



# БЪЛГАРСКА БРАНШОВА АСОЦИАЦИЯ ПЪТНА БЕЗОПАСНОСТ



## Предложение за актуализиране на методиката за оценка на асфалтови настилки в България

Д-р инж. Борис Йоцов

VIII-ма годишна конференция на тема  
БЕЗОПАСНА ПЪТНА ИНФРАСТРУКТУРА

Катедра пътища и транспортни  
съоръжения, УАСГ



## Съдържание

1. Преглед на методиката за оразмеряване на асфалтови настилки, ползвана в България
2. Оразмерително натоварване от движението
3. Извършени практически проучвания
4. Преводни коефициенти за клас 4. Товарни автомобили с ремарке и TIR
5. Преводни коефициенти за клас 3. Тежки товарни автомобили
6. Пример
7. Икономическо сравнение
8. Изисквания за носимоспособност на земната основа
9. Сравнение зърнометрии на асфалтови смеси
10. Изводи

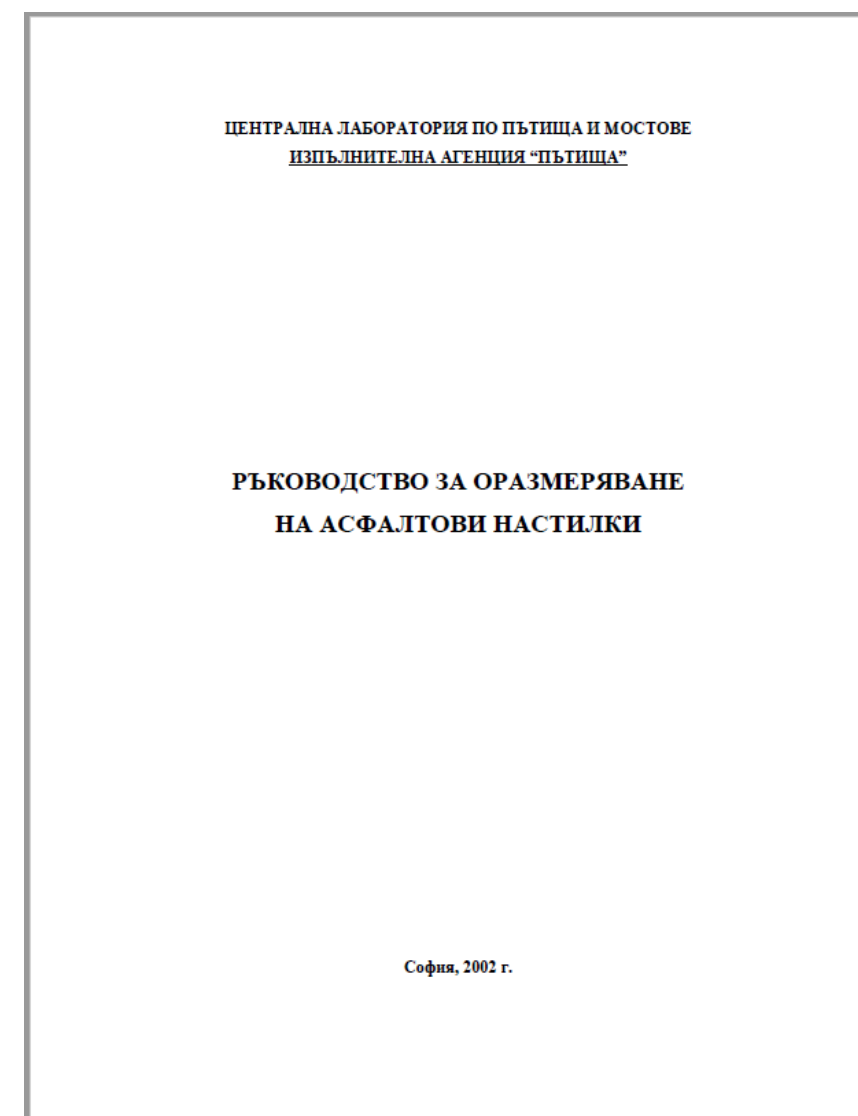


# Преглед на методиката за оразмеряване на асфалтови настилки, ползвана в България

1. Метод на еквивалентните модули – стандартизиран метод в България за оразмеряване на еластично-пластични настилки  
 $E_n < E_{e.общ}$
2. Метод на Асфалтовия институт на САЩ
3. Метод AASHTO
4. Метода на Британската пътно-изследователска лаборатория (TRRL)-Road Note 29



