

	SC IAT ENGINEERING & DESIGN SRL		Contract servicii de proiectare nr. S-CA 90/09.05.2022	
	Inlocuire colectoare si robineti Punct de lucru Conpet SA – Depozit Oil Terminal Constanta		Pag./Total pag.	1/17
			Data	15.02.2023
			Ediție/Revizie	1/ 0 <u>1</u> 2 3 4

PROIECT TEHNIC

CON-006-2022

VOLUMUL A3 – BREVIARE DE CALCUL CON-006-2022-BC

BENEFICIAR: S.C. CONPET S.A.

NR. CONTRACT: S-CA 90/09.05.2022



EXEMPLAR Nr.:

*PREZENTA DOCUMENTAȚIE ESTE PROPRIETATEA IAT ENGINEERING & DESIGN
MODIFICAREA, MULTIPLICAREA SAU DIFUZAREA ACESTEIA FĂRĂ APROBAREA SCRISĂ A EMITENTULUI
ESTE INTERZISĂ, CONFORM LEGII 8/1996 CU MODIFICARILE SI COMPLETARILE LEGII 74/2018
- Document controlat -*

	SC IAT ENGINEERING & DESIGN SRL		Contract servicii de proiectare nr. S-CA 90/09.05.2022	
	Inlocuire colectoare si robineti Punct de lucru Conpet SA – Depozit Oil Terminal Constanta		Pag./Total pag.	2/17
			Data	15.02.2023
			Ediție/Revizie	1/ 0 <u>1</u> 2 3 4

LISTA SI SEMNATURILE PROIECTANTILOR

PROIECTANT GENERAL

S.C. IAT ENGINEERING & DESIGN S.R.L.

Dr.ing. Ion-Antonio TACHE – director proiect

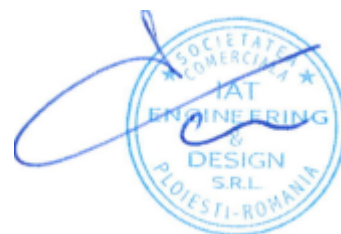
Ing. Liviu Nicolae ANDREI – inginerie de proces

Dr. Ing. Carmen TACHE – inginerie mecanica

Ing. Victor DINITA – inginerie mecanica

Ing. Bogdan Gheorghe TAVARU – topografie si formalitati tere

Ing. Alberto DUMITRU – calitate, mediu si SSM








	SC IAT ENGINEERING & DESIGN SRL		Contract servicii de proiectare nr. S-CA 90/09.05.2022	
	Inlocuire colectoare si robineti Punct de lucru Conpet SA – Depozit Oil Terminal Constanta		Pag./Total pag.	3/17
			Data	15.02.2023
			Ediție/Revizie	1/ 0 <u>1</u> 2 3 4

PREZENTAREA PROIECTULUI PE VOLUME

- Volumul A1** - Memoriu tehnic general CON-006-2022-MTG
- Anexa 1 – Studiu geotehnic
- Volumul A2** - Memorii tehnice pe specialitati CON-006-2022-MTS
- Memoriu tehnic de specialitate - Lucrări Tehnologice - CON-006-2022-MTS-LT
 - Memoriu tehnic de specialitate - Sistemul de protectie anticoroziva - CON-006-2022-MTS-PA
 - Instructiuni privind urmarirea comportarii în exploatare a lucrarilor pe întreaga durata de existenta a acestora coroborat cu lucrarile de întreținere si reparatii
- Volumul A3* - *Breviare de calcul CON-006-2022-BC*
- Volumul A4** - Caiete de sarcini CON-006-2022-CS
- Anexa 2 – Echipare conducte colector
 - Anexa 3 - Program control calitate si faze determinante
 - Anexa 4 - Fise tehnice
 - Anexa 5 – Cantitati de lucrari
- Volumul A5** - Documentatie economica CON-006-2022-DE
- Volumul A6** - Grafic de executie CON-006-2022-GE
- Volumul A7** - Cerințe privind protecția mediului, sănătate și securitate în muncă, protecția împotriva incendiilor și a situațiilor de urgență
- Anexa 6 - Plan de securitate si sanatate
 - Anexa 7 – Plan de eliminare a deseurilor
- Volumul A8** - Bibliografie

	SC IAT ENGINEERING & DESIGN SRL		Contract servicii de proiectare nr. S-CA 90/09.05.2022	
	Inlocuire colectoare si robineti Punct de lucru Conpet SA – Depozit Oil Terminal Constanta		Pag./Total pag.	4/17
			Data	15.02.2023
			Ediție/Revizie	1/ 0 <u>1</u> 2 3 4

