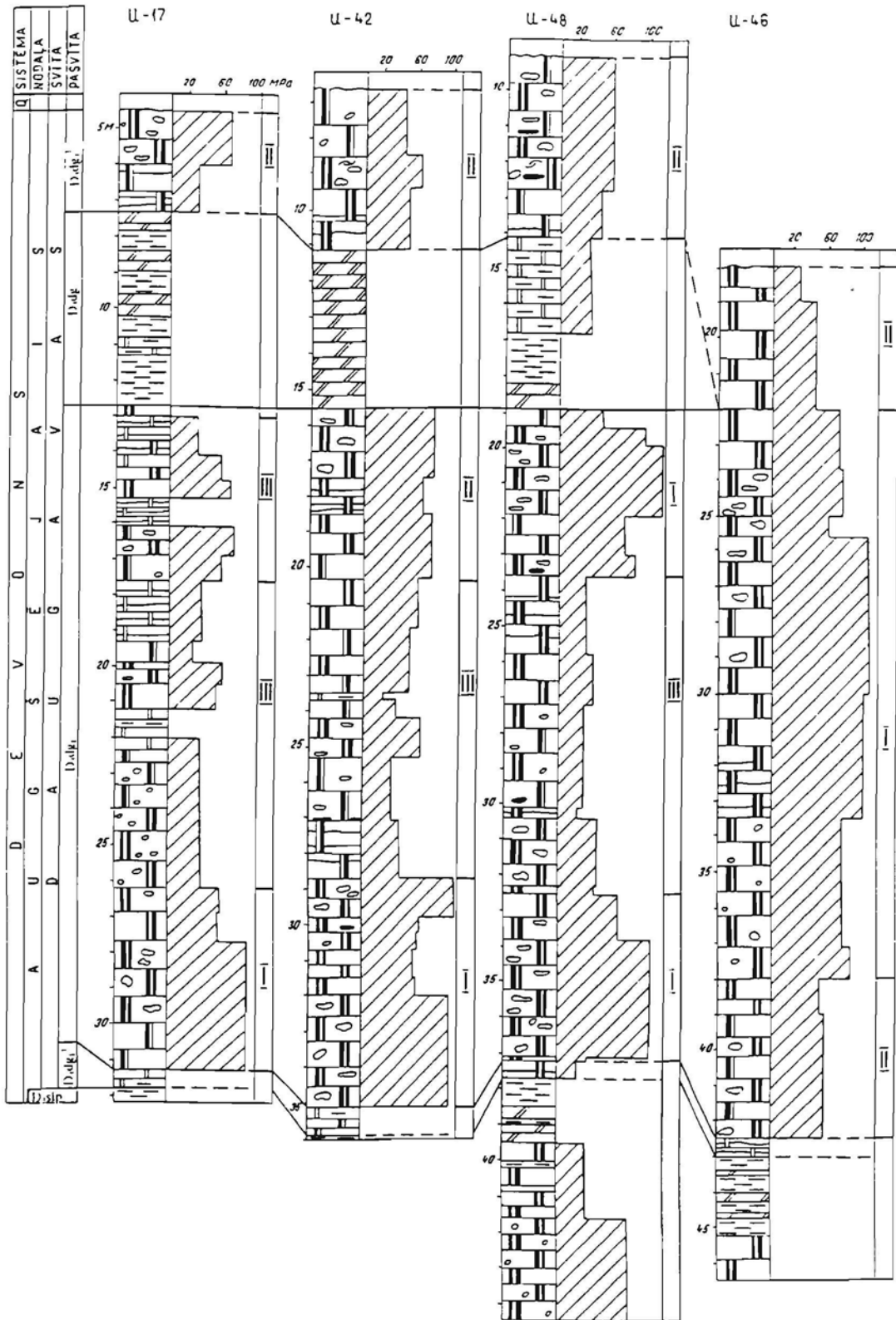
Griezums dots no apakšas uz augšu:

1. slānis. Paguļieži ir zilgani tumši pelēkie Salaspils svītas merģeļi un māli. Tie nav atsegti karjerā.

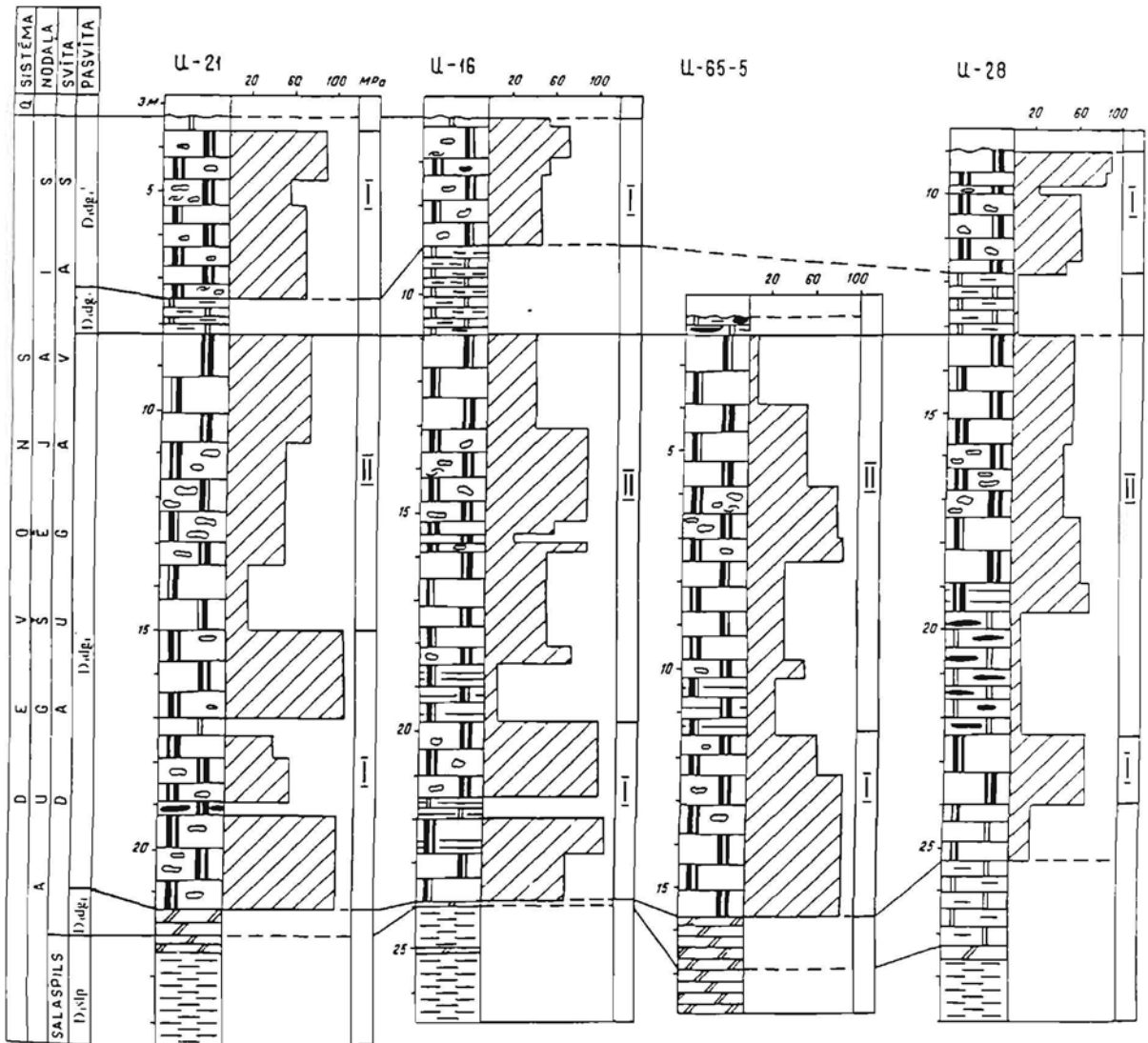
2. slānis. Virs tiem karjera dziļākajās vietās (zumfā) ir atsegti arī dzeltenīgi pelēkie Daugavas svītas apakšējās pasvītas sīkplātņainie merģeļi. Izmantojamās slāņkopas apakšējā daļa (zemākā izstrādāšanas kāple karjerā) sastāv no ļoti smalkkristāliskiem sedimentogēno dolomītu slāņiem (sk.26.att.), kuru apraksts dots tālāk. Šie slāņi veido Daugavas svītas apakšējās pasvītas galveno izmantojamo daļu.

3. slānis. Dolomīts ļoti smalkkristālisks un smalkkristālisks kritveidīgs dzelteni pelēcīgs horizontāli sīkslāņains, biežplātņains (20, 40, 80 cm), vietām plātņains (10 cm), maz izturīgs, ar neliela biezuma zilgana māla starpkārtiņām.

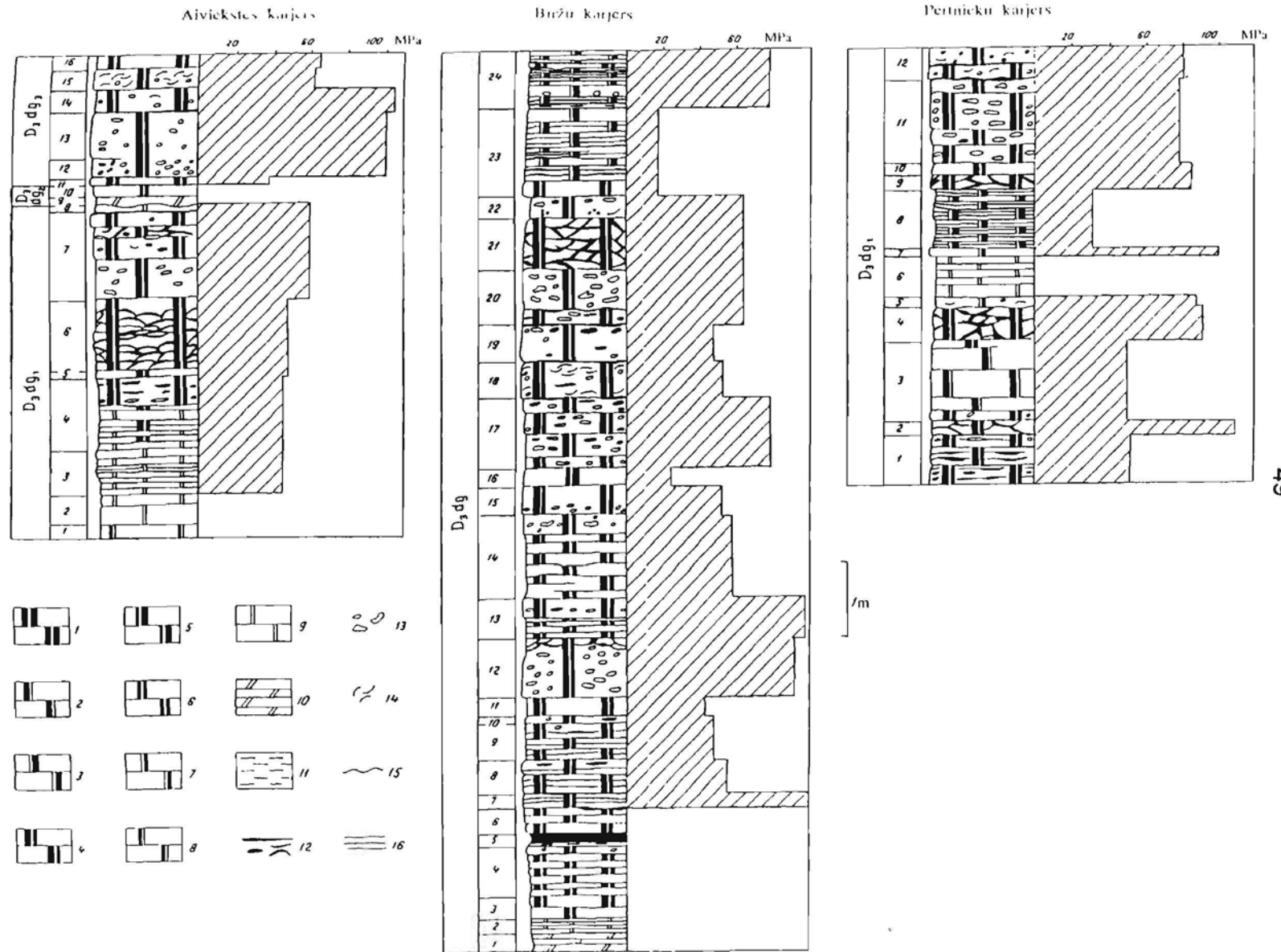




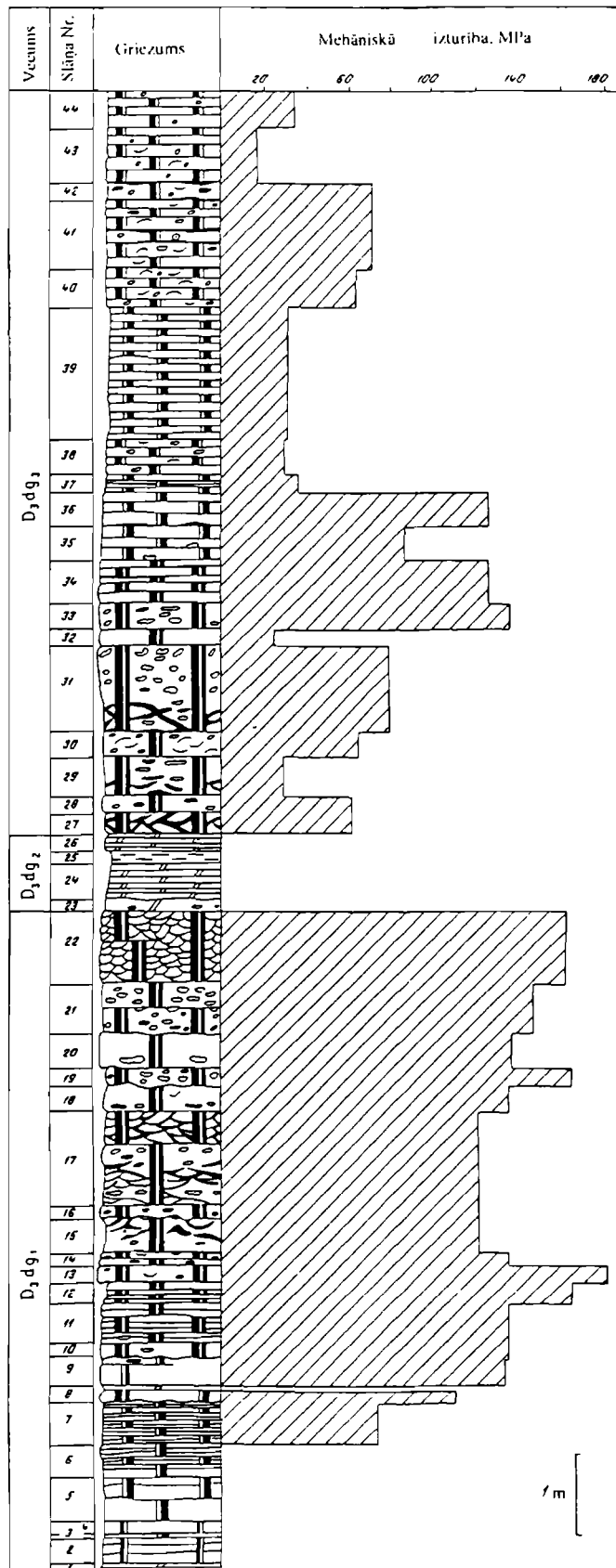
22.att. Kārsavas dolomīta prognožu krājumu laukuma (Gulbenes paleoieplaka) korelācijas profils ar ieža mehāniskās izturības rādītājiem, kas noteikti pēc ekspresmetodes ar ierīci T-3. Apzīmējumi tādi pat kā 21.attēlā.



23.att. Stalidzēnu dolomīta prognožu krājumu laukuma korelācijas profils ar ieža mehāniskās izturības rādītājiem, kas noteikti pēc ekspresmetodes ar ierīci T-3. Apzīmējumi tādi pat kā 21.attēlā.



24.att. Aiviekstes, Biržu un Pērtnieku dolomīta atradņu karjeru sienu kopgriezumi ar dolomīta mehāniskās izturības rādītājiem, noteiktiem pēc ekspresmetodes ar ierīci T-3. Apzīmējumi: 1-9 - dolomīti (1-ruņķkristāliskie, 2-nevienmērīgi smilšakmensveida, 3-joslainie smilšakmensveida, 4-kvarcītveida, 5-marmorveida, 6-vienmērīgi graudainie, 7-porcelānveida, 8-kritveidīgi, 9-zemjainie; 10 - domerīti, 11 - māli, 12 - dolomītmilti starpsplānišos un kavernās, 13 - tukšas kavernas, 14 - bezmugurkaulnieku faunas atliekas, 16 - horizontāla slāņainība.



25.att. Selgas dolomīta atradnes karjera sienu vertikālais kopgriezums. Apzīmējumi tādi pat kā 24.attēlā.

4. slānis. Dolomīts ļoti smalk- līdz mikrokristāliskam dzeltenī pelēcīgs horizontāli slāņains plātņains, maz izturīgs.

Šos dolomīta slāņus parasti izstrādā kopā vienā kāplē, kuras virspusē ir daļēji noerodētās Daugavas svītas vidējās pasvītas slānis.

Daugavas svītas apakšējās pasvītas augšējā robeža ir krasi izteikta, jo uz dolomītiem uzguļ vidējās pasvītas raibkrāsainie māli vai domerīti, vai arī veidojas izskalojuma (denudācijas) virsma, ja pēdējie noerodēti. Šī vidējā pasvīta Latvijā izplatīta tikai vietām, bet pilnākie griezumī izsekoti tikai ZA (Kuhvas, Pededzes, Gaujas baseinos), kur starp māliem sastop arī mālainus gliemežkaļķakmeņus. Uz D, piemēram, Kārsavas tuvumā pasvīta kļūst karbonātiskāka, bet dolomītatradņu meklēšanas darbos veikto urbumu serdēs tā izdalīta 4-5m bieža (sk. 22.att.).

Centrālajā Latvijā parasti šī griezumī daļa izskalota jau pirms Daugavas svītas augšējās pasvītas nogulumu uzkrāšanās. Pilnīgi tas noticis Biržu atradnes rajonā, daļēji - Aiviekstes, Rīteru, Kranciema atradņu tuvumā, kur novēroti tikai apakšējie nogulumu slāņi - māli un domerīti 0,2-1,3m biežumā. Kranciema atradnē šo slāni veido domerīts un mālains dolomīts sīkslāņains pelēcīgs ar brūnganiem plankumiem, sīkplātņains ar zilgana māla starpkārtiņām, kuru biežums mazāks par 1 cm (sk. 26.att.).

Šis Daugavas svītas vidējās pasvītas slānis nav noderīgs izmantošanai augstā mālaino daļiņu satura dēļ. Krājumu aprēķinos tas netiek iekļauts, bet tiek uzskatīts par starpsegkārtu ar mainīgu biežumu (no 0 līdz 1,3m). Šīs pasvītas uzbūve un litoloģija ir līdzīga visā Latvijas centrālajā un daļēji arī austrumdaļā. Bija laba pieredze, ka lielākajās dolomīta atradnēs (Rīteru, Selgas, Aiviekstes) šo slāni, kas labi izdalāms griezumā, novāca atsevišķi, lai nepiesārņotu iegūstamā dolomīta pamatmasu.

Lai gan Latvijas lielākajā daļā Daugavas svītas augšējā pasvīta jeb Buregu un Altovas slāņi sastāv no metasomatiskajiem kvarcīta veida un, galvenokārt, smilšakmensveida dolomītiem, pašos ZA, Gulbenes paleoieļieces malā no austrumiem iestiepjas plankumaini dolomīta veida kaļķakmeņi ar muāra tekstūrām, literatūrā minēti kā "linavas tipa" (Сорокин и др., 1981).

Centrālajā Latvijā. Daugavas baseinā dolomītos sastopami rīfliem līdzīgi veidojumi uz paleovalņiem vai to nogāzēm un gliemeždolomīti ar saskalotām faunas atliekām. Uz R šie slāņi mainās faciāli un tos veido smilšaini un mālaini dolomīti un pat smilšakmeņi ar karbonātu cementu.

Salīdzinot griezumus Ludzas rajonā ar Selgas (sk. 25.att) vai Rīteru atradnēm un arī ar Rīgas tuvumā esošo Remīnes, Kranciema, Turkalnes atradņu griezumiem (sk. 21.att.) var konstatēt, ka mainoties litofaciālajai zonai mainās iežu tipi, to attiecības un citas iezīmes. Tā Kranciema atradnes derīgās slāņkopas otrū, augšējo daļu, kuru parasti arī izstrādā vienā kāplē, veido Daugavas svītas augšējās pasvītas dolomītu slāņi (6.-10.slānis, 26.att.), kas litoloģiski atšķiras no zemāk iegulošajiem. Kranciema dolomīta iegulas detālajā vertikālajā griezumā (sk. 25.att.) doti ieža mehāniskās izturības ekspress mērījumu rezultāti, kas veikti tieši karjera atsegto sienu izpētes laikā. Dolomītos, līdzīgi kā kaļķameņos, novērojama tendence, ka to mehāniski izturīgākie paveidi ir arī ķīmiski tīrākie, ar zemāku mālainā materiāla piejaukumu.

6.slānis. Dolomīts metasomatisks marmorveida slāņains vietām nedaudz porains,iesārts,ar brahiopodu nospiedumiem. Plātņainība dažāda, novērojamas no 10 līdz 65 cm biezas plātnes. Sastopami sekundāri izveidojušies sīki (1-3mm) melni sulfīdu minerālu agregāti dolomītu plaisās. Mehāniski izturīgs.

7.slānis. Dolomīts metasomatisks marmorveida nedaudz joslainis, iesārts, porains.

8. slānis.. Dolomīts metasomatisks marmorveida vietām stipri pārkristalizēts, dažādās pakāpēs kavernozs, pelēks vai iebrūni pelēks, mazliet nelidzeni slāņains, plaisains, mehāniski izturīgs.

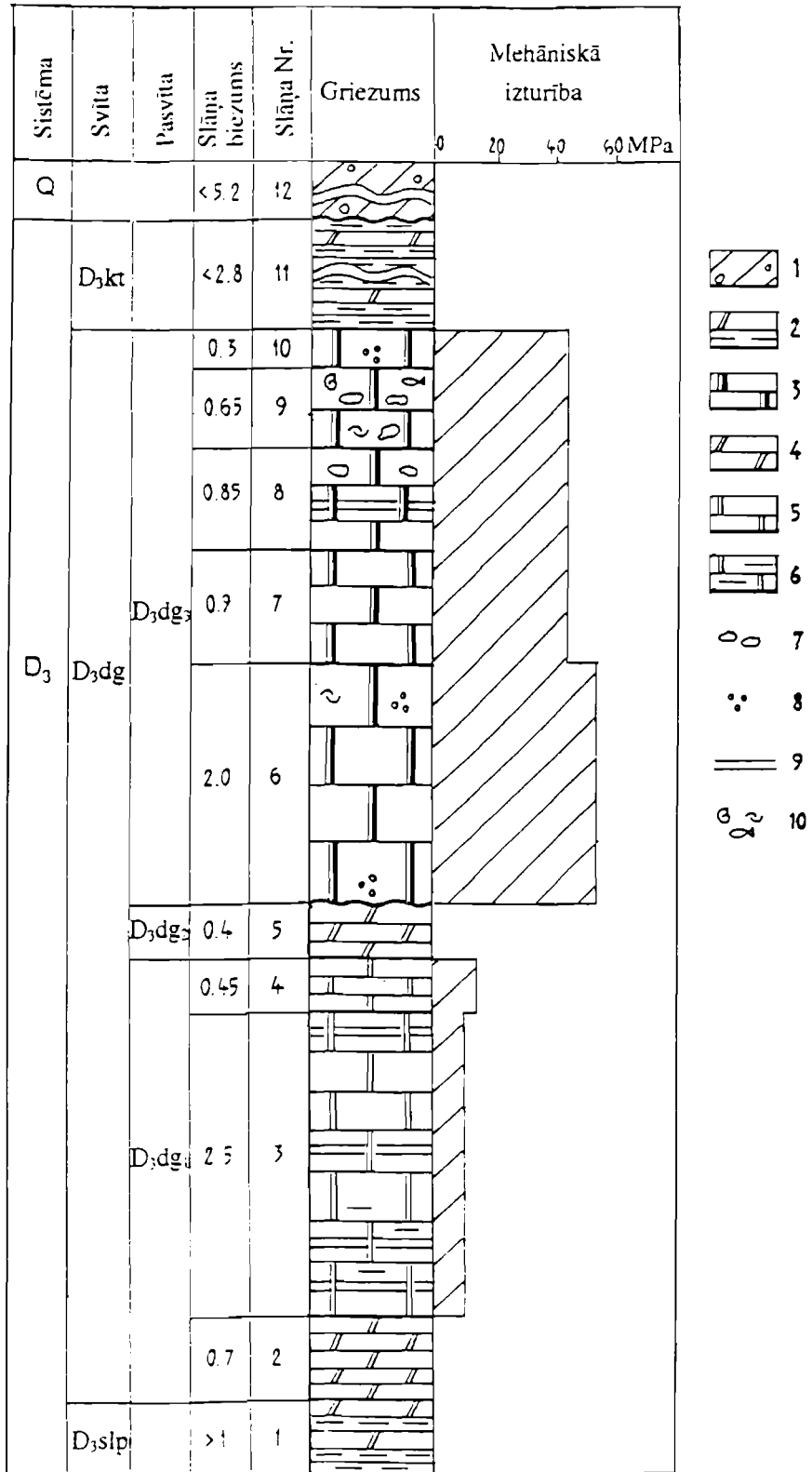
9. slānis. Dolomīts metasomatisks marmorveida porains, vidēji izturīgs, karjera centrālajā un DA daļā iesārts, citur pelēcīgs. Slāņa virsējā daļa (0,2m) ar gliemežnīcu lausku brekčiju lēcām (platišismu gliemeždolomīts) ar slīpslāņojumu.

10.slānis. Dolomīts metasomatisks marmorveida nedaudz kavernozs. iepelēks. Dolomītu kristālu lielums ir vidēji 0,1-0,02mm, tas ir no smalkkristāliska līdz ļoti smalkkristāliskam, tāpat kā dolomīti no 6. līdz 9.slānim, lauzums dzirkstošs.

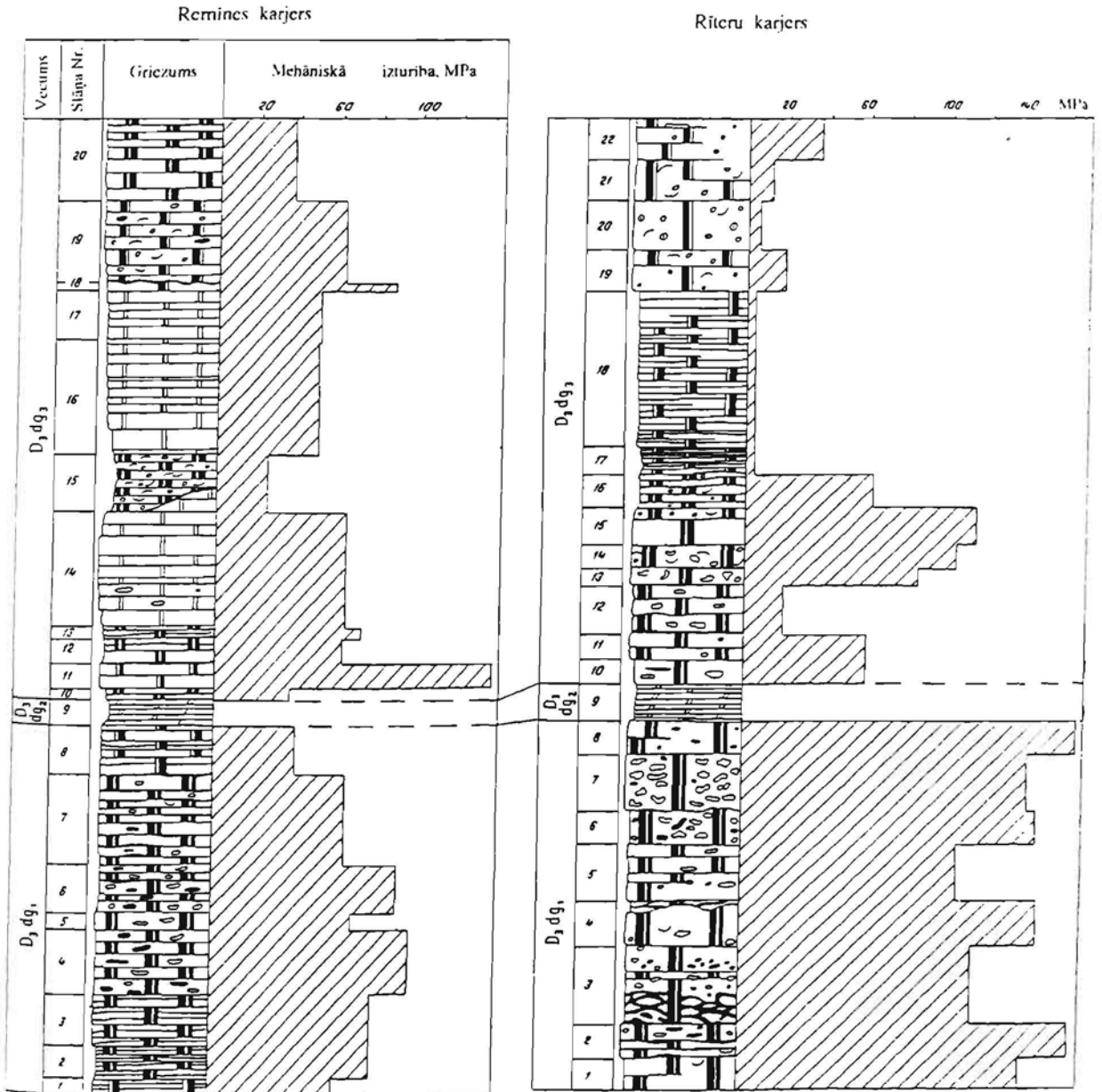
Tā kā gandrīz visos šajos slāņos (4.-9.slānis) saskatāmas dažādu faunas grupu (brahiopodu, gastropodu, bruņzivju u.c.) paliekas un nospiedumi, tad to primārās struktūras var uzskatīt par organogēni detritiskām.

Kaļķaino nogulu dolomitizācija un pārkristalizācija tiek uzskatīta par notikušu jau diaģenēzes procesā, bet organogēni detritisko iežu - kalkarenītu lēcu veidošanās notikusi pēc pārskatotā karbonātiskā materiāla nogulsnešanās.

11.slānis. Sastāv no Katlešu svītas violetīgajiem māliem un dolomītmerģeļiem, kā arī no pelēcīgajiem smilšakmeņiem, kuri pašlaik karjerā pamatsagulumā nav atsegti, jo iegul



26.att. Kranciema dolomīta atradnes vertikālais kopgriezums. 1-kvartāra ieži, 2-domerīti un māli, 3-metasomatiskie dolomīti, 4-domerīti, 5-sedimentācijas diaģenētiskie dolomīti, 6-mālainie dolomīti, 7-kavernas, 8-porainība, 9-horizontāls slāņojums, 10-faunas atliekas.



27.att. Remīnes un Rīteru dolomīta atradņu griezumu korelācijas profils. Apzīmējumi tādi pat kā 24.attēlā.

tikai atradnes pašā DA stūrī nelielā laukumā, bet tie novērojami kā dažu karsta kriteņu iegāzes aizpildījums.

Šis Daugavas svītas augšējās pasvītas ( $D_3dg_3$ ) dolomīti ir mehāniski izturīgāki un ķīmiski tīrāki nekā apakšējās. Taču šāda sakarība pastāv tikai dotajā rajonā, bet virzienā uz austrumiem, it īpaši Daugavas baseinā, Daugavas svītas apakšējā pasvītā ( $D_3dg_1$ ) dolomīti arī ir diaģenētiski metasomatiskā tipa, un kopumā ar labākiem kvalitātes rādītājiem - ķīmiski tīrāki un mehāniski izturīgāki.

### 3. DOLOMĪTU LITOLOĢISKI RŪPNIECISKIE TIPI

#### 3.1. Iedalījuma kritēriji

Latvijas devona dolomītu detalizēta pētīšana sākās sešdesmitajos gados, kad tika izstrādāta pirmā vietējā dolomītu ģenētiskā klasifikācija un iezīmētas to pēcsedimentācijas izmaiņas (Ульст, 1961, 1963; Ульст, Савваитова, 1961).

Vēlāk V.Sorokins (Сорокин, 1967, 1972, 1978), pētot Franas stāva griezumā, dolomītus iedala saskaņā ar visā Galvenajā devona laukā izmantotām klasifikācijām (Типы..., 1956; u.c.). Ģenētiski tie tiek pieskaitīti divām lielām grupām:

- 1) iespējams, primārie jeb sedimentogēnie vai sedimentogēni diaģenētiskie dolomīti,
- 2) sekundārie jeb metasomatiskie aizvietošanās dolomīti.

Sedimentogēnie dolomīti ir primāri homogēni ieži, kas sastopami viendabīgos slāņos, kuri reizēm izsekojami simtiem kilometru tālu. Dolomītu ķīmiskais sastāvs ir pastāvīgs un tuvs normāldolomītam ( $\text{CaCO}_3/\text{MgCO}_3 - 1/1$ ), bieži ar pāreju uz mālainiem dolomītiem un pat domerītiem. Struktūra visbiežāk slēptkristāliska līdz miko- un ļoti smalkkristāliskai. Lauzums parasti ir zemjains. Daļa šādu dolomītu ir poraini, bet praktiski nesastop kavernas. Netiek konstatēta kalcīta metasomatiska aizvietošanās ar dolomītu, jo sedimentogēno dolomītu veidošanās notiek nogulām bagātinoties ar magniju tieši no baseina ūdeņiem. Ļoti raksturīgs sīks slāņojums, ko bieži nosaka karbonātisku un mālaināku slāniņu mija. Fosīliju nav vai arī ļoti reti sastopamas tādu organismu atliekas, kuri pielāgojušies dzīvei palielinātā ūdens sāļuma apstākļos. Izņēmums ir aļģes, kuras var būt kā iežveidotājas.

Sekundārie jeb metasomatiskie dolomīti veido dažādas, bieži vien neregulāras formas ģeoloģiskos ķermeņus, kā arī pietiekami biezus slāņus. To ķīmiskais sastāvs pat nelielā attālumā var mainīties no tīra dolomīta līdz dolomitizētam kaļķakmenim. Ieži gandrīz vienmēr ir poraini un kavernozi. Organismu atliekas lielākoties ir izšķīdušas un palikuši tikai to nospiedumi, kodoli vai tukšumi (28.att.). Metasomatozi var novērot iežos, kuros kalcīts aizvietojies ar dolomītu, jo šāda tipa dolomīti rodas galvenokārt kataģenēzes un hiperģenēzes stadijās, kad liela daļa dolomitizācijai nepieciešamā magnija ar pazemes ūdeņiem nonāk tieši jau esošos kaļķakmeņos. Plānslīpējumos redzams, ka metasomatiskā dolomīta romboedrisko kristālu centrā palicis slēptkristālisks, primāri izgulsnējies kalcīts. Dolomitizācijas sākumstadijā vispirms aizvietojas šāda kalcīta cements, pēc tam dolomitizējas organismu



28.att. Mehāniski izturīgie gliemeždolomīti Biržu dolomīta atradnes karjerā (skats uz horizontālo slāņojuma virsmu), kuros palikuši daudz organismu nospiedumu.

atliekas, Tā veidojas ļoti nevienmērīgas struktūras iezis. Pēc ķīmiskā sastāva tas parasti atbilst dolomītam ar nelielu nešķīstošā atlikuma saturu.

Latvijā iepriekšējos gados kartēšanas un citos ģeoloģiskajos darbos urbumu seržu un atsegumu griezumus aprakstos dolomīti iedalīti pēc to minerālā sastāva un graudu lieluma, bet ļoti maz lietota to struktūrģenētiskā klasifikācija.

Līdzīgi arī plānslīpējumu aprakstos, kur dolomīti raksturoti un iedalīti, nosakot to minerālo sastāvu un izmērot graudu lielumu.

Zinātniskās pētniecības darbos V.Sorokins (Сорокин, 1972, 1978 u.c.), L.Savvaitova (Савваитова, 1977 u.c.), V.Grāvītis (Grāvītis, Hodireva, 1990) un citi speciālisti, ilgu laiku pētīti Latvijas karbonātieži, tos iedala daudzos litoloģiski morfoloģiskajos paveidos, kas vēlreiz raksturoti LU Ģeoloģijas nodaļas autoru kolektīva atskaitē par iezu litoloģiskajiem un rūpnieciskajiem tipiem (Sorokins u.c., 1992).

Šajā klasifikācijā sedimentogēno dolomītu grupai raksturīgi sekojoši morfoloģiskie struktūrtipi:

- 1) zemjainie,
- 2) krītveidīgie,
- 3) porcelānveida,
- 4) pārkristalizētie cukurveida jeb spārinīti.

Metasomatisko dolomītu grupā izdalīti šādi morfoloģiskie struktūrtipi:

- 1) kvarcītveida jeb pļavinīti,
- 2) marmorveida,
- 3) plankumainie smilšakmensveida jeb vidagīti,
- 4) joslainie smilšakmensveida jeb alsviķīti,
- 5) cukurveida un mirgojošie,
- 6) rupjkristāliskie jeb apīti,
- 7) kramveidīgie ar reliktu organogēnu struktūru,
- 8) porcelānveida ar reliktu organogēnu struktūru.

Terminus "spārinīti", "pļavinīti", "vidagīti", "alsviķīti" un "apīti" piedāvājis V.Grāvītis, un tie atvasināti no šo dolomītu paveidu izplatības vietu ģeogrāfiskajiem nosaukumiem, bet to ieviešana ģeoloģiskajos darbos nav nepieciešama.

Iepriekšminēto autoru izstrādātā klasifikācija tiek lietota jau no septiņdesmitajiem gadiem zinātniskajos darbos. Daļēji tā ieviesta arī ģeoloģiskās izpētes darbos. Tā dod iespēju

pēc vienkāši nosakāmu ieža makroskopisko pazīmju kopuma noteikt dažādu tipu dolomītus gan atsegumos, gan urbumu serdēs. Tas savukārt veicina daudz precīzāku secinājumu rašanos gan par rajona ģeoloģisko uzbūvi, slāņu un ridu izplatību, gan to stratigrāfisko piesaisti un secību, kā arī par dažādo iežu tipu izmantošanas un ieguves iespējām. Nosakot makroskopiski lauku apstākļos dolomītu morfoloģiskos struktūrtipus daļēji jau tiek dota ievirze secinājumiem par to ģenēzi, kā arī par to sekundāro izmaiņu procesiem.

Septiņdesmitajos gados, kad plānveida saimniecībai bija nepieciešama vienas no plaši izplatītās, kā toreiz definēja, neierobežotu krājumu minerāliejvielas - dolomīta ieguves perspektīve, K.Šaraka veiktie pētījumi deva daudzas jaunas ievirzes. Viņa darbos galvenokārt tika izskatīta dolomītu fizikālo un mehānisko īpašību (īpatnējās masas, tilpumsvara, porainības, mehāniskās izturības) saistība ar to litoloģiskajām un petrogrāfiskajām īpatnībām, kuras, savukārt, ir atkarīgas no iežu ģenēzes (Илпак, 1973, 1974, 1975).

Pēc liela skaita (apm. 14 000) augšdevona dolomītu fizikālo un mehānisko analīžu statistiskās apstrādes, šie ieži tika sadalīti trijos litoloģiski rūpnieciskajos tipos, kas dažādās Latvijas litofaciālajās zonās veido griezuma daļu un dod arī perspektīvos minerāliejvielas resursus. K.Šaraks arī parādījis principiālu iespēju ražot augstas kvalitātes šķembas, pielietojot dažādas bagātināšanas metodes (Илпак, 1985).

