

Diplomová práce

Návrh silničního mostu přes údolí řeky Gottleuba v Pirně

Příloha č. 1

# Statický výpočet

# Obsah

<b>1</b>	<b>Konstrukce</b>	<b>4</b>
1.1	Schéma konstrukce . . . . .	4
1.2	Průřezové charakteristiky . . . . .	6
1.3	Okrajové podmínky . . . . .	8
<b>2</b>	<b>Materiály</b>	<b>10</b>
2.1	Beton . . . . .	10
2.1.1	Beton C35/45 – nosná konstrukce . . . . .	10
2.1.2	Beton C30/37 – pilíře . . . . .	10
2.1.3	Smršťování . . . . .	10
2.1.4	Dotvarování . . . . .	10
2.2	Ocel . . . . .	11
2.2.1	Předpínací výztuž . . . . .	11
2.2.2	Betonářská výztuž . . . . .	11
2.3	Krytí výztuže . . . . .	11
2.4	Přehled materiálů . . . . .	13
<b>3</b>	<b>Předběžný návrh předpínací výztuže</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>Zatížení</b>	<b>20</b>
4.1	Výpočet zatížení . . . . .	20
4.2	Stálé zatížení . . . . .	20
4.3	Proměnné zatížení . . . . .	20
4.3.1	Zatížení od dopravy . . . . .	20
4.3.2	Zatížení teplotou . . . . .	22
4.3.3	Zatížení větrem . . . . .	22
4.3.4	Staveništní zatížení . . . . .	23
<b>5</b>	<b>Kombinace zatížení</b>	<b>34</b>
5.1	MSP – Charakteristická kombinace . . . . .	34
5.2	MSP – Častá kombinace . . . . .	34
5.3	MSP – Kvazistálá kombinace . . . . .	34
5.4	MSÚ – 6.10 . . . . .	34
5.5	MSÚ – 6.10a . . . . .	34
5.6	MSÚ – 6.10b . . . . .	34
5.7	Mimořádné zatížení – 6.11a a 6.11b . . . . .	34
5.8	Hodnoty součinitelů . . . . .	35
<b>6</b>	<b>Fáze výstavby</b>	<b>36</b>
6.1	Zatěžovací stavy během fází výstavby . . . . .	37

<b>7</b>	<b>Výsledky</b>	<b>56</b>
7.1	Příčinkové čáry . . . . .	56
7.2	Vnitřní síly . . . . .	57
7.2.1	Porovnání vnitřních sil od vlastní tíhy . . . . .	58
7.3	Posuny a deformace . . . . .	59
<b>8</b>	<b>Posouzení</b>	<b>61</b>
8.1	Mezní stavy použitelnosti . . . . .	61
8.2	Mezní stav únosnosti . . . . .	117
8.3	Betonářská výztuž . . . . .	120
8.4	Smykové trhliny ve stěnách . . . . .	120
8.5	Pilíře . . . . .	121
8.5.1	Vnitřní síly a napětí . . . . .	121
8.5.2	Interakční diagramy . . . . .	124
8.5.3	Ověření stability vahadla . . . . .	128
<b>9</b>	<b>Založení</b>	<b>131</b>
9.1	Stabilita základů . . . . .	131
<b>10</b>	<b>Ložiska a mostní závěry</b>	<b>134</b>
10.1	Ložiska . . . . .	134
10.2	Mostní závěry . . . . .	135
<b>11</b>	<b>Ztráty předpínací výztuže</b>	<b>135</b>
11.1	Konzolové kabely . . . . .	137
11.2	Spojité kabely . . . . .	223
	<b>Literatura</b>	<b>234</b>

# 1 Konstrukce

## 1.1 Schéma konstrukce

Pro návrh mostu a numerické modelování konstrukce byl celý most uvažován jako přímý a vodorovný. Pilíře, které jinak mají náběhy, jsou modelovány jako rovné. Hlavní modely byly vytvořeny ve statickém softwaru *MIDAS Civil*, předběžný model pro ověření chování mostu ve finálním stavu byl vytvořen v programu *SCIA Engineer*. Dílčí posudky byly provedeny v programu *IDEA Statica*.

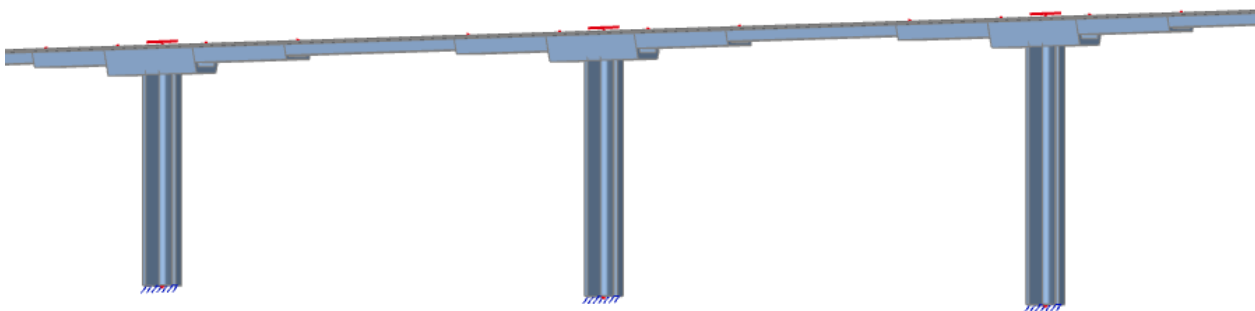
Právě na základě předběžného modelu byly upraveny průřezy pilířů P4–P7 tak, aby jejich štíhlost vyhověla požadavkům. Pro výpočet štíhlosti byla uvažována vzpěrná délka  $L_{cr} = 0,7 \cdot H$ , ta zohledňuje nedokonalost vetknutí v patě i vrcholu pilíře. Štíhlost upraveného průřezu vyšla přibližně  $\lambda \approx 70$ . Krajní pilíře P2 a P9 byly od počátku uvažovány jako ložiskové, kvůli sekundárním účinkům by rámové pilíře síly (zejména od teplotních změn) nepřenesly.<sup>[13]</sup> Po předběžném výpočtu a zjištění velkých ohybových momentů na pilířích P3 a P8 byl u těchto pilířů ponechán původní průřez, ale byly změněny na ložiskové. U modelu je zanedbáno ochabnutí smykem, neboť u tohoto typu průřezu nehraje významnou roli.<sup>[13], 221</sup>

Dále byla provedena optimalizace rozměrů dílců tak, aby měly přibližně stejný objem a tíhu, což je výhodné z hlediska provádění stavby. Jednotlivé lamely mají délky 3; 3,5; 4 a 5 metrů, jak je patrné i z výkresové dokumentace. Ačkoliv mají pilíře proměnnou šířku průřezu, byly uvažovány s konstantní šířkou 7 m, která odpovídá šířce v nejužším místě pilířů.

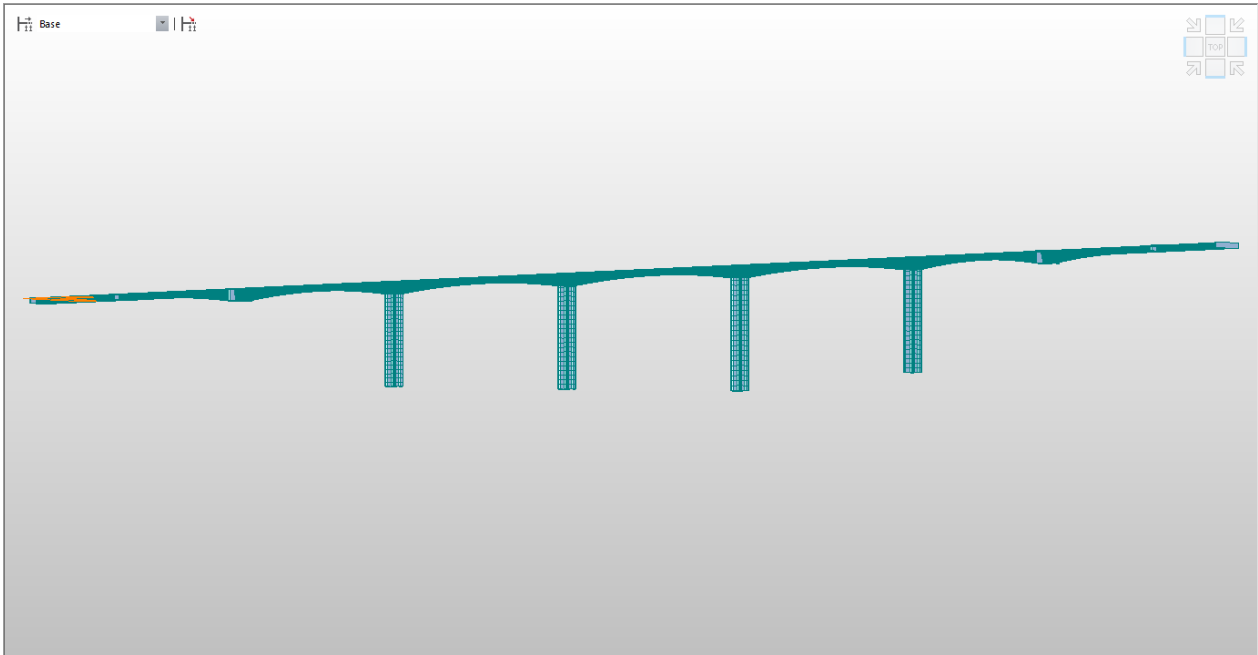
Celkem byly vytvořeny 4 numerické modely:

1. Prutový model *SCIA Engineer* pro ověření chování konstrukce ve finálním stavu, zjednodušené průřezy
2. Prutový model *MIDAS Civil* s fázemi a časově závislými charakteristikami materiálů, v čase uvedení do provozu (UP) – stáří přibližně 1,5 roku; na tomto modelu bylo vyladěno předpětí
3. Prutový model *MIDAS Civil* v čase na konci životnosti (KZ) – v čase 100 let
4. Prutový model *MIDAS Civil* – vahadlo, model pro ověření stability vahadla P6 a pro mimořádnou kombinaci zatížení

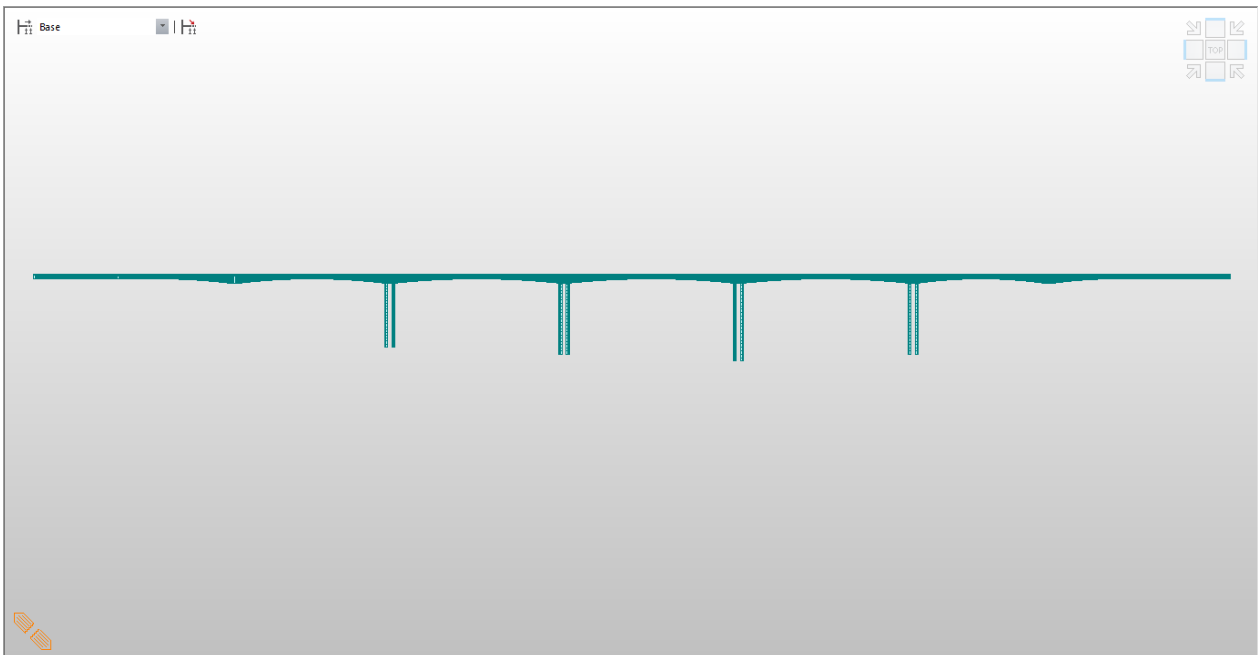
Ve výstupu programu *MIDAS Civil* je vyobrazen model i statické schéma konstrukce.



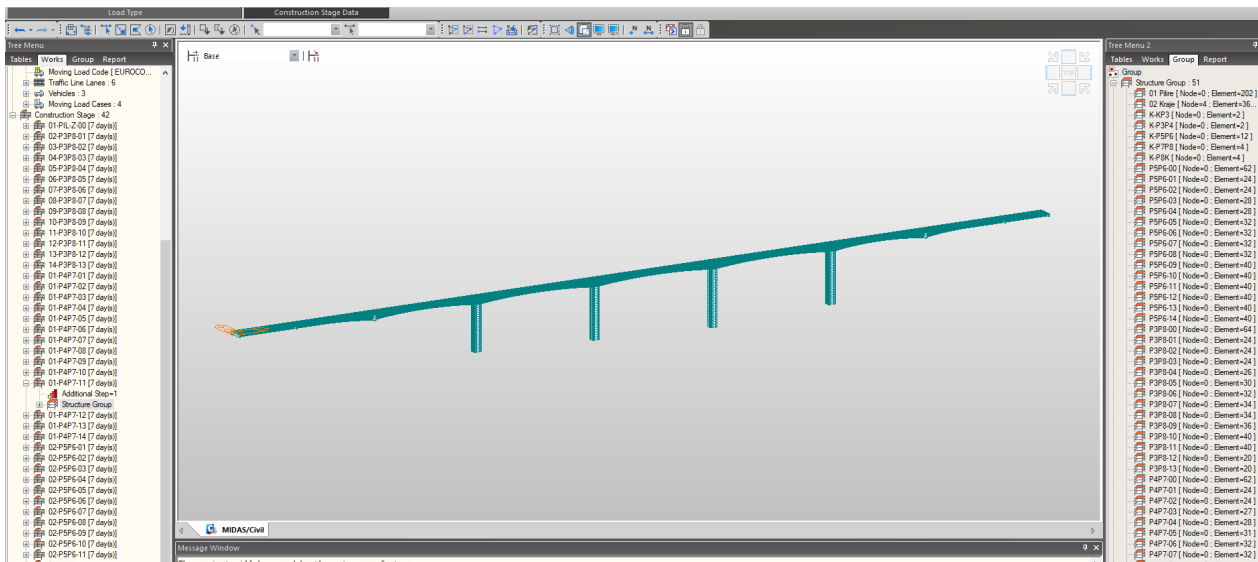
Obrázek 1: Zjednodučený model SCIA Engineer (výřez)



Obrázek 2: Axonometrie modelu MIDAS Civil



Obrázek 3: Boční pohled na model MIDAS Civil



Obrázek 4: Modelovací prostředí programu MIDAS Civil

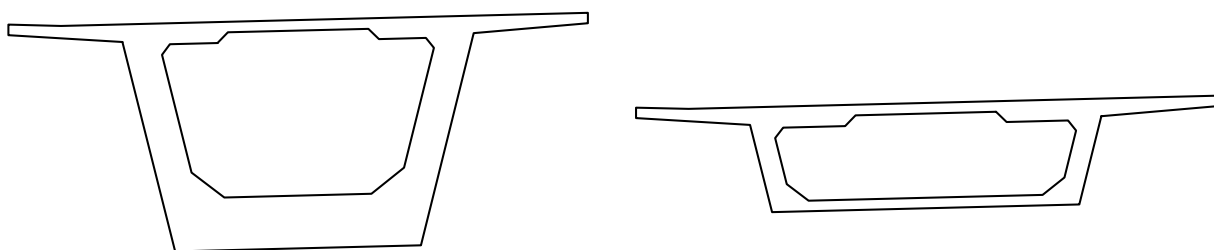
## 1.2 Průřezové charakteristiky

Pro model byly použity tyto průřezy s následujícími průřezovými charakteristikami. Rozměry průřezů byly stanoveny na základě empirických vzorců.

Tloušťka horní desky je 300 mm, směrem ke stěnám se rozšiřuje tak, aby se zvýšila tuhost v příčném ohybu a zajistil se prostor pro uložení kabelů předpínací výztuže. Dolní deska je v poli tlustá 300 mm, směrem k podporám se její tloušťka plynule zvětšuje a nad pilíři je deska 1,5 m tlustá – kvůli tlaku z nadpodporových momentů.<sup>[13], 211</sup>

Šířka desky 16,5 m je pokládána za horní hranici efektivity jednokomorových průřezů, u širší mostovky by již bylo nutné kvůli přílišné tloušťce horní desky navrhnout dvoukomorový průřez. Chodníkové konzoly šířky 3,25 m splňují maximální doporučené hodnoty. Kvůli estetickému hledisku jsou stěny navrženy šikmé, nikoliv svislé.<sup>[13], 211</sup>

Obrázek 5: Komorové průřezy nosné konstrukce



(a) Nadpodporový průřez

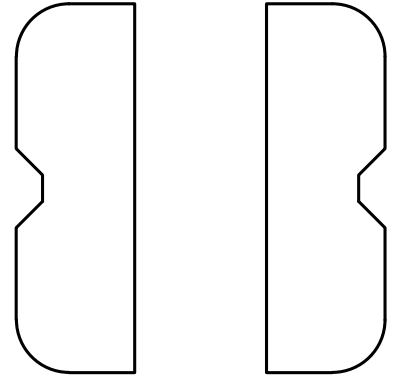
(b) Průřez v poli

Průřez s náběhy je počítán automaticky, vlastnosti průřezu nad podporou přecházejí kvadraticky na vlastnosti průřezu v poli. Průřez označená „pil,pol“ označuje polovinu průřezu pilíře (pilíř je nutný modelovat jako dvojici stěn). Fiktivní průřez zohledňuje připojení podpor u ložiskových nosníků a tuhost příčníků.

Tabulka 1: Průřezové charakteristiky

Průřezy	$A$ m <sup>2</sup>	$A_{vy}$ m <sup>2</sup>	$A_{vz}$ m <sup>2</sup>	$I_y$ m <sup>4</sup>	$I_z$ m <sup>4</sup>	$C_{z,h}$ m	$C_{z,d}$ m	o (vnější) m	o (vnitřní) m
pole	12,82	7,95	2,14	16,15	229,36	1,31	2,00	37,53	20,08
podpora	28,02	14,78	10,56	155,07	352,59	3,54	3,26	43,00	21,81
fikt	16,50	13,75	13,75	1,38	374,34	0,50	0,50	35,00	0,00
pil,pol	14,81	12,41	11,57	59,53	5,79	3,50	3,50	18,05	0,00

Zdánlivá nesrovnalost průřezů použitých pro modelování a průřezy ve výkresové dokumentaci je dána změnou průřezu po návrhu předpětí. Původně bylo předpokládáno, že v místě styku stěn a horní desky bude nutno vodorovnou desku rozšířit. Kabely se však nakonec vešly i do původního průřezu a pouze v oblasti podpor byly navrženy rozšířené nálitky. Tato změna by jistě ovlivnila průběh vnitřních sil, napětí a deformací, nicméně vzhledem k celkovým proporcím je její vliv zanedbatelný.



Obrázek 6: Průřez pilíře ( $P_4$ – $P_7$ )

### 1.3 Okrajové podmínky

Okrajové podmínky modelu jsou zadány následovně. Pro modelování byly využity klasické podpory, během fází výstavby se počítá i s nelineárními podporami a pružnými (tuhými) vazbami. Dočasné podpory jsou vždy přiřazeny do skupin a v příslušných stavebních fázích jsou přidávány či odebírány.

Tabulka 2: Klasické podpory

Uzel	Dx	Dy	Dz	Rx	Ry	Rz	Rw	Skupina
1868	0	1	1	0	0	0	0	02-Kraje
1869	0	1	1	0	0	0	0	02-Kraje
1870	0	1	1	0	0	0	0	02-Kraje
1871	0	1	1	0	0	0	0	02-Kraje
1880	0	1	1	0	0	0	0	01-Pilire
1880	1	0	0	1	1	1	1	03-P3P8-PROV
1881	0	1	1	0	0	0	0	01-Pilire
1881	1	0	0	1	1	1	1	03-P3P8-PROV
2042	1	1	1	1	1	1	1	01-Pilire
2043	1	1	1	1	1	1	1	01-Pilire
2056	1	1	1	1	1	1	1	01-Pilire
2057	1	1	1	1	1	1	1	01-Pilire
2060	1	1	1	1	1	1	1	01-Pilire
2061	1	1	1	1	1	1	1	01-Pilire
2064	1	1	1	1	1	1	1	01-Pilire
2065	1	1	1	1	1	1	1	01-Pilire

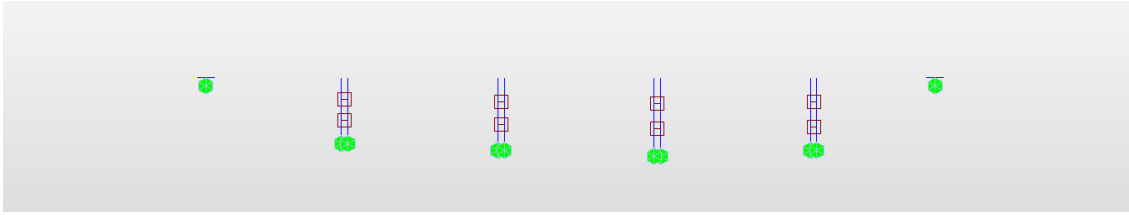
Tabulka 3: Nelineární podpory

Uzel	Typ	Směr	Skupina
271	Comp. only	Dz(-)	04-P3-P8-PODEP
1618	Comp. only	Dz(-)	04-P3-P8-PODEP

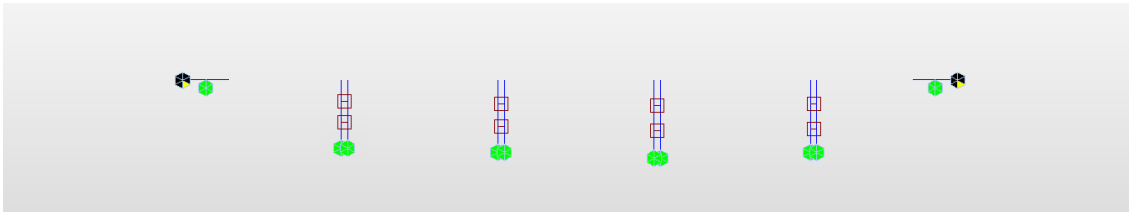
Tabulka 4: Pružné vazby

Uzel 1	Uzel 2	Typ	Úhel	Skupina
1920	1921	RIGID	0,00	05-PIL-ZT
1926	1927	RIGID	0,00	05-PIL-ZT
1930	1931	RIGID	0,00	05-PIL-ZT
1924	1925	RIGID	0,00	05-PIL-ZT
1978	1979	RIGID	0,00	05-PIL-ZT
1990	1991	RIGID	0,00	05-PIL-ZT
2002	2003	RIGID	0,00	05-PIL-ZT
1996	1997	RIGID	0,00	05-PIL-ZT

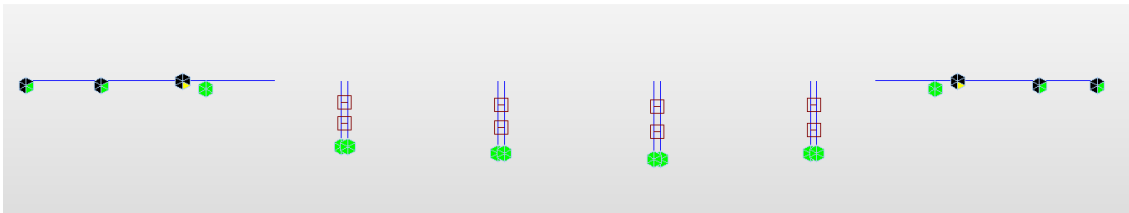




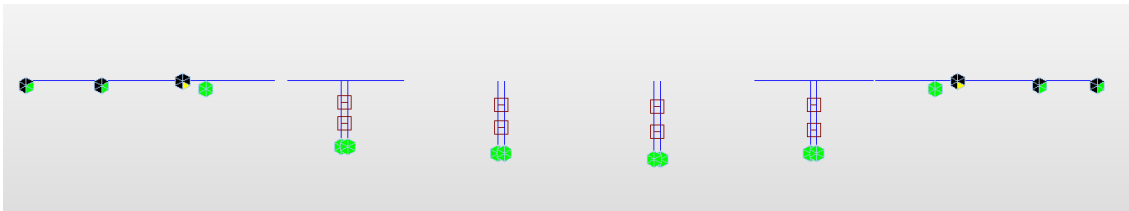
Obrázek 7: *Okrajové podmínky ve fázi 1 – pilíře, včetně provizorního ztužení na pilířích P3 a P8 (kvůli stabilitě vahadla)*



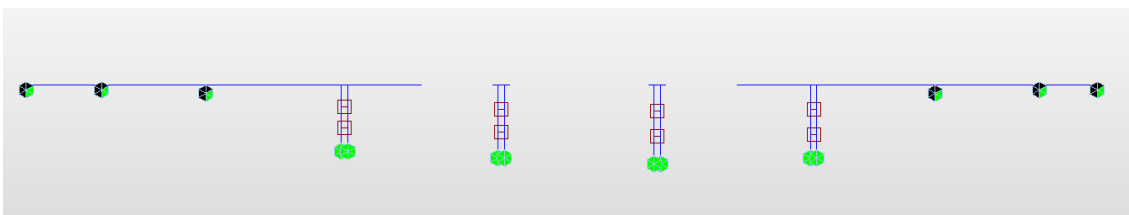
Obrázek 8: *Okrajové podmínky ve fázi 5 – přidání tlakové provizorní podpory pod vahadla P3 a P8*



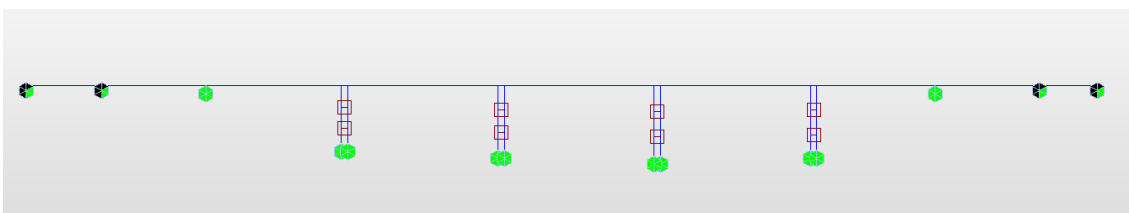
Obrázek 9: *Okrajové podmínky ve fázi 15 – spojení s krajními částmi stavěnými na pevné skruži*



Obrázek 10: *Okrajové podmínky ve fázi 27 – betonáž vahadel P4 a P7*



Obrázek 11: *Okrajové podmínky ve fázi 31 – spojení vahadel P4 a P7 s krajními částmi, odebrání provizorních podpor*



Obrázek 12: *Okrajové podmínky ve fázi 46 – před dokončením (včetně dočasného ztužení pilířů)*

## 2 Materiály

### 2.1 Beton

#### 2.1.1 Beton C35/45 – nosná konstrukce

Použitý beton	C35/45 – XF2/XD1/XC4
Charakteristická pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$
Střední pevnost betonu v tlaku	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 43 \text{ MPa}$
Návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \cdot \alpha_{cc} = 19,83 \text{ MPa}$
Dolní charakteristická pevnost betonu v osovém tahu	$f_{ctk_{0,05}} = 2,2 \text{ MPa}$
Horní charakteristická pevnost betonu v osovém tahu	$f_{ctk_{0,95}} = 4,2 \text{ MPa}$
Průměrná charakteristická pevnost betonu v osovém tahu	$f_{ctm} = 3,2 \text{ MPa}$
Mez lineárního dotvarování	$0,45 \cdot f_{ck} = 15,75 \text{ MPa}$
Mez nadměrného dotvarování a tvorby tlakových trhlin	$0,6 \cdot f_{ck} = 21 \text{ MPa}$
Modul pružnosti	$E_{cm} = 34 \text{ GPa}$
Modul pružnosti tečnový	$E_c = 1,05 \cdot E_{cm} = 35,7 \text{ GPa}$

#### 2.1.2 Beton C30/37 – pilíře

Použitý beton	C30/37 – XF2/XD1/XC4
Charakteristická pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
Střední pevnost betonu v tlaku	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38 \text{ MPa}$
Návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \cdot \alpha_{cc} = 17 \text{ MPa}$
Modul pružnosti	$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$
Modul pružnosti tečnový	$E_c = 1,05 \cdot E_{cm} = 33,6 \text{ GPa}$

Hodnoty koeficientů jsou  $\gamma_c = 1,5$  a  $\alpha_{cc} = 0,85$ .

Časově závislé hodnoty vlastností betonu byly stanoveny programem *MIDAS Civil*. Pro výpočet dotvarování betonu byla určena náhradní výška prvku 1,1 m, tato hodnota platí pro průřez v poli, nad podporou by byla mírně odlišná, nicméně přijatelným zjednodušením je uvažovat tuto výšku shodnou pro celou konstrukci. Třída cementu byla uvažována **R**.

#### 2.1.3 Smršťování

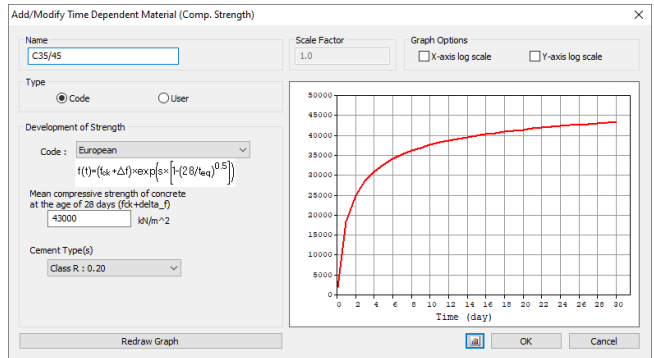
Celkové smršťování se vypočítá v souladu s normou [8], článek 3.1.4 (str. 33–34) a Příloha B.2 (str. 179) interním výpočtem programu *MIDAS Civil*.

#### 2.1.4 Dotvarování

Dotvarování je určeno dle postupů uvedených v [8], článek 3.1.4 (str. 33–34) a Příloha B.1 (str. 178–179). Výpočet dotvarování je zahrnut ve fázovém výpočtu *MIDAS Civil*.

Obrázek 13: Nastavení vlastností materiálu v programu *MIDAS Civil*

(a) *Smršťování a dotvarování*



(b) *Časově závislé parametry betonu (TDA)*

## 2.2 Ocel

### 2.2.1 Předpínací výztuž

Předpínací výztuž je tvořena předpínacími kabely z lan po 7 drátech ( $\varnothing = 15,7$  mm,  $A_{p,0} = 150$  mm<sup>2</sup>). V kabelech se počítá s 22, 31 a 37 lany. Jedná se o typ výztuže z materiálu Y1860S7 Ls15,7.

$$f_{pk} = 1860 \text{ MPa}$$

$$f_{p,0,1,k} = 0,88 \cdot f_{pk} = 1636,8 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s = 1,15$$

$$\text{návrhové napětí v předpínací výztuži } f_{pd} = \frac{f_{p,0,1,k}}{\gamma_s} = 1423,3 \text{ MPa}$$

$$E_p = 195 \text{ GPa}$$

U předpínací oceli je počítáno s třídou relaxačního chování 2: nízká relaxace. Kabelové kanálky jsou navrženy ocelové, koeficient tření je uvažován s hodnotou  $\mu = 0,2$ , nezamýšlená změna úhlu má hodnotu  $k = 0,001$  rad/m. Program *MIDAS Civil* ve výpočtu zohledňuje krátkodobé i dlouhodobé ztráty předpětí předpínací výztuže.

### 2.2.2 Betonářská výztuž

V konstrukci se uvažuje s výztuží B 500B.

$$\gamma_s = 1,15$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 434,8 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

## 2.3 Krytí výztuže

Pro výpočet krytí betonářské a předpínací výztuže  $c$  bylo vycházeno z předpokladu třídy vlivu prostředí, která byla pro nosnou konstrukci stanovena dle TKP 18 [10] a normy ČSN EN 206+A1 [1] jako XF2/XD1/XC4.

Tloušťka krycí vrstvy se stanoví ze vztahu  $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$ , pro  $\Delta c_{dev}$  (přídavek na návrhovou odchylku) je doporučená hodnota rovna 10 mm.

Hodnota  $c_{min}$  se stanoví jako maximum z hodnot požadavků soudržnosti a trvanlivosti (podmínek prostředí):  $c_{min} = \max\{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm}\}$ . Hodnota  $c_{min,b}$  (požadavek soudržnosti) je menší z hodnot  $\varnothing = 100 \text{ mm}$  (průměr nejmenšího kanálku předpínací výztuže) a 80 mm. Použije se tedy 80 mm. Pro běžnou předpínací výztuž jsou redukce  $\Delta c_{dur,\gamma}$ ,  $\Delta c_{dur,st}$  a  $\Delta c_{dur,add}$  rovny nule.

Tloušťka krycí vrstvy s ohledem na trvanlivost ( $c_{min,dur}$ ) je počítána podle požadované třídy konstrukce a vlivu prostředí.

Na konstrukci řešeného mostu jsou sledovány následující kategorie stupňů vlivu prostředí:

- XC – koroze vyvolaná karbonatací
- XD – koroze vyvolaná chloridy
- XF – střídavé působení mrazu a rozmrazování (mrazové cykly)

Do nich je nosná konstrukce mostu podle TKP 18 <sup>[10]</sup> zařazena následovně:

- XC4 – střídavě mokré a suché prostředí (povrchy betonů ve styku s vodou, nezahrnuté ve stupni XC2)
- XD1 – středně vlhké prostředí (povrchy betonů vystavené chloridům rozptýleným ve vzduchu)
- XF2 – prostředí středně nasycené vodou s rozmrazovacími prostředky (svislé betonové povrchy konstrukcí pozemních komunikací vystavené mrazu a rozmrazovacím prostředkům rozptýleným ve vzduchu)

Obdobně byla stanovena třída prostředí i pro pilíře, tam je stejná (XF2/XD1/XC4).

Výchozí třídou konstrukce je třída **S4**, pro uvažovanou životnost 100 let je nutno třídu zvýšit o dva stupně, jelikož však bude zajištěna zvláštní kvalita výroby betonu, může dojít ke zpětnému snížení o jeden stupeň na výslednou třídu **S5**. Pro danou třídu rozhodne stupeň vlivu prostředí **XD1**, proto bude krycí vrstva z hlediska trvanlivosti stanovena na 50 mm. Pro porovnání hodnot použijeme výchozí vzoreček:  $c_{min} = \max\{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10 \text{ mm}\} = c_{min} = \max\{80 \text{ mm}; 50 \text{ mm}; 10 \text{ mm}\} = 80 \text{ mm}$ . Aplikací přídavku na návrhovou odchylku podle vzorce  $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$  dojdeme k výsledku  $c_{nom} = 80 + 10 = 90 \text{ mm}$ .

Výsledným krytím předpínací výztuže  $c_{nom,p}$  je **90 mm**. Pro betonářskou výztuž a třmínky platí obdobný výpočet a výslednou hodnotou je  $c_{nom,s} = c_{nom,sw} = 60 \text{ mm}$ .

## 2.4 Přehled materiálů

Tabulka 5: Přehled materiálů použitých ve výpočtu

název	typ	standard	pružnost [GPa]	Poisson [—]	teplotní roztaž- nost [1/K · 10 <sup>-6</sup> ]	hustota [kN/m <sup>3</sup> ]
C35/45	Beton	EN04(RC)	34,08	0,20	10	25,00
C30/37	Beton	EN04(RC)	32,84	0,20	10	25,00
Y1860S7	Ocel	EN05-PS(S)	195,00	0,30	12	76,98
fikt	Definovaný	—	34,08	0,20	10	0,00

Fiktivní materiál je použit pro modelování fiktivních vazeb, má stejnou pružnost jako beton třídy C35/45.

## 3 Předběžný návrh předpínací výztuže

Po základním výpočtu vnitřních sil bylo přistoupeno k předběžnému návrhu předpínací výztuže. Jelikož nemohlo být známo přerozdělení vnitřních sil vlivem postupu výstavby, bylo primárně přihlíženo k průběhu vnitřních sil v konzolovém stádiu. Pro návrh spojitěho předpětí byl učiněn odhad snížením momentu, který by odpovídal spojitě konstrukci bez ohledu na fáze výstavby. Krátkodobé ztráty jsou odhadovány na 10 % a ztráty dlouhodobé na 25 %.

Tabulka 6: Předpínací výztuž

$f_{pk}$	1860 MPa
$f_{p,0,1,k}$	1636,8 MPa
$\sigma_{p,max,1}$	1488 MPa
$\sigma_{p,max,2}$	<b>1473,1 MPa</b>
10% ztráty	
$\sigma_{p,0}$	<b>1325,8 MPa</b>
25% ztráty	
$\sigma_{p,t}$	<b>1104,8 MPa</b>
$A_{p,0}$	150 mm <sup>2</sup>
$N_{p,0}$	0,19887 MN
$N_{p,t}$	0,16573 MN

Tabulka 7: Beton

	Podpora	Pole	
A	28,016	12,820	m <sup>2</sup>
I <sub>y</sub>	155,072	16,145	m <sup>4</sup>
W <sub>h</sub>	-43,864	-12,285	m <sup>3</sup>
W <sub>d</sub>	47,561	8,063	m <sup>3</sup>
0,45 · $f_{ck}$		15,75	MPa
0,6 · $f_{ck}$		21	MPa

Tabulka 8: Odhad vnitřních sil (spojitý model SCIA)

[MNm]	$M_{Ek}$	
	MAX	MIN
pole 1	<b>207,018</b>	0,000
P6, konz	0,000	<b>-839,625</b>
P6, spoj	0,000	<b>-723,000</b>

Tabulka 9: Předběžný návrh

počet společ.	296	lan
počet dolní	592	lan
počet horní	1332	lan
$A_p$	0,1998	m <sup>2</sup>
$N_{p,d}$	98,110	MN
$N_{p,h}$	220,747	MN
$N_{p,t}$	<b>220,747</b>	<b>MN</b>
$N_{p,0}$	<b>264,896</b>	<b>MN</b>

Tabulka 10: Excentricity  $e_p$ 

Pole	1,7	m
Pilíře	3,2	m

Tabulka 11: Napětí v průřezu

zatížení	$\sigma_{+h}$	$\sigma_{+d}$	$\sigma_{-h}$	$\sigma_{-d}$
	MPa	MPa	MPa	MPa
pole	<b>-16,851</b>	<b>25,675</b>		
P6, konz	0,000	0,000	<b>19,142</b>	<b>-17,654</b>
P6, spoj	0,000	0,000	<b>16,483</b>	<b>-15,202</b>
<b>N/A</b>				
pole	<b>-7,653</b>	<b>-7,653</b>		
P6, konz	-7,879	-7,879	<b>-9,455</b>	<b>-9,455</b>
P6, spoj	-7,879	-7,879	<b>-7,879</b>	<b>-7,879</b>
<b>M/W</b>				
pole	<b>13,576</b>	<b>-20,685</b>		
P6, konz	-16,104	14,852	<b>-19,325</b>	<b>17,823</b>
P6, spoj	-16,104	14,852	<b>-16,104</b>	<b>14,852</b>
<b>celkem</b>				
pole	<b>-10,927</b>	<b>-2,663</b>		
P6, konz	-23,983	6,973	<b>-9,639</b>	<b>-9,286</b>
P6, spoj	-23,983	6,973	<b>-7,501</b>	<b>-8,229</b>

Podle tohoto zadání byla navržena a iterativně optimalizována předpínací výztuž. Pro zadání byly používány příkazy *MCT Command Shell*. Kabely byly modelovány jako skupiny reprezentované ekvivalentním kabelem v těžišti skupiny (např. pro konzolové kabely to byla vždy dvojice kabelů). U kabelů se počítá s napínáním z obou stran, kabely jsou injektovány po 7 dnech.

Ztráty třením by reálně byly mírně vyšší, neboť nebylo zohledněno půdorysné zakřivení konzolových kanálků a rozdílná poloha kabelů spojitosti v rámci skupiny. Stejně tak nakonec došlo k úpravě polohy předpínací výztuže v místech kotvení, kvůli rozložení soustředěných tlaků bylo kotvení některých kabelů přesunuto do jiného průřezu. To se promítlo do změny polohy i délky kabelů.

Obrázek 14: Zadání předpínací výztuže v prostředí *MIDAS Civil*

**Add/Modify Tendon Property**  
 Tendon Type: Internal(Post-Tension)  
 Tendon Name: 22  
 Material: 3: Y1860S7(15.7mm)  
 Total Tendon Area: 0.0033 m<sup>2</sup>  
 Duct Diameter: 0.1 m  
 Relaxation Coefficient: European, Low  
 Name:   
 Ultimate Strength: 1.86326e+006 kN/m<sup>2</sup>  
 Yield Strength: 1.56906e+006 kN/m<sup>2</sup>  
 Curvature Friction Factor( $\mu$ ): 0.2  
 Wobble Friction Factor( $K = \mu \times k$ ): 0.0002 1/m  
 Unintentional Angular Displacement( $k$ ): 0.001 rad/m  
 External Cable Moment Magnifier: 0 kN/m<sup>2</sup>  
 Anchorage Slip(Draw in):  
 Begin: 0.006 m  
 End: 0.006 m  
 Bond Type:  Bonded,  Unbonded

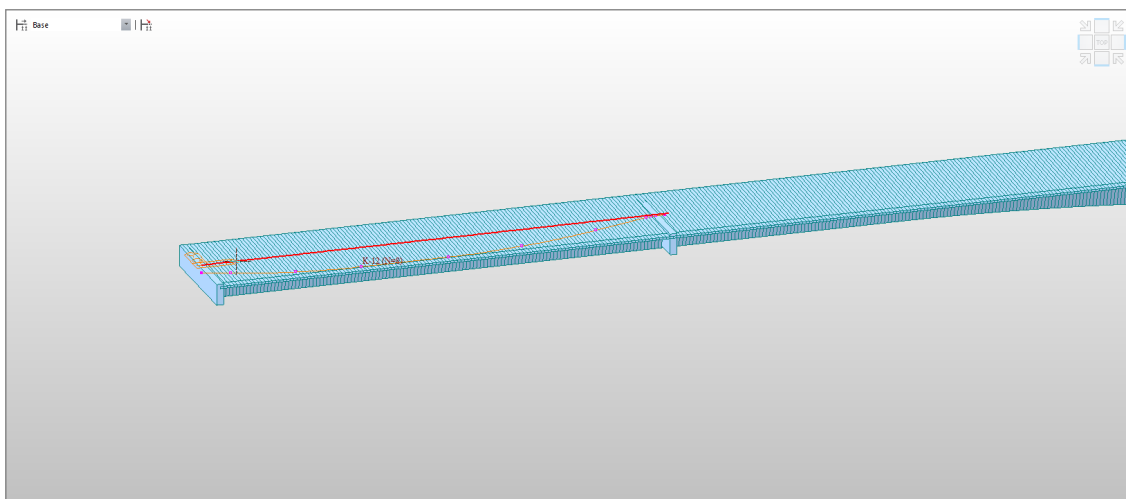
(a) Kabel ze 22 lan

**Add/Modify Tendon Property**  
 Tendon Type: Internal(Post-Tension)  
 Tendon Name: 31  
 Material: 3: Y1860S7(15.7mm)  
 Total Tendon Area: 0.00465 m<sup>2</sup>  
 Duct Diameter: 0.12 m  
 Relaxation Coefficient: European, Low  
 Name:   
 Ultimate Strength: 1.86326e+006 kN/m<sup>2</sup>  
 Yield Strength: 1.56906e+006 kN/m<sup>2</sup>  
 Curvature Friction Factor( $\mu$ ): 0.2  
 Wobble Friction Factor( $K = \mu \times k$ ): 0.0002 1/m  
 Unintentional Angular Displacement( $k$ ): 0.001 rad/m  
 External Cable Moment Magnifier: 0 kN/m<sup>2</sup>  
 Anchorage Slip(Draw in):  
 Begin: 0.006 m  
 End: 0.006 m  
 Bond Type:  Bonded,  Unbonded

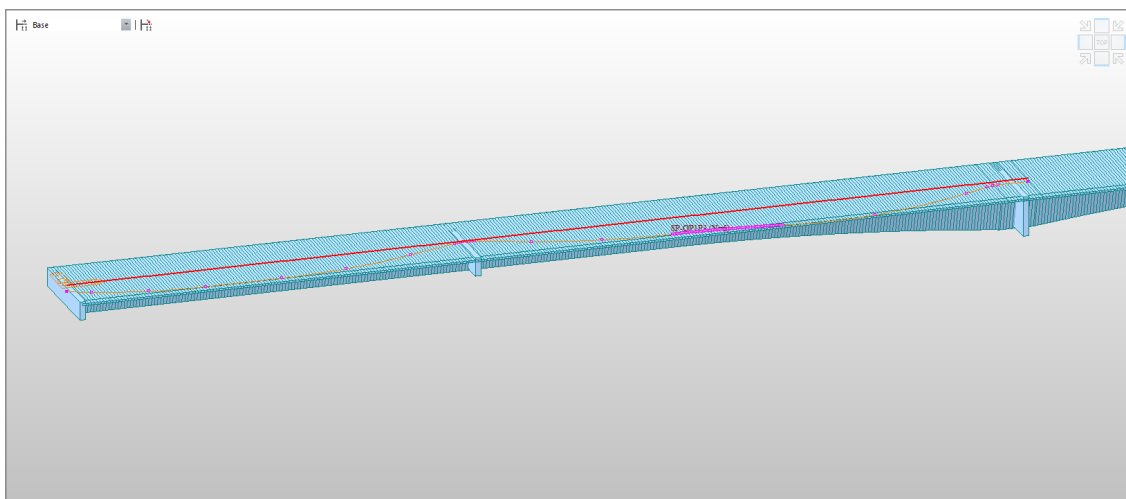
(b) Kabel ze 31 lan

**Add/Modify Tendon Property**  
 Tendon Type: Internal(Post-Tension)  
 Tendon Name: 37  
 Material: 3: Y1860S7(15.7mm)  
 Total Tendon Area: 0.00555 m<sup>2</sup>  
 Duct Diameter: 0.13 m  
 Relaxation Coefficient: European, Low  
 Name:   
 Ultimate Strength: 1.86326e+006 kN/m<sup>2</sup>  
 Yield Strength: 1.56906e+006 kN/m<sup>2</sup>  
 Curvature Friction Factor( $\mu$ ): 0.2  
 Wobble Friction Factor( $K = \mu \times k$ ): 0.0002 1/m  
 Unintentional Angular Displacement( $k$ ): 0.001 rad/m  
 External Cable Moment Magnifier: 0 kN/m<sup>2</sup>  
 Anchorage Slip(Draw in):  
 Begin: 0.006 m  
 End: 0.006 m  
 Bond Type:  Bonded,  Unbonded

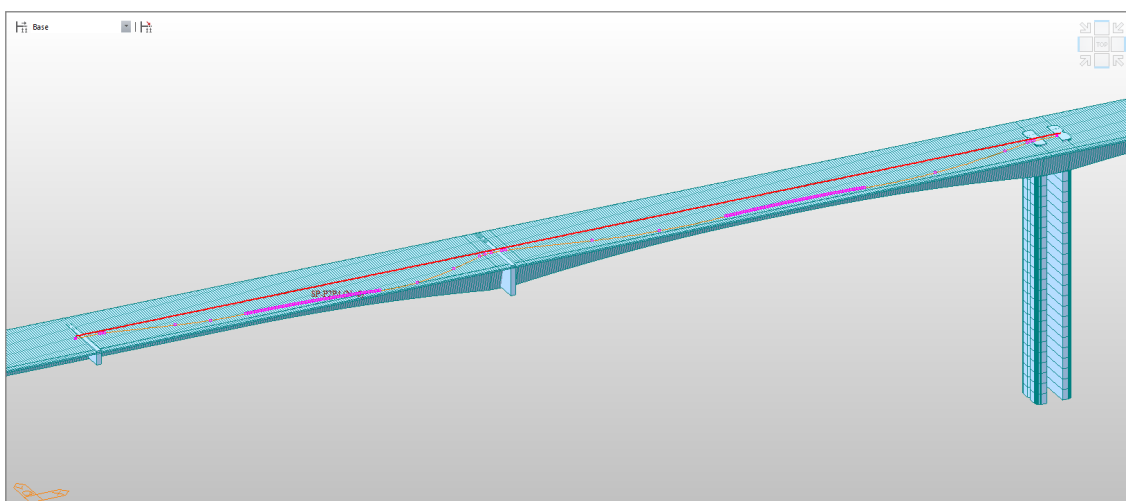
(c) Kabel ze 37 lan



Obrázek 15: *Detail zadaného předpínacího kabelu K12 (axonometrie)*

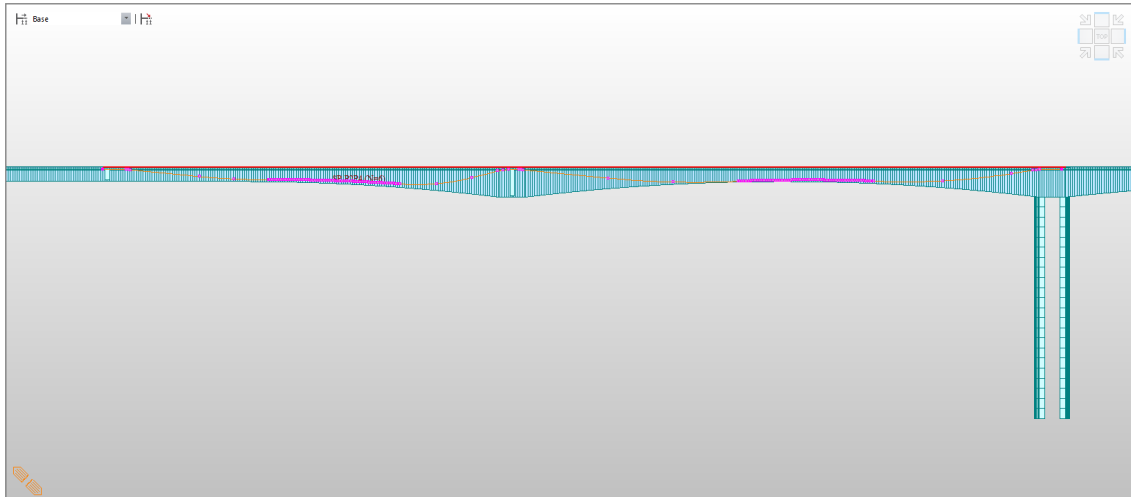


Obrázek 16: *Detail zadaného předpínacího kabelu SP-OP1P3 (axonometrie)*

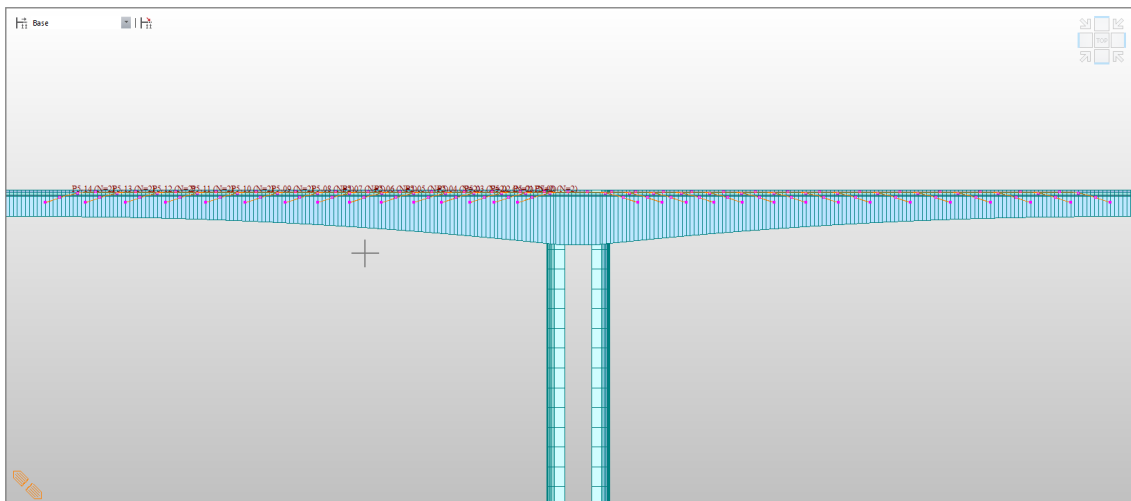


Obrázek 17: *Detail zadaného předpínacího kabelu SP-P2P4 (axonometrie)*

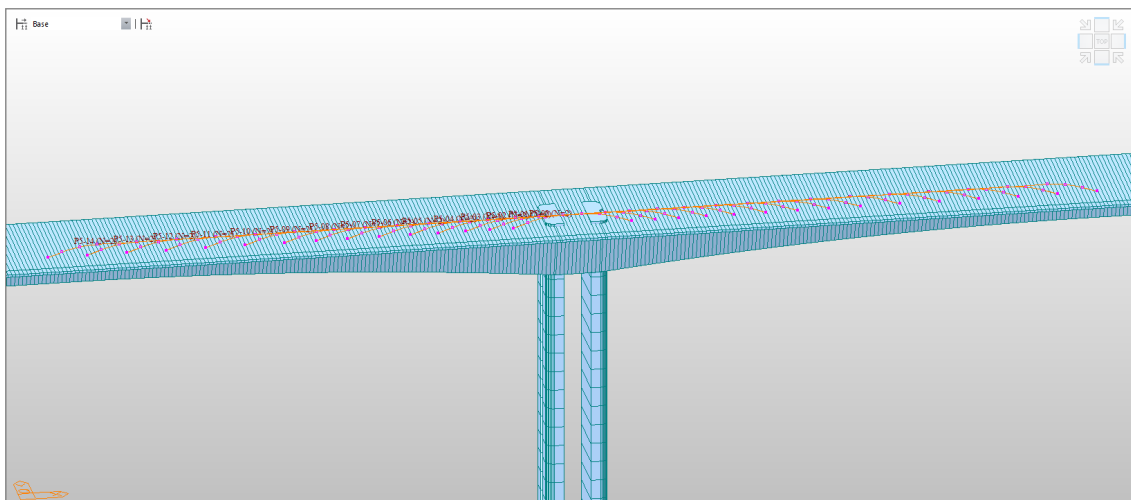




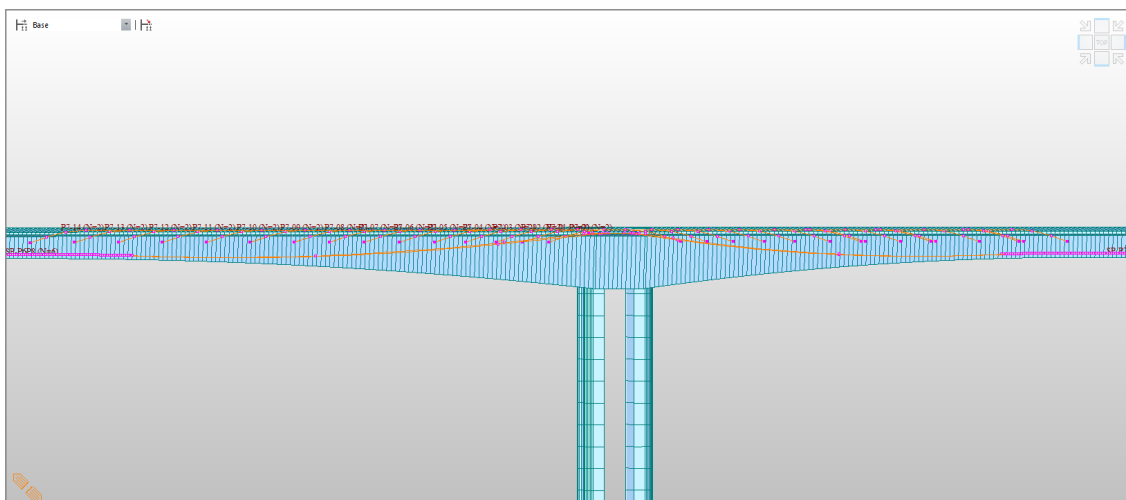
Obrázek 18: *Detail zadaného předpínacího kabelu SP-P2P4 (boční pohled)*



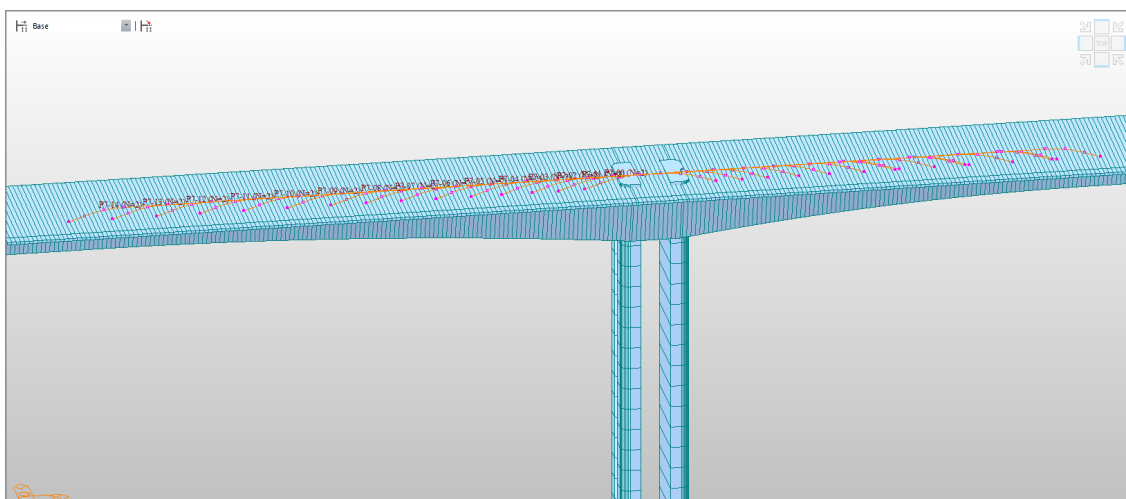
Obrázek 19: *Detail konzolových předpínacích kabelů na pilíři P5*



Obrázek 20: *Detail konzolových předpínacích kabelů na pilíři P5 (axonometrie)*



Obrázek 21: *Detail všech předpínacích kabelů na pilíři P7*



Obrázek 22: *Detail všech předpínacích kabelů na pilíři P7 (axonometrie)*

Obrázek 23: Ukázka shellového skriptu definice předpětí

```

1 *TDN-PROFILE ; Tendon Profile
2 NAME=K-12, 37, 1to134, 0, 0, ROUND, 2D
3 K-12, USER, 0, 0, YES, 8
4 ELEMENT, END-I, 1, I-J
5 0, YES, 0, 0
6 Y=0, 0, NO, 0, 0, NONE, , , , NO
7 Y=66.5, 0, NO, 0, 0, NONE, , , , NO
8 Z=0, -1.1, NO, 0, 0, NONE, , , , NO
9 Z=13.5, -2.8, NO, 0, 150, NONE, , , , NO
10 Z=46, -2.8, NO, 0, 150, NONE, , , , NO
11 Z=64.5, -0.17, NO, 0, 10, NONE, , , , NO
12 Z=66.5, -0.17, NO, 0, 0, NONE, , , , NO
13 NAME=K-910, 37, 1686to1858, 0, 0, ROUND, 2D
14 K-910, USER, 0, 0, YES, 6
15 ELEMENT, END-I, 1686, I-J
16 0, YES, 0, 0
17 Y=0, 0, NO, 0, 0, NONE, , , , NO
18 Y=86.5, 0, NO, 0, 0, NONE, , , , NO
19 Z=0, -1.1, NO, 0, 0, NONE, , , , NO
20 Z=5.75, -1.1, NO, 0, 50, NONE, , , , NO
21 Z=35.75, -0.17, NO, 0, 10, NONE, , , , NO
22 Z=37.75, -0.17, NO, 0, 10, NONE, , , , NO
23 Z=51.25, -2.8, NO, 0, 100, NONE, , , , NO
24 Z=76.25, -2.8, NO, 0, 90, NONE, , , , NO
25 Z=86.5, -1.1, NO, 0, 0, NONE, , , , NO
26 NAME=P3-00, 37, 296to327, 0, 0, ROUND, 2D
27 P3-00, USER, 0, 0, YES, 2
28 ELEMENT, END-I, 296, I-J
29 0, YES, 0, 0
30 Y=0, 0, NO, 0, 0, NONE, , , , NO
31 Y=15, 0, NO, 0, 0, NONE, , , , NO
32 Z=0, -1.5, NO, 0, 0, NONE, , , , NO
33 Z=4, -0.15, NO, 0, 14, NONE, , , , NO
34 Z=11, -0.15, NO, 0, 14, NONE, , , , NO
35 Z=15, -1.5, NO, 0, 0, NONE, , , , NO
36 NAME=P3-01, 37, 290to333, 0, 0, ROUND, 2D
37 P3-01, USER, 0, 0, YES, 2
38 ELEMENT, END-I, 290, I-J
39 0, YES, 0, 0
40 Y=0, 0, NO, 0, 0, NONE, , , , NO
41 Y=21, 0, NO, 0, 0, NONE, , , , NO
42 Z=0, -1.5, NO, 0, 0, NONE, , , , NO
43 Z=4, -0.15, NO, 0, 14, NONE, , , , NO
44 Z=17, -0.15, NO, 0, 14, NONE, , , , NO
45 Z=21, -1.5, NO, 0, 0, NONE, , , , NO

```

## 4 Zatížení

### 4.1 Výpočet zatížení

Zatížení bylo vypočítáno ve shodě s platnými normami na základě navrženého příčného řezu mostu. Vzhledem k rozsahu projektu nebylo uvažováno s některými druhy zatížení: sníh,<sup>[11], 9</sup> mimořádné dopravní zatížení (nárazy, nehody) a pokles podpor.<sup>[11], 5</sup> Zatížení větrem se uvažuje pouze ve finálním stavu, a to pouze kombinační (na zatížený most), během výstavby není uvažováno vůbec, i když by mělo pro konzolový stav určitý vliv.<sup>[12], 118</sup>

### 4.2 Stálé zatížení

Vlastní tíha byla stanovena interním výpočtem programu *MIDAS Civil*.

U vozovky je počítáno s 20% navýšením zatížení, kvůli možné úpravě vozovkových vrstev,<sup>[11], 5</sup> objemové tíhy materiálů odpovídají ČSN EN 1991-1-1 Tab. A.6.<sup>[3]</sup>

Tabulka 12: Ostatní stálé zatížení

	plocha A [m <sup>2</sup> ]	tloušťka [m]	šířka [m]	obj. tíha [kN/m <sup>3</sup> ]	plošné zatížení [kN/m <sup>2</sup> ]	liniové zatížení [kN/m]	liniové zatížení celkem [kN/m]
Římsa (L)	0,6934	—	—	25	—	17,335	
Římsa (P)	0,7252	—	—	25	—	18,13	35,465
Vodotěsná izolace	—	0,005	14	23	0,115	1,61	—
Vozovka	—	0,135	14	24	3,24	45,36	—
Vozovka +20% + izolace	—	—	14	—	4,003	56,042	56,042
Svodidla	—	—	—	—	—	1	2
PHS	—	—	—	—	—	5	10
						celkem	<b>103,507</b>

### 4.3 Proměnné zatížení

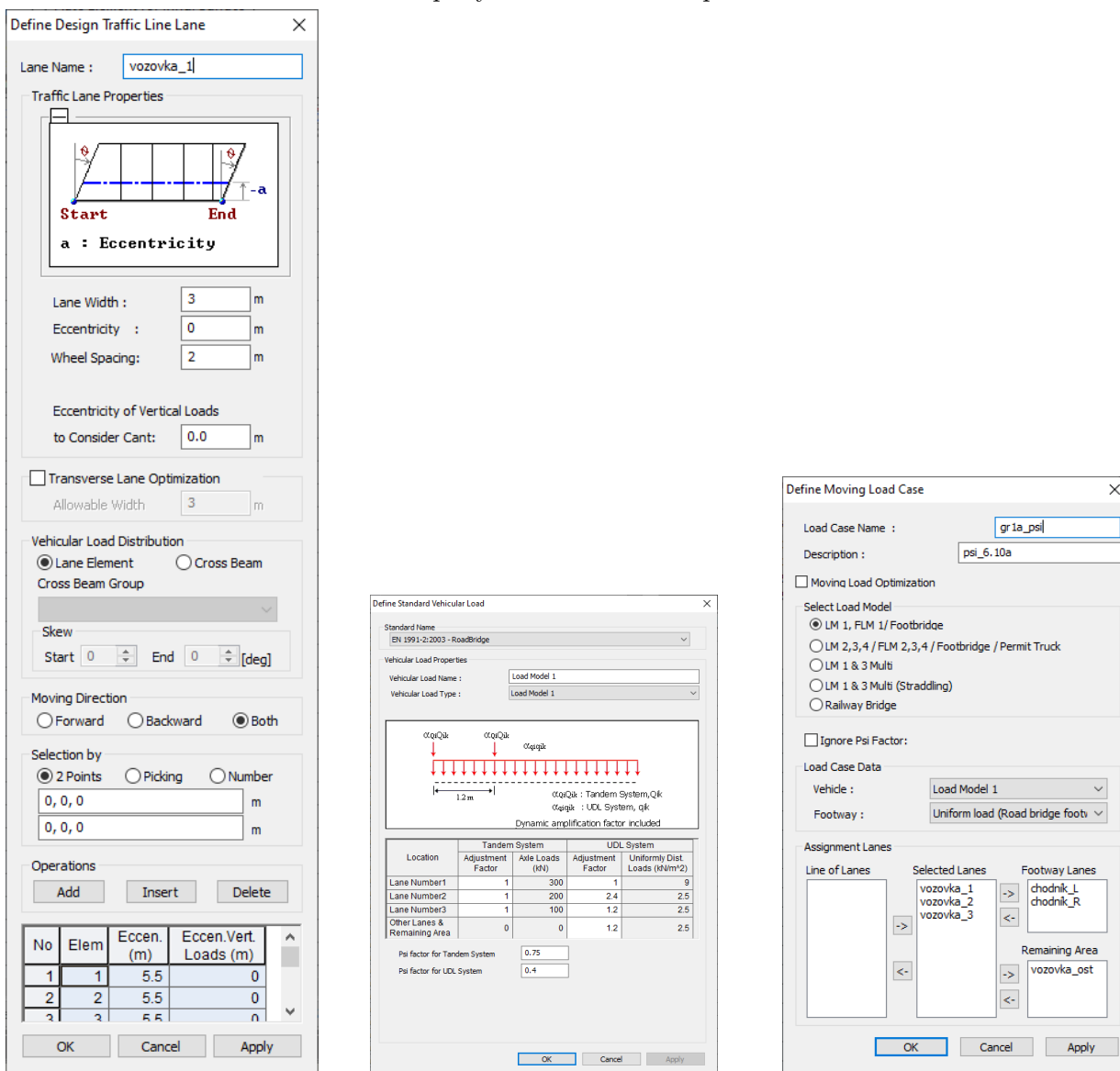
#### 4.3.1 Zatížení od dopravy

Zatížení od dopravy bylo stanoveno podle normy ČSN EN 1991-2;<sup>[7]</sup> bylo zadáno jako pohyblivé zatížení *MIDAS Civil*. Opěra byla navržena empiricky a nebylo počítáno se zemními tlaky od dopravy.<sup>[11], 8</sup>

Tabulka 13: Zatížení od dopravy

Zatížení od dopravy	pruhy					
	1	2	3	ostatní	zb.plocha	
Doprava LM1	1	2	3	ostatní	zb.plocha	
šířka	3	3	3	3	2	m
TS	300	200	100	0	0	kN
UDL	9	6	3	3	3	kN/m <sup>2</sup>
Chodníky	3					kN/m <sup>2</sup>

Obrázek 24: Zadání pohyblivého zatížení v prostředí *MIDAS Civil*

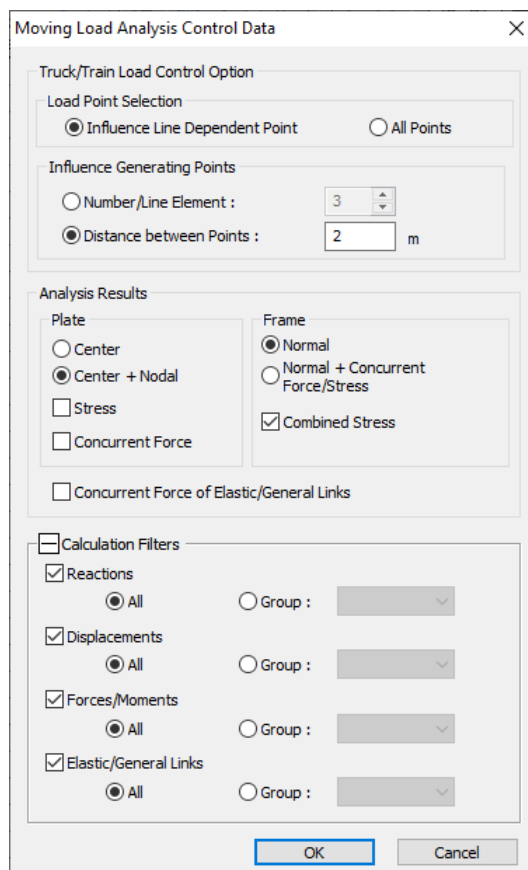


(a) Zatěžovací pruhy

(b) Sestavy zatížení

(c) Zatěžovací stavy

Rozjezdové a brzděné síly byly stanoveny dle ČSN EN 1991-2 čl. 8.1, 8.3, 8.3.1.<sup>[7]</sup> Pro takto dlouhý most ( $L \approx 925$  m) byla uvažována maximální možná hodnota  $Q_{lk} = 900$  kN.



Obrázek 25: Nastavení analýzy pohyblivého zatížení, krok 2 m

### 4.3.2 Zatížení teplotou

Zatížení teplotou bylo uvažováno jako rovnoměrné, protože vyvodí převládající účinky na spodní stavbu.<sup>[11], 13</sup>

Tabulka 14: Teplota – rovnoměrná složka

$T_0$	10 °C
$T_{min}$	-34 °C
$T_{max}$	38 °C
Oteplení	28 K
Ochlazení	-44 K

Jelikož je vzdálenost stavby od českých hranic 15 km, byly hodnoty zatížení teplotou extrapolovány z hodnot pro České Švýcarsko dle ČSN EN 1991-1-5 čl. 6.1.3.1 (NACZ 2.4, mapa teplot vzduchu).<sup>[5]</sup>

### 4.3.3 Zatížení větrem

Ačkoliv by takováto konstrukce vyžadovala pokročilé stanovení zatížení větrem (kvůli délce konstrukce – norma platí pro mosty do délky 200 m), zatížení bylo stanoveno běžným normovým postupem.<sup>[12], 11</sup> Zatížení je navíc počítáno pouze pro definitivní fázi s hodnotami pro kombinaci s dopravou dle ČSN EN 1991-1-4 čl. 4.4.1.<sup>[4]</sup> Jedná se tedy spíše o orientační ověření, které by se

muselo v dalším stupni dokumentace doplnit. Vzhledem k výšce a poloze mostu by byly dynamické účinky významné, ačkoliv též nebyly uvažovány. Okolí mostu je zatříděno do větrné oblasti II.

Tabulka 15: Zatížení větrem

L	925	m
b	16,5	m
d	7,15	m
d + doprava	9,15	m
d + PHS, svodidla	9,45	m
$d_{tot}$	9,45	m
$b/d_{tot}$	1,746	m
$\rho$	1,25	kg/m <sup>3</sup>
$c_{fx,0}$	1,3	[-]
$c_{fx,0,corr}$	1,625	[-]
$c_{fx} = c_{fx,0}$	1,625	[-]
z	60	m
$c_e$	3,6	[-]
$C = c_e \cdot c_{fx}$	5,85	[-]
$v_b^*$	23	m/s
$A_{ref,x}$	8463,75	m <sup>2</sup> /m
$F_w = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x}$		
$F_w^*$	16 370 215	N
$F_w^*$	<b>16370,2</b>	kN
$f_w^*$	<b>17,698</b>	kN/m

doprava	2	m
PHS	2	m
odklon	14,11	°
<i>korekce</i>	42,33	%
<b>korekce</b>	25	%

#### 4.3.4 Staveništní zatížení

Spojité staveništní zatížení bylo stanoveno dle ČSN EN 1991-1-6 tab. 4.1.<sup>[6]</sup> Figuruje pouze ve zvláštním modelu ověřujícím stabilitu vahadla a to v nejméně příznivém stavu (maximální konzola a zatížení na delší z nich).

Bednicí vozík je na základě běžného inventáře uvažován jako 80tunový.<sup>[14]</sup> Ačkoliv je excentricita zatížení vozíkem částečně proměnná, je uvažována všude shodně jako 2,5 m.

Tabulka 16: Obecné staveništní zatížení

	zatížení kN/m <sup>2</sup>	šířka m	liniově kN/m
dočasné vybavení	0,5	—	—
přemístitelná skládka	0,2	—	—
osoby a ruční nářadí	1	—	—
<b>spojité celkem</b>	<b>1,7</b>	<b>16,5</b>	<b>28,05</b>

Tabulka 17: Betonážní vozík

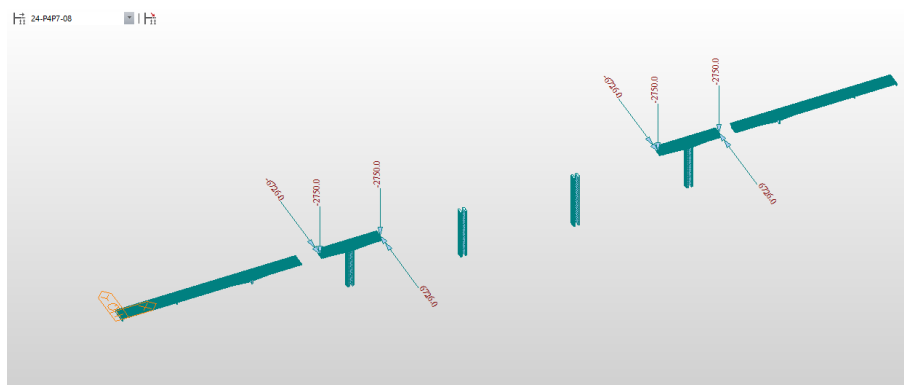
hmotnost	80	t
tíha	800	kN
rameno	2,5	m
moment	2000	kNm

U tíhy čerstvého betonu se vychází z průměrné tíhy lamely – u lamel je snaha o vyrovnané objemy ( $70 \text{ m}^3$ ). Tíhy lamel jsou tedy pro zjednodušení uvažovány stejné (bere se hodnota průměru a mediánu  $1950 \text{ kN}$ ), pro různé délky se uvažují různě dlouhá ramena a odpovídající momenty.

Zařízení závěrných spár je vzhledem k technologii uvažováno jako dvojice reakcí z prostého nosníku. Průřezová plocha činí  $12,8 \text{ m}^2$ , vzhledem k různým délkám závěrných spár (1 a 2 metry) je i zatížení různé – u delších spár je to  $169 \text{ kN}$  na každou konzolu, u kratších pak  $84,5 \text{ kN}$ . U bednění závěrné spáry se počítá s tíhou  $4 \text{ kN/m}^2$ , spojitě zatížení nabývá hodnoty  $66 \text{ kN/m}$ , tj. u delší spáry každou konzolu zatíží síla  $66 \text{ kN}$ , u kratší  $33 \text{ kN}$ .

Tabulka 18: Čerstvý beton

(a)		(b)				
	obj. tíha	rameno [m]	1,5	1,75	2	2,5
čerstvý beton	26 $\text{kN/m}^3$	moment [kNm]	2891	3633	3971	4726
tíha (průměrná)	1950 $\text{kN}$					



Obrázek 26: Ukázka zatížení betonázním vozíkem, fáze P4P7-08

Skupiny zatěžovacích stavů jsou dále označovány zkratkami **WC** (*wet concrete*) – čerstvý beton, **FT** (*form traveller*) – betonázní vozík, **PS** (*prestress*) – předpětí.

Tabulka 19: Staveništní zatížení pro fáze

Uzel	ZS	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	Skupina
190	Čerstvý beton	0	0	-203	0	0	0	WC-KKP3
192	Bednicí vozík	0	0	-33	0	0	0	FT-P3P8-13
192	Čerstvý beton	0	0	-203	0	0	0	WC-KKP3
202	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-12
202	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P3P8-13
212	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-11
212	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P3P8-12
222	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-10
222	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P3P8-11
232	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-09



Tabulka 19: Staveništní zatížení pro fáze

Uzel	ZS	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	Skupina
232	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P3P8-10
240	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-08
240	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P3P8-09
248	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-07
248	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P3P8-08
256	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-06
256	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P3P8-07
264	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-05
264	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-3971	0	WC-P3P8-06
271	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-04
271	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-3971	0	WC-P3P8-05
278	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-03
278	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-2891	0	WC-P3P8-04
284	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-02
284	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-2891	0	WC-P3P8-03
290	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-01
290	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-2891	0	WC-P3P8-02
296	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-00
296	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-2891	0	WC-P3P8-01
328	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-00
328	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	2891	0	WC-P3P8-01
334	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-01
334	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	2891	0	WC-P3P8-02
340	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-02
340	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	2891	0	WC-P3P8-03
346	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-03
346	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	2891	0	WC-P3P8-04
353	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-04
353	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	3971	0	WC-P3P8-05
360	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-05
360	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	3971	0	WC-P3P8-06
368	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-06
368	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P3P8-07
376	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-07
376	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P3P8-08
384	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-08
384	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P3P8-09

Tabulka 19: Staveništní zatížení pro fáze

Uzel	ZS	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	Skupina
392	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-09
392	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P3P8-10
402	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-10
402	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P3P8-11
412	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-11
412	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P3P8-12
422	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-12
422	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P3P8-13
432	Čerstvý beton	0	0	-203	0	0	0	WC-KP3P4
432	Bednicí vozík	0	0	-33	0	0	0	FT-P4P7-13
434	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-13
434	Čerstvý beton	0	0	-203	0	0	0	WC-KP3P4
444	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-12
444	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P4P7-13
454	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-11
454	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P4P7-12
464	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-10
464	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P4P7-11
474	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-09
474	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P4P7-10
482	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-08
482	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P4P7-09
490	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-07
490	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4568	0	WC-P4P7-08
498	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-06
498	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4568	0	WC-P4P7-07
506	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-05
506	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-3971	0	WC-P4P7-06
513	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-04
513	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-3971	0	WC-P4P7-05
520	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-03
520	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-2891	0	WC-P4P7-04
526	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-02
526	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-2891	0	WC-P4P7-03
532	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-01
532	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-2891	0	WC-P4P7-02
538	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-00

Tabulka 19: Staveništní zatížení pro fáze

Uzel	ZS	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	Skupina
538	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-2891	0	WC-P4P7-01
569	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-00
569	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	2891	0	WC-P4P7-01
575	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-01
575	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	2891	0	WC-P4P7-02
581	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-02
581	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	2891	0	WC-P4P7-03
588	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-03
588	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	2891	0	WC-P4P7-04
595	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-04
595	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	3971	0	WC-P4P7-05
603	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-05
603	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	3971	0	WC-P4P7-06
611	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-06
611	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4568	0	WC-P4P7-07
619	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-07
619	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4568	0	WC-P4P7-08
627	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-08
627	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P4P7-09
637	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-09
637	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P4P7-10
647	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-10
647	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P4P7-11
657	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-11
657	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P4P7-12
667	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-12
667	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P4P7-13
677	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-13
677	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P4P7-14
687	Bednicí vozík	0	0	-66	0	0	0	FT-P5P6-14
687	Čerstvý beton	0	0	-405	0	0	0	WC-KP5P6
691	Bednicí vozík	0	0	-66	0	0	0	FT-P5P6-14
691	Čerstvý beton	0	0	-405	0	0	0	WC-KP5P6
701	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-13
701	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P5P6-14
711	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-12
711	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P5P6-13

Tabulka 19: Staveništní zatížení pro fáze

Uzel	ZS	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	Skupina
721	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-11
721	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P5P6-12
731	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-10
731	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P5P6-11
741	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-09
741	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P5P6-10
751	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-08
751	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P5P6-09
759	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-07
759	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-3971	0	WC-P5P6-08
767	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-06
767	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-3971	0	WC-P5P6-07
775	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-05
775	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-3971	0	WC-P5P6-06
783	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-04
783	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-3971	0	WC-P5P6-05
790	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-03
790	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-3633	0	WC-P5P6-04
797	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-02
797	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-3633	0	WC-P5P6-03
803	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-01
803	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-2891	0	WC-P5P6-02
809	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-00
809	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-2891	0	WC-P5P6-01
840	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-00
840	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	2891	0	WC-P5P6-01
846	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-01
846	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	2891	0	WC-P5P6-02
852	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-02
852	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	3633	0	WC-P5P6-03
859	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-03
859	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	3633	0	WC-P5P6-04
866	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-04
866	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	3971	0	WC-P5P6-05
874	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-05
874	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	3971	0	WC-P5P6-06
882	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-06

Tabulka 19: Staveništní zatížení pro fáze

Uzel	ZS	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	Skupina
882	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	3971	0	WC-P5P6-07
890	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-07
890	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	3971	0	WC-P5P6-08
898	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-08
898	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P5P6-09
908	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-09
908	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P5P6-10
918	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-10
918	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P5P6-11
928	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-11
928	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P5P6-12
938	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-12
938	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P5P6-13
948	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-13
948	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P5P6-14
958	Bednicí vozík	0	0	-66	0	0	0	FT-P5P6-14
958	Čerstvý beton	0	0	-405	0	0	0	WC-KP5P6
962	Bednicí vozík	0	0	-66	0	0	0	FT-P5P6-14
962	Čerstvý beton	0	0	-405	0	0	0	WC-KP5P6
972	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-13
972	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P5P6-14
982	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-12
982	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P5P6-13
992	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-11
992	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P5P6-12
1002	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-10
1002	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P5P6-11
1012	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-09
1012	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P5P6-10
1022	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-08
1022	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P5P6-09
1030	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-07
1030	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-3971	0	WC-P5P6-08
1038	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-06
1038	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-3971	0	WC-P5P6-07
1046	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-05
1046	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-3971	0	WC-P5P6-06

Tabulka 19: Staveništní zatížení pro fáze

Uzel	ZS	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	Skupina
1054	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-3971	0	WC-P5P6-05
1054	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-04
1061	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-03
1061	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-3633	0	WC-P5P6-04
1068	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-02
1068	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-3633	0	WC-P5P6-03
1074	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-01
1074	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-2891	0	WC-P5P6-02
1080	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P5P6-00
1080	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-2891	0	WC-P5P6-01
1111	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-00
1111	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	2891	0	WC-P5P6-01
1117	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-01
1117	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	2891	0	WC-P5P6-02
1123	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-02
1123	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	3633	0	WC-P5P6-03
1130	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-03
1130	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	3633	0	WC-P5P6-04
1137	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-04
1137	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	3971	0	WC-P5P6-05
1145	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-05
1145	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	3971	0	WC-P5P6-06
1153	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-06
1153	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	3971	0	WC-P5P6-07
1161	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-07
1161	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	3971	0	WC-P5P6-08
1169	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-08
1169	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P5P6-09
1179	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-09
1179	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P5P6-10
1189	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-10
1189	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P5P6-11
1199	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-11
1199	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P5P6-12
1209	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-12
1209	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P5P6-13
1219	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P5P6-13

Tabulka 19: Staveništní zatížení pro fáze

Uzel	ZS	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	Skupina
1219	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P5P6-14
1229	Bednicí vozík	0	0	-66	0	0	0	FT-P5P6-14
1229	Čerstvý beton	0	0	-405	0	0	0	WC-KP5P6
1233	Bednicí vozík	0	0	-66	0	0	0	FT-P5P6-14
1233	Čerstvý beton	0	0	-405	0	0	0	WC-KP5P6
1243	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-13
1243	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P4P7-14
1253	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-12
1253	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P4P7-13
1263	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-11
1263	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P4P7-12
1273	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-10
1273	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P4P7-11
1283	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-09
1283	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P4P7-10
1293	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-08
1293	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P4P7-09
1301	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-07
1301	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4568	0	WC-P4P7-08
1309	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-06
1309	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4568	0	WC-P4P7-07
1317	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-05
1317	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-3971	0	WC-P4P7-06
1325	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-04
1325	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-3971	0	WC-P4P7-05
1332	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-03
1332	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-2891	0	WC-P4P7-04
1339	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-02
1339	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-2891	0	WC-P4P7-03
1345	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-01
1345	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-2891	0	WC-P4P7-02
1351	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P4P7-00
1351	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-2891	0	WC-P4P7-01
1382	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-00
1382	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	2891	0	WC-P4P7-01
1388	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-01
1388	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	2891	0	WC-P4P7-02

Tabulka 19: Staveništní zatížení pro fáze

Uzel	ZS	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	Skupina
1394	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-02
1394	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	2891	0	WC-P4P7-03
1401	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-03
1401	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	2891	0	WC-P4P7-04
1408	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-04
1408	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	3971	0	WC-P4P7-05
1416	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-05
1416	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	3971	0	WC-P4P7-06
1424	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-06
1424	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4568	0	WC-P4P7-07
1432	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-07
1432	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4568	0	WC-P4P7-08
1440	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-08
1440	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P4P7-09
1450	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-09
1450	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P4P7-10
1460	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-10
1460	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P4P7-11
1470	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P4P7-11
1470	Čerstvý beton	0	0	-405	0	0	0	WC-KP7P8
1474	Čerstvý beton	0	0	-405	0	0	0	WC-KP7P8
1474	Bednicí vozík	0	0	-66	0	0	0	FT-P4P7-11
1484	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-10
1484	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P3P8-11
1494	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-09
1494	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P3P8-10
1504	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-08
1504	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P3P8-09
1513	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-07
1513	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P3P8-08
1522	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-06
1522	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-4726	0	WC-P3P8-07
1530	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-05
1530	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-3971	0	WC-P3P8-06
1538	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-04
1538	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-3971	0	WC-P3P8-05
1544	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-03



Tabulka 19: Staveništní zatížení pro fáze

Uzel	ZS	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	Skupina
1544	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-2891	0	WC-P3P8-04
1550	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-2891	0	WC-P3P8-03
1550	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-02
1556	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-01
1556	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-2891	0	WC-P3P8-02
1562	Bednicí vozík	0	0	-800	0	-2000	0	FT-P3P8-00
1562	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	-2891	0	WC-P3P8-01
1594	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-00
1594	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	2891	0	WC-P3P8-01
1600	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-01
1600	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	2891	0	WC-P3P8-02
1606	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	2891	0	WC-P3P8-03
1606	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-02
1612	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-03
1612	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	2891	0	WC-P3P8-04
1618	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-04
1618	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	3971	0	WC-P3P8-05
1626	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-05
1626	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	3971	0	WC-P3P8-06
1634	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-06
1634	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P3P8-07
1643	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-07
1643	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P3P8-08
1652	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-08
1652	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P3P8-09
1662	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-09
1662	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P3P8-10
1672	Bednicí vozík	0	0	-800	0	2000	0	FT-P3P8-10
1672	Čerstvý beton	0	0	-1950	0	4726	0	WC-P3P8-11
1682	Bednicí vozík	0	0	-66	0	0	0	FT-P3P8-11
1682	Čerstvý beton	0	0	-405	0	0	0	WC-KP8K
1686	Čerstvý beton	0	0	-405	0	0	0	WC-KP8K

## 5 Kombinace zatížení

Vypočítané vnitřní síly byly zahrnuty do kombinací, které jsou předepsány dle normy ČSN EN 1990 a jejichž definiční vzorce jsou uvedeny zde.<sup>[2]</sup>

### 5.1 MSP – Charakteristická kombinace

$$\Sigma G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \Sigma \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

### 5.2 MSP – Častá kombinace

$$\Sigma G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

### 5.3 MSP – Kvazistálá kombinace

$$\Sigma G_{k,j} + P + \Sigma \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

### 5.4 MSÚ – 6.10

$$\Sigma \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

### 5.5 MSÚ – 6.10a

$$\Sigma \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

### 5.6 MSÚ – 6.10b

$$\Sigma \xi_j \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

### 5.7 Mimořádné zatížení – 6.11a a 6.11b

$$\Sigma G_{k,j} + P + A_d + \{\psi_{1,1}; \psi_{2,1}\} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Z praktického hlediska byla kromě těchto kombinací použita funkce *Summation* – interní kombinace *MIDAS Civil*, která funguje jako charakteristická kombinace pro zatížení ve stavebních fázích (obsahuje vlastní tíhu prvků, předpětí, dotvarování a smrštění, staveništní krátkodobé zatížení a ostatní stálé zatížení). Teplota byla uvažována jako obálka oteplení a ochlazení konstrukce.

Do kombinací bylo nutno zahrnout i sekundární účinky předpětí a silové účinky smrštění a dotvarování. Pro tyto účinky byl zvolen součinitel 1,00 – v tomto případě by šlo polemizovat, jestli užít součinitel 1,35 či 1,00.

Zatížení LM1 bylo uvažováno pro různé kombinace jak s kombinačními součiniteli  $\psi$ , tak i bez nich. Jelikož na konstrukci nebyla posuzována únavová pevnost, zatěžovací stavy pro únavu do modelu zahrnuty nebyly. Pro posouzení mezního stavu únosnosti byly použity kombinace 6.10a i 6.10b s tím, že za rozhodující zatížení byly brány sestavy dopravního zatížení gr1a (LM1: UDL a TS, chodníky) a gr2 ( $\psi$  LM1 a brzdné a rozjezdové síly). Se sestavou gr2 zahrnující i vodorovné účinky dopravy (brzdné a rozjezdové síly) byly kombinovány buď účinky větru, nebo teploty.<sup>[11], 15</sup> Kombinace s větrem, vodorovnými účinky dopravy a teplotou měly největší vliv hlavně na návrh pilířů. Ze všech kombinací 6.10a a 6.10b byla nakonec vytvořena obálka největších účinků použitá pro posudky a v grafech průběhu vnitřních sil. Pro posouzení interakčních diagramů byly brány vždy kombinace odpovídajících sil, nikoliv obálky maxim či minim.

Pro výpočet krátkodobých deformací na konci životnosti byla sestavena charakteristická kombinace účinků od dopravy a od teploty.

## 5.8 Hodnoty součinitelů

Hodnoty jednotlivých součinitelů použité pro kombinace dle normy<sup>[2]</sup> jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 20: Přehled hodnot součinitelů

Součinitele spolehlivosti a zatížení			
Stálé zatížení	<i>ČSN EN 1990</i>		
– nepříznivé	$\gamma_{Gsup}$	1,35	<i>příloha A2, tab. A2.4(B)</i>
– příznivé	$\gamma_{Ginf}$	1,00	
Předpětí	$\gamma_P$	1,00	<i>ČSN EN 1992</i>
Zatížení dopravou	$\gamma_Q$	1,35	
Ostatní proměnná zatížení	$\gamma_Q$	1,50	
<b>Kombinační součinitele</b>	<i>příloha A2, tab. A2.1</i>		
	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Zatížení dopravou LM1			
– UDL	0,75	0,75	0,00
– TS	0,40	0,40	0,00
– chodci	0,40	0,40	0,00
Zatížení větrem *	1,00	—	0,00
Zatížení teplotou	0,60	0,60	0,50
<b>Ostatní součinitele</b>			
Stálé zatížení	$\xi_G$	0,85	

## 6 Fáze výstavby

Průběh vnitřních sil na konstrukci stavěnou technologií letmé betonáže zásadně ovlivní postup výstavby, a to zejména kvůli změně statického systému z konzol na spojitou konstrukci a také z důvodu použití betonu nestejněho stáří a předpínání jednotlivých částí konstrukce v různých okamžicích. Proto jsou jednotlivé betonážní takty nosné konstrukce zařazeny do příslušných stavebních fází, kterých je celkem 47. Najednou jsou do modelu přidány pouze pilíře, u kterých nemá postup výstavby na průběh vnitřních sil zásadní vliv, a také okrajové části konstrukce (OP1–P2 a P9–OP10), které mají být betonovány na pevné skruži. Ve stavebních fázích je uvažována betonáž závěrných spár v jednom okamžiku, i když by se reálně prováděla v různou dobu.

Níže je uvedena tabulka zatěžovacích stavů během fází, kolečka značí zatěžovací stavy, které v dané fázi působí. Na vodorovné ose jsou vyneseny stavební fáze 01–47, na svislé ose jsou uvedeny číselné kódy jednotlivých zatěžovacích stavů – P4-05 např. označuje 5. lamelu na vahadle P4, P6-00 je zárodek vahadla P6 a KP3P4 je závěrná spára (*key segment*) mezi vahadly P3 a P4. Jak je patrné, staveništní zatížení od betonážních vozíků a čerstvého betonu působí pouze v příslušné fázi. Naopak předpětí, které je během příslušné fáze přidáno, působí i ve všech následujících fázích. Vlastní tíha je počítána interně jako zatížení od přidávaných elementů, proto v této tabulce není zohledněna. Skladba jednotlivých fází je dále znázorněna i graficky.

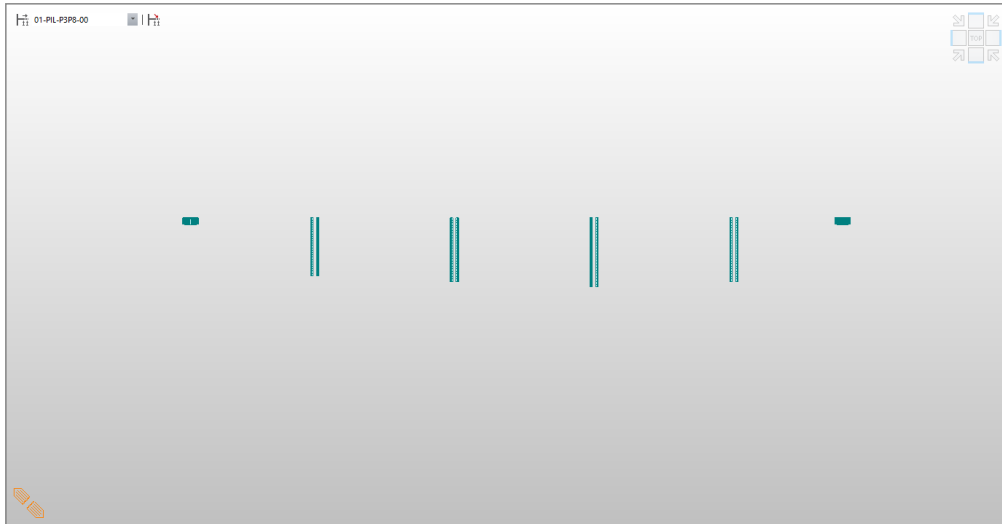
No	Load Case Name	Type	Case1	Cas

Obrázek 27: Konfigurace výpočtu fází výstavby









Obrázek 28: *Fáze 01*

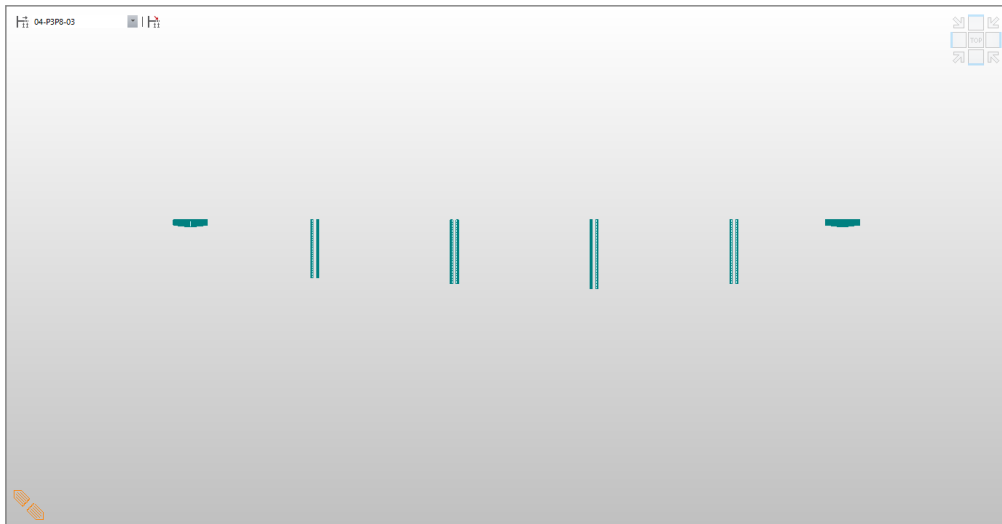


Obrázek 29: *Fáze 02*



Obrázek 30: *Fáze 03*





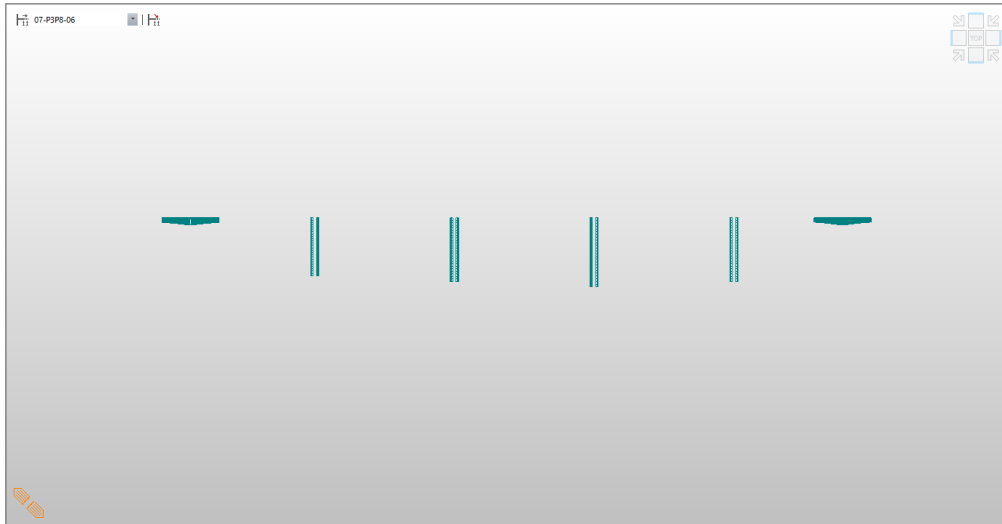
Obrázek 31: *Fáze 04*



Obrázek 32: *Fáze 05*



Obrázek 33: *Fáze 06*



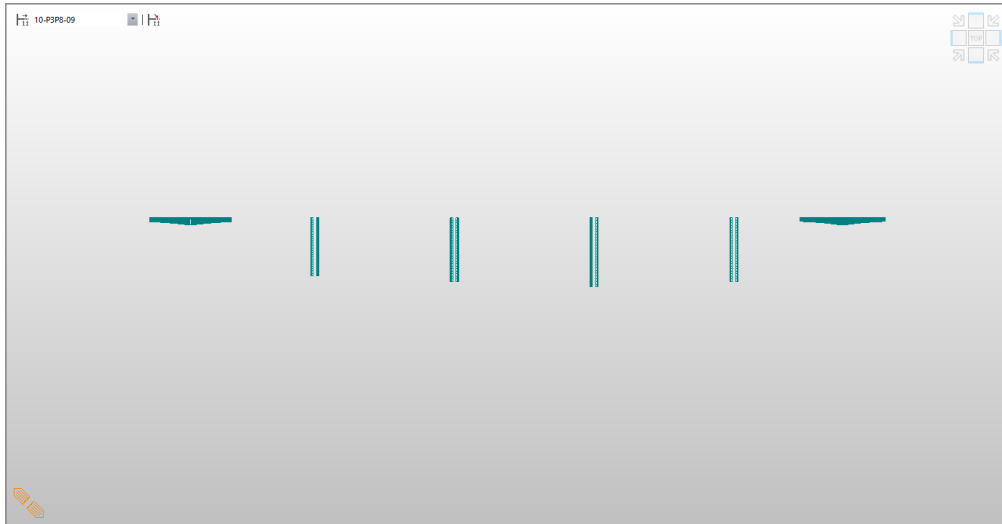
Obrázek 34: *Fáze 07*



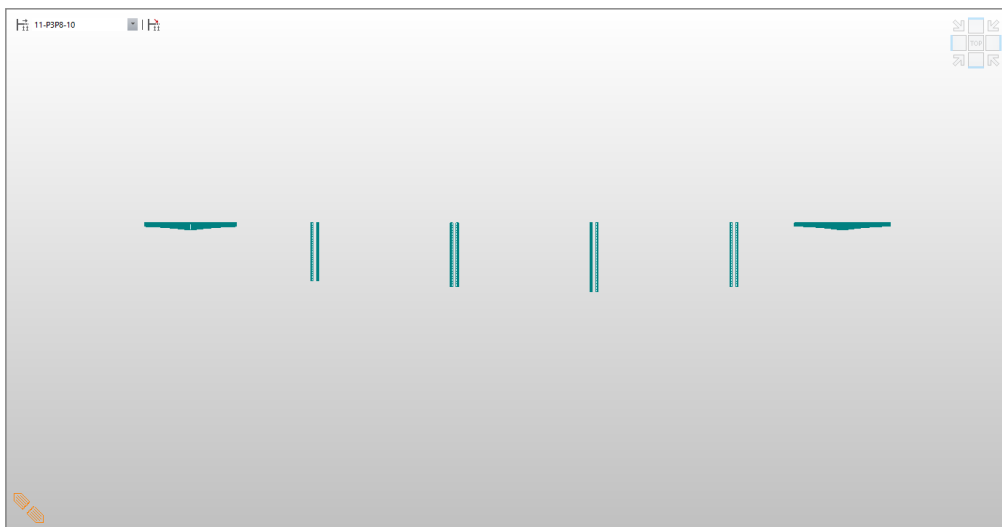
Obrázek 35: *Fáze 08*



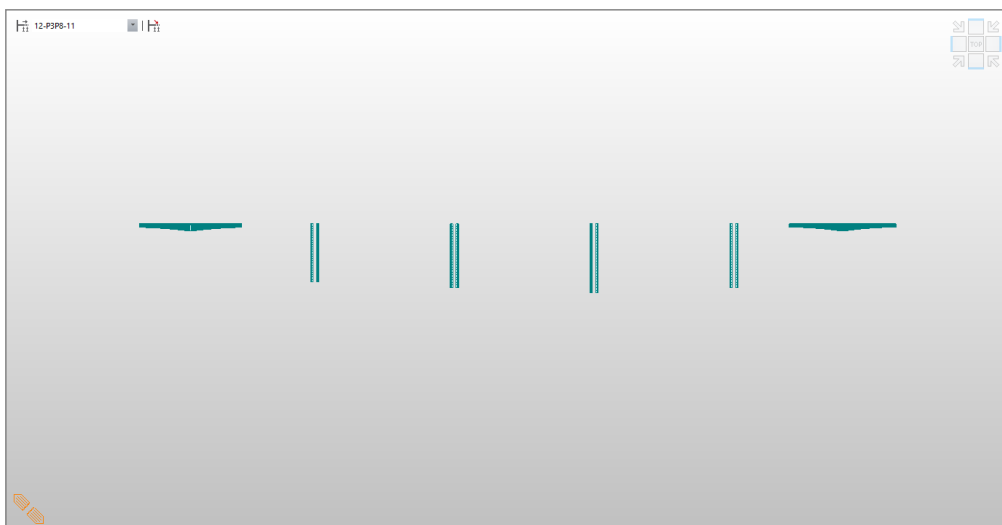
Obrázek 36: *Fáze 09*



Obrázek 37: *Fáze 10*



Obrázek 38: *Fáze 11*



Obrázek 39: *Fáze 12*



Obrázek 40: *Fáze 13*



Obrázek 41: *Fáze 14*



Obrázek 42: *Fáze 15*



Obrázek 43: *Fáze 16*



Obrázek 44: *Fáze 17*



Obrázek 45: *Fáze 18*



Obrázek 46: *Fáze 19*



Obrázek 47: *Fáze 20*



Obrázek 48: *Fáze 21*



Obrázek 49: *Fáze 22*



Obrázek 50: *Fáze 23*



Obrázek 51: *Fáze 24*



Obrázek 52: *Fáze 25*



Obrázek 53: *Fáze 26*



Obrázek 54: *Fáze 27*





Obrázek 55: *Fáze 28*



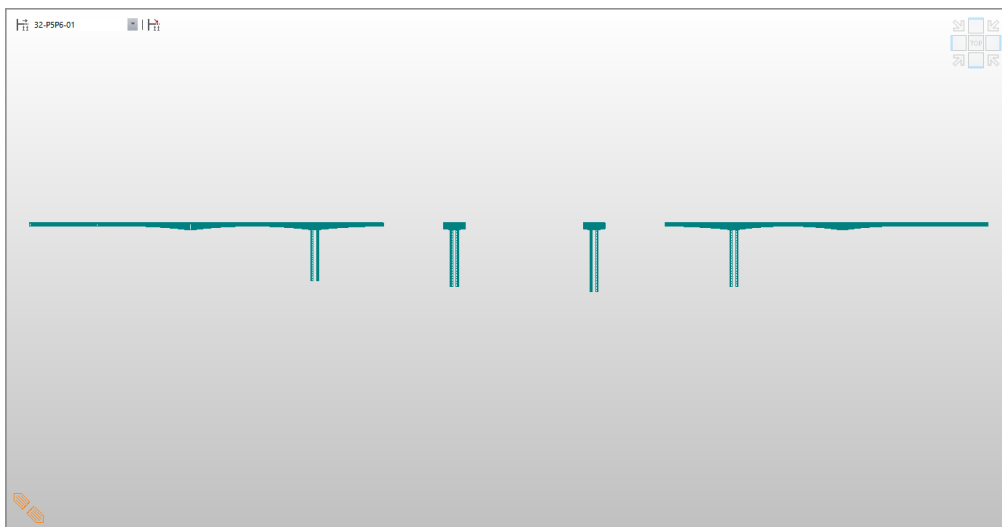
Obrázek 56: *Fáze 29*



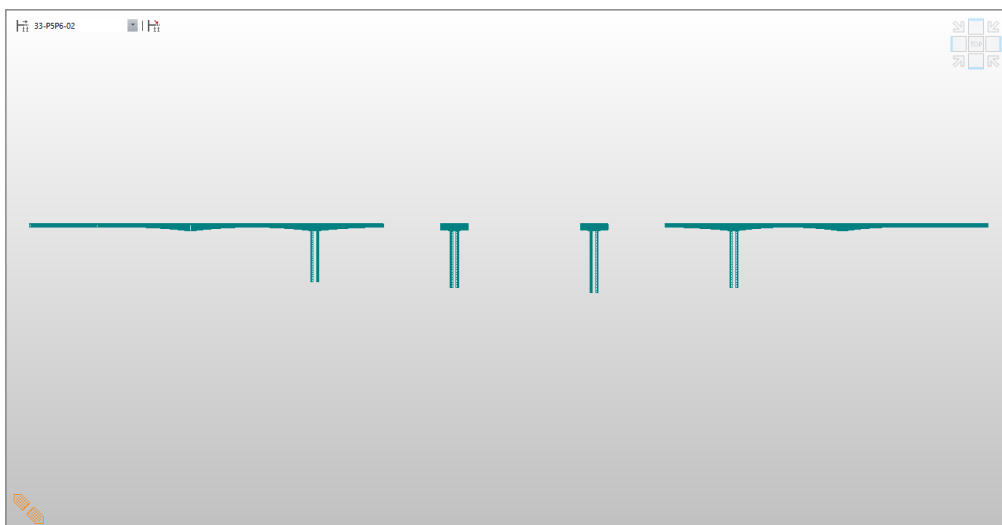
Obrázek 57: *Fáze 30*



Obrázek 58: *Fáze 31*



Obrázek 59: *Fáze 32*



Obrázek 60: *Fáze 33*



Obrázek 61: *Fáze 34*



Obrázek 62: *Fáze 35*



Obrázek 63: *Fáze 36*



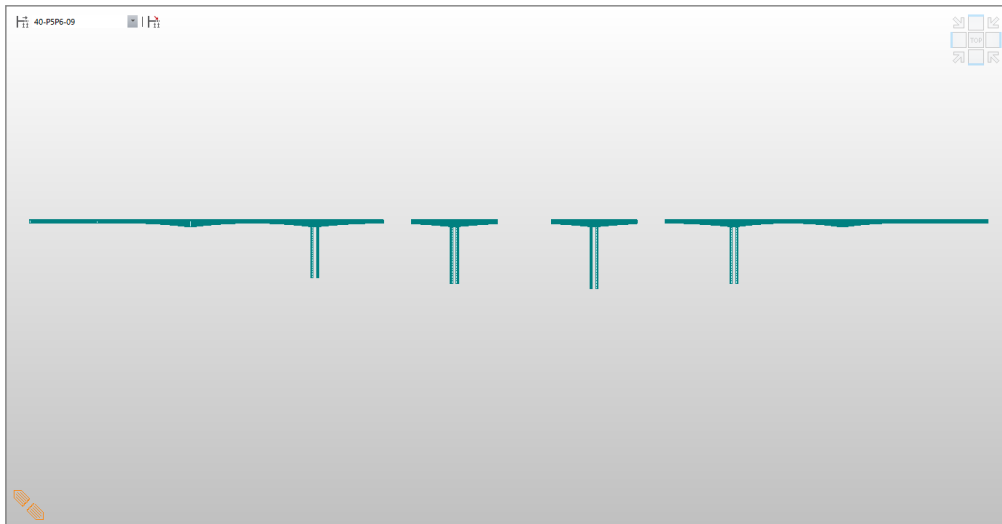
Obrázek 64: *Fáze 37*



Obrázek 65: *Fáze 38*



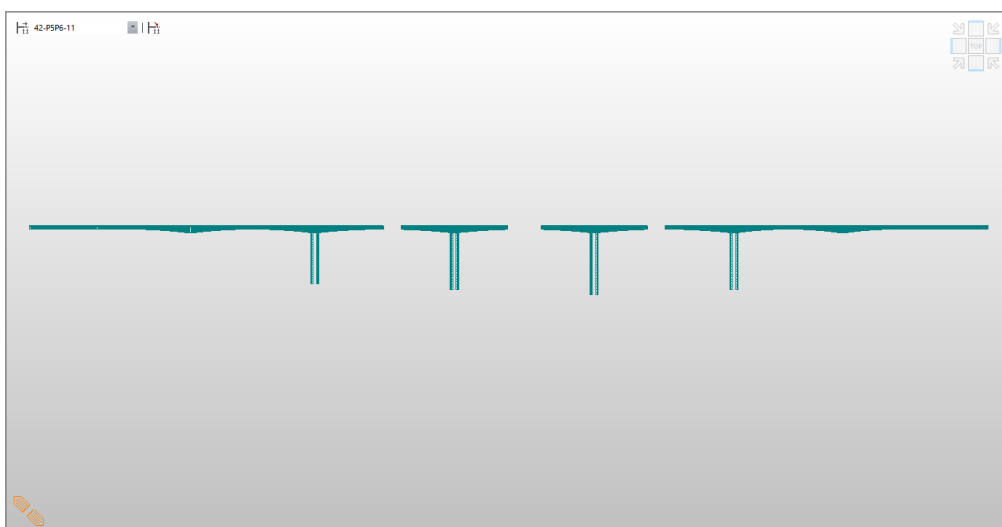
Obrázek 66: *Fáze 39*



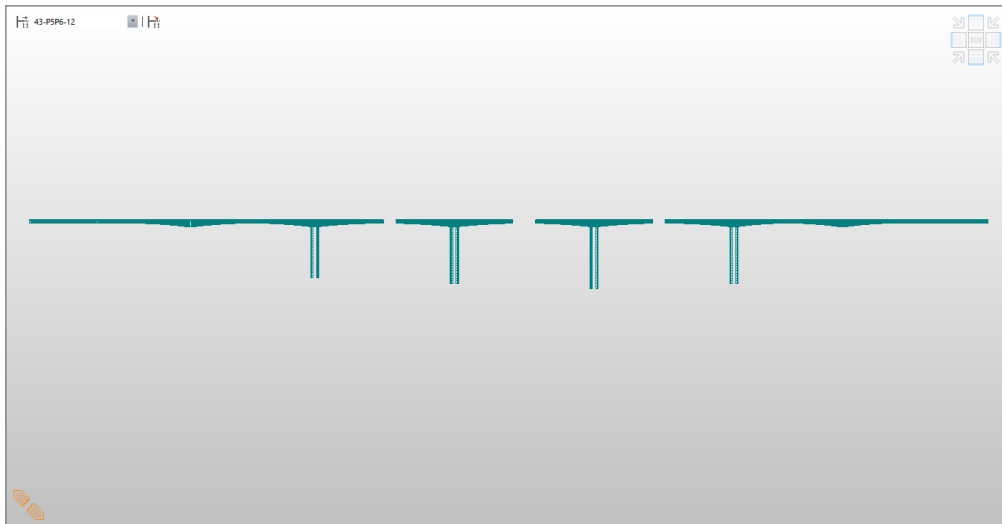
Obrázek 67: *Fáze 40*



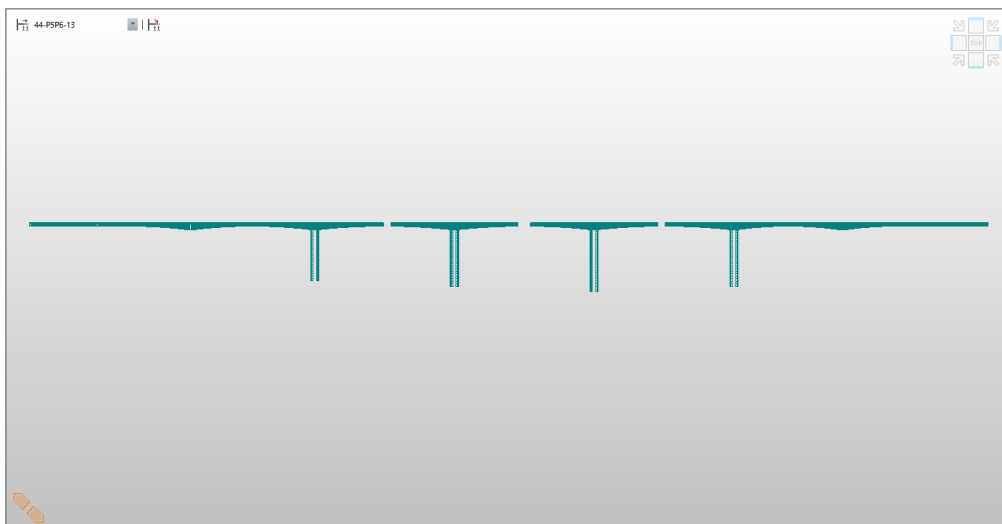
Obrázek 68: *Fáze 41*



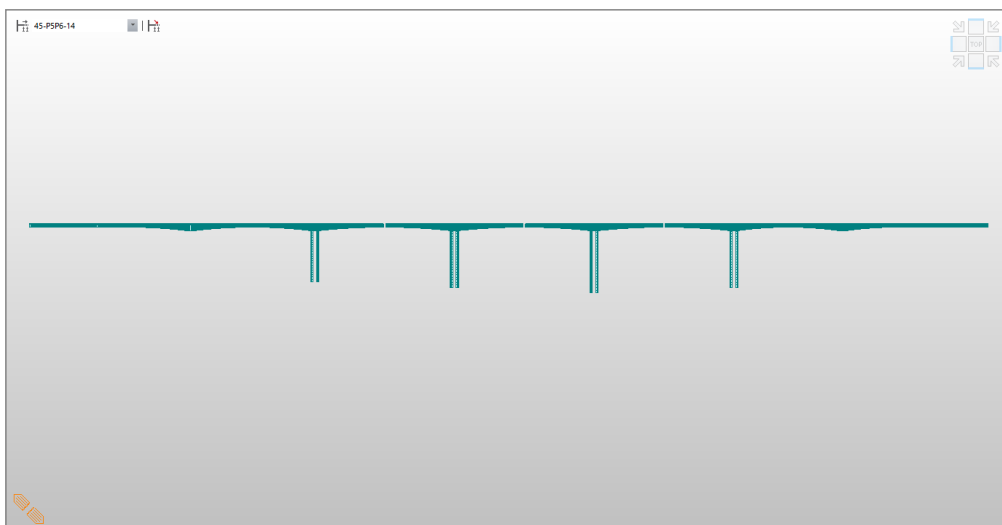
Obrázek 69: *Fáze 42*



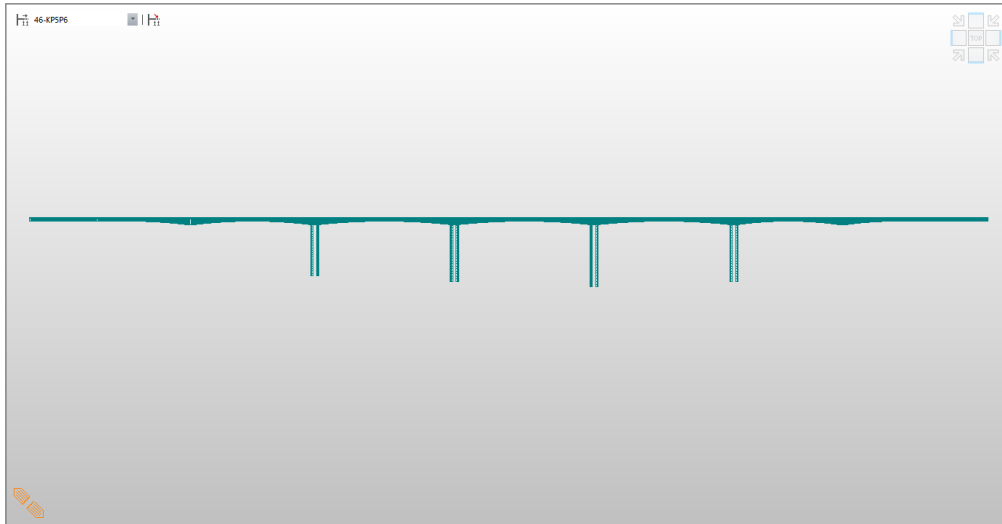
Obrázek 70: *Fáze 43*



Obrázek 71: *Fáze 44*



Obrázek 72: *Fáze 45*



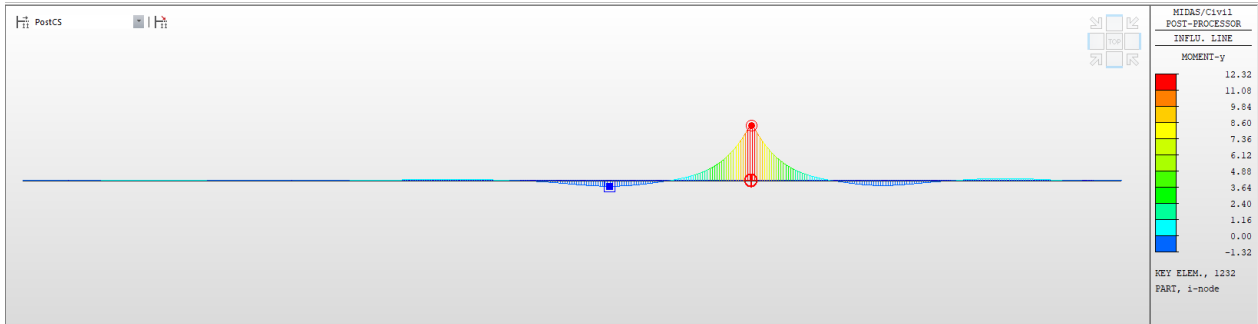
Obrázek 73: *Fáze 46*

## 7 Výsledky

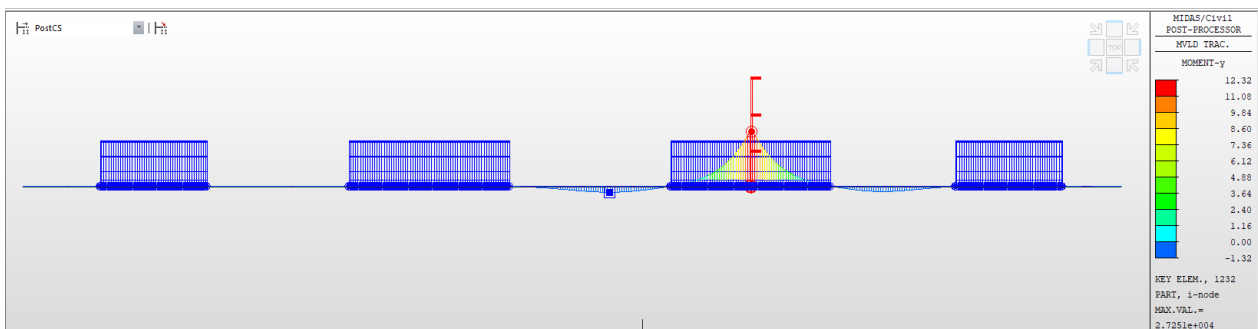
Provedením výpočtu byly získány výsledky – napětí, deformace a vnitřní síly – nejen pro finální stav, ale též i pro každou stavební fázi.

### 7.1 Příčinkové čáry

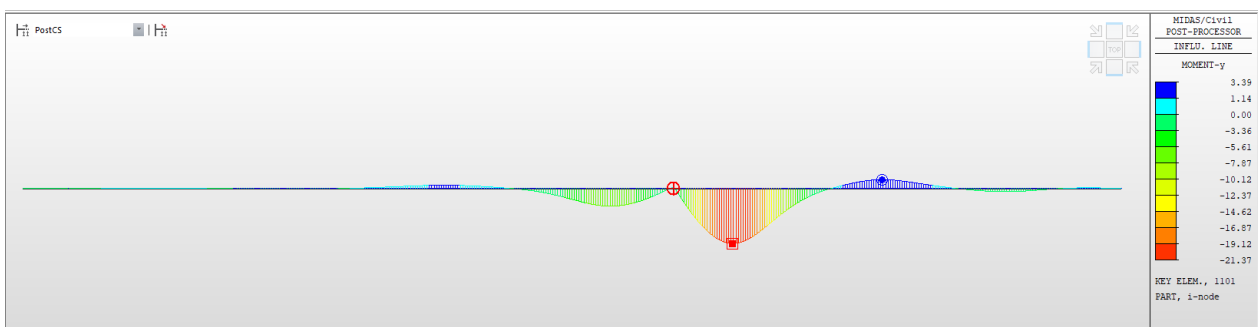
Na tomto místě uvádím průběh příčinkových čar pro vyvození maximálního a minimálního ohybového momentu  $M_y$  na konstrukci.



