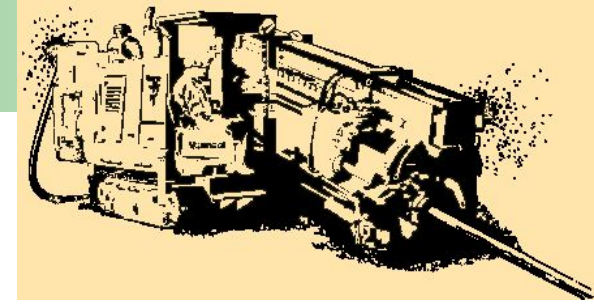




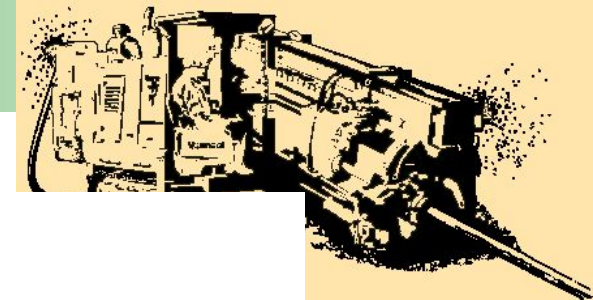
Welcome

Добро пожаловать





Семинар по горизонтально-
направленному бурению



Минск 2016



Методы горизонтального (горизонтально направленного) бурения



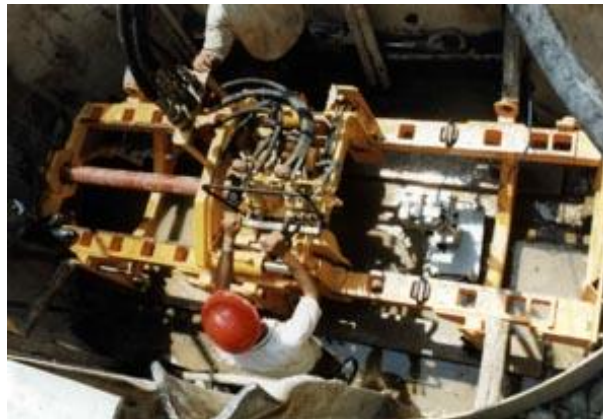
Установки
котлованного типа

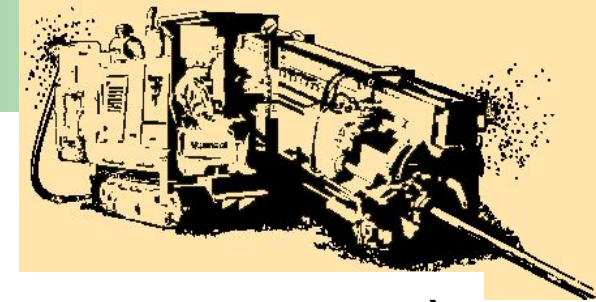


Микротуннелирование



Продавливание
труб





Методы горизонтального (направленного) бурения

Установка ГНБ



Шнековое бурение



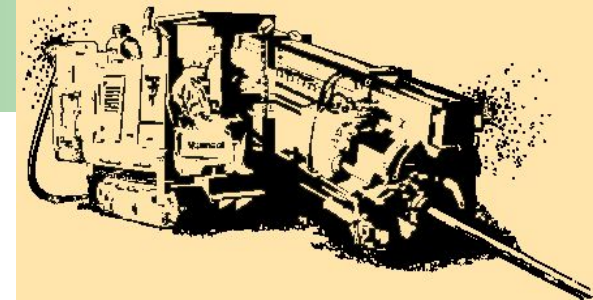
Пневмопробойники & кроты



Установка ГНБ

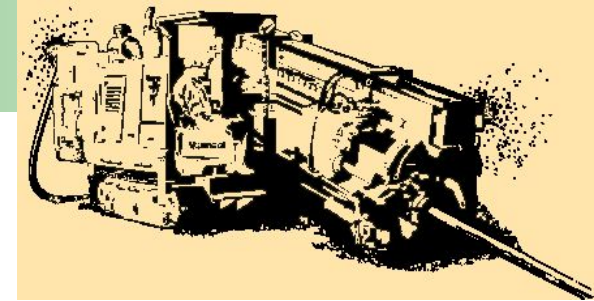


ОСНОВЫ



- ❖ «пилотная» скважина от «А» до «Б»
- ❖ Увеличение диаметра бурового канала до нужного размера, который дает возможность проложить трубу от «Б» до «А»
- ❖ Протаскивание трубы (или др.) от «Б» до «А»

ОСНОВЫ



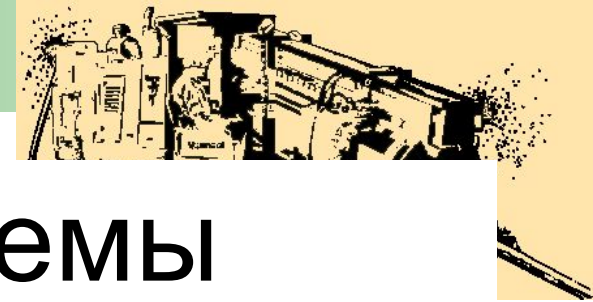
- **Не контролируемое состояние превращаем в контролируемые условия**
 - **ПЕСОК** > в жидкость с маленьким % песка
 - **Глина** > в жидкость с маленьким % глины
 - **Скала** > в жидкость с маленьким % скальных частиц
- **Создание идеального бурового канала для прокладки труб (или др.)**
 - Способом уплотнения грунтов
 - Техника стабилизации грунтов
 - Техника транспортировки грунта !!!!

Вынос грунта из канала !!!!



Компоненты системы

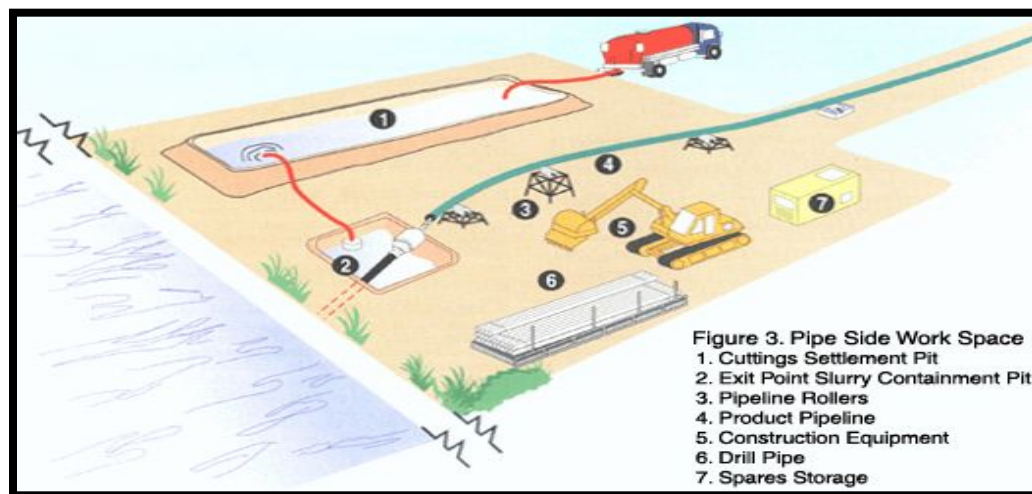
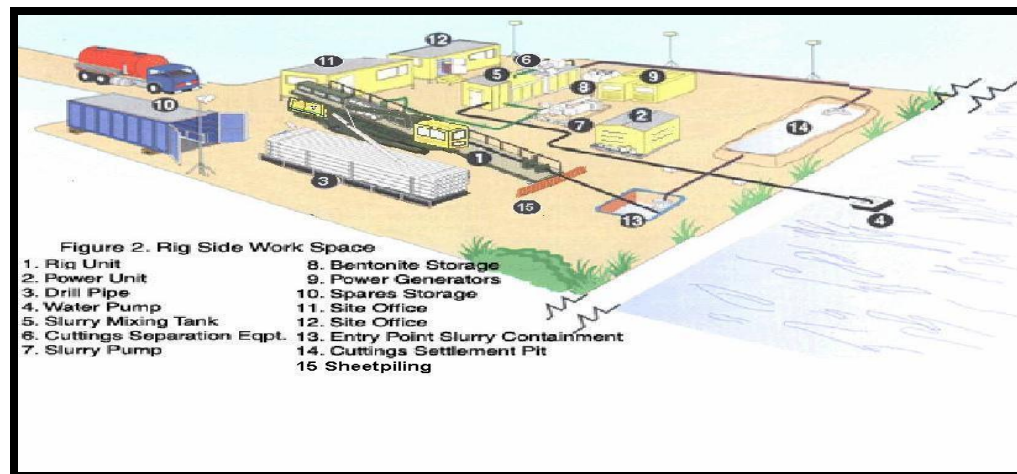
- Базовый комплект для маленьких и средних установок ГНБ
- Сама установка ГНБ
- Смесительные установки
- Буровые штанги
- Буровой инструмент
- Локационные системы

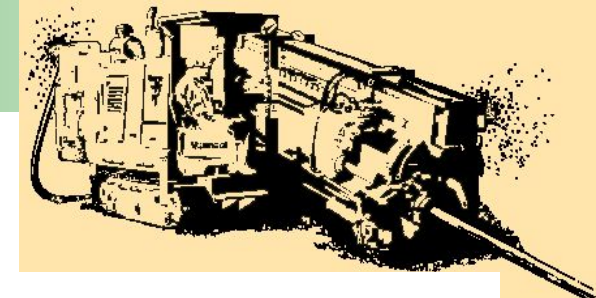


• Базовый комплект для средних и больших установок ГНБ



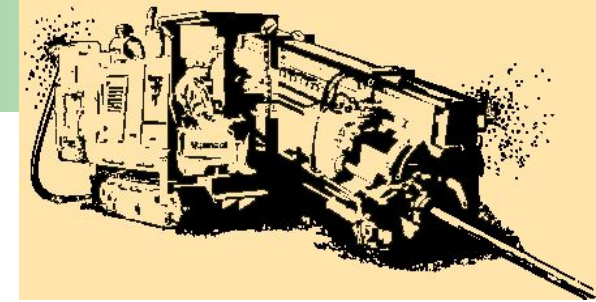
- Установка ГНБ
- Смесительная система
- Установки регенерации
- Дополнительные баки для хранения или приямки для пульпы
- Насосы подающие пульпу из котлованов
- Бентониты в Бигбэгах
- Генераторы
- Буровой инструмент
- Буровые штанги в боксах
- Баки для очищенного раствора
- Мастерские
- Локационные системы Steering tool
- Экскаваторы
- Краны
- Трубоукладчики
- Вакуумные насосы с ёмкостями
- Офисы / кладовые
- Роликовые опоры
- Конструкция опоры установки





Возможности буровых установок

MACHINE CAPABILITIES			FLOWRATE(L/min)		MAX Pilot bore	MAX Hole
Navigator model	PULLBACK(Kg)	TORQUE(Nm)	STD.	OPT.	DISTANCE(m)	DIAMETER(mm)
D6x6	2052	746	23	36/68	50	200
McLaughlin-10H	7711	1354			100	300
D7X11 series II	4082	1763	34	36/68/100	120	350
D10X14	4536	2031	51	100/200	150	400
D16x20 II	7258	2711	95	200	250	450
D16X20A	7258	2708	95	200	250	450
D20x22 II	9071	2982	95	200	300	450
D20X22	8200	2950	95	200	300	450
D24X33	10796	4468	159	200	330	500
D24X40A	10796	5415	144	200	360	600
D24X40 series II (r.a.t.t.)	10796	5415	200	500	360	600
D33X44	15015	5940	189	500	400	700
D36X50 series II (r.a.t.t.)	16380	6725	200	500	450	750
D50X100	22750	13538	568	1000	600	1000
D55X100	25025	13538	568	1000	650	1000
D80X100 series II	36400	13538	770	1000	700	1000
D100X120 series II	45500	16200	770	1000	800	1100
D200X300	91000	40350		1000/2500	1100	1300
D330X500	149685	67791		2500/5000	1300	1600



Зависимости

- **Длина** = Пилотное бурение в зависимости от силы проталкивания
необходимое тяговое усилие при протаскивании
- **Диаметр расширения** = крутящий момент машины
- **Скорость** = в зависимости от производительности бентонитового насоса в л/мин



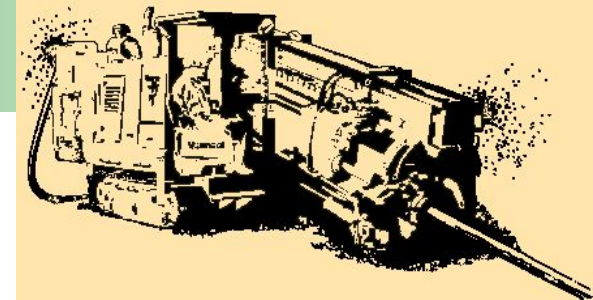
Возможности ГНБ



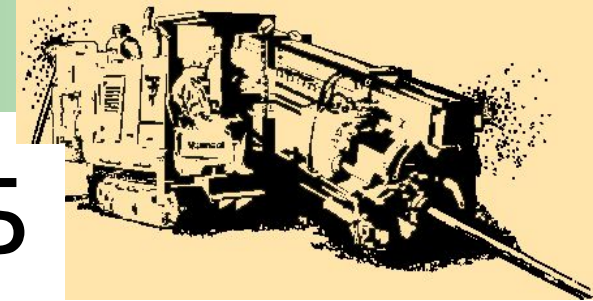
- Самое длинное протаскивание 2626 м (current world record *)
- Самое длинное пилотное бурение 2400 м (current world record *)
- макс. диаметр трубы 1422 мм (current world record *)
- макс. диаметр раширителя 1828 мм (current world record *)
- Комбинация макс. Ø 1220 мм сталь / длина 1760 м (current world record *)
- протаскивают: - одну трубу – пучек труб - разные
- в разных грунтах : болотистые – твердые скальные породы

Прокладывают

- Полиэтилен, сталь, сталь с изоляцией, сталь с бетонным покрытием, чугун, ПВХ, дренажные трубы, электрические кабели, чугун лит., бетон, оптоволоконно



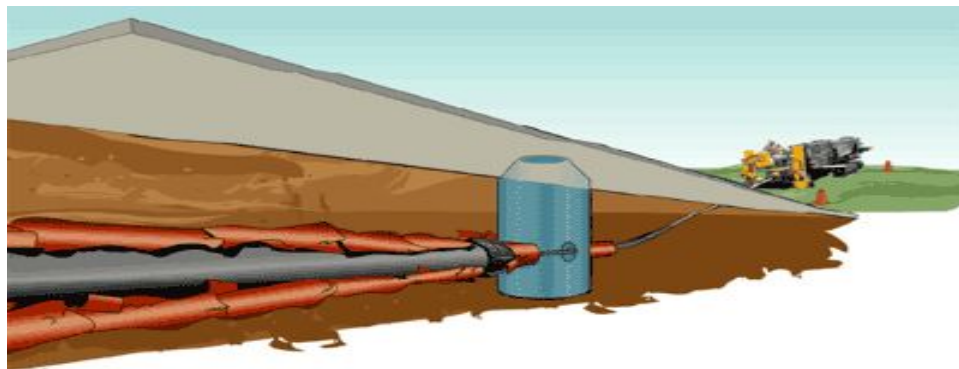
Области применения ГНБ



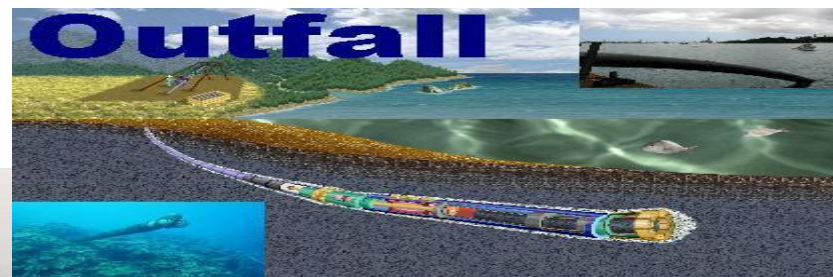
Трубы или кабели под дорогами, водными переградами, ж.д., зданиями и т.д.



