

**ANALIZA FLEXIBILITĂȚII CONDUCTEI DE MOTORINĂ DINTRE
REACTOARELE R1 ȘI R2 DE LA INSTALAȚIA DE HIDROCRACARE**

**FLEXIBILITY ANALYSIS OF THE DIESEL PIPELINE LOCATED BETWEEN R1
AND R2 REACTORS FROM THE HYDROCRACKING PLANT**

Conf. univ. dr. ing. Viorel NICOLAE

Universitatea Petrol-Gaze din Ploiești, Bd. București, nr. 39, Ploiești, Prahova, Romania
e-mail: nicolae_viorel@upg-ploiesti.ro

***Rezumat:** În această lucrare se prezintă în mod original calculul flexibilității conductei de motorină ce face legătura între reactoarele R1 și R2 de la instalația Hidrocracare cu scopul reducerii tensiunilor mecanice generate de presiunea interioară și temperatură.*

***Cuvinte cheie:** flexibilitate, conductă, tensiuni mecanice.*

***Abstract:** This paper presents in an original way the flexibility calculus of the diesel pipeline that connects R1 and R2 reactors from the Hydrocracking plant in order to reduce mechanical stresses caused by internal pressure and temperature.*

***Keywords:** flexibility, pipeline, mechanical stresses.*

1. INTRODUCERE

Conductele tehnologice sunt realizate dintr-un ansamblu de elemente (tubulatură, fittinguri, robinete) și dispozitive ce separă un spațiu închis față de mediul înconjurător, montate pe un traseu precis determinat, care servesc la transportarea și distribuția în condiții de securitate tehnică a mediilor de lucru aflate în diferite stări de agregare.

Conducta supusă studiului face legătura între reactoarele R1 și R2, în sistem intrare – ieșire (ieșire pe jos, intrare pe sus) din instalația de hidrocracare. Diametrul conductei este DN 400 și a fost determinat prin calcul în funcție de debitul de fluid vehiculat (motorină) $Q = 1500 \text{ m}^3/\text{h}$ și viteza $w = 3,5 \text{ m/s}$.

Analiza flexibilității acestei conducte se face luând în calcul două variante de încărcare care s-au considerat separat, utilizând programul CAESAR II.

Analiza acestei conducte (fig. 1) presupune următoarele condiții de operare necesare desfășurării procesului tehnologic:

