

## MECHANICAL AND HYDRAULICAL STABILITY CALCULATION OF THE SEA WATER INTAKE COMPOSIT STRUCTURE LLOGARITJA E STABILITETIT MEKANIK DHE HIDRAULIK TË VEPRAVE TË MARRJES SË UJIT NË DET TË NDËRTUARA ME MATERIAL KOMPOZIT

KLODIAN GUMENI<sup>1\*</sup>, JORGAQ KAÇANI<sup>2</sup>, ODISE KOÇA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>KESH sh.a., Blloku Vasil Shanto, Tiranë, Shqipëri

<sup>2</sup>Fakulteti i Inxhinierisë Mekanike, Universiteti Politeknik i Tiranës, Sheshi “Nënë Tereza”, Tiranë, Shqipëri  
gumenik@kesh.al

AKTET V, 2: 231-236, 2012

### PËRMBLEDHJE

Qëllimi i këtij kërkimi është ndërtimi i një strukture prej materiali GRP (glass-reinforced plastic) për marrjen e ujit të detit në gjirin e Vlorës. Fillimisht u krye një studim i hollësishëm i kushteve ekstreme të valëve me ndihmën e programit të modelimit të valëve SWAN (Simulating Waves Nearshore). Më pas u kalua në modelimin e strukturës dhe llogaritjen e stabilitetit mekanik të saj me anë të programit me elemente të fundme AxisVM8 duke marrë në konsideratë vlerën maksimale të presionit statik të marrë nga bilanci energjetik i valëve. Programi Fluid Flow u përdor për modelimin hidraulik të strukturës së marrjes. Qëllimi i llogaritjeve është balancimi i prurjeve të ujit në të gjithë strukturën në mënyrë që të arrijmë një shpejtësi të lëvizjes në intervalin 0.2 – 0.25 m/sek. Rezultati i kontrollit të stabilitetit mekanik dhe hidraulik të strukturës, si edhe zgjidhja konstruktive e saj ishin pozitive dhe kjo strukturë u instalua me sukses.

**Fjalë kyçe:** material kompozit, lartësi sinjifikative e valës, energji e valës, sforcimet e Von Mise, faktori i intensifikimit të tensionit.

### SUMMARY

The aim of this research it was the installation of an intake sea water GRP (glass-reinforced plastic) structure in Vlore Bay. A detailed study about the extreme wave condition offshore was carried out by the SWAN (Simulating Waves Nearshore) model. Then the mechanical structure stability calculation was performed with AxisVM8, a finite element modeler & solver. Conservative hypothesis were taken, such as to use the max static pressure value as per energy balance calculation on the sea waves. The program Fluid Flow was used to model the pipe line end with pipe chimney connections. The scope of the calculation was primarily to balance fluid flows in each chimney in order to match the range of 0, 2 – 0, 25 m/s velocity at each chimney entrance. The result of the mechanical and hydraulically stability verification for the sea water intake structure take in consideration it was positive and this structure was installed successfully.

**Key words:** composite material, significant height of wave, wave energy, Von Mise stress, stress intensification factor..

---

### 1.HYRJE

Në praktikën mbarëbotërore në ditët e sotme përdorimi i instalimeve në det i tubacioneve me

material kompozit GRP ka marrë një shtrirje të gjerë. Kjo për disa arsye:

Nga këndvështrimi i ndërtimit të linjës ka këto avantazhe:

- Lehtësi në ndërtim dhe instalim
  - Lehtësi në transport.
- Nga ana inxhinierike:
- Janë praktikisht të pakorrodueshëm nga uji i detit
  - Raport relativisht të lartë soliditet/peshë specifike
  - Ndjeshmëri të kufizuar ndaj ndryshimit të temperaturave

- Prodhimi i tyre me diametra relativisht të mëdhenj garanton një shpejtësi të vogël rrjedhjeje.

Për llogaritjen e kësaj strukture duhej kryer më parë një studim i plotë i valëve të detit në zonën ku do të vendosej kjo strukturë.