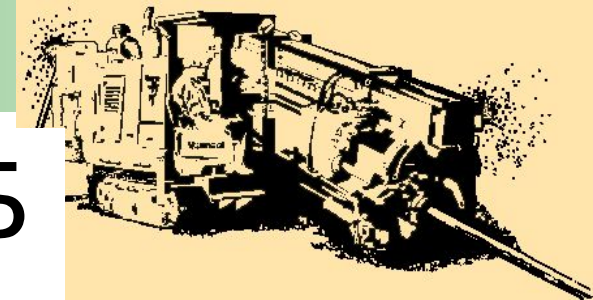
Замена канализационных труб



Бурение в море

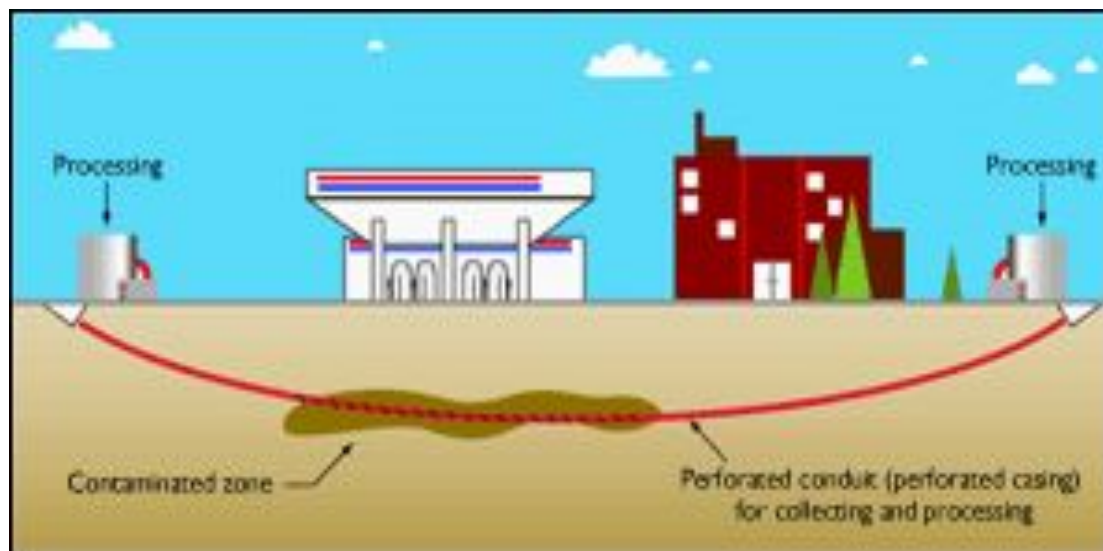


Области применения ГНБ

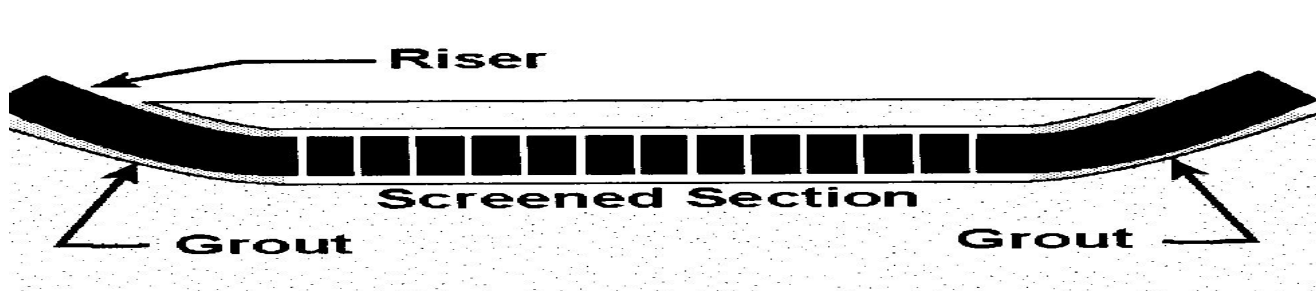


Дренажные трубы при очистке загрязненных грунтов

Канализация, и самотечная



Дренажные трубы, геотермальные проекты



Основные факторы для успешного проекта ГНБ



Контроль всех параметров

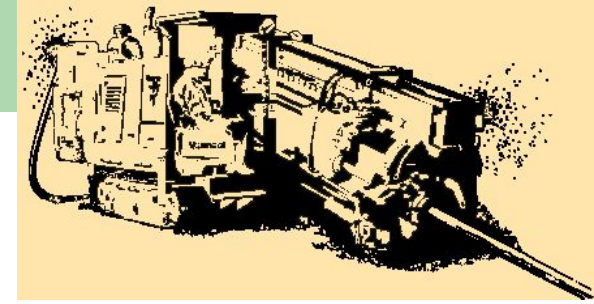
Опыт →



Успешное
бурение

← Знания

↑
Внимательность
и Терпение



- **Контроль**

- **Буровые растворы**
- Пилотное управление буром
- Организация труда
- Проверка общей ситуации на стройке

- **Опыт**

- адаптироваться к данной ситуацией
- **Условия грунта**
- Работа машины – **резерв иметь!**
- Расположение компонентов на стройке

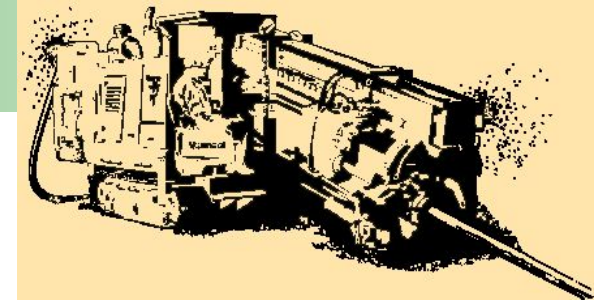
- **Знания**

- **Информация о грунтах**
- Выбор рецептуры бурового раствора
- Характеристики самой бурилки
- Вид и характеристики труб
- **Расчеты**

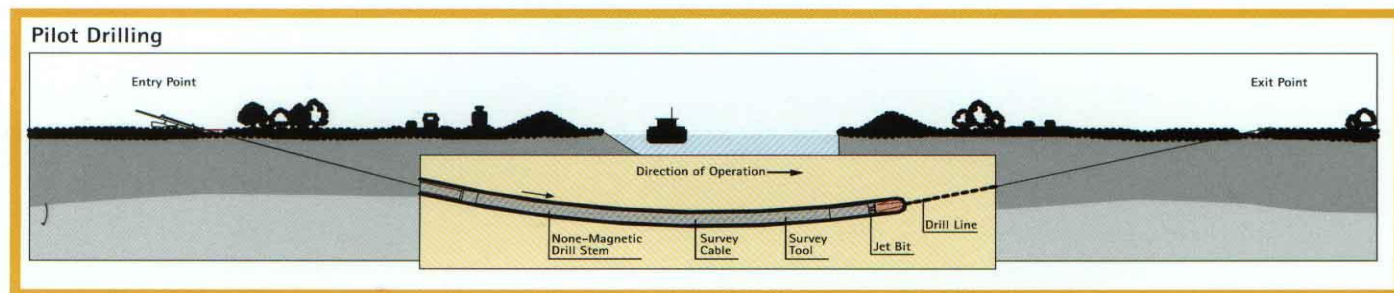
- **Терпение**

- **Не спешить**
- Не допускать стресса и паники
- Правильное использование времени
- Сделать перерывы, ждите, подумайте и пробуйте ещё раз

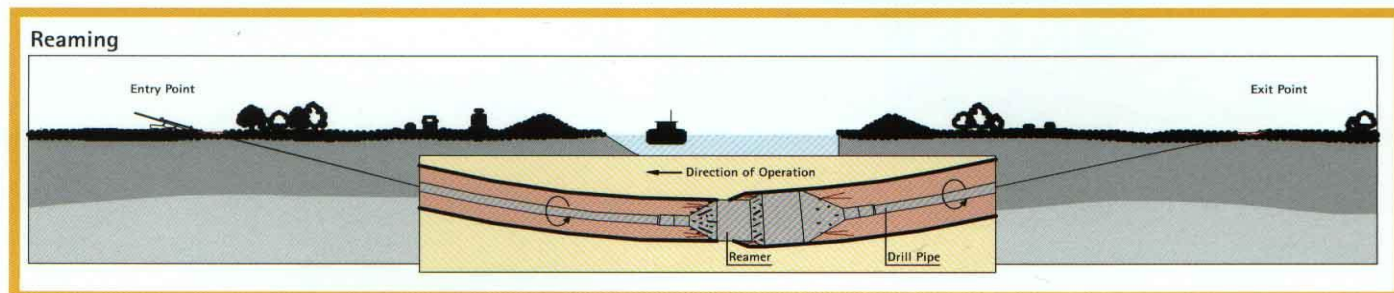
3 этапа бурения



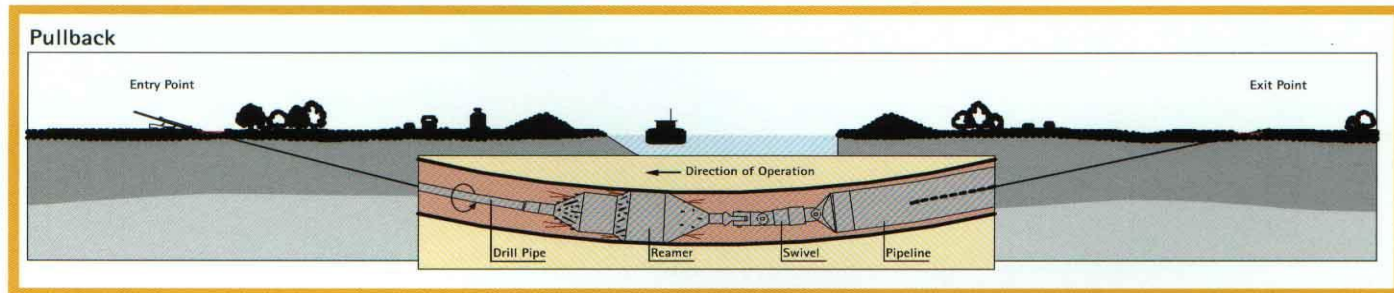
Пилотное
бурение



Расширение



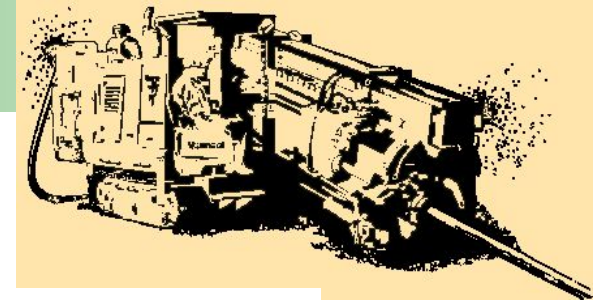
Протаскивание



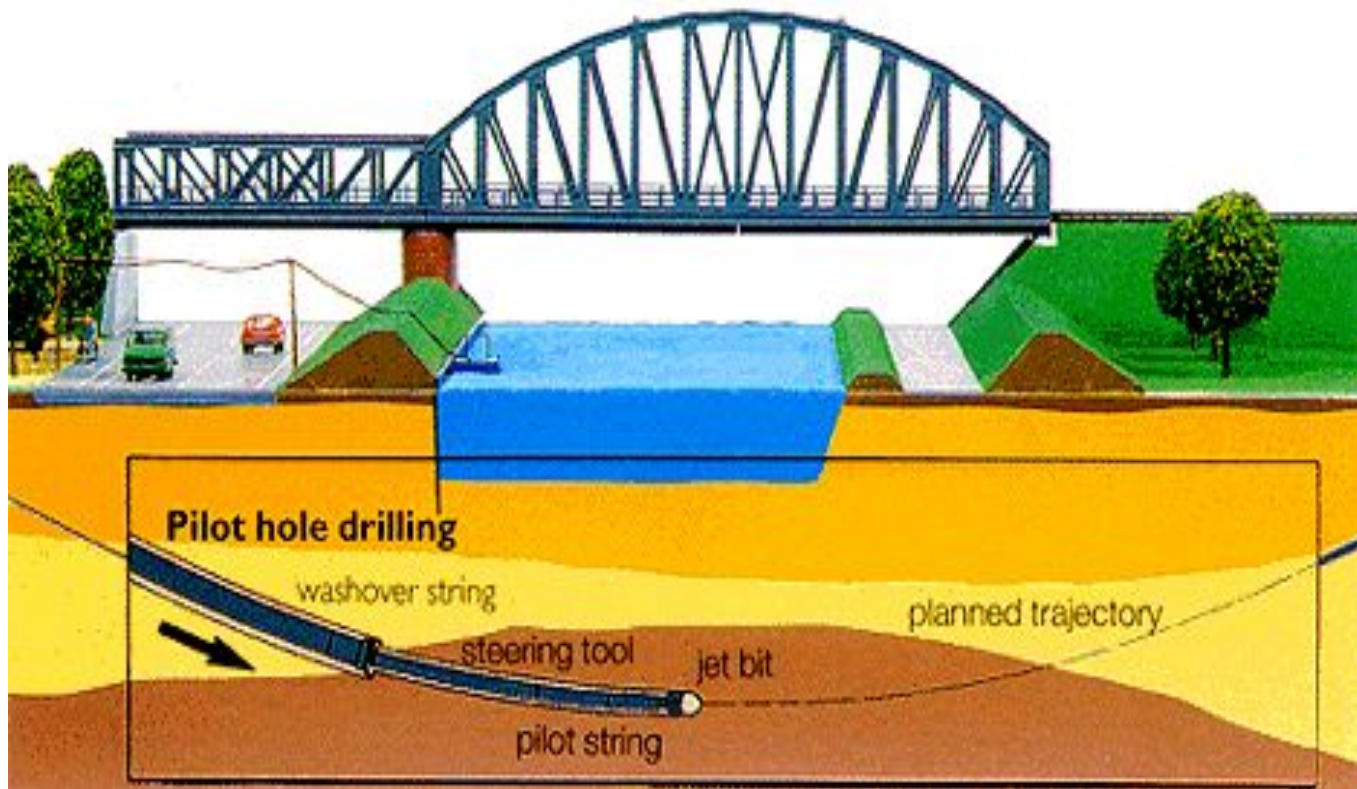
Quelle: DCA



Пилотное бурение



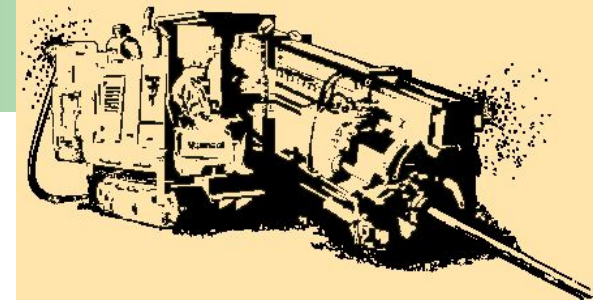
A



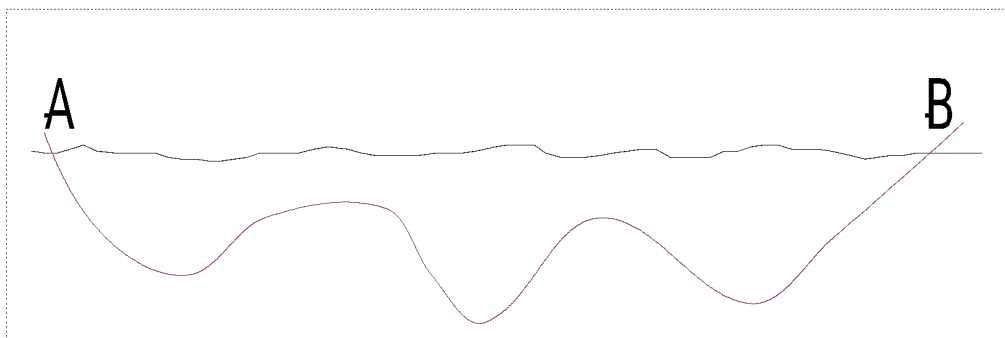
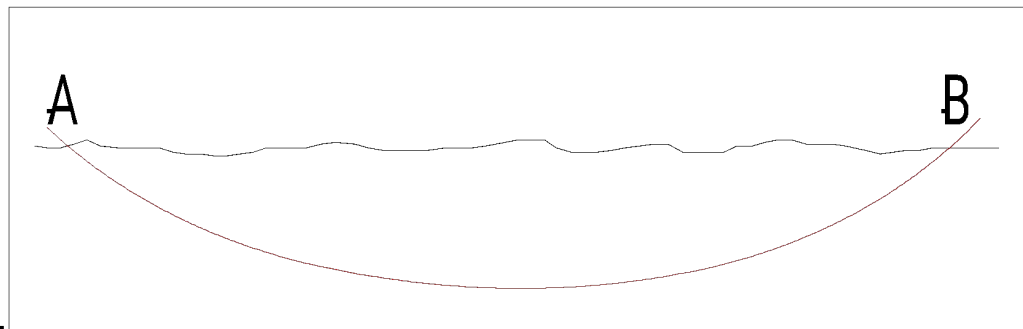
B

- Проверка пяти параметров:
глубина, азимут, уклон,
направление, расстояние

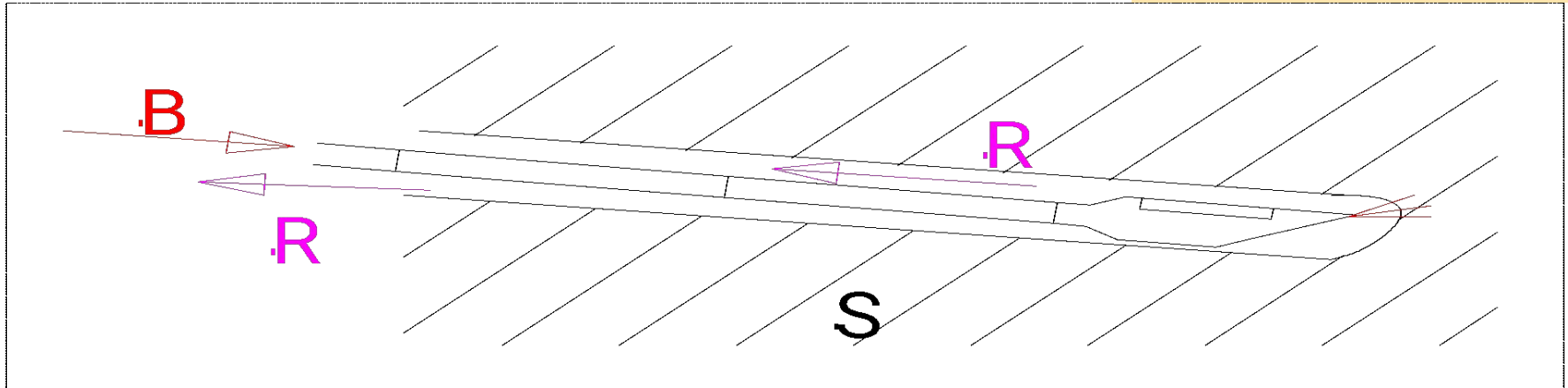
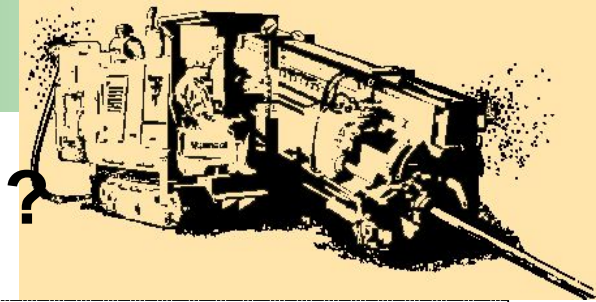
Гибкость



- Рекомендовано бурить по возможности плавную кривую из точки «А» в точку «Б».
 - Пилотка: меньше износа штанг и буровой головки и локации.
 - Расширение: меньше износа штанг, инструмента и на трубе
 - **В сумме: меньше износа самой машины**
- Технология дает большую гибкость, но чем меньше мы ее используем, тем лучше!



Что происходит в буровом канале ?