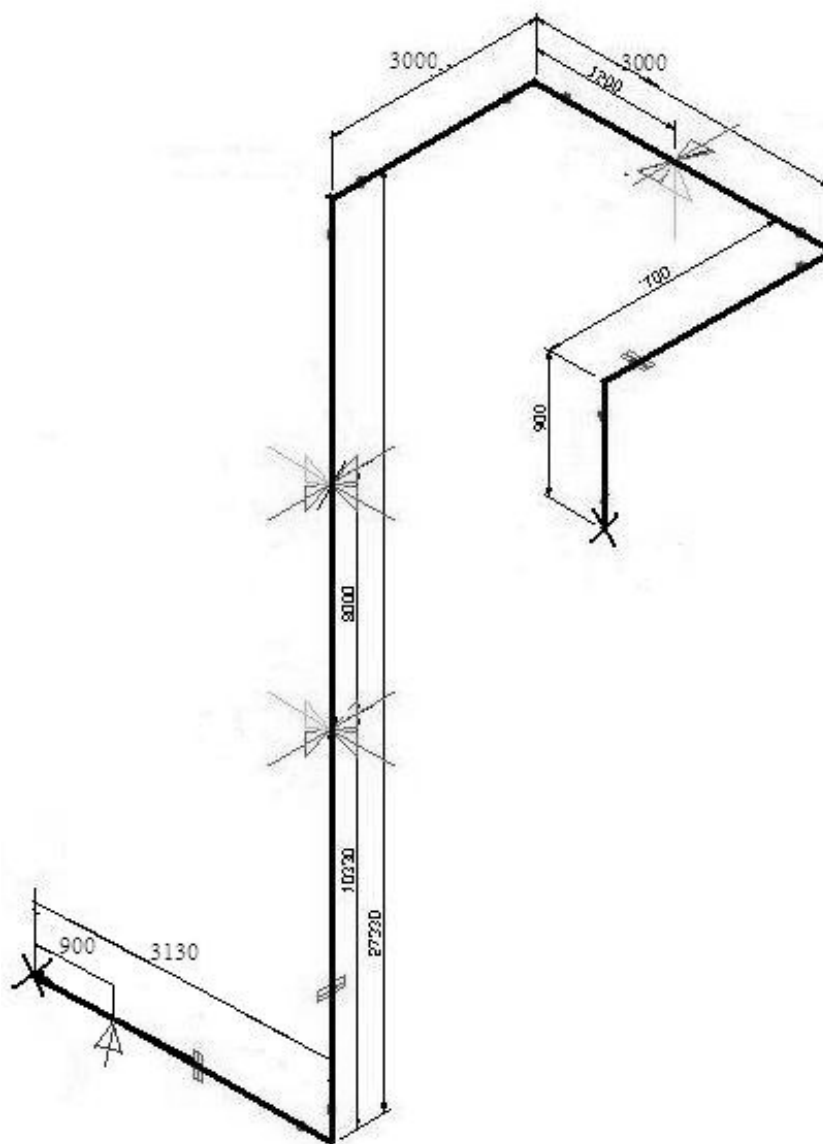


Fig. 1 - Schema izometrică a conductei analizate

- varianta de încărcare 1, consideră în calcul conducta încărcată cu produs (motorină) în condițiile de operare (lucru) la temperatura $t_1 = 200^{\circ}\text{C}$ și presiunea interioară $p_1 = 0,1 \text{ MPa}$ (nu s-au luat în calcul încărcările accidentale – seismice, eoliene, zăpadă);
- varianta de încărcare 2, consideră în calcul conducta încărcată cu produs (motorină) în condițiile de operare la parametrii maximi $t_2 = 250^{\circ}\text{C}$ și $p_2 = 1,25 \text{ MPa}$ (nu s-au luat în calcul încărcările accidentale).

2. CONDIȚII GENERALE DE MODELARE

În afară de condițiile de operare prezentate în cele două variante, datele de intrare sunt:

- tubulatură (țevă) DN 400 ($D_e \times s_T = 406 \times 10 \text{ mm}$);

Analiza flexibilității conductei de motorină dintre reactoarele R1 și R2 de la instalația de hidrocracare

- material tubulatură P265GH, SR-EN 10216-2;
- fluidul: motorină;
- debitul de vehiculare $Q = 1500 \text{ m}^3/\text{h}$;
- viteză $w = 3,5 \text{ m/s}$;
- coeficientul de frecare s-a considerat 0,3;
- încărcările conductei sunt cele din condițiile de operare, greutatea proprie;
- nu s-a modelat efectul solicitărilor eoliene, seismice sau faze tranzitorii de curgere;
- robinetii și flanșele au greutatea estimative, nu s-a efectuat calculul pentru etanșare;
- pe traseul conductei (în ambele variante) au fost amplasate suporturi de rezemare orizontale și verticale;
- grosimea izolației termice a conductei $s_i = 60 \text{ mm}$;
- masa specifică a izolației: 150 kg/m^3 .

Pentru utilizarea programului de calcul CAESAR II este necesar determinarea coordonatelor nodurilor principale în care se vor calcula pentru fiecare element în parte forțele, momentele, deplasările și rotațiile (tabelul 2, tabelul 3, fig. 2, fig. 3 și fig. 4) pentru condițiile de operare din varianta 1 cât și pentru condițiile de operare din varianta 2. Pe baza acestora, se pot verifica tensiunile mecanice rezultate pentru fiecare nod, comparându-le apoi cu tensiunile admisibile pentru materialul elementului calculat la temperatura respectivă conform codului de calcul.

