View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by GraFar - Repository of the Faculty of Civil Engineering

Direkcija za auto-puteve Crne Gore, Put Inzenjering, Podgorica, Crna Gora, (2000).
[9] BALETIĆ D., MILOJEVIĆ N.: „*Glavni projekat industrijskog koloseka za separaciju „Suvodo" u Jelen Dolu"*, „Jelen Do", N-ING, Beograd, 1998.
[10] AUTODESK CIVIL 3D: Autodesk, Inc., San Rafael California, USA, 2006 /2007 /2008

Doc.dr Goran Mladenović, dipl.inž.[1]

HARMONIZOVANE EVROPSKE NORME ZA ASFALTNE MEŠAVINE

0352-2733,42 (2009),,p. 354-398 UDK: 346.544.4 (4-672691.16)
STRUČNI ČLANAK

Rezime

U radu su prikazane nove harmonizovane evropske norme koje se odnose na proizvodnju i kontrolu kvaliteta asfaltnih mešavina i komponentalnih materijala. Harmonizovane norme su nastale kao rezultat primene Direktive Evropske unije (EU) o građevinskim materijalima sa ciljem da se ukinu barijere u trgovini unutar EU.

U radu je dat pregled ispitivanja i zahteva za agregat, bitumen i asfaltne mešavine. Kod definisanja harmiozovanih evropskih normi postoji jasan trend da se ispitivanje empirijskih karakteristika materijala zameni ispitivanjem fundamentalnih karakteristika koje su u vezi sa ponašanjem slojeva kolovoznih konstrukcija u fazi eksplatacije i da se na bazi toga definišu tehnički uslovi (tzv. „performance related specifications").

Ključne reči: agregat, bitumen, bitumenske emulzije, asfaltne mešavine, evropske norme

[1] Građevinski fakultet, Beograd
Rad primljen oktobra 2009.

HARMONIZED EUROPEAN NORMS FOR ASPHALT MIXTURES

Abstract

The paper presents the new approach implemented through harmonised European norms to production and quality control of asphalt mixtures and componental materials. Harmonized norms were developed based on EU Directive on construction materials with the goal to remove barriers in trade.

The paper presents test methods and specifications for aggregate, bitumen and asphalt mixes. There is obvious trend i ndefining European norms that testing of empirical properties of materials will be replaced bz testing of fundamental characteristics that can be related to pavement layers behaviour during exploitation based on which „performance related specifications" can be developed.

Key words: aggregate, bitumen, bitumen emulsions, asphalt mixtues, European norms

1. OPŠTE O HARMONIZOVANIM EVROPSKIM NORMAMA I EVROPSKOJ DIREKTIVI 89/106/ EEC ZA GRAĐEVINSKE MATERIJALE

Jedan od osnovnih principa Evropske unije (EU) je slobodan protok ljudi i usluga na zajedničkom tržištu.

Kako bi se postigao ovaj cilj i prevazišle trgovinske barijere, zemlje članice EU su se početkom 1980-tih godina usaglasile da uspostave zajedničko tržište do 1992. godine. Put da se to postigne bila je prevencija stvaranja barijera u trgovini, uzajamno priznavanje dokumenata i tehnička harmonizacija.

Evropska unija je usvajanjem Rezolucije o novom pristupu tehničkoj harmonizaciji i standardizaciji 1985. godine definisala postupke i strategiju za harmonizaciju tehničkih propisa:

- harmonizacija se ograničava samo na osnovne zahteve
- tehničke specifikacije za proizvode koji zadovoljavaju osnovne zahteve se definišu u harmonizovanim standardima
- primena harmonizovanih standarda ostaje dobrovoljna i proizvođač uvek može primeniti druge tehničke specifikacije kako bi zadovoljio zahteve
- za proizvode koji su proizvedeni u skladu sa harmonizovanim normama se podrazumeva da zadovoljavaju set osnovnih zahteva.

U okviru ovog tzv. "novog pristupa" donete su Direktive koje su imale cilj da obezbede slobodan protok proizvoda, koji su u skladu sa nivoom zaštite određenim od strane država članica Evropske unije. Osnovni princip novog pristupa je ograničenje harmonizacije zakonodavstva na bitne zahteve, za koje postoji javni, opšti interes. Pri tome se prešlo iz sistema obaveznog proveravanja

kvaliteta ili sertifikacije proizvoda pre puštanja na tržište, na sistem u kome proizvođač može sam ili u saradnji sa nezavisnim institucijama da sprovede odgovarajuće postupke utvrđivanja usaglašenosti i da garantuje za proizvod koji se nalazi na tržištu. Ovi postupci su različiti za svaku pojedinačnu vrstu proizvoda i određeni su u odgovarajućim direktivama.

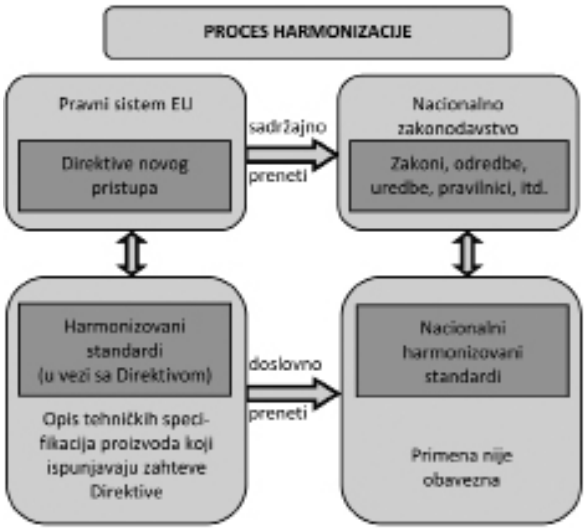
Jedan od osnovnih problema u oblasti građevinarstva su bili tehnički standardi za pojedine građevinske materijale koji su se razlikovali od zemlje do zemlje i predstavljali barijeru slobodnoj trgovini. Stoga je Evropska unija usvojila Direktivu o građevinskim proizvodima (89/106/EEC) krajem 1988. godine (1) i na osnovu nje dala mandat (2) Evropskom komitetu za standardizaciju (CEN) za razvoj harmonizovanih evropskih standarda za građevinske materijale/proizvode koji se koriste u putogradnji.

Cilj Direktive je bio da se osigura da građevinski proizvodi zadovoljavaju osnovne zahteve i da se mogu naći na tržištu samo ako odgovaraju svojoj nameni, odnosno samo ako građevinski radovi za koje će biti upotrebljeni zadovoljavaju osnovne zahteve. Prema Direktivi (1) "Građevinski radovi zadovoljavaju osnovne zahteve ako se projektuju i izvode na način da ne ugrožavaju bezbednost ljudi, domaćih životinja i imovine, i da u isto vreme vode računa o drugim zahtevima bitnim za opšte blagostanje". Ti zahtevi su definisani kao:

1. mehanička otpornost i stabilnost

2. bezbednost u slučaju požara
3. higijena, zdravlje i uticaj na okolinu
4. bezbednost prilikom upotrebe
5. zaštita od buke
6. ušteda energije i očuvanje toplote

Opšti proces harmonizacije evropskih normi prikazan je na *slici 1*.