Emri i tubit	Gjatësia (m)	Diametri i brendshëm (mm)	Numuri i përdorimit	Prurja ( $m^3/h$ )	Humbiet totale të presionit (Pa)	Shpejtësia (m/s)
Tubi 4	3	1600	-14	1608,839	0,7	0,22
Tubi 7	3	1600	-13	1477,5713	0,6	0,2
Tubi 6	3	1600	-10	1695,8477	0,7	0,23
Tubi 5	3	1600	-8	1813,4374	0,8	0,25
Tubi 3	3	1800	-5	1871,0002	0,5	0,2
Tubi 2	3	1800	-4	1993,4379	0,6	0,22
Tubi 1	3,1	1800	-3	1540,0316	0,4	0,17

**Tabela 1.** Të dhënat e procesit në tubat vertikale



Emri i tubit	Niveli	Diametri i orificit	Numuri i përdorimit	Prurja ( $m^3/h$ )	Humbiet totale të presionit (Pa)	Humbiet lokale të presionit (Pa)
Orific tub 2	0.1 m	1600mm	15	1993.4106	6.4	42.9
Orific tub 3	0.1 m	1200mm	16	1870.9746	118.8	223.2
Orific tub 4	0.1 m	950mm	17	1608.817	287.9	461.2
Orific tub 5	0.1 m	900mm	18	1813.4126	497.8	753
Orific tub 6	0.1 m	800mm	19	1895.8244	807.5	1108.9
Orific tub 7	0.1 m	700mm	21	1477.551	1173.8	1488.7

**Tabela 2.** Të dhënat e vrimave të kalibruara

## 2. LLOGARITJA E STABILITETIT MEKANIK DHE HIDRAULIK TË STRUKTURËS

### 2.1. Përcaktimi i parametrave të valëve

#### 2.1.1 Studimi i tipologjisë së valëve në gjirin e Vlorës

Qëllimi i këtij studimi është:

- Përcaktimi i natyrës së valëve në gjirin e Vlorës
- Modelimi kompjuterik i valëve duke marrë si rezultat shpërndarjen e valëve, të dhëna në një

grafik të  $H_s$  në lidhje me  $T_m$  dhe  $T_p$  për secilin sektor.

$H_s$  - lartësia sinjifikative e valës

$T_m$  - perioda e valës

$T_p$  - perioda e valëve të pikut

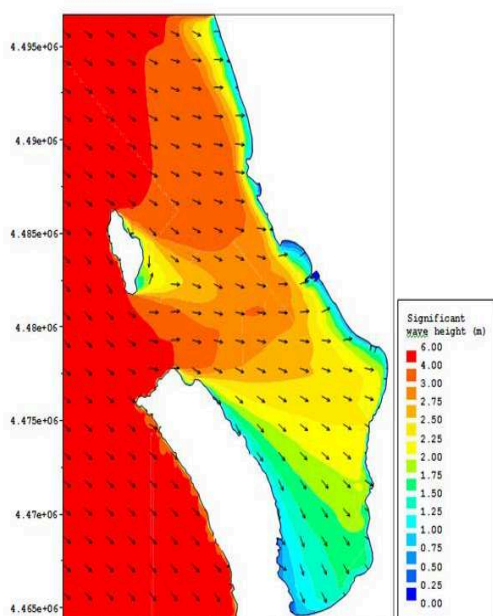
#### 2.1.2 Modelimi i valëve në afërsi të bregut

Valët që vijnë nga larg bregut, si edhe ato të krijuara për shkak të erës në gjirin e Vlorës u

modeluan duke përdorur modelin e valëve SWAN (Simulating Waves Nearshore) duke parashikuar kushtet e valëve në këtë zonë [1].

Nga studimi i kryer u gjet se në kushtet ekstreme të valëve për të gjitha drejtimet dhe për perioda të rikthimit 1-, 10- dhe 100-vjeçare, lartësia më e madhe është për periodën 100-vjeçare, baras me 4.2 m.

Duhet të theksojmë se në strukturën e marrjes së ujit do të arrijnë valë nga të gjitha drejtimet, të cilat do të merren parasysh në projektimin e saj. Ne Fig. 1 tregohen rezultatet e modelit SWAN për periodë kthimi 100-vjeçare për valët larg bregut.



**Figura 1.** Rezultatet e modelit SWAN për periodë 100-vjeçare kthimi për valët larg bregut

### 2.1.3 Parashikimi i kushteve ekstreme të valëve (WEIBULL)

Ekzistojnë disa metoda të ndryshme për vlerësimin e eventeve ekstreme duke u nisur nga një numër i kufizuar të dhënash. Ato bazohen në idenë e ndërtimit të një shpërndarjeje standarde probabiliteti në intervalin në të cilin kemi të dhëna të disponueshme. Lartësitë ekstreme të valëve nxirren duke marrë në vend të tyre nivelet

ekstreme të probabilitetit në ekuacionet e ndërtuara [2].

