

Sisteme rutiere rigide

Coefficienții de echivalare în osii standard 115 kN pentru osia simplă tandem și tridem

Cazul încărcării la centru a dalei

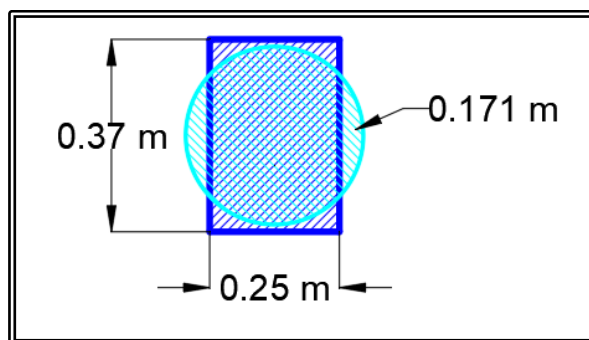
Analiza a fost realizată cu ajutorul software-ului specializat de element finit CESAR.

A. Ipoteze de calcul

Analiza s-a realizat la nivelul unei singure dale, fără considerarea transferului de sarcină la rost.

S-a dorit crearea unei ipoteze de calcul a dalei din beton de ciment, situată „între”: Teoria Burmister (straturi multiple elastice), respectiv ca o placă continuă și infinită (care se reazemă pe alte straturi continue și infinite) și Teoria Westergaard (placă subțire pe reazeme elastice), respectiv dala considerată o placă subțire cu rigiditate mare reazemată pe un mediu Winkler.

Amprenta încărcării considerate în analiză a fost un dreptunghi cu laturile de 25, respectiv 37 de cm. Am considerat această amprență, doar pentru a ne încadra și în prevederile normativului de dimensionare sisteme rutiere rigide NP 081. La nivel de calcul cu Alizee și formule Westergaard, s-a considerat o amprență circulară a încărcării, respectiv cerc cu raza 0.171 m.



Încărcări

Dala a fost încărcată la centru cu osia standard 1x 69 kN (inclusiv coeficient dinamic), cu osia tandem cu greutatea maximă admisibilă 2x72 kN (inclusiv coeficient dinamic) și osia tridem cu greutatea maximă admisibilă 3x48 kN (inclusiv coeficient dinamic).

Cazul 1. Încărcarea a fost aplicată printr-o singură amprență centrată pe centrul dalei.

Cazul 2. Încărcarea osiei tandem a fost aplicată prin două amprente din care prima centrată pe centru dalei.

Cazul 3. Încărcarea osiei tridem a fost aplicată prin trei amprente din care a doua centrată pe centru dalei.

A. Pentru determinarea stării de deformații din dala de beton s-a utilizat Soft-ul CEZAR – LPCP

I. Elemente geometrice:

1. Dala

- Lungime 6 m;
- Latime 3,75 m;
- Grosime 24 de cm.

2. Strat de balast

- Lungime 6 m;
- Latime 3,75 m;
- Grosime 30 de cm

3. Strat de pământ

- Lungime 16 m;
- Lățime 13,75 m;
- Grosime 10 m.

II. Caracteristicile materialelor

1. Dala

- $E = 30\,000\text{ Mpa}$;
- Coeficient Poisson $\mu = 0.25$.

2. Strat de Balast

- $E = 182\text{ Mpa}$;
- Coeficient Poisson $\mu = 0.25$.

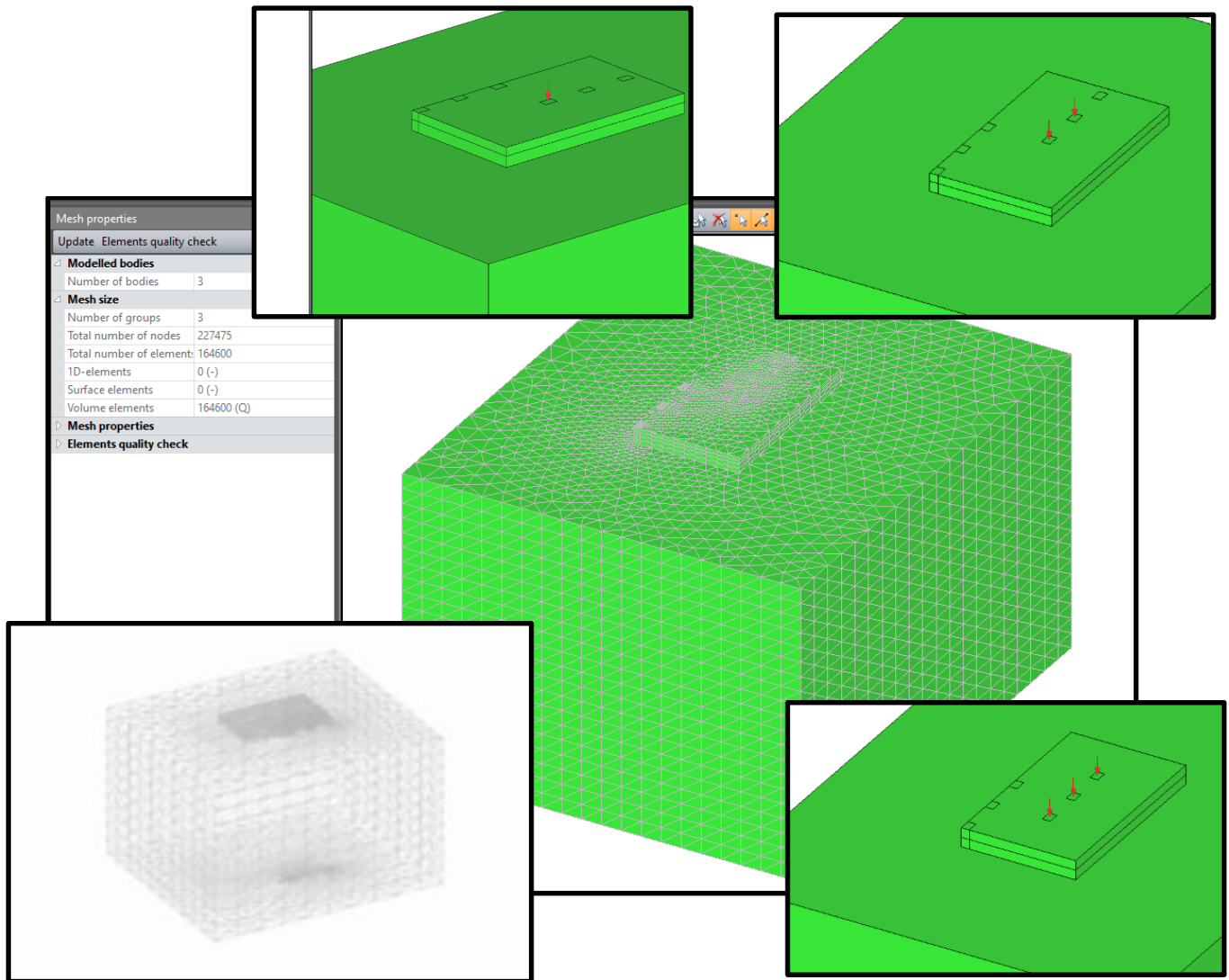
3. Strat de Pământ

- $E = 70\text{ Mpa}$;
- Coeficient Poisson $\mu = 0.42$.

III. Discretizare structurii rutiere rigide.

Structura rutiera rigida considerata:

- 24 cm Dala din Beton de cm;
- 30 cm Balast
- Pamant P5.



