

# PŘEDPÍNACÍ SYSTÉM FREYSSINET

SYSTÉM OD TVŮRCE PŘEDPJATÉHO BETONU



N Á V R H , P R O V Á D Ě N Í , Ú D R Ž B A



**FREYSSINET**  
SUSTAINABLE TECHNOLOGY



## BSAH

ETA a označení CE	str. 3
<b>Kotvení řady C - předpětí</b>	<b>str. 4 - 18</b>
<b>s vysokou účinností</b>	
- Kotvení řady C	str. 7
- Způsoby použití	str. 8
- Prostorové uspořádání	str. 10
- Podkotevní výztuž	str. 11
- Spojky (CI, CU, CC, CM)	str. 14 - 16
- Pasivní kotvy	str. 17
<b>Kotvení řady F</b>	<b>str. 19 - 25</b>
<b>pro tenkostěnné konstrukce</b>	
- Vnitřní předpětí	str. 20
- Spojky	str. 22
- Prostorové uspořádání	str. 23
- Podkotevní výztuž	str. 24
- Pasivní kotvy	str. 25
<b>Součásti systému společné</b>	<b>str. 26 - 29</b>
<b>pro řady C a F</b>	
- Předpínací lana	str. 26
- Kanálky pro vnitřní předpětí	str. 27 - 28
- Materiály pro injektáž	str. 28
<b>Instalace předpětí</b>	<b>str. 30 - 35</b>
- Uložení kabelových kanálků a roznášecích podložek	str. 30
- Napínací lisy pro kotvení řady C	str. 31
- Napínací lisy pro řadu F	str. 33
- Injektování a ochrana kotev	str. 34
- Injektážní a odvodušňovací otvory	str. 35

## VYSOKÁ ŽIVOTNOST PŘEDPĚTÍ

Společnost Freyssinet, která je průkopníkem v předpětí, v minulosti neustále inovovala a nyní nabízí základní systém předpínání, který slučuje vysoký výkon s vysokou životností.

Technické služby společnosti Freyssinet navrhují kotvy, napínací a instalační zařízení a provozují také zkušební centrum (včetně 2000-tunového vybavení pro zkoušky tahem) a laboratoř na sestavování receptur a zkoušení injektážní cementové malty.

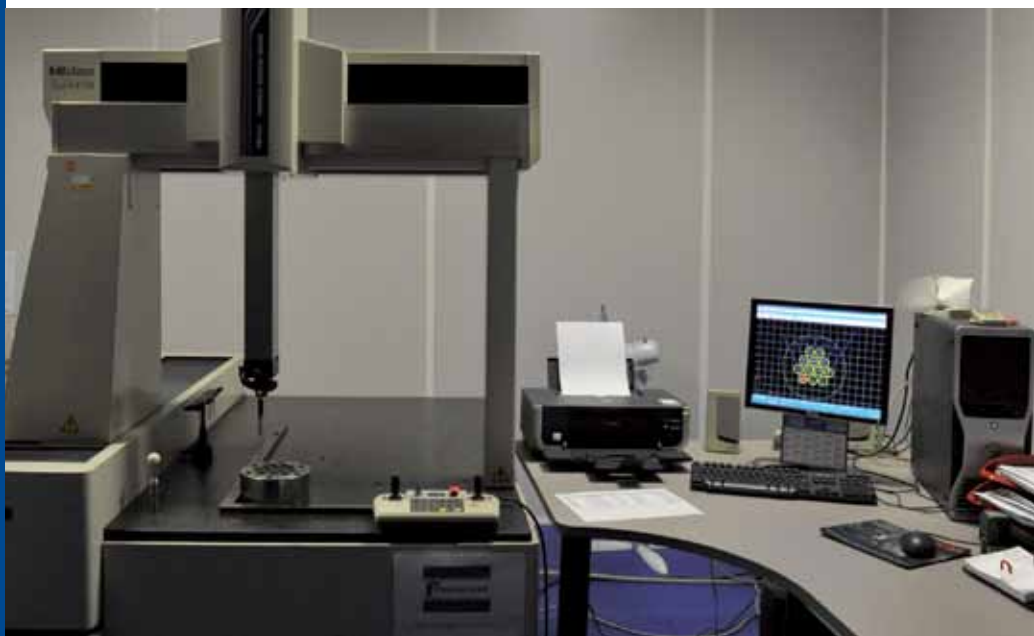
Společnost Freyssinet vyrábí kotvy v dceřiné výrobní společnosti FPC (společnost pro výroby Freyssinet) a provozuje ústřední sklad a půjčovnu strojního zařízení tak, aby zaručila servis o vysoké kvalitě pro všechny své zákazníky po celém světě.



Společnost Freyssinet také školí týmy v instalaci předpětí ve všech svých přidružených společnostech.

**Akademie PT** je škola společnosti Freyssinet pro školení předpětí. Absolventi školy získávají každý rok kvalifikaci, která potvrzuje jejich dovednosti jako ředitelů závodů, specialistů a pracovníků na instalaci předpětí.

Předpínací kotvy Freyssinet řady C a F se osvědčily na stavbách po celém světě a vyhovely nejpřísnějším požadavkům. Příkladem použití jsou mostovky a pilíře mostů, bezpečnostní obaly jaderných reaktorů, zásobníky zkapalněného zemního plynu, plovoucí vrtné plošiny, věže větrných elektráren atd. Společnost Freyssinet vypracovala optimalizované řešení pro každé použití.



# EVROPSKÉ TECHNICKÉ SCHVÁLENÍ (ETA) A OZNAČENÍ CE



Evropské technické schválení  
dle ETAG 013 a příslušné  
"CE - evropské prohlášení shody"



Společnost Freyssinet má evropské technické schválení (ETA) č. 06/0226 pro svůj předpínací systém, který obsahuje následující řady kotev:

- řada C pro 3 až 55 lan předpínací výztuže
- řada F pro 1 až 4 lana předpínací výztuže

Společnost získala také evropské prohlášení shody CE č. 1683-CPD-0004.

Evropské technické schválení bylo vydáno až po provedení zkoušek definovaných v ETAG 013 (směrnice pro evropská technická schválení pro systémy dodatečného předpínání konstrukcí). Značení ETA a CE podléhá nepřetržitému nezávislému dohledu úředního orgánu.

Předpínací systém zahrnuje všechny prvky, které tvoří kompletní předpínací výztuž.

## Specifické součásti

- pasivní a aktivní kotvení
- pevné a plovoucí spojky
- kotevní čelisti
- přechodové trubky
- ochranné kryty
- plastové kabelové kanálky

## Standardní součásti

- kovové kabelové kanálky
- předpínací lana
- materiály protikorozní ochrany

Objednatel z praktických důvodů normálně zajišťuje podkotevní a šroubovicovou výztuž kotevního prvku.

*Projektant musí ověřit, zda návrh zpracovaný pro specifický projekt, který je založen na podkladech z této brožury, vyhovuje všem předpisům platným v místě aplikace.*



Most Sioule, Francie

# KOTVENÍ ŘADY C PŘEDPĚTÍ S VYSOKOU ÚČINNOSTÍ

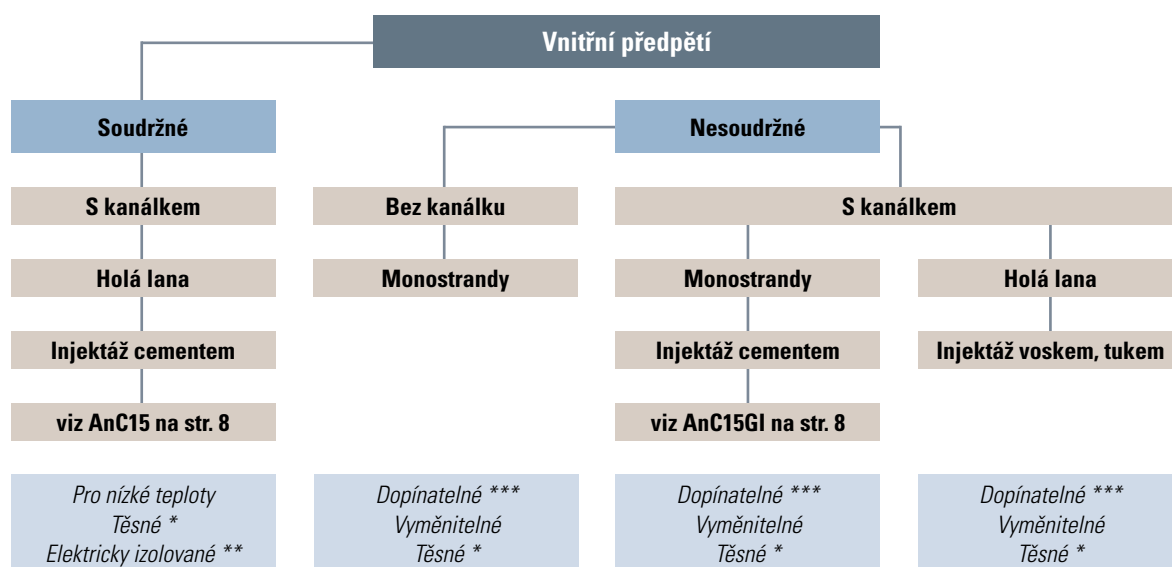
## Oblasti použití

Předpětí řady C je navrženo a certifikováno pro široké spektrum způsobů použití:

- použití předpínací výztuže  $\varnothing$  13 mm a 15 mm obou pevností (1770 nebo 1860 MPa) včetně galvanizovaných lan a monostrandů
- předpínací jednotky velikosti až do 55 lan

System může být používán pro **vnitřní i vnější** předpětí pro betonové, ocelové, dřevěné i zděné konstrukce:

- soudržný i nesoudržný
- s trubkou kabelového kanálku nebo bez ní
- dopínatelný
- vyměnitelný
- schopný odkotvení
- elektricky izolovaný
- pro aplikace v nízkých teplotách



\* pokud je opatřen souvislým těsným obalem \*\* zvláštní podmínky viz str. 9 \*\*\* pokud byl ponechán přesah lan pro dopnutí

## Vnitřní předpětí se soudržností

Nejčastější způsob použití typové řady C je pro vnitřní soudržné předpětí, které je založeno na použití mazivem ošetřených, neobalených lan, galvanizovaných nebo negalvanizovaných, uložených v kabelovém kanálku tvořeném korugovanou hadicí z ocelového pásku, po napnutí injektovaných cementovou maltou. Pro zakřivené úseky a pro snížení koeficientu tření mezi lany a obalem nabízí Freyssinet dílenské ošetření korugovaných ocelových hadic mazivem, využívající unikátní technologii Freyssinetu zvanou LFC.

Ke zvýšení životnosti předpětí, případně pro aplikace v prostředí s velmi agresivním vlivem na korozi předpínací výztuže, mohou být korugované hadice s výhodou nahrazeny vodotěsným plastovým obalem (včetně spojovacích prvků). Freyssinet vyvinul systém plastových hadic Plyduct®, což je HDPE korugovaná hadice s výstupky pro zajištění soudržnosti předpínací výztuže s konstrukcí.



Tloušťka trubky je závislá na velikosti radiálního tlaku v zakřivených částech a posunu lan během napínání.

Pro konstrukce na vrtných plošinách nabízí společnost Freyssinet také vodotěsné ocelové trubky kabelových kanálků složené z velmi silných, hladkých ocelových trubek s robustními spoji těsněnými pryskyřicí a překryté samosmršťovací hadicí.

Společnost Freyssinet vyvinula pro konstrukce vyrobené z prefabrikovaných prvků s kontaktními spárami spojku trubek kabelových kanálků Liaseal®. Tato plastová spojka je vodotěsná proti průsakům vody ve spáře mezi segmenty.

Pro každou sestavu předpínací výztuže existuje příslušná metoda na ochranu hlavy kotvy: může být provedena utěsněním (zabetonování hlavy kotvy do kapsy), pomocí trvalého víka z litiny (pozinkované nebo opatřené nátěrem) nebo plastu injektovaného stejnou protikorozi hmotou, jaká se používá pro ochranu předpínací výztuže v kabelovém kanálku.

Společnost Freyssinet nabízí elektricky izolovaný předpínací systém s ochranou prvků předpínací výztuže před bludnými proudy nebo pro elektrickou kontrolu vodotěsnosti plastových trubek kabelových kanálků s použitím izolační desky pod hlavou kotvy s plastovým pláštěm a víkem, čímž je vytvořeno trvalé, úplné a vodotěsné uzavření celého předpínacího prvku.

### Vnitřní předpětí bez soudržnosti

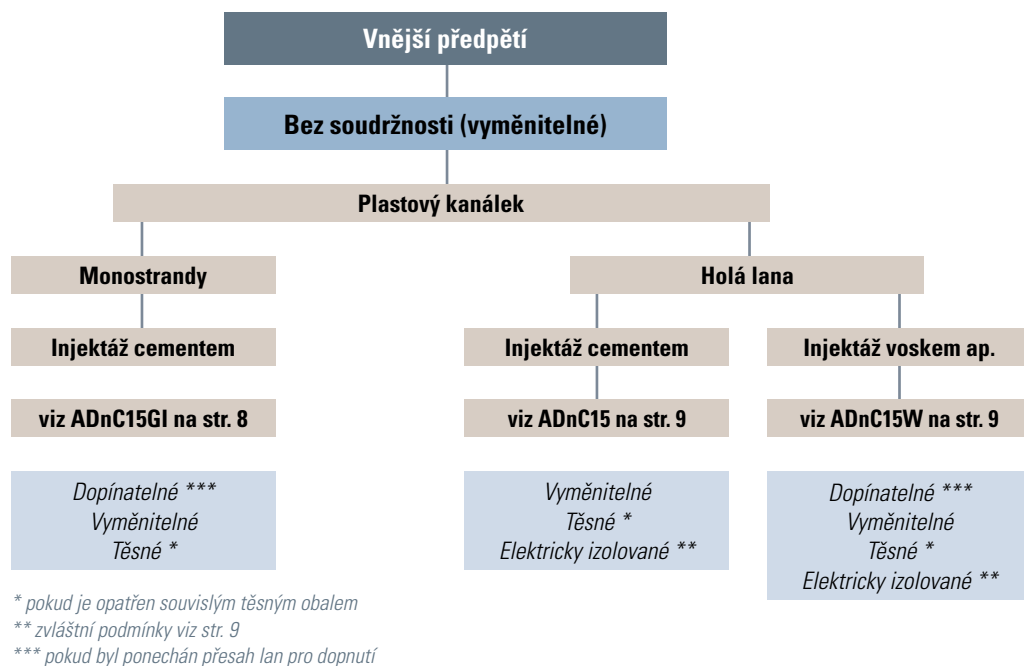
Nesoudržná předpínací výztuž se používá hlavně v těch aplikacích, kde je třeba měřit napětí v předpínací výztuži nebo kde je třeba předpínací výztuž dopínat, povolovat či vyměňovat.

Pro ochranu nesoudržné výztuže se používá namísto cementové malty pružná ochranná protikorozi hmoty. Běžně je používán tuk nebo vosk speciálně navržený pro tento účel. Zvláštní pozornost je přitom třeba věnovat vodotěsnosti kabelového kanálku.

Společnost Freyssinet doporučuje použití předpínacích lan chráněných mazivem a pokrytých ochranným povlakem HDPE. Pro zvýšení trvanlivosti předpětí se užívá několikanásobné protikorozi ochrany. Takto ochráněná jednotlivá lana mohou být i vyměňována. Tato předpínací výztuž může být umístěna uvnitř kabelového kanálku injektovaného před napnutím cementovou maltou nebo uložena přímo do betonářské výztuže před zabetonováním.



*Most Pierre Pfimlin, Strassbourg - Francie*



## Vnější předpětí

Vnější nebo též externí předpětí se používá pro tenkostěnné betonové konstrukce, jeho výhodou je též snadná kontrola předpínacích kabelů.

Nejběžnější použití kotev řady C ve vnějším předpětí je založeno na použití svazku předpínacích lan umístěných uvnitř silnostěnné trubky z HDPE spojované svary na tupo, které jsou po napnutí kabelu zainjektovány cementovou maltou.