Kā vienu no veikto pētījumu nepilnībām varētu minēt to nepietiekamo piesaisti atsevišķo konkrēto atradņu griezumiem. Šis piedāvātais dolomītu iedalījums litoloģiski rūpnieciskajos tipos praktiski netika pielietots un ieviests vēlākajos zinātniskās pētniecības un ģeoloģiskajos izpētes darbos. Dažādu iemeslu dēļ šie pētījumi netika turpināti.

Līdzīgi pētījumi: galvenokārt uzdevumu un mērķu ziņā, tiek veikti arī citās valstīs, piemēram, Igaunijā (Тээдумяе, 1986, 1989; Teedumae, 1996a). Pētot ordovika un silūra perioda karbonātiežu izplatību, sastāvu, īpašības un izmantošanas iespējas, ieži tiek vērtēti ne tikai pēc fizikālām, mehāniskām īpašībām, sastāva, struktūras un tekstūras īpatnībām, bet arī pēc atsevišķu litoloģisko paveidu izvietojuma. Tas nozīmē, ka tiek novērtēta to sastopamība gan vertikālajā griezumā, gan kādā konkrētā reģionā, slāņu biezums un saguluma dziļums. Ņemot vērā šos parametrus un iežu ģenēzi, Igaunijā tika izdalītas septiņas karbonātiežu grupas, kuras tika uzskatītas par litoloģiski rūpnieciskajiem tipiem. Tā kā to iedalījums galvenokārt pamatojas uz struktūrģenētiskajām iežu grupām, tas dod iespēju izmantot faciālo analīzi noskaidrojot rūpnieciski perspektīvo karbonātiežu izplatības rajonus.

Atšķirībā no šī iedalījuma, tālāk piedāvātajā, bez struktūrģenētiskā dalījuma, liels uzsvars tiek likts uz iežu fizikālajām, mehāniskajām un tehnoloģiskajām īpašībām, kā arī izmantošanas veidiem.

Kad astoņdesmito gadu beigās tika pabeigta Latvijas zemes dziļu (līdz 50m dziļumam) izvērtēšana un nerūdu derīgo izrakteņu prognozēto krājumu gan kvalitatīva, gan kvantitatīva aplēse, reizē ar to tika detālizēti pētītas tajā laikā intensīvi rūpnieciski izmantotās derīgās slāņkopas. Latvijā par galvenajām un arī nākotnē perspektīvākajām dolomītu ieguvei uzskatīja Pļaviņu un Daugavas svītu dolomītu slāņkārtas. Jau iepriekš analizējot šo derīgo slāņkopu ģeoloģisko uzbūvi un litofaciālās īpatnības, ir konstatēta ļoti dažādo dolomīta tipu slāņu mija jebkurā griezumā.

Ciešā sadarbībā ar bij. Kompleksās ģeoloģiskās izpētes ekspedīcijas Nerūdas partijas ģeologiem astoņdesmitajos gados veiktajos dolomītu atradņu izpētes dabos, raksturojot iežus, tika ieviesta galveno struktūrģenētisko paveidu noteikšana. Tas deva iespēju pamatotāk un precīzāk izdalīt, izsekot un korelēt atradnes teritorijā izplatītās dažādo dolomītu ridas, kas ir ļoti svarīgi lauku apstākļos veicot optimālu slāņkopas paraugošanu.

Dolomīti atšķiras ne tikai ģenētiski, pēc sastāva, struktūras un tekstūras īpatnībām, bet ar tām cieši saistītiem būvniecībā un citur izmantojamās minerālizēvielas kvalitātes rādītājiem - mehānisko izturību, salturību, sadrupināto šķembu virsmu un citām.

Tas viss deva iespēju konkrēti raksturot un iedalīt daudzveidīgos dolomīta paveidus četros litoloģiski rūpnieciskajos tipos ar katram raksturīgo diagnostisko pazīmju kompleksu, kurā bez ieža litoloģiskajām pazīmēm ietverti dažādi fizikālo īpašību un mehānisko izturību raksturojoši parametri, iespējamie ieguves un pārstrādes veidi, kā arī racionālākie un ieteicamākie izmantošanas ceļi. Dolomītu iedalījuma kritēriji doti tabulā, kur raksturoti arī visi četri litoloģiskie tipi (2.tab.).

Iežu paveidu kavernoitāte un poraino laukumu daudzums noteikts makroskopiski pēc Pečorkina lineāro koeficientu metodes, aprēķinot to vidējo daudzumu procentuāli. Dolomītu porainība, fizikālo un mehānisko īpašību raksturlielumi doti pēc sistemātiski izvēlēto paraugu analīžu un pārbažu vidējiem rādītājiem.

Lauku apstākļos plaši, praktiski visos pētītajos giezumos, tika noteikta iežu mehāniskā izturība ar portatīvu ierīci T-3, pielietojot ekspresmetodi. No katra iežu slānīša tika atskaldītas nelielas (1-3cm) šķembas, kuru mehāniskā izturība tika pārbaudīta, un pēc tam

## Latvijas devona dolomīta litoloģiski rūpnieciskie tipi

Ieža litoloģiski rūpnieciskais tips  Rādītāji	I tips. Augstas mehāniskās izturības, kavernozi	II tips. Mehāniski izturīgie		III tips. Vidējas un zemas mehāniskās izturības, porainie	IV tips. Zemas mehāniskās izturības, sīkšļainie
		Kavernozi	Masīvie		
Ieža litoloģiski morfoloģiskais tips	Kvarcīteida, kramveidīgie	Marmorveida	Marmorveida	Smilš-akmensveida	Zemjainie, kritveidīgie
Ieža pamatmasas struktūra	Izteikti dažādgraudaina	Vienmērīga, smalk- un vidējgraudaina, reliкта organogēna	Vienmērīga, smalk- un vidējgraudaina	Izteikti dažādgraudaina, no mikro līdz rupjgraudainai	Vienmērīga, mikro līdz smalkgraudaina
Ieža tekstūra	Kavernoza	Kavernoza, dažreiz slīpslāņota	Masīva un izteikti slīpslāņota	Plankumaina un joslaina	Sikhorizontālslāņaina
Krāsa	Tumša brūngani vai violetīgi pelēka	Pelēka, dažreiz rozganīga	Dzeltenīgi pelēka	Nevienmērīga, dzeltenīgi pelēka	Gaiši pelēka, iedzeltena
Lauzuma (arī šķembu) virsma	Dzirkstoša, atskabargaina, dažkārt gliemežnīcas	Dzirkstoša nelīdzena, ar izciņņiem	Dzirkstoša, nedaudz raupja	Maz dzirkstoša raupja	Matēta, līdzena
Plātņainība	No diez- līdz sīkplātņainiem	Vidēji un biežplātņaini	Biezplātņaini	Biezplātņaini	Sīk (smalk) plātņaini
Kavernoziatētes pakāpe	Sūpri kavernozi (līdz 40%)	Sūpri un vidēji kavernozi (5-20%)	Bez kavernām	Vidēji kavernozi (līdz 20%)	Bez kavernām
Kavernu sienīņu stāvoklis	Izskalotas, miltainas	Svaigas	-	-	-
Porainība	Mazporaini (< 5%)	Vidēji un ļoti poraini (5-10%)	Poraini un vidēji poraini (5-15%)	Poraini līdz ļoti poraini (līdz 20%)	Poraini, līdz ļoti poraini (7,5-20%)
Ieža marka: •pēc mehāniskās izturības (maksimālās) •pēc drupināmības •pēc nodiluma •pēc triecienpretestības •pēc salturības (cikli)	1400  1000-1200 I  75  50 un vairāk	1200  600-800 II  50  25	800  600-800 II  50  50 un 25	400-600  200-400 III (IV)  40 (<40)  15 un 25	200-400  200-400 IV  <40  15 un salneizturīgi
Iespējamais pielietojums	Augstas izturības šķembu ražošanā, kā 350 markas betona pildvielu, saistvielu un stikla ražošanā	Meh. izturīgu un augstas meh. izturības šķembu ražošanā, kā 250 markas betona pildvielu, apdares un dekoratīvo materiālu ražošanā	Mehāniski izturīgu šķembu, apdares un dekoratīvo materiālu ražošanā	Vidējas un zemas izturības šķembu, saistvielu ražošanai, kā 200, 250 markas betona pildvielu	Zemas mehāniskās izturības šķembu ražošanai, kā 200 markas betona pildvielu
Izplatība (atradnes, prognozēto krājumu laukumi)	Biržu, Aiviekstes, Saikavas, Kārsavas	Kalnciema, Saikavas	Dārzciema, Remīnes, Kārsavas	Rīteru Dārzciema, Gerkāņu	Kranciema, Tūrkalnes

aprēķināts aritmētiski vidējais rādītājs katrā slānītī. Šie rezultāti grafiski atainoti slāņkopu griezumos.

Par atsevišķu litoloģiski rūpniecisko tipu varētu tikt izdalīti dolomīta paveidi, kas veido ne mazāk kā 20% no derīgās slāņkopas vai arī atsevišķas ridas, kuras var iegūt selektīvi.

### 3.2. Dolomītu litoloģiski rūpniecisko tipu raksturojums

Pie **pirmā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītiem** ir pieskaitīti iežu paveidi ar augstākajiem mehānisko īpašību rādītājiem. Šie dolomīti jau vizuāli labi izceļas griezumos. Tie ir kvarcītveida un kramveidīgie litoloģiski morfoloģiskie paveidi, parasti diezgan tumšas nokrāsas - tumši pelēki, brūngani vai violetīgi pelēki ar mirgojošu, atskabargainu, dažreiz gliemežnīcas lauzumu, dažādgraudainu struktūru, kavernožu tekstūru (29.att.). Šie metasomatiskie aizvietošanās dolomīti veidojušies karbonātiem pārkristalizējoties un, kā domā vairums pētnieku (Ульст, 1963; Сорокин, 1978, 1992), tieši magneziāliem savienojumiem migrējot pa slāņkopu. Vēlāk sekundārajās izskalošanās procesos veidojas gaišie porainie laukumiņi, kas saistīti ar dažāda izmēra un formas kavernām, kā arī ar dolomītmiltu sakopojumiem. Šī tipa dolomītu kavernožitate mainās atsevišķos slāņšos no 0 līdz 40%, bet poraino laukumiņu daudzums no 5 līdz 40%. Kavernas galvenokārt ir tukšas, to sienīņas parasti ir ar izskalojuma apmali, retāk tās pildītas dolomītmiltiem vai ar lielkristālisku sekundāro kalcītu. Šādos iežos dolomītmiltus vēl var sastapt uz nelīdzenām, izciļņainām slāņojuma virsmām 0,5-1 cm, reti 3-5 cm biezumā.

Dolomītmiltu veidošanās īpatnības un to sastopamība griezumos tiks izskatītas turpmāk, analizējot dolomītu pēcsedimentācijas izmaiņu ietekmi uz to kvalitāti.

Raksturojot šo litoloģiski rūpniecisko iežu tipu jāuzsver, ka izskalošanās un dēdējušās ieža daļas drupināšanas procesā sairst un līdz ar dolomītmiltiem nonāk atsijās, tādējādi maz ietekmējot šķembu kvalitāti. Bet uz šķembām paliek dēdējušo apmaļu virsmas. Tās īpaši tika uzskaitītas 10-20 mm šķembu frakcijā, kur to daudzums ir 10-20% kopīgās šķembu virsmas, kas nelabvēlīgi var ietekmēt šo graudu sasaisti ar cementu betonā, iespējams arī ar bituma komponentu asfaltbetonā.



29.att. Raksturīgi pirmā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomīta paraugi no Daugavas svītas derīgās slāņkopas Biržu atradnē.

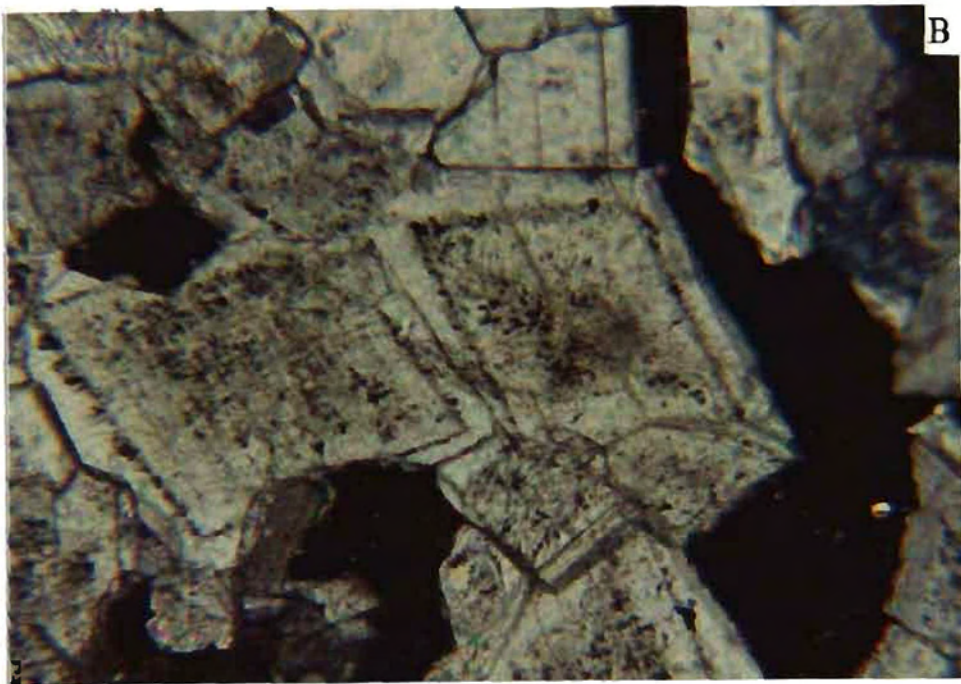
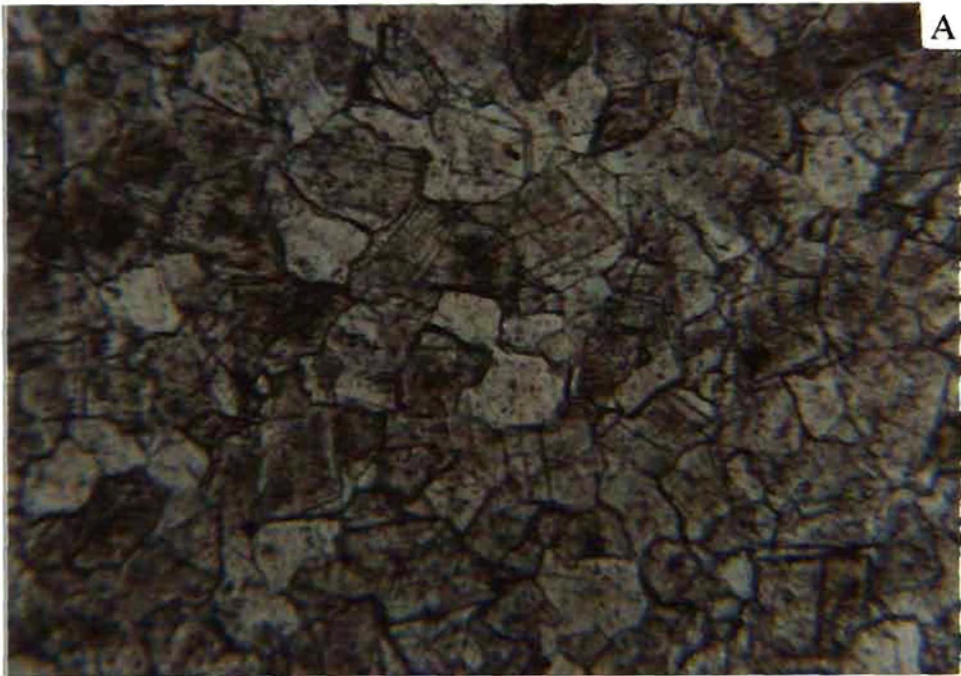
Šī tipa dolomītu fizikālo un mehānisko īpašību raksturlielumi ir augstākie Latvijas nogulumiežiem, īpaši mehāniskās izturības ziņā.

Dolomītu pārbaudes un analīzes (ģeoloģiskās izpētes un arī pētniecības darbos) tika veiktas saskaņā ar minerālizojvielu un būvmateriālu testēšanu pēc bijušās PSRS Valsts standartiem (ГОСТ). Laika posmā pēc Latvijas neatkarības atgūšanas ar MP īpašu lēmumu (Nr.337) tika noteikts, ka spēkā ir tie paši standarti, tehniskie normatīvi un noteikumi, kas līdz 1991. gada 21. augustam, ja tie nav pretrunā ar LR likumiem un LR MP lēmumiem. Tādējādi iepriekšējo normatīvu nomaina var notikt pakāpeniski, līdz ar jaunu, ar Eiropas savienību harmonizētu, normatīvu un standartu ieviešanu.

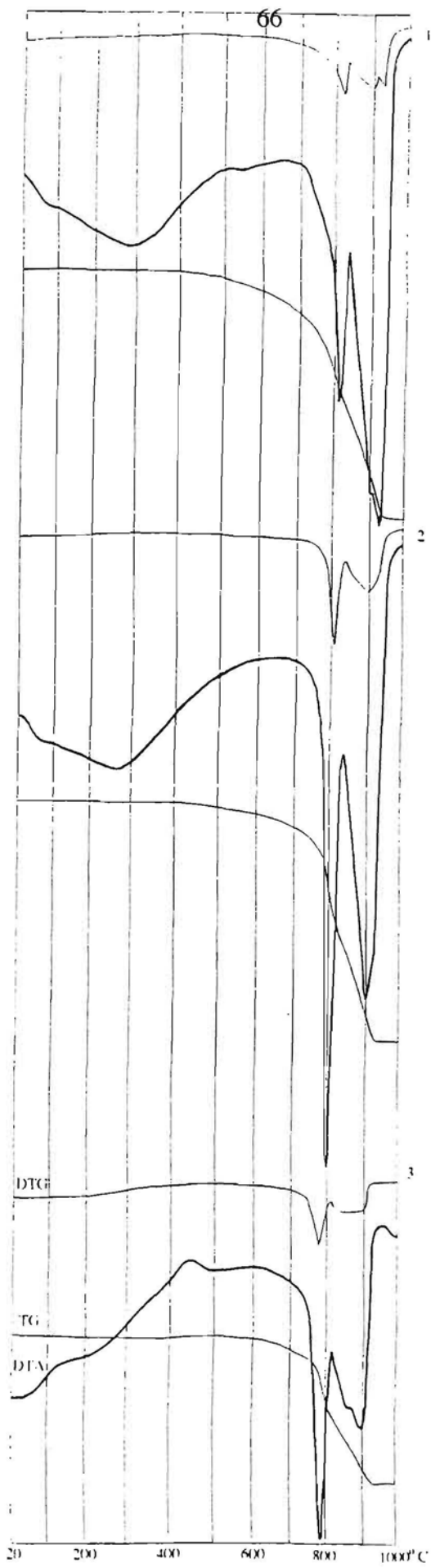
Pēc lietotajiem būvmateriālu kvalitātes standartiem mehāniskās izturības marka, ko noteica izzāģēto ar ūdeni piesūcināto iežu kubu vienass saspiešanas rezultātā, sasniedza 1400, bet šķembu drupināmības marka - 1000 un 1200, pēc nodiluma pārbaudēm - marku I, pēc triecienpretestības -75. Iežu salturība tika noteikta kā 50 cikli un vairāk. Tā kā šī litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomīti ir nevienmērīgi pārkristalizēti un sastopami arī sekundāro izmaiņu laukumīni, tad iepriekšminētie rādītāji var būt arī zemāki.

Pētot šajā litoloģiski rūpnieciskajā tipā ietilpstošo dolomītu paveidu plānslīpējumus (30.att.), var konstatēt, ka graudi ir dažāda izmēra, no 0,02 līdz 0,30mm, to formas ir diezgan neregulāras, ksenomorfas, bieži izometriskas. Graudi saauguši cieši, pa nelidzeniem kontaktiem ("anhedral crystals" ksenotipic mosaik" pēc Sibley, Gregg, 1987 ). Labi var novērot, ka graudu lielākā daļa ir it kā aizmiglota ļoti sīkiem pelitomorfēm iekļāvumiem. Dažreiz tie ir kā melni, retāk brūngani punkti, kuri iezīmē graudu iepriekšējo, izteikti rombisko formu un arī to zonālo uzbūvi. Tikai ārējās, caurspīdīgās apmales nosaka graudu pašreizējo apveidu, robežas un saaugumus. Novērojamas mazliet nevienmērīgas mikrotekstūras, bet vienmēr blīvas, bez porām. Makroskopiski nodalāmi ir atsevišķi porainie laukumi un kavernas iezī.

Šādas iežu īpatnības atspoguļo šī tipa dolomītu daudzfāzu veidošanās procesu, kas turpinās arī pēc to pārklāšanās ar citu nogulu kārtām (Mattes, Mountjoy, 1980), un norāda uz to augstu mehānisko izturību. Pēc iežu ķīmiskajām analīzēm noteikts, ka kvarcīveida un kramveida ir vieni no tīrākiem dolomītiem ar nelielu nešķīstošā atlikuma daudzumu. Ne velti šādus iežus atsegta Daugavas krastos pie Pļaviņām jau trīsdesmitajos gados Latvijā dēvēja par normāldolomītu (Dreimanis, 1942). Arī šo dolomīta paveidu termogrāfiskā izpēte



30.att. Augstas mehāniskās izturības pirmā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomīta (kvarcītveida) plānslīpējuma mikrofotogrāfijas. A - palielināts 40 reizes, nikoli //, B - palielināts 100 reizes, nikoli krustoti.



31.att. Dolomītu derivatogrammas: 1 - pirmā (kvarcīveida), 2 - otrā (marmorveida), 3 - ceturtā (zemjainie) litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomīti.

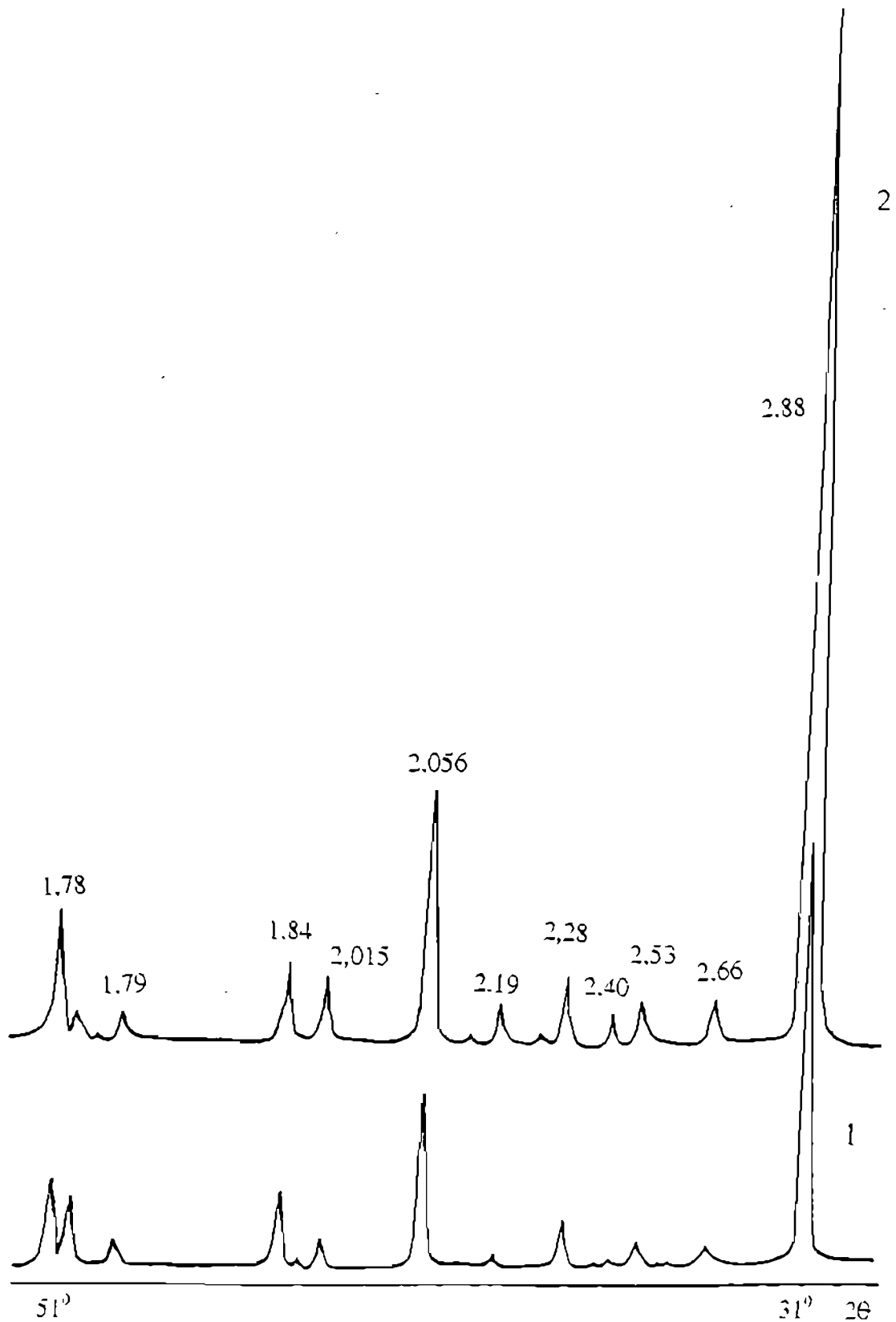
apliecina iepriekšminētos secinājumus par iežu sastāvu. Dažādu tipu dolomītu derivatogrammas dotas 31.attēlā.

Lai tuvāk noskaidrotu šo dolomītu izcelsmi, tika veikta atsevišķu paraugu rentgendifraktometriskā analīze, pēc kuras var noteikt gan ieža minerālo sastāvu, gan dolomīta kristālstruktūras režģa elementārās šūniņas parametrus (32.att.). Iegūtie raksturlielumi viennozīmīgi dod pareizi veidotu un sakārtotu dolomīta struktūru, kas norāda uz ieža ģenētiskajām īpatnībām, kas radušās ilgā laika posmā to veidošanās un pārkristalizācijas procesos (Leighton, Pandexter, 1962).

Pie **otrā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītiem** ir pieskaitīti mehāniski izturīgi paveidi, galvenokārt marmorveida gan kavernozi, gan masīvie. Stipri un vidēji kavernozi paveidi var būt pelēcīgi, rozgani pelēcīgi sīkgraudaini dolomīti, ar reliktu organogēnu struktūru un sīkizciļņainu lauzuma virsmu (33.att.). Tie ir metasomatiskās aizvietošanās dolomīti (Сорокин, 1978), kas veidojušies pa kaļķakmeņiem nedaudz traucētas magnija savienojumu migrācijas rezultātā slāņkopā. Šī paveida kavernu sienīņas, kas parasti ir veidojušās pēc organismu atlieku izšķīšanas, ir svaigas, neizmainītas, retāk pārklātas sīkiem sekundārā kalcīta vai dolomīta kristāliņiem. Mehānisko īpašību rādītāji šiem dolomītiem ir nedaudz zemāki, kā pirmajam tipam. Mehāniskās izturības marka sasniedz 1200, bet nosakot pēc šķembu drupināmības cilindrā parasti ir 600-800, nodiluma marka - III, triecienpretestības - 50. Tā kā visi pārkristalizētie, mehāniski izturīgie dolomītu paveidi reizē ir ar mazāku mālainā vai cita piemaisījuma daudzumu, tad to salturība arī ir augsta - tie iztur 25 līdz 50 saldēšanas ciklus.

Atšķirībā no mehāniski ļoti izturīgajiem pirmā tipa dolomītiem, šajos ir lielāka porainība (5-10%), ko daļēji nosaka ne tik cieši graudu saaugumi, kas dod arī zemāku mehānisko izturību.

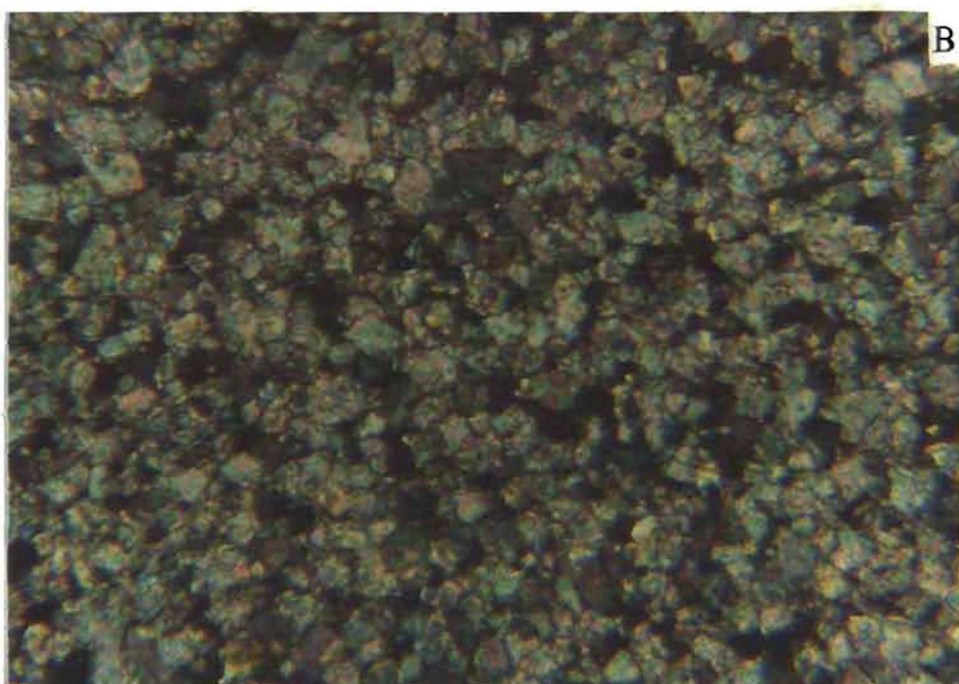
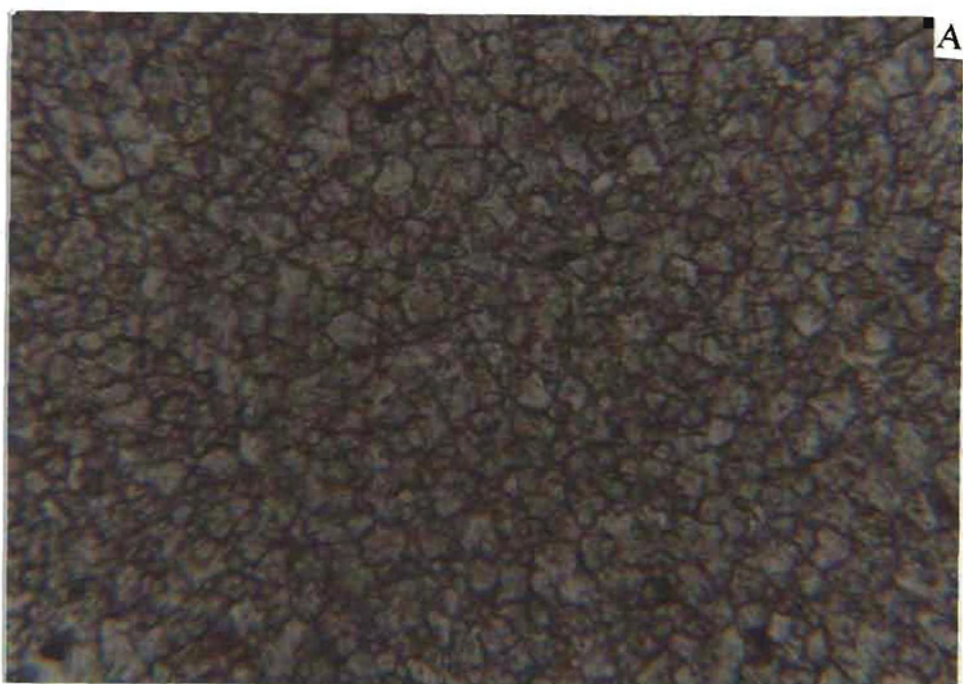
Marmorveida dolomīti var būt arī nekavernozi, masīvas tekstūras, vidēji poraini, biezplātņaini, ar mehāniskās izturības marku 800 un citām fizikālām un mehāniskām īpašībām līdzīgi kā kavernožajam paveidam. Šo iežu plānslīpējumos (34.att.) var novērot, ka struktūras, tekstūras un citas īpatnības ir līdzīgas iepriekšējiem, piemēram, kvarcītveida dolomītiem, tikai caurspīdīgās apmales daudz retākas, tekstūra masīva vai poru, jo bieži ir pārkristalizācijas poru sakopojumi ("mosaic" vai "sparry" tipa dolomīti pēc Mattes, Mountjoy, 1980). Līdzīgi kā pirmā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomīti, arī šie ir ķīmiski tīri dolomīti ar nelielu nešķīstošā atlikuma daudzumu (sk. 3.tab.).



32.att. Dolomītu rentgendifraktogrammas: 1 - sedimentācijas diaġenētisko (porcelānveida; Remīnes atradne) - ceturkā litoloģiski rūpnieciskā tipa, 2 - metasomatisko (smilšakmensveida; Selgas atradne) - trešā litoloģiski rūpnieciskā tipa. Starpplakņu attālumi doti angstrēmās.



33.att. Mehāniski izturīgā otrā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomīta (masīvā marmorveida) slāņi Remīnes atradnes karjerā.



34.att. Mehāniski izturīgā otrā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomīta plānslīpējuma mikrofotoģrāfijas. Palielināts 100 reizes. A - nikoli //, B - nikoli krustoti.

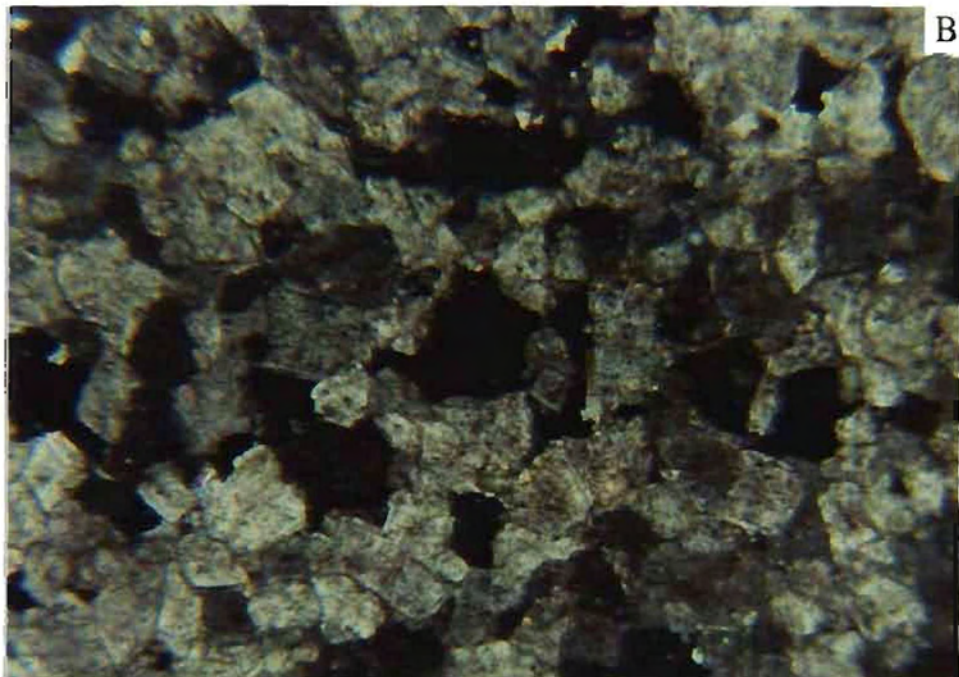
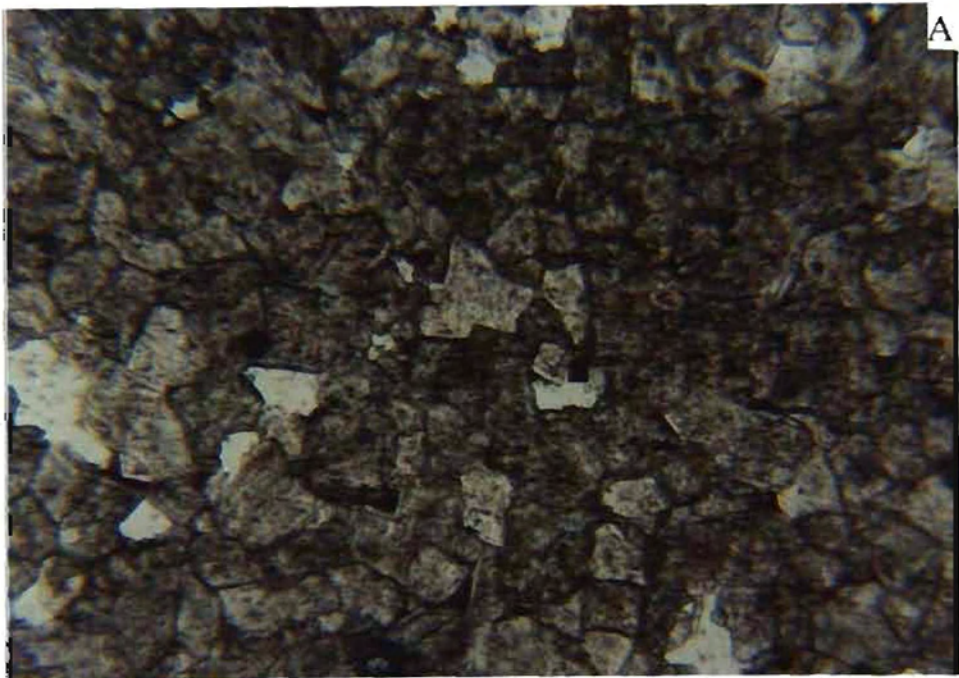
Diferenciālās termiskās un termogravimetriskās analīzes, kā arī rentgendifraktometrisko pētījumu rezultāti arī ir līdzīgi kā iepriekšējā tipa dolomītiem (sk. 31.,32.att.), kas liecina par to veidošanās apstākļu līdzību metasomatiskās aizvietošanās procesā.

**Trešā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomīti** pēc vidējiem rādītājiem ir vidējas mehāniskās izturības iežu paveidi, kuru īpašības var mainīties diezgan plašā intervālā. Spiedes pretestība ar ūdeni piesūcinātiem paraugiem var būt no 200 līdz 600 kg/cm<sup>2</sup>, šķembu drupināmības marka 400 vai retāk 300, marka pēc nodiluma III un IV, pēc triecienpretestības -40. Iežu salturība parasti ir vidēja - 15 vai 25 saldēšanas cikli.

Lielākoties šie dolomīti arī veidojušies metasomatiskās aizvietošanās procesā. Bet tā kā pārkristalizācijas pakāpe atšķiras no tādas pirmajos divos litoloģiski rūpnieciskajos tipos, graudu saaugumi ir mazāk cieši, un struktūra ļoti dažādgraudaina, kas rada smilšakmensveida morfoloģisko paveidu. Tad to mehāniskās īpašības arī ir zemākas kā pirmajiem diviem litoloģiski rūpnieciskajiem tiem.

Dolomīti parasti diezgan gaiši, nevienmērīgi dzeltenīgi un pelēcīgi, plankumainu vai ar joslainu tekstūru, ko rada atsevišķu dažādgraudainu nevienmērīgi pārkristalizētu, dažādas porainības laukumiņu (1-3cm) vai mazu lēcu izvietojums. Kopumā ieži ir diezgan poraini un kavernas var aizņemt līdz 20% no to apjoma. Šādiem dolomītiem raksturīga rupjplātņainība, kas labvēlīgi ietekmē šķembu svaigu laužuma virsmu veidošanos iezi drupinot. Šis faktors un arī porainība labvēlīgi ietekmē šķembu virsmas sasaisti ar cementa masu betonā.

