

ANALIZA COMPARATIVĂ A RĂSPUNSULUI STRUCTURII RUTIERE CU LEGĂTURA TOTALĂ/PARȚIALĂ ÎNTRE STRATURI LA ACȚIUNEA TRAFICULUI

Autori:

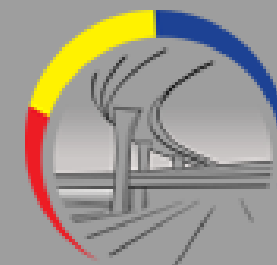
Adelin ȘTIRB

Paul MARC

Andrei FORTON

Gheorghe LUCACI

**Universitatea
Politehnica
Timișoara**



Cuprins

- ❖ Introducere
- ❖ Studiu de caz
 - rezultate dimensionare Calderom 2000 și Alizé. Ipoteza straturilor perfect legate
 - rezultate dimensionare Alizé. Ipoteza straturilor semi-legate (BAD 25 ½ LEGAT DE AB 25)
- ❖ Concluzii



1. Introducere

- ✓ soft Alizé-LCPC - interfețe legate/parțial/nelegate
- ✓ soft Calderom 2000- interfețe legate
 - solicitare cf. PD 177-2001
 - caracteristicile de deformabilitate – conform PD 177-2001

Charge de référence

Option Roue isolée

- ☒ rayon R (m) = 0.1711
- ☐ pression (MPa) = 0.6252
- ☒ poids/roue (kN) = 57.5000

57.50 kN

collé

glissant

1/2 collé

collé

BAPC 16 : 4.0cm

BADPC 22,4 : 6.0cm

Piatră spartă : 15.0

Balast : 20.0cm

PS : infini

Alizé2 Version alpha

Road design

Airfield pavement design

Back calculation

Database management

Licence valide
Distributeur : Univ. Gustave Eiffel
Statut : Recherche, accès expert
du 07.05.2021 au 06.05.2023

Université Gustave Eiffel
All rights reserved

Settings About Quit

Anvelopă autovehiculului greu

Distribuția tensiunilor sub încărcări mai reduse

Distribuția tensiunilor sub încărcări mai reduse

Strat din beton asfaltic

Strat de bază

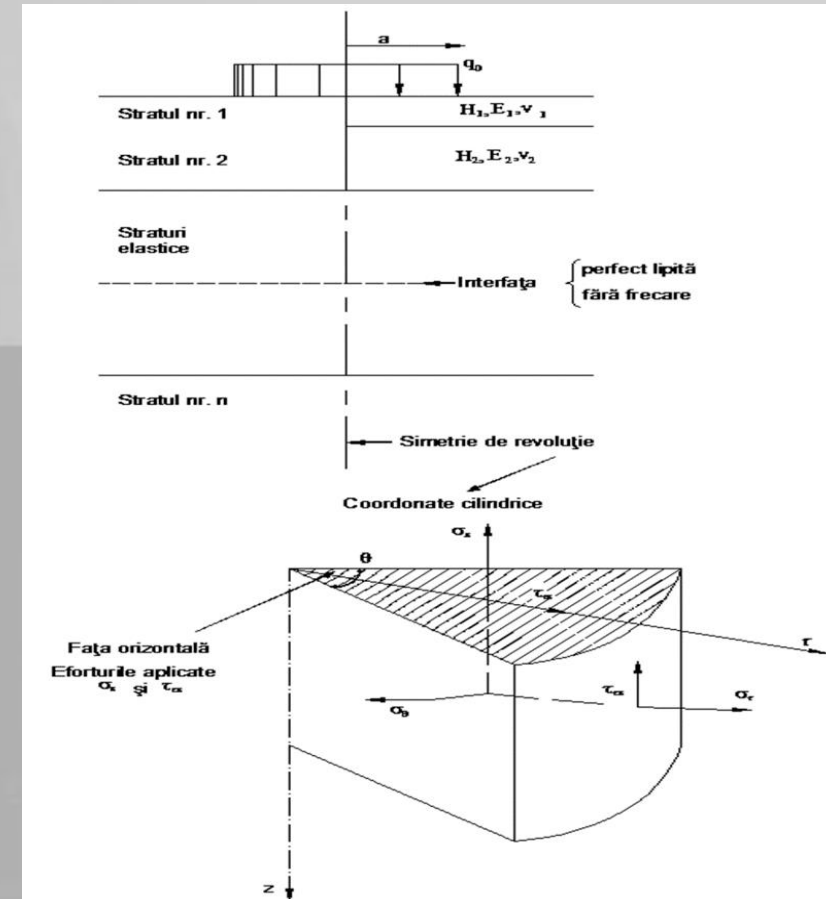
Strat de fundație și zonă activă terasament



