

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Studij geologije

**MORFOMETRIJSKE I PETROLOŠKE ZNAČAJKE VALUTICA SAVSKIH  
ŠLJUNAKA U ŽUPANIJI ZAGREBAČKOJ**

Diplomski rad

Nikolina Matovinović

GI 53

Zagreb, 2015.

*Prvenstveno se zahvaljujem svojoj mentorici prof. dr .sc. Josipi Velić, prof. emerita na strpljenju, pomoći i vodstvu pri izradi ovog diplomskog rada. Srdačno se zahvaljujem doc. dr. sc. Urošu Brudžiji na susretljivosti i razumijevanju ukazanom tijekom izrade rada. Također se želim zahvaliti asistentu dipl. ing. Duji Smirčiću na pomoći kod iltološke determinacije, geološkom tehničaru Saši Šipeku te gospodinu dipl. ing. Zlatku Špoljaru na velikodušnoj pomoći tijekom terenskog uzorkovanja.*

*Hvala svim kolegama i prijateljima bez kojih ovaj studij ne bi prošao zanimljivo, a osobito mag .ing. aedif. Tomislavu Božinoviću, dipl. oec. Danijelu Žiliću, mag. ing. Jakovu Kalajžiću, prof. mat. i fiz. Božici Šebek, dipl. oec. Danijeli Matovinović i dipl. ing. el.,mba Goranu Jakšiću koji su doprinijeli izradi ovog rada.*

*Na kraju se zahvaljujem svojim roditeljima i suprugu Tomislavu na pruženoj potpori tijekom čitavog studija.*

*Mojoj kćeri Anji*

MORFOMETRIJSKE I PETROLOŠKE ZNAČAJKE VALUTICA SAVSKIH ŠLJUNAKA U  
ŽUPANIJI ZAGREBAČKOJ

NIKOLINA MATOVINOVIĆ

Diplomski rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu  
Rudarsko-geološko-naftni fakultet  
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo  
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

Morfometrijska i petrološka analiza valutica Savskih šljunaka primijenjena je na osam uzoraka iz županije Zagrebačke. Lokacije s kojih je uzet šljunak unaprijed su određene pomoću karte i popisa šljunčara županije Zagrebačke koji je predložilo Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske. Krenuvši od najistočnije lokacije prema najzapadnijoj slijede: okolica Ivanje Reke – ŠLJUNČARA IGM TRSTENIK, okolica Novog Petruševca (iz korita i obale rijeke Save), šljunčara HIDREL Novo Čiče, jezero Orešje (obala), šljunčara HORVAT Savrčak, Medsave (trasa skele, iz obale i korita rijeke Save). Uzorci su laboratorijski obrađivani metodom sijanja s pomoću 3 sita (veličina 6mm, 4mm i 2mm) nakon koje je slijedilo izdvajanje po 300 valutica najkrupnije frakcije iz svakog pojedinog uzorka. Zatim morfometrijska analiza, mjerenje triju osi valutica i litološka determinacija. Svi uzorci su statistički obrađeni u Microsoft Office Excel programu (oblik zrna, stupanj spljoštenosti zrna i pripadajući dijagrami). Zaključuje se da u obrađivanim uzorcima značajno prevladava vapnenac te valutice diskoidnog oblika s najvećim postotkom izvorišnih okoliša obala jezera.

Ključne riječi: morfometrijska, petrološka analiza, metoda sijanja, statistika, izvorišna područja, Zagrebačka županija, šljunčara, rijeka Sava

Diplomski rad sadrži: 69 stranica, 36 slika, 33 tablice, 63 dijagrama i 1 prilog.

Jezik izvornika: hrvatski

Diplomski rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta  
Pierottijeva 6, Zagreb

Mentor: Prof.dr.sc. Josipa Velić, prof. emerita

Ocjenjivači: Prof.dr.sc. Josipa Velić, prof. emerita

Doc. dr. sc. Uroš Barudžija

Doc. dr. sc. Dragan Krasić

Datum obrane: 17. 9. 2015.

MORPHOMETRIC AND PETROLOGICAL FEATURES OF PEBBLES FROM THE SAVA  
GRAVEL IN ZAGREB COUNTY

NIKOLINA MATOVINOVIĆ

Thesis completed in: University of Zagreb  
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering  
Institute of Mineralogy, Petrology and Mineral deposits,  
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Summary

Morphometric and petrological analysis of the Sava gravel pebbles was applied on eight samples from the Zagreb County. Locations from which the gravel was taken were defined in advance by using a map and a list of gravels in Zagreb County which were proposed by the Ministry of Economy of the Republic of Croatia. Starting from the easternmost to the westernmost locations the following are: Ivanje Reka surroundings - GRAVEL IGM TRSTENIK, Novi Petruševac surroundings (from river beds and banks of the Sava River), gravel HIDREL Novo Čiče, Lake Orešje (shore), gravel HORVAT Savrčak, Medsave (route scaffolding, from the coast and the Sava riverbed). A laboratorial analysis of the samples was carried out using the sieving method with three sieves (size 6mm, 4mm and 2mm) followed by a separation of 300 pebbles of the broadest fraction from each sample. Then the morphometric analysis, measurements of the three axes of pebbles and lithology determination. All samples were statistically processed in Microsoft Office Excel (grain shape, grain degree of flatness and associated histograms). Concluded that the treated samples significantly contains limestone and pebbles of discoid shape with the highest percentage of the headwaters of the environment of the lake shore.

Key words: morphometric, petrological analysis, sieving method, statistic, headwaters areas, Zagreb County, Sava River, gravel,

Thesis contains: 69 pages, 36 pictures, 33 tables , 63 charts and 1 attachment.

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering  
Pierottijeva 6, Zagreb

Supervisor: PhD. Josipa Velić, Professor Emerita

Reviewers: PhD. Josipa Velić, Profesor Emerita

PhD. Uroš Barudžija, Assistant Professor

PhD. Dragan Krasić, Assistant Professor

Date of defense: 17.9. 2015.

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA.....	2
3. METODOLOGIJA .....	6
<b>3.1. Odabir lokacije za uzimanje uzoraka .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2. Terenski rad .....</b>	<b>7</b>
3.2.1. Opis lokacija za uzimanje uzoraka .....	8
<b>3.3. Laboratorijska obrada uzoraka .....</b>	<b>13</b>
3.3.1. Sušenje uzoraka .....	13
3.3.2. Sijanje uzoraka .....	13
<b>3.4. Kabinetska obrada uzoraka .....</b>	<b>14</b>
3.4.1. Izrada granulometrijske krivulje.....	14
3.4.2. Separacija uzoraka iz najkrupnije frakcije i litološka determinacija.....	23
3.4.3. Izravno mjerenje velčine valutica.....	26
3.4.4. Mikropetrografska analiza.....	26
<b>3.5. Teorija morfometrijskih značajki zrna .....</b>	<b>29</b>
3.5.1. Oblik zrna .....	29
3.5.2. Stupanj spljoštenosti zrna .....	30
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	32
<b>4.1. Uzorak br. 5 .....</b>	<b>32</b>
<b>4.2. Uzorak br. 5A.....</b>	<b>35</b>
<b>4.3. Uzorak 1B.....</b>	<b>38</b>
<b>4.4. Uzorak br. 7 .....</b>	<b>41</b>
<b>4.5. Uzorak br. 8 .....</b>	<b>44</b>
<b>4.6. Uzorak br. 9 .....</b>	<b>47</b>
<b>4.7. Uzorak br. 10 .....</b>	<b>50</b>
<b>4.8. Uzorak br. 10A.....</b>	<b>53</b>
5. ZAKLJUČAK.....	56
6. LITERATURA .....	64

## POPIS SLIKA

<b>Slika 3.1.1.</b> Karta lokacija za uzimanje uzoraka	14
<b>Slika 3-2.1.</b> Šljunčara IGM " TRSTENIK"	14
<b>Slika 3-2.2.</b> Nesortirani šljunak	16
<b>Slika 3.2.3.</b> Rijeka Sava (okolica Hrušćice)	16
<b>Slika 3.2.4.</b> Sedimenti korita	17
<b>Slika 3.2.5.</b> Sedimenti spruda	17
<b>Slika 3.2.6.</b> Skela Medsave	17
<b>Slika 3.2.7.</b> Korito rijeke (desna obala)	17
<b>Slika 3.2.8.</b> Šljunčara "HORVAT"	18
<b>Slika 3.2.9.</b> Obala jezera	18
<b>Slika 3.2.10.</b> Jezero Orešje	18
<b>Slika 3.2.11.</b> Sedimenti obale jezera Orešje	18
<b>Slika 3.4.2.1.</b> Nesortirani uzorak 5	30
<b>Slika 3.4.2.2.</b> Sortirani uzorak 5	30
<b>Slika 3.4.2.3.</b> Nesortirani uzorak 9	30
<b>Slika 3.4.2.4.</b> Sortirani uzorak 9	30
<b>Slika 3.4.2.5.</b> Nesortirani uzorak 10A	31
<b>Slika 3.4.2.6.</b> Sortirani uzorak 10A	31
<b>Slika 3.4.2.7.</b> Nesortirani uzorak 10	31
<b>Slika 3.4.2.8.</b> Sortirani uzorak 10	31
<b>Slika 3.4.2.9.</b> Nesortirani uzorak 1B	31
<b>Slika 3.4.2.10.</b> Sortirani uzorak 1B	31
<b>Slika 3.4.2.11.</b> Nesortirani uzorak 8	32
<b>Slika 3.4.2.12.</b> Sortirani uzorak 8	32
<b>Slika 3.4.2.13.</b> Nesortirani uzorak 7	32
<b>Slika 3.4.2.14.</b> Sortirani uzorak 7	32
<b>Slika 3.4.2.15.</b> Nesortirani uzorak 5A	32
<b>Slika 3.4.2.16.</b> Sortirani uzorak 5A	32
<b>Slika 3.4.3.1.</b> Izbrusak breče ( uzorak br 7)	34
<b>Slika 3.4.3.2.</b> Izbrusak dolomita ( uzorak br 7)	34
<b>Slika 3.4.3.3.</b> Izbrusak efuziva (uzorak br 7)	35
<b>Slika 3.4.3.4.</b> Izbrusak pješčenjaka (uzorak br 7)	35
<b>Slika 3.4.3.5.</b> Izbrusak rožnjaka ( uzorak br 7)	35

Slika 3.4.3.6. Izbrusak šejla (uzorak br 7)	35
Slika 3.4.3.7. Izbrusak tufa (uzorak br 7 )	35
Slika 3.4.3.8. Izbrusak vapnenca (uzorak br 7)	35

## POPIS TABLICA

Tablica 3-4.1.1. Krivulja kumulativnih frekvencija uzorka 5A	26
Tablica 3-4.1.2. Krivulja kumulativnih frekvencija uzorka 8	27
Tablica 3-4.1.3. Krivulja kumulativnih frekvencija uzorka 10	28
Tablica 3-4.1.4. Krivulja kumulativnih frekvencija uzorka 9	29
Tablica 3-4.1.5. Krivulja kumulativnih frekvencija uzorka 10A	30
Tablica 3-4.1.6. Krivulja kumulativnih frekvencija uzorka 1B	31
Tablica 3-4.1.7. Krivulja kumulativnih frekvencija uzorka 5	32
Tablica 3-4.1.8. Krivulja kumulativnih frekvencija uzorka 7	33
Tablica 3-5.1.1. Osnovni tipovi oblika zrna po Zinggu	37
Tablica 3-5.1.2. Stupanj spljoštenosti u različitim okolišima ( Müller, 1967)	38
Tablica 4-1.1. Udio po litotipu uzorka br. 5	39
Tablica 4-1.2. Udio u uzorku br. 5 prema izvorišnom okolišu	41
Tablica 4-1.3. Udio u uzorku br. 5 prema obliku valutica	42
Tablica 4-2.1. Udio po litotipu uzorka br.5A	43
Tablica 4-2.2. Udio u uzorku br. 5A prema izvorišnom okolišu	45
Tablica 4-2.3. Udio u uzorku br. 5A prema obliku valutica	46
Tablica 4-3.1. Udio po litotipu uzorka br. 1B	47
Tablica 4-3.2. Udio u uzorku br. 1B prema izvorišnom okolišu	49
Tablica 4-3.3. Udio u uzorku br. 1B prema obliku valutica	50
Tablica 4-4.1. Udio po litotipu uzorka br.7	51
Tablica 4-4.2. Udio u uzorku br. 7 prema izvorišnom okolišu	53
Tablica 4-4.3. Udio u uzorku br. 7 prema obliku valutica	54
Tablica 4-5.1. Udio po litotipu uzorka br.8	55
Tablica 4-5.3. Udio u uzorku br. 8 prema obliku valutica	58
Tablica 4-6.1. Udio po litotipu uzorka br. 9	59
Tablica 4-6.2. Udio u uzorku br. 9 prema izvorišnom okolišu	61
Tablica 4-6.3. Udio u uzorku br. 9 prema obliku valutica	62
Tablica 4-7.1. Udio po litotipu uzorka br. 10	63
Tablica 4-7.2. Udio u uzorku br. 10 prema izvorišnom okolišu	65
Tablica 4-7.3. Udio u uzorku br. 10 prema obliku valutica	66

<b>Tablica 4-8.1.</b>	Udio po litotipu uzorka br. 10A_____	67
<b>Tablica 4-8.2.</b>	Udio u uzorku br. 10A prema izvorišnom okolišu_____	69
<b>Tablica 4-8.3.</b>	Udio u uzorku br. 10A prema obliku valutica_____	70

## **POPIS DIJAGRAMA**

<b>Dijagram 3-4.1.1.</b>	Granulometrijski dijagram uzorka 5A_____	26
<b>Dijagram 3-4.1.2.</b>	Granulometrijski dijagram uzorka 8_____	27
<b>Dijagram 3-4.1.3.</b>	Granulometrijski dijagram uzorka 10_____	28
<b>Dijagram 3-4.1.4.</b>	Granulometrijski dijagram uzorka 9_____	29
<b>Dijagram 3-4.1.5.</b>	Granulometrijski dijagram uzorka 10A_____	30
<b>Dijagram 3-4.1.6.</b>	Granulometrijski dijagram uzorka 1B_____	31
<b>Dijagram 3-4.1.7.</b>	Granulometrijski dijagram uzorka 5_____	32
<b>Dijagram 3-4.1.8.</b>	Granulometrijski dijagram uzorka 7_____	33
<b>Dijagram 4-1.1.</b>	Udio po litotipu uzorka br. 5_____	39
<b>Dijagram 4-1.2.</b>	Udjeli po litotipovima s prikazom tekstura uzorka br. 5_____	40
<b>Dijagram 4-1.3.</b>	Udjeli po tipovima okoliša za svaki litotip uzorka br. 5_____	40
<b>Dijagram 4-1.4.</b>	Udio u uzorku br. 5 prema izvorišnom okolišu_____	41
<b>Dijagram 4-1.5.</b>	Udio u uzorku br. 5 prema obliku valutica_____	42
<b>Dijagram 4-2.1.</b>	Udio po litotipu uzorka br. 5A _____	43
<b>Dijagram 4-2.2.</b>	Udjeli po litotipovima s prikazom tekstura uzorka br. 5A_____	44
<b>Dijagram 4-2.3.</b>	Udjeli po tipovima okoliša za svaki litotip uzorka br. 5A_____	44
<b>Dijagram 4-2.4.</b>	Udio u uzorku br. 5A prema izvorišnom okolišu_____	45
<b>Dijagram 4-1.5.</b>	Udio u uzorku br. 5A prema obliku valutica_____	46
<b>Dijagram 4-3.1.</b>	Udio po litotipu uzorka br. 1B _____	47
<b>Dijagram 4-3.2.</b>	Udjeli po litotipovima s prikazom tekstura uzorka br. 1B_____	48
<b>Dijagram 4-3.3.</b>	Udjeli po tipovima okoliša za svaki litotip uzorka br. 1B_____	48
<b>Dijagram 4-3.4.</b>	Udio u uzorku br. 1B prema izvorišnom okolišu_____	49
<b>Dijagram 4-3.5.</b>	Udio u uzorku br. 1B prema obliku valutica_____	50
<b>Dijagram 4-4.1.</b>	Udio po litotipu uzorka br. 7_____	51
<b>Dijagram 4-4.2.</b>	Udjeli po litotipovima s prikazom tekstura uzorka br. 7_____	52
<b>Dijagram 4-4.3.</b>	Udjeli po tipovima okoliša za svaki litotip uzorka br. 7 _____	52
<b>Dijagram 4-4.4.</b>	Udio u uzorku br. 7 prema izvorišnom okolišu_____	53
<b>Dijagram 4-4.5.</b>	Udio u uzorku br- 7 prema obliku valutica_____	54
<b>Dijagram 4-5.1.</b>	Udio po litotipu uzorka br. 8_____	55
<b>Dijagram 4-5.2.</b>	Udjeli po litotipovima s prikazom tekstura uzorka br. 8_____	56



<b>Dijagram 4-5.3.</b>	Udjeli po tipovima okoliša za svaki litotip uzorka br. 8_____	56
<b>Dijagram 4-5.4.</b>	Udio u uzorku br. 8 prema izvorišnom okolišu_____	57
<b>Dijagram 4-5.5.</b>	Udio u uzorku br. 8 prema obliku valutica_____	58
<b>Dijagram 4-6.1.</b>	Udio po litotipu uzorka br. 9_____	59
<b>Dijagram 4-6.4.</b>	Udio u uzorku br. 9 prema izvorišnom okolišu _____	61
<b>Dijagram 4-6.5.</b>	Udio u uzorku br. 9 prema obliku valutica_____	62
<b>Dijagram 4-7.1.</b>	Udio po litotipu uzorka br. 10_____	63
<b>Dijagram 4-7.2.</b>	Udjeli po litotipovima s prikazom tekstura uzorka br. 10_____	64
<b>Dijagram 4-7.3.</b>	Udjeli po tipovima okoliša za svaki litotip uzorka br. 10_____	64
<b>Dijagram 4-7.4.</b>	Udio u uzorku br. 10 prema izvorišnom okolišu _____	65
<b>Dijagram 4-7.5.</b>	Udio u uzorku br. 10 prema obliku valutica_____	66
<b>Dijagram 4-8.1.</b>	Udio po litotipu uzorka br. 10A_____	67
<b>Dijagram 4-8.2.</b>	Udjeli po litotipovima s prikazom tekstura uzorka br. 10A_____	68
<b>Dijagram 4-8.3.</b>	Udjeli po tipovima okoliša za svaki litotip uzorka br. 10A_____	68
<b>Dijagram 4-8.4.</b>	Udio u uzorku br. 10A prema izvorišnom okolišu_____	69
<b>Dijagram 4-8.5.</b>	Udio u uzorku br. 10A prema obliku valutica_____	70
<b>Dijagram 5.1 .</b>	Izmjene udjela vapnenca niz tok Save_____	56
<b>Dijagram 5.2.</b>	Izmjene udjela breča niz tok Save_____	57
<b>Dijagram 5.3.</b>	Izmjene udjela dolomita niz tok Save_____	58
<b>Dijagram 5.4.</b>	Izmjene udjela efuziva niz tok Save_____	59
<b>Dijagram 5.5.</b>	Izmjene udjela konglomerata niz tok Save_____	61
<b>Dijagram 5.6.</b>	Izmjene udjela kvarca niz tok Save_____	62
<b>Dijagram 5.7.</b>	Izmjene udjela pješčenjaka niz tok Save _____	63
<b>Dijagram 5.8.</b>	Izmjene udjela tufa niz tok Save_____	64
<b>Dijagram 5.9.</b>	Izmjene udjela rožnjaka niz tok Save_____	64
<b>Dijagram 5.10.</b>	Izmjene udjela lapora niz tok Save_____	65
<b>Dijagram 5.11.</b>	Izmjene udjela šejla niz tok Save_____	66
<b>Dijagram 5.12.</b>	Izmjene udjela sferoidnih valutica niz tok Save_____	67
<b>Dijagram 5.13.</b>	Izmjene udjela diskoidnih valutica niz tok Save_____	68
<b>Dijagram 5.14.</b>	Izmjene udjela pločastih valutica niz tok Save_____	68
<b>Dijagram 5.15.</b>	Izmjene udjela okoliša morena niz tok Save_____	69
<b>Dijagram 5. 16.</b>	Izmjene udjela okoliša riječnih koritavniz tok Save_____	70
<b>Dijagram 5. 17.</b>	Izmjene udjela okoliša obala jezera niz tok Save_____	70

## **POPIS PRILOGA**

**Prilog 1-3.1.**      Karta lokacija uzorkovanja \_\_\_\_\_ 17

## 1. UVOD

Tema ovog rada je određivanje sličnosti i razlika valutica s površina savskih obala u koritu rijeke Save i u šljunčarama te definiranje načina transporta i izvorišnog područja. Tema spada u domenu geologije kvartara. Obuhvaća dio Županije zagrebačke.

Dakle, rad se odnosi i na sedimentologiju uz pomoć koje se dolazi do rezultata koji se kasnije navode. Istraživanja veličine zrna imaju izuzetnu važnost kod utvrđivanja uvjeta trošenja, načina i mehanizama prijenosa i taloženja materijala. Za ovaj rad učinjen je uvid u radove i podatke koji se odnose na tematiku ovog rada i mogli bi pomoći da isti bude načinjen što je kvalitetnije moguće.

Nakon analize radova i podataka koji se odnose na kvartarne šljunke utvrdila sam korake koji bi trebali osigurati da rezultati do kojih ću doći budu kvalitetni i vjerodostojni. To su:

- definiranje terenskih točki za uzimanje uzoraka ( definiranih u dogovorima s Ministarstvom gospodarstva)
- terenski rad ( odlazak na definirane lokacije, odabir i uzimanje reprezentativnog uzorka)
- laboratorijska obrada uzoraka ( sisanje, sortiranje i vaganje)
- kabinetski rad (određivanje granulometrijskog sastava odabranih valutice i litloška odredba istih, izravno mjerenje valutica i mikropetrografska analiza)
- analitička obrada podataka i dobivenih rezultata u Microsoft Office programima
- objedinjavanje rezultata

## 2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Uvid u rezultate dosadašnjih istraživanja načinjen je uz pomoć tumača geološke karte ( List Zagreb i Ivanić-Grad) te nekoliko objavljenih radova u kojima se iznose rezultati istraživanja karbonatnih naslaga šire okolice Zagreba.

Općenito, kvartarne naslage dijelimo na pleistocenske i holocenske. Veći dio od ukupno 40 plitkih bušotina, u sjeverozapadnim dijelovima Brežičko – Samoborskog polja, u dolini Sutle i na području između Artića i Brežica dosegno je tercijarnu podlogu, a izbušene su tokom 1966. godine. Dio opisa kvartarnih naslaga načinjen je na temelju istraživanja provedenih od 1969. godine do danas.

Geološka građa kvartarnih naslaga na površini izgrađena je od najstarije jedinice koja se može naći od Brdovca na zapadu (Pl, Q), po južnom obodu Medvednice sve do prije Sesveta i s južne strane riječne doline na potezu od Samobora (Pl, Q) preko Rakovog potoka i Horvata prema Vukmeričkim goricama te također, i u izdvojenom izdignutom bloku oko Novaka Samoborskih i Rakitja. Te naslage su predstavljene pliokvartarnim šljuncima, pijescima i glinama čiji je raspon starosti levant – donji pleistocen. Na području od Donjeg Stupnika do Odrtanskog Obreža na površini su otkrivene pliokvartarne naslage između kopnenog lesa i naslaga druge savske terase.

Bezkarbonatni les i močvarni les slijedeće su dvije jedinice, a građene su od glinovitog silta s nešto pijeska i šljunka te proslojcima treseta i lignita. Često su prekriveni barskim sedimentima. Nalaze se na području Zaprešića i od Ivanje Reke u smjeru istoka i jugoistoka dok se s južne strane rijeke nalaze od Samobora preko Gornjeg Stupnika prema Lukavcu i Mraclinu. Između pliokvartarnih sedimenata i savskog aluvija s južne strane Medvednice te između mezozojskih i miocenskih stijena i kopnenog lesa u području Samobora leži glavina deluvijalno – proluvijalnih naslaga i potočnog aluvija. Sastav im je od sitnozrnate gline i pijesaka do šljunaka. Te sitnozrne nevezane stijene nastale su pretaloživanjem kopnenog prapora i pliocenskih sedimenata. Manji udio kvarcnih valutica potječe iz šljunaka gornjeg pliocena.

Zajedničkim djelovanjem Save i Krke nastala je treća savska terasa. Rijeke su se usijekle u najstariji Savski nanos. Ova terasa je građena od slabovezanog krupnozrnog konglomeata koji su mjestimice vezani sedrom. Nalazimo je u južnom dijelu Krškog polja.

Najmlađi sedimenti objedinjeni su u savski aluvij ( $a$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ ) tj. naslage koje je istaložila rijeka Sava tijekom posljednjih približno 10 000 godina od kada je formirala svoj tok.

Druga savska terasa razvijena je uz prekide duž čitavog toka rijeke Save. Sava se usjekla u aluvijalne sedimente koje je prije nanijela. Naslage druge savske terase, desno od današnjeg riječnog toka, pokrivene su djelomično debelim nanosom poplavnih sedimenata i leže na mjestimično 13 km širokom području između korita Save na sjeveru i sjeveroistoku i terasnog odsječka urezanog u kopneni prapor između lukavca i Okuja na jugozapadu. Lijevo od savskog korita, druga terasa je znatno manjeg prostranstva, a proteže se od Zagreba prema istoku – jugoistoku do Rugvice. Izgrađuju je nevezane stijene aluvijalnog podrijetla koje su predstavljene šljuncima, pijescima i podređeno siltoznim glinama. Najčešće se pojavljuju valutice karbonatnih stijena, rožnjaka, kvarcita, pješčenjaka i eruptiva.

Kovačević i Capar, 1972. navode da se na području Sv. Nedjelje i Samobora u podlozi šljunka i pijeska nalazi prašinstvo pijesak, koji možda odgovara lesu. Na području zagrebačke depresije prema D. Borčić i suradnicima (1968.) debljina šljunka i pijeska druge savske terase iznosi 10 – 20 m. Zbog velike debljine i dobre kvalitete šljunak se iz ove terase eksploatira na mnoga mjesta.

Prva savska terasa je također razvijena duž čitavog toka rijeke Save. U drugoj savskoj terasi odvijalo se taloženje šljunka i pijeska te je nakon toga nastupila faza denduacije i erozije u prvoj savskoj terasi. Ova terasa ima manju širinu od prethodne. Na temelju rezultata dobivenih iz nekoliko profila bušotina u krškom i Brežičko – Samoborskom polju, vidljivo je da i u ovoj terasi prevladava krupnozrni šljunak pomiješan s pijeskom. Litologija se podudara s litologijom druge savske terase.

Aluvij recentnih tokova obuhvaća sedimente na području neposredno uz Savu koji budu poplavljeni za vrijeme višeg vodostaja i poplava. Brojni kanali u kojima se mjestimice zadržava voda obilježavaju ovaj aluvij. U sastavu sedimenata prevladava krupnozrni pijesak dok je šljunak slabije zastupljen. U vršnim dijelovima pijeska uočava se mnogo ugljenog trunja koje je nanijela rijeka Sava s područja slovenskih ugljenokopa. Od Rugvice nizvodno, sedimente recentnog toka Save izgrađuju isključivo pijesci.

Debljina kvartarnih naslaga u dubini savske depresije određena je analizom karotažnih mjerenja, a opis tih rezultata nalazimo u radu HERNITZ i dr. (1980). Autori rada su zadali uvjetne EK markere  $H$  i  $Q'$  te na taj način razdijelili naslage mlađe od srednjeg pliocena (gornji pleistocen i holocen) na tri horizonta. Markerni horizont  $Q'$  interpretira se kao

podinska granica srednjopleistocenskih sedimenata. Uvid u paleostrukturalne karte dovodi do zaključka da je u zapadnom dijelu Savske depresije tijekom kvartara došlo do produbljanja i znatne akumulacije sedimenata.

Srednjopleistocenski sedimenti su po prvi put u bušotinama određeni na području južno od Zaprešića (VELIĆ & SAFTIĆ, 1991). Nabušeni su sivi gornjopontski slojevi glinovitog silta i srednjozrnastog pijeska te sivosmeđi slabosortirani šljunci s valuticama litoarenita koji se razlikuju od šljunaka u krovini po manjim dimenzijama zrna i drugačijem petrografskom sastavu. Ove su naslage nastale brzim taloženjem u plitkoj slatkovodnoj sredini, a starost im je srednjopleistocenska. Analizom petrografskog sastava valutica utvrđeno je da je izvorište materijala obližnje odnosno, Medvednica, Marijagorička brda i Žumberačko gorje. Povrh ovih sedimenata nalazi se 10 – 15 m dobrosortiranih vapnenačkih pjeskovitih šljunaka savskog nanosa. Holocenski pjeskoviti šljunci savskog nanosa su pretežno karbonatnog sastava i potječu iz Alpa. U holocenu se odvija naglo zatopljenje i tektonska dinamika koji pogoduju intenzivnom fluvijalnom donosu i odlaganju dobrosortiranih šljunaka dominantnog vapnenačkog sastava koji ujedno pokrivaju pontske ili srednjopleistocenske naslage.

Kasnije provedena korelacija s područjem Samobora, Prečkog i bušotina kod hotela "Esplanade" pokazala je da se ispod holocenskog aluvija na nekim mjestima nalaze najmlađi tercijski slojevi, ali uglavnom starije kvartarne jezerske i močvarne naslage koje se u području grada Zagreba mogu razdijeliti na donjo-, srednjo- i gornjopleistocenske (VELIĆ i dr., 1995).

U zapadnom dijelu grada Zagreba, točnije na području Prečkog, VELIĆ & DURN (1993) navode da su izdvojene četiri jedinice, od kojih starije tri predstavljaju pleistocenske sedimente. To su :

(I) Donjopleistocenski sedimenti nastali nakupljanjem lesa uz miješanje s lokalnim materijalom (lesoid), dok u vršnom dijelu imaju značajke paleotla. Granica sa srednjopleistocenskim naslagama podudara se s EK markerom Q'.

(II) Srednjopleistocenska jedinica koja u donjem dijelu sadrži riječno-jezerski, a u gornjem sve više i eolski sediment, odnosno, u donjem dijelu se nalaze prvo šljunkoviti pijesci, a zatim sve sitnozrnatiji sedimenti, sve do lesoidnih. Vršni dio iznova čini paleotlo obilježeno smeđkastim obojenjem uslijed promjena mineralnog sastava, vapnenačkim konkrecijama i ostatcima korijenja.

(III) Gornjopleistocenski sedimenti dominantno lesnoga podrijetla, akumulirani u močvari. Litološki sastav je heterogen, a u gornjem dijelu sadrže varve i slijedom toga nastali su taloženjem u mirnom jezeru ili bari.

(IV) Savski karbonatni aluvij-holocenski riječni nanos ( najplićih 7-10 m)

Vršni dijelovi jedinica I, II i III imaju značajke paleotala. Kopnene faze su rezultat zapunjavanja jezera/močvara tijekom hladnih i suhih glacijala. Sukladno sve većoj humidnosti u mlađim razdobljima interglacijala obnavljane su plitke, mirne vodene površine.

Ukupna probušena debljina srednjo- i gornjopleistocenskih naslaga je u rasponu od 30 do 40 m, s tim da se u podini nalazi još najmanje 25 m donjopleistocenskih taložina.

Do dubine od 101 m na odlagalištu otpada Jakuševac probušene su naslage stratigrafskog raspona srednji pleistocen – holocen, a odvojene su plohama erozijskih diskordancija (VELIĆ & SAFTIĆ, 1996).

Pleistocenski su šljunci pretežno kvarc-kvarcitnog sastava dok je mineralni sastav pijesaka kroz cijeli stup dosta ujednačen (pijesci od detritusa magmatskih i metamorfnih stijena s okolnog gorja, ali ima i slojeva gline i praha muskovit-ilit-kvarcnog sastava s getitom kao tragom paleotala). Ove su naslage nastale taloženjem u jezersko-močvarnim okolišima u vrijeme interglacijala kada je bilo dovoljno vode za transport detritusa, dok je u trajanju glacijala dolazilo do isušivanja močvara i pedogeneze. Granice pleistocenskih taložnih jedinica obilježene su prekidima sedimentacije, a u naslagama su česte vertikalne i horizontalne promjene litološkog sastava i facijesa.

Holocenski karbonatni pjeskoviti šljunci, s detritusom koji vuče podrijetlo iz Alpa odlikuju se homogenim sastavom, ali promjenljivim debljinama – u širem području od 10 do 70 m.

### **3. METODOLOGIJA**

Prikazan je skup različitih postupaka koji se koriste u istraživačkom radu. Svaki postupak detaljno je opisan kako bi se postigao uvid u provedeni pristup.

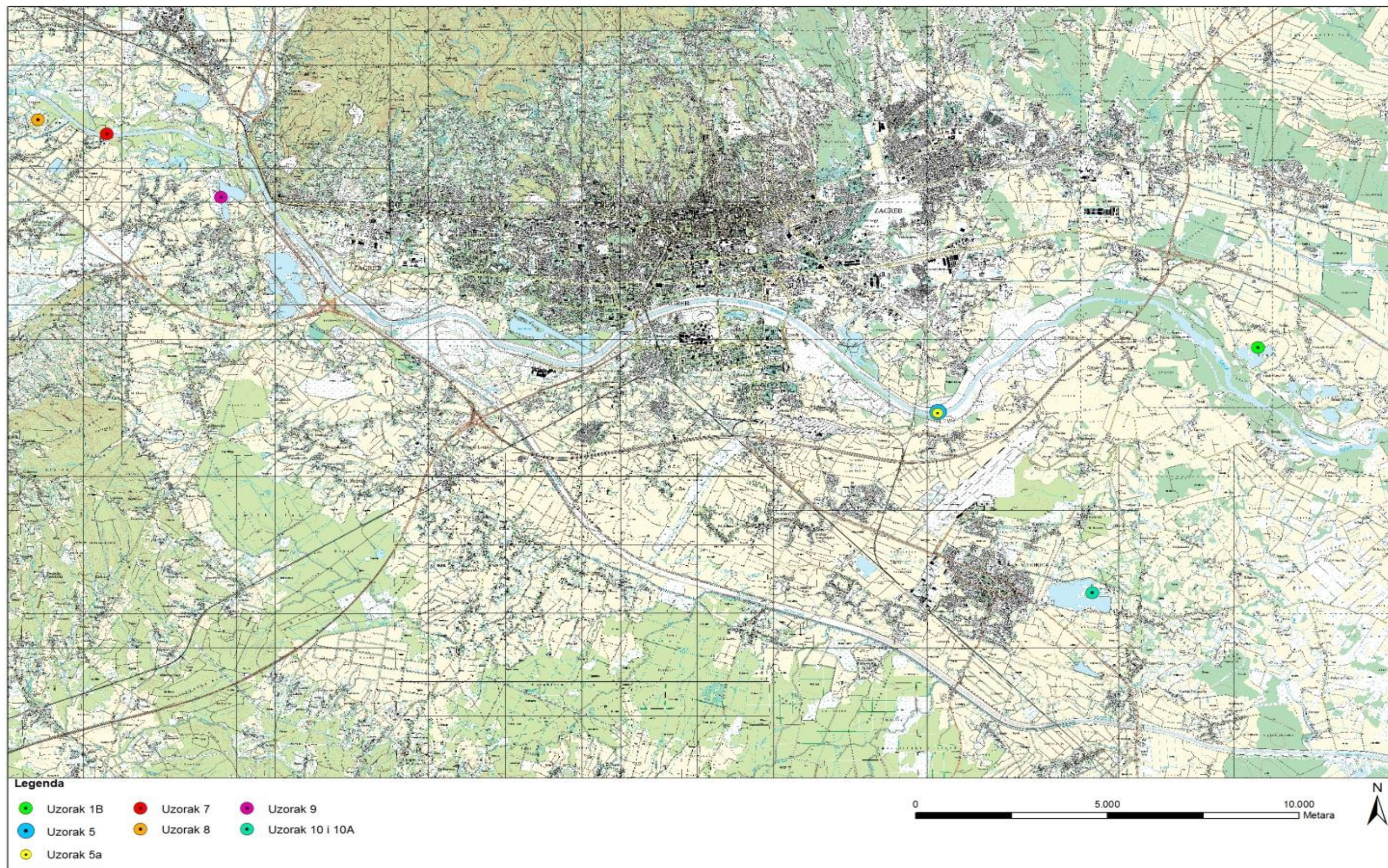
#### **3.1. Odabir lokacije za uzimanje uzoraka**

Za početak izrade ovog rada od velike je važnosti bilo odrediti terenske točke s kojih su se uzimali uzorci za dobivanje konačnih rezultata. Neophodno je da lokacije i načini uzimanja uzoraka budu definirani na način da osiguravaju vjerodostojnost analiziranih uzoraka koji moraju biti reprezentativni.

Početna ideja uključivala je pojedine lokacije šljunčara Zagrebačke županije te dogovorene i adekvatne lokacije za uzimanje uzoraka direktno iz korita rijeke Save.

Odabir lokacija načinili smo uz pomoć predloženog popisa šljunčara Zagrebačke županije, koji smo dobili od strane Ministarstva gospodarstva. Iako se popis sastojao od većeg broja predloženih lokacija, uzorci su u konačnici uzeti iz dvije predložene šljunčare (IGM ŠLJUNČARA "TRSTENIK" i "HIDREL" šljunčara Novo Čiče). Preostale lokacije s kojih su uzimani uzorci odabrane su tokom terenskog obilaska predviđenih područja. Pomoću karte Zagrebačke županije utvrdili smo pojedine točke za uzimanje uzoraka iz korita rijeke, a točne lokacije su prikazane na prilogu 1-3.1.





Prilog 1-3.1. : Karta lokacija uzorkovanja

### 3.2. Terenski rad

Izlazak na teren zahtjeva pripremu koja uključuje pregled karata i analizu mogućnosti pristupa određenom terenu. Bitno je provjeriti i vremenske prilike za odabrane dane te unaprijed predvidjeti moguće opasnosti.

Oprema za terenski rad se sastojala od dokumenata s popisom lokacija, karata, povećala, mape s pripadajućim priborom (terenski dnevnik, pribor za pisanje), lopatica za uzimanje uzoraka, vrećice za uzorke, flomasteri za označavanje uzoraka, GPS uređaja i fotoaparata. Od opreme za osobnu zaštitu važne su terenske cipele ili gumene čizme, prikladna odjeća, odgovarajuća količina tekućine i mobitel.

Raspored uzimanja uzoraka na terenu određuje se s obzirom na značajke terena i problematiku koja se želi riješiti (BAHUN, 1993). Znači da su se za svako područje izabrali reprezentativni uzorci, koji su određivali litotip.

Svako područje uvjetovalo je broj uzoraka raspoređenošću određene litostratigrafske jedinice.

Terenski rad se provodio kroz tri tjedna gdje su kao glavni preduvjeti bile bitne vremenske prilike, radno vrijeme šljunčara i dostupnost osoblja, prijevoz i slobodno vrijeme svih koji su mi pomagali.

Opis lokacija za uzimanje uzoraka je prikazan po točkama uzorkovanja.

#### Točka 1.

Terenski rad je započet od najistočnije planirane točke koja se nalazi u okolici Ivanje Reke. To je šljunčara IGM "TRSTENIK" (Slika 3-2.1.). U tom periodu u šljunčari se obavljala eksploatacija šljunka iz jezera Abesinija. Sloj šljunka nalazi se ispod slojeva gline i treseta. Uzorak 1 B uzet je iz prethodno izvađenog šljunka koji nije prošao separaciju (Slika 3-2.2.). GPS koordinate ove točke su : X: 55 906 34

Y: 50 707 51



**Slika 3-2.1.** Šljunčara IGM " TRSTENIK" **Slika 3-2.2.** Nesortirani šljunak

Točka 2.

Planirana lokacija ove točke bila je okolica Hrušćice, nedaleko šljunčare IGM "TRSTENIK" (Slika 3.2.3.). Ova lokacija je bila predviđena za uzimanje uzorka iz korita rijeke Save, no uzorkovanje nije učinjeno zbog nepredviđenih uvjeta na terenu. Vodostaj rijeke je tada bio visok, a na obali se nalazilo blato, mulj, sitnozrni pijesak i silt što nije odgovaralo uzorku koji smo predvidjeli i trebali.



**Slika 3.2.3.** Rijeka Sava (okolica Hrušćice)

Točka 3.

Pogodna lokacija je utvrđena tijekom terenskog obilaska krenuvši od istočnog dijela zagrebačke okolice, točnije Ivanje Reke, krećući se uzvodno uz savski nasip. Lokacija ove točke je nedaleko od željezničkog mosta u okolici Novog Petruševca. Uzeta su dva uzorka. Uzorak 5A, iz korita Save (Slika 3.2.4.), točnije sa spruda i uzorak 5 (Slika 3.2.5.) iz obale rijeke. Širina spruda je približno 30 m.

GPS koordinate (uzorak 5A) : X: 55 822 69

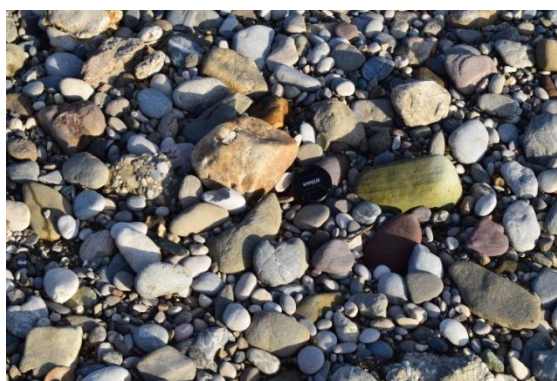
Y: 60 688 48

GPS koordinate (uzorak 5 ) : X: 55 822 84

Y: 50 688 84



**Slika 3.2.4.** Sedimenti korita



**Slika 3.2.5.** Sedimenti spruda

Točka 4.

Ovdje je obavljen kratak obilazak betonare "Mali grm" koja se nalazi u Lučkom. Betonara nije aktivna i uzorkovanje nije učinjeno.

GPS koordinate: X: 55 705 23

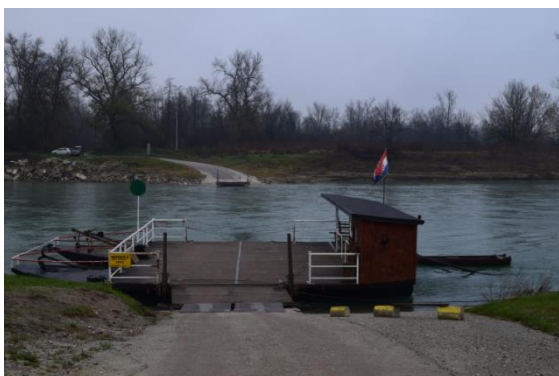
Y: 50 697 36

Točka 5.

Lokacija ove točke je Medsave, odnosno naselje koje se nalazi u Gradu Samoboru na južnoj obali rijeke Save. U ovom naselju nalazi se skela (Slika 3.2.6. ) kojom se spaja Zaprešić i Medsave. Skelom smo prešli na desnu obalu rijeke i iz obale uzeli odgovarajući uzorak br. 7 (Slika 3.2.7.). Ovo je ujedno i najzapadnija planirana terenska točka.

GPS koordinate: X: 55 606 24

Y: 50 769 92



**Slika 3.2.6.** Skela Medsave



**Slika 3.2.7.** Korito rijeke (desna obala)

### Točka 6.

Šljunčara "HORVAT" (Slika 3.2.8. )nalazi se u mjestu Savršćak. Uzorak br. 8 uzet je iz najmlađeg sloja obale jezera(Slika 3.2.9.).

GPS koordinate: X: 55 588 28

Y: 50 774 05



**Slika 3.2.8.** Šljunčara "HORVAT"



**Slika 3.2.9.** Obala jezera

### Točka 7.

Jezero Orešje (Slika 3.2.10. ) u mjestu Orešje, nalazi se zapadno od Zagreba uz rijeku Savu. Udaljeno je 10 km od grada Samobora. Jezero je po svom nastanku šljunčara, čija je eksploatacija prestala 1975. godine. Površina jezera iznosi 39 ha, dubine do 4 m, što se mijenja ovisno od utjecaja podzemnih voda rijeke Save koja protiče u neposrednoj blizini. Duljina obale jezera je približno 5 km. Uzorak br. 9. uzet je iz obale jezera (Slika 3.2.11.).

GPS koordinate: X: 55 636 03

Y: 50 751 42



**Slika 3.2.10.** Jezero Orešje



**Slika 3.2.11.** Sedimenti obale jezera Orešje

Točka 8.

Radi se o šljunčari "HIDREL" Novo Čiče (Slika 3.2.12.). Na ovoj lokaciji smo uzeli dva uzorka. Uzorak br. 10 (Slika 3.2.13. ) iz obale jezera (sitnozrnatini šljunak) i uzorak 10 A koji je prethodno izvađen s dubine od 20 m.

GPS koordinate : X:55 863 16

Y: 50 635 96



**Slika 3.2.12.** Šljunčara „Hidrel“



**Slika 3.2.13.** Obala jezera

## **3.2. Laboratorijska obrada uzoraka**

Nakon obavljenog prikupljanja uzoraka pristupilo se njihovoj analizi. Ukupno 8 odabranih uzoraka s terena je bilo potrebno obraditi u laboratoriju kako bi se naknadno mogle provesti daljnje analize. U ovoj fazi obrade uzoraka načinjeno je sušenje i sijanje uzoraka.

### **3.2.1. Sušenje uzoraka**

Da bi se uzorci pripremili za sijanje potrebno je bilo osušiti ih, uzevši u obzir da su uzorci uzimani iz vlažnih sredina. Svaki uzorak u sebi je sadržavao valutice različitih promjera i manji udio pijeska. Kako bi lakše izdvojili pijesak od krupnijih valutica, potrebno je bilo rastresti svaki pojedini uzorak na odgovarajuću podlogu (u ovom slučaju papirnatu) i ostaviti uzorak da se prirodno osuši kroz 48 sati.

### **3.2.2. Sijanje uzoraka**

Najvažnije i najčešće primjenjivane laboratorijske metode određivanja veličine zrna u sedimentima jesu mjerenje, sijanje i sedimentacijska analiza. Svaka se od ovih metoda primjenjuje u odgovarajućem području veličine zrna, te za određivanje tipa stijene, stupnja i načina njezine litifikacije. Izbor metoda ovisi o vrsti stijene, veličini zrna i raspoloživoj količini uzoraka te o stupnju litifikacije i o mogućnosti dispergiranja litificirane stijene (TIŠLJAR, 1994.).

Sijanje je najvažnija metoda određivanja veličine zrna i granulometrijskog sastava srednjozrnatih klastičnih sedimenata. Uzorak se sije kroz određeni broj sita tako da se razdijeli u više frakcija. Naime, veći broj sita znatno produžuje trajanje analize, a ne daje nikakvo bitnije poboljšanje njezine točnosti.

Frakcija je onaj dio uzorka koji se nakon sijanja zadrži između dvaju susjednih sita, tj. onaj dio uzorka koji sadrži zrna kojih su dimenzije ograničene dimenzijama otvora gornjeg i donjeg sita.

Sijanje se može obavljati rupičastim, pletenim ili laboratorijskim sitima i mikrositima, što ovisi o rasponu veličina zrna uzorka (TIŠLJAR, 1994.).

U ovom slučaju koristili smo pletena ili laboratorijska sita koja imaju okrugao oblik i kvadratne otvore, odnosno metalnu pletenu kvadratnu mrežicu postavljenu u limenom okviru.

Koristili smo 3 sita veličina 6 mm, 4 mm i 2 mm. Pri sisanju dobivamo rezultate ostataka na sitima i rezultat prolaza količine materijala kroz sito najmanjih otvora (prosjev). Prije nego počnemo sijati uzorak potrebno je izvagati ukupnu masu cijelog uzorka. Kod vaganja smo koristili digitalnu vagu. Također, nakon sisanja, svaku pojedinu frakciju potrebno je posebno izvagati. Točnom se smatra ona analiza kod koje se zbroj masa svih ostataka na sitima i prosijeva ne razlikuje od prije sisanja odvagane mase za više od 1 % (TIŠLJAR , 1994.) .

### **3.3. Kabinetska obrada uzoraka**

Nakon pripreme uzoraka u laboratoriju slijedi daljnja obrada u kabinetu. Ovaj dio obrade podijeljen je na više segmenata:

1. Izrada granulometrijske krivulje
2. Separacija uzoraka iz najkrupnije frakcije i litološka determinacija
3. Izravno mjerenje veličina valutica
4. Mikropetrografska analiza

Kabinetska obrada može uključivati različite pristupe ovisno o cilju istraživanja koje se provodi. U geološkim istraživanjima ima važnu ulogu i iziskuje preciznost i točnost koja se u konačnici očituje na dobivenim rezultatima istraživanja.

#### **3.3.1. Izrada granulometrijske krivulje**

Rezultate granulometrijskih analiza možemo prikazati histogramom, krivuljom učestalosti raspodjele i kumulativnom granulometrijskom krivuljom. U sva tri načina prikazivanja upotrebljava se ili Wentworthova ili Krumbeinova  $\phi$  – ljestvica za nanošenje veličine zrna na apscisi, a dekadaska ljestvica za nanošenje postotka pojedinih frakcija na ordinati.

Kumulativna granulometrijska krivulja glavni je i najčešći način prikazivanja rezultata granulometrijske analize jer se iz nje izravno mogu očitati udijeli bilo kojih frakcija, prikazuje cjelokupan sastav i raspored zrna, a iz nje se mogu očitati ili izračunati i važni

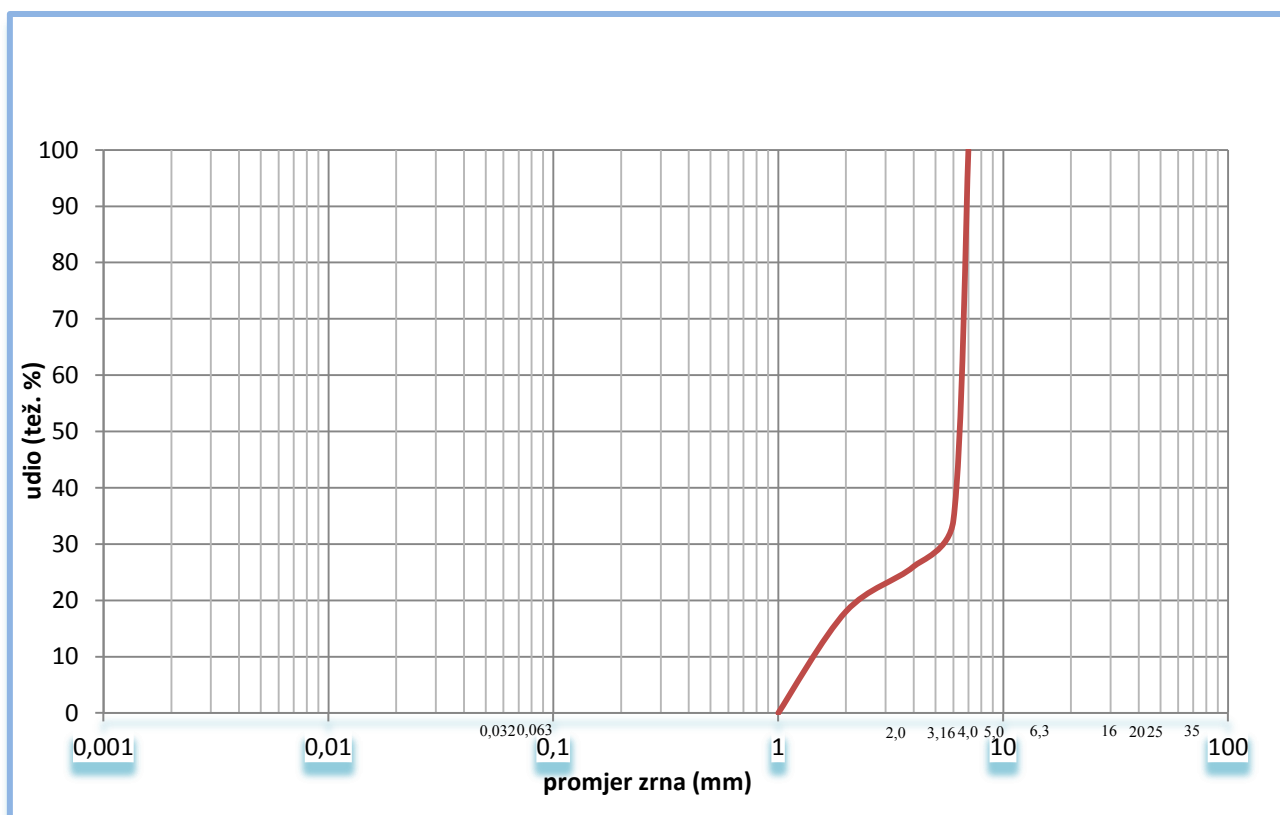


granulometrijski koeficijenti ( medijan ili srednja veličina zrna ( $M_d$ ) , prvi i treći kvartil ( $Q_1$  i  $Q_3$ ) , koeficijent sortiranja po trasku ( $S_0$ ) ).

Konstruira se tako što se na apscisu s Wentworthovom semilogaritamskom ljestvicom nanose odgovarajuće veličine zrna, odnosno granične vrijednosti frakcija, a na ordinatu kumulativni zbroj udjela pojedinih frakcija izraženih u postocima (TIŠLJAR , 1994.). U ovom slučaju koristili smo Microsoft Excel program pomoću kojeg smo načinili granulometrijske krivulje za svaki uzorak (Dijagram 3-3.1.1. - Dijagram 3-3.1.8. i Tablica 3-3.1.1. - Tablica 3-3.1.8.).

**Tablica 3-3.1.1.** Krivulja kumulativnih frekvencija uzorka 5A

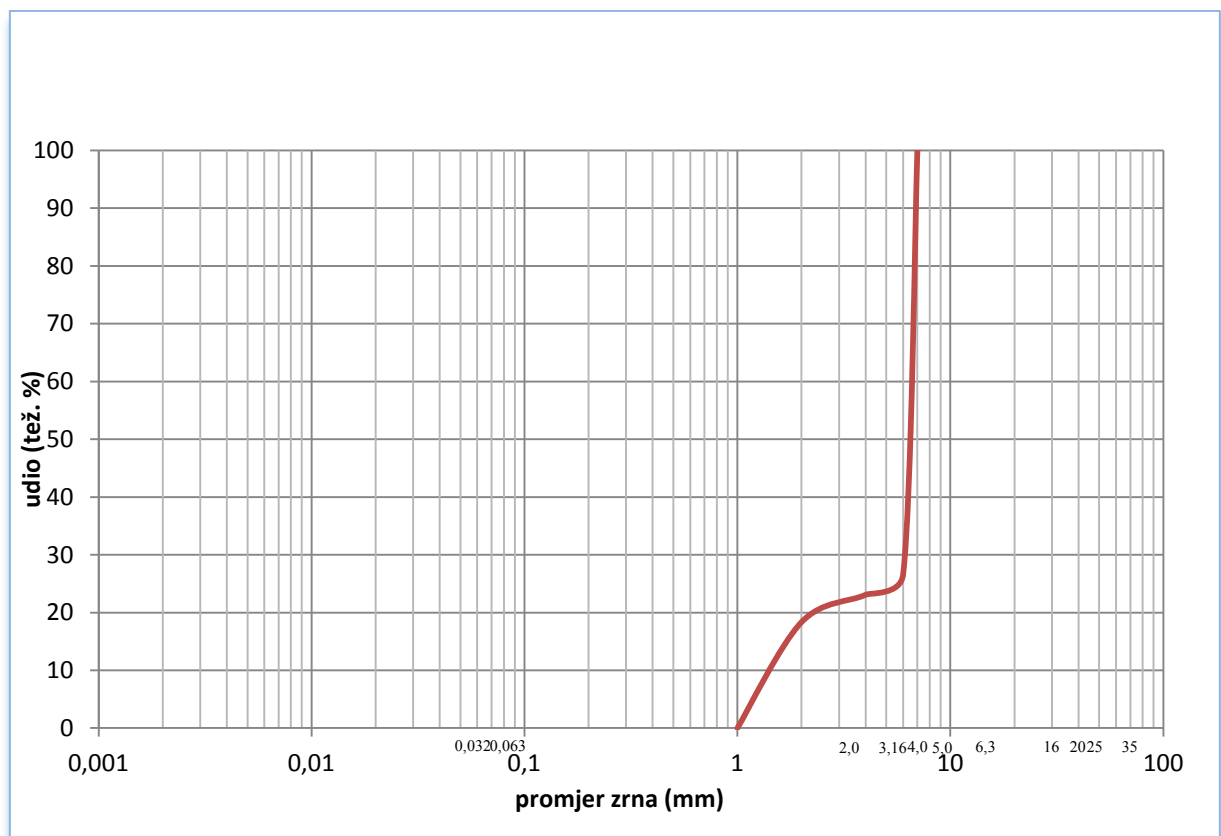
Sito/granica	udio prolaza kroz sito
1,000	0,00%
2,000	18,03%
4,000	26,03%
6,000	34,13%
7,000	100,00%



### Dijagram 3-3.1.1. Granulometrijski dijagram uzorka 5A

**Tablica 3-3.1.2.** Krivulja kumulativnih frekvencija uzorka 8

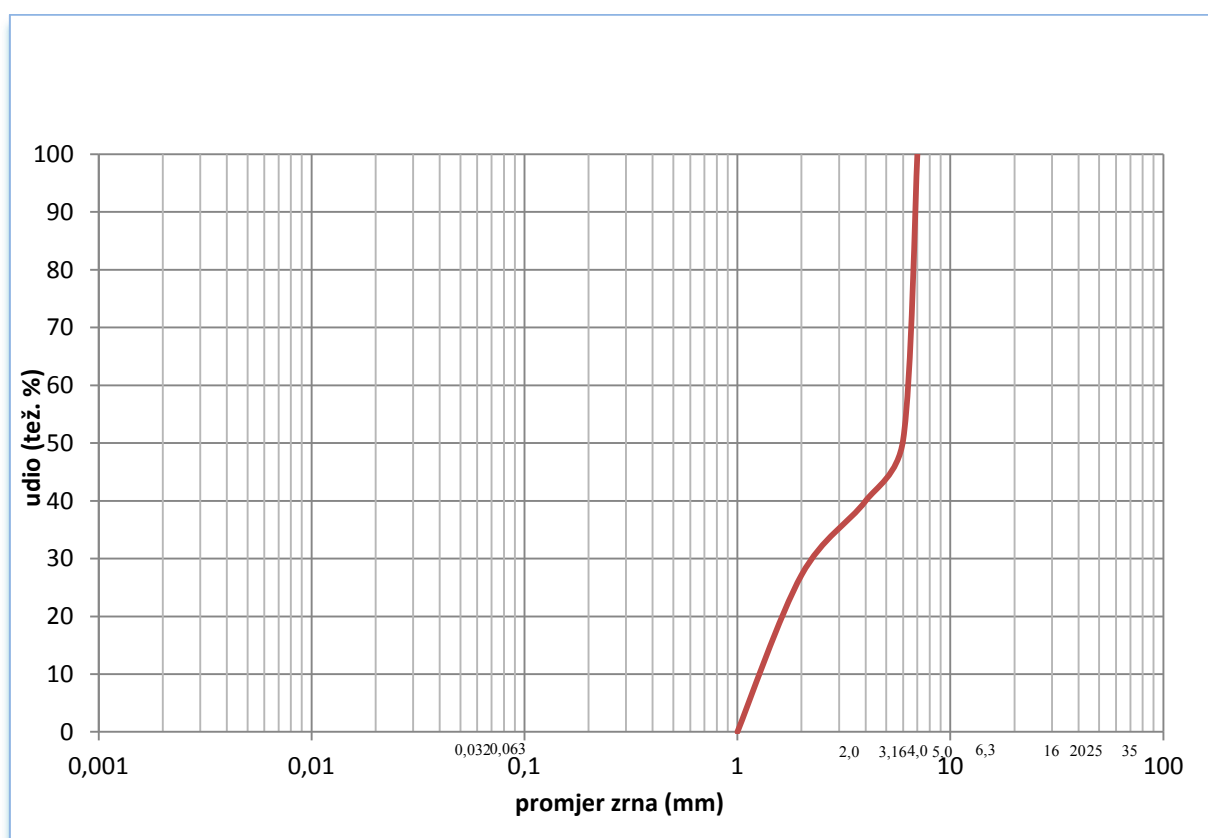
Sito/granica	udio prolaza kroz sito
1,000	0,00%
2,000	18,35%
4,000	23,08%
6,000	26,58%
7,000	100,00%



**Dijagram 3-3.1.2.** Granulometrijski dijagram uzorka 8

**Tablica 3-3.1.3.** Krivulja kumulativnih frekvencija uzorka 10

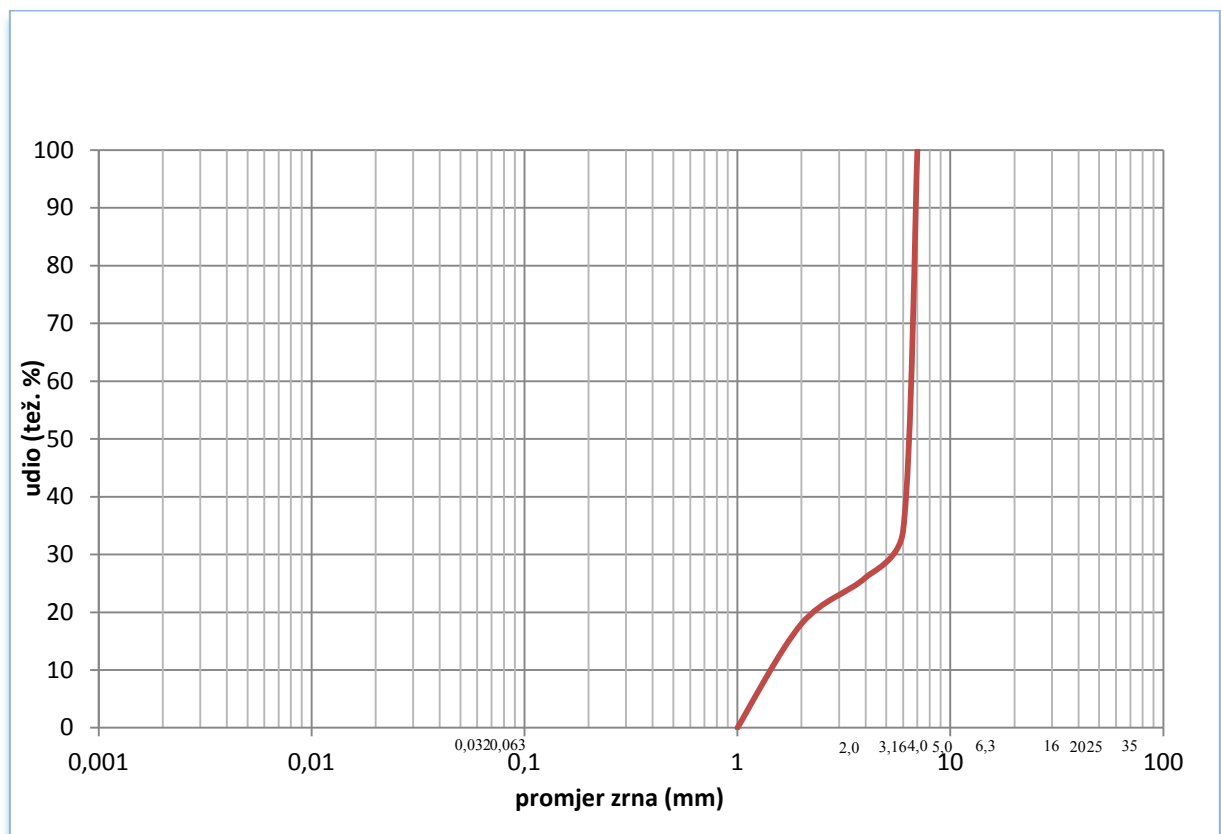
Sito/granica	udio prolaza kroz sito
1,000	0,00%
2,000	27,16%
4,000	39,98%
6,000	50,52%
7,000	100,00%



**Dijagram 3-3.1.3.** Granulometrijski dijagram uzorka 10

**Tablica 3-3.1.4.** Krivulja kumulativnih frekvencija uzorka 9

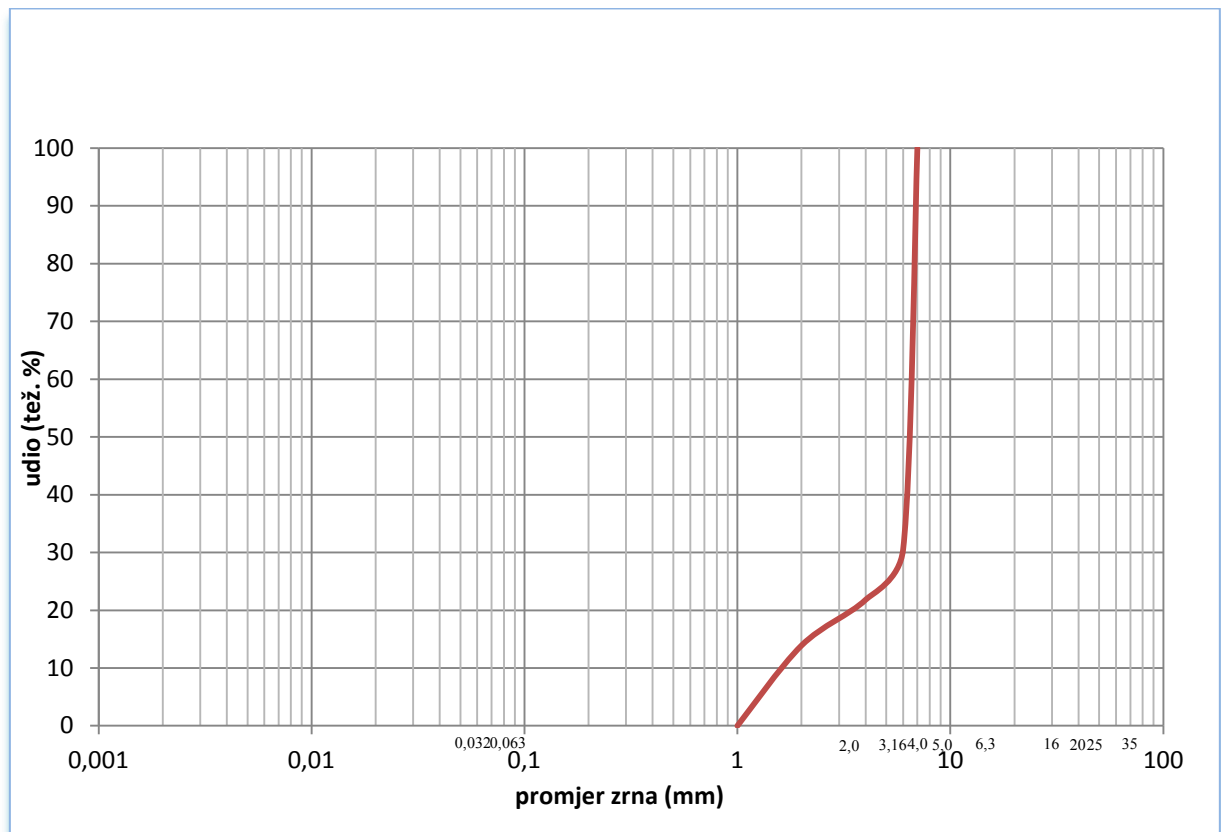
Sito/granica	udio prolaza kroz sito
1,000	0,00%
2,000	18,01%
4,000	26,02%
6,000	34,13%
7,000	100,00%



**Dijagram 3-3.1.4.** Granulometrijski dijagram uzorka 9

**Tablica 3-3.1.5.** Krivulja kumulativnih frekvencija uzorka 10A

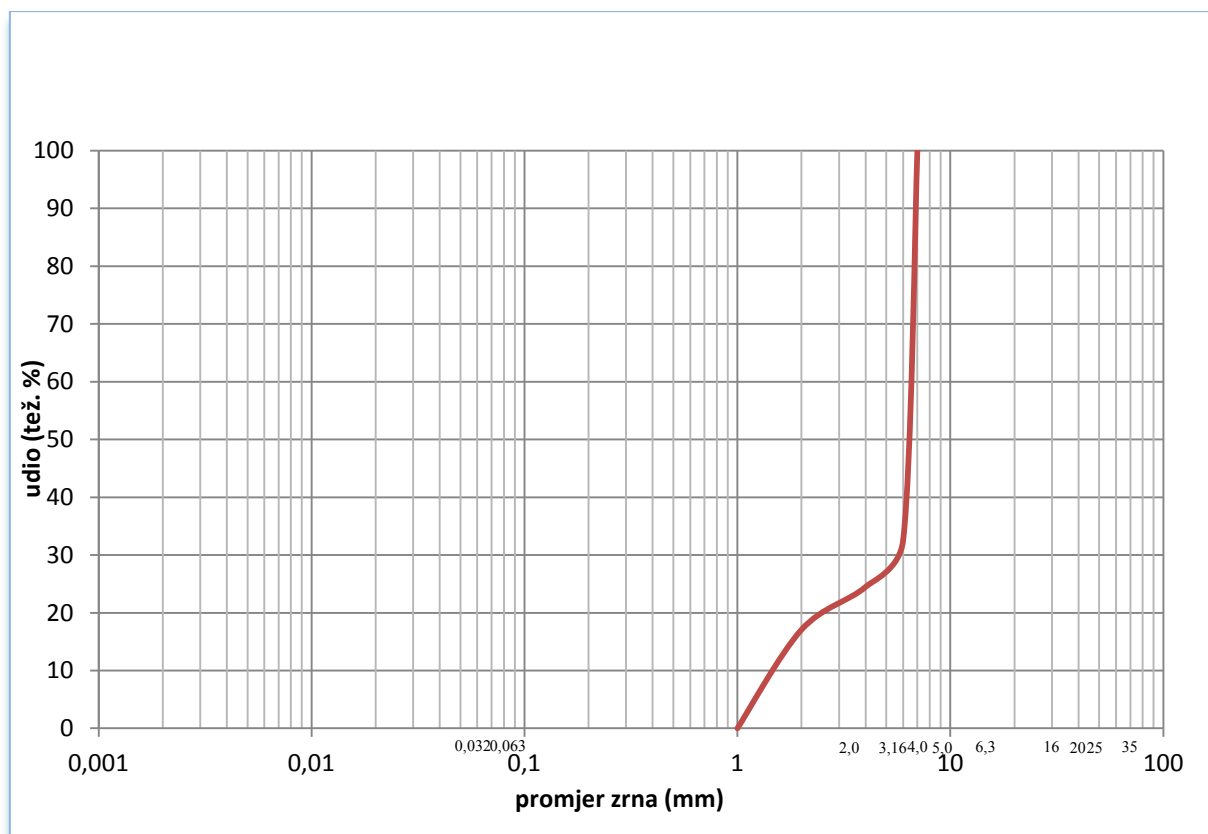
Sito/granica	udio prolaza kroz sito
1,000	0,00%
2,000	13,90%
4,000	21,82%
6,000	30,51%
7,000	100,00%



**Dijagram 3-3.1.5.** Granulometrijski dijagram uzorka 10A

**Tablica 3-3.1.6.** Krivulja kumulativnih frekvencija uzorka 1B

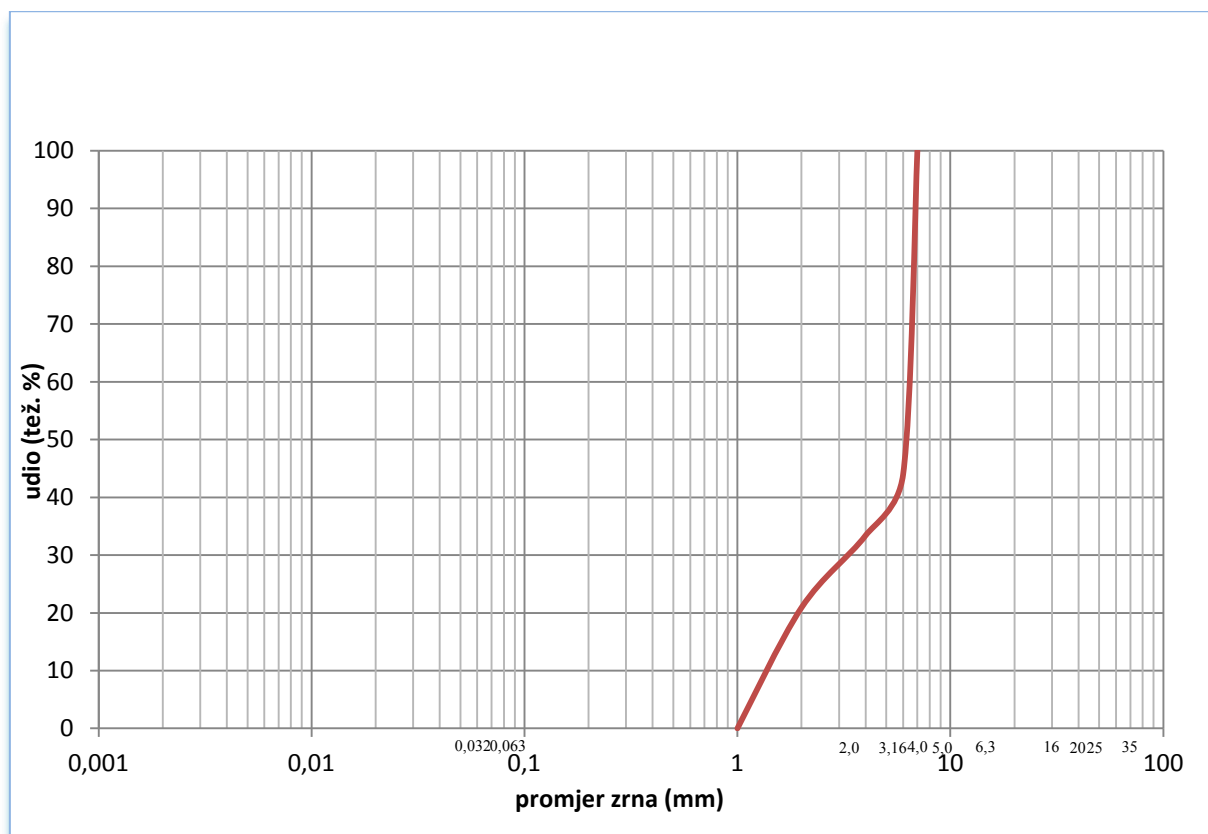
Sito/granica	udio prolaza kroz sito
1,000	0,00%
2,000	17,08%
4,000	24,49%
6,000	32,51%
7,000	100,00%



**Dijagram 3-3.1.6.** Granulometrijski dijagram uzorka 1B

**Tablica 3-3.1.7.** Krivulja kumulativnih frekvencija uzorka 5

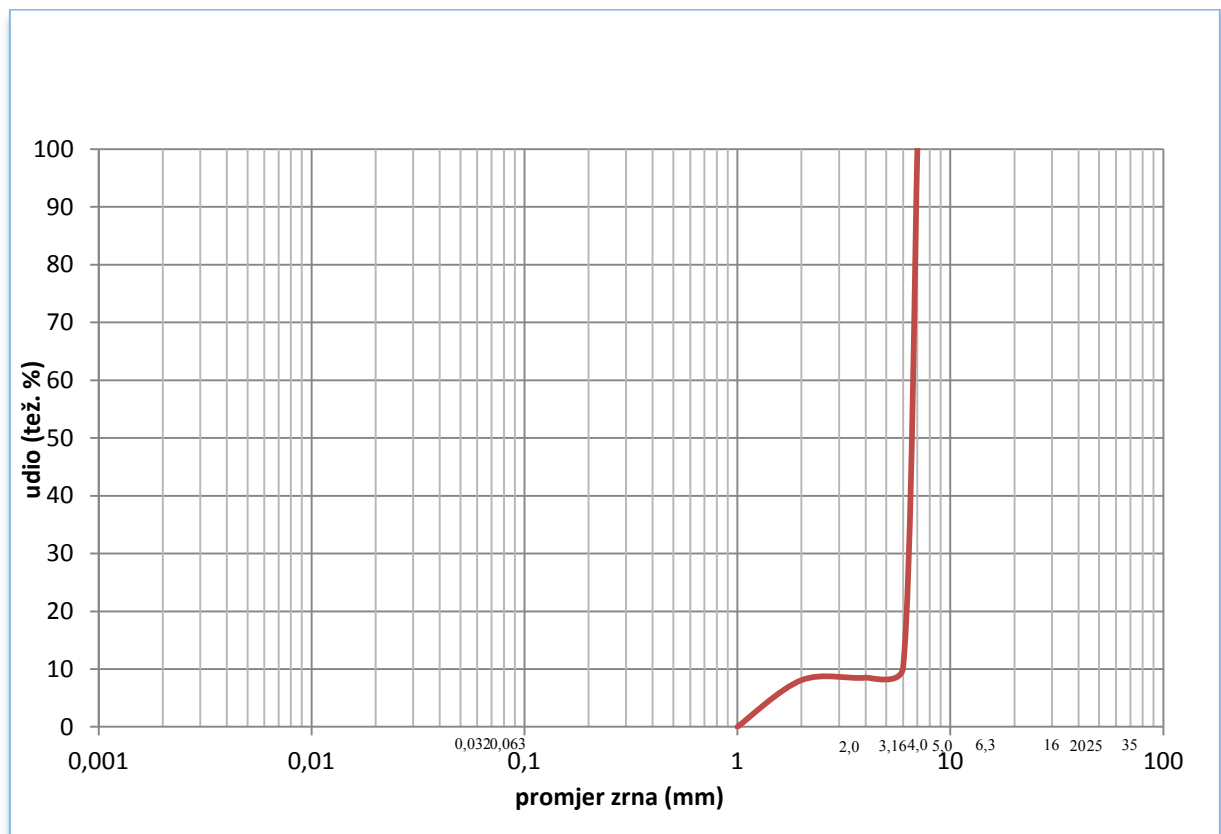
Sito/granica	udio prolaza kroz sito
1,000	0,00%
2,000	20,91%
4,000	33,40%
6,000	43,96%
7,000	100,00%



**Dijagram 3-3.1.7.** Granulometrijski dijagram uzorka 5

**Tablica 3-3.1.8.** Krivulja kumulativnih frekvencija uzorka 7

Sito/granica	udio prolaza kroz sito
1,000	0,00%
2,000	8,09%
4,000	8,52%
6,000	10,29%
7,000	100,00%



**Dijagram 3-3.1.8.** Granulometrijski dijagram uzorka 7



### 3.3.2. Separacija uzoraka iz najkrupnije frakcije i litološka determinacija

Iz svakog pojedinog uzorka bilo je potrebno izdvojiti po 300 valutica kako bi dobili osnovne uzorke za morfometrijsku odredbu. Separacija se obavljala ručno iz najkrupnije frakcije te su se izdvajale valutice različitih veličina kako bi se dobili vjerodostojni rezultati. Nakon separacije uzoraka, svih 300 valutica svakog pojedinog uzorka je oprano pod tekućom vodom da bi se uklonila nečistoća i olakšao idući korak obrade odnosno litološka determinacija. Kod litološke determinacije korištena je lupa i 3% otopina HCl – a uz pomoć koje su izdvojeni karbonati od ostalih litoloških jedinica. Valutice su razdvajane u skupine različitih litoloških sastava ( Slika 3.4.2.1. – Slika 3.4.2.16.).



**Slika 3.3.2.1.** Nesortirani uzorak 5



**Slika 3.3.2.2.** Sortirani uzorak 5



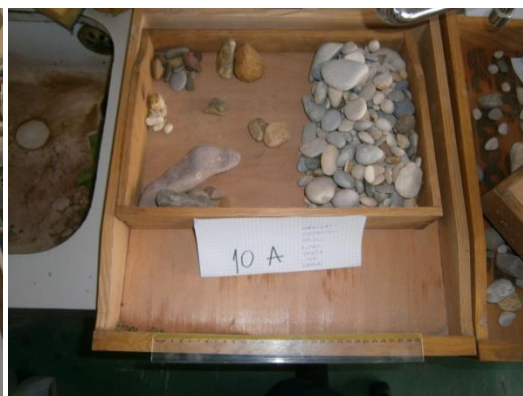
**Slika 3.3.2.3.** Nesortirani uzorak 9



**Slika 3.3.2.4.** Sortirani uzorak 9



**Slika 3.3.2.5.** Nesortirani uzorak 10A



**Slika 3.3.2.6.** Sortirani uzorak 10A



**Slika 3.3.2.7.** Nesortirani uzorak 10



**Slika 3.3.2.8.** Sortirani uzorak 10



**Slika 3.3.2.9.** Nesortirani uzorak 1B



**Slika 3.3.2.10.** Sortirani uzorak 1B



**Slika 3.3.2.11.** Nesortirani uzorak 8



**Slika 3.3.2.12.** Sortirani uzorak 8



**Slika 3.3.2.13.** Nesortirani uzorak 7



**Slika 3.3.2.14.** Sortirani uzorak 7



**Slika 3.3.2.15.** Nesortirani uzorak 5A



**Slika 3.3.2.16.** Sortirani uzorak 5A

### 3.3.3. Izravno mjerenje veličine valutica

Izravna mjerenja veličine zrna izvode se samo onda kad nije moguće upotrijebiti neku drugu brzu metodu, odnosno onda kad su zrna veća od raspoloživih nizova rupičastih sita (obično veća od 63  $\mu\text{m}$ ) (TIŠLJAR , 1994.).

Obično se primjenjuje kod analize šljunaka ili istraživanja krupnozrnatih breča i konglomerata. Zrna se mjere pomičnim mjerilom, milimetarskom trakom ili ravnalom, i to tako da se mjeri najveći promjer, u pravilu više od 300 zrna (TIŠLJAR , 1994.).

Obično linijsko mjerenje izvodi se neovisno o orijentaciji valutice i to na najmanje 300 pojedinačnih valutica. Na svakoj valutici izmjeri se najveći promjer, odnosno dužina **a**, srednji promjer ili širina **b** i debljina **c**. Pri mjerenju smo koristili pomično mjerilo te su očitavanja, izražena u centimetrima, upisivana u prethodno pripremljene tablice izrađene u Microsoft Excel programu.

### 3.3.4. Mikropetrografska analiza

Da bi izradili mikroskopski preparat, iz uzorka je potrebno izrezati pločicu debljine nekoliko milimetara. Jedna strana pločice se potom polira brusnim prahom, a pomoću kanadskog balzama (indeksa loma 1,54) pločica se zalijepi na predmetno stakalce i stanji brušenjem grubim brusnim prahom. Na taj način dobije se mikroskopski izbrusak.

Nakon toga, pomoću finog brusnog praha pločica se stanji do debljine od 0.02 - 0.03 mm i prekrije pokrovnim stakalcem pa tako dobijemo mikroskopski preparat.

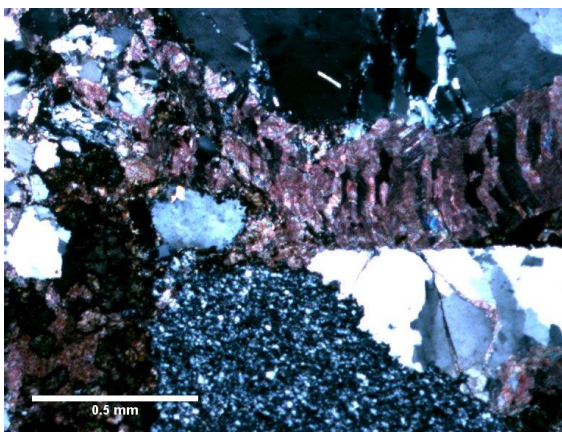
Iz uzorka se izrezuje još jedna paralelna pločica debljine nekoliko milimetara, koja se pohranjuje uz mikroskopski preparat, kako bi se olakšala usporedba makroskopski i mikroskopski vidljivih značajki. Ta pločica može poslužiti i kao uzorak za dodatne mineraloške ili petrološke analize, ako se nakon mikroskopiranja uoči da su takve analize potrebne (prema MACEK, 2012.).

Polarizacijskim mikroskopom tipa *Leica DM LSP* napravljena je analiza uzoraka iz njihovih mikroskopskih preprata. Veličina čestica je izmjerena pomoću mikrometra

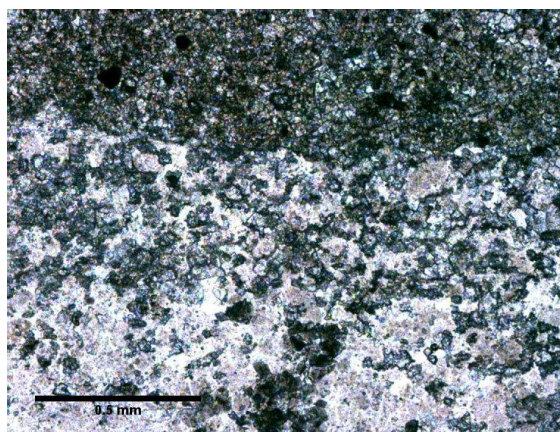
ugrađenog u okular mikroskopa, dok se digitalna fotografija dobila uz pomoć *Leica DC100*, digitalne kamere koja je pričvršćena za okular mikroskopa.

Prilikom mikropetrografske analize karbonatnih stijena (vapnenaca i dolomita) najprije je potrebno promotriti makroskopska obilježja mikroskopskog preparata (uočiti moguću laminaciju, graduriranje ili sl.). Potom je potrebno odrediti tipove čestica (alokema), njihovu veličinu, sortiranost, oblik zrna, pakiranje i mineralni sastav. Zatim je potrebno odrediti vrstu cementa i njegove karakteristike; opisati zamjene i rekristalizaciju (ako postoje) . Ako je prisutna dolomitizacija, potrebno je utvrditi strukturu dolomita te oblik, veličinu i zonarnost kristala. Također, potrebno je utvrditi je li dolomit ranodijagenetski ili kasnodijagenetski te ima li znakova dedolomitizacije (KALAJŽIĆ, 2013. ) .

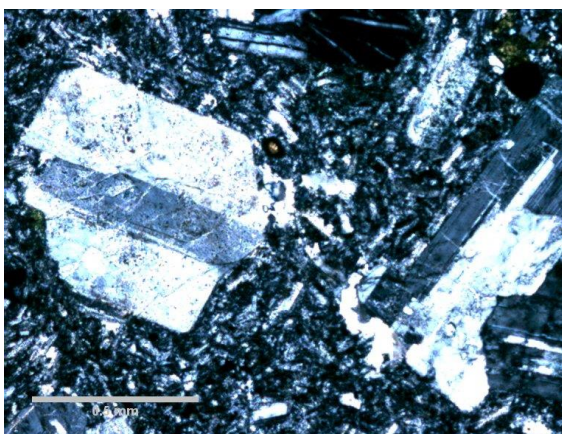
Opisana procedura primijenjena je na skupini valutica uzorka broj 7 (Medsave, Slika 3.4.4.1. – Slika 3.4.4.8.).



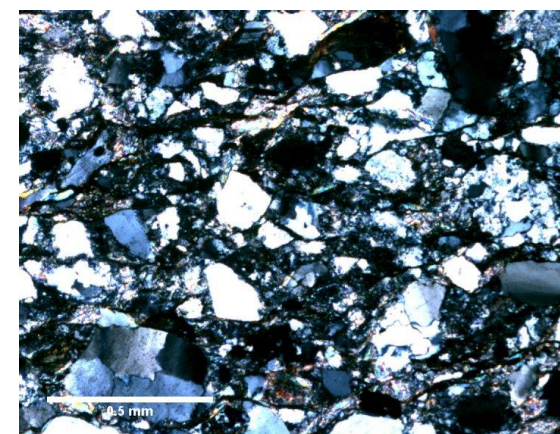
Slika 3.3.4.1. Izbrusak breče ( uzorak br 7)



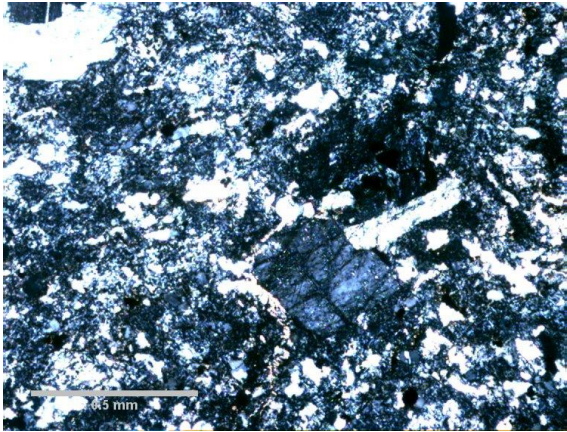
Slika 3.3.4.2. Izbrusak dolomita( uzorak br 7)



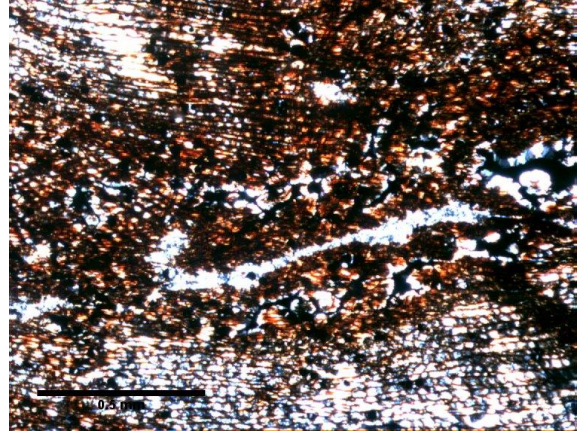
Slika 3.3.4.3. Izbrusak efuziva (uzorak br 7)



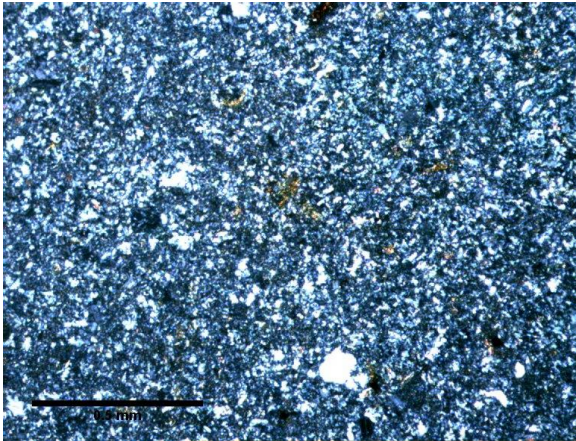
Slika 3.3.4.4. Izbrusak pješčenjaka (uzorak br 7)



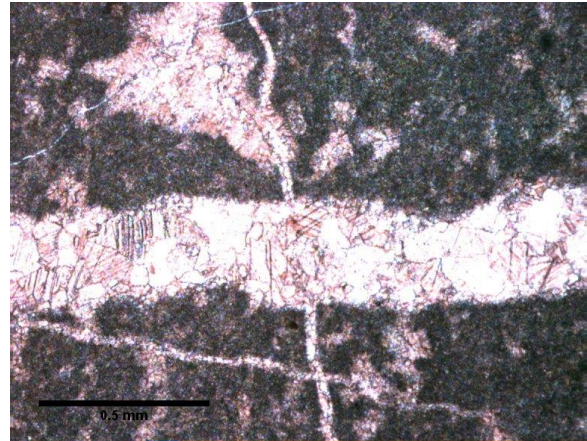
**Slika 3.3.4.5.** Izbrusak rožnjaka ( uzorak br 7)



**Slika 3.3.4.6.** Izbrusak šejla (uzorak br 7)



**Slika 3.3.4.7.** Izbrusak tufa (uzorak br 7 )



**Slika 3.3.4.8.** Izbrusak vapnenca (uzorak br 7)

### **3.4. Teorija morfometrijskih značajki zrna**

Morfometrijskim značajkama zrna pripadaju: oblik zrna, spljoštenost zrna, sferičnost, zaobljenost zrna i pivotabilnost zrna ( = sklonost zrna kotrljanju) . Proučavaju se radi dobivanja što više korisnih podataka o odlikama struktura (tekstura), kao i za rekonstrukciju i interpretaciju uvjeta transporta i okoliša taloženja (TIŠLJAR , 1994.).

#### **3.4.1. Oblik zrna**

Oblik zrna je pojam kojim se označava približavanje nekog zrna manje – više pravilnim geometrijskim tijelima pa tako zrna po obliku mogu biti kuglasta, diskoidna, pločasta, prizmatična, štapićasta, listićava, vretenasta ili potpuno nepravilna.

Oblik zrna klastičnog sedimenta uvjetovan je primarnim oblikom u matičnoj stijeni, stupnjem zaobljavanja i habanja u tijeku prijenosa te promjenama tijekom dijagenetskih procesa. Od dijagenetskih promjena na oblik zrna najviše utječe tvorba regeneracijskih rubova, otapanje pod tlakom i korozija zrna (TIŠLJAR , 1994.).

Primarni oblik zrna ovisi u matičnoj stijeni ovisi o kristalografskim svojstvima minerala: minerali koji kristaliziraju u kubičnom sustavu imaju izometrični, u monoklinskom i heksagonskom prizmatični, u monoklinskom listićavi ili pločasti oblik. Oblik mineralnog zrna u klastičnom sedimentu ovisi i o stupnju kalavosti: minerali koji nemaju kalavost, primjerice kvarc i granati, lakše će pri trošenju i transportu zadržati kristalografske oblike negoli minerali koji se odlikuju savršenom kalavošću (TIŠLJAR , 1994.).

Osim oblika valutica šljunka, oblik se zrna najčešće istražuje pri analizi teških minerala te pri istraživanju porijekla, odnosno matičnih stijena, klastičnih zrna u pješćanim sedimentima. Rezultati istraživanja oblika zrna, općenito gledano, pokazuju da zrna kvarca izometričnog oblika češće potječu iz granitoidnih, a izduženog oblika iz metamornih stijena. Veliki utjecaj na oblikovanje oblika zrna pri trošenju i transportu ima tvrdoća minerala. Minerali i mineralni agregati veće tvrdoće teže se habaju pa je za njihovo zaobljavanje potreban bitno duži transport od onog kod minerala manje tvrdoće (TIŠLJAR , 1994.) .

Što se tiče oblika fragmenata i valutica stijena u srednjozrnatim i krupnozrnatim klastičnim sedimentima (pijesci / pješčenjaci, šljunci / konglomerati, drobine / breče), općenito se može reći da je njihov oblik u prvome redu posljedica petrografskog sastava, teksturnih i strukturnih odlika matičnih stijena, a tek zatim posljedica transporta i hidrodinamskih uvjeta. Fragmenti i valutice nastali trošenjem šejlova i kristalnih škriljavaca s vrlo izraženom škriljavom teksturom u pravilu imaju pločasti, a gotovo nikad nemaju vretenasti ili kuglasti oblik jer se te stijene raspadaju po plohama lisnatosti odnosno škriljavosti. Slično vrijedi i za fragmente i valutice laminiranih ili tankoslojevitih vapnenaca, rožnjaka, siltita i pješčenjaka. Kod stijena homogene teksture i strukture, tj. stijena bez laminacija, škriljavosti i tanke slojevitosti, pri trošenju i transportu nastaju fragmenti i valutice koji pokazuju sklonost stvaranju sferoidnih, diskoidnih ili izometričnih oblika. Približavanje sferoidnom obliku je to jače što je transport bio duži i energija vode viša (TIŠLJAR, 1994.).

Osim opisanih, kvalitativnih prikazivanja oblika zrna, postoje i kvantitativne, numeričke definicije oblika zrna. Numerički je oblik zrna definiran odnosima veličina najduže osi **a** (dužina), srednje **b** (širina) i najkraće osi **c** (debljina).

Na osnovi međusobnih odnosa srednje osi **b** i dugačke osi **a** te kratke osi **c** i srednje osi **b** Zingg je (1935) kvantitativno definirao četiri osnovna tipa oblika zrna: diskoidna, sferoidna, pločasta i vretenasta zrna (TIŠLJAR, 1994.). Prikazano na tablici 3-5.1.1. .

**Tablica 3-4.1.1.** Osnovni tipovi oblika zrna po Zinggu (1935)

	b/a	c/b	oblik
I.	> 2/3	< 2/3	diskoidan
II.	> 2/3	> 2/3	sferoidan
III.	< 2/3	< 2/3	pločast
IV.	< 2/3	> 2/3	vretenast

### 3.4.2. Stupanj spljoštenosti zrna

Kod geomorfoloških i paleogeografskih istraživanja šljunaka, osim oblika zrna, kao poseban parametar određuje se i stupanj spljoštenosti zrna.

Stupanj spljoštenosti zrna definiran je kao odnos najduže, srednje i najkraće osi **a**, **b**, i **c**, odnosno dužine, širine i debljine zrna po izrazu (3-1):



$$S_s = \frac{a + b}{2c} \quad (3-1)$$

Iz ovog izraza jasno izlazi da je stupanj spljoštenosti zrna kugle i kocke 1 jer su im sve tri osi istih dužina. Kod valutica šljunka stupanj spljoštenosti obično varira između 1,2 i 5 (Tablica 3-5.1.2.). Znakovito je da stupanj spljoštenosti valutica istog petrografskog tipa varira u ovisnosti o okolišu taloženja i hidrodinamskim uvjetima, pa nam određivanje stupnja spljoštenosti zrna šljunka može dati važne podatke za interpretaciju uvijeta i okoliša taloženja (TIŠLJAR, 1994)

**Tablica 3-4.1.2.** Stupanj spljoštenosti u različitim okolišima ( Müller, 1967)

IZVORIŠNI OKOLIŠ	STUPANJ SPLJOŠTENOSTI
riječna korita	1,2 – 1,6
morene	1,6 – 1,8
morske plaže	2,3 – 3,8
obale jezera	2,3 – 4,4

Pri određivanju stupnja spljoštenosti zrna šljunka potrebno je izmjeriti dužinu, širinu i debljinu na najmanje 300 zrna šljunka (TIŠLJAR, 1994.).

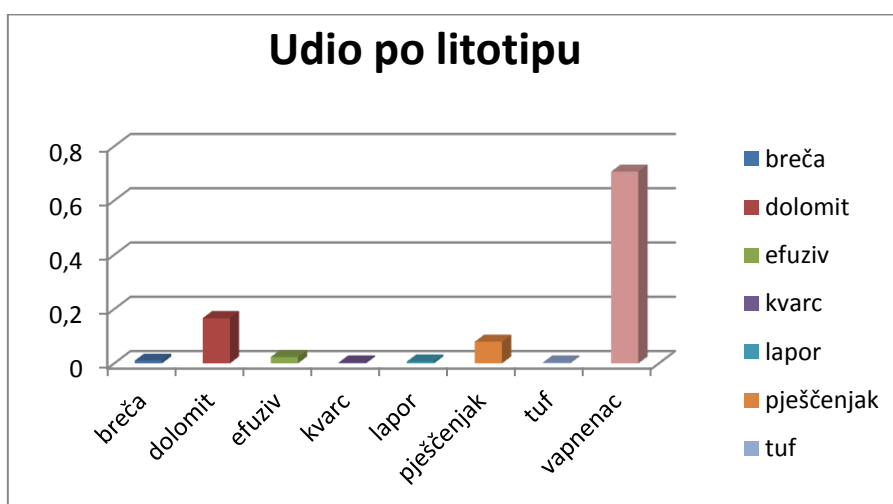
## 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Da bi dobili sintezu i konačno rezultate iz ovog rada potrebno je bilo načiniti statističku obradu svih podataka dobivenih morfometrijskim analizama obrađvanih šljunaka. Budući da je cilj ovog rada definirati izvorišna područja savskih šljunaka koje danas nalazimo u kvartarnim naslagama, korištena su dva bitna parametra, oblik i stupanj spljoštenosti. Svi računski i parametarski podatci prikazani su u obliku histograma. Za statističku odredbu, račun i grafički prikaz korišten je Microsoft Excel program. Podaci su prikazani pojedinačno za svaki uzorak ( Tablica 4-1.1. - Tablica 4-8.3. i Dijagram 4-1.1. – Dijagram 4-8.5.).

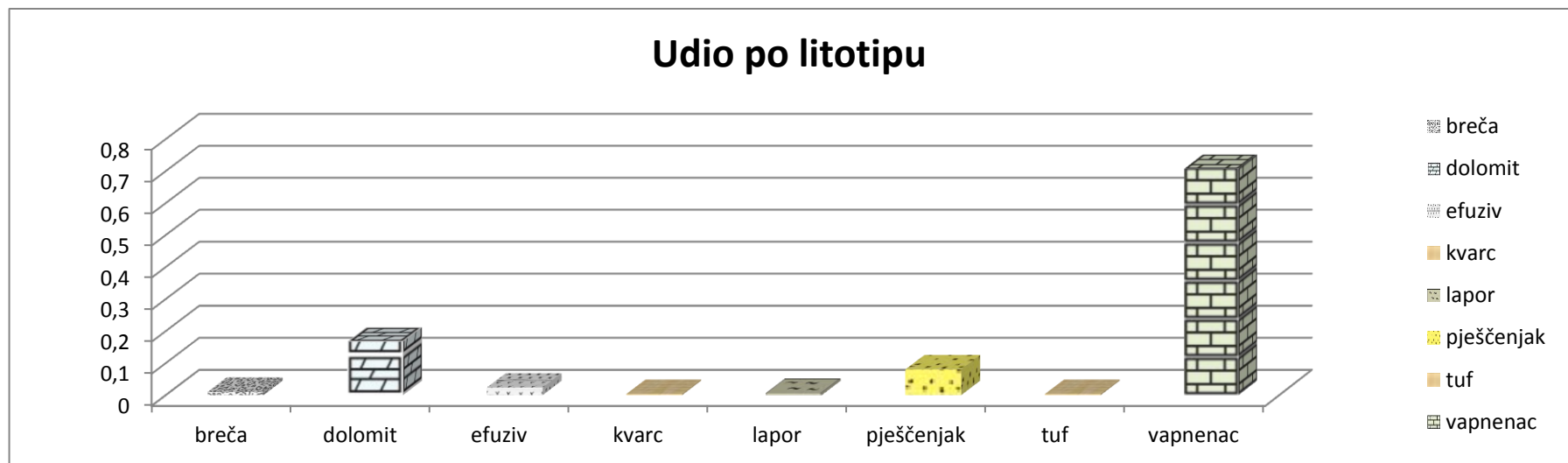
### 4.1.1. Uzorak br. 5

**Tablica 4-1.1.** Udio po litotipu uzorka br. 5

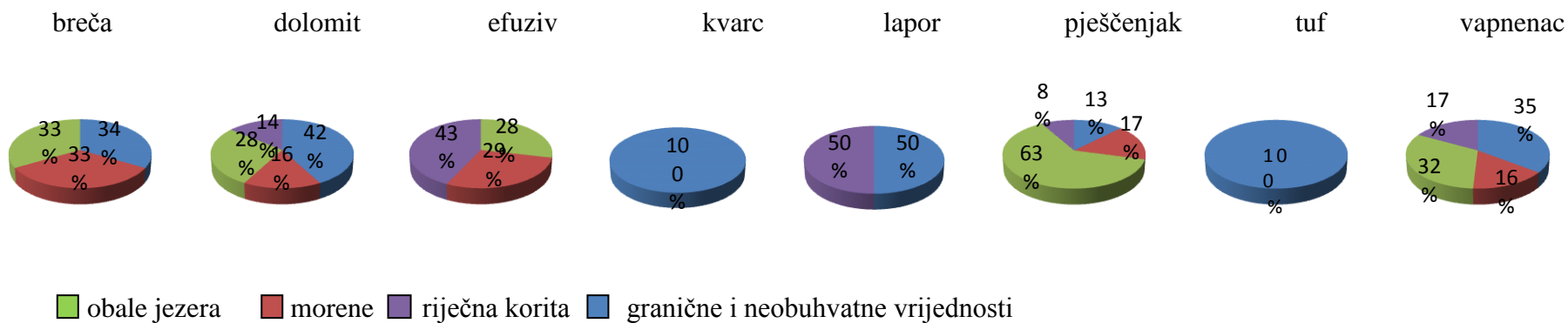
Litotip zrna	Udio u uzorku br. 5
breča	1,00%
dolomit	16,67%
efuziv	2,33%
kvarc	0,33%
lapor	0,67%
pješčenjak	8,00%
tuf	0,33%
vapnenac	70,67%
<b>Ukupno</b>	<b>100,00%</b>



**Dijagram 4-1.1.** Udio po litotipu uzorka br. 5



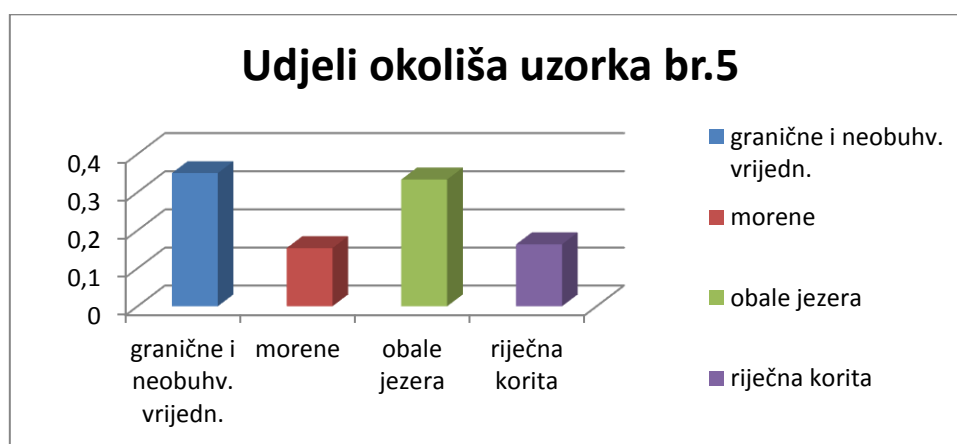
**Dijagram 4-1.2.** Udjeli po litotipovima s prikazom tekstura uzorka br. 5



**Dijagram 4-1.3.** Udjeli po tipovima okoliša za svaki litotip uzorka br. 5

**Tablica 4-1.2.** Udio u uzorku br. 5 prema izvorišnom okolišu

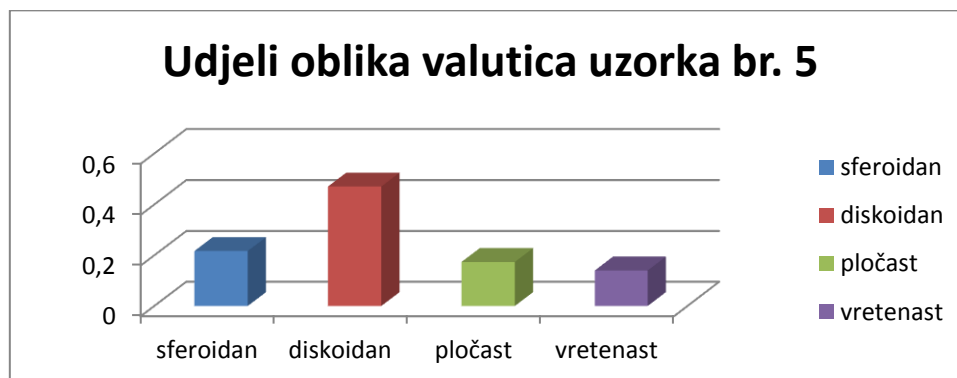
Okoliš	Udio u uzorku
<b>granične i neobuhvatne vrijednosti</b>	35,00%
morene	15,33%
obale jezera	33,33%
riječna korita	16,33%
<b>Ukupno</b>	<b>100%</b>



**Dijagram 4-1.4.** Udio u uzorku br. 5 prema izvorišnom okolišu

**Tablica 4-1.3.** Udio u uzorku br. 5 prema obliku valutica

Oblik valutice	Udio u uzorku
sferoidan	21,67%
diskoidan	47,00%
pločast	17,33%
vretenast	14,00%
<b>Ukupno</b>	<b>100%</b>

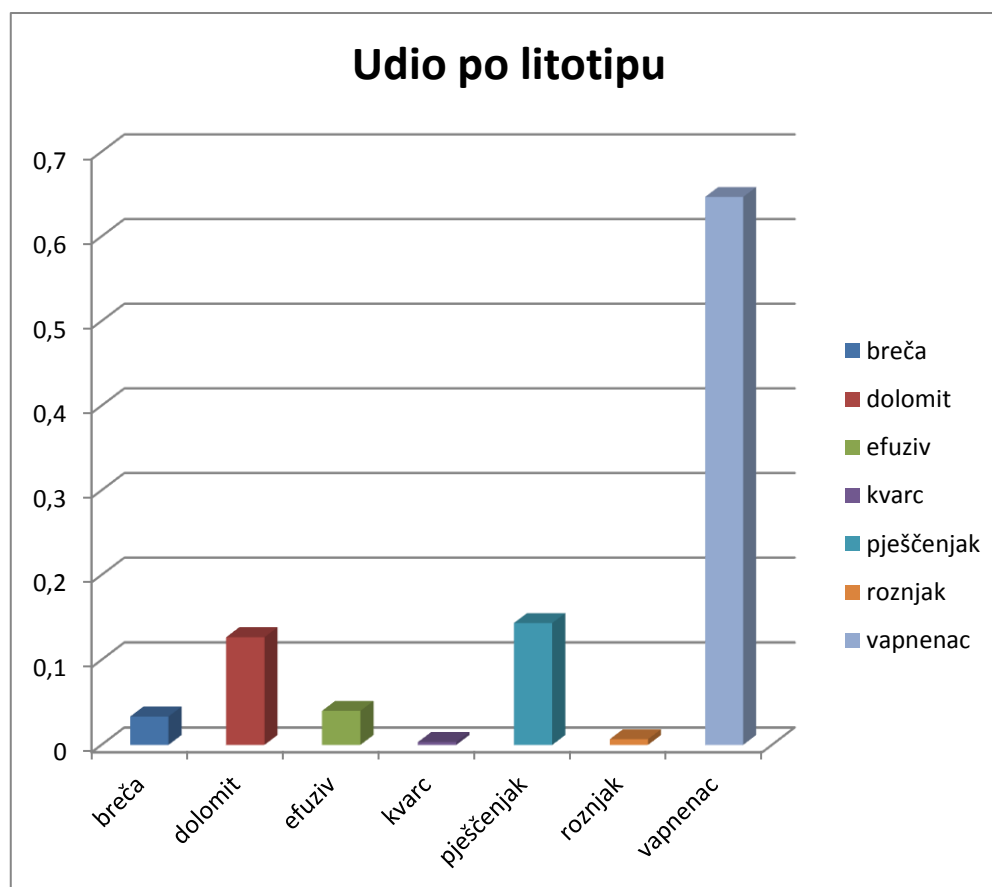


**Dijagram 4-1.5.** Udio u uzorku br. 5 prema obliku valutica

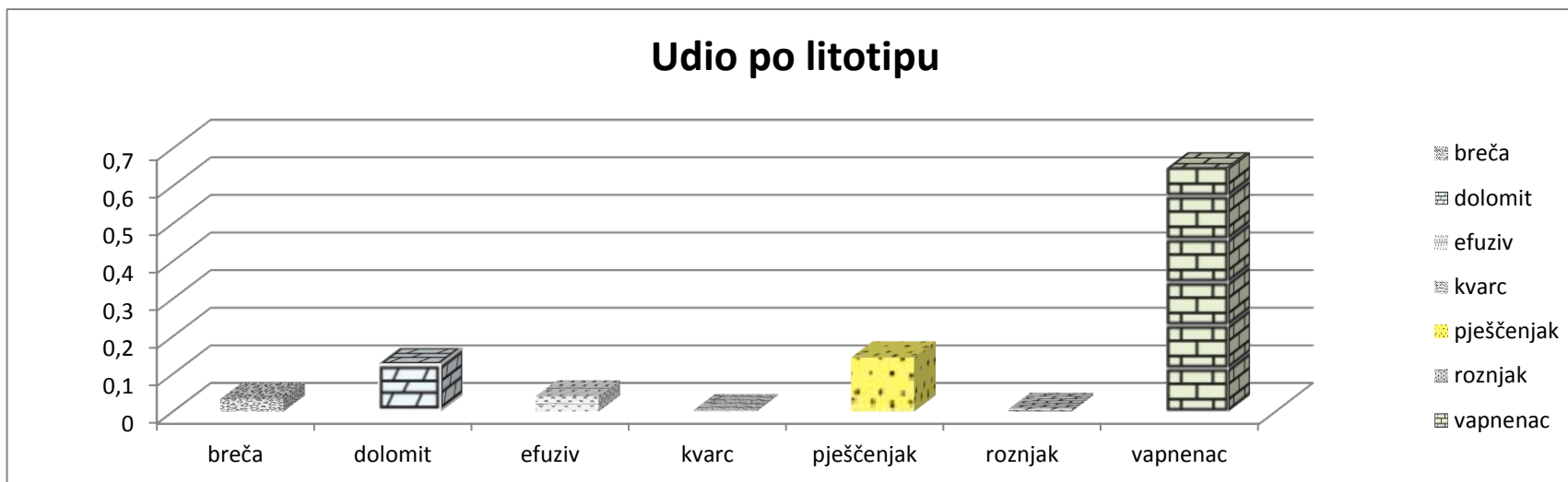
## 4.2. Uzorak br. 5A

Tablica 4-2.1. Udio po litotipu uzorka br.5A

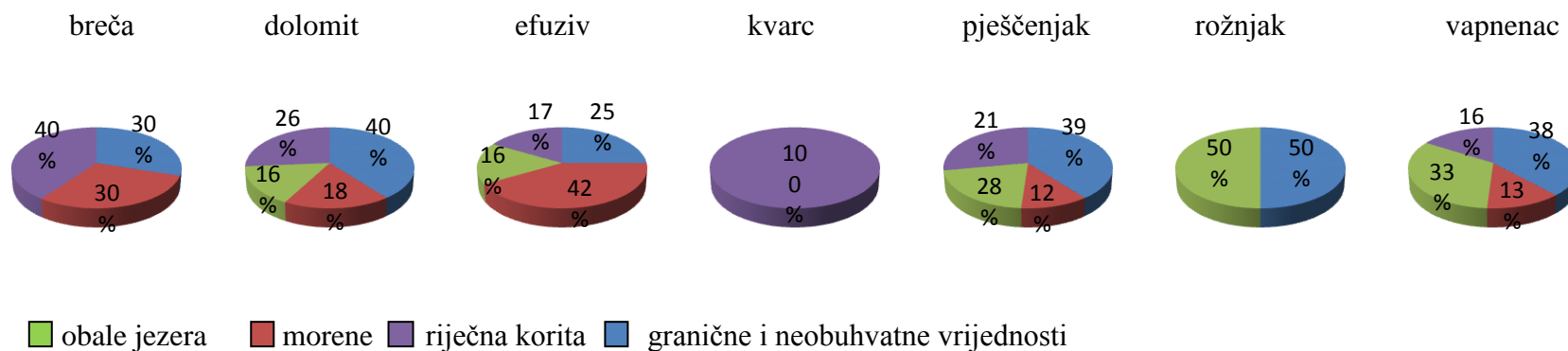
Litotip zrna	Udio u uzorku br. 5A
breča	3,33%
dolomit	12,67%
efuziv	4,00%
kvarc	0,33%
pješčenjak	14,33%
rožnjak	0,67%
vapnenac	64,67%
<b>Ukupno</b>	<b>100,00%</b>



Dijagram 4-2.1. Udio po litotipu uzorka br. 5A



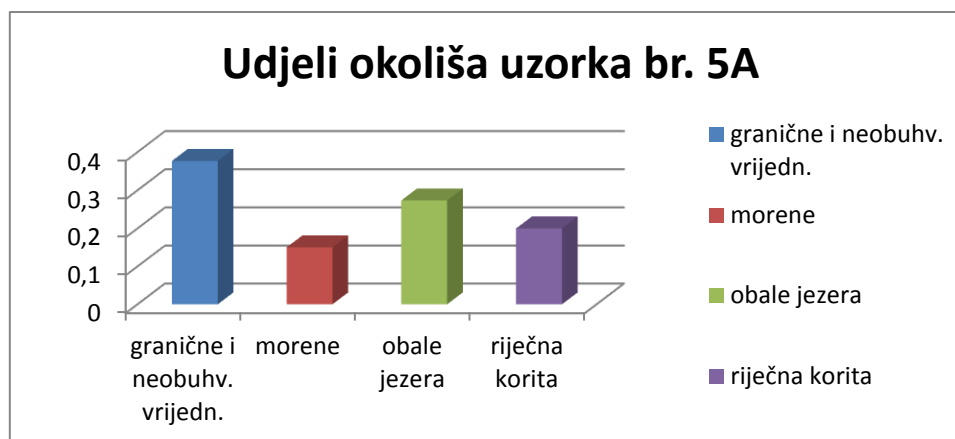
**Dijagram 4-2.2.** Udjeli po litotipovima s prikazom tekstura uzorka br. 5A



**Dijagram 4-2.3.** Udjeli po tipovima okoliša za svaki litotip uzorka br. 5A

**Tablica 4-2.2.** Udio u uzorku br. 5A prema izvorišnom okolišu

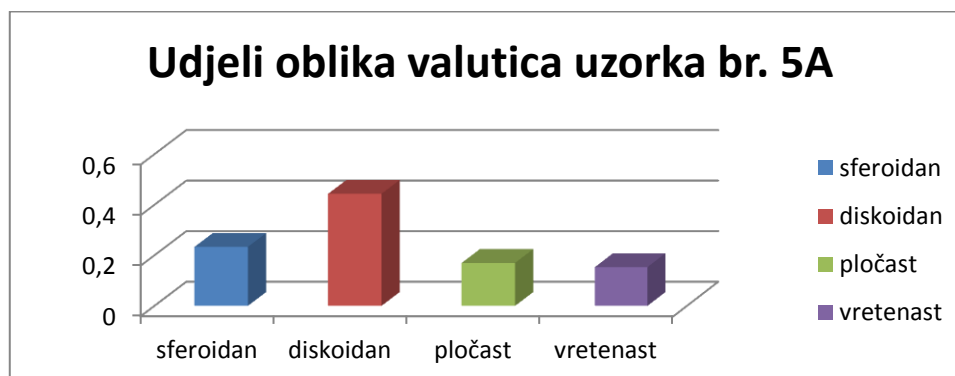
Okoliš	Udio u uzorku
<b>granične i neobuhvatne vrijednosti</b>	37,67%
<b>morene</b>	15,00%
<b>obale jezera</b>	27,33%
<b>riječna korita</b>	20,00%
<b>Ukupno</b>	<b>100%</b>



**Dijagram 4-2.4.** Udio u uzorku br. 5A prema izvorišnom okolišu

**Tablica 4-2.3.** Udio u uzorku br. 5A prema obliku valutica

Oblik valutice	Udio u uzorku
<b>sferoidan</b>	21,67%
<b>diskoidan</b>	47,00%
<b>pločast</b>	17,33%
<b>vretenast</b>	14,00%
<b>Ukupno</b>	<b>100%</b>

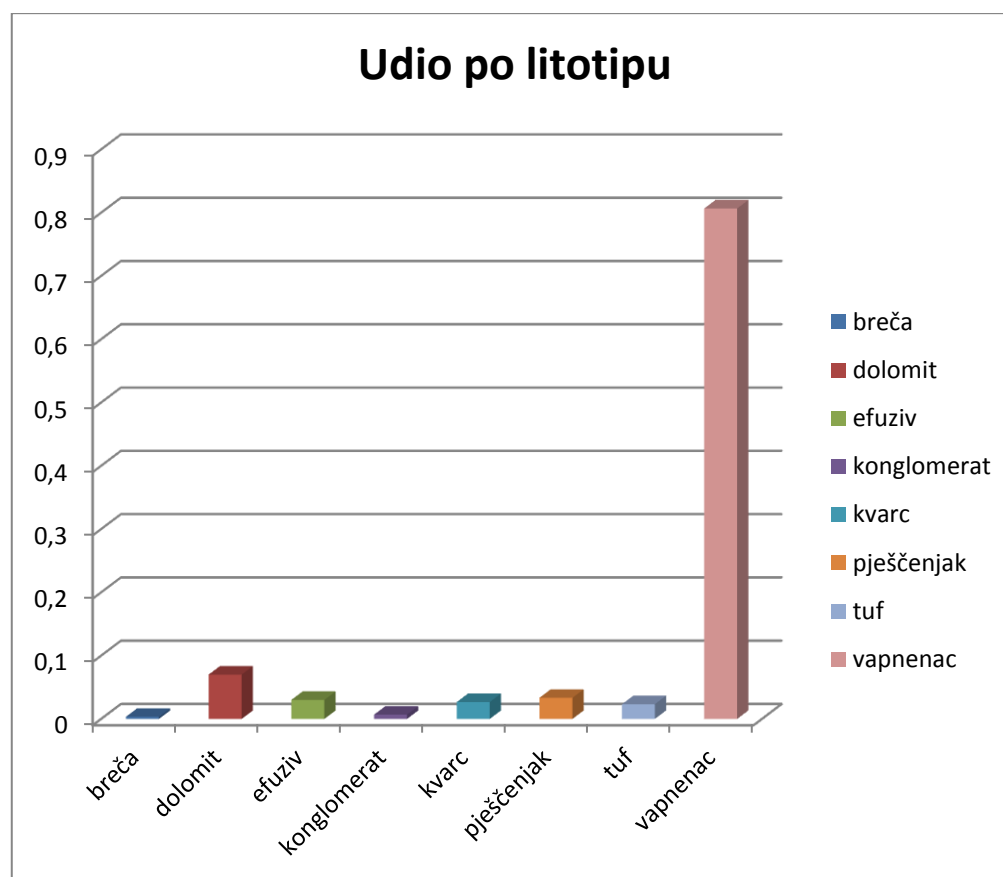


**Dijagram 4-1.5.** Udio u uzorku br. 5A prema obliku valutica

### 4.3. Uzorak 1B

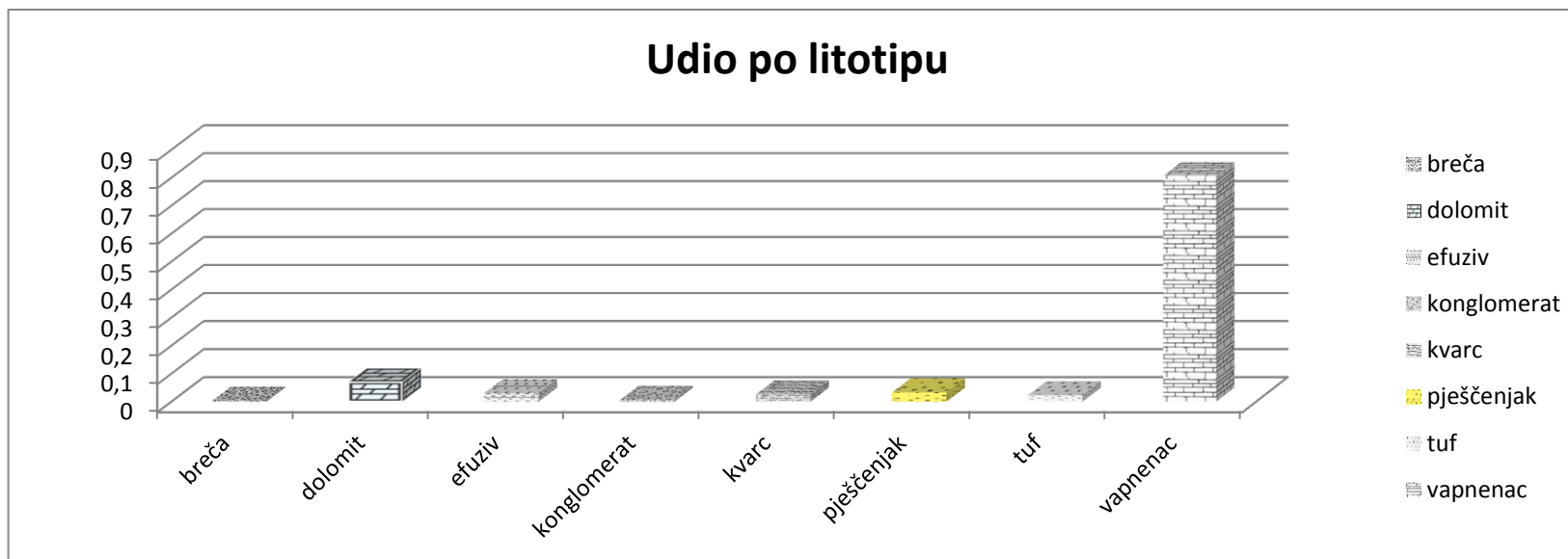
Tablica 4-3.1. Udio po litotipu uzorka br. 1B

Litotip zrna	Udio u uzorku br. 1B
breča	0,33%
dolomit	7,00%
efuziv	3,00%
konglomerat	0,67%
kvarc	2,67%
pješčenjak	3,33%
kvarc	2,33%
vapnenac	80,67%
<b>Ukupno</b>	<b>100%</b>

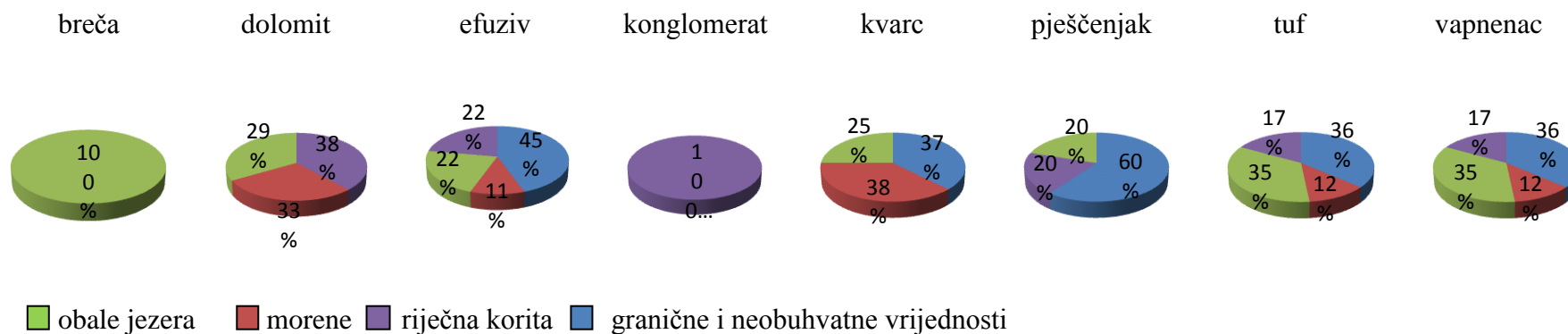


Dijagram 4-3.1. Udio po litotipu uzorka br. 1B





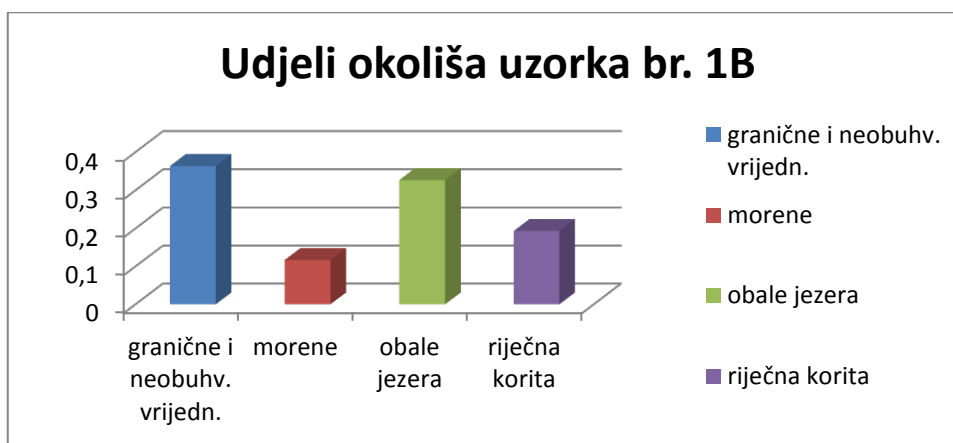
**Dijagram 4-3.2.** Udjeli po litotipovima s prikazom tekstura uzorka br. 1B



**Dijagram 4-3.3.** Udjeli po tipovima okoliša za svaki litotip uzorka br. 1B

**Tablica 4-3.2.** Udio u uzorku br. 1B prema izvorišnom okolišu

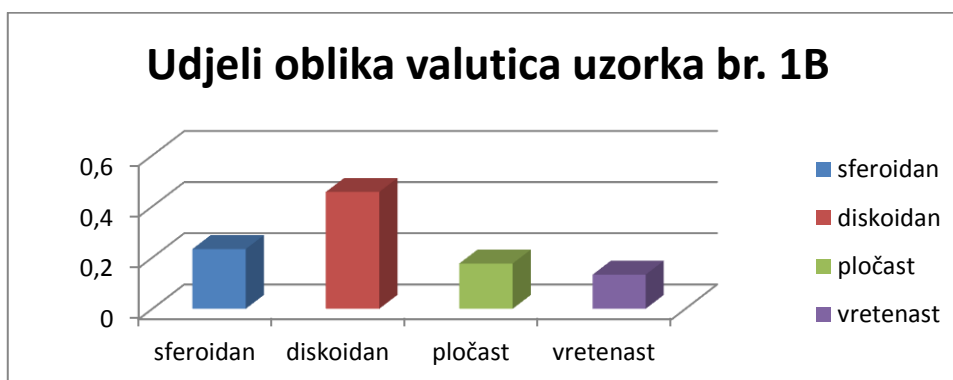
Okoliš	Udio u uzorku
<b>granične i neobuhvatne vrijednosti</b>	36,33%
<b>morene</b>	11,67%
<b>obale jezera</b>	32,67%
<b>riječna korita</b>	19,33%
<b>Ukupno</b>	<b>100%</b>



**Dijagram 4-3.4.** Udio u uzorku br. 1B prema izvorišnom okolišu

**Tablica 4-3.3.** Udio u uzorku br. 1B prema obliku valutica

Oblik valutice	Udio u uzorku
<b>sferoidan</b>	23,33%
<b>diskoidan</b>	45,67%
<b>pločast</b>	17,67%
<b>vretenast</b>	13,33%
<b>Ukupno</b>	<b>100%</b>

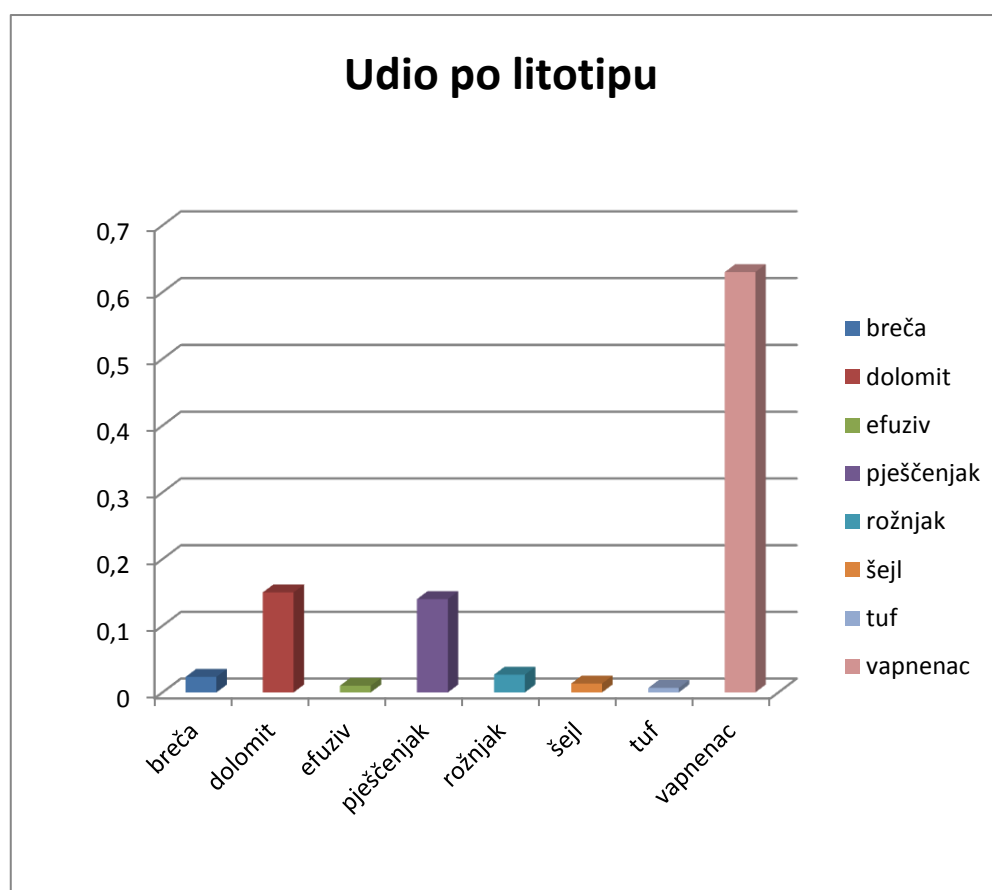


**Dijagram 4-3.5.** Udio u uzorku br. 1B prema obliku valutica

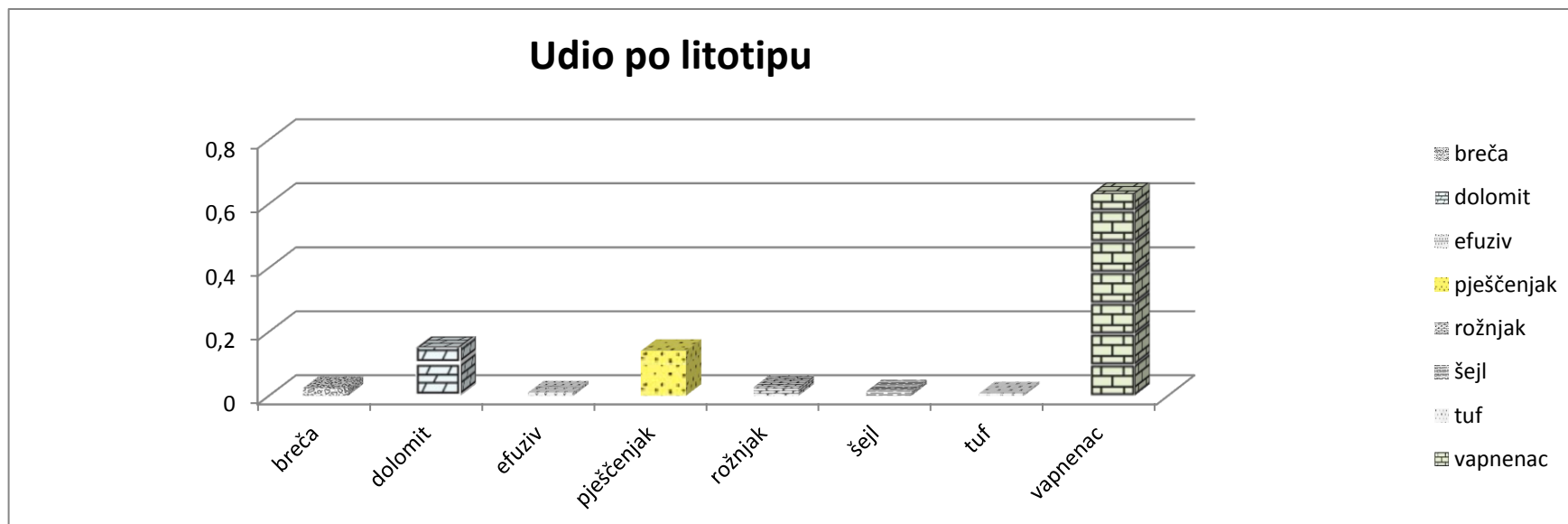
#### 4.4. Uzorak br. 7

Tablica 4-4.1. Udio po litotipu uzorka br.7

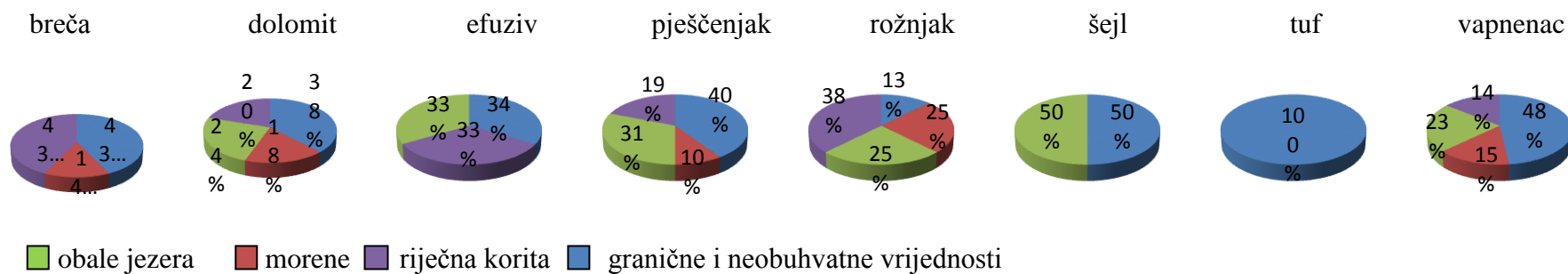
Litotip zrna	Udio u uzorku br. 7
breča	2,33%
dolomit	15,00%
efuziv	1,00%
pješčenjak	14,00%
rožnjak	2,67%
šeil	1,33%
tuf	0,67%
vapnenac	63,00%
<b>Ukupno</b>	<b>100,00%</b>



Dijagram 4-4.1. Udio po litotipu uzorka br. 7



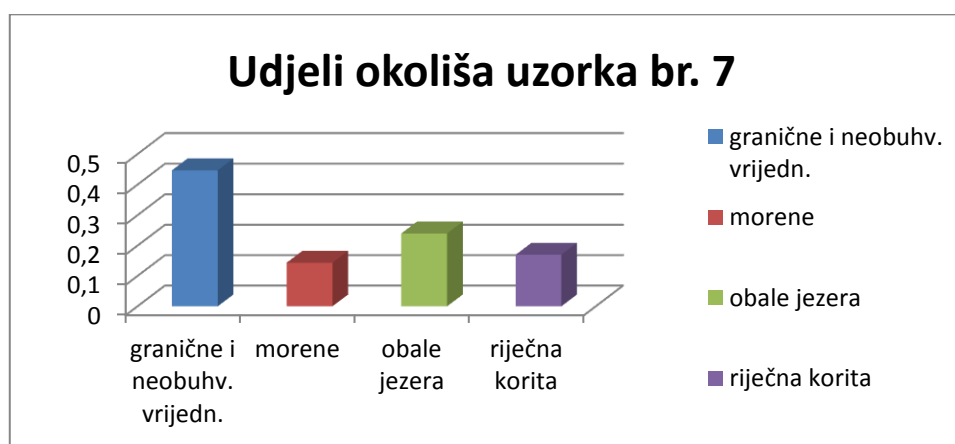
**Dijagram 4-4.2.** Udjeli po litotipovima s prikazom tekstura uzorka br. 7



**Dijagram 4-4.3.** Udjeli po tipovima okoliša za svaki litotip uzorka br. 7

**Tablica 4-4.2.** Udio u uzorku br. 7 prema izvorišnom okolišu

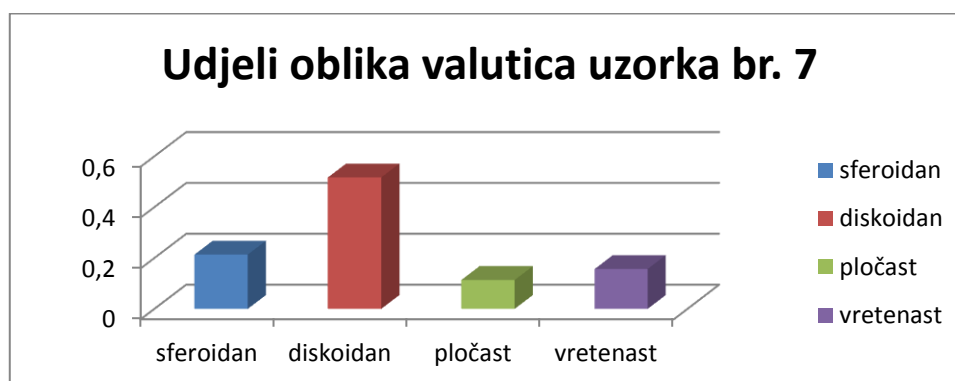
Okoliš	Udio u uzorku
<b>granične i neobuhvatne vrijednosti</b>	44,67%
<b>morene</b>	14,33%
<b>obale jezera</b>	24,00%
<b>riječna korita</b>	17,00%
<b>Ukupno</b>	<b>100%</b>



**Dijagram 4-4.4.** Udio u uzorku br. 7 prema izvorišnom okolišu

**Tablica 4-4.3.** Udio u uzorku br. 7 prema obliku valutica

Oblik valutice	Udio u uzorku
<b>sferoidan</b>	21,33%
<b>diskoidan</b>	51,67%
<b>pločast</b>	11,33%
<b>vretenast</b>	15,67%
<b>Ukupno</b>	<b>100%</b>

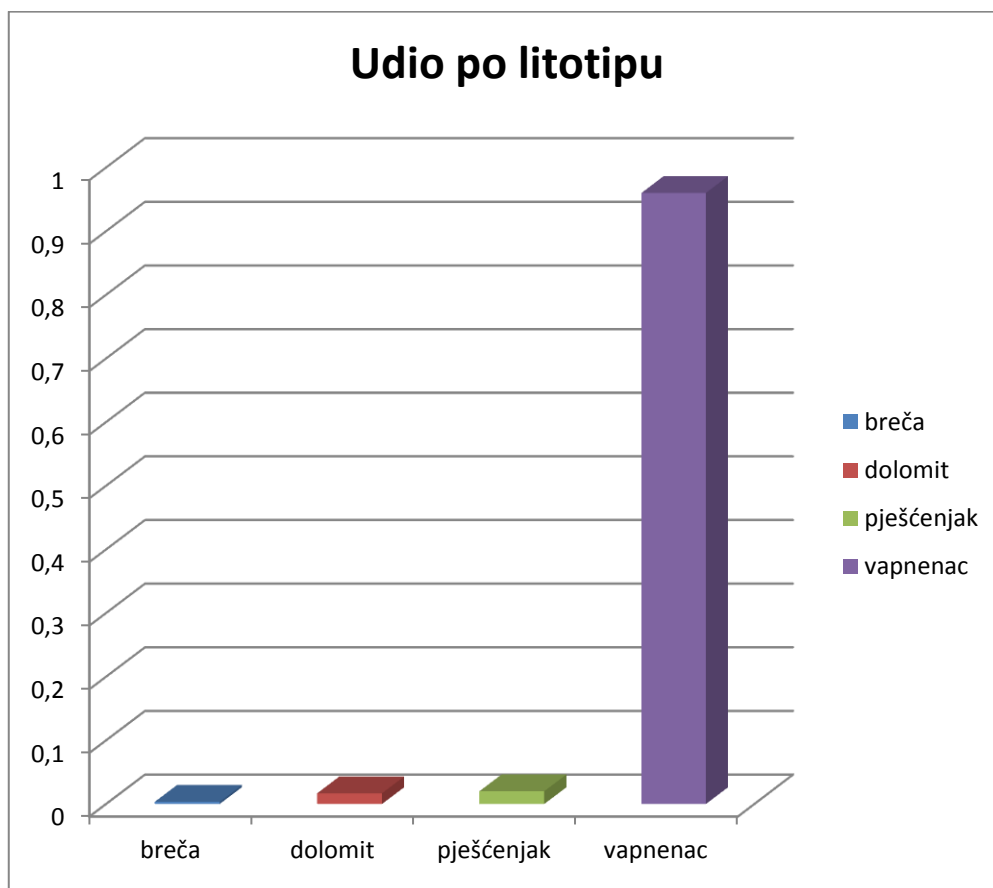


**Dijagram 4-4.5.** Udio u uzorku br- 7 prema obliku valutica

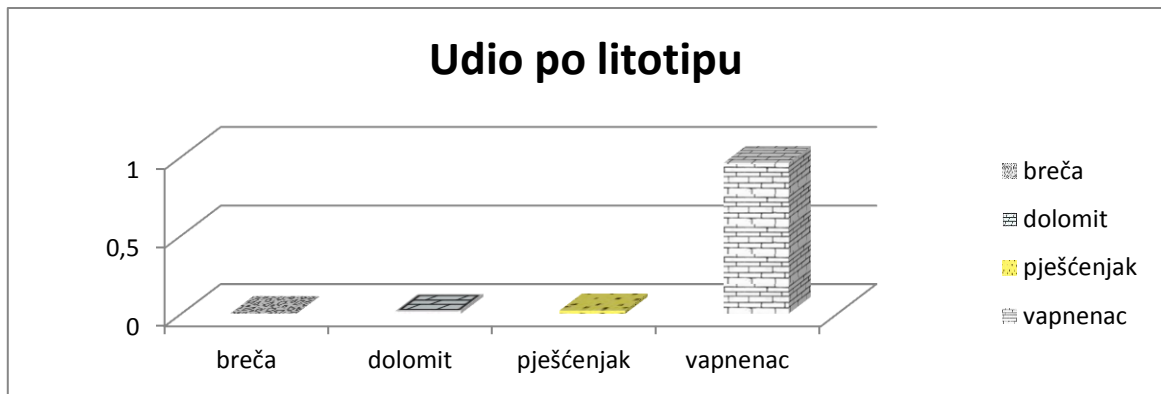
#### 4.5. Uzorak br. 8

Tablica 4-5.1. Udio po litotipu uzorka br.8

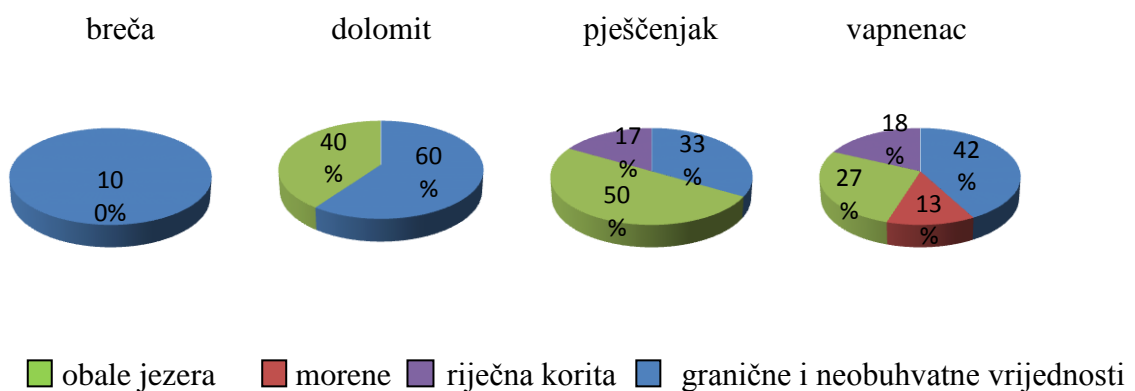
Litotip zrna	Udio u uzorku br. 8
breča	0,33%
dolomit	1,67%
pješčenjak	2,00%
vapnenac	96,00%
<b>Ukupno</b>	<b>100,00%</b>



Dijagram 4-5.1. Udio po litotipu uzorka br. 8



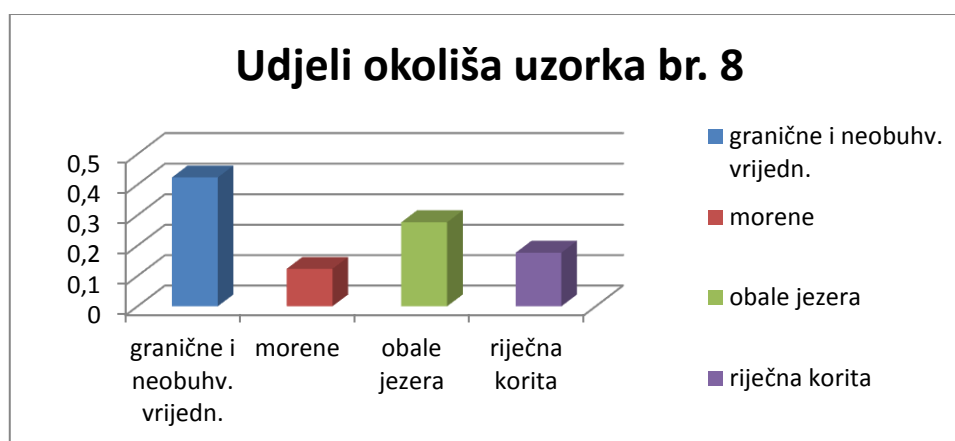
**Dijagram 4-5.2.** Udjeli po litotipovima s prikazom tekstura uzorka br. 8



**Dijagram 4-5.3.** Udjeli po tipovima okoliša za svaki litotip uzorka br. 8

**Tablica 4-5.2.** Udio u uzorku 8 prema izvorišnom okolišu

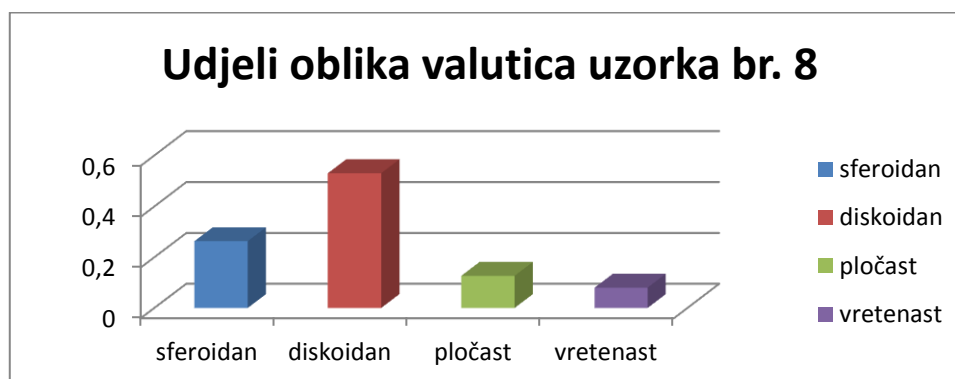
Okoliš	Udio u uzorku
<b>granične i neobuhvatne vrijednosti</b>	42,33%
morene	12,33%
obale jezera	27,67%
riječna korita	17,67%
<b>Ukupno</b>	<b>100%</b>



**Dijagram 4-5.4.** Udio u uzorku br. 8 prema izvorišnom okolišu

**Tablica 4-5.3.** Udio u uzorku br. 8 prema obliku valutica

Oblik valutice	Udio u uzorku
sferoidan	26,33%
diskoidan	53,00%
pločast	12,67%
vretenast	8,00%
<b>Ukupno</b>	<b>100%</b>



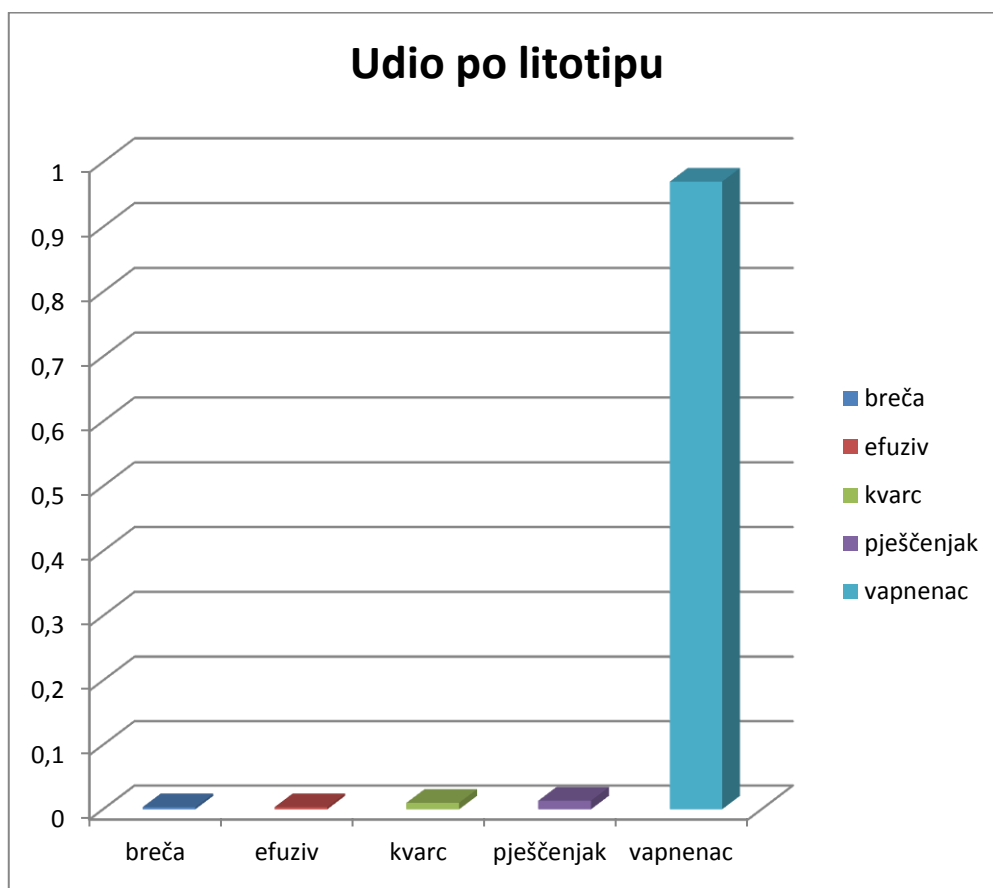
**Dijagram 4-5.5.** Udio u uzorku br. 8 prema obliku valutica



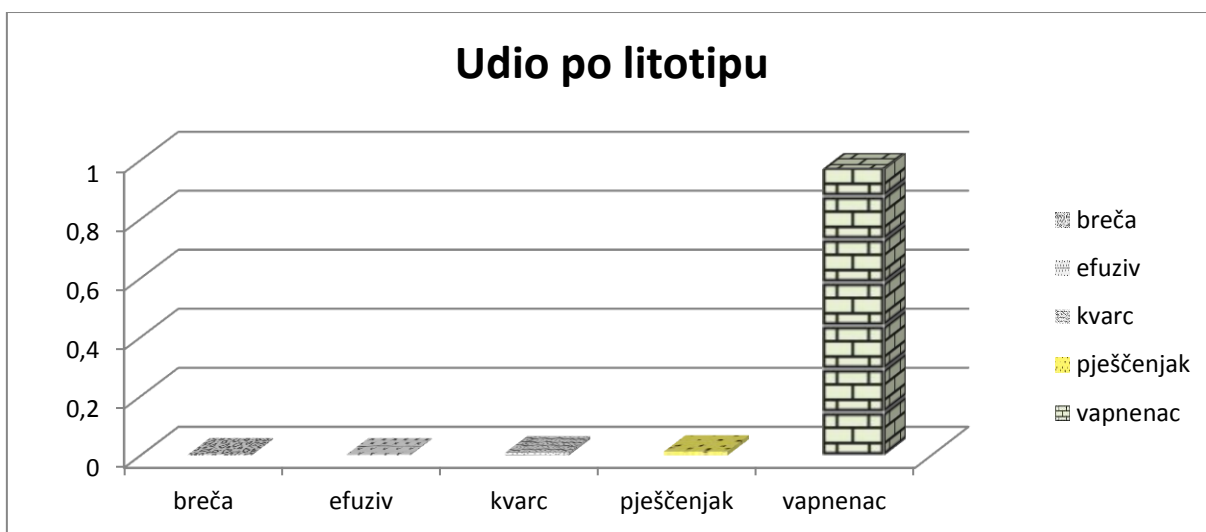
#### 4.6. Uzorak br. 9

Tablica 4-6.1. Udio po litotipu uzorka br. 9

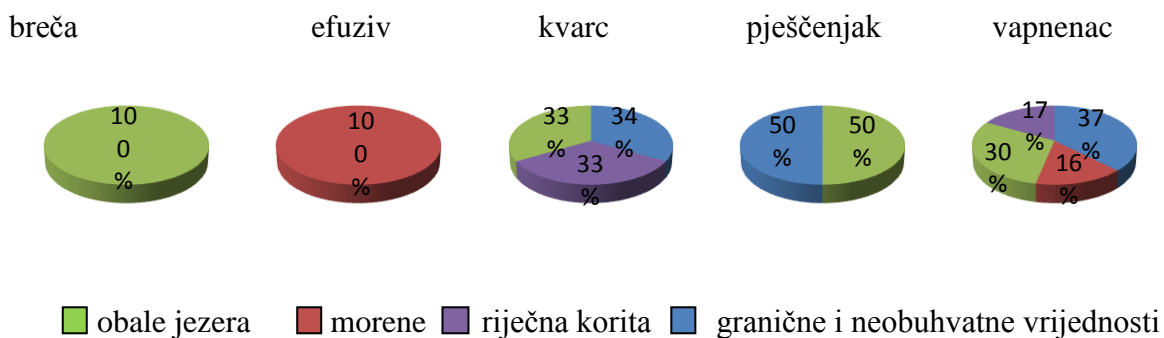
Litotip zrna	Udio u uzorku br. 9
breča	0,33%
efuziv	0,33%
kvarc	1,00%
pješčenjak	1,33%
vapnenac	97,00%
<b>Ukupno</b>	<b>100,00%</b>



Dijagram 4-6.1. Udio po litotipu uzorka br. 9



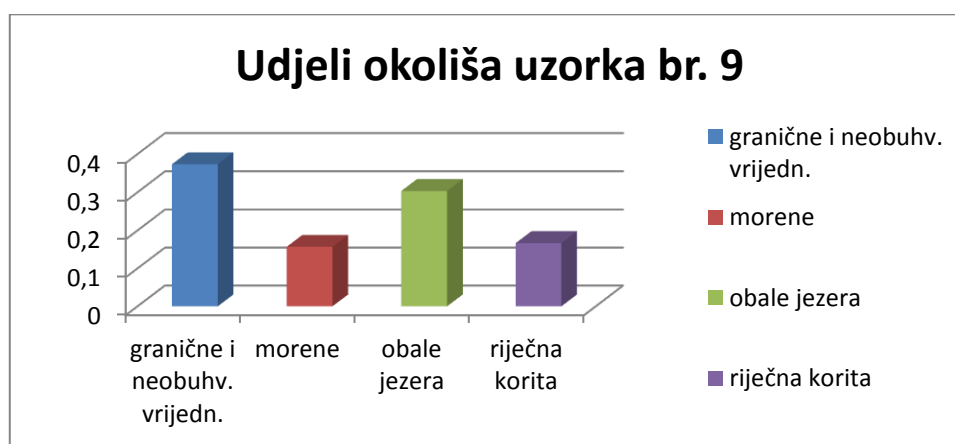
**Dijagram 4-6.2.** Udjeli po litotipovima s prikazom tekstura uzorka br. 9



**Dijagram 4-6.3.** Udjeli po tipovima okoliša za svaki litotip uzorka br. 9

**Tablica 4-6.2.** Udio u uzorku br. 9 prema izvorišnom okolišu

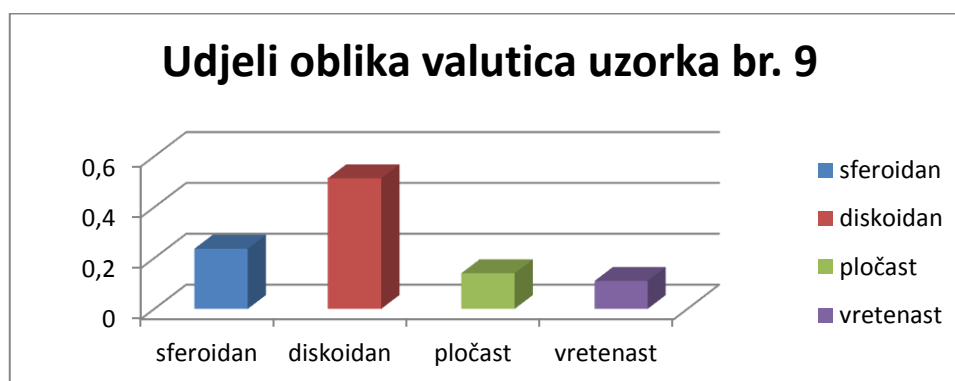
Okoliš	Udio u uzorku
<b>granične i neobuhvatne vrijednosti</b>	<b>37,33%</b>
morene	15,67%
<b>obale jezera</b>	<b>30,33%</b>
riječna korita	16,67%
<b>Ukupno</b>	<b>100%</b>



**Dijagram 4-6.4.** Udio u uzorku br. 9 prema izvorišnom okolišu

**Tablica 4-6.3.** Udio u uzorku br. 9 prema obliku valutica

Oblik valutice	Udio u uzorku
<b>sferoidan</b>	<b>23,67%</b>
<b>diskoidan</b>	<b>51,33%</b>
<b>pločast</b>	<b>14,00%</b>
<b>vretenast</b>	<b>11,00%</b>
<b>Ukupno</b>	<b>100%</b>

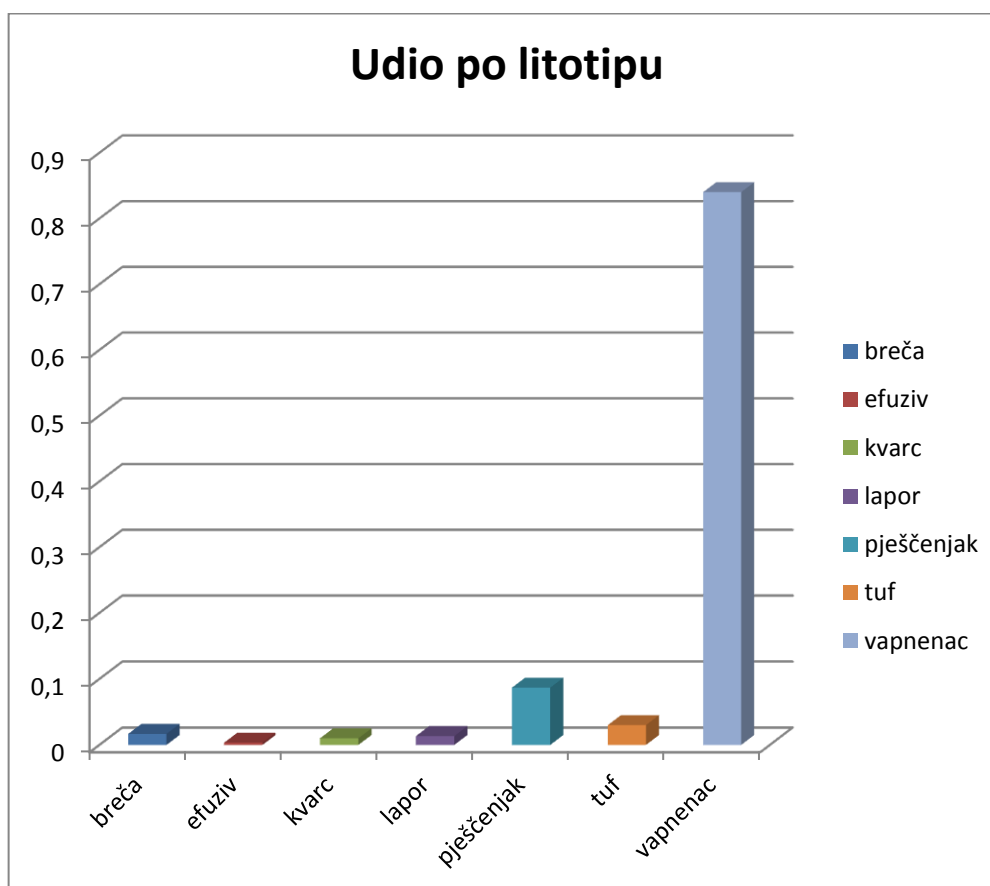


**Dijagram 4-6.5.** Udio u uzorku br. 9 prema obliku valutica

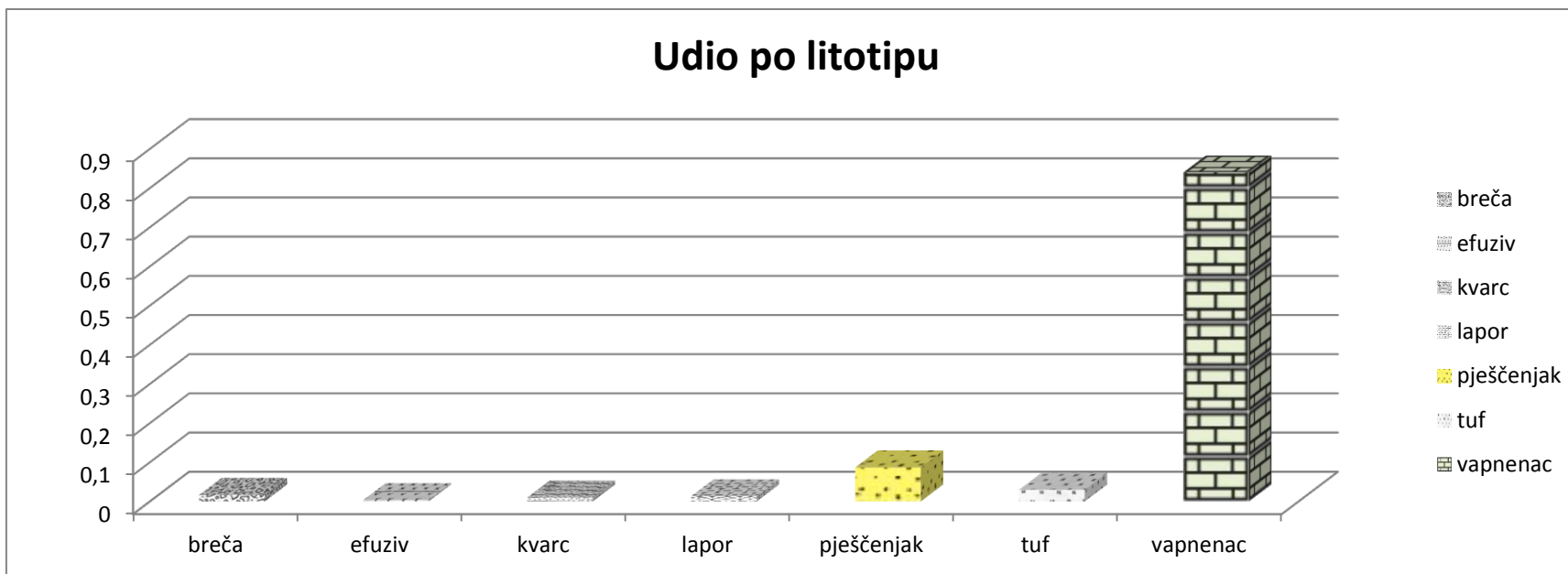
#### 4.7. Uzorak br. 10

Tablica 4-7.1. Udio po litotipu uzorka br. 10

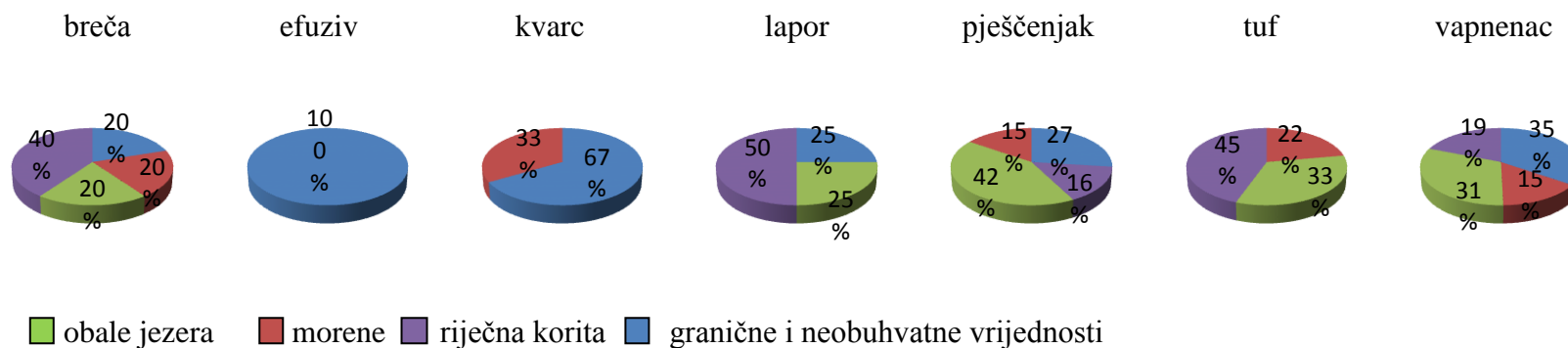
Litotip zrna	Udio u uzorku br. 10
breča	1,67%
efuziv	0,33%
kvarc	1,00%
lapor	1,33%
pješčenjak	8,67%
tuf	3,00%
vapnenac	70,67%
<b>Ukupno</b>	<b>100,00%</b>



Dijagram 4-7.1. Udio po litotipu uzorka br. 10



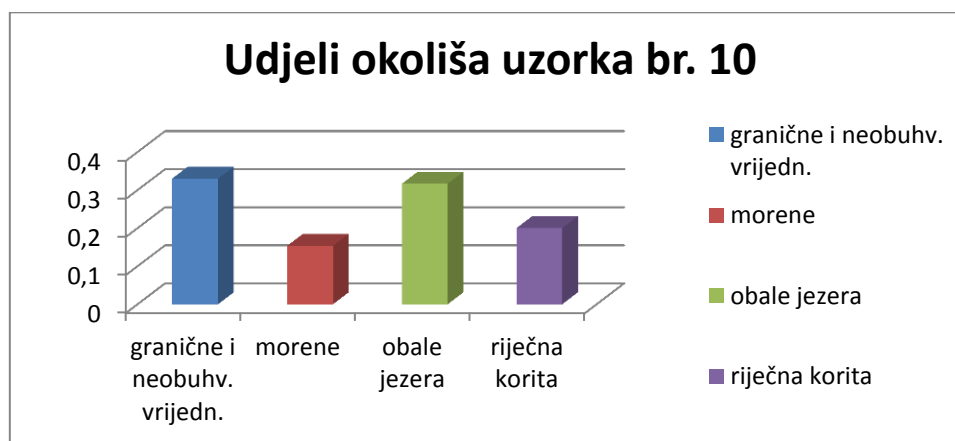
**Dijagram 4-7.2.** Udjeli po litotipovima s prikazom tekstura uzorka br. 10



**Dijagram 4-7.3.** Udjeli po tipovima okoliša za svaki litotip uzorka br. 10

**Tablica 4-7.2.** Udio u uzorku br. 10 prema izvorišnom okolišu

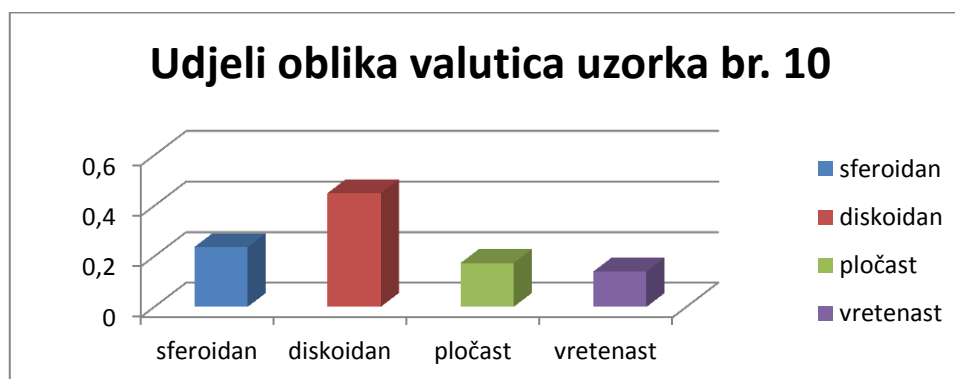
Okoliš	Udio u uzorku
<b>granične i neobuhvatne vrijednosti</b>	33,00%
<b>morene</b>	15,33%
<b>obale jezera</b>	31,67%
<b>riječna korita</b>	20,00%
<b>Ukupno</b>	<b>100%</b>



**Dijagram 4-7.4.** Udio u uzorku br. 10 prema izvorišnom okolišu

**Tablica 4-7.3.** Udio u uzorku br. 10 prema obliku valutica

Oblik valutice	Udio u uzorku
<b>sferoidan</b>	23,67%
<b>diskoidan</b>	45,00%
<b>pločast</b>	17,33%
<b>vretenast</b>	14,00%
<b>Ukupno</b>	<b>100%</b>

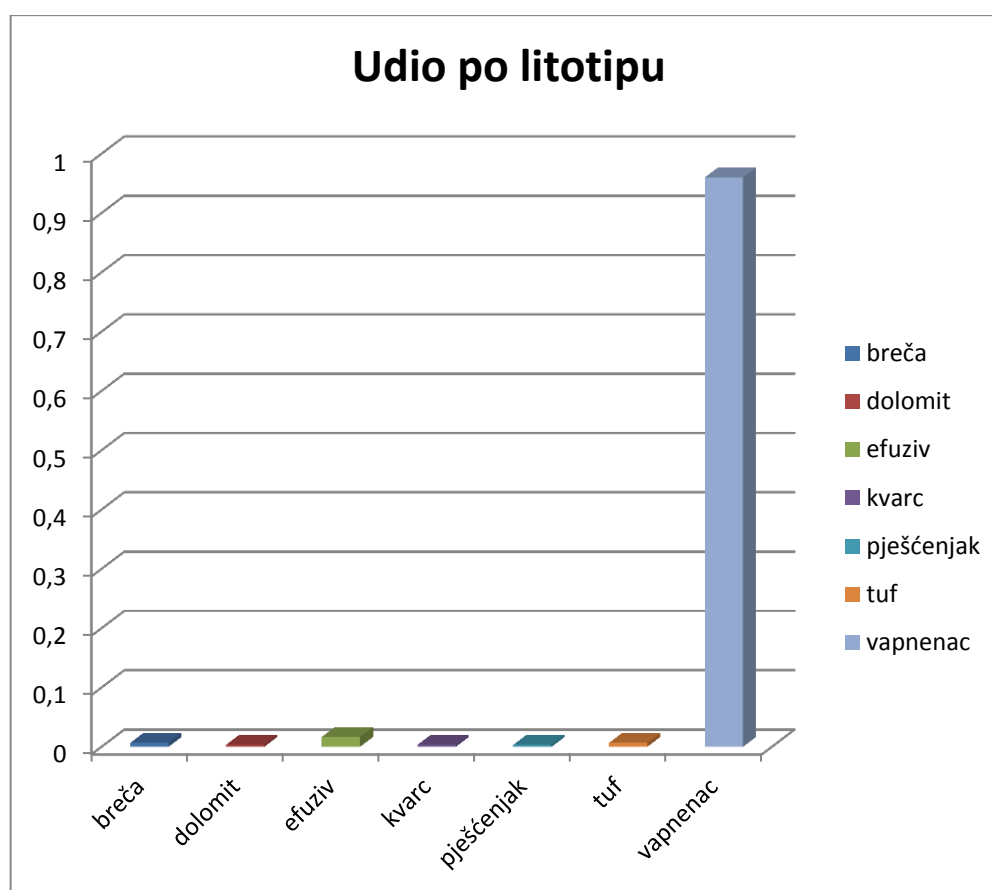


**Dijagram 4-7.5.** Udio u uzorku br. 10 prema obliku valutica

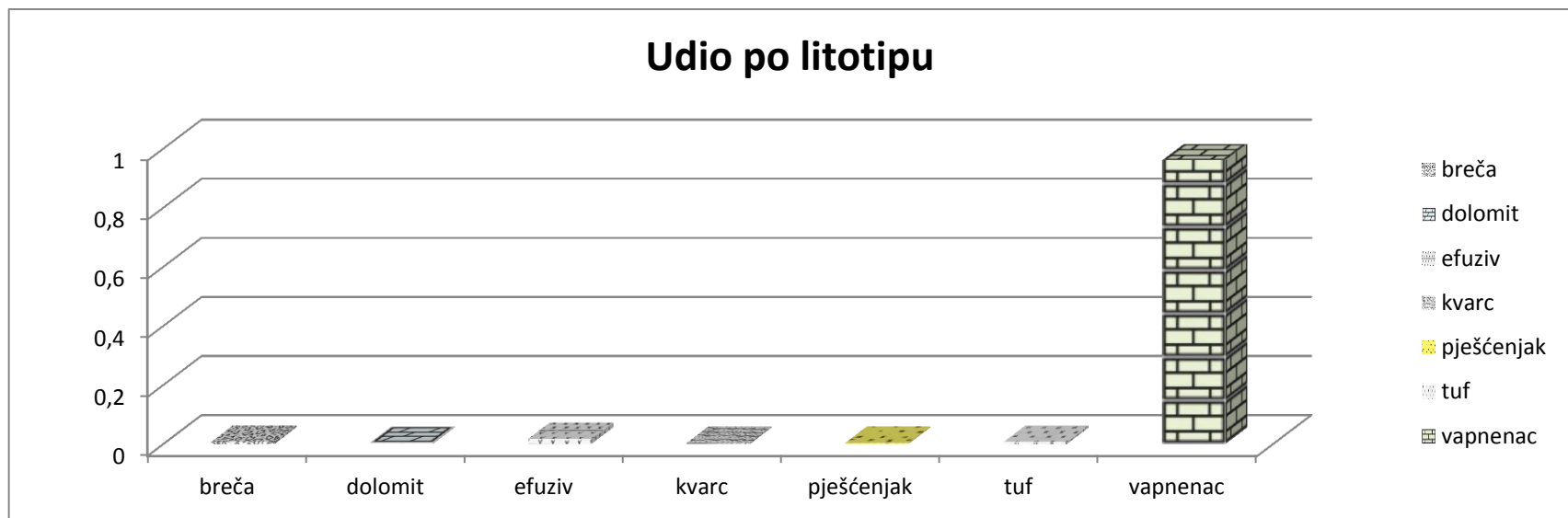
#### 4.8. Uzorak br. 10A

Tablica 4-8.1. Udio po litotipu uzorka br. 10A

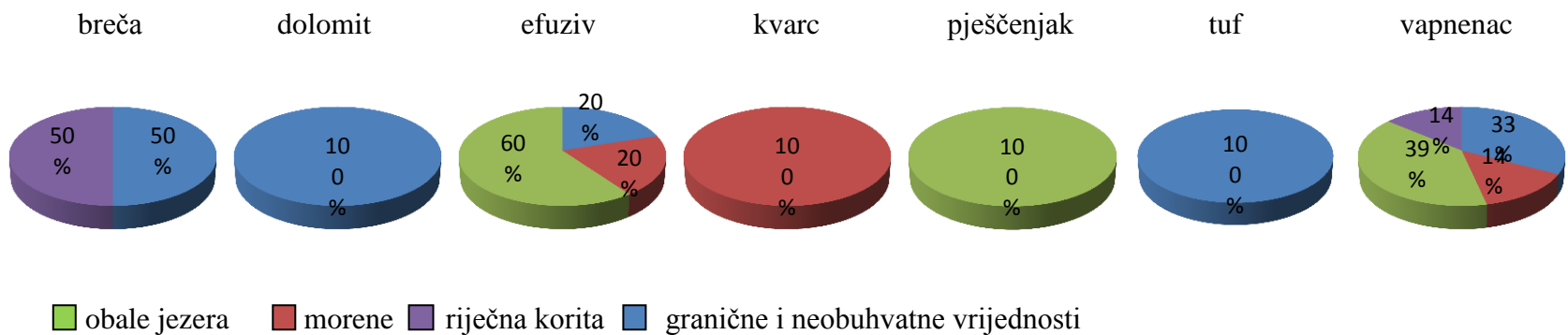
Litotip zrna	Udio u uzorku br. 10A
breča	0,67%
dolomit	0,33%
efuziv	1,67%
kvarc	0,33%
pješčenjak	0,33%
tuf	0,67%
vapnenac	96,00%
<b>Ukupno</b>	<b>100,00%</b>



Dijagram 4-8.1. Udio po litotipu uzorka br. 10A



**Dijagram 4-8.2.** Udjeli po litotipovima s prikazom tekstura uzorka br. 10A

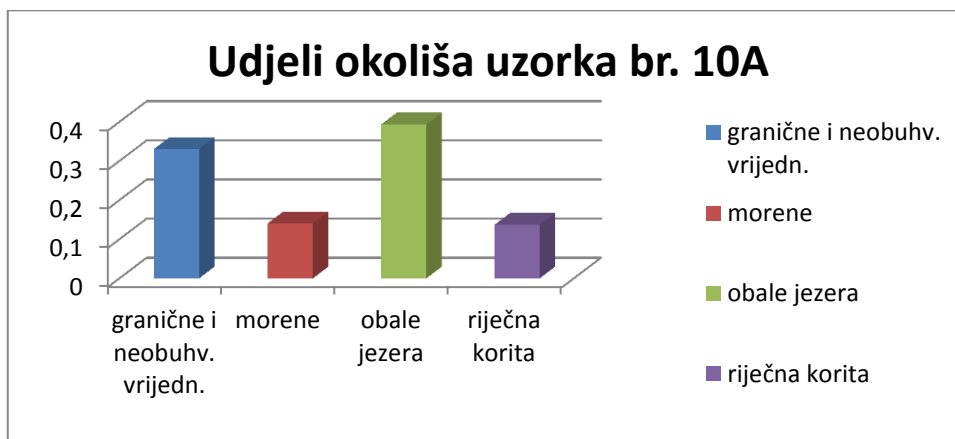


**Dijagram 4-8.3.** Udjeli po tipovima okoliša za svaki litotip uzorka br. 10A



**Tablica 4-8.2.** Udio u uzorku br. 10A prema izvorišnom okolišu

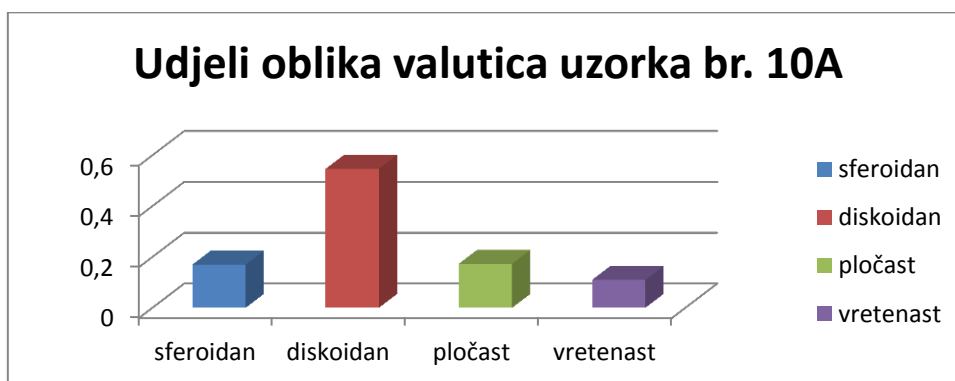
Okoliš	Udio u uzorku
<b>granične i neobuhvatne vrijednosti</b>	33,00%
<b>morene</b>	14,00%
<b>obale jezera</b>	39,33%
<b>riječna korita</b>	13,67%
<b>Ukupno</b>	<b>100%</b>



**Dijagram 4-8.4.** Udio u uzorku br. 10A prema izvorišnom okolišu

**Tablica 4-8.3.** Udio u uzorku br. 10A prema obliku valutica

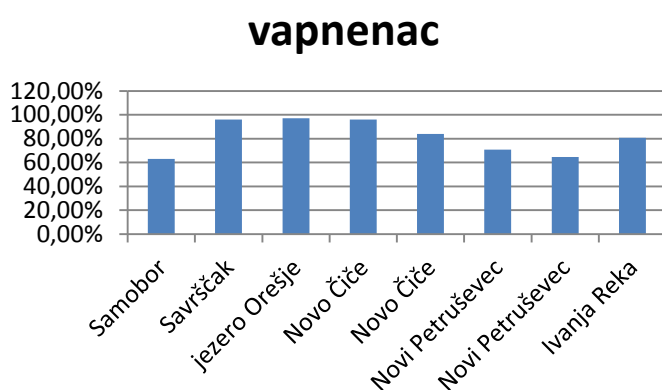
Oblik valutice	Udio u uzorku
<b>sferoidan</b>	17,00%
<b>diskoidan</b>	54,67%
<b>pločast</b>	17,33%
<b>vretenast</b>	11,00%
<b>Ukupno</b>	<b>100%</b>



**Dijagram 4-8.5.** Udio u uzorku br. 10A prema obliku valutica

## 5. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

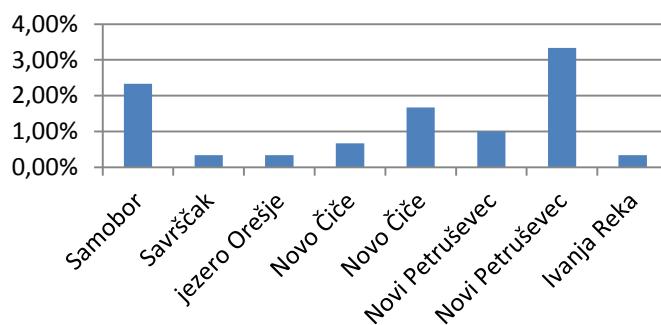
U ovom dijelu rada prikazani su objedinjeni rezultati po istraživanim lokalitetima duž korita rijeke Save, od najzapadnijeg lokaliteta prema najistočnijem. Promatrana je i diskutirana promjena udjela valutica pojedinog litotipa, idući nizvodno od Samobora prema Ivanjoj Reci. Histogramima su prikazani udjeli valutica pojedinog litotipa na istraživanim lokalitetima.



**Dijagram 5.1.** Izmjene udjela vapnenca niz tok Save

Od svih prisutnih litotipova vapnenac je najzastupljeniji. Može se stoga reći da su svi obrađivani uzorci po sastavu dominantno karbonatni šljunci. Na dijagramu 5.1. uočava se raspon udjela valutica vapnenca od 63% na krajnjem zapadnom dijelu (lokalitet Samobor) preko maksimalnih udjela od 96 - 97% na sljedećim zapadnim lokalitetima (Savršćak, jezero Orešje, Novo Čiče) te postupan pad udjela idući prema istoku. Prema OGK 1:100000, listu Zagreb (Basch, 1983) na zapadu istraživanog područja prisutne su karbonatne stijene trijasje starosti (dolomiti i podređeno vapnenci) koji izdanjuju na Žumberačkom gorju i na jugozapadnim obroncima Medvednice. Osim vapnenaca trijasje starosti, na zapadnom dijelu prisutni su i neogenski vapnenci, koji se nalaze u transgresivnom kontaktu s trijaskim karbonatima. Radi se o tzv. litotamnijskim vapnencima, poznatom arhitektonsko-građevnom kamenu („litavcu“). Prema fizikalnim karakteristikama istraživanih valutica (boja, šupljikavost i sl.), u uzorcima prevladavaju trijaski karbonati.

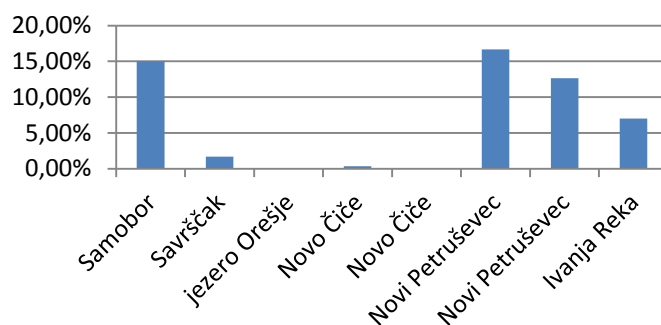
## breča



**Dijagram 5.2.** Izmjene udjela breča niz tok Save

Distribucija breča na dijagramu 5.2. prikazuje da ih najviše ima na istočnim i zapadnim lokacijama. Maksimalni udio od 3,33% nalazimo na lokalitetu Novog Petruševca, dok su minimalni udjeli od 0,33 % prisutni na tri lokaliteta (Savrščak, jezero Orešje i Ivanja Reka). Takav trend ukazuje na bočni nanos pretežno sa istočnih padina Medvednice i zapadnih padina Žumberačkog gorja.

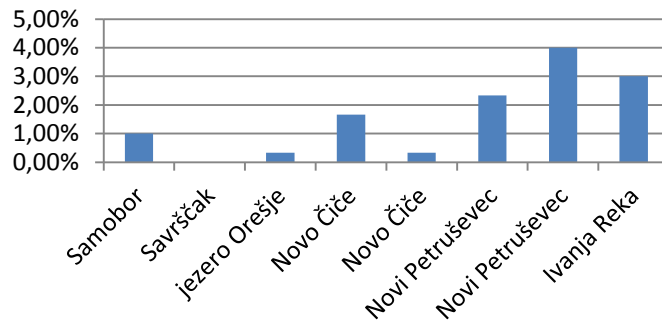
## dolomit



**Dijagram 5.3.** Izmjene udjela dolomita niz tok Save

Dolomiti se također pojavljuju dominantno na zapadu i na istoku. Najveći udio od 16,67 % nalazimo u Novom Petruševcu, a najmanji od 0,33% u Novom Čiču (u uzorku 10 A) s tim da se na lokacijama jezero Orešje i Novo Čiče (uzorak 10) uopće ne pojavljuju. Prema OGK 1:100000 listu Zagreba (Basch,1983.) dolomiti trijaski starosti dominiraju na područjima Žumberačkog gorja i Medvednice. Njihova pojavnost u obrađivanim šljuncima recentnog savskog nanosa je manja od vapnenaca, vjerojatno zbog manje sklonosti otapanju i trošenju. Dijagram 5.3. ukazuje na bočni nanos.

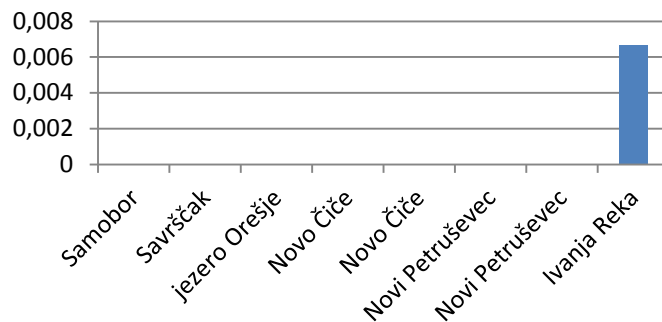
## efuziv



**Dijagram 5.4.** Izmjene udjela efuziva niz tok Save

Efuzivi su najviše prisutni na istoku. Njihov udio u svim uzorcima je mali te ne prelazi 4%. Na Medvednici se pojavljuju kao neznatne površinske pojave mezozojske starosti. Prikazom na dijagramu 5.4. njihova distribucija se povećava od zapada prema istoku.

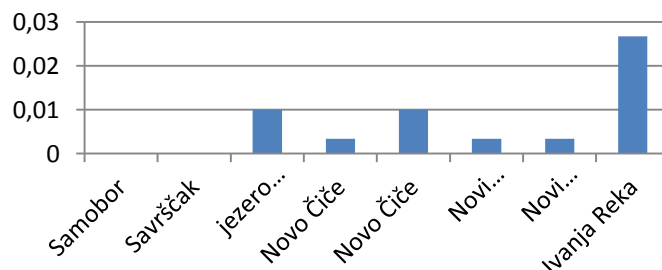
## konglomerat



**Dijagram 5.5.** Izmjene udjela konglomerata niz tok Save

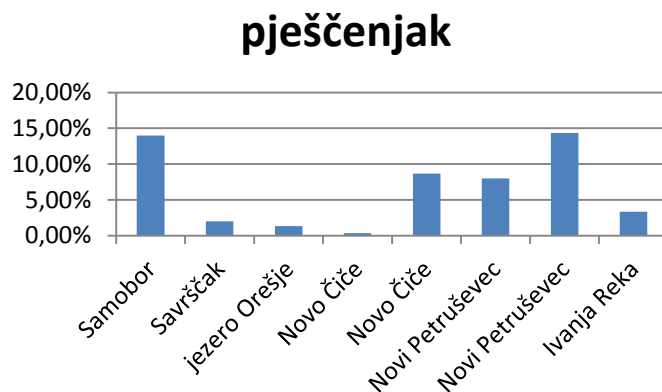
Konglomerat je prisutan na najistočnijoj lokaciji odnosno u uzorku 1B. Postotak njegovog udjela je gotovo zanemariv kao što je prikazano na dijagramu 5.5.

## kvarc



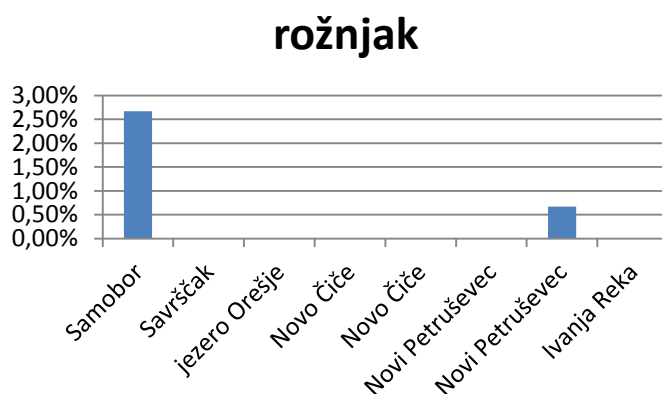
**Dijagram 5.6.** Izmjene udjela kvarca niz tok Save

Dijagram 5.6. prikazuje da je kvarc prisutan također u jako malim udjelima. Kvarcne žile nalazimo na Medvednici, a rezistentnost kvarca odnosno manja sklonost habanju olakšava transport vodom te ga stoga mjestimično i nalazimo u uzorcima.



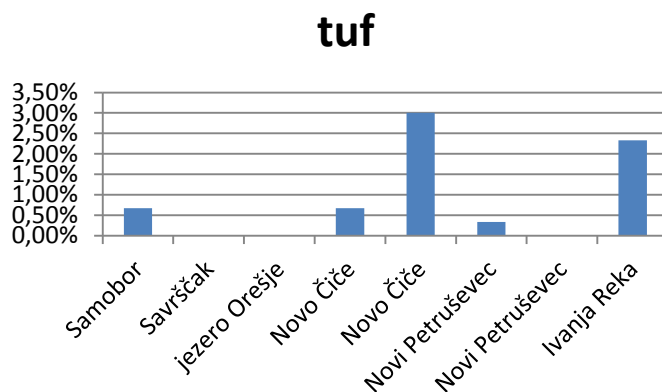
**Dijagram 5.7.** Izmjene udjela pješčenjaka niz tok Save

Pješčenjaci su prisutni na jugoistočnim padinama Žumberačkog i Samoborskog gorja te na jugoistočnim padinama Medvednice. Poglavito su neogenske starosti. Njihova distribucija ukazuje da su najzastupljeniji na istoku odnosno na lokalitetu Novog Petruševca ( u uzorku 5 A uzetom sa spruda) u udjelu od 14,33%, dok ih je najmanje (0,33%) u Novom Čiču ( u uzorku 10 A). Na krajnjem zapadnom lokalitetu Samobor prisutni su u udjelu od 14 % s trendom većeg opadanja na iduća dva lokaliteta te ponovnim rastom udjela sve do Ivanje Reke gdje im udjel znatno opada na 3,33% (Dijagram 5.7.).



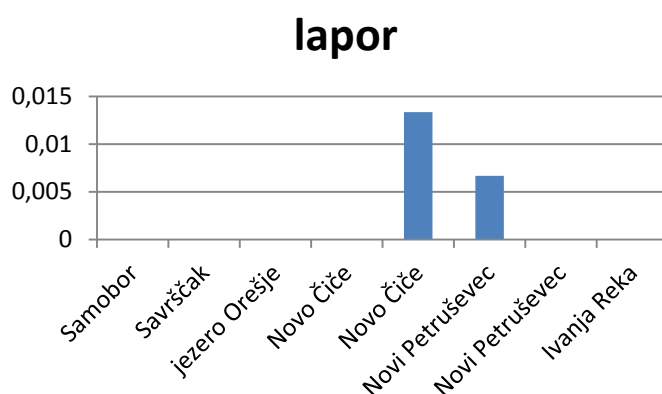
**Dijagram 5.8.** Izmjene udjela rožnjaka niz tok Save

Rožnjake nalazimo na Samoborskom gorju u obliku proslojaka, leća, gomolja i deblje uslojenih zona. Dijagram 5.8. pokazuje da je njihov udjel nešto manji od 3% na lokalitetu Samobor te u iznosu od 0,67% u Novom Petruševcu .



**Dijagram 5.9.** Izmjene udjela tufa niz tok Save

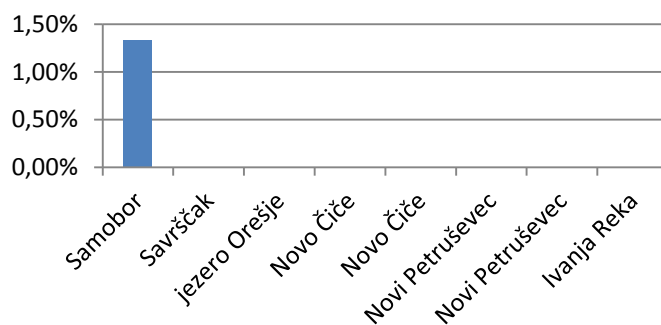
Prisutnost tufa u uzorcima je neujednačena (Dijagram 5.9.). Najčešće dolaze s područja Slovenije.



**Dijagram 5.10.** Izmjene udjela lapora niz tok Save

Obzirom da je lapor prisutan na dvije lokacije i u jako malom postotku njegov značaj je zanemariv (Dijagram 5.10.). Laporu su neogenske starosti, a u ovom slučaju moguća je i prisutnost statističke pogreške.

## šejl

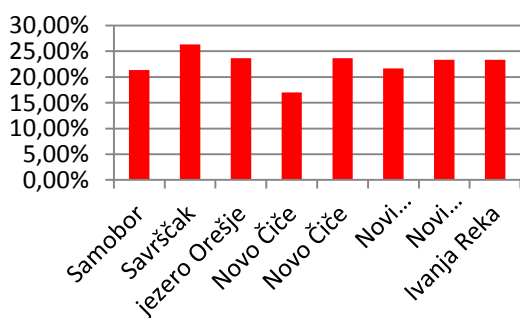


**Dijagram 5.11.** Izmjene udjela šejla niz tok Save

Šejl nalazimo samo na najzapadnijem lokalitetu Samobor u udjelu od 1,2 % (Dijagram 5.11.).

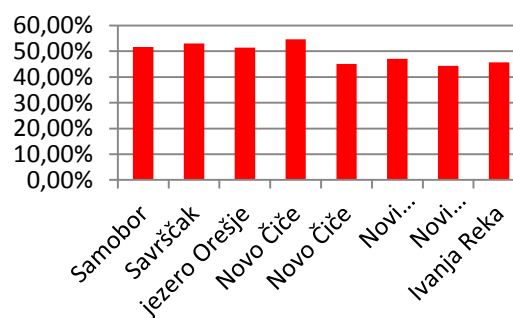
Potom, slijedi prikaz objedinjenih podataka morfometrije prikazanih također na način izmjena postotnih udjela niz tok Save, krenuvši od najzapadnijeg prema najistočnijem istraživanom lokalitetu.

### sferoidan oblik valutica



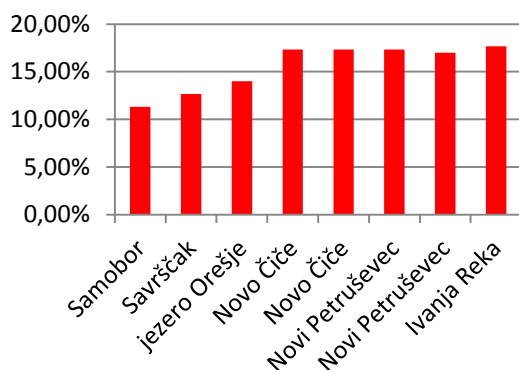
**Dijagram 5.12.** Izmjene udjela sferoidnog oblika valutica niz tok Save

### diskoidan oblik valutica



**Dijagram 5.13.** Izmjene udjela diskoidnog oblika valutica niz tok Save

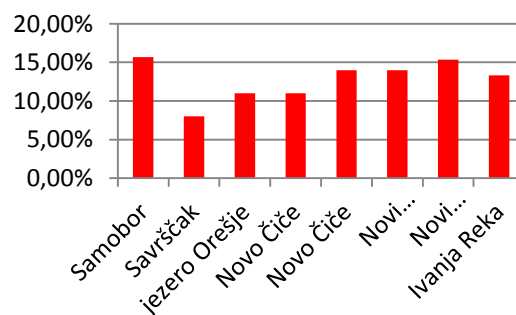
### pločasti oblik valutica



**Dijagram 5.14.** Izmjene udjela pločastog

oblika valutica niz tok Save

### vretenasti oblik valutica



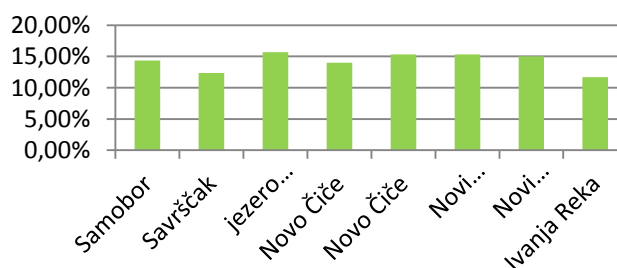
**Dijagram 5.15.** Izmjene udjela

vretenastog oblika valutica niz tok Save

Iz dijagrama 5.12. – 5.15. vidljivo je da je najviše udjela valutica diskoidnog oblika. Kod pločastih oblika valutica na dijagramu 5.14. uočava se porast udjela tog oblika valutica u smjeru istoka. Njihov oblik je prvenstveno posljedica petrografskog sastava, a zatim transporta i hidrodinamskih uvjeta. Stijene homogene teksture i strukture, tj. stijene bez laminacija, škriljavosti i tanke slojevitosti pokazuju sklonost stvaranju sferoidnih, diskoidnih ili izometričnih oblika (npr. karbonati) (TIŠLJAR, 1994.) Na osnovu ovih podataka, koji su dobiveni pomoću Zinggove klasifikacije (1935), uočava se da je transport valutica iz uzoraka bio relativno dug jer što je transport duži valutica teži sferoidnom obliku.

Na kraju su prikazani dijagrami koji ukazuju na izmjenu udjela izvorišnog okoliša valutica također na način kao i prethodni, odnosno krenuvši od najzapadnijeg prema najistočnijem lokalitetu.

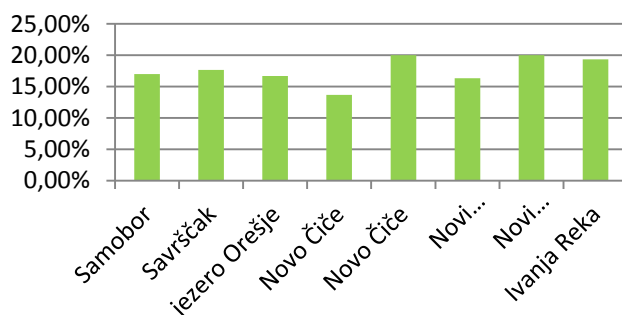
### Izvorišni okoliš - morene



**Dijagram 5.16.** Izmjene udjela okoliša morena niz tok Save

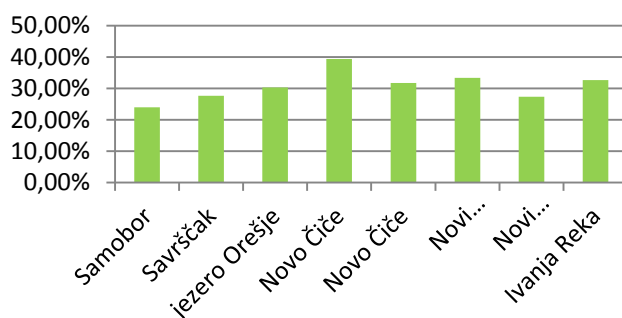


## Izvorišni okoliš - riječna korita



**Dijagram 5.17.** Izmjene udjela okoliša riječnih korita niz tok Save

## Izvorišni okoliš - obala jezera



**Dijagram 5.18.** Izmjene udjela okoliša obala jezera niz tok Save

Izvorni okoliši određuju se pomoću stupnja spljoštenosti  $S_s$ . Iako se mogu svrstati u četiri tipa izvorišnog okoliša (morene, riječna korita, obale jezera i morske plaže), u ovim rezultatima su svrstani u tri tipa okoliša taloženja. To su morene, obale jezera i riječna korita. Razumljivo je da morske plaže ne ulaze u okoliše taloženja ovih uzoraka jer su obrađivane kvartarne naslage. U kvartaru nema mora pa stoga nema ni taložnih okoliša morskih plaža. Pomoću dijagrama 5.16 - 5.18. uviđa se da su valutice dominantno taložene u okolišu obala jezera. Pod taložnim okolišem obale jezera podrazumjevaju se jezera koja su bila povremeno formirana i nastajala su djelovanjem rijeke Save. U kvartaru je sveukupno bilo pet glacijala te je slijedom toga prisutnost taložnih okoliša morena činjenična. Taložni okoliši riječnih korita odnose se na korito rijeke Save koje se produbljavalo u kvartaru tijekom perioda interglacijala. Može se reći da su sva tri tipa okoliša taloženja (obale jezera, morene i riječna korita) taložni okoliši obrađivanih uzoraka.

## 6. LITERATURA

- Basch, O. (1983): OGK 1:100 000; Tumač za list Ivanić-Grad, L 33 -81.
- Bassiouni, Zaki K.; Velić, J. (1996): Prospecting for Bypassed Oil and Gas; Proc. of the 1st Int. Symp. of Petroleum Geology "Economic Aspects of Petroleum Exploration. An Approach to Rational Exploration" (ur: Velić, J.; Hernitz, Z.; Saftić, B.); Zagreb: Institute of Geology, Zagreb & Croatian Geol. Soc., 197 – 202.
- Borčić, D., Capar A. i Čakarun, I. (1968): Prilog daljnjem poznavanju aluvijalnog vodonosnog horizonta na širem području Zagreba, Geološki vjesnik 21, Zagreb.
- Kalajžić, J. (2013): Litofacijesi područja Ponikvi na Medvednici i njihov utjecaj na vodonosnik, Zagreb, diplomski rad, RGN fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 52 str.
- Kovačević S. i Capar, A. (1972): Vodoistražni radovi u dolini Save kraj Samobora, Zbornik radova 2. Jug. Simpozija o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji 1, Beograd.
- Zingg, Th. , Beitrag zur schotteranalyse. – Schweiz. Miner. Petrol. Mitt., 15, 1964, 39 – 140.
- Macek, K. (2012): Litofacijesi srednjega trijasa Ivačke glave na Papuku i njihov utjecaj na vodonosnik, Zagreb, diplomski rad, RGN fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 69 str.
- Müller, G. (1967): Methods in Sedimentary Petrology – Sedimentary Petrology, part I, Schweizerbart, Stuttgart.
- Prelogović, E.; Jamičić, D.; Aljinović, B.; Velić, J.; Saftić B.; Dragaš, M.. (1995): Dinamika nastanka struktura južnog dijela Panonskog bazena; 1. Hrv. geol. kongres (ur.: Vlahović, I.; Velić, I. & Šparica, M.), Zagreb, IGI, 481-486.
- Šikić, K.; Basch, O.; Šimunić, A. (1972). OGK 1:100 000; Tumač za list Zagreb, L 33 -80.
- Institut za geološka istraživanja Zagreb.
- Tišljar, J (1994): Sedimentne stijene. Školska knjiga, Zagreb, 421 str.
- Velić, J. & Durn, G. (1993): Alternating Lacustrine – Marsh Sedimentation Subaerial Exposure Phases During Quaternary:: Prečko, Zagreb, Geol. Croat., 46/1, 71-89.
- Velić, J.; Saftić, B.; Malvić, T. (1999): Lithologic Composition and Stratigraphy of Quaternary Sediments in the Area of the "Jakuševac" Waste Depository (Zagreb, Northern Croatia); Geol. Croat., 52-2; 119-130.
- Basch, O. (1980) OGK 1: 100 000; Tumač za list Ivanić - Grad, L 33- 81