Фигура 1 Емпиричен (ляво) и аналитичен (дясно) метод



Фигура 2 Ръководство за оразмеряване на асфалтови настилки



# Фактори, които влияят на пътната конструкция



Показател за натоварването от движението е Оразмерителната интензивност  $OI=OA/\text{ден}$ .

$$OI = [ \sum ( MI_i \cdot PKK_i \cdot PK_i ) ] \cdot PL \quad (1)$$

където:

MI<sub>i</sub> е меродавна интензивност, OA/24часа

**PKK<sub>i</sub> е преводен коефициент за класа**

PK<sub>i</sub> е прогнозен коефициент, който показва бъдещото изменение на интензивността на меродавните автомобили

PL е показател на лентата, стойността му зависи от броя на лентите за движение.



# Оразмерителни автомобили за денонощие

Таблица 1 Групи моторни превозни средства  
България [Оразмерителни автомобили]

Меродавни автомобили	Преводен коефициент	
	100 kN/ос	115 kN/ос
1. Леки товарни автомобили	0,03	0,005
2. Средни товарни автомобили	0,2	0,057
3. Тежки товарни автомобили	1,0	0,7705
4. Товарни автомобили с ремарке и TIR	1,0	1,715
5. Автобуси	0,8	0,541

$$N_e = \sum_{s=1}^7 N_s \times f_{es}$$

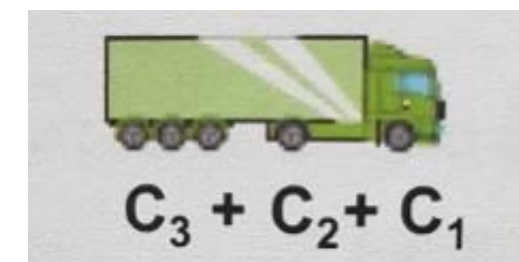
където:

$N_e$  - интензивност на оразмерителните автомобили на денонощие, брой OA/24 h;

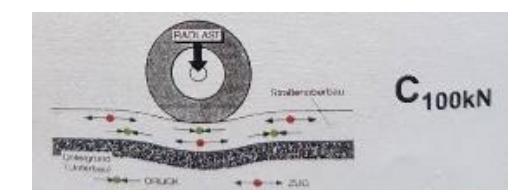
$N_s$  - средно - денонощната годишна интензивност на движението на s-тия меродавен вид автомобили;

$f_{es}$  - преводен коефициент за s-тия вид моторно превозно средство

Увреждане на пътната конструкция от преминаването на меродавен автомобил от съответния клас



$$f_{es} = \frac{\sum_{i=1}^{n-та ос} C_i}{C_{OA100kN} (OA115kN)}$$



Увреждане на пътната конструкция от преминаването на 1 оразмерителен автомобил



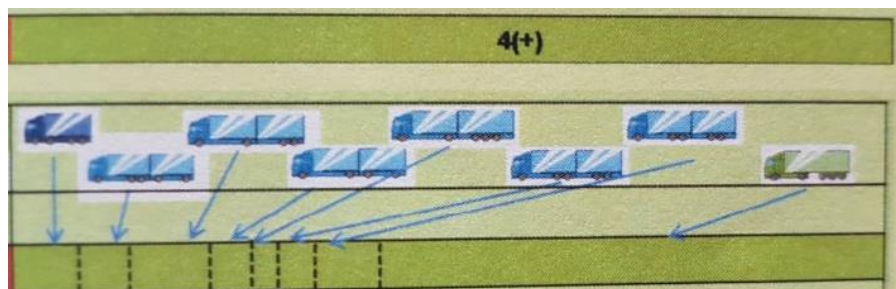
# Извършени практически проучвания

Фигура 3 Извадка от попълнен формуляр за визуално преброяване на движението

Fahrzeuggruppe	Fahrzeugklasse	Häufigkeit [%]
2-Achser	FK2-1	0.00
3-Achser	FK3-1	0.00
3-Achser	FK3-2	0.00
3-Achser	FK3-3	0.00
4+-Achser	FK4-1	0.00
4+-Achser	FK4-2	0.00
4+-Achser	FK4-3	0.00
4+-Achser	FK4-4	0.00
4+-Achser	FK4-5	0.00
4+-Achser	FK4-6	0.00
4+-Achser	FK4-7	0.00

Summe Häufigkeiten: 0.00 %

Фигура 4 Разпределяне на групите превозни средства на подгрупи от контролните преброявания на движението