Shpërndarja e vlerës ekstreme:

$$P(H_s) = 1 - \exp\left[-\left\{\frac{(H_s - a)}{b}\right\}^c\right] \quad (1)$$

ku  $H_s$  = lartësia sinjifikative e valës  
 $P$  = probabiliteti që të jetë më e vogël se  $H_s$   
 $a, b, c$  janë parametra për t'u gjetur.

Shkalla Weibull:

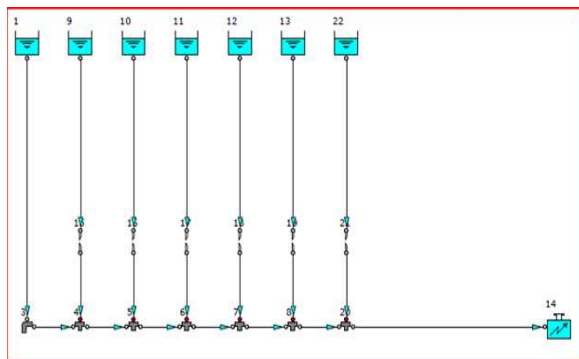
$$\log\{-\log(1-P(H_s))\} = c\{\log(H_s - a) - \log b\} \quad (2)$$

$$y = \log\{-\log(1 - P(H_s))\} \quad (3)$$

$$x = \log(H_s - a) \quad (4)$$

$x$  dhe  $y$  plotohen (vizatohen) në shkallë lineare.

Valët me një periodë të dhënë rikthimi ( $N$  vjet) përcaktohen grafikisht nga një probabilitet i përshtatshëm.



**Figura 2.** Gjeometria e thjeshtësuar e strukturës

Duhet të shënojmë se lartësia më e madhe e pritshme e valës ( $H_{max}$ ) lidhet me  $H_s$  sipas formulës së mëposhtme:

$$\frac{H_{max}}{H_s} = \left(\frac{1}{2} \ln N\right)^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

ku  $N$  = numri i valëve në sekuençë

### 2.1.4 Modeli SWAN i transformimit të valëve

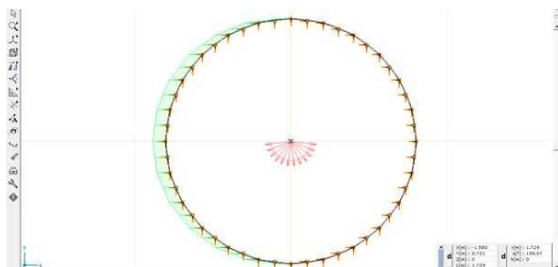
SWAN është një model spektral kompjuterik i transformimit të valëve. Ai mund të përdoret për të marrë vlerësime realiste të parametrave të valëve në zonat bregdetare, kur ne njohim erën, shtratin e detit dhe korrentet (rrymat) [3].

Modeli SWAN përfaqëson valët me anën e një spektri të veprimit dydimensional të valëve  $N(\sigma, \theta)$ , edhe kur dominojnë fenomenet

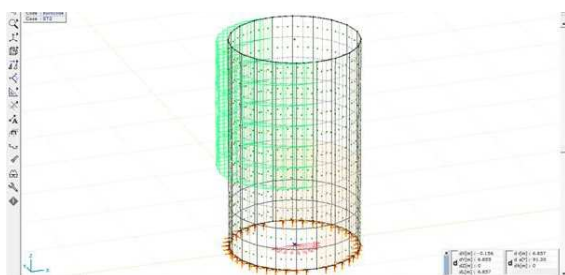
jolineare. Densiteti i veprimit është i barabartë me densitetin e energjisë pjesëtuar me frekuencën relative:

$$N(\sigma, \theta) = \frac{E(\sigma, \theta)}{\sigma} \quad (6)$$

$\sigma$  - është frekuenca relative dhe  $\theta$  - është drejtimi i valës.