Obrázek 74: Příčinková čára pro maximální ohybový moment

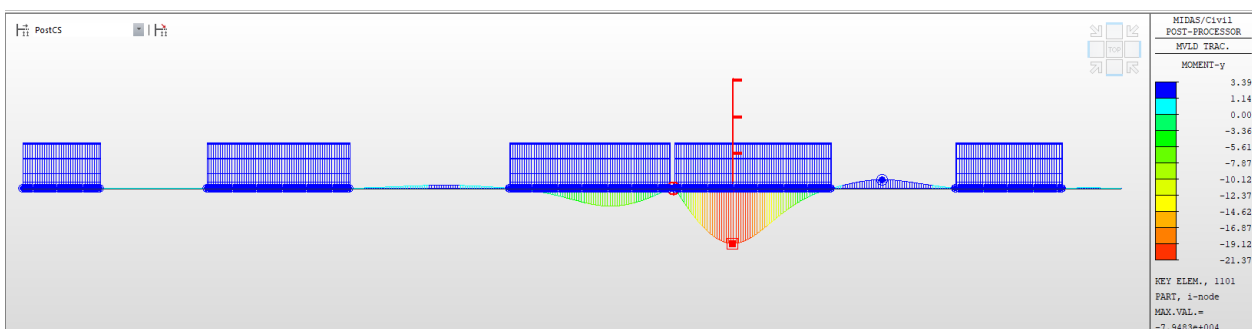


Obrázek 75: Umístění pohyblivého zatížení podle příčinkové čáry pro vyvození maximálního ohybového momentu



Obrázek 76: Příčinková čára pro minimální ohybový moment



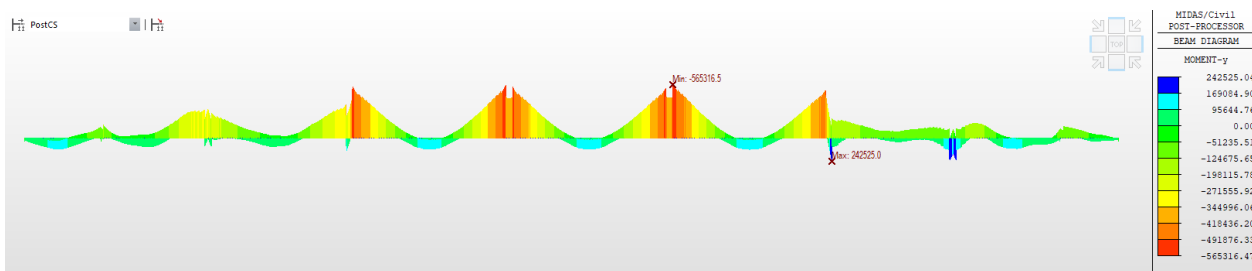


Obrázek 77: Umístění pohyblivého zatížení podle příčinkové čáry pro vyvození minimálního ohybového momentu

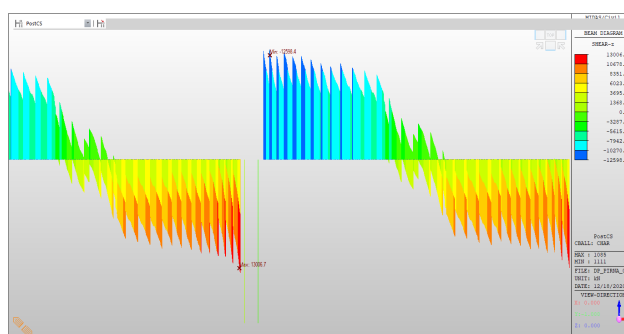
## 7.2 Vnitřní síly

Tabulka 21: Vnitřní síly v průřezích s extrémním  $M_y$  na konci životnosti

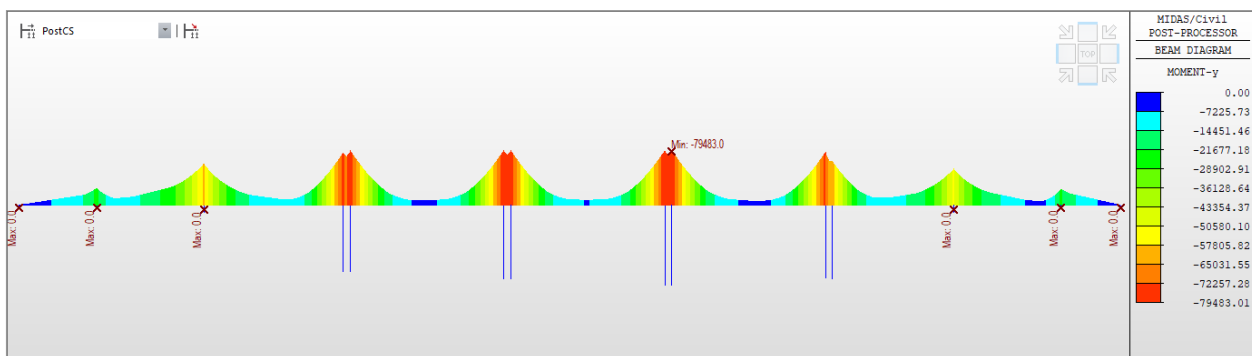
Prvek	Kombinace	N [kN]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
1101	6.10ab (obálka)	-249 432,0	-319,9	-29 089,0	31 779,4	<b>-565 316,5</b>	-24 486,5
1232	6.10ab (obálka)	-83 372,9	-319,9	3 026,1	15 077,4	<b>116 539,2</b>	9 958,9



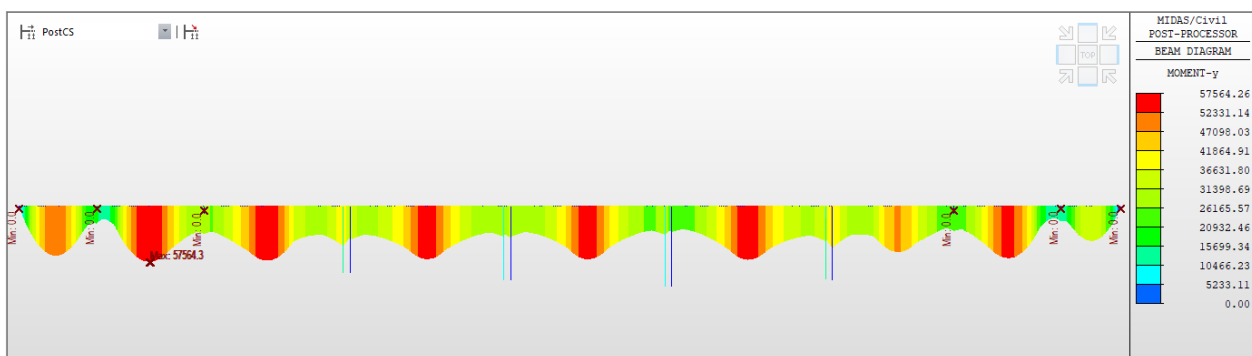
Obrázek 78: Průběh ohybového momentu pro obálku kombinací 6.10a a 6.10b [kNm]



Obrázek 79: Průběh posouvající síly pro kritické průřezy nad pilířem P6 v charakteristické kombinaci – pro posouzení hlavních tahových napětí [kN]



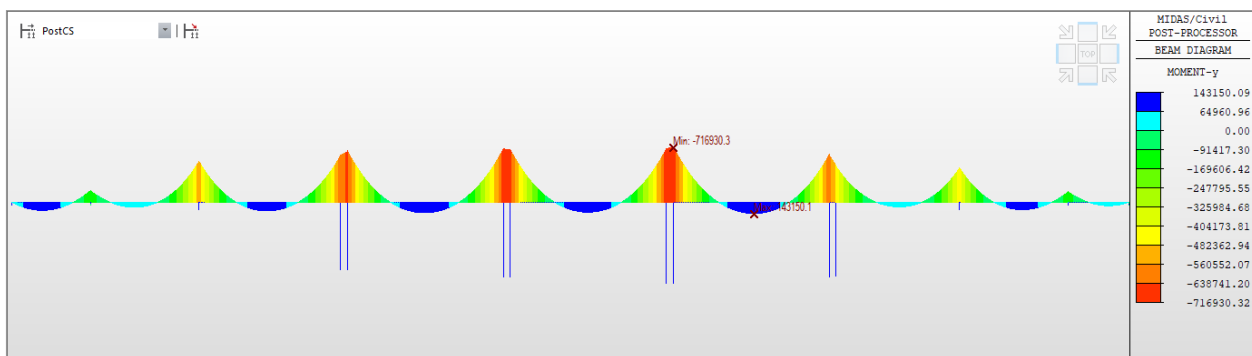
Obrázek 80: Obálka maximálních ohybových momentů od pohyblivého zatížení [kNm]



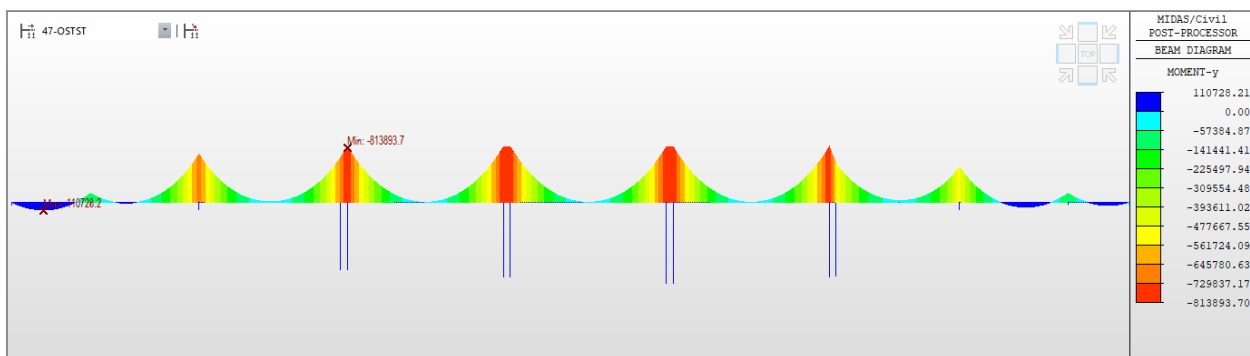
Obrázek 81: Obálka minimálních ohybových momentů od pohyblivého zatížení [kNm]

### 7.2.1 Porovnání vnitřních sil od vlastní tíhy

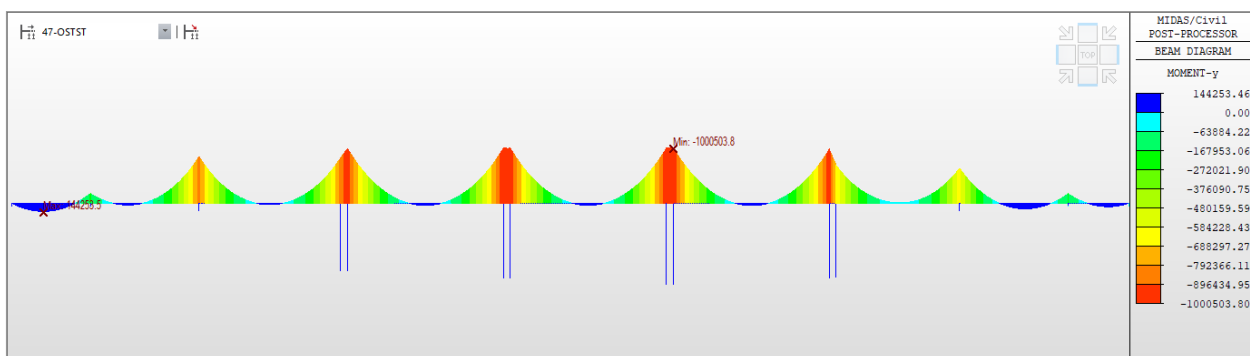
Následující grafy průběhu vnitřních sil od zatížení vlastní tíhou ukazují důležitost zohlednění fázi výstavby pro výpočet reálného průběhu vnitřních sil.



Obrázek 82: Teoretický průběh ohybových momentů na spojitě konstrukci bez zohlednění stavebních fází [kNm]



Obrázek 83: Průběh ohybových momentů po spojení konstrukce [kNm]

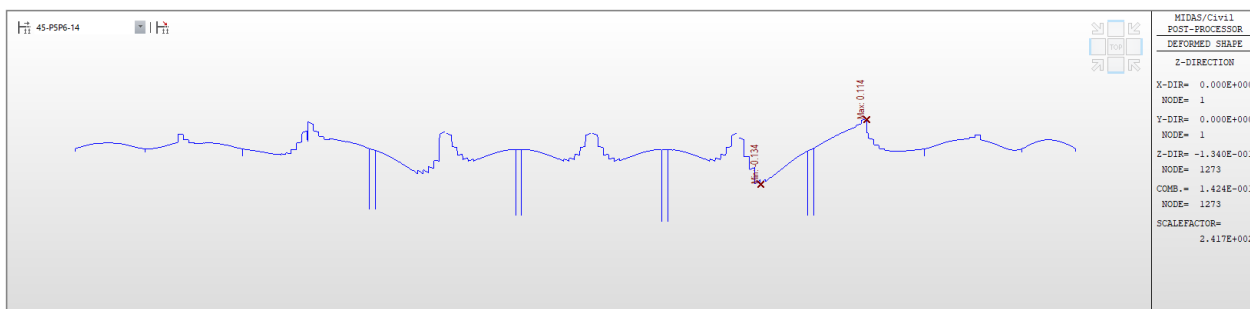


Obrázek 84: Průběh ohybových momentů na konci životnosti [kNm]

Z obrázků je patrné, že se ohybové momenty vlivem relaxace redistribuují z konzolového stavu do spojitého stavu, i tak ale na konci životnosti nekopírují teoretický průběh ze spojitě konstrukce.

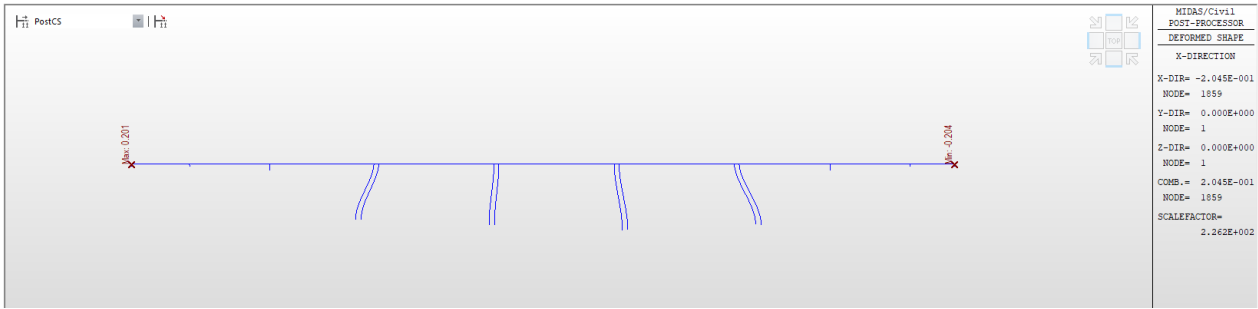
### 7.3 Posuny a deformace

Kromě toho byly vypočteny i maximální deformace konstrukce. Deformace vzniklé v průběhu výstavby by byly vyrovnány nadvýšením konstrukce, deformace by měly být během letmé betonáže soustavně sledovány a na jejich základě musí být případně upravena geometrie bednění. U svislých deformací od pohyblivého zatížení je uvedena pouze obalová křivka maximálních průhybů.

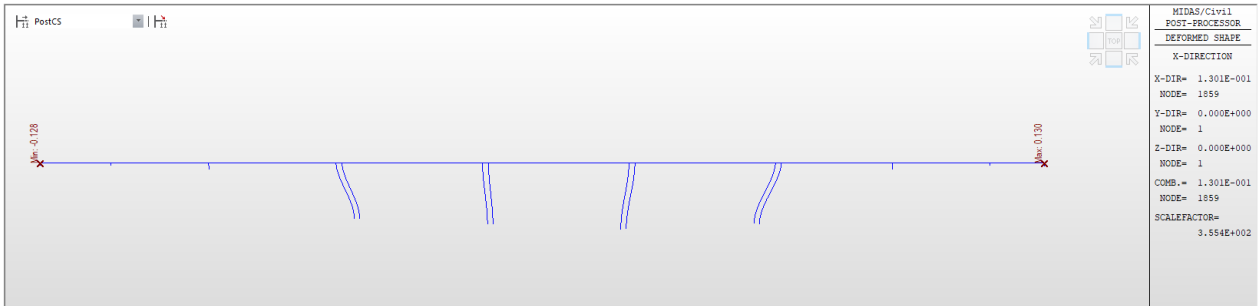


Obrázek 85: Deformace konstrukce na konci stavebních fází [m]

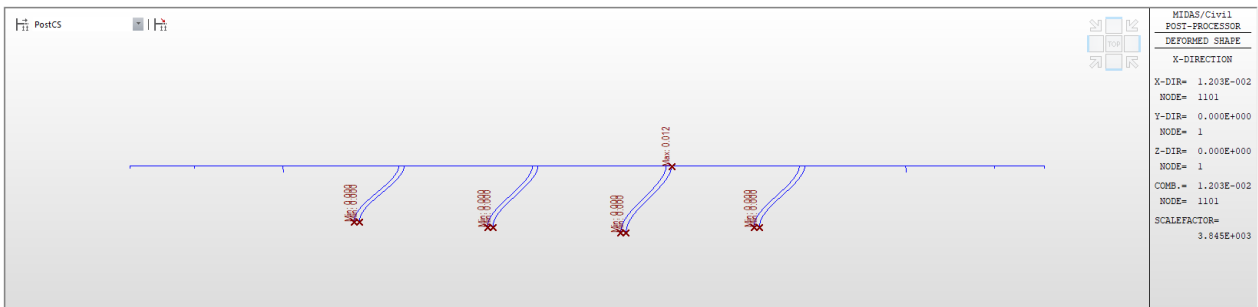
Pro návrh ložisek a mostních závěrů jsou rozhodující deformace od proměnných zatížení – zde hlavně od teploty a od dopravy.



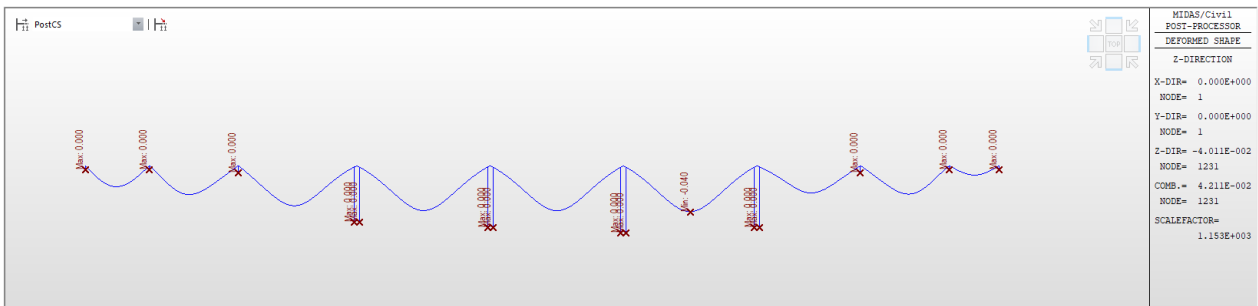
Obrázek 86: Maximální posuny ve směru x od rovnoměrného ochlazení [m]



Obrázek 87: Maximální posuny ve směru x od rovnoměrného oteplení [m]



Obrázek 88: Maximální posuny ve směru x od proměnného zatížení – brzdné a rozjezdové síly [m]



Obrázek 89: Obalová křivka maximálních posunů ve směru z od zatížení dopravou [m]

## 8 Posouzení

### 8.1 Mezní stavy použitelnosti

U konstrukce byly vyšetřeny mezní stav omezení napětí a mezní stav omezení vzniku trhlin. Mezní stavy použitelnosti jsou posouzeny graficky pro celou nosnou konstrukci a tabulkově pro vybrané průřezy v charakteristické (CH), časté (FR) a kvazistálé (QP) kombinaci. Jsou srovnány s hodnotami  $0,45 \cdot f_{ck}$  (mez pro lineární dotvarování konstrukce pro kvazistálou kombinaci zatížení) a  $0,6 \cdot f_{ck}$  (mez pro vznik podélných trhlin a mikrotrhlin pro častou kombinaci zatížení). Hodnota  $0,45 \cdot f_{ck}$  byla překročena pouze v několika průřezech v charakteristické kombinaci, podmínky tedy byly splněny.

Napětí bylo dále vyhodnoceno i pro jednotlivé stavební fáze (charakteristická kombinace pro stálé a proměnné staveništní zatížení). Během výstavby se vyskytují pouze malé tahy a je tak splněna podmínka, že během výstavby se mohou vyskytnout tahy až do hodnoty  $f_{ctm}$ , pokud je v kvazistálé kombinaci pro finální stav zajištěna dekomprese.<sup>[12], 118</sup>

I přes opakovanou snahu optimalizovat vedení a množství předpínací výztuže na konci životnosti v několika průřezech vznikají v charakteristické kombinaci tahy, které těsně překračují tahovou pevnost betonu. To je v rozporu s požadavkem na zajištění podmínky nulového tahu v konstrukci pro charakteristickou kombinaci zatížení. V kvazistálé kombinaci jsou však i na konci životnosti všechny průřezy v tlaku a je tak zajištěna dekomprese. Průřezy namáhané tahem by musely být dále vyztuženy betonářskou výztuží, aby se omezil vznik a rozvoj trhlin v betonu, případně by mělo dojít k optimalizaci vedení předpínací výztuže. V tomto případě bylo poměrně komplikované vybalancovat poměr mezi maximálními a minimálními napětími – opakovaně jsem se snažil upravovat konfiguraci předpětí tak, aby v konstrukci vyšla co nejpříznivější napětí.

Výsledky ve vybraných rozhodujících řezech jsou přehledně uvedeny v příložené tabulce (jednotlivá pole jsou oddělena vodorovnými čarami), statický výpočet kromě toho obsahuje graficky znázorněný průběh ve všech bodech konstrukce pro příslušné kombinace v čase uvedení do provozu i na konci životnosti. Dále jsou uvedeny průběhy charakteristických napětí pro horní a dolní vlákna nosné konstrukce ve všech stavebních fázích.

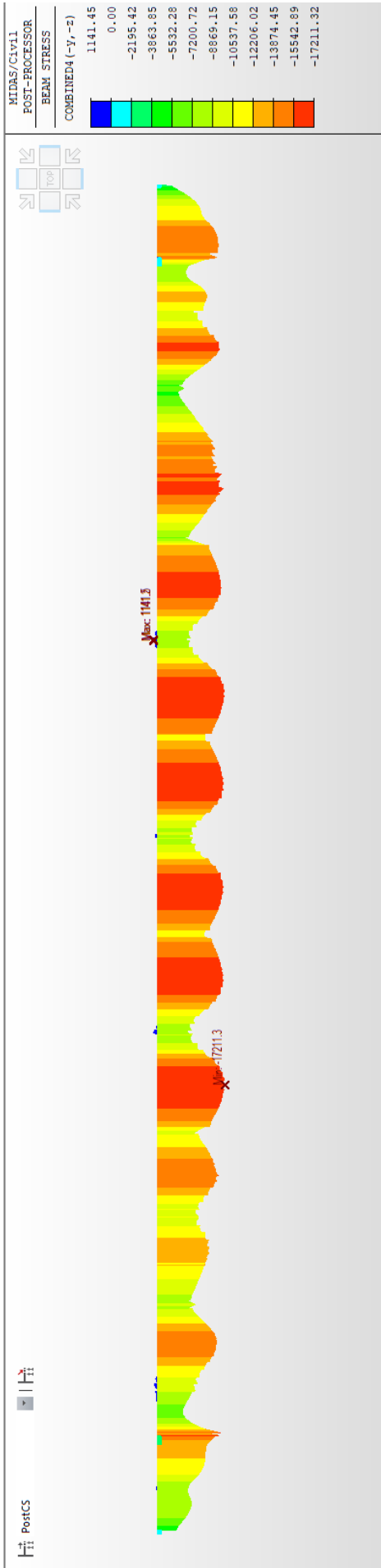
Barevné odlišení hodnot v tabulce koresponduje s označením mezí MSP.

$0,6 f_{ck}$	-21,00 MPa
$0,45 f_{ck}$	-15,75 MPa
	-2,50 MPa
	0,00 MPa
$f_{ctm}$	3,20 MPa

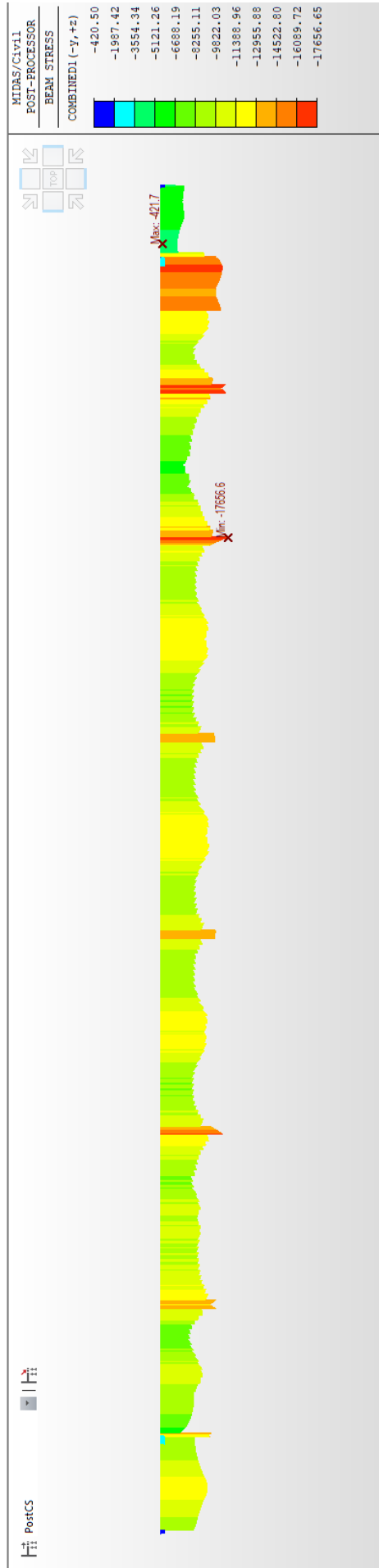
Obrázek 90: Meze pro mezní stavy použitelnosti

Napětí: UP – uvedení do provozu [MPa]												
Prvek	horní vlákna						dolní vlákna					
	charakteristická komb.		častá kombinace		kvazistálá komb.		charakteristická komb.		častá kombinace		kvazistálá komb.	
	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min
59	-7,95	-12,40	-8,44	-10,60	-8,89	-8,90	0,06	-7,89	-2,83	-6,82	-5,82	-5,85
134	-0,74	-5,00	-2,22	-4,16	-3,41	-3,45	-7,93	-16,30	-8,95	-12,80	-9,83	-9,91
200	-4,48	-9,64	-5,44	-7,95	-6,21	-6,28	0,58	-9,33	-2,52	-7,34	-5,60	-5,72
259	-3,80	-7,77	-5,05	-6,99	-6,13	-6,22	-9,93	-15,10	-11,00	-13,60	-12,10	-12,30
271	-4,12	-7,83	-5,46	-7,23	-6,59	-6,68	-10,20	-14,60	-11,00	-13,10	-11,80	-11,90
320	-8,14	-11,80	-9,81	-11,50	-11,10	-11,20	-5,40	-8,59	-5,78	-7,24	-6,10	-6,17
433	-4,06	-9,09	-4,98	-7,43	-5,73	-5,83	-0,44	-9,60	-3,75	-8,23	-6,95	-7,15
491	-5,81	-8,97	-6,86	-8,33	-7,69	-7,72	-11,00	-15,50	-12,00	-14,10	-12,90	-12,90
588	-4,77	-8,67	-6,32	-8,16	-7,59	-7,77	-11,00	-15,80	-11,60	-13,90	-12,00	-12,40
605	-4,80	-8,44	-6,08	-7,82	-7,11	-7,31	-11,80	-16,80	-12,60	-15,10	-13,20	-13,70
690	-6,86	-11,40	-7,42	-9,58	-7,84	-7,87	0,75	-7,79	-2,48	-6,76	-5,60	-5,99
770	-5,00	-8,83	-6,28	-8,14	-7,28	-7,56	-11,90	-16,60	-12,60	-14,90	-13,30	-13,50
786	-4,86	-8,94	-6,39	-8,35	-7,62	-7,91	-11,30	-15,90	-11,80	-14,00	-12,30	-12,50
867	-4,87	-8,77	-6,33	-8,15	-7,51	-7,66	-11,60	-16,00	-12,20	-14,20	-12,70	-12,70
877	-5,14	-8,89	-6,44	-8,20	-7,47	-7,62	-12,00	-16,40	-12,70	-14,70	-13,30	-13,30
959	-6,88	-11,70	-7,51	-9,81	-7,98	-8,06	0,47	-8,21	-2,78	-7,05	-5,92	-6,18
1036	-5,12	-8,63	-6,30	-7,93	-7,23	-7,30	-12,10	-16,60	-12,90	-15,00	-13,60	-13,80
1052	-5,05	-8,78	-6,49	-8,21	-7,66	-7,74	-11,60	-16,10	-12,20	-14,20	-12,70	-12,80
1143	-4,76	-8,60	-6,18	-8,05	-7,30	-7,60	-12,10	-16,70	-12,70	-14,90	-13,20	-13,40
1231	-7,08	-11,50	-7,60	-9,73	-8,00	-8,05	1,14	-7,38	-2,16	-6,45	-5,33	-5,75
1312	-5,73	-9,23	-6,89	-8,62	-7,84	-8,09	-11,20	-16,00	-12,00	-14,50	-12,80	-13,30
1325	-5,93	-9,65	-7,32	-9,12	-8,47	-8,70	-10,80	-15,60	-11,50	-13,90	-12,10	-12,50
1439	-4,24	-7,38	-5,09	-6,60	-5,78	-5,80	-11,40	-16,30	-12,70	-15,10	-14,10	-14,10
1473	-1,15	-5,90	-2,18	-4,50	-3,01	-3,12	-5,36	-14,00	-8,16	-12,40	-10,90	-11,10
1630	-5,22	-8,72	-6,19	-7,95	-7,05	-7,20	-10,80	-15,50	-11,80	-14,20	-12,90	-13,10
1685	-7,28	-11,90	-7,95	-10,20	-8,51	-8,60	-0,47	-9,18	-3,45	-7,79	-6,44	-6,62
1734	-13,40	-15,90	-13,90	-15,10	-14,30	-14,30	-3,44	-7,50	-4,30	-6,40	-5,33	-5,36
1771	-0,52	-4,38	-1,68	-3,52	-2,70	-2,77	-8,41	-15,50	-9,46	-12,90	-10,40	-10,50
1817	-2,76	-6,20	-3,28	-5,03	-3,75	-3,78	-5,08	-11,40	-7,05	-10,30	-9,21	-9,27

Napětí: KZ – konec životnosti [MPa]													
Prvek	horní vlákna						dolní vlákna						
	charakteristická komb.		častá kombinace		kvazistálá komb.		charakteristická komb.		častá kombinace		kvazistálá komb.		
	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	
59	-7,87	-12,30	-8,37	-10,60	-8,81	-8,83	1,29	-6,67	-1,60	-5,60	-4,59	-4,63	
134	0,12	-4,14	-1,37	-3,31	-2,56	-2,60	-8,72	-17,10	-9,74	-13,60	-10,60	-10,70	
200	-4,41	-9,57	-5,37	-7,88	-6,15	-6,21	1,65	-8,26	-1,44	-6,28	-4,53	-4,65	
259	-3,20	-7,17	-4,45	-6,38	-5,53	-5,62	-9,31	-14,50	-10,40	-13,00	-11,50	-11,60	
271	-3,34	-7,05	-4,68	-6,46	-5,82	-5,90	-9,82	-14,20	-10,60	-12,70	-11,40	-11,50	
320	-6,76	-10,40	-8,42	-10,10	-9,74	-9,81	-5,71	-8,91	-6,10	-7,56	-6,41	-6,49	
433	-4,30	-9,32	-5,22	-7,67	-5,97	-6,07	1,33	-7,84	-1,99	-6,47	-5,19	-5,39	
491	-4,96	-8,12	-6,01	-7,49	-6,85	-6,87	-10,40	-14,90	-11,30	-13,40	-12,30	-12,30	
588	-3,57	-7,47	-5,12	-6,96	-6,39	-6,57	-10,80	-15,60	-11,30	-13,70	-11,80	-12,20	
605	-3,91	-7,54	-5,19	-6,93	-6,22	-6,42	-11,10	-16,00	-11,90	-14,30	-12,50	-13,00	
690	-7,31	-11,80	-7,86	-10,00	-8,29	-8,32	3,54	-5,02	0,30	-3,99	-2,82	-3,22	
770	-3,84	-7,67	-5,12	-6,98	-6,13	-6,40	-11,30	-16,00	-12,10	-14,30	-12,80	-13,00	
786	-3,39	-7,48	-4,93	-6,89	-6,16	-6,45	-11,20	-15,90	-11,80	-14,00	-12,20	-12,40	
867	-3,54	-7,44	-5,00	-6,83	-6,19	-6,34	-11,40	-15,70	-11,90	-13,90	-12,40	-12,40	
877	-4,00	-7,75	-5,29	-7,06	-6,33	-6,48	-11,40	-15,80	-12,10	-14,10	-12,70	-12,70	
959	-7,33	-12,10	-7,95	-10,30	-8,42	-8,51	3,34	-5,35	0,09	-4,19	-3,06	-3,32	
1036	-4,20	-7,72	-5,38	-7,01	-6,31	-6,39	-11,20	-15,70	-11,90	-14,10	-12,70	-12,80	
1052	-3,78	-7,52	-5,23	-6,95	-6,40	-6,48	-11,20	-15,70	-11,80	-13,90	-12,30	-12,40	
1143	-3,46	-7,29	-4,87	-6,74	-5,99	-6,29	-11,80	-16,40	-12,40	-14,60	-12,90	-13,20	
1231	-7,48	-11,90	-8,00	-10,10	-8,40	-8,45	3,79	-4,74	0,49	-3,81	-2,69	-3,10	
1312	-4,81	-8,32	-5,97	-7,70	-6,92	-7,17	-10,40	-15,30	-11,30	-13,80	-12,00	-12,50	
1325	-4,74	-8,46	-6,13	-7,93	-7,28	-7,51	-10,50	-15,20	-11,20	-13,50	-11,70	-12,10	
1439	-3,99	-7,12	-4,83	-6,35	-5,52	-5,54	-9,94	-14,80	-11,30	-13,70	-12,60	-12,70	
1473	-1,43	-6,18	-2,46	-4,78	-3,29	-3,40	-3,50	-12,20	-6,30	-10,60	-9,08	-9,29	
1630	-4,62	-8,11	-5,59	-7,34	-6,45	-6,59	-9,96	-14,70	-11,00	-13,40	-12,10	-12,30	
1685	-7,20	-11,80	-7,86	-10,20	-8,42	-8,52	0,93	-7,79	-2,05	-6,40	-5,04	-5,23	
1734	-12,30	-14,80	-12,80	-14,00	-13,20	-13,30	-3,16	-7,22	-4,02	-6,12	-5,05	-5,08	
1771	0,06	-3,80	-1,10	-2,94	-2,12	-2,19	-8,56	-15,60	-9,61	-13,00	-10,60	-10,70	
1817	-2,72	-6,17	-3,25	-5,00	-3,72	-3,75	-4,06	-10,40	-6,03	-9,29	-8,19	-8,26	

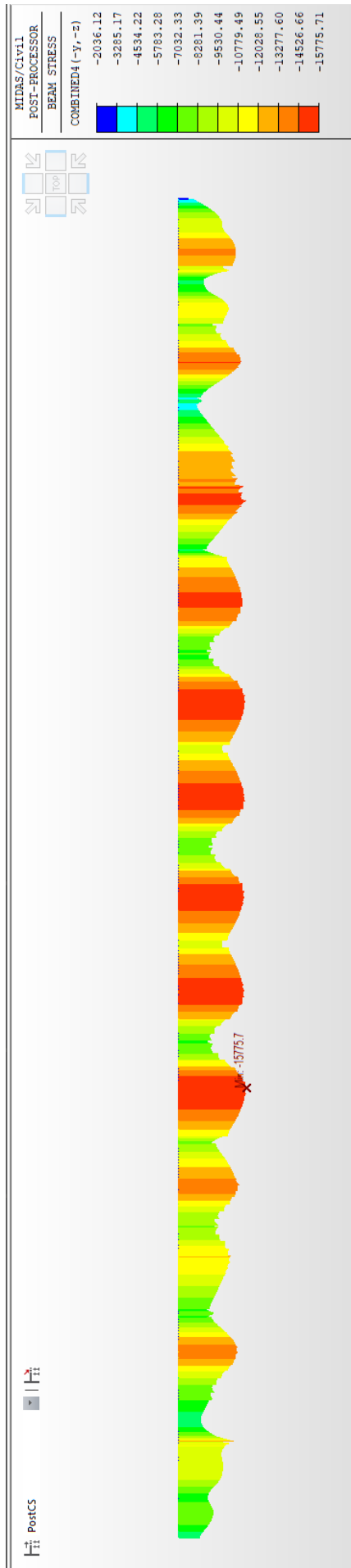


Obrázek 91: Výsledky napětí, charakteristická kombinace (UP), dolní vlákna [kPa]

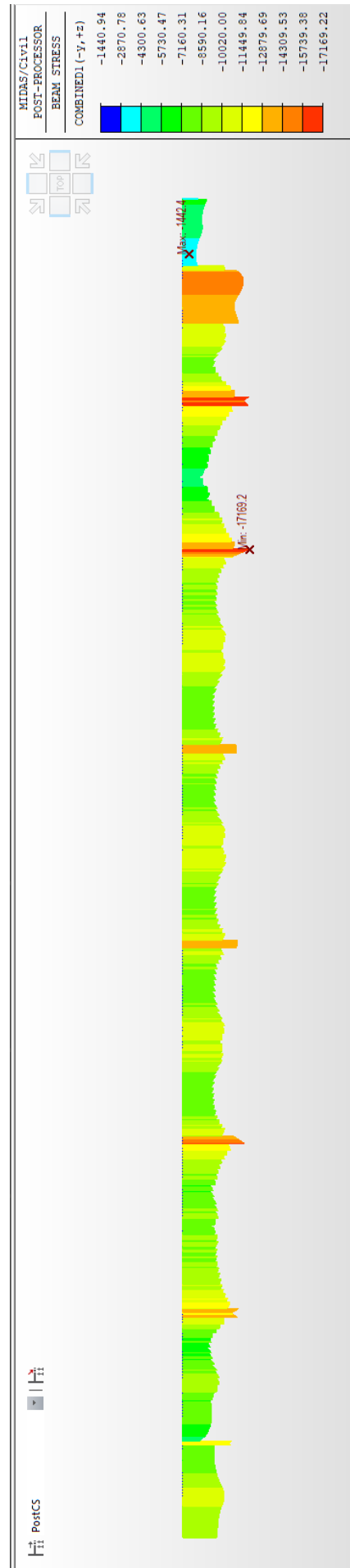


Obrázek 92: Výsledky napětí, charakteristická kombinace (UP), horní vlákna [kPa]

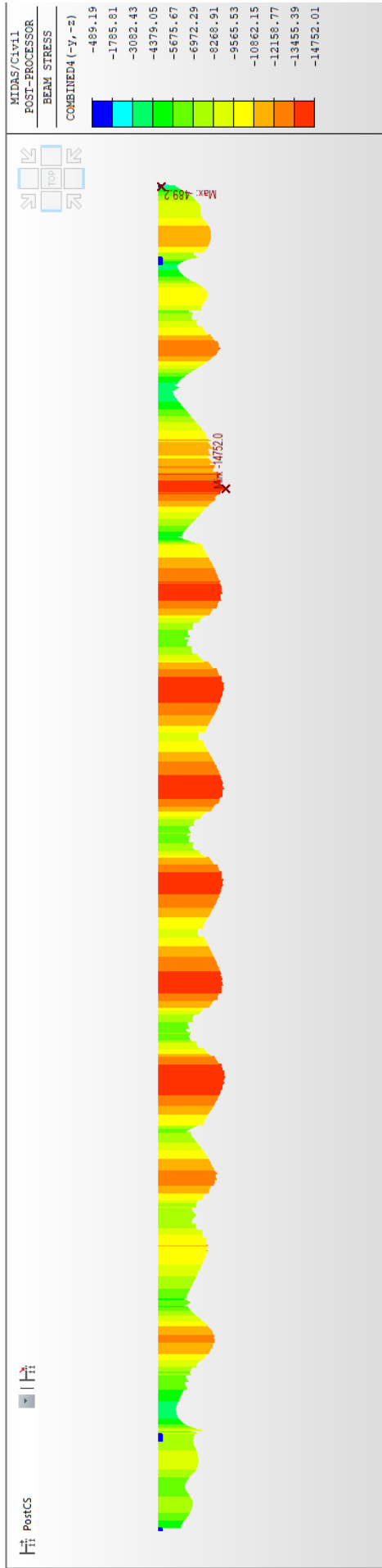




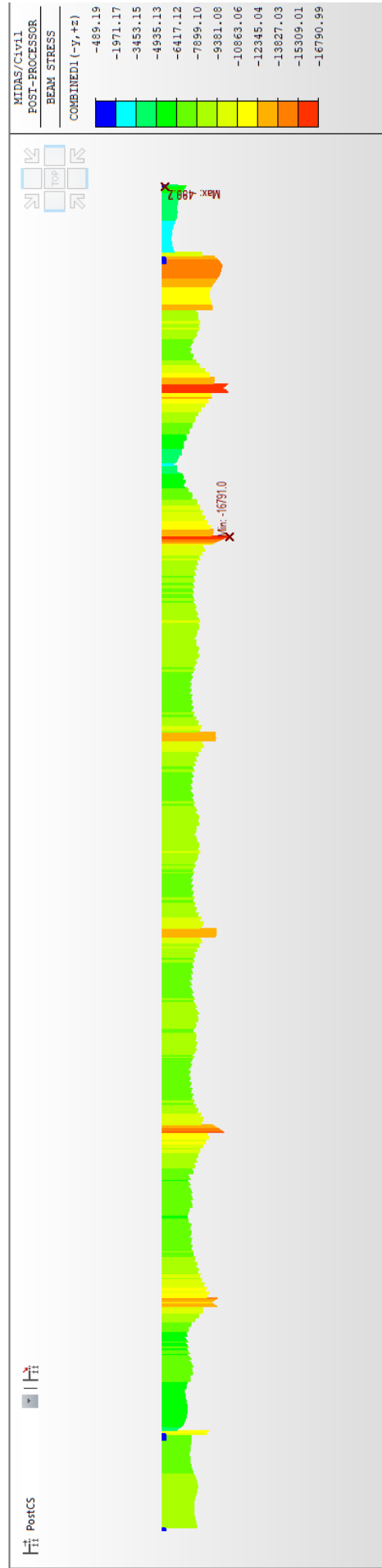
Obrázek 93: Výsledky napětí, častá kombinace (UP), dolní vlákna [kPa]



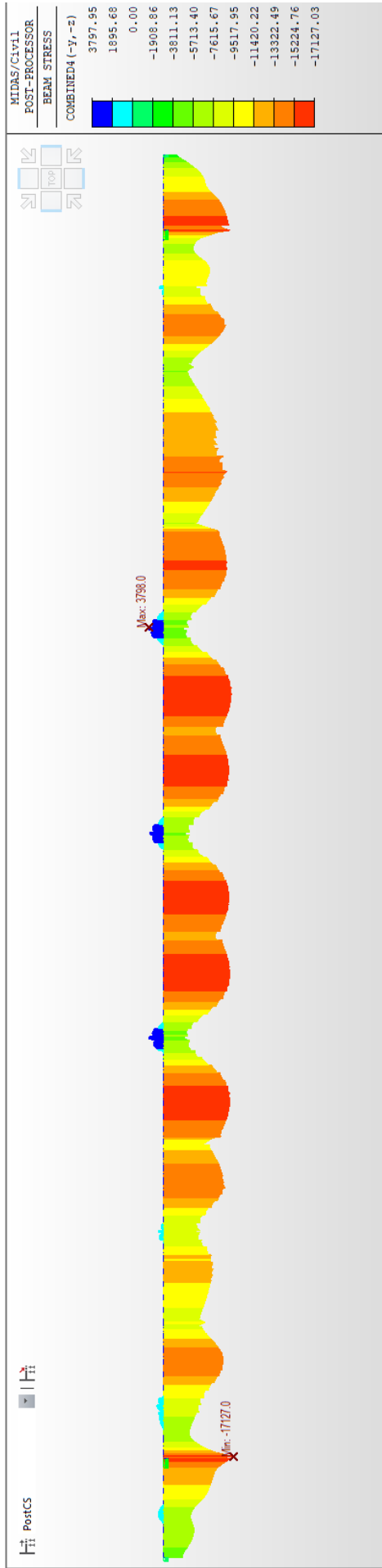
Obrázek 94: Výsledky napětí, častá kombinace (UP), horní vlákna [kPa]



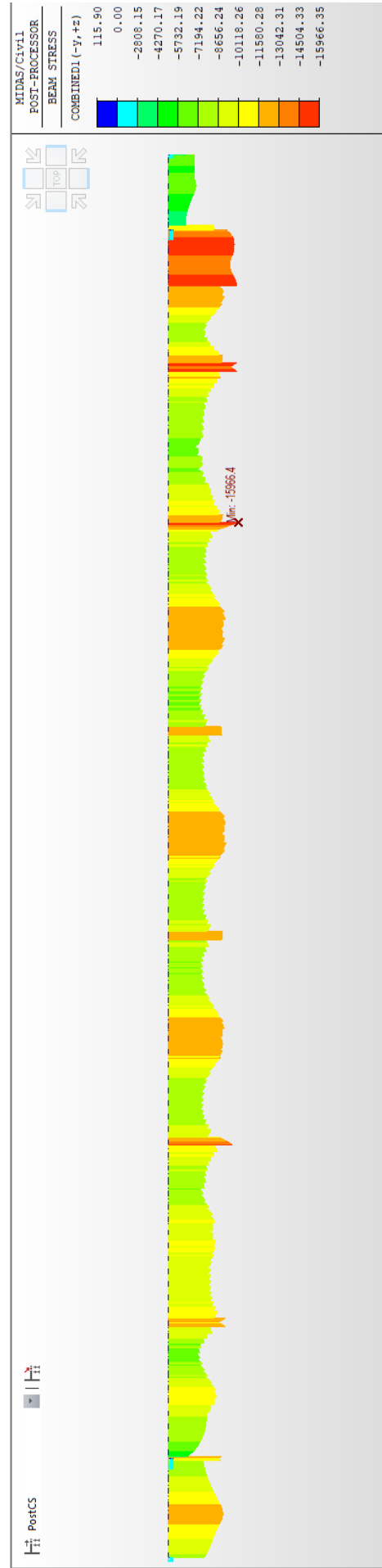
Obrázek 95: Výsledky napětí, kvazistálá kombinace (UP), dolní vlákna [kPa]



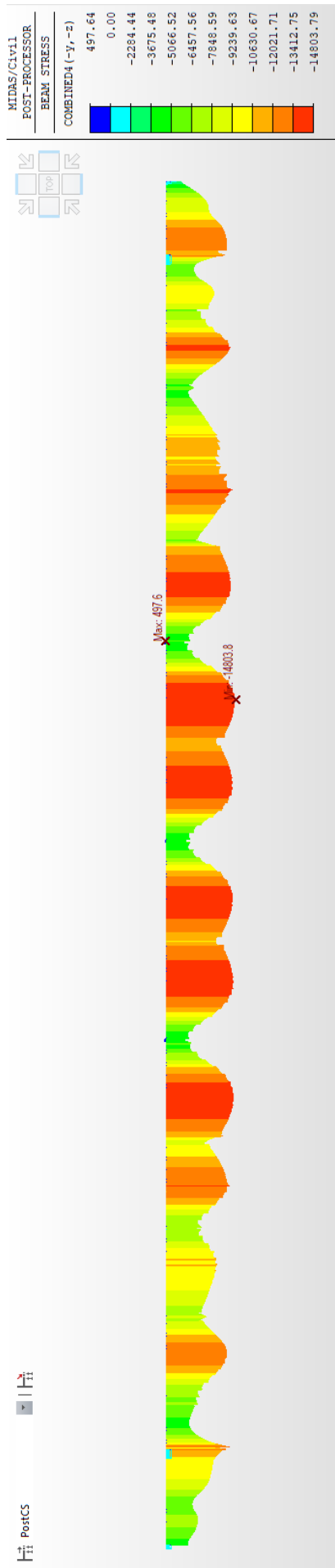
Obrázek 96: Výsledky napětí, kvazistálá kombinace (UP), horní vlákna [kPa]



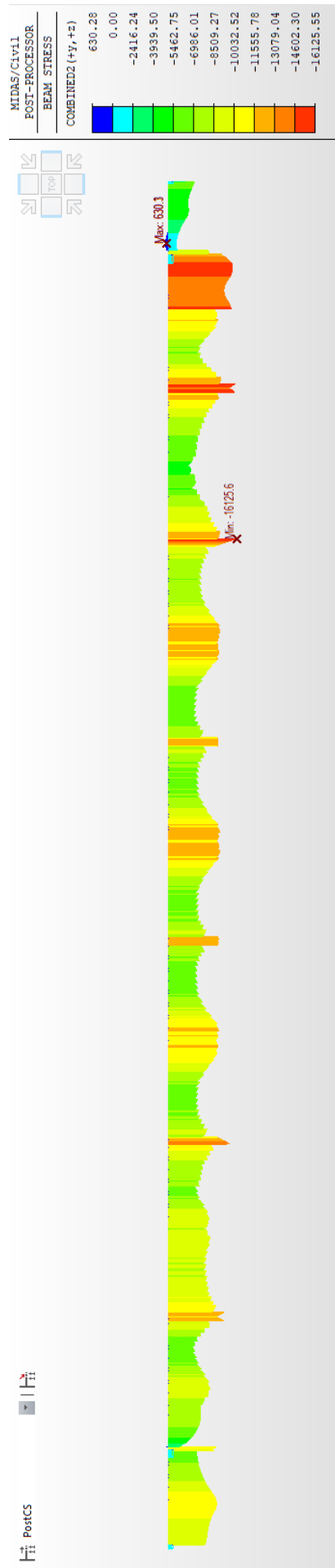
Obrázek 97: Výsledky napětí, charakteristická kombinace (KZ), dolní vláčna [kPa]



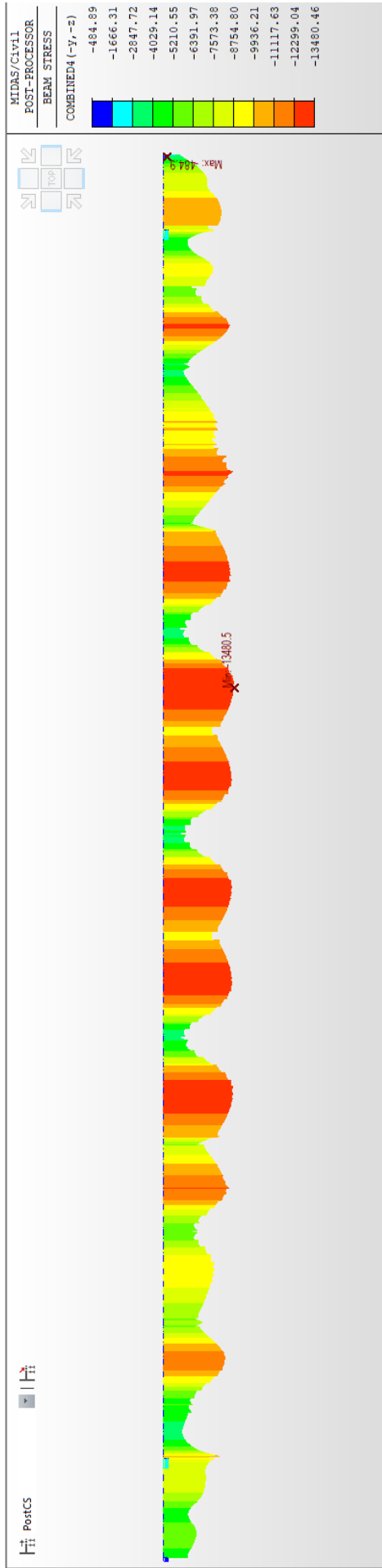
Obrázek 98: Výsledky napětí, charakteristická kombinace (KZ), horní vláčna [kPa]



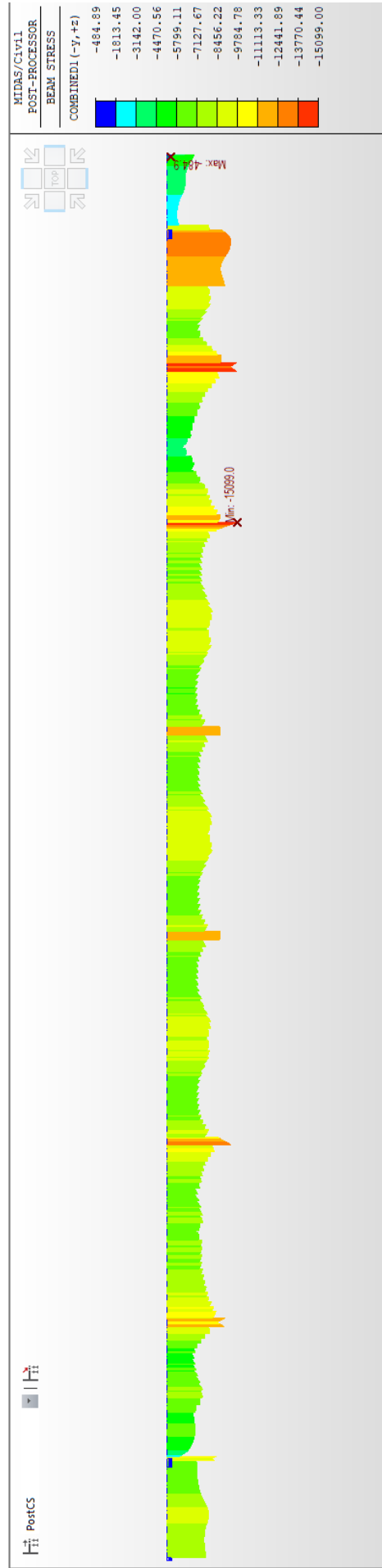
Obrázek 99: Výsledky napětí, častá kombinace (KZ), dolní vlákna [kPa]



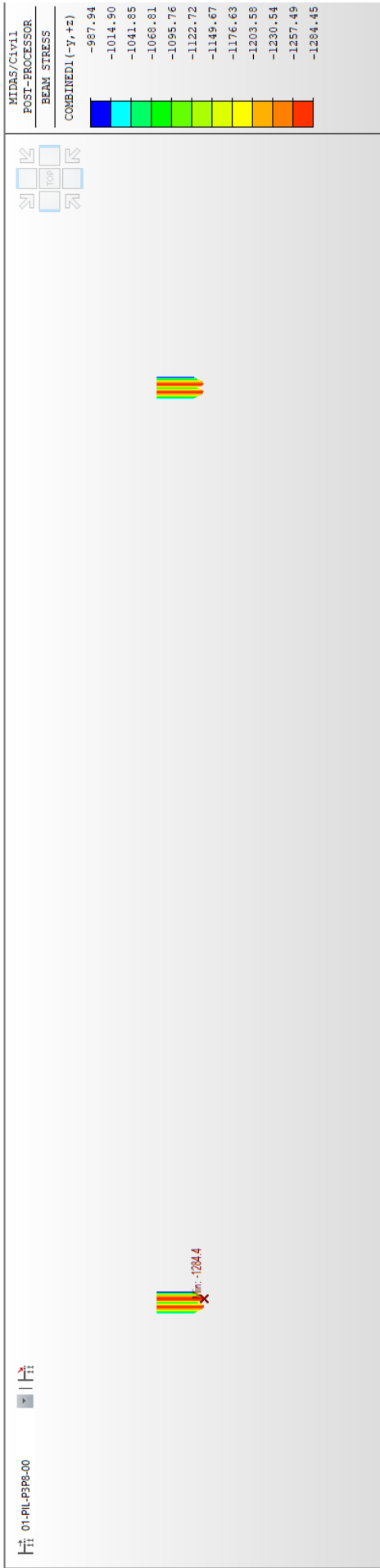
Obrázek 100: Výsledky napětí, častá kombinace (KZ), horní vlákna [kPa]



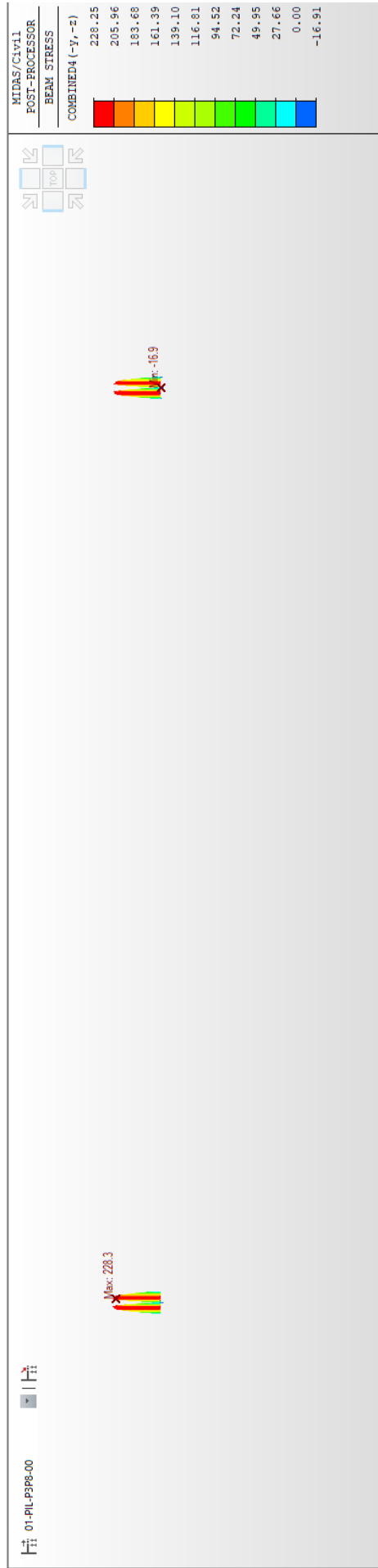
Obrázek 101: Výsledky napětí, kvazistálá kombinace (KZ), dolní vlákna [kPa]



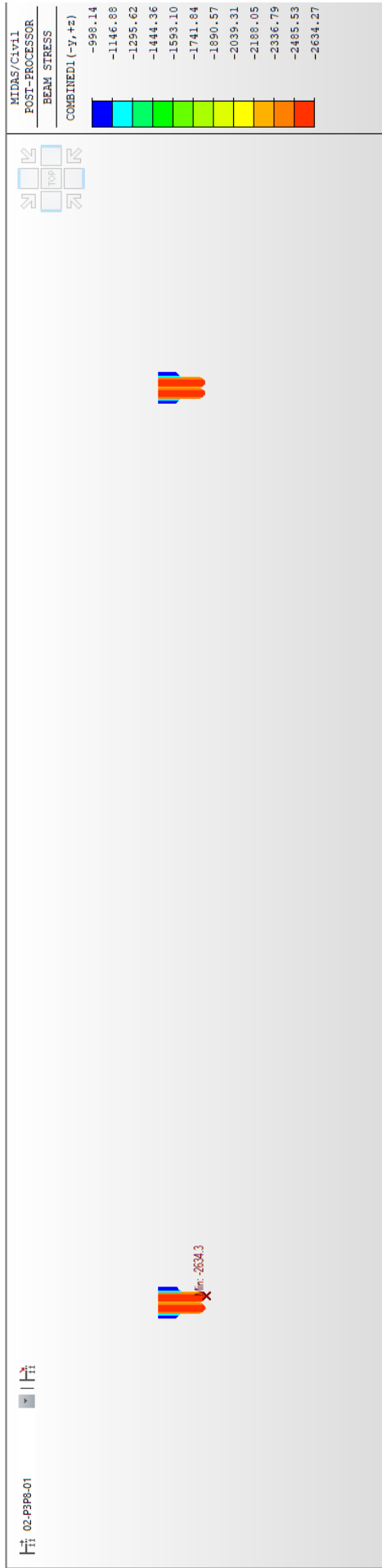
Obrázek 102: Výsledky napětí, kvazistálá kombinace (KZ), horní vlákna [kPa]



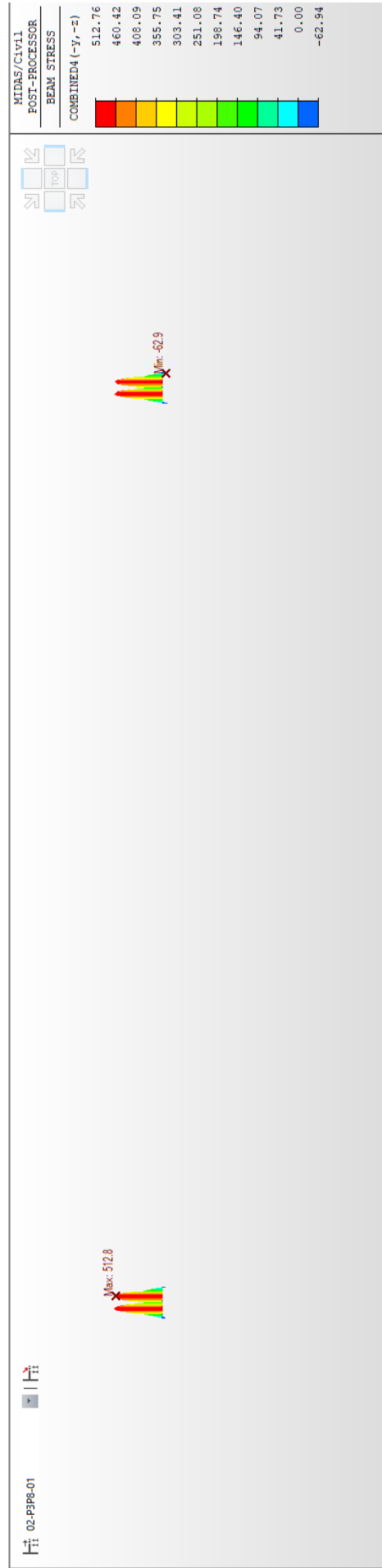
Obrázek 103: Napětí v horních vlákněch ve fázi 1 [kPa]



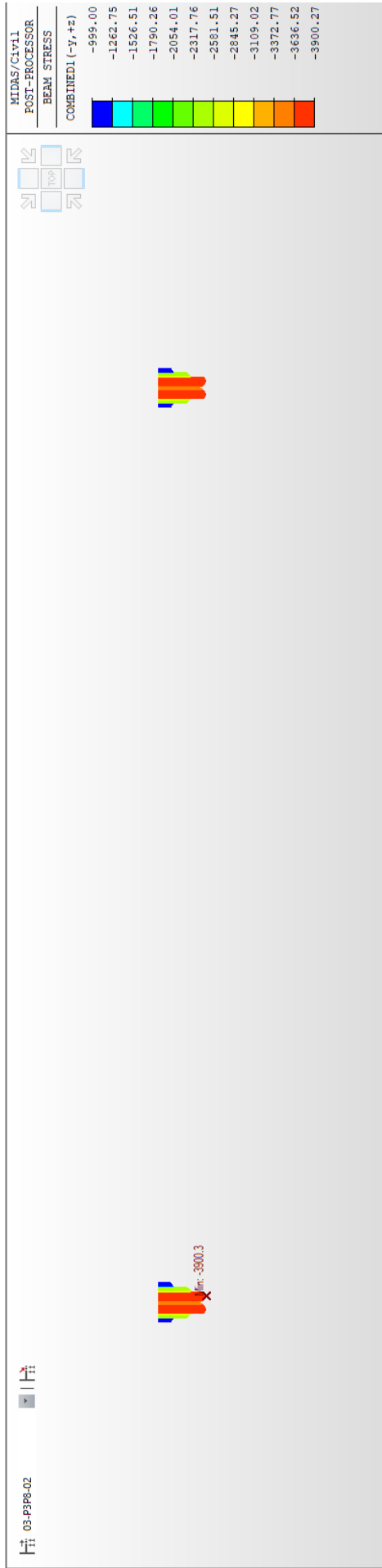
Obrázek 104: Napětí v dolních vlákněch ve fázi 1 [kPa]



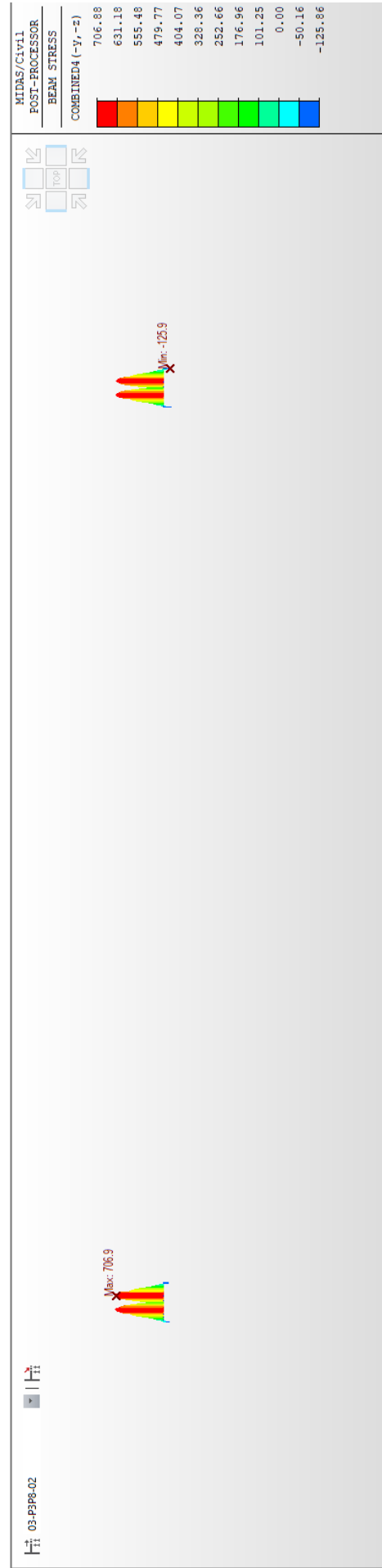
Obrázek 105: Napětí v horních vlákněch ve fázi 2 [kPa]



Obrázek 106: Napětí v dolních vlákněch ve fázi 2 [kPa]

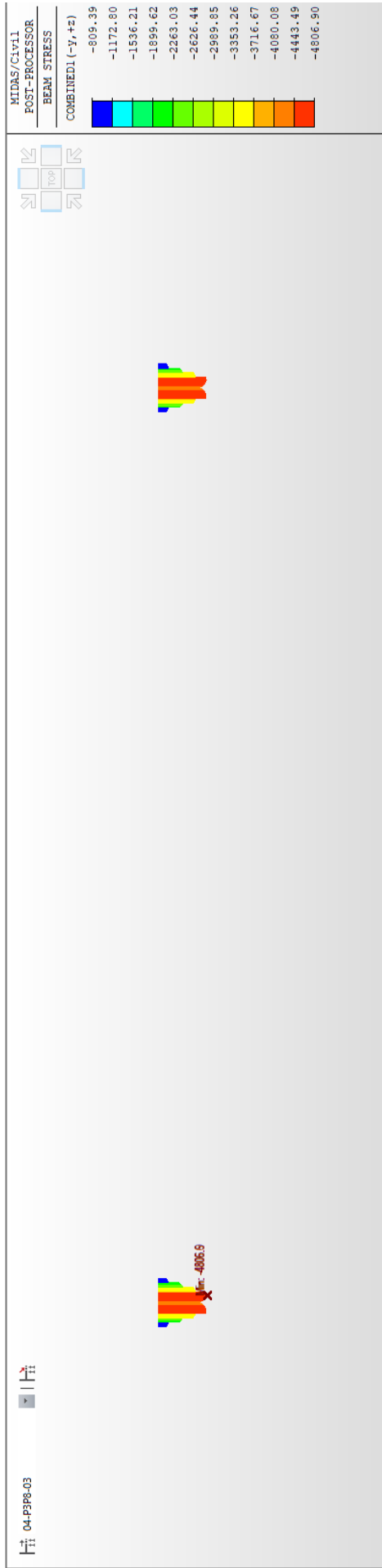


Obrázek 107: Napětí v horních vlákněch ve fázi 3 [kPa]

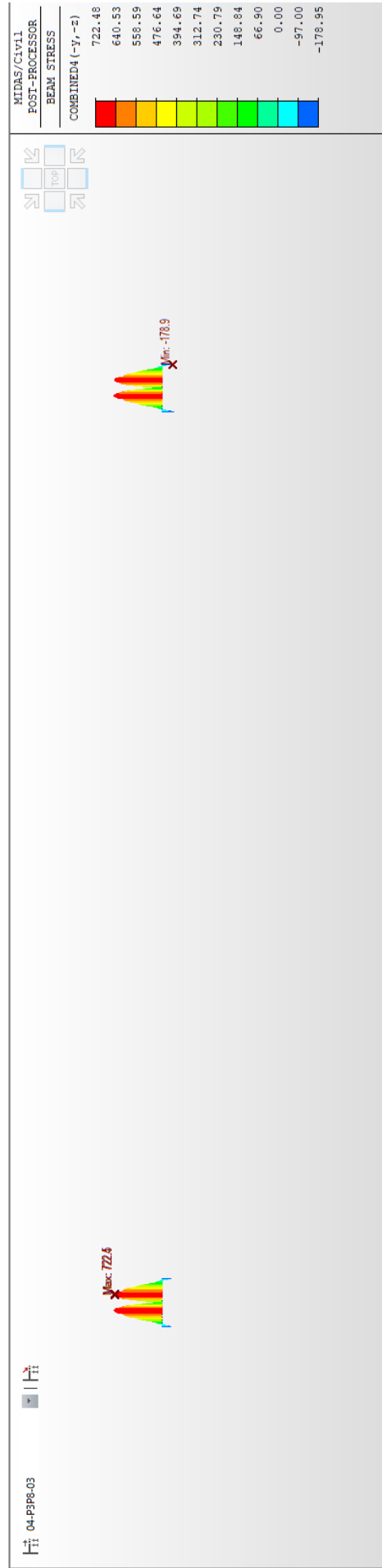


Obrázek 108: Napětí v dolních vlákněch ve fázi 3 [kPa]

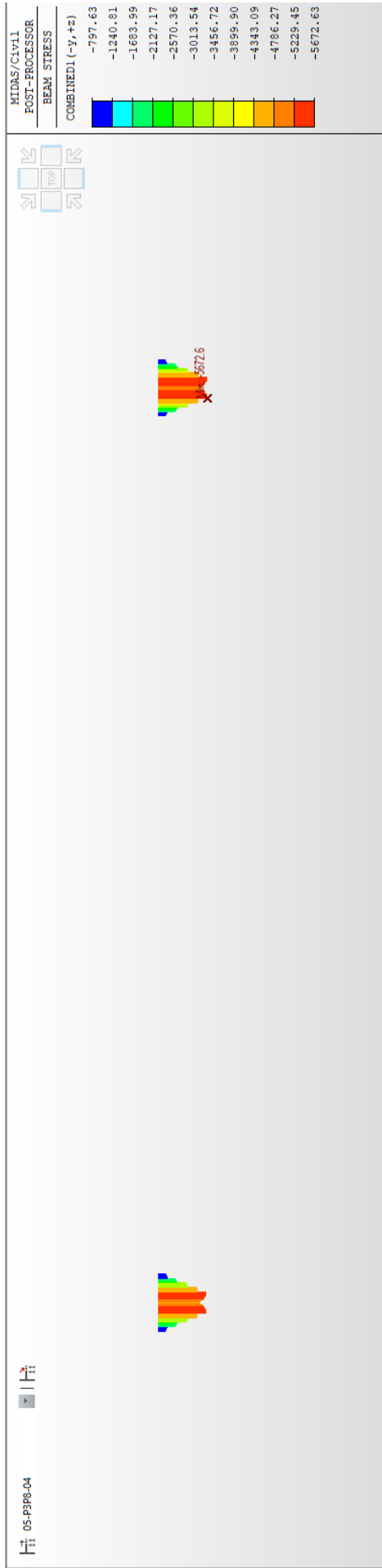




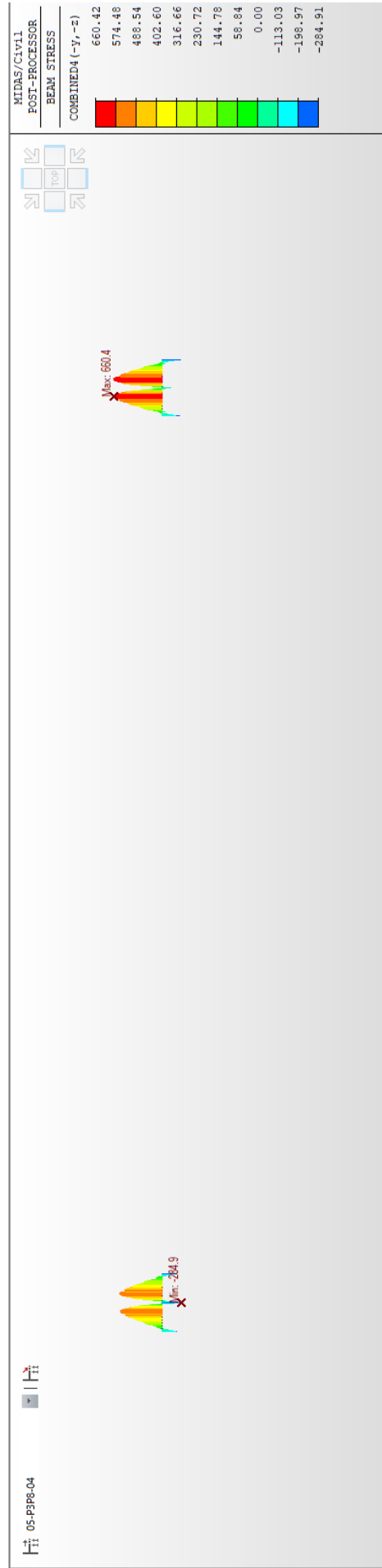
Obrázek 109: Napětí v horních vlákněch ve fázi 4 [kPa]



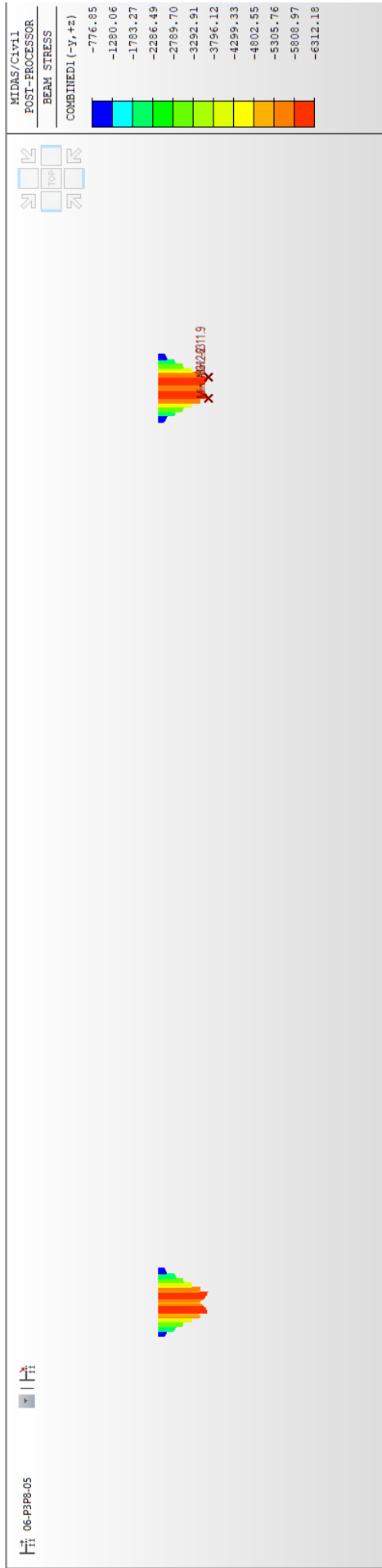
Obrázek 110: Napětí v dolních vlákněch ve fázi 4 [kPa]



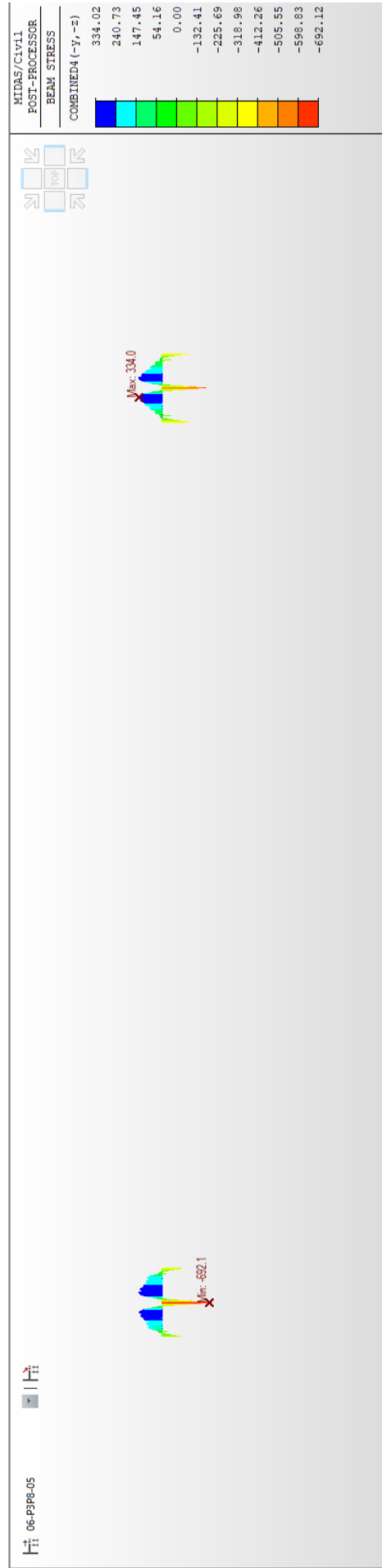
Obrázek 111: Napětí v horních vláknech ve fázi 5 [kPa]



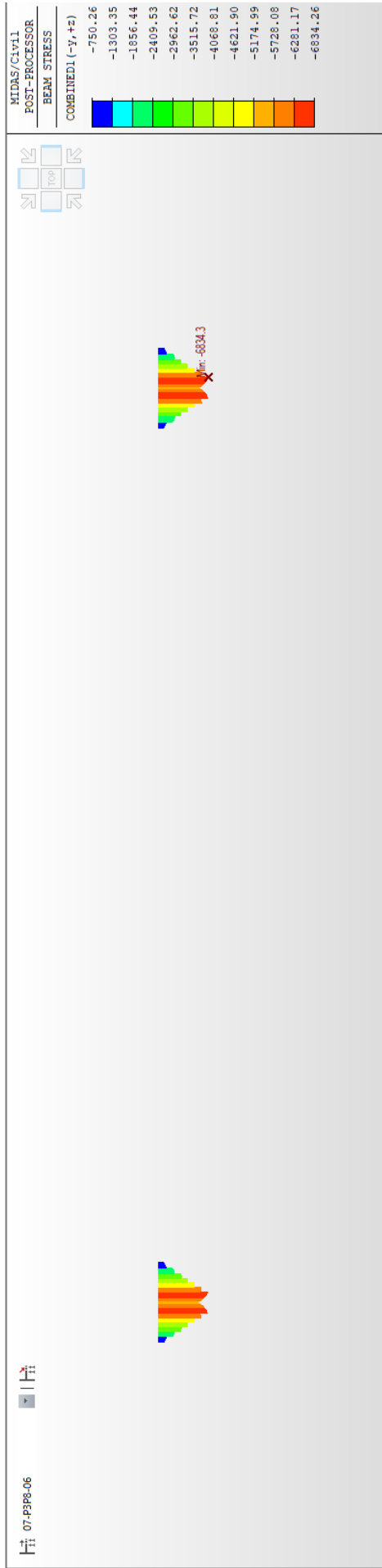
Obrázek 112: Napětí v dolních vláknech ve fázi 5 [kPa]



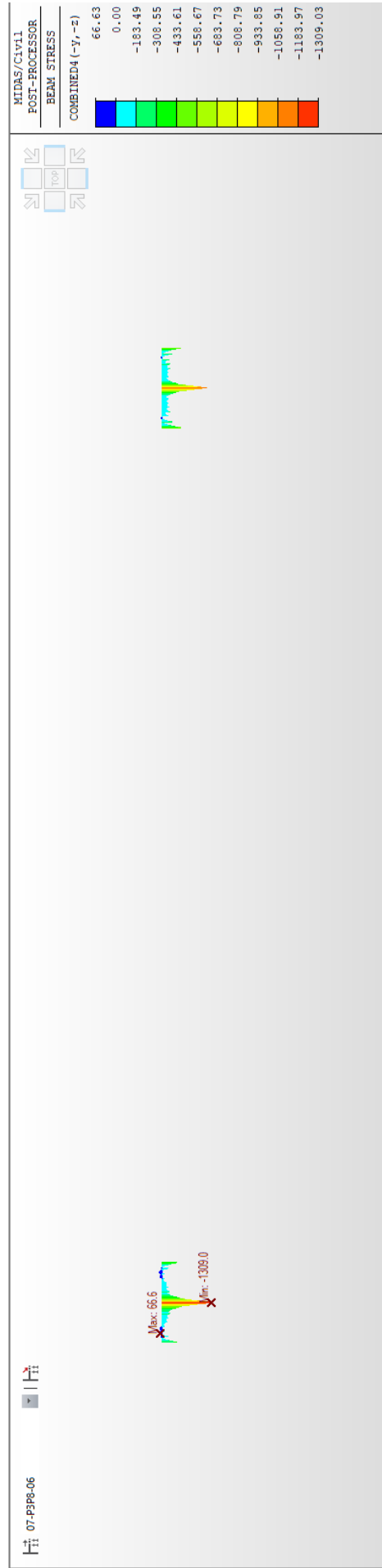
Obrázek 113: Napětí v horních vlákněch ve fázi 6 [kPa]



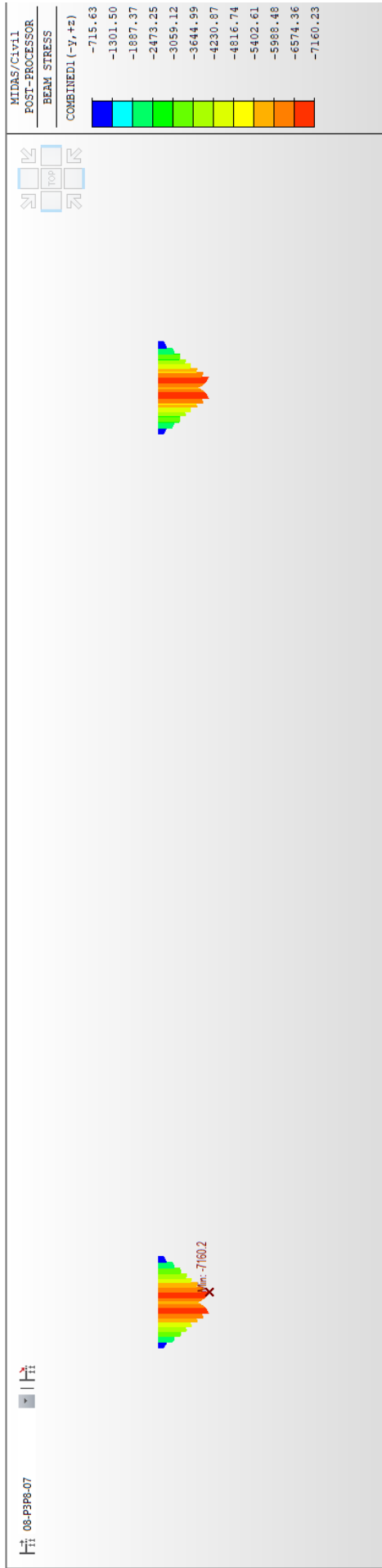
Obrázek 114: Napětí v dolních vlákněch ve fázi 6 [kPa]



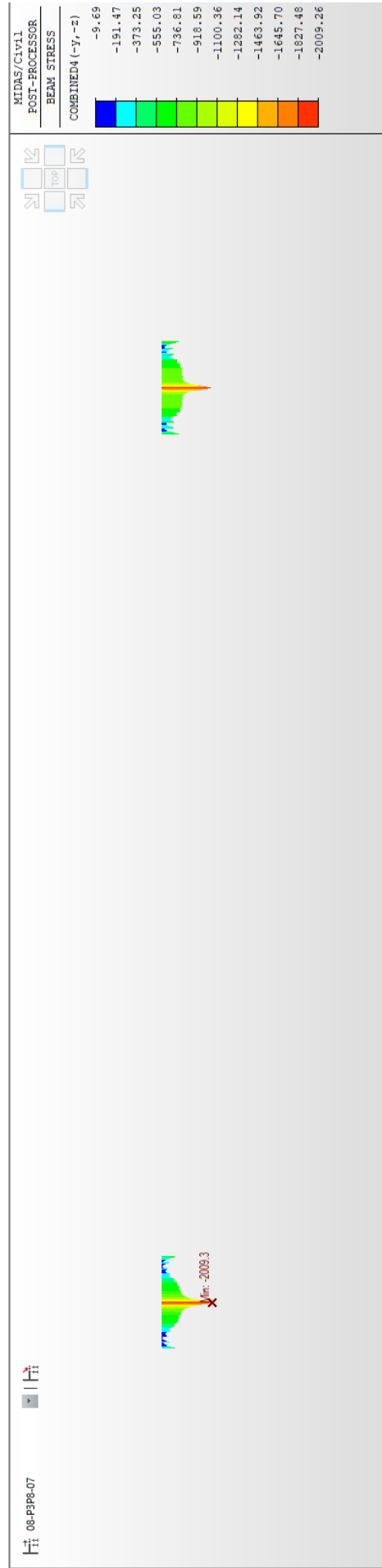
Obrázek 115: Napětí v horních vláknech ve fázi 7 [kPa]



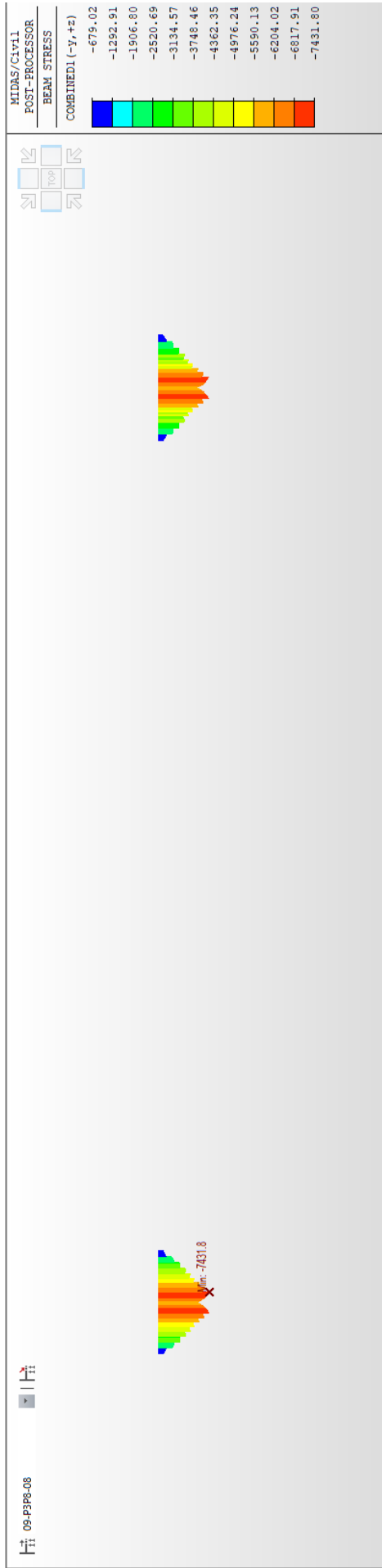
Obrázek 116: Napětí v dolních vláknech ve fázi 7 [kPa]



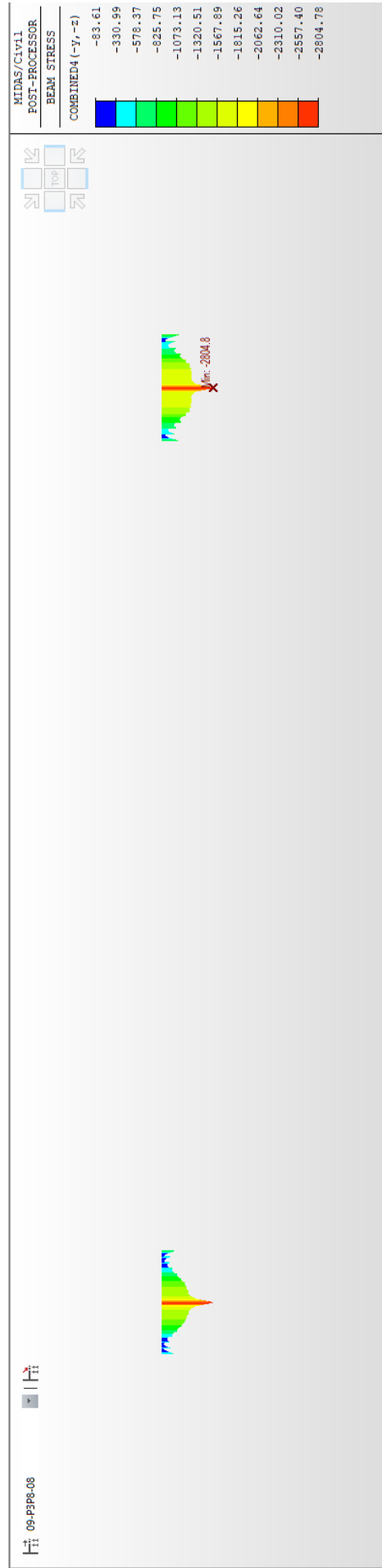
Obrázek 117: Napětí v horních vlákněch ve fázi 8 [kPa]



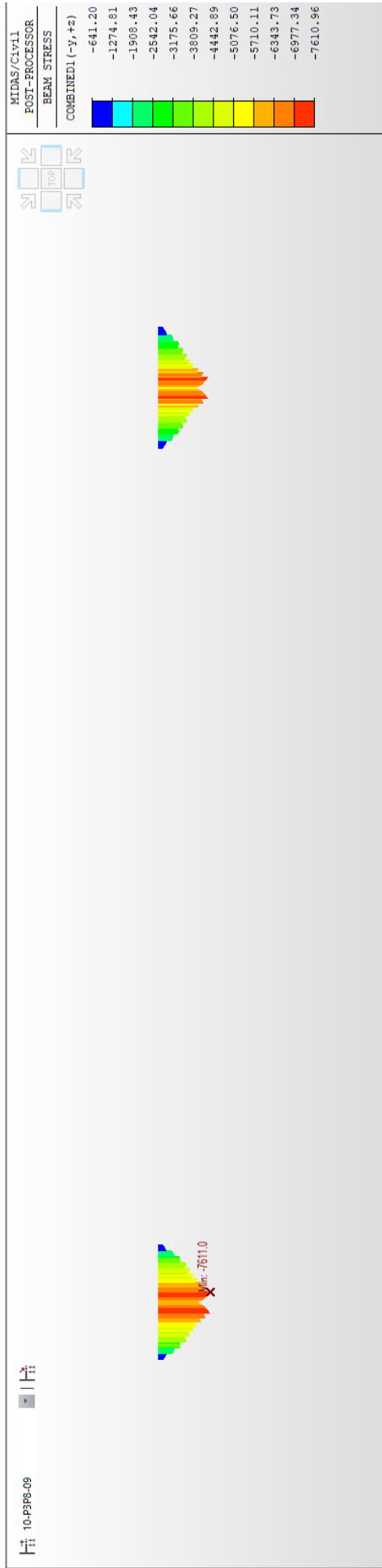
Obrázek 118: Napětí v dolních vlákněch ve fázi 8 [kPa]



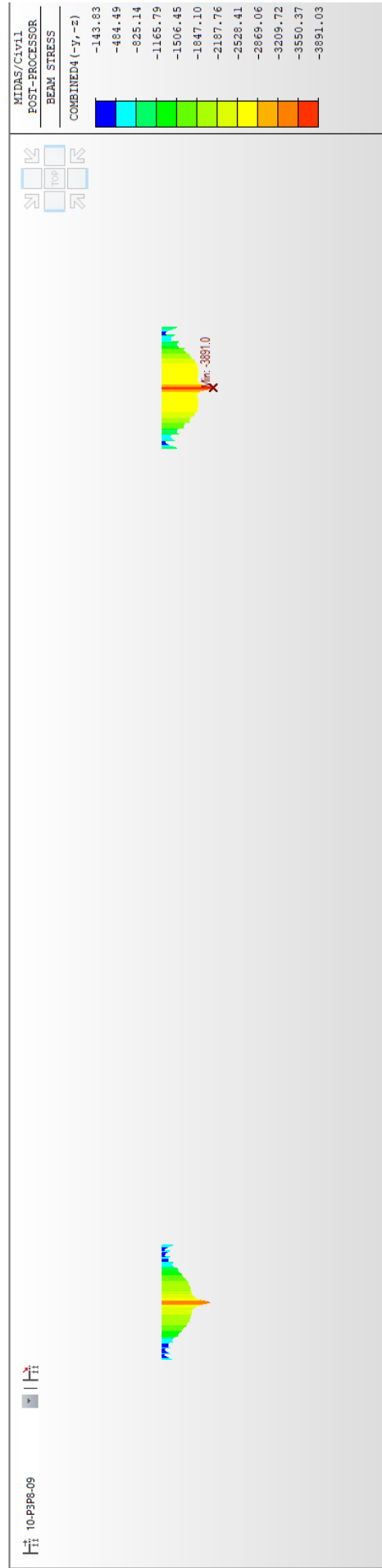
Obrázek 119: Napětí v horních vláknech ve fázi 9 [kPa]



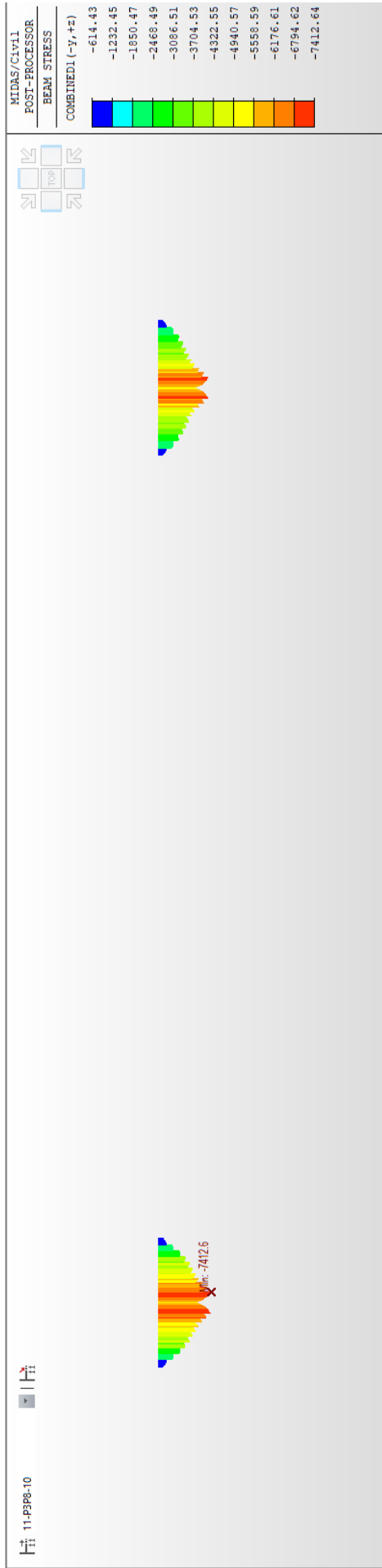
Obrázek 120: Napětí v dolních vláknech ve fázi 9 [kPa]



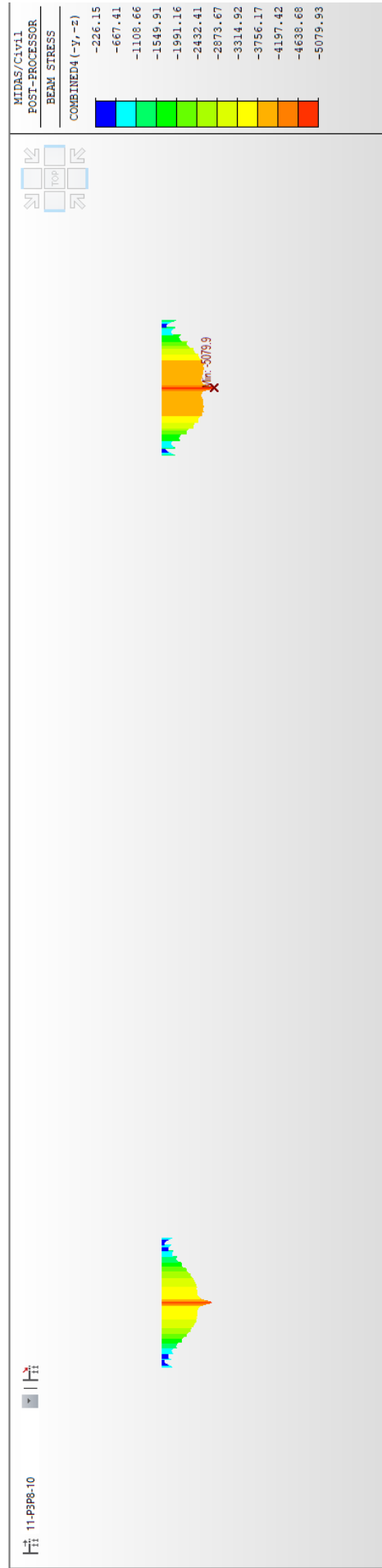
Obrázek 121: Napětí v horních vláknech ve fázi 10 [kPa]



Obrázek 122: Napětí v dolních vláknech ve fázi 10 [kPa]

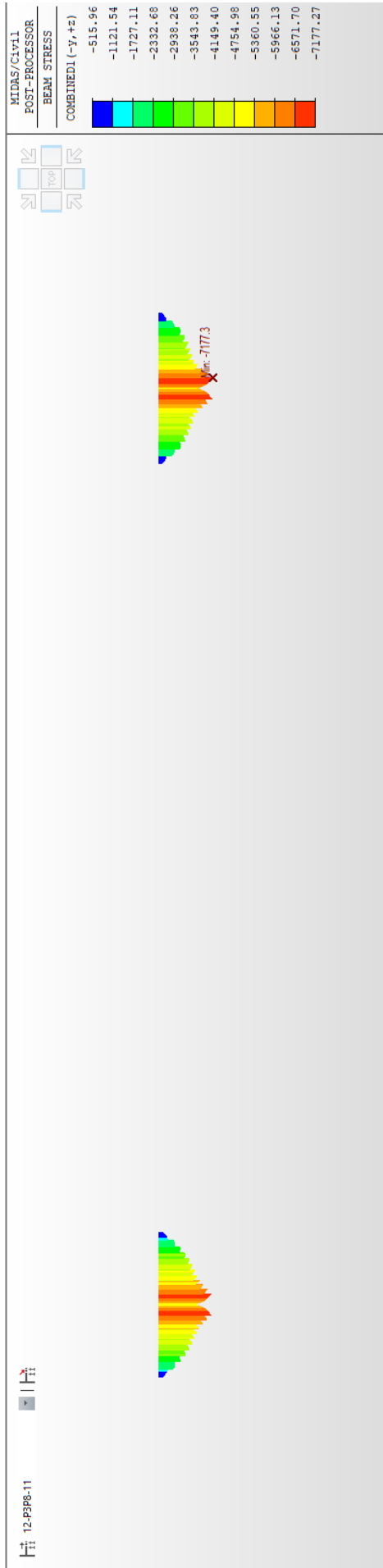


Obrázek 123: Napětí v horních vlákněch ve fázi 11 [kPa]

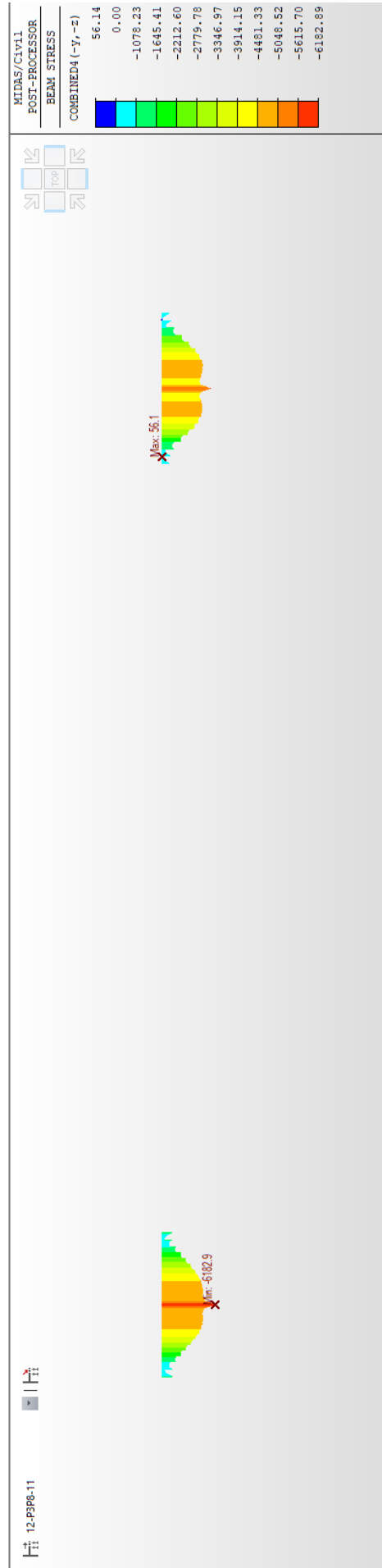


Obrázek 124: Napětí v dolních vlákněch ve fázi 11 [kPa]

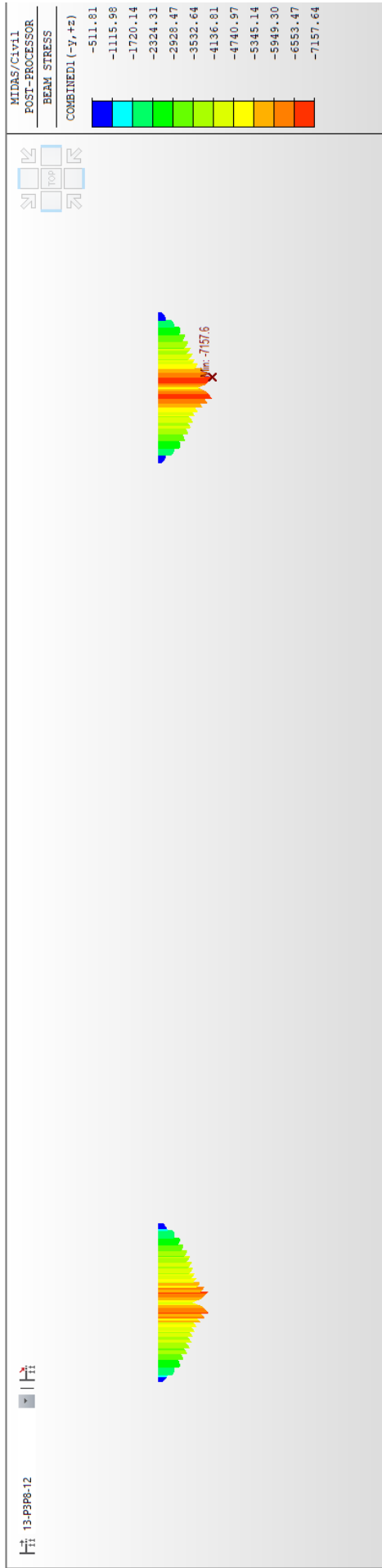




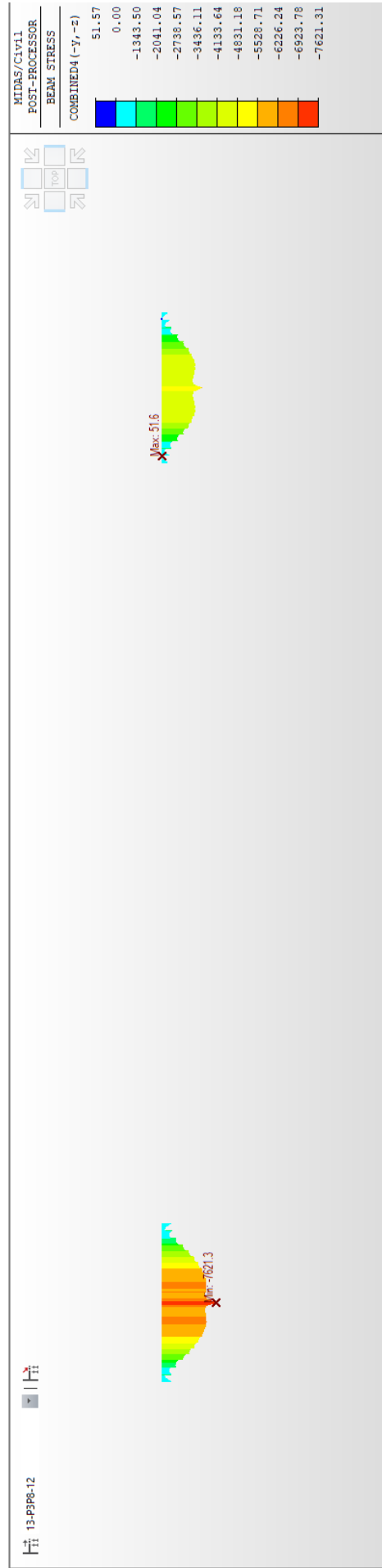
Obrázek 125: Napětí v horních vláknech ve fázi 12 [kPa]



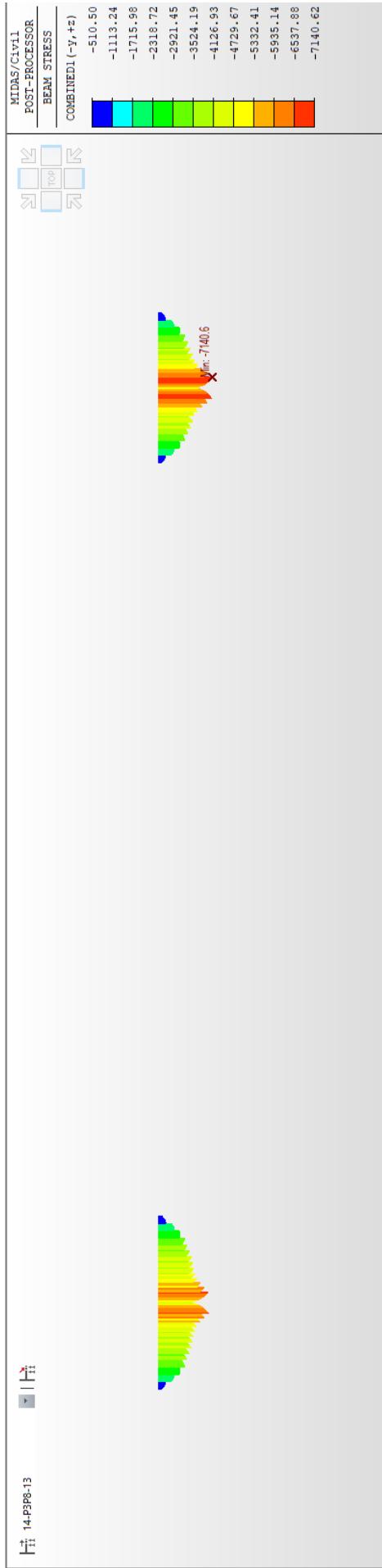
Obrázek 126: Napětí v dolních vláknech ve fázi 12 [kPa]



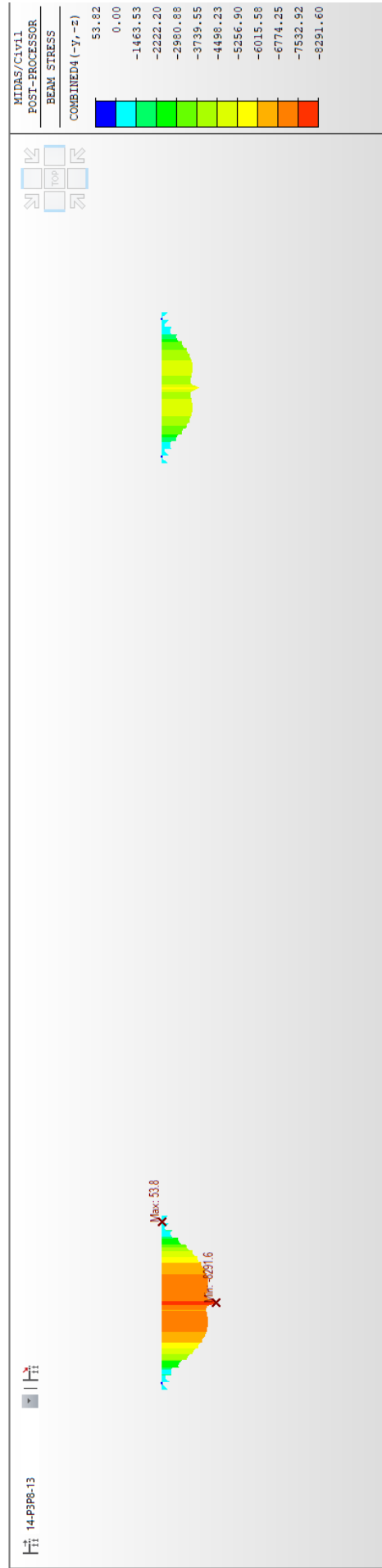
Obrázek 127: Napětí v horních vláknech ve fázi 13 [kPa]



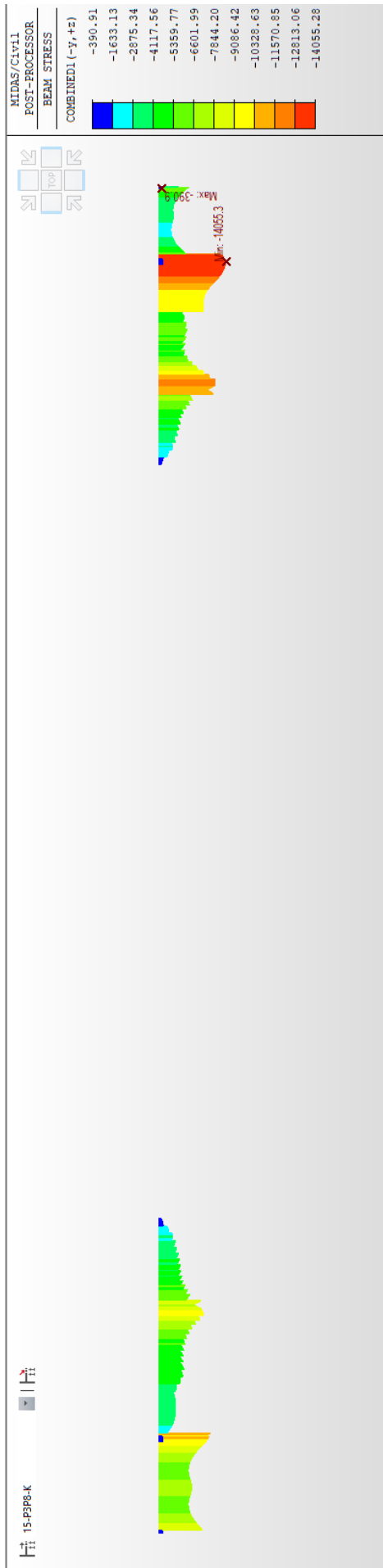
Obrázek 128: Napětí v dolních vláknech ve fázi 13 [kPa]



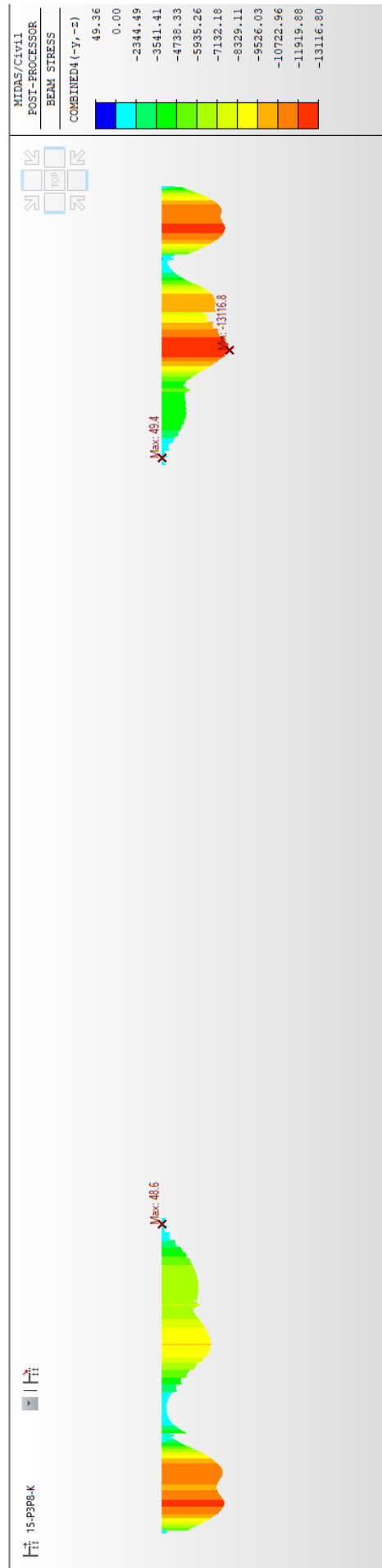
Obrázek 129: Napětí v horních vláknech ve fázi 14 [kPa]



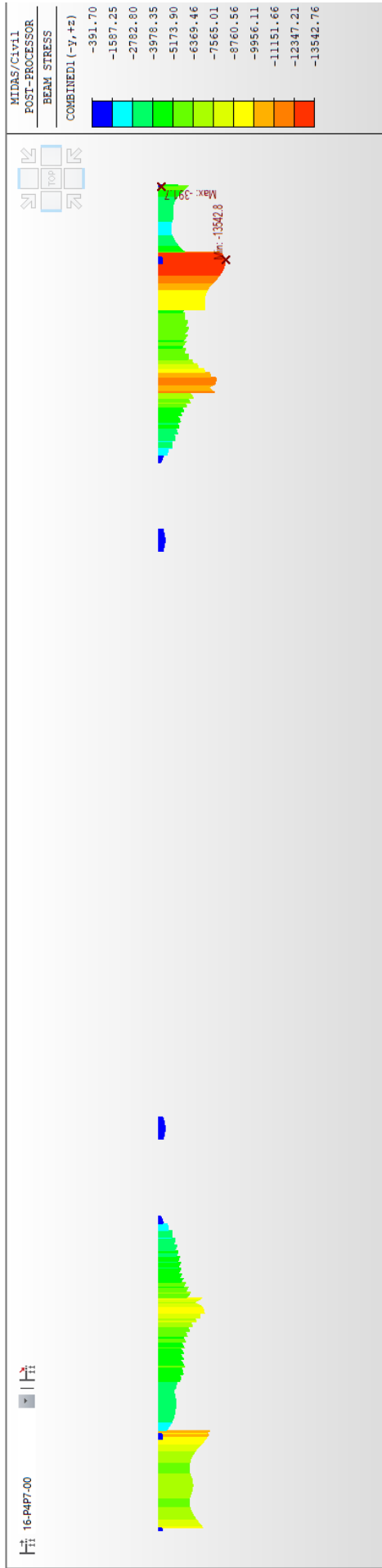
Obrázek 130: Napětí v dolních vláknech ve fázi 14 [kPa]



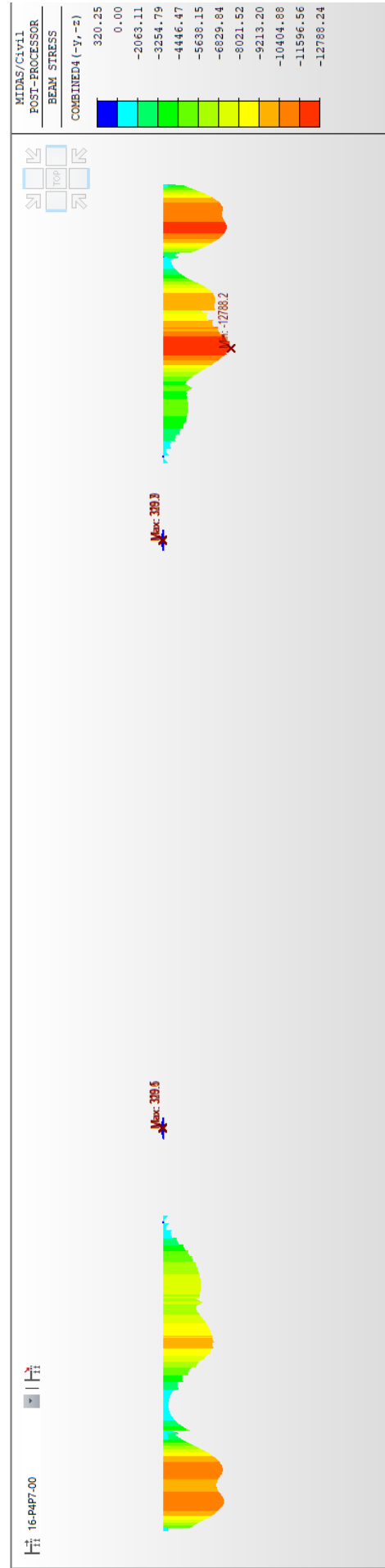
Obrázek 131: Napětí v horních vlákněch ve fázi 15 [kPa]



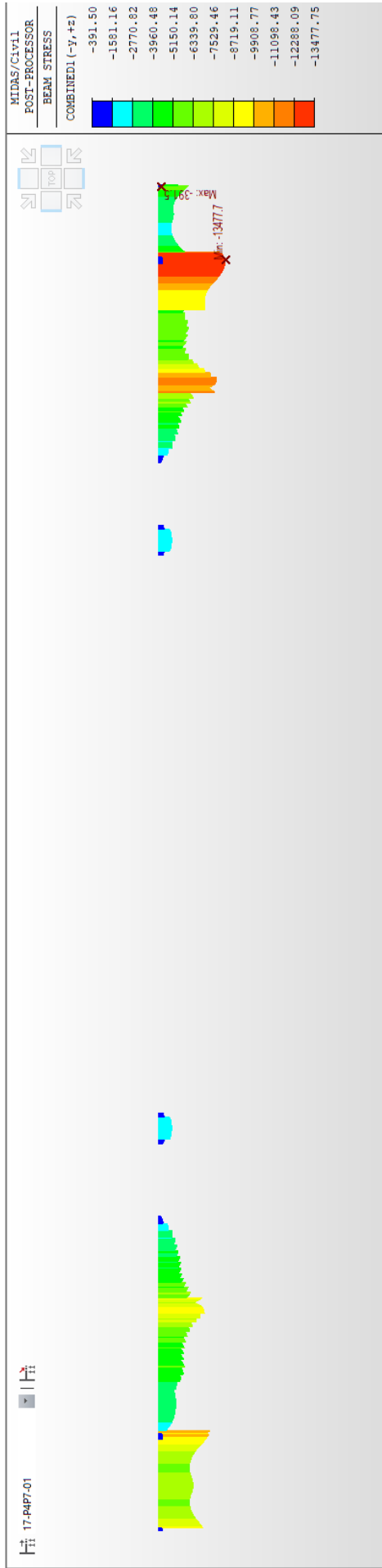
Obrázek 132: Napětí v dolních vlákněch ve fázi 15 [kPa]



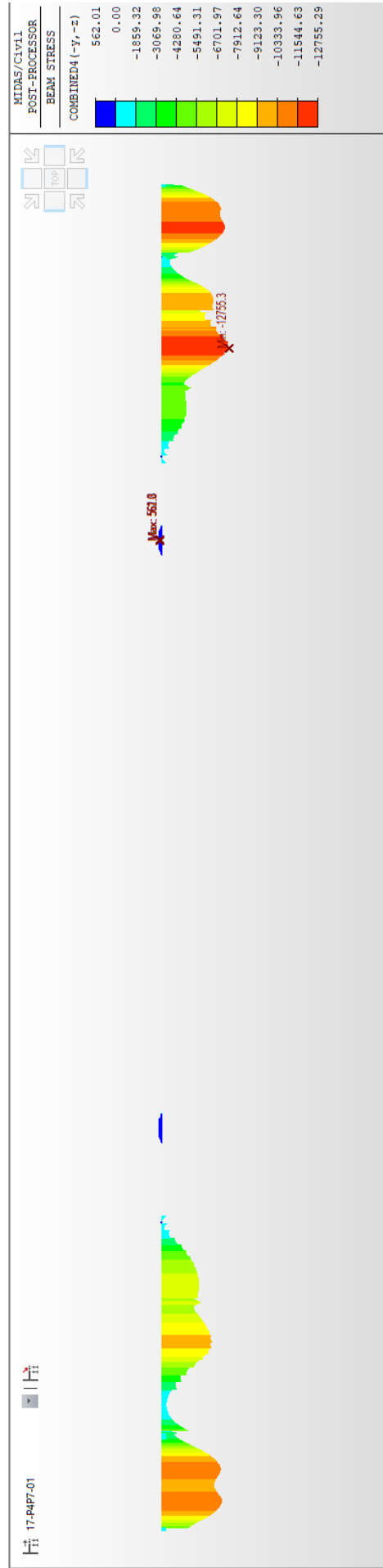
Obrázek 133: Napětí v horních vláknech ve fázi 16 [kPa]