Фигура 5 Натоварване от движението. Австрия. Вляво са показани групите (Fahrzeuggruppe), а вдясно подгрупите (Fahrzeugklasse) на превозните средства

Fahrzeuggruppe	Fahrzeugklasse
2-Achser	FK2-1
3-Achser	FK3-1
3-Achser	FK3-2
3-Achser	FK3-3
4+-Achser	FK4-1
4+-Achser	FK4-2
4+-Achser	FK4-3
4+-Achser	FK4-4
4+-Achser	FK4-5
4+-Achser	FK4-6
4+-Achser	FK4-7



# Извършени практически проучвания

Таблица 2 Сравнение на класовете превозни средства по българската методика и по австрийската методика RVS 03.08.68

Австрия	FK2-1	FK3-1	FK3-2	FK3-3	FK4-1	FK4-2	FK4-3	FK4-4	FK4-5	FK4-6	FK4-7
България	ЛТ/СТ/Автобуси	ТТ	ТТ	ТТ	ТТ	Тежки товарни с ремарке				ТИР	

Таблица 3 Категория на автомобилното движение

Категория на движението	Оразмерителна интензивност ОИ, ОА/ ден	
	ОА с осов товар 100 kN	ОА с осов товар 115 kN
1. Много леко	до 5	до 3
2. Леко	от 6 до 20	от 4 до 11
3. Средно	от 21 до 100	от 12 до 54
4. Тежко	от 101 до 350	от 55 до 189
5. Много тежко	от 351 до 1000	от 190 до 541
6. Автомагистрала	над 1000	над 542

Таблица 4 Сумарно процентно разпределение на меродавни автомобили клас 4. Товарни автомобили с ремарке и ТИР на пътища с различен клас на натоварване [%], получени от всички контролни профилни преброявания

Подкласове превозни средства	Леко [%]	Средно [%]	Тежко [%]	Много тежко [%]	Автомагистрала [%]
FK4-2	10,00	12,50	5,73	12,14	1,84
FK4-3	0,00	3,57	2,29	4,29	0,28
FK4-4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44
FK4-5	10,00	1,79	4,96	1,43	4,42
FK4-6	0,00	1,79	1,53	0,00	1,66
FK4-7	80,00	80,36	85,50	82,14	91,36
Σ	100	100	100	100	100

# Преводни коефициенти за клас 4 „Товарни автомобили с ремарке и TIR“

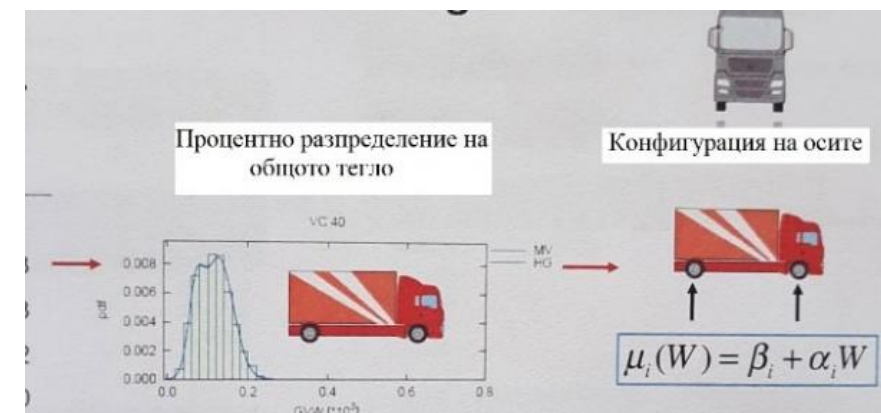
Таблица 5 Тегло на осите и общо тегло на класовете превозни средства в клас 4 „Товарни автомобили с ремарке и TIR“, разделен на подкласове спрямо австрийската методика [kN] със степен на сигурност 68%.

Тегло на осите [kN]	Първа ос	Втора ос	Трета ос	Четвърта ос	Пета ос	Общо тегло [kN]
FK4-2	70,57	89,84	60,68	61,70	0,00	285,68
FK4-3	65,11	88,38	61,07	60,07	0,00	274,65
FK4-4	73,50	98,85	74,94	72,83	74,26	398,44
FK4-5	70,84	90,59	66,69	69,00	71,59	368,96
FK4-6	74,28	86,28	68,86	76,75	74,89	373,53
FK4-7	75,31	104,51	78,19	79,32	79,42	412,56

Таблица 6 Тегло на осите и общо тегло на класовете превозни средства в клас 4 „Товарни автомобили с ремарке и TIR“, разделен на подкласове спрямо австрийската методика [kN] със степен на сигурност 95%.