Slika 1.- Veza između direktiva novog pristupa, nacionalnog zakonodavstva i harmonizovanih standarda

Prema direktivi 89/106/EEC harmonizovani standard je standard, odnosno tehnička specifikacija, usvojen od strane Evropskog komiteta za standardizaciju (CEN) ili Evropskog komiteta za standardizaciju u elektrotehnici (CENELEC) kao priznatih nadležnih tela, i napravljen na zahtev, odnosno po mandatu Evropske komisije, objavljen u Službenom listu Evropske unije, i koji je objavljen kao nacionalni standard (bez ikakve izmene) od strane nacionalnih organizacija država članica Evropske unije.

2. ORGANIZACIJA RAZVOJA HARMONIZOVANIH EVROPSKIH STANDARDA U OKVIRU CEN-A

Najveći deo aktivnosti na harmonizaciji propisa u domenu materijala koji se odnose na materijale koji se primenjuju za izgradnju kolovoznih konstrukcija na putevima, aerodromima i drugim saobraćajnim površinama odvija se u tri tehnička komiteta CEN-a:

- *CEN/TC 154 – Agregat*
- *CEN/TC 227 – Materijali za izgradnju puteva*
- *CEN/TC 336 – Veziva na bazi bitumena*.

Aktivnosti ovih komiteta na izradi harmonizovanih evrospkih normi biće posebno obrađene u narednom delu ovog rada.

Pored prethodno navedenih, u okviru CEN-a je formiran i komitet *CEN/TC 351 - Građevinski materijali*

– Procena oslobađanja opasnih materija, koji obuhvata sve građevinske materijale. Cilj ovog komiteta je specifično da se bavi trećim osnovnim zahtevom koji se odnosi na higijenu, zdravlje i uticaj na okolinu kroz razvoj harmonizovanih metoda ispitivanja za procenu oslobađanja opasnih substanci. U ovom trenutku, TC 351 je formirao samo dve radne grupe, jednu koja se odnosi na zagađenje tla, podzemnih i površinskih voda, i drugu koja se odnosi na zagađenje vazduha u zatvorenom prostoru.

2.1 Tehničke specifikacije za agregat

Ispitivanje agregata koji se koristi za spravljanje asfaltnih mešavina je dugo razmatrano u okviru procesa harmonizacije. U zemljama Evropske unije postoje značajne varijacije u pogledu geoloških uslova i metoda prerade, lagerovanja i transporta i agregata i asfaltnih mešavina, što je značajno otežavalo ovaj zadatak.

U okviru Komiteta CEN/TC 154 postoji nekoliko radnih grupa koje su radile na specifikacijama za različite aggregate. Kao rezultat toga nastali su sledeći standardi:

- EN 13139 Agregat za malter
- EN 12620 Agregat za beton
- EN 13043 Agregat za asfaltne mešavine i površinske obrade
- EN 13242 Agregat za nevezane i hidrauličnim vezivom vezane mešavine
- EN 13450 Balast za železničke pruge

- N 13383-1 Armourstone
- EN 13055-1 Laki agregat za beton
- EN 13055-2 Laki agregat za vezane i nevezane slojeve

Od interesa za ovaj rad je standard EN 13043 koji je 2007. godine objavljen i kao srpski standard. Problem sa

Tabela 1.- Setovi sita prema harmonizovanim evropskim propisima

Osnovni skup (mm)	Osnovni skup i skup 1 (mm)	Osnovni skup i skup 2 (mm)
1	1	1
2	2	2
4	4	4
	5.6 (5)	
		6.3 (6)
8	8	8
		10
	11.2 (11)	
		12.5 (12)
		14
16	16	16
		20
	22.4 (22)	
31.5 (32)	31.5 (32)	31.5 (32)
		40
	45	
63	63	63

Tabela 2.- Zahtevi u pogledu granulometrijskog sastava frakcija mineralnog materijala

Sito	Prolaz na situ (%)
2D	100
1.4 D	98-100
D	85 do 90 – 99
d	0 – 10,15,20,35
d/2	0 – 2 do 5

sita koji je trenutno važeći u našim propisima, s tim što treba dodati sita od 1 i 5.6 mm.

Granulometrijski sastav frakcija mineralnog materijala i mineralne mešavine se definiše preko maksimalne nazivne veličine zrna agregata D (mm) i karakteristične

Tabela 3.- Izabrane fizičke karakteristike agregata i odgovarajuće metode za njihovo ispitivanje

Osobina agregata	Metoda ispitivanja	Standard	Zemlja porekla
Otpornost na poliranje	PSV - Polished Stone value	EN 1097-8	Velika Britanija
Abrazija	AAV – Aggregate Abrasion Value Micro-Deval	EN 1097-8 EN 1097-9	Velika Britanija Francuska
Fragmentacija	Los Angeles	EN 1097-2	univerzalno
Otpornost na udar	Schlagversuch mit zehnem	EN 1097-2	Nemačka
Čvrstoća	Magnesium sulphate soundness value		Velika Britanija
Otpornost na smrzavanje	Freeze/Thaw Test bez soli Freeze/Thaw Test sa solju	EN 1367-1	Nemačka Island
Termički šok	Zagrevanje na 700 °C	EN 1367-5	Holandija/ Norveška

ovim pristupom je što trenutno imamo dualizam tehničke regulative, jer stari standardi nisu povučeni, a ni svi evropski standardi koji definišu metode ispitivanja nisu još usvojeni.

U okviru standarda EN 13043 definisani su zahtevi za agregat koji su grupisani kao:

- zahtevi u pogledu geometrijskih karakteristika
- ahtevi u pogledu fizičkih karakteristika
- zahtevi u pogledu hemijskih karakteristika

U pogledu geometrijskih zahteva najznačajniji su oni koji se odnose na granulometrijski sastav. Setovi sita definisani u Evropskim standardima dati su u *tabeli 1*. Očigledno je da su oni u dobroj meri u saglasnosti sa setom

veličine agregata d (mm) preko koje se kontroliše učešće sitnih frakcija u mešavini. Zahtevi u pogledu granulometrijskog sastava su dati u *tabeli 2*.

U pogledu metoda ispitivanja, u Evropi vlada velika raznolikost i stoga su pojedine zemlje prvo pozvane da predlože metode ispitivanja za određivanje otpornosti na trenje, habanja, fragmentacije, čvrstoće i otpornosti na mraz i termičke uticaje. U *tabeli 3* prikazane su izabrane metode ispitivanja, uz navođenje zemlje iz koje je metoda potekla.

Zahtevi u pogledu hemijskih karakteristika se primarno odnose na sadržaj nešistoća, kao i na primenu sekundarnih materijala, kao što je zgura i sastojke koji mogu uticati na stabilnost njene zapremine.

Tabela 4.- Klase materijala u pogledu otpornosti na fragmentaciju, prema standardu SRPS EN 13043:2007

Koeficijent "Los Angeles"	Kategorija LA
≤15	LA_{15}
≤20	LA_{20}
≤25	LA_{25}
≤30	LA_{30}
≤40	LA_{40}
≤50	LA_{50}
>50	$LA_{deklarisano}$
Bez zahteva	LA_{NR}

Važno je napomenuti da je u harmonizovanim evropskim normama usvojen pristup da se za svaku ispitivanu karakteristiku materijala definišu klase. Tako su npr. klase materijala u pogledu otpornosti na fragementaciju, izražene preko koeficijenta Los Angeles, prikazane u *tabeli 4*.

