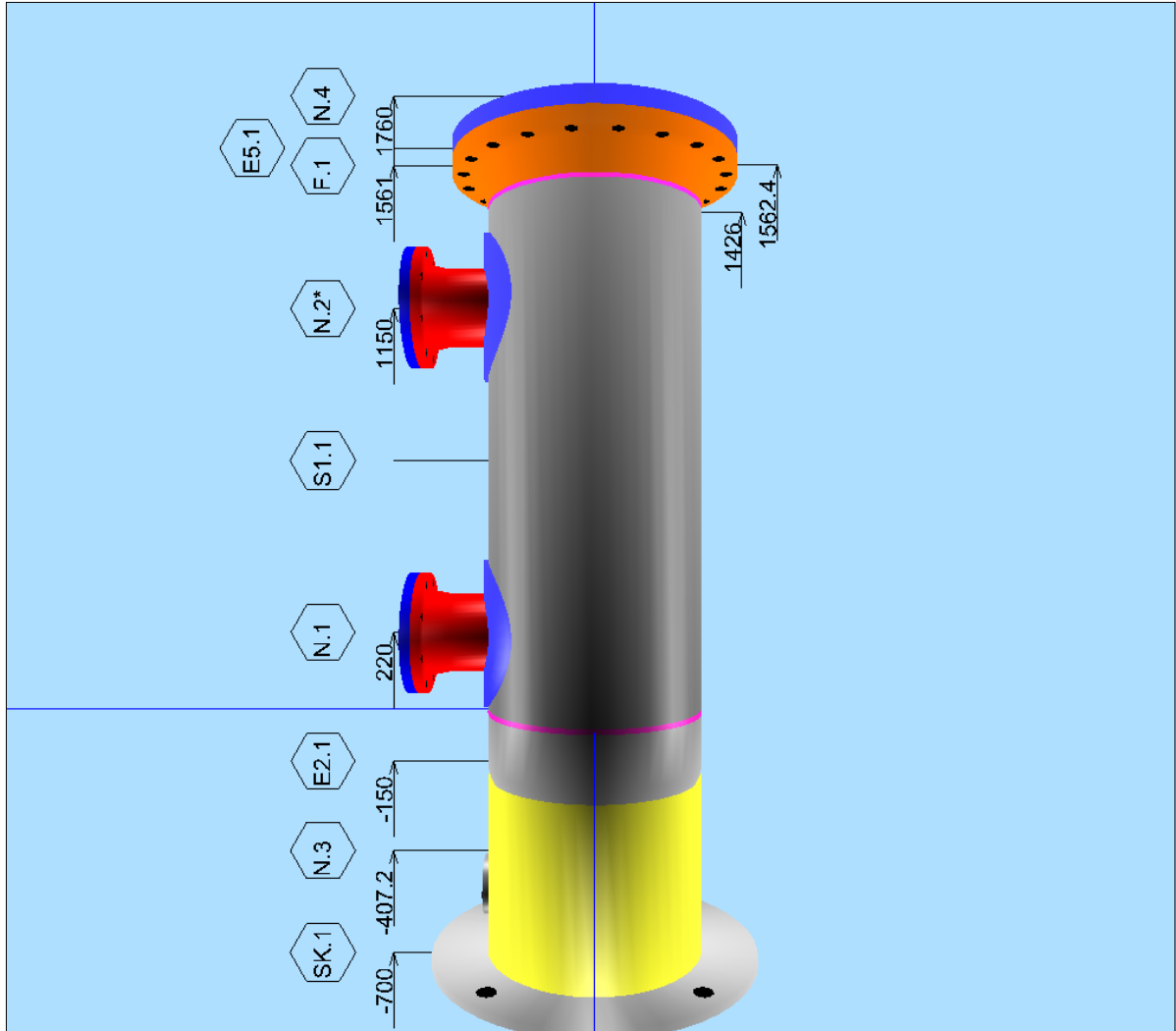


### Rysunek 3D

Widok 3D zbiornika (zmiana przez polecenie: Zapisz widok uzytkownika)



### Historia rewizji

Rev	ID	Rodzaj elementu	Opis elementu	DATA I GODZINA
A	E2.1	Dno elipsoidalne	End Cap	16 Nov. 2005 23:28
A	E5.1	Dno płaskie przykrec	End Cover	16 Nov. 2005 23:28
A	F.1	WN - Kolnierz	Flange on Closure	16 Nov. 2005 23:28
A	FA.3	Obliczenia zmeczenie		16 Nov. 2005 23:29
A	LC.1	Króciec/Obc. miejsce	Loads on Nozzles N1&N2	16 Nov. 2005 23:29
A	LE.1	Króciec/Obc. miejsce	Nozzle Loads on N3	16 Nov. 2005 23:29
A	N.1	Króciec, Rura bez sz	Inlet	16 Nov. 2005 23:28
A	N.2*	Króciec, Rura bez sz	Outlet	16 Nov. 2005 23:28
A	N.3	Króciec, Rura bez sz	Drain	16 Nov. 2005 23:28
A	N.4	Króciec, Rura bez sz	Vent	16 Nov. 2005 23:28
A	S1.1	Plaszcz walcowy	Main Shell	16 Nov. 2005 23:28
A	SK.1	Podpora cylindryczna	Skirt Support	16 Nov. 2005 23:29
A	U.1	Okreslone przez uzyt	PIPE	16 Nov. 2005 23:29

A First Issue

24 Nov. 2000 13:13

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6 Operator :BOO Rew.:A

## Parametry projektowe i informacje ruchowe

Opis	Jednostki	DANE PROJEKTOWE
Karta proces. Nr: 1		General Design Data
Przepisy projektowe i specyfikacje		13445
Wewnętrzne ciśnienie obliczeniowe (MPa)	MPa	1.4
Zewnętrzne ciśnienie obliczeniowe (MPa)	MPa	
Cisnienie próby (MPa)	MPa	
Maksymalna temperatura obliczeniowa (°C)	°C	50
Minimalna temperatura obliczeniowa (°C)	°C	-10
Temperatura robocza (°C)	°C	
Naddatek korozyjny (mm)	mm	
Zawartość zbiornika		Seawater
Ciepota właściwa czynnika roboczego		1.05
Normalny poziom czynnika NLL (mm)	mm	1500

## Ciepota i pojemność zbiornika

Table :

ID	No.	Ciepota-zbior.niedokonc.	Ciepota-zbior.dokonc.	Pojem.calkowita
S1.1	1	267.0 kg	259.4 kg	0.390 m3
E2.1	1	66.0 kg	65.7 kg	0.066 m3
N.1	1	48.0 kg	48.0 kg	0.006 m3
N.3	1	4.0 kg	4.0 kg	0.000 m3
F.1	1	112.0 kg	112.0 kg	0.037 m3
SK.1	1	208.0 kg	208.0 kg	0.000 m3
E5.1	1	195.0 kg	195.0 kg	0.000 m3
U.1	1	46.0 kg	46.0 kg	0.000 m3
N.2*	1	48.0 kg	48.0 kg	0.006 m3
N.4	1	4.0 kg	4.0 kg	0.000 m3
-\$12: Total	10	998.0 kg	990.1 kg	0.505 m3

Table Continued

ID	Ciepota cieczy przy próbie	Ciepota ruchowa cieczy
S1.1	390.0 kg	401.3 kg
E2.1	66.0 kg	69.3 kg
N.1	6.0 kg	6.5 kg
N.3	0.0 kg	0.2 kg
F.1	37.0 kg	39.2 kg
SK.1	0.0 kg	0.0 kg
E5.1	0.0 kg	0.0 kg
U.1	0.0 kg	0.0 kg
N.2*	6.0 kg	6.5 kg
N.4	0.0 kg	0.0 kg
-\$12: Total	505.0 kg	523.1 kg

Ciepota zbiornika pustego z 5% zawartością.....: 1040 kg

Calkowity ciepar zbiornika (War.próby z woda)...: 1545 kg

Calkowity ciepar ruchowy zbiornika.....: 1563 kg

## Srodek ciezkosci

ID	X-pusty	Y-pusty	Z-pusty	X-proba	Y-proba	Z-proba	X-ruch.	Y-ruch.	Z-ruch.
S1.1	-9	0	713	0	0	713	0	0	713
E2.1	0	0	-160	0	0	-126	0	0	-126
N.1	467	0	220	386	0	220	386	0	220
N.3	0	0	-380	0	0	-348	0	0	-348
F.1	0	0	1494	0	0	1494	0	0	1494
SK.1	0	0	-910	0	0	-910	0	0	-187
E5.1	0	0	1586	0	0	1586	0	0	1562
U.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N.2*	467	0	1150	386	0	1150	386	0	1150
N.4	0	0	1731	0	0	1673	0	0	1673

SRODEK CIEZKOSCI W WAR. JAK NIZEJ

: --- X --- Y --- Z ---

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6 Operator :BOO Rew.:A

Zbiornik pusty .....: 43 0 538  
Warunki próby zbiornika (proba z woda).....: 32 0 579  
Warunki ruchowe zbiornika.....: 31 0 580

## Maksymalne ciśnienie dopuszczalne MAWP

ID	Rodzaj elem.	MAWP nowy i zimny	MAWP gorący i skorod.
S1.1	Plaszcz walcowy	8.98 MPa	6.86 MPa
E2.1	Dno elipsoidalne	8.70 MPa	6.29 MPa
E5.1	Dno płaskie przykrec	2.50 MPa	2.20 MPa

Przypis: Inne warunki mogą ograniczać MAWP niż te sprawdzone powyżej.

## Cisnienie próby

Cisnienie obliczeniowe.....: 1.4 MPa

Temperatura obliczeniowa.....: 50.0 C

ID	Grub.	P obl.	P test	Cisn. Hydrostatycz.	PT na gorze	PT na dole	Maks. PT
S1.1	12.7	1.415	2.002	0.017	1.999	2.019	12.823
E2.1	12.7	1.415	2.002	0.020	1.985	2.022	12.434
E5.1	48.0	1.400	2.002	0.002	2.001	2.004	3.572

CISNIENIE PRÓBY ZBIORNIKA - NOWY I ZIMNY W PIONIEPIONOWE

A) CISNIENIE PROBNE U GORY ZBIORNIKA PT (gaz+slup wody) 2.002 MPa

B) CISNIENIE PROBNE U DOLU ZBIORNIKA PT (gaz+slup wody) 2.022 MPa

Cisnienie obliczeniowe.....: 1.4 MPa

Temperatura obliczeniowa.....: 50.0 C

ID	Grub.	P obl.	P test	Cisn. Hydrostatycz.	PT na gorze	PT na dole	Maks. PT
S1.1	12.7	1.415	2.002	0.009	1.999	2.011	12.823
E2.1	12.7	1.415	2.002	0.009	1.999	2.011	12.434
E5.1	48.0	1.400	2.002	0.010	2.000	2.012	3.572

CISNIENIE PRÓBY ZBIORNIKA - NOWY I ZIMNY W PIONIEPOZIOME

A) CISNIENIE PROBNE U GORY ZBIORNIKA PT (gaz+slup wody) 2.002 MPa

B) CISNIENIE PROBNE U DOLU ZBIORNIKA PT (gaz+slup wody) 2.012 MPa

## Wykaz materiałów

ID	No	Opis	Opis elementu	Norma materiałowa
E2.1	1	Dno elipsoidalne-End Cap	De= 609.6, wt= 12.7, h= 157.25	ID 6, 1.0473 EN 10028-2 P355GH plate and
E5.1	1	Dno płaskie przykrec-End Cover	Do= 812.8, wt= 48	ID 6, 1.0473 EN 10028-2 P355GH plate and
F.1	1	WN - Kolnierz-Flange on Closure	OD= 812.8, ID= 590.2, thk= 46, h= 88.75, g1= 36.70	ID 1, ASTM A106B M 0
F.1	20	Sruby	1 1/4"(1.25), Pole= 599.35	ID 7, EN 10269:1999, 1.4404 X2CrNiMo17-12-2 bar, bolt
N.1	1	Flange:ANSI B16.5:Class 150 lbs	WN Welding Neck, 1a RF Raised Face	1.4 - Carbon Steel - A515 60, A516 60, A350 LF1
N.1	1	Króciec, Rura bez sz-Inlet	8" do=219,wt=12.7,L=227.2,ho=198,PAD OD=419	ID 3, API 5L B Plate M 0
N.1	1	Nakładka wzmacniająca	PAD OD=419, wt= 12.7, width= 100	ID 6, 1.0473 EN 10028-2 P355GH plate and
N.2*	1	Flange:ANSI B16.5:Class 150 lbs	WN Welding Neck, 1a RF Raised Face	1.4 - Carbon Steel - A515 60, A516 60, A350 LF1
N.2*	1	Króciec, Rura bez sz-Outlet	8" do=219,wt=12.7,L=227.2,ho=198,PAD OD=419	ID 3, API 5L B Plate M 0
N.2*	1	Nakładka wzmacniająca	PAD OD=419, wt= 12.7, width= 100	ID 6, 1.0473 EN 10028-2 P355GH plate and
N.3	1	Króciec, Rura bez sz-Drain	2" do=60.3,wt=8.74,L=113.1,ho=100	ID 1, ASTM A106B M 0

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File

Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6 Operator :BOO Rew.:A

ID	No	Opis	Opis elementu	Norma materialowa
N.4	1	Flange:ANSI B16.5:Class 150 lbs	WN Welding Neck, 1a RF Raised Face	1.4 - Carbon Steel - A515 60, A516 60, A350 LF1
N.4	1	Króciec, Rura bez sz-Vent	2" do=60.3,wt=3.91,L=150,ho=150	ID 4, ASTM A106B M 0
N.4	1	Nakładka wzmacniająca		
S1.1	1	Plaszcz walcowy-Main Shell	De= 609.6, en= 12.7, L= 1426	ID 6, 1.0473 EN 10028-2 P355GH plate and
SK.1	1	Basering	PL. 24, OD= 926, ID= 496	ID 6, 1.0473 EN 10028-2 P355GH plate and
SK.1	1	Podpora cylindryczna-Skirt Support	Dz= 606Dzb= 606, ez= 6, hz= 512.6475	ID 1, ASTM A106B M 0
SK.1	4	Bolts	M27x3, Area= 427.1	ID 7, EN 10269:1999, 1.4404 X2CrNiMo17-12-2 bar, bolt
U.1	1	Okreslone przez uzyt-PIPE	L=610, Ø=300	

## Uwagi, ostrzezenia i bledy

ID & Comp. Description	Przypisy/Uwagi/Informacje o bledach

CALKOWITA ILOSC BLEDOW/OSTRZEZEN: 0

## Specyfikacja kroccow

ID	Serwis	ROZMIAR	NORMA--KLASA--RODZAJ--PRZYLGA--WYKAZ
N.1	Inlet	8"	ANSI B16.5 150 lbs WN S-RF Raised Face SCH 80S
N.2*	Outlet	8"	ANSI B16.5 150 lbs WN S-RF Raised Face SCH 80S
N.3	Drain	2"	ANSI B16.5 150 lbs LJ K-RF Raised Face SCH 160
N.4	Vent	2"	ANSI B16.5 150 lbs WN S-RF Raised Face SCH 40

## Obciazenie kroccow

ID	Opis obciazenia	Obciazenia kroccow
LC.1	Obciazenia naN.1	Fz=0/5.483kN,My=0/6.1776,Mx=0/6.1776,Mt=0/6.1776kN
LE.1	Obciazenia naN.3	Fz=0/1.039kN,My=0/.3779,Mx=0/.3779,Mt=0/.3779kNm,F

## Maksymalne wykorzystanie elementu - Umax

ID	Rodzaj elemen.	Umax(%)	Ograniczone przez
S1.1	Plaszcz walcowy	39.5%	Internal Pressure
E2.1	Dno elipsoidalne	49.4%	Internal Pressure
N.1	Króciec, Rura bez sz	88.8%	ANSI 150lb-Flange Rating(at 50
N.3	Króciec, Rura bez sz	89.2%	ANSI 150lb-Flange Rating(at 50
F.1	WN - Kolnierz	61.5%	Radial+Hub Stress
SK.1	Podpora cylindryczna	19.8%	Min.Thk.of Base Ring
LC.1	Krociec/Obc. miejsce	51.8%	PhiAll NA KRAWEDZI NAKLADKI
LE.1	Krociec/Obc. miejsce	42.5%	PhiAll NA Dz KRÓCCA
E5.1	Dno plaskie przykrec	81.8%	End Thickness
U.1	Okreslone przez uzyt	65.0%	Utilization Check
FA.3	Obliczenia zmeczenie	65.6%	SK.1 - 15232 Cycles
N.2*	Króciec, Rura bez sz	88.8%	Nozzle Reinforcement
N.4	Króciec, Rura bez sz	88.0%	ANSI 150lb-Flange Rating(at 50

Element z najwyzszym stopniem wykorzystania Umax = 89.2% N.3 Drain

Sredni stopien wykorzystania wszystkich elem. U<sub>sr</sub>= 64.0%

**Dane materialowe/Wlasnosci mechaniczne**

ID	Nazwa Materialu	Temp	Rm	Rp	Rpt	f_d	f20	ftest	E-mod	Przypis
1	ASTM A106B M 0 TG1 , , Max.T=999mm, SG=7.85	50	413.8	240	240	160	160	0	0	
2	API 5L B Plate M 0 TG1 , , Max.T=999mm, SG=7.85	50	413.8	240	240	160	160	0	0	
6	1.0473 EN 10028-2 P355GH plate and TG1 , , Max.T= 60mm, SG=7.85	50	510	318	318	212	212	302.9	209659	
7	EN 10269:1999, 1.4404 X2CrNiMo17-12-2 bar, bolt TG1 , , Max.T= 160mm, SG=7.93	50	500	200	200	125	125	187.5	197420	
8	EN 10028-2:2003, 1.0425 P265GH plate and strip, HT:N TG1, CS, Mat.Group:1.1, , Max.T= 16mm, SG=7.85	50	410	265	265	170.8	170.8	252.4	209659	a)
9	EN 10028-2:2003, 1.7335 13CrMo4-5 plate and strip, HT:NT QA TG1, CS, Mat.Group:5.1, , Max.T= 16mm, SG=7.85	55	450	300	293.1	187.5	187.5	285.7	209304	a)
10	EN 10216-2:2002, 1.0425 P265GH seamless tube, HT:N TG1, CS, Mat.Group:1.1, , Max.T= 16mm, SG=7.85	50	410	265	265	170.8	170.8	252.4	209659	a)
12	EN 10216-5, 1.4462 X2CrNiMoN22-5-3 TG1, CS, , Max.T= 30mm, SG=7.93	50	640	450	450	266.7	266.7	428.6	197420	

## Przypisy:

PC :Karta Proces. Nr:

TG : Grupa Badan 1 do 4

t maks: Maks.grubosci dla podanego zakresu napr., 0 lub 999= Bez ograniczenia

S/C : CS = Stal weglova, SS = Stal kwasoodp.

SG : SG = Ciezar wlasciwy (Woda = 1.0)

Rm : MIN. WYTRZYMALOSC NA ROZCIAGANIE w temp. otoczenia

Rp : MIN. GRANICA PLASTYCZNOSCI w temp. otoczenia

Rpt : MIN. GRANICA PLASTYCZNOSCI w temp. obliczeniowej

f\_d : NAPREZENIE OBLICZENIOWE w temp. obliczeniowej

f20 : NAPREZENIE OBLICZENIOWE w temp. otoczenia

GRP : 1.1 = stale o okreslonej granicy plastycznosci ReH &lt;=275 N/mm2

GRP : 1.0 = Steels with a specified minimum yield strength ReH &lt;= 460 N/mm2 a and with analysis in %:C &lt;= 0,25, Si &lt;= 0,60, Mn &lt;= 1,70, Mo &lt;= 0,70b,

S &lt;= 0,045, P &lt;= 0,045, Cu &lt;= 0,40b, Ni &lt;= 0,5b, Cr &lt;= 0,3 (0,4 for castings)b, Nb &lt;= 0,05, V &lt;= 0,12b, Ti &lt;= 0,05

GRP : 5.1 = Stale o 0,75 % &lt;= Cr &lt;= 1,5 % oraz Mo &lt;= 0,7 %

GRP : 5.0 = Cr?Mo steels free of vanadium with C &lt;= 0,35 %c

Przypis: a = Materialy powinny spelniac odpowiednie zasadnicze wymagania

bezpieczenstwa Dyrektywy 97/23/WE

HT : N = normalizowane

HT : NT = normalizowane i odpuszczane

HT : N = normalizowane

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-04 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 7.4.2 PLASZCZ WALCOWY

S1.1 Main Shell 16 Nov. 2005 23:28

## DANE WEJSCIOWE

### ELEMENT PRZYLCZONY/POLOZENIE

### DANE PROJEKTOWE

OBCIAZENIE CISNIENIEM: Obliczanie elementu tylko na cisnienie wewnetrzne  
KARTA PROCESOWA: DANE PROJEKTOWE : Temp= 50°C, P= 1.4MPa, c= 3mm, Pext= 0MPa  
GESTOSC WLASCIWA PLYNU ROBOCZEGO.....:SG 1.05  
SLUP CIECZY.....:LH 1500.00 mm

### DANE PLASZCZA

RODZAJ MATERIALU: Blacha  
WSPOLCZYNNIK ZLACZA SPAWANEGO: Grupa badan 1 (z=1.0)  
DOBOR SREDNICY: Obliczenie oparte o srednice zewnetrzna plaszczca  
1.0473 EN 10028-2 P355GH plate and THK<=60mm 50'C  
Rm=510 Rp=318 Rpt=318 f=212 f20=212 ftest=302.86 E=209659(N/mm2) ro=7.85  
SREDNICA ZEWNETRZNA PLASZCZA.....:De 609.60 mm  
DLUGOSC CZESCI WALCOWEJ PLASZCZA.....:Lcyl 1426.00 mm  
RZECZYWISTA GRUBOSC SCIANKI (w stanie nie skorodowanym) :en 12.70 mm  
UJEMNA TOLERANCJA WYKONANIA.....:th 0.00 mm

## WYNIKI OBLICZEN

### 7.4.2 - PLASZCZE WALCOWE POD CISNIENIEM WEWNETRZNYM

Minimalna wymagana grubosc plaszczca bez naddatku na korozje:  $e_{min}$   
 $e_{min} = De * P / (2 * f * z + P)$  (7.4-2)  
 $= 609.6 * 1.4155 / (2 * 212 * 1 + 1.4155) =$  2.03 mm

Minimalna wymagana grubosc plaszczca z naddatkiem na korozje:  $e_{min}$   
 $e_{mina} = e_{min} + c + th = 2.03 + 3 + 0 =$  5.03 mm

Obliczenie grubosci  
 $e_a = e_n - c - th = 12.7 - 3 - 0 =$  9.70 mm

»7.4.1. Warunki stosowania  $e_{min}/De = 0.0033 <= 0.16$  » OK«  
»Cisnienie wewnetrzne  $e_{mina} = 5.03 <= e_n = 12.7$ [mm] « » (U= 39.5%) OK«

### MAKSYMALNE DOPUSZCZALNE CISNIENIE ROBOCZE MAWP:

Srednica wewnetrzna plaszczca  
 $D_i = D_e - 2 * e_a = 609.6 - 2 * 9.7 =$  590.20 mm

Srednia srednica plaszczca  
 $D_m = (D_e + D_i) / 2 = (609.6 + 590.2) / 2 =$  599.90 mm

MAWP STAN GORACY I SKOROD. (skorodowany w temp. obliczeniowej)  
 $MAWPHC = 2 * f * z * e_a / D_m = 2 * 212 * 1 * 9.7 / 599.9 =$  6.86 MPa

MAWP STAN NOWY I ZIMNY (nowy przy temp. otoczenia)  
 $MAWPNC = 2 * f_{20} * z * (e_a + c) / D_m$   
 $= 2 * 212 * 1 * (9.7 + 3) / 599.9 =$  8.98 MPa

### MAKSYMALNE CISNIENIE PRÓBY (Stan nieskorodowany w temp. otoczenia)

$P_{tmax} = 2 * f_{test} * z_{test} * (e_a + c) / D_m$   
 $= 2 * 302.86 * 1 * (9.7 + 3) / 599.9 =$  12.82 MPa

### EN13445-5; 10.2.3.3 WYMAGANE MINIMALNE CISNIENIE PRÓBY HYDRAULICZNEJ: $P_{tmin}$

NOWY W TEMP. OTOCZENIA DLA GRUPY BADAN 1,2 i 3  
 $P_{tmin} = \text{MAX}(1.43 * P_d, 1.25 * P_d * f_{20} / f)$   
 $= \text{MAX}(1.43 * 1.4, 1.25 * 1.4 * 212 / 212) =$  2.00 MPa

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-04 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 7.4.2 PLASZCZ WALCOWY

S1.1 Main Shell 16 Nov. 2005 23:28

»Cisnienie próby  $P_{tmin}=2. \leq P_{tmax}=12.82[MPa]$  « » (U= 15.6%) OK«

## MAKSYMALNA SREDNICA OTWORU NIEWZMOCNIONEGO W PLASZCZU

Promien wewnetrzny blaszka

$$r_{is} = D_i / 2 (9.5-3) = 590.2/2 = 295.10 \text{ mm}$$

Dlugosc blaszka uwzgledniana przy obliczaniu wzmacnienia

$$I_s = \text{Sqr}((2 * r_{is} + e_a) * e_a) \quad (9.5-2)$$

$$= \text{Sqr}((2 * 295.1 + 9.7) * 9.7) = 76.28 \text{ mm}$$

Maks. srednica otworu w blaszku nie wymagajacego wzmacnienia sprawdzona wg zasad w rozdz. 9

$$d_{max1} = (e_a * I_s * (f - 0.5 * P) / P - r_{is} * I_s) / (0.5 * r_{is} + 0.5 * e_a) \quad (9.5-7, 22, 23)$$

$$= (9.7 * 76.28 * (212 - 0.5 * 1.4155) / 1.4155 - 295.1 * 76.28) / (0.5 * 295.1 + 0.5 * 9.7)$$

$$= 295.10 \text{ mm}$$

Sprawdzenie maksymalnej srednicy otworu nie wymagajacego wzmacnienia

$$d_{max2} = 0.15 * \text{Sqr}((2 * r_{is} + e_a) * e_a) \quad (9.5-18)$$

$$= 0.15 * \text{Sqr}((2 * 295.1 + 9.7) * 9.7) = 11.44 \text{ mm}$$

Maks. srednica otworu nie wymagajacego wzmacnienia

$$d_{max} = \text{MAX}(d_{max1}, d_{max2}) = \text{MAX}(295.1, 11.44) = 295.10 \text{ mm}$$

## STRESZCZENIE OBLICZEN

### 7.4.2 - PLASZCZE WALCOWE POD CISNIENIEM WEWNETRZNYM

Minimalna wymagana grubosc blaszka bez nadatku na korozje:  $e_{min}$

$$e_{min} = D_e * P / (2 * f * z + P) \quad (7.4-2)$$

$$= 609.6 * 1.4155 / (2 * 212 * 1 + 1.4155) = 2.03 \text{ mm}$$

Minimalna wymagana grubosc blaszka z nadatkiem na korozje:  $e_{min}$

$$e_{min_a} = e_{min} + c + t_h = 2.03 + 3 + 0 = 5.03 \text{ mm}$$

»Cisnienie wewnetrzne  $e_{min_a}=5.03 \leq e_n=12.7[mm]$  « » (U= 39.5%) OK«

### MAKSYMALNE CISNIENIE PRÓBY (Stan nieskorodowany w temp. otoczenia)

$$P_{tmax} = 2 * f_{test} * z_{test} * (e_a + c) / D_m$$

$$= 2 * 302.86 * 1 * (9.7 + 3) / 599.9 = 12.82 \text{ MPa}$$

### EN13445-5; 10.2.3.3 WYMAGANE MINIMALNE CISNIENIE PRÓBY HYDRAULICZNEJ: $P_{tmin}$

NOWY W TEMP. OTOCZENIA DLA GRUPY BADAN 1,2 i 3

$$P_{tmin} = \text{MAX}(1.43 * P_d, 1.25 * P_d * f_{20} / f)$$

$$= \text{MAX}(1.43 * 1.4, 1.25 * 1.4 * 212 / 212) = 2.00 \text{ MPa}$$

»Cisnienie próby  $P_{tmin}=2. \leq P_{tmax}=12.82[MPa]$  « » (U= 15.6%) OK«

### MAKSYMALNA SREDNICA OTWORU NIEWZMOCNIONEGO W PLASZCZU

Maks. srednica otworu nie wymagajacego wzmacnienia

$$d_{max} = \text{MAX}(d_{max1}, d_{max2}) = \text{MAX}(295.1, 11.44) = 295.10 \text{ mm}$$

UWAGA: BLACHY WG EN-10028 ZAZWYCZAJ DOPUSZCZAJA UJEMNA TOLERANCJE 0,3 mm

Objetosc: 0.39 m<sup>3</sup> Ciezar: 266.6 kg (SG= 7.85)

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-04 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 7.5 DNA TLOCZONE

E2.1 End Cap 16 Nov. 2005 23:28 ConnID:S1.1

## DANE WEJSCIOWE

### ELEMENT PRZYLACZONY/POLOZENIE

Mocowanie: S1.1 Plaszcz walcowy Main Shell

Polozenie: Wzdłuż osi "z" zo= 0

### DANE PROJEKTOWE

OBCIAZENIE CISNIENIEM: Obliczanie elementu tylko na ciśnienie wewnętrzne

KARTA PROCESOWA: DANE PROJEKTOWE : Temp= 50°C, P= 1.4MPa, c= 3mm, Pext= 0MPa

GESTOSC WLASCIWA PLYNU ROBOCZEGO.....:SG 1.05

SLUP CIECZY.....:LH 1500.00 mm

### WYMIARY DNA

Rodzaj dna elipsoidalnego: Dno półelipsoidalne R:h 2:1

WSPÓLCZYNNIK ZŁACZA SPAWANEGO: Grupa badan 1 (z=1.0)

SREDNICA WEWNETRZNA PLASZCZA (w stanie skorodowanym):Di 590.20 mm

DLUGOSC CZESCI WALCOWEJ DNA .....:Lcyl 150.00 mm

UJEMNA TOLERANCJA WYKONANIA.....:th 1.00 mm

GRUBOSC RZECZYWISTA DNA (w stanie nie skorodowanym):en 12.70 mm

### DANE MATERIAŁU DNA

1.0473 EN 10028-2 P355GH plate and THK<=60mm 50'C

Rm=510 Rp=318 Rpt=318 f=212 f20=212 ftest=302.86 E=209659(N/mm2) ro=7.85

Material i forma dostawy:

Austenityczne, bezszwowe stale kwasoodporne NIE gięte na zimno

### KRÓCCE NA WYOBLENIU DO ROZDZ. 7.7

Króćce na wyobleniu: Nie

## WYNIKI OBLICZEN

### 7.5.4 DNA ELIPSOIDALNE POD CISNIENIEM WEWNETRZNYM

$K = Di / (2 * hi) (7.5-18) = 590.2 / (2 * 147.55) = 2.00$

### Warunki stosowania - Dna elipsoidalne

»Sprawdzenie geometrii  $K=2 < 2.2$  » OK«

»Sprawdzenie geometrii  $K=2 > 1.7$  » OK«

### Dna elipsoidalne powinny być obliczane jako odpowiednik dna koszykowego przy:

$r = Di * (0.5 / K - 0.08) (7.5-19) = 590.2 * (0.5 / 2 - 0.08) = 100.33$

$R = Di * (0.44 * K + 0.02) (7.5-20) = 590.2 * (0.44 * 2 + 0.02) = 531.18$

### 7.5.3.2 Minimalna wymagana grubosc dna

Wymagana grubosc dna dla granicznego naprezenia blonowego w czesci centralnej

$es = P * R / (2 * f * z - 0.5 * P) (7.5-1)$

$= 1.4155 * 531.18 / (2 * 212 * 1 - 0.5 * 1.4155) = 1.78 \text{ mm}$

$fb = Rpt / 1.5 (7.5-4) = 318 / 1.5 = 212.00 \text{ N/mm}^2$

Wymagana grubosc wyoblenia dla unikniecia odkształcen plastycznych

$eb = (0.75 * R + 0.2 * Di) * ((P / (111 * fb)) * (Di / r) ^ 0.825) ^ (0.667) (7.5-3)$

$= (0.75 * 531.18 + 0.2 * 590.2) * ((1.4155 / (111 * 212)) * (590.2 / 100.33) ^ 0.825) ^ (0.667)$

$= 2.10 \text{ mm}$

### 7.5.3.5 Wzory do obliczenia współczynnika Beta

$Y = \text{MIN}(emin / R, 0.04) (7.5-9) = \text{MIN}(2.27 / 531.18, 0.04) = 0.0043$

$Z = \text{LOG}(1 / Y) (7.5-10) = \text{LOG}(1 / 0.0043) = 2.37$

$X = r / Di (7.5-11) = 100.33 / 590.2 = 0.1700$

$N = 1.006 - 1 / (6.2 + (90 * Y) ^ 4) (7.5-12)$

$= 1.006 - 1 / (6.2 + (90 * 0.0043) ^ 4) = 0.8453$

$\text{Beta}01 = N * (-0.1833 * Z ^ 3 + 1.0383 * Z ^ 2 - 1.2943 * Z + 0.837) (7.5-15)$

