



TUGAS AKHIR - MO 141326

ANALISIS STABILITAS PIPA “*FLOWLINE*” FLEKSIBEL BAWAH LAUT: STUDI KASUS PLATFORM ESRA MENUJU PLATFORM ESA PT. PERTAMINA HULU ENERGI OFFSHORE NORTH WEST JAVA

Andree Yudi Wicaksono

NRP. 04311440000038

Dosen Pembimbing :

Ir. Imam Rochani, M.Sc.

Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.

Departemen Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2018



FINAL PROJECT - MO 141326

**ON-BOTTOM STABILITY ANALYSIS OF FLEXIBLE PIPELINE
“FLOWLINE”: STUDY CASE ESRA PLATFORM TO ESA
PLATFORM PT. PERTAMINA HULU ENERGI OFFSHORE NORTH
WEST JAVA**

Andree Yudi Wicaksono

NRP. 04311440000038

Lecturer :

Ir. Imam Rochani, M.Sc.

Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.

Ocean Engineering Department

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2018

ANALISIS STABILITAS PIPA “FLOWLINE” FLEKSIBEL BAWAH LAUT: STUDI KASUS PLATFORM ESRA MENUJU PLATFORM ESA PT. PERTAMINA HULU ENERGI OFFSHORE NORTH WEST JAVA

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ANDREE YUDI WICAKSONO

04311440000038

Disetujui oleh:

1. Ir. Imam Rochani, M.Sc.

(Pembimbing 1)

2. Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.

(Pembimbing 2)

3. Nur Syahroni, S.T., M.T., Ph.D.

(Penguji 1)

SURABAYA, JULI 2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

ANALISIS STABILITAS PIPA “FLOWLINE” FLEKSIBEL BAWAH LAUT: STUDI KASUS PLATFORM ESRA MENUJU PLATFORM ESA PT. PERTAMINA HULU ENERGI OFFSHORE NORTH WEST JAVA

Nama : Andree Yudi Wicaksono
NRP : 04311440000038
Departemen : Teknik Kelautan
Dosen Pembimbing : Ir. Imam Rochani, M.Sc.
Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.

ABSTRAK

Pada transportasi hasil minyak dan gas, pipa bawah laut adalah salah satu moda yang banyak digunakan. Pada penggunaan pipa bawah laut stabilitas menjadi hal yang harus diperhatikan. Stabilitas pipa bawah laut sangat diperlukan baik saat kondisi instalasi maupun kondisi operasi. Pipa bawah laut yang digunakan harus mampu menahan beban lingkungan terutama gelombang dan arus laut. Pada tugas akhir dilakukan analisis stabilitas pipa fleksibel bawah laut berdasarkan DNV RP F109 tentang “On-Bottom Stability Design of Submarine Pipelines”. Analisis yang dilakukan meliputi analisis Stabilitas Lateral dan Stabilitas Vertikal. Berdasarkan analisis stabilitas, pipa bawah laut dapat dikatakan stabil apabila memiliki nilai factor keamanan kurang dari atau sama dengan 1, baik stabilitas vertikal maupun lateral. Selain itu pipa bawah laut dikatakan stabil apabila pergerakan lateralnya kurang dari 0.5 kali diameter untuk zona 2, dan 10 kali diameter untuk zona 1 sesuai dengan DNV RP F109. Besar gaya hidrodinamis arah horizontal pada kondisi instalasi adalah 4,77 N/m dan pada kondisi operasi adalah 23,31 N/m. Besar gaya hidrodinamis vertikal pada kondisi instalasi adalah 4,39 N/m dan pada kondisi operasi adalah 35,06 N/m. Hasil analisis stabilitas pipa menunjukkan bahwa dengan konfigurasi pemberat dengan jarak 10 meter dan massa *concrete weight* 663 kg pada tiap titiknya, memiliki kriteria desain vertikal 0,328 dan kriteria desain lateral 0,076. Dari hasil simulasi dinamis menggunakan OrcaFlex didapatkan nilai pergerakan lateral maksimum 32mm pada zona 1 dan 33,4mm pada zona 2. Sesuai DNV RP F109 konfigurasi ini memenuhi kriteria stabilitas dan pipa dapat dikatakan stabil.

Kata Kunci: DNV OS F101, DNV RP F109, Stabilitas Pipa, Pipa Fleksibel, OrcaFlex

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

***ON-BOTTOM STABILITY ANALYSIS OF FLEXIBLE PIPELINE
“FLOWLINE”: STUDY CASE ESRA PLATFORM TO ESA PLATFORM
PT. PERTAMINA HULU ENERGI OFFSHORE NORTH WEST JAVA***

Name : Andree Yudi Wicaksono
NRP : 04311440000038
Department : Ocean Engineering
Lecturer : Ir. Imam Rochani, M.Sc.
Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.

ABSTRACT

In oil and gas transportation, offshore pipelines are one of the most widely used modes. On the use of offshore pipeline, stability becomes a thing to be considered. Offshore pipeline stability is necessary both during installation and operating conditions. Offshore pipeline must be able to withstand environmental loads, especially waves and ocean currents. In this final project, offshore flexible pipeline stability analysis undertaken under DNV RP F109 “On-Bottom Stability Design of Submarine Pipelines”. The analyzes include Vertical Stability and Lateral Stability Analysis. Based on the stability analysis, the offshore pipeline can be said to be stable if it has a safety factor value of less than or equal to 1, both in vertical and lateral stability. In addition, subsea pipes are said to be stable if their lateral movement is less than 0.5 times the diameter for zone 2, and 10 times the diameter for zone 1 corresponds to DNV RP F109. Hydrodynamic force horizontal direction at installation condition is 4.77 N / m and at operating condition is 23.31 N / m. The vertical hydrodynamic force under installation conditions is 4.39 N / m and under operating conditions is 33.06 N / m. The results of pipe stability analysis showed that with the ballast configuration with a distance of 10 meters and mass concrete weight of 663 kg at each point, has a vertical design criterion of 0.328 and a lateral design criterion of 0.076. From the dynamic simulation result using OrcaFlex obtained the maximum 32mm lateral movement value at zone 1 and 33.4mm in zone 2. As per DNV RP F109 this configuration fulfill stability criteria and pipe can be said stable.

Keyword: DNV OS F101, DNV RP F109, Pipeline Stability, Flexible Pipeline, OrcaFlex

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar. Tugas Akhir ini berjudul “Analisa Stabilitas Pipa “Flow Line” Fleksibel Bawah Laut : Studi Kasus Platform ESRA Menuju Platform ESA PT. Pertamina Hulu Energi Offshore North West Java”.

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S-1) di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS).

Penulis sangat mengharapkan agar karya tulis ini dapat memberikan ilmu pengetahuan dalam lingkup rekayasa kelautan serta dapat dikembangkan kedalam penelitian yang lebih intensif dan ekstensif.

Disadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi materi maupun penyusunannya, Karena itu penulis sangat mengharapkan adanya saran atau masukan untuk perbaikan/penyusunan dalam pengembangan karya tulis ini di masa mendatang.

Surabaya, 5 Juli 2018

Andree Yudi Wicaksono

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

UCAPAN TERIMA KASIH

Keberhasilan penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, dorongan dan bimbingan dari semua pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan tulus kepada :

1. Allah SWT, atas segala keberkahan dan kemudahan yang selalu diberikan.
2. Ibu Musdalifah dan Bapak Yudo Perasmono sebagai orang tua kandung saya dan keluarga besar di kampung halaman, atas bantuan material dan perhatiannya yang selalu bisa menghidupkan semangat saya untuk mengerjakan tugas akhir
3. Bapak Imam Rochani, M.Sc selaku dosen pembimbing I dan Bapak Yeyes Mulyadi selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan waktunya dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Berkat jasa dan bimbingannya, penulis menjadi lebih mengerti tentang studi dalam tugas akhir ini lebih mendalam.
4. Bapak Muhammad Zikra selaku dosen wali yang telah memberikan gambaran perkuliahan sampai akhirnya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Teman-teman Maelstrom yang selalu memberikan *support* untuk bisa segera menyelesaikan studi sarjana (S-1)
6. Pihak-pihak lain yang membantu pelaksanaan dan penyelesaian penulisan tugas akhir ini yang mohon maaf tidak bisa disebutkan satu pesatu.

Penulis berhadap tugas akhir ini dapat memberikan kebermanfaatan kepada setiap pihak terkait.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
UCAPAN TERIMAKASIH	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	11
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Teori Gelombang dan Beban Hidrodinamis.....	6
2.2.1 Gambaran Umum	6
2.2.2 Gelombang dan Arus.....	7
2.2.3 Beban Hidrodinamis.....	14
2.2.4 Reduksi Beban.....	19
2.2.5 Tahanan Tanah	21
2.3 On-Bottom Stability	24
2.3.1 Kombinasi Beban	24
2.3.2 Berat Terendam Pipa	25
2.3.3 Stabilitas Vertikal	26
2.3.4 Absolute Lateral Stability.....	26

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Metodologi Penelitian	31
3.2 Pejelasan Diagram Alir.....	33
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Pengumpulan Data.....	35
4.2 Perhitungan Properti Pipa.....	38
4.3 Berat Terendam Pipa	38
4.4 Gaya Hidrodinamis.....	39
4.4.1 Gaya Hidrodinamis Horisontal.....	40
4.4.2 Gaya Hidrodinamis Vertikal.....	42
4.5 Tahanan Tanah	43
4.6 Stabilitas Vertikal	44
4.7 Stabilitas Lateral	44
4.8 Simulasi Dinamis Menggunakan OrcaFlex.....	45
4.8.1 Pemodelan Pipa Fleksibel.....	45
4.8.2 Verifikasi Stabilitas Hasil Simulasi.....	47
4.8.3 Validasi Gaya Hidrodinamis OrcaFlex dengan Perhitungan Manual	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Denah Lokasi Platform ESRA-ESA.....	2
Gambar 2.1 Penggunaan Pipa Fleksibel Bawah Laut	6
Gambar 2.2 Grafik Validitas Teori Gelombang	7
Gambar 2.3 Kecepatan amplitude signifikan, U_s	11
Gambar 2.4 Mean Zero up-crossing period T_u	11
Gambar 2.5 Keulegan-Carpenter number.....	13
Gambar 2.6 Fenomena Vortex.....	15
Gambar 2.7 Gaya gesek pada pipa bawah laut.....	17
Gambar 2.8 Definisi Penetrasi.....	19
Gambar 2.9 Reduksi Beban Akibat Penetrasi	20
Gambar 2.10 Definisi Parameter Trench.....	20
Gambar 2.11 Reduksi Beban Akibat Trenching.....	21
Gambar 2.12 Tahanan Pasif.....	22
Gambar 2.13 Gaya yang Bekerja pada Pipa Bawah Laut.....	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	30
Gambar 3.2 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir (lanjutan)	31
Gambar 4.1 Denah Lokasi Platform ESRA dan ESA	34
Gambar 4.2 Line Modeling Pada OrcaFlex.....	45
Gambar 4.3 Permodelan OrcaFlex	46

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kekasaran Dasar Laut.....	14
Tabel 2.2 Rekomendasi Koefisien Hidrodinamis Desain Pipa	19
Tabel 2.3 Faktor keamanan, badai musim dingin di North Sea	27
Tabel 2.4 Faktor Keamanan, badai musim dingin di Gulf Mexico dan Southern Ocean.....	27
Tabel 2.5 Faktor Keamanan, kondisi siklon di North Sea.....	27
Tabel 2.6 Faktor Keamanan, kondisi siklon di Gulf of Mexico dan Southern Ocean.....	27
Tabel 2.7 Koefisien Beban Puncak Horisontal.....	28
Tabel 2.8 Koefisien Beban Puncak Vertikal	29
Tabel 4.1 <i>Pipeline Material Data</i>	36
Tabel 4.2 <i>Operating Data</i>	36
Tabel 4.3 <i>Seawater Data</i>	37
Tabel 4.4 <i>Water Level</i>	37
Tabel 4.5 <i>Wave and Current Speed Data</i>	37
Tabel 4.6 <i>Soil Parameter</i>	38
Tabel 4.7 Properti Pipa	38
Tabel 4.8 Berat Terendam Pipa	38
Tabel 4.9 Parameter Hidrodinamis.....	39
Tabel 4.10 Koefisien M^* dan K^*	40
Tabel 4.11 <i>Peak Horizontal Load Coefficients</i> Kondisi Instalasi	41
Tabel 4.12 <i>Peak Horizontal Load Coefficients</i> Kondisi Operasi	41
Tabel 4.13 Koefisien M^* dan K^*	40
Tabel 4.14 <i>Peak Vertical Load Coefficients</i> Kondisi Instalasi.....	42
Tabel 4.15 <i>Peak Vertical Load Coefficients</i> Kondisi Operasi.....	43
Tabel 4.16 Hasil Simulasi Pipa Fleksibel Menggunakan OrcaFlex	49
Tabel 4.17 Gaya Hidrodinamis Lateral OrcaFlex	51
Tabel 4.18 Gaya Hidrodinamis Vertikal OrcaFlex.....	51
Tabel 4.19 Validasi Gaya Hidrodinamis	52

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1. Perhitungan Analisis Stabilitas Pipa Fleksibel Bawah Laut
Kondisi Instalasi
- LAMPIRAN 2. Perhitungan Analisis Stabilitas Pipa Fleksibel Bawah Laut
Kondisi Operasi
- LAMPIRAN 3. Input Simulasi OrcaFlex Pada Kondisi Instalasi dan Operasi
(Jarak Pemberat 10m)
- LAMPIRAN 4. Output Simulasi OrcaFlex Pada Kondisi Kondisi Instalasi dan
Operasi (Jarak Pemberat 10m)
- LAMPIRAN 5. Output Simulasi OrcaFlex Pada Kondisi Instalasi dan Operasi
Dengan Variasi Jarak Pemberat 10.5m, 11.25m, 12m, 12.5m,
13.125m, dan 14m

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak bumi dan gas alam merupakan salah satu sumber energi yang banyak digunakan. Meningkatnya permintaan energi membutuhkan perbaikan dalam teknologi pengolahan dan transportasinya. Untuk meningkatkan efisiensi dalam pengiriman minyak dan gas bumi, pipa bawah laut adalah teknologi yang banyak digunakan saat ini. Pipa bawah laut (*pipelines*) merupakan salah satu cara yang aman, cepat, dan ekonomis dalam menyalurkan hasil pengeboran dari *offshore* dibanding pendistribusian dengan cara curah (Soegiono,2007).

Setelah dilakukan inspeksi pada pipa yang telah terpasang ditemukan kerusakan pada pipa yang dapat menyebabkan penurunan fungsi operasi pipa. Kerusakan yang terjadi pada pipa bawah laut yang terpasang memerlukan adanya penggantian pipa bawah laut agar tetap bisa melanjutkan kegiatan produksi minyak dan gas. Pipa bawah laut yang akan diganti adalah jaringan pipa bawah laut sepanjang 6,3 Km yang sebelumnya merupakan pipa baja dan akan digantikan oleh pipa fleksibel bawah laut.

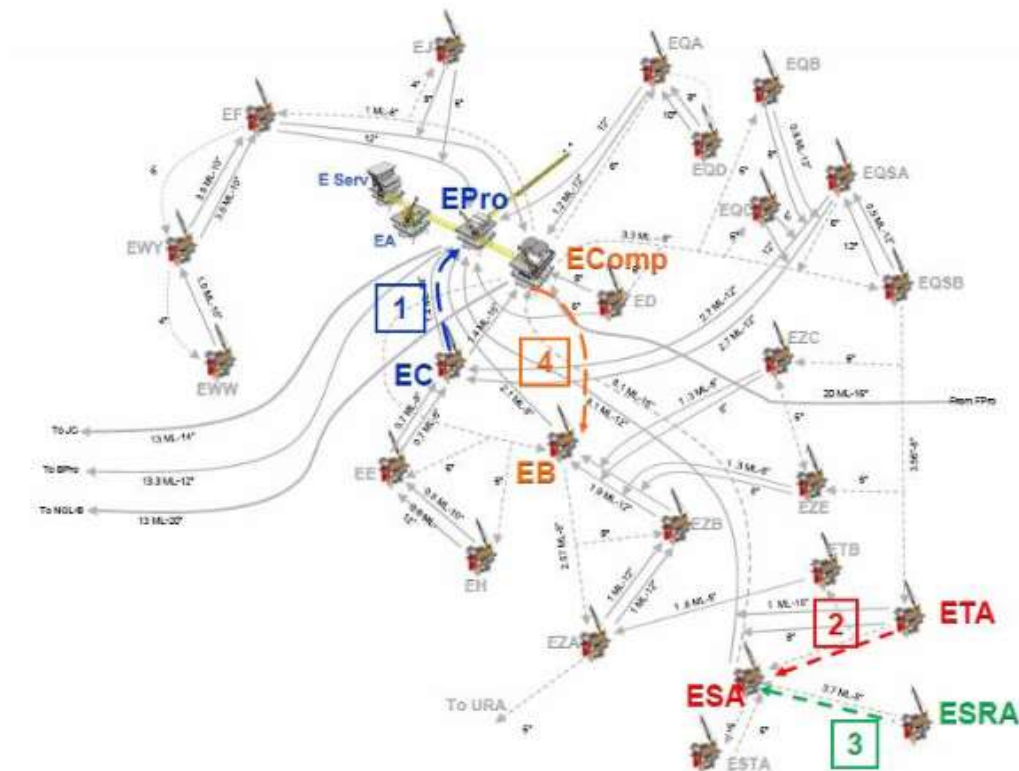
Industri minyak dan gas telah membuktikan bahwa penggunaan pipa bawah laut jauh lebih ekonomis untuk transportasi minyak bumi dalam skala yang besar. Selain itu pipa bawah laut juga tahan terhadap kondisi lingkungan yang buruk (Guo *et al*,2005). Namun jika pipa bawah laut mengalami kegagalan akan sangat merugikan dari aspek ekonomi dan lingkungan sehingga diperlukanya berbagai analisis pipa bawah laut (Tian *et al*, 2015).

Pipa fleksibel bawah laut memiliki beberapa keunggulan dibandingkan pipa baja bawah laut. Keunggulan yang paling utama adalah pipa fleksibel bawah laut memiliki pemasangan dan penyambungan yang lebih cepat dan ekonomis (Yue *et al*, 2012). Selain itu seiring meningkatnya kegagalan pipa baja karena korosi dan degradasi, pipa fleksibel bawah laut adalah pilihan yang tepat sebagai pengganti pipa baja (Y. Bai *et al*, 2015).

Tantang terbesar dalam pengaplikasian pipa fleksibel bawah laut adalah stabilitas dari pipa. Dikarenakan pipa fleksible memiliki berat yang lebih ringan dari pipa baja, diperlukan adanya penambahan pemberat yang optimal untuk menunjang stabilitas pipa (Y. Bai *et al*,2015).

Salah satu pekerjaan utama dalam mendesain pipa bawah laut adalah menjaga stabilitas pipa ketika dikenai beban hidrodinamis. Stabilitas yang dimaksudkan dalam tugas akhir ini adalah kecenderungan dari pipa untuk tidak mengalami pergerakan secara lateral maupun vertikal melebihi Batasan yang diizinkan meskipun dalam kondisi yang paling ekstrim (White dan Cathie, 2010).

Saat ini, DNV RP F109 adalah code yang sering digunakan sebagai referensi dalam analisis stabilitas pipa bawah laut. Oleh karena itu, pada penelitian kali ini dilakukan analisis stabilitas pipa fleksibel bawah laut dari Platform ESRA menuju Platform ESA dengan jarak 6,3 km dengan menggunakan DNV RP F109 yang sudah direvisi tahun 2010. Denah lokasi platform ESRA dan ESA ditunjukkan dalam **Gambar 1.1**.



Gambar 1.1 Denah Lokasi Platform ESRA-ESA

(Sumber: Dokumen Pertamina PHE ONWJ)

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah yang akan dikaji dalam tugas akhir ini adalah:

1. Berapa besar gaya hidrodinamika yang bekerja pada pipa?
2. Berapa berat *concrete weight* yang diperlukan untuk pipa memenuhi kriteria *on-bottom stability*?
3. Berapa nilai *safety factor* stabilitas vertikal dan lateral pipa berdasarkan *code* DNV RP F109?
4. Apakah pergerakan lateral pipa maksimum yang terjadi sudah sesuai dengan pergerakan pipa maksimum berdasarkan DNV RP F109?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui besar gaya hidrodinamika yang bekerja pada pipa.
2. Mengetahui berat *concrete weight* yang diperlukan untuk pipa memenuhi kriteria *on-bottom stability*.
3. Mengetahui nilai *safety factor* stabilitas vertikal dan lateral pipa berdasarkan *code* DNV RP F109.
4. Mengetahui pergerakan lateral maksimum yang dialami pipa dan kesesuaiannya berdasarkan DNV RP F109.

1.4 Manfaat

Setelah hasil dari analisis didapatkan, diharapkan dapat memberikan pemahaman tentang bagaimana cara menghitung stabilitas pipa fleksibel bawah laut dengan menggunakan *code* DNV RP F109. Hasil analisis juga dapat digunakan untuk analisis instalasi pipa fleksibel bawah laut.

1.5 Batasan Masalah

Batasan ruang lingkup yang diberlakukan untuk tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Data pipa dan segala sumber informasinya bersumber dari data proyek ESA-ESRA platform Pertamina PHE ONWJ.
2. Kondisi pipa yang dihitung adalah kondisi instalsi dan operasi.
3. Kondisi arus dalam keadaan *steady flow*.
4. Permukaan tanah *seabed* diasumsikan datar.
5. Variasi tanah yang dipakai untuk perhitungan yaitu berjenis *clay*.
6. Tanpa perhitungan tegangan pipa fleksibel jika terdapat Scouring pada area pipa fleksibel.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Analisis on-bottom stability merupakan analisis yang sangat kompleks dengan banyak bidang yang harus diintegrasikan, yaitu karakteristik tanah, seabed liquefaction, scouring, sediment transport, arus laut, gelombang laut. Namun, salah satu permasalahan utama pada pipa bawah laut adalah ketidakstabilan akibat gelombang laut (Herbich, 1985).

Pipa yang diletakkan di dasar laut akan mendapat beban lingkungan baik beban gelombang maupun arus yang steady. Pada daerah dasar laut ada kemungkinan kerusakan pipa terjadi akibat gerak vertikal dan lateral pipa, maka diperlukan persyaratan yang harus dipenuhi agar berat pipa cukup untuk menjamin stabilitas dalam keadaan lingkungan yang paling buruk (Soegiono, 2007). Untuk memenuhi berat pipa yang diijinkan agar stabil maka diperlukan perhitungan concrete weight. Untuk mengatasi stabilitas pipa tersebut telah diatur dalam *code* Det Norske Veritas (DNV) RP F109 tentang On Bottom Stability Design of Submarine Pipeline.

Teori Coulomb friction menjelaskan interaksi pipa dan tanah untuk memastikan pipa tidak berpindah secara lateral. Sampai tahun 1970-an, teori Coulomb friction merupakan satu-satunya cara untuk memperkirakan tahanan tanah terhadap perpindahan pipa bawah laut akibat beban hidrodinamis. Pada teori ini, efek tahanan tanah karena tumpukan tanah yang terbentuk pada proses perpindahan pipa diabaikan (Jeng et al., 2013).

DNV (Det Norske Veritas) melakukan revisi terhadap standar code DN RP E305 On-bottom Stability Design of Submarine Pipeline 2007 untuk menyelaraskan pendekatan desainya yang terdapat pada code DNV OS 101 Submarine Pipeline System 2000. Disamping itu metode desain dalam code DNV RP F109 ini lebih luas dalam pembahasan pada kondisi tanah lempung dan pasir. Beberapa revisi yang terdapat dalam code ini yaitu adanya reduksi pembebanan pada pipa akibat adanya interaksi antara pipa dengan tanah pada suatu sistem pipeline. Gaya-gaya hidrodinamika dapat tereduksi karena adanya permeabilitas seabed, penetrasi pipa ke seabed, dan Trenching (pembuatan parit).

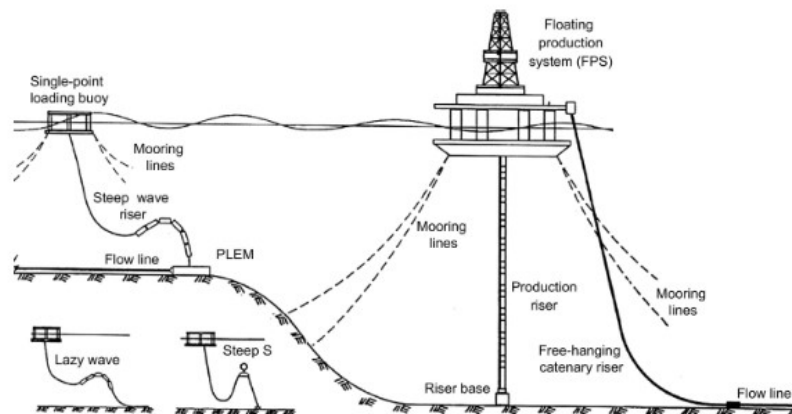
Ridwan (2016) telah menghitung analisis *On-bottom Stability* Kabel Bawah Laut (Umbilical) sehingga didapatkan stabilitas pipa bawah laut yang memenuhi kriteria mengacu code DNV RP F109 (2010).

Asfarur (2017) telah menghitung analisis *On Bottom Stability* dan *Local Buckling Offshore Pipeline* Pada Kondisi Operasi: Studi Kasus Platform B1C/B2C PT. PHE ONWJ sehingga didapatkan stabilitas pipa bawah laut yang memenuhi kriteria mengacu code DNV RP F109 (2010) dan Panjang maksimum free span agar tidak terjadi local buckling mengacu DNV OS F101 (2013).

2.2 Teori Gelombang dan Beban Hidrodinamis

2.2.1 Gambaran Umum

Jaringan pipa yang terletak di dasar laut adalah objek yang dikenai gaya gelombang dan arus baik dalam arah horizontal maupun vertikal. Ketika beban yang diterima cukup besar, maka gaya tersebut akan dapat membuat pipa tidak stabil terhadap pergerakan vertikal maupun lateral. Pipa bawah laut akan dikatakan stabil apabila pipa dapat menahan gaya yang bekerja dalam arah vertikal maupun horizontal. Sesuai **Gambar 2.1** salah satu penggunaan pipa fleksibel adalah sebagai *flow line*, dalam penggunaan pipa fleksibel bawah laut tantangan terbesar dalam pengaplikasiannya adalah stabilitas dari pipa tersebut. Penambahan pemberat harus diperhitungkan karena pipa fleksibel bawah laut memiliki berat yang ringan, penambahan berat dilakukan agar pipa tetap stabil di dasar laut dan tidak mengalami pergerakan baik secara vertikal maupun lateral.



Gambar 2.1 Penggunaan Pipa Fleksibel Bawah Laut

(Sumber: Bai, 2005)

2.2.2 Gelombang dan Arus

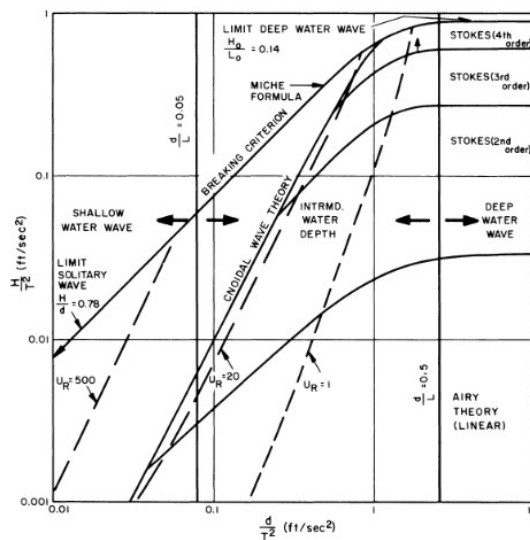
Data gelombang berguna untuk prediksi gelombang ekstrim dengan metode statistik. Ketika data gelombang tidak mencukupi, desain gelombang menggunakan data angin. Model numerik gelombang dan arus menghasilkan ketepatan yang lebih handal untuk memprediksi gelombang ekstrim dimasa yang akan datang daripada pengukuran langsung. Kegunaan data pengukuran adalah untuk validasi model numerik (Palmer et al., 2008)

A. Teori Gelombang

Untuk mengetahui dampak dari gelombang laut terhadap bangunan atau struktur maka digunakan teori gelombang linier. Gaya-gaya yang terjadi terhadap pipa akibat gelombang laut dapat dianalisis menggunakan teori gelombang linier. Mousselli (1981) menyatakan bahwa teori gelombang yang akan digunakan dalam perancangan dapat ditentukan dengan menggunakan formulasi matematika dari teori gelombang linier sebagai berikut:

$$\frac{H}{g.T^2} \text{ dan } \frac{d}{g.T^2} \quad (2.1)$$

Hasil dari formulasi matematika tersebut akan disesuaikan dengan grafik validitas “*Region of Validity of Wave Theories*”, seperti pada **Gambar 2.2** sehingga dapat diketahui teori gelombang mana yang akan digunakan.



Gambar 2.2: Grafik Validitas Teori Gelombang

(Sumber: Mehaute,1976)

B. Gelombang Kurun Waktu Pendek

Gelombang laut acak dalam kurun waktu yang pendek dapat dijelaskan menggunakan spektra gelombang. Spektra gelombang diberikan dalam bentuk table atau dengan formula analitis. Spektra *Pierson Moskowitz* (PM) dan JONSWAP merupakan spektra yang yang sering digunakan. Formulasi spektra JONSWAP merupakan modifikasi dari spektra PM, dengan memasukkan parameter yang akan mengakomodasi karakteristik gelombang perairan tertutup, atau kepulauan. (Hasselmann et al, 1973). Persamaan spektra JONSWAP mempunyai bentuk sebagai berikut:

$$S_{\eta\eta}(\omega) = \alpha \cdot g^2 \cdot \omega^{-5} \cdot \exp\left[-\frac{5}{4}\left(\frac{\omega}{\omega_p}\right)^{-4}\right] \gamma \exp\left[-0.5\left(\frac{\omega-\omega_p}{\sigma-\omega_p}\right)^2\right] \quad (2.2)$$

Dengan:

- α : Konstanta Generalized Philips'
- g : Percepatan gravitasi
- ω : Frekuensi gelombang
- γ : *Peakness parameter*
- σ : Parameter lebar spektra

Konstanta Generalized Philips' diberikan dengan:

$$\alpha = \frac{5}{16} \cdot \frac{H_s^2 \cdot \omega_p^4}{g^2} \cdot (1 - 0,287 \cdot \ln \gamma) \quad (2.3)$$

Dengan:

- α : Konstanta Generalized Philips'
- H_s : Tinggi gelombang signifikan
- g : Percepatan gravitasi
- ω_p : Frekuensi gelombang
- γ : *Peakness parameter*

Parameter lebar spektra diberikan dengan:

$$\sigma = \begin{cases} 0,07 & \text{jika } \omega \leq \omega_p \\ 0,09 & \text{jika } \omega > \omega_p \end{cases}$$

Peakness yang digunakan adalah:

$$\gamma = \begin{cases} 5 & \text{jika } \phi \leq 3,6 \\ \exp(5,75 - 1,15\phi) & \text{jika } 3,6 \leq \phi \leq 5,0 ; \phi = T_p / \sqrt{H_s} \\ 1 & \text{jika } \phi \geq 5,0 \end{cases}$$

Spektrum PM menggunakan $\gamma=1,0$, sedangkan $\gamma = 3,3$ biasanya diterapkan untuk analisis gelombang di Laut Utara. Suatu hal yang menarik, persamaan *JONSWAP* ini sekarang banyak dipakai oleh perusahaan-perusahaan minyak yang beroperasi di Indonesia dalam merancang anjungan dan fasilitas lautan lainnya, tetapi dengan mengambil harga γ yang lebih rendah yaitu berkisar 2,5 atau 2,0 (Djatkiko, 2012).

Spektra kecepatan gelombang pada dasar laut $S_{uu}(\omega)$ ditentukan dengan transformasi gelombang pada permukaan menggunakan:

$$S_{uu}(\omega) = G^2(\omega) \cdot S_{\eta\eta}(\omega) \quad (2.4)$$

Dengan:

S_{uu} : Spektra kecepatan air akibat gelombang di dasar laut

$G(\omega)$: *Transfer Function*

$S_{\eta\eta}$: Spektra *JONSWAP*

Fungsi transfer G mentransformasi elevasi permukaan laut menjadi kecepatan gelombang pada dasar laut diberikan dengan:

$$G(\omega) = \frac{\omega}{\sinh(k \cdot d)} \quad (2.5)$$

Dengan d dan k diiterasi dari persamaan *transcendental* sebagai berikut:

$$\frac{\omega^2}{g} = k \cdot \tanh(k \cdot d) \quad (2.6)$$

dengan:

ω : Frekuensi gelombang

g : Percepatan gravitasi

k : angka gelombang

d : Kedalaman laut

Momen spektra pada orde ke-n didefinisikan dengan:

$$M_n = \int_0^\infty \omega^n \cdot S_{uu}(\omega) d\omega \quad (2.7)$$

dengan:

M_n : Momen spektra

ω : Frekuensi gelombang

S_{uu} : Spektra kecepatan air akibat gelombang di dasar laut

Kecepatan aliran signifikan pada pipa adalah:

$$U_s = 2\sqrt{M_0} \quad (2.8)$$

dengan:

U_s : Kecepatan rata-rata di dasar laut

M_0 : Momen pertama spektra

Tidak direkomendasikan untuk mempertimbangkan efek *boundary later* pada kecepatan gelombang. Mean zero uo-crossing period dari osilasi aliran pada pipa adalah:

$$T_u = 2\pi \sqrt{\frac{M_0}{M_2}} \quad (2.9)$$

dengan:

T_u : Periode rata-rata di dasar laut

M_0 : Momen pertama spektra

M_2 : Momen kedua spektra

Dengan asumsi teori gelombang linier, U_s , bisa diambil dari **Gambar 2.3** dan T_u dari **Gambar 2.4**, dimana:

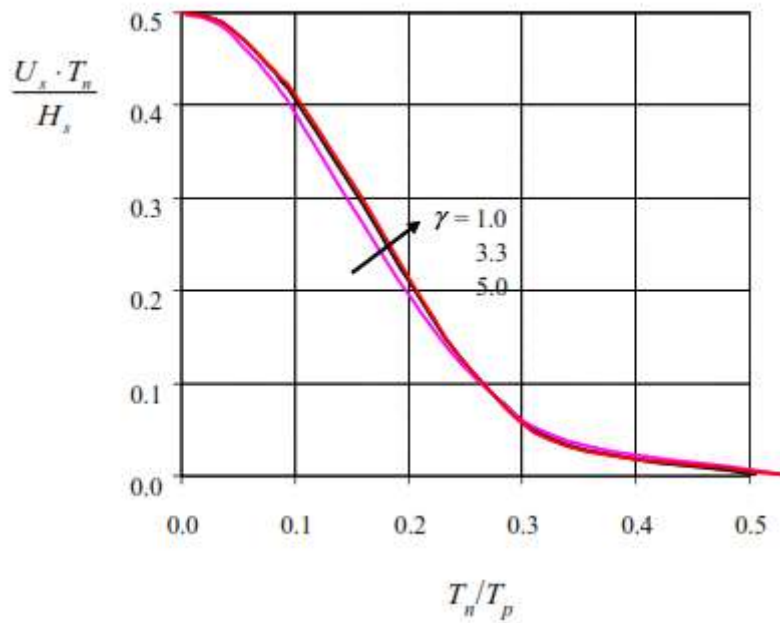
$$T_n = \sqrt{\frac{d}{g}} \quad (2.10)$$

dengan:

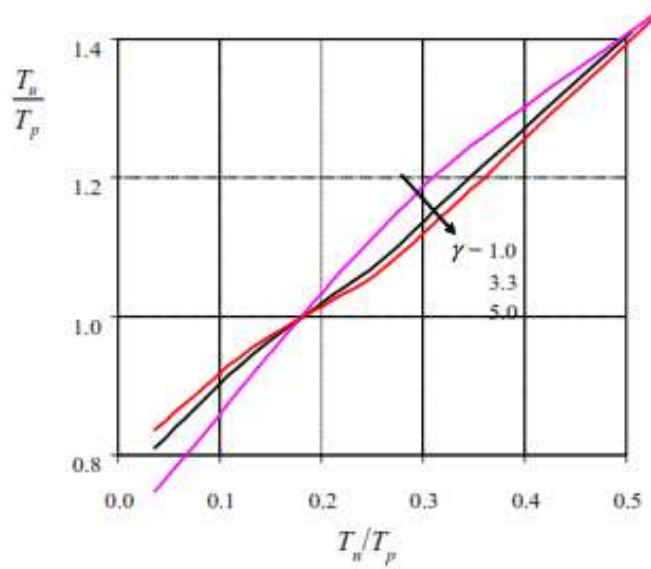
T_n : *Reference period*

d : Kedalaman laut

g : Percepatan gravitasi



Gambar 2.3 Kecepatan amplitudo signifikan, U_s , pada dasar laut.
(Sumber: DNV RP F109, 2010)



Gambar 2.4 Mean zero ip-crossing period osilasi aliran
 T_u , pada dasar laut
(Sumber: DNV RP F109, 2010).

