

Annexe Vol 2-11

Étude de faisabilité – Rivière Kennebecasis

Titre du Document : Projet d'Énergie Est – Segment du Nouveau-Brunswick
Étude de faisabilité du FDH – Rivière Kennebecasis

Numéro du Document: EEX4930-CH2MD-A-RP-0043-Fr

Numéro de la Révision: 0

Numéro du Contrat: 12409



CH2M HILL
9189 S. Jamaica St.
Englewood, CO
USA, 80112
Téléphone: (720) 286-3000

Se référer au document principal (version anglaise) «EEX4930-CH2MD-A-RP-0043 Rev0
Kennebecasis River HDD Feasibility Report» pour le sceau professionnel.

No. de la révision	Date de la révision aaaa-mm-jj	Raison de l'émission	Entrepreneur Initiateur	Entrepreneur Revu par	Entrepreneur Approuvé par
0	2015-03-19	Émission pour utilisation	Chelsea Griffiths	Jean-Charles Dessertenne	Brent Goerz

Table des matières

1	Introduction	3
2	Sommaire des technologies sans tranchée	3
3	Paramètres de conception	3
4	Rivière Kennebecasis	5
4.1	Alignement du Forage Directionnel Horizontal	5
4.2	Aire de Travail.....	5
4.3	Sommaire de conception	6
4.4	Revue géotechnique.....	7
4.5	Risques particuliers de la construction	7
5	Sommaire du calendrier FDH.....	9
6	Approvisionnement en eau	9
7	Recommandations.....	10
8	Conclusions	10
9	Documents de référence.....	11
	Annexe A – Sommaire d’analyse des contraintes.....	12
	Annexe B – Sommaire d’analyse des contraintes lors de l’Installation	13

1 INTRODUCTION

TransCanada Pipelines Limited (TCPL) planifie la construction de l'Oléoduc Énergie Est – Segment du Nouveau-Brunswick à partir de la frontière Est du Québec (approx. située à 20 km à l'est de Dégelis) jusqu'au réservoir de stockage du terminal proposé près de Saint John, Nouveau-Brunswick. Le projet d'oléoduc consiste à installer un oléoduc de 42 pouces de diamètre (DN 42) d'une longueur approximative de 411 km (Version du trajet : Rev I). Pour la phase de la planification du projet, TCPL a retenu les services de CCI Inc. (CCI) par l'entremise de CH2M HILL pour faire la planification et le soutien technique de plusieurs installations de l'oléoduc proposé sans tranchée qui font partie des études d'ingénierie et de conception préliminaires (FEED) du projet.

Dans le cadre de ce projet, plusieurs franchissements sont prévus d'être complétés par une technologie de pose sans tranchée. Ce rapport est soumis en tant qu'une évaluation de faisabilité de l'état des sites, incorporant les données géotechniques et l'examen géométrique qui sera réalisé à la Rivière Kennebecasis River selon la méthode de forage directionnel horizontal FDH. Le franchissement par FDH de la Rivière Kennebecasis se situe à environ deux kilomètres au nord-ouest de Bloomfield, dans le comté de Kings.

2 SOMMAIRE DES TECHNOLOGIES SANS TRANCHÉE

CCI a évalué le diamètre de l'oléoduc, la longueur du franchissement et la configuration géométrique et a comparé différentes méthodes de forage sans faire de tranchée. Nous avons choisi la méthode de forage directionnel horizontal puisqu'elle est la plus réalisable en fonction de la taille du tuyau et selon les conditions géotechniques rencontrées à la rivière Kennebecasis sur le segment du projet d'Oléoduc Énergie Est au Nouveau-Brunswick.

Le forage directionnel horizontal (FDH) est un processus de forage à partir d'un côté du franchissement jusqu'à l'autre en utilisant une sonde de forage orientable (BHA) d'un diamètre allant de 25,1 cm (9 7/8 po.) à 31,1 cm (12 ¼ po.). Une fois le trou pilote complété, le diamètre du trou pilote sera élargi par une série de passages d'alésage allant jusqu'à un diamètre de 137,1 cm (54 po.), soit 30,5 cm (12 po.) de plus que la dimension du tuyau. Une fois que le trou pilote sera agrandi au diamètre approprié, le tuyau sera installé par la foreuse dans le puits de forage en le tirant à partir du point de sortie du trou pilote jusqu'au point d'entrée.