Număr de noduri: 227475

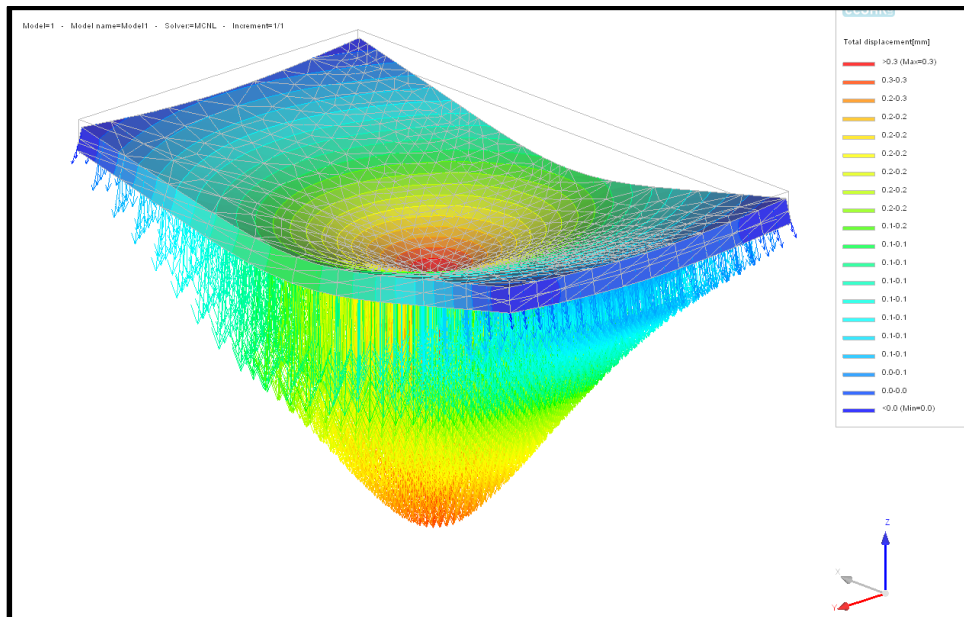
Număr elemente de volum: 164 400 (interpolara quadratic)

Condiții de rezemare pe contur:

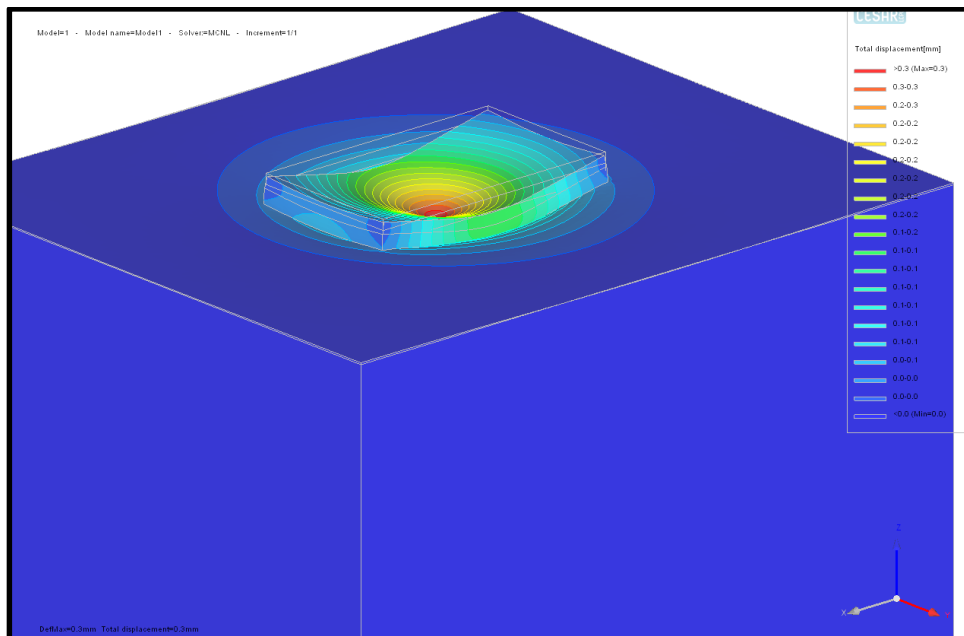
- ✓ La partea inferioară a stratului de pământ au fost blocate deplasările pe vertical și orizontal;
- ✓ Pe fețele laterale ale stratului de pământ au fost blocate deplasările în plan orizontal.

VERIFICAREA REZULTATELOR

Verificarea stării de deformații sub încărcare prin analiza, inclusiv a vectorilor de deplasare