Rasio antara kecepatan osilasi amplitude ekstrim dan kecepatan yang didapatkan dari spektra pada osilasi τ adalah:

$$k_u = \frac{U^*}{U_s} = \frac{1}{2} \cdot \left(\sqrt{2 \cdot \ln \tau} + \frac{0,5772}{\sqrt{2 \cdot \ln \tau}} \right) \quad (2.11)$$

Dengan:

K_u : Rasio antara kecepatan maksimum dan kecepatan rata-rata di dasar laut

τ : Jumlah osilasi pada keadaan badai

Rasio antara periode osilasi kecepatan ekstrim dan *average zero up-crossing period* (keduanya berada pada dasar laut) adalah:

$$k_T = \frac{T^*}{T_u} = \begin{cases} k_t - 5 \cdot (k_t - 1) \cdot (k_t - 1) \cdot \frac{T_n}{T_u} & \text{untuk } T_n/T_u \leq 0,2 \\ 1 & \text{untuk } T_n/T_u > 0,2 \end{cases} \quad (2.12)$$

dimana,

$$k_t = \begin{cases} 1,25 & \text{for } \gamma = 1,0 \\ 1,21 & \text{for } \gamma = 3,3 \\ 1,17 & \text{for } \gamma = 5,0 \end{cases}$$

dimana,

k_T : Rasio antara periode maksimum dan periode rata-rata di dasar laut

T_u : Periode rata-rata di dasar laut

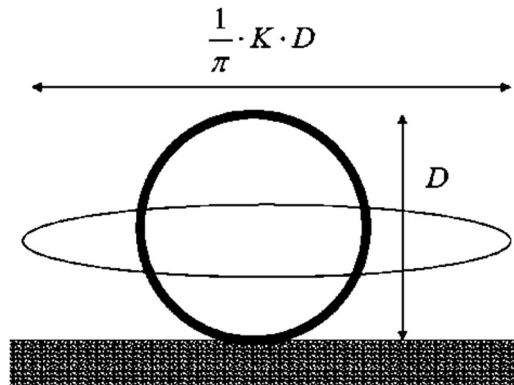
T_n : *Reference period*

γ : *Peakness parameter*

C. Ukuran Gelombang

Keulegan-Carpenter number, K , dapat menunjukkan ukuran gelombang. Partikel air bergerak dengan lintasan berbentuk elips, perbandingan besar elips dibandingkan dengan diameter pipa ditunjukkan dengan nilai K . Hal ini ditunjukkan pada **Gambar 2.5**

$$k = \frac{U_s \cdot T_u}{D} \quad (2.13)$$



Gambar 2.5 Keulegan-Carpenter number, K

D. Arus Laut

Arus ditentukan dari analisis statistic data yang direkam dan simulasi model numerik. Aliran arus *steady* pada pipa memiliki keterkaitan dengan:

- Pasang surut,
- Angin pembangkit gelombang,
- Gelombang akibat badai,
- densitas

Kecepatan arus rata-rata yang melewati pipa adalah:

$$V_c = V_c(z_r) \cdot \left(\frac{\left(1 + \frac{z_0}{D}\right) \cdot \ln\left(\frac{D}{z_0} + 1\right) - 1}{\ln\left(\frac{z_r}{z_0} + 1\right)} \right) \sin\theta_c \quad (2.14)$$

Arah kecepatan arus diperhitungkan melalui θ_c yang merupakan sudut antara kecepatan arus dan sumbu pipa. Jika tidak ada data tersedia mengenai arahnya, maka arus diasumsikan bekerja tegak lurus dengan pipa.

Arus acuan $V_c(z_r)$, diukur pada kedalaman yang variasi kecepatan arusnya kecil pada arah horizontal. Pada dasar laut yang relative datar, tinggi acuan bisa lebih besar 1 meter, tergantung dari kekasaran dasar lautnya.

Kecepatan arus dapat tereduksi karena efek dasar laut dan arah arus. Kecepatan arus yang tereduksi dijelaskan dengan persamaan:

$$V(z) = V(z_r) \cdot \frac{\ln(z+z_0) - \ln z_0}{\ln(z_r+z_0) - \ln z_0} \sin \theta_c \quad (2.15)$$

dengan:

$V(z)$ = kecepatan arus pada pipa

$V(z_r)$ = kecepatan arus acuan pada pipa

z_0 = parameter kekasaran *seabed* (lihat Tabel 2.1)

θ_c = sudut antara arah datang arus dan pipa

Tabel 2.1 Kekasaran Dasar Laut (DNV RP F109, 2010)

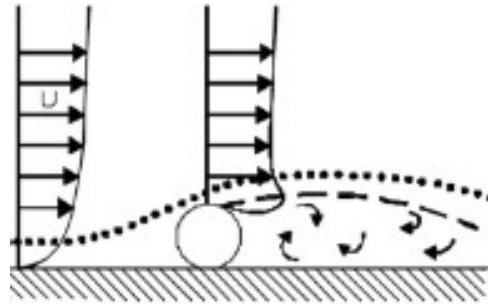
Seabed	Grain size d_{50} [mm]	Roughness z_0 [m]
Silt and clay	0.0625	$\approx 5 \cdot 10^{-6}$
Fine sand	0.25	$\approx 1 \cdot 10^{-5}$
Medium sand	0.5	$\approx 4 \cdot 10^{-5}$
Coarse sand	1.0	$\approx 1 \cdot 10^{-4}$
Gravel	4.0	$\approx 3 \cdot 10^{-4}$
Pebble	25	$\approx 2 \cdot 10^{-3}$
Cobble	125	$\approx 1 \cdot 10^{-2}$
Boulder	500	$\approx 4 \cdot 10^{-2}$

2.2.3 Beban Hidrodinamis

Analisis *on-bottom stability* dilakukan untuk memastikan stabilitas pipa, ketika terkena gaya gelombang dan arus, serta terkena beban internal dan eksternal lainnya (misalnya: beban *buckling* pada bagian yang melengkung). Pipa bawah laut terkena gaya hidrodinamis dari gelombang dan arus. Stabilitas hidrodinamis menggunakan persamaan Morison, yang mengaitkan gaya angkat, gaya inersia dan gaya *drag* akibat kecepatan dan percepatan partikel air. Pada kenyataannya variasi gaya sangat kompleks, ekspresi analitis sederhana dapat menjelaskan variasi gaya dengan metode pendekatan (Braestrup et al., 2005).

A. Gaya Drag

Gaya drag adalah gaya hambat yang bekerja dalam arah horizontal (searah terhadap aliran). Gaya drag ini terjadi disebabkan oleh adanya gesekan antara fluida dengan dinding pipa atau yang dikenal sebagai *skin friction* dan adanya *vortex* yang terjadi di belakang pipa, sketsa terjadinya *vortex* dapat dilihat pada **Gambar 2.6**



Gambar 2.6 Fenomena *Vortex*

(Sumber: Bai,2005)

Terjadinya gaya drag, F_d , dipengaruhi oleh kecepatan aliran, nilai gaya drag dirumuskan sebagai berikut:

$$F_d = \frac{1}{2} \rho C_D D (U + V)^2 \quad (2.16)$$

Dengan,

F_D = gaya drag

ρ = massa jenis air laut

C_D = koefisien drag

D = diameter terluar pipa (termasuk *coating*)

U = Kecepatan partikel air akibat gelombang

V = Kecepatan arus laut

B. Gaya Inersia

Gelombang akan menghasilkan beban siklis melalui partikel air. Beban siklis tersebut akan mengurangi atau menambah kecepatan air. Pipa akan memberikan gaya untuk menolak perubahan kecepatan partikel air yang bekerja pada pipa.

Terjadinya gaya inersia, F_i , dipengaruhi oleh kecepatan aliran, nilai gaya inersia dirumuskan sebagai berikut:

$$F_i = \rho C_M \frac{\pi D^2}{4} \left(\frac{du}{dt} \right) \quad (2.17)$$

Dengan,

F_i = gaya inersia

ρ = massa jenis air laut

C_M = koefisien hidrodinamik inersia

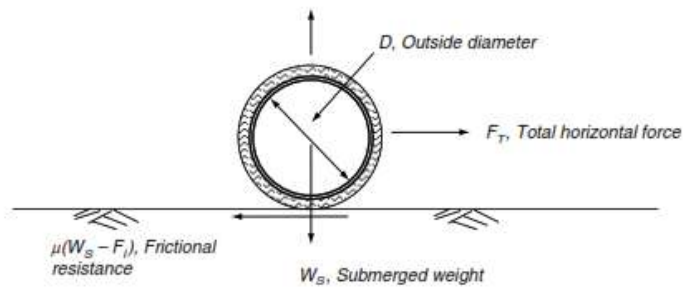
D = diameter terluar pipa (termasuk *coating*)

du/dt = percepatan partikel air

C. Gaya Gesek

Benda yang terletak pada suatu permukaan apabila diberi gaya pada arah horizontal, maka pada benda tersebut akan timbul gaya reaksi pada bidang sentuh antara benda dan permukaan dimana benda itu terletak. Gaya reaksi tersebut memiliki arah yang berlawanan arah yang berlawanan dengan arah gaya yang diberikan pada benda tersebut. Gaya yang timbul tersebut umumnya disebut gaya gesek. Struktur pipa bawah laut juga mengalami gaya gesek akibat berat pipa itu sendiri dan gaya-gaya yang bekerja pada struktur pipa tersebut.

Pada struktur pipa bawah laut, gaya gesek berperan penting dalam menjaga kestabilan pipa di dasar laut. Gaya gesek ini besarnya dipengaruhi oleh suatu nilai koefisien (μ) antara permukaan luar pipa dengan permukaan dasar laut, sementara itu besarnya koefisien gesek (μ) dipengaruhi oleh jenis material pipa dan jenis tanah didasar laut tersebut. Diagram gaya gesek yang terjadi pada pipa bawah laut akibat gaya gesek yang terjadi dapat dilihat pada **Gambar 2.7** berikut:



Gambar 2.7 Gaya gesek pada pipa bawah laut
(sumber: Boyun Guo, 2005)

Gaya gesek yang terjadi antara pipa dan tanah dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$F_R = \mu \cdot N \quad (2.18)$$

Dengan,

F_R = gaya gesek yang terjadi

μ = koefisien gaya gesek

N = gaya normal pipa

D. Gaya Angkat

Gaya angkat muncul karena ada aliran yang bekerja pada pipa. Perbedaan bentuk aliran air pada pipa didasar laut dapat mengakibatkan pipa terangkat. Hal tersebut dikarenakan aliran air dibagian atas pipa lebih cepat dan memiliki tekanan rendah dibandingkan dengan bagian bawah pipa yang memiliki tekanan yang lebih tinggi.

Terjadinya gaya drag, F_d , dipengaruhi oleh kecepatan aliran, nilai gaya drag dirumuskan sebagai berikut:

$$F_L = \frac{1}{2} \rho C_L D (U + V)^2 \quad (2.19)$$

Dengan,

F_L = gaya lift

ρ = massa jenis air laut

C_D = koefisien lift

D = diameter terluar pipa (termasuk *coating*)

- U = Kecepatan partikel air akibat gelombang
 V = Kecepatan arus laut

E. Koefisien Gaya Hidrodinamika

Dalam menghitung gaya hidrodinamika yang sangat penting adalah menentukan koefisien gaya-gaya tersebut, yaitu koefisien drag (C_D), koefisien inersia (C_M), dan koefisien lift (C_L). Besarnya nilai koefisien hidrodinamika tergantung pada bilangan *Reynold*, bilangan *Keulegan-Carpenter*, dan kekasaran pipa.

$$\text{Persamaan bilangan } Reynolds: R_e = \frac{(U_S + U_D)D}{\nu} \quad (2.20)$$

$$\text{Persamaan koefisien kekasaran pipa: } K_C = \frac{(U_S + U_D).T}{D} \quad (2.21)$$

dengan,

- U_S = kecepatan arus signifikan (m/s)
 U_D = kecepatan partikel air (m/s)
 D = diameter luar pipa (m)
 ν = viskositas kinematik
 R_e = bilangan *Reynold*
 T = periode gelombang (s)

Untuk keperluan praktis dalam perencanaan desain pipa bawah laut, dapat digunakan nilai koefisien drag (C_D), koefisien inersia (C_M), dan koefisien lift (C_L) yang direkomendasikan seperti pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Rekomendasi Koefisien Hidrodinamis Desain Pipa

Re	C_D	C_L	C_M
$Re < 5.0 \times 10^4$	1.3	1.5	2.0
$5.0 \times 10^4 < Re < 1.0 \times 10^5$	1.2	1.0	2.0
$1.0 \times 10^5 < Re < 2.5 \times 10^5$	$1.53 - \frac{Re}{3 \times 10^5}$	$1.2 - \frac{Re}{3 \times 10^5}$	2.0
$2.5 \times 10^5 < Re < 5.0 \times 10^5$	0.7	0.7	$2.5 - \frac{Re}{3 \times 10^5}$
$5.0 \times 10^5 < Re$	0.7	0.7	1.5

(Sumber: Mousseli, 1981)

2.2.4 Reduksi Beban

A. Reduksi Beban Akibat *Permeable Seabed*

Permeable seabed membuat aliran dapat melalui bagian bawah pipa, sehingga mengurangi beban vertikal. Jika beban hidrodinamis vertikal yang digunakan dalam analisis adalah berdasarkan koefisien beban yang diturunkan dari asumsi *non-permeable seabed*, reduksi beban berikut dapat digunakan:

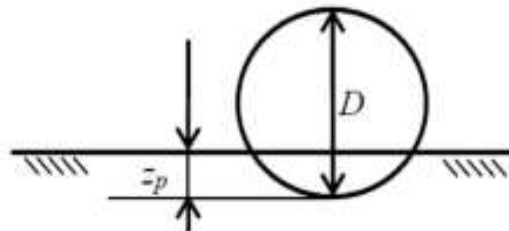
$$R_{perm, z} = 0.7 \quad (2.22)$$

B. Reduksi Beban Akibat Penetrasi

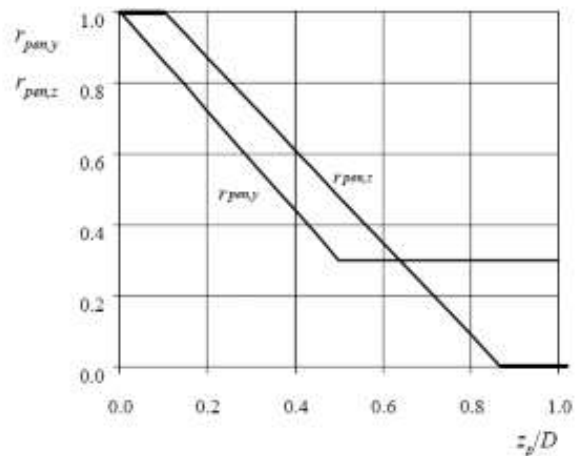
Dalam reduksi beban karena penetrasi, besarnya reduksi dipengaruhi oleh kedalaman penetrasi dan diameter seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.8**, dan pengaruhnya dengan besar reduksi ditunjukkan oleh **Gambar 2.9**. Faktor reduksi beban akibat penetrasi pada arah horizontal dan vertikal adalah:

$$r_{pen,y} = 1.0 - 1.4 \cdot \frac{z_p}{D} \geq 0.3 \quad (2.23)$$

$$r_{pen,z} = 1.0 - 1.3 \cdot \left(\frac{z_p}{D} - 1 \right) \geq 0.3 \quad (2.24)$$



Gambar 2.8 Definisi Penetrasi (DNV RP F109, 2010)



Gambar 2.9 Reduksi Beban Akibat Penetrasi
(DNV RP F109, 2010)

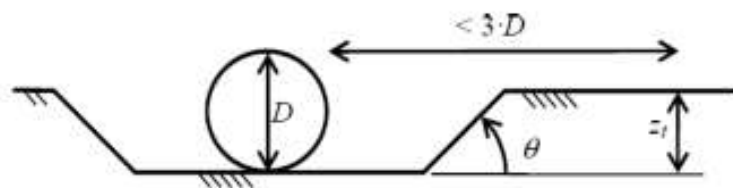
C. Reduksi Beban Akibat *Trenching*

Besarnya reduksi akibat trenching dipengaruhi oleh berbagai parameter seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.10**, perubahan besarnya reduksi bisa dilihat pada **Gambar 2.11**. Faktor reduksi beban akibat *trenching* pada arah horizontal dan vertikal adalah:

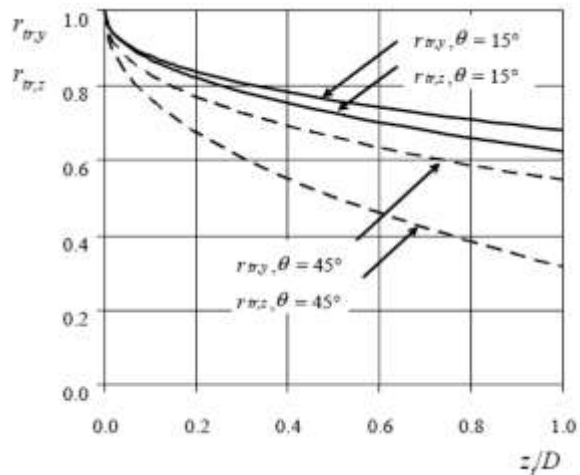
$$r_{tr,y} = 1.0 - 0.18 \cdot (\theta - 50^{0.25}) \cdot \left(\frac{z_t}{D}\right)^{0.42}, \quad 5 \leq \theta \leq 45 \quad (2.25)$$

$$r_{tr,z} = 1.0 - 0.14 \cdot (\theta - 50^{0.43}) \cdot \left(\frac{z_t}{D}\right)^{0.46}, \quad 5 \leq \theta \leq 45 \quad (2.26)$$

Kedalaman *trench* dibuat relative terhadap dasar laut dan lebarnya tidak lebih dari 3 kali diameter pipa



Gambar 2.10 Definisi Parameter *Trench*
(DNV RP F109, 2010)



Gambar 2.11 Reduksi Beban Akibat *Trenching*
(DNV RP F109, 2010)

2.2.5. Tahanan Tanah

Untuk menghindari perpindahan lateral yang tidak diijinkan, tanah harus memiliki tahanan yang cukup untuk mengimbangi beban hidrodinamis. Sampai tahun 1970-an teori *Coulomb friction* digunakan untuk menghitung tahanan tanah pada pipa yang terkena beban hidrodinamis. Namun, percobaan Lyonsetal (1973) menunjukkan bahwa teori *Coulomb friction* tidak sesuai untuk menjelaskan kompleksitas interaksi pipa dengan tanah. Verley dan Sotberg (1992) mengembangkan pemodelan interaksi pipa dengan tanah. Hasilnya, tahanan tanah merupakan penjumlahan dari *Coulomb friction* dan tahanan pasif tanah.

Tahanan horizontal tanah adalah:

$$R = (W_s - F_L) \cdot \mu \quad (2.27)$$

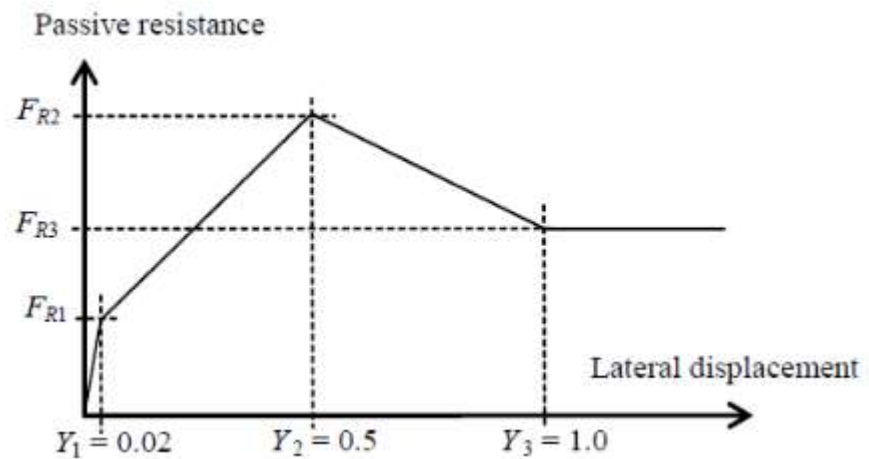
Koefisien gesekan, μ , biasanya menggunakan 0,6 untuk pasir, 0,2 untuk lempung, dan 0,6 untuk batu.

- Pasir didefinisikan sebagai tanah yang permeable dan tidak kohesif.
- Lempung didefinisikan sebagai tanah yang tidak permeable dan kohesif.
- Batu didefinisikan sebagai bebatuan yang 50 persen diameternya lebih besar dari 50 mm.

Sesuai yang ditunjukkan pada **Gambar 2.12**, tahanan pasif tanah terdiri dari 4 daerah yang berbeda:

1. Daerah elastis dimana perpindahan lateralnya biasanya kurang dari 2 persen diameter pipa.
2. Daerah dimana perpindahan yang signifikan terjadi, sampai dengan setengah diameter pipa pada tanah berpasir dan lempung yang menyebabkan meningkatnya penetrasi dan tahanan pasif tanah.
3. Daerah setelah break-out dimana penetrasi dan tahanan pasif tanah akan berkurang.
4. Ketika perpindahan melebihi 1 kali diameter, tahanan pasif dan penetrasi diasumsikan konstan.

Tahanan pasif tanah pada dasar laut yang berbatu diabaikan.



Gambar 2.12 Tahanan Pasif (DNV RP F109, 2010)

Tanah pasif untuk tanah berpasir adalah:

$$\frac{F_R}{F_C} = \begin{cases} (5,0 \cdot K_S - 0,15 \cdot K_S^2) \cdot \left(\frac{Z_P}{D}\right)^{1,25} & \text{jika } K_S \leq 26,7 \\ K_S \cdot \left(\frac{Z_P}{D}\right)^{1,25} & \text{jika } K_S > 26,7 \end{cases} \quad (2.28)$$

dimana,

$$K_S = \frac{\gamma'_S \cdot D^2}{w_s - F_Z} = \frac{\gamma'_S \cdot D^2}{F_C}, F_C = w_s - F_Z \quad (2.29)$$

Tahanan pasif untuk tanah lempung adalah:

$$\frac{F_R}{F_C} = \frac{4,1 \cdot K_C}{G_C^{0,39}} \cdot \left(\frac{Z_P}{D}\right)^{1,31} \quad (2.30)$$

$$G_C = \frac{S_U}{D \cdot \gamma_S} \quad \text{dan} \quad K_C = \frac{S_U \cdot D}{W_S - F_Z} = \frac{S_U \cdot D}{F_C} \quad (2.31)$$

Penetrasi total merupakan penjumlahan dari penetrasi awal dan penetrasi akibat perpindahan pipa:

$$Z_P = Z_{pi} + Z_{pm} \quad (2.32)$$

Penetrasi awal pada tanah berpasir adalah:

$$\frac{Z_{pi}}{D} = 0,037 \cdot k_S^{-0,67} \quad (2.33)$$

Penetrasi awal pada tanah lempung adalah:

$$\frac{Z_{pi}}{D} = 0,0071 \cdot \left(\frac{G_C^{0,3}}{K_C}\right)^{3,2} + 0,062 \cdot \left(\frac{G_C^{0,3}}{K_C}\right)^{0,7} \quad (2.34)$$

dengan:

D = diameter luar pipa termasuk semua *coating* (m)

F_c = w_s - F_z

F_R = resistensi tanah pasif (N/m)

F_z = beban hidrodinamika vertikal (lift) (N/m)

G_C = $\frac{S_u}{D \cdot \gamma_s}$

S_u = *undrained clay shear strength*

Z_{pi} = kedalaman penetrasi awal (m)

Z_{pm} = kedalaman penetrasi akibat pergerakan pipa (m)

Z_p = kedalaman penetrasi total (m)

γ_s = *dry unit soil weight* (18,000 N/m³ untuk *clay*)

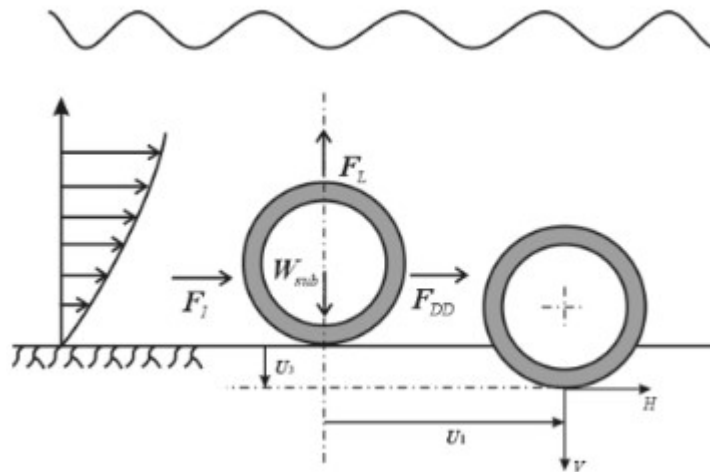
γ'_s = *submerged unit soil weight*

k_C = $\frac{S_u \cdot D}{F_C}$

k_S = $\frac{\gamma'_s \cdot D^2}{F_C}$

2.3 On-Bottom Stability

Pipa bawah laut dikatakan stabil jika mempunyai berat yang cukup, sehingga tahanan lateral tanah mencukupi untuk menghindari pipa bergerak secara lateral. Meningkatkan ketebalan baja pada pipa untuk meningkatkan berat pipa tidak akan ekonomis, sehingga concrete digunakan meningkatkan berat pipa untuk mencapai kestabilan (Tornes et al., 2009). **Gambar 2.13** menunjukkan gaya hidrodinamis yang bekerja pada pipa bawah laut dan sangat mempengaruhi kestabilan pipa.



Gambar 2.13 Gaya yang Bekerja pada Pipa Bawah Laut
(Y. Bai *et al*, 2015)

2.3.1 Kombinasi Beban

Kondisi beban harus merefleksikan kemungkinan respon paling ekstrim yang terjadi pada pipa selama periode desain. Sebelum digunakan untuk menyalurkan minyak dan gas, pipa bawah laut perlu diinstal di lokasi operasi. Kombinasi beban dibagi menjadi dua kondisi, yaitu sementara dan permanen.

a. Kondisi Instalasi

Kondisi instalasi adalah kondisi dimana saat pipa kosong.

Kondisi instalasi dibagi menjadi dua:

- Untuk durasi kurang dari 12 bulan dan lebih dari 3 hari, digunakan periode ulang 10 tahun untuk kondisi aktual lingkungan. Pendekatan kondisi ini merupakan kondisi yang paling ekstrim diantara dua kondisi berikut:

- Periode ulang 10 tahun gelombang dikombinasikan dengan periode ulang 1 tahun arus
- Periode ulang 1 tahun gelombang dikombinasikan dengan periode ulang 10 tahun arus
- Untuk durasi kurang dari 3 hari, kondisi ekstrim ditentukan berdasarkan data harian cuaca terpercaya

Untuk kondisi sementara yang melebihi 12 bulan menggunakan kondisi operasi

b. Kondisi Operasi

Untuk kondisi operasi dan instalasi yang melebihi 12 bulan maka menggunakan periode ulang 100 tahun. Pendekatan kondisi permanen menggunakan beban paling ekstrim diantara dua kondisi berikut:

- Periode ulang 100 tahun gelombang dikombinasikan dengan periode ulang 10 tahun arus
- Periode ulang 10 tahun gelombang dikombinasikan dengan periode ulang 100 tahun arus

2.3.2 Berat Terendam Pipa

Berat terendam pipa yang dihitung saat pipa beroperasi yakni termasuk berat pipa di udara, berat lapisan anti korosi di udara, berat *concrete coating* di udara, berat muatan yang diangkut pipa yang kemudian akan dilawan oleh *buoyancy* nya. Maka dari itu didapatkan persamaan 2.35 dibawah ini:

$$w_s = w_{st} + w_{corr} + w_c + w_{cont} - b \quad (2.35)$$

dengan:

w_s = berat terendam pipa per satuan panjang (N/m)

w_{st} = berat pipa di udara (N/m)

w_{corr} = berat lapisan anti korosi di udara (N/m)

w_c = berat *concrete coating* di udara (N/m)

w_{cont} = berat muatan yang diangkut pipa (N/m)

b = *buoyancy* pipa per satuan panjang (N/m)

2.3.3 Stabilitas Vertikal

Untuk menghindari pengapungan di air, berat pipa yang terendam harus memenuhi kriteria berdasarkan persamaan 2.36 yang mengacu pada DNVGL-RP-F109 berikut:

$$\gamma_w \cdot \frac{b}{w_s + b} = \frac{\gamma_w}{S_g} \leq 1,0 \quad (3.36)$$

dengan:

γ_w = *Safety Factor* (1,1)

b = *buoyancy* pipa per satuan panjang (N/m)

w_s = berat terendam pipa per satuan panjang (N/m)

S_g = *Pipe Specific Density* (kg/m³)

2.3.4 Absolute Lateral Static Stability

Secara umum penyebab pergerakan lateral adalah karena adanya gaya drag dan gaya inersia di bidang horisontal karena beban gelombang dan arus. Apabila gaya-gaya tersebut cukup besar untuk mengalahkan gesekan *seabed*, maka gerakan lateral dimungkinkan terjadi.

Namun metode *absolute lateral static stability* memberikan persyaratan statis mutlak untuk *lateral on-bottom pipelines* berdasarkan keseimbangan gaya statis yang memastikan bahwa daya tahan pipa terhadap gerakan cukup untuk menahan beban hidrodinamika maksimum selama *sea state*.

Adapun kriteria agar memenuhi persyaratan *absolute lateral static stability*:

$$\gamma_{SC} \cdot \frac{F_y^* + \mu \cdot F_z^*}{\mu \cdot w_s + F_R} \leq 1,0 \quad (2.37)$$

dengan:

γ_{SC} = *Safety Factor*

F_y^* = beban hidrodinamika arah horisontal (N/m)

F_z^* = beban hidrodinamika arah vertikal (N/m)

μ = koefisien gesekan

w_s = berat terendam pipa per satuan panjang (N/m)

F_R = resistensi tanah pasif (N/m)

Faktor keamanan γ_{sc} yang digunakan untuk stabilitas absolut pada kondisi musih dingin terdaftar pada **Tabel 2.3** dan **Tabel 2.4**.

Tabel 2.3 Faktor keamanan, badai musim dingin di North Sea

	Low	Normal	High
Sand and Rock	0.98	1.32	1.67
Clay	1.00	1.40	1.83

Tabel 2.4 Faktor keamanan, badai musim dingin di Gulf of Mexico dan Southern Ocean

	Low	Normal	High
Sand and Rock	0.95	1.41	1.99
Clay	0.97	1.50	2.16

Faktor keamanan γ_{sc} yang digunakan untuk stabilitas absolut pada kondisi siklon terdaftar pada **Tabel 2.5** dan **Tabel 2.6**.

Tabel 2.5 Faktor keamanan, badai musim dingin di North Sea

	Low	Normal	High
Sand and Rock	0.95	1.50	2.16
Clay	0.95	1.56	2.31

Tabel 2.6 Faktor keamanan, badai musim dingin di Gulf of Mexico dan Southern Ocean

	Low	Normal	High
Sand and Rock	0.95	1.64	2.46
Clay	0.93	1.64	2.54

Kemudian pada metode ini, F_y^* dan F_z^* memiliki persamaan tersendiri yakni sebagai berikut:

$$F_y^* = r_{tot,y} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_w \cdot D \cdot C_y^* \cdot (U^* + V^*)^2 \quad (2.38)$$

dan

$$F_z^* = r_{tot,z} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_w \cdot D \cdot C_z^* \cdot (U^* + V^*)^2 \quad (2.39)$$

dengan:

F_y^* = beban hidrodinamika arah horisontal (N/m)

F_z^* = beban hidrodinamika arah vertikal (N/m)

r_{tot} = faktor reduksi beban

ρ_w = massa jenis air laut (kg/m^3)

D = diameter luar pipa termasuk semua *coating* (m)

C_y^* = koefisien beban puncak horisontal

C_z^* = koefisien beban puncak vertikal

U^* = *oscillatory velocity amplitude for single design oscillation, perpendicular to pipeline*

V^* = *steady current velocity associated with design oscillation, perpendicular to pipeline*

Sementara U^* dan V^* didapatkan dari **persamaan 2.12** dan **2.14** yang telah dibahas sebelumnya. Kemudian untuk koefisien beban puncak baik arah horisontal maupun arah vertikal dapat dicari melalui **Tabel 2.7** dan **Tabel 2.8** dibawah ini:

Tabel 2.7 Koefisien Beban Puncak Horisontal
(DNV RP F109, 2010)

C_F^*		K^*										
		2.5	5	10	20	30	40	50	60	70	100	≥ 140
M^*	0.0	13.0	6.80	4.55	3.33	2.72	2.40	2.15	1.95	1.80	1.52	1.30
	0.1	10.7	5.76	3.72	2.72	2.20	1.90	1.71	1.58	1.49	1.33	1.22
	0.2	9.02	5.00	3.15	2.30	1.85	1.58	1.42	1.33	1.27	1.18	1.14
	0.3	7.64	4.32	2.79	2.01	1.63	1.44	1.33	1.26	1.21	1.14	1.09
	0.4	6.63	3.80	2.51	1.78	1.46	1.32	1.25	1.19	1.16	1.10	1.05
	0.6	5.07	3.30	2.27	1.71	1.43	1.34	1.29	1.24	1.18	1.08	1.00
	0.8	4.01	2.70	2.01	1.57	1.44	1.37	1.31	1.24	1.17	1.05	1.00
	1.0	3.25	2.30	1.75	1.49	1.40	1.34	1.27	1.20	1.13	1.01	1.00
	2.0	1.52	1.50	1.45	1.39	1.34	1.20	1.08	1.03	1.00	1.00	1.00
	5.0	1.11	1.10	1.07	1.06	1.04	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabel 2.8 Koefisien Beban Puncak Vertikal
(DNV RP F109, 2010)

C_z^*		K^*										
		≤ 2.5	5	10	20	30	40	50	60	70	100	≥ 140
M^*	0.0	5.00	5.00	4.85	3.21	2.55	2.26	2.01	1.81	1.63	1.26	1.05
	0.1	3.87	4.08	4.23	2.87	2.15	1.77	1.55	1.41	1.31	1.11	0.97
	0.2	3.16	3.45	3.74	2.60	1.86	1.45	1.26	1.16	1.09	1.00	0.90
	0.3	3.01	3.25	3.53	2.14	1.52	1.26	1.10	1.01	0.99	0.95	0.90
	0.4	2.87	3.08	3.35	1.82	1.29	1.11	0.98	0.90	0.90	0.90	0.90
	0.6	2.21	2.36	2.59	1.59	1.20	1.03	0.92	0.90	0.90	0.90	0.90
	0.8	1.53	1.61	1.80	1.18	1.05	0.97	0.92	0.90	0.90	0.90	0.90
	1.0	1.05	1.13	1.28	1.12	0.99	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	2.0	0.96	1.03	1.05	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	5.0	0.91	0.92	0.93	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	10	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

Untuk nilai K^* dan M^* dapat dicari melalui persamaan 2.40 dan persamaan 2.41 dibawah ini:

$$K^* = \frac{U^* \cdot T^*}{D} \quad (2.40)$$

dan

$$M^* = \frac{V^*}{U^*} \quad (2.41)$$

dengan:

K^* = Keulegan-Carpenter number for single design oscillation

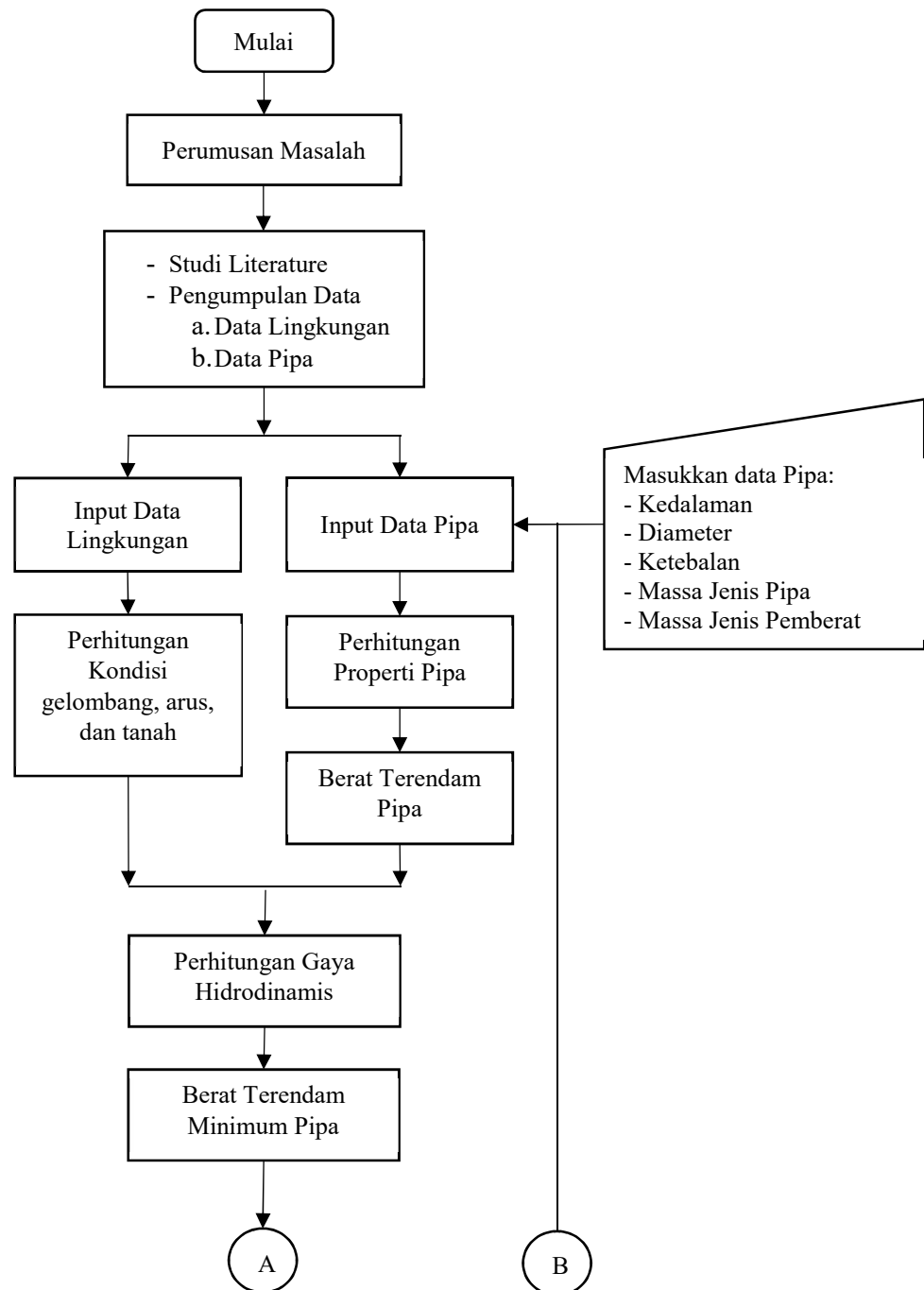
M^* = Steady to oscillatory velocity ratio for single design oscillation

(Halaman Sengaja Dikосongkan)

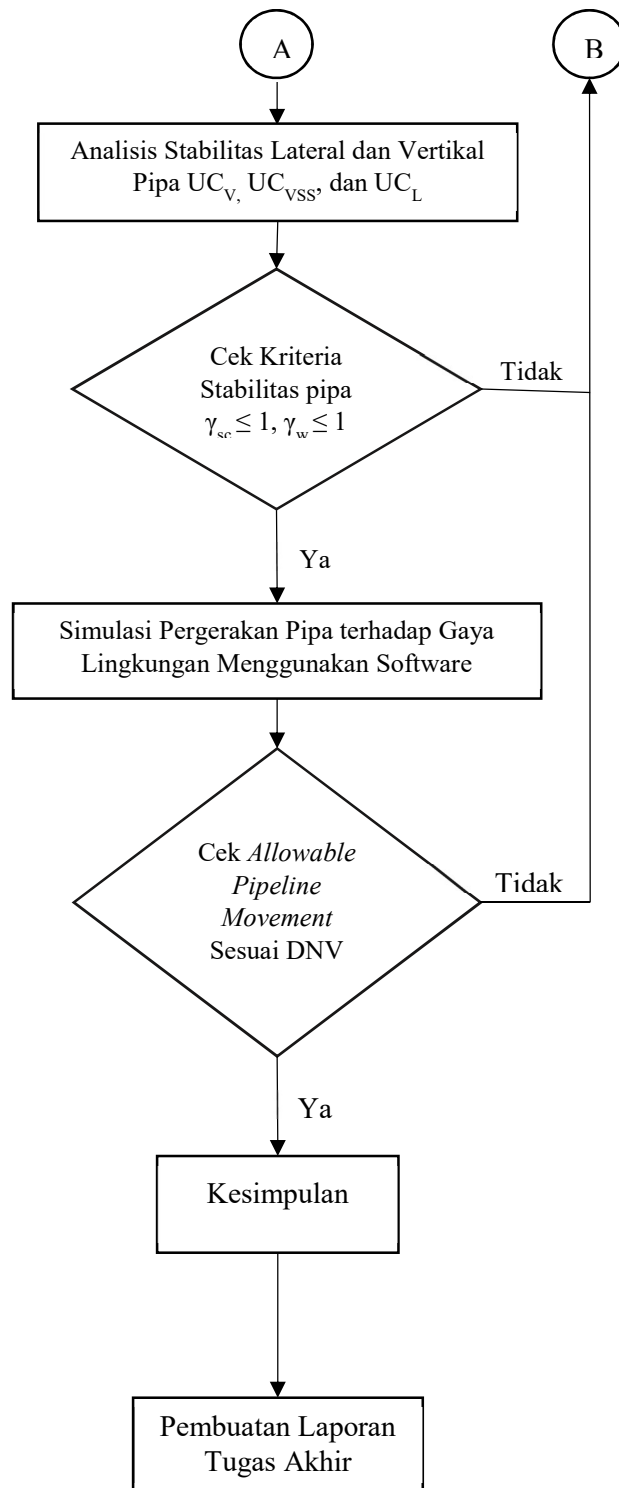
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) dapat dilihat pada **Gambar 3.1**:



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir (Lanjutan)

3.2 Penjelasan Diagram Alir

Adapun langkah-langkah dalam menyelesaikan tugas akhir ini seperti yang tertera pada diagram alir pada **Gambar 3.1** dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan untuk mencari dasar teori, studi pustaka dari penelitian terbaru, peraturan ataupun regulasi yang sesuai dan dibutuhkan selama pengerjaan Tugas Akhir ini. Studi literature dapat diperoleh dari buku, jurnal, Codes atau Standard, Peraturan atau regulasi, dan tugas akhir.