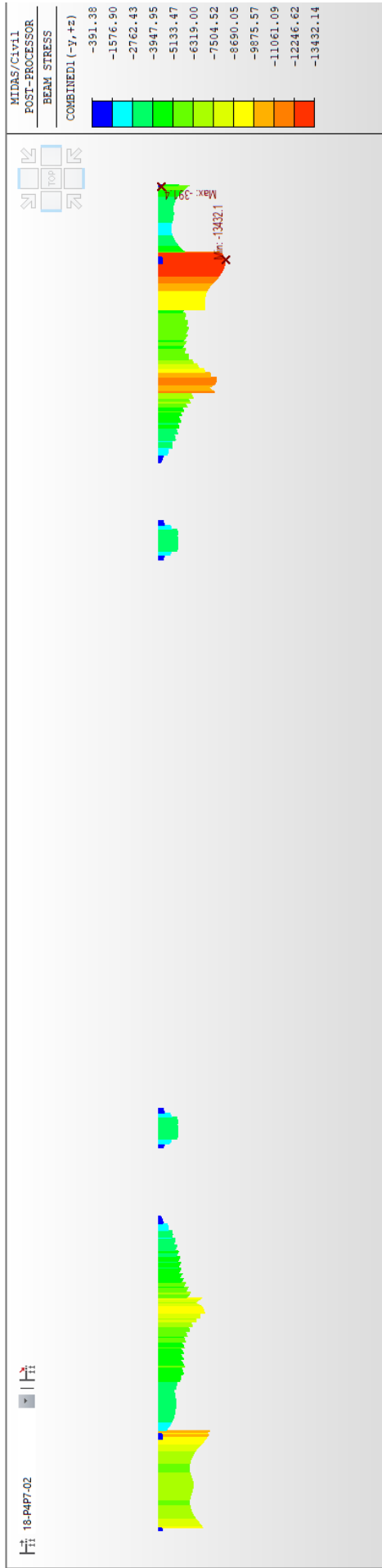
Obrázek 134: Napětí v dolních vláknech ve fázi 16 [kPa]



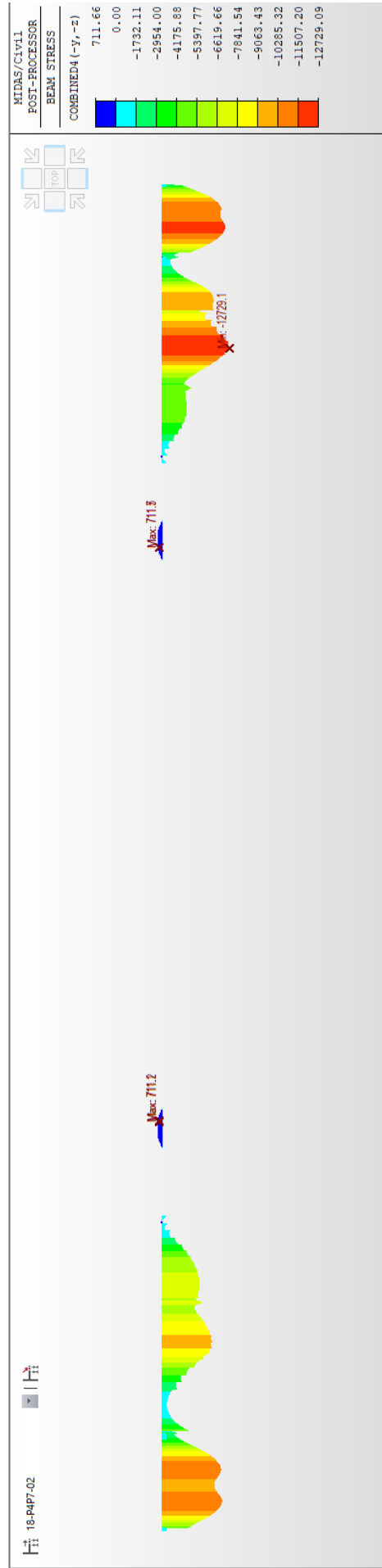
Obrázek 135: Napětí v horních vláknech ve fázi 17 [kPa]



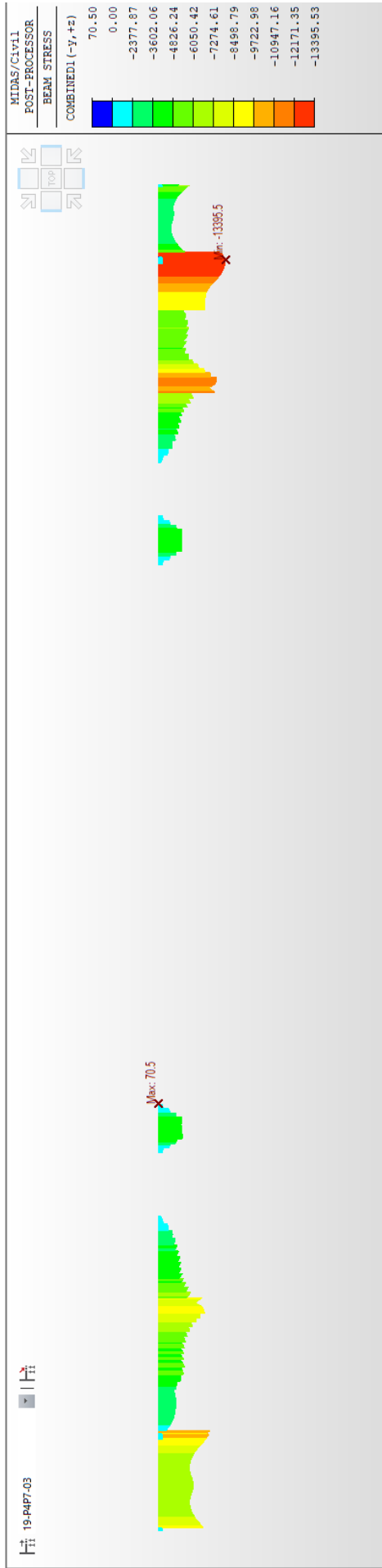
Obrázek 136: Napětí v dolních vláknech ve fázi 17 [kPa]



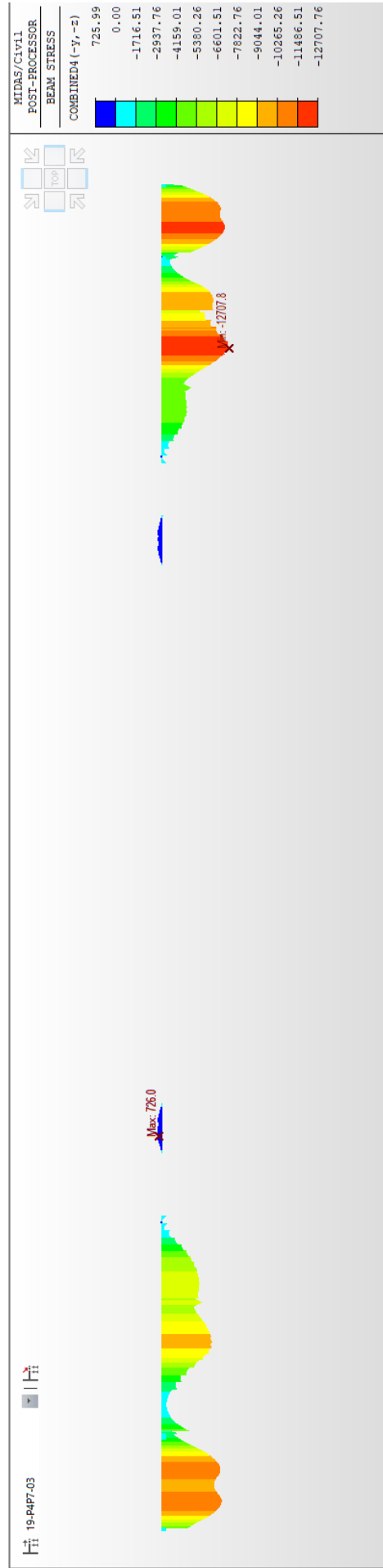
Obrázek 137: Napětí v horních vláknech ve fázi 18 [kPa]



Obrázek 138: Napětí v dolních vláknech ve fázi 18 [kPa]

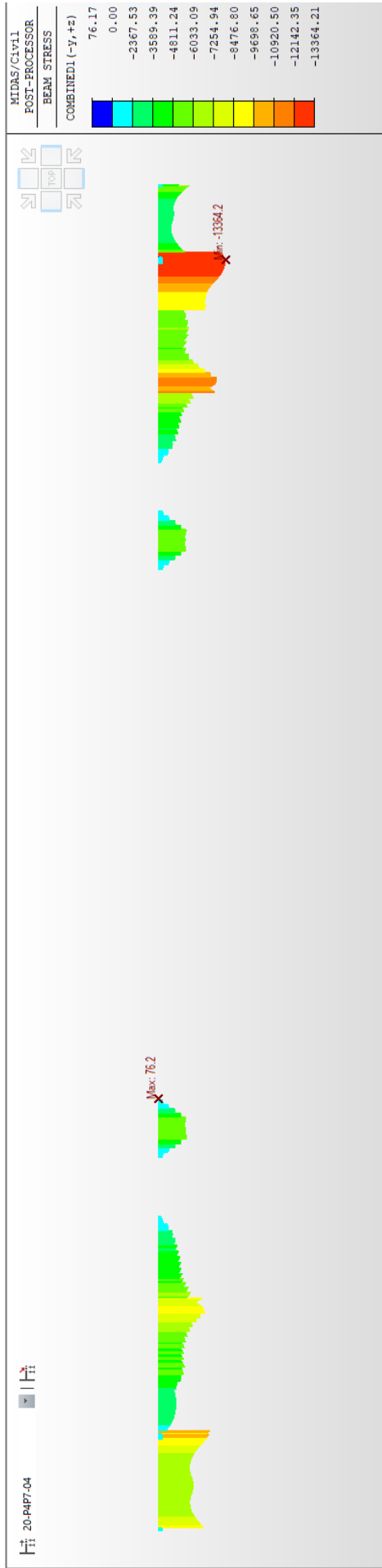


Obrázek 139: Napětí v horních vláknech ve fázi 19 [kPa]

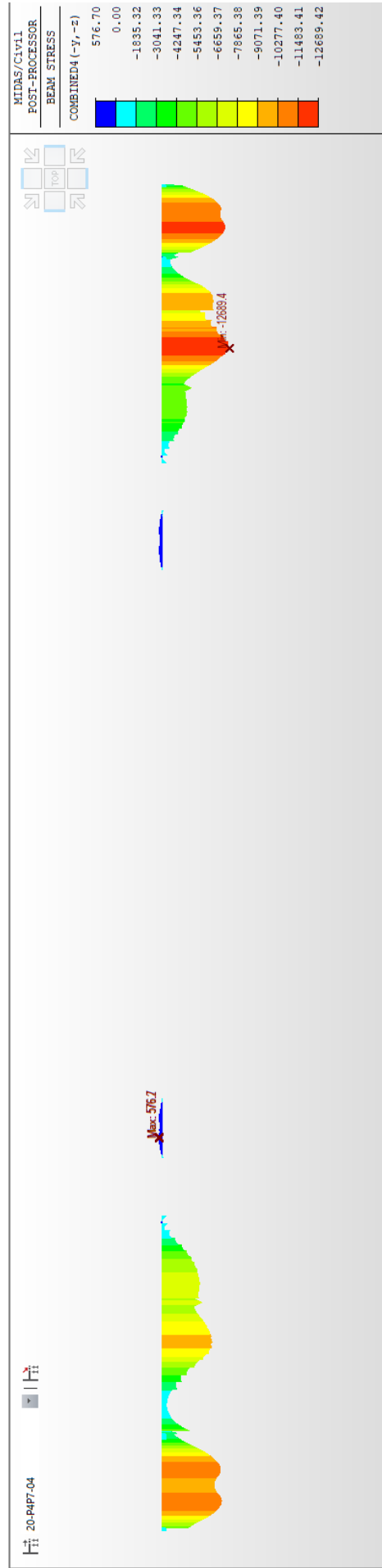


Obrázek 140: Napětí v dolních vláknech ve fázi 19 [kPa]

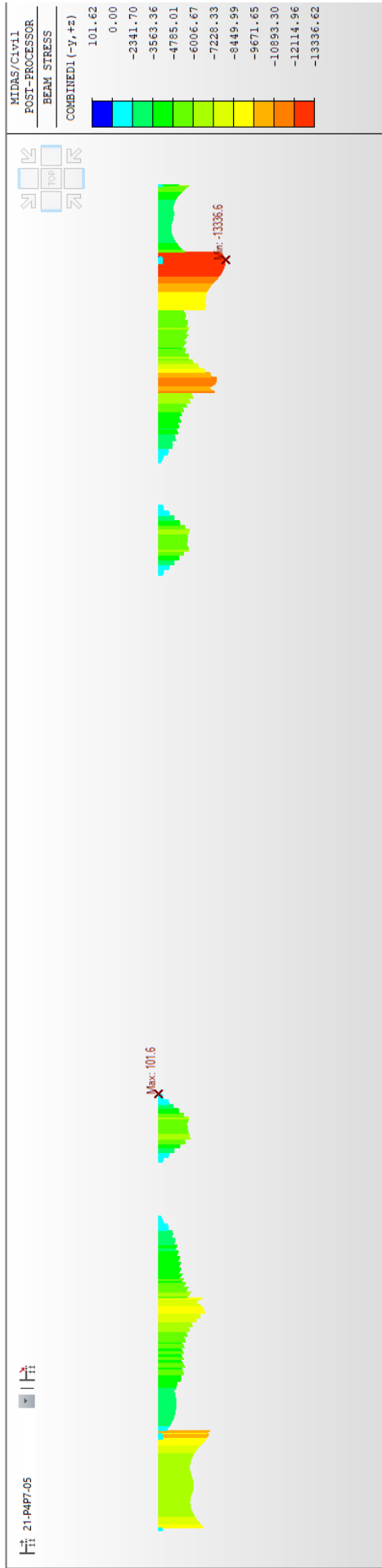




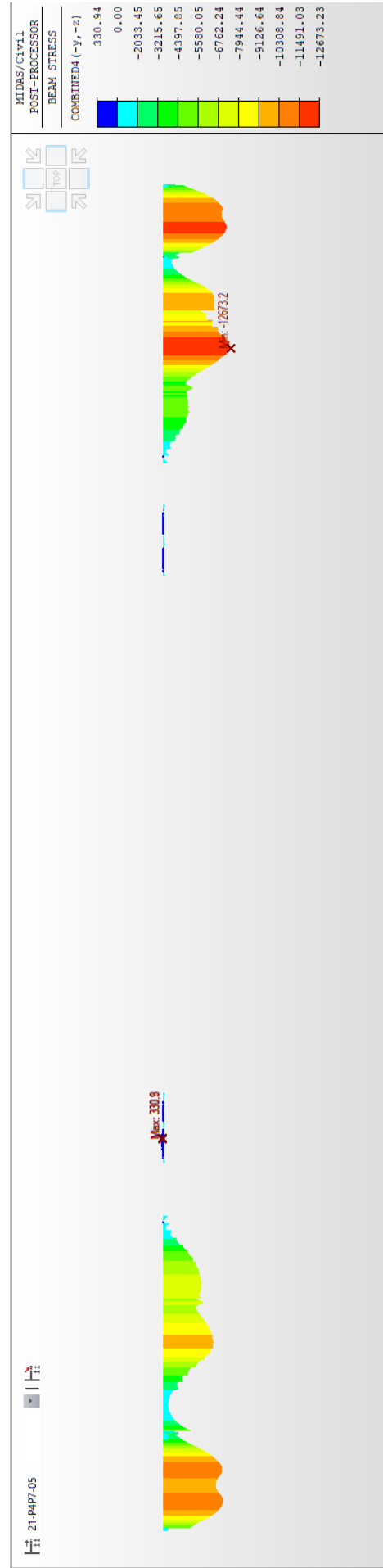
Obrázek 141: Napětí v horních vláknech ve fázi 20 [kPa]



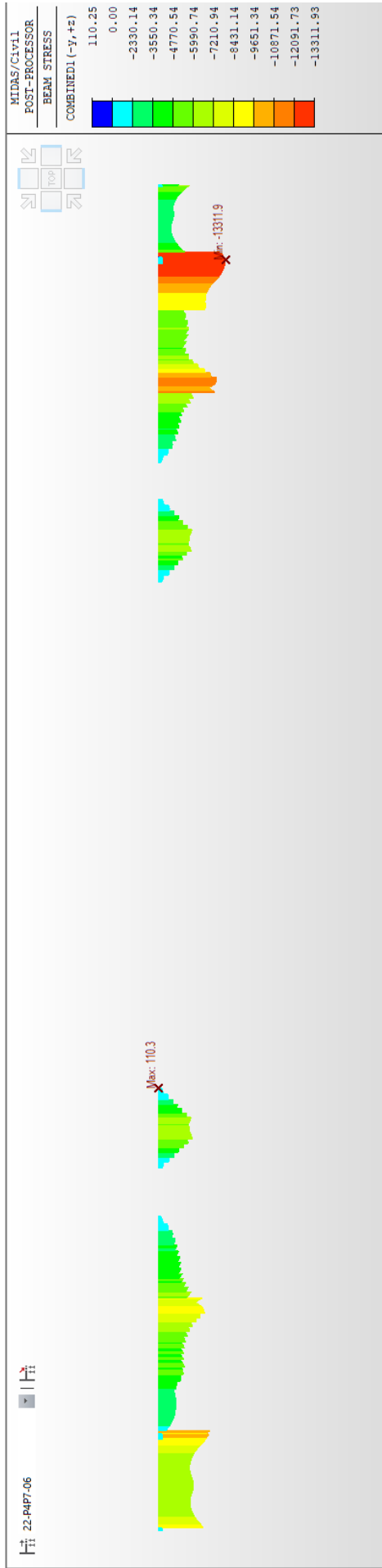
Obrázek 142: Napětí v dolních vláknech ve fázi 20 [kPa]



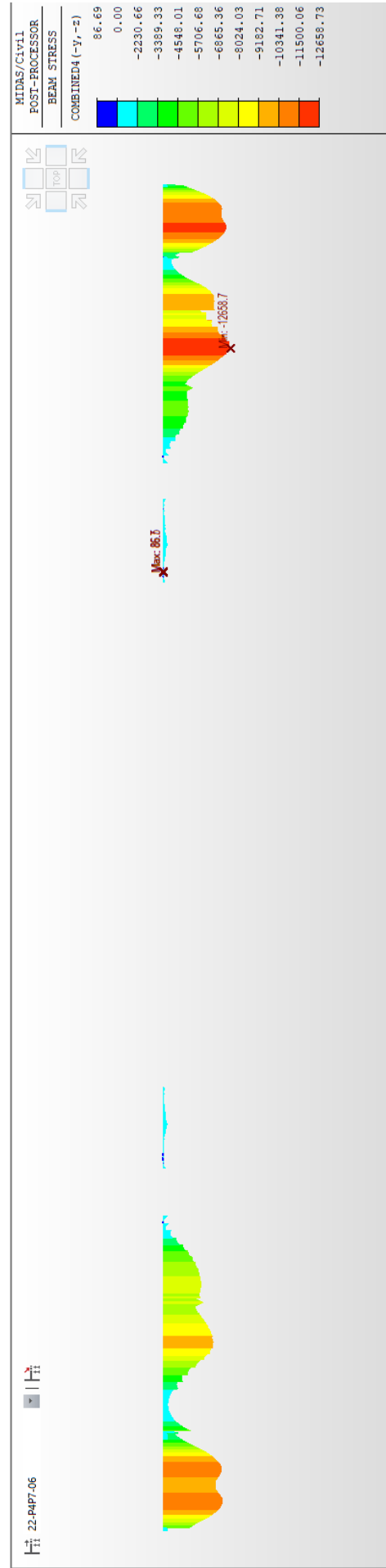
Obrázek 143: Napětí v horních vláknech ve fázi 21 [kPa]



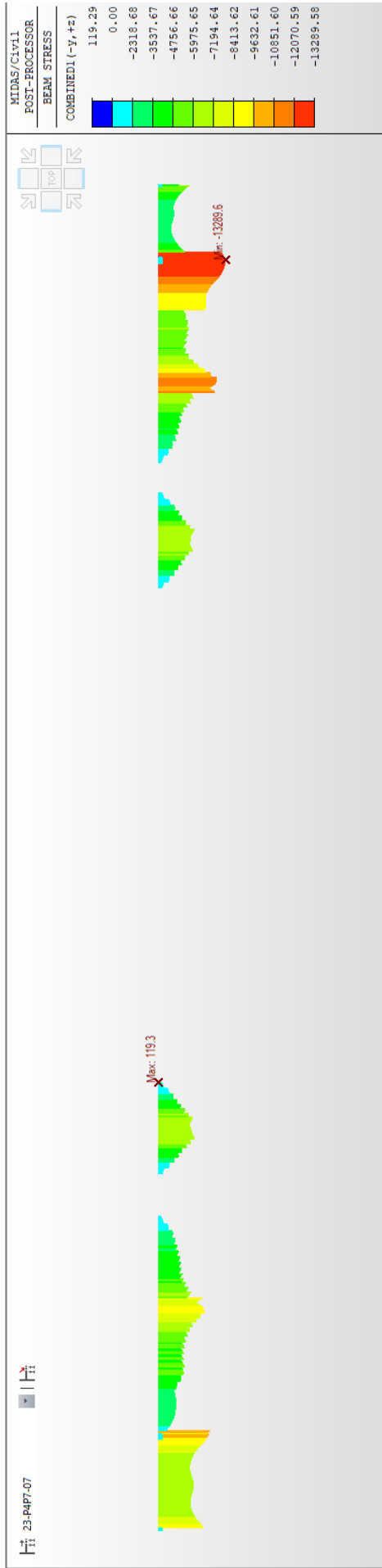
Obrázek 144: Napětí v dolních vláknech ve fázi 21 [kPa]



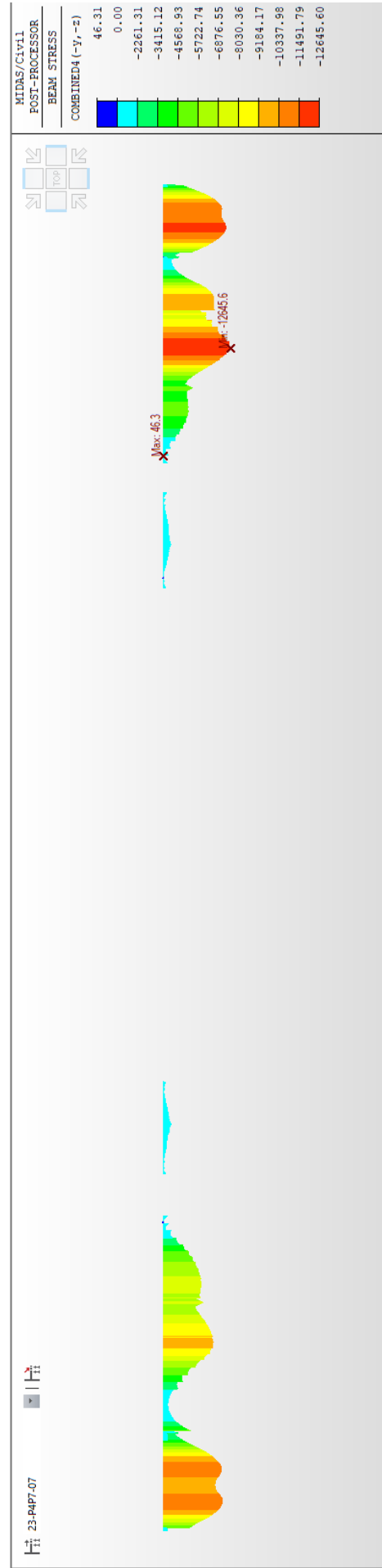
Obrázek 145: Napětí v horních vláknech ve fázi 22 [kPa]



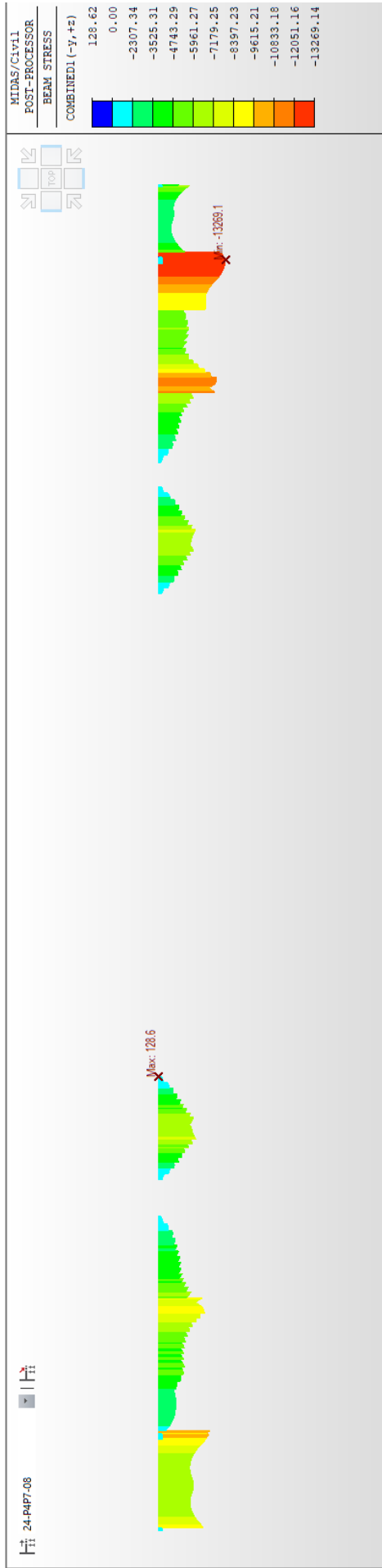
Obrázek 146: Napětí v dolních vláknech ve fázi 22 [kPa]



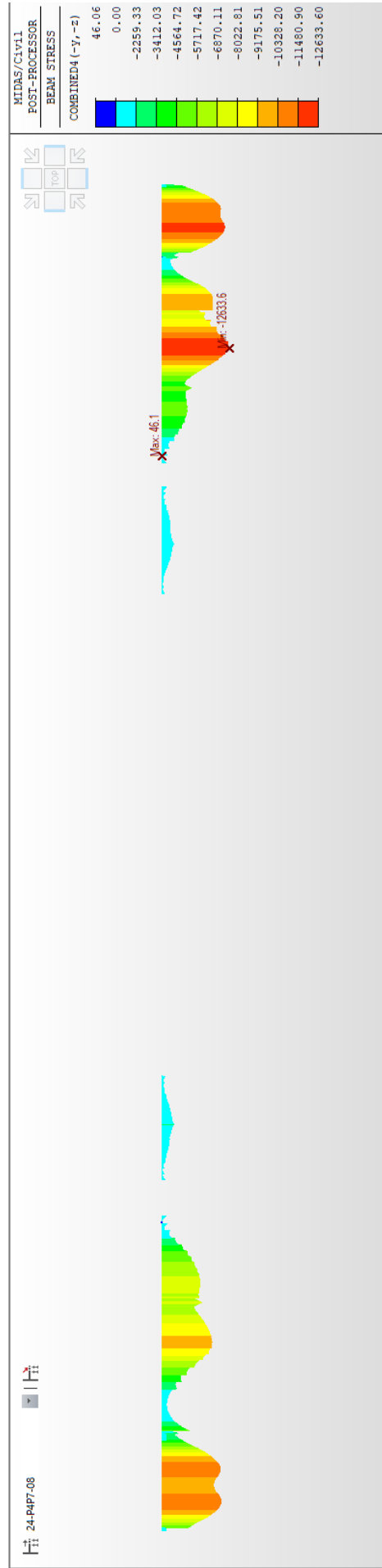
Obrázek 147: Napětí v horních vláknech ve fázi 23 [kPa]



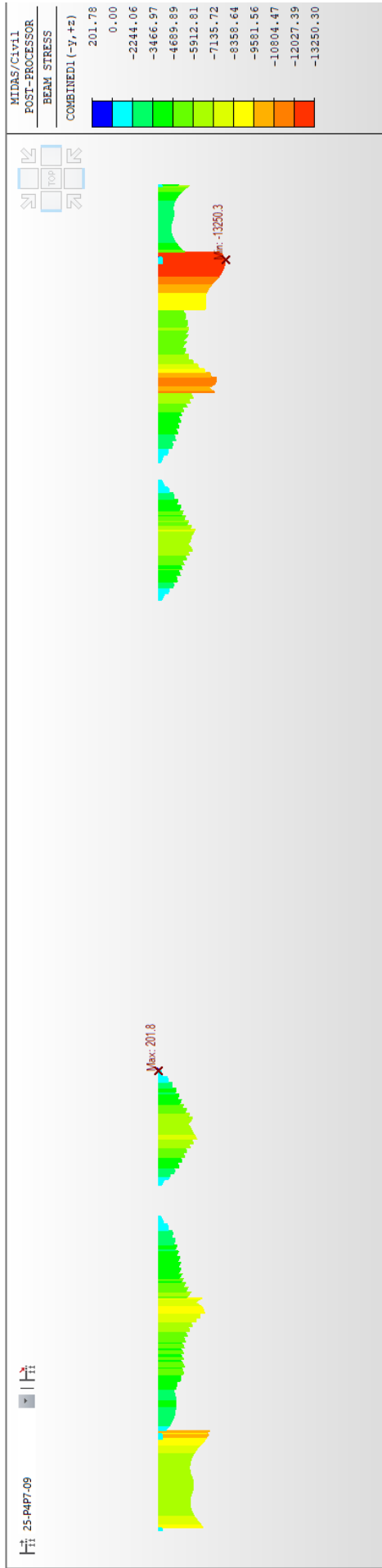
Obrázek 148: Napětí v dolních vláknech ve fázi 23 [kPa]



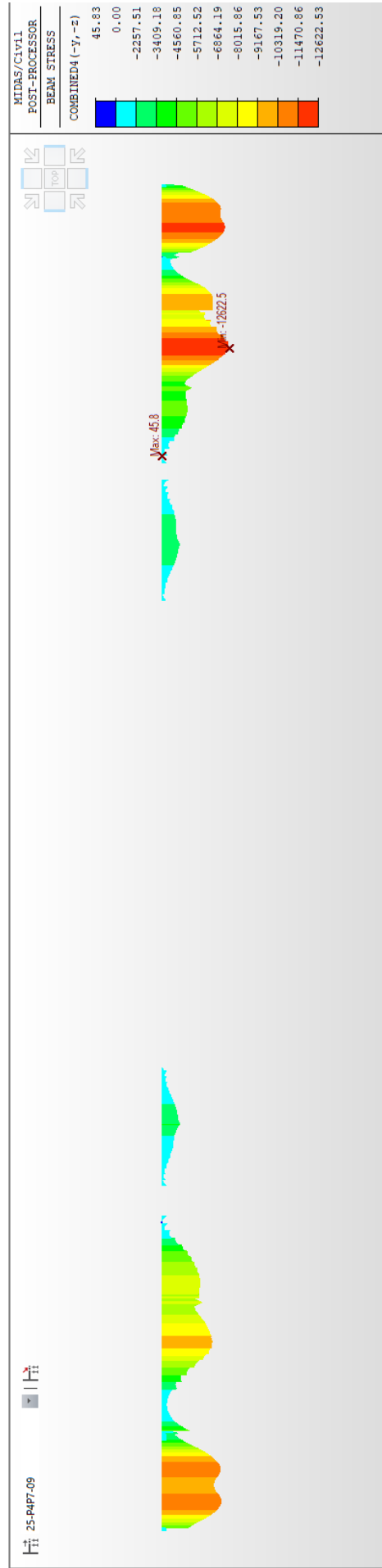
Obrázek 149: Napětí v horních vláknech ve fázi 24 [kPa]



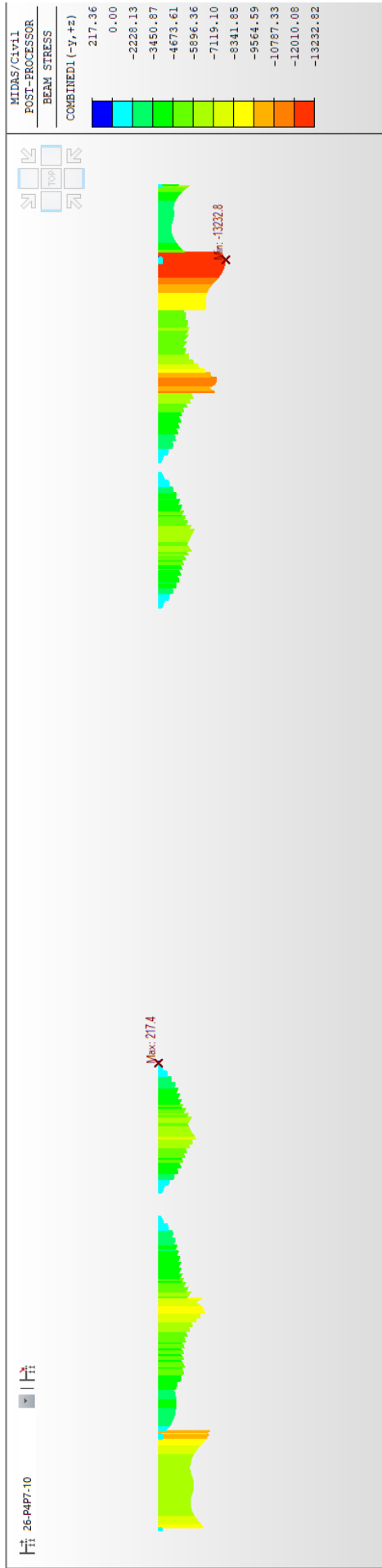
Obrázek 150: Napětí v dolních vláknech ve fázi 24 [kPa]



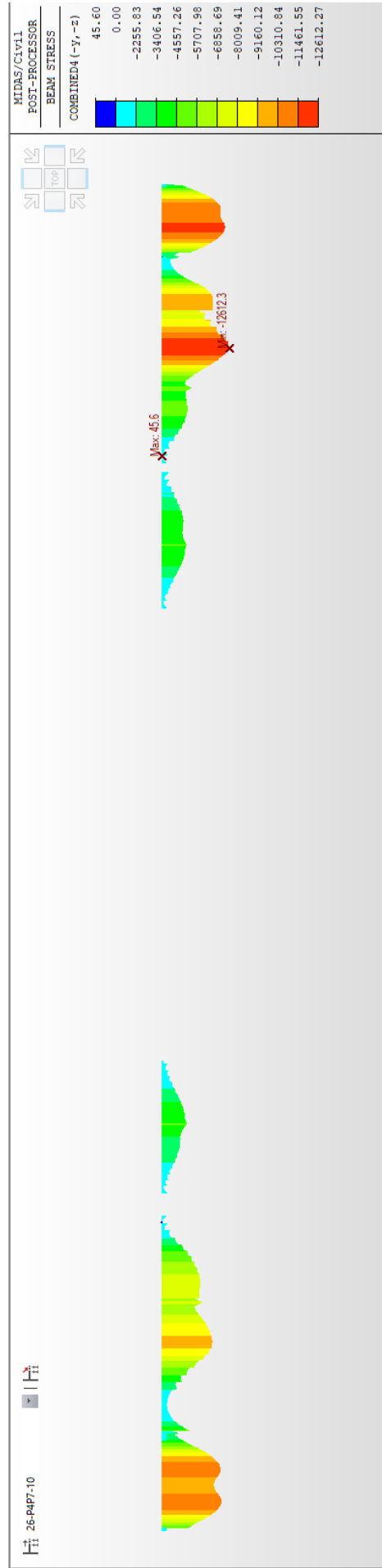
Obrázek 151: Napětí v horních vláknech ve fázi 25 [kPa]



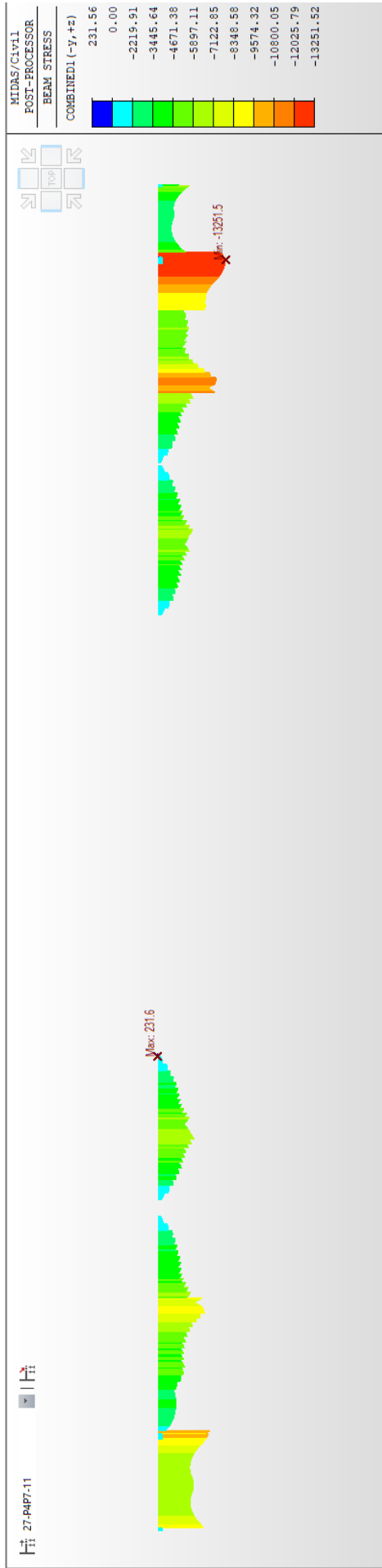
Obrázek 152: Napětí v dolních vláknech ve fázi 25 [kPa]



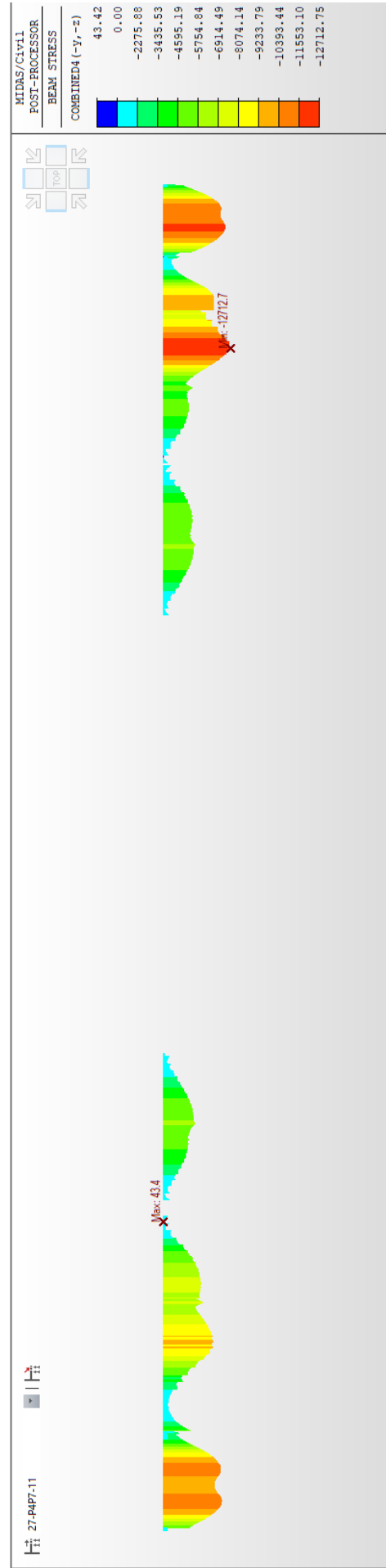
Obrázek 153: Napětí v horních vláknech ve fázi 26 [kPa]



Obrázek 154: Napětí v dolních vláknech ve fázi 26 [kPa]

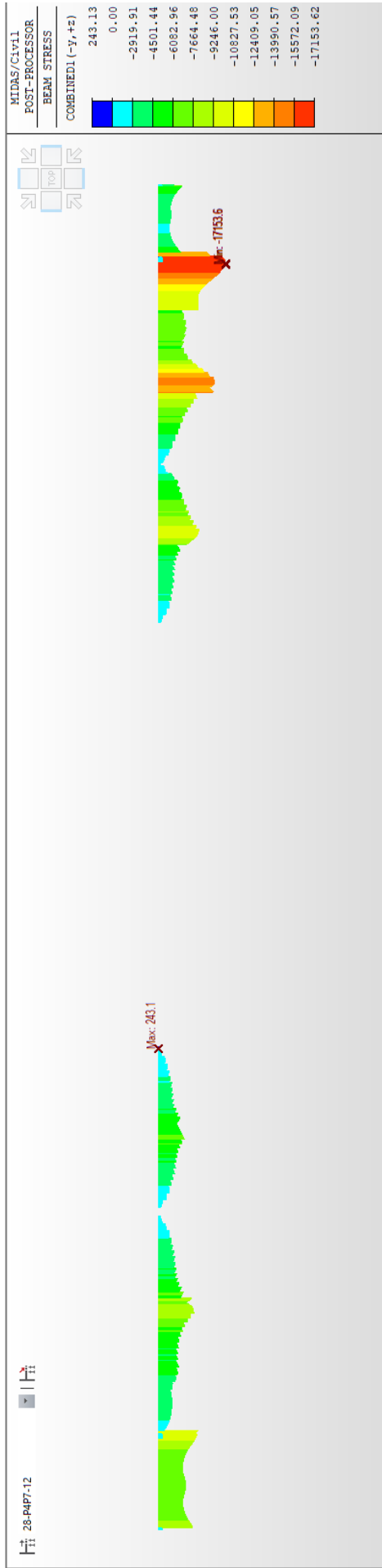


Obrázek 155: Napětí v horních vláknech ve fázi 27 [kPa]

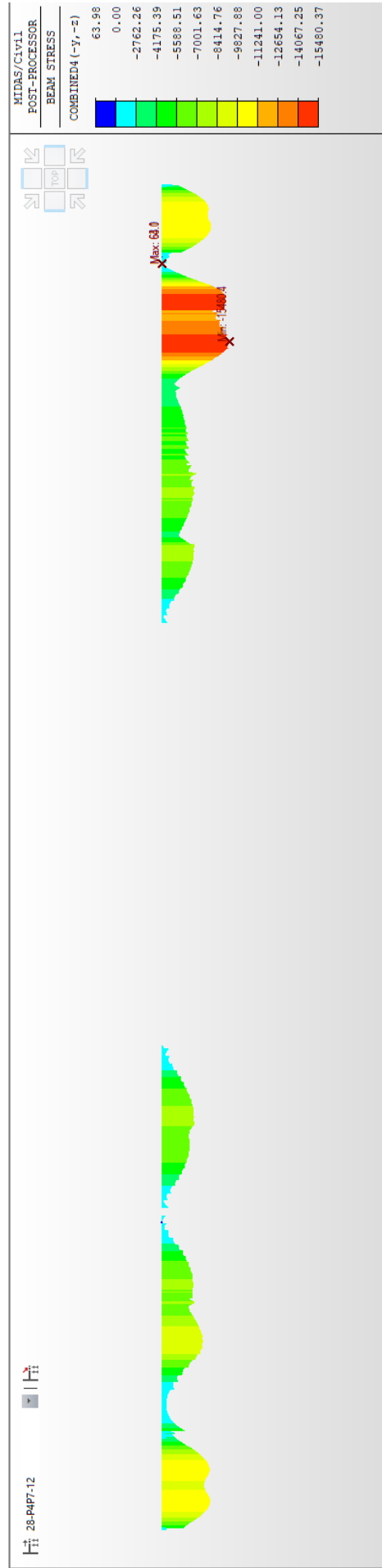


Obrázek 156: Napětí v dolních vláknech ve fázi 27 [kPa]

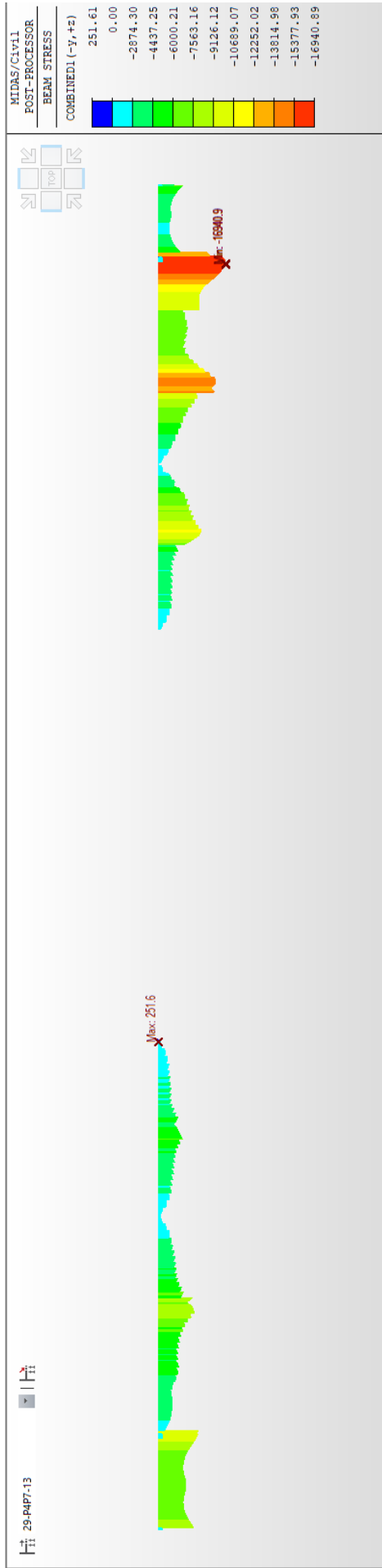




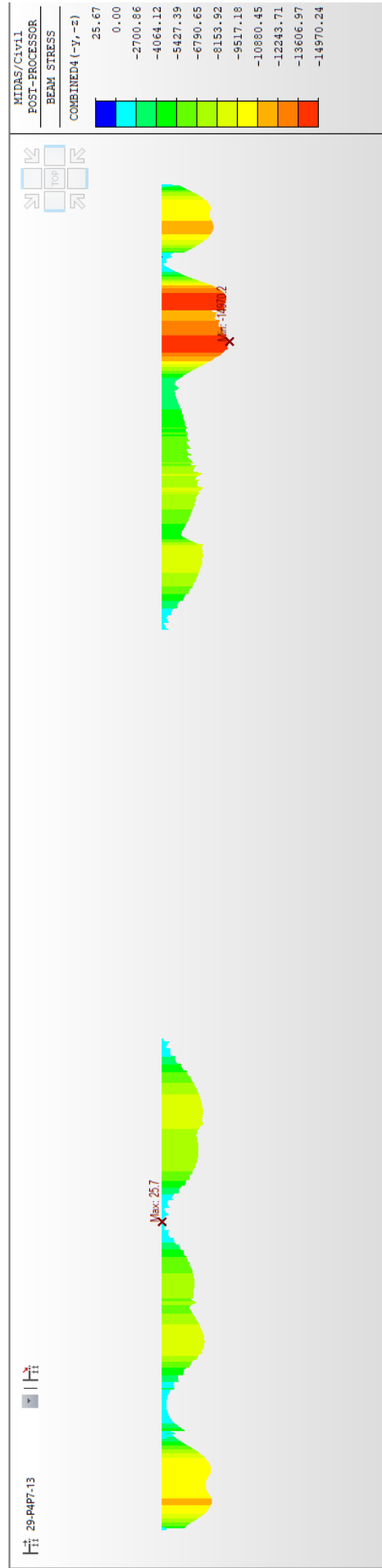
Obrázek 157: Napětí v horních vláknech ve fázi 28 [kPa]



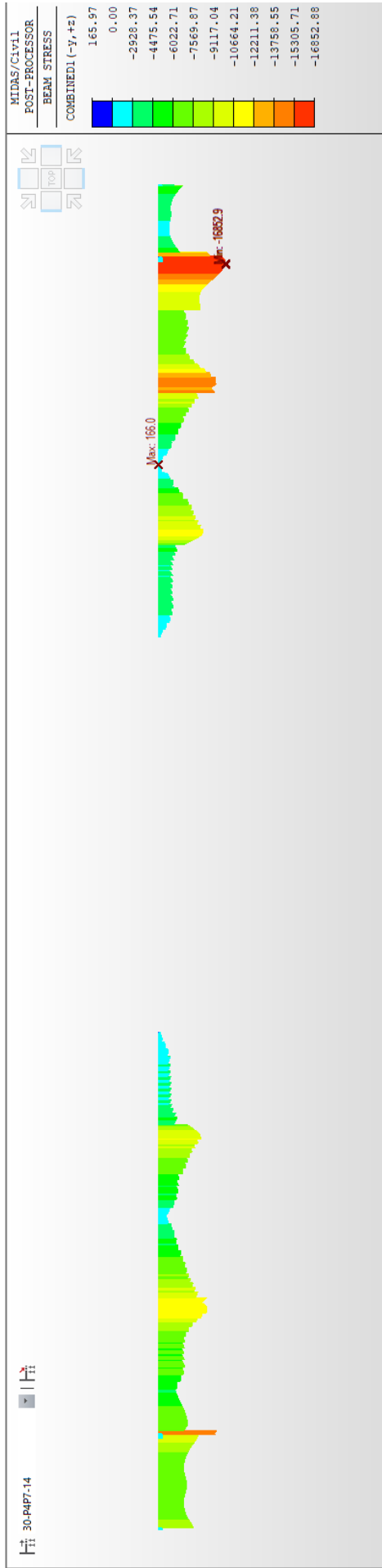
Obrázek 158: Napětí v dolních vláknech ve fázi 28 [kPa]



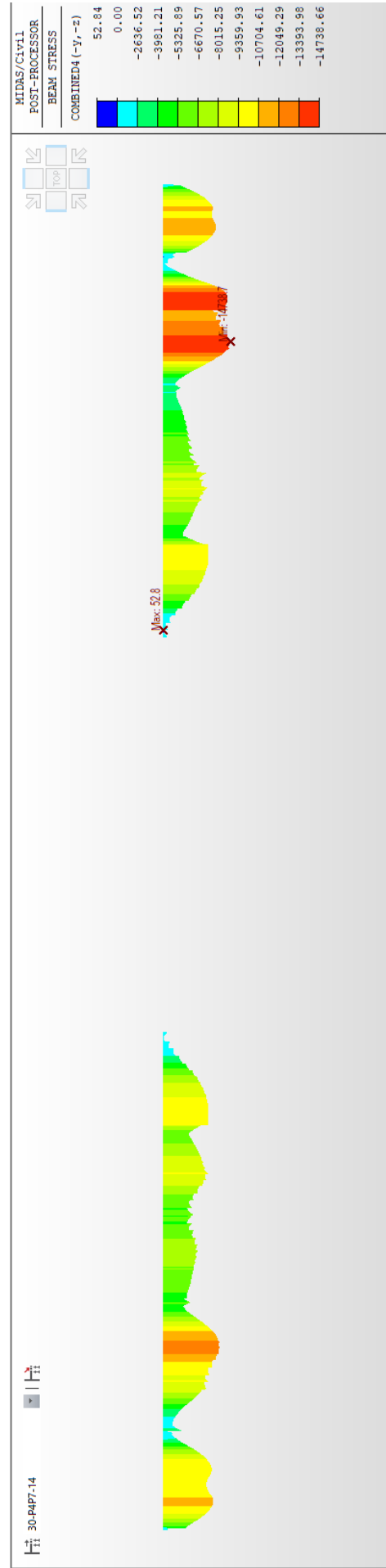
Obrázek 159: Napětí v horních vláknech ve fázi 29 [kPa]



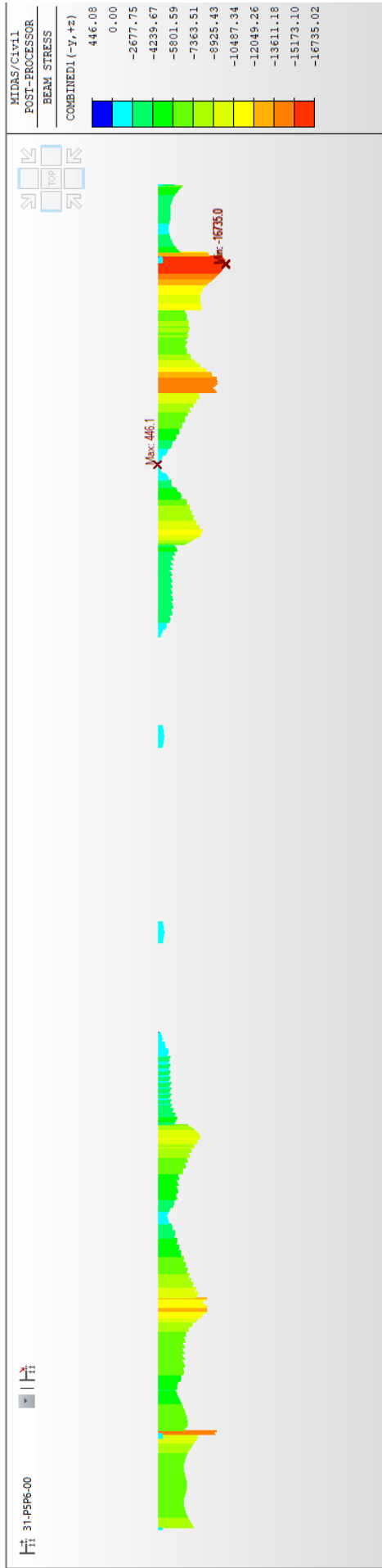
Obrázek 160: Napětí v dolních vláknech ve fázi 29 [kPa]



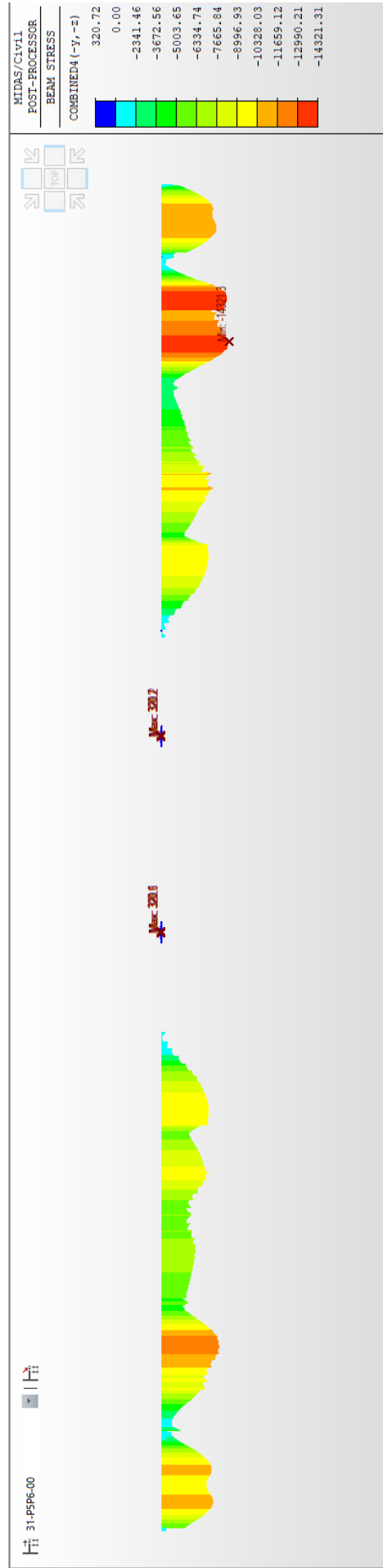
Obrázek 161: Napětí v horních vláknech ve fázi 30 [kPa]



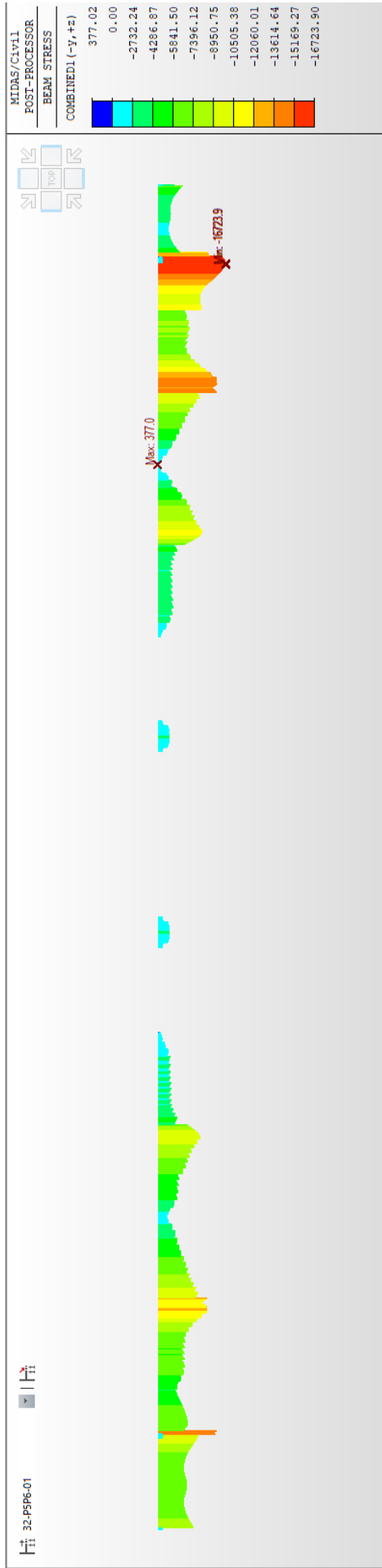
Obrázek 162: Napětí v dolních vláknech ve fázi 30 [kPa]



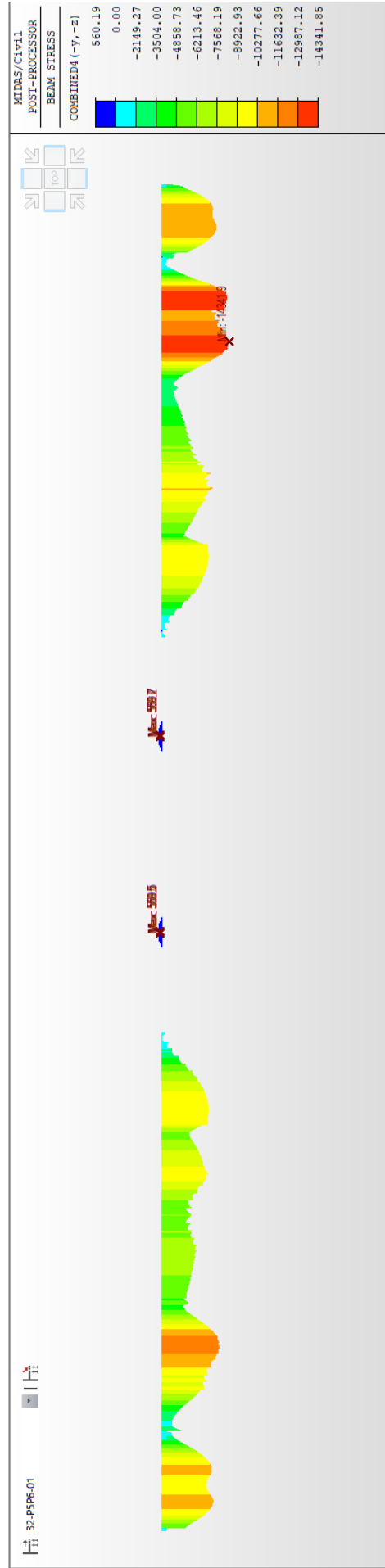
Obrázek 163: Napětí v horních vláknech ve fázi 31 [kPa]



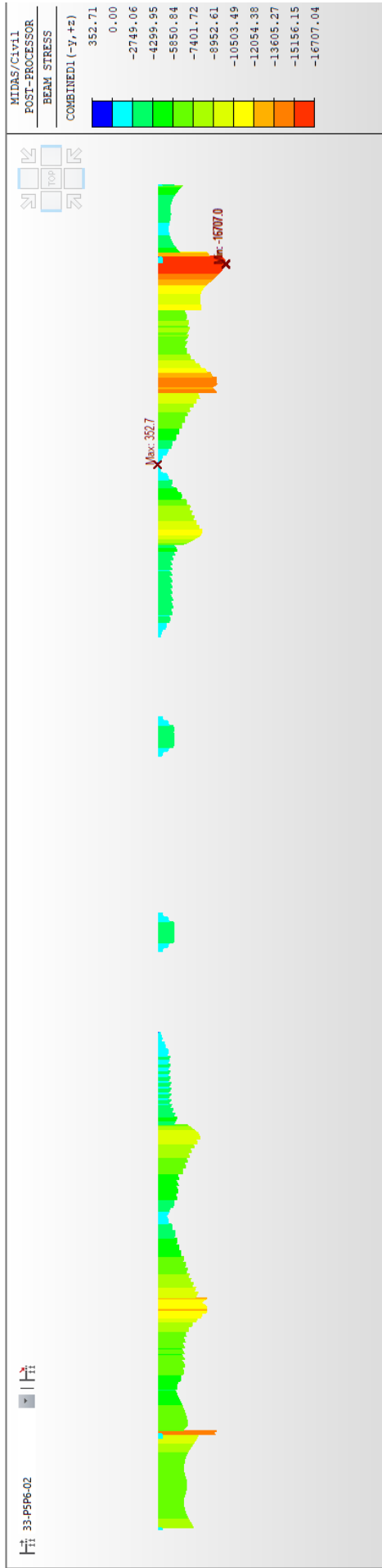
Obrázek 164: Napětí v dolních vláknech ve fázi 31 [kPa]



Obrázek 165: Napětí v horních vláknech ve fázi 32 [kPa]



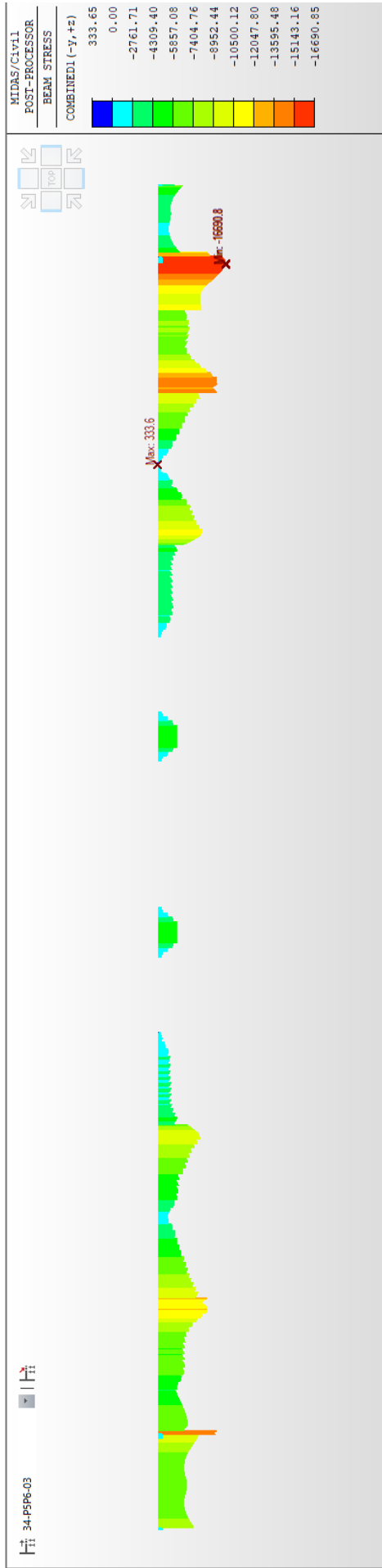
Obrázek 166: Napětí v dolních vláknech ve fázi 32 [kPa]



Obrázek 167: Napětí v horních vláknech ve fázi 33 [kPa]



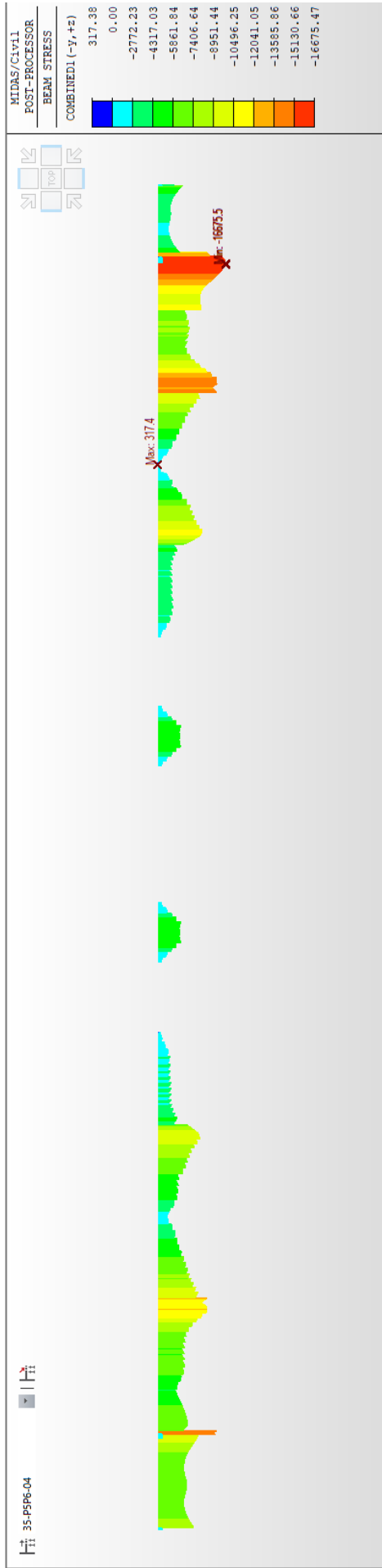
Obrázek 168: Napětí v dolních vláknech ve fázi 33 [kPa]



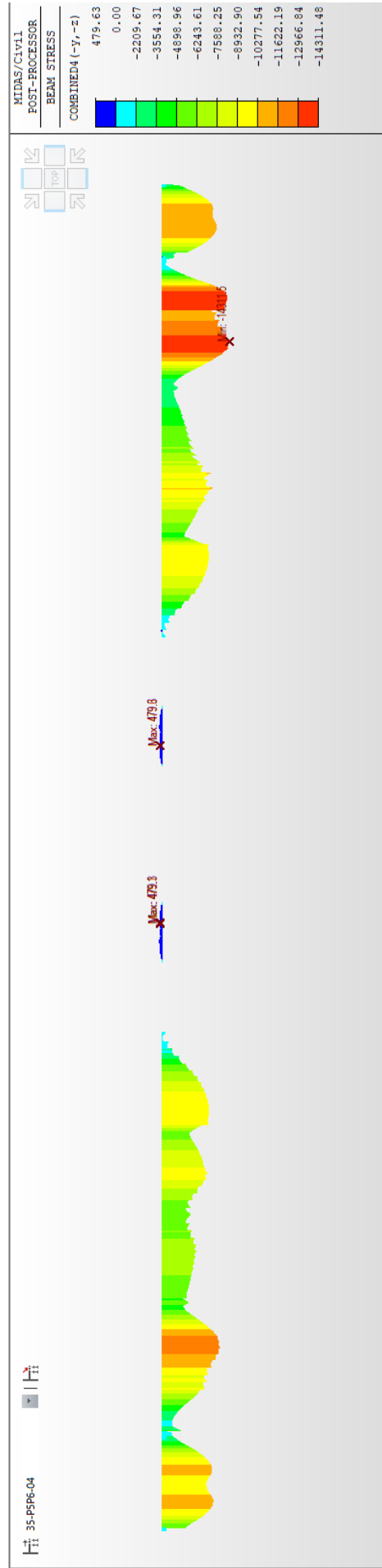
Obrázek 169: Napětí v horních vláknech ve fázi 34 [kPa]



Obrázek 170: Napětí v dolních vláknech ve fázi 34 [kPa]

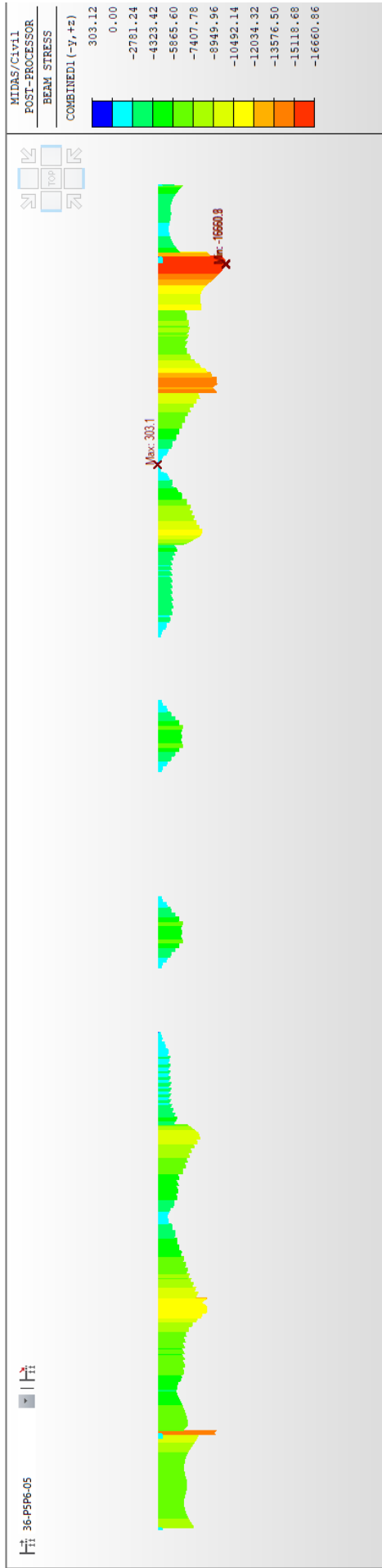


Obrázek 171: Napětí v horních vláknech ve fázi 35 [kPa]



Obrázek 172: Napětí v dolních vláknech ve fázi 35 [kPa]

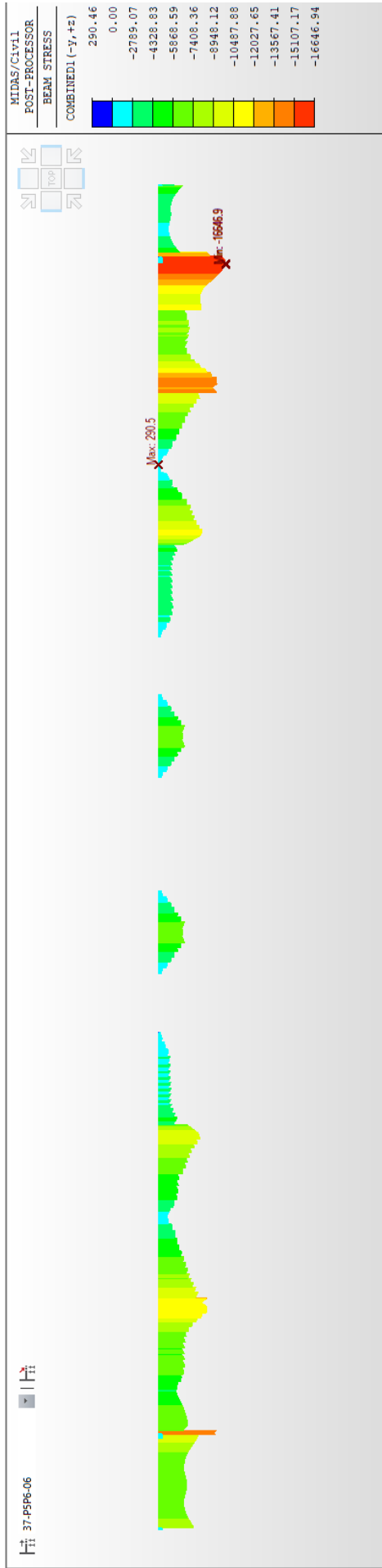




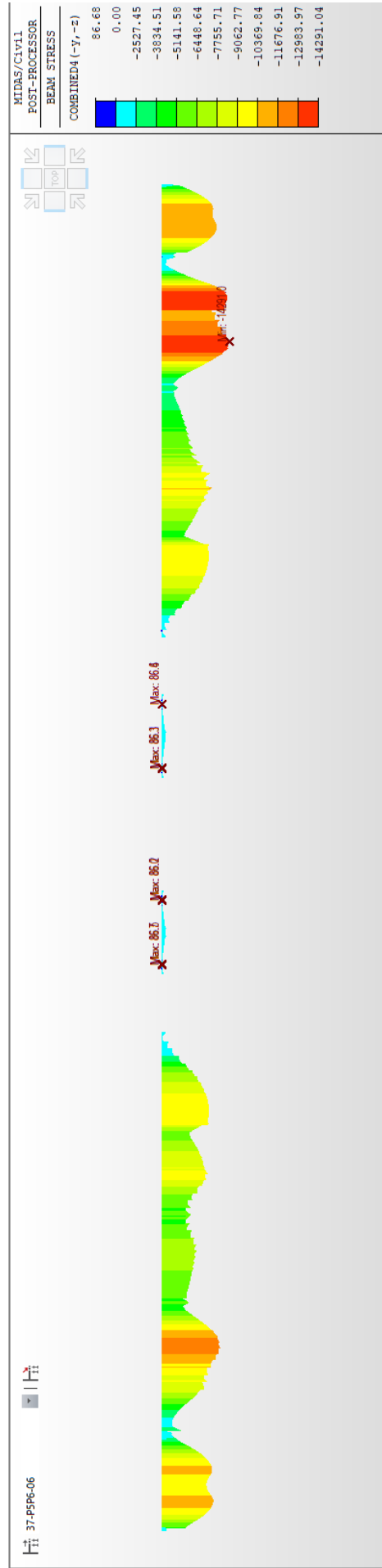
Obrázek 173: Napětí v horních vláknech ve fázi 36 [kPa]



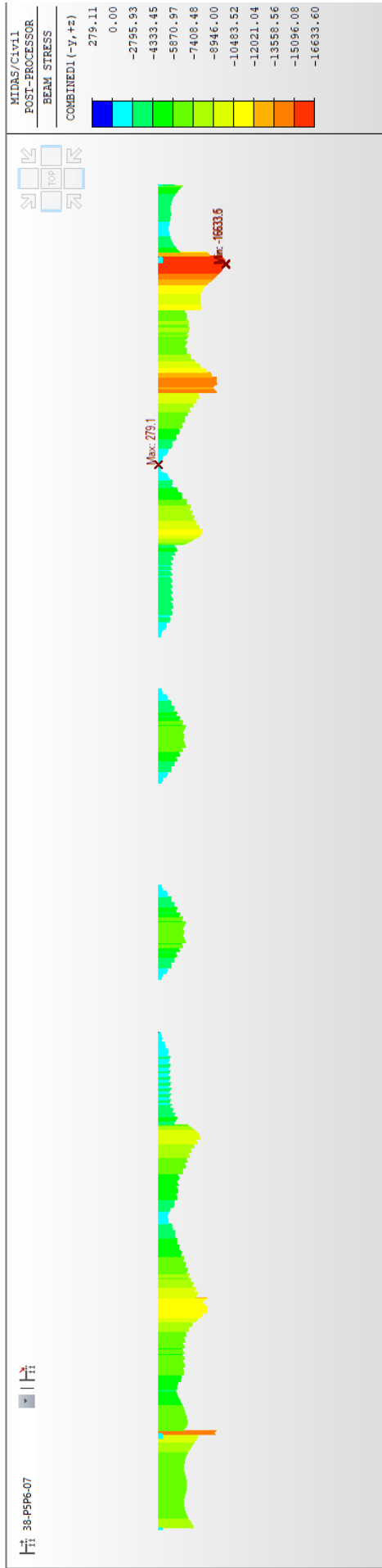
Obrázek 174: Napětí v dolních vláknech ve fázi 36 [kPa]



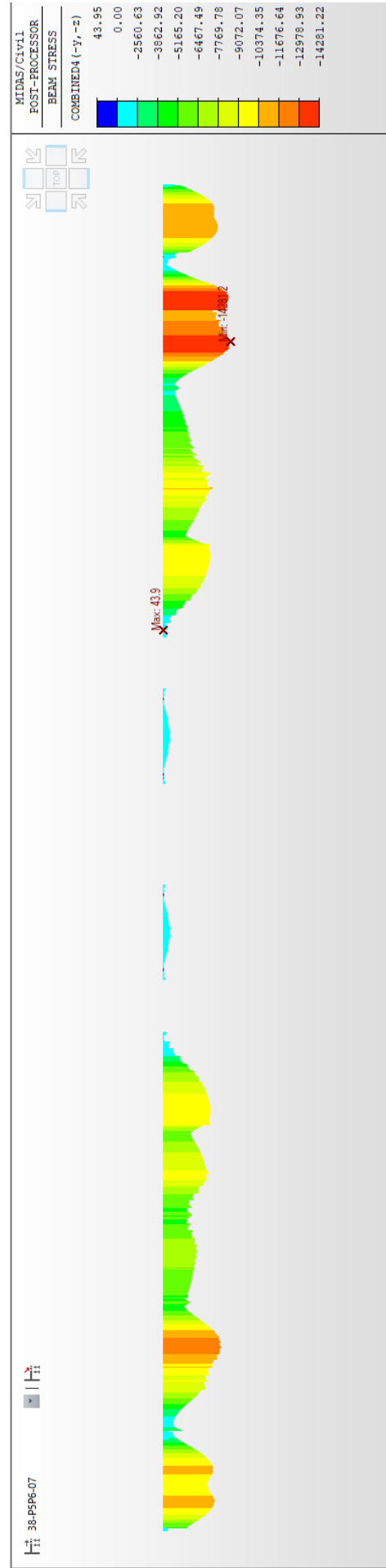
Obrázek 175: Napětí v horních vláknech ve fázi 37 [kPa]



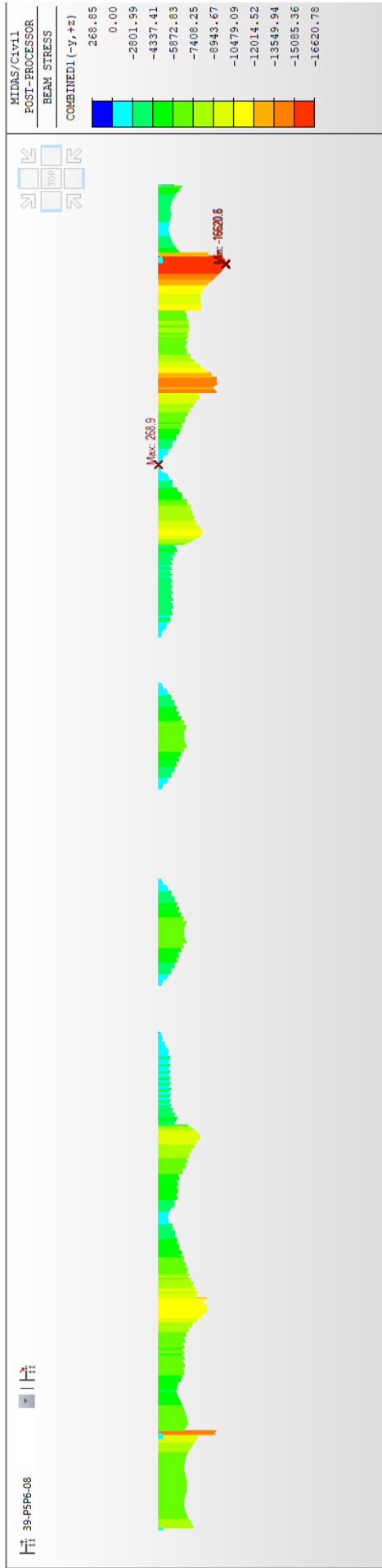
Obrázek 176: Napětí v dolních vláknech ve fázi 37 [kPa]



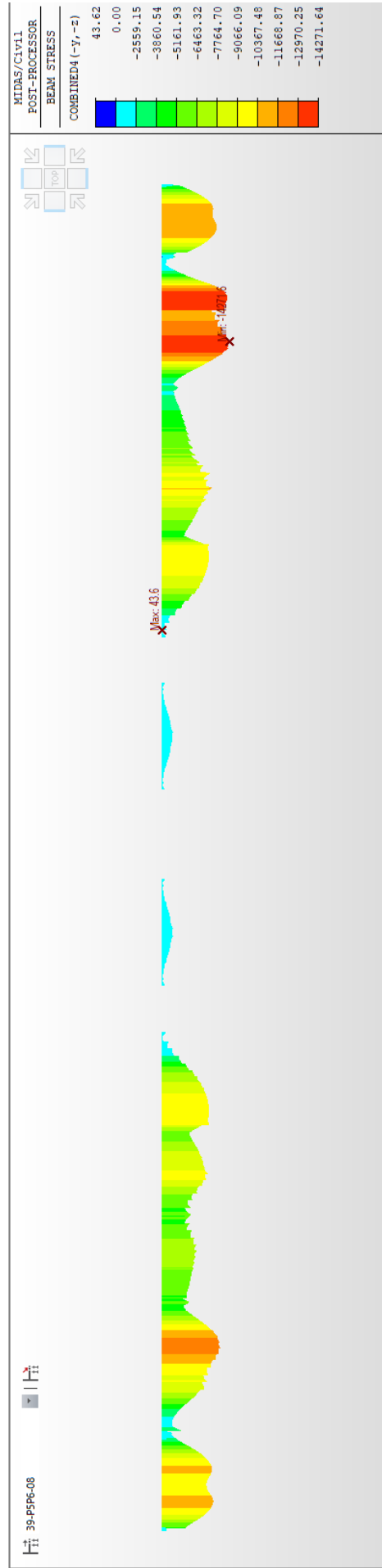
Obrázek 177: Napětí v horních vláknech ve fázi 38 [kPa]



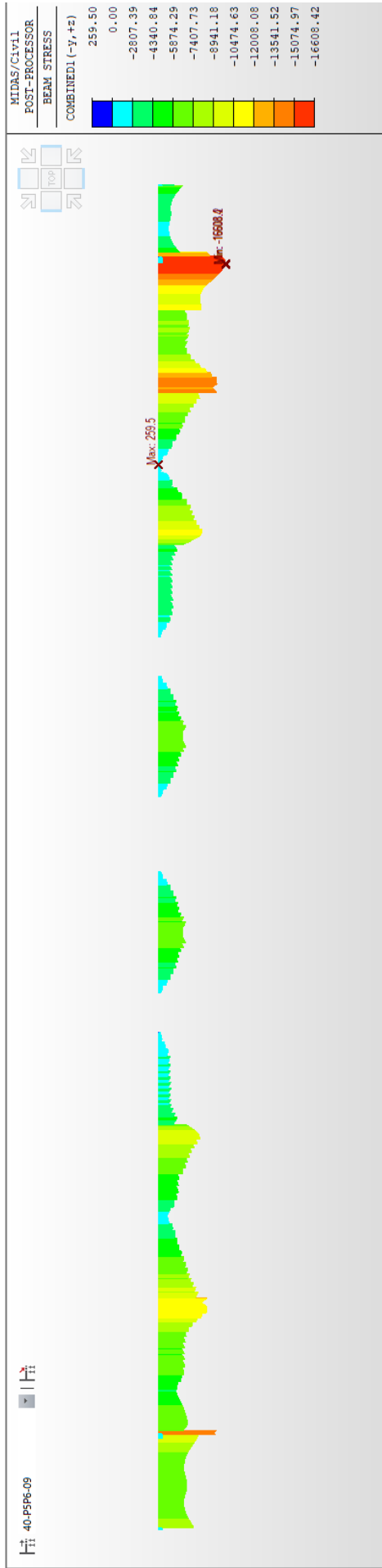
Obrázek 178: Napětí v dolních vláknech ve fázi 38 [kPa]



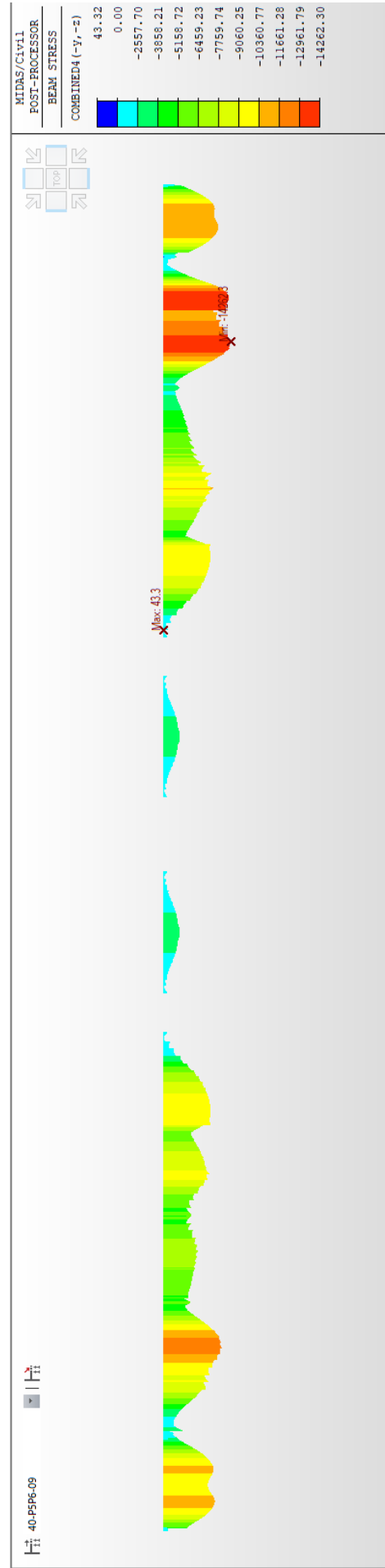
Obrázek 179: Napětí v horních vláknech ve fázi 39 [kPa]



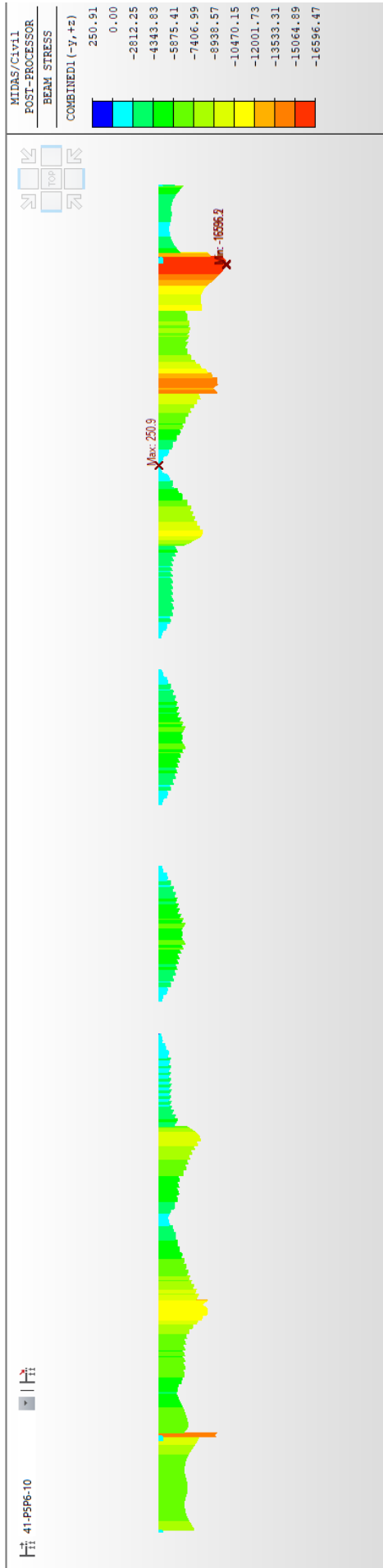
Obrázek 180: Napětí v dolních vláknech ve fázi 39 [kPa]



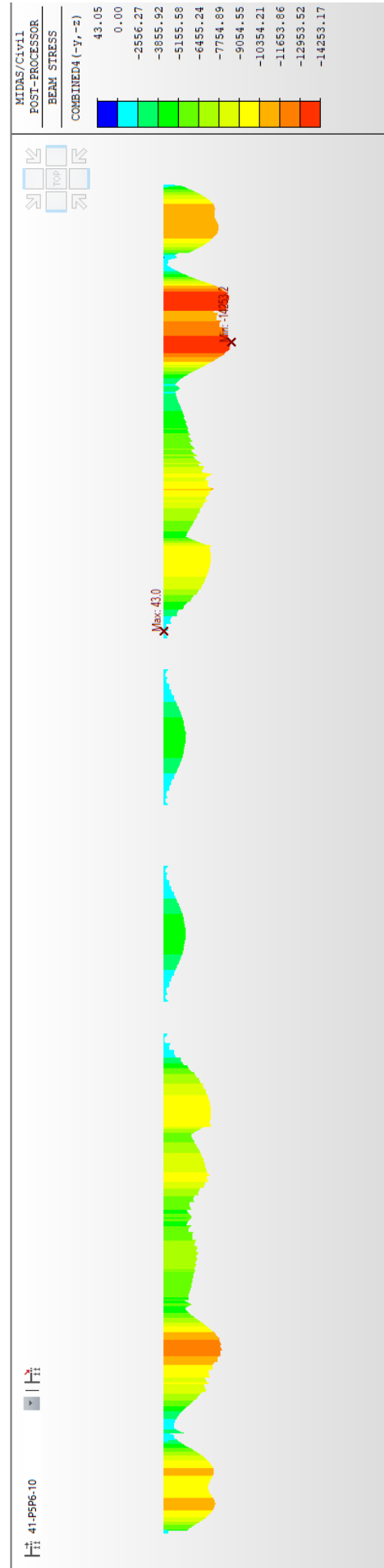
Obrázek 181: Napětí v horních vláknech ve fázi 40 [kPa]



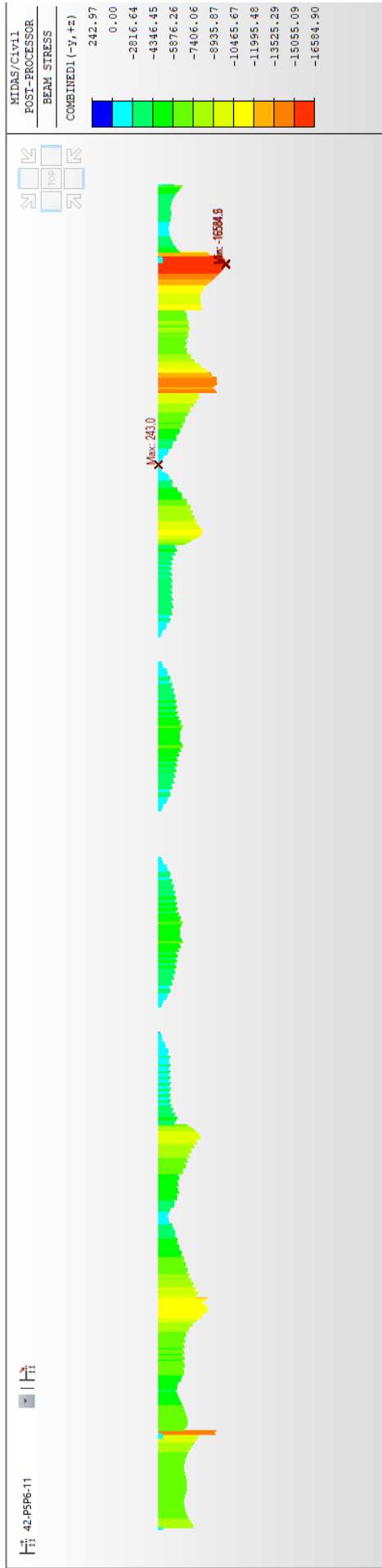
Obrázek 182: Napětí v dolních vláknech ve fázi 40 [kPa]



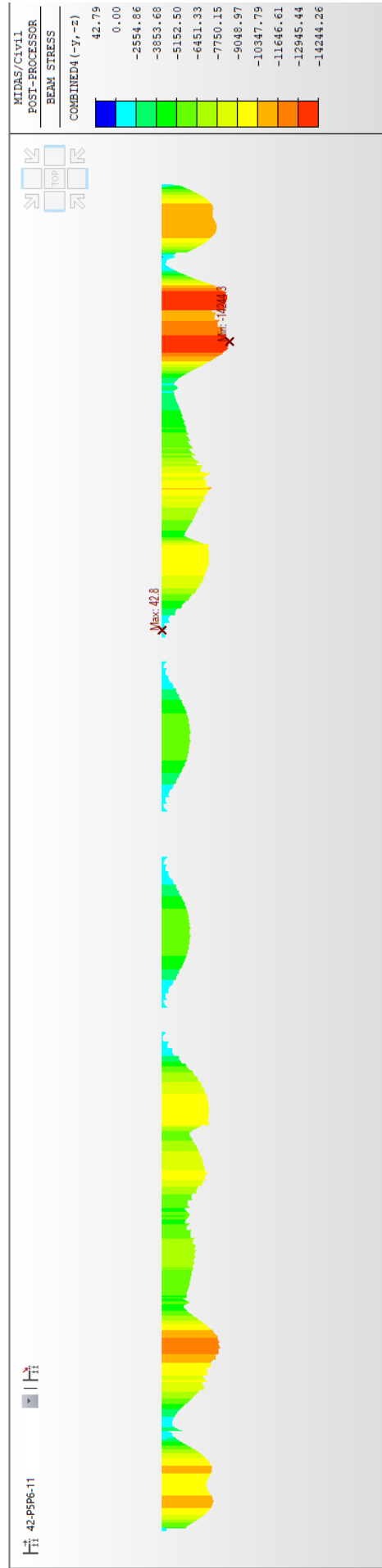
Obrázek 183: Napětí v horních vláknech ve fázi 41 [kPa]



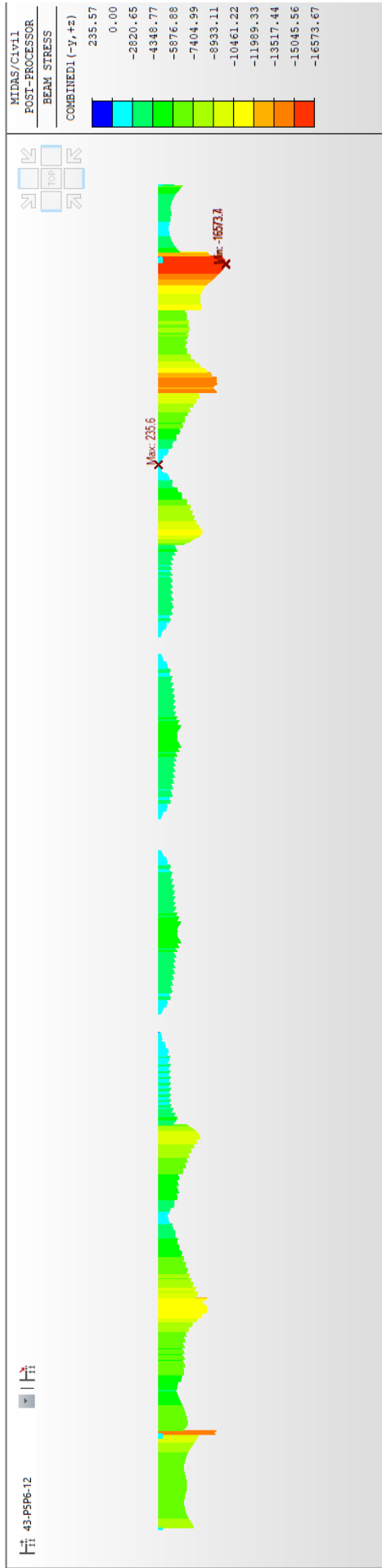
Obrázek 184: Napětí v dolních vláknech ve fázi 41 [kPa]



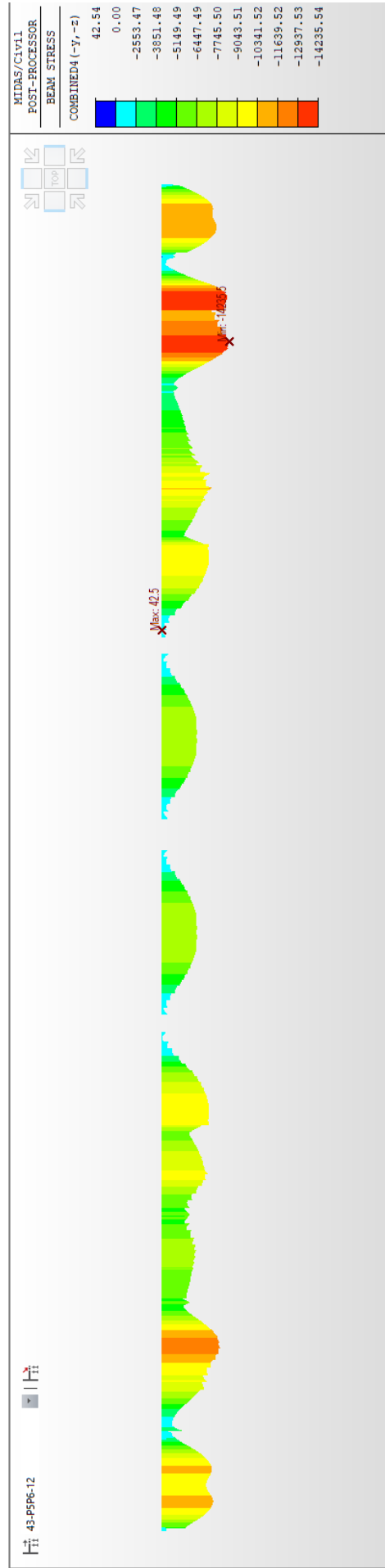
Obrázek 185: Napětí v horních vláknech ve fázi 42 [kPa]



Obrázek 186: Napětí v dolních vláknech ve fázi 42 [kPa]

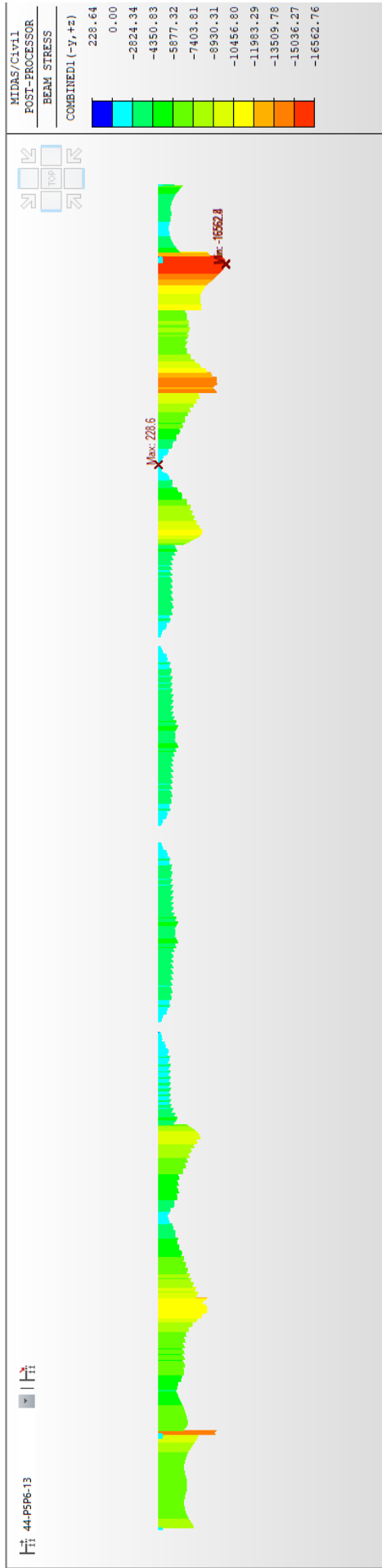


Obrázek 187: Napětí v horních vláknech ve fázi 43 [kPa]

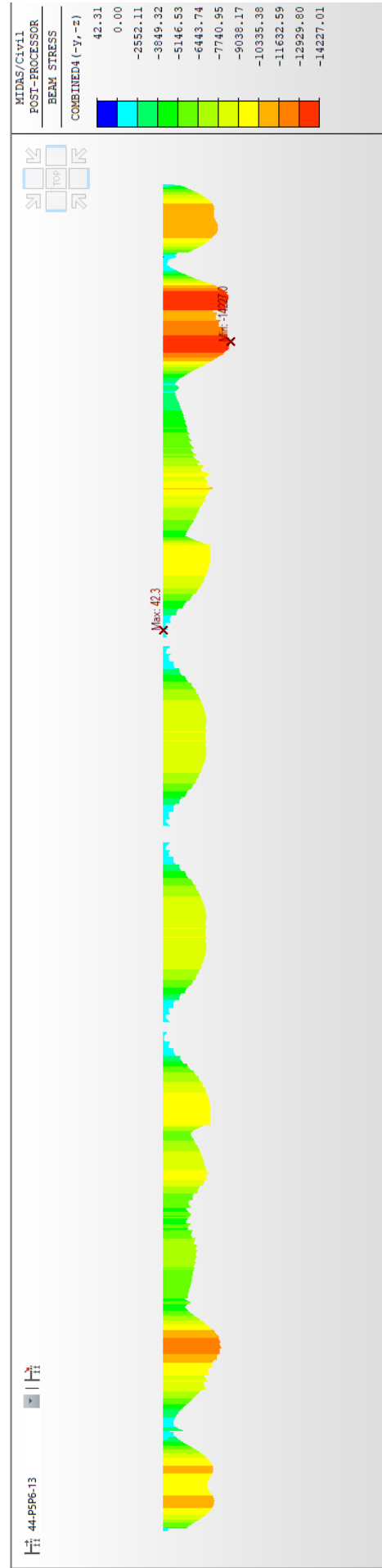


Obrázek 188: Napětí v dolních vláknech ve fázi 43 [kPa]

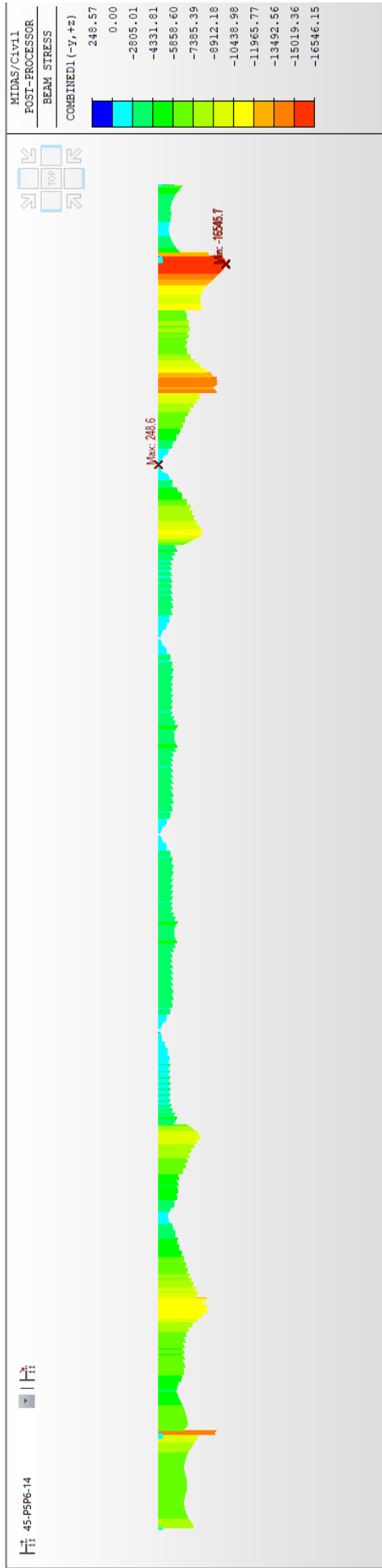




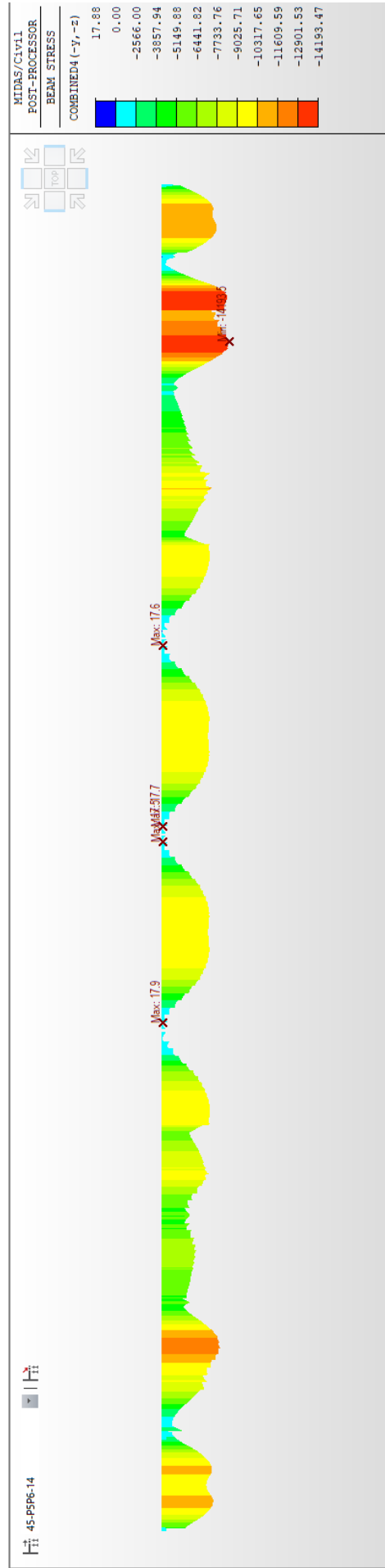
Obrázek 189: Napětí v horních vláknech ve fázi 44 [kPa]



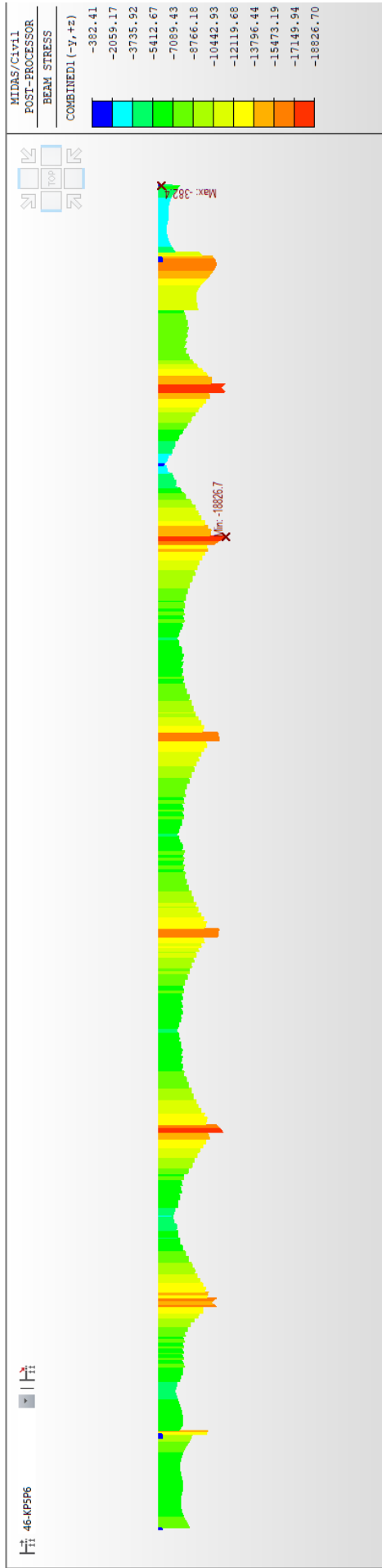
Obrázek 190: Napětí v dolních vláknech ve fázi 44 [kPa]



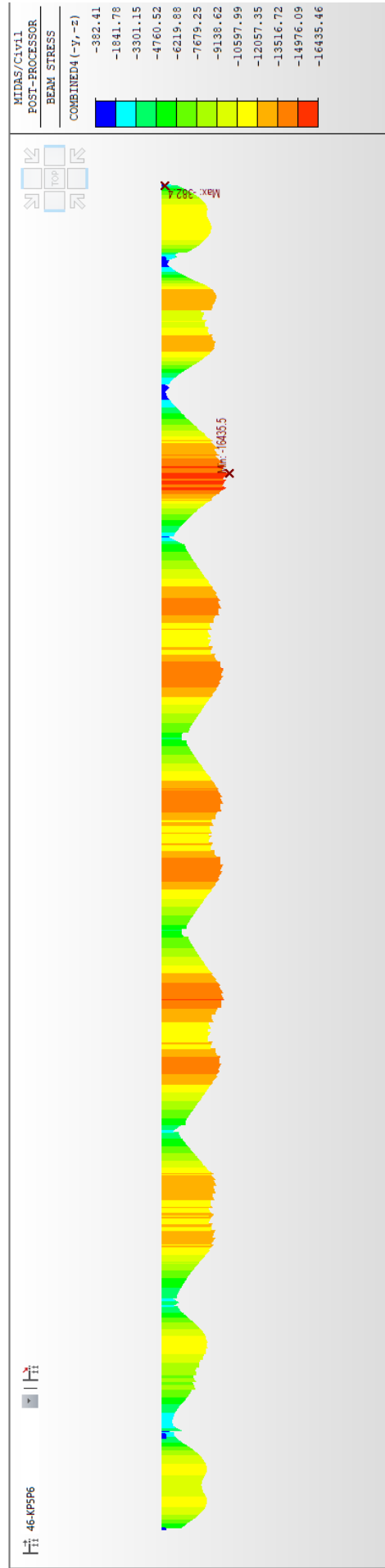
Obrázek 191: Napětí v horních vláknech ve fázi 45 [kPa]



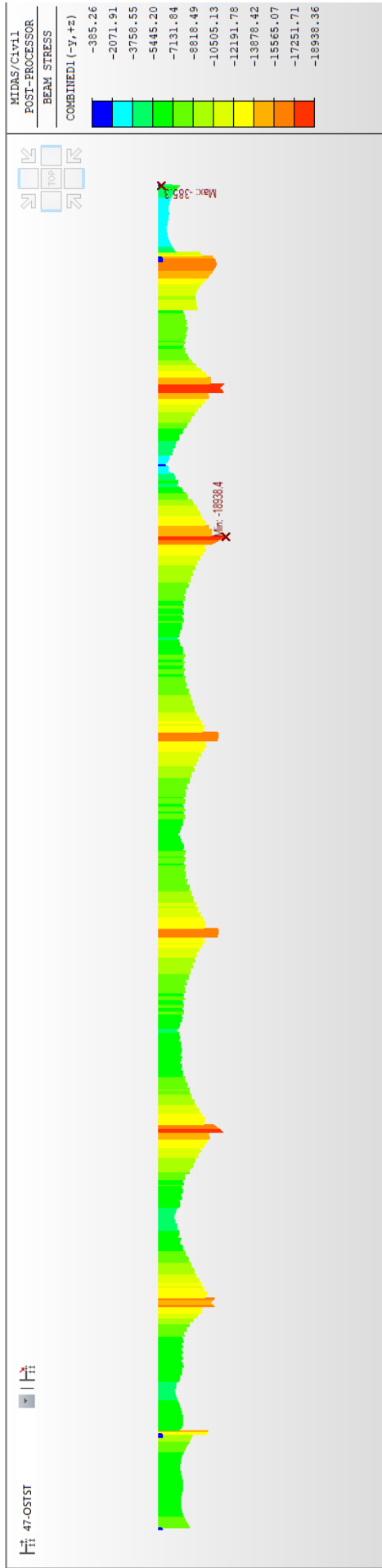
Obrázek 192: Napětí v dolních vláknech ve fázi 45 [kPa]



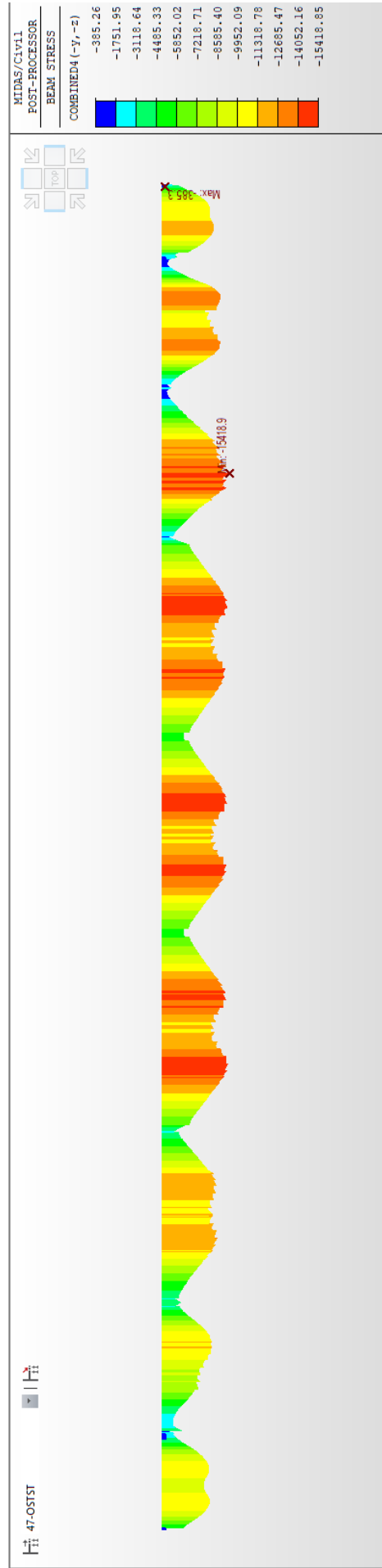
Obrázek 193: Napětí v horních vláknech ve fázi 46 [kPa]



Obrázek 194: Napětí v dolních vláknech ve fázi 46 [kPa]



Obrázek 195: Napětí v horních vláknech ve fázi 47 [kPa]



Obrázek 196: Napětí v dolních vláknech ve fázi 47 [kPa]

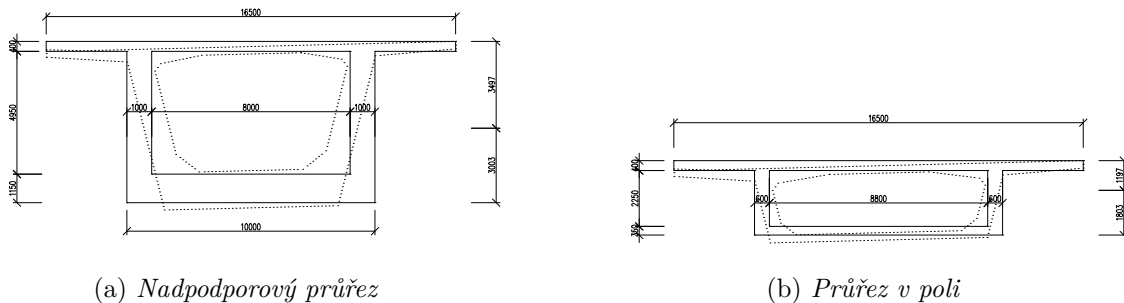
## 8.2 Mezní stav únosnosti

Mezní stav únosnosti byl posouzen pro dva nejvíce namáhané průřezy: v poli mezi pilíři P6 a P7 a nad pilířem P6. Pro posouzení byly uvažovány zjednodušené průřezy se svislými stěnami a s konstantní tloušťkou desek. U nadpodporového průřezu se nezohledňuje působení příčnicku. U betonu bylo uvažováno s bilineárním diagramem dle odstavce 3.1.7 (2) normy ČSN EN 1992-1-1,<sup>[8]</sup> pro které platí hodnoty mezních přetvoření  $\varepsilon_{c3} = 1,75 \cdot 10^{-3}$  a  $\varepsilon_{cu3} = 3,5 \cdot 10^{-3}$ . Poloha neutrální osy byla zjištěna iterativně rozšířením *SOLVER.XLAM (Řešitel)* programu Excel. Vycházím z předpokladu, že předpínací výztuž je v MSÚ za mezí kluzu, tj. že  $\varepsilon_p \geq 7,299 \cdot 10^{-3}$ , což bylo nakonec ověřeno.

Tabulka 22: Geometrie zjednodušeného průřezu

	pilíř	pole	
$h$	6,50	3,00	m
$b_{hd}$	16,50	16,50	m
$t_{hd}$	0,40	0,40	m
$b_{st}$	2,00	1,20	m
$h_{st}$	4,95	2,25	m
$b_{dd}$	10,00	10,00	m
$t_{dd}$	1,15	0,35	m

Obrázek 197: Zjednodušené průřezy pro posouzení MSÚ



Počáteční napětí byla vzata z hodnot pro charakteristickou kombinaci na konci životnosti v daných průřezích.

Tabulka 23: Počáteční napětí (CHAR)

	pilíř	pole	
$\sigma_h$	-8,05	-14,50	MPa
$\sigma_d$	-11,90	-4,73	MPa

Dále byl vypočítán počáteční modul pružnosti  $E = 11,33$  GPa pro přetvoření  $\varepsilon_{c3} = 1,75 \cdot 10^{-3}$  a návrhovou pevnost betonu v tlaku  $f_{cd} = 27$  MPa. Počáteční přetvoření byla stanovena podle hodnot počátečních napětí a počátečního modulu pružnosti  $\varepsilon_c = \sigma_c / E_c$ .

Tabulka 24: Počáteční přetvoření

	pilíř	pole	
$\varepsilon_h$	-0,7103	-1,2794	$\cdot 10^{-3}$
$\varepsilon_d$	-1,0500	-0,4174	$\cdot 10^{-3}$

Na základě znalosti faktu, že při  $\varepsilon_{cu3} = 3,5 \cdot 10^{-3}$  dojde k porušení betonu a toho, že při ohybu nad podporou dojde k porušení ve spodních vláknech, zatímco v poli ve vláknech horních, můžeme vypočítat přírůstek přetvoření pro tyto rozhodující průřezy:  $\Delta\varepsilon_{pil} = 2,450 \cdot 10^{-3}$  a  $\Delta\varepsilon_{pol} = 2,221 \cdot 10^{-3}$ . Na základě sestavení podmínek nulové výsledné síly v průřezu bylo přistoupeno k iteračnímu výpočtu polohy neutrální osy.

Tabulka 25: Iteračně vypočítaná poloha NO

	pilíř	pole	
$x_d$	3,163	2,691	m
$x_h$	3,337	0,309	m

Po vypočítání polohy neutrální osy mohla být dopočítána přetvoření a napětí v betonu i předpínací výztuži. Celková výška tlačené oblasti betonu je rozdělena do částí, kde beton působí pružně (lineární průběh napětí) a kde plasticky (konstantní průběh napětí).

Tabulka 26: Přetvoření a napětí v betonu

	pilíř	pole	
$\varepsilon_{c,max}$	4,32	18,07	$\cdot 10^{-3}$
$\varepsilon_{c,min}$	-3,50	-3,50	$\cdot 10^{-3}$
$\sigma_{c,max}$	0	0	MPa
$\sigma_{c,min}$	-19,83	-19,83	MPa
$x$	3,163	0,309	m
$x_{konst}$	1,582	0,243	m
$x_{lin}$	1,582	0,065	m

Pro tato přetvoření byly vypočítány síly v betonu a působící momenty.

Tabulka 27: Síly a momenty v betonu na mezi únosnosti

	pilíř	pole
F [kN]	-307,43	-100,89
M [MNm]	-286,36	-277,67

Obdobně byly stanoveny i síly v předpínací výztuži. Napětí v předpínací výztuži na konci životnosti  $\sigma_p$  bylo vzato z výpočtu *MIDAS Civil* a na jeho základě bylo stanoveno výchozí protažení předpínací výztuže  $\varepsilon_p$ . Přičtením přetvoření v místě výztuže dostaneme maximální přetvoření výztuže na mezi únosnosti  $\varepsilon_{p,max}$ . Z této hodnoty lze opět přes modul pružnosti  $E_p$  získat napětí  $\sigma_{p,max} = \varepsilon_{p,max} \cdot E_p$  a stanovit síly v kabelech  $F_{pu} = \sigma_{p,max} \cdot A_p \cdot n$  a příslušné momenty  $M_{pu} = F_{pu} \cdot e_p$ .

Tabulka 28: Výpočet sil v předpínací výztuži – nad podporou

počet kabelů	počet lan	$\sigma_p$ [MPa]	$N_p$ [MN]	$z$ [m]	$\varepsilon_p$ [ $\cdot 10^{-3}$ ]	$\varepsilon_{p,max}$ [ $\cdot 10^{-3}$ ]	$\sigma_{p,max}$ [MPa]	$F_{pu}$ [MN]	$M_{pu}$ [MNm]	
2	37	1108,9	12,309	6,35	5,687	8,577	1442,8	16,02	101,70	
2	37	1157,0	12,843	6,35	5,933	8,824	1446,6	16,06	101,96	
2	37	1173,3	13,024	6,35	6,017	8,908	1447,9	16,07	102,05	
2	31	1182,9	11,001	6,35	6,066	8,957	1448,6	13,47	85,55	
2	31	1190,5	11,071	6,35	6,105	8,996	1449,2	13,48	85,58	
2	31	1190,4	11,071	6,35	6,105	8,996	1449,2	13,48	85,58	
2	31	1189,2	11,059	6,35	6,098	8,989	1449,1	13,48	85,58	
2	31	1187,2	11,041	6,35	6,088	8,979	1449,0	13,48	85,57	
2	31	1184,6	11,017	6,35	6,075	8,966	1448,8	13,47	85,56	
2	31	1178,5	10,960	6,35	6,043	8,934	1448,3	13,47	85,53	
2	31	1171,3	10,893	6,35	6,007	8,897	1447,7	13,46	85,50	
2	31	1163,2	10,818	6,35	5,965	8,856	1447,1	13,46	85,46	
2	31	1154,4	10,736	6,35	5,920	8,811	1446,4	13,45	85,42	
2	31	1144,8	10,647	6,35	5,871	8,762	1445,7	13,44	85,37	
2	22	1137,7	7,509	6,35	5,834	8,725	1445,1	9,54	60,56	
8	31	1078,9	40,134	6,01	5,533	8,115	1435,8	53,41	321,00	
6	37	1257,3	41,868	5,83	6,448	8,867	1447,3	48,19	280,97	
Celkem								<b>307,428</b>	<b>1908,946</b>	

Tabulka 29: Výpočet sil v předpínací výztuži – v poli

počet kabelů	počet lan	$\sigma_p$ [MPa]	$N_p$ [MN]	$z$ [m]	$\varepsilon_p$ [ $\cdot 10^{-3}$ ]	$\varepsilon_{p,max}$ [ $\cdot 10^{-3}$ ]	$\sigma_{p,max}$ [MPa]	$F_{pu}$ [MN]	$M_{pu}$ [MNm]	
8	31	1078,9	40,134	0,595	5,533	7,362	1422,7	52,93	31,49	
6	37	1257,3	41,868	0,295	6,448	8,425	1440,5	47,97	14,15	
Celkem								<b>101,213</b>	<b>45,784</b>	

Výsledný moment únosnosti v průřezu je dán součtem momentů vzniklých od působících sil v betonu i v oceli. Oba průřezy vyhoví.

Tabulka 30: Posouzení

	pilř	pole	
$M_{Ed}$	-565,32	116,54	MN
$M_{Rd}$	-1622,58	232,03	MN
$M_{Ed}/M_{Rd}$	34,84%	50,23%	

### 8.3 Betonářská výztuž

Nosnou konstrukci by bylo dále nutné posoudit na křehký lom a doplnit podélnou betonářskou výztuž, dále by bylo třeba navrhnout i smykovou výztuž (i vzhledem k vedení kabelů spojitosti kopírující zakřivení spodní desky – aby nedošlo k jejich vytržení z konstrukce směrem dolů). Důležité by bylo též doplnit i příčnou výztuž v desce na základě lokálních účinků zatížení tak, aby nedošlo k poškození mostovky. Nedílnou součástí návrhu by měla být i konstrukční výztuž, která zamezí nadměrnému vzniku a šíření trhlin v betonu. Vzhledem k rozsahu diplomové práce nebyly tyto posudky provedeny.