3 PARAMÈTRES DE CONCEPTION

- a) La directive de conception (PR-227-03110) du Pipeline Research Council International (PRCI), suggérée dans la norme Z662 de la CSA, a été utilisée pour simuler les contraintes telles que la flexion, la circonférence, la tension lors de la traction et la combinaison de tous ces facteurs imposés au tuyau durant et après l'installation et aussi pendant son fonctionnement. Les calculs considèrent le diamètre du tuyau, l'épaisseur de la paroi, les grades d'acier, ainsi que la profondeur et la conception géométrique du franchissement.

- b) Les paramètres de conception relatifs au tracé de la route ou de l'autoroute (qui seront possiblement incorporés au concept principal) permettent une installation à une profondeur minimale en-dessous de la ligne centrale et des bordures de la route qui devrait contribuer à une installation en toute sécurité. Chaque traversée de route est conçue pour minimiser le risque de formation d'un vide/ gouffre tout en réduisant la longueur de FDH.
- c) Les franchissements de cours d'eau ont été conçus en accomplissant une évaluation de la pression annulaire afin de réduire au minimum le risque de fracture hydraulique jusqu'à la surface ou jusqu'à l'étendue d'eau pendant le forage du trou pilote. Les simulations de pression annulaire prennent en compte la pression exercée par le sol situé au-dessus du forage par rapport aux pressions exercées par le liquide durant la phase de forage du trou pilote. Cette information sera fournie sous forme électronique à l'entrepreneur pour être utilisée durant la construction.
- d) Les contraintes d'espace associées aux emprises (ROW), comme les points d'inflexion (PI) et les zones de travail provisoire (TWS) ont aussi été considérées. Dans certains cas, des zones de travail provisoire additionnelles peuvent être demandées pour permettre l'installation des équipements requis sur le chantier. Ces zones de travail provisoire additionnelles (TWS) ont été également ajoutées à certains des schémas d'installation du tuyau (pullback) pour faciliter une telle installation.
- e) Les points d'entrée et de sortie ont été identifiés selon la convention du forage utilisé, plutôt que selon la convention du placement du tuyau. Le point d'entrée est l'endroit où la foreuse est placée et où débute généralement les activités de forage. Réciproquement, le point de sortie est l'endroit où la tête de forage sortira du sol et où la section de tuyau sera étalée pour l'installation. Les processus seront expliqués plus en détails dans les notes inscrites sur le schéma approprié, comme l'application d'une «méthode d'intersection» durant la phase du trou pilote ou alors la foreuse devra être déplacée du point d'entrée au point de sortie pour faciliter l'installation du tuyau.
- f) L'angle d'entrée est généralement choisi pour réduire la longueur de forage au minimum et aussi pour réduire le risque de fracture en surface proche du point d'entrée. Ceci exigera probablement un ajustement pour faciliter l'accès au raccordement et devrait être pris en considération.
- g) L'angle de sortie a été choisi pour réduire au minimum la distance de forage et le nombre d'équipements requis pour supporter la section de tuyau pendant l'installation. Dans la plupart des cas, cet angle est de 8 à 10 degrés, ou moins, en fonction de la pente topographique (angle d'incidence [AOI]).

- h) Les dessins ont été conçus en considérant la section de tuyau et selon la configuration disponible. Ces plans seront mis à jour (si nécessaire) selon les besoins de nivellement de l'espace alloué, pour une installation en toute sécurité de la section de tuyau ou de plusieurs sections, une configuration dans une courbe, et/ou des contributions faites par l'entrepreneur pour qu'une conception appropriée à chaque situation soit respectée.
- i) Le rayon de courbure (RDC) choisi pour cette conception est de 1 100 m, ce qui est inférieur au «rayon conventionnel» reconnu par plusieurs entrepreneurs qui serait de 1 280m. ($RDC = 1\,200 \times DN = 1\,200 \times 42 \text{ po.} \times 1 \text{ pi. par } 12 \text{ po.} \times 0,3048 \text{ m par } 1 \text{ pi.} = 1\,280 \text{ m}$). Cette formule est souvent utilisé dans l'industrie, cependant ni le matériau de fabrication du tuyau, ni la déformation due à la flexion, ni l'effet combiné des contraintes ou des déformations de la section de tuyau sont présent en compte. Cette convention a été considérée pour le choix du RDC.
- j) De façon générale, les points d'entrée et de sortie ont une zone de travail de 60m par 60m pour permettre l'entreposage du sol, les coupes de nivellement, les espaces provisoires de drainage et l'installation des équipements de forage. Ceci sera réévalué pour assurer le maintien d'une zone de travail suffisante selon les différents sites de construction.