$= 0.8453 * (-0.1833 * 2.37 ^ 3 + 1.0383 * 2.37 ^ 2 - 1.2943 * 2.37 + 0.837) = 0.9815$

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-04 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 7.5 DNA TLOCZONE

E2.1 End Cap 16 Nov. 2005 23:28 ConnID:S1.1

$$\text{Beta02} = \text{MAX}(0.5, 0.95 * (0.56 - 1.94 * Y - 82.5 * Y^2)) \quad (7.5-17)$$

$$= \text{MAX}(0.5, 0.95 * (0.56 - 1.94 * 0.0043 - 82.5 * 0.0043^2)) = 0.5227$$

$$\text{beta} = 10 * ((0.2 - X) * \text{Beta01} + (X - 0.1) * \text{Beta02}) \quad (7.5-16)$$

$$= 10 * ((0.2 - 0.17) * 0.9815 + (0.17 - 0.1) * 0.5227) = 0.6603$$

Wymagana grubosc wyoblenia dla unikniecia odkształcen poosiowych

$$e_y = \text{beta} * P * (0.75 * R + 0.2 * D_i) / f \quad (7.5-2)$$

$$= 0.6603 * 1.4155 * (0.75 * 531.18 + 0.2 * 590.2) / 212 = 2.28 \text{ mm}$$

Minimalna wymagana grubosc dna bez wspolcz. korozji:  $e_{min}$

$$e_{min} = e_{min} = 2.28 = 2.28 \text{ mm}$$

Minimalna wymagana grubosc dna z nadatkiem na korozje:

$$e_{minA} = e_{min} + c + th = 2.28 + 3 + 1 = 6.28 \text{ mm}$$

»Cisnienie wewnetrzne  $e_{minA}=6.28 \leq e_n=12.7[\text{mm}]$  « » (U= 49.4%) OK«

Obliczenie grubosci

$$e_a = e_n - c - th = 12.7 - 3 - 1 = 8.70 \text{ mm}$$

Srednica zewnetrzna plaszczca

$$D_e = D_i + 2 * (e_n - c) = 590.2 + 2 * (12.7 - 3) = 609.60 \text{ mm}$$

Srednia srednica plaszczca

$$D_m = (D_e + D_i) / 2 = (609.6 + 590.2) / 2 = 599.90 \text{ mm}$$

## 7.5.3.4 Minimalna wymagana grubosc czesci walcowej dna

$$L_{lim} = 0.2 * \text{SQR}(D_i * e_{min}) = 0.2 * \text{SQR}(590.2 * 2.28) = 7.33 \text{ mm}$$

Poniewaz  $L_{cyl} > L_{lim}$ , wymagana grubosc czesci walcowej dna wg 7.4.2

Minimalna grubosc czesci walcowej dna bez nadatku na korozje

$$e_{cyl} = P * D_i / (2 * f * z - P) \quad (7.4-1)$$

$$= 1.4155 * 590.2 / (2 * 212 * 1 - 1.4155) = 1.98 \text{ mm}$$

## MAKSYMALNE DOPUSZCZALNE CISNIENIE ROBOCZE MAWP : STAN NOWY I ZIMNY

$$P_s = 2 * f * z * e_a / (R + 0.5 * e_a) \quad (7.5-6)$$

$$= 2 * 212 * 1 * 11.7 / (528.18 + 0.5 * 11.7) = 9.29 \text{ MPa}$$

$$P_y = f * e_a / (\text{beta} * (0.75 * R + 0.2 * D_i)) \quad (7.5-7)$$

$$= 212 * 11.7 / (0.5542 * (0.75 * 528.18 + 0.2 * 590.2)) = 8.70 \text{ MPa}$$

$$P_B = 111 * f_b * (e_a / (0.75 * R + 0.2 * D_i))^{1.5} * (r / D_i)^{0.825} \quad (7.5-8)$$

$$= 111 * 212 * (11.7 / (0.75 * 528.18 + 0.2 * 590.2))^{1.5} * (100.33 / 590.2)^{0.825} = 18.72 \text{ MPa}$$

$$P_{max} \text{ (is the least of } P_s, P_y \text{ and } P_b) = P_{max} = 8.7 = 8.70 \text{ MPa}$$

## MAKSYMALNE DOPUSZCZALNE CISNIENIE ROBOCZE MAWP : STAN GORACY I SKORODOWANY

$$P_s = 2 * f * z * e_a / (R + 0.5 * e_a) \quad (7.5-6)$$

$$= 2 * 212 * 1 * 8.7 / (531.18 + 0.5 * 8.7) = 6.89 \text{ MPa}$$

$$P_y = f * e_a / (\text{beta} * (0.75 * R + 0.2 * D_i)) \quad (7.5-7)$$

$$= 212 * 8.7 / (0.5675 * (0.75 * 531.18 + 0.2 * 590.2)) = 6.29 \text{ MPa}$$

$$P_B = 111 * f_b * (e_a / (0.75 * R + 0.2 * D_i))^{1.5} * (r / D_i)^{0.825} \quad (7.5-8)$$

$$= 111 * 212 * (8.7 / (0.75 * 531.18 + 0.2 * 590.2))^{1.5} * (100.33 / 590.2)^{0.825} = 11.93 \text{ MPa}$$

$$P_{max} \text{ (is the least of } P_s, P_y \text{ and } P_b) = P_{max} = 6.29 = 6.29 \text{ MPa}$$

## MAKSYMALNE CISNIENIE PRÓBY (Stan nieskorodowany w temp. otoczenia)

$$P_s = 2 * f * z * e_a / (R + 0.5 * e_a) \quad (7.5-6)$$

$$= 2 * 302.86 * 1 * 11.7 / (528.18 + 0.5 * 11.7) = 13.27 \text{ MPa}$$

$$P_y = f * e_a / (\text{beta} * (0.75 * R + 0.2 * D_i)) \quad (7.5-7)$$

$$= 302.86 * 11.7 / (0.5542 * (0.75 * 528.18 + 0.2 * 590.2)) = 12.43 \text{ MPa}$$

$$P_B = 111 * f_b * (e_a / (0.75 * R + 0.2 * D_i))^{1.5} * (r / D_i)^{0.825} \quad (7.5-8)$$

$$= 111 * 302.86 * (11.7 / (0.75 * 528.18 + 0.2 * 590.2))^{1.5} * (100.33 / 590.2)^{0.825} = 26.75 \text{ MPa}$$

$$P_{max} \text{ (is the least of } P_s, P_y \text{ and } P_b) = P_{max} = 12.43 = 12.43 \text{ MPa}$$

## EN13445-5; 10.2.3.3 WYMAGANE MINIMALNE CISNIENIE PRÓBY HYDRAULICZNEJ: $P_{tmin}$

NOWY W TEMP. OTOCZENIA DLA GRUPY BADAN 1,2 i 3

$$P_{tmin} = \text{MAX}(1.43 * P_d, 1.25 * P_d * f_{20} / f)$$

$$= \text{MAX}(1.43 * 1.4, 1.25 * 1.4 * 212 / 212) = 2.00 \text{ MPa}$$

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-04 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 7.5 DNA TLOCZONE

E2.1 End Cap 16 Nov. 2005 23:28 ConnID:S1.1

»Cisnienie próby Ptmin=2. <= Pmax=12.43[MPa] « » (U= 16.1%) OK«

## Sprawdzenie maksymalnej srednicy otworu nie wymagajacego wzmocnienia , dmax

$$ris = 0.44 * Di ^ 2 / (2 * (h - (en - c))) + 0.02 * Di \quad (9.5-5)$$
$$= 0.44 * 590.2^2 / (2 * (157.25 - (12.7 - 3))) + 0.02 * 590.2 = 531.18 \text{ mm}$$

Dlugosc plaszcza uwzgledniana przy obliczaniu wzmocnienia

$$Is = Sqr((2 * ris + ea) * ea) \quad (9.5-2)$$

$$= Sqr((2 * 531.18 + 8.7) * 8.7) = 96.53 \text{ mm}$$

Maks. srednica otworu w plaszczu nie wymagajacego wzmocnienia sprawdzona wg zasad w rozdz. 9

$$dmax1 = (ea * Is * (f - 0.5 * P) / P - ris * Is) / (0.5 * ris + 0.5 * ea) \quad (9.5-7, 22, 23)$$

$$= (8.7 * 96.53 * (212 - 0.5 * 1.4155) / 1.4155 - 531.18 * 96.53) / (0.5 * 531.18 + 0.5 * 8.7)$$

$$= 274.45 \text{ mm}$$

Sprawdzenie maksymalnej srednicy otworu nie wymagajacego wzmocnienia

$$dmax2 = 0.15 * Sqr((2 * ris + ea) * ea) \quad (9.5-18)$$

$$= 0.15 * Sqr((2 * 531.18 + 8.7) * 8.7) = 14.48 \text{ mm}$$

Maks. srednica otworu nie wymagajacego wzmocnienia

$$dmax = \text{MAX}(dmax1, dmax2) = \text{MAX}(274.45, 14.48) = 274.45 \text{ mm}$$

## STRESZCZENIE OBLICZEN

### 7.5.4 DNA ELIPSOIDALNE POD CISNIENIEM WEWNETRZNYM

#### 7.5.3.2 Minimalna wymagana grubosc dna

Minimalna wymagana grubosc dna bez wspolcz. korozji: emin

$$emin = emin = 2.28 = 2.28 \text{ mm}$$

Minimalna wymagana grubosc dna z naddatkiem na korozje:

$$emina = emin + c + th = 2.28 + 3 + 1 = 6.28 \text{ mm}$$

»Cisnienie wewnetrzne emina=6.28 <= en=12.7[mm] « » (U= 49.4%) OK«

#### MAKSYMALNE DOPUSZCZALNE CISNIENIE ROBOCZE MAWP : STAN NOWY I ZIMNY

$$Pmax (\text{is the least of } Ps, Py \text{ and } Pb) = Pmax = 8.7 = 8.70 \text{ MPa}$$

#### MAKSYMALNE DOPUSZCZALNE CISNIENIE ROBOCZE MAWP : STAN GORACY I SKORODOWANY

$$Pmax (\text{is the least of } Ps, Py \text{ and } Pb) = Pmax = 6.29 = 6.29 \text{ MPa}$$

#### MAKSYMALNE CISNIENIE PRÓBY (Stan nieskorodowany w temp. otoczenia)

$$Pmax (\text{is the least of } Ps, Py \text{ and } Pb) = Pmax = 12.43 = 12.43 \text{ MPa}$$

#### EN13445-5; 10.2.3.3 WYMAGANE MINIMALNE CISNIENIE PRÓBY HYDRAULICZNEJ: Ptmin

NOWY W TEMP. OTOCZENIA DLA GRUPY BADAN 1,2 i 3

$$Ptmin = \text{MAX}(1.43 * Pd, 1.25 * Pd * f20 / f)$$

$$= \text{MAX}(1.43 * 1.4, 1.25 * 1.4 * 212 / 212) = 2.00 \text{ MPa}$$

»Cisnienie próby Ptmin=2. <= Pmax=12.43[MPa] « » (U= 16.1%) OK«

## Sprawdzenie maksymalnej srednicy otworu nie wymagajacego wzmocnienia , dmax

Maks. srednica otworu nie wymagajacego wzmocnienia

$$dmax = \text{MAX}(dmax1, dmax2) = \text{MAX}(274.45, 14.48) = 274.45 \text{ mm}$$

Objetosc:0.07 m3 Ciezar:65.5 kg (SG= 7.85)

**Ohmtech** Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-04 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 7.5 DNA TLOCZONE

E2.1 End Cap 16 Nov. 2005 23:28 ConnID:S1.1

**KOMENTARZ UZYTKOWNIKA :**

User comment at the end of the calculations

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-03 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 10.5 PRZYKRECANE OKRAGLE DNO PLASKIE

E5.1 End Cover 16 Nov. 2005 23:28 ConnID:F.1

## DANE WEJSCIOWE

### ELEMENT PRZYŁACZONY/POLOZENIE

Mocowanie: F.1 WN - Kolnierz Flange on Closure S1.1

Polozenie: Wzdłuż osi "z" z1= 1562.35

### DANE PROJEKTOWE

KARTA PROCESOWA: DANE PROJEKTOWE : Temp= 50°C, P= 1.4MPa, c= 3mm

GESTOSC WLASCIWA PLYNU ROBOCZEGO.....:SG 1.05

SLUP CIECZY.....:LH 0.00 mm

### DATA FOR MATCHING FLANGE(F.1)

RODZAJ KOLNIERZA ZASLEPIAJACEGO:

Kolnierz zaslepiający z uszczelką całkowicie wewnątrz średnicy podziałowej śrub

SREDNICA ZEWNĘTRZNA KRYZY KOLNIERZA.....:A 812.80 mm

SREDNICA PODZIAŁOWA OTWORÓW POD SRUBY .....:C 749.30 mm

LICZBA SRUB .....:n 20.00

SREDNICA OTWORÓW POD SRUBY.....:d 34.90 mm

NACIAG MONTAZOWY SRUB KOLNIERZA.....:W 1101.99 kN

SREDNICA DZIAŁANIA SIŁY REAKCJI OD USZCZELKI.....:G 621.20 mm

WSPÓLCZYNNIK USZCZELKI.....:m 3.75

SZEROKOSC EFEKTYWNA USZCZELKI.....:b 6.90 mm

### DANE KOLNIERZA ZASLEPIAJACEGO

GRUBOSC RZECZYWISTA DNA (w stanie nie skorodowanym)..:en 48.00 mm

GRUBOSC KOLNIERZA (w stanie nie skorodowanym).....:e 42.00 mm

1.0473 EN 10028-2 P355GH plate and THK<=60mm 50°C

Rm=510 Rp=318 Rpt=318 f=212 f20=212 ftest=302.86 E=209659(N/mm2) ro=7.85

## 10.5.2.1 MINIMALNA GRUBOSC DNA PŁASKIEGO Z USZCZELKĄ WĄSKĄ e

Warunki montażowe

$ea = \text{Sqr}(3 * (C - G) / (\text{PI} * G) * (W / f20))$  (10.5-3)

$= \text{Sqr}(3 * (749.3 - 621.2) / (3.14 * 621.2) * (1101.99 / 212)) =$  31.99 mm

Warunki ruchowe

$eP = \text{Sqr}((0.31 * G^2 + 3 * (G / 4 + 2 * b * m) * (C - G)) * P / f)$  (10.5-4)

$= \text{Sqr}((0.31 * 621.2^2 + 3 * (621.2 / 4 + 2 * 6.9 * 3.75) * (749.3 - 621.2)) * 1.4 / 212) =$  36.27 mm

Grubość minimalna z wyłączeniem nadatku na korozję  $e_{min}$

$e_{min} = \text{Max}(ea, eP)$  (10.5-2) =  $\text{Max}(31.99, 36.27) =$  36.27 mm

Grubość minimalna z uwzględnieniem nadatku na korozję e

$e = e_{min} + c = 36.269 + 3 =$  39.27 mm

»Grubość dna  $e_n=48 \geq e=39.269$ » (U= 81.8%) OK«

## 10.5.2.2 MINIMALNA GRUBOSC KRYZY KOLNIERZOWEJ DNA e1

$eP1 = \text{Sqr}(3 * (G / 4 + 2 * b * m) * (C - G) * P / f)$  (10.5-6)

$= \text{Sqr}(3 * (621.2 / 4 + 2 * 6.9 * 3.75) * (749.3 - 621.2) * 1.4 / 212) =$  22.92 mm

$e1 = \text{Max}(ea, eP1) = \text{Max}(31.99, 22.92) =$  31.99 mm

»Grubość kryzy kolnierzowej  $e_b=42 \geq e1=31.994$ » (U= 76.1%) OK«

## 10.5.1.2 WYMAGANIA DLA PODZIAŁU SRUB

Maksymalna podziałka śrub

$t_{Bmax} = 2 * d + 6 * (eb - c) / (0.5 + m)$  (10.5-1)

$= 2 * 34.9 + 6 * (42 - 3) / (0.5 + 3.75) =$  124.86 mm

Aktualna podziałka śrub

$t_{Bact} = \text{PI} * C / n = 3.14 * 749.3 / 20 =$  117.70 mm

»Sprawdzenie podziałki śrub  $t_{Bact}=117.7 \leq t_{Bmax}=124.86$ » OK«

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-03 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 10.5 PRZYKRECANE OKRAGLE DNO PLASKIE

E5.1 End Cover 16 Nov. 2005 23:28 ConnID:F.1

**MAKSYMALNE DOPUSZCZALNE CISNIENIE ROBOCZE MAWP : STAN NOWY I ZIMNY**

$$P_{max} = ea^2 * f / (0.3 * G^2 + 3 * (G/4 + 2 * b * m) * (C - G))$$

$$= 48^2 * 212 / (0.3 * 621.2^2 + 3 * (621.2/4 + 2 * 6.9 * 3.75) * (749.3 - 621.2)) = \underline{\underline{2.50 \text{ MPa}}}$$

**MAKSYMALNE DOPUSZCZALNE CISNIENIE ROBOCZE MAWP : STAN GORACY I SKORODOWANY**

$$P_{max} = ea^2 * f / (0.3 * G^2 + 3 * (G/4 + 2 * b * m) * (C - G))$$

$$= 45^2 * 212 / (0.3 * 621.2^2 + 3 * (621.2/4 + 2 * 6.9 * 3.75) * (749.3 - 621.2)) = \underline{\underline{2.20 \text{ MPa}}}$$

**MAKSYMALNE CISNIENIE PRÓBY (Stan nieskorodowany w temp. otoczenia)**

$$P_{max} = ea^2 * f / (0.3 * G^2 + 3 * (G/4 + 2 * b * m) * (C - G))$$

$$= 48^2 * 302.86 / (0.3 * 621.2^2 + 3 * (621.2/4 + 2 * 6.9 * 3.75) * (749.3 - 621.2)) = \underline{\underline{3.57 \text{ MPa}}}$$

**EN13445-5; 10.2.3.3 WYMAGANE MINIMALNE CISNIENIE PRÓBY HYDRAULICZNEJ: P<sub>tmin</sub>**

NOWY W TEMP. OTOCZENIA DLA GRUPY BADAN 1,2 i 3

$$P_{tmin} = \text{MAX}(1.43 * P_d, 1.25 * P_d * f_{20} / f)$$

$$= \text{MAX}(1.43 * 1.4, 1.25 * 1.4 * 212 / 212) = \underline{\underline{2.00 \text{ MPa}}}$$

»Cisnienie próby P<sub>tmin</sub>=2. <= P<sub>tmax</sub>=3.57[MPa] « » (U= 56%) OK«**STRESZCZENIE OBLICZEN****10.5.2.1 MINIMALNA GRUBOSC DNA PLASKIEGO Z USZCZELKA WASKA e**Grubosc minimalna z wyliczeniem nadatku na korozje e<sub>min</sub>

$$e_{min} = \text{Max}(e_A, e_P) (10.5-2) = \text{Max}(31.99, 36.27) = \underline{\underline{36.27 \text{ mm}}}$$

Grubosc minimalna z uwzględnieniem nadatku na korozje e

$$e = e_{min} + c = 36.269 + 3 = \underline{\underline{39.27 \text{ mm}}}$$

»Grubosc dna en=48 &gt;= e=39.269« » (U= 81.8%) OK«

**10.5.2.2 MINIMALNA GRUBOSC KRYZY KOLNIERZOWEJ DNA e<sub>1</sub>**

$$e_1 = \text{Max}(e_A, e_{P1}) = \text{Max}(31.99, 22.92) = \underline{\underline{31.99 \text{ mm}}}$$

»Grubosc kryzy kolnierzowej eb=42 >= e<sub>1</sub>=31.994« » (U= 76.1%) OK«**10.5.1.2 WYMAGANIA DLA PODZIAŁU SRUB**»Sprawdzenie podziałki srub t<sub>Bact</sub>=117.7 <= t<sub>Bmax</sub>=124.86« » OK«**MAKSYMALNE DOPUSZCZALNE CISNIENIE ROBOCZE MAWP : STAN NOWY I ZIMNY**

$$P_{max} = ea^2 * f / (0.3 * G^2 + 3 * (G/4 + 2 * b * m) * (C - G))$$

$$= 48^2 * 212 / (0.3 * 621.2^2 + 3 * (621.2/4 + 2 * 6.9 * 3.75) * (749.3 - 621.2)) = \underline{\underline{2.50 \text{ MPa}}}$$

**MAKSYMALNE DOPUSZCZALNE CISNIENIE ROBOCZE MAWP : STAN GORACY I SKORODOWANY**

$$P_{max} = ea^2 * f / (0.3 * G^2 + 3 * (G/4 + 2 * b * m) * (C - G))$$

$$= 45^2 * 212 / (0.3 * 621.2^2 + 3 * (621.2/4 + 2 * 6.9 * 3.75) * (749.3 - 621.2)) = \underline{\underline{2.20 \text{ MPa}}}$$

**MAKSYMALNE CISNIENIE PRÓBY (Stan nieskorodowany w temp. otoczenia)**

$$P_{max} = ea^2 * f / (0.3 * G^2 + 3 * (G/4 + 2 * b * m) * (C - G))$$

$$= 48^2 * 302.86 / (0.3 * 621.2^2 + 3 * (621.2/4 + 2 * 6.9 * 3.75) * (749.3 - 621.2)) = \underline{\underline{3.57 \text{ MPa}}}$$

**EN13445-5; 10.2.3.3 WYMAGANE MINIMALNE CISNIENIE PRÓBY HYDRAULICZNEJ: P<sub>tmin</sub>**

NOWY W TEMP. OTOCZENIA DLA GRUPY BADAN 1,2 i 3

$$P_{tmin} = \text{MAX}(1.43 * P_d, 1.25 * P_d * f_{20} / f)$$

$$= \text{MAX}(1.43 * 1.4, 1.25 * 1.4 * 212 / 212) = \underline{\underline{2.00 \text{ MPa}}}$$

»Cisnienie próby P<sub>tmin</sub>=2. <= P<sub>tmax</sub>=3.57[MPa] « » (U= 56%) OK«

**Ohmtech** Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-03 Operator :BOO Rev.:A

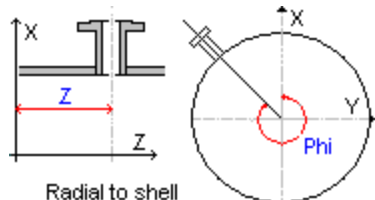
EN13445 - 10.5 PRZYKRECANE OKRAGLE DNO PLASKIE

E5.1 End Cover 16 Nov. 2005 23:28 ConnID:F.1

Objetosc:0 m3 Ciezar:195 kg (SG= 7.85 )

**DANE WEJSCIOWE****ELEMENT PRZYŁACZONY/POŁOŻENIE**

Mocowanie: S1.1 Plaszcz walcowy Main Shell



Radial to shell

Orientacja i położenie krócca: Promieniowo do plaszcza

Położenie "z" krócca wzdłuż osi przyłączenia.....:z 220.00 mm

Kat obrotu osi krócca w płaszczyźnie x-y.....:Phi 0.00 Degr.

**DANE PROJEKTOWE**

Rodzaj otworu: Krócce z kolnierzami wg ANSI lub DIN wraz z zaslepiającym

KARTA PROCESOWA: DANE PROJEKTOWE : Temp= 50°C, P= 1.4MPa, c= 3mm

GESTOSC WŁASCIWA PLYNU ROBOCZEGO.....:SG 1.05

SLUP CIECZY.....:LH 1280.00 mm

**DANE PLASZCZA (S1.1)**

Rodzaj plaszcza: Plaszcz walcowy

SREDNICA ZEWNETRZNA PLASZCZA.....:De 609.60 mm

RZECZYWISTA GRUBOSC SCIANKI (w stanie nie skorodowanym) :en 12.70 mm

UJEMNA TOLERANCJA WYKONANIA.....:th 0.00 mm

1.0473 EN 10028-2 P355GH plate and THK&lt;=60mm 50'C

Rm=510 Rp=318 Rpt=318 fs=212 f20=212 ftest=302.86 E=209659(N/mm2) ro=7.85

**DANE MATERIAŁU KRÓCCA**

Forma dostawy: Rura bez szwu

API 5L B Plate M 0 THK&lt;=999mm 50'C

Rm=413.8 Rp=240 Rpt=240 fb=160 f20=160 ftest=0 (N/mm2)

**DANE WYMIAROWE KRÓCCA**

Mocowanie: Króciec wpuszczany

Kształt krócca/otworu: Okragly

SREDNICA ZEWNETRZNA KRÓCCA.....:deb 219.00 mm

RZECZYWISTA GRUBOSC KRÓCCA (w stanie nie skorodowanym):enb 12.70 mm

Wielkosc krócca i kolnierza: 8"

Komentarz (opcjonalnie): SCH 80S

UJEMNA ODCHYLKA.....: 12.50 %

WYSOKOSC KRÓCCA MIERZONA OD SREDNICY ZEWNETRZNEJ ZBIORNIKA:ho 198.00 mm

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 9.5 OTWORY POJEDYNCZE W PLASZCZACH

N.1 Inlet 16 Nov. 2005 23:28 ConnID:S1.1

## POLOZENIE KRÓCCÓW / ORIENTACJA

Króciec przechodzący przez spoine: Króciec nie przechodzi przez spoine płaszczka  
KAT PhiC (UKOSNA W PRZEKROJU POPRZECZNYM SEKCJI) Rys. 9.5-2:PhiC 0.00 Degr.  
KAT PhiL ( UKOSNA W PRZEKROJU PODLUZNYM SEKCJI) Rys. 9.5-1 :PhiL 0.00 Degr.

## DANE KOLNIERZA

A: Kolnierz znormalizowany: Kolnierze ANSI B16.5  
E: Klasa ciśnienia: ANSI B16.5:Class 150 lbs  
C: Rodzaj kolnierza: WN Szyjkowy do przyspawania  
D: Szkic przyłgi/przyłga ANSI (Table 3.8.3(2)): 1a RF Raised Face  
Kategoria materiału kolnierza: 1.4 - Carbon Steel - A515 60, A516 60, A350 LF1

## DANE DOTYCZĄCE SPAWANIA

Nozzle/Pad to Shell Welding Area:  
1.3 - Carbon Steel - A515 65, A515 65 (BS 1501 151/161 430)

## DANE NAKŁADKI WZMACNIAJĄCEJ



Rodzaj nakładki: Nakładka pojedyncza  
GRUBOSC NAKŁADKI WZMACNIAJĄCEJ.....:eap 12.70 mm  
SZEROKOSC NAKŁADKI WZMACNIAJĄCEJ .....:Ip 100.00 mm  
1.0473 EN 10028-2 P355GH plate and THK<=60mm 50'C  
Rm=510 Rp=318 Rpt=318 fp=212 f20=212 ftest=302.86 E=209659(N/mm2) ro=7.85

## GRANICE WZMOCNIENIA

Zmniejszenie granicy wzmocnienia: Zmniejszenie granicy nie jest wymagane

## WYNIKI OBLICZEN

### DANE ZNAMIONOWE KOLNIERZA

ANSI 150lb-Flange Rating(at 50C)= 1.59 MPa, Max.Test Pressure = 2.585 MPa

### OBLICZENIA PODSTAWOWE

Obliczeniowa grubosc płaszczka eas  
eas = en - c - th =12.7-3-0= 9.70 mm  
Obliczeniowa grubosc krócca eab  
eab = enb - c - NegDev =12.7-3-1.5875= 8.11 mm  
Obliczeniowa grubosc nakładki wzmocniającej ep  
ep = MIN( eap, eas) =MIN(12.7,9.7)= 9.70 mm  
Wewnętrzny promień krzywizny  
ris = De / 2 - eas (9.5-3) =609.6/2-9.7= 295.10 mm  
dib = deb - 2 \* eab =219-2\*8.1125= 202.78 mm  
Min. grubosc krócca wynikająca z ciśnienia wewnętrznego ebp  
ebp = P \* deb / (2 \* fb \* z + P)  
=1.4132\*219/(2\*160\*1+1.4132)= 0.9600 mm  
Napreżenia dopuszczalne  
fob = Min( fs, fb) (9.5-8) =Min(212,160)= 160.00 N/mm2  
fop = Min( fs, fp) (9.5-9) =Min(212,212)= 212.00 N/mm2

### OGRANICZENIA GEOMETRYCZNE

»Sprawdz maksymalna grubosc nakładki eap=12.7 <= 1.5\*eas=14.55[mm] «> OK«  
»Sprawdzenie maksymalnej srednicy krócca dib/(2\*ris)=0.3436 <= .5[mm] «> OK«  
»Minimalna grubosc krócca ebp=0.96 <= eab=8.1125[mm] «> (U= 11.8%) OK«

## Obliczenie efektywnej powierzchni obciążonej napreżeniem jako wzmocnienie

### 9.5.3. Pole powierzchni płaszczka Afs

Granica wzmocnienia wzdluz płaszczka  
Iso = Sqr(( 2 \* ris + eas) \* eas) (9.5-2)  
=Sqr((2\*295.1+9.7)\*9.7)= 76.28 mm  
Króciec wpuszczany

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 9.5 OTWORY POJEDYNCZE W PLASZCZACH

N.1 Inlet 16 Nov. 2005 23:28 ConnID:S1.1

$$Afs = eas * Is (9.5-20) = 9.7 * 76.28 = \underline{739.94 \text{ mm}^2}$$

## 9.5.5 Pole powierzchni nakładki wzmacniającej Afp

Granica wzmocnienia wzdłuż nakładki

$$Ip = \text{Min}(Ip, Is) (9.5-31) = \text{Min}(100, 76.28) = 76.28 \text{ mm}$$

$$ep = \text{Min}(ep, eas) (9.5-32) = \text{Min}(9.7, 9.7) = 9.70 \text{ mm}$$

$$Afp = ep * Ip (9.5-33) = 9.7 * 76.28 = \underline{739.94 \text{ mm}^2}$$

## 9.5.7 Pole powierzchni krócca Afb

Granice wzmocnienia wzdłuż krócca (na zewnątrz płaszczka)

$$Ibo = \text{MIN}(\text{Sqr}((deb - eb) * eb), ho) (9.5-39)$$

$$= \text{MIN}(\text{Sqr}((219 - 8.1125) * 8.1125), 198) = 41.36 \text{ mm}$$

Króciec wpuszczany

$$Afb = eb * (Ibo + Ibi + eas) (9.5-41) = 8.1125 * (41.36 + 0 + 9.7) = \underline{414.24 \text{ mm}^2}$$

## Obliczenie powierzchni obciążonej ciśnieniem

9.5.7 W króccu Apb

$$Apb = 0.5 * dib * (Ibo + eas) (9.5-45) = 0.5 * 202.78 * (41.36 + 9.7) = \underline{5177.06 \text{ mm}^2}$$

Element walcowy w przekroju podłużnym Aps

$$ApsL = ris * (Is + a) (9.5-23) = 295.1 * (76.28 + 109.5) = \underline{54824.43 \text{ mm}^2}$$

Element walcowy w przekroju poprzecznym Aps

$$ApsT = 0.5 * ris^2 * (Is + a) / (0.5 * eas + ris) (9.5-25)$$

$$= 0.5 * 295.1^2 * (76.28 + 112.09) / (0.5 * 9.7 + 295.1) = \underline{27345.06 \text{ mm}^2}$$

$$Aps = \text{MAX}(ApsL, ApsT) = \text{MAX}(54824.43, 27345.06) = \underline{54824.43 \text{ mm}^2}$$

## 9.5.2 Zasady wzmocnienia

### Wymagane pole powierzchni z uwagi na ciśnienie pA(req).

$$pAReqL = P * (ApsL + Apb) (9.5-7) = 1.4132 * (54824.43 + 5177.06) = \underline{84.79 \text{ kN}}$$

$$pAReqT = P * (ApsT + Apb + 0.5 * Apphi) (9.5-7)$$

$$= 1.4132 * (27345.06 + 5177.06 + 0.5 * 0) = \underline{45.96 \text{ kN}}$$

$$pAReq = \text{MAX}(pAReqL, pAReqT) = \text{MAX}(84.79, 45.96) = \underline{\underline{84.79 \text{ kN}}}$$

### Dopuszczalne pole powierzchni z uwagi na ciśnienie pA(aval).

$$pAAval = (Afs + Afw) * fs + Afp * fop + Afb * fob / ((Aps + Apb + 0.5 * Apphi) + 0.5 * (Afs + Afw + Afb + Afp)) (10)$$

$$= (739.94 + 0) * (212 - 0.5 * 1.4132) + 739.94 * (212 - 0.5 * 1.4132) + 414.24 * (160 - 0.5 * 1.4132) = \underline{\underline{378.68 \text{ kN}}}$$