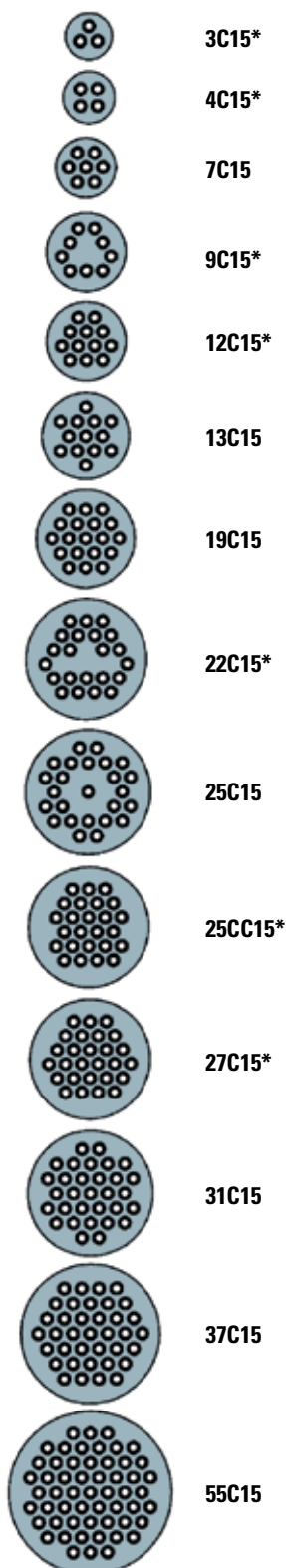
Kabelový kanálek prochází v oblasti deviátorů a kotvení chráničkami, což umožňuje vyměnitelnost předpínacích kabelů bez zásahu do konstrukce. Trubka HDPE prochází uvnitř deviátoru ocelovou chráničkou, která odděluje prvky předpínací výztuže od konstrukce a zajišťuje přenos radiálních sil od zakřiveného kabelu do konstrukce.

Společnost Freyssinet doporučuje použití jednotlivých, mazivem chráněných lan v HDPE obalu (monostrandy), které jsou umístěny v kabelovém kanálu ze silnostěnné HDPE trubky a zainjektovány před napnutím cementovou maltou, čímž se vytvoří takové předpínací kabely, ve kterých jsou jednotlivá lana navzájem nezávislá. Toto uspořádání zvyšuje životnost předpětí díky několikanásobné protikorozní ochraně a umožňuje výměnu jednotlivých lan v kabelu.

Jiné řešení spočívá v injektování prvků předpínací výztuže pružnými protikorozními hmotami, mazivem nebo voskem, které jsou speciálně navrženy pro tento účel. Je třeba zvláště dávat pozor při injektáži těchto prvků, pokud je injektováno horkou směsí.

# KOTVENÍ ŘADY C

## Typy kotvení



\* Uspořádání lan v kotvení bez centrálního lana

## Sestava

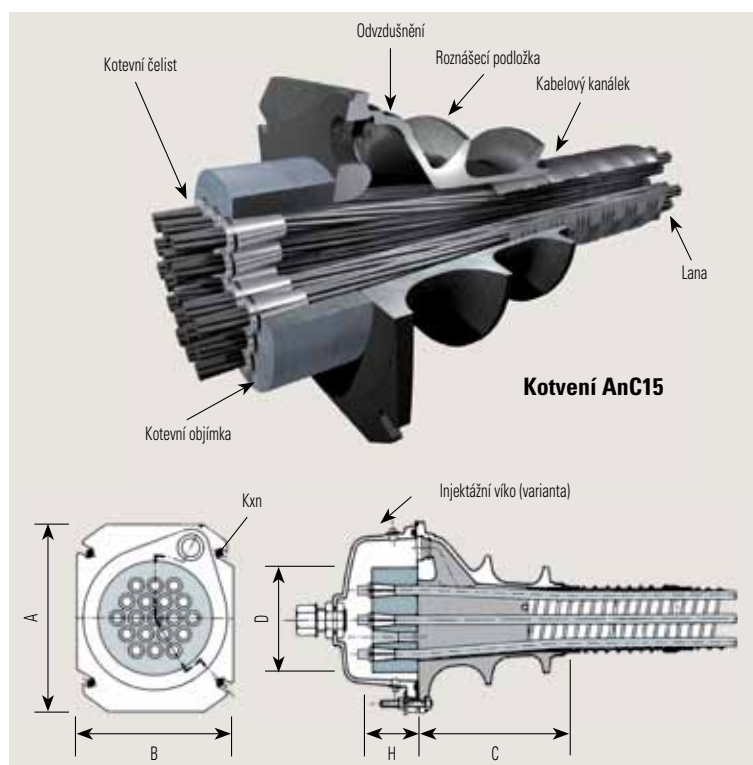
Kotvy se skládají:

- z čelistí zajišťujících vysoce účinné zakotvení při statickém i dynamickém namáhání
- z kruhové ocelové kotvení objímky s vrtanými kuželovými otvory
- z roznášecí podložky s několika žebry pro lepší přenos předpínací síly do konstrukce
- případně z trvalého víka

## Kompaktní kotvy

Malé rozměry kotev řady C umožňují:

- menší šířku nosníků a stěn komorových průřezů
- optimální uspořádání kotev v čele konstrukce
- minimální směrové vychýlení lana v kotvení



Typ	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	H (mm)	Kxn (mm)
3C15	150	110	120	85	50	M10x2
4C15	150	120	125	95	50	M10x2
7C15	180	150	186	110	55	M12x2
9C15	225	185	260	150	55	M12x4
12C15	240	200	165	150	65	M12x4
13C15	250	210	246	160	70	M12x4
19C15	300	250	256	185	80	M12x4
22C15	330	275	430	220	90	M12x4
25C15	360	300	400	230	95	M16x4
25CC15	350	290	360	220	95	M16x4
27C15	350	290	360	220	100	M16x4
31C15	385	320	346	230	105	M16x4
37C15	420	350	466	255	110	M16x4
55C15	510	420	516	300	145	M20x4

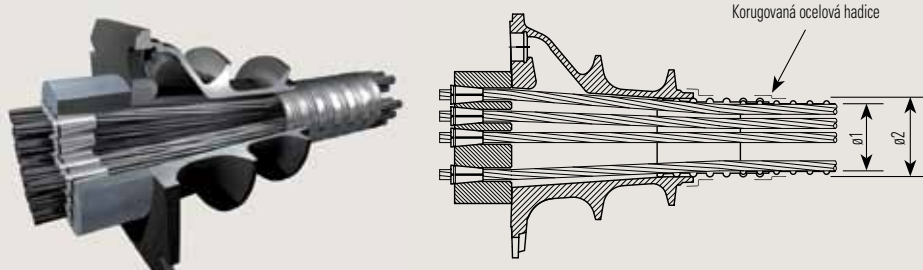
Všechny typy kotvení mají označení

## KOTVENÍ ŘADY C (POKRAČOVÁNÍ)

### Způsoby použití

- PRO VNITŘNÍ PŘEDPĚTÍ SE SOUDRŽNOSTÍ S HOLÝMI LANY A INJEKTÁŽÍ CEMENTEM

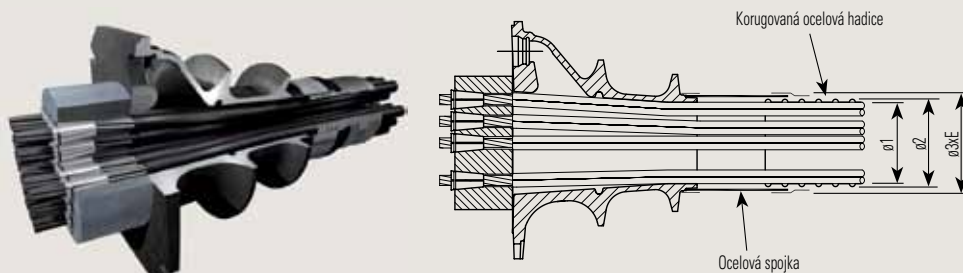
AnC15



Typ	Ø1* (mm)	Ø2** (mm)
3C15	40	45
4C15	45	50
7C15	60	65
9C15	65	70
12C15	80	85
13C15	80	85
19C15	95	100
22C15	105	110
25C15	110	115
25CC15	110	115
27C15	115	120
31C15	120	125
37C15	130	135
55C15	160	165

- PRO VNITŘNÍ PŘEDPĚTÍ BEZ SOUDRŽNOSTI S MONOSTRANDY A INJEKTÁŽÍ CEMENTEM

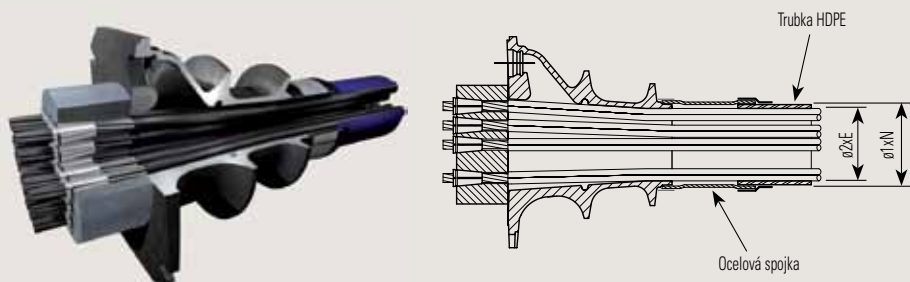
AnC15GI



Typ	Ø1* (mm)	Ø2** (mm)	Ø3 (mm)	E (mm)
3C15	40	45	70	2,9
4C15	65	70	82,5	3,2
7C15	65	70	82,5	3,2
9C15	80	85	101,6	5
12C15	95	100	114,3	3,6
13C15	95	100	114,3	3,6
19C15	115	120	133	4
22C15	120	125	139,7	4
25C15	130	135	152,4	4,5
25CC15	130	135	152,4	4,5
27C15	130	135	152,4	4,5
31C15	145	150	177,8	5
37C15	145	150	177,8	5

- PRO VNĚJŠÍ PŘEDPĚTÍ BEZ SOUDRŽNOSTI S MONOSTRANDY A INJEKTÁŽÍ CEMENTEM

ADnC15GI



Typ	Ø1* (mm)	E (mm)	Ø2** (mm)	N (mm)
3C15	70	2,9	63	4,7
4C15	82,5	3,2	75	5,5
7C15	82,5	3,2	90	6,6
9C15	101,6	5	90	6,6
12C15	114,3	3,6	110	5,3
13C15	114,3	3,6	110	5,3
19C15	133	4	125	6
22C15	139,7	4	125	6
25C15	152,4	4,5	140	6,7
25CC15	152,4	4,5	140	6,7
27C15	152,4	4,5	140	6,7
31C15	177,8	5	160	7,7
37C15	177,8	5	160	7,7
55C15	219,1	6,3	200	9,6

\* Je třeba porovnat průměr trubky kanálku s příslušnými předpisy.

\*\* Ø - vnitřní průměr korugované hadice / vnější průměr pro PE nebo ocelovou trubku

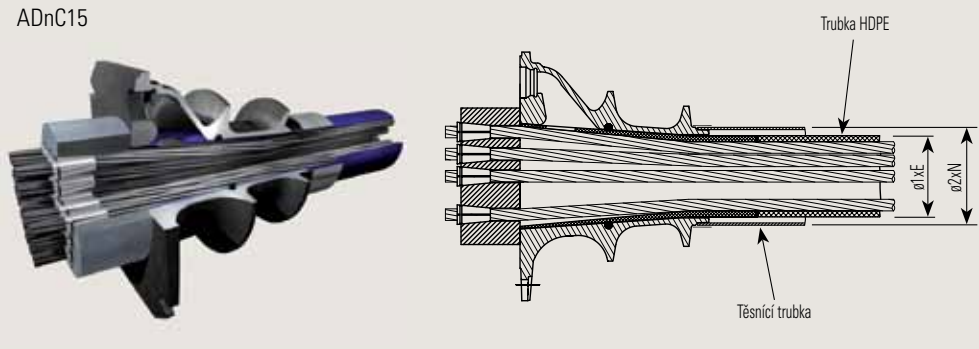
\* a\*\* - minimální doporučené rozměry

Poznámka: E a N jsou tloušťky stěn



► PRO VNĚJŠÍ PŘEDPĚTÍ  
BEZ SOUDRŽNOSTI  
S HOLÝMI LANY A INJEKTÁŽÍ CEMENTEM

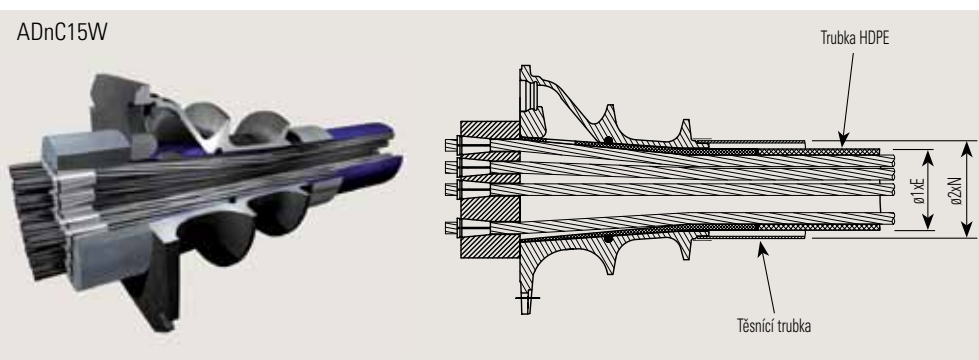
ADnC15



Typ	$\varnothing 1^*$ (mm)	E (mm)	$\varnothing 2^{**}$ (mm)	N (mm)
3C15	50	3,7	70	2,9
4C15	63	4,7	82,5	3,2
7C15	63	4,7	82,5	3,2
9C15	75	5,5	101,6	5
12C15	90	6,6	114,3	3,6
13C15	90	6,6	114,3	3,6
19C15	110	5,3	133	4
22C15	110	5,3	139,7	4
25C15	125	6	152,4	4,5
25CC15	125	6	152,4	4,5
27C15	125	6	152,4	4,5
31C15	140	6,7	177,8	5
37C15	140	6,7	177,8	5

► PRO VNĚJŠÍ PŘEDPĚTÍ  
BEZ SOUDRŽNOSTI S HOLÝMI LANY  
A INJEKTÁŽÍ PRUŽNÝMI MATERIÁLY

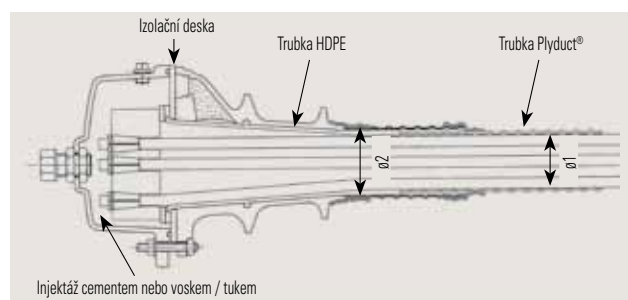
ADnC15W



Typ	$\varnothing 1^*$ (mm)	E (mm)	$\varnothing 2^{**}$ (mm)	N (mm)
3C15	50	3,7	70	2,9
4C15	63	4,7	82,5	3,2
7C15	63	4,7	82,5	3,2
9C15	75	5,5	101,6	5
12C15	90	6,6	114,3	3,6
13C15	90	6,6	114,3	3,6
19C15	110	8,1	133	4
22C15	110	8,1	139,7	4
25C15	125	9,2	152,4	4,5
25CC15	125	9,2	152,4	4,5
27C15	125	9,2	152,4	4,5
31C15	140	10,3	177,8	5
37C15	140	10,3	177,8	5

► PRO ELEKTRICKY IZOLOVANÉ  
PŘEDPĚTÍ

Kabely s kotvením řady C mohou být uzavřeny v souvislém, elektricky nevodivém obalu pro docílení elektricky izolovaného předpínacího systému. Typickou aplikací jsou konstrukce na železnici, kde bludné proudy mohou snižovat životnost kabelů



Typ	$\varnothing 1^*$ (mm)	$\varnothing 2^{**}$ (mm)
3C15	40	45
4C15	45	50
7C15	60	65
9C15	65	70
12C15	80	85
13C15	80	85
19C15	95	100
22C15	105	110
25C15	110	115
25CC15	110	115
27C15	115	120
31C15	120	125
37C15	130	135
55C15	160	165

\* Je třeba porovnat průměr kabelového kanálu s příslušnými předpisy.

\*\*  $\varnothing$  - vnitřní průměr korugované hadice / vnější průměr pro PE nebo ocelovou trubku

\* a \*\*\* - minimální doporučené rozměry

Poznámka: E a N jsou tloušťky stěn

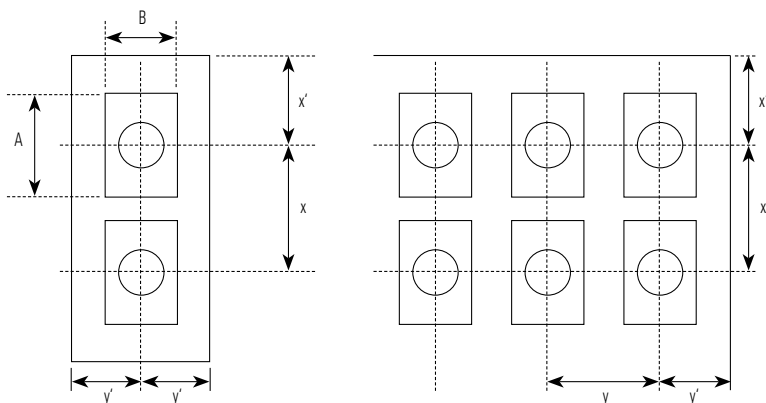
# PROSTOROVÉ USPOŘÁDÁNÍ KOTEV ŘADY C

Kotvy musí být umístěny v předepsané vzdálenosti od okraje a musí být dodrženy minimální osové vzdálenosti mezi nimi. Tyto vzdálenosti vycházejí z rozměrů a a b zkušebních těles vytvořených a zkoušených podle Směrnice pro evropská technická schválení ETAG 013.