4 RIVIÈRE KENNEBECASIS

4.1 Alignement du Forage Directionnel Horizontal

Le FDH proposé à la Rivière Kennebecasis est conçu selon un alignement allant du nord-est vers le sud-ouest avec un point d'entrée proposé du côté nord du franchissement et un point de sortie situé du côté sud. La section de tuyau sera étendue dans un emplacement située du côté sud du site. Le numéro du schéma FDH est : 18193-03-ML-03-806.

4.2 Aire de Travail

La section de tuyau sera étendue le long de l'emprise (ROW) identifiée sur les schémas de configuration. Six (6) tracteurs pose-canalisation (sidebooms) sont prévus pour permettre l'installation de la section de tuyau. Les schémas d'installation sont identifiés par les dessins 18193-03-ML-03-807 et 18193-03-ML-03-808.

4.3 Sommaire de conception

La section suivante résume la conception du franchissement de la Rivière Kennebecasis par FDH:

Normes pour les Tuyaux	1 067 mm Diamètre Extérieur x 25,4 mm d'épaisseur, GR. 483 CAT II, M5C CSA Z245.1-14
Choix préliminaire du type de revêtement	System 2B (TES-COAT-FBE)
Température minimale de fonctionnement (°C)	-5
Température maximale de fonctionnement (°C)	60
Angle d'entrée (degrés)	16
Angle de sortie / d'incidence (degrés)	8 / 8
Rayon de courbure (m)	1 100
Longueur (m)	768
Diamètre du forage (m)	1,37 (54 po.)
Profondeur maximale sous le franchissement (m)	46
Force de tirage/ installation (livres)	258 000 en tenant compte de la Flottabilité (Buoyancy) et du Facteur de sécurité de 1,5

Tableau 1: Sommaire de conception

Les calculs de l'évaluation de la force de tirage/installation et de la déformation par FDH suivent les prémisses suivantes:

- a) Les calculs de la force de tirage sont basés sur un simple calcul applicable à une poutrelle pour évaluer le cisaillement, la contrainte de flexion et la déformation axiale. Cette évaluation fait suite à une analyse conservatrice relative à la levée et au support de la section de tuyau pendant l'installation.
- b) Les équipements proposés sur le schéma sont une illustration des équipements prévus pour le projet. Les équipements proposés par l'entrepreneur doivent répondre aux exigences décrites sur le schéma et correspondre à l'expérience de l'entrepreneur.
- c) Nous avons simulé toutes les installations avec une barre d'écartement Proline (PSB) qui permet d'utiliser deux supports de type 'rolli-cradle' pour chaque dispositif de levée. Ceci permet un écartement maximum de 25 mètres entre les supports.
- d) Tous les calculs ont considéré la ligne de remplissage «HDPE» (High Density Polyethylene) exigée par le produit de canalisation pour le maintien de la flottabilité (Buoyancy).
- e) Un facteur de sécurité de 1,5 est appliqué à la force de tirage/installation calculée pour compenser les variations de nos prémisses basées sur le changement de ces dernières durant la construction.

4.4 Revue géotechnique

Une évaluation géotechnique a été complétée en 2014 par Stantec Consulting et les informations sur les puits de sondage ont été fournies. L'information ci-décrite est basée sur le document intitulé: Energy East Project – New Brunswick Segment Geotechnical Report for HDD Crossings Doc. EEX4930-CH2MD-A-RP-0029, Appendix L – Kennebecasis River.

Ce document rapporte les informations recueillies sur trois (3) puits de sondage forés jusqu'à une profondeur de 35,4m. Les informations géotechniques recueillies sont résumées ci-dessous:

Le puits de sondage «BH-24», situé du côté nord de la rivière, proche du point d'entrée, révèle une couche de 1,3 m de sable, reposant sur un till de sable-limoneux mélangé à du gravier jusqu'à une profondeur de 35,4 m.

