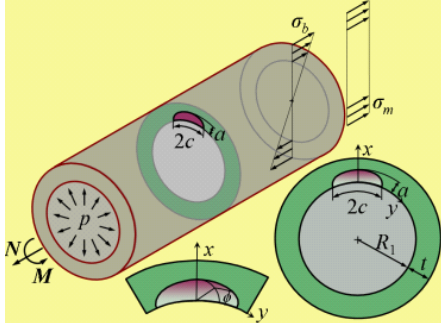


Input file: D:\verb\_8\_1\Examples\Example1b.v8dbx

Example 1b: circumferential internal crack, residual stress = 56 MPa, FAD analysis, critical condition: instability

### Input summary



### Component and crack model

Structural model:	cylinder
Crack type:	semi-elliptical
Crack orientation:	circumferential
Crack position:	internal
Loading type:	load components

### Geometry

Wall thickness, t:	12 mm
Internal radius, R1:	140 mm
Crack depth, a:	6 mm
Half crack length, c:	30 mm

### Loading

Internal pressure, p:	7,5 MPa
Tensile force, N:	0 kN
Bending moment, M:	250 kNm
Residual constant stress, $\sigma$ :	56 MPa

### Material data

Material designation:	
Yielding behaviour:	continuous yielding
Yield strength, Re:	300 MPa
Tensile strength, Rm:	420 MPa
Elastic modulus, E:	200 GPa
Poisson's ratio, $\nu$ :	0,3
Maximum crack extension, $\Delta a$ :	2 mm
J-R curve, power law:	A = 155; B = 0; m = 0,22 (J in N/mm, $\Delta a$ in mm)

### Analysis summary

Calculation mode:	single calculation
Calculation type:	fracture assessment
Failure line:	SINTAP/FITNET, basic level
Failure criterion:	instability
Critical load:	internal pressure

### Analysis options (where applicable)

Calculation of SIF for surface crack:	at default position
Stress state convention:	plane stress
no allow for negative values of $\rho$	
Apply pressure to crack faces for surface cracks:	no
Interpolation, general purpose calculations:	linear
Extrapolation:	allowed
Completion of stress profile:	linear
Extrapolation:	not allowed

### Solution references

SIF:	Chapuilot, S., KI formula for pipes with a semi-elliptical longitudinal or circumferential, internal or external cracks, CEA Report CEA-R-5900, 2000 Validity range: $0 \leq t/R1 \leq 1$ , $0 \leq a/c \leq 1$ , $0 \leq a/t \leq 0.8$
LL:	Al Laham, S., Stress intensity factor and limit load handbook, SINTAP/Task 2.6, British Energy Generation Ltd., Report EPD/GEN/REP/0316/98, Issue 2, 1999 Validity range: thin-walled cylinder, a/c and a/t ranges not specified

**Results summary**

Component is safe

Assessment points

Angle [°]	Lr	Kr	Kp [MPa√m]	Ks [MPa√m]	ρ-factor (plane stress)	Δa [mm]	Jr [N/mm]	J-integral, N/mm	KJ [MPa√m]	Notes	
0	0,937	0,2528	32,07	5,367	0,0107	0,2	108,8	16,16	56,85		
	0,9393	0,2449	33,51	5,602	0,0105	0,4	126,7	17,78	59,64		
	0,9415	0,2444	34,99	5,843	0,0104	0,6	138,5	19,55	62,52		
	0,9437	0,2468	36,52	6,089	0,0102	0,8	147,6	21,45	65,5		
	0,946	0,2507	38,08	6,341	0,01	1	155	23,52	68,59		
	0,9482	0,2557	39,69	6,599	0,0099	1,2	161,3	25,76	71,78		
	0,9505	0,2623	41,5	6,89	0,0097	1,4	166,9	28,39	75,36		
	0,9528	0,2681	43,11	7,151	0,0095	1,6	171,9	30,9	78,62		
	0,9551	0,2728	44,49	7,379	0,0094	1,8	176,4	33,2	81,49		
	0,9574	0,2777	45,87	7,608	0,0092	2	180,5	35,62	84,4		
	90	0,937	0,5089	66,24	10,71	0,0112	0,2	108,8	68,4	117	
		0,9393	0,4807	67,46	10,9	0,0111	0,4	126,7	71,51	119,6	
		0,9415	0,4677	68,62	11,08	0,0109	0,6	138,5	74,58	122,1	
		0,9437	0,4602	69,7	11,25	0,0107	0,8	147,6	77,58	124,6	
0,946		0,4555	70,71	11,4	0,0105	1	155	80,51	126,9		
0,9482		0,4522	71,65	11,55	0,0104	1,2	161,3	83,35	129,1		
0,9505		0,4494	72,46	11,67	0,0102	1,4	166,9	85,96	131,1		
0,9528		0,4485	73,41	11,81	0,01	1,6	171,9	88,98	133,4		
0,9551		0,4493	74,55	11,99	0,0098	1,8	176,4	92,57	136,1		
0,9574		0,4505	75,66	12,16	0,0096	2	180,5	96,19	138,7		