Reizē ar joslaino un slāņaino tekstūru un porainām, vājākām joslām iezi rodas vairāk paralēlo virzienu, pa kuriem tas drupinot plīst un veido vairāk plakānu plāksnīšu, kam nav vēlāmā šķembu forma, īpaši ja tās lieto betona maisījumā. Mikroskopiski pētot šī tipa dolomītus, plānslīpējumos (35.att.) ir novērots, ka šo iežu struktūras un tekstūras ir visnevienmērīgākās - gan pēc graudu lieluma (no 0,005 līdz 0,2mm, pārsvarā no 0,02 līdz 0,1mm), gan pēc to izvietojuma. Forma tiem neregulāra, bet izometriska, bieži porainākos laukumos ar korodētu malu. Graudi parasti ir duļķaini, aizmigloti ar pelitomorfu piemaisījumu vai melniem sikiem punktveida ieslēgumiem. Pie šī litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītiem ir pieskaitīti arī pārkristalizētie rupjgraudainie, kuros graudu izmērs var būt 1.5mm un vairāk.



35.att. Vidējas mehāniskās izturības poraino trešā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomīta (smilšakmensveida) plānslipējuma mikrofotoģrāfijas. Palielināts 100 reizes. A - nikoli //, B - nikoli krustoti.

Pēc ķīmiskām, termiskām un rentgendifraktometriskām analizēm (sk. 3.tab., 31., 32.att.) raksturojot šo dolomītu paveidu ķīmisko un minerālo sastāvu, jāsecina, ka tie ir dolomīti ar nelielu piejaukumu daudzumu.

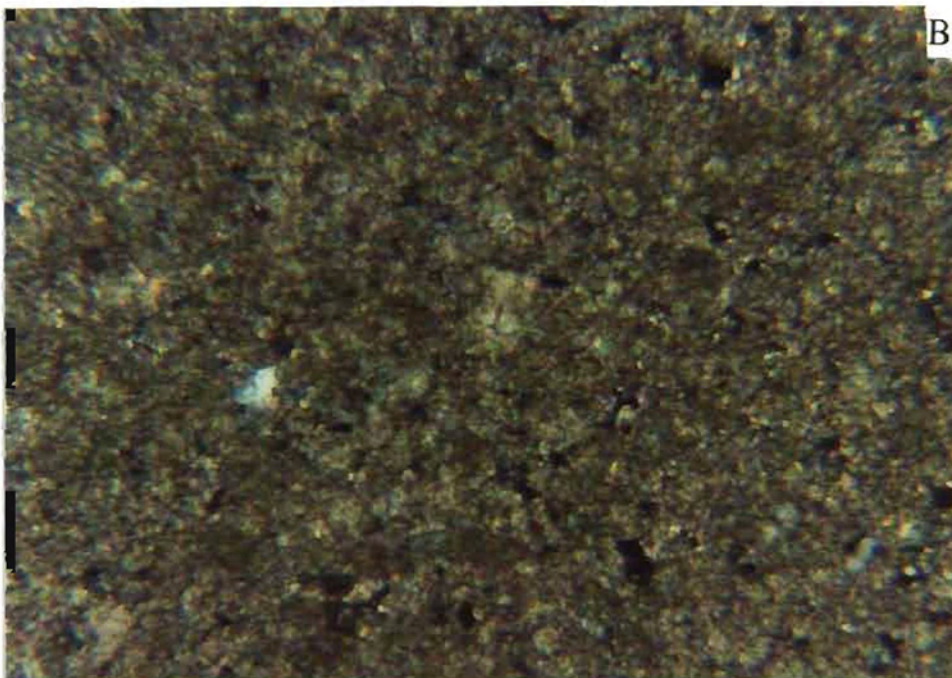
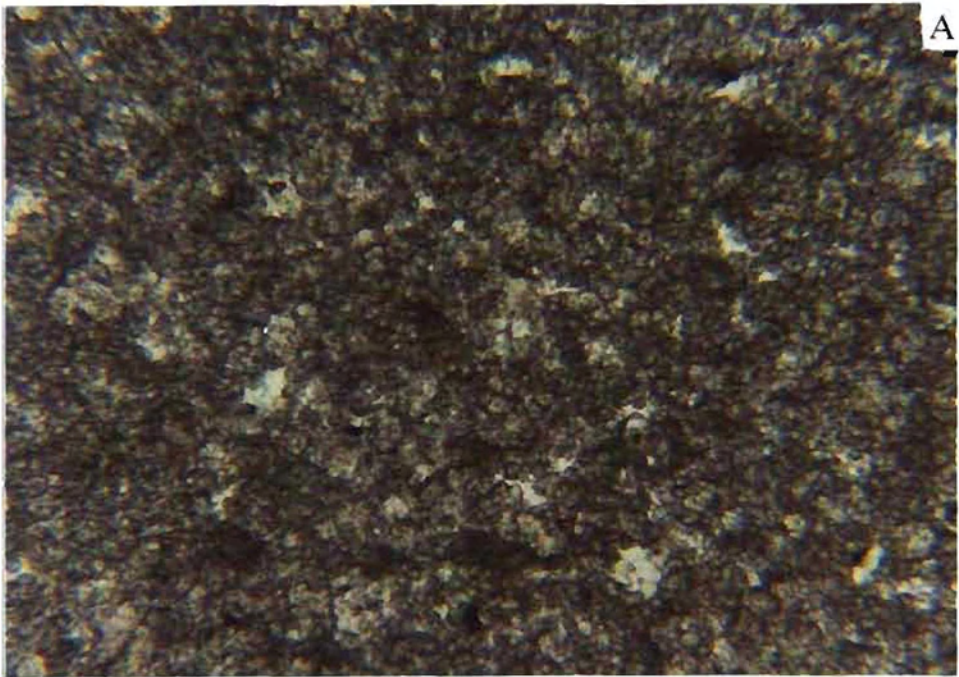
**Ceturtais litoloģiski rūpnieciskā tipa** dolomīti ir zemas mehāniskās izturības (200 vai 300 markas). Ģenētiski visi tie ir sedimentogēno vai sedimentogēni diaģenētisko dolomītu paveidi, galvenokārt zemjainie vai kritveidīgie vienmērīgi mikrograudainie, pelēcīgie vai gaiši pelēkie ar palielinātu mālainību siki horizontāli vai viļņoti slāņaini, sīkporaini, poraini un stipri poraini (36.att). Šādi dolomīti var būt noderīgi, ražojot ne visai augstas kvalitātes šķembas, jo to īpašības ir sekojošas: liels nodilums (marka IV), zema triecienpretestība (marka 40 vai zemāk), ar salturību - 15 cikli vai salneizturīgi. Šādu dolomītu izplatība ir daudz mazāka kā pirmo trīs litoloģiski rūpniecisko tipu, bet to slāņi ar zemajiem kvalitātes rādītājiem ne vienmēr ir noderīgi būvmateriālu ražošanai. Par to iekļaušanu derīgajā slāņkopā bieži vien ir jālemj atsevišķi katrā konkrētajā atradnē.

Tur, kur tie veido kopīgi iegūstamās slāņkopas daļu, var pazemināties ražoto šķembu kvalitāte gan pēc to mehāniskās izturības, gan pēc formas, jo šādiem iežiem piemīt tendence veidot plakani plākšņainas atlūzas. Šādu paveidu ietekmi uz galaprodukcijas kvalitāti var samazināt ar vairākkārtēju iežu masas drupināšanu un šķirošanu, kad mehāniski mazāk izturīgie dolomīti nonāk atsijās līdzīgi kā mazāk izturīgās (porainās, dēdējušās) citu litoloģiski rūpniecisko tipu paveidu daļas (drupināšanas atlases princips).

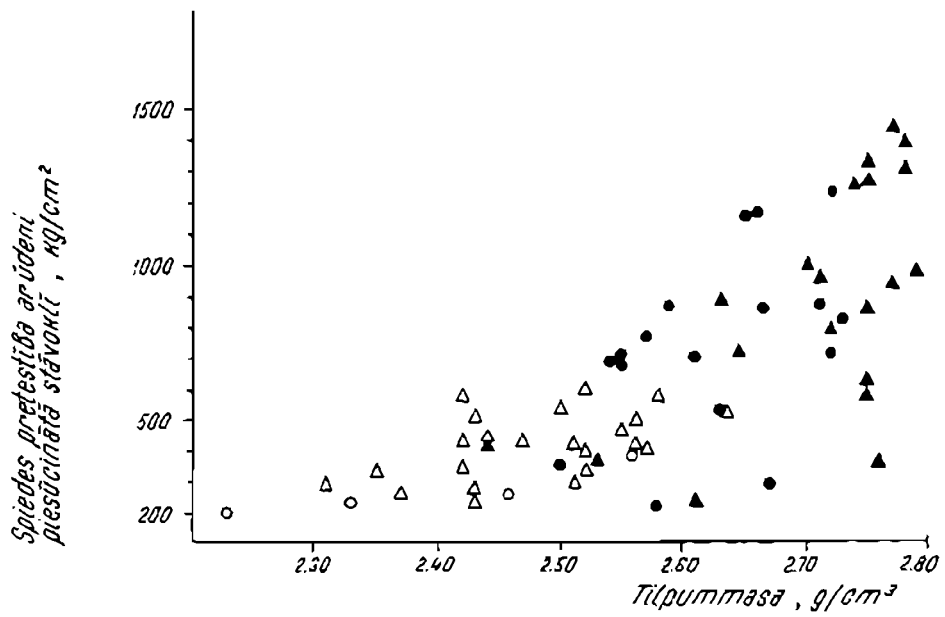
### 3.3. Dolomītu mehāniskās izturības saistība ar fizikālām īpašībām un ķīmisko sastāvu

Agrāk noteiktā sakarība starp dolomītu mehānisko izturību (Илпак, 1975) un tādu fizikālo īpašību kā tilpummasa dod iespēju šķembas bagātināt arī ar atgulsnēšanas metodi, kas gan visefektīvākā varētu būt pirmā un otrā tipa dolomītiem. Ar šajā pētījumā veiktajiem visu četru litoloģiski rūpniecisko tipu dolomīta paraugu sērijas izmēģinājumiem tika apstiprināta minētā sakarība (37.att.).

Dolomītu īpašības, kas ietekmē saražotās produkcijas kvalitāti, tiek iedalītas trīs grupās (Берлин и др., 1990):



36.att Zemas mehāniskās izturības sīkslāņaino (zemjaino) ceturtā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomīta plānslīpējuma mikrofotoģrāfijas. Palielināts 100 reizes. A - nikoli //, B - nikoli krustoti.



37.att. Izstrādājamo atradņu Pļaviņu un Daugavas svītas dolomītu spiedes pretestības atkarība no to tilpummasas.

- pirmajā iekļautas tādas fiziskālās īpašības kā tilpummasa, porainība, ūdensuzsūce, dabīgais mitrums, salturība, plaisainība, dabīgā radioaktivitāte,

- otrajā grupā apvieno mehāniskās īpašības: mehānisko izturību, kuru parasti nosaka dažādiem paņēmieniem, nodilumu, tricīenpretestību,

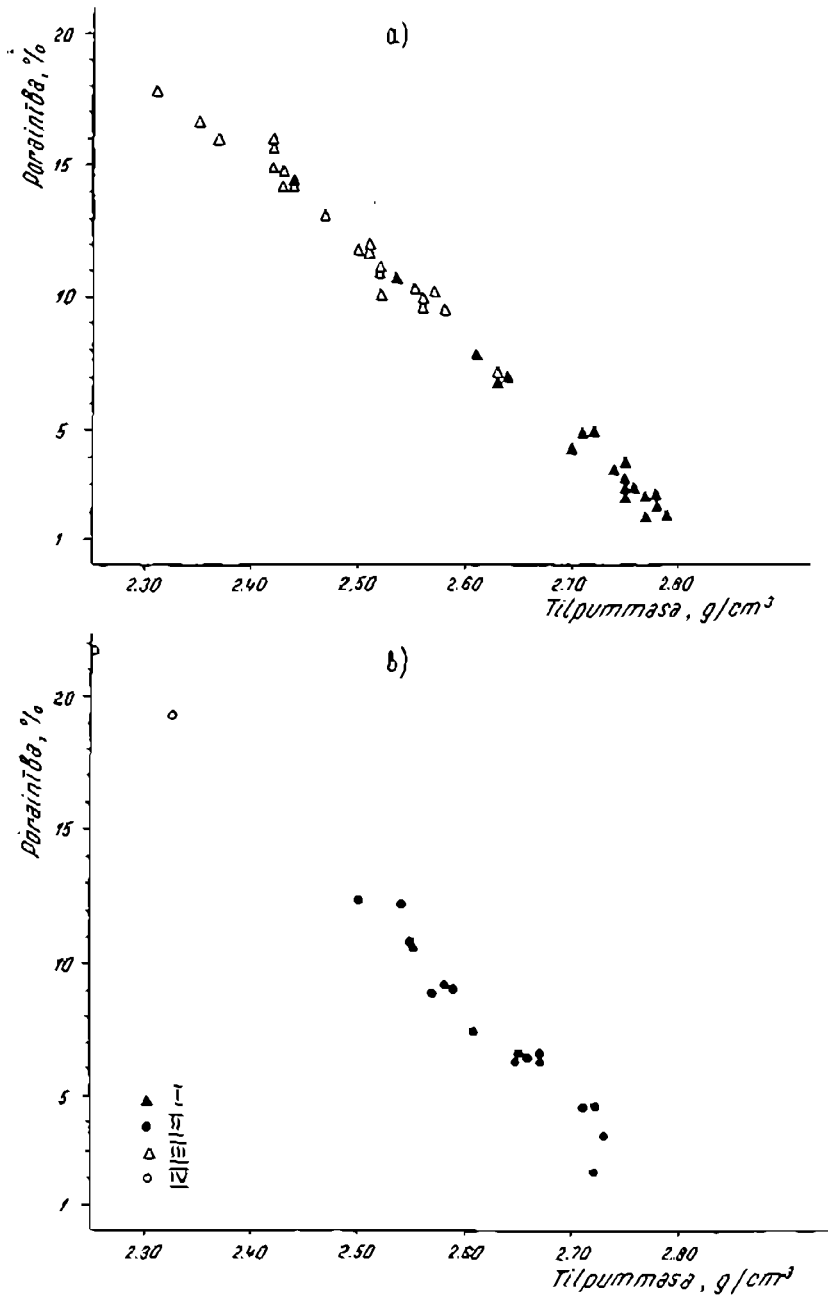
- trešajā grupā mazliet nosacīti tiek apvienotas īpašības, kuras parādās iezi apstrādājot, tas ir - tehnoloģiskās, tādas kā gatavās produkcijas iznākums, mehāniski neizturīgo un dēdējušo, plakano un adatveida graudu saturs šķembās, putekļu un māla daļiņu saturs, šķembu granulometriskais sastāvs un citas.

Šāds īpašību grupējums var būt noderīgs sastādot elektroniskās datu bāzes gan atradņu, gan attiecīgā derīgā izrakteņa kvalitātes raksturošanai.

Šeit piedāvātajā dolomītu iedalījumā litoloģiski rūpnieciskajos tipos galvenokārt ņemtas vērā otrās grupas t.i. mehāniskās īpašības, kuras ļoti cieši saistītas ar fiziskālajām īpašībām, ne tik tieši ar ieža ķīmisko sastāvu.

Tāds svarīgs raksturlielums kā mehāniskā izturība, kas noteikta pēc spiedes pretestības Latvijā iegūstamajiem dolomītiem, svārstās no 200 līdz 2200 kg/cm<sup>2</sup> jeb 20-220MPa, bet galvenokārt 400 līdz 1000 kg/cm<sup>2</sup> (Стинкуле, Ходырева, 1986). Pētītajās dolomīta atradnēs vidēji šie rādītāji ir no 446 līdz 923 kg/cm<sup>2</sup>.

Ja mehānisko izturību novērtē pēc šķembu drupināmības saspiežot tās cilindrā, tad Pļaviņu un Daugavas svītu dolomītu markas ir 400 un 600, retāk 800 un 1000, atsevišķos gadījumos 1200. Šie rādītāji, kurus iegūst atradņu izpētes gaitā, ataino kādu vidējo iežu izturību, jo kopā iegūstamajos slāņos parasti ir sastopami vairāku litoloģiski rūpniecisko tipu dolomīti. Tā, piemēram, Tūrkalnes dolomīta atradnē izstrādājot derīgo slāņkopu tiek iegūti pirmā un ceturta litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomīti, jo to ridas veido slāņmiju (sk. 21.att.). Jāatzīmē, ka ļoti detāli veicot mehāniskās izturības mērījumus ar ierīci T-3 katrā dolomītu slānītī, iegūtie vidējie rādītāji variē arī viena litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītos (sk. 21.,27.att.). Kā jau agrāk noskaidrojuši daudzi pētnieki, dolomītu mehāniskās izturības nevienmērību nosaka ieža struktūras un tekstūras īpatnības un tā fiziskālās īpašības - tilpummasa, porainība, ūdensuzsūce. Visciešākā korelācijas sakarība veidojas starp ieža porainības un tilpummasas rādītājiem (Шарак, 1975; Тээдумяэ, 1988a):jo lielāka porainība, jo mazāka tilpummasa. Šāda sakarība, kā arī konkrētie un secīgie vērtības intervāli, ir konstatēti arī katram litoloģiski rūpnieciskajam dolomītu tipam atsevišķi (38.att.). Kā jau



38.att. Izstrādājamo atradņu Pļaviņu un Daugavas svītas dolomītu tilpummasas atkarība no to porainības. A - pirmā un trešā, B - otrā un ceturtnā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītiem. I - IV dolomītu litoloģiski rūpnieciskie tipi.

apriekš tika atzīmēts, vismazāk poraini ir pirmā tipa dolomīti (mazāk nekā 5%). Kā redzams 18.attēlā, otrā un trešā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītu īpašību vērtību intervāli daļēji pārklājas, kaut gan vairumā gadījumu par 11% lielāka porainība ir tieši trešā tipa dolomītiem. Kopīgo tendenci pilnībā apliecina arī ceturtais litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītu atsevišķu paraugu analīžu rezultāti - liela porainība un maza tilpummasa.

Tilpummasas un spiedes pretestības sakarība ir mazāk izteikta (sk.37.att.), kaut gan arī šeit vairumam paraugu lielākai tilpummasai atbilst lielāka spiedes pretestība.

Lai novērtētu dažādo dolomītu tipu izplatību un noteiktu to mehāniskās izturības marķu, atradņu ģeoloģiskās izpētes darbos izmanto izzāģēto iežu kubu spiešanas rezultātus. Latvijas atradņu ļoti nevienmērīgo slāņkopu dolomītu mehānisko izturību šī metode raksturo nepilnīgi, jo ļoti bieži urbumu serdēs gari intervāli ir tikai šķembu veidā un no monolītiem izzāģēto kubu īpašības praktiski nevar attiecināt uz visu slāņa griezumam, jo dolomītiem piemīt liela plaisainība, ko labi var novērot gan atsegumos, gan urbumu serdēs, arī mikroplaisu veidā. Pēdējās bieži tiek atklātas tikai veicot pārbaudes laboratorijā, kad monolīti (kubiņi vai cilindri) plaisā slīpos virzienos neradot teorētiski pareizo saplīšanas formu spiežot, tādējādi neuzrādot arī īsteno ieža izturību. Ar to var izskaidrot arī atsevišķos zemos ieža mehāniskās izturības rādītājus, kas neatbilst ne ieža mikroskopiskajam raksturojumam, ne ieža marķai, kas noteikta pēc šķembu drupināmības.

No urbuma serdes iegūto šķembu paraugu mehāniskās izturības noteikšanu pēc šķembu sadrupšanas spiežot tās cilindrā izmanto kā galveno metodi atradņu ģeoloģiskajā izpētē. Būvmateriālu, īpaši šķembu ražošanā izmantojamo atradņu griezumam raksturošanai un dažādas izturības dolomītu izplatības noteikšanai pilnīgi pamatoti minētā metode ir arī visplašāk lietotā.

Pēc atsevišķi ievāktu katra litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītu reprezentatīvo paraugu laboratorijas pārbažu datiem skaidri parādās atšķirības starp pirmā, otrā un trešā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītiem, kuri atbilst attiecīgi ļoti izturīgiem un vidēji mehāniski izturīgiem. Ceturtais tipa dolomītu marķa parasti ir 200 vai 300, bet, tikko palielinās mālaino piemaisījumu daudzums tajos, tā mehāniskā izturība pazeminās un tie visbiežāk tiek pieskaitīti neizmantojamai slāņkopas daļai.

Pēc šī paša rādītāja tiek prognozēta arī ražojamo šķembu marķa. Līdz šim Latvijā tika saražotas galvenokārt 400 un 600 marķas šķembas no Daugavas un Pļaviņu, 300 un 400 - no

Stipinu svītas dolomītiem. Kā vienīgais izņēmums Latvijā bija Biržu atradne, kur 10-20mm frakcijas šķembām bija 800, bet 20-40mm - 1000 marka.

Arī citas otrās grupas jeb mehāniskās īpašības - tādās kā nodilums un triecienpretestība ataino kopīgo tendenci - iežu mehāniskās izturības pazemināšanos no pirmā līdz ceturtajam litoloģiski rūpnieciskajam tipam. Bez tam šie minētie parametri raksturo minerālizvielas noderību ražojot šķembas autoceļu būvei, asfaltbetonam un dzelzceļu uzbērumu balastēšanai. Ražoto šķembu kvalitātes rādītāji, kas atkarīgi kā no fizikāli mehāniskajām īpašībām, tā arī daļēji no iežu pārstrādes tehnoloģijas var tikt apskatīti dažādos aspektos (Hodireva, Kalniņš u.c., 1991; 1992).

Iepriekš izskatītās iežu īpašības raksturo dolomītu, ko var izmantot būvmateriālu ražošanai. Citās nozarēs, tādās kā: dedzināto kaļķu vai stikla ražošanā, skābo augšņu kaļķošānā izmantojamo dolomītu galvenais vērtēšanas kritērijs ir šo iežu ķīmiskais sastāvs.

No katra litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītiem bija ievākti 6 līdz 8 tipiski paraugi daudzās lielākajās izstrādājamās atradnēs, lai noteiktu to ķīmisko sastāvu. Pēc šo analīžu rezultātiem (3.tab.) Pļaviņu un Daugavas svītu visu tipu dolomītos var izsekot vairākas kopīgas likumsakarības.

CaO daudzums ir 22,48-29,08%, bet tā minimālais saturs kļūst mazāks no pirmā uz ceturto litoloģiski rūpniecisko tipu, MgO daudzums - 17,60-22,10% ar līdzīgu samazināšanās tendenci, kaut gan tā maksimālais saturs ir konstatēts Apes atradnes ļoti rupjkristāliskajos dolomītos, kuri kopā ar smilšakmensveida dolomītiem atbilst trešajam litoloģiski rūpnieciskajam tipam.

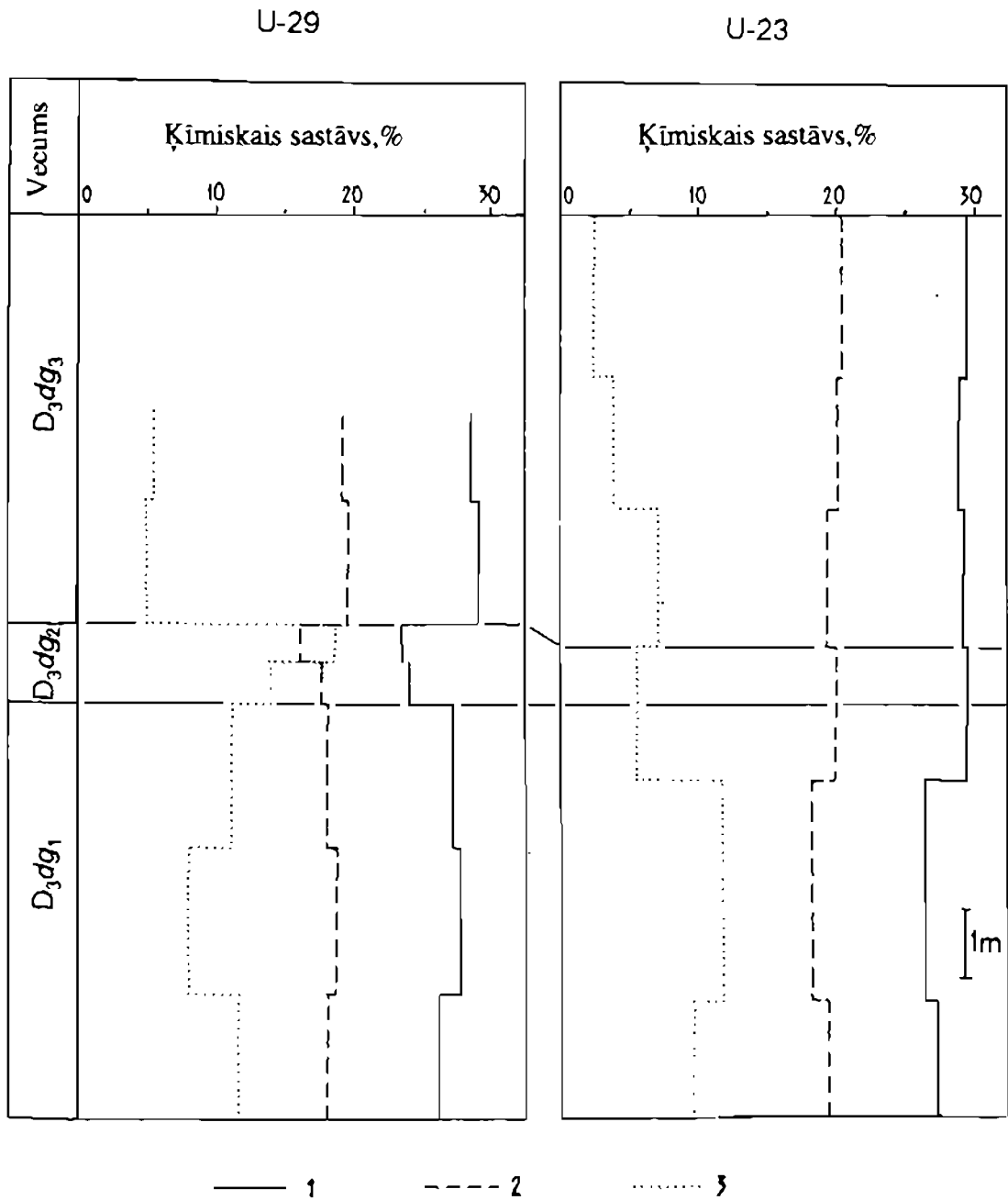
Zemjainajos, kritveidīgajos, uz porcelānveida pārejošajos dolomītos, kuri visi atbilst ceturtajam litoloģiski rūpnieciskajam tipam, var atzīmēt CaO un arī MgO daudzuma plašas variācijas. Šādos dolomītos Salenieku atradnē maksimālais CaO un minimālais MgO daudzums (salīdzinot ar citiem dolomītu tipiem) daudzās analīzēs dod praktiski ķīmiski tīru dolomītu. Var sastapt arī citus paveidus - ar zemu CaO un MgO saturu, bet augstu mālaini terīgēnās daļas lielumu, kā piemēram, Kranciema atradnē.

Tā kā visu litoloģiski rūpniecisko tipu dolomītu karbonātiskā daļa ir pietiekama, lai šos iežus izmantotu dažādās nozarēs, tad to izlietošanai kaļķu dedzināšanai, stikla izgatavošanai un dažās citās nozarēs ir atkarīga no piemaisījumu daudzuma tajos. Vismazāk piemaisījumu ir pirmā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītos, kur  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  un  $\text{Al}_2\text{O}_3$

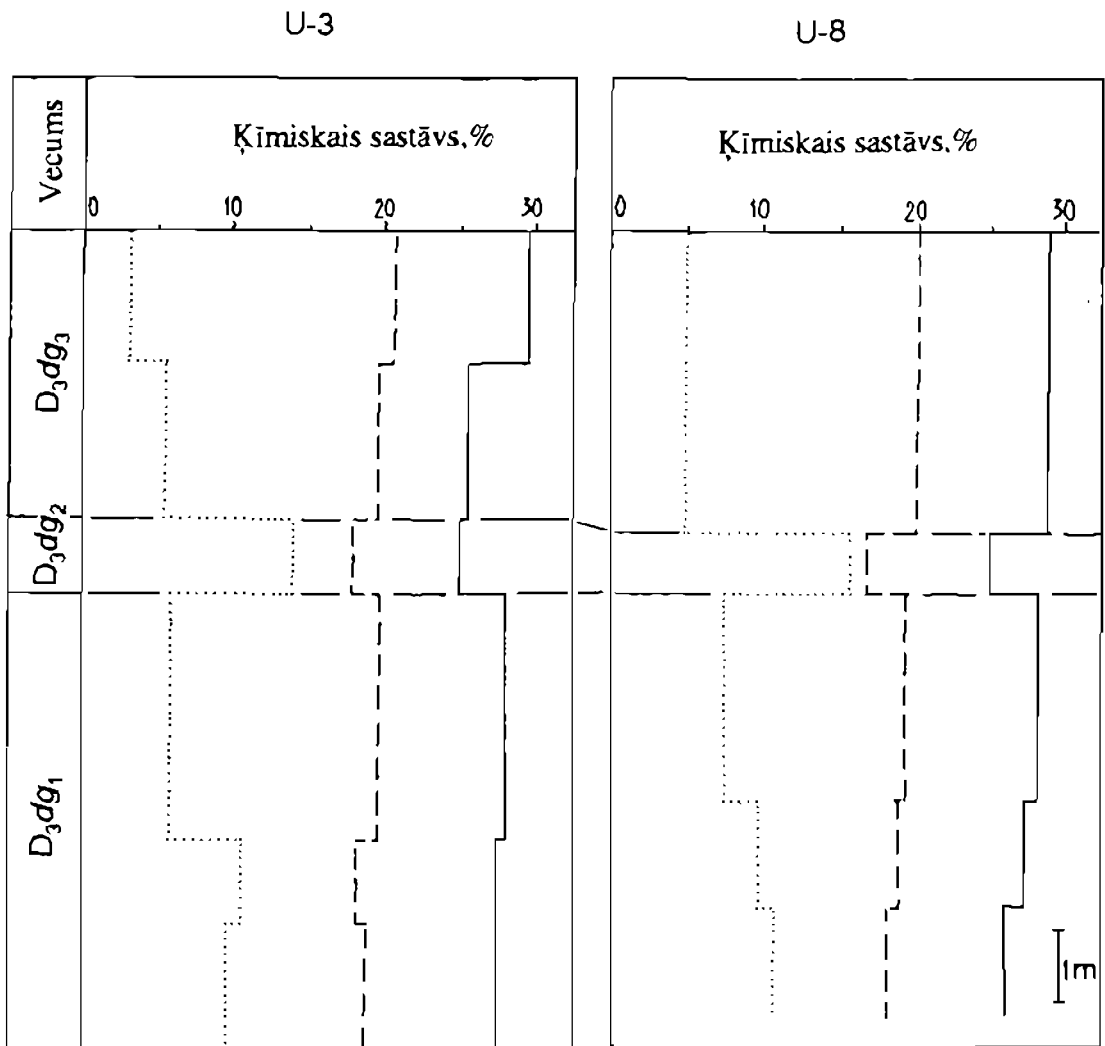
## Pļaviņu un Daugavas svitas dolomītu ķīmiskais sastāvs

Nr. p.k	Dolomītu lit.rūpn. tips	Parauga ievākšanas vieta	Ģeol. vecums	Ķīmiskais sastāvs									
				MgO	CaO	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	kars.zud.	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
1.	I	Birži	D <sub>3</sub> dg	21,44	27,26	1,41	1,41	nav konst.	nav konst.	0,13	0,16	46,80	89,68 <sup>x)</sup>
2.	"	"	"	21,42	26,99	0,71	0,71	0,39	0,02	0,20	0,38	46,50	88,79
3.	"	"	"	20,55	23,66	0,96	1,23	0,28	0,01	0,18	0,20	47,00	94,29
4.	"	"	"	21,00	26,98	1,60	0,89	0,37	nav konst.	0,15	0,26	46,92	88,76
5.	"	Pertnieki	"	21,44	27,26	1,56	1,30	0,28	0,01	0,13	0,23	42,38	89,68
6.	"	Saikava	"	21,33	26,84	0,71	0,71	0,39	0,01	0,13	0,26	46,86	88,30
7.	"	Selga	"	21,78	27,96	1,28	0,77	0,35	0,02	0,18	0,26	46,87	91,98
8.	"	Remine	"	20,79	28,24	1,00	1,59	0,30	0,01	0,12	0,17	46,87	92,90
9.	II	Dārziems	D <sub>3</sub> pl	19,21	27,12	5,00	0,72	1,24	0,07	0,20	0,67	44,23	89,22
10.	"	Ape	"	20,90	26,98	4,20	1,11	1,13	0,06	0,14	0,56	44,86	88,17
11.	"	Remine	D <sub>3</sub> dg	19,78	25,85	6,40	0,84	1,15	0,06	0,15	0,60	43,51	85,05
12.	"	"	"	21,44	27,26	2,80	0,85	0,23	0,03	0,15	nav konst.	45,89	89,68
13.	"	"	"	20,35	26,55	3,00	1,26	0,80	0,04	0,16	0,40	46,50	87,35
14.	III	Dārziems	D <sub>3</sub> pl	19,78	26,70	3,32	1,18	0,84	0,05	0,13	0,56	45,35	87,84
15.	"	Ape	"	21,66	27,54	0,52	0,92	0,26	0,01	0,15	0,16	47,31	90,61
16.	"	Ape	"	22,10	28,10	nav konst.	0,68	nav konst.	0,01	0,13	nav konst.	47,27	92,45
17.	"	Riteri	D <sub>3</sub> dg	21,12	28,24	2,16	0,52	0,41	0,02	0,16	0,26	47,51	92,91
18.	"	Remine	"	20,24	26,41	3,38	0,71	0,90	0,04	0,16	0,45	45,67	86,89
19.	"	"	"	20,22	26,41	6,28	0,84	1,14	0,06	0,15	0,60	43,70	86,89
20.	IV	Dārziems	D <sub>3</sub> pl	18,90	24,87	7,52	1,34	2,53	0,13	0,15	1,2	42,66	81,82
21.	"	Kranciems	D <sub>3</sub> dg	17,60	22,48	14,02	1,64	2,51	0,15	0,14	1,27	38,61	73,96
22.	"	"	"	17,93	24,15	12,06	1,25	2,98	0,13	0,16	1,49	39,18	79,45
23.	"	"	"	20,90	26,70	0,58	0,58	0,68	0,03	0,15	0,56	47,62	87,84
24.	"	Salenieki	"	21,33	29,08	0,88	0,43	0,15	nav konst.	0,15	0,20	46,52	95,67
25.	"	Selga	"	20,35	26,84	4,90	0,79	1,23	0,04	0,16	0,31	44,47	88,30

<sup>x)</sup> CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> aprēķināšanai izmantots koeficients 3,29



39.att. Kranciema dolomīta atradnes centrālās daļas ģeoloģiskās izpētes 29. un 23. urbuma serdēs noteiktais ķīmiskais sastāvs (pēc Меконе,1970). 1 -  $\text{CaCO}_3$ , 2 -  $\text{MgCO}_3$ , 3 - sāļsskābē nešķīstošā atlikuma daudzums.



40.att. Kranciema dolomīta atradnes ZA daļas ģeoloģiskās izpētes 3.un 8. urbuma serdēs noteiktais ķīmiskais sastāvs (pēc Меконе,1970). Apzīmējumi tādi pat kā 39.attēlā.

kopējais saturs ir ap 2-3%, otrajā un trešajā - ap 8%, bet ceturtajā to daudzums variē no 2 līdz 18%.

Kā raksturīgs piemērs ir Kranciema atradnes slāņkopas dolomītu ķīmiskais sastāvs, kas atsevišķu urbumu griezumos atainots 39. un 40. attēlos. Tā kā šajā atradnē ģeoloģiskās izpētes darbos tika vērtēta galvenokārt dolomītu noderība dedzināto kaļķu ražošanai, tad visu urbumu serdes tika paraugotas un veiktas ķīmiskās analīzes. Vēlreiz pārskatot un izvērtējot iegūtos detālās ģeoloģiskās izpētes rezultātus, var konstatēt, ka dolomītu vidējais ķīmiskais sastāvs atradnē tiek raksturots pēc divu veidu ķīmiskajām analīzēm: 1) nosakot CaO, MgO un sālsskābē nešķīstošo ieža daļu, 2) nosakot vairāk komponentu - CaO, MgO, SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O un karsēšanas zudumu vidējo saturu un variāciju intervālus pa pasvītām.

Lai iespējami detāli raksturotu atradnes ģeoķīmisko griezumus, analīžu rezultāti tiek apkopoti ne tikai pa visu dolomītu slāņkopu, bet arī pa litostratigrāfiskām vertikālā griezuma daļām. Daugavas svītas kopgriezums tiek sadalīts 4 ridās, kuru ģeoķīmiskās īpatnības ir atšķirīgas.

Pirmo - apakšējo ridu veido Daugavas svītas apakšējās pasvītas merģeļi un mālainie dolomīti (2.slānis, 26.att.), kurus parasti neiegūst un neizmanto. Rida precīzi tiek nodalīta pēc urbumu seržu vienlaidu paraugu ķīmisko analīžu rezultātiem un ja sālsskābē nešķīstošo daļiņu kopējais daudzums pārsniedz 8%. Parasti šī intervāla iežos ir ap 10-13% piemaisījumu, kuru izplatībā nav atrastas noteiktas likumsakarības.

Otrā rida - apakšējā derīgās slāņkopas daļa, kas ietver Daugavas svītas apakšējās pasvītas dolomītus (3, 4.sl., 26.att.) satur ap 87-94% karbonātisko (CaCO<sub>3</sub>+MgCO<sub>3</sub>) komponentu un 5,5-9,5% nešķīstošo atlikumu. Pēdējā daudzums pakāpeniski samazinās vertikālajā virzienā uz augšu, līdz ar to karbonātiskums nedaudz palielinās. Tāda veida tendence šajā griezuma daļā ir novērojama visā atradnē.

Tā kā šīs vienā pakāpē iegūstamās ridas vidējais ķīmiskais sastāvs neatbilst dedzināto kaļķu izejvielas kvalitātes rādītājiem, tad šos dolomītus parasti izmanto tā saucamo lauksaimniecības kaļķu ieguvei.

Trešā atšķirīgā rida - Daugavas svītas vidējā pasvīta - sastāv no mālaina dolomīta un dolomerīta (5.sl.,26.att.), kas krājumu aprēķinos netiek uzskatīts, jo veido tukšo iežu slāni jeb starpsegkārtu. CaO un MgO daudzums tajā ir ap 24-26% un 16-17% attiecīgi, bet sālsskābē nešķīstošais atlikums 12,86-17,12% pēc vienlaidu paraugu ķīmiskajām analīzēm.