» Wzmocnienie krócca pAAval=378.68 >= pAReq=84.79[kN] « » (U= 22.3%) OK«

### Maksymalne dopuszczalne ciśnienie Pmax

$$Pmax = (Afs + Afw) * fs + Afp * fop + Afb * fob / ((Aps + Apb + 0.5 * Apphi) + 0.5 * (Afs + Afw + Afb + Afp)) (10)$$

$$= (0) * 212 + 739.94 * 212 + 414.24 * 160 / ((54824.43 + 5177.06 + 0.5 * 0) + 0.5 * (739.94 + 0 + 414.24 + 739.94)) = \underline{\underline{6.23 \text{ MPa}}}$$

### Maksymalne dopuszczalne ciśnienie próby P<sub>tmax</sub>

$$Ptmax = == \underline{\underline{7.35 \text{ MPa}}}$$

» ANSI 150lb-Flange Rating(at 50C) P=1.4132 <= P<sub>Max</sub>(flange)=1.5898[MPa] «» (U= 88.8%) OK«

## STRESZCZENIE OBLICZEN

Granica wzmocnienia wzdłuż płaszczka

$$Iso = \text{Sqr}((2 * ris + eas) * eas) (9.5-2)$$

$$= \text{Sqr}((2 * 295.1 + 9.7) * 9.7) = 76.28 \text{ mm}$$

Granica wzmocnienia wzdłuż nakładki

$$Ip = \text{Min}(Ip, Is) (9.5-31) = \text{Min}(100, 76.28) = 76.28 \text{ mm}$$

Granice wzmocnienia wzdłuż krócca (na zewnątrz płaszczka)

$$Ibo = \text{MIN}(\text{Sqr}((deb - eb) * eb), ho) (9.5-39)$$

$$= \text{MIN}(\text{Sqr}((219 - 8.1125) * 8.1125), 198) = 41.36 \text{ mm}$$

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 9.5 OTWORY POJEDYNCZE W PLASZCZACH

N.1 Inlet 16 Nov. 2005 23:28 ConnID:S1.1

## Wymagane pole powierzchni z uwagi na cisnienie pA(req).

$$pAReqL = P * (ApsL + Apb) (9.5-7) = 1.4132 * (54824.43 + 5177.06) = \underline{84.79 \text{ kN}}$$

$$pAReqT = P * (ApsT + Apb + 0.5 * Apphi) (9.5-7) \\ = 1.4132 * (27345.06 + 5177.06 + 0.5 * 0) = \underline{45.96 \text{ kN}}$$

$$pAReq = \text{MAX}(pAReqL, pAReqT) = \text{MAX}(84.79, 45.96) = \underline{\underline{84.79 \text{ kN}}}$$

## Dopuszczalne pole powierzchni z uwagi na cisnienie pA(aval).

$$pAAval = (Afs + Afw) * (fs - 0.5 * P) + Afp * (fop - 0.5 * P) + Afb * (fob - 0.5 * P) (9.5-7) \\ = (739.94 + 0) * (212 - 0.5 * 1.4132) + 739.94 * (212 - 0.5 * 1.4132) + 414.24 * (160 - 0.5 * 1.4132) \\ = \underline{\underline{378.68 \text{ kN}}}$$

»Wzmocnienie krócca pAAval=378.68 >= pAReq=84.79[kN] « » (U= 22.3%) OK«

## Maksymalne dopuszczalne cisnienie Pmax

$$Pmax = (Afs + Afw) * fs + Afp * fop + Afb * fob / ((Aps + Apb + 0.5 * Apphi) + 0.5 * (Afs + Afw + Afb + Afp)) (10) \\ = (739.94 + 0) * 212 + 739.94 * 212 + 414.24 * 160 / ((54824.43 + 5177.06 + 0.5 * 0) + 0.5 * (739.94 + 0 + 414.24 + 739.94)) = \underline{\underline{6.23 \text{ MPa}}}$$

»ANSI 150lb-Flange Rating(at 50C) P=1.4132 <= PMax(flange)=1.5898[MPa] «» (U= 88.8%) OK«

UWAGA: Wzór 9.5-32 eap > eas, wartosc eap uzyta w obliczeniach jest ograniczona

UWAGA: Szerokosc nakladki uzyta w obliczeniach jest ograniczona do ls = 76.3 mm

Objetosc:0.01 m3 Ciezar:48 kg (SG= 7.85)

## KOMENTARZ UZYTKOWNIKA :

Detter er en test 2

2

3

4

5

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

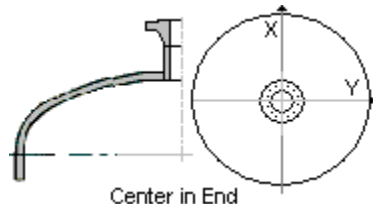
EN13445 - 9.5 OTWORY POJEDYNCZE W PLASZCZACH

N.3 Drain 16 Nov. 2005 23:28 ConnID:E2.1

## DANE WEJSCIOWE

### ELEMENT PRZYLACZONY/POLOZENIE

Mocowanie: E2.1 Dno elipsoidalne End Cap S1.1



Orientacja i polozenie krócca: W srodku dna

### DANE PROJEKTOWE



Rodzaj otworu: Krócce z kolnierzami wg ANSI lub DIN

KARTA PROCESOWA: DANE PROJEKTOWE : Temp= 50°C, P= 1.4MPa, c= 3mm

GESTOSC WLASCIWA PLYNU ROBOCZEGO.....:SG 1.05

SLUP CIECZY.....:LH 1800.90 mm

### DANE PLASZCZA (E2.1)

Rodzaj plaszczka: Dno elipsoidalne

SREDNICA ZEWNETRZNA PLASZCZA.....:De 609.60 mm

RZECZYWISTA GRUBOSC SCIANKI (w stanie nie skorodowanym) :en 12.70 mm

UJEMNA TOLERANCJA WYKONANIA.....:th 1.00 mm

WYSOKOSC DNA WRAZ Z GRUBOSCIA DNA.....:h 157.25 mm

1.0473 EN 10028-2 P355GH plate and THK<=60mm 50'C

Rm=510 Rp=318 Rpt=318 fs=212 f20=212 ftest=302.86 E=209659(N/mm2) ro=7.85

### DANE MATERIALU KRÓCCA



Forma dostawy: Rura bez szwu

ASTM A106B M 0 THK<=999mm 50'C

Rm=413.8 Rp=240 Rpt=240 fb=160 f20=160 ftest=0 (N/mm2)

### DANE WYMIAROWE KRÓCCA



Mocowanie: Króciec wpuszczany

Kształt krócca/otworu: Okragly

SREDNICA ZEWNETRZNA KRÓCCA.....:deb 60.32 mm

RZECZYWISTA GRUBOSC KRÓCCA (w stanie nie skorodowanym):enb 8.74 mm

Wielkosc krócca i kolnierza: 2"

Komentarz (opcjonalnie): SCH 160

UJEMNA ODCHYLKA.....: 12.50 %

WYSOKOSC KRÓCCA MIERZONA OD SREDNICY ZEWNETRZNEJ ZBIORNIKA:ho 100.00 mm

### POLOZENIE KRÓCCÓW / ORIENTACJA

Króciec przechodzący przez spoine: Króciec nie przechodzi przez spoine plaszczka

KAT POMIEDZY OSIA KRÓCCA A PROSTOPADLA DO KORPUSU GŁÓWNEGO:Phi 0.00 Degr.

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 9.5 OTWORY POJEDYNCZE W PLASZCZACH

N.3 Drain 16 Nov. 2005 23:28 ConnID:E2.1

## DANE KOLNIERZA

A: Kolnierz znormalizowany: Kolnierze ANSI B16.5

E: Klasa cisnienia: ANSI B16.5:Class 150 lbs

C: Rodzaj kolnierza: LJ Kolnierz plaski luzny do wywinietej koncówki

D: Szkic przyłgi/przyłga ANSI (Table 3.8.3(2)): 1a RF Raised Face

Kategoria materialu kolnierza: 1.4 - Carbon Steel - A515 60, A516 60, A350 LF1

## DANE DOTYCZACE SPAWANIA

Nozzle/Pad to Shell Welding Area:

1.3 - Carbon Steel - A515 65, A515 65 (BS 1501 151/161 430)

## DANE NAKLADKI WZMACNIAJACEJ



Rodzaj nakładki: Bez nakładki

## GRANICE WZMOCNIENIA

Zmniejszenie granicy wzmocnienia: Zmniejszenie granicy nie jest wymagane

## WYNIKI OBLICZEN

### DANE ZNAMIONOWE KOLNIERZA

ANSI 150lb-Flange Rating(at 50C)= 1.59 MPa, Max.Test Pressure = 2.585 MPa

### OBLICZENIA PODSTAWOWE

Obliczeniowa grubosc plaszczka eas

eas = en - c - th =12.7-3-1= 8.70 mm

Obliczeniowa grubosc krócca eab

eab = enb - c - NegDev =8.74-3-1.0925= 4.65 mm

Di = De - 2 \* (en - c) =609.6-2\*(12.7-3)= 590.20 mm

ris = 0.44 \* Di ^ 2 / (2 \* (h - (en - c))) + 0.02 \* Di (9.5-5)

=0.44\*590.2^2/(2\*(157.25-(12.7-3)))+0.02\*590.2= 531.18 mm

dib = deb - 2 \* eab =60.32-2\*4.6475= 51.03 mm

Min. grubosc krócca wynikajaca z cisnienia wewnetrznego ebp

ebp = P \* deb / (2 \* fb \* z + P)

=1.4186\*60.32/(2\*160\*1+1.4186)= 0.2700 mm

Naprezenia dopuszczalne

fob = Min( fs, fb) (9.5-8) =Min(212,160)= 160.00 N/mm2

### OGRANICZENIA GEOMETRYCZNE

»Sprawdzenie maksymalnej srednicy krócca dib/De=0.0837 <= .6[mm] «» OK«

»Minimalna grubosc krócca ebp=0.27 <= eab=4.6475[mm] « » (U= 5.8%) OK«

»Usytuowanie w dnie wg rys. 9.5-4 L=274.64 >= De/10=60.96[mm] «» OK«

## Obliczenie efektywnej powierzchni obciążonej naprezeniem jako wzmocnienie

### 9.5.3. Pole powierzchni plaszczka Afs

Granica wzmocnienia wzdluz plaszczka

Iso = Sqr(( 2 \* ris + eas) \* eas) (9.5-2)

=Sqr((2\*531.18+8.7)\*8.7)= 96.53 mm

Króciec wpuszczany

Afs = eas \* Iso (9.5-20) =8.7\*96.53= 839.82 mm2

### 9.5.7 Pole powierzchni krócca Afb

Granice wzmocnienia wzdluz krócca (na zewnatrz plaszczka)

Ibo = MIN( Sqr(( deb - eb) \* eb), ho) (9.5-39)

=MIN(Sqr((60.32-4.6475)\*4.6475),100)= 16.09 mm

Króciec wpuszczany

Afb = eb \* (Ibo + Ibi + eas) (9.5-41) =4.6475\*(16.09+0+8.7)= 115.19 mm2

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 9.5 OTWORY POJEDYNCZE W PLASZCZACH

N.3 Drain 16 Nov. 2005 23:28 ConnID:E2.1

**Obliczenie powierzchni obciążonej ciśnieniem**

9.5.7 W króćcu Apb

$$Apb = 0.5 * dib * (Ibo + eas) \quad (9.5-45) = 0.5 * 51.025 * (16.09 + 8.7) = 632.34 \text{ mm}^2$$

Element kulisty/dno w dowolnym przekroju Aps

$$Aps = 0.5 * ris^2 * (Is + a) / (0.5 * eas + ris) \quad (9.5-25)$$

$$= 0.5 * 531.18^2 * (96.53 + 30.18) / (0.5 * 8.7 + 531.18) = 33378.73 \text{ mm}^2$$

**9.5.2 Zasady wzmocnienia**

Wymagane pole powierzchni z uwagi na ciśnienie pA(req).

$$pAReq = P * (Aps + Apb + 0.5 * Apphi) \quad (9.5-7)$$

$$= 1.4186 * (33378.73 + 632.34 + 0.5 * 0) = 48.25 \text{ kN}$$

Dopuszczalne pole powierzchni z uwagi na ciśnienie pA(aval).

$$pAAval = (Afs + Afw) * (fs - 0.5 * P) + Afp * (fop - 0.5 * P) + Afb * (fob - 0.5 * P) \quad (9.5-7)$$

$$= (839.82 + 0) * (212 - 0.5 * 1.4186) + 0 * (0 - 0.5 * 1.4186) + 115.19 * (160 - 0.5 * 1.4186)$$

$$= 195.79 \text{ kN}$$

»Wzmocnienie krócca pAAval=195.79 &gt;= pAReq=48.25[kN] « » (U= 24.6%) OK«

Maksymalne dopuszczalne ciśnienie Pmax

$$Pmax = (Afs + Afw) * fs + Afb * fob / ((Aps + Apb + 0.5 * Apphi) + 0.5 * (Afs + Afw + Afb + Afp)) \quad (10)$$

$$= 0 * 212 + 115.19 * 160 / ((33378.73 + 632.34 + 0.5 * 0) + 0.5 * (839.82 + 0 + 115.19 + 0))$$

$$= 5.70 \text{ MPa}$$

Maksymalne dopuszczalne ciśnienie próby P<sub>tmax</sub>

$$Ptmax = == 7.37 \text{ MPa}$$

»ANSI 150lb-Flange Rating(at 50C) P=1.4186 &lt;= PMax(flange)=1.5898[MPa] «» (U= 89.2%) OK«

**STRESZCZENIE OBLICZEN**

Granica wzmocnienia wzdłuż płaszczka

$$Iso = \text{Sqr}((2 * ris + eas) * eas) \quad (9.5-2)$$

$$= \text{Sqr}((2 * 531.18 + 8.7) * 8.7) = 96.53 \text{ mm}$$

Granice wzmocnienia wzdłuż króćca (na zewnątrz płaszczka)

$$Ibo = \text{MIN}(\text{Sqr}((deb - eb) * eb), ho) \quad (9.5-39)$$

$$= \text{MIN}(\text{Sqr}((60.32 - 4.6475) * 4.6475), 100) = 16.09 \text{ mm}$$

Wymagane pole powierzchni z uwagi na ciśnienie pA(req).

$$pAReq = P * (Aps + Apb + 0.5 * Apphi) \quad (9.5-7)$$

$$= 1.4186 * (33378.73 + 632.34 + 0.5 * 0) = 48.25 \text{ kN}$$

Dopuszczalne pole powierzchni z uwagi na ciśnienie pA(aval).

$$pAAval = (Afs + Afw) * (fs - 0.5 * P) + Afp * (fop - 0.5 * P) + Afb * (fob - 0.5 * P) \quad (9.5-7)$$

$$= (839.82 + 0) * (212 - 0.5 * 1.4186) + 0 * (0 - 0.5 * 1.4186) + 115.19 * (160 - 0.5 * 1.4186)$$

$$= 195.79 \text{ kN}$$

»Wzmocnienie krócca pAAval=195.79 &gt;= pAReq=48.25[kN] « » (U= 24.6%) OK«

Maksymalne dopuszczalne ciśnienie Pmax

$$Pmax = (Afs + Afw) * fs + Afb * fob / ((Aps + Apb + 0.5 * Apphi) + 0.5 * (Afs + Afw + Afb + Afp)) \quad (10)$$

$$= 0 * 212 + 115.19 * 160 / ((33378.73 + 632.34 + 0.5 * 0) + 0.5 * (839.82 + 0 + 115.19 + 0))$$

$$= 5.70 \text{ MPa}$$

»ANSI 150lb-Flange Rating(at 50C) P=1.4186 &lt;= PMax(flange)=1.5898[MPa] «» (U= 89.2%) OK«

Objetosc:0 m3 Ciezar:3.3 kg (SG= 7.85)

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 9.5 OTWORY POJEDYNCZE W PLASZCZACH

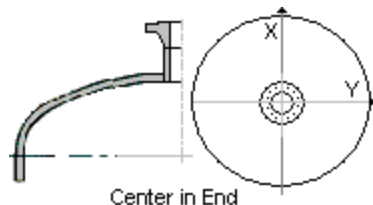
N.4 Vent 16 Nov. 2005 23:28 ConnID:E5.1

## DANE WEJSCIOWE

### ELEMENT PRZYLACZONY/POLOZENIE

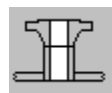
Mocowanie: E5.1 Dno plaskie przykrec End Cover

F.1



Orientacja i polozenie krócca: W srodku dna

### DANE PROJEKTOWE



Rodzaj otworu: Krócce z kolnierzami wg ANSI lub DIN

KARTA PROCESOWA: DANE PROJEKTOWE : Temp= 50°C, P= 1.4MPa, c= 3mm

GESTOSC WLASCIWA PLYNU ROBOCZEGO.....:SG 1.05

SLUP CIECZY.....:LH 0.00 mm

### DANE PLASZCZA (E5.1)

Rodzaj plaszczka: Dno plaskie przykrecane

SREDNICA SILY REAKCJI USZCZELKI PLASZCZA.....:Di 621.20 mm

RZECZYWISTA GRUBOSC SCIANKI (w stanie nie skorodowanym) :en 48.00 mm

WYMAGANA GRUBOSC DNA NIEOWIERCONEGO (w stanie skorodowanym):eo 36.27 mm

1.0473 EN 10028-2 P355GH plate and THK<=60mm 50°C

Rm=510 Rp=318 Rpt=318 fs=212 f20=212 ftest=302.86 E=209659(N/mm2) ro=7.85

### DANE MATERIALU KRÓCCA

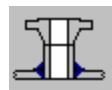


Forma dostawy: Rura bez szwu

ASTM A106B M 0 THK<=999mm 50°C

Rm=413.8 Rp=240 Rpt=240 fb=160 f20=160 ftest=0 (N/mm2)

### DANE WYMIAROWE KRÓCCA



Mocowanie: Króciec wpuszczany

SREDNICA ZEWNETRZNA KRÓCCA.....:deb 60.32 mm

RZECZYWISTA GRUBOSC KRÓCCA (w stanie nie skorodowanym):enb 3.91 mm

Wielkosc krócca i kolnierza: 2"

Komentarz (opcjonalnie): SCH 40

UJEMNA ODCHYLKA.....: 12.50 %

WYSOKOSC KRÓCCA MIERZONA OD SREDNICY ZEWNETRZNEJ ZBIORNIKA:ho 150.00 mm

### DANE KOLNIERZA

A: Kolnierz znormalizowany: Kolnierze ANSI B16.5

E: Klasa cisnienia: ANSI B16.5:Class 150 lbs

C: Rodzaj kolnierza: WN Szyjkowy do przyspawania

D: Szkic przylgi/przylga ANSI (Table 3.8.3(2)): 1a RF Raised Face

Kategoria materialu kolnierza: 1.4 - Carbon Steel - A515 60, A516 60, A350 LF1

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 9.5 OTWORY POJEDYNCZE W PLASZCZACH

N.4 Vent 16 Nov. 2005 23:28 ConnID:E5.1

## WYNIKI OBLICZEN

### DANE ZNAMIONOWE KOLNIERZA

ANSI 150lb-Flange Rating(at 50C)= 1.59 MPa, Max.Test Pressure = 2.585 MPa

### OBLICZENIA PODSTAWOWE

Obliczeniowa grubosc plaszczca eas

$$eas = en - c = 48 - 3 = 45.00 \text{ mm}$$

Obliczeniowa grubosc krócca eab

$$eab = enb - c - \text{NegDev} = 3.91 - 3 - 0.4888 = 0.4213 \text{ mm}$$

$$dib = deb - 2 * eab = 60.32 - 2 * 0.4213 = 59.48 \text{ mm}$$

Min. grubosc krócca wynikajaca z cisnienia wewnetrznego ebp

$$ebp = P * deb / (2 * fb * z + P) = 1.4 * 60.32 / (2 * 160 * 1 + 1.4) = 0.2600 \text{ mm}$$

»Minimalna grubosc krócca  $ebp=0.26 \leq eab=0.4213[\text{mm}] \ll \gg$  (U= 61.7%) OK«

Granica wzmocnienia wzdluz krócca

$$Ibo = \text{MIN}(0.8 * \text{Sqr}((dib + eab) * eab), ho) \quad (10.6-8)$$

$$= \text{MIN}(0.8 * \text{Sqr}((59.48 + 0.4213) * 0.4213), 150) = 4.02 \text{ mm}$$

## CALKOWITA DOPUSZCZALNA POWIERZCHNIA WZMOCNIENIA KRÓCCA A

A = Ibo \* (eab - ebp) + eas \* eab

$$= 4.02 * (0.4213 - 0.26) + 45 * 0.4213 = 19.60 \text{ mm}^2$$

$$A = \text{MIN}(A, A * fb / fs) \quad (10.6-7) = \text{MIN}(19.6, 19.6 * 160 / 212) = 14.80 \text{ mm}^2$$

$$deq = deb - 2 * A / eas \quad (10.6-6) = 60.32 - 2 * 14.8 / 45 = 59.66 \text{ mm}$$

## 10.6 OKRAGLE DNA PLASKIE Z OTWORAMI

Współczynnik obliczeniowy dla wzmocnienia otworów Y1 i Y2

$$Y2 = \text{SQR}(G / (G - deq)) \quad (10.6-4) = \text{SQR}(621.2 / (621.2 - 59.66)) = 1.05$$

Minimalna wymagana grubosc dna z uwzględnieniem otworu emin

$$emin = Y2 * eo + c \quad (10.6-2) = 1.05 * 36.27 + 3 = 41.15 \text{ mm}$$

»Wymagana grubosc dna bez otworu  $emin=41.15 \leq en=48[\text{mm}] \ll \gg$  (U= 85.7%) OK«

»ANSI 150lb-Flange Rating(at 50C)  $P=1.4 \leq P_{\text{Max}}(\text{flange})=1.5898[\text{MPa}] \ll \gg$  (U= 88%) OK«

## STRESZCZENIE OBLICZEN

Granica wzmocnienia wzdluz krócca

$$Ibo = \text{MIN}(0.8 * \text{Sqr}((dib + eab) * eab), ho) \quad (10.6-8)$$

$$= \text{MIN}(0.8 * \text{Sqr}((59.48 + 0.4213) * 0.4213), 150) = 4.02 \text{ mm}$$

Minimalna wymagana grubosc dna z uwzględnieniem otworu emin

$$emin = Y2 * eo + c \quad (10.6-2) = 1.05 * 36.27 + 3 = 41.15 \text{ mm}$$

»Wymagana grubosc dna bez otworu  $emin=41.15 \leq en=48[\text{mm}] \ll \gg$  (U= 85.7%) OK«

»ANSI 150lb-Flange Rating(at 50C)  $P=1.4 \leq P_{\text{Max}}(\text{flange})=1.5898[\text{MPa}] \ll \gg$  (U= 88%) OK«

Objetosc:0 m3 Ciezar:3.1 kg (SG= 7.85)

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-02 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 11.5 KOLNIERZE Z USZCZELKAMI WASKIMI

F.1 Flange on Closure 16 Nov. 2005 23:28 ConnID:S1.1

## DANE WEJSCIOWE

### ELEMENT PRZYLCZONY/POLOZENIE

Mocowanie: S1.1 Plaszcz walcowy Main Shell

Polozenie: Wzdłuż osi "z" z1= 1426

### DANE PROJEKTOWE

KARTA PROCESOWA: DANE PROJEKTOWE : Temp= 50°C, P= 1.4MPa, c= 3mm

GESTOSC WLASCIWA PLYNU ROBOCZEGO.....:SG 1.05

SLUP CIECZY.....:LH 74.00 mm

B: Obciazenie cisnieniem: Kolnierz podlegajacy cisnieniu wewnetrznemu

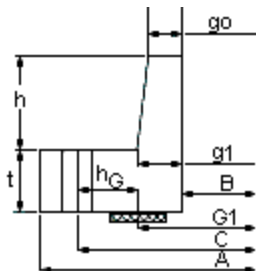
NACIAG SRUB Z DRUGIEGO KOLNIERZA(Warunki ruchowe)...:Wm1' 0.00 kN

NACIAG SRUB Z DRUGIEGO KOLNIERZA(Warunki montazowe)..:Wm2' 0.00 kN

OBCIAZENIA ZEWNETRZNE KOLNIERZA: Nie

### PODAJ RODZAJ PRZYLG I USZCZELKI

A: Kolnierz znormalizowany: Kolnierze wg ANSI B16.5



C: Rodzaj kolnierza: WN Szyjkowy do przyspawania (z otworem gladkim)

D: Szkic przylgi/przylga ANSI: 1a RF Powierzchnia uszczelniajaca odsadzona

### DANE PIASZCZA/KRÓCCA

PLASZCZ/WYMIARY KRÓCCA I KOMENTARZ: S1.1

1.0473 EN 10028-2 P355GH plate and THK<=60mm 50'C

Rm=510 Rp=318 Rpt=318 fs=212 ftest=302.86 E=209659(N/mm2) ro=7.85

SREDNICA ZEWNETRZNA CZESCI WALCOWEJ SZYJKI/KRÓCCA ..:Do 609.60 mm

GRUBOSC SCIANKI KRÓCCA/PLASZCZA (w stanie nie skorodowanym):s1 12.70 mm

### Kolnierze wg ANSI B16.5

E: Klasa cisnienia: Klasa 150 funtów

### DANE KOLNIERZA

KOLNIERZ WEWNETRZNY: Nie (Sruby umieszczone na zewnątrz)

METODA OBLICZANIA: A) METODA OBLICZANIA KOLNIERZA INTEGRALNEGO

SREDNICA ZEWNETRZNA KOLNIERZA.....:A 812.80 mm

GRUBOSC KRYZY KOLNIERZA (nie skorodowany).....:e 46.00 mm

NADDATEK NA KOROZJE DLA PRZYLG I KOLNIERZA.....:cf 0.00 mm

ASTM A106B M 0 THK<=999mm 50'C

Rm=413.8 Rp=240 Rpt=240 SFO=160 SFA=160 ftest=0 (N/mm2)

### DANE SZYJKI KOLNIERZA

DLUGOSC SZYJKI .....:h 88.75 mm

GRUBOSC SZYJKI PRZY KRYZIE w stanie skorodowanym....:g1 36.70 mm

GRUBOSC CZESCI WALCOWEJ SZYJKI W CIENSZYM KONCU w stanie skorodowanym:go 9.70 mm

ASTM A106B M 0 THK<=999mm 50'C

Rm=413.8 Rp=240 Rpt=240 SHO=160 SHA=160 ftest=0 (N/mm2)

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-02 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 11.5 KOLNIERZE Z USZCZELKAMI WASKIMI

F.1 Flange on Closure 16 Nov. 2005 23:28 ConnID:S1.1

## DANE SRUB

OBLICZENIE MOMENTU NACIAGU SRUB: Tak

NOMINALNY WYMIAR SRUB I KOMENTARZ: 1 1/4"(1.25)

EFEKTYWNE POLE PRZEKROJU SRUBY.....:Ae 599.35 mm<sup>2</sup>

ZALECANY MINIMALNY ODSTEP SRODKOW SRUB OD KRAWEDZI...:Bce 32.00 mm

ZALECANY MINIMALNY PROMIENIOWY ODSTEP SRODKOW SRUB...:Bcr 44.45 mm

SREDNICA OTWORÓW POD SRUBY.....:d 34.90 mm

LICZBA SRUB .....:n 20.00

SREDNICA PODZIAŁOWA OTWORÓW POD SRUBY .....:C 749.30 mm

EN 10269:1999, 1.4404 X2CrNiMo17-12-2 bar, bolt THK<=160mm 50'C

Rm=500 Rp=200 Rpt=200 Sb=125 Sa=125 fttest=187.5 E=197420(N/mm<sup>2</sup>) ro=7.93

METODA NACIAGU SRUB: Skrecanie, na wyczucie montera eps=0.3+0.5\* μ

WSPÓLCZYNNIK TARCIA: Bardzo gladkie, smarowane powierzchnie μ=0.10

## DANE USZCZELKI

Tablica H-1 Współczynniki m & y Przyłga:

Rowkowany pierścien z miekkiej stali m=3.75 Y

=52.4 2 1a,1b,1c,1d,2,

SREDNICA ZEWNETRZNA USZCZELKI.....:Go 635.00 mm

WIEKSZA WARTOSC SREDNICY WEWNETRZNEJ USZCZELKI LUB PŁASZCZYZNY PRZYLGNI

KOLNIERZA:A1 605.00 mm

## WYNIKI OBLICZEN

Współczynnik korekcyjny naprezen dla duzych srednic K

k (D < 1000 mm) = 1 =1= 1.00

## SZCZEGÓLY USZCZELKI

b = MIN VALUE(2.52 \* Sqr(bo), bo ) = == 6.90 mm

## OBCIAZENIE KOLNIERZA

H = 0.785 \* G ^ 2 \* p (11.5-5) =0.785\*621.2^2\*1.4008= 424.33 kN

HG = 2 \* PI \* b \* G \* m \* p (11.5-6)

=2\*3.14\*6.9\*621.2\*3.75\*1.4008= 141.47 kN

HD = 0.785 \* B ^ 2 \* p =0.785\*590.2^2\*1.4008= 383.04 kN

HT = H - HD (11.5-11) =424.33-383.04= 41.29 kN

## RAMIONA MOMENTÓW

hG = (C - G) / 2 (11.5-14) =(749.3-621.2)/2= 64.05 mm

hD = (C - B - g1) / 2 (11.5-12) =(749.3-590.2-36.7)/2= 61.20 mm

hT = (2 \* C - B - G) / 4 (11.5-15) =(2\*749.3-590.2-621.2)/4= 71.80 mm

## OBCIAZENIE SRUB

Warunki ruchowe

Wop = H + HG (11.5-8) =424.33+141.47= 565.80 kN

Warunki montazowe

Wamb = PI \* b \* G \* y (11.5-7) =3.14\*6.9\*621.2\*52.4= 705.60 kN

## PRZEKRÓJ SRUB

Am1 = Wop / Sb =5.658E05/125= 4526.41 mm<sup>2</sup>

Am2 = Wamb / Sa =7.056E05/125= 5644.82 mm<sup>2</sup>

Wymagany przekrój srub Am

Am (Largest value of Am1 and Am2)= Am =5644.82= 5644.82 mm<sup>2</sup>

Rzeczywisty przekrój srub Ab

Ab (num.bolts\*root area) = n \* Ae =20\*599.35= 11987.00 mm<sup>2</sup>

»Sprawdzenie przekroju srub Ab=11987 >= Am=5644.82[mm<sup>2</sup>] « » (U= 47%) OK«

W = 0.5 \* (Ab + Am) \* Sa (11.5-16) =0.5\*(11987+5644.82)\*125= 1101.99 kN

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-02 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 11.5 KOLNIERZE Z USZCZELKAMI WASKIMI

F.1 Flange on Closure 16 Nov. 2005 23:28 ConnID:S1.1

## MOMENTY W KOLNIERZU

$$\begin{aligned} Mop &= HD * hD + HT * hT + HG * hG && (11.5-18) \\ &= 383.04 * 61.2 + 41.29 * 71.8 + 141.47 * 64.05 = && 35468.16 \text{ Nm} \end{aligned}$$

$$Mamb = W * hG \text{ (11.5-17)} = 1101.99 * 64.05 = 70583.80 \text{ Nm}$$

ROZSTAW SRUB

$$Bspc = C * PI / n = 749.3 * 3.14 / 20 = 117.70 \text{ mm}$$

Współczynnik korekcyjny podziału srub

$$CF = \text{MAX}(\text{Sqr}(Bspc / (2 * db + 6 * e / (m + 0.5))), 1) && (11.5-20)$$

$$= \text{MAX}(\text{Sqr}(117.7 / (2 * 31.75 + 6 * 46 / (3.75 + 0.5))), 1) = 1.00$$

$$Mo = Mop * CF / B \text{ (11.5-27)} = 35468.16 * 1 / 590.2 = 60.10 \text{ Nm}$$

$$Ma = Mamb * CF / B \text{ (11.5-26)} = 70583.8 * 1 / 590.2 = 119.59 \text{ Nm}$$

## STALE KSZTALTU

$$K = A / B \text{ (11.5-21)} = 812.8 / 590.2 = 1.38$$

$$lo = \text{SQR}(B * go) \text{ (11.5-22)} = \text{SQR}(590.2 * 9.7) = 75.66$$

$$h/lo = 1.173 \quad K=A/B = 1.377 \quad g1/go = 3.784$$

WARTOSCI Z RYSUNKÓW 11.5 do 8

$$\text{BetaT} = 1.764 \quad \text{BetaZ} = 3.231 \quad \text{BetaY} = 6.229 \quad \text{BetaU} = 6.845$$

$$\text{BetaF} = 0.637 \quad \text{BetaV} = 0.050 \quad \text{phi} = 1.000$$

$$\text{lamda} = (e * \text{BetaF} + lo) / (\text{BetaT} * lo) + e^3 * \text{BetaV} / (\text{BetaU} * lo * go^2)$$

$$= (46 * 0.6374 + 75.66) / (1.764 * 75.66) + 46^3 * 0.05 / (6.845 * 75.66 * 9.7^2) = 0.8865$$