Cuprins

A. Calculul mecanic al conductelor	5
Alegerea materialului conductei	5
A1. Grosimea de perete a țevii pentru conducta	5
A2. Grosimea de perete a țevii pentru curbe	6
A3. Calcul de verificare	7
A4. Verificare tub protecție	7
A.4.1. Simboluri	7
A.4.2. Calcule de verificare	8
B. Calcule pentru dimensionarea conductelor de transport titei	10
B.1. Calculul de grosime de perete a țevii, conform pct A1.1.	10
B.2. Calculul grosimii de perete a țevii pentru curbe, conform pct A.1.2.	11
B.3. Calcul de verificare, conform pct A.1.3.	11
B.4. Calcule pentru verificarea tubului de protecție montat la subtraversări drumuri	11
B.4.1. Design informations/Date de proiectare	12
B.4.2. Calcule de verificare	13
C. PROTECTIA CATODICA	15
C.1. Calculul anozilor de zinc	15
C.2. Calculul necesarului de anozizi:	15
D. CONCLUZIE	17

	SC IAT ENGINEERING & DESIGN SRL		Contract servicii de proiectare nr. S-CA 90/09.05.2022	
	Inlocuire colectoare si robineti Punct de lucru Conpet SA – Depozit Oil Terminal Constanta		Pag./Total pag.	5/17
			Data	15.02.2023
			Ediție/Revizie	1/ 0 <u>1</u> 2 3 4

A. Calculul mecanic al conductelor

Alegerea materialului conductei

Alegerea materialului conductei, L360N PSL2, s-a făcut in concordanță cu solicitările din Caietul de Sarcini si tinand cont de SR EN ISO 3183:2020.

Calculul grosimii de perete s-a făcut in conformitate cu SR EN ISO 14161+A1:2015 – “Industria petrolului si gazelor, Sisteme de transport prin conducte”.

A1. Grosimea de perete a țevii pentru conducta

Pentru estimarea grosimii de perete a conductei luata in calcul la momentul proiectarii conductei, in conformitate cu SR EN ISO 14161+A1:2015, s-a folosit formula:

$$g_c = \frac{(P_{id} - P_{od}) * D_e}{2 * \varphi * \sigma_a + (P_{id} - P_{od})} + a;$$

si denumirile urmatoarelor parametrii:

g_c - grosimea de perete calculata [mm];

g_{min} - grosimea minima calculata la limita de utilizare (fara adaos de coroziune)

$$g_{min} = \frac{(P_{id} - P_{od}) * D_e}{2 * \sigma_a + (P_{id} - P_{od})}; (mm)$$

P_{id} - presiunea de calcul, [MPa];

D_e - diametrul exterior al țevii [mm];

φ - coeficientul de calitate al îmbinării sudate;

σ_a - tensiunea admisibilă a materialului țevii [N/mm²];

$$\sigma_a \leq \varphi * \sigma_c * F_{pr}$$

σ_c - limita de curgere a materialului țevii [N/mm²].

F_{pr} - factor de proiectare; coeficientul de siguranță;

a - adaos la grosimea minima a peretelui țevii (mm)

$$a = a_1 + a_2 + a_3;$$

a_1 – grosime suplimentara, functie de coroziunea exterioara;

$a_1 = 0$ – conducte izolate, protejate catodic;

a_2 – grosime suplimentara functie de coroziunea si eroziunea interioara;

$$a_2 = V_c * t; \quad V_c = \text{viteza medie de coroziune anuala}$$

t = durata de functionare a obiectivului

a_3 – abaterea inferioara in valoare absoluta;

$$a_3 = 12.5\% * (g_{min} + a_1 + a_2)$$

	SC IAT ENGINEERING & DESIGN SRL		Contract servicii de proiectare nr. S-CA 90/09.05.2022	
	Inlocuire colectoare si robineti Punct de lucru Conpet SA – Depozit Oil Terminal Constanta		Pag./Total pag.	6/17
			Data	15.02.2023
			Ediție/Revizie	1/ 0 <u>1</u> 2 3 4

A.2. Grosimea de perete a țevii pentru curbe

În cadrul proiectului sunt prevăzute curbe de diferite dimensiuni. Curbele se realizează din țeava îndoită la cald.

Grosimea minimă de perete a țevii necesară realizării curbelor (fără adaosuri și toleranțe) se calculează conform SR EN 13480-3:2017 pct 6.2.3.:

Grosimea minimă pe intrados:

$$g_{int} = g_{min} \frac{\left(\frac{r_{cg}}{D_e} - 0.25\right)}{\left(\frac{r_{cg}}{D_e} - 0.50\right)}; (mm)$$

Grosimea minimă pe extradados:

$$g_{ext} = g_{min} \frac{\left(\frac{r_{cg}}{D_e} + 0.25\right)}{\left(\frac{r_{cg}}{D_e} + 0.50\right)}; (mm)$$

Unde:

r_{cg} = raza de curbura, godevilabilă;

D_e = diametrul exterior al țevii;

g_{min} = grosimea minimă de perete, calculată pentru teava conductei magistrale;

Grosimea minimă necesară a peretelui curbelor, intrados și respectiv extradados, se determină cu ajutorul formulelor:

$$g_{ic\ int,ext} = g_{int,ext} + c_1 + c_2;$$

în care:

c_1 = adaos suplimentar, funcție de coroziunea și eroziunea interioară și exterioară;