Le puits de sondage «BH-25», situé juste au sud de la rivière, révèle une couche de 6,7 m d'épaisseur de sable bouillant avec du limon près de la surface, le tout reposant sur un till de sable limoneux avec du gravier jusqu'à une profondeur de 19,5m. Le substratum rocheux est constitué de conglomérat avec des couches interstratifiées de siltite et de grès à partir d'une profondeur de 26,2m jusqu'à 35,2m.

Le puits de sondage «BH-26», situé près du point de sortie, montre des couches de sable limoneux, du limon et du sable avec du gravier sur 6,1m de profondeur. Ceci repose sur un till de sable limoneux mélangé à du gravier sur une profondeur de 12,9m. Le substratum rocheux est constitué de conglomérat avec des couches interstratifiées de siltite et de grès à partir d'une profondeur de 12,9m jusqu'à une profondeur de 35,2m.

Nous avons suggéré qu'un (1) puits de sondage supplémentaire soit foré du côté nord proche du point d'entrée pour planifier le franchissement.

4.5 Risques particuliers de la construction

Ce qui suit, concerne les principaux risques associés à la construction, selon les données géotechniques et les expériences antécédentes. Les principales stratégies d'atténuation sont aussi identifiées afin de minimiser les complications qui pourraient surgir durant la construction. Ces principaux risques devront être mis à jour une fois que la donnée géotechnique additionnelle sera disponible:

Zone 1: 0m - 150m

Risque:

Cette partie du FDH devrait pénétrer du sable, du limon et du sable limoneux avec du till de gravier. Il existe un risque d'affaissement près de la surface, particulièrement au cours des alésages de plus grand diamètre ainsi qu'un risque de fracturation hydraulique de la formation. Une conception particulière a été élaborée pour ce franchissement avec un point d'entrée reculé de la rivière pour éviter les matériaux de la plaine inondable. Ceci devrait réduire la nécessité d'un cuvelage (casing) au point d'entrée.

Mesure d'atténuation:

L'entrepreneur devra s'assurer que les paramètres du fluide de forage et la pression utilisée permettent de maintenir la stabilité du puits de forage et aussi de réduire au minimum la possibilité d'un échappement de fluide du puits de forage. Le trou de forage est supposé se maintenir en place, cependant l'entrepreneur devra utiliser à plusieurs reprises les outils d'alésage pour débayer les débris du puits de forage et maintenir une voie d'accès au fluide du côté de l'entrée. Une fois que le puits de sondage additionnel sera complété à l'entrée, ce risque pourra être réévalué.

Zone 2: 150m - 600m

Risque:

Le forage pilote devrait traverser une formation rocheuse constituée de siltite qualifiée comme étant de résistance moyenne à élevée, de conglomérat et de grès. Les données indiquent une augmentation de la résistance du substratum rocheux avec la profondeur. De plus, il existe un léger risque de perte de fluide de forage aux interfaces du conglomérat, de la siltite et du grès.

Mesure d'atténuation:

L'entrepreneur devrait utiliser une sonde de forage «mud motor» pour percer la formation rocheuse. Pour les passages d'alésage, des alésoirs adaptés au roc avec des lames de type TCI devraient être utilisés. Des outils de forage additionnels devraient être prévus pour remplacer ceux qui sont usés. Les paramètres de fluide de forage seront établis afin d'assurer le retrait des débris de forage et conditionner le puits de forage pour l'alésage et l'installation du tuyau.

Zone 3: 600m - 768m

Risque:

Il est prévu que les risques associés à cette zone soient similaires à la zone 1, où on s'attend à ce que le FDH pénètre du limon, du sable et du gravier.

Mesure d'atténuation:

L'entrepreneur devra s'assurer que les paramètres du fluide de forage et la pression utilisée permettent de maintenir la stabilité du puits de forage et aussi de réduire au minimum la possibilité d'un échappement de fluide du puits de forage. Le trou de forage est supposé se maintenir en place, cependant l'entrepreneur devra utiliser à plusieurs reprises les outils d'alésage pour déblayer les débris du puits de forage et maintenir une voie d'accès au fluide du côté de l'entrée.

