



Najčešće vrste kamenih agregata za izgradnju kolovozne konstrukcije šumskih puteva u Srbiji

Dušan Stojnić, Milorad Danilović, Vladimir Ćirović,
Vladimir Puđa, Slavica Antić

Zalesina, 2022. god.

Uvod



Univerzitet u Beogradu
Šumarski fakultet
Katedra Korišćenja šumskih resursa

- **Šumski putevi** pripadaju mreži **puteva malog obima** (Low-volume roads).

70% svih puteva ili
26.000.000 km

González et al. (2018)

- **Posebna specifičnost** – **kolovozna konstrukcija** izrađena od nevezanih slojeva kamenog agregata, koja daje strukturnu čvrstoću putu.
- S obzirom na manji obim saobraćaja, grade se sa **nižim standardima**, ali ipak moraju da zadovolje **uslove bezbednosti i trajnosti**.
- **Saobraćajno opterećenje** je najveće u vreme seča i odvija se u relativno kratkom vremenskom periodu.



- Šumski putevi sastoje se iz dve posebne konstrukcije celine poznate kao **donji** i **gornji** stroj puta.
- **Donji stroj** puta je onaj deo konstrukcije koji ima zadatak da, preko oformljene ravne površine, prenosi saobraćajno opterećenje na tlo.
- **Gornji stroj** šumskog puta predstavlja specijalno izgrađeno telo po kome se kreću transportna sredstva.

Gornji stroj = kolovozna konstrukcija

- **Kolovozna konstrukcija** – deo puta po kome se odvija saobraćaj, a služi da omogući bezbedno, udobno i ekonomično kretanje vozila u projektovanom periodu eksploatacije.
- **Kolovozna konstrukcija** se najčešće sastoji iz dva dela (sloja):
 - **Podloge** (nosećeg sloja) i
 - **Zastora** (habajućeg sloja).

Uvod



Univerzitet u Beogradu
Šumarski fakultet
Katedra Korišćenja šumskih resursa

- Radovi na izgradnji kolovozne konstrukcije šumskog puta predstavljaju najzahtevnije radove, koji moraju da se odvijaju u odgovarajućim vremenskim uslovima i primenom odgovarajuće mehanizacije i tehnologije građenja.

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Učešće troškova izgradnje kolovozne konstrukcije u ukupnim troškovima

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Učešće troškova održavanja kolovozne konstrukcije u ukupnim troškovima



Uvod

- **Kameni kolovozi se izrađuju od kamenih agregata različite krupnoće zrna.**
- Za izradu kamenih kolovoza upotrebljavaju se:



Prirodno usitnjeni materijali



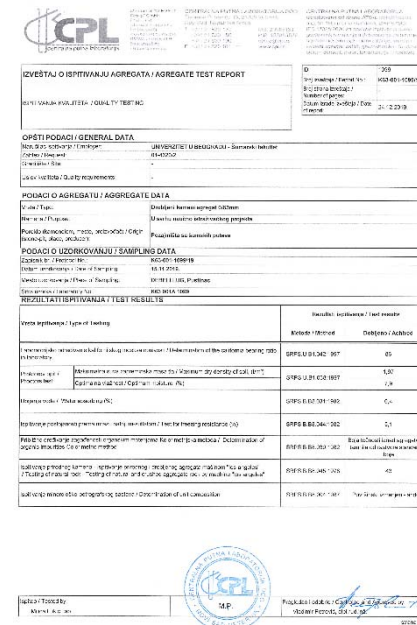
Lomljeni kamen



Drobljeni kamen

Uvod

- Kameni agregati koji se koriste za izradu kolovozne konstrukcije šumskih puteva treba da poseduju određeni kvalitet.
- Ocena kvaliteta, po pravilu, utvrđuje se **laboratorijskim ispitivanjima** koja su regulisana standardima.
- **Kolovozna konstrukcija šumskih puteva često se izrađuje od lokalno dostupnog kamenog agregata, koji često ne ispunjava uslove kvaliteta propisane standardima i tehničkim uslovima.**