Тегло на осите [kN]	Първа ос	Втора ос	Трета ос	Четвърта ос	Пета ос	Общо тегло [kN]
FK4-2	76,13	109,88	75,14	76,73	0,00	341,32
FK4-3	70,85	103,51	76,71	75,71	0,00	326,82
FK4-4	78,96	115,21	90,61	87,81	89,24	466,57
FK4-5	76,47	106,86	79,21	82,77	85,98	431,54
FK4-6	80,12	99,11	79,95	91,34	90,06	431,87
FK4-7	80,09	121,59	93,90	95,03	95,13	480,89

Фигура 6 Тегло на осите и общо тегло на класовете превозни





# Преводни коефициенти за клас 4. Товарни автомобили с ремарке и TIR със степен на сигурност 68%.

Таблица 7 Преводни коефициенти за подкласовете превозни средства на клас 4 „Товарни автомобили с ремарке и TIR“, разделен на подкласове за леко движение ( $pt=2,0$ ,  $SN=5cm$ ) със степен на сигурност 68%.

	Преводен коефициент	$K_{i80kN}$ , ОО	$K_{i100kN}$ , ОО	$K_{i100kN}$ , ОА	$K_{i115kN}$ , ОА
FK4-2	$28,3t=7t+9t+12,2t$ сдвоена ос = $0,584+1,648+0,435$	2,667	1,025	0,920	0,509
FK4-3	$27,5t=6,5t+8,8t+6,1t+6t$ = $0,423+1,533+0,316+0,297$	2,569	0,987	0,886	0,490
FK4-4	$39,5t=7,3t+9,9t+22,2t$ строена ос = $0,706+2,466+1,181$	4,353	1,673	1,502	0,831
FK4-5	$36,8t=7t+15,7t$ сдвоена ос+14т сдвоена ос = $0,592+1,284+0,790$	2,666	1,025	0,920	0,509
FK4-6	$38,1t=7,4t+15,5t$ сдвоена ос+7,7т+7,5т= $0,742+1,212+0,851+0,770$	3,575	1,374	1,233	0,683
FK4-7	$41,7t=7,5t+10,4t+23,7t$ (строена ос)= $0,788+3,132+1,568$	5,488	2,109	1,893	1,048

Таблица 8 Изчислени преводни коефициенти за клас 4 „Товарни автомобили с ремарке и TIR“ за различните категории движение със степен на сигурност 68%.

4. Товарни автомобили с ремарке и TIR	Леко	Средно	Тежко	Много тежко	Автомагистрала	Стойност в ръководството
Преводен коефициент ОА 100kN	1,699	1,715	1,765	1,726	1,825	1,00
Преводен коефициент ОА 115kN	0,940	0,979	1,007	0,985	1,041	1,715

# Преводни коефициенти за клас 4. Товарни автомобили с ремарке и TIR със степен на сигурност 95%.

Таблица 9 Преводни коефициенти за подкласовете превозни средства на клас 4 „Товарни автомобили с ремарке и TIR“, разделен на подкласове за средно, тежко, много тежко движение и автомагистрала (pt=2,5, SN=6cm) със степен на сигурност 95%.

	Преводен коефициент	$K_{i80kN, OO}$	$K_{i100kN, OO}$	$K_{i100kN, OA}$	$K_{i115kN, OA}$
FK4-2	$33,8t=7,6t+11t+15,2t$ сдвоена ос = $0,827+3,694+1,101$	5,622	2,220	1,985	1,133
FK4-3	$32,7t=7,1t+10,3t+7,7t+7,6t=$ $0,597+2,916+0,852+0,807$	5,172	2,042	1,826	1,042
FK4-4	$46,2t=7,9t+11,5t+26,8t$ строена ос = $0,951+4,420+2,611$	7,982	3,151	2,819	1,609
FK4-5	$43,1t=7,6t+18,6t$ сдвоена ос+ $16,9t$ сдвоена ос = $0,840+2,570+1,719$	5,129	2,025	1,811	1,034
FK4-6	$44t=8t+17,9t$ сдвоена ос+ $9,1t+9t=$ $1,003+2,199+1,749+1,644$	6,595	2,604	2,329	1,329
FK4-7	$48,6t=8t+12,2t+28,4t$ (строена ос)= $1,003+5,478+3,331$	9,812	3,874	3,465	1,977

Таблица 10 Изчислени преводни коефициенти за клас 4 „Товарни автомобили с ремарке и TIR“ за различните категории движение със степен на сигурност 95%.