În tabelul 1 sunt date coordonatele nodurilor în care au fost efectuate calculul forțelor, momentelor, deplasărilor și rotațiilor pentru cele două variante analizate.

Tabelul 1

Coordonatele nodurilor în care au fost efectuate calculele

NOD	X mm	Y mm	Z mm	NOD	X mm	Y mm	Z mm
10	.0000	.0000	.0000	90	3130.0000	27330.0000	-3500.0000
151	900.0000	.0000	.0000	100	3130.0000	27330.0000	-3500.0000
20	1800.0000	.0000	.0000	110	4330.0000	27330.0000	-3500.0000
30	2000.0000	.0000	.0000	120	6130.0000	27330.0000	-1200.0000
40	2200.0000	.0000	.0000	130	6130.0000	27330.0000	200.0000
50	3130.0000	930.0000	.0000	140	6130.0000	27330.0000	400.0000
60	3130.0000	1130.0000	.0000	150	6130.0000	27330.0000	600.0000
70	3130.0000	1330.0000	.0000	160	6130.0000	27330.0000	1200.0000
80	3130.0000	10330.0000	.0000	170	6130.0000	27330.0000	1200.0000
82	3130.0000	18330.0000	.0000	180	6130.0000	26730.0000	1200.0000
85	3130.0000	27330.0000	.0000	190	6130.0000	26430.0000	1200.0000

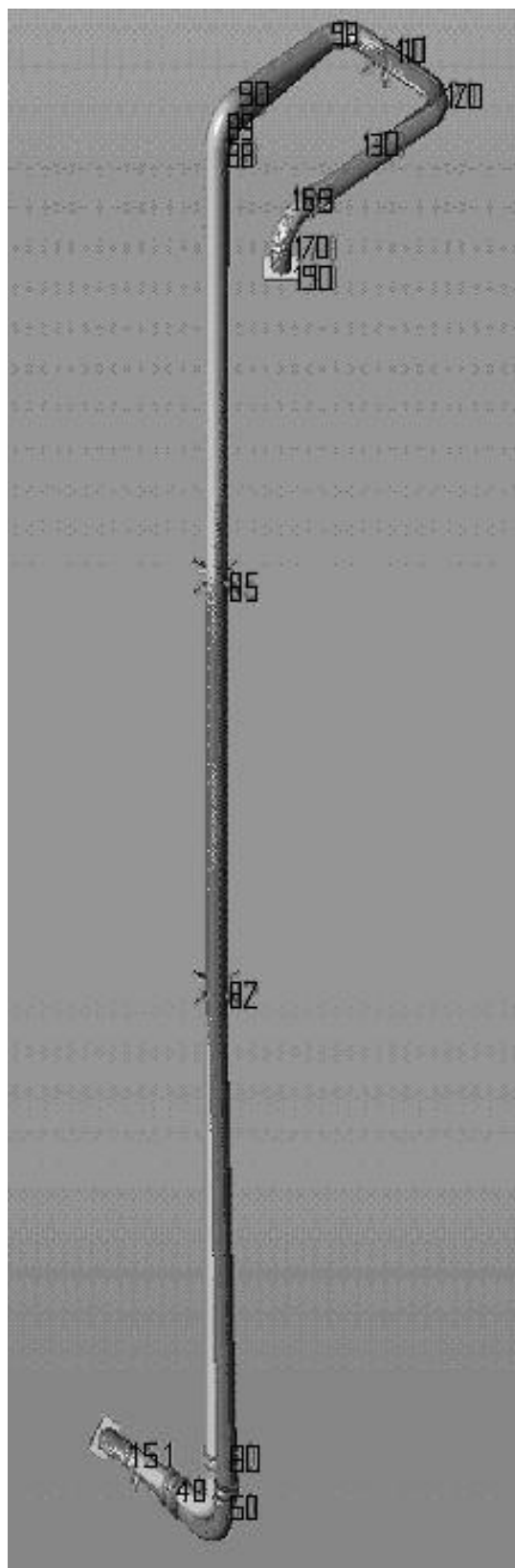


Fig. 2 - Notarea nodurilor conductei în varianta 1 și 2

Analiza flexibilității conductei de motorină dintre reactoarele R1 și R2 de la instalația de hidrocracare