1. Introducere

Conform modelului lui Burmister sunt formulate următoarele ipoteze:

- toate straturile sunt asimilate cu solide elastic-lineare, omogene, izotrope, caracterizate de un modul de elasticitate E_i și un coeficient al lui Poisson μ_i , de dimensiuni infinite în plan și de grosime h_i
- interfețele între straturi sunt fie lipite, fie glisante și aceeași structură poate avea interfețe cu frecare și fără frecare
- cazurile de încărcări multiple (osii duble sau triple și remorci), pot fi tratate suplimentând efectele încărcărilor elementare



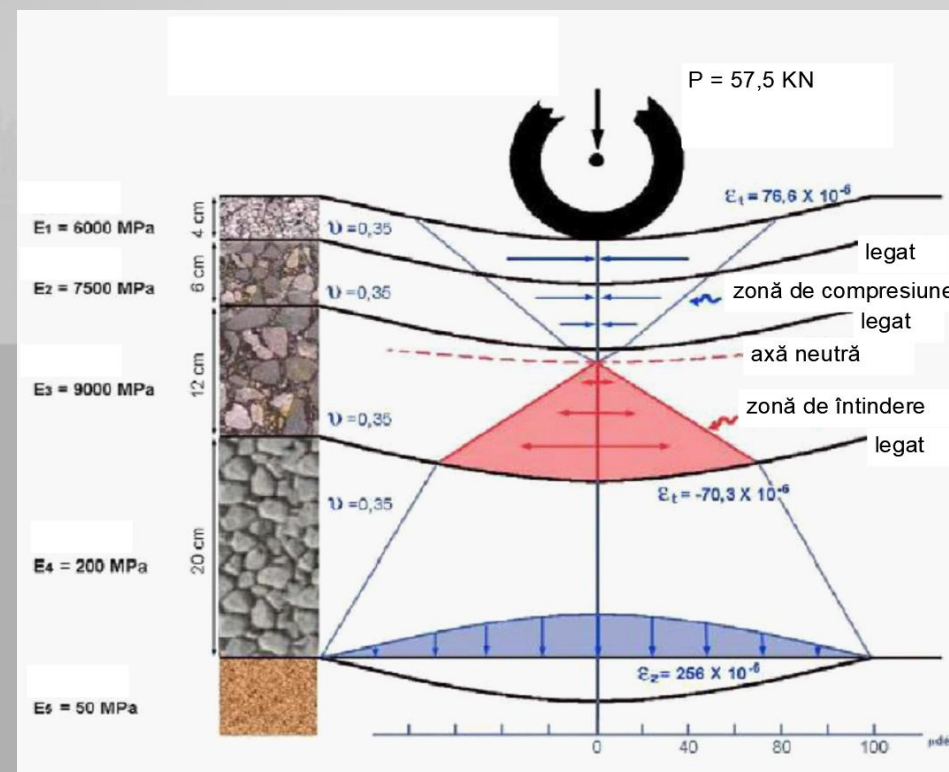
Modelul lui Burmister



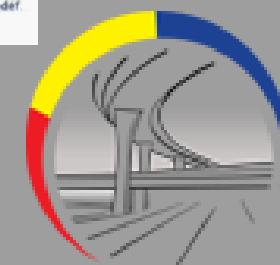
1. Introducere

Deformațiile sub încărcarea osiei standard:

- compresiune/întindere
- fazele de întindere – compresiune sunt asimetrice, asimetrie care crește odată cu temperatura
- solicitarea c-î-c stă la baza obosirii materialului
- amplitudinea solicitării de întindere este de 3 ... 4 ori mai mare decât a solicitării la compresiune
- rezistența mixturii asfaltice la solicitări de întindere este semnificativ mai mică decât la compresiune
- oboseala straturilor asfaltice se produce îndeosebi datorită solicitării de întindere la baza straturilor