4. Товарни автомобили с ремарке и TIR	Леко	Средно	Тежко	Много тежко	Автомагистрала	Стойност в ръководството
Преводен коефициент OA 100kN	3,229	3,172	3,243	3,191	3,338	1,00
Преводен коефициент OA 115kN	1,787	1,810	1,851	1,821	1,905	1,715



## Преводни коефициенти за клас 3. Тежки товарни автомобили

Таблица 11 Изчислени преводни коефициенти за клас 3  
„Тежки товарни автомобили“ със степен на сигурност 68%

3. Тежки товарни автомобили	Изчислена стойност	Стойност в ръководството
Преводен коефициент OA 100kN	1,214	1,00
Преводен коефициент OA 115kN	0,678	0,7705

Таблица 12 Изчислени преводни коефициенти за клас 3  
„Тежки товарни автомобили“ със степен на сигурност 95%

3. Тежки товарни автомобили	Изчислена стойност	Стойност в ръководството
Преводен коефициент OA 100kN	2,713	1,00
Преводен коефициент OA 115kN	1,514	0,7705

# Пример с категория на движението 6 „Автомагистрала“ ( $OA_{115kN} > 542 OA/24ч.$ )

## Пример:

Четириентов двупосочен път, с ширина на лентата 3,75 м, оразмерителен период 15 години с начало 2018-та година, средногодишно нарастване интензивността на: автобуси - 2%; товарни автомобили - 2%. Обектът се намира в равнинен терен (климатична зона 2). Меродавна интензивност на движението: 2856 MA/ 24 ч.

Процентното разпределение на групите превозни средства:

2 (с две оси):	26,05%
3 (с две три):	8,93%
4+ (с четири и повече оси):	65,02%

Таблица 13 Сравнение на пътни конструкции, оразмерени по двата метода за еднакво меродавно натоварване

Пластове	Методи			
	Еквивалентни модули <sup>1</sup>	Еквивалентни модули <sup>2</sup>	AsDim (RVS 03.08.68) <sup>3</sup>	AsDim (RVS 03.08.68) <sup>4</sup>
Износващ пласт, см	4	4	4	4
Биндер, см	6	6	6	6
Основен пласт от асфалтова смес, см	13	14	14	12
Трошен камък с подобрена зърнометрия, см	15	15	20	20
Баластра за основи, см	17/18*	17	30	30
50cm зона А носимоспособност	45 МПа - зададен	45 МПа - зададен	> 45 МПа - зададен	> 45 МПа - зададен
ОН [ОО]	16 141 915	19 177 239	6 760 256	6 760 256
$E_{e,общ}$ [МПа]	315,5/319,2	321,1	399,6 МПа	384 МПа

<sup>1</sup>Преводни коефициенти, приети в България  
<sup>2</sup>Пресметнати преводни коефициенти за 95% степен на сигурност  
<sup>3</sup>Асфалтовите смеси с физико-механични показатели по българските норми  
<sup>4</sup>Асфалтовите смеси с физико-механични показатели по австрийските норми  
\*Приета дебелина за да бъде конструкцията осигурена срещу замръзване

# Пример с категория на движението 2 „Леко движение“ (20>0A100kN>6 0A/24ч.)

## Пример:

Двулентов двупосочен път, с ширина на лентата 3,75 м, оразмерителен период 15 години с начало 2018-та година, средногодишно нарастване интензивността на: автобуси - 2%; товарни автомобили - 2%.

Обектът се намира в равнинен терен (климатична зона 2). Меродавна интензивност на движението: 98 МА/ 24 ч.