Dolomīta ķīmiskais sastāvs lielākajās atradnēs (pēc atradņu izpētes datiem)

Nr. pk	Atradne	Ģeol. vecums	Ķīmiskais sastāvs, %				
			MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1.	Birži	D <sub>3</sub> dg	18,67-20,56 19,81-21,32 <sup>x)</sup>	0,51-1,2 0,24-0,86 <sup>x)</sup>	28,34-29,62 28,21-30,25 <sup>x)</sup>	2,2-7,64 0,85-3,68 <sup>x)</sup>	0,4-0,92 0,24-0,88 <sup>x)</sup>
2.	Ļiviekste	D <sub>3</sub> dg	18,79-20,87 20,05	0,33-0,75 0,47	38,53-30,35 29,38	1,75-4,68 3,02	0,26-1,39 0,73
3.	Rīteri	D <sub>3</sub> dg	19,44-20,51	0,3-0,48	29,22-30,17	1,78-3,77	0,36-0,61
4.	Pērtņieki	D <sub>3</sub> dg	17,63-20,97 20,31	0,18-0,76 0,37	26,04-30,86 29,15	0,94-10,52 2,42	nav not.
5.	Saikava	D <sub>3</sub> dg	18,05-21,47	0,20-0,85	29,01-31,92	0-5,70	0-2,10
6.	Degļeva	D <sub>3</sub> dg	19,19-20,43 19,82	0,20-0,26	30,93-31,36	1,68-2,41	0,41-0,51
7.	Kranciems	D <sub>3</sub> dg	18,68-20,96 19,71	0,5-0,69	28,04-29,22 28,67	3,2-6,08	0,45-0,8
8.	Tūrkalne	D <sub>3</sub> dg	18,68-20,96 19,71	0,42-0,72 0,53	27,4-31,9 29,2	3,2-7,32 4,46	0,49-1,18 0,74
9.	Remīne	D <sub>3</sub> dg	16,73-20,16 19,1	0,41-1,14 0,55	24,66-29,34 27,44	3,18-17,3 8,31	0,36-1,12 0,6
10.	Kalnciems2	D <sub>3</sub> dg	16,53-19,33 18,39	0,63-0,97 0,77	28,04-3,6 29,14	3,6-6,04 5,53	0,52-1,39 1,02
11.	Dārziems	D <sub>3</sub> pl	17,9-20,4 19,5	0,42-0,99	27,4-31,9 29,2	1,12-7,54	0,20-0,19
12.	Ape	D <sub>3</sub> pl	19,78-20,85 20,32	0,39-0,92 0,65	27,61-29,82 28,71	1,57-6,92 3,75	nav not.
13.	Ape2	D <sub>3</sub> pl	19,65 19,96	0,88-0,90 0,89	27,46-27,78 27,62	4,94-5,32 5,13	1,12-1,37 1,24
14.	Iecava	D <sub>3</sub> bs	20,6	0,97	23,93	3,03	0,72

<sup>x)</sup> pēc stiklrūpniecībā noderīgā dolomīta izpētes darbu datiem Biržu atradnē 1986.gadā.

Augšējā rida - derīgās slāņkopas perspektīvākā un kvalitatīvākā daļa ir Daugavas svītas augšējās pasvītas dolomīti (6.-10. sl.,26.att.), kuru maksimālais biezums ir 6,2 m. To ķīmiskais sastāvs veidojas no 89,92-94,32% karbonātiskās daļas ( $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ ) un 4,52-8,72% nešķīstošā atlikuma. Kā jau bija minēts iepriekš, pašā atradnes rietumu malā šis slānis ir noerodēts, bet tā biezums palielinās DA un A virzienā.

39. un 40.attēlā grafiski atainotas atsevišķu urbumu seržu ķīmiskā sastāva izmaiņas griezumā. Dolomītu karbonātiskās daļas daudzums mainās maz atradnes teritorijā. Kopumā atradnē tas ir izturēts un diezgan vienmērīgs. Ieža piemaisījumu daļā konstatēti galvenokārt  $\text{SiO}_2$  un  $\text{Al}_2\text{O}_3$  un  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  nelielos līdzīgos daudzumos, augšējā slāņkopas daļā, un ap 5-9% apakšējā,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ap 0,6% un 0,6-0,9%, bet  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ap 0,4-0,6% un 0,4-0,7% attiecīgi (sk.26.att.).

Apkopojot vienlaidu paraugu ķīmisko analīžu rezultātus, var secināt, ka teritoriāli tieši DA un A virzienos atradnes teritorijā slāņkopā samazinās piemaisījumu daudzums dolomītos. Daļēji tas izskaidrojams ar to, ka šī griezuma biezums palielinās uz augšējo tīrāko dolomītu slāņu rēķina. Līdzīgi kā apakšējā derīgās slāņkopas daļā, māla daļu un citu piemaisījumu daudzums visumā samazinās virzienā no griezuma apakšas uz augšu, atainojot augšdevona seklās jūras paleobaseina izmaiņas laikā, bet tas rada nepieciešamību veikt pēc iespējas selektīvu dolomīta iegūvi.

Par atsevišķām sekundāro un karsta procesu izmaiņām dolomītos, kas tika konstatētas tikai atradnes ekspluatācijas laikā, minēts iepriekš. Tā kā šādi procesi un arī attiecīgie veidojumi ir diezgan lokāli, kopējo ieža (izejamtertiāla) kvalitāti tas ietekmē maz.

Dolomītu ķīmiskā sastāva salīdzinājums Kranciema un citās lielākajās atradnēs, kuras gan pētītas galvenokārt, lai novērtētu dolomīta noderību šķembu ražošanā, dots 4.tab.

Tā kā ķīmiskais sastāvs dažādu atradņu dolomītiem atšķiras nedaudz, bet daži rādītāji (piemēram,  $\text{SiO}_2$  daudzums) ir pat zemāki Latvijas austrumu daļā, tad Aiviekstes, Saikavas un Biržu atradņu rajonu var uzskatīt par ķīmiski tīrāko dolomītu izplatības areālu. Vairākkārtējie ģeoloģiskās izpētes un zinātniskās pētniecības darbi apstiprina tieši šādus rezultātus.

Novērtējot dažādo tipu dolomītu piemaisījumu ķīmiskā sastāva variācijas Centrālās un Austrumlatvijas reģionos var konstatēt sekojošo:

- pirmie trīs litoloģiski rūpniecisko tipu dolomīti atbilst tīram vai kalcītiskam dolomītam ar nelielu nešķīstošā atlikuma daudzumu;

- nešķīstošajā atlikumā parasti vismazāk ir  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{SiO}_2$  variē plašāk, bet kopumā to saturs ir atkarīgs no baseina faciālajiem apstākļiem, jo rāda mālaino un terigēno karbonātiežu daļu;

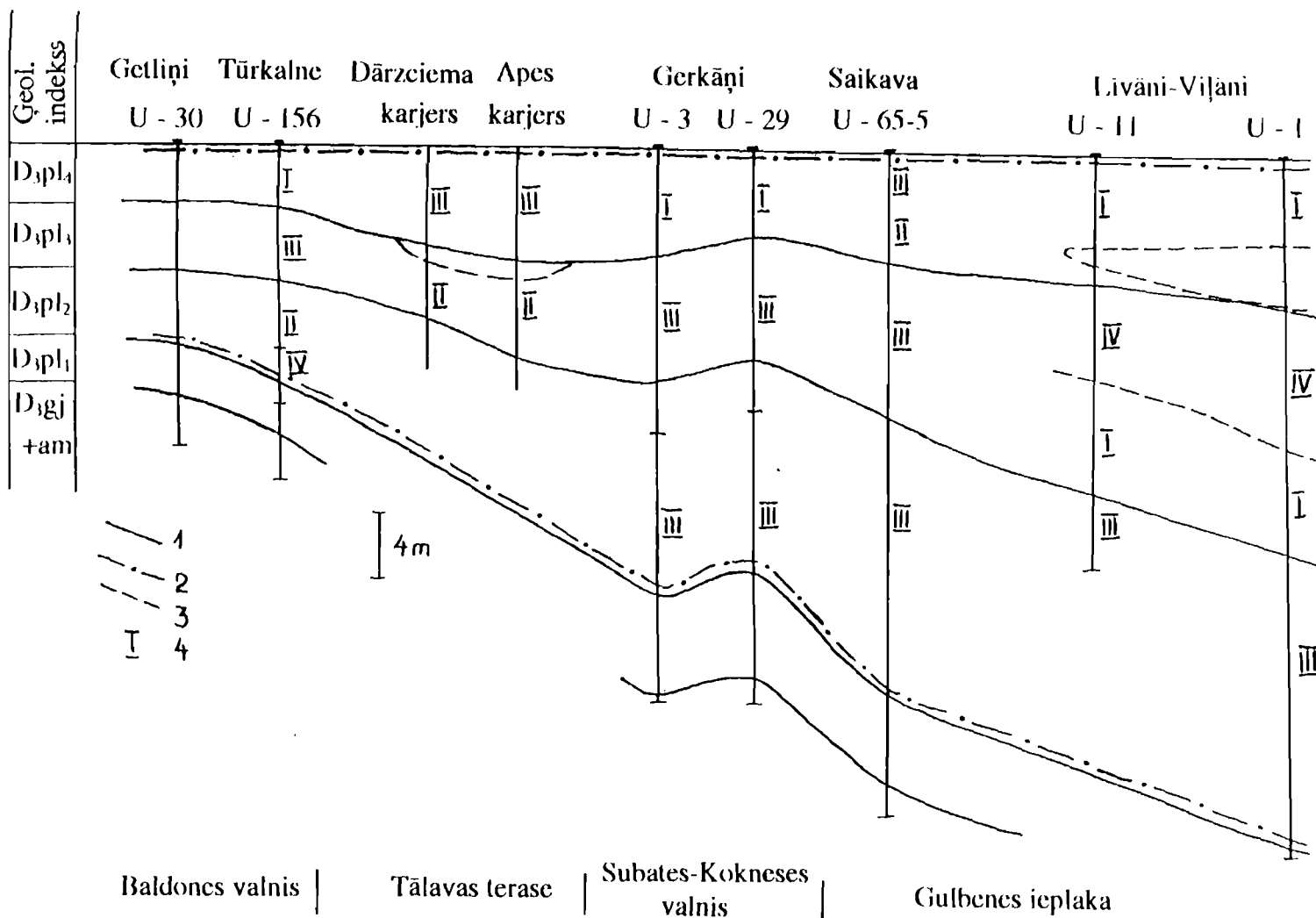
- arī kopīgais  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  daudzums mainās no 1,5 līdz 0,7%, bet atšķirībā no iepriekšminētajiem komponentiem, tā daudzums atkarīgs ne tikai no nogulsnešanās baseina faciālajām īpatnībām, bet vēl vairāk no kataģenētiskajām izmaiņām dolomītu slāņkopās, kad dzelzs savienojumi var aktīvi migrēt ar pazemes ūdeņiem;

- daudz krasāk no pārējiem atšķiras ceturtā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomīti, kuros  $\text{Al}_2\text{O}_3$  un  $\text{SiO}_2$  saturs ir palielināts, bet  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  daudzums ir tādā pat intervālā, salīdzinot ar iepriekšējo tipu dolomītiem.

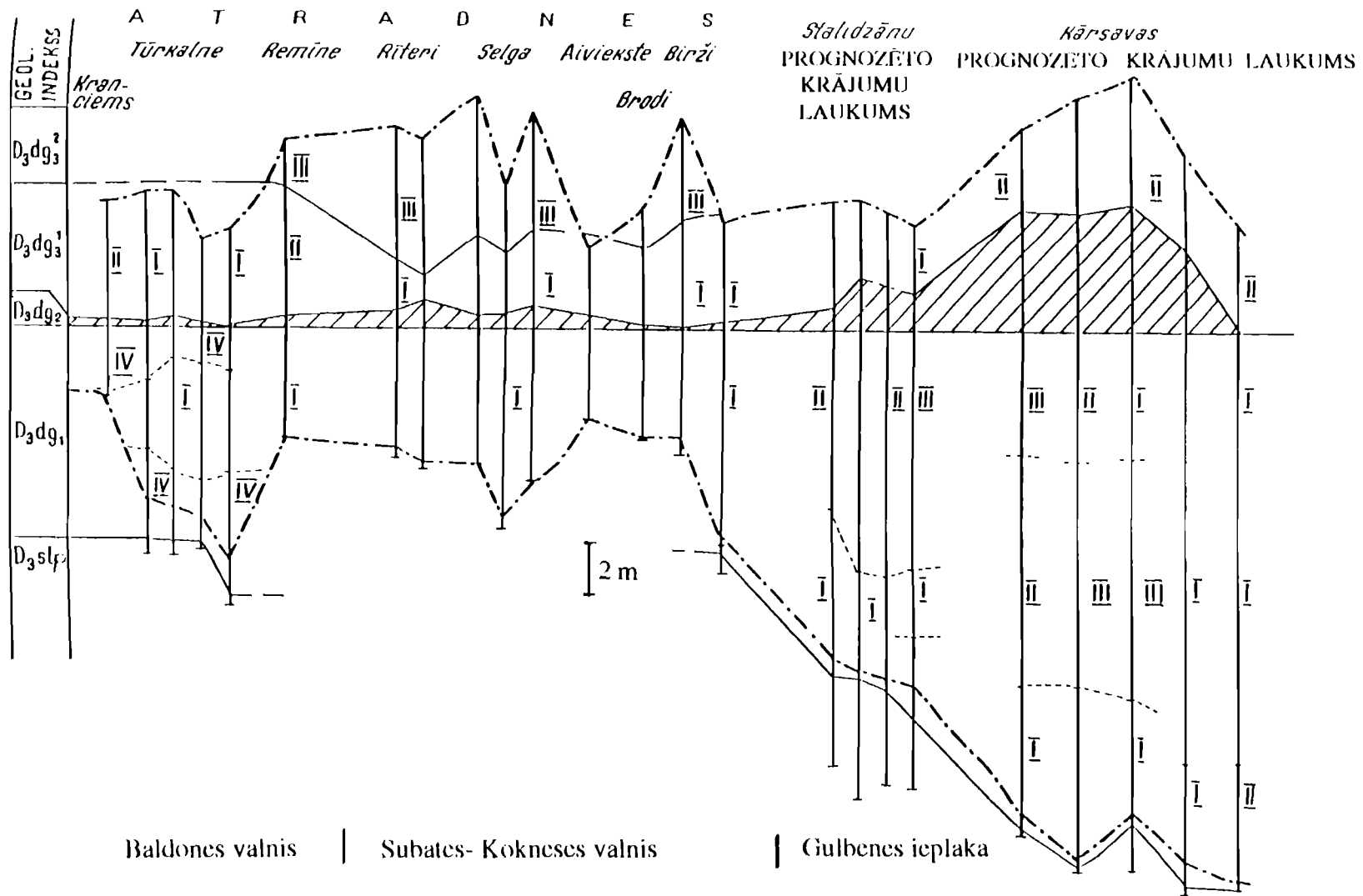
### 3.4. Dažādo litoloģiski rūpniecisko tipu dolomītu izplatība

Pētījumu sākumstadijā dolomītu litoloģiski rūpnieciskie tipi tika izdalīti un izsekoti tādās lielās izstrādājamās atradnēs kā Biržu, Selgas, Rīteru un citās, kuru karjeros bija atsegta Daugavas svītas lielākā daļa, līdzīgi kā Dārziema un Apes atradnēs - Pļaviņu svīta. Atkārtoti, sistemātiski karjeru sienu detālizēti pētījumi daudzu gadu garumā deva pamatotus secinājumus par visu litoloģiski rūpniecisko tipu izplatību šo svītu griezumos. Vēlāk tika iegūta daudz plašāka informācija par dolomītu tipu izplatību Latvijas lielākajā un ieguvei perspektīvākajā daļā, kur jau iepriekš nokonturētajos prognozēto krājumu laukumos dažādas organizācijas veica ģeoloģiskos meklēšanas un izpētes darbus. Dažādo litoloģiski rūpniecisko tipu dolomītus var izsekot plašā reģionā, noskaidrot to izplatības likumsakarības un dot konkrētas robežas griezumos (41., 42.att.). Konkrētos reģionos var redzēt, ka visu šo četru tipu dolomīti veido derīgo slāņkopu, kuras robežas nesakrīt ar svītu vai pasvītu stratigrāfiskajām robežām, bet dažreiz arī tās šķērso. Kopumā pētījumu detalitāte ļauj izdalīt atsevišķas katra litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītu ridas, kuras var izsekot plašos reģionos un kuras var tikt iegūtas selektīvi.

Sastopamības biežums un ridu biežums katram no dolomītu tipiem var būt atšķirīgs un atkarīgs no daudziem faktoriem. Tāpat kā litoloģiski morfoloģisko dolomīta paveida izplatība, arī litoloģiski rūpniecisko tipu pietiekami biezu (ne mazāk kā 2-3m) dolomīta ridu



41.att. Dolomītu litoloģiski rūpniecisko tipu izplatība Pļaviņu svītas derīgajā slāņkopā Latvijas centrālajā un austrumu daļā. Apzīmējumi: 1 - ģeoloģiskās robežas, 2 - dolomītu derīgās slāņkopas robežas, 3 - dolomītu litoloģiski rūpniecisko tipu izplatības robežas, 4 - dolomītu litoloģiski rūpnieciskie tipi.



42.att. Dolomītu litoloģiski rūpniecisko tipu izplatība Daugavas svītas derīgajā slāņkopā Latvijas centrālajā un austrumu daļā. Apzīmējumi tādi pat kā 41.attēlā.

izplatība ir atkarīga no baseina faciālās zonalitātes, to paleoģeogrāfiskās piesaistes un arī daudziem pēcsedimentācijas izmaiņu procesiem.

Plāviņu svītas nogulumos noteikta litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītu ridas ir diezgan izteikti piesaistītas attiecīgiem stratigrāfiskiem līmeņiem, jo pasvītu stratigrāfiskās robežas parasti ir arī šo dažādo dolomīta ridu robežas. Griezumos novērojama slāņmija, kas sastāv no dažādu dolomītu paveidiem un pārejas tipiem, tādiem kā zemjainie pārkristalizētie, kas pēc īpašībām atgādina mirgojošos vai ir tuvi marmorveida dolomītiem. Bieži sastopami arī vēl nevienmērīgākie (fizikāli mehānisko īpašību ziņā) smilšakmensveida dolomīti. Tas viss kopumā nosaka tikai vidējas mehāniskās izturības un citu rādītāju vērtības. Tādējādi Plāviņu svītas slāņkopā pārsvarā sastopamas biezas trešā litoloģiski rūpnieciskā tipa ridas, kurās apvienoti dažādi dolomīti (sk. 41.att.).

Pētīto būvdolomītu atradņu derīgajā slāņkopā nekur nav bijusi iekļauta Plāviņu svītas pirmā (apakšējā) mālaini karbonātiskā pasvīta, kā jau tas atzīmēts iepriekš. Abu vidējās pasvītas Subates-Kokneses paleovaļņa un Gulbenes paleoieplakas austrumdaļā (Stalidzēnu un Gerkāņu prognozēto krājumu laukumi) sastāv no dažādiem dolomītiem, kurus pēc to vidējiem fizikāli mehānisko īpašību parametriem visracionālāk ir iekļaut trešajā litoloģiski rūpnieciskajā tipā. Tādējādi šajā Latvijas daļā Plāviņu svītā ir izsekojama bieza (ap 20m) vidējas kvalitātes dolomītu rida.

Līdzīgi dolomīti ir sastapti urbumu griezumos arī tālāk uz austrumiem, Līvānu-Viļānu prognozēto krājumu laukumā. Tā kā šajā Gulbenes paleoieplakas daļā gan Daugavas, gan Plāviņu svītu slāņkopas ir ievērojami biežākas, tad vidējo Plāviņu svītas pasvītu apakšējā robeža jau ir 40-60m dziļumā, kur atklātas ieguves darbi praktiski nav izdevīgi, un dolomītu izmantošana nav racionāla.

Visur Centrālajā un Austrumu Latvijā augstas mehāniskās izturības dolomīti veido Plāviņu svītas augšējo pasvītu (biezums ap 5-7m). Izņēmums ir Ziemeļaustrumlatvija, kur Tālavas paleoterases (Apes un Dārziema atradnes) un mazliet uz dienvidiem Gulbenes paleoieplakas daļā (Stalidzēnu prognozēto krājumu laukums) slāņkopas virsējie slāņi sastāv no pārkristalizētiem vidēj- un lielgraudainiem dolomītiem, kuri atbilst trešajam litoloģiski rūpnieciskajam dolomītu tipam.

Gandrīz šajā pašā rajonā, Dārziema, Apes, Dzeņu atradņu tuvumā Plāviņu svītas trešo pasvītu veido pelēcīgie vai dzeltenīgie nekavernozie marmorveida otrā litoloģiski

rūpnieciskā tipa dolomīti (biezums 2-6m), kurus būtu ļoti ieteicams izmantot tieši ēku apdarei. Līdzīgi slāņi nav sastapti citās Pļaviņu svītas iegulās.

Dolomītu slāņkopās viskrasāk nodalās un ir labi izsekojamas augstas mehāniskās izturības kavernozo pirmā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītu ridas.

Galvenokārt tās sastopam Daugavas svītas derīgajā slāņkopā Centrālajā Latvijā un īpaši Baldones un Subates-Kokneses paleovalņu teritorijā (sk.42.att.). Šeit izpētītajās Tūrkalnes, Rīteru, Selgas, Aiviekstes, Biržu atradnēs un arī tām piegulošajos prognozēto krājumu laukumos šādi dolomīti veido lielāko Daugavas svītas apakšējās pasvītas daļu ( $D_3dg_1^2$ ) un Daugavas svītas augšējās pasvītas apakšējo daļu ( $D_3dg_3^1$ ), starp kuriem parasti iegul neliela biezuma (0-2m) mālaini karbonātiskie Daugavas svītas vidējās pasvītas ( $D_3dg_2$ ) nogulumi.

No Rīteru atradnes Aizkraukles rajonā uz austrumiem līdz pat Biržu atradnei Jēkabpils rajonā dolomītu slāņkopā praktiski saglabājas vienas un tās pašas griezuma uzbūves īpatnības, kur pirmā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomīti veido 6-12m biezas ridas augšējā un apakšējā Daugavas svītas pasvītā. Šajā pašā reģionā, vietās, kur saglabājusies arī Daugavas svītas augšējās pasvītas augšējā rida ( $D_3dg_3^2$ ), tā parasti sastāv no vidējas mehāniskās izturības trešā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītiem.

Nedaudz atšķirīgs ir Ogres rajona Tūrkalnes atradnes griezums (Baldones paleovalnis), kur Daugavas svītas augšējās pasvītas apakšējā daļa, kas saglabājusies pēc kvartāra perioda denudācijas, pilnībā sastāv no mehāniski īpaši izturīgajiem dolomītiem.

Daugavas svītas apakšējā pasvītā līdzīgi dolomīti veido tikai ridu tās vidusdaļā. Divas pārējās derīgās slāņkopas ridas, virs un zem mehāniski īpaši izturīgajiem dolomītiem, sastāv no zemas izturības iežiem, parasti zemjainajiem vai mazliet pārkristalizētiem dolomītiem. Tas apliecina kopējo faciālo izmaiņu tendenci Daugavas svītā. Centrālās Latvijas rietumos divas trešdaļas Daugavas svītas apakšējās pasvītas veido zemjainie zemas mehāniskās izturības dolomīti, kuri vēl tālāk uz rietumiem pāriet mālainos dolomītos.

Bez jau izskatītā reģiona arī Gulbenes paleoieplakā Latvijas austrumdaļā var sastapt pirmā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītus, kā, piemēram, Madonas rajona Saikavas atradnē un Stalidzēnu prognozēto krājumu laukumā. Šeit dolomītu litoloģiski rūpniecisko tipu attiecība griezumā un to izplatība tika noteikta, pētot to urbumu serdes, kas tika izurbti ģeoloģisko meklējumu un izpētes darbos. Līdzīgi kā Centrālā Latvijā, arī šeit Daugavas svītas augšējā pasvītā galvenokārt izplatīti pirmā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomīti.

Daudz lielākas atšķirības ir Daugavas svītas apakšējā pasvītā, kuras biezums ir 2 līdz 3 reizes lielāks nekā Subates-Kokneses paleovaļņa teritorijā (netālajās Rīteru vai Biržu atradnēs). Augstvērtīgo dolomītu ridu var izsekot tikai derīgās slāņkopas apakšējā daļā (biezums ap 2-5m). Arī šajā reģionā, līdzīgi, kā daudzās citās atradnēs, Daugavas svītas apakšējās pasvītas apakšējā rida ( $D_3dg_1^1$ ) daļa tieši virs kontakta ar zemāk iegulošajiem Salaspils svītas māliem daļēji vai pilnīgi tiek izdalīta no izmantojamās slāņkopas. Arī šeit redzam, ka derīgās slāņkopas apakšējais kontakts nesakrīt ar stratigrāfisko robežu.

Pārējā šīs pasvītas daļa (virs pirmā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītu ridas) veidojas no mehāniski izturīgo un vidēji izturīgo dolomītu paveidu slāņmijas, kura pēc litoloģiski morfoloģiskajiem paveidiem, pēc fizikāli mehāniskajām īpašībām kopumā var tikt vērtēta kā otrā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītu izplatības rida.

Augšējais tās kontakts griezumā labi samanāms, jo Daugavas svītas vidējās pasvītas mālainība ir daudz lielāka. Šāda dažādu tipu dolomītu izplatība vērojama plaši, ko pilnībā apstiprināja ģeoloģiskās izpētes darbi, kas tika veikti visā Stalidzēnu prognozēto krājumu laukumā.

Pašā Latvijas austrumdaļā Daugavas svītas biezums palielinās līdz 35m un vairāk, galvenokārt palielinoties apakšējās pasvītas biezumam. Kārsavas reģionā bija nokonturēts prognozēto krājumu laukums (perspektīvajā Viļakas paleovaļņa daļā). Pēc urbumu seržu pētījumiem šajā laukumā tika konstatēti mazliet atšķirīgi griezumi un dažāda dolomītu litoloģiski rūpniecisko tipu izplatība, galvenokārt virzienā no rietumiem uz austrumiem.

Līdzīgi kā Gulbenes paleoieplakas rietumdaļā (sk. 42.att.), arī šeit mehāniski visizturīgāko pirmā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītu rida iegul pašā derīgās slāņkopas lejasdaļā uz mālaini karbonātiskajiem Daugavas svītas apakšējās pasvītas nogulumiem un ir izsekojama visā teritorijā.

Šajā pašā pasvītā austrumu virzienā visizturīgāko dolomītu kļūst vairāk (sk. 42.att.) un tie sāk dominēt griezumā. Kārsavas prognozēto krājumu laukuma centrālajā daļā griezumā parādās otrā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomīti, bet tālāk uz rietumiem, mainoties to morfoloģiskajam paveidam, kvarcītveida un marmorveida dolomītus nomaina smilšakmensveida rupjāk graudainie ar zemākiem mehāniskās izturības rādītājiem, kuri pieskaitīti trešā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītiem. Šādas virzības izmaiņas, kā redzams, saistītas ar submeridionālām zonām sedimentācijas baseinā, kā arī ar intensīviem

diagēnētiskajiem procesiem, galvenokārt, pārkristalizāciju, kas varēja norisināties labvēlīgos apstākļos Gulbenes paleoieplakas centrālajā daļā.

No citu Latvijas novadu derīgās slāņkopas atšķiras šeit sastopamo Daugavas svītas augšējās pasvītas dolomītu īpašības. Tie ir marmorveida un smilšakmensveida dolomīti, kuri pēc to īpašībām var tikt iekļauti otrajā litoloģiski rūpnieciskajā iežu tipā, kas šajā stratigrāfiskajā līmenī netiek atzīmēts citos Latvijas rajonos.

### 3.5. Galvenie dažādo tipu dolomītu ieguves un izmantošanas aspekti

Tā kā Latvijā pēc neatkarības atgūšanas būvniecības darbu raksturs strauji mainījies, jo lielo rūpniecisko uzņēmumu un citu objektu celtniecību nomainījusi galvenokārt individuāla apbūve, tad mainās arī būvniecībā pielietojamo dolomīta materiālu veidi un izrakteņa ieguves apjomi samazinājušies.

Tā kā dolomītu litoloģiski rūpnieciskie tipi tika izdalīti ne tikai pēc to īpašībām, bet arī pēc to ieguves iespējām un izmantošanas veidiem, tad nepieciešams sīkāk izanalizēt gan izrakteņa pārstrādes pieredzi, gan ražoto būvmateriālu kvalitātes rādītāju atkarību no dolomīta tipa.

Ilgu laiku derīgā izrakteņa fizikāli mehāniskās īpašības uzskatīja par svarīgu minerālizejvielas kvalitātes rādītāju, jo lielākā iegūto dolomītu daļa tika pārstrādāta šķembās. Šajā industrijas nozarē daudziem uzņēmumiem bija arī tehnoloģiskas grūtības, jo ģeoloģiskās uzbūves īpatnības un derīgā izrakteņa tipu daudzveidība griezumā ne vienmēr pietiekami tika ņemta vērā. Drupināšanas un šķirošanas iekārtas Latvijā netika izgatavotas. Šeit jāpiemin, ka vairākos šķembu ražošanas uzņēmumos dikstāves radās drupināšanas un šķirošanas tehnoloģisko līniju nepilnību un pārstrādājamās derīgā izrakteņa masas neatbilstības dēļ. RA "Dolomīts" bieži notika transportiera lentas un atsevišķu mezglu aizķepšana ar putekļaino un mālaino materiālu. Tāpēc ražošanas apjoms sastādīja tikai 89-93% no projektētās jaudas.

RA "Dolomīts" ražoja augstākās kvalitātes šķembas valsti. Svarīgākā mehāniskā īpašība, kā spiedes pretestība, ko RA "Dolomīts" Jēkabpils rūpniecības laboratorija šķembām noteica reizi trijos mēnešos sausā stāvoklī, atbilst markai 800. No 1989. gada, kad sāka izstrādāt Biržu dolomīta iegulas centrālo, perspektīvāko, mazāk dēdējušo daļu, kur praktiski visa slāņkopa sastāv no pirmā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītiem, atsevišķos mēnešos

šķembu spiedes pretestība sasniedza marku 1000 vai 1200, kas atbilda augstākās kvalitātes šķembām.

Otrs svarīgākais šķembu kvalitātes rādītājs - salturība - Biržu atradnes dolomītam un tā šķembām pēc pēdējo gadu laboratorijas datiem sasniedz marku 100, bet atsevišķos gadījumos, piemēram, 1986. gada pirmajā pusgadā arī 200. Tādējādi Biržu atradnes dolomīti ir paši salturīgākie Latvijā un nodrošina tādas pat augstas salturības betona ražošanu. Dolomīta salturību, tāpat kā mehānisko izturību, ietekmē vairāki faktori, starp kuriem liela nozīme ir ķīmiskajam sastāvam, īpaši nešķīstošā atlikuma daudzumam - jo izeis ir ķīmiski tīrāks, jo lielāka tā izturība un salturība. Tam, iespējams, ir vairāki iemesli: aspekts par mālaino piejaukumu, kā dolomītu pārkristalizācijas un līdz ar to blīvāku un mazporaināku tipu veidošanās procesu kavētāju, tiks analizēts nākošajā nodaļā. Plaisāšana un mazāka salturība, novērojama arī karbonātiežu paveidiem ar nevienmērīgu mālvienas sadalījumu tajos, galvenokārt sikslāņainos sedimentogēnajos dolomītos, mālainos dolomītos un domerītos.

Šķembās tiek limitēts dažādu piemaisījumu - māla pikū, mālu un putekļu daļiņu, kā arī vājo un dēdējušo iežu graudu - saturs. Māla gabaliņi Latvijas dolomīta šķembās praktiski netiek konstatēti. To saturu agrāk gan noteica, piemēram, Pļaviņu ceha produkcijā, bet šo piemaisījumu saturs vienmēr bija mazāks par 0,15%, kas arī atbilst augstākās kvalitātes šķembām.

Mālaino un putekļaino daļiņu saturs šķembās lielā mērā ir atkarīgs no iežu pārstrādes tehnoloģijas. Jēkabpils rūpnīcā un Pļaviņu cehā notika šķembu mazgāšana. Pēc Jēkabpils rūpnīcas laboratorijas datiem par putekļaino un mālaino daļiņu saturu šķembās jāsecina, ka tas ik dienas mainījās abās frakcijās (no 3-20 un 20-40mm) vienlaicīgi, ļoti bieži nedaudz pārsniedzot pieļautās robežas (2%). Liela atšķirība šajā rādītājā starp šķembu frakcijām ir Pļaviņu cehā, kur Aiviekstes atradnes dolomīts dod lielu mālaino un putekļaino daļiņu saturu. Vērojamas arī lielas šī rādītāja svārstības sakarā ar šķembu mazgāšanas sezonālo raksturu.

No pārstrādes tehnoloģijas lielā mērā ir atkarīgs arī plakano un adatveida graudu saturs šķembās. Pļaviņu cehā ražotajās šķembās parasti ir ļoti daudz - 20-33% šādas formas graudu. Jēkabpils rūpnīca turpretim ilgu laika periodu ražoja šķembas, kas atbilst uzlabotas kvalitātes produkcijai ar pastāvīgiem rādītājiem.

Nozīmīgs šķembu kvalitātes rādītājs ir tajās palikušie mehāniski neizturīgie graudi, kas parasti ir dēdējušu un porainu dolomītu atlūzas, kā arī mālaini dolomīti vai domerīti no Daugavas svītas vidējās pasvītas. Tā sastopama derīgās slāņkopas griezumā Aiviekstes

atradnē, bet Biržu atradnē iztrūkst. Mehāniski neizturīgo iežu graudu ir vairāk smalkajā 3-20 mm šķembu frakcijā, ko bija konstatējušas rūpnīcu laboratorijas ilgā laika periodā. Šķembu frakcija 20-40mm atbilst augstākās kvalitātes kategorijai, jo šādu graudu saturs ir apmēram trīs reizes mazāks nekā pieļaujamā 5% robeža, bet 3-20mm frakcijā tas konstatēts tikai atsevišķās dienās. Liels kavernozo un poraino dolomītu daudzums nonāk atsijās - atkritumiežos jau drupināšanas procesā. Liela daļa atsiju tika izmantota dolomītmiltu ražošanai, bet aptuveni 5% no atsijām - **frakcionētas smalknes** - mākslīgās smilts ražošanai. Frakcija 0-3mm uzkrājas pie rūpnīcas, jo vietējām vajadzībām (ceļu seguma uzlabošanai, lauksaimniecībā u. c.) to lietoja nelielos daudzumos. Daudzās vietās Latvijā atkritumu iežu izmantošanas jautājums vēl arvien nav atrisināts. Kādreiz tika veidoti projekti par sākotnējo iežu šķirošanas veikšanu tieši karjerā, lai ekonomētu kurināmo, enerģiju, transportu un uz rūpnīcu nogādātu jau daļēji apstrādātu izejmateriālu, kas radītu mazāku piesārņojumu apkārtējai videi.

Kā liecināja iegūtie dati, RA "Dolomīts" Jēkabpils rūpnīcas produkcija pēc 5 gadu laikā ražoto šķembu kvalitātes pārbaudēm, atbilda augstākās kvalitātes šķembām, un ar tām var daļēji aizstāt no tālienes ievadamās magmatisko (un metamorfo) iežu šķembas.

**Dolomītmiltus** augsnes uzlabošanai Latvijā vēl nesen ražoja divās rūpnīcās - RA "Dolomīts" un Sauriešu būvmateriālu kombināta filiālē Saulkalnē.

Produkcijas apjoma pieaugums bija plānots arī RA "Lode" Cēsu (Lauciņu) cehā, bet dolomīta ieguve 1990. gadā tika pārtraukta sakarā ar atteikumu zemes atsavināšanā.

RA "Dolomīts" dolomītmiltu pašizmaksa bija zemākā valstī, jo tie tika iegūti no atsijām, kas rodas šķembu ražošanas procesā. Šeit tika ražotas aptuveni 2/3 no kopīgā kaļķakmens un dolomītmiltu daudzuma.

Vēl viens no tagadējās akciju sabiedrības "Saulkalne" produkcijas veidiem ir **malto kaļķi**, kas tiek lietoti tāpat kā dolomītmilti - lauksaimniecībā skābo augšņu kaļķošanai. Jau 1990. gadā bija plānotas divas ceha rekonstrukcijas ar visai ievērojamu jaudu palielināšanu. Jāatzīmē gan, ka šādi kaļķi ir apmēram trīs reizes dārgāki par malto dolomītu (Скрябе, 1977), un to ražošanas apjomu pieaugums nozīmē to attiecīgi dārgāku augsnes kaļķošanas materiālu īpatsvara pieaugumu. Tāpēc vismaz tik ilgi, kamēr nebūs atrisināts jautājums par pilnīgu šķembu ražošanas atsiju izmantošanu, dārgo dedzināto kaļķu ražošana augšņu kaļķošanas vajadzībām uzskatāma par nelietderīgu.

Otrs a/s "Saulkalne" ražotais produkcijas veids ir **būvkaļķi**. Gaidāmo dolomīta patēriņu tuvāko gadu laikā nodrošina pašlaik izmantojamā Kranciema atradne, kuras krājumi strauji tuvojas izsīkumam un palikuši tikai dažiem gadiem. Saulkalnes ražotnes tuvākajā apkārtnē citu būvkaļķu ražošanai pētītu dolomīta atradņu nav. Kranciema atradnes izpētītos krājumus gan ir iespējams papildināt uz samērā lielo - 16,2 milj.t novērtēto krājumu rēķina.

Kranciema atradnes turpmākās ekspluatācijas gaitā īpaša uzmanība jāveltī tajā izplatīto dekoratīvo paveidu racionālai izmantošanai, nepieļaujot to dedzināšanu kaļķos vai sadrupināšanu šķembās..

Nozīmīga **stiklrūpniecības izejviela** ir tīrs dolomīts, kura kopīgais patēriņš 1990. gadā Baltijā un Baltkrievijā sasniedza 113 tūkst.t gadā, t.sk. Latvijā - 30 tūkst.t gadā. Igaunijā gan stiklrūpniecības vajadzībām ieguva apmēram 10 tūkst.t vietējā dolomīta. Pašlaik Latvijas dolomītu praktiski neizmanto stikla ražošanai.

Stiklrūpniecībai noderīga dolomīta iegula Latvijā pie Paplakas atzīmēta jau K.Bamberga 1941.gada darbā ar kopējiem krājumiem 12milj.t un vidējo  $Fe_2O_3$  saturu 0,19%. Vēlākie dolomīta meklēšanas darbi gan neapstiprināja šos secinājumus. Novērtējot perma kaļķakmeņu un dolomītu kvalitātes atbilstību stiklrūpniecības vajadzībām, konstatēts, ka Latvijas rietumdaļā nav pietiekami lielu un kvalitatīvu ieguvei piemērotu dolomīta iegulu (Mēkone, 1965).

Dolomītu Latvijā visplašāk izmanto šķembu ražošanai, tāpēc tā kvalitāti raksturo galvenokārt pēc fizikāli mehāniskajām īpašībām, bet ķīmisko analīžu datu ir samērā maz. Tomēr apkopojot lielāko atradņu ģeoloģiskās izpētes materiālus var iegūt pietiekamu informāciju par dolomīta sastāvu (sk. 4.tab.).

Visās minētajās atradnēs notika dolomīta ieguve (izņemot Apes, Apes-II un Degļevas atradnes) un pārstrāde šķembās (Kranciēmā g.k. būvkaļķos, bet tikai nedaudz šķembās).

Stiklrūpniecības prasības  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  saturam dolomītos nav augstas, bet izmantošanas iespējas limitē tikai  $Fe_2O_3$  saturs. Kā redzams no 4.tabulas, šī komponenta saturs parasti pārsniedz pat standartu pieļauto maksimālo robežu - 0,40%. Arī atsevišķu paraugu ķīmiskās analīzes uzrāda samērā augstu  $Fe_2O_3$  saturu, kas izslēdz iespēju atrast arī atsevišķus tīra dolomīta slāņus iegulu sastāvā.

Specializētajos stikla rūpniecībai noderīgo karbonātiežu meklēšanas darbos Kurzemē (Mēkone, Bērziņš, 1965) arī netika gūti pozitīvi rezultāti, jo arī perma sistēmas nogulumos neizdevās konstatēt pietiekami lielas un kvalitatīvas dolomīta atradnes. Vienīgā vērtīgā

dolomīta iegula atrodas Paplakas tuvumā Vārtajas upes ielejas abos krastos. Tās segkārtas un derīgā slāņa attiecība ir 1:0,5. Labā krasta dolomīta iegulā vidējais  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  saturs ir 0,21%, bet kreisajā krastā - 0,27%, t.i. ievērojami zemāks nekā citās atradnēs, bet Paplakas atradnes apgūšanu var aizkavēt tās izvietojums Vārtajas upes krasta aizargājamajā zonā un par derīgo slāni lielāks segkārtas biezums.