## Warunki ruchowe

$$M = Mo = 60.1 = 60.10 \text{ Nm}$$

### 11.5.4.1 naprezenia w kolnierzu przy grubosci e= 46 mm

Naprezenia wzdluzne w kolnierzu

$$\text{SigH} = \text{phi} * M / (\text{lamda} * g1^2) && (11.5-29)$$

$$= 1 * 60.1 / (0.8865 * 36.7^2) = 50.33 \text{ N/mm}^2$$

Naprezenia promieniowe w kolnierzu

$$\text{Sigr} = (1.333 * e * \text{BetaF} + lo) * M / (\text{lamda} * e^2 * lo) && (11.5-30)$$

$$= (1.333 * 46 * 0.6374 + 75.66) * 60.1 / (0.8865 * 46^2 * 75.66) = 48.58 \text{ N/mm}^2$$

Naprezenia stycznne w kolnierzu

$$\text{SigTeta} = \text{BetaY} * M / e^2 - \text{Sigr} * (K^2 + 1) / (K^2 - 1) && (11.5-31)$$

$$= 6.229 * 60.1 / 46^2 - 48.58 * (1.38^2 + 1) / (1.38^2 - 1) = 19.95 \text{ N/mm}^2$$

### 11.5.4.2 Naprezenia dopuszczalne

»Naprezenia w szyjce  $k * \text{SigH} = 50.33 \leq 1.5 * \text{MIN}(f; fH) = 240 \text{ [N/mm}^2]$  (11.5-39) «» (U= 20.9%) OK«

»Naprezenia promieniowe  $k * \text{SigR} = 48.58 \leq f = 160 \text{ [N/mm}^2]$  (11.5-40) «» (U= 30.3%) OK«

»Naprezenia stycznne  $k * \text{SigTeta} = 19.95 \leq f = 160 \text{ [N/mm}^2]$  (11.5-41) «» (U= 12.4%) OK«

»Naprezenia promieniowe+w szyjce  $0.5 * k * (\text{SigH} + \text{SigR}) = 49.46 \leq f = 160 \text{ [N/mm}^2]$  (11.5-42) «» (U= 30.9%)

OK«

»Naprezenia stycznne+w szyjce  $0.5 * k * (\text{SigH} + \text{SigTeta}) = 35.14 \leq f = 160 \text{ [N/mm}^2]$  (11.5-43) «» (U= 21.9%) OK«

## Warunki montazowe

$$M = Ma = 119.59 = 119.59 \text{ Nm}$$

### 11.5.4.1 naprezenia w kolnierzu przy grubosci e= 46 mm

Naprezenia wzdluzne w kolnierzu

$$\text{SigH} = \text{phi} * M / (\text{lamda} * g1^2) && (11.5-29)$$

$$= 1 * 119.59 / (0.8865 * 36.7^2) = 100.16 \text{ N/mm}^2$$

Naprezenia promieniowe w kolnierzu

$$\text{Sigr} = (1.333 * e * \text{BetaF} + lo) * M / (\text{lamda} * e^2 * lo) && (11.5-30)$$

$$= (1.333 * 46 * 0.6374 + 75.66) * 119.59 / (0.8865 * 46^2 * 75.66) = 96.68 \text{ N/mm}^2$$

Naprezenia stycznne w kolnierzu

$$\text{SigTeta} = \text{BetaY} * M / e^2 - \text{Sigr} * (K^2 + 1) / (K^2 - 1) && (11.5-31)$$

$$= 6.229 * 119.59 / 46^2 - 96.68 * (1.38^2 + 1) / (1.38^2 - 1) = 39.70 \text{ N/mm}^2$$

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-02 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 11.5 KOLNIERZE Z USZCZELKAMI WASKIMI

F.1 Flange on Closure 16 Nov. 2005 23:28 ConnID:S1.1

## 11.5.4.2 Naprezenia dopuszczalne

»Naprezenia w szyjce  $k \cdot \text{SigH} = 100.16 \leq 1.5 \cdot \text{MIN}(f;fH) = 240 [\text{N/mm}^2]$  (11.5-39)« (U= 41.7%) OK«

»Naprezenia promieniowe  $k \cdot \text{SigR} = 96.68 \leq f = 160 [\text{N/mm}^2]$  (11.5-40)« (U= 60.4%) OK«

»Naprezenia stycznne  $k \cdot \text{SigTeta} = 39.7 \leq f = 160 [\text{N/mm}^2]$  (11.5-41)« (U= 24.8%) OK«

»Naprezenia promieniowe+w szyjce  $0.5 \cdot k \cdot (\text{SigH} + \text{SigR}) = 98.42 \leq f = 160 [\text{N/mm}^2]$  (11.5-42)« (U= 61.5%) OK«

»Naprezenia stycznne+w szyjce  $0.5 \cdot k \cdot (\text{SigH} + \text{SigTeta}) = 69.93 \leq f = 160 [\text{N/mm}^2]$  (11.5-43)« (U= 43.7%) OK«

## MOMENT NACIAGU SRUB - EN13445 ZALACZNIK G.8

$k_B = 1.2 \cdot \mu \cdot dB_0$  (G.8-5)  $= 1.2 \cdot 0.1 \cdot 31.75 =$

3.81 mm

Wymagany minimalny naciag wstepny (Maksymalny z warunków obliczeniowego i montazowego)

$F_{b0nom}$  (Max. of  $W_{op}$  and  $W_{amb}$ )  $= F_{b0req} = 705.6 =$

705.60 kN

$\text{epsn} = \text{eps} \cdot (1 + 3 / \text{SQR}(n)) / 4$

(G.6-16)

$= 0.35 \cdot (1 + 3 / \text{SQR}(20)) / 4 =$

0.1462

Calkowity nominalny naciag wstepny

$F_{b0nom} = F_{b0req} / (1 - \text{epsn})$  (G.6-21)  $= 705.6 / (1 - 0.1462) =$

826.42 kN

Calkowity nominalny naciag wstepny dla sruby

$F_{bnom} = F_{b0nom} / n = 826.42 / 20 =$

41.32 kN

Naprezenie srub przy nominalnym naciagu wstepnym

$\text{SigBolt} = F_{b0nom} / (n \cdot A_e) = 826.42 / (20 \cdot 599.35) =$

68.94 N/mm<sup>2</sup>

»Naprezenie srub  $\text{SigBolt} = 68.94 \leq SB = 125 [\text{mm}]$  « (U= 55.1%) OK«

Nominalny moment naciagu sruby

$M_{tnom} = k_B \cdot F_{b0nom} / n = 3.81 \cdot 826.42 / 20 =$

157.43 Nm

## STRESZCZENIE OBLICZEN

### PRZEKRÓJ SRUB

»Sprawdzenie przekroju srub  $A_b = 11987 \geq A_m = 5644.82 [\text{mm}^2]$  « (U= 47%) OK«

### Warunki ruchowe

#### 11.5.4.1 naprezenia w kolnierzu przy grubosci e= 46 mm

Naprezenia wzdluzne w kolnierzu

$\text{SigH} = \phi \cdot M / (\text{lamda} \cdot g_1^2)$

(11.5-29)

$= 1 \cdot 60.1 / (0.8865 \cdot 36.7^2) =$

50.33 N/mm<sup>2</sup>

Naprezenia promieniowe w kolnierzu

$\text{SigR} = (1.333 \cdot e \cdot \text{BetaF} + l_0) \cdot M / (\text{lamda} \cdot e^2 \cdot l_0)$

(11.5-30)

$= (1.333 \cdot 46 \cdot 0.6374 + 75.66) \cdot 60.1 / (0.8865 \cdot 46^2 \cdot 75.66) =$

48.58 N/mm<sup>2</sup>

Naprezenia stycznne w kolnierzu

$\text{SigTeta} = \text{BetaY} \cdot M / e^2 - \text{SigR} \cdot (K^2 + 1) / (K^2 - 1)$

(11.5-31)

$= 6.229 \cdot 60.1 / 46^2 - 48.58 \cdot (1.38^2 + 1) / (1.38^2 - 1) =$

19.95 N/mm<sup>2</sup>

#### 11.5.4.2 Naprezenia dopuszczalne

»Naprezenia w szyjce  $k \cdot \text{SigH} = 50.33 \leq 1.5 \cdot \text{MIN}(f;fH) = 240 [\text{N/mm}^2]$  (11.5-39)« (U= 20.9%) OK«

»Naprezenia promieniowe  $k \cdot \text{SigR} = 48.58 \leq f = 160 [\text{N/mm}^2]$  (11.5-40)« (U= 30.3%) OK«

»Naprezenia stycznne  $k \cdot \text{SigTeta} = 19.95 \leq f = 160 [\text{N/mm}^2]$  (11.5-41)« (U= 12.4%) OK«

»Naprezenia promieniowe+w szyjce  $0.5 \cdot k \cdot (\text{SigH} + \text{SigR}) = 49.46 \leq f = 160 [\text{N/mm}^2]$  (11.5-42)« (U= 30.9%) OK«

»Naprezenia stycznne+w szyjce  $0.5 \cdot k \cdot (\text{SigH} + \text{SigTeta}) = 35.14 \leq f = 160 [\text{N/mm}^2]$  (11.5-43)« (U= 21.9%) OK«

### Warunki montazowe

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-02 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 11.5 KOLNIERZE Z USZCZELKAMI WASKIMI

F.1 Flange on Closure 16 Nov. 2005 23:28 ConnID:S1.1

**11.5.4.1 naprezenia w kolnierzu przy grubosci e= 46 mm**

Naprezenia wzdluzne w kolnierzu

$$\text{SigH} = \phi * M / (\text{lamda} * g1^2) \quad (11.5-29)$$

$$= 1 * 119.59 / (0.8865 * 36.7^2) = 100.16 \text{ N/mm}^2$$

Naprezenia promieniowe w kolnierzu

$$\text{Sigr} = (1.333 * e * \text{BetaF} + l_0) * M / (\text{lamda} * e^2 * l_0) \quad (11.5-30)$$

$$= (1.333 * 46 * 0.6374 + 75.66) * 119.59 / (0.8865 * 46^2 * 75.66) = 96.68 \text{ N/mm}^2$$

Naprezenia stycznne w kolnierzu

$$\text{SigTeta} = \text{BetaY} * M / e^2 - \text{Sigr} * (K^2 + 1) / (K^2 - 1) \quad (11.5-31)$$

$$= 6.229 * 119.59 / 46^2 - 96.68 * (1.38^2 + 1) / (1.38^2 - 1) = 39.70 \text{ N/mm}^2$$

**11.5.4.2 Naprezenia dopuszczalne**»Naprezenia w szyjce  $k * \text{SigH} = 100.16 \leq 1.5 * \text{MIN}(f; f_H) = 240 \text{ [N/mm}^2]$  (11.5-39) «» (U= 41.7%) OK«»Naprezenia promieniowe  $k * \text{SigR} = 96.68 \leq f = 160 \text{ [N/mm}^2]$  (11.5-40) «» (U= 60.4%) OK«»Naprezenia stycznne  $k * \text{SigTeta} = 39.7 \leq f = 160 \text{ [N/mm}^2]$  (11.5-41) «» (U= 24.8%) OK«»Naprezenia promieniowe+w szyjce  $0.5 * k * (\text{SigH} + \text{SigR}) = 98.42 \leq f = 160 \text{ [N/mm}^2]$  (11.5-42) «» (U= 61.5%) OK«»Naprezenia stycznne+w szyjce  $0.5 * k * (\text{SigH} + \text{SigTeta}) = 69.93 \leq f = 160 \text{ [N/mm}^2]$  (11.5-43) «» (U= 43.7%) OK«»Naprezenie srub  $\text{SigBolt} = 68.94 \leq \text{SB} = 125 \text{ [mm]}$  « » (U= 55.1%) OK«Uwaga: Rozstaw krawedzi srub jest mniejszy niz zalecane minimum :  $((C-B)/2 + g1) <$ Objetosc: 0.04 m<sup>3</sup> Ciezar: 112 kg (SG= 7.85)

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-05 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - EN13445; 16.12 ZBIORNIKI PIONOWE NA PODPORACH CYLINDRYCZNYCH

SK.1 Skirt Support 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:E2.1

## DANE WEJSCIOWE

### DANE PODPORY CYLINDRYCZNEJ

Podpora cylindryczna jest polaczona z elementem: E2.1  
SREDNIA SREDNICA PODPORY CYLIND.....:Dz 606.00 mm  
MEAN SKIRT DIAMETER AT BOTTOM.....:Dzb 606.00 mm  
GRUBOSC RZECZYWISTA PODPORY CYLIND.....:ez 6.00 mm  
ASTM A106B M 0 THK<=999mm 50'C  
Rm=413.8 Rp=240 Rpt=240 fz=160 fz20=160 ftest=0 (N/mm2)  
WSP. ZLACZA SPAWANEGO POMIEDZY DENNICA I PODPORA....:Ewz 0.6000  
MODUL SPREZYSTOSCI w temp. obliczeniowej.....:E 2,0738E05 N/mm2  
WSPÓLCZYNNIK BEZPIECZENSTWA (1,0 stale weglowe i 1,25 stale austenityczne):s  
1.00

### DANE OGÓLNE OBCIAZENIA

Obciazenie wiatrem: Tak  
Rodzaj obciazenia wiatrem: Predkosc wiatru  
Rozklad obciazenia wiatrem: Równomierny rozklad obciazenia wiatrem  
PODSTAWOWA SZYBKOSC WIATRU.....:Lw 40.00 m/s  
SILA WIATRU/KSZTALT ZBIORNIKA/WSP. OPORU.....:Cf 0.8000  
Obciazenie sejsmiczne: Nie  
Obciazenia dynamiczne: Nie  
Obciazenie wywolane podmuchem (Eksplozja w poblizu): Nie

### ELEMENTY ZBIORNIKA

Table COMPONENTS:

Kuvas	ID	Do1(mm)	Do2(mm)	L(mm)	Thk(mm)	z1(mm)	z2(mm)	Kd	A(m2)	Sp.Dens.
End Cap	E2.1	609.6	-1	150	12.7	-307.2	0	1.5	0.05	7.85
Main Shell	S1.1	609.6	609.6	1426	12.7	0	1426	1.5	0.87	7.85
Flange on Closure	F.1	609.6	812.8	134.8	12.7	1426	1562.3	1.5	0.1	7.85
End Cover	E5.1	812.8	1	48	48	1562.3	1610.3	1.5	0.02	7.85

Table COMPONENTS Continued

Kuvas	Weight(kg)	Vol(m3)	Material Name	fd	fa	fcd	fca	Kimmokerroin
End Cap	65.5	0.066	1.0473 EN 10028	212	212	0	0	209659.4
Main Shell	266.6	0.39	1.0473 EN 10028	212	212	0	0	209659.4
Flange on Closure	112	0.037	ASTM A106B M 0	160	160	0	0	0
End Cover	195	0	1.0473 EN 10028	212	212	0	0	209659.4

Table COMPONENTS Continued

Kuvas	S
End Cap	8224
Main Shell	8224
Flange on Closure	8224
End Cover	8224

### OBCIAZENIE PROJEKTOWE

Table DESIGN LOADS:

Opis obciazenia	ID	Fx-kN	Fy-kN	Fz-kN	Mx-kNm	My-kNm	Mz-kNm	x(mm)	y(mm)	z(mm)
-----------------	----	-------	-------	-------	--------	--------	--------	-------	-------	-------

### PRZYPADKI OBCIAZEN/KOMBINACJE

Table LOAD CASES:

Opis	ID	Koeponnistus	Maanjärstys käyttöolosuhteissa
Obciazenie wiatrem	O	.5	
Sejsmiczne	S	1	
OBCIAZENIE OD PODMUCHU	O		
Dynamiczne	D		

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-05 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - EN13445; 16.12 ZBIORNIKI PIONOWE NA PODPORACH CYLINDRYCZNYCH

SK.1 Skirt Support 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:E.2.1

Table LOAD CASES Continued

Opis	Tuulikuorma käyttöolosuhteissa
Obciążenie wiatrem	1
Sejsmiczne	
OBCIAZENIE OD	
PODMUCHU	
Dynamiczne	

## WSPÓLCZYNNIKI OBCIAZEN

Table LOAD CASE FACTORS:

Opis	ID	Koeponnistus	Maanjäristys käyttöolosuhteissa
Cisnienie wewnętrzne(MPa)	P	2.1	1.4
Cisnienie zewnętrzne (MPa)	Pe	0	0
Temperatura D/A (obliczeniowa/otoczenia)	T	A	D
Korozja (mm)	c	0	3
Wsp. M dla napreżen :	mf	1.425	1
Poziom cieczy (mm)	LL	FULL	1500
Ciezar właściwy (Liq.)	SG	1	1.05
Maks. ugięcie d/200	d	1	1

Table LOAD CASE FACTORS Continued

Opis	Tuulikuorma käyttöolosuhteissa
Cisnienie wewnętrzne(MPa)	1.4
Cisnienie zewnętrzne (MPa)	0
Temperatura D/A (obliczeniowa/otoczenia)	D
Korozja (mm)	3
Wsp. M dla napreżen :	1
Poziom cieczy (mm)	1500
Ciezar właściwy (Liq.)	1.05
Maks. ugięcie d/200	1

## OTWORY W PODPORZE CYLINDRYCZNEJ

Table DATA FOR SKIRT OPENINGS:

Aukon tunnus	Halkaisija mm	Keskipisteen z-koordinaatti mm	Suuntakulma, astetta
Inspection Hole	150	-500	0

## DANE ZBIORNIKA

SREDNIA SREDNICA PLASZCZA.....:DB 602.90 mm  
GRUBOSC SCIANKI ZBIORNIKA (skorodowana).....:eB 12.70 mm  
PROMIEN WEWNETRZNY CZESCI KULISTEJ (w stanie skorodowanym):R 531.18 mm  
WYSOKOSC DNA WRAZ Z GRUBOSCIA DNA.....:h 157.25 mm  
PROMIEN WEWNETRZNY WYOBLENIA (w stanie skorodowanym) :r 100.33 mm  
1.0473 EN 10028-2 P355GH plate and THK<=60mm 50'C  
Rm=510 Rp=318 Rpt=318 fB=212 fB20=212 ftest=302.86 E=209659(N/mm2) ro=7.85

## DANE SRUB FUNDAMENTOWYCH

ILOSC SRUB.....:n 4.00  
PRZEKROJ RZECZYWISTY SRUBY.....:Ae 427.10 mm2  
Wymiar srub/Komentarz: M27x3  
EN 10269:1999, 1.4404 X2CrNiMo17-12-2 bar, bolt THK<=160mm 50'C  
Rm=500 Rp=200 Rpt=200 Sa=125 Sb=125 ftest=187.5 E=197420(N/mm2) ro=7.93

## DANE DLA PODSTAWY PODPORY CYLINDRYCZNEJ

WYBIERZ RODZAJ PODSTAWY: Podpora tylko z podst. pierscieniowa  
SREDNICA ZEWNETRZNA PLYTY PODSTAWY.....:dob 926.00 mm  
GRUBOSC RZECZYWISTA PLYTY PODSTAWY.....:tb 24.00 mm  
CALKOWITA SZEROKOSC PLYTY PODSTAWY.....:wb 215.00 mm  
SREDNICA OTWORU W PLYCIE PODSTAWY.....:g 54.00 mm  
1.0473 EN 10028-2 P355GH plate and THK<=60mm 50'C  
Rm=510 Rp=318 Rpt=318 fc=212 fc20=212 ftest=302.86 E=209659(N/mm2) ro=7.85  
ODLEGLOSC OD SREDN. ZEWN. PODPORY DO OSI SRUBY FUNDAMENT.:b 90.00 mm

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-05 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - EN13445; 16.12 ZBIORNIKI PIONOWE NA PODPORACH CYLINDRYCZNYCH

SK.1 Skirt Support 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:E2.1

ALLOWABLE FOUNDATION BEARING PRESSURE.....:Fba 3.00 N/mm2

## DANE ELEMENTOW OKRESLONYCH PRZEZ UZYTKOWNIKA

--ID-- --CompDescr-- -W(kg)- Vtest(m3) Voper(m3) Ax(m2) -z1- -z2-  
U.1 PIPE 46 0.00 0.00 0.00 200 1200

## WYNIKI OBLICZEN

Calkowita wysokosc jednostki

Height = ABS( zmax - zmin) =ABS(1610--700)= 2310.00 mm

## ODCHYLENIE ZBIORNIKA PRZYPADK OBCIAZENIA Nr: 1 - KOEPONNISTUS

ID	z(mm)	l(m4)	E-Mod.(N/mm2)	F Shear(kN)	Moment(kNm)	Deflection(mm)
SK	-700	5.2441	207385	0.82	0.561	0.003
E2.1	-189	9.6370	209659	0.00	0.000	0.005
S1.1	0	10.6112	209659	0.61	0.056	0.006
F.1	1426	10.6112	0	0.08	0.008	0.014
E5.1	1562	214.2420	209659	0.02	0.001	0.014

»Maksymalne odkształcenie na dlugosci 200mm dallow=1 >  
= dactual= =0.0012[mm] << OK<<

Between z1= 1227 and z2= 1426 in component:S1.1

Odchylenie na górze zbiornika : 0.0 mm

## ODCHYLENIE ZBIORNIKA PRZYPADK OBCIAZENIA Nr: 2 - MAANJÄRISTYS KÄYTTÖOLOSUHTEISSA

ID	z(mm)	l(m4)	E-Mod.(N/mm2)	F Shear(kN)	Moment(kNm)	Deflection(mm)
SK	-700	2.6610	207385	0.00	0.440	0.004
E2.1	-189	7.4742	209659	0.00	0.000	0.008
S1.1	0	8.2259	209659	0.00	0.440	0.010
F.1	1426	8.2259	0	0.00	0.000	0.026
E5.1	1562	214.2420	209659	0.00	0.000	0.026

»Maksymalne odkształcenie na dlugosci 200mm dallow=1 >  
= dactual= =0.0024[mm] << OK<<

Between z1= 1148 and z2= 1347 in component:S1.1

Odchylenie na górze zbiornika : 0.0 mm

## ODCHYLENIE ZBIORNIKA PRZYPADK OBCIAZENIA Nr: 3 - TUULIKUORMA KÄYTTÖOLOSUHTEISSA

ID	z(mm)	l(m4)	E-Mod.(N/mm2)	F Shear(kN)	Moment(kNm)	Deflection(mm)
SK	-700	2.6610	207385	1.64	1.562	0.014
E2.1	-189	7.4742	209659	0.00	0.000	0.027
S1.1	0	8.2259	209659	1.22	0.552	0.033
F.1	1426	8.2259	0	0.15	0.015	0.079
E5.1	1562	214.2420	209659	0.05	0.001	0.079

»Maksymalne odkształcenie na dlugosci 200mm dallow=1 >  
= dactual= =0.0066[mm] << OK<<

Between z1= 1227 and z2= 1426 in component:S1.1

Odchylenie na górze zbiornika : 0.1 mm

## Czestosci wlasne zbiornika

Czestosci drgan wlasnych zbiornika sa okreslone wg metody Raleigh'a:

$T = 2 * \pi * \text{Sqr}(\text{Sum}(W_i * y_i^2) / (g * \text{Sum}(W_i * y_i)))$ ; where

"W<sub>i</sub>" jest ciezarem i-tego elementu a "y<sub>i</sub>" jest odkształceniem tego elementu"

Table :

Przypadek obciazenia	Podstawowy okres drgan(s)	Drgania naturalne(Hz)
Przypadek obciazenia NO: 1 - KOEPONNISTUS	0.0440 s	22.72 Hz
Przypadek obciazenia NO: 2 - MAANJÄRISTYS KÄYTTÖOLOSUHTEISSA	0.0609 s	16.4
Przypadek obciazenia NO: 3 - TUULIKUORMA KÄYTTÖOLOSUHTEISSA	0.0609 s	16.4

Table Continued

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-05 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - EN13445; 16.12 ZBIORNIKI PIONOWE NA PODPORACH CYLINDRYCZNYCH

SK.1 Skirt Support 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:E2.1

## Przypadek obciążenia

Przypadek obciążenia NO: 1 - KOEPONNISTUS

Przypadek obciążenia NO: 2 - MAANJÄRISTYS

KÄYTTÖOLOSUHTEISSA

Przypadek obciążenia NO: 3 - TUULIKUORMA

KÄYTTÖOLOSUHTEISSA

## Krytyczna predkosc wiatru RKF BR-K.1 Section 5.2

Nastepujace trzy kryteria musza byc jednoczesnie spelnione dla wiatru wywolujacego drgania

$V_{cr}=5 \cdot D^2/T < 30$  m/s and  $Re=D^2 \cdot V_{cr}/N_y < 5 \cdot 10^7$  and  $T > T_o$ , Value from Figure 11Line K-K

Przypadek obciążenia NO: 1 - KOEPONNISTUS  $V_{cr}=69.25$  m/s,  $Re=2.9112 \cdot 10^6$ ,  $T_o=0.8000$  s OK

Przypadek obciążenia NO: 3 - TUULIKUORMA KÄYTTÖOLOSUHTEISSA  $V_{cr}=50.03$  m/s,  $Re=2.1032 \cdot 10^6$ ,  $T_o=0.8000$

»Sprawdzenie geometrii 16.12.4(b) - Polozenie podpory cylindrycznej na dnigamma=19.48 <= 20« OK«

## SILY REAKCJI I MOMENTY U PODSTAWY PODPORY CYLINDRYCZNEJ

LOAD CASE	Fx(kN)	Fy(kN)	Fz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
KOEPONNISTUS	0.82	0.00	-15.07	0.00	0.56	0.00
MAANJÄRISTYS KÄYTTÖOLOSUHTEISSA	0.00	0.00	-15.14	0.00	-4.	4
TUULIKUORMA KÄYTTÖOLOSUHTEISSA	1.64	0.00	-15.14	0.00	1.56.	0.00

## PRZYPADEK OBCIAZENIA Nr: 1 - KOEPONNISTUS

### Sumowanie sil dla okreslenia rodzaju obciazenia : KOEPONNISTUS

$F_z$  (Sila wzdluz osi Z) = == -15.07 kN  
 $F_x$  (Sila wzdluz osi X) = == 0.8194 kN  
 $F_y$  (Sila wzdluz osi Y) = == 0.00 kN  
 $F_s = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$  (Tot.Force in Hor.Plane) = == 0.8194 kN  
 $M_x$  (Moment wzgledem osi X) = == 0.00 kNm  
 $M_y$  (Moment wzgledem osi Y) = == 561.15 kNm  
 $M_l = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}$  (Moment in XY Plane) = == 561.15 kNm  
 $M_t$  (Moment wzgledem osi Z) = == 0.00 kNm  
 $FF$  (Ciezar zawartosci zbiornika) = == 4.91 kN  
 $dFg$  (Ciezar zbiornika ponizej przekroju 2-2) = (16.12-3) == 0.2002 kN

### 16.12.6.1 Sprawdzenie naprezen blonowych

$F_{zp} = F_z + 4 \cdot M_l / Dz$  (16.12-1) = -15.07 + 4 \* 561.15 / 606 = -11369.09 N

$F_{zq} = F_z - 4 \cdot M_l / Dz$  (16.12-2) = -15.07 - 4 \* 561.15 / 606 = -18777.01 N

Naprezenia blonowe w przekroju 1-1

$Sig_{1pm} = (F_{zp} + dFg + FF) / (\pi \cdot DB \cdot eB) + p \cdot DB / (4 \cdot eB)$  (16.12-3)  
= (-11369.09 + 0.2002 + 4.91) / (3.14 \* 602.9 \* 12.7) + 2.1 \* 602.9 / (4 \* 12.7) = 24.66 N/mm<sup>2</sup>

$Sig_{1qm} = (F_{zq} + dFg + FF) / (\pi \cdot DB \cdot eB) + p \cdot DB / (4 \cdot eB)$  (16.12-4)  
= (-18777.01 + 0.2002 + 4.91) / (3.14 \* 602.9 \* 12.7) + 2.1 \* 602.9 / (4 \* 12.7) = 24.35 N/mm<sup>2</sup>

»Naprezenia blonowe w przekroju 1-1 ABS(Sig1pm)=24.66 <= fB=302.1[N/mm<sup>2</sup>] (16.12-5)« (U= 8.1%) OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 1-1 ABS(Sig1qm)=24.35 <= fB=302.1[N/mm<sup>2</sup>] (16.12-6)« (U= 8%) OK«

Naprezenia blonowe w przekroju 2-2

$Sig_{2pm} = Sig_{2qm} = (FF + dFg) / (\pi \cdot DB \cdot eB) + p \cdot DB / (4 \cdot eB)$  (16.12-9)  
= (4.91 + 0.2002) / (3.14 \* 602.9 \* 12.7) + 2.1 \* 602.9 / (4 \* 12.7) = 25.14 N/mm<sup>2</sup>

»Naprezenia blonowe w przekroju 2-2 ABS(Sig2pm)=25.14 <= fB=302.1[N/mm<sup>2</sup>] (16.12-10)« (U= 8.3%)

OK«

Naprezenia blonowe w przekroju 3-3

$Sig_{3pm} = F_{zp} / (\pi \cdot Dz \cdot ez)$  (16.12-12) = -11369.09 / (3.14 \* 606 \* 6) = -9953 N/mm<sup>2</sup>

$Sig_{3qm} = F_{zq} / (\pi \cdot Dz \cdot ez)$  (16.12-13) = -18777.01 / (3.14 \* 606 \* 6) = -1.64 N/mm<sup>2</sup>

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-05 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - EN13445; 16.12 ZBIORNIKI PIONOWE NA PODPORACH CYLINDRYCZNYCH

SK.1 Skirt Support 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:E2.1

»Naprezenia blonowe w przekroju 3-3 ABS(Sig3pm)=0.9953 <= fz=228[N/mm2] (16.12-14)« (U= .4%) OK«  
»Naprezenia blonowe w przekroju 3-3 ABS(Sig3qm)=1.64 <= fz=228[N/mm2] (16.12-15)« (U= .7%) OK«

## 16.12.6.2 Naprezenia zginajace

b) Rozwiazanie konstrukcyjne B - rysunek 16.12-2

$$\text{Cos}[y] = 1 - (\text{DB} + \text{eB} - \text{Dz} + \text{ez}) / (2 * (\text{r} + \text{eB})) \quad (16.12-25)$$

$$= 1 - (602.9 + 12.7 - 606 + 6) / (2 * (100.33 + 12.7)) = 0.9310$$

$$a = 0.5 * \text{Sqr}(\text{eB}^2 + \text{ez}^2 + 2 * \text{eB} * \text{ez} * \text{Cos}[y]) \quad (16.12-24)$$

$$= 0.5 * \text{Sqr}(12.7^2 + 6^2 + 2 * 12.7 * 6 * 0.931) = 9.21 \text{ mm}$$

Calkowite momenty gnace w sprawdzanych punktach p i q:

$$\text{Mp} = a * \text{Fzp} \quad (16.12-22) = 9.21 * -11369.09 = -1,0469\text{E}05 \text{ Nmm}$$

$$\text{Mq} = a * \text{Fzq} \quad (16.12-23) = 9.21 * -18777.01 = -1,729\text{E}05 \text{ Nmm}$$

Wspólczynnik korekcyjny C:

$$C = 0.63 - 0.057 * (\text{eB} / \text{ez})^2 \quad (16.12-30)$$

$$= 0.63 - 0.057 * (12.7 / 6)^2 = 0.3746$$

Naprezenia zginajace na powierzchni zewnętrznej (a) w przekrojach 1-1 do 3-3

$$\text{Sig1pb} = \text{Sig2pb} = C * 6 * \text{Mp} / (\text{PI} * \text{DB} * \text{eB}^2) \quad (16.12-26)$$

$$= 0.3746 * 6 * -1.0469\text{E}05 / (3.14 * 602.9 * 12.7^2) = -0.7703 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sig1qb} = \text{Sig2qb} = C * 6 * \text{Mq} / (\text{PI} * \text{DB} * \text{eB}^2) \quad (16.12-27)$$

$$= 0.3746 * 6 * -1.729\text{E}05 / (3.14 * 602.9 * 12.7^2) = -1.27 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sig3pb} = C * 6 * \text{Mp} / (\text{PI} * \text{Dz} * \text{ez}^2) \quad (16.12-28)$$

$$= 0.3746 * 6 * -1.0469\text{E}05 / (3.14 * 606 * 6^2) = -3.43 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sig3qb} = C * 6 * \text{Mq} / (\text{PI} * \text{Dz} * \text{ez}^2) \quad (16.12-29)$$

$$= 0.3746 * 6 * -1.729\text{E}05 / (3.14 * 606 * 6^2) = -5.67 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{yy} = 125 * \text{eB} / \text{DB} \quad (16.12-32) = 125 * 12.7 / 602.9 = 2.63$$

$$\text{alfa} = 4.2 - 0.2 * \text{yy} \quad (16.12-35) = 4.2 - 0.2 * 2.63 = 3.67$$

Pressure due to liquid head at location z=-187.4 mm

$$\text{PH} = \text{LiqH} * \text{roLiq} * 0.00000982 = 1797.35 * 1 * 0.00000982 = 0.0177 \text{ MPa}$$