$c_2 = 12,5\% \times (g_{int,ext} + c_1)$ - adaosul corespunzător abaterii admisibile inferioare (toleranța negativă) la grosimea de perete a țevii din care se va executa curba;

Grosimea calculată a peretelui țevilor pentru confecționarea curbelor se determină cu ajutorul formulei:

$$g_{cc} = g_{STAS} + c_3;$$

unde:

g_{STAS} - grosimea de perete a țevilor magistralei, conform standard;

c_3 - adaos pentru compensarea eventualelor subțieri ale materialului țevii semifabricat la prelucrarea ei în curbă, urmare a proceselor de încălzire;

$$c_3 = g_{STAS} - \min(g_{ic\ int}; g_{ic\ ext});$$

Grosimea de perete (g_{cSTAS}) a țevilor necesare pentru confecționarea la cald a curbelor, se stabilește la valoarea imediat superioară din standard.

	SC IAT ENGINEERING & DESIGN SRL		Contract servicii de proiectare nr. S-CA 90/09.05.2022	
	Inlocuire colectoare si robineti Punct de lucru Conpet SA – Depozit Oil Terminal Constanta		Pag./Total pag.	7/17
			Data	15.02.2023
			Ediție/Revizie	1/ 0 <u>1</u> 2 3 4

A.3. Calcul de verificare

În pereții conductelor subterane apar, în timpul exploatării acestora, o serie de eforturi care provin din exploatarea conductei sau care se datorează unor cauze accidentale:

- efort axial (σ_{ax}), ce apare ca urmare a presiunii interioare din conductă și a greutateii lichidului și materialului,

$$\sigma_{ax} = \frac{(P_{id} - P_{od}) * (D_e - g_{STAS})}{4 * g_{STAS}} ;$$

- eforturi unitare tangențiale (σ_t), datorate presiunii interioare din conductă (SR EN 14161, cap 6.4.1.1.):

$$\sigma_t = \frac{(P_{id} - P_{od}) * (D_e - g_{STAS})}{2 * g_{STAS}} ;$$

- eforturi unitare radiale (σ_r), datorate presiunii din interiorul conductei, dirijate după raza geometrică a secțiunii transversale a conductei:

$$\sigma_r = -p;$$

- efortul unitar echivalent (σ_{eq}) (SR EN 14161, cap 6.4.1.2.):

$$\sigma_{eq} = \sqrt{[\sigma_t^2 + \sigma_{ax}^2 - \sigma_t * \sigma_{ax} + 3 * \sigma_r^2]}$$

- efortul unitar echivalent maxim trebuie sa indeplineasca conditia:

$$\sigma_{eq} \leq \sigma_c \times F_{eq}$$

σ_c = limita de curgere a materialului pentru teava; N/mm² ;

F_{eq} = factor de proiectare echivalent; (table 3);

A.4. Verificare tub protectie

Verificarea tuburilor de protectie montate la subtraversari se face in conformitate cu API 1102-2007.

A.4.1. Simboluri

A _p	Suprafata de contact a rotii, m ² .
B _d	Diametrul gaurii pentru subtraversare (in cazul de fata este egal cu diametrul exterior al tubului izolat), mm
B _e	Factor de ingropare pentru tensiunea circumferentiala din incarcarea din pamant.
D	Diametrul exterior al tubului, mm
E	Coeficient de sudura longitudinal;
E'	Modulul de reactie al solului, Mpa
E _e	Factor de excavare pentru tensiunea circumferentiala din incarcarea din pamant
E _r	Modulul de rezilienta al solului, MPa
E _s	Modulul lui Young pentru otel, MPa
F	Coeficient de siguranta functie de clasa de locatie
Fi	Factor de impact

	SC IAT ENGINEERING & DESIGN SRL		Contract servicii de proiectare nr. S-CA 90/09.05.2022	
	Inlocuire colectoare si robineti Punct de lucru Conpet SA – Depozit Oil Terminal Constanta		Pag./Total pag.	8/17
			Data	15.02.2023
			Ediție/Revizie	1/ 0 1 2 3 4