**Figura 3.** Përcaktimi i nyjave të lidhjes



**Figura 4.** Aplikimi i ngarkesave në modelin gjeometrik

Në SWAN densiteti dydimensional i spektrit të veprimit të valëve mund të variojë në kohë dhe në hapësirë. Ky zhvillim përshkruhet nga ekuacioni i balancës së veprimit spektral, i cili në koordinata karteziante jepet si më poshtë:

$$\frac{\partial}{\partial t} N + \frac{\partial}{\partial x} C_x N + \frac{\partial}{\partial y} C_y N + \frac{\partial}{\partial \sigma} C_\sigma N + \frac{\partial}{\partial \theta} C_\theta N = \frac{S(\sigma, \theta)}{\sigma} \quad (7)$$

## 2.2. Bazat e projektimit të strukturës

Duke u nisur nga sa më sipër, situata e valëve në gjirin e Vlorës përbëhet nga ato valë që gjenerohen larg bregut dhe hyjnë në gji nga drejtimi verior dhe perëndimor si edhe nga ato të gjeneruara lokalisht brenda gjirit nga era e jugut.

Vala më e madhe 4.5 m ndodhet në sektorin me drejtim nga 195° në 225°N. Këto valë kanë një periudë që përfshihet në intervalin nga 7-8 sekonda.

Për një periudë 1-vjeçare kthimi lartësia sinjifikative e valëve është 3.5 m.

Quket lartësi sinjifikative e valës lartësia mesatare e matur nga maja në fund të valës, e 30 % të valëve më të larta. Kjo do të thotë se, sipas probabilitetit të shpërndarjes, vala më e lartë është normalisht  $1,5 \times$  vala sinjifikative. Energjia e valës, d.m.th. lartësia aktuale kur matet nga niveli mesatar i detit është  $\frac{1,5}{2} \times$  lartësia e valës sinjifikative.

Për këtë arsye ne mund të përmbledhim nga llogaritjet, se lartësia efektive më e madhe e valës, e matur nga niveli mesatar i detit, është 2,62 m (me periudë kthimi 4 orë gjatë stuhisë më të madhe me periudë kthimi 1 vit).

Aktualisht, lartësia absolute e valës si më sipër është matur në gjirin e Vlorës duke neglizhuar (mos përfillur) efektin e çekëtirës së detit. Kur thellësia e detit është më e vogël se gjysma e gjatësisë së valës, vala fillon ta “ndjejë” efektin e fundit të detit: shpejtësia e saj zvogëlohet dhe më në fund vala copëtohet, duke humbur një pjesë të energjisë së saj [4].

Kështu që, sipas ekuacionit të Bernoullit (parimet e ruajtjes së energjisë dhe masës për fluidet në lëvizje), energjia e valës është më e vogël sesa lartësia maksimale korresponduese “ekuivalentja statike”. Presioni dhe forca rezultante e valës së thyer, e lidhur me këtë lartësi vale, jepet me anë të përafrimit të Stevino-s.

Vlera që rezulton nga Bernoulli-Stevino është ajo që do të përdoret për llogaritjet e stabilitetit mekanik.

## 2.3 Përshkrimi i gjeometrisë së strukturës së marrjes

Me qëllim që të kufizojmë shpejtësinë e rrjedhjes në një vlerë brenda intervalit 0,2-0,25 m/s shtatë tuba vertikale GRP me diametër 1600 mm dhe 1800 mm (të zgjedhur nga llogaritjet hidraulike) do të saldohen me laminim në një kolektor me

diametër 1800 mm të futur nën tabanin e detit në një kanal 4 m të thellë. Me qëllim zvogëlimin e peshës dhe përmasave të këtij kolektori, ai do të përgatitet prej dy pjesësh me gjatësi respektivisht 12 m dhe 9 m të cilat do të bashkohen me njëra-tjetrën me anën e një fashete metalike të përbërë prej dy gjysmash, të cilat bashkohen me bulona. Bashkimi i kësaj strukture me tubin e dërgimit të ujit në distancën 250 m nga bregu i detit do të bëhet me anën e një fashete tjetër metalike.

Struktura do të futet poshtë shtratit të detit, ku pjesa e sipërme e saj duhet të jetë minimalisht 1.5 m nën shtrat, ndërsa tubat vertikale janë të gjatë 3 m, kështu që do të jenë 1.5 m nën shtratin e detit dhe 1.5 m mbi të dhe gjithashtu fundi i tyre do të jetë 1 m nën nivelin mesatar të detit.