Naprezenia zginajace wywolane cisnieniem, np.:

$$\text{Sig1b} = \text{Sig2b} = (\text{p} + \text{PH}) * \text{DB} / (4 * \text{eB}) * (\text{y} / \text{ya} * \text{alfa} - 1) \quad (16.12-31)$$

$$= (2.1 + 0.0177) * 602.9 / (4 * 12.7) * (19.48 / 62.91 * 3.67 - 1) = 3.46 \text{ N/mm}^2$$

## 16.12.6.3 Naprezenia calkowite i warunki wytrzymałości

1) Naprezenia calkowite w punkcie sprawdzenia "p", przekroju 1-1, na powierzchni wewnętrznej

$$\text{Sig1pitot} = \text{Sig1pm} - \text{Sig1pb} + \text{Sig1b} \quad (16.12-46)$$

$$= 24.66 - -0.7703 + 3.46 = 28.89 \text{ N/mm}^2$$

na powierzchni zewnętrznej

$$\text{Sig1pitot} = \text{Sig1pm} + \text{Sig1pb} - \text{Sig1b} \quad (16.12-47)$$

$$= 24.66 + -0.7703 - 3.46 = 20.43 \text{ N/mm}^2$$

2) Naprezenia calkowite w punkcie sprawdzenia "q", przekroju 1-1, na powierzchni wewnętrznej

$$\text{Sig1qitot} = \text{Sig1qm} - \text{Sig1qb} + \text{Sig1b} \quad (16.12-48) = 24.35 - -1.27 + 3.46 = 29.09 \text{ N/mm}^2$$

na powierzchni zewnętrznej

$$\text{Sig1qitot} = \text{Sig1qm} + \text{Sig1qb} - \text{Sig1b} \quad (16.12-49) = 24.35 + -1.27 - 3.46 = 19.62 \text{ N/mm}^2$$

3) Naprezenia calkowite w punkcie sprawdzenia "p", przekroju 2-2, na powierzchni wewnętrznej

$$\text{Sig2pitot} = \text{Sig2pm} + \text{Sig2pb} + \text{Sig2b} \quad (16.12-50)$$

$$= 25.14 + -0.7703 + 3.46 = 27.83 \text{ N/mm}^2$$

na powierzchni zewnętrznej

$$\text{Sig2pitot} = \text{Sig2pm} - \text{Sig2pb} - \text{Sig2b} \quad (16.12-51)$$

$$= 25.14 - -0.7703 - 3.46 = 22.44 \text{ N/mm}^2$$

4) Naprezenia calkowite w punkcie sprawdzenia "q", przekroju 2-2, na powierzchni wewnętrznej

$$\text{Sig2qitot} = \text{Sig2qm} + \text{Sig2qb} + \text{Sig2b} \quad (16.12-52) = 25.14 + -1.27 + 3.46 = 27.32 \text{ N/mm}^2$$

na powierzchni zewnętrznej

$$\text{Sig2qitot} = \text{Sig2qm} - \text{Sig2qb} - \text{Sig2b} \quad (16.12-53) = 25.14 - -1.27 - 3.46 = 22.95 \text{ N/mm}^2$$

5) Naprezenia calkowite w punkcie sprawdzenia "p", przekroju 3-3, na powierzchni wewnętrznej

$$\text{Sig3pitot} = \text{Sig3pm} - \text{Sig3pb} \quad (16.12-54) = -0.9953 - -3.43 = 2.44 \text{ N/mm}^2$$

na powierzchni zewnętrznej

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-05 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - EN13445; 16.12 ZBIORNIKI PIONOWE NA PODPORACH CYLINDRYCZNYCH

SK.1 Skirt Support 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:E2.1

$$\text{Sig3potot} = \text{Sig3pm} + \text{Sig3pb} \quad (16.12-55) = -0.9953 + -3.43 = \underline{\underline{-4.43 \text{ N/mm}^2}}$$

6) Naprezenia calkowite w punkcie sprawdzanym "q", przekroju 3-3, na powierzchni wewnetrznej

$$\text{Sig3qitot} = \text{Sig3qm} - \text{Sig3qb} \quad (16.12-56) = -1.64 - -5.67 = \underline{\underline{4.03 \text{ N/mm}^2}}$$

na powierzchni zewnetrznej

$$\text{Sig3qotot} = \text{Sig3qm} + \text{Sig3qb} \quad (16.12-57) = -1.64 + -5.67 = \underline{\underline{-7.31 \text{ N/mm}^2}}$$

Naprezenia calkowite otrzymane ze wzorów (16.12-46 do 57) musza spelniac:

a) Section 1-1

$$\text{Sig1pimax} = fS * (3 - (\text{Sig1pm} / fB) ^ 2 / 1.5) \\ = 302.1 * (3 - (24.66 / 302.1) ^ 2 / 1.5) = \underline{\underline{904.96 \text{ N/mm}^2}}$$

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1) Sig1pitot=28.89 <= Sig1pimax=904.96[N/mm2](16.12-58)«» (U= 3.1%)

OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1) Sig1potot=20.43 <= Sig1pimax=904.96[N/mm2](16.12-59)«» (U= 2.2%)

OK«

$$\text{Sig1qimax} = fS * (3 - (\text{Sig1qm} / fB) ^ 2 / 1.5) \\ = 302.1 * (3 - (24.35 / 302.1) ^ 2 / 1.5) = \underline{\underline{904.99 \text{ N/mm}^2}}$$

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1) Sig1qitot=29.09 <= Sig1qimax=904.99[N/mm2](16.12-60)«» (U= 3.2%)

OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1) Sig1qotot=19.62 <= Sig1qimax=904.99[N/mm2](16.12-61)«» (U= 2.1%)

OK«

b) Section 2-2

$$\text{Sig2pimax} = fS * (3 - (\text{Sig2pm} / fB) ^ 2 / 1.5) \\ = 302.1 * (3 - (25.14 / 302.1) ^ 2 / 1.5) = \underline{\underline{904.91 \text{ N/mm}^2}}$$

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2) Sig2pitot=27.83 <= Sig2pimax=904.91[N/mm2](16.12-62)«» (U= 3%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2) Sig2potot=22.44 <= Sig2pimax=904.91[N/mm2](16.12-63)«» (U= 2.4%)

OK«

$$\text{Sig2qimax} = fS * (3 - (\text{Sig2qm} / fB) ^ 2 / 1.5) \\ = 302.1 * (3 - (25.14 / 302.1) ^ 2 / 1.5) = \underline{\underline{904.91 \text{ N/mm}^2}}$$

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2) Sig2qitot=27.32 <= Sig2qimax=904.91[N/mm2](16.12-64)«» (U= 3%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2) Sig2qotot=22.95 <= Sig2qimax=904.91[N/mm2](16.12-65)«» (U= 2.5%)

OK«

c) Section 3-3

$$\text{Sig3pimax} = fS * (3 - (\text{Sig3pm} / fz) ^ 2 / 1.5) \\ = 228 * (3 - (-0.9953 / 228) ^ 2 / 1.5) = \underline{\underline{684.00 \text{ N/mm}^2}}$$

»Naprezenie calkowite (Sect.3-3) Sig3pitot=2.44 <= Sig3pimax=684.[N/mm2] (16.12-66)«» (U= .3%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.3-3) Sig3potot=-4.43 <= Sig3pimax=684.[N/mm2] (16.12-67)«» (U= .6%) OK«

$$\text{Sig3qimax} = fS * (3 - (\text{Sig3qm} / fz) ^ 2 / 1.5) \\ = 228 * (3 - (-1.64 / 228) ^ 2 / 1.5) = \underline{\underline{683.99 \text{ N/mm}^2}}$$

»Naprezenie calkowite (Sect.3-3) Sig3qitot=4.03 <= Sig3qimax=683.99[N/mm2] (16.12-68)«» (U= .5%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.3-3) Sig3qotot=-7.31 <= Sig3qimax=683.99[N/mm2](16.12-69)«» (U= 1%) OK«

## 16.12.7 Sprawdzenie podpory cylindrycznej (Przekrój 4-4)

Uwaga: Podpora cylindryczna z otworem i najwiekszym oslabieniem dla z = -500mm

Moment dodatkowy wywolany przesuniecielem osi obojetnej

$$dM4 = \text{eps} * F4 = 12.23 * 15073.05 = \underline{\underline{1,8434E05 \text{ Nmm}}}$$

Naprezenia blonowe w przekroju 4-4

$$\text{Sig4pm} = (M4 + dM4) / W4 - F4 / A4 \quad (16.12-70)$$

$$= (5.6115E05 + 1.8434E05) / 1.516E06 - 15073.05 / 10948.2 = \underline{\underline{-0.885 \text{ N/mm}^2}}$$

$$\text{Sig4qm} = -1 * (M4 + dM4) / W4 - F4 / A4 \quad (16.12-71)$$

$$= -1 * (5.6115E05 + 1.8434E05) / 1.516E06 - 15073.05 / 10948.2 = \underline{\underline{-1.87 \text{ N/mm}^2}}$$

»Naprezenia blonowe w przekroju 4-4 Sig4pm=0.885 <= fz=228[N/mm2] (16.12-72)«» (U= .3%) OK«

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-05 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - EN13445; 16.12 ZBIORNIKI PIONOWE NA PODPORACH CYLINDRYCZNYCH

SK.1 Skirt Support 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:E2.1

»Naprezenia blonowe w przekroju 4-4 Sig4qm=1.87 <= fz=228[N/mm2] (16.12-73)« (U= .8%) OK«

Naprezenia sciskajace w podporze w przekroju 4-4

Sig4c = - F4 / A4 =-15073.05/10948.2=

-1.38 N/mm2

## 16.14.6 GRANICZNE NAPREZENIA SCISKAJACE

$K = 1.21 * E * ea / (Sige * D)$

(16.14-15)

=1.21\*2.0738E05\*6/(240\*606)=

10.35

$alfa = 0.83 / Sqr(1 + 0.005 * D / ea)$

(16.14-16)

=0.83/Sqr(1+0.005\*606/6)=

0.6766

$delta = (1 - 0.4123 / (alfa * K) ^ 0.6) / S$

(16.14-19)

=(1-0.4123/(0.6766\*10.35)^0.6)/1.05=

0.8303

Maksymalne dopuszczalne naprezenie sciskajace

Sigcall = Sige \* delta (16.14-20) =240\*0.8303=

199.26 N/mm2

»Compr.Stress Limits(4-4) Sig4c=1.38 <= Sigcall=199.26[N/mm2] « (U= .6%) OK«

## Sprawdzenie zlacza podpory z dennica

$ez = (F4 / (PI * Dz) + 4 * M4 / (PI * Dz ^ 2)) / (Ewz * fz)$

=(15073.05/(3.14\*606)+4\*5.6115E05/(3.14\*606^2))/(0.6\*228)=0.0721 mm

»Grubosc zlacza spawanego podpory z dennica ez\_weld=0.0721 <= ez=6[mm] « (U= 1.2%) OK«

## OBLICZANIE PODSTAWY

$Wsk = F4 / (PI * Dz_b) = 15073.05 / (3.14 * 606) =$

7.92 N/mm

$Msk = 4 * M4 / (PI * Dz_b ^ 2) =$

$= 4 * 5.6115E05 / (3.14 * 606 ^ 2) =$

1.95 N/mm

## Obliczenia podstawy pierścieniowej podpory (Henry H. Bednar Rozdz. 4.3)

Maksymalne ciśnienie na fundament

$p = (Wsk + Msk) / wb = (7.92 + 1.95) / 215 =$

0.0459 N/mm2

»Maksymalne ciśnienie na fundament pb=0.0459 <= Fba=3[N/mm2] « (U= 1.5%) OK«

$n = (dob - (Dz_b + ez)) / 2 = (926 - (606 + 6)) / 2 =$

157.00 mm

Min. grubosc podstawy pierścieniowej

$tb = Sqr(3 * p * n ^ 2 / fc)$

=Sqr(3\*0.0459\*157^2/212)=

4.00 mm

»Min. grubosc podstawy pierścieniowej tb\_min=4. <= tb=24[mm] « (U= 16.6%) OK«

»Sprawdzenie geometrii podstawy pierścieniowej tb=24 >= 1.5 \* ez=9« OK«

## Obliczenie sruby fundamentowej (Henry H. Bednar Rozdz. 4.3)

Srednica podzialowa srub

$d = Dz_b + ez + 2 * b = 606 + 6 + 2 * 90 =$

792.00 mm

Naprezenie maksymalne w srubach

$T = 4 * M1 / (PI * d ^ 2) - w / (PI * d)$

=4\*561.15/(3.14\*792^2)-15073.05/(3.14\*792)=

-4.92 N/mm2

Maksymalna sila F w srubie w odleglosci d/2

$f = T * PI * d / n = -4.92 * 3.14 * 792 / 4 =$

-3059.74 N

Wymagany przekrój srub

$Ar = (4 * M1 / d - w) / (n * Sb)$

=(4\*561.15/792-15073.05)/(4\*125)=

0.00 mm2

»Przekrój srub Ar=0 <= Ae=427.1[mm2] « (U= 0%) OK«

## Obliczenie wsporników pod sruby fundamentowe/Górny pierścień wzmacniający

$n = (dob - (Dz_b + ez)) / 2 = (926 - (606 + 6)) / 2 =$

157.00 mm

»Check of Base Plate Width n\_c=157 >= 2\*dbolt + 30mm=76.64« OK«

Min. grubosc podstawy pierścieniowej (RKF part 3 BR K4 eqn(12))

$tbl = Sqr(4 * (Msk + Wsk) * b / fc)$

=Sqr(4\*(1.95+7.92)\*90/212)=

4.09 mm

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-05 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - EN13445; 16.12 ZBIORNIKI PIONOWE NA PODPORACH CYLINDRYCZNYCH

SK.1 Skirt Support 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:E2.1

»Min. grubosc podstawy pierscieniowej  $tb_1=4.09 \leq tb=24[\text{mm}]$  «» (U= 17%) OK«

## PRZYPADEK OBCIAZENIA Nr: 2 - MAANJÄRISTYS KÄYTTÖOLOSUHTEISSA

### Sumowanie sil dla okreslenia rodzaju obciazenia : MAANJÄRISTYS KÄYTTÖOLOSUHTEISSA

Fz (Sila wzdluz osi Z) = == -15.14 kN  
Fx (Sila wzdluz osi X) = == 0.00 kN  
Fy (Sila wzdluz osi Y) = == 0.00 kN  
Fs= $\text{SQR}(F_x^2 + F_y^2)$ (Tot.Force in Hor.Plane)= == 0.00 kN  
Mx (Moment wzgledem osi X) = == 0.00 kNm  
My (Moment wzgledem osi Y) = == -439.82 kNm  
Ml= $\text{SQR}(M_x^2 + M_y^2)$ (Moment in XY Plane)= == 439.82 kNm  
Mt (Moment wzgledem osi Z) = == 0.00 kNm  
FF (Ciezar zawartosci zbiornika)= == 4.98 kN  
dFg (Ciezar zbiornika ponizej przekroju 2-2)= (16.12-3) ==0.2002 kN

### 16.12.6.1 Sprawdzenie naprezen blonowych

Fzp = Fz + 4 \* Ml / Dz (16.12-1) = -15.14+4\*439.82/606= -12239.93 N  
Fzq = Fz - 4 \* Ml / Dz (16.12-2) = -15.14-4\*439.82/606= -18046.15 N

Naprezenia blonowe w przekroju 1-1

Sig1pm = (Fzp+dFg+FF)/(PI\*DB\*eB)+p\*DB/(4\*eB) (16.12-3)  
=(-12239.93+0.2002+4.98)/(3.14\*602.9\*9.7)+1.4\*602.9/(4\*9.7)= 21.37 N/mm2

Sig1qm = (Fzq+dFg+FF)/(PI\*DB\*eB)+p\*DB/(4\*eB) (16.12-4)  
=(-18046.15+0.2002+4.98)/(3.14\*602.9\*9.7)+1.4\*602.9/(4\*9.7)= 21.05 N/mm2

»Naprezenia blonowe w przekroju 1-1 ABS(Sig1pm)=21.37 <= fB=212[N/mm2] (16.12-5)«» (U= 10%) OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 1-1 ABS(Sig1qm)=21.05 <= fB=212[N/mm2] (16.12-6)«» (U= 9.9%) OK«

Naprezenia blonowe w przekroju 2-2

Sig2pm = Sig2qm = (FF+dFg)/(PI\*DB\*eB)+p\*DB/(4\*eB) (16.12-9)  
=(4.98+0.2002)/(3.14\*602.9\*9.7)+1.4\*602.9/(4\*9.7)= 22.04 N/mm2

»Naprezenia blonowe w przekroju 2-2 ABS(Sig2pm)=22.04 <= fB=212[N/mm2] (16.12-10)«» (U= 10.3%) OK«

Naprezenia blonowe w przekroju 3-3

Sig3pm = Fzp / (PI \* Dz \* ez) (16.12-12) = -12239.93/(3.14\*606\*6)= -1.07 N/mm2

Sig3qm = Fzq / (PI \* Dz \* ez) (16.12-13) = -18046.15/(3.14\*606\*6)= -1.58 N/mm2

»Naprezenia blonowe w przekroju 3-3 ABS(Sig3pm)=1.07 <= fz=160[N/mm2] (16.12-14)«» (U= .6%) OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 3-3 ABS(Sig3qm)=1.58 <= fz=160[N/mm2] (16.12-15)«» (U= .9%) OK«

### 16.12.6.2 Naprezenia zginajace

b) Rozwiazanie konstrukcyjne B - rysunek 16.12-2

Cos[y] = 1 - (DB + eB - Dz + ez) / (2 \* (r + eB)) (16.12-25)

=1-(602.9+9.7-606+6)/(2\*(100.33+9.7))= 0.9427

a = 0.5 \* Sqr( eB ^ 2 + ez ^ 2 + 2 \* eB \* ez \* Cos[y]) (16.12-24)

=0.5\*Sqr(9.7^2+6^2+2\*9.7\*6\*0.9427)= 7.74 mm

Calcowite momenty gnace w sprawdzanych punktach p i q:

Mp = a \* Fzp (16.12-22) = 7.74\*-12239.93= -94775.59 Nmm

Mq = a \* Fzq (16.12-23) = 7.74\*-18046.15= -1,3973E05 Nmm

Wspólczynnik korekcyjny C:

C = 0.63 - 0.057 \* (eB / ez) ^ 2 (16.12-30)

=0.63-0.057\*(9.7/6)^2= 0.4810

Naprezenia zginajace na powierzchni zewnetrznej (a) w przekrojach 1-1 do 3-3

Sig1pb = Sig2pb = C \* 6 \* Mp / (PI \* DB \* eB ^ 2) (16.12-26)

=0.481\*6\*-94775.59/(3.14\*602.9\*9.7^2)= -1.53 N/mm2

Sig1qb = Sig2qb = C \* 6 \* Mq / (PI \* DB \* eB ^ 2) (16.12-27)

=0.481\*6\*-1.3973E05/(3.14\*602.9\*9.7^2)= -2.26 N/mm2

Sig3pb = C \* 6 \* Mp / (PI \* Dz \* ez ^ 2) (16.12-28)

=0.481\*6\*-94775.59/(3.14\*606\*6^2)= -3.99 N/mm2

Sig3qb = C \* 6 \* Mq / (PI \* Dz \* ez ^ 2) (16.12-29)

=0.481\*6\*-1.3973E05/(3.14\*606\*6^2)= -5.88 N/mm2

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-05 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - EN13445; 16.12 ZBIORNIKI PIONOWE NA PODPORACH CYLINDRYCZNYCH

SK.1 Skirt Support 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:E2.1

$yy = 125 * eB / DB (16.12-32) = 125 * 9.7 / 602.9 = 2.01$   
 $alfa = 4.2 - 0.2 * yy (16.12-35) = 4.2 - 0.2 * 2.01 = 3.80$   
Pressure due to liquid head at location  $z = -187.4$  mm  
 $PH = LiqH * \rho Liq * 0.00000982$   
 $= 1687.35 * 1.05 * 0.00000982 = 0.0174$  MPa  
Naprezenia zginajace wywolane cisnieniem, np.:  
 $Sig1b = Sig2b = (p + PH) * DB / (4 * eB) * (y / ya * alfa - 1) (16.12-31)$   
 $= (1.4 + 0.0174) * 602.9 / (4 * 9.7) * (19.48 / 62.91 * 3.8 - 1) = 3.88$  N/mm2

## 16.12.6.3 Naprezenia calkowite i warunki wytrzymałości

1) Naprezenia calkowite w punkcie sprawdzenia "p", przekroju 1-1, na powierzchni wewnetrznej

$Sig1pitot = Sig1pm - Sig1pb + Sig1b (16.12-46) = 21.37 - 1.53 + 3.88 = 26.79$  N/mm2

na powierzchni zewnetrznej

$Sig1pitot = Sig1pm + Sig1pb - Sig1b (16.12-47) = 21.37 + 1.53 - 3.88 = 15.95$  N/mm2

2) Naprezenia calkowite w punkcie sprawdzenia "q", przekroju 1-1, na powierzchni wewnetrznej

$Sig1qitot = Sig1qm - Sig1qb + Sig1b (16.12-48) = 21.05 - 2.26 + 3.88 = 27.20$  N/mm2

na powierzchni zewnetrznej

$Sig1qitot = Sig1qm + Sig1qb - Sig1b (16.12-49) = 21.05 + 2.26 - 3.88 = 14.91$  N/mm2

3) Naprezenia calkowite w punkcie sprawdzenia "p", przekroju 2-2, na powierzchni wewnetrznej

$Sig2pitot = Sig2pm + Sig2pb + Sig2b (16.12-50) = 22.04 + 1.53 + 3.88 = 24.38$  N/mm2

na powierzchni zewnetrznej

$Sig2pitot = Sig2pm - Sig2pb - Sig2b (16.12-51) = 22.04 - 1.53 - 3.88 = 19.69$  N/mm2

4) Naprezenia calkowite w punkcie sprawdzenia "q", przekroju 2-2, na powierzchni wewnetrznej

$Sig2qitot = Sig2qm + Sig2qb + Sig2b (16.12-52) = 22.04 + 2.26 + 3.88 = 23.65$  N/mm2

na powierzchni zewnetrznej

$Sig2qitot = Sig2qm - Sig2qb - Sig2b (16.12-53) = 22.04 - 2.26 - 3.88 = 20.42$  N/mm2

5) Naprezenia calkowite w punkcie sprawdzenia "p", przekroju 3-3, na powierzchni wewnetrznej

$Sig3pitot = Sig3pm - Sig3pb (16.12-54) = -1.07 - 3.99 = 2.92$  N/mm2

na powierzchni zewnetrznej

$Sig3pitot = Sig3pm + Sig3pb (16.12-55) = -1.07 + 3.99 = -5.06$  N/mm2

6) Naprezenia calkowite w punkcie sprawdzanym "q", przekroju 3-3, na powierzchni wewnetrznej

$Sig3qitot = Sig3qm - Sig3qb (16.12-56) = -1.58 - 5.88 = 4.30$  N/mm2

na powierzchni zewnetrznej

$Sig3qitot = Sig3qm + Sig3qb (16.12-57) = -1.58 + 5.88 = -7.46$  N/mm2

Naprezenia calkowite otrzymane ze wzorów (16.12-46 do 57) musza spelniac:

a) Section 1-1

$Sig1pimax = fS * (3 - (Sig1pm / fB) ^ 2 / 1.5)$   
 $= 212 * (3 - (21.37 / 212) ^ 2 / 1.5) = 634.56$  N/mm2

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1)  $Sig1pitot = 26.79 \leq Sig1pimax = 634.56$  [N/mm2] (16.12-58) « (U= 4.2%)

OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1)  $Sig1potot = 15.95 \leq Sig1pimax = 634.56$  [N/mm2] (16.12-59) « (U= 2.5%)

OK«

$Sig1qimax = fS * (3 - (Sig1qm / fB) ^ 2 / 1.5)$   
 $= 212 * (3 - (21.05 / 212) ^ 2 / 1.5) = 634.61$  N/mm2

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1)  $Sig1qitot = 27.2 \leq Sig1qimax = 634.61$  [N/mm2] (16.12-60) « (U= 4.2%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1)  $Sig1qotot = 14.91 \leq Sig1qimax = 634.61$  [N/mm2] (16.12-61) « (U= 2.3%)

OK«

b) Section 2-2

$Sig2pimax = fS * (3 - (Sig2pm / fB) ^ 2 / 1.5)$   
 $= 212 * (3 - (22.04 / 212) ^ 2 / 1.5) = 634.47$  N/mm2

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-05 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - EN13445; 16.12 ZBIORNIKI PIONOWE NA PODPORACH CYLINDRYCZNYCH

SK.1 Skirt Support 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:E2.1

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2) Sig2pitot=24.38 <= Sig2pimax=634.47[N/mm2](16.12-62)«» (U= 3.8%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2) Sig2potot=19.69 <= Sig2pimax=634.47[N/mm2](16.12-63)«» (U= 3.1%) OK«

$$\text{Sig2qimax} = fS * (3 - (\text{Sig2qm} / fB) ^ 2 / 1.5) \\ = 212 * (3 - (22.04/212)^2 / 1.5) =$$

634.47 N/mm2

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2) Sig2qitot=23.65 <= Sig2qimax=634.47[N/mm2](16.12-64)«» (U= 3.7%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2) Sig2qotot=20.42 <= Sig2qimax=634.47[N/mm2](16.12-65)«» (U= 3.2%) OK«

c) Section 3-3

$$\text{Sig3pimax} = fS * (3 - (\text{Sig3pm} / fz) ^ 2 / 1.5) \\ = 160 * (3 - (-1.07/160)^2 / 1.5) =$$

480.00 N/mm2

»Naprezenie calkowite (Sect.3-3) Sig3pitot=2.92 <= Sig3pimax=480.[N/mm2] (16.12-66)«» (U= .6%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.3-3) Sig3potot=-5.06 <= Sig3pimax=480.[N/mm2] (16.12-67)«» (U= 1%) OK«

$$\text{Sig3qimax} = fS * (3 - (\text{Sig3qm} / fz) ^ 2 / 1.5) \\ = 160 * (3 - (-1.58/160)^2 / 1.5) =$$

479.99 N/mm2

»Naprezenie calkowite (Sect.3-3) Sig3qitot=4.3 <= Sig3qimax=479.99[N/mm2] (16.12-68)«» (U= .8%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.3-3) Sig3qotot=-7.46 <= Sig3qimax=479.99[N/mm2](16.12-69)«» (U= 1.5%) OK«

## 16.12.7 Sprawdzenie podpory cylindrycznej (Przekrój 4-4)

Uwaga: Podpora cylindryczna z otworem i największym oslabieniu dla z = -500mm

Moment dodatkowy wywołany przesunięciem osi obojętnej

$$dM4 = \epsilon * F4 = 12.23 * 15143.04 =$$

1,852E05 Nmm

Naprezenia blonowe w przekroju 4-4

$$\text{Sig4pm} = (M4 + dM4) / W4 - F4 / A4$$

(16.12-70)

$$= (4.3982E05 + 1.852E05) / 1.516E06 - 15143.04 / 10948.2 =$$

- .9709 N/mm2

$$\text{Sig4qm} = - 1 * (M4 + dM4) / W4 - F4 / A4$$

(16.12-71)

$$= - 1 * (4.3982E05 + 1.852E05) / 1.516E06 - 15143.04 / 10948.2 =$$

- 1.80 N/mm2

»Naprezenia blonowe w przekroju 4-4 Sig4pm=0.9709 <= fz=160[N/mm2] (16.12-72)«» (U= .6%) OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 4-4 Sig4qm=1.8 <= fz=160[N/mm2] (16.12-73)«» (U= 1.1%) OK«

Naprezenia sciskajace w podporze w przekroju 4-4

$$\text{Sig4c} = - F4 / A4 = - 15143.04 / 10948.2 =$$

- 1.38 N/mm2

## 16.14.6 GRANICZNE NAPREZENIA SCISKAJACE

$$K = 1.21 * E * ea / (\text{Sige} * D)$$

(16.14-15)

$$= 1.21 * 2.0738E05 * 6 / (240 * 606) =$$

10.35

$$\text{alfa} = 0.83 / \text{Sqr}(1 + 0.005 * D / ea)$$

(16.14-16)

$$= 0.83 / \text{Sqr}(1 + 0.005 * 606 / 6) =$$

0.6766

$$\text{delta} = (1 - 0.4123 / (\text{alfa} * K) ^ 0.6) / S$$

(16.14-19)

$$= (1 - 0.4123 / (0.6766 * 10.35) ^ 0.6) / 1.5 =$$

0.5812

Maksymalne dopuszczalne naprezenie sciskajace

$$\text{Sigcall} = \text{Sige} * \text{delta} \quad (16.14-20) = 240 * 0.5812 =$$

139.48 N/mm2

»Compr.Stress Limits(4-4) Sig4c=1.38 <= Sigcall=139.48[N/mm2] «» (U= .9%) OK«

## Sprawdzenie zlacza podpory z dennica

$$ez = (F4 / (\text{PI} * Dz) + 4 * M4 / (\text{PI} * Dz ^ 2)) / (\text{Ewz} * fz)$$

$$= (15143.04 / (3.14 * 606) + 4 * 4.3982E05 / (3.14 * 606 ^ 2)) / (0.6 * 160) = 0.0987 \text{ mm}$$

»Grubosc zlacza spawanego podpory z dennica ez\_weld=0.0987 <= ez=6[mm] «» (U= 1.6%) OK«

## OBLICZANIE PODSTAWY

$$\text{Wsk} = F4 / (\text{PI} * Dz) = 15143.04 / (3.14 * 606) =$$

7.95 N/mm

$$\text{Msk} = 4 * M4 / (\text{PI} * Dz ^ 2)$$

$$= 4 * 4.3982E05 / (3.14 * 606 ^ 2) =$$

1.52 N/mm

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-05 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - EN13445; 16.12 ZBIORNIKI PIONOWE NA PODPORACH CYLINDRYCZNYCH

SK.1 Skirt Support 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:E2.1

## Obliczenia podstawy pierscieniowej podpory (Henry H. Bednar Rozdz. 4.3)

Maksymalne ciśnienie na fundament

$$p = (Wsk + Msk) / wb = (7.95 + 1.52) / 215 = 0.0441 \text{ N/mm}^2$$

»Maksymalne ciśnienie na fundament  $p_b = 0.0441 \leq F_b = 3 \text{ [N/mm}^2]$  «» (U= 1.4%) OK«

$$n = (dob - (Dzb + ez)) / 2 = (926 - (606 + 6)) / 2 = 157.00 \text{ mm}$$

Min. grubosc podstawy pierscieniowej

$$tb = \text{Sqr}(3 * p * n^2 / fc)$$

$$= \text{Sqr}(3 * 0.0441 * 157^2 / 212) = 3.92 \text{ mm}$$

»Min. grubosc podstawy pierscieniowej  $t_{b\_min} = 3.92 \leq tb = 24 \text{ [mm]}$  «» (U= 16.3%) OK«

»Sprawdzenie geometrii podstawy pierscieniowej  $tb = 24 \geq 1.5 * ez = 9$  «» OK«

## Obliczenie sruby fundamentowej (Henry H. Bednar Rozdz. 4.3)

Srednica podzialowa srub

$$d = Dzb + ez + 2 * b = 606 + 6 + 2 * 90 = 792.00 \text{ mm}$$

Naprezenie maksymalne w srubach

$$T = 4 * M1 / (\text{PI} * d^2) - w / (\text{PI} * d) = 4 * 439.82 / (3.14 * 792^2) - 15143.04 / (3.14 * 792) = -5.19 \text{ N/mm}^2$$

Maksymalna sila F w srubie w odleglosci d/2

$$f = T * \text{PI} * d / n = -5.19 * 3.14 * 792 / 4 = -3230.43 \text{ N}$$

Wymagany przekrój srub

$$Ar = (4 * M1 / d - w) / (n * Sb)$$

$$= (4 * 439.82 / 792 - 15143.04) / (4 * 125) = 0.00 \text{ mm}^2$$

»Przekrój srub  $A_r = 0 \leq A_e = 427.1 \text{ [mm}^2]$  « » (U= 0%) OK«

## Obliczenie wsporników pod sruby fundamentowe/Górny pierscien wzmacniający

$$n = (dob - (Dzb + ez)) / 2 = (926 - (606 + 6)) / 2 = 157.00 \text{ mm}$$

»Check of Base Plate Width  $n_c = 157 \geq 2 * dbolt + 30 \text{ mm} = 76.64$  «» OK«

Min. grubosc podstawy pierscieniowej (RKF part 3 BR K4 eqn(12))

$$tb1 = \text{Sqr}(4 * (Msk + Wsk) * b / fc)$$

$$= \text{Sqr}(4 * (1.52 + 7.95) * 90 / 212) = 4.01 \text{ mm}$$

»Min. grubosc podstawy pierscieniowej  $tb1 = 4.01 \leq tb = 24 \text{ [mm]}$  «» (U= 16.7%) OK«