### 8.4 Smykové trhliny ve stěnách

Konstrukce byla posouzena na hlavní napětí tak, aby bylo ověřeno, že nebudou vznikat smykové trhliny dle [9], Příloha QQ (str. 87) podle podmínky:

$$\sigma_1 < f_{ctb}$$

Výpočet byl proveden v průřezu vzdáleném 2 m od podpory P6, kde byly posouvající síly  $V_{Ek}$  největší pro styk stěny a horní desky, kde je předpokládáno největší smykové napětí.

Pevnost betonu v tahu před vznikem trhlin při dvouosé napjatosti se stanoví jako:

$$f_{ctb} = \left(1 - 0,8 \cdot \frac{\sigma_2}{f_{ck}}\right) \cdot f_{ctk_{0,05}}$$

Tabulka 31: Hodnoty pro posouzení vzniku smykových trhlin ve stěnách

	P6, L	P6, P	
$f_{ctb}$	0,542	0,297	MPa
$f_{ctk_{0,05}}$	2,2	2,2	MPa
$f_{ck}$	35	35	MPa
$0,6 \cdot f_{ck}$	21	21	MPa
$V_{Ek}$	13006,7	12598,4	kN
$A_v$	10,56		m <sup>2</sup>
$z_c$	2,55		m
$S_y$	26,928		m <sup>3</sup>
$b$	2		m
$I_y$	155,07		m <sup>4</sup>
$h$	0,53		m

Napětí  $\sigma_1$  je větší tahové napětí a  $\sigma_2$  je větší tlakové napětí. Do vzorců jsou dosazovány absolutní hodnoty.

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \tau^2}$$



$$\tau = \frac{V_{Ek} \cdot S_y}{b \cdot I_y}$$

Normálové napětí  $\sigma_x$  bylo vzato z výsledků *MIDAS Civil* pro charakteristickou kombinaci na konci životnosti.

Tabulka 32: Posouzení vzniku smykových trhlin ve stěnách

$\tau$	1,129	1,094	MPa
$\sigma_c^h$	-9,070	-13,800	MPa
$\sigma_c^d$	-7,910	-15,000	MPa
$\sigma_x$	-8,975	-13,898	MPa
$\sigma_2$	-9,115	-13,983	MPa
$\sigma_1$	0,140	0,086	MPa

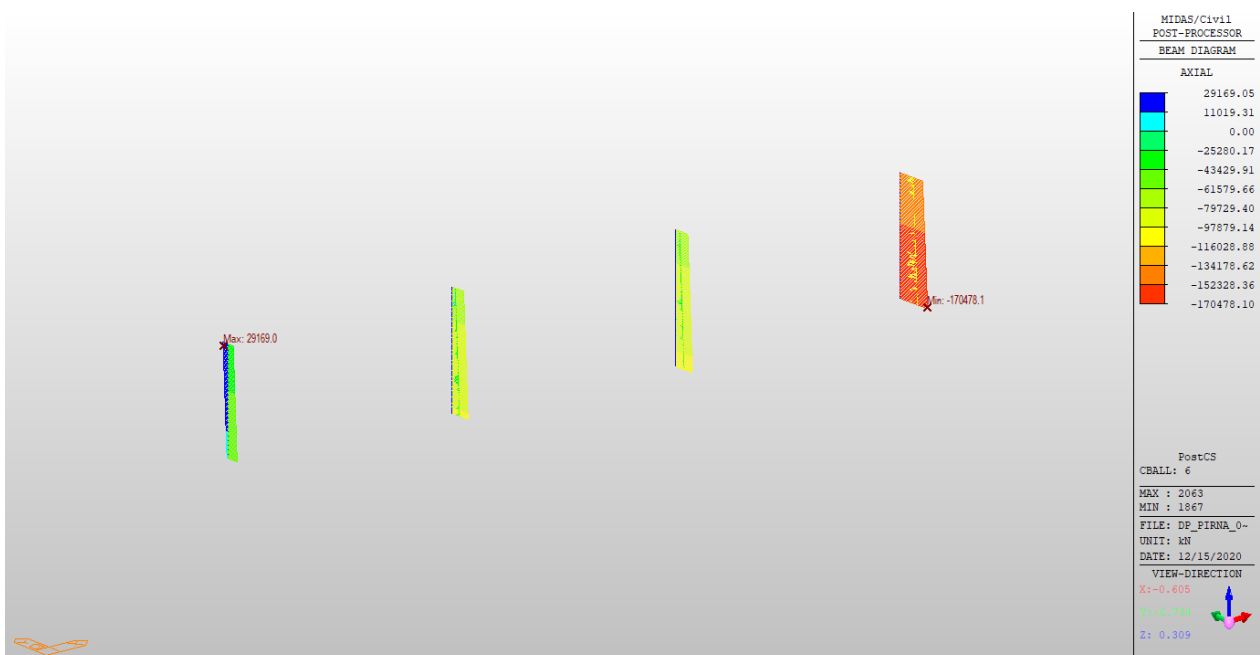
Jednotlivá napětí vyšla menší než  $f_{ctb}$ , takže průřezy vyhoví.

## 8.5 Pilíře

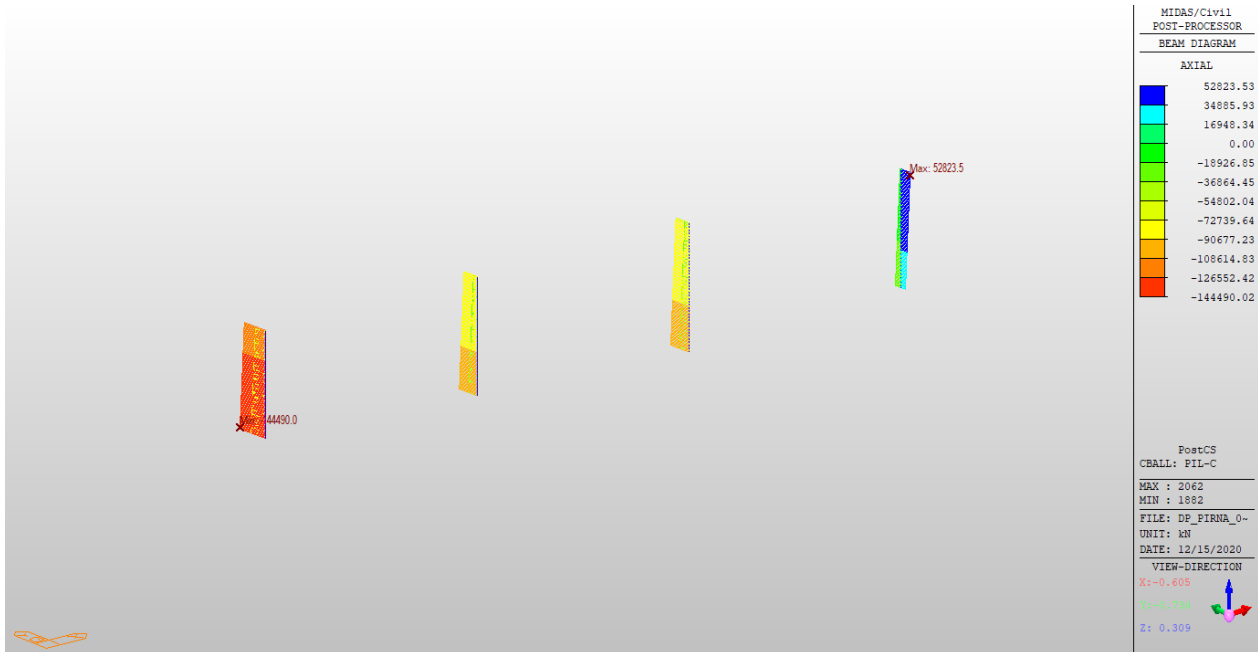
Do programu *IDEA Statica* byly importovány výsledky vnitřních sil a průřezy z hlavního modelu *MIDAS Civil*. Následně byla v programu definována betonářská výztuž nepravidelného průřezu pilíře (schéma výztuže je součástí výkresové dokumentace) a tento vyztužený průřez byl posouzen pomocí interakčního diagramu.

### 8.5.1 Vnitřní síly a napětí

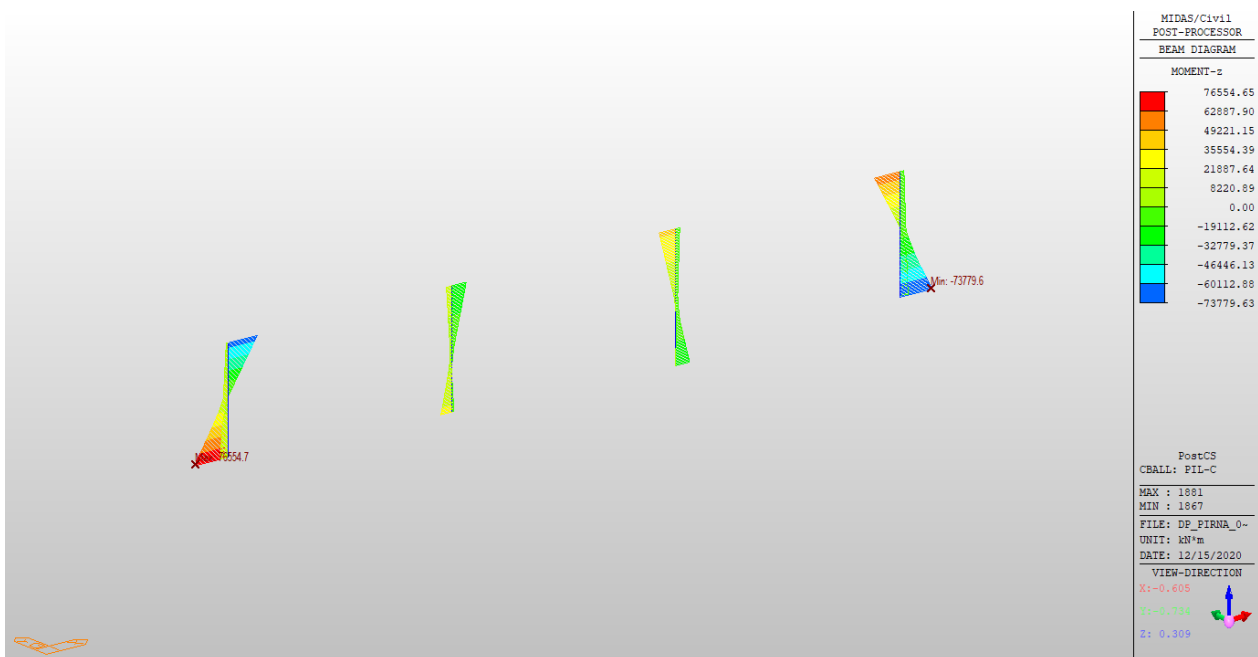
Vnitřní síly jsou uvedeny pro obálku kombinací 6.10a a 6.10b (pro interakční diagramy jsou použity příslušné dvojice momentů a sil, nikoliv obálky), napětí jsou uvedena pro charakteristickou kombinaci.



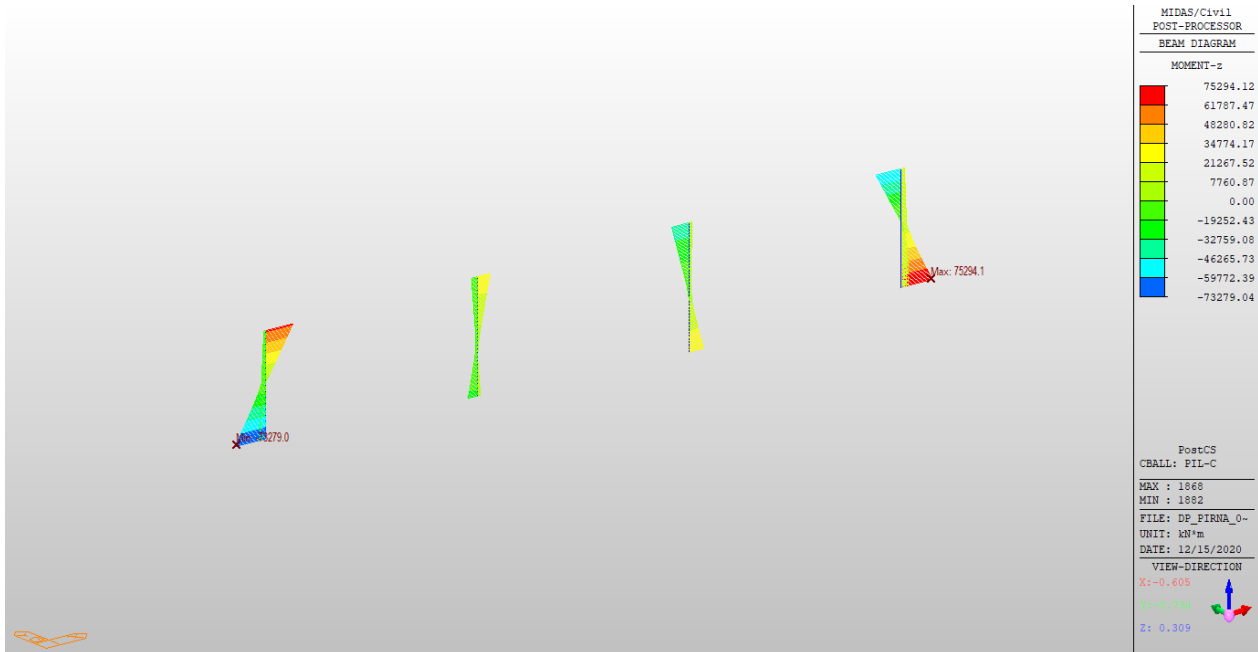
Obrázek 198: Osová síla v levých stěnách pilířů [kN]



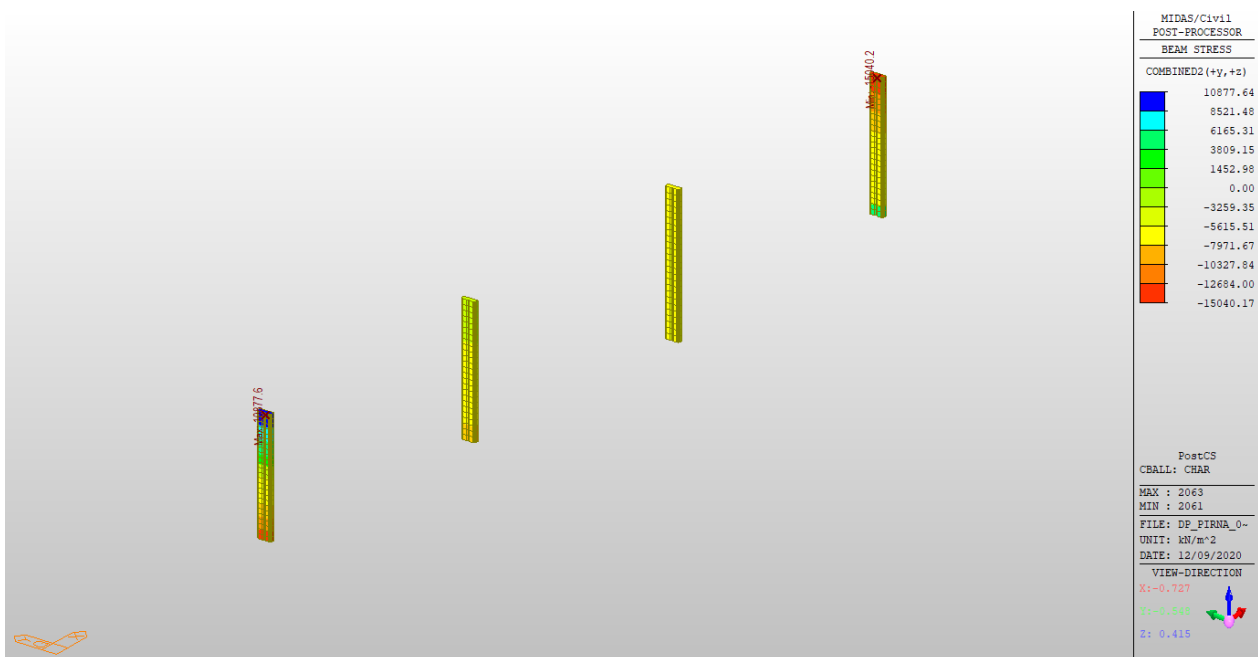
Obrázek 199: *Osová síla v pravých stěnách pilířů [kN]*



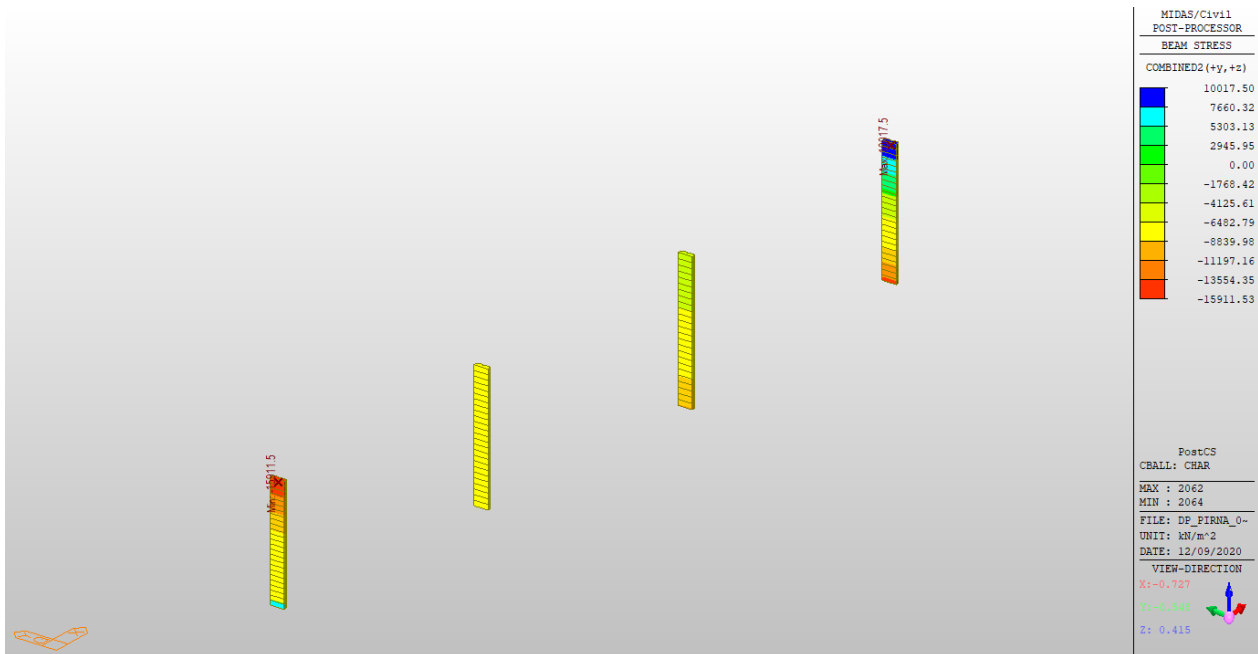
Obrázek 200: *Ohybové momenty v levých stěnách pilířů [kNm]*



Obrázek 201: *Ohybové momenty v pravých stěnách pilířů [kNm]*



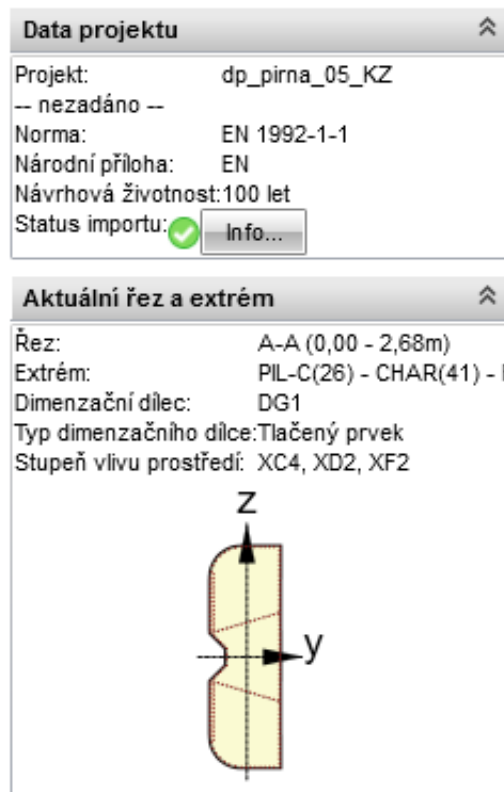
Obrázek 202: *Napětí ve vnějších vláknech levých stěn pilířů [kPa]*



Obrázek 203: Napětí ve vnějších vlákních pravých stěn pilířů [kPa]

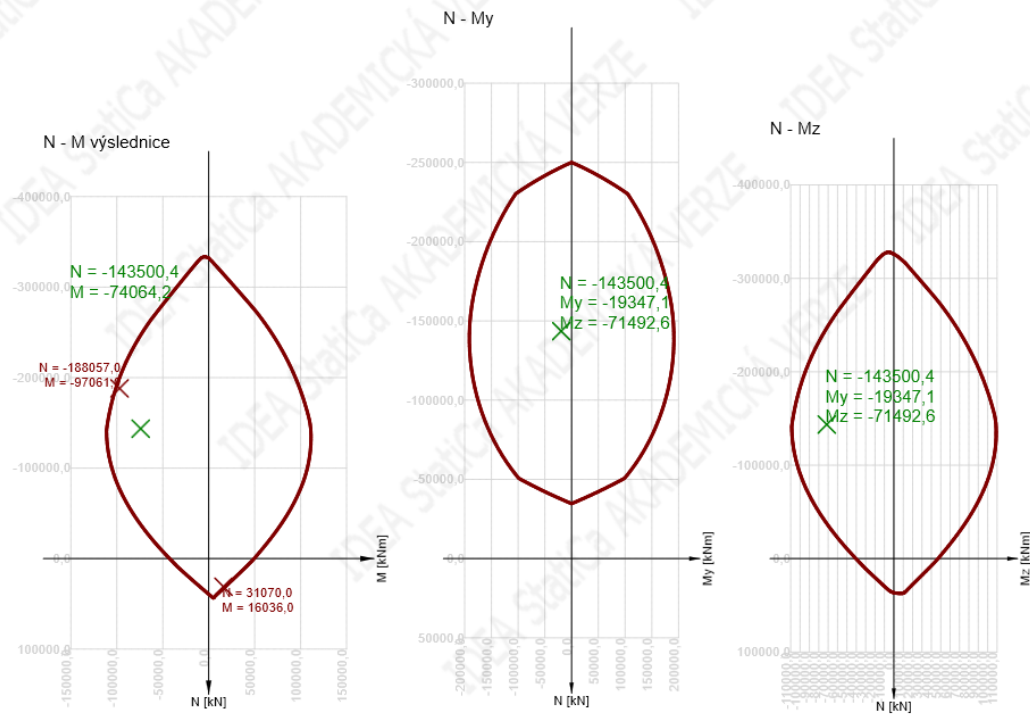
Jak je patrné z vnitřních sil i napětí, vnější stěny pilířů P4 a P7 jsou tažené (kolem 10 MPa), bylo by nutné je předeprnout svislými kabely tak, aby se v této konstrukci vyloučily tahy.

### 8.5.2 Interakční diagramy

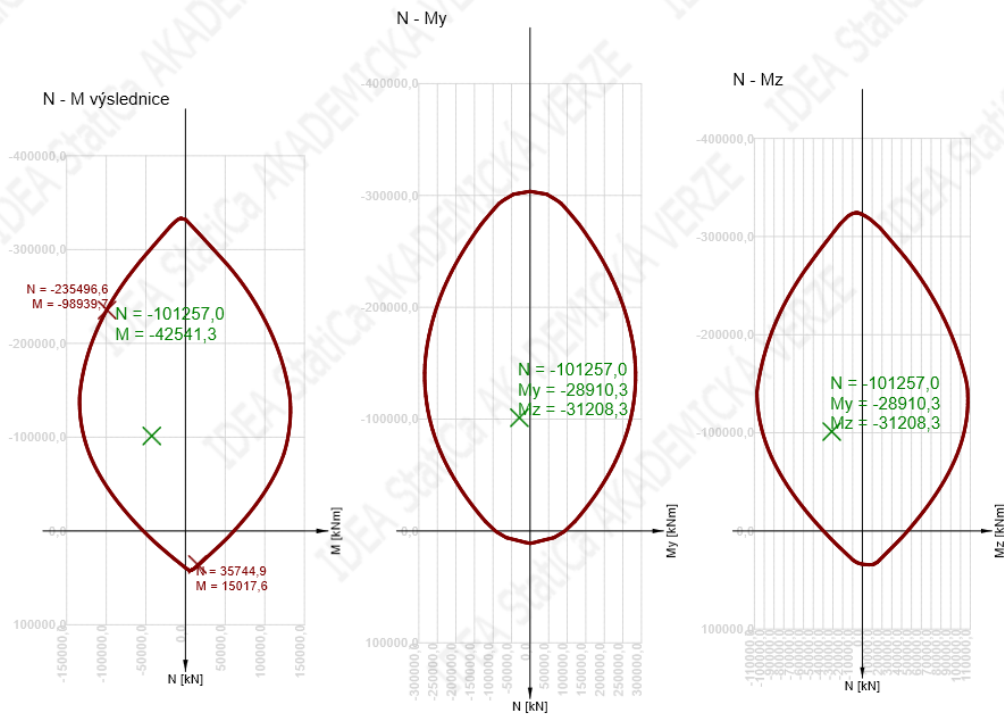


Obrázek 204: Zadání průřezu v programu IDEA Statica

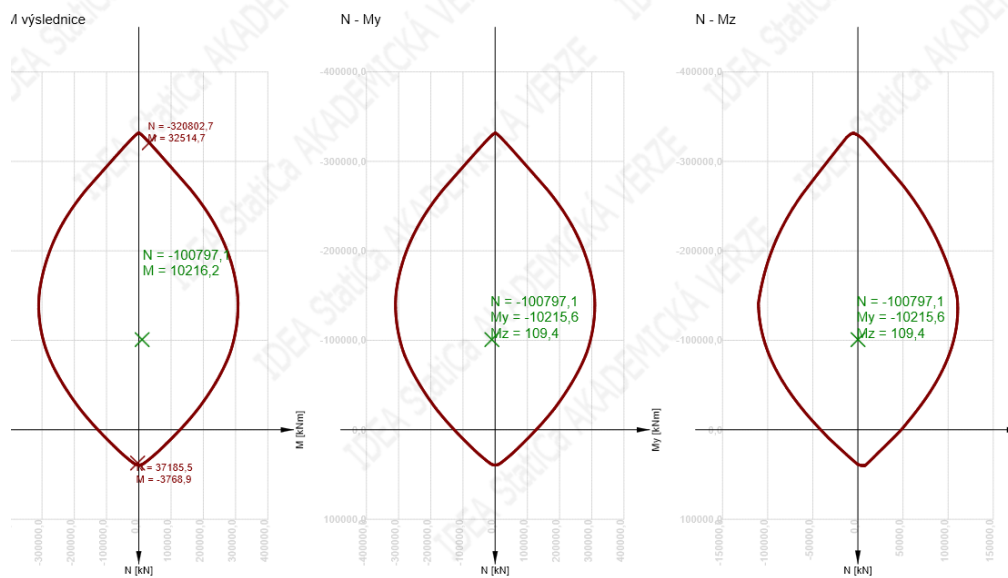
Výsledkem jsou interakční diagramy pro nejneprůzračnější kombinaci pro rozhodující z průřezů (horní i dolní průřez pilíře). V uvedených diagramech jsou vyneseny grafy kombinací normálové síly  $N$  a ohybových momentů  $M_y$  a  $M_z$  – kvůli lokální konvenci jsou podélné momenty označeny jako  $M_z$ , příčné momenty pak  $M_y$ . Na prvním ze tří grafů je vždy diagram pro normálovou sílu a výslednici momentů (řez interakční plochou v rovině výslednice momentů).



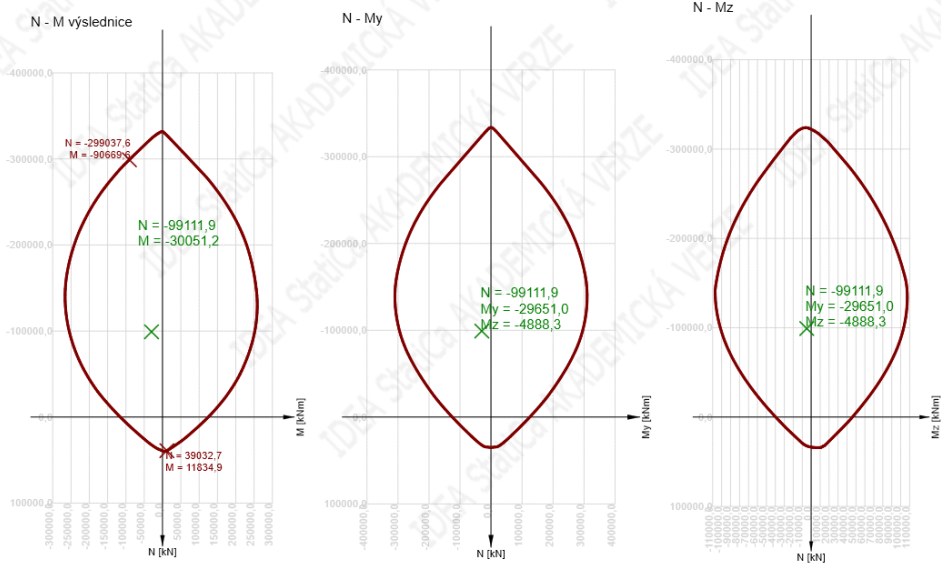
Obrázek 205: Interakční diagramy –  $P_4$ , pravá stěna



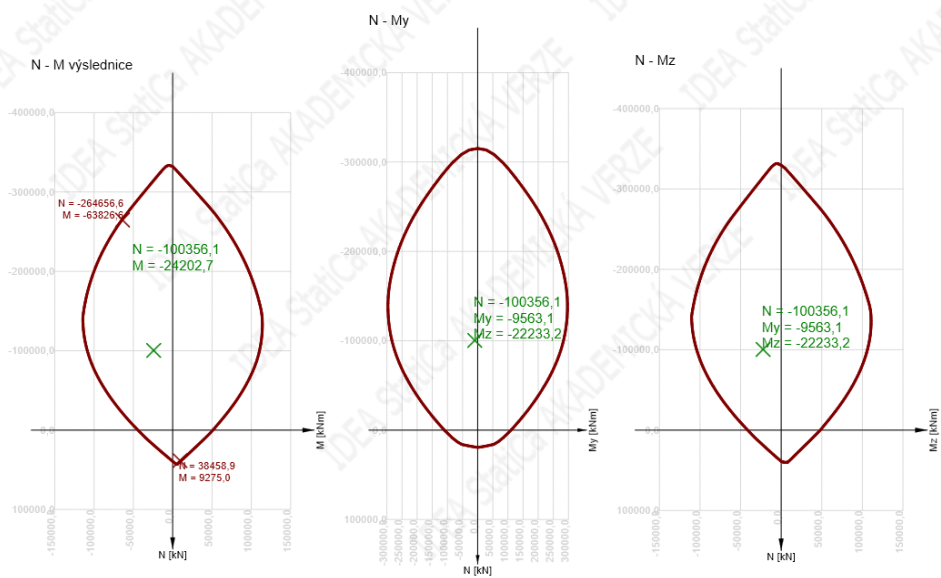
Obrázek 206: Interakční diagramy – P5, levá stěna



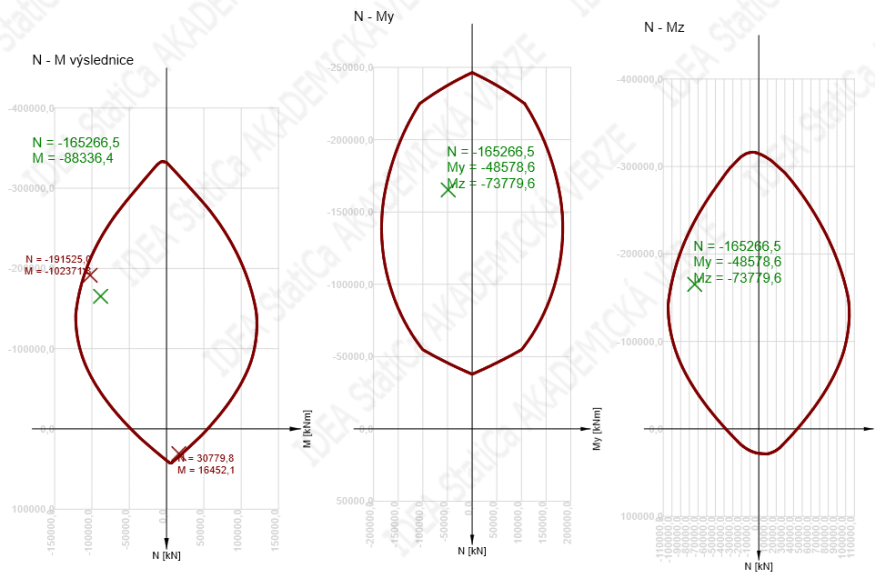
Obrázek 207: Interakční diagramy – P5, pravá stěna



Obrázek 208: Interakční diagramy – P6, levá stěna

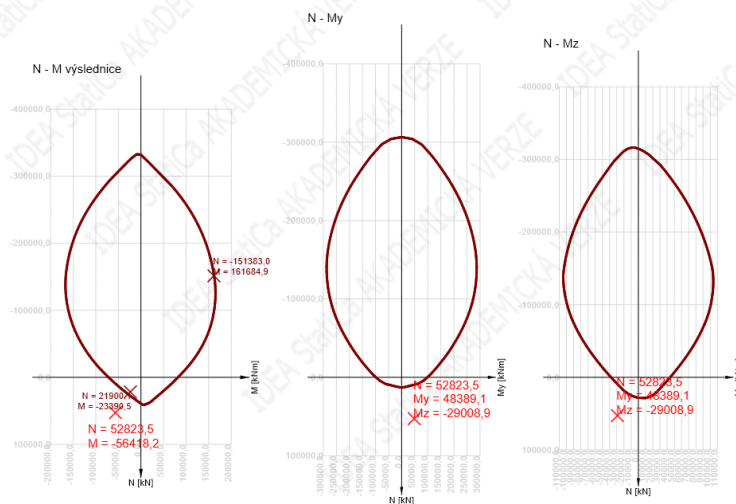


Obrázek 209: Interakční diagramy – P6, pravá stěna



Obrázek 210: Interakční diagramy – P7, levá stěna

Všechny průřezy pilířů P5 a P6 vyhověly, u pilířů P4 nevyhověly „vnější“ stěny kvůli silnému tahovému namáhání pilíře. Ani přidání velkého množství betonářské výztuže nevedlo ke kýženému cíli a návrh by se i tak stal příliš neekonomickým. Řešením by bylo tyto stěny svisle předeprnout, nadměrné tahy by mohly být omezeny i úpravou tvaru a délky lamel nosné konstrukce a případnou změnou betonážního postupu (rozdílné tempo betonáže konzol), aby nedocházelo ke zbytečnému namáhání těchto pilířů.



Obrázek 211: Interakční diagramy – P4, levá stěna – průřez nevyhověl

### 8.5.3 Ověření stability vahadla

Pro ověření stability vahadla ve stavební fázi byl vytvořen odvozený model pilíře P6 s přilehlými konzolami. Na tomto modelu byla ověřena stabilita pro dvě situace: návrhová kombinace (6.10ab) pro běžný stavební stav a mimořádná kombinace pro nečekanou havárii, kdy by došlo k utržení vozíku s betonovaným segmentem (6.11).<sup>[2]</sup> Na modelu působí staveništní zatížení (spojité zatížení,



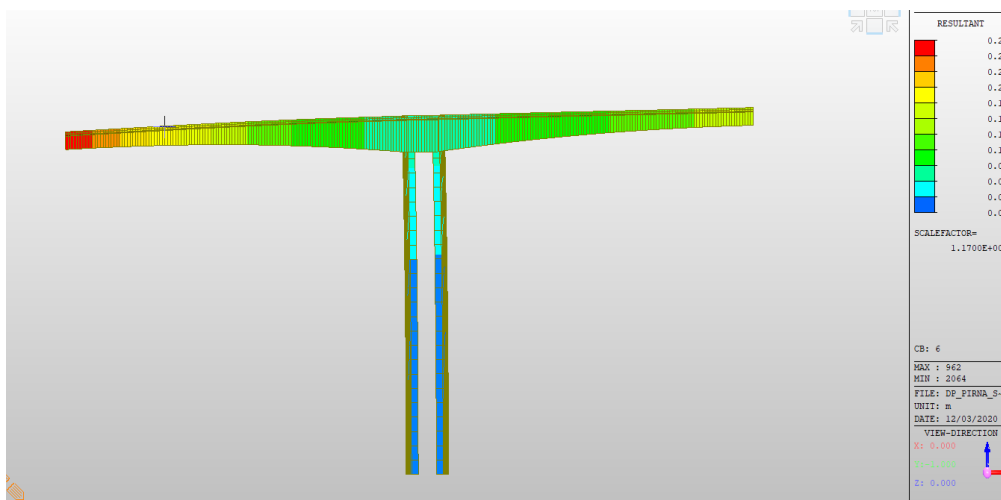
betonážní vozík, čerstvý beton), vlastní tíha a předpětí. Výpočet je prováděn pro finální maximální konzolový stav bez zohlednění fází. Výsledky jsou uvedeny jak pro stěny pilíře, tak i pro nosnou konstrukci.

Tabulka 33: Vnitřní síly pro konzolový stav – pilíře

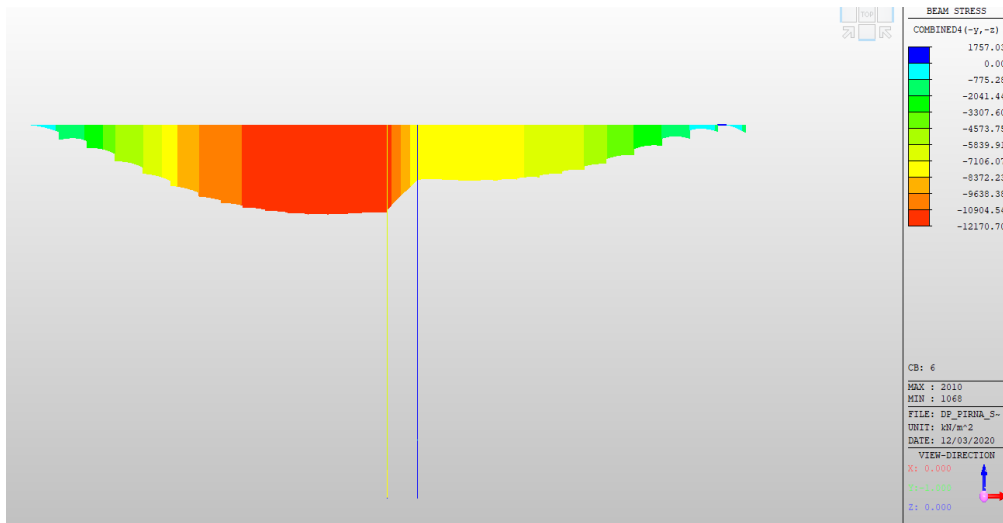
zatěžovací stav	6.10a		6.10b		6.11	
	N	Mz	N	Mz	N	Mz
	kN	kNm	kN	kNm	kN	kNm
Levá stěna, horní	-68359,2	-13902,0	-58231,9	-11164,2	-73603,6	-11577,8
Pravá stěna, horní	-12653,7	2523,7	-10779,1	3240,0	11525,1	5589,6
Levá stěna, dolní	-102388,9	-4141,8	-87220,1	-3528,2	-99246,6	-6179,7
Pravá stěna, dolní	-44163,0	4141,8	-37620,3	3528,2	-11379,3	6179,7

Jediným kritickým případem je mimořádná situace (6.11), kde dochází ke vzniku tahu v pravé stěně pilíře. Při uvážení plochy  $14,81 \text{ m}^2$  a průřezového modulu  $6,83 \text{ m}^3$  dostaneme pro vnější vlákna stěny tahová napětí  $0,78 \text{ MPa}$  (N) a  $1,14 \text{ MPa}$  (M). Dohromady to činí  $1,92 \text{ MPa}$ , což je stále méně, než je vůbec tahová pevnost betonu  $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ .

Graficky zde jsou uvedeny i výsledky pro nosnou konstrukci.



Obrázek 212: Deformace pro mimořádný stav dle 6.11 [m]



Obrázek 213: *Napětí pro mimořádný stav dle 6.11 [kPa]*

Maximální deformace činí 270 mm, maximální tahové napětí ve spodních vláknech je 1,8 MPa, maximální tlakové napětí dosahuje hodnoty 12,17 MPa – tato napětí opět splní požadovaná kritéria.

## 9 Založení

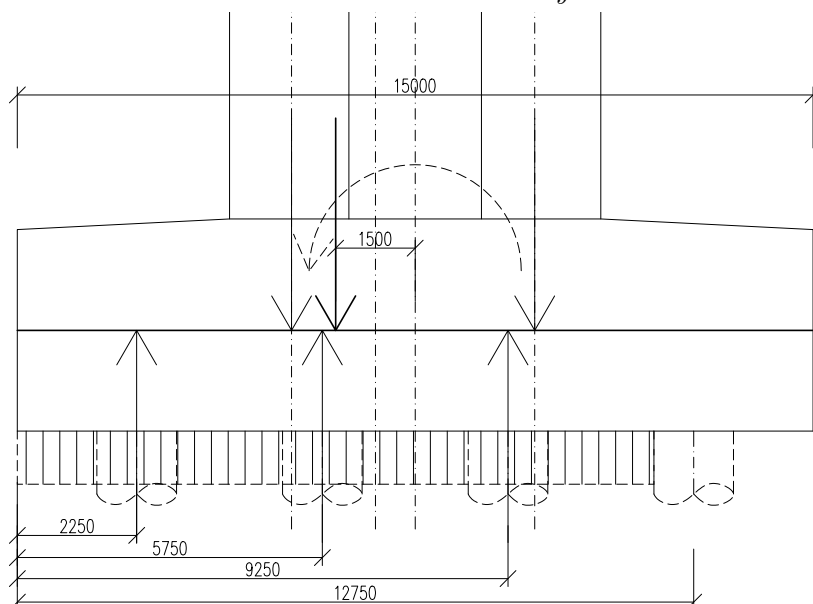
### 9.1 Stabilita základů

Pro kombinace 6.10a a 6.10b (s variantou uvážení rozjezdových a brzdných sil) byla ověřena stabilita spodní stavby dle [2] čl. 6.4.2.

Tabulka 34: Rozměry konstrukce

vzdálenost stěn	d	4,635	m
	d/2	2,3175	m
šířka základu	b	15	m
plocha základu	A	225	m <sup>2</sup>

Obrázek 214: Schéma stability základu



Tabulka 35: Vzdálenosti pilot

polohy pilot	od kraje	od středu	
1	2,25	5,25	m
2	5,75	1,75	m
3	9,25	1,75	m
4	12,75	5,25	m

Součtem normálových sil ve stěnách dostaneme celkovou sílu  $N$  a součtem momentů z pilířů (s uvážením momentů od osových sil daných excentricitou k těžišti základu) dostaneme součtový moment  $M$ . Excentricita udává rameno teoretické náhradní osově síly, se kterým by vyvodila součtový moment. Efektivní šířka udává šířku tlačené oblasti základové spáry a vypočte se  $b_{eff} = b - 2e$ . Základ je uvažován vzhledem k pilířům jako nekonečně tuhý, jedná se tedy o úlohu přetočení základu.

Tabulka 36: Výpočet stability základů

(a) Výsledné síly a momenty (N, M), náhradní excentricity (e) a účinné šířky ( $b_{eff}$ )

pilíř	6.10a				6.10b			
	N kN	M kNm	e m	$b_{eff}$ m	N kN	M kNm	e m	$b_{eff}$ m
P4	124099,1	-176358,9	1,421	12,16	75958,9	-142987,9	1,882	11,24
P5	144385,9	18668,1	0,129	14,74	96397,0	29451,4	0,306	14,39
P6	150780,3	25506,5	0,169	14,66	103260,7	34800,4	0,337	14,33
P7	127350,0	404115,6	3,173	8,65	82547,4	371796,6	4,504	5,99

(b) Výsledné síly a momenty (N, M), náhradní excentricity (e) a účinné šířky ( $b_{eff}$ )

pilíř	6.10a pro gr2			
	N kN	M kNm	e m	$b_{eff}$ m
P4	124073,8	-180014,4	1,451	12,10
P5	144392,8	16665,1	0,115	14,77
P6	150772,8	23106,4	0,153	14,69
P7	127375,9	401402,9	3,151	8,70

Červeně zvýrazněná pole označují případy, kdy výslednice vyjde na rameni větším než je vodorovná vzdálenost osy pilíře od těžiště základu – v takovém případě by se jednalo o nestabilní polohu. Řešením by byly úpravy geometrie základu či navržení tahových pilot – ty zajistí větší stabilitu, samy o sobě velký tlak na opačné straně nesníží.

Z kombinací byla vybrána 6.10b jako nejméně příznivá (s největšími excentricitami) a pro ni byly vypočteny síly v řadách pilot a v jednotlivých pilotách. Tažené piloty nebyly uvažovány (u pilot v tažené oblasti se uvažuje nulová síla), u tlačných pilot bylo předpokládáno plastické působení a síly byly rozděleny rovnoměrně. Pokud by bylo uvažováno pružné rozdělení, síly v pilotách by byly rozděleny lineárně. V jedné řadě se uvažují 4 piloty.

Tabulka 37: Síly na řady pilot (6.10b)

pilíř	1	2	3	4
	kN	kN	kN	kN
P4	25319,63	25319,63	25319,63	0
P5	24099,25	24099,25	24099,25	24099,25
P6	25815,17	25815,17	25815,17	25815,17
P7	41273,68	41273,68	0	0

Tabulka 38: Síla na jednu pilotu v řadě (6.10b)

pilíř	1	2	3	4
	kN	kN	kN	kN
P4	6329,91	6329,91	6329,91	0
P5	6024,81	6024,81	6024,81	6024,81
P6	6453,79	6453,79	6453,79	6453,79
P7	10318,42	10318,42	0	0

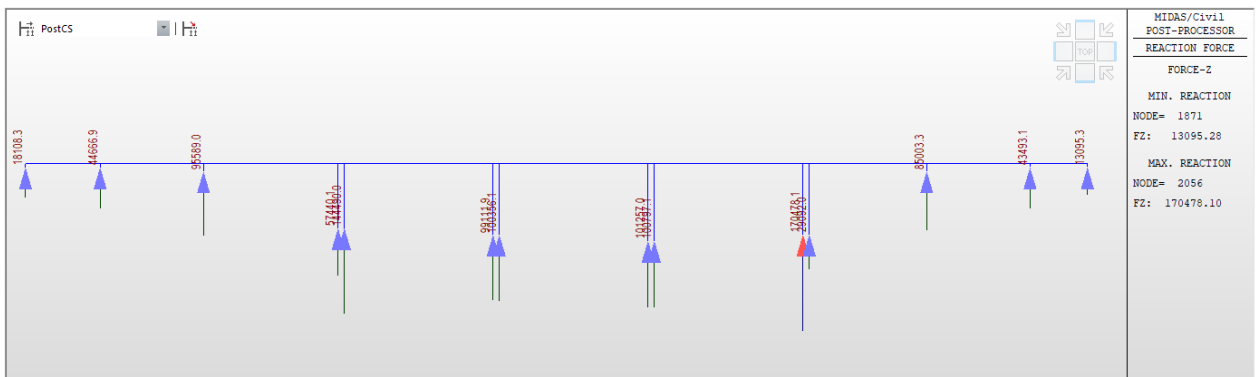
U sil kolem 6000–7000 kN na pilotu lze uvažovat, že by takové piloty šly dimenzovat, u reakcí přes 10 000 kN na pilotu by bylo nutno zvážit buď návrh tahových pilot (provázat výztuž pilot s výztuží základu) a využít tak celou šířku základu, případně zvýšit počty pilot.

Hlubinné založení nebylo detailně navrhováno, průměry pilot a jejich počet byl navržen s přihlédnutím k návrhu z originální dokumentace.

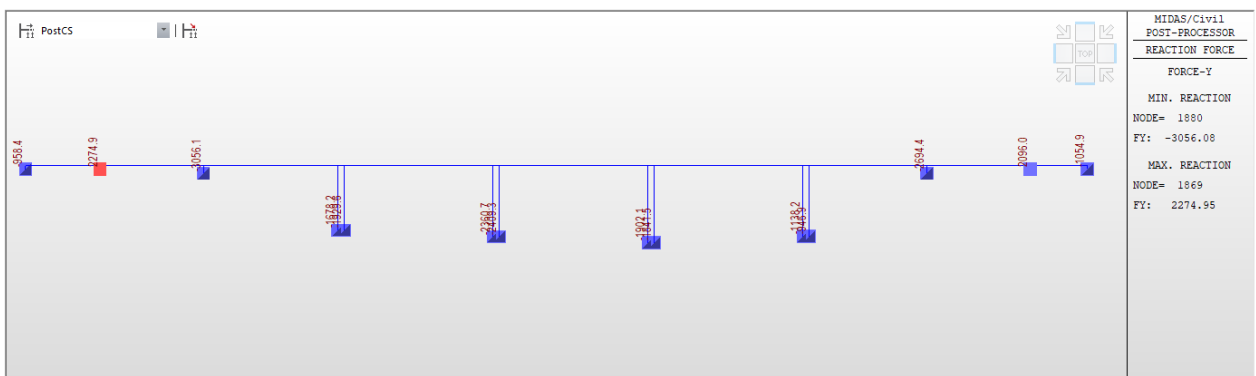
## 10 Ložiska a mostní závěry

### 10.1 Ložiska

Na základě reakcí v mezním stavu únosnosti byla navržena ložiska na opěrách OP1 a OP10 a na pilířích P2, P3, P8 a P9. Na každém z těchto prvků spodní stavby byla navržena dvojice ložisek – jedno podélně posuvné a jedno všesměrně pohyblivé tak, aby byl umožněn příčný pohyb mostu. Konkrétní ložiska byla zvolena na základě podkladů společnosti Freyssinet.<sup>[15][16]</sup>



Obrázek 215: *Reakce  $R_z$*



Obrázek 216: *Reakce  $R_y$*

Tabulka 39: Návrh ložisek

	$R_z$ kN	$R_z/2$ kN	$R_y$ kN	ložiska	
				všesměrně pos.	podélně pos.
P3	95589	<b>47795</b>	<b>1947</b>	GL 50000 – 50 – 20	GG 50000 – 2500 – 50
P8	84968	<b>42484</b>	<b>1480</b>	GL 45000 – 50 – 20	GG 45000 – 2250 – 50
P2	44651	<b>22326</b>	<b>2274</b>	GL 24000 – 50 – 20	GG 45000 – 2250 – 50
P9	43493	<b>21747</b>	<b>2096</b>	GL 24000 – 50 – 20	GG 45000 – 2250 – 50
OP1	18108	<b>9054</b>	<b>958</b>	GL 10000 – 50 – 20	GG 20000 – 1000 – 50
OP10	13095	<b>6548</b>	<b>1054</b>	GL 7000 – 50 – 20	GG 20000 – 1000 – 50

## 10.2 Mostní závěry

Na základě maximálních posunů od teploty na opěrách byly navrženy mostní závěry LW400, umožňující posun  $\pm 200$  mm.

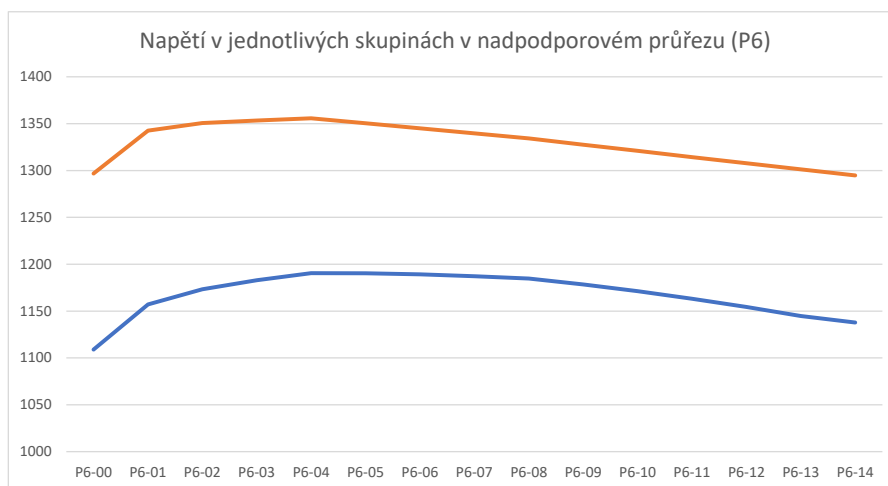
Tabulka 40: Návrh mostních závěrů

posuny	+	-	$\Delta$	
OP1	201	-128	329	navržen LW 400 $\pm 200$ mm
OP10	130	-204	334	navržen LW 400 $\pm 200$ mm

## 11 Ztráty předpínací výztuže

V programu *MIDAS Civil* byly vypočítány ztráty předpínací výztuže – jak okamžité, tak i dlouhodobé. Ke statickému výpočtu jsou přiloženy grafy s průběhy předpínací síly po délce kabelu v třech okamžicích (po zakotvení, po uvedení do provozu a na konci životnosti). Jak je patrné z grafů, k největším ztrátám dochází na koncích kabelů (pokluz v kotvě) a uprostřed (ztráty třením). Ztráty na konci životnosti dosahují 20–25 % předpínací síly (v závislosti na konkrétním kabelu a poloze), v čase uvedení do provozu činí ztráty 7–20 %. Jednotlivé složky ztrát jsou modelově rozepsány v tabulce pro kabely procházející nadpodporovým průřezem na pilíři P6.

Pro ten samý průřez uvádím i graf, kde je vyneseno napětí po zakotvení a na konci životnosti v jednotlivých skupinách konzolových kabelů. Je patrné, že největší ztráty vykazují nejkratší kabely – projevuje se pokluz v kotvě – a nejdelší z nich, kde dominují ztráty třením.



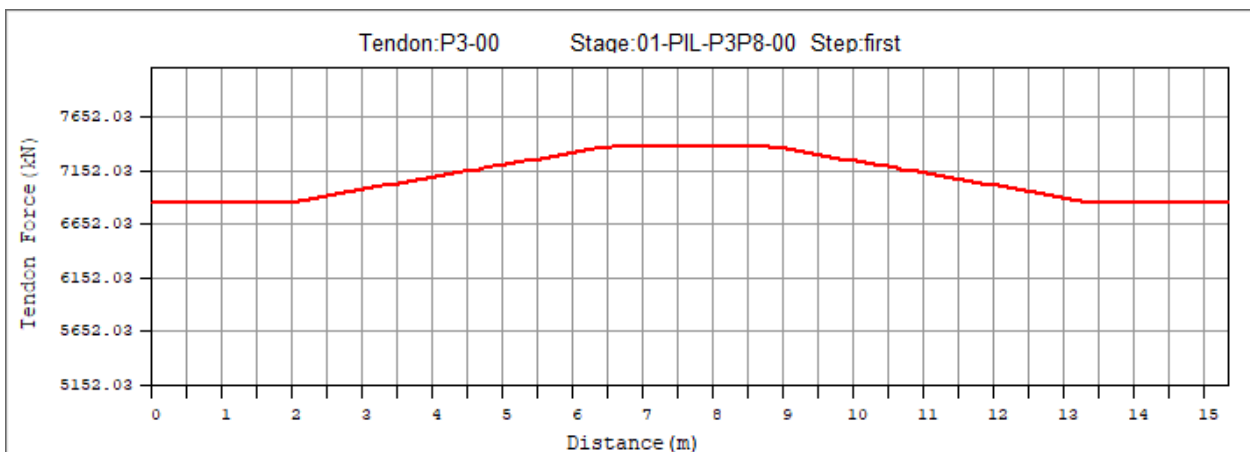
Obrázek 217: Graf napětí v jednotlivých skupinách konzolových kabelů po okamžitých ztrátách (červeně) a na konci životnosti (modře)

Tabulka 41: Napětí v kabelech na pilíři P6

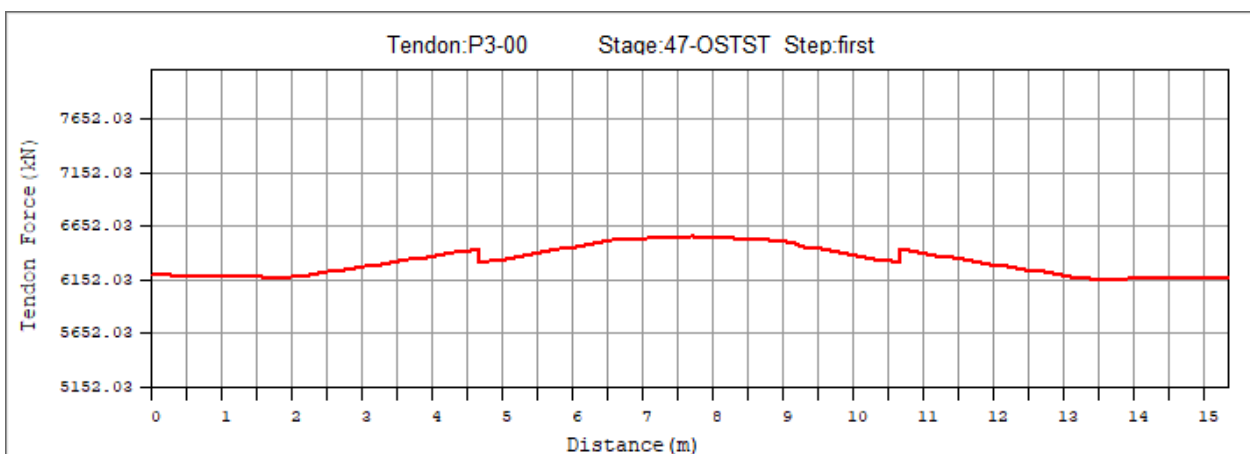
skupina	napětí po ztrátě okamžitých ztrátách	ztráta pružnou deformací	ztráta smrštěním a dotvarováním	ztráta relaxací	napětí (KZ)
	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
P6-00	1296,83	-32,617	-98,732	-56,627	1108,92
P6-01	1342,57	-24,500	-96,289	-64,722	1157,03
P6-02	1350,67	-17,510	-93,535	-66,261	1173,32
P6-03	1353,41	-13,234	-90,839	-66,448	1182,88
P6-04	1355,73	-9,638	-88,669	-66,892	1190,46
P6-05	1350,32	-7,359	-86,720	-65,848	1190,44
P6-06	1344,93	-5,759	-85,107	-64,823	1189,18
P6-07	1339,56	-4,744	-83,718	-63,817	1187,25
P6-08	1334,21	-4,236	-82,528	-62,829	1184,64
P6-09	1327,55	-5,929	-81,533	-61,620	1178,47
P6-10	1320,93	-8,194	-81,048	-60,439	1171,27
P6-11	1314,33	-11,009	-80,820	-59,282	1163,18
P6-12	1307,77	-14,377	-80,819	-58,154	1154,37
P6-13	1301,25	-18,330	-81,034	-57,051	1144,84
P6-14	1294,76	-19,606	-81,462	-55,973	1137,71
SP-P5P7	1171,91	25,561	-79,795	-38,842	1078,86
SP-P6P8	1383,61	26,276	-79,810	-72,859	1257,29



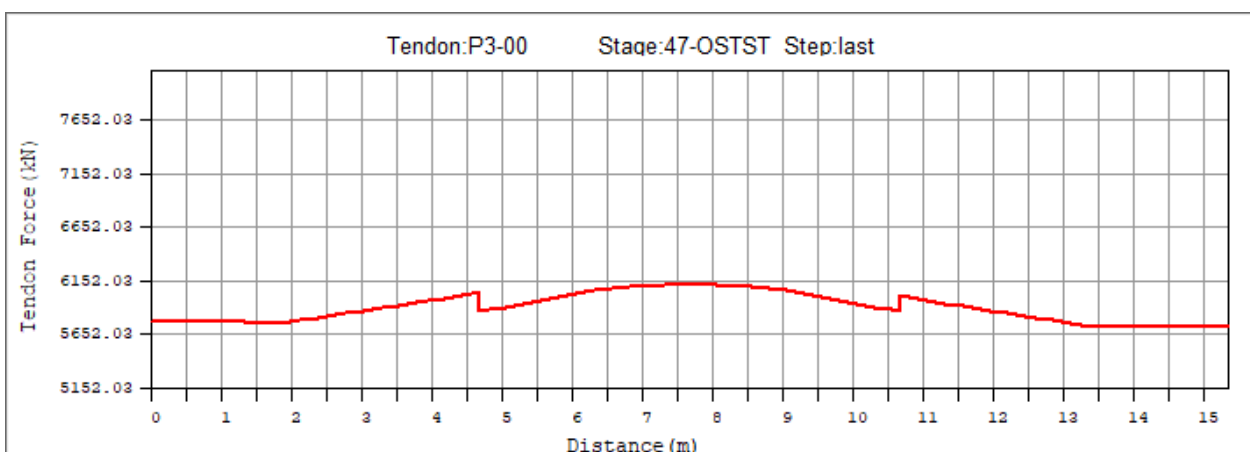
## 11.1 Konzolové kabely



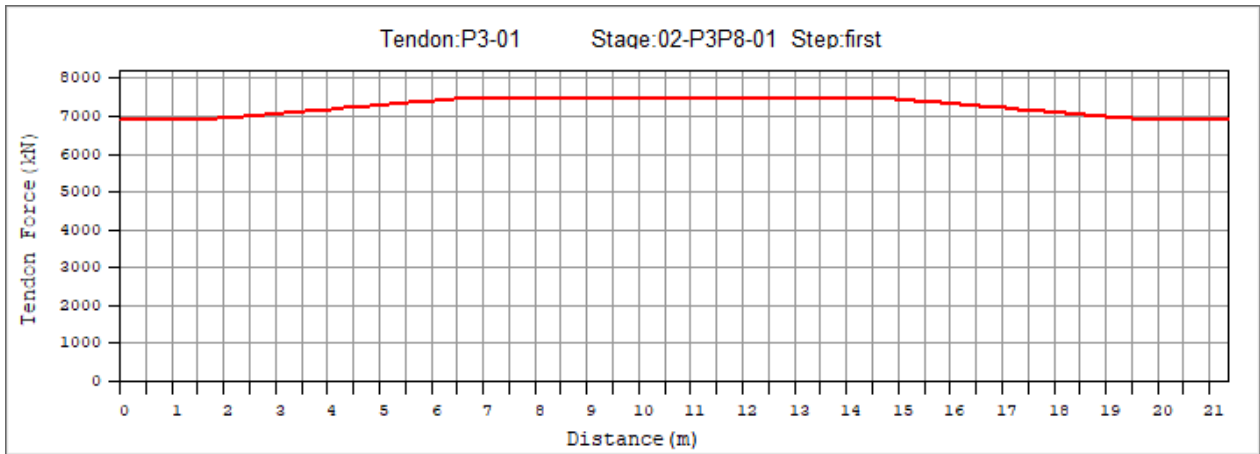
Obrázek 218: Kabelová skupina P3-00 po napnutí



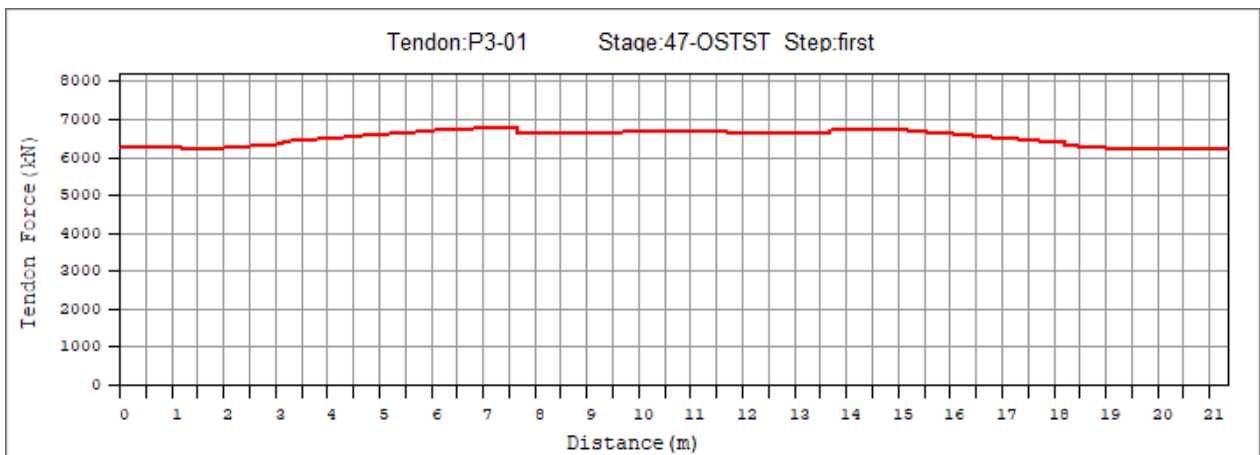
Obrázek 219: Kabelová skupina P3-00 po uvedení do provozu



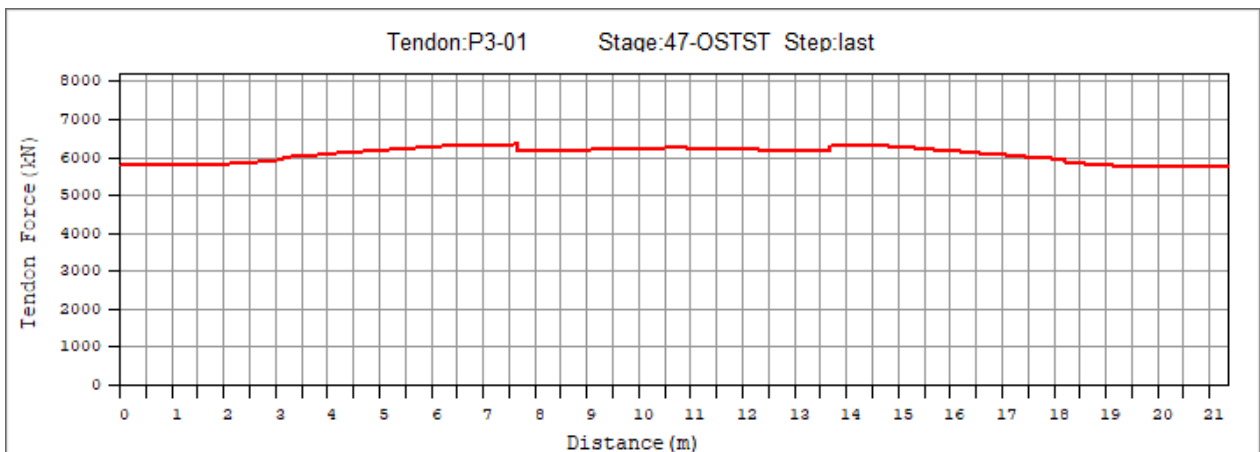
Obrázek 220: Kabelová skupina P3-00 na konci životnosti



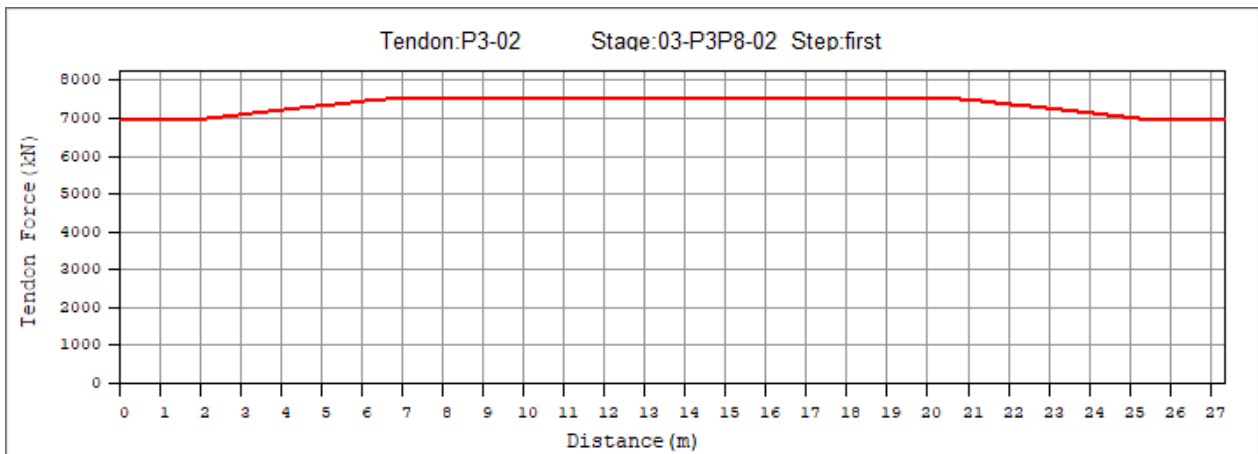
Obrázek 221: Kabelová skupina P3-01 po napnutí



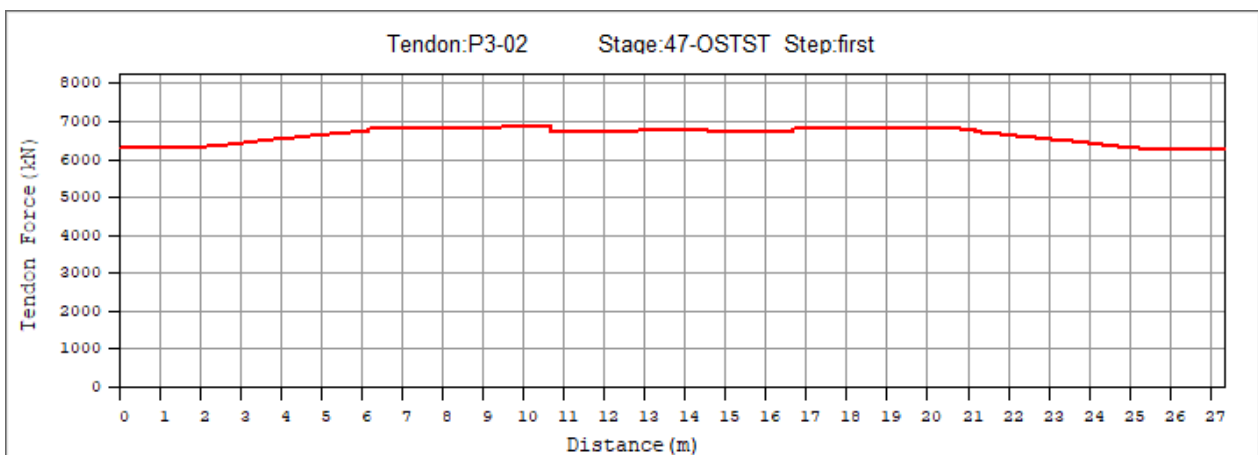
Obrázek 222: Kabelová skupina P3-01 po uvedení do provozu



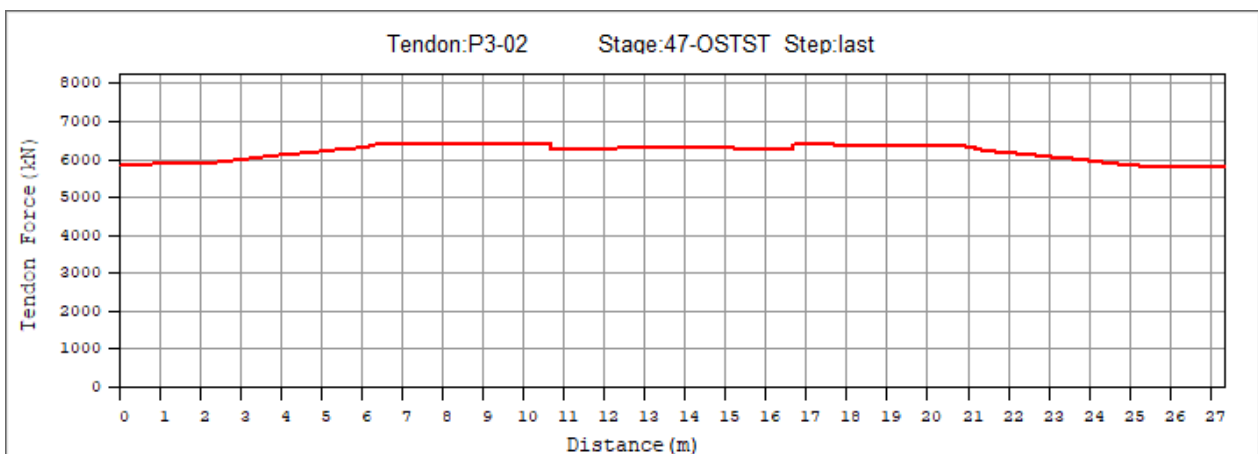
Obrázek 223: Kabelová skupina P3-01 na konci životnosti



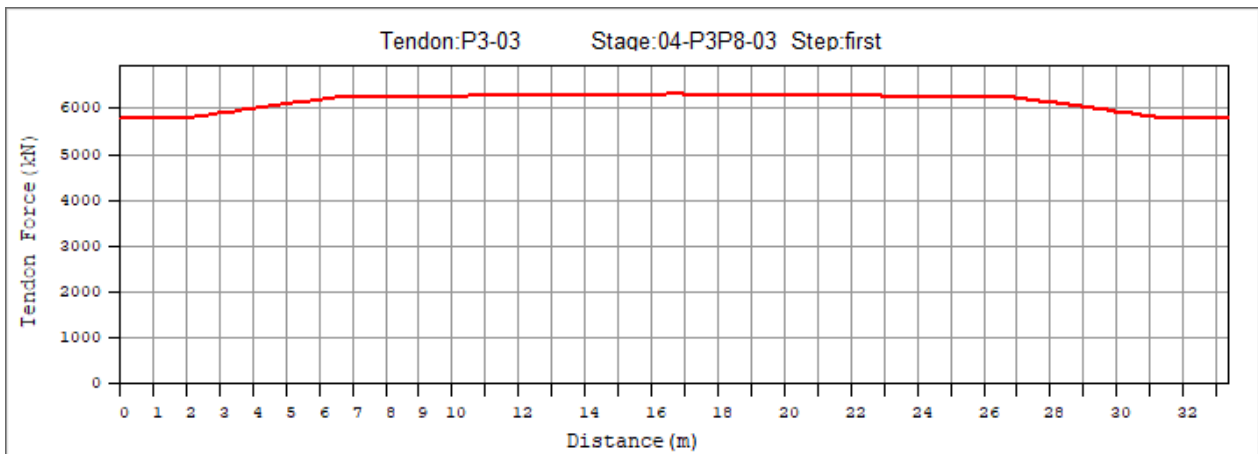
Obrázek 224: Kabelová skupina P3-02 po napnutí



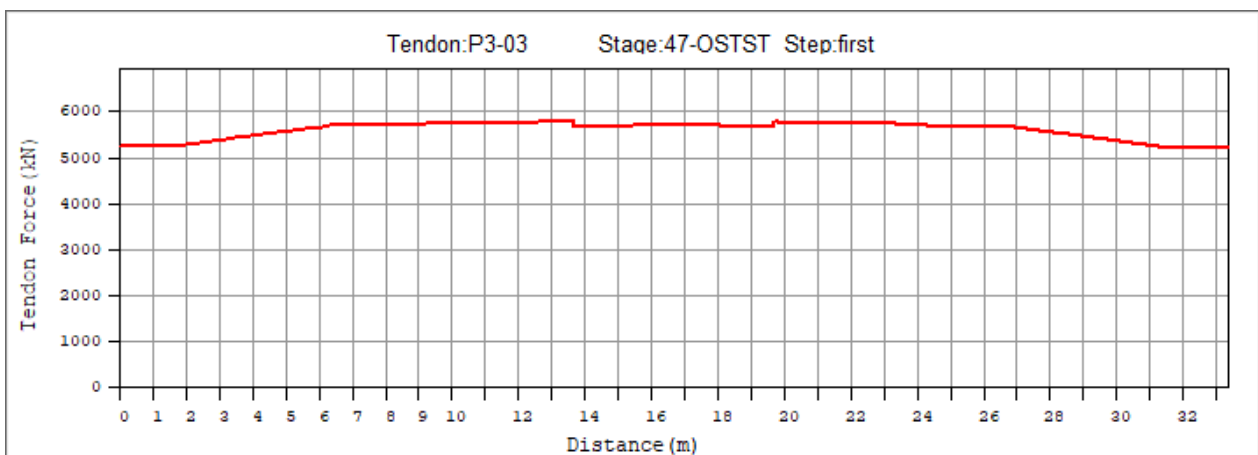
Obrázek 225: Kabelová skupina P3-02 po uvedení do provozu



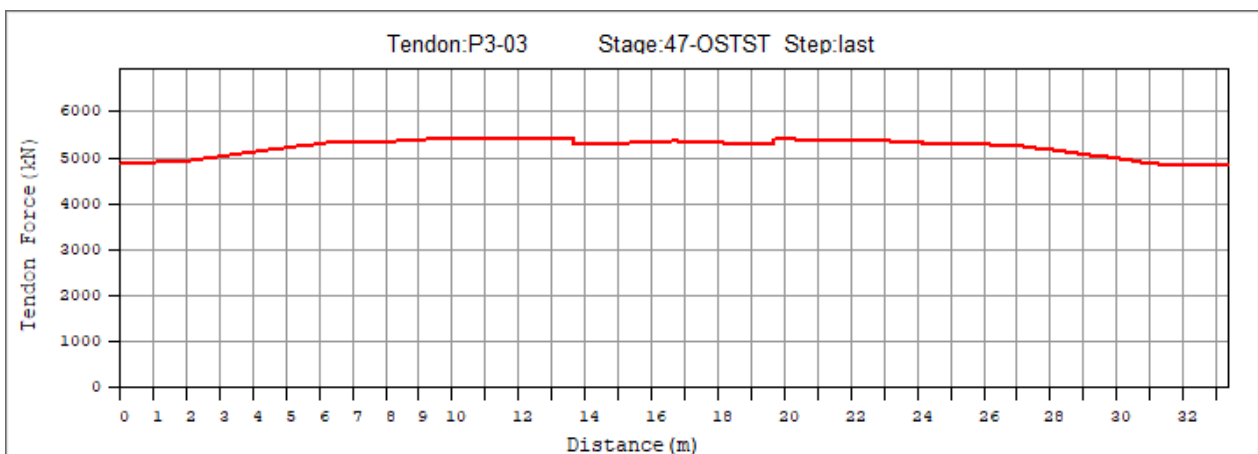
Obrázek 226: Kabelová skupina P3-02 na konci životnosti



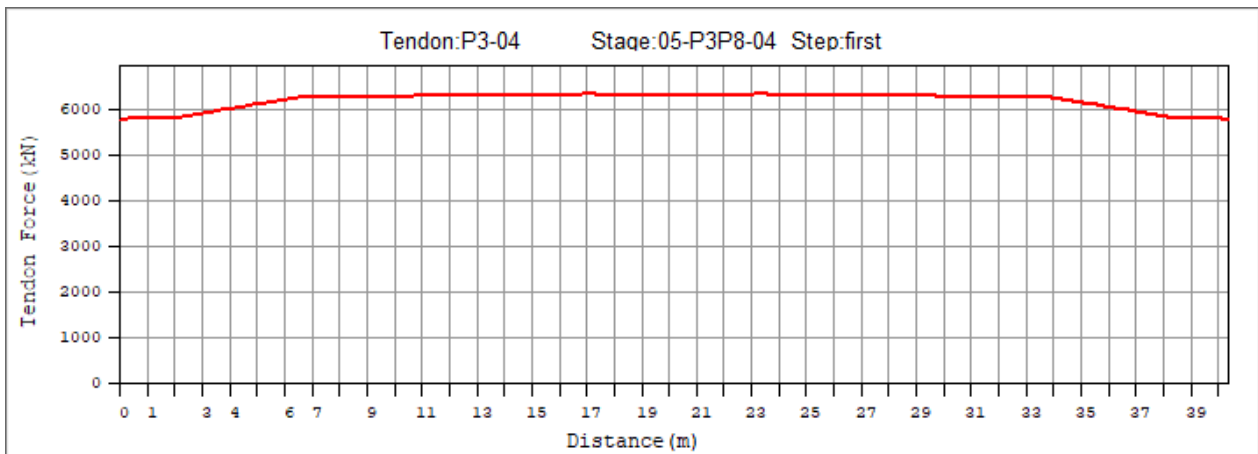
Obrázek 227: Kabelová skupina P3-03 po napnutí



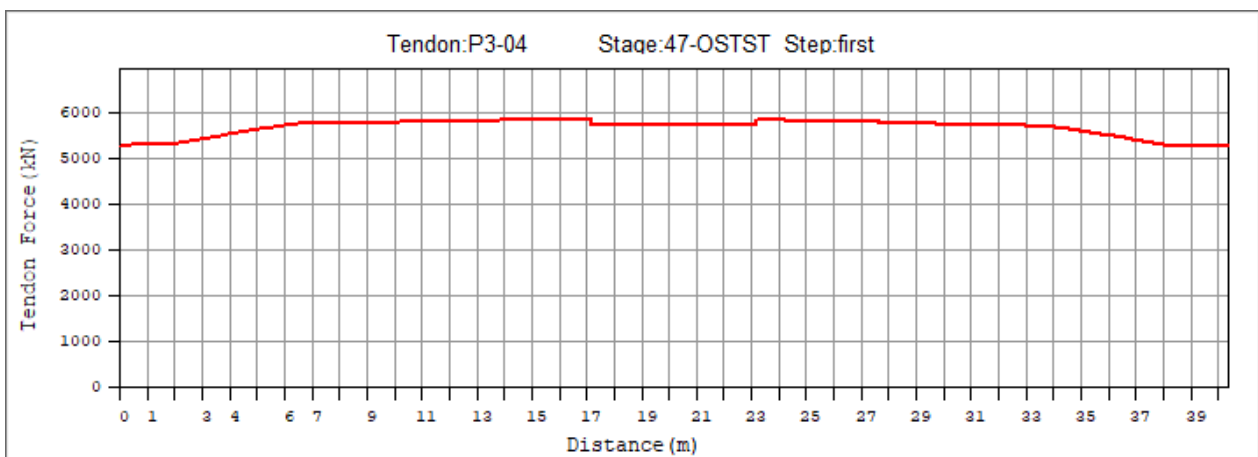
Obrázek 228: Kabelová skupina P3-03 po uvedení do provozu



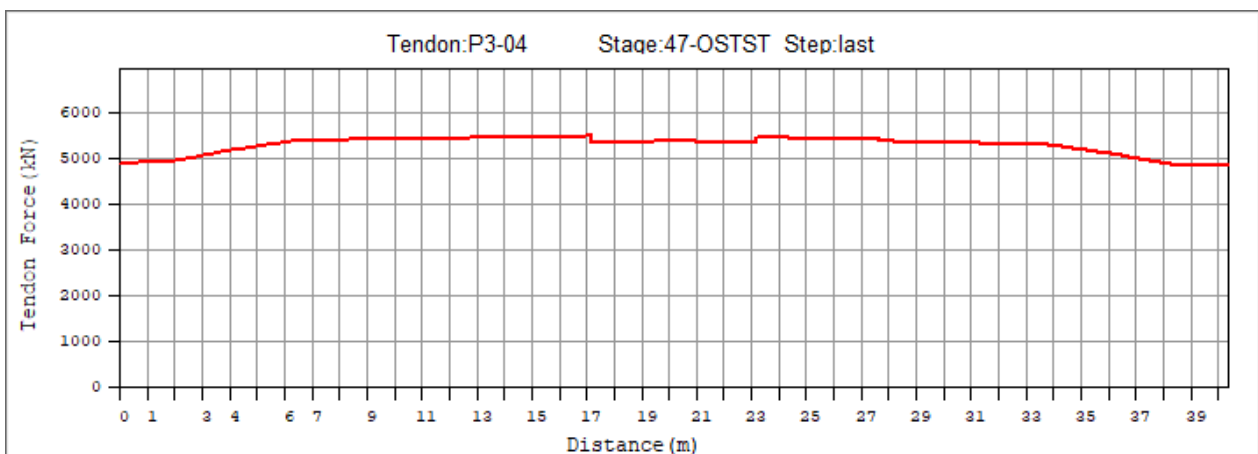
Obrázek 229: Kabelová skupina P3-03 na konci životnosti



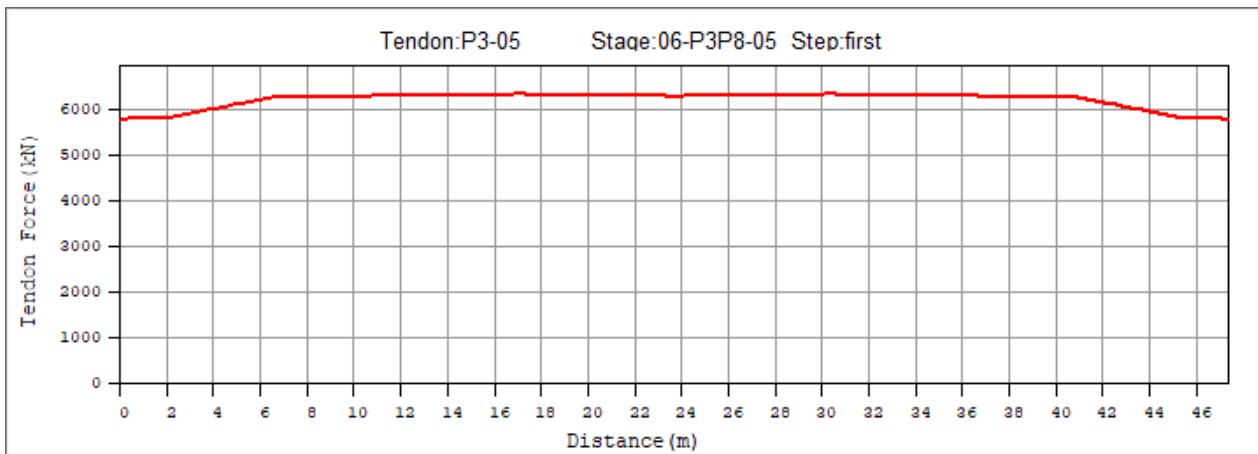
Obrázek 230: Kabelová skupina P3-04 po napnutí



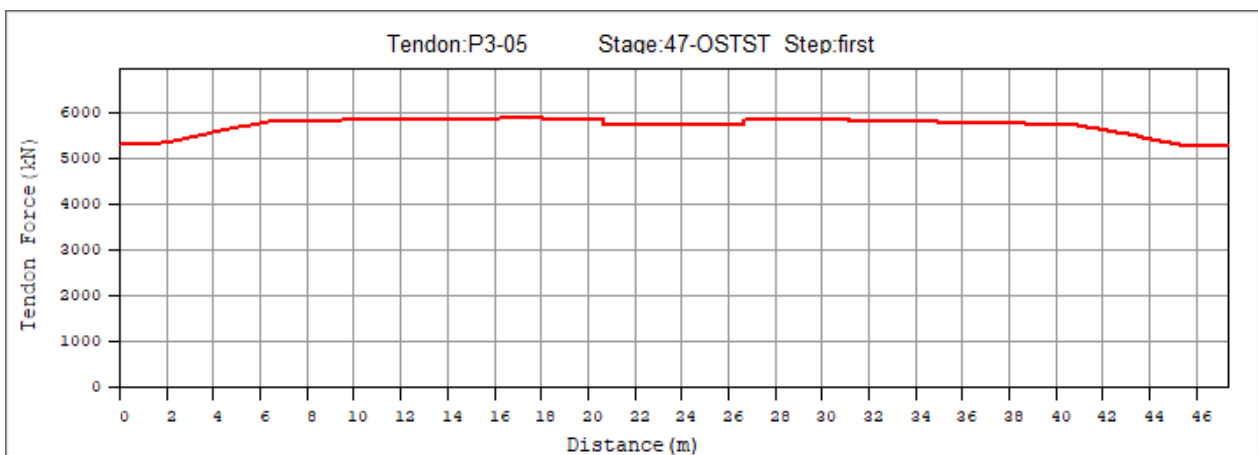
Obrázek 231: Kabelová skupina P3-04 po uvedení do provozu



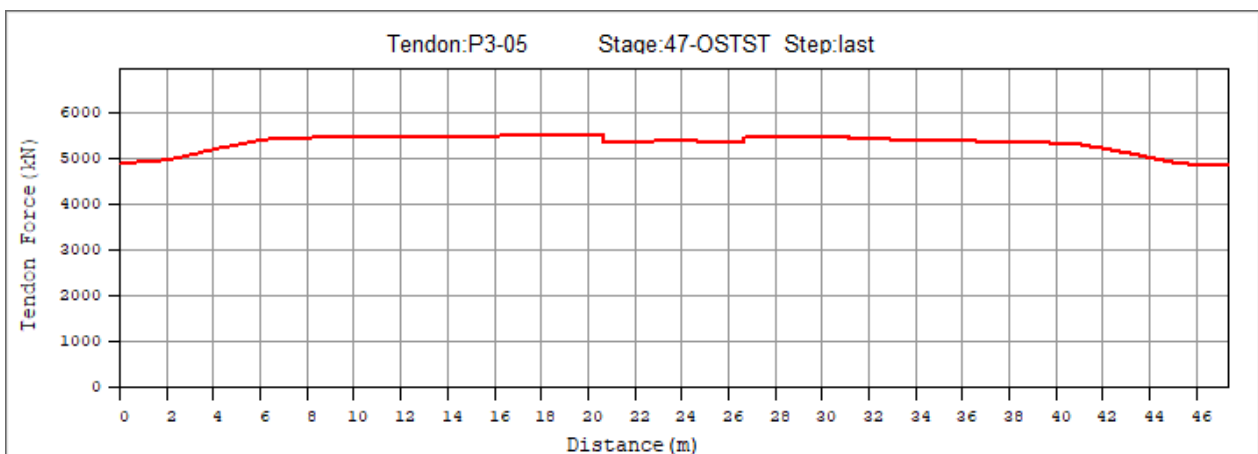
Obrázek 232: Kabelová skupina P3-04 na konci životnosti



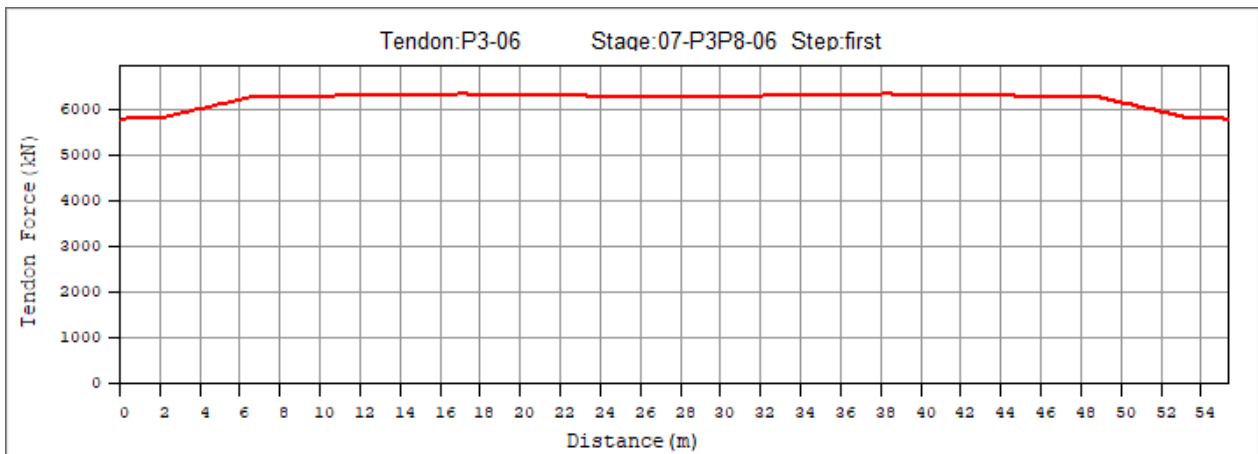
Obrázek 233: Kabelová skupina P3-05 po napnutí



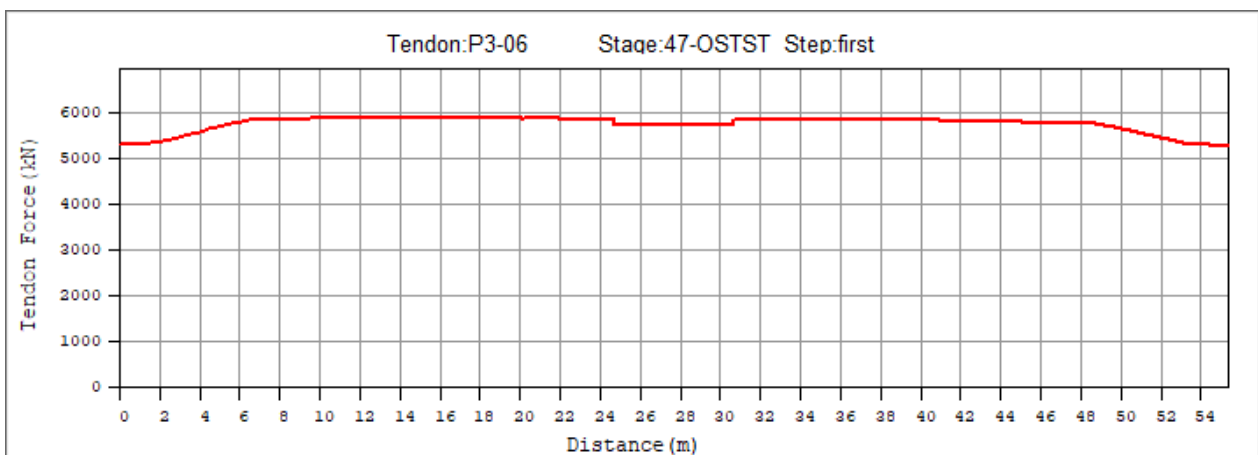
Obrázek 234: Kabelová skupina P3-05 po uvedení do provozu



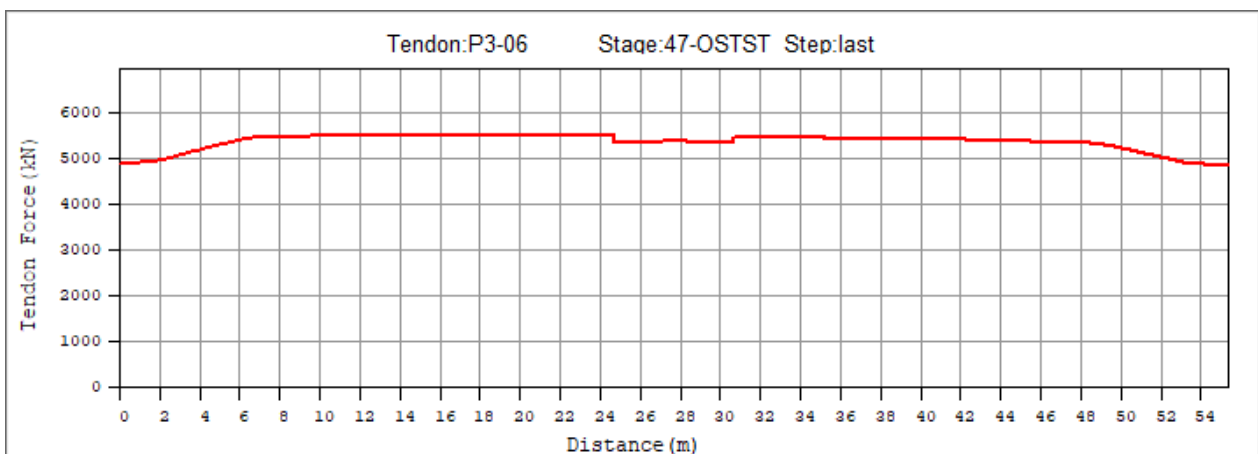
Obrázek 235: Kabelová skupina P3-05 na konci životnosti



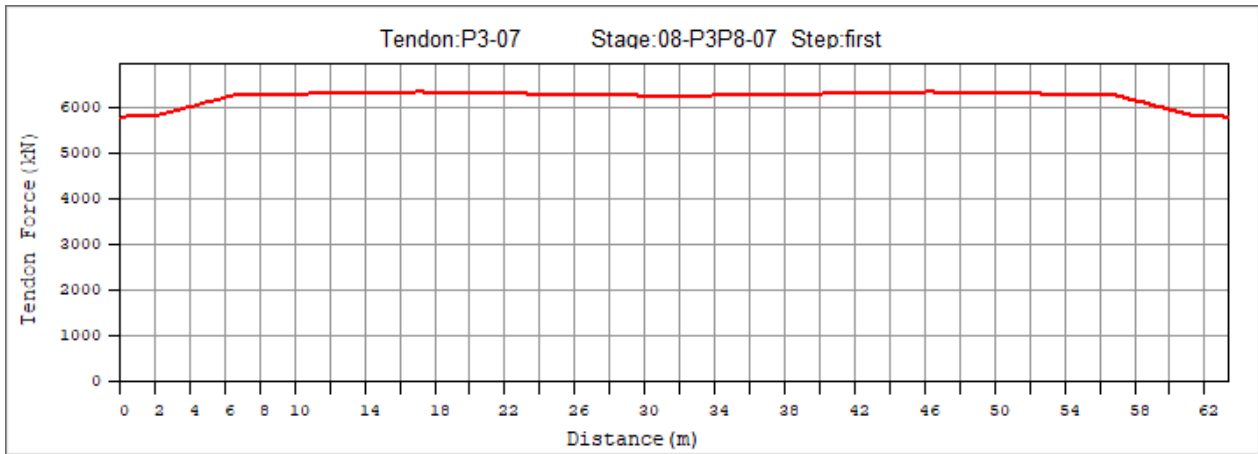
Obrázek 236: Kabelová skupina P3-06 po napnutí



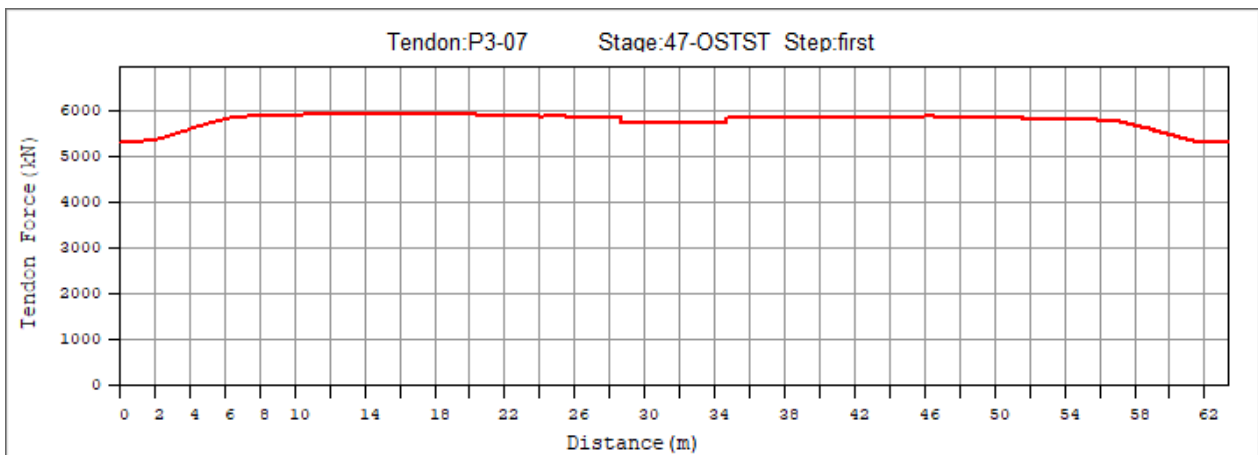
Obrázek 237: Kabelová skupina P3-06 po uvedení do provozu



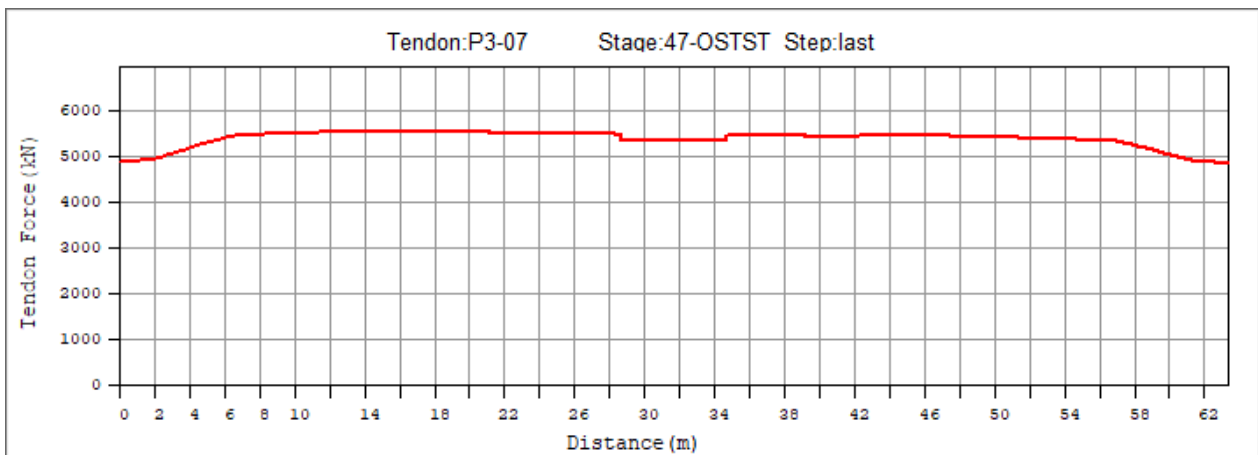
Obrázek 238: Kabelová skupina P3-06 na konci životnosti



Obrázek 239: Kabelová skupina P3-07 po napnutí

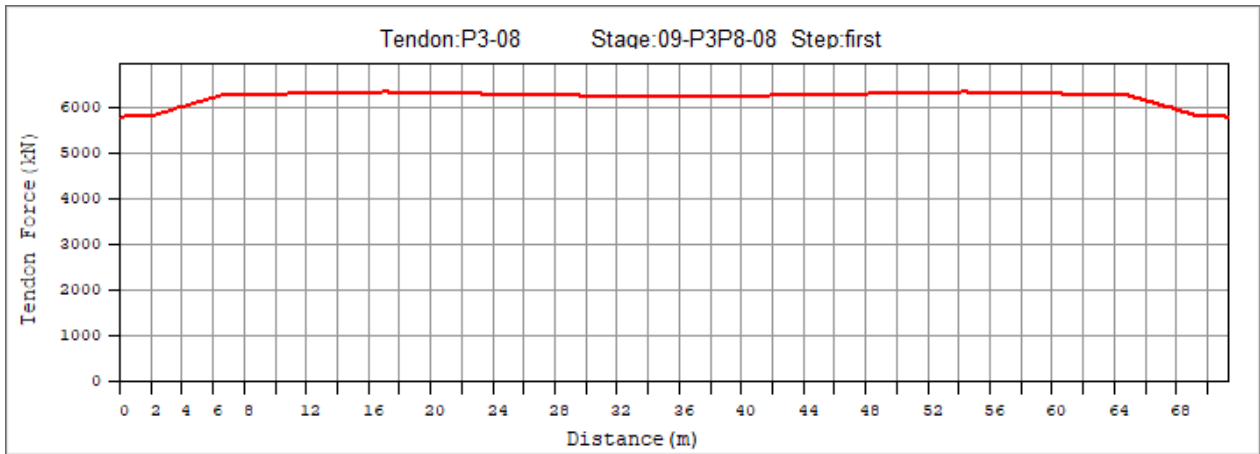


Obrázek 240: Kabelová skupina P3-07 po uvedení do provozu

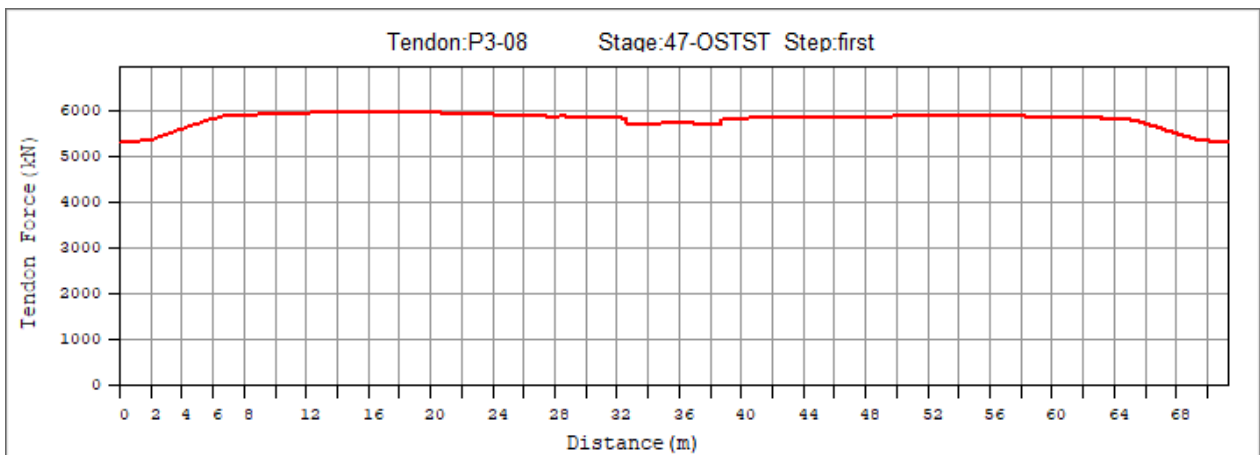


Obrázek 241: Kabelová skupina P3-07 na konci životnosti

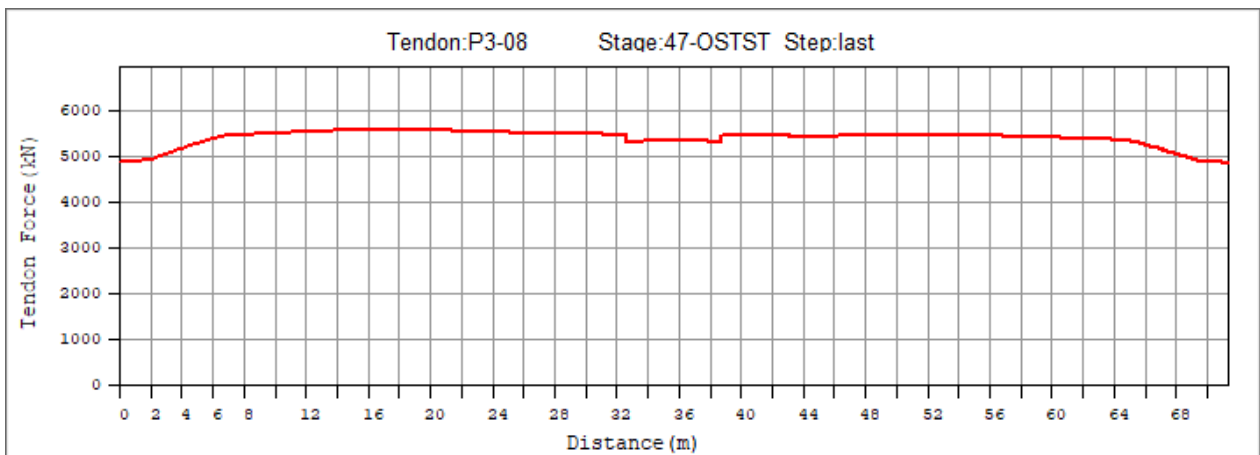




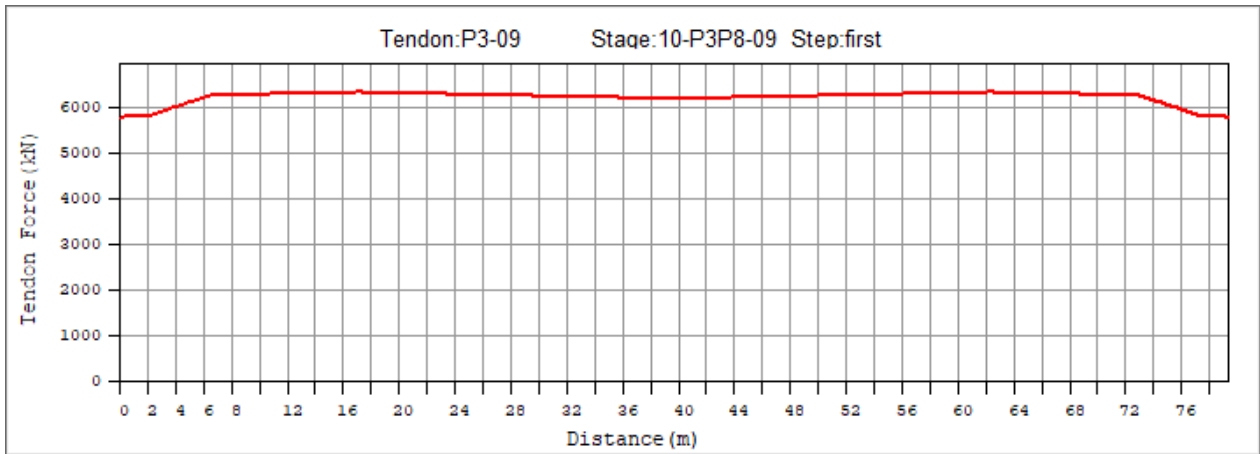
Obrázek 242: Kabelová skupina P3-08 po napnutí



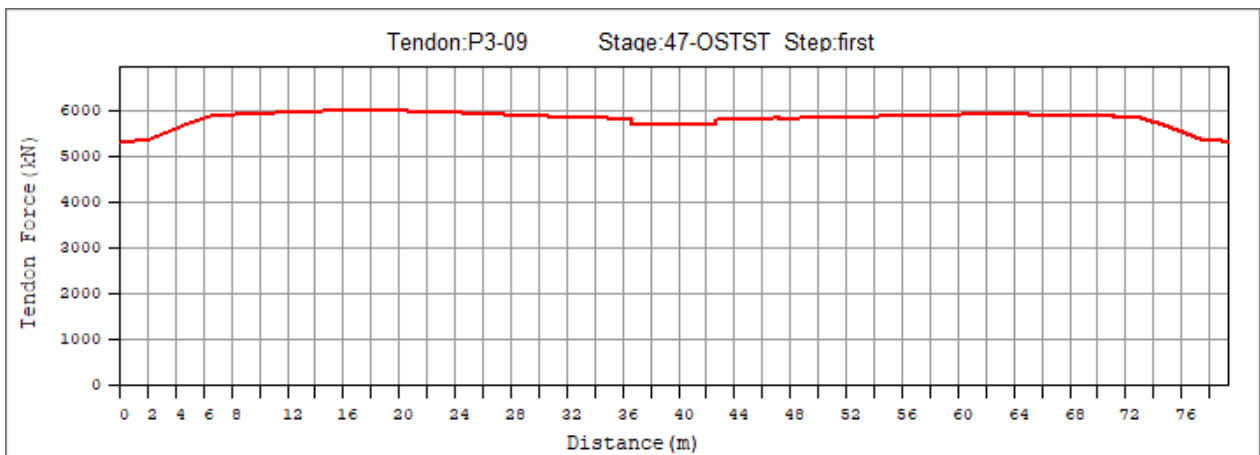
Obrázek 243: Kabelová skupina P3-08 po uvedení do provozu



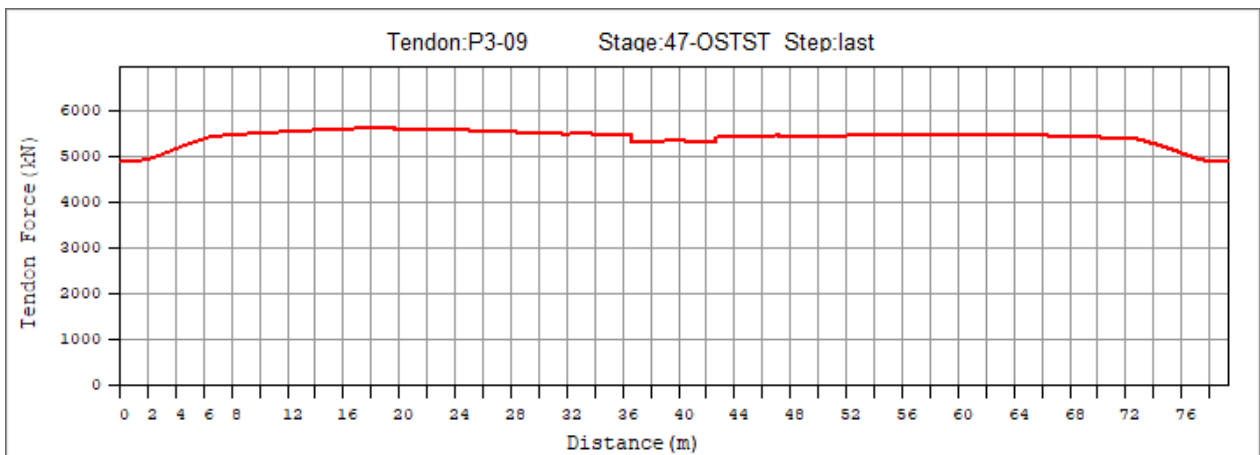
Obrázek 244: Kabelová skupina P3-08 na konci životnosti



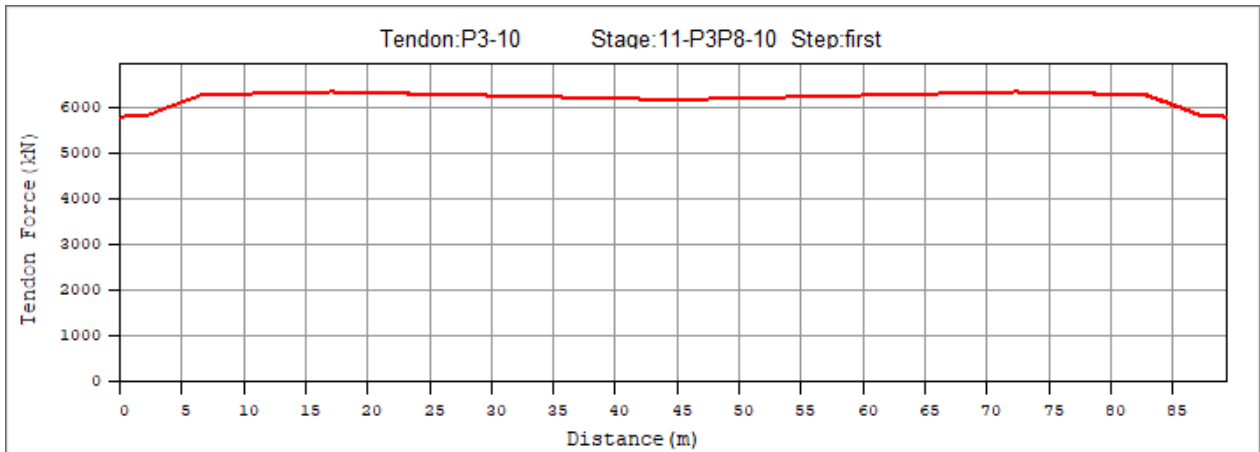
Obrázek 245: Kabelová skupina P3-09 po napnutí



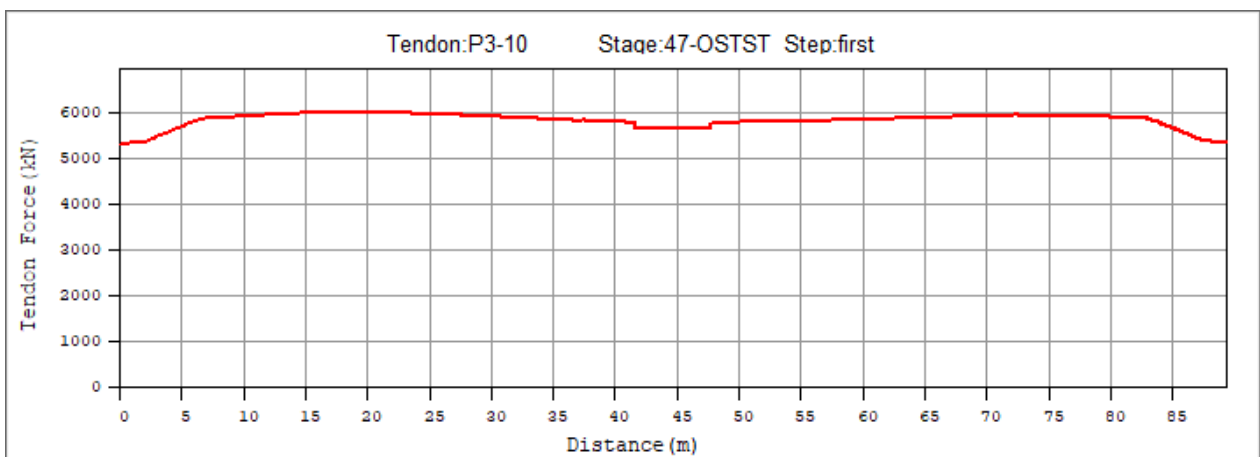
Obrázek 246: Kabelová skupina P3-09 po uvedení do provozu



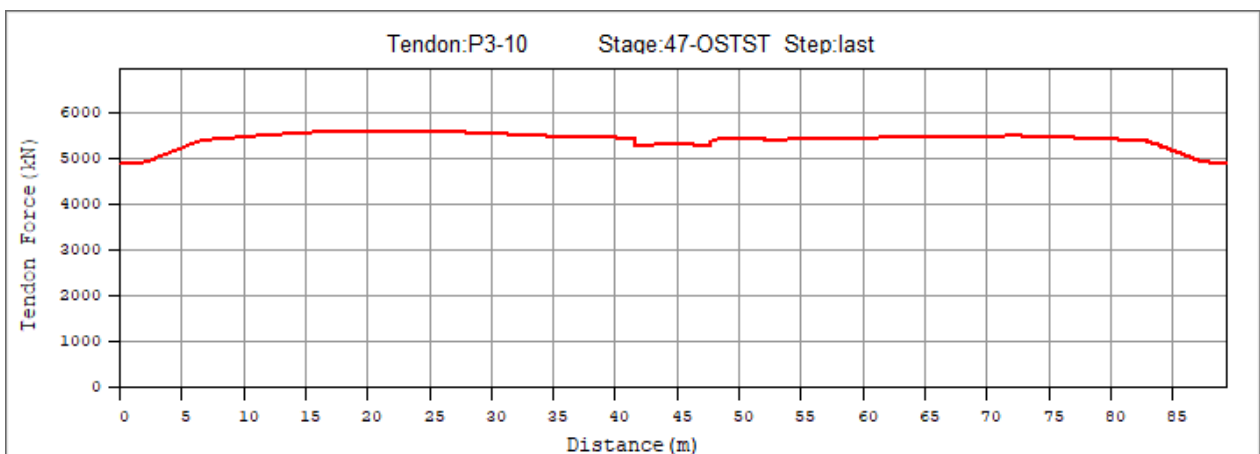
Obrázek 247: Kabelová skupina P3-09 na konci životnosti



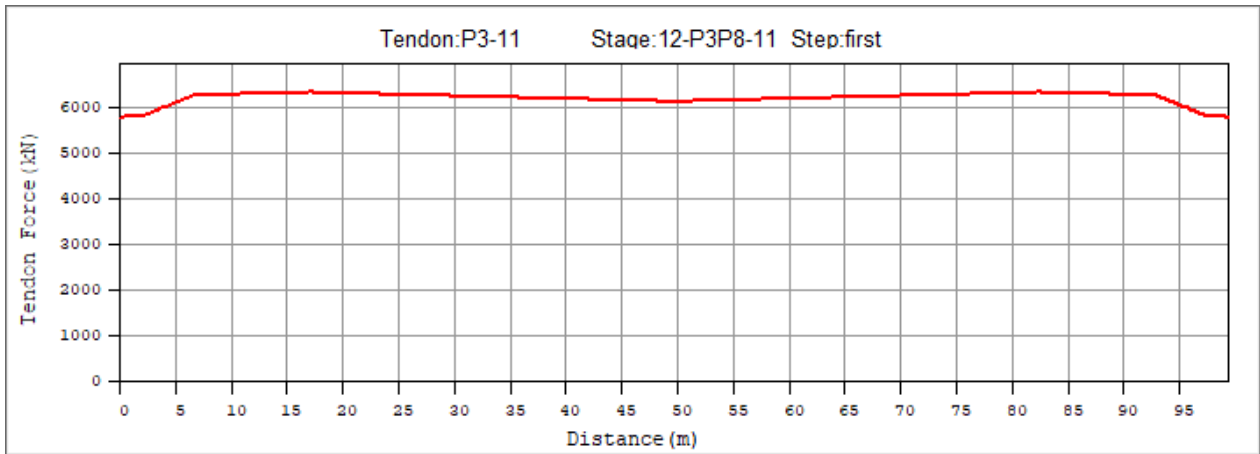
Obrázek 248: Kabelová skupina P3-10 po napnutí



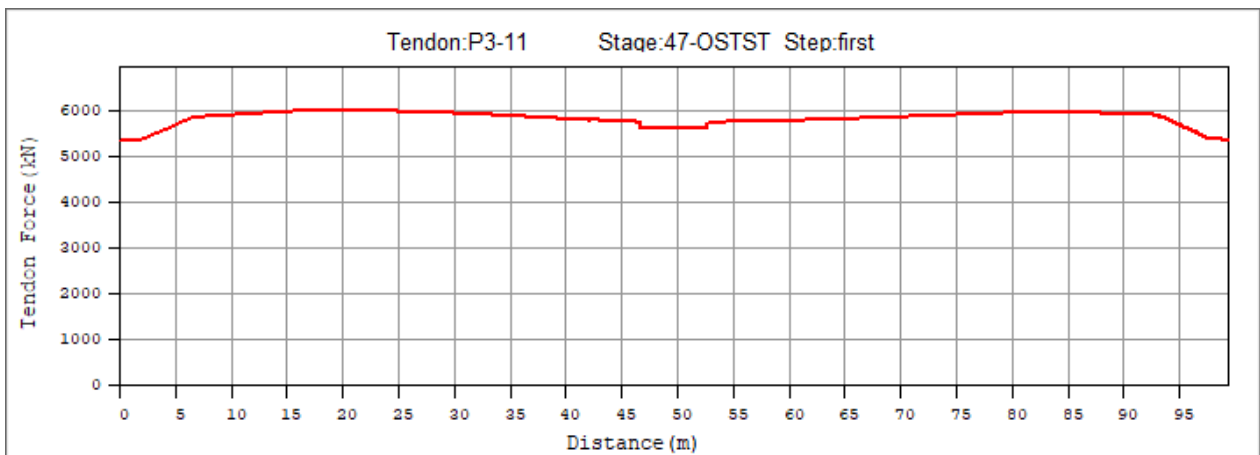
Obrázek 249: Kabelová skupina P3-10 po uvedení do provozu