Critical crack size

Reserve factor: 1,723  
 Crack depth, a: 10,34 mm  
 Half crack length, c: 30 mm

Assessment points

Angle [°]	Lr	Kr	Kp [MPa√m]	Ks [MPa√m]	ρ-factor (plane stress)	Δa [mm]	Jr [N/mm]	J-integral, N/mm	KJ [MPa√m]	Notes	
0	0,9873	0,4967	63,67	10,53	0,007	0,1664	104,5	77,6	124,6	1) a/t = 0,861	
	0,9894	0,4692	64,88	10,73	0,0068	0,3328	121,7	81,29	127,5	1) a/t = 0,861	
	0,9915	0,4571	66,09	10,92	0,0067	0,4992	133	85,11	130,5	1) a/t = 0,861	
	0,9936	0,4509	67,31	11,12	0,0065	0,6656	141,7	89,07	133,5	1) a/t = 0,861	
	0,9957	0,4478	68,52	11,32	0,0063	0,832	148,9	93,17	136,5	1) a/t = 0,861	
	0,9978	0,4465	69,74	11,52	0,0062	0,9984	154,9	97,4	139,6	1) a/t = 0,861	
	0,9999	0,4465	70,96	11,71	0,006	1,165	160,3	101,8	142,7	1) a/t = 0,861	
	1,002	0,4473	72,18	11,91	0,0058	1,331	165,1	107,6	146,7	1) a/t = 0,861	
	1,004	0,4488	73,4	12,11	0,0056	1,498	169,4	113,8	150,8	1) a/t = 0,861	
	1,006	0,4508	74,63	12,3	0,0054	1,664	173,4	120,2	155,1	1) a/t = 0,861	
	90	0,9873	0,671	86,75	13,84	0,0072	0,1664	104,5	142,7	168,9	1) a/t = 0,861
		0,9894	0,6259	87,29	13,92	0,007	0,3328	121,7	145,7	170,7	1) a/t = 0,861
		0,9915	0,6022	87,81	13,99	0,0068	0,4992	133	148,8	172,5	1) a/t = 0,861
		0,9936	0,5866	88,3	14,06	0,0066	0,6656	141,7	151,8	174,2	1) a/t = 0,861
0,9957		0,5753	88,76	14,13	0,0065	0,832	148,9	154,8	175,9	1) a/t = 0,861	
0,9978		0,5665	89,2	14,19	0,0063	0,9984	154,9	157,7	177,6	1) a/t = 0,861	
0,9999		0,5594	89,61	14,24	0,0061	1,165	160,3	160,7	179,3	1) a/t = 0,861	
1,002		0,5534	89,99	14,3	0,0059	1,331	165,1	165,5	182	1) a/t = 0,861	
1,004		0,5482	90,35	14,34	0,0057	1,498	169,4	170,6	184,7	1) a/t = 0,861	
1,006		0,5437	90,67	14,39	0,0055	1,664	173,4	175,6	187,4	1) a/t = 0,861	

1) SIF solution validity ranges:  $0 \leq t/R1 \leq 1$ ,  $0 \leq a/c \leq 1$ ,  $0 \leq a/t \leq 0,8$