## PRZYPADEK OBCIAZENIA Nr: 3 - TUULIKUORMA KÄYTTÖOLOSUHTEISSA

### Sumowanie sil dla okreslenia rodzaju obciazenia : TUULIKUORMA KÄYTTÖOLOSUHTEISSA

Fz (Sila wzdluz osi Z) = ==	-15.14 kN
Fx (Sila wzdluz osi X) = ==	1.64 kN
Fy (Sila wzdluz osi Y) = ==	0.00 kN
Fs = $\text{SQR}(F_x^2 + F_y^2)$ (Tot. Force in Hor. Plane) = ==	1.64 kN
Mx (Moment wzgledem osi X) = ==	0.00 kNm
My (Moment wzgledem osi Y) = ==	1562.12 kNm
Ml = $\text{SQR}(M_x^2 + M_y^2)$ (Moment in XY Plane) = ==	1562.12 kNm
Mt (Moment wzgledem osi Z) = ==	0.00 kNm
FF (Ciezar zawartosci zbiornika) = ==	4.98 kN
dFg (Ciezar zbiornika ponizej przekroju 2-2) = (16.12-3) ==	0.2002 kN

### 16.12.6.1 Sprawdzenie naprezen blonowych

$$Fzp = Fz + 4 * M1 / Dz (16.12-1) = -15.14 + 4 * 1562.12 / 606 = -4832.01 \text{ N}$$

$$Fzq = Fz - 4 * M1 / Dz (16.12-2) = -15.14 - 4 * 1562.12 / 606 = -25454.07 \text{ N}$$

Naprezenia blonowe w przekroju 1-1

$$\text{Siglpm} = (Fzp + dFg + FF) / (\text{PI} * DB * eB) + p * DB / (4 * eB) \quad (16.12-3)$$
$$= (-4832.01 + 0.2002 + 4.98) / (3.14 * 602.9 * 9.7) + 1.4 * 602.9 / (4 * 9.7) = 21.77 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Siglqm} = (Fzq + dFg + FF) / (\text{PI} * DB * eB) + p * DB / (4 * eB) \quad (16.12-4)$$
$$= (-25454.07 + 0.2002 + 4.98) / (3.14 * 602.9 * 9.7) + 1.4 * 602.9 / (4 * 9.7) = 20.65 \text{ N/mm}^2$$

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-05 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - EN13445; 16.12 ZBIORNIKI PIONOWE NA PODPORACH CYLINDRYCZNYCH

SK.1 Skirt Support 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:E2.1

»Naprezenia blonowe w przekroju 1-1 ABS(Sig1pm)=21.77 <= fB=212[N/mm2] (16.12-5)«» (U= 10.2%) OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 1-1 ABS(Sig1qm)=20.65 <= fB=212[N/mm2] (16.12-6)«» (U= 9.7%) OK«

Naprezenia blonowe w przekroju 2-2

$Sig2pm = Sig2qm = (FF + dFg) / (PI * DB * eB) + p * DB / (4 * eB)$  (16.12-9)

$= (4.98 + 0.2002) / (3.14 * 602.9 * 9.7) + 1.4 * 602.9 / (4 * 9.7) =$  22.04 N/mm2

»Naprezenia blonowe w przekroju 2-2 ABS(Sig2pm)=22.04 <= fB=212[N/mm2] (16.12-10)«» (U= 10.3%) OK«

Naprezenia blonowe w przekroju 3-3

$Sig3pm = Fzp / (PI * Dz * ez)$  (16.12-12)  $= -4832.01 / (3.14 * 606 * 6) =$  -0.423 N/mm2

$Sig3qm = Fzq / (PI * Dz * ez)$  (16.12-13)  $= -25454.07 / (3.14 * 606 * 6) =$  -2.23 N/mm2

»Naprezenia blonowe w przekroju 3-3 ABS(Sig3pm)=0.423 <= fz=160[N/mm2] (16.12-14)«» (U= .2%) OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 3-3 ABS(Sig3qm)=2.23 <= fz=160[N/mm2] (16.12-15)«» (U= 1.3%) OK«

## 16.12.6.2 Naprezenia zginajace

b) Rozwiazanie konstrukcyjne B - rysunek 16.12-2

$Cos[y] = 1 - (DB + eB - Dz + ez) / (2 * (r + eB))$  (16.12-25)

$= 1 - (602.9 + 9.7 - 606 + 6) / (2 * (100.33 + 9.7)) =$  0.9427

$a = 0.5 * Sqr(eB^2 + ez^2 + 2 * eB * ez * Cos[y])$  (16.12-24)

$= 0.5 * Sqr(9.7^2 + 6^2 + 2 * 9.7 * 6 * 0.9427) =$  7.74 mm

Calcowite momenty gnace w sprawdzanych punktach p i q:

$Mp = a * Fzp$  (16.12-22)  $= 7.74 * -4832.01 =$  -37414.98 Nmm

$Mq = a * Fzq$  (16.12-23)  $= 7.74 * -25454.07 =$  -1,9709E05 Nmm

Wspolczynnik korekcyjny C:

$C = 0.63 - 0.057 * (eB / ez)^2$  (16.12-30)

$= 0.63 - 0.057 * (9.7 / 6)^2 =$  0.4810

Naprezenia zginajace na powierzchni zewnetrznej (a) w przekrojach 1-1 do 3-3

$Sig1pb = Sig2pb = C * 6 * Mp / (PI * DB * eB^2)$  (16.12-26)

$= 0.481 * 6 * -37414.98 / (3.14 * 602.9 * 9.7^2) =$  -0.6059 N/mm2

$Sig1qb = Sig2qb = C * 6 * Mq / (PI * DB * eB^2)$  (16.12-27)

$= 0.481 * 6 * -1.9709E05 / (3.14 * 602.9 * 9.7^2) =$  -3.19 N/mm2

$Sig3pb = C * 6 * Mp / (PI * Dz * ez^2)$  (16.12-28)

$= 0.481 * 6 * -37414.98 / (3.14 * 606 * 6^2) =$  -1.58 N/mm2

$Sig3qb = C * 6 * Mq / (PI * Dz * ez^2)$  (16.12-29)

$= 0.481 * 6 * -1.9709E05 / (3.14 * 606 * 6^2) =$  -8.30 N/mm2

$yy = 125 * eB / DB$  (16.12-32)  $= 125 * 9.7 / 602.9 =$  2.01

$alfa = 4.2 - 0.2 * yy$  (16.12-35)  $= 4.2 - 0.2 * 2.01 =$  3.80

Pressure due to liquid head at location z=-187.4 mm

$PH = LiqH * rhoLiq * 0.00000982$

$= 1687.35 * 1.05 * 0.00000982 =$  0.0174 MPa

Naprezenia zginajace wywolane cisnieniem, np.:

$Sig1b = Sig2b = (p + PH) * DB / (4 * eB) * (y / ya * alfa - 1)$  (16.12-31)

$= (1.4 + 0.0174) * 602.9 / (4 * 9.7) * (19.48 / 62.91 * 3.8 - 1) =$  3.88 N/mm2

## 16.12.6.3 Naprezenia calkowite i warunki wytrzymałości

1) Naprezenia calkowite w punkcie sprawdzenia "p", przekroju 1-1, na powierzchni wewnetrznej

$Sig1pitot = Sig1pm - Sig1pb + Sig1b$  (16.12-46)

$= 21.77 - -0.6059 + 3.88 =$  26.26 N/mm2

na powierzchni zewnetrznej

$Sig1pitot = Sig1pm + Sig1pb - Sig1b$  (16.12-47)

$= 21.77 + -0.6059 - 3.88 =$  17.29 N/mm2

2) Naprezenia calkowite w punkcie sprawdzenia "q", przekroju 1-1, na powierzchni wewnetrznej

$Sig1qitot = Sig1qm - Sig1qb + Sig1b$  (16.12-48)  $= 20.65 - -3.19 + 3.88 =$  27.72 N/mm2

na powierzchni zewnetrznej

$Sig1qitot = Sig1qm + Sig1qb - Sig1b$  (16.12-49)  $= 20.65 + -3.19 - 3.88 =$  13.58 N/mm2

3) Naprezenia calkowite w punkcie sprawdzenia "p", przekroju 2-2, na powierzchni wewnetrznej

$Sig2pitot = Sig2pm + Sig2pb + Sig2b$  (16.12-50)

$= 22.04 + -0.6059 + 3.88 =$  25.31 N/mm2

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-05 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - EN13445; 16.12 ZBIORNIKI PIONOWE NA PODPORACH CYLINDRYCZNYCH

SK.1 Skirt Support 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:E2.1

na powierzchni zewnętrznej  
 $Sig2pitot = Sig2pm - Sig2pb - Sig2b$  (16.12-51)  
 $=22.04--0.6059-3.88=$  18.76 N/mm2

4) Naprezenia calkowite w punkcie sprawdzenia "q", przekroju 2-2, na powierzchni wewnętrznej  
 $Sig2qitot = Sig2qm + Sig2qb + Sig2b$  (16.12-52)  $=22.04+-3.19+3.88=$  22.73 N/mm2

na powierzchni zewnętrznej  
 $Sig2qitot = Sig2qm - Sig2qb - Sig2b$  (16.12-53)  $=22.04--3.19-3.88=$  21.35 N/mm2

5) Naprezenia calkowite w punkcie sprawdzenia "p", przekroju 3-3, na powierzchni wewnętrznej  
 $Sig3pitot = Sig3pm - Sig3pb$  (16.12-54)  $=-0.423--1.58=$  1.15 N/mm2

na powierzchni zewnętrznej  
 $Sig3potot = Sig3pm + Sig3pb$  (16.12-55)  $=-0.423+-1.58=$  -2.00 N/mm2

6) Naprezenia calkowite w punkcie sprawdzanym "q", przekroju 3-3, na powierzchni wewnętrznej  
 $Sig3qitot = Sig3qm - Sig3qb$  (16.12-56)  $=-2.23--8.3=$  6.07 N/mm2

na powierzchni zewnętrznej  
 $Sig3qotot = Sig3qm + Sig3qb$  (16.12-57)  $=-2.23+-8.3=$  -10.53 N/mm2

Naprezenia calkowite otrzymane ze wzorów (16.12-46 do 57) musza spelniac:

a) Section 1-1

$$Sig1pimax = fS * (3 - (Sig1pm / fB) ^ 2 / 1.5) = 212 * (3 - (21.77/212)^2 / 1.5) = 634.51 \text{ N/mm}^2$$

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1)  $Sig1pitot=26.26 \leq Sig1pimax=634.51[N/mm^2](16.12-58)$ « (U= 4.1%)

OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1)  $Sig1potot=17.29 \leq Sig1pimax=634.51[N/mm^2](16.12-59)$ « (U= 2.7%)

OK«

$$Sig1qimax = fS * (3 - (Sig1qm / fB) ^ 2 / 1.5)$$

$$=212 * (3 - (20.65/212)^2 / 1.5) = 634.66 \text{ N/mm}^2$$

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1)  $Sig1qitot=27.72 \leq Sig1qimax=634.66[N/mm^2](16.12-60)$ « (U= 4.3%)

OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1)  $Sig1qotot=13.58 \leq Sig1qimax=634.66[N/mm^2](16.12-61)$ « (U= 2.1%)

OK«

b) Section 2-2

$$Sig2pimax = fS * (3 - (Sig2pm / fB) ^ 2 / 1.5)$$

$$=212 * (3 - (22.04/212)^2 / 1.5) = 634.47 \text{ N/mm}^2$$

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2)  $Sig2pitot=25.31 \leq Sig2pimax=634.47[N/mm^2](16.12-62)$ « (U= 3.9%)

OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2)  $Sig2potot=18.76 \leq Sig2pimax=634.47[N/mm^2](16.12-63)$ « (U= 2.9%)

OK«

$$Sig2qimax = fS * (3 - (Sig2qm / fB) ^ 2 / 1.5)$$

$$=212 * (3 - (22.04/212)^2 / 1.5) = 634.47 \text{ N/mm}^2$$

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2)  $Sig2qitot=22.73 \leq Sig2qimax=634.47[N/mm^2](16.12-64)$ « (U= 3.5%)

OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2)  $Sig2qotot=21.35 \leq Sig2qimax=634.47[N/mm^2](16.12-65)$ « (U= 3.3%)

OK«

c) Section 3-3

$$Sig3pimax = fS * (3 - (Sig3pm / fz) ^ 2 / 1.5)$$

$$=160 * (3 - (-0.423/160)^2 / 1.5) = 480.00 \text{ N/mm}^2$$

»Naprezenie calkowite (Sect.3-3)  $Sig3pitot=1.15 \leq Sig3pimax=480.[N/mm^2] (16.12-66)$ « (U= .2%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.3-3)  $Sig3potot=-2. \leq Sig3pimax=480.[N/mm^2] (16.12-67)$ « (U= .4%) OK«

$$Sig3qimax = fS * (3 - (Sig3qm / fz) ^ 2 / 1.5)$$

$$=160 * (3 - (-2.23/160)^2 / 1.5) = 479.98 \text{ N/mm}^2$$

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-05 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - EN13445; 16.12 ZBIORNIKI PIONOWE NA PODPORACH CYLINDRYCZNYCH

SK.1 Skirt Support 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:E2.1

»Naprezenie calkowite (Sect.3-3) Sig3qitot=6.07 <= Sig3qimax=479.98[N/mm2] (16.12-68)« (U= 1.2%) OK«  
»Naprezenie calkowite (Sect.3-3) Sig3qotot=-10.53 <= Sig3qimax=479.98[N/mm2] (16.12-69)« (U= 2.1%) OK«

## 16.12.7 Sprawdzenie podpory cylindrycznej (Przekrój 4-4)

Uwaga: Podpora cylindryczna z otworem i największym oslabieniem dla z = -500mm  
Moment dodatkowy wywołany przesunięciem osi obojętnej

$$dM4 = \epsilon \cdot F4 = 12.23 \cdot 15143.04 = 1,852E05 \text{ Nmm}$$

Naprezenia blonowe w przekroju 4-4

$$\text{Sig4pm} = (M4 + dM4) / W4 - F4 / A4 \quad (16.12-70)$$
$$= (1.5621E06 + 1.852E05) / 1.516E06 - 15143.04 / 10948.2 = -0.2306 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sig4qm} = -1 \cdot (M4 + dM4) / W4 - F4 / A4 \quad (16.12-71)$$
$$= -1 \cdot (1.5621E06 + 1.852E05) / 1.516E06 - 15143.04 / 10948.2 = -2.54 \text{ N/mm}^2$$

»Naprezenia blonowe w przekroju 4-4 Sig4pm=0.2306 <= fz=160[N/mm2] (16.12-72)« (U= .1%) OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 4-4 Sig4qm=2.54 <= fz=160[N/mm2] (16.12-73)« (U= 1.5%) OK«

Naprezenia sciskajace w podporze w przekroju 4-4

$$\text{Sig4c} = -F4 / A4 = -15143.04 / 10948.2 = -1.38 \text{ N/mm}^2$$

## 16.14.6 GRANICZNE NAPREZENIA SCISKAJACE

$$K = 1.21 \cdot E \cdot ea / (\text{Sige} \cdot D) \quad (16.14-15)$$

$$= 1.21 \cdot 2.0738E05 \cdot 6 / (240 \cdot 606) = 10.35$$

$$\text{alfa} = 0.83 / \text{Sqr}(1 + 0.005 \cdot D / ea) \quad (16.14-16)$$

$$= 0.83 / \text{Sqr}(1 + 0.005 \cdot 606 / 6) = 0.6766$$

$$\text{delta} = (1 - 0.4123 / (\text{alfa} \cdot K) ^ 0.6) / S \quad (16.14-19)$$

$$= (1 - 0.4123 / (0.6766 \cdot 10.35) ^ 0.6) / 1.5 = 0.5812$$

Maksymalne dopuszczalne naprezenie sciskajace

$$\text{Sigcall} = \text{Sige} \cdot \text{delta} \quad (16.14-20) = 240 \cdot 0.5812 = 139.48 \text{ N/mm}^2$$

»Compr.Stress Limits(4-4) Sig4c=1.38 <= Sigcall=139.48[N/mm2] « (U= .9%) OK«

## Sprawdzenie zlacza podpory z dennica

$$ez = (F4 / (\text{PI} \cdot Dz) + 4 \cdot M4 / (\text{PI} \cdot Dz ^ 2)) / (Ewz \cdot fz)$$

$$= (15143.04 / (3.14 \cdot 606) + 4 \cdot 1.5621E06 / (3.14 \cdot 606 ^ 2)) / (0.6 \cdot 160) = 0.1393 \text{ mm}$$

»Grubosc zlacza spawanego podpory z dennica ez\_weld=0.1393 <= ez=6[mm] « (U= 2.3%) OK«

## OBLICZANIE PODSTAWY

$$\text{Wsk} = F4 / (\text{PI} \cdot Dz_b) = 15143.04 / (3.14 \cdot 606) = 7.95 \text{ N/mm}$$

$$\text{Msk} = 4 \cdot M4 / (\text{PI} \cdot Dz_b ^ 2)$$

$$= 4 \cdot 1.5621E06 / (3.14 \cdot 606 ^ 2) = 5.42 \text{ N/mm}$$

## Obliczenia podstawy pierscieniowej podpory (Henry H. Bednar Rozdz. 4.3)

Maksymalne cisnienie na fundament

$$p = (\text{Wsk} + \text{Msk}) / \text{wb} = (7.95 + 5.42) / 215 = 0.0622 \text{ N/mm}^2$$

»Maksymalne cisnienie na fundament pb=0.0622 <= Fba=3[N/mm2] « (U= 2%) OK«

$$n = (\text{dob} - (Dz_b + ez)) / 2 = (926 - (606 + 6)) / 2 = 157.00 \text{ mm}$$

Min. grubosc podstawy pierscieniowej

$$tb = \text{Sqr}(3 \cdot p \cdot n ^ 2 / fc)$$

$$= \text{Sqr}(3 \cdot 0.0622 \cdot 157 ^ 2 / 212) = 4.66 \text{ mm}$$

»Min. grubosc podstawy pierscieniowej tb\_min=4.66 <= tb=24[mm] « (U= 19.4%) OK«

»Sprawdzenie geometrii podstawy pierscieniowej tb=24 >= 1.5 \* ez=9« OK«

## Obliczenie sruby fundamentowej (Henry H. Bednar Rozdz. 4.3)

Srednica podzialowa srub

$$d = Dz_b + ez + 2 \cdot b = 606 + 6 + 2 \cdot 90 = 792.00 \text{ mm}$$

Naprezenie maksymalne w srubach

$$T = 4 \cdot M1 / (\text{PI} \cdot d ^ 2) - w / (\text{PI} \cdot d)$$

$$= 4 \cdot 1562.12 / (3.14 \cdot 792 ^ 2) - 15143.04 / (3.14 \cdot 792) = -2.92 \text{ N/mm}^2$$

Maksymalna sila F w srubie w odleglosci d/2

$$f = T \cdot \text{PI} \cdot d / n = -2.92 \cdot 3.14 \cdot 792 / 4 = -1813.39 \text{ N}$$

Wymagany przekrój srub

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-05 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - EN13445; 16.12 ZBIORNIKI PIONOWE NA PODPORACH CYLINDRYCZNYCH

SK.1 Skirt Support 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:E2.1

$$Ar = (4 * M1 / d - w) / (n * Sb) \\ = (4 * 1562.12 / 792 - 15143.04) / (4 * 125) =$$

0.00 mm<sup>2</sup>

»Przekrój srub  $Ar=0 \leq Ae=427.1[\text{mm}^2]$  «      » (U= 0%) OK«

**Obliczenie wsporników pod sruby fundamentowe/Górny pierscien wzmacniający**

$$n = (dob - (Dzb + ez)) / 2 = (926 - (606 + 6)) / 2 = 157.00 \text{ mm}$$

»Check of Base Plate Width  $n_c=157 \geq 2 * dbolt + 30\text{mm}=76.64$ «» OK«

Min. grubosc podstawy pierscieniowej (RKF part 3 BR K4 eqn(12))

$$tb1 = \text{Sqr}(4 * (Msk + Wsk) * b / fc)$$

$$= \text{Sqr}(4 * (5.42 + 7.95) * 90 / 212) =$$

4.76 mm

»Min. grubosc podstawy pierscieniowej  $tb1=4.76 \leq tb=24[\text{mm}]$  «» (U= 19.8%) OK«

## STRESZCZENIE OBLICZEN

### ODCHYLENIE ZBIORNIKA PRZYPADK OBCIAZENIA Nr: 1 - KOEPONNISTUS

»Maksymalne odkształcenie na dlugosci 200mm  $d_{allow}=1 >$

=  $d_{actual} =$

$= 0.0012[\text{mm}]$  «» OK«

Between  $z1= 1227$  and  $z2= 1426$  in component:S1.1

Odchylenie na górze zbiornika : 0.0 mm

### ODCHYLENIE ZBIORNIKA PRZYPADK OBCIAZENIA Nr: 2 - MAANJÄRISTYS KÄYTTÖOLOSUHTEISSA

»Maksymalne odkształcenie na dlugosci 200mm  $d_{allow}=1 >$

=  $d_{actual} =$

$= 0.0024[\text{mm}]$  «» OK«

Between  $z1= 1148$  and  $z2= 1347$  in component:S1.1

Odchylenie na górze zbiornika : 0.0 mm

### ODCHYLENIE ZBIORNIKA PRZYPADK OBCIAZENIA Nr: 3 - TUULIKUORMA KÄYTTÖOLOSUHTEISSA

»Maksymalne odkształcenie na dlugosci 200mm  $d_{allow}=1 >$

=  $d_{actual} =$

$= 0.0066[\text{mm}]$  «» OK«

Between  $z1= 1227$  and  $z2= 1426$  in component:S1.1

Odchylenie na górze zbiornika : 0.1 mm

### PRZYPADK OBCIAZENIA Nr: 1 - KOEPONNISTUS

#### 16.12.6.1 Sprawdzenie naprezen blonowych

»Naprezenia blonowe w przekroju 1-1 ABS( $\text{Sig}1\text{pm}$ )= $24.66 \leq f_B=302.1[\text{N}/\text{mm}^2]$  (16.12-5)«» (U= 8.1%) OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 1-1 ABS( $\text{Sig}1\text{qm}$ )= $24.35 \leq f_B=302.1[\text{N}/\text{mm}^2]$  (16.12-6)«» (U= 8%) OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 2-2 ABS( $\text{Sig}2\text{pm}$ )= $25.14 \leq f_B=302.1[\text{N}/\text{mm}^2]$  (16.12-10)«» (U= 8.3%)

OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 3-3 ABS( $\text{Sig}3\text{pm}$ )= $0.9953 \leq f_z=228[\text{N}/\text{mm}^2]$  (16.12-14)«» (U= .4%) OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 3-3 ABS( $\text{Sig}3\text{qm}$ )= $1.64 \leq f_z=228[\text{N}/\text{mm}^2]$  (16.12-15)«» (U= .7%) OK«

#### 16.12.6.2 Naprezenia zginajace

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1)  $\text{Sig}1\text{pitot}=28.89 \leq \text{Sig}1\text{pimax}=904.96[\text{N}/\text{mm}^2]$ (16.12-58)«» (U= 3.1%)

OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1)  $\text{Sig}1\text{potot}=20.43 \leq \text{Sig}1\text{pimax}=904.96[\text{N}/\text{mm}^2]$ (16.12-59)«» (U= 2.2%)

OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1)  $\text{Sig}1\text{qitot}=29.09 \leq \text{Sig}1\text{qimax}=904.99[\text{N}/\text{mm}^2]$ (16.12-60)«» (U= 3.2%)

OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1)  $\text{Sig}1\text{qotot}=19.62 \leq \text{Sig}1\text{qimax}=904.99[\text{N}/\text{mm}^2]$ (16.12-61)«» (U= 2.1%)

OK«

## Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-05 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - EN13445; 16.12 ZBIORNIKI PIONOWE NA PODPORACH CYLINDRYCZNYCH

SK.1 Skirt Support 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:E2.1

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2) Sig2pitot=27.83 <= Sig2pimax=904.91[N/mm2](16.12-62)«» (U= 3%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2) Sig2potot=22.44 <= Sig2pimax=904.91[N/mm2](16.12-63)«» (U= 2.4%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2) Sig2qitot=27.32 <= Sig2qimax=904.91[N/mm2](16.12-64)«» (U= 3%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2) Sig2qotot=22.95 <= Sig2qimax=904.91[N/mm2](16.12-65)«» (U= 2.5%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.3-3) Sig3pitot=2.44 <= Sig3pimax=684.[N/mm2] (16.12-66)«» (U= .3%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.3-3) Sig3potot=-4.43 <= Sig3pimax=684.[N/mm2] (16.12-67)«» (U= .6%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.3-3) Sig3qitot=4.03 <= Sig3qimax=683.99[N/mm2] (16.12-68)«» (U= .5%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.3-3) Sig3qotot=-7.31 <= Sig3qimax=683.99[N/mm2](16.12-69)«» (U= 1%) OK«

### 16.12.7 Sprawdzenie podpory cylindrycznej (Przekrój 4-4)

»Naprezenia blonowe w przekroju 4-4 Sig4pm=0.885 <= fz=228[N/mm2] (16.12-72)«» (U= .3%) OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 4-4 Sig4qm=1.87 <= fz=228[N/mm2] (16.12-73)«» (U= .8%) OK«

»Compr.Stress Limits(4-4) Sig4c=1.38 <= Sigcall=199.26[N/mm2] «» (U= .6%) OK«

### Sprawdzenie zlacza podpory z dennica

»Grubosc zlacza spawanego podpory z dennica ez\_weld=0.0721 <= ez=6[mm] «» (U= 1.2%) OK«

## OBLICZANIE PODSTAWY

»Maksymalne cisnienie na fundament pb=0.0459 <= Fba=3[N/mm2] «» (U= 1.5%) OK«

»Min. grubosc podstawy pierscieniowej tb\_min=4. <= tb=24[mm] «» (U= 16.6%) OK«

»Przekrój srub Ar=0 <= Ae=427.1[mm2] « » (U= 0%) OK«

»Min. grubosc podstawy pierscieniowej tb1=4.09 <= tb=24[mm] «» (U= 17%) OK«

## PRZYPADK OBCIAZENIA Nr: 2 - MAANJÄRISTYS KÄYTTÖOLOSUHTEISSA

### 16.12.6.1 Sprawdzenie naprezen blonowych

»Naprezenia blonowe w przekroju 1-1 ABS(Sig1pm)=21.37 <= fB=212[N/mm2] (16.12-5)«» (U= 10%) OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 1-1 ABS(Sig1qm)=21.05 <= fB=212[N/mm2] (16.12-6)«» (U= 9.9%) OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 2-2 ABS(Sig2pm)=22.04 <= fB=212[N/mm2] (16.12-10)«» (U= 10.3%) OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 3-3 ABS(Sig3pm)=1.07 <= fz=160[N/mm2] (16.12-14)«» (U= .6%) OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 3-3 ABS(Sig3qm)=1.58 <= fz=160[N/mm2] (16.12-15)«» (U= .9%) OK«

### 16.12.6.2 Naprezenia zginajace

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1) Sig1pitot=26.79 <= Sig1pimax=634.56[N/mm2](16.12-58)«» (U= 4.2%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1) Sig1potot=15.95 <= Sig1pimax=634.56[N/mm2](16.12-59)«» (U= 2.5%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1) Sig1qitot=27.2 <= Sig1qimax=634.61[N/mm2] (16.12-60)«» (U= 4.2%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1) Sig1qotot=14.91 <= Sig1qimax=634.61[N/mm2](16.12-61)«» (U= 2.3%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2) Sig2pitot=24.38 <= Sig2pimax=634.47[N/mm2](16.12-62)«» (U= 3.8%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2) Sig2potot=19.69 <= Sig2pimax=634.47[N/mm2](16.12-63)«» (U= 3.1%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2) Sig2qitot=23.65 <= Sig2qimax=634.47[N/mm2](16.12-64)«» (U= 3.7%) OK«

## Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-05 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - EN13445; 16.12 ZBIORNIKI PIONOWE NA PODPORACH CYLINDRYCZNYCH

SK.1 Skirt Support 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:E2.1

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2)  $\text{Sig2qotot}=20.42 \leq \text{Sig2qimax}=634.47[\text{N/mm}^2](16.12-65)$ « (U= 3.2%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.3-3)  $\text{Sig3pitot}=2.92 \leq \text{Sig3pimax}=480.[\text{N/mm}^2] (16.12-66)$ « (U= .6%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.3-3)  $\text{Sig3potot}=-5.06 \leq \text{Sig3pimax}=480.[\text{N/mm}^2] (16.12-67)$ « (U= 1%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.3-3)  $\text{Sig3qitot}=4.3 \leq \text{Sig3qimax}=479.99[\text{N/mm}^2] (16.12-68)$ « (U= .8%) OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.3-3)  $\text{Sig3qotot}=-7.46 \leq \text{Sig3qimax}=479.99[\text{N/mm}^2](16.12-69)$ « (U= 1.5%) OK«

### 16.12.7 Sprawdzenie podpory cylindrycznej (Przekrój 4-4)

»Naprezenia blonowe w przekroju 4-4  $\text{Sig4pm}=0.9709 \leq \text{fz}=160[\text{N/mm}^2] (16.12-72)$ « (U= .6%) OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 4-4  $\text{Sig4qm}=1.8 \leq \text{fz}=160[\text{N/mm}^2] (16.12-73)$ « (U= 1.1%) OK«

»Compr.Stress Limits(4-4)  $\text{Sig4c}=1.38 \leq \text{Sigcall}=139.48[\text{N/mm}^2]$  « (U= .9%) OK«

### Sprawdzenie zlacza podpory z dennica

»Grubosc zlacza spawanego podpory z dennica  $\text{ez\_weld}=0.0987 \leq \text{ez}=6[\text{mm}]$  « (U= 1.6%) OK«

## OBLICZANIE PODSTAWY

»Maksymalne cisnienie na fundament  $\text{pb}=0.0441 \leq \text{Fba}=3[\text{N/mm}^2]$  « (U= 1.4%) OK«

»Min. grubosc podstawy pierscieniowej  $\text{tb\_min}=3.92 \leq \text{tb}=24[\text{mm}]$  « (U= 16.3%) OK«

»Przekrój srub  $\text{Ar}=0 \leq \text{Ae}=427.1[\text{mm}^2]$  « (U= 0%) OK«

»Min. grubosc podstawy pierscieniowej  $\text{tb1}=4.01 \leq \text{tb}=24[\text{mm}]$  « (U= 16.7%) OK«

## PRZYPADEK OBCIAZENIA Nr: 3 - TUULIKUORMA KÄYTTÖOLOSUHTEISSA

### 16.12.6.1 Sprawdzenie naprezen blonowych

»Naprezenia blonowe w przekroju 1-1 ABS( $\text{Sig1pm}$ )= $21.77 \leq \text{fB}=212[\text{N/mm}^2] (16.12-5)$ « (U= 10.2%) OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 1-1 ABS( $\text{Sig1qm}$ )= $20.65 \leq \text{fB}=212[\text{N/mm}^2] (16.12-6)$ « (U= 9.7%) OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 2-2 ABS( $\text{Sig2pm}$ )= $22.04 \leq \text{fB}=212[\text{N/mm}^2] (16.12-10)$ « (U= 10.3%)

OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 3-3 ABS( $\text{Sig3pm}$ )= $0.423 \leq \text{fz}=160[\text{N/mm}^2] (16.12-14)$ « (U= .2%) OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 3-3 ABS( $\text{Sig3qm}$ )= $2.23 \leq \text{fz}=160[\text{N/mm}^2] (16.12-15)$ « (U= 1.3%) OK«

### 16.12.6.2 Naprezenia zginajace

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1)  $\text{Sig1pitot}=26.26 \leq \text{Sig1pimax}=634.51[\text{N/mm}^2](16.12-58)$ « (U= 4.1%)

OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1)  $\text{Sig1potot}=17.29 \leq \text{Sig1pimax}=634.51[\text{N/mm}^2](16.12-59)$ « (U= 2.7%)

OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1)  $\text{Sig1qitot}=27.72 \leq \text{Sig1qimax}=634.66[\text{N/mm}^2](16.12-60)$ « (U= 4.3%)

OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.1-1)  $\text{Sig1qotot}=13.58 \leq \text{Sig1qimax}=634.66[\text{N/mm}^2](16.12-61)$ « (U= 2.1%)

OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2)  $\text{Sig2pitot}=25.31 \leq \text{Sig2pimax}=634.47[\text{N/mm}^2](16.12-62)$ « (U= 3.9%)

OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2)  $\text{Sig2potot}=18.76 \leq \text{Sig2pimax}=634.47[\text{N/mm}^2](16.12-63)$ « (U= 2.9%)

OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2)  $\text{Sig2qitot}=22.73 \leq \text{Sig2qimax}=634.47[\text{N/mm}^2](16.12-64)$ « (U= 3.5%)

OK«

»Naprezenie calkowite (Sect.2-2)  $\text{Sig2qotot}=21.35 \leq \text{Sig2qimax}=634.47[\text{N/mm}^2](16.12-65)$ « (U= 3.3%)

OK«

## Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-05 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - EN13445; 16.12 ZBIORNIKI PIONOWE NA PODPORACH CYLINDRYCZNYCH