Процентното разпределение на групите превозни средства:

2 (с две оси):	80,61%
3 (с две три):	6,12%
4+ (с четири и повече оси):	13,27%

Таблица 14 Сравнение на пътни конструкции, оразмерени по двата метода за еднакво меродавно натоварване

Пластове	Методи			
	Еквивалентни модули <sup>1</sup>	Еквивалентни модули <sup>2</sup>	AsDim (RVS 03.08.68) <sup>3</sup>	AsDim (RVS 03.08.68) <sup>4</sup>
Износващ пласт, см	4	4	4	3
Биндер, см	4	4	4	4
Основен пласт от асфалтова смес, см	-	-	4	4
Трошен камък с подбрана зърнометрия, см	-	-	20	20
Баластра за основи, см	37/52*	40/52*	30	30
50см зона А носимоспособност	30 МПа - зададен	30 МПа - зададен	> 45 МПа - зададен	> 45 МПа - зададен
ОН [ОО]	91 816	128 542	231 970	231 970
E <sub>e,общ</sub> [МПа]	151,7/178,8	161,9/178,8	302,4	289,2

<sup>1</sup>Преводни коефициенти, приети в България

<sup>2</sup>Пресметнати преводни коефициенти за 68% степен на сигурност

<sup>3</sup>Асфалтовите смеси с физико-механични показатели по българските норми

<sup>4</sup>Асфалтовите смеси с физико-механични показатели по австрийските норми

\*Приета дебелина за да бъде конструкцията осигурена срещу замръзване



## Икономическо сравнение

Таблица 15 Сравнение на пътни конструкции, оразмерени по двата метода за еднакво меродавно натоварване, пример с категория на движението 6 „Автомострада“ (OA115kN>542 OA/ 24 ч.), скоростен път Г23.50 - 2x2x3,75 м.

Пластове	Методи			
	Еквивалентни модули <sup>1</sup>	Еквивалентни модули <sup>2</sup>	AsDim (RVS 03.08.68) <sup>3</sup>	AsDim (RVS 03.08.68) <sup>4</sup>
Износващ пласт, см	4	4	4	4
Биндер, см	6	6	6	6
Основен пласт от асфалтова смес, см	13	14	14	12
Трошен камък с подбрана зърнометрия, см	15	15	20	20
Баластра за основи, см	17	17	30	30
Цена на км. [лв.]	1 819 358	1 881 134	2 018 609	1 895 058
% разлика	100,00%	103,40%	110,95%	104,16%

Таблица 16 Сравнение на пътни конструкции, оразмерени по двата метода за еднакво меродавно натоварване, пример с категория на движението 2 „Леко движение“ (20>OA100kN>6 OA/24ч.), Г9 - 2x3м

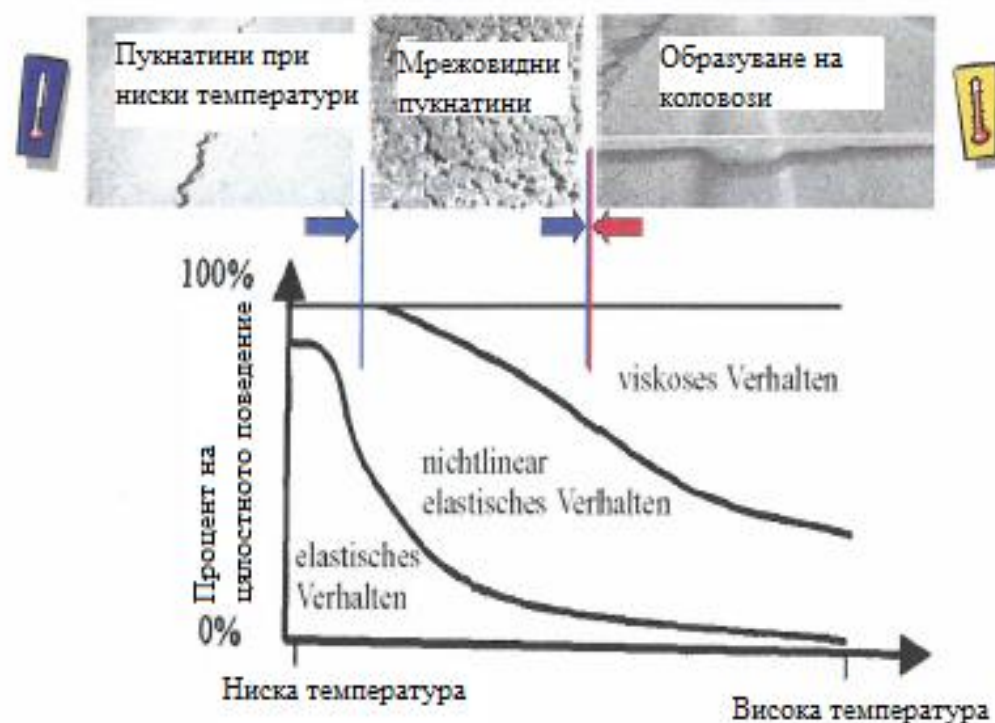
Пластове	Методи			
	Еквивалентни и модули <sup>1</sup>	Еквивалентни модули <sup>2</sup>	AsDim (RVS 03.08.68) <sup>3</sup>	AsDim (RVS 03.08.68) <sup>4</sup>
Износващ пласт, см	4	4	4	3
Биндер, см	4	4	4	4
Основен пласт от асфалтова смес, см	-	-	4	4
Трошен камък с подбрана зърнометрия, см	-	-	20	20
Баластра за основи, см	37	40	30	30
Цена на км. [лв.]	343 922	352 022	503 423	470 876
% разлика	100,00%	102,36%	146,38%	136,91%