IZVEŠTAJ O ISPITIVANJU AGREGATA I AGREGATE TEST REPORT

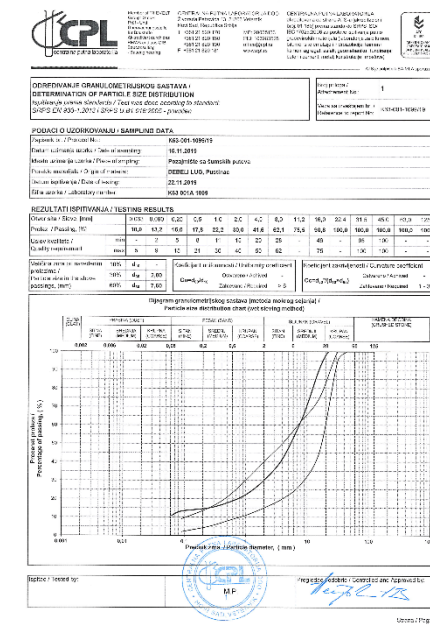
OPŠTI PODACI / GENERAL DATA

PODACI O AGREGATU / AGGREGATE DATA

PODACI O UZORKOVANJU / SAMPLING DATA

REZULTATI ISPITIVANJA / TEST RESULTS

Uvjet ispitivanja / Type of testing	Standard / Normative reference	Rezultat / Test result
Granulometrija / Granulometry	SRPS EN 12526	0,075: 0,075; 0,15: 0,15; 0,3: 0,3; 0,6: 0,6; 1,2: 1,2; 2,5: 2,5; 5: 5; 10: 10; 20: 20; 40: 40; 80: 80; 150: 150; 300: 300; 600: 600; 1250: 1250
Ukupna težina / Total weight	SRPS EN 12526	10000
Ukupna površina / Total surface	SRPS EN 12526	10000
Ukupna zapremina / Total volume	SRPS EN 12526	10000