Tabelul 2

Expunerea rezultatelor simulării pentru varianta 1

Nod	Forțe, N			Momente, N·m			Deplasări, mm			Rotiri, grade		
	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z	D _x	D _y	D _z	R _x	R _y	R _z
10	-145907	11901	-5111862	-21451	504447	36292	-0.000	0.000	0.000	0.0000	-0.0000	0.0000
151	0.000	-11901	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.032	-0.000	0.130	0.0130	-0.0145	-0.8488
151	0.000	-11901	0.000	0.000	0.000	0.000						
20	-145907	11901	2394959	0.000	0.000	0.000	-0.064	-27.660	0.448	0.0260	-0.0240	-2.2719
20	-145907	-11901	-2394959	0.000	0.000	0.000						
30	-145907	11901	2378037	0.000	0.000	0.000	-0.067	-35.619	0.532	0.0261	-0.0241	-2.2753
30	145907	-11901	-2378037	0.000	0.000	0.000						
40	-145907	11901	2361116	0.000	0.000	0.000	-0.069	-43.587	0.616	0.0261	-0.0241	-2.2778
40	145907	-11901	-2361116	0.000	0.000	0.000						
49	-1723909	-11901	-1517564	0.000	0.000	0.000	7.112	-75.707	1.091	0.0402	-0.0322	-2.1152
49	1723909	11901	1517564	0.000	0.000	0.000						
50	-2251450	-11901	145907	0.000	0.000	0.000	19.704	-81.653	1.548	0.0536	-0.0355	-1.2352
50	2251450	145907	11901	0.000	0.000	0.000						
60	-2223008	-145907	-11901	0.000	0.000	0.000	26.251	-81.775	1.866	0.0557	-0.0352	-1.0535
60	2223008	145907	11901	0.000	0.000	0.000						
70	-2206096	-145907	-11901	0.000	0.000	0.000	29.924	-81.782	2.061	0.0557	-0.0352	-1.0514
70	2206096	145907	11901	0.000	0.000	0.000						
80	-2189175	-145907	-11901	0.000	0.000	0.000	33.589	-81.789	2.255	0.0557	-0.0352	-1.0494
80	2189175	145907	11901	0.000	0.000	0.000						
82	1413467	0.000	11901	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-0.000	-0.1694	-0.0294	0.4355
82	1413467	0.000	-24594	0.000	0.000	0.000		811.489				
85	-723948	0.000	-24594	0.000	0.000	0.000	-0.000	-85.953	-	-0.1824	-0.0243	-0.1534
85	723948	0.000	24594	0.000	0.000	0.000			311.275			
88	44	3955	24594	0.000	0.000	0.000	0.251	-86.541	-8.447	0.6879	-0.0188	0.1747
88	-44	-3955	-24594	0.000	0.000	0.000						