Latvijas austrumos Degļevas atradnes iepriekšējās izpētes un dolomītu meklēšanas darbos noteiktais  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  daudzums ir zemākais (0,20-0,26%) salīdzinājumā ar citām pētītajām atradnēm.

Salīdzinot atsevišķo morfoloģiski ģenētisko tipu dolomītu ķīmisko analīžu rezultātus (25 paraugi), var novērot sekojošas likumsakarības (sk. 3.tab.).

1. Primārajos jeb sedimentācijas dolomītos un to vidū visizplatītākajos - zemjainajos, kritveida un pārkristalizētajos paveidos, kas atbilst ceturtajam litoloģiski rūpnieciskajam tipam  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  saturs svārstās no 0,43 līdz 1,64%. Tikai divos no 7 pētītajiem paraugiem ir zemāks - 0,43 un 0,58%. Stikla ražošanai noderīgi varētu būt tie kritveida dolomīti, kuros ir samērā neliels terīgēnā (mālainā, smilšainā) materiāla daudzums.

2. Sekundāro jeb diaģenētiski metasomatisko dolomītu grupā stiklrūpniecībā piemērotākie ir smilšakmensveida un rupjkristāliskie dolomīta paveidi, kas atbilst trešajam litoloģiski rūpnieciskajam tipam, un kur četros pētītajos paraugos  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  saturs svārstās no 0,52-0,92%. Šādi dolomīti veido atsevišķus slāņus Apes apkārtnē (Apes, Apes-II atradnes, Karjers) Pļaviņu svītas augšējā daļā, kā arī Rīteru un Remīnes atradnēs Daugavas svītas augšējā pasvītā. Tātad abos gadījumos tīrākais dolomīts iegūļ derīgās slāņkopas augšējā daļā un to varētu izstrādāt selektīvi.

3. Kvarcītveida dolomīts, kas atbilst pirmajam litoloģiski rūpnieciskajam tipam veido atsevišķas ridas Daugavas svītas griezumā, ir ķīmiski tīrāks, ar mazāko smilšainā un mālainā materiāla daudzumu, bet  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  saturs ir augsts un pēc 8-u paraugu analīžu datiem svārstās no 0,71 līdz 1,59%. Vertikālajā griezumā, kā arī Latvijas teritorijā  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  saturs šādos dolomītos ir sadalīts visai nevienmērīgi.

Nedaudz atšķirīgs ir Saikavas atradnes dolomīta ķīmiskais sastāvs. Tajos  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  saturs (2 paraugu analīzes) ir samērā zems - 0,38-0,43%, pēc detālās izpētes datiem 0,20-0,85%.

Biržu atradnē, kur derīgā slāņkopa sastāv galvenokārt no šī tipa dolomītiem, reizē ar papildus izpētes datiem (Бахромкина, 1989), tika vērtēta arī iežu kvalitātes atbilstība stiklrūpniecības vajadzībām (5.tab.).

Biržu atradnes dolomītu un no tiem izgatavoto šķembu ķīmiskais sastāvs, %  
(pēc Бахромкина, 1989)

Rādītāji	Pēc urbumu seržu apvienotajiem paraugiem (135 paraugi)			20-40 mm šķembas (4 paraugi)	
	min.	maks.	pārsvarā	min.	maks.
MgO	19,81	21,32	20,0-21,0	20,29	21,49
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,24	0,88	0,48-0,66	0,24	0,35
CaO	28,21	30,25	29,0-30,0	29,47	29,80
SiO <sub>2</sub>	0,85	3,68	1,6-1,8	0,8	1,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,24	0,88	0,44-0,64	0,28	0,41

Biržu atradnē lielu nevienmērību Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sadalījumā var novērot, salīdzinot dažādus atradnes blokus. Arī vienā slānī Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> saturs svaigā un dēdējušā dolomītā var atšķirties līdz 2 reizēm. Vizuāli to var konstatēt karjera sienā, kur dēdējušie un izskalotie dolomīti ir daudz gaišāki. Lielākais daudzums dzelzs savienojumu ir sekundāri (dzelzs hidroksīdu veidā) un sastopami galvenokārt kavernās, pie plaisām, kā arī saistīti ar pazemes ūdeņu ejām iezī vai bijušiem gruntsūdens līmeņiem.

Gatavās produkcijas - 20-40 mm šķembu - ražošanas procesā, dolomītus vairākkārtīgi drupinot, tiek atdalīti mazāk izturīgie paveidi, dolomītmilti, mālainie un citi piemaisījumi. Šķembās sastopams neliels daudzums graudu ar dēdējušām virsmām, kuras iekrāso dzeltenīgi vai brūngani dzelzs hidroksīdi, un tikai atsevišķi - ar dzelzs savienojumu brūnām garoziņām. Šīs frakcijas šķembu iegūšanai tiek drupināti tikai 40-100mm gabali un gatavā produkcija mazgāta. Līdz ar to SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, kā arī Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> saturs samazinās aptuveni 2 reizes.

Latvijas stikla rūpnīcās, kurās izmantoja Biržu atradnes dolomītšķembas, to kvalitāti pastāvīgi pārbaudīja. Arī rūpnīcas "Latvijas stikls" laboratorijas dati liecina, ka Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> saturs mainās no 0,25 līdz 0,36%, bet parasti ir ap 0,30%. Atsevišķas piegādāto šķembu partijas ar augstāku Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> saturu (>0,40%) stikla ražošanai neizmanto.

Lai noskaidrotu Latvijā ražoto dolomītšķembu tālākas bagātināšanas iespējas, tematisko pētījumu gaitā tika veikti Biržu un Aiviekstes atradnēs iegūto šķembu ķīmiskā sastāva pētījumi, papildus veicot to drupināšanu un mazgāšanu. Šim nolūkam tika ņemti paraugi tieši rūpnīcās. Jēkabpilī RA "Dolomīts" no Biržu atradnes dolomīta ražoja divu frakciju šķembas 3-20 mm un 20-40mm. Tādas pašas ražoja arī apvienības Pļaviņu cehā, kur izmanto Aiviekstes labā krasta atradnes dolomītu. Abās vietās tika ņemts pa vienam paraugam no katras frakcijas. Minimālajam 20-40 mm šķembu parauga iesvaram jābūt 160 kg, bet frakcijas 3-20mm - 4kg. Gatavā produkcija bija nokrauta kaudzēs, kur materiāls sabirst tieši no transportieru līnijām. Lai tur varētu iegūt paraugu, šķembas tika grābtas pa perimetru apakšējā (1m no zemes) un vidusdaļā atsevišķās vietās, kas viena no otras atrodas vienādā attālumā. Tālākā dolomītšķembu apstrāde tika veikta izmantojot bijušās Kompleksās ģeoloģiskās izpētes ekspedīcijas drupināšanas iekārtu.

Kā zināms, jau senāk vairāku autoru darbos (Курин, 1963, 1977; Шапар, 1975, 1977) tika konstatēts, ka lielāka izmēra dolomīta gabali parasti ir mehāniski izturīgāki un reizē arī ķīmiski tīrāki. Tādējādi, dolomītus drupinot, rupjākajās šķembās (20-40mm) uzkrājas dolomīta paveidi, kuros piemaisījumu saturs ir zemāks. Šī iemesla dēļ dolomītšķembu apstrādes shēma ir to vairākpakāpju drupināšana ar atsijātās rupjākās frakcijas tālāku apstrādi vēlreiz drupinot un mazgājot.

Pļaviņās un Jēkabpilī ņemto lielo paraugu svars bija 250kg un 236kg. Pēc šo šķembu drupināšanas kā atmeši (<10 mm) tika atdalīti 28% un 20% (atbilstoši paraugi no Aiviekstes un Biržu atradnēm) no sākotnējā paraugu iesvara. Iegūtajām 10-20mm frakcijas mazgātām šķembām tika veikti sastāva pētījumi, nosakot ar 10% HCl nešķīstošo atlikumu kopumā. Tālāk šķembas vēlreiz drupinot, atsijājot rupjākās un tās mazgājot, tika noteiktas kopējās dzelzs oksīda daudzuma izmaiņas. Analīžu rezultāti doti 6.tabulā.

Iegūtās bagātinātās šķembas pēc ķīmiskā sastāva pilnībā atbilst stiklrūpniecībā izmantojamo dolomītu zemākajai markai. No Jēkabpils rūpnīcas 20-40mm šķembām, tās atkārtoti drupinot, nosijājot rupjākās un vēlreiz mazgājot, iegūts materiāls ar  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  saturu 0,29%.

## Dolomītu bagātināšanas (papildus drupināšanas un mazgāšanas) rezultāti

Paraugu ņemšanas vieta	Parauga numurs	Šķembu izmērs, mm	Ķīmiskais sastāvs, %					
			MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Nešķ. atlikums
Jēkabpils	B-1 <sup>x)</sup>	20-40	20,93	0,37	30,00	1,68	0,40	2,12
	B-3	10-20	20,72	0,39	30,00	1,63	0,41	2,12
	B-13	5-10	21,36	0,29	30,00	1,38	0,29	2,08
Pļaviņas	A-1 <sup>x)</sup>	20-40	19,97	0,46	29,25	3,90	0,87	4,88
	A-3	10-20	19,54	0,59	28,50	5,36	1,08	6,42
	A-12	5-10	20,72	0,38	29,40	2,64	0,56	2,92

<sup>x)</sup>Sākotnējais, šķembu rūpniecā ņemtais paraugs

No RA "Dolomīts" 3-20mm šķembām arī tika ņemti reprezentatīvi paraugi (61kg Jēkabpili un 56kg Pļaviņās), noteikta 10% sālsskābē nešķīstošā daļa, kuras saturs lielā mērā ir proporcionāls kopīgajam dzelzs savienojumu daudzumam. To labi var konstatēt Jēkabpilī ņemtajā paraugā. Kad šķembas (3-20mm) tika sadalītas divās frakcijās, to rupjākā frakcija (10-20mm) saturēja attiecīgi mazāk sālsskābē nešķīstošā atlikuma.

Tādējādi konstatēts, ka šķembu papildus apstrāde ļauj uzlabot dolomīta kvalitāti. Salīdzinot Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> saturu Jēkabpilī ražotajās šķembās un to bagātināšanā iegūtajās, redzams, ka pēc papildus drupināšanas un mazgāšanas Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> saturs samazinājies no 0,37 līdz 0,29%, t.i. relatīvi par 22%. Attiecīgi Pļaviņu šķembās - no 0,46 līdz 0,38%, relatīvi par 17%.

Lai pilnībā novērtētu Latvijas dolomītu noderību stiklrūpniecībā, nepieciešami plašāki pētījumi par atsevišķu atradņu dolomītu un no tiem ražoto šķembu ķīmisko sastāvu. Ļoti informatīvi varētu būt arī atradņu ģeoloģiskās izpētes darbos veiktie urbumu seržu paraugu ķīmiskā sastāva pētījumi, atdalot un papildus pētīt arī rupjāko šķembu frakciju, kas sastāv no izturīgākajiem un tīrākajiem dolomīta paveidiem. Šādi darbi būtu nepieciešami ne tikai

Pļaviņu un Daugavas, bet arī Bauskas svītas un perma sistēmas dolomītiem (piem., Paplakas tuvumā). Izpētes gaitā turpmākajos darbos būtu nepieciešams veltīt lielāku uzmanību dažādu tipu dzelzs savienojumu izplatībai Latvijas dolomītos, izstrādājot efektīvākas un racionālākas to atdalīšanas metodes.

Lai gan precīzu datu par gaidāmo **apdares un dekoratīvo dolomītu** patēriņu nav, var prognozēt, ka pārejot uz celtniecību galvenokārt pēc individuālajiem projektiem, pieprasījums pēc šādiem materiāliem palielināsies.

Speciāli pētījumi tika veikti Kranciema un Remīnes dolomīta atradnēs, lai noskaidrotu atsevišķu litoloģiski rūpniecisko tipu dolomītu noderību apdares un cita veida dekoratīvo materiālu ražošanai. Tā kā šo atradņu Daugavas svītas derīgās slāņkopas griezumā ir sastopami ļoti dekoratīvi dzeltenīgo, pelēcīgo un reti sastopamo sārto dolomītu slāņi, tad tie tika pētīti atsevišķi. Kranciema atradnē ir divi visperspektīvākie otrā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomīta slāņi, kas būtu ieteicami apdarei. Bez piemērotām fizikāli mehāniskām īpašībām, kas vēlreiz tika pārbaudītas analizējot noņemtos monolītu paraugus (7. un 8.tab.), dolomītiem piemīt arī citas atbilstošas īpašības. Nokrāsas šiem dolomītiem ir dažādas. Atradnes centrālajā un DA daļā tie ir iesārti, bet, izsekojot šos pašus slāņus karjerā, var novērot, ka vietām tie ir pelēcīgi ar sārtiem plankumiem, bet citur, it sevišķi Z daļā gandrīz vienmērīgi pelēki. Dolomīta nokrāsu rada galvenokārt piemaisījumi, un sārto toni parasti akmens iegūst, ja tajā ir trīsvērtīgās dzelzs, vai, iespējams, arī mangāna savienojumu piemaisījums.

Tādējādi Kranciema atradnē no vieniem un tiem pašiem slāņiem dažādās atradnes vietās iespējams iegūt selektīvi gan pelēcīgu, gan sārtu akmeni. Jāuzsver, ka sārta akmens paveidi iegūstami tikai Latvijā, kā vienīgajā no Baltijas valstīm, tāpat kā arī lēcveidīgās iegulās sastopamais gliemeždolomīts, kuru jau no seniem laikiem izmantoja ēku apdarē un citiem mērķiem kā dabīgo dekoratīvo materiālu. Tā kā vietējos dolomītus ēku būvē sāka izmantot jau 13.gs. (Ikšķilē, Salaspilī, Rīgā u.c.), bet vairāk lietoja no 17.gs., un vēl tagad ir saglabājušies daudzi arhitektūras pieminekļi, kuros var novērot šī akmensmateriāla izmaiņas kalpošanas laikā un īpaši pilsētas (Vecrīgas) agresīvajā vidē. Ar šī procesa izpēti daudz nodarbojušies Rīgas tehniskās universitātes zinātnieki (Vītiņa u. c., 1994), kas konstatējuši līdzīgas sekundārās izmaiņas dažādu tipu dolomītos un izstrādājuši akmens restaurācijas un konservācijas metodes.

Kranciema atradnes apdares dolomīta (otrā litoloģiski rūpnieciskā tipa) fizikālās un mehāniskās īpašības

Slāņa Nr., parauga Nr.	Ūdens uzsūce, %	Tilpums - masa, g/cm	Īpatnējā masa, g/cm	Porainība, %	Spiedes pretestība, kg/cm <sup>2</sup>			Salturība				
					sausam	piesūc. ar ūd.	marķa	masas zudumi pēc		spiedes pretest., kg/cm <sup>2</sup>	marķa	
								50 cikl., %	100 cikl., %			
<b>8.slānis karjera dienvidaustrumu daļā</b>												
KA	V <sup>x</sup> 2,4	2,50	2,88	13,2	603	255	200	0,12	0,16	449	100	
	M <sup>x</sup>				360	140		0,09	0,12			387
	L <sup>x</sup>				1100	340		0,15	0,18			591
3-290	V 3,1	2,59	2,85	9,1		861	800					
	M 2,9	2,52				597						
	L 3,3	2,66				1127						
P-72	V 1,9	2,58	2,87	11,2	1190	950	800	0,08		850		
	M 1,0	2,49			1130	470		0,07	850			
	L 3,1	2,74			1150	1260		0,10	860			
<b>8.slānis karjera ziemeļaustrumu daļā</b>												
P-110	V 2,4	2,58	2,85	9,4			600					
p-111	V 2,5	2,55	2,86	10,8			400					
<b>4.slānis</b>												
KZ	V 1,8	2,55	2,89	11,8	455	308	300	0,04	0,05	653	100	
	M				320	230		0,03	0,04	497		
	L				540	410		0,06	0,06	992		
3-276	V 3,8	2,42	2,88	16,0		340	300					
	M 3,6	2,40				299						
	L 4,0	2,43				381						
3-279	V 2,9	2,51	2,85	11,9		415	400					
	M 2,8	2,50				406						
	L 3,0	2,52				430						
P-122	V 2,6	2,46	2,83	13,1		620						
	M 2,2	2,38				560						
	L 3,2	2,55				670						
P-73	V 2,4	2,51	2,85	11,9	940	820						
	M 1,2	2,36			660	500						
	L 3,7	2,63			1130	1250						

<sup>x</sup>V - vidējais, M - mazākais, L - lielākais

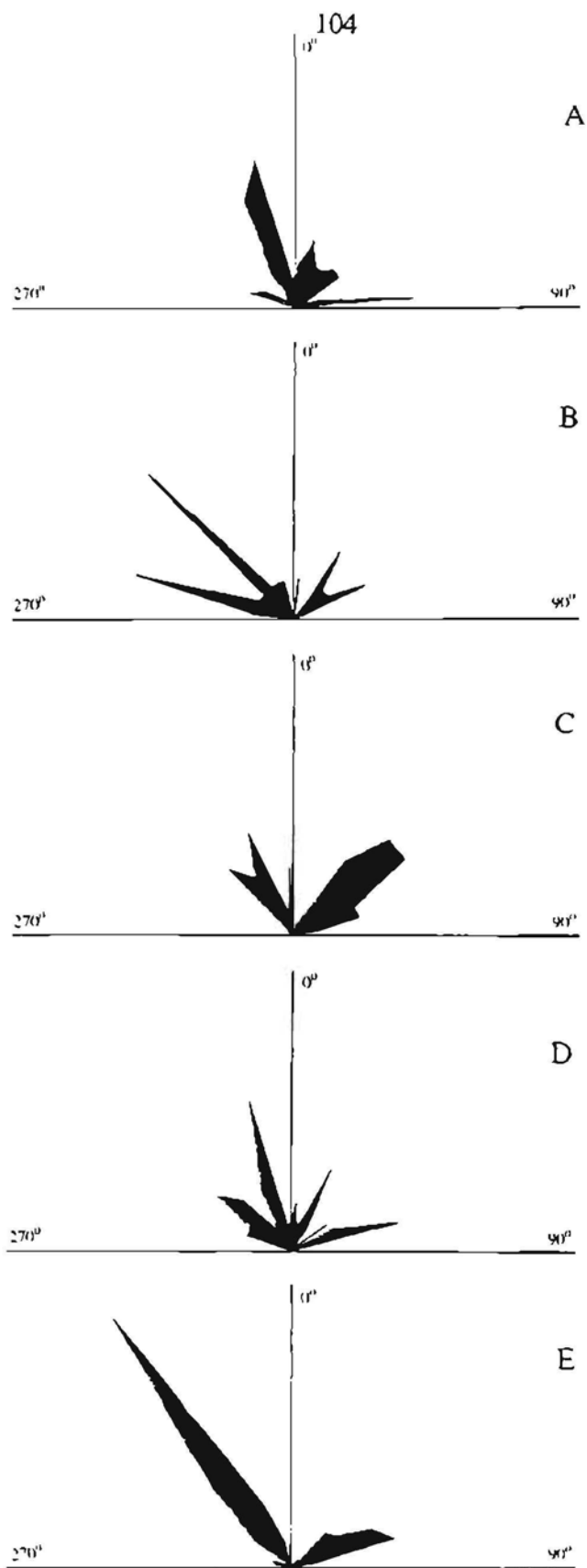
Remīnes atradnes apdares dolomīta (otrā litoloģiski rūpnieciskā tipa)  
fizikālās un mehāniskās īpašības

Slāņa Nr., parau- ga Nr.	Ūdens uzsūce, %	Til- pum- masa, g/cm <sup>3</sup>	Īpat- nējā masa, g/cm <sup>3</sup>	Porai- nība,%	Spiedes pretestība, kg/cm <sup>2</sup>			Salturība			
					sau- sam	pie- sūc. ar ūd.	mar- ka	masas zudumi pēc		spiedes pretest., kg/cm <sup>2</sup>	mar- ka
								50 cikl., %	100 cikl., %		
6.sl. RE	V <sup>x</sup> 3,2 M <sup>x</sup> L <sup>x</sup>	2,51	2,82	11,0	498 240 660	210 140 250	200	0,03 0,03 0,04	0,03 0,03 0,04	574 496 667	100
3-334	V 2,4 M 1,5 L 2,8	2,55 2,51 2,61	2,82	10,8		698 610 791	600				
7.sl. 3-331	V 3,5 M 2,8 L 3,9	2,33 2,29 2,35	2,82	19,1		227 160 296	200				

<sup>x</sup> V- vidējais, M- mazākais, L- lielākais

Svarīgs aspekts, novērtējot dolomītu slāņu piemērotību bloku un apdares plāksnišu ražošanai, ir to gabalainība un plaisainība. Šie raksturlielumi Latvijas dolomītiem ir pētīti diezgan maz. Tam veltītas tikai dažas publikācijas (Смирнов, 1972 ) un atsevišķas norādes ģeoloģiskās izpētes pārskatos (Кирсанов, 1973, 1975; Kondratjeva, 1991), kaut gan arī jaunākajos ārzemju autoru darbos iežu plaisainība tiek apskatīta, pētīta un izvērtēta dažādos aspektos (Nair, 1996).

Atradņu karjeros bija iespēja apsekot atsevišķu dolomītu tipu slāņus, atzīmējot griezumos to horizontālās saslāņojuma plaisas un izmērot arī visu citu plaisu azimutus un sastopamības biežumu. Dažādo litoloģiski rūpniecisko tipu dolomītu plaisainības raksturs un īpatnības ir atšķirīgas, ko uzskatāmi parāda plaisainības grafiskais attēlošanas veids (43.att.). Viskrasāk atšķiras pirmā un trešā tipa dolomīti. Pirmā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītos plaisu kopumā ir vairāk, kā arī sastop daudz gadījuma virzienu plaisas. Turpretim trešā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomīti ir rupjplātņaināki un liелgabalināki, ko nosaka ieža litoloģiskās īpatnības un raksturo skaidri nodalāmie divu virzienu plaisu vērsumi.



43.att. Dažādo litoloģiski rūpniecisko tipu dolomītu plaisainība: A - pirmā (kvarcītveida, Biržu dolomīta atradne), B - otrā (Kranciema atradne), C - otrā (gliemeždolomīts, Remīnes atradne), D - otrā (marmorveida, Dārzciema atradne), E - trešā (smilšakmensveida, Cēsu atradne) litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītu plaisainības diagrammas.

#### 4. PĒCSEDIMENTĀCIJAS IZMAIŅU IETEKME UZ DOLOMĪTU KVALITĀTI

##### 4.1. Diaġenētisko procesu ietekme uz dolomītiem

Sekundārās izmaiņas, sākušās diaġenēzes stadijā, kad karbonātiskie nogulumi vēl nav pilnībā litificēti, turpinās arī kataġenēzes un hiperġenēzes stadijās un aptver visu karbonātiežu slāņmiju. Ķīmiskā sastāva, bet īpaši ieža struktūras un tekstūras izmaiņas rada izteiktas izmaiņas arī iežu fizikālajās un mehāniskajās īpašībās. Gala rezultātā rodas atšķirīgi pārveidoti ieži, tieši tādi, kādus sastopam šodien slāņkopu griezumā, pētām un iegūstam mūsu praktiskajām vajadzībām izlietojot tos kā minerālizēvielu būvmateriālu ražošanai vai citiem mērķiem.

Diaġenēzes stadijā, kad primāro karbonātisko nogulu sablīvēšanās un atūdeņošanās beidzas ar to litifikāciju, notiek izmaiņas vielas pārdalē, jaunu minerālu veidošanās, pārkristalizācija. Visi minētie procesi notikuši arī veidojoties Pļaviņu un Daugavas svītu slāņkopām. Procesu dažādie aspekti jau agrāk ir pētīti un atainoti zinātnieku darbos (Ультс, 1963, Сорокин, 1964, 1967, 1978 u.c.; Гравитис, 1964).

Šīs stadijas aktīvākais process ir karbonātisko nogulumu pārkristalizācija. Tam īpaši labvēlīga vide ir nogulas bez mālainā vai organiskās vielas piemaisījuma, kad karbonātieža nešķīstošais atlikums ir mazāks nekā 5%. Šādos labvēlīgos apstākļos veidojas tādu tipu ieži, kuru galvenā daļa - karkass sastāv no ciešiem kompaktiem neregulāras formas izometriskiem dolomīta graudu saaugumiem, kuriem raksturīga maza porainība, bet augsta mehāniskā izturība. Tie ir kvarcītveida, kramveidīgie, marmorveida litoloģiski morfoloģiskie dolomītu paveidi, kas tiek apvienoti pirmajā un otrajā litoloģiski rūpnieciskajos, mehāniski visizturīgākajos tipos. To izplatība Latvijā izmantojamajās dolomītu slāņkopās jau tika analizēta iepriekš un noskaidrots, ka lielā mērā tā atbilst sedimentācijas baseinu faciālai un paleoġeogrāfiskai zonalitātei. Tā kā pārkristalizācijas veids un intensitāte ir atkarīgi no primāro nogulu ķīmiskā sastāva un uzbūves, tad arī radušos iežu noderīgās īpašības lielā mērā var prognozēt pamatojoties uz sedimentācijas apstākļu analīzi. Tā, piemēram, Latvijas austrumos ap Kārsavu (Ludzas rajons), kur ir nokonturēts dolomītu prognozēto krājumu laukums, virzienā no A uz R Daugavas svītas slāņkopā var izsekot iežu litoloģiski morfoloģisko tipu maiņai līdz ar faciālajām izmaiņām Viļakas paleovaļņa rajonā. Šeit griezumos sastop dolomītus ar dažādu diaġenētiskās pārkristalizācijas pakāpi - austrumos

galvenokārt kvarcītveida. Uz rietumiem jau arī marmorveida, kuru procentuālais daudzums griezumā vēl palielinās Gulbenes paleoieplakas rajonā (Līvānu-Viļānu prognozēto krājumu laukums). Sekojot paleobaseina faciālajai zonalitātei, vēl tālāk rietumu virzienā Subates-Kokneses vaļņa teritorijā atkal redzam, ka lielāko slāņkopas daļu veido ķīmiski tīri dolomīti ar augstu pārkristalizācijas pakāpi (sk.24.att), kuru fizikālie un mehāniskie rādītāji ir augstākie valstī. Šādus dolomītu slāņus ieguva Biržu atradnē, arī Aiviekstes un Selgas atradnēs, kuru tuvumā nokonturēti divi prognozēto krājumu laukumi.

Latvijas centrālajā daļā, tuvu pie Latvijas sedlienes un Latvijas-Lietuvas sineklīzes robežas Daugavas svītas slāņkopā tikai atsevišķos slāņos ir diezgan izteikta diaģenētiskā pārkristalizācija, jo daudz mazāk ir bijis to nogulsnešanās intervālu, kad uzkrājušās tīrās karbonātiskās dūņas, kas vēlāk labvēlīgā vidē pārveidojušās blīvākos un izturīgākos dolomītos. Daudzajās šī rajona atradņū (Kranciema, Remīnes, Gaitiņu, Tūrkalnes) derīgajās slāņkopās augstākās kvalitātes dolomītu ir mazāk, nekā tālāk uz austrumiem. Toties uz rietumiem - Latvijas-Lietuvas sineklīzē sedimentācijas apstākļi jau krasi mainījušies un līdz ar to arī procesi diaģenēzes stadijā. Tādējādi tur Daugavas svītas slāņkopās gandrīz nav sastopami augstākminēto tīro dolomītu pārkristalizētie paveidi.

Līdzīgā veidā analizējot Pļaviņu svītas slāņkopas (visas pasvītas izņemot pirmo) dolomītu pamatmasas morfoģenētisko tipu, arī var konstatēt dažas likumsakarības. Vairāk pārkristalizēto dolomītu paveidi griezumā sastopami diezgan nevienmērīgi. Kopumā to vairāk ir Latvijas ziemeļos, tādās izpētītajās atradnēs kā Dārziems, Ape, Dzeņi. Citos Centrālās un Austrumlatvijas novados šajos pašos Pļaviņu svītas slāņos metasomatisko pārkristalizēto augstas kvalitātes dolomītu ir vēl mazāk - atsevišķi neliela biezuma slāniši, bet griezuma galveno daļu veido smilšakmensveida un zemjainie trešā un ceturtā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomīti.

Arī šīs svītas slāņkopā Rietumlatvijā mālainie un ģipšainie dolomīti maz pārkristalizēti, jo primārie piemaisījumi traucē procesu aktīvai norisei, par ko jau agrāk bija ziņas literatūrā (Каледа, 1955; Ульст, 1963; Логвиненко, Орлова, 1987). Tādējādi gan primārā sedimentācijas vide, gan diaģenētiskie procesi lielā mērā nosaka dažādo tipu dolomītu sastopamību slāņkopās un norāda uz Daugavas svītas lielāku perspektivitāti salīdzinājumā ar Pļaviņu svītu augstākas mehāniskās izturības un ķīmiski tīrāku dolomītu izplatībā.

#### 4.2. Dolomītu izmaiņas kataģenētiskajos procesos

Tālākās sekundārās izmaiņas Franās stāva dolomītiežos jau notika mainīgos apstākļos pēc jūras regresijas. Latvijas centrālajā un A daļā, atšķirībā no DR Latvijas, kontinentālās attīstības posms sākās no devona perioda beigām vai karbona perioda sākuma.

Pēc Pļaviņu un Daugavas svītas pārklāšanās ar jaunām nogulumu kārtām, kad par izmaiņu veicinātāju kļūst iezi ieslēgtie poru ūdeņi un pazemes ūdeņi un to plūsmas, aktīvi norisinās kataģenētiskie procesi.

Dolomītu pārveidošanās šajā stadijā ir daudzveidīga un komplicēta. Galvenie procesi ir sekojoši:

- dolomītos turpinās pārkristalizācija un rodas paveidi ar nevienmērīgām vidēj- un pat lielkristāliskām iežu struktūrām;

- notiek dolomītu šķīšana un izskalošanās, kuru rezultātā rodas porainās un kavernošanās tekstūras;

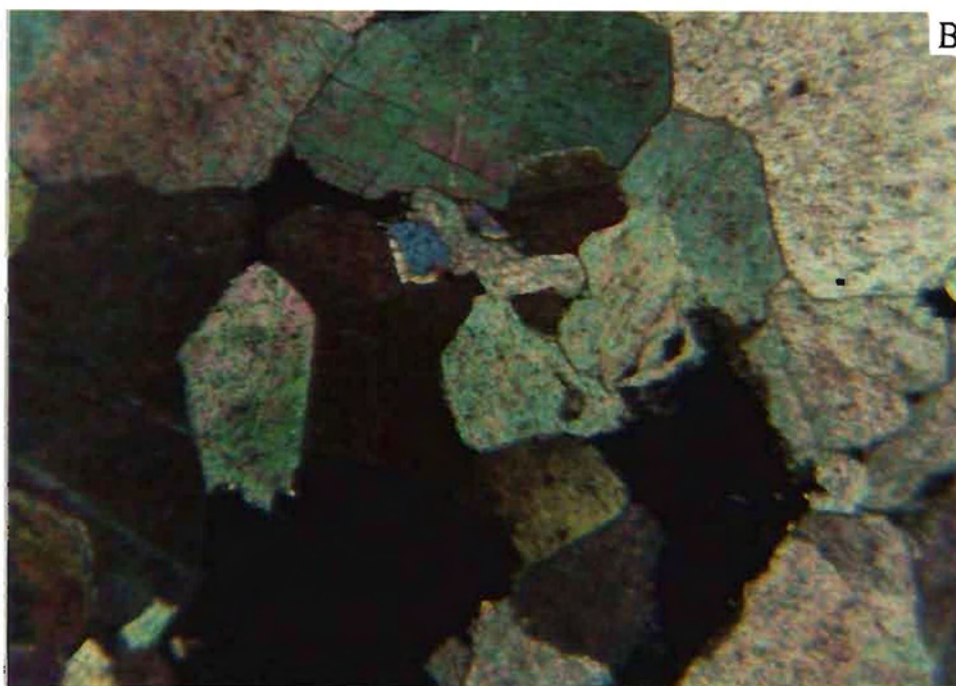
- notiek jaunu un jau esošu minerālu citu ģenerāciju veidošanās un augšana, procesā galvenokārt piedaloties poru šķīdumiem.

Notiek arī citi procesi, kurus lielā mērā nosaka parametri, kas saistīti ar pazemes ūdeņu režīmu un ķīmisko sastāvu, tektonisko režīmu un pašu karbonātiežu sastāvu, struktūru, ūdens caurlaidību un tamlīdzīgi (Dolomites..., 1994; Tucker, Wright, 1992; Логвиненко, Орлова, 1987).

Tuvāk lietderīgi apskatīt tās mūsu dolomītu izmaiņas, kas ir vistiešāk saistītas ar šī derīgā izrakteņa kvalitāti.

Vispirms mazliet par dolomītu pārkristalizācijas procesu, kas faktiski sācies jau diaģenēzes stadijā, labvēlīgos apstākļos turpinās arī kataģenēzē (44.att.). Mūsu dolomītu pētnieki ir konstatējuši, ka vidējkristālisko dolomītu paveidi, tādi kā nevienmērīgas struktūras smilšakmensveida (sk. 35.att.), ir šādu procesu rezultāts. Šādu struktūrtipu dolomīta paveidi ir ar vidēju mehānisko izturību. Tos iegūst Pļaviņu svītas derīgajā slāņkopā un Daugavas svītas derīgās slāņkopas augšējā daļā, un tie veido trešo litoloģiski rūpniecisko dolomītu tipu.

Varētu teikt, ka gandrīz vienlaicīgi ar pārkristalizāciju notiek arī dolomītu šķīšana un izskalošana, kas rada ieža tekstūras izmaiņas. Šajā stadijā sāk veidoties Latvijas augšdevona dolomītos ļoti plaši sastopamās nevienmērīgi porainās un kavernošanās tekstūras. To rašanās un veidošanās cēloņi un mehānismi Latvijā tika pētīti jau sen. Mūsu zinātnieki parādīja, ka



44.att. Pārkrīstalizēta rupjgraudaina dolomīta (Apeš dolomīta atradne) plānslīpējuma mikrofotoģrāfijas. Palielināts 40 reizes. A - nikoli //, B - nikoli krustoti.

procesa intensitāte ir atkarīga no iežu sastāva (izšķīst atlikušais kalcīts vai ģipsis; jo mazāks nešķīstošais atlikums, tīrāki dolomīti, jo vieglāk tie šķīst), struktūras, graudu lieluma, kā arī faunas atlieku daudzuma un no pazemes ūdeņu sastāva (galvenokārt CO<sub>2</sub> daudzuma ūdenī).

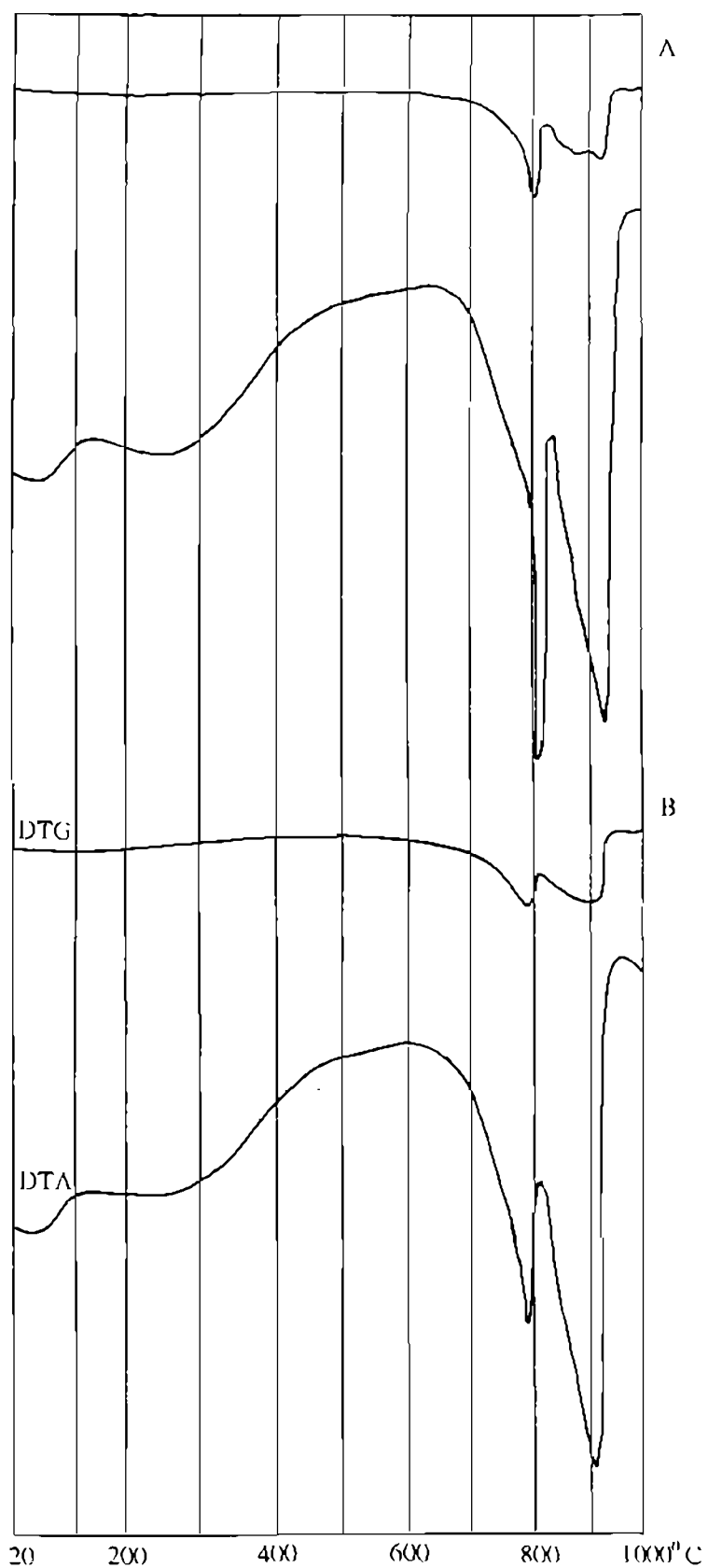
Latvijas teritorijā izplatīts kalcija un magnija hidroģenkarbonātu pazemes ūdeņu tips (Ульст, 1963; Варфоломеева, 1965; Levina u.c., 1995), kas rada intensīvu karbonātiežu izskalošanos un poraini kavernoza tekstūru rašanos galvenokārt tīrākajos metasomatisko dolomītu paveidos (45.att.).

Dažādo veidu porainību dolomītos jau senāk pētīja R.Ulste un L.Savvaitova (Ульст, Савваитова, 1961). Porainība tika iedalīta primārajā (radusies sedimentācijas un diaģenēzes stadijās), kas raksturīgi sedimentogēnajiem dolomītiem, kuri ietilpst galvenokārt ceturtajā litoloģiski rūpnieciskajā dolomītu tipā. Otrs porainības veids - sekundārā, kas raksturīga galvenokārt metasomatiskiem, pārkristalizētiem dolomītiem, kuri ietilpst, attiecīgi, pirmajā, otrajā un trešajā litoloģiski rūpnieciskajos tipos.

Tikai primārā porainība ir diezgan vienmērīga visā ridā vai slānī, bet sekundārā - nevienmērīga, atsevišķiem plankumiem, laukumiņiem, kas vairāk izvietoti pie slāņojuma virsmām vai citiem horizontāliem līmeņiem, kā arī slīpajām vai vertikālajām plaisām tajās slāņkopas daļās, kur pazemes ūdeņu cirkulācija ir aktīvāka.

