

SESTAVA ASFALTNIH ZMESI S PODPORO RAČUNALNIŠKE TOPOGRAFIJE

mag. Dejan HRIBAR, univ. dipl. inž. grad.

Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o., Center za prometnice

1. UVOD

Človek uporablja asfaltne zmesi že nekaj tisočletij. Z razvojem asfaltestva so se spreminjale tudi sestave asfaltnih zmesi, ki so danes sposobne prevzeti največje obremenitve. Asfaltno zmes je potrebno obravnavati kot trifazni sistem: trdna komponenta je zmes zrn (kamniti agregat), tekoča komponenta je vezivo (bitumen), plinasta komponenta pa so votline (zrak). Delež posamezne komponente v sestavi asfaltne zmesi je zelo različen. Odvisen je predvsem od namembnosti asfaltne zmesi. Pri presoji deležev pa je potrebno upoštevati značilnosti komponent, ki pogojuje različna razmerja. Sestavo asfaltne zmesi se lahko ugotavlja tako v laboratoriju kot na terenu.

Sestavo asfaltne zmesi lahko natančno določimo v laboratoriju tudi z neporušno metodo, tj. z rentgensko (X-ray) računalniško podprto topografijo (CT). Omenjena metoda je bila preverjena na drenažnem asfaltu, ki ima zaradi porozne sestave dobro drenažno sposobnost in hkrati zmanjšuje hrup kotaljenja vozila. Kljub temu, pa se s časom, sposobnost dreniranja in zmanjševanje hrupa zmanjšuje, ker se v času uporabe nalaga v votline prah in druga umazanija, to pa zmanjšuje vsebnost votlin (poroznost).

Za oceno uporabnosti in trajnosti asfaltnih zmesi je potrebno razumevanje postopkov, ki vodijo do izgube učinkovitosti, zato je bistvenega pomena poznavanje njene sestave.

2. LABORATORIJSKA OPREMA IN PRIPRAVA VZORCA

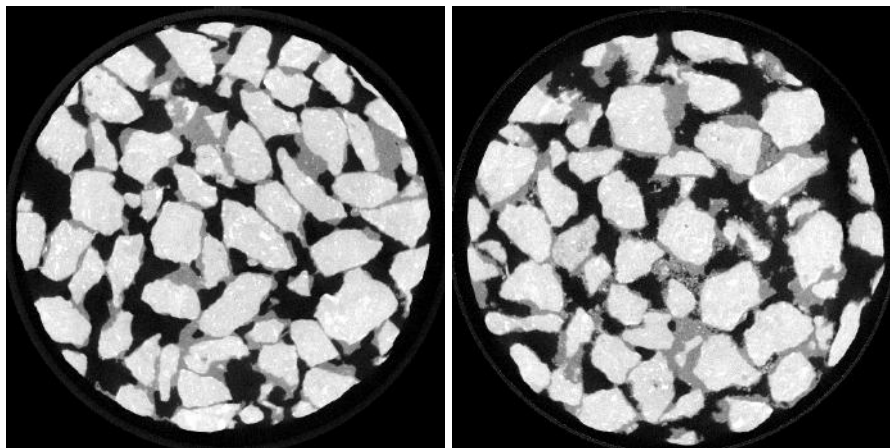
Preiskave so se izvajale z visoko ločljivim tomografom razvitim v podjetju BAM (Berlin, Nemčija). Aparatura vsebuje majhno rentgensko cev (X-ray tube) s cevko, ki zmore največjo napetost 225 kV in vsebuje amorfnosilicijev ploščat detektor (PE XRD 1620 AM3) s 2048 x 2048 elementi s površino $(200 \mu\text{m})^2$. Detektor je izoliran, da se zmanjša vpliv hrupa iz okolice. Slika 1 prikazuje aparat s površina $40 \times 40 \text{ cm}^2$, ki je pokrit s toplotno izolacijsko folijo.



Slika 1: Na sliki levo je aparat z visoko ločljivim tomografom in desno vzorec jedra drenažnega asfalta

Vzorci jedra odvzetih iz plasti drenažnega asfalta so premera 50 mm in višina 40 mm ter frakcije zmesi zrn 0/8 mm. Zaradi razlikovanja je določenim vzorcem dodan prah in drobna umazanija, ki predstavljajo realno stanje na vozišču po daljši uporabi.