89	46142	3955	-11361	0.000	0.000	0.000	-1.286	-83.878	-2.394	0.9640	-0.0011	0.2483
89	-46142	-3955	11361	0.000	0.000	0.000						
90	24594	3955	-81276	0.000	0.000	0.000	-2.180	-75.657	0.857	1.2339	0.0183	0.2884
90	-24594	-3955	81276	0.000	0.000	0.000						
98	24594	3955	-279513	0.000	0.000	0.000	-3.059	-21.322	0.876	1.3732	0.0277	0.4339
98	-24594	-279513	-3955	0.000	0.000	0.000						
99	20187	320130	-14594	0.000	0.000	0.000	-3.306	-10.171	0.771	1.2343	0.0384	0.4251
99	-20187	-320130	14594	0.000	0.000	0.000						
100	3955	360744	-24594	0.000	0.000	0.000	-3.438	-3.526	0.456	1.1099	0.0432	0.3466
100	-3955	24594	360744	0.000	0.000	0.000						
110	0.000	-24594	412459	0.000	0.000	0.000	-3.445	-0.000	0.000	0.9825	0.0409	0.2783
110	0.000	-11330	-238705	0.000	0.000	0.000						
119	10808	-94662	5215	0.000	0.000	0.000	-3.353	2.870	-1.045	0.6056	0.0370	0.1354
119	-10808	94662	-5215	0.000	0.000	0.000						
120	11330	-54045	-3955	0.000	0.000	0.000	-3.069	-0.209	-1.166	0.3367	0.0402	0.1766
120	-11330	3955	-54045	0.000	0.000	0.000						
130	11330	-3955	-92477	0.000	0.000	0.000	-1.858	-5.239	-1.183	0.0090	0.0401	0.1204
130	-11330	3955	92477	0.000	0.000	0.000						
140	11330	-3955	-213143	0.000	0.000	0.000	-0.920	-2.830	-1.198	-0.1658	0.0356	0.0742
140	-11330	3955	213143	0.000	0.000	0.000						
150	11330	-3955	-230059	0.000	0.000	0.000	-0.795	-2.248	-1.200	-0.1660	0.0356	0.0740
150	-11330	3955	230059	0.000	0.000	0.000						
160	11330	-3955	-246974	0.000	0.000	0.000	-0.671	-1.667	-1.202	-0.1661	0.0356	0.0739
160	-11330	3955	246974	0.000	0.000	0.000						
169	-195346	-3955	-211368	0.000	0.000	0.000	-0.276	-0.383	-0.702	-0.1368	0.0174	0.0509
169	195346	3955	211368	0.000	0.000	0.000						
170	-328205	-3955	-11330	0.000	0.000	0.000	-0.023	-0.020	-0.066	-0.0237	0.0027	0.0083
170	328205	3955	11330	0.000	0.000	0.000						
180	-328724	3955	11330	0.000	0.000	0.000	-0.022	-0.020	-0.064	-0.0232	0.0026	0.0081
180	328724	-3955	-11330	0.000	0.000	0.000						
190	-354581	-3955	-11330	-12906	149875	52601	-0.000	-0.000	-0.000	-0.0000	0.0000	0.0000