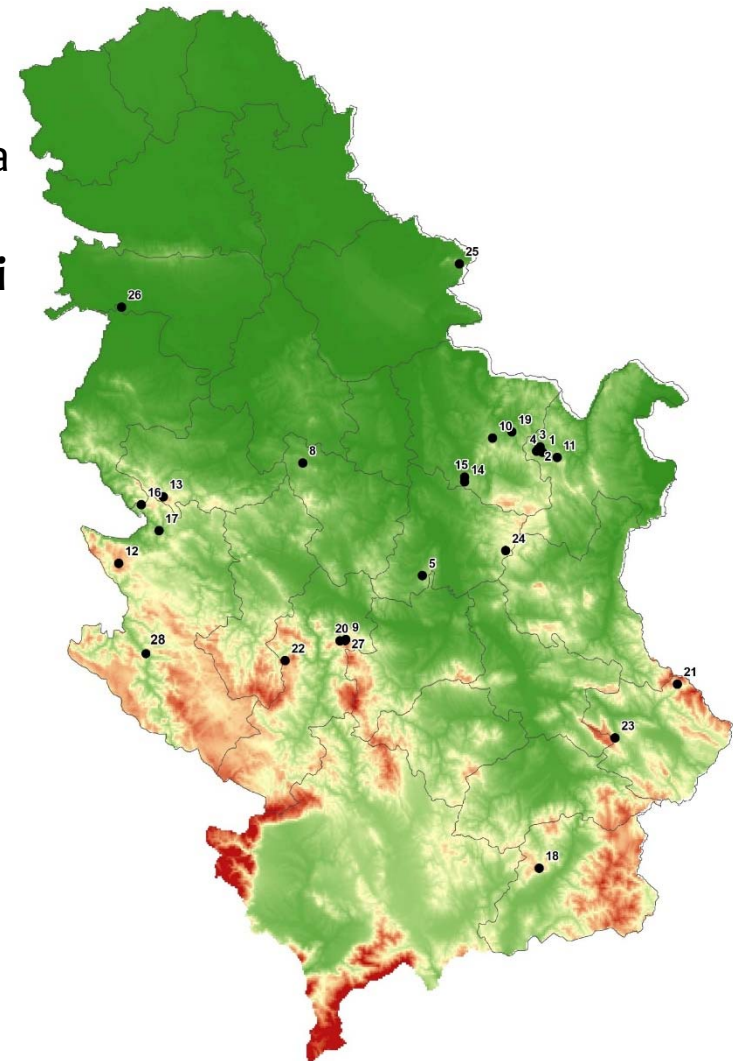


Istraživanje



Univerzitet u Beogradu
Šumarski fakultet
Katedra Korišćenja šumskih resursa

- Istraživanje vrste kamenih agregata za izradu kolovozne konstrukcije šumskih puteva finansirano je od strane Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede iz Fonda za održivi razvoj i unapređenje šumarstva.
- Istraživanjem je obuhvaćeno 28 putnih pravaca i **22 pozajmišta** kamenog agregata u različitim područjima Srbije.
- Laboratorijskim ispitivanjem kamenog agregata ustanovljeni su:
 1. Mineraloško-petrografski sastav,
 2. Granulometrijski sastav,
 3. Sadržaj organskih čestica,
 4. Otpornost na drobljenje i habanje (koeficijent Los Angeles),
 5. Indeks nosivosti CBR,
 6. Postojanost agregata na mraz, i
 7. Upijanje vode.
- Laboratorijska ispitivanja obavljena su u sertifikovanim laboratorijama.