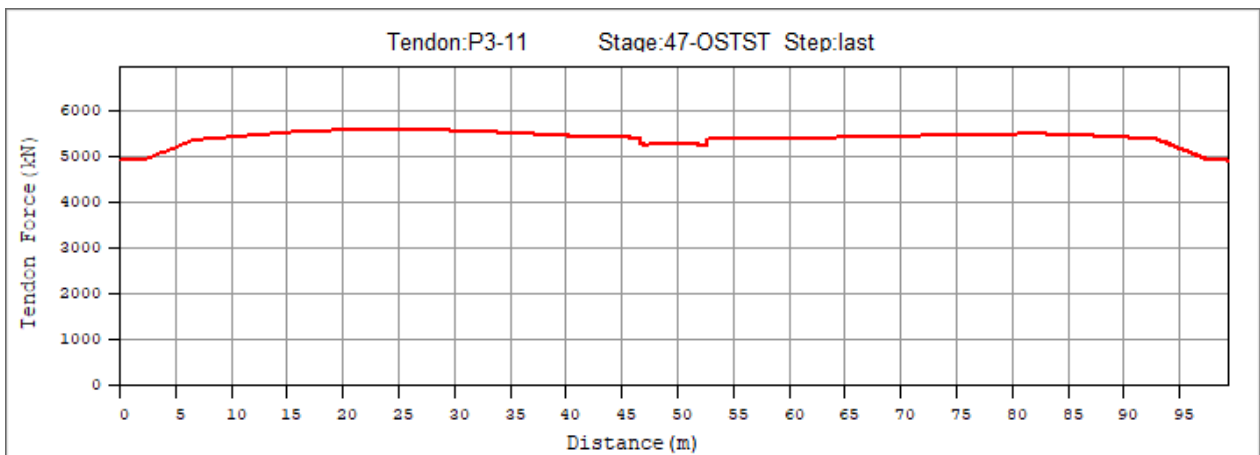
Obrázek 250: Kabelová skupina P3-10 na konci životnosti



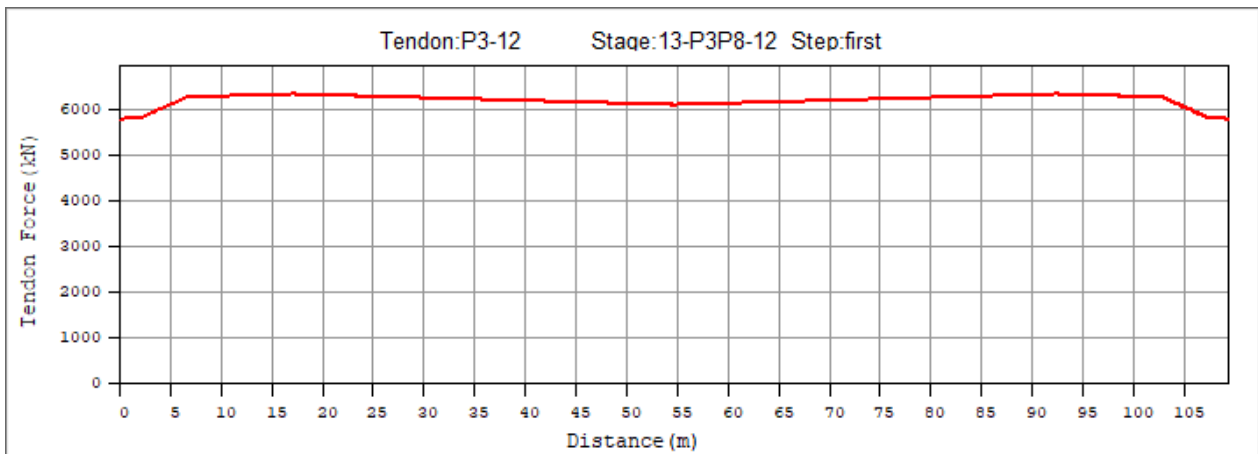
Obrázek 251: Kabelová skupina P3-11 po napnutí



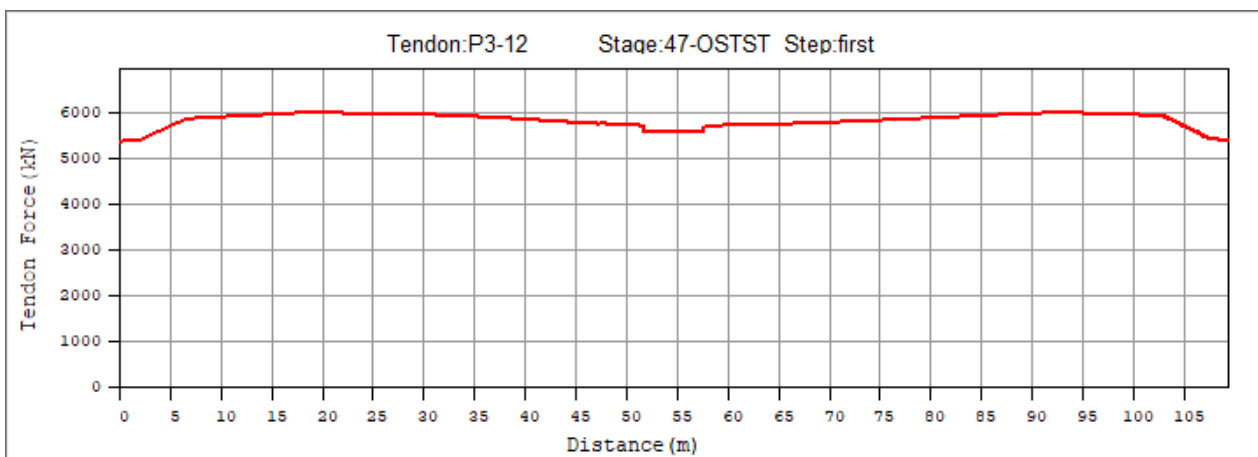
Obrázek 252: Kabelová skupina P3-11 po uvedení do provozu



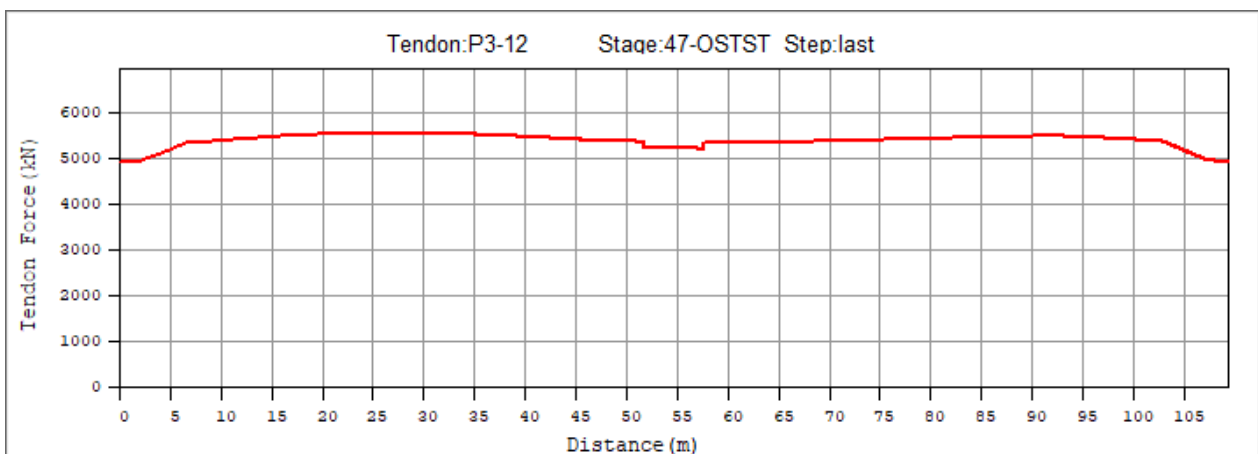
Obrázek 253: Kabelová skupina P3-11 na konci životnosti



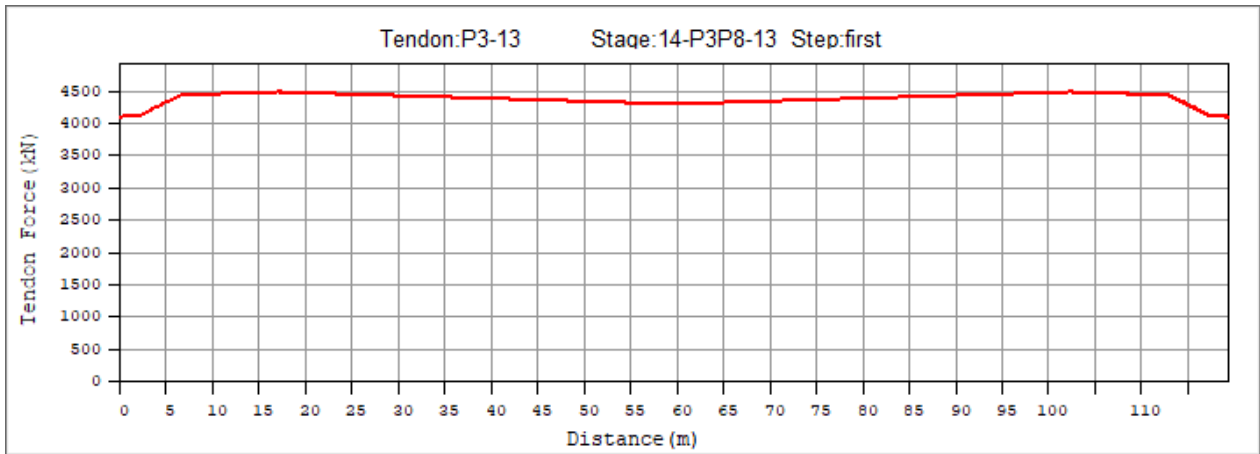
Obrázek 254: Kabelová skupina P3-12 po napnutí



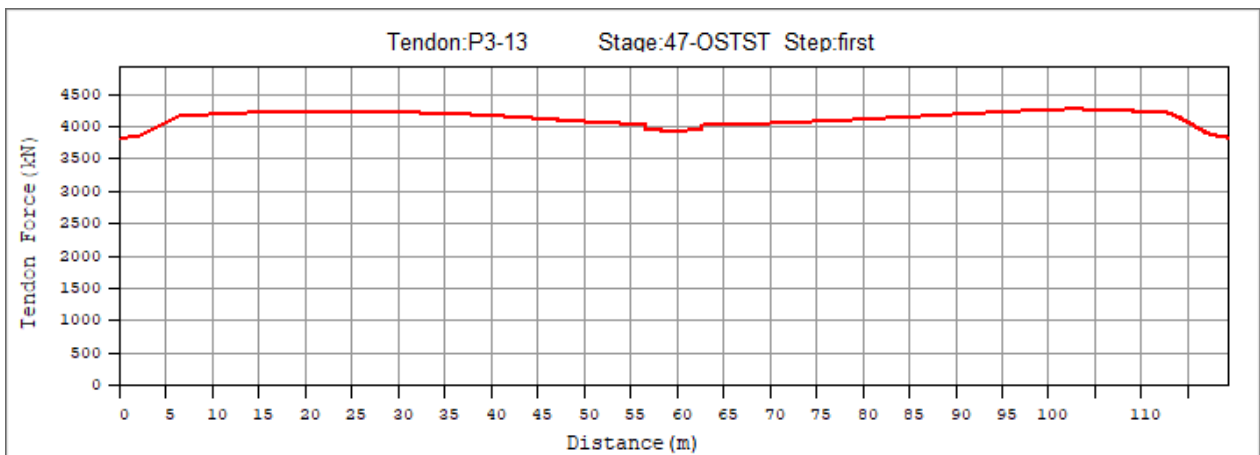
Obrázek 255: Kabelová skupina P3-12 po uvedení do provozu



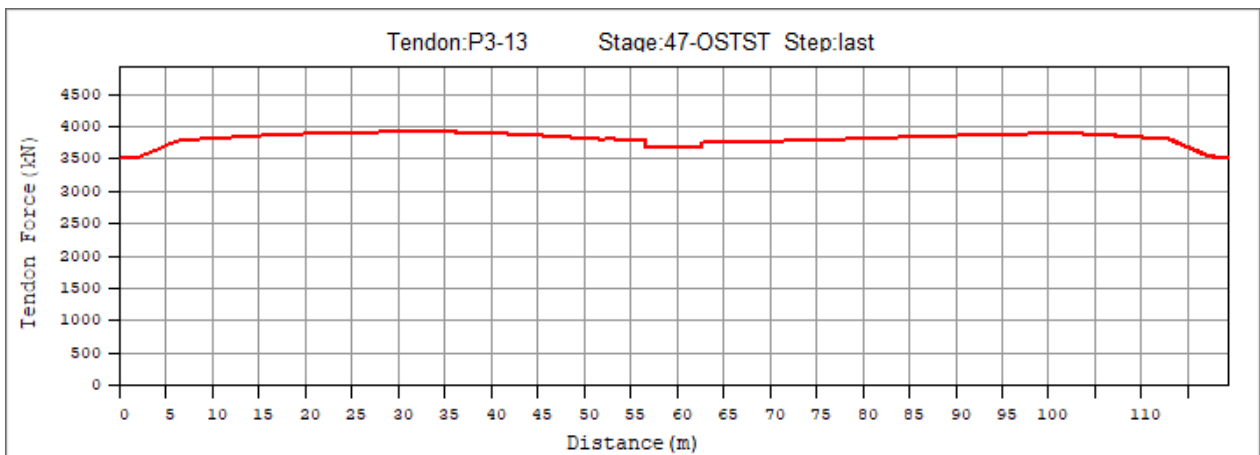
Obrázek 256: Kabelová skupina P3-12 na konci životnosti



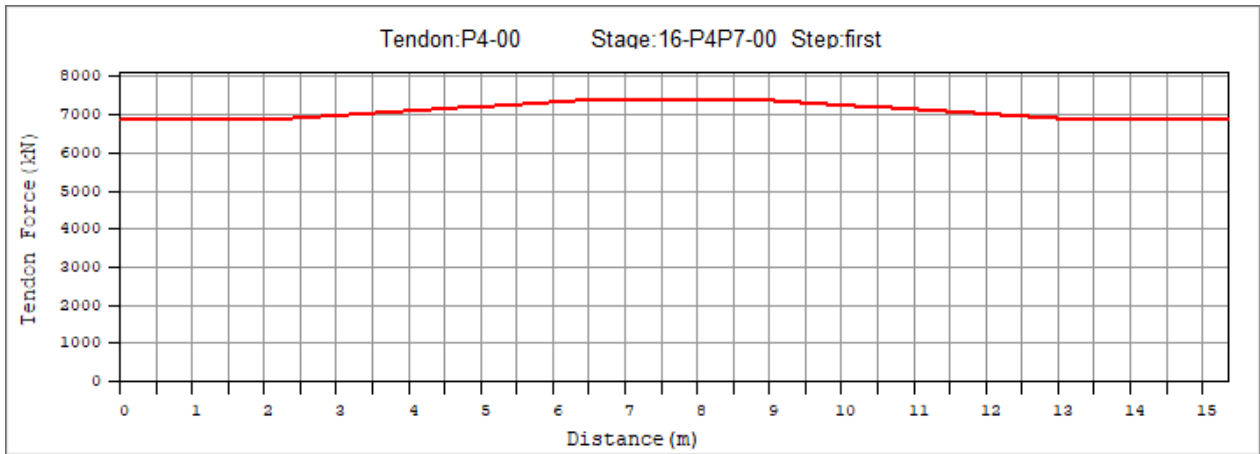
Obrázek 257: Kabelová skupina P3-13 po napnutí



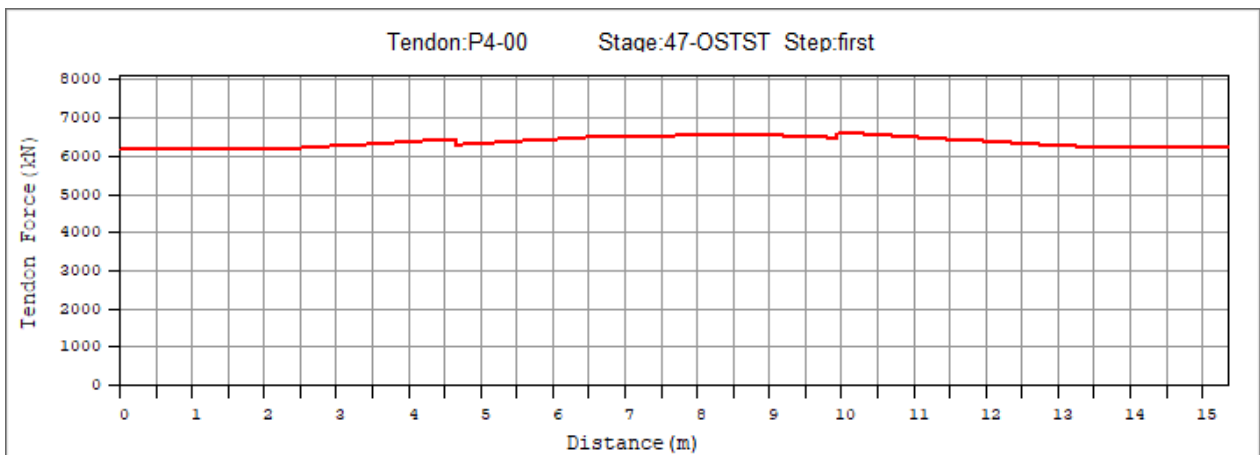
Obrázek 258: Kabelová skupina P3-13 po uvedení do provozu



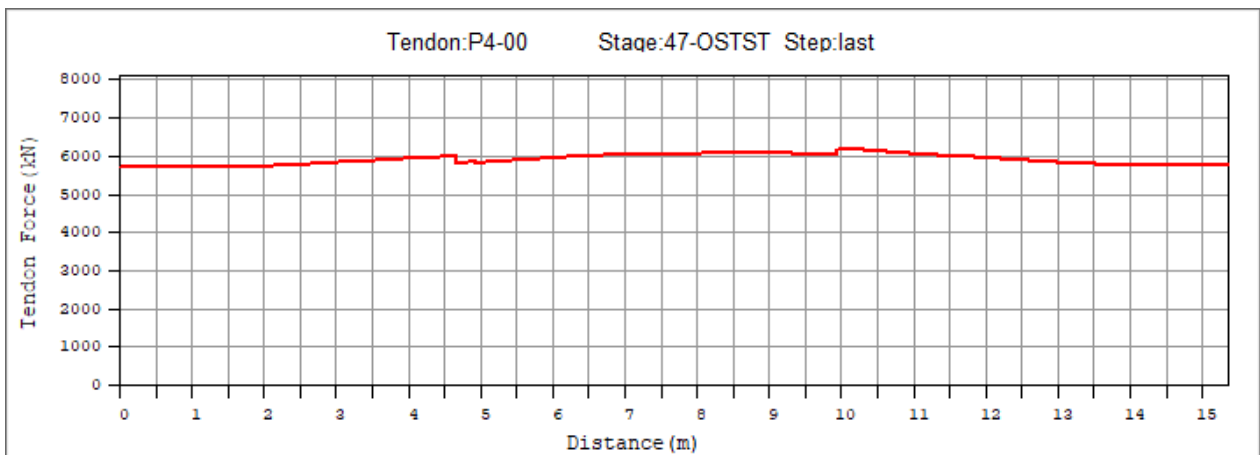
Obrázek 259: Kabelová skupina P3-13 na konci životnosti



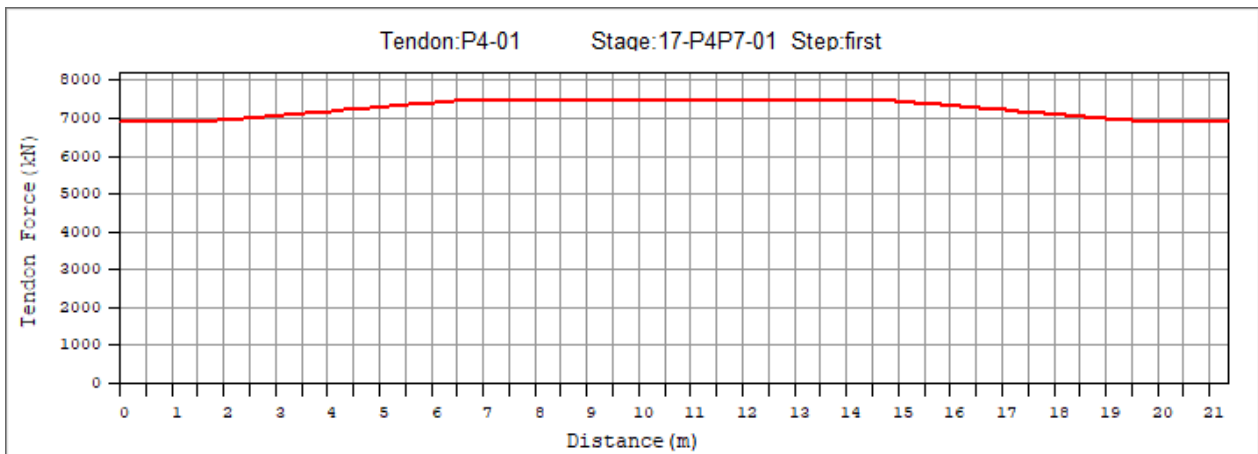
Obrázek 260: Kabelová skupina P<sub>4</sub>-00 po napnutí



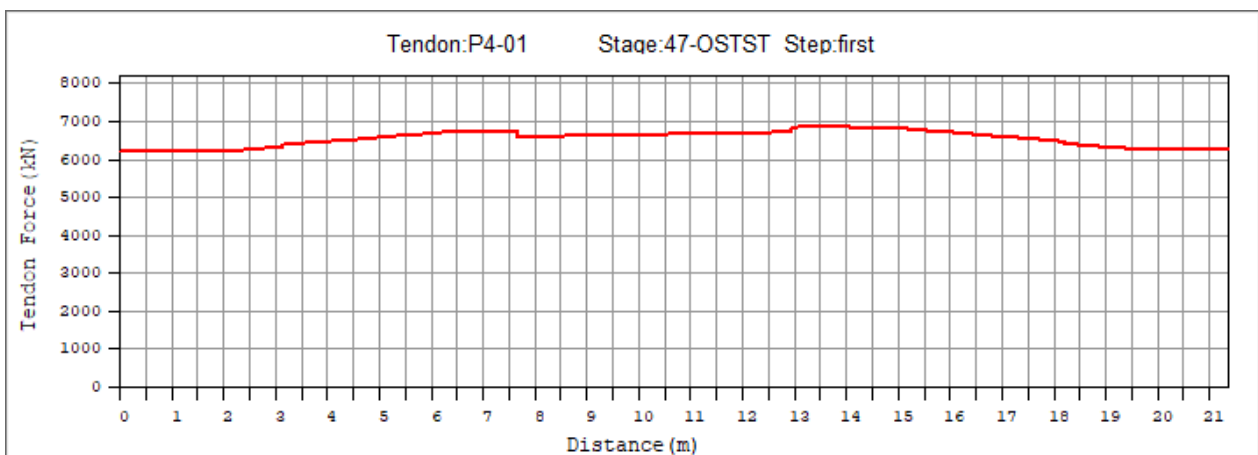
Obrázek 261: Kabelová skupina P<sub>4</sub>-00 po uvedení do provozu



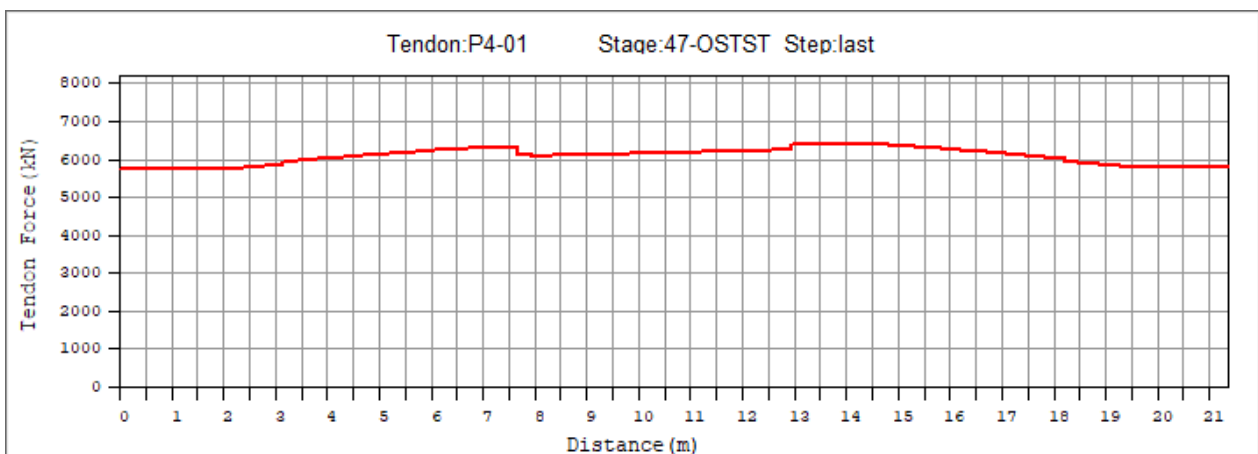
Obrázek 262: Kabelová skupina P<sub>4</sub>-00 na konci životnosti



Obrázek 263: Kabelová skupina P<sub>4</sub>-01 po napnutí

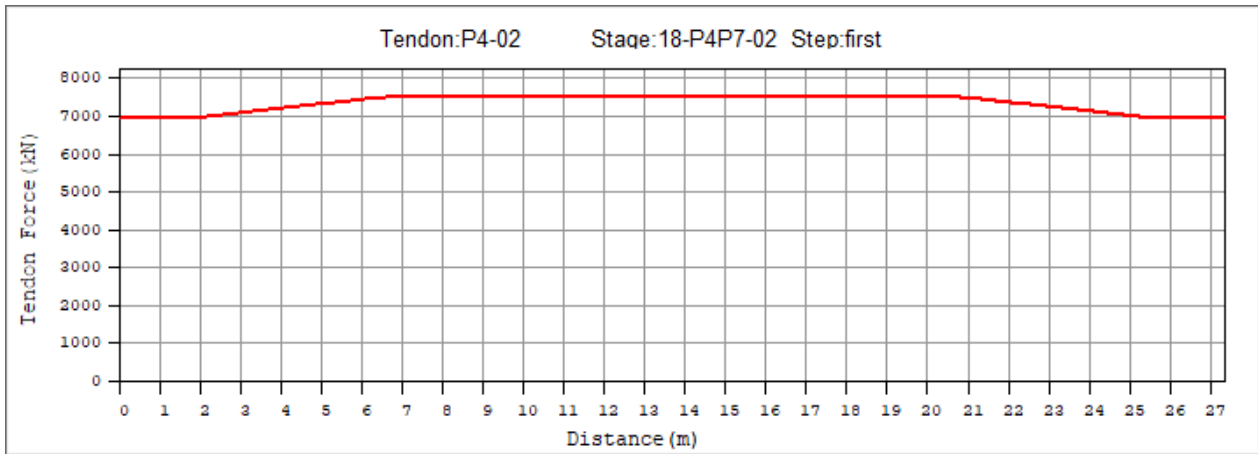


Obrázek 264: Kabelová skupina P<sub>4</sub>-01 po uvedení do provozu

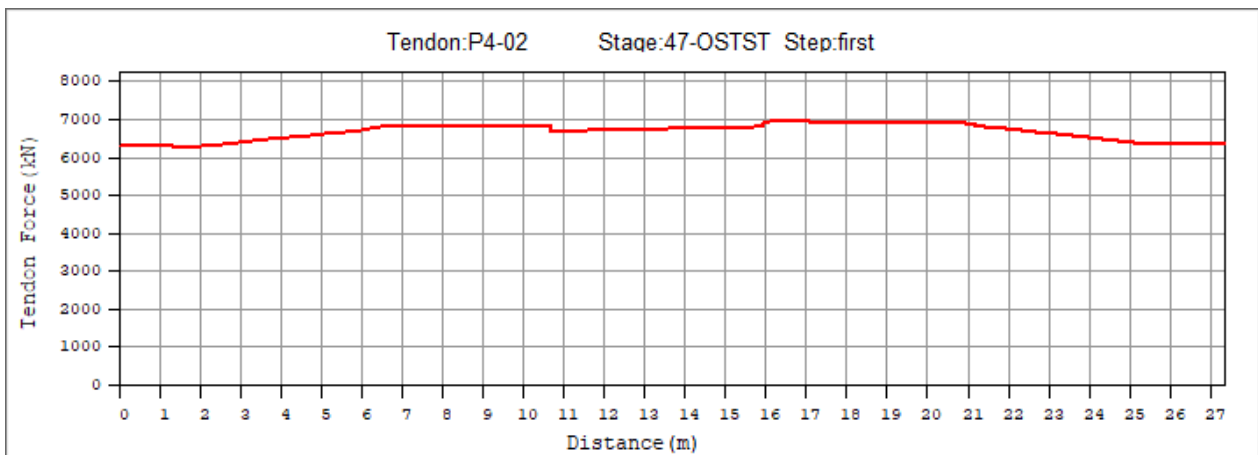


Obrázek 265: Kabelová skupina P<sub>4</sub>-01 na konci životnosti

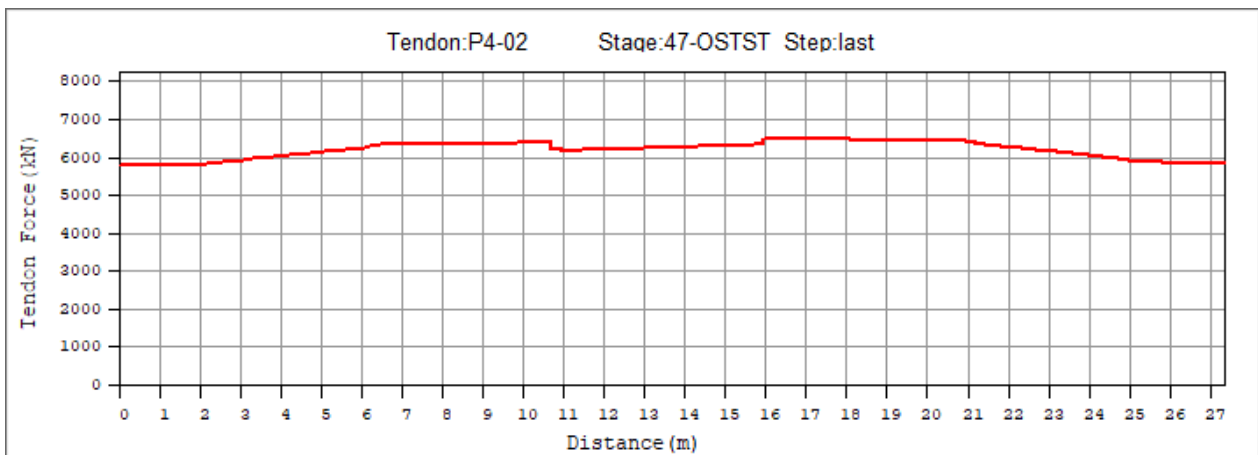




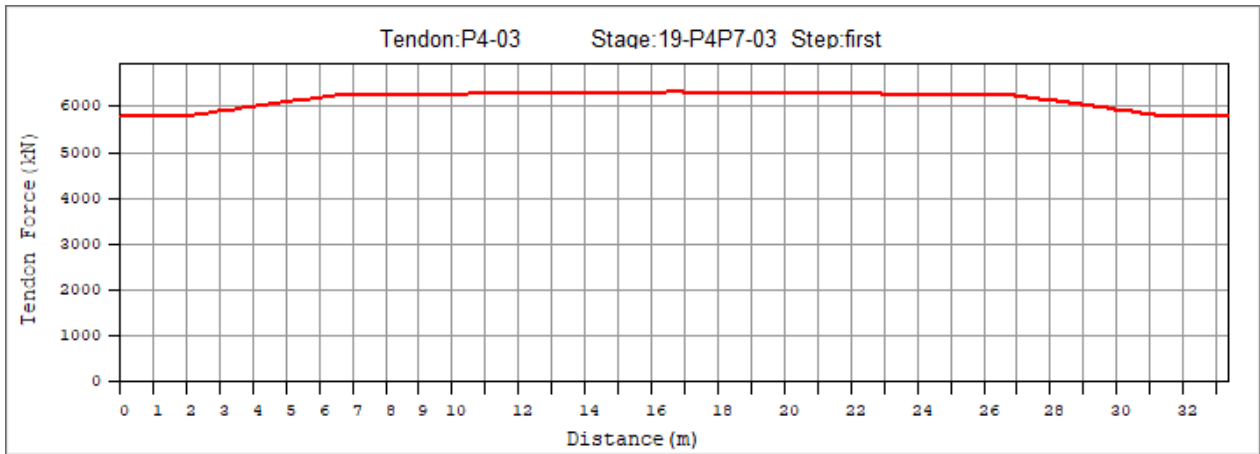
Obrázek 266: Kabelová skupina P<sub>4</sub>-02 po napnutí



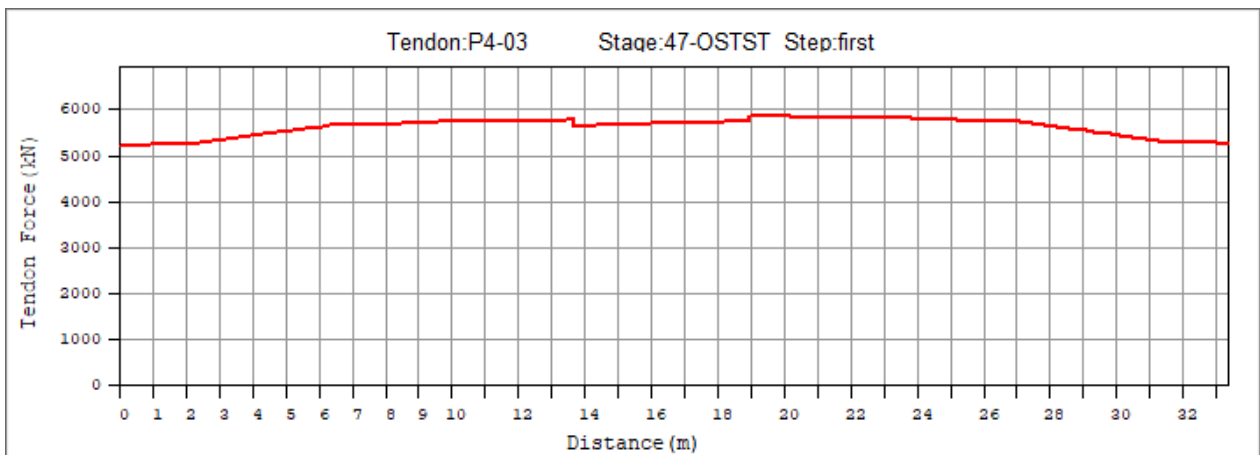
Obrázek 267: Kabelová skupina P<sub>4</sub>-02 po uvedení do provozu



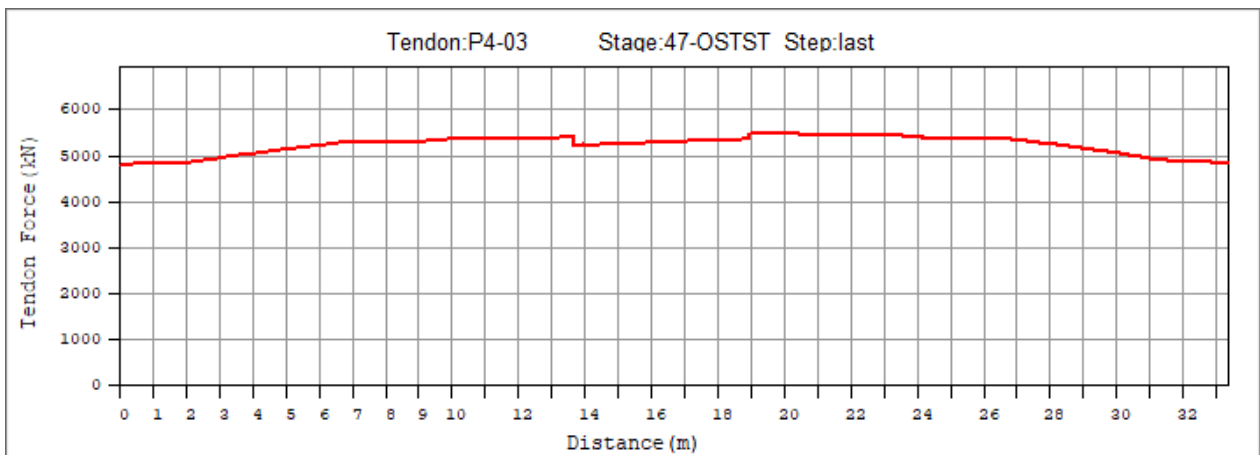
Obrázek 268: Kabelová skupina P<sub>4</sub>-02 na konci životnosti



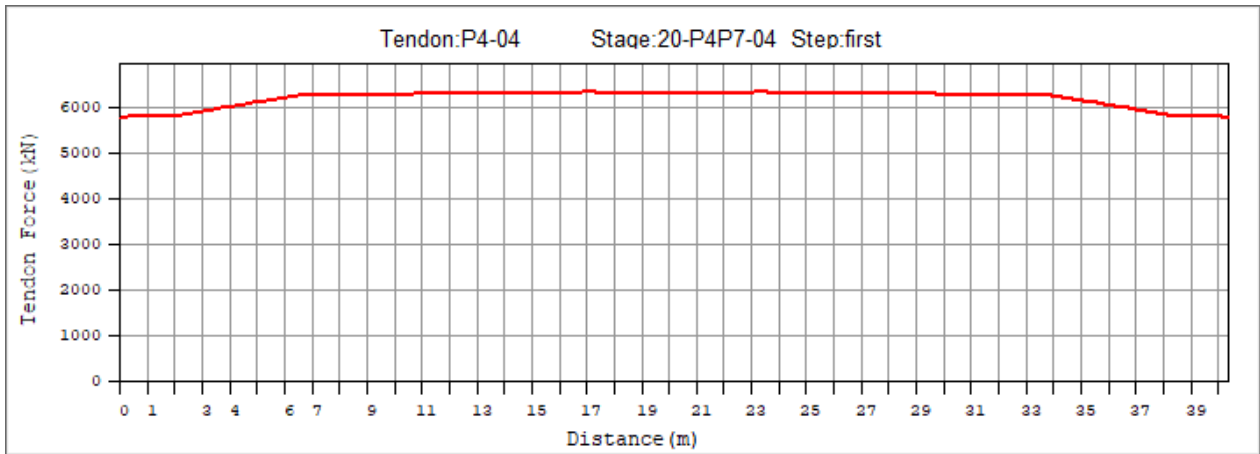
Obrázek 269: Kabelová skupina P4-03 po napnutí



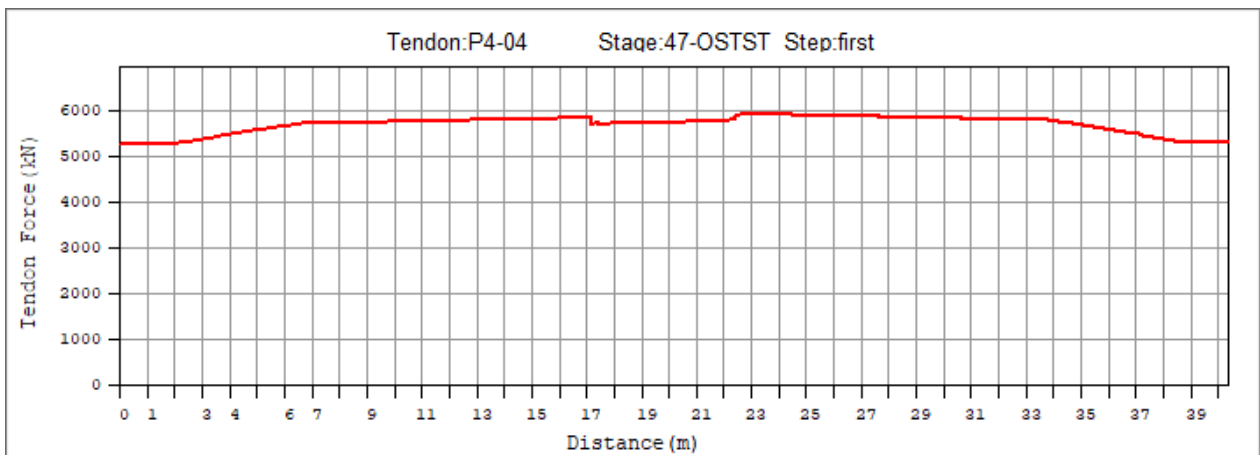
Obrázek 270: Kabelová skupina P4-03 po uvedení do provozu



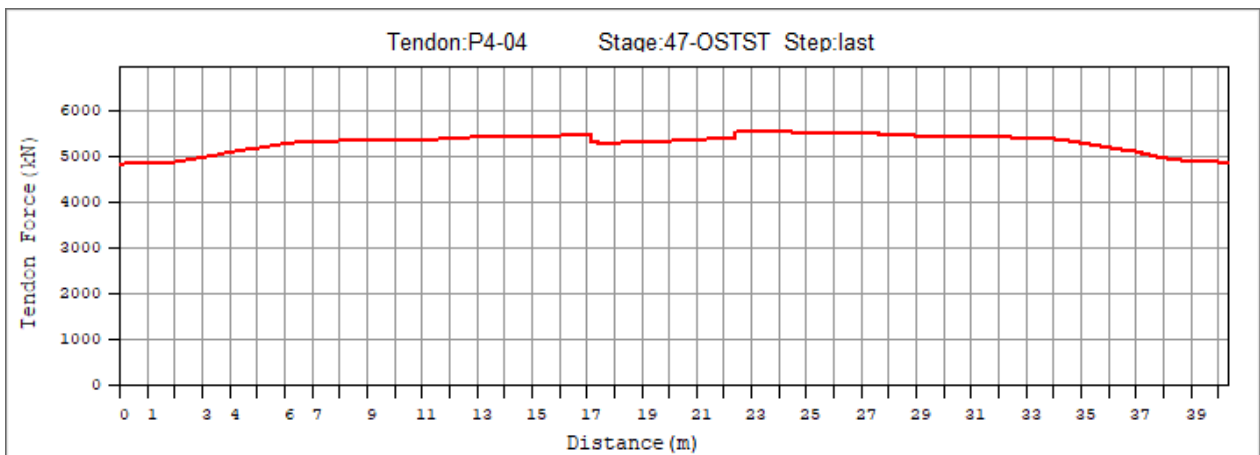
Obrázek 271: Kabelová skupina P4-03 na konci životnosti



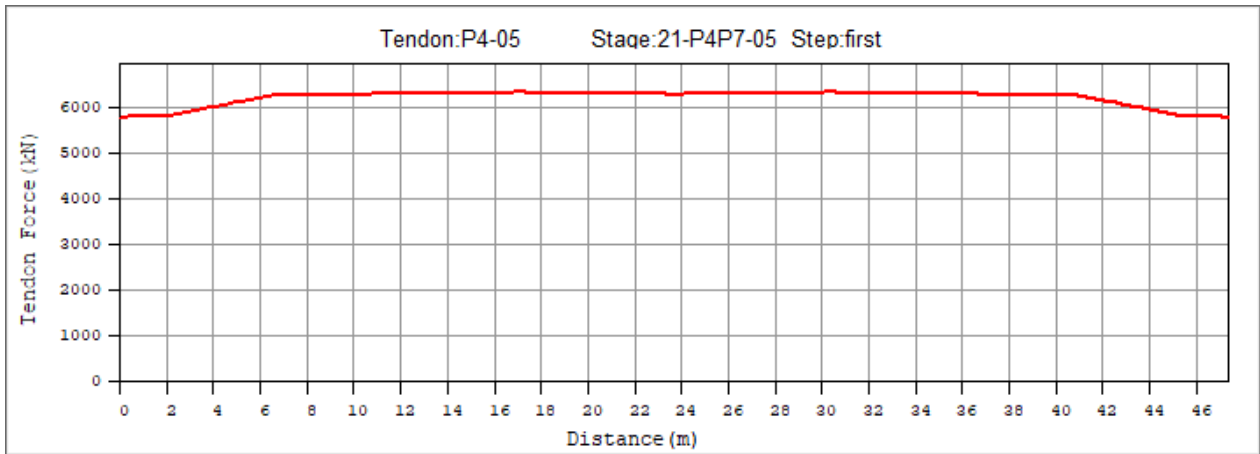
Obrázek 272: Kabelová skupina P4-04 po napnutí



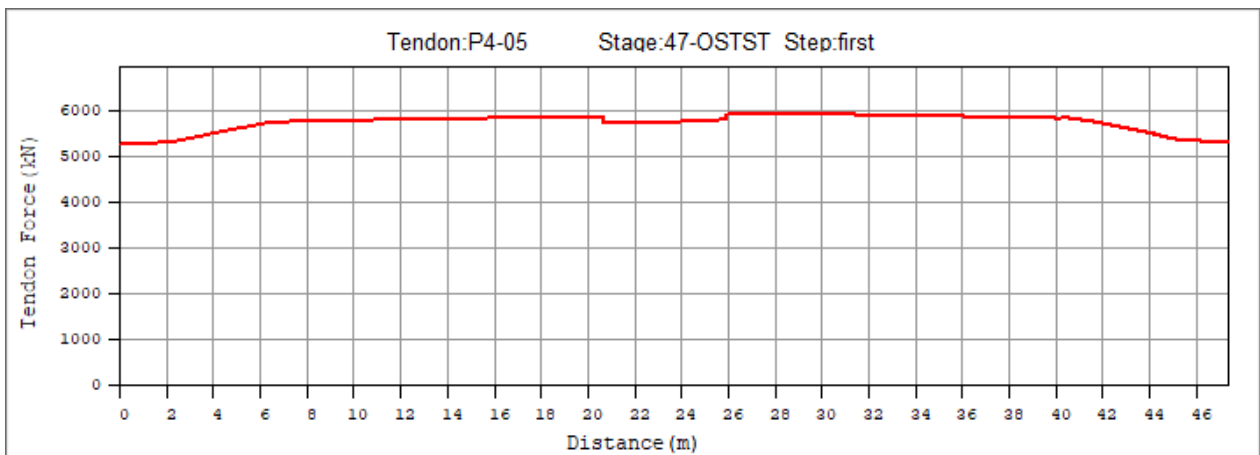
Obrázek 273: Kabelová skupina P4-04 po uvedení do provozu



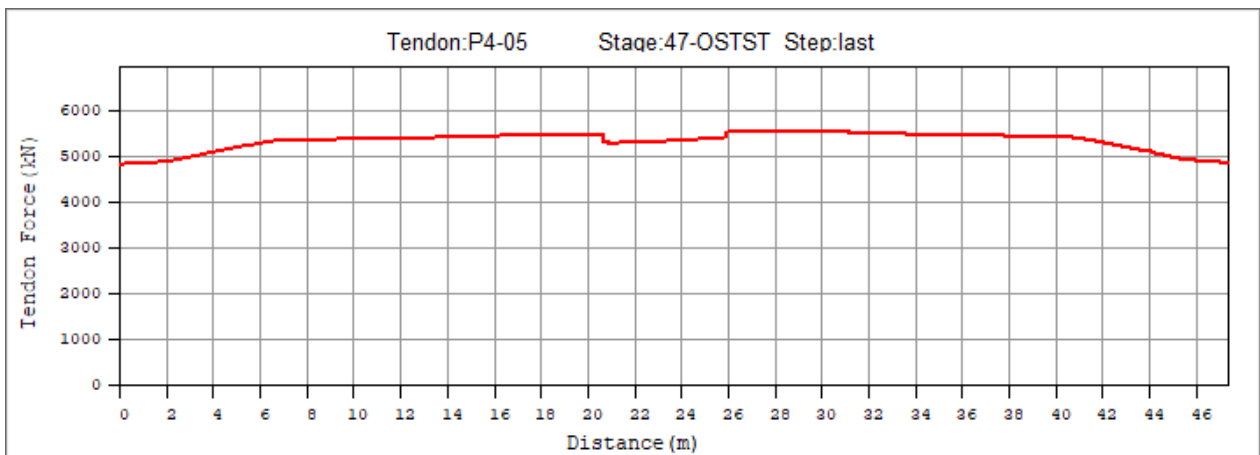
Obrázek 274: Kabelová skupina P4-04 na konci životnosti



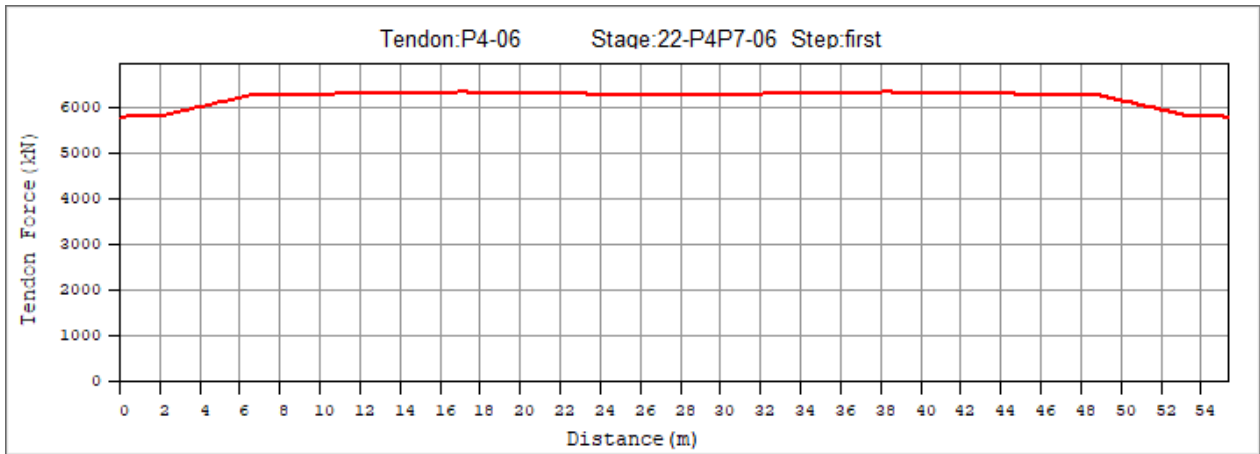
Obrázek 275: Kabelová skupina P4-05 po napnutí



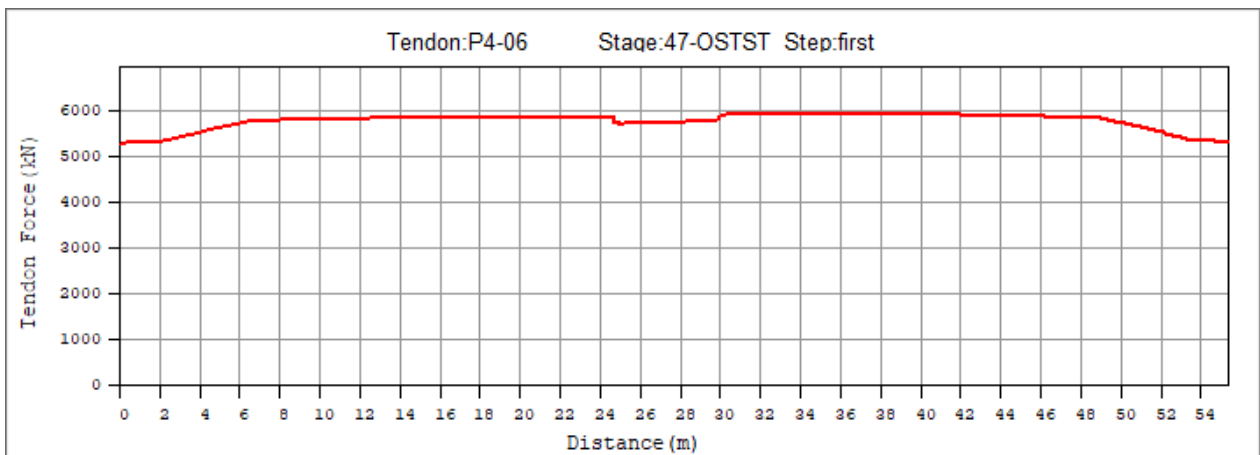
Obrázek 276: Kabelová skupina P4-05 po uvedení do provozu



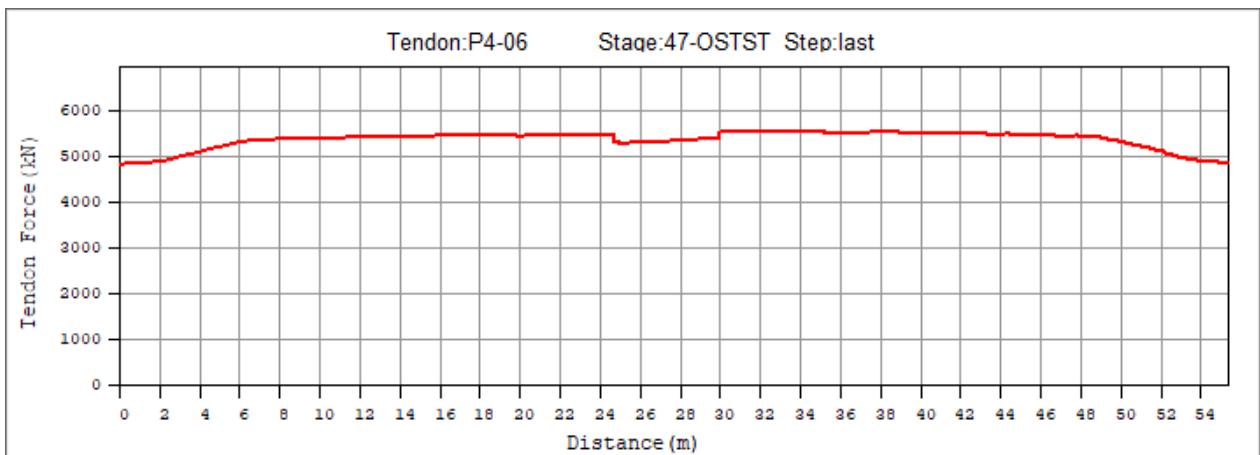
Obrázek 277: Kabelová skupina P4-05 na konci životnosti



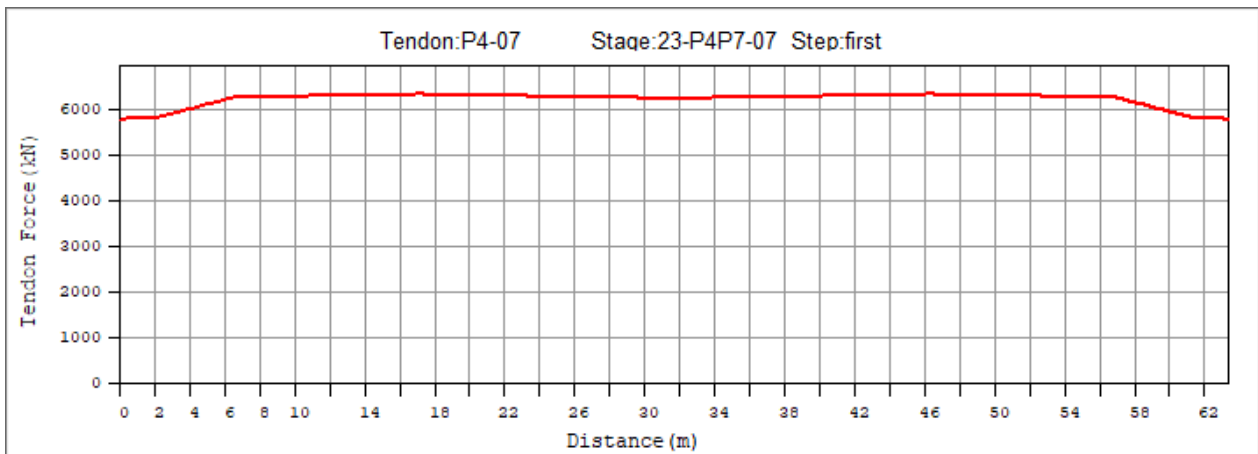
Obrázek 278: Kabelová skupina P4-06 po napnutí



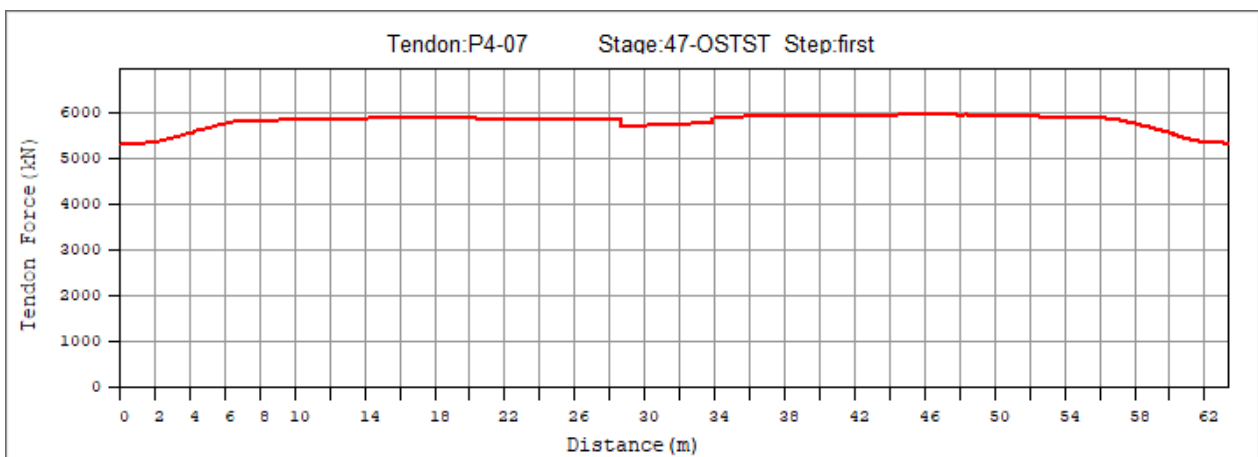
Obrázek 279: Kabelová skupina P4-06 po uvedení do provozu



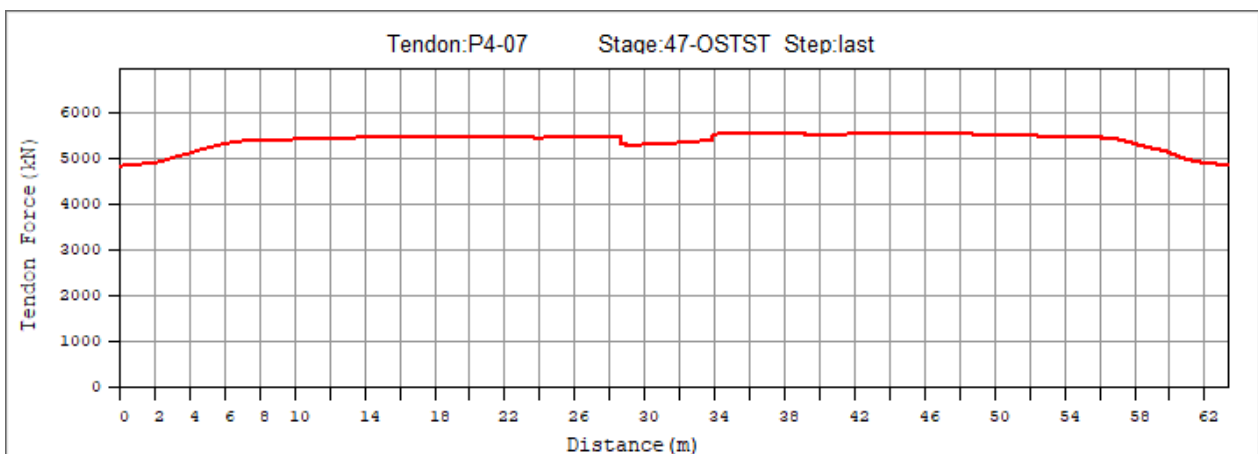
Obrázek 280: Kabelová skupina P4-06 na konci životnosti



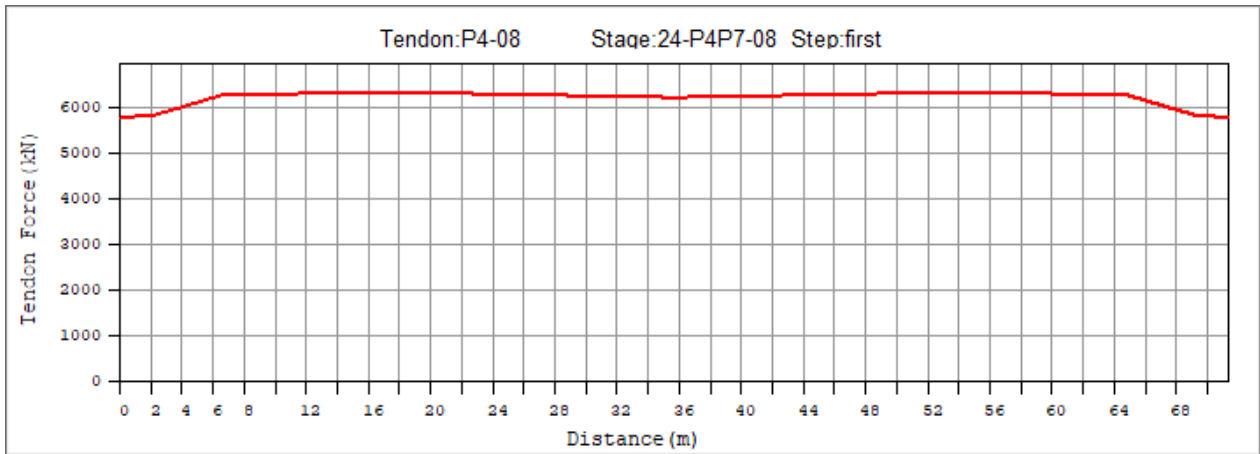
Obrázek 281: Kabelová skupina P4-07 po napnutí



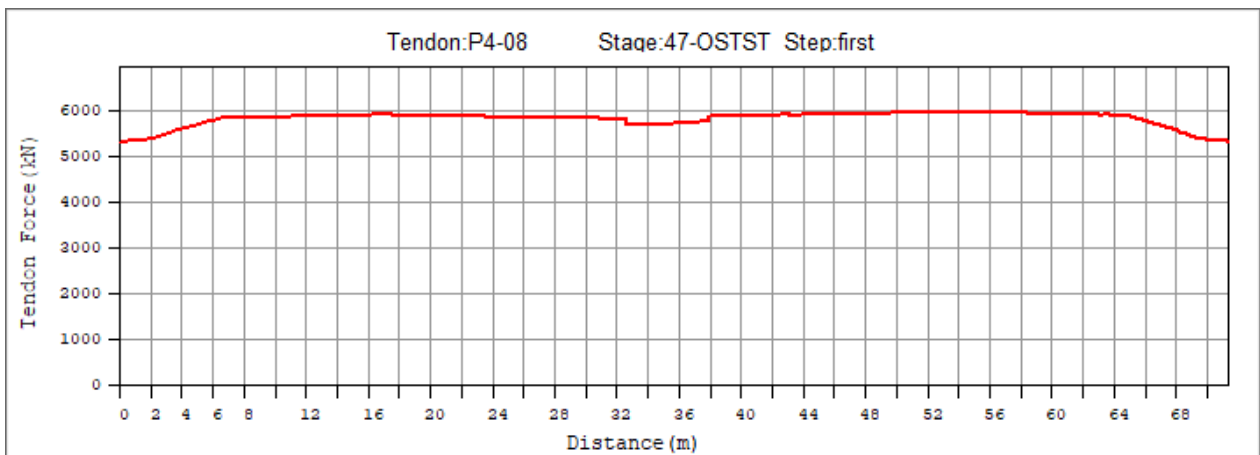
Obrázek 282: Kabelová skupina P4-07 po uvedení do provozu



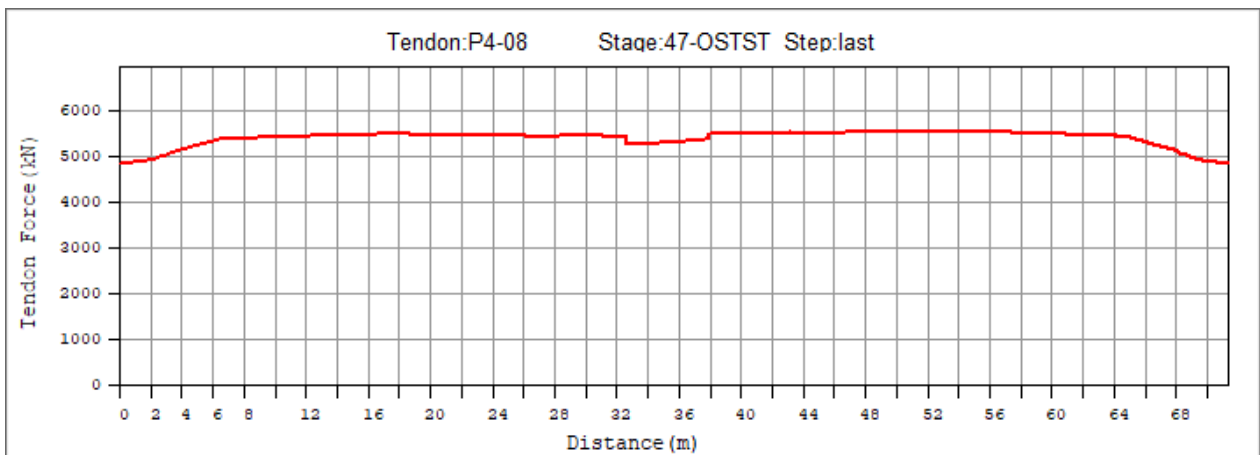
Obrázek 283: Kabelová skupina P4-07 na konci životnosti



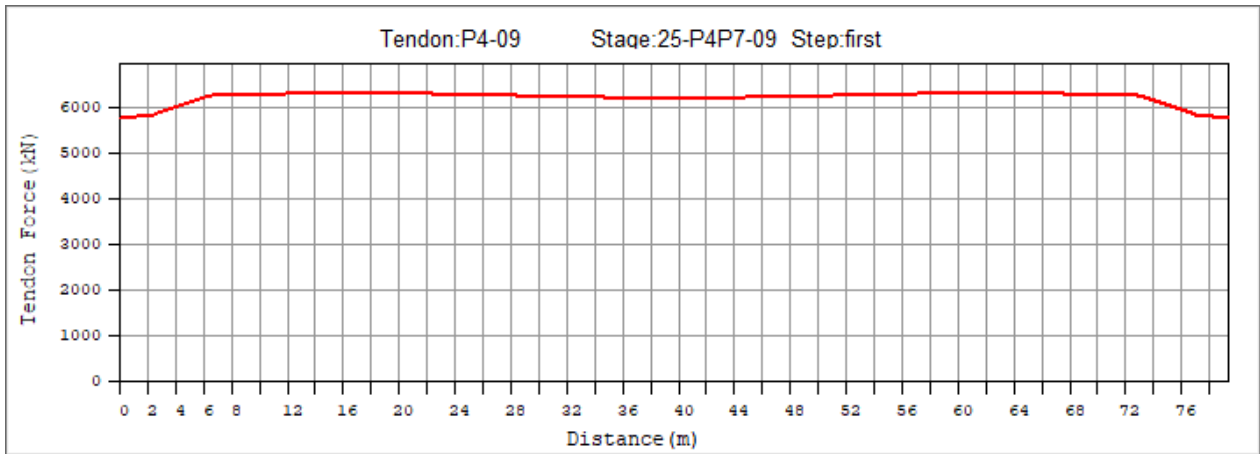
Obrázek 284: Kabelová skupina P4-08 po napnutí



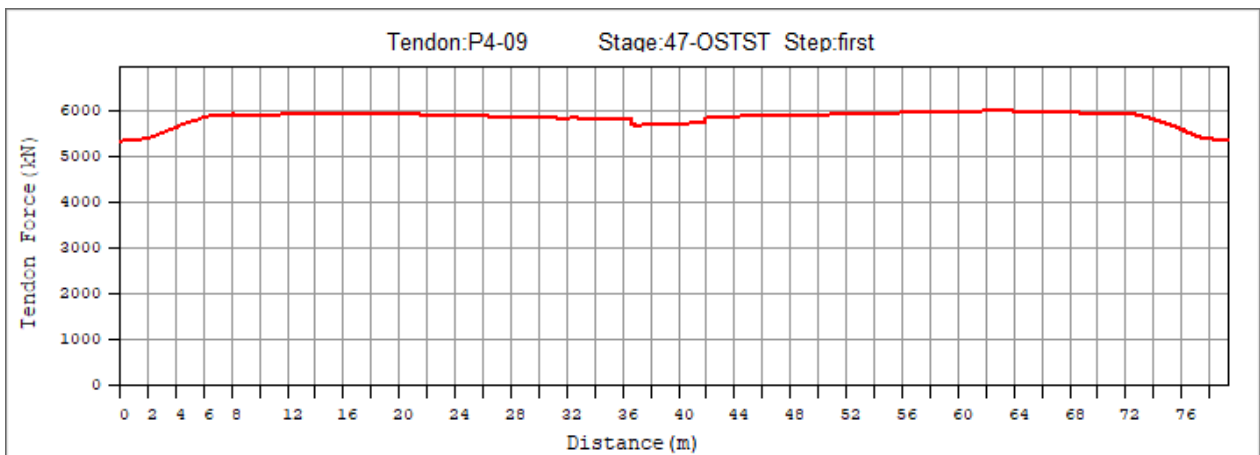
Obrázek 285: Kabelová skupina P4-08 po uvedení do provozu



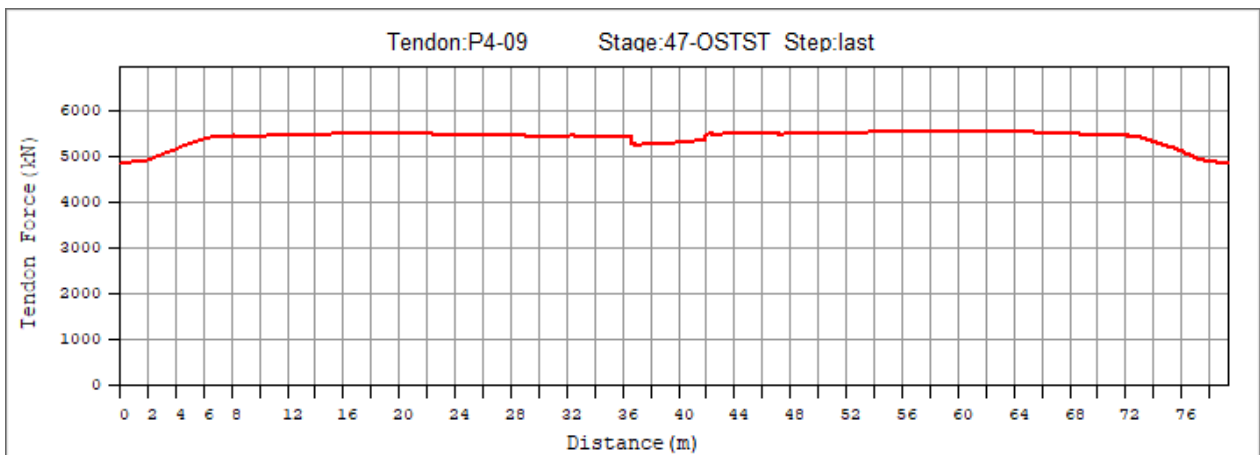
Obrázek 286: Kabelová skupina P4-08 na konci životnosti



Obrázek 287: Kabelová skupina P4-09 po napnutí

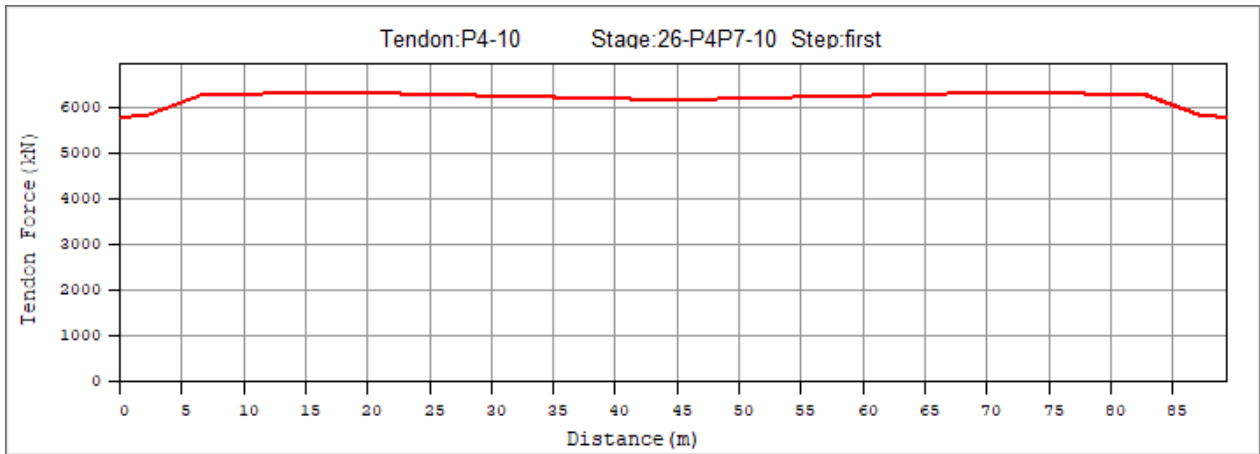


Obrázek 288: Kabelová skupina P4-09 po uvedení do provozu

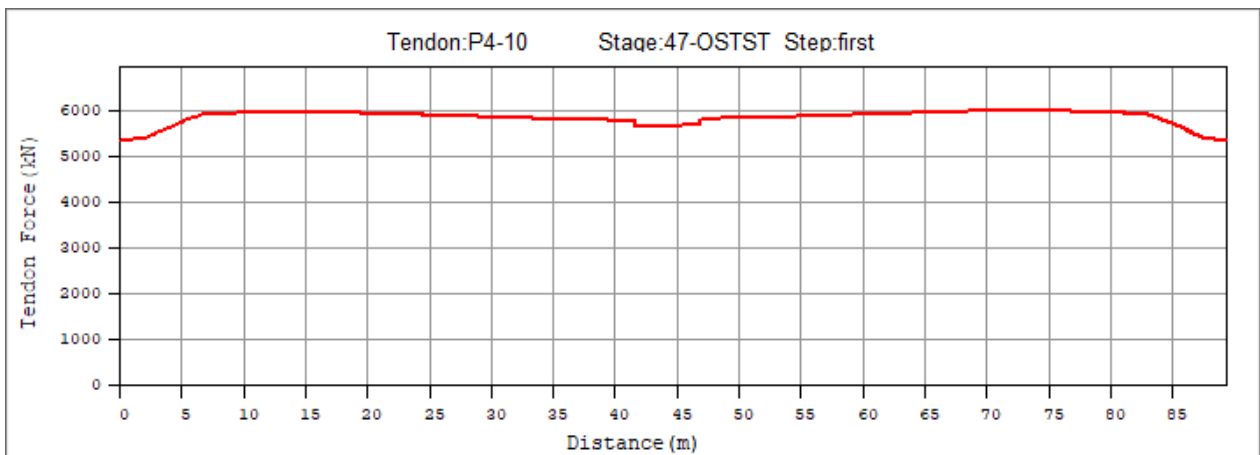


Obrázek 289: Kabelová skupina P4-09 na konci životnosti

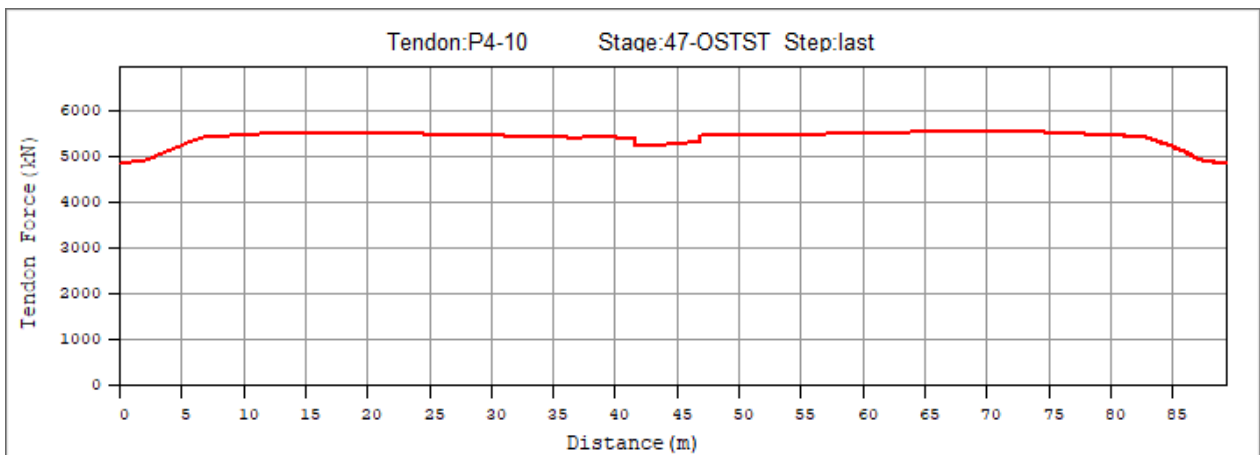




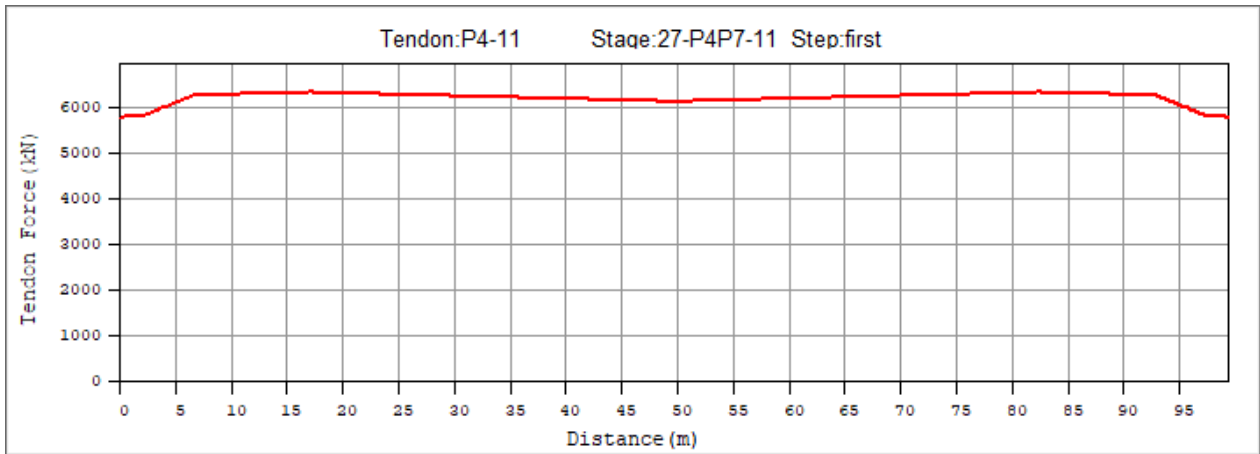
Obrázek 290: Kabelová skupina P4-10 po napnutí



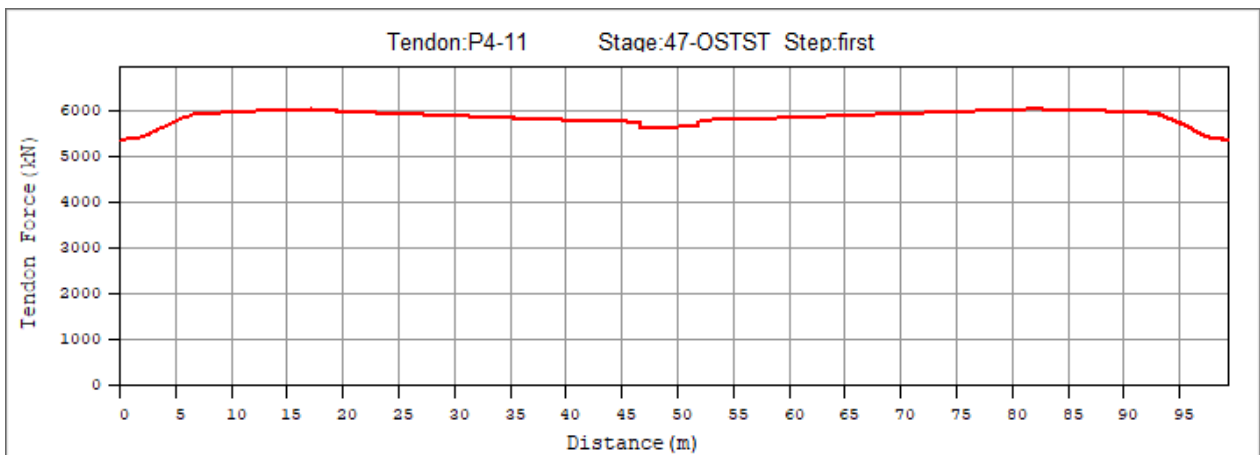
Obrázek 291: Kabelová skupina P4-10 po uvedení do provozu



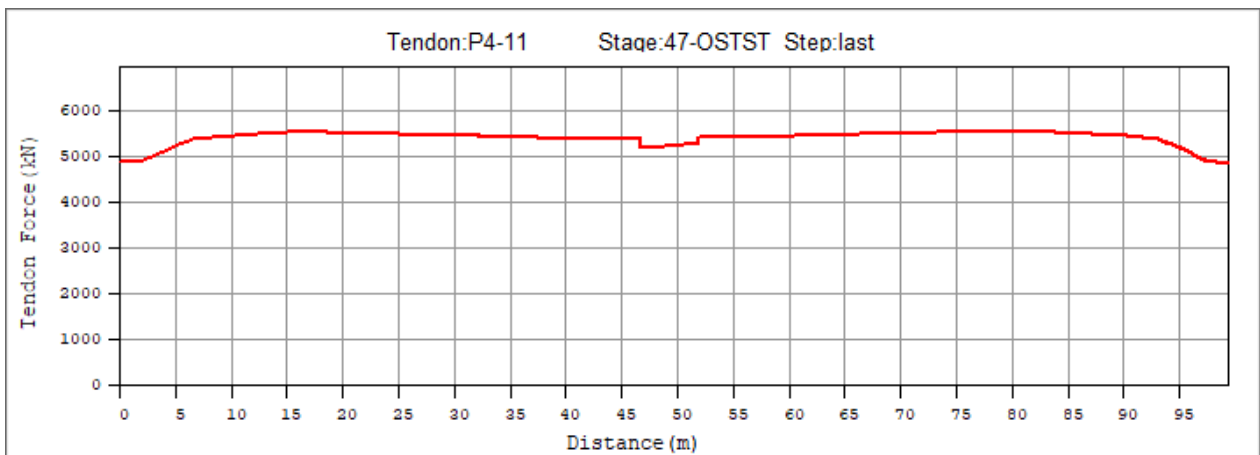
Obrázek 292: Kabelová skupina P4-10 na konci životnosti



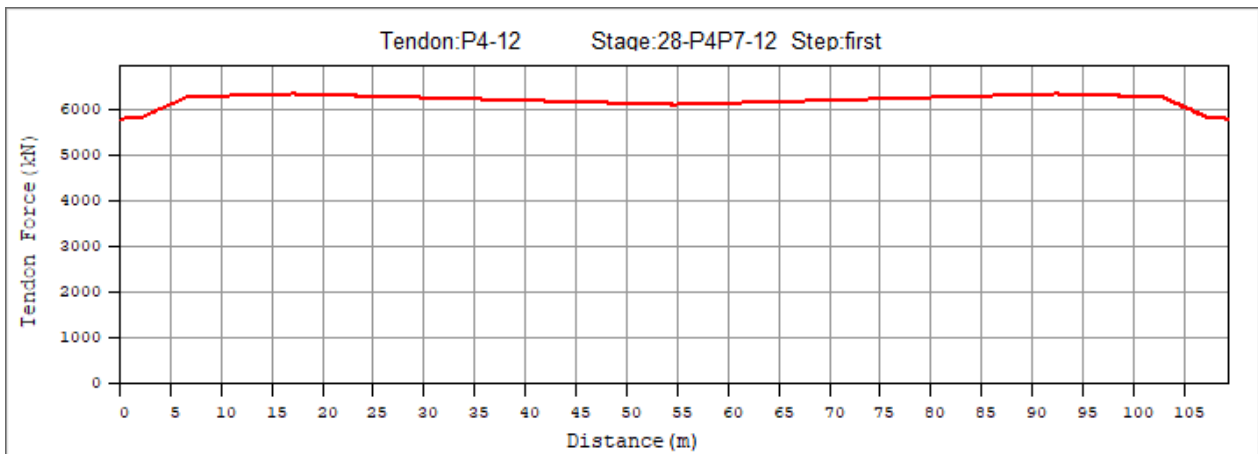
Obrázek 293: Kabelová skupina P4-11 po napnutí



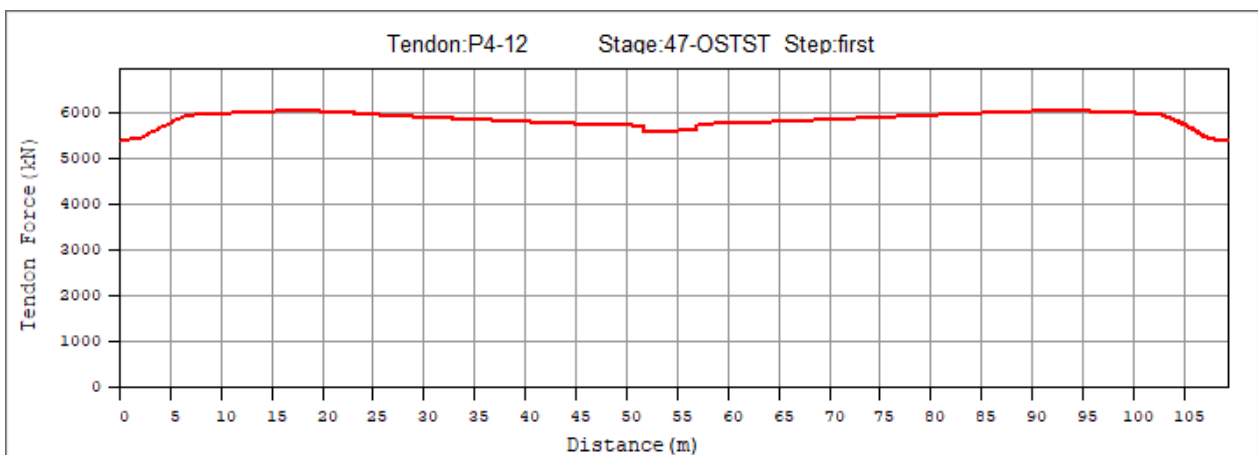
Obrázek 294: Kabelová skupina P4-11 po uvedení do provozu



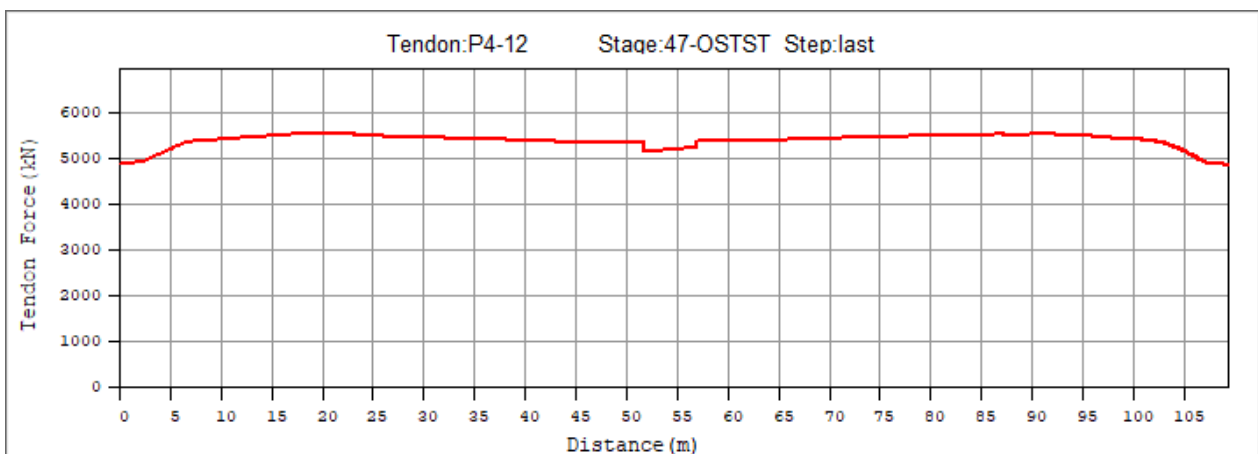
Obrázek 295: Kabelová skupina P4-11 na konci životnosti



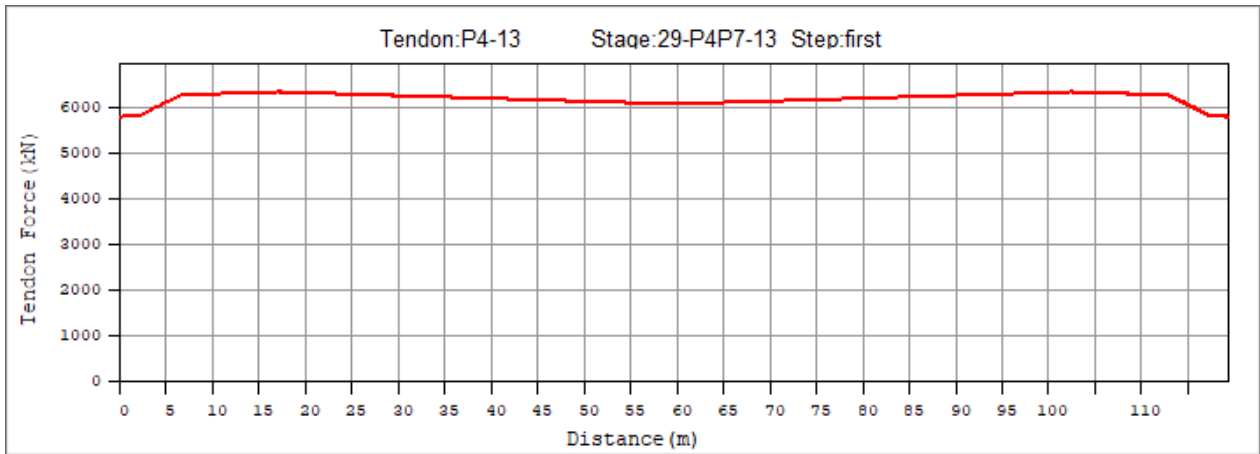
Obrázek 296: Kabelová skupina P4-12 po napnutí



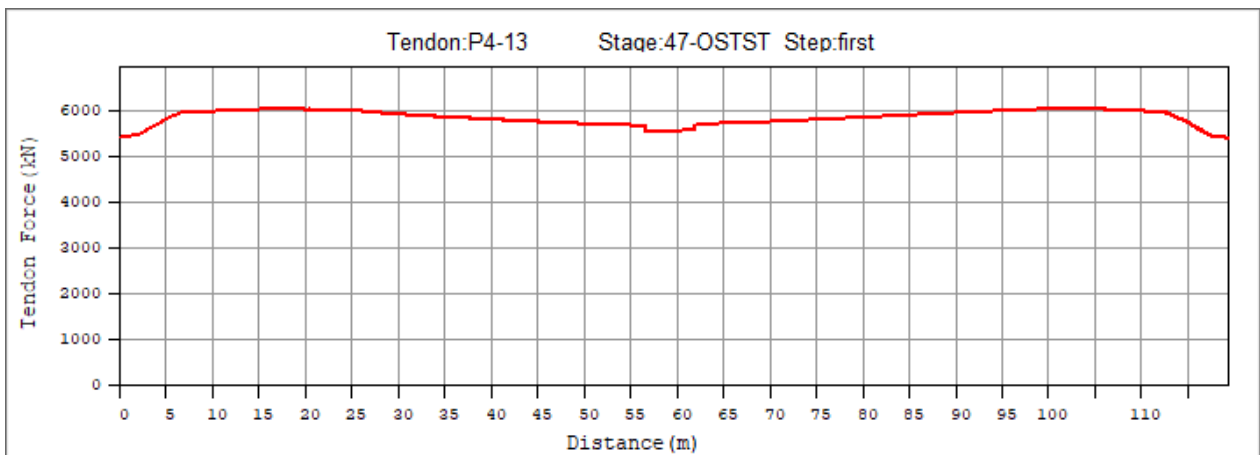
Obrázek 297: Kabelová skupina P4-12 po uvedení do provozu



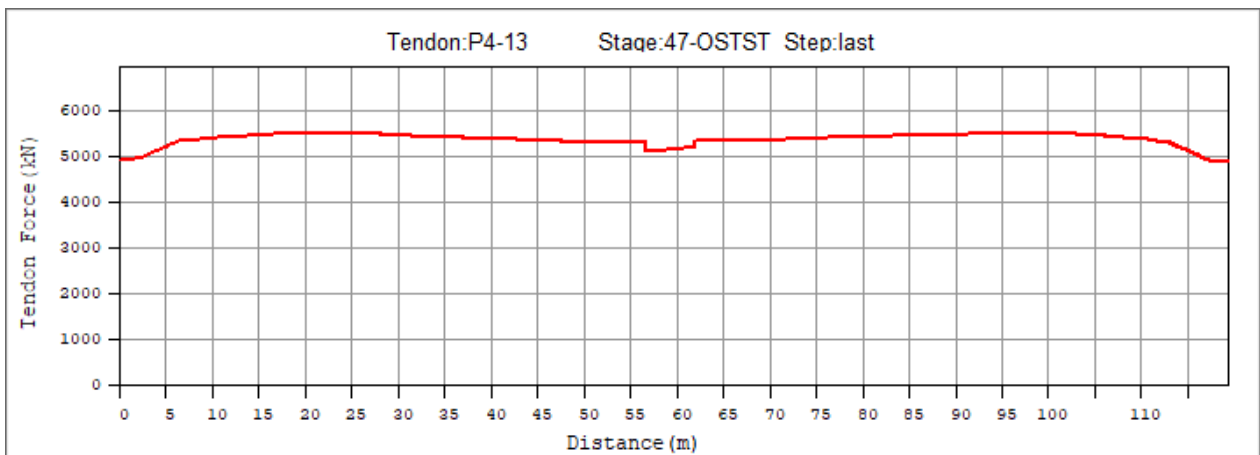
Obrázek 298: Kabelová skupina P4-12 na konci životnosti



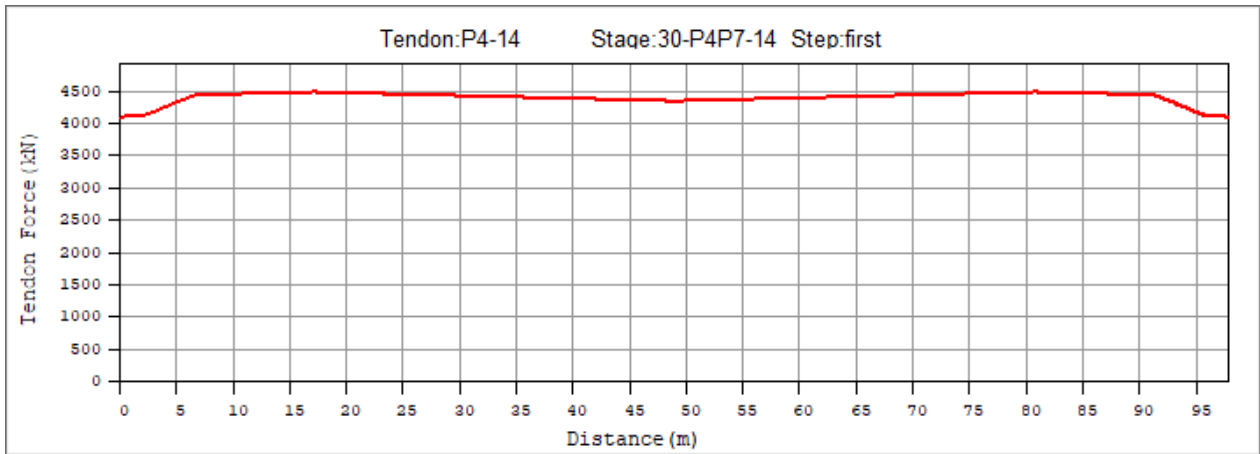
Obrázek 299: Kabelová skupina P4-13 po napnutí



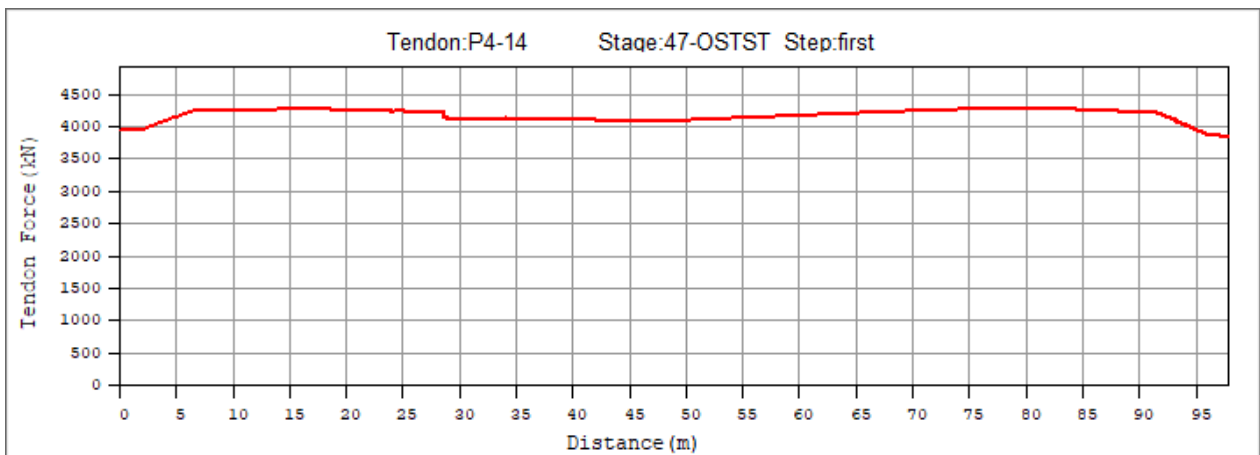
Obrázek 300: Kabelová skupina P4-13 po uvedení do provozu



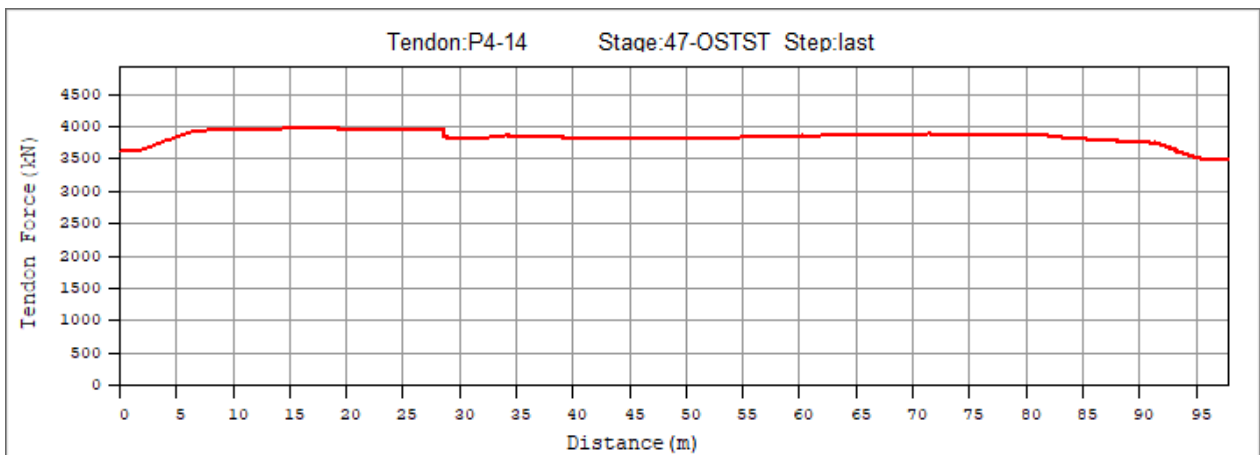
Obrázek 301: Kabelová skupina P4-13 na konci životnosti



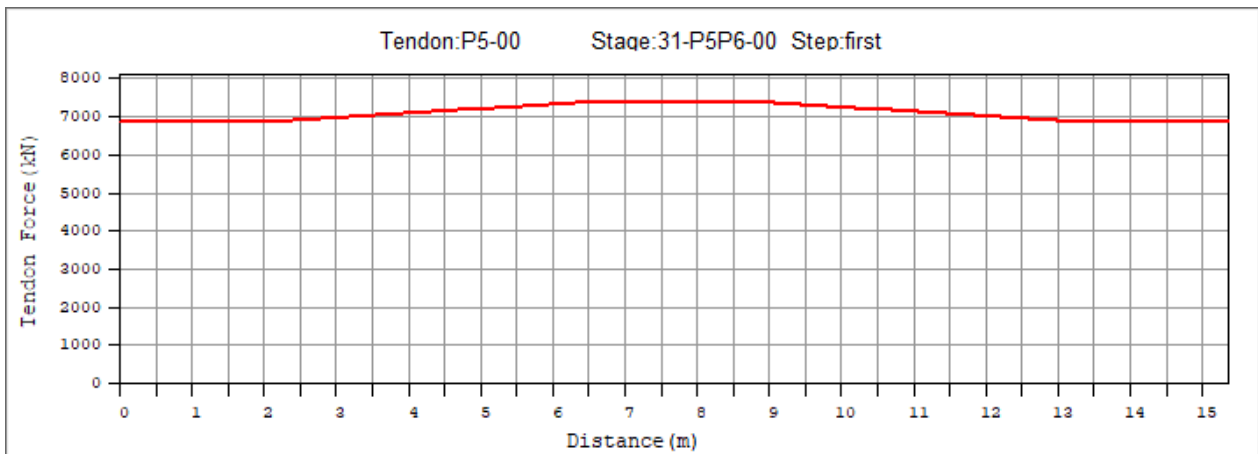
Obrázek 302: Kabelová skupina P4-14 po napnutí



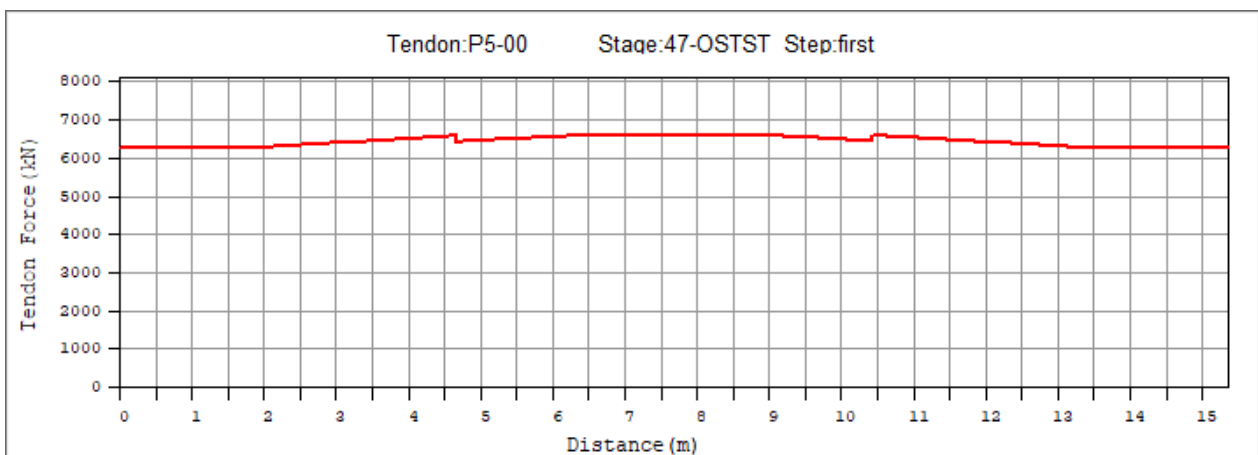
Obrázek 303: Kabelová skupina P4-14 po uvedení do provozu



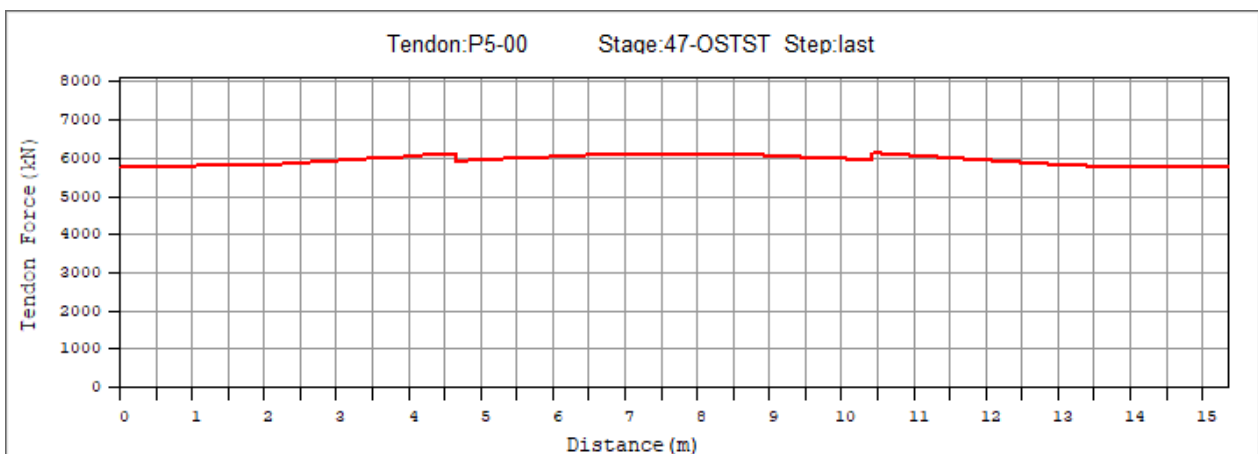
Obrázek 304: Kabelová skupina P4-14 na konci životnosti



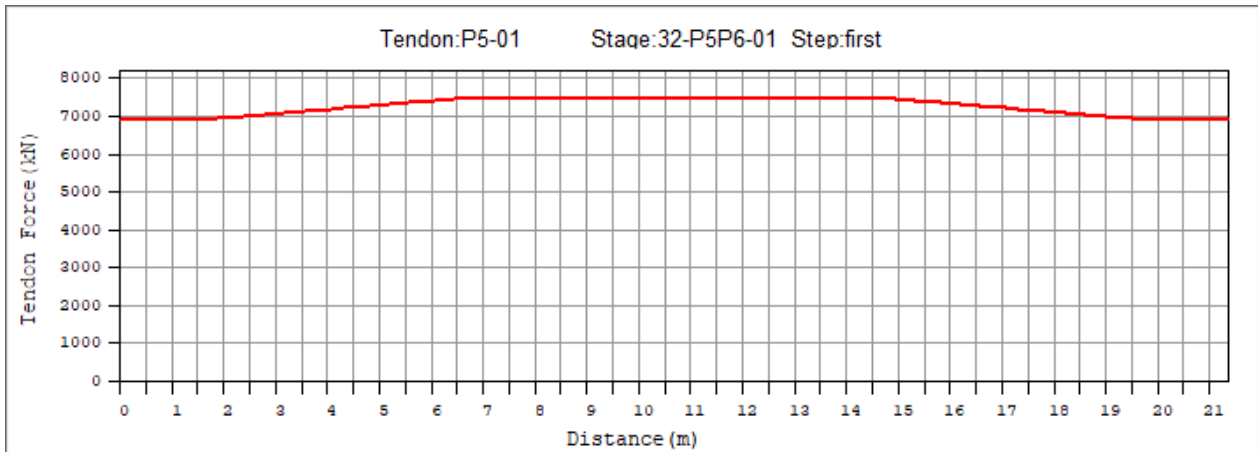
Obrázek 305: Kabelová skupina P5-00 po napnutí



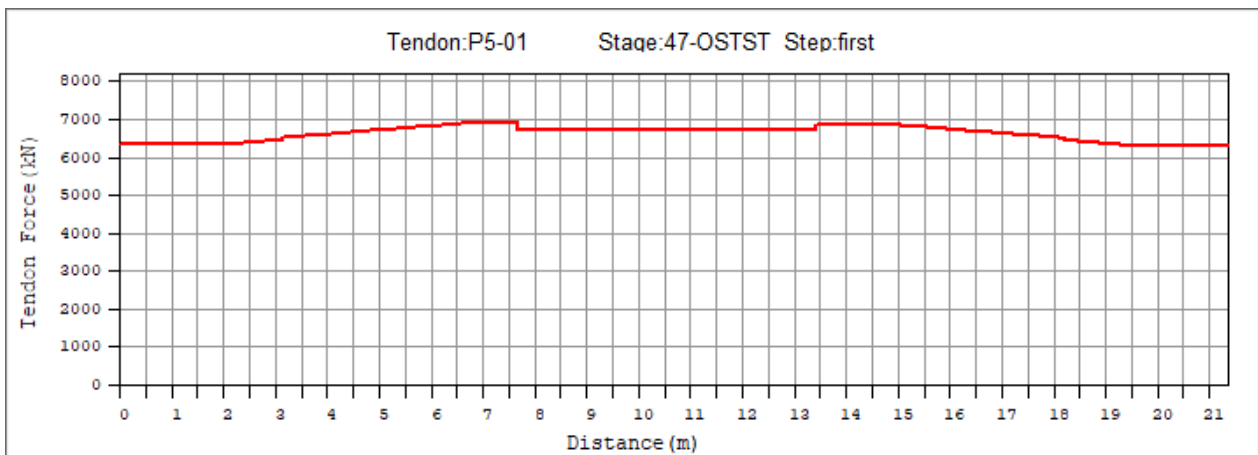
Obrázek 306: Kabelová skupina P5-00 po uvedení do provozu



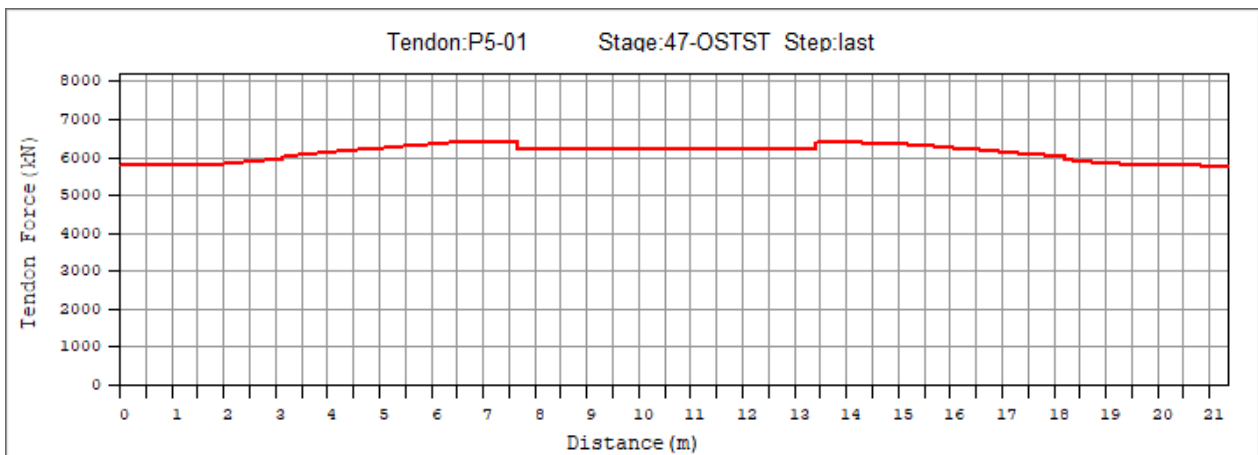
Obrázek 307: Kabelová skupina P5-00 na konci životnosti



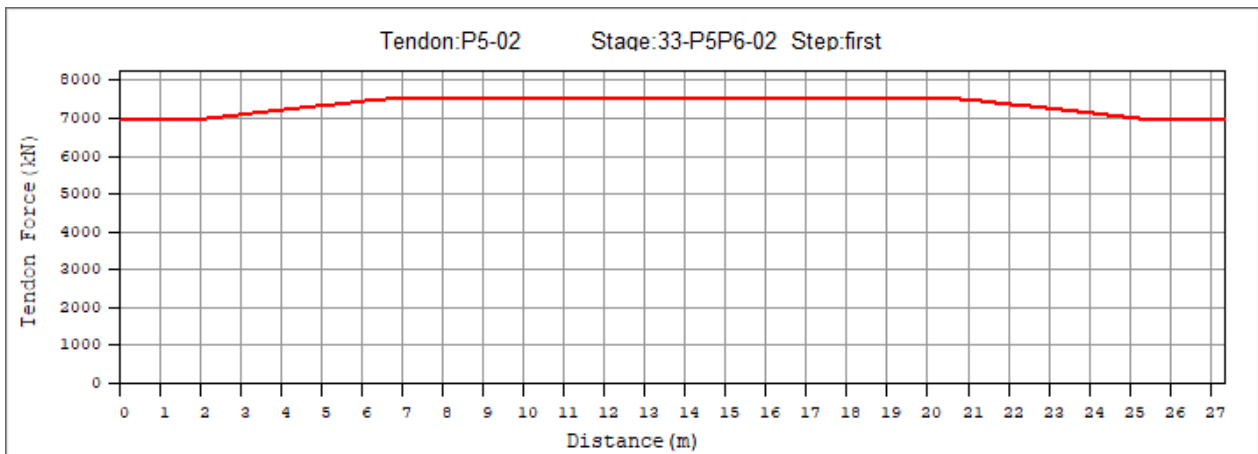
Obrázek 308: Kabelová skupina P5-01 po napnutí



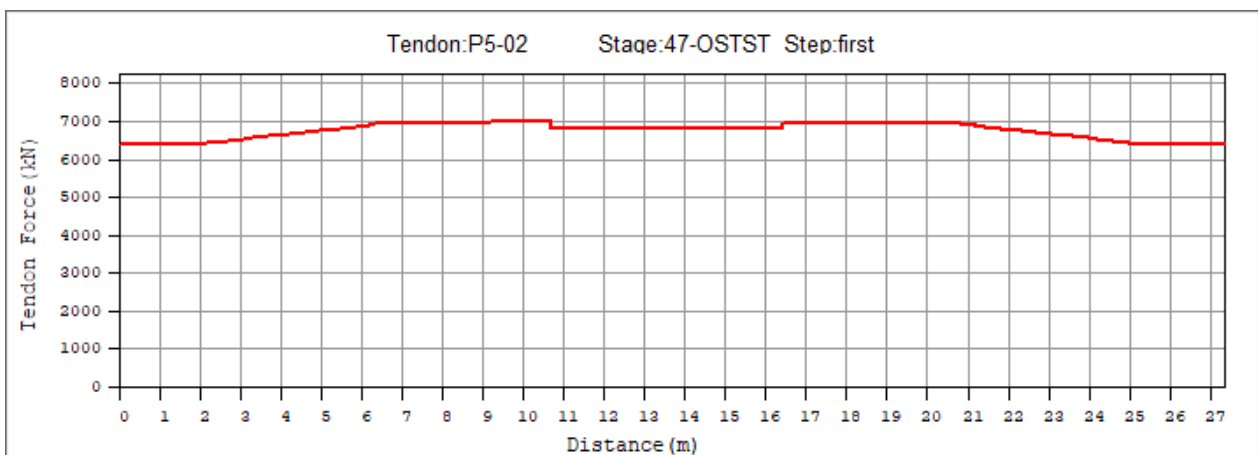
Obrázek 309: Kabelová skupina P5-01 po uvedení do provozu



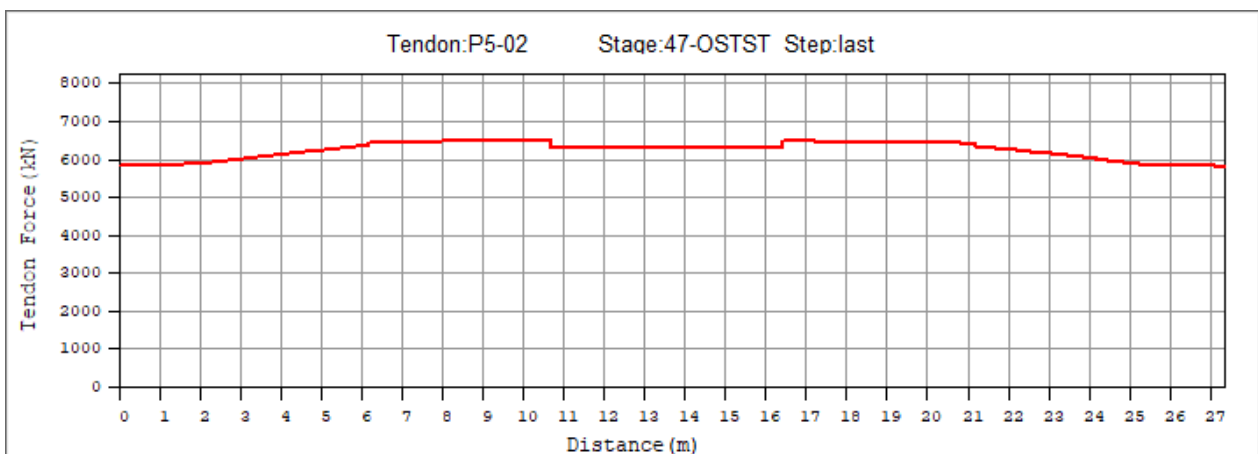
Obrázek 310: Kabelová skupina P5-01 na konci životnosti



Obrázek 311: Kabelová skupina P5-02 po napnutí

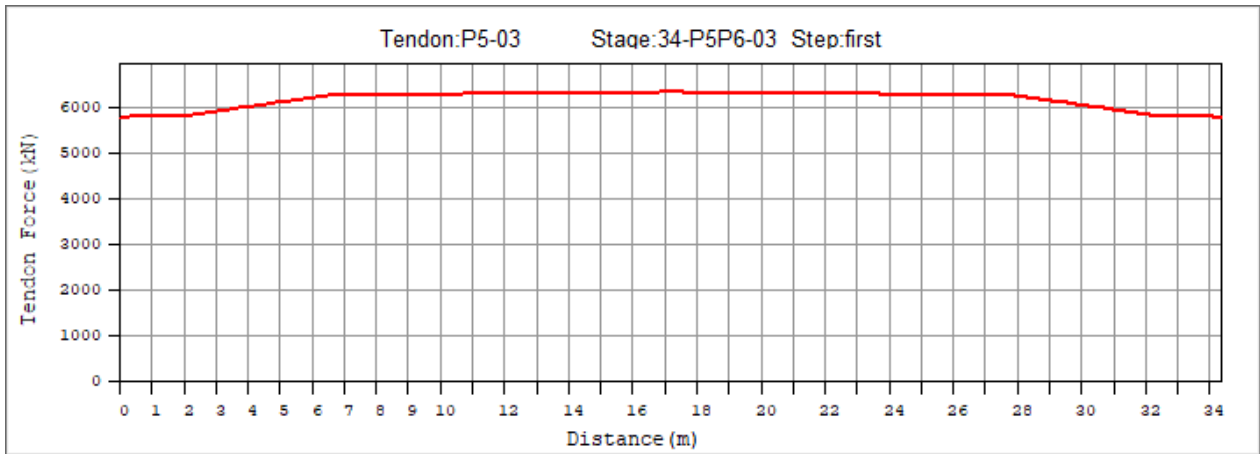


Obrázek 312: Kabelová skupina P5-02 po uvedení do provozu

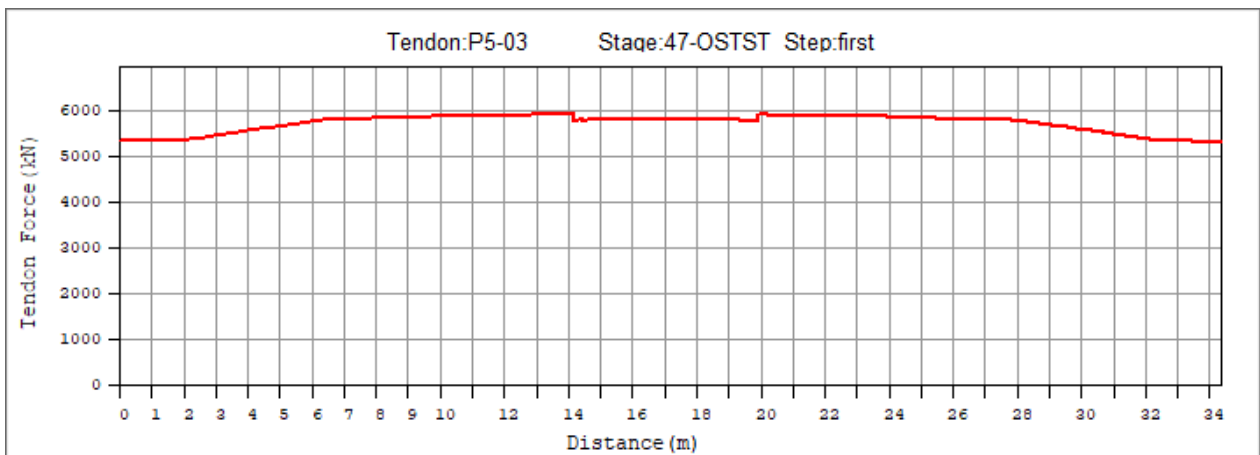


Obrázek 313: Kabelová skupina P5-02 na konci životnosti

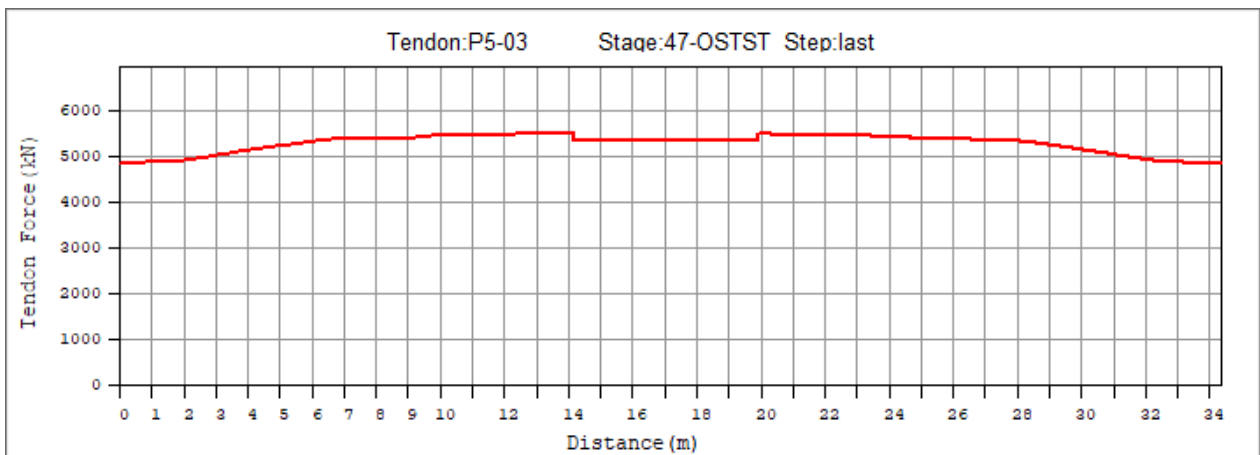




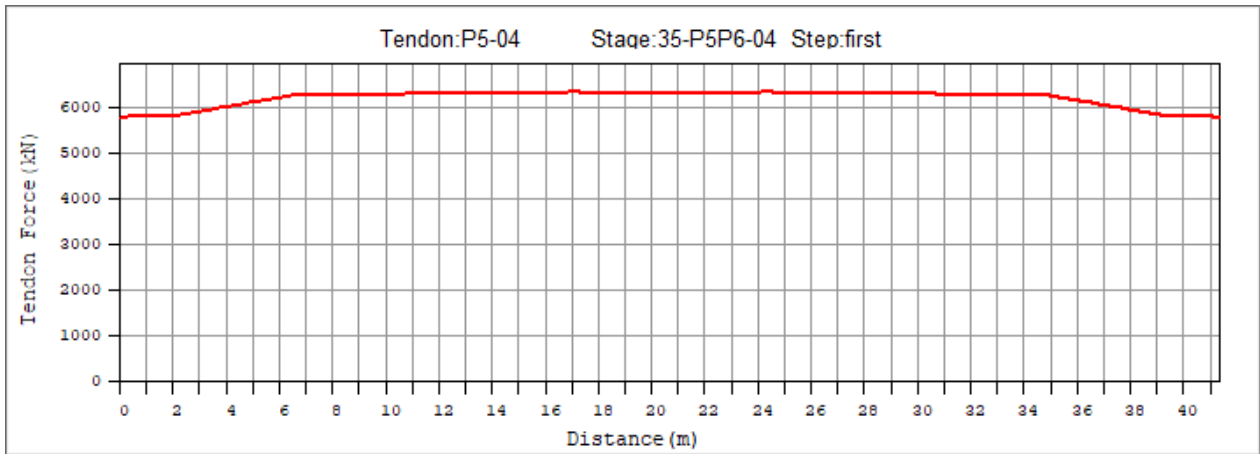
Obrázek 314: Kabelová skupina P5-03 po napnutí