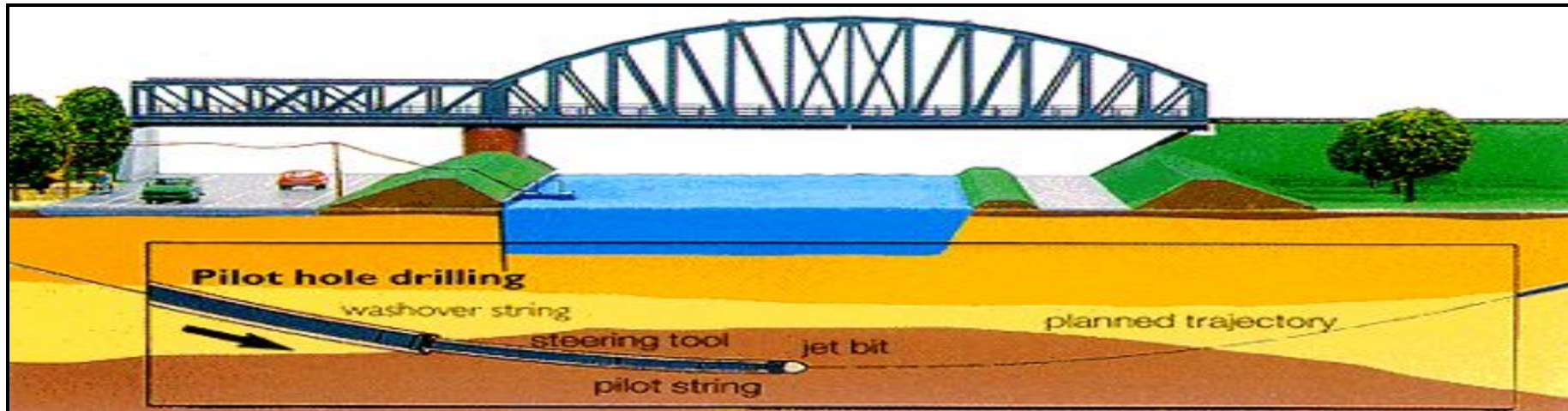
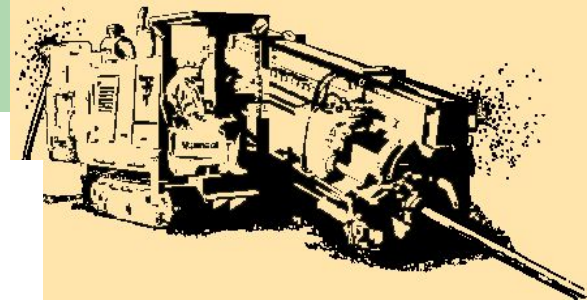


- Чтобы получить циркуляцию – R - необходимо СОЗДАТЬ жидкость !
- Для того в – R - может находиться только определенное количество частиц грунта !
- ПРАВИЛО: **Обратка (100%) = Буровой раствор (75 %) + Грунт (25%)**
- В нормальном случае нам необходимо для одного кубометра грунта / три кубометра бурового раствора
- Маленькие частицы грунта легче транспортировать

(Грунт = отдельные частицы)

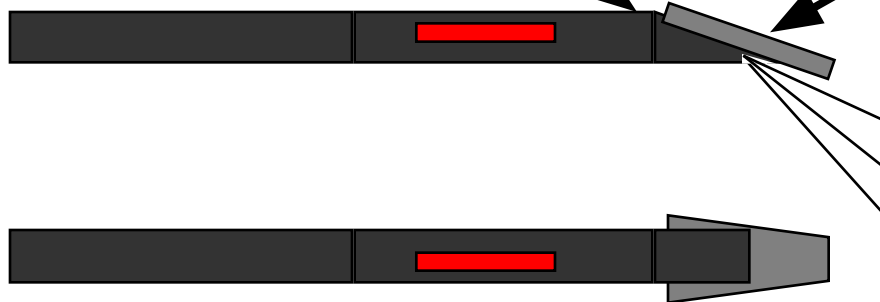


Пилотное бурение

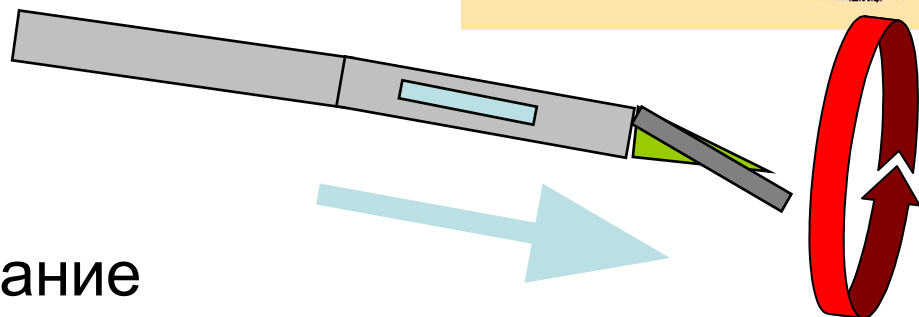
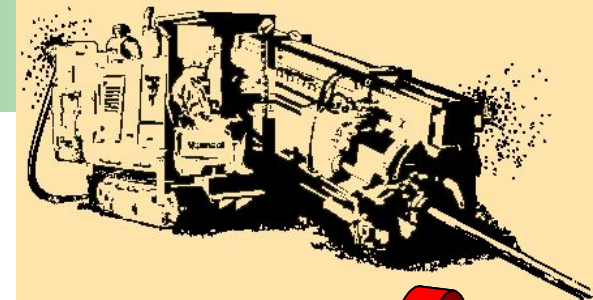


Буровая
головка
с зондом

Резак



Пилотное Бурение

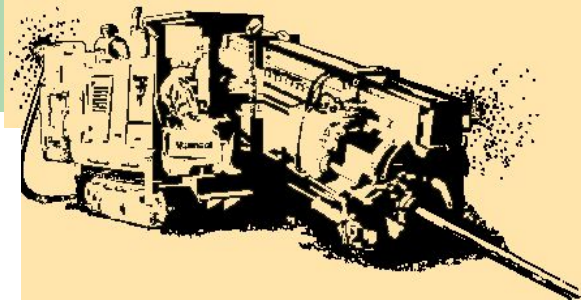


- Вращение и продавливание
 - Не меняем направление и уклон

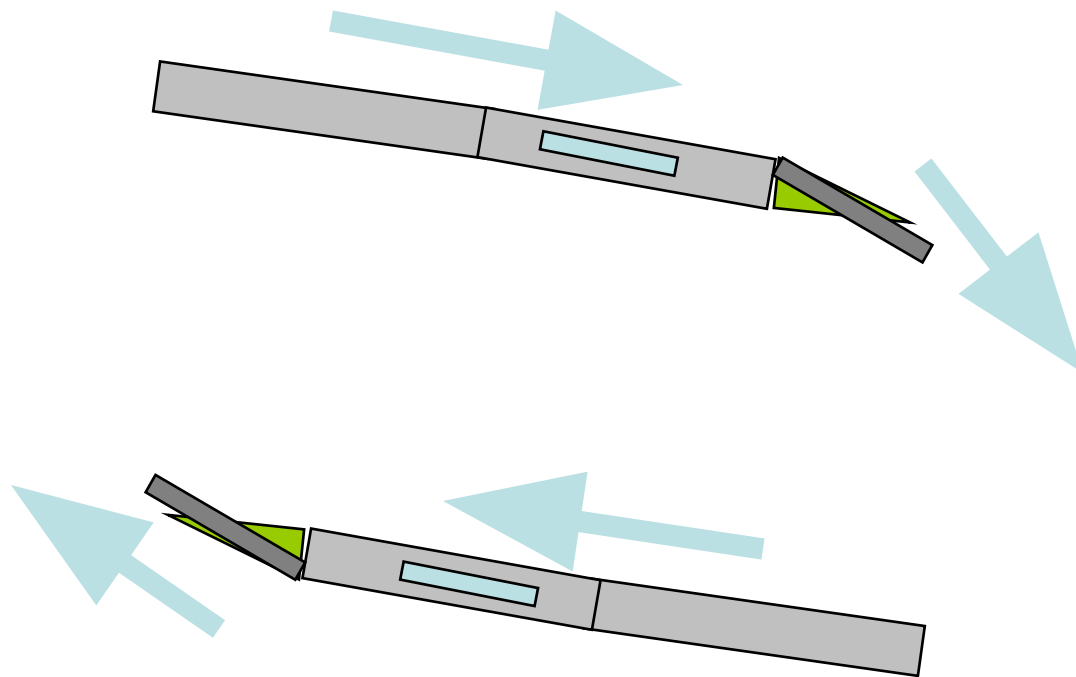
Буровая головка ищет себе
самый легкий путь !!!



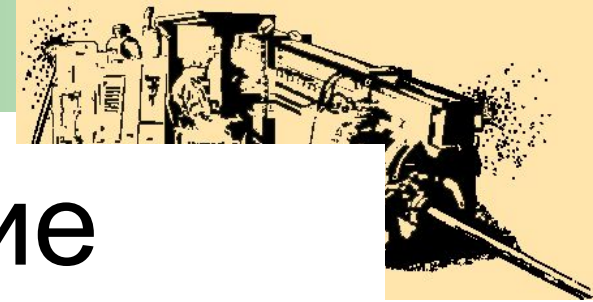
Пилотное бурение



- Только проталкивание
 - Изменение уклона и направления в зависимости от положения буровой головки
 - **Осторожно !** Есть ограничения управления на каждую штангу



Пилотное бурение

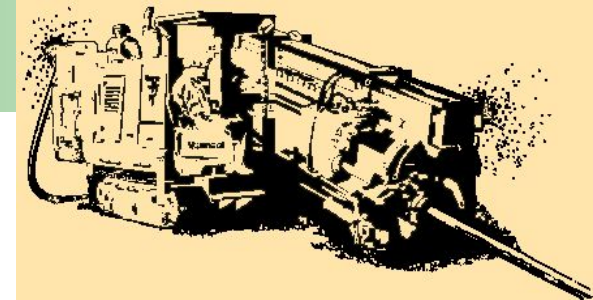


12 часов

вверх



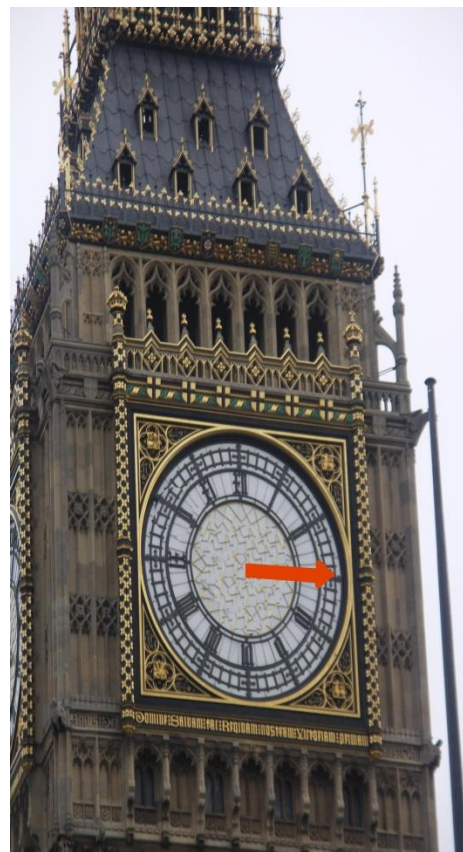
Пилотное бурение



3 часа



направо



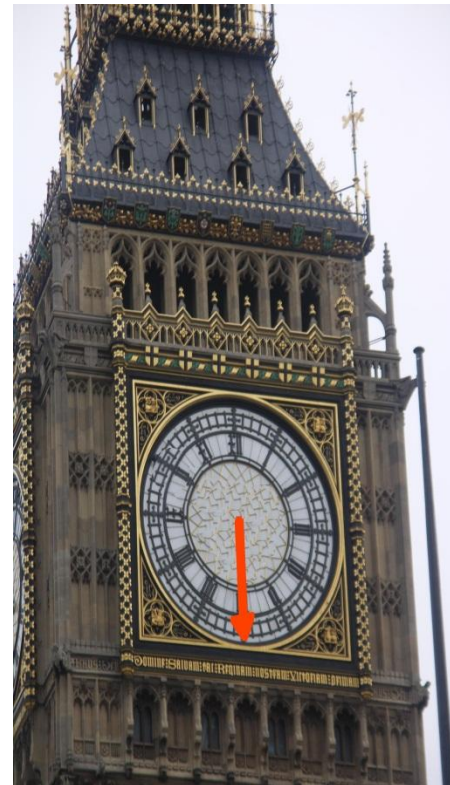


Пилотное бурение

6 часов



ВНИЗ



Пилотное бурение

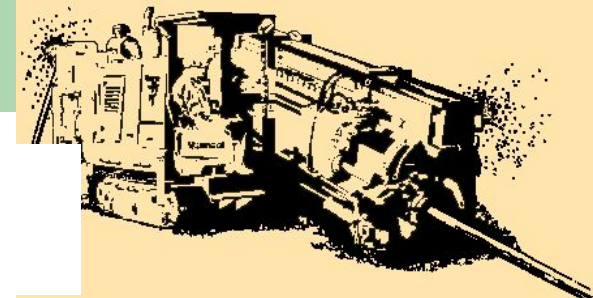
9 часов



налево



Буровые головки

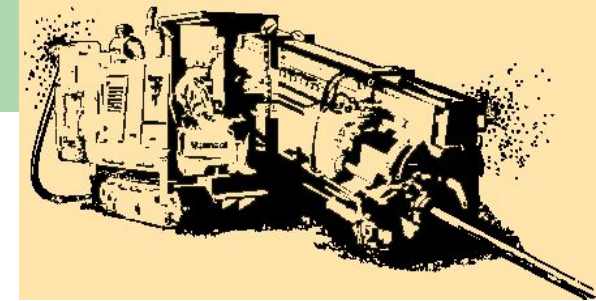


Tooling	Soft terrain		Gravel	Cobble	Soft rock	Soft rock	Medium rock	Hard rock
	Clay	Sand	< 30 mm		< 20Mpa	20 to 70 Mpa	70 to 140 Mpa	>140 Mpa
Standard								
Trihawk I								
Trihawk II								
Trihawk III								
Trihawk IV								
Trihawk V								
Roller bit / Bend-sub								
RS 6/RS 8								
Mudmotor								
Rockfire								
R.A.T.T.								

•Various tools for various conditions



Локационная система типа «walk over»



Параметры

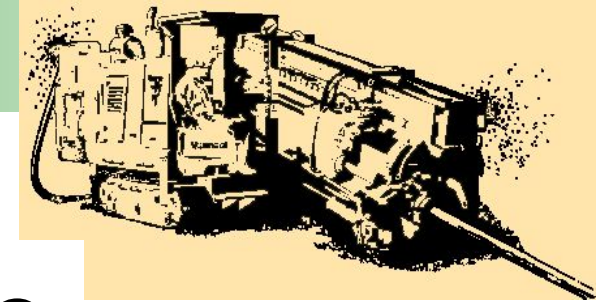
- Глубина
- Уклон
- Направление
- Положение по часам
- Температура
- Состояние батареек
- Цель

Ошибки

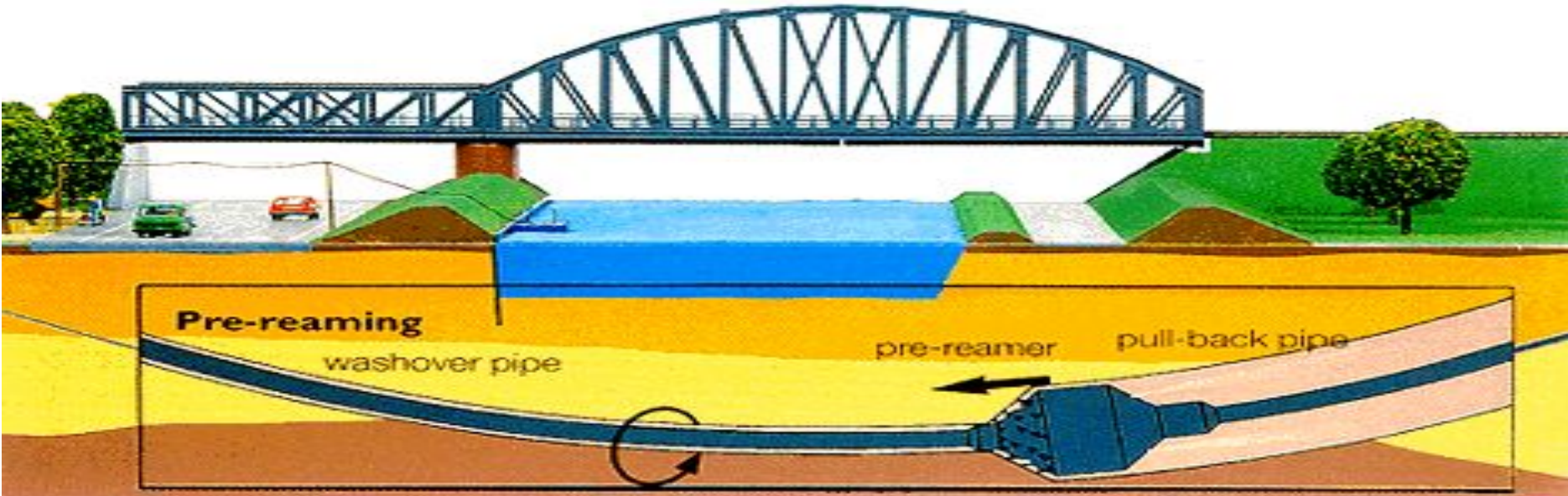
- По глубине $\pm 5\%$
- - по уклону $\pm 0.1 - 1\%$
- - по часам $\pm 30^\circ$

Помехи

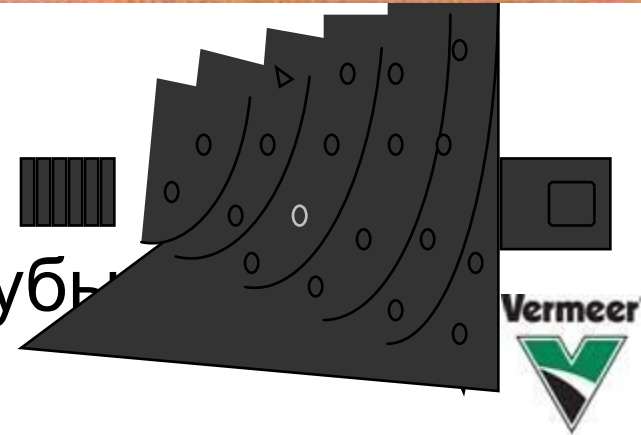
- Пассивные (сталь, соленая вода, бетон, и т.д.)
- Активные (кабели, телефон, и т.д.)



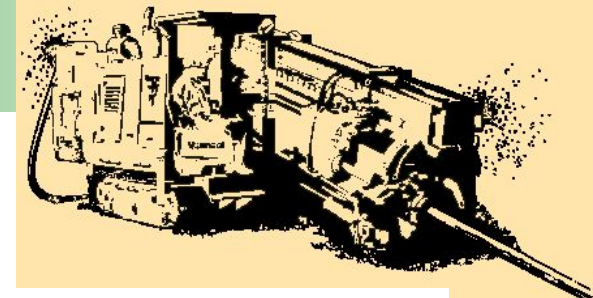
Расширение



- Предварительное расширение
 - Ступенчатое расширение
 - За расширителем идут буровые штанги
- Расширение и Протаскивание трубы
 - Комбинация создания канала и протаскивания



Расширители



Режущие расширители.