Saskaņā ar I.Šlaina klasifikāciju (Шлайн, 1971) karbonātiežus pēc porainības var iedalīt: mazporainajos (porainība mazāka par 5%), vidēji porainajos (5-7,5%), porainajos (7,5-15%), palielinātas porainības (15-20%), ļoti porainajos (20-25%) un īpaši porainajos (vairāk kā 25%). Daugavas un Pļaviņu svītu dolomītos porainība, ko nosaka laboratorijas metodēm, parasti nepārsniedz 20%. Palielinātas porainības ieži ir zemjainie sedimentācijas dolomīti (ceturtais litoloģiski rūpnieciskais tips). To porainība pēc paraugu sērijas laboratorijas pētījumu rezultātiem ir 18,5-21,8%, tā galvenokārt ir primārā, un tikai neliela poru daļa iespējams veidojās izskalošanās procesā. Daļai no smilšakmensveida dolomītiem (trešais litoloģiski rūpnieciskais tips) ir palielināta (līdz 17,8%), bet daļai pat vidēja (ap 6,4%) porainība, kaut gan lielākajā daļā analizēto paraugu, tā ierobežojas no 10 līdz 14%.

Ja porainība ir mazāka, tad iežu mehāniskā izturība palielinās. Tā, piemēram, otrā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītiem tā mainās no 2,2 līdz 19,1% kavernozajiem paveidiem, no 4,6 līdz 10,8% masīvajiem, bet kopumā tā ir no 5 līdz 10%, kas atbilst porainiem un vidēji porainiem karbonātiežiem.



45.att. Dolomītu izskalošanās procesā pārveidoto (A) un nepārveidoto (B) pirmā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītu derivatogrammas.

Diezgan liels intervāls ir arī pirmā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītu porainībai - no 1,8 līdz 14,4%, kaut gan lielākai daļai iežu tā ir no 2 līdz 5% un tādējādi kvarcīveida, kramveidīgos dolomītus var uzskatīt par mazporainiem.

Ja dolomītu slāņkopās notiekošais izskalošanās process ir intensīvs, tad var veidoties kavernozi dolomītu paveidi (46.att.). Kavernas parasti rodas divējādi - faunas izšķīdušo atlieku vietā un poru palielināšanās rezultātā. Arī šos procesus var iedalīt sīkāk, uzsverot piecus kavernu veidošanās tipus (Саввантова, Ульст, 1961): 1) pa faunas atliekām, 2) dažādgraudaino dolomītu iecirkņos ar mazāku nešķīstošo atlikumu; 3) pa kalcītiskā dolomīta laukumiem; 4) viegli šķīstošo minerālu vietā, 5) dedolomitizācijas rezultātā. Pēdējie divi gadījumi sastopami galvenokārt R Latvijā izplatīto dolomītu paveidos, bet pārējie vērojami Centrālās un Austrumlatvijas dolomītu slāņkopās.

Tā kā veicot zinātniskās pētniecības darbus man bija izdevība detāli pētīt dolomīta slāņkopu griezumus visos vēl nesen darbojošos atradņu karjeros visā Latvijā, tad apkopojot iegūtos datus var secināt sekojošo.

Latvijā iegūstamo augšdevona dolomītu derīgajās slāņkopās var konstatēt atsevišķas dolomītu starpkārtas, kurās ieža porainība un kavernoziāte ir palielināta salīdzinot ar zemāk un augstāk iegulošajām. Piemēram, Centrālajā Latvijā, Daugavas svītas derīgajā slāņkopā viens no dolomītu porainības un kavernoziātes maksimumiem griezumā ir apakšējās pasvītas augšējā ridā, kurus varēja detāli izsekot tādu atradņu kā Rīteri, Selga, Aiviekste, Birži lielajos karjeros. Apskatot secīgi no lejas uz augšu katru starpkārtiņu, jāsecina, ka porainība un kavernoziāte palielinās no 0% pie apakšējā slāņa kontakta līdz 20-40% tuvojoties augšējam kontaktam, un pie tam nav svarīgi vai šo apakšējo Daugavas svītas pasvītu sedz mālaini karbonātiskā vidējā Daugavas svītas pasvīta, vai arī tā ir noerodēta kā, piemēram, Biržu atradnē.

Daugavas svītas augšējā pasvītā šajā pašā Latvijas centrālajā daļā arī var labi izsekot divus ļoti kavernoza dolomīta slāņus - ar 30-50% kavernoziāti apakšējā un 15-20% augšējā ridā.

Šie procentuālie rādītāji noteikti pēc I. Pečorkina lineārā koeficienta noteikšanas metodikas (Печеркин, 1963).

Šādus dolomītus drupinot un izmantojot, piemēram, šķembu ražošanā, būtu jāievēro atsevišķi momenti:



46.att. Ļoti kavernozo pirmā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītu (Daugavas svīta) slāņvirsmā (Rīteru dolomīta atradnes karjers).

- pārstrādājot ļoti kavernozi iežus, kas sastopami galvenokārt Daugavas baseinā, vai arī Latvijas austrumos pie Kārsavas, var rasties ģeoloģiskās izpētes gaitā neuzskaitīti iežu zudumi (apjomā);

- šādu dolomītu mehāniskā izturība ir mainīga un galvenokārt tā ir apgriezti proporcionāla porainībai (sk. 37., 38.att).

Ja dolomītu lieto kā būvakmeni, tas ir, izmantojot to gabalos, blokos vai zāģētās plāksnēs, tad tā tekstūras īpatnības ir svarīgas no tā vizuālā izskata, kalpošanas ilguma un drošības viedokļa.

Ja, piemēram, Igaunijā un Lietuvā visas apdares plāksnītes ar lielām porām un kavernām tiek uzskatītas par nederīgām, tad Latvijā daudzās vietās izmantotie vietējie dolomīti ārsienu ietērpšanai ir dažādā pakāpē poraini vai pat kavernozi, un to pietiekami ilga kalpošanas laiks praktiski pierāda, ka šādas tekstūras nav šķērslis dolomītu sekmīgai izmantošanai.

Kā piemēru var minēt sešdesmitajos gados būvēto un rozā dolomītā ietērpto tuneli zem 13.janvāra ielas, kā arī daudzas Vecrīgas un pilsētas centra ēkas ar fasādi no gliemeždolomīta. Pašlaik notiek Brāļu kapu ansambļa un Siguldas senās pils restaurācija, kur arhitektiem speciālitika ieteikti Biržu atradnes sīkkavernozi dolomīta paveidi, kas vizuāli pēc tekstūras ir ļoti līdzīgi iepriekšlietotajiem materiāliem, bet tikai ar daudz ilgāku kalpošanas laiku.

Cits aspekts ir tieši tukšo, neaizpildīto poru un kavernu daudzums iezī, jo tad tas var būt par labu kolektoriezi, kas arī Latvijai ir būtiski. Aizpildītās kavernas sastop retāk, bet to aizpildošais materiāls ir dolomītmilti, lielkristālisks kalcīts, retāk māli, pirīts, dzelzs hidroksīdi vai sekundāri sīki dolomīta kristāliņi.

Šeit tikai īsumā apskatītas būtiskākās no daudzveidīgajām katagēno procesu radītajām izmaiņām mūsu dolomītos un ar tām saistītie iežu kvalitātes rādītāji.

#### 4.3.Hipergēnēzes, tai skaitā arī karsta procesu, radītās dolomītu izmaiņas

Latvijas teritorijas ģeoloģiskās attīstības gaitā, kad devona dolomītu slāņkopas nonāca tuvu Zemes virspusei un uz tām sāka iedarboties gruntsūdeņi, un aktīvas izmaiņas notika aerācijas zonā, sākās hipergēnais process.

Par galvenajām šeit jāuzskata fizikālā un ķīmiskā dēdēšana. Šiem procesiem visvairāk pakļauta derīgās slāņkopas augšējā, zem kvartāra iežiem ieguļošā daļa, kā arī plaisainās zonas, kas bieži izvietotas gar lokālajām tektoniskajām struktūrām, kavernožajiem slāņiem un tamlīdzīgi. Lai uzskaitītu sadēdējušos, irdenos, dezintegrētos dolomītiežu slāņus, dolomīta atradņu ģeoloģiskās izpētes un vēlāk ieguves gaitā tika lietoti vairāki paņēmieni. Dažās atradnēs, kurās pēc urbšanas un paraugošanas tika konstatēta dēdējuša dolomīta kārta, īpaši dolomīta slāņkopas virspusē, bija iespēja jau krājumu aprēķinu stadijā šo nederīgo slāņkārtu izslēgt, pieskaitot to pie segkārtas.

Otrs paņēmieni, kas tika realizēts lielākajā daļā atradņu bija tāds, ka tikai to izstrādes darba projektos bija ieprogrammēti derīgā izrakteņa zudumi ieguves procesos. Piemēram, Biržu atradnē tie bija 30%, jo 0,4m biezo sadēdējušā dolomīta kārtiņu noņēma kopā ar segkārtu, attīrot derīgo slāņkopu ieguvei; arī pie apakšējā kontakta bija 0,5m biezs neizmantojama dolomīta slānis. Līdzīgi zudumi ieguves procesā bija Aiviekstē - 30 %, Kranciemā - 2%.

Vēl viens no daudzajiem sekundāro procesu veidiem ir dolomītu pārveidošanās dolomītmiltos. Tas ir, ilgs process, jo sākas kataģenētiskajā stadijā, turpinās arī hiperģenētiskajā un līdz pat mūsdienu ģeoloģiskās attīstības stadijai. Tā būtība ir karbonātu minerālu - dolomīta un kalcīta graudu - pakāpeniska šķīšana pazemes ūdeņu iedarbības rezultātā.

Ja izskaloto dolomītu un to vietā palikušo dolomītmiltu ir daudz, to nelabvēlīgā ietekme ir jūtama gan ieguves, gan minerālizejvielas transportēšanas, bieži vien arī attiecīgā pārstrādes procesā un pat uz izgatavotās produkcijas kvalitāti.

Ja apskatām Centrālās un Austrumlatvijas dolomīta iegulas, kur Daugavas svītas dolomīti tiek iegūti atklātajās izstrādēs - karjeros, labi var redzēt un konstatēt daudzas likumsakarības. Visvairāk dolomītmiltu sastop, protams, kavernās, plaisiņās, uz slāņojuma virsmām, bet tas viss koncentrējas atsevišķos konkrētos līmeņos griezumā. Piemēram, Pļaviņu apkārtnē, bijušajā Selgas karjerā, kur atsegtā slāņkopa stiepās līdz pat 1,2km garumā, ļoti uzskatāmi un labi varēja izsekot 5 līmeņus. Trīs no tiem ir svītas apakšējās pasvītasaugšējā ridā, bet divi- augšējā pasvītā tieši virs vidējās pasvītas domerītiem un gandrīz pašā virsējā

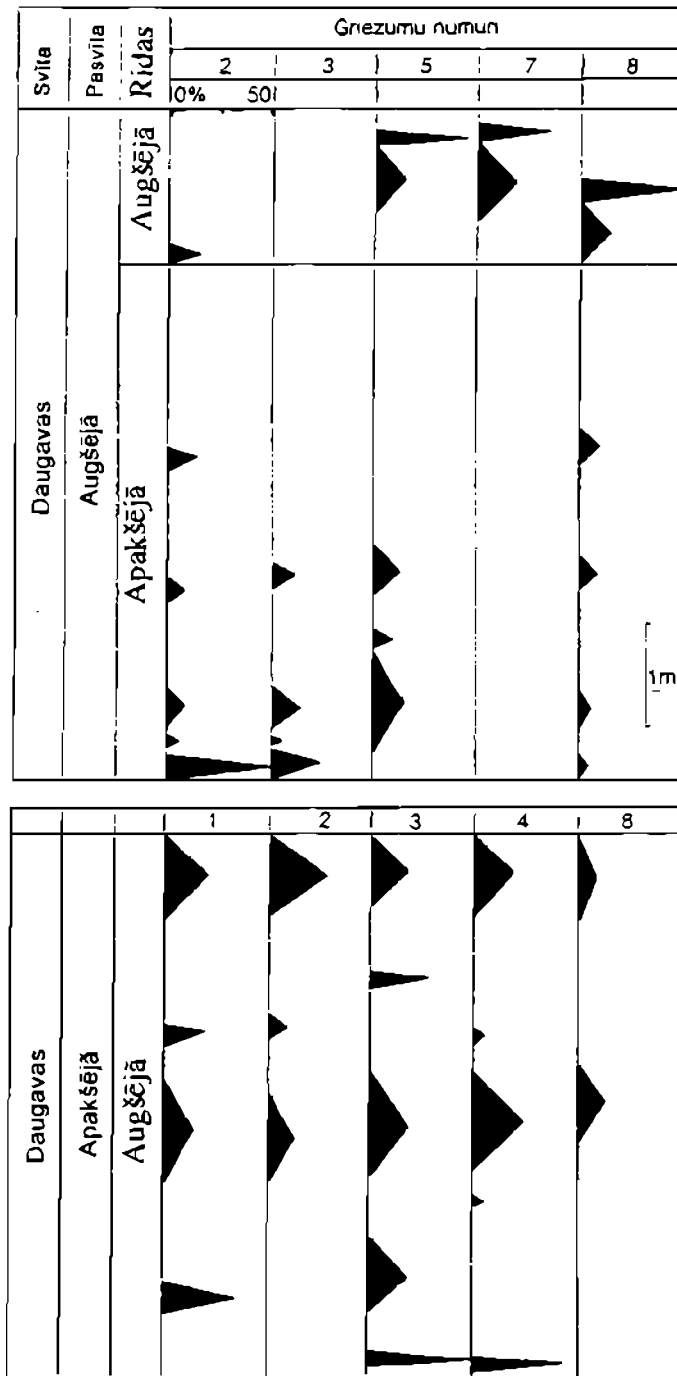
derīgās slāņkopas daļā (47.att.). Šajos līmeņos, kas veidojas no neliela biezuma starpslānišiem, dolomītmiltu saturs ir no 20 līdz 60%. Līdzīgu ainu varēja vērot arī Rīteru un Biržu karjeros, ne tik izteiktu - Kranciema, Aiviekstes un Saikavas, kur gan arī dolomītmiltu kopīgais daudzums visā griezumā ir salīdzinoši neliels. Iespējams vēl mazāk šāda šķīdināta (izskalota) materiāla ir Kārsavas reģionā, cik to var konstatēt tikai pēc urbumu serdēm, jo ieguve tur vēl nav bijusi.

Ja pārstrādā šādus dolomītus šķembās, tad parasti konstatē palielinātu mehāniski neizturīgo graudu un putekļaino daļiņu daudzumu, kas ir svarīgi būvmateriālu kvalitātei. Lai kvalitāti uzlabotu, ražošanā var iekļaut vairākkārtēju drupināšanu un šķembu mazgāšanu, ko lielākie uzņēmumi arī darīja.

Tajos reģionos un atradnēs, kur derīgajā dolomītu slāņkopā ir daudz dēdējušu iežu un dolomītmiltu, ražošanas procesā varēja ieviest arī iepriekšējās bagātināšanas līniju, kad tieši ieguves vietā karjerā jau atdala lielāko daļu nepiemērotās izejvielas. Tas varēja dot gan ietaupījumus transportējot, gan uzturēt tīrāku, nepiesārņotāku vidi rūpnīcu tuvumā, kur uzkrātos daudz mazāk atsiju un citu ieža pārpalikumu.

Vēl kā atsevišķu hiperģenēzes daļu var uzskatīt karsta procesus, kas Latvijas dolomītos ir plaši izplatīti un aktīvi. Šeit gan noteikti jānodala šī procesa divas fāzes. Pirmo no tām var saukt par seno jeb paleokarstu, otro, kas turpinās arī pašlaik, par mūsdienu karsta procesu. Vēl jāuzsver, ka dolomītu izmaiņas šajos procesos ir ar līdzīgu būtību un virzību kā kataģenēzē un hiperģenēzes sākumā, jo jau tad sākušās šķīšanas un izskalošanas parādības kļūst intensīvākas. Reģiona kontinentālās attīstības periodā karsta procesi aktivizējas tieši tad, kad notiek kāda straujāka Zemes virsmas pacelšanās. Līdz šim nav izveidojies pilnīgi viennozīmīgs viedoklis par senā karsta dažādo formu izveidošanos Latvijā. Šie jautājumi tika skarti daudzās publikācijās (Варфоломеева, 1961, 1965; Скуодис, 1959, 1968, 1969, 1973; Трацевская, 1986). Jāsecina, ka karsta process ir daudzveidīgs un ietver sevī kā karbonātiežu un ģipšu izskalošanu, tā arī plaši izplatīto sufozijas un pazemes erozijas procesu paguļošajos smilšakmeņos.

Daudzi pētnieki uzskata, ka tāda ģeoloģiskās attīstības fāze bijusi neogēna periodā (Скуодис, 1968; Кондратьева, Шнитко, 1985), kad līdz ar blakus reģionos notiekošajām tektoniskajām kustībām mūsu iežu slāņkopas ieņem augstāku hipsometrisko stāvokli, un aktīvas pazemes ūdeņu darbības rezultātā šķīstošo iežu slāņkopās veidojas izskalotas zonas, kanāli, tukšumi vai šahtas, kurās vēlāk iegrūst virsējie ieži. Daudz šādu paleokarsta veidojumu



47.att. Dolomītmiltu saturs Daugavas svītas derīgajā slāņkopā Selgas atradnē.

sastopami seno paleoupu ielejās - gan Daugavas, gan Gaujas, kā arī lokālu tektonisko struktūru, lūzumu un plaisainības zonu tuvumā. Dolomītu slāņkopās šādi iegruvumi labi tika atsegti karjeros uz austrumiem no Rīgas, tādās atradnēs kā Kranciems, Gaitiņi, Tūrkalne, kā arī Jēkabpils tuvumā Biržos. To izmēri ir no 10 reiz 10m līdz vairākiem simtiem metru un sienas jeb kontaktvirsmas ir gandrīz vertikālas. Cik dziļi tie turpinās, noskaidrot ir diezgan sarežģīti, jo iegruvumi pārtrauc, šķeļ gan visu Daugavas, gan Pļaviņu svītas karbonātisko slāņkopu. Netraucēts iežu sagulums konstatēts tikai ap 70-100m un vairāk metru dziļi. Biržu karjerā novērotā paleokarsta iegruvuma griezumā var redzēt 7. attēlā. Pēc platības tie aizņem līdz 16% teritorijas.

Arī dolomīti to tiešā tuvumā ir stipri pārveidoti, galvenokārt izskaloti, dzelzoti, arī brekcijveida, ar kalcīta kristālu drūzām kavernās un plaisās (48., 49.att.). Tas viss liecina par aktīvu un ilgstošu pazemes ūdeņu cirkulāciju, izšķīdušo vielu pānesi un atkārtotu izgulsnēšanu. Vēl raksturīgi, ka iegruvušo iežu materiāls tiek ieskalots dolomītu slāņos pa plaisām un aizpilda tur esošos tukšumus.

Tādējādi karsta iegruvumiem veidojas it kā atzarojumi un to forma ir kā koka stubrs ar zariem. Tā kā virs dolomītu slāņkopas iegulošie ir Katlešu un Ogres svītu mālaini terigēnie nogulumu, tad tie iebrūkot un tālāk tiekot ieskaloti ļoti piesārņo derīgo slāņkopu ar smiltīm un māliem.

Otrs grūts aspekts bija tas, ka veicot pat atradnes detālo izpēti tikai ar urbumiem nevarēja konstatēt šos paleokarsta veidojumus. Tad talkā nāca ģeofiziķi, kas sekmīgi pielietoja simetriskās elektroprofilēšanas metodi un izzīmēja detālu atradnes plānu ar visiem karsta veidojumiem (Баулин, 1984, 1986).

Tika konstatēts, ka Biržos (mazāk Kranciēmā un Tūrkalnē) karsta izmaiņu process skar aptuveni 6 līdz 16% atradnes teritorijas, no kuras iežus neizved un tie veido palikšņus jau izstrādātajā daļā (sk. 6.att.). Sekojot šādam plānam atradnes izstrādāšanas gaitā veiksmīgi varēja apiet iegruvumus, kā arī citas anomālijas, kā piemēram, palielinātas plaisainības zonas ar vairāk dēdējušiem un dzelzotiem iežiem.

Nedaudz atsevišķi jāizskata dolomītu dzelzošanās procesi. Visaktīvāk dzelzs savienojumi migrē un koncentrējas atsevišķās vietās un zonās kataģenēzes, bet vēl izteiktāk hiperģenēzes stadijā plaisainos un karsta procesu skartos iežos.

Ja sedimentācijas un diaģenēzes stadijās augšdevona epikontinentālajā jūrā dzelzs savienojumu izplatību, migrāciju un koncentrāciju nogulsnēšanās baseina krastam tuvākajā



48.att. Brekčija karsta iegruvuma un dolomīta slāņkopas kontaktjoslā Biržu karjerā. Samazināts 1,3 reizes.

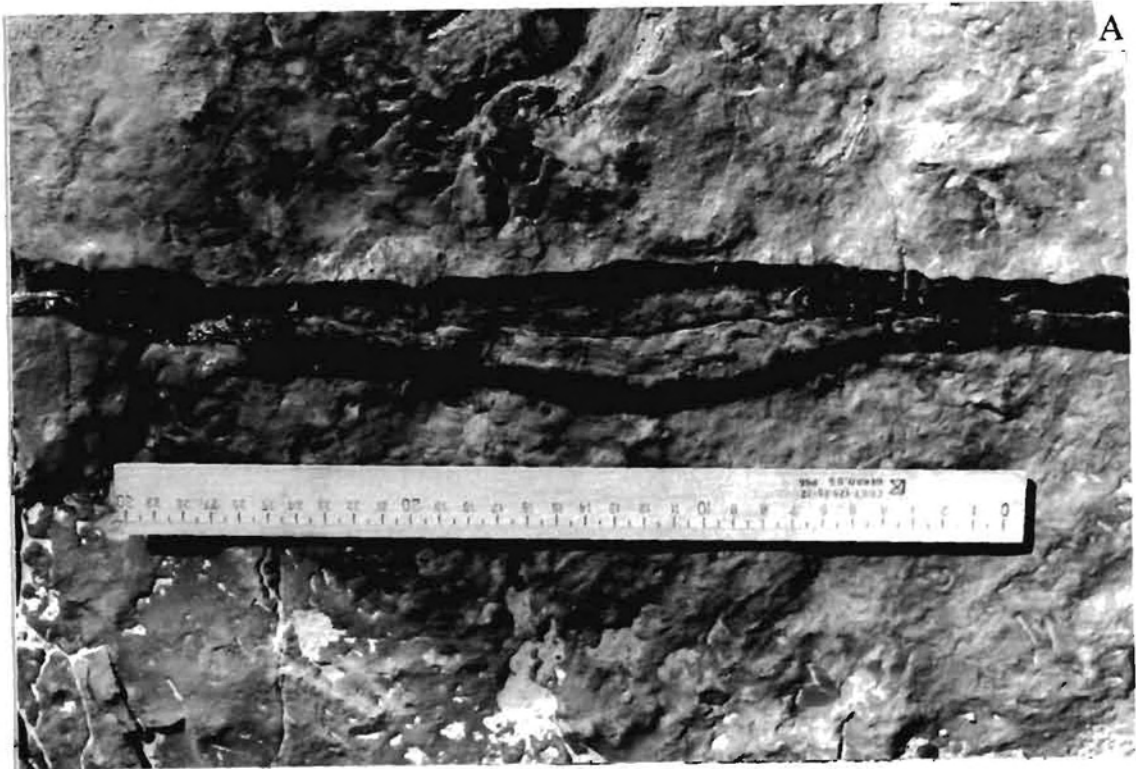


49.att. Satecējuma veidojums dolomīta plaisā karsta iegruvuma tuvumā Biržu karjerā. Mazākā iedaļa - 1 cm.

joslā nosaka gan šī ķīmiskā elementa ģeoķīmiskās īpašības, gan baseina uzbūve un citas, tad kataģenēzes un hiperģenēzes stadijās noteicošie faktori ir slāņkopu ģeoloģiskā uzbūve, pazemes ūdeņu ķīmiskā aktivitāte un cirkulācijas režīms (Сорокин, 1978).

Ja Latvijas augšdevona dolomītos primārie dzelzs savienojumi sastopami sīku, izkaisītu dzelzs sulfīdu: melnikovīta, markazīta, pirīta; retāk - oksīdu iekļāvumu veidā, tad sekundārie savienojumi, kuri dolomītu slāņkopās migrē ar pazemes ūdeņiem, izgulsnējas dažādu dzelzs hidroksīdu: getīta, hidrogetīta un lepidokrokīta formā (50.att).

Kā jau iepriekš tika minēts (sk. 4.tab.), dolomīti ar mazāku dzelzs savienojumu (galvenokārt primāro) daudzumu sastopami Latvijas A daļā (Stalidzēni, Saikava, Aiviekste). Zonās, kur aktīvi bijuši karsta procesi (Bīržu atradnē un tās tuvumā), var konstatēt izleiktas dolomītu metasomatiskās izmaiņas un stipru dzežošanas tiešā karsta veidojumu tuvumā. Arī mūsdienu procesos dzelzs savienojumu pārvietošanās turpinās un daudzos karjeros, tajās daļās, kur nenotiek aktīva dolomīta ieguve, no pazemes ūdeņiem ir izgulsnējušās dzelzs hidroksīdu gēlveida nogulsnes.



50. Sekundāro dzelzs savienojumu veidošanās procesa vairākfāzu attīstība Rīteru atradnes dolomītos. A - gar vertikālu plaisu, B - pa plaisu sistēmām.

## 5. LATVIJAS DOLOMĪTU KRĀJUMI UN TO RAKSTUROJUMS

### 5.1 .Latvijas tautsaimniecībā izmantojamo dolomītu krājumi

Latvijas dolomītu krājumi koncentrēti galvenokārt augšdevona Pļaviņu, Daugavas un nedaudz Stipinu svītas slāņkopās.

Valsts bilancē uzskaitītas 12 detāli pētītās būvniecības dolomītu atradnes, kas domātas galvenokārt šķembu ražošanai, ar kopējiem izpētītajiem krājumiem 151,6 milj.m<sup>3</sup> un 4 atradnes - dolomītkaļķu dedzināšanai ar 4,1 milj.t krājumiem (9.tab.). Visu Baltijas valstu speciālisti ir ieteikuši lietot jaunu krājumu klasifikāciju (10.tab.) atbilstošu Rietumvalstīs lietotai (Kuršs, Stinkule, 1994; Strategic..., 1982; Teedumae, 1996b).

Dati par 17 prognozēto krājumu laukumiem un šo dolomītu kvalitāti tiks sniegti nākamajā sadaļā. Dolomīta atradņu un prognozēto krājumu laukumu izvietojums valsts teritorijā parādīts 51.attēlā. Kopumā ģeoloģiskās uzbūves īpatnības, litofaciālā zonalitāte un dolomīta iegulu tehniskie apstākļi, kas bija analizēti iepriekš, nosaka atklātai ieguvei piemēroto atradņu un prognozēto krājumu laukumu izvietojumu valsts centrālajā un A daļā.

Mūsdienu ekonomiskajā situācijā, kad svarīgi samazināt izdevumus minerālizdeviņu ieguvē un gatavās produkcijas transportēšanā, atradņu izvietojumam attiecībā pret noieta tirgiem ir liela nozīme ( Sidder, Sims, 1993; Wuckoff, 1993). Tradicionāli mūsu valstī pārvadājumiem tika izmantots autotransports. Kā mūsu ( Клепиков,Скрыбе, 1977 ), tā arī ārzemju speciālistu ( Meskimen, 1993; Banino, 1994) atzinumi ir viennozīmīgi. Autotransporta pārvadājumi kļūst ekonomiski neizdevīgi attālumā lielākā par 50km. Atsevišķas ražotnes Latvijā bija izvietotas arī tieši pie dzelzceļa līnijām, piemēram, Jēkabpilī ( RA Dolomīts ), Pļaviņās ( RA Pļaviņas ), Saulkalnē ( AS Saulkalne ), kur pārvadājumi varētu būt arī tālāki. Vairāk iespēju izmantot vislētāko - ūdens transportu ir ražotnei Kalnciemā ( atradne Kalnciems 2 ).

Tā kā pašlaik būvniecības darbu raksturs valstī strauji mainās, no industriālās būvniecības pārejot uz individuāliem pasūtījumiem, tad attiecīgi mainās pieprasījums pielietojamo materiālu veidiem. Tā kā 5-6 gadus atpakaļ Latvija bija nodrošināta ar izpētītiem dolomītu krājumiem uz vairākiem gadu desmitiem ( iepriekšējā patēriņa līmenī ), bet pēc tam to izmantošanas apjoms strauji samazinājās. Tādējādi mūsu valsts dolomīta krājumi ir pilnīgi pietiekami ilgai un aktīvai to izmantošanai.

## Latvijas dolomīta atradņu krājumi un ieguve

Atradne	Biezums, m		Krājumi, milj. m <sup>3</sup>		Ieguve, milj. m <sup>3</sup>		Admin. rajons	Atradnes izmantošana 01.01. 1997.g.
	segkārtas	derīgā slāņa	izpētītie (bij. A+B+C <sub>1</sub> ) 01.01. 1989	novērtētie (bij. C <sub>2</sub> ) 01.01. 1989	1988.g.	1990.g.		
<b>Celtniecības dolomīts</b>								
Aiviekste, labais krasts	3,6	7,0	37,7	24,6	0,5	0,5	Aizkraukles	Rekultivēta
Aiviekste, kreisais krasts	1,0-6,2	2,9-12,6	14,5	75,3	-	0,1	Jēkabpils	Izstrādā
Birži (Pūteļi)	3,7	9,0	29,3	19,8	1,1	1,0	Jēkabpils	Slēgta
Rīteri	3,0	5,6	7,6	-	0,5	0,5	Aizkraukles	Slēgta
Dārzciems	8,8	19,6	15,8	47,5	0,2	0,16	Alūksnes	Izstrādā
Dzeņi	2,5	14,4	6,1	129,1	-	-	Valkas	Rezerve
Gaitiņi	4,3	5,0	7,1	0,6	0,08	0,1	Rīgas	Izstrādā
Gulbjī	-	5		0,2	0,06	0,03	Bauskas	Slēgta
Iecava (Akmenscūciņas)	2,4	6,6	6,6	3,8	0,1	0,2	Jelgavas	Izstrādā
KalnciemsII	6,8	4,5	5,9	24,7	0,2	0,2	Jelgavas	Izstrādā
Pērtņieki	4,7	18,9	6,3	18,8	0,2	0,2	Rēzeknes	Slēgta
Pērtņieki (1993.g.)	5,7	18,0	14,2	28,4	-	-	Rēzeknes	Rezerve
Remīne	2,1	8,2	2,2	4,3	0,06		Rīgas	Rezerve
Saikava	2,6-4,9	10,8-16,5	8,0	16,7	-	-	Madonas	Rezerve
Salēnieki	2,9	4,9	2,1	2,0	-	-	Ludzas	Rezerve
Tūrkalne	4,5	8,2	11,7	15,6	-	-	Rīgas	Izstrādā
Kopā:					2,5	3,04		
Dolomīts būvkaļķu un dolomītmitu ražošanai <sup>x)</sup>								
Kranciems	4,3	7,5	5,6	16,2	0,4		Ogres	Izstrādā
SlokaII			1,0	2,6	0,1	-	Rīgas	Slēgta
Cēsis (Laučiņi)	2,9	12,2	11,9		0,1	-	Cēsu	Slēgta
Ape	1,4	10,5	17,2	21,2	-	-	Alūksnes	Slēgta
Apell			4,3	8,5 (1993.)	-	-	Alūksnes	Slēgta

<sup>x)</sup> tūkstoš tonnu

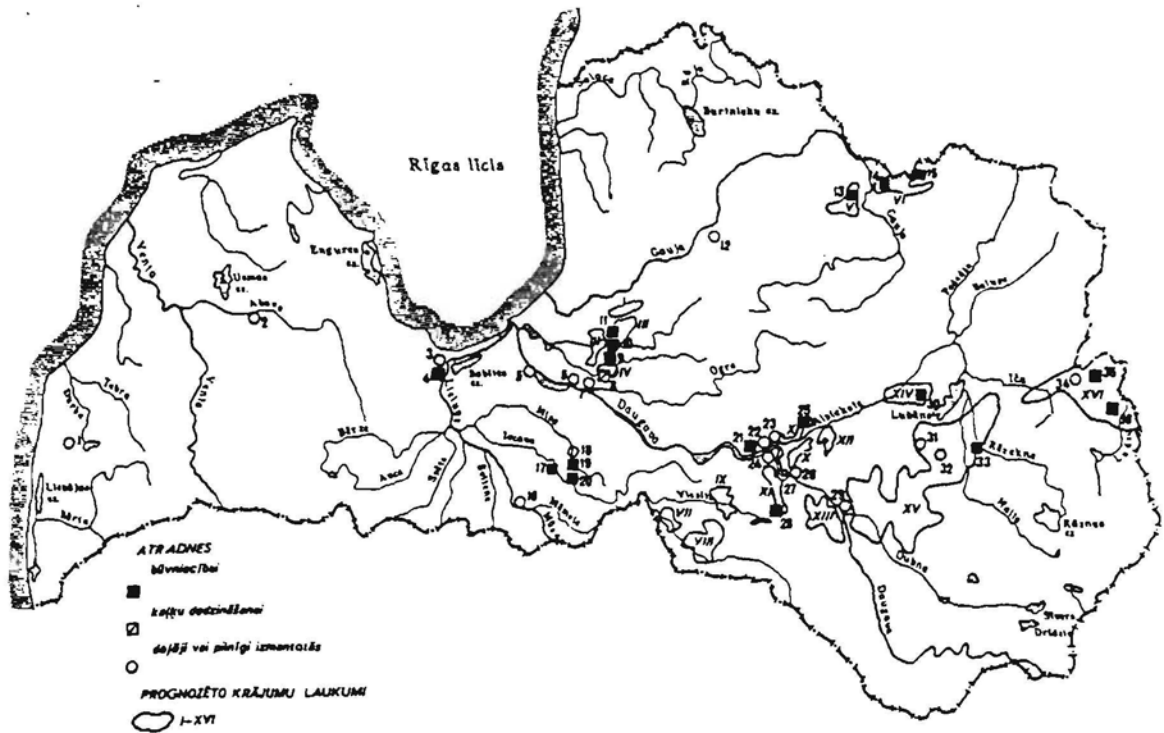
Kopā: 0,6 0,4

Latvijas derīgo izrakteņu krājumu klasifikācijas salīdzinājums ar citu valstu klasifikācijām.  
(pēc Kuršs, Stinkule, 1994; Strategic ..., 1982; Teedumae, 1996b)

Latvija, 1992 (projekts)	Izpētītie krājumi <b>A</b>			Novērtētie krājumi <b>N</b>	Prognozētie krājumi <b>P</b>		
					Konstatētie krājumi <b>PK</b>	Varbūtējie krājumi <b>VK</b>	
Bij. PSRS 1981	Запасы				Прогнозные ресурсы		
	Разведанные			Предварительно оцененные	<b>P<sub>1</sub></b>	<b>P<sub>2</sub></b>	<b>P<sub>3</sub></b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C<sub>1</sub></b>	<b>C<sub>2</sub></b>			
Lietuva, 1992	Pētītie krājumi (Telkiniu ištekliai)				Prognozētie krājumi (Prognoziniai ištekliai)		
	Izpētītie (Išžvalgyti) <b>A</b>			Aprēķinātie (Izvertinti) <b>C</b>	Atrastie (Aptikti) <b>Pa</b>	Iespējamie (Spējami) <b>Ps</b>	
Igaunija, 1992	Ekspluatējamie krājumi <b>T</b> (Tarbevaru)			Rezerves krājumi <b>R</b> (Rezervaru)	Prognozētie krājumi <b>P</b> (Prognoosvaru)		

10.tabula (turpinājums)

ASV, 1980	Noteiktie krājumi (Identified resources)		Neatklātie krājumi (Undiscovered resources)		
	Pierādītie resursi (Demonstrated)		Iespējamie (Inferred)	Hipotētiskie (Hypotetical)	Domājamie (Speculative)
	Izmēritie (Measured)	Aprēķinātie (Indicated)			
Apvienoto Nāciju Dabas resursu komiteja	<b>R<sub>1</sub></b> (Reliable estimates)		<b>R<sub>2</sub></b> (Preliminary estimates)	<b>R<sub>3</sub></b> (Tentative estimates)	
Britu Ģeoloģiskais Dienests	1		2	3	
Vācija	Proved Probable		Possible	Prognostic	



51.att. Latvijas dolomīta atradņu un prognozēto krājumu laukumu izvietojums. Valsts bilancē ietvertās atradnes. A - būvniecībai: 4 - Kalnciema, 9 - Tūrkalnes, 10 - Remīnes, 11 - Gaitiņu, 13 - Dzeņu, 14 - Dārziema, 15 - Apes, 17 - Iecavas, 19 - Purmāles, 20 - Purmaļu, 21 - Rīteru, 25 - Aiviekstes, 28 - Biržu, 30 - Saikavas, 33 - Pērtnieku, 35 - Salenieku, 36 - Degļevas. B - kalņiem: 8 - Kranciema. Daļēji vai pilnīgi izmantotās atradnes: 1 - Kapsēdes, 2 - Lielrendas, 3 - Slokas, 5 - Katlakalna, 6 - Saulkalnes, 7 - Ogres, 12 - Cēsu, 16 - Mežotnes, 18 - Gulbju, 22 - Selgas, 23 - Pļaviņau, 24 - Krustaliča, 26 - Asotes, 27 - Brodu, 29 - Līvānu, 31 - Varakļānu, 32 - Siļukalna, 34 - Blašu. Prognozēto krājumu laukumi: I - Pullēnu, II - Purgaiļu, III - Gaitiņu, IV - Kranciema, V - Dzeņu, VI - Gaujienas, VII - Zalvītes, VIII - Zalves, IX - Stērstu, X - Aiviekstes, XI - Biržu, XII - Spaģu, XIII - Gerkāņu (Ģērķēnu), XIV - Stalidzēnu XV - Līvānu-Viļānu, XVI - Kārsavas.

Kā zināms, pašlaik Valsts ģeoloģijas dienests kopā ar citu institūciju speciālistiem gatavo likumdošanas aktu un normatīvu paketi apstiprināšanai Ministru kabinetā. Pēc likumdošanas sakārtošanas varētu tikt rasti risinājumi gan minerālizejvielas racionālākas un vidi saudzējošākas ieguves realizēšanai, gan privātuzņēmēju un firmu ekonomiskai ieinteresētībai daudzveidīgu un kvalitatīvu būvmateriālu ražošanā.

Pēc iepriekšējo gadu ģeoloģiskās izpētes materiāliem var novērtēt mūsu lielāko atradņu dolomītu kvalitāti (11.tab.). Pēc daudzu fizikālo un mehānisko dolomītus raksturojošo parametru vidējiem rādītājiem tomēr nevar iegūt pilnīgu priekšstatu par visu dolomītu krājumu lietderīgāko iespējamo izmantošanu, tā kā daudzās detaļās pētītajās atradnēs netika izdalīti atsevišķi dažādu dolomīta tipu un paveidu slāņi, kurus būtu iespējams iegūt arī selektīvi.

Izpētīto dolomīta krājumu izvērtēšanas cits aspekts šodien ir to kvalitātes rādītāju harmonizācija ar ārvalstīs, galvenokārt Eiropas Savienības valstīs, pieņemtajiem. Ja lielāko tiesu fizikālo īpašību noteikšanas metožu ir līdzīgas un lietotās mērvienības arī ir vienas sistēmas, vai viegli pārvēršamas, piemēram SI sistēmā, tad komplicēts ir ceļš uz iežu mehānisko pārbaūžu un testu rezultātu ekvivalentēšanu. Skandināvijas valstīs, Vācijā un Anglijā lietotās iežu pārbaudes veiktas pēc atšķirīgām metodikām, kuru rezultāti tiešā veidā nav salīdzināmi. Atsevišķos gadījumos varētu tikt izmantoti pārrēķina koeficienti vai iegūto rezultātu grupējums un salīdzinājums pa intervāliem, kā to piedāvā daudzi speciālisti (Kuršs u.c., 1996; West, 1991).