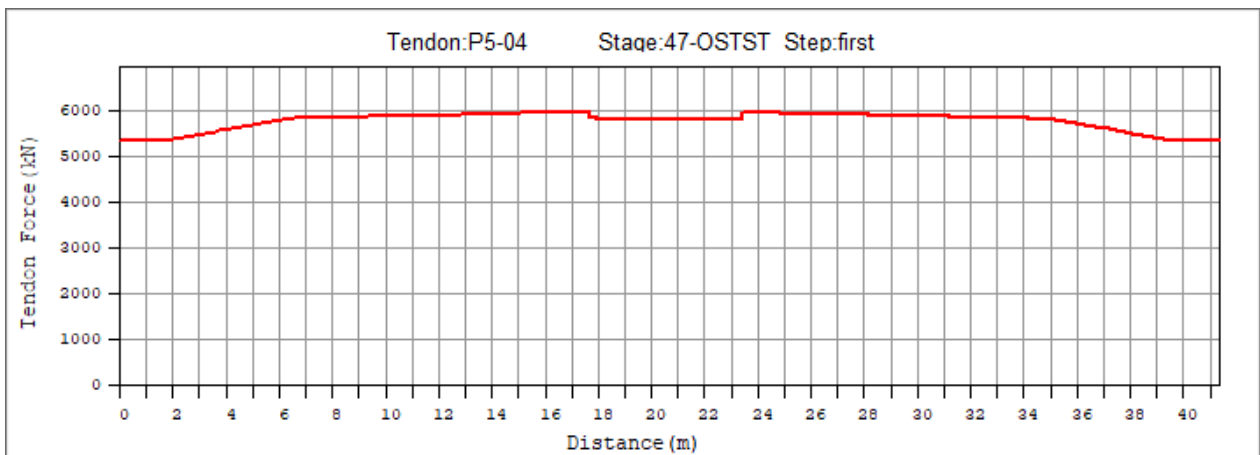
Obrázek 315: Kabelová skupina P5-03 po uvedení do provozu



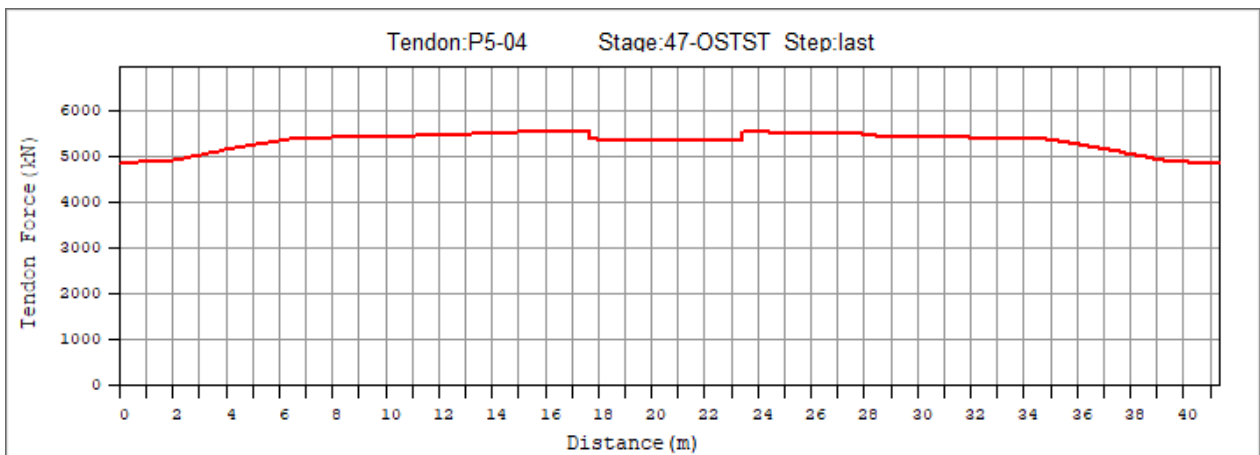
Obrázek 316: Kabelová skupina P5-03 na konci životnosti



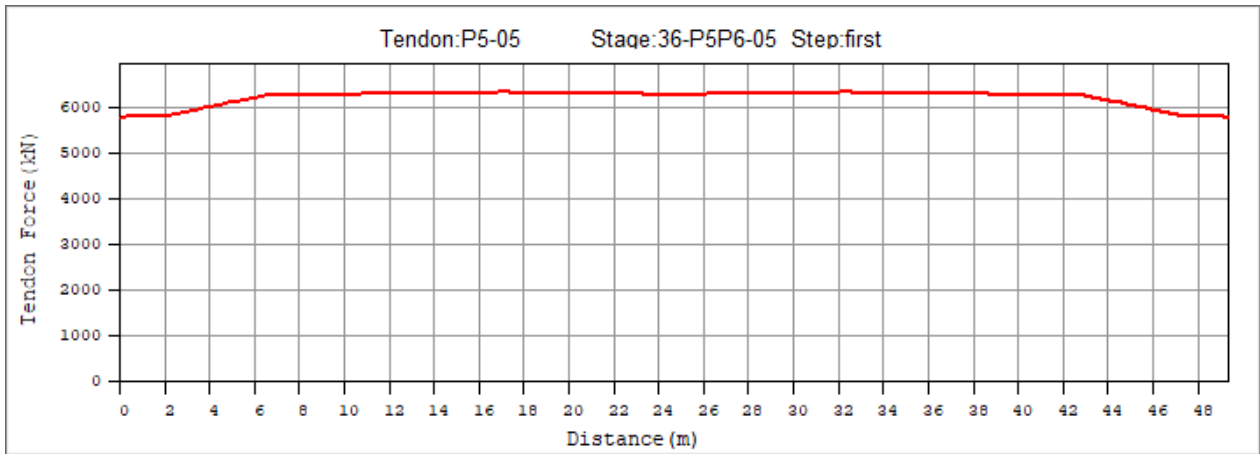
Obrázek 317: Kabelová skupina P5-04 po napnutí



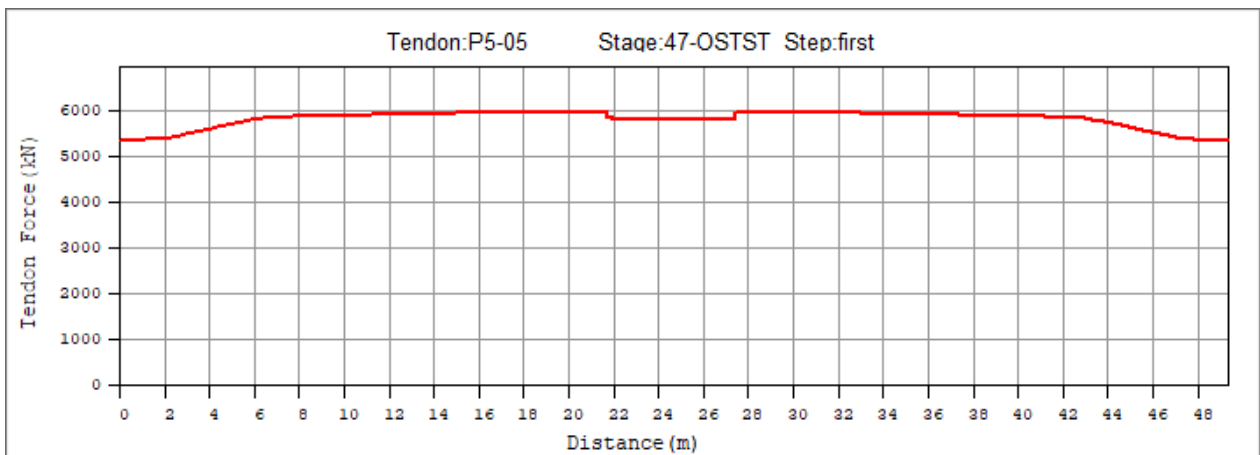
Obrázek 318: Kabelová skupina P5-04 po uvedení do provozu



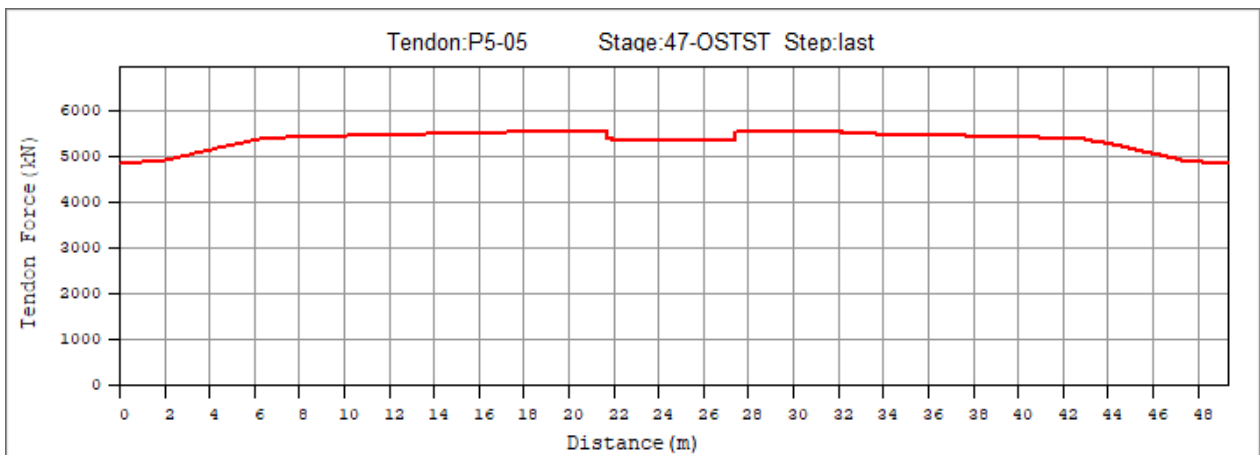
Obrázek 319: Kabelová skupina P5-04 na konci životnosti



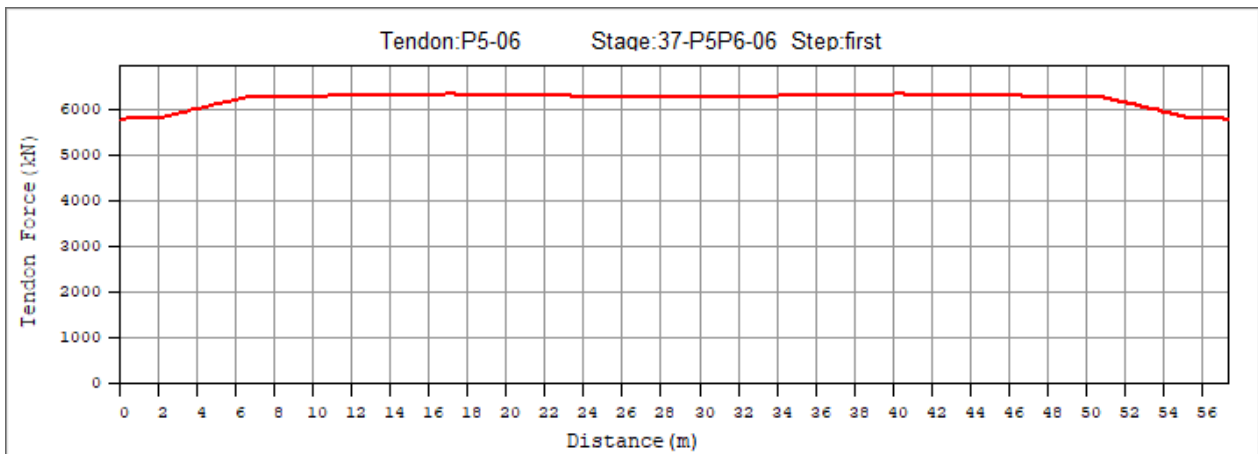
Obrázek 320: Kabelová skupina P5-05 po napnutí



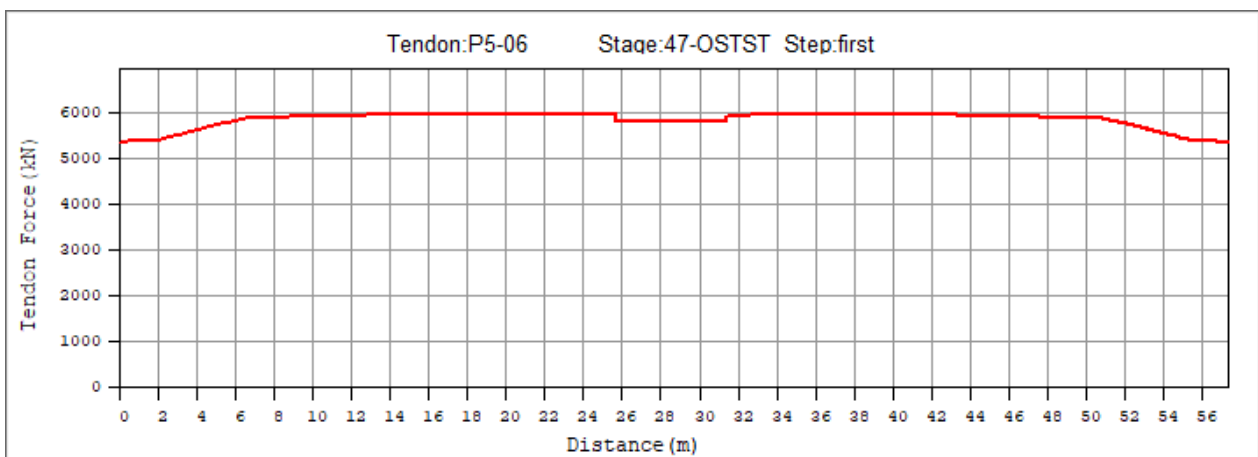
Obrázek 321: Kabelová skupina P5-05 po uvedení do provozu



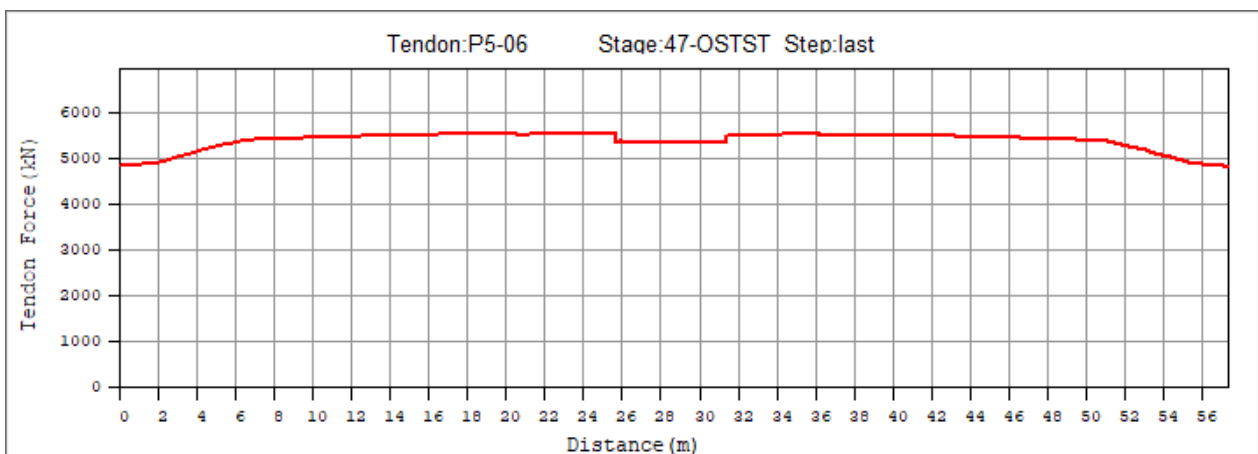
Obrázek 322: Kabelová skupina P5-05 na konci životnosti



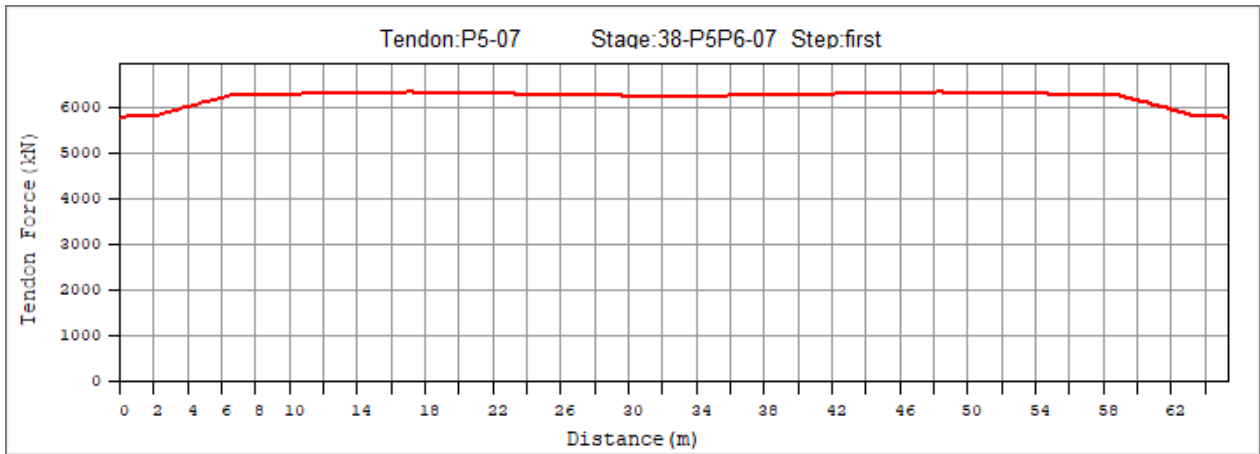
Obrázek 323: Kabelová skupina P5-06 po napnutí



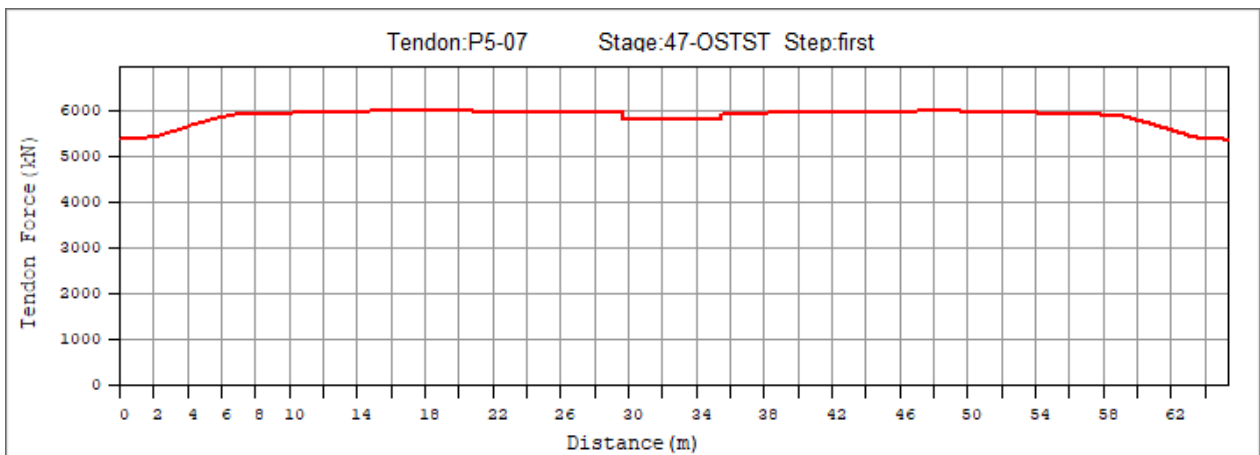
Obrázek 324: Kabelová skupina P5-06 po uvedení do provozu



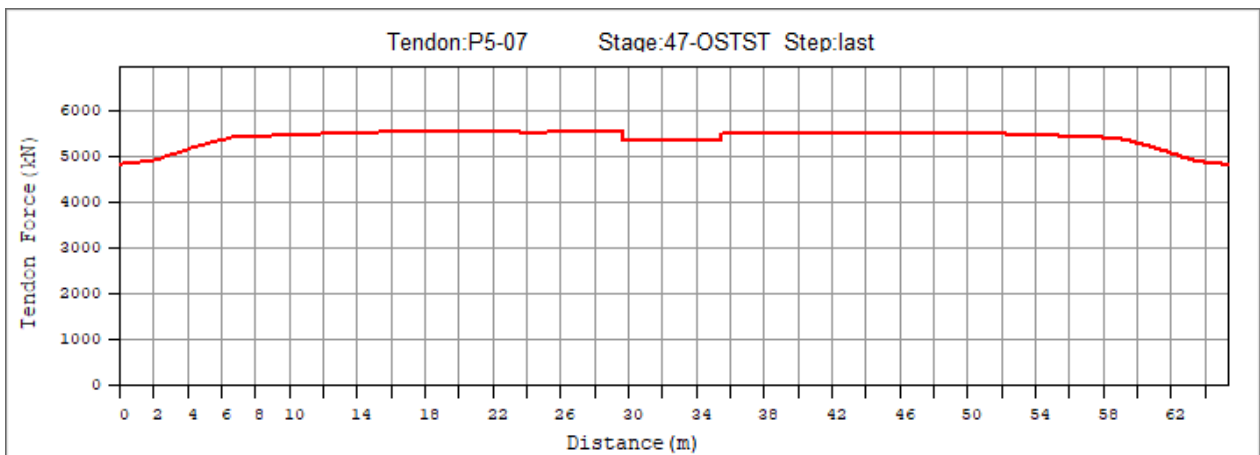
Obrázek 325: Kabelová skupina P5-06 na konci životnosti



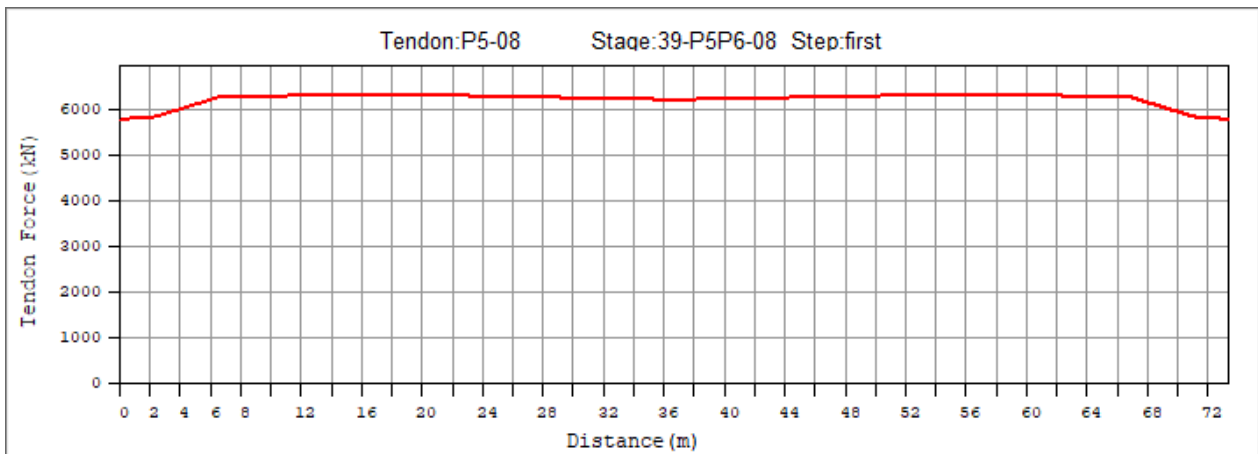
Obrázek 326: Kabelová skupina P5-07 po napnutí



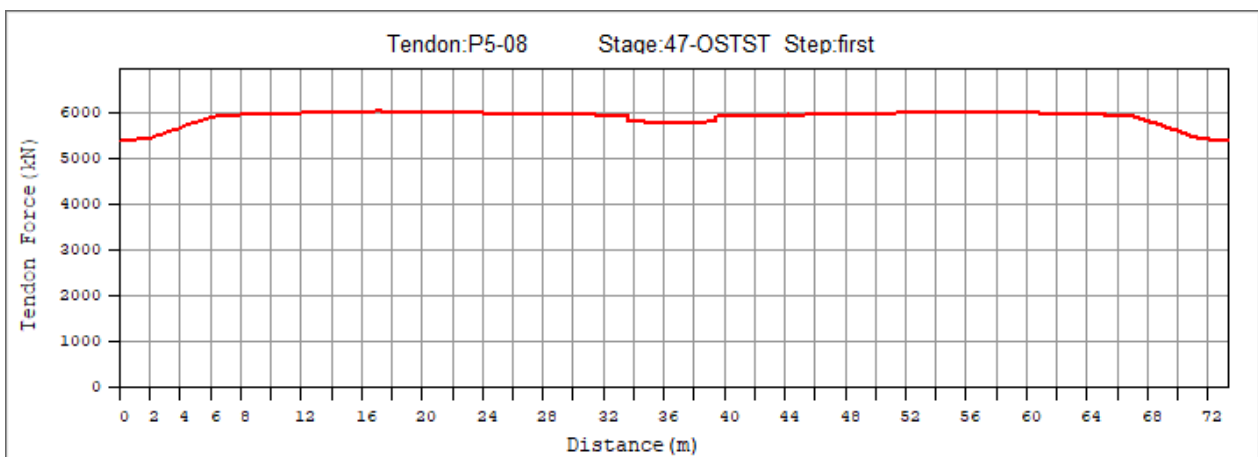
Obrázek 327: Kabelová skupina P5-07 po uvedení do provozu



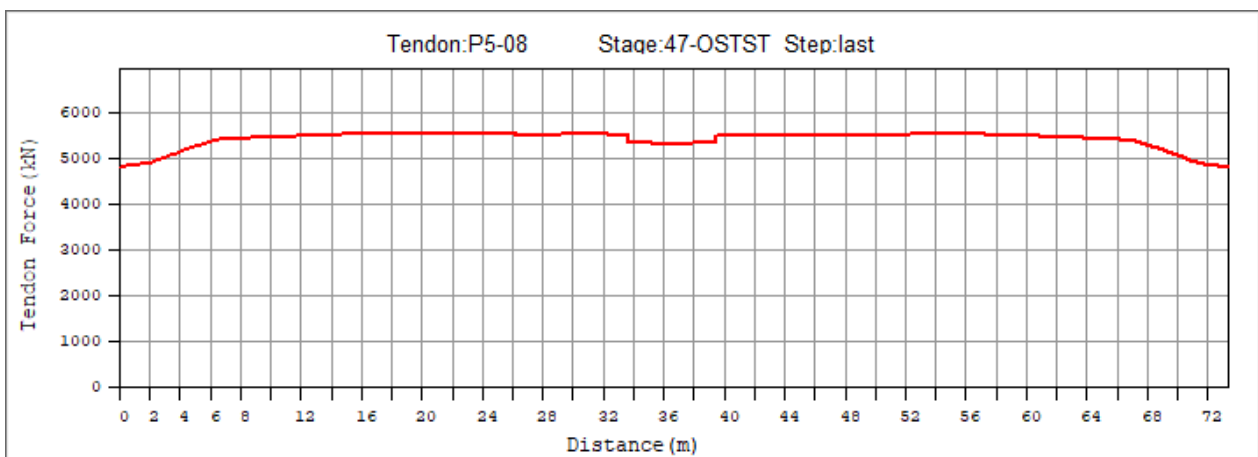
Obrázek 328: Kabelová skupina P5-07 na konci životnosti



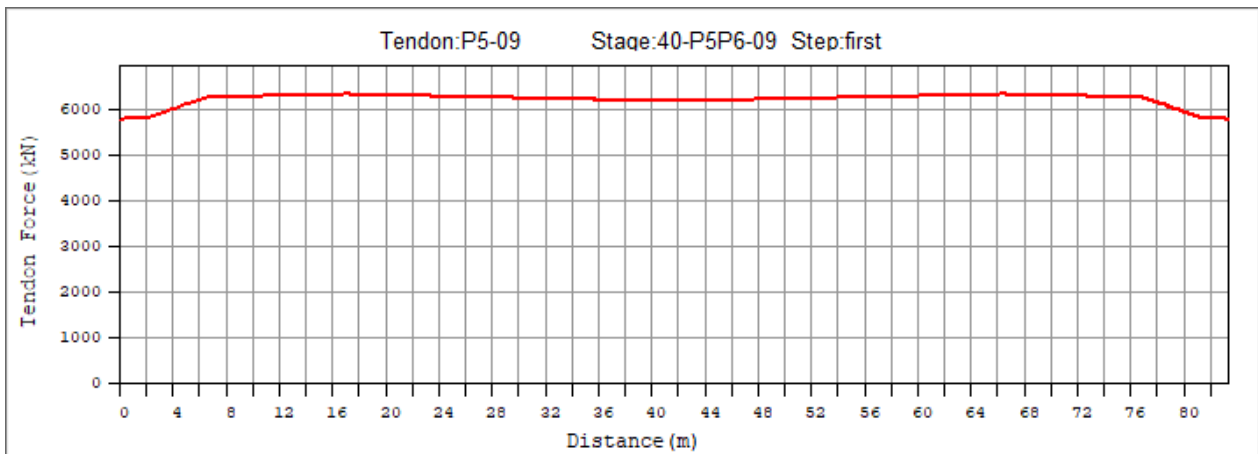
Obrázek 329: Kabelová skupina P5-08 po napnutí



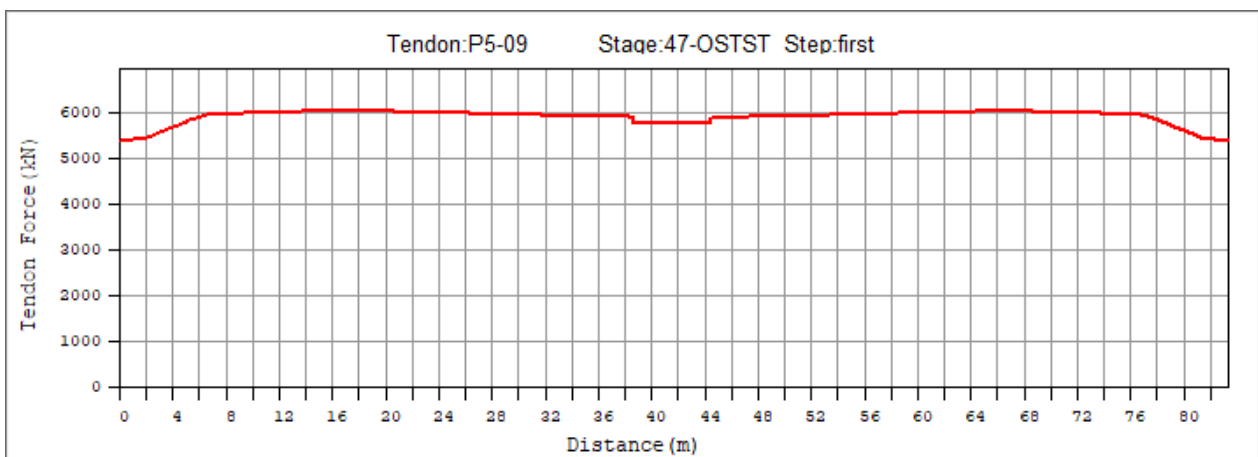
Obrázek 330: Kabelová skupina P5-08 po uvedení do provozu



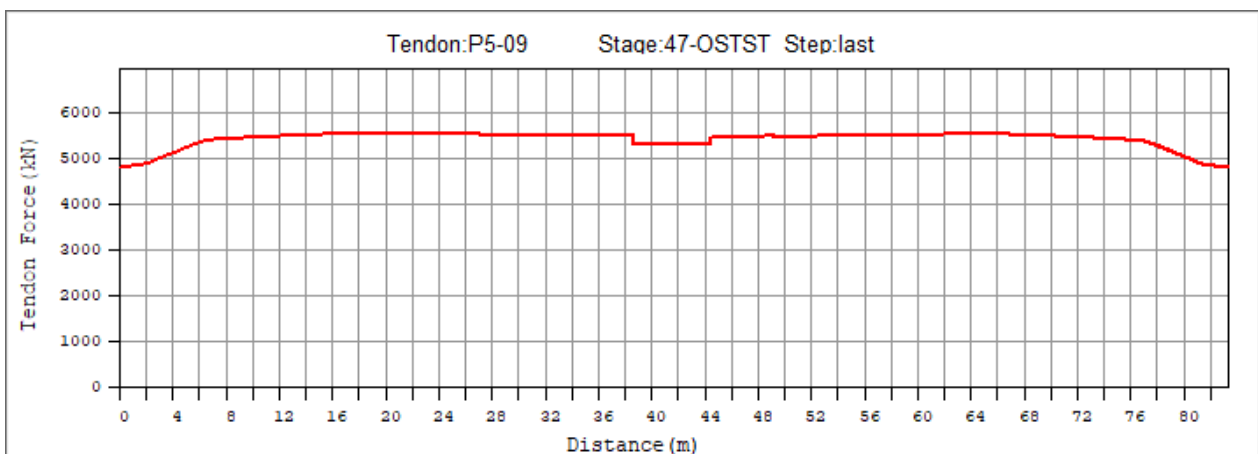
Obrázek 331: Kabelová skupina P5-08 na konci životnosti



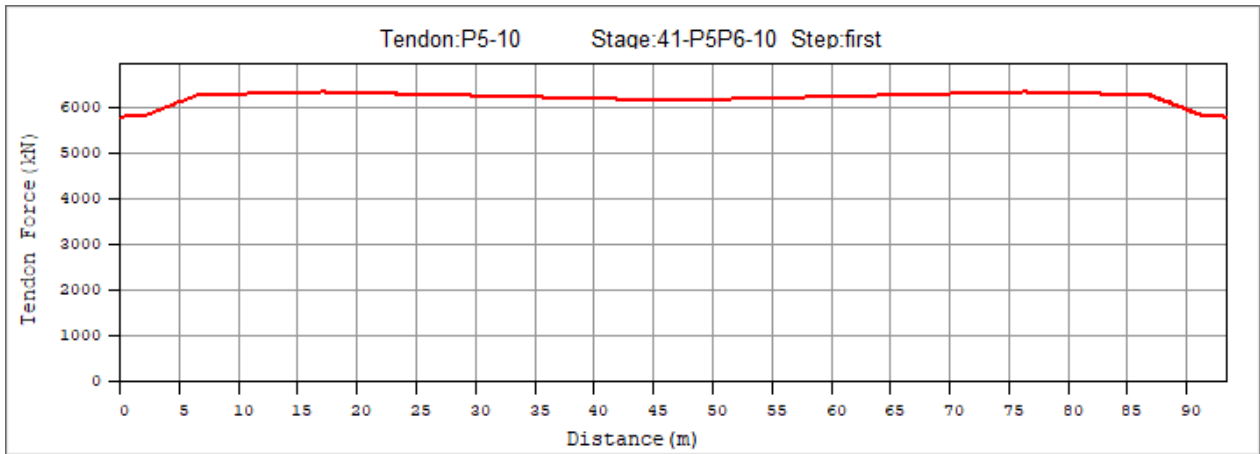
Obrázek 332: Kabelová skupina P5-09 po napnutí



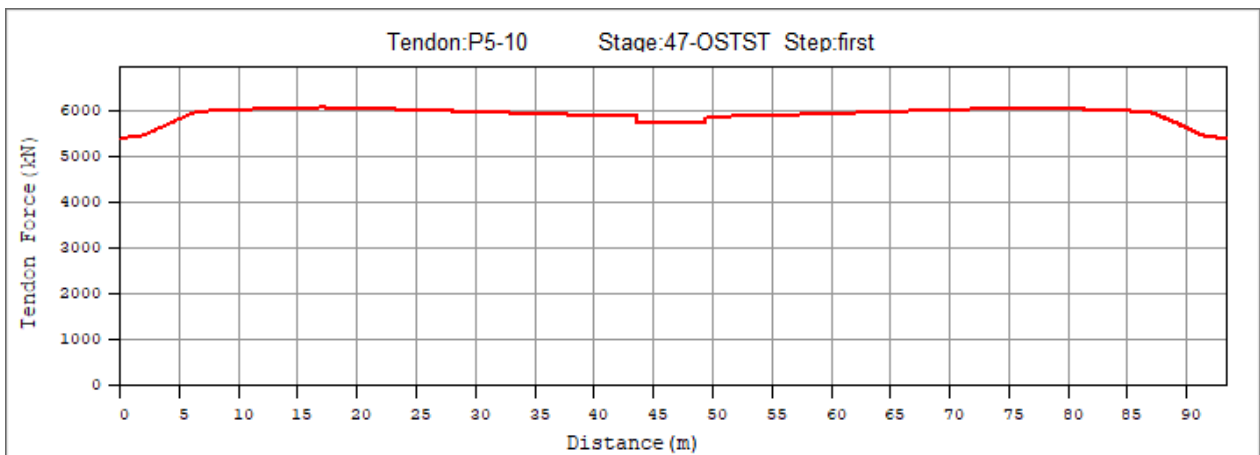
Obrázek 333: Kabelová skupina P5-09 po uvedení do provozu



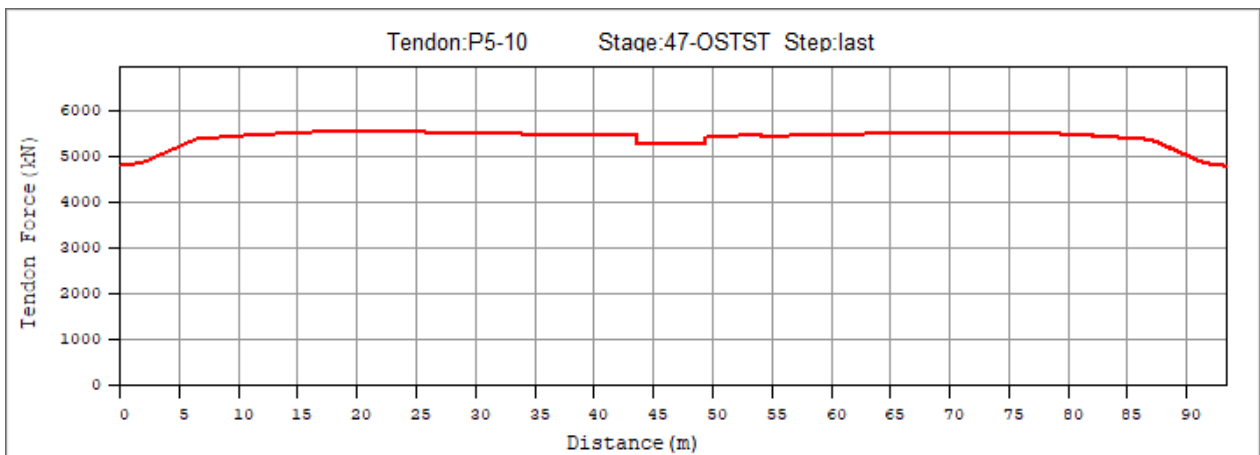
Obrázek 334: Kabelová skupina P5-09 na konci životnosti



Obrázek 335: Kabelová skupina P5-10 po napnutí

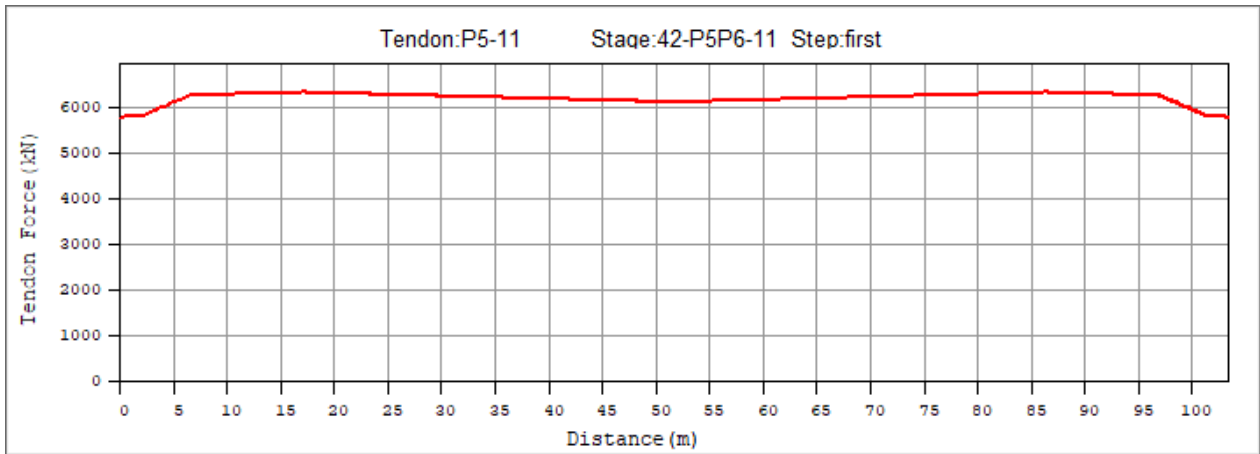


Obrázek 336: Kabelová skupina P5-10 po uvedení do provozu

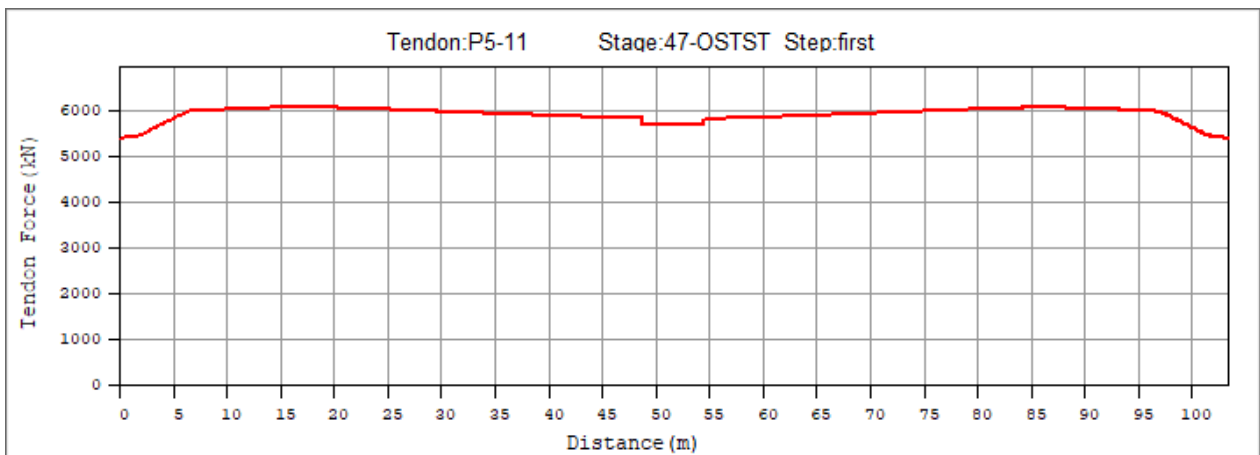


Obrázek 337: Kabelová skupina P5-10 na konci životnosti

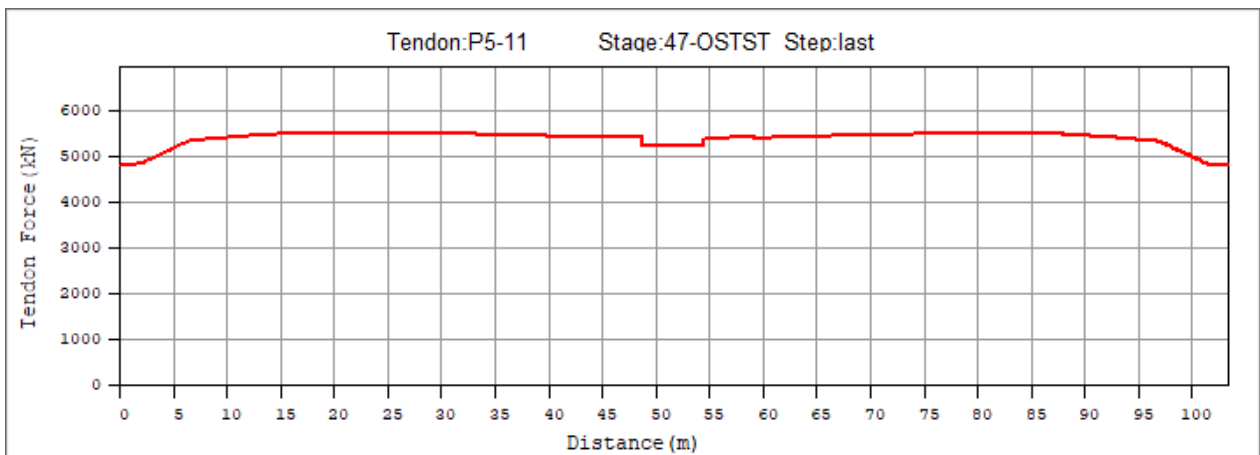




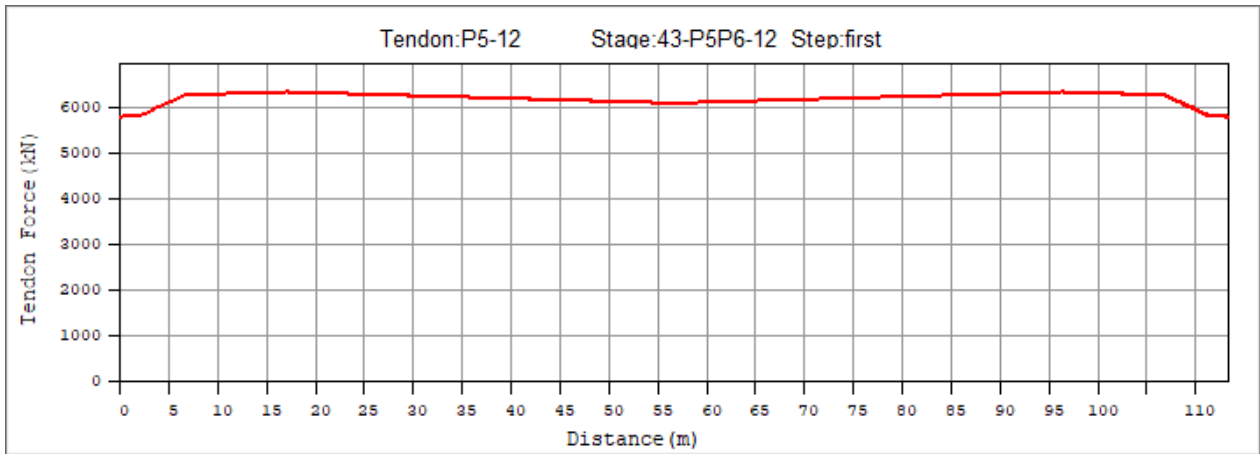
Obrázek 338: Kabelová skupina P5-11 po napnutí



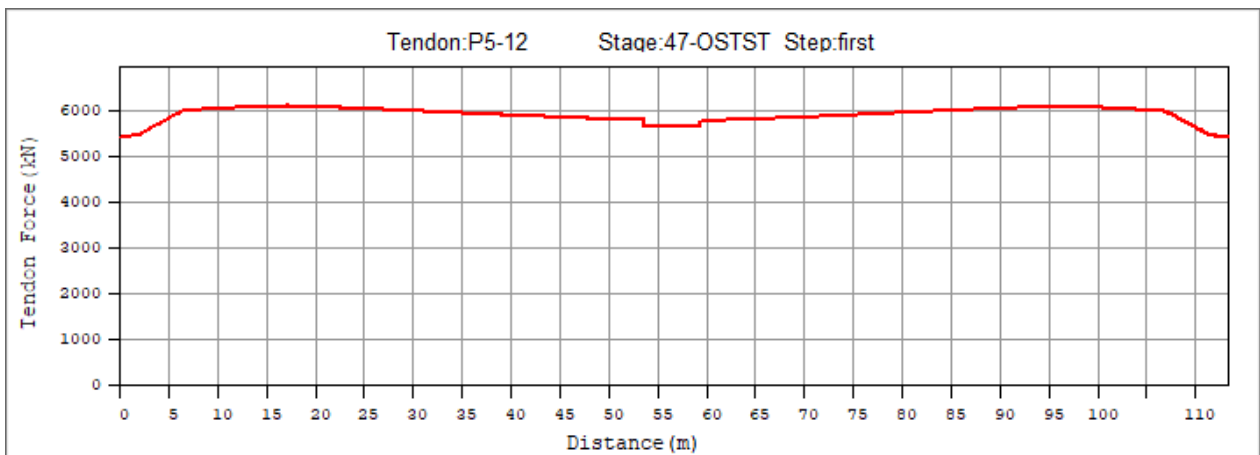
Obrázek 339: Kabelová skupina P5-11 po uvedení do provozu



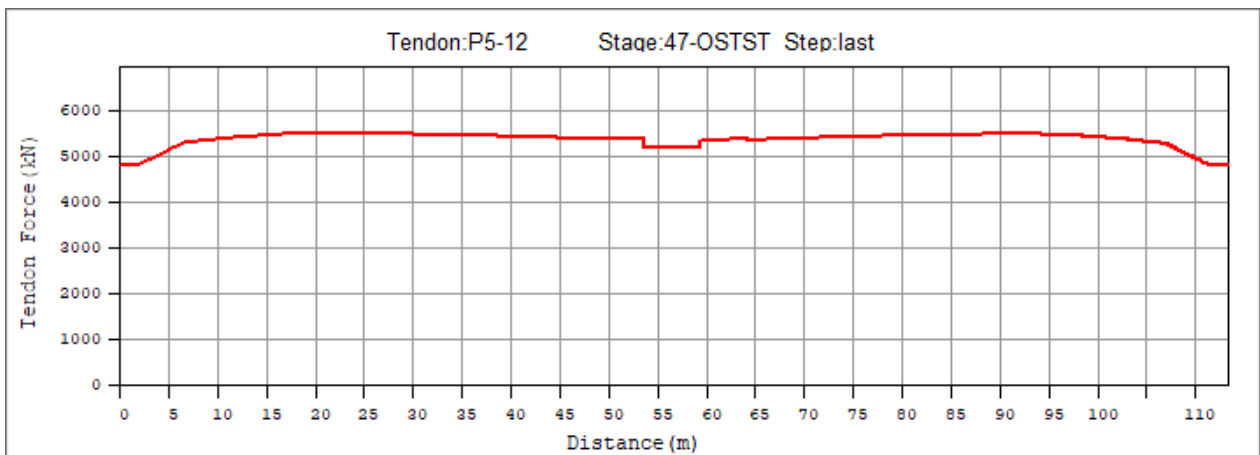
Obrázek 340: Kabelová skupina P5-11 na konci životnosti



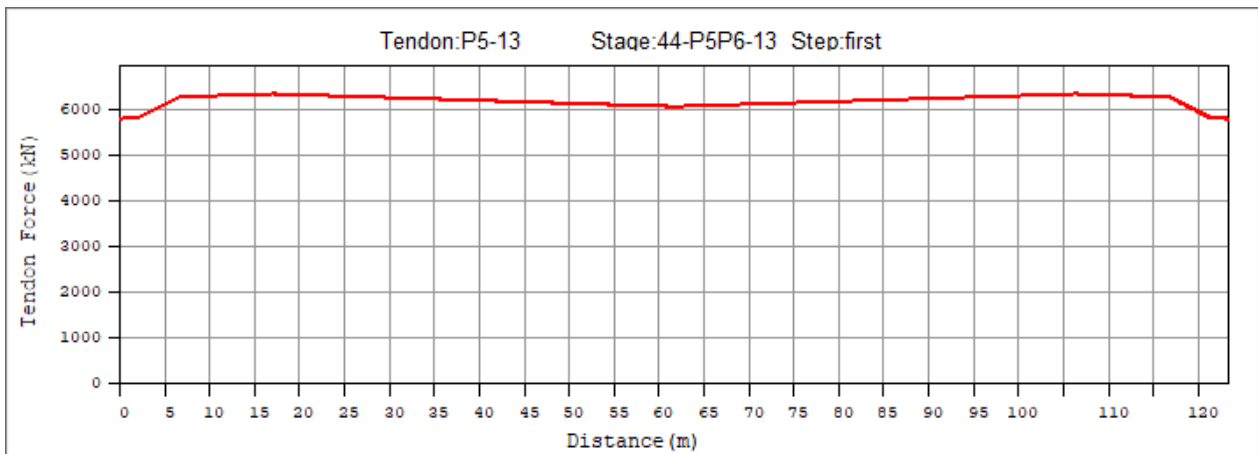
Obrázek 341: Kabelová skupina P5-12 po napnutí



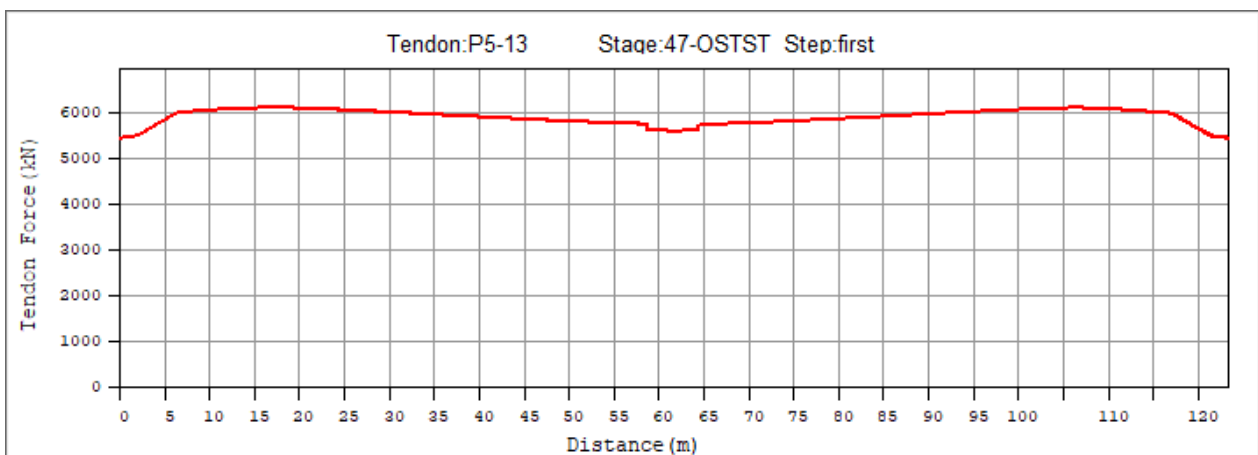
Obrázek 342: Kabelová skupina P5-12 po uvedení do provozu



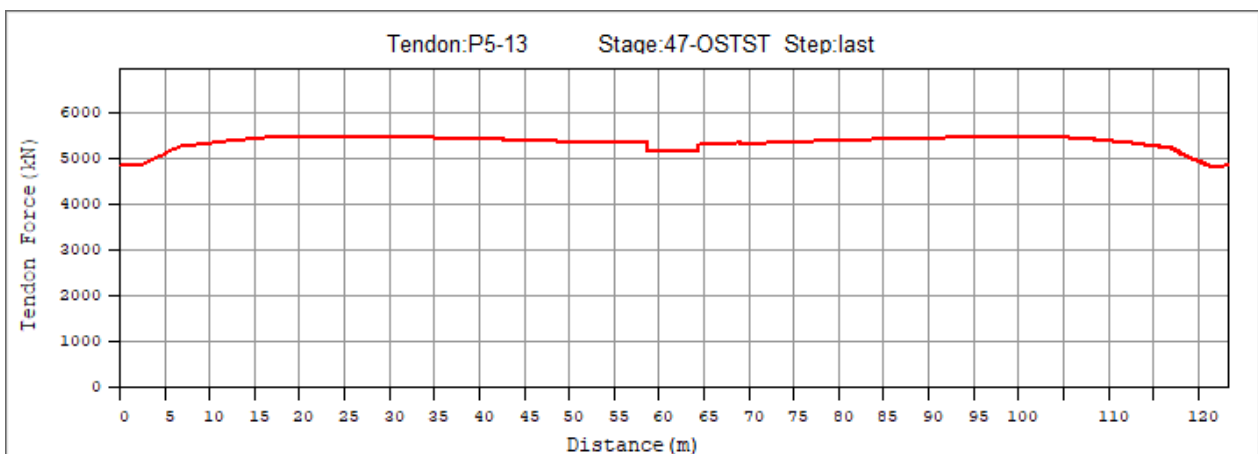
Obrázek 343: Kabelová skupina P5-12 na konci životnosti



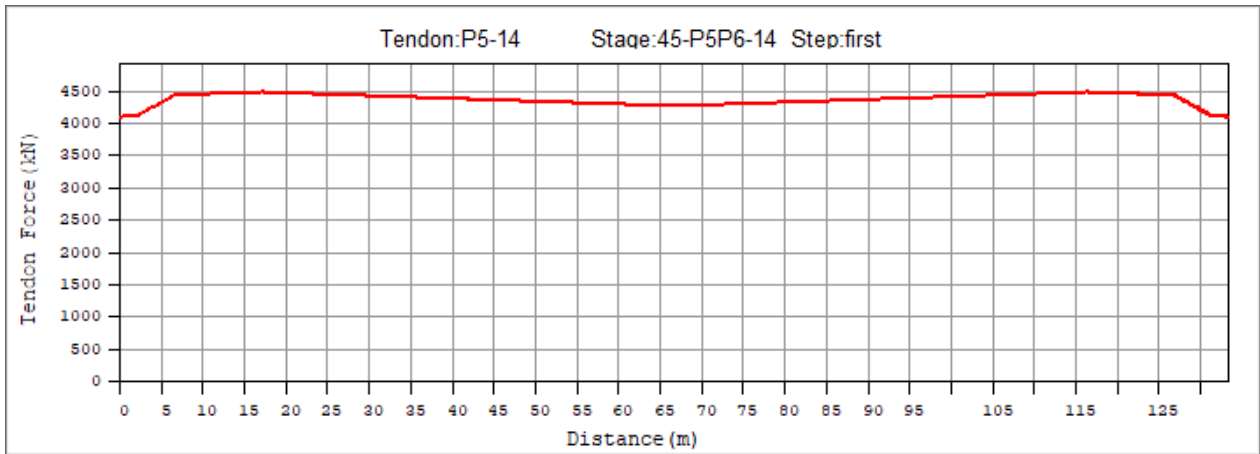
Obrázek 344: Kabelová skupina P5-13 po napnutí



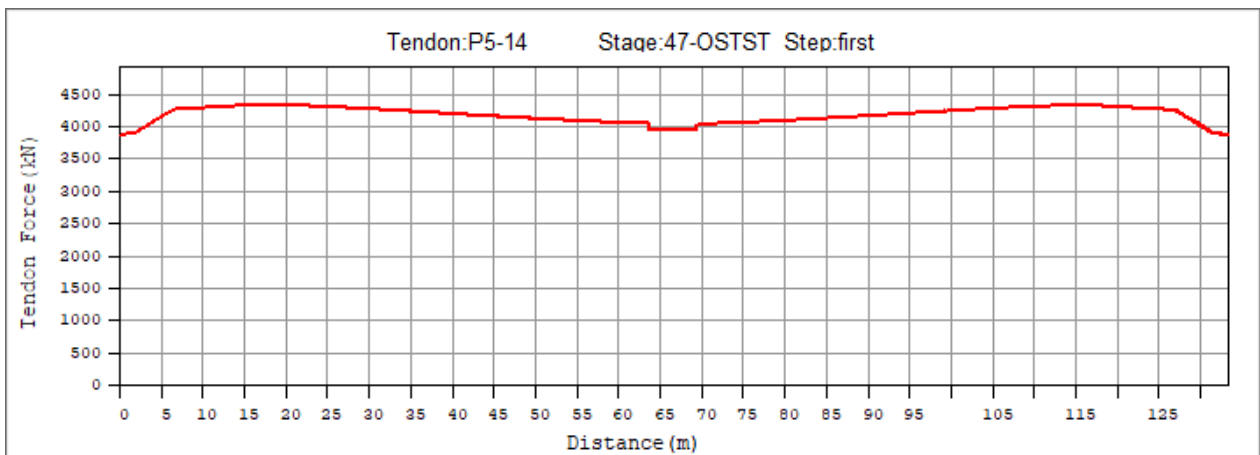
Obrázek 345: Kabelová skupina P5-13 po uvedení do provozu



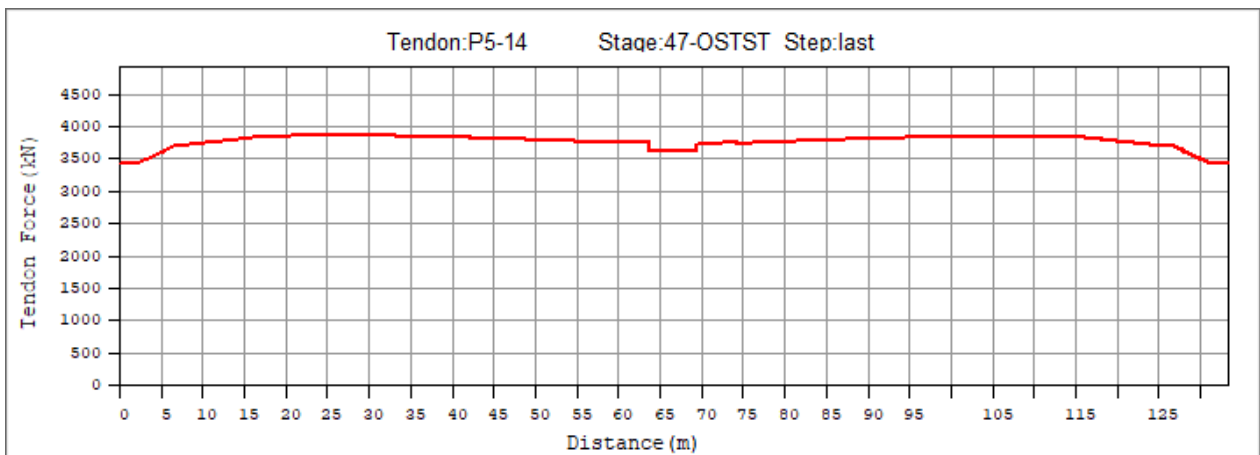
Obrázek 346: Kabelová skupina P5-13 na konci životnosti



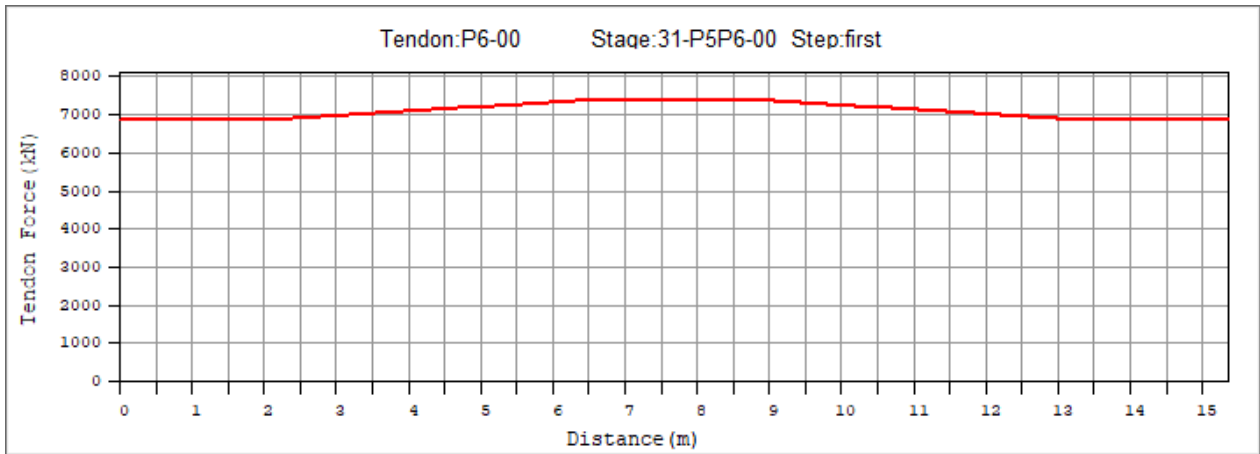
Obrázek 347: Kabelová skupina P5-14 po napnutí



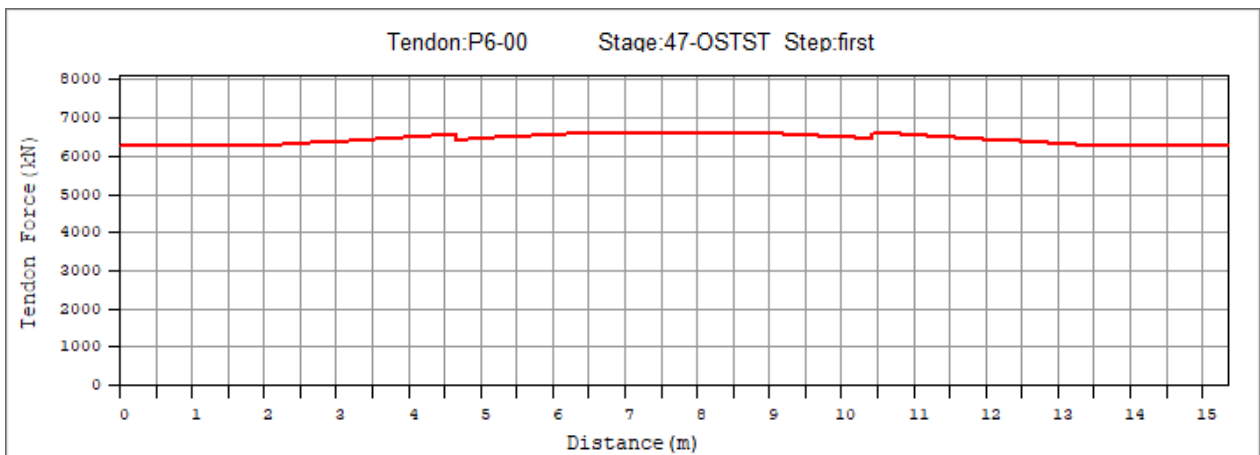
Obrázek 348: Kabelová skupina P5-14 po uvedení do provozu



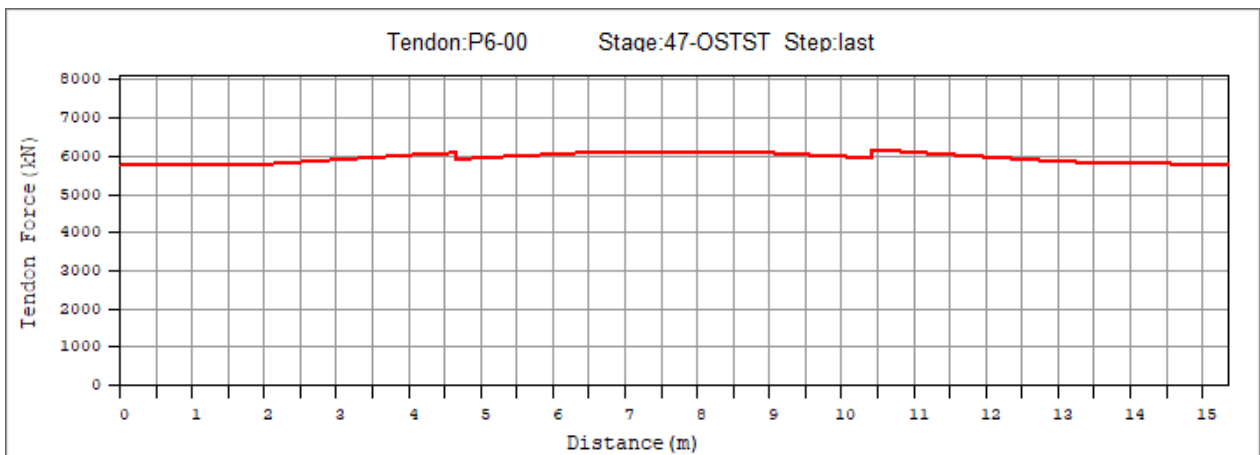
Obrázek 349: Kabelová skupina P5-14 na konci životnosti



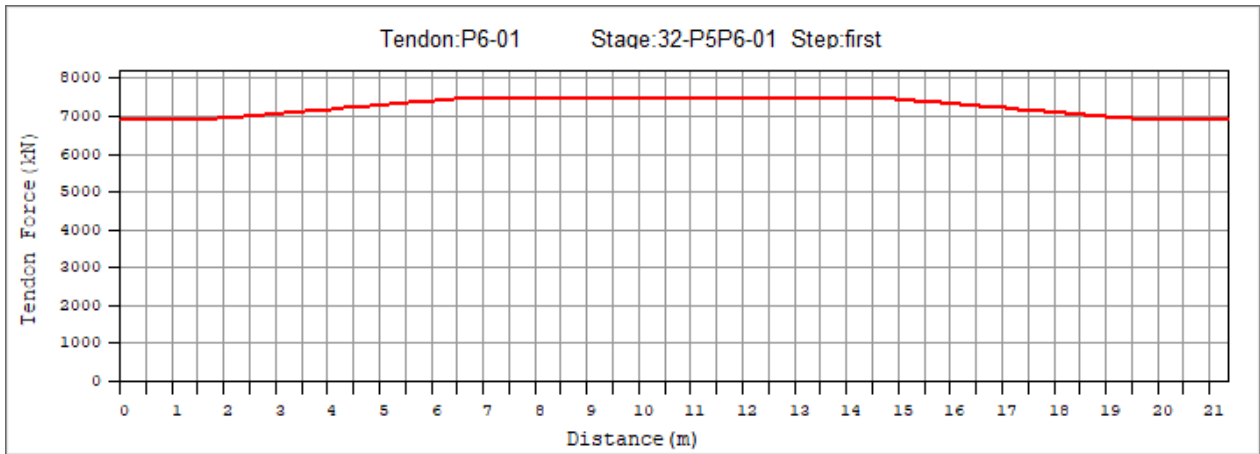
Obrázek 350: Kabelová skupina P6-00 po napnutí



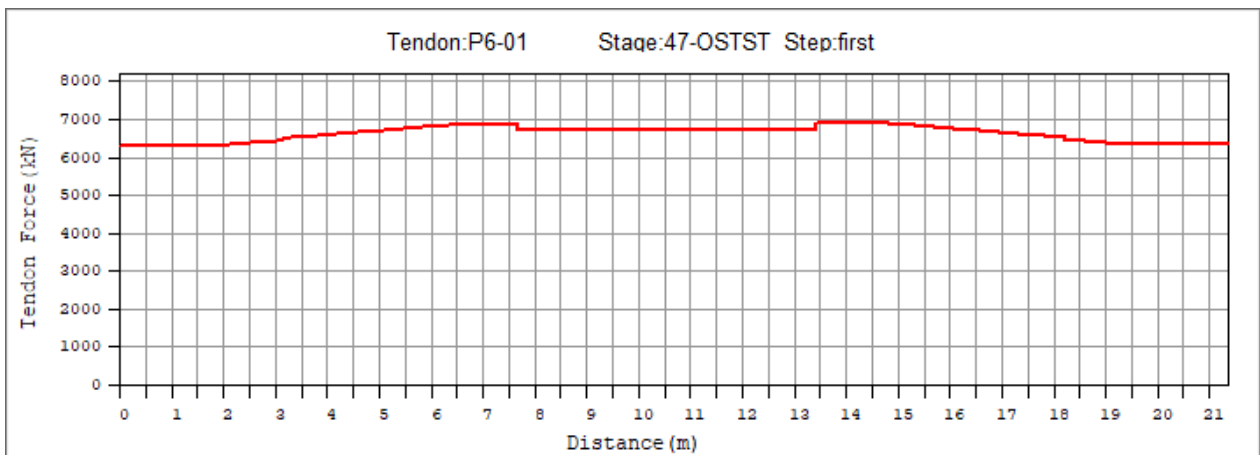
Obrázek 351: Kabelová skupina P6-00 po uvedení do provozu



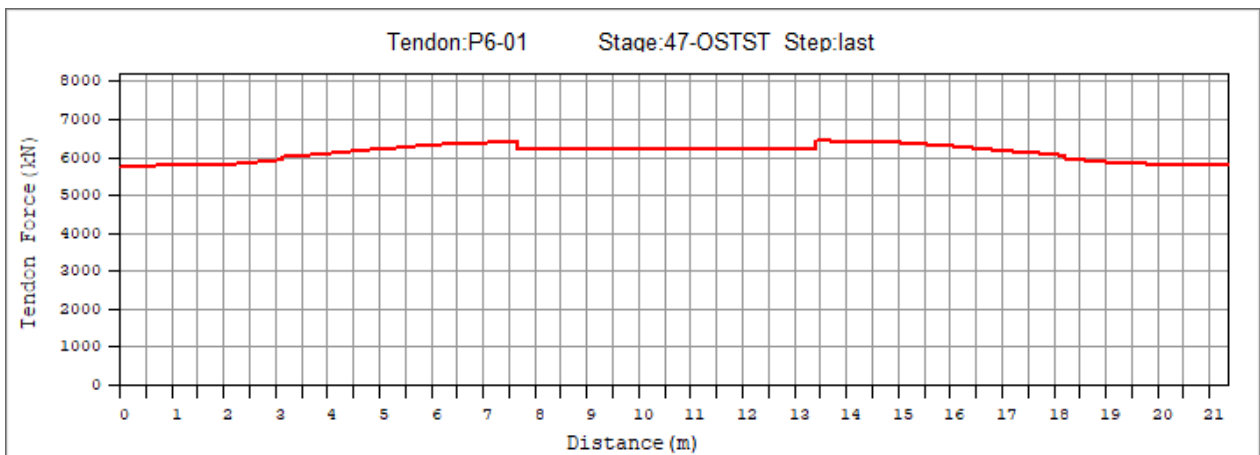
Obrázek 352: Kabelová skupina P6-00 na konci životnosti



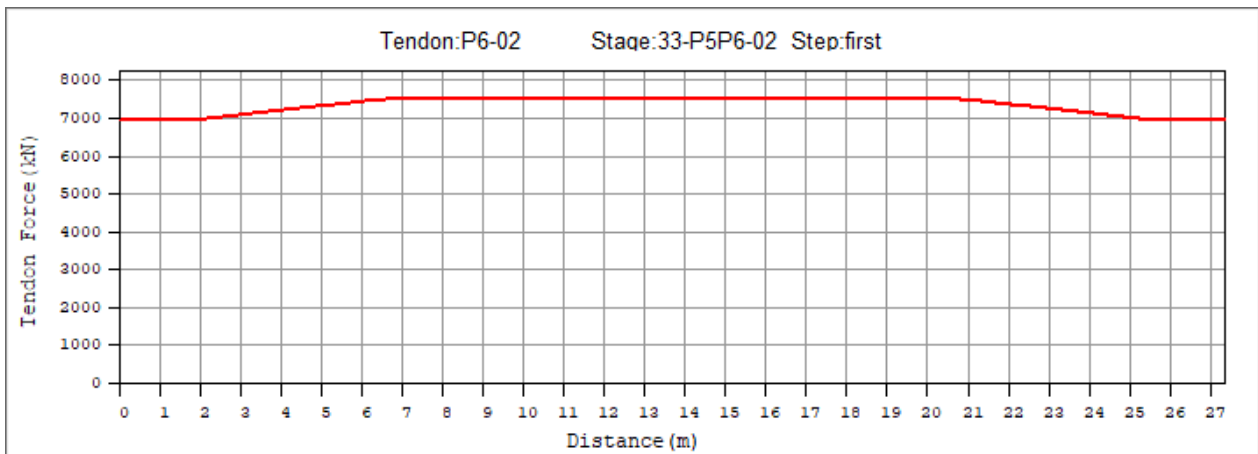
Obrázek 353: Kabelová skupina P6-01 po napnutí



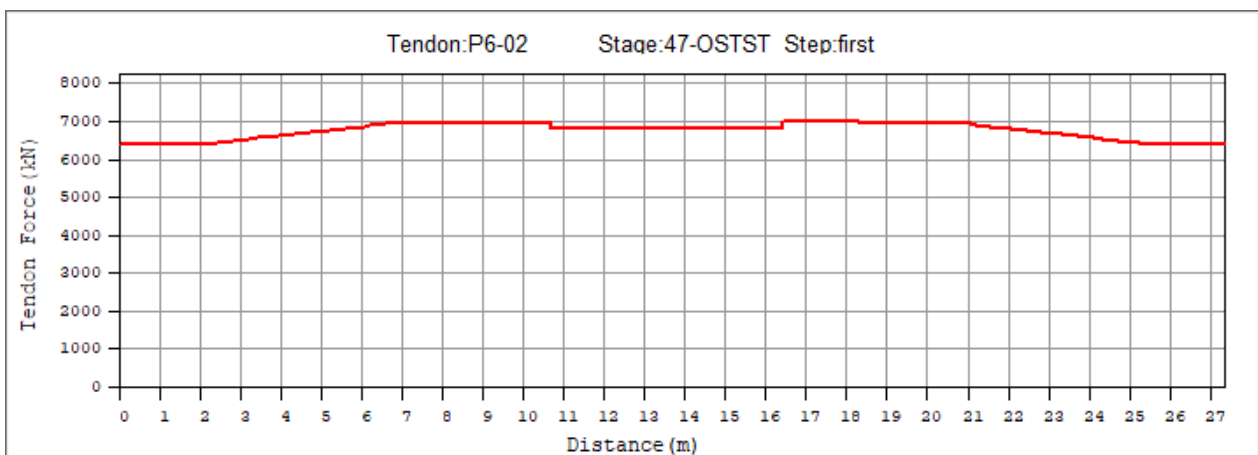
Obrázek 354: Kabelová skupina P6-01 po uvedení do provozu



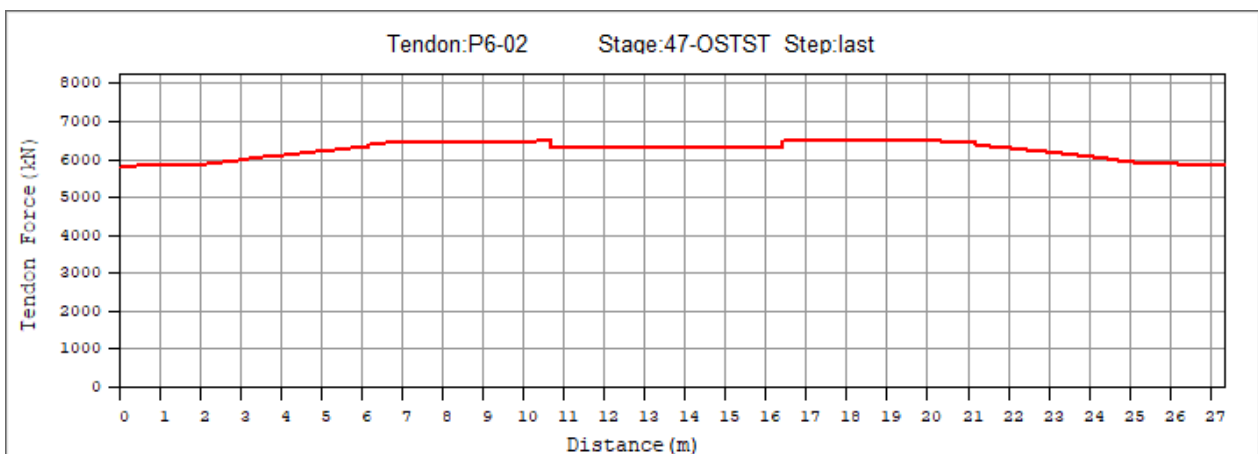
Obrázek 355: Kabelová skupina P6-01 na konci životnosti



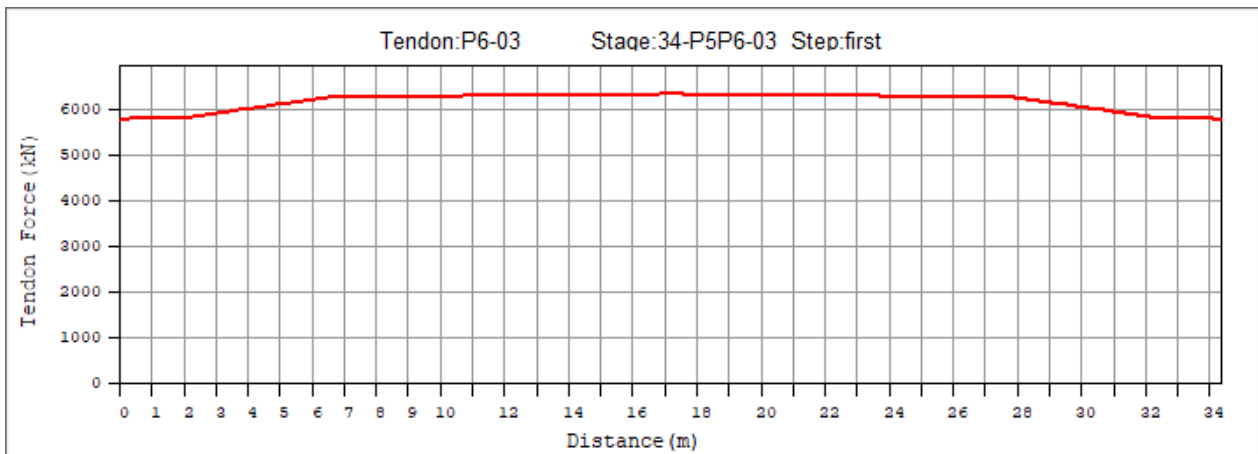
Obrázek 356: Kabelová skupina P6-02 po napnutí



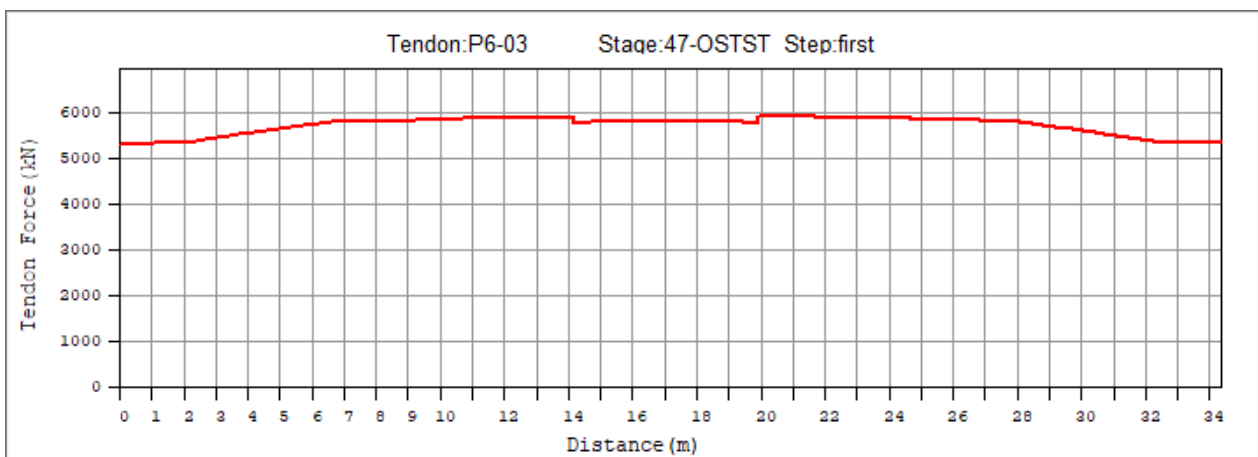
Obrázek 357: Kabelová skupina P6-02 po uvedení do provozu



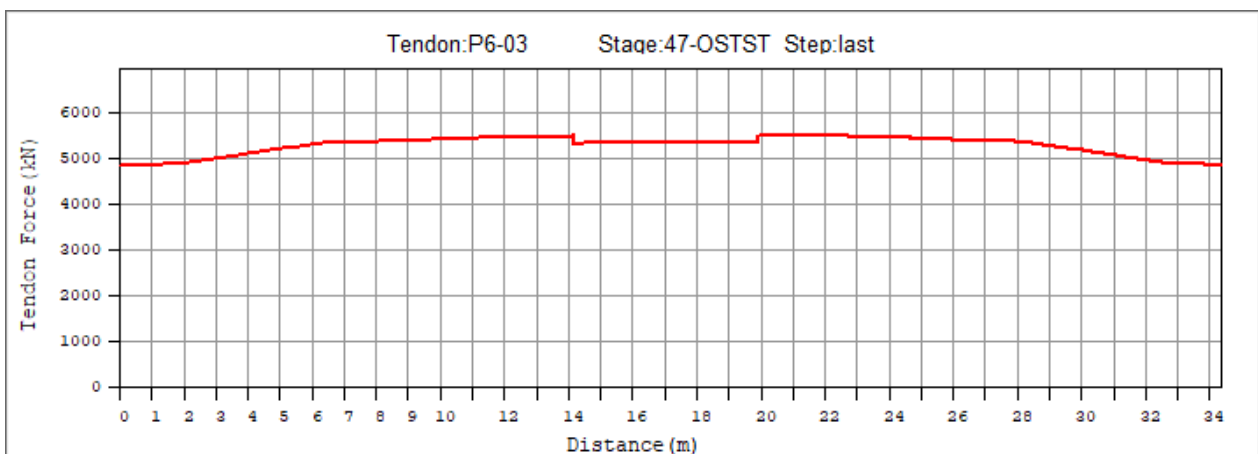
Obrázek 358: Kabelová skupina P6-02 na konci životnosti



Obrázek 359: Kabelová skupina P6-03 po napnutí

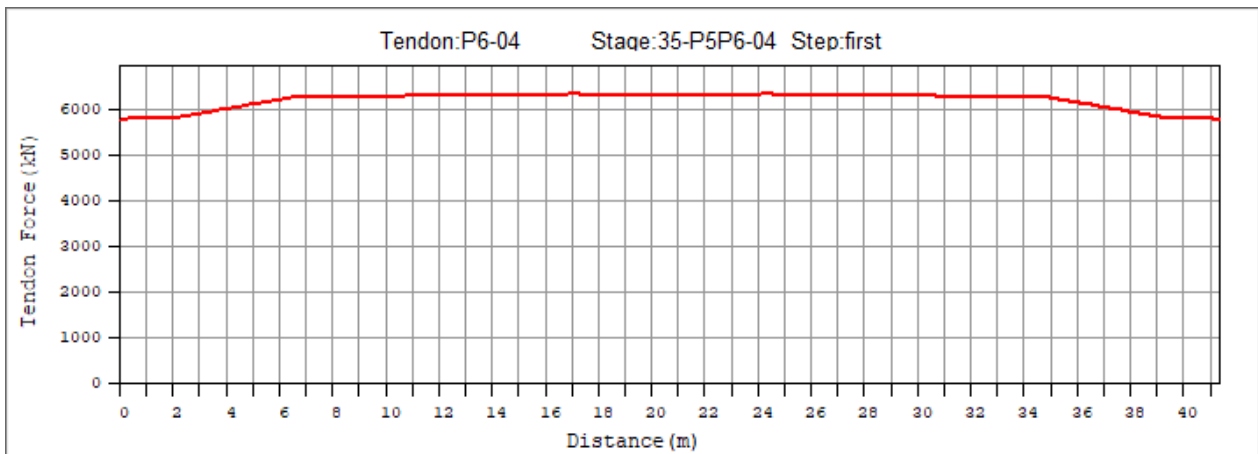


Obrázek 360: Kabelová skupina P6-03 po uvedení do provozu

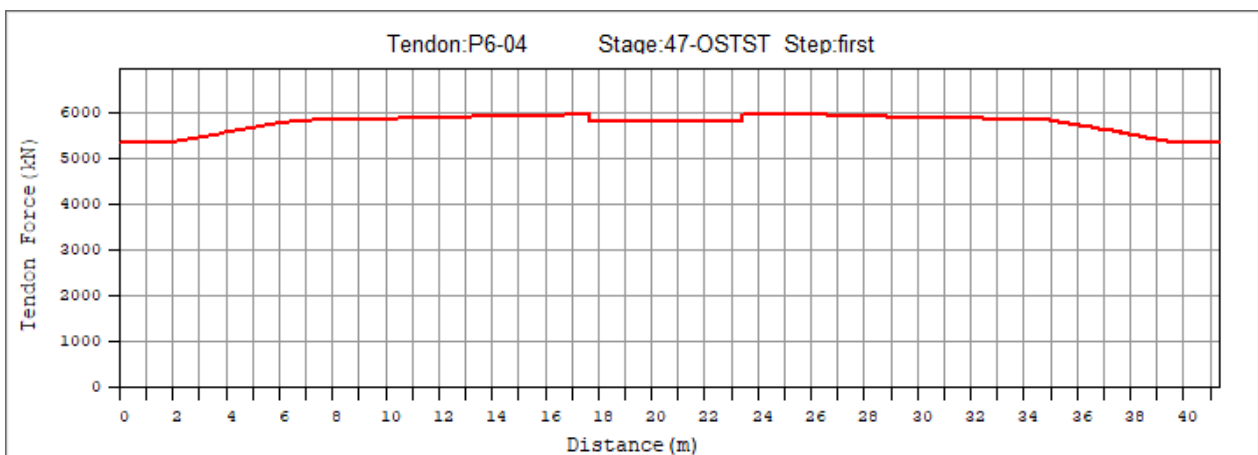


Obrázek 361: Kabelová skupina P6-03 na konci životnosti

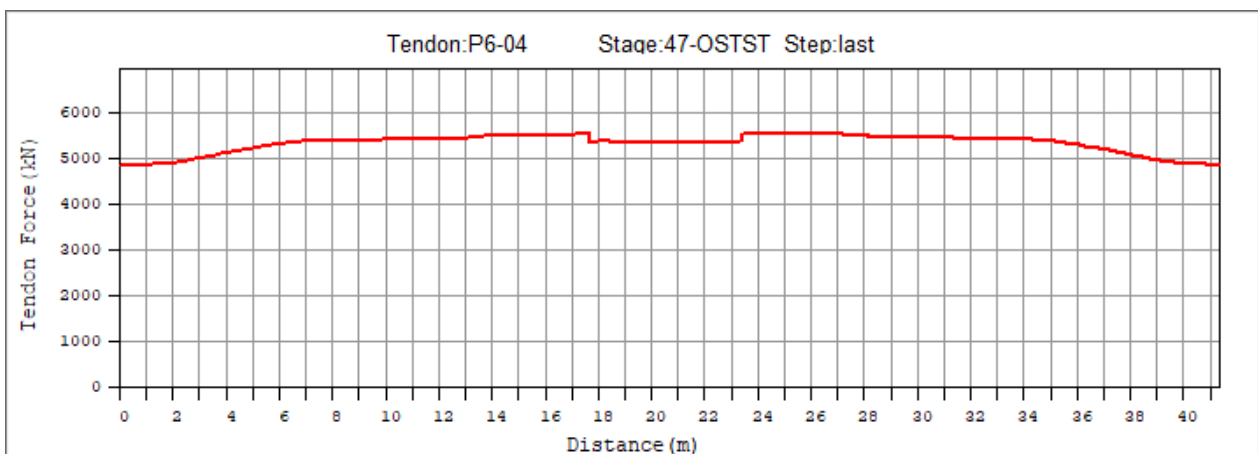




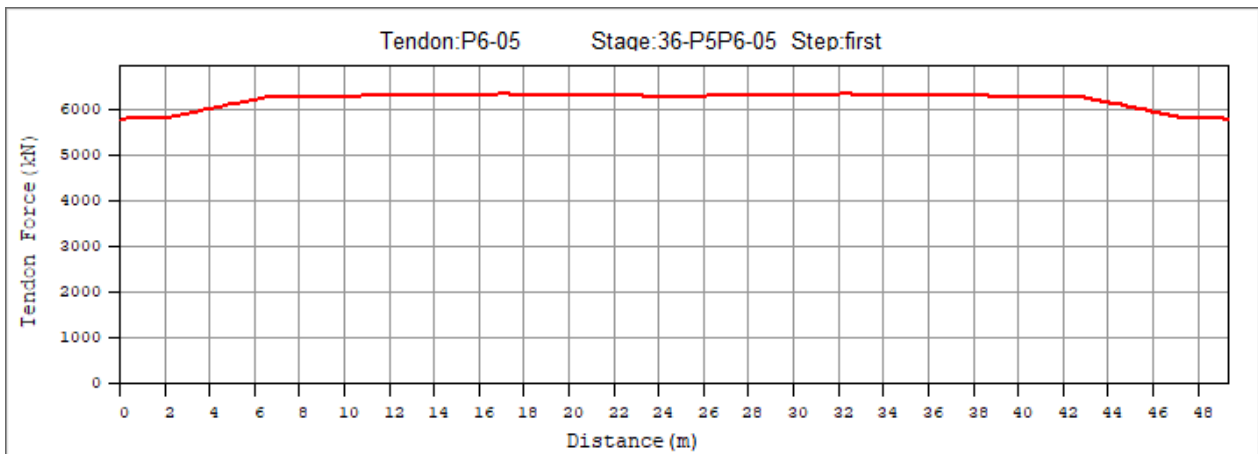
Obrázek 362: Kabelová skupina P6-04 po napnutí



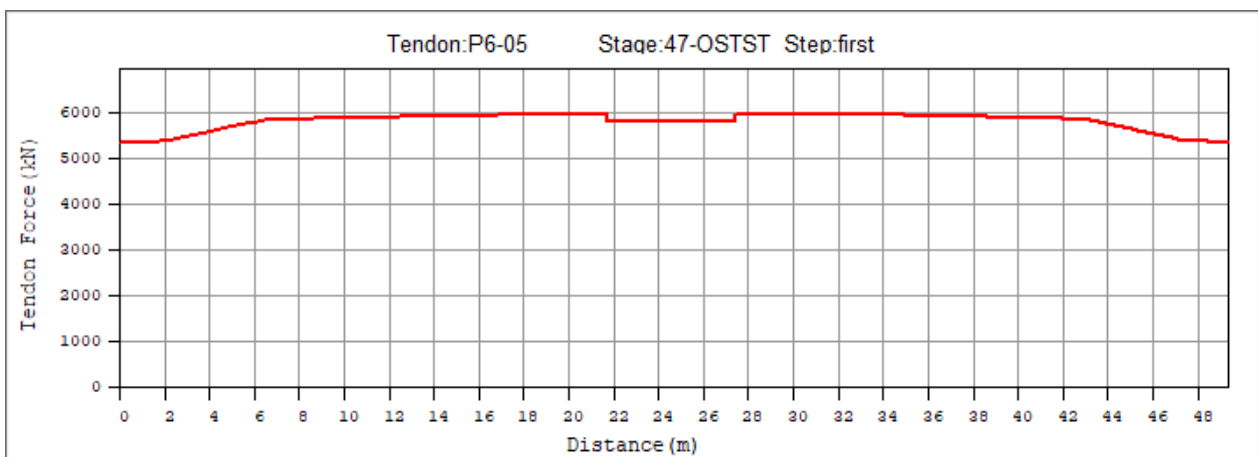
Obrázek 363: Kabelová skupina P6-04 po uvedení do provozu



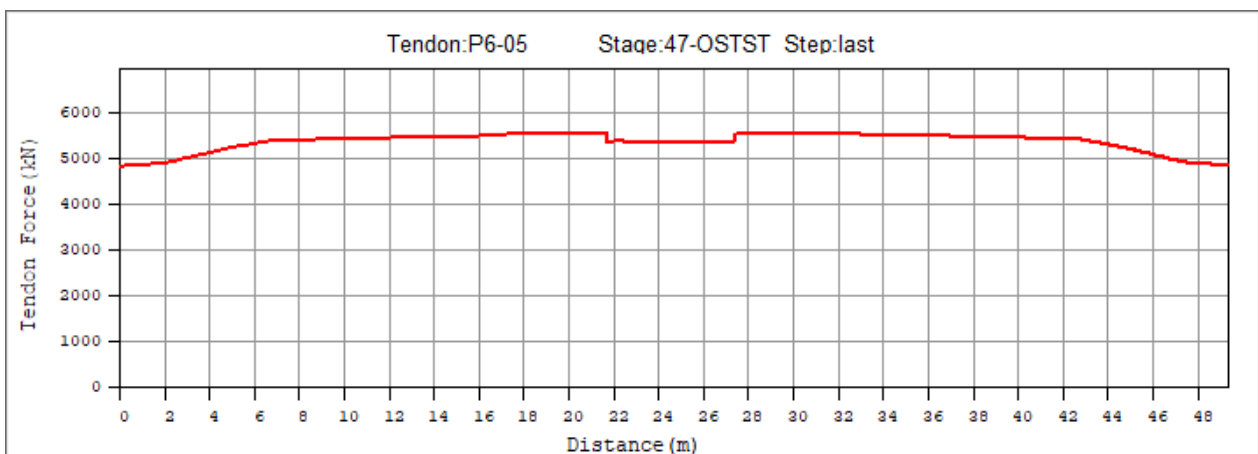
Obrázek 364: Kabelová skupina P6-04 na konci životnosti



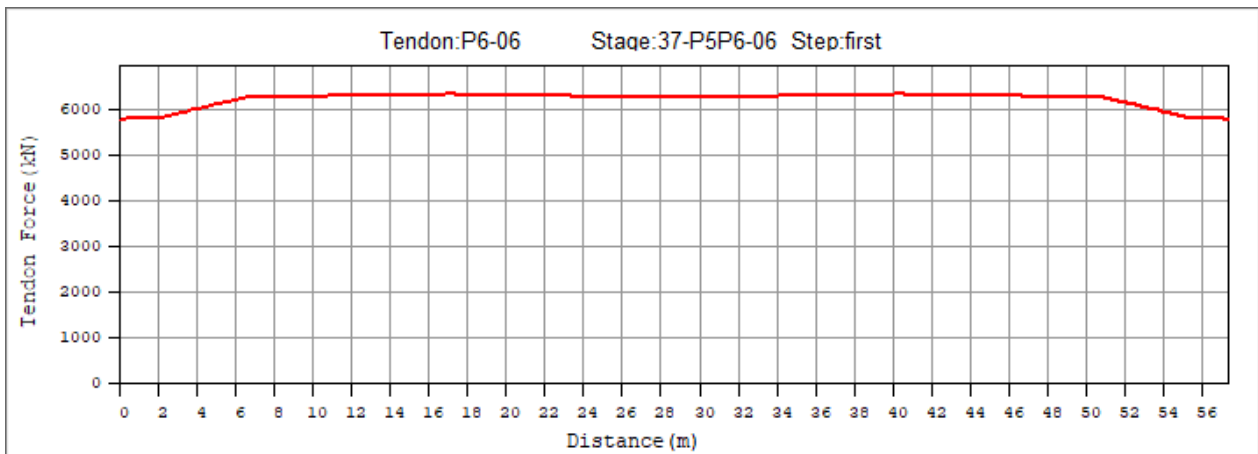
Obrázek 365: Kabelová skupina P6-05 po napnutí



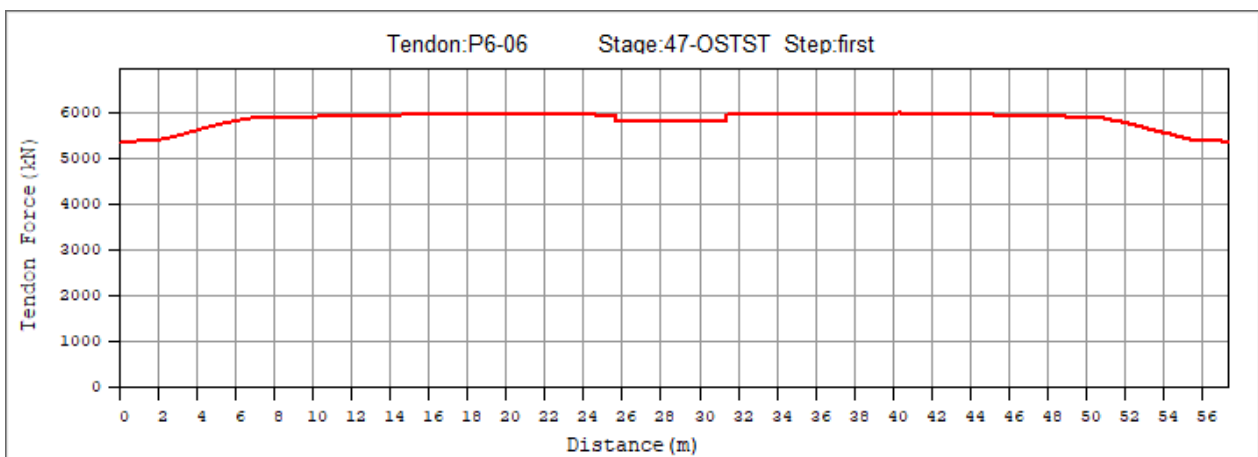
Obrázek 366: Kabelová skupina P6-05 po uvedení do provozu



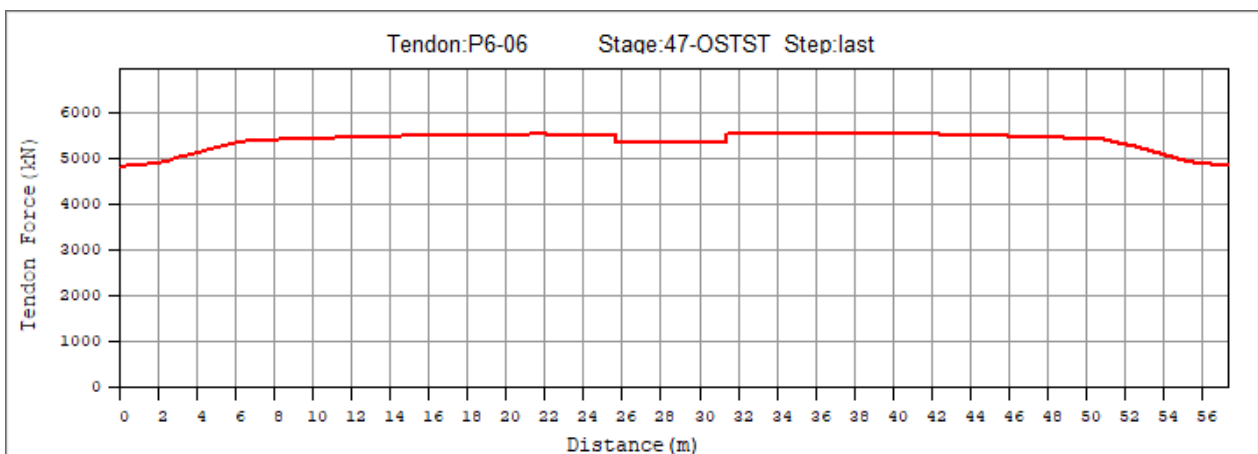
Obrázek 367: Kabelová skupina P6-05 na konci životnosti



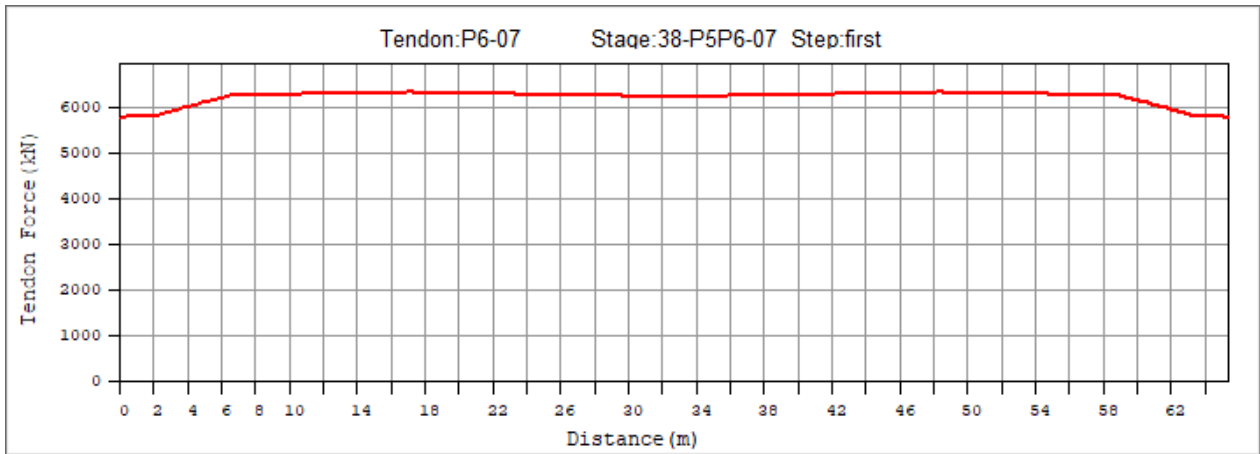
Obrázek 368: Kabelová skupina P6-06 po napnutí



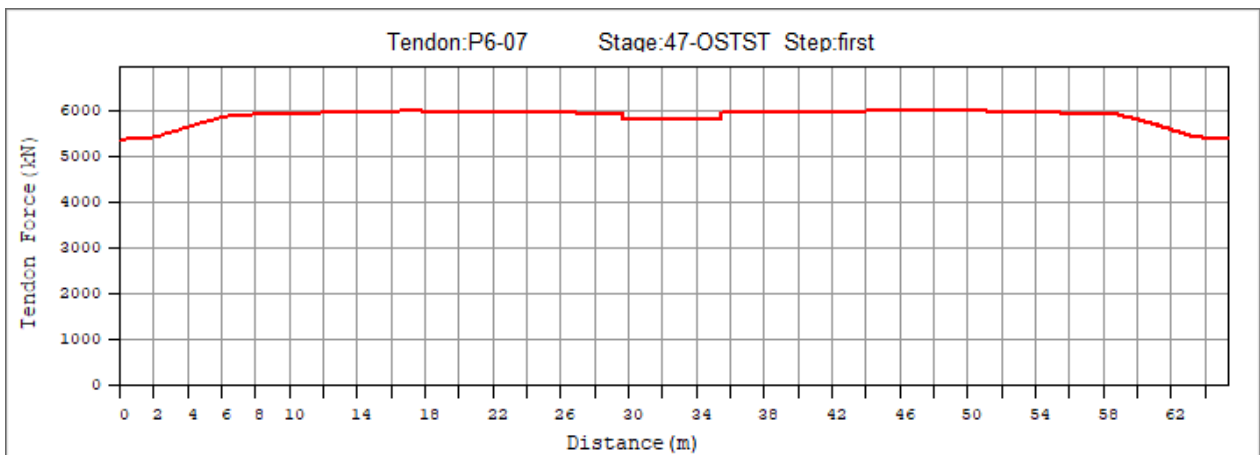
Obrázek 369: Kabelová skupina P6-06 po uvedení do provozu



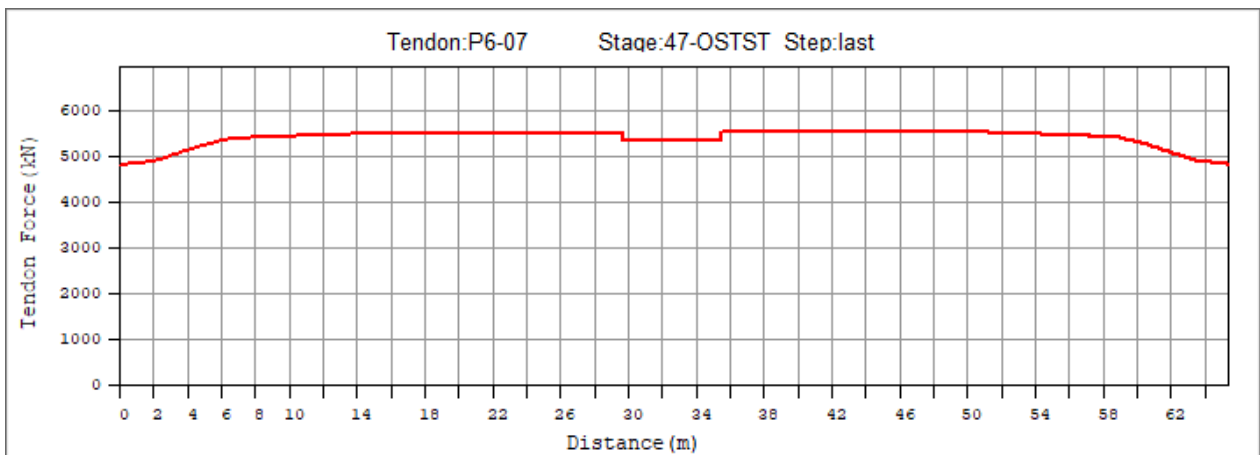
Obrázek 370: Kabelová skupina P6-06 na konci životnosti



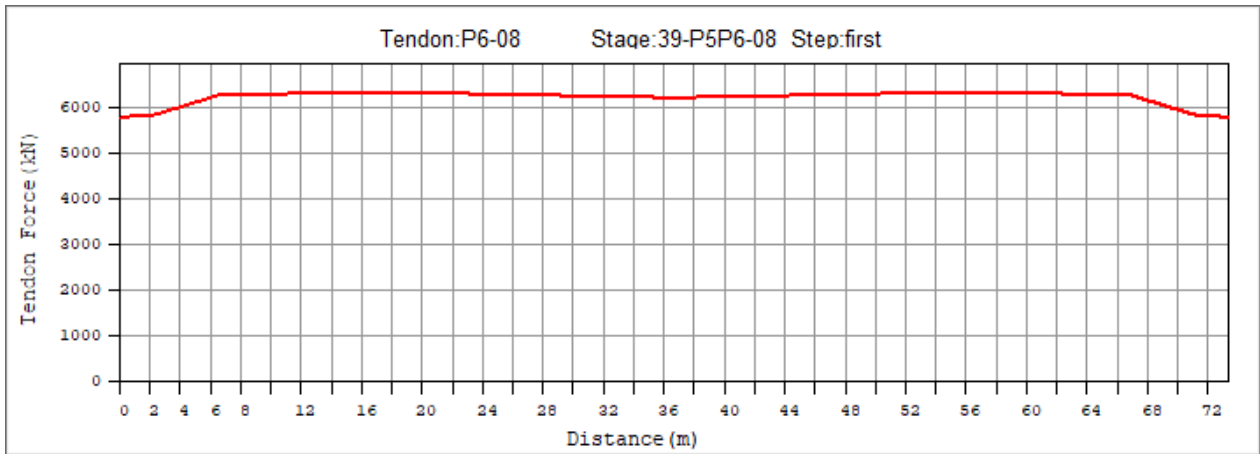
Obrázek 371: Kabelová skupina P6-07 po napnutí



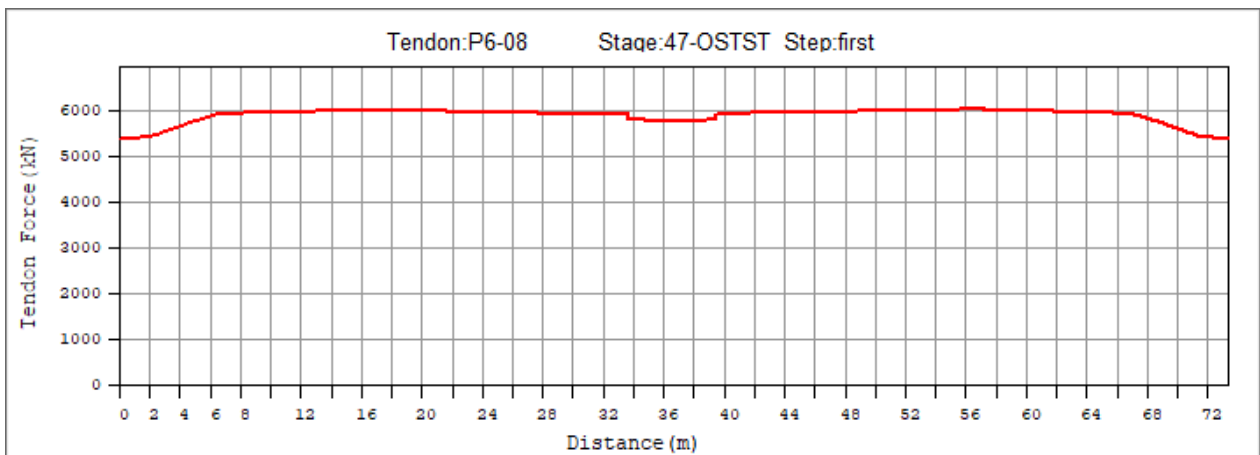
Obrázek 372: Kabelová skupina P6-07 po uvedení do provozu



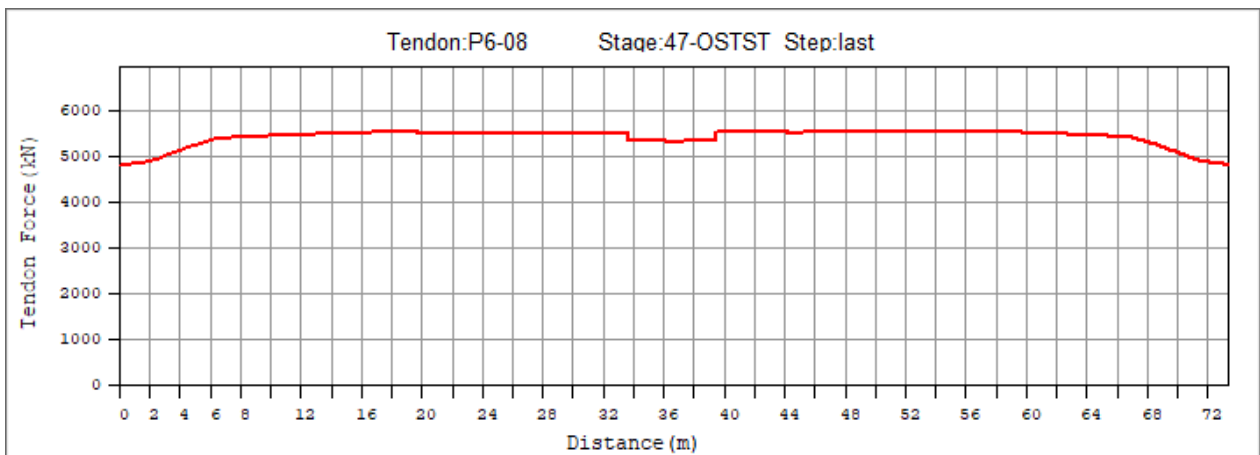
Obrázek 373: Kabelová skupina P6-07 na konci životnosti



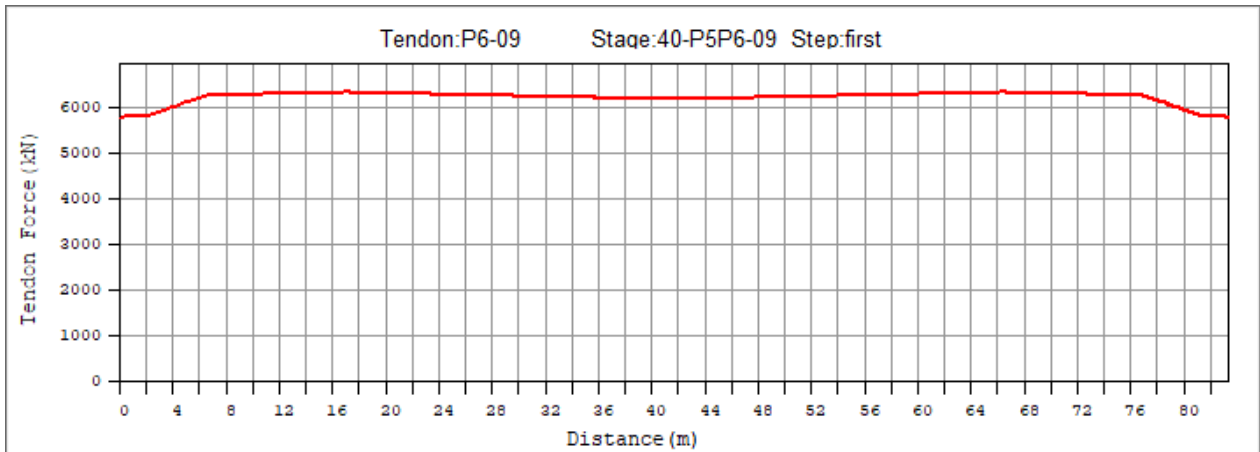
Obrázek 374: Kabelová skupina P6-08 po napnutí



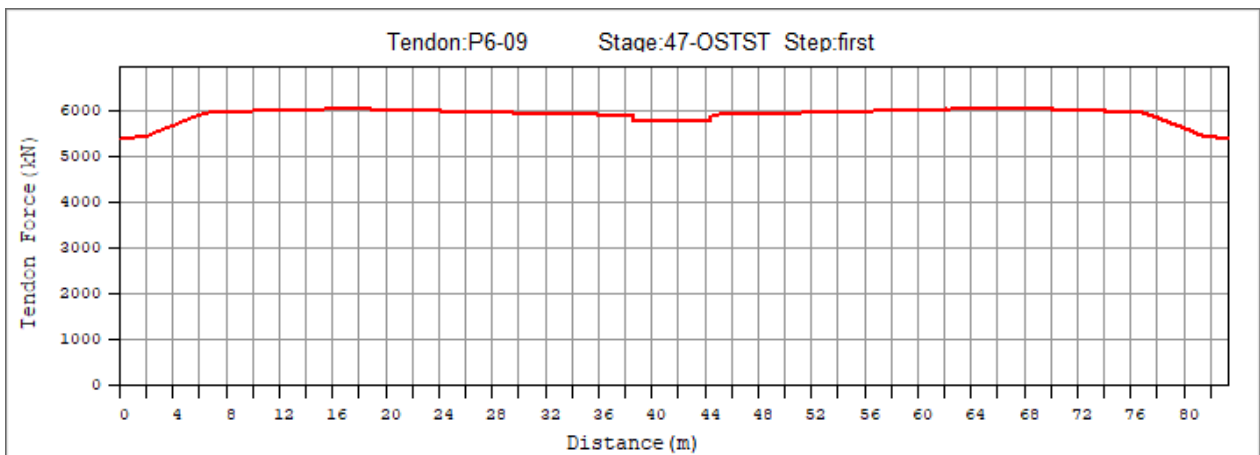
Obrázek 375: Kabelová skupina P6-08 po uvedení do provozu



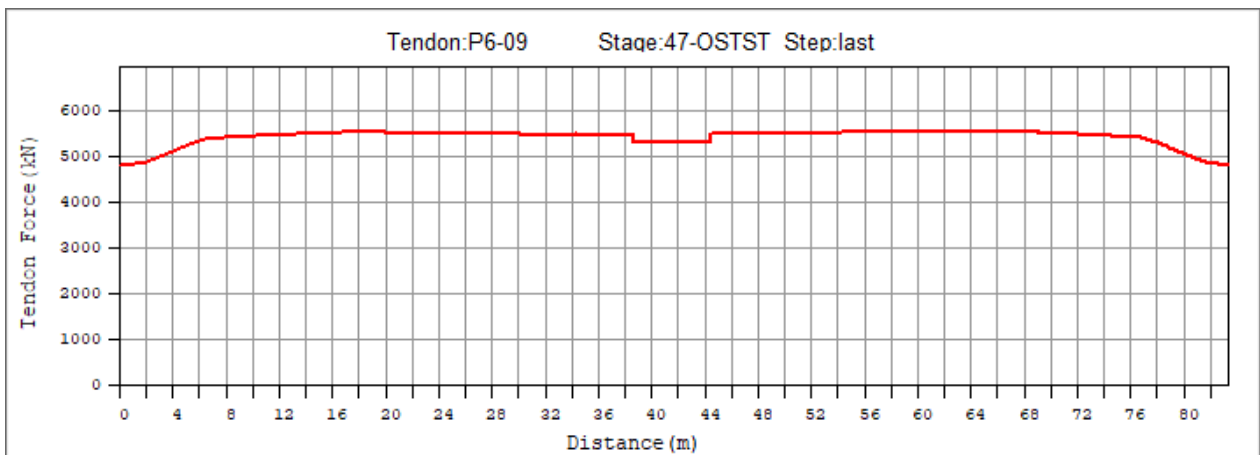
Obrázek 376: Kabelová skupina P6-08 na konci životnosti