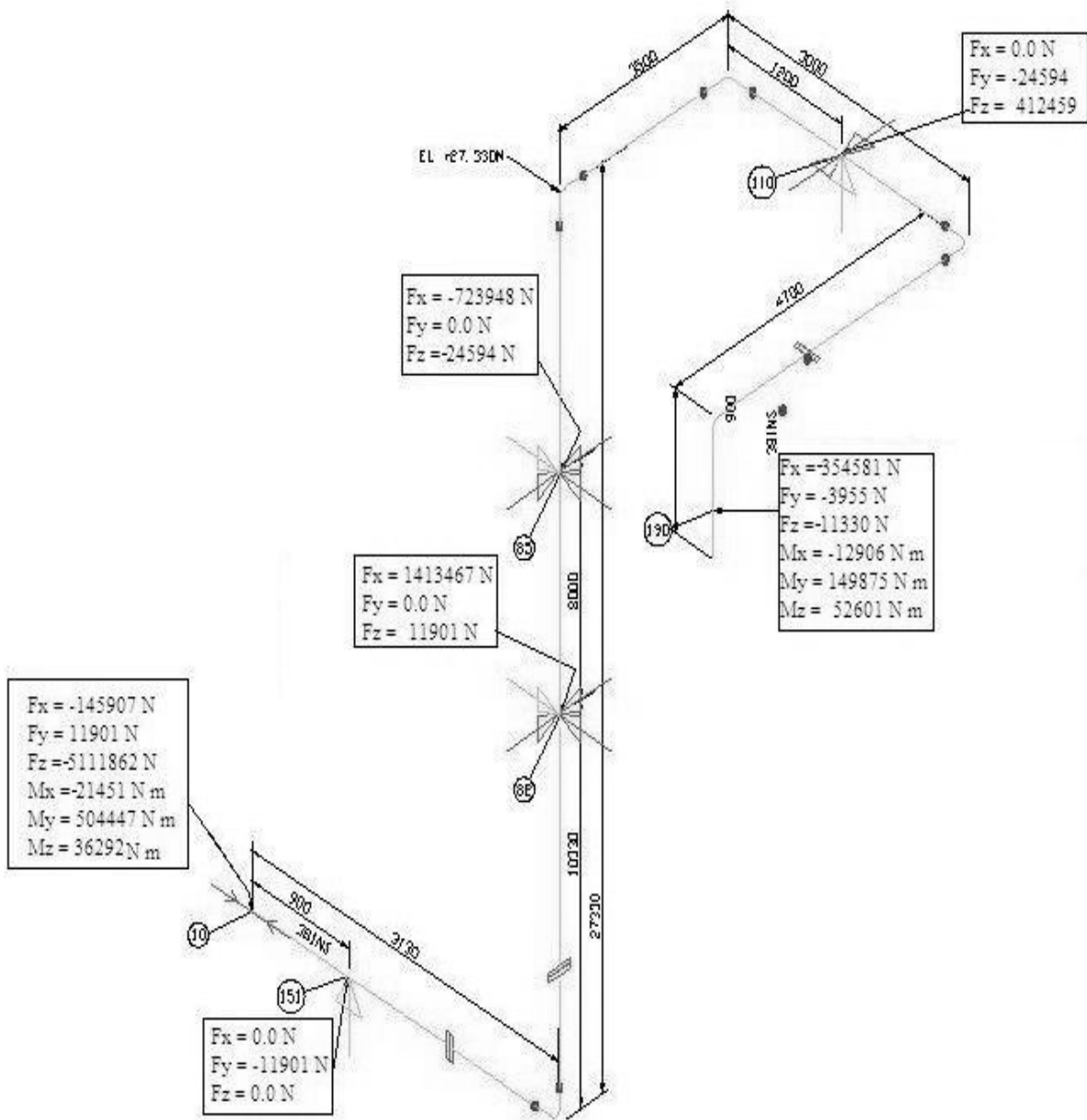


Fig. 3 – Rezultate obținute în varianta 1

Analiza flexibilității conductei de motorină dintre reactoarele R1 și R2 de la instalația de hidrocracare