5 SOMMAIRE DU CALENDRIER FDH

Activité	Durée (jours)
Mobilisation	1
Installation de l'engin de forage	1
Trou pilote	10
Alésage de 76,2 cm (30 po.)	10
Alésage de 106,7 cm (42 po.)	12
Alésage de 121,9 cm (48 po.)	10
Alésage de 137,2 cm (54 po.)	12
Conditionnement	1
Tirage/Installation	1
Enlèvement de l'engin de forage	1
Démobilisation	1
Total	60

Tableau 2: Sommaire du calendrier FDH**Hypothèses:**

- L'échéancier est basé sur une période de travail de 7 jours par semaine.
- L'échéancier est aussi basé sur une période de travail de 24 heures par jours.
- Niveau normal de production avec un nombre minimal de fractures.

6 APPROVISIONNEMENT EN EAU

Il est prévu que l'eau utilisée pour le forage sera disponible à proximité ou sera transportée par camion sur le site. Les sources d'approvisionnement en eau devraient être vérifiées avant le début des travaux.

7 RECOMMANDATIONS

Les recommandations suivantes décrivent les principales actions à prendre qui devraient être complétées afin d'assurer une progression régulière du projet vers sa phase de construction:

- a) Compléter le puits de sondage additionnel pour confirmer la géologie existante.
- b) Réaliser une évaluation de la constructibilité, incluant des ingénieurs et des entrepreneurs (canalisation et FDH).
- c) Vérifier que toutes les emprises (ROW) et les zones de travail provisoire (TWS), les avis environnementaux et les permis, ainsi que les sites pour l'extraction d'eau et les sites de décharge soient acquis.
- d) Revoir les plans de construction préparés par l'entrepreneur.

8 CONCLUSIONS

Selon les données fournies, le franchissement de la Rivière Kennebecasis par FDH est jugé réalisable. Une fois que l'information géotechnique additionnelle sera acquise, cette évaluation sera mise à jour.

9 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Energy East Project – New Brunswick Segment Geotechnical Report for HDD Crossings Doc. EEX4930-CH2MD-A-RP-0029, Appendix L – Kennebecasis River.

Pipeline Research Council International (PRCI) (PR-227-03110) – Installation of Pipelines Using Horizontal Directional Drilling – An Engineering Design Guideline

HDD and Pullback Design Drawings – Rivière Kennebecasis

Nom du franchissement	Type	Station	Numéro du schéma
Rivière Kennebecasis	FDH	3+948.4	18193-03-ML-03-806
Rivière Kennebecasis	Support à tuyau	3+948.4	18193-03-ML-03-807
Rivière Kennebecasis	Configuration du tuyau	3+948.4	18193-03-ML-03-808