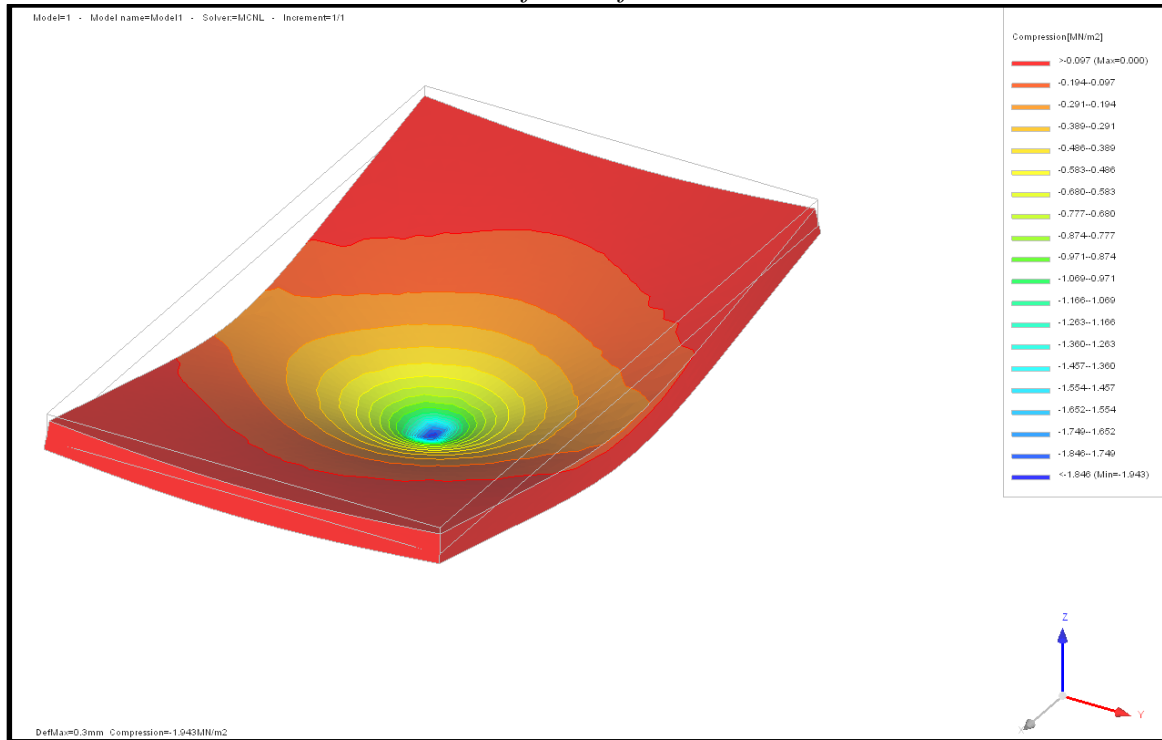


Vectori deplasare dală. Dală izolată

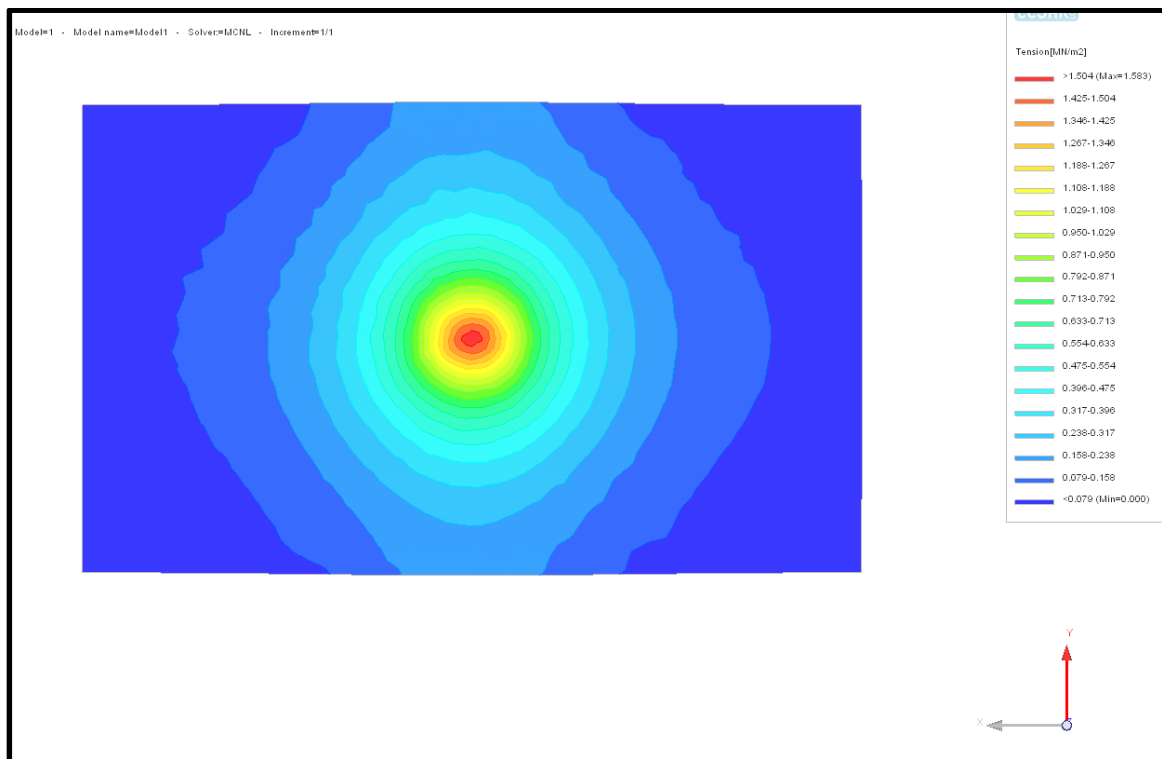


Deplasări totale

Verificare eforturi



Dala izolată de stratul de balast. Vedere de sus, eforturi de compresiune la partea superioară.



Dala izolată de stratul de balast. Vedere pe parte de jos, partea inferioară cu eforturi de întindere (eforturi de întindere la partea inferioară).

Verificarea stării de eforturi prin verificarea valorilor obținute cu valori obținute prin alte metode.

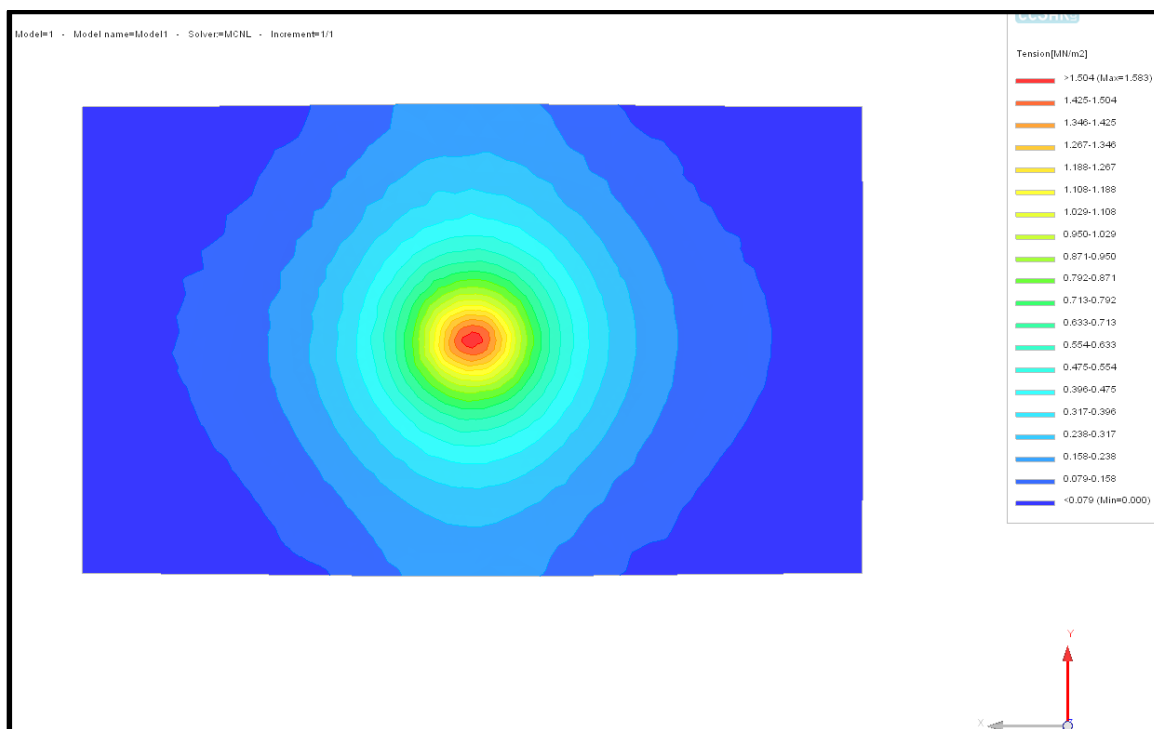
	Semi Osie 115 Kn (centru)	Semi osie simpla 100 kN x1,2 (centru)	Semi Osie tandem (prima roata in centru) 2x120 kN	Semii Osie tridem (roata mijloc in centru) 3x80 kN
Calcul cu:	<i>Efort intindere</i> σ_{max} MN/m ²	<i>Efort intindere</i> σ_{max} MN/m ²	<i>Efort intindere</i> σ_{max} MN/m ²	<i>Efort intindere</i> σ_{max} MN/m ²
Alizee	1.590	1.437	1.887	1.410
Cesar	1.582	1.427	1.880	1.485
Westergaard	1.468	1.269	-	-

	Osie 115 kN	Semi osie simpla 100 kN x1,2 (centru)	Osie tandem prima roata in centru 2x120 kN	Osie tridem roata mijloc in centru 3x80 kN
Calcul cu:	<i>Deflexiune</i> mm/100	<i>Deflexiune</i> mm/100	<i>Deflexiune</i> mm/100	<i>Deflexiune</i> mm/100
Alizee	31.1	27.1	53.5	49.4
Cesar	30	26	50	50
Westergaard	17.6	15	-	-