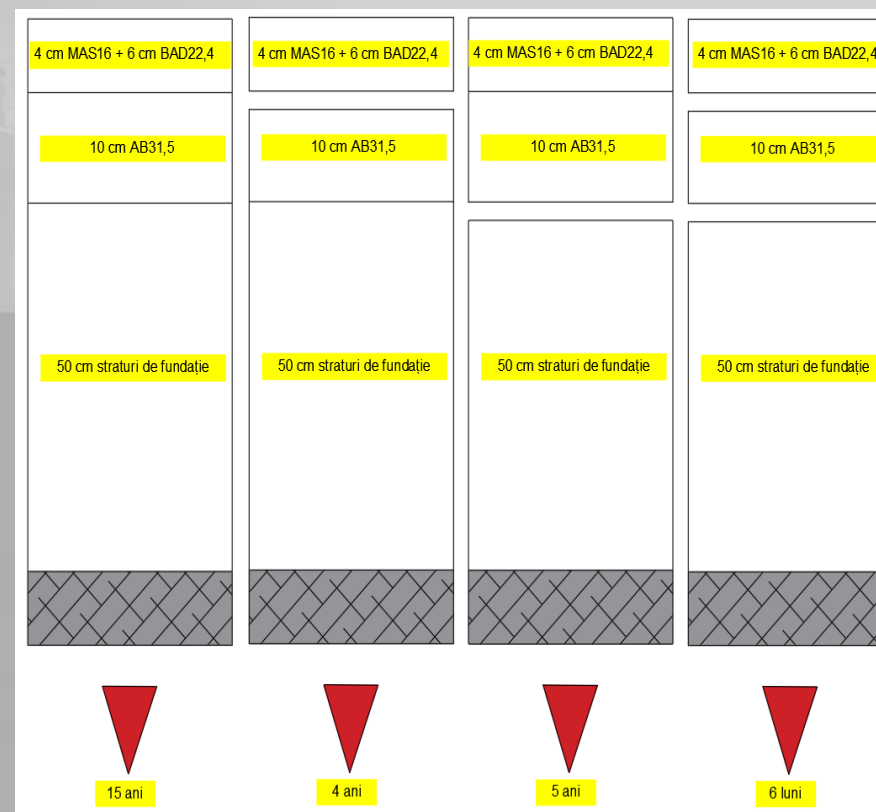
Deformațiile sub sarcină standard pentru o structură rutieră multistrat



1. Introducere

Legătura parțială dintre straturi poate fi legată de:

- condițiile meteorologice din momentul punerii în operă a straturilor structurii rutiere
- contaminare, prezența prafului și frezarea la partea superioară a stratului inferior pot conduce la scăderea legăturii dintre straturi
- infiltrarea apei între straturi datorită fisurilor și a crăpăturilor din îmbrăcămintea asfaltică, conduce la scăderea aderenței dintre straturi comparativ cu aderența în condiții uscate
- absența emulsiei bituminoase



Reducerea duratei de viață a structurilor rutiere în funcție de legătura dintre straturi



2. Studiu de caz

- ✓ sector de drum, clasă tehnică I
- ✓ tip climacteric I
- ✓ pământ de fundare P5
- ✓ trafic de calcul: 10,70 m.o.s
- ✓ caracteristici de deformabilitate: conform PD 177-2001

Structură rutieră	h (cm)	E (MPa)	μ (-)	h_{ech} (cm)	E_{ech} (MPa)
Strat de uzură: MAS 16	4	3300	0,35	10	3419
Strat de legătură: BAD 25	6	3500	0,35		
Strat de bază: AB 25	10	5000	0,35		-
Agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici rutieri	22	1000	0,25		
Balast	30	300	0,27		
Strat de formă din pământ stabilizat cu lianți hidraulici rutieri	15	122	0,27		



UPT Universitatea
Politehnica
Timișoara

- 

Al XVI-lea Congres Național de Drumuri și Poduri din România

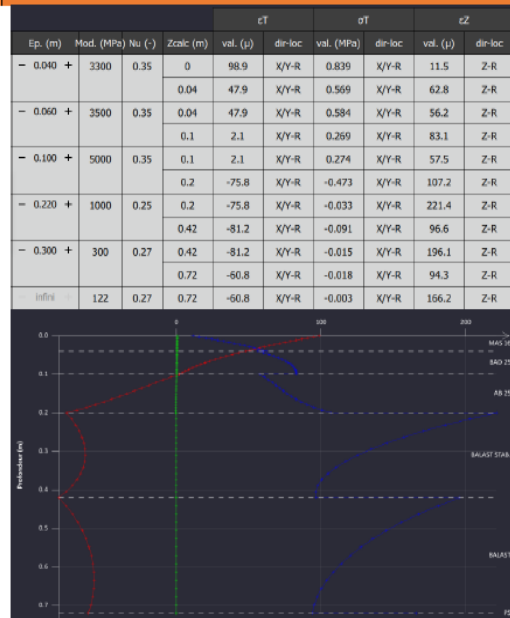
3. Rezultate dimensionare Calderom 2000 și Alizé. Ipoteza straturilor perfect legate