Sipas studimit të përshkruar më sipër është e pritshme që lartësia e valës në distancën 250 m nga bregu të jetë 1 m ose më e vogël. Pasi lidhja e tubave të jetë verifikuar nga pikëpamja e stabilitetit mekanik, fenomeni më problematik për t'u marrë në konsideratë është efekti i turbulencës për shkak të thyerjes së valës, i cili mund të shkaktojë futjen e rërës në tub. Kështu që lartësia 1,5 m nga fundi i detit është e përshtatshme për intervalin e shpejtësisë së zgjedhur, për të kufizuar futjen e rërës në tubacion gjatë kushteve normale të detit, por mund të mos jetë e përshtatshme në periudha me stuhi të moderuara ose të forta. Për të kufizuar këtë fenomen mund të bëhen modifikime të vogla të projektit.

**2.4. Llogaritja e shpejtësisë dhe rënies së presionit**  
 ër modelimin e tubacionit dhe lidhjeve të tij me tubat vertikale u përdor programi *Fluid Flow* versioni 3. Qëllimi kryesor i llogaritjes ishte balancimi i prurjeve të ujit në çdo tub vertikal me qëllim që në çdo hyrje të tubave vertikale të ndodheshim në intervalin e shpejtësisë 0.2-0.25 m/s. Për këtë arsye do të bëhej rritja e rënies së presionit ku do të ishte e nevojshme, nëpërmjet vendosjes së vrimave të kalibruara (orifice) në tubat vertikale.

**2.4.1 Rezultatet e llogaritjes së procesit (Fluid**

*Flow output)*

Në Fig. 2 jepet gjeometria e thjeshtësuar e strukturës, ndërsa në Tabelat 1 dhe 2, të marra drejtpërdrejt nga programi, jepen përkatësisht: Tabela 1 - Të dhënat e procesit në tubat vertikale Tabela 2 - Të dhënat e vrimave të kalibruara

### 2.5. Stabiliteti mekanik

Duke u bazuar në të dhënat e diskutuara këtu më sipër, u përzgjedh një model llogaritës me elemente të fundme për të dy llojet e tubave vertikale me diametër 1600 mm dhe 1800 mm. Për këtë u mor në konsideratë hipoteza konservative, që konsideronte përdorimin e vlerës maksimale të presionit statik për llogaritjen e bilancit të energjisë së valëve të detit [5]. Tubi vertikal është modeluar sikurse të ishte lidhur ngurtësisht me kolektorin fiks, i aftë të përballojë të gjitha forcat e transmetuara. Ky përafrim konsiderohet i përshtatshëm për qëllimin e verifikimit mekanik, sepse do të zbatohet një FIT (faktori i intensifikimit të tensionit) i përshtatshëm për tensionet e lejuara të tubit që marrin në konsideratë gjeometrinë e lidhjes "T" dhe gjithashtu bazuar në faktin që karakteristikat mekanike të tubit vertikal dhe të kolektorit janë homogjene.

#### Materiali:

Moduli i elasticitetit gjatësor  $22000 \text{ N/mm}^2$

Trashësia e tubit  $27 \text{ mm}$

Pesha specifike  $1850 \text{ kg/m}^3$

Koeficienti i Poisson  $0.2$

Tensioni i lejuar  $275 \text{ kg/cm}^2$

#### 2.5.1 Llogaritja strukturale

Llogaritja u krye me anë të programit me elemente të fundme AxisVM8. Kontributi i reaksionit anësor të rërës në pjesën e tubit nën dhë u pranua (rreth  $26 \text{ T/m}^2$ ) dhe u modelua me një sustë të aplikuar në sipërfaqen shell.

Për të përcaktuar vlerën maksimale të presionit e cila lidhet me intensitetin dhe nivelin e valës së konsideruar, përdoret skema e llogaritjes si më poshtë.