# Изисквания за носимоспособност на земната основа

Таблица 17 Изисквания за носимоспособност на земната основа

	България	Австрия	Великобритания	Германия
Минимален модул на земната основа при статично натоварване	$E_0 = 45 \text{ MPa}$ - Автомагистрала и РП1 $E_0 = 30 \text{ MPa}$ - за всички останали пътища	$E_{v1} = 35 \text{ MPa}$		$E_{v2} = 120 \text{ MPa}$ - почви категория F1 и над противозамръзващ пласт $E_{v2} = 80 \text{ MPa}$ - земна основа баластра или скална земна маса $E_{v2} = 45 \text{ MPa}$ - при добри хидроложки условия $E_{v2} = 22.5 \text{ MPa}$ - лоши хидроложки условия
минимален модул на еластичност на земната основа при динамично натоварване- $E_{vd}$		$E_{vd} = 38 \text{ MPa}$	$E_{vd} = 32 \text{ MPa}$	

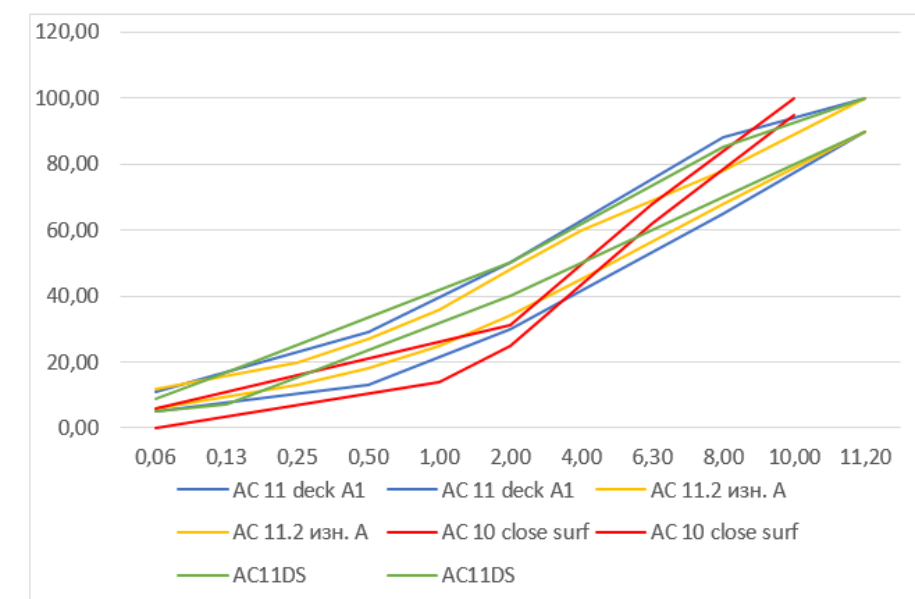


Фигура 7 Поведение на асфалта при различна температура

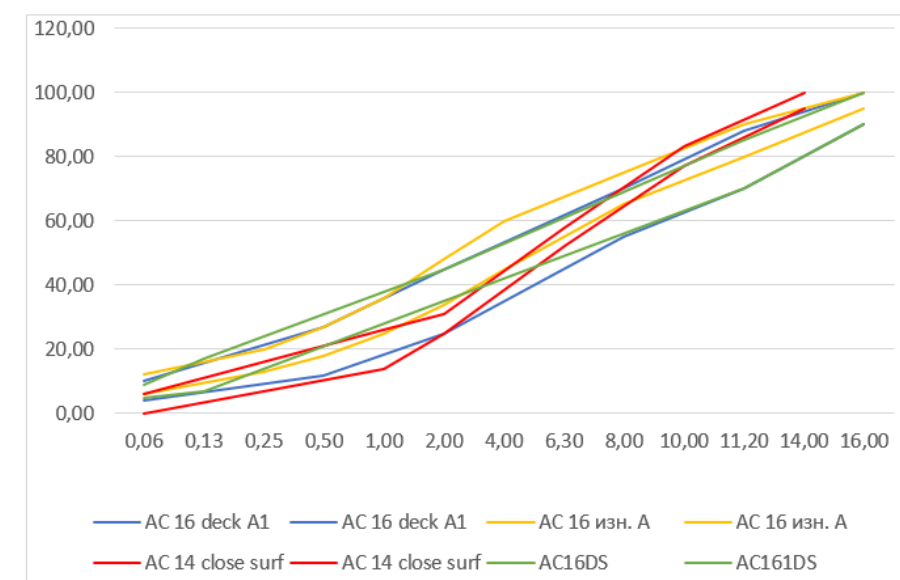
# Сравнение зърнометрии на асфалтови смеси