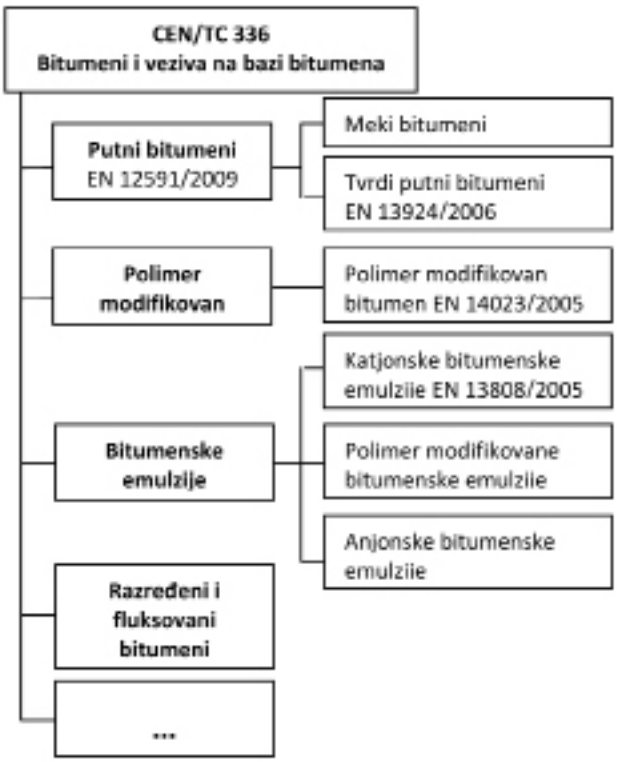
Klase materijala se koriste prilikom deklaracije proizvoda, ili kod definisanja zahteva u pogledu kvaliteta komponentalnih materijala.

2.2 Tehničke specifikacije za veziva na bazi bitumena

Za veziva na bazi bitumena relevantna su prva četiri osnovna zahteva iz Direktive o građevinskim proizvodima (1), koji se odnose na mehaničke karakteristike, bezbednost upotrebe i bezbednost od požara i uticaj na zdravlje i okolinu. Mandat M124 Direktive (1) zahteva da se u specifikacijama definišu osnovni zahtevi kako bi se osigurala saglasnost sa Direktivom.

Prvi korak prilikom harmonizacije propisa vezanih za bitumen bio je da se osigura da metode ispitivanja i klasifikacija bitumena budu jedinstveni u svim zemljama članicama. Drugi korak bio je da se definišu jedinstveni harmonizovani standardi, još uvek bazirani na postojećim metodama ispitivanja.

Na *slici 2* je dat pregled trenutnog stanja u pogledu organizacije komiteta TC 336 i specifikacija za bitumen i proizvode na bazi bitumena.



Slika 2.- Organizacija TC 336 i pregled tehničkih specifikacija za bitumen i proizvode na bazi bitumena

Tabela 5.- Pregled konvencionalnih karakteristika bitumena

Osobina	Standard	Jed.	Izvorna vrednost – Stanje veziva		
			Orig.	Krut. ostar.	Dug. ostar.
Nominalni raspon penetracije	EN 1426	0.1 mm	X		
Penetracija za 25 °C	EN 1426	0.1 mm	X	X	
Tačka mameklivanja po PK	EN 1427	°C	X	X	
Indeks penetracije	EN 12591	-	X	X	
Dinamički viskozitet za 60 °C	EN 12596	Pa s	X	X	
Kinematički viskozitet za 135 °C	EN 12595	mm²/s	X	X	
Tačka loma po Fraas-u	EN 12593	°C	X		
Povratna elastična deformacija za 10 °C & 25 °C [1]	EN 13398	%	X	X	
Stabilnost pri lagerovanju [1]	EN 13399		X		

Napomena: [1]Odnosi se samo na polimer-modifikovan bitumen

Tabela 5.- Pregled konvencionalnih karakteristika bitumena, (*nastavak*)

Osobina	Standard	Jed.	Izvorna vrednost – Stanje veziva		
			Orig.	Krut. ostar.	Dug. ostar.
Otpornost na starenje	EN 12607-1			X	
Promena mase	EN 12607-1	%		X	
Smanjenje penetracije	EN 1426	%		X	
Povećanje tačke mameklivanja po PK	EN 1427	°C		X	
Tačka paljenja	EN ISO 2592	°C	X		
Rastvorljivost	EN 12592	%	X		
Gustina	EN 15326	-	X		

Standard EN 12591 za obične putne bitumene je početkom 2009. godine usvojen kao harmonizovan standard, a standardi EN 13924 za tvrde putne bitumene i EN 14023 za polimer-modifikovane bitumene su u fazi revizije i u bliskoj budućnosti biće usvojeni kao harmonizovani standardi.

Trenutno se Evropske specifikacije za bitumen i veziva na bazi bitumena baziraju na empirijskim metodama ispitivanja. U *tabeli 5* je dat pregled konvencionalnih ka-

Tabela 6.- Karakteristike veziva bitne za ponašanje asfaltnih slojeva

Zahtevi vezani za ponašanje asfaltnih slojeva	Karakteristike veziva
Otpornost na trajnu deformaciju	Reološke karakteristike na povišenim temperaturama
Otpornost na pucanje usled starenja veziva	Karakteristike nakon kratkotrajnog i dugotrajnog starenja
Nosivost	Reološke karakteristike: kompleksni modul
Otpornost na pucanje na niskim temperaturama	Kombinacija reoloških karakteristika i naobina pri lomu
Otpornost na zamor	Naobina pri lomu
Proizvodnja i ugrađivanje	Zavisnost viskoziteta od temperature Stabilnost pri lagerovanju

rakteristika prema trenutno važećim standardima za putni, tvrdi i polimer modifikovani bitumen.

Međutim, prema mandatu M124 Direktive (1) harmonizovani standardi treba u što većoj meri da budu definisani prema funkcionalnim kriterijumima u fazi eksplatacije (performance based specifications).

Na ovim metodama se već određeno vreme radi i u okviru TC 336 je formirana radna grupa za razvoj sledeće generacije standarda, a održano je i nekoliko konferencija

na kojima je razmatran razvoj ovih metoda. Komitet je izdao i tehnički izveštaj (4) u kome je sumiran rad ove radne grupe. U *tabeli 6* su date karakteristike veziva koje su povezane sa njegovim ponašanjem u fazi eksplatacije.

U *tabeli 7* date su karakteristike veziva i odgovarajuće metode za njihovo ispitivanje koje su definisane u okviru evropskog projekta BitVal (5). Pored metoda date su i sugestije za dalja istraživanja ukoliko postojeći nivo znanja u određenoj oblasti nije bio zadovoljavajući.

Laboratorija za kolovozne konstrukcije Građevinskog fakulteta u Beogradu raspolaže sa opremom za ispitivanje reoloških karakteristika veziva, kao što su Dynamic Shear Rheometer (DSR) i Bending Beam Rheometer (BBR) i sprovodi većinu predviđenih ispitivanja na vezivima koja se koriste u Srbiji (*slika 3*).

U Izveštaju (4) Tehničkog komiteta TC 336 definisan je okvir za tzv. "performance-related specifications" za putne btiumene (*tabela 8*).