G _{Hh}	Coeficient geometric pentru tensiunea circumferentiala ciclica din incarcari trafic drum
G _{Lh}	Coeficient geometric pentru tensiunea longitudinala ciclica din incarcari trafic drum.
H	Adancimea de pozare a conductei pana la generatoarea superioara, m.
K _{He}	Factor de rigiditate pentru tensiunea circumferentiala din incarcarea din pamant
K _{Hh}	Factor de rigiditate pentru tensiunea circumferentiala ciclica din incarcari trafic drum.
K _{Lh}	Factor de rigiditate pentru tensiunea longitudinala ciclica din incarcari trafic drum
L	Factor functie de configuratia axelor autovehiculelor;
MAOP	Presiunea maxima admisibila de operare, kPa
MOP	Presiunea maxima de operare, kPa
P	Sarcina pe roata, kN
P _s	Incarcare axa simpla, kN
P _t	Incarcare axa dubla, kN
p	Presiunea interna din conducta, MPa.
R	Factor functie de imbracaminte suprafata drum;
S _{eff}	Tensiunea efectiva din conducta, MPa.
S _{FG}	Rezistenta la oboseala a sudurilor circumferentiale, MPa
S _{FL}	Rezistenta la oboseala a sudurilor longitudinale, MPa
S _{He}	Tensiunea circumferentiala din incarcarea din pamant, MPa
S _{Hi}	Tensiunea circumferentiala din incarcari interioare calculata folosind diametrul mediu,MPa
S _{Hi} (Barlow)	Tensiunea circumferentiala din incarcari interioare calculata folosind formula Barlow, Mpa
S ₁ , S ₂ , S ₃	Tensiunile principale din conducta, MPa, S ₁ = tensiunea maxima circumferentiala; S ₂ = tensiunea maxima longitudinala; S ₃ = tensiunea maxima radiala.
SMYS	Limita la curgere, MPa
T	Coeficient siguranta functie de temperatura maxima de operare a conductei
T ₁ , T ₂	Temperaturi, °C
t	Grosimea de perete a conductei, mm
W	Presiunea aplicata, MPa
α _T	Coeficient de dilatare termica, per°C
γ	Densitatea solului, kN/m ³
ΔS _{Hh}	Tensiunea circumferentiala ciclica din incarcari trafic drum, MPa
ΔS _{Lh}	Tensiunea longitudinala ciclica din incarcari trafic drum, MPa
ν _s	Coeficientul Poisson pentru otel

A.4.2. Calcule de verificare

a) Verificarea tensiunii circumferentiale din incarcari interioare:

Valoarea tensiunii circumferentiale din incarcari interioare nu trebuie sa depaseasca valoarea maxima admisa:

$$\text{Conditie: } S_{Hi(Barlow)} \leq F \cdot E \cdot T \cdot SYMS \quad (8a)$$

b) Verificarea tensiunii efective in conducta:

Valoarea tensiunii efective din conducta nu trebuie sa depaseasca valoarea limitei admisibile de curgere:

$$\text{Conditie: } S_{eff} \leq F \cdot SYMS \quad (13)$$

unde:

$$S_{eff} = \sqrt{\frac{1}{2} [(S_1 - S_2)^2 + (S_2 - S_3)^2 + (S_3 - S_1)^2]} \quad (12)$$

	SC IAT ENGINEERING & DESIGN SRL		Contract servicii de proiectare nr. S-CA 90/09.05.2022	
	Inlocuire colectoare si robineti Punct de lucru Conpet SA – Depozit Oil Terminal Constanta		Pag./Total pag.	9/17
			Data	15.02.2023
			Ediție/Revizie	1/ 0 <u>1</u> 2 3 4

$$S_1 = S_{He} + \Delta S_{Hh} + S_{Hi}; \quad (9)$$

$$S_{He} = K_{He} * B_e * E_e * \gamma * D; \quad (1)$$

$$S_{Hi} = p * (D - t) / 2 * t; \quad (7)$$

$$S_{Hi} \text{ (Barlow)} = p * D / 2 * t; \quad (8a)$$

$$\Delta S_{Hh} = K_{Hh} * G_{Hh} * R * L * F_i * w; \quad (5)$$

$$w = P_t / A_p; \quad (2)$$

$$S_2 = \Delta S_{Lh} - E_s * \alpha_T * (T_2 - T_1) + V_s (S_{He} - S_{Hi}); \quad (10)$$

$$\Delta S_{Lh} = K_{Lh} * G_{Lh} * R * L * F_i * w; \quad (6)$$

$$S_3 = -p; \quad (11)$$

c) Verificare la oboseala

1.1. Verificarea sudurilor la eforturi circumferentiale

$$\textbf{Conditie: } \Delta S_{Lh} \leq S_{FG} * F; \quad (17)$$

1.2. Verificarea sudurilor la eforturi longitudinale

$$\textbf{Conditie: } \Delta S_{Hh} \leq S_{FL} * F \quad (20)$$

	SC IAT ENGINEERING & DESIGN SRL		Contract servicii de proiectare nr. S-CA 90/09.05.2022	
	Inlocuire colectoare si robineti Punct de lucru Conpet SA – Depozit Oil Terminal Constanta		Pag./Total pag.	10/17
			Data	15.02.2023
			Ediție/Revizie	1/ 0 <u>1</u> 2 3 4

B. Calcule pentru dimensionarea conductelor de transport titei

B.1. Calculul de grosime de perete a țevii, conform pct A1.1.