ANNEXE A – SOMMAIRE D’ANALYSE DES CONTRAINTES

Owner: TCPL								
Project: Energy East - New Brunswick								
Date: 17/02/2015								
Calculation Description: Stress Assessment NPS 42 HDD								
Applicable Crossings: KENNEBECASIS RIVER								
Completed By: JC		Reviewed By: JT						
Pipe Information			Design Criteria			Crossing Characteristics		
Pipe Diameter (mm)	Pipe W.T. (mm)	Pipe Grade (MPa)	MOP (kPa)	Max. Operating Temperature (°Celsius)	Installation Temperature (°Celsius)	Design Radius (m)	Maximum Depth From Entry Location (m)	HDD Length (m)
1067	25.4	483	8,450	60	-5	1100	55	768
PRELIMINARY								
<p>The pipe section installed stresses are modelled in 5 sections (exit tangent (5), exit arc (4), bottom tangent (3), entry arc (2), entry tangent (1)) incorporating effects of buoyancy, soil friction, curvature, fluidic drag and pipe weight. Where an additional curve is present on the exit side of the design, the arc and tangent are modelled using an average angle of inclination which is determined based on the average slope from exit arc to exit point. The calculated stresses are evaluated using the AGA method (PRCI). Operating stresses incorporate hoop, bending, tensile, and thermal expansion.</p> <p>Variable Definitions:</p> <ul style="list-style-type: none"> SMYS - Specified Minimum Yield Strength D - Outer Diameter of Product Pipe E - Young's Modulus (Steel) t - Wall Thickness of Product Pipe 								
Tensile Stress:			Allowable Tensile Stress			% of Allowable		
5	9.2 MPa		F(t) = (0.9)* SMYS			2.1%		
4	9.5 MPa		F(t) = 434.7 MPa			2.2%		
3	9.7 MPa					2.2%		
2	12.6 MPa					2.9%		
1	13.8 MPa					3.2%		
Bending Stress:			Allowable Bending Stress			% of Allowable		
5	5.2 MPa		F(b) = [0.84*(1.74 x SYMS x D/(E x t))] x SMYS			1.6%		
4	145.5 MPa		F(b) = 320.4 MPa			45.4%		
3	5.2 MPa					1.6%		
2	145.5 MPa					45.4%		
1	5.2 MPa					1.6%		
Hoop Stress:			Allowable Hoop Stress			% of Allowable		
5	15.6 MPa		F(h)= [0.88 x E x (t/D)^2] / 1.5			23.4%		
4	22.4 MPa		F(h) = 66.5 MPa			33.7%		
3	22.4 MPa					33.7%		
2	22.4 MPa					33.7%		
1	6.1 MPa					9.2%		
Operating Stresses:			Allowable Shear Stress			% of Allowable		
5	138.8 MPa		F(v) = 45% of SMYS			63.8%		
4	185.5 MPa		F(v) = 217.3 MPa			85.3%		
3	138.7 MPa					63.8%		
2	185.5 MPa					85.3%		
1	139.1 MPa					64.0%		
Combined Stress (Tensile and Bending)						% of Allowable		
5	0.04		Unity Check (<1)			4%		
4	0.48					48%		
3	0.04					4%		
2	0.48					48%		
1	0.05					5%		
Combined Stress (Tensile, Bending, and Hoop)						% of Allowable		
5	0.06		Unity Check (<1)			6%		
4	0.33					33%		
3	0.12					12%		
2	0.34					34%		
1	0.01					1%		
Estimated Pull Force (with Buoyancy Control)								
171,739 lbs			257,608 lbs (including 1.5x Safety Factor)					

ANNEXE B – SOMMAIRE D'ANALYSE DES CONTRAINTES LORS DE L'INSTALLATION

Owner: TCPL								
Project: Energy East - New Brunswick								
Date: 17/02/2015								
Calculation Description: HDD Pipe Pullback Analysis								
Applicable Crossings: KENNEBECASIS RIVER								
Completed By: CG		Reviewed By: JT						
Pipe Information			Design Criteria					
Pipe Diameter (mm)	Pipe W.T. (mm)	Pipe Grade (MPa)	Overbend Radius (m)	Total Supported Weight (kg/m)	Maximum Support Spacing (m)	Roller Spacing (m)	Maximum Unsupported Overhang (m)	Estimated Pullforce (lbs)
1067	25.4	483	600	681.1	25	8	15	257,608
<p>The pipe pullback is modelled such that the pipe is not over-stressed due to the combination of bending, tensile, and shear stresses throughout the pullback section, both in the spans between supports and at the support locations. The pullback is also modelled such that the supports are not overloaded with the weight of the pipe at any point during the pipe installation, including as the tailing end passes from support to support.</p> <p>Definitions:</p> <ul style="list-style-type: none"> SMYS - Specified Minimum Yield Strength Overhang - Where Unsupported Tail End of Pipe Extends Beyond Support Full Span - Where Pipe Is Supported Between 2 Supports at Maximum Support Spacing Shown Above 								
SUPPORT LOADING								
Vertical Load at Each Boom/Crane Support							% of Support Capacity *	
At Support With Full Span:			24,042 kg	53,012 lbs	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">53.0%</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">60.1%</div>			
At Support With Overhang:			27,243 kg	60,070 lbs				
Longitudinal Load at Each Boom/Crane Support							* based on load capacity of Proline 24" - 48" Rolli-Cradle with spreader bar	
			2724.3 kg	6,007 lbs				
Horizontal Load at Each Boom/Crane Support								
			0 kg	0 lbs				
PIPE STRESS								
Bending Stress				% SMYS		% of Allowable (PRCI)		
At Support With Full Span:				200.5 MPa	41.5%	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">62.6%</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">20.4%</div>		
At Support with Overhanging Pipe:				65.4 MPa	13.5%			
Tensile Stress				12.3 MPa	2.6%	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">2.8%</div>		
Combined Stress (Tensile and Bending)				212.9 MPa	44.1%	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">65%</div>		