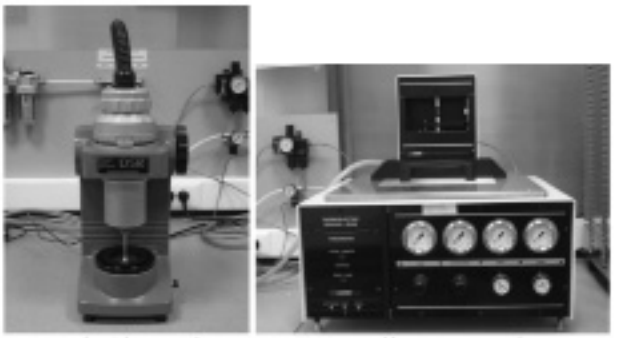
Ovi standardi zahtevaju još dosta rada, pre nego što će biti moguće da uđu u specifikacije. Za većinu njih još uvek ne postoje podaci o ponovljivosti i reproducibilnosti i veliki deo još nije u široj upotrebi, odnosno primenjuje se u svega nekoliko laboratorija u Evropi.

2.3 Tehničke specifikacije za asfaltne mešavine

Prema Mandatu M124 (2), u Aneksu 2 definisani su zahtevi koje treba definisati kroz set standarda za asfaltne mešavine:

Tabela 7.- Karakteristike veziva i odgovarajuće metode ispitivanja

Karakteristike veziva	Metode ispitivanja ili zapažanja
Trajna deformacija	Viskozitet pri smitnu smicanju na reometru za dinamičko smicanje (Dynamic Shear Rheometer - DSR) – preferiran metod. Dodatni rad je potreban za definisanje pristupa preko okvivlakoznih temperatura.
Krutost	Penetracija ili krutost na reometru za dinamičko smicanje (DSR), posebno za PmB.
Pucanje na niskim temperaturama	Granična temperatura na reometru za savijanje grežica (Bending Beam Rheometer – BBR) i/ili parametri vezani za opit direktnog zatezanja. Na duži rok: karakteristike pri lomu (npr. žilavost pri lomu).
Pucanje usled zamora	Potrebno dalje istraživanje o vezi između otpornosti na zamor veziva i asfaltne mešavine. Trenutno najbolji kriterijum je: Penetracija/T_{RB}/reološke karakteristike pre i posle starenja
Prionljivost	Pono istraživanja, ali zaključci nisu jednoznačni. Ispitivanja treba da uključe agregat, pa je sugerisan rad na definisanju "standardnog" agregata.


Dynamic Shear Rheometer
Bending Beam Rheometer

Slika 3.- Oprema za ispitivanje reoloških karakteristika bitumena u Laboratoriji za kolovozne konstrukcije Građevinskog fakulteta

- prionljivost agregata i bitumena
- krutost
- otpornost na trajnu deformaciju, uključujući
- temperaturnu osetljivost
- otpornost na zamor / inicijaciju pukotina
- otpornost na trenje
- otpornost na habanje
- hidraulična propustljivost
- otpornost na požar
- apsorpcija buke.

Ovaj mandat je od početka predvideo razvoj specifikacija vezanih za ponašanje asfaltnih slojeva u fazi

Tabela 8.- Pregled karakteristika veziva vezanih za ponašanje asfaltne mešavine u fazi eksplatacije

Osobina	Standard	Jed.	Izmerene vrednosti – Stanje veziva: Orig.	Krut. ostar.	Dur. ostar.
Osobine na visokim eksplatacionim temperaturama					
Kompleksni modul (DSR) G^* i δ - na mapenu temperatura od 40 – 80 °C (pri određenim frekvencijama) - na mapenu frekvencija od 0.1 – 10 Hz (pri određenim temperaturama)	EN 14770	kPa /°C	X	X	
Viskozitet pri malom smicanju (DSR): Ekvivisko temperatura EVT1 pri LSV[1]=2.0 kPa s i 0.1 rad/s Ekvivisko temperatura EVT2 pri LSV[1]=2.0 kPa s i 0.001 rad/s	prEN 15324	°C	X	X	
Viskozitet pri malom smicanju (DSR): Viskozitet pri malom smicanju (točenje) na 60 °C	prEN 15325	°C	X	X	

Napomena: [1]LSV – Low Shear Viscosity – Viskozitet pri malom smicanju

eksplatacije. CEN je nakon dobijanja mandata formirao Tehnički komitet TC 227 koji se sastojao iz šest radnih

Tabela 8.- Pregled karakteristika veziva vezanih za ponašanje asfaltne mešavine u fazi eksplatacije, (*nastavak*)

Osobina	Standard	Jed.	Izmerene vrednosti – Stanje veziva: Orig.	Krut. ostar.	Dur. ostar.
Na srednjim eksplatacionim temperaturama					
Kompleksni modul (DSR) G^* i δ - na mapenu temperatura od 40–80 °C (pri određenim frekvencijama) - na mapenu frekvencija od 0.1–10 Hz (pri određenim temperaturama)	EN 14770	kPa /°C	X	X	
Na niskim temperaturama					
Krutost na -15 °C	EN 14771	MPa	X	X	X
Reometar za savijanje gredica BBR, temperatura pri 300 MPa	EN 14771	°C	X		X
Kohezija					
"Force ductility" na 5/10 °C + cela kriva energije	EN 13587 13703	J/cm³	X	X	X
Opit ostatnja na 5/10 °C + cela kriva energije	EN 13587 13703	J/cm³	X	X	X
Vlačit kistag: maksimum + cela temperatura kriva	EN 13588	J/cm³	X	X	X

grupa, od kojih je za ovaj rad najznačajnija prva radna grupa koja se bavi asfaltnim mešavinama.

Regulativa u oblasti asfaltnih mešavina se oslanja na seriju standarda EN 13108 kojima su definisani uslovi za početno ispitivanje tipa (EN 13108-20:2006/AC:2008) i za fabričku kontrolu proizvodnje (EN 13108-21:2006/AC:2008), koji predstavljaju osnov za kontrolu kvaliteta i kontrolu usaglašenosti. Njih sprovode proizvođači koji deklarišu svoje proizvode, uz nadzor od strane ovlašćenih institutcija. Pored ova dva standarda, usvojeni su i tehnički uslovi, odnosno definisane su metode ispitivanja pojedinih karakteristike za različite vrste asfaltnih mešavina:

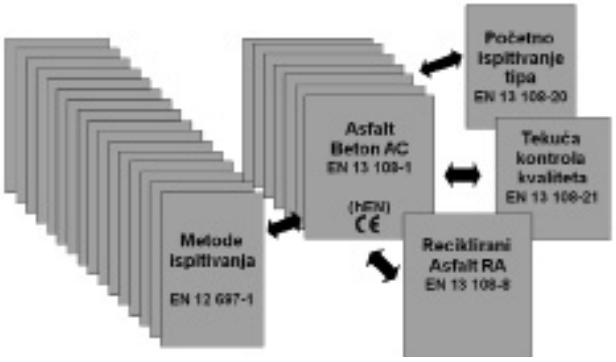
- hEN 13108-1:2006/AC:2008 – Asfalt-beton
- hEN 13108-2:2006/AC:2008 – Asfalt-beton za tanke slojeve
- hEN 13108-3:2006/AC:2008 – Meki asfalt
- hEN 13108-4:2006/AC:2008 – Vruće valjani asfalt
- hEN 13108-5:2006/AC:2008 – Skeletni mastiks asfalt (SMA)
- hEN 13108-6:2006/AC:2008 – Liveni asfalt
- hEN 13108-7:2006/AC:2008 – Porozni asfalt
- EN 13108-8/2005 – Reciklirani asfalt.