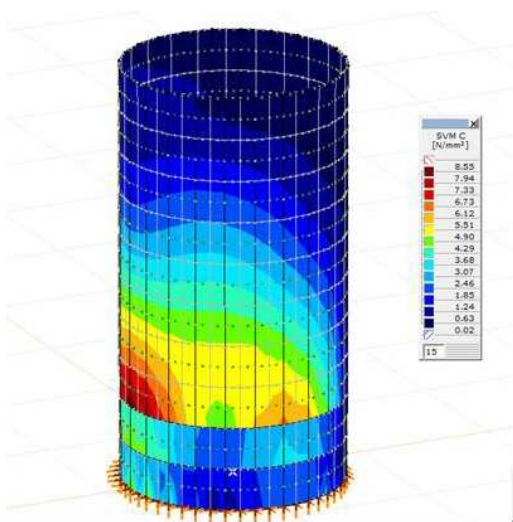
Duke konsideruar lartësinë e valës  $2.62 \text{ m}$  presioni i aplikuar në pjesën e tubit jashtë tokës

është:

$$\Delta P = \rho g \Delta H = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 2,62 \text{ m} = 25702 \text{ Pa} = 25,7 \text{ kPa}$$

Pasi llogariten tensionet maksimale (max) sipas Von Mises me anë të AxisVM8, atyre u aplikohet FIT i zgjedhur sipas ANSI-t, me qëllim që të krahasohet tensioni i llogaritur me atë të lejuar. Vlera aktuale e FIT u llogarit me anë të modelimit me CAESAR II – program për modelimin e tubacioneve dhe zgjidhjen e analizës së tensioneve – duke marrë në konsideratë gjeometrinë e strukturës.

Për të dy lidhjet 1600 mm dhe 1800 mm vlera e llogaritur e FIT është 2.3.



**Figura 5.** Tensionet me metodën e Von Mises, tubi  $\phi 1600$

#### Tubi vertikal $\phi 1600$

Në Fig. 3 tregohet përcaktimi i nyjave të lidhjes, ndërsa në Fig. 4 tregohet aplikimi i ngarkesave në model.

Në Fig. 5 jepen rezultatet me metodën e Von Mises.

Tensionet max sipas Von Mises =  $85,5 \text{ kg/cm}^2$

Tensionet max pas aplikimit të FIT:

$$85,5 \text{ kg/cm}^2 \times 2,3 = 196,7 \text{ kg/cm}^2 < 275 \text{ kg/cm}^2$$

Tubi vertikal  $\phi 1800$

Tensioni max =  $71,0 \text{ kg/cm}^2$

Tensioni max pas aplikimit të FIT:

$$71,0 \text{ kg/cm}^2 \times 2,3 = 163,3 \text{ kg/cm}^2 < 275 \text{ kg/cm}^2$$

### 3. Analiza e studimit të kryer dhe konkluzionet:

- Modelimi matematik i valëve dhe gjetja e spektrit të shpërndarjes së tyre tregoi, me një përafrim të kënaqshëm, gjendjen reale në gjirin e Vlorës.
- Modelimi hidraulik i strukturës, bilanci i prurjeve, duke pasur si kriter shpejtësinë në thithje në përputhje me direktivat ambientale, shpuri në një koncept të qartë të materializimit të strukturës me shtatë tuba vertikale dhe një kolektor të përbashkët horizontal.
- Modelimi me elemente të fundme i strukturës për llogaritjen e stabilitetit mekanik të saj, marrja në konsideratë e veprimit të valëve sipas drejtimit me lartësinë sinjifikative më të madhe, si edhe llogaritja e saktë e presionit të tyre nga bilanci energjetik, prodhoi një model tepër të besueshëm për montimin me sukses të saj në një ambient tepër kompleks siç është deti.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Booij, N., L.H. Holthuijsen and R.C. Ris, 1996, The "SWAN" wave model for shallow water, *Proc. 25<sup>th</sup> Int. Conf. Coastal Engineering.*, Orlando, pp. 668-676.
- [2] Collins, J.I, 1972: Prediction of shallow water spectra, *J.Geophys. Res*, 77, No. 15, 2693 - 2707
- [3] Eldeberky, Y. 1996: *Nonlinear transformation of wave spectra in the nearshore zone*, Ph.D. thesis, Delft University of Technology, Department of Civil Engineering.
- [4] Madsen, O.S, Y.-K. Poon and H.C. Graber, 1988: Spectral wave attenuation by seabed friction: Theory, *Proc. 21th Int. Conf. Coastal Engineering*, ASCE, 492-504.
- [5] Boyun Guo, Shanhong Song, Jakob Chacko, Ali Ghalambor 2005: *Offshore pipelines*.