Таблица 18 Размери на отворите на ситата и преминало количество в проценти по маса за износващ пласт в България, Австрия, Германия и Великобритания.

Сита [mm]	Износващ пласт															
	AC 11 deck A1		AC 16 deck A1		AC 11.2 изн. A		AC 16 изн. A		AC 11 DS		AC 16 DS		AC 10 close surf		AC 14 close surf	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
16			90	100			95	100			90	100				
14																100
11.2	90	100	70	88	90	100	80	90	90	100	70	85				
10														100	77	83
8	65	88	55	77	68	78	65	75	70	85						
6.3													62	68	52	58
4					45	60	45	60								
2	30	50	25	45	34	48	34	48	40	50	35	45	25	31	25	31
1	посочва се		посочва се		25	36	25	36					14	26	14	26
0.5	13	29	12	27	18	27	18	27								
0.25	посочва се		посочва се		13	20	13	20								
0.125									7	17	7	17				
0.063	5.0	10	4.0	10	6.0	12	6.0	12	5	9	5	9	6		6	



Фигура 8: Сравнение на зърнометриите на асфалтови смеси за износващ пласт AC11deckA1, AC11.2изн.А, AC 11 DS и AC10close surf



Фигура 9: Сравнение на зърнометриите на асфалтови смеси за износващ пласт AC16deckA1, AC16изн.А, AC 16 DS и AC14close surf



## Заклучение

- Стойностите на преводните коефициенти за класа не са актуализирани скоро, особено за привеждане към Оразмерителен автомобил с натоварване на задната ос 100 kN. В ръководството за оразмеряване на асфалтови настилки е приет преводен коефициент за клас 4 „Товарни автомобили с ремарке и TIR“ 1,0 за  $OA_{100kN}$  и 1,715 за  $OA_{115kN}$ .
- Съгласно проведените преброявания и изчисления, когато функцията на вероятностната плътност за общото тегло на превозните средства е изпълнена с вероятност 68% се получава преводен коефициент:
  - за  $OA_{100kN}$  – 1,699 за леко движение;
  - за  $OA_{115kN}$  – 0,979/1,007/0,985/1,041 съответно за средно, тежко, много тежко движение и автомагистрала.
- В случая, когато функцията на вероятностната плътност за общото тегло на превозните средства е изпълнена с вероятност 95% се получава преводен коефициент:
  - за  $OA_{100kN}$  – 3,299 за леко движение;
  - за  $OA_{115kN}$  – 1,810/1,851/1,821/1,905 съответно за средно, тежко, много тежко движение и автомагистрала.
- Необходимо е у нас да се помисли за промяна на изискванията за асфалтови смеси. Да се добавят изисквания към експлоатационните характеристики: най-малко устойчивост на образуване на коловози и да се продължат изследванията за модул на еластичност и умора. Също така да се променят изискванията към асфалтовите смеси за основни пластове – да се премине към използване на плътни смеси, тъй като те са натоварени на умора и така ще се получи по-добра устойчивост.
- Модулите на еластичност на материалите в пластове при статично натоварване трябва да се актуализират



УНИВЕРСИТЕТ  
ПО АРХИТЕКТУРА  
СТРОИТЕЛСТВО  
И ГЕОДЕЗИЯ



КАТЕДРА  
ПЪТИЩА И  
ТРАНСПОРТНИ  
СЪОРЪЖЕНИЯ  
УАСГ

БЪЛГАРСКА БРАНШОВА АСОЦИАЦИЯ  
ПЪТНА БЕЗОПАСНОСТ



**БЛАГОДАРЯ ВИ ЗА ВНИМАНИЕТО**