Primena ovih standarda započela je 1.3.2007., a postala je obavezna u svim zemljama EU počev od 1.3.2008. godine. Nacionalni standardi koji su bili u suprotnosti sa ovim standardima morali su biti povučeni do 1.3.2008. godine. Konkretne metode ispitivanja definisane su seri-

jom (ukupno 47) standarda EN 12697 (*tabela 9*). Međusobni odnos ovih standarda prikazan je na *slici 4*.

Pored ovoga, svaka evropska zemlja treba da donese nacionalne standarde u kojima će, poštujući uslove propisane serijom standarda EN 13108, definisati kriterijume za pojedine opite, odnosno vrste materijala u skladu sa lokalno raspoloživim materijalima, klimatskim uslovima, uslovima saobraćajnog opterećenja, funkcionalnom klasifikacijom saobraćajnica i ekonomskim mogućnostima.

Pristup prilikom razvoja prve generacije standarda bio je da se svi postojeći nacionalni zahtevi inkorporiraju



Slika 4.- Pregled organizacije standarda iz oblasti asfaltnih mešavina

Tabela 9.- Pregled standarda EN 12697 za ispitivanje asfaltnih mešavina

Oznaka standarda	Naziv standarda / metoda
EN 12697-1:2005	Određivanje sadržaja veziva
EN 12697-2:2002+A1:2007	Određivanje granulometrijskog sastava
EN 12697-3:2005	Ekstrakcija veziva pomoću rotacionog isparivača
EN 12697-4:2005	Ekstrakcija veziva pomoću destilacije
EN 12697-5:2002+A1:2007	Određivanje maksimalne zapreminske mase
EN 12697-6:2003+A1:2007	Određivanje zapreminske mase asfaltnih uzoraka – hidrostatička metoda
EN 12697-7:2002	Određivanje zapreminske mase asfaltnih uzoraka pomoću gama zraka
EN 12697-8:2003	Određivanje sadržaja šopljina u asfaltnim uzorcima
EN 12697-9:2002	Određivanje referentne zapreminske mase
EN 12697-10:2001/AC:2007	Mogućnost zbijanja
EN 12697-11:2005/AC:2007	Prionljivost agregata i bitumena
EN 12697-12:2008	Određivanje osetljivosti na vodu asfaltnih uzoraka

Tabela 9.- Pregled standarda EN 12697 za ispitivanje asfaltnih mešavina, (*nastavak*)

Oznaka standarda	Naziv standarda / metoda
EN 12697-13:2000/AC:2001	Merenje temperature
EN 12697-14:2000/AC:2001	Sadržaj vode
EN 12697-15:2003	Određivanje otpornosti na segregaciju
EN 12697-16:2004	Habanje od pneumatika sa klinovima
EN 12697-17:2004+A1:2007	Gubitak agregata u uzorcima od poroznog asfalta
EN 12697-18:2004	Drenaža veziva – Schellenberg metoda
EN 12697-19:2004+A1:2007	Propustljivost uzorka
EN 12697-20:2003	Utiskivanje u kubičasti ili Maršalov uzorak
EN 12697-21:2003/AC:2007	Utiskivanje u pločasti uzorak
EN 12697-22:2003+A1:2007	Otpornost na trajnu deformaciju - Opit točkom
EN 12697-23:2003	Određivanje indirektne čvrstoće na zatezanje asfaltnih uzoraka
EN 12697-24:2004+A1:2007	Otpornost na zamor
EN 12697-25:2005	Opit cikličnog pritiska
EN 12697-26:2004	Krutost

Tabela 9.- Pregled standarda EN 12697 za ispitivanje asfaltnih mešavina, (*nastavak*)

Oznaka standarda	Naziv standarda / metoda
EN 12697-27:2000	Uzorkovanje
EN 12697-28:2000	Priprema uzoraka za određivanje sadržaja veziva, sadržaja vode i granulometrijskog sastava
EN 12697-29:2002	Određivanje dimenzija asfaltnih uzoraka
EN 12697-30:2004+A1:2007	Priprema uzoraka udarnim nabijačem
EN 12697-31:2007	Priprema uzoraka žiroskopskim nabijačem
EN 12697-32:2003+A1:2007	Priprema uzoraka vibracionim nabijačem
EN 12697-33:2003+A1:2007	Priprema uzoraka segmentnim nabijačem
EN 12697-34:2004+A1:2007	Opit Maršala
EN 12697-35:2004+A1:2007	Mešanje u laboratoriji
EN 12697-36:2003	Određivanje debljine asfaltnog kolovoza
EN 12697-37:2003	Opit vrućim peskom za određivanje prionjanja veziva za agregat za vraće valjani asfalt
EN 12697-38:2004	Zajednička oprema i kalibracija
EN 12697-39:2004	Sadržaj veziva spaljivanjem
EN 12697-40:2005	Propustljivost na lice mesta

Tabela 9.- Pregled standarda EN 12697 za ispitivanje asfaltnih mešavina, (*nastavak*)

Oznaka standarda	Naziv standarda / metoda
EN 12697-41:2005	Otpornost na tečnosti za određivanje
EN 12697-42:2005	Količina krupnih stranih čestica u strugenom asfaltu
EN 12697-43:2005	Otpornost na gorivo
prEN 12697-44	Propagacija pukotina opitom polukružnog savijanja
prEN 12697-45	Opit krutosti na zatezanje zasićenih i osteraljih uzoraka
prEN 12697-46	Pukotine na niskim temperaturama i osobine pri opitu jednoaksijalnog zatezanja
prEN 12697-47	Određivanje sadržaja pepela u jezerskom asfaltu

u harmonizovane norme u najvećoj mogućoj meri. Rezultat toga je da postoji više metoda za pojedine opite, kao što će biti prikazano u *tabelama 13*, *14*, *15* i *16*.

Iako je konačni cilj da se definišu specifikacije asfaltnih mešavina zasnovane na fundamentalnim karakteristikama, u ovom trenutku je zaključeno da je za to suviše rano, pa se stoga u prvoj fazi specifikacije za asfaltne mešavine zasnivaju na empirijskim karakteristikama, izuzev za asfalt-betonske mešavine za koje je moguć i empirijski i fundamentalni pristup. Za sve mešavine je zajedničko da se specifikacije odnose na asfaltnu mešavinu kao

na svaki drugi proizvod koji se nalazi na tržištu, što znači da obuhvataju proces proizvodnje na asfaltnoj bazi, ali ne obuhvataju njenu ugradnju.

Pri tome empirijske specifikacije predstavljaju kombinaciju zahteva u pogledu sastavnih materijala sa nekim zahtevima vezanim za ponašanje asfaltnih slojeva u eksplataciji (npr. otpornost na trajnu deformaciju, odnosno opit točkom). Specifikacije zasnovane na fundamentalnim karakteristikama predstavljaće kombinaciju zahteva u pogledu ponašanja asfaltnih slojeva u fazi eksplatacije, kao što su: krutost, otpornost na zamor ili triaksijalni opit cikličnog pritiska, i pojedinih zahteva vezanih za sastav mešavine i karakteristike komponentalnih materijala, sa mnogo više slobode nego u slučaju empirijskih specifikacija. Između ostalog, cilj novih specifikacija je i da se motiviše razvoj novih proizvoda (asfaltnih mešavina) sa superiornim karakteristikama u odnosu na postojeće mešavine.