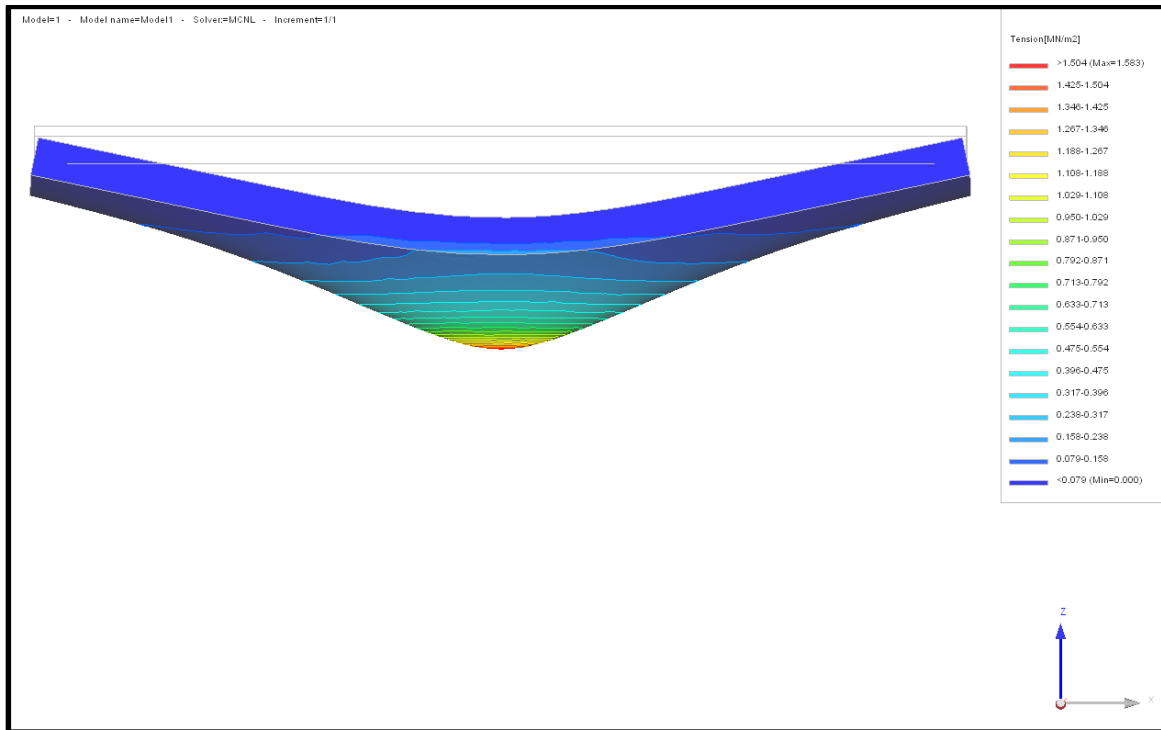
B. REZULTATE

Eforturi maxime

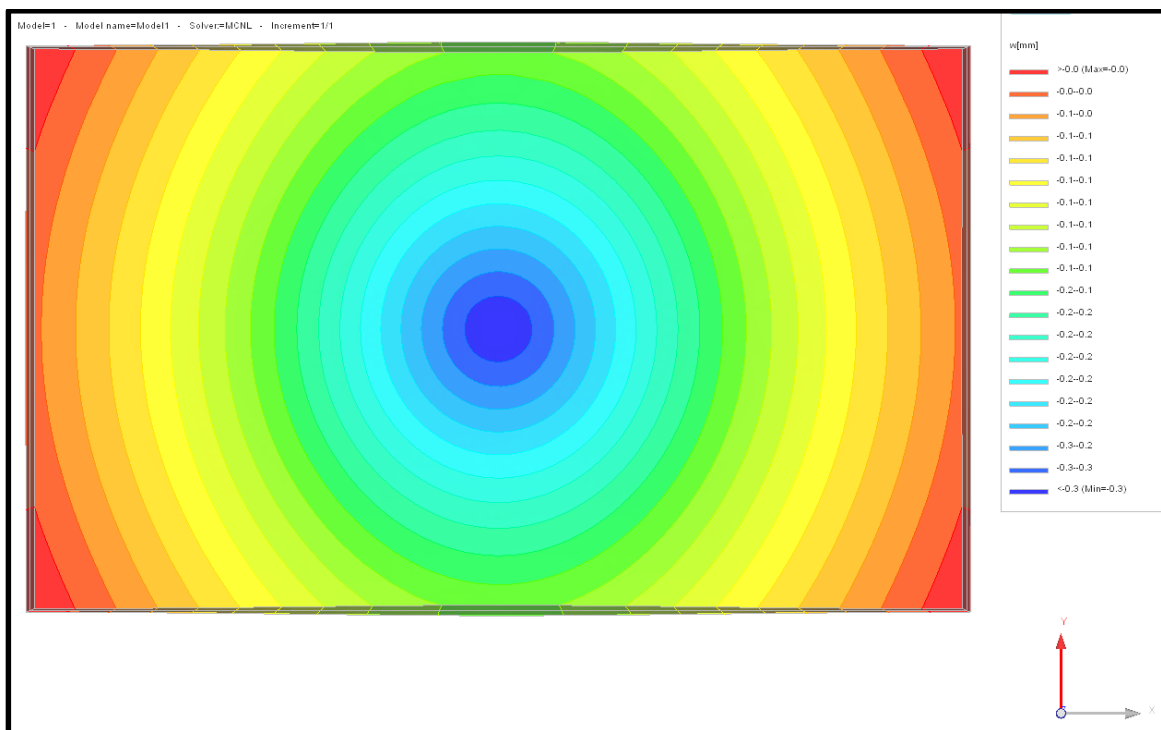
1. Dala izolată. Caz 1- Osia 115 kN



Dala izolată de stratul de balast. Vedere pe partea de jos, partea inferioara cu eforturi de întindere.

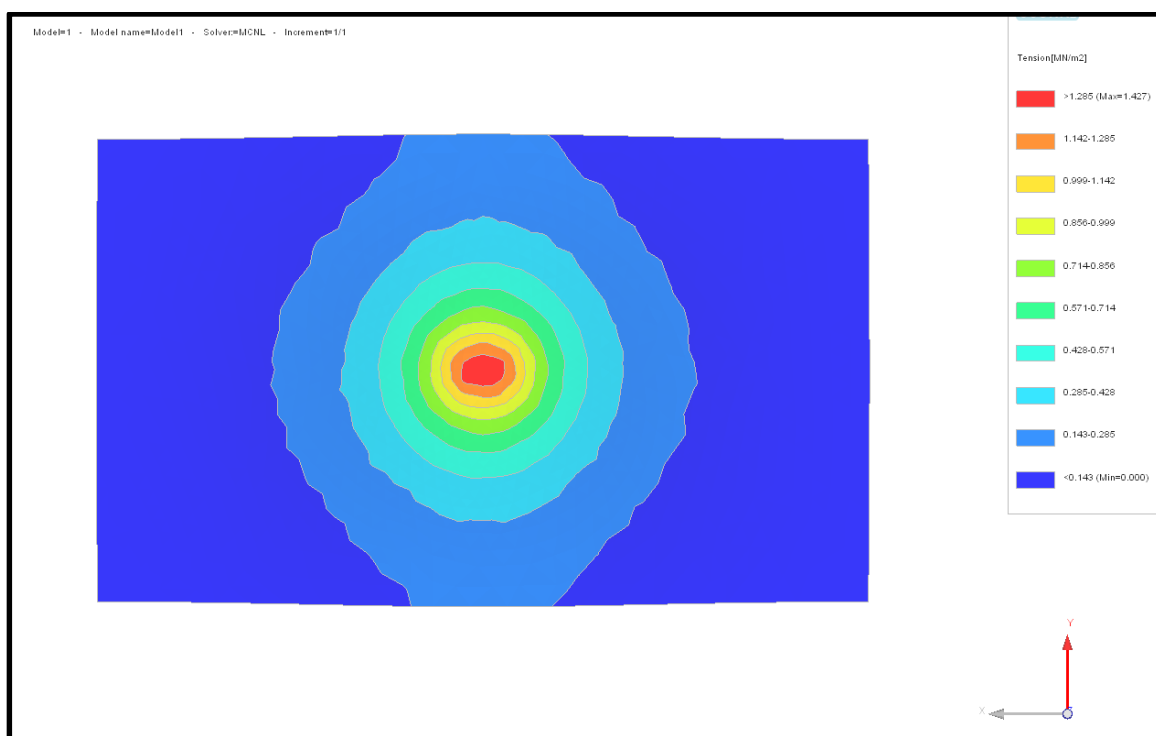


Dala izolată de stratul de balast. Vedere laterală, partea inferioară cu eforturi de întindere.