Prilagojeno za vzorec premera in lastnosti detektorja so bile izvedene preiskave z visoko napetostjo 140 kV in tokom 160 μA .



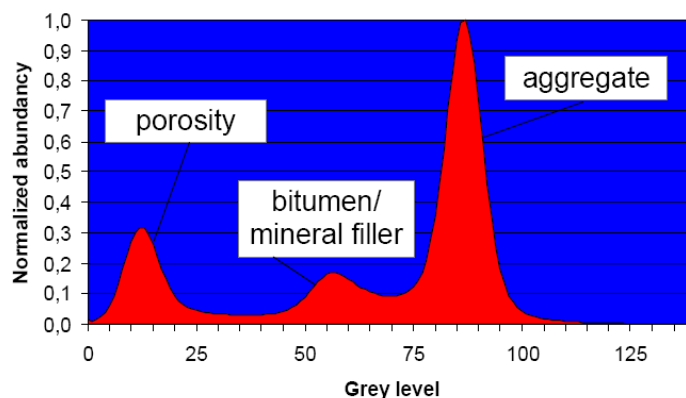
Slika 2: Slika levo prikazuje vzorec brez obdelave in na desni je vzorec z dodano umazanijo

Pri analizi slik CT podatkov je pomembno ločevanje treh komponent

- zmesi kamnitih zrn,
- veziva (bitumna)/polnila/umazanija in
- votlin.

Na sliki je moč opaziti, da so črno obarvano votline, zmesi kamnitih zrn svetlo sivo in temno sivo je vezivo/polnilo/umazanija.

Komponente prikažemo s histogramom iz CT slikovnih podatkov, ki je prikazan na sliki 3. Kot vidimo je največji delež zmesi zrn (100 %), potem votlin (ca 30 %) in nazadnje veziva/polnila (ca 15 %).



Slika 3: Histogram CT slikovnih podatkov

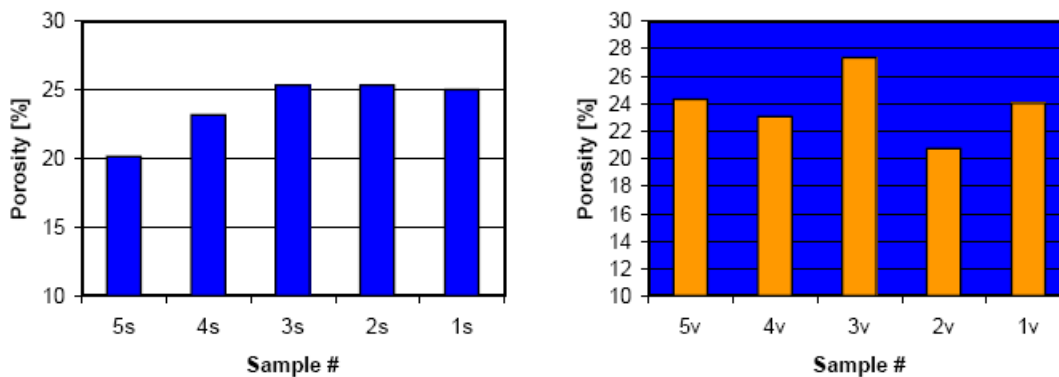
V tabeli 1 je prikazan s preiskavami CT pridobljen in obdelan v računalniškem programu VG Studio Max delež posameznih komponent za vzorec 3v (z dodano umazanijo) s standardno deviacijo večkratnih ponovitev preiskav pri dveh inštitucijah (A in B).

Operator	A	B
Bitumen/Filler/Dust	16.3 ± 0.2 Vol.-%	16.0 ± 0.3 Vol.-%
Aggregates	57.7 ± 0.3 Vol.-%	57.2 ± 0.3 Vol.-%
Porosity	26.0 ± 0.3 Vol.-%	26.5 ± 0.5 Vol.-%

Tabela 1: Delež komponent za vzorec 3v pri inštituciji A in B pri petkratnih ponovitvi preiskave