U ovoj fazi jedino za asfalt-betonske mešavine se mogu koristiti fundamentalne karakteristike, kao što su krutost, otpornost na zamor i otpornost na trajnu deformaciju u triaksijalnoj komori. Prikaz razvoja evropskih specifikacija za asfaltne mešavine sa konačnim ciljevima dat je na *slici 5*..

U okviru Evropskih standarda usvojen je jedinstven način za označavanej asfaltnih mešavina:

MIX D Layer Binder

gde je:

Slika 5.- Piramida zahteva u specifikacijama za asfaltne mešavine

MIX – vrsta mešavine (npr. AC za asfalt beton, SMA, itd.)

D – maksimalna nominalna veličina zrna agregata u asfaltnoj mešavini (mm)

Layer – sloj u kolovoznoj konstrukciji

Surf – zastor

Bin – vezni sloj

Base – bitumenizirani noseći sloj

Binder – tip veziva (20/30, 40/60, 70/100 itd.).

U ovom pristupu mešavine za noseći i habajući sloj koje se rade u Srbiji imale bi oznaku AC, samo što bi vrsta sloja bila različita. Pored ovih oznaka, moguće je dodati još neke oznake u definiciji mešavine, poput otpornosti na habanje agregata u zastoru i sl.

U *tabeli 10* dat je set ispitivanja komponentalnih materijala koje je potrebno sprovesti prilikom početnog ispitivanja tipa, odnosno prilikom projektovanja prethodnog sastava asfaltne mešavine, a u *tabelama 11* i *12* date su specifikacije za asfalt-beton i SMA prema EN 13108-20.

Na osnovu ovih specifikacija jasno je da se u uslovima koji važe u Srbiji u pogledu dozvoljenog osovinskog opterećenja (10 t, iako Zakon o putevima propisuje da se putevi „moraju graditi“ za dozvoljeno osovinsko opterećenje od 11.5 t, koje je propisano u nejavećem broju evropskih zemalja) za ispitivanje otpornsoti asfaltnih mešavina na trajnu deformaciju može koristiti samo tzv. mali uređaj, procedura B, pri čemu se ispitivanje mora vršiti na vazduhu, na temperaturi od 45, 50 ili 60 °C (*tabela 13*). Primena velikog uređaja koji se koristi u Francuskoj i zemljama u kojima je dozvoljeno osovinsko opterećenje 13 t ne odgovara za uslove koji vladaju u Srbiji.

Na *slici 6* prikazan je mali uređaj za ispitivanje otpornosti na trajnu deformaciju – opit točkom.

Tabela 10.- Ispitivanja komponentalnih materijala za proizvodnju asfaltnih mešavina (prema EN 13208-20)

R. br.	Komponenta/ispitivani materijal	Osobina	Metoda ispitivanja	Broj uzor.
1	Agregat (EN 13043)	Granulometrijski sastav	EN 933-1	1 po kol.
2		Gustina	EN 1097-6	1 po kol.
3	Bitumen, tvrdi bitumen i polimer modifikovani bitumen (EN 12591, EN 13924-1 EN 14023)	Penetracija ili tačka omekšavanja	EN 1426 ili EN 1427	1
4		Viskozitet (za tanke bitumene)	EN 12595 ili EN 12596	1
5	Kameno brašno (EN 13043)	Granulometrijski sastav	EN 933-10	1
6		Gustina	EN 1097-7	1
7	Dodaci	Tip		
8	Granulisani otpadni asfalt (EN 13108-8)	Granulometrijski sastav	EN 12697-2	1
9		Sadržaj veziva	EN 12697-1	1
10	(Obim ispitivanja treba da odgovara predviđenoj primeni dodatka. Pri malim procentima primenjuju se molekulski sastavi)	Penetracija u ekstrahovanom vezivu, ili	EN 12697-3 ili EN 13657-4 plus EN 1426	1
11		Tip ekstrahovanog veziva	EN 12697-3 ili EN 12697-4 plus EN 1427	1
12		Gustina	EN 12697-5	1

Tabela 11.- Sumarni pregled osobina i metoda za ispitivanje asfaltnih mešavina po principu asfalt-betona (EN 13108-20)

R. br.	Osobina	Metoda ispitivanja	Broj ogleda
1	Sadržaj veziva (projektni)	EN 12697-1 tč. 39	1 za vel. proiz. 0 za lab. vrlid.
2	Granulometrijski sastav (projektni)	EN 12697-2	1 za vel. proiz, 0 za lab. vrlid.
3	Sadržaj šupljina, uključujući VFB i VMA za sastavni sadržaj šupljina V_{min} ? 7 % (tač.)	EN 12697-8 Primenom uspostavljenih veza određenih prema EN 12697-8, procedura B, u povišenoj zasićenom stanju. Koristiti vaz. uspostavljeni veza prema EN 12697-5, procedura A, u vodi	1
4	Sadržaj šupljina, uključujući VFB i VMA za sastavni sadržaj šupljina 7 % < V_{min} < 10 % (projektni)		1
5	Sadržaj šupljina, uključujući VFB i VMA za sastavni sadržaj šupljina V_{min} ? 10 % (projektni)		1
6	Sadržaj šupljina u suvo-kalibrisanom u fiziološkom stanju (projektni)	EN 12697-31	1
7	Osetljivost na vodu (funkcionalni zahtev, u vezi sa projektom)	EN 12697-12	1

Tabela 11.- Sumarni pregled osobina i metoda za ispitivanje asfaltnih mešavina po principu asfalt-betona (EN 13108-20) (*nastavak*)

R. br.	Osobina	Metoda ispitivanja	Broj ogleda
8	Otpornost na habanje od pneumatika sa klinovima (funkcionalni zahtev)	EN 12697-16, metod A	1
9	Otpornost na trajnu deformaciju (funkcionalni zahtev – potvrđ), Za asfalt betone projektovane za max. očekivano opterećenje manje od 13 t	EN 12697-22, mali uređaj, metod B na vazduhu na propisanoj temperaturi	1
10	Otpornost na trajnu deformaciju (funkcionalni zahtev – potvrđ), Za asfalt betone projektovane za max. očekivano opterećenje između 13 t i veće od 13 t	EN 12697-22, veliki uređaj, na vazduhu na propisanoj temperaturi	1
11	Otpornost na trajnu deformaciju (funkcionalni zahtev – predviđeni)	EN 12697-34	1
12	Otpornost na trajnu deformaciju (kontrola na gradilištu)	EN 12697-35 – Trkaljajući točkić opit poželan	1
13	Krutost (kontrola na gradilištu)	EN 12697- 26	1
14	Zamor (kontrola na gradilištu) za projektovanje (kontrola na krivi-ljenu za potrebe ispitivanja u 3 tačke	EN 12697-24:2004, Annex A	1

Tabela 11.- Sumarni pregled osobina i metoda za ispitivanje asfaltnih mešavina po principu asfalt-betona (EN 13108-20) (*nastavak*)

R. br.	Osobina	Metoda ispitivanja	Broj ogleda
15	Zamor (kontrola na gradilištu) za projektovanje (kontrola na krivi-ljenu za potrebe ispitivanja u 4 tačke	EN 12697-24:2004, Annex D	1
16	Otpornost na rafling deformaciju[a] (u vezi sa projektom – neobavezni)	EN 12697-43	1
17	Otpornost na točkanje na reflektivnoj[b] (u vezi sa projektom – neobavezni)	EN 12697-41	1

[a] Zahtevi za asfalt-beton ugrađen na potrebnu i svaku drugu naknadnjenu površinu kanal neobavezno.
[b] Zahtevi za asfalt beton ugrađen samo za neobavezno.