SK.1 Skirt Support 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:E2.1

»Naprezenie calkowite (Sect.3-3) Sig3pitot=1.15 <= Sig3pimax=480.[N/mm2] (16.12-66)«» (U= .2%) OK«  
»Naprezenie calkowite (Sect.3-3) Sig3potot=-2. <= Sig3pimax=480.[N/mm2] (16.12-67)«» (U= .4%) OK«  
»Naprezenie calkowite (Sect.3-3) Sig3qitot=6.07 <= Sig3qimax=479.98[N/mm2] (16.12-68)«» (U= 1.2%) OK«  
»Naprezenie calkowite (Sect.3-3) Sig3qotot=-10.53 <= Sig3qimax=479.98[N/mm2] (16.12-69)«» (U= 2.1%) OK«

16.12.7 Sprawdzenie podpory cylindrycznej (Przekrój 4-4)

»Naprezenia blonowe w przekroju 4-4 Sig4pm=0.2306 <= fz=160[N/mm2] (16.12-72)«» (U= .1%) OK«

»Naprezenia blonowe w przekroju 4-4 Sig4qm=2.54 <= fz=160[N/mm2] (16.12-73)«» (U= 1.5%) OK«

»Compr.Stress Limits(4-4) Sig4c=1.38 <= Sigcall=139.48[N/mm2] «» (U= .9%) OK«

Sprawdzenie zlacza podpory z dennica

»Grubosc zlacza spawanego podpory z dennica ez\_weld=0.1393 <= ez=6[mm] «» (U= 2.3%) OK«

### OBLICZANIE PODSTAWY

»Maksymalne cisnienie na fundament pb=0.0622 <= Fba=3[N/mm2] «» (U= 2%) OK«

»Min. grubosc podstawy pierscieniowej tb\_min=4.66 <= tb=24[mm] «» (U= 19.4%) OK«

»Przekrój srub Ar=0 <= Ae=427.1[mm2] « » (U= 0%) OK«

»Min. grubosc podstawy pierscieniowej tb1=4.76 <= tb=24[mm] «» (U= 19.8%) OK«

Objetosc:0 m3 Ciezar:207.9 kg (SG= 7.85 )

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - EN13445; 16.12 ZBIORNIKI PIONOWE NA PODPORACH CYLINDRYCZNYCH

U.1 PIPE

16 Nov. 2005 23:29

## DANE WEJSCIOWE

### DANE PODANE PRZEZ UZYTKOWNIKA ELEM./OBLICZ.

RODZAJ ELEM. WYSPECYF. PRZEZ UZYTKOWNIKA: NIE wymieniony nizej

POLOZENIE ELEMENTU: Na zewnatrz

Element Opis/Wymiary: L=610, Ø=300

Liczba stron wymagajaca obliczen.....: 0.00 Pages

Maks.stopien wykorzystania elementu.....:Umax 65.00 %

Ciezar pustego elementu.....: 46.00 kg

Dodatkowa powierzchnia dodana do obliczen obciazenia wiatrem/podmuchem:Ax 0.00 m2

Polozenie poczatku elementu w kierunku osi Z.....:z1 200.00 mm

Polozenie konca elementu w kierunku osi Z.....:z2 1200.00 mm

Srodek ciezkosci w kierunku osi X.....: 0.00 mm

Srodek ciezkosci w kierunku osi Y.....: 0.00 mm

Srodek ciezkosci w kierunku osi Z.....: 0.00 mm

»Stopien wykorzystania en=65 <= 100« » (U= 65%) OK«

## STRESZCZENIE OBLICZEN

»Stopien wykorzystania en=65 <= 100« » (U= 65%) OK«

Objetosc:0 m3 Ciezar:46 kg (SG= 0 )

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 16.5 MIEJSCOWE OBCIAZENIE KRÓCCÓW W ELEMENTIE WALCOWYM

LC.1 Loads on Nozzles N1&N2 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:N.1

## DANE WEJSCIOWE

### ELEMENT PRZYŁACZONY/POLOZENIE

Mocowanie: N.1 Króciec, Rura bez sz Inlet S1.1

### DANE PLASZCZA

SREDNICA ZEWNETRZNA PLASZCZA.....:De 609.60 mm  
RZECZYWISTA GRUBOSC SCIANKI (w stanie nie skorodowanym) :en 12.70 mm  
UJEMNA TOLERANCJA WYKONANIA.....:th 0.00 mm  
NADDATEK NA KOROZJE WEWNETRZNA .....:c 3.00 mm  
1.0473 EN 10028-2 P355GH plate and THK<=60mm 50'C  
Rm=510 Rp=318 Rpt=318 f=212 f20=212 ftest=302.86 E=209659(N/mm2) ro=7.85

### DANE KRÓCCA

SREDNICA ZEWNETRZNA KRÓCCA.....:deb 219.00 mm  
RZECZYWISTA GRUBOSC KRÓCCA (w stanie nie skorodowanym):enb 12.70 mm  
MAKSYMALNE CISNIENIE DOPUSZCZALNE.....:Pmax 6.23 MPa  
Wielkosc krócca i kolnierza: 8"  
Komentarz (opcjonalnie): SCH 80S  
UJEMNA ODCHYLKA.....: 12.50 %  
API 5L B Plate M 0 THK<=999mm 50'C  
Rm=413.8 Rp=240 Rpt=240 fb=160 f20=160 ftest=0 (N/mm2)

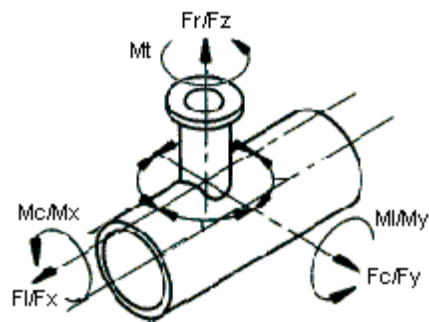
### DANE NAKLADKI WZMACNIAJACEJ



Rodzaj nakładki: Krócce z nakładką pojedynczą

GRUBOSC NAKLADKI WZMACNIAJACEJ.....:eap 12.70 mm  
SZEROKOSC NAKLADKI WZMACNIAJACEJ .....:Ip 100.00 mm  
1.0473 EN 10028-2 P355GH plate and THK<=60mm 50'C  
Rm=510 Rp=318 Rpt=318 fp=212 f20=212 ftest=302.86 E=209659(N/mm2) ro=7.85

### DANE OBCIAZENIA



Zewnętrzne obciążenie krócców: Obciążenie krócców wg NORSOK R-001, Rew.3

Cisnienie znamionowe: PN 20 (150#)

Rozmiar krócca: DN 200 8 inch

WSPÓLCZYNNIK C4: C4=1 Połączenie sztywne

### ZAKRES OBCIAZENIA

Kierunek obciążenia	ID	Jednostki	Pojemność min.	Pojemność maks.
Cisnienie	P	MPa		1.4
Obciążenie promieniowe	Fz	kN	0	5.483
Moment gnący	My	kNm	0	6.1776
Moment obwodowy....	Mx	kNm	0	6.1776
Wzdłużna siła tnąca	Fl	kN	0	5.483
Obwodowa siła tnąca	Fc	kN	0	5.483

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 16.5 MIEJSCOWE OBCIAZENIE KRÓCCÓW W ELEMENTIE WALCOWYM

LC.1 Loads on Nozzles N1&N2 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:N.1

Kierunek obciazenia	ID	Jednostki	Pojemnosc min.	Pojemnosc maks.
Moment skrecajacy	Mt	kNm	0	6.1776

## WYNIKI OBLICZEN

### OBLICZENIA PODSTAWOWE

Obliczeniowa grubosc plaszczka eas  
 $eas = en - c - th = 12.7 - 3 - 0 = 9.70 \text{ mm}$   
Obliczeniowa grubosc krócca eb  
 $eb = enb - c - NegDev = 12.7 - 3 - 1.5875 = 8.11 \text{ mm}$   
Srednia srednica plaszczka  
 $D = De - ea = 609.6 - 9.7 = 599.90 \text{ mm}$   
sredni promien plaszczka  
 $R = D / 2 = 599.9 / 2 = 299.95 \text{ mm}$   
Moment calkowity  
 $MB = Sqr(Mx^2 + My^2) = Sqr(6.1776^2 + 6.1776^2) = 8.74 \text{ kNm}$

### 16.5.3 16.6.4 WARUNKI STOSOWANIA

»a)  $ea/D = 0.0162 \geq 0.001$  » OK«  
»a)  $ea/D = 0.0162 \leq 0.1$  » OK«  
»b)  $\lambda C = 1.82 \leq 10$  » OK«  
»c) odleglosc do kazdego obciazenia miejscowego nie moze byc mniejsza niz  $SQR(D * ec) = 115.9 \text{ mm}$   
»d) grubosc krócca powinna byc utrzymana na dlugosci  $SQR(d * eb) = 41.4 \text{ mm}$

## PRZYPADEK OBCIAZENIA 1, NAPREZENIA NA SREDNICY ZEWN. KRÓCCA

srednia srednica krócca  
 $d = deb - eb = 219 - 8.1125 = 210.89 \text{ mm}$   
Polaczona grubosc obliczeniowa  
 $ec = ea + eap * \text{Min}(fp / f1) = 9.7 + 12.7 * \text{Min}(212 / 212, 1) = 22.40 \text{ mm}$   
 $\lambda C = d / Sqr(D * ec) = 210.89 / Sqr(599.9 * 22.4) = 1.82$   
 $Ratio1 = eb / ec = 8.1125 / 22.4 = 0.3622$   
 $Ratio2 = D / ec = 599.9 / 22.4 = 26.78$   
WARTOSCI DLA C1, C2 i C3 Z RYS. 16.5-2 do 16.5-4  
 $C1 = 2.341 \quad C2 = 5.051 \quad C3 = 8.820$

### 16.5.5 MAKSYMALNE DOPUSZCZALNE OBCIAZENIA INDYWIDUALNE

Cisnienie dopuszczalne Pmax  
 $Pmax (\text{from nozzle calculation}) = Pmax (16.5-2) = 6.23 = 6.23 \text{ MPa}$   
Dopuszczalne obciazenie poosiowe Fzmax  
 $Fzmax = f * ec^2 * \text{Max}(C1, 1.81) = 212 * 22.4^2 * \text{Max}(2.34, 1.81) = 249.05 \text{ kN} \quad (16.5-3)$   
Dopuszczalny moment obwodowy Mxmax  
 $Mxmax = f * ec^2 * d / 4 * \text{Max}(C2, 4.90) = 212 * 22.4^2 * 210.89 / 4 * \text{Max}(5.05, 4.90) = 28.33 \text{ kNm} \quad (16.5-5)$   
Dopuszczalny moment wzdluzny Mxmax  
 $Mxmax = f * ec^2 * d / 4 * \text{Max}(C3, 4.90) = 212 * 22.4^2 * 210.89 / 4 * \text{Max}(8.82, 4.90) = 49.47 \text{ kNm} \quad (16.5-7)$

### WZORY NAPREZEN SCINAJACYCH (PD5500 Sekcja G.2.3.6.3)

Naprezenia scinajace wywolana wzdluzna sila tnaca, TauF1:  
 $TauF1 = 2 * F1 / (PI * deb * ec) = 2 * 5.483 / (3.14 * 219 * 22.4) = 0.7116 \text{ N/mm}^2$

Naprezenia scinajace wywolane sila obwodowa, TauFc:  
 $TauFc = 2 * Fc / (PI * deb * ec) = 2 * 5.483 / (3.14 * 219 * 22.4) = 0.7116 \text{ N/mm}^2$

Naprezenia scinajace wywolane momentem skrecajacym, TauMt:  
 $TauMt = 2 * Mt / (PI * deb^2 * ec) = 2 * 6.1776 / (3.14 * 219^2 * 22.4) = 3.66 \text{ N/mm}^2$

Calcowite naprezenia scinajace, Tau:



# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 16.5 MIEJSCOWE OBCIAZENIE KRÓCCÓW W ELEMENTCIE WALCOWYM

LC.1 Loads on Nozzles N1&N2 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:N.1

$$\begin{aligned} \text{Tau} &= \text{Sqr}(\text{TauFc}^2 + \text{TauFl}^2) + \text{TauMt} \\ &= \text{Sqr}(1.64^2 + 1.64^2) + 8.45 = \underline{\underline{10.78 \text{ N/mm}^2}} \end{aligned}$$

## 16.5.6 KOMBINACJE OBCIAZEN ZEWNETRZNYCH I CISNIENIA

$$\begin{aligned} \text{PhiP} &= P / P_{\text{max}} (16.5-9) = 1.4/6.23 = \underline{0.2245} \\ \text{PhiZ} &= F_z / F_{z\text{max}} (16.5-10) = 5.483/114.76 = \underline{0.0478} \\ \text{PhiTau} &= \text{Tau} / (0.5 * f) = 10.78/(0.5*212) = \underline{0.1017} \\ \text{PhiB} &= \text{Sqr}((M_x / M_{x\text{max}})^2 + (M_y / M_{y\text{max}})^2) (16.5-11) \\ &= \text{Sqr}((6.1776/14.76)^2 + (6.1776/64.47)^2) = \underline{0.4294} \\ \text{MaxAll} &= \text{MAX}(\text{Abs}(\text{PhiP}/C4 + \text{PhiZ}), \text{Abs}(\text{PhiZ}), \text{Abs}(\text{PhiP}/C4 - 0.2 * \text{PhiZ})) (16.5-15) \\ &= \text{MAX}(\text{Abs}(0.2245/1 + 0.0478), \text{Abs}(0.0478), \text{Abs}(0.2245/1 - 0.2 * 0.0478)) = \underline{0.2723} \\ \text{PhiAll} &= \text{Sqr}(\text{MaxAll}^2 + \text{PhiB}^2 + \text{PhiTau}^2) (16.5-15) \\ &= \text{Sqr}(0.2723^2 + 0.4294^2 + 0.1017^2) = \underline{\underline{0.5185}} \end{aligned}$$

### 16.5.6.4 Sprawdzenie granicznego stosunku obciazen miejscowych

»PhiP NA KRAWEDZI NAKLADKI PhiP=0.2245 <= 1.0=1(16.5-12)« » (U= 22.4%) OK«  
»PhiZ NA KRAWEDZI NAKLADKI PhiZ=0.0478 <= 1.0=1(16.5-13)« » (U= 4.7%) OK«  
»PhiB NA KRAWEDZI NAKLADKI PhiB=0.4294 <= 1.0=1(16.5-14)« » (U= 42.9%) OK«  
»PhiTau NA KRAWEDZI NAKLADKI PhiTau=0.1017 <= 1.0=1« » (U= 10.1%) OK«  
»PhiAll NA KRAWEDZI NAKLADKI PhiAll=0.5185 <= 1.0=1(16.5-15)«» (U= 51.8%) OK«

## 16.5.7 ZAKRESY NAPREZEN I ICH KOMBINACJA

### 16.5.7.1 ZAKRESY OBCIAZEN

$$\begin{aligned} \text{DeltaP} &= \text{Max}(P_{\text{max}}, 0) - \text{Min}(P_{\text{min}}, 0) (16.5-16) \\ &= \text{Max}(1.4, 0) - \text{Min}(0, 0) = \underline{1.40 \text{ MPa}} \\ \text{DeltaFz} &= \text{Max}(F_{z\text{max}}, 0) - \text{Min}(F_{z\text{min}}, 0) (16.5-17) \\ &= \text{Max}(5.483, 0) - \text{Min}(0, 0) = \underline{5.48 \text{ kN}} \\ \text{DeltaMx} &= \text{Max}(M_{x\text{max}}, 0) - \text{Min}(M_{x\text{min}}, 0) (16.5-18) \\ &= \text{Max}(6.1776, 0) - \text{Min}(0, 0) = \underline{6.18 \text{ kNm}} \\ \text{DeltaMy} &= \text{Max}(M_{y\text{max}}, 0) - \text{Min}(M_{y\text{min}}, 0) (16.5-19) \\ &= \text{Max}(6.1776, 0) - \text{Min}(0, 0) = \underline{6.18 \text{ kNm}} \\ \text{DeltaFl} &= \text{Max}(F_{l\text{max}}, 0) - \text{Min}(F_{l\text{min}}, 0) \\ &= \text{Max}(5.483, 0) - \text{Min}(0, 0) = \underline{5.48 \text{ kN}} \\ \text{DeltaFc} &= \text{Max}(F_{c\text{max}}, 0) - \text{Min}(F_{c\text{min}}, 0) \\ &= \text{Max}(5.483, 0) - \text{Min}(0, 0) = \underline{5.48 \text{ kN}} \\ \text{DeltaFshear} &= \text{Sqr}(\text{DeltaFl}^2 + \text{DeltaFc}^2) \\ &= \text{Sqr}(5.483^2 + 5.483^2) = \underline{7.75 \text{ kN}} \\ \text{DeltaMt} &= \text{Max}(M_{t\text{max}}, 0) - \text{Min}(M_{t\text{min}}, 0) \\ &= \text{Max}(6.1776, 0) - \text{Min}(0, 0) = \underline{6.18 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

### 16.5.7.2 EKWIWALENTNA GRUBOSC PLASZCZA

$$\begin{aligned} \text{eeq} &= e_a + \text{Min}(e_a * I_p / \text{Sqr}(D * (e_a + e_a)), e_a) * \text{Min}(f_p / f_l) (16.5-20) \\ &= 9.7 + \text{Min}(12.7 * 100 / \text{Sqr}(599.9 * (9.7 + 12.7)), 12.7) * \text{Min}(212 / 212, 1) = \underline{20.66 \text{ mm}} \end{aligned}$$

### 16.5.7.3 NAPREZENIA

WARTOSCI DLA C1, C2 i C3 Z RYS. 16.5-2 do 16.5-4

$$C1 = 5.753 \quad C2 = 7.064 \quad C3 = 30.854$$

$$\begin{aligned} \text{Tmp1} &= \text{Sqr}(d * e_b / (D * \text{eeq})) \\ &= \text{Sqr}(210.89 * 8.1125 / (599.9 * 20.66)) = \underline{0.3716} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tmp2} &= (2 + 2 * d / D * \text{Tmp1} + 1.25 * d / D * \text{Sqr}(D / \text{eeq})) / (1 + e_b / \text{eeq} * \text{Tmp1}) \\ &= (2 + 2 * 210.89 / 599.9 * 0.3716 + 1.25 * 210.89 / 599.9 * \text{Sqr}(599.9 / 20.66)) / (1 + 8.1125 / 20.66 * 0.3716) = \underline{4.04} \end{aligned}$$

Naprezenia od cisnienia

$$\begin{aligned} \text{SigP} &= \text{DeltaP} * D / (2 * \text{eeq}) * \text{Tmp2} (16.5-21) \\ &= 1.4 * 599.9 / (2 * 20.66) * 4.04 = \underline{82.13 \text{ N/mm}^2} \end{aligned}$$

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 16.5 MIEJSCOWE OBCIAZENIE KRÓCCÓW W ELEMENTIE WALCOWYM

LC.1 Loads on Nozzles N1&N2 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:N.1

Naprezenia od obciazenia poosiowego  
 $SigFz = 2.25 / C1 * (DeltaFz / eeq ^ 2)$  (16.5-22)  
 $= 2.25 / 5.75 * (5.483 / 20.66^2) =$  5.03 N/mm2

Naprezenia od momentu obwodowego  
 $SigMx = 2.25 / C2 * (4 * DeltaMx / (eeq ^ 2 * d))$  (16.5-23)  
 $= 2.25 / 7.06 * (4 * 6.1776 / (20.66^2 * 210.89)) =$  87.48 N/mm2

Naprezenia od momentu wzdluznego  
 $SigMy = 2.25 / C3 * (4 * DeltaMy / (eeq ^ 2 * d))$  (16.5-24)  
 $= 2.25 / 30.85 * (4 * 6.1776 / (20.66^2 * 210.89)) =$  20.03 N/mm2

Naprezenia scinajace wywolane wzdluzna sila tnaca, DeltaFl:  
 $TauFl = 2 * DeltaFl / (PI * deb * eeq)$   
 $= 2 * 5.483 / (3.14 * 219 * 20.66) =$  0.7716 N/mm2

Naprezenia scinajace wywolane sila obwodowa, TauFc:  
 $TauFc = 2 * DeltaFc / (PI * deb * eeq)$   
 $= 2 * 5.483 / (3.14 * 219 * 20.66) =$  0.7716 N/mm2

Naprezenia scinajace wywolane momentem skrecajacym, TauMt:  
 $TauMt = 2 * DeltaMt / (PI * deb ^ 2 * eeq)$   
 $= 2 * 6.1776 / (3.14 * 219^2 * 20.66) =$  3.97 N/mm2

Calkowite naprezenia scinajace, Tau:  
 $Tau = Sqr( TauFc ^ 2 + TauFl ^ 2 ) + TauMt$   
 $= Sqr( 0.7716^2 + 0.7716^2 ) + 3.97 =$  5.06 N/mm2

Naprezenia calkowite od obciazenia  
 $SigTot = Abs( SigT + Sqr( (SigP + SigFz)^2 + SigMx^2 + SigMy^2 + 4 * Tau^2 ) )$  (16.5-25)  
 $= Abs( 0 + Sqr( (82.13 + 5.03)^2 + 87.48^2 + 20.03^2 + 4 * 5.06^2 ) ) =$  125.51 N/mm2

»Calkowite naprezenia w plaszczu SigTot=125.51 <= 3\*f=636[N/mm2] <<> (U= 19.7%) OK«

## 16.5.8 POOSIOWE OBCIAZENIE KRÓCCÓW

Maksymalne naprezenie wzdluzne w króccu  
 $SigLong = P * d / (4 * eb) + 4 * MB / (PI * d^2 * eb) + Fz / (PI * d * eb)$  (16.5-26)  
 $= 1.4 * 210.89 / (4 * 8.1125) + 4 * 8.74 / (3.14 * 210.89^2 * 8.1125) + 5483 / (3.14 * 210.89 * 8.1125) =$  40.95 N/mm2

»Naprezenia wzdluzne w kroccu SigLong=40.95 <= fb=160[N/mm2] <<> (U= 25.5%) OK«

## 16.14.6 GRANICZNE NAPREZENIA SCISKAJACE

$K = 1.21 * E * ea / (Sige * D)$  (16.14-15)  
 $= 1.21 * 200000 * 8.1125 / (240 * 210.89) =$  38.79

$alfa = 0.83 / Sqr( 1 + 0.005 * D / ea)$  (16.14-16)  
 $= 0.83 / Sqr( 1 + 0.005 * 210.89 / 8.1125) =$  0.7808

$delta = ( 1 - 0.4123 / (alfa * K) ) ^ 0.6 / S$  (16.14-19)  
 $= ( 1 - 0.4123 / (0.7808 * 38.79) ) ^ 0.6 / 1.5 =$  0.6312

Maksymalne dopuszczalne naprezenie sciskajace  
 $Sigcall = Sige * delta$  (16.14-20)  $= 240 * 0.6312 =$  151.48 N/mm2

## 16.14.4 DOPUSZCZALNE OBCIAZENIA MIEJSCOWE

Maksymalna sila rozrywajaca Ftmax  
 $Ftmax = PI * D * ea * f$  (16.14-1)  $= 3.14 * 210.89 * 8.1125 * 160 =$  859.95 kN

Maksymalna sila sciskajaca Fcmax  
 $Fcmax = PI * D * ea * Sigcall$  (16.14-2)  
 $= 3.14 * 210.89 * 8.1125 * 151.48 =$  814.15 kN

Maksymalny moment gnacy Mmax  
 $Mmax = PI / 4 * D ^ 2 * ea * Sigcall$  (16.14-3)  
 $= 3.14 / 4 * 210.89^2 * 8.1125 * 151.48 =$  42.92 kNm

Sprawdzenie statecznosci podluznej (P=0)  
 $LongStab = MB / Mmax + Abs( Fzmin ) / Fcmax$  (16.5-27)  
 $= 8.74 / 42.92 + Abs( 0 ) / 814.15 =$  0.2035

## Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 16.5 MIEJSCOWE OBCIAZENIE KRÓCCÓW W ELEMENTCIE WALCOWYM

LC.1 Loads on Nozzles N1&N2 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:N.1

»Statecznosc wzdluzna krocca LongStab=0.2035 <= 1.0=1« » (U= 20.3%) OK«

### STRESZCZENIE OBLICZEN

#### PRZYPADEK OBCIAZENIA 1, NAPREZENIA NA SREDNICY ZEWN. KRÓCCA

16.5.6.4 Sprawdzenie granicznego stosunku obciazen miejscowych

»PhiP NA Dz KRÓCCA PhiP=0.2245 <= 1.0 =1(16.5-12)« » (U= 22.4%) OK«

»PhiZ NA Dz KRÓCCA PhiZ=0.022 <= 1.0=1(16.5-13)« » (U= 2.2%) OK«

»PhiB NA Dz KRÓCCA PhiB=0.2513 <= 1.0=1(16.5-14)« » (U= 25.1%) OK«

»PhiTau NA Dz KRÓCCA PhiTau=0.044 <= 1.0=1« » (U= 4.4%) OK«

»PhiAll NA Dz KRÓCCA PhiAll=0.3548 <= 1.0=1(16.5-15)« » (U= 35.4%) OK«

#### PRZYPADEK OBCIAZENIA 2, NAPREZENIA NA ZEWNETRZNEJ KRAWEDZI NAKLADKI

16.5.6.4 Sprawdzenie granicznego stosunku obciazen miejscowych

»PhiP NA KRAWEDZI NAKLADKI PhiP=0.2245 <= 1.0 =1(16.5-12)« » (U= 22.4%) OK«

»PhiZ NA KRAWEDZI NAKLADKI PhiZ=0.0478 <= 1.0=1(16.5-13)« » (U= 4.7%) OK«

»PhiB NA KRAWEDZI NAKLADKI PhiB=0.4294 <= 1.0=1(16.5-14)« » (U= 42.9%) OK«

»PhiTau NA KRAWEDZI NAKLADKI PhiTau=0.1017 <= 1.0=1« » (U= 10.1%) OK«

»PhiAll NA KRAWEDZI NAKLADKI PhiAll=0.5185 <= 1.0=1(16.5-15)« » (U= 51.8%) OK«

#### 16.5.7 ZAKRESY NAPREZEN I ICH KOMBINACJA

»Calkowite naprezenia w plaszczu SigTot=125.51 <= 3\*f=636[N/mm2] «» (U= 19.7%) OK«

#### 16.5.8 POOSIOWE OBCIAZENIE KRÓCCÓW

»Naprezenia wzdluzne w kroccu SigLong=40.95 <= fb=160[N/mm2] «» (U= 25.5%) OK«

»Statecznosc wzdluzna krocca LongStab=0.2035 <= 1.0=1« » (U= 20.3%) OK«

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 16.4 MIEJSCOWE OBCIAZENIE KRÓCCÓW W ELEMENTIE KULISTYM

LE.1 Nozzle Loads on N3 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:N.3

## DANE WEJSCIOWE

### ELEMENT PRZYŁACZONY/POLOZENIE

Mocowanie: N.3 Króciec, Rura bez sz Drain E2.1

### DANE DNA

SREDNICA ZEWNETRZNA PŁASZCZA.....:De 609.60 mm  
RZECZYWISTA GRUBOSC SCIANKI (w stanie nie skorodowanym) :en 12.70 mm  
UJEMNA TOLERANCJA WYKONANIA.....:th 1.00 mm  
NADDATEK NA KOROZJE WEWNETRZNA .....:c 3.00 mm  
PROMIEN WEWNETRZNY CZĘŚCI KULISTEJ (w stanie skorodowanym):R 531.18 mm  
1.0473 EN 10028-2 P355GH plate and THK<=60mm 50'C  
Rm=510 Rp=318 Rpt=318 f=212 f20=212 ftest=302.86 E=209659(N/mm2) ro=7.85

### DANE KRÓCCA



Rodzaj krócca: Króciec wpuszczany

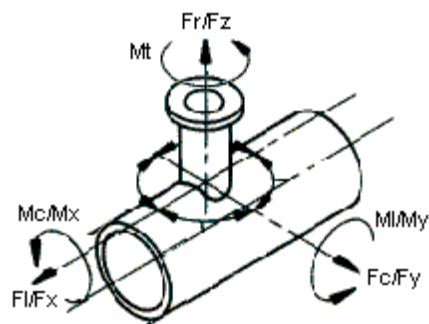
SREDNICA ZEWNETRZNA KRÓCCA.....:deb 60.32 mm  
RZECZYWISTA GRUBOSC KRÓCCA (w stanie nie skorodowanym):enb 8.74 mm  
MAKSYMALNE CISNIENIE DOPUSZCZALNE.....:Pmax 5.70 MPa  
Wielkosc krócca i kolnierza: 2"  
Komentarz (opcjonalnie): SCH 160  
UJEMNA ODCHYLKA.....: 12.50 %  
ASTM A106B M 0 THK<=999mm 50'C  
Rm=413.8 Rp=240 Rpt=240 fb=160 f20=160 ftest=0 (N/mm2)

### DANE NAKLADKI WZMACNIAJACEJ



Rodzaj nakładki: Krócce bez nakładki

### DANE OBCIAZENIA



Zewnętrzne obciążenie krócców: Obciążenie krócców wg NORSOK R-001, Rew.3

Cisnienie znamionowe: PN 20 (150#)

Rozmiar krócca: DN 50 2 inch

### ZAKRES OBCIAZENIA

Kierunek obciążenia	ID	Jednostki	Pojemność min.	Pojemność maks.
Cisnienie	P	MPa		1.2
Obciążenie promieniowe	Fz	kN	0	1.039
Moment gnący	My	kNm	0	.3779
Moment obwodowy....	Mx	kNm	0	.3779

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 16.4 MIEJSCOWE OBCIAZENIE KRÓCCÓW W ELEMENTIE KULISTYM

LE.1 Nozzle Loads on N3 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:N.3

Kierunek obciazenia	ID	Jednostki	Pojemnosc min.	Pojemnosc maks.
Wzdłużna siła tnaca	Fl	kN	0	1.039
Obwodowa siła tnaca	Fc	kN	0	1.039
Moment skrecający	Mt	kNm	0	.3779

## WYNIKI OBLICZEN

### OBLICZENIA PODSTAWOWE

Obliczeniowa grubosc plaszczka eas

$$eas = en - c - th = 12.7 - 3 - 1 = 8.70 \text{ mm}$$

Obliczeniowa grubosc krócca eb

$$eb = enb - c - NegDev = 8.74 - 3 - 1.0925 = 4.65 \text{ mm}$$

Srednia srednica plaszczka

$$D = De - ea = 609.6 - 8.7 = 600.90 \text{ mm}$$

sredni promien plaszczka

$$R = R + ea = 531.18 + 8.7 = 539.88 \text{ mm}$$

Moment calkowity

$$MB = \text{Sqr}(Mx^2 + My^2) = \text{Sqr}(0.3779^2 + 0.3779^2) = 0.5344 \text{ kNm}$$

### 16.4.3 16.6.4 WARUNKI STOSOWANIA

$$\gg a) ea/R = 0.0161 \geq 0.001 \ll \text{OK}$$

$$\gg a) ea/R = 0.0161 \leq 0.1 \ll \text{OK}$$

$$\gg b) \text{odleglosc od innego obciazenia miejscowego nie powinna byc mniejsza } \text{SQR}(R * ec) = 68.5 \text{ mm}$$

$$\gg c) \text{grubosc krócca powinna byc utrzymana na dlugosci } \text{SQR}(d * eb) = 16.1 \text{ mm}$$

## PRZYPADEK OBCIAZENIA 1, NAPREZENIA NA SREDNICY ZEWN. KRÓCCA

srednia srednica krócca

$$d = deb - eb = 60.32 - 4.6475 = 55.67 \text{ mm}$$

Polaczona grubosc obliczeniowa

$$ec = ea = 8.7 = 8.70 \text{ mm}$$

$$\text{LamdaS} = d / \text{Sqr}(R * ec) \text{ (16.4-5)} = 55.67 / \text{Sqr}(539.88 * 8.7) = 0.8123$$

Współczynnik wzmacnienia

$$\text{Kappa} = \text{Min}(2 * fb / f * eb / ec * \text{Sqr}(eb / d), 1) \text{ (16.4-4)}$$

$$= \text{Min}(2 * 160 / 212 * 4.6475 / 8.7 * \text{Sqr}(4.6475 / 55.67), 1) = 0.2330$$

### 16.4.5 MAKSYMALNE DOPUSZCZALNE OBCIAZENIA INDYWIDUALNE

Cisnienie dopuszczalne Pmax

$$Pmax \text{ (from nozzle calculation)} = Pmax \text{ (16.4-6)} = 5.7 = 5.70 \text{ MPa}$$

$$Tmp = 0.91 * \text{Kappa} * \text{LamdaS}^2 = 0.91 * 0.233 * 0.8123^2 = 0.1399$$

Dopuszczalne obciazenie poosiowe Fzmax

$$Fzmax = f * ec^2 * (1.81 + 2.4 * \text{Sqr}(1 + \text{Kappa}) * \text{LamdaS} + Tmp) \text{ (16.4-7)}$$

$$= 212 * 8.7^2 * (1.81 + 2.4 * \text{Sqr}(1 + 0.233) * 0.8123 + 0.1399) = 66.03 \text{ kN}$$