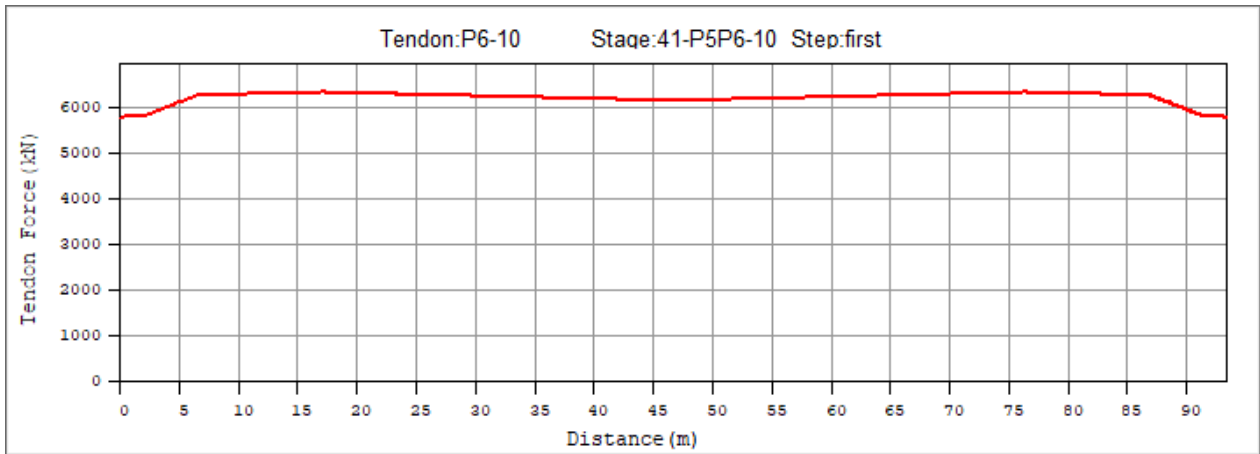
Obrázek 377: Kabelová skupina P6-09 po napnutí



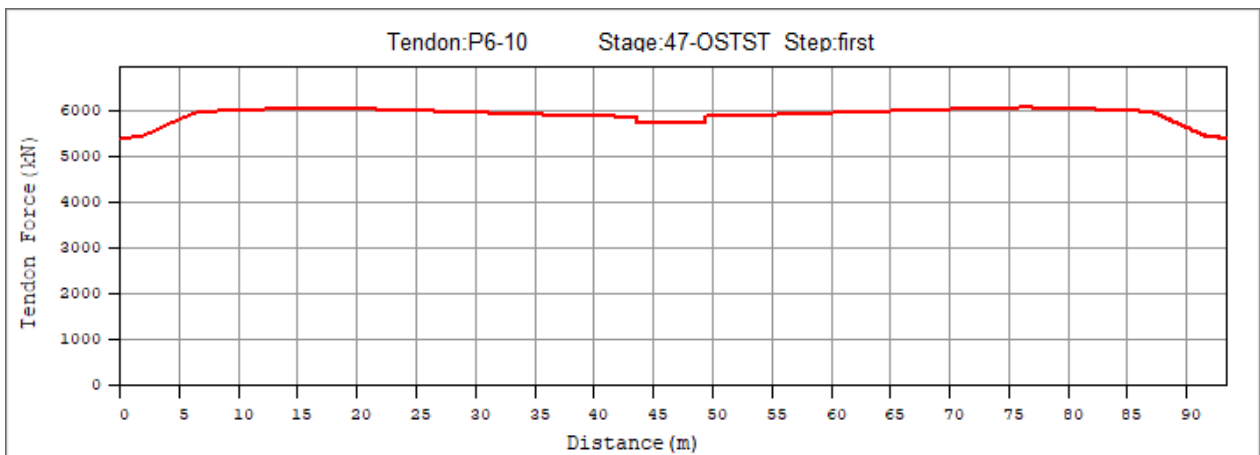
Obrázek 378: Kabelová skupina P6-09 po uvedení do provozu



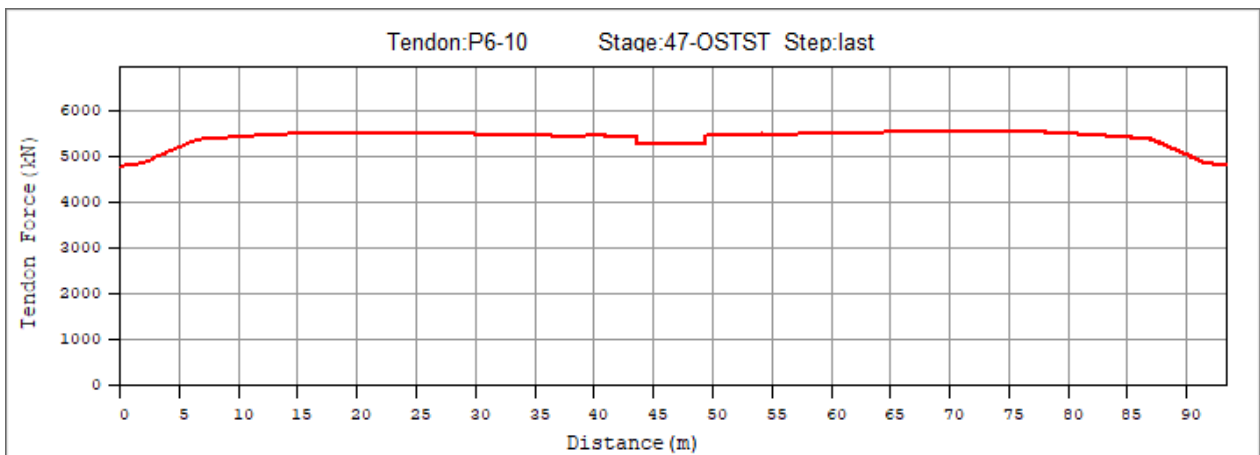
Obrázek 379: Kabelová skupina P6-09 na konci životnosti



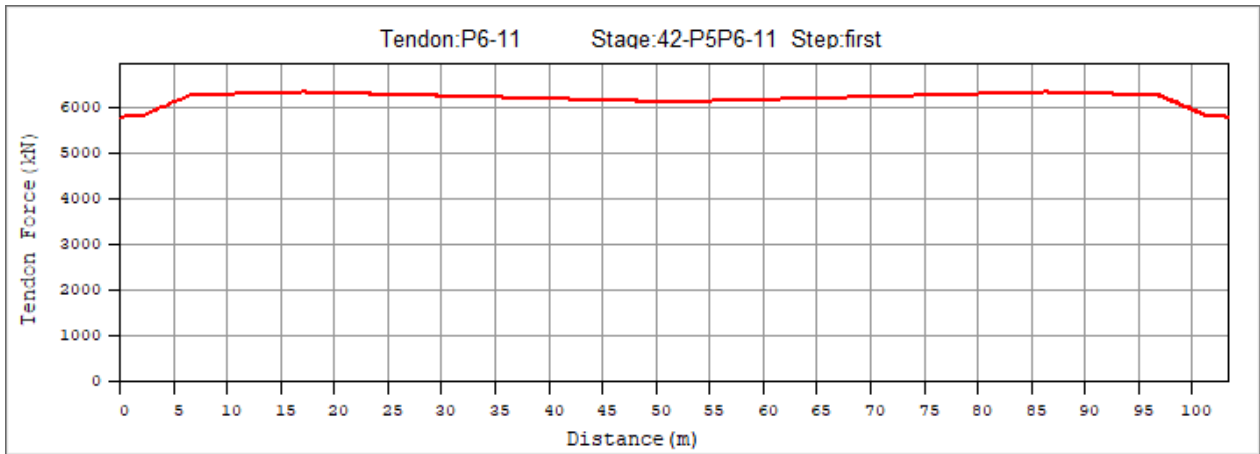
Obrázek 380: Kabelová skupina P6-10 po napnutí



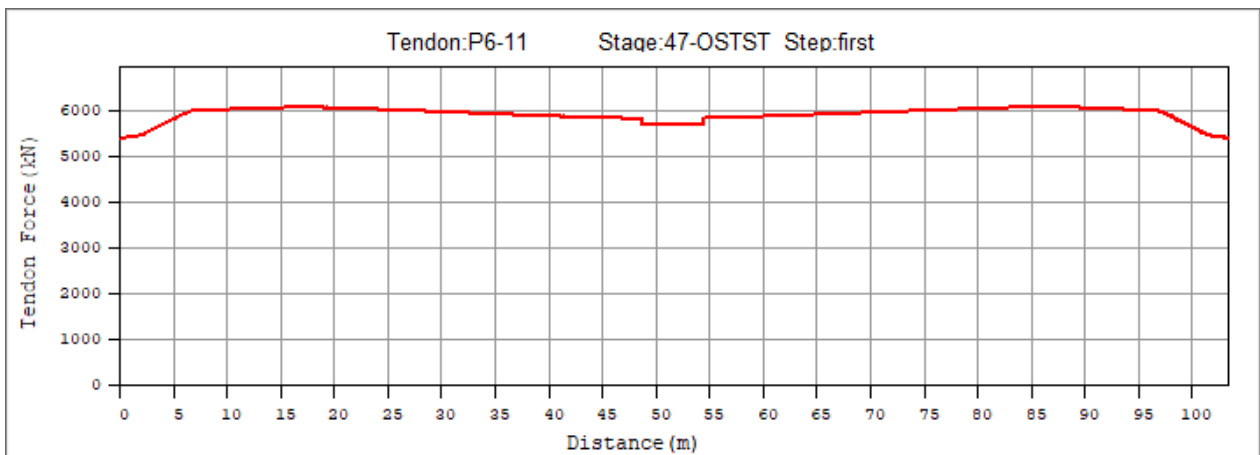
Obrázek 381: Kabelová skupina P6-10 po uvedení do provozu



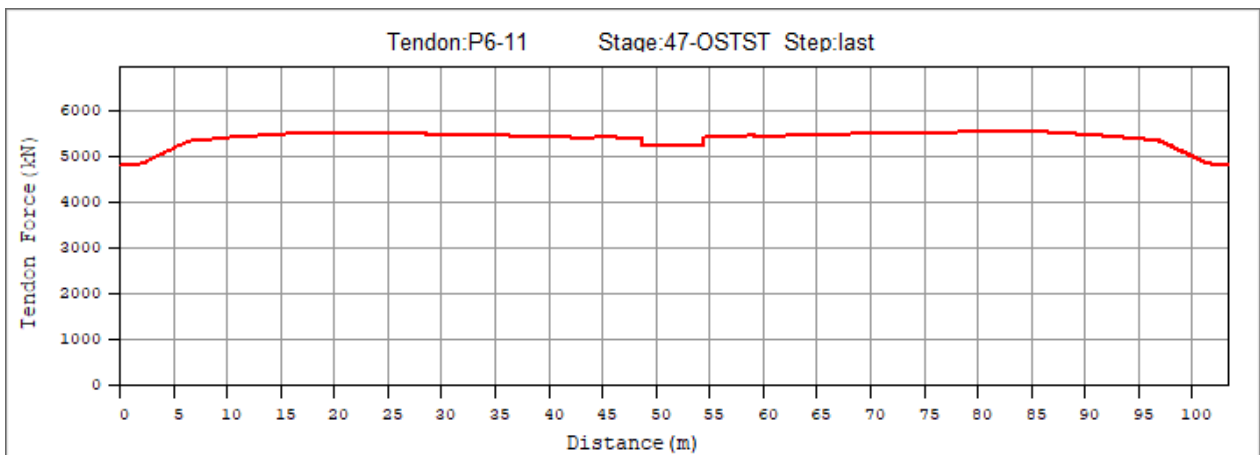
Obrázek 382: Kabelová skupina P6-10 na konci životnosti



Obrázek 383: Kabelová skupina P6-11 po napnutí

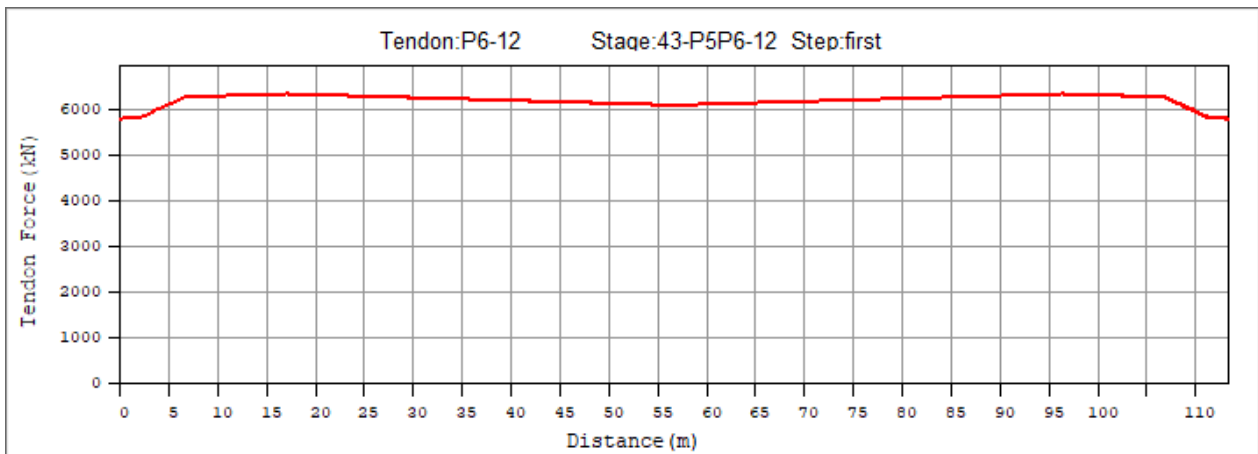


Obrázek 384: Kabelová skupina P6-11 po uvedení do provozu

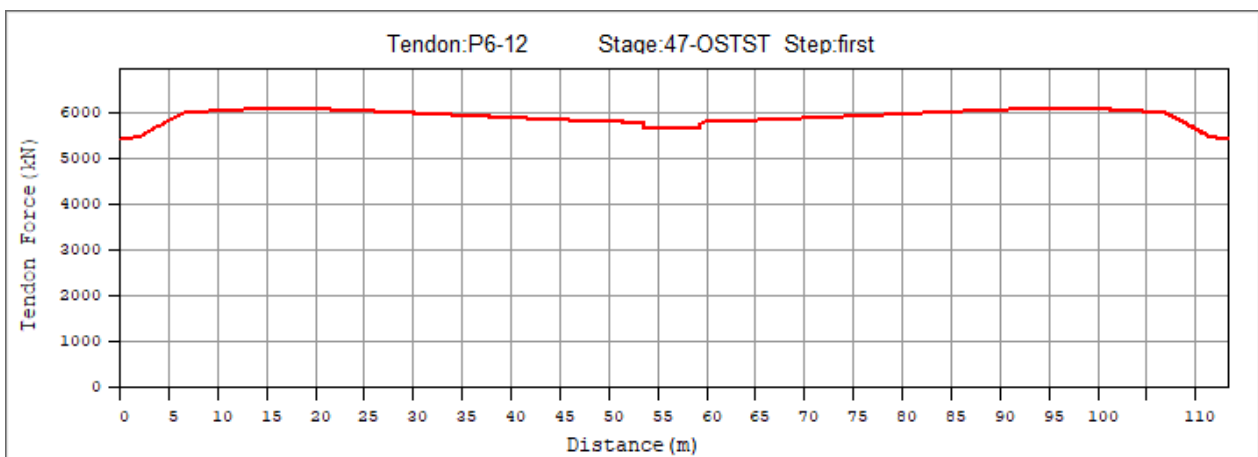


Obrázek 385: Kabelová skupina P6-11 na konci životnosti

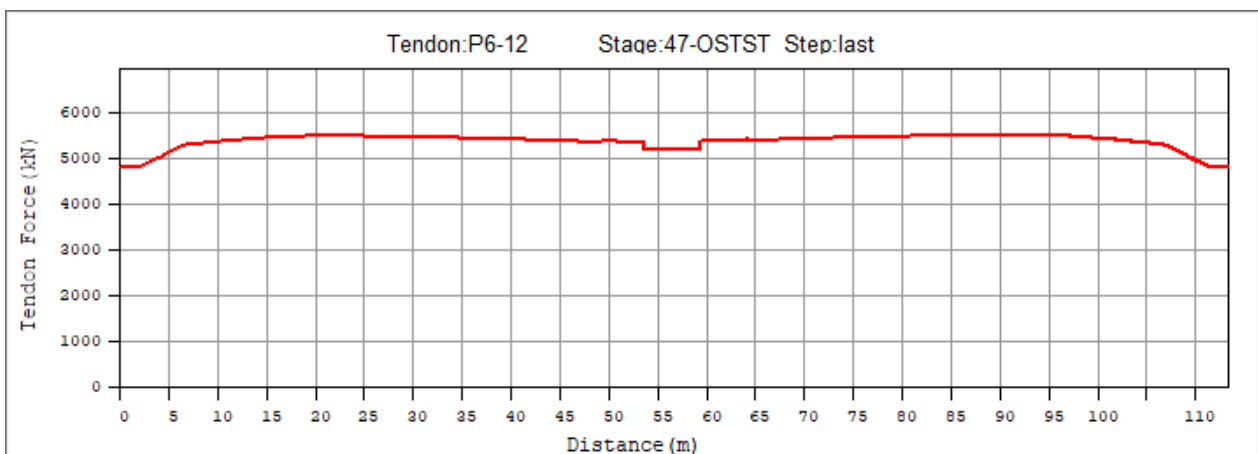




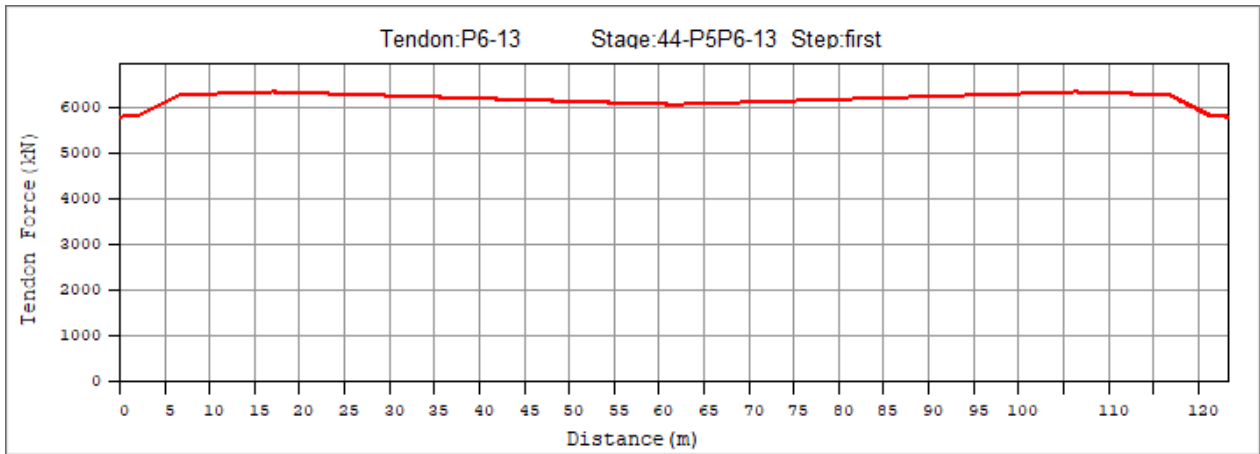
Obrázek 386: Kabelová skupina P6-12 po napnutí



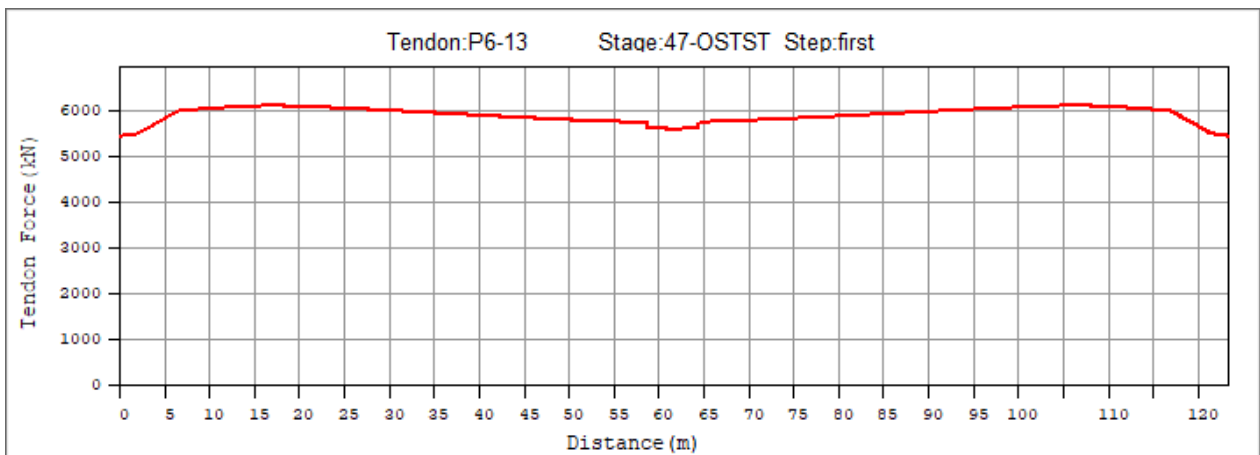
Obrázek 387: Kabelová skupina P6-12 po uvedení do provozu



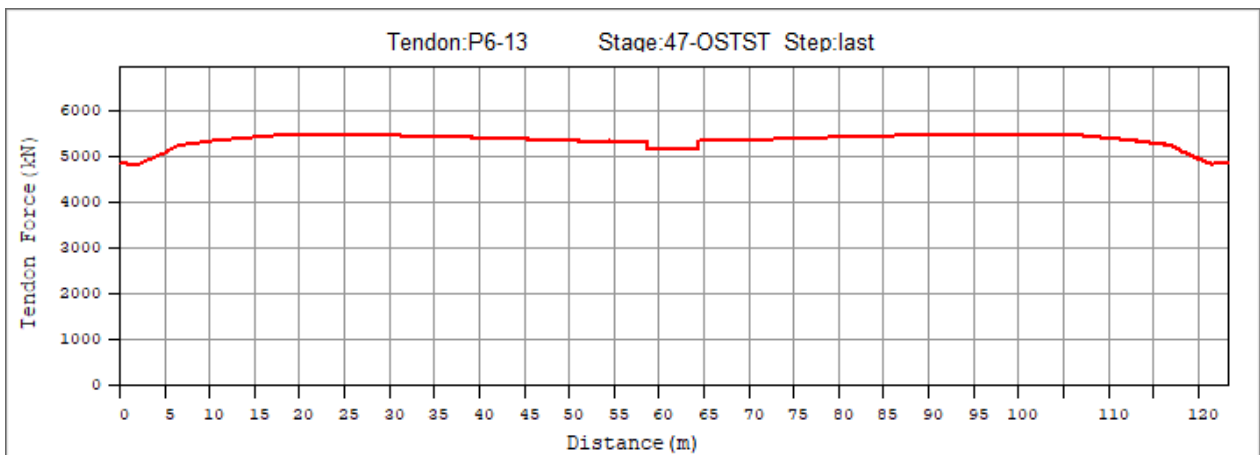
Obrázek 388: Kabelová skupina P6-12 na konci životnosti



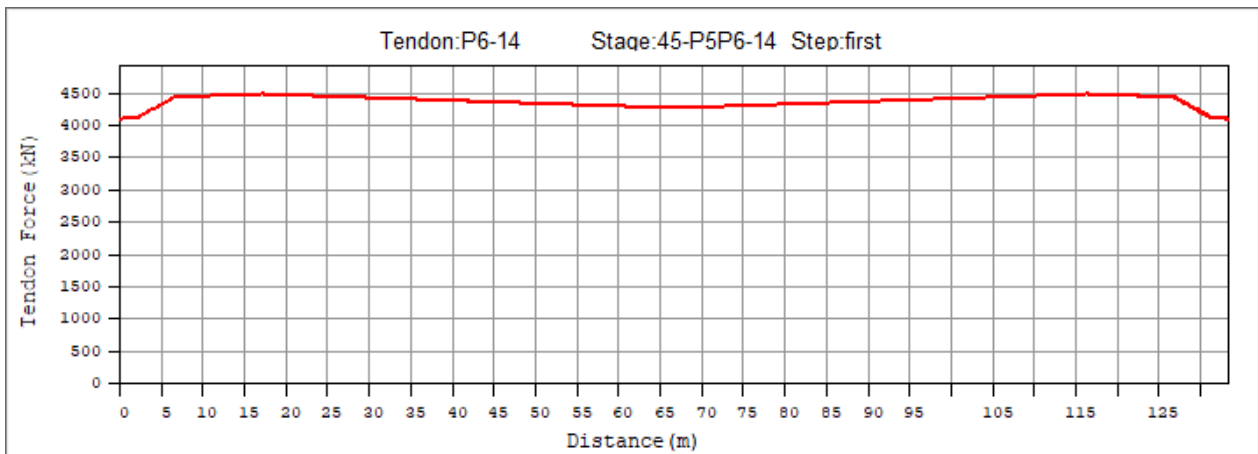
Obrázek 389: Kabelová skupina P6-13 po napnutí



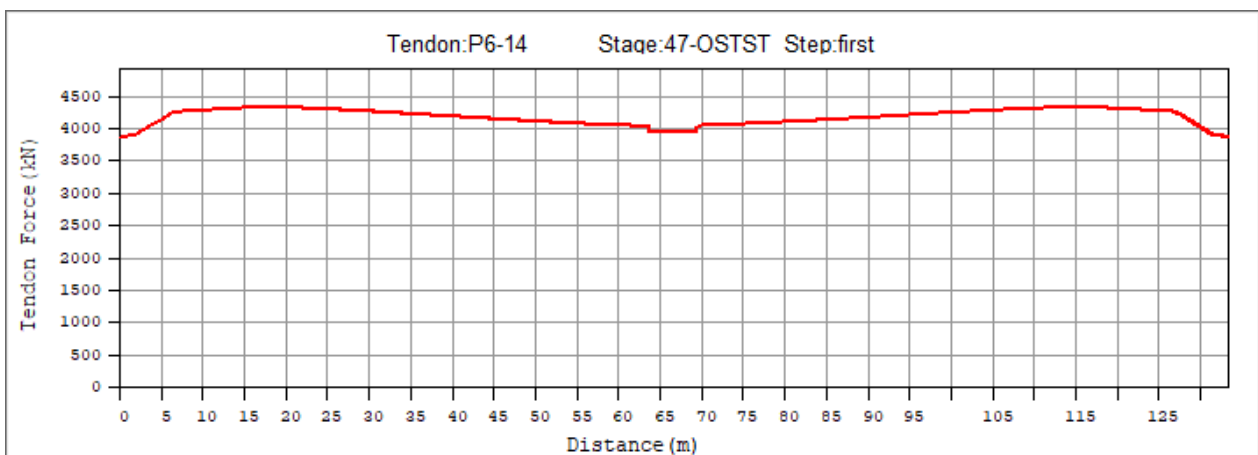
Obrázek 390: Kabelová skupina P6-13 po uvedení do provozu



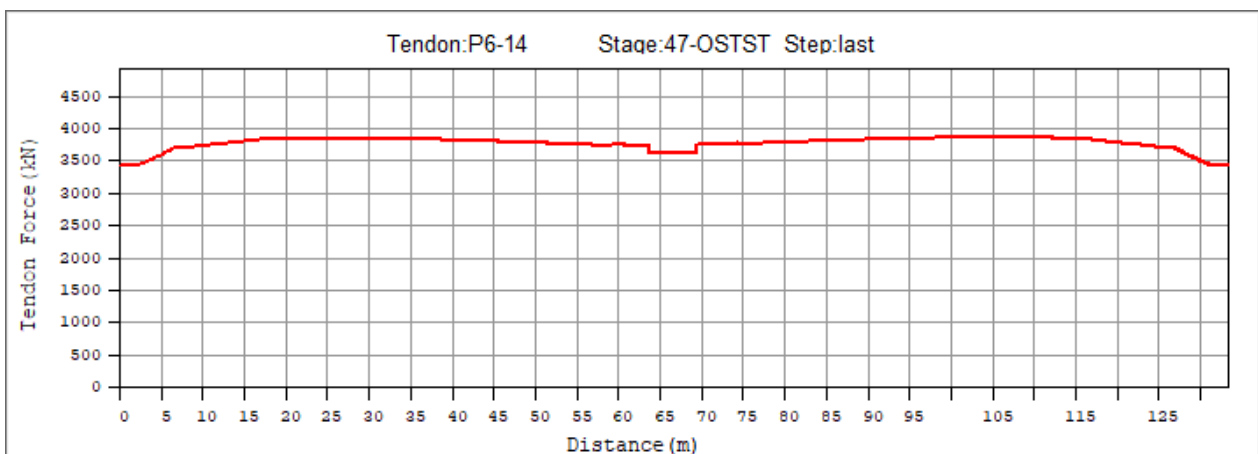
Obrázek 391: Kabelová skupina P6-13 na konci životnosti



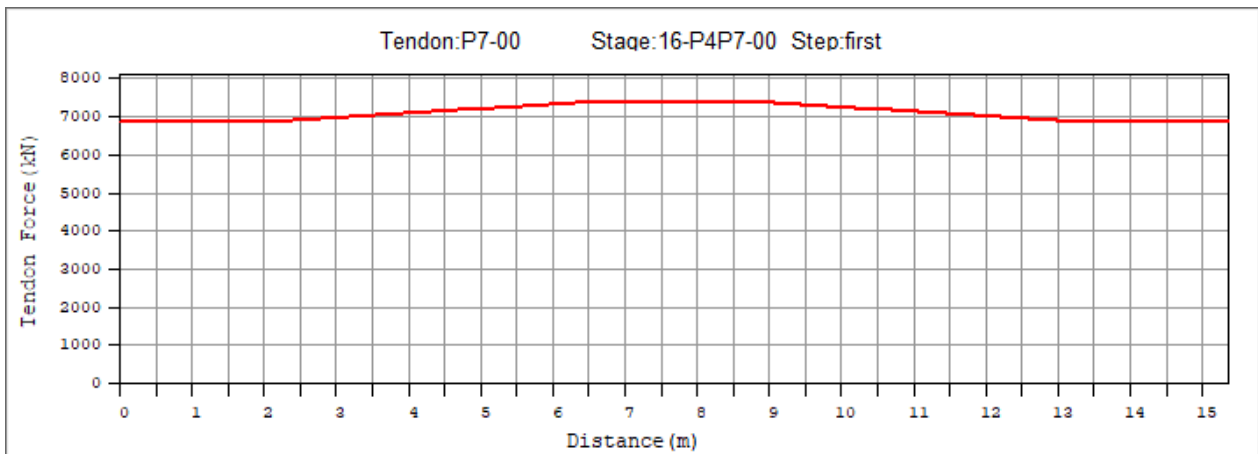
Obrázek 392: Kabelová skupina P6-14 po napnutí



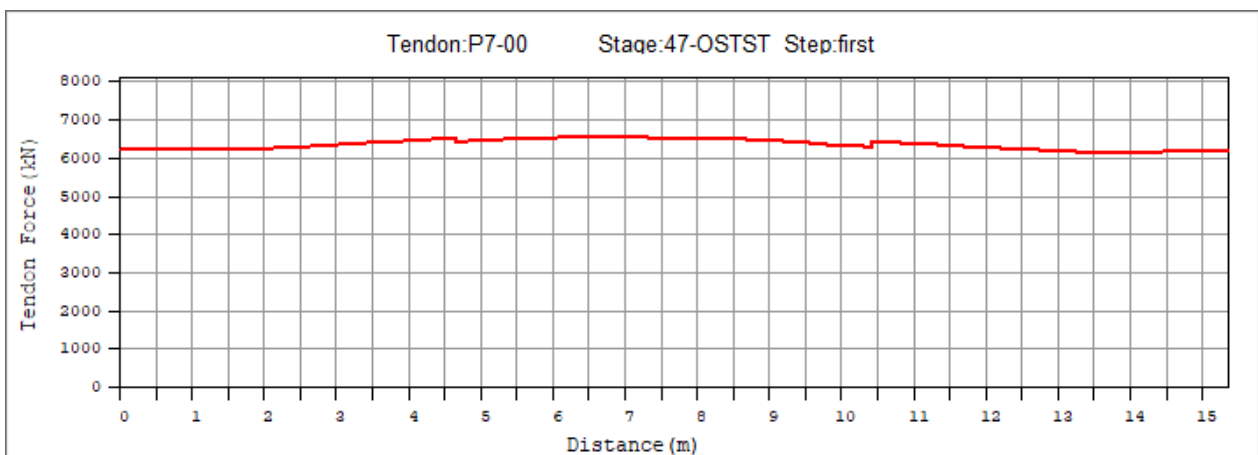
Obrázek 393: Kabelová skupina P6-14 po uvedení do provozu



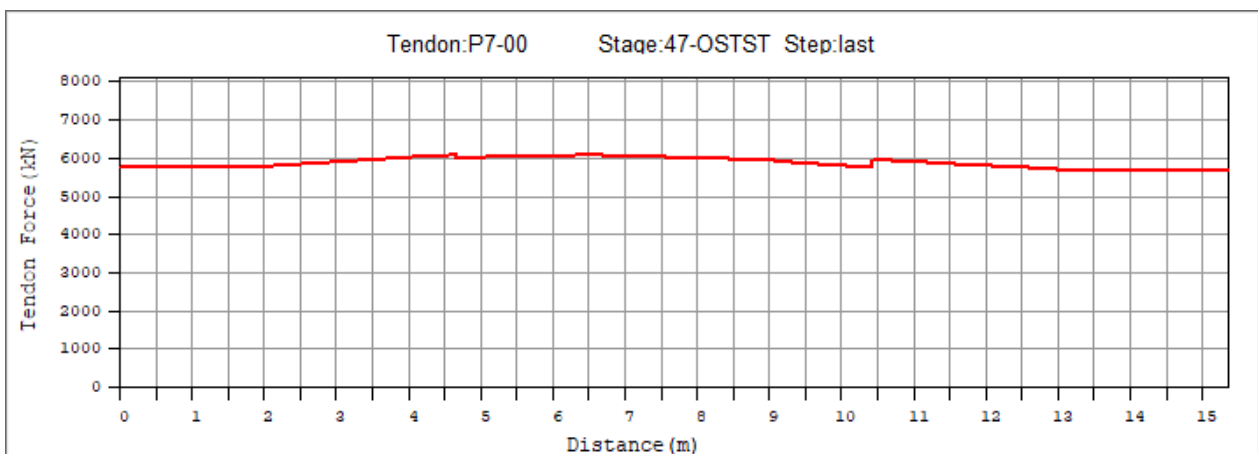
Obrázek 394: Kabelová skupina P6-14 na konci životnosti



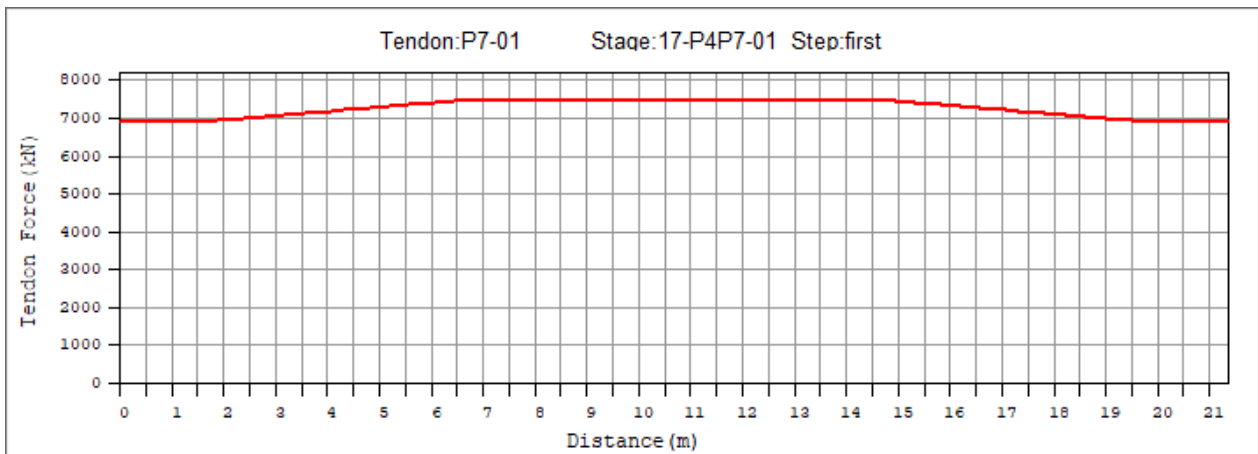
Obrázek 395: Kabelová skupina P7-00 po napnutí



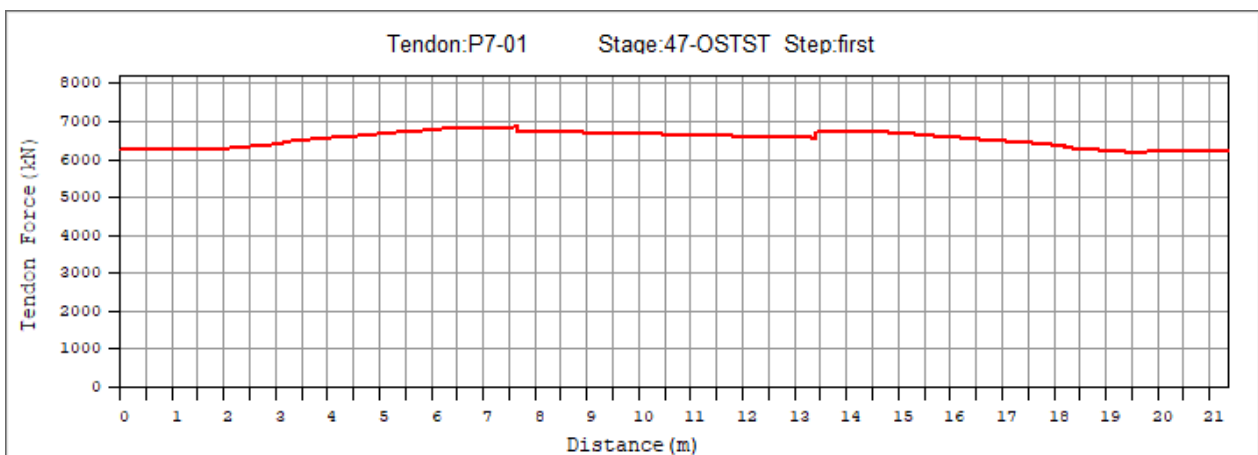
Obrázek 396: Kabelová skupina P7-00 po uvedení do provozu



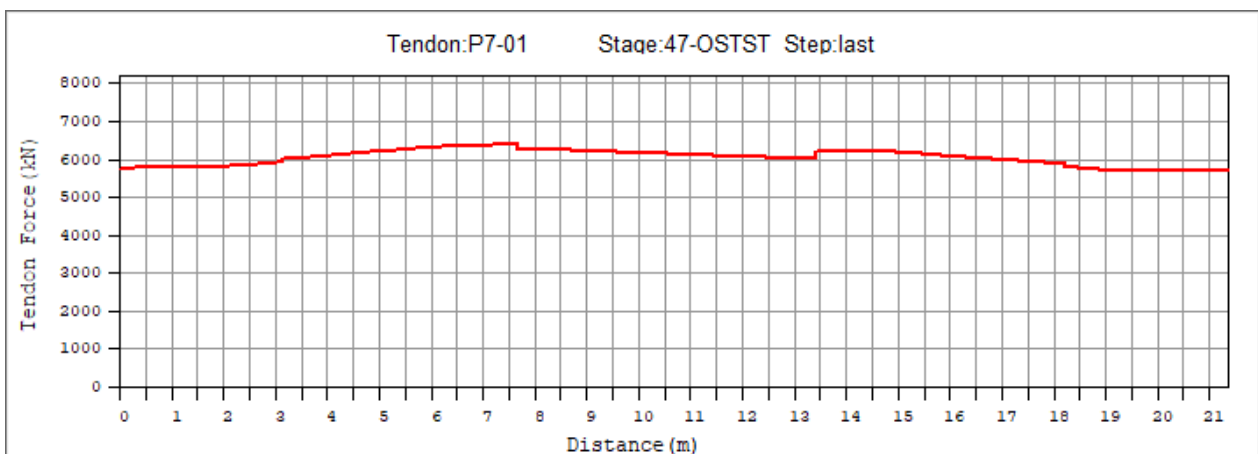
Obrázek 397: Kabelová skupina P7-00 na konci životnosti



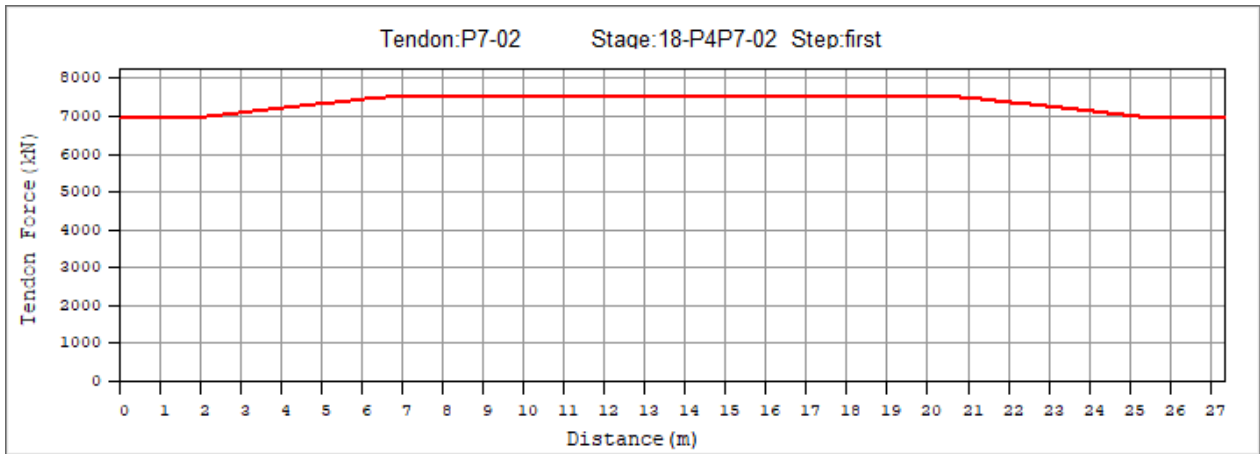
Obrázek 398: Kabelová skupina P7-01 po napnutí



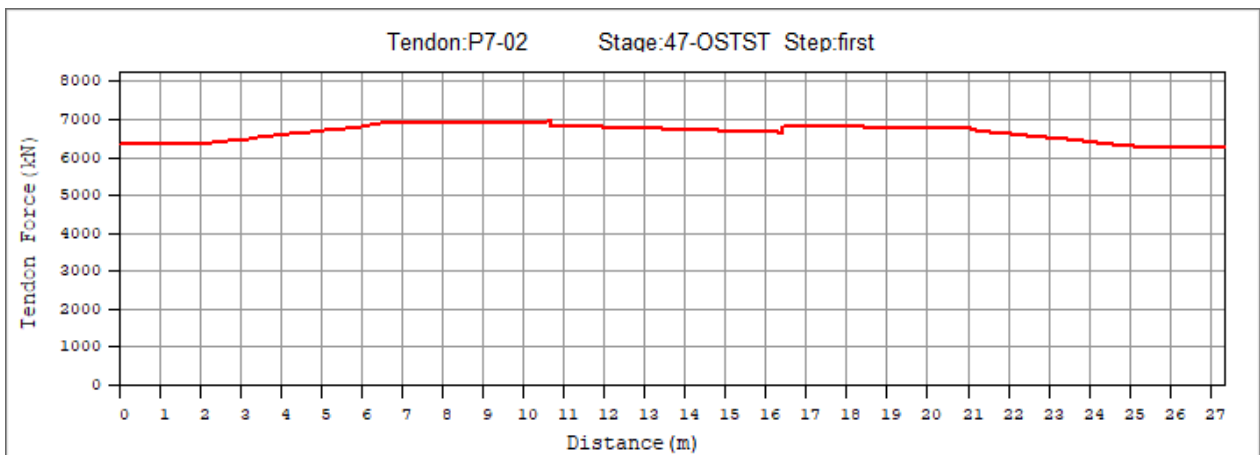
Obrázek 399: Kabelová skupina P7-01 po uvedení do provozu



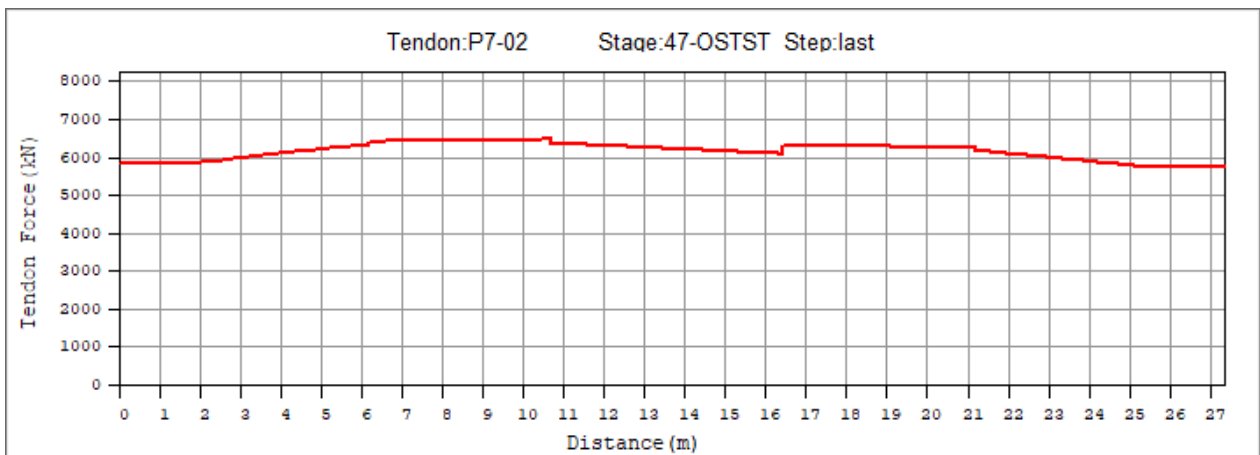
Obrázek 400: Kabelová skupina P7-01 na konci životnosti



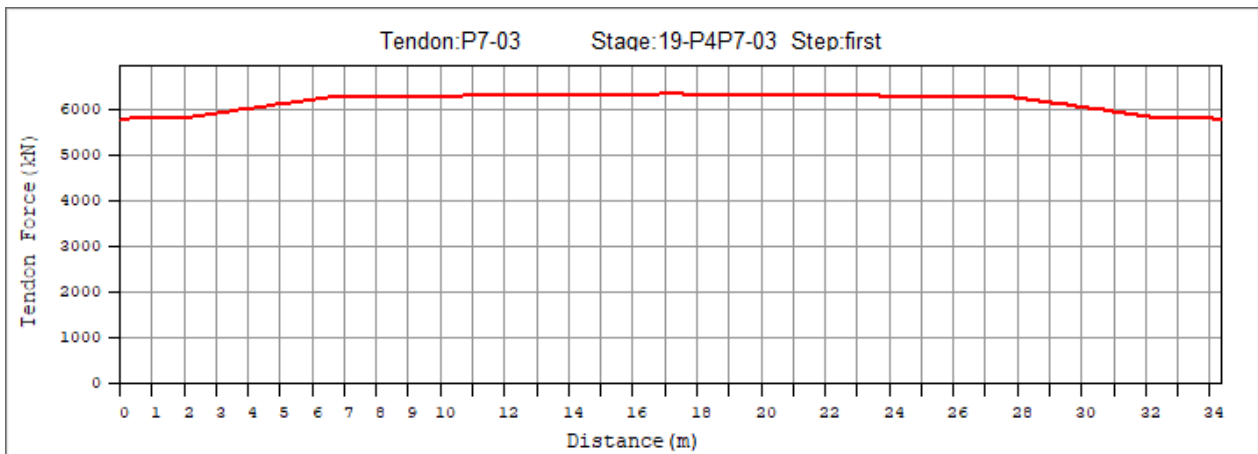
Obrázek 401: Kabelová skupina P7-02 po napnutí



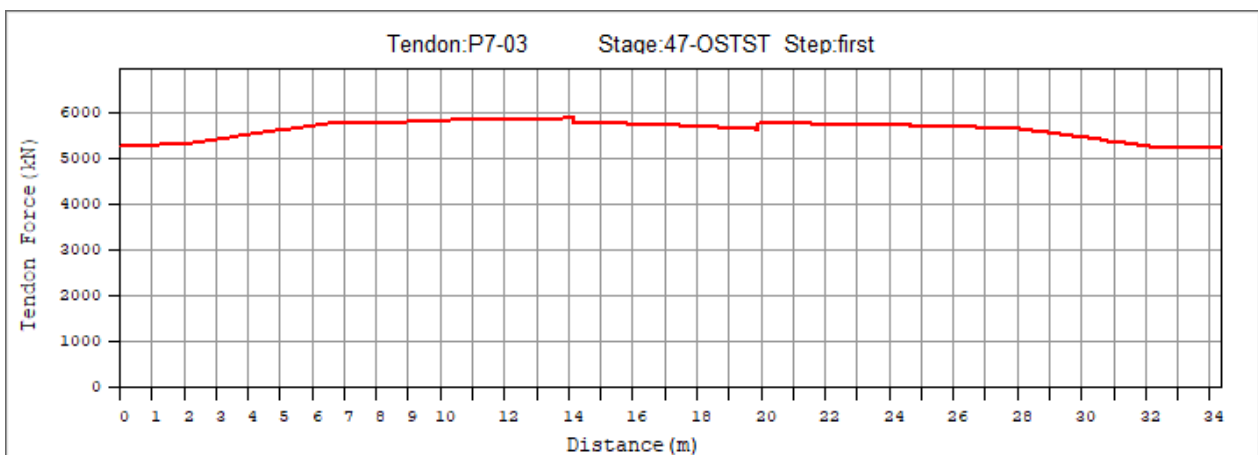
Obrázek 402: Kabelová skupina P7-02 po uvedení do provozu



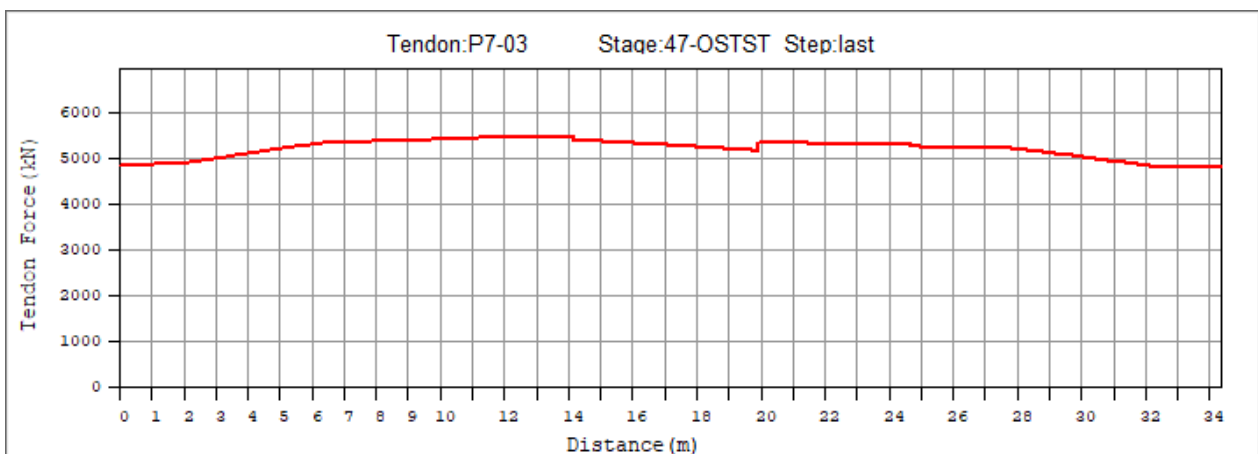
Obrázek 403: Kabelová skupina P7-02 na konci životnosti



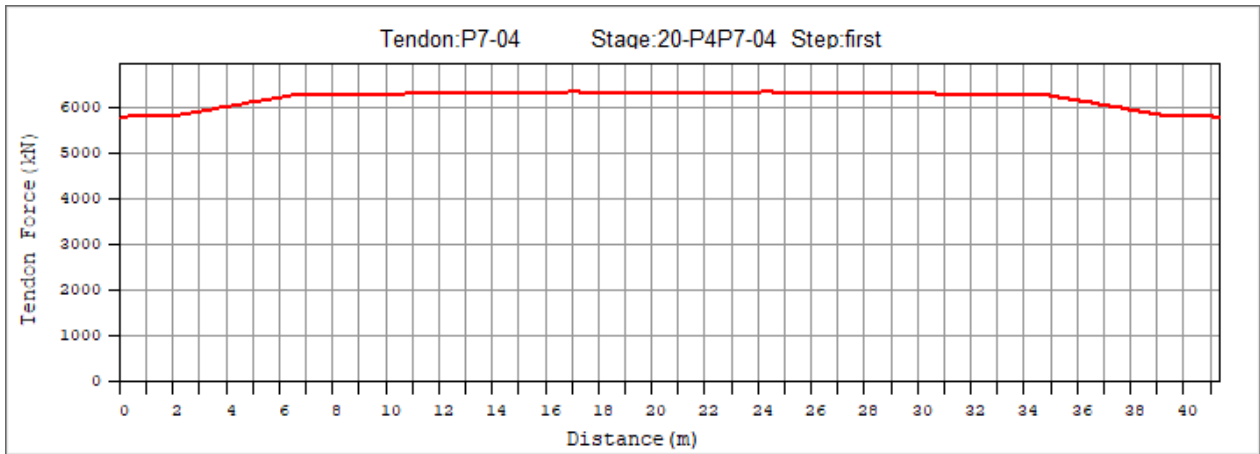
Obrázek 404: Kabelová skupina P7-03 po napnutí



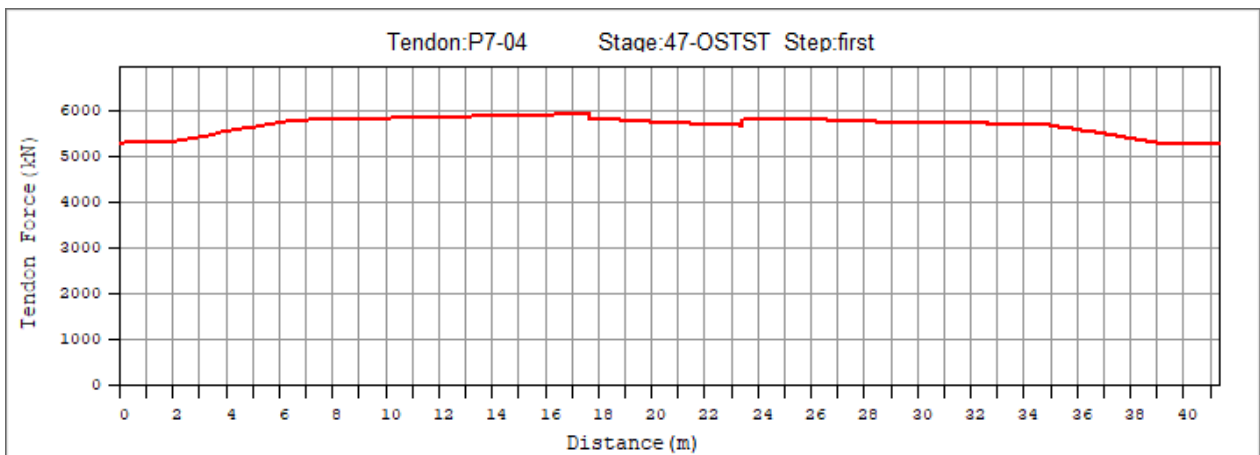
Obrázek 405: Kabelová skupina P7-03 po uvedení do provozu



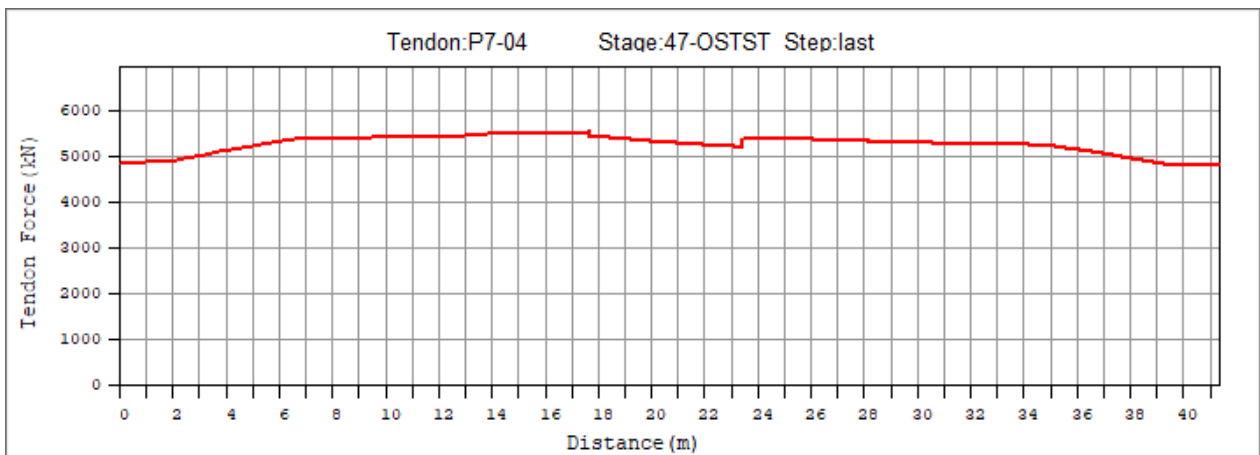
Obrázek 406: Kabelová skupina P7-03 na konci životnosti



Obrázek 407: Kabelová skupina P7-04 po napnutí

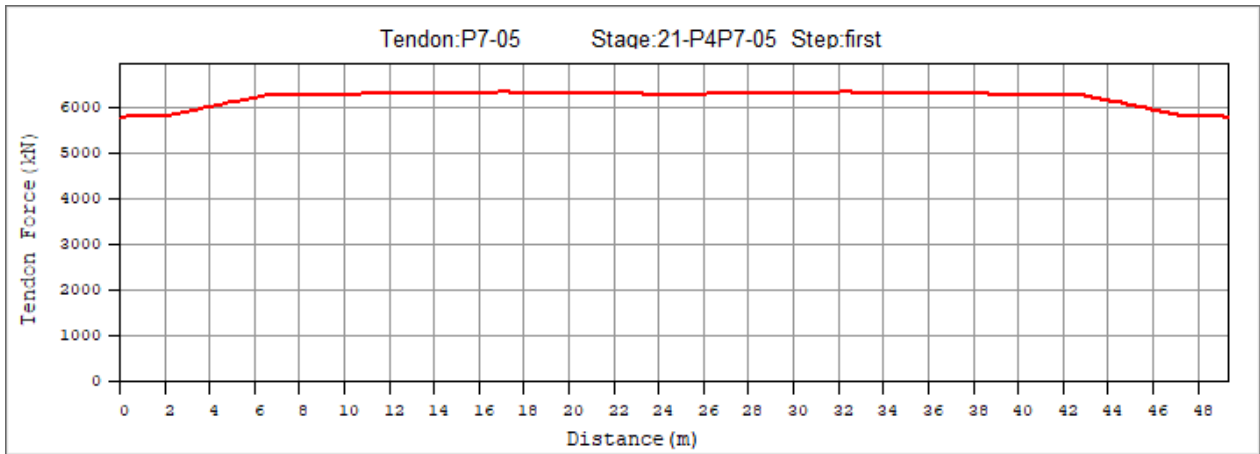


Obrázek 408: Kabelová skupina P7-04 po uvedení do provozu

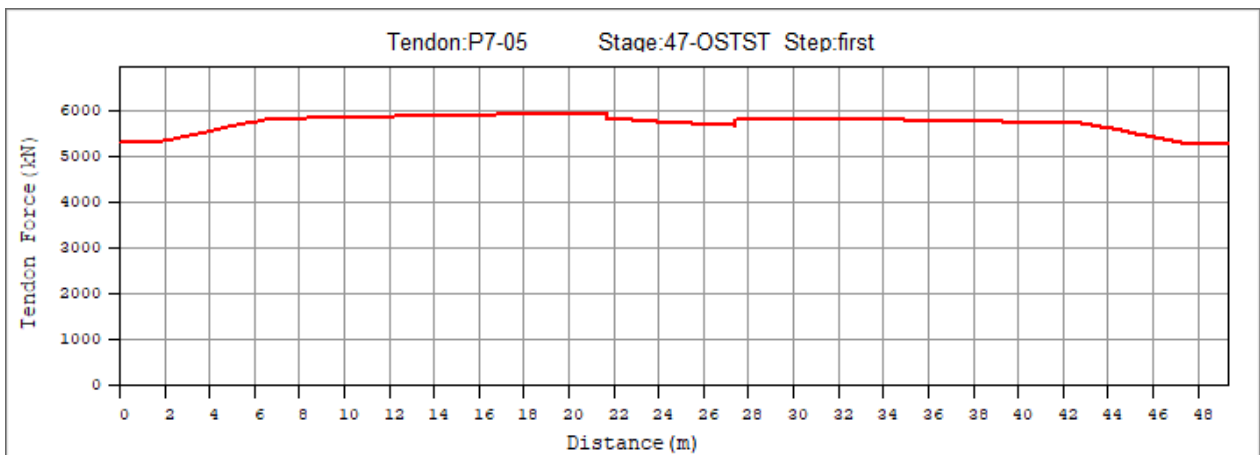


Obrázek 409: Kabelová skupina P7-04 na konci životnosti

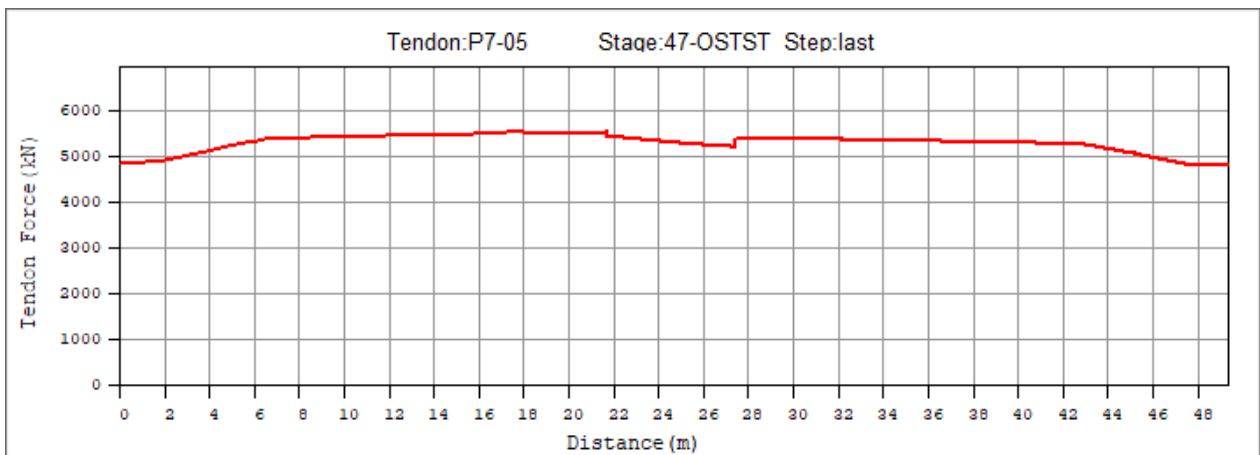




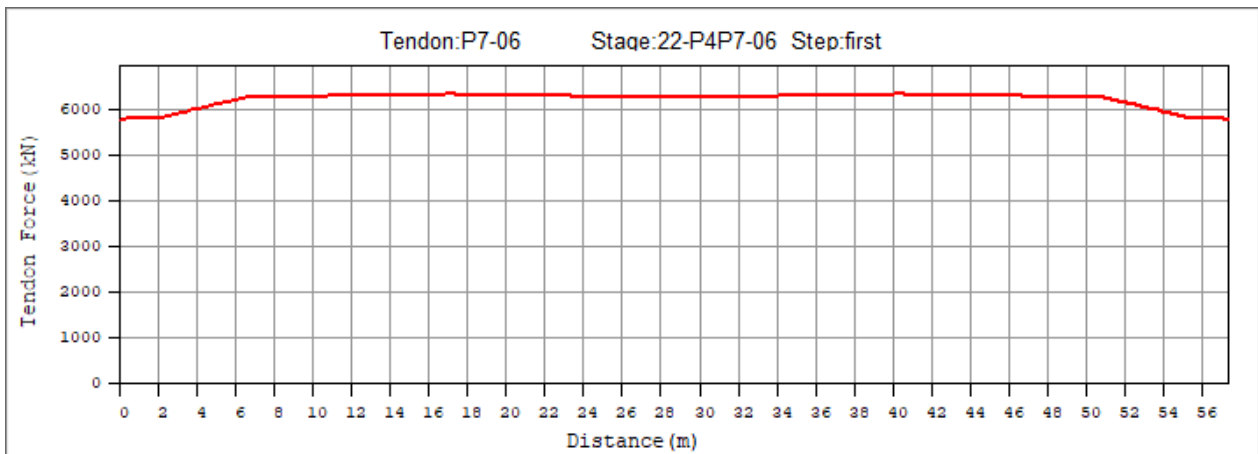
Obrázek 410: Kabelová skupina P7-05 po napnutí



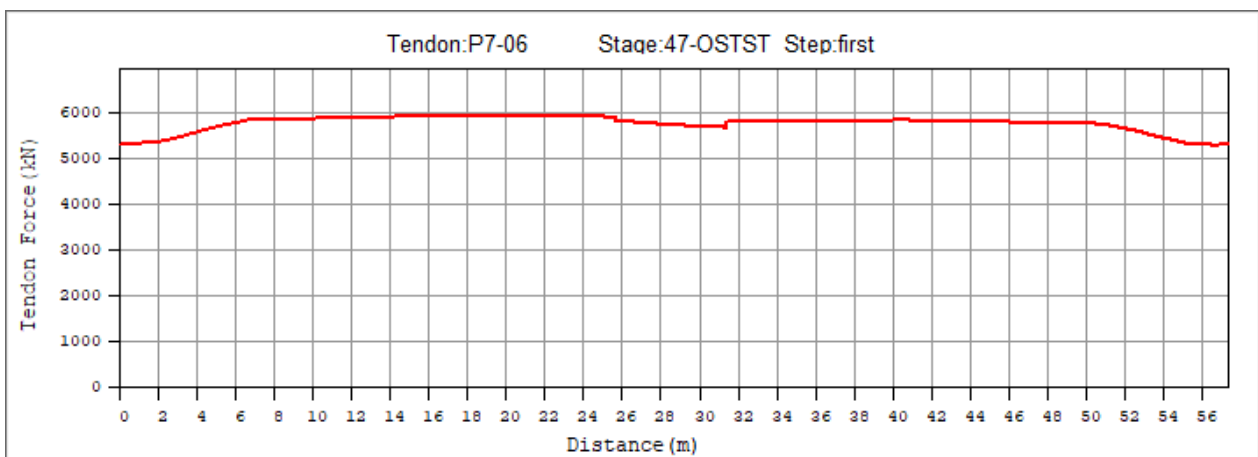
Obrázek 411: Kabelová skupina P7-05 po uvedení do provozu



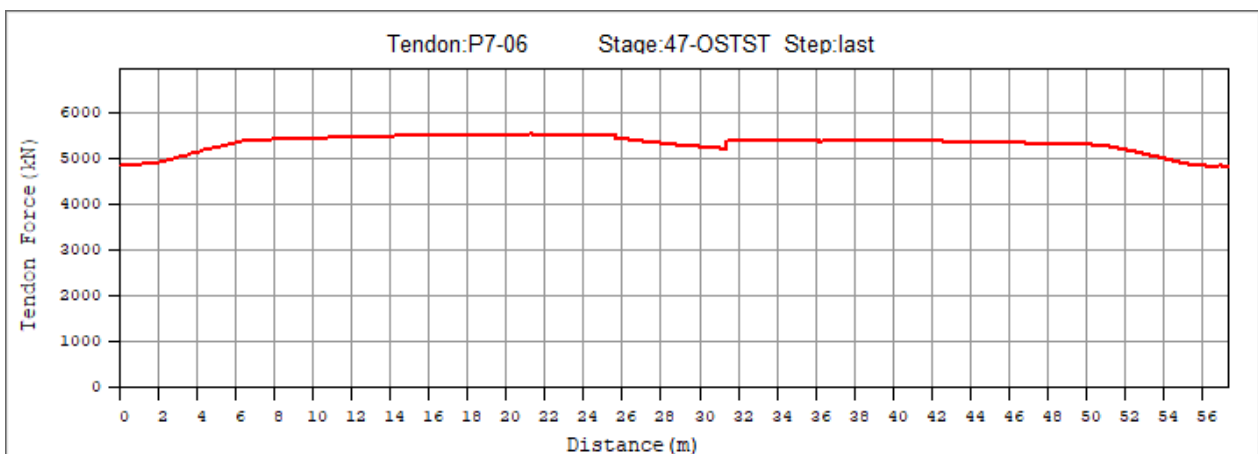
Obrázek 412: Kabelová skupina P7-05 na konci životnosti



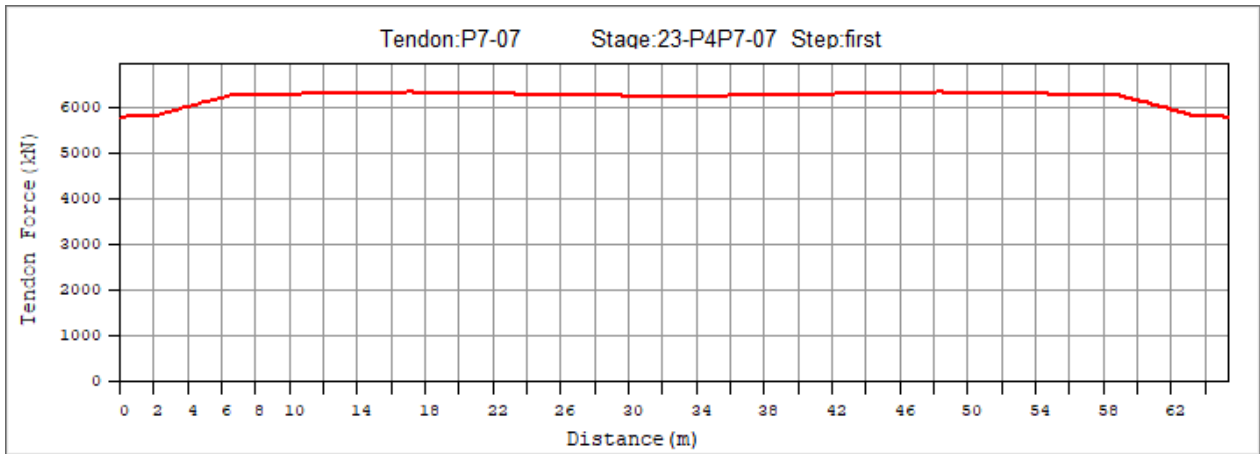
Obrázek 413: Kabelová skupina P7-06 po napnutí



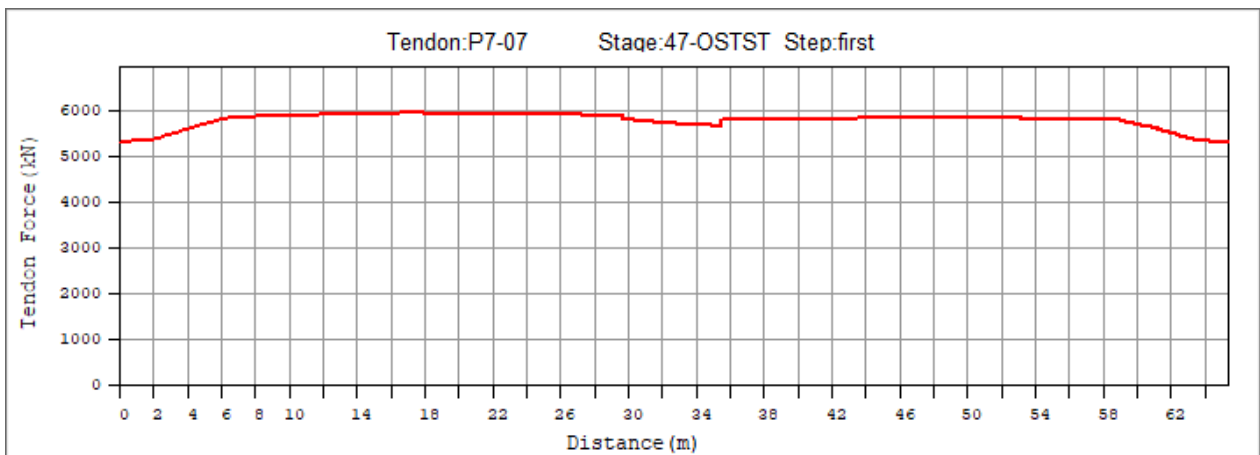
Obrázek 414: Kabelová skupina P7-06 po uvedení do provozu



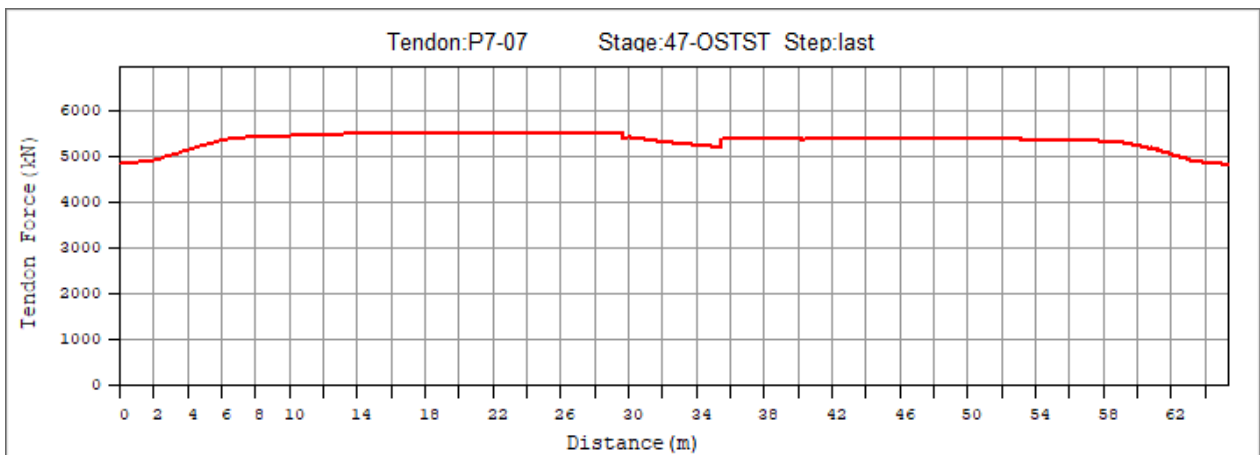
Obrázek 415: Kabelová skupina P7-06 na konci životnosti



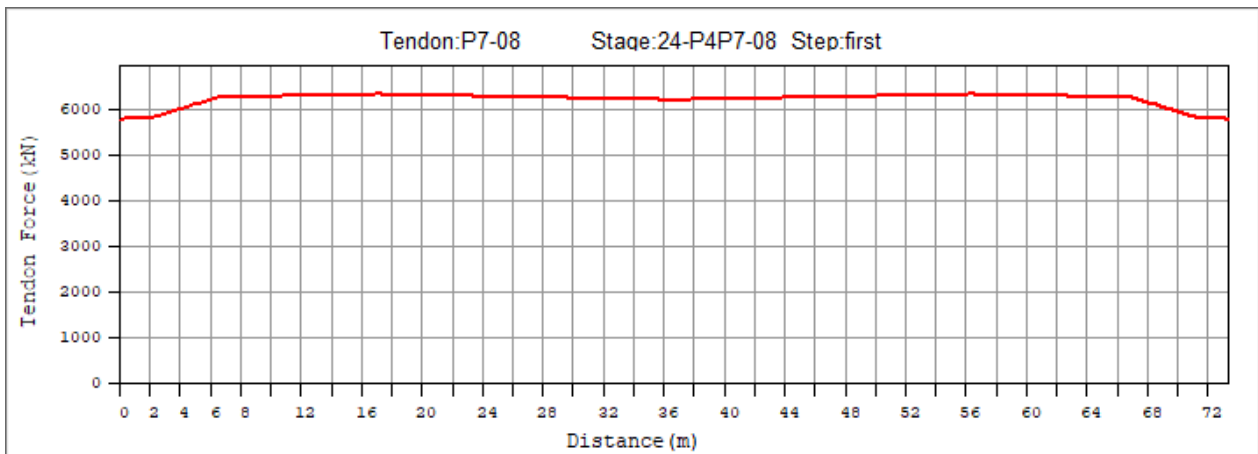
Obrázek 416: Kabelová skupina P7-07 po napnutí



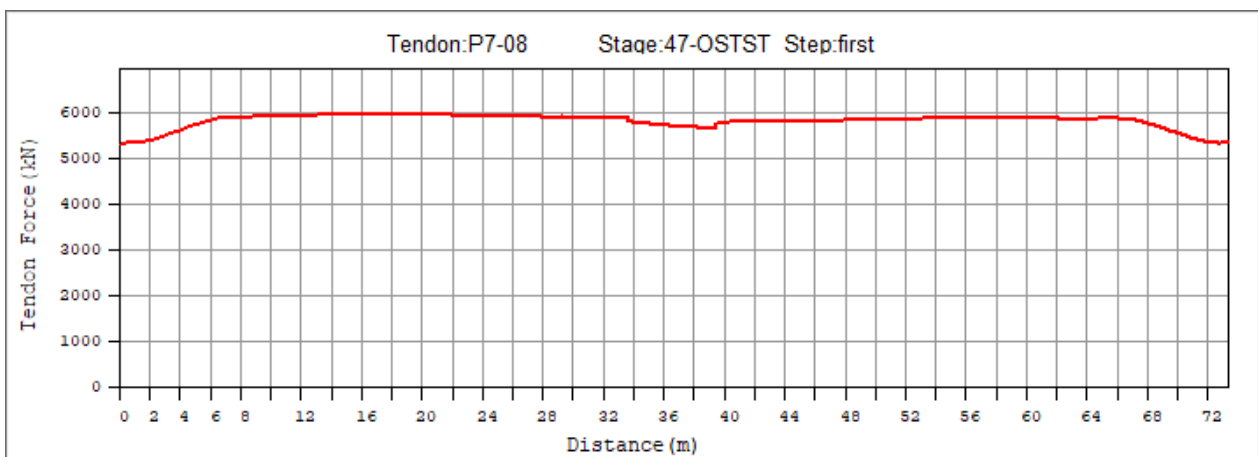
Obrázek 417: Kabelová skupina P7-07 po uvedení do provozu



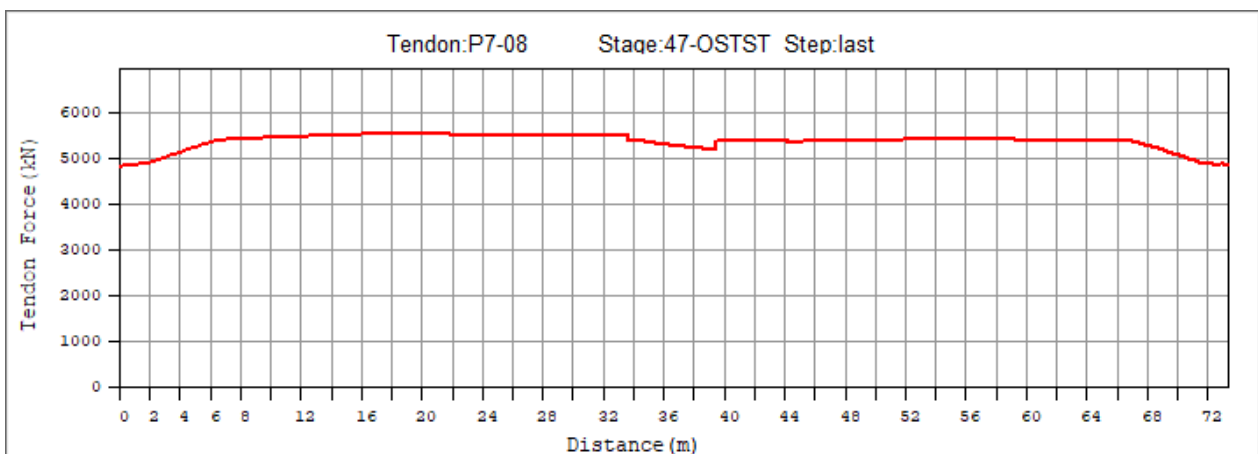
Obrázek 418: Kabelová skupina P7-07 na konci životnosti



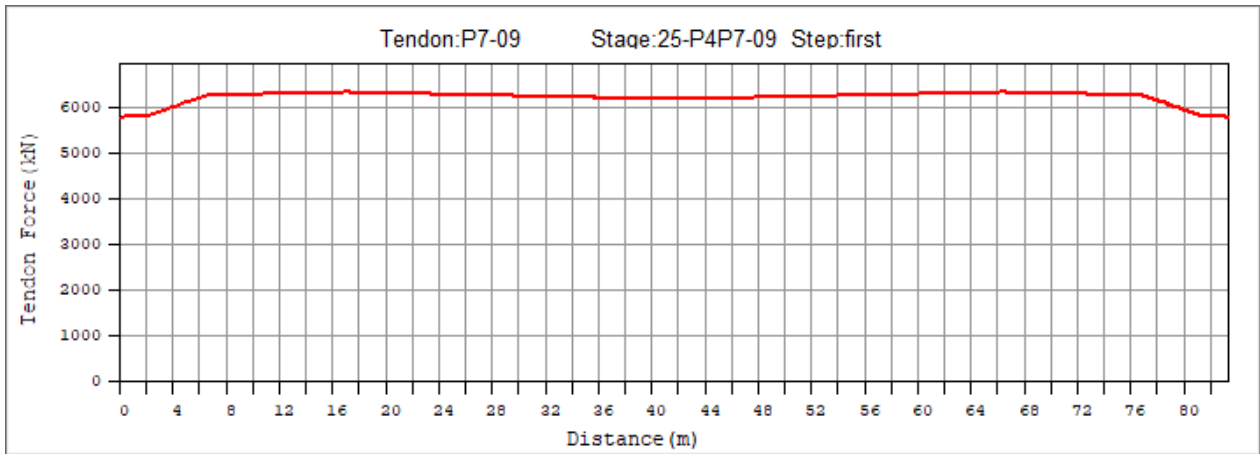
Obrázek 419: Kabelová skupina P7-08 po napnutí



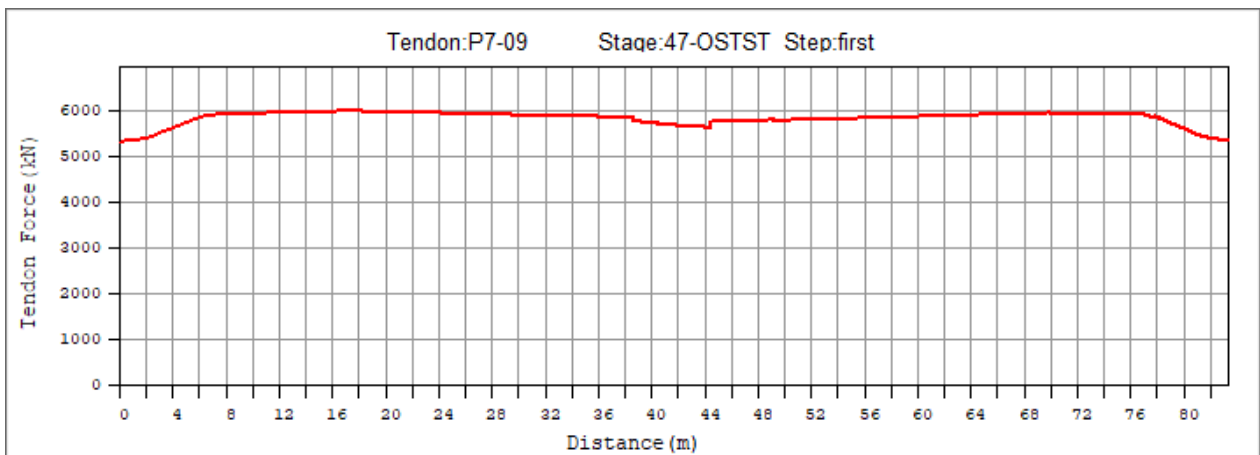
Obrázek 420: Kabelová skupina P7-08 po uvedení do provozu



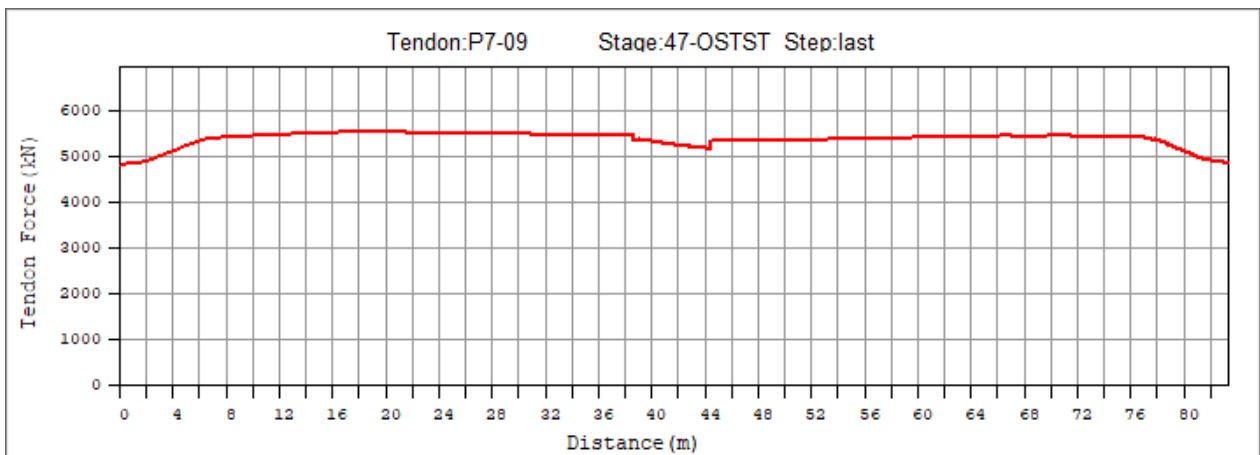
Obrázek 421: Kabelová skupina P7-08 na konci životnosti



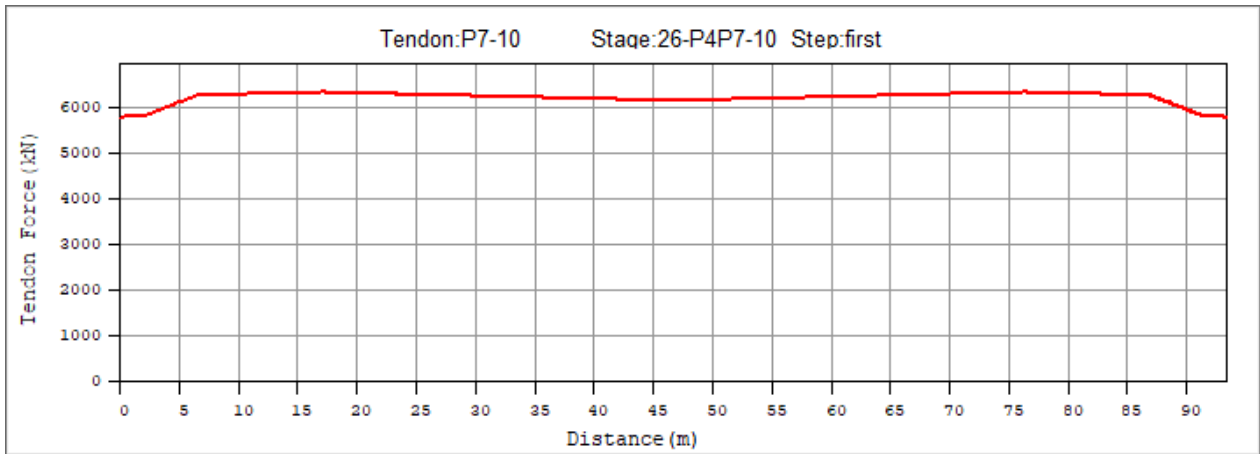
Obrázek 422: Kabelová skupina P7-09 po napnutí



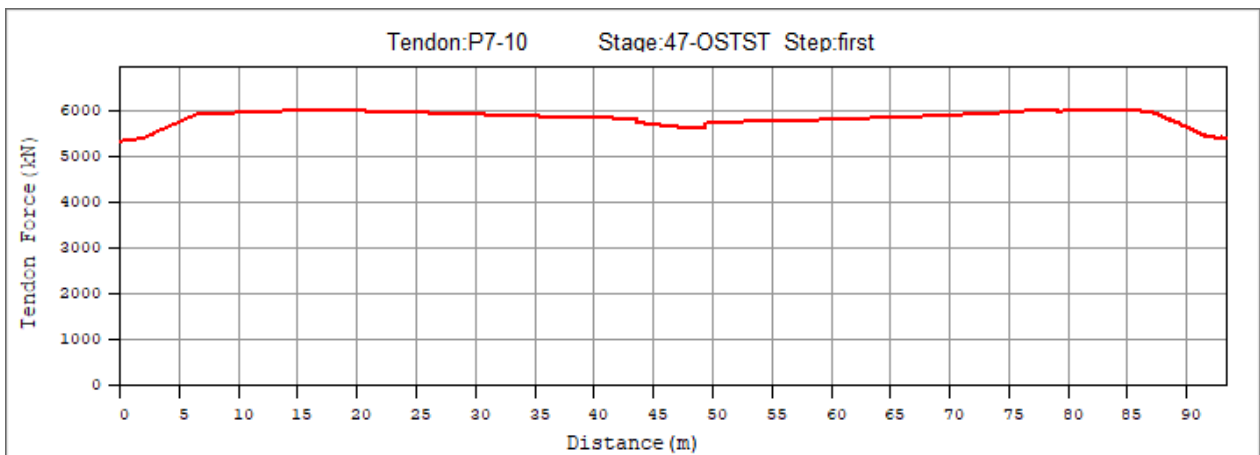
Obrázek 423: Kabelová skupina P7-09 po uvedení do provozu



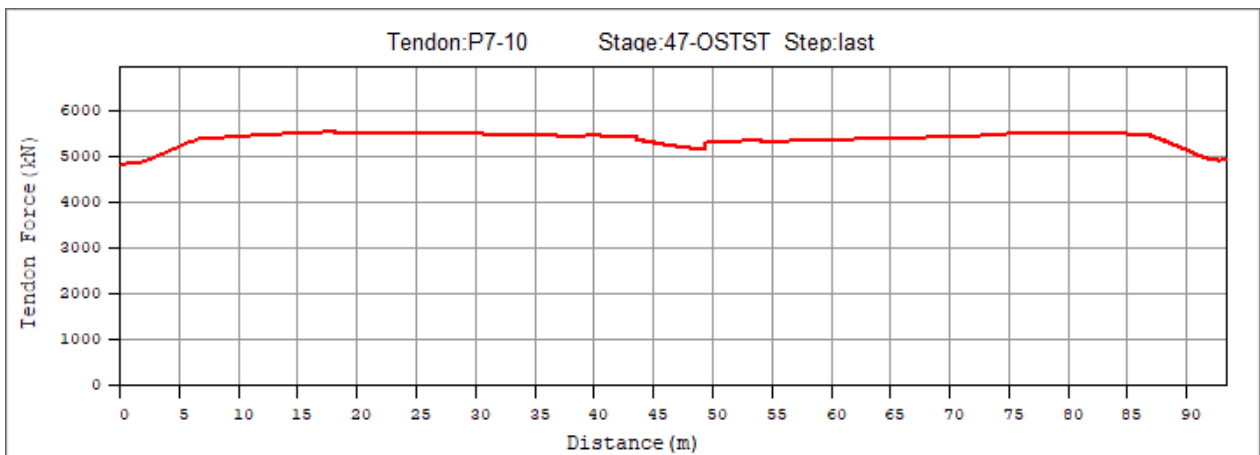
Obrázek 424: Kabelová skupina P7-09 na konci životnosti



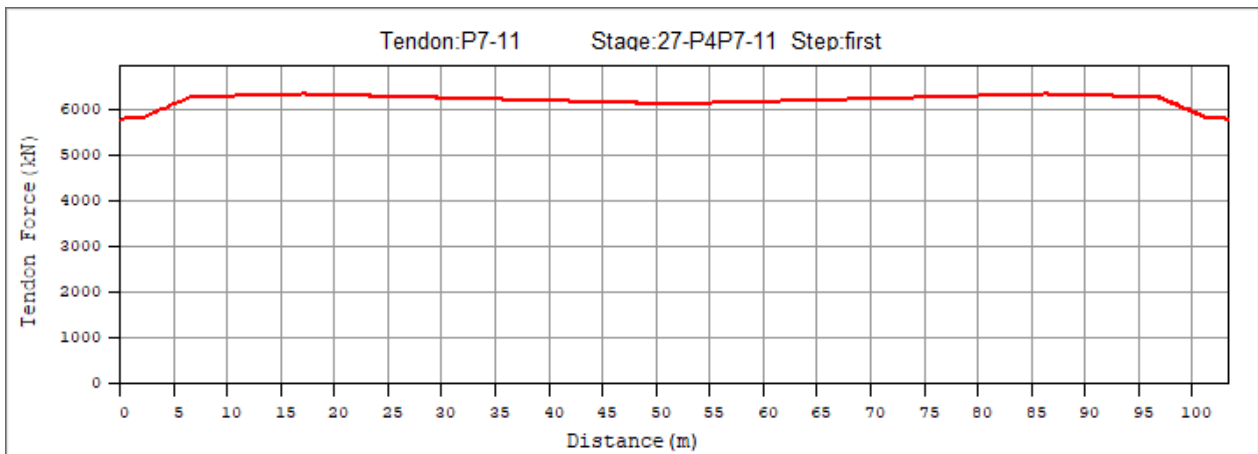
Obrázek 425: Kabelová skupina P7-10 po napnutí



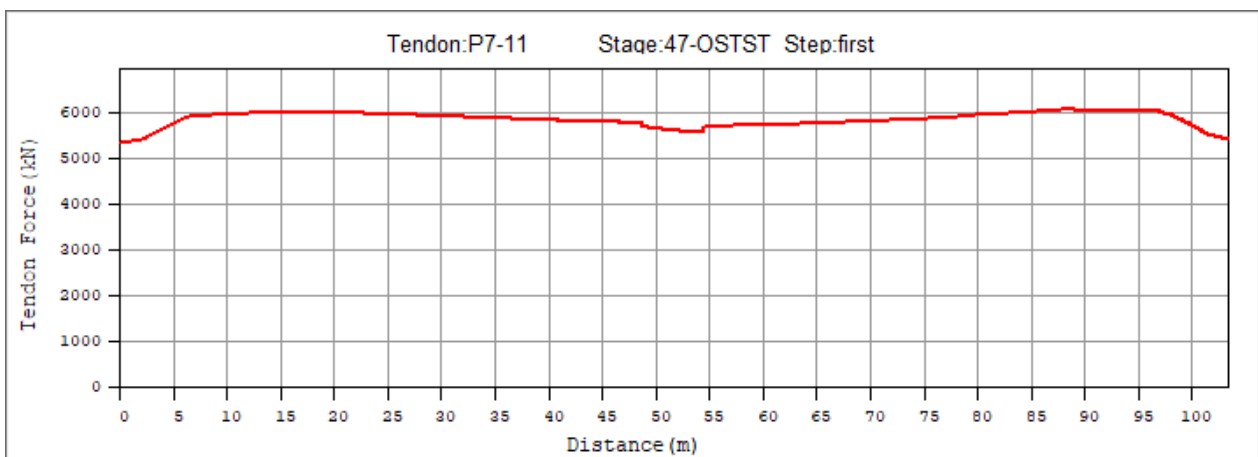
Obrázek 426: Kabelová skupina P7-10 po uvedení do provozu



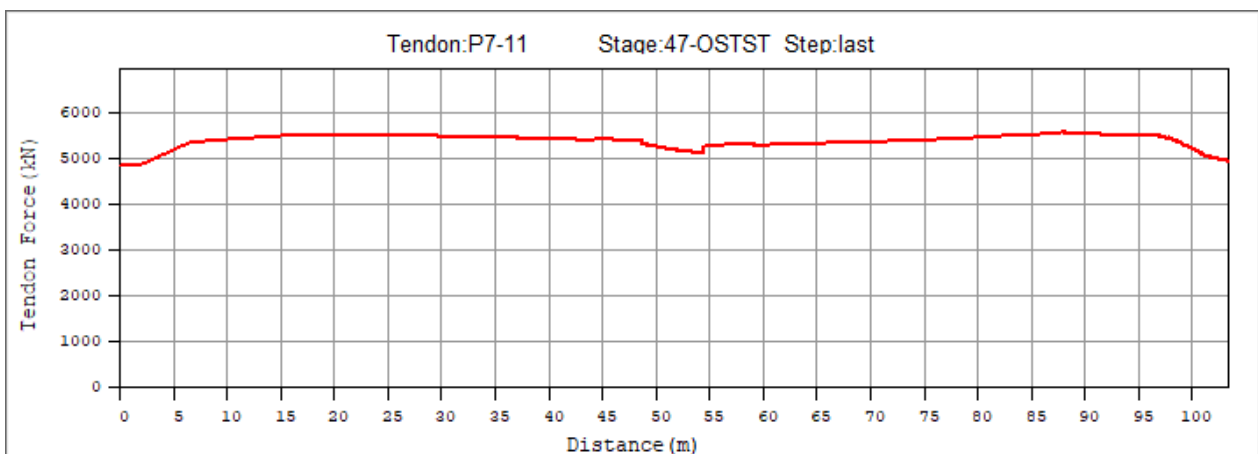
Obrázek 427: Kabelová skupina P7-10 na konci životnosti



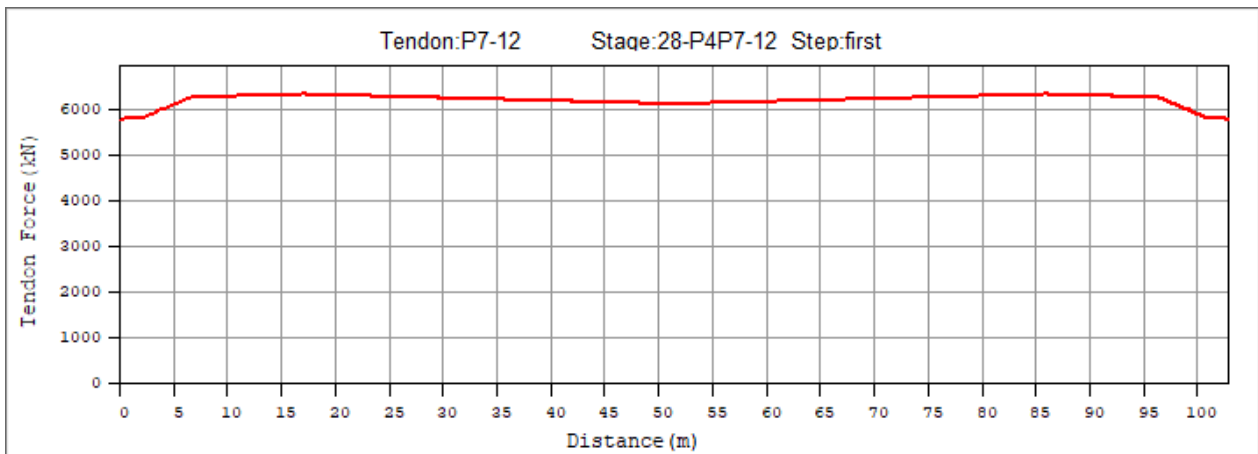
Obrázek 428: Kabelová skupina P7-11 po napnutí



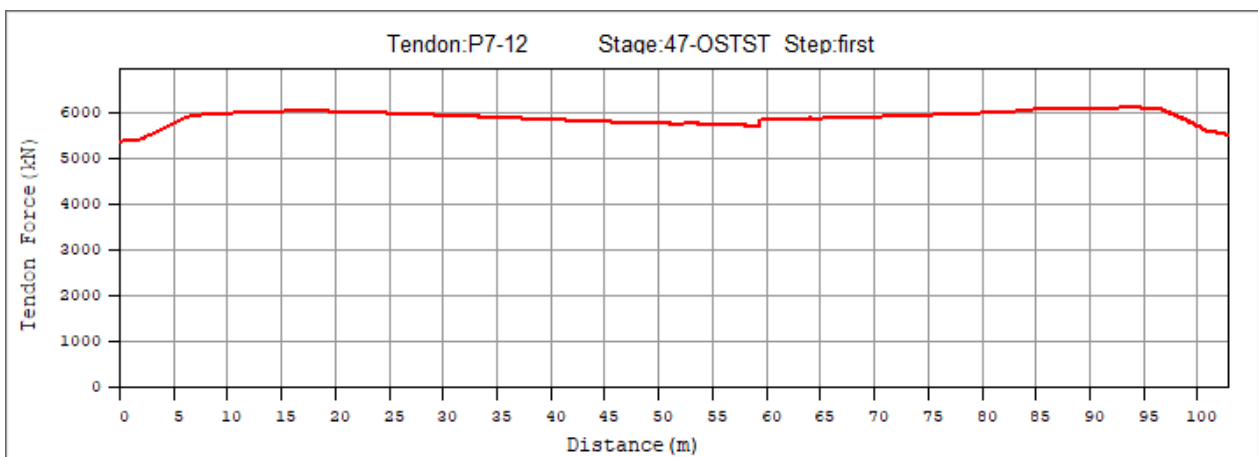
Obrázek 429: Kabelová skupina P7-11 po uvedení do provozu



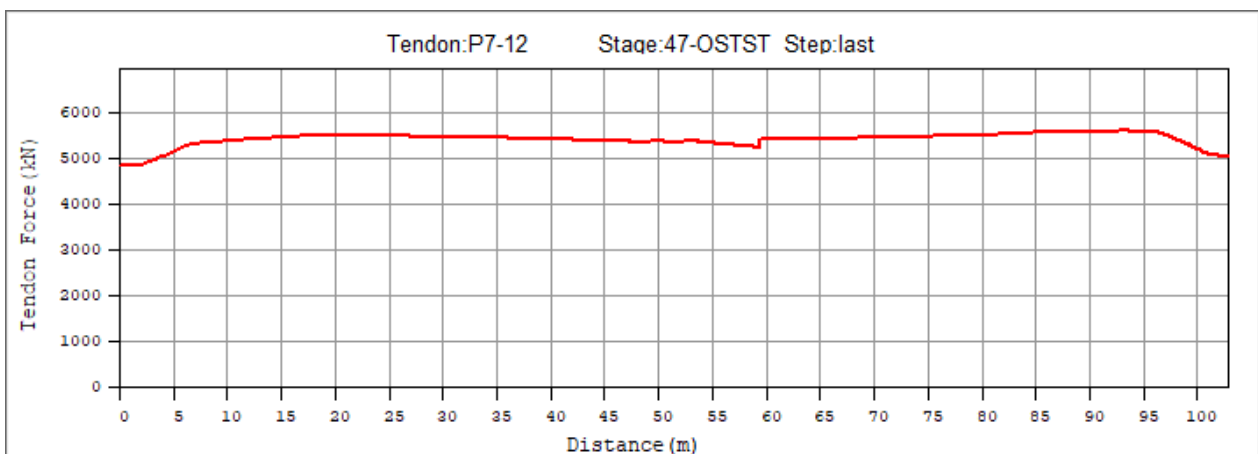
Obrázek 430: Kabelová skupina P7-11 na konci životnosti



Obrázek 431: Kabelová skupina P7-12 po napnutí

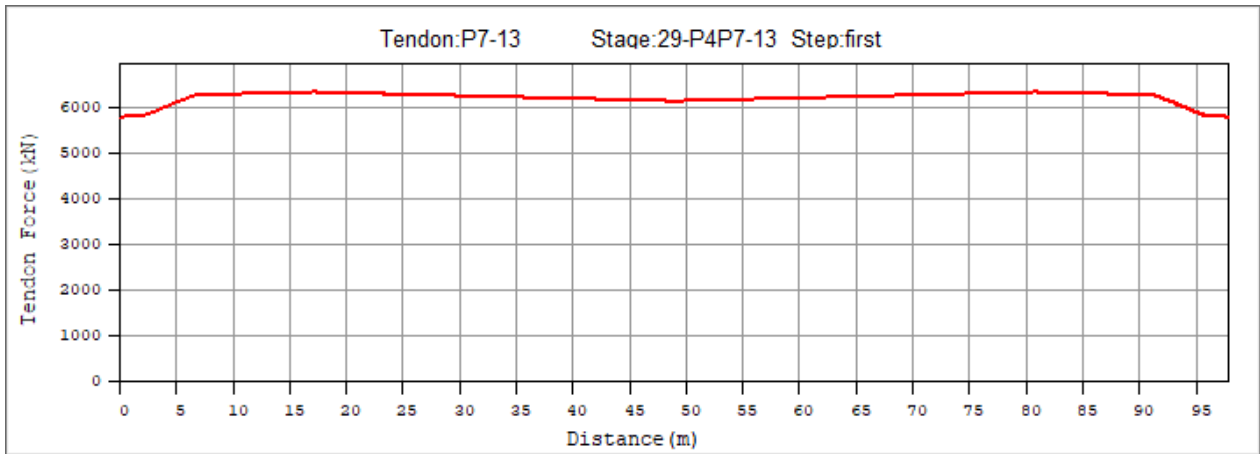


Obrázek 432: Kabelová skupina P7-12 po uvedení do provozu

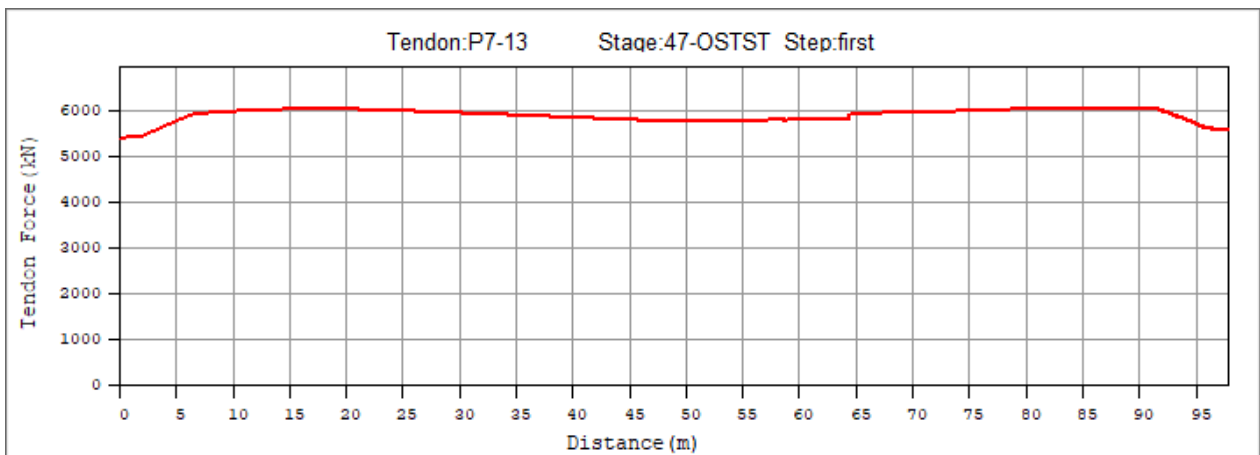


Obrázek 433: Kabelová skupina P7-12 na konci životnosti

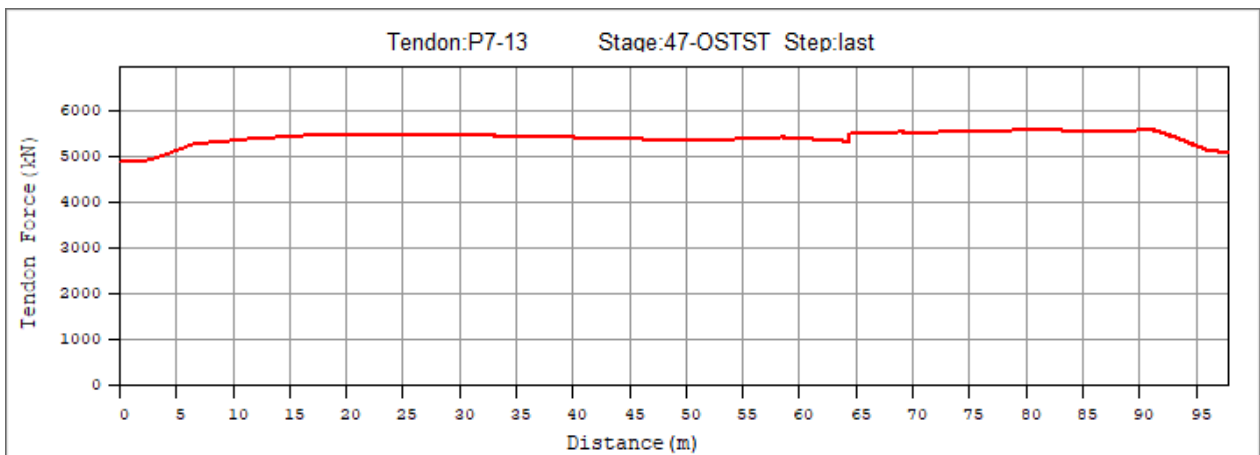




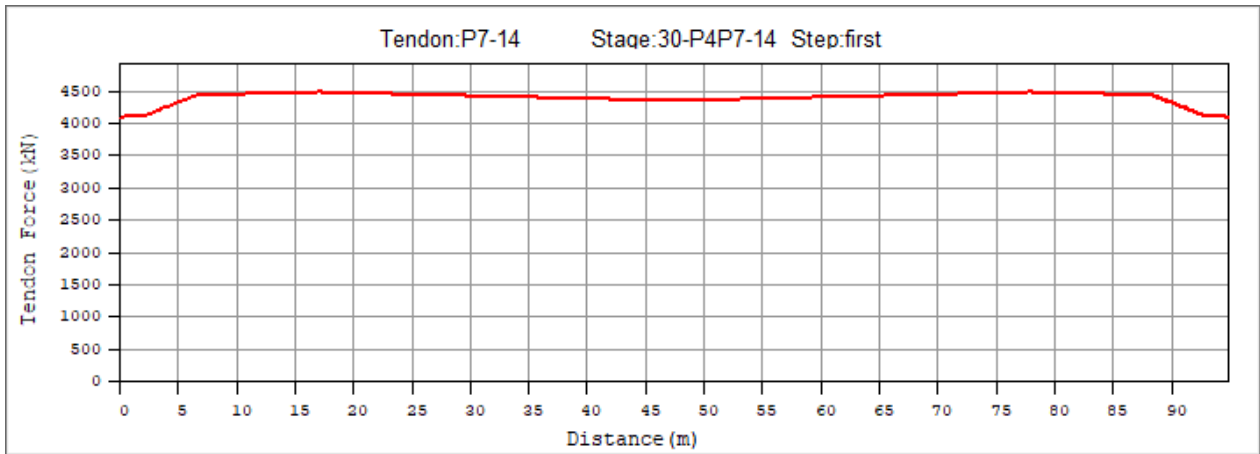
Obrázek 434: Kabelová skupina P7-13 po napnutí



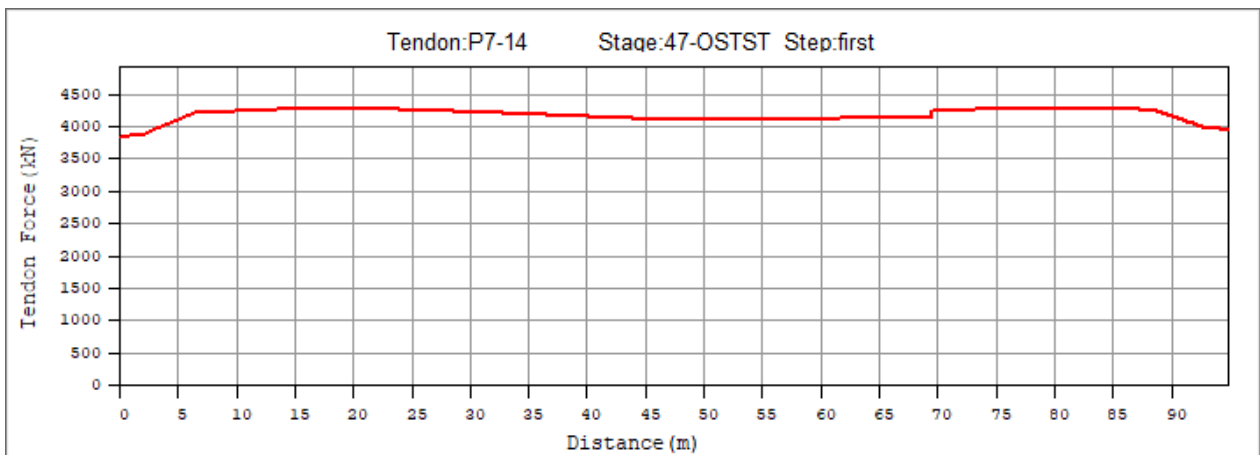
Obrázek 435: Kabelová skupina P7-13 po uvedení do provozu



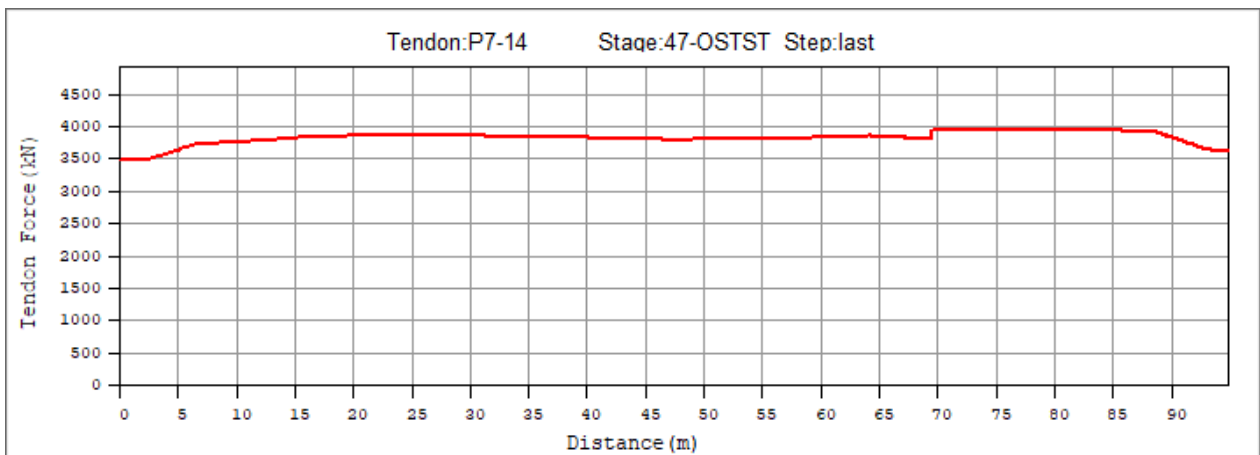
Obrázek 436: Kabelová skupina P7-13 na konci životnosti



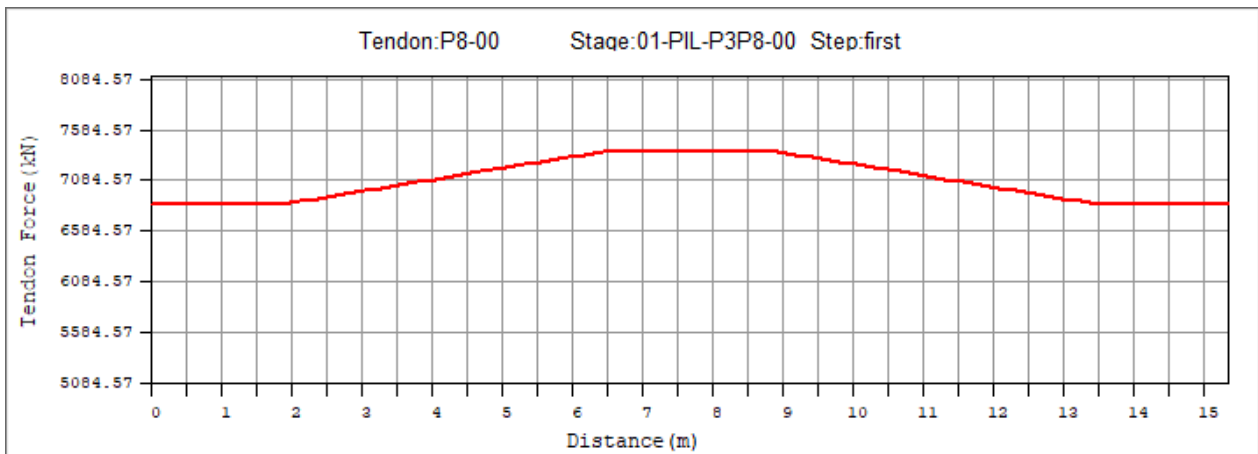
Obrázek 437: Kabelová skupina P7-14 po napnutí



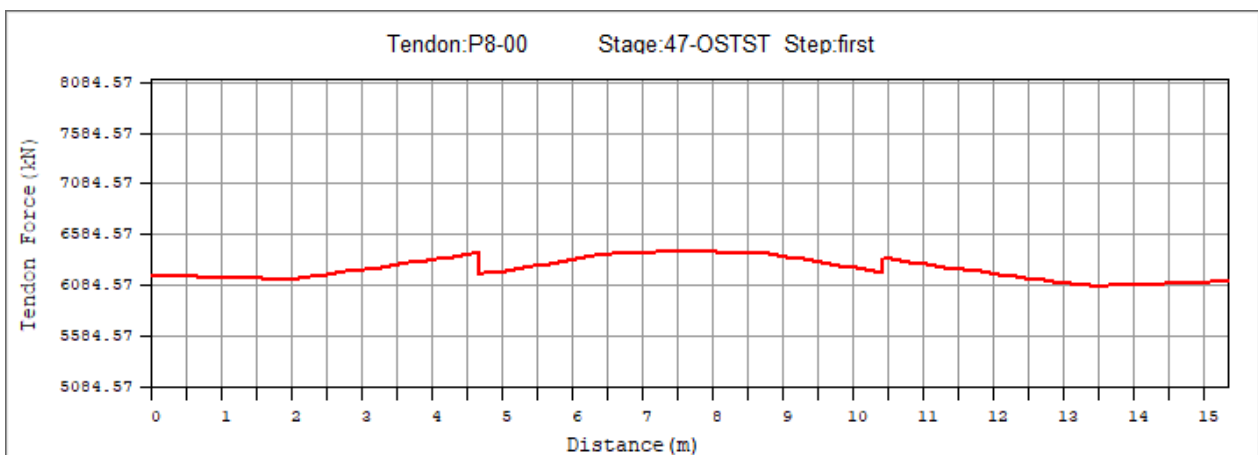
Obrázek 438: Kabelová skupina P7-14 po uvedení do provozu



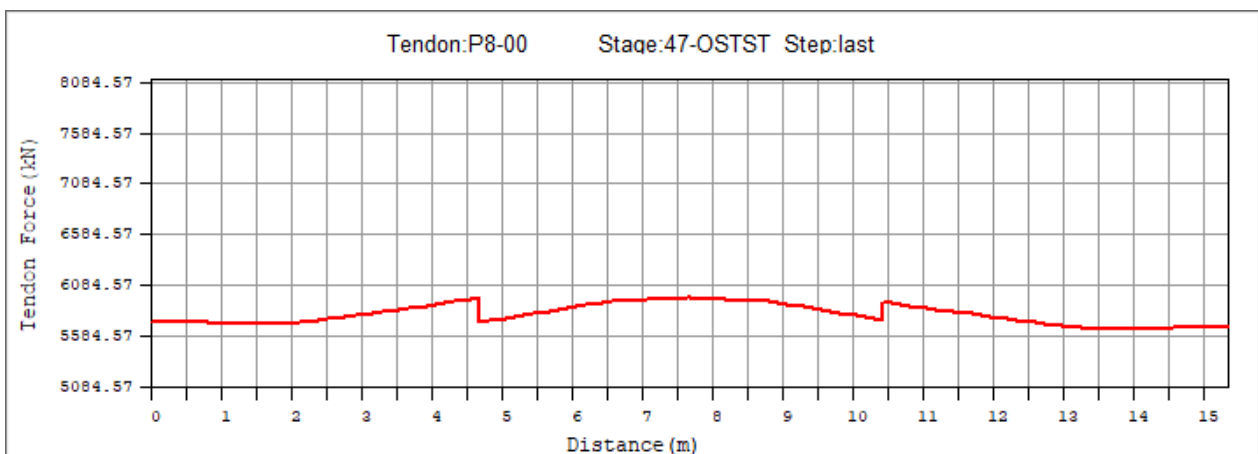
Obrázek 439: Kabelová skupina P7-14 na konci životnosti



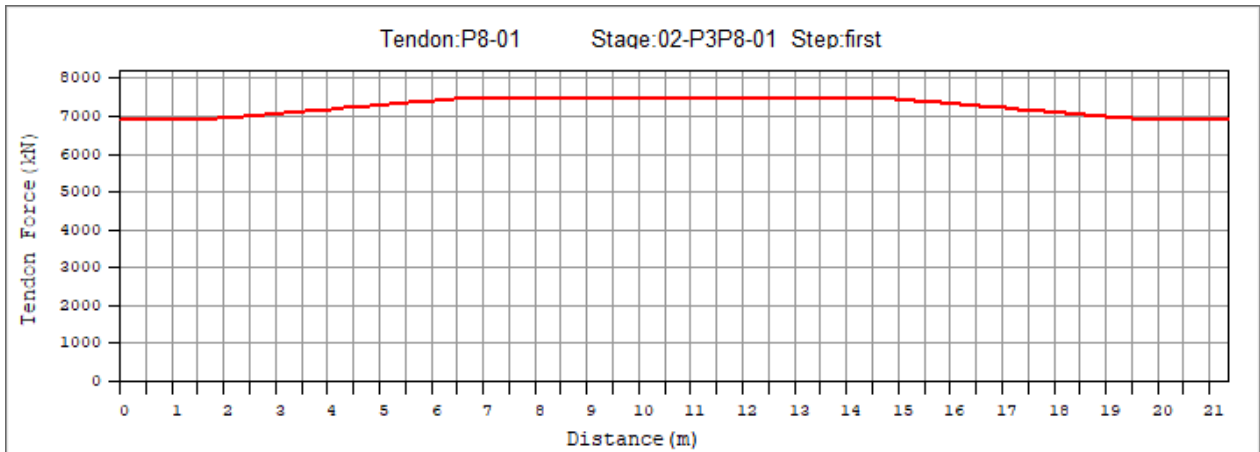
Obrázek 440: Kabelová skupina P8-00 po napnutí