Pored opita točkom, koji spada u grupu tzv. „simulacionih“ opita, za ispitivanje otpornosti asfaltne mešavine na trajnu deformaciju se može koristiti i triaksijalni opit, pri čemu se na cilindrični uzorak aplicira bočni pritisak koji treba da odgovara pritisku koji deluje na odgovarajući sloj kolovozne konstrukcije u kome je materijal ugrađen. Na uzorak se zatim aplicira ciklično vertikalno opterećenje koje treba treba da odgovara opterećenju od saobraćaja. Procedure i uslovi ispitivanja otpornosti na trajnu deformaciju u triaksijalnom aparatu su prikazani u *tabeli 14*.

Tabela 12.- Sumarni pregled osobina i metoda za ispitivanje asfaltnih mešavina po principu SMA (EN 13108-20)

R. br.	Osobina	Metoda ispitivanja	Broj ogleda
1	Sadržaj veziva (projektni)	EN 12697-1 tč. 39	1 za vel. proiz. 0 za lab. vrlid.
2	Granulometrijski sastav (projektni)	EN 12697-2	1 za vel. proiz. 0 za lab. vrlid.
3	Sadržaj šupljina, uključujući šupljine ispunjene vezivom (projektni)	EN 12697-8 Primenom uspostavljenih veza određenih prema EN 12697-8, procedura B, u povišenoj zasićenom stanju. Koristiti vaz. uspostavljeni veza prema EN 12697-5, procedura A, u vodi	1
4	Sadržaj šupljina u suvom kalibrisanom u fiziološkom stanju (projektni)	EN 12697-31	1
5	Dubina veziva (veziva na površini)	EN 12697-18	1
6	Osetljivost na vodu (funkcionalni zahtev, u vezi sa projektom)	EN 12697-12	1

Tabela 12.- Sumarni pregled osobina i metoda za ispitivanje asfaltnih mešavina po principu SMA (EN 13108-20) (*nastavak*)

R. br.	Osobina	Metoda ispitivanja	Nivo opis.
7	Otpornost na lučenje od penetracija na klinovima (fenilcikloheksil sulfoxy)	EN 12697-14, metod A	1
8	Otpornost na trajnu deformaciju (fenilcikloheksil sulfoxy – patent), Za asfalt betone projektovane za max. normalno opterećenje manje od 13 t	EN 12697-22, mali uređaj, procedura B na vazduhu na povišenoj temperaturi	1
9	Otpornost na trajnu deformaciju (fenilcikloheksil sulfoxy – patent), Za asfalt betone projektovane za max. normalno opterećenje jednako ili veće od 13 t	EN 12697-22, veliki uređaj, na vazduhu na povišenoj temperaturi	1
11	Otpornost na zamor duktusa[a] (u vezi sa penetracijom – savijanje)	EN 12697-24	1
12	Otpornost na tečenje od cikliziranja[a] (u vezi sa penetracijom – savijanje)	EN 12697-25	1
[a]Zahtevi za asfalt-betone upotrebljene na putevima i svim drugim saobraćajnim površinama koje savijanje. [b]Zahtevi za asfalt betone upotrebljene samo za savijanje.			

Iz *tabele 14* se može videti da uslovi ispitivanja zavise od vrste materijala, odnosno sloja u kolovoznoj konstrukciji za koji se materijal koristi.

Slika 6.- Mali uređaj za ispitivanje otpornosti na trajnu deformaciju – opit točkom

Procedure i uslovi za određivanje krutosti asfaltnih mešavina su prikazani u *tabeli 15*.

Kao što se može videti iz prethodne tabele, za određivanje krutosti asfaltnih emšavine se može koristiti veliki broj opita koji uključuju ispitivanje gredica opterećenih u 2, 3 ili 4 tačke, prizmatičnog ili trapezoidalnog oblika (za opit u 2 tačke), opit direktnog zatezanja na prizmama ili cilindričnim uzorcima, ili opit indirektnog zatezanja na cilindričnim uzorcima.

Procedure i uslovi za određivanje otpornosti na zamor prema standardu EN 12697-24 su prikazani u *tabeli 16*. Evropske norme propisuju jedino primenu gredica opte-

Tabela 13.- Otpornost na trajnu deformaciju primenom opita točkom

R. br.	Oznaka	Uređaj	Materijal	Temperatura (°C)	Trajanje opita (ciklusi)	Primenljivo za EN 13108		
						1	4	6
1	D1.2	Mali uređaj, procedura A	Vazduh	45	1000		X	
2	D1.3			60	1000		X	
3	D1.4	Mali uređaj, procedura B		45	10000	X		X
4	D1.5			50	10000	X		X
5	D1.6			60	10000	X		X
6	D1.7	Veliki uređaj		50	30000	X		X
7	D1.8			60	3000	X		X
8	D1.9			60	10000	X		X
9	D1.10			60	30000	X		X

rećenih u dve ili u 4 tačke. Primena drugih opita, kao što su ispitivanje cilindričnih uzoraka opterećenih na indirektno zatezanje, ili jednoaksijalni tzv. „push-pull“ test, nije predviđena.

Na *slici 8* je prikazan uređaj za ispitivanje gredica opterećenih u 4 tačke koji se može koristiti za ispitivanje otpornosti na zamor ili za određivanje krutosti asfaltnih mešavina.

Tabela 14.- Procedure i uslovi ispitivanja u triaksijalnom aparatu

R. br.	Oznaka	Tip	Temperatura ispitivanja (°C)	Temperatura ispitivanja	Bočni pritisak	Amplituda opterećenja	Frekvencija	Oblik impulsa
1	D2.1	Zatvor	15 °C	50 °C	150 kPa	300 kPa	5 Hz	Polusinus
2	D2.2		15 °C	50 °C	150 kPa	300 kPa	1s/1s	Blok
3	D2.3	Vazni impuls	15 °C	40 °C	50 kPa	200 kPa	5 Hz	Polusinus
4	D2.4		15 °C	40 °C	50 kPa	200 kPa	1s/1s	Blok

Tabela 15.- Procedure i uslovi za ispitivanje krutosti asfaltnih mešavina

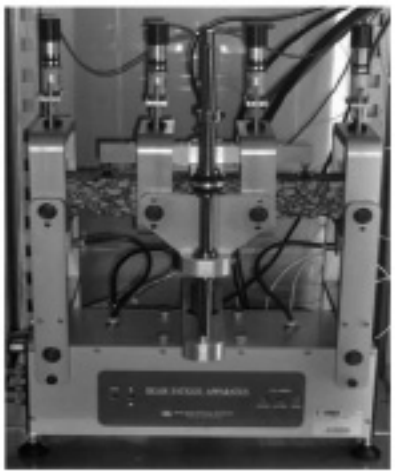
R.br.	Oznaka	Tip opterećenja – Tip uzorka	Tempe-ratura	Frekvencija ili trajanje opterećenja
1	D3.1	2PB-TR	15 °C	10 Hz
2	D3.2	2PB-PR	15 °C	10 Hz
3	D3.3	3PB-PR	15 °C	10 Hz
4	D3.4	4PB-PR	20 °C	8 Hz
5	D3.5	DTC-CY	15 °C	10 Hz
6	D3.6	DT-CY ili DT – PR	15 °C	0.02 s
7	D3.7	IT-CY	20 °C	124 ms

Slika 7.- Triaksijalni aparat sa ćelijom za ispitivanje uzoraka

U Francuskom uputstvu za projektovanje asfaltnih mešavina su na vrlo ilustrativan način prikazani različiti nivoi projektovanja u funkciji od karakteristika asfaltnih mešavina (*slika 9*).