V následujícím textu se předpokládá, že kotvy jsou rozmístěny podél dvou kolmých směrových os: x a y s kratší stranou roznášecí podložky ve směru osy y.

## Označení

- A, B: rozměry roznášecí podložky ( $A \geq B$ )
- a, b: délky stran zkušebního tělesa ( $a \geq b$ )
- x, y: minimální osová vzdálenost mezi dvěma kotvami v konstrukci ve směru x a y
- x', y': minimální okrajová vzdálenost mezi hranou roznášecí podložky a nejbližším vnějším okrajem konstrukce ve směru x a y
- $f_{cm,0}$ : průměrná pevnost betonu v tlaku měřená na válci a požadovaná před napnutím



Rozměry x a y musí splňovat následující podmínky:

- $x \geq A + 30$  (mm)
- $y \geq B + 30$  (mm)
- $x \cdot y \geq a \cdot b$
- $x \geq 0,85 a$
- $y \geq 0,85 b$
- $x' \geq 0,5 x + \text{krytí betonu} - 10$  (mm)
- $y' \geq 0,5 y + \text{krytí betonu} - 10$  (mm)

## Rozměry a a b

Typ	a = b (mm)		
	$f_{cm,0}$ (MPa)		
	24	44	60
3C15	220	200	180
4C15	250	220	200
7C15	330	260	240
9C15	380	300	280
12C15	430	320	300
13C15	450	340	310
19C15	530	400	380
22C15	590	430	410
25C15	630	460	440
27C15	650	480	470
31C15	690	520	500
37C15	750	580	540
55C15	1070	750	690

Hodnoty a a b jsou uvedeny v tabulce pro tři různé válcové pevnosti betonu v době napínání  $f_{cm,0}$ .

Jestliže projekt dovoluje pro  $f_{cm,0}$  jinou hodnotu než hodnoty uvedené v tabulce, může být použita lineární interpolace pro stanovení hodnoty x a y. Pokud však je  $f_{cm,0}$  nižší než nejnižší z hodnot uvedených v tabulce, není možno napínat na plnou sílu.

Jestliže projekt dovoluje částečné předepnutí nebo hodnotu předpětí menší než  $\min [0,8 F_{pk} ; 0,9 F_{p0,1\%}]$ , může být použita interpolace pro stanovení požadované hodnoty  $f_{cm,0}$ , při 50 % plné síly může být požadovaná pevnost pro beton až 2/3 hodnot uvedených v tabulce a při 30 % této síly může být požadovaná pevnost pro beton snížena na polovinu uvedených hodnot.

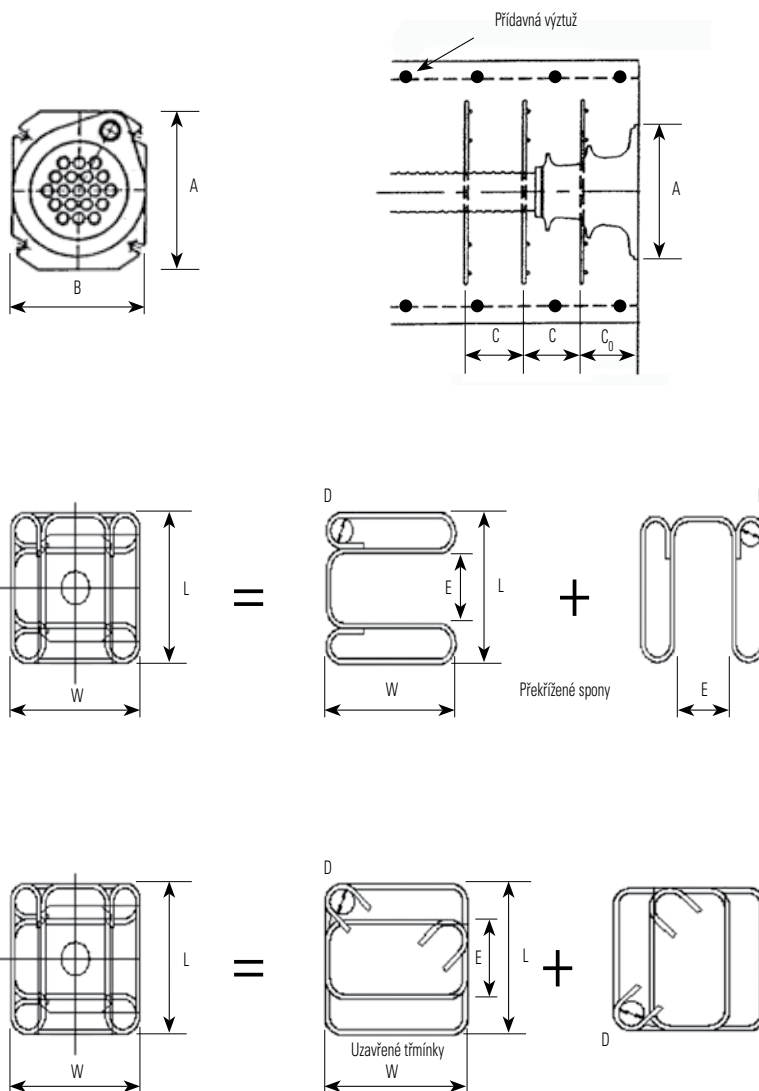
# PODKOTEVNÍ VÝZTUŽ KOTEV ŘADY C

Soustředěné síly vyvozené předpjatými kabely vyžadují u betonových konstrukcí instalaci výztuže ve tvaru spon, uzavřených třmíneků nebo šroubovic, která ovíjí kotvu v podkotevní oblasti. Tato lokální výztuž zahrnuje výztuž proti štěpným silám a přídavnou výztuž. Výztuž proti štěpným silám je tvořena s ohledem na předpisy platné v různých zemích buď překříženými třmínkami, nebo šroubovicí.

Třmíanky zobrazené v tabulkách dole jsou odvozené od výztuže používané ve zkušebních tělesech pro zkoušky dle ETAG 013 a pro válcovou pevnost betonu, která se rovná 24 nebo 44 MPa. Pro pevnost betonu rovnající se 60 MPa jsou hodnoty uvedeny v Evropském technickém schválení systému Freyssinet. Pro jiné pevnosti mohou být hodnoty získány lineární interpolací z tabulek.

## 1/ Překřížené spony (nebo třmíanky)

Na následujících obrázcích je znázorněno obecné uspořádání výztuže proti štěpným silám při použití překřížených spon. V každé vrstvě jsou umístěny dvě překřížené spony. Každá spona může být z praktických důvodů nahrazena dvěma uzavřenými třmíanky s ekvivalentní únosností tak, jak je znázorněno ve spodní části obrázku.



\*  $D$  = průměr ohybu



**PODKOTEVNÍ  
VÝZTUŽ  
KOTEV ŘADY C  
(POKRAČOVÁNÍ)**

Pro kotvy v několika řadách se rozměry W a L obecně rovnají jediné hodnotě LO uvedené v tabulkách dole. Pro kotvy v jedné řadě je W menší a L se zvětšuje, ale stále respektuje minimální hodnotu E uvedenou v tabulkách dole.

Specifikace pro výztuž proti štěpným silám se mění v závislosti na průměrné válcové pevnosti betonu při napínání  $f_{cm,0}$ . V následujících tabulkách jsou uvedeny údaje pro dvě hodnoty pevnosti.

Typ	Překřížené spony nebo ekvivalentní třmínky (Fy 235)							(Fy 500) Přídavná výztuž (třmínky)		
	Počet vrstev	Co (mm)	C (mm)	Průměr d (mm)	Průměr trnu D (mm)	Minimální osová vzdálenost E (mm)	Paušální hodnota LO (mm)	Rozteč (mm)	Průměr d (mm)	Počet
3C15	3	100	75	8	31	90	200	110	8	3
4C15	3	100	75	8	46	90	230	115	12	3
7C15	3	120	90	12	74	130	310	120	12	4
9C15	3	120	110	12	74	140	360	125	14	4
12C15	3	120	120	14	83	160	410	140	16	4
13C15	3	140	125	14	88	170	430	130	16	4
19C15	3	160	125	16	117	200	520	180	20	4
22C15	3	170	140	20	118	215	570	130	16	6
25C15	3	200	160	20	135	220	610	175	20	5
27C15	3	175	170	20	130	250	630	130	20	6
31C15	3	210	150	20	130	255	670	140	20	6
37C15	4	250	225	20	130	270	740	130	25	5
55C15	5	290	200	25	160	340	1050	200	20	6

$f_{cm,0} = 24 \text{ MPa}$

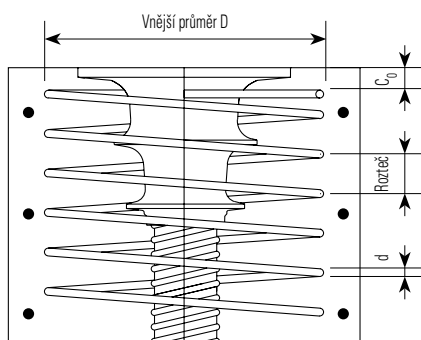
Typ	Překřížené spony nebo ekvivalentní třmínky (Fy 235)							(Fy500) Přídavná výztuž (třmínky)			
	Počet vrstev	Co (mm)	C (mm)	Způsob vyztužení	Průměr d (mm)	Průměr trnu D (mm)	Minimální osová vzdálenost E (mm)	Paušální hodnota LO (mm)	Rozteč (mm)	Průměr d (mm)	Počet
3C15	3	100	75	FC	8	26	90	190	150	8	2
4C15	3	100	75	FC	8	31	90	200	250	8	3
7C15	3	120	90	FC	12	39	130	240	140	10	4
9C15	3	120	110	FC	12	39	140	290	150	14	3
12C15	3	120	120	C	14	84	160	300	240	14	3
13C15	3	140	125	C	14	84	170	330	120	14	4
19C15	3	160	125	C	16	96	200	380	200	16	3
22C15	3	170	140	C	20	120	215	410	160	14	4
25C15	3	200	160	C	20	120	220	440	165	16	3
27C15	3	175	170	C	20	120	250	460	165	16	3
31C15	3	210	190	C	20	120	255	500	210	20	3
37C15	4	250	225	C	20	120	270	600	210	20	4
55C15	4	290	255	C	25	150	340	730	200	20	4

FC: překřížené spony nebo ekvivalentní třmínky  
C: pouze třmínky

$f_{cm,0} = 44 \text{ MPa}$

## 2/ Šroubovice

Na obrázku jsou znázorněny detaily vyztužení proti štěpným silám pomocí šroubovice. Tento způsob je vhodný zejména pro izolované kotvy.



Šroubovice  
a přídavná výztuž

Typ	Šroubovice (Fy 235)				(Fy500) Přídavná výztuž (tříminky)			
	Rozteč (mm)	Průměr d (mm)	Počet závitů	Co (mm)	Vnější průměr D (mm)	Rozteč (mm)	Průměr d (mm)	Počet
3C15	50	8	5	40	160	110	8	3
4C15	60	10	5	40	190	115	10	3
7C15	60	14	6	40	270	120	10	4
9C15	70	14	6	40	320	125	12	4
12C15	70	14	7	40	370	140	16	4
13C15	70	14	7	40	390	130	16	4
19C15	60	16	8	40	470	180	20	4
22C15	70	16	8	40	510	130	20	5
25C15	80	20	7	40	550	150	20	5
27C15	80	20	7	40	570	160	20	5
31C15	80	20	7	40	600	140	20	6
37C15	90	20	7	40	660	130	25	5
55C15	100	25	9	40	930	200	20	6

$f_{cm,0} = 24 \text{ MPa}$



Most Corgo, Portugalsko

Typ	Šroubovice (Fy 235)				(Fy500) Přídavná výztuž (tříminky)			
	Rozteč (mm)	Průměr d (mm)	Počet závitů	Co (mm)	Vnější průměr D (mm)	Rozteč (mm)	Průměr d (mm)	Počet
3C15	50	8	5	40	150	150	8	2
4C15	60	10	5	40	160	250	8	3
7C15	60	12	6	40	200	140	10	4
9C15	70	14	6	40	250	150	12	3
12C15	50	14	7	40	260	240	14	3
13C15	70	14	7	40	290	120	14	4
19C15	60	16	8	40	320	200	16	3
22C15	70	16	8	40	350	160	14	4
25C15	80	20	7	40	380	165	16	3
27C15	80	20	7	40	400	165	16	3
31C15	80	20	8	40	420	210	16	3
37C15	90	20	9	40	520	210	20	4
55C15	100	25	10	40	650	250	20	3

$f_{cm,0} = 44 \text{ MPa}$

## 3/ Přídavná výztuž

Výztuž proti štěpným silám v podkotevní oblasti musí být doplněna přídavnou výztuží, která je ověřena při zkoušce přenosu zatížení dle ETAG 013. Výztuž má obvykle tvar tříminky dle výše uvedených tabulek nebo je možno využít prutů výztuže konstrukce, které jsou řádně zakotveny.

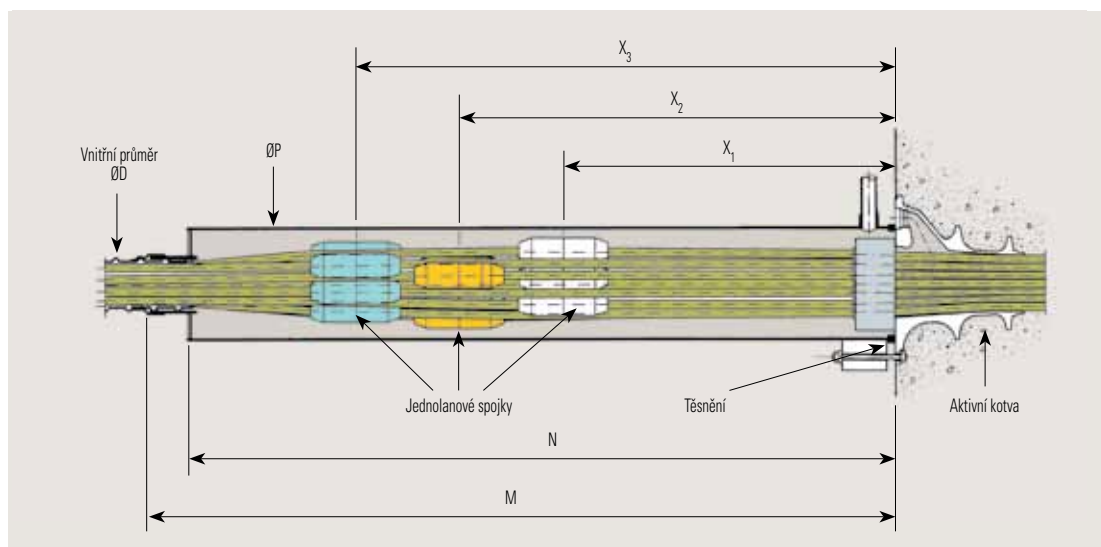
Výztuž uvedená v tabulkách nahoře musí být ve většině případů doplněna konstrukční výztuží, která není ukázána na výkresech a odpovídá minimálnímu vyztužení proti vzniku trhlin, a rozdělovací výztuží. Projektant musí posoudit a optimalizovat vyztužení podkotevní oblasti.

# JEDNOLANOVÉ PEVNÉ SPOJKY CI

Spojky se používají v tom případě, kdy spojitá konstrukce je budována v postupných etapách a je nutno napojit další předpínací kabely na předchozí, které jsou již předepnuty a zainjektovány cementovou maltou v předešlé etapě konstrukce. Všeobecně jsou využívány ve vnitřním předpětí.