2. Pengumpulan Data

Dalam Penelitian tugas akhir ini data-data yang digunakan meliputi data property pipa dan data lingkungan meliputi arus, gelombang dan tanah.

3. Perhitungan Properti Pipa

Perhitungan property pipa meliputi perhitungan diameter luar pipa, berat pipa diudara serta besar gaya apung pipa.

4. Perhitungan Berat Terendam Pipa

Setelah data parameter pipa dimasukkan dan dilakukan perhitungan property pipa, kemudian akan dicari berat terendam pipa.

5. Input Data Lingkungan

Data lingkungan yang akan diinputkan berupa tinggi gelombang, ketinggian muka air laut, kecepatan arus, dan gravitasi.

6. Perhitungan Kondisi Gelombang, Arus, dan Tanah

Selanjutnya dilakukan perhitungan gelombang kemudian partikel kecepatan arus dilanjutkan perhitungan tahanan tanah terhadap pipa.

7. Perhitungan F_D , F_I , F_L , dan F_W

Menghitung gaya drag (F_D), gaya inersia (F_I), gaya angkat (F_L) dan faktor kalibrasi (F_W). Untuk mendapatkan factor kalibrasi yaitu dengan menggunakan Keulegan-Carpenter.

8. Perhitungan Berat Terendam Minimum Umbilical (W_{s_req})

Mencari berat terendam minimum pipa dicari untuk memenuhi kriteria berat minimum pipa yang dibutuhkan berdasarkan faktor lingkungan.

9. Analisis Kestabilan Lateral dan Vertikal

Untuk menganalisis stabilitas pipa salah satunya dengan menggunakan metode yang sesuai dengan DNV RP F109 yaitu tentang Stabilitas Lateral Statik Secara Menyeluruh.

10. Simulasi Pergerakan Pipa Terhadap Gaya Lingkungan Menggunakan Software

Dalam hasil simulasi yang akan dijalankan, nilai pergerakan tanah secara lateral dan vertikal akan ditemukan. Pergerakan pipa ini diakibatkan oleh gaya eksternal, nilai pergerakan pipa ini selanjutnya akan di check apakah masih sesuai dengan pergeseran maksimal yang diijinkan sesuai DNV RP F109.

11. Kesimpulan

Dari seluruh rangkaian analisis yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan sehingga didapatkan informasi yang dapat bermanfaat serta pemberian saran untuk penelitian selanjutnya.

12. Pembuatan Laporan Tugas Akhir

Mendokumentasikan dan menulis keseluruhan langkah-langkah dan proses pengerjaan yang dilakukan selama penelitian Tugas Akhir.

Tabel 4.1 Pipeline Material Data

Parameters	Unit	Value
		6" ESRA-ESA
<i>Dimensions</i>		-
<i>Pipe Inside diameter</i>	<i>mm (in)</i>	142.3 (5.60)
<i>Pipe outside diameter</i>	<i>mm (in)</i>	179.9 (7.083)
<i>Storage/Operating Bend radius, SBR/OBR</i>	<i>m (ft)</i>	1.61 (5.3)
<i>Weights</i>	<i>kg/m (lb/ft)</i>	
<i>Weight Empty in Air</i>	<i>kg/m (lb/ft)</i>	21.1 (14.2)
<i>Weight Water-filled in Air</i>	<i>kg/m (lb/ft)</i>	37.4 (25.1)
<i>Weight Empty in Water</i>	<i>kg/m (lb/ft)</i>	-4.9 (-3.3)
<i>Weight Water-filled in Water</i>	<i>kg/m (lb/ft)</i>	11.4 (7.6)
<i>SG Empty in Air</i>		0.83
<i>SG Pipe Wall</i>		2.22
<i>Pressures</i>		
<i>Design Pressure</i>	<i>MPa (psi)</i>	10.34 (1500)
<i>Factory test Pressure</i>	<i>MPa (psi)</i>	13.44 (1950)
<i>Burst Pressure</i>	<i>MPa (psi)</i>	22.76 (3301)
<i>Maximum external Pressure</i>	<i>kPa (psi)</i>	793 (115)
<i>Maximum Water depth (Fresh Water)</i>	<i>m (ft)</i>	81.0 (266)
<i>Maximum temperature</i>	<i>°C (°F)</i>	60 (140)
<i>Mechanical Properties</i>		
<i>Bending Stiffness, EI</i>	<i>Nm²(lb.ft²)</i>	14158 (34260)
<i>Spooling tension</i>	<i>kN (lb)</i>	5.5 (1226)
<i>Maximum Installation tension</i>	<i>kN (lb)</i>	89 (20000)

Tabel 4.2 Operating Data

Description	Units	Value
		6" ESRA-ESA
<i>Fluid Service</i>	-	3 Phase
<i>Max. Operating Temperature (MOT)</i>	<i>°C (°F)</i>	60 (140)
<i>Max. Allowable Operating Pressure (MAOP)</i>	<i>barg (psig)</i>	38.95 (565)
<i>Operating Temperature (OT)</i>	<i>°C (°F)</i>	38 (100.4)
<i>Operating Pressure (OP)</i>	<i>barg (psig)</i>	19.03 (276)
<i>Hydrotest Pressure (note 1)</i>	<i>barg (psig)</i>	54.54 (791)
<i>Content Density</i>	<i>kg/m³ (lb/ft³)</i>	38 (62.73)

Tabel 4.3 Seawater Data

Parameters		Unit	Max	Mean	Min
<i>Sea water Temperature</i>	<i>surface</i>	°C (°F)	32.2 (90)	28.9 (84)	26.1 (79)
	<i>on seabed</i>		25 (77)	22.8 (73)	21 (70)
<i>Salinity</i>		%	3.25		
<i>Seawater Density</i>		kg/m ³	1025		

Tabel 4.4 Water Level

Parameters	Unit	1 year	100 years
<i>Highest Astronomical Tide (HHWL)</i>	m	+0.58	+0.58
<i>Lowest Astronomical Tide (LLWL)</i>	m	-0.53	-0.53
<i>Positive Storm Surge</i>	m	+0.04	+0.18
<i>Negative Storm Surge</i>	m	-0.04	-0.18

Tabel 4.5 Wave and Current Speed Data

Parameters		Units	1 year	100 years
<i>Wave Data</i>	<i>Significant Wave Height (H_s)</i>	m	1.9	3.9
	<i>Significant Wave Period (T_s)</i>	s	6.5	8.6
	<i>Significant Wave Length (L_s)</i>	m	65.8	111.5
	<i>Max. Wave Height (H_{max})</i>	m	3.3	7.0
	<i>Max. Individual Wave Period (T_{max})</i>	s	6.8	9.8
	<i>Max. Individual Wave Length (L_{max})</i>	m	71.8	140.0
<i>Current Velocity</i>	<i>0% of WD</i>	m/s	0.73	1.15
	<i>10% of WD</i>	m/s	0.62	0.93
	<i>20% of WD</i>	m/s	0.54	0.77
	<i>30% of WD</i>	m/s	0.49	0.65
	<i>40% of WD</i>	m/s	0.44	0.57
	<i>50% of WD</i>	m/s	0.41	0.50
	<i>60% of WD</i>	m/s	0.39	0.46
	<i>70% of WD</i>	m/s	0.38	0.42
	<i>80% of WD</i>	m/s	0.36	0.40
	<i>90% of WD</i>	m/s	0.36	0.38
	<i>100% of WD</i>	m/s	0.35	0.37

Tabel 4.6 Soil Parameter

<i>Description</i>	<i>Unit</i>	<i>Value</i>
<i>Soil Type</i>	-	Very Soft Clay
<i>Undrained Shear Strength, Su.</i>	kPa	4.78
<i>Submerged Unit Weight of Soil</i>	kg/m ³	6.28

4.2 Perhitungan Properti Pipa

Perhitungan properti pipa yang dilakukan meliputi perhitungan diameter luar pipa, berat pipa saat diudara, berat pemberat, berat air saat instalasi, berat konten saat operasi, dan besar gaya apung (buoyancy). Dalam **Tabel 4.7** merupakan hasil perhitungan properti pipa.

Tabel 4.7 Properti Pipa

Deskripsi	Satuan	Nilai
Ketebalan Pipa	mm	18,8
Tebal Concrete	mm	40
Diameter pipa	mm	179,9
Berat Pipa di udara	N/m	207,053
Buoyancy Pipa	N/m	255,503

4.3 Berat Terendam Pipa

Berat terendam pipa dapat dicari dengan mengurangi beban pipa terhadap besarnya gaya apung. Perhitungan yang dilakukan meliputi perhitungan berat terendam pipa, dan berat terendam pemberat. Dalam **Tabel 4.8** merupakan hasil perhitungan berat terendam pipa saat kondisi instalasi dan operasi.

Tabel 4.8 Berat Terendam Pipa

Deskripsi	Satuan	Kondisi	
		Instalasi	Operasi
Berat terendam pipa	N/m	-48,451	-48,451
Berat terendam Concrete	N/m	650,38	650,38
Berat konten	N/m	-	5,927
Specific Gravity	-	1.322	1.345

4.4 Gaya Hidrodinamis

Berdasarkan DNV RP F109 *On-Bottom Stability of Submarine Pipeline* dalam menentukan stabilitas dari pipa diperlukan analisis hidrodinamis terhadap pipa di dasar laut. Analisis hidrodinamis meliputi gaya yang bekerja pada pipa, gaya yang bekerja pada pipa akan dibagi menjadi gaya vertikal dan horizontal. Sebelum menentukan besarnya gaya yang bekerja pada pipa, sebuah analisis partikel air akibat gelombang dan kecepatan arus diperlukan. Analisis yang akan dilakukan dalam tugas akhir ini dilakukan pada saat kondisi instalasi pipa dan kondisi operasi pipa. Parameter hidrodinamis yang digunakan dalam perhitungan ada pada **Tabel 4.9**.

Kecepatan partikel air pada kedalaman 34,8-meter akibat gelombang yang mengenai pipa dapat ditentukan dengan spektra JONSWAP. Perhitungan spektra dapat dilihat pada **Lampiran 1** dan **Lampiran 2**. Untuk menentukan spectral density function menggunakan persamaan berikut:

$$S_{\eta\eta}(\omega) = \alpha \cdot g^2 \cdot \omega^{-5} \cdot \exp\left[-\frac{5}{4}\left(\frac{\omega}{\omega_p}\right)^{-4}\right] \gamma \exp\left[-0.5\left(\frac{\omega - \omega_p}{\sigma - \omega_p}\right)^2\right] \quad (4.1)$$

Setelah mendapatkan nilai dari spektra gelombang JONSWAP yang di tampilkan pada **Lampiran 1** dan **Lampiran 2** maka untuk mencari transformasi kecepatan gelombang menjadi kecepatan partikel air di sekitar dasar laut dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$S_{uu}(\omega) = G^2(\omega) \cdot S_{\eta\eta}(\omega) \quad (4.2)$$

Selanjutnya nilai dari transformasi spektra digunakan untuk menentukan momen spektra pada setiap orde dan hasilnya sebagai berikut:

Tabel 4.9 Parameter Hidrodinamis

Deskripsi	Kondisi	
	Instalasi	Operasi
M0	0,001	0,031
M2	0,001	0,015
Us	0,073 m/s	0,35 m/s
Tu	7,526 s	9,012 s
T*	7,526 s	9,012 s
U*	0,144 m/s	0,685 m/s

Kecepatan arus yang melintas belum bisa diaplikasikan karena masih terdapat faktor reduksi akibat arah arus. Sehingga diperlukan perhitungan faktor reduksi. Berdasarkan perhitungan yang terdapat dalam **Lampiran 1** dan **Lampiran 2** besar faktor reduksi pada kedua kondisi (instalasi dan operasi) memiliki nilai 0.866, sehingga kecepatan arus yang tegak lurus sebesar 0,125 m/s untuk kondisi instalasi dan 0,593 m/s untuk kondisi operasi.

4.4.1 Gaya Hidrodinamis Horisontal

Gaya hidrodinamis dalam arah horisontal terjadi karena adanya pergerakan partikel air yang bekerja di sekitar pipa bawah laut. Gaya horisontal yang terjadi adalah gaya drag dan inersia. Gaya drag terjadi karena adanya gesekan antara fluida dengan dinding pipa. Gaya ini dipengaruhi oleh kecepatan fluida. Sedangkan gaya inersia menunjukkan adanya massa fluida yang dipindahkan oleh pipa, yang sangat dipengaruhi oleh percepatan partikel air. Untuk menentukan gaya horisontal sebelumnya harus diketahui terlebih dahulu *Velocity Ratio* dan *Keulegan-Carpenter Number* untuk kondisi instalasi dan operasi. Dari perhitungan keulegan-carpenter didapatkan koefisien pada **Tabel 4.10** dan diinterpolasi menggunakan **Tabel 4.11** dan **Tabel 4.12**.

Tabel 4.10 Koefisien M^* dan K^*

Koefisien	Instalasi	Operasi
M^*	2,051	0,459
K^*	5,235	29,725

Tabel 4.11 Peak Horizontal Load Coefficients Kondisi Instalasi

C_z^*		K^*										
		≤ 2.5	5	10	20	30	40	50	60	70	100	≥ 140
M^*	0.0	5.00	5.00	4.85	3.21	2.55	2.26	2.01	1.81	1.63	1.26	1.05
	0.1	3.87	4.08	4.23	2.87	2.15	1.77	1.55	1.41	1.31	1.11	0.97
	0.2	3.16	3.45	3.74	2.60	1.86	1.45	1.26	1.16	1.09	1.00	0.90
	0.3	3.01	3.25	3.53	2.14	1.52	1.26	1.10	1.01	0.99	0.95	0.90
	0.4	2.87	3.08	3.35	1.82	1.29	1.11	0.98	0.90	0.90	0.90	0.90
	0.6	2.21	2.36	2.59	1.59	1.20	1.03	0.92	0.90	0.90	0.90	0.90
	0.8	1.53	1.61	1.80	1.18	1.05	0.97	0.92	0.90	0.90	0.90	0.90
	1.0	1.05	1.13	1.28	1.12	0.99	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	2.0	0.96	1.03	1.05	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	5.0	0.91	0.92	0.93	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	10	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

Dengan menggunakan interpolasi didapatkan *peak horizontal load coefficients* (C_y^*) sebesar **1,491**. Selanjutnya dilakukan perhitungan dengan menggunakan **Persamaan (2.38)**, sehingga didapatkan gaya horizontal sebesar **4,77 N/m**.

Tabel 4.12 Peak Horizontal Load Coefficients Kondisi Operasi

C_z^*		K^*										
		≤ 2.5	5	10	20	30	40	50	60	70	100	≥ 140
M^*	0.0	5.00	5.00	4.85	3.21	2.55	2.26	2.01	1.81	1.63	1.26	1.05
	0.1	3.87	4.08	4.23	2.87	2.15	1.77	1.55	1.41	1.31	1.11	0.97
	0.2	3.16	3.45	3.74	2.60	1.86	1.45	1.26	1.16	1.09	1.00	0.90
	0.3	3.01	3.25	3.53	2.14	1.52	1.26	1.10	1.01	0.99	0.95	0.90
	0.4	2.87	3.08	3.35	1.82	1.29	1.11	0.98	0.90	0.90	0.90	0.90
	0.6	2.21	2.36	2.59	1.59	1.20	1.03	0.92	0.90	0.90	0.90	0.90
	0.8	1.53	1.61	1.80	1.18	1.05	0.97	0.92	0.90	0.90	0.90	0.90
	1.0	1.05	1.13	1.28	1.12	0.99	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	2.0	0.96	1.03	1.05	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	5.0	0.91	0.92	0.93	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	10	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

Dengan menggunakan interpolasi didapatkan *peak horizontal load coefficients* (C_y^*) sebesar **1,54**. Selanjutnya dilakukan perhitungan dengan menggunakan **Persamaan (2.38)**, sehingga didapatkan gaya horizontal sebesar **23,31 N/m**.

4.4.1 Gaya Hidrodinamis Vertikal

Gaya hidrodinamis dalam arah vertikal terjadi karena adanya pergerakan partikel air yang bekerja di sekitar pipa bawah laut. Gaya vertikal yang terjadi adalah gaya angkat, yang dapat terjadi apabila terdapat konsentrasi *streamline* pada pipa. Konsentrasi *streamline* terjadi diatas pipa yang mengakibatkan gaya angkat ke atas. Untuk menentukan gaya vertikal sebelumnya harus diketahui terlebih dahulu *Velocity Ratio* dan *Keulegan-Carpenter Number* untuk kondisi instalasi dan operasi. Dari perhitungan keulegan-carpenter didapatkan koefisien pada **Tabel 4.13** dan diinterpolasi menggunakan **Tabel 4.14** dan **Tabel 4.15**.

Tabel 4.13 Koefisien M* dan K*

Koefisien	Instalasi	Operasi
M*	2.051	0,459
K*	5.235	29,725

Tabel 4.14 *Peak Vertical Load Coefficients* Kondisi Instalasi

C_z^*		K^*										
		≤ 2.5	5	10	20	30	40	50	60	70	100	≥ 140
M*	0.0	5.00	5.00	4.85	3.21	2.55	2.26	2.01	1.81	1.63	1.26	1.05
	0.1	3.87	4.08	4.23	2.87	2.15	1.77	1.55	1.41	1.31	1.11	0.97
	0.2	3.16	3.45	3.74	2.60	1.86	1.45	1.26	1.16	1.09	1.00	0.90
	0.3	3.01	3.25	3.53	2.14	1.52	1.26	1.10	1.01	0.99	0.95	0.90
	0.4	2.87	3.08	3.35	1.82	1.29	1.11	0.98	0.90	0.90	0.90	0.90
	0.6	2.21	2.36	2.59	1.59	1.20	1.03	0.92	0.90	0.90	0.90	0.90
	0.8	1.53	1.61	1.80	1.18	1.05	0.97	0.92	0.90	0.90	0.90	0.90
	1.0	1.05	1.13	1.28	1.12	0.99	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	2.0	0.96	1.03	1.05	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	5.0	0.91	0.92	0.93	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	10	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

Dengan menggunakan interpolasi didapatkan *peak vertical load coefficients* (C_z^*) sebesar **1,029**. Selanjutnya dilakukan perhitungan dengan menggunakan **Persamaan (2.39)** Sehingga didapatkan gaya vertikal sebesar **4,39 N/m**.

Tabel 4.15 Peak Vertical Load Coefficients Kondisi Operasi

C_z^*		K^*										
		≤ 2.5	5	10	20	30	40	50	60	70	100	≥ 140
M^*	0.0	5.00	5.00	4.85	3.21	2.55	2.26	2.01	1.81	1.63	1.26	1.05
	0.1	3.87	4.08	4.23	2.87	2.15	1.77	1.55	1.41	1.31	1.11	0.97
	0.2	3.16	3.45	3.74	2.60	1.86	1.45	1.26	1.16	1.09	1.00	0.90
	0.3	3.01	3.25	3.53	2.14	1.52	1.26	1.10	1.01	0.99	0.95	0.90
	0.4	2.87	3.08	3.35	1.82	1.29	1.11	0.98	0.90	0.90	0.90	0.90
	0.6	2.21	2.36	2.59	1.59	1.20	1.03	0.92	0.90	0.90	0.90	0.90
	0.8	1.53	1.61	1.80	1.18	1.05	0.97	0.92	0.90	0.90	0.90	0.90
	1.0	1.05	1.13	1.28	1.12	0.99	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	2.0	0.96	1.03	1.05	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	5.0	0.91	0.92	0.93	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	10	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

Dengan menggunakan interpolasi didapatkan *peak vertical load coefficients* (C_z^*) sebesar **1,388**. Selanjutnya dilakukan perhitungan dengan menggunakan **Persamaan (2.39)**, Sehingga didapatkan gaya horizontal sebesar **33,05 N/m**.

4.5 Tahanan Tanah

Tahanan tanah terdiri dari 2 bagian, yaitu *Coulomb Friction* karena gerak vertikal pipa pada saat penetrasi dan tahanan pasif karena gerak lateral pipa saat penetrasi ke dalam tanah. Berdasarkan data, tanah yang digunakan dalam penelitian berjenis *Clay* dimana didefinisikan sebagai tanah yang tidak permeable dan mempunyai efek kohesif. Nilai koefisien gesekan sebesar 0,2 menurut DNV RP F109. Pada kondisi instalasi dan operasi nilai penetrasi sebesar **0,09 m**.

Kedalaman penetrasi terdiri dari penetrasi awal dan penetrasi akibat gerakan pipa yang mana digunakan untuk perhitungan tahanan pasif. Pada kondisi instalasi yang artinya pipa berisi air laut, setelah dilakukan perhitungan menggunakan *MathCad* nilai tahanan pasif sebesar **1,587 kN/m**. Sedangkan untuk kondisi operasi tahanan pasif sebesar **1,587 kN/m**.

4.6 Stabilitas Vertikal

Kestabilan pipa di dasar laut sangat dipengaruhi oleh berat pipa di dalam air, gaya-gaya hidrodinamis yang bekerja pada pipa, serta tahanan tanah di dasar laut. Analisis stabilitas vertikal dilakukan untuk mengetahui apakah berat pipa di udara mampu melawan gaya apung ketika pipa tercelup di dalam air agar memenuhi kriteria yang telah ditentukan. Dalam analisis kestabilan vertikal, kriteria yang digunakan adalah menurut DNV RP F109. Adapun kriterianya dapat dilihat pada persamaan (4.3) sebagai berikut:

$$\gamma_w \cdot \frac{b}{w_s + b} = \frac{\gamma_w}{S_g} \leq 1,0 \quad (4.3)$$

Dengan mengambil nilai *safety factor* $\gamma_w = 1,1$ setelah dilakukan perhitungan didapatkan bahwa *vertical check* kestabilan pipa aman karena nilainya kurang dari 1, yaitu **0,328** pada kondisi instalasi dan **0,326** pada kondisi operasi.

4.7 Stabilitas Lateral

Stabilitas lateral dalam penelitian ini menggunakan metode *Absolute Lateral Static Stability* yang menjadi salah satu desain kriteria berdasarkan DNV RP F109 *On-Bottom Stability Design of Submarine Pipeline*. Metode ini mengharuskan bahwa pipa tidak diijinkan untuk berpindah sehingga berat terendam dan tahanan tanah harus lebih besar daripada gaya-gaya hidrodinamis. Ada standar yang digunakan untuk memenuhi kriteria metode *absolute lateral static stability* ini. Adapun kriterianya berdasarkan DNV RP F109, dan dapat dilihat pada persamaan (4.4) dan (4.5) sebagai berikut:

$$\gamma_{SC} \cdot \frac{F_y^* + \mu \cdot F_z^*}{\mu \cdot w_s + F_R} \leq 1,0 \quad (4.4)$$

$$\gamma_{SC} \cdot \frac{F_z^*}{w_{sub}} \leq 1,0 \quad (4.5)$$

Pada kondisi operasi dimana pipa telah terisi fluida berupa gas hidrokarbon. Berdasarkan DNV RP F109 kombinasi pembebanan lingkungan pada kondisi operasi menggunakan periode ulang 10 tahun gelombang

dikombinasikan dengan periode ulang 100 tahun arus. Perhitungan dilakukan dengan sudut datang gelombang 90^0 dan sudut datang arus 90^0 .

Dengan mengambil nilai *safety factor* $\gamma_{sc} = 1$ untuk instalasi dan $\gamma_{sc} = 1.4$ untuk operasi setelah dilakukan perhitungan didapatkan bahwa *lateral check* dengan menggunakan metode *absolute lateral static stability* dapat disimpulkan bahwa kestabilan pipa aman karena nilainya kurang dari 1, yaitu **0,00313** dan **0,00792** pada kondisi instalasi. Sedangkan, pada kondisi operasi *lateral stability check* besarnya **0,025** dan **0,076** sehingga didapatkan minimal tebal concrete sebesar **40 mm**.

4.8 Simulasi Dinamis Menggunakan OrcaFlex

4.8.1 Pemodelan Pipa Fleksibel

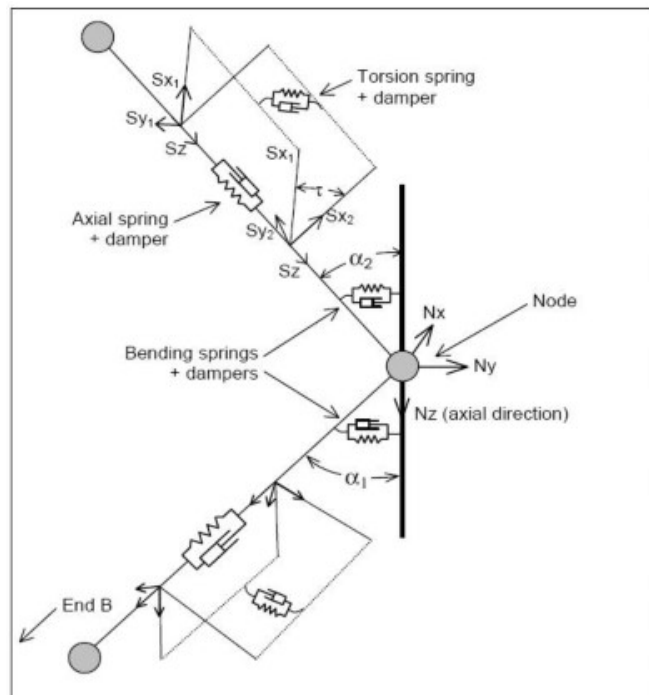
Analisis dinamis tiga dimensi dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak OrcaFlex versi 9.2 untuk mensimulasikan stabilitas pipa fleksibel di dasar laut. Seluruh komponen-komponen kritis dalam analisis stabilitas pipa bawah laut dimodelkan dengan kriteria tertentu. Pipa dimodelkan dengan menggunakan elemen pipa homogen, dan *concrete weight* dimodelkan sebagai *clump attachment* pada pipa.

Dalam simulasi pada OrcaFlex 9.2 diperlukan permodelan gelombang, arus, dan kondisi dasar laut diperlukan input untuk mendefinisikan dan memberikan nilai/besaran dari kondisi lingkungan. Input yang harus dimasukkan untuk mendefinisikan kondisi lingkungan antara lain adalah kedalaman, massa jenis air laut, tinggi gelombang, periode gelombang, jenis gelombang, kecepatan arus pada tiap kedalaman, dan properti tanah.

Panjang pipa yang dimodelkan mencakup seluruh panjang pipa aktual yakni sepanjang 6300 meter. Pipa yang dimodelkan memiliki diameter 179 mm dengan ketebalan 18,8 mm. Untuk memodelkan *concrete weight* dilakukan penentuan jarak dalam berbagai variasi jarak untuk mencari nilai pergerakan lateral maksimum yang terjadi.

Program computer OrcaFlex digunakan untuk melakukan analisis dengan penyesuaian untuk menemukan hasil yang optimal, dalam penelitian ini dilakukan penentuan jarak pemberat yang paling optimal. Pipa dimodelkan dengan *line element (homogeneous pipe)* standard pada OrcaFlex. Dalam OrcaFlex, *lines* direpresentasikan oleh model elemen hingga dengan massa terpusat, **Gambar 4.2**. Massa, volume dan properti hidrodinamic dari panjang line diakumulasikan dalam sebuah *node*, dan rangkaian spring dan dampers didefinisikan untuk mewakili *axial*, *bending*, dan *torsional stiffness*.

Axial stiffness dan *axial damping* dari *line* dapat dimodelkan dengan *axial spring* dan *axial damper* pada tiap titik tengah di setiap segmen, sehingga dapat menimbulkan *tension force* yang besarnya sama dan memiliki arah yang berlawanan pada *nodes* di setiap segmen. Kelenturan dari *line* dapat dimodelkan dengan *rotational spring* dan *rotational dampers* di kedua sisi *node*, yang terbentang diantara sumbu aksial *node* NZ dan sumbu aksial segmen SZ.



Gambar 4.2 *Line Modeling* Pada OrcaFlex



Gambar 4.3 Permodelan OrcaFlex

Dalam analisis menggunakan perangkat OrcaFlex ini dilakukan permodelan dalam kondisi instalasi dengan kala ulang arus serta gelombang 1 tahun dan dalam kondisi operasi dengan kala ulang arus serta gelombang 100 tahun. Hasil perhitungan dalam stabilitas vertikal dan lateral yang sudah dilakukan sebelumnya menjadi acuan dalam menentukan jarak antar *concrete weight* dan massa yang diperlukan oleh *concrete weight* di setiap titiknya, **Gambar 4.3**. Jarak yang disimulasikan dalam analisis OrcaFlex ini adalah 10 m dengan massa *concrete weight* 663 kg.

4.8.2 Verifikasi Stabilitas Hasil Simulasi

Setelah dilakukan simulasi menggunakan OrcaFlex didapatkan nilai perpindahan lateral maksimum pipa. Sesuai DNV RP F109 perpindahan lateral maksimum yang diperbolehkan adalah 1761mm (10 OD) pada zona 1 dan 88,1mm (0,5 OD) pada zona 2. Zona 1 adalah area dengan frekuensi aktifitas manusia yang kecil yaitu 500 m diluar area platform, dan zona 2 adalah area dengan frekuensi aktifitas manusia yang tinggi yaitu berjarak 500 m dari kedua platform.

Sesuai dengan hasil simulasi pada **Lampiran 4** didapatkan nilai pergerakan lateral maksimum sebesar 32mm pada zona 1 dan 33,4mm pada zona 2. Sesuai dengan DNV RP F109 pipa dapat dikatakan stabil

karena pergerakan lateral maksimumnya kurang dari 1761mm (10 OD) pada zona 1 dan 88,1mm (0,5 OD) pada zona 2.

Pemberian variasi jarak dalam analisis ini dilakukan untuk mencari jarak maksimum yang dapat dicapai pipa dengan persyaratan batas mengacu pada DVN RP F109. Jarak *concrete weight* yang dipakai dalam analisis adalah 10m, 10,5m, 11,25m, 12m, 12,5m, 13,125m, dan 14m. Dengan menggunakan perangkat OrcaFlex dapat diketahui nilai perpindahan lateral maksimum pipa dan nilai tegangan maksimum pipa yang akan digunakan sebagai kriteria dalam menentukan jarak maksimum *concrete weight* pada pipa. Hasil dari simulasi OrcaFlex disajikan dalam **Tabel 4.16**.

Tabel 4.16 Hasil Simulasi Pipa Fleksibel Menggunakan OrcaFlex

Jarak Pemberat	Kondisi	Kala Ulang	Zona Pipa	Perpindahan Maksimum Pipa (mm)	Perpindahan Ijin Pipa (mm)	Ket.
10 m	Instalasi	1 tahun	1	7,9	10 D (1761 mm)	OK
			2	9,4	0.5 D (88,1 mm)	OK
	Operasi	100 tahun	1	32	10 D (1761 mm)	OK
			2	33,4	0.5 D (88,1 mm)	OK
10,5 m	Instalasi	1 tahun	1	8,9	10 D (1761 mm)	OK
			2	10,5	0.5 D (88,1 mm)	OK
	Operasi	100 tahun	1	34,5	10 D (1761 mm)	OK
			2	35,9	0.5 D (88,1 mm)	OK
11,25 m	Instalasi	1 tahun	1	10,3	10 D (1761 mm)	OK
			2	12,1	0.5 D (88,1 mm)	OK
	Operasi	100 tahun	1	38,9	10 D (1761 mm)	OK
			2	40,3	0.5 D (88,1 mm)	OK
12 m	Instalasi	1 tahun	1	12	10 D (1761 mm)	OK
			2	13,7	0.5 D (88,1 mm)	OK
	Operasi	100 tahun	1	56,8	10 D (1761 mm)	OK
			2	58,1	0.5 D (88,1 mm)	OK

Tabel 4.16 Hasil Simulasi Pipa Fleksibel Menggunakan OrcaFlex (lanjutan)

Jarak Pemberat	Kondisi	Kala Ulang	Zona Pipa	Perpindahan Maksimum Pipa (mm)	Perpindahan Ijin Pipa (mm)	Ket.
12,5 m	Instalasi	1 tahun	1	13,2	10 D (1761 mm)	OK
			2	14,8	0.5 D (88,1 mm)	OK
	Operasi	100 tahun	1	80,3	10 D (1761 mm)	OK
			2	80,5	0.5 D (88,1 mm)	OK
13,125 m	Instalasi	1 tahun	1	14,7	10 D (1761 mm)	OK
			2	16,1	0.5 D (88,1 mm)	OK
	Operasi	100 tahun	1	109,7	10 D (1761 mm)	OK
			2	109,8	0.5 D (88,1 mm)	NOT OK
14 m	Instalasi	1 tahun	1	16,5	10 D (1761 mm)	OK
			2	17,8	0.5 D (88,1 mm)	OK
	Operasi	100 tahun	1	158,5	10 D (1761 mm)	OK
			2	158,7	0.5 D (88,1 mm)	NOT OK

Dari hasil simulasi menggunakan OrcaFlex diatas penentuan jarak 10m sebagai asumsi awal masih memenuhi kriteria yang disyaratkan. Dari hasil simulasi juga dapat diketahui bahwa dari jarak awal *concrete weight* 10m masih dapat dilakukan penambahan jarak antar pemberat hingga 12,5m dan dengan jarak pemberat 12,5m kriteria masih dapat terpenuhi.

4.8.3 Validasi Gaya Hidrodinamis OrcaFlex dengan Perhitungan Manual

Pada OrcaFlex, akan didapatkan nilai gaya hidrodinamis lateral dan vertikal yang bekerja pada pipa. Selanjutnya dilakukan validasi untuk mengetahui apakah nilai gaya hidrodinamis pada OrcaFlex dan perhitungan manual memiliki nilai yang sama. Pada **Tabel 4.17** dan **4.18** menunjukkan nilai gaya hidrodinamis yang didapat dari hasil simulasi.