Tabela 16.- Procedure i uslovi za ispitivanje otpornosti na zamor

Br.	Oznaka	Način/Tip opterećenja – tip uzorka	Temperatura	Frekvencija ili trajanje opterećenja
1	D4.1	A/2PB-TR	10 °C	25 Hz
2	D4.2	A/2PB-PR	15 °C	30 Hz
3	D4.3	D/4PB-PR	20 °C	30 Hz



Slika 8.- Uređaj za ispitivanje gredica opterećenih u 4 tačke

U drugim nacionalnim standardima (Slovenija, Austrija, Velika Britanija) kojima je raspolagao autor ovog rada, definisane su specifikacije samo do drugog nivoa. U pojedinim evropskim zemljama nisu definisani kriterisjumi za funkcionalne karakteristike, ali je propisano njihovo ispitivanje kako bi se u dogledno vreme prikupilo dovoljno podataka o asfaltnim mešavinama koje se primenjuju u lokalnom okruženju i na osnovu njih definisali kriterijumi.

Slika 9.- Struktura specifikacija za asfalt-beton po Francuskim normama (6)

3. ZAKLJUČAK

Postupak projektovanja i kontrole kvaliteta asfaltnih mešavina i komponentalnih materijala je značajno pro-

menjen u evropskim zemljama u poslednjih nekoliko godina sa usvajanjem harmonizovanih evropskih normi. Težište u kontroli kvaliteta se pomera sa specifikovanja empirijskih karakteristika materijala na zadovoljenje funkcionalnih parametara u fazi eksplatacije. Proizvođa-či materijala i izvođači će u novom sistemu imati mnogo veću odgovornost za uspešan završetak proejkata koja se neće završiti sa samom ugradnjom materijala i istekom garantnog perioda, već će obuhvatiti i fazu ekspaltacije.

Postojeći nacionalni standardi koji definišu metode ispitivanja asfaltnih mešavina i komponentalnih materijala i odgovarajuće tehničke uslove su doneti u periodu od 1960. do 1990. godine, što znači da su stari više od 20 godina. Tokom poslednjih nekoliko godina usvojeno je nekoliko evropskih normi koje definišu metode ispitivanja i tehničke uslove za agregate koji se primenjuju u asfaltnim mešavinama. Međutim, stare norme koje su definisale iste ili slične metode ispitivanja agregata nisu povučene, a norme koje definišu tehničke uslove za asfatne mešavine i aggregate koji se koriste za njihovu proizvodnju nisu modifikovane, tako da trenutno nemamo konsistentan sistem normi u ovoj oblasti. To stvara konfuziju i kod proizvođača građevinskog materijala, ali i kod izvođača i projektanata.

S obzirom na zastarelost većine naših normi, kao i na fleksibilnost novih evropskih normi koje omogućavaju da se kroz sistem nacionalnih aneksa evropskim standardima definišu kriterijumi za pojedine karakteristi-ke

koji su pogodni za određene države i lokalno raspoložive materijale, jedini realan način da se stanje tehničke regulative u ovoj oblasti unapredi jeste da se usvoje evropske norme i definišu odgovarajući nacionalni aneksi.

Međutim to se ne može raditi stihijski, već se moraju sagledati mogućnosti privrede – proizvođača građevinskog materijala i izvođača, kao i akreditovanih laboratorija, pogotovo u onim delovima gde se zahteva suštinska promena u pogledu karakteristika materijala i metoda ispitivanja i omogućiti određeni prelazni period kako bi se dalo vremena ovim subjektima za usklađivanje sa novim normama.

4. LITERATURA

[1] *Council Directive on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products* 89/106/EEC (OJ L 40, 11.2.1989, p. 12)

[2] *Mandate M124 to CEN/CENELEC concerning the execution of standardization work for harmonized standards on ROAD CONSTRUCTION PRODUCTS*, Evropska komisija, 1998. p.21

[3] *Mandate M125 to CEN/CENELEC concerning the execution of standardization work for harmonized standards on AGGREGATES*, Evropska komisija, 1998. p.17

[4] CEN/TR 15352:*2006 Bitumen and bituminous binders – Development of performance-related specifications: status report* 2005

[5] *BitVal – Analysis of Available Data for Validation of Bitumen Tests*, Report on Phase 1 of the BitVal project, FEHRL

[6] DELORME J.L., ROSE C.D.L., WENDLING L. *LCP Bituminous Mixture Design Guide*, LCPC, Paris, 2007. p.198

dr Branislav Bajat, dipl. geod inž., docent[1]
Mileva Samardžić, dipl. geod inž.[1]
Zoran Nedeljković, dipl. geod inž.[1]

DIGITALNI MODELI TERENA KAO PODLOGE ZA PROJEKTOVANJE U GRAĐEVINARSTVU

0352-2733,42 (2009),,p. 399-453 UDK: 551.4 : 528.94] : 624
PREGLEDNI NAUČNI ČLANAK

Rezime

Koncept i tehnologija izrade digitalnih modela terena (DMT) poslednjih godina sve više zaokuplja pažnju mnogobrojnih korisnika ovakve vrste prostornih podataka. Osim što je načinjen veliki pomak u pojavi novih tehnologija za prikupljanje podataka na terenu koje su omogućile dobijanje visoko kvalitetnih baza podataka o reljefu, formirano je i tržište na kojem se nudi široka lepeza ovakvih proizvoda. Ovakve baze podataka zahtevaju i razvoj metoda i postupaka koji će omogućiti ocenu njihovog kvaliteta.

U radu je dat osvrt na savremene tehnologije prikupljanja podataka za potrebe izrade DMT-a, kao i mogućnosti korišćenja ovakvih proizvoda s aspekta njihovog kvaliteta, i s posebnim osvrtom na primenu DMT-a u građevinarstvu.

Ključne reči: digitalni modeli terena, tačnost, građevinarstvo, geogarfski informacioni sistemi.

[1] Institut za Geodeziju i Geoinformatiku, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu

Rad primljen septembra 2009.

DIGITAL TERRAIN MODELS AS TOPOGRAPHIC LAYOUTS FOR CIVIL ENGINEERING DESIGN

Abstract

The concept and the production of Digital Terrain Models (DTM) has drawn a lot of attention of spatial data users. In addition to numerous improvents that were made in data colection technologies, big market with wide diapason of DTMs products was established. For this reason, it is necessary to develop methods and procedures that would enable quaility assesment of these data bases.

In this paper the review of conteporary spatial data aquisition technologies for DTM production is given, as well as the posibilities of usage of DTM, esspecialy in civil engineering applications.

Key words: digital terrain models, accuracy, civil engineering, geographic information systems.