Tabelul 3

Expunerea rezultatelor simulării pentru varianta 2

Nod	Forțe, N			Momente, N·m			Deplasări, mm			Rotiri, grade		
	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z	D _x	D _y	D _z	R _x	R _y	R _z
10	-176386	7498	5824787	20388	575076	31399	-0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000
151	0.000	-7498	0.000	0.000	0.000	0.000	5.345	-0.000	-0.119	0.0124	0.0163	-0.9663
151	176386	-7498	0.000	0.000	0.000	0.000						
20	-176386	7498	2746599	0.000	0.000	0.000	10.691	-31.484	-0.519	0.0247	0.0358	-2.5832
20	176386	-7498	-2746599	0.000	0.000	0.000						
30	-176386	7498	2729696	0.000	0.000	0.000	11.884	-40.533	-0.644	0.0248	0.0359	-2.5871
30	176386	-7498	-2729696	0.000	0.000	0.000						
40	-176386	7498	2712775	0.000	0.000	0.000	13.077	-49.593	-0.769	0.0248	0.0360	-2.5899
40	176386	-7498	-2712775	0.000	0.000	0.000						
49	-1994111	-7498	-1744664	0.000	0.000	0.000	25.673	-	-1.379	0.0280	0.0821	-2.3657
49	1994111	7498	1744664	0.000	0.000	0.000		811.921				
50	-2603100	-7498	176386	0.000	0.000	0.000	40.587	-88.984	-1.441	0.0319	0.1018	-1.3228
50	2603100	176386	7498	0.000	0.000	0.000						
60	-2574649	-176386	-7498	0.000	0.000	0.000	47.535	-87.152	-1.248	0.0344	0.1140	-1.1084
60	2574649	176386	7498	0.000	0.000	0.000						
70	-2557746	-176386	-7498	0.000	0.000	0.000	51.398	-85.963	-1.128	0.0344	0.1142	-1.1059
70	2557746	176386	7498	0.000	0.000	0.000						
80	-2540825	-176386	-7498	0.000	0.000	0.000	55.253	-	-1.007	0.0344	0.1143	-1.1036
80	2540825	176386	7498	0.000	0.000	0.000		811.775				
82	1765117	0.000	-7498	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-0.000	-0.0751	0.4472	0.5479
82	1765117	0.000	-35198	0.000	0.000	0.000		311.166				
85	-1075598	0.000	35198	0.000	0.000	0.000	-0.000	11.757	0.000	0.2744	0.7432	-0.1635
85	1075598	0.000	74493	0.000	0.000	0.000						
88	-351603	-30102	-74493	0.000	0.000	0.000	18.297	60.925	45.855	-0.1130	1.0539	-0.2737
88	351603	30102	74493	0.000	0.000	0.000						
89	-272576	-30102	167226	0.000	0.000	0.000	17.524	62.342	42.692	-0.4719	1.0465	-0.3896
89	272576	30102	-167226	0.000	0.000	0.000						
90	-74493	-30102	270372	0.000	0.000	0.000	11.054	58.601	38.362	-0.7648	1.0497	-0.4521
90	74493	30102	-270372	0.000	0.000	0.000						
98	-74493	-30102	72135	0.000	0.000	0.000	-31.472	25.245	211.665	-0.8021	1.0523	-0.7152
98	74493	72135	30102	0.000	0.000	0.000						
99	-73959	-31519	31390	0.000	0.000	0.000	-38.109	17.335	18.976	-0.7211	1.0211	-0.7587
99	73959	31519	-31390	0.000	0.000	0.000						
100	-30102	9097	74493	0.000	0.000	0.000	-38.680	9.214	10.476	-0.6860	1.0024	-0.8562
100	30102	-74493	9097	0.000	0.000	0.000						
110	0.000	-74493	-60811	0.000	0.000	0.000	-35.102	-0.000	-0.000	-0.6239	1.0076	-0.9079
110	0.000	185410	-303687	0.000	0.000	0.000						
119	-152389	-159644	-109820	0.000	0.000	0.000	-22.840	-	-26.528	-0.4729	0.7610	-0.8142
119	152389	159644	109820	0.000	0.000	0.000		211.723				
120	-185410	-119028	30102	0.000	0.000	0.000	-17.095	-23.794	-26.101	-0.4397	0.5154	-0.7414
120	185410	-30102	-119028	0.000	0.000	0.000						
130	-185410	30102	-27494	0.000	0.000	0.000	-5.263	-11.043	-16.007	-0.4356	0.2926	-0.4818
130	185410	-30102	27494	0.000	0.000	0.000						
140	-185410	30102	-148160	0.000	0.000	0.000	-0.037	-0.418	-7.694	-0.4108	0.1432	-0.2681
140	185410	-30102	148160	0.000	0.000	0.000						
150	-185410	30102	-165076	0.000	0.000	0.000	0.462	1.016	-6.501	-0.4105	0.1428	-0.2675
150	185410	-30102	165076	0.000	0.000	0.000						
160	-185410	30102	-181991	0.000	0.000	0.000	0.960	2.451	-5.308	-0.4102	0.1424	-0.2669
160	185410	-30102	181991	0.000	0.000	0.000						
169	-288512	30102	-26302	0.000	0.000	0.000	0.919	3.861	-1.889	-0.2227	0.0537	-0.2003
169	288512	-30102	26302	0.000	0.000	0.000						
170	-263224	30102	185410	0.000	0.000	0.000	0.114	1.812	-0.019	-0.0260	0.0316	-0.0398
170	263224	30102	185410	0.000	0.000	0.000						
180	-263741	-30102	-185410	0.000	0.000	0.000	0.110	1.777	-0.017	-0.0254	0.0310	-0.0390
180	263741	30102	185410	0.000	0.000	0.000						
190	289597	-30102	185410	-153356	134436	-253724	0.000	-0.000	0.000	-0.0000	0.0000	-0.0000