Šodienas ekonomiskajos apstākļos dolomītu ieguve samazinājusies vairākas reizes un no 17 izstrādājamajām atradnēm (1989.g.) pašlaik ieguve notiek tikai astoņās. Visu iepriekš izmantoto atradņu karjeru vietā pašlaik plešas ūdenskrātuves, jo derīgo slāņkopu lielākā daļa ir bijusi zem gruntsūdeņu līmeņa. Darbu atsākšana šādās daļēji izstrādātās atradnēs, protams, prasīs lielu līdzekļu ieguldījumu, bet daļa no šiem dolomītu krājumiem tā arī acīmredzot neatradīs pielietojumu tuvākajā nākotnē. Žēl vienīgi, ka dažādu iemeslu dēļ tika slēgta arī Biržu atradne (52.att.), kur ražotās šķembas bija Latvijā viskvalitatīvākās gan pēc augstās mehāniskās izturības un salturības, gan arī pēc citiem parametriem. Vēl diezgan būtiski bija, tas ka šādu šķembu īpatsvars bija liels, jo ražotne deva trešdaļu no visā valstī saražotajām dolomīta šķembām, bet atsijas izmantoja arī lētākā augsnes kaļķošanas materiāla-dolomītmiltu ražošanai. Lai gan Biržu atradnes derīgā slāņkopa sastāv no pirmā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītiem, kā tas bija redzams detālajos vertikālajos griezumos, ir arī slāņi,

Nozīmīgāko atradņu dolomītu kvalitātes rādītāji  
(pēc ģeoloģiskās izpētes datiem)

Atradnes	Mehāniskā izturība				Blīvuma raksturlielumi				Saltu- rības marka	Piemaisījumi šķembās, %	
	spiedes pretestība ar ūdeni paraugiem, MPa	šķembu marka			īpatnējā masa, g/cm <sup>3</sup>	tilpum- masa, g/cm <sup>3</sup>	ūdens- uzsūce, %	porainība, %		putekļu un mālu daļiņas	neiztu- rīgo iežu graudi
		pēc dru- pinā- mības	pēc nodiluma	pēc trie- cienpretes- tības							
Aiviekste	64,2	600;400	II;III	50	2,85	2,58	2,5	9,9	25	1,1	15,0
Birži	92,3	600;400; 800	I; II	75;50	2,83	2,65	1,6	7,0	50;25	1,7	7,5
Dārziems	72,0	600; 400	II	50	2,84	2,56	2,5	8,3	25	1,3	14,8
Kalnciems 2	62,0	400;600	III	40	2,83	2,60	2,6	8,4	25	5,8	18,1
Kranciems	72,1	600;400	nav datu	nav datu	2,84	2,42	4,6	14,8	nav datu	2,9	nav datu
Iecava (Akmens- cūciņas)	44,6	400	IV	40	2,85	2,49	3,7	12,3	25	1,3	nav datu
Pērtņieki	57,5	600;400	II;III	50	2,83	2,46	4,1	12,8	25	9,6	17,8
Remīne	70,0	600;400	II;III	50;40	2,84	2,53	2,9	10,4	25	5,7	18,9
Rīteri	72,1	600;400	II	50	2,83	2,65	3,7	7,8	25	1,9	7,6



52.att. Derīgā izrakteņa ieguve Biržu dolomīta atradnes karjerā 1983. un 1987. gadā.

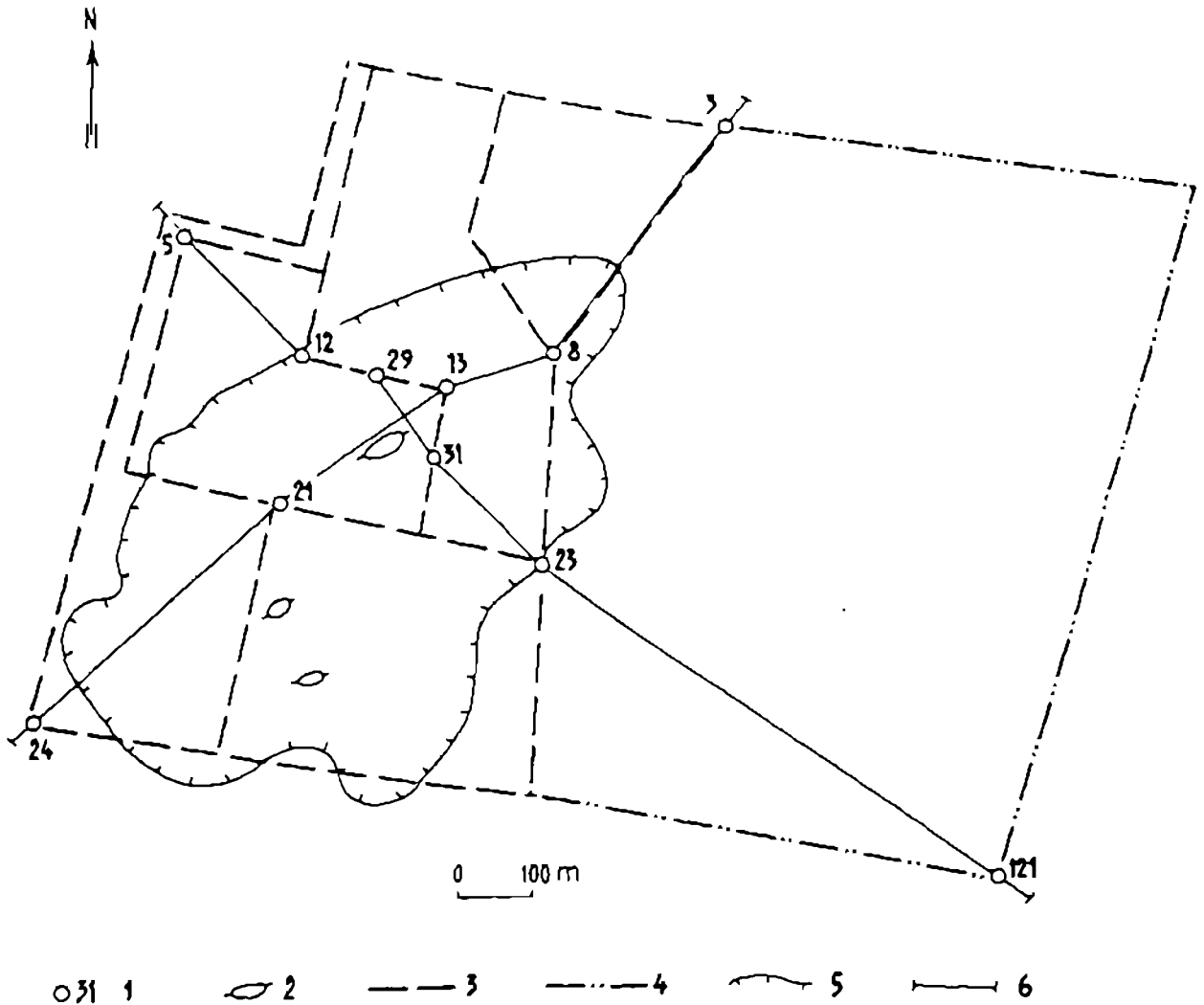
kurus varētu izmantot ēku apdarei vai restaurācijas darbiem. Tā tika izmantoti atsevišķi lieli, pēc spridzināšanas saglabājušies akmens bluķi, kurus izveda un zāģēja pat vēl pēc kopējās ieguves pārtraukšanas un izmantoja senās Siguldas pils un Brāļu kapu ansambļa restaurācijā.

Tā kā dolomīta atradnes praktiski visas tika pētītas šķembu ražošanai, to atsevišķie, iespējams apdarei vai citiem mērķiem piemērotie slāņi varētu tikt raksturoti detālajā izpētē, kuru pēc MP lēmuma ( Nr.82, 1991.g. ) turpmāk jāfinansē pasūtītājam. Lai atradnes izmantošana būtu kompleksa, un visi dolomīta paveidi tiktu racionāli izlietoti, pasūtītājam (varbūt vairākiem )jābūt ieinteresētam šādā dolomīta iegulas selektīvā izstrādāšanā un iegūto dažādo akmensmateriālu paveidu daudzpusīgā pielietošanā. Tā kā dekoratīvo ietērpakmeņu pieprasījums lielāks ir tieši lielākajās pilsētās un galvenokārt atsevišķām ēkām un celtnēm, tad atšķirībā no dolomīta šķembu ražošanas teritoriālā izejvielu nodrošinājuma, šeit būtu nepieciešami citi kritēriji. Galvenie, bez kvalitātes rādītājiem, varētu būt dolomīta paveiduatbilstība konkrētam objektam un praktiski iespējami ātrāka izmantošana.

Šādas iespējas varētu būt Kranciema atradnē, kur būtu nepieciešama novērtēto krājumu tālāka izpēte (53.att). Līdzīgas perspektīves varētu būt arī valsts ZA Dārzciema un citās atradnēs, bet pašlaik detāli pētītā Dzeņu, kā arī aptuveni izvērtētā Apes-2 atradne paredzētas tikai šķembu ražošanai.

Lielie detāli pētītie dolomītu krājumi, no kuriem šodien tiek izmantota tikai maza daļa, veido vienu no mūsu tautsaimniecības minerālizvejvielu veidiem. Bet kā konstatēts iepriekš, katrā atradnē sastopami vairāku litoloģiski rūpniecisko tipu dolomīti ar atšķirīgām īpašībām, kas ne vienmēr uzsvērts ģeoloģiskās izpētes dotajos krājumu kvalitātes vidējos rādītājos, bet kas dod iespēju pārvērtēt atsevišķus slāņus un griezuma daļas. Kā uzsver speciālisti (Kuršs, Sedmalis, Stinkule, 1996), atradņu pārprofilēšana var būt ļoti nozīmīga šodienas apstākļos.

Arī šī pētījuma rezultāti - gan plašā apkopotā un analizētā ģeoloģiskā informācija, gan konstatētās likumsakarības, gan iepriekš veikto prognožu apstiprinājums ģeoloģiskās izpētes darbos dod pamatu un iespējas pārvērtēt Latvijas dolomītu krājumu nozīmību un to perspektīvos izmantošanas veidus.



53.att. Kranciema dolomīta atradnes shēma. 1 - urbumi un to numuri, 2 - senā karsta iegruvumi. 3 - izpētītie krājumi, 4 - novērtētie krājumi, 5 - karjera kontūras (1996. gadā). 6 - ģeoloģiskie griezumumi (sk.10. un 11.attēlu).

## 5.2. Latvijas dolomītu prognozētie krājumi un to raksturojums

1989. gadā noslēdzās kolektīvs darbs - Latvijas derīgo izrakteņu prognožu karšu sastādīšana līdz 50 m dziļumam. Šī darba ietvaros veikts dolomītu prognozēto krājumu, kurus agrāk uzskatīja par "praktiski neierobežotiem", kvantitatīvais izvērtējums. Būvniecības dolomīta perspektīvie laukumi ir saistīti ar Pļaviņu un Daugavas horizontu nogulumiem, kuru sastāvā ir biezas kvalitatīva dolomīta ridas. Perspektīvo rajonu izvietojumu valsts centrālajā un austrumu daļā nosaka minēto horizontu faciālā zonalitāte (sk. 16.,17.,51.att.), vistīrāko un vienlaicīgi arī visizturīgāko dolomītu izplatība tajos. Litoloģiski faciālās analīzes rezultātus (Сорокин,1978, 1995) apstiprina izpētes darbu materiāli, kuri norāda uz kvalitatīvu dolomītu esamību Latvijas centrālajos un austrumu rajonos un to iztrūkumu Rietumlatvijā (Peyra, Варганова, 1975). Otrs svarīgākais faktors, kas nosaka perspektīvo laukumu izvietojuma vispārīgās likumsakarības, ir nederīgo iežu biežums, kuri pārsedz derīgo slāņkopu. Konkrētu laukumu robežu noteikšanai tika izmantots bagātīgs faktu materiāls - vidēja un liela mēroga ģeoloģiskās kartēšanas dati, meklēšanas un izpētes darbu rezultāti, kā arī urbumu griezumī, kuri bija urbti bez serdes ūdens apgādes vajadzībām. Materiāli tika apkopoti uz liela un vidēja mēroga topogrāfiskā pamata atkarībā no tā, cik pilnīgi teritorija ir izpētīta. Perspektīvo laukumu robežas ir dabiskas, jo ierobežo sastāva ziņā vienvēidīgas, parasti pēc uzbūves vienkāršas dolomītu slāņkopas, kuras iegul gandrīz horizontāli vai nedaudz slīpi. Izdalot laukumus, pieņemta segkārtas iežu un derīgā slāņa biežumu attiecība urbumos (segkārtas koeficients) ne lielāka par 1, bet visperspektīvākajiem laukumiem - ne vairāk kā 0,5. Pie robežu noteikšanas, bez ģeoloģiskajiem un ieguves tehniskajiem apstākļiem, tika ievēroti arī dabas aizsardzības faktori, kas arī nosaka iegūto datu būtisku atšķirību no iepriekšējo darbu rezultātiem.

Prognozēto krājumu kvantitatīvais izvērtējums veikts atbilstoši 1982. gadā pieņemtai klasifikācijai (Классификация..., 1982), kuras salīdzinājums ar ārvalstu dots 10.tabulā. Visi Latvijas dolomītu prognozētie krājumi pēc to pamatojuma tika iedalīti  $P_1$ ,  $P_2$  un  $P_3$  kategorijās (12.tab.).  $P_1$  kategorijas krājumi (atbilst konstatētajiem krājumiem jaunajā klasifikācijā) novērtēti tikai vienā laukumā valsts ziemeļu daļā. Tas atrodas netālu no pašreiz izstrādājamās atradnes un tieši pieguļ atradnēm ar novērtētajiem (bij.  $C_2$  kategorijas) krājumiem, un to var rekomendēt krājumu palielināšanai nākotnē. Prognozējamie  $P_2$  kategorijas krājumi vairumā gadījumu pamato iespēju paplašināt jau esošo dolomītu minerālizejvielas bāzi. Laukumos ar

## Dolomītu prognozētie krājumi

Prognozēto krājumu laukums	Ģeol. vec.	Laukums (km <sup>2</sup> ) ar segkārtas un derīgā slāņa attiecību		Biezums, m						Prognozētie krājumi (milj. m <sup>3</sup> ) pa kategorijām		
				segkārtas			derīgās slāņkopas					
				1:2	1:1	no	līdz	vid.	no	līdz	vid.	P <sub>1</sub>
Gaujiena	D <sub>3pl</sub>	15,4	58			7,0			13,0	205	509	
	D <sub>3pl</sub>		58			5,1						118
Dzeņi	D <sub>3pl</sub>	8,7	17,8	2,0	13,6	6,0	15,8	21,5	19,0		353	
Kranciems	D <sub>3dg</sub>		30	2,0	8,9	6,4	7,0	15,4	11,3		250	
Gaitiņi	D <sub>3dg</sub>	32,2	28,3	3,9	18,0	6,5	10,3	14,8	11,3		134	155
Purgaiļi	D <sub>3pl</sub>		59	1,5	12,0	7,0	4,1	13,6	8,7		312	
Pullēni	D <sub>3pl</sub>		39,1	0,1	7,5	3,1	6,7	18,3	14,1			223
Zalvīte	D <sub>3dg</sub>		20	2,6	8,7	5,4	3,4	11,4	8,9		66	
Zalve	D <sub>3pl</sub>	76,7	803	4,6	16,7	11,0	22,9	29,2	24,0			1055
Stērstes	D <sub>3pl</sub>	7,8	48,2	8,4	14,3	11,7	13,6	26,7	9,0			255
Aiviekste	D <sub>3dg</sub>		41,4			6,6			8,8		203	11
Birži	D <sub>3dg</sub>		33,1	2,6	9,8	6,4	3,3	13,8	7,8		207	
Spāgi	D <sub>3pl</sub>		36	6,5	31,0	16,4	2,0	37,7	23,4			238
Gerkāņi	D <sub>3pl</sub>	95	55	1,2	23,0	7,7	16,6	29,4	25,2			1032
Stalidzēni	D <sub>3dg</sub>		121			14,0			14,5			615
	D <sub>3pl</sub> (zem D <sub>3dg</sub> )		121						28,0			950
Līvāni - Viļāni	D <sub>3dg</sub>		716			9,5			14,2			2440
	D <sub>3pl</sub>		891			9,5			19,9			2718
	D <sub>3pl</sub> (zem D <sub>3dg</sub> )		716						38,3			5758
Kārsava	D <sub>3dg</sub>		573			7,6			27,6			3797
	D <sub>3pl</sub> (zem D <sub>3dg</sub> )		573						40,3			4851

prognozētajiem P<sub>3</sub> kategorijas krājumiem (atbilst varbūtējiem krājumiem) ir potenciāla iespēja atklāt jaunas atradnes.

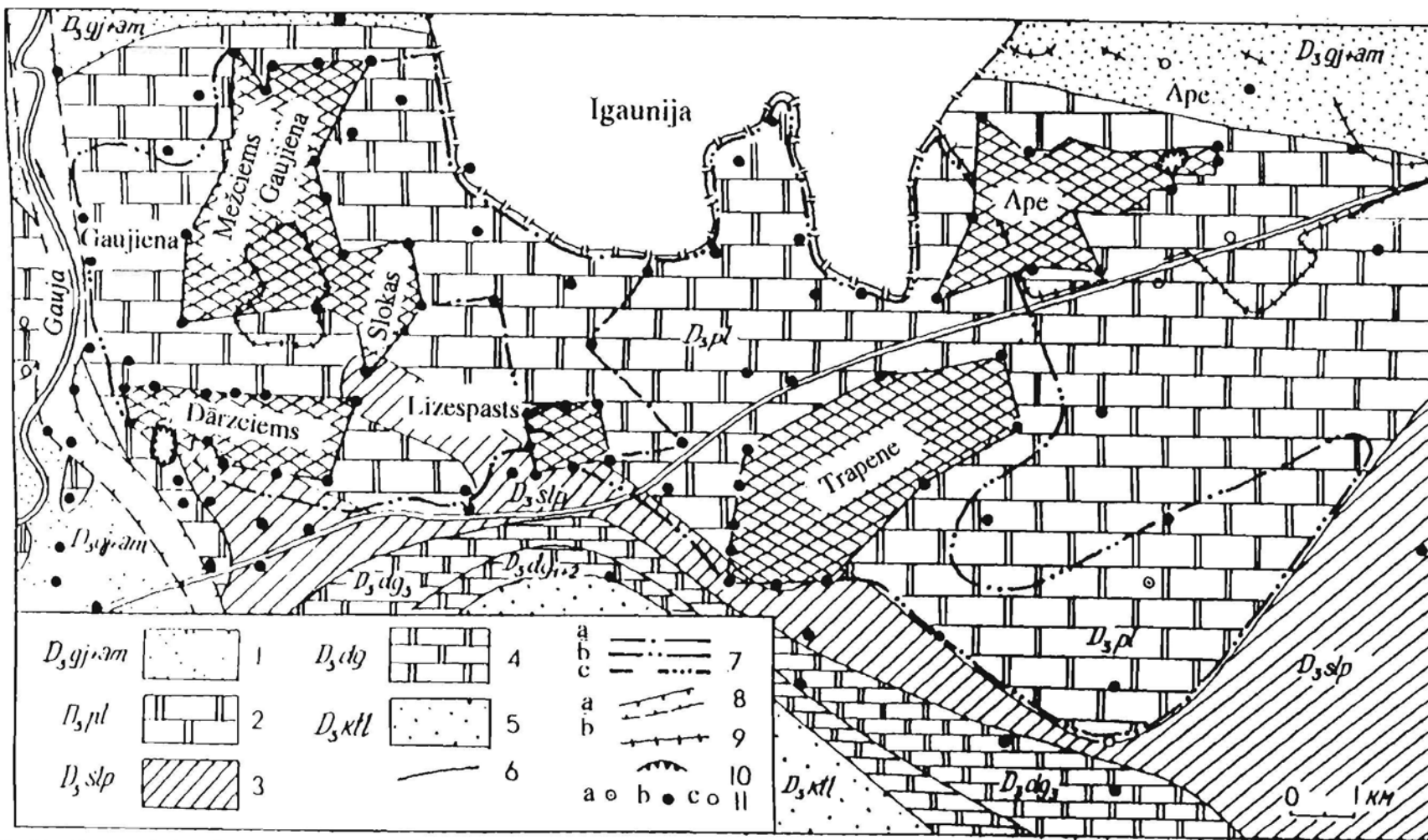
Tālāk doti Latvijas teritorijas novērtējuma rezultāti.

Valsts ziemeļos Apes rajonā Pļaviņu svītas dolomītu atsegumu robežās pēc A.I.Bogdanova (Богданов и др., 1974) un V.I.Uļjanovas (Ульянова и др., 1972) datiem izdalīti divi prognozēto krājumu laukumi - Gaujiena un Dzeņi. Pirmais no tiem stiepjas kā 3-7km plata josla gar valsts robežu no Gaujienas līdz Apei (54.att.). Lai noteiktu tā robežas, tika ievēroti dažādi faktori. Rietumos Gaujienas perspektīvo laukumu norobežo derīgo slāņkopu šķeļoša senā apraktā Gaujas ieleja. Uz dienvidiem visur palielinās segkārtas biezums. To veido irdeni kvartāra un puscieti augšējā devona Salaspils svītas nogulumi. Šeit robežu noteikšana notika pēc segkārtas un derīgās slāņkopas biezumu attiecības. Sakarā ar to, ka izdevumi cementētu iežu noņemšanai ir divas reizes lielāki nekā irdeni segiežu noņemšanai, tādās segkārtas aprēķināšanai tiek lietots koeficients 2.

Lielās Dārziema atradnes izstrādāšana ietekmē pieguļošās teritorijas hidrogrāfisko režīmu. Līdz ar to problemātiska kļūst aizsargājamā dabas objekta - Slokas purva dzērveņu lieguma saglabāšana, kurš atradnei piekļaujas no ziemeļiem. Tādēļ lieguma teritorija netika izslēgta no Gaujienas prognozēto krājumu laukuma, kura robeža austrumos iet pa Apes pilsētas zaļās zonas robežu, bet ziemeļos - pa Latvijas valsts robežu.

P<sub>1</sub> kategorijas prognozēto krājumu robežas noteiktas pēc izstrādātajām un piekļaujās novērtētajām Mežciema, Gaujienas, Slokas un Līzespasta atradnēm, bet ziemeļaustrumos - valsts robežai. Tā kā praktiskajām vajadzībām derīgi pietiekoši izturīgi un vistīrākie dolomītu paveidi, tad prognožu aprēķinos derīgajā slāņkopā netiek iekļautas tās griezumdaļas, kuras veido mālaini dolomīti, dolomītmerģeļi un māli. Šajā rajonā tie ir pirmās Pļaviņu pasvītas nogulumi, kuri pieskaitāmi paguliežiem, kā arī trešās Pļaviņu pasvītas augšējās daļas nogulumi, kas veido starpsēkārta.

Tādējādi, segkārtas biezums P<sub>1</sub> kategorijas prognozēto krājumu laukumam mainās no 3,8 līdz 8,8 m (vidēji 5,6 m), bet dolomītu derīgās slāņkopas - 9,0 līdz 16,4 m (vidēji 13,2m). Atbilstošie lielumi P<sub>2</sub> kategorijai: segiežiem - no 1 līdz 20,9 m (vidēji 7,9 m), derīgajai slāņkopai - no 4,7 līdz 20,1m (vidēji 12,7 m). Gaujienas perspektīvā laukuma dolomītu kvalitāti nosaka tas, ka griezumos dominē lielplātņaini izturīgi un vidēji izturīgi gaišpelēki un dzeltenīgi dolomīti, kas derīgi 400. markas šķembu ražošanai (13.tab.). Trešās Pļaviņu



54.att. Gaujienas dolomīta prognozēto krājumu laukuma shēma (pēc ģeoloģiskās izpētes materiāliem; Богданов и др., 1974). 1 - Gaujas un Amatas svītu smilšakmeņi, aleirolīti, māli; 2 - Pļaviņu svītas dolomīti, domerīti; 3 - Salaspils svītas māli, domerīti; 4 - Daugavas svītas dolomīti, domerīti; 5 - Katlešu svītas smilšakmeņi, māli, domerīti; 6 - dolomīta atradņu robežas; 7 - prognozēto krājumu laukumu robežas (a -  $P_1$ , b -  $P_2$ , c -  $P_3$  kategorijas); 8 - senās ielejas (a - konstatētās, b - iespējamās); 9 - dabas liegumu, rezervātu un pilsētu aizsargājamo zonu robežas; 10 - dolomītu karjeri; 11 - urbūmi (a - ģeoloģiskās kartēšanas, b - izpētes, c - hidroģeoloģiskie, bez serdes).

## Dolomītu prognozēto krājumu iespējamie kvalitātes rādītāji

Prognozēto krājumu laukums	Iespējamā šķembu marka			
	drupināmības	nodiluma	triecienpretestības	salturības
Gaujiena	400;600	II; III	50;40	25
Dzeņi	400;600	II; III	50;40	25
Kranciems	400;600	II; III	50;40	25
Gaitiņi	400;600	II; III	50;40	25
Purgaiļi	400	III; IV	40	15;25
Pullēni	400	III; IV	40	15;25
Zalvīte	400	III; IV	40	15;25
Zalve	400	III; IV	40	15;25
Stērstes	400	III; IV	40	15;25
Aiviekste	600;400;(800)	II; III	50;75	25
Birži	600;800;(1000)	I; II	75;50	50;25
Spāgi	400;600	III; IV	50;40	25;15
Gerkāņi	400;600	III; IV	50;40	25;15
Stalidzēni				
D <sub>3</sub> dg	600;400;(800)	II; I	50;75	25
D <sub>3</sub> pl	400	III; IV	40	15
Līvāni				
Viļāni				
D <sub>3</sub> dg	600;400;(800)	II; I	50;75	25;50
D <sub>3</sub> pl	400	III; IV	50	15
Kārsava				
D <sub>3</sub> dg	400;600	III; II	50	25
D <sub>3</sub> pl	400	IV	40	15

pasvītas griezumā visur ir biežplātņainie akmens paveidi, kas var būt noderīgi apdares materiāliem.

Ši laukuma dolomītus nav ievērojami skāruši sekundārie procesi. Agrāk neatklātu, perspektīvo laukumu šķērsojošu seno aprakto ieleju klātbūtne ir maz ticama. Arī karsta veidošanās procesi nav tipiski. Tādēļ produktivitātes koeficients ir tuvs 1,0.

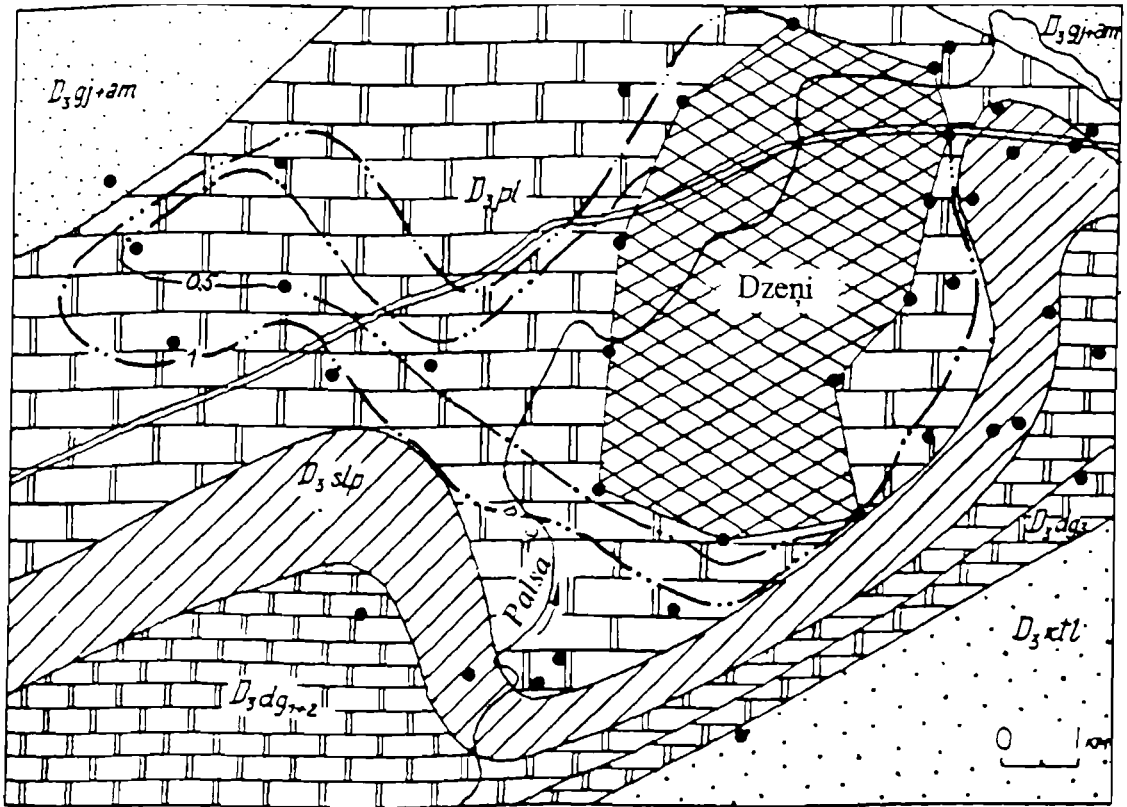
Gaujienas prognozēto krājumu laukums ir vienīgais valstī, kur novērtēti  $P_1$  kategorijas būvniecības dolomītu krājumi - 205 miljoni  $m^3$ , un vislielākais  $P_2$  kategorijas krājumu ziņā - 590 miljoni  $m^3$ .

Dzeņu laukums tieši piekļaujas tāda paša nosaukuma atradnei (55.att.). Galvenais kritērijs tā robežu noteikšanai bija maksimāli pieļaujamā segkārtas (no 2,0 līdz 13,6m, vidēji 5,9m) un derīgās slāņkopas (no 15,8 līdz 21,5m, vidēji 18,9m) attiecība (ne vairāk kā 1). Ģeoloģiskā uzbūve līdzīga kā Gaujienas laukumā. Skaidri var atšķirt visas pasvītas, ridas un pat atsevišķus dolomītu slāņus. Tādēļ to kvalitatīvais raksturojums un izmantošanas iespējas arī ir līdzīgas.

Dolomīta prognozētie  $P_2$  kategorijas krājumi Dzeņu laukumā ir 353 miljoni  $m^3$ . Tātad valsts ziemeļos Gaujienas un Dzeņu laukumos sakoncentrēta lielākā daļa  $P_1$  un  $P_2$  kategorijas dolomītu perspektīvo krājumu. Taču to izpēte un rūpnieciskā apguve nebija plaša akmens vidējas kvalitātes, augstas mehāniskās izturības paveidu iztrūkuma, kā arī lielā attāluma dēļ no galvenajiem šķembu patērētājiem. Apdares materiālu ieguvei lielu interesi izraisa šeit plaši izplatītie gaišie biežplātņainie lielu bloku dolomīti.

Centrālajā Latvijā, kur agrāk atradās vieni no lielākajiem celtniecības šķembu patērētājiem, starp Ogrī un Inčukalnu, atrodas Kranciema, Gaitiņu, Purgaiļu, Pullēnu dolomīta atradnes un tām pieguļošie tāda pat nosaukuma perspektīvie laukumi (sk. 51.att.). Tieši pie pašām Kranciema, Tūrkalnes, Remīnes un Mežkalnu atradnēm Daugavas svītas nogulumu izplatības teritorijā izdalīts Kranciema prognozēto krājumu laukums, kas stiepjas kā 2-5km plata josla no ziemeļiem uz dienvidiem līdz Ogres pilsētas zaļajai zonai. Laukuma robežas tika noteiktas pēc irdeno kvartāra segiežu (vidēji 6,3m) un derīgās slāņkopas (vidēji 11,3m) biezumu attiecības.

Rajona ģeoloģiskā uzbūve ir sarežģīta, jo aktīvie karsta procesi ir izraisījuši iegruvumus dolomītiežu slāņkopā. Plaši izplatītas arī senās apraktās ielejas, lielākās no kurām tika izslēgtas no prognozēto krājumu laukuma. Mazākās ievēroja novērtējot krājumus kvantitatīvi un pielietojot produktivitātes koeficientu. Derīgās slāņkopas griezumam Kranciema laukumā raksturīga dažādu tipu dolomītu mija. Dolomītu krājumi šajā laukumā ir diezgan lieli (250 miljoni  $m^3$ ) un novērtēti pēc  $P_2$  kategorijas. Tādējādi, ir reāli priekšnoteikumi, lai Kranciema un Remīnes atradnēs palielinātu izpētītos krājumus un varētu turpināt būvmateriālu ražošanu. Vienlaicīgi būtu nepieciešams risināt jautājumu par apdares materiālu ražošanai piemērotu dolomītu ieguves organizēšanu.



55.att. Dzeņu dolomīta prognozēto krājumu laukuma shēma (pēc ģeoloģiskās izpētes materiāliem; Богданов и др., 1974). Apzīmējumi tādi pat kā 54.attēlā.

Tālāk uz ziemeļaustrumiem, tajā pat Daugavas svītas iežu izplatības joslā (zem kvartāra nogulumiem), ir norobežots perspektīvais laukums ar tādu pašu nosaukumu kā izstrādājamai Gaitiņu atradnei. Šeit vērojama zināma līdzība ar Kranciema prognozēto krājumu laukumu kā griezuma uzbūvē, tā arī dolomītu kvalitatīvajā raksturojumā (sk. 13.tab.). Gaitiņu laukuma centrālajā daļā izdalīts nogabals ar ļoti labvēlīgiem ieguves tehniskajiem apstākļiem, kur pārsedes koeficients nav lielāks par 0,5.

Aplūkojamajā dolomītu plašās izplatības teritorijā uz austrumiem no Rīgas ietilpst vēl divi laukumi - Purgaiļi un Pullēni. Griezuma derīgo daļu šeit veido Pļaviņu svītas dolomīti. Meklējumu darbu rezultāti, kurus 1969. gadā veica I.Mēkone, ļauj norobežot perspektīvo Purgaiļu dolomītu laukumu lielā teritorijā. Rietumos šis laukums piekļaujas Rīgas zaļajai zonai, austrumos laukuma robeža gandrīz sakrīt ar pārsedzošās Salaspils svītas nogulumu izplatības robežu. Segkārtai bez irdenajiem kvartāra un puscietajiem Salaspils nogulumiem pieskaitīts arī Pļaviņu svītas trešās pasvītas augšējās daļas merģeļu starpslānis. Segkārtas vidējais biežums 7,0m, derīgās slāņkopas vidējais biežums 8,7m. Purgaiļu un Kalniešu atradnēm ar nelieliem iepriekš novērtētiem C<sub>2</sub> kategorijas celtniecības dolomītu krājumiem nav patstāvīgas nozīmes rūpniecībā un tādēļ tās ietvertas prognožu laukumā. P<sub>2</sub> kategorijas prognozētie krājumi ir 312 miljoni m<sup>3</sup>.

Līdzīga Pļaviņu svītas griezuma uzbūve raksturīga arī Pullēnu laukumam, kas atrodas uz ziemeļaustrumiem no Purgaiļu laukuma. Segslāņa (vidēji 3,1 m) un derīgās slāņkopas (vidēji 14,1m) biežumu attiecība šeit noteikta pēc dažu urbumu datiem, kurās ir pilnīgs stratigrāfiski iedalīts griezums. Pārsedes koeficients nav lielāks par 0,5.

Purgaiļu un Pullēnu prognozēto krājumu laukumu derīgās slāņkopas dolomītu kvalitāte ir nedaudz zemāka, nekā iepriekš aplūkotajiem. Šajā rajonā Pļaviņu svītas dolomīti ir merģelaināki un, acīmredzot, pārveidoti sekundārās ķīmiskās izskalošanās procesos. Pēc mehāniskās izturības šo dolomītu šķembas atbilst 400. markai.

Aplūkotie Kranciema, Gaitiņu, Purgaiļu un Pullēnu prognozēto krājumu laukumi atrodas ekonomiski apgūtā rajonā, netālu no lieliem patērētājiem, kas nosaka to nozīmību tālākai dolomītu minerālizējvielas krājumu papildināšanai.

Dienvidlatvijā, starp Jaunjelgavu un Neretu, pēc meklēšanas darbu materiāliem (Peyra, Александров, 1978) izdalīti Zalvītes, Zalves un Stērstes laukumi (sk. 51.att.).

Zalvītes laukums, kur derīgo slāņkopu veido Daugavas svītas dolomīti, sastāv no vairākiem izolētiem iecirkņiem, ko atdala aizsargjoslas gar ceļiem un upēm. Kopīgie

prognozētie P<sub>2</sub> kategorijas dolomītu krājumi, izslēdzot merģeļu un mālu starpkārtu, tiek vērtēti ap 66 miljoniem m<sup>3</sup>.

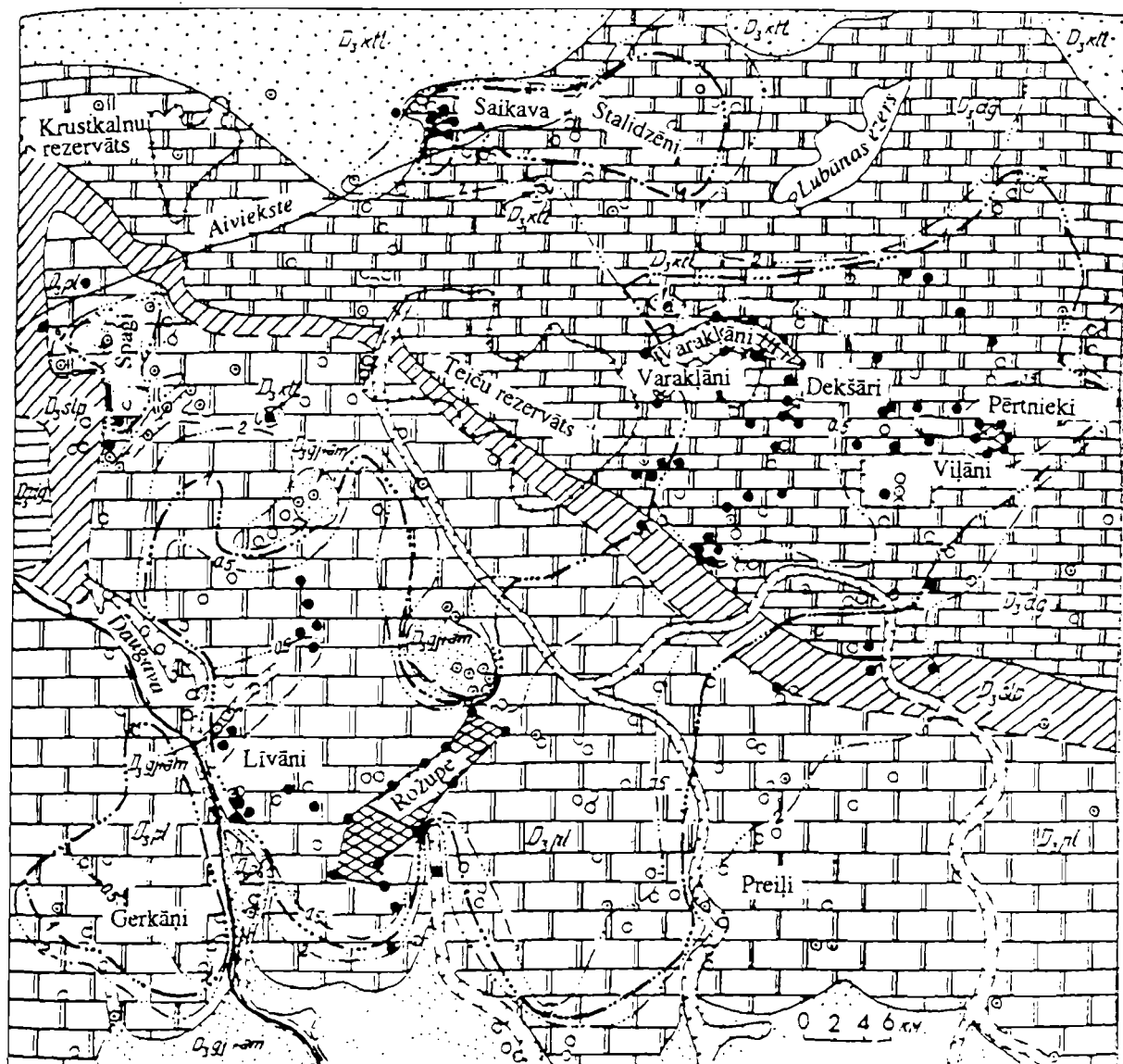
Pļaviņu svītas Zalves un Stērstu dolomītu laukumi ietver sevī tāda pat nosaukuma iecirkņus, kas meklēšanas darbos izdalīti jau senāk. Šie darbi parādīja, ka dolomītu kvalitāte ir vidēja, taču pilnībā var apmierināt prasības un atrast pielietojumu vietējām vajadzībām.

