

Metode ispitivanja kamenih agregata

Serdarušić, Antonia

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:169:264514>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-04**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Diplomski studij rudarstva

METODE ISPITIVANJA KAMENIH AGREGATA

Diplomski rad

Antonia Serdarušić

R-176

Zagreb, 2018.

Zahvala:

Veliku zahvalnost dugujem svom mentoru dr. sc. Mariu Klanfaru koji mi je svojim stručnim znanjem, savjetima i strpljenjem pomogao pri izradi diplomskog rada. Također želim se zahvaliti INSTITUTU IGH d.o.o. koji su mi pomogli pri izradi rada.

Najveću zahvalnost dugujem svojim roditeljima koji su tijekom mog cijelog školovanja bili uz mene, vjerovali u mene i podržavali me. Također želim se zahvaliti svojim sestrama Ivani i Andrijani te Marku na strpljenju, moralnoj podršci i savjetima. Zahvaljujem se i svojim prijateljima i kolegama koji su me podupirali i pomagali mi tijekom studija.

Sveučilište u Zagrebu

Diplomski rad

Rudarsko-geološko-naftni fakultet

METODE ISPITIVANJA KAMENIH AGREGATA

Antonia Serdarušić

Rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za rudarstvo i geotehniku
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak:

U radu je opisana primjena i proces proizvodnje agregata. Proces stavljanja proizvoda na tržište, izjava o svojstvima i CE oznaka. Europska unija želi kontrolirati kvalitetu proizvoda, stoga se izvodi kontrola kvalitete proizvoda, a proizvodi se ocjenjuju prema sustavima ocjenjivanja i provjere stalnosti svojstava. Svaka skupina proizvoda ima svoj sustav ocjenjivanja. Agregati pripadaju skupini građevnih proizvoda i kao takvi ocjenjuju se prema sustavu 2+. Opisan je detaljan postupak ispitivanja svojstva agregata za beton i agregata za kolničke mješavine.

Ključne riječi: Agregati, proces proizvodnje agregata, kontrola kvalitete proizvoda, metode ispitivanja agregata

Završni rad sadrži: 44 stranice, 3 tablice, 34 slika, 2 priloga

Jezik izvornika: Hrvatski

Pohrana rada: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb

Mentor: Dr. sc. Mario Klanfar, docent RGNF

Ocjenjivači: Dr. sc. Mario Klanfar, docent RGNF
Dr. sc. Dubravko Domitrović, docent RGNF
Dr. sc. Želimir Veinović, docent RGNF

Datum obrane: 31 kolovoz 2018, Rudarsko-geološko-naftni fakultet u Zagrebu

University of Zagreb

Master's Thesis

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering

Testing metodes of aggregates

Antonia Serdarušić

Thesis completed at: University of Zagreb

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering

Department of Mining and Geotechnical Engineering

Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Abstract:

In this thesis it is described the application and the process of production of aggregates. The process of putting a product on the market, statement of featuers and a CE mark. The European Union is trying to control product quality, so product quality control is performed and product are graded by ration systems and property based verification. Aggregates belong to a group of construction products and they are rated by system 2+. A detailed test procedure for the properties of aggregates for concrete and aggregates for carriageway mixtures are described.

Keywords: Aggregates, Processing of aggregates, Product quality control,
testing metodes of aggregate

Thesis contain: 44 pages, 3 tables, 34 figures, 2 appendixes

Original in: Croatian

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

Supervisor: PhD Mario Klanfar, Associate Professor RGNF

Reviwers: PhD Mario Klanfar, Associate Professor RGNF

PhD Dubravko Domitrović, Associate Professor RGNF

PhD Želimir Veinović, Associate Professor RGNF

Defence date: August 31, 2018, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, University of Zagreb

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. AGREGATI.....	2
2.1 Definicija i vrste agregata	2
2.2 Područja primjene agregata	3
2.3 Tehnički proces proizvodnje agregata	6
3. KONTROLA KVALITETE PROIZVODA.....	11
3.1 Početno ispitivanje tipa proizvod.....	11
3.2 Kontrola tvorničke proizvodnje (KTP).....	11
3.3 Izjava o svojstvima i oznaka CE	13
3.4 Kontrola kvalitete proizvoda.....	16
3.5 Sustavi ocjenjivanja i provjere stalnosti svojstava građevnih proizvoda.....	18
4. METODE ISPITIVANJA AGREGATA.....	22
4.1 AGREGATI ZA BETON	22
4.1.1 Granulometrijski sastav	22
4.1.2 Oblik zrna (Shape Index).....	22
4.1.3 Indeks plosnatosti	23
4.1.4 Otpornost na drobljenje (Los Angeles)	24
4.1.5 Otpornost na abraziju.....	25
4.1.6 Otpornost na smrzavanje/odmrzavanje	28
4.1.7 Mineraloško – petrografski sastav	29
4.2 AGREGATI ZA KOLNIČKE MJEŠAVINE	31
4.2.1 BITUMENSKE MJEŠAVINE	31
4.2.2 AGREGATI ZA PUNILA.....	36
5. ZAKLJUČAK.....	40
6. POPIS LITERATURE.....	41

POPIS SLIKA

Slika 2-1 Betonska zgrada	4
Slika 2-2 Temeljna ploča	4
Slika 2-3 Betonske ploče	4
Slika 2-4 Asfalt	5
Slika 2-5 Tucanik na željezničkim prugama	5
Slika 2-6 Gabioni	5
Slika 2-7 Dijagram faza tehnološkog procesa proizvodnje agregata iz kamenog masiva.....	9
Slika 2-8 Tehnološki proces dobivanja agregata iz ležišta šljunka i pijeska.....	10
Slika 3-1 Primjer CE oznake (HRN EN 12620).....	15
Slika 3-2 Shematski prikaz sustava ocjenjivanja i provjere stalnosti svojstava	18
Slika 4-1 Granolometrijska analiza uzorka tucanika	22
Slika 4-2 Kljunasto mjerilo	23
Slika 4-3 Rešetke za određivanje plosnatosti zrna	24
Slika 4-4 Uređaj za ispitivanje agregata na otpornost (LA)	25
Slika 4-5 Postavljanje zrna agregata u kalupe	26
Slika 4-6 Kalupi popunjeni agregatom i kvarcnim pijeskom	26
Slika 4-7 Epoxy smola postavljena u kalupe	27
Slika 4-8 Pripremljeni uzorci za abraziju	27
Slika 4-9 Uređaj za ispitivanje otpornosti na abraziju.....	28
Slika 4-10 Mikroskopska analiza uzorka karbonata.....	30
Slika 4-11 Mikroskopska analiza uzorka s uključenim analizatorom - karbonat.....	30
Slika 4-12 Kotač s pločicama	32
Slika 4-13 Uređaj za ispitivanje otpornosti na polirnost	32
Slika 4-14 Standardno njihalo	33
Slika 4-15 Čelični cilindar	34
Slika 4-16 Micro-Deval uređaj	34
Slika 4-17 Agregat nakon toplinskog šoka.....	35
Slika 4-18 Agregat potpuno pomiješan s bitumenom	35
Slika 4-19 Rotacioni uređaj	36
Slika 4-20 Prionljivost 50% bitumena i agregata	36
Slika 4-21 Rotacionarni razdjelnik	37
Slika 4-22 Uređaj za određivanje šupljina u suhozbijenom punilu	37

Slika 4-23 Piknometri popunjeni s vodom	38
Slika 4-24 Ispuštanje zraka iz piknometra.....	39

POPIS TABLICA

Tabela 3-1 Sadržaj izjave o svojstvima	13
Tabela 3-2 Popis grupa proizvoda (Europska komisija, 2018.)	17
Tabela 3-3 Popis prijavljenih tijela u Republici Hrvatskoj	21

POPIS PRILOGA

Prilog 1 – Primjer izjave o svojstvima
Prilog 2 – Učestalost ispitivanja agregata

POPIS KORIŠTENIH OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
m	kg	masa
ρ	kg/m ³	gustoća
l	mm	duljina
T	°C	temperatura
p	mBar	tlak
V	m ³	volumen

1. UVOD

Agregati kroz povijest imaju široku primjenu u građevinarstvu, te kao takvi su važna komponenta i danas. Najčešće se primjenjuju agregati prirodnog podrijetla i industrijski proizvedeni, no u novije vrijeme sve više se upotrebljavaju reciklirani agregati.

Prilikom plasiranja agregata kao građevnog proizvoda na tržište, ono mora proći postupak ocjenjivanja i certificiranja. Izjavom o svojstvima i oznakom CE, proizvođač preuzima odgovornost za sukladnost građevnog proizvoda s objavljenim svojstvima. Građevni proizvodi se ocjenjuju prema sustavima ocjenjivanja i provjerama stalnosti svojstava. U svakom sustavu opisano je koje radnje provodi proizvođač, a koje prijavljeno tijelo za certificiranje proizvoda.

Ovim radom opisan je detaljni postupak provođenja ispitivanja svojstva agregata kao što granulometrijski sastav, oblik zrna, indeks plosnatosti, otpornost na drobljenje, otpornost na abraziju, otpornost na smrzavanje/odmrzavanje, mineraloško-petrografski sastav, udio drobljenih i lomljenih površina, otpornost na polirnost, otpornost na trošenje, otpornost na toplinski šok, prionljivost bitumenskih veziva, određivanje šupljina u suhozbijenom punilu te određivanje gustoće punila koji se koriste za beton i kolničke konstrukcije.

2. AGREGATI

2.1 Definicija i vrste agregata

Agregat je granulirani materijal prirodnog, industrijski proizvedenog ili recikliranog podrijetla koji se upotrebljava u građenju. (BS EN 12620:2013)

Agregati u smislu propisa su agregati i punila s gustoćom zrna većom od 2000 kg/m^3 (agregat za beton) i lagani agregat i lagana punila s gustoćom zrna ne većom od 2000 kg/m^3 ili nasipnom gustoćom ne većom od 1200 kg/m^3 (lagani agregat za beton) dobiveni preradom prirodnih, industrijski proizvedenih ili recikliranih materijala i mješavina ti agregata u pogonima za proizvodnju agregata. (Tehnički propis za betonske konstrukcije (NN 139/09))

Podjela agregata:

Prirodni kameni agregat (šljunak) je agregat nastao raspadanjem kamenih masiva, transportom vodenim tokovima i taloženjem.

Drobljeni kameni agregat (tucanik) je agregat nastao drobljenjem u proizvodnom procesu.

Lagani agregat je agregat gustoće zrna manje od 2000 kg/m^3 , nasipne gustoće manje od 1200 kg/m^3

Specijalni agregat poput barita koriste se za betone velike volumne mase.

Podjela agregata prema EU normi:

Prirodni agregat je agregat mineralnog podrijetla koji je podložen samo mehaničkom procesu

Industrijski proizveden agregat je agregat mineralnog podrijetla koji je rezultat industrijskih procesa uključujući termičku ili drugu modifikaciju

Reciklirani agregat je rezultat obrade anorganskog ili mineralnog materijala prethodno korištenog u građenju

Punilo je agregat kojeg većina zrna prolazi kroz sito $0,063 \text{ mm}$ i koji se može dodati za postizanje određenih svojstava

2.2 Područja primjene agregata

Prema tehničkim propisima agregati se dijele na agregate za betonske i kolničke konstrukcije. Agregati za kolničke konstrukcije dijele se na agregate za bitumenske mješavine i tankoslojne asfaltne prevlake, punila za bitumenske mješavine, agregati za nevezane i hidraulički vezane mješavine te agregati za betonske mješavine.

Područje primjene agregata je široko. U graditeljstvu se koriste u visokogradnji i niskogradnji. U visokogradnji agregati se koriste u betonima kao osnovna komponenta betona (HRN EN 12620). Beton kao takav se koristi se u izgradnji zgrada (slika 2-1), za stropove, stubišta, temeljne ploče (slika 2-2), temelje, ploče (slika 2-3), stupove, nosive stupove, zidove. Agregat se koristi u proizvodnji kolnika od običnog betona i kolnika od valjanog betona. Koriste se u betonu za izradu mostova, tunela. Također, koriste se za pripremu žbuka i mortova koji se koriste u zidarstvu, za podove, kao unutarnja i vanjska obloga (EN 13139).

U niskogradnji agregat se koristi za proizvodnju nosivih slojeva od nevezanog materijala koji se koriste u strukturi kolničke konstrukcije na voznom i pretjecajnom traku i nosivi sloj od materijala vezanog hidrauličkim vezivom u zbijenom stanju (HRN EN 13242). Agregati i punila koji se koriste za izradu nosivog sloja asfaltbetona u kolničkim konstrukcijama. Agregati za izradu veznog sloja asfalta (slika 2-4), nosivo-habajući sloj asfaltbetona te habajući sloj. Također se koriste za nasipavanje cijevi, šumskih puteva, za uređivanje plaža. Tucanik se koristi u željezničkom prometu za nasipavanje pruga željeznice (slika 2-5) (EN 13450). Agregati se koriste za slaganje gabiona koji se koriste kao potporni zidovi (slika 2-6).



Slika 2-1 Betonska zgrada



Slika 2-2 Temeljna ploča



Slika 2-3 Betonske ploče



Slika 2-4 Asfalt



Slika 2-5 Tucanik na željezničkim prugama



Slika 2-6 Gabioni

Popis pojmova prema pravilnicima i normama koje označavaju vrstu materijala:

Beton je građevni proizvod sastavljen od cementa, agregata, dodatka betonu i vode. (Tehnički propis za betonske konstrukcije (NN 139/09))

Bitumen je crna ljepljiva, na normalnoj temperaturi polučvrsta ili čvrsta masa, koja se sastoji od ugljikovodika i njihovih nemetalnih derivata. Topljiva je u toluenu, a nalazi se u prirodi ili se dobiva preradom nafte. U asfaltnim mješavinama ima ulogu vezivnog sredstva. (Hrvatske ceste, 2001.)

Punilo je agregat kojeg većina prolazi kroz sito 0,063 mm i koji se može dodati građevnim materijalima za postizanje određenih svojstava. (Vrkljan i Klanfar, 2010.)

Nosivi sloj od znatog kamenog agregata materijala bez veziva kao dio kolničke konstrukcije ugrađuje se između posteljice i vezivnog nosivog sloja, a izrađuje se od nevezanih znatih kamenih materijala koji se stabiliziraju mehaničkim zbijanjem. (Hrvatske ceste, 2001.)

Nosivi sloj od znatog kamenog materijala stabiliziranog (vezanog) hidrauličkim vezivom kao dio kolničke konstrukcije ugrađuje se između nosivog sloja od znatog kamenog materijala bez veziva i bitumeniziranog nosivog sloja autocesta i cesta s vrlo teškim i teškim prometnim opterećenjem. (Hrvatske ceste, 2001.)

Površinska obrada je vrsta tankoslojne asfaltne prevlake, izvedene prethodnim prskanjem bitumenskog veziva i posipanjem frakcije kamene sitneži. (Hrvatske ceste, 2001.)

Hidraulička veziva su veziva koja se vežu s vodom dajući produkte netopive u vodi. (Vrkljan i Klanfar, 2010.)

Hidraulički vezana mješavina je mješavina koja se postavlja i očvršćuje hidrauličkom reakcijom. Agregat + voda + vezivo = hidraulički vezana mješavina (Nicholls, 2017.).

2.3 Tehnički proces proizvodnje agregata

Agregati se mogu eksploatirati iz stijenske mase odnosno kamenog masiva kao industrijski proizveden agregat ili iz ležišta šljunka kao prirodni agregat. Općenite tehnološke faze dobivanja agregata iz kamenog masiva prikazana je dijagramom na slici 2-7, a agregata iz ležišta šljunka na slici 2-8.

KAMENI MASIV

Skidanje otkrivke

Skidanje otkrivke je prvi korak kod većine ležišta i kao takav ima veliki utjecaj na kvalitetu i varijabilnost produkta. Neodgovarajuće uklanjanje jalovine može imati negativan utjecaj na kvalitetu agregata, obližnju vegetaciju i druge aspekte u ležištu. (Indiana Government, n.d.)

Pridobivanje mineralne sirovine

Druga faza procesa dobivanja agregata je bušenje bušotina pomoću ručnih bušilica u koje se postavlja eksploziv. Ovisno o tipu stijene postavlja se količina eksploziva ranije projektirana. Milisekundna otpucavanja omogućavaju bolju fragmentaciju stijene i smanjuju se vibracije tla. Nakon miniranja, materijal se transportira do oplemenjivajućeg postrojenja.

Utovar i transport

Utovar odminiranog materijala obavlja se najčešće s radnog platoa utovarnim strojevima ili bagerima. Transport materijala od radnog platoa do koša oplemenjivačkog postrojenja obavlja se utovarnim strojevima ili na veće udaljenosti damperima.

Pranje materijala

Uklanjanje sitnih čestica zemlje ili gline prije ulaska u primarnu drobilicu kako bi se povećala učinkovitost drobljenja, kvaliteta materijala i kako ne bi došlo do začepjenja drobilice. Takav materijal se odvaja i odlaže ili se odvaja za produkt s manjom kvalitetom. (Indiana Government, n.d.)

Primarno drobljenje

Primarna drobilica je najčešće čeljusna ili udarna drobilica. Prije ulaska u drobilicu, materijal prolazi kroz sito gdje se izdvajaju preveliki komadi, koji bi potencijalno mogli oštetiti ili začepiti drobilicu. Čeljusna drobilica drobi materijal gnječenjem, odnosno pomicanjem pomične čeljusti nepomičnoj. Veličina izlaznog zrna regulira se klinom i ono upravo odgovara ulaznoj veličini zrna za sekundarnu drobilicu. (Bedeković, n.d.)

Sekudarno drobljenje

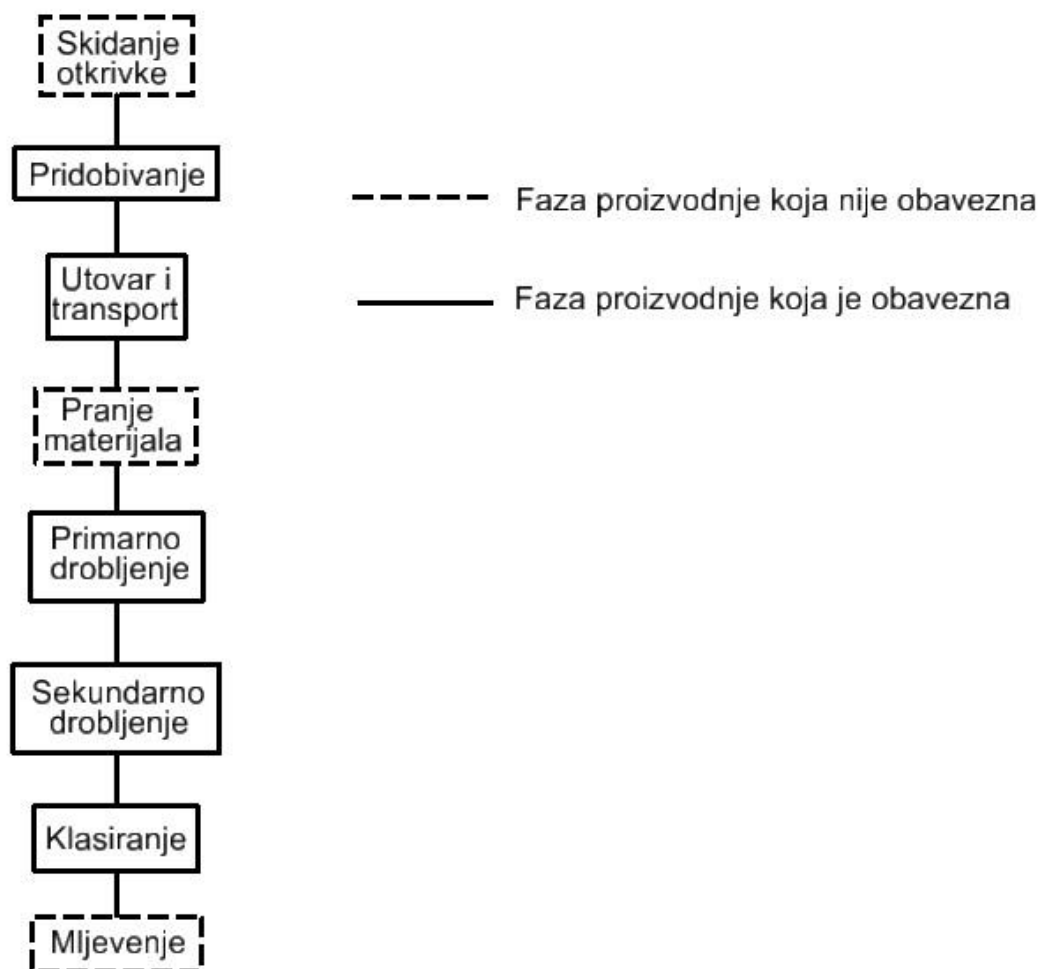
Sekundarno i ponekad tercijarno drobljenje je zadnji korak pri postizanju željene veličine čestica. Kao sekundarne drobilice koriste se udarne ili konusne drobilice. Veličina i oblik čestica mogu se regulirati približavanjem, primjerice konusne drobilice, tako što se vanjski konus približi unutarnjem konusu. Kod konusnih drobilica $\frac{1}{4}$ vanjskog stošca je paralelna s unutarnjim čime se produljuje zadržavanje zrna u prostoru drobljenja i time se postiže ravnomjerniji granulometrijski sastav. (Bedeković, n.d.)

Klasiranje

Nakon svakog stupnja drobljena nalazi se sito ili sustav sita za klasiranje zrna materijal. Sadržaj vlage i glinovitih materijala znatno utječu na učinkovitost sijanja. Materijal bi treba biti suh, a ako je vlažan onda se treba koristiti mokro sijanje koje je učinkovitije, ali se stvara problem otpadnih voda. Najčešće se koriste vibracijska rešetka.

Mljevenje

Mljevenje je faza sitnjenja do veličine zrna koja zahtjeva daljnju tehnološku preradu, a provodi se s ciljem poboljšanja ili promjene određenih fizikalnih značajki materijala (Bedeković, n.d.). U pravilu se provodi mokro mljevenje, a suho samo kada se kasnije materijal prerađuje suhim koncentracijskim postupcima. Mljevenje daje granulaciju u rasponu od 0,005 do 20 mm. Najčešće korišteni mlinovi su bubnjasti mlinovi s čeličnim kuglama ili štapovima.



Slika 2-7 Dijagram faza tehnološkog procesa proizvodnje agregata iz kamenog masiva

LEŽIŠTA ŠLJUNKA I PIJESKA

Šljunak je prirodno graduirani i frakcionirani materijal jer se dio procesa oplemenjivanja događa u toku transporta materijala. Ležišta šljunka se nalaze u slojevima i lećama nastalih sedimentacijskim procesima. Na prijelaznom dijelu slojeva šljunka može se uočiti proslojci glina. (Tomašić, 2007.)

Pridobivanje

Pridobivanje se vrši plovnim bagerima poput bagera vedričara s istovarnom katarkom, usisnog bagera s pomičnim cjevovodom, bagera s dubinskom lopatom, usisnim bagerom s rezačem na usisnoj cijevi, bagera s grabilicom (grajfer) te usisni bager sa skladišnim prostorom. (Vrkljan, n.d.)

Transport

Nakon pridobivanja slijedi transport do oplemenjivačkog postrojenja. Transport se najčešće obavlja transportnim trakama.

Primarno i sekundarno drobljenje

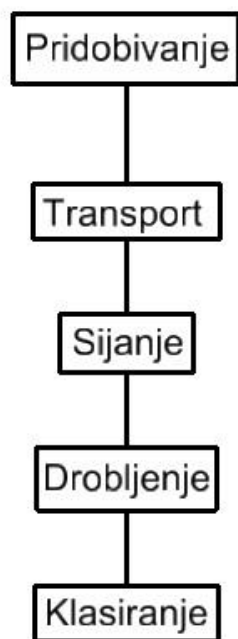
Kao i u fazama proizvodnje agregata iz kamenog masiva, materijal se po potrebi drobi u dva stupnja drobljenja. Odsjev na prvom situ, odlazi na drobljenje.

Sijanje

Prije i nakon primarnog drobljenja, materijal se prosijava suhim postupkom najčešće vibracijskim sitima. Nakon sekundarnog drobljenja, materijal se prosijava mokrim postupkom gdje se odvaja pijesak od šljunka. Šljunak se odvaja po frakcijama i odlaže.

Klasiranje

Pijesak koji je odvojen, klasira se mokrim postupkom najčešće hidrauličkim klasifikatorima poput mehaničkog klasifikatora sa spiralom ili hidrociklona gdje se odvaja glina i organski materijal.



Slika 2-8 Tehnološki proces dobivanja agregata iz ležišta šljunka i pijeska

3. KONTROLA KVALITETE PROIZVODA

3.1 Početno ispitivanje tipa proizvod

Početna ispitivanja su cjelokupni sustav ispitivanja i drugih procedura koje određuju svojstva uzorka proizvoda. Provode se u svrhu dokazivanja da je sastav sukladan odgovarajućim zahtjevima proizvodnih standarda prilikom prvog korištenja na tržištu. Provode se najmanje jednom u pet godina kao dio postupka kojim se demonstrira kontinuirana sukladnost u okviru tvorničke kontrole proizvodnje. (Krnić, 2011.)

Ispitivanja u slučaju agregata provode se prilikom otvaranja novog ležišta ili kod bitne promjene sirovine.

Izveštaj o početnom ispitivanju tipa proizvod je sastavni dio proizvođačke izjave o sukladnosti i mora sadržavati podatke o proizvođaču i proizvodu te porijeklo i tip materijala iz sastava zajedno sa rezultatima ispitivanja.

Ovisno o sustavu ocjenjivanja, početno ispitivanje tipa proizvod, može vršiti sam proizvođač ili prijavljeno tijelo. Rezultati početnih ispitivanja su ishodište za tvorničku kontrolu proizvodnje.

3.2 Kontrola tvorničke proizvodnje (KTP)

Tvornička kontrola proizvodnje je dokumentirana, stalna i unutarnja kontrola proizvodnje u tvornici, u skladu s odgovarajućim usklađenim tehničkim specifikacijama (Uredba Europske komisije br. 305/2011). Tvornička kontrola proizvodnje ovisi o namjeni agregata. Proizvođač mora imati razrađeni sustav kontrole proizvodnje koji osigurava usklađenost agregata sa zahtjevima iz norme. (Halavanja, n.d.)

Primjer sadržaja kontrole tvorničke proizvodnje: (HR EN 12620)

1. Uvod – ovim prilogom određuje se sustav kontrole tvorničke proizvodnje za agregate u cilju osiguranja sukladnosti odgovarajućim zahtjevima norme.
2. Organizacija – u ovom dijelu opisan je odnos između osoblja koje upravlja, izvodi i kontrolira kvalitetu rada, njegove ovlasti i odgovornosti. Proizvođač mora imenovati odgovornu osobu koja će osiguravati i održavati zahtjeve na postrojenju za proizvodnju agregata.
3. Postupci kontrole – proizvođač izrađuje priručnik kontrole tvorničke proizvodnje u kojima je opisan postupak kojim se zadovoljavaju zahtjevi za tvorničku kvalitetu. Ako postoje usluge podizvoditelja, proizvođač također mora uspostaviti način

kontrole. Mora se dokumentirati sirovina, njezino nalazište te mjesto i plan vađenja te mineralne sirovine.

4. Upravljanje proizvodnjom – sustav KTP mora ispunjavati sljedeće zahtjeve:
 - moraju postojati postupci za identifikaciju i kontrolu materijala
 - moraju postojati postupci koji osiguravaju da se materijal odlaže na deponiju na kontroliran način i da su identificirana mjesta skladištenja i njihov sadržaj
 - moraju postojati postupci koji osiguravaju da materijal uzet s deponije nije loše kvalitete u smislu ugrožavanja njegove sukladnosti
 - proizvod mora biti identifikabilan do trenutka prodaje u pogledu nalazišta i vrste
5. Nadzor i ispitivanje oprema – proizvođač je odgovoran za kontrolu i održavanje opreme za nadzor, mjerenje i ispitivanje, te se oprema mora koristiti u skladu s dokumentiranim postupcima. Točnost i umjeravanje mora biti u skladu s EN 932-5 i zapisi o umjeravanju se moraju čuvati.

Učestalost i mjesto nadzora, uzorkovanja i ispitivanja – mora se opisati učestalost nadzora i uzorkovanja, te se mora izraditi plan učestalosti ispitivanja.
6. Zapisi – Rezultati kontrole tvorničke kvalitete, mjesto uzorkovanja, datum i podatke o proizvodu koji se ispituje. Ako pregledani proizvod ne zadovoljava zahtjeve u zapis se mora dodati napomena o poduzetim mjerama za rješavanje situacije.
7. Kontrola nesukladnih proizvoda – ako se utvrdi da proizvod nije sukladan on se mora podvrgnuti ponovnoj proizvodnji, ili upotrijebiti za namjeru za koju je pogodan ili povući i označiti kao nesukladan. Sve nesukladnosti proizvođač treba zapisati i po potrebi poduzeti popravne radnje.
8. Pretovar, skladištenje i čuvanje u proizvodnim pogonima – pronalaze se rješenja za održavanje kvalitete proizvoda tijekom pretovara i skladištenja.
9. Prijevoz i pakiranje – proizvođač mora opisati svoje odgovornosti u odnosu na skladištenje i isporuku. Ako se proizvodi pakiraju, materijali u koji se pakiraju ne smiju zagaditi proizvod u smislu mijenjanja njegovih svojstava.
10. Obučavanje osoblja – Proizvođač mora osigurati obučavanje osoblja uključenog u sustav tvorničke proizvodnje.

3.3 Izjava o svojstvima i oznaka CE

Prilikom plasiranja proizvoda na tržište, taj proizvod mora biti obuhvaćen usklađenom normom ili u skladu s europskom tehničkom ocjenom kako bi se mogla izdati izjava o svojstvima. Stavljanjem izjave o svojstvima proizvođač preuzima odgovornost za sukladnost građevnog proizvoda s takvim objavljenim svojstvima.

Izuzetak su građevni proizvodi koji se stavljaju na tržište, a proizvedeni su pojedinačno ili prema narudžbi kao odgovor na posebnu narudžbu, i ako ga je proizvođač, koji je odgovoran za sigurnu ugradnju proizvoda u građevinu, ugradio u pojedinačno prepoznatljivu građevinu u skladu s primjenjivim nacionalnim pravilima, pri čemu su za ugradnju odgovorne osobe, koje su u skladu s primjenjivim nacionalnim pravilima odgovorne za sigurnu izgradnju građevina. Za takve građevne proizvode proizvođač se smije suzdržati od stavljanja izjave o svojstvima. (Uredba EU komisije br. 305/2011)

Izjavom o svojstvima izražava se svojstvo građevnih proizvoda u vezi bitnim značajkama tih proizvoda u skladu s usklađenim tehničkim specifikacijama. Sadržaj koji izjava mora sadržavati nalazi se u tablici 3-1, a primjer izjave o svojstvima nalazi se u prilogu 2. (Europska komisija, n.d.)

Tabela 3-1 Sadržaj izjave o svojstvima

1	Jedinstvena identifikacijska oznaka vrste proizvoda
2	Namjena/namjene
3	Proizvođač
4	Ovlašteni predstavnik
5	Sustav/ sustavi za ocjenu i provjeru stalnosti svojstava
6a	Usklađena norma - Prijavljeno tijelo
6b	Europski dokument za ocjenjivanje - Europska tehnička ocjena, Tijelo za tehničko ocjenjivanje, Prijavljeno tijelo
7	Objavljeno svojstvo: popis bitnih značajki koji se nalazi u ZA prilogu usklađene norme
8	Odgovarajuća tehnička dokumentacija

U delegiranoj uredbi komisije (EU) br 574/2014 nalaze se upute za sastavljanje izjave o svojstvima.

Na temelju izjave o svojstvima izrađuju se tehničke dokumentacije u kojima se opisuju bitni elementi vezani s traženim sustavom ocjenjivanja i provjere stabilnosti svojstava.

Ukoliko proizvod nije usklađen normom, a proizvođač zahtjeva europsku tehničku ocjenu, za njega se izrađuje europski dokument za ocjenjivanje. To su proizvodi koji nisu obuhvaćeni normom ili nisu u potpunosti obuhvaćeni usklađenom normom, a čije svojstvo glede bitnih značajki ne može biti u potpunosti ocijenjen sukladno postojećoj normi.

Sadržaj europskog dokumenta za ocjenjivanje je opći opis građevnog proizvoda, popis bitnih značajki za namjeravanu upotrebu proizvoda, metode i kriterije ocjenjivanja svojstava proizvoda. U europskom dokumentu potrebno je utvrditi načela primjenjive kontrole tvorničke proizvodnje, a ako postoje metode i kriteriji koji su već prije objavljeni u drugim tehničkim specifikacijama, one se ugrađuju kao dijelovi europskog dokumenta za ocjenjivanje.

Europska tehnička ocjena koju izdaje TAB (tijela za tehnička ocjenjivanja) na temelju europskog dokumenta za ocjenjivanje mora sadržavati svojstva koja je potrebno objaviti prema raznima, onih bitnih značajki koje su dogovorili proizvođač i TAB-ovi za europsku tehničku ocjenu objavljene namjeravane upotrebe i tehničke detalje potrebne za provedbu sustava ocjenjivanja i provjeru stalnosti svojstava.

Nakon što se izradi izjava o svojstvima može se izraditi oznaka CE. Primjer CE oznake sa objašnjenjem nalazi se u slici 3-1.

			Znak sukladnosti CE, koji se sastoji od "CE" simbola danog u direktivi 93/68/EEC
01234			Identifikacijski broj inspekcijeskog tijela
Any Co Ltd, PO Box 21, B-1050			Ime ili identifikacijski znak i registrirana adresa proizvođača
02			Posljednje dvije znamenke godine u kojoj je oznaka stavljena
0123-CPD 0456			Broj EC certifikata
EN 12620			Broj europske norme
Agregati za beton			Opis proizvoda
			i
Oblik zrna	Deklarirana vrijednost	(F)	podaci o proizvodu i o propisanim svojstvima
Frakcija	Oznaka	(d/D)	
Gustoća zrna	Deklarirana vrijednost	(Mg/m ³)	
Čistoća			
Kakvoća sitnih čestica	Prolazi/ne prolazi graničnu vrijednost I	(%)	
Sadržaj školjaka	Razred	(MB, SE) (npr. SC ₁₀)	
Otpornost na lomljenje /drobljenje	Razred	(LA ₁₅)	
Otpornost na poliranje	Razred	(PSV ₉₈)	
Otpornost na abraziju	Razred	(AAV ₁₀ , A ₃₀)	
Otpornost na habanje	Razred	(MDE ₂₀)	
Sastav/sadržaj			
Kloridi	Deklarirana vrijednost	(% Cl)	
Sulfati toplivi u kiselini	Razred	(npr. AS _{0,2})	
Ukupni sumpor	Prolazi/ne prolazi graničnu vrijednost	(% S)	
Sastojci koji povećavaju brzinu vezanja i očvršćivanja betona	Prolazi/ne prolazi graničnu vrijednost	(Vrijeme skrćivanja u minutama / tlačna čvrstoća S%)	
Sadržaj karbonata	Deklarirana vrijednost	(% CO ₂)	
Volumna postojanost			
Skupljanje uslijed sušenja	Prolazi/ne prolazi graničnu vrijednost	(% WS)	
Sastojci koji utječu na volumnu postojanost zrakom hlađene zgrade iz visokih peći	Deklarirana vrijednost	(Izgled)	
Sadržaj karbonata	Deklarirana vrijednost	(% CO ₂)	
Upijanje vode	Deklarirana vrijednost	(% WA)	
Radioaktivno zračenje	Deklarirane vrijednosti na zahtjev		
Oslobađanje teških metala	} Granične vrijednosti vrijedeće na mjestu upotrebe		
Oslobađanje poliaromatičnih ugljikovodika			
Oslobađanje drugih opasnih tvari		npr. Tvar X: 0,2 μm ³	
Trajnost prema smrzavanju- odmrzavanju	Deklarirana vrijednost	(F ili MS)	
Trajnost prema alkalno- silikatnoj reaktivnosti	Deklarirana vrijednost na zahtjev		

Slika 3-1 Primjer CE oznake (HRN EN 12620)

3.4 Kontrola kvalitete proizvoda

Kontrola kvalitete dio je sustava upravljanja kvalitetom fokusiran na ispunjavanje osnovnih zahtjeva vezanih za kvalitetu (Norma ISO 9000:2000). Kontrola kvalitete odnosi se na nadzor nad proizvodnim procesom. Nadzor se sastoji od dva dijela, a to su unutarnja kontrola kvalitete koju obavlja proizvođač i vanjska kontrola kvalitete koju obavljaju tijela za ocjenjivanje sukladnosti (Svijet kvalitete, 2012.).

Kako bi se proizvodi mogli prodavati unutar Europske Unije, moraju imati oznaku CE koja dokazuje da je proizvod ocijenjen i da ispunjava sva zahtjeve u području sigurnosti, zdravlja i okoliša. Grupe proizvoda kojima se ocjenjuje sukladnost i radi se kontrola kvalitete proizvoda prikazane su u tablici 3-2.

Svaka od ovih grupa proizvoda ima sustav ocjenjivanja. Građevni proizvodi ocjenjuju se prema Delegiranoj uredbi komisije broj 568/2014 koja se sastoji od 5 sustava. Agregati su dio građevnih proizvoda te kao takvi ocjenjuju se prema sustavu 2+.

Građevni proizvod označava svaki proizvod ili sklop proizveden i stavljen na tržište radi stalne ugradnje u građevinu ili njezine dijelove, čija svojstva imaju učinak na svojstva građevine s obzirom na temeljne zahtjeve za građevinu. (UREDBA (EU) br. 305/2011 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA, o utvrđivanju usklađenih uvjeta za stavljanje na tržište građevnih proizvoda i stavljanju izvan snage Direktive Vijeća 89/106/EEZ)

Tabela 3-2 Popis grupa proizvoda (Europska komisija, 2018.)

	Grupe proizvoda
1.	Aktivni implantirajući medicinski uređaji
2.	Dizala
3.	Eksplozivi za civilnu upotrebu
4.	Elektromagnetska kompatibilnost
5.	Emisija buke u okolišu
6.	Građevni proizvod
7.	In vitro dijagnostički medicinski uređaji
8.	Medicinski uređaji
9.	Mjerni instrumenti
10.	Oprema i zaštitni sustavi namijenjeni za upotrebu u eksplozivnoj atmosferi
11.	Oprema pod tlakom
12.	Osobna zaštitna oprema
13.	Pirotehnika
14.	Rekreacijska plovila
15.	Sigurnost igračaka
16.	Strojevi
17.	Telekomunikacijska oprema
18.	Toplovodni kotlovi
19.	Uređaji na pogon s unutarnjim izgaranjem
20.	Žičara dizajnirana za prijevoz ljudi

3.5 Sustavi ocjenjivanja i provjere stalnosti svojstava građevnih proizvoda

U nastavku se nalazi slika i popis sustava te radnje koje proizvođač provodi i radnje koje provodi prijavljeno tijelo prema delegiranoj uredbi Eu komisije.



Slika 3-2 Shematski prikaz sustava ocjenjivanja i provjere stalnosti svojstava

Podjela sustava ocjenjivanja i provjere stalnosti prema Delegiranoj uredbi Komisije br. 568/2014.

PODJELA SUSTAVA OCJENJIVANJA I PROVJERE STALNOSTI SVOJTAVA

Proizvođač sastavlja izjavu o svojstvima i određuje vrstu proizvoda na temelju ocjenjivanja i provjera stalnosti svojstava koje se izvode u okviru sljedećih sustava:

Sustav 1+

(a) Proizvođač provodi:

- i. kontrolu tvorničke proizvodnje;
- ii. daljnje ispitivanje uzoraka koje proizvođač uzima u proizvodnom pogonu u skladu s propisanim planom ispitivanja.

(b) Prijavljeno tijelo za certificiranje proizvoda donosi odluku o izdavanju, ograničenju, suspenziji ili povlačenju certifikata o stalnosti svojstava proizvoda na temelju ishoda sljedećih ocjenjivanja i provjera koje to tijelo provodi:

- i. ocjenjivanja svojstava građevnog proizvoda koje se provodi na temelju ispitivanja

(uključujući uzorkovanje), proračuna, tabličnih vrijednosti ili opisne dokumentacije proizvoda;

- ii. početnog pregleda proizvodnog pogona i kontrole tvorničke proizvodnje;
- iii. kontinuiranog nadzora, ocjenjivanja i vrednovanja kontrole tvorničke proizvodnje;
- iv. ispitivanja slučajnih uzoraka koje prijavljeno tijelo za certificiranje proizvoda uzima u proizvodnom pogonu ili skladišnim prostorima proizvođača.

Sustav 1.

(a) Proizvođač provodi:

- i. kontrolu tvorničke proizvodnje;
- ii. daljnje ispitivanje uzoraka koje proizvođač uzima u proizvodnom pogonu u skladu s propisanim planom ispitivanja.

(b) Prijavljeno tijelo za certificiranje proizvoda donosi odluku o izdavanju, ograničenju, suspenziji ili povlačenju certifikata o stalnosti svojstava proizvoda na temelju ishoda sljedećih ocjenjivanja i provjera koje to tijelo provodi:

- i. ocjenjivanja svojstava građevnog proizvoda koje se provodi na temelju ispitivanja (uključujući uzorkovanje), proračuna, tabličnih vrijednosti ili opisne dokumentacije proizvoda;
- ii. početnog pregleda proizvodnog pogona i kontrole tvorničke proizvodnje;
- iii. kontinuiranog nadzora, ocjenjivanja i vrednovanja kontrole tvorničke proizvodnje.

Sustav 2+

(a) Proizvođač provodi:

- i. ocjenjivanje svojstava građevnog proizvoda na temelju ispitivanja (uključujući uzorkovanje), proračuna, tabličnih vrijednosti ili opisne dokumentacije tog proizvoda;
- ii. kontrolu tvorničke proizvodnje;
- iii. ispitivanje uzoraka koje proizvođač uzima u proizvodnom pogonu u skladu s propisanim planom ispitivanja.

(b) Prijavljeno tijelo za certificiranje kontrole tvorničke proizvodnje donosi odluku o izdavanju, ograničenju, suspenziji ili povlačenju certifikata o sukladnosti kontrole tvorničke proizvodnje na temelju ishoda sljedećih ocjenjivanja i provjera koje provodi to tijelo:

- i. početnog pregleda proizvodnog pogona i kontrole tvorničke proizvodnje;
- ii. kontinuiranog nadzora, ocjenjivanja i vrednovanja kontrole tvorničke proizvodnje.

Sustav 3.

- (a) Proizvođač provodi kontrolu tvorničke proizvodnje;
- (b) prijavljeni laboratorij ocjenjuje svojstva na temelju ispitivanja (utemeljenoga na uzorkovanju koje je proveo proizvođač), proračuna, tabličnih vrijednosti ili opisne dokumentacije građevnog proizvoda.

Sustav 4.

- (a) Proizvođač provodi:
 - i. ocjenjivanje svojstava građevnog proizvoda na temelju ispitivanja, proračuna, tabličnih vrijednosti ili opisne dokumentacije tog proizvoda;
 - ii. kontrolu tvorničke proizvodnje
- (b) Nema zadaća koje zahtijevaju intervenciju prijavljenih tijela.

Građevni proizvodi za koje je izdana europska tehnička ocjena

Prijavljena tijela koja izvide zadatke u okviru sustava 1+, 1 i 3, kao i proizvođači koji izvide zadatke u okviru sustava 2+ i 4, uzimaju europsku tehničku ocjenu izdanu za predmetni građevni proizvod kao ocjenu svojstava tog proizvoda. Prijavljena tijela i proizvođači stoga ne izvide zadatke navedene u točkama 1.1.(b)i., 1.2.(b)i., 1.3.(a)i., 1.4.(b) i 1.5.(a)i.

TIJELA UKLJUČENA U OCJENJIVANJE I PROVJERU STALNOSTI SVOJSTAVA

S obzirom na funkciju prijavljenih tijela uključenih u ocjenjivanje i provjeru stalnosti svojstava za građevne proizvode, potrebno je razlikovati:

1. tijelo za certificiranje proizvoda: tijelo prijavljeno u skladu s poglavljem VII.: za certificiranje stalnosti svojstava;
2. tijelo za certificiranje kontrole tvorničke proizvodnje: tijelo prijavljeno u skladu s poglavljem VII.: za certificiranje kontrole tvorničke proizvodnje;
3. laboratorij: tijelo prijavljeno u skladu s poglavljem VII.: za mjerenje, istraživanje, ispitivanje, proračunavanje ili ocjenjivanje svojstava građevnih proizvoda na drugi način;

Popis prijavljenih tijela, TAB i NB, nalaze se u tablici 3-3.

Tabela 3-3 Popis prijavljenih tijela u Republici Hrvatskoj

Tip tijela	Ime
TAB	Institut IGH dioničko društvo za istraživanje i razvoj u graditeljstvu - TD
NB 2468	Zavod za ispitivanje kvalitete doo
NB 2476	EUROINSPEKT - DRVOKONTROLA društvo s ograničenom odgovornošću za kontrolu robe i inženjering
NB 2477	Institut IGH dioničko društvo za istraživanje i razvoj u graditeljstvu
NB 2480	ASCON INSTITUT doo za ispitivanje, istraživanje i razvoj u građevinarstvu
NB 2481	CSS društvo s ograničenim odgovornostima za kontrolu i kakvoću materijala
NB 2483	LTM društvo s ograničenim odgovornošću, laboratorij za toplinska mjerenja
NB 2484	RAMTECH doo za ispitivanje, istraživanje i konzalting iz područja asfaltne tehnologije
NB 2485	SREDNJA ŠKOLA BEDEKOVČINA, Zavod za graditeljstvo i građevne materijale
NB 2486	VIK-HR za usluge, doo
NB 2607	Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zavod za zavarene konstrukcije
NB 2645	Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Laboratorij za toplinu i toplinske uređaje
NB 2678	GEOEXPERT - IGM doo za ispitivanje građevinskih materijala i konstrukcije, projektiranje i nadzor

4. METODE ISPITIVANJA AGREGATA

Zahvaljujući INSTITUT IGH, d.d. i djelatnicima Laboratorija za agregate napravljeno je nekoliko ispitivanja agregata na različitim uzorcima. U prilogu 2. nalazi se popis ispitivanja, broj normi po kojoj se ispitivanje izvodi i učestalost ispitivanja.

4.1 AGREGATI ZA BETON

4.1.1 Granulometrijski sastav

Granulometrijski sastav agregata je raspodjela uzorka po veličini zrna i određuje se sijanjem. Sita su redom poslagana od najvećeg do najmanjeg otvora. Masa uzorka je propisana normom. Uzorak se usipa na sito s najvećim otvorom u nizu te se sita tresu. Nakon što se uzorak prosije na sitima, važe se i određuje se postotak mase. Primjer granulometrijske analize na tucaniku prikazan je na slici 4-1.

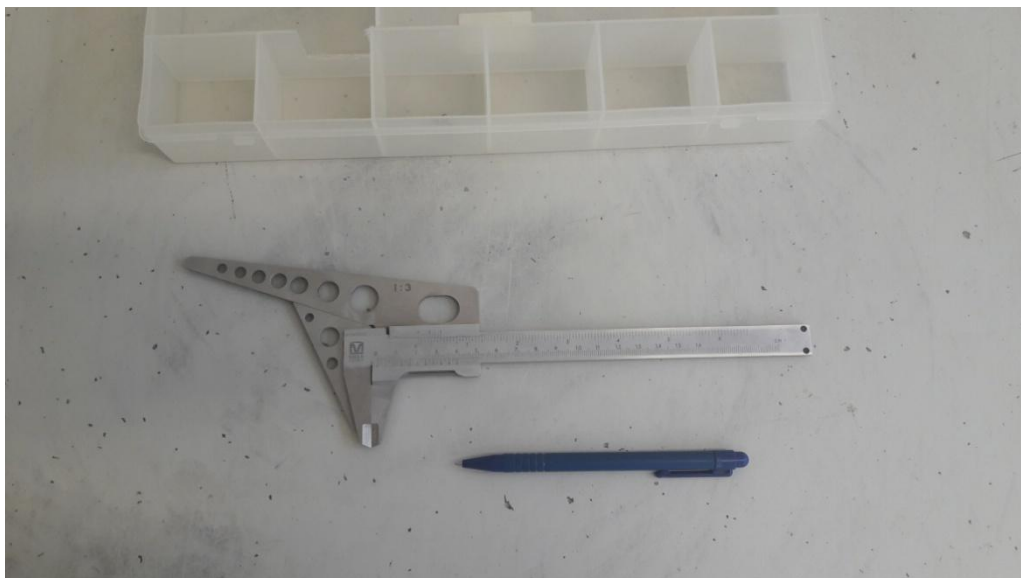


Slika 4-1 Granulometrijska analiza uzorka tucanika

4.1.2 Oblik zrna (Shape Index)

Nakon provedene granulometrijske analize, na istom uzorku ispituje se oblik zrna. Ispitivanje se obavlja pomoću kljunastog mjerila (Slika 4-2). Prvo se izmjeri najduža stranica zrna (duljina), kljunasto mjerilo se ostavlja u tom položaju, te se zrno pokuša provući kroz gornji dio mjerila svojom najkraćom stranom (širina zrna). Sva zrna koja

imaju omjer duljine i širine veći nego 3:1 (prolaze kroz kljunasto mjerilo) smatraju se zrnima nepovoljnog oblika i odvajaju se na stranu. Na kraju ispitivanja ta zrna se važu i dijeli se masa zrna nepovoljnog oblika s ukupnom masom kako bi se izračunao indeks oblika koji se označava SI_x gdje x iznosi postotak izduženih zrna.



Slika 4-2 Kljunasto mjerilo

4.1.3 Indeks plosnatosti

Ispitivani agregat se prvo rasijava na podfrakcije pomoću mrežastih sita, a onda se pojedine podfrakcije rasijavaju na rešetkastim sitima s razmakom između rešetki dvostruko manjim od gornje nazivne granice ispitivane podfrakcije. Sva zrna koja prođu kroz rešetke smatraju se plosnatima, njihove mase se zapisuju da bi se na kraju ispitivanja iz omjera ukupne mase plosnatih zrna i početne mase uzorka izračunao indeks plosnatosti FI_x , gdje x označava maseni udio plosnatih zrna. Indeks plosnatosti određuje se pomoću rešetki za plosnatost koja su prikazana na slici 4-3.



Slika 4-3 Rešetke za određivanje plosnatosti zrna

4.1.4 Otpornost na drobljenje (Los Angeles)

Otpornost na drobljenje ispituje se na uzorcima veličine 10-14 mm. Omjer frakcija 10/12,5 mm i 12,5/14 mm je 65:35. Uzorak mase 5 kg stavlja se u uređaj za drobljenje zajedno sa 11 čeličnih kugli prikazanog na slici 4-4. Uzorak se u uređaju vrti 5000 okretaja nakon čega se vadi i prosijava na situ 1,6 mm. Gubitak mase drobljenjem izražen je formulom:

$$Lax = \frac{m_1 - m_2}{m_1} * 100(\%) \quad (4.1.)$$

LA_x - gubitak mase drobljenjem

m_1 - početna masa

m_2 - masa nakon drobljenja

Ispitivanje tucanika zahtjeva masu od 10 kg te 12 čeličnih kugli.



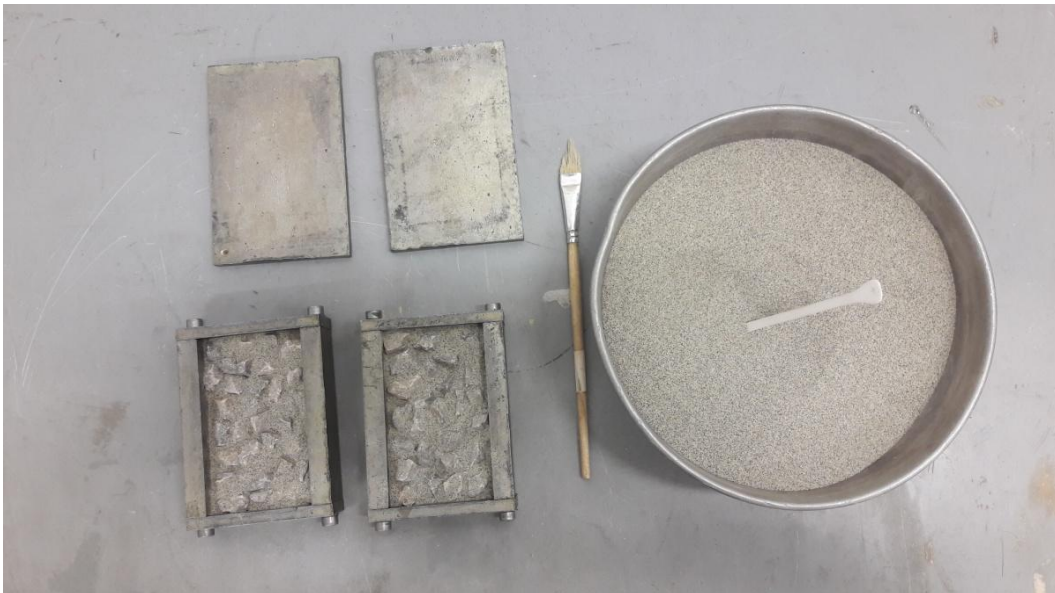
Slika 4-4 Uređaj za ispitivanje agregata na otpornost (LA)

4.1.5 Otpornost na abraziju

Otpornost na abraziju predstavlja otpornost materijala na mehaničko habanje i trošenje. Uzorak se prosije na situ 14 mm te na rešetci 10,2 mm. Odabiru se zrna koja imaju barem jednu ravnu površinu. Takva zrna stavljaju se u dva kalupa (slika 4-5). U svakom kalupu mora biti najmanje 24 zrna koja pokrivaju cijelu površinu kalupa. Zaostali prostor popunjava se kvarcnim pijeskom finoće 0/0,3 mm do pola visine kalupa kako smola ne bi prošla na prednji kraj zrna (slika 4-6). Epoxy smola se miješa sa punilom do određene gustoće te se preljeva u kalupe (slika 4-7). Nakon hlađenja, dok se smola stisne pločice se vade iz kalupa (slika 4-8), važu se i stavljaju u uređaj za abraziju. Na pločice se stavljaju utezi koji zajedno sa pločicom moraju iznositi 2000 g. Uređaj se sastoji od diska koji se rotira, mjesta za stavljanje pločica te dozera za doziranje abrazivnog sredstva. Kao abrazivno sredstvo koristi se kvarcni pijesak. Uzorak se vrti u uređaju 500 okretaja koji je prikazan na slici 4-9. Nakon završetka uzorak se ponovno važe te se određuje gubitak mase koji se označava AAV_x .



Slika 4-5 Postavljanje zrna agregata u kalupe



Slika 4-6 Kalupi popunjeni agregatom i kvarcnim pijeskom



Slika 4-7 Epoxy smola postavljena u kalupe



Slika 4-8 Pripremljeni uzorci za abraziju



Slika 4-9 Uređaj za ispitivanje otpornosti na abraziju

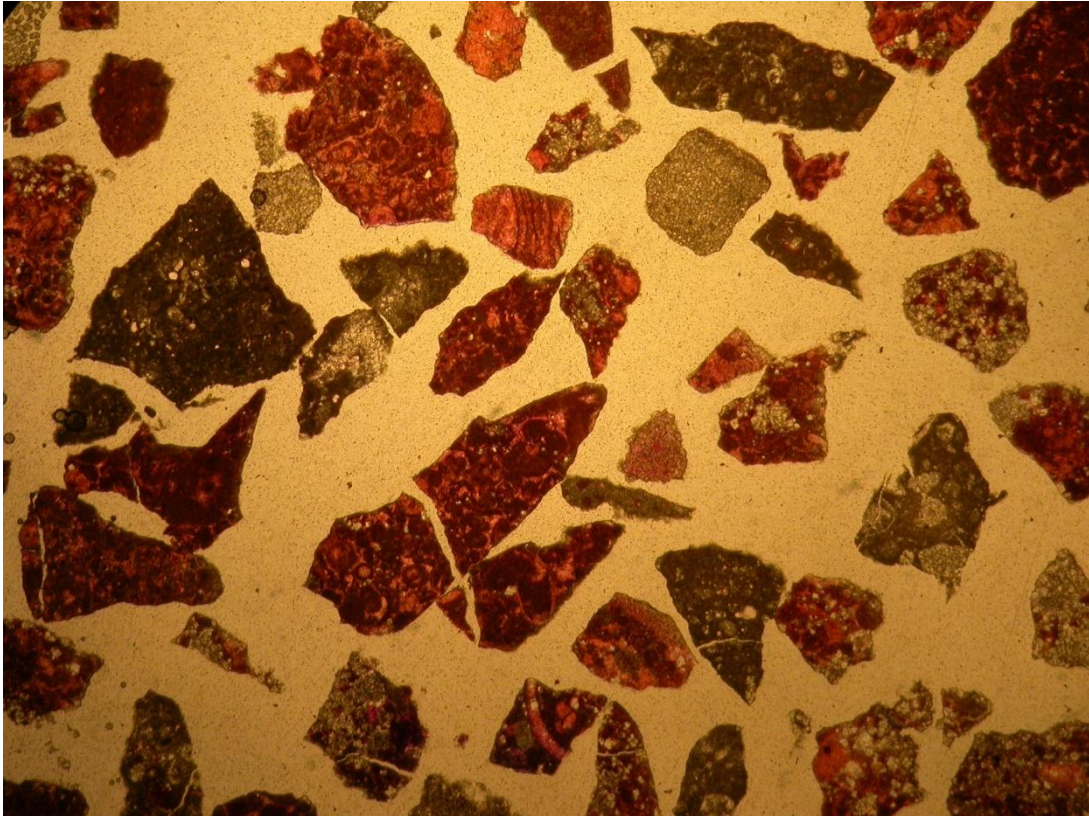
4.1.6 Otpornost na smrzavanje/odmrzavanje

Ispitivanje uzorka odvija se u 10 ciklusa. Izvagani uzorci referentne frakcije 8/16 mm se potapaju u destiliranoj vodi na 24h, nakon čega se izlažu ciklusima smrzavanja i odmrzavanja. Temperatura zagrijavanja iznosi $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$, a smrzavanja $-17,5 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$. Ispitanom uzorku određuje se masa te se računa postotak mase koji se je izgubio smrzavanjem i odmrzavanjem. Agregati se svrstavaju u 4 grupe koje se označavaju F_{1-4} .

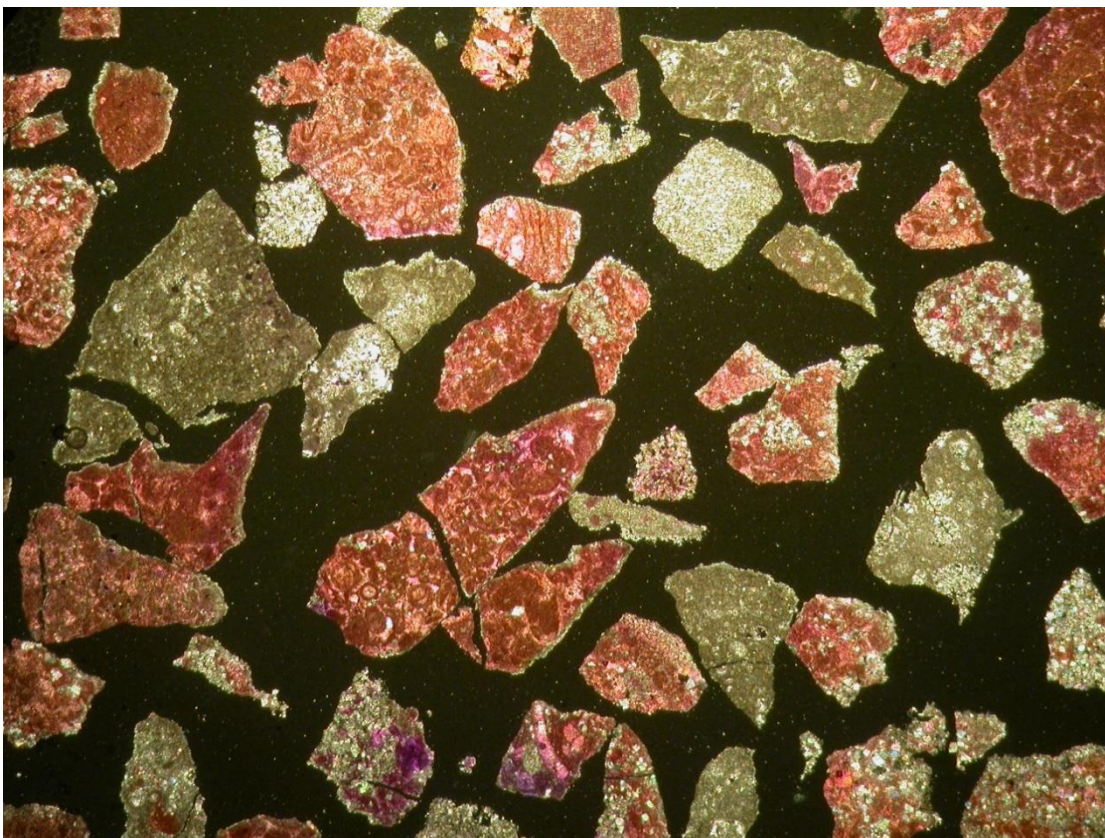
4.1.7 Mineraloško – petrografski sastav

Uzorci agregata za makroskopsku analizu linijski se smanjuju na minimalno 100 zrna, ukoliko je uzorak homogenog sastava, odnosno na minimalno 150 zrna, u slučaju heterogenog uzorka. Prvo se zrna razvrstavaju prema mineraloško-petrografskom sastavu, a onda se svakoj skupini određuju svojstva vizualnim pregledom. Prvo se određuje sastav zrna, zatim se određuje oblik zrna koji može biti pločasti, izometrični i izduženi. Oblik zrna opisuje se prema prevladavajućoj skupini. Površina zrna se opisuje kao glatka, blago hrapava, hrapava i pjeskovito hrapava. Zaobljenost zrna može biti uglata, poluuglata, zaobljena i poluzaobljena. Trošnost zrna određuje se tako da se zrno proba savinuti, ako zrno puca ono je trošno.

Za mikroskopsku analizu mineraloško-petrografskog sastava koristi se najčešće homogenizirani uzorak podfrakcije 0,5/1,0 mm, a u slučaju heterogenih uzoraka često se ispituju i podfrakcije 0,125/0,25 i 0,25/0,5 mm. Od uzorka se prave „kolačići“ te se šalju na geološki institut gdje se režu i bruse na debljinu od 30 µm, te se izrađuje mikroskopski izbrusak. Daljnjom mikroskopskom analizom uzorka određuje se sastav zrna. Na slikama 4-10 i 4-11 je prikazan karbonat bez analizatora i sa analizatorom gdje se vide zrna vapnenca i dolomita veličine 0,5/1 mm. Uzorak je obojen otopinom Alizarina - crvenog S (prema Evamy-u i Shearman-u (1962)), zbog lakšeg razlikovanja vapnenca i dolomita jer se vapnenac oboja u crvenu boju.



Slika 4-10 Mikroskopska analiza uzorka karbonata



Slika 4-11 Mikroskopska analiza uzorka s uključenim analizatorom - karbonat

4.2 AGREGATI ZA KOLNIČKE MJEŠAVINE

4.2.1 BITUMENSKE MJEŠAVINE

Agregate za bitumenske mješavine također se ispituju na granulometrijski sastav, oblik zrna te otpornost na drobljenje, kako je postupak u gore navedenom poglavlju opisan neće se ponavljati.

4.2.1.1 Udio drobljenih i lomljenih površina u krupnom agregatu

Ispituje se na podfrakcijama agregata čija je gornja nazivna granica maksimalno dvostruko veća od donje nazivne granice. Određuje se uzorak čija je najveća frakcija dvostruko veća od najmanje. Uzorak se smanjuje četvrtanjem ili linijskim smanjivanjem do propisane mase. Uzorak se smanjuje na 100 zrna i odvajaju se optički u 4 skupine na potpuno zaobljena (>90% površine zaobljeno), zaobljena (50-90% površine je zaobljeno), potpuno drobljena i lomljena (>90% površine drobljeno i lomljeno) te drobljena i lomljena (50-90% površine je drobljeno i lomljeno). Nakon odvajanja važu se potpuno zaobljena zrna, njima se dodaju zaobljena i zabilježava se masa. Potom se važu drobljena i njima se dodaju lomljena zrna. Omjer masa ovih dviju skupina daje udio drobljenih i lomljenih površina i označava se $C_{x/x}$.

4.2.1.2 Otpornost na polirnost

Polirnost se ispituje na uzorku prosijanom na situ otvora 10 mm te rešetki 7,2 mm. Određuju se zrna koja imaju barem jednu površinu ravnu. Od jednog uzorka rade se dvije pločice, a svaka pločica sastoji se od 36-46 zrna. Kao i u ispitivanju otpornosti na abraziju zrna se prekrivaju kvarcnim pijeskom i epoxy smolom. Na kotač se stavljaju po dvije pločice od svakog uzorka, dvije kontrolne pločice što ukupno iznosi 14 pločica na kotaču (slika 4-12).

Koriste se dva abrazivna sredstva, grubi i fini prah. Prvo se uređaj rotira brzine 320 okretaja/min tri sata s grubom abrazijom nakon čega se pere (slika 4-13). Slijedi rotacija od 3h s finim prahom. Nakon završetka uzorak se stavlja u destiliranu vodu na dva sata. Poslije natapanja u destiliranoj vodi uzorak se stavlja na njihalo te se određuje trenje (slika 4-14). Prvo se ispituje Cirgon, kontrolna pločica, za ispitivanje njihala. Njihalo se na uzorak pušta 5 puta, a zadnje tri se koriste za izračun srednjih vrijednosti polirnosti. PSV_x označava polirnost uzorka.



Slika 4-12 Kotač s pločicama



Slika 4-13 Uređaj za ispitivanje otpornosti na polirnost



Slika 4-14 Standardno njihalo

4.2.1.3 Otpornost na trošenje (Micro-Deval)

Otpornost na trošenje ispituje se na frakcijama 10/12,5 mm i 12,5/14 mm mase 500 g u omjerima 65:35. Uzorak se zajedno s 5 kg čeličnih kugli i 2,5 l destilirane vode stavlja u cilindar (slika 4-15) koji se postavlja u Micro-Deval uređaj (slika 4-16). Uzorak se rotira 12 000 okretaja nakon čega se prosijava na situ 1,6 mm, a razlika između početne mase i mase agregata zaostalog na situ 1,6 mm koristi se za izračun micro-Deval koeficijenta (M_{DE}).

Masa tucanika iznosi 10 kg frakcija 31,5/40 mm i 40/50 mm. Ne koriste se čelične kugle te se stavlja 2 l destilirane vode i okreće se 14 000 okretaja.



Slika 4-15 Čelični cilindar



Slika 4-16 Micro-Deval uređaj

4.2.1.4 Otpornost na toplinski šok

Frakcije 10/12,5 mm i 12,5/14 mm prvo se potapaju u vodi na 2h. Prije stavljanja u peć, zrna se površinski prebrišu. Zrna su u peći 3 min na temperaturi od 700 °C. Nakon žarenja idu na sito i ponovno se radi ispitivanje Los Angeles te se uspoređuju rezultati „normalnog“ i „pečenog“ Los Angelesa. U pravilu pečena zrna imaju veći gubitak drobljenjem od zrna koja nisu pečena. Na slici 4-17. prikazana su zrna nakon toplinskog šoka.



Slika 4-17 Agregat nakon toplinskog šoka.

4.2.1.5 Prionljivost bitumenskih veziva

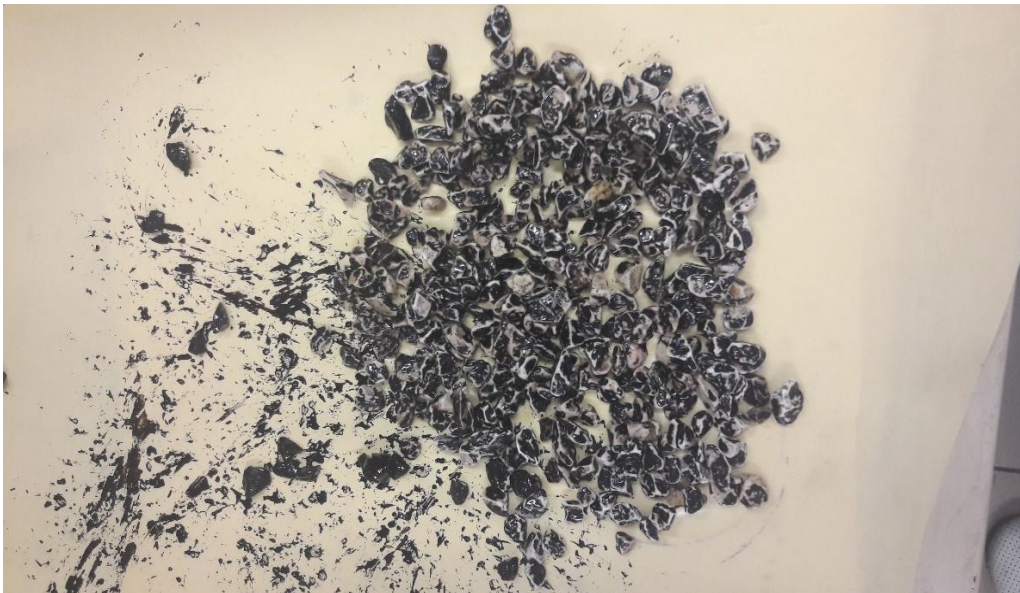
Ispitivanje se provodi na frakciji 8/11. Koristi se bitumen BIT 50/70 koji se miješa sa agregatom (slika 4-18) . Tako pomiješani agregat grije se na 175 °C 4 sata. Nakon toga se stavlja u destiliranu vodu i u rotacioni uređaj gdje se rotira. Određivanje prionljivosti bitumena i agregata određuje se vizualno prema šabloni. Bitumen i agregat u rotacionom uređaju rotiraju 6 sati i 24 sata (slika 4-19). Nakon 6 sati prionljivost bitumena i agregata iznosi 75-85%, a nakon 24 sata iznosi 50% (Slika 4-20).



Slika 4-18 Agregat potpuno pomiješan s bitumenom



Slika 4-19 Rotacioni uređaj

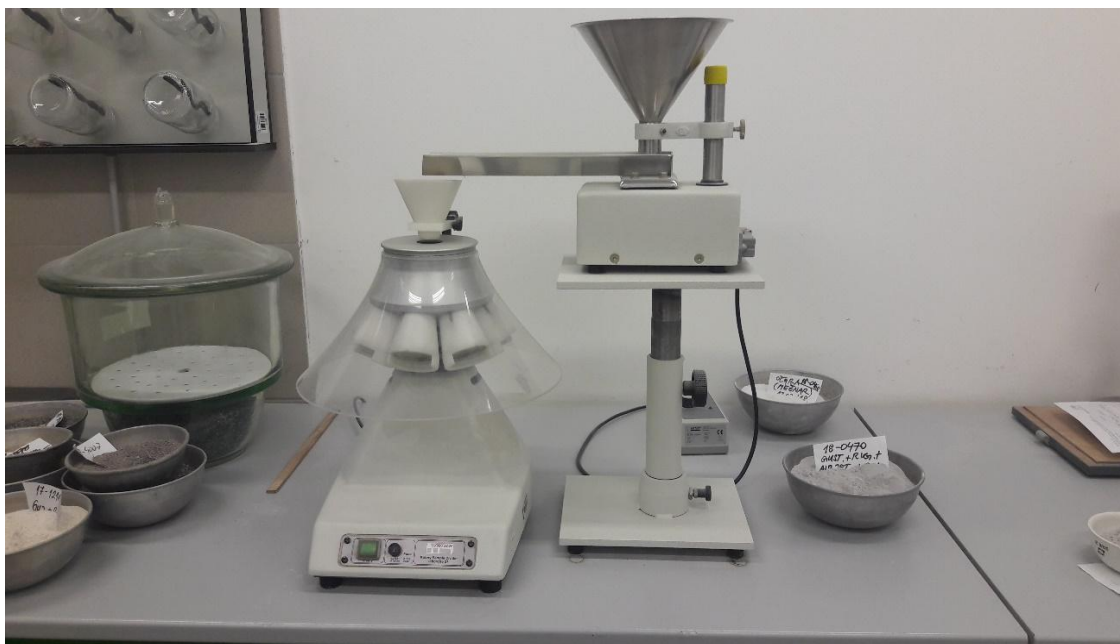


Slika 4-20 Prionljivost 50% bitumena i agregata

4.2.2 AGREGATI ZA PUNILA

4.2.2.1 Granulometrijska analiza

Uzorak za određivanje granulometrije se odvaja na rotacionarnom razdjelniku (slika 4-21). Koriste se sita 0,063 mm, 0,125 mm i 2 mm. Postupak se provodi od najmanjeg prema najvećem situ. Uzorak je na situ 4 min i podtlaku od 25 mBara. Nakon provedene granulometrije ostatci na sitima se važu.



Slika 4-21 Rotacionarni razdjelnik

4.2.2.2 Određivanje šupljina u suhozbijenom punilu (Ridgen)

Uzorak se prvo prosije na sito 0,125 mm te se stavlja u cilindar promjera 25,4 mm. Materijal se u cilindru zbija pomoću klipa, a broj udaraca je 100. Nakon toga se određuje visina, a razlika u visinama je zbijenost punila. Na slici 4-22 je prikazan uređaj za ispitivanje šupljina punila.



Slika 4-22 Uređaj za određivanje šupljina u suhozbijenom punilu

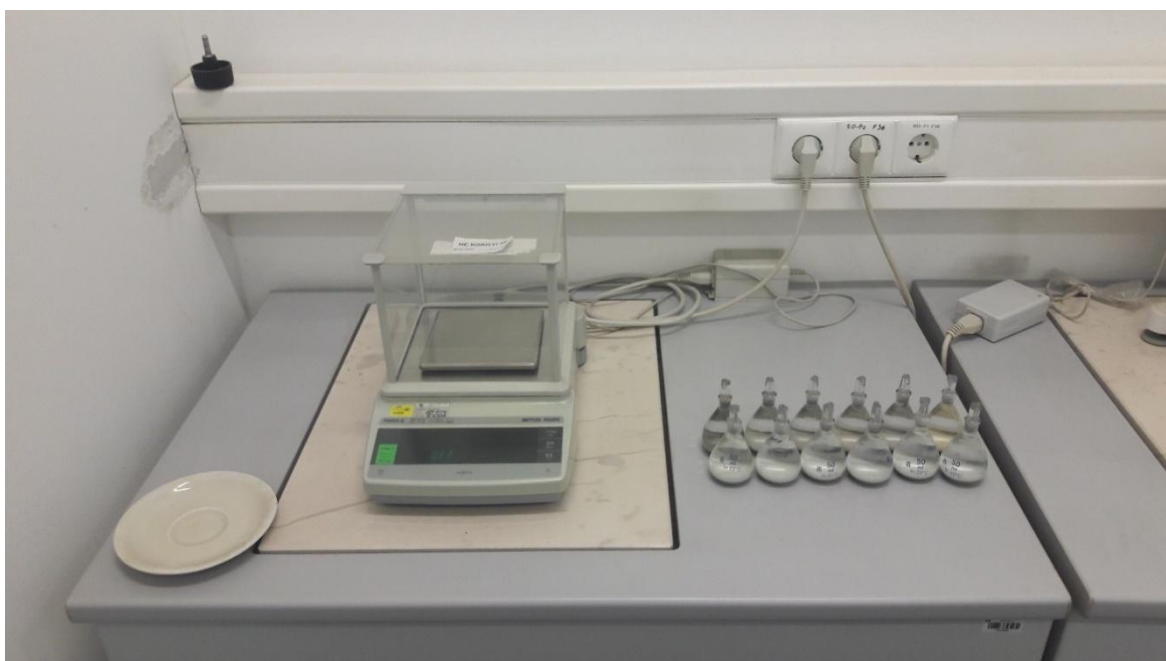
4.2.2.3 Određivanje gustoće punila

Gustoća punila određuje se piknometrijskom metodom. Prvo se određuje masa pojedinog piknometra s vodom (m_p) (slika 4-23), zatim se u prazne piknometre stavlja 10 g uzorka i važe se masa (m_u). Piknometru s uzorkom dodaje se voda do $\frac{3}{4}$ piknometra. Takvi piknometri stave se u eksikator na „kuhanje“ kako bi se uklonio sav zrak iz pora te se pore potpuno popune vodom (slika 4-24). Kada se zrak ukloni, piknometri se popunjavaju do kraja s vodom i stave se u vodenu kupelj na 25° na 1 h. Nakon 1 h piknometri se važu (m_{u+p}) i zapisuje se masa te se određuje volumen punila preko odnosa istisnute mase vode iz piknometra i gustoće vode prema formuli:

$$V_u = \frac{m_u + m_p + m(p+u)}{\rho_w} \quad (4.2)$$

A iz uvjeta da je $V_u = V_s$ i $m_u = m_s$ slijedi gustoća punila:

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} \quad (4.3)$$



Slika 4-23 Piknometri popunjeni s vodom



Slika 4-24 Ispuštanje zraka iz piknometra

5. ZAKLJUČAK

Kvaliteta je mjera ili pokazatelj obujma odnosno iznosa uporabne vrijednosti nekog proizvoda ili usluge za zadovoljenje točno određene potrebe na određenom mjestu i u određenom trenutku, odnosno onda kada se taj proizvod i ta usluga u društvenom procesu razmjene potvrđuju kao roba. Kvaliteta proizvoda apsolutna je pretpostavka njegova društvenoga priznanja i transformacije u robu pa time istodobno i osnovni uvjet za život i rad bilo kojeg proizvođača i njegova pojavljivanja na tržištu.

Kontrola se odnosi na postupke koji se primjenjuju u tijeku proizvodnje radi zadovoljavanja određenih normi. Kontrola kvalitete dio je sustava za upravljanje kvalitetom fokusiran na ispunjavanje osnovnih zahtjeva vezanih za kvalitetu.

Europska unija nastoji kontrolirati kvalitetu proizvoda koji se stavljaju na tržište te su za određene grupe proizvoda propisani sustavi ocjenjivanja i provjera stalnosti. Građevni proizvodi su jedni od grupa proizvoda i imaju pet sustava ocjenjivanja i provjere stalnosti koji su prilagođeni riziku od neispravnosti. Najstroži sustav provjere ima sustav 1+. U građevne proizvode spadaju agregati koji se ocjenjuju prema sustavu 2+ gdje proizvođač provodi ocjenjivanje svojstava građevnog proizvoda na temelju ispitivanja, proračuna, tabličnih vrijednosti ili opisane dokumentacije tog proizvoda, kontrolu tvorničke proizvodnje i ispitivanje uzorka koje proizvođač uzima u proizvodnom pogonu u skladu s propisanim planom ispitivanja, a prijavljeno tijelo za certificiranje provodi početni pregled proizvodnog pogona i kontrole tvorničke proizvodnje te kontinuirani nadzor, ocjenjivanje i vrednovanje kontrole tvorničke proizvodnje.

Ispitivanje agregata provodi se prema namjeni gdje se osim osnovnih, fizikalnih i geometrijskih svojstava, često ispitivanja simuliraju pojave u primjeni. Važnost svojstava može se vidjeti iz propisane učestalosti gdje su najčešća ispitivanja poput granulometrijskog sastava, udjela sitnih čestica, indeksa plosnatosti i indeksa oblika. Najrjeđa ispitivanja su petrografska analiza, otpornost na smrzavanje/odmrzavanje te otpornost na abraziju.

6. POPIS LITERATURE

Bedeković, G., n.d. Drobljenje. Presentacija. Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Bedeković, G., n.d. Mljevenje. Presentacija. Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet

BSI Standards Publication, 2013., BS EN 12620:2013; Aggregates for concrete. London: British Standard

BSI Standards Publication, 2013., BS EN 13242:2013, Aggregates for unbound and hydraulically bound materials for use in civil engineering work and road construction. London: British Standard

BSI Standards Publication, 2013., BS EN 13450:2013, Aggregates for railway ballast. London: British Standard

Delegiranja uredba komisije (EU) br. 568/2014 o izmjeni Priloga V. Uredbi (EU) br. 305/2011 Europskog parlamenta i Vijeća U pogledu ocjenjivanja i provjere stalnosti svojstava građevnih proizvoda

Delegiranja uredba komisije (EU) br. 574/2014 o izmjeni Priloga III. Uredbi (EU) br. 305/2011 Europskog parlamenta i Vijeća o predlošku za sastavljanje izjave o svojstvima građevnih proizvoda

Europska komisija, 2018. Proizvođači. URL: https://ec.europa.eu/growth/single-market/cemarking/manufacturers_en

Havalaja, I., n.d. Preuzimanje europske regulative za agregate za beton, Zagreb: IGH d.o.o.

IGH, 2001., Opći tehnički uvjeti za radove na cestama. Knjiga 3, Zagreb

Indiana Government, n.d. Aggregate Production. URL: https://secure.in.gov/indot/files/chapter_05.pdf

Institut de Promocion Ceramica, 2002., EN 13139:2002, Aggregates for mortar. Castellon: Institut de Promocion Ceramica

Kogel, J., Trivedi, N., Barker, J., Krukowski, S., 2009., Industrial Mineral and Rock, Society of Mining, Metallurgy and Exploration, Inc.

Krnić, L., 2011. Tvornička kontrola proizvodnje asfaltnih mješavina – I dio. Zagreb: TPA za osiguranje kvalitete i inovacije d.o.o.

Narodne novine br. 139/09, Tehnički propis za betonske konstrukcije; Zagreb: Narodne novine d.d.

Nicholls, C., 2017. Introduction to hydraulically bound mixtures. London: British Lime Association Conference

Svijet kvalitete, 2012. Kvaliteta. URL: <http://www.svijet-kvalitete.com/index.php/kvaliteta>

Tomašić, I., 2007., Primijenjena Geologija. Skripta. Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Uredba (EU) br. 305/2011 Europskog parlamenta i vijeća, o usklađivanju uvjeta za stavljanje na tržište građevne proizvode i stavljanje izvan snage Direktive vijeća 89/106/EEZ

Vrkljan, D., n.d. Plovni bageri. Prezentacija. Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Vrkljan, D., Klanfar, M., 2010. Tehnologija nemetalnih mineralnih sirovina. Skripta. Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Prilog 1 – Primjer izjave o svojstvima

	CESTA d.o.o. PULA	
Društvo s ograničenom odgovornošću za niskogradnju i proizvodnju građevinskog materijala Strossmayerova 4 – 52100 PULA, tel: ++385 52 375 800, fax: 052 211 173, e-mail: cesta1@pu.t-com.hr Društvo je upisano u sudski registar Trgovačkog suda u Rijadi pod br. 043013960 - Matični broj: 3203123 – OIB 11100536105		

IZJAVA O SVOJSTVIMA Br. 15/13

Jedinstvena identifikacijska oznaka vrste proizvoda: 3221-660002
kameni agregat veličine 11/16 mm

Namjena: Izrada betona
Izrada bitumenskih mješavina i površinskih obrada cesta, aerodromskih pista i drugih prometnih površina

Naziv i adresa proizvođača: CESTA d.o.o. PULA, Kamenolom i separacija PODBERAM, Podkras 91, 52000 PAZIN

Sustav ocjenjivanja i provjere stalnosti svojstava: 2+

Usklađena norma: navedena u tablici pod točkom „Objavljena svojstva“

Prijavljeno tijelo: Ramtech d.o.o., Zagrebačka 91, Čista Mlaka, 10361 S. Kraljevec
identifikacijski broj prijavljenog tijela: **2484**

Prijavljeno tijelo Ramtech d.o.o. provelo je početni pregled proizvodnog pogona i kontrole tvorničke proizvodnje te provodi stalni nadzor, ocjenjivanje i vrednovanje kontrole tvorničke proizvodnje, sukladno sustavu 2+, temeljem čega je 10. prosinca 2013. izdan Certifikat o sukladnosti kontrole tvorničke proizvodnje 2484-CPR-011.

Objavljena svojstva:

Bitne značajke	Svojstvo	Usklađena tehnička specifikacija
Frakcija	11/16 mm	EN 12620:2002+A1:2008 (HRN EN 12620:2008)
Granulometrijski sastav	G _{0,85/20}	
Sadržaj sitnih čestica	f _{0,075}	
Oblik zrna – indeks oblika	SI ₁₀	
Otpornost na drobljenje	LA ₁₀	
Sadržaj sulfata topivog u kiselini	AS _{0,2}	
Sadržaj ukupnog sumpora	0,1%	
Sadržaj klorida	0,00%	
Nasipna gustoća	1,34 Mg/m ³	
Gustoća zrna	2,70 Mg/m ³	
Upijanje vode	0,2 %	
Sadržaj humusa	nema	
Petrografski opis	Vapnenjački agregat	
Ispitivanje magnezijevim sulfatom	MS ₁₀	

Bitne značajke	Svojstvo	Usklađena tehnička specifikacija
Frakcija	11/16 mm	EN 13043:2002, EN 13043:2002/AC:2004 (HRN EN 13043:2003, HRN EN 13043:2003/AC:2006)
Granulometrijski sastav	G _{0,90/15}	
Sadržaj sitnih čestica	f ₀	
Oblik zrna – indeks oblika	SI ₁₀	
Udio drobljenih i lomljenih zrna	C ₁₀₀₀	
Otpornost na drobljenje	LA ₁₀	
Otpornost na površinsku abraziju	AAV ₁₀	
Otpornost na habanje	M _{10/20}	
Gustoća vodom zasićenih zrna	2,70 Mg/m ³	
Gustoća suhih zrna	2,69 Mg/m ³	
Prividna gustoća zrna	2,71 Mg/m ³	
Upijanje vode	0,2 %	
Ispitivanje magnezijevim sulfatom	MS ₁₀	
Otpornost na toplinski šok	V _{1,3}	
Petrografski opis	Vapnenjački agregat	

Svojstva proizvoda u skladu su s objavljenim svojstvima u gornjoj tablici.

Ova izjava o svojstvima izdaje se, u skladu s Uredbom (EU) br. 305/2011, pod isključivom odgovornošću na vrhu navedenog proizvođača.

Za proizvođača i u njegovo ime potpisao:

Direktor Cesta d.o.o. Pula

Miro Mirković, dipl.ing.




Pula, 12.05.2015.

Prilog 2 – Učestalost ispitivanja agregata

SVOJSTVO	BETON	UČESTALOST ISPITIVANJA	NEVEZANE I HIDRAULIČKI	UČESTALOST ISPITIVANJA	PUNILO	BITUMENSKE MJEŠAVINE
Granulometrijski sastav	EN 933-1	1 x tjedno	EN 933-1	1 x tjedno	E 933-10	EN 933-1
Udio sitnih čestica	EN 933-1	1 x tjedno	EN 933-1	1 x tjedno		EN 933-1
Indeks plosnatosti	EN 933-3	1 x mjesečno	EN 933-3	1 x mjesečno		EN 933-3
Indeks oblika	EN 933-4	1 x mjesečno	EN 933-4	1 x mjesečno		EN 933-4
Otpornost na trošenje (Micro-Deval)	EN 1097-1	1 x u 2 godine	EN 1097-1	2 x godišnje		EN 1097-1
Otpornost na drobljenje (LA)	EN 1097-2	2 x godišnje	EN 1097-2	2 x godišnje		EN 1097-2
Nasipna gustoća						EN 1097-3
Gustoća zrna i upijanje vode	EN 1097-6	1 x godišnje	EN 1097-6	1 x godišnje		EN 1097-6
Otpornost na abraziju	EN 1097-8	1 x u 2 godine				EN 1097-8
Otpornost na smrzavanje/odmrzavanje	EN 1367-1	1 x u 2 godine	EN 1367-1	1 x u 2 godine		EN 1367-1
Udio drobljenih zrna i udio lomljive površine zrna			EN 933-5	1 x mjesečno		EN 933-5
Otpornost na poliranje						EN 1097-8
Otpornost na toplinski šok						EN 1367-5
Prionljivost bitumena i agregata						EN 12697-11
Petrografska analiza	EN 932-3	1 x u 3 godine				EN 932-3
Gustoća punila					EN 1097-7	
Šupljine suhozbijenog punila					EN 1097-4	