Tabel 4.17 Gaya Hidrodinamis Horizontal OrcaFlex

Statistics for 6"							
OrcaFlex 9.2f: 10 m - Operation - FIX.sim (modified 0:51 on 06/06/2018 by OrcaFlex 9.2f)							
Variable	Period (s)		Minimum	Time	Maximum	Time	Mean
	From	To					
End GY-Force (kN/m) at End A	-10	0	-0,01534	-1	0,03019	-4	0,00762
	0	3000	-0,01473	1100	0,02933	1105	0,02436
End GY-Force (kN/m) at End B	-10	0	-0,01568	-4	0,02707	-1	0,01484
	0	3000	-0,01229	1105	0,02598	1100	0,02317

Tabel 4.18 Gaya Hidrodinamis Vertikal OrcaFlex

Statistics for 6"							
OrcaFlex 9.2f: 10 m - Operation - FIX.sim (modified 0:51 on 06/06/2018 by OrcaFlex 9.2f)							
Variable	Period (s)		Minimum	Time	Maximum	Time	Mean
	From	To					
End GZ-Force (kN/m) at End A	-10	0	-0,02301	-1	0,02869	-4	0,01895
	0	3000	-0,02621	1100	0,03603	1105	0,03422
End GZ-Force (kN/m) at End B	-10	0	-0,02550	-4	0,02815	-1	0,02341
	0	3000	-0,02199	1105	0,02747	1100	0,02398

Dari hasil simulasi didapatkan gaya hidrodinamis horizontal sebesar 24,36 N/m dan gaya hidrodinamis verikal sebesar 34,22 N/m pada kondisi operasi

Tabel 4.19 Validasi Gaya Hidrodinamis

Gaya Hidrodinamis	Perhitungan	Simulasi	Error
Horisontal	23,31 N/m	24,36 N/m	4,31
Vertikal	33,06 N/m	34,22 N/m	3,4

Dari gaya hidrodinamis yang didapatkan dari perhitungan manual dan simulasi, selanjutnya akan dicari nilai error dari kedua nilai yang didapatkan. Nilai error yang didapatkan untuk gaya hidrodinamis lateral adalah 4,31 dan untuk gaya hidrodinamis vertikal adalah 3,4. Dari nilai error yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa simulasi yang dilakukan dikategorikan valid.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang Analisis stabilitas pipa fleksibel bawah laut dalam kondisi operasi dan instalasi, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Besar gaya hidrodinamis yang bekerja pada pipa adalah:
 - a. Arah Horizontal (F_y^*) pada kondisi instalasi adalah 4,77 N/m, sedangkan pada operasi sebesar 23,31 N/m.
 - b. Arah Vertikal (F_z^*) pada kondisi instalasi adalah 4,39 N/m, sedangkan pada operasi sebesar 33,06 N/m.
2. Kebutuhan *concrete weight* dalam analisis ini yang didapatkan dengan perhitungan sesuai DNV RP F109 agar pipa memenuhi *on-bottom stability* yaitu sebesar 650,38 N/m atau 66,32 kg/m. Dengan penentuan jarak pemasangan antar *concrete weight* sepanjang 10m, maka berat *concrete weight* yang dibutuhkan adalah 663,2 kg pada setiap titiknya
3. Berdasarkan kriteria stabilitas menurut DVN RP F109. Kriteria stabilitas pipa dibagi menjadi dua yaitu stabilitas vertikal dan stabilitas lateral dimana nilai keduanya harus kurang dari 1. Dari hasil penelitian didapatkan hasil:
 - a. Stabilitas vertikal pipa pada kondisi instalasi adalah 0,328, sedangkan pada kondisi operasi memiliki nilai 0,326.
 - b. Stabilitas lateral pipa pada kondisi instalasi adalah 0,00313 dan 0,00729, sedangkan pada kondisi operasi memiliki nilai 0,025 dan 0,076. Dimana dalam kedua kondisi memenuhi untuk menggunakan nilai tebal beton pelapis minimal sesuai DNV RP F109 yaitu sebesar 40mm, sehingga untuk *concrete weight* di setiap titik memiliki berat 663 kg.

4. Setelah dilakukan simulasi menggunakan OrcaFlex, pipa mengalami pergerakan lateral maksimum sebesar 32mm pada zona 1 dan 33,4mm pada zona 2. Dengan ini, pipa dapat dikatakan stabil karena pergerakan lateral maksimumnya kurang dari 1761(10 OD) mm pada zona 1 dan 88,1mm (0,5 OD) pada zona 2.

5.2 Saran

Berikut ini adalah beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi masukan dan bahan pertimbangan dalam pengembangan untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Melakukan pengoptimasian desain pipa dari segi berat *concrete weight* ataupun jarak pemberat.
2. Meninjau pengaruh dari kontur dasar laut dengan melakukan permodelan kontur dasar laut pada perangkat OrcaFlex.
3. Melakukan analisis pengaruh perilaku platform pada pergerakan dan stabilitas pipa dengan memodelkan platform dan perilaku platform pada perangkat OrcaFlex.
4. Melakukan simulasi untuk mencari *minimum bending radius* antara pipa bawah laut dan riser dengan memodelkan juga platform dan riser pada perangkat orcaflex.

DAFTAR PUSTAKA

- Asfarur. 2017. Analisis *On-Bottom Stability* dan *Local Buckling Offshore Pipeline*: Studi Kasus Platform SP Menuju Platform B1C/B2C. *Tugas Akhir*. FTK, Jurusan Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Bai, Y., Tang, J., Xu W. Ruan W. 2015. *Reliability-based Design of Sub Sea Light Weight Pipeline Against Laeral Stability*. Elsevier Science, USA.
- Bai, Y., Bai, Q. 2005. *Subsea Pipelines and Risers*. Elsevier Science, USA.
- Braestrup, M.W., Andersen, J.B., Andersen, L.W., Bryndum, M.B., Christensen, C.J., Rishoy, N. 2005. *Design and Installation of Marine Pipelines*. Blackwell Science Ltd, Oxford, UK.
- Chakrabarti, S.K. 1987. *Hydrodynamics of Offshore Structures*. CBI Industries, Inc: USA.
- Det norske Veritas. 1988. DNV RP E305, *On-bottom stability design of submarine pipelines*. Norway.
- Det norske Veritas. 2007. DNV RP F109, *On-bottom stability design of submarine pipelines*. Norway.
- Det norske Veritas. 2013. DNV OS F101, *Submarine pipeline systems*. Norway.
- Djatmiko, E.B. 2012. Perilaku dan Operabilitas Bangunan Laut Di Atas Gelombang Acak. Itspress.
- Guo, B., Song, S, Chacko, J., dan Ghalambor, A. 2005. *Offshore Pipelines*. Gulf Professional Publishing, Burlington, USA.
- Hasselmann, K. et al (1973). *Measurement of wind-wave growth and swell decay during the Joint North Sea Wave Project (JONSWAP)*. Deutschen Hydrographischen Zeitschrift, Ergänzungsheft, vol 13, No A.
- Herbich, J.B. 1985. *Hydromechanics of submarine pipelines: Design problems*. Canadian Journal of Civil Engineering. 12:863-874.
- K. Tørnes, H. Zeitoun, J. Li, S. Wong, R. Brevet, J. Willcocks, *Advanced dynamic stability analysis, in: Proceedings of the ASME 2009 28th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering*, Honolulu, Hawaii, USA, 2009.
- Mehaute, B.L. 1976. *An introduction to hydrodynamics and water waves*. Springer-Verlag, New York.

- Mouselli, A. H. 1981. *Offshore Pipeline Design, Analysis and Methods*. PenWell Books: Oklahoma.
- Palmer, A.C., King, R.A. 2008. *Subsea Pipeline Engineering*. PenWell Corporation, Oklahoma.
- R. L. P. Verley and K. M. Lund: *A Soil Resistance Model for Pipelines Placed on Clay Soils*, OMAE – Volume5, 1995.
- Ridwan. 2016. Analisis *On-bottom Stability* Kabel Bawah Laut (Umbilical) Berdasarkan DNV (Det Norske Veritas). Tugas Akhir. FTK, Jurusan Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Soegiono. 2007. Pipa Laut. Surabaya: Airlangga University Press.
- Teh, T., Palmer, A., Bolton, M., dan Damgaard, J. 2006. *Stability of Submarine Pipelines on Liquefied Seabeds*. Journal of Waterway, Port, Coastal, Ocean Eng. 132: 244–251.
- Tian, Y., Cassidy, M.J., Chang CK. 2015. *Assessment of offshore pipeline using dynamic lateral stability analysis*. Elsevier Science. USA.
- Tian, Y., Youssef, B., Cassidy, M.J. 2015. *Assessment of pipeline stability in the Gulf of Mexico during hurricanes using dynamic analysis*. Theoretical and Applied Mechanics Letters.
- White DJ. Cathie DN. 2010. *Geotechnic for Subsea Pipelines*. Frontiers in offshore geotechnics II. Perth: Taylor & Francis Group.
- Yue, Q., Lu, Q., Yan, J., Zheng, J., Palmer, A. 2012. *Tension behaviour prediction of flexible pipelines in shallow water*. Elsevier Science. USA.

LAMPIRAN 1

PERHITUNGAN ANALISIS STABILITAS PIPA FLEKSIBEL BAWAH LAUT PADA KONDISI INSTALASI

On-Bottom Stability Analysis

1. INPUT DATA

1.1 GENERAL

- "Trench" of "Seabed" position Pos := "Seabed"
- Condition "Installation" or "Operation" Cond ≡ "Installation"
- Water depth h := 34.8m
- Percentage of corrosion allowance in operation ca% := 0%
- Seawater density $\rho_w := 1025 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

1.2 PIPE DATA

- Outside diameter Do := 179.9mm
- Pipeline wall thickness wt := 18.8mm
- Inside diameter Di = 142.3·mm

$$D_i := D_o - 2 \cdot w_t$$
- Steel density $\rho_{st} := 2219 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- Concrete density $\rho_{conc} := 2400 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- Contents density $\rho_c := 0 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- Slope angle of trench $\theta_t := 10^\circ$
- Water Absorption Absn := 0%

1.3 SEABED AND SOIL DATA

- Select seabed type **Type := 1**

Note : Seabed Roughness from Section 3.4.2 DNV F109 2010 Page 10, Table 3-1

Seabed	Grain size d_{50} [mm]	Roughness z_0 [m]
Silt and clay	0.0625	$= 5 \cdot 10^{-6}$
Fine sand	0.25	$= 1 \cdot 10^{-5}$
Medium sand	0.5	$= 4 \cdot 10^{-5}$
Coarse sand	1.0	$= 1 \cdot 10^{-4}$
Gravel	4.0	$= 3 \cdot 10^{-4}$
Pebble	25	$= 2 \cdot 10^{-3}$
Cobble	125	$= 1 \cdot 10^{-2}$
Boulder	500	$= 4 \cdot 10^{-2}$

$z_0 := 5 \cdot 10^{-6}$

- Soil data "Sand" or "Clay" **Soil := "Clay"**
- Submerged unit soil weight for **Sand** **$\gamma_s := 13500 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-3}$**
- Submerged unit soil weight for **Clay** **$\gamma_c := 6.28 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$**
- Submerged weight of soil $\gamma_{\text{soil}} := \begin{cases} \gamma_s & \text{if Soil} = \text{"Sand"} \\ \gamma_c & \text{if Soil} = \text{"Clay"} \end{cases}$ **$\frac{\gamma_{\text{soil}}}{g} = 640.382 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$**
- Clay Shear Strength **$S_u := 4.78 \cdot \text{kPa}$**
- Angle of internal friction of sand
30deg Very Loose to 43deg Very Dense **$\phi_s := 1 \text{deg}$**
- Soil friction factor $\mu := \begin{cases} 0.2 & \text{if Soil} = \text{"Clay"} \\ 0.6 & \text{if Soil} = \text{"Sand"} \end{cases}$ **$\mu = 0.2$**

1.4 ENVIRONMENT DATA

- Current velocity $V_s := \begin{cases} 0.35 \text{m} \cdot \text{s}^{-1} & \text{if Cond} = \text{"Operation"} \\ 0.33 \text{m} \cdot \text{s}^{-1} & \text{if Cond} = \text{"Installation"} \end{cases}$ **$V_s = 0.33 \frac{\text{m}}{\text{s}}$**
- Significant wave height $H_s := \begin{cases} 3.9 \text{m} & \text{if Cond} = \text{"Operation"} \\ 1.9 \text{m} & \text{if Cond} = \text{"Installation"} \end{cases}$ **$H_s = 1.9 \text{m}$**
- Peak wave period $T_p := \begin{cases} 8.6 \text{s} & \text{if Cond} = \text{"Operation"} \\ 6.5 \text{s} & \text{if Cond} = \text{"Installation"} \end{cases}$ **$T_p = 6.5 \text{s}$**
- Angle between current velocity and pipeline axis **$\theta_c := 90^\circ$**
- Angle between wave heading and pipeline axis **$\theta_w := 90^\circ$**

Safety Factor

Location Class

LC := 1

<i>Location</i>	<i>Definition</i>
1	The area where no frequent human activity is anticipated along the pipeline route.
2	The part of the pipeline/riser in the near platform (manned) area or in areas with frequent human activity. The extent of location class 2 should be based on appropriate risk analyses. If no such analyses are performed a minimum distance of 500 m shall be adopted.

Safety Class:
 Low = 1
 Normal = 2
 High = 3

Safety := if LC = 1
 | 2 if Cond = "Operation"
 | 1 if Cond = "Installation"
 if LC = 2
 | 3 if Cond = "Operation"
 | 1 if Cond = "Installation"

Safety = 1

2. PIPELINE WEIGHT CALCULATION

2.1 PIPELINE PARAMETERS AND WEIGHTS

• wall thickness		$wt = 18.8 \cdot \text{mm}$
• concrete thickness		$t_{\text{conc}} := 40 \text{mm}$
• overall diameter (including concrete)	$D_{\text{conc}} := D_o + 2 \cdot t_{\text{conc}}$	$D_{\text{conc}} = 259.9 \cdot \text{mm}$
• inside diameter		$D_i = 142.3 \cdot \text{mm}$
• weight of pipe	$W_{\text{ts}} := \left(D_o^2 - D_i^2 \right) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \rho_{\text{st}} \cdot g$	$W_{\text{ts}} = 207.053 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• weight of concrete weight	$W_{\text{tconc}} := \left(D_{\text{conc}}^2 - D_o^2 \right) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \rho_{\text{conc}} \cdot g$	$W_{\text{tconc}} = 650.38 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• weight of water	$W_{\text{tw}} := D_i^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \rho_w \cdot g$	$W_{\text{tw}} = 159.862 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• weight of contents	$W_{\text{tc}} := D_i^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \rho_c \cdot g$	$W_{\text{tc}} = 0$
• buoyancy of pipe	$W_{\text{bs}} := D_o^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \rho_w \cdot g$	$W_{\text{bs}} = 255.503 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• buoyancy of concrete	$W_{\text{bconc}} := \left(D_{\text{conc}}^2 - D_o^2 \right) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \rho_w \cdot g$	$W_{\text{bconc}} = 277.766 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• buoyancy total	$W_{\text{b}} := \left(D_o^2 \right) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \rho_w \cdot g$	$W_{\text{b}} = 255.503 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• weight in air (pipe and concrete)	$W_{\text{air}_e} := (W_{\text{ts}} + W_{\text{tconc}})$	$W_{\text{air}_e} = 857.433 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• submerged weight - empty	$W_{\text{sub}_e} := W_{\text{air}_e} - W_{\text{bs}}$	$W_{\text{sub}_e} = 601.929 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• submerged weight - water filled	$W_{\text{sub}_w} := W_{\text{sub}_e} + W_{\text{tw}}$	$W_{\text{sub}_w} = 761.791 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• submerged weight - product filled	$W_{\text{sub}_p} := W_{\text{sub}_e} + W_{\text{tc}}$	$W_{\text{sub}_p} = 601.929 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• submerged weight of pipe	$W_{\text{sub}_\text{hdpe}} := W_{\text{ts}} - W_{\text{bs}}$	$W_{\text{sub}_\text{hdpe}} = -48.451 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• specific gravity - content filled	$SG_{\text{ope}} := \frac{W_{\text{sub}_p} + W_{\text{b}}}{W_{\text{b}}}$	$SG_{\text{ope}} = 3.356$
• submerged weight of concrete weight per m	$W_{\text{sub}_\text{con}} := W_{\text{sub}_e} - W_{\text{sub}_\text{hdpe}}$	$W_{\text{sub}_\text{con}} = 650.38 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• submerged weight of concrete weight	$W_{\text{sub}_\text{con}_\text{per}_m} := \frac{W_{\text{sub}_\text{con}}}{g}$	$W_{\text{sub}_\text{con}_\text{per}_m} = 66.32 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$

- submerged weight of concrete weight per 10m

$$W_{\text{sub_con_per_10m}} := \frac{W_{\text{sub_con_10m}}}{g}$$

$$W_{\text{sub_con_per_10m}} = 663.203 \text{ kg}$$

- Volume of concrete weight per 10 m

$$V_{\text{con}} := \frac{(W_{\text{sub_con_per_10m}})}{(\rho_{\text{conc}} - \rho_w)}$$

$$V_{\text{con}} = 0.482 \cdot \text{m}^3$$

- dry weight of concrete weight per 10m

$$W_{\text{con_dry}} := V_{\text{con}} \cdot \rho_{\text{conc}}$$

$$W_{\text{con_dry}} = 1.158 \times 10^3 \text{ kg}$$

submerged weight for condition

$$W_{\text{sub_eq}} := \begin{cases} W_{\text{sub_e}} & \text{if Cond} = \text{"Installation"} \\ W_{\text{sub_p}} & \text{if Cond} = \text{"Operation"} \end{cases}$$

$$W_{\text{sub_eq}} = 601.929 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$$

Hydrodynamic Dimensions

- height pipe

$$D_{\text{top}} := \begin{cases} D_o & \text{if Cond} = \text{"Installation"} \\ D_o & \text{if Cond} = \text{"Operation"} \end{cases}$$

$$D_{\text{top}} = 179.9 \cdot \text{mm}$$

- overall height
for calculation of hydrodynamic loading

$$D_{\text{topm}} := D_o$$

$$D_{\text{topm}} = 179.9 \cdot \text{mm}$$

- diameter main pipe

$$D_{\text{eq}} := \begin{cases} D_o & \text{if Cond} = \text{"Installation"} \\ (D_o) & \text{if Cond} = \text{"Operation"} \end{cases}$$

$$D_{\text{eq}} = 179.9 \cdot \text{mm}$$

3. ON-BOTTOM STABILITY CALCULATION (SECTION 3 DNV RP F109: Design Methods)

3.1 VERTICAL STABILITY IN WATER (SECTION 3.2 DNV RP F109)

- Submerged weight $W_s := W_{sub_e}$
 - Buoyancy $b := W_b$
 - Safety factor for weight (Section 3.2 DNV F109 2010 Page 9) $\gamma_w := 1.1$
 - Submerged weight shall meet the following criterion: (Section 3.2 DNV F109 2010 Page 9)
$$\left(\gamma_w \cdot \frac{b}{W_s + b} = \frac{\gamma_w}{sg} \right) \leq 1.0$$
 - Submerged weight check (Section 3.2 DNV F019 2010 Page 9)
$$W_{sub} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } \gamma_w \cdot \frac{b}{W_s + b} \leq 1.0 \\ \text{"Not OK, Increase Concrete Thickness"} & \text{otherwise} \end{cases}$$
- $UC_v := \gamma_w \cdot \frac{b}{W_s + b}$ $UC_v = 0.328$ $W_{sub} = \text{"OK"}$

3.2 VERTICAL STABILITY ON AND IN SOIL (SECTION 3.3 DNV RP F109)

- Cross sectional area main pipe $A_{main} := \frac{\pi}{4} \cdot D_{conc}^2$ $A_{main} = 0.053 \text{ m}^2$
- Maximum submerged specific weight - water filled $\gamma_{submax} := \frac{W_{sub_w}}{A_{main}}$ $\gamma_{submax} = 14.359 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$
- Maximum submerged weight - water filled $W_{submax} := W_{sub_w}$ $W_{submax} = 761.791 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
- Specific weight soil (Including water) $\gamma_{soil_wet} := \gamma_{soil} + \rho_w \cdot g$ $\gamma_{soil_wet} = 1.633 \times 10^{-5} \cdot \text{N} \cdot \text{mm}^{-3}$

Vertical soil reaction and penetration (According to DNV RP F105)

- Bearing capacity factors (Section 7.4.1 DNV F105)
$$N_q := \exp(\pi \cdot \tan(\phi_s)) \cdot \tan\left(45^\circ + \frac{\phi_s}{2}\right)^2$$
 $N_q = 1.094$

$$N_c := \pi + 2$$
 $N_c = 5.142$

$$N_\gamma := 1.5(N_q - 1) \cdot \tan(\phi_s)$$
 $N_\gamma = 0.002$
- Diameter main pipe $D_v := D_{conc}$ $D_v = 259.9 \cdot \text{mm}$
- Vertical penetration -guess value $v := 0.02 \text{ mm}$
- Contact width for pipe-soil interaction
$$B(v) := \begin{cases} \left[2 \cdot \sqrt{(D_v - v) \cdot v} \right] & \text{if } v \leq 0.5 \cdot D_v \\ D_v & \text{if } v > 0.5 \cdot D_v \end{cases}$$
- Bearing capacity -sand
$$R_{sand}(v) := \gamma_{soil} \cdot B(v) \cdot \left(N_q \cdot \max\left(v - \frac{D_v}{4}, 0\text{m}\right) + 0.5 \cdot N_\gamma \cdot B(v) \right)$$
- Cross sectional area of penetrated part of pipe
$$A_p(v) := \begin{cases} (B(v) \cdot v) & \text{if } v \leq 0.5 \cdot D_v \\ (B(v) \cdot v) & \text{if } v > 0.5 \cdot D_v \end{cases}$$
 $R_{sand}(0.2\text{m}) = 241.598 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$

On-Bottom Stability Calculation

- Bearing capacity -clay (constant shear strength) $R_{\text{clay}}(v) := N_c \cdot S_u \cdot B(v) + \gamma_{\text{soil}} \cdot A_p(v)$

$$R_{\text{clay}}(0.2\text{m}) = 6713.948 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$$

- Solve bearing capacity for penetration equal to half diameter for info only

$$R_{v\text{soil}}(v) := \begin{cases} R_{\text{sand}}(v) & \text{if Soil} = \text{"Sand"} \\ R_{\text{clay}}(v) & \text{if Soil} = \text{"Clay"} \end{cases}$$

$$R_{v\text{soil}}(v) = 0.112 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

- Solve vertical penetration for vertical equilibrium

$$v_p := \begin{cases} \text{root}(R_{\text{sand}}(v) - W_{\text{submax}}, v) & \text{if Soil} = \text{"Sand"} \\ \text{root}(R_{\text{clay}}(v) - W_{\text{submax}}, v) & \text{if Soil} = \text{"Clay"} \end{cases}$$

$$v_p = 0.927 \cdot \text{mm}$$

Vertical soil penetration requirement

- Limited soil penetration Sand or Clay

$$\text{Soillimit} := \text{if}(0.5 \cdot D_v > v_p, \text{"Satisfied"}, \text{"Not Satisfied"})$$

$$\text{Soillimit} = \text{"Satisfied"}$$

$$\text{UC}_{v\text{sp}} := \frac{v_p}{0.5 \cdot D_v}$$

$$\text{UC}_{v\text{sp}} = 0.007$$

Vertical stability requirement - no sinking

- Requirement $\text{Stabvertical} := \begin{cases} \text{"Satisfied"} & \text{if } \gamma_{\text{soil_wet}} > \gamma_{\text{submax}} \\ \text{Soillimit} & \text{otherwise} \end{cases}$

$$\text{Stabvertical} = \text{"Satisfied"}$$

$$\text{UC}_{v\text{ss}} := \frac{\gamma_{\text{submax}}}{\gamma_{\text{soil_wet}}}$$

$$\text{UC}_{v\text{ss}} = 0.879$$

4. LATERAL STABILITY

4.1 CURRENT AND WAVE CHARACTERISTIC

4.1.1 CURRENT CONDITIONS (SECTION 3.4.2 DNV F109 2010)

- Current velocity by taken into account the effect of boundary layer and directionality (Section 3.4.2 DNV F109 2010 Page 10)

$$V(z) := V_s \cdot \frac{\left(\ln\left(\frac{z}{m} + z_0\right) - \ln(z_0) \right)}{\left(\ln\left(\frac{z_r}{m} + z_0\right) - \ln(z_0) \right)} \cdot \sin(\theta_c)$$

$V_s = 0.33 \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ $z_r := 1\text{m}$ $z := 1\text{m}$
 $V(z) = 0.33 \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ $D_{top} = 0.18\text{m}$

- Mean perpendicular current velocity over the pipe diameter (Section 3.4.2 DNV F109 2010 Page 11)

$$V_c(z) := \begin{cases} D \leftarrow \begin{cases} D_{top} & \text{if piggy} = \text{"Yes"} \\ D_{top} & \text{if piggy} = \text{"No"} \end{cases} \\ V(z) \cdot \frac{\left(1 + \frac{z_0}{\frac{D_{top}}{m}} \right) \cdot \left(\ln\left(\frac{\frac{D_{top}}{m}}{z_0} + 1\right) - 1 \right)}{\ln\left(\frac{z}{z_0} + 1\right)} \end{cases}$$

$V_c(z) = 0.257 \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

- Steady current velocity associated with single design oscillation @pipe level

$V' := V_c(z)$

4.1.2 SHORT TERM WAVE CONDITION (SECTION 3.4.3 DNV F109 2010)

- Calculate near bed velocities using spectral theory. Therefore, all parameters need to be made dimensionless

$$g_{dim} := \frac{g}{\frac{\text{m}}{\text{sec}^2}} \quad H_{sdim} := \frac{H_s}{\text{m}} \quad T_{pdim} := \frac{T_p}{\text{sec}} \quad D_{dim} := \frac{D_{top}}{\text{m}} \quad h_{dim} := \frac{h}{\text{m}} \quad \omega_p := 2 \cdot \frac{\pi}{T_{pdim}}$$

- Peak enhancement parameter $\phi := \frac{T_{pdim}}{\sqrt{H_{sdim}}}$ $\phi = 4.716$

- Peak enhancement factor $\gamma := \begin{cases} 5 & \text{if } \phi \leq 3.6 \\ e^{5.75 - 1.15 \cdot \phi} & \text{if } 3.6 < \phi < 5 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$ $\gamma = 1.387$

- Spectral width parameter $\sigma(\omega) := \begin{cases} 0.07 & \text{if } \omega \leq \omega_p \\ 0.09 & \text{otherwise} \end{cases}$

- Generalized Phillip's constant $\alpha := \frac{5}{16} \cdot \frac{H_{sdim}^2 \cdot \omega_p^4}{g_{dim}^2} \cdot (1 - 0.287 \cdot \ln(\gamma))$ $\alpha = 0.009$

- Spectral density function $S_{\eta\eta}(\omega) := \alpha \cdot g_{dim}^2 \cdot \omega^{-5} \cdot e^{\frac{-5}{4} \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_p}\right)^{-4}} \cdot \gamma^e \cdot e^{-0.5 \cdot \left(\frac{\omega - \omega_p}{\sigma(\omega) \cdot \omega_p}\right)^2}$

On-Bottom Stability Calculation

- Seabed gap in case used for span analysis

$$\zeta := 0$$

- Guess values

$$k := 100$$

$$a\omega := 2$$

- Determine wave number
(with guess value)

$$kk(\omega) := \text{root}\left(k \cdot \tanh(k \cdot \text{hdim}) - \frac{\omega^2}{g \cdot \text{dim}}, k\right)$$

- Determine omega max (with guess value) to avoid non convergence

$$\omega_{\max} := \text{root}(kk(a\omega) \cdot \text{hdim} - \text{asinh}(\infty), a\omega)$$

$$\omega_{\max} = 14.121$$

- Frequency transfer function to seabed
(based on first order wave theory)

$$G(\omega) := \begin{cases} \frac{\omega}{\sinh(kk(\omega) \cdot \text{hdim})} & \text{if } \omega < \omega_{\max} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

- Wave induced velocity spectrum

$$S_{uu}(\omega) := G(\omega)^2 \cdot S_{\eta\eta}(\omega)$$

- Spectral moments of order n

$$M_n(n) := \int_0^{\omega_{\max}} \omega^n \cdot S_{uu}(\omega) \, d\omega$$

- Zeroth order spectral moment

$$M_n(0) = 0.001$$

- Significant wave velocity @ pipe level

$$U_{sH} := 2 \cdot \sqrt{M_n(0)} \cdot \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

$$U_{sH} = 0.073 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- Mean zero up-crossing period @ pipe level

$$T_u := 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{M_n(0)}{M_n(2)}} \cdot \text{sec}$$

$$T_u = 7.526 \text{ s}$$

- Reference period

$$T_n := \sqrt{\frac{h}{g}}$$

- Number of oscillations in spectrum

$$\tau := \frac{3 \cdot \text{hr}}{T_u}$$

$$\tau = 1435.052$$

- Parameter for wave period

$$kt := \begin{cases} 1.25 & \text{if } \gamma = 1 \\ 1.17 & \text{if } \gamma = 5 \\ 1.17 + \frac{(1.25 - 1.17)}{4} \cdot (\gamma - 1) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$kt = 1.178$$

- Wave velocity @ pipe level for single design oscillation (Eq. 3.15 DNV F109 2010)

$$U'H := U_{sH} \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\sqrt{2 \cdot \ln(\tau)} + \frac{0.5772}{\sqrt{2 \cdot \ln(\tau)}} \right)$$

$$\frac{U'H}{U_{sH}} = 1.982$$

$$U'H = 0.144 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- Period associated with maximum wave, i.e. design oscillation (Eq. 3.16 DNV F109 2010)

$$T' := \begin{cases} T_u \cdot \left[kt - 5 \cdot (kt - 1) \cdot \frac{T_n}{T_u} \right] & \text{if } \frac{T_n}{T_u} \leq 0.2 \\ T_u & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$T' = 7.526 \text{ s}$$

4.1.3 WAVE DIRECTIONALITY AND SPREADING (SECTION 3.4.4 DNV F109 2010)

- Spectral spreading exponent sp := 2
- Wave spreading directional function

$$Dw(\theta) := \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{\pi} \frac{\Gamma\left(1 + \frac{sp}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{2} + \frac{sp}{2}\right)}} \cdot \cos(\theta)^{sp} \cdot \sin(\theta_w - \theta)^2 & \text{if } |\theta| < \frac{\pi}{2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

- Reduction factor is given by:

$$RD := \sqrt{\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} Dw(\theta) d\theta}$$

RD = 0.866

- Velocity normal to the pipe including the effect of wave spreading - spectrum $U_s := RD \cdot U_{sH} = 0.063 \cdot m \cdot s^{-1}$ $U_s = 0.063 \cdot m \cdot s^{-1}$
- Velocity normal to the pipe including the effect of wave spreading - spectrum $U' := RD \cdot U'H = 0.125 \cdot m \cdot s^{-1}$ $U' = 0.125 \cdot m \cdot s^{-1}$

4.2 STEADY TO OSCILLATORY VELOCITY RATIO OF THE DESIGN SPECTRUM AND THE SIGNIFICANT KEULEGAN-CARPENTER NUMBER

- Steady to oscillatory velocity ratio for design spectrum $M = \frac{v}{U} \geq 0.01$ $M := \frac{V(z)}{U_s}$ M = 5.227

- Significant Keulegan-Carpenter number $K_s := \frac{U_s \cdot T_u}{D_{top}}$ K_s = 2.641

For single oscillation

- Steady to oscillatory velocity ratio for design spectrum $M' := \frac{V'}{U'}$ M' = 2.051

- Significant Keulegan-Carpenter number $K's := \frac{U' \cdot T'}{D_{top}}$ K's = 5.235

4.3 PENETRATION DEPTH (SECTION 3.4.6 DNV F109 2010)

- Penetration due to movement

$$z_{pm} := 5\% \cdot D_{conc}$$

- To calculate initial penetration maximum pipe weight and zero lift force can be assumed in calculation for k_s and k_c :

$$k_{si} := \frac{\gamma_{soil} \cdot D_{conc}^2}{W_{sub_w}} \quad k_{ci} := \frac{S_u \cdot D_{conc}}{W_{sub_w}} \quad G_{ci} := \frac{S_u}{D_{conc} \cdot (\gamma_{soil_wet})}$$

$$k_{si} = 0.557$$

$$k_{ci} = 1.631$$

$$G_{ci} = 1.126$$

- Initial penetration are defined as: - for Sand (Eq. 3.28), - for Clay (Eq. 3.29) DNV F109 2010

$$z_{pi} := \begin{cases} 0.037 \cdot k_{si}^{-0.67} \cdot D_{conc} & \text{if Soil = "Sand"} \\ \left[0.0071 \cdot \left(\frac{G_{ci}^{0.3}}{k_{ci}} \right)^{3.2} + 0.062 \cdot \left(\frac{G_{ci}^{0.3}}{k_{ci}} \right)^{0.7} \right] \cdot D_{conc} & \text{if Soil = "Clay"} \end{cases} \quad \%z_{pi} := \frac{z_{pi}}{D_{conc}}$$

$$z_{pi} = 0.012 \text{ m}$$

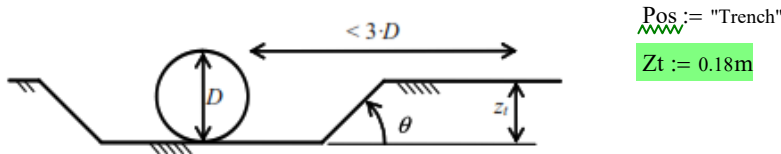
$$\%z_{pi} = 4.68\%$$

- As a reasonable consideration, 25% outside diameter pipe of penetration due to dynamic laying was considered

$$\%z_{pl} := 25\%$$

$$z_{pl} := \%z_{pl} \cdot D_{conc}$$

- Trench depth



- Total pipe penetration can be taken as the sum of initial penetration and penetration due to movement (Eq. 3.27 DNV F109 2010):

$$Z_p := z_{pi} + z_{pm} + z_{pl}$$

$$Z_p = 0.09 \text{ m}$$

- Equivalent penetration in trench is defined as (Eq. 3.30 DNV F109 2010)

$$Z_{pt} := \begin{cases} \frac{1}{2} \cdot \tan(\theta) \cdot D_{conc} & \text{if } \frac{1}{2} \cdot \tan(\theta) \cdot D_{conc} \leq \frac{Z_t}{2} \\ \frac{Z_t}{2} & \text{otherwise} \end{cases} \quad Z_{pt} = 0.023 \cdot \text{m}$$

- Total penetration including penetration in trench

$$Z_{tp} := \begin{cases} Z_p + Z_{pt} & \text{if Pos = "Trench"} \\ Z_p & \text{if Pos = "Seabed"} \end{cases} \quad Z_{tp} = 0.113 \text{ m}$$

4.4. LOAD REDUCTION

Load reduction due to permeable seabed

- Load reduction due to permeable seabed (Eq. 3.18 DNV F109 2010)

$$r_{perm_z} := \begin{cases} 0.7 & \text{if Soil} = \text{"Sand"} \\ 1 & \text{if Soil} = \text{"Clay"} \end{cases} \quad r_{perm_z} = 1$$

Load reduction due to penetration

- Load reduction due to penetration (Eq. 3.19) (Horizontal direction) see Figure 3-6

$$r_{pen_y} := \begin{cases} 1.0 - 1.4 \left(\frac{Z_p}{D_{top}} \right) & \text{if } \frac{Z_p}{D_{top}} \leq 0.5 \\ 0.3 & \text{otherwise} \end{cases} \quad r_{pen_y} = 0.3$$

- Load reduction factor due to penetration (Eq. 3.20) (vertical direction) see Figure 3-6

$$r_{pen_z} := \begin{cases} 1 & \text{if } \frac{Z_p}{D_{top}} \leq 0.1 \\ \left[1.0 - 1.3 \cdot \left(\frac{Z_p}{D_{top}} - 0.1 \right) \right] & \text{if } 0.1 < \frac{Z_p}{D_{top}} \leq 0.8667 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad r_{pen_z} = 0.479$$

Load reduction due to trenching

- Slope angle of trench $\theta_{tr} := 10$
- Load reduction factor due to trenching (Eq. 3.21) (horizontal directional)

$$r_{tr_y} := \begin{cases} 1.0 - 0.18 \cdot (\theta_{tr} - 5)^{0.25} \cdot \left(\frac{Z_t}{D_{top}} \right)^{0.42} & \text{if } 5 \leq \theta_{tr} \leq 45 \wedge \text{Pos} = \text{"Trench"} \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases} \quad r_{tr_y} = 0.731$$

- Load reduction factor due to trenching (Eq. 3.22) (vertical direction)

$$r_{tr_z} := \begin{cases} 1.0 - 0.14 \cdot (\theta_{tr} - 5)^{0.43} \cdot \left(\frac{Z_t}{D_{top}} \right)^{0.46} & \text{if } 5 \leq \theta_{tr} \leq 45 \wedge \text{Pos} = \text{"Trench"} \wedge 1.0 - 0.14 \cdot (\theta_{tr} - 5)^{0.43} \cdot \left(\frac{Z_t}{D_{top}} \right)^{0.46} > 0 \\ \text{otherwise} \\ 0 & \text{if } 5 \leq \theta_{tr} \leq 45 \wedge \text{Pos} = \text{"Trench"} \wedge 1.0 - 0.14 \cdot (\theta_{tr} - 5)^{0.43} \cdot \left(\frac{Z_t}{D_{top}} \right)^{0.46} < 0 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases} \quad r_{tr_z} = 0.72$$

- Total reduction factor for horizontal load (Eq. 3.17)

$$r_{tot_y} := \begin{cases} r_{pen_y} \cdot r_{tr_y} & \text{if Pos} = \text{"Trench"} \\ r_{pen_y} & \text{if Pos} = \text{"Seabed"} \end{cases} \quad r_{tot_y} = 0.219$$

- Total reduction factor for vertical load (Eq. 3.17)

$$r_{tot_z} := \begin{cases} r_{perm_z} \cdot r_{pen_z} \cdot r_{tr_z} & \text{if Pos} = \text{"Trench"} \\ (r_{perm_z} \cdot r_{pen_z}) & \text{if Pos} = \text{"Seabed"} \end{cases} \quad r_{tot_z} = 0.345$$

4.5 HYDRODINAMIC LOADS AND PASSIVE RESISTANCE

4.5.1 HYDRODINAMIC LOADS

Peak load coefficients Cy and Cz are taken from Tables 3-9 and 3-10 page 18 DNV F109 2010

With value of : $M' = 2.051$ and $K's = 5.235$

C_y^*	K^*											
	2.5	5	10	20	30	40	50	60	70	100	≥ 140	
M'	0.0	13.0	6.80	4.55	3.33	2.72	2.40	2.15	1.95	1.80	1.52	1.30
	0.1	10.7	5.76	3.72	2.72	2.20	1.90	1.71	1.58	1.49	1.33	1.22
	0.2	9.02	5.00	3.15	2.30	1.85	1.58	1.42	1.33	1.27	1.18	1.14
	0.3	7.64	4.32	2.79	2.01	1.63	1.44	1.33	1.26	1.21	1.14	1.09
	0.4	6.63	3.80	2.51	1.78	1.46	1.32	1.25	1.19	1.16	1.10	1.05
	0.6	5.07	3.30	2.27	1.71	1.43	1.34	1.29	1.24	1.18	1.08	1.00
	0.8	4.01	2.70	2.01	1.57	1.44	1.37	1.31	1.24	1.17	1.05	1.00
	1.0	3.25	2.30	1.75	1.49	1.40	1.34	1.27	1.20	1.13	1.01	1.00
	2.0	1.52	1.50	1.45	1.39	1.34	1.20	1.08	1.03	1.00	1.00	1.00
	5.0	1.11	1.10	1.07	1.06	1.04	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

C_z^*	K^*											
	≤ 2.5	5	10	20	30	40	50	60	70	100	≥ 140	
M'	0.0	5.00	5.00	4.85	3.21	2.55	2.26	2.01	1.81	1.63	1.26	1.05
	0.1	3.87	4.08	4.23	2.87	2.15	1.77	1.55	1.41	1.31	1.11	0.97
	0.2	3.16	3.45	3.74	2.60	1.86	1.45	1.26	1.16	1.09	1.00	0.90
	0.3	3.01	3.25	3.53	2.14	1.52	1.26	1.10	1.01	0.99	0.95	0.90
	0.4	2.87	3.08	3.35	1.82	1.29	1.11	0.98	0.90	0.90	0.90	0.90
	0.6	2.21	2.36	2.59	1.59	1.20	1.03	0.92	0.90	0.90	0.90	0.90
	0.8	1.53	1.61	1.80	1.18	1.05	0.97	0.92	0.90	0.90	0.90	0.90
	1.0	1.05	1.13	1.28	1.12	0.99	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	2.0	0.96	1.03	1.05	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	5.0	0.91	0.92	0.93	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	10	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

Keulegan-Carpenter Interpolation

Peak Horizontal Load Coefficient

	Ka	Kc	Kb
Ma	KaMa	KcMa	KbMa
Mc		C'Y	
Mb	KaMb	KcMb	KbMb

$Ka := 5$ $Mb := 5$ $KaMa := 1.5$ $KbMb := 1.07$
 $Kb := 10$ $Kc := K's$ $KaMb := 1.1$
 $Ma := 2$ $Mc := M'$ $KbMa := 1.45$

$$KcMa := KaMa + (KbMa - KaMa) \cdot \left(\frac{Kc - Ka}{Kb - Ka} \right)$$

$$KcMb := KaMb + (KbMb - KaMb) \cdot \left(\frac{Kc - Ka}{Kb - Ka} \right)$$

$KcMa = 1.498$ $KcMb = 1.1$

$$C'Y := KcMa + (KcMb - KcMa) \cdot \left(\frac{Mc - Ma}{Mb - Ma} \right)$$

$C'Y = 1.491$

Peak Vertical Load Coefficient

	Ka	Kc	Kb
Ma	KaMa	KcMa	KbMa
Mc		C'Z	
Mb	KaMb	KcMb	KbMb

$Ka := 5$ $Mb := 5$ $KaMa := 1.03$ $KbMb := 0.93$
 $Kb := 10$ $Kc := K's$ $KaMb := 0.92$
 $Ma := 2$ $Mc := M'$ $KbMa := 1.05$

$$KcMa := KaMa + (KbMa - KaMa) \cdot \left(\frac{Kc - Ka}{Kb - Ka} \right)$$

$$KcMb := KaMb + (KbMb - KaMb) \cdot \left(\frac{Kc - Ka}{Kb - Ka} \right)$$

$KcMa = 1.031$ $KcMb = 0.92$

$$C'Z := KcMa + (KcMb - KcMa) \cdot \left(\frac{Mc - Ma}{Mb - Ma} \right)$$

$C'Z = 1.029$

- Horizontal Peak load coefficient

$$C'Y = 1.491$$

- Vertical Peak load coefficient

$$C'Z = 1.029$$

- Peak vertical hydrodynamic (lift load) using equivalent overall height

$$F'Z := \begin{cases} r_{\text{tot_z}} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_w \cdot D_{\text{topm}} \cdot C'Z \cdot (U' + V')^2 & \text{if piggy = "Yes"} \\ r_{\text{tot_z}} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_w \cdot D_{\text{top}} \cdot C'Z \cdot (U' + V')^2 & \text{if piggy = "No"} \end{cases}$$

$$F'Z = 4.766 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$$

- Peak horizontal hydrodynamic (drag and inertia load) using equivalent overall height

$$F'Y := \begin{cases} r_{\text{tot_y}} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_w \cdot D_{\text{topm}} \cdot C'Y \cdot (U' + V')^2 & \text{if piggy = "Yes"} \\ r_{\text{tot_y}} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_w \cdot D_{\text{top}} \cdot C'Y \cdot (U' + V')^2 & \text{if piggy = "No"} \end{cases}$$

$$F'Y = 4.391 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$$

4.5.2 SOIL RESISTANCE (SECTION 3.4.6 DNV F109 2010)

$$L' := \frac{C'Y}{\mu} + C'Z$$

$L' = 8.484$

$$F'C := W_{sub_p} - F'Z$$

$F'C = 597.163 \cdot N \cdot m^{-1}$

$$k's := \frac{\gamma_{soil} \cdot D_{top}^2}{F'C}$$

$k's = 0.34$

$$k'c := \frac{Su \cdot D_{top}}{F'C}$$

$k'c = 1.44$

$$G_c := \frac{Su}{D_{top} \cdot (\gamma_{soil_wet})}$$

$G_c = 1.627$

$$F'R := F'C \cdot \begin{cases} \text{if Soil = "Sand"} \\ \left[\left(5.0 \cdot k's - 0.15 \cdot k's^2 \right) \cdot \left(\frac{Z_{tp}}{D_{top}} \right) \cdot 1.25 \right] & \text{if } k's \leq 26.7 \wedge F'C > 0 \\ k's \cdot \left(\frac{Z_{tp}}{D_{top}} \right)^{1.25} & \text{if } k's > 26.7 \wedge F'C > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\left[\left(5.0 \cdot k's - 0.15 \cdot k's^2 \right) \cdot \left(\frac{Z_{tp}}{D_{top}} \right) \cdot 1.25 \right] \text{ if } k's \leq 26.7 \wedge F'C > 0$$

$$k's \cdot \left(\frac{Z_{tp}}{D_{top}} \right)^{1.25} \text{ if } k's > 26.7 \wedge F'C > 0$$

0 otherwise

$$\text{if Soil = "Clay"}$$

$$\frac{4.1 \cdot k'c}{G_c^{0.39}} \cdot \left(\frac{Z_{tp}}{D_{top}} \right)^{1.31} \text{ if } F'C > 0$$

0 otherwise

$F'R = 1.587 \cdot kN \cdot m^{-1}$

4.6 LATERAL STABILITY CHECK

$$fact := \begin{cases} 1 & \text{if Soil = "Sand"} \\ 2 & \text{if Soil = "Clay"} \end{cases}$$

fact = 2

Soil = "Clay"

- Note : Safety Factor for absolute stability (Tables 3-5 to 3-8 DNV F109 - 2010)

Table 3-5 Safety factors, winter storms in North Sea			
	Low	Normal	High
Sand and rock	0.98	1.32	1.67
Clay	1.00	1.40	1.83

$\gamma_{35} := 1$

Table 3-6 Safety factors, winter storms in Gulf of Mexico and Southern Ocean			
	Low	Normal	High
Sand and rock	0.95	1.41	1.99
Clay	0.97	1.50	2.16

$\gamma_{36} := 0.97$

Table 3-7 Safety factors, cyclonic conditions North West Shelf			
	Low	Normal	High
Sand and rock	0.95	1.50	2.16
Clay	0.95	1.56	2.31

$\gamma_{37} := 0.95$

Table 3-8 Safety factors, cyclonic conditions Gulf of Mexico			
	Low	Normal	High
Sand and rock	0.95	1.64	2.46
Clay	0.93	1.64	2.54

$\gamma_{38} := 0.93$

Condition : GoM := "No" Cyclonic := "No"

$$\gamma_{SC} := \begin{cases} \text{if GoM = "Yes"} & \gamma_{SC} = 1 \\ \quad \left| \begin{array}{l} \gamma_{38} \text{ if Cyclonic = "Yes"} \\ \gamma_{36} \text{ if Cyclonic = "No"} \end{array} \right. \\ \text{if GoM = "No"} & \left| \begin{array}{l} \gamma_{37} \text{ if Cyclonic = "Yes"} \\ \gamma_{35} \text{ if Cyclonic = "No"} \end{array} \right. \end{cases}$$

- Requirement for absolute stability (Eq. 3.38 and 3.39 DNV F109 2010)

$$\text{Stable_abs} := \begin{cases} \text{"Yes"} & \text{if } \gamma_{SC} \cdot \frac{F'Y + \mu \cdot F'Z}{\mu \cdot W_{sub_eq} + F'R} \leq 1.0 \wedge \gamma_{SC} \cdot \frac{F'Z}{W_{sub_eq}} \leq 1.0 \\ \text{"No"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Requirement 1 $UCL1 := \gamma_{SC} \cdot \frac{F'Y + \mu \cdot F'Z}{\mu \cdot W_{sub_eq} + F'R}$ $UCL1 = 0.00313$

Requirement 2 $UCL2 := \gamma_{SC} \cdot \frac{F'Z}{W_{sub_eq}}$ $UCL2 = 0.00792$

- Absolute Stability Criterion (Section 3.6.2 DNV F109 2010)** $\text{Stable_abs} = \text{"Yes"}$

5. OUTPUT SUMMARY:

- Outside diameter Do = 179.9·mm
- Submerged weight of product filled pipe

$$W_{sub_ful} := \frac{W_{sub_p}}{g}$$
Wsub_ful = 61.38·kg·m⁻¹
- Submerged weight empty

$$W_{sub_em} := \frac{W_{sub_e}}{g}$$
Wsub_em = 61.38·kg·m⁻¹
- Submerged weight of concrete weight Wsub_con_per_m = 66.32·kg·m⁻¹
- Submerged weight of concrete weight per 10m pipe length Wsub_con_per_10m = 663.203 kg
- Dry weight of concrete weight per 10m pipe length Wcon_dry = 1.158 × 10³ kg
- Specific gravity of the pipe (Filled with Product service) $\frac{W_{sub_p} + b}{b} = 3.356$
- Specific gravity of the pipe (Empty) $\frac{W_{sub_e} + b}{b} = 3.356$

LAMPIRAN 2

PERHITUNGAN ANALISIS STABILITAS PIPA FLEKSIBEL BAWAH LAUT PADA KONDISI OPERASI

On-Bottom Stability Analysis

1. INPUT DATA

1.1 GENERAL

- "Trench" of "Seabed" position
Pos := "Seabed"
- Condition "Installation" or "Operation"
Cond ≡ "Operation"
- Water depth
h := 34.8m
- Percentage of corrosion allowance in operation
ca% := 0%
- Seawater density
ρ_w := 1025·kg·m⁻³

1.2 PIPE DATA

- Outside diameter
Do := 179.9mm
- Pipeline wall thickness
wt := 18.8mm
- Inside diameter
 $Di := Do - 2 \cdot wt$
Di = 142.3·mm
- Steel density
ρ_{st} := 2219·kg·m⁻³
- Concrete density
ρ_{conc} := 2400·kg·m⁻³
- Contents density
ρ_c := 38kg·m⁻³
- Slope angle of trench
θ_t := 10°
- Water Absorption
Absn := 0%

1.3 SEABED AND SOIL DATA

- Select seabed type **Type := 1**

Note : Seabed Roughness from Section 3.4.2 DNV F109 2010 Page 10, Table 3-1

Seabed	Grain size d_{50} [mm]	Roughness z_0 [m]
Silt and clay	0.0625	$= 5 \cdot 10^{-6}$
Fine sand	0.25	$= 1 \cdot 10^{-5}$
Medium sand	0.5	$= 4 \cdot 10^{-5}$
Coarse sand	1.0	$= 1 \cdot 10^{-4}$
Gravel	4.0	$= 3 \cdot 10^{-4}$
Pebble	25	$= 2 \cdot 10^{-3}$
Cobble	125	$= 1 \cdot 10^{-2}$
Boulder	500	$= 4 \cdot 10^{-2}$

$z_0 := 5 \cdot 10^{-6}$

- Soil data "Sand" or "Clay" **Soil := "Clay"**
- Submerged unit soil weight for **Sand** **$\gamma_s := 13500 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-3}$**
- Submerged unit soil weight for **Clay** **$\gamma_c := 6.28 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$**
- Submerged weight of soil $\gamma_{\text{soil}} := \begin{cases} \gamma_s & \text{if Soil} = \text{"Sand"} \\ \gamma_c & \text{if Soil} = \text{"Clay"} \end{cases}$ **$\frac{\gamma_{\text{soil}}}{g} = 640.382 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$**
- Clay Shear Strength **$S_u := 4.78 \cdot \text{kPa}$**
- Angle of internal friction of sand
30deg Very Loose to 43deg Very Dense **$\phi_s := 1 \text{ deg}$**
- Soil friction factor $\mu := \begin{cases} 0.2 & \text{if Soil} = \text{"Clay"} \\ 0.6 & \text{if Soil} = \text{"Sand"} \end{cases}$ **$\mu = 0.2$**

1.4 ENVIRONMENT DATA

- Current velocity $V_s := \begin{cases} 0.35 \text{m} \cdot \text{s}^{-1} & \text{if Cond} = \text{"Operation"} \\ 0.33 \text{m} \cdot \text{s}^{-1} & \text{if Cond} = \text{"Installation"} \end{cases}$ **$V_s = 0.35 \frac{\text{m}}{\text{s}}$**
- Significant wave height $H_s := \begin{cases} 3.9 \text{m} & \text{if Cond} = \text{"Operation"} \\ 1.9 \text{m} & \text{if Cond} = \text{"Installation"} \end{cases}$ **$H_s = 3.9 \text{m}$**
- Peak wave period $T_p := \begin{cases} 8.6 \text{s} & \text{if Cond} = \text{"Operation"} \\ 6.5 \text{s} & \text{if Cond} = \text{"Installation"} \end{cases}$ **$T_p = 8.6 \text{s}$**
- Angle between current velocity and pipeline axis **$\theta_c := 90^\circ$**
- Angle between wave heading and pipeline axis **$\theta_w := 90^\circ$**

Safety Factor

Location Class

LC := 1

<i>Location</i>	<i>Definition</i>
1	The area where no frequent human activity is anticipated along the pipeline route.
2	The part of the pipeline/riser in the near platform (manned) area or in areas with frequent human activity. The extent of location class 2 should be based on appropriate risk analyses. If no such analyses are performed a minimum distance of 500 m shall be adopted.

Safety Class:

- Low = 1
- Normal = 2
- High = 3

Safety := if LC = 1
 | 2 if Cond = "Operation"
 | 1 if Cond = "Installation"
 if LC = 2
 | 3 if Cond = "Operation"
 | 1 if Cond = "Installation"

Safety = 2

2. PIPELINE WEIGHT CALCULATION

2.1 PIPELINE PARAMETERS AND WEIGHTS

• wall thickness		$wt = 18.8 \cdot \text{mm}$
• concrete thickness		$t_{\text{conc}} := 40 \text{mm}$
• overall diameter (including concrete)	$D_{\text{conc}} := D_o + 2 \cdot t_{\text{conc}}$	$D_{\text{conc}} = 259.9 \cdot \text{mm}$
• inside diameter		$D_i = 142.3 \cdot \text{mm}$
• weight of pipe	$W_{\text{ts}} := \left(D_o^2 - D_i^2 \right) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \rho_{\text{st}} \cdot g$	$W_{\text{ts}} = 207.053 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• weight of concrete weight	$W_{\text{tconc}} := \left(D_{\text{conc}}^2 - D_o^2 \right) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \rho_{\text{conc}} \cdot g$	$W_{\text{tconc}} = 650.38 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• weight of water	$W_{\text{tw}} := D_i^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \rho_w \cdot g$	$W_{\text{tw}} = 159.862 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• weight of contents	$W_{\text{tc}} := D_i^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \rho_c \cdot g$	$W_{\text{tc}} = 5.927 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• buoyancy of pipe	$W_{\text{bs}} := D_o^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \rho_w \cdot g$	$W_{\text{bs}} = 255.503 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• buoyancy of concrete	$W_{\text{bconc}} := \left(D_{\text{conc}}^2 - D_o^2 \right) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \rho_w \cdot g$	$W_{\text{bconc}} = 277.766 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• buoyancy total	$W_{\text{b}} := \left(D_o^2 \right) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \rho_w \cdot g$	$W_{\text{b}} = 255.503 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• weight in air (pipe and concrete)	$W_{\text{air}_e} := (W_{\text{ts}} + W_{\text{tconc}})$	$W_{\text{air}_e} = 857.433 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• submerged weight - empty	$W_{\text{sub}_e} := W_{\text{air}_e} - W_{\text{bs}}$	$W_{\text{sub}_e} = 601.929 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• submerged weight - water filled	$W_{\text{sub}_w} := W_{\text{sub}_e} + W_{\text{tw}}$	$W_{\text{sub}_w} = 761.791 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• submerged weight - product filled	$W_{\text{sub}_p} := W_{\text{sub}_e} + W_{\text{tc}}$	$W_{\text{sub}_p} = 607.856 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• submerged weight of pipe	$W_{\text{sub}_{\text{hdpe}}} := W_{\text{ts}} - W_{\text{bs}}$	$W_{\text{sub}_{\text{hdpe}}} = -48.451 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• specific graffty - content filled	$SG_{\text{ope}} := \frac{W_{\text{sub}_p} + W_{\text{b}}}{W_{\text{b}}}$	$SG_{\text{ope}} = 3.379$
• submerged weight of concrete weight per m	$W_{\text{sub}_{\text{con}}} := W_{\text{sub}_e} - W_{\text{sub}_{\text{hdpe}}}$	$W_{\text{sub}_{\text{con}}} = 650.38 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
• submerged weight of concrete weight	$W_{\text{sub}_{\text{con}}_{\text{per}_m}} := \frac{W_{\text{sub}_{\text{con}}}}{g}$	$W_{\text{sub}_{\text{con}}_{\text{per}_m}} = 66.32 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$

- submerged weight of concrete weight per 10m

$$W_{sub_con_per_10m} := \frac{W_{sub_con} \cdot 10m}{g}$$

$$W_{sub_con_per_10m} = 663.203 \text{ kg}$$

- Volume of concrete weight per 10 m

$$V_{con} := \frac{(W_{sub_con_per_10m})}{(\rho_{conc} - \rho_w)}$$

$$V_{con} = 0.482 \cdot m^3$$

- dry weight of concrete weight per 10m

$$W_{con_dry} := V_{con} \cdot \rho_{conc}$$

$$W_{con_dry} = 1.158 \times 10^3 \text{ kg}$$

submerged weight for condition

$$W_{sub_eq} := \begin{cases} W_{sub_e} & \text{if Cond} = \text{"Installation"} \\ W_{sub_p} & \text{if Cond} = \text{"Operation"} \end{cases}$$

$$W_{sub_eq} = 607.856 \cdot N \cdot m^{-1}$$

Hydrodynamic Dimensions

- height pipe

$$D_{top} := \begin{cases} D_o & \text{if Cond} = \text{"Installation"} \\ D_o & \text{if Cond} = \text{"Operation"} \end{cases}$$

$$D_{top} = 179.9 \text{ mm}$$

- overall height
for calculation of hydrodynamic loading

$$D_{topm} := D_o$$

$$D_{topm} = 179.9 \text{ mm}$$

- diameter main pipe

$$D_{eq} := \begin{cases} D_o & \text{if Cond} = \text{"Installation"} \\ (D_o) & \text{if Cond} = \text{"Operation"} \end{cases}$$

$$D_{eq} = 179.9 \text{ mm}$$

3. ON-BOTTOM STABILITY CALCULATION (SECTION 3 DNV RP F109: Design Methods)

3.1 VERTICAL STABILITY IN WATER (SECTION 3.2 DNV RP F109)

- Submerged weight $W_s := W_{sub_p}$
 - Buoyancy $b := W_b$
 - Safety factor for weight (Section 3.2 DNV F109 2010 Page 9) $\gamma_w := 1.1$
 - Submerged weight shall meet the following criterion: (Section 3.2 DNV F109 2010 Page 9) $\left(\gamma_w \cdot \frac{b}{W_s + b} = \frac{\gamma_w}{sg} \right) \leq 1.0$
 - Submerged weight check (Section 3.2 DNV F019 2010 Page 9) $W_{sub} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } \gamma_w \cdot \frac{b}{W_s + b} \leq 1.0 \\ \text{"Not OK, Increase Concrete Thickness"} & \text{otherwise} \end{cases}$
- $UC_v := \gamma_w \cdot \frac{b}{W_s + b}$ $UC_v = 0.326$ $W_{sub} = \text{"OK"}$

3.2 VERTICAL STABILITY ON AND IN SOIL (SECTION 3.3 DNV RP F109)

- Cross sectional area main pipe $A_{main} := \frac{\pi}{4} \cdot D_{conc}^2$ $A_{main} = 0.053 \text{ m}^2$
- Maximum submerged specific weight - water filled $\gamma_{submax} := \frac{W_{sub_w}}{A_{main}}$ $\gamma_{submax} = 14.359 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$
- Maximum submerged weight - water filled $W_{submax} := W_{sub_w}$ $W_{submax} = 761.791 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
- Specific weight soil (Including water) $\gamma_{soil_wet} := \gamma_{soil} + \rho_w \cdot g$ $\gamma_{soil_wet} = 1.633 \times 10^{-5} \cdot \text{N} \cdot \text{mm}^{-3}$

Vertical soil reaction and penetration (According to DNV RP F105)

- Bearing capacity factors (Section 7.4.1 DNV F105) $N_q := \exp(\pi \cdot \tan(\phi_s)) \cdot \tan\left(45^\circ + \frac{\phi_s}{2}\right)^2$ $N_q = 1.094$
 $N_c := \pi + 2$ $N_c = 5.142$
 $N_\gamma := 1.5(N_q - 1) \cdot \tan(\phi_s)$ $N_\gamma = 0.002$
- Diameter main pipe $D_v := D_{conc}$ $D_v = 259.9 \text{ mm}$
- Vertical penetration -guess value $v := 0.02 \text{ mm}$
- Contact width for pipe-soil interaction $B(v) := \begin{cases} \left[2 \cdot \sqrt{(D_v - v) \cdot v} \right] & \text{if } v \leq 0.5 \cdot D_v \\ D_v & \text{if } v > 0.5 \cdot D_v \end{cases}$
- Bearing capacity -sand $R_{sand}(v) := \gamma_{soil} \cdot B(v) \cdot \left(N_q \cdot \max\left(v - \frac{D_v}{4}, 0 \text{ m}\right) + 0.5 \cdot N_\gamma \cdot B(v) \right)$
- Cross sectional area of penetrated part of pipe $A_p(v) := \begin{cases} (B(v) \cdot v) & \text{if } v \leq 0.5 \cdot D_v \\ (B(v) \cdot v) & \text{if } v > 0.5 \cdot D_v \end{cases}$ $R_{sand}(0.2 \text{ m}) = 241.598 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$

- Bearing capacity -clay (constant shear strength) $R_{clay}(v) := N_c \cdot S_u \cdot B(v) + \gamma_{soil} \cdot A_p(v)$

$$R_{clay}(0.2m) = 6713.948 \cdot N \cdot m^{-1}$$

- Solve bearing capacity for penetration equal to half diameter for info only

$$R_{vsoil}(v) := \begin{cases} R_{sand}(v) & \text{if Soil = "Sand"} \\ R_{clay}(v) & \text{if Soil = "Clay"} \end{cases}$$

$$R_{vsoil}(v) = 0.112 \cdot kN \cdot m^{-1}$$

- Solve vertical penetration for vertical equilibrium

$$vp := \begin{cases} \text{root}(R_{sand}(v) - W_{submax}, v) & \text{if Soil = "Sand"} \\ \text{root}(R_{clay}(v) - W_{submax}, v) & \text{if Soil = "Clay"} \end{cases}$$

$$vp = 0.927 \cdot mm$$

Vertical soil penetration requirement

- Limited soil penetration Sand or Clay

$$Soillimit := \text{if}(0.5 \cdot D_v > vp, \text{"Satisfied"}, \text{"Not Satisfied"})$$

$$Soillimit = \text{"Satisfied"}$$

$$UC_{vsp} := \frac{vp}{0.5 \cdot D_v}$$

$$UC_{vsp} = 0.007$$

Vertical stability requirement - no sinking

- Requirement $Stab_{vertical} := \begin{cases} \text{"Satisfied"} & \text{if } \gamma_{soil_wet} > \gamma_{submax} \\ Soillimit & \text{otherwise} \end{cases}$

$$Stab_{vertical} = \text{"Satisfied"}$$

$$UC_{vss} := \frac{\gamma_{submax}}{\gamma_{soil_wet}}$$

$$UC_{vss} = 0.879$$

4. LATERAL STABILITY

4.1 CURRENT AND WAVE CHARACTERISTIC

4.1.1 CURRENT CONDITIONS (SECTION 3.4.2 DNV F109 2010)

- Current velocity by taken into account the effect of boundary layer and directionality (Section 3.4.2 DNV F109 2010 Page 10)

$$V(z) := V_s \cdot \frac{\left(\ln\left(\frac{z}{m} + z_0\right) - \ln(z_0) \right)}{\left(\ln\left(\frac{z_r}{m} + z_0\right) - \ln(z_0) \right)} \cdot \sin(\theta_c) \quad V_s = 0.35 \cdot m \cdot s^{-1} \quad z_r := 1m \quad z := 1m$$

$$V(z) = 0.35 \cdot m \cdot s^{-1} \quad D_{top} = 0.18m$$

- Mean perpendicular current velocity over the pipe diameter (Section 3.4.2 DNV F109 2010 Page 11)

$$V_c(z) := \begin{cases} D \leftarrow \begin{cases} D_{top} & \text{if piggy} = \text{"Yes"} \\ D_{top} & \text{if piggy} = \text{"No"} \end{cases} \\ V(z) \cdot \frac{\left(1 + \frac{z_0}{\frac{D_{top}}{m}} \right) \cdot \left(\ln\left(\frac{\frac{D_{top}}{m}}{z_0} + 1\right) - 1 \right)}{\ln\left(\frac{z}{m} + 1\right)} \end{cases} \quad piggy := \text{"No"} \quad V_c(z) = 0.272 \cdot m \cdot s^{-1}$$

- Steady current velocity associated with single design oscillation @pipe level

$V' := V_c(z)$

4.1.2 SHORT TERM WAVE CONDITION (SECTION 3.4.3 DNV F109 2010)

- Calculate near bed velocities using spectral theory. Therefore, all parameters need to be made dimensionless

$$g_{dim} := \frac{g}{m \cdot sec^2} \quad H_{sdim} := \frac{H_s}{m} \quad T_{pdim} := \frac{T_p}{sec} \quad D_{dim} := \frac{D_{top}}{m} \quad h_{dim} := \frac{h}{m} \quad \omega_p := 2 \cdot \frac{\pi}{T_{pdim}}$$

- Peak enhancement parameter

$$\phi := \frac{T_{pdim}}{\sqrt{H_{sdim}}} \quad \phi = 4.355$$

- Peak enhancement factor

$$\gamma := \begin{cases} 5 & \text{if } \phi \leq 3.6 \\ e^{5.75 - 1.15 \cdot \phi} & \text{if } 3.6 < \phi < 5 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \gamma = 2.1$$

- Spectral width parameter

$$\sigma(\omega) := \begin{cases} 0.07 & \text{if } \omega \leq \omega_p \\ 0.09 & \text{otherwise} \end{cases}$$

- Generalized Phillip's constant

$$\alpha := \frac{5}{16} \cdot \frac{H_{sdim}^2 \cdot \omega_p^4}{g_{dim}^2} \cdot (1 - 0.287 \cdot \ln(\gamma)) \quad \alpha = 0.011$$

- Spectral density function

$$S_{\eta\eta}(\omega) := \alpha \cdot g_{dim}^2 \cdot \omega^{-5} \cdot e^{-\frac{5}{4} \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_p}\right)^{-4}} \cdot \gamma^e \cdot e^{-0.5 \cdot \left(\frac{\omega - \omega_p}{\sigma(\omega) \cdot \omega_p}\right)^2}$$

- Seabed gap in case used for span analysis

$$\zeta := 0$$

- Guess values

$$k := 100$$

$$a\omega := 2$$

- Determine wave number (with guess value)

$$kk(\omega) := \text{root}\left(k \cdot \tanh(k \cdot \text{hdim}) - \frac{\omega^2}{g \cdot \text{dim}}, k\right)$$

- Determine omega max (with guess value) to avoid non convergence

$$\omega_{\max} := \text{root}(kk(a\omega) \cdot \text{hdim} - \text{asinh}(\infty), a\omega)$$

$$\omega_{\max} = 14.121$$

- Frequency transfer function to seabed (based on first order wave theory)

$$G(\omega) := \begin{cases} \frac{\omega}{\sinh(kk(\omega) \cdot \text{hdim})} & \text{if } \omega < \omega_{\max} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

- Wave induced velocity spectrum

$$S_{uu}(\omega) := G(\omega)^2 \cdot S_{\eta\eta}(\omega)$$

- Spectral moments of order n

$$M_n(n) := \int_0^{\omega_{\max}} \omega^n \cdot S_{uu}(\omega) \, d\omega$$

- Zeroth order spectral moment

$$M_n(0) = 0.031$$

- Significant wave velocity @ pipe level

$$U_{sH} := 2 \cdot \sqrt{M_n(0)} \cdot \frac{m}{\text{sec}}$$

$$U_{sH} = 0.35 \frac{m}{s}$$

- Mean zero up-crossing period @ pipe level

$$T_u := 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{M_n(0)}{M_n(2)}} \cdot \text{sec}$$

$$T_u = 9.012 \text{ s}$$

- Reference period

$$T_n := \sqrt{\frac{h}{g}}$$

- Number of oscillations in spectrum

$$\tau := \frac{3 \cdot \text{hr}}{T_u}$$

$$\tau = 1198.365$$

- Parameter for wave period

$$kt := \begin{cases} 1.25 & \text{if } \gamma = 1 \\ 1.17 & \text{if } \gamma = 5 \\ 1.17 + \frac{(1.25 - 1.17)}{4} \cdot (\gamma - 1) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$kt = 1.192$$

- Wave velocity @ pipe level for single design oscillation (Eq. 3.15 DNV F109 2010)

$$U^H := U_{sH} \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\sqrt{2 \cdot \ln(\tau)} + \frac{0.5772}{\sqrt{2 \cdot \ln(\tau)}} \right)$$

$$\frac{U^H}{U_{sH}} = 1.959$$

$$U^H = 0.685 \frac{m}{s}$$

- Period associated with maximum wave, i.e. design oscillation (Eq. 3.16 DNV F109 2010)

$$T^* := \begin{cases} T_u \cdot \left[kt - 5 \cdot (kt - 1) \cdot \frac{T_n}{T_u} \right] & \text{if } \frac{T_n}{T_u} \leq 0.2 \\ T_u & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$T^* = 9.012 \text{ s}$$

4.1.3 WAVE DIRECTIONALITY AND SPREADING (SECTION 3.4.4 DNV F109 2010)

- Spectral spreading exponent sp := 2
- Wave spreading directional function

$$Dw(\theta) := \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{\pi} \cdot \frac{\Gamma\left(1 + \frac{sp}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{2} + \frac{sp}{2}\right)}} \cdot \cos(\theta)^{sp} \cdot \sin(\theta_w - \theta)^2 & \text{if } |\theta| < \frac{\pi}{2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

- Reduction factor is given by:

$$RD := \sqrt{\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} Dw(\theta) d\theta}$$

RD = 0.866

- Velocity normal to the pipe including the effect of wave spreading - spectrum $U_s := RD \cdot U_{sH} = 0.303 \cdot m \cdot s^{-1}$ $U_s = 0.303 \cdot m \cdot s^{-1}$
- Velocity normal to the pipe including the effect of wave spreading - spectrum $U' := RD \cdot U'H = 0.593 \cdot m \cdot s^{-1}$ $U' = 0.593 \cdot m \cdot s^{-1}$

4.2 STEADY TO OSCILLATORY VELOCITY RATIO OF THE DESIGN SPECTRUM AND THE SIGNIFICANT KEULEGAN-CARPENTER NUMBER

- Steady to oscillatory velocity ratio for design spectrum $M = \frac{v}{U} \geq 0.01$ $M := \frac{V(z)}{U_s}$ M = 1.156
- Significant Keulegan-Carpenter number $K_s := \frac{U_s \cdot T_u}{D_{top}}$ K_s = 15.171

For single oscillation

- Steady to oscillatory velocity ratio for design spectrum $M' := \frac{V'}{U'}$ M' = 0.459
- Significant Keulegan-Carpenter number $K's := \frac{U' \cdot T'}{D_{top}}$ K's = 29.725

4.3 PENETRATION DEPTH (SECTION 3.4.6 DNV F109 2010)

- Penetration due to movement

$$z_{pm} := 5\% \cdot D_{conc}$$

- To calculate initial penetration maximum pipe weight and zero lift force can be assumed in calculation for k_s and k_c :

$$k_{si} := \frac{\gamma_{soil} \cdot D_{conc}^2}{W_{sub_w}}$$

$$k_{ci} := \frac{S_u \cdot D_{conc}}{W_{sub_w}}$$

$$G_{ci} := \frac{S_u}{D_{conc} \cdot (\gamma_{soil_wet})}$$

$$k_{si} = 0.557$$

$$k_{ci} = 1.631$$

$$G_{ci} = 1.126$$

- Initial penetration are defined as: - for Sand (Eq. 3.28), - for Clay (Eq. 3.29) DNV F109 2010

$$z_{pi} := \begin{cases} 0.037 \cdot k_{si}^{-0.67} \cdot D_{conc} & \text{if Soil = "Sand"} \\ \left[0.0071 \cdot \left(\frac{G_{ci} \cdot 0.3}{k_{ci}} \right)^{3.2} + 0.062 \cdot \left(\frac{G_{ci} \cdot 0.3}{k_{ci}} \right)^{0.7} \right] \cdot D_{conc} & \text{if Soil = "Clay"} \end{cases}$$

$$\%z_{pi} := \frac{z_{pi}}{D_{conc}}$$

$$z_{pi} = 0.012 \text{ m}$$

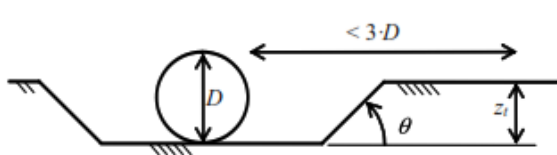
$$\%z_{pi} = 4.68\%$$

- As a reasonable consideration, 25% outside diameter pipe of penetration due to dynamic laying was considered

$$\%z_{pl} := 25\%$$

$$z_{pl} := \%z_{pl} \cdot D_{conc}$$

- Trench depth



$$Pos := \text{"Trench"}$$

$$z_t := 0.18 \text{ m}$$

- Total pipe penetration can be taken as the sum of initial penetration and penetration due to movement (Eq. 3.27 DNV F109 2010):

$$Z_p := z_{pi} + z_{pm} + z_{pl}$$

$$Z_p = 0.09 \text{ m}$$

- Equivalent penetration in trench is defined as (Eq. 3.30 DNV F109 2010)

$$Z_{pt} := \begin{cases} \frac{1}{2} \cdot \tan(\theta t) \cdot D_{conc} & \text{if } \frac{1}{2} \cdot \tan(\theta t) \cdot D_{conc} \leq \frac{Z_t}{2} \\ \frac{Z_t}{2} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$Z_{pt} = 0.023 \text{ m}$$

- Total penetration including penetration in trench

$$Z_{tp} := \begin{cases} Z_p + Z_{pt} & \text{if Pos = "Trench"} \\ Z_p & \text{if Pos = "Seabed"} \end{cases}$$

$$Z_{tp} = 0.113 \text{ m}$$

4.4. LOAD REDUCTION

Load reduction due to permeable seabed

- Load reduction due to permeable seabed (Eq. 3.18 DNV F109 2010)

$$r_{perm_z} := \begin{cases} 0.7 & \text{if Soil = "Sand"} \\ 1 & \text{if Soil = "Clay"} \end{cases} \quad r_{perm_z} = 1$$

Load reduction due to penetration

- Load reduction due to penetration (Eq. 3.19) (Horizontal direction) see Figure 3-6

$$r_{pen_y} := \begin{cases} 1.0 - 1.4 \left(\frac{Z_p}{D_{top}} \right) & \text{if } \frac{Z_p}{D_{top}} \leq 0.5 \\ 0.3 & \text{otherwise} \end{cases} \quad r_{pen_y} = 0.3$$

- Load reduction factor due to penetration (Eq. 3.20) (vertical direction) see Figure 3-6

$$r_{pen_z} := \begin{cases} 1 & \text{if } \frac{Z_p}{D_{top}} \leq 0.1 \\ \left[1.0 - 1.3 \cdot \left(\frac{Z_p}{D_{top}} - 0.1 \right) \right] & \text{if } 0.1 < \frac{Z_p}{D_{top}} \leq 0.8667 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad r_{pen_z} = 0.479$$

Load reduction due to trenching

- Slope angle of trench $\theta_{tr} := 10$
- Load reduction factor due to trenching (Eq. 3.21) (horizontal directional)

$$r_{tr_y} := \begin{cases} 1.0 - 0.18 \cdot (\theta_{tr} - 5)^{0.25} \cdot \left(\frac{Z_t}{D_{top}} \right)^{0.42} & \text{if } 5 \leq \theta_{tr} \leq 45 \wedge \text{Pos} = \text{"Trench"} \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases} \quad r_{tr_y} = 0.731$$

- Load reduction factor due to trenching (Eq. 3.22) (vertical direction)

$$r_{tr_z} := \begin{cases} 1.0 - 0.14 \cdot (\theta_{tr} - 5)^{0.43} \cdot \left(\frac{Z_t}{D_{top}} \right)^{0.46} & \text{if } 5 \leq \theta_{tr} \leq 45 \wedge \text{Pos} = \text{"Trench"} \wedge 1.0 - 0.14 \cdot (\theta_{tr} - 5)^{0.43} \cdot \left(\frac{Z_t}{D_{top}} \right)^{0.46} > 0 \\ \text{otherwise} \\ 0 & \text{if } 5 \leq \theta_{tr} \leq 45 \wedge \text{Pos} = \text{"Trench"} \wedge 1.0 - 0.14 \cdot (\theta_{tr} - 5)^{0.43} \cdot \left(\frac{Z_t}{D_{top}} \right)^{0.46} < 0 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$r_{tr_z} = 0.72$

- Total reduction factor for horizontal load (Eq. 3.17)

$$r_{tot_y} := \begin{cases} r_{pen_y} \cdot r_{tr_y} & \text{if Pos = "Trench"} \\ r_{pen_y} & \text{if Pos = "Seabed"} \end{cases} \quad r_{tot_y} = 0.219$$

- Total reduction factor for vertical load (Eq. 3.17)

$$r_{tot_z} := \begin{cases} r_{perm_z} \cdot r_{pen_z} \cdot r_{tr_z} & \text{if Pos = "Trench"} \\ r_{perm_z} \cdot r_{pen_z} & \text{if Pos = "Seabed"} \end{cases} \quad r_{tot_z} = 0.345$$

4.5 HYDRODINAMIC LOADS AND PASSIVE RESISTANCE

4.5.1 HYDRODINAMIC LOADS

Peak load coefficients Cy and Cz are taken from Tables 3-9 and 3-10 page 18 DNV F109 2010

With value of : $M' = 0.459$ and $K's = 29.725$

C_y^*	K^*											
	2.5	5	10	20	30	40	50	60	70	100	≥ 140	
M'	0.0	13.0	6.80	4.55	3.33	2.72	2.40	2.15	1.95	1.80	1.52	1.30
	0.1	10.7	5.76	3.72	2.72	2.20	1.90	1.71	1.58	1.49	1.33	1.22
	0.2	9.02	5.00	3.15	2.30	1.85	1.58	1.42	1.33	1.27	1.18	1.14
	0.3	7.64	4.32	2.79	2.01	1.63	1.44	1.33	1.26	1.21	1.14	1.09
	0.4	6.63	3.80	2.51	1.78	1.46	1.32	1.25	1.19	1.16	1.10	1.05
	0.6	5.07	3.30	2.27	1.71	1.43	1.34	1.29	1.24	1.18	1.08	1.00
	0.8	4.01	2.70	2.01	1.57	1.44	1.37	1.31	1.24	1.17	1.05	1.00
	1.0	3.25	2.30	1.75	1.49	1.40	1.34	1.27	1.20	1.13	1.01	1.00
	2.0	1.52	1.50	1.45	1.39	1.34	1.20	1.08	1.03	1.00	1.00	1.00
	5.0	1.11	1.10	1.07	1.06	1.04	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

C_z^*	K^*											
	≤ 2.5	5	10	20	30	40	50	60	70	100	≥ 140	
M'	0.0	5.00	5.00	4.85	3.21	2.55	2.26	2.01	1.81	1.63	1.26	1.05
	0.1	3.87	4.08	4.23	2.87	2.15	1.77	1.55	1.41	1.31	1.11	0.97
	0.2	3.16	3.45	3.74	2.60	1.86	1.45	1.26	1.16	1.09	1.00	0.90
	0.3	3.01	3.25	3.53	2.14	1.52	1.26	1.10	1.01	0.99	0.95	0.90
	0.4	2.87	3.08	3.35	1.82	1.29	1.11	0.98	0.90	0.90	0.90	0.90
	0.6	2.21	2.36	2.59	1.59	1.20	1.03	0.92	0.90	0.90	0.90	0.90
	0.8	1.53	1.61	1.80	1.18	1.05	0.97	0.92	0.90	0.90	0.90	0.90
	1.0	1.05	1.13	1.28	1.12	0.99	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	2.0	0.96	1.03	1.05	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	5.0	0.91	0.92	0.93	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
10	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	

Keulegan-Carpenter Interpolation

Peak Horizontal Load Coefficient

	Ka	Kc	Kb
Ma	KaMa	KcMa	KbMa
Mc		C'Y	
Mb	KaMb	KcMb	KbMb

$Ka := 20$ $Mb := 0.6$ $KaMa := 1.78$ $KbMb := 1.43$
 $Kb := 30$ $Kc := K's$ $KaMb := 1.71$
 $Ma := 0.4$ $Mc := M'$ $KbMa := 1.46$

$$KcMa := KaMa + (KbMa - KaMa) \cdot \left(\frac{Kc - Ka}{Kb - Ka} \right)$$

$$KcMb := KaMb + (KbMb - KaMb) \cdot \left(\frac{Kc - Ka}{Kb - Ka} \right)$$

$KcMa = 1.469$ $KcMb = 1.71$

$$C'Y := KcMa + (KcMb - KcMa) \cdot \left(\frac{Mc - Ma}{Mb - Ma} \right)$$

$C'Y = 1.54$

Peak Vertical Load Coefficient

	Ka	Kc	Kb
Ma	KaMa	KcMa	KbMa
Mc		C'Z	
Mb	KaMb	KcMb	KbMb

$Ka := 20$ $Mb := 0.6$ $KaMa := 1.82$ $KbMb := 1.2$
 $Kb := 30$ $Kc := K's$ $KaMb := 1.59$
 $Ma := 0.4$ $Mc := M'$ $KbMa := 1.29$

$$KcMa := KaMa + (KbMa - KaMa) \cdot \left(\frac{Kc - Ka}{Kb - Ka} \right)$$

$$KcMb := KaMb + (KbMb - KaMb) \cdot \left(\frac{Kc - Ka}{Kb - Ka} \right)$$

$KcMa = 1.305$ $KcMb = 1.59$

$$C'Z := KcMa + (KcMb - KcMa) \cdot \left(\frac{Mc - Ma}{Mb - Ma} \right)$$

$C'Z = 1.388$

- Horizontal Peak load coefficient

$$C'Y = 1.54$$

- Vertical Peak load coefficient

$$C'Z = 1.388$$

- Peak vertical hydrodynamic (lift load) using equivalent overall height

$$F'Z := \begin{cases} r_{tot_z} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho w \cdot D_{top} \cdot C'Z \cdot (U' + V')^2 & \text{if piggy = "Yes"} \\ r_{tot_z} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho w \cdot D_{top} \cdot C'Z \cdot (U' + V')^2 & \text{if piggy = "No"} \end{cases}$$

$$F'Z = 33.056 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$$

- Peak horizontal hydrodynamic (drag and inertia load) using equivalent overall height

$$F'Y := \begin{cases} r_{tot_y} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho w \cdot D_{top} \cdot C'Y \cdot (U' + V')^2 & \text{if piggy = "Yes"} \\ r_{tot_y} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho w \cdot D_{top} \cdot C'Y \cdot (U' + V')^2 & \text{if piggy = "No"} \end{cases}$$

$$F'Y = 23.311 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$$

4.5.2 SOIL RESISTANCE (SECTION 3.4.6 DNV F109 2010)

$$L' := \frac{C'Y}{\mu} + C'Z$$

$L' = 9.086$

$$F'C := W_{sub_p} - F'Z$$

$F'C = 574.799 \cdot N \cdot m^{-1}$

$$k's := \frac{\gamma_{soil} \cdot D_{top}^2}{F'C}$$

$k's = 0.354$

$$k'c := \frac{Su \cdot D_{top}}{F'C}$$

$k'c = 1.496$

$$G_c := \frac{Su}{D_{top} \cdot (\gamma_{soil_wet})}$$

$G_c = 1.627$

$$F'R := F'C \cdot \begin{cases} \text{if Soil = "Sand"} \\ \left[\left(5.0 \cdot k's - 0.15 \cdot k's^2 \right) \cdot \left(\frac{Z_{tp}}{D_{top}} \right) \cdot 1.25 \right] & \text{if } k's \leq 26.7 \wedge F'C > 0 \\ k's \cdot \left(\frac{Z_{tp}}{D_{top}} \right)^{1.25} & \text{if } k's > 26.7 \wedge F'C > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \\ \text{if Soil = "Clay"} \\ \frac{4.1 \cdot k'c}{G_c^{0.39}} \cdot \left(\frac{Z_{tp}}{D_{top}} \right)^{1.31} & \text{if } F'C > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$F'R = 1.587 \cdot kN \cdot m^{-1}$

4.6 LATERAL STABILITY CHECK

$$fact := \begin{cases} 1 & \text{if Soil = "Sand"} \\ 2 & \text{if Soil = "Clay"} \end{cases}$$

fact = 2

Soil = "Clay"

- Note : Safety Factor for absolute stability (Tables 3-5 to 3-8 DNV F109 - 2010)

	<i>Low</i>	<i>Normal</i>	<i>High</i>
Sand and rock	0.98	1.32	1.67
Clay	1.00	1.40	1.83

$\gamma_{35} := 1.4$

	<i>Low</i>	<i>Normal</i>	<i>High</i>
Sand and rock	0.95	1.41	1.99
Clay	0.97	1.50	2.16

$\gamma_{36} := 1.5$

	<i>Low</i>	<i>Normal</i>	<i>High</i>
Sand and rock	0.95	1.50	2.16
Clay	0.95	1.56	2.31

$\gamma_{37} := 1.56$

	<i>Low</i>	<i>Normal</i>	<i>High</i>
Sand and rock	0.95	1.64	2.46
Clay	0.93	1.64	2.54

$\gamma_{38} := 1.64$

Condition : GoM := "No" Cyclonic := "No"

$\gamma_{SC} :=$ if GoM = "Yes" $\gamma_{SC} = 1.4$
 | γ_{38} if Cyclonic = "Yes"
 | γ_{36} if Cyclonic = "No"
 if GoM = "No"
 | γ_{37} if Cyclonic = "Yes"
 | γ_{35} if Cyclonic = "No"

- Requirement for absolute stability (Eq. 3.38 and 3.39 DNV F109 2010)

$Stable_abs :=$ "Yes" if $\gamma_{SC} \cdot \frac{F'Y + \mu \cdot F'Z}{\mu \cdot W_{sub_eq} + F'R} \leq 1.0 \wedge \gamma_{SC} \cdot \frac{F'Z}{W_{sub_eq}} \leq 1.0$
 | "No" otherwise

Requirement 1 $UCL1 := \gamma_{SC} \cdot \frac{F'Y + \mu \cdot F'Z}{\mu \cdot W_{sub_eq} + F'R}$ $UCL1 = 0.025$

Requirement 2 $UCL2 := \gamma_{SC} \cdot \frac{F'Z}{W_{sub_eq}}$ $UCL2 = 0.076$

- Absolute Stability Criterion (Section 3.6.2 DNV F109 2010) $Stable_abs = "Yes"$

5. OUTPUT SUMMARY :

- Outside diameter $Do = 179.9 \cdot \text{mm}$

- Submerged weight of product filled pipe

$$W_{\text{sub_ful}} := \frac{W_{\text{sub_p}}}{g}$$

$$W_{\text{sub_ful}} = 61.984 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$$

- Submerged weight empty

$$W_{\text{sub_em}} := \frac{W_{\text{sub_e}}}{g}$$

$$W_{\text{sub_em}} = 61.38 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$$

- Submerged weight of concrete weight

$$W_{\text{sub_con_per_m}} = 66.32 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$$

- Submerged weight of concrete weight per 10m pipe length

$$W_{\text{sub_con_per_10m}} = 663.203 \text{ kg}$$

- Dry weight of concrete weight per 10m pipe length

$$W_{\text{con_dry}} = 1.158 \times 10^3 \text{ kg}$$

- Specific gravity of the pipe (Filled with Product service)

$$\frac{W_{\text{sub_p}} + b}{b} = 3.379$$

- Specific gravity of the pipe (Empty)

$$\frac{W_{\text{sub_e}} + b}{b} = 3.356$$

LAMPIRAN 3

INPUT SIMULASI ORCAFLEX PADA KONDISI INSTALASI DAN OPERASI (JARAK PEMBERAT 10m)

INPUT KONDISI INSTALASI

```
%YAML 1.1
# Type: Model
# Program: OrcaFlex 9.2a
# File: D:\Running Orca\10-m Instalasi.yml
# User: PC
# Machine: PC
--General:

# Units
UnitsSystem: SI
# Statics
BuoysIncludedInStatics: Individually Specified
StaticsMaxIterations: 800
# Dynamics
StageDuration:
  - 10
  - 50
LogPrecision: Single
TargetLogSampleInterval: 0.1
# Integration
SimulationIntegrationMethod: Implicit
ImplicitUseVariableTimeStep: No
ImplicitConstantTimeStep: 0.1
VariableData:
  CoatingsorLinings:
    - Name: Coating/Lining1
      LayerThickness, LayerMaterialDensity:
        - [0.004, 1.2815]
        - [0.03175, 3.044]
Environment:
  # Sea
  WaterSurfaceZ: 0
  KinematicViscosity: 1.35E-6
  SeaTemperature: 10
  ReynoldsNumberCalculation: Flow Direction
  # Sea Density
  HorizontalWaterDensityFactor: ~
  VerticalDensityVariation: Constant
  Density: 1.025
  # Seabed
  SeabedType: Flat
  SeabedOrigin: [0, 0]
  WaterDepth: 34.8
  SeabedSlopeDirection: 0
  SeabedSlope: 0
  SeabedModel: Non Linear soil model
  SeabedShearStiffness: ~
  SoilShearStrengthAtMudline: 4.78
  # Waves
  SimulationTimeOrigin: 8635
  KinematicStretchingMethod: Vertical Stretching
  UserSpecifiedRandomWaveSeeds: No
  WaveSpectrumDiscretisationMethod: 9.2a
  WaveTrains:
    - Name: Wave1
      WaveType: ISSC
      WaveDirection: 90
      WaveHs: 1.9
      WaveTz: 6.895
      WaveOrigin: [0, 0]
      WaveTimeOrigin: 0
```

```
WaveNumberOfSpectralDirections: 1
WaveNumberOfComponents: 100
WaveSpectrumMinRelFrequency: 0.5
WaveSpectrumMaxRelFrequency: 10
WaveSpectrumMaxComponentFrequencyRange: 0.05
# WaveCalculation
WaveKinematicsCutoffDepth: Infinity
WaveCalculationMethod: Instantaneous Position (exact)
# Current
MultipleCurrentDataCanBeDefined: No
CurrentRamp: No
HorizontalCurrentFactor: ~
CurrentMethod: Interpolated
RefCurrentSpeed: 1
RefCurrentDirection: 90
CurrentDepth, CurrentFactor, CurrentRotation:
- [0, 0.73, 0]
- [3.48, 0.62, 0]
- [6.96, 0.54, 0]
- [10.44, 0.49, 0]
- [13.92, 0.44, 0]
- [17.4, 0.41, 0]
- [20.88, 0.39, 0]
- [24.36, 0.38, 0]
- [27.84, 0.36, 0]
- [31.32, 0.36, 0]
- [34.8, 0, 0]
```

LineTypes:

```
- Name: 6" PL
  Category: General
  # Geometry & Mass
  OD: 0.179
  ID: 0.142
  CG: [0, 0]
  BulkModulus: Infinity
  MassPerUnitLength: 0.0211
  # Limits
  CompressionIsLimited: No
  AllowableTension: ~
  MinRadius: [~, ~]
  # Structure
  EI: [120, ~]
  EA: 700E3
  PoissonRatio: 0.5
  GJ: 80
  # Drag, Lift, Added Mass & Inertia
  Cd: [0.75, ~, 0]
  Cl: 0.75
  NormalDragLiftDiameter: ~
  AxialDragLiftDiameter: ~
  Ca: [1, ~, 0]
  Cm: [~, ~, ~]
  # Contact
  ContactDiameter: ~
  ClashStiffness: 0
  # Stress
  StressOD: ~
  StressID: ~
  AllowableStress: 9310
  TensileStressLoadingFactor: 1
  BendingStressLoadingFactor: 1
  ShearStressLoadingFactor: 1
  TorsionalStressLoadingFactor: 1
```

```

# Friction
SeabedNormalFrictionCoefficient: 0.5
SeabedAxialFrictionCoefficient: ~
# Structural Damping
RayleighDampingCoefficients: (no damping)
# Drawing
Pen: [1, Solid, $400080]
ClumpTypes:
- Name: Clump Type1
  Mass: 0.623
  Volume: 0.097560976
  Height: 1
  Offset: 0
  AlignWith: Global Axes
  DragArea: [0.6, ~, 0.6]
  Cd: [1.1, ~, 1.1]
  Ca: [1, ~, 1]
Lines:
- Name: 6"
  IncludeTorsion: No
  TopEnd: End A
  PyModel: (none)
  DragFormulation: Standard
  StaticsVIV: None
  DynamicsVIV: None
  # Connections
  Connection, ConnectionX, ConnectionY, ConnectionZ, ConnectionAzm, ConnectionDec,
  ConnectionGamma, ReleaseStage:
    - [Anchored, 0, 0, 0.088, 0, 0, 0, ~]
    - [Anchored, 6300, 0, 0.0880000000000001, 0, 0, 0, ~]
  # Connection Stiffness
  ConnectionStiffnessX, ConnectionStiffnessY:
    - [0, ~]
    - [0, ~]
  # Sections
  LineType, Length, TargetSegmentLength:
    - [6" PL, 700, 5]
    - [6" PL, 5600, 5]
  # Attachments
  AttachmentType, Attachmentx, Attachmenty, Attachmentz, AttachmentzRel:
    - [Clump Type1, 0, 0, 10, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 20, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 30, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 40, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 50, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 60, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 70, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 80, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 90, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 100, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 110, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 120, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 130, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 140, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 150, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 160, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 170, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 180, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 190, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 200, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 210, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 220, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 230, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 240, End A]

```


- [Clump Type1, 0, 0, 890, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 900, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 910, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 920, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 930, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 940, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 950, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 960, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 970, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 980, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 990, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1000, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1010, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1020, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1030, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1040, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1050, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1060, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1070, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1080, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1090, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1100, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1110, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1120, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1130, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1140, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1150, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1160, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1170, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1180, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1190, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1200, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1210, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1220, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1230, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1240, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1250, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1260, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1270, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1280, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1290, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1300, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1310, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1320, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1330, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1340, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1350, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1360, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1370, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1380, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1390, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1400, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1410, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1420, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1430, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1440, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1450, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1460, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1470, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1480, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1490, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1500, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1510, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 1520, End A]

- [Clump Type1, 0, 0, 5370, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5380, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5390, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5400, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5410, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5420, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5430, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5440, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5450, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5460, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5470, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5480, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5490, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5500, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5510, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5520, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5530, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5540, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5550, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5560, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5570, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5580, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5590, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5600, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5610, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5620, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5630, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5640, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5650, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5660, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5670, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5680, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5690, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5700, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5710, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5720, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5730, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5740, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5750, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5760, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5770, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5780, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5790, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5800, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5810, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5820, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5830, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5840, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5850, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5860, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5870, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5880, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5890, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5900, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5910, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5920, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5930, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5940, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5950, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5960, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5970, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5980, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 5990, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6000, End A]

```
- [Clump Type1, 0, 0, 6010, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6020, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6030, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6040, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6050, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6060, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6070, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6080, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6090, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6100, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6110, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6120, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6130, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6140, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6150, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6160, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6170, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6180, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6190, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6200, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6210, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6220, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6230, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6240, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6250, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6260, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6270, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6280, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6290, End A]
# Contents
ContentsMethod: Uniform
IncludeAxialContentsInertia: No
ContentsDensity: 0
ContentsPressureRefZ: ~
ContentsPressure: 0
ContentsFlowRate: 0
# Statics
IncludedInStatics: Yes
StaticsStep1: Catenary
StaticsStep2: Full Statics
IncludeSeabedFrictionInStatics: Yes
LayAzimuth: 180
AsLaidTension: 0
# Full Statics Convergence
FullMinDamping: 2
# Drawing
DrawNodesAsDiscs: Yes
Groups:
  Structure:
    6": Model
  State:
    Collapsed:
      - Variable Data
...
```

INPUT KONDISI OPERASI

```
%YAML 1.1
# Type: Model
# Program: OrcaFlex 9.2a
# File: D:\Running Orca\10-m Operasi.yml
# User: PC
# Machine: PC
--General:

# Units
UnitsSystem: SI
# Statics
BuoysIncludedInStatics: Individually Specified
StaticsMaxIterations: 800
# Dynamics
StageDuration:
  - 10
  - 50
LogPrecision: Single
TargetLogSampleInterval: 0.1
# Integration
SimulationIntegrationMethod: Implicit
ImplicitUseVariableTimeStep: No
ImplicitConstantTimeStep: 0.1
VariableData:
  CoatingsorLinings:
    - Name: Coating/Lining1
      LayerThickness, LayerMaterialDensity:
        - [0.004, 1.2815]
        - [0.03175, 3.044]
Environment:
  # Sea
  WaterSurfaceZ: 0
  KinematicViscosity: 1.35E-6
  SeaTemperature: 10
  ReynoldsNumberCalculation: Flow Direction
  # Sea Density
  HorizontalWaterDensityFactor: ~
  VerticalDensityVariation: Constant
  Density: 1.025
  # Seabed
  SeabedType: Flat
  SeabedOrigin: [0, 0]
  WaterDepth: 34.8
  SeabedSlopeDirection: 0
  SeabedSlope: 0
  SeabedModel: Non Linear soil model
  SeabedShearStiffness: ~
  SoilShearStrengthAtMudline: 4.78
  # Waves
  SimulationTimeOrigin: 8635
  KinematicStretchingMethod: Vertical Stretching
  UserSpecifiedRandomWaveSeeds: No
  WaveSpectrumDiscretisationMethod: 9.2a
  WaveTrains:
    - Name: Wave1
      WaveType: ISSC
      WaveDirection: 90
      WaveHs: 3.9
      WaveTz: 8.6
      WaveOrigin: [0, 0]
      WaveTimeOrigin: 0
      WaveNumberOfSpectralDirections: 1
```

```
WaveNumberOfComponents: 100
WaveSpectrumMinRelFrequency: 0.5
WaveSpectrumMaxRelFrequency: 10
WaveSpectrumMaxComponentFrequencyRange: 0.05
# WaveCalculation
WaveKinematicsCutoffDepth: Infinity
WaveCalculationMethod: Instantaneous Position (exact)
# Current
MultipleCurrentDataCanBeDefined: No
CurrentRamp: No
HorizontalCurrentFactor: ~
CurrentMethod: Interpolated
RefCurrentSpeed: 1
RefCurrentDirection: 90
CurrentDepth, CurrentFactor, CurrentRotation:
- [0, 1.15, 0]
- [3.48, 0.93, 0]
- [6.96, 0.77, 0]
- [10.44, 0.65, 0]
- [13.92, 0.57, 0]
- [17.4, 0.50, 0]
- [20.88, 0.46, 0]
- [24.36, 0.42, 0]
- [27.84, 0.40, 0]
- [31.32, 0.38, 0]
- [34.8, 0, 0]
```

LineTypes:

```
- Name: 6" PL
Category: General
# Geometry & Mass
OD: 0.179
ID: 0.142
CG: [0, 0]
BulkModulus: Infinity
MassPerUnitLength: 0.0211
# Limits
CompressionIsLimited: No
AllowableTension: ~
MinRadius: [~, ~]
# Structure
EI: [120, ~]
EA: 700E3
PoissonRatio: 0.5
GJ: 80
# Drag, Lift, Added Mass & Inertia
Cd: [0.75, ~, 0]
Cl: 0.75
NormalDragLiftDiameter: ~
AxialDragLiftDiameter: ~
Ca: [1, ~, 0]
Cm: [~, ~, ~]
# Contact
ContactDiameter: ~
ClashStiffness: 0
# Stress
StressOD: ~
StressID: ~
AllowableStress: 9310
TensileStressLoadingFactor: 1
BendingStressLoadingFactor: 1
ShearStressLoadingFactor: 1
TorsionalStressLoadingFactor: 1
# Friction
```

```

SeabedNormalFrictionCoefficient: 0.5
SeabedAxialFrictionCoefficient: ~
# Structural Damping
RayleighDampingCoefficients: (no damping)
# Drawing
Pen: [1, Solid, $400080]
ClumpTypes:
- Name: Clump Type1
  Mass: 0.623
  Volume: 0.097560976
  Height: 1
  Offset: 0
  AlignWith: Global Axes
  DragArea: [0.6, ~, 0.6]
  Cd: [1.1, ~, 1.1]
  Ca: [1, ~, 1]
Lines:
- Name: 6"
  IncludeTorsion: No
  TopEnd: End A
  PyModel: (none)
  DragFormulation: Standard
  StaticsVIV: None
  DynamicsVIV: None
  # Connections
  Connection, ConnectionX, ConnectionY, ConnectionZ, ConnectionAzm, ConnectionDec,
  ConnectionGamma, ReleaseStage:
    - [Anchored, 0, 0, 0.088, 0, 0, 0, ~]
    - [Anchored, 6300, 0, 0.08800000000000001, 0, 0, 0, ~]
  # Connection Stiffness
  ConnectionStiffnessX, ConnectionStiffnessY:
    - [0, ~]
    - [0, ~]
  # Sections
  LineType, Length, TargetSegmentLength:
    - [6" PL, 700, 5]
    - [6" PL, 5600, 5]
  # Attachments
  AttachmentType, Attachmentx, Attachmenty, Attachmentz, AttachmentzRel:
    - [Clump Type1, 0, 0, 10, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 20, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 30, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 40, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 50, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 60, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 70, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 80, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 90, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 100, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 110, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 120, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 130, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 140, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 150, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 160, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 170, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 180, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 190, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 200, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 210, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 220, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 230, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 240, End A]
    - [Clump Type1, 0, 0, 250, End A]

```

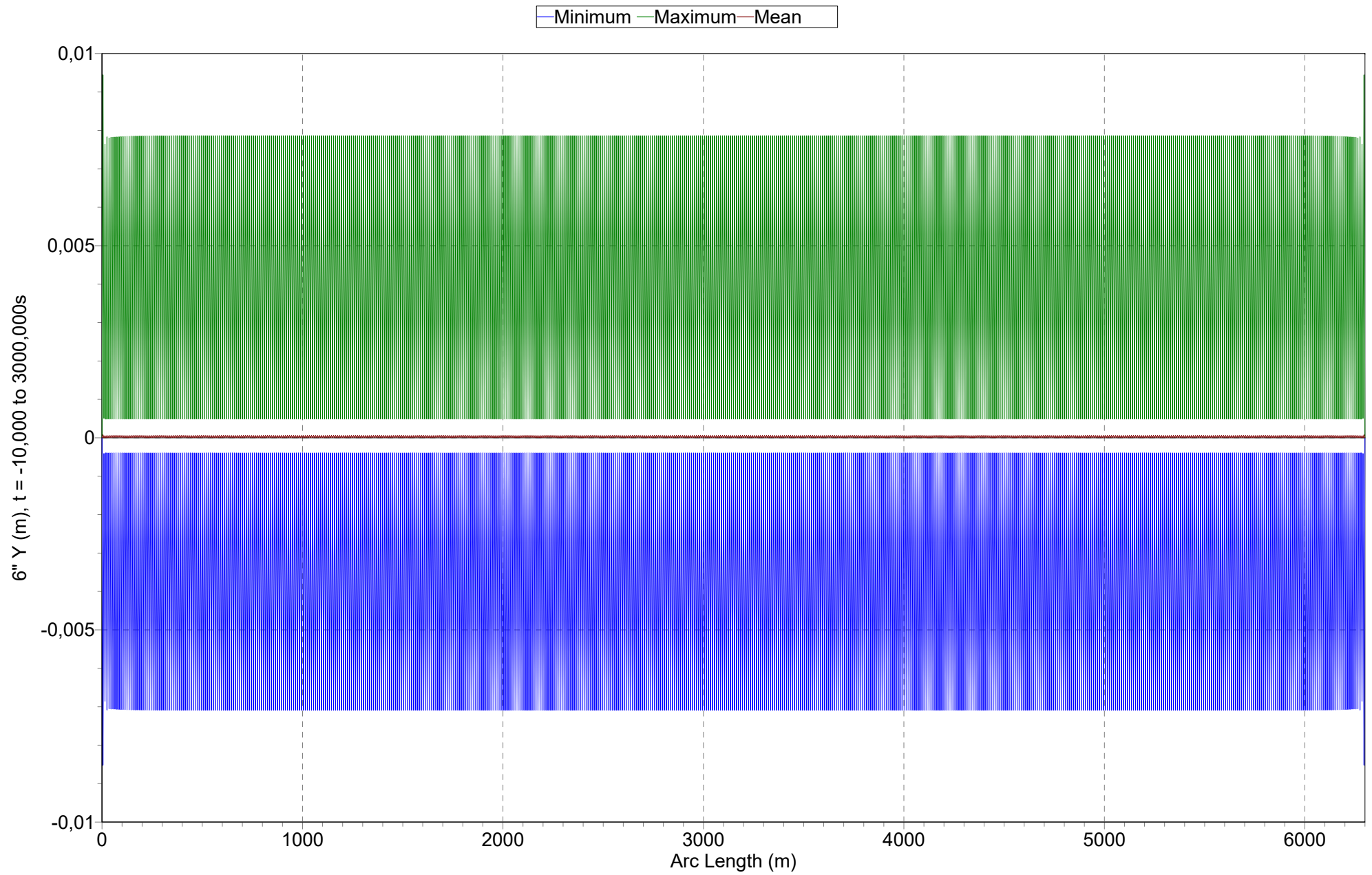


```
- [Clump Type1, 0, 0, 6020, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6030, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6040, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6050, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6060, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6070, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6080, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6090, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6100, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6110, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6120, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6130, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6140, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6150, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6160, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6170, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6180, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6190, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6200, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6210, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6220, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6230, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6240, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6250, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6260, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6270, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6280, End A]
- [Clump Type1, 0, 0, 6290, End A]
# Contents
ContentsMethod: Uniform
IncludeAxialContentsInertia: No
ContentsDensity: 0
ContentsPressureRefZ: ~
ContentsPressure: 0
ContentsFlowRate: 0
# Statics
IncludedInStatics: Yes
StaticsStep1: Catenary
StaticsStep2: Full Statics
IncludeSeabedFrictionInStatics: Yes
LayAzimuth: 180
AsLaidTension: 0
# Full Statics Convergence
FullMinDamping: 2
# Drawing
DrawNodesAsDiscs: Yes
Groups:
  Structure:
    6": Model
  State:
    Collapsed:
      - Variable Data
...
```

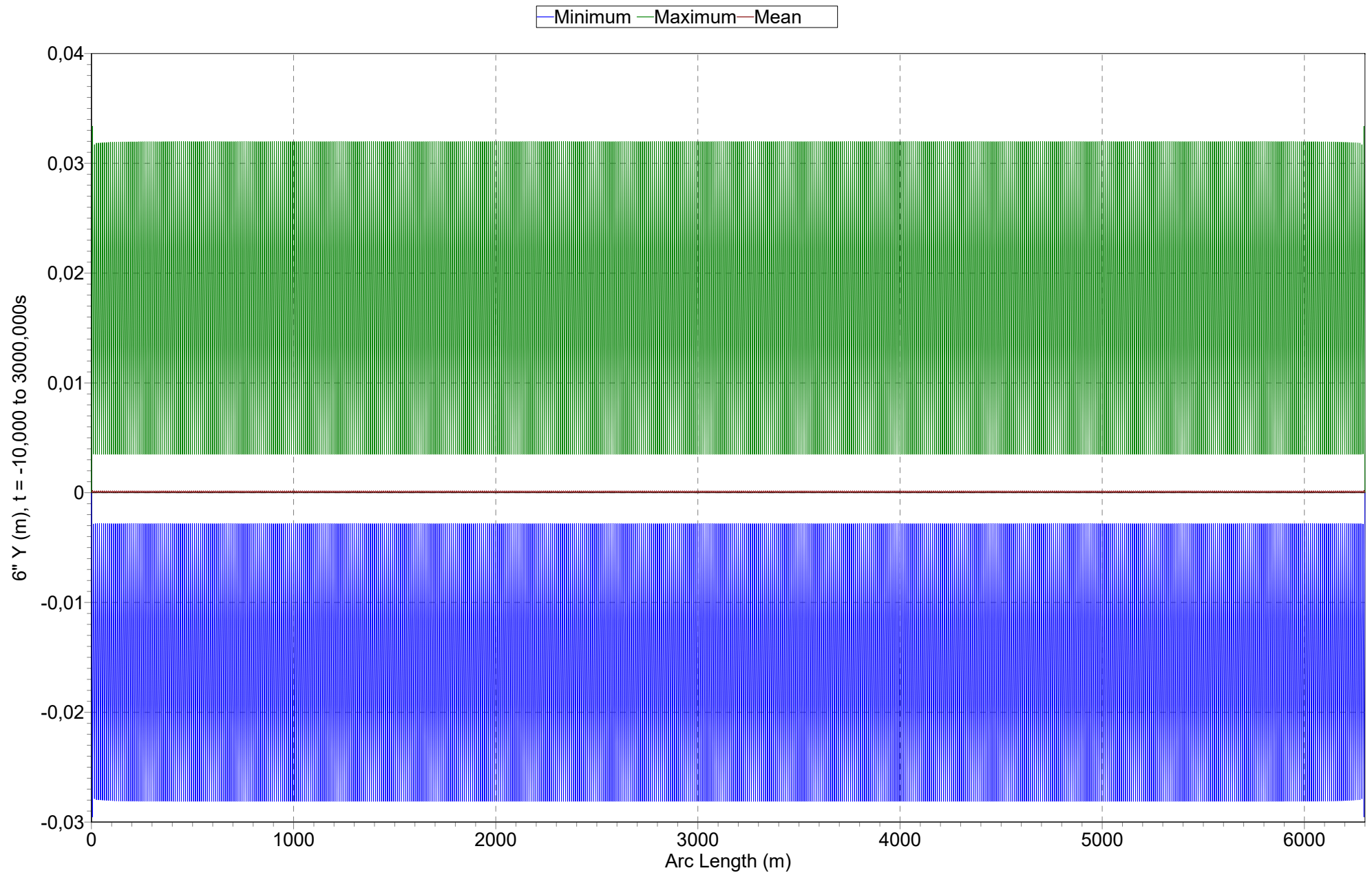
LAMPIRAN 4

OUTPUT SIMULASI ORCAFLEX PADA KONDISI INSTALASI DAN OPERASI (JARAK PEMBERAT 10m)

OrcaFlex 9.2f: 10 m - Installation - FIX.sim (modified 23:25 on 05/06/2018 by OrcaFlex 9.2f)
Range Graph: 6" Y, over Whole Simulation



OrcaFlex 9.2f: 10 m - Operation - FIX.sim (modified 0:51 on 06/06/2018 by OrcaFlex 9.2f)
Range Graph: 6" Y, over Whole Simulation



OrcaFlex 9.2f: 10 m - Installation - FIX.sim (modified 23:25 on 05/06/2018 by OrcaFlex 9.2f)

Column A: Arc Length (m)

Other columns: 6" Y (m)

Period: t = -10,000 to 3000,000s

Arc Length (m)	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5,0	-0,0085	0,0094	0,0001	0,0022
10,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
15,0	-0,0069	0,0076	0,0001	0,0018
20,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
25,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
30,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
35,0	-0,007	0,0078	0,0001	0,0018
40,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
45,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
50,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
55,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
60,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
65,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
70,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
75,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
80,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
85,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
90,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
95,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
100,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
105,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
110,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
115,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
120,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
125,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
130,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
135,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
140,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
145,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
150,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
155,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
160,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
165,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
170,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
175,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
180,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
185,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
190,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
195,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
200,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
205,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
210,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
215,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
220,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
225,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
230,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

235,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
240,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
245,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
250,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
255,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
260,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
265,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
270,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
275,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
280,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
285,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
290,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
295,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
300,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
305,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
310,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
315,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
320,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
325,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
330,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
335,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
340,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
345,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
350,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
355,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
360,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
365,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
370,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
375,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
380,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
385,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
390,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
395,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
400,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
405,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
410,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
415,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
420,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
425,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
430,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
435,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
440,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
445,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
450,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
455,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
460,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
465,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
470,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
475,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
480,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
485,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
490,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
495,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
500,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

505,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
510,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
515,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
520,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
525,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
530,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
535,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
540,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
545,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
550,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
555,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
560,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
565,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
570,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
575,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
580,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
585,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
590,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
595,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
600,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
605,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
610,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
615,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
620,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
625,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
630,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
635,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
640,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
645,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
650,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
655,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
660,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
665,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
670,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
675,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
680,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
685,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
690,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
695,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
700,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
705,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
710,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
715,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
720,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
725,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
730,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
735,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
740,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
745,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
750,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
755,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
760,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
765,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
770,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

775,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
780,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
785,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
790,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
795,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
800,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
805,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
810,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
815,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
820,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
825,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
830,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
835,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
840,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
845,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
850,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
855,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
860,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
865,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
870,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
875,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
880,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
885,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
890,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
895,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
900,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
905,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
910,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
915,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
920,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
925,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
930,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
935,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
940,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
945,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
950,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
955,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
960,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
965,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
970,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
975,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
980,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
985,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
990,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
995,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1000,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1005,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1010,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1015,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1020,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1025,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1030,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1035,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1040,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

1045,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1050,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1055,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1060,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1065,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1070,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1075,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1080,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1085,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1090,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1095,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1100,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1105,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1110,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1115,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1120,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1125,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1130,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1135,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1140,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1145,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1150,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1155,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1160,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1165,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1170,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1175,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1180,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1185,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1190,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1195,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1200,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1205,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1210,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1215,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1220,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1225,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1230,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1235,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1240,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1245,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1250,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1255,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1260,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1265,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1270,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1275,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1280,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1285,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1290,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1295,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1300,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1305,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1310,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

1315,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1320,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1325,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1330,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1335,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1340,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1345,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1350,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1355,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1360,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1365,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1370,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1375,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1380,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1385,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1390,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1395,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1400,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1405,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1410,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1415,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1420,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1425,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1430,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1435,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1440,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1445,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1450,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1455,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1460,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1465,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1470,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1475,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1480,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1485,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1490,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1495,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1500,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1505,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1510,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1515,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1520,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1525,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1530,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1535,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1540,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1545,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1550,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1555,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1560,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1565,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1570,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1575,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1580,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

1585,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1590,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1595,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1600,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1605,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1610,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1615,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1620,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1625,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1630,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1635,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1640,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1645,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1650,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1655,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1660,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1665,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1670,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1675,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1680,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1685,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1690,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1695,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1700,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1705,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1710,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1715,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1720,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1725,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1730,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1735,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1740,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1745,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1750,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1755,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1760,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1765,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1770,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1775,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1780,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1785,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1790,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1795,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1800,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1805,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1810,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1815,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1820,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1825,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1830,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1835,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1840,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1845,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1850,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

1855,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1860,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1865,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1870,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1875,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1880,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1885,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1890,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1895,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1900,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1905,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1910,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1915,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1920,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1925,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1930,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1935,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1940,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1945,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1950,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1955,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1960,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1965,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1970,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1975,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1980,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1985,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
1990,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
1995,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2000,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2005,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2010,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2015,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2020,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2025,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2030,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2035,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2040,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2045,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2050,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2055,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2060,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2065,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2070,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2075,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2080,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2085,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2090,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2095,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2100,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2105,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2110,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2115,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2120,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

2125,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2130,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2135,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2140,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2145,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2150,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2155,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2160,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2165,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2170,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2175,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2180,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2185,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2190,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2195,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2200,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2205,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2210,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2215,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2220,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2225,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2230,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2235,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2240,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2245,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2250,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2255,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2260,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2265,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2270,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2275,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2280,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2285,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2290,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2295,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2300,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2305,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2310,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2315,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2320,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2325,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2330,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2335,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2340,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2345,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2350,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2355,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2360,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2365,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2370,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2375,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2380,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2385,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2390,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

2395,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2400,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2405,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2410,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2415,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2420,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2425,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2430,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2435,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2440,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2445,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2450,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2455,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2460,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2465,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2470,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2475,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2480,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2485,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2490,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2495,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2500,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2505,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2510,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2515,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2520,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2525,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2530,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2535,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2540,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2545,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2550,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2555,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2560,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2565,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2570,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2575,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2580,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2585,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2590,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2595,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2600,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2605,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2610,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2615,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2620,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2625,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2630,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2635,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2640,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2645,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2650,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2655,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2660,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

2665,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2670,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2675,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2680,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2685,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2690,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2695,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2700,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2705,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2710,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2715,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2720,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2725,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2730,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2735,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2740,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2745,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2750,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2755,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2760,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2765,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2770,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2775,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2780,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2785,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2790,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2795,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2800,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2805,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2810,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2815,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2820,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2825,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2830,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2835,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2840,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2845,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2850,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2855,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2860,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2865,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2870,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2875,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2880,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2885,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2890,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2895,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2900,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2905,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2910,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2915,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2920,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2925,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2930,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

2935,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2940,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2945,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2950,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2955,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2960,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2965,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2970,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2975,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2980,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2985,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
2990,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
2995,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3000,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3005,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3010,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3015,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3020,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3025,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3030,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3035,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3040,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3045,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3050,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3055,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3060,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3065,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3070,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3075,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3080,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3085,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3090,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3095,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3100,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3105,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3110,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3115,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3120,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3125,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3130,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3135,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3140,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3145,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3150,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3155,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3160,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3165,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3170,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3175,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3180,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3185,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3190,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3195,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3200,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

3205,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3210,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3215,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3220,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3225,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3230,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3235,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3240,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3245,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3250,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3255,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3260,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3265,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3270,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3275,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3280,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3285,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3290,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3295,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3300,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3305,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3310,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3315,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3320,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3325,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3330,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3335,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3340,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3345,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3350,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3355,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3360,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3365,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3370,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3375,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3380,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3385,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3390,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3395,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3400,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3405,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3410,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3415,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3420,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3425,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3430,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3435,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3440,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3445,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3450,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3455,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3460,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3465,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3470,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

3475,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3480,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3485,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3490,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3495,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3500,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3505,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3510,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3515,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3520,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3525,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3530,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3535,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3540,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3545,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3550,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3555,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3560,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3565,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3570,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3575,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3580,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3585,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3590,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3595,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3600,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3605,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3610,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3615,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3620,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3625,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3630,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3635,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3640,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3645,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3650,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3655,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3660,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3665,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3670,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3675,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3680,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3685,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3690,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3695,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3700,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3705,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3710,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3715,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3720,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3725,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3730,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3735,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3740,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

3745,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3750,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3755,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3760,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3765,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3770,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3775,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3780,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3785,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3790,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3795,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3800,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3805,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3810,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3815,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3820,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3825,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3830,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3835,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3840,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3845,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3850,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3855,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3860,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3865,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3870,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3875,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3880,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3885,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3890,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3895,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3900,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3905,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3910,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3915,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3920,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3925,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3930,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3935,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3940,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3945,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3950,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3955,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3960,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3965,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3970,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3975,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3980,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3985,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
3990,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
3995,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4000,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4005,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4010,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

4015,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4020,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4025,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4030,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4035,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4040,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4045,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4050,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4055,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4060,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4065,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4070,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4075,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4080,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4085,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4090,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4095,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4100,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4105,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4110,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4115,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4120,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4125,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4130,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4135,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4140,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4145,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4150,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4155,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4160,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4165,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4170,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4175,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4180,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4185,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4190,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4195,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4200,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4205,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4210,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4215,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4220,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4225,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4230,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4235,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4240,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4245,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4250,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4255,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4260,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4265,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4270,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4275,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4280,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

4285,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4290,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4295,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4300,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4305,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4310,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4315,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4320,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4325,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4330,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4335,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4340,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4345,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4350,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4355,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4360,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4365,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4370,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4375,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4380,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4385,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4390,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4395,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4400,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4405,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4410,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4415,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4420,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4425,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4430,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4435,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4440,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4445,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4450,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4455,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4460,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4465,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4470,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4475,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4480,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4485,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4490,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4495,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4500,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4505,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4510,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4515,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4520,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4525,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4530,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4535,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4540,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4545,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4550,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

4555,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4560,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4565,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4570,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4575,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4580,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4585,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4590,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4595,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4600,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4605,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4610,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4615,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4620,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4625,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4630,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4635,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4640,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4645,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4650,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4655,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4660,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4665,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4670,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4675,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4680,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4685,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4690,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4695,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4700,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4705,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4710,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4715,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4720,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4725,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4730,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4735,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4740,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4745,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4750,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4755,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4760,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4765,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4770,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4775,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4780,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4785,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4790,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4795,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4800,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4805,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4810,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4815,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4820,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

4825,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4830,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4835,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4840,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4845,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4850,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4855,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4860,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4865,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4870,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4875,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4880,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4885,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4890,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4895,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4900,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4905,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4910,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4915,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4920,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4925,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4930,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4935,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4940,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4945,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4950,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4955,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4960,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4965,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4970,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4975,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4980,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4985,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
4990,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
4995,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5000,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5005,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5010,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5015,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5020,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5025,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5030,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5035,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5040,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5045,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5050,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5055,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5060,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5065,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5070,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5075,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5080,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5085,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5090,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

5095,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5100,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5105,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5110,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5115,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5120,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5125,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5130,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5135,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5140,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5145,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5150,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5155,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5160,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5165,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5170,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5175,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5180,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5185,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5190,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5195,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5200,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5205,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5210,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5215,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5220,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5225,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5230,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5235,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5240,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5245,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5250,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5255,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5260,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5265,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5270,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5275,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5280,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5285,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5290,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5295,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5300,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5305,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5310,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5315,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5320,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5325,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5330,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5335,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5340,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5345,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5350,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5355,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5360,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

5365,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5370,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5375,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5380,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5385,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5390,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5395,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5400,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5405,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5410,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5415,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5420,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5425,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5430,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5435,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5440,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5445,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5450,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5455,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5460,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5465,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5470,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5475,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5480,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5485,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5490,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5495,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5500,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5505,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5510,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5515,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5520,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5525,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5530,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5535,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5540,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5545,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5550,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5555,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5560,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5565,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5570,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5575,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5580,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5585,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5590,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5595,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5600,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5605,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5610,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5615,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5620,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5625,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5630,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

5635,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5640,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5645,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5650,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5655,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5660,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5665,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5670,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5675,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5680,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5685,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5690,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5695,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5700,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5705,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5710,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5715,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5720,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5725,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5730,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5735,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5740,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5745,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5750,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5755,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5760,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5765,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5770,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5775,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5780,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5785,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5790,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5795,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5800,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5805,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5810,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5815,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5820,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5825,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5830,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5835,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5840,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5845,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5850,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5855,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5860,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5865,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5870,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5875,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5880,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5885,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5890,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5895,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5900,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

5905,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5910,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5915,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5920,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5925,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5930,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5935,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5940,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5945,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5950,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5955,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5960,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5965,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5970,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5975,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5980,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5985,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
5990,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
5995,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
6000,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6005,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
6010,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6015,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
6020,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6025,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
6030,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6035,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
6040,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6045,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
6050,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6055,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
6060,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6065,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
6070,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6075,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
6080,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6085,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
6090,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6095,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
6100,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6105,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
6110,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6115,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
6120,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6125,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
6130,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6135,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
6140,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6145,0	-0,0071	0,0079	0,0001	0,0018
6150,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6155,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
6160,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6165,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
6170,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001

6175,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
6180,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6185,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
6190,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6195,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
6200,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6205,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
6210,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6215,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
6220,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6225,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
6230,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6235,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
6240,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6245,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
6250,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6255,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
6260,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6265,0	-0,007	0,0078	0,0001	0,0018
6270,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6275,0	-0,0071	0,0078	0,0001	0,0018
6280,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6285,0	-0,0069	0,0076	0,0001	0,0018
6290,0	-0,0004	0,0005	0,0	0,0001
6295,0	-0,0085	0,0094	0,0001	0,0022
6300,0	0,0	0,0	0,0	0,0

OrcaFlex 9.2f: 10 m - Operation - FIX.sim (modified 0:51 on 06/06/2018 by OrcaFlex 9.2f)

Column A: Arc Length (m)

Other columns: 6" Y (m)

Period: t = -10,000 to 3000,000s

Arc Length (m)	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5,0	-0,0295	0,0334	0,0002	0,0068
10,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
15,0	-0,0279	0,0317	0,0002	0,0057
20,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
25,0	-0,028	0,0318	0,0002	0,0058
30,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
35,0	-0,028	0,0318	0,0002	0,0058
40,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
45,0	-0,028	0,0319	0,0002	0,0058
50,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
55,0	-0,028	0,0319	0,0002	0,0058
60,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
65,0	-0,028	0,0319	0,0002	0,0058
70,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
75,0	-0,028	0,0319	0,0002	0,0059
80,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
85,0	-0,028	0,0319	0,0002	0,0059
90,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
95,0	-0,028	0,0319	0,0002	0,0059
100,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
105,0	-0,0281	0,0319	0,0002	0,0059
110,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
115,0	-0,0281	0,0319	0,0002	0,0059
120,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
125,0	-0,0281	0,0319	0,0002	0,0059
130,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
135,0	-0,0281	0,0319	0,0002	0,0059
140,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
145,0	-0,0281	0,0319	0,0002	0,0059
150,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
155,0	-0,0281	0,0319	0,0002	0,0059
160,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
165,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
170,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
175,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
180,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
185,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
190,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
195,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
200,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
205,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
210,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
215,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
220,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
225,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
230,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

235,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
240,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
245,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
250,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
255,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
260,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
265,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
270,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
275,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
280,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
285,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
290,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
295,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
300,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
305,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
310,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
315,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
320,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
325,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
330,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
335,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
340,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
345,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
350,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
355,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
360,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
365,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
370,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
375,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
380,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
385,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
390,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
395,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
400,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
405,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
410,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
415,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
420,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
425,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
430,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
435,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
440,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
445,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
450,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
455,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
460,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
465,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
470,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
475,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
480,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
485,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
490,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
495,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
500,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

505,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
510,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
515,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
520,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
525,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
530,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
535,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
540,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
545,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
550,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
555,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
560,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
565,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
570,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
575,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
580,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
585,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
590,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
595,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
600,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
605,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
610,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
615,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
620,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
625,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
630,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
635,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
640,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
645,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
650,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
655,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
660,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
665,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
670,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
675,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
680,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
685,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
690,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
695,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
700,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
705,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
710,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
715,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
720,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
725,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
730,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
735,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
740,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
745,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
750,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
755,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
760,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
765,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
770,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

775,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
780,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
785,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
790,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
795,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
800,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
805,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
810,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
815,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
820,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
825,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
830,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
835,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
840,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
845,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
850,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
855,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
860,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
865,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
870,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
875,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
880,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
885,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
890,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
895,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
900,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
905,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
910,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
915,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
920,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
925,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
930,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
935,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
940,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
945,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
950,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
955,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
960,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
965,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
970,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
975,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
980,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
985,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
990,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
995,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1000,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1005,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1010,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1015,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1020,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1025,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1030,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1035,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1040,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

1045,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1050,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1055,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1060,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1065,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1070,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1075,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1080,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1085,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1090,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1095,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1100,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1105,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1110,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1115,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1120,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1125,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1130,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1135,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1140,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1145,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1150,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1155,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1160,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1165,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1170,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1175,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1180,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1185,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1190,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1195,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1200,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1205,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1210,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1215,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1220,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1225,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1230,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1235,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1240,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1245,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1250,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1255,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1260,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1265,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1270,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1275,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1280,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1285,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1290,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1295,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1300,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1305,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1310,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

1315,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1320,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1325,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1330,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1335,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1340,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1345,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1350,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1355,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1360,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1365,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1370,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1375,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1380,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1385,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1390,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1395,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1400,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1405,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1410,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1415,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1420,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1425,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1430,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1435,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1440,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1445,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1450,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1455,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1460,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1465,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1470,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1475,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1480,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1485,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1490,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1495,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1500,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1505,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1510,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1515,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1520,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1525,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1530,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1535,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1540,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1545,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1550,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1555,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1560,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1565,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1570,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1575,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1580,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

1585,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1590,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1595,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1600,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1605,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1610,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1615,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1620,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1625,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1630,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1635,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1640,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1645,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1650,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1655,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1660,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1665,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1670,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1675,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1680,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1685,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1690,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1695,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1700,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1705,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1710,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1715,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1720,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1725,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1730,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1735,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1740,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1745,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1750,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1755,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1760,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1765,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1770,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1775,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1780,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1785,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1790,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1795,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1800,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1805,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1810,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1815,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1820,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1825,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1830,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1835,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1840,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1845,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1850,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

1855,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1860,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1865,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1870,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1875,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1880,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1885,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1890,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1895,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1900,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1905,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1910,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1915,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1920,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1925,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1930,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1935,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1940,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1945,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1950,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1955,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1960,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1965,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1970,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1975,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1980,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1985,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
1990,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
1995,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2000,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2005,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2010,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2015,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2020,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2025,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2030,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2035,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2040,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2045,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2050,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2055,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2060,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2065,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2070,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2075,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2080,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2085,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2090,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2095,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2100,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2105,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2110,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2115,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2120,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

2125,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2130,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2135,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2140,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2145,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2150,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2155,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2160,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2165,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2170,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2175,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2180,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2185,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2190,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2195,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2200,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2205,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2210,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2215,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2220,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2225,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2230,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2235,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2240,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2245,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2250,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2255,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2260,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2265,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2270,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2275,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2280,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2285,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2290,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2295,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2300,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2305,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2310,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2315,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2320,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2325,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2330,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2335,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2340,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2345,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2350,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2355,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2360,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2365,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2370,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2375,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2380,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2385,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2390,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

2395,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2400,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2405,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2410,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2415,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2420,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2425,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2430,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2435,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2440,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2445,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2450,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2455,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2460,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2465,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2470,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2475,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2480,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2485,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2490,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2495,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2500,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2505,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2510,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2515,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2520,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2525,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2530,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2535,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2540,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2545,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2550,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2555,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2560,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2565,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2570,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2575,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2580,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2585,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2590,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2595,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2600,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2605,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2610,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2615,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2620,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2625,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2630,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2635,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2640,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2645,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2650,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2655,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2660,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

2665,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2670,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2675,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2680,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2685,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2690,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2695,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2700,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2705,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2710,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2715,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2720,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2725,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2730,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2735,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2740,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2745,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2750,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2755,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2760,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2765,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2770,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2775,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2780,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2785,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2790,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2795,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2800,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2805,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2810,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2815,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2820,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2825,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2830,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2835,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2840,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2845,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2850,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2855,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2860,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2865,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2870,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2875,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2880,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2885,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2890,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2895,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2900,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2905,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2910,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2915,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2920,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2925,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2930,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

2935,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2940,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2945,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2950,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2955,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2960,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2965,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2970,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2975,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2980,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2985,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
2990,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
2995,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3000,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3005,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3010,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3015,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3020,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3025,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3030,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3035,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3040,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3045,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3050,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3055,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3060,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3065,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3070,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3075,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3080,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3085,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3090,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3095,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3100,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3105,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3110,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3115,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3120,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3125,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3130,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3135,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3140,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3145,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3150,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3155,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3160,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3165,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3170,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3175,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3180,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3185,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3190,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3195,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3200,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

3205,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3210,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3215,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3220,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3225,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3230,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3235,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3240,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3245,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3250,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3255,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3260,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3265,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3270,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3275,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3280,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3285,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3290,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3295,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3300,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3305,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3310,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3315,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3320,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3325,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3330,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3335,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3340,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3345,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3350,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3355,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3360,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3365,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3370,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3375,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3380,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3385,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3390,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3395,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3400,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3405,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3410,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3415,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3420,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3425,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3430,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3435,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3440,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3445,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3450,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3455,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3460,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3465,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3470,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

3475,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3480,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3485,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3490,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3495,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3500,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3505,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3510,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3515,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3520,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3525,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3530,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3535,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3540,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3545,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3550,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3555,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3560,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3565,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3570,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3575,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3580,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3585,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3590,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3595,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3600,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3605,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3610,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3615,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3620,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3625,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3630,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3635,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3640,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3645,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3650,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3655,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3660,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3665,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3670,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3675,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3680,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3685,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3690,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3695,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3700,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3705,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3710,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3715,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3720,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3725,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3730,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3735,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3740,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

3745,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3750,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3755,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3760,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3765,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3770,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3775,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3780,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3785,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3790,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3795,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3800,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3805,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3810,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3815,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3820,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3825,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3830,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3835,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3840,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3845,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3850,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3855,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3860,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3865,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3870,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3875,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3880,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3885,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3890,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3895,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3900,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3905,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3910,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3915,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3920,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3925,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3930,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3935,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3940,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3945,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3950,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3955,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3960,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3965,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3970,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3975,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3980,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3985,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
3990,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
3995,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4000,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4005,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4010,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

4015,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4020,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4025,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4030,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4035,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4040,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4045,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4050,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4055,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4060,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4065,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4070,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4075,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4080,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4085,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4090,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4095,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4100,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4105,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4110,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4115,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4120,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4125,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4130,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4135,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4140,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4145,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4150,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4155,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4160,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4165,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4170,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4175,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4180,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4185,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4190,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4195,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4200,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4205,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4210,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4215,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4220,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4225,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4230,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4235,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4240,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4245,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4250,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4255,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4260,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4265,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4270,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4275,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4280,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

4285,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4290,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4295,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4300,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4305,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4310,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4315,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4320,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4325,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4330,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4335,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4340,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4345,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4350,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4355,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4360,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4365,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4370,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4375,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4380,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4385,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4390,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4395,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4400,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4405,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4410,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4415,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4420,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4425,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4430,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4435,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4440,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4445,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4450,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4455,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4460,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4465,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4470,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4475,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4480,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4485,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4490,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4495,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4500,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4505,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4510,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4515,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4520,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4525,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4530,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4535,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4540,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4545,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4550,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

4555,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4560,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4565,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4570,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4575,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4580,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4585,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4590,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4595,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4600,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4605,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4610,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4615,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4620,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4625,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4630,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4635,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4640,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4645,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4650,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4655,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4660,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4665,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4670,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4675,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4680,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4685,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4690,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4695,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4700,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4705,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4710,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4715,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4720,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4725,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4730,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4735,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4740,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4745,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4750,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4755,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4760,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4765,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4770,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4775,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4780,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4785,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4790,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4795,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4800,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4805,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4810,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4815,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4820,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

4825,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4830,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4835,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4840,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4845,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4850,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4855,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4860,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4865,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4870,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4875,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4880,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4885,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4890,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4895,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4900,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4905,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4910,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4915,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4920,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4925,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4930,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4935,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4940,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4945,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4950,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4955,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4960,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4965,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4970,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4975,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4980,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4985,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
4990,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
4995,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5000,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5005,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5010,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5015,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5020,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5025,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5030,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5035,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5040,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5045,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5050,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5055,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5060,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5065,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5070,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5075,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5080,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5085,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5090,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

5095,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5100,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5105,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5110,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5115,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5120,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5125,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5130,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5135,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5140,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5145,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5150,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5155,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5160,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5165,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5170,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5175,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5180,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5185,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5190,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5195,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5200,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5205,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5210,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5215,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5220,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5225,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5230,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5235,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5240,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5245,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5250,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5255,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5260,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5265,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5270,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5275,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5280,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5285,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5290,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5295,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5300,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5305,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5310,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5315,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5320,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5325,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5330,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5335,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5340,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5345,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5350,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5355,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5360,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

5365,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5370,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5375,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5380,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5385,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5390,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5395,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5400,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5405,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5410,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5415,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5420,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5425,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5430,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5435,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5440,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5445,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5450,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5455,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5460,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5465,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5470,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5475,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5480,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5485,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5490,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5495,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5500,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5505,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5510,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5515,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5520,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5525,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5530,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5535,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5540,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5545,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5550,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5555,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5560,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5565,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5570,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5575,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5580,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5585,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5590,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5595,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5600,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5605,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5610,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5615,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5620,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5625,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5630,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

5635,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5640,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5645,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5650,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5655,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5660,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5665,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5670,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5675,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5680,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5685,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5690,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5695,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5700,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5705,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5710,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5715,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5720,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5725,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5730,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5735,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5740,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5745,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5750,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5755,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5760,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5765,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5770,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5775,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5780,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5785,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5790,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5795,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5800,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5805,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5810,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5815,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5820,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5825,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5830,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5835,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5840,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5845,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5850,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5855,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5860,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5865,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5870,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5875,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5880,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5885,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5890,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5895,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5900,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

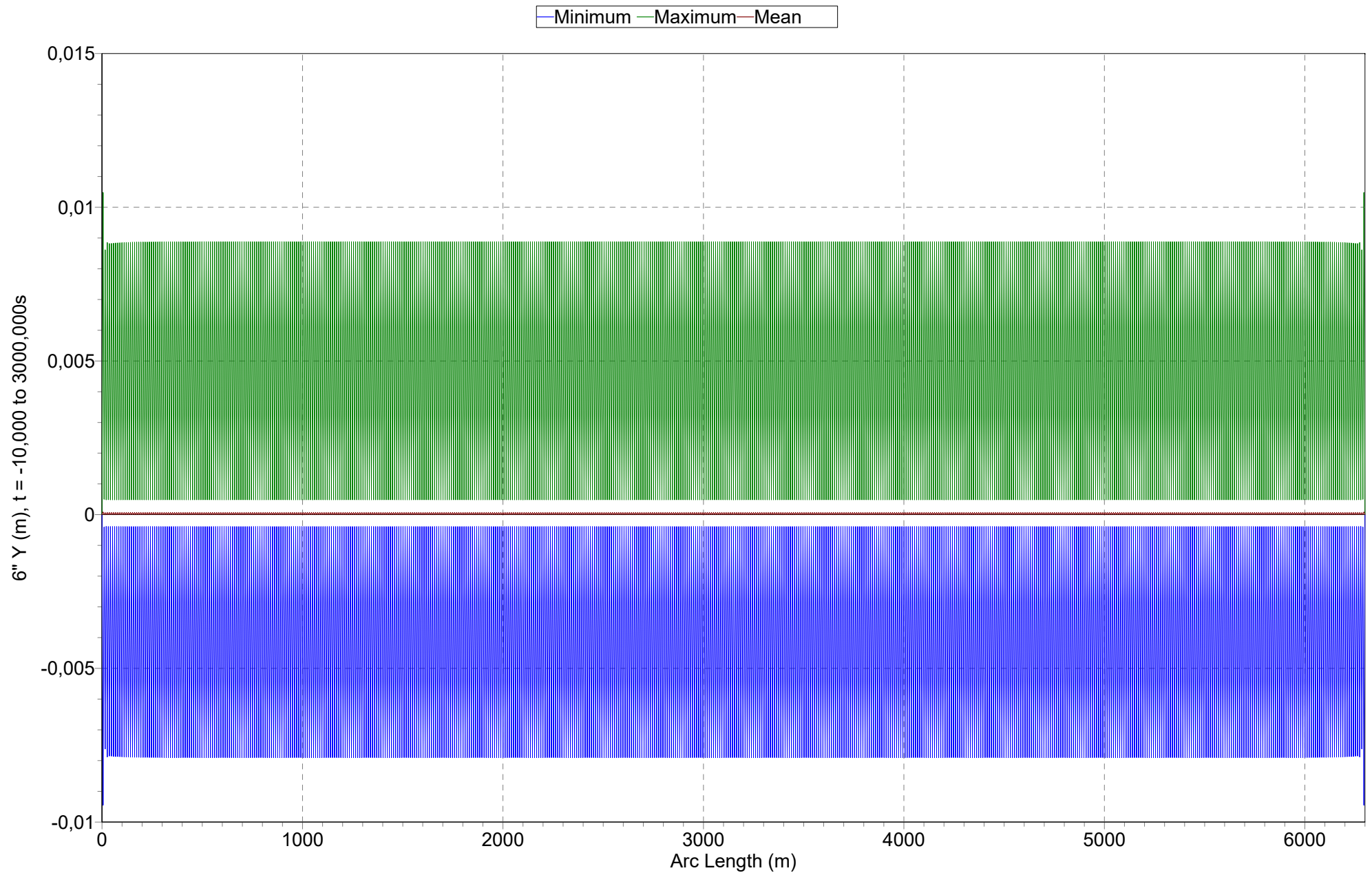
5905,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5910,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5915,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5920,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5925,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5930,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5935,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5940,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5945,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5950,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5955,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5960,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5965,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5970,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5975,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5980,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5985,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
5990,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
5995,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
6000,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6005,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
6010,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6015,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
6020,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6025,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
6030,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6035,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
6040,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6045,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
6050,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6055,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
6060,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6065,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
6070,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6075,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
6080,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6085,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
6090,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6095,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
6100,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6105,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
6110,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6115,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
6120,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6125,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
6130,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6135,0	-0,0281	0,032	0,0002	0,0059
6140,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6145,0	-0,0281	0,0319	0,0002	0,0059
6150,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6155,0	-0,0281	0,0319	0,0002	0,0059
6160,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6165,0	-0,0281	0,0319	0,0002	0,0059
6170,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004

6175,0	-0,0281	0,0319	0,0002	0,0059
6180,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6185,0	-0,0281	0,0319	0,0002	0,0059
6190,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6195,0	-0,0281	0,0319	0,0002	0,0059
6200,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6205,0	-0,028	0,0319	0,0002	0,0059
6210,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6215,0	-0,028	0,0319	0,0002	0,0059
6220,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6225,0	-0,028	0,0319	0,0002	0,0059
6230,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6235,0	-0,028	0,0319	0,0002	0,0058
6240,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6245,0	-0,028	0,0319	0,0002	0,0058
6250,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6255,0	-0,028	0,0319	0,0002	0,0058
6260,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6265,0	-0,028	0,0318	0,0002	0,0058
6270,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6275,0	-0,028	0,0318	0,0002	0,0058
6280,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6285,0	-0,0279	0,0317	0,0002	0,0057
6290,0	-0,0028	0,0035	0,0	0,0004
6295,0	-0,0295	0,0334	0,0002	0,0068
6300,0	0,0	0,0	0,0	0,0

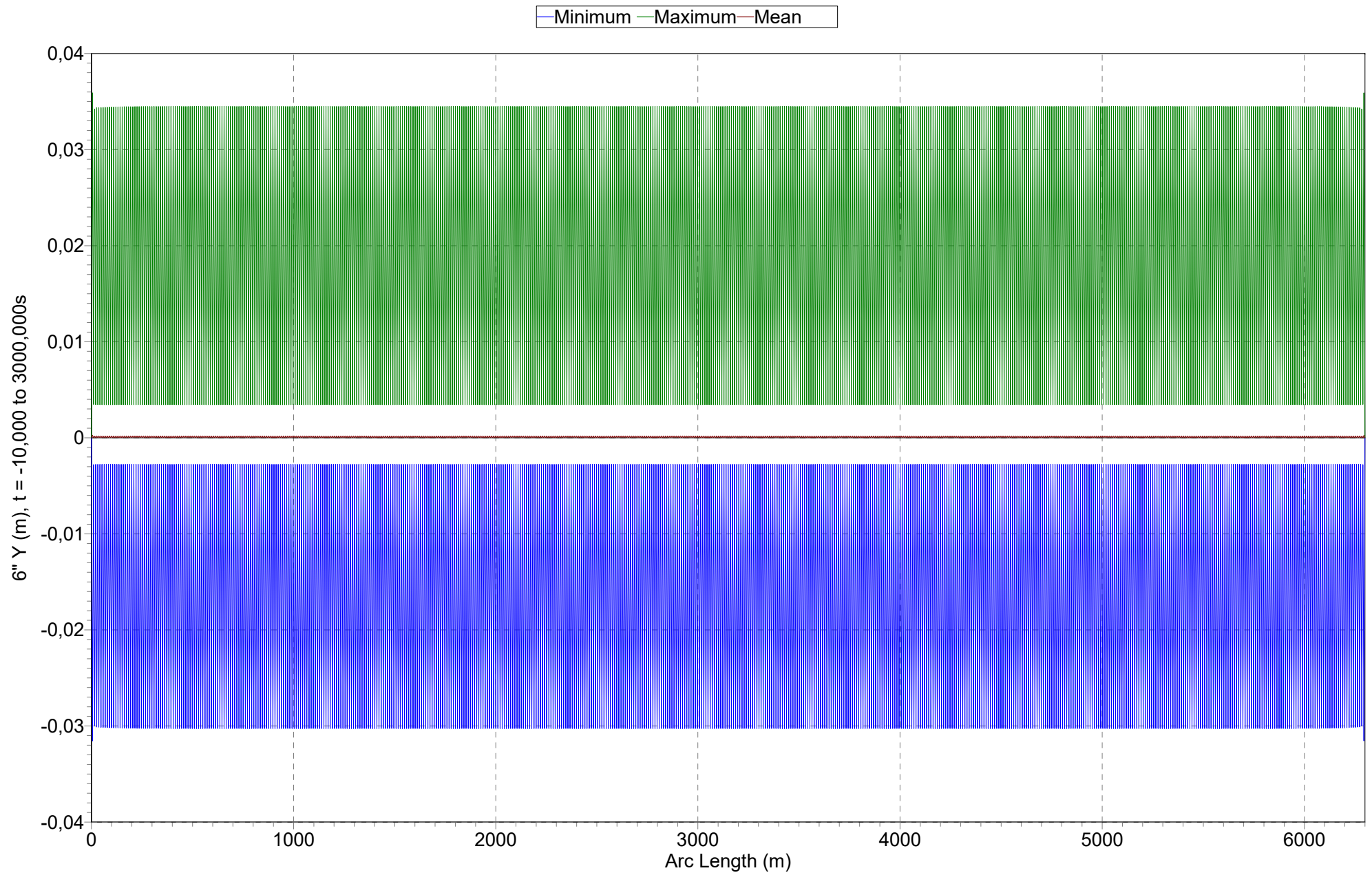
LAMPIRAN 5

**OUTPUT SIMULASI ORCAFLEX
PADA KONDISI INSTALASI DAN
OPERASI DENGAN VARIASI
JARAK PEMBERAT 10.5m, 11.25m,
12m, 12.5m, 13.125m, dan 14m**

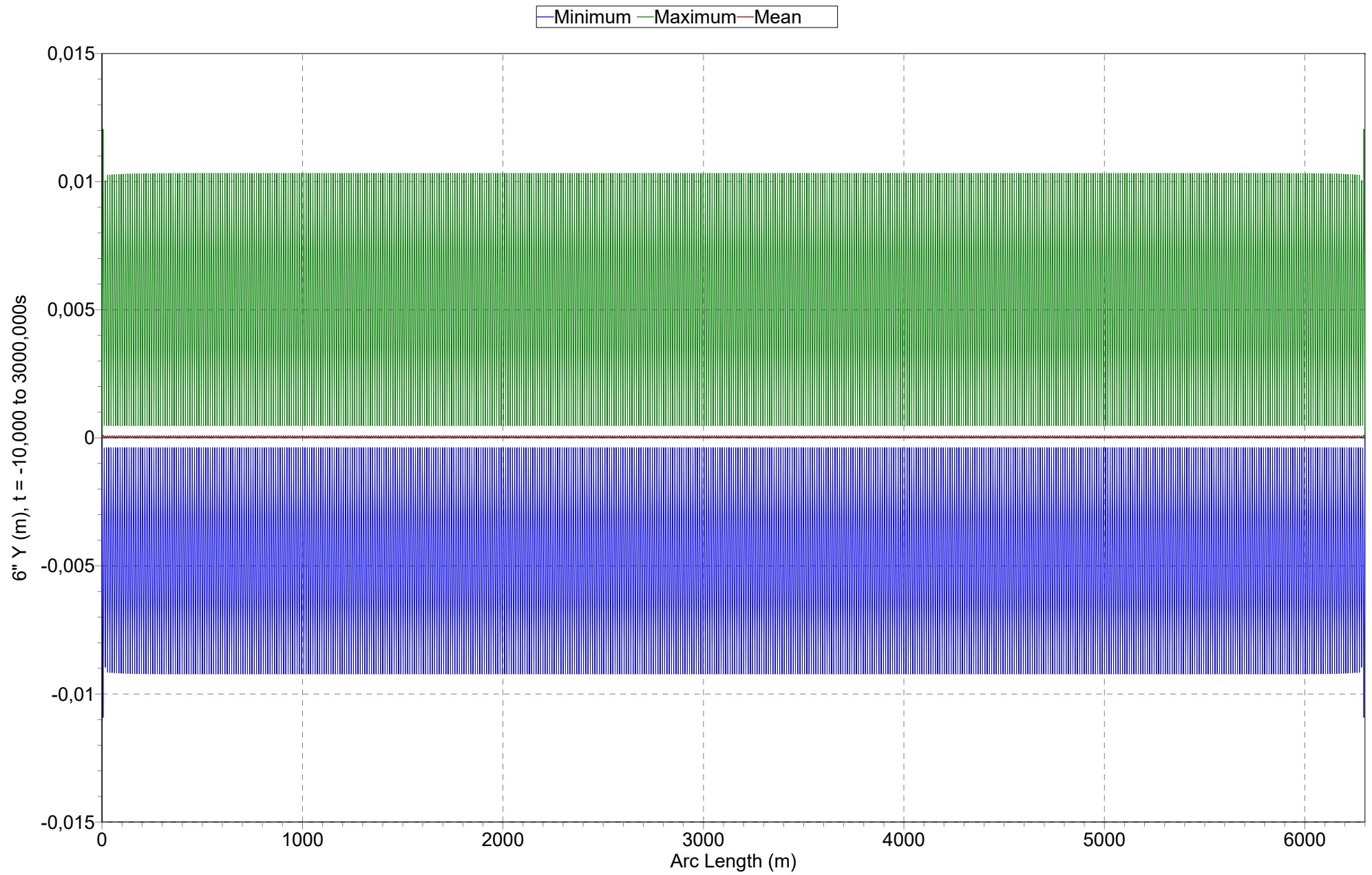
OrcaFlex 9.2f: 10.5 m - Installation - FIX.sim (modified 22:12 on 06/06/2018 by OrcaFlex 9.2f)
Range Graph: 6" Y, over Whole Simulation



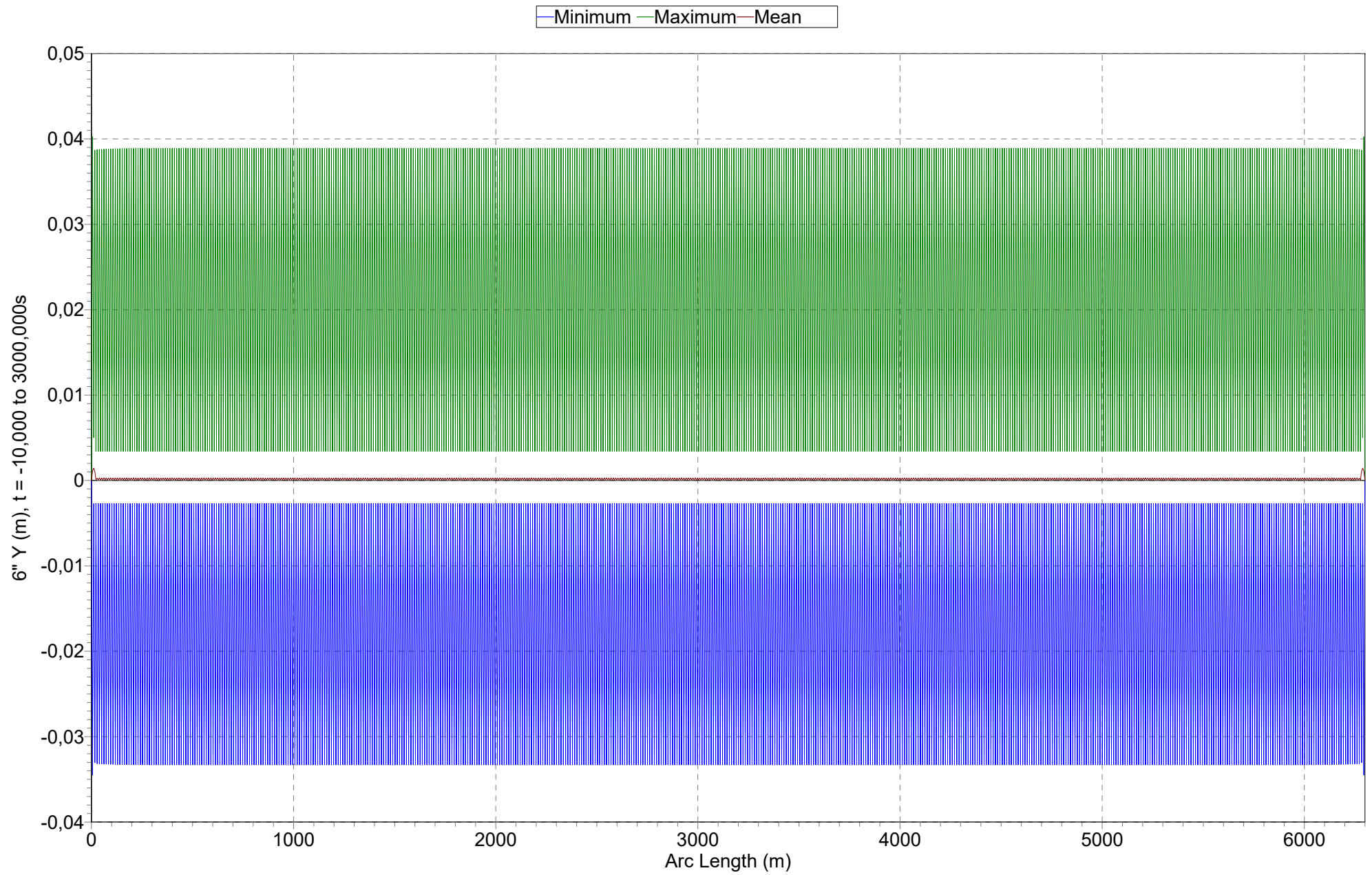
OrcaFlex 9.2f: 10.5 m - Operation - FIX.sim (modified 23:26 on 06/06/2018 by OrcaFlex 9.2f)
Range Graph: 6" Y, over Whole Simulation



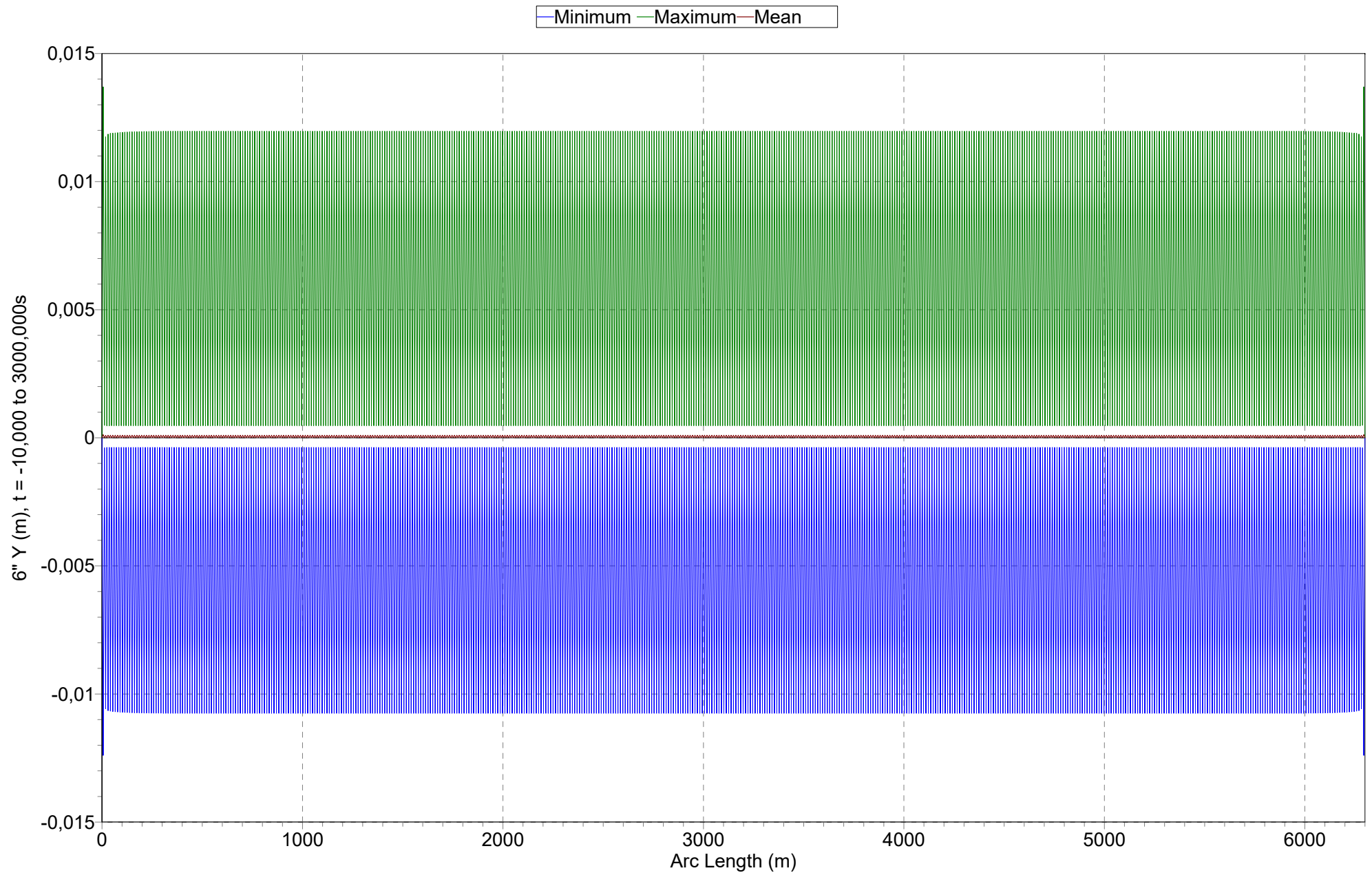
OrcaFlex 9.2f: 11.25 m - Installation - FIX.sim (modified 12:59 on 13/06/2018 by OrcaFlex 9.2f)
Range Graph: 6" Y, over Whole Simulation



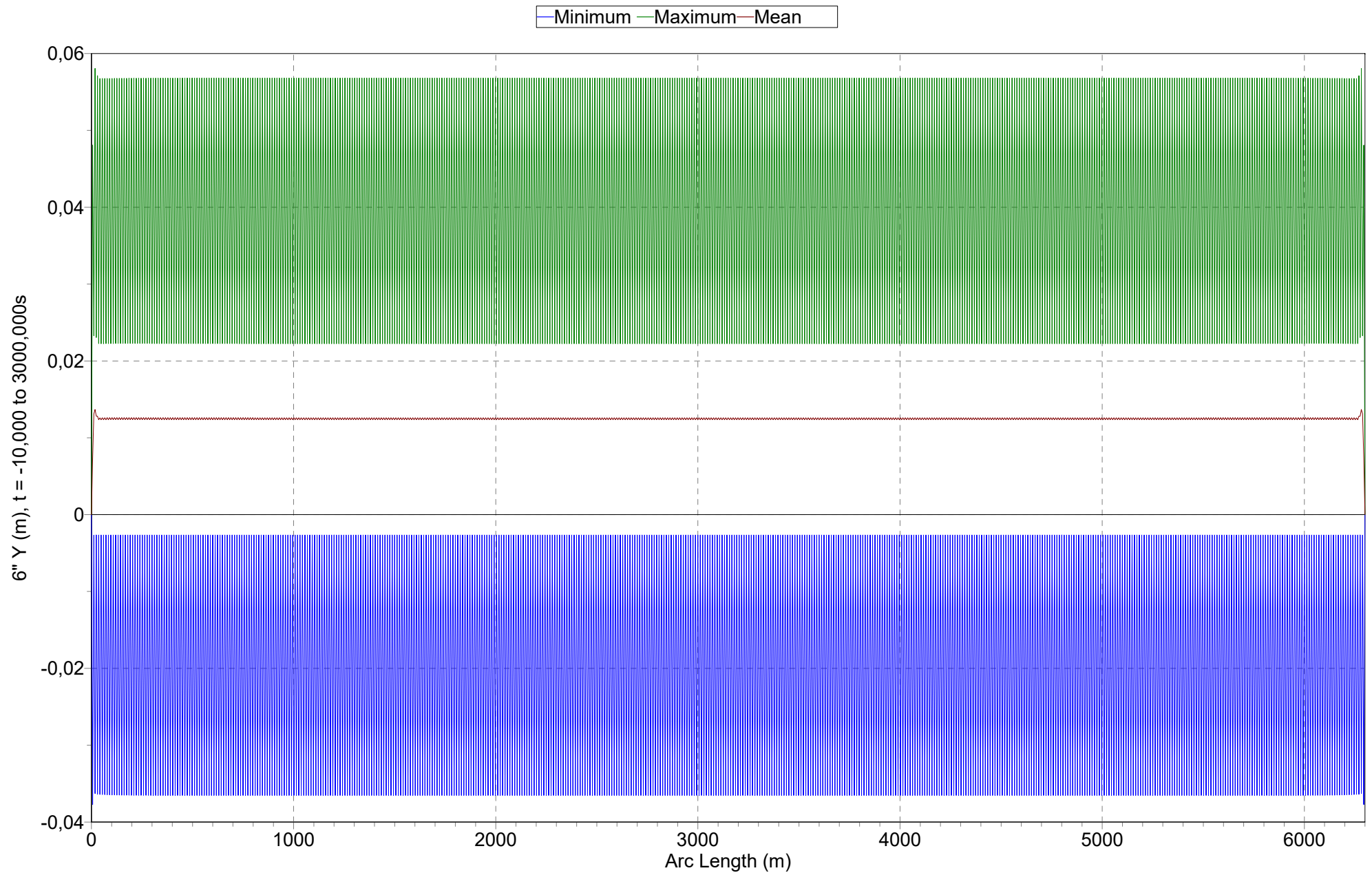
OrcaFlex 9.2f: 11.25 m - Operation - FIX.sim (modified 14:29 on 13/06/2018 by OrcaFlex 9.2f)
Range Graph: 6" Y, over Whole Simulation



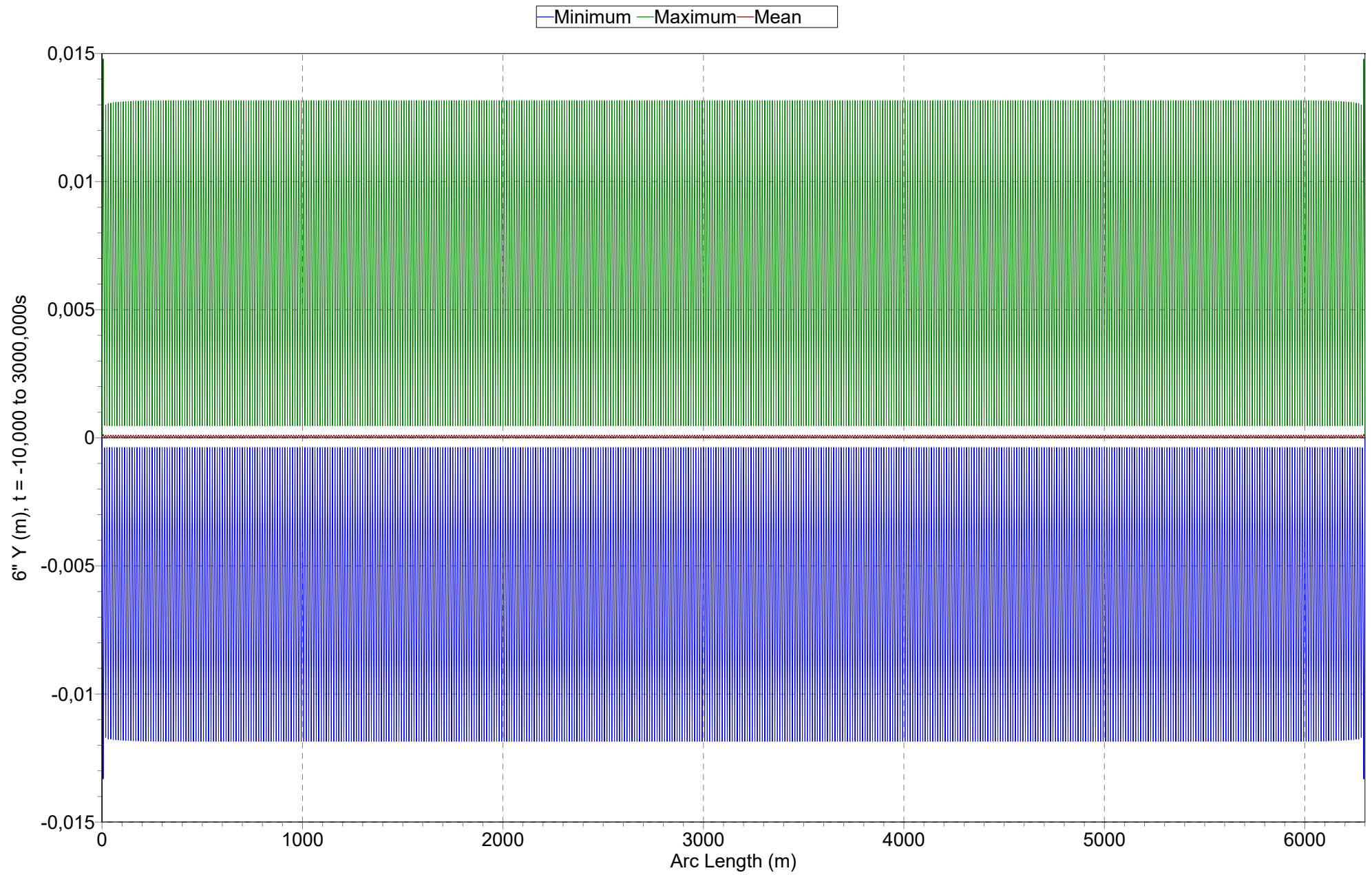
OrcaFlex 9.2f: 12 m - Installation - FIX.sim (modified 15:48 on 06/06/2018 by OrcaFlex 9.2f)
Range Graph: 6" Y, over Whole Simulation



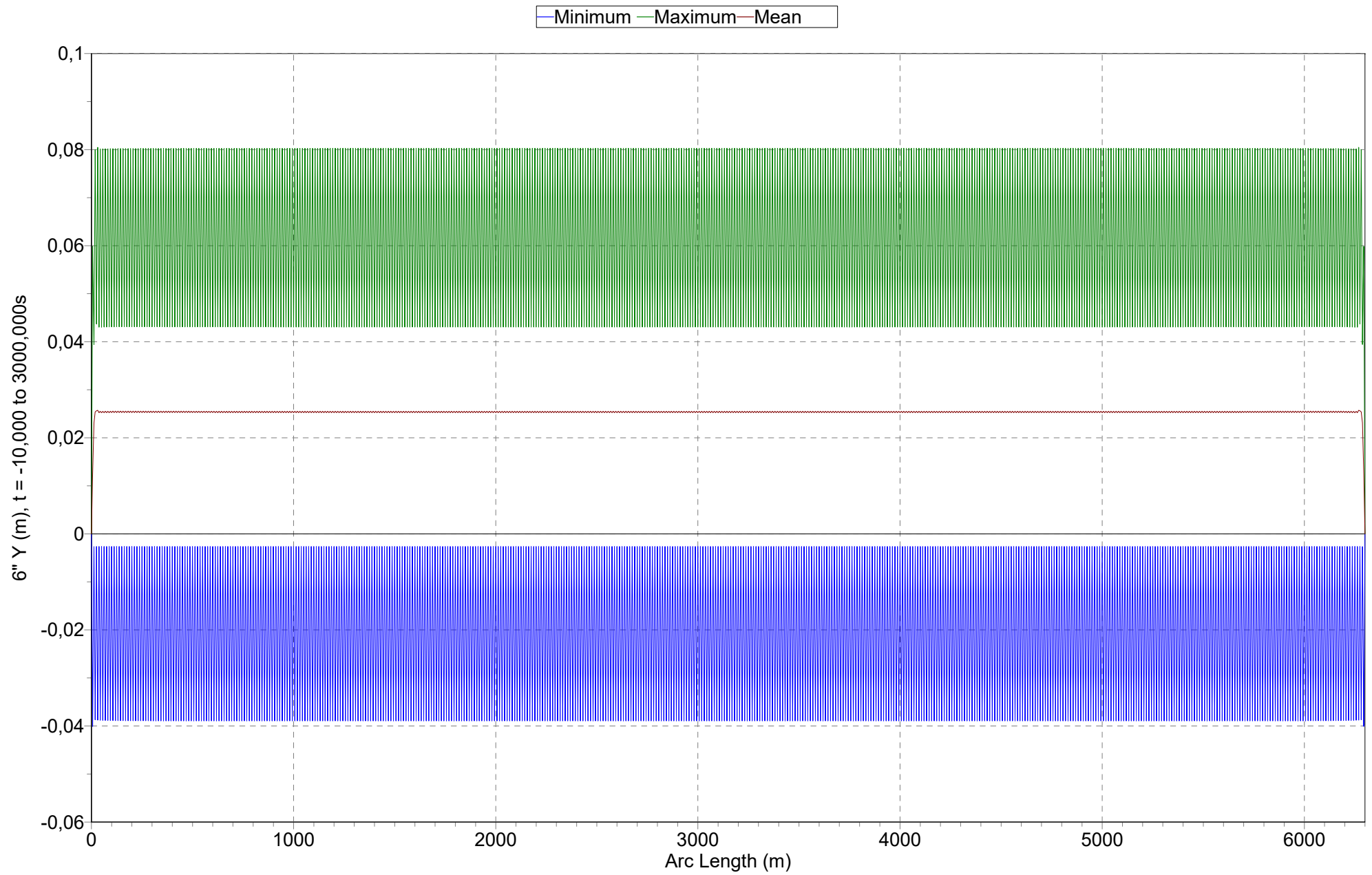
OrcaFlex 9.2f: 12 m - Operation - FIX.sim (modified 12:32 on 06/06/2018 by OrcaFlex 9.2f)
Range Graph: 6" Y, over Whole Simulation



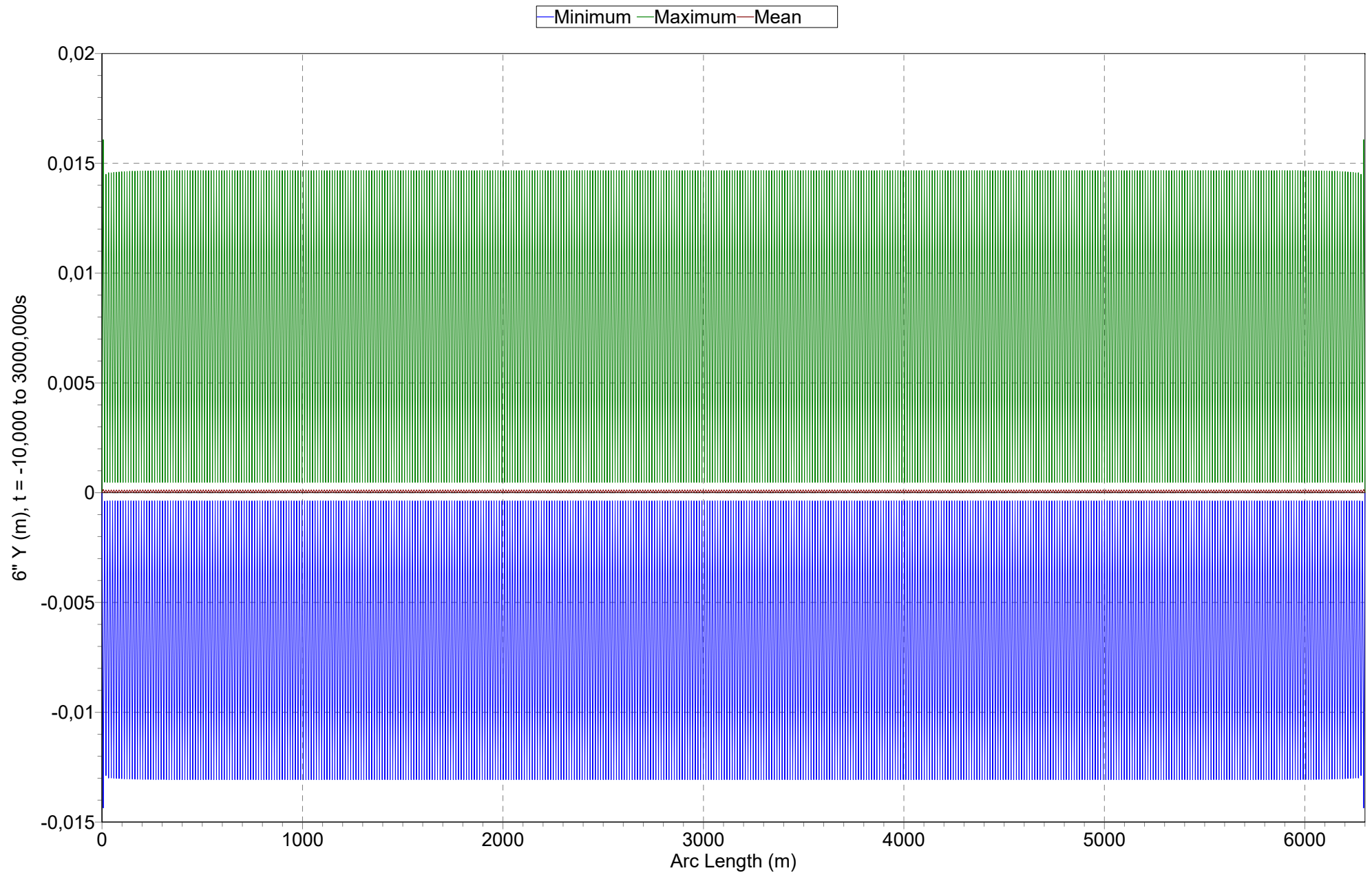
OrcaFlex 9.2f: 12.5 m - Installation - FIX.sim (modified 0:27 on 07/06/2018 by OrcaFlex 9.2f)
Range Graph: 6" Y, over Whole Simulation



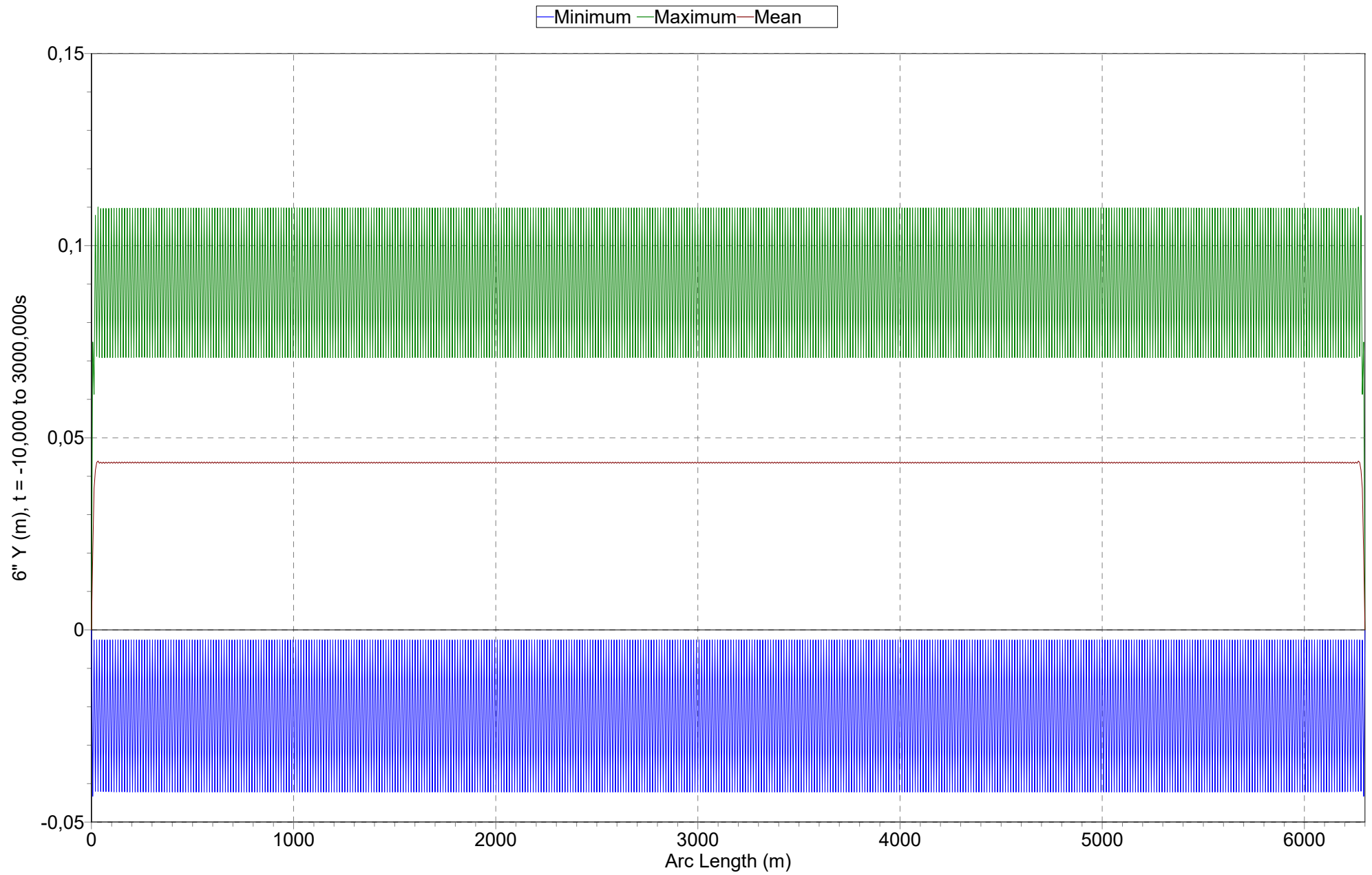
OrcaFlex 9.2f: 12.5 m - Operation - FIX.sim (modified 1:53 on 07/06/2018 by OrcaFlex 9.2f)
Range Graph: 6" Y, over Whole Simulation



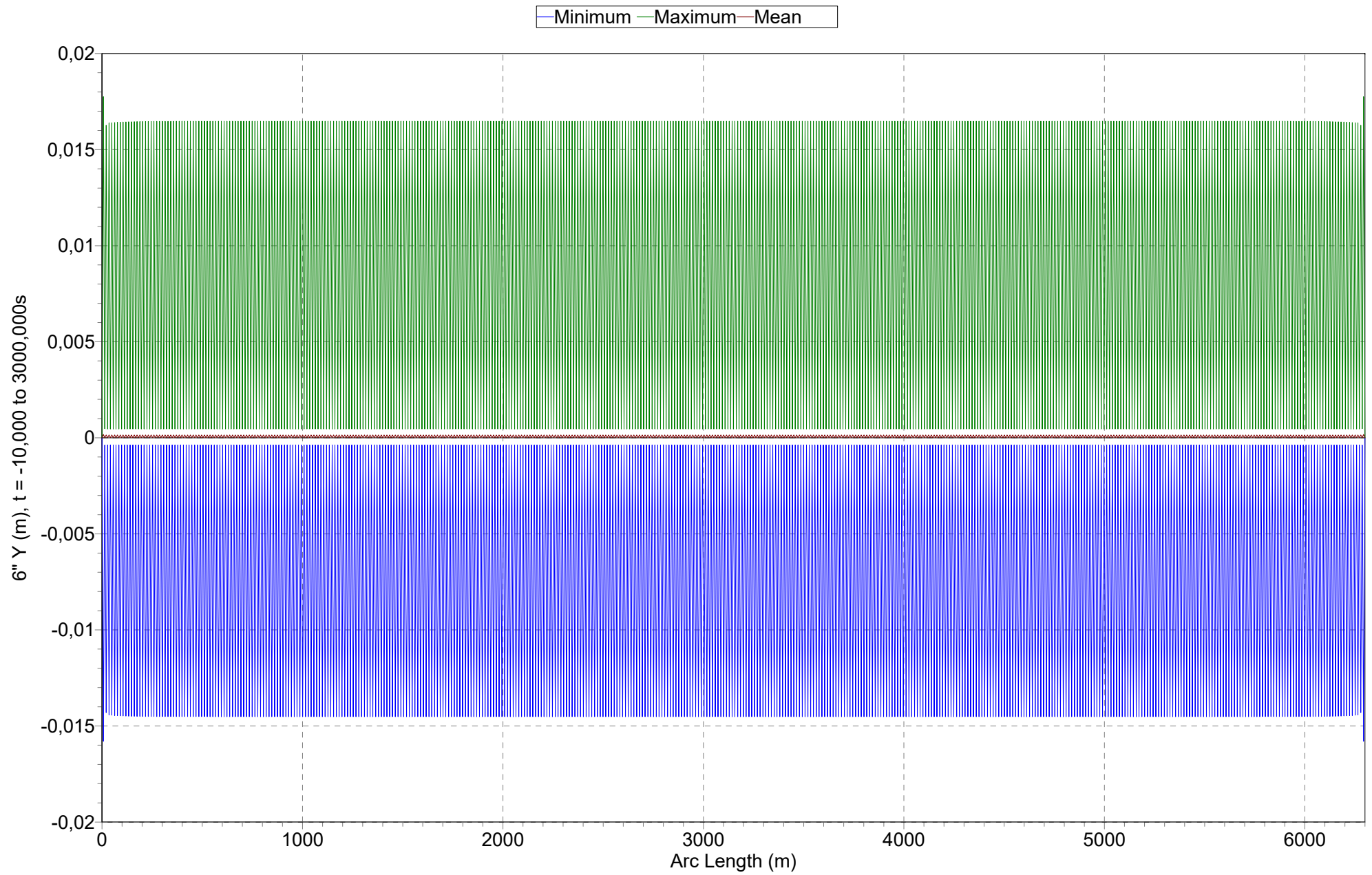
OrcaFlex 9.2f: 13.125 m - Installation - FIX.sim (modified 14:12 on 07/06/2018 by OrcaFlex 9.2f)
Range Graph: 6" Y, over Whole Simulation



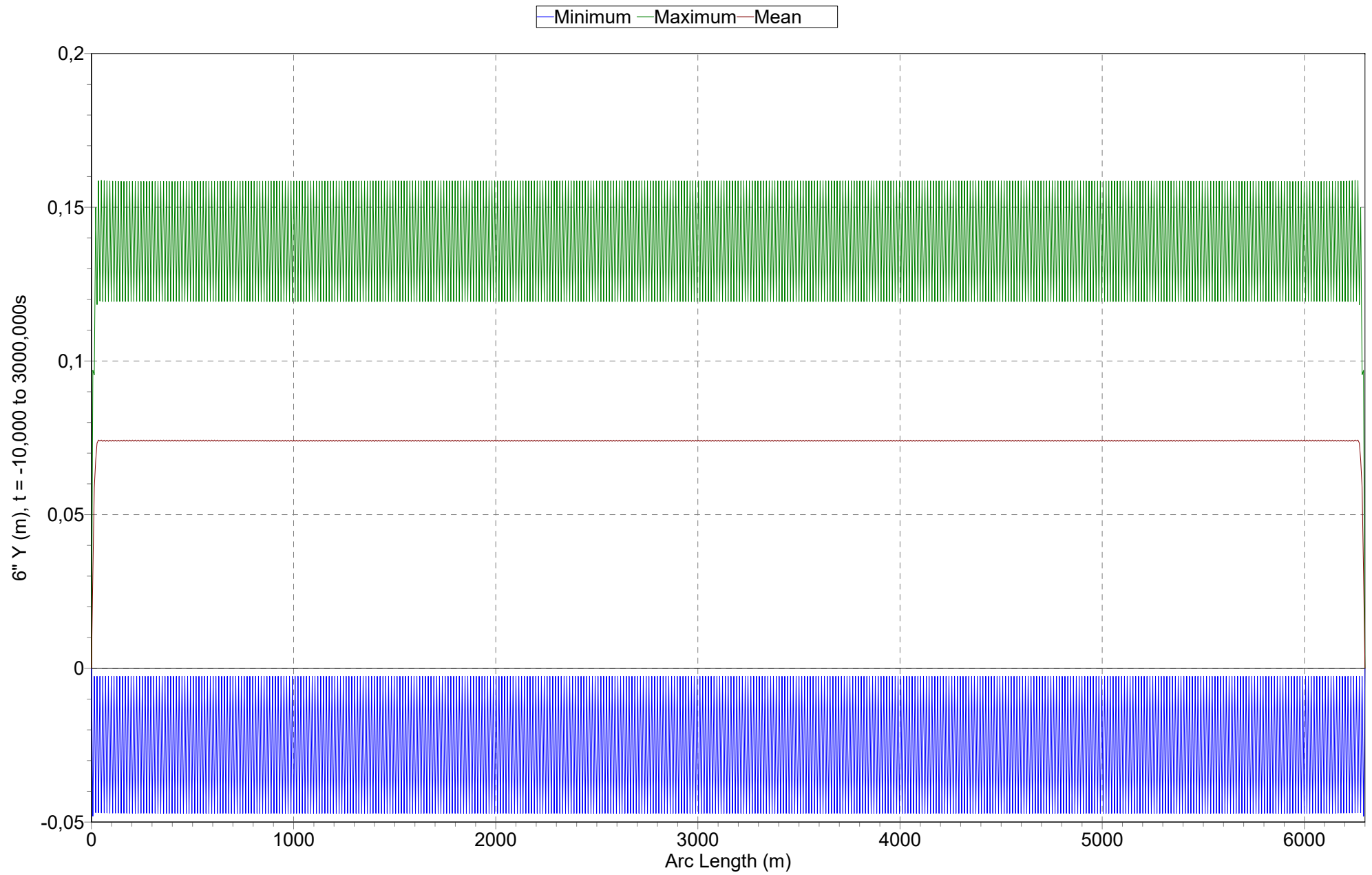
OrcaFlex 9.2f: 13.125 m - Operation - FIX.sim (modified 19:02 on 23/06/2018 by OrcaFlex 9.2f)
Range Graph: 6" Y, over Whole Simulation



OrcaFlex 9.2f: 14 m - Installation - FIX.sim (modified 15:28 on 07/06/2018 by OrcaFlex 9.2f)
Range Graph: 6" Y, over Whole Simulation



OrcaFlex 9.2f: 14 m - Operation - FIX.sim (modified 20:39 on 23/06/2018 by OrcaFlex 9.2f)
Range Graph: 6" Y, over Whole Simulation



BIODATA PENULIS

BIODATA PENULIS



Andree Yudi Wicaksono lahir di Blitar, 30 Maret 1996. Penulis menempuh pendidikan formal dimulai dari SDN Sananwetan 3 (*lulus tahun 2008*), kemudian melanjutkan SMPN 1 Blitar (*lulus tahun 2011*), dan lulus dari SMAN 1 Blitar pada tahun 2014. Hingga akhirnya penulis bisa menempuh masa kuliah di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS) melalui jalur SNMPTN. Diluar kesibukannya sebagai seorang mahasiswa, penulis juga aktif mengikuti pelatihan dan seminar yang berhubungan dengan dunia kelautan khususnya bidang lepas pantai untuk menambah pengetahuan diluar kegiatan akademik.

Adapun pembelajaran tentang softskill didapatkan dari mengikuti organisasi. Organisasi yang diikuti penulis diantaranya sebagai wakil ketua UKM Shorinji Kempo 2015/2016, Ketua Forda Formabaya ITS 2015/2016, Ketua UKM Shorinji Kempo 2016/2017, kepala divisi departemen kewirausahaan Himatekla 2016/2017. Selain itu, penulis juga aktif dalam kepanitiaan-kepanitiaan. Kepanitiaan yang diikuti penulis diantaranya sebagai staff workshop kreatif ITS EXPO 2015 dan staff markas komunitas ITS EXPO 2016.

Dalam kesempatan ini, syukur alhamdulillah penulis diberikan ketekunan dan semangat motivasi yang tinggi sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Analisis Stabilitas Pipa “Flowline” Fleksibel Bawah Laut : Studi Kasus Platform ESRA Menuju Platform ESA PT. Pertamina Hulu Energi Offshore North West Java”**.

Semoga apa yang telah ditulis oleh penulis dalam tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi positif terhadap ilmu pengetahuan tentang dunia kelautan. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih telah meluangkan waktunya untuk membaca tugas akhir ini. Apabila ada saran ataupun kritik dapat disampaikan ke email: Andree.yudi@gmail.com