

Решения -
направени с ковък чугун.



...ологии със сферографитен

TIROLER ROHRE



Пилоти от ковък чугун Tiroler Rohre

Съдържание

- Същност на новата технология и прилика с познатите ни досега
- Същност и преимущества на материала ковък чугун
- Сфери на приложение
- Технологични особености
- Налични технологии у нас в тази сфера
- Съпоставителен анализ
- Сфери за ефективно приложение у нас
- Определяне на носимоспособността на пилотите

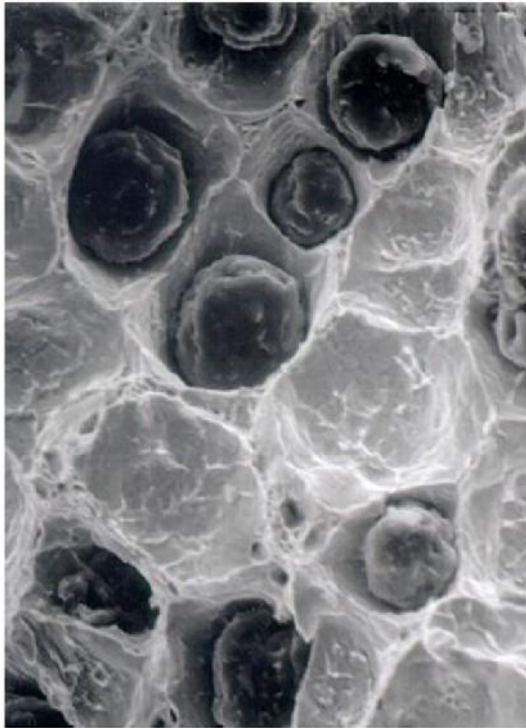


Същност на новата технология и прилика с познатите ни досега

- Едновременно забивни и изливни пилоти
- Метална или комбинирана конструкция
- Стоящи или висящи пилоти
- Вертикални или наклонени пилоти
- Опънни и натискови пилоти
- Къси или дълги пилоти
- Микропилоти
- Почвени гвоздеи



Същност и преимущества на материала ковък чугун

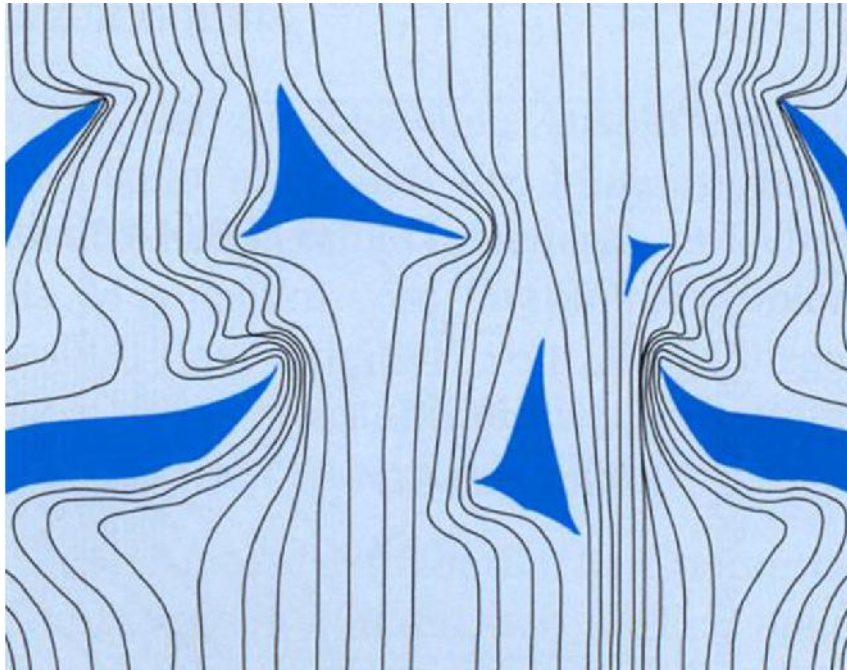


Ковък чугун:

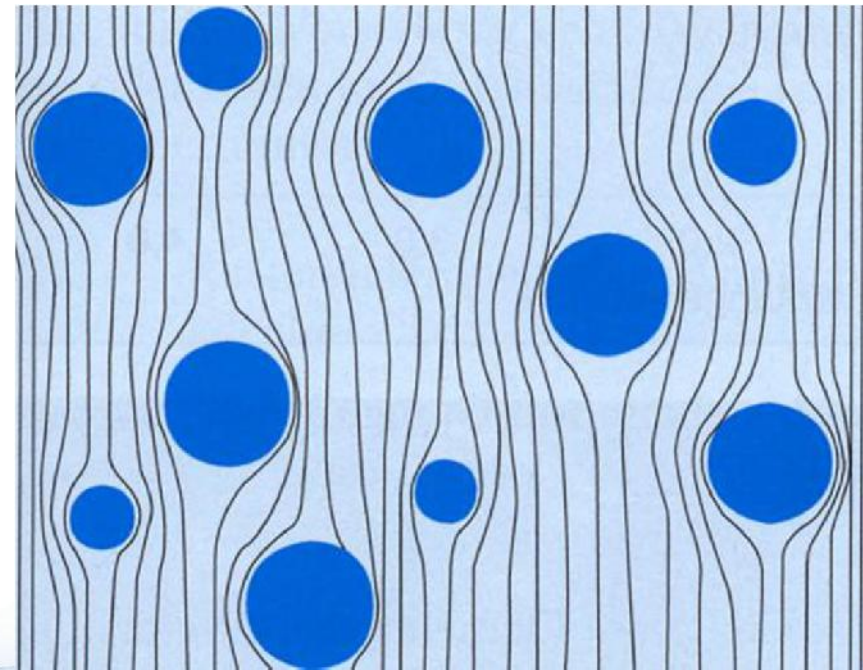
- Чугун със 100% сфероидален графит
- Въглерод (>3.5%) и силиций (>2%)
- Ковкият чугун е по-устойчив на корозия.
- Позволява специална термична обработка.

Структура на въглерода в чугуна

Ламелен лят чугун



Сфероидален лят чугун



Производство на тръбите от ковък чугун

Леене с центрофуга



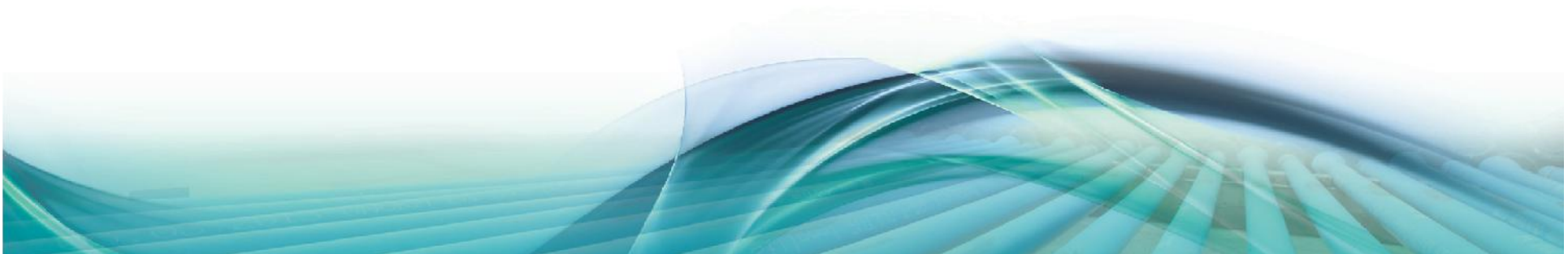
Металургичен процес

- По BS EN ISO 9001.
- ONR 22567
- ETA-07/0169 :
- Вход на суровината
- Топене
- Превръщане
- Леене с центрофуга
- Закаляване
- Крайна продукция



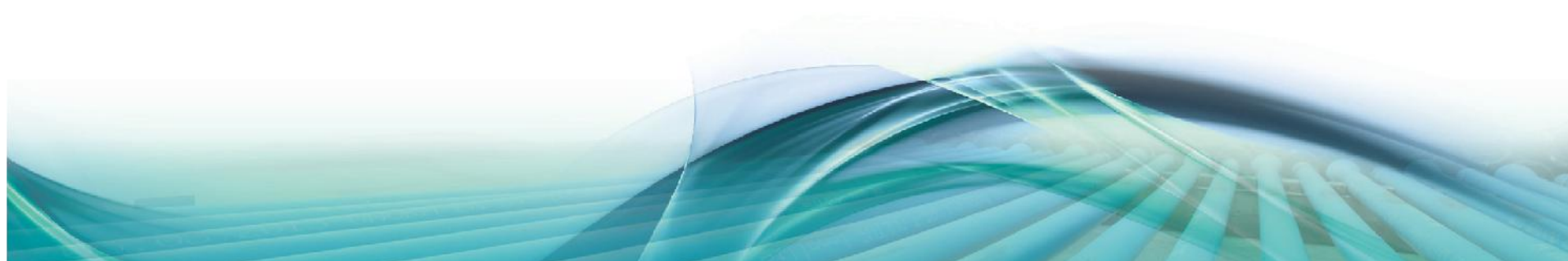
Химически състав на ковкия чугун

Въглерод C	Силиций Si	Манган Mn	Фосфор P	Сяра S	Магнезий Mg
[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
3.5—3.8	2.2-2.6	< 0.5	< 0.1	< 0.01	0.03-0.05

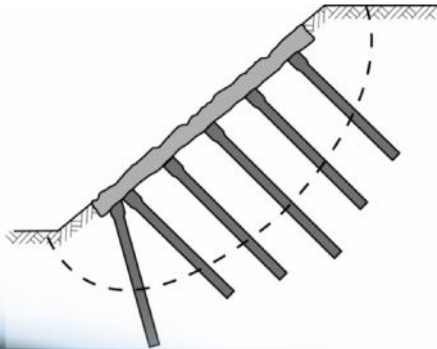
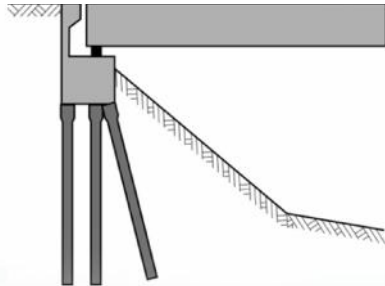
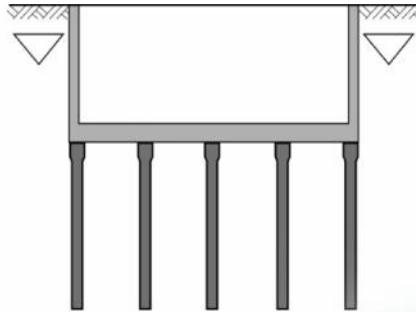
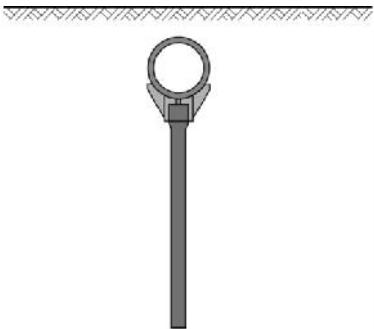
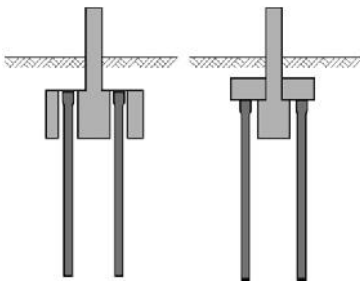
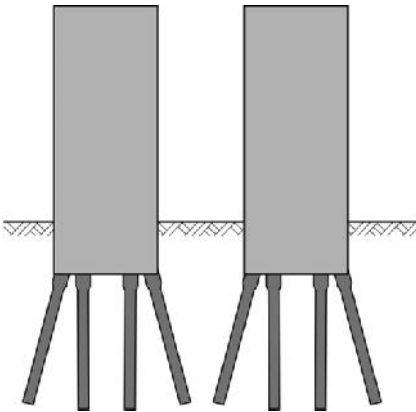
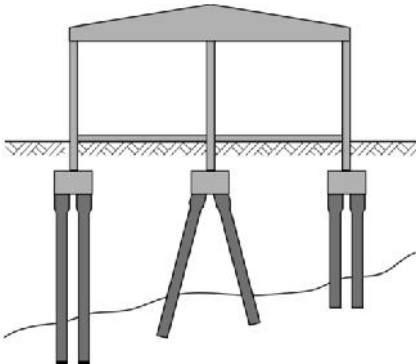
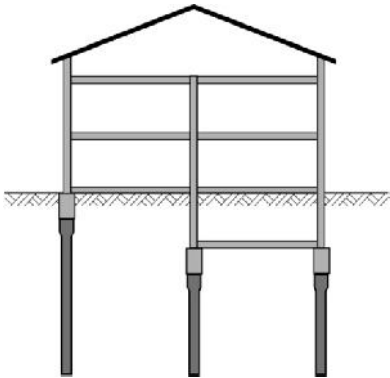


Механични характеристики на ковкия чугун

Характеристика на материала	Стойност [Мра]
Якост на опън	420
Якост на натиск	900
Напрежение на провлачане (0.2% провлачане)	300
Модул на еластичност	170 000



Tiroler Rohre



Tiroler Rohre

- Приложения



В конструкции на сгради и съоръжения



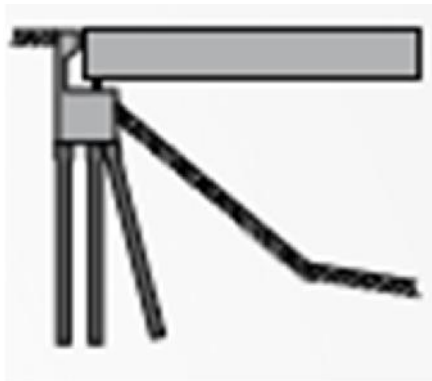
ЮАР: CSP – Solar 100MW



Австрия: 14 единици Vestas V90 - 28 MW

Tiroler Rohre

- Приложения



Мостови съоръжения



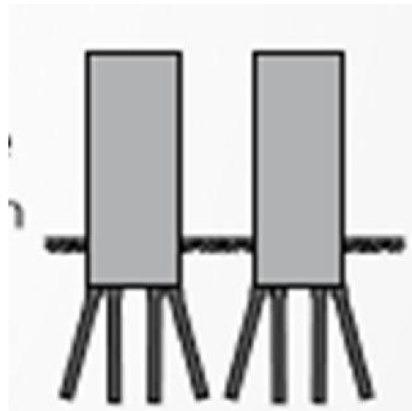
Тръбопроводи

Tiroler Rohre

- Приложения



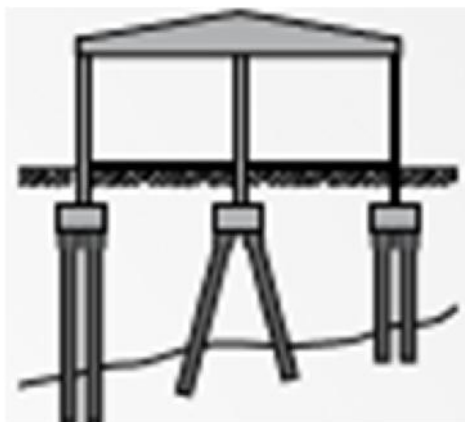
Почвени гвоздеи



Основи на силузи

Tiroler Rohre

- Приложения



За промишлено строителство



Италия: Звукова бариера за железници - обща дължина 4.5 km

Tiroler Rohre

- Приложения



Усилване на
фундаменти



Австрия: SPA "Grimming" с 500
геотермални сонди на площ от 22 000 m²

Tiroler Rohre

- Приложения



Укрепване на дълбоки
изкопи

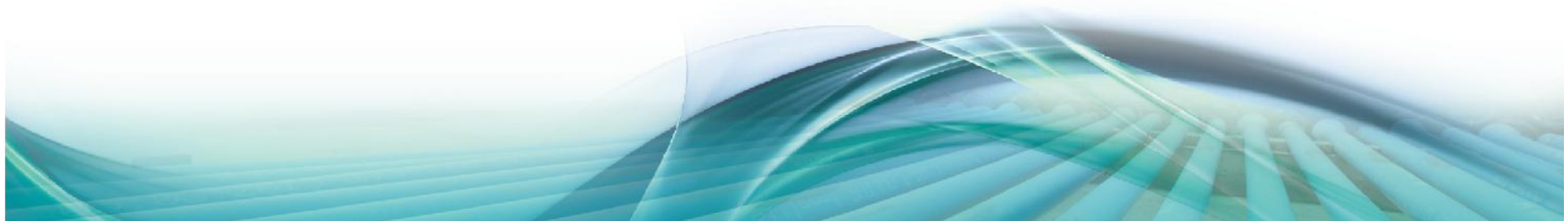


Защита от воден подем

-
- Не се изисква специална механизация
 - Специфична е само доставката на тръбите
 - Бързо изграждане
 - Подходяща за трудно достъпни площадки
 - Предпоставки за бързо изпитване на място
 - Пълно оползотворяване на тръбите



Tiroler Rohre

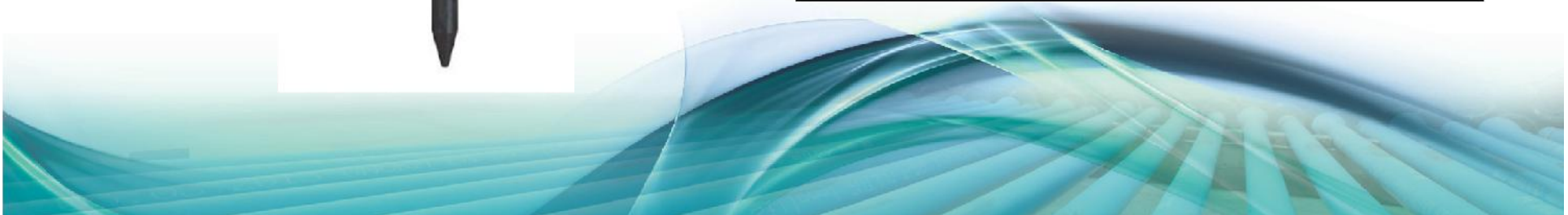


Приспособления за набиване

Виброчук

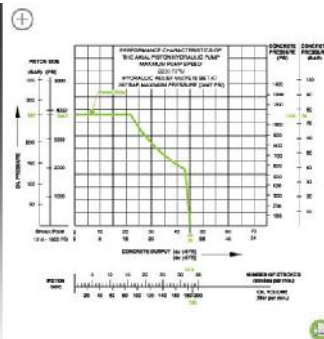


Накрайник при главата на пилота

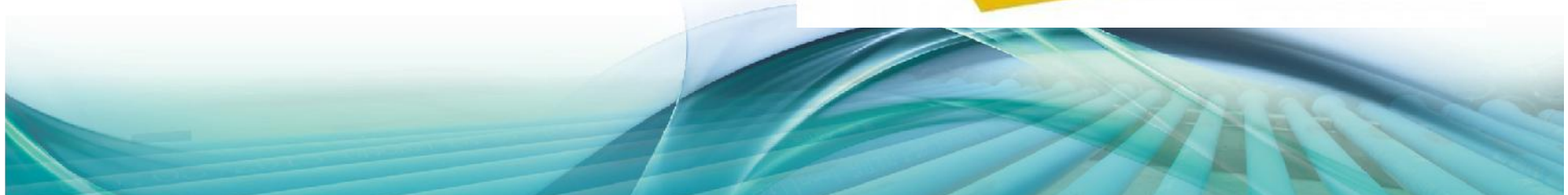


Механизация за бетониране

Бетон - помпа



Колоидална помпа



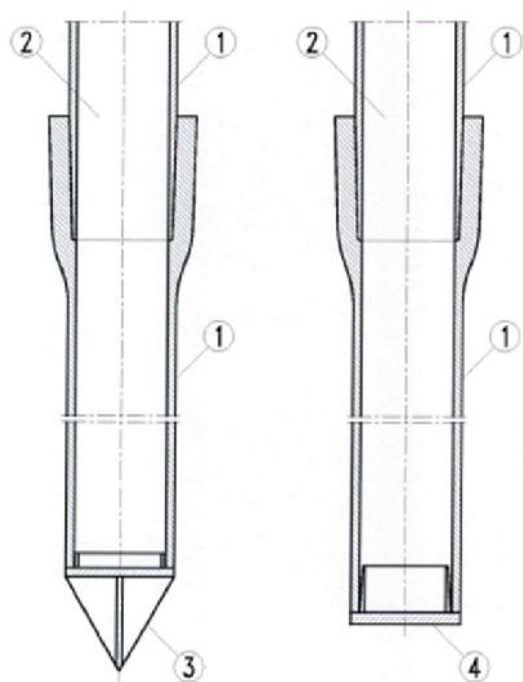
Tirpler Rohre

Завършен технологичен цикъл



Снаждане

При стоящи и при висящи
ПИЛОТИ



- 1 – Горна тръба със скосен долен край
- 2 – Вътрешно пространство в тръбата
- 3 – Обувка – накрайник за висящи пилоти
- 4 – Обувка – накрайник за стоящи пилоти
- Стената на долната тръба в контактната зона е двойно удебелена.

Носещи обувки - накрайници

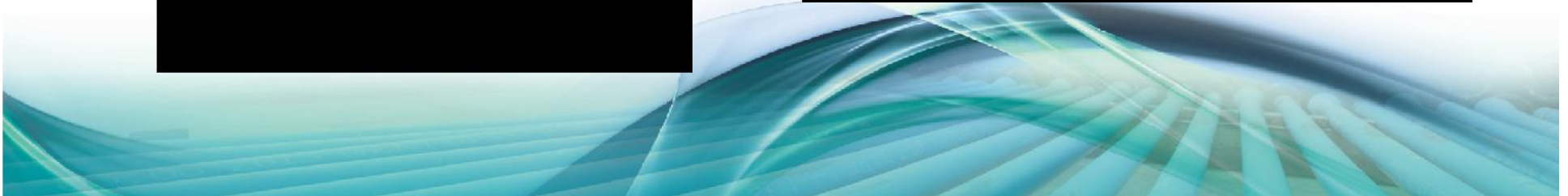
При висящи пилоти



При стоящи пилоти



Коничен накрайник при инжектиране



Tiroler Rohre

Налични технологии у нас в тази сфера

- Забивни пилоти
- Изливни пилоти
- Изливни пилоти със стоманени тръби
- Пасивни корави анкери (Titan, IBO и др.)
- Въжени предварително напрегнати анкери
- Сондажно – изливни микропилоти

Tiroler Rohre

Показатели за съпоставка:

- носимоспособност
- технологична сложност
- бързина
- дълготрайност
- екологичен ефект
- безопасност при работа
- сложност за проектиране
- стойност на механизацията
- оригиналност и пазарна ниша

Сфери на ефективно приложение у нас

- **Пилотни фундаменти под по-леки конструкции**
- **Фундаменти с наклонени пилоти**
- **Фундаменти с пилоти, подложени на опън (докове, стълбове на въжени линии, билбордове, ветрогенератори, кули и мачти и др.)**

- **Усилване на съществуващи плоски фундаменти – като микропилоти**

- **Пилотни фундаменти в труднодостъпни блата, тресавища, мочурища**
- **Фундиране в химически агресивни почви**
- **Фундиране на леки съоръжения (шумопоглъщащи огради, мачти, светофарни стълбове и др.), разположени до контактни мрежи**
- **Фундиране на електроразпределителни или тягови подстанции**

- **Почвени гвоздеи за укрепване на откоси**
- **Анкериране на оградни стени**

Tiroler Rohre

Изчисляване на пилотите на носимоспособност

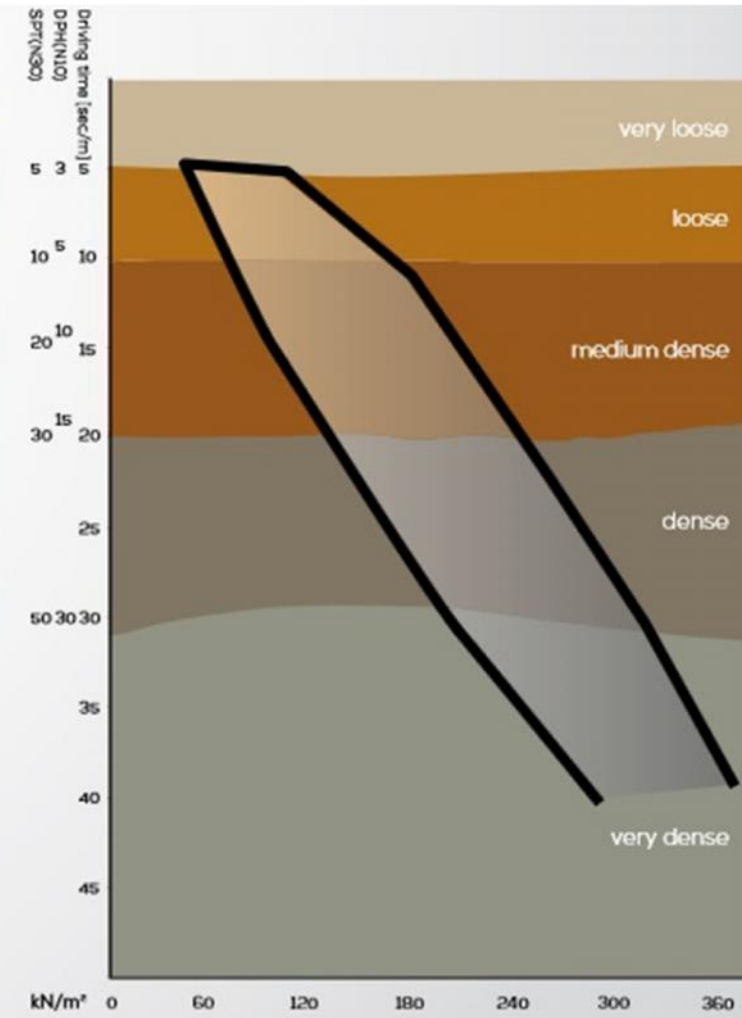
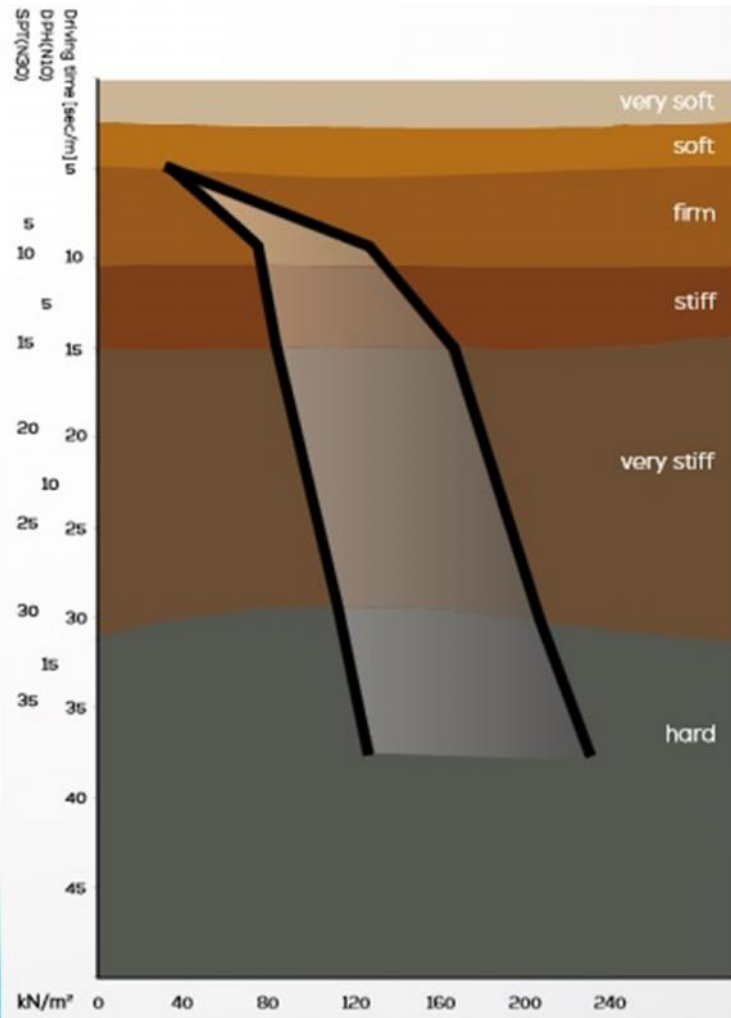
Тръбите за пилотите се предлагат в два диаметъра: 118 mm и 170 mm, с дебелина на стените от 7,5 mm до 13,0 mm.

Запълването се извършва с бетон C20/25 или C25/30

- Проектиране в съответствие с националните и международните норми
- Допълнителна антикорозионна защита при запълване

Type	Wall thickness mm	Mass kg/m	Moment of inertia cm ⁴	Resistance moment cm ³	Bending moment
118	7.5	21.0	399	68	21.7
118	9.0	24.4	461	78	25.0
118	10.6	28.0	521	88	28.2
170	9.0	37.2	1,480	174	55.7
170	10.6	42.6	1,693	199	63.7
170	13.0	52.0	1,989	234	74.9

Tiroler Rohre



-
- ÖN EN 1993-5 – Проектиране на стоманени конструкции, Част 5: Пилоти
 - ÖN EN 1994-1-1 - Проектиране на комбинирани конструкции, Част 1-1: Общи правила и правила за строителство
 - ÖN EN 1992-1-1 - Проектиране на стоманобетонни конструкции, част 1-1: Общи правила и правила за строителство
 - ÖN EN 1993-1-1 - Проектиране на стоманени конструкции, Част 1-1: Общи правила и правила за строителство

-
- За проектиране се ползват новите спецификации на стандарта ÖN B2567, основан на стандарта за стоманени конструкции (EN 1993-5) и стандартите EN 1993-1-1, EN 1994-1-1 и EN 1992-1-1.

- **Изисквания, принципи и ограничения**

Проектирането на металните пилоти е регламентирано главно в EN 1993-5 – т. 1.1 (1).

Указанията за определяне на носимоспособността на напречното сечение са дадени в EN 1993-1-1 - за метални пилоти в съответствие с 5.3.3 (1) и с EN 1994-1-1 за метални пилоти, запълнени с бетон в съответствие с т. 5.3.4 (1).

Направени са препратки в EN 1997 относно геотехническите аспекти.

Спецификациите, дадени в т. 5.3.3 (4) до (6) от EN 1993-5 се отнасят до устойчивостта.

Бележките за материалите са дадени в EN 1993-1-1, т. 3.2 (1).

-
- Определяща за дълготрайността е корозията. Приет е срок на експлоатация 50 години, а очакваната редукция поради корозия на сечението е следната:

50	
Ненарушена естествена почва (пясък, прах, глина, шисти и др.)	0.60 mm
Неуплътнени, неагресивни насипища (глина, шисти, пясък, прах и др.)	1.20 mm
Агресивни естествени почви (тресавища, мочурища, торф и др.)	1.75 mm

Проектирането започва със следните характеристични стойности за материалите и размерите:

Характеристични стойности за материала

- Лят чугун със сфероидален графит, съгл. ÖN B 2567
- $f_{yk} = 320 \text{ kN/m}^2 \text{ (N/mm}^2\text{)}$.
- $E_a = 170\,000 \text{ kN/m}^2 \text{ (N/mm}^2\text{)}$.
- Бетон, съгл. EN 1992-1-1 (Table 3.1)
- C20/25 – $f_{ck} = 20 \text{ kN/m}^2 \text{ (N/mm}^2\text{)}$.
- C25/30 – $f_{ck} = 25 \text{ kN/m}^2 \text{ (N/mm}^2\text{)}$.

Необходимите стойности за изчисление в този случай са площта на напречното метално сечение (A_a) и площта на празнината в тръбата (A_c), която може да бъде запълнена с бетон.

Тип тръба	Външен диаметър [mm]	Дебелина [mm]	A_a [mm ²]	A_c [mm ²]
118/7.5	118	7.5	2.604	8.332
118/9	118	9.0	3.082	7.854
118/10.6	118	10.6	3.577	7.359
170/9	170	9.0	4.552	18.146
170/10.6	170	10.6	5.308	17.390

Таблица 1: Характеристични стойности на размерите на тръбите

За изчисляване на носимоспособността на напречното сечение се използват следните формули:

- За тръба, пълна с бетон, съгл. EN 1994-1-1 (тип комбинирана конструкция), т. 6.7.3.2, носимоспособността на натиск е:

$$N_{pl,Rd} = A_a \cdot f_{yd} + 1.0 \cdot A_c \cdot f_{cd}$$

(EN 1994-1-1, формула 6.30)

Проектните стойности на напреженията в бетона и в метала се изчисляват по следния начин:

- $f_{yd} = f_{yk} / 1.00$ (EN1993-1-1, произтича от формула 6.1 с $\gamma_{M0} = 1.0$)
- $f_{cd} = f_{ck} / 1.50$ (EN1992-1-1, формула 3.15, таблица 2.1N)
- Коефициентът α_{cc} може да бъде определен тук за 1.00 според общите правила;
- Не се налага редукция с коефициент (0.80) за неармиран бетон, защото не се изисква минимален процент на армиране за подпори от комбинирана конструкция. (EN 1994-1-1, т. 6.7.5.2 (1), с изключение на ситуация при пожар.
- От друга страна за този случай не се изисква редукция поради ниска дуктилност и според EC1992-1-1, т. 12.3.

За чисто метални пилоти носимоспособността на натиск се определя по формулата:

$$N_{c,Rd} = A_a \cdot f_{yk} / 1.0$$

(EN 1993-1-1, според формула 6.10 с $\gamma_{M0} = 1.0$)

- Така определените стойности дават носимоспособността на напречното сечение.
- В отклонение от това, за да се оцени проверката за устойчивост на всички части от конструкцията, частният коефициент за сигурност на метала трябва да бъде променен от $\gamma_{M0} = 1.0$ на $\gamma_{M1} = 1.1$ (според EN1993-5, т. 5.1.1 (4) в частта за коефициента на сигурност за пилоти) и трябва да се умножи по коефициента на изкълчване χ .

-
- Така изчислението за пилоти, пълни с бетон е следното:

$$N_{pl,Rd} = A_a \cdot f_{yk} / 1.1 + A_c \cdot f_{cd}$$

(EN 1994-1-1, формула 6.30, бел. 6.7.3.5 (2), но без χ)

- За чисто метално напречно сечение изчислението е:

$$N_{b,Rd} = A_a \cdot f_{yk} / 1.1$$

(EN 1993-1-1, по формула 6.47 с $\chi = 1.0$);

- Коефициентът за изкълчване χ все пак трябва да бъде записван отделно във формулата.
- Изкълчването се взема рядко предвид при пилотите – само при „стоящи” пилоти в тиня или при пилоти с висок ростверк.

()

$D_{a,eff}$	t_{eff}	A_a	A_c	Максимална проектна носимоспособност на сечението N_{sd} [kN] на натиск			Базова проектна носимоспособност $N_{b,sd}$ [kN] на натиск без изкълчване		
				steel	C20/25	C25/30	steel	C20/25	C25/30
[mm]	[mm]	[mm ²]	[mm ²]						
118	7,50	2,604	8,332	833	944	972	757	869	896
118	9,00	3,082	7,854	986	1,091	1,117	897	1,001	1,027
118	10,60	3,577	7,359	1,144	1,243	1,267	1,040	1,139	1,163
170	9,00	4,552	18,146	1,457	1,699	1,759	1,324	1,566	1,627
170	10,60	5,308	17,390	1,699	1,930	1,988	1,544	1,776	1,834

Таблица 1 – максимални стойности на носимоспособността на натиск на пилоти с бетонно покритие и на пилоти без покритие, но без намалена дебелина (некорозирали)

()

$D_{a,eff}$	t_{eff}	A_a	A_c	Максимална проектна носимоспособност на сечението N_{sd} [kN] на натиск			Базова проектна носимоспособност $N_{b,Sd}$ на натиск без изкълчване		
				steel	C20/25	C25/30	steel	C20/25	C25/30
[mm]	[mm]	[mm ²]	[mm ²]						
116,8	6,90	2,382	8,332	762	873	901	693	804	832
116,8	8,40	3,861	7,854	915	1,020	1,046	832	937	963
116,8	10,00	3,355	7,359	1,074	1,172	1,196	976	1,074	1,099
168,8	8,40	4,233	18,146	1,355	1,596	1,657	1,231	1,473	1,534
168,8	10,00	4,989	17,390	1,596	1,828	1,886	1,451	1,683	1,741

Таблица 2 – максимални стойности на носимоспособността на натиск на пилоти без покритие в естествена почва и с дълготрайност 50 години ($\Delta t = 0.60$ mm)

()

$D_{a,eff}$	t_{eff}	A_a	A_c	Максимална проектна носимоспособност на сечението N_{sd} [kN] на натиск			Базова проектна носимоспособност $N_{b,sd}$ на натиск без изкълчване		
				steel	C20/25	C25/30	steel	C20/25	C25/30
[mm]	[mm]	[mm ²]	[mm ²]						
115,6	6,30	2,163	8,332	692	803	831	629	740	768
115,6	7,80	2,642	7,854	845	950	976	768	873	899
115,6	9,40	3,136	7,359	1,004	1,102	1,126	912	1,010	1,035
167,6	7,80	3,916	18,146	1,253	1,495	1,555	1,139	1,381	1,442
167,6	9,40	4,672	17,390	1,495	1,727	1,785	1,359	1,591	1,649

Таблица 3 – максимални стойности на носимоспособността на натиск на пилоти без покритие в неуплътнени неагресивни насипища и с дълготрайност 50 години ($\Delta t = 1.20$ mm)

ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗЧИСЛЕНИЯ

ONR 22567 "

"

EN-

GJS-400-10

Проверка срещу изкълчване

Граница на провлачане: 300 kN/m^2 (N/mm^2)

Провлачане 0,2%;

Модул на еластичност: $E = 170\,000 \text{ kN/m}^2$ (N/mm^2)

	TRM 118/7.5	TRM 118/9.0	TRM 118/10.6	TRM 170/9.0	TRM 170/10.6
Инерционен момент J [cm^4]	399.2	460.8	520.7	1479.6	1693.4
Инерционен радиус i [cm]	3.92	3.87	3.82	5.70	5.65

Таблица: Инерционни моменти и инерционни радиуси на напречните сечение на тръбите



Определянето е според Еврокод 7 и може да се основава на един от следните подходи:

- **Пробно статично натоварване** и сравняване с резултатите от предварителното изчисление;
- **Емпирични или аналитични изчисления**, основани на резултатите от пробното статично натоварване;
- **Динамично пробно натоварване**, калибрирано с резултатите от пробното статично натоварване;
- **По аналогия** с изграден подобен фундамент при сравними условия.

Стоящи пилоти

- Пилотите са забити до отказ.

Носимоспособността на пилота на натиск съответства на записаната в трите таблици от ONR 22567.

Висящи пилоти

- Носимоспособността им е формирана само от околното триене.

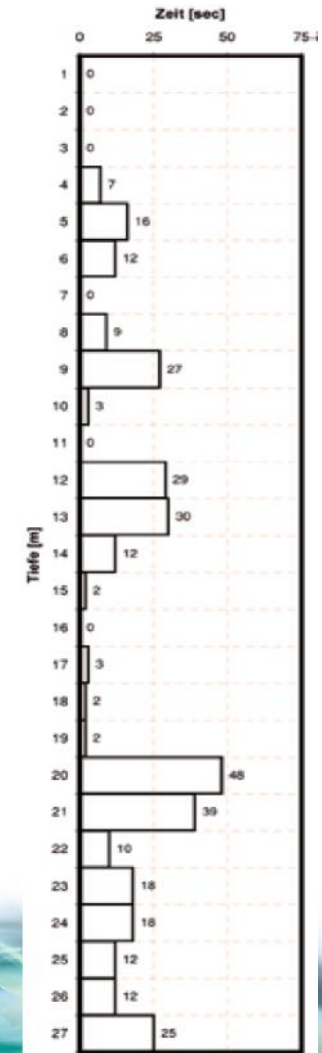
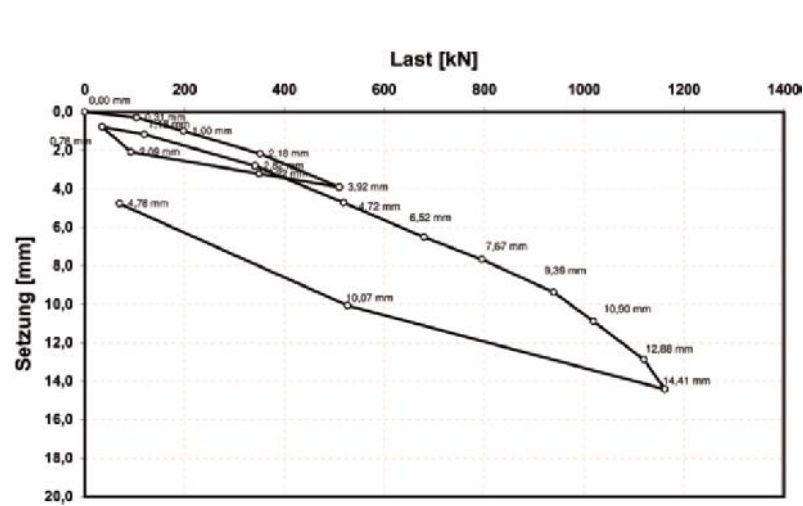
Скорост на проникване	Степен на уплътняване	SPT (N30)	DPH (N10)	DPM (N10)	Специфично околно триене
Прониква свободно	Много слаб	< 4	0-2	0-4	0
5–10 s/m	Слаб	4-10	3-5	4-11	40 kN/m ²
10–20 s/m	Средно плътен	10-30	6-15	11-26	80 kN/m ²
20–30 s/m	Плътен	30-50	16-30	26-44	120 kN/m ²
30. /m	Много плътен	>50	>30	>44	150 kN/m ²

Таблица: Несвързани почви – зависимости между почвените параметри, проникването и специфичното околно триене при коефициент на сигурност 2.

Скорост на проникване	Степен на уплътняване	SPT (N30)	DPH (N10)	DPM (N10)	Специфично околно триене
Прониква свободно	Много слаб				0
Прониква свободно	Слаб	0-2	0-1	0-3	0
5–10 s/m	твърд	3-8	2-5	3-8	20 kN/m ²
10–15 s/m	корав	8-15	5-7	8-14	40 kN/m ²
15–30 s/m	Много корав	16-30	8-15	14-28	70. kN/m ²
>30 s/m	Здрав	>50	>30	>44	100 kN/m ²

Таблица: Свързани почви – зависимости между почвените параметри, проникването и специфичното околно триене при коефициент на сигурност 2.

- SLT SPT



БЛАГОДАРЯ ВИ
ЗА ВНИМАНИЕТО!