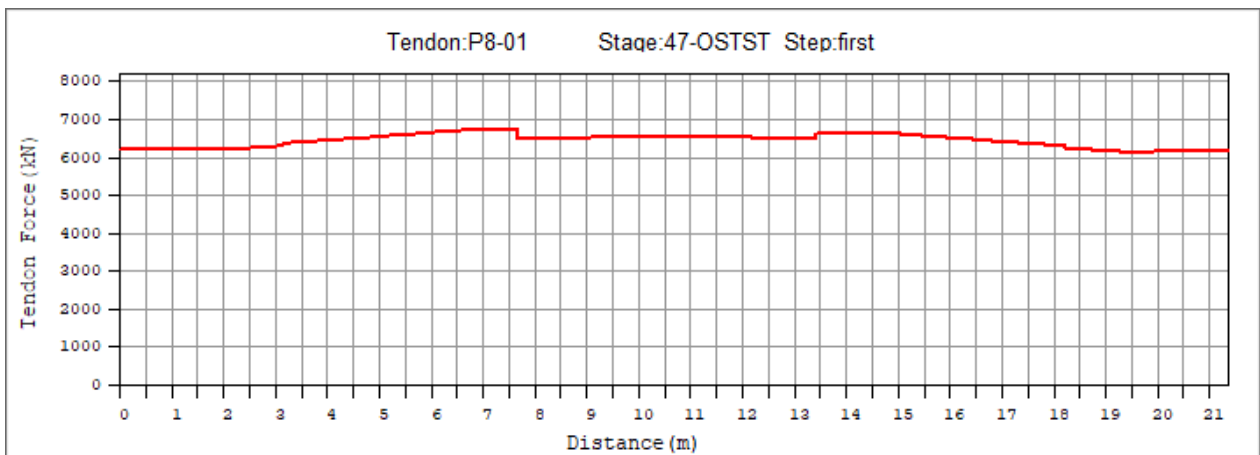
Obrázek 441: Kabelová skupina P8-00 po uvedení do provozu



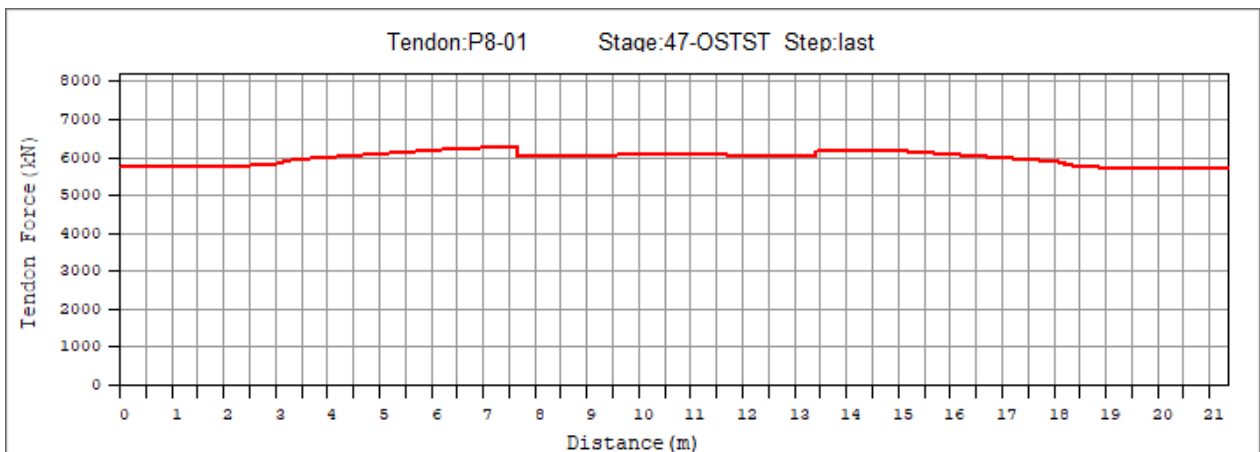
Obrázek 442: Kabelová skupina P8-00 na konci životnosti



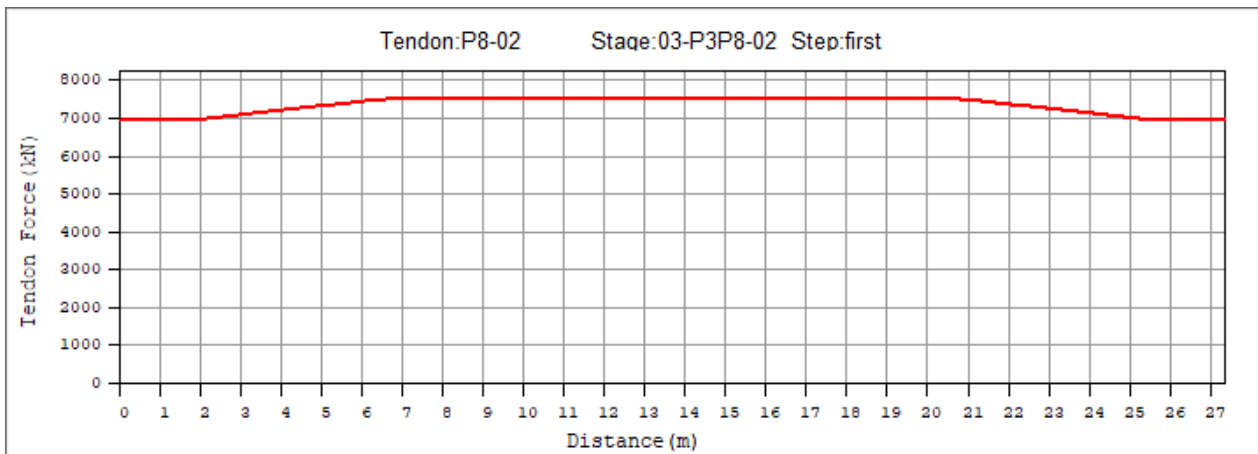
Obrázek 443: Kabelová skupina P8-01 po napnutí



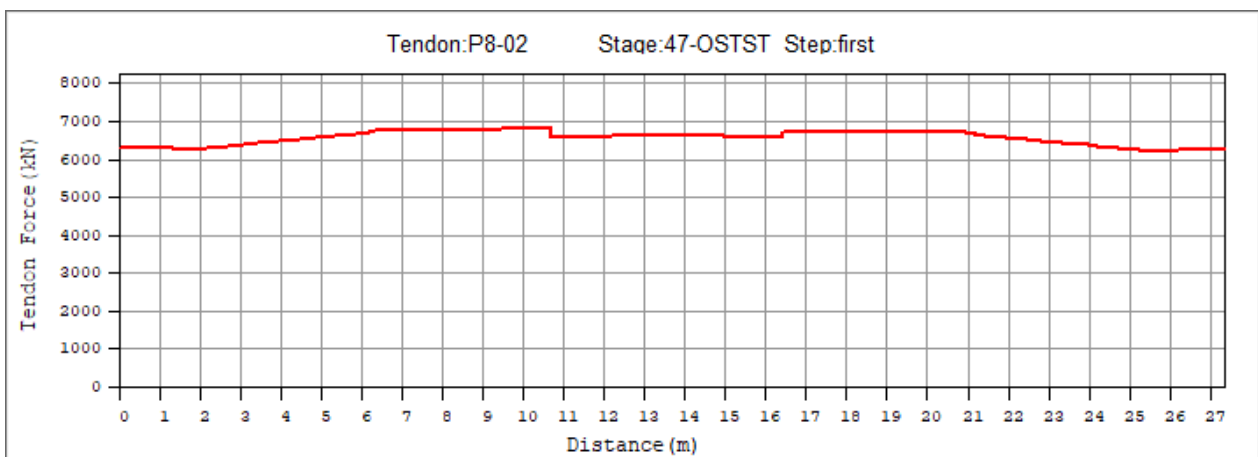
Obrázek 444: Kabelová skupina P8-01 po uvedení do provozu



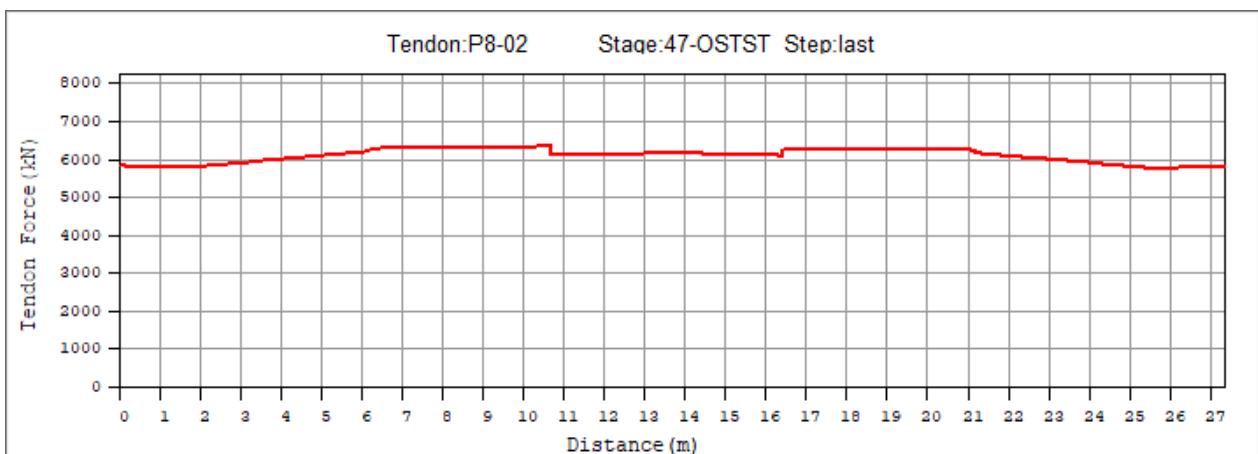
Obrázek 445: Kabelová skupina P8-01 na konci životnosti



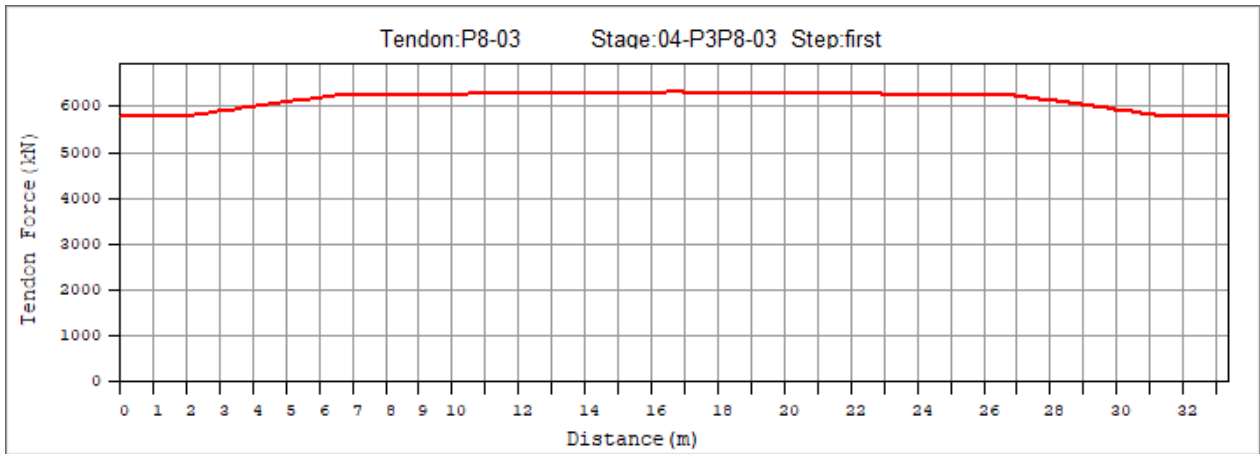
Obrázek 446: Kabelová skupina P8-02 po napnutí



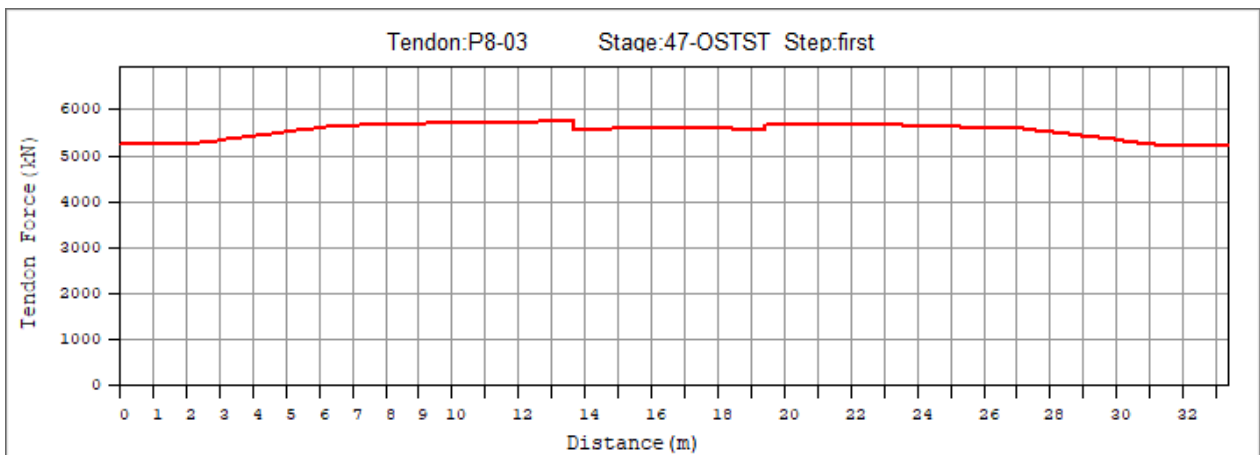
Obrázek 447: Kabelová skupina P8-02 po uvedení do provozu



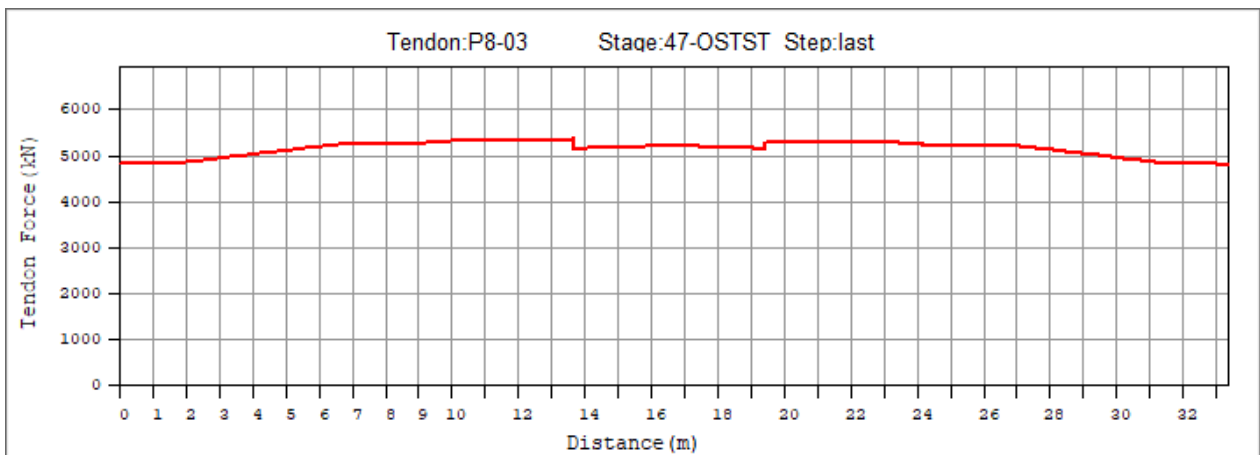
Obrázek 448: Kabelová skupina P8-02 na konci životnosti



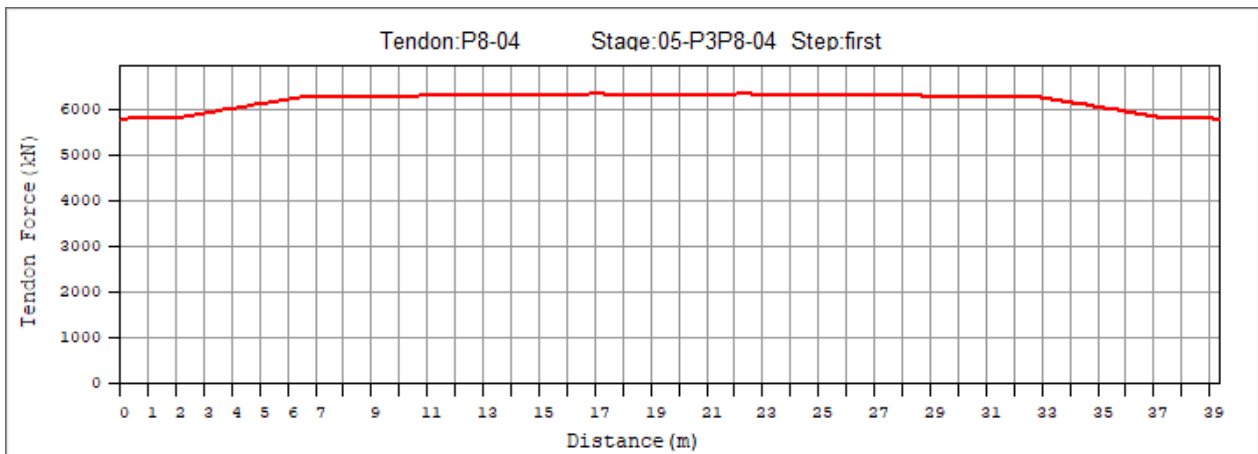
Obrázek 449: Kabelová skupina P8-03 po napnutí



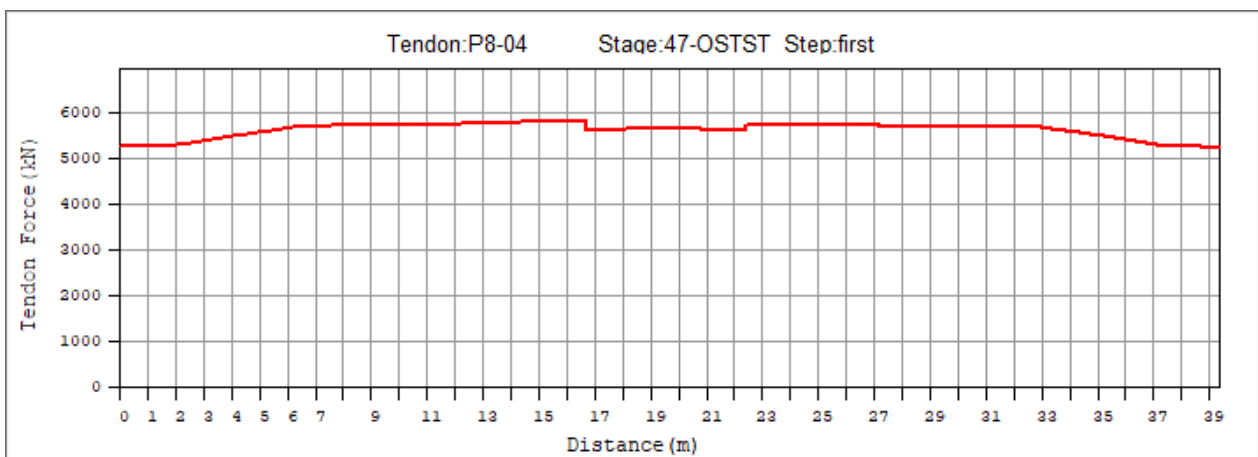
Obrázek 450: Kabelová skupina P8-03 po uvedení do provozu



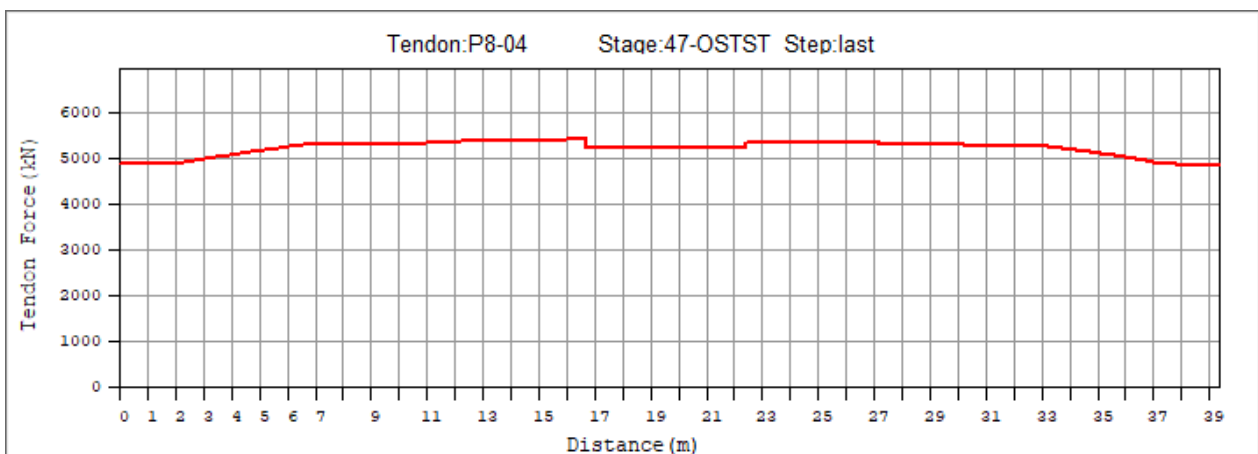
Obrázek 451: Kabelová skupina P8-03 na konci životnosti



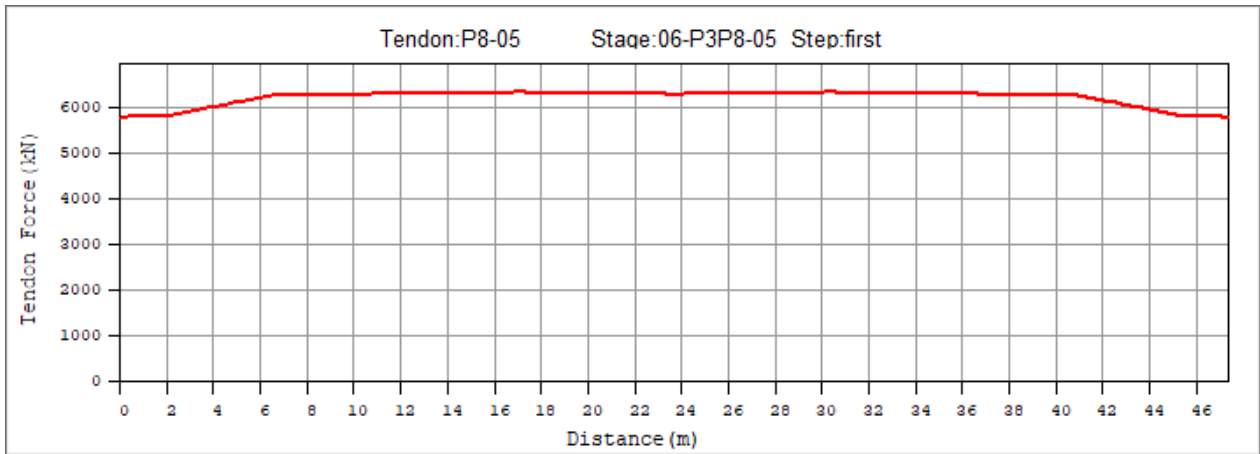
Obrázek 452: Kabelová skupina P8-04 po napnutí



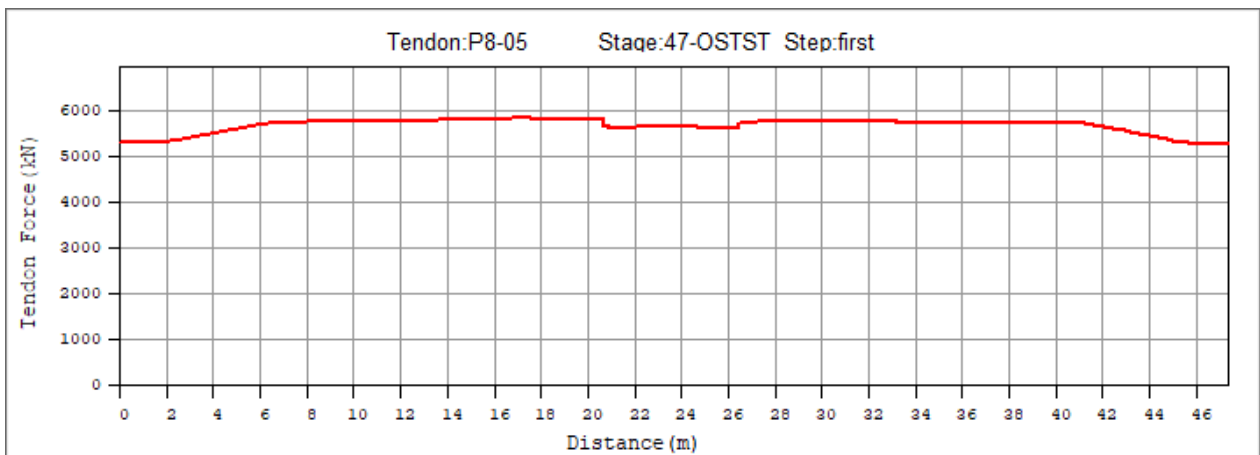
Obrázek 453: Kabelová skupina P8-04 po uvedení do provozu



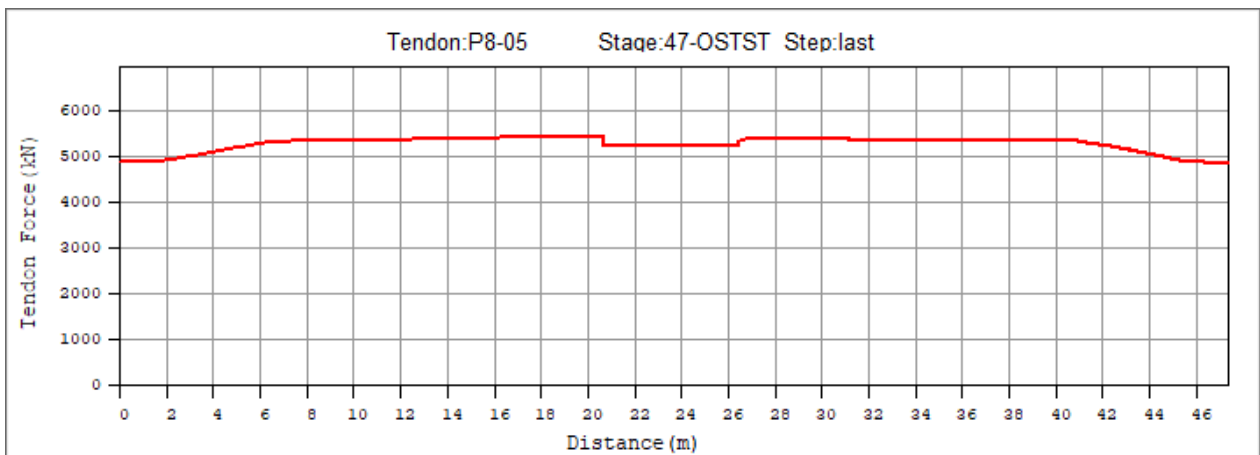
Obrázek 454: Kabelová skupina P8-04 na konci životnosti



Obrázek 455: Kabelová skupina P8-05 po napnutí

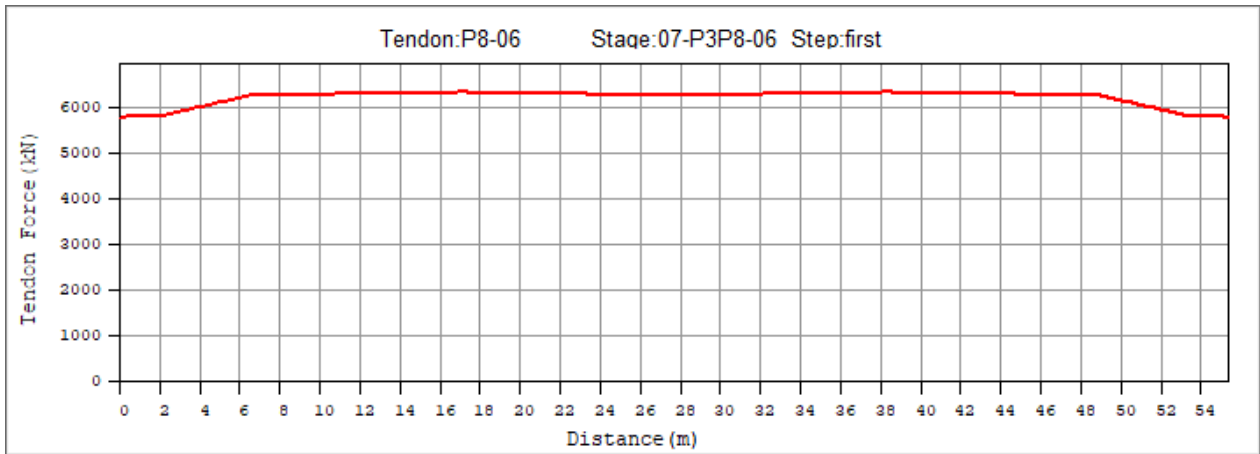


Obrázek 456: Kabelová skupina P8-05 po uvedení do provozu

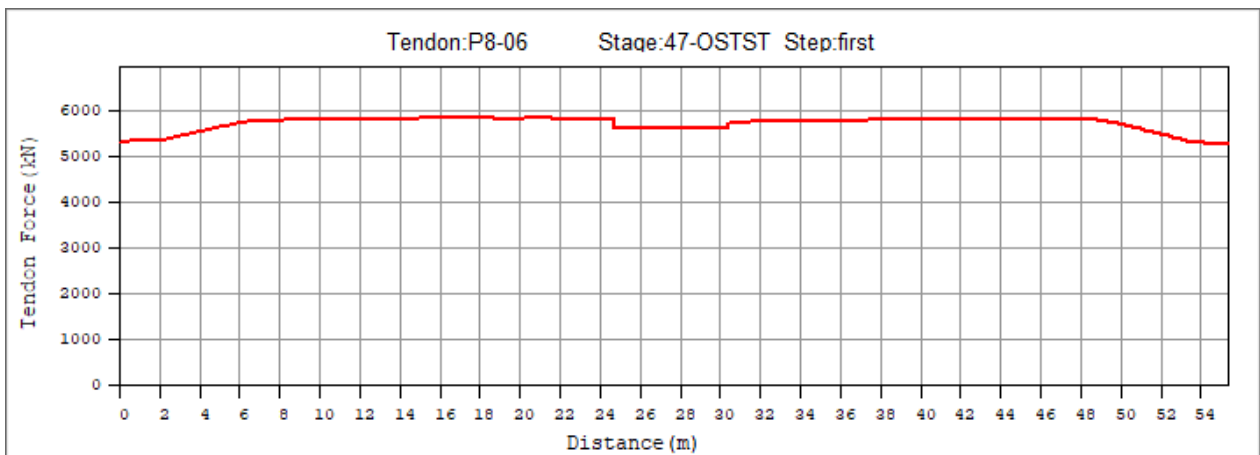


Obrázek 457: Kabelová skupina P8-05 na konci životnosti

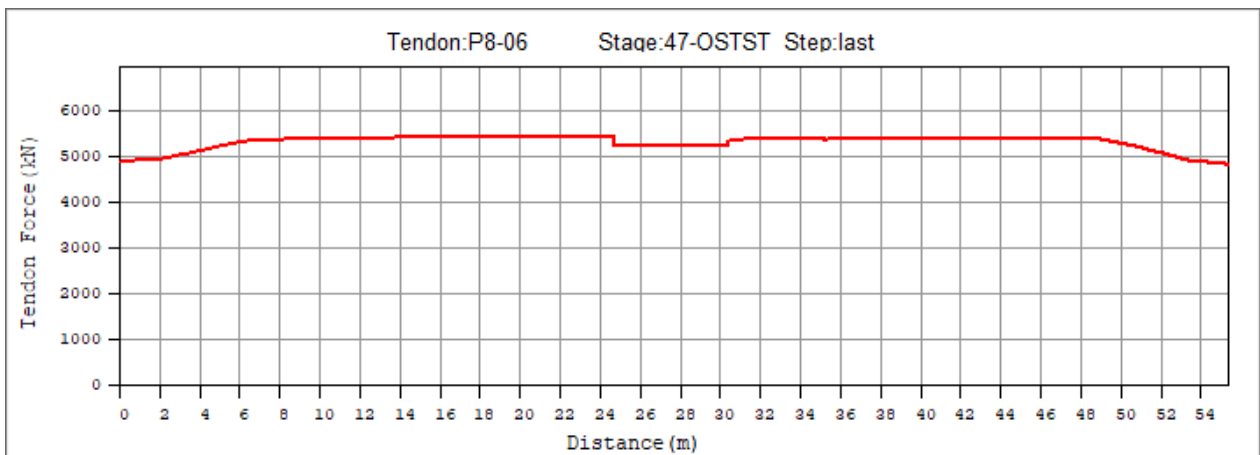




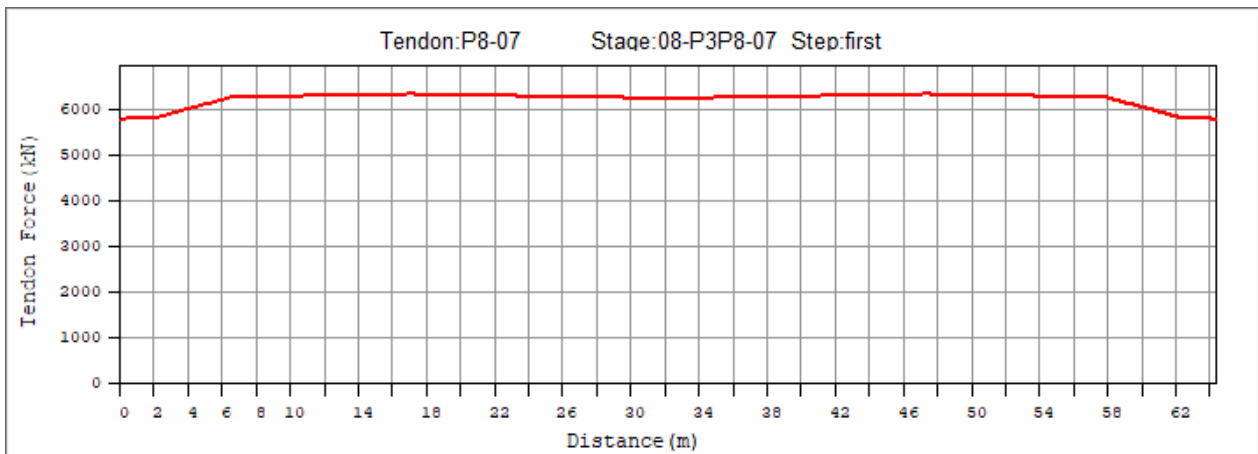
Obrázek 458: Kabelová skupina P8-06 po napnutí



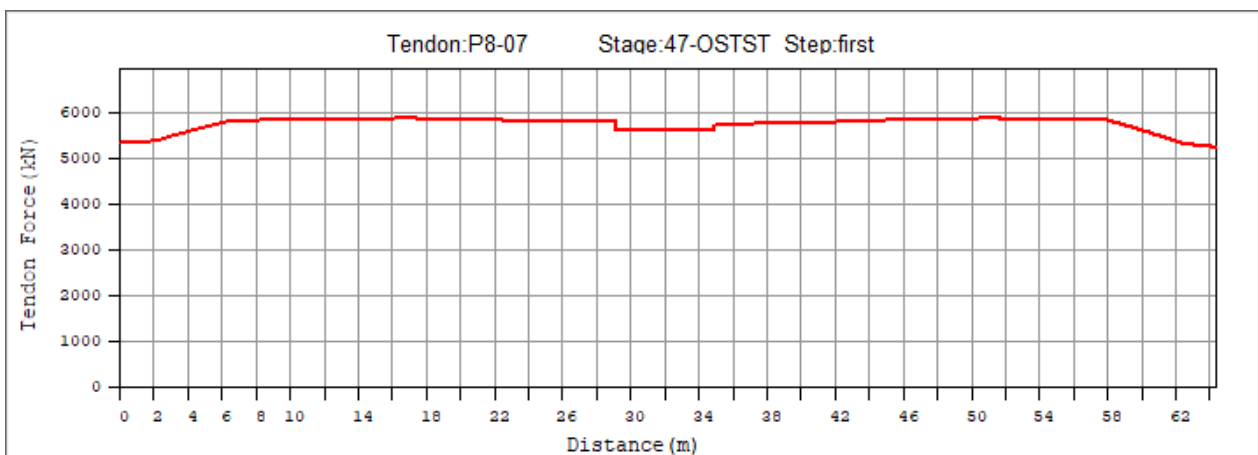
Obrázek 459: Kabelová skupina P8-06 po uvedení do provozu



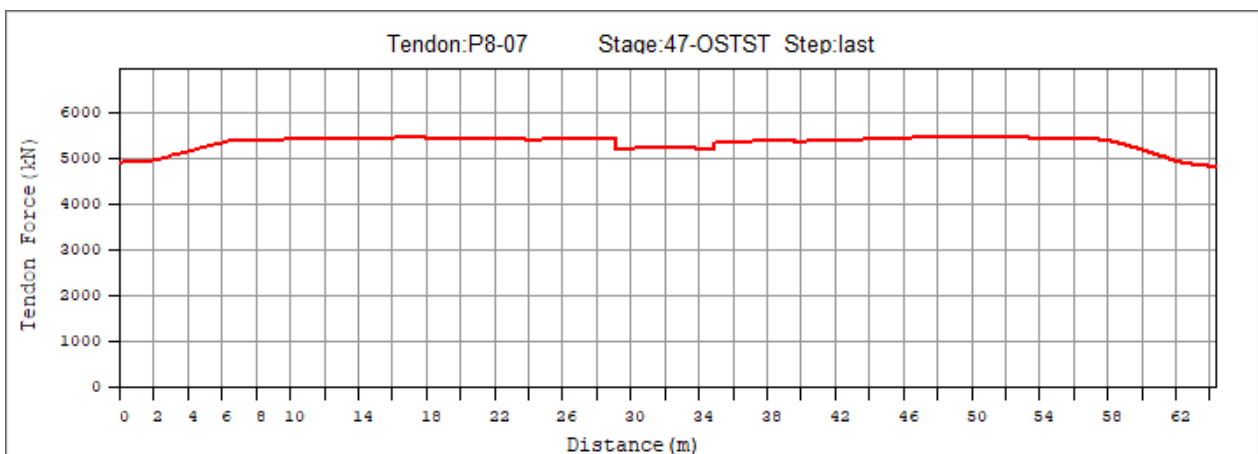
Obrázek 460: Kabelová skupina P8-06 na konci životnosti



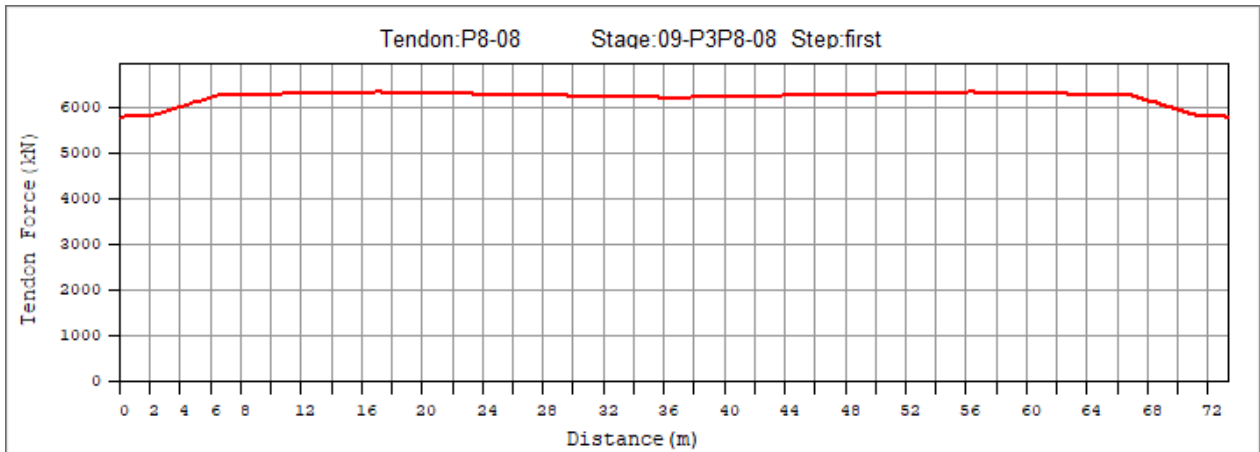
Obrázek 461: Kabelová skupina P8-07 po napnutí



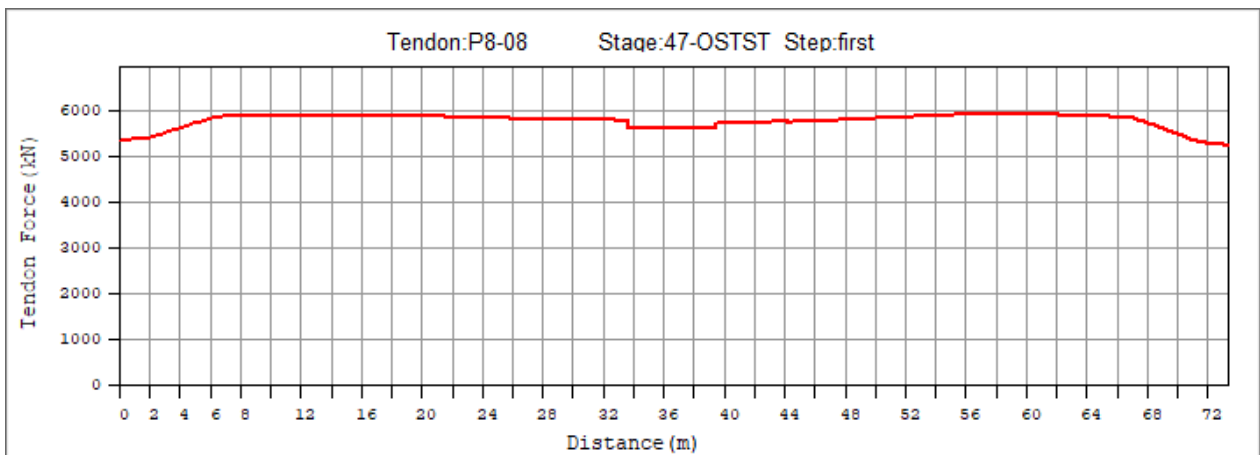
Obrázek 462: Kabelová skupina P8-07 po uvedení do provozu



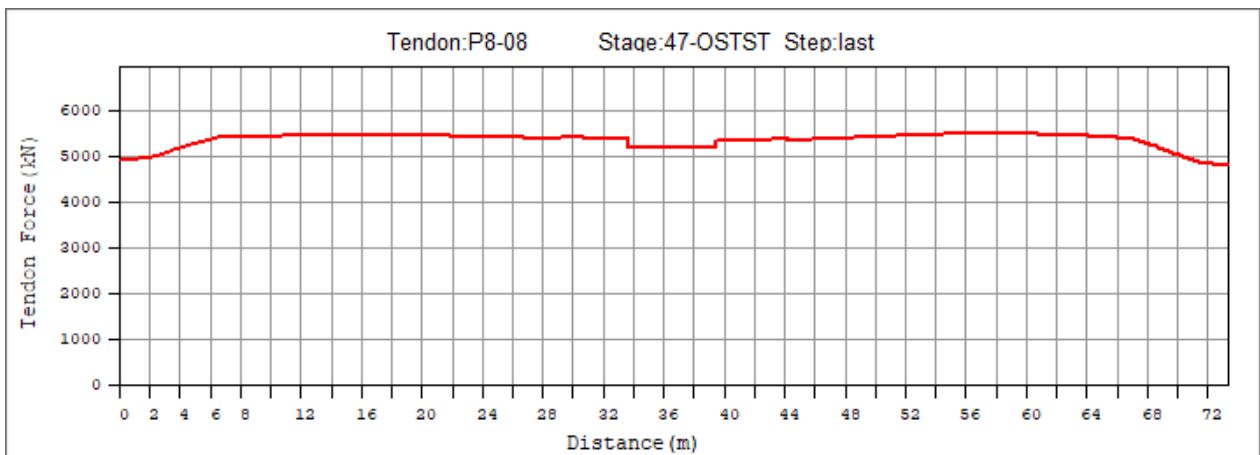
Obrázek 463: Kabelová skupina P8-07 na konci životnosti



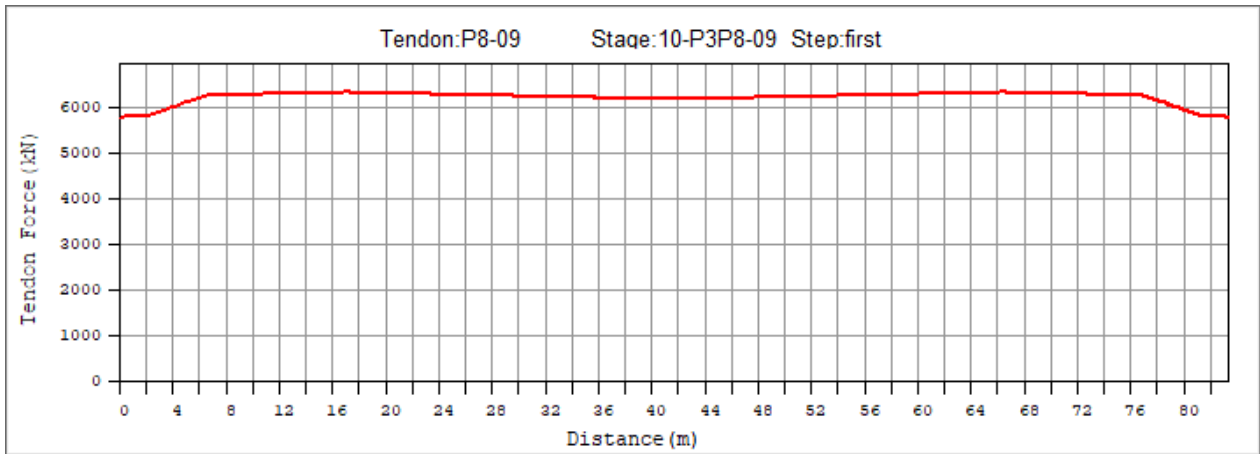
Obrázek 464: Kabelová skupina P8-08 po napnutí



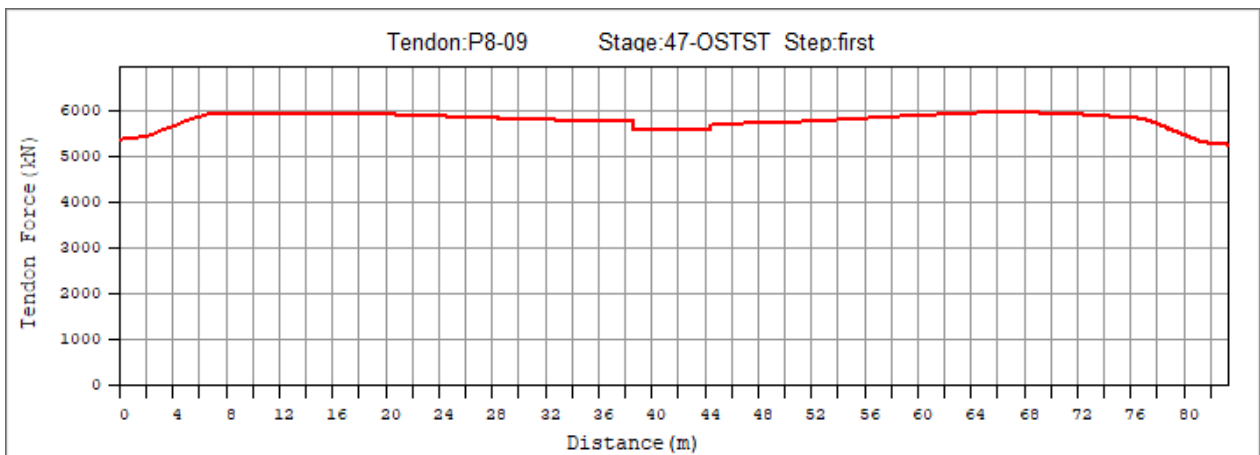
Obrázek 465: Kabelová skupina P8-08 po uvedení do provozu



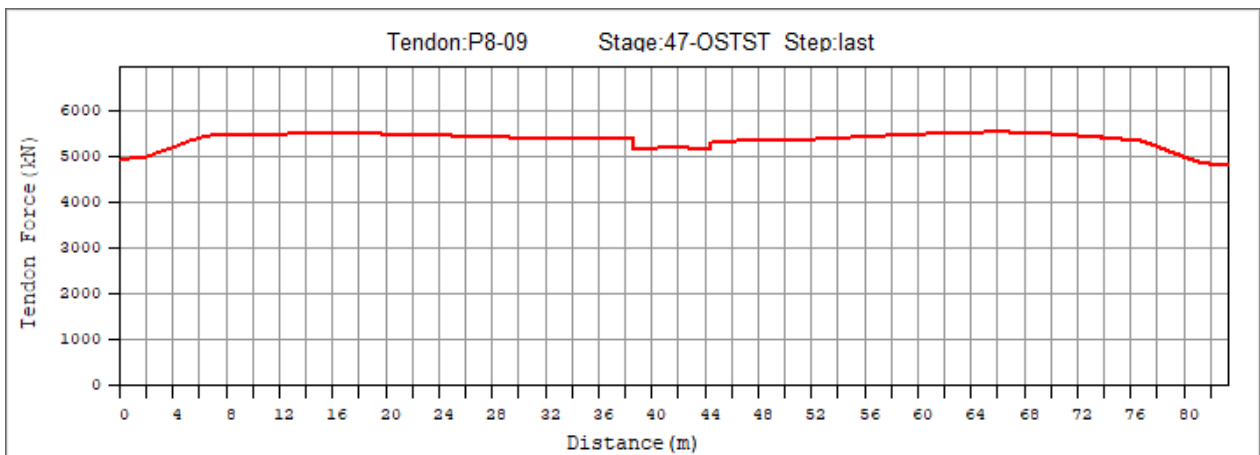
Obrázek 466: Kabelová skupina P8-08 na konci životnosti



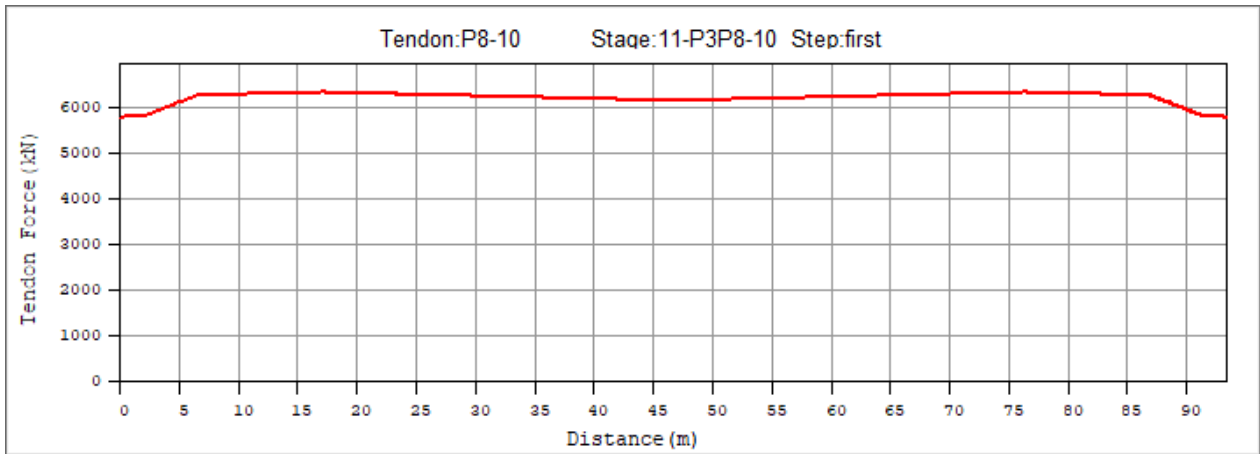
Obrázek 467: Kabelová skupina P8-09 po napnutí



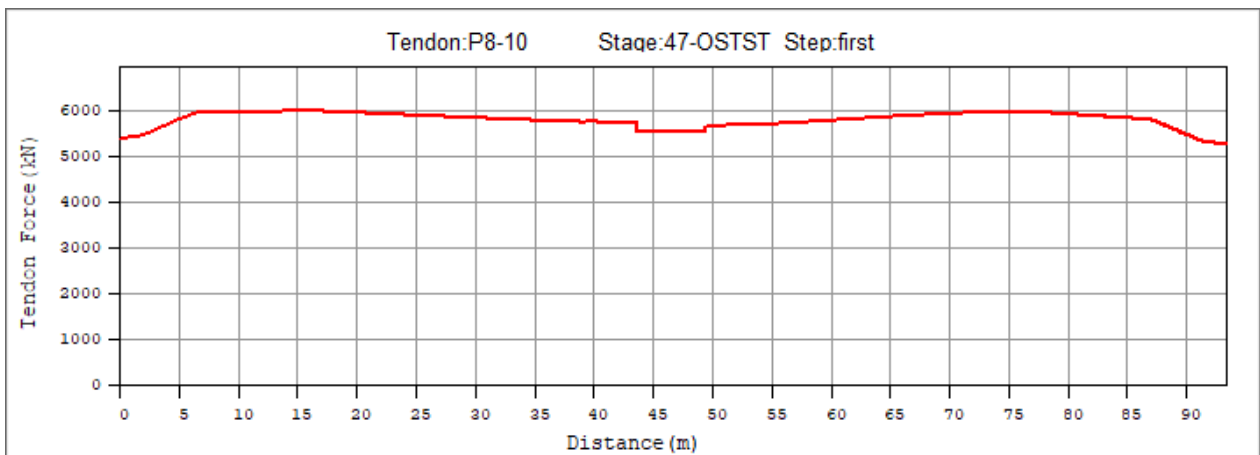
Obrázek 468: Kabelová skupina P8-09 po uvedení do provozu



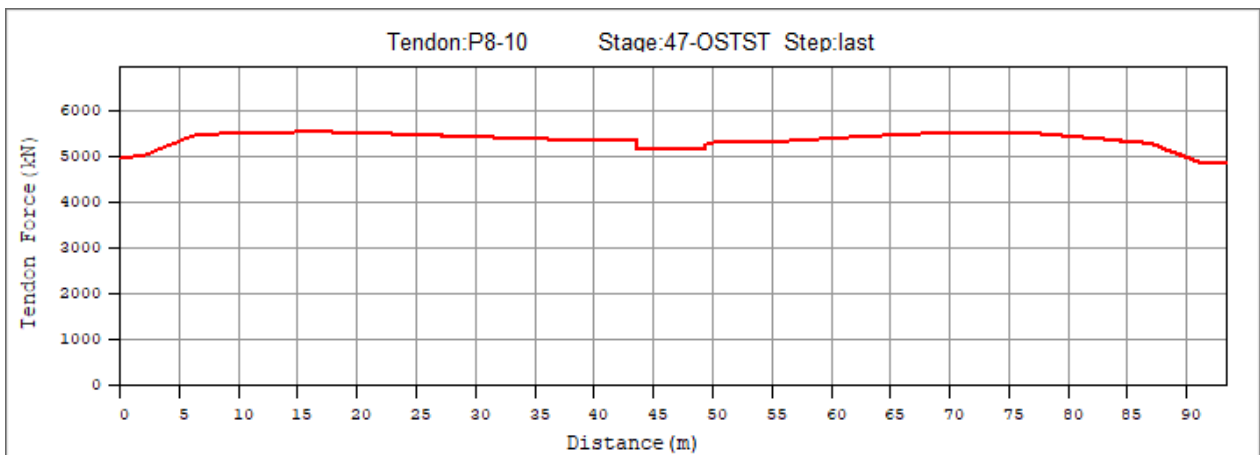
Obrázek 469: Kabelová skupina P8-09 na konci životnosti



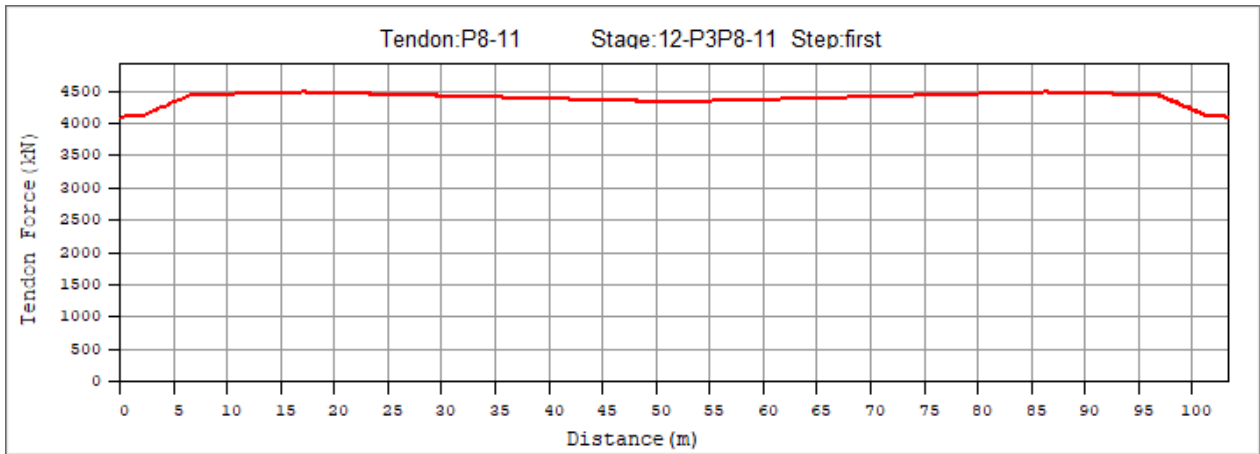
Obrázek 470: Kabelová skupina P8-10 po napnutí



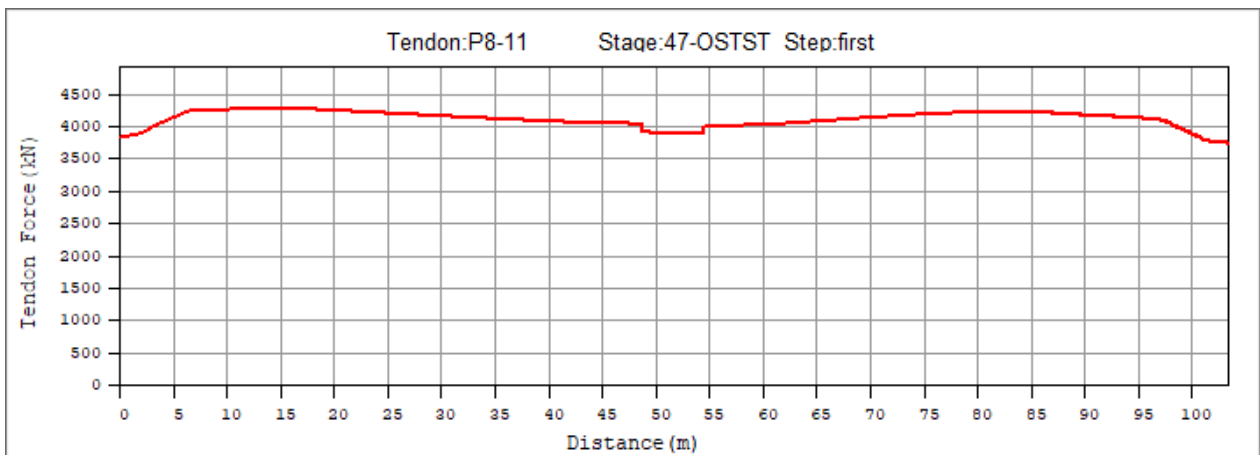
Obrázek 471: Kabelová skupina P8-10 po uvedení do provozu



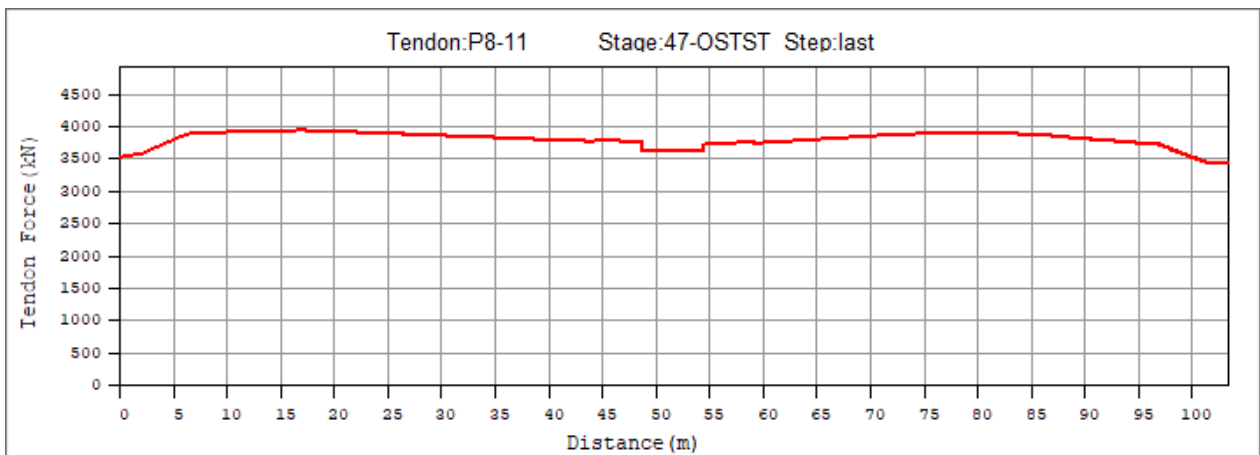
Obrázek 472: Kabelová skupina P8-10 na konci životnosti



Obrázek 473: Kabelová skupina P8-11 po napnutí

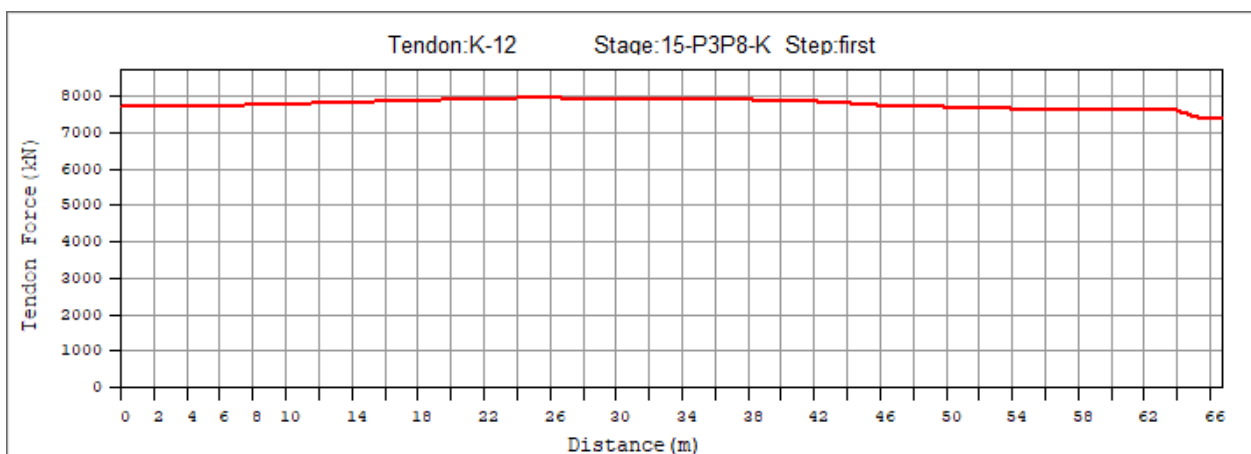


Obrázek 474: Kabelová skupina P8-11 po uvedení do provozu

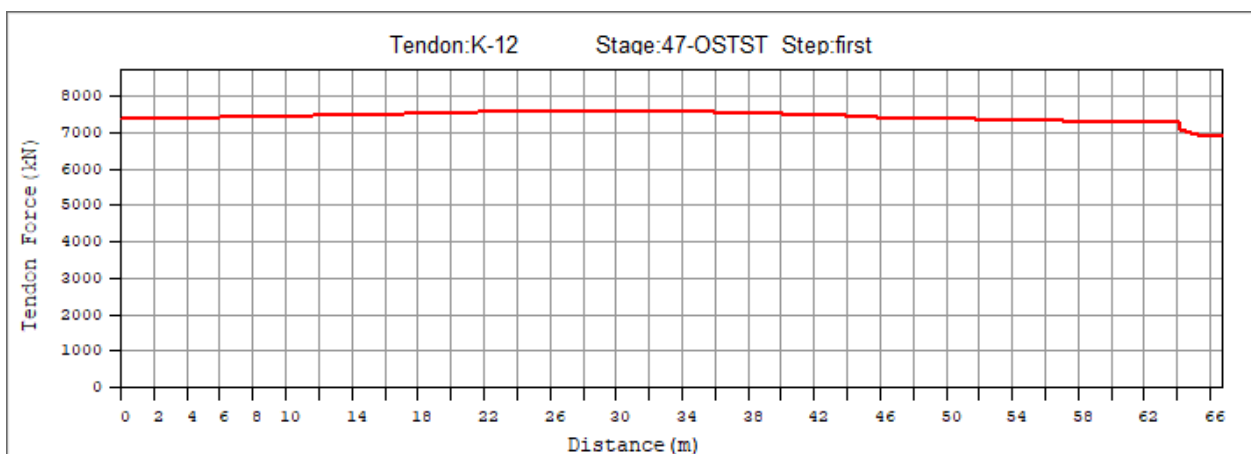


Obrázek 475: Kabelová skupina P8-11 na konci životnosti

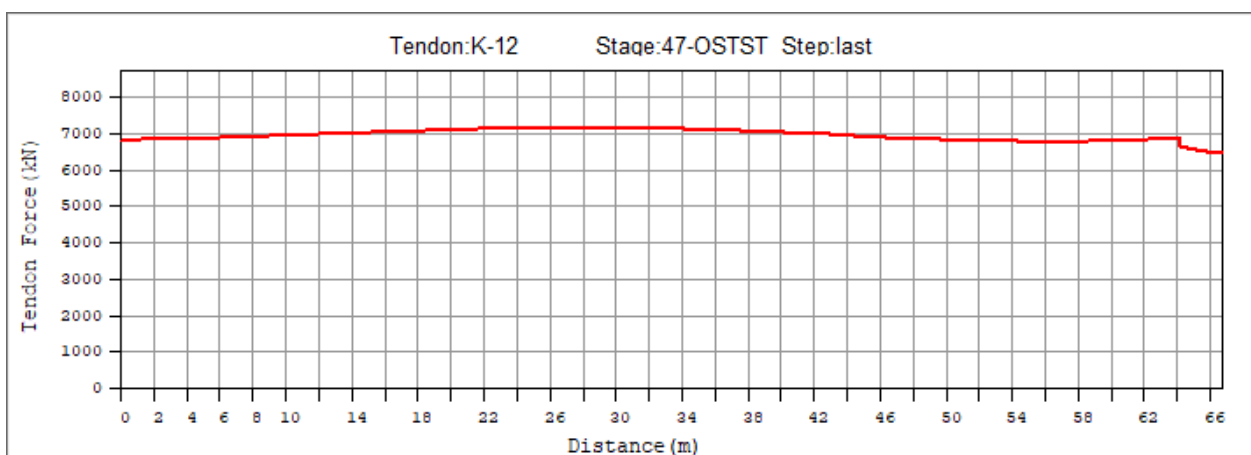
## 11.2 Spojité kabely



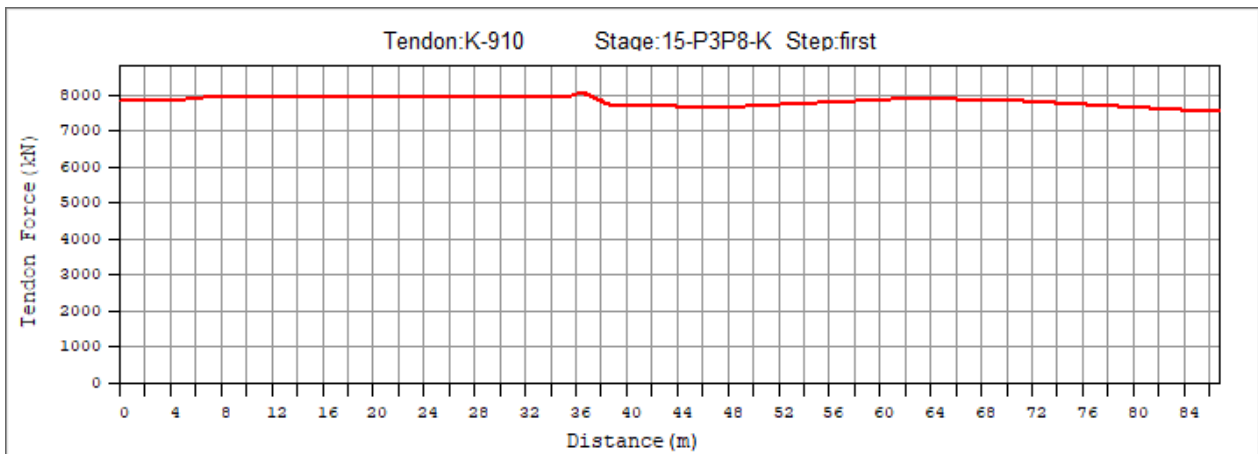
Obrázek 476: Kabelová skupina K12 po napnutí



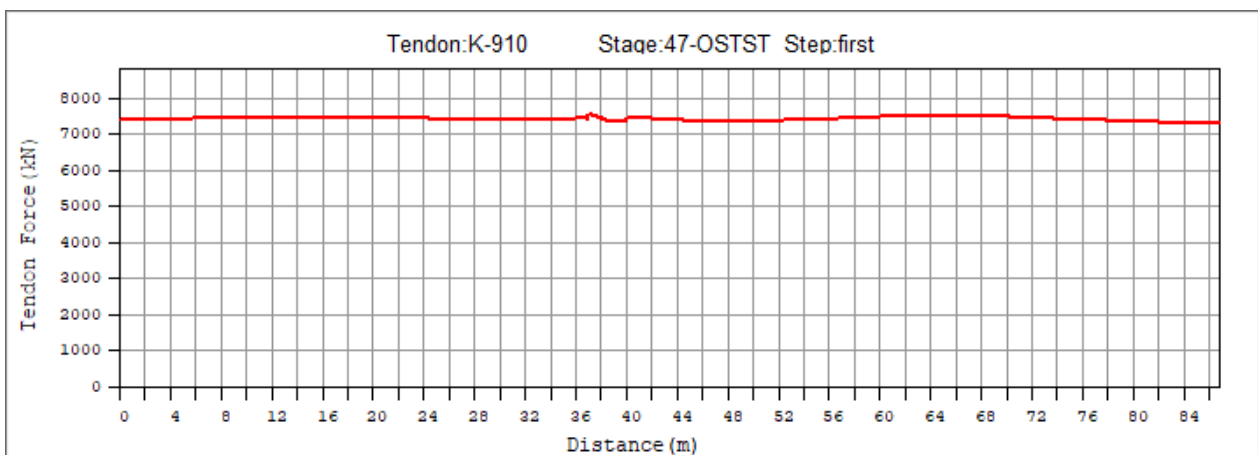
Obrázek 477: Kabelová skupina K12 po uvedení do provozu



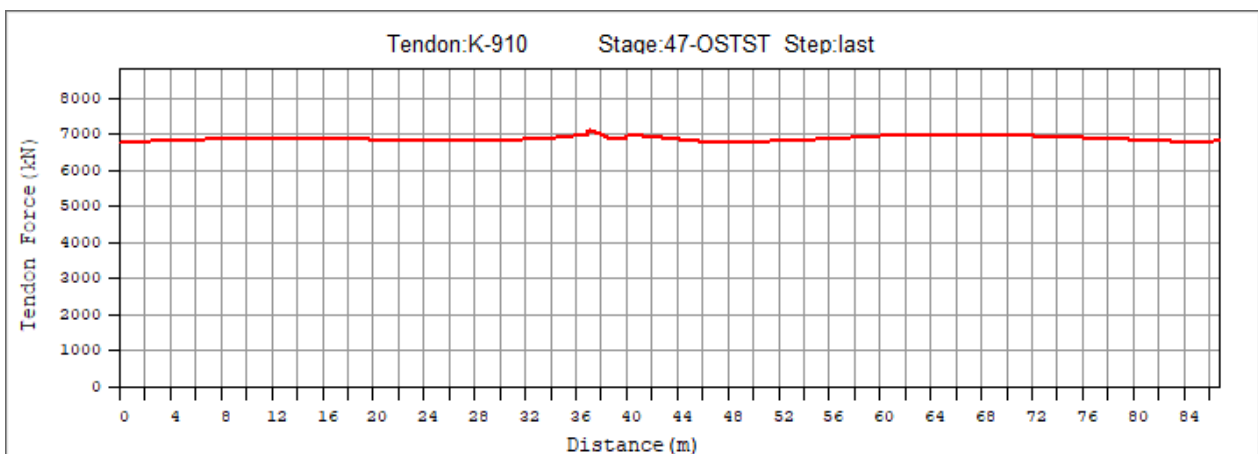
Obrázek 478: Kabelová skupina K12 na konci životnosti



Obrázek 479: Kabelová skupina K910 po napnutí

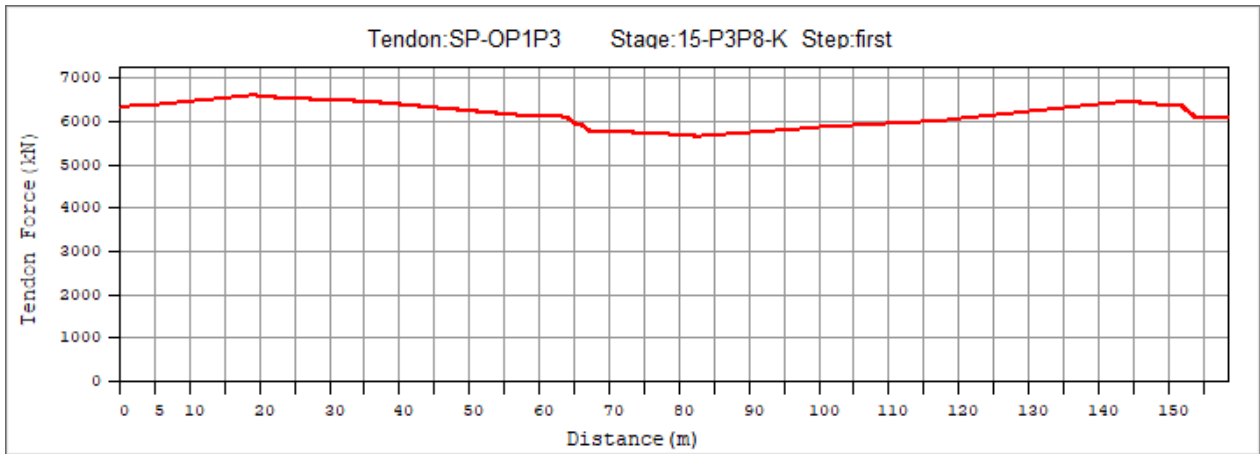


Obrázek 480: Kabelová skupina K910 po uvedení do provozu

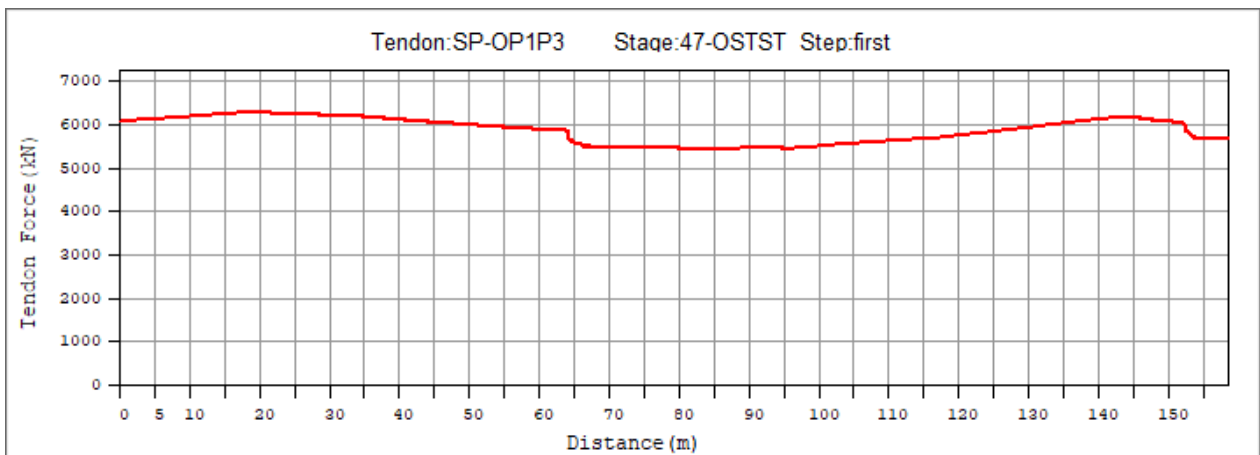


Obrázek 481: Kabelová skupina K910 na konci životnosti

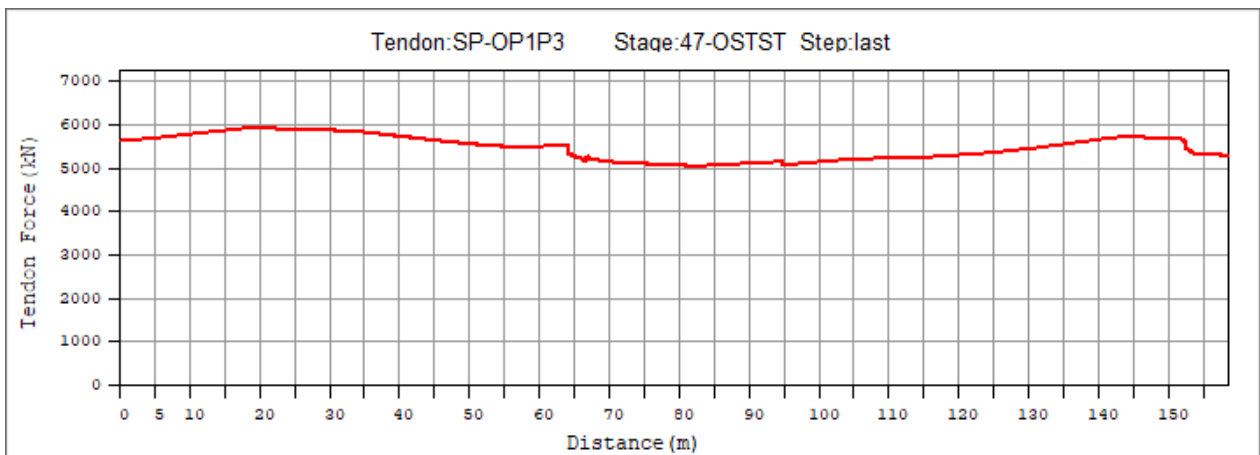




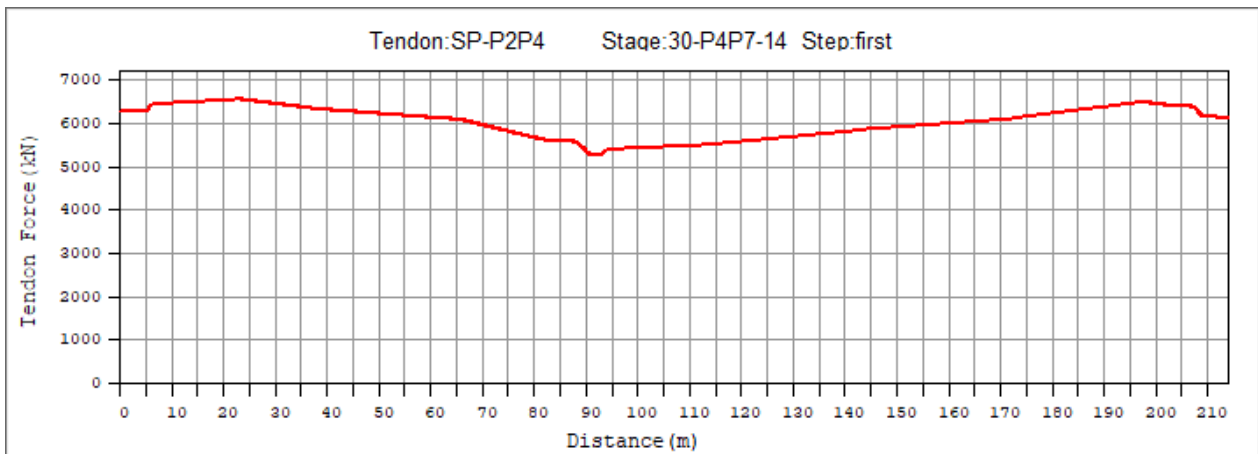
Obrázek 482: Kabelová skupina OP1P3 po napnutí



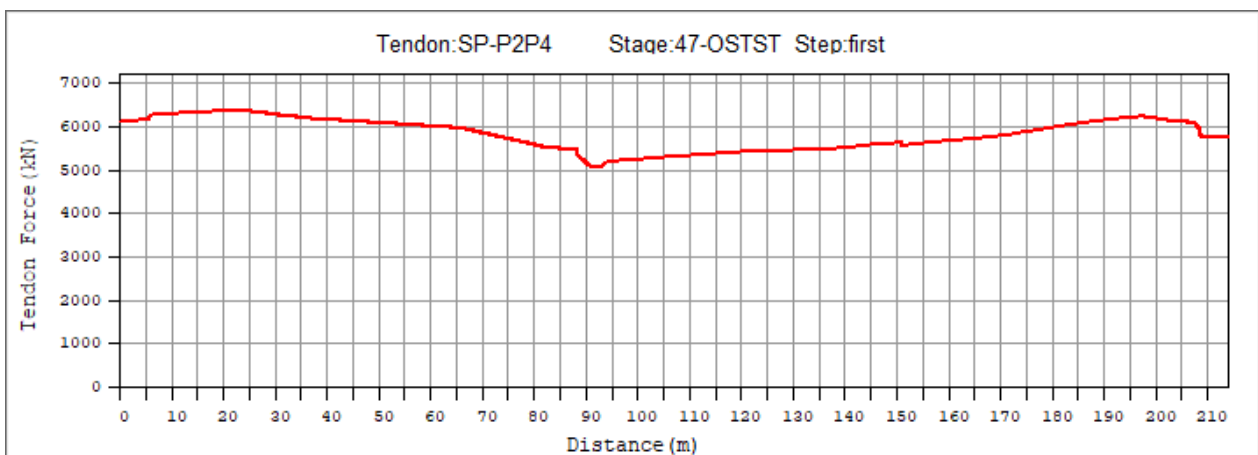
Obrázek 483: Kabelová skupina OP1P3 po uvedení do provozu



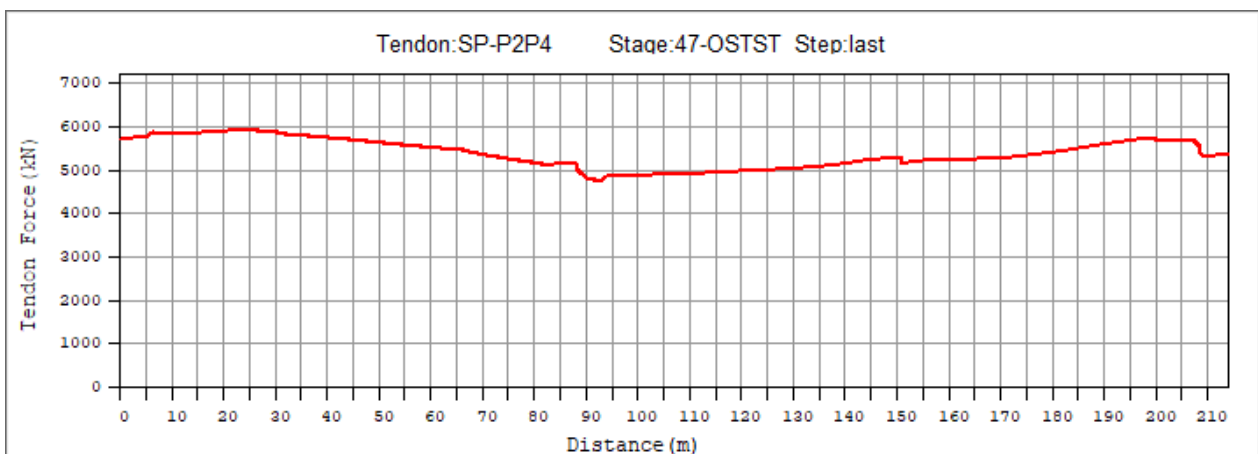
Obrázek 484: Kabelová skupina OP1P3 na konci životnosti



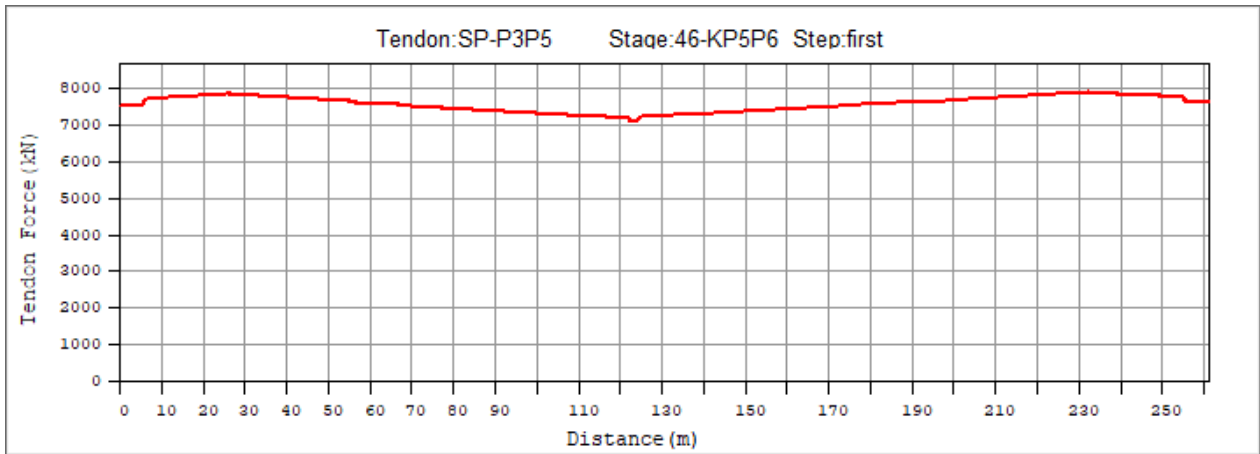
Obrázek 485: Kabelová skupina P2P4 po napnutí



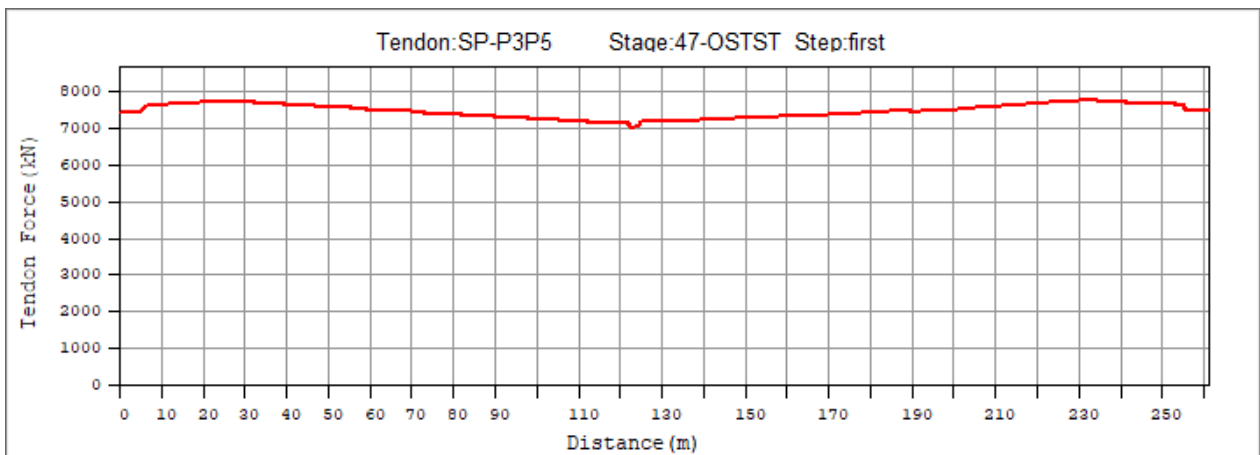
Obrázek 486: Kabelová skupina P2P4 po uvedení do provozu



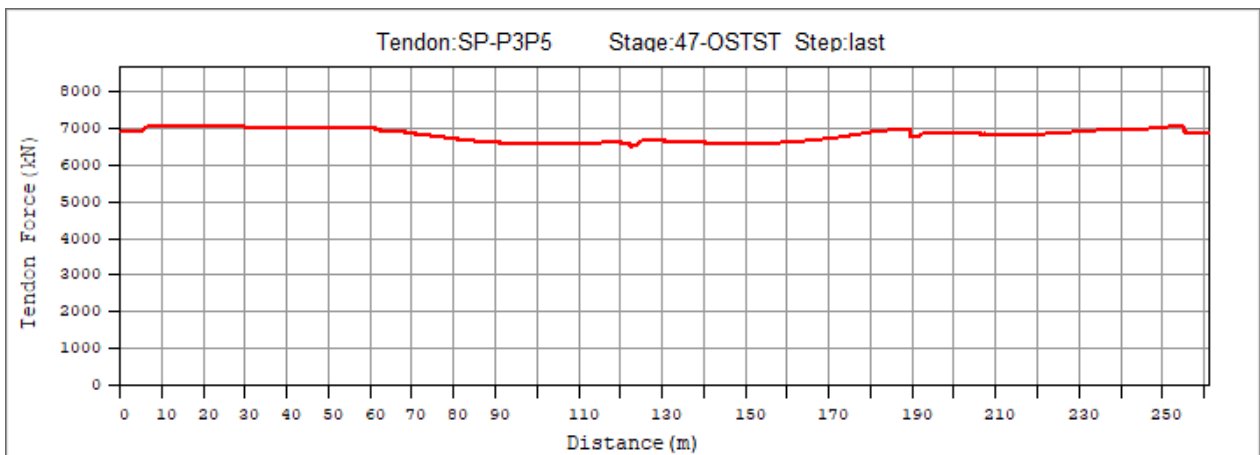
Obrázek 487: Kabelová skupina P2P4 na konci životnosti



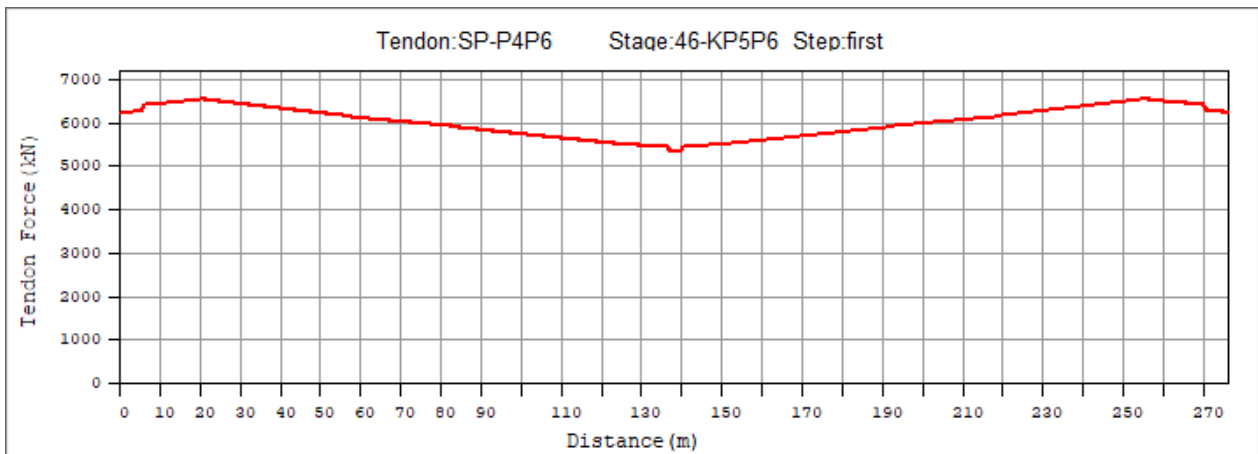
Obrázek 488: Kabelová skupina P3P5 po napnutí



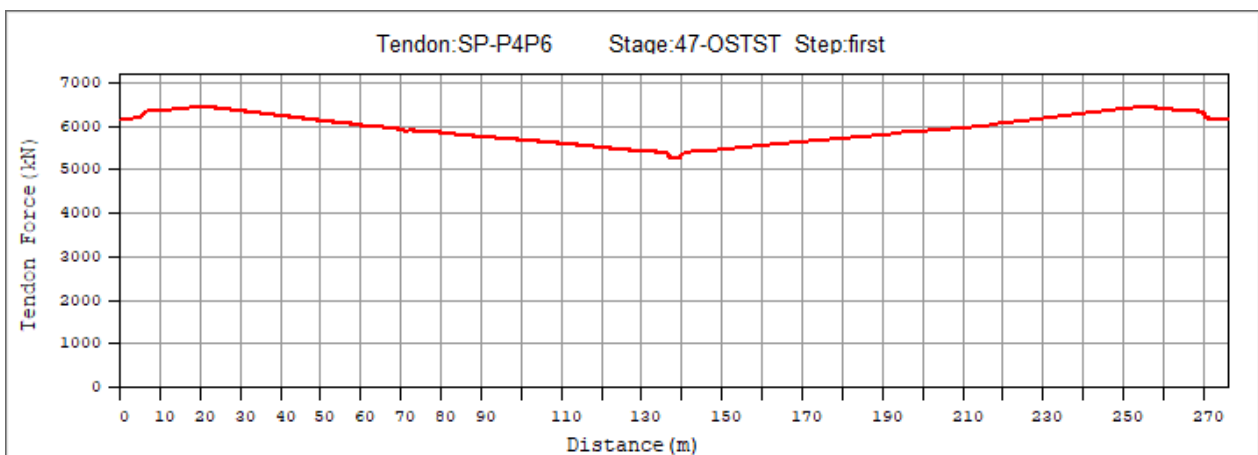
Obrázek 489: Kabelová skupina P3P5 po uvedení do provozu



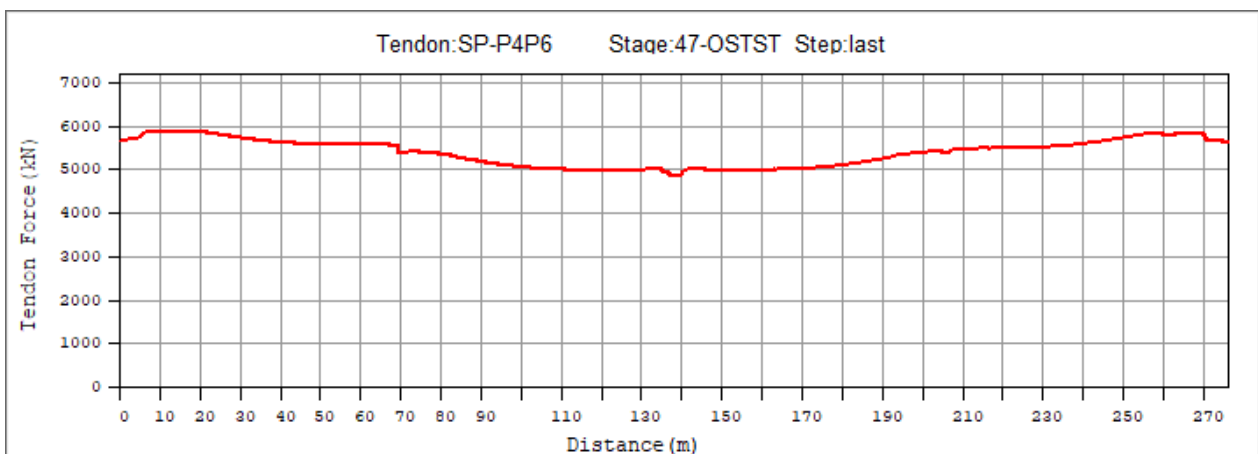
Obrázek 490: Kabelová skupina P3P5 na konci životnosti



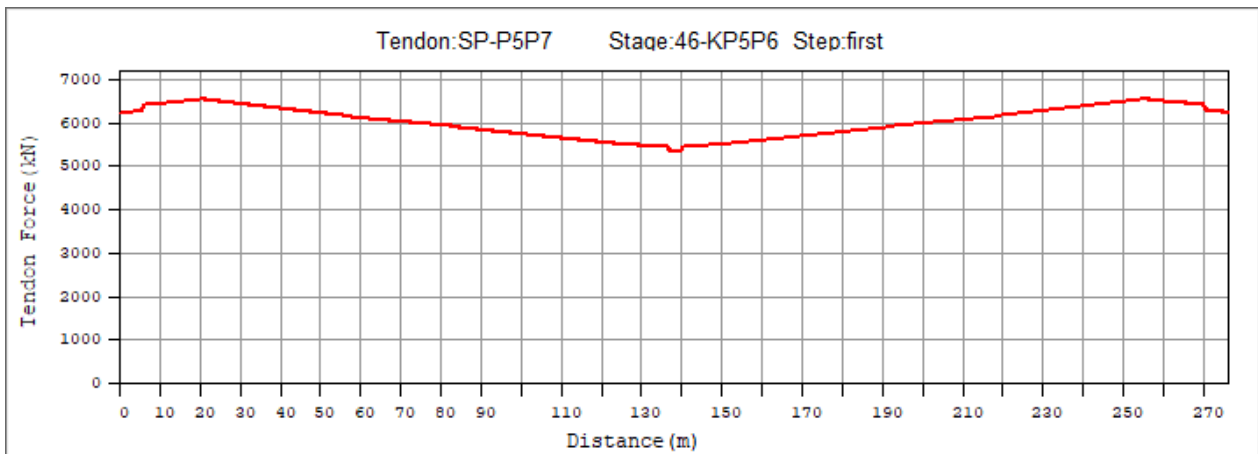
Obrázek 491: Kabelová skupina P4P6 po napnutí



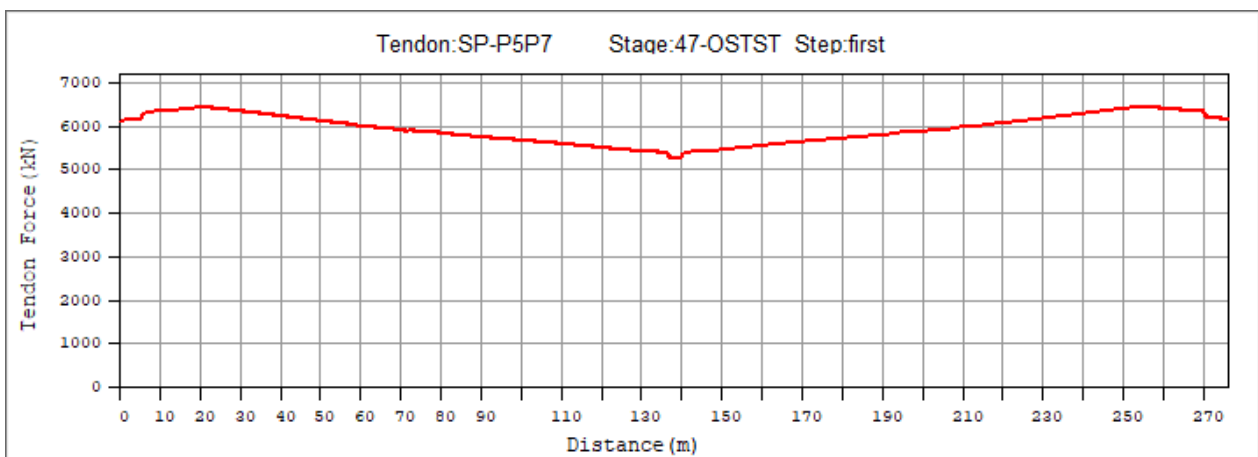
Obrázek 492: Kabelová skupina P4P6 po uvedení do provozu



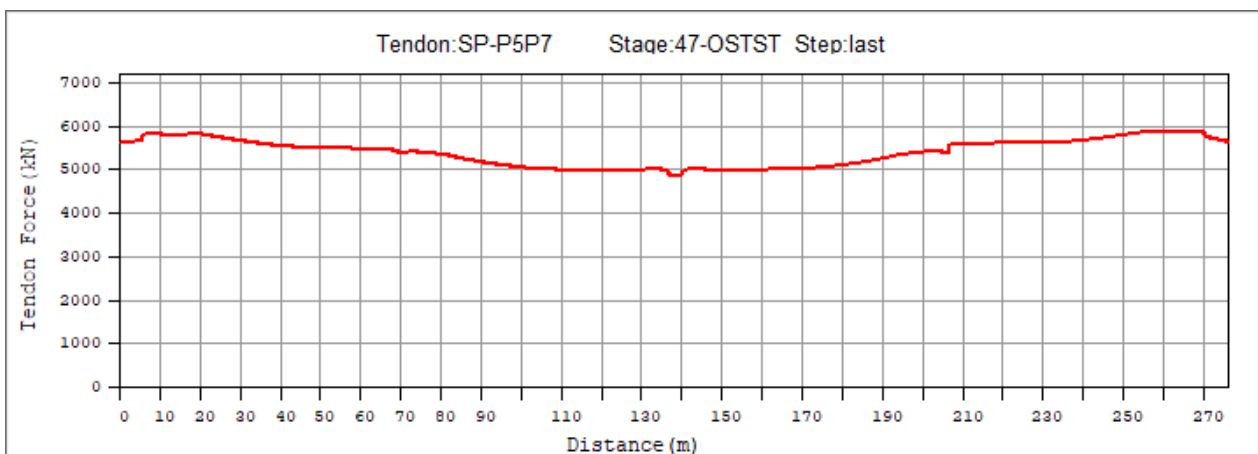
Obrázek 493: Kabelová skupina P4P6 na konci životnosti



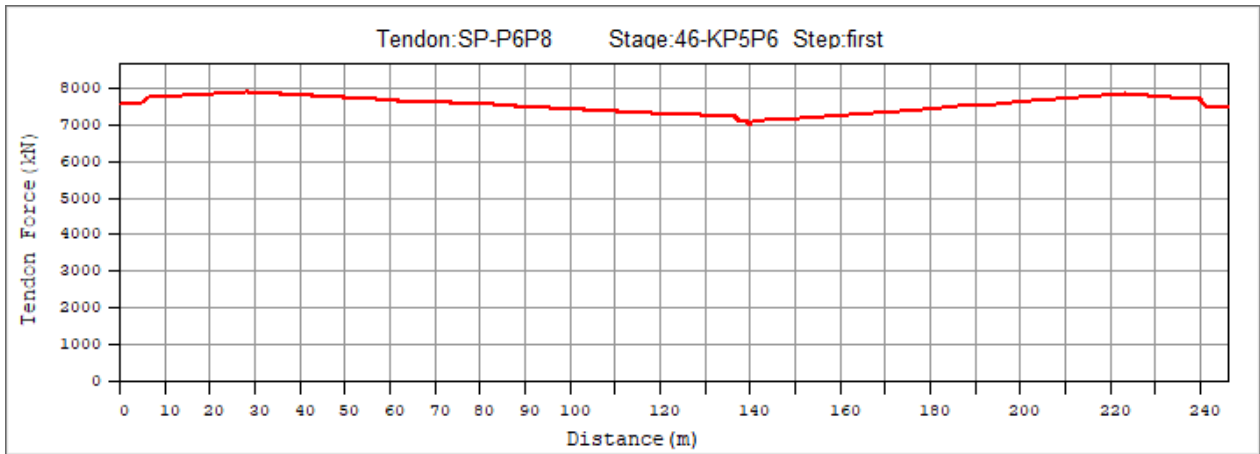
Obrázek 494: Kabelová skupina P5P7 po napnutí



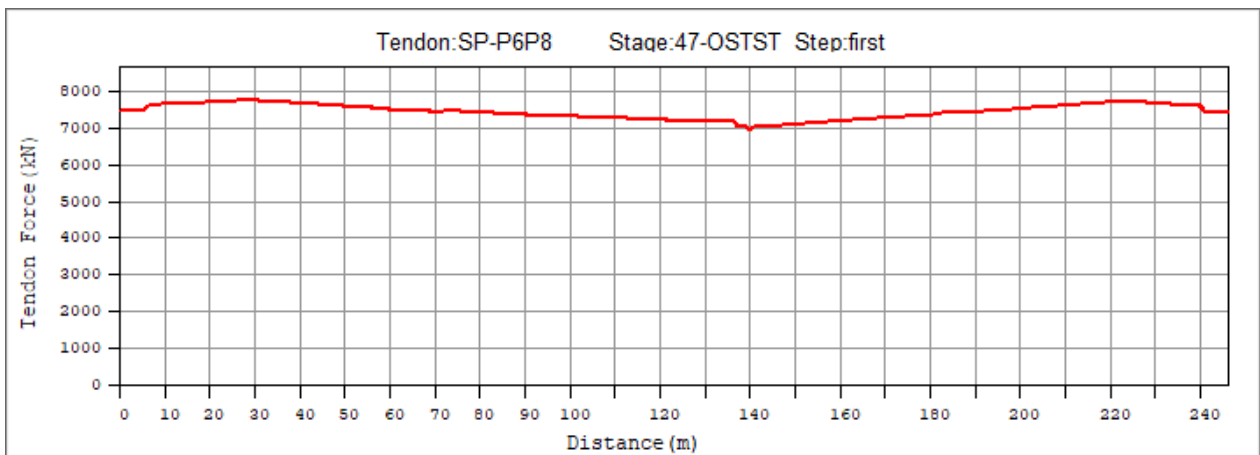
Obrázek 495: Kabelová skupina P5P7 po uvedení do provozu



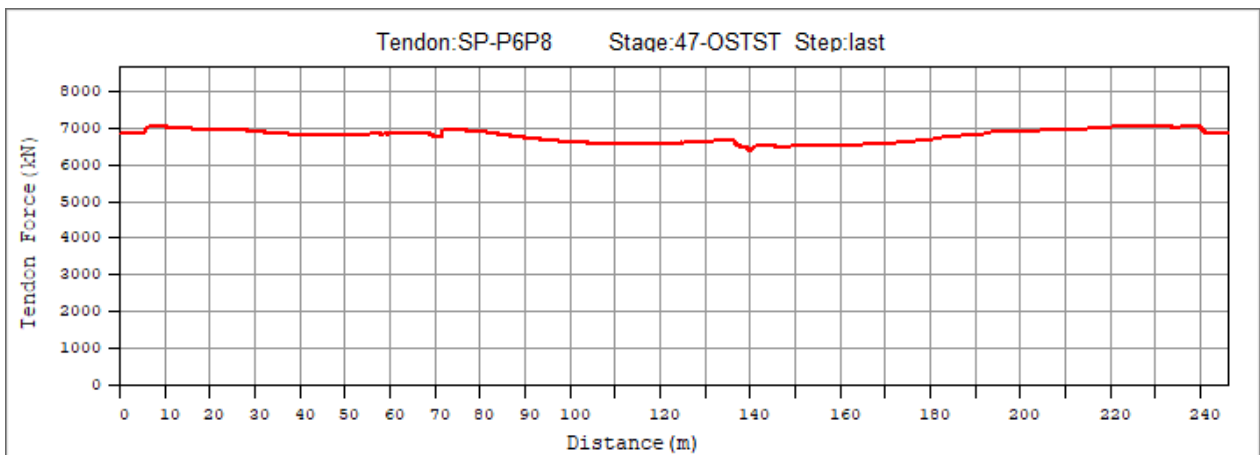
Obrázek 496: Kabelová skupina P5P7 na konci životnosti



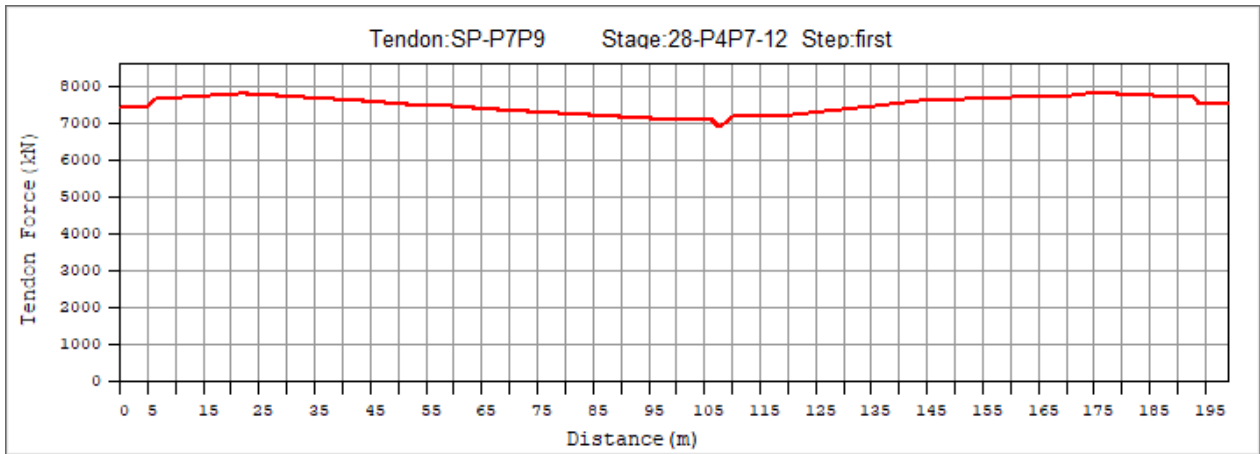
Obrázek 497: Kabelová skupina P6P8 po napnutí



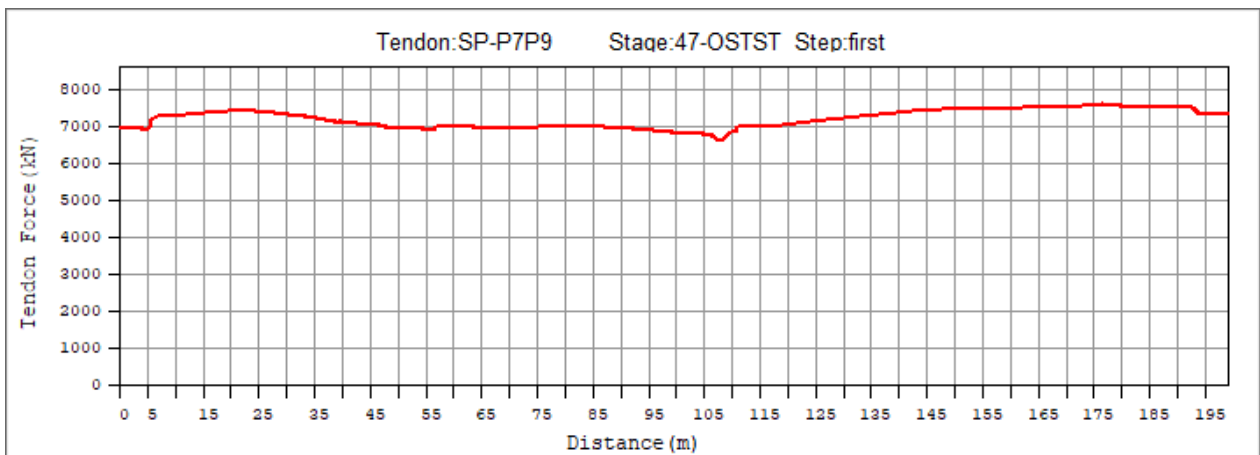
Obrázek 498: Kabelová skupina P6P8 po uvedení do provozu



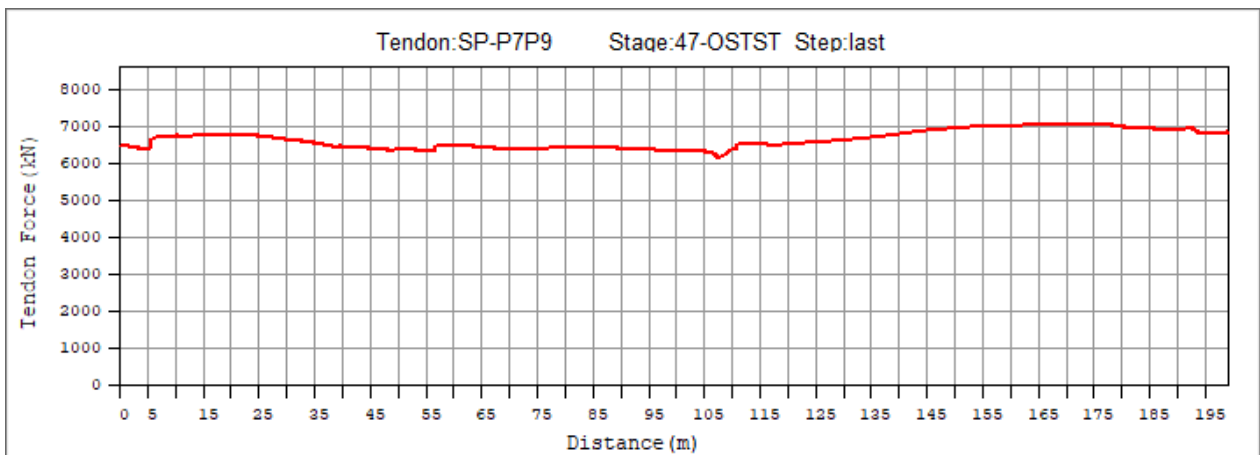
Obrázek 499: Kabelová skupina P6P8 na konci životnosti



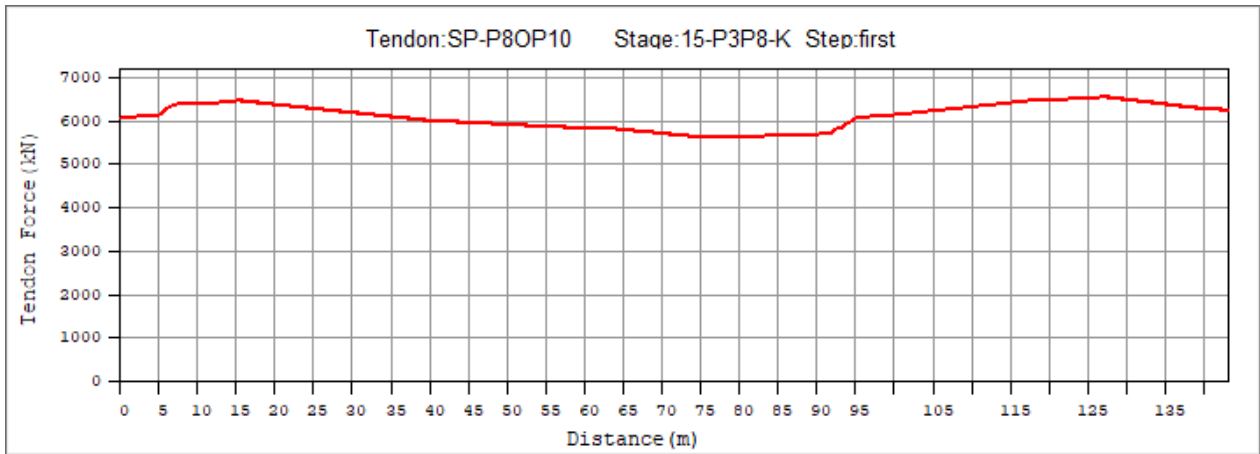
Obrázek 500: Kabelová skupina P7P9 po napnutí



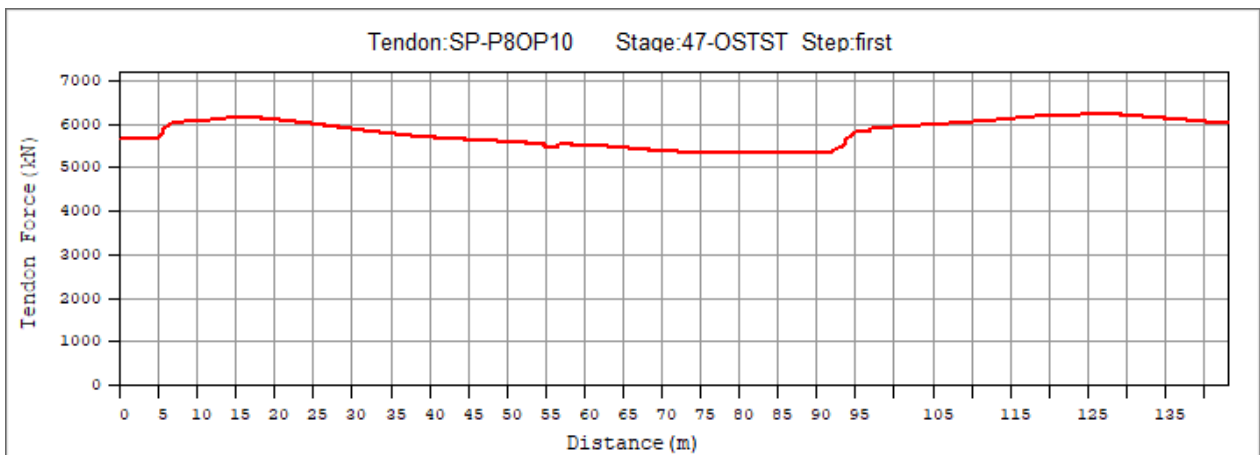
Obrázek 501: Kabelová skupina P7P9 po uvedení do provozu



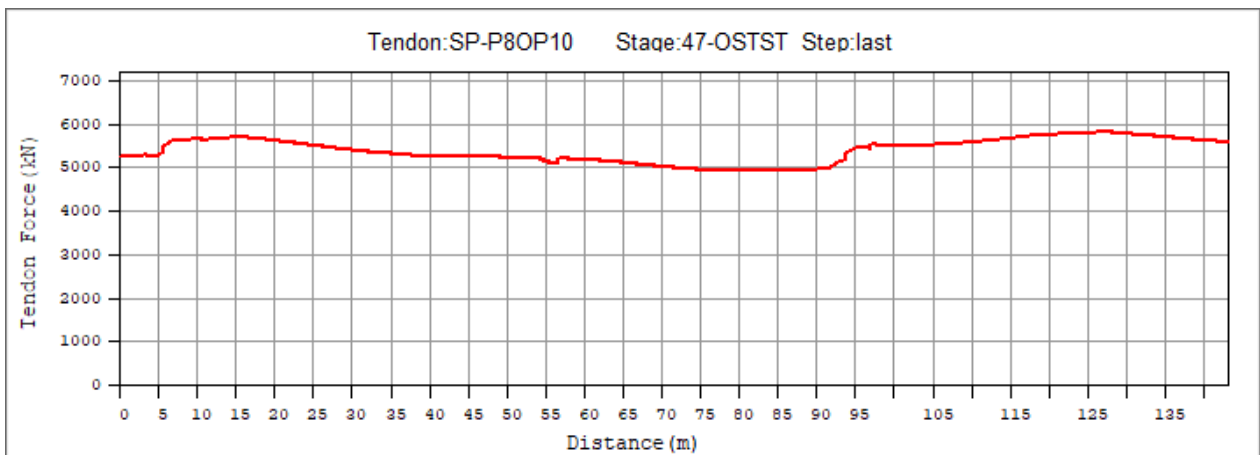
Obrázek 502: Kabelová skupina P7P9 na konci životnosti



Obrázek 503: Kabelová skupina P8OP10 po napnutí

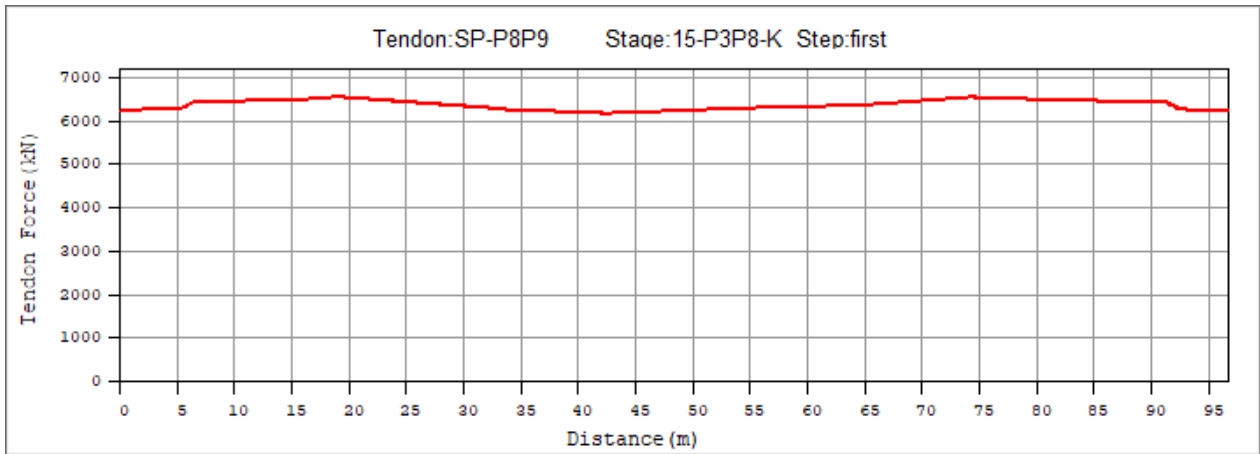


Obrázek 504: Kabelová skupina P8OP10 po uvedení do provozu

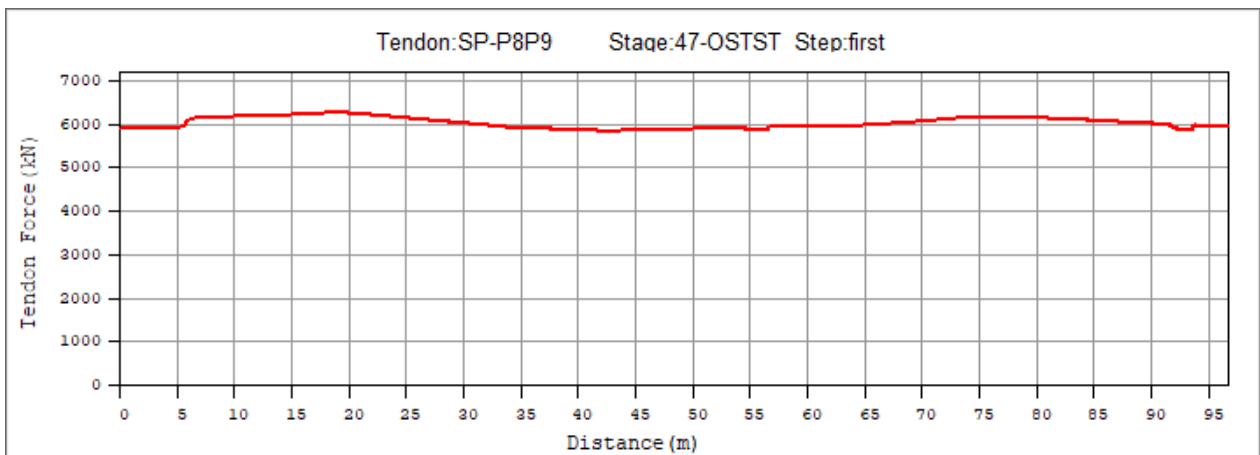