Dopuszczalny moment gnacy Pbmax

$$MBmax = f * ec^2 * d / 4 * (4.9 + 2 * \text{Sqr}(1 + \text{Kappa}) * \text{LamdaS} + Tmp) \text{ (16.4-8)}$$

$$= 212 * 8.7^2 * 55.67 / 4 * (4.9 + 2 * \text{Sqr}(1 + 0.233) * 0.8123 + 0.1399) = 1.53 \text{ kNm}$$

### WZORY NAPREZEN SCINAJACYCH (PD5500 Sekcja G.2.3.6.3)

Naprezenia scinajace wywolana wzdłużna siła tnaca, TauFl:

$$\text{TauFl} = 2 * Fl / (\text{PI} * deb * ec)$$

$$= 2 * 1.039 / (3.14 * 60.32 * 8.7) = 1.26 \text{ N/mm}^2$$

Naprezenia scinajace wywolane siła obwodowa, TauFc:

$$\text{TauFc} = 2 * Fc / (\text{PI} * deb * ec)$$

$$= 2 * 1.039 / (3.14 * 60.32 * 8.7) = 1.26 \text{ N/mm}^2$$

Naprezenia scinajace wywolane momentem skrecającym, TauMt:

$$\text{TauMt} = 2 * Mt / (\text{PI} * deb^2 * ec)$$

$$= 2 * 0.3779 / (3.14 * 60.32^2 * 8.7) = 7.60 \text{ N/mm}^2$$

Calkowite naprezenia scinajace, Tau:

$$\text{Tau} = \text{Sqr}(\text{TauFc}^2 + \text{TauFl}^2) + \text{TauMt}$$

$$= \text{Sqr}(1.26^2 + 1.26^2) + 7.6 = 9.38 \text{ N/mm}^2$$

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 16.4 MIEJSCOWE OBCIAZENIE KRÓCCÓW W ELEMENTCIE KULISTYM

LE.1 Nozzle Loads on N3 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:N.3

## 16.4.6 KOMBINACJE OBCIAZEN ZEWNETRZNYCH I CISNIENIA

$$\begin{aligned} \text{PhiP} &= P / P_{\text{max}} \quad (16.4-9) = 1.2/5.7 = && 0.2106 \\ \text{PhiZ} &= F_z / F_{z\text{max}} \quad (16.4-10) = 1.039/66.03 = && 0.0157 \\ \text{PhiTau} &= \text{Tau} / (0.5 * f) = 9.38/(0.5*212) = && 0.0885 \\ \text{PhiB} &= MB / MB_{\text{max}} \quad (16.4-11) = 0.5344/1.53 = && 0.3496 \\ \text{MaxAll} &= \text{MAX}(\text{Abs}(\text{PhiP}+\text{PhiZ}), \text{Abs}(\text{PhiZ}), \text{Abs}(\text{PhiP}-0.2*\text{PhiZ})) \quad (16.4-15) \\ &= \text{MAX}(\text{Abs}(0.2106+0.0157), \text{Abs}(0.0157), \text{Abs}(0.2106-0.2*0.0157)) = 0.2264 \\ \text{PhiAll1} &= \text{MaxAll} + \text{Abs}(\text{PhiB}) + \text{Abs}(\text{PhiTau}) \quad (16.4-15) \\ &= 0.2264 + \text{Abs}(0.3496) + \text{Abs}(0.0885) = 0.6645 \\ \text{PhiAll2} &= \text{Sqr}(\text{MaxAll}^2 + \text{PhiB}^2 + \text{PhiTau}^2) \quad (16.5-15) \\ &= \text{Sqr}(0.2264^2 + 0.3496^2 + 0.0885^2) = 0.4258 \\ \text{PhiAll} &= \text{MIN}(\text{PhiAll1}, \text{PhiAll2}) = \text{MIN}(0.6645, 0.4258) = && 0.4258 \end{aligned}$$

## 16.5.6.4 Sprawdzenie granicznego stosunku obciazen miejscowych

»PhiP NA Dz KRÓCCA PhiP=0.2106 <= 1.0=1(16.4-12)« » (U= 21%) OK«  
»PhiZ NA Dz KRÓCCA PhiZ=0.0157 <= 1.0=1(16.4-13)« » (U= 1.5%) OK«  
»PhiB NA Dz KRÓCCA PhiB=0.3496 <= 1.0=1(16.4-14)« » (U= 34.9%) OK«  
»PhiTau NA Dz KRÓCCA PhiTau=0.0885 <= 1.0=1« » (U= 8.8%) OK«  
»PhiAll NA Dz KRÓCCA PhiAll=0.4258 <= 1.0=1(16.4-15)« » (U= 42.5%) OK«

## 16.4.7 ZAKRESY NAPREZEN I ICH KOMBINACJA

### 16.4.7.1 ZAKRESY OBCIAZEN

$$\begin{aligned} \text{DeltaP} &= \text{Max}(P_{\text{max}}, 0) - \text{Min}(P_{\text{min}}, 0) \quad (16.4-16) \\ &= \text{Max}(1.2, 0) - \text{Min}(0, 0) = && 1.20 \text{ MPa} \\ \text{DeltaFz} &= \text{Max}(F_{z\text{max}}, 0) - \text{Min}(F_{z\text{min}}, 0) \quad (16.4-17) \\ &= \text{Max}(1.039, 0) - \text{Min}(0, 0) = && 1.04 \text{ kN} \\ \text{DeltaMx} &= \text{Max}(M_{x\text{max}}, 0) - \text{Min}(M_{x\text{min}}, 0) \quad (16.4-18) \\ &= \text{Max}(0.3779, 0) - \text{Min}(0, 0) = && 0.3779 \text{ kNm} \\ \text{DeltaMy} &= \text{Max}(M_{y\text{max}}, 0) - \text{Min}(M_{y\text{min}}, 0) \quad (16.4-19) \\ &= \text{Max}(0.3779, 0) - \text{Min}(0, 0) = && 0.3779 \text{ kNm} \\ \text{DeltaMB} &= \text{Sqr}(\text{DeltaMx}^2 + \text{DeltaMy}^2) \\ &= \text{Sqr}(0.3779^2 + 0.3779^2) = && 0.5344 \text{ kNm} \\ \text{DeltaFl} &= \text{Max}(F_{l\text{max}}, 0) - \text{Min}(F_{l\text{min}}, 0) \\ &= \text{Max}(1.039, 0) - \text{Min}(0, 0) = && 1.04 \text{ kN} \\ \text{DeltaFc} &= \text{Max}(F_{c\text{max}}, 0) - \text{Min}(F_{c\text{min}}, 0) \\ &= \text{Max}(1.039, 0) - \text{Min}(0, 0) = && 1.04 \text{ kN} \\ \text{DeltaFshear} &= \text{Sqr}(\text{DeltaFl}^2 + \text{DeltaFc}^2) \\ &= \text{Sqr}(1.039^2 + 1.039^2) = && 1.47 \text{ kN} \\ \text{DeltaMt} &= \text{Max}(M_{t\text{max}}, 0) - \text{Min}(M_{t\text{min}}, 0) \\ &= \text{Max}(0.3779, 0) - \text{Min}(0, 0) = && 0.3779 \text{ kNm} \end{aligned}$$

### 16.4.7.2 EKWIWALENTNA GRUBOSC PLASZCZA

$$e_{\text{eq}} = e_c = 8.7 = 8.70 \text{ mm}$$

### 16.4.7.3 NAPREZENIA

WARTOSCI DLA scfP, scfZ ORAZ scfM Z WYKRESÓW 16.4-3 to 16.4-8

$$\text{scfP} = 2.200 \quad \text{scfZ} = 1.663 \quad \text{scfM} = 0.808$$

Naprezenia od cisnienia

$$\begin{aligned} \text{SigP} &= \text{scfP} * \text{DeltaP} * R / (2 * e_{\text{eq}}) \quad (16.4-20) \\ &= 2.2 * 1.2 * 539.88 / (2 * 8.7) = && 81.90 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Naprezenia od obciazenia poosiowego

$$\begin{aligned} \text{SigFz} &= \text{scfZ} * \text{DeltaFz} / (\text{PI} * d * e_{\text{eq}}) * \text{Sqr}(R / e_{\text{eq}}) \quad (16.4-21) \\ &= 1.66 * 1.039 / (3.14 * 55.67 * 8.7) * \text{Sqr}(539.88 / 8.7) = && 8.95 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Naprezenia od momentu obwodowego

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 16.4 MIEJSCOWE OBCIAZENIE KRÓCCÓW W ELEMENTIE KULISTYM

LE.1 Nozzle Loads on N3 16 Nov. 2005 23:29 ConnID:N.3

$$\text{SigMB} = \text{scfM} * 4 * \text{DeltaMB} / (\text{PI} * \text{d}^2 * \text{eeq}) * \text{Sqr}(R / \text{eeq}) \quad (16.4-22)$$
$$= 0.8081 * 4 * 0.5344 / (3.14 * 55.67^2 * 8.7) * \text{Sqr}(539.88 / 8.7) = \underline{160.64 \text{ N/mm}^2}$$

Stresses due to Shear Loads

$$\text{SigS} = \text{scfS} * 2 * (\text{Sqr}(\text{DeltaF1}^2 + \text{DeltaFc}^2) / (\text{PI} * \text{deb} * \text{eeq}) + \text{DeltaMt} / (\text{PI} * \text{deb}^2 * \text{eeq}))$$
$$= 2.05 * 2 * (\text{Sqr}(1.039^2 + 1.039^2) / (3.14 * 60.32 * 8.7) + 0.3779 / (3.14 * 60.32^2 * 8.7))$$
$$= \underline{19.26 \text{ N/mm}^2}$$

Naprezenia calkowite od obciazenia

$$\text{SigTot} = \text{Abs}(\text{SigT} + \text{Sqr}(\text{SigP}^2 + (\text{SigFz} + \text{SigMB})^2 + \text{SigS}^2)) \quad (16.4-23)$$
$$= \text{Abs}(0 + \text{Sqr}(81.9^2 + (8.95 + 160.64)^2 + 19.26^2)) = \underline{189.31 \text{ N/mm}^2}$$

»Calkowite naprezenia w plaszczu SigTot=189.31 <= 3\*f=636[N/mm2] «» (U= 29.7%) OK«

## 16.4.8 POOSIOWE OBCIAZENIE KRÓCCÓW

Maksymalne naprezenie wzdluzne w króccu

$$\text{SigLong} = \text{P} * \text{d} / (4 * \text{eb}) + 4 * \text{MB} / (\text{PI} * \text{d}^2 * \text{eb}) + \text{Fz} / (\text{PI} * \text{d} * \text{eb}) \quad (16.4-24)$$
$$= 1.2 * 55.67 / (4 * 4.6475) + 4 * 0.5344 / (3.14 * 55.67^2 * 4.6475) + 1039 / (3.14 * 55.67 * 4.6475)$$
$$= \underline{52.11 \text{ N/mm}^2}$$

»Naprezenia wzdluzne w kroccu SigLong=52.11 <= fb=160[N/mm2] «» (U= 32.5%) OK«

## 16.14.6 GRANICZNE NAPREZENIA SCISKAJACE

$$K = 1.21 * E * \text{ea} / (\text{Sige} * D) \quad (16.14-15)$$

$$= 1.21 * 200000 * 4.6475 / (240 * 55.67) = 84.17$$

$$\text{alfa} = 0.83 / \text{Sqr}(1 + 0.005 * D / \text{ea}) \quad (16.14-16)$$

$$= 0.83 / \text{Sqr}(1 + 0.005 * 55.67 / 4.6475) = 0.8062$$

$$\text{delta} = (1 - 0.4123 / (\text{alfa} * K) ^ 0.6) / S \quad (16.14-19)$$

$$= (1 - 0.4123 / (0.8062 * 84.17) ^ 0.6) / 1.5 = 0.6448$$

Maksymalne dopuszczalne naprezenie sciskajace

$$\text{Sigcall} = \text{Sige} * \text{delta} \quad (16.14-20) = 240 * 0.6448 = \underline{154.75 \text{ N/mm}^2}$$

## 16.14.4 DOPUSZCZALNE OBCIAZENIA MIEJSCOWE

Maksymalna sila rozrywajaca Ftmax

$$\text{Ftmax} = \text{PI} * D * \text{ea} * f \quad (16.14-1) = 3.14 * 55.67 * 4.6475 * 160 = \underline{130.06 \text{ kN}}$$

Maksymalna sila sciskajaca Fcmax

$$\text{Fcmax} = \text{PI} * D * \text{ea} * \text{Sigcall} \quad (16.14-2)$$

$$= 3.14 * 55.67 * 4.6475 * 154.75 = \underline{125.79 \text{ kN}}$$

Maksymalny moment gnacy Mmax

$$\text{Mmax} = \text{PI} / 4 * D^2 * \text{ea} * \text{Sigcall} \quad (16.14-3)$$

$$= 3.14 / 4 * 55.67^2 * 4.6475 * 154.75 = \underline{1.75 \text{ kNm}}$$

Sprawdzenie statecznosci podluznej (P=0)

$$\text{LongStab} = \text{MB} / \text{Mmax} + \text{Abs}(\text{Fzmin}) / \text{Fcmax} \quad (16.4-25)$$

$$= 0.5344 / 1.75 + \text{Abs}(0) / 125.79 = \underline{0.3053}$$

»Statecznosc wzdluzna krocca LongStab=0.3053 <= 1.0=1« » (U= 30.5%) OK«

## STRESZCZENIE OBLICZEN

## PRZYPADEK OBCIAZENIA 1, NAPREZENIA NA SREDNICY ZEWN. KRÓCCA

16.5.6.4 Sprawdzenie granicznego stosunku obciazen miejscowych

»PhiP NA Dz KRÓCCA PhiP=0.2106 <= 1.0=1(16.4-12)« » (U= 21%) OK«

»PhiZ NA Dz KRÓCCA PhiZ=0.0157 <= 1.0=1(16.4-13)« » (U= 1.5%) OK«

»PhiB NA Dz KRÓCCA PhiB=0.3496 <= 1.0=1(16.4-14)« » (U= 34.9%) OK«

»PhiTau NA Dz KRÓCCA PhiTau=0.0885 <= 1.0=1« » (U= 8.8%) OK«

»PhiAll NA Dz KRÓCCA PhiAll=0.4258 <= 1.0=1(16.4-15)« » (U= 42.5%) OK«

## 16.4.7 ZAKRESY NAPREZEN I ICH KOMBINACJA

»Calkowite naprezenia w plaszczu SigTot=189.31 <= 3\*f=636[N/mm2] «» (U= 29.7%) OK«

### 16.4.8 POOSIOWE OBCIAZENIE KRÓCCÓW

»Naprezenia wzdluzne w kroccu SigLong=52.11 <= fb=160[N/mm2] «» (U= 32.5%) OK«

»Statecznosc wzdluzna krocca LongStab=0.3053 <= 1.0=1« » (U= 30.5%) OK«

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 17 - UPROSZCZONA OCENA TRWALOSCI ZMECZENIOWEJ

FA.3 16 Nov. 2005 23:29

## DANE WEJSCIOWE

### DANE PROJEKTOWE

Rodzaj obciazenia: Stala amplituda obciazenia

### DANE OBCIAZENIA

ZAKRES CISNIEN (ALGEBRAICZNA RÓZNICZA CISNIEN MAKS./MIN.):dP 1.50 MPa  
WYMAGANA LICZBA ZALOZONYCH CYKLI NAPREZENIOWYCH.....:Nreq 10000.00  
MINIMALNA TEMPERATURA ROBOCZA PODCZAS CYKLU.....:tmin 145.00 'C  
MAKSYMALNA TEMPERATURA ROBOCZA PODCZAS CYKLU.....:tmax 200.00 'C

### DANE ELEMENTÓW

Table COMPONENTS:

ID	en(mm)	z	f(N/mm2)	Mat.Type	Pmax(MPa)	TG	Kt
S1.1	9.7	1	156.67	Carbon S.	5.07	1	NA
E2.1	8.7	1	156.67	Carbon S.	4.11	1	NA
N.1	8.1	1	160	Carbon S.	2.98	1	NA
N.3	4.6	1	160	Carbon S.	4.31	1	NA
F.1	9.7	1	160	Carbon S.	1.40	1	NA
SK.1	9.7	1	160	Carbon S.	1.40	1	NA
E5.1	43.0	1	156.67	Carbon S.	1.40	1	1

Table COMPONENTS Continued

ID	Welded	etta(Table 17.1)
S1.1	YES	1.00 (S1.1 without shape imperfection)
E2.1	YES	2.50 (DE1 Knuckle Region)
N.1	YES	3.00 (OS2.1 Without reinf.plate with full pen.welds)
N.3	YES	3.00 (OS2.1 Without reinf.plate with full pen.welds)
F.1	YES	1.50 (F1 Welding Neck)
SK.1	YES	2.00 (W3 with constant support load)
E5.1	NO	1.00 (FE4 Centre of end/no central opening)

Table COMPONENTS Continued

ID	Class(Table 17.4)
S1.1	80 (1.2 to 1.4 Welded from both sides)
E2.1	80(1.2 to 1.3 Welded from both sides)
N.1	71 (3a As welded)
N.3	71 (3a As welded)
F.1	63 (7.1b Weld made from both sides(full pen.assured))
SK.1	71 (6.1 to 6.5 As welded)
E5.1	NA - (Not Applicable)

## WYNIKI OBLICZEN

### 17.6 Okreslenie dopuszczalnej liczby zmian cisnienia

#### PRZYPADEK OBCIAZENIA Nr : 1 - Stala amplituda obciazenia

tmin (min. temp. robocza podczas tego cyklu) = == 145.00 'C  
tmax (maks. temp. robocza podczas tego cyklu) = == 200.00 'C  
dP (zakres cisnien)= == 1.50 MPa  
Nreq (ilosc wymaganych cykli)= == 10000.00

#### Element S1.1 Zakres cisnien dP= 1.5 MPa

#### Tablica 17-2 Parametry do obliczenia krzywej zlacz spawanych klasy= 80

Krzywa zmeczenia stala C1= 1,02E+12  
Krzywa zmeczenia stala C2= 3,56E+15  
Granica wytrzymalosci DeltaSD (N/mm2)= 58.90  
Granica odcieta delta Scut (N/mm2)= 32.40

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 17 - UPROSZCZONA OCENA TRWALOSCI ZMECZENIOWEJ

FA.3 16 Nov. 2005 23:29

## 17.6.1 Pseudo-plastyczny zakres obciazenia

$$\Delta S = dP / P_{max} * e_{t} * f \quad (17.6-1) = 1.5/5.07 * 1 * 156.67 = 46.35 \text{ N/mm}^2$$

### 17.6.2.1 Współczynnik korekcyjny grubosci Ce

$$C_e = 1.0 = 1.0 = 1.00$$

### 17.6.2.2 Współczynnik korekcyjny temperatury Ct

$$t_{star} = 0.75 * t_{max} + 0.25 * t_{min} = 0.75 * 200 + 0.25 * 145 = 186.25 \text{ } ^\circ\text{C}$$
$$C_t = 1.03 - 0.00015 * t_{star} - 0.0000015 * t_{star}^2 = 1.03 - 0.00015 * 186.25 - 0.0000015 * 186.25^2 = 0.9500$$

### 17.6.3 Fikcyjna granica wytrzymałości Delta SS

$$\Delta S_{SS} = \Delta S / (C_e * C_t) \quad (17.6-9) = 46.35 / (1 * 0.95) = 48.79 \text{ N/mm}^2$$

### 17.6.6 Dopuszczalna liczba cykli Ni

$$N_i = C_2 / \Delta S_{SS}^5 \quad (17.6-19) = 3.56E15 / 48.79^5 = 1,2876E07 \text{ Cycles}$$

»S1.1 - 12876219 Cycles Ni=1.2876E07 > Nreq=10000« »(U= 0%) OK«

## Element E2.1 Zakres cisnien dP= 1.5 MPa

### Tablica 17-2 Parametry do obliczenia krzywej zlacz spawanych klasy= 80

Krzywa zmeczenia stala C1= 1,02E+12

Krzywa zmeczenia stala C2= 3,56E+15

Granica wytrzymałości DeltaSD (N/mm2)= 58.90

Granica odcieta delta Scut (N/mm2)= 32.40

### 17.6.1 Pseudo-plastyczny zakres obciazenia

$$\Delta S = dP / P_{max} * e_{t} * f \quad (17.6-1) = 1.5/4.11 * 2.5 * 156.67 = 142.95 \text{ N/mm}^2$$

### 17.6.2.1 Współczynnik korekcyjny grubosci Ce

$$C_e = 1.0 = 1.0 = 1.00$$

### 17.6.2.2 Współczynnik korekcyjny temperatury Ct

$$t_{star} = 0.75 * t_{max} + 0.25 * t_{min} = 0.75 * 200 + 0.25 * 145 = 186.25 \text{ } ^\circ\text{C}$$
$$C_t = 1.03 - 0.00015 * t_{star} - 0.0000015 * t_{star}^2 = 1.03 - 0.00015 * 186.25 - 0.0000015 * 186.25^2 = 0.9500$$

### 17.6.3 Fikcyjna granica wytrzymałości Delta SS

$$\Delta S_{SS} = \Delta S / (C_e * C_t) \quad (17.6-9) = 142.95 / (1 * 0.95) = 150.47 \text{ N/mm}^2$$

### 17.6.6 Dopuszczalna liczba cykli Ni

$$N_i = C_1 / \Delta S_{SS}^3 \quad (17.6-17) = 1.02E12 / 150.47^3 = 2,9942E05 \text{ Cycles}$$

»E2.1 - 299422 Cycles Ni=299422 > Nreq=10000« »(U= 3.3%) OK«

## Element N.1 Zakres cisnien dP= 1.5 MPa

### Tablica 17-2 Parametry do obliczenia krzywej zlacz spawanych klasy= 71

Krzywa zmeczenia stala C1= 7,16E+11

Krzywa zmeczenia stala C2= 1,96E+15

Granica wytrzymałości DeltaSD (N/mm2)= 52.30

Granica odcieta delta Scut (N/mm2)= 28.70

### 17.6.1 Pseudo-plastyczny zakres obciazenia

$$\Delta S = dP / P_{max} * e_{t} * f \quad (17.6-1) = 1.5/2.98 * 3 * 160 = 241.61 \text{ N/mm}^2$$

### 17.6.2.1 Współczynnik korekcyjny grubosci Ce

$$C_e = 1.0 = 1.0 = 1.00$$

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 17 - UPROSZCZONA OCENA TRWALOSCI ZMECZENIOWEJ

FA.3 16 Nov. 2005 23:29

## 17.6.2 Współczynnik korekcyjny temperatury Ct

$$tstar = 0.75 * tmax + 0.25 * tmin = 0.75*200+0.25*145 = 186.25 \text{ 'C}$$
$$Ct = 1.03 - 0.00015 * tstar - 0.0000015 * tstar^2$$
$$= 1.03 - 0.00015*186.25 - 0.0000015*186.25^2 = 0.9500$$

## 17.6.3 Fikcyjna granica wytrzymałości Delta SS

$$DeltaSS = DeltaS / (Ce * Ct) (17.6-9) = 241.61 / (1*0.95) = 254.32 \text{ N/mm}^2$$

## 17.6.6 Dopuszczalna liczba cykli Ni

$$Ni = C1 / DeltaSS^3 (17.6-17) = 7.16E11 / 254.32^3 = 43528.00 \text{ Cycles}$$

»N.1 - 43528 Cycles Ni=43528 > Nreq=10000« » (U= 22.9%) OK«

## Element N.3 Zakres cisnien dP= 1.5 MPa

### Tablica 17-2 Parametry do obliczenia krzywej złącz spawanych klasy= 71

Krzywa zmeczenia stala C1= 7,16E+11  
Krzywa zmeczenia stala C2= 1,96E+15  
Granica wytrzymałości DeltaSD (N/mm2)= 52.30  
Granica odcieta delta Scut (N/mm2)= 28.70

## 17.6.1 Pseudo-plastyczny zakres obciążenia

$$DeltaS = dP / Pmax * etta * f (17.6-1) = 1.5 / 4.31 * 3 * 160 = 167.05 \text{ N/mm}^2$$

## 17.6.2.1 Współczynnik korekcyjny grubości Ce

$$Ce = 1.0 = 1.0 = 1.00$$

## 17.6.2.2 Współczynnik korekcyjny temperatury Ct

$$tstar = 0.75 * tmax + 0.25 * tmin = 0.75*200+0.25*145 = 186.25 \text{ 'C}$$
$$Ct = 1.03 - 0.00015 * tstar - 0.0000015 * tstar^2$$
$$= 1.03 - 0.00015*186.25 - 0.0000015*186.25^2 = 0.9500$$

## 17.6.3 Fikcyjna granica wytrzymałości Delta SS

$$DeltaSS = DeltaS / (Ce * Ct) (17.6-9) = 167.05 / (1*0.95) = 175.84 \text{ N/mm}^2$$

## 17.6.6 Dopuszczalna liczba cykli Ni

$$Ni = C1 / DeltaSS^3 (17.6-17) = 7.16E11 / 175.84^3 = 1,3169E05 \text{ Cycles}$$

»N.3 - 131691 Cycles Ni=131691 > Nreq=10000« » (U= 7.5%) OK«

## Element F.1 Zakres cisnien dP= 1.5 MPa

### Tablica 17-2 Parametry do obliczenia krzywej złącz spawanych klasy= 63

Krzywa zmeczenia stala C1= 5,00E+11  
Krzywa zmeczenia stala C2= 1,08E+15  
Granica wytrzymałości DeltaSD (N/mm2)= 46.40  
Granica odcieta delta Scut (N/mm2)= 25.50

## 17.6.1 Pseudo-plastyczny zakres obciążenia

$$DeltaS = dP / Pmax * etta * f (17.6-1) = 1.5 / 1.4 * 1.5 * 160 = 257.14 \text{ N/mm}^2$$

## 17.6.2.1 Współczynnik korekcyjny grubości Ce

$$Ce = 1.0 = 1.0 = 1.00$$

## 17.6.2.2 Współczynnik korekcyjny temperatury Ct

$$tstar = 0.75 * tmax + 0.25 * tmin = 0.75*200+0.25*145 = 186.25 \text{ 'C}$$
$$Ct = 1.03 - 0.00015 * tstar - 0.0000015 * tstar^2$$
$$= 1.03 - 0.00015*186.25 - 0.0000015*186.25^2 = 0.9500$$

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 17 - UPROSZCZONA OCENA TRWALOSCI ZMECZENIOWEJ

FA.3 16 Nov. 2005 23:29

## 17.6.3 Fikcyjna granica wytrzymałości Delta SS

$$\Delta_{SS} = \Delta_{AS} / (C_e * C_t) \quad (17.6-9) = 257.14 / (1 * 0.95) = 270.67 \text{ N/mm}^2$$

## 17.6.6 Dopuszczalna liczba cykli Ni

$$N_i = C_1 / \Delta_{SS}^3 \quad (17.6-17) = 5.0E11 / 270.67^3 = 25214.00 \text{ Cycles}$$

»F.1 - 25214 Cycles Ni=25214 > Nreq=10000« » (U= 39.6%) OK«

## Element SK.1 Zakres cisen dP= 1.5 MPa

### Tablica 17-2 Parametry do obliczenia krzywej zlacz spawanych klasy= 71

Krzywa zmezczenia stala C1= 7,16E+11

Krzywa zmezczenia stala C2= 1,96E+15

Granica wytrzymałości DeltaSD (N/mm2)= 52.30

Granica odcieta delta Scut (N/mm2)= 28.70

## 17.6.1 Pseudo-plastyczny zakres obciazenia

$$\Delta_S = dP / P_{max} * e_{ta} * f \quad (17.6-1) = 1.5 / 1.4 * 2 * 160 = 342.86 \text{ N/mm}^2$$

## 17.6.2.1 Współczynnik korekcyjny grubosci Ce

$$C_e = 1.0 = 1.0 = 1.00$$

## 17.6.2.2 Współczynnik korekcyjny temperatury Ct

$$t_{star} = 0.75 * t_{max} + 0.25 * t_{min} = 0.75 * 200 + 0.25 * 145 = 186.25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$C_t = 1.03 - 0.00015 * t_{star} - 0.0000015 * t_{star}^2 = 1.03 - 0.00015 * 186.25 - 0.0000015 * 186.25^2 = 0.9500$$

## 17.6.3 Fikcyjna granica wytrzymałości Delta SS

$$\Delta_{SS} = \Delta_{AS} / (C_e * C_t) \quad (17.6-9) = 342.86 / (1 * 0.95) = 360.89 \text{ N/mm}^2$$

## 17.6.6 Dopuszczalna liczba cykli Ni

$$N_i = C_1 / \Delta_{SS}^3 \quad (17.6-17) = 7.16E11 / 360.89^3 = 15232.00 \text{ Cycles}$$

»SK.1 - 15232 Cycles Ni=15232 > Nreq=10000« » (U= 65.6%) OK«

## Element E5.1 Zakres cisen dP= 1.5 MPa

### Tablica 17-3 Parametry do obliczenia krzywej dla elementów bez zlaczy spawanych

Krzywa zmezczenia stala C3= 4,67E+28

Granica wytrzymałości DeltaSD (N/mm2)= 172.50

Granica odcieta delta Scut (N/mm2)= 116.70

## 17.6.1 Pseudo-plastyczny zakres obciazenia

$$\Delta_S = dP / P_{max} * e_{ta} * f \quad (17.6-1) = 1.5 / 1.4 * 1 * 156.67 = 167.86 \text{ N/mm}^2$$

## 17.6.2.1 Współczynnik korekcyjny grubosci Ce

$$C_e \text{ (unwelded joints)} = 1.0 = 1.0 = 1.00$$

## 17.6.2.2 Współczynnik korekcyjny temperatury Ct

$$t_{star} = 0.75 * t_{max} + 0.25 * t_{min} = 0.75 * 200 + 0.25 * 145 = 186.25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$C_t = 1.03 - 0.00015 * t_{star} - 0.0000015 * t_{star}^2 = 1.03 - 0.00015 * 186.25 - 0.0000015 * 186.25^2 = 0.9500$$

## 17.6.2.3 Efekt karbu Kf

$$K_f = 1 + 1.5 * (K_t - 1) / (1 + 0.5 * \text{Max}(1, K_t * \Delta_S / \Delta_{SD})) \quad (17.6-6)$$

$$= 1 + 1.5 * (1 - 1) / (1 + 0.5 * \text{Max}(1, 1 * 167.86 / 172.5)) = 1.00$$

## 17.6.3 Fikcyjna granica wytrzymałości Delta SS

$$\Delta_{SS} = \Delta_{AS} / (C_e * C_t) * K_f \quad (17.6-10) = 167.86 / (1 * 0.95) * 1 = 176.69 \text{ N/mm}^2$$

# Ohmtech Stavanger, Norway

Sample File Filter House

Any text

Visual Vessel Design by OhmTech Ver:9.6-01 Operator :BOO Rev.:A

EN13445 - 17 - UPROSZCZONA OCENA TRWALOSCI ZMECZENIOWEJ

FA.3 16 Nov. 2005 23:29

## 17.6.6 Dopuszczalna liczba cykli Ni

$$Ni = (46000 / (\Delta SS - 140)) ^ 2 \quad (17.6-18)$$
$$= (46000 / (176.69 - 140)) ^ 2 = 1,5719E06 \text{ Cycles}$$

»E5.1 - 1571873 Cycles Ni=1.5719E06 > Nreq=10000« » (U= .6%) OK«

## 5.4.2 ILOSC EKWIWALENTNYCH PELNYCH CYKLI CISNIENIOWYCH

$$N_{eq} = \text{SUM} ( Ni * (dP/P_{max}) ^ 3 ) \quad (5.4-2) = 12299$$

## STRESZCZENIE OBLICZEN

### 17.6 Okreslenie dopuszczalnej liczby zmian cisnienia

#### PRZYPADEK OBCIAZENIA Nr : 1 - Stala amplituda obciazenia

»S1.1 - 12876219 Cycles Ni=1.2876E07 > Nreq=10000« » (U= 0%) OK«

»E2.1 - 299422 Cycles Ni=299422 > Nreq=10000« » (U= 3.3%) OK«

»N.1 - 43528 Cycles Ni=43528 > Nreq=10000« » (U= 22.9%) OK«

»N.3 - 131691 Cycles Ni=131691 > Nreq=10000« » (U= 7.5%) OK«

»F.1 - 25214 Cycles Ni=25214 > Nreq=10000« » (U= 39.6%) OK«

»SK.1 - 15232 Cycles Ni=15232 > Nreq=10000« » (U= 65.6%) OK«

»E5.1 - 1571873 Cycles Ni=1.5719E06 > Nreq=10000« » (U= .6%) OK«

## 5.4.2 ILOSC EKWIWALENTNYCH PELNYCH CYKLI CISNIENIOWYCH

$$N_{eq} = \text{SUM} ( Ni * (dP/P_{max}) ^ 3 ) \quad (5.4-2) = 12299$$