Ar lielām Biržu un Aiviekstes izstrādājamām atradnēm ir saistīti tāda pat nosaukuma Daugavas svītas dolomītu prognožu laukumi. Aiviekstes laukums rietumos pieguļ Pļaviņu pilsētas zaļajai zonai un stiepjas kā josla gar Aiviekstes upi uz ziemeļaustrumiem, kur Daugavas svītas nogulumu izķīlējas. Uz ziemeļrietumiem un dienvidaustrumiem palielinās segkārtas biezums. Derīgās slāņkopas vidējais biezums šajā laukumā ir 8,8m, segkārtas - 6,6m.

Biržu prognozēto krājumu laukums turpinās uz ziemeļiem no atradnes un pieguļ purvu lieguma aizsargājamaī zonai. Austrumu un rietumu robežas noteiktas pēc Daugavas svītas nogulumu izķīlēšanās. Segkārtas vidējais biezums 6,4m, derīgās slāņkopas - 7,8m. Aiviekstes un Biržu laukumu derīgo slāņkopu veido analogiski Daugavas svītas dolomītu slāņi ar augstiem kvalitātes rādītājiem, kas ir labāki nekā citos laukumos. Tādēļ šet izplatīto mehāniski izturīgo un ļoti izturīgo dolomītu paveidu (pēc izturības 600. un 800. marka) krājumus var novērtēt atsevišķi un tie veido apmēram 60% derīgās slāņkopas griezumā.

Uz austrumiem no Aiviekstes laukuma izdalīts Spāģu prognozēto krājumu laukums (56.att.), bet uz dienvidaustrumiem no Biržiem, Daugavas kreisajā krastā - Gerkāņu laukums. Derīgo slāņkopu tajos veido Pļaviņu svītas dolomīti. Nelielais faktū materiāls ļauj novērtēt dolomītus tikai P<sub>3</sub> kategorijā. Minerāliezvielu kvalitāte nedaudz zemāka, nekā blakus esošajos ar Daugavas svītas nogulumiem saistītajos laukumos.

Vislielākie būvniecības dolomītu prognozēto krājumu laukumi atrodas Austrumlatvijā. Tie ir Līvānu-Viļānu, Stalīdzēnu un Kārsavas, kas aizņem gandrīz visu Pļaviņu un Daugavas svītu nogulumu izplatības laukumu zemkvartāra virsmā, izņemot augstieņu rajonus, kur krasi palielinās kvartāra iežu biezums. Līvānu-Viļānu prognožu laukuma daļā, kas pieklaujas Daugavai un turpinās uz austrumiem līdz Preiļiem un tālāk uz ziemeļaustrumiem, ir izplatīti Pļaviņu svītas dolomīti. Derīgās slāņkopas vidējais biezums 19,9m, segslāņa - 9,5m. Prognozētie krājumi novērtēt pēc P<sub>3</sub> kategorijas, akmens kvalitāte, kā redzams 13.tabulā, salīdzinoši nav augsta. Izturīgāki dolomīti iegūļ laukuma ziemeļaustrumu daļā Viļānu rajonā un pieskaitāmi Daugavas svītas nogulumiem. Vidējais kvartāra iežu segkārtas biezums 9,5m,



56.att. Spāgu. Gerkāņu (Ģērķēnu). Stalidzēnu un Livānu-Viļānu (centrā) dolomīta prognozēto krājumu laukumu shēma. Apzīmējumi tādi pat kā 54.attēlā.

derīgās slāņkopas - 14,2m. Šajā rajonā tika izstrādāta Pērtnieku atradne, kur iegūti augstas kvalitātes dolomīti. Vidējie kvalitātes rādītāji šeit arī ir vieni no visaugstākajiem. Līdzīgi kā Aiviekstes un Biržu laukumos, Viļānu pilsētas apkārtnē novērtēti mehāniski izturīgu un ļoti izturīgu dolomītu prognozētie krājumi. Daugavas svītas dolomītu prognozētie krājumi šeit izdalīti lielā laukumā. Rietumos to ierobežo Teiču rezervāta aizsargājamā zona, austrumos - kvartāra iežu biezuma palielināšanās.

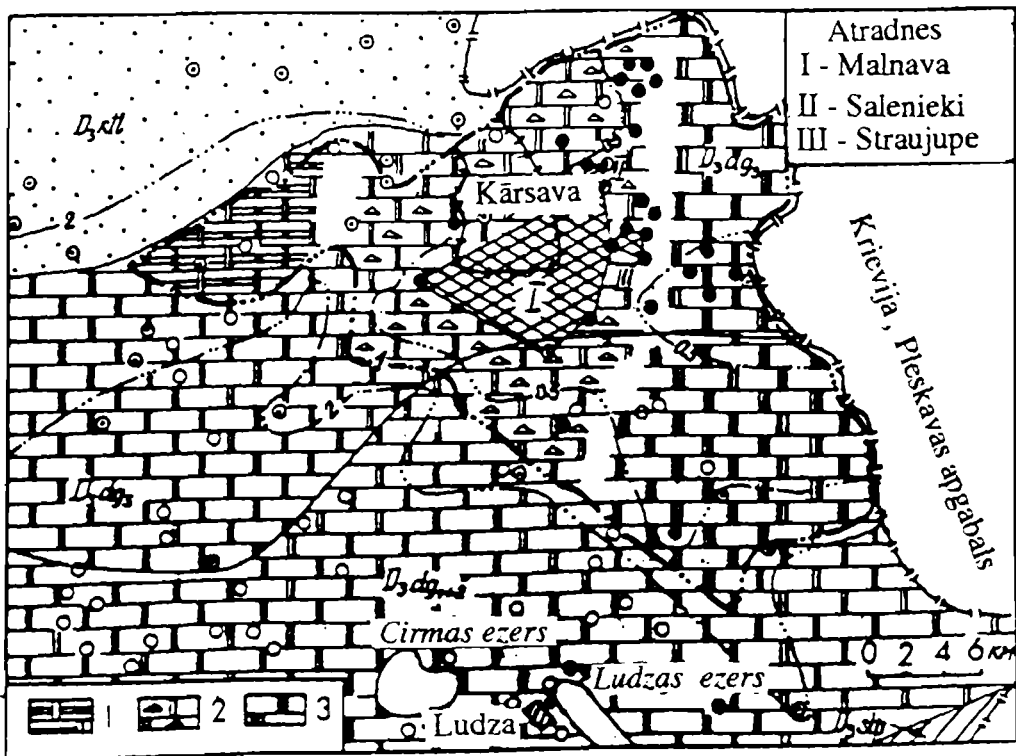
Ar Daugavas svītas nogulumiem saistīta arī Stalīdzēnu prognozēto krājumu laukuma derīgā slāņkopa. Tas atrodas uz ziemeļiem no Līvānu-Viļānu laukuma. Tālāk uz ziemeļiem un ziemeļrietumiem Daugavas svītu pārsedz puscietie Katlešu svītas ieži, kas krasi palielina segkārtas biezumu. Dolomītu kvalitāte šeit ir laba, kas apstiprināts ģeoloģiskās izpētes darbos (Возьмпаев, 1991).

Valsts austrumos, Krāslavas pilsētas apkārtnē, izdalīts tāda paša nosaukuma prognozēto krājumu laukums (57.att.), kurā derīgo slāņkopu veido Daugavas svītas dolomīti. Ziemeļos laukumu ierobežo Katlešu svītas nogulumu izplatības robeža. Uz dienvidiem palielinās kvartāra nogulumu biezums. Uz austrumiem laukumu, acīmredzot, var turpināt aiz valsts robežas Krievijas federācijas Pleskavas apgabalā. No laukuma izslēgta Krāslavas pilsētas zaļā zona. Segslāņa un derīgās slāņkopas biezumu attiecība (7,6:27,6m) ir samērā labvēlīga. Laukuma ziemeļu daļā derīgo slāņkopu daļa mālaini-merģeļainie, 4,6-11,2m biezie Vidusdaugavas pasvītas Ilmeņa slāņi. Aprēķinot P<sub>3</sub> kategorijas krājumus, šie slāņi pieskaitīti starpsegkārtai.

Pēc derīgās slāņkopas uzbūves atšķirībām un neizturīgu iežu starpkārtām Krāslavas laukums sadalīts trijās zonās. Viskvalitatīvāko šķembu iegūšanai perspektīvāka ir trešā zona (sk. 57.att.).

Visā Austrumlatvijā Pļaviņu un Daugavas derīgās slāņkopas atdala neliela biezuma (7-10 m) mālaini karbonātiskie Salaspils svītas ieži. Ja derīgās un neizmantojamās griezuma daļas attiecība ir labvēlīga, tad prognozēto krājumu novērtējums attiecas arī uz Pļaviņu svītas dolomītiem. Pie tam dziļums sasniedz 50m, bet atsevišķos iecirkņos pat nedaudz vairāk. Dati par Pļaviņu svītas dolomītu kvalitāti šeit ir ļoti nabadzīgi, bet pēc analogijas ar labāk izpētītiem Centrālās un Ziemeļlatvijas rajoniem var pieņemt, ka vidējie kvalitātes rādītāji atbilst šķembu ražošanas prasībām.

Iepriekš teiktais apliecina, ka Latvijā ir pietiekoši lieli kvalitatīvi dolomītu prognozētie krājumi. To izvietojumu valsts centrālajā un austrumu daļā nosaka slāņkopu ģeoloģiskā



57.att. Kārsavas dolomīta prognozēto krājumu laukuma shēma. Iespējamās pirmā litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītu izplatības zonas: 1 - ar ceturto litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītu starpslāņiem; 2 - ar trešo litoloģiski rūpnieciskā tipa dolomītu starpslāņiem; 3 - bez citu tipu dolomītu starpslāņiem. Pārējie apzīmējumi tādi pat kā 54.attēlā.

uzbūve un litoloģiski faciālās īpatnības. Visperspektīvākā apguvei nākotnē ir Līvānu-Viļānu laukuma ziemeļaustrumu daļa, kur sakoncentrēti ievērojami kvalitatīvu Daugavas svītas dolomītu krājumi, tai skaitā mehāniski izturīgi un ļoti izturīgi paveidi, kas ir perspektīvi augstas mehāniskās izturības šķembu ražošanai. Šim nolūkam vajadzīga jaunāka iežu pārstrādes tehnoloģija ar šķembu bagātināšanas metodes pielietojumu.

Ja jauni minerālizojvielas avoti nepieciešami Rīgas un valsts centrālo rajonu vajadzību apmierināšanai, tad tādus var atrast laukumos, kas atrodas uz austrumiem no Rīgas (piemēram, Kranciems un Gaitiņi). Turpmāk, droši vien, nāksies apgūt dolomītu krājumus valsts ziemeļos (Gaujiena, Dzeņi) un austrumos (Kārsava).

Prognozēto krājumu izstrādes tehniskie apstākļi, protams, būs sarežģītāki, nekā pašreiz izpētītajās atradnēs. Tajās vidējais segkārtas biezums ir 3,6m, bet derīgās slāņkopas - 10,5m, līdz ar to segkārtas koeficients ir 0,34. Prognozēto krājumu laukumos, sakarā ar izvērtējuma dziļuma palielināšanos, vidēji aprēķinātais (biezuma aprēķināšanai intervāliem ar puscietiem iežiem piemērots koeficients 2) pārsedzošā slāņa biezums pieaug līdz 13,4m, bet derīgās slāņkopas - līdz 30,6m. Kā izriet no šiem datiem, segkārtas koeficients pieaug tikai nedaudz (vidējais 0,44) un celtniecības dolomīta iegūšanas tehniskie apstākļi būs labvēlīgi.

## NOBEIGUMS

Darba rezultātā iegūti sekojoši secinājumi.

1. Noskaidrota praktiski nozīmīgo dolomīta slāņkopu izplatība, izdalīti 17 atradņu meklēšanai un izpētei perspektīvi laukumi, ņemot vērā dabas aizsardzības (arī lauksaimniecības un mežsaimniecības) un dabas resursu racionālas un saudzīgas izmantošanas intereses.
2. Starptautiska projekta ietvaros pirmoreiz sastādīta Baltijas valstu nemetālu derīgo izrakteņu prognozēto krājumu karte (mērogs 1:500 000), kur par Latvijas dolomītu krājumiem sniegta visa aktuālā informācija .
3. Izvērtēti dolomītu izpētītie krājumi Latvijā, kā arī izrakteņa kvalitāte un turpmākās praktiskās izmantošanas dažādošanas un paplašināšanas iespējas.
4. Aprēķināti Latvijas dolomītu prognozētie krājumi pa izmantošanas nozarēm, prognožu laukumiem un pēc ģeoloģisko pētījumu detalitātes.
5. Novērtēta Latvijas dolomītu noderība stiklrūpniecībā, veicot arī speciālus kompleksus paraugu apstrādāšanas (drupināšanas, mazgāšanas un šķirošanas) darbus, līdz ar ķīmiskā sastāva izmaiņu analīzi, un iegūts pozitīvs rezultāts to kvalitātes uzlabošanā.
6. Prognozēta krājumu kvalitāte visos 17 atradņu meklēšanai perspektīvajos laukumos, kas pēc tam veiktajos ģeoloģiskās izpētes darbos arī apstiprināta praktiski.
7. Noteikta atsevišķu pēcsedimentācijas izmaiņu ietekme uz derīgā izrakteņa kvalitāti.
8. Noskaidrotas paleokarsta un sufozijas procesu apdraudētās zonas un noteiktas dolomītu izmaiņas tajās, kas attiecas uz dolomītu ieguvi un kvalitāti.
9. Izstrādāts iedalījuma kritēriju komplekss un dolomīti iedalīti četros litoloģiski rūpnieciskajos tipos un rekomendēta to racionāla izmantošana.
10. Izsekota tautsaimniecībā nozīmīgo dolomītu tipu izplatība visā Latvijā.
11. Detalizēti pētot dolomītu īpašības atklātas vai apstiprinātas vairākas likumsakarības starp dolomītu mehānisko izturību un citām fizikālajām īpašībām un arī to ķīmisko sastāvu.

## LITERATŪRA

- Bamberg K. Dolomīts, kaļķakmens, ģipšakmens. - ZBPI - Rīga, 1939. 31 - 37 lpp.
- Bamberg K. Paplakas dolomīts un tā nozīme stiklrūpniecībā. // Zemes bagātību pētīšanas institūta raksti, II., 1940, 131-136 lpp.
- Banino G. M. Construction aggregates: new sources and solutions. // Geotimes.-1994.-39, No.5.-P.4.
- Buch L. Beiträge zur Bestimmung der Grbirgsformationen Russlands. // "Karsten's Arch. Mineral." - 1840, Bd. 15, S. 3-128.
- Delle N. Daugavas devona nogulumu. // Raksti par Daugavu. - Rīga, 1932, - 3-11 lpp.
- Delle N. Zemgales līdzenuma, Augšzemes un Lietuvas devona nogulumu. // LU Raksti. Mat. un Dabaszin. Fak. Sēr., - 1935, 2. sēj., N5, - 106-384 lpp; atsevišķs novilkums (izlabots), - 1937a, 106-384 lpp.
- Delle N. Latvijas pamatformācijas. // Latvijas zeme, daba un tauta, 1. sēj. - Rīga, 1937b, - 610 lpp.
- Dolomites (a volume in honour of Dolomieu). Ed. By Bruce Purser, Maurice Tucker and Donald Zenger. Spec. Publ. No. 21 of the International Association of Sedimentologists. - 1994. - 455p.
- Eiduks J., Kalniņš M. Latvijs PSR derīgie izrakteņi un to izmantošana. - Rīga, 1961, - 432 lpp.
- Grewingk C. Geologie von Liv- und Kurland. - Dorpat, 1859. - 55 S.
- Grewingk C. Geologie von Liv- un Kurland mit Inbrgriff einiger angrenzenden Gebiete. // Argh. Naturk. Liv-, Est-, Kurlands. I. Ser., 1861, Bd. 11, S. 479-776.
- Grewingk C. Erläuterungen zur zweiten Ausgabe der geognostischen Karte Liv-, Est- und Kurlands.- Arch. Naturk. Liv-,Est-, Kurlands. I. Ser.,1879, Bd. 8, S.343-466.
- Kraus E. Studien zur ostbaltischen Geologie, I. Marine Transgressions-Stöße im baltischen Devon. // L.U. Ģeol. Inst. Raksti. - Rīga, 1927, N 9. - 36-47 lpp.
- Kuršs V., Sedmalis U., Stinkule A. Latvijas derīgie izrakteņi.// Latvijas ģeoloģijas vēstis. Valsts ģeoloģijas dienesta žurnāls. - Rīga,1996, Nr.1.-5-9.lpp.
- Kuršs V., Stinkule A. Derīgie izrakteņi. 2. daļa. Atradņu meklēšana un izpēte: Mācību līdzeklis.-Rīga, LU, 1994.-80 lpp.

- Leighton M.W. and Pendexter C. Carbonate rock types. // Mem. Ass. Petrol. Geol., No. 1, - 1962, - pp.33-60.
- Levina N., Levins I., Prols J., Straume J. Dzeramie pazemes ūdeņi Latvijā. Izmantošana un monitorings.- Rīga, 1995, -79lpp.
- Liepiņš P. Daži devona stratigrāfijas jautājumi Galvenā devona lauka rietumu daļā. // Latv. PSR ZA Vēstis, 1951, N 6. -983-986 lpp.
- Liepiņš P. Devona sistēma. // Latvijas PSR ģeoloģija. - Rīga, 1961. - 53-92 lpp.
- Mattes B.W., Mountjoy E.W. Burial dolomitization of the Upper Devonian Miette Buildup, Jasper National Park, Alberta. // Concepts and Models of Dolomitization. Ed. by D.H.Zenger, J.B.Dunham and R.L.Ethington. / Special publication No.28, Society of Econom. Paleontologists and Mineralogists, 1980. - pp.259-297.
- Meskimen R. An Aggregate Producer's Point of View on Zoning. // Rept. Invest./ Minn. Geol. Surv. -1993, No. 42, - pp. 100-102.
- Narr W. Estimating Average Fracture Spacing in Subsurface Rock. // AAPG Bulletin, Vol.80, No.10, October 1996, - pp.1565-1586.
- Paacht R. Der Devonische Kalk in Livland. // Arch. Naturk. Liv-, Est-, Kurl. 1. Ser., 1849, T.2, S. 249-291.
- Rozenšteins E. Latvijas derīgie izrakteņi un to izmantošana. // Ģeogr. raksti, II. - Rīga, 1930.
- Sebecic B. Classification of recrystallized, dolomitized and bituminous carbonate rocks. // Geol. vjesn. 30, No. 2, 1978, pp. 711-729.
- Sibley D.F. and Gregg J.M. Classification of dolomite rock texture. // Journal of Sedim. Petrol. 57, 1987, pp. 967-975.
- Sidder G.B., Sims P.K. Introduction. // Industrial minerals - today and tomorrow: the raw materials to build the Upper Midwest. // Report of Investigations. / Minn. Geol. Surv. - 1993. - No.42. - pp.1-3.
- Sorokins V. Daugavas svīta.// Latvijas daba. Enciklopēdija. 1.sēj.-Rīga, 1994,- 220-222.lpp.
- Sorokins V. Pļaviņu svīta.// Latvijas daba. Enciklopēdija. 4.sēj.- Rīga, 1997, (nodots publicēšanai).
- Teedumae A. Carbonate Rocks of the Adavere Stage and Possibilities of Their Utilization (Silurian, Estonia). // Proc. Estonian Acad. Sci. Geol., 1996a, 45, 1, pp.22-33.

- Teedumae A. On Classifications of Mineral Resources. // Proc. Estonian Acad. Sci. Geol., 1996b, 45, 1, pp. 46-50 (in Estonian with abstract in English).
- Thorez J., Bullock P., Catt J.A., Weir A.H. The Petrography and Origin of Deposits filling Solution Pipes in the Chalk near South Mimms, Hertfordshire. // Geological Magazine, Vol.108, No.5, - Cambridge University Press, Sept. 1971, - pp.413-423.
- Tucker M.E. and Wright V.P. Carbonate Sedimentology. - Oxford, 1992. - 482p.
- Vītiņa I., Baumanis O., Lagzdīņš E., Igaune S., Grosvalds I., Krāģe L. Dabiskā akmens pieminekļu korozija un konservācija Latvijā. // Latvijas ķīmijas žurnāls, Nr.3, - Rīga, Zinātne, 1994. - 367-374.lpp.
- West G. Estimating aggregate properties from the unconfined compressive strength of rock. //Quarterly Journal of Engineering Geology, 1991, 27, No.3, - pp.275- 276.
- Wuckoff M.A. Mineral extraction meets planing and zoning. // Report of investigations. / Minn. Geol. Surv. - 1993. - No.42. - pp.51-63.
- Афанасьев Б.Л., Поливко И.А., Яковлева В.И., Волколаков Ф.К. К проблеме генезиса локальных структур Прибалтики. // Проблемы региональной геологии Прибалтики и Белоруссии. – Рига: Зинатне, 1973. – с. 201–210.
- Берлин Ю.Я., Сычев Ю.И., Кипнис Л.Г. Материаловедение для камнеобработчиков. Ленинград, 1990, 272 с.
- Биргер А.Я., Биргер Л.В., Биркис А.П. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые Латвии. – Рига: Зинатне. 1979. – 543 с.
- Болдырев А.С., Добужинский В.И., Рекитар Я.А. Технический прогресс в промышленности строительных материалов. РМ., Стройиздат, 1980, 399 с.
- Варфоломеева О.М. Карст в Латвийской ССР. // Тр. ИГ АН Латв. ССР, Рига, 1961, вып. 7, с. 47-88.
- Варфоломеева О.М. Карбонатный карст Латвийской ССР на примере долины р. Даугава. - Изд. Зинатне, Рига, 1965. 200 с.
- Ветренников В.В. О некоторых особенностях геологического строения и закономерностях размещения полезных ископаемых Бауского и Биржайского районов Прибалтики. // Условия образования осадочного чехла и структур Прибалтики. – Рига: Зинатне, 1981. – С. 147–156.
- Водзинскас Э.В. Верхнедевонские доломиты Литвы. – Тр. Ин-та геол., Вильнюс, 1966а, вып. 3, с. 69–88.

- Водзинскас Э. В. Образование доломитовой муки и раздоломичивание пород в доломитах Литвы. – Тр. Ин-та геол. – Вильнюс, 1966б, вып. 3, с. 45–56.
- Волколаков Ф.К., Поливко И.А., Агальцова Е.Н., Яковлева В.И. Геологическое строение и нефтегазоносность акваториальной части Балтийской синеклизы. – Рига: Зинатне, 1977. – 136 с.
- Геологическая карта республик Советской Прибалтики. Масштаб 1 : 500 000. объяснительная записка. / сост: Киснерюс Ю.Л., Брангулис А.П., Григялис А.А. и др. – Ленинград: Недра, 1980. – 55 с.
- Геология и геоморфология Балтийского моря. Сводная объяснительная записка к геологическим картам масштаба 1 : 500 000. Под. ред. Григялис А.А. – Ленинград: Недра, Ленинградское отделение, 1991. – 420 с.
- Геология Латвийской ССР: Объяснительная записка к геологическим картам Латвийской ССР масштаба 1 : 500 000 / Сост. : Брангулис А.П., Страуме Я.А., Бендруп Л.П. и др. - Рига, Зинатне, 1984. - 214 с.
- Геология СССР, том 38. Латвийская ССР. Ред. Ансберг Н.А. – Москва, 1960.
- Гравитис В.А. Новое о Вирешской структуре. // Тр. ИГ АН Латв.ССР, 1961, вып.7, с. 115-125.
- Гравитис В.А. О фациальных изменениях карбонатной части франского яруса в Гулбенской впадине и на ее северном и восточном обрамлении. // Вопросы геологии среднего и верхнего палеозоя Прибалтики. Рига, 1967, с. 54–84.
- Дмитриева Е.В., Либрович В.Л., Некрасова О.Н., Хабаков А.В. Вопросы классификации осадочных горных пород. // Генезис и классификация осадочных пород. – Москва, 1968, с. 24–34.
- Дмитриева Е.В. Доломиты. // Атлас текстур и структур осадочных горных пород. – Москва: Недра, 1969, с. 109–141.
- Каледа Г.А. К вопросу о перекристаллизации карбонатных пород // Вопросы минералогии осадочных образований, 2 Львов, 1955.
- Каминскас А.Ю. Технология строительных материалов на магниезиальном сырье. // (Институт химии и хим. технологии АН Лит. ССР) Комплексные методы определения пригодности сырья и способы производства. Вильнюс, Мокслас, 1987.
- Карбонатные породы. Ред. Дж. Чилингар, Г.Биссел, Р.Фейрбридж. Москва: Мир, 1971, т. 1, 396 с.; т.2, 268 с.

- Карта полезных ископаемых республик Советской Прибалтики. Масштаб 1:500 000. – Вильнюс, 1980.
- Касабов И.А. Обогащение нерудных материалов методом отсадки. // Повышение эффективности использования сырья и качества нерудных строительных материалов. – Москва, 1980, – с. 113–116.
- Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. – М., 1982. – 14 с.
- Клепиков В.С., Куршс В.М. Обеспеченность минеральным сырьем промышленности Латвийской ССР и направление дальнейших геологических работ. // Региональная геология Прибалтики. – Рига, 1974. – С. 187–195.
- Куршс В.М. Минеральное сырье Латвии для производства нерудных строительных материалов. – Рига, 1963. – 154 с.
- Куршс В.М. Литология и полезные ископаемые терригенного девона Главного поля. – Рига, 1975. – 216 с.
- Куршс В.М. Геологическое строение территории Латвии и общие закономерности развития полезных ископаемых. // Минеральное сырье Латвии для промышленности строительных материалов. – Рига: Зинатне, 1977. – С. 9– 20.
- Куршс В.М. Девонское терригенное осадконакопление на Главном девонском поле. – Рига: Зинатне, 1992. – 208 с.
- Левков Э.А., Бурлак А.Ф. и др. Карстовые процессы в неогене на северо-востоке Белорусии. // Докл. АН БССР, том 32, 1988, стр. 1018-1020.
- Лиепиньш П.П. Девонские отложения долины р. Даугавы. // Геология долины р. Даугавы. – Рига, 1959. – с. 3–72.
- Лиепиньш П.П. Стратиграфия франских отложений Латвийской ССР. // Франские отложения Латвийской ССР. – Рига, 1963а. – с. 3–94.
- Лиепиньш П.П. Условия формирования франских отложений Латвийской ССР. – Рига, 1963б. – с. 311–337.
- Логвиненко Н.В., Орлова Л.В. Образование и изменение осадочных пород на континенте и в океане. – Ленинград, Недра, 1987. – 237с.
- Лярская Л.А., Сорокин В.С., Савваитова Л.С. Унифицированная стратиграфическая схема девонских отложений Прибалтики. // Очерки геологии Латвии. – Рига, 1978. – с. 36–48.

- Нечаев Г.А., Гальпов Г.В. Методические рекомендации по комплексному изучению и оценке качества карбонатных пород. – М., 1976. – 106 с.
- Осадочные породы (классификация, характеристика, генезис). Новосибирск, 1987.
- Петтиджон Ф.Дж. Осадочные породы. Москва: Недра, 1981, 752 с.
- Печеркин И.А. Изучение закарстованности по керну буровых скважин. // Труды Всес. Совещ. по методике изучения карста, вып.2, Пермь, 1963.
- Решения Межведомственного регионального стратиграфического совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Прибалтики 1976 г. (с унифицированными стратиграфическими корреляционными таблицами). – Ленинград, – 85 с.
- Скуодис В.П. О древней погребенной долине в районе впадения р.Лауце в р.Даугава. // Геология долины реки Даугаваю -Рига, 1959, с. 215-223.
- Скуодис В.П. Реликтовые карстово-суфозионные провалы на примере долины р.Даугава (Латвийской ССР). Автореферат диссертации. - Москва, 1968, 24 с.
- Скуодис В.П. О природе разрывных деформаций в доломитах даугавской свиты верхнего девона. // Вопросы региональной геологии Прибалтики и Белорусии. - Рига, 1969а, с. 249-253.
- Скуодис В.П. Древние провалы как особенность геологических условий района строительства Рижской ГЭС на р.Даугаве. // Известия АН Лат. ССР. - Рига, 1969б, с.
- Смирнов В.М. К вопросу о трещиноватости верхнедевонских карбонатных отложений Латвийской ССР.// Региональная геология Прибалтики и Белорусии. - Рига, Зинатне,1972, стр. 184-193.
- Сорокин В.С. Основные типы доломитовых пород франского яруса на западе Главного девонского поля. // Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. геол., X... III, №4, 1967а, с. 145.
- Сорокин В.С. Древние карстовые брекчии, химические псевдобрекчии раздоломичивания и вторичные известняки в отложениях франского яруса Главного девонского поля. // Вопросы геологии среднего и верхнего палеозоя Прибалтики. – Рига: Зинатне, 1967б, – с. 106–136.
- Сорокин В.С. К истории геологического развития западной и центральной части Главного девонского поля в позднешигровское и семилукское время. // Вопросы

- региональной геологии Прибалтики и Белоруссии. – Рига: Зинатне, 1969. – С. 183–194.
- Сорокин В.С. К истории геологического развития западной и центральной части региональной Главного девонского поля в позднешигровское и семилукское время. // Вопросы геологии Прибалтики и Белоруссии. – Рига, 1972а. – с. 183–194.
- Сорокин В.С. Литолого–фациальные области и палеогеография Главного девонского поля в позднедевонскую эпоху. // Региональная геология Прибалтики и Белоруссии. – Рига: Зинатне, 1972б. – С. 73–96.
- Сорокин В.С. Закономерности строения пясинских–снежных отложений Главного девонского поля. // Региональная геология Прибалтики. – Рига: Зинатне, 1974, – С. 56–77.
- Сорокин В.С. Этапы развития Северо–Запада Русской платформы во франском веке. – Рига, 1978а. – 282 с.
- Сорокин В.С. Верхнефранский подярус Главного девонского поля. // Стратиграфия фанерозоя Прибалтики. – Рига: Зинатне, 1978б. – 44–111 с.
- Сорокин В.С. Развитие тектонической структуры Прибалтики в позднем девоне. // Условия образования осадочного чехла и структур Прибалтики. – Рига: Зинатне, 1981. – С. 47–66.
- Сорокин В.С. Биофациальная и палеогеографическая зональность позднедевонских бассейнов Северо–Запада Русской платформы. // Биофации и фауна силурийских и девонских бассейнов Прибалтики. – Рига: Зинатне, 1986. – С. 87–109.
- Сорокин В.С. Закономерности ритмичного строения и корреляция подразделений франского яруса северной половины Русской платформы. // Палеонтология и стратиграфия фанерозоя Латвии и Балтийского моря. – Рига: Зинатне, 1992, – С. 5–18.
- Сорокин В.С. Закономерности ритмичного строения как основа региональных и местных стратиграфических схем. // Геология. – Москва. 1993,14, с.55–69.
- Сорокин В.С., Лярская Л.А., Савваитова Л.С. и др. Девон и карбон Прибалтики. Рига: Зинатне, 1981. – 502 с.
- Стинкуле А.В., Ходырева В.А. Перспективы развития сырьевой базы строительного щебня в Латвийской ССР. – Обзор. – Рига, ЛатНИИНТИ, 1986. – 34 с.
- Стратиграфические схемы Латвийской ССР. – Рига, Зинатне, 1976, – 230 с.

- Страуме Я.А., Бендруп Л.П. и др. ...М-во геологии СССР, Упр. геол. Латвийской ССР. – Рига: Зинатне, 1984. – 214 с.
- Типы доломитовых пород и их генезис. Под ред. Страхова Н.М. Тр. Геол. Института АН СССР, вып.4, - Москва, 1956. 380с.
- Трацевская Л.П. Карст на территории Латвии. // Экзодинамические процессы и методы их исследования. Научные труды, т.547. - Рига, ЛУ, 1990, стр. 32-43.
- Тээдумяе А. Промышленные типы карбонатных пород Эстонской ССР. – Изв. АН ЭССР. Геол., 1986, 35, 1, с. 27–34.
- Тээдумяе А. Особенности взаимосвязи физико–механических свойств известняков месторождения Вазалемма. – Изв. АН ЭССР, Геол. 1988а, 37. Но1, с. 18–25.
- Тээдумяе А. Минерально–сырьевые ресурсы Эстонской ССР для промышленности строительных материалов. Таллин, 1988б, 43 с.
- Ульст Р.Ж. К вопросу генезиса доломитов даугавской свиты Латвийской ССР. // Тр. ИГ АН Латв. ССР, 1961, вып. 7, с. 37–46.
- Ульст Р.Ж. Карбонатные породы франского яруса Латвийской ССР. – Тр. ИГ АН Латв. ССР. – Рига, 1963, – вып. 10. – С. 143–200.
- Ульст Р.Ж., Савваитова Л.С. О пористости и кавернозности доломитов даугавской свиты Латвийской ССР. // Тр. ИГ АН Латв. ССР, Рига, 1961, вып. 7, с. 15–36.
- Цыкин Р.А. Палеокарст карбонатных формаций Сибири и особенности его картирования. // Литол. методы при детальном расчленении и корреляции осадочных толщ. - Новосибирск, 1990, стр. 83-90.
- Чаталов Г.А. Петрографическая классификация доломитов. // Доклады Болгарской АН, 25, 1, 1972, с. 103–106.
- Шарак К.А. О физико–механических свойствах доломитов франских отложений Латвии. // Проблемы региональной геологии Прибалтики и Белоруссии. Рига, 1973, с. 183–188.
- Шарак К.А. Опыт классификации доломитов франского яруса по физико–механическим свойствам. // Региональная геология Прибалтики. Рига, 1974, с. 133–137.
- Шарак К.А. Зависимость физико–механических свойств пород от условий их образования. // Геология кристаллического фундамента и осадочного чехла Прибалтики. – Рига: Зинатне, 1975. – С. 256–262.

- Шарак К.А. Доломиты. // Минеральное сырье Латвии для промышленности строительных материалов. – Рига, 1977. – С. 76–89.
- Шарак К.А. Перспективы использования доломитового сырья Латвии в производстве щебня. // Осадочные полезные ископаемые Прибалтики и их рациональное использование - Рига, Зинатне, 1985. С. 104-111.
- Шлаин И.Б. Производство щебня из карбонатных пород. Москва, 1971, 240 с.

#### Ģeoloģiskie fondu un arhīvu materiāli

- Grāvītis V., Hodireva V. Vecrīgas ēku apdarē izmantojamo Rīgas apkārtnes devona dolomītu galveno tipu raksturojums.- Rīga, 1990. LU ĢI fondi.
- Hodireva V., Kalniņš A., Kostikovs A. u.c. Latvijas minerālizejvielu resursi, to racionāla izmantošana un uzskaitē. - Rīga, 1992. LU ĢI fondi.
- Kondratjeva S. Celniecības un apdares dolomītu meklēšanas un izpētes darbu rezultātu apkopojums rekomendāciju izstrādāšanai turpmākajiem apdares dolomītu izpētes darbiem. - Rīga, 1993. VĢF,
- Mēkone I. Pārskats par ģipsšakmens meklēšanas darbiem Rīgas, Bauskas un citos rajonos.- Rīga, 1969. VĢF.
- Mēkone I., Bērziņš K. Pārskats par karbonātiežu meklēšanas darbiem stikla un papīrtūpniecības vajadzībām Latvijas PSR teritorijā.- Rīga, 1965. VĢF.
- Sorokins V., Savvaitova L., Hodireva V. Augšdevona karbonātiežu tipi. // Iežu litoloģiskie un rūpnieciskie tipi un to plašākas izmantošanas iespēju novērtējums. 3.sējums. Rīga, 1992. LU ĢI fondi.
- Sorokins V., Savvaitova L. Baltijas vēlā devona sedimentācijas baseinu attīstības stadiju faciālie modeļi. Rīga, 1995. LU ĢI fondi.
- Баулин Л.И. Отчет о результатах электроразведочных работ на месторождении доломитов Биржи (1982-83 г.г.). - Рига, 1984. VĢF.
- Баулин Л.И. Отчет о проведении геофизических работ на участке месторождении доломитов Биржи (2 стадия, 1984-85 г.г.). - Рига, 1986. VĢF.

- Бахромкина Н.Г. Отчет о доразведке и переоценке доломитов участка Путели месторождения Биржи на щебень и стекло по работам 1983 и 1986 г.г. Лат ССР. - Пос. Пески, Московской обл., 1989. VGF.
- Богданов А., Декерт А. Отчет о предварительной разведке месторождения облицовочного доломита "Дарзиемс" в Алуксненском районе. - Рига, 1973. VGF.
- Богданов А., Маусле Р., Декерт А. Отчет о поисках и предварительной разведке месторождения доломитов в окрестностях Апе-Виреши для строительства автодорог. - Рига, 1974. VGF.
- Возвышаев А.,В., Шнитко П.П. Отчет о детальной разведке месторождения доломитов Салениеки в Лудзенском районе. - Рига, 1985. VGF.
- Возвышаев А,В, Результаты детальной разведки месторождения строительных доломитов Сайкава в Мадонском районе. - Рига, 1991. VGF.
- Кирсанов Е.Д. Технологические исследования карбонатных пород месторождения Дарзиемс Латвийской ССР как сырья для производства облицовочных изделий. - Тольятти, 1973.
- Кирсанов Е.Д. Технологические исследования карбонатных пород месторождения Иецава Латвийской ССР в качестве сырья для производства облицовочных изделий. - Тольятти, 1975.
- Кондратьева С.Э. Результаты поисков месторождений доломитов в северной части Лудзенского района. Отчет Нерудной партии за 1985-1988 г.г. -Рига, 1988. VGF.
- Кондратьева С.Э. Результаты поисково-оценочных работ и предварительной разведки месторождения строительных доломитов Апе-2 в Алуксненском районе. - Рига, 1989а. VGF.
- Кондратьева С.Э. Результаты поисков и поисково-оценочных работ в пределах перспективных площадей строительных доломитов Свеки и Даугава в Екабпилском районе. -Рига, 1989б. VGF.
- Кондратьева С.Э., Шнитко П.П. Отчет о детальной разведке месторождения доломитов Туркалне в Огрском районе. -Рига, 1985. VGF.
- Кондратьева С.Э., Шнитко П.П., Макаров В.В., Островский А.О. Отчет о поисках и предварительной разведке доломитов для производства щебня в окрестностях месторождения Сайкава Мадонского района. -Рига, 1986. VGF.

- Меконе И. Отчет о поисках и предварительной разведке доломитов в Бауском, Елгавском и Рижском районах. -Рига, 1969. VGF.
- Меконе И. Отчет о детальной разведке месторождения доломитов Кранциемс в Огрском районе Латвийской ССР. -Рига, 1970. VGF.
- Реута А., Александров В. Отчет о поисках строительного доломита в Стучкинском и Огрском районах. -Ригаб 1978. VGF.
- Реута А., Варганова З. Отчет о поисках и предварительной разведке месторождения доломитов в районе Кандава-Сабиле. -Рига, 1975.VGF.
- Ульянова В. Отчет о детальных поисках месторождений балластных материалов на участке ст. Валга - ст. Гулбене Прибалтийской железной дороги. - Гипротранспуть,,1972. VGF.