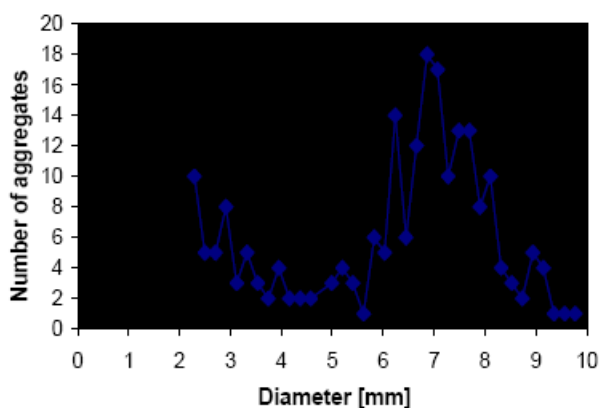
3. REZULTATI ANALIZE

Vsebnost votlin v jedru drenažnega asfalta je prikazana na sliki 4. Vzorci z oznako (s) so neobdelani in vzorci z oznako (v) so z dodano umazanijo. Iz slike je razvidno, da je razlika pri nekaterih vzorcih od ostalih v vsebnosti votlin za več kot 5 %. Omenjeni vzorci so bili zato dodatno preizkušeni pri dveh različnih inštitucijah, ki ocenjujejo, da je to posledica vpliva raztrosa rezultatov zaradi opreme, detektorja komponent, itd.



Slika 4: Vsebnost votlin neobdelanih vzorcev (levo) in z dodano umazanijo (desno)

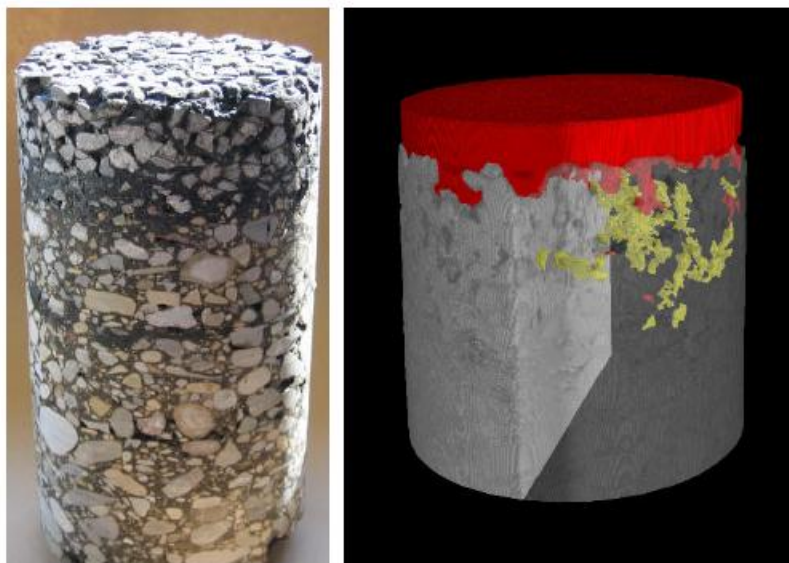
Drugi parameter, ki je odvisen od vsebnosti votlin je zrnavostna sestava zmesi kamnitih zrn asfaltne zmesi. Na sliki 5 je prikazana sestava zmesi kamnitih zrn za frakcijo zmesi zrn 0/8 mm. Pri velikosti zrna 8 mm je največje število zrn, ki potrjuje sestavo 0/8 mm.



Slika 5: Zrnavostna sestava frakcije 0/8 mm asfaltne zmesi

Bistvo analize vsebnosti votlin je, ali je asfaltna zmes odprta ali zaprta. Na sliki 6 (levo) je prikazan vzorec jedra, v katerem je na vrhu plast odprte zmesi (drenažni asfalt) in pod njo plast

zaprtega asfalta. Na desni strani slike 6 pa je 3D vizualizacija vsebnosti votlin iz katere je razvidno, da imamo na vrhu odprto zmes, ki ima rdeče obarvane votline in spodaj bolj zaprto zmes z rumeno obarvanimi votlinami.