✓ Toate criteriile sunt îndeplinite!!

REZULTATE CALDEROM

REZULTATE ALIZÉ

REZULTATE: EFORT DEFORMATIE DEFORMATIE				
R	Z	RADIAL RADIALA VERTICALA		
cm	cm	MPa	microdef	microdef
0	-20.00	.473E+00	.758E+02	-.107E+03
0	20.00	.327E-01	.758E+02	-.221E+03
0	-42.00	.909E-01	.809E+02	-.962E+02
0	42.00	.145E-01	.809E+02	-.195E+03
0	-72.00	.179E-01	.599E+02	-.930E+02
0	72.00	.326E-02	.599E+02	-.164E+03



➤ CALDEROM 2000 – straturi legate

➤ ALIZÉ – straturi legate

DIMENSIONARE CALDEROM		
Traficul de calcul	N_c (m.o.s.)	10,70
Deformația radială la baza straturilor bituminoase	ϵ_r (microdef.)	75,80
Deformația specifică verticală de compresiune la nivelul terenului de fundare	ϵ_z (microdef.)	164,00
Tensiunea orizontală de întindere la baza straturilor din agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici	σ_r (MPa)	0,091
Tensiunea de întindere admisibilă	σ_{radm} (MPa)	0,190
Deformația specifică verticală admisibilă	ϵ_{zadm} (microdef.)	173,49
Nr. solicitări admisibil	N_{adm}	14,73
Rata de degradare prin oboseală	R.D.O.	0,73
R.D.O. adm	max. 0,80	
$R.D.O. \leq R.D.O. adm$	DA	
$\sigma_r \leq \sigma_{radm}$	DA	
$\epsilon_z \leq \epsilon_{zadm}$	DA	

DIMENSIONARE ALIZÉ		
Traficul de calcul	N_c (m.o.s.)	10,70
Deformația radială la baza straturilor bituminoase	ϵ_r (microdef.)	75,80
Deformația specifică verticală de compresiune la nivelul terenului de fundare	ϵ_z (microdef.)	166,20*
Tensiunea orizontală de întindere la baza straturilor din agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici	σ_r (MPa)	0,091
Tensiunea de întindere admisibilă	σ_{radm} (MPa)	0,190
Deformația specifică verticală admisibilă	ϵ_{zadm} (microdef.)	173,49
Nr. solicitări admisibil	N_{adm}	14,73
Rata de degradare prin oboseală	R.D.O.	0,73
R.D.O. adm	max. 0,80	
$R.D.O. \leq R.D.O. adm$	DA	
$\sigma_r \leq \sigma_{radm}$	DA	
$\epsilon_z \leq \epsilon_{zadm}$	DA	

4. Rezultate dimensionare Alizé. Ipoteza straturilor semi-legate

DATE INTRARE ALIZÉ					
Nombre de couches : 6					
	Epaisseur (m)	Module (MPa)	Nu (-)	Bibliothèque	Matériau
-	- 0.040 +	- 3300 +	- 0.350 +	autre ▾	MAS 16
+	COLLÉ				
-	- 0.060 +	- 3500 +	- 0.350 +	autre ▾	BAD 25
+	1/2 COLLÉ				
-	- 0.100 +	- 5000 +	- 0.350 +	autre ▾	AB 25
+	COLLÉ				
-	- 0.220 +	- 1000 +	- 0.250 +	autre ▾	BALAST STAB.
+	COLLÉ				
-	- 0.300 +	- 300 +	- 0.270 +	autre ▾	BALAST
+	COLLÉ				
-	infini	- 122 +	- 0.270 +	autre ▾	P5