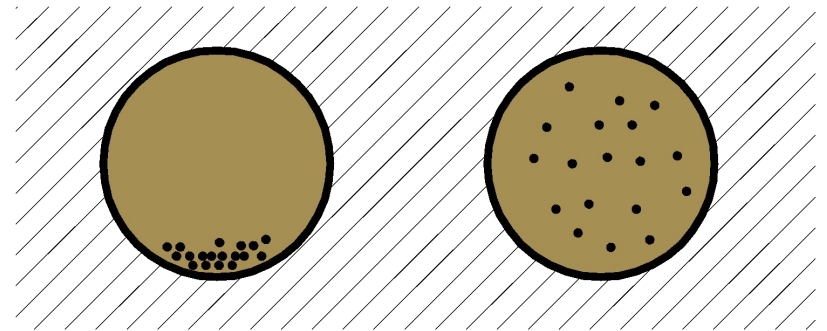
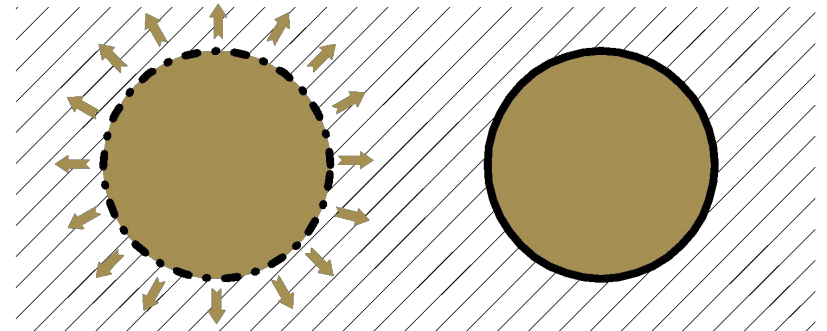
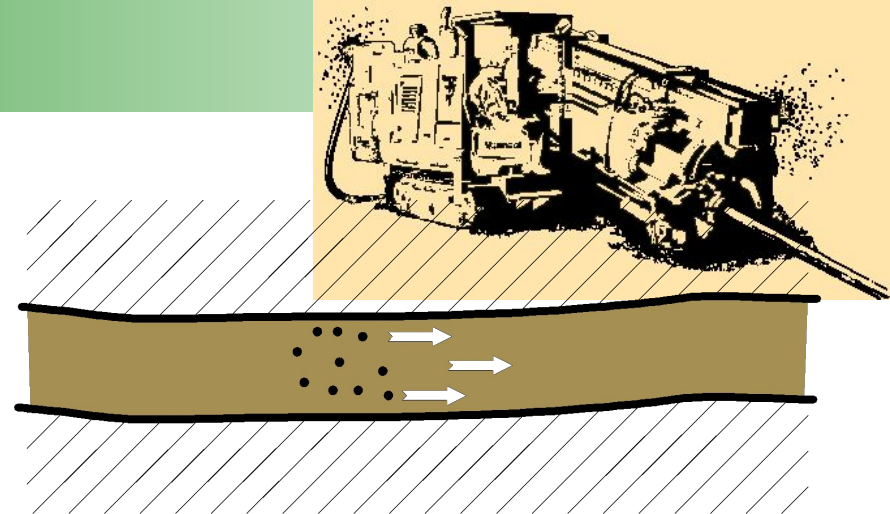
- Режут маленькие частицы.
- Хорошо перемешивают с буровым раствором.
- Частицы транспортируются в потоке жидкости.
- Объем раствора > !
коэфф. раствора /
грунта
(3 x объем грунта)

- Уплотняющие расширители.

- Частицы грунта уплотняются.
- Объем раствора = Объёму уплотненного грунта

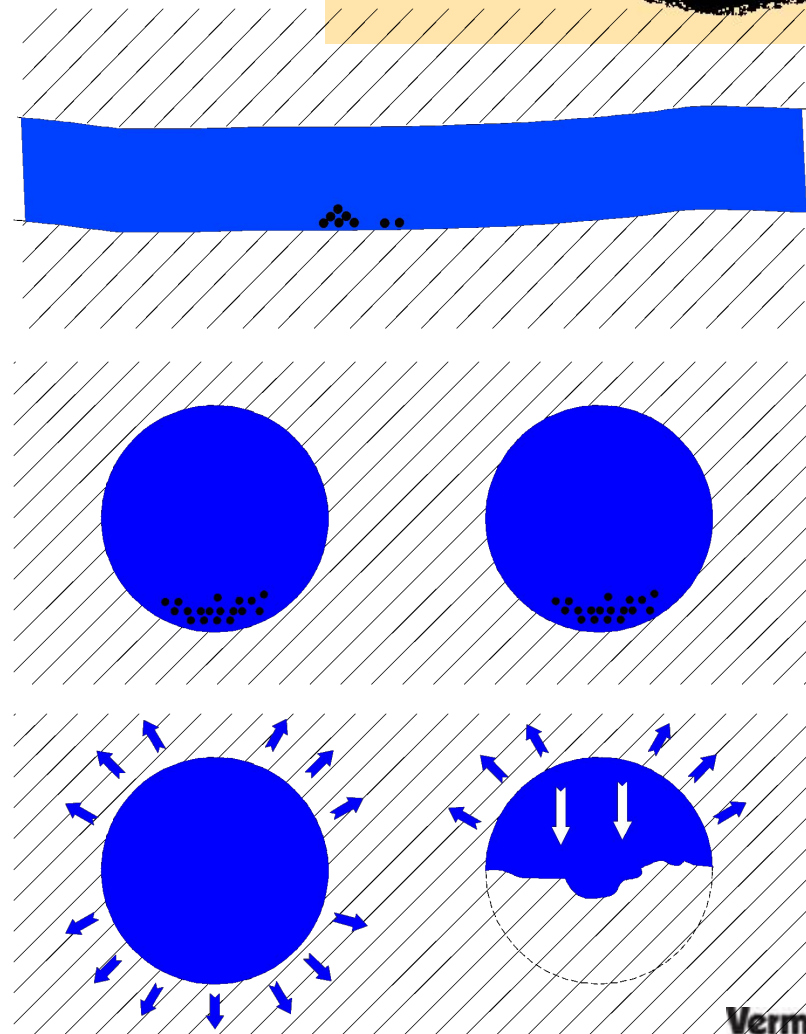
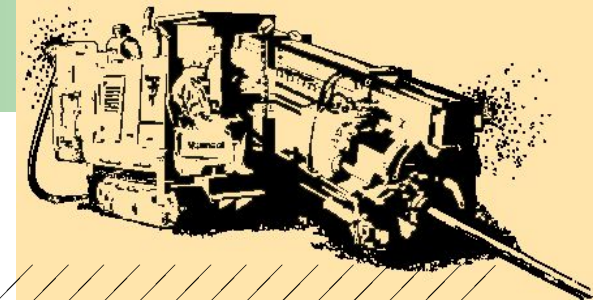
Требования к буровым растворам

- Тиксотропные свойства
 - В движении жидкость
 - Стабильно в неподвижном состоянии
- Транспорт частиц (ВЯЗКОСТЬ)
- Уменьшение потерь воды в формацию (фильтрационный пирог)
 - Нестабильная формация
 - Меньше воды для транспорта
 - Стабилизация канала
- Удержание частиц в подвешенном состоянии (Прочность Гели)
- Изоляция частиц
 - Уменьшение разбухания частиц

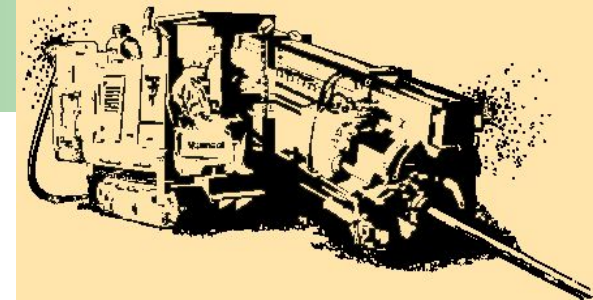


Сможем мы бурить водой ?

- Не тиксотропные свойства
 - В движении жидкость
 - Жидкость и в неподвижном состоянии
- Нет транспорта частиц (нет вязкости)
- Потерие воды в формацию (нет фильтрационного пирога)
 - Разрушение канала
 - Нет транспорта
 - Нет стабилизации канала
- Нет суспензии (нет прочности геля)
- Нет изоляции частиц
 - Разбухание продолжается, прилипание к инструменту



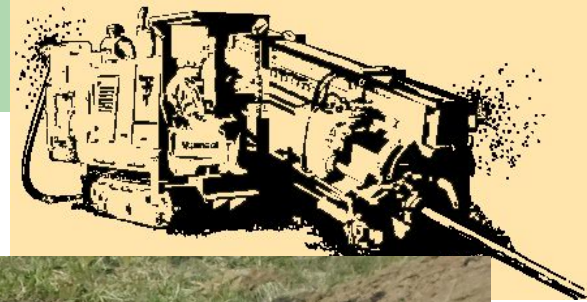
Гидростатическое давление для стабилизации канала



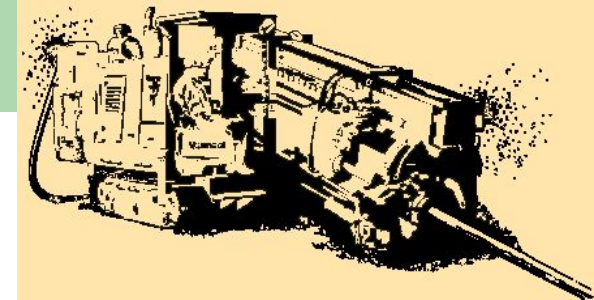
Уровень чем
выше, тем лучше

Слишком низкий
уровень

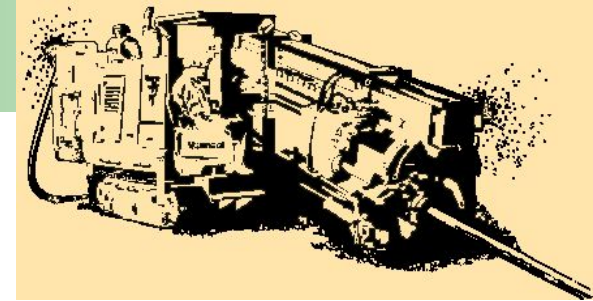
Тюмень 2013



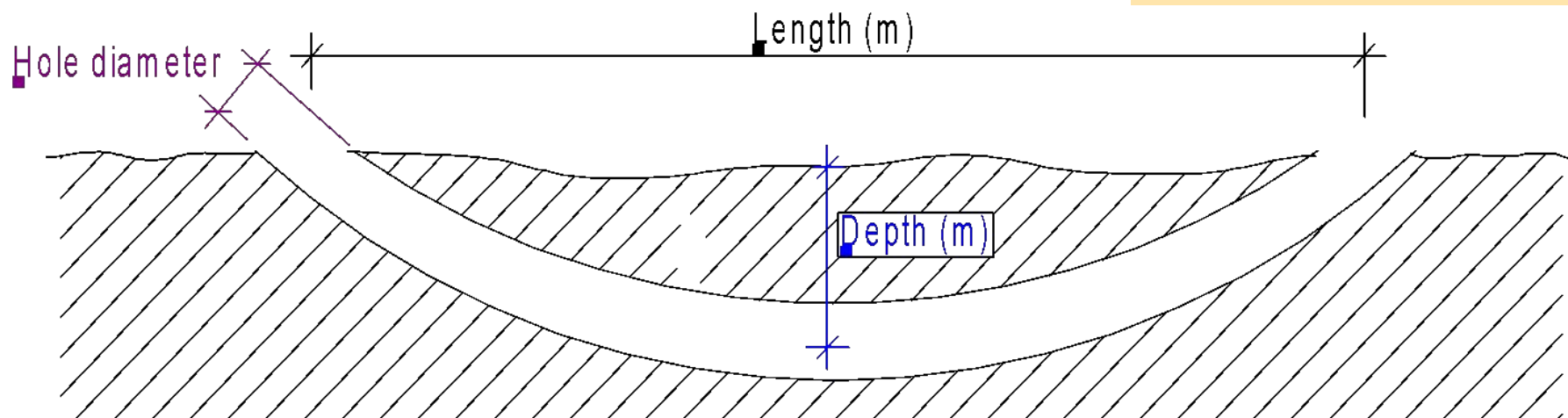
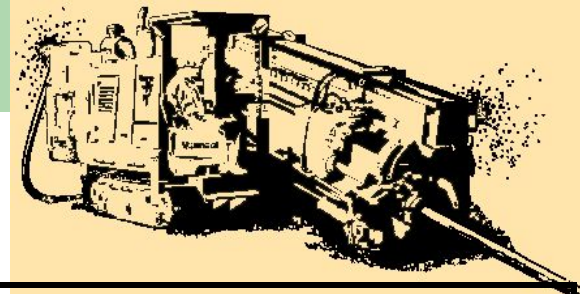
Тюмень 2013



Разгрузочный котлован



Расчеты Объемов



$$\text{Soil volume (m}^3\text{)} = \text{Hole diameter(m)}^2 \times 0.785 \times (\text{length (m)} + \text{Depth (m)})$$

$$\text{Fluid volume(m}^3\text{)} = 3 \times \text{Soil volume(m}^3\text{)}$$

$$\text{Fluid volume(liters)} = 1000 \times \text{Fluid volume(m}^3\text{)}$$

Коэфф. раствора зависит только от свойств и типа грунтов

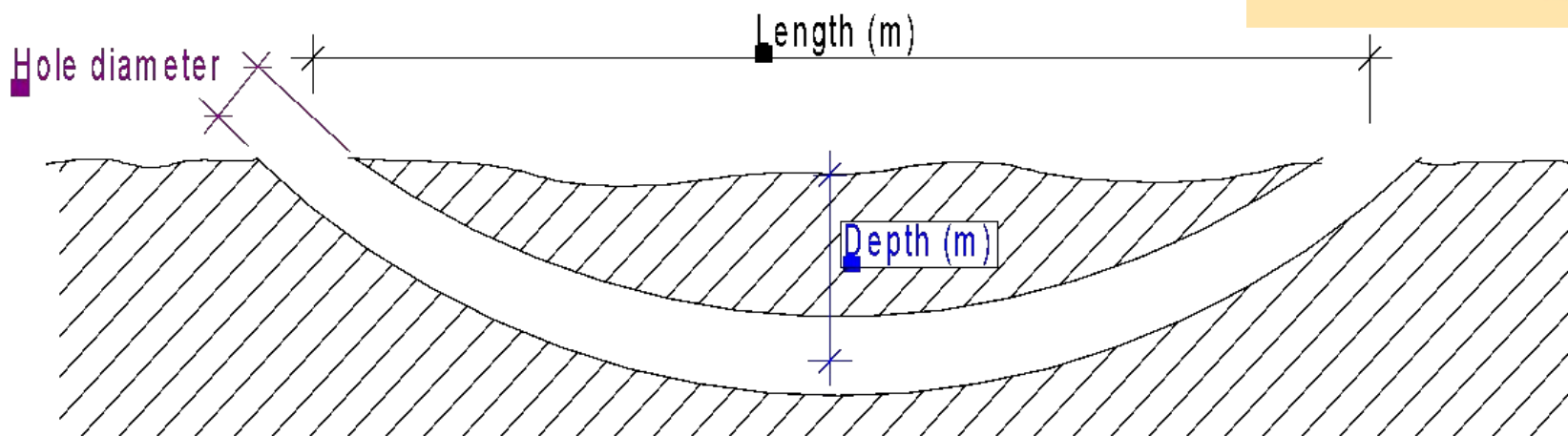
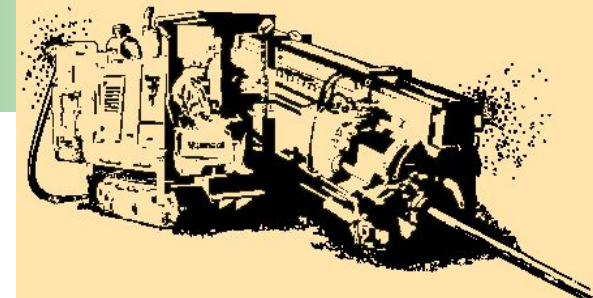
1 > 3 для не связных грунтов (песок, гравия, щебень)

4 > 10 для связных грунтов (глина, суглинки, мелкий

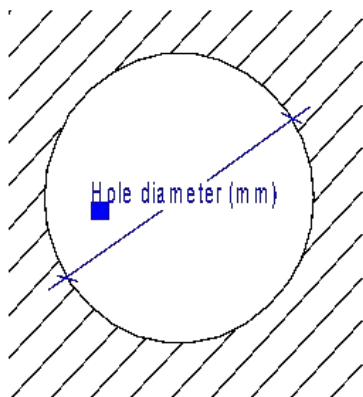
песок)



«Насосное время»



$$\text{Pumping time (minute)} = \frac{\text{Fluid volume (liters)}}{\text{Pump capacity (liters/minute)}}$$

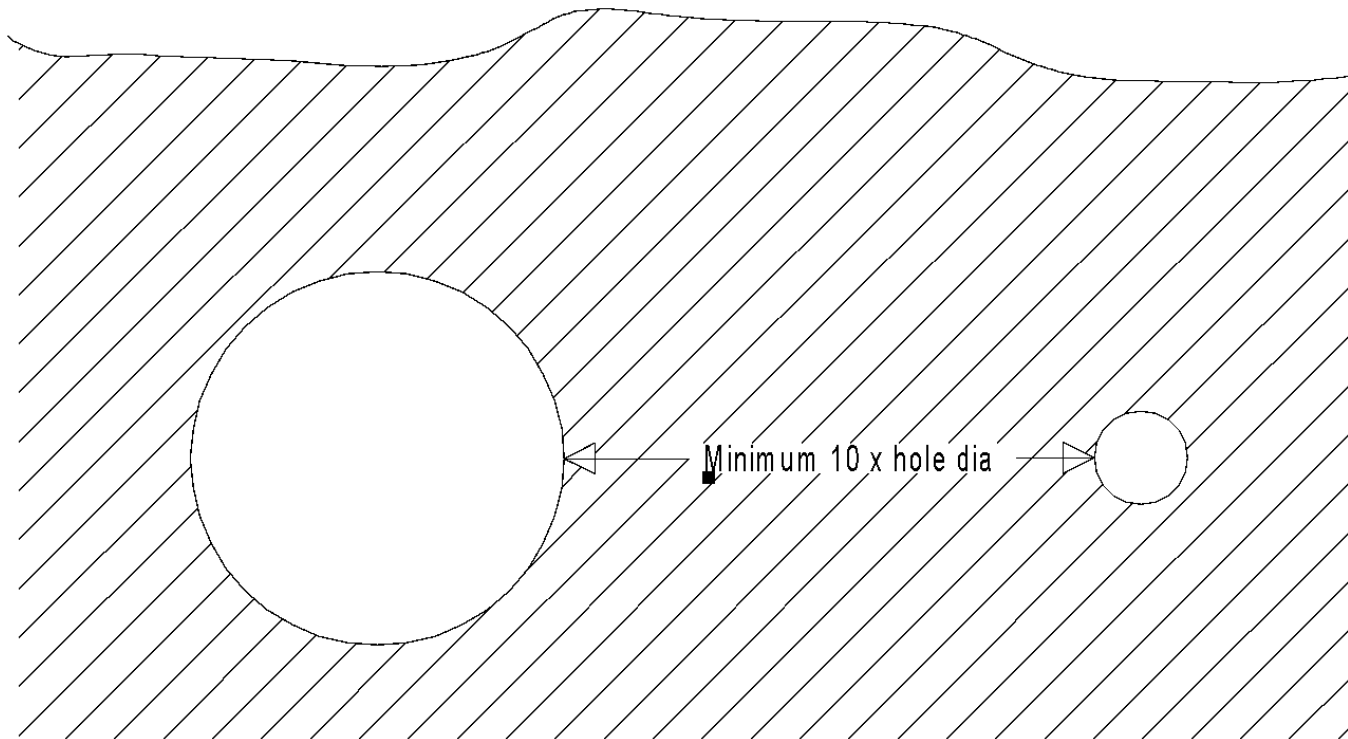


Rule: Pump should provide 1 liter/minute per mm in diameter
eg 500 mm hole > 500 liters/minute



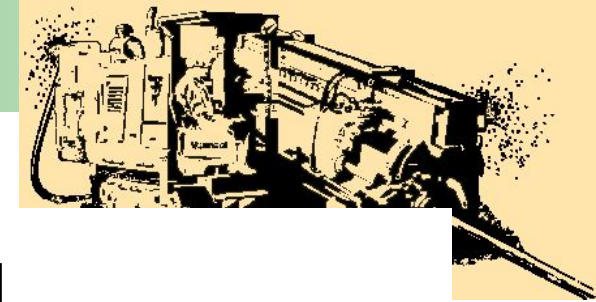
Параллельное бурение

- Расстояние между двумя бурениями должен быть минимум 10 x диаметр большого канала!!

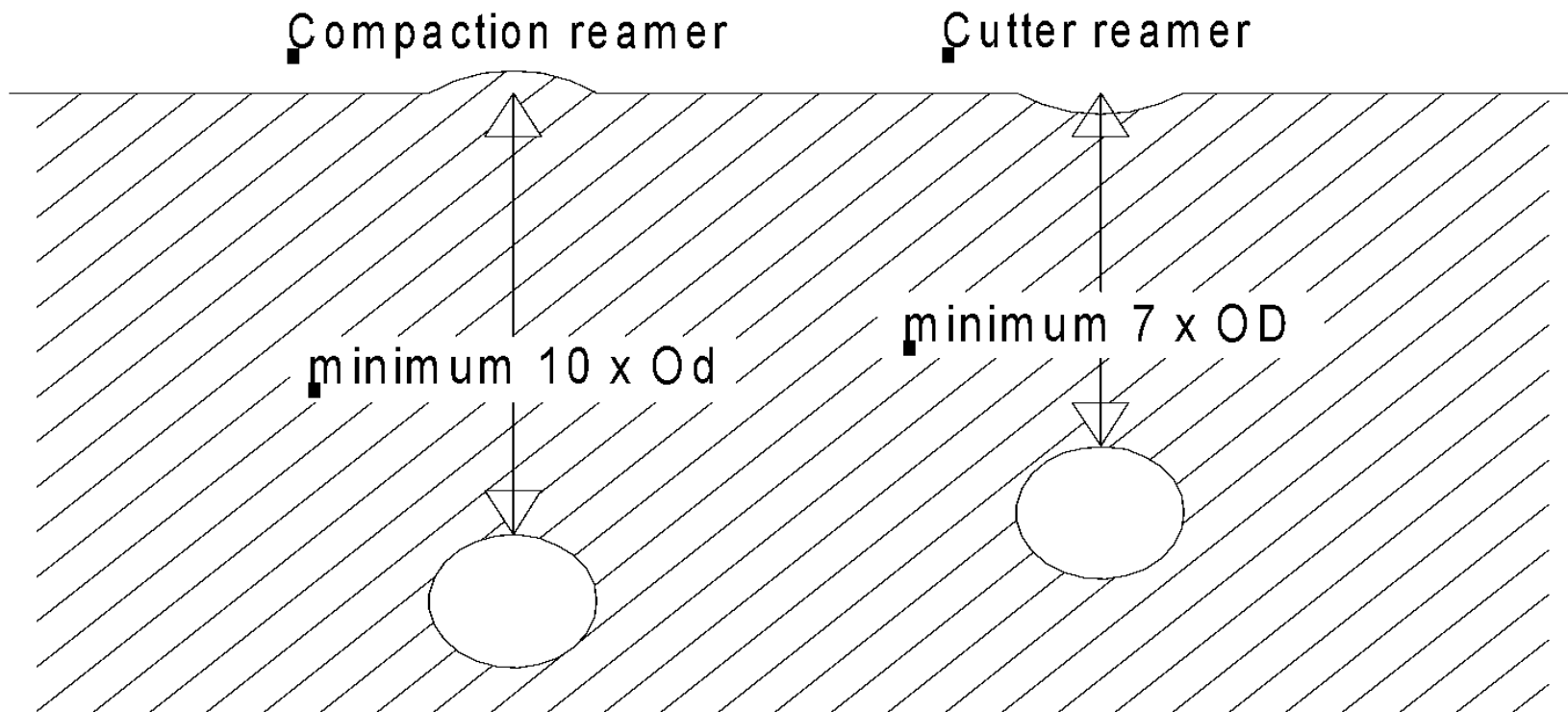


Based on the biggest size bore





Глубина бурения



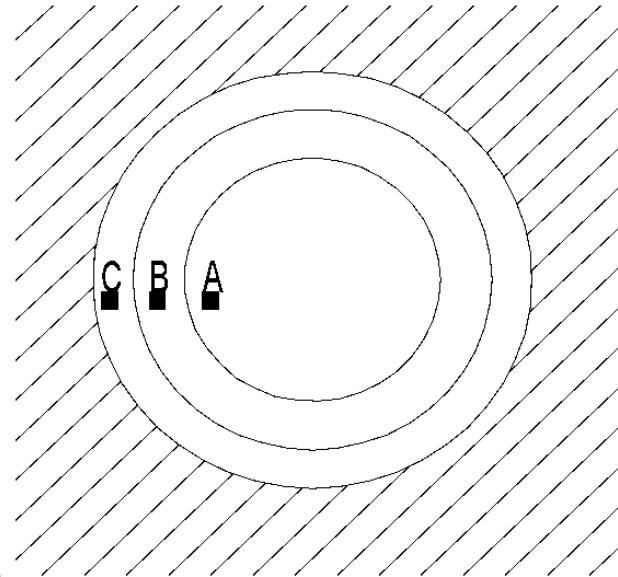
Правила, чтобы предотвратить деформации поверхности

- Минимальная глубина при применении уплотняющих расширителей = $10 \times OD$.
- Минимальная глубина при применении режущих расширителей = $7 \times OD$.



Расширение / диаметры предварительных шагов расширения

Hole size related to installation length	
Length	Overcut
0 > 50 m	20%
50 > 100 m	30%
100 > 300 m	40%
300+ m	50%
Condition/product	
ROCK	50%
STEEL	50%



Pre-reaming

Target surface A = B = C

Same surface means same Torque/Horsepower and same speed

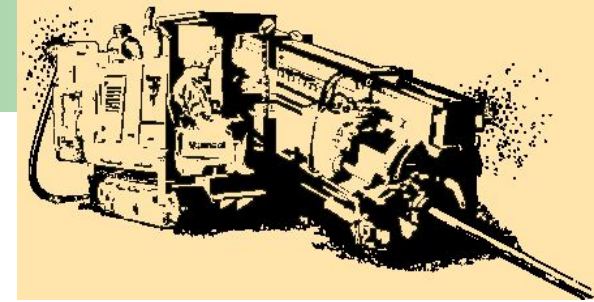
d = final hole diameter (mm)

n = amount of reaming stages

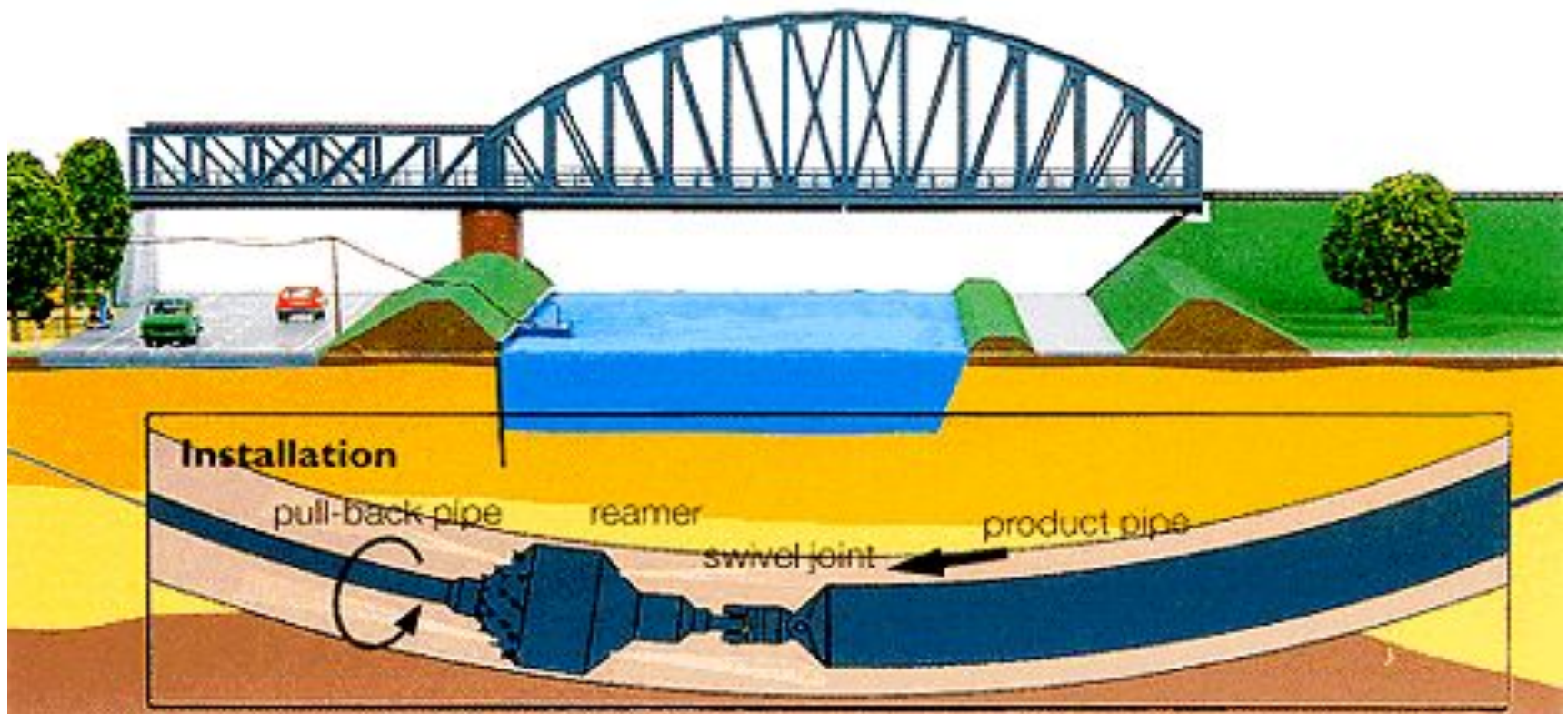
m = number of ream

$$\text{Pre ream diameter(mm)} = \sqrt{\frac{m \times \text{final hole diameter(mm)}^2}{n}}$$

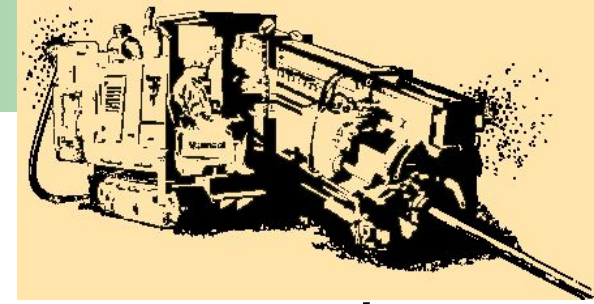




Протаскивание & расширение*

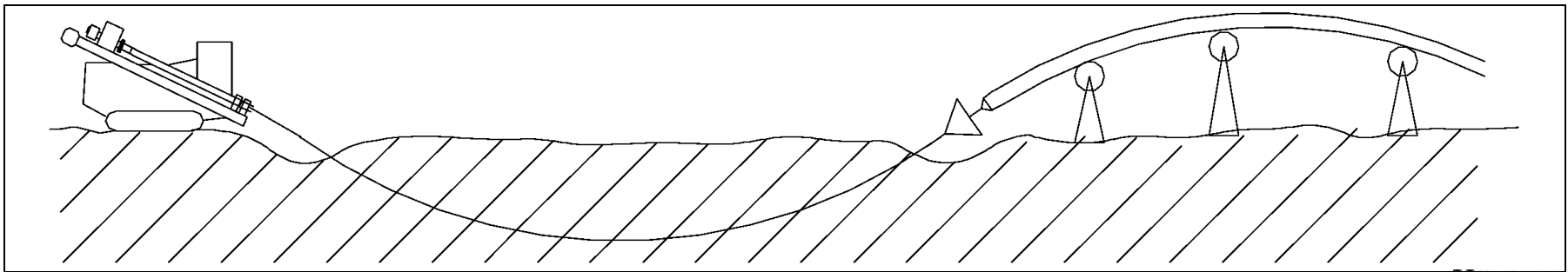


(* комбинированный метод)

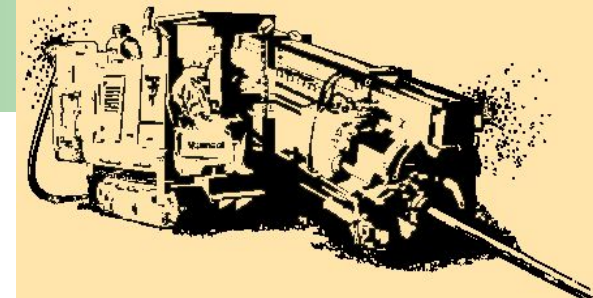


Усилия протаскивания в канале / на поверхности

- Это сумма двух составляющих:
 - Усилие, необходимое чтобы тащить трубу на земле
 - Усилие, необходимое внутри бурового канала



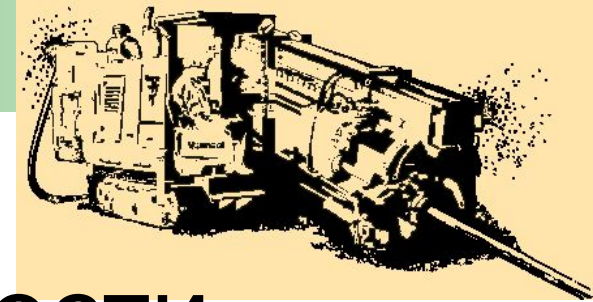
Установки ГНБ



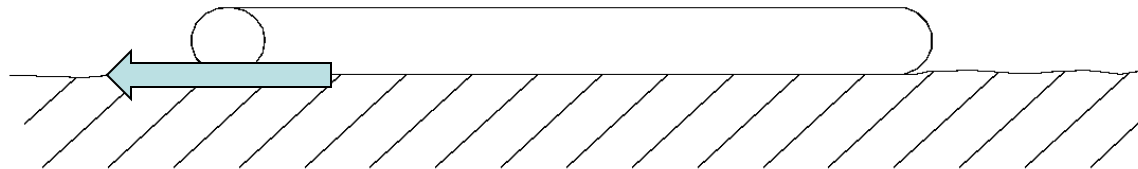
MACHINE CAPABILITIES		FLOWRATE	MAX Pilot bore	MAX Hole
Machine Pull Force	TORQUE(Nm)	(L/min)	DISTANCE(m)	DIA METER(mm)
4 ton	1500	40	120	350
12 ton	5000	200	360	600
20 ton	15000	600	650	1000
50 ton	20000	1000	800	1100
				varies with soil conditions

- Длина бурения:
 - Полотное бурение зависит от силы проталкивания и от штанг
 - Протаскивание зависит от усилия установки
- Диаметр канала пропорционален крутящему моменту установки
- Скорость зависит только от производительности бентонитового насоса

Параметры установки и характеристики штанг определяют параметры возможного бурового канала. Не определяют возможные длины определенной трубы с определенным весом!

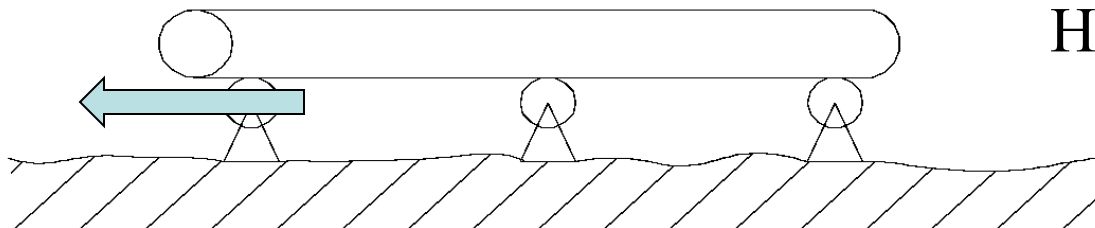


Усилие на поверхности



На поверхности

$$\text{Pullforce (Kg)} = 0.5 \times \text{Product weight (Kg/m)} \times \text{Length (m)}$$



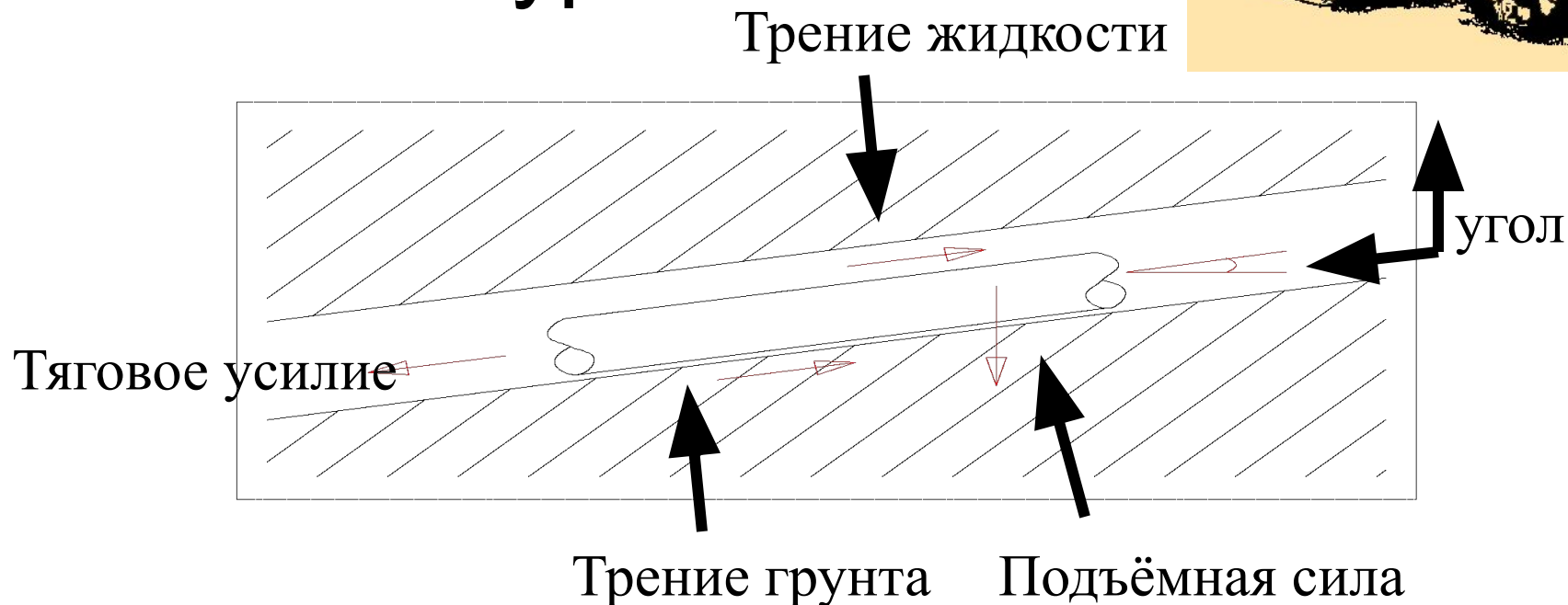
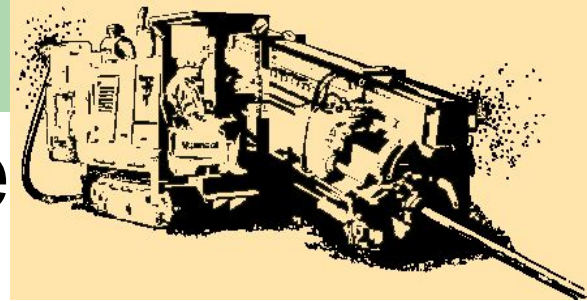
На роликовых опорах

$$\text{Pullforce (Kg)} = 0.1 \times \text{Product weight (Kg/m)} \times \text{Length (m)}$$

Not applicable when using sectionalized product!

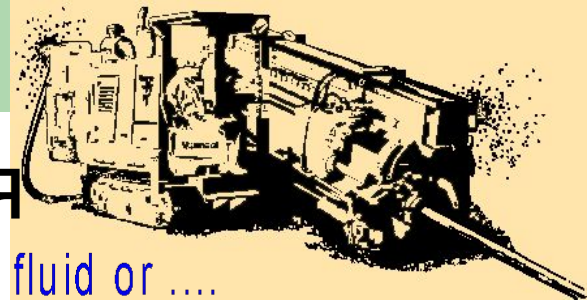
Длина 200м, 315мм сталь 9,525мм толщина стенки, вес 70кг/м			
Условия	Вес (кг/м)	коэфф. трения	необх. сила тяги (кг)
труба лежит на поверхности	70	0,5	7000
труба лежит на роликовых опорах	70	0,1	1400

Усилия в буровом канале

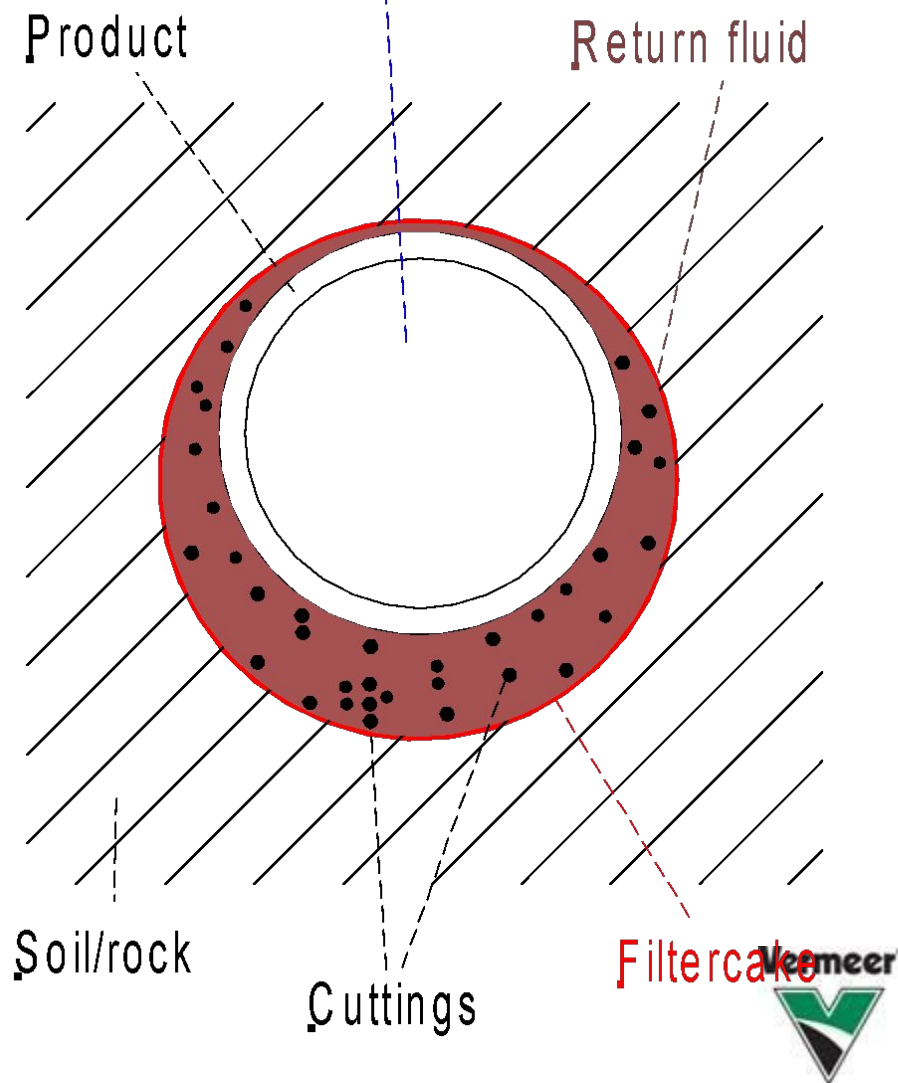


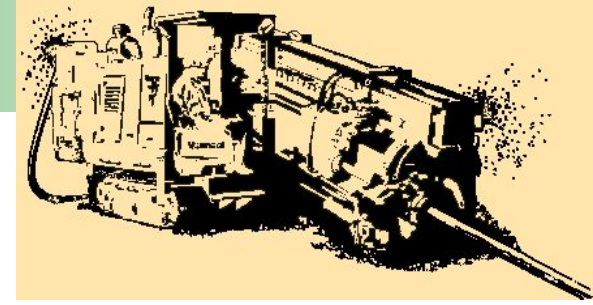
- Усилия, которые надо учитывать :
 - Трения (подъёмная сила, в канале, на поверхности)
 - усилия трубы (от изгиба трубы в канале)
 - Гидрокинетические усилия (трение жидкости)

Условия в канале & ситуация



- **Стабильный канал**
- Циркуляция
 - Фильтрационный пирог для уменьшения потерия воды
 - Гидростатическое давление достаточное
 - Обратка с удельным весом < 1.4 кг/л (1,25 кг/л!!!!)
 - Частицы все в суспензии
 - Контроль скорости течения в канале и давления на форсунках
- Механика грунтов
 - Минимальная глубина = 5 x диаметр канала
 - Прочность грунта
 - Целостность поверхности





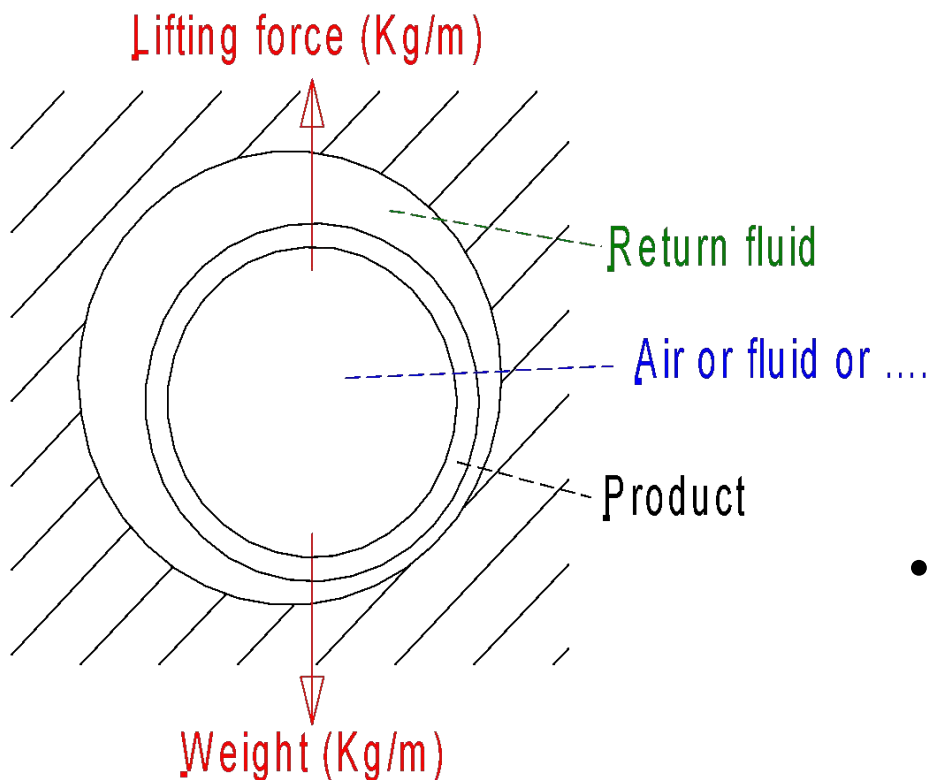
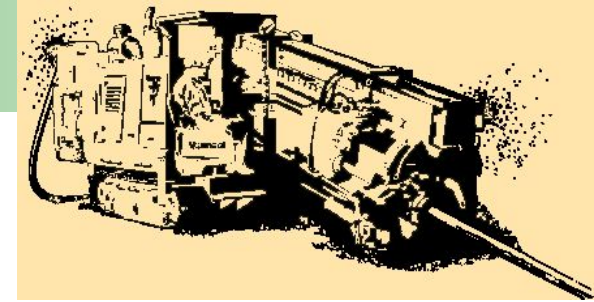
Устаревшие Правила определения ожидаемого необходимого тягового усилия



Pullback force = 1.5 times the total weight of the product

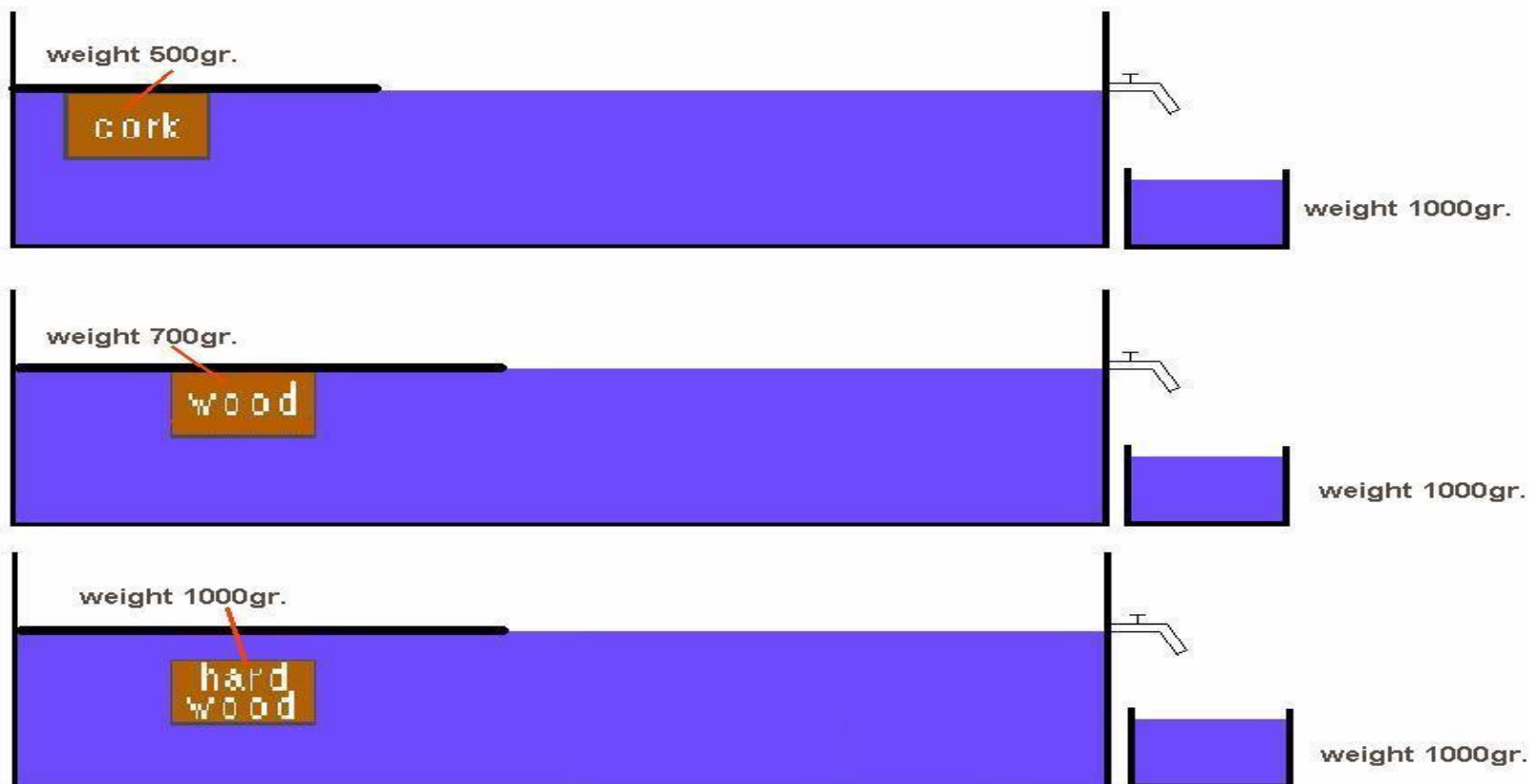
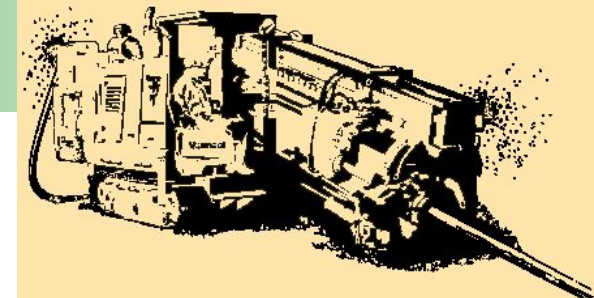
$$\text{Pullback force (Kg)} = 1.5 \times \text{Product weight (Kg/m)} \times \text{Length (m)}$$

Реакции на трубу в канале



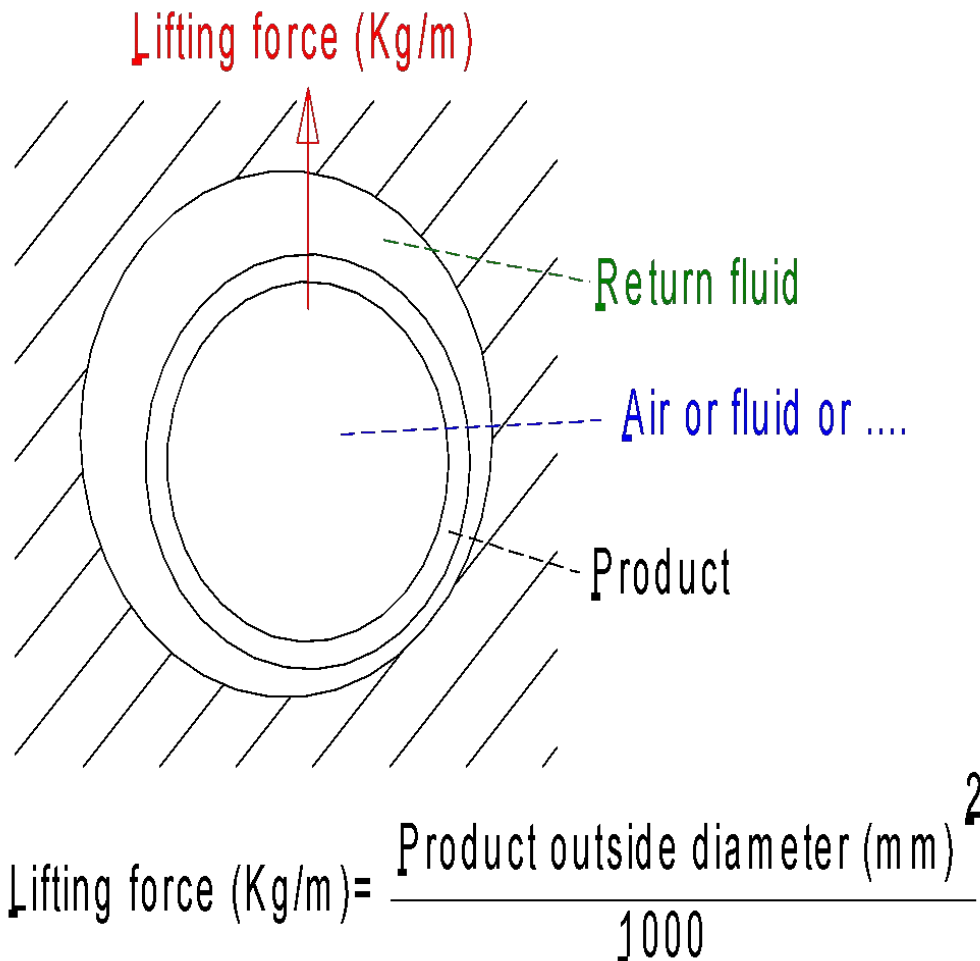
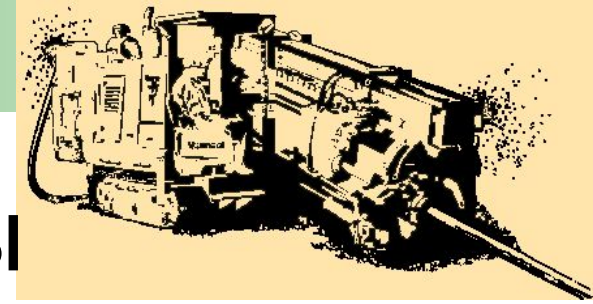
- Подъёмная сила
 - Сила Архимеда
 - Пропорционально наружному диаметру и плотности пульпы
 - Не зависит от материала трубы
- Результирующая !!!
= подъёмная сила минус вес трубы в кг/м

Архимед



If the buoyancy forces are higher/lower than the density (weight) of the product will this cause a in-hole force ("pulling" friction) against ceiling or bottom of the tunnel.

Расчет подъёмной силы



- Подъёмная сила пропорциональна плотности пульпы
- Формула учитывает плотность пульпы 1,25 кг/л !!!!!
- Дополнительное расширение приведет к уменьшению плотности и тем самым уменьшает подъёмную силу!

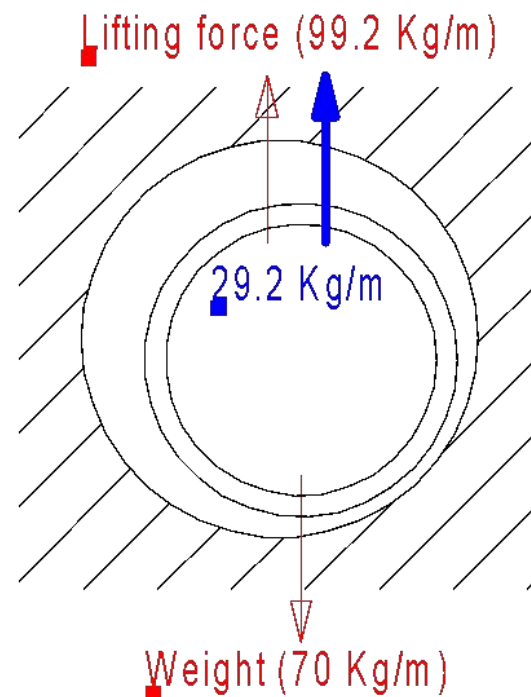
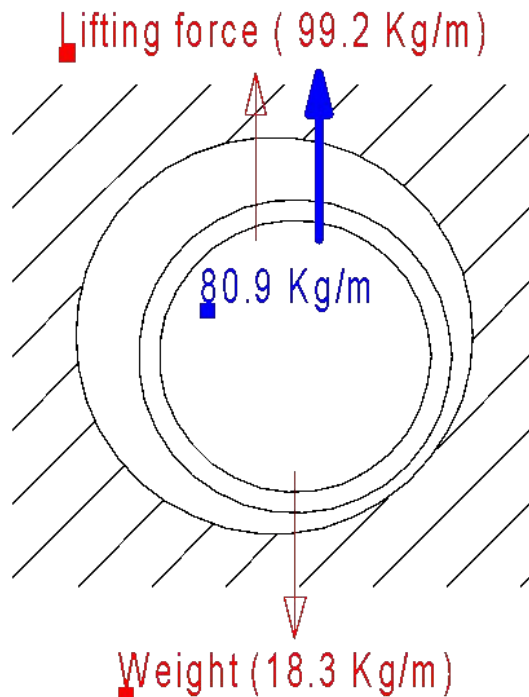
Пример – одинаковый диаметр ПЭ и сталь

■ 315 mm HDPE PN10 18.3 Kg/m

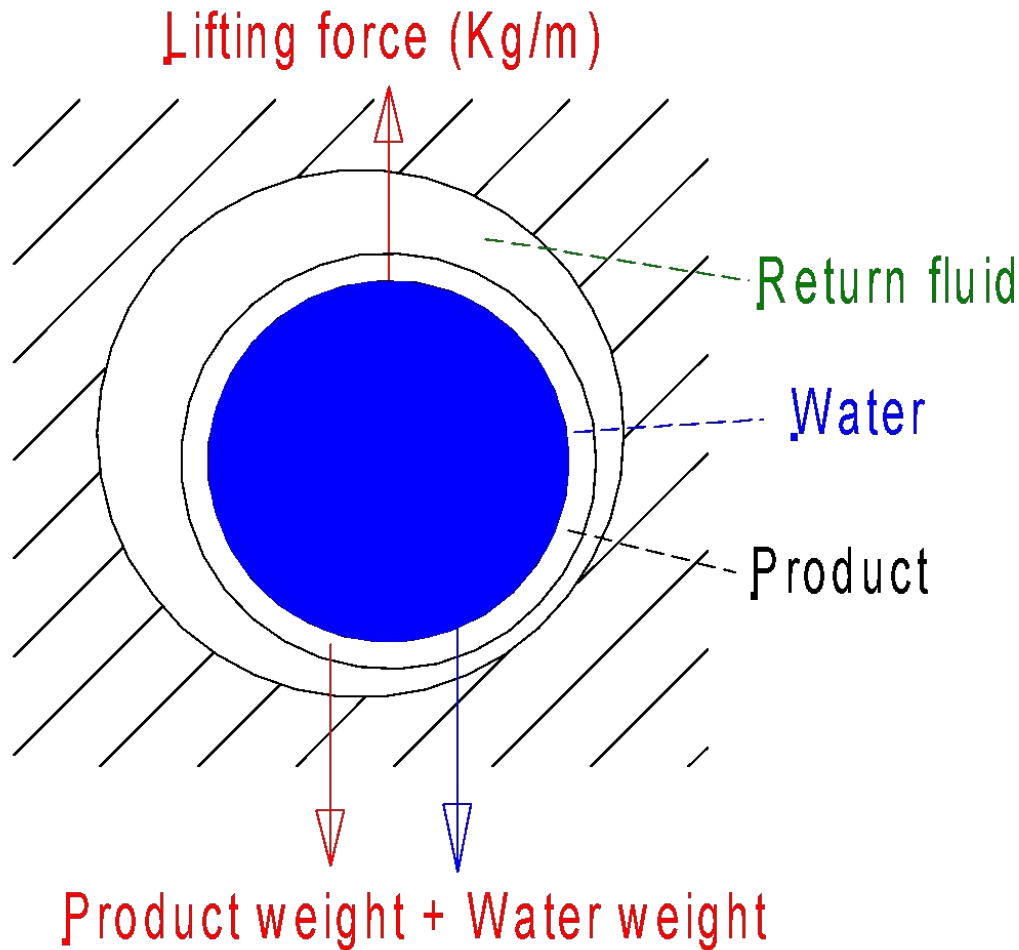
■ 315 mm STEEL 0.375" wall 70 Kg/m

$$\text{Lifting force (Kg/m)} = \frac{\text{Product outside diameter (mm)}^2}{1000}$$

$$\text{Lifting force (Kg/m)} = \frac{315^2}{1000} = 99.2 \text{ Kg/m}$$



Трубы большого диаметра



- Трубы большого диаметра заполняют водой или пульпой чтобы создать дополнительный вес — компенсация подъёмной силы.

Пример – труба ПЭ пустая и заполненная водой

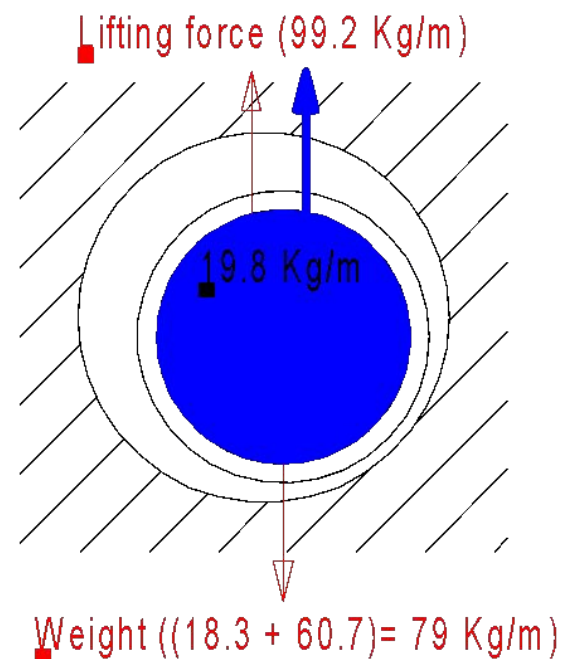
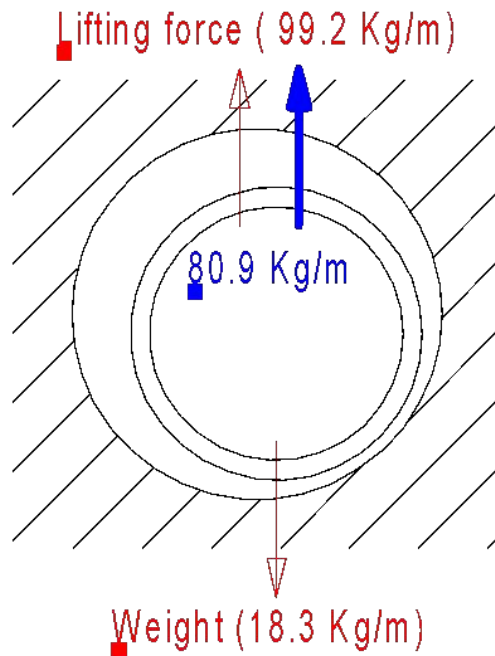
315 mm HDPE PN10 18.3 Kg/m
 277.6 mm Inside diameter

Empty

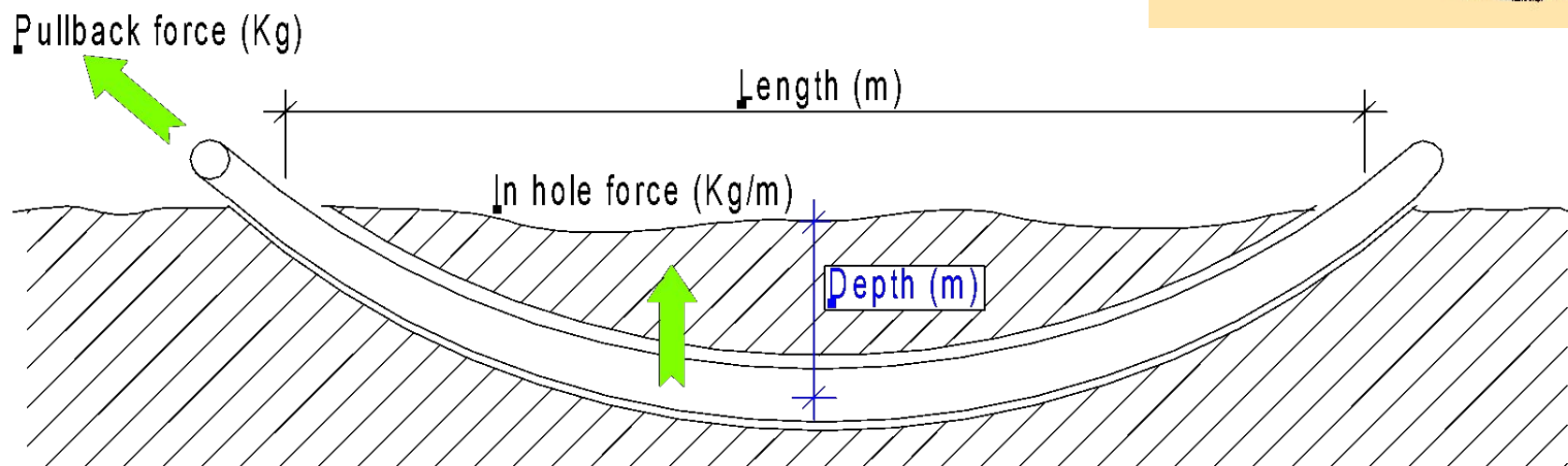
Water filled

$$\text{Water weight (Kg/m)} = \frac{\text{Product inside diameter (mm)}^2}{1270}$$

$$\text{Water weight (Kg/m)} = \frac{277.6^2}{1270} = 60.7 \text{ Kg/m}$$



Ожидаемое тяговое усилие в канале



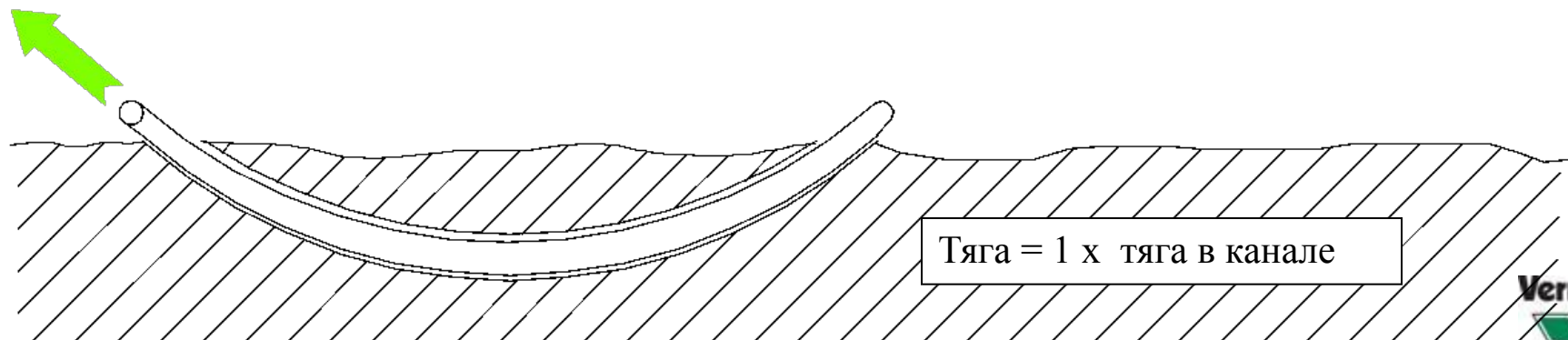
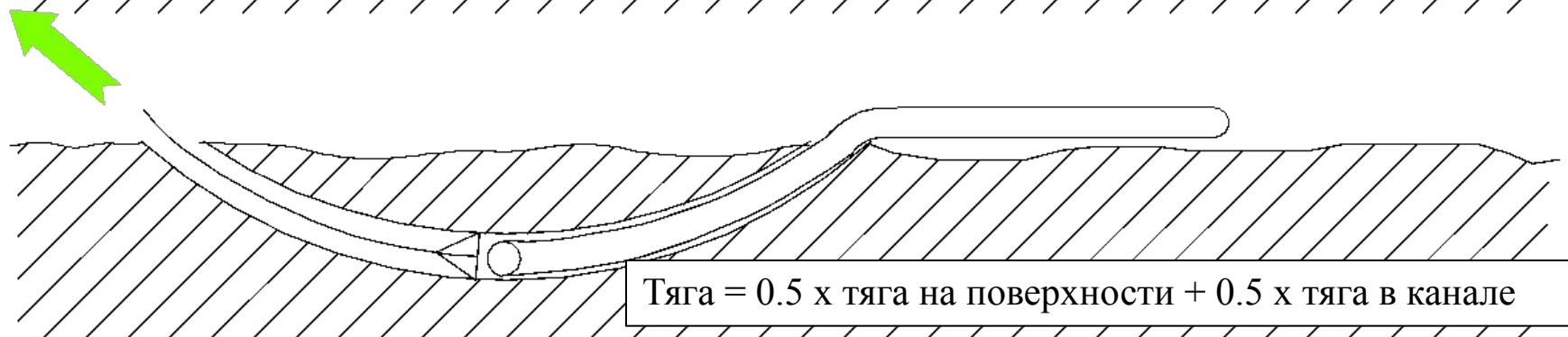
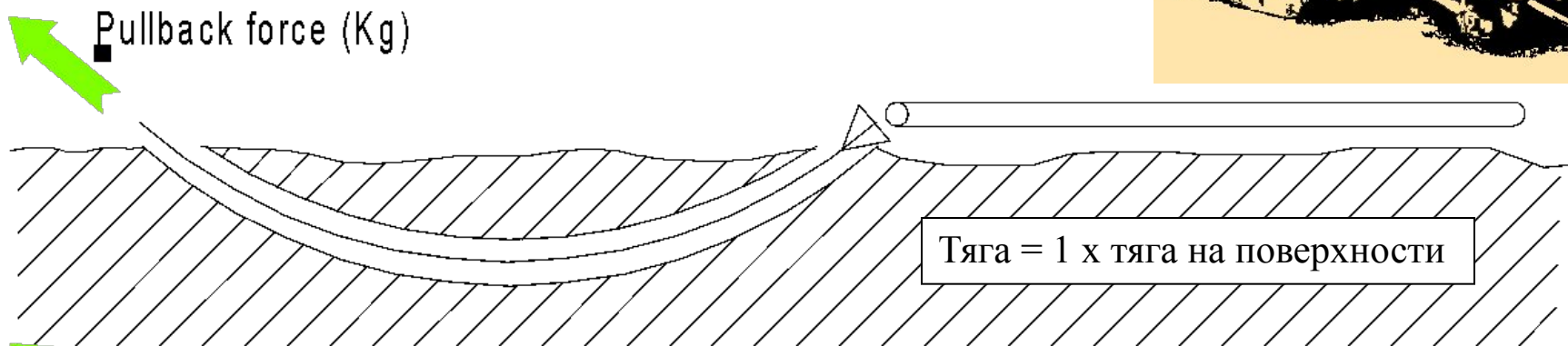
$$\text{Pullback force (Kg)} = \text{In hole force (Kg)} \times 0.5 \times (\text{length (m)} + \text{Depth (m)})$$

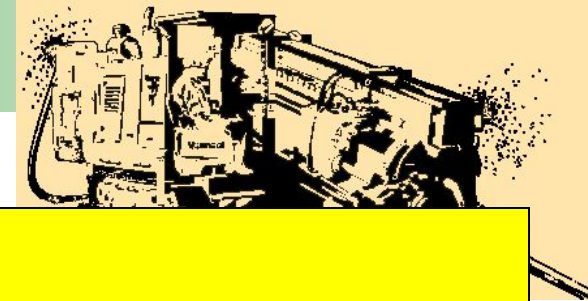
Труба	Подъемная сила (кг/м)	Вес (кг/м)	Усилие в канале(кг/м)	тяговое усилие в канале (кг)
ПЭ 100 315 мм PN10 пустая	99,2	18,3	80,9	8276
315мм сталь пустая	99,2	70	29,2	2987
ПЭ 100 315 мм PN10 заполненная	99,2	79	20,2	2066

Суммарное тяговое усилие



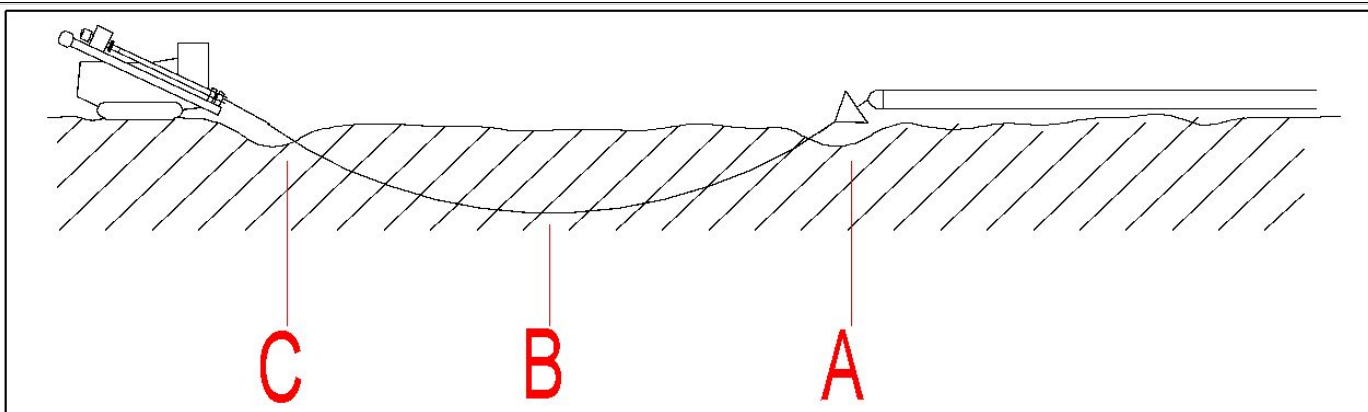
Pullback force (Kg)





Пример

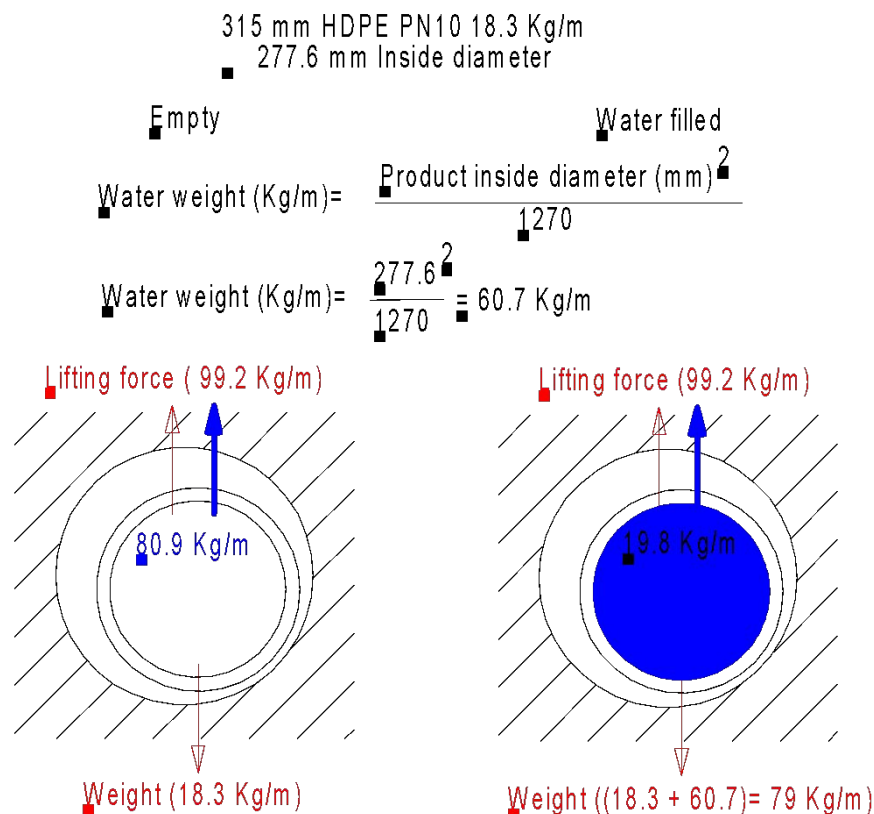
200м 315 мм труба стальная, без роликовых опор



	С	В	А	
На поверхности (кг)	0	3500	7000	
Усилие в канале (кг)	2987	1494	0	
Суммарное усилие (кг)	2987	4994	7000	плотность пульпы 1,25 кг/л
Суммарное усилие (кг)	2557	4275	7000	плотность пульпы 1,07 кг/л

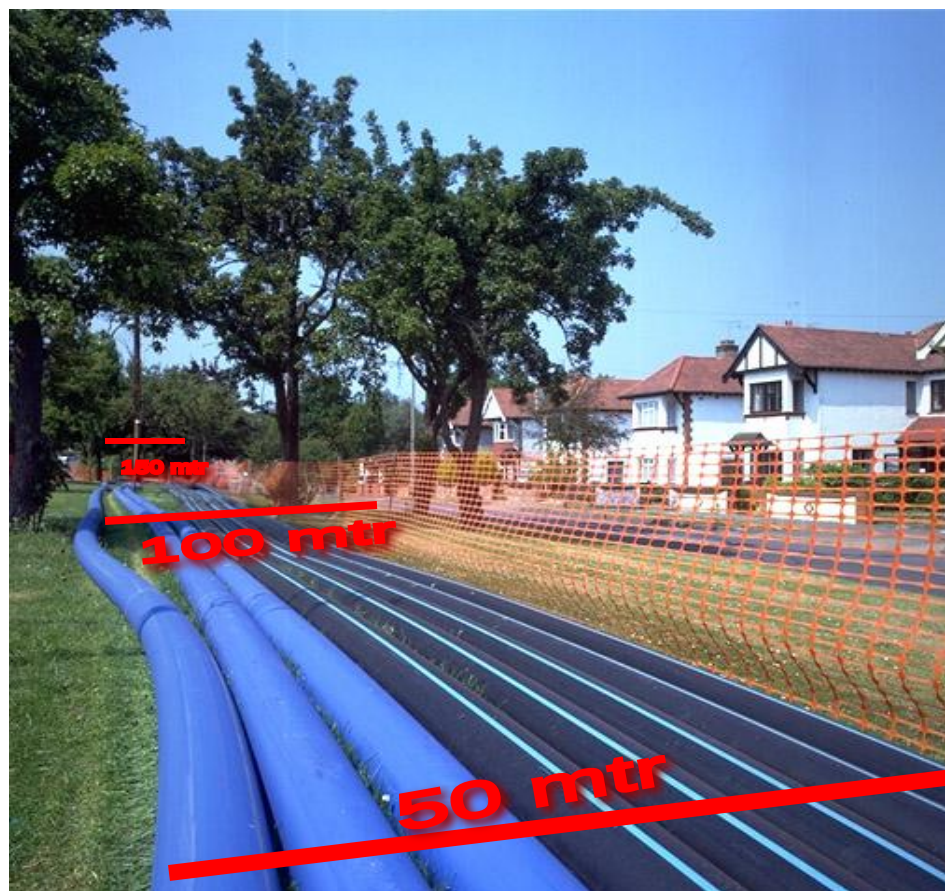
Пример заполнения трубы водой

- **Расчет количество необходимого количества воды на метр**
- пример
- ПЭ - 315 мм Ø
- Внутр. диам. = 277,6 мм Ø
- 60,7 л/м
- 1 труба 315мм, 50 м = 3035 л = 3 м³
- 7 труб 315мм, 50 м = 21,25 м³
- и т.д.



Пример заполнения

Нанести маркировки на трубы





Пример заполнения водой

Точные расчеты

rev: 10-10-2005 EKL

INVOER

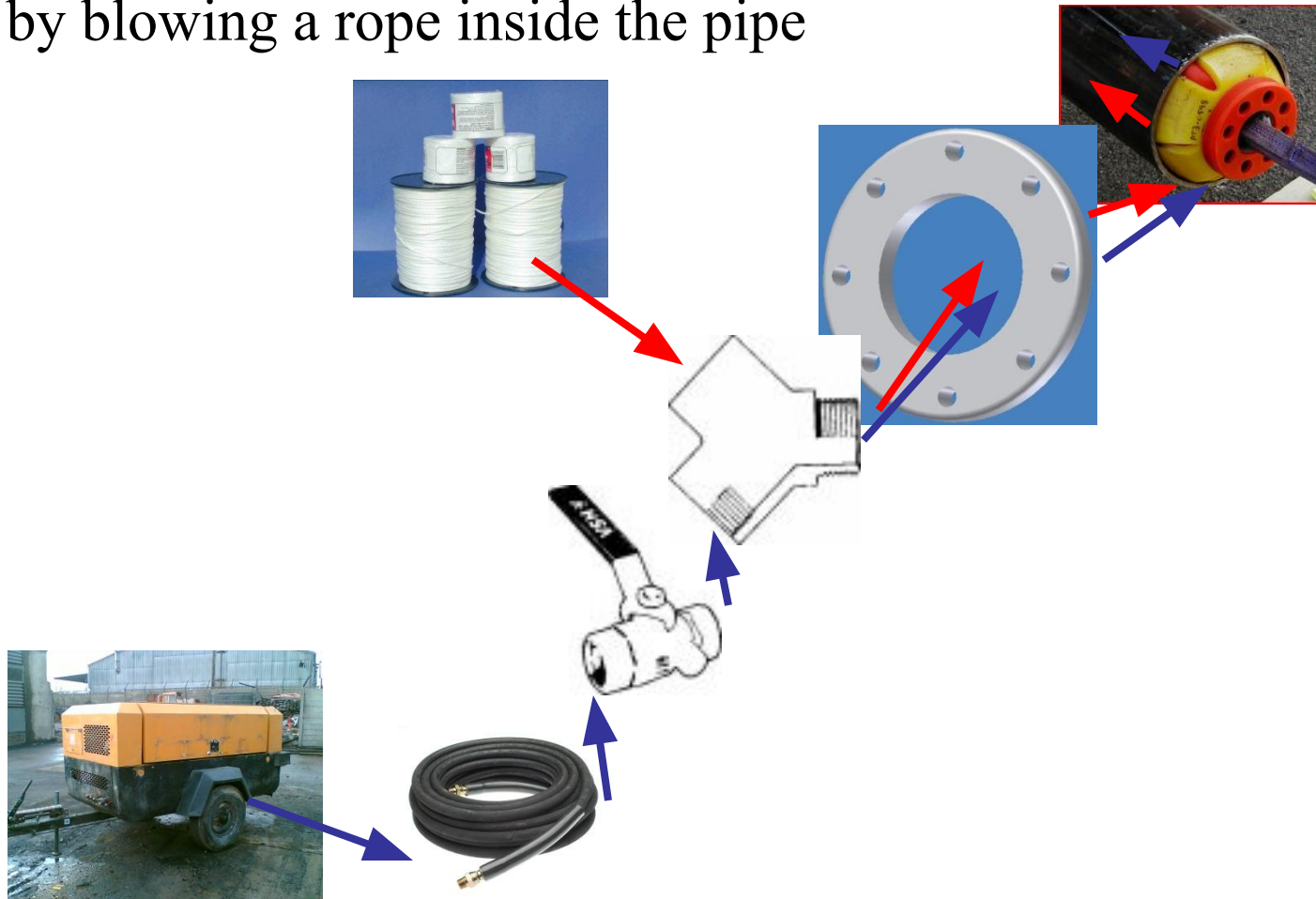
Projectgegevens		
Opdrachtgever	Eneco	
Projectomschrijving	Boring 5 - Leidsche Rijn	
Plaats	Leidsche Rijn	
Calculatienummer	CC052079	
Berekend door	HVE	
Buisgegevens		
Uitwendige diameter leiding	250,0	mm
Wanddikte	22,7	mm
Watervulling	0,033	m3/m/buis
Aantal buizen:	3	32,9 l/m/buis
Lengte boring	400	m
Interval	10	m

UITVOER

lengte	vulling per buis m3	vulling per bundel m3	lengte	vulling per buis m3	vulling per bundel m3
0	0,00	0,00	330	10,85	32,55
10	0,33	0,99	340	11,18	33,54
20	0,66	1,97	350	11,51	34,52
30	0,99	2,96	360	11,84	35,51
40	1,32	3,95	370	12,16	36,49
50	1,64	4,93	380	12,49	37,48
60	1,97	5,92	390	12,82	38,47
70	2,30	6,90	400	13,15	39,45
80	2,63	7,89			
90	2,96	8,88			
100	3,29	9,86			
110	3,62	10,85			
120	3,95	11,84			
130	4,27	12,82			
140	4,60	13,81			
150	4,93	14,79			
160	5,26	15,78			
170	5,59	16,77			
180	5,92	17,75			
190	6,25	18,74			
200	6,58	19,73			
210	6,90	20,71			
220	7,23	21,70			
230	7,56	22,69			
240	7,89	23,67			
250	8,22	24,66			
260	8,55	25,64			
270	8,88	26,63			
280	9,21	27,62			
290	9,53	28,60			
300	9,86	29,59			
310	10,19	30,58			
320	10,52	31,56			

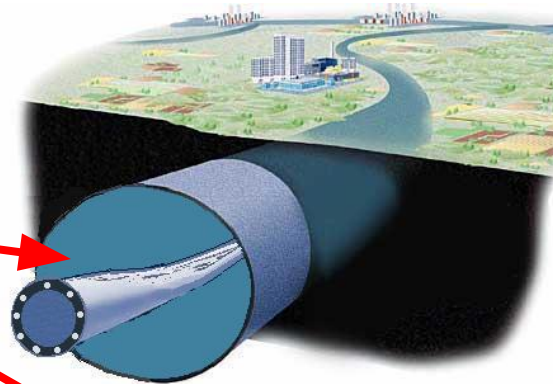
Пример заполнения водой

Longer bores than 100 mtr could be done by blowing a rope inside the pipe



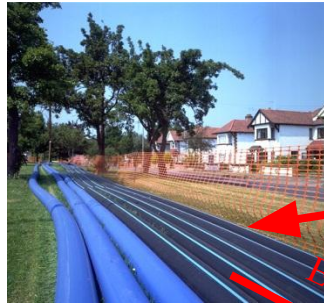
Пример заполнения водой

Pulling the fill pipe inside the product pipe

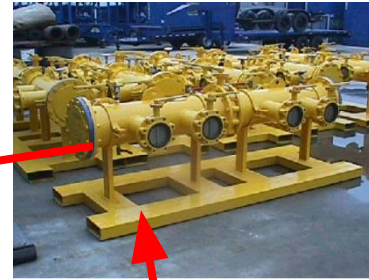


Пример заполнения водой

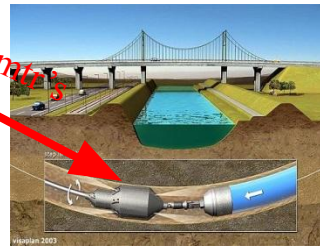
Filling during the pullback



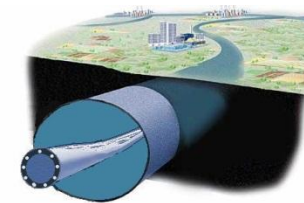
7 pipes



Every 50 m



or





Пример для уменьшения трения на поверхности



(и создания радиуса входа – over bend)

Ролики & Саньки



Ролики & Саньки



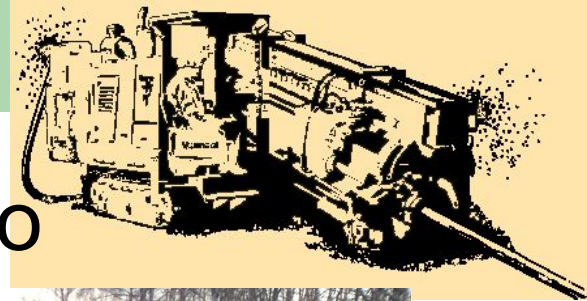
Ролики & Саньки



Ролики & Саньки



Пример УИР-701, Одинцово

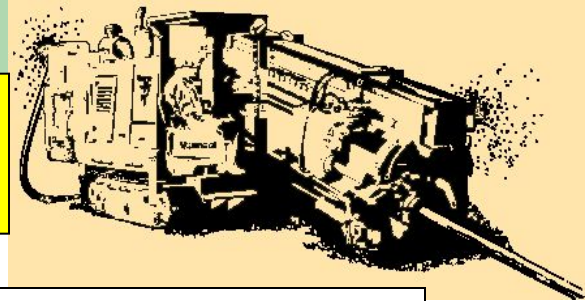


Опускание трубы в воду



Floating is not always possible, but will lower your surface friction to almost zero.

Заключение



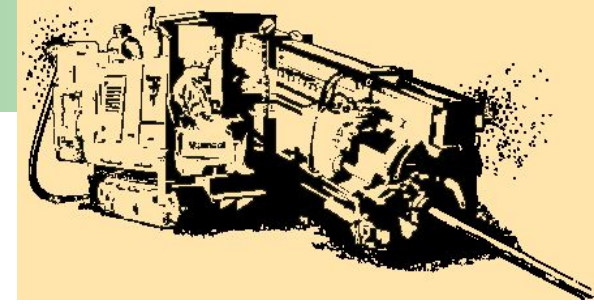
- Технические характеристики установки определяют *параметры возможного бурового канала.*
- Тяговое усилие требуется для протаскивания трубы и зависит от трубы и от свойств пульпы.
- Баластировка трубы помогает снизить необходимое тяговое усилие!

Comments from the field



The day is long
The pay is small

We drill the pipe
and pull 'm all



KOHLE