CONPET	Durata de functionare de la PIF	Viteza medie de coroziune, anuala,	Diametrul exterior (De)	Presiune de proiectare	Fluidul vehiculat	Material execuție conducta	Rezistența minimă la curgere	coeficientul de calitate al îmbinării sudate	Factor de proiectare	Grosimea de perete calculată, fara toleranțe de fabricație si coroziune interioara	Grosime suplimentara, functie de coroziunea exterioara	Grosimea suplimentara - coroziune si eroziune interioara	Grosime suplimentara - egala cu abaterea inferioara în valoare absoluta	Adaos la grosimea minima a peretelui tevii	Grosimea de perete calculata	Grosimea de perete standardizata
	t	v _c	D _e	p _{id}	-	...	σ _c	φ	F _{pr}	g _{min}		a ₂	a ₃	a=a ₁ +a ₂ +a ₃	g _{calc}	g _{STAS}
	ani	mm/an	mm	bar	-	-	N/mm2	-	-	mm		mm	mm	mm	mm	mm
20"	60	0.035	508.0	16	titei	L360N PSL2	360	1.00	0.67	1.68	0	3.00	0.58	3.58	5.26	6.3
28"	60	0.035	711.2	16	titei	L360N PSL2	360	1.00	0.67	2.35	0	3.00	0.67	3.67	6.02	7.1
32"	60	0.035	812.8	16	titei	L360N PSL2	360	1.00	0.67	2.69	0	3.00	0.71	3.71	6.40	8.0

	SC IAT ENGINEERING & DESIGN SRL		Contract servicii de proiectare nr. S-CA 90/09.05.2022	
	Inlocuire colectoare si robineti Punct de lucru Conpet SA – Depozit Oil Terminal Constanta		Pag./Total pag.	11/17
			Data	15.02.2023
			Ediție/Revizie	1/ 0 <u>1</u> 2 3 4

B.2. Calculul grosimii de perete a tevii pentru curbe, conform pct A.1.2.

curbe 5D	D _e	g _{min}	g _{stas}	p _{id}	material	σ _c		g _{int/ext}	C ₁	C ₂	C=C ₁ +C ₂	g _{ic int/ext}	g _{stas} -g _{ic ext}	g _{cc}	δ _{sc}	g _{cSTAS}
	mm	mm	mm	bar		N/mm ²		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
20"	508.0	6.65	11.0	16	L360N PSL2	360	int	1.8	3.00	0.58	3.58	5.36				
							ext	1.6	3.00	0.58	3.58	5.19	1.11	7.41	0.59	8.0
28"	711.2	9.31	14.2	16	L360N PSL2	360	int	2.5	3.00	0.67	3.67	6.15				
							ext	2.2	3.00	0.67	3.67	5.91	1.19	8.29	0.51	8.8
32"	812.8	10.64	16.0	16	L360N PSL2	360	int	2.8	3.00	0.71	3.71	6.55				
							ext	2.6	3.00	0.71	3.71	6.28	1.72	9.72	0.28	10.0

B.3. Calcul de verificare, conform pct A.1.3.

	D _e	g _{STAS}	p _{id}	material	σ _c	σ _{ax}	σ _t	σ _r	σ _{eq}	0.9*σ _c	Conditie σ _{eq} <0.9σ _c
	mm	mm	Mpa		N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	-
20"	508	6.3	1.6	L360N PSL2	360	31.45	63.71	-1.6	55.24	324	DA
28"	711.2	7.1	1.6	L360N PSL2	360	39.27	79.34	-1.6	68.76	324	DA
32"	812.8	8.0	1.6	L360N PSL2	360	39.84	80.48	-1.6	69.75	324	DA

B.4. Calcule pentru verificarea tubului de protectie montat la subtraversari drumuri

Se aleg, pentru verificare, tuburi de protectie din teava L245N, Ø610.0 x 7.1mm; Ø812.8 x 7.1mm; Ø914.4 x 7.1mm

In continuare, calculul pentru verificarea tubului de protectie montat la subtraversarea drumurilor de exploatare, se face conform API 1102.

Toate tabelele, figurile si ecuatiile la care se face referire mai jos fac parte din API 1102.

	SC IAT ENGINEERING & DESIGN SRL		Contract servicii de proiectare nr. S-CA 90/09.05.2022	
	Inlocuire colectoare si robineti Punct de lucru Conpet SA – Depozit Oil Terminal Constanta		Pag./Total pag.	12/17
			Data	15.02.2023
			Ediție/Revizie	1/ 0 <u>1</u> 2 3 4