4. Rezultate dimensionare Alizé. Ipoteza straturilor semi-legate

- ✓ R.D.O. > 18,75 % R.D.O._{adm}
- ✓ R.D.O. acceptabil ($\leq 0,8$), traficul de calcul ar trebui redus cu 18,75 % ($N_c = 8,69$ m.o.s.)
- ✓ ε_z rezultat este mai mare decât ε_{zadm} , ε_{zadm} fiind calculat funcție de traficul de calcul N_c



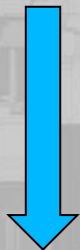
➤ **CALDEROM 2000 – straturi legate**
 ➤ **ALIZÉ – semi-legate (BAD 25 ½ legat de AB 25)**

DIMENSIONARE CALDEROM			DIMENSIONARE ALIZÉ		
Traficul de calcul	N_c (m.o.s.)	10,70	Traficul de calcul	N_c (m.o.s.)	10,70
Deformația radială la baza straturilor bituminoase	ε_r (microdef.)	75,80	Deformația radială la baza stratului din BAD 25	ε_r (microdef.)	81,00
Deformația specifică verticală de compresiune la nivelul terenului de fundare	ε_z (microdef.)	164,00	Deformația specifică verticală de compresiune la nivelul terenului de fundare	ε_z (microdef.)	197,40
Tensiunea orizontală de întindere la baza straturilor din agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici	σ_r (MPa)	0,091	Tensiunea orizontală de întindere la baza straturilor din agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici	σ_r (MPa)	0,11
Tensiunea de întindere admisibilă	σ_{radm} (MPa)	0,190	Tensiunea de întindere admisibilă	σ_{radm} (MPa)	0,190
Deformația specifică verticală admisibilă	ε_{zadm} (microdef.)	173,49	Deformația specifică verticală admisibilă	ε_{zadm} (microdef.)	173,49
Nr. solicitări admisibil	N_{adm}	14,73	Nr. solicitări admisibil	N_{adm}	11,32
Rata de degradare prin oboseală	R.D.O.	0,73	Rata de degradare prin oboseală	R.D.O.	0,95
R.D.O. adm	max. 0,80		R.D.O. adm	max. 0,80	
R.D.O. $\leq$ R.D.O. adm	DA		R.D.O. $\leq$ R.D.O. adm	NU*	
$\sigma_r \leq \sigma_{radm}$	DA		$\sigma_r \leq \sigma_{radm}$	DA	
$\varepsilon_z \leq \varepsilon_{zadm}$	DA		$\varepsilon_z \leq \varepsilon_{zadm}$	NU**	



4. Rezultate dimensionare Alizé. Ipoteza straturilor semi-legate

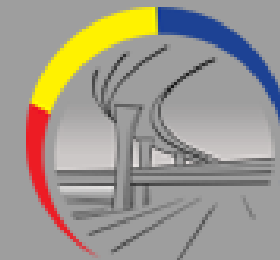
- ✓ R.D.O. rezultat în cadrul dimensionării cu straturi semi-legate verifică pentru traficul de calcul de 8,69 m.o.s., trafic determinat pentru o perioadă de perspectivă de 12,2 ani
- ✓ ε_z rezultat este mai mare decât ε_{zadm}



Reducere trafic la valoarea de 6,55 m.o.s.

- *CALDEROM 2000 – straturi legate*
- *ALIZÉ – semi-legate (BAD 25 ½ legat de AB 25)*

DIMENSIONARE CALDEROM			DIMENSIONARE ALIZÉ		
Traficul de calcul	N_c (m.o.s.)	10,70	Traficul de calcul	N_c (m.o.s.)	8,69*
Deformația radială la baza straturilor bituminoase	ε_r (microdef.)	75,80	Deformația radială la baza stratului din BAD 25	ε_r (microdef.)	81,00
Deformația specifică verticală de compresiune la nivelul terenului de fundare	ε_z (microdef.)	164,00	Deformația specifică verticală de compresiune la nivelul terenului de fundare	ε_z (microdef.)	197,40
Tensiunea orizontală de întindere la baza straturilor din agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici	σ_r (MPa)	0,091	Tensiunea orizontală de întindere la baza straturilor din agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici	σ_r (MPa)	0,11
Tensiunea de întindere admisibilă	σ_{radm} (MPa)	0,190	Tensiunea de întindere admisibilă	σ_{radm} (MPa)	0,192
Deformația specifică verticală admisibilă	ε_{zadm} (microdef.)	173,49	Deformația specifică verticală admisibilă	ε_{zadm} (microdef.)	183,51
Nr. solicitări admisibil	N_{adm}	14,73	Nr. solicitări admisibil	N_{adm}	11,32
Rata de degradare prin oboseală	R.D.O.	0,73	Rata de degradare prin oboseală	R.D.O.	0,768
R.D.O. adm	max. 0,80		R.D.O. adm	max. 0,80	
$R.D.O. \leq R.D.O. adm$	DA		$R.D.O. \leq R.D.O. adm$	DA*	
$\sigma_r \leq \sigma_{radm}$	DA		$\sigma_r \leq \sigma_{radm}$	DA	
$\varepsilon_z \leq \varepsilon_{zadm}$	DA		$\varepsilon_z \leq \varepsilon_{zadm}$	NU**	