Critical load

Reserve factor: 1,94  
 Internal pressure: 14,55 MPa

Assessment points

Angle [°]	Lr	Kr	Kp [MPa√m]	Ks [MPa√m]	ρ-factor (plane stress)	Δa [mm]	Jr [N/mm]	J-integral, N/mm	KJ [MPa√m]	Notes
0	1,015	0,2704	35,85	5,367	0,0038	0,2	108,8	29,37	76,64	
	1,017	0,2616	37,45	5,602	0,0036	0,4	126,7	32,9	81,12	
	1,02	0,261	39,11	5,843	0,0034	0,6	138,5	36,82	85,81	
	1,022	0,2635	40,8	6,089	0,0032	0,8	147,6	41,14	90,71	
	1,025	0,2678	42,55	6,341	0,003	1	155	45,92	95,83	
	1,028	0,2732	44,34	6,599	0,0027	1,2	161,3	51,19	101,2	

	1,03	0,2805	46,35	6,89	0,0025	1,4	166,9	57,43	107,2
	1,033	0,2868	48,14	7,151	0,0023	1,6	171,9	63,61	112,8
	1,036	0,2919	49,68	7,379	0,0021	1,8	176,4	69,56	118
	1,038	0,2972	51,22	7,608	0,0018	2	180,5	75,95	123,3
90	1,015	0,5508	73,78	10,71	0,0044	0,2	108,8	123,7	157,3
	1,017	0,5197	75,14	10,9	0,0042	0,4	126,7	131,7	162,3
	1,02	0,5054	76,42	11,08	0,0039	0,6	138,5	139,8	167,2
	1,022	0,4972	77,62	11,25	0,0037	0,8	147,6	148,1	172,1
	1,025	0,4919	78,74	11,4	0,0035	1	155	156,5	176,9
	1,028	0,4882	79,78	11,55	0,0032	1,2	161,3	164,9	181,6
	1,03	0,4852	80,68	11,67	0,003	1,4	166,9	173,1	186,1
	1,033	0,484	81,73	11,81	0,0028	1,6	171,9	182,4	191
	1,036	0,4849	82,99	11,99	0,0025	1,8	176,4	193,1	196,5
	1,038	0,4862	84,22	12,16	0,0023	2	180,5	204,2	202,1

### Critical fracture toughness for instability

#### Assessment points

Lr	Kr	$\Delta a$ [mm]	Jr [N/mm]	Reserve factor	Notes
0,937	0,6387	0,2	68,42	1,59	
0,9393	0,636	0,4	71,55	1,771	
0,9415	0,6332	0,6	74,63	1,856	
0,9437	0,6304	0,8	77,64	1,901	
0,946	0,6276	1	80,58	1,924	
0,9482	0,6248	1,2	83,42	1,934	
0,9505	0,622	1,4	86,04	1,94	
0,9528	0,6192	1,6	89,06	1,93	
0,9551	0,6163	1,8	92,64	1,904	
0,9574	0,6134	2	96,25	1,876	

#### Nomenclature:

Kp	linear-elastic stress intensity factor for primary loading
Ks	linear-elastic stress intensity factor for secondary loading
$\rho$	term accounting for interaction between primary and secondary loading
Kr	normalized total stress intensity factor
Lr	limit load parameter
J-integral	elastic-plastic estimate for J-integral
KJ	elastic-plastic SIF, derived from J-integral

#### FAD assessment line

Lr	Kr
0	1
0,0333	0,9997
0,0667	0,9989
0,1	0,9975
0,1333	0,9956
0,1667	0,9931
0,2	0,9901
0,2333	0,9866
0,2667	0,9825
0,3	0,9779
0,3333	0,9728
0,3667	0,967
0,4	0,9606
0,4333	0,9535
0,4667	0,9455
0,5	0,9367
0,5333	0,9267
0,5667	0,9155
0,6	0,9028
0,6333	0,8884
0,6667	0,872
0,7	0,8535
0,7333	0,8324
0,7667	0,8085
0,8	0,7817
0,8333	0,7518
0,8667	0,7186
0,9	0,6824
0,9333	0,6433
0,9667	0,6019
1	0,5586

1,02	0,5026
1,04	0,4532
1,06	0,4094
1,08	0,3706
1,1	0,336
1,12	0,3052
1,14	0,2777
1,16	0,2531
1,18	0,2311
1,2	0,2113
1,2	0