B.4.1. Design informations/Date de proiectare

Parametri	Simbol	Valoare	Valoare	Valoare	UM	Obs.
Diametrul exterior al tevii protejate	Dp	508.0mm/20"	711.2mm/28"	812.8mm/32"		
Material tub protectie		L245N	L245N	L245N		SR EN ISO 3183:2020
Diametrul exterior al tubului de protectie, fara izolatie	D	610.0	812.8	914.4	mm	
Diametrul exterior al tubului de protectie, cu izolatie	B _d	617.0	819.8	921.4	mm	Grosime izolatie =3.5mm
	B _d /D	1.01	1.01	1.01		
Grosime perete tub protectie	t	7.1	7.1	7.1	mm	
	t/D	0.012	0.009	0.008		
Presiunea in tub protectie	p	1.6	1.6	1.6	MPa	*
Limita minima la curgere	SMYS	245	245	245	MPa	
Coeficient de siguranta corespunzator clasei de locatie	F	0.67	0.67	0.67		
Adancimea de pozare pana la generatoarea superioara a tubului	H	3000	3000	3000	mm	
	H/B _d	4.9	3.7	3.3		
Densitate sol (A-nisip mediu indesar cu pietris)	γ	18.9	18.9	18.9	kN/mc	
Tip imbracaminte suprafata drum		rigid	rigid	Rigid		Drum asfaltat
Incarcare trafic axa dubla	P _t	44.5	44.5	44.5	kN	Table 1
Suprafata de contact a rotii	A _p	0.093	0.093	0.093	mp	
Coef. siguranta functie de temperatura maxima de operare	T	1	1	1		t°<120°C
Coeficient sudura longitudinal	E	1	1	1		
Temperatura la momentul instalarii	T ₁	+30	+30	+30	°C	
Temperatura de operare max sau minima	T ₂	+5	+5	+5	°C	

	SC IAT ENGINEERING & DESIGN SRL		Contract servicii de proiectare nr. S-CA 90/09.05.2022	
	Inlocuire colectoare si robineti Punct de lucru Conpet SA – Depozit Oil Terminal Constanta		Pag./Total pag.	13/17
			Data	15.02.2023
			Ediție/Revizie	1/ 0 <u>1</u> 2 3 4

Modulul lui Young, oțel	E_s	210000	210000	210000	MPa	Table A3
Coeficient Poisson, oțel	ν_s	0.3	0.3	0.3		Table A3
Coeficient dilatare termica	α_T	$1,75 \times 10^{-5}$	$1,75 \times 10^{-5}$	$1,75 \times 10^{-5}$	per°C	Table A3
Modul de reactie al solului	E'	3.4	3.4	3.4	MPa	Table A1
Modul de rezilienta al solului	E_r	69	69	69	MPa	Table A2

B.4.2. Calcule de verificare

Parametri	Simbol	Valoare	Valoare	Valoare	UM	Obs.
Tensiunea inelara						
CONDITIE	$S_{Hi} \leq F \cdot E \cdot T \cdot S_{MYS}$	se verifica	se verifica	se verifica		ec. 8a
	$F \cdot E \cdot T \cdot S_{MYS}$	164.15	164.15	164.15	MPa	
	$S_{Hi(Barlow)}$	68.73	91.58	103.03	MPa	ec. 7 si 8a
Tensiunea circumferentiala din incarcarea din pamant						
	S_{He}	56.36	82.12	93.44	MPa	ec. 1
t/D, $E'=3.4$	K_{He}	5335.57	6630.20	7079.20		Fig.3
H/B _d	B_e	1.072	0.946	0.897		Fig.4
B _d /D=1.01	E_e	0.845	0.845	0.845		Fig.5
Incarcari din trafic						
	R	1	1	1		Table 2
	L	1	1	1		Table 2
H=3000mm	F_i	1.357	1.357	1.357		Fig.7
	$W = P_t/A_p$	0.478	0.478	0.478	MPa	ec. 2
Tensiunea circumferentiala ciclica din incarcari trafic						
	ΔS_{Hh}	5.31	3.94	3.48	MPa	ec. 5
t/D, $E_r=69$	K_{Hh}	14.107	11.513	10.689		Fig.14
D, H=3.0m	G_{Hh}	0.580	0.527	0.501		Fig.15

	SC IAT ENGINEERING & DESIGN SRL		Contract servicii de proiectare nr. S-CA 90/09.05.2022	
	Inlocuire colectoare si robineti Punct de lucru Conpet SA – Depozit Oil Terminal Constanta		Pag./Total pag.	14/17
			Data	15.02.2023
			Ediție/Revizie	1/ 0 <u>1</u> 2 3 4