Istraživanje



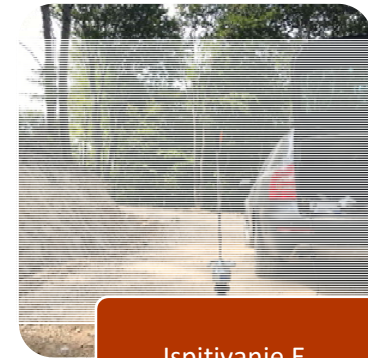
Izbor šumskog puta



Prikupljanje uzoraka
kamenog agregata



Laboratorijsko
ispitivanje kamenog
materijala

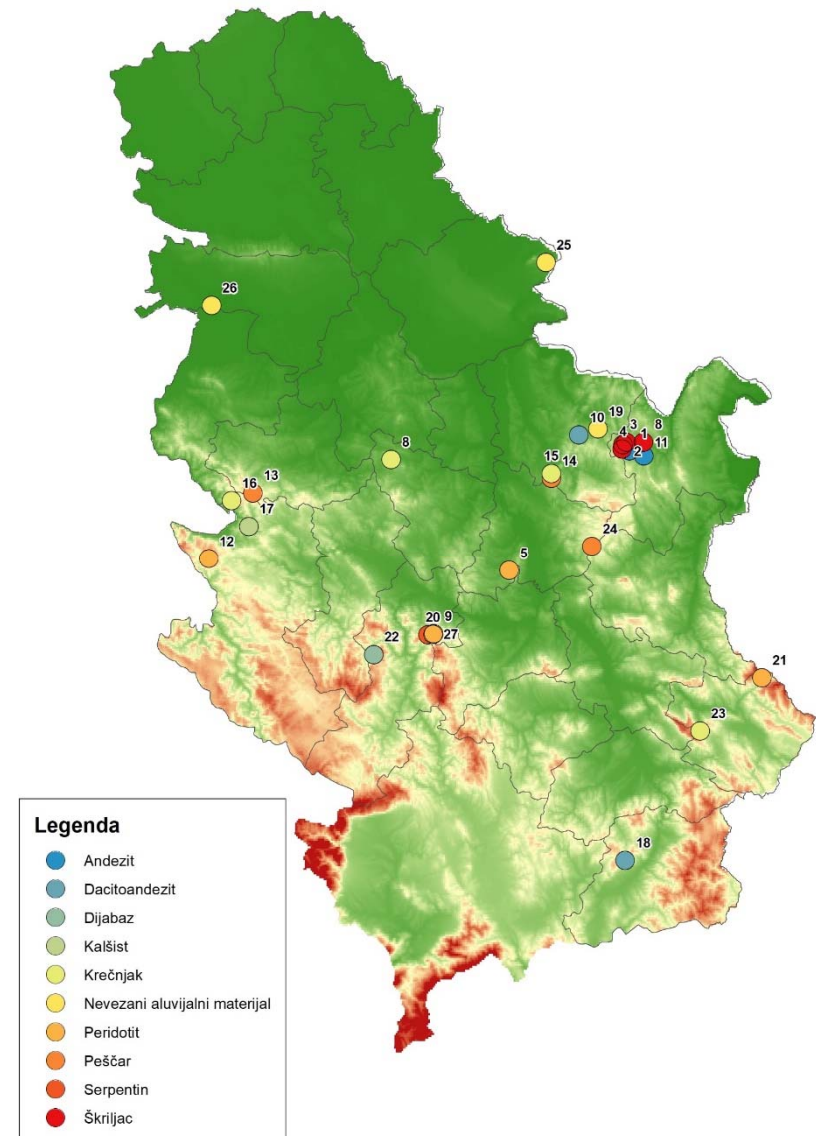


Ispitivanje E_{vd}

- Mineraloško-petrografski sastav određuje se na bazi makroskopske i mikroskopske analize uzorka.
 - Makroskopskom analizom (upotrebom lupe i razredene hlorovodonične kiseline) određuju se tekstura, svežina uzorka, boja, pukotine, relativna tvrdoća, miris i sl.
 - Mikroskopske analizom opisuju se struktura i mineralni sastav uzorka.
- Mineraloško-petrografski sastav ispitan je u **Institutu za rudarstvo i metalurgiju Bor.**
- Izveštaj je dat u obimu petrografskog naziva kamena.

Istraživanje

- Najveći broj uzoraka bio je iz grupe magmatskih i sedimentnih stena, po 9, dok je od stena metamorfnog postanka bilo 4 uzorka:
 - **Magmatske stene:**
 - peridotit (4 uzorka),
 - andezit (3 uzorka),
 - dijabaz (1 uzorak) i
 - dacitoandezit (1 uzorak),
 - **Sedimentne stene:**
 - peščar (4 uzorka),
 - krečnjak (3 uzorka) i
 - nevezani aluvijum (2 uzorka),
 - **Metamorfne stene:**
 - škriljac (2 uzorka),
 - serpentin (1 uzorak) i
 - kalšist (1 uzorak).