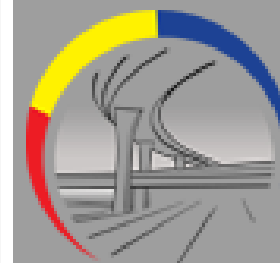


4. Rezultate dimensionare Alizé. Ipoteza straturilor semi-legate

- ✓ Toate valorile verifică!!
- ✓ Perioada de perspectivă a scăzut la 9,20 ani
- ✓ Traficul de calcul s-a redus cu cca 39% față de traficul inițial de calcul;
- ✓ $R.D.O < 28\%$ față de $R.D.O_{adm}$

➤ CALDEROM 2000 – straturi legate
➤ ALIZÉ – semi-legate (BAD 25 ½ legat de AB 25)

DIMENSIONARE CALDEROM			DIMENSIONARE ALIZÉ		
Traficul de calcul	N_c (m.o.s.)	10,70	Traficul de calcul	N_c (m.o.s.)	6,55**
Deformația radială la baza straturilor bituminoase	ϵ_r (microdef.)	75,80	Deformația radială la baza stratului din BAD 25	ϵ_r (microdef.)	81,00
Deformația specifică verticală de compresiune la nivelul terenului de fundare	ϵ_z (microdef.)	164,00	Deformația specifică verticală de compresiune la nivelul terenului de fundare	ϵ_z (microdef.)	197,40
Tensiunea orizontală de întindere la baza straturilor din agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici	σ_r (MPa)	0,091	Tensiunea orizontală de întindere la baza straturilor din agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici	σ_r (MPa)	0,11
Tensiunea de întindere admisibilă	σ_{radm} (MPa)	0,190	Tensiunea de întindere admisibilă	σ_{radm} (MPa)	0,194
Deformația specifică verticală admisibilă	ϵ_{zadm} (microdef.)	173,49	Deformația specifică verticală admisibilă	ϵ_{zadm} (microdef.)	198,07
Nr. solicitări admisibil	N_{adm}	14,73	Nr. solicitări admisibil	N_{adm}	11,32
Rata de degradare prin oboseală	R.D.O.	0,73	Rata de degradare prin oboseală	R.D.O.	0,579
R.D.O. adm	max. 0,80		R.D.O. adm	max. 0,80	
$R.D.O \leq R.D.O_{adm}$	DA		$R.D.O \leq R.D.O_{adm}$	DA	
$\sigma_r \leq \sigma_{radm}$	DA		$\sigma_r \leq \sigma_{radm}$	DA	
$\epsilon_z \leq \epsilon_{zadm}$	DA		$\epsilon_z \leq \epsilon_{zadm}$	DA	



Al XVI-lea Congres Național de Drumuri și Poduri din România

Timișoara 21–24.09.2022 Tema 3 „INFRASTRUCTURI REZILIENTE (STRUCTURI RUTIERE, PODURI, TERASAMENTE)”

Concluzii

- ❖ Aderența dintre straturi influențează în mod direct capacitatea portantă a structurii rutiere și în consecință durata de exploatare
- ❖ Pentru studiul efectuat, reducerea legăturii dintre straturi la 50% a condus la reducerea duratei de exploatare, de la 15 ani, la 9,2 ani
- ❖ Pentru a obține și alte concluzii, este necesar să se realizeze diferite ipoteze de legături între straturi (de exemplu stratul de uzură legat parțial sau nelegat de stratul de legătură) și mai apoi să se verifice la traficul de calcul considerat





VĂ MULȚUMESC PENTRU ATENȚIE!