Tensiunea longitudinala ciclica din incarcari trafic						
	ΔS_{Lh}	4.24	3.54	3.22	Mpa	ec. 6
t/D, Er=69	K_{Lh}	9.977	9.625	9.366		Fig.16
D, H=3.0m	G_{Lh}	0.655	0.567	0.529		Fig.17
Tensiunea circumferentiala din incarcari interioare						
	S_{Hi}	67.93	90.78	102.23	MPa	ec. 7
Tensiunile principale S_1, S_2, S_3						
	S_1	129.61	176.84	199.15	MPa	ec. 9
	S_2	92.65	92.82	92.46	MPa	ec. 10
	S_3	-1.6	-1.6	-1.6	MPa	ec. 11
Tensiunea efectiva in conducta						
	S_{eff}	117.18	154.62	173.97	MPa	ec. 12
	$SMYF \cdot F$	164.15	164.15	164.15	MPa	
CONDITIE	$S_{eff} \leq SMYF \cdot F$	se verifica	se verifica	se verifica		ec. 13
Verificarea la oboseala						
verificarea sudurilor la eforturi circumferentiale						
CONDITIE	$\Delta S_{Lh} \leq S_{FG} \cdot F$	se verifica	se verifica	se verifica		ec. 17
	S_{FG}	82.74	82.74	82.74	MPa	Table 3, grade B
	$S_{FG} \cdot F$	55.4358	55.4358	55.4358	Mpa	
	ΔS_{Lh}	4.24	3.54	3.22	Mpa	
verificarea sudurilor la eforturi longitudinale						
CONDITIE	$\Delta S_{Hh} \leq S_{FL} \cdot F$	se verifica	se verifica	se verifica		ec. 18
	$S_{FL}(ERW)$	144.79	144.79	144.79	MPa	Table 3, grade B
	$S_{FL} \cdot F$	97.0093	97.0093	97.0093	Mpa	
	ΔS_{Hh}	5.31	3.94	3.48	Mpa	

Deoarece toate conditiile sunt verificate, consideram ca tuburile de protectie din teava L245N, Ø610.0 x 7.1mm; Ø812.8 x 7.1mm; Ø914.4 x 7.1mm sunt corect alese.

	SC IAT ENGINEERING & DESIGN SRL		Contract servicii de proiectare nr. S-CA 90/09.05.2022	
	Inlocuire colectoare si robineti Punct de lucru Conpet SA – Depozit Oil Terminal Constanta		Pag./Total pag.	15/17
			Data	15.02.2023
			Ediție/Revizie	1/ 0 <u>1</u> 2 3 4

C. LEGARE LA PAMANT SI PROTECTIE CATODICA

C.1. Calculul anozilor de zinc

Pentru legarea la pamant a conductei proiectarea s-a executat avand in vedere utilizarea sistemului de protectie catodica cu anodi de sacrificiu de zinc. Urmatoarele aspecte au fost luate in considerare:

Proiectarea s-a executat pentru o durata de viata a fiecarui anod (grup de anodi) de maximum 7 ani, de aceea dupa fiecare 7 ani, anozii de sacrificiu de zinc vor trebui inlocuiti cu altii noi.

Rezistenta de dispersie pentru un anod, rpv , se calculeaza cu formula:

$$rpv = 0.366 \times \frac{\delta}{l} \times \log \left[\frac{2l}{d} \times \sqrt{(4h + 3l)/(4h + l)} \right]; (\Omega)$$

unde:

- ρ = rezistivitatea solului la locul de montaj (Ωm)
- l = lungimea anodului (m)
- d = diametrul anodului (m)
- h = adancimea de ingropare (m)

Rezistenta de dispersie pentru un numar n de anodi se calculeaza cu formula:

$$Rpv = \frac{rpv}{u_v \times n} (\Omega);$$

unde:

- Rpv – rezistenta de dispersie pentru un grup de anodi;
- rpv – rezistenta de dispersie verticala, pentru un anod montat vertical;
- u_v – coeficient de corectie adimensional = 0.8 pentru anozii montati vertical;
- n – numarul de anodi

Se alege numarul de anodi astfel incat Rpv calculat cu numarul de anodi ales sa nu depaseasca Rpv impus.

h (m)	d (m)	l (m)	ρ (Ωm)	rpv (Ω)	Rpv impus (Ω)	u_v (-)	n calc	n ales	Rpv calc	Rpv impus $\geq Rpv$ calc
2.5	0.043	1	55.76	34.772	10	0.8	4.347	5	8.693	Da

Numarul minim de anodi de zinc folositi este de 5 avand in vedere rezistivitatea solului in zona si avand in vedere faptul ca rezistenta de dispersie a fiecarui grup de anodi de zinc trebuie sa fie de maximum 10 ohmi (in conformitate cu standardul SR 7335/12).

C.2. Calculul necesarului de anodi:

Necesarul de curent pentru protectia conductei:

$$I_{tot} = (J \cdot F_c) \cdot \pi D L \text{ (mA)}$$

unde

	SC IAT ENGINEERING & DESIGN SRL		Contract servicii de proiectare nr. S-CA 90/09.05.2022	
	Inlocuire colectoare si robineti Punct de lucru Conpet SA – Depozit Oil Terminal Constanta		Pag./Total pag.	16/17
			Data	15.02.2023
			Ediție/Revizie	1/ 0 <u>1</u> 2 3 4

$J^*Fc=0.8 \text{ mA/m}^2$ – conducta izolata cu benzi aplicate la rece

$J^*Fc=0.4 \text{ mA/m}^2$ – conducta izolata cu HDPE

D=Diametru conducta (m)

L=Lungime conducta (m)