Istraživanje



Univerzitet u Beogradu
Šumarski fakultet
Katedra Korišćenja šumskih resursa



Škriljac



Peridotit



Krečnjak



Nevezani aluvijum



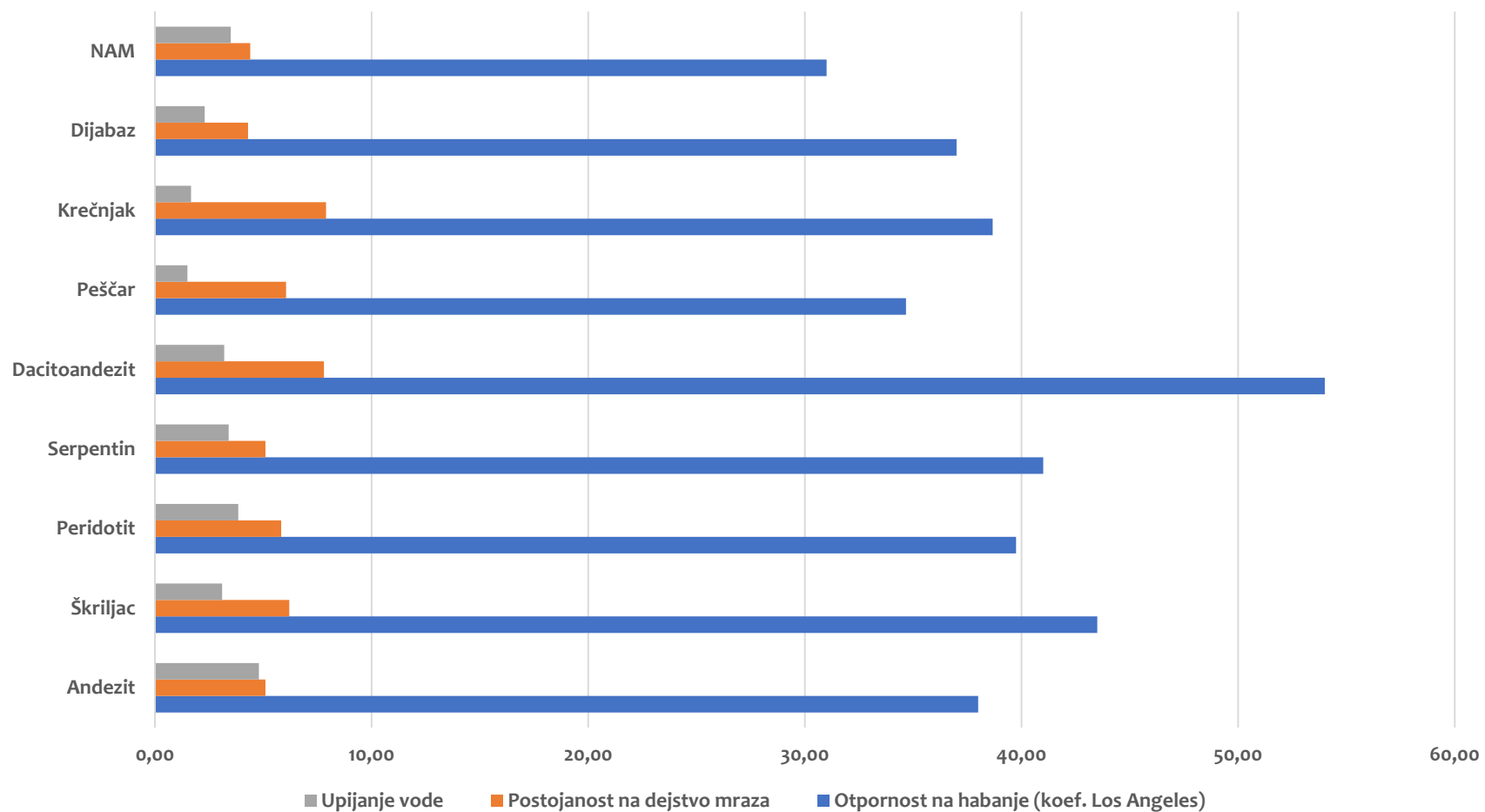
Peščar



Andezit

Istraživanje

Neka od svojstava ispitivanih kamenih agregata

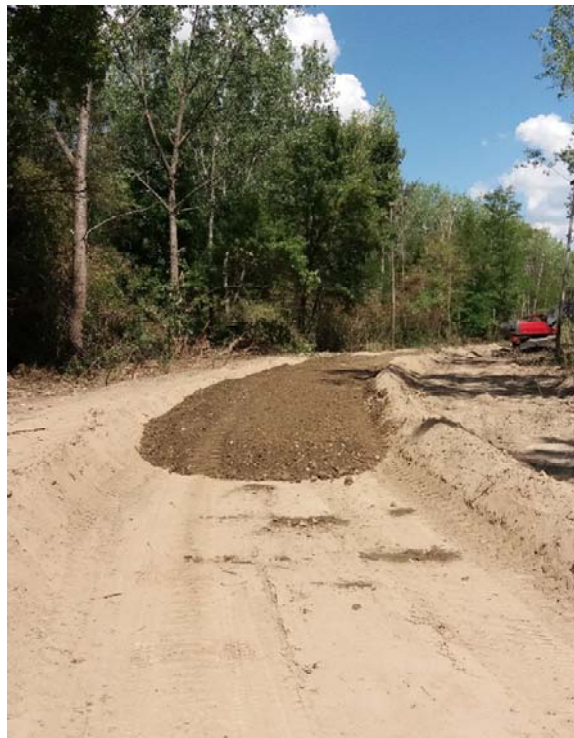
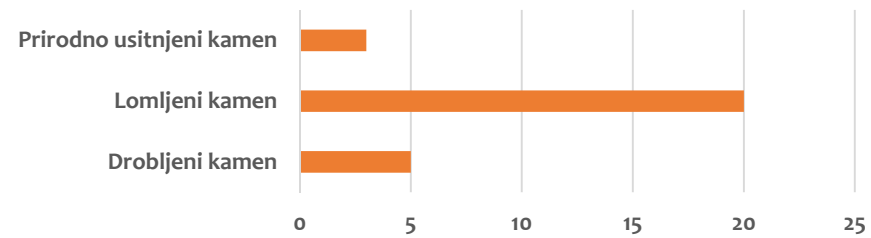


Istraživanje



Univerzitet u Beogradu
Šumarski fakultet
Katedra Korišćenja šumskih resursa

Podela prema načinu pripreme kamenog agregata



Zaključak

- Upotreba lokalno dostupnog agregata za izradu kolovozne konstrukcije šumskih puteva je česta praksa u svetu,
- Zbog ekonomičnosti upotrebe, lokalno dostupni materijal i dalje će ostati jedan od najčešće korišćenih kamenih agregata,
- Za kolovozne konstrukcije mogu su upotrebljavati kameni agregati od stena magmatskog, metamorfnog i sedimentnog porekla,
- **Otpornost agregata na habanje** (opit Los Anđeles) – jedan od najznačajnijih pokazatelja kvaliteta kamenog agregata
 - Prosečna vrednost 39,5%
 - Preporuke: maksimalno 35-45%

Univerzitet u Beogradu
Šumarski fakultet
Katedra Korišćenja šumskih resursa



Hvala na pažnji.