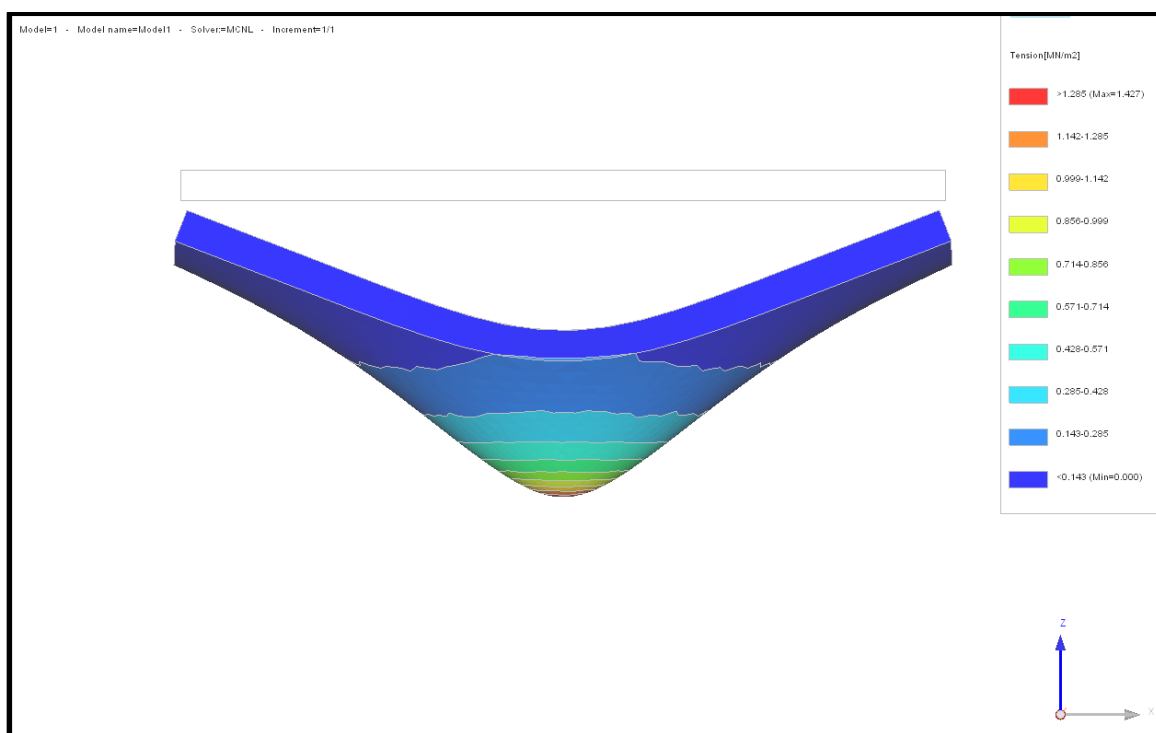


Dala izolată de stratul de balast. Vedere de sus, deplasări pe verticală.

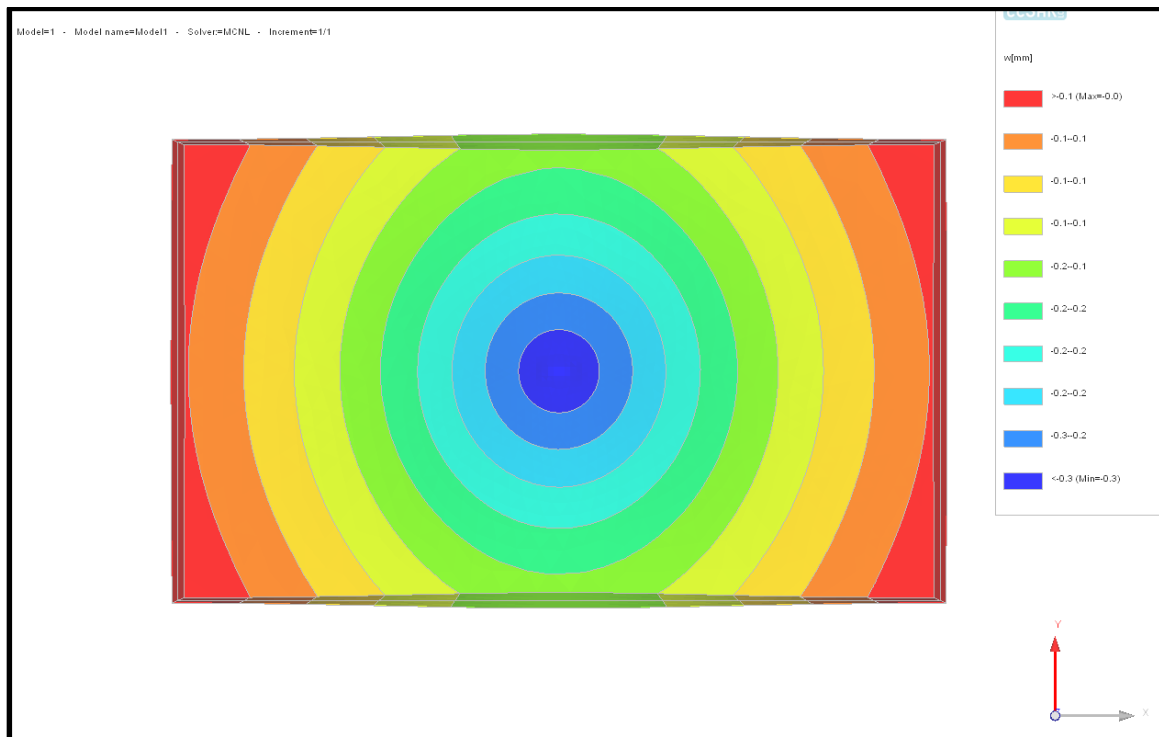
2. Dala Izolată. Caz 2- Osia simplă



Dala izolată de stratul de balast. Vedere pe parte de jos, partea inferioara cu eforturi de întindere.

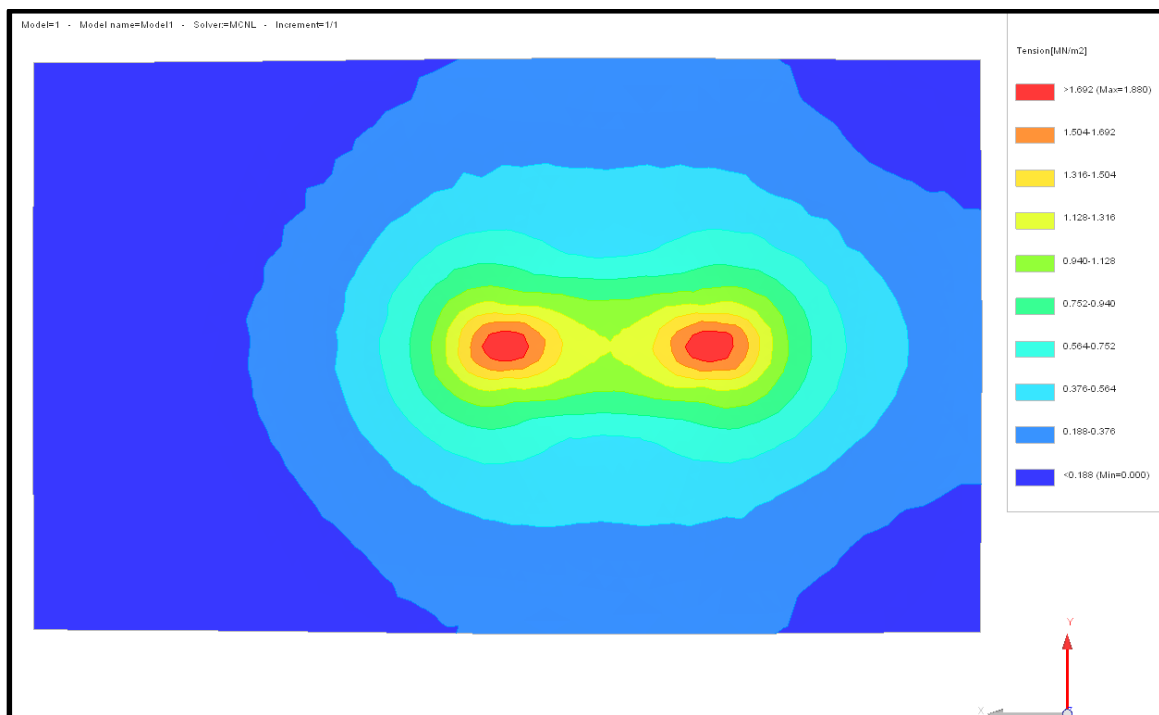


Dala izolata de stratul de balast. Vedere laterala, partea inferioara cu eforturi de intindere.