Necesarul de curent pentru protectia anozilor:

$$I_{pa}=J_a * St = J_a*(n*Sa) = 10\text{mA/mp}*(4*0.00145\text{mp}) = 0.058\text{mA}$$

$J_a = 10 \text{ mA/mp}$

n = nr de anodi

S_a = suprafata unui anod cu diametrul $d=0.043\text{m}$ si lungimea 1m (mp)

Necesarul total de curent

$$I_{TOT} = I_{tot} + I_{pa} \text{ (mA)}$$

Curentul debitat de un anod de sacrificiu de zinc este:

$$I_{a(Zn)} = 30.087 \text{ mA}$$

In conformitate cu teoria lui Sunde E.D. totalul curentului pentru un grup de n anodi este

$$I_n = C * I_a \text{ (mA)}$$

unde:

C= factorul de reductie, din tabelul Sundae

Single Anode Current Reduction Factors (C)				
No. of Anodes in concentrated bed	Anode spacing			
	5 Feet 1.5m	10 Feet 3.0m	15 Feet 4.5m	20 Feet 6.0m
2	1.84	1.92	1.95	1.96
3	2.45	2.7	2.79	2.85
4	3.04	3.45	3.62	3.71
5	3.59	4.19	4.43	4.56

Numarul de grupuri de anodi, calculat este:

$$N_{calc}=I_{TOT}/I_n$$

Se stabileste numarul de grupuri de anodi, N.

Pentru o buna distributie a potentialului de-a lungul tubului de protectie, se vor folosi N grupuri de anodi, fiecare cu n anodi de zinc, pentru fiecare tub de protectie.

Numarul total de anodi folositi, n_t , este

$$n_t = N * n \text{ (anodi)}$$

Curentul total furnizat de un grup este I_{TN} :

$$I_{TN} = N * I_n > I_{TOT}$$

	SC IAT ENGINEERING & DESIGN SRL		Contract servicii de proiectare nr. S-CA 90/09.05.2022	
	Inlocuire colectoare si robineti Punct de lucru Conpet SA – Depozit Oil Terminal Constanta		Pag./Total pag.	17/17
			Data	15.02.2023
			Ediție/Revizie	1/ 0 <u>1</u> 2 3 4

D	L	I _{tot}	S _a	n	S _t	J _a	I _{pa}	I _{TOT}	C	I _a	I _{grup}	N _{calc}	N	n _t	I _{TN}	I _{TN} >I _{TOT}
m	m	mA	mp		mp	mA/mp	mA	mA		mA	mA				mA	
0.7110	1006.39	898.7224	0.00145	5	0.0073	10	0.073	898.795	4.19	30.08	126.06	7.13	8	40	1008.51	validat
0.8128	1100.72	1123.6995	0.00145	5	0.0073	10	0.073	1123.772	4.19	30.08	126.06	8.91	9	45	1134.58	validat
0.8128	1095.07	1117.9316	0.00145	5	0.0073	10	0.073	1118.004	4.19	30.08	126.06	8.86	9	45	1134.58	validat

D. CONCLUZIE

1. Conductele de transport țigei se vor realiza din **țeava de oțel sudata longitudinal**, conform SR EN ISO 3183:2020, preizolata cu polietilena extrudată PEHD, clasa B3, conform SR EN ISO 21809-1:2011:

Diametru nominal	Diametru exterior (mm)	Grosime de perete (mm)	Material
DN500	508.0	6.3	L360N PSL2
DN700	711.2	7.1	L360N PSL2
DN800	812.8	8.0	L360N PSL2

2. Teava pentru curbe va fi **teava fara sudura, L360NE PSL2**, conform SR EN ISO 3183:2020, fara izolatie, cu raza de curbura **3Dn**.

Diametru exterior teava pt curbe (mm)	Grosime de perete teava pt curbe (mm)	Grosime de perete curba rezultata (mm)	Material
508.0	8.0	6.3	L360N PSL2
711.2	8.8	7.1	L360N PSL2
812.8	10.0	8.0	L360N PSL2

OBSERVATIE: Materialul tubular va fi insotit de Certificat de inspectie tip 3.2 conform SR EN 10204:2005.

3. Tuburile de protectie se vor realiza din **teava de otel**, fara izolatie:

DN cd de protejat	DN tub protectie	Gr perete tub protectie	Material
20"/DN500(508.0mm)	24"/DN600(610.0mm)	7.1	L245N PSL1
28"/DN700(711.2mm)	32"/DN800(812.8mm)	7.1	L245N PSL1
32"/DN800(812.8mm)	36"/DN900(914.4mm)	7.1	L245N PSL1

4. Protectia catodica locala si descarcarea curentilor de dispersie se va realiza folosind grupuri de 5 anodi de zinc, dupa cum urmeaza:

Diametru exterior	Lungimea conductei	Numarul de anodi de zinc folosit la un grup	Numarul de grupuri de anodi	Numarul total de anodi de zinc
m	m			
0.7110	1006.39	5	17	85
0.8128	1100.72			
0.8128	1095.07			