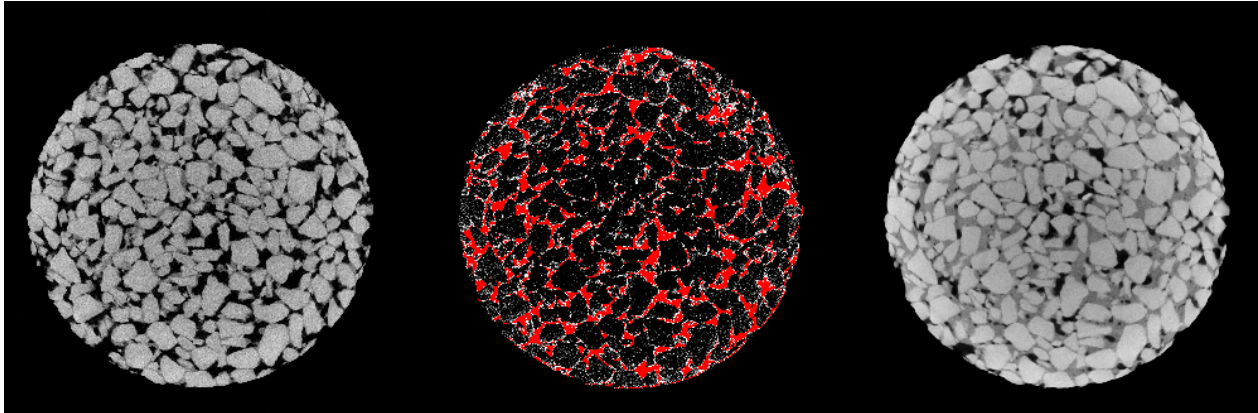


Slika 6: Odprta in zaprta asfaltna zmes

Vrednotenje vsebnosti prahu in umazanije ima nekaj pomanjkljivosti zaradi naslednjih razlogov:

- majhen delež glede na celotno sestavo
- majhna debelina nanosa
- mešanje pri vrednotenju CT slikovnih podatkov s komponento vezivo/polnilo.

Zaradi omenjenih pomanjkljivosti se uporablja postopek izračuna površine, ki je prikazan na sliki 7. Obstaja jasna razlika v površini med neobdelanimi vzorci in vzorci z dodanim prahom in umazanijo.



Slika 7: Razlike med neobdelanim (na sredini) in dodano umazanijo (desno)

4. ZAKLJUČEK

Računalniško podprto topografijo (CT) se lahko uporablja v laboratoriju, kot neporušno metodo za natančno določevanje sestave asfaltne zmesi. Namreč, z metodo CT lahko ocenimo:

- sestavo zmesi zrn v asfaltni zmesi (predvsem je dobro vidno pri skeletni sestavi)
- vsebnost votlin (poroznost)
- vrsto uporabljenih materialov
- velikost in obliko zrn
- stik ene asfaltne plasti z drugo (tudi vpliv emulzije).

Ne smemo pozabiti, da omenjena metoda pripomore k boljšemu razumevanju in optimizaciji vgrajevanja asfaltnih zmesi, torej k bolj poglobljeni kontroli zgoščenosti asfaltnih plasti. Prav tako, omenjena metoda omogoča boljšo raziskavo uporabe novih materialov (gume, žlindre, apna, cementa,...) v sestavi asfaltne zmesi.

V ceste so vložena velika finančna sredstva zato je natančno poznavanje sestave tolik bolj pomembno.

5. VIRI

H. Riesemeier, J. Goebbels, B. Illerhaus, Y. Onel, P. Reimers: 3-D Mikrocomputertomograph für die Werkstoffentwicklung und Bauteilprüfung DGZfP Jahrestagung, Garmisch-Partenkirchen, 17.- 19. Mai 1993, DGZfP Berichtsband 37, pp. 280-287, 1993

J. Goebbels, G. Weidemann, R. Dittrich, M. Mangler, G. Tomandl: Functionally Graded Porosity in Ceramics - Analysis with High Resolution Computed Tomography. Proc. of 2001 Annual Meeting and Exposition of The American Ceramic Society, Indianapolis, April 22-25, 2001. in: Innovative Processing and Synthesis of Ceramics, Glasses, and Composites V Ed. J. P. Singh, Ceramic Transactions, Vol 129 (2002), str.113-124

J. Goebbels, B. Illerhaus, E. Jasiuniene, C. Recknagel, G. Weidemann: Quantitative Porosimetrie mittels Röntgencomputertomographie DGZfP Jahrestagung, Innsbruck, 29.-31. Maj 2000, Berichtsband 73, str. 183-190, 2000

J. Goebbels, D. Meinel, J. Nötel, C. Recknagel: Analysis of morphology and composition with computed tomography exemplified at porous asphalt, International Symposium on Digital industrial Radiology and Computed Tomography, June 25-27, 2007, Lyon, France

Žmavc J., GRADNJA CEST: Voziščne konstrukcije, FGG in DRC – Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije, Ljubljana, str. 100 - 280 2007