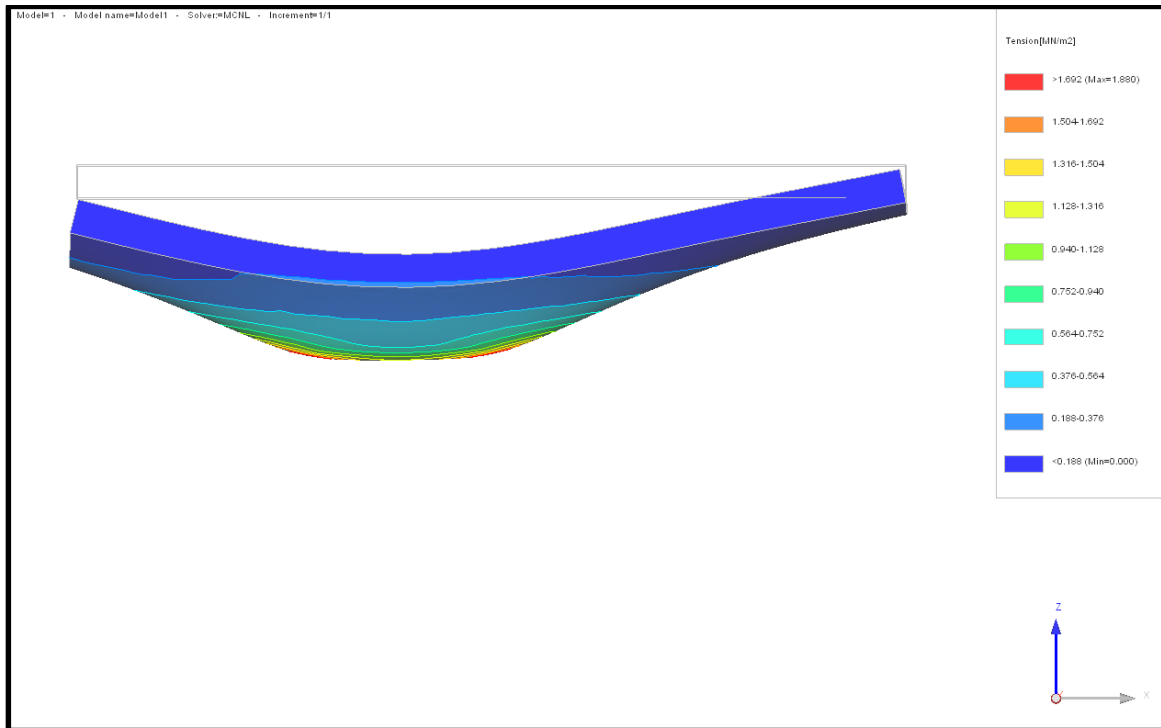


Dala izolată de stratul de balast. Vedere de sus, deplasări pe verticală.

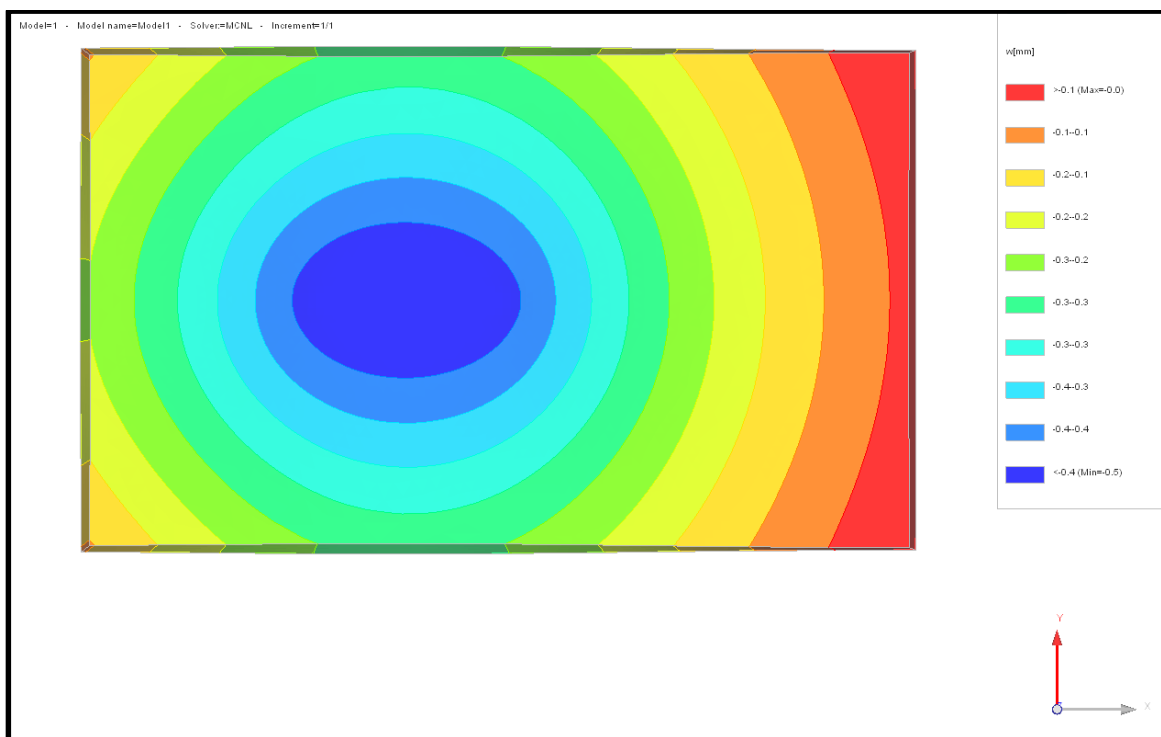
3. Dala Izolată. Caz 3 – Osia tandem



Dala izolată de stratul de balast. Vedere pe parte de jos, partea inferioară cu eforturi de întindere.

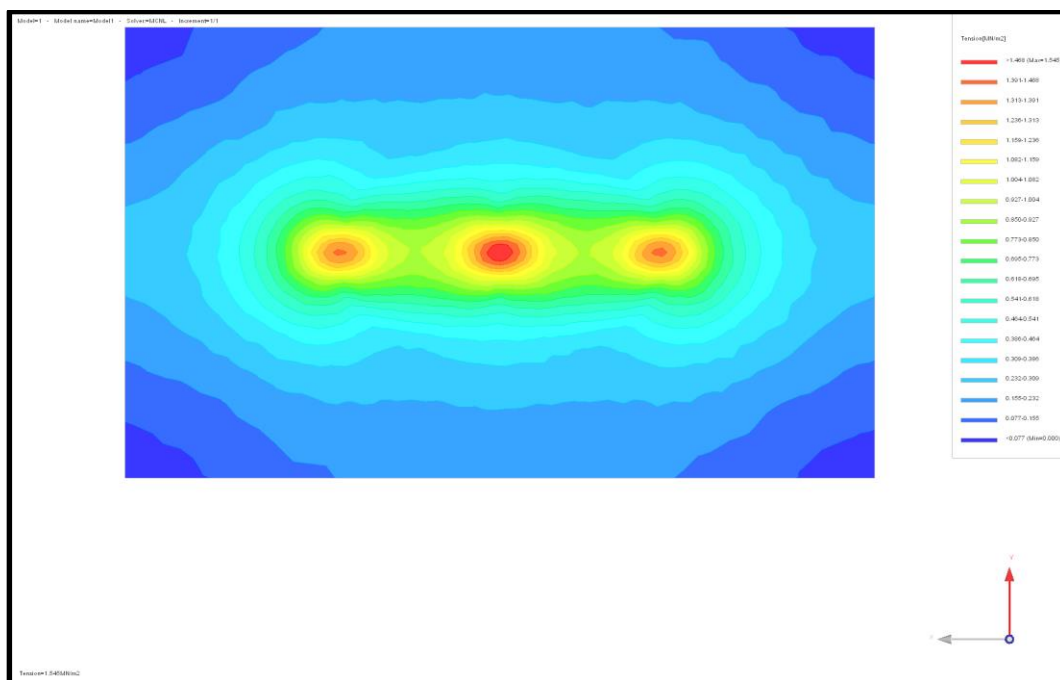


Dala izolată de stratul de balast. Vedere laterală, partea inferioară cu eforturi de întindere.

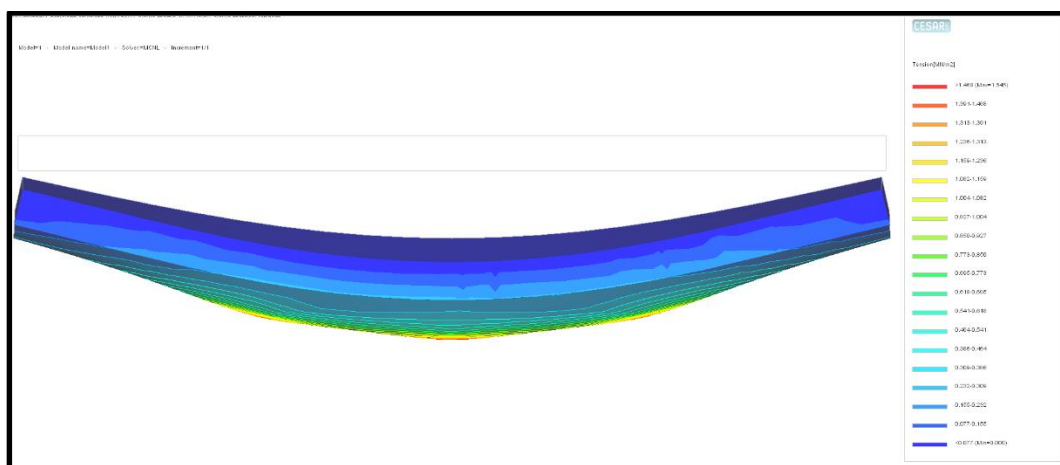


Dala izolată de stratul de balast. Vedere de sus, deplasări pe verticală.

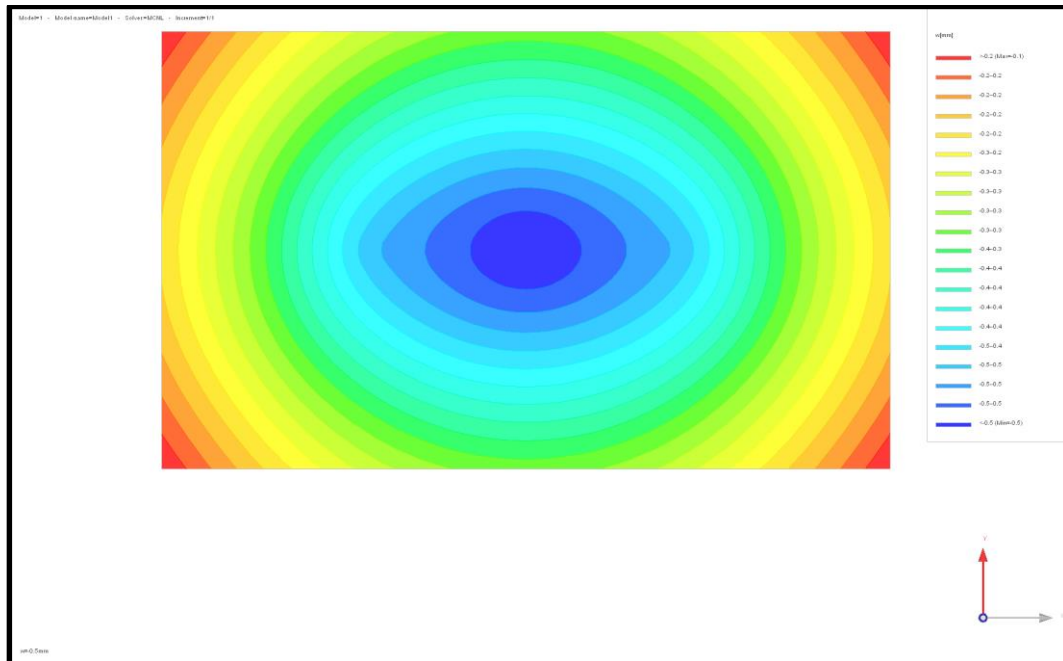
4. Dala izolată. Caz 4 – Osia Tridem



Dala izolată de stratul de balast. Vedere pe parte de jos, partea inferioară cu eforturi de întindere.



Dala izolată de stratul de balast. Vedere laterală, partea inferioară cu eforturi de întindere.



Dala izolată de stratul de balast. Vedere de sus, deplasări pe verticală.

C. Coeficienții de echivalare

Plecând de la legea de oboseală ale mixturilor asfaltice, am determinat coeficienții de echivalare în osii standard pentru osia tandem și osia tridem:

Luând în considerare legea de oboseală:

$$N_{adm.} = a \times \epsilon_r^{-b}$$

și relația:

$$n_{o.s.115} = f_{ek.o.i.}^p \times n_{o.i.}$$

în care:

$n_{o.s.115}$ reprezintă numărul de osii standard cu sarcina de 115 kN,
 $f_{ek.o.i.}$ este coeficientul de echivalare al agresivității osiei "i" în osii standard

egalitatea ratelor de degradare prin oboseală se exprimă prin:

$$f_{ek.o.i.}^p \times n_{o.i.} / a (\epsilon_{r.o.s.115})^{-b} = n_{o.i.} / a (\epsilon_{r.o.i.})^{-b}$$

Prin simplificari se ajunge la:

$$f_{ek.o.i.}^p = (\epsilon_{r.o.s.115} / \epsilon_{r.o.i.})^{-b}$$

în care:

$\epsilon_{r.o.s.115}$ este deformația specifică de întindere produsă de solicitarea sarcinii semiosiei standard, la baza straturilor bituminoase, în microdeformații;

$\epsilon_{r.o.i.}$ este deformația specifică de întindere produsă de solicitarea sarcinii semiosiei "i", la baza straturilor bituminoase, în microformații.

În conformitate cu prevederile normativului indicativ AND 550, $b = 3,97$, deci relația devine:

$$f_{ek.o.i.}^0 = (\epsilon_{r.o.s.115} / \epsilon_{r.o.i.})^{-3,97}$$

sau

$$f_{ek.o.i.}^0 = (\epsilon_{r.o.i.} / \epsilon_{r.o.s.115})^4$$

Legea de oboselă a betonului conform normativ NP 081

7.2.2. Tensiunea la întindere din încovoiere admisibilă a betonului de ciment rutier (σ_{inbm}) se determină cu relația:

$$\sigma_{inbm} = R_{in}^i \cdot \alpha \cdot (0,70 - \gamma \cdot \log N_i) \text{ (MPa)} \quad (5)$$

unde:

- R_{in}^i – este rezistența caracteristică la încovoiere a betonului la 28 de zile, definită conform SR 183-1 : 1995;
- α – coeficientul de creștere a rezistenței betonului în intervalul 28.. 90 zile, egal cu 1.1;
- N_i – traficul de calcul pe perioada de perspectivă, determinat conform relației (1), exprimat în m.o.s. (milioane osii standard).
- γ – coeficient, egal cu 0,05;
- $0,70 - \gamma \cdot \log N_i$ – legea de oboselă.

Având în vedere cele de mai sus se ajunge în final la următoare expresie a factorului de echivalare:

$$f_{ek.tandem/tridem}^0 = (\sigma_{max\ tandem/tridem} / \sigma_{max115})^{10}$$

La nivel de analiză de semiosie (considerarea unei încărcări aplicate doar pe o roată a osiei) factorul de echivalare în osii standard 115 kN pentru încărcarea aplicată în centrul dalei, este:

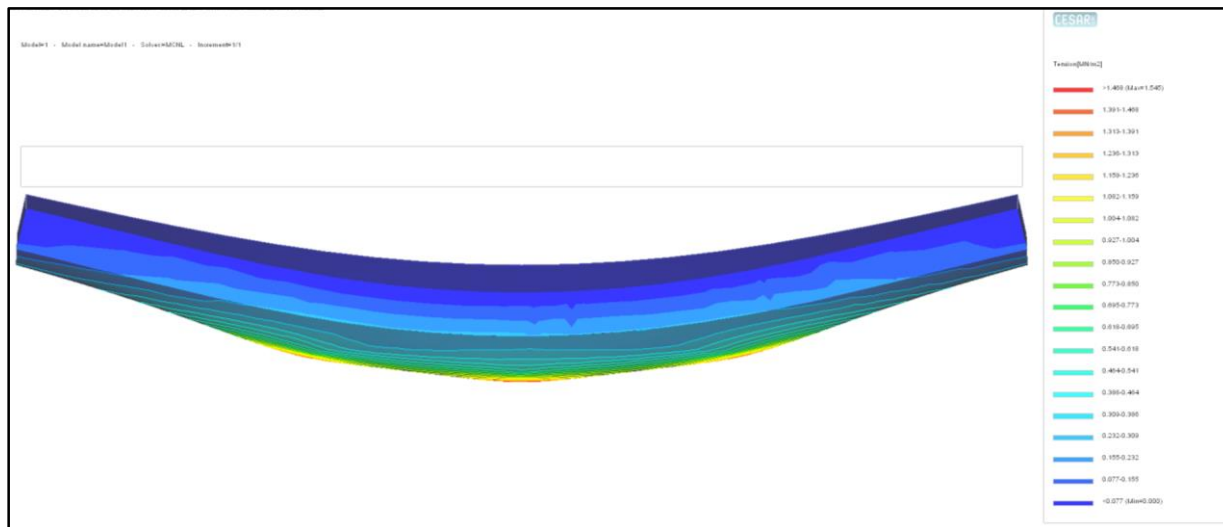
- 1) Factorul de echivalare în osii standard 115 kN al unei osii simple cu încărcarea maxim admisibilă (100 de kNx1.2): 0.35
- 2) Factorul de echivalare în osii standard 115 kN al unei osii tandem(24kN) este: 5.58
- 3) Factorul de echivalare în osii standard 115 kN al unei osii tridem (24kN) este: 0.78 ($\sigma_{max\ tridem}$

reprezinta 60% din $\sigma_{max\ 115}$)

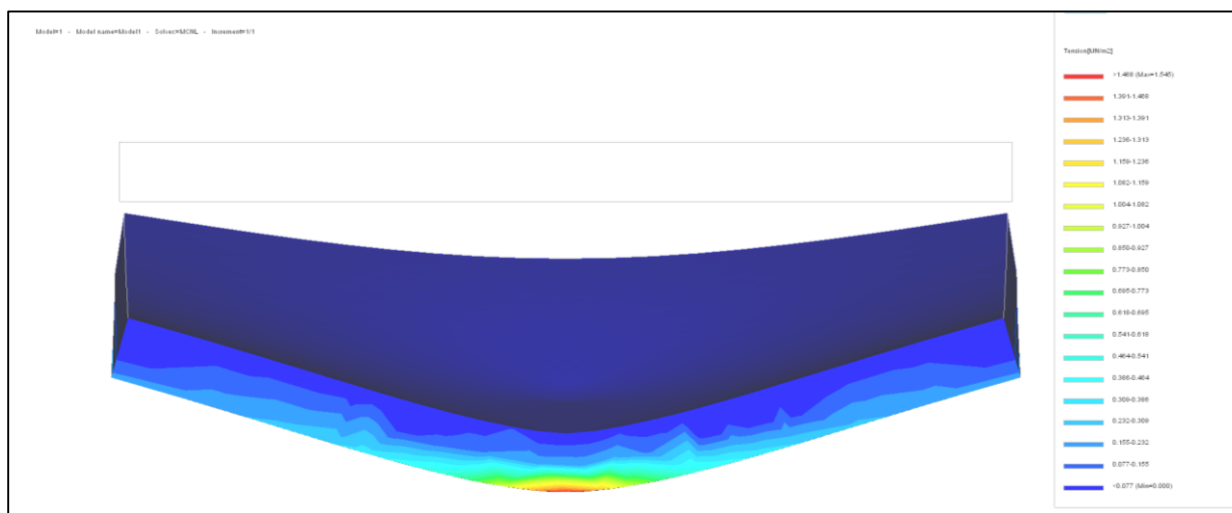
D. Studiu de caz. Osia tridem

Calculare realizate cu Cesar

Eforturi si deplasări în secțiune longitudinală si transversală

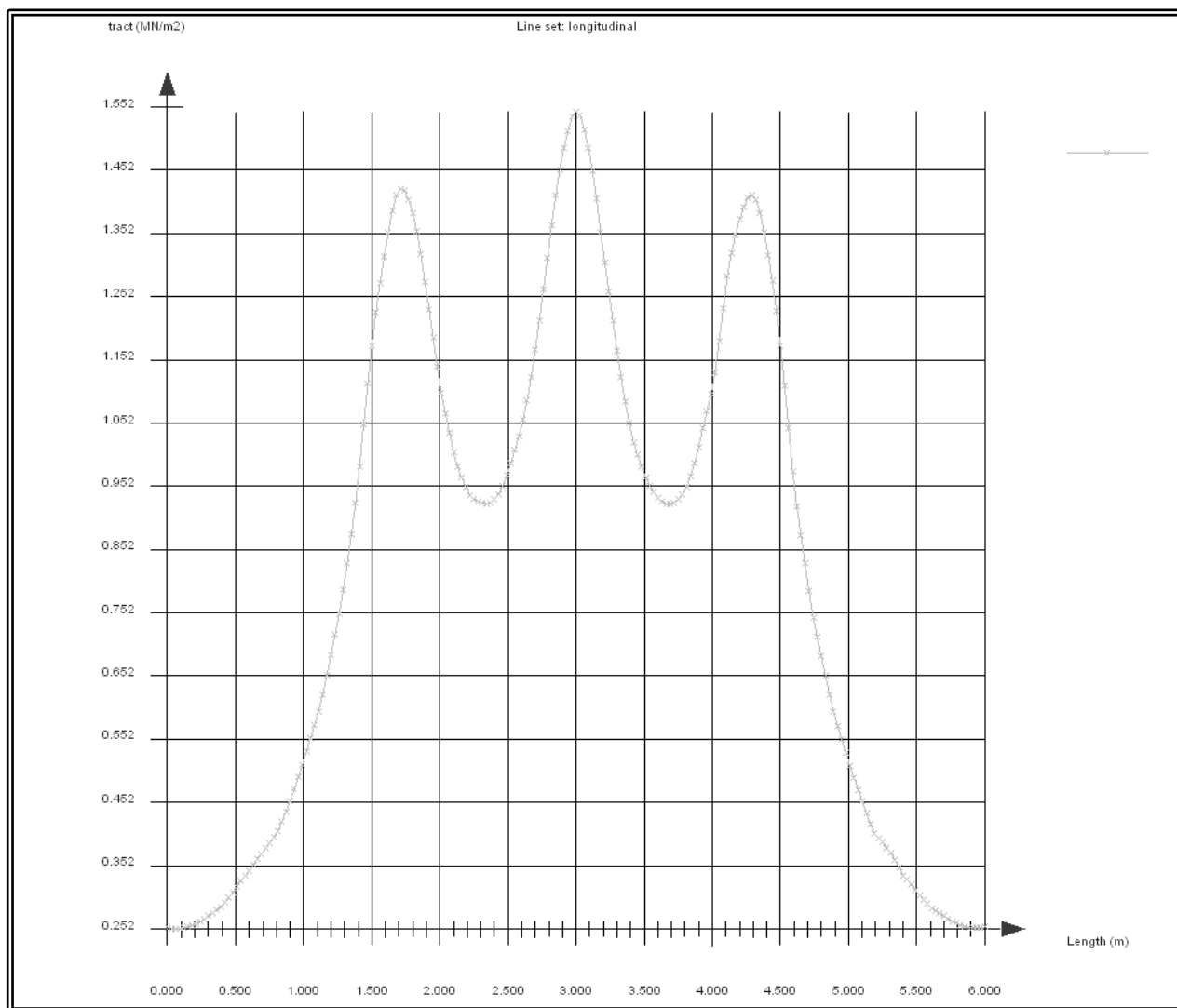


Eforturi in secțiune longitudinală prin dală (ax longitudinal dală).



Eforturi in secțiune transversală prin dală (ax transversal dală).

Eforturi de intindere la baza dalei din beton de ciment (Sectiune longitudinala prin axul dalei)- Soft Cesar



Eforturi de intindere la baza dalei din beton de ciment (Sectiune transversala prin axul dalei)- Soft Cesar