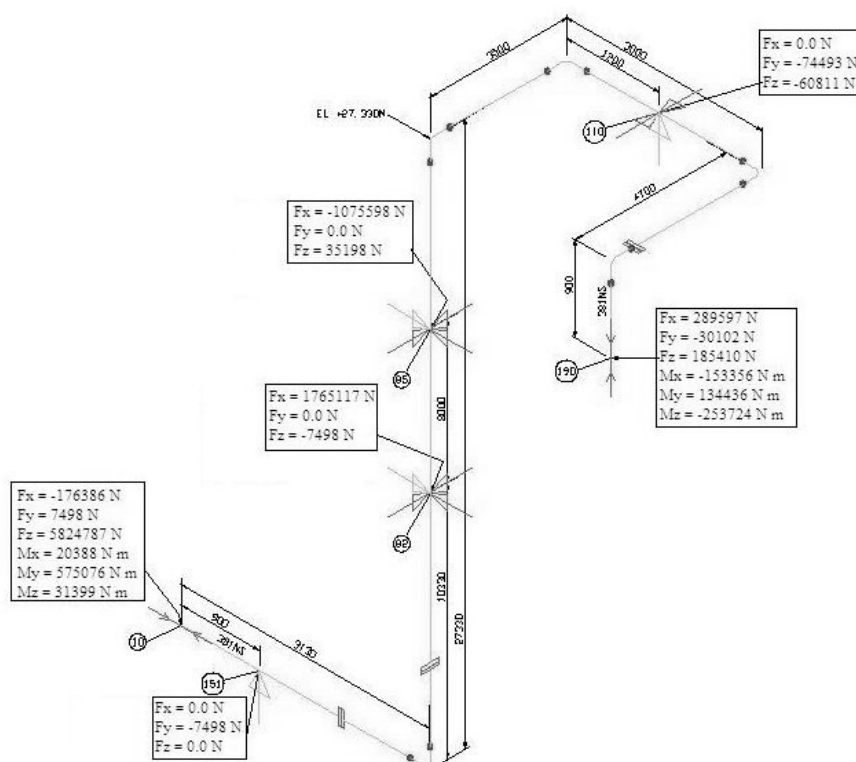


Fig. 4 – Rezultate obținute în varianta 2

3. CONCLUZII

Pe baza lucrării realizate și aplicării programului CAESAR II se pot evidenția și sublinia următoarele aspecte semnificative:

- se poate determina și optimiza orice traseu de conductă, astfel încât stările de tensiuni, forțe, momente, deplasări, rotiri să fie în limitele admisibile;
- tensiunile în conductă se încadrează în cele permise;
- încărcările în racordurile utilajelor se încadrează în cerințele impuse de coduri;
- suporturile de rezemare au fost corect aleși și poziționați pentru a preîntâmpina apariția de tensiuni periculoase.

Bibliografie

- [1] Nicolae V. - „Utilaje statice petrochimice și de rafinării”, Editura Universității Petrol – Gaze din Ploiești, 2007;
- [2] Nicolae V. - „Optimizarea traseului de conductă prin care se pompează motorină la rampa de încărcare”, în SIMEC 2009, Universitatea Tehnică de Construcții București;
- [3] *** CAESAR II, User Guide;
- [4] *** ASME B31.3, Process Piping ASME code for Pressure Piping B31 an American National Standard;
- [5] Nicolae V. - „Analiza flexibilității unei conducte de faclă de mare diametru”, în SIMEC 2011, Universitatea Tehnică de Construcții București;