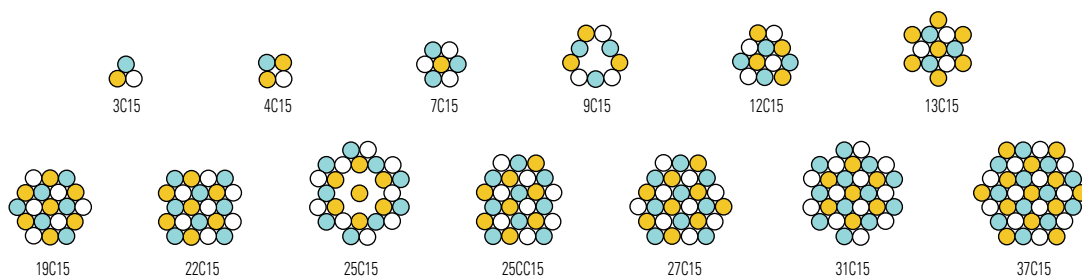
## Jednolanové pevné spojky CI

Pevné spojky CI umožňují spojení sekundárních prvků předpínací výztuže s primárními prvky pomocí obrobených nebo odlitých jednopramenných spojkových těles s automatickým zajištěním pružinou vloženou mezi dvě protilehlé čelisti. Primární kotva je kotva řady C. Jednolanové spojky umístěné ve třech úrovních poskytují velmi kompaktní konfiguraci.



Typ	D (mm)	M (mm)	N (mm)	P (mm)	X <sub>1</sub> (mm)	X <sub>2</sub> (mm)	X <sub>3</sub> (mm)
CI 3C15	40	1050	1000	102	250	500	750
CI 4C15	45	1050	1000	127	250	500	750
CI 7C15	60	1050	1000	127	250	500	750
CI 9C15	65	1100	1050	178	300	500	800
CI 12C15	80	1150	1100	194	300	550	800
CI 13C15	80	1200	1150	219	300	550	800
CI 19C15	95	1200	1150	219	300	550	800
CI 22C15	105	1250	1200	273	350	600	800
CI 25C15	110	1250	1200	273	350	600	850
CI 25CC15	110	1300	1250	273	350	600	850
CI 27C15	115	1300	1250	273	350	600	850
CI 31C15	120	1350	1300	273	400	650	900
CI 37C15	130	1530	1480	324	400	650	900

Všechny typy kotvení mají označení



# PEVNÉ SPOJKY PRO VÍCE LAN TYPU CU A CC

K DISPOZICI JSOU DVA TYPY SPOJEK PRO VÍGELANOVÉ KABELY:

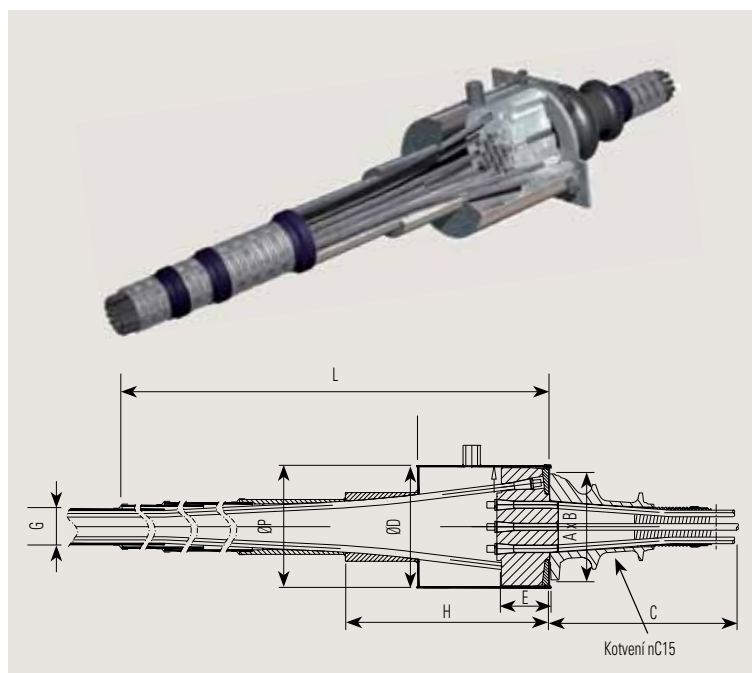
## Spojka typu CU

U tohoto typu spojky je kotevní objímka upravena tak, aby v ní bylo možno zakotvit kotevní čelisti připojovaného kabelu.

Tato sestava je uložena v krytu s nátrubkem na konci pro připojení kabelového kanálku.

Typ	A (mm)	B (mm)	C (mm)	G (mm)	ØD (mm)	E (mm)	L (mm)	H (mm)	ØP (mm)
CU 3C15	150	110	120	40	140	120	150	150	150
CU 4C15	150	120	125	45	150	127	150	150	150
CU 7C15	180	150	186	60	200	120	180	180	180
CU 9C15	225	185	260	65	255	122	225	225	225
CU 12C15	240	200	165	80	265	130	240	240	240
CU 13C15	250	210	246	80	276	130	250	250	250
CU 19C15	300	250	256	95	306	140	300	300	300
CU 22C15	330	275	430	105	335	145	330	330	330
CU 25C15	360	300	400	110	346	145	360	360	360
CU 25CC15	350	290	360	110	354	150	350	350	350
CU 27C15	350	290	360	115	354	150	350	350	350
CU 31C15	385	320	346	120	356	150	385	385	385
CU 37C15	420	350	466	130	386	156	420	420	420

Všechny typy kotvení mají označení



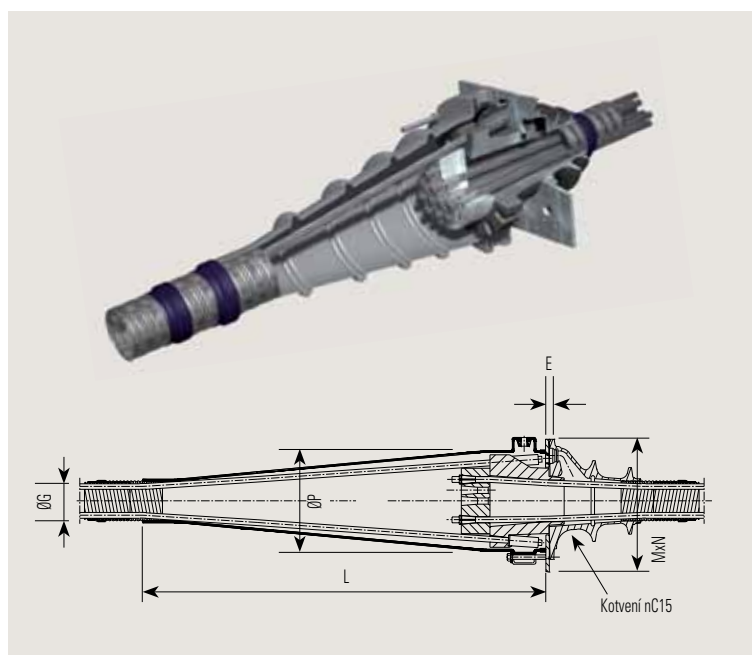
## Spojka typu CC

U tohoto typu spojky je mezi roznášecí podložku a kotevní objímku primárního kabelu umístěn věnec s výřezy po obvodě. Připojovaný kabel je zakotven zasunutím objímek nalisovaných na jednotlivá lana do zářezů věnce.

Typ	E (mm)	L (mm)	M x N* (mm)	ØP (mm)	ØG (mm)
CC 3C15**	10	570	220 x 220	210	40
CC 4C15**	10	600	240 x 240	220	45
CC 7C15**	10	670	260 x 260	230	60
CC 9C15**	10	750	290 x 290	270	65
CC 12C15**	10	725	300 x 300	280	80
CC 13C15	10	770	290 x 290	275	80
CC 19C15	12	825	320 x 320	305	95
CC 22C15**	10	885	390 x 390	365	110
CC 25C15	5	900	360 x 360	340	110
CC 27C15**	10	955	390 x 390	365	110
CC 31C15	5	1 110	420 x 420	400	120

\* Rozměry připevňovací desky

\*\* Dostupnost na dotaz

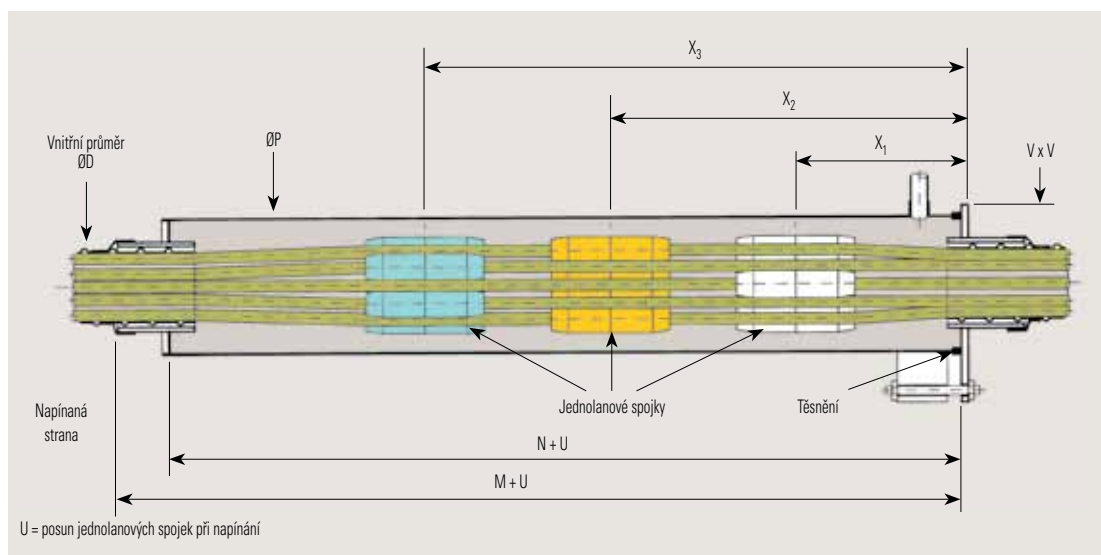


# PLOVOUCÍ VÍCE- LANOVÉ SPOJKY TYPU CM

## Napojování nenapnutých kabelů

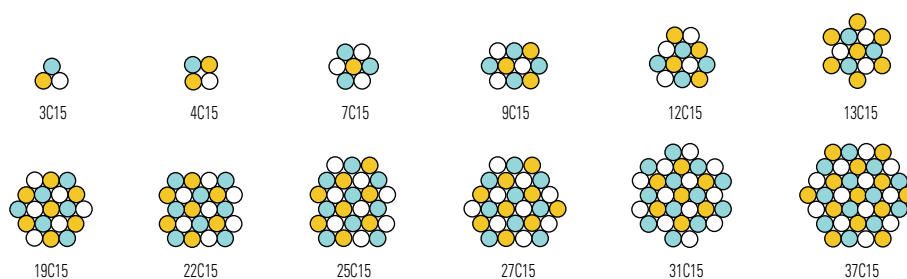
Tento typ spojky umožňuje napojení dvou nenapnutých kabelů "konec na konec".

Konfigurace spojky je podobná jako u pevné spojky, používají se shodné jedlanové spojky, ale bez primární aktivní kotvy. Pouzdro je delší z toho důvodu, aby umožnilo posun jednotlivých spojek o průtah lan během napínání.



Typ	D (mm)	M (mm)	N (mm)	P (mm)	X <sub>1</sub> (mm)	X <sub>2</sub> (mm)	X <sub>3</sub> (mm)	V (mm)
<b>CM 3C15</b>	40	1050	1000	102	250	500	750	130
<b>CM 4C15</b>	45	1050	1000	108	250	500	750	140
<b>CM 7C15</b>	60	1050	1000	114	250	500	750	150
<b>CM 9C15</b>	65	1100	1050	159	300	550	800	200
<b>CM 12C15</b>	80	1150	1100	159	300	550	800	200
<b>CM 13C15</b>	80	1200	1150	168	300	550	800	200
<b>CM 19C15</b>	95	1200	1150	194	300	550	800	230
<b>CM 22C15</b>	105	1250	1200	219	350	600	800	230
<b>CM 25C15</b>	110	1250	1200	219	350	600	850	250
<b>CM I 27C15</b>	115	1300	1250	219	350	600	850	250
<b>CM 31C15</b>	120	1350	1300	244	400	650	900	280
<b>CM 37C15</b>	130	1530	1480	273	400	650	900	310

Všechny typy kotvení mají označení



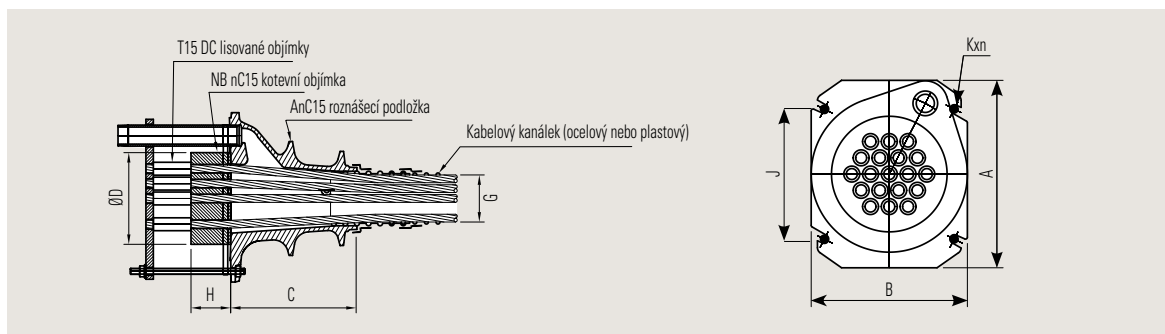


## PASIVNÍ KOTVY

Existují tři typy pasivního kotvení zapuštěného do betonu a používaného v kombinaci s aktivními kotvami řady C, a sice typy NB, N a G. Prvky předpínací výztuže jsou osazeny před betonáží.

### Pasivní kotva typu NB

Kotvy NB mají kotvení objímku vrтанou válcovými děrami, na které jsou pomocí zajišťovací desky upevněny objímky nalisované na jednotlivá lana.



Typ	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	H (mm)	G (mm)	J (mm)	Kxn
3C15	150	110	120*	85	50	40**	91	M10x2
4C15	150	120	125*	95	50	45***	101	M10x2
7C15	180	150	186	110	55	60	128	M12x2
9C15	225	185	260	150	55	65	153	M12x4
12C15	240	200	165	150	65	80	168	M12x4
13C15	250	210	246	160	70	80	168	M12x4
19C15	300	250	256	185	80	95	208	M12x4
22C15	330	275	430	220	90	105	248	M12x4
25C15	360	300	400	230	95	110	268	M16x4
25CC15	350	290	360	220	95	110	258	M16x4
27C15	350	290	360	220	100	115	258	M16x4
31C15	385	320	346	230	105	120	268	M16x4
37C15	420	350	466	255	110	130	300	M16x4
55C15	510	420	516	300	145	160	370	M20x4

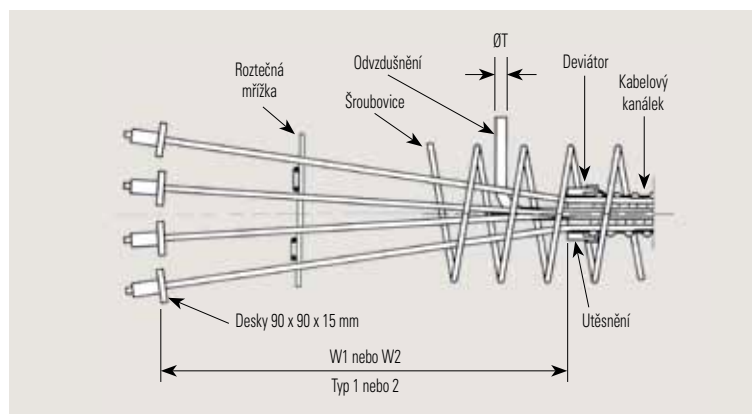
Všechny typy kotvení mají označení

\* 2-stupňová roznášecí podložka \*\* oválný kanálek 58x21  
\*\*\* oválný kanálek 75x21

Typ	W1 (mm)	W2 (mm)	ØT (mm)
3C15	300	300	G 1/2"
4C15	350	350	G 1/2"
7C15	500	400	G 1/2"
9C15	600	400	G 1/2"
12C15	900	500	G 1/2"
13C15	1200	500	G 1/2"
19C15	1500	650	G 1"
22C15	1800	750	G 1"
25C15	2000	850	G 1"
27C15	2000	1000	G 1"
31C15	2200	1100	G 1"
37C15	2500	1280	G 1 1/2"
55C15	2800	1400	G 1 1/2"

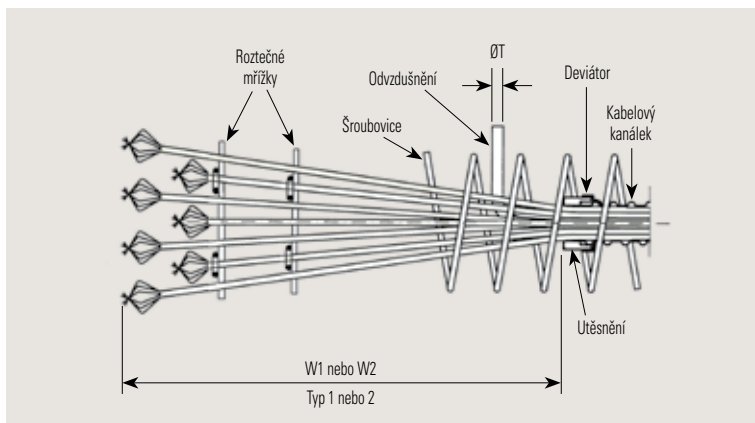
### Pasivní kotva typu N

U typu N má každé lano nalisovanou objímku, která zajišťuje samostatnou ocelovou desku.

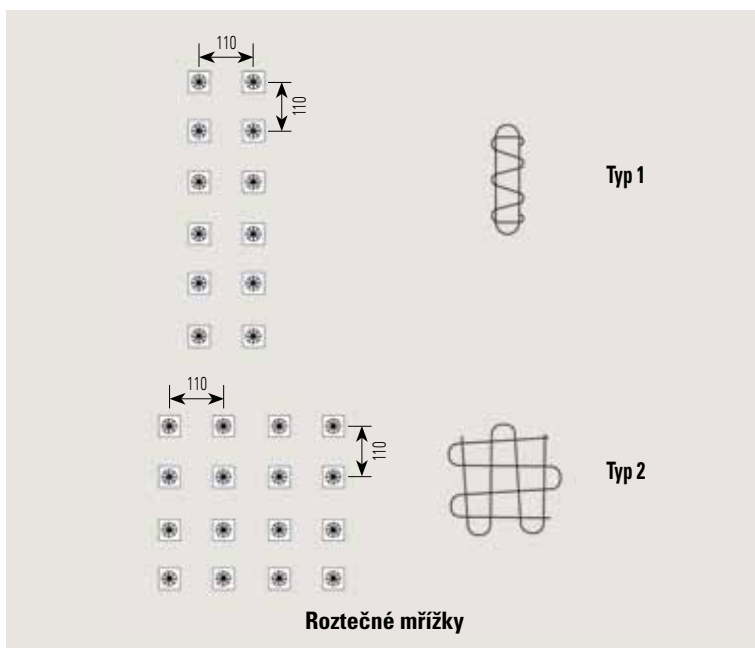


### Pasivní kotva typu G

Kotvení typu G je tzv. "mrtvé" kotvení. Konec každého lana je pomocí hydraulického lisu vytvarován do cibulového tvaru.



Typ	W1 (mm)	W2 (mm)	ØT (mm)
3C15	950	450	G 1/2"
4C15	950	500	G 1/2"
7C15	950	550	G 1/2"
9C15	950	550	G 1/2"
12C15	1300	650	G 1/2"
13C15	1300	650	G 1/2"
19C15	1300	800	G 1"
22C15	1500	1000	G 1"
25C15	1500	1000	G 1"
27C15	1700	1250	G 1"
31C15	1700	1250	G 1"
37C15	2000	1250	G 1 1/2"
55C15	2500	1250	G 1 1/2"



Obálka jaderného reaktoru, Čína

# KOTVENÍ ŘADY F PRO TENKO- STĚNNÉ KONSTRUKCE

## Sestava

Kotvy řady F se skládají:

- z kotevního bloku zapuštěného v betonu a působícího jako hlava kotvy a z roznášecího prvku
- z čelistí pro ukotvení lan
- z víka pro stálou ochranu čelistí z HDPE (nebo kovu) naplněného mazivem

## Způsoby použití

Kotvy řady F jsou určeny pro předpínání tenkých prvků (desky, betonové podlahy atd.). Používají se pro:

- předpětí se soudržností
- předpětí bez soudržnosti

## Sestava vnitřního předpětí se soudržností

Nejběžnější použití kotev řady F ve vnitřním předpětí se soudržností je založeno na použití holých lan v kabelovém kanálku z korugované ocelové hadice v pozinkované nebo nepozinkované úpravě. Kanálky jsou většinou oválné pro snadnější vložení do tenkých prvků a po napnutí lan jsou zainjektovány cementovou maltou.

Kotvy, kabelový kanálek a předpínací výztuž jsou instalovány před betonováním konstrukce. Zabraňuje to zejména riziku poškození plochého kanálku během betonování, což by znemožnilo následné protažení lan.

## Sestava vnitřního předpětí bez soudržnosti

Kotvy řady F pro vnitřní předpětí bez soudržnosti se používají s lany chráněnými tukem a opláštěním HDPE (monostrandy). Tyto prvky jsou před betonáží uloženy přímo spolu s betonářskou výztuží. Je nutno zabránit poškození HDPE povlaku jednotlivých lan.

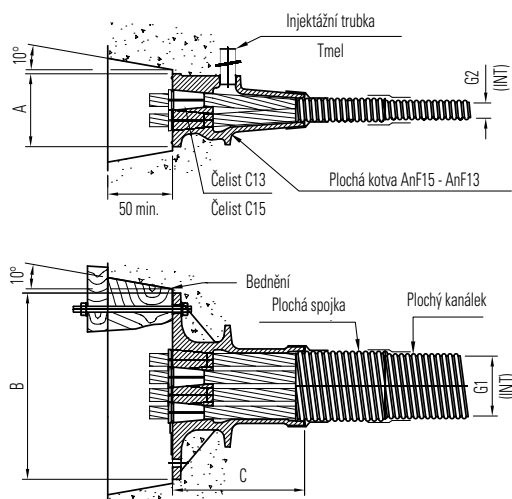
Jednolanová kotva AF13/15 pro lana 13 mm a 15 mm umožňuje výhodné rovnoměrné rozdělení účinků předpětí v příčném řezu u tenkých konstrukčních prvků.



Most Jamuna, Bangladéš

# VNITŘNÍ PŘEDPĚTÍ SE SOUDRŽNOSTÍ

## Vícelanové jednotky 3 až 5 F13/F15



### Poznámka:

Kotvy řady F jsou navrženy pro minimální vřadkovou pevnost betonu  $f_{c,min} = 22$  MPa. Obvyklý způsob instalace je uložení výztuže do kanálku (oválného) před betonáží.

Pokud je to nezbytné, lze ukládat předpínací výztuž až po betonáži konstrukce, ovšem za předpokladu přijetí speciálních opatření.



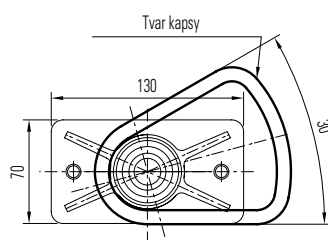
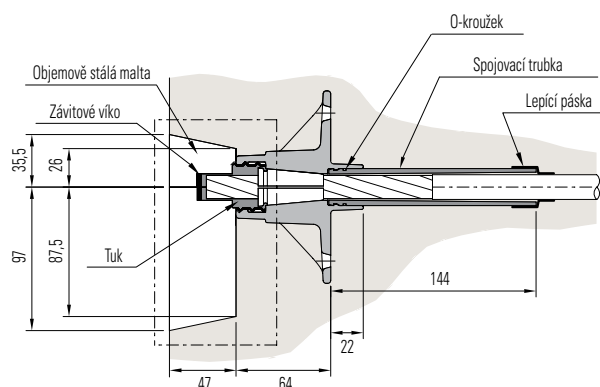
Typ	A (mm)	B (mm)	C (mm)	G1 x G2 (mm <sup>2</sup> )	G (mm)	H (mm)
A3 F13/15	85	190	163	58 x 21	95	200
A4 F13/15	90	230	163	75 x 21	100	240
A5 F13/15	90	270	163	90 x 21	100	280



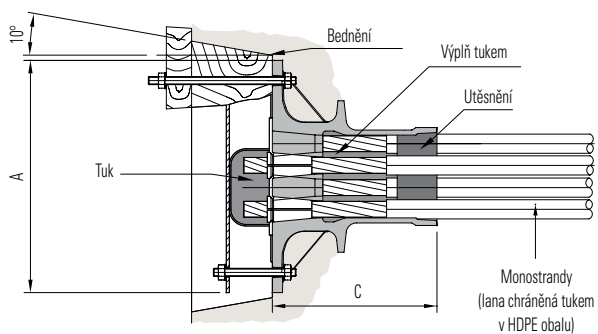
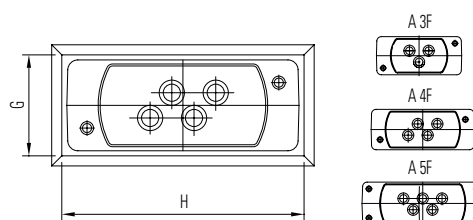
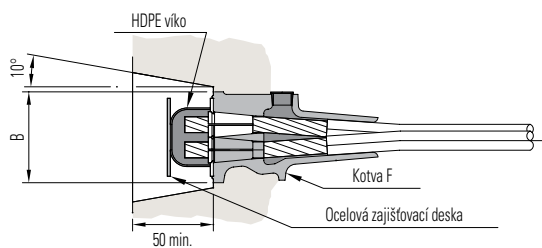
Most u Rousson, Francie

# VNITŘNÍ PŘEDPĚTÍ BEZ SOUDRŽNOSTI S MONOSTRANDY

## 1/ Jednolanová kotva (1F13/1F15)



## 2/ Vícelanové kotvy (3 až 5 F13/15)

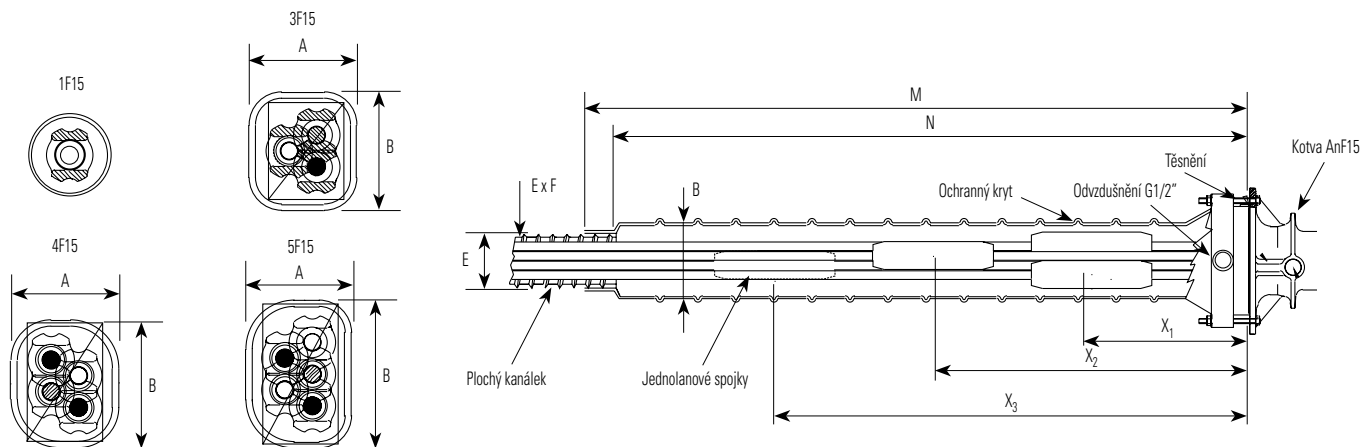


Typ	A (mm)	B (mm)	C (mm)	G (mm)	H (mm)
<b>A 3F 13/15</b>	190	85	163	95	200
<b>A 4F 13/15</b>	230	90	163	100	240
<b>A 5F 13/15</b>	270	90	163	100	280



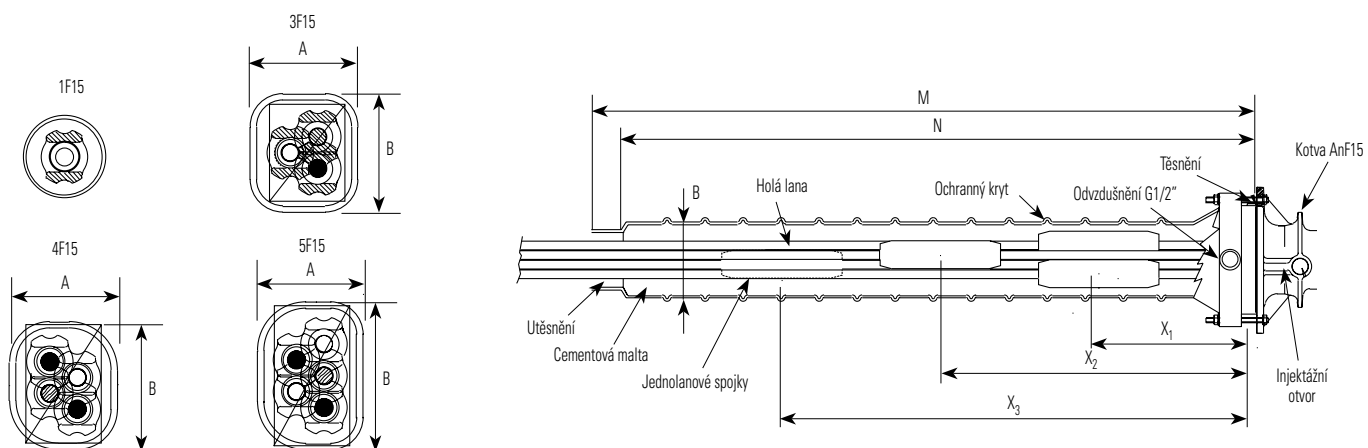
# JEDNOLANOVÉ PEVNÉ SPOJKY CI

## Předpětí se soudržností



Typ	A (mm)	B (mm)	E (mm)	F (mm)	M (mm)	N (mm)	X <sub>1</sub> (mm)	X <sub>2</sub> (mm)	X <sub>3</sub> (mm)
CI 1F13/15	-	-	-	-	550	550	250	-	-
CI 3F13/15	100	100	58	20	800	750	250	500	750
CI 4F13/115	100	110	75	20	1050	1000	250	500	750
CI 5F13/15	100	140	90	20	1050	1000	250	500	750

## Předpětí bez soudržnosti



Typ	A (mm)	B (mm)	M (mm)	N (mm)	X <sub>1</sub> (mm)	X <sub>2</sub> (mm)	X <sub>3</sub> (mm)
CI 1F13/15	-	-	550	500	250	-	-
CI 3F13/15	100	100	800	750	250	500	750
CI 4F13/15	100	110	1050	1000	250	500	750
CI 5F13/15	100	140	1050	1000	250	500	750

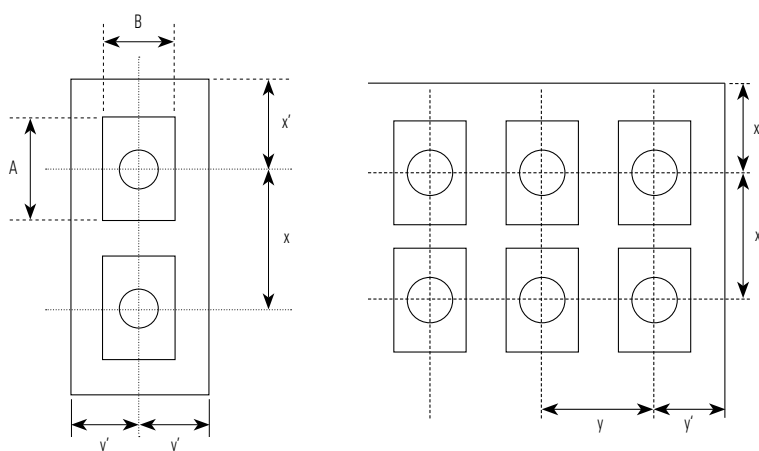
# PROSTOROVÉ USPOŘÁDÁNÍ KOTEV ŘADY F

Kotvy musí být umístěny v předepsané vzdálenosti od okraje a musí být dodrženy minimální osové vzdálenosti mezi nimi. Tyto vzdálenosti vycházejí z rozměrů  $a$  a  $b$  zkušebních těles vytvořených a zkoušených podle Směrnice pro evropská technická schválení ETAG 013.

V následujícím textu se předpokládá, že kotvy jsou rozmístěny podél dvou kolmých směrových os:  $x$  a  $y$  s kratší stranou roznášecí podložky ve směru osy  $y$ .

## Označení

- $A, B$ : rozměry roznášecí podložky ( $A \geq B$ )
- $a, b$ : délky stran zkušebního tělesa
- $x, y$ : minimální osová vzdálenost mezi dvěma kotvami v konstrukci ve směru  $x$  a  $y$
- $x', y'$ : minimální okrajová vzdálenost mezi hranou roznášecí podložky a nejbližším vnějším okrajem konstrukce ve směru  $x$  a  $y$
- $f_{cm,0}$ : průměrná válcová pevnost betonu v tlaku požadovaná před napnutím



Rozměry  $x$  a  $y$  musí splňovat následující podmínky:

- $x \geq A + 30$  (mm)
- $y > B + 30$  (mm)
- $x \cdot y \geq a \cdot b$
- $x \geq 0,85 a$
- $y \geq 0,85 b$
- $x' \geq 0,5 x + \text{krytí betonu} - 10$  (mm)
- $y' \geq 0,5 y + \text{krytí betonu} - 10$  (mm)

## Rozměry a a b

Typ	$f_{cm,0}$ (MPa)	$a$ (mm)	$b$ (mm)
1F 13/15	22	190	140
3/4 F 13	22	300	160
3/4 F 15	22	390	190
5 F 13	22	570	260
5 F 15	22	510	240

Hodnoty  $a$  a  $b$  jsou uvedeny v tabulce pro pevnost betonu  $f_{cm,0} = 22$  MPa.

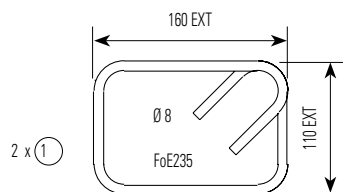
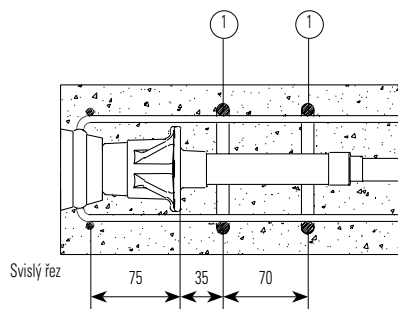
Jestliže projekt dovoluje částečné předepnutí nebo hodnotu předpětí menší než  $\min [0,8 F_{pk} ; 0,9 F_{p0.1}]$ , může být použita interpolace pro stanovení požadované hodnoty  $f_{cm,0}$ , při 50% plné síly může být požadovaná pevnost pro beton až 2/3 hodnot uvedených v tabulce a při 30% této síly může být požadovaná pevnost pro beton snížena na polovinu uvedených hodnot.



# PODKOTEVNÍ VÝZTUŽ KOTEV ŘADY F

A 1F13  
A 1F15

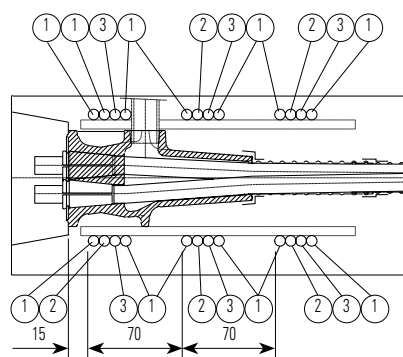
## 1/ Jednolanová kotva



Rozměry v mm

## 2/ Vícelanová kotva (3 až 5 F13/15)

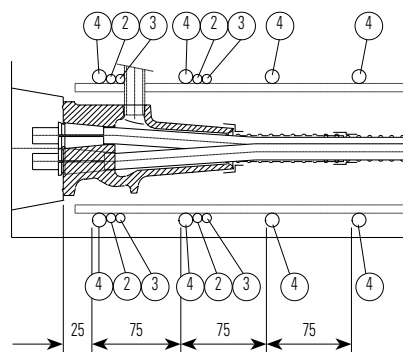
A 3F13  
A 4F13



Typ	No.	Ø (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	h (mm)
1	12	8	320			
2	3	8	320	20	160	140
3	3	8	320	20	160	140

Typy prutů na obrázcích níže

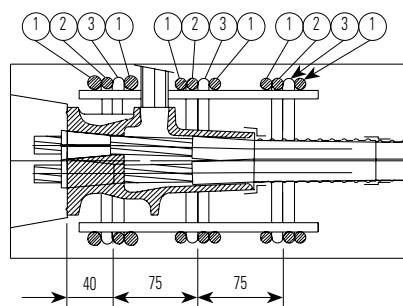
A 3F15  
A 4F15



Typ	No.	Ø (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	h (mm)
2	2	8	350	60	160	160
3	2	8	350	60	160	160
4	4	12	350		160	160

Typy prutů na obrázcích níže

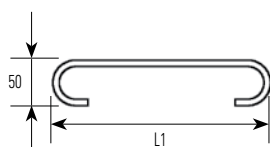
A 5F15  
A 5F13



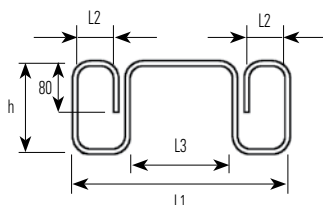
Typ	No.	Ø (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	h (mm)
1	12	10	380	-	-	-
2	3	10	380	55	190	145
3	3	10	380	55	190	145

Typy prutů na obrázcích níže

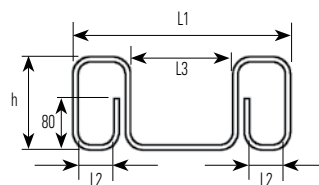
Typ č. 1



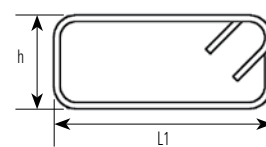
Typ č. 2



Typ č. 3



Typ č. 4



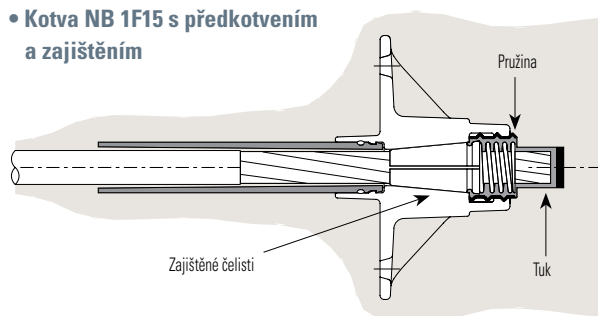


# PASIVNÍ KOTVENÍ ŘADY F

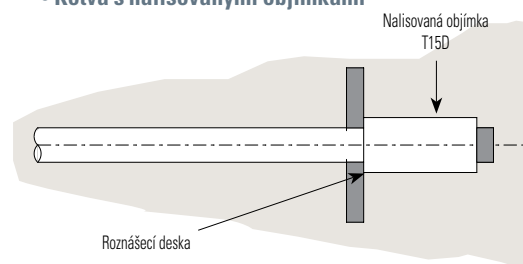
Existují tři typy pasivního kotvení v betonu, které je možno kombinovat s aktivními kotvami řady F: kotva typu NB1F15 s předkotvenými a zajištěnými čelistmi, kotva typu N s použitím nalisovaných objímek a jednotlivých roznášecích ocelových desek a mrtvé kotvení soudržností typu G. Předpínací výtěž je vždy uložena před betonáží.

## 1/ Jednolanová kotva

### • Kotva NB 1F15 s předkotvením a zajištěním



### • Kotva s nalisovanými objímkami

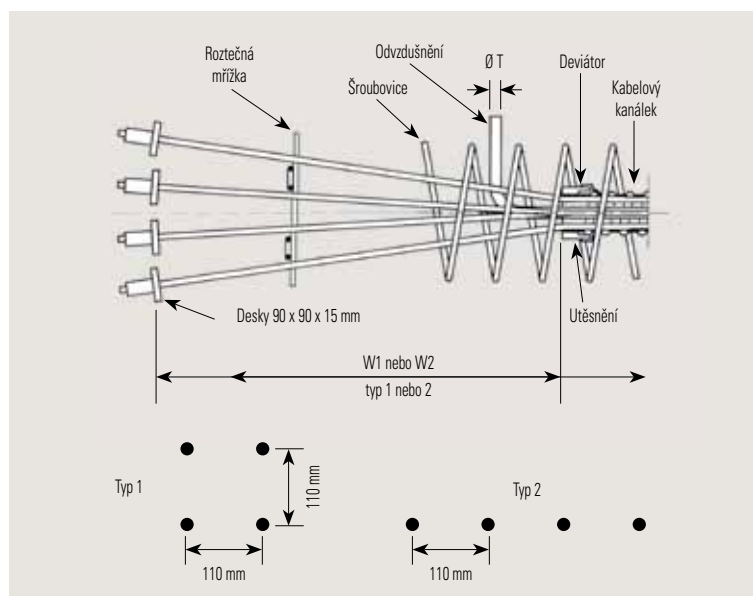


### Pasivní kotvení typu N

U kotev typu N je každé lano opatřeno nalisovanou objímkou, která se opírá o vlastní ocelovou roznášecí desku.

Typ	N		ØT (mm)
	W1 (mm)	W2 (mm)	
N3 F13/15	300	300	G 1/2"
N4 F13/15	350	350	G 1/2"
N5 F13/15	500	400	G 1/2"

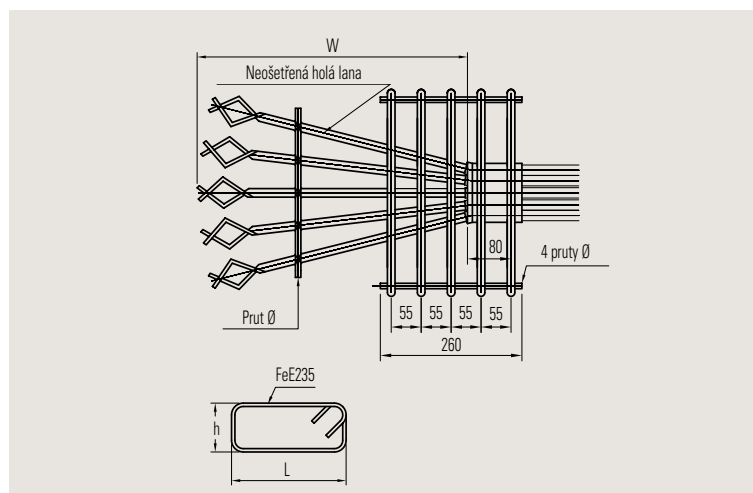
## 2/ Vícelanové kotvy (3 až 5 F13/15)



### Pasivní kotvení typu G

Kotvení typu G je tzv. "mrtvé" kotvení. Konec každého lana je pomocí hydraulického lisu vytvarován do cibulového tvaru.

Typ	W (mm)	Ø (mm)	H (mm)	L (mm)
3F13	950	10	120	300
4F13	950	10	120	320
5F13	950	12	120	340
3F15	950	10	120	300
4F15	950	12	145	340
5F15	950	14	145	380



# SOUČÁSTI SYSTÉMU SPOLEČNÉ PRO ŘADY C A F

## 1/ Předpínací lana

V následující tabulce jsou uvedeny základní charakteristické vlastnosti nepoužívanějších typů předpínacích lan využívaných systémem Freyssinet:

### CHARAKTERISTICKÉ VLASTNOSTI PŘEDPÍNACÍCH LAN PODLE NORMY prEN 10138-3

Norma	Pevnostní třída (MPa)	Jmenovitý průměr (mm)	Jmenovitá průřezová plocha výztuže (mm <sup>2</sup> )	Jmenovitá hmotnost (kg/m)	Zaručená mez pevnosti $F_{pk}$ (kN)	Mez kluzu $F_{p0,1}$ (kN)
prEN 10138-3	1770	12,5	93	0,73	165	145
		12,9	100	0,78	177	156
		15,3	140	1,09	248	218
		15,7	150	1,18	265	234
	1860	12,5	93	0,73	173	152
		12,9	100	0,78	186	164
		15,3	140	1,09	260	229
		15,7	150	1,18	279	246

- charakteristická tažnost (protažení při maximálním zatížení) pro všechna lana je  $\geq 3,5\%$
- maximální relaxace při 1000 hodinách při zatížení  $0,7 f_{pk}$  pro všechna lana je  $\leq 2,5\%$

### CHARAKTERISTICKÉ VLASTNOSTI PŘEDPÍNACÍCH KABELŮ SESTAVENÝCH Z LAN JMENOVITÉHO PRŮMĚRU 15,7 MM A 0,6“

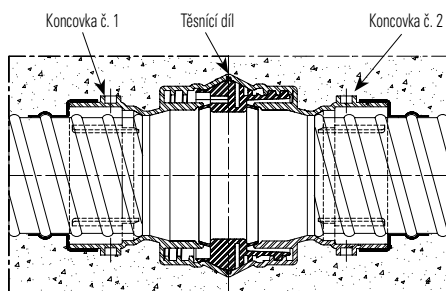
Typ	Standardní typ						
	Počet lan	T 15,7 prEN 10138-1 a 3			ASTM A-416-96 0,6 třída 270		
		Jmenovitá průřezová plocha výztuže (mm <sup>2</sup> )	Jmenovitá hmotnost (kg/m)	Pevnostní třída $F_m$ 1770 MPa (kN)	Pevnostní třída $F_m$ 1860 MPa (kN)	Jmenovitá průřezová plocha výztuže (mm <sup>2</sup> )	Jmenovitá hmotnost (kg/m)
1	150	1,17	265	279	140	1,102	260,7
2	300	2,34	530	558	280	2,205	521,4
3	450	3,54	795	837	420	3,306	782
4	600	4,72	1060	1116	560	4,41	1043
7	1050	8,26	1855	1953	980	7,71	1825
9	1350	10,62	2385	2511	1260	9,92	2346
12	1800	14,16	3180	3348	1680	13,22	3128
13	1950	15,34	3445	3627	1820	14,33	3389
19	2850	22,42	5035	5301	2660	20,94	4953
22	3300	25,95	5830	6138	3080	24,24	5735
25	3750	29,50	6625	6975	3500	27,55	6518
27	4050	31,85	7155	7533	3780	29,75	7039
31	4650	36,58	8215	8649	4340	34,16	8082
37	5550	43,66	9805	10323	5180	40,77	9646
55	8250	64,9	14575	15345	7700	60,61	14339



Korugované ocelové trubky

LIASEAL			
Vnější průměr LIASEAL (mm)	125	140*	155*
Vnitřní průměr kanálku (mm)	65	80	95

\* Dostupné na vyžádání



Liaseal

## 2/ Kanálky pro vnitřní předpětí

Pro předpětí řady C a F se používají následující typy kabelových kanálků:

### Korugované hadice z ocelového pásku

Doporučené rozměry kanálků jsou uvedeny v tabulkách pro každou kotvu. Musí být však ověřeno, zda navržené rozměry odpovídají národním předpisům v místě provádění. Jestliže je vyžadován snížený koeficient tření, je vhodné použít fosfátované (lubrikované) korugované hadice typu LFC (viz strana 28).

### Korugovaná plastová hadice Plyduct

Tento výrobek byl vyvinut a patentován firmou Freyssinet tak, aby splňoval požadavky doporučení FIB (Mezinárodní federace pro konstrukční beton) "Korugované plastové hadice pro systémy dodatečného předpětí se soudržností" (2000) a Betonářské společnosti TR47 "Trvanlivost betonových mostů dodatečně předpjatých se soudržností". Tyto hadice jsou dokonale vodotěsné a vzduchotěsné.

Vnitřní průměr hadic PLYDUCT (se spojkou = d + 10)									
Tloušťka 2,5 mm	40	45	50	60	65	70	80	90	95
Tloušťka 3,0 mm	100	105	110	115	120	130	160	-	-

### Liaseal

Tato spojka kabelových kanálků pro prefabrikáty byla vyvinuta společností Freyssinet. Zajišťuje těsnost kabelových kanálků zejména u segmentové technologie, kdy jsou jednotlivé prefabrikáty vyráběny kontaktním způsobem a dále již nepřístupné. Používají se ve spojení s hadicemi Plyduct pro vytvoření souvislého, hermeticky těsného plastového kabelového kanálku.

### Ocelové trubky

Používají se pro dokonale hermetické nebo značně zakřivené kabelové kanálky.

### Poloměr zakřivení

Poloměr zakřivení kabelového kanálku pro holá lana musí být alespoň roven:

- 100 Ø pro kruhové nebo ploché tuhé kanálky ohebné rukou (Ø = vnitřní průměr potrubí)
- 3 m pro ocelové trubky

Výjimečně může být poloměr zakřivení pro ocelové trubky snížen na 20 Ø za předpokladu, že:

- tento poloměr není méně než 1,1 m pro lana T13 a 1,3 m pro lana T15
- napětí v lanech nepřekročí 70% zaručené mezní pevnosti výztuže v oblasti, kde poloměr je méně než tři metry
- součet všech úhlových odchylek po celé délce výztuže nepřekročí  $3\pi / 2$  radiánů
- za vysoce zakřivenou oblast se považuje vlásenková kotva, pokud je úhlová odchylka větší než  $\pi / 2$  radiánů

### Výjimka

Jestliže jsou použity kanálky LFC, lze při zachování správného přenosu předpínacích sil zmenšit poloměr zakřivení kabelových kanálků ohebných rukou. Minimální hodnota poloměru zakřivení v metrech je potom  $R_{\min} \geq 1,35\sqrt{n}$ , kde n představuje počet lan v prvku předpínací výztuže.

### Tření v kabelovém kanálku

Skutečná předpínací síla se vypočte podle vzorce  $P_{(x)} = P_{\max} e^{-\mu(0+kx)}$ , kde koeficient tření ( $\mu$ ), celkový úhel zakřivení ( $\alpha$ ) a úhel nepředvídaného zakřivení ( $k$ ) se určí v závislosti na typu kabelového kanálku, jeho tvaru, povrchové úpravě a ošetření.



Kanálky z HDPE pro externí předpětí

### POLOMĚR ZAKŘIVENÍ

Typ	Minimální poloměr zakřivení v kotvě (m)	Minimální poloměr zakřivení v deviátoru (m)
7C15	3,0	2,0
12C15	3,5*	2,5*
19C15	4,0*	3,0*
27C15	4,5	3,5
37C15	5,0*	4,0

\* viz norma ENV 1992-1-5:1994

### 3/ Kabelové kanálky pro vnější (externí) předpětí

#### Kabely injektované cementovou maltou

- HDPE trubka umístěná vně betonového průřezu. Trubky jsou typu buď PE80 nebo PE100. Doporučuje se použití trubek s nominálním tlakem PN 6.3.
- ocelová trubka v kotevních zónách, přepážkách a pouzdrech deviátorů.

#### Kabely injektované tukem nebo voskem

Doporučuje se použití trubek s nominálním tlakem PN 10, pokud projektová dokumentace nenavrhuje jinak.

#### Poloměr zakřivení

Pokud národní předpisy v místě použití nepředepisují přísnější požadavky, musí poloměr zakřivení kabelu v deviátoru, který je opatřen ohýbanou ocelovou trubkou, vyhovovat minimálním hodnotám podle následující tabulky.

Pro lana v HDPE obalu vyplněném tukem (monostrandy) uložená v trubce, která je před napnutím zainjektována cementovou maltou, je nutno dodržet následující kritéria:

- jednotlivá lana:  $R_{min} \geq 1 \text{ m}$
- lana seskupená v kabelu:  $R_{min} \geq 2,5 \text{ m}$

### KOEFICIENT TŘENÍ

Použití	Typ kanálku	Koefficient tření $\mu(\text{rad}^{-1})$		Úhel nepředvídaného zakřivení (rad/m)
		ošetřená lana	neošetřená lana	
Vnitřní předpětí se soudržností	Korugovaná ocelová hadice	0,17	0,19	0,007
	Hadice LFC	0,10	0,12	0,007
	Plyduct	0,10	0,12	0,007
	Hladká ocelová trubka	0,16	0,24	0,007
Vnitřní předpětí bez soudržnosti	Jedno lano	0,05	-	0,007
	Kabel z jednotlivých lan předem injektovaný	0,05	-	0,012

Externí předpětí	Hladká trubka z HDPE	0,10	0,12	0
	Hladká ocelová trubka	0,16	0,24	0

Běžný rozptyl hodnot koeficientu tření je  $\pm 25\%$ .

### 4/ Materiály pro injektáž

Předpínací lana, pokud nejsou ochráněna samostatným HDPE obalem s tukovou výplní (monostrandy), jsou chráněna injektážní výplní kabelového kanálku, ve kterém jsou uložena. Výplní je buď cementová malta, která na povrchu oceli vytváří pasivační vrstvu, čímž jí chrání proti korozi, nebo elastická hmota (tuk nebo vosk), který uzavírá lana vodotěsným obalem.



Kanálky LFC

## Cementová malta

Pro zajištění dokonalého vyplnění kanálku a tím i trvalé protikorozní ochrany předpínací výztuže musí být vlastnosti cementové malty nastaveny tak, aby vyhovovaly technologii injektování, která se liší v závislosti na uspořádání prvků předpínací výztuže, teplotách konstrukce a prostředí, poloze injektážních a odvodušňovacích otvorů apod.

Společnost Freyssinet vyvinula na základě laboratorních studií a zkušeností, které získala v projektech všeho druhu, sortiment předpínacích malt, které splňují specifické podmínky každého typu projektu.

### • Cementová malta FREYSSIFLOW HP 215 s vysokou stabilitou

Tato cementová malta je vhodná pro injektování prvků předpínací výztuže s významnými výškovými rozdíly bez nutnosti doinjektování díky velmi nízké segregaci.

### • Trvanlivá cementová malta FREYSSIFLOW RT 514 - speciální malta pro snadné použití

Tato cementová malta si po dlouhou dobu udržuje vysokou tekutost a je tak vhodná pro injektování předpínacích kabelů s velkým objemem v komplikovaných podmínkách jako např. ochranné obálky jaderných reaktorů.

### • Speciální tixotropní cementová malta FREYSSIFLOW TX

Tyto cementové malty, které jsou charakterizovány svou smykovou únosností, se doporučují zvláště pro injektování prvků geometricky komplikovaných či o velkém průměru. Homogenita a stabilita malty při plnění kanálku zamezuje sednutí malty v nejvyšších bodech kanálku a tím vytváření vzduchových dutin. Použití cementové malty Freyssiflow TX umožňuje redukovat počet injektážních a odvodušňovacích otvorů.

Pro použití, která vyžadují malý objem cementové malty, může být lepší použít prefabrikované suché směsi, ke kterým je třeba pouze přidat vodu. Pro použití, které vyžaduje vysoký objem cementové kaše, může společnost Freyssinet na místě instalovat míchací zařízení, což umožní provedení injektáže kompletní rozsáhlé skupiny předpínacích prvků.



Tixotropní malta

## ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI INJEKTÁŽNÍCH MALT

Vlastnost	Počet zkoušek	Kritérium použitelnosti	Metodika zkoušky
<b>Obsah hrudek</b>	1 zkouška	Žádný zbytek na síti	EN 445 - Sítová zkouška
<b>Tekutost</b>	1 zkouška bezprostředně po namíchání	$11 \text{ s} \leq t_0 \leq 20 \text{ s}$	EN 445 - Trychtýřová zkouška
	1 zkouška vždy po 15 min, 30 min, 60 min, 90 min a 120 min	$t \leq 25 \text{ s}$	
<b>Teplota</b>	1 měření v čase $t_0$ , $t_0 + 30 \text{ min}$ , $t_0 + 60 \text{ min}$ a $t_0 + 120 \text{ min}$	$T \leq 30^\circ\text{C}$	Teploměr
<b>Odloučení vody</b>	3 zkoušky	Střední hodnota ze tří měření nesmí přesáhnout 0,3% po 3 hod.	EN 445 - Svislá trubka 1 m
<b>Změna objemu</b>	3 zkoušky	Změna objemu musí být mezi -1% a +5% po 1 hod., 3 hod. a 24 hod.	EN 445 - Svislá trubka 1 m
<b>Pevnost v tlaku</b>	3 zkoušky	$\geq 27 \text{ MPa}$ po 7 dnech $\geq 30 \text{ MPa}$ po 28 dnech	EN 445 - Trámečky 40 x 40 x 160 mm

## Elastické hmoty

Elastické produkty odolné proti korozi jsou chemicky inertní vůči předpínací oceli. Dělí se do dvou hlavních kategorií: tuky a vosky (injektované za horka). Společnost Freyssinet vyvinula **Freyssiwax**, syntetický vosk s dlouhým řetězcem, který byl speciálně navržen tak, aby byl dlouhodobě stabilní a minimalizoval segregaci.

# INSTALACE PŘEDPĚTÍ



Instalace systému Freyssinet obsahuje následující 4 hlavní fáze:

- 1/ ukládka kabelových kanálků a roznášecích podložek
- 2/ ukládka lan a instalace kotev
- 3/ napínání
- 4/ injektáž a ochrana

## 1/ Uložení kabelových kanálků a roznášecích podložek

Trubky kabelových kanálků pro vnitřní předpětí jsou ukládány před zabetonováním. Nejběžněji se používají korugované hadice z ocelového pásku nebo trubky z HDPE.

Pro externí předpětí se nejčastěji používají trubky z HDPE. Je nutno věnovat zvýšenou pozornost umístění trubek do správné polohy a jejich správnému podepření.

## 2/ Navlékání lan a instalace kotev

Po kontrole volného průchodu kanálku jsou prvky předpínací výztuže obvykle navlékány strkáním lan z jednoho konce kanálku.

Strkačí zařízení Freyssinet může být použito pro ukládání předpínacích kabelů o délce přes 200 m.

## 3/ Napínání

Předpínací kabely s kotvami řady A a F jsou napínány pomocí jednonanových nebo vícelanových hydraulických lisů (napínacích pistolí) s hydraulickým předkotvením čelistí kotvy. Je-li to vhodné, mohou být použity lisy bez hydraulického předkotvení čelistí nebo jednonanové napínací pistole.

Počáteční síla je:

- napínací síla po zakotvení pro:
  - Eurokód 2 (nižší ze dvou hodnot  $0,75 f_{pk}$  a  $0,85 f_{p0,1k}$ )
  - předpisy AASHTO ( $0,7 f_{pk}$ )
- napínací síla před zakotvením pro:
  - Eurokód 2 a předpisy BPEL 91 (nižší ze dvou hodnot  $0,8 f_{pk}$  a  $0,9 f_{p0,1k}$ )
  - předpisy AASHTO ( $0,7 f_{pk}$ )

Napínání může být zahájeno pouze tehdy, je-li pevnost betonu v tlaku měřená v kotevní oblasti větší než hodnota  $f_{cm,0}$  definovaná pro projekt.



## ► ŘADA C

### Napínací lisy typu CC

Napínací lisy typu CC díky své kompaktnosti dovolují zmenšit:

- rozměry kapes pro kotvení (malá přední část lisy)
  - vzdálenost k čelu konstrukce a tím zabránit vzniku nežádoucích momentů
  - objem betonu pro výplň kapes pro kotvení a tím i žebor potřebných na čele u výstupu kabelů z konstrukce
  - vychýlení lan od osy v kotevní oblasti a tím zvýšit účinnosti prvků předpínací výztuže
- Kompaktnost a automatizace napínacích lisů typu CC usnadňuje manipulaci a snižuje pracnost při napínání.

### Vnější rozměry napínacích lisů typu CC

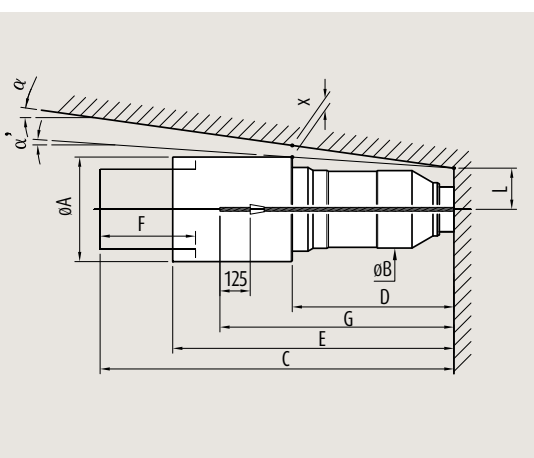
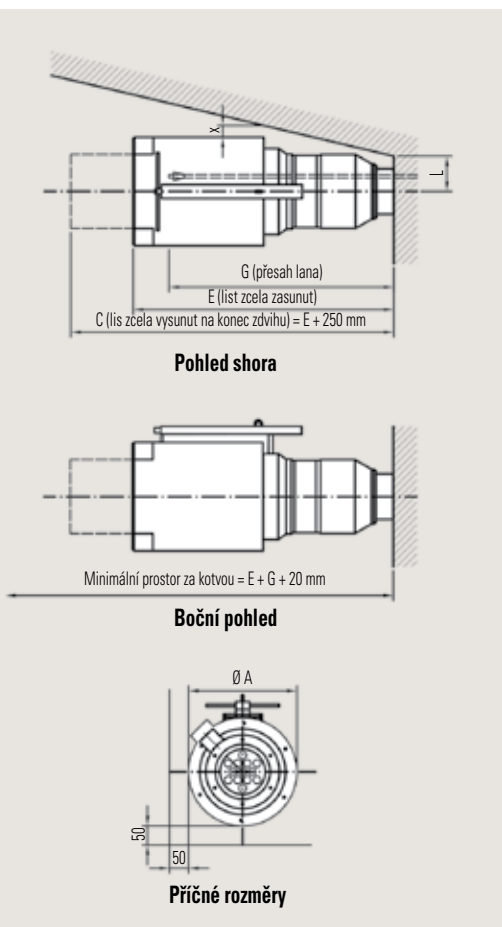
Lis	Typ kabelu	ØA (mm)	E (mm)	G (mm)	L (mm)	α pro x ≈ 50	Zdvih (mm)
CC 350	7C15	360	1105	690	120	11°	250
	9C15		1105	690	150	8°	
	12C15		1115	700	150	8°	
	13C15		1074	660	150	9°	
CC 500	7C15	438	1085	688	120	15°	250
	9C15		1085	688	150	13°	
	12C15		1095	698	150	13°	
	13C15		1100	703	150	12°	
	19C15		1071	674	170	11°	
CC 1000	19C15	593	1160	723	170	16°	250
	22C15		1170	733	210	13°	
	25C15		1175	738	210	13°	
	25C15P		1175	738	210	13°	
	27C15		1180	743	210	13°	
	31C15		1146	709	210	13°	
	37C15		1151	714	240	10°	
CC 1500	37C15	722	1550	770	240	9°	350
	55C15		1986	700	280	8°	

Pro napínání kabelů 3 a 4C15 se používají napínací lisy K 100 (viz následující strana).

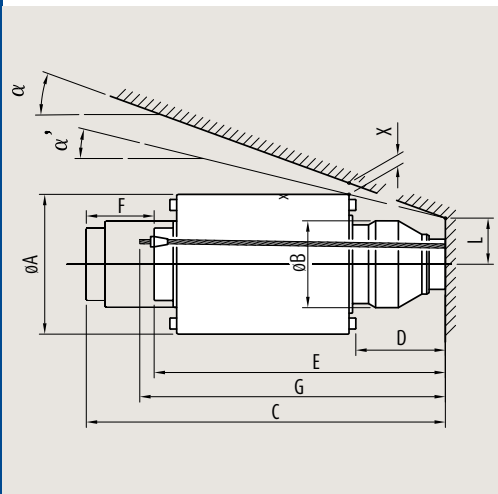
### Napínací lisy typu C/F

Lis	Typ kabelu	ØA (mm)	ØB (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	L (mm)	α' reálný	α pro x ≈ 50
C350F	7C15	355	263	1415	731	1165	250	1120	120	4°30'	8°
	9C15*			1415	731	1165		1120	150	2°54'	8°
	12C15*			1115	741	1175		1130	150	3°50'	8°
	13C15*			1374	675	1124		1080	150	2°20'	7°
C500F	7C15	432	320	1513	714	1213	300	1080	120	7°39'	12°
	9C15*			1523	709	1223		1085	150	7°25'	13°
	12C15*			1533	719	1233		1095	150	7°6'	13°
	13C15			1538	724	1238		1100	150	5°13'	9°
	19C15			1482	668	1182		1050	170	3°56'	8°
C1000F	19C15	582	417	1583	754	1283	300	1110	170	9°	13°
	22C15*			1593	764	1293		1120	210	7°4'	11°
	25C15			1593	764	1293		1120		6°03'	10°
	25CC15*			1593	764	1293		1120		6°01'	10°
	27C15*			1598	769	1298		1125		6°01'	10°
	31C15			1603	774	1303		1130		5°58'	10°
C1500F	37C15	707	512	2423	134	1923	500	1250	210	7°13'	10°
	37C15			2438	1144	1938		1270	140	5°39'	8°
	55C15			2375	1076	1875		1200	280	3°54'	7°

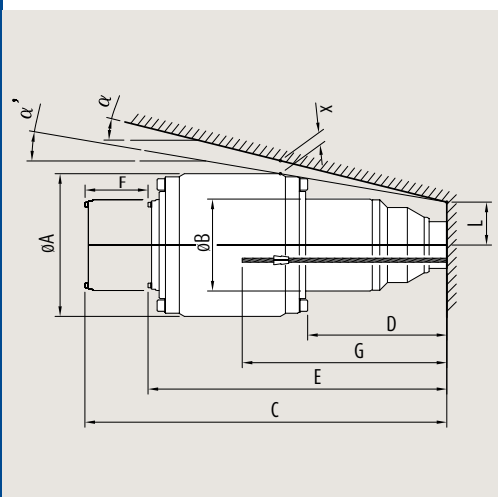
\* K dispozici na vyžádání



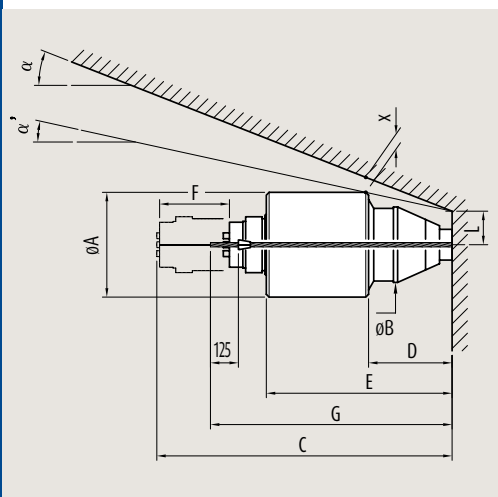
Náčrt předpokládá, že závěsné zařízení pro manipulaci s napínacím lisem se nachází v rovině kolmé k rovině náčrtu.



Náčrt předpokládá, že závěsné zařízení pro manipulaci s napínacím lisem se nachází v rovině kolmé k rovině náčrtu.



Náčrt předpokládá, že závěsné zařízení pro manipulaci s napínacím lisem se nachází v rovině kolmé k rovině náčrtu.



Náčrt předpokládá, že závěsné zařízení pro manipulaci s napínacím lisem se nachází v rovině kolmé k rovině náčrtu.

## Napínací lisy typu K/C

Lis	Typ kabelu	ØA (mm)	ØB (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	L (mm)	α' reálný	α pro x ≈ 50
K100C	3C15	290	220	913	256	713	200	820	100	9°21'	19°
	4C15			918	718						
K200C	7C15	350	263	1154	435	954	250	1060	120	6°52'	13°
K350C	9C15	440	263	1153	324	903		1005	150	9°09'	17°
	12C15			1163	334	913	1015	150	9°40'	16°	
	13C15			1168	339	918	1020	150	9°33'	16°	
K500C	19C15	515*	320	1333	361	1083	250	1136	170	13°23'	21°
		508			353					13°57'	23°
	22C15	515*		1343	349	1093		1146		15°59'	21°
		508			341					16°32'	23°
K700C	25C15	640*	419	1465	420	1215	250	1320		12°25'	18°
	25CC15	609			454					11°45'	18°
	27C15	640*		1465	438	1215		1320	210	11°33'	18°
		609			474					10°21'	16°
	31C15	640*		1475	430	1225		1330		12°09'	18°
		609			464					11°30'	18°
K1000C		770*	492	1548	490	1298	250	1400		15°59'	21°
		720		523					16°40'	21°	
	37C15	770*	492	1497	434	1247		1350	240	14°23'	20°
		720		467					15°20'	20°	

\*K dispozici na vyžádání

## Napínací lisy typu K500F

Lis	Typ kabelu	ØA (mm)	ØB (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	L (mm)	α' reálný	α pro x ≈ 50
K500F	13C15	565	364	1462	580	1212	250	840	150	9°41'	14°
	19C15			1433	551	1183		810	170	9°17'	13°

## Napínací lisy typu VP/C

Lis	Typ kabelu	ØA (mm)	ØB (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	L (mm)	α' reálný	α pro x ≈ 50
VP260C	7C15	375	270	1151	299	735	250	980	120	12°19'	21°
	13C15			1126	264	700		945	150	8°5'	19°
VP650C	19C15	560	395	1602	310	1052	300	1400	170	19°32'	28°
	31C15			1441	320	973		1410	210	12°20'	21°



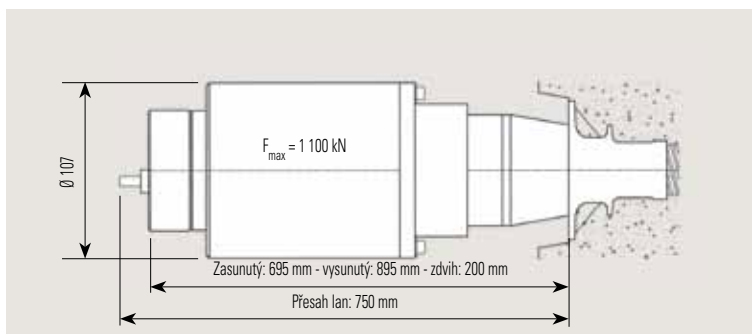
## ► ŘADA F

Předpínací kabely s kotvami 3F15, 4F15 a 5F15 mohou být napínány buď najednou za použití napínacího lisu K 100 nebo lano po lano pomocí jednonarové pistole M 23.

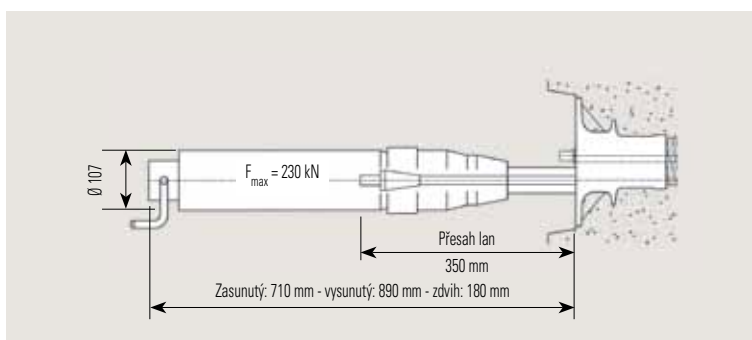
Základní rozměry těchto napínacích lisů jsou na následujících obrázcích:



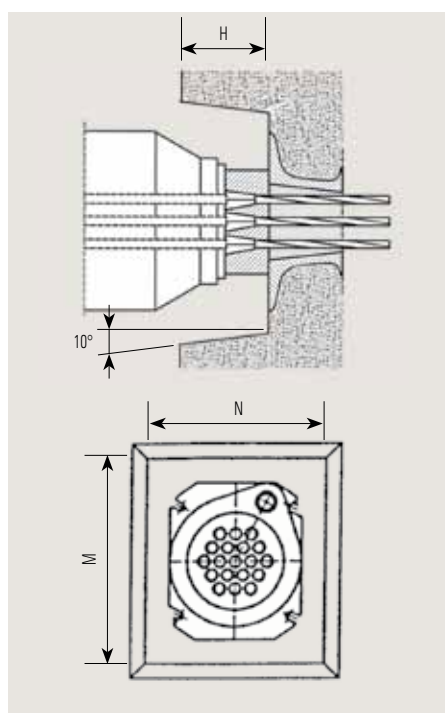
Most Sioule, Francie



K 100



M 23



## ► TRVALÁ OCHRANA KOTEV

Typ	M (mm)	N (mm)	H min (mm)
3F15	200	95	50
3C15	200	170	120
4F15	240	100	50
4C15	200	180	125
5F15	280	100	50
7C15	230	210	125
9C15	275	245	125
12C15	290	260	150
13C15	300	270	150
19C15	350	310	160
22C15	380	335	170
25C15	410	360	170
25C15P	410	360	170
27C15	400	350	180
31C15	435	380	180
37C15	470	410	195
55C15	560	480	230

#### 4/ Injektování a ochrana kotev

- Účelem injektování volné délky kabelů předpínací výztuže a těsnění kotev je chránit prvky předpínací výztuže proti korozi. Prvky předpínací výztuže jsou injektovány buď pomocí cementové malty, která obsahuje pasivační prostředek pro ocel, nebo pomocí hydrofobních produktů, tuku nebo vosku, které vytvářejí souvislý, těsný obal pro dokonalou ochranu proti agresivním prostředkům.



Práce na receptuře cementové malty v laboratoři společnosti Freyssinet

- Pro efektivní ochranu proti korozi musí být kabelový kanálek úplně vyplněn bez vzduchových kapes, které by mohly vytvořit místo, kde by mohlo docházet k průsaku vody. Takového výsledku lze dosáhnout dodržением správné rychlosti, kterou cementová malta plní kabelový kanálek a odvodušňovacími otvory v nejvyšších bodech zakřivených kabelových kanálků.

- Pro veškeré typy zvláštního vedení kabelových kanálků, např. značně zakřivené kabely s vysokým převýšením, svislé kabely či v případě problémů s instalací odvodušňovacích otvorů v nejvyšších bodech kanálku vyvinula společnost Freyssinet speciální injektážní techniky, které jsou popsány níže.

##### Vakuová injektáž

Účelem této techniky je vytvořit částečné vzduchové vakuum v kabelovém kanálku před naplněním tak, aby se zamezilo uzavření vzduchových kapes. Tato technika je použitelná pouze pro hermetické kanálky a je velmi vhodná pro takové prvky předpínací výztuže, které nemohou mít odvodušňování v nejvyšších bodech.

V případě zakřivených horizontálních předpínacích kabelů může být tato metoda kombinována s použitím tixotropní cementové malty Freyssiflow TX pro dosažení lepšího vyplnění kanálků.

Umožňuje také injektování prvků předpínací výztuže tvaru U od horní kotvy bez toho, že je třeba se obávat účinků přetržení sloupce cementové malty.

##### Reinjektáž (dodatečná injektáž) z nejvyšších bodů

Jestliže existuje závažné riziko segregace malty v nejvyšších bodech kanálku u značně převýšených nebo svislých kabelů, měly by být takové kabely dodatečně injektovány z nejvyšších bodů tak, aby byla vyplavena veškerá znehodnocená malta v těchto místech. Objem malty, který má být vypuštěn, je odhadován případ od případu na základě zkušeností, které společnost Freyssinet má.

Společnost Freyssinet vyvinula také speciální technologické předpisy pro případy, kdy do kabelu není možné umístit trubku pro dodatečnou injektáž.

##### Injektování kabelů z monostrandů před napnutím

Prvky předpínací výztuže, které obsahují v kabelovém kanálku lana chráněná tukem a obalená HDPE pláštěm (monostrandy), musí být před napnutím injektovány cementovou maltou. Jakmile cementová injektáž vytvrdne, plní funkci separátoru lan a zabraňuje rozdrčení jednotlivých plastových pláště v místech deviátorů. Tato technologie, kterou vyvinula a zdokonalila společnost Freyssinet, zaručuje těsnost obalu lan a umožňuje plynulé a hladké napínání jednotlivých lan.



Injektážní víka



Pro snížení tlakových ztrát u injektážních vpustí vyvinula společnost Freyssinet injektážní spojky, pomocí kterých je možno injektážní směs injektovat přes trubku velkého průřezu umístěnou v zadní části kotvy.

Toto uspořádání se dobře hodí pro velmi vysoké vertikální prvky předpínací výztuže. Uspodňuje také všechny operace při dodatečné injektáži hlavy kotvy.



Trvalá plastová víka

## Trvalá víka

Předpínací kotvy jsou chráněny buď zabetonováním, jestliže jsou kotvy v kapse, nebo trvalým víkem, pokud mají zůstat přístupné pro pozdější zásahy. Trvalá víka jsou také použita pro injektování kanálků. Mohou být vyrobena z litiny (pozinkovaná nebo alternativně opatřená nátěrem) nebo plastová.

## Injektážní a odvodušňovací otvory

Na obrázcích dole je znázorněno umístění injektážních odvodušňovacích otvorů pro poměrně jednoduché trasy kabelových kanálků.

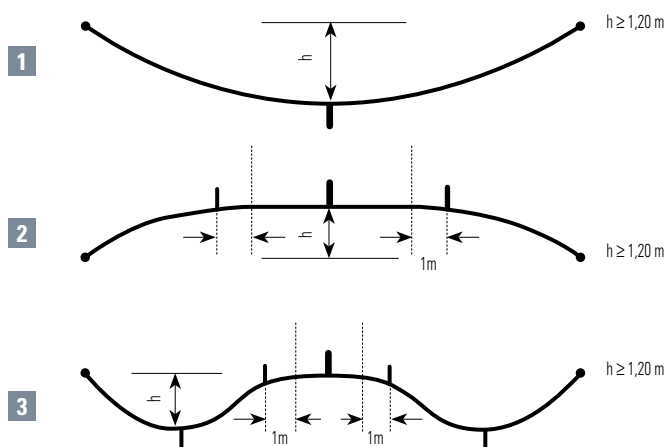
**Obrázek 1** Pro parabolické trasy tvaru U s převýšením větším než 1,2 m je v nejnižším bodě umístěn injektážní vstup.

**Obrázek 2** Pro obrácené parabolické trasy tvaru U s převýšením větším než 1,2 m je v nejvyšším bodě umístěn odvodušňovací otvor a dvě odsazené trubky. Při dodatečné injektáži z nejvyššího bodu slouží jedna z trubek jako injektážní vstup, zatímco druhá slouží jako odvodušňovací a vypouštěcí otvor.

**Obrázek 3** Horizontální prvky předpínací výztuže se dvěma vlnami tvaru U s převýšením větším než 1,2 m, které jsou odděleny přímou částí, musí být injektovány z jednoho z nejnižších bodů včetně přímé části a poté znovu injektovány z následujícího nejvyššího bodu s odvodušňáním horizontálního úseku.



Injektážní vstupy na HDPE trubkách



Při komplikovanějším vedení tras kabelových kanálků nutno je polohu otvorů konzultovat s technickým oddělením Freyssientu.





## Více než 60 zastoupení po celém světě

### AMERICAS

- **Argentina**  
Freyssinet - Tierra Armada S.A.
- **Brazil**  
Freyssinet Brazil Ltda
- **Canada**  
Freyssinet Canada Ltée
- **Chile**  
Freyssinet Tierra Armada Chile S.A
- **Colombia**  
Freyssinet Colombie
- **El Salvador**  
Fessic S.A De C.V.
- **Mexico**  
Freyssinet de Mexico -Tierra Armada S.A.
- **Panama**  
Freyssinet
- **United States**  
Freyssinet Inc.
- **Venezuela**  
Freyssinet - Tierra Armada CA

### EUROPE

- **Belgium**  
Freyssinet Belgium N.V.
- **Bulgaria**  
Freyssinet

### • Czech Republic

- Freyssinet CS
- **Danemark**  
A/S Skandinavisk Spaendbeton
- **Estonia**  
Latvijas Tilti
- **France**  
Freyssinet France  
Freyssinet International & Cie
- **Hungary**  
Pannon Freyssinet Kft
- **Iceland**  
A/S Skandinavisk Spaendbeton
- **Ireland**  
Freyssinet Ireland
- **Latvia**  
Latvijas Tilti
- **Lithuania**  
Latvijas Tilti
- **Macedonia**  
Freyssinet Balkans
- **Netherlands**  
Freyssinet Nederland B.V.
- **Norway**  
A/S Skandinavisk Spaendbeton

### • Poland

- Freyssinet Polska Sp. z o.o
- **Portugal**  
Freyssinet - Terra Armada S.A
- **Romania**  
Freyrom
- **Russia**  
Freyssinet
- **Serbia**  
Freyssinet
- **Slovakia**  
Freyssinet CS
- **Slovenia**  
Freyssinet Adria SI d.o.o.
- **Spain**  
Freyssinet S.A.
- **Sweden**  
A/S Skandinavisk Spaendbeton
- **Switzerland**  
Freyssinet S.A.

### • Turkey

- Freyssas
  - **United Kingdom**  
Freyssinet Ltd
- ### AFRICA AND MIDDLE EAST
- **Abu Dhabi**  
Freyssinet Middle East LLC
  - **Algeria**  
Freyssinet Algérie
  - **Dubai**  
Freyssinet Gulf LLC
  - **Egypt**  
Freyssinet Menard Egypt SAE
  - **Jordan**  
Freyssinet Jordan LLC
  - **Koweit**  
Freyssinet Koweit
  - **Morocco**  
Freyslima

### • Oman

- Freyssinet Arabian Sea LLC
- **Qatar**  
Freyssinet Menard Qatar WLL
- **Saudi Arabia**  
Freyssinet Menard Saudi Arabia Ltd.
- **Sharja**  
Freyssinet Menard  
Northern Emirates LLC
- **South Africa**  
Freyssinet Posten (Pty) Ltd
- **Tunisia**  
Freyssinet

### ASIA

- **Hong Kong**  
Freyssinet Hong Kong Ltd  
Freyssinet Insight Sewer Services Ltd
- **India**  
Freyssinet Menard INDIA Pvt Ltd
- **Indonesia**  
PT Freyssinet Total Technology
- **Japan**  
Freyssinet KK Japon
- **Macau**  
Freyssinet Macau Ltd

### • Malaysia

- Freyssinet PSC (M) SDN BHD
- **Pakistan**  
Freyapak Ltd
- **Singapore**  
PSC Freyssinet (S) Pte. Ltd
- **South Korea**  
Freyssinet Korea Co. Ltd
- **Taiwan**  
Freyssinet Taiwan Engineering
- **Thailand**  
Freyssinet Thailand Ltd
- **Vietnam**  
Freyssinet Vietnam

### OCEANIA

- **Australia**  
Freyssinet Australia Pty Ltd
- **New Zealand**  
Freyssinet New Zealand Ltd



**FREYSSINET**  
SUSTAINABLE TECHNOLOGY

### Freyssinet CS

Zápy 267, 250 01 Brandýs nad Labem - Česká republika  
Tel.: +420 326 377 900 - Fax: +420 326 377 901  
[www.freyssinet.cz](http://www.freyssinet.cz)

### Freyssinet CS - organizačná zložka

Lamačská cesta 45, 841 03 Bratislava - Slovensko  
Tel.: +421 250 201 060 - Fax: +421 250 201 069  
[www.freyssinet.sk](http://www.freyssinet.sk)