



На основу Правилника о верификацији и валидацији техничко-технолошких решења и процедуре ИП 19 Израда и поступак верификације и валидације техничко-технолошких решења, Научно веће Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина, на седници одржаној 21.06.2012. год., донело је

## ОДЛУКУ

Да се резултат истраживачког рада „*Нови технолошки поступак добијања пуниоца за примену у различитим индустријским гранама на бази кречњака из лежишта “Маљат”-Даниловград (Република Црна Гора)*“, који је проистекао као резултат рада на Пројектима МПН

ТР34013 и ТР31003

Назив пројекта:

**ОСВАЈАЊЕ ТЕХНОЛОШКИХ ПОСТУПАКА ДОБИЈАЊА ЕКОЛОШКИХ МАТЕРИЈАЛА НА БАЗИ НЕМЕТАЛИЧНИХ МИНЕРАЛНИХ СИРОВИНА и РАЗВОЈ ПРОИЗВОДА НА БАЗИ МИНЕРАЛНИХ СИРОВИНА И ОТПАДНЕ БИОМАСЕ У ЦИЉУ ЗАШТИТЕ РЕСУРСА ЗА ПРОИЗВОДЊУ БЕЗБЕДНЕ ХРАНЕ**

аутора:

1. др Драгана С. Радуловића, истраживача сарадника, ИТНМС, Београд,
2. Бранислава Ивошевића, стручног сарадника, ИТНМС, Београд,
3. др Живка Секулића, научног саветника, ИТНМС, Београд,
4. др Мирјане Стојановић, научног саветника, ИТНМС, Београд,
5. др Александре Даковић, научног саветника, ИТНМС, Београд.
6. мр Милана Краговића, истраживача сарадника, ИТНМС, Београд.

верификује као техничко решење према индикаторима научне компетентности (М 81) - нови технолошки поступак, у складу са Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача (Сл. гласник РС бр. 38/2008), а након усвајања рецензија рецензената проф. др Предрага Лазића, Рударско-геолошки факултет Београд, и проф. др Надежде Чалић, Рударског факултета у Приједору Универзитет Бања Лука (Република Српска).

Коначну одлуку о верификацији доноси надлежни Матични научни одбор МПН Р Србије.

Доставити:

- руководиоцу Пројекта,
- ауторима,
- архиви НВ.



ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА

др Мирослав Сокић, научни сарадник

4/6  
01.02. 12.

## Naučnom veću ITNMS-a

Beograd

### **Predmet: Pokretanje postupka za validaciju i verifikaciju tehničkog rešenja**

U skladu sa procedurom QMS, IP 19, Izrada i postupak validacije i verifikacije tehničko-tehnoloških rešenja, obraćamo se Naučnom veću Instituta za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina (ITNMS) sa molbom da, prema Pravilniku o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača (Sl.glasnik RS, 38/08), pokrene postupak za validaciju i verifikaciju tehničkog rešenja, kategorije M 81 – Nova tehnologija, pod nazivom: **Tehnološki postupak dobijanja punioca za primenu u različitim industrijskim granama na bazi krečnjaka iz ležišta "Maljat"-Danilovgrad**

#### **Autori:**

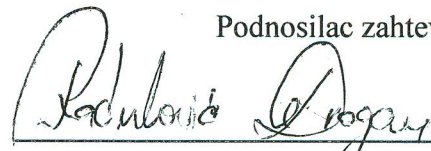
- 1.dr Dragan S. Radulović, dipl. ing rud.
2. Branislav Ivošević, istraživač saradnik
3. dr Živko Sekulić, naučni savetnik
4. dr Mirjana Stojanović, naučni savetnik
5. dr Aleksandra Daković, naučni savetnik
6. Milan Kragović, istraživač saradnik

Za recenzente predlažemo:

1. prof. dr Nadežda Čalić, Rudarski fakultet Prijedor
2. prof. dr Predrag Lazić, Rudarsko-geološki fakultet Beograd

Beograd, 01.02.2012.

Podnosilac zahteva:

  
\_\_\_\_\_  
dr Dragan S. Radulović, dipl. ing rud.



**НАУЧНО ВЕЋЕ**

ИНСТИТУТА ЗА ТЕХНОЛОГИЈУ НУКЛЕАРНИХ  
И ДРУГИХ МИНЕРАЛНИХ СИРОВИНА  
Франше д Епера 86, Београд

На основу члана 40 Статута Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Научно веће је, на седници одржаној 21.02.2012. год., донело

**О Д Л У К У**

Покреће се поступак за валидацију и верификацију техничког решења под називом „Технолошки поступак добијања пуниоца за примену у различитим индустријским гранама на бази кречњака из лежишта „Маљат,, Даниловград.“, аутора др Драгана Радуловића, дипл.инж.рударства Ивошевић Бранислава, дипл. инж.,истраживача сарадника, др Живка Секулића,научног саветника, др Мирјане Стојановић,научног саветника, др Александре Даковић, научног саветника и Милана Краговића,истраживача сарадника и бирају рецензенти проф.др Надежда Ћалић,Рударски факултет Приједор и проф.др.Предраг Лазић,Рударско-геолошки факултет Београд



**ПРЕДСЕДНИК НАУЧНО ВЕЋА**

**Др Мирослав Сокић**  
научни сарадник

## Naučnom veću ITNMS-a

**Predmet:** Recenzija tehničko-tehnološkog rešenja

Odlukom Naučnog veća ITNMS od 21.02.2012. imenovana sam za jednog od recenzenata tehničko-tehnološkog rešenja: **Novi tehnološki postupak dobijanja punioca za primenu u različitim industrijskim granama na bazi krečnjaka iz ležišta "Maljat"-Danilovgrad**

(kategorija M-81)

Autori: dr Dragan S. Radulović\*, dipl. ing. Branislav Ivošević\*, dr Živko Sekulić\*, dr Mirjana Stojanović\*, dr Aleksandra Daković\*, dipl. fiz. hem. Milan Kragović\*,

\* Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, 11 000 Beograd

Na osnovu toga dajem,

### **Mišljenje recenzenta:**

Tehničko-tehnološko rešenje pod naslovom **Novi tehnološki postupak dobijanja punioca za primenu u različitim industrijskim granama na bazi krečnjaka iz ležišta "Maljat"-Danilovgrad**, dato je na 19 strana teksta (format A4), sadrži osam tabela, dva dijagrama i 3 tehnološke šeme. Pored glavnog teksta (pet poglavlja) i literature uz tehničko-tehnološko rešenje je dato i šest priloga na 14 strana.

U prvom poglavlju „**Predmet ispitivanja**“ prikazani su osnovni podaci, značaj i primena krečnjaka kao sirovinskog resursa u svetu, kao i podaci o mogućnostima primene krečnjaka kao punoca u različitim granama industrije.

U drugom poglavlju „**Karakteristike ležišta arhitektonsko-građevinskog kamena Maljat-Danilovgrad**“ dati su osnovni podaci o ležištu (položaj, rezerve i kvalitet krečnjaka).

U tećem poglavlju „**Eksperimentalni rad**“ prikazani su rezultati detaljne fizičko-hemijske karakterizacije polaznog i samlevenog uzorka krečnjaka kojima se utvrđuje mogućnost primene krečnjaka kao punioca.

U poglavlju četiri „**Procena kvaliteta i mogućnosti primene krečnjaka "Maljat" – Danilovgrad, kao punioca**“ na osnovu hemijskog satava i potrebne krupnoće definisane standardima ili zahtevima tržišta izvršena je procena kvaliteta krečnjak iz ležišta "Maljat-Danilovgrad. Ovom validacijom je utvrđeno da se ovaj krečnjak može primeniti kao punioc u sledećim industrijama: boja i lakova, papira; gume i PVC-a; livarskoj; šećera; metalurgiji; u proizvodnji stakla; i za proizvodnju mineralnih đjubriva.

U petom poglavlju „**Opis novog tehnološkog postupka prerade krečnjaka „Maljat“-Danilovgrad u cilju dobijanja punioca za različite grane industrije**“ date su tri tehnološke šeme:

- šema eksploatacije kamenih blokova i dobijanja sirovine za punioce
- šema drobljenje i prosejavnje krečnjaka "Maljat" sa opisom postupka i načinom dobijanja krupnokomadastih proizvoda za primenu u različitim granama industrije.
- šema mlevenja i klasiranja krečnjaka "Maljat" sa opisom postupka i načinom dobijanja mikroniziranih proizvoda od krečnjaka.

U prilogima su prikazani standardi za primenu krečnjaka kao punioca kao i zahtevi tržišta kod industrija gde primena krečnjaka nije definisana standardom sa vrednostima koje definišu kvalitet krečnjaka „Maljat“-Danilovgrad.

Detaljnim pregledom tehničko-tehnološkog rešenja pod naslovom: **Novi tehnološki postupak dobijanja punioca za primenu u različitim industrijskim granama na bazi krečnjaka iz ležišta "Maljat"-Danilovgrad**, konstatujem sledeće:

Tekst je pisan jasno i tehnički razumljivo, a tehničko-tehnološko rešenje daje značajan doprinos oblasti primene kalcijum-karbonata kao punioca u različitim granama industrije.

Pored svega prethodno rečenog, posebno je značajno da je „J.U. Zavod za geološka istraživanja“- Crne Gore korisnik rezultata ovoga tehničkog rešenja čime su ispunjeni svi zahtevi Pravilnika o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživanja, Sl.Glasnik RS br.38/2008.

Na osnovu svega navedenog, predlažem Naučnom Veću ITNMS-a iz Beograda da prihvati tehničko-tehnološko rešenje, pod naslovom „**Novi tehnološki postupak dobijanja punioca za primenu u različitim industrijskim granama na bazi krečnjaka iz ležišta "Maljat"-Danilovgrad**“, dr Dragan S. Radulović, dipl. ing. Branislav Ivošević, dr Živko Sekulić, dr Mirjana Stojanović, dr Aleksandra Daković, dipl. fiz. hem. Milan Kragović.

U Prijedoru \_\_\_\_\_

 Recenzent:

prof dr Nadežda Čalić, redovni profesor  
Rudarski fakulteta u Prijedoru,  
Univerzitet u Banjaluci, Republika Srpska

Na osnovu člana 25. tačka 2) i 3) Zakona o naučnoistraživačkoj delatnosti i Prilogu 2 Pravilnika o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača daje se

## **MIŠLJENJE o tehničkom rešenju**

**Naziv tehničkog rešenja: Novi tehnološki postupak dobijanja punioca za primenu u različitim industrijskim granama na bazi krečnjaka iz ležišta "Maljat"- Danilovgrad**

**Autori:** dr Dragan S. Radulović, dipl. ing. Branislav Ivošević, dr Živko Sekulić, dr Mirjana Stojanović, dr Aleksandra Daković, dipl. fiz. hem. Milan Kragović,

**Godina:** 2012.

**Prijavljena kategorija:** M81

**Pregledom svih priloženih dokaza sam utvrdila da:**

1. Rešenje poseduje stručnu komponentu celokupnog i samostalnog rezultata	DA
2. Rešenje ima originalni naučno-istraživački doprinos	DA
3. Rešenje poseduje uredan tehnički elaborat (naslovna strana sa osnovnim podacima, potom elaborat sa opisima, crtežima itd)	DA
3.1. Naveden je korisnik rešenja (naručilac)	DA
3.2. Navedeno je ko je rešenje prihvatio, ko ga primenjuje	DA
3.3. Priložen je dokaz o komercijalizaciji rezultata (korišćenju)	DA
4. Opisano je problem koji se rešava	DA
4.1. Dato je stanje rešenosti tog problema u svetu	DA
4.2. Dato je stanje rešenosti tog problema kod nas	DA
5. Opisane su tehničke karakteristike	DA
6. Za kritičke evaluacije podataka, baza podataka	
6.1. Deo je međunarodnog projekta	NE
6.2. Publikovana je kao internet publikacija ili objavljena na internetu	NE
6.3. Publikovano u časopisu sa SCI liste	NE
6.3. Ostalo	
7. Rešenje je rađeno u okviru projekta Ministarstva prosvete i nauke i dat je broj projekta ili broj ugovora sa privredom iz kog proizilazi	TR 34013 TR 31003

\* uneti da/ne u prazne kockice


**Dato tehničko rešenje:**

1. Ispunjava uslove za priznavanje prijavljene kategorije M81
2. Ispunjava uslove za priznavanje kategorije \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ različite od prijavljene.
3. Ne ispunjava uslove za priznavanje tehničkih rešenja.

**ZAKLJUČAK I MIŠLJENJE RECENZENTA DATO U POSEBNOM DOKUMENTU**

Mesto i datum \_\_\_\_\_

RECENZENT:

  
prof dr Nadežda Čalić, redovni profesor  
Rudarski fakulteta u Prijedoru,  
Univerzitet u Banjaluci, Republika Srpska

(Ime i prezime, potpis)

## Naučnom veću ITNMS-a

**Predmet:** Recenzija tehničko-tehnološkog rešenja

Na osnovu Odluke Naučnog veća ITNMS donete 21.02.2012. imenovan sam za jednog od recenzenata tehničko-tehnološkog rešenja: **Novi tehnološki postupak dobijanja punioca za primenu u različitim industrijskim granama na bazi krečnjaka iz ležišta "Maljat"-Danilovgrad**

(kategorija M-81)

Autori: dr Dragan S. Radulović\*, dipl. ing. Branislav Ivošević\*, dr Živko Sekulić\*, dr Mirjana Stojanović\*, dr Aleksandra Daković\*, dipl. fiz. hem. Milan Kragović\*,

\* Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, 11 000 Beograd

Na osnovu toga dajem,

### *Mišljenje recenzenta:*

Tehničko-tehnološko rešenje pod naslovom **Novi tehnološki postupak dobijanja punioca za primenu u različitim industrijskim granama na bazi krečnjaka iz ležišta "Maljat"-Danilovgrad**, dato je na 19 strana teksta (format A4), sadrži osam tabela, dva dijagrama i 3 tehnološke šeme. Tehničko tehnološko rešenje sastoji se iz pet poglavlja glavnog teksta, literature i šest priloga datih na 14 strana.

U prvom poglavlju pod nazivom „*Predmet ispitivanja*“ dat je uvod u kome su prikazani osnovni podaci, značaj i primena krečnjaka kao sirovinskog resursa u svetskim razmerama. Zatim su ukratko dati podaci o mogućnostima primene krečnjaka kao punioca u različitim granama industrije.

U drugom poglavlju pod naslovom „*Karakteristike ležišta arhitektonsko-građevinskog kamena Maljat-Danilovgrad*“ dat je geografski položaj, geološka gradnja rezerve i kvalitet krečnjaka u ležištu

U tećem poglavlju pod naslovom „*Eksperimentalni rad*“ prikazana su ispitivanja kojim su određene osobine polaznog uzorka (grube vlage, specifične zapreminske mase, granulometrijskog sastava) kao i karakteristike samlevenog uzorka (granulometrijski sastav, stepen beline, upijanje ulja i vode, DT/TG analiza, hemijska analiza) kojima su trebale da se utvrde mogućnosti primene krečnjaka kao punioca u različitim granama industrije.

U četvrtom poglavlju pod naslovom „*Procena kvaliteta i mogućnosti primene krečnjaka "Maljat" –Danilovgrad, kao punioca*“ obavljena je procena kvaliteta krečnjaka na osnovu njegovog hemijskog sastava kao i na osnovu potrebne krupnoće odnosno finoće što je sve propisano standardima ili zahtevima proizvođača koji krečnjak u svom ciklusu proizvodnje koristi kao sirovinu. U okviru ovoga poglavlja takodje je i konstatovano da se krečnjak iz ležišta "Maljat-Danilovgrad na osnovu standarda i zahteva tržišta može primeniti: u industriji boja i lakova; u

industriji papira; u industriji gume i PVC-a; u livarskoj industriji; u industriji šećera, u metalurgiji; u proizvodnji stakla; za proizvodnju mineralnih đubriva.

U petom poglavlju pod naslovom "*Opis novog tehnološkog postupka prerade krečnjaka „Maljat”-Danilovgrad u cilju dobijanja punioca za različite grane industrije*" dat su tehnološke tri tehnološke šeme, od kojih prva predstavlja eksploataciju kamenih blokova i način dobijanja sirovine koja se koristi za dobijanje punioca. Zatim je data tehnološka šema drobljenje i prosejavnje krečnjaka "Maljat" sa opisom, na kojoj je istaknut način dobijanja proizvoda za primenu u pojedinim granama industrije. Na kraju je data tehnološka šema mlevenja i klasiranja krečnjaka "Maljat" sa opisom, na kojoj je takodje prikazan način dobijanja mikroniziranih proizvoda od krečnjaka.

U prilogima su prikazani standardi sa referentnim vrednostima za korišćenje krečnjaka kao punioca kao i zahtevi tržišta kod pojedinih grana industrije gde primena krečnjaka nije definisana standardom sa vrednostima koje definišu kvalitet krečnjaka „Maljat“-Danilovgrad.

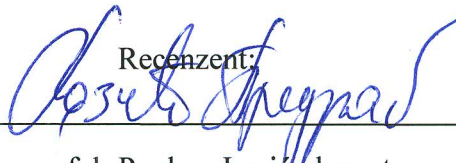
Na osnovu pregleda tehničko-tehnološkog rešenja pod naslovom: **Novi tehnološki postupak dobijanja punioca za primenu u različitim industrijskim granama na bazi krečnjaka iz ležišta "Maljat"-Danilovgrad**, dajem sledeći zaključak:

- Tekst je pisan jasno i tehnički razumljivo.
- Tehničko-tehnološko rešenje daje značajan doprinos oblasti primene kalcijum-karbonata kao punioca u različitim industrijskim granama.

Takodje treba naglasiti da tehničko rešenje ima korisnika rezultata „J.U. Zavod za geološka istraživanja“- Crne Gore čime su ispunjeni svi zahtevi Pravilnika o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživanja, Sl.Glasnik RS br.38/2008.

Na osnovu svega iznetog, predlažem Naučnom Veću ITNMS-a iz Beograda da prihvati tehničko-tehnološko rešenje, pod naslovom **Novi tehnološki postupak dobijanja punioca za primenu u različitim industrijskim granama na bazi krečnjaka iz ležišta "Maljat"-Danilovgrad**, dr Dragan S. Radulović, dipl. ing. Branislav Ivošević, dr Živko Sekulić, dr Mirjana Stojanović, dr Aleksandra Daković, dipl. fiz. hem. Milan Kragović,

U Beogradu \_\_\_\_\_

Recenzent:  
  
\_\_\_\_\_  
prof dr Predrag Lazic, docent



Na osnovu člana 25. tačka 2) i 3) Zakona o naučnoistraživačkoj delatnosti i Prilogu 2 Pravilnika o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača daje se

## MIŠLJENJE o tehničkom rešenju

**Naziv tehničkog rešenja: Novi tehnološki postupak dobijanja punioca za primenu u različitim industrijskim granama na bazi krečnjaka iz ležišta "Maljat"- Danilovgrad**

**Autori:** dr Dragan S. Radulović, dipl. ing. Branislav Ivošević, dr Živko Sekulić, dr Mirjana Stojanović, dr Aleksandra Daković, dipl. fiz. hem. Milan Kragović,

**Godina:** 2012.

**Prijavljena kategorija:** M81

**Pregledom svih priloženih dokaza sam utvrdila da:**

<b>1. Rešenje poseduje stručnu komponentu celokupnog i samostalnog rezultata</b>	
<b>2. Rešenje ima originalni naučno-istraživački doprinos</b>	
<b>3. Rešenje poseduje uredan tehnički elaborat (naslovna strana sa osnovnim podacima, potom elaborat sa opisima, crtežima itd)</b>	
3.1. Naveden je korisnik rešenja (naručilac)	
3.2. Navedeno je ko je rešenje prihvatio, ko ga primenjuje	
3.3. Priložen je dokaz o komercijalizaciji rezultata (korišćenju)	
<b>4. Opisan je problem koji se rešava</b>	
4.1. Dato je stanje rešenosti tog problema u svetu	
4.2. Dato je stanje rešenosti tog problema kod nas	
<b>5. Opisane su tehničke karakteristike</b>	
<b>6. Za kritičke evaluacije podataka, baza podataka</b>	
6.1. Deo je međunarodnog projekta	
6.2. Publikovana je kao internet publikacija ili objavljena na internetu	
6.3. Publikovano u časopisu sa SCI liste	
6.3. Ostalo	
<b>7. Rešenje je rađeno u okviru projekta Ministarstva prosvete i nauke i dat je broj projekta ili broj ugovora sa privredom iz kog proizilazi</b>	TR 34013 TR 31003

\* uneti da/ne u prazne kockice

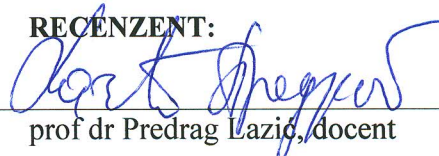
**Dato tehničko rešenje:**

1. Ispunjava uslove za priznavanje prijavljene kategorije M81
2. Ispunjava uslove za priznavanje kategorije \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ različite od prijavljene.
3. Ne ispunjava uslove za priznavanje tehničkih rešenja.

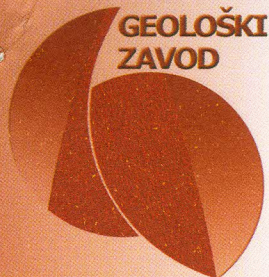
**ZAKLJUČAK I MIŠLJENJE RECENZENTA DATO U POSEBNOM DOKUMENTU**

Mesto i datum \_\_\_\_\_

**RECENZENT:**

  
prof dr Predrag Lazic, docent

(Ime i prezime, potpis)



Br.: 01-704  
Podgorica, 8.05 2012 g.

ИНСТИТУТ ЗА ТЕХНОЛОГИЈУ НУКЛЕАРНИХ  
И ДРУГИХ МИНЕРАЛНИХ СИРОВИНА са п.о.  
Број 4/81  
18.06. 2012 год.  
Београд  
Франше Д'Епере-а 86, пошт. факс 390

**INSTITUT ZA TEHNOLOGIJU NUKLEARNIH I DRUGIH  
MINERALNIH SIROVINA (ITNMS)**

**BEOGRAD**  
**ul. Franša d'Eperea br. 86**  
**tel. 011/3691-722**

**Predmet: Potvrda za tehničko-tehnološko rešenje "Novi tehnološki postupak  
dobijanja punioca za primenu u različitim industrijskim granama na bazi  
krečnjaka iz ležišta "Maljat"-Danilovgrad"**

Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina (ITNMS), Beograd u okviru projekata (TR 31003 i TR34013, za period 2011-2014), čiju realizaciju finansira Ministarstvo prosvete i nauku Republike Srbije, osvojio je novi tehnološki postupak dobijanja punioca na bazi krečnjaka ležišta "Maljat"-Danilovgrad. Postupak dobijanja punioca na bazi krečnjaka ležišta „Maljat“ predstavlja novi tehnološki postupak koji je doveden do koncepta tehničko-tehnološkog rešenja :

**Novi tehnološki postupak dobijanja punioca za primenu u različitim  
industrijskim granama na bazi krečnjaka iz ležišta "Maljat"-Danilovgrad**

Autora:

dr Dragan S. Radulović, dipl. ing rud.  
Branislav Ivošević, stručni savetnik  
dr Živko Sekulić, naučni savetnik  
dr Mirjana Stojanović, naučni savetnik  
dr Aleksandra Daković, naučni savetnik  
Milan Kragović, istraživač saradnik

Ispitivanja koja su prethodila izradi ovog tehnološkog rešenja, imala su za cilj definisanje optimalnih parametara tehnološkog postupka dobijanja punioca na bazi krečnjaka, lokaliteta „Maljat“- Danilovgrad, za primjenu u različitim granama industrije, a prema važećim tehničkim propisima, standardima i zahtevima tržišta koji regulišu tu oblast. Na osnovu obavljenih ispitivanja utvrđeno je, da se, na bazi krečnjaka „Maljat“-Danilovgrad, mogu dobiti punioci za sledeće grane industrije: industriju boja i lakova; za industriju papira; industriji gume i PVC; industriju stakla; proizvodnju mineralnih đubriva; livarsku industriju; industriju šećera i metalurgiju.

Primjenom ovoga tehnološkog rešenja dobijaju se brojni pozitivni efekti koji se multiplikuju na širem planu u odnosu na mjesto njegove primene. Osnovne prednosti primjene tehnološkog rešenja za dobijanje punioca na bazi krečnjaka „Maljat“ bi bile sledeće:

**ZAVOD ZA GEOLOŠKA  
ISTRAŽIVANJA  
PODGORICA**

PIB: 02011204-302  
PDV: 30/31-02523-8  
Broj žiro računa:  
Montenegrobanka:  
530-12969-03  
Podgorička banka:  
550-2382-18

www.geozavod.co.me

e-mail: geozavod@t-com.me Naselje Kruševac bb. 81000 Podgorica, tel/fax. +382 20 245-438, tel. +382 20 245-453, +382 20 242-577

- kao prvo, dobija se široka paleta proizvoda višeg tehnološkog nivoa prerade, čime se proširuje sirovinaska baza za sve prethodno pomenute industrije;
- druga prednost je, da se primjenom ovog tehnološkog rešenja dobija povećani efekat uposlenosti, i to naročito visokoobrazovanih kadrova koji primjenom nove tehnologije usvajaju i nova tehnološka znanja.
- treća prednost je, da se dobijanjem široke palete punioca za različite grane industrije dobijaju proizvodi koji su po jedinici mase daleko skuplji od dosada korišćenih proizvoda, čak, i do 10 puta.

Mišljenja smo, da Tehničko-tehnološko rešenje **Novi tehnološki postupak dobijanja punioca za primenu u različitim industrijskim granama na bazi krečnjaka iz ležišta "Maljat"-Danilovgrad**, predstavlja nov tehnološki postupak u oblasti pripreme i primjene ove rude. Takođe JU Zavod za geološka istraživanja-Podgorica, je zainteresovan za primenu ovog tehničko tehnološkog rešenja, kao i za nastavak aktivnosti na njegovoj implementaciji u cilju dobijanja što šire palete proizvoda, tj.punioca na bazi krečnjaka „Maljat“ postupcima pripreme mineralnih sirovina.



Direktor,

Branko Žugić

**Autori:**

1. dr Dragan S. Radulović, dipl. ing rud.
2. Branislav Ivošević, stručni savetnik
3. dr Živko Sekulić, naučni savetnik
4. dr Mirjana Stojanović, naučni savetnik
5. dr Aleksandra Daković, naučni savetnik
6. Milan Kragović, istraživač saradnik

**TEHNOLOŠKO REŠENJE****M 81 – NOVI PROIZVOD-TEHNOLOGIJA NA MEDJUNARODNOM NIVOU**

**Novi tehnološki postupak dobijanja punioca za primenu u različitim industrijskim granama na bazi krečnjaka iz ležišta “Maljat”-Danilovgrad**

## Sadržaj:

	<b>strana</b>
1.0 Predmet ispitivanja.....	3
2.0 Karakteristike ležišta krečnjaka Maljat-Danilovgrad.....	4
3.0 Eksperimentalni rad.....	6
3.1 Određivanje fizičkih osobina polaznog uzorka.....	6
3.2 Priprema uzoraka za ispitivanje za tehnološka ispitivanja.....	8
3.3 Određivanje granulometrijskog sastav samlevenog uzorka .....	8
3.4 Određivanje stepena beline.....	8
3.5 Određivanje upijanja ulja i vode.....	8
3.6 DT/TG analiza do 1000 <sup>0</sup> C.....	9
3.7 Hemijska analiza .....	10
4.0 Procena kvaliteta i mogućnosti primene krečnjaka “Maljat” –Danilovgrad, kao punioca.....	11
4.1 Procena kvaliteta krečnjaka “Maljat” –Danilovgrad, kao punioca, na osnovu hemijskog sastava.....	11
4.2 Procena kvaliteta krečnjaka “Maljat” –Danilovgrad, kao punioca, na osnovu zahteva za potrebnom krupnoćom (finoćom) sirovine.....	12
5.0 Opis novog tehnološkog postupka prerade krečnjaka „Maljat”-Danilovgrad u cilju dobijanja punioca za različite grane industrije .....	13
5.1 Tehnološke šeme dobijanja punioca na bazi krečnjaka „Maljat“-Danilovgrad.....	13
5.1.1 Dobijanje punioca postupkom drobljenja i prosejavanje .....	13
5.1.2 Dobijanje punioca postupkom mlevenja i klasiranja .....	15
5.2. Zaključak obavljenih ispitivanja.....	19
6.0. Podrška privrednih subjekata .....	19
7.0. Literatura.....	19
Prilozi .....	21

## **1.0 Predmet ispitivanja**

Predmet tehničkog rešenja, je definisanje optimalnih parametara tehnološkog postupka dobijanja punioca na bazi krečnjaka, lokaliteta „Maljat“ - Danilovgrad, za primenu u različitim granama industrije a prema važećim standardima koji regulišu tu oblast.

Republika Crna Gora poseduje velike rezerve krečnjaka. Krečnjačke naslage su veoma rasprostranjene kako u primorskom tako i južnom delu Republike, i to od granice sa Albanijom do Hercegovine, dok su pojave krečnjaka u severnom delu Republike manje. I pored toga što Crna Gora poseduje ogromne rezerve krečnjaka koje su vezane za veliki deo teritorije Republike, one se do današnjih dana relativno malo koriste. Uglavnom se krečnjak na teritoriji Crne Gore koristi u građevinarstvu kao tehničko-gradjevinski (TG) i donekle kao arhitektonsko-gradjevinski (AG) kamen.

S'obzirom na sve veću upotrebu krečnjaka u svetu, u različitim granama industrije kako u mikroniziranom tako i u komadastom stanju, to su i nadležna Ministarstva Crne Gore počela da razmatraju ovu problematiku. Svetska proizvodnja krečnjaka za različite namene je bila 2010. godine na nivou od oko 4 milijarde tona, od čega je oko 60 miliona tona bilo korišćeno kao punilac za različite industrijske grane. Cena krečnjaka zavisi od kvaliteta sirovine kao i njene granulacije. Tako je cena drobljenog isklasiranog krečnjaka oko 7 €/t, dok je cena mlevenog krečnjak visoke beline i finoće - 40 µm (50% -10 µm ) od 80-90€/t , finoće -10µm (50% - 2µm) oko 130€/t. Sve više se primenjuju i kalcijum-karbonati nano finoće koji mogu biti dobijeni od prirodne sirovine ili precipitacijom čija se vrednost na svetskom tržištu kreće oko 240 €/t. Pošto je očigledno da kalcijum karbonat kao punilac ima daleko veću cenu nego u komadastom stanju, to su i nadležne Institucije Crne Gore inicirale ispitivanja upotrebe krečnjaka preko „J.U. Zavod za geološka istraživanja“ - Crne Gore iz Podgorice, koji kao eminentna stručna institucija vodi računa o svim mineralnim resursima na teritoriji Republike. Na ovaj način je „J.U. Zavod za geološka istraživanja“ - preuzeo ključnu ulogu u ispitivanju dodatnih mogućnosti valorizacije ovog potencijalno veoma značajnog mineralnog resursa.

Od 2008. godine ITNMS iz Beograda, na zahtev „J.U. Zavod za geološka istraživanja“ - Crne Gore iz Podgorice, kontinuirano obavlja ispitivanja mogućnosti primene krečnjaka kao punioca u različitim granama industrije. Za ova ispitivanja, „J.U. Zavod za geološka istraživanja“ - Crne Gore dostavljao je ITNMS-u uzorke krečnjaka koji su uzeti iz različitih ležišta sa teritorije Crne Gore, i to sa područja Bara i Ulcinja, područja Luštica i Grblja, i područja Bjelopavlića.

Da bi se utvrdila mogućnost primene krečnjaka iz različitih ležišta sa teritorije Crne Gore kao punioca obavljena su sledeća ispitivanja: mogućnosti njihove mikronizacije i određivanja granulometrijskog-sastava, hemijske analize, upijanja ulja i vode, termičke (DTA/TGA) analize kao i određivanje stepena beline. Na osnovu dobijenih rezultata obavljenih analiza, vršena je procena mogućnosti njegove primene u skladu sa standardima (SRPS) kojima su propisani kvaliteti i osobine koje mora da zadovolji krečnjak da bi se mogao koristiti kao punioc u sledećim granama industrije:

- u industriji boja i lakova (SRPS B.B6.032)
- u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji (SRPS B.B6.034)

- u industriji papira (SRPS B.B6.033)
- u industriji gume i PVC (SRPS B.B6.031)
- u livarstvu (SRPS B.B6.012)
- u industriji šećera (SRPS B.B6.013)
- za metalurške svrhe (SRPS B.B6.011)
- za proizvodnju stakla (SRPS B.B6.020)
- za mineralno đubrivo (Azotara Pančevo)
- kvalitet kalcijum karbonata za primenu u industriji stočne hrane (prema zahtevima datim u SI.1. 31/78, 6/81, 2/90, 20/00)
- kvalitet kalcijum karbonata za neutralizaciju kiselih zemljišta (prema zahtevima datim u SI.1. 60/2000)

Pošto je ovim ispitivanjima utvrđeno da pojedini uzorci krečnjaka zadovoljavaju svojim kvalitetom i osobinama primenu u određenim granama industrije, to je „J.U. Zavod za geološka istraživanja“- Crne Gore iz Podgorice, u toku 2011. godine zatražio od ITNMS-a da ispita mogućnost dobijanja tih i takvih proizvoda u industrijskim uslovima iz ležišta krečnjaka „Maljat“-Danilovgrad. Na osnovu obavljenih ispitivanja primenom postupaka pripreme mineralnih sirovina, pre svih drobljenja, mikronizacije i klasiranja (separacije), definisane su inovirane tehnološke šeme procesa u kojima su predviđeni svi uređaji i oprema kao i njihova dispozicija u cilju dobijanja proizvoda prema gore navedenim standardima za punioce.

Ova ispitivanja su realizovana u okviru programa projekata TR 31003 i TR34013 koje finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije u periodu 2011-2014.

## **2.0. Karakteristike ležišta arhitektonsko-građevinskog kamena Maljat-Danilovgrad**

### **Geografski položaj**

Ležište arhitektonskoi tehničko-građevinskog kamena “Maljat” nalazi se u središnjem delu Crne Gore, na levoj strani reke Zete, 3 km severozapadno od mesta Spuž, a administrativno pripada opštini Danilovgrad. Jugoistočno od ležišta arhitektonsko-građevinskog kamena “Maljat”, na udaljenosti od oko 1 km vazdušnom linijom, nalazi se ležište arhitektonsko-građevinskog i tehničko-građevinskog kamena „Visočica“ i Fabrika za proizvodnju kreča sa pratećim objektima. Brdo Maljat, odnosno površinski kop arhitektonsko i tehničko-građevinskog kamena “Maljat”, povezan je makadamskim putem dužine oko 1,5 km sa asfaltnim putem koji vodi do Fabrike za proizvodnju kreča. Ležište “Maljat“ je udaljeno oko 4 km od raskrsnice puteva Podgorica–Spuž-Danilovgrad i Spuž-Martinići-Danilovgrad. Sa Podgoricom i Danilovgradom povezano je starim asfaltnim putem. Od Podgorice je udaljeno oko 14 km, a od Danilovgrada oko 12 km. Ležište je makadamskim putem dužine oko 7 km povezano preko Novog Sela, sa magistralnim putem Podgorica - Nikšić. Najbliža železnička stanica je u Spužu, udaljena je od ležišta “Maljat” oko 5 km, i nalazi se na trasi železničke pruge Podgorica-Nikšić.

### **Geološka građa ležišta**

Ležište arhitektonsko-građevinskog kamena “Maljat” izgrađuju svetlosmeđi, svetlosivi do beličasti, bankoviti, ređe masivni, grubo gradirani bioklastični: biospariti, biointraspariti, biosparuditi, biopelspariti, biointra-pelsparuditi, biomikrospariti, biomikropelspariti i

biomikriti. Ovi karbonatni sedimenti su predstavljeni krečnjacima retko dolomitima i njihovim prelaznim oblicima. Mikroskopski posmatrano krečnjaci su predstavljeni biogenim stenama. Ovi krečnjaci se koriste za proizvodnju komercijalnih blokova koji se uglavnom prodaju na stranom tržištu a manjim dijelom i na tržištu Crne Gore, dok se jedan deo obrađuje u pogonu koncesionara "Mermer" A.D. iz Danilovgrada, a planirano je da se deo krečnjaka iz ovog ležišta koji se ne može koristiti kao arhitektonsko-građevinski kamen, koristi i kao tehničko-građevinsko kamen.

### Rezerve i kvalitet

Rezerve u ležištu izračunate su po metodi paralelnih vertikalnih profila i rezerve komercijalnih blokova su prikazane u tabeli 1:

Tabela 1. Rezerve krečnjaka u blokovima ležišta "Maljat"-Danilovgrad

Kategorija rezervi	Geološke rezerve(m <sup>3</sup> )	Iskorišćenje rezervi u blokovim (%)	Eksploatacione rezerve komercijalnih blokova(m <sup>3</sup> )
<b>A</b>	432 000	23	99 360
<b>B</b>	654 800	23	150 604
<b>C<sub>1</sub></b>	436 300	23	100 349
<b>A+B+C<sub>1</sub></b>	<b>1 523 100</b>	<b>23</b>	<b>350 313</b>

Mineralna sirovina (arhitektonsko-građevinski kamen) u ležištu "Maljat" ima sledeće pokazatelje kvaliteta prikazane u tabeli 2:

Tabela 2. Fizičko-mehaničke osobine krečnjaka iz ležišta "Maljat"-Danilovgrad

Fizičko-mehanička svojstva	Jedinica mere	Broj analiza	Min. srednja vrednost	Max. Srednja vrednost	Srednja vrednost
1. Čvrstoća na pritisak:					
• u suvom stanju:	MPa	14	124,67	140,40	<b>136,18</b>
• u vodom zasić. stanju:	MPa	14	109,76	132,40	<b>125,98</b>
• posle smrzavanja:	MPa	6	104,15	136,40	<b>123,77</b>
2. Čvrstoća na savijanje	MPa	14	14,50	18,23	<b>16,33</b>
3. Otpornost na habanje struganjem	cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup>	14	22,50	27,30	<b>24,21</b>
4. Upijanje vode	%	14	0,67	1,03	<b>0,86</b>
5. Postojanost na mraz		14	postojan	postojan	<b>postojan</b>
6. Zapreminska masa sa šupljinama	Mg/m <sup>3</sup>	14	2,70	2,74	<b>2,71</b>
7. Zapreminska masa bez šupljina	Mg/m <sup>3</sup>	14	2,62	2,65	<b>2,63</b>
8. Step en gustine		6	0,96	0,97	<b>0,97</b>
9. Poroznost	%	14	2,60	3,62	<b>2,98</b>

Saglasno utvrđenim mineraloško-petrografskim i fizičko-mehaničkim svojstvima i odredbama standarda (SRPS B.B3. 200), kamen ležišta "Maljat" može se koristiti kao arhitektonski- građevinski kamen pogodan za:

-proizvodnju ploča za oblaganje unutrašnjih vertikalnih (UV) i horizontalnih površina (UH-2 i UH-3) gdje se obavlja intezivan i umeren pešački saobraćaj.



-proizvodnju ploča za oblaganje spoljašnjih vertikalnih površina objekata do 30 m visine iznad terena (SV-2, SV-3).

### **3.0 Eksperimentalni rad**

Pošto je utvrđeno da je iskorišćenje stenske mase (krečnjaka) iz ležišta „Maljat“ - Danilovgrad u komercijalni blokovima iznosi samo 23% krečnjaka (tabela 1), to je odlučeno da se ispita mogućnost korišćenja ostatka sirovine (77%) koji ne zadovoljava primenu kao arhitektonsko-građevinski kamen, za dobijanje tehničko-građevinskog kamena-agregata različitih frakcija, i kao punioca u različitim granama industrije.

Polazni uzorak je raspakovano, i iz njega je uzet primarni uzorak za određivanje grube vlage, ostatak uzorka je homogenizovan i skraćen metodom četvrtanja. Na jednoj polovini je određen granulno-sastav polaznog uzorka a druga polovina je sačuvana kao rezerva.

Za ispitivanja mogućnosti primene krečnjaka kao punioca uzorak je pripremljen i obradjen standardnim metodama pripreme mineralnih sirovina. Na primarnom uzorku je određivan granulometrijski sastav, gruba vlaga i specifična zapreminska masa.

### **3.1 Odredjivanje fizičkih osobina polaznog uzorka**

#### **Gruba vlaga**

Sva tri uzorka na kojima je određivana gruba vlaga uzorka krečnjaka ”Maljat” su sušena na sobnoj temperaturi u vremenu trajnja od 24 h, i ni u jednom nije izmerena gruba vlaga, odnosno uzorak krečnjaka ”Maljat” koji je dopremljen u Institut bio je suv.

#### **Specifična zapreminska masa**

Specifična zapreminska masa (gustina) uzorka krečnjaka ”Maljat” je određivana sandardom metodom sa piknometrima koja je detaljno opisana u literaturi. Kao fluid za određivanje gustine, zbog rastvorljivosti krečnjaka, korišćen je ksilol. Zbog tačnosti merenja specifična zapreminska masa je određivana na tri uzorka i podatak koji je prikazan predstavlja u stvari srednju vrednost gustine uzorka krečnjaka ”Maljat”. Sve izmerene vrednosti su zaokružene na treću decimalnu vrednost.

$$\gamma = 2,681 \text{ g/cm}^3$$

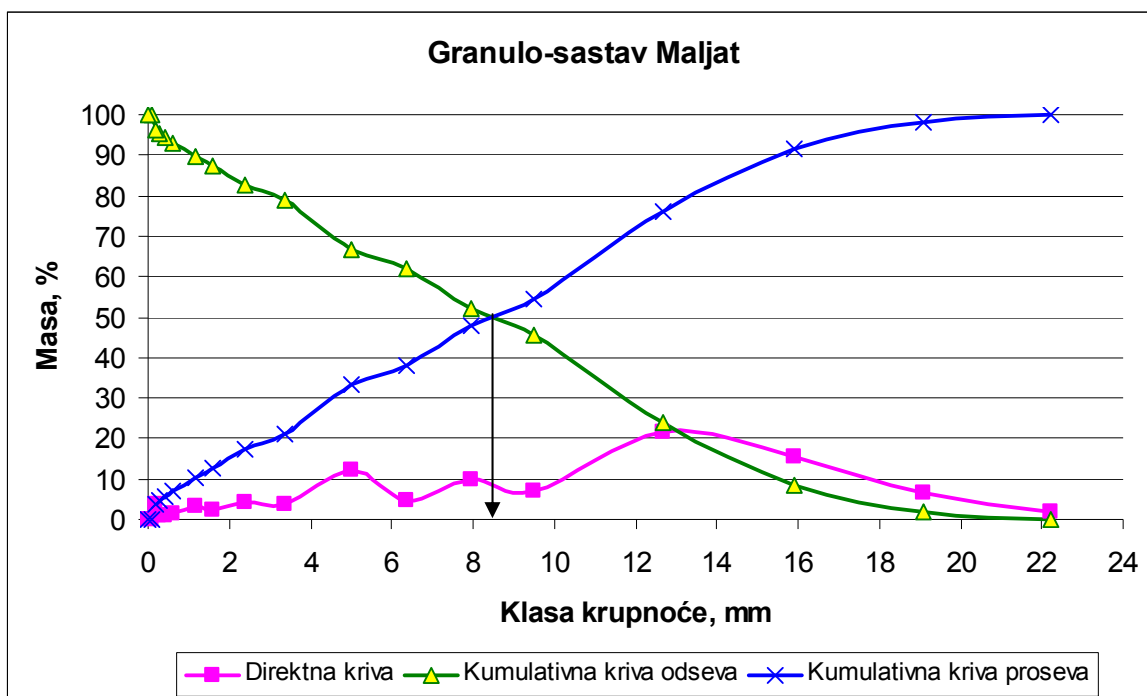
#### **Granulometrijski sastav polaznog uzorka krečnjaka**

Granulometrijski sastav polaznog uzorka određivan je standardnom metodama prosejavnja na Tyler-ovoj seriji sita. Svi otsevi sita zajedno sa prosevom poslednjeg sita su izmereni, podaci su sredjeni i prikazani u obliku tabele 3.

Tabela br. 3. Granulo-sastav polaznog uzorka "Maljat"

Klasa krupnoće [mm ]	M, %	↓ΣM, %	↑Σ M, %
+ 22,2	/	/	/
-22,2 + 19,1	1,82	1,82	100,00
- 19,1 + 15,9	6,61	8,43	98,18
- 15,9 + 12,7	15,48	23,91	91,57
- 12,7 + 9,52	21,42	45,33	76,09
- 9,52 + 7,93	6,83	52,16	54,67
- 7,93 + 6,35	9,74	61,90	47,84
- 6,35 + 5,0	4,68	66,58	38,10
- 5,0 + 3,36	12,27	78,85	33,42
- 3,36 + 2,38	3,98	82,83	21,15
- 2,38+ 1,6	4,43	87,26	17,17
- 1,6+ 1,19	2,34	89,60	12,74
- 1,19+ 0,63	3,39	92,99	10,40
- 0,63 + 0,4	1,48	94,47	7,01
- 0,4 + 0,3	0,87	95,34	5,53
- 0,300 + 0,200	0,83	96,17	4,66
- 0,200 + 0,100	3,83	100,00	3,83
- 0,100+ 0,00	/	100,00	0,00
Ulaz	100,00		

Na osnovu podataka iz tabele nacrtan je dijagram granulometrijskog sastava prikazan na slici 1, za uzoraka krečnjaka Maljat.



Slika 1. Krive granulometrijskog-sastav polaznog uzorka "Maljat"-Danilovgrad

Na slici 1, su prikazane direktna kriva granulometrijskog sastava, kao i kumulativne krive proseva i odseva polaznog uzorka krečnjaka ležišta "Maljat"-Danilovgrad. Iz preseka

kumulativnih krivih proseva i odseva određeno je da je srednji prečnik ovog uzorka krečnjaka  $d_{sr} = 8,49$  mm.

### 3.2 Priprema uzoraka za ispitivanje za tehnološka ispitivanja

Pošto je trebalo ispitati mogućnost korišćenja krečnjaka kao punioca u različitim granama industrije to su uzorci krečnjaka ležišta "Maljat" korišteni za ispitivanja usitnjeni (mikronizirani) i na takvim uzorcima su uradjene sledeće analize:

-hemijska, termička (DTA/TG), kao i određivanje granulometrijskog-sastava, stepena beline i upijanja ulja i vode

### 3.3 Određivanje granulometrijskog sastava samlevenog uzorka

Granulometrijski-sastav je određivan prosejavanjem usitnjenog početnog uzorka na situ otvora 63  $\mu\text{m}$ , a zatim je prosej sita klasiran na uređaju Cyclosizer-u. Otok klasiranja na Cyclosizer-u zatim je tretiran na Bacho-vom elutriatoru u cilju dobijanja klasa -11 +5,7  $\mu\text{m}$  i klase -5,7 + 0,00 $\mu\text{m}$ . Skupni bilans granulometrijskog-sastava samlevenog uzorka krečnjaka "Maljat" je prikazan u tabeli 4 .

Tabela 4. Granulo-sastav usitnjenog uzorka Maljat

Klasa krupnoće [ $\mu\text{m}$ ]	M, %	$\downarrow \Sigma M, \%$	$\uparrow \Sigma M, \%$
-63+44	1.00	1,00	100,00
-44+33	3.97	4,97	99,00
-33+23	8.70	13,67	95,03
-23+15	8.80	22,47	86,33
-15+11	10.73	31,20	77,53
-11+5,7	19,71	52,91	66,80
-5,7+0	47,09	100,00	47,09
Ulaz	100,00	/	/

### 3.4 Određivanje stepena beline

Za određivanje stepena beline korišćen je Belinometar. Belina je određivana na tri uzorka krečnjaka iz ležišta „Maljat“, rezultat prikazan u tabeli 5 predstavlja srednju vrednost dobijenu za ova tri uzorka. Stepen beline se određuje prema standardu MgO – 100%.

Tabela 5. Stepen beline uzoraka krečnjaka

Broj	Oznaka uzorka	Belina prema MgO – 100%
1.	Maljat-1	93.40
2	Maljat-2	93,30
3	Maljat-3	93,50
	Srednja vrednost	93,40

### 3.5 Određivanje upijanja ulja i vode

Rezultati određivanja upijanja ulja i vode takodje su radjeni na po tri uzorka krečnjaka iz ležišta „Maljat“ a rezultati su prikazani prikazani u tabelama 6 i 7.

Tabela 6. Upijanja ulja uzoraka krečnjaka

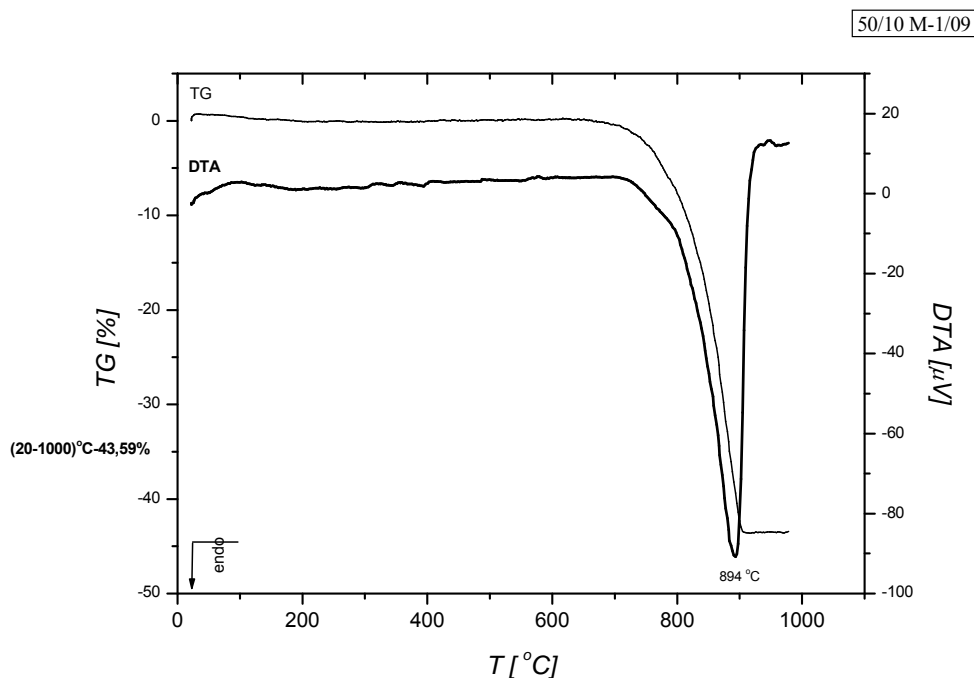
Broj	Oznaka uzorka	Upijanja ulja, %
1.	Maljat-1	12,92
2.	Maljat-2	13,05
3.	Maljat-3	13,03
	Srednja vrednost	13,00

Tabela 7. Upijanja vode uzoraka krečnjaka

Broj	Oznaka uzorka	Upijanje vode, %
1.	Maljat-1	19,11
2.	Maljat-2	19,27
3.	Maljat-3	19,23
	Srednja vrednost	19.20

### 3.6 Termička (DTA/TGA) analiza do 1000<sup>0</sup>C

Termička (DTA/TGA) analiza uzorka je uradjena na uređaju Netzsch-Simultaneous Thermal Analysis- STA 409 EP, sa brzinom grejanja od  $\Delta T = 10$  °C/min, u temperaturnom intervalu od 20 do 1000 °C. Masa uzorka korišćena za analizu bila je 100 mg. Rezultati termičke (DTA/TG) analize za uzorak krečnjaka iz ležišta „Maljat” prikazani su u obliku dijagrama, na slici 2.



Slika 2. DTA/TG dijagram uzorka krečnjaka "Maljat"

Na slici 2 su prikazani TG i DTA dijagrami polaznog uzorka krečnjaka. Na DTA dijagramu se uočava endotermni pik sa maksimumom na 894 °C koji se pripisuje faznoj transformaciji kalcita (CaCO<sub>3</sub>) u CaO, prema sledećoj reakciji:



Ova fazna transformacija praćena je gubitkom mase od 43,59% (TG dijagram, slika 2) u temperaturnoj oblasti od 650 °C do 900 °C.

### 3.7 Hemijska analiza

Hemijska analiza uzorka krečnjaka „Maljat” su izvršene u Laboratoriji za hemijska ispitivanja ITNMS-a. Na uzorku krečnjaka određivan je sadržaj sledećih komponenti: CaCO<sub>3</sub>, CaO, MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, gubitak žarenjem do 900°C (G.Ž), kao i Cu, Mn, Fe, S, P, Ni, Cr, Mo, Sb, Pb, Cd. Takodje je određivana i pH vrednost koja je takodje relevantna za primenu krečnjaka u nekim granama industrije. Rezultati analize su prikazani u Tabeli 8.

Tabela 8. Hemijska analiza uzoraka krečnjaka „Maljat”

Komponenta	Sadržaj,	Metoda kojom je vršena analiza
CaO	55,42%	SRPS B.B8.070
CaCO <sub>3</sub>	98,91%	
CO <sub>2</sub>	43,49%	
MgO	0,320%	*DM 10-0/7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,043%	DM 10-0/4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0047%	DM 10-0/6
SiO <sub>2</sub>	0,27%	SRPS B.B8.070
K <sub>2</sub> O	0,0014%	DM 10-0/12
Na <sub>2</sub> O	0,046%	
TiO <sub>2</sub>	<0,02%	*DM 10-0/8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,0312%	*DM 10-0/17
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,048%	SRPS B.B8.070
G.Ž.	43,85%	SRPS B.B8.070
Cu	5ppm	
Mn	16,5ppm	*DM 10-0/13
S	<0,01%	
P	0,0136%	
Ni	25 ppm	*DM 10-0/16
Cr	6,5 ppm	*DM 10-0/17
Mo	<50 ppm	*DM 10-0/13
Sb	<25 ppm	
Pb	50 ppm	
Cd	6 ppm	
pH	9,40	
Fe rastvorno	0,0157%	
As	/	
Hg	/	

#### **4.0 Procena kvaliteta i mogućnosti primene krečnjaka “Maljat” –Danilovgrad, kao punioca**

Kvalitet krečnjaka kao punioca, za svaku granu industrije, određen je sadržajem korisnih i štetnih komponenti, odnosno hemijskim sastavom krečnjaka, kao i potrebnom krupnoćom što je sve propisano standardima ili zahtevima proizvođača koji krečnjak u svom ciklusu proizvodnje koristi kao sirovinu.

#### **4.1 Procena kvaliteta krečnjaka krečnjaka “Maljat” –Danilovgrad, kao punioca, na osnovu hemijskog sastava**

Prema obavljenim ispitivanjima na uzorku krečnjaka “Maljat” i zahtevanom kvalitetu za punioce datim u tabelama 5.1 do 5.11, može se konstatovati da je krečnjak iz ležišta “Maljat” dobrog kvaliteta sa visokim sadržajem  $\text{CaCO}_3$  od 98,91%, sa malim sadržajem  $\text{MgCO}_3$  od 0,67% kao i niskim sadržajem silikata  $\text{SiO}_2$  od 0,27%. Tako da na osnovu sadržaja glavnih komponenti ovaj krečnjak bi mogao da se primenjuje kao punioc u svim gore navedenim granama industrije, međutim sadržaj teških metala u njemu pre svih Pb (50 ppm), Ni (25 ppm) i Cd (6 ppm) koji je relativno visok, mu unekoliko ograničava primenu kao punioca u određenim granama industrije.

Prema svemu navedenom krečnjak iz ležišta “Maljat- Danilovgrad se može primeniti:

- u industriji boja i lakova; gde se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti može svrstati u skladu sa zahtevima tržišta datih standardom (Prilog 1, SRPS B.B6.032) u visokokvalitetnu sirovinu,
- u industriji papira; gde se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti može svrstati u skladu sa zahtevima tržišta datih standardom (Prilog 3, SRPS B.B6.033) u A, B i C klasu kvaliteta, dok za najvišu D klasu ne zadovoljava stepenom beline
- u industriji gume i PVC-a; gde zadovoljava najvišu klasu kvaliteta u skladu sa zahtevima tržišta datih standardom (Prilog 4, SRPS B.B6.031)
- u livarskoj industriji; gde se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti može svrstati u skladu sa zahtevima tržišta datih standardom (Prilog 5, SRPS B.B6.012) u najkvalitetniju I klasu
- u industriji šećera gde se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti može svrstati u skladu sa zahtevima tržišta datih standardom (Prilog 6, SRPS B.B6.013) u najkvalitetniju I klasu
- u metalurgiji; gde se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti može svrstati u skladu sa zahtevima tržišta datih standardom (Prilog 7, SRPS B.B6.011) u najkvalitetniju I klasu
- u proizvodnji stakla; zbog povećanog sadržaja  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  može se svrstati u IV i V klasu u skladu sa zahtevima tržišta datih standardom (Prilog 8, SRPS B.B6.020)
- za proizvodnju mineralnih đubriva; gde se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti može primeniti u skladu sa zahtevima proizvođača đubriva (Prilog 9, Azotara Pančevo)

Krečnjak iz ležišta "Maljat- Danilovgrad se ne može primeniti

- u farmaceutske i kozmetičke industriji; zbog povećanog sadržaja teških metala Pb i Cd u odnosu na zahteve tržišta definisane standardom (Prilog 2, SRPS B.B6.034)
- u proizvodnji stočne hrane; takodje se ne može koristiti zbog povećanog sadržaja teških metala Pb i Cd, što je za ovu svrhu veoma strogo definisano (Prilog 10, Sl.I. 31/78, 6/81, 2/90, 20/00)
- za neutralizaciju kiselih zemljišta; zbog povećanog sadržaja  $P_2O_5$  kao biogenog elementa i teških metala Pb, Ni i Cd, čiji je sadržaj veoma strogo definisan (Prilog 11, Sl.I. 60/2000)

#### **4.2 Procena kvaliteta krečnjaka "Maljat" –Danilovgrad, kao punioca, na osnovu zahteva potrošača za potrebnom krupnoćom (finoćom) sirovine**

Da bi se krečnjak iz ležišta "Maljat" mogao primeniti kao punioc u gore navedenim industrijama za koje kvalitetom zadovoljava, potrebno je da pored sadržaja korisnih i štetnih komponenti, za ove namene zadovoljava i odredjenom krupnoćom odnosno finoćom sirovine. Neke grane industrija zahtevaju da krečnjak koji se primenjuje bude veoma fino mikroniziran, dok druge zahtevaju sirovinu veće krupnoće čak krupno komadastu. Tako je za sledeće grane industrije potreban mleveni i mikronizirani krečnjak:

- za industriju boja i lakova; za A klasu 99,5% - 20 $\mu$ m, za B klasu 97% -20 $\mu$ m i 0,01% + 44 $\mu$ m.
- za industriju papira; za sve klase (A, B i C) finoća mora da bude 100% -45 $\mu$ m, pri tome za A klasu 75% -10 $\mu$ m, za B klasu 80% dok je za C klasu finoća 95% -10 $\mu$ m i 90% - 2 $\mu$ m.
- za industriji gume i PVC, zahteva se za A i B klasu kvaliteta da sirovina mora da bude finoće 99,5% -45 $\mu$ m, dok za C i D klasu gornja granična krupnoća krečnjaka kao sirovine treba da bude 45 $\mu$ m.
- za industriju stakla, pošto krečnjak "Maljat" odgovara IV i V klasi kvaliteta po hemijskom sastavu to je za ove klase kvaliteta krupnoća sirovine treba da bude sastavljena u 6 potklasa koje se kreću u rasponu od -1+0,1mm.
- za proizvodnju mineralnih đubriva, „Azotara”-Pančevo ne definiše posebno klasu krupnoće koju krečnjak treba da zadovolji za ovu namenu.

Dok je za sledeću primenu potrebno da krečnjak bude krupniji čak i komadast:

- za livarsku industriju, sirovina treba da bude krupnoće -50+30mm, s' tim da sadržaj sitneži -30 mm može da bude do 5%
- za industriju šećera, krečnjak treba da bude klasiran u 6 različitih potklasa krupnoće koje su u rasponu od -215+63mm, s'tim da maksimalni sadržaj sitneži u potklasi može da bude do 8%.

- za metalurgiju, se primenjuje krečnjak koji je sastavljen od 5 potklasa koje se kreću u rasponu od -70+0,1mm,

Na osnovu ovih različitih zahteva za krupnoćom sirovine, a s'obzirom na potrebu da šema tehnološkog postupka pripreme krečnjaka iz ležišta "Maljat", bude kocipirana tako da omogućava dobijanje najšire moguće palete proizvoda i njihovu primenu u što većem broju industrijskih grana, to je potrebno da se krupne klase krečnjak, prema zahtevanim sortimanima, izdvoje pre mlevenja.

## **5.0 Opis novog tehnološkog postupka prerade krečnjaka „Maljat“-Danilovgrad u cilju dobijanja punioca za različite grane industrije**

Krečnjak iz ležišta „Maljat“-Danilovgrad delimično se koristi za eksploataciju mermernih blokova, a osim toga zbog svog dobrog hemijskog sastava (tabela 8) može da se koristi i kao sirovina za dobijanje punioca za različite industrijske grane. Zato je potrebno da tehnološka šema pripreme krečnjaka „Maljat“ pored eksploatacije blokova sadrži, i deo postrojenja prerade kojim bi se dobijali proizvodi različite krupnoće za široku primenu u više grana industrije.

Način eksploatacije krečnjaka i dobijanje blokova u ležištu „Maljat“ je prikazan na slici 3. Eksploatacija blokova se obavlja standardnim postupkom bušenja lafetnom bušilicom i otsecanjem blokova dijamantskom testerom. Blokovi koji se otsecaju su u obliku prizme sa pravouganom osnovom stranica 3x1,5m, dužina 6m. Dobijeni blokovi se zatim seku na dva bloka dimenzija 3x1,5x3m, a zatim se još jednom seku po dužini i dobijaju se konačni komercijalni blokovi spremni za transport dimenzija 1,5x1,5x3m. Ovakvi proizvodi predstavljaju završno obradjene kamene blokove koji se dobijaju na kopu. Blokovi se transportuju do mesta za sečenje ploča koje se koriste za oblaganje kao arhitektonski kamen i koje se kasnije poliraju.

## **5.1 Tehnološke šeme dobijanja punioca na bazi krečnjaka „Maljat“-Danilovgrad**

### **5.1.1 Dobijanje punioca postupkom drobljenja i prosejavanje**

Kao sirovina za pripremu bi trebala da posluži ostatak posle rezanja blokova, sitnež nastala lomljenjem i rezanjem, delovi ležišta iz kojih se ne mogu vaditi blokovi kao i rubni delovi ležišta, iz kojih eksploatacija blokova nije moguća. Sirovina koja ne može da se eksploatiše u obliku blokova klase krupnoće -450+0,00mm odlazi u bunker primarne rude sa lančastim dodavačem (poz 1) ispod koga se nalazi vibro-dodavač sa rešetkom (poz 2) otvora 20mm, koja služi da se na njoj odvoji jalovina (zemlja, glina i sitna fakcija kamena). na ovaj način se na kopu dobija krečnjak klase krupnoće -450+20mm, koji se dalje prebacuje transportnom trakom T1 u deo pogona za drobljenje i prosejavanje.

Tehnološka šema je koncipirana na veoma fleksibilna način, tako da se u zavisnosti od potreba potrošača i kapaciteta prerade, proizvodnja odvija tako da se pojedine klase krupnoće dobijaju u odredjenom broju smena, a onda se u skladu sa potrebama premoščavanjem i povezivanjem tehnoloških pozicija dobijaju drugi proizvodi različitih klasa krupnoće.

Materijal transportnom trakom T1 dolazi preko nepokretne rešetke otvora 450mm (poz. 3) u primarni bunker pre drobljenja (poz. 4). Ispod bunkera se nalazi vibro dodavač sa rešetkom



veličine otvora 215mm (poz. 5), na kojoj se vrši odvajanje klase -215+20mm. Ova klasa se transportnom trakom T2 transportuje na vibro sito (poz. 6) otvora 63mm, kod koga nadrešetni proizvod (klasa -215+63mm) zadovoljava zahteve tržišta za industriju šećera. Ova klasa krupnoće se trakom T4 odvodi na sklad S1, gde se opciono koristi za dobijanje potrebnih sortimana za industriju šećera ili se može dalje usitnjavati i klasirati za primenu u drugim industrijama. Kada se želi dobiti potreban sortiman za industriju šećera onda se sirovina sa sklada S1 transportuje u bunker sa vibrododavačem (poz. 10 i 11). Iz bunkera sirovina odlazi na klasiranje na seriji vibro sita (poz. 12 i 13) veličine otvora 160, 135 i 90mm, na kojima se dobijaju četiri klase krupnoće -215+160mm; -160+135mm; -135+90mm i -90+63mm. Mešanjem ovih klasa u potrebnom odnosu dobija se proizvod koja predstavlja polaznu sirovinu u industriji šećera. Nadrešetni proizvod vibro rešetke (poz. 5) klasa krupnoće -450+215mm odlazi u čeljusnu drobilicu gde se usitnjava. Izdrobljena sirovina se trakom T3 odvozi na sklad S3 usitnjenog krečnjaka krupnoće -150+0,00mm. Sa sklada S3 ruda se prebacuje u sipku primarno izdrobljenog krečnjaka (poz. 14), odakle se preko člankastog dodavača dozira na transportnu traku T5 sa koje odlazi u pretovarni silos (poz. 16). Ispod pretovarnog silosa se nalazi vibracioni dodavač (poz 17.) pomoću koga se sirovina dozira na ulazu u udarnu drobilicu (poz. 18), gde dolazi do sekundarnog usitnjavanja krečnjaka na krupnoću -63 +0,00mm. Usitnjen krečnjak -63 mm, se posle udarne drobilice prebacuje transportnom trakom T6 u sabirni levak (poz. 19). Sa sklada S2 sirovina krupnoće -63+20mm se dodaje utovarnom lopatom u bunker (poz. 20) iz koga se preko vibracionog dodavača (poz. 21) dodaje na transportnu traku T8, koja ovu klasu prebacuje u sabirni levak (poz19) gde se meša sa usitnjenom sirovinom krupnoće -63+0,00mm. Iz sabirnog levka (poz19) sirovina pomenute krupnoće odlazi na klasiranje na seriji sita. Prvo se sirovina klasira na dvoetažnom situ (poz. 22), čije su veličine otvora 63mm gornje i 32mm donje mreže. Nadrešetni proizvod gornje mreže klasa krupnoće +63mm se preko transportne trake T9, pretovarnog silosa (poz. 23) i transportne trake T10 vraća u silos (poz. 16) iz koga odlazi na ponovno usitnjavanje na udarnu drobilicu. Podrešetni proizvod gornje mreže sita (poz. 22) i nadrešetni proizvod donje mreže sita (poz. 22), odnosno klasa krupnoće -63+32mm se izdvaja kao definitivni proizvod na sklad S13. Podrešetni proizvod donje mreže sita (poz. 22) klasa krupnoće -32+0,00mm, preko transportne trake T7 odlazi na dalje klasiranje na troetažnom situ (poz 24) kod koga su mreže veličine otvora 16; 8 i 4mm. Na ovaj način se na ovom situ (poz 24) kao nadrešetni proizvod gornje mreže dobija definitivni proizvod klase krupnoće -32+16mm, koji se preko transportne trake T11 odvozi na sklad S8. Podrešetni proizvod prve mreže sita (poz 24), a nadrešetni proizvod druge mreže istog sita, krupnoće -16+8mm takodje predstavlja definitivni proizvod koji se preko transportne trake T12 skladišti na skladu S9. Podrešetni proizvod druge mreže sita (poz 24), a nadrešetni proizvod treće mreže pomenutog sita, je klase krupnoće -8+4mm i takodje predstavlja definitivni proizvod koji se preko transportne trake T13 odlaze na sklad S10. Podrešetni proizvod zadnje mreže sita (poz 24) je krupnoće -4+0,00mm i ovaj proizvod se dodatno klasira na jednoetažnom situ (poz. 25) kod koga je mreža veličine otvora 1mm. Nadrešetni proizvod ovoga sita (poz. 25), predstavlja definitivni proizvod klase krupnoće -4+1mm, koji se preko transportne trake T14 skladišti na skladu S12, dok prosev ovoga sita predstavlja klasu krupnoće -1+0,00mm, koja se izdvaja na skladu S11, i ovaj proizvod predstavlja polaznu sirovinu za dobijanje potrebnih klasa krupnoće koje se koriste u industriji stakla. Da bi se dobile potrebne klase krupnoće za industriju stakla sirovina sa sklada S11, se klasira na troetažnom situ (poz. 26), čije mreže imaju veličine otvora 0,8, 0,63 i 0,4mm, i

dvoetažnom situ (poz. 27), čije mreže imaju veličine otvora 0,315 i 0,2mm. Na ovaj način se na prvom situ (poz. 26) dobijaju prosejavanjem tri proizvoda sledećih klasa krupnoće -1+0,8; -0,8+0,63 i -0,63+0,4 koje se skladište kao zasebni proizvodi na skladovima S14, S15 i S16. Prosev zadnje mreže sita (poz. 26), klasa krupnoće -0,4+0,00mm, predstavlja ulaz za prosejavnje na dvoetažnom situ (poz. 27), gde se takodje posle prosejavanja dobijaju tri proizvoda različitih krupnoća. Prvo se na prvoj mreži izdvaja klasa krupnoće -0,4+0,315mm koja se odlaže na skladu S17, na drugoj mreži se izdvaja klasa krupnoće -0,315+0,2mm koja se odlaže na skladu S18, i kao prosev donje mreže se dobija klasa -0,2+0,00mm koja se izdvaja na skladu S19.

Sirovina krupnoće -32mm iz pogona za drobljenje i prosejavanje odlazi na mlevenje radi dobijanja samlevenog proizvoda koji se koristi kao punioc u različitim granama industrije koje zahtevaju mikroniziranu sirovinu i za koju krečnjak „Maljat“ odgovara svojim kvalitetom. Za mlevenje se kao polazna sirovina koristi prosev sita (poz. 22) ili se opciono može slati na mlevenje isklasirana sirovina sa bilo kog sklada od S8 do S12.

### **5.1.2 Dobijanje punioca postupkom mlevenje i klasiranje**

Deo sirovine posle drobljenja odlazi na mlevenje a zatim na finu mikronizaciju i klasiranje u cilju dobijanja klasa krupnoće krečnjaka koje se mogu primeniti kao punioci u različitim granama industrije. Tehnološka šema mlevenja sa mikronizacijom i klasiranjem kojom je moguće dobiti sve ove proizvode prikazana je na slici 5.

Sirovina krupnoće -32mm se transportnom trakom T16 skladišti u silos (poz. 28), iz koga transportnom trakom T17 odvozi u mlin (poz. 29) na mlevenje. Samlevena sirovina krupnoće -100 $\mu$ m se izvlači iz mlina ventilatorom (poz. 30) i transportuje na klasiranje aerociklonom (poz. 31). Preliv aerociklona (poz. 31) predstavlja klasu krupnoće -40+0,00 $\mu$ m i ovaj proizvod se ventilatorom (poz. 32) prebacuje u silos mikronizirane sirovine (poz. 37). Pesak aerociklona (poz. 31) koji predstavlja klasu krupnoće -100+40 $\mu$ m, odlazi na skladištenje u silos (poz. 33), odakle se pneumatskim transportom pomoću ventilatora (poz. 34) transportuje do mikronizera (poz. 35) u kome se sirovina mikronizira na finoću -40+0,00  $\mu$ m i pomoću ventilatora (poz. 36) se prebacuje u silos mikronizirane sirovine (poz. 37). Iz silosa mikronizirane sirovine (poz. 37) sirovina se odvodi na klasiranje na seriju aerociklona (poz. 39, 40 i 41), gde su aerocikloni povezani tako da preliv prvog aerociklona (poz 39) u seriji predstavlja ulaz drugog (poz. 40), a preliv drugog ulaz trećeg (poz. 41). Na ovaj način se dobijaju četiri definitivna proizvoda od kojih tri predstavljaju pesak svakog od aerociklona (poz. 39, 40 i 41), a četvrti proizvod je preliv trećeg aerociklona (poz.41). Pesak prvog aerociklona (poz. 39) je klasa krupnoće -40+20 $\mu$ m koja odlazi u silos sa mašinom za pakovanje (poz. 42), pesak drugog ciklona (poz. 40) je krupnoće -20+10 $\mu$ m i on odlazi u silos sa mašinom za pakovanje (poz. 43), pesak trećeg ciklona (poz. 41) je krupnoće -10+5 $\mu$ m i on odlazi u silos sa mašinom za pakovanje (poz. 44), preliv zadnjeg ciklona (poz. 41) je klasa krupnoće -5+0 $\mu$ m koja odlazi u silos sa mašinom za pakovanje (poz. 45).

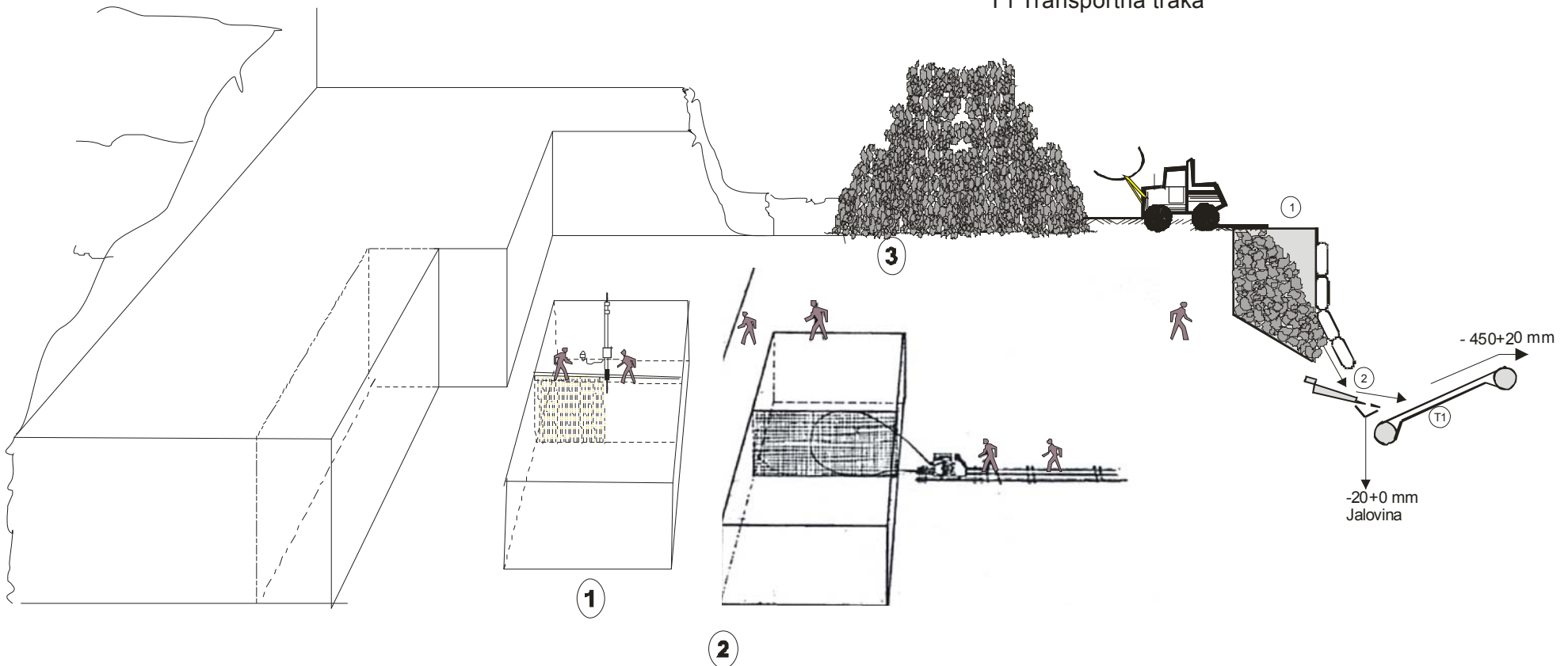
Da bi se dobili punioci od ovih klasa potrebno je:

- za industriju boja i lakova koristiti klase krupnoće -20+0  $\mu$ m,
- za industriju papira za A klasu kvaliteta koristiti se finoća 75% -10  $\mu$ m, a za C klasu kvaliteta finoća 100% -10  $\mu$ m
- za industriji gume i PVC koristiti klase krupnoće -40+0  $\mu$ m

## POVRŠINSKI KOP - KREČ NJAK

Legenda:

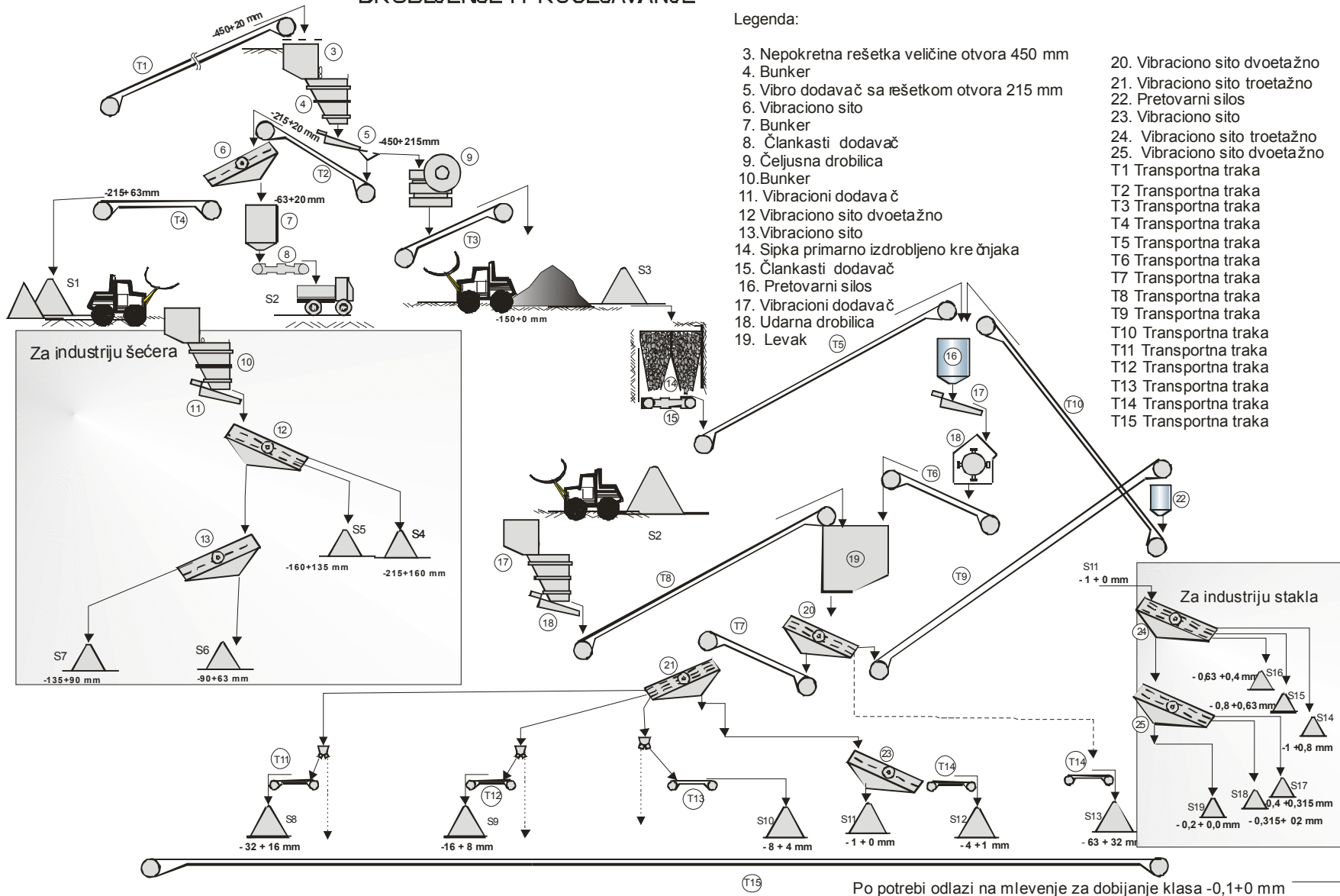
- 1. Bunker
- 2. Vibro dodavač sa rešetkom otvora 20 mm
- T1 Transportna traka



1. Bušenje lafetnom bušilicom
2. Sečenje oborenog primarnog bloka sa dijamanskom žčanom testerom
3. Krečnjak predviđen za usitnjavanje

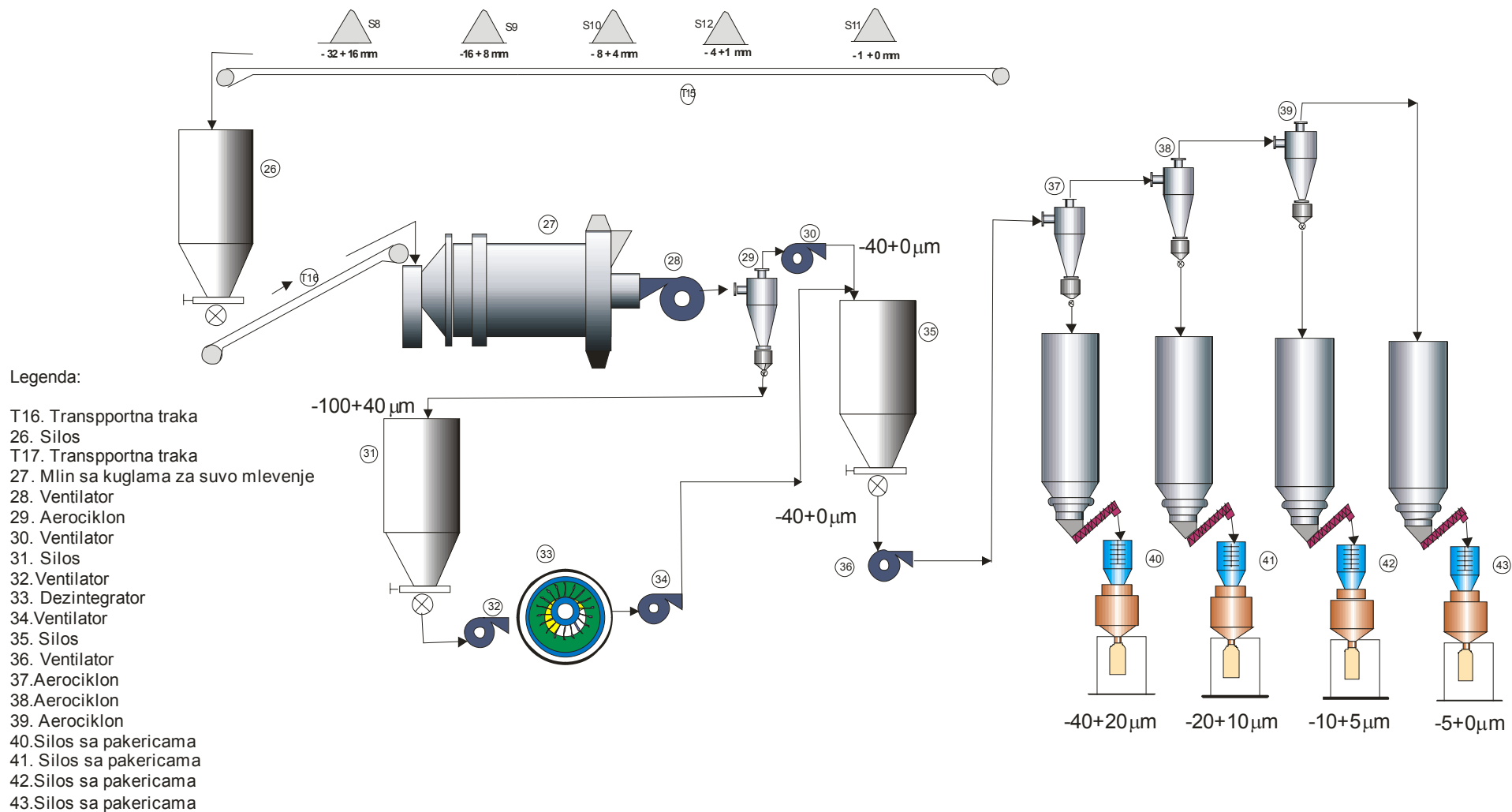
Slika 3. Eksploatacija krečnjaka i sečenje blokova na površinskom kopu ležišta „Maljat”-Danilovgrad

**DROBLJENJE I PROSEJAVANJE**



Slika 4. Tehnološka šema drobljenja i prosejavanja krečnjaka ležišta „Maljat“-Danilovgrad

### MLEVENJE I KLASIRANJE



Slika 5. Tehnološka šema mlevenja i klasiranja krečnjaka ležišta „Maljat“-Danilovgrad

## **5.2. Zaključak obavljenih ispitivanja**

Krečnjak iz ležišta „Maljat“-Danilovgrad svojim fizičko-hemijskim i mineraloškim osobinama zadovoljava uslove propisane standardima o korišćenju kalcijum karbonata kao punioca u: industriji boja i lakova; industriji papira; industriji gume i PVC; industriji stakla; proizvodnji mineralnih đubriva; livarskoj industriji; industriji šećera i metalurgiju. Na osnovu kvaliteta sirovine iz ležišta „Maljat“-Danilovgrad dato je tehničko-tehnološko rešenje, u okviru koga su ispitani načini i mogućnosti da se iz ove sirovine dobiju punioci za nabrojane namene. U skladu sa ovim ispitivanjima date su tehnološke šeme u kojima je obuhvaćena primena sve potrebne opreme i uređaja kao i njihova dispozicija u cilju dobijanja punioca iz krečnjaka „Maljat“-Danilovgrad.

## **6.0. Podrška privrednih subjekata**

„J.U. Zavod za geološka istraživanja“- Crne Gore iz Podgorice podržava realizaciju ovog programa podržava realizaciju ovog programa koji je proistekao iz angažovanja na dva projekta TR 31003 i TR34013 koje finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije u periodu 2011-2014.

Razlog: Primenom ovog tehnološkog rešenja, dobijeni su osnovni podaci o mogućnosti korišćenja krečnjaka „Maljat“-Danilovgrad kao punioca u različitim granama industrije. Eksploatacija krečnjaka i njegova proizvodnja i primena kao tehničko-gradjevinskog kamena je mala, a kao punioca praktično minorna u odnosu na ogromne rezerve krečnjaka koje postoje u Crnoj Gori. Na osnovu obavljenih ispitivanja utvrđeno je da se od krečnjaka „Maljat“-Danilovgrad mogu dobiti punioci za sledeće grane industrije: industriju boja i lakova; za industriju papira; industriji gume i PVC; industriju stakla; proizvodnju mineralnih đubriva; livarsku industriju; industriju šećera i metalurgiju.

Primenom ovoga tehnološkog rešenja dobili bi se brojni pozitivni efekti koji bi se multiplikovali na širem planu u odnosu na mesto njegov primene. Kao prvo prestalo bi korišćenje ove sirovine visokog kvaliteta kao najjeftinijeg tehničko-gradjevinskog kamena, a dobili bi se proizvodi višeg tehnološkog nivoa prerade čime bi se proširila paleta proizvoda koji se mogu dobiti iz ove sirovine odnosno dobila bi se sirovinska baza za sve prethodno pomenute industrije. Takodje primenom ovog tehnološkog rešenja dobio bi se povećani efekat uposlenosti, i to naročito visokoobrazovanih kadrova koji će primenom nove tehnologije usvajati i nova tehnološka znanja. Dobijanjem široke palete punioca za različite grane industrije dobili bi se proizvodi koji su po jedinici mase daleko skuplji od dosada korišćenih proizvoda čak i do 10 puta.

## **7.0. Literatura**

1. Izveštaj o ispitivanju krečnjaka sa područja Bjelopavlića Crna Gora, za primenu kao punioca u različitim granama industrije, Arhiva ITNMS, Beograd, 2011.

2. Živko T. Sekulić: “Kalcijum karbonatne i kvarcne sirovine i njihova primena“, Monografija, ISBN 978-86-82867-24-1, ITNMS, Beograd, 2011., str. 21-75.
3. <http://geology.com/usgs/limestone/>
4. [www.patentgenius.com/patent/4026762](http://www.patentgenius.com/patent/4026762)”Use of ground limestone as a filler in paper”
5. [http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/stone\\_crushed/mcs-2010-stonc.pdf](http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/stone_crushed/mcs-2010-stonc.pdf)
6. [www.specialtyminerals.com/fileadmin/user\\_upload/mti/DataSheets/S-PM-AT-177%20pvc%20fillers%20bro.pdf](http://www.specialtyminerals.com/fileadmin/user_upload/mti/DataSheets/S-PM-AT-177%20pvc%20fillers%20bro.pdf)
7. [http://en.wikipedia.org/wiki/Filler\\_%28materials%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Filler_%28materials%29)
8. C.A. Young, J.D. Miller, *Int. J. Miner. Process.*, 58 (2000) 331–350.
9. [www.minweb.co.uk/carbonates/calcite.html](http://www.minweb.co.uk/carbonates/calcite.html)
10. <http://webmineral.com/data/Calcite.shtml>
11. <http://en.wikipedia.org/wiki/Calcite>,
12. Lešić Đ., Marković S.: “Priprema mineralnih sirovina”, Beograd, 1968.
13. Čalić N.: “Teorijski osnovi pripreme mineralnih sirovina”, Beograd, 1990.
14. Pavlica J., Draškić D.: “Priprema nemetaličnih mineralnih sirovina”, Rudarsko-Geološki fakultet, Beograd, 1997.
15. Zahtevani kvalitet prirodnog kalcijum karbonata za upotrebu u industriji boja i lakova (SRPS B.B6.032)
16. Zahtevani kvalitet kalcijum karbonata za upotrebu u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji (SRPS B.B6.034)
17. Zahtevani kvalitet kalcijum karbonata za upotrebu u industriji papira (SRPS B.B6.033)
18. Zahtevani kvalitet kalcijum karbonata za upotrebu u industriji gume i PVC (SRPS B.B6.031)
19. Zahtevani kvalitet kalcijum karbonata za livarske svrhe (SRPS B.B6.012)
20. Zahtevani kvalitet kalcijum karbonata za upotrebu u industriji šećera (SRPS B.B6.013)
21. Zahtevani kvalitet kalcijum karbonata za metalurške svrhe (SRPS B.B6.011)
22. Zahtevani kvalitet kalcijum karbonata za proizvodnju stakla (SRPS B.B6.020)
23. Zahtevani kvalitet kalcijum karbonata za mineralno đubrivo (prema zahtevima proizvodnje koje propisuje Azotara Pančevo)
24. Zahtevani kvalitet kalcijum karbonata za upotrebu u industriji stočne hrane (prema zahtevima datim u Sl.l. 31/78, 6/81, 2/90, 20/00)
25. Zahtevani kvalitet kalcijum karbonata za neutralizaciju kiselih zemljišta (prema zahtevima datim u Sl.l. 60/2000)

**Prilozi za tehničko-tehnološko rešenje:  
Kvaliteti krečnjaka "Maljat"- Danilovgrad kao punioca prema standardima  
koji se koriste u pojedinim granama industrije:**

1. Industriji boja i lakova (SRPS B.B6.032)
2. Farmaceutska i kozmetička industriji (SRPS B.B6.034)
3. Industrija papira (SRPS B.B6.033)
4. Industrija gume i PVC (SRPS B.B6.031)
5. Za livarstvo (SRPS B.B6.012)
6. Industrija šećera (SRPS B.B6.013)
7. Za metalurške svrhe (SRPS B.B6.011)
8. Staklarska industrija (SRPS B.B6.020)
9. Za proizvodnju mineralnog đubriva (Azotara Pančevo)
10. Industrija stočne hrane (Sl.I. 31/78, 6/81, 2/90, 20/00)
11. Za neutralizaciju kiselih zemljišta (Sl.I. 60/2000)



## Standardi za korišćenja krečnjaka kao punila

U okviru priloga dat je pregled standarda za korišćenje krečnjaka za različite garane industrije. Uzimani su o obzir i unošeni dobijeni podaci kao što su: hemijski sastav, upijanje ulja, belina i druge nepromenljive karakteristike, ali nije granulato-sastav za dati uzorak jer se potrebna finoća može dobiti dodatnim mlevenjem i klasiranjem.

### 1. Industrija boja i lakova

Zahtevani kvalitet prirodnog kalcijum karbonata za upotrebu u industriji boja i lakova (SRPS B.B6.032)							Oznaka uzorka
Osobina	Kvalitet						Krečnjak "Maljat"
	A	B	C	D	E		
Spoljni izgled	Beo prah bez mehaničkih primesa						Beo prah bez mehaničkih primesa
Ostatak na situ sa otvorima u $\mu\text{m}$ , u % mase, najviše	125	-	-	-	-	-	
	90	-	-	-	0,01	0,01	
	63	-	-	0,01	0,50	1,00	
	44	-	0,01	0,10	1,50	5,00	
	20	0,50	3,00	30,0	50,0	75,00	
Stepen beline prema MgO	80		75			93,40	
Upijanje ulja u %, najviše	25		22			13,00	
Sadržaj vlage na 105°C u %, najviše	0,5		0,3				
Upijanje vode u %, najviše	35						19,20
Hemijski sastav	Gubitak žarenjem na 1000°C, u %	42,0 do 44,5					43,85
	Sadržaj CaO, u %	52,0 do 55,5					55,42
	pH vrednost vodene suspenzije	8 do 10					9,40

## 2. Farmaceutska i kozmetička industrija

Zahtevani kvalitet kalcijum karbonata za upotrebu u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji (SRPS B.B6.034)		Oznaka uzorka
		Krečnjak "Maljat"
Izgled	beo prah bez mirisa i ukusa	Beo prah bez mirisa i ukusa
Raspodela čestica	100 % -45 $\mu$ m	
	95 % -20 $\mu$ m	
	90 % -10 $\mu$ m	
Nasipna masa, g/cm <sup>3</sup>	0,6 – 1,1	
Stepen beline (MgO=100%)	90	93,40
Upijanje vode (%)	0,2 – 0,5	
Sadržaj CaCO <sub>3</sub> (min.)	98	98,91
Sulfati, hloridi, gvožđe, aluminijum, magnezijum, alkalije	radi se prema Ph Jug. IV.	
Primeše rastvorljive u vodi (mg)	10	
Gubitak na 105°C	1	
pH 10% suspenzije	9 – 10	9,40
Sadržaj teških metala (mg/kg):		Sadržaj teških metala (mg/kg)
As	5	/
Cd	2	6
Hg	3	/
Pb	30	50
Cr	100	6,5
Ba	100	

### 3. Industrija papira

Zahtevani kvalitet kalcijum karbonata za upotrebu u industriji papira (SRPS B.B6.033)						Oznaka uzorka	
Osobina			Kvalitet				Krečnjak "Maljat"
			A	B	C	D	Sadržaj, u %
Prolazi kroz sita, u % (min.)	Sito prema standardu JUS L.J9.010	45µm	100,0	100,0	100,0	100,0	
		20µm	80,0	95,0	99,9	99,9	
	Utvrđena granična krupnoća	10µm	75,0	80,0	95,0	97,0	
		2µm	/	30,0	90,0	95,0	
Stepen beline (MgO=100%) (min R46), u % najmanje			80	85	86	90	
Stepen beline (MgO=88,5%), u % najmanje			83	87	90	94	93,40
Sadržaj vlage na 105°C u %, najviše			0,3	0,3	0,3	0,3	0
Abrazivnost po Brojnigu pri proizvodnji na metalnim sitima, u mg, najviše			20	10	4	2	
Hemijski sastav	CaCO <sub>3</sub> , u %, najmanje		98	98	98	98	98,91

#### 4. Industrija gume i PVC

Zahtevani kvalitet kalcijum karbonata za upotrebu u industriji gume i PVC (SRPS B.B6.031)						Oznaka uzorka
						Krečnjak "Maljat"
Osobina		Kvalitet				
		A	B	C	D	
Ostatak na situ, u % najviše	125 $\mu$ m	0,005	0,005	0,1	0,1	
	45 $\mu$ m	0,5	0,5	5,0	5,0	
Boja		odgovarajuća, prema uzorku ili boja prema zahtevu navedenom u porudžbini - belina				
CaCO <sub>3</sub> , u %, najmanje (u suvom uzorku)		98	96	98	96	98,91
Materije isparljive na 105°C, u %, najviše		0,4	0,4	0,4	0,4	
Nerastvorljive materije u HCl, u %, najviše		1,5	3,0	1,5	3,0	
Gubitak žarenjem na 1000°C, u % (u suvom uzorku)		43 do 44,5	42 do 44,5	43 do 44,5	42 do 44,5	43,85
Alkalitet, u %, najviše (preračunato na Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )		0,03	0,03	0,03	0,03	
Ukupni bakar, u ppm, najviše		15	30	15	30	5
Ukupni mangan, u ppm, najviše		50	400	50	400	16,5
Ukupno gvožđe, u ppm, najviše		300	1000	300	1000	157

## 5. Livarska industrija

Zahtevani kvalitet kalcijum karbonata za livarske svrhe (SRPS B.B6.012)			Oznaka uzorka
Osobina	Klasa		Krečnjak "Maljat"
	I	II	
Komponente	Sadržaj, u %		Sadržaj, u %
CaO, najmanje	54,0	50,0	55,42
MgO, najviše	1,0	3,0	0,320
SiO <sub>2</sub> , najviše	1,0	2,0	0,27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , najviše	2,0	3,0	0,048
S, najviše	0,03	0,05	<0,01
Ukupna količina primesa, najviše	3,0	6,0	0,41
Izgled i fizičke osobine	mora da bude u komadima, kompaktan i čvrst		
	Trebalo da bude čist sa što manje mehaničkih primesa (ilovača, humus, glina i dr.)		
Krupnoća	komadi treba da budu od 30 do 50 mm		
	dozvoljeno je najviše 5% komada vel. ispod 30mm		

## 6. Industrija šećera

Zahtevani kvalitet kalcijum karbonata za upotrebu u industriji šećera (SRPS B.B6.013)			Oznaka uzorka
Osobina	Klasa		Krečnjak "Maljat"
	I	II	
Komponente	Sadržaj, u %		Sadržaj, u %
CaO, najmanje	54,35	53,23	55,42
CaCO <sub>3</sub> , najmanje	97,00	95,00	98,91
MgO, najviše	0,72	1,43	0,320
MgCO <sub>3</sub> , najviše	1,50	3,00	0,672
CO <sub>2</sub> , najmanje	43,43	43,34	43,49
SiO <sub>2</sub> , najviše	0,80	1,00	0,27
Ostatak (R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), max	0,70	1,00	0,048
Glina i humus	0,5	0,5	
Granulometrijski sastav za pojedine potklase			
Potklasa, mm	Gornja granična krupnoća, mm (100% manje od)		
- 90 + 63	112		
- 125 + 63	140		
- 125 + 80	140		
- 135 + 90	150		
- 160 + 80	180		
- 195 + 135	215		
Prosev kroz gornje granično sito za potklase, u %, najmanje	95		
Prosev kroz donje granično sito za potklase, u %, najviše	8		
Donja granična krupnoća, mm (100% veće od)	0		

## 7. Metalurgija

Zahtevani kvalitet kalcijum karbonata za metalurške svrhe (SRPS B.B6.011)				Oznaka uzorka
Osobina	Kvalitet			Krečnjak "Maljat"
	I	II	III	
Komponente	Sadržaj, u %			Sadržaj, u %
CaO, najmanje	52,0	50,0	48,0	55,42
MgO, najviše	1,0	1,5	2,5	0,320
SiO <sub>2</sub> , najviše	1,0	1,5	2,0	0,27
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , najviše	2,0	2,5	3,0	0,048
P, najviše	0,03	0,03	0,04	0,0136
S, najviše	0,03	0,03	0,04	<0,01
Potklasa, mm	Karakteristike potklasa			
- 1,00 + 0,10	Prosev kroz gornje granično sito za potklase, u %, najmanje		70	
	Prosev kroz donje granično sito za potklase, u %, najviše		25	
	Gornja granična krupnoća, mm (100% manje od)		3,15	
	Donja granična krupnoća, mm (100% veće od)		0	
- 3,15 + 0,00	Prosev kroz gornje granično sito za potklase, u %, najmanje		93	
	Prosev kroz donje granično sito za potklase, u %, najviše		0	
	Gornja granična krupnoća, mm (100% manje od)		5,6	
	Donja granična krupnoća, mm (100% veće od)		0	
- 20,00 + 10,00	Prosev kroz gornje granično sito za potklase, u %, najmanje		90	
	Prosev kroz donje granično sito za potklase, u %, najviše		10	
	Gornja granična krupnoća, mm (100% manje od)		30	
	Donja granična krupnoća, mm (100% veće od)		0	
- 40,00 + 20,00	Prosev kroz gornje granično sito za potklase, u %, najmanje		90	
	Prosev kroz donje granično sito za potklase, u %, najviše		5	
	Gornja granična krupnoća, mm (100% manje od)		50	
	Donja granična krupnoća, mm (100% veće od)		0	
- 71,00 + 31,50	Prosev kroz gornje granično sito za potklase, u %, najmanje		95	
	Prosev kroz donje granično sito za potklase, u %, najviše		10	
	Gornja granična krupnoća, mm (100% manje od)		80	
	Donja granična krupnoća, mm (100% veće od)		20	

## 8. Proizvodnja stakla

Zahtevani kvalitet kalcijum karbonata za proizvodnju stakla (SRPS B.B6.020)							Oznaka uzorka
Osobina	Kvalitet						Krečnjak "Maljat"
	Ekstra	I	II	III	IV	V	
Komponente	Sadržaj, u %						Sadržaj, u %
CaO, najmanje	55,50	55,00	55,00	55,00	54,00	54,00	55,42
MgO, najviše	0,10	0,30	0,50	0,80	1,20	1,50	0,320
SiO <sub>2</sub> , najviše	0,05	0,10	0,30	0,50	0,80	1,00	0,27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , najviše	0,01	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,0047
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , najviše	0,001	0,002	0,003	0,020	0,050	0,100	0,043
Veličina zrna, mm	Klase kvaliteta						
	A			B			
	Sadržaj, u %						
- 0,100+0,000	do 5			do 5			
- 0,200+0,100	10 do 20			10 do 20			
- 0,315+0,200	30 do 80			30 do 90			
- 0,400+0,315	10 do 40			20 do 80			
- 0,630+0,400	1 do 5			12 do 30			
- 0,800+0,630	do 0,5			8 do 20			
- 1,000+0,800	0			do 4			
- 1,250+1,000	0			do 2,5			
+1,250	0			0			
Sadržaj vlage, u %, najviše				0,5			



## 9. Proizvodnja mineralnih đubriva

Zahtevani kvalitet kalcijum karbonata za mineralno đubrivo (Azotara Pančevo)		Oznaka uzorka
		Krečnjak "Maljat"
Komponente	Sadržaj, u %	Sadržaj, u %
CaO	49,000 – 55,887	55,42
MgO	tr. i više	0,320
SiO <sub>2</sub>	0,6 – 3,0	0,27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , najviše	0,68	0,0047
H <sub>2</sub> O	0,02 – 0,20	0
G.Ž., najviše	43,57	43,85

## 10. Stočna hrana

Zahtevani kvalitet kalcijum karbonata za upotrebu u industriji stočne hrane (Sl. 31/78, 6/81, 2/90, 20/00)			Oznaka uzorka	
Osobina			Krečnjak "Maljat"	
Boja	Bela ili svetlo siva			
Miris	Bez mirisa			
Sadržaj klase -100µm (%)	100			
CaCO <sub>3</sub> (%)	min 94		98,91	
voda (%)	< 2			
Mg soli (%)	< 2		0,67	
CaO	53		55,42	
MgO	1		0,320	
SiO <sub>2</sub>	5		0,27	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,2		0,043	
Strane primese (pesak, glina i dr) (%)	< 1			
Pb, ppm	Krmne smeše i hraniva	10	50	
	Fosfatna min. hraniva	30		
Cu, ppm	Krmne smeše za	telad do 6 nedelja	30	5
		ovce	12	
		svinje do 16 nedelja	200	
		ostale kategorije svinja	125	
		ostale domaće životinje	50	
Mn, ppm	250		16,5	
Zn, ppm	2000			
Cd, ppm	0,5		6	
Nerastvorno u HCl,%	1			

## 11. Neutralizacija kiselih zemljišta

Zahtevani kvalitet kalcijum karbonata za neutralizaciju kiselih zemljišta (Sl.l. 60/2000)			Oznaka uzorka
Osobina	prah, drap boje, bez mirisa		Krečnjak "Maljat"
Izgled			
Sadržaj vlage na 105°C u %,	0,06		
Rastvorljivost u HCl, u %	97,8		
Granulacija, u %	+0,5 mm	82	
	-0,5+0,1mm	18	
Biogene komponente			
Komponenta	Sadržaj		Sadržaj
CaCO <sub>3</sub> , u %	94,00		98,91
CaO, u %	53,62		55,42
MgO, u %	0,40		0,320
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , u %	0,014		0,0312
K <sub>2</sub> O, u %	0,009		0,0014
Fe, u mg/kg	276		157
Mn, u mg/kg	44		16,5
Zn, u mg/kg	21		
Cu, u mg/kg	7		5
Co, u mg/kg	12		
Štetni teški metali			
Cr, u mg/kg	8,0		6,5
Pb, u mg/kg	12,0		50
Ni, u mg/kg	1,1		25
Cd, u mg/kg	0,0		6

**Authors:**

1. dr Dragan S. Radulović, bachelor engineer of mining
2. Branislav Ivošević, consultant
3. dr Živko Sekulić, Research Fellow
4. dr Mirjana Stojanović, Research Fellow
5. dr Aleksandra Daković, Research Fellow
6. Milan Kragović, research Associate

ИНСТИТУТ ЗА ТЕХНОЛОГИЈУ НУКЛЕАРНИХ  
И ДРУГИХ МИНЕРАЛНИХ СИРОВИНА СА П.О.  
Број 4/81-1  
21. 06. 2012 год.  
Београд  
Франше Д'Еперс-а 86. пошт. факс 39

**TECHNOLOGICAL SOLUTION****M 81 - NEW PRODUCT TECHNOLOGY AT THE INTERNATIONAL LEVEL**

**The new technological process of obtaining fillers for use in  
different industries based on limestone deposits from "Maljat"-  
Danilovgrad**

**Content:**

	<b>page</b>
1.0 Subject of examination .....	3
2.0 Characteristics of the layers of limestone Maljat-Danilovgrad.....	4
3.0 Experimental work.....	6
3.1 Determining the physical properties of the starting sample.....	6
3.2 Preparation of test samples for technology examination.....	8
3.3 Determination of particle size composition of the minced sample.....	8
3.4 Determination of the degree whiteness.....	8
3.5 Determination of water and oil absorption.....	8
3.6 DT/TG analysis to the 1000 <sup>0</sup> C.....	9
3.7 Chemical analysis.....	10
4.0 Assessing the quality and possibilities of application of limestone "Maljat"- Danilovgrad as fillers .....	11
4.1 Assessing the quality of limestone "Maljat"-Danilovgrad, as a filler, based on the chemical composition.....	11
4.2 Assessing the quality of limestone "Maljat"-Danilovgrad, as fillers, based on the requirements necessary for the coarseness (fineness) of raw material ....	12
5.0 Description of a new production process for processing limestone "Maljat" Danilovgrad in order to obtain a filler for various industries.....	13
5.1 Technological scheme of obtaining fillers based on limestone "Maljat"-Danilovgrad .....	13
5.1.1 Getting the filler process of crushing and sieving .....	13
5.1.2 Getting the filler process of grinding and classification.....	15
5.2. The conclusion of performed examinations .....	19
6.0. Support for businesses .....	19
7.0. Literature.....	19
Appendix .....	21



## **1.0 The subject of examination**

The subject of examination of technical solutions, to define the optimal parameters of the technological process of obtaining fillers based on limestone, localities "MALJAT" - Danilovgrad, for application in different industries and according to applicable standards governing this field.

The Republic of Montenegro has large reserves of limestone. Limestone deposits are widespread in both coastal and southern parts of the Republic, and to the border with Albania and Herzegovina, while the occurrences of limestone in the northern part are less. Despite the fact that Montenegro has large reserves of limestone that are related to a large part of the territory of the Republic, they are to this day relatively little use. Mainly limestone on the territory of Montenegro used in the construction industry as well as technical- construction (TC) and partly as an architectural - construction (AC) rock.

Especially because of increasing use of limestone in the world, in different industries in both the micronized and in pieces condition, to the competent Ministry and Montenegro began to consider this issue. Global production of limestone for different purposes was 2010th at the level of about 4 billion tons, of which 60 million tons was used as filler for various industries. Price depends on the quality of the limestone raw material as well as its granulation. So the price of crushed limestone which is classed about 7 € / t, while the price of ground limestone high whiteness and fineness - 40 μm (50% -10 mil) of 80-90 € / t, measuring-10μm (50% - 2μm) about 130 € / t. More and more applied and calcium carbonate nano fineness which may be obtained from natural raw materials by precipitation or whose value on the world market is around 240 € / t. Since it is obvious that calcium carbonate as a filler has a far higher price than in pieces condition, and to the competent institutions of Montenegro initiated the through the use of limestone "J.U. Geological Survey" - Montenegro from Podgorica from which such eminent professional institution takes care of all mineral resources in the territory of the Republic. In this way the "J.U. Geological Survey" - took a key role in the investigation of additional features of the evaluation of potentially significant mineral resources.

Since 2008. The ITNMS from Belgrade, at the request of "J.U. Geological Survey" - Montenegro from Podgorica, continually performing possibilities of limestone as a filler in various industries. For these tests, "J.U. Geological Survey" - Montenegro delivered a ITNMS in limestone samples taken from different deposits in the territory of Montenegro, and to the area of Bar and Ulcinj, and Luštica and Grbalj areas, and areas Bjelopavlici. To determine the applicability of limestone from different deposits in the territory of Montenegro as a filler were carried out following tests: their potential micronization determination of particle size-composition, chemical analysis, water and oil absorption, thermal (DTA / TGA) analysis and determination of the degree of whiteness . Based on the obtained results of the analysis was performed to assess the possibility of its use in accordance with the standards (SRPS) that define the quality features that should satisfy limestone that could be used as a filler in the following industries:

- Industrial paints and varnishes (SRPS B.B6.032)
- In the pharmaceutical cosmetic industries (SRPS B.B6.034)
- In the paper industry (SRPS B.B6.033)
- In the rubber and PVC industry (SRPS B.B6.031)
- In casting (SRPS B.B6.012)
- In the sugar industry (SRPS B.B6.013)
- For metallurgical purposes (SRPS B.B6.011)

- For the manufacture of glass (SRPS B.B6.020)
- For fertilizer (Fertilizer Plant Pancevo)
- Quality of calcium carbonate for use in animal feed industry (according to the requirements set out in Sl.I. 31/78, 6/81, 2/90 20/00)
- Quality of calcium carbonate to neutralize acid soils (according to the requirements set out in Sl.I. 60/2000)

Since these tests established that some samples of limestone meet their quality characteristics used in certain industries, "J.U. Geological Survey" - Montenegro from Podgorica, through June 2011. The requested a ITNMS to explore the possibility of obtaining such products industrial conditions in the limestone from deposits "Maljat"-Danilovgrad. Based on performed by the procedures of preparation of mineral raw materials, before crushing, micronization and classification (separation), defined as innovated technological scheme of the process in which all devices are provided by equipment and its disposal in order to obtain the product according to the above standards for fillers.

These investigations were carried out under the project TR 31003 TR34013 funded by the Ministry of Education and Science of the Republic Serbia in the period 2011-2014.

## **2.0 Characteristics of the deposit of architectural –building stone Maljat-Danilovgrad**

### **The geographical position**

The deposit of architectural technical- construction stone "Maljat" is located in the central part of Montenegro, on the left side of the river Zeta, 3 km northwest from place Spuž and administratively belongs to the municipality Danilovgrad. Southeast of the from deposits architectural - building stone "Maljat", a distance of about 1 km as the crow flies, is the cradle of architectural-building and technical- construction stone "Visočica" factory for the production of lime with supporting facilities. Hill Maljat or open pit architectural technical-construction stone "Maljat", is connected to a dirt road about 1.5 km in length with an asphalt road leading to the factory for the manufacture of lime. The deposit "Maljat" is located about 4 km from the intersection of roads Podgorica-Spuž-Danilovgrad Spuž-Martinići-Danilovgrad. With Podgorica and Danilovgrad associated with the old asphalt. From Podgorica is located about 14 km from Danilovgrad about 12 km. The deposit is a gravel road about 7 km in length connected by Novo Selo, the highway Podgorica-Nikšić. The nearest railway station is in Spuz, away from the deposit "Maljat" about 5 km, and is located on the route of the railroad Podgorica-Nikšić.

### **Geological structure of the deposit**

The deposit architectural - building stone "Maljat" build fawne, light gray to whitish, banked, less massive, roughly graded bioclastic: biosparite, biointrasparite, biosparudite, biopelsparite, biointra-pelsparudite, biomicrosparite, biomicropelsparite biomicrocite. These carbonate sediments are rarely represented limestone dolomite and their transitional forms. Microscopically observed biogenic limestone rocks are presented. These limestones are used for the manufacture of commercial blocks, which are mainly sold in foreign markets to a lesser extent on the Montenegrin market, while one chapter deals with the operation of the concessionaire "Marble" AD from Danilovgrad, and is planned to be part of this limestone the deposit which can not be used as a decorative building stone, used as a technical- construction stone.



### Reserves and quality

Reserves in the deposit have been calculated by the method of parallel vertical profiles and reserves of commercial blocks are shown in table 1:

Table 1 Reserves of limestone blocks the deposit "Maljat"-Danilovgrad

Category of reserves	Geological reserves (m <sup>3</sup> )	Utilization of of reserves in blocks (%)	Exploitation reserves of commercial blocks (m <sup>3</sup> )
<b>A</b>	432 000	23	99 360
<b>B</b>	654 800	23	150 604
<b>C<sub>1</sub></b>	436 300	23	100 349
<b>A+B+C<sub>1</sub></b>	<b>1 523 100</b>	<b>23</b>	<b>350 313</b>

Mineral resources (architectural and building stone) in the deposit "Maljat" has the following indicators of quality are shown in table 2:

Physical and mechanical properties	unit measures	Bronumber of analysis	Min. average value	Max. average value	average value
<b>1. Compressive strength:</b>					
• in the dry state:	MPa	14	124,67	140,40	<b>136,18</b>
• in water saturation con.:	MPa	14	109,76	132,40	<b>125,98</b>
• after freezing:	MPa	6	104,15	136,40	<b>123,77</b>
<b>2. Bending strength</b>	MPa	14	14,50	18,23	<b>16,33</b>
<b>3. Damage resistance by scraping</b>	cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup>	14	22,50	27,30	<b>24,21</b>
<b>4. water absorption</b>	%	14	0,67	1,03	<b>0,86</b>
<b>5. Resistance to frost</b>		14	stable	stable	stable
<b>6. Density with the holes</b>	Mg/m <sup>3</sup>	14	2,70	2,74	<b>2,71</b>
<b>7. Density without holes</b>	Mg/m <sup>3</sup>	14	2,62	2,65	<b>2,63</b>
<b>8. The degree of density</b>		6	0,96	0,97	<b>0,97</b>
<b>9. Porosity</b>	%	14	2,60	3,62	<b>2,98</b>

In accordance with established mineralogical-petrographic and physico-mechanical properties and the provisions of the standards (SRPS B.B3. 200), a stone bearing "Maljat" can be used as an architectural building stone suitable for:

- production of records for the internal coating of vertical (UV) and horizontal surfaces (UH-2 and UH-3) which is conducted intensive and moderate pedestrian traffic.
- production of plate-coating exterior vertical surfaces of buildings up to 30 m height above ground level (SV-2, SV-3).

### 3.0 Experimental work

As it is determined that the utilization of rock (limestone) from deposit "Maljat" Danilovgrad-blocks in the commercial is only 23% limestone (Table 1), it was decided to investigate the possibility of using the rest of the raw material (77%) who do not meet the application as architectural and building stone, to get the technical building-stone aggregates of various factions, and as fillers in different industries.

The initial sample was unpacked, and it was taken from the primary sample for the determination of free moisture, the rest of the sample was homogenized and the shortened method četvrtanja. On one half of the Granulometric-determined composition of the initial sample and the other half was saved as a reserve.

To investigate the potential use of limestone as a filler, a sample was prepared and analyzed by standard methods of preparation of mineral resources. In the primary sample was determined by grain size distribution, moisture and rough-specific density.

### 3.1 Assessing the physical properties of the starting sample

#### Rough free moisture

All three samples in which rough moisture was assessed on the sample of limestone "Maljat" were dried at room temperature over the period of 24 h, and in any free moisture is measured, and a sample of limestone "Maljat" which was delivered to the Institute was dry.

#### Specific volumetric mass

The specific density (density) of the sample of limestone "Maljat" Sandard was assessed by standard method using the pycnometer which is described in the literature. As fluid for determination of density, due to solubility of limestone was used xylene. Because the accuracy of volumetric measurements of the mass was assessed in three samples and data that is shown is actually the mean density of the sample of limestone "Maljat". All measured values are rounded to the third decimal value.

$$\gamma = 2,681 \text{ g/cm}^3$$

#### Granulometric composition of the initial sample of limestone

Granulometric composition of the starting sample according to standard sieving methods to Tyler's series of sieves. All outsieves from all sieves together with final sieve material on the last sieve were measured, the data are organized and presented in the form of table 3.

Table 3. Granulometric-composition of the initial sample "Maljat"

Grain size class [mm ]	M, %	↓ΣM, %	↑Σ M, %
+ 22,2	/	/	/
-22,2 + 19,1	1,82	1,82	100,00
- 19,1 + 15,9	6,61	8,43	98,18
- 15,9 + 12,7	15,48	23,91	91,57
- 12,7 + 9,52	21,42	45,33	76,09
- 9,52 + 7,93	6,83	52,16	54,67
- 7,93 + 6,35	9,74	61,90	47,84
- 6,35 + 5,0	4,68	66,58	38,10
- 5,0 + 3,36	12,27	78,85	33,42
- 3,36+ 2,38	3,98	82,83	21,15
- 2,38+ 1,6	4,43	87,26	17,17
- 1,6+ 1,19	2,34	89,60	12,74
- 1,19+ 0,63	3,39	92,99	10,40
- 0,63 + 0,4	1,48	94,47	7,01
- 0,4 + 0,3	0,87	95,34	5,53
- 0,300 + 0,200	0,83	96,17	4,66
- 0,200 + 0,100	3,83	100,00	3,83
- 0,100+ 0,00	/	100,00	0,00
Entrance	100,00		



Based on data from the table is drawn a diagram of particle size distribution shown in Figure 1, for samples of limestone Maljat.

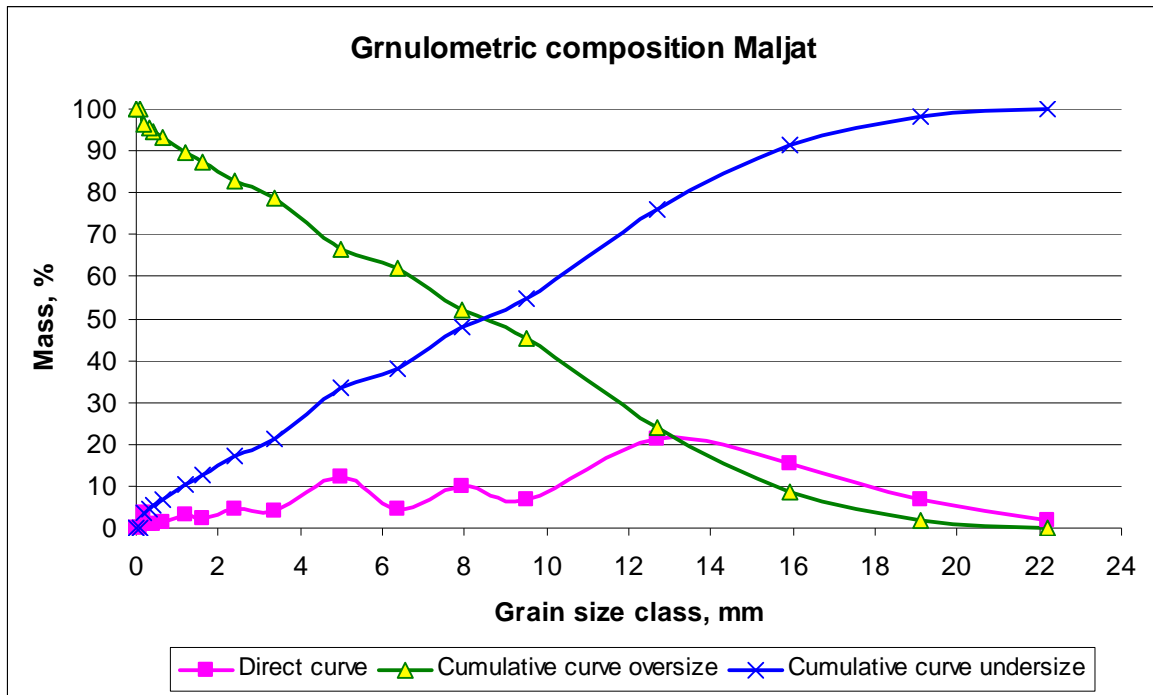


Figure 1 The curves of particle size-composition of the starting sample "Maljat"-Danilovgrad

In Figure 1, shows the direct curve of particle size distribution and cumulative curves and average sample of outflow and flow limestone deposits "Maljat"-Danilovgrad. From the intersection of cumulative curves average outflow and flow determined that the average diameter of the sample of limestone  $d_{sr} = 8.49$  mm.

### 3.2 Preparation of test samples for technology examination

Since it is supposed to examine the possibility of using limestone as a filler in various industries to the samples of limestone deposits "Maljat" used for testing crushed (micronized) and on such samples are made following analysis:

-chemical, thermal (DTA / TG), and the determination of particle size-composition, degree of whiteness and absorption of oil and water

### 3.3 Determining granulometric composition of grinded sample

Granulometric-composition was assessed by sieve analysis of crushed sample to the initial 63  $\mu\text{m}$  sieve, and then classified flow from sieves on the device Cyclosizer-in. Flow of-grading on Cyclosizer then treated in the Bach-vom elutriator in order to obtain class -11 +5.7  $\mu\text{m}$  and -5.7 + class 0.00  $\mu\text{m}$ . Aggregate balance of granulometric composition of the minced sample-limestone "Maljat" is shown in Table 4.

Tabela 4. Granulometric composition of grinded sample Maljat

Grain size class [ $\mu\text{m}$ ]	M, %	$\downarrow\sum M, \%$	$\uparrow\sum M, \%$
-63+44	1.00	1,00	100,00
-44+33	3.97	4,97	99,00
-33+23	8.70	13,67	95,03
-23+15	8.80	22,47	86,33
-15+11	10.73	31,20	77,53
-11+5,7	19,71	52,91	66,80
-5,7+0	47,09	100,00	47,09
Ulaz	100,00	/	/

### 3.4 Determining the degree of whiteness

To determine the degree of whiteness was used Belinometar. Whiteness was assessed on three samples from the limestone from deposit "Maljat", and the result is shown in Table 5 which represents value obtained for the three samples. The degree of whiteness is determined according to the standard MgO - 100%.

Table 5 The degree of whiteness the limestone samples

No	mark of the sample	whiteness according MgO– 100%
1.	Maljat-1	93.40
2	Maljat-2	93,30
3	Maljat-3	93,50
	Average value	93,40

### 3.5 Determination of absorption water and oil

Table 6 Absorption of the oil of samples of limestone

No.	Mark of the sample	Absorption of the oil, %
1.	Maljat-1	12,92
2.	Maljat-2	13,05
3.	Maljat-3	13,03
	Average value	13,00

Table 7 Absorption of the water of samples of limestone

No	Mark of the sample	Absorption of the water, %
1.	Maljat-1	19,11
2.	Maljat-2	19,27
3.	Maljat-3	19,23
	Average value	19.20

### 3.6 The thermal (DTA / TGA) analysis up to 1000<sup>0</sup>C

Thermal analysis (DTA/TGA) analysis was done on the unit-Netzsch Simultaneous Thermal Analysis STA-409 EP, with heating rates of  $\Delta T = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ , in the temperature interval from 20 to 1000 <sup>0</sup>C. The mass of of samples used for analysis was 100 mg. Results of thermal (DTA/TG) analysis for a sample of limestone deposite "Maljat" are shown in graphs in Figure 2.

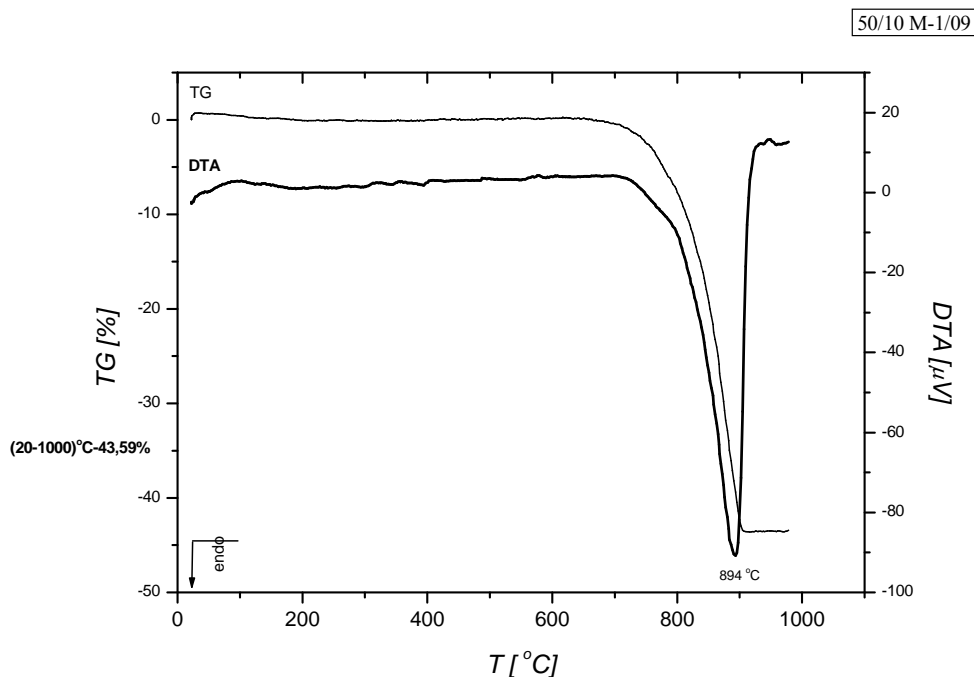


Figure 2 DTA / TG diagram of limestone "Maljat"

In Figure 2 presents the TG curves DTA diagrams of the initial sample of limestone. On the DTA diagram is observed endothermic peak with maximum at 894  $^{\circ}\text{C}$ , which is attributed to the phase transformation of calcite ( $\text{CaCO}_3$ ) in  $\text{CaO}$ , according to the following reaction:



This phase transformation is accompanied by weight loss of 43.59% (TG curve, Figure 2) in the temperature range from 650  $^{\circ}\text{C}$  to 900  $^{\circ}\text{C}$ .

### 3.7 Chemical analysis

Chemical analysis of the sample of limestone "Maljat" were made in the laboratory for chemical testing ITNMS a. In a sample of limestone determined the contents of the following components:  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{R}_2\text{O}_3$ , loss on ignition up to 900 $^{\circ}\text{C}$  (G.Ž), and  $\text{Cu}$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{P}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{Mo}$ ,  $\text{Sb}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Cd}$ . Also measured pH value is also relevant to the application of limestone in some industries. Analysis results are shown in Table 8

Table 8 Chemical analysis of samples of limestone "Maljat"

Component	Content,	Method of analysis
CaO	55,42%	SRPS B.B8.070
CaCO <sub>3</sub>	98,91%	
CO <sub>2</sub>	43,49%	
MgO	0,320%	*DM 10-0/7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,043%	DM 10-0/4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0047%	DM 10-0/6
SiO <sub>2</sub>	0,27%	SRPS B.B8.070
K <sub>2</sub> O	0,0014%	DM 10-0/12
Na <sub>2</sub> O	0,046%	
TiO <sub>2</sub>	<0,02%	*DM 10-0/8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,0312%	*DM 10-0/17
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,048%	SRPS B.B8.070
G.Ž.	43,85%	SRPS B.B8.070
Cu	5ppm	
Mn	16,5ppm	*DM 10-0/13
S	<0,01%	
P	0,0136%	
Ni	25 ppm	*DM 10-0/16
Cr	6,5 ppm	*DM 10-0/17
Mo	<50 ppm	*DM 10-0/13
Sb	<25 ppm	
Pb	50 ppm	
Cd	6 ppm	
pH	9,40	
Fe soluble	0,0157%	
As	/	
Hg	/	

#### **4.0 Assessment of the quality and potential applications of limestone "Maljat"-Danilovgrad as fillers**

The quality of limestone as a filler, for every branch of industry, is determined by the content of useful and harmful components, or the chemical composition of limestone, and needed all the coarseness of the prescribed standards or requirements that limestone producers in their production cycle is used as raw material.

#### **4.0 Estimating the quality of limestone "Maljat"-Danilovgrad, as filler, based on the chemical composition**

According to the testing performed on a sample of limestone "Maljat" and the required quality of the fillers given in Tables 5.1 to 5.11, it can be concluded that the limestone deposit "Maljat" has a good quality with a high content of 98.91% CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub> with low of 0, 67% and low silica content of 0.27% SiO<sub>2</sub>. So, based on the content of the main components of this limestone could be used as a filler in all the above industries, however the content of heavy metals in it before all the Pb (50 ppm), Ni (25 ppm) and Cd (6 ppm), which is relatively high, it is somewhat limited use as a filler in certain fields industry.

According to all this limestone reservoir "Maljat-Danilovgrad can be applied:

- Industrial paints and varnishes, where the features and content useful and harmful components can be classified in accordance with market demand given standard (Appendix 1, B.B6.032 SRPS) in high-quality raw materials,
- In the paper industry, where the features and content useful and harmful components can be classified in accordance with market demands of standards (Appendix 3, B.B6.033 SRPS) in A, B and C class quality, while for the highest class D does not satisfactory degree of whiteness
- In the rubber and PVC, where the class meets the highest quality in accordance with market demand given standard (Appendix 4, B.B6.031 SRPS)
- In the casting industry, where the features and content useful and harmful components can be classified in accordance with market demand given standard (Appendix 5, B.B6.012 LST) to the highest quality and class
- In the sugar industry where the features and content useful and harmful components can be classified in accordance with market demands of standards (Appendix 6, B.B6.013 LST) to the highest quality and class
- In metallurgy, where according to the nature and content of beneficial and harmful components can be classified in accordance with market demand given standard (Appendix 7, B.B6.011 LST) to the highest quality and class
- In the manufacture of glass, due to the increased content of Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> can be classified in class IV and V in accordance with market demand given standard (Appendix 8, B.B6.020 SRPS)
- For the production of fertilizers, where the features and content useful and harmful components can be applied in accordance with the requirements of the fertilizer (Appendix 9, Azotara Pancevo)

Limestone from deposit "Maljat-Danilovgrad can not be applied:

- In the pharmaceutical and cosmetic industry, due to the increased content of heavy metals Pb and Cd in relation to market requirements defined standards (Appendix 2, B.B6.034 SRPS)

***Technological solution obtaining fillers based on limestone deposits from "Maljat"-Danilovgrad***

- The production of animal feed; also can not be used due to the increased content of heavy metals Pb and Cd, which was designed for a very strictly defined (Appendix 10, Sl.I. 31/78, 6/81, 2/90, 20 / 00)
- To neutralize acid soils, due to the increased content as P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> of biogenic elements and heavy metals Pb, Ni and Cd, whose content is very strictly defined (Appendix 11, Sl.I. 60/2000)

**4.2 Assessing the quality of limestone Maljat-Danilovgrad, as filler, based on consumer demands for the required coarseness (fineness) of raw material**

In order to apply limestone from deposit "MALJAT as a filler in the above industries for which quality is satisfactory, it is necessary and useful addition to the content of harmful components, for these purposes and meets certain coarseness or fineness of raw materials. Some branches of industry require that limestone be applied very fine Micronized, while others require more raw materials of size, even large pieces. So for these industries require milled and micronized limestone:

- For industrial paints and varnishes; for Class A 99.5% - 20 $\mu$ m for B class 97% -20 $\mu$ m and 44 $\mu$ m + 0.01%.
- For the paper industry, for all classes (A, B and C) finesse has to be 100%-45 $\mu$ m, while that for class A 75%-10 $\mu$ m for B class 80% while the C class fineness 95%-10 $\mu$ m and 90%-2 $\mu$ m.
- For industrial rubber and PVC, is required for A and B class quality raw materials that must be fineness of 99.5%-45 $\mu$ m, while the C and D class upper limit coarseness of limestone as a raw material to be 45 $\mu$ m.
- For the glass industry, as limestone "MALJAT corresponds to the class IV and V quality in chemical composition to the class for the quality of coarseness of raw materials should be composed of six subclasses that are within the range of -1 +0.1 mm.
- For the production of fertilizers, Fertilizer Plant-Pancevo not specifically defined by size class limestone it need should meet for this purpose.

While the need for the next application of limestone it need to be even bigger and in pieces:

- For the foundry industry, raw materials should be of size -50 +30 mm, s ' such that the content of culm banks -30 mm can not exceed 5%
- For the sugar industry, limestone should be classified into 6 different subclasses of size that are in the range of -215 +63 mm, s ' such that the maximum content of culm banks in the subclass can be up to 8%.
- For metallurgy, limestone is applied, which is composed of five subclasses, which can range from -70 +0.1 mm.

Based on these various requirements for the coarseness of raw materials, especially for the need to chart the technological process of preparation of the limestone deposit "Maljat", is designed to allow obtaining the widest possible range of products and their applications in as many industries, it is necessary the major classes of limestone, the required range, set aside before grinding.

## **5.0 Description of a new production process for processing limestone Maljat Danilovgrad- in order to obtain fillers for the various branches of industry**

Limestone from deposit "Maljat-Danilovgrad partly used for the exploitation of marble blocks, and also because of its good chemical composition (Table 8) can be used as a raw material for obtaining filler for various industries. Therefore it is necessary to prepare the technological scheme of limestone Maljat by exploiting the blocks it contains, and part of the processing plants that would be given a variety of products for a wide range of size in several industries.

The manner of exploitation of limestone blocks and get into bed Maljat is shown in Figure 3 Exploitation of the blocks is done using standard procedure by lafette drill and cutting the blocks with diamond saw. Blocks which we are cutting are in the form of rectangular prisms with the base page 3x1, 5m, 6m length. The obtained blocks are then cut into two blocks of sizes 3x1, 5x3m, then another cut to length and get the final commercial blocks ready for transport dimensions 1,5 x1, 5x3m. These products represent the final cut-stone blocks that come to mine. The blocks are transported to the cutting of panels used for cladding as an architectural stone and which are later polished.

### **5.1 Technological scheme of obtaining fillers which are limestone based Maljat-Danilovgrad**

#### **5.1.1 Getting the filler by procedure of crushing and sieving**

As raw material for the preparation should serve the remainder after cutting blocks, slack created by crushing and cutting, the parts of the deposit from which they can remove the blocks and peripheral parts of the deposit, from which the exploitation of the blocks is not possible. The raw material can not be exploited in the form of blocks of size class  $-450 +0.00$  mm goes into the primary ore bunker with chain feeder (pos 1) below which there is a vibro-feeder with a grid (pos 2) 20mm aperture, which serves to it separates the tailings (soil, clay and small stone faction). in this way to get pit limestone size class  $-450 +20$  mm, which is then transferred conveyor T1 plants of the crushing and sieving.

Technological scheme is designed in a very flexible manner, so that depending on the needs of consumers and processing capacity, production is carried out so that each size class obtained in a number of shifts, and then in accordance with the needs of bridging and linking technological positions receive other products various classes of size.

Material by conveyor T1 comes over fixed grille openings 450mm (pos. 3) in the bunker before crushing (pos. 4). Below the bunker is vibrating feeder with a mesh aperture size of 215mm (pos. 5), upon which the separation of classes of  $-215 +20$  mm. This class by conveyor T2 transports to vibrating screen (pos. 6) 63mm hole, in which under mesh product ( $-215 +63$  mm class) meets the requirements of the market for the sugar industry. This size class is T4 lane leads to the coherence of S1, which is optionally used to obtain the required range for the sugar industry or can be further split up and class for use in other industries. When we want to get sortiman needed for the sugar industry with raw materials it is composed S1 transports in bunker with a vibratory feeder (pos 10 and 11). From the bunker on the classification of raw materials goes on a series of vibrating sieves (pos. 12 and 13) the size of openings 160, 135 and 90mm, which is given to four classes of size  $-215 +160$  mm;  $-160+135$  mm,  $-135 +90$  mm and  $-90 + 63$ mm. By mixing these classes in relation to the required product is obtained which is the starting raw material in the sugar industry. Over mesh product of vibrating lattice (pos 5) size class  $-450 +215$  mm in the left jaw crusher where it is crushed. Crushed materials are transported on tape T3 S3 harmony crushed limestone of size  $-150 +0.00$  mm. Harmony with the S3 ore is transferred to the bar of primarily crushed limestone (pos. 14), and then over partly dosing feeder

***Technological solution obtaining fillers based on limestone deposits from "Maljat"-Danilovgrad***

onto the conveyor belt that goes with the T5 in the loading silo (pos. 16). Below reloading silo is vibrating feeder (pos.17) through which raw materials are dosed at the entrance to the impact crusher (pos. 18), where there is a secondary grinding limestone plumpness  $-63 +0.00$  mm. Crushed limestone  $-63$  mm, after the impact crusher by conveyor T6 moves to a collection hopper (pos. 19). Harmony with the raw materials of size S2  $-63 +20$  mm is added to the loading shovel in bunker (pos. 20) from which the feeder through vibration (pos. 21) is added to the conveyor belt T8, that this class of switches to a collection hopper (pos. 19) where it is mixed with a fragmented raw material of size  $-63 +0.00$  mm. From the collection hopper (pos. 19) raw materials mentioned goes to seed size grading on a series of sieves. First, the raw material to classify two-storey sieve (pos. 22), whose hole size 63mm upper and 32mm lower network. Under mesh product of upper-class mesh of size  $+63$  mm over the conveyor belt T9, reloading the silo (pos. 23) and the conveyor belt back to the T10 tank (pos. 16) from which goes back to the fragmentation of the impact crusher. Podrešetni product of of the upper mesh sieve (pos. 22) and lower product of under mesh mesh sieve (pos. 22), or class of size  $-63 +32$  mm stands out as the definitive product of of harmony S13. Under mesh product of the base mesh sieve (pos. 22) of size class  $-32 +0.00$  mm, T7 through the conveyor belt goes on further to three storeys situ classification (pos. 24) in which the mesh size of the opening 16, 8 and 4 mm. In this way, on this site (pos. 24) as the top product of under mesh network receives a definite product of of size class  $-32 +16$  mm, which is across the conveyor belt T11 transported to the harmony of S8. Under mesh product of the other networks sieves (pos. 24), a third mesh under the third mesh of the mentioned sieves, the size class  $-8 +4$  mm and also a definite product via conveyors disposed in harmony T13 S10. Under mesh product of the back mesh sieve (pos. 24) is of size  $-4 +0.00$  mm, and this product can further classify the storey sieve (pos. 25) in which the network mesh size of 1mm. Under mesh product of this sieve (pos. 25), is the definitive product of size class  $-4 +1$  mm, which is across the conveyor belt T14 is stored in the S12 line, while out sieve of this sieve is in a class of size  $-1 +0.00$  mm, which is allocated according to S11, and this product is the starting raw material for obtaining the required size class used in the glass industry. To achieve the necessary size class for the glass industry with raw materials of harmony S11, are graded on three floors sieve (pos. 26), whose networks are opening size 0.8, 0.63 and 0.4 mm, and two-storey sieve (pos. 27 ), whose networks are sized hole 0.315 and 0.2 mm. In this way, the first sieve (pos. 26) obtained the following three products sieve size class  $-1+0,8$ ;  $-0,8+0,63$  and  $-0,63+0,4$ , which are stored as separate products harmonies S14, S15 and S16. sieved material from the back mesh sieve (pos. 26), size class  $-0.4 +0.00$  mm, an entrance for the screening of two-storey sieve (pos. 27), where he also obtained after sieving three products of different coarseness. First is the first online stand size class  $-0.4 +0.315$  mm, which is disposed in line S17, the second network is allocated a class kruponoće  $-0.315 +0.2$  mm which is disposed on the S18 line, and as out sieve of lower-class mesh is obtained  $-0.2 +0.00$  mm, which is allocated according to the S19. The raw material of size  $-32$ mm from the plant for crushing and screening leaves on crushing grinded to obtain products that are used as filler in various industries that require micronized raw limestone which "Maljat" corresponds to its quality. Grinding is used as starting material out-sieve of sieve (pos. 22) or optionally can be sent to the grinding of raw materials classed with any harmony of S8 to S12.

**5.1.2 Obtaining a filler by the procedure of milling and grading**

Part of the raw material after crushing the leaves and then grind to a fine micronization and classification in order to get the size class of limestone that can be used as fillers in different industries. Technological scheme of milling and micronization of the classification which it is possible to get all these products is shown in Figure 5

The raw material of size  $-32$ mm by conveyor T16 stored in tank (pos. 28), from where by conveyor T17 transported to the mill (pos. 29) to grind. Crushed raw material of size  $-100\mu\text{m}$  is



***Technological solution obtaining fillers based on limestone deposits from "Maljat"-Danilovgrad***

extracted from the with fan mill (pos. 30) and transports to the sorting by aerocyclon (pos. 31). Topping of aerocyclon (pos. 31) is in a class of size  $-40 +0.00$  mm and this product with fan pos. 32) moves to the silo of micronized materials (pos. 37). Sand of aerocyclon (pos. 31) which is in a class of size  $-100 +40$   $\mu\text{m}$ , goes to the storage tank (pos. 33), where pneumatic transport with a blower (pos. 34) to transportruje mikronizera (pos. 35) in which the raw materials mikronizira the fineness  $-40 +0.00$  mm and with a blower (pos. 36) is transferred to the silo of micronized materials (pos. 37). From the the silo micronized materials (pos. 37) takes the raw material classification in the series of aerocyclon (pos. 39, 40 and 41), where aerocyclons related to the gradient of the first of aerocyclon (pos 39) in the series as input to another (pos. 40) , a second input of the third dressing (pos. 41) This produces the final products consists of four, three of which represent each of the sand of aerocyclon (pos. 39, 40 and 41), a fourth product is the gradient of the third of aerocyclon (pos. 41). Sand first of aerocyclon (pos. 39) is the class of size  $-40 +20$   $\mu\text{m}$ , which leaves to the silo of with a machine packing (pos. 42), sand the second cyclone (pos. 40) is of size  $-20 +10$  mm and it goes into the silo with the machine packaging (pos. 43), sand the third cyclone (pos. 41) is of size  $-10 +5$  mm and it goes into the silo with a machine packing (pos. 44), topping last cyclone (pos. 41) is the class of size  $-5 +0$   $\mu\text{m}$ , which leaves into the silo with a machine packing (pos. 45).

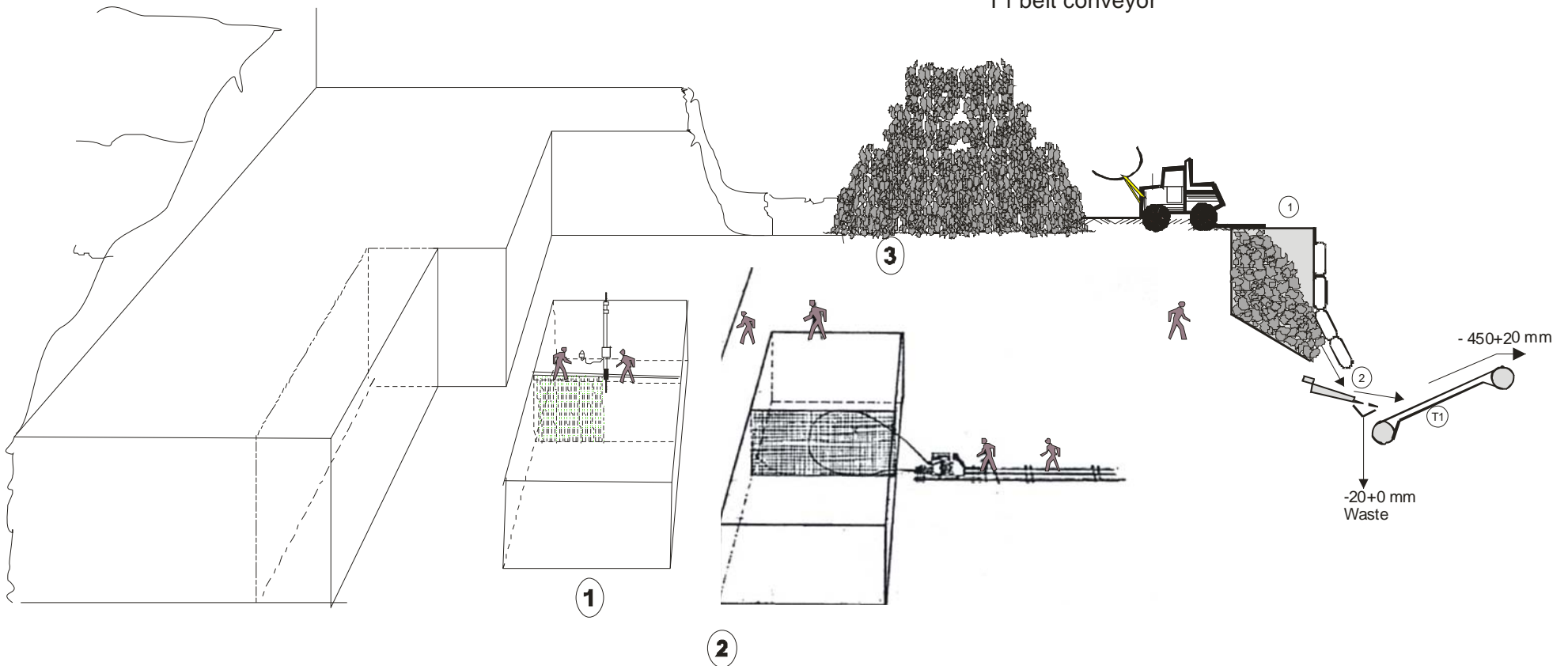
To get the fillers of these classes is necessary to:

- For industrial paints and varnishes used size class  $-20 +0$   $\mu\text{m}$ ,
- For the paper industry for a quality class to use finesse 75%  $-10$   $\mu\text{m}$ , and C class quality of fineness 100%  $-10$   $\mu\text{m}$
- For industrial rubber and PVC used size class  $-40 +0$   $\mu\text{m}$

**OPEN PIT MINE-Limestone**

Legend:

- 1. Bunker
- 2. Vibro feeder with grid 20 mm aperture
- T1 belt conveyor



- 1. Drilling bylafet drill
- 2. Cutting downed primary block with diamond wire saw
- 3. Limestone suitable for crushing

Figure 3 Exploitation of limestone and cutting blocks on open pit deposit "Maljat"-Danilovgrad

*Technological solution obtaining fillers based on limestone deposits from "Maljat"-Danilovgrad*

**CRUSHING and SIEVING**

Legend:

- |  |  |
|--|--|
| 3. Fixed grid of mesh size 450mm         | 14. Bar from the primarily crushed limes |
| 4. Bunker                                | 15. sectional feeder                     |
| 5. Vibratory feeder with mesh size 215mm | 16. loading silo                         |
| 6. vibrating sieve                       | 17. vibratory feeder                     |
| 7. Bunker                                | 18. impact crusher                       |
| 8. sectional feeder                      | 19. funnel                               |
| 9. jaw crusher                           | 20. vibrating sieve two-storey           |
| 10. Bunker                               | 21. vibrating sieve three-storey         |
| 11. vibratory feeder                     | 22. loading silo                         |
| 12. vibrating sieve two-storey           | 23. vibrating sieve                      |
| 13. vibrating sieve                      | 24. vibrating sieve three-storey         |
|  | 25. vibrating sieve two-storey           |
|  | T1-T15 conveyor belt                     |

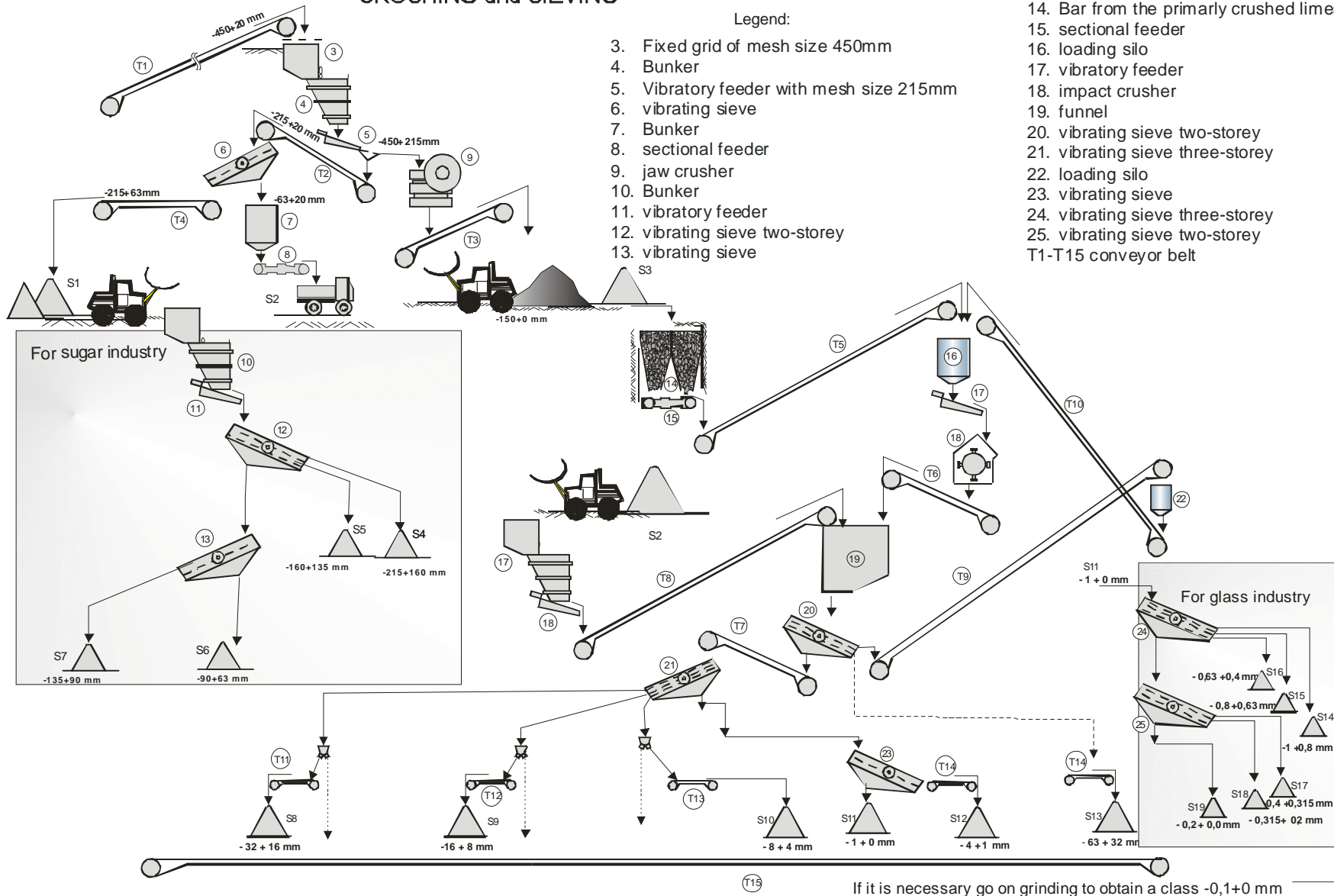


Figure 4 Technological scheme of crushing and sieving of limestone deposits "Maljat"-Danilovgrad

*Technological solution obtaining fillers based on limestone deposits from "Maljat"-Danilovgrad*

**MILLING and CLASSIFYING**

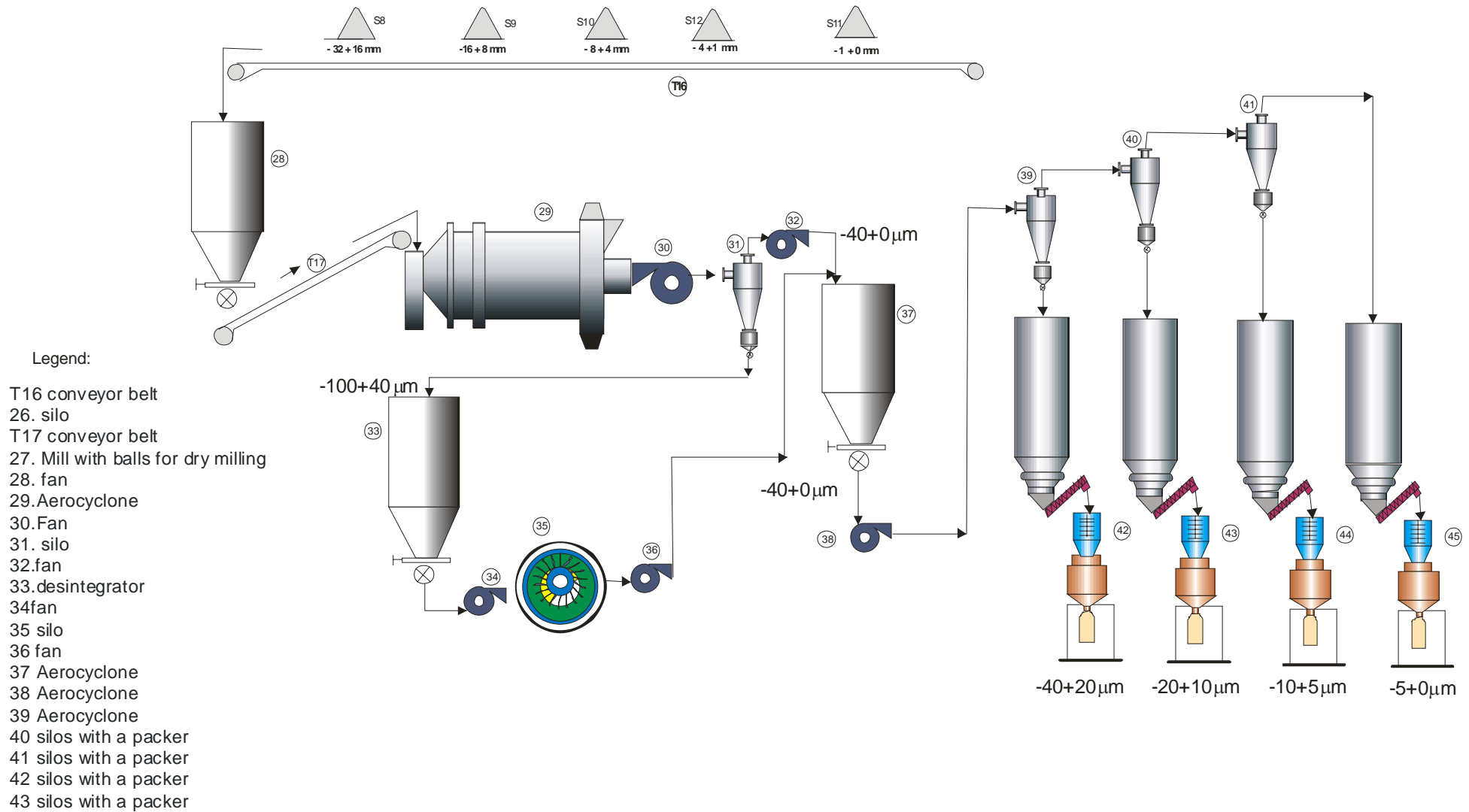


Figure 5 Technological scheme of grinding and classification of limestone deposit "Maljat"-Danilovgrad

## **5.2. The conclusion of our examinations**

Limestone from deposit "Maljat"-Danilovgrad with its physical-chemical and mineralogical characteristics meet the requirements prescribed standards on the use of calcium carbonate as a filler in paint and varnish industry, paper industry, rubber and plastic industry, glass industry, the manufacture of fertilizers; casting industry; sugar industry and metallurgy.

Based on the quality of raw material from the deposit "Maljat" Danilovgrad-is given the technical and technological solutions, in which they examined the ways and opportunities to get out of this raw material for fillers enumerated purposes. In accordance with these investigations are given in the technological scheme which included the application of all necessary equipment and appliances, as well as their disposition in order to get the limestone filler "Maljat"-Danilovgrad.

## **6.0. Support for business entities**

"J.U. Geological Survey "- in Montenegro Podrgorica supports the implementation of this program supports the implementation of this program which is derived from involvement in two projects TR34013 TR 31 003, and funded by the Ministry of Education and Science Republic of Serbia during the period 2011-2014.

Reason: By using this technological solution, obtained basic data on the possibility of using limestone "MALJAT"-Danilovgrad as fillers in different industries. Exploitation of limestone and its production and use as a technical construction stone is small, as a practical filler minor compared to the vast reserves of limestone which exist in Montenegro. On the basis of our examinations established that the limestone "MALJAT"-Danilovgrad can get extenders for the following industries: Paint and varnish industry, paper industry, rubber and plastic industry, glass industry, the manufacture of fertilizers, foundry industry, sugar industry and metallurgy.

By using this technological solution we get many positive effects that would be applied on a larger scale in relation to its place of application. First would cease the use of high quality raw materials as cost effective technical building stone, and get products to a higher technological level of processing which would be expanded range of products that can be obtained from this raw material and to obtain the raw material base for all of the above mentioned industries. Also the application of this technological solution given to the effect of increased employment, particularly highly educated people applying to adopt new technologies and new technological knowledge. Obtaining a wide range of fillers for various industries to get products that are far more expensive unit of mass of product used so far up to 10 times.

## **7.0. Literature**

1. Report on investigation of limestone from the area Bjelopavlici Montenegro, for use as fillers in various industries, Archive ITNMS, Belgrade, 2011.
2. Zivko T. Sekulic, "Calcium carbonate and quartz materials and their applications", Monograph, ISBN 978-86-82867-24-1, ITNMS, Belgrade, 2011., P. 21-75.
3. <http://geology.com/usgs/limestone/>
4. [www.patentgenius.com/patent/4026762](http://www.patentgenius.com/patent/4026762) "Use of ground limestone as a filler in paper"
5. [http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/stone\\_crushed/mcs-2010-stonc.pdf](http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/stone_crushed/mcs-2010-stonc.pdf)

6. [www.specialtyminerals.com/fileadmin/user\\_upload/mti/DataSheets/S-PM-AT-177\\_20pvc%20fillers\\_20bro.pdf](http://www.specialtyminerals.com/fileadmin/user_upload/mti/DataSheets/S-PM-AT-177_20pvc%20fillers_20bro.pdf)
7. [http://en.wikipedia.org/wiki/Filler\\_28materials%29%20fillers](http://en.wikipedia.org/wiki/Filler_28materials%29%20fillers)
8. C.A. Young, J.D. Miller, Int. J. Miner. Process., 58 (2000) 331-350.
9. [www.minweb.co.uk / carbonates / calcite.html](http://www.minweb.co.uk/carbonates/calcite.html)
10. <http://webmineral.com/data/Calcite.shtml>
11. <http://en.wikipedia.org/wiki/Calcite>,
12. Lešić Đ., S. Markovic, "Mineral Processing", Belgrade, 1968.
13. Čalić N.: "The theoretical basis of preparation of mineral resources", Belgrade, 1990.
14. J. Pavlica, Draškić D., "Preparation of nonmetallic mineral resources," Mining and Geological Engineering, Belgrade, 1997.
15. The required quality of natural calcium carbonate for industrial use of paints and varnishes (SRPS B.B6.032)
16. The required quality of calcium carbonate for use in pharmaceutical and cosmetic industries (SRPS B.B6.034)
17. The required quality of calcium carbonate for use in paper industry (SRPS B.B6.033)
18. The required quality of calcium carbonate for use in the rubber and PVC industry (SRPS B.B6.031)
19. The required quality of calcium carbonate for foundry purposes (SRPS B.B6.012)
20. The required quality of calcium carbonate for industrial use of sugar (SRPS B.B6.013)
21. The required quality of calcium carbonate for metallurgical purposes (SRPS B.B6.011)
22. The required quality of calcium carbonate for the manufacture of glass (SRPS B.B6.020)
23. Quality required for the calcium carbonate mineral fertilizer (according to production requirements prescribed Azotara Pancevo)
24. The required quality of calcium carbonate for use in animal feed industry (according to the requirements set out in Sl.I. 31/78, 6/81, 2/90 20/00)
25. The required quality of calcium carbonate to neutralize acid soils (according to the requirements set out in Sl.I. 60/2000)

## Appendix for the technical and technological solution

ИНСТИТУТ ЗА ТЕХНОЛОГИЈУ НУКЛЕАРНИХ  
И ДРУГИХ МИНЕРАЛНИХ СИРОВИНА са п.о.

Број

4/81-2

21. 06 20 12 год.

Београд

Улица Д'Есперо-а 86, пошт. факс 330

## Appendix for the technical and technological solution:

### Quality limestone "Maljat" - Danilovgrad as fillers according to standards used in different industries:

1. Paints and varnishes (SRPS B.B6.032)
2. Pharmaceutical and cosmetic industry (SRPS B.B6.034)
3. Paper Industry (SRPS B.B6.033)
4. Rubber and PVC (SRPS B.B6.031)
5. Metal Casting (SRPS B.B6.012)
6. Sugar industry (SRPS B.B6.013)
7. For metallurgical purposes (SRPS B.B6.011)
8. Glass industry (SRPS B.B6.020)
9. For the production of fertilizer (Fertilizer Plant Pancevo)
10. Animal Feed Industry (Sl. I. 31/78, 6/81, 2/90 20/00)
11. For the neutralization of acid soil (Sl.I. 60/2000)

## 1. Standards for the use of limestone as a filler

In the attachment provides an overview of standards for the use of limestone for different industries guaranteed. Were taken into account the data obtained and ingested, such as chemical composition, oil absorption, whiteness and other immutable characteristics, but not granulometric-composition for a given sample because the required fineness can get additional grinding and classification.

### 1. Industry of Paints and varnishes

<b>The required quality of natural calcium carbonate for industrial use of paints and varnishes (SRPS B.B6.032)</b>							Mark of the sample
Characteristic		Quality					Limestone "Maljat"
		A	B	C	D	E	
Outside look		White powder without mechanical impurities					White powder without mechanical impurities
Rest on sieve with the aperture in $\mu\text{m}$ , in% by weight, the most	125	-	-	-	-	-	
	90	-	-	-	0,01	0,01	
	63	-	-	0,01	0,50	1,00	
	44	-	0,01	0,10	1,50	5,00	
	20	0,50	3,00	30,0	50,0	75,00	
Degree of whiteness according to MgO		80		75			93,40
Oil absorption in%, maximum		25		22			13,00
Moisture content at 105 ° C in%, maximum		0,5		0,3			
Water absorption in%, maximum		35					19,20
chemical composition	Loss on ignition on 1000 ° C, in%	42,0 do 44,5					43,85
	The content of CaO in%	52,0 do 55,5					55,42
	pH value of aqueous suspension	8 to10					9,40



## 2. Pharmaceutical and cosmetic industry

<b>The required quality of calcium carbonate for use in pharmaceutical and cosmetic industry (SRPS B.B6.034)</b>		mark of sample
		<b>Limestone "Maljat"</b>
<b>look</b>	<b>white powder, odorless and tasteless</b>	white powder, odorless and tasteless
<b>particle distribution</b>	100 % -45 $\mu$ m	
	95 % -20 $\mu$ m	
	90 % -10 $\mu$ m	
<b>Bulk density, g/cm<sup>3</sup></b>	0,6 – 1,1	
<b>Degree of whiteness (MgO = 100%)</b>	90	93,40
<b>Water absorption (%)</b>	0,2 – 0,5	
<b>CaCO<sub>3</sub> content (min.)</b>	98	98,91
<b>Sulfates, chlorides, iron, aluminum, magnesium, alkali</b>	<b>it is according to Ph Jug. IV.</b>	
<b>Impurities soluble in water (mg)</b>	10	
<b>Loss at 105 ° C</b>	1	
<b>pH 10% suspension</b>	9 – 10	9,40
<b>Content of heavy metals (mg / kg):</b>		<b>Content of heavy metals (mg / kg):</b>
As	5	/
Cd	2	6
Hg	3	/
Pb	30	50
Cr	100	6,5
Ba	100	

### 3. Paper industry

The required quality of calcium carbonate for use in paper industry (SRPS B.B6.033)						Mark of sample	
Characteristic			Quality				Limestone "Maljat"
			A	B	C	D	Content, in %
Passes through the sieve, in% (min.)	Sieve according to standard JUS L.J9.010	45µm	100,0	100,0	100,0	100,0	
		20µm	80,0	95,0	99,9	99,9	
	Limit of coarsness	10µm	75,0	80,0	95,0	97,0	
		2µm	/	30,0	90,0	95,0	
Degree of whiteness (MgO = 100%) (min R46), at least%			80	85	86	90	
Degree of whiteness (MgO = 88.5%), % of at least			83	87	90	94	93,40
Moisture content at 105 ° C in%, maximum			0,3	0,3	0,3	0,3	0
abrasiveness according the Brojnig producing the metal sieves, in mg, maximum			20	10	4	2	
chemical composition	CaCO <sub>3</sub> , in%, at least		98	98	98	98	98,91

#### 4. Rubber and PVC industry

The required quality of calcium carbonate for use in the rubber and PVC industry (SRPS B.B6.031)						Mark of sample
						Limestone“Maljat”
Characteristic		Quality				
		A	B	C	D	
Residue on sieve,% maximum	125µm	0,005	0,005	0,1	0,1	
	45µm	0,5	0,5	5,0	5,0	
Colour		appropriate, according to the pattern or color to the demand specified in the order - whiteness				
CaCO <sub>3</sub> , in%, at least (in the dry sample)		98	96	98	96	98,91
Substances volatile at 105 ° C, in%, maximum		0,4	0,4	0,4	0,4	
Substances insoluble HCl, in%, maximum		1,5	3,0	1,5	3,0	
Loss on ignition at 1000 ° C, in% (in dry sample)		43 do 44,5	42 do 44,5	43 do 44,5	42 do 44,5	43,85
Alkalinity, in%, maximum (converted to Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )		0,03	0,03	0,03	0,03	
Total copper, ppm, maximum		15	30	15	30	5
Total manganese, ppm, maximum		50	400	50	400	16,5
Total iron, ppm, maximum		300	1000	300	1000	157

## 5. Foundry industry

The required quality of calcium carbonate for foundry purposes (SRPS B.B6.012)			Mark of sample
Osobina	Klasa		Limestone "Maljat"
	I	II	
Components	Content, in %		Content, in %
CaO, minimum	54,0	50,0	55,42
MgO, maximum	1,0	3,0	0,320
SiO <sub>2</sub> , maximum	1,0	2,0	0,27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , maximum	2,0	3,0	0,048
S, maximum	0,03	0,05	<0,01
Total amount of impurities, maximum	3,0	6,0	0,41
Appearance and physical properties	must be in pieces, compact and solid		
	It should be clean with as little mechanical impurities (clay, humus, clay, etc.).		
coarseness	pieces should be 30 to 50 mm		
	It is allowed maximum of 5% pieces of size. below 30mm		

## 6. Sugar industry

The required quality of calcium carbonate for use in the sugar industry (SRPS B.B6.013)			Mark of sample
Characteristic	Class		Limestone "Maljat"
	I	II	
Component	Content, in %		Content, in %
CaO, minimum	54,35	53,23	55,42
CaCO <sub>3</sub> , minimum	97,00	95,00	98,91
MgO, maximum	0,72	1,43	0,320
MgCO <sub>3</sub> , maximum	1,50	3,00	0,672
CO <sub>2</sub> , minimum	43,43	43,34	43,49
SiO <sub>2</sub> , maximum	0,80	1,00	0,27
Residue(R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), max	0,70	1,00	0,048
Clay and humus	0,5	0,5	
Granulometric composition the individual subclasses			
subclass, mm		Upper coarseness, mm (less than 100%)	
- 90 + 63		112	
- 125 + 63		140	
- 125 + 80		140	
- 135 + 90		150	
- 160 + 80		180	
- 195 + 135		215	
sieved material through the upper screen border for the underclass, in%, at least		95	
sieved material through the lower screen border for the underclass, in%, the highest		8	
Lower coarseness, mm (100% bigger than)		0	

## 7. Metallurgy

The required quality of calcium carbonate for metallurgical purposes (SRPS B.B6.011)				Mark of sample
Characteristic	Quality			Limestone "Maljat"
	I	II	III	
Component	Content, in %			Content, in %
CaO, minimum	52,0	50,0	48,0	55,42
MgO, maximum	1,0	1,5	2,5	0,320
SiO <sub>2</sub> , maximum	1,0	1,5	2,0	0,27
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , maximum	2,0	2,5	3,0	0,048
P, maximum	0,03	0,03	0,04	0,0136
S, maximum	0,03	0,03	0,04	<0,01
Subclass, mm	Characteristics of subclasses			
- 1,00 + 0,10	sieved material through the upper screen border for the underclass, in%, at least		70	
	sieved material through the lower screen border for the underclass, in%, the highest		25	
	Upper coarseness, mm (less than 100%)		3,15	
	Lower coarseness, mm (100% bigger than)		0	
- 3,15 + 0,00	sieved material through the upper screen border for the underclass, in%, at least		93	
	sieved material through the lower screen border for the underclass, in%, the highest		0	
	Upper coarseness, mm (less than 100%)		5,6	
	Lower coarseness, mm (100% bigger than)		0	
- 20,00 + 10,00	sieved material through the upper screen border for the underclass, in%, at least		90	
	sieved material through the lower screen border for the underclass, in%, the highest		10	
	Upper coarseness, mm (less than 100%)		30	
	Lower coarseness, mm (100% bigger than)		0	
- 40,00 + 20,00	sieved material through the upper screen border for the underclass, in%, at least		90	
	sieved material through the lower screen border for the underclass, in%, the highest		5	
	Upper coarseness, mm (less than 100%)		50	
	Lower coarseness, mm (100% bigger than)		0	
- 71,00 + 31,50	sieved material through the upper screen border for the underclass, in%, at least		95	
	sieved material through the lower screen border for the underclass, in%, the highest		10	
	Upper coarseness, mm (less than 100%)		80	
	Lower coarseness, mm (100% bigger than)		20	

### 8. Production of glass

The required quality of calcium carbonate for manufacture of glass (SRPS B.B6.020)							Mark of sample
Characteristic	Quality						Limestone "Maljat"
	Extra	I	II	III	IV	V	
Component	Content, in %						Content, in %
CaO, minimum	55,50	55,00	55,00	55,00	54,00	54,00	55,42
MgO, maximum	0,10	0,30	0,50	0,80	1,20	1,50	0,320
SiO <sub>2</sub> , maximum	0,05	0,10	0,30	0,50	0,80	1,00	0,27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , maximum	0,01	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,0047
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , maximum	0,001	0,002	0,003	0,020	0,050	0,100	0,043
Grain size, mm	Quality classes						
	A			B			
	Content, in %						
- 0,100+0,000	do 5			do 5			
- 0,200+0,100	10 do 20			10 do 20			
- 0,315+0,200	30 do 80			30 do 90			
- 0,400+0,315	10 do 40			20 do 80			
- 0,630+0,400	1 do 5			12 do 30			
- 0,800+0,630	do 0,5			8 do 20			
- 1,000+0,800	0			do 4			
- 1,250+1,000	0			do 2,5			
+1,250	0			0			
Moisture content in%, maximum				0,5			

## 9. Production of mineral fertilizers

The required quality of calcium carbonate for fertilizer (Fertilizer Plant Pancevo)		Mark of sample
		Limestone "Maljat"
Component	Content, in %	Content, in %
CaO	49,000 – 55,887	55,42
MgO	tr. i više	0,320
SiO <sub>2</sub>	0,6 – 3,0	0,27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , maximum	0,68	0,0047
H <sub>2</sub> O	0,02 – 0,20	0
G.Ž., maximum	43,57	43,85

## 10. Animal feed

The required quality of calcium carbonate for use in animal feed industry (Sl.I. 31/78, 6/81, 2/90 20/00)			Mark of sample
			Limestone "Maljat"
Characteristic			
Colour	White or light gray		
Odor	odorless		
content of class-100µm (%)	100		
CaCO <sub>3</sub> (%)	min 94		98,91
water(%)	< 2		
Mg salts(%)	< 2		0,67
CaO	53		55,42
MgO	1		0,320
SiO <sub>2</sub>	5		0,27
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,2		0,043
Foreign impurities (sand, clay, etc.) (%)	< 1		
Pb, ppm	Feeding mixture and feed		10
	Phosphate min. feed		30
Cu, ppm	Feeding mixture for	calves up to 6 weeks	30
		sheep	12
		pigs up to 16 weeks	200
		other categories of pigs	125
		other domestic animals	50
Mn, ppm	250		16,5
Zn, ppm	2000		
Cd, ppm	0,5		6
Unsoluble in HCl,%	1		



### 11. Neutralization of acidic soil

The required quality of calcium carbonate to neutralize acid soils (SI.1. 60/2000)		Mark of sample
Characteristic	dust, tan color, no odor	
Look		
Moisture content at 105 ° C	0,06	
Solubility in HCl, in%	97,8	
Granulation, in%	+0,5 mm	82
	-0,5+0,1mm	18
biogenic components		
Component	Content	Content
CaCO <sub>3</sub> , u %	94,00	98,91
CaO, u %	53,62	55,42
MgO, u %	0,40	0,320
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , u %	0,014	0,0312
K <sub>2</sub> O, u %	0,009	0,0014
Fe, in mg/kg	276	157
Mn, in mg/kg	44	16,5
Zn, in mg/kg	21	
Cu, in mg/kg	7	5
Co, in mg/kg	12	
Harmful heavy metals		
Cr, in mg/kg	8,0	6,5
Pb, in mg/kg	12,0	50
Ni, in mg/kg	1,1	25
Cd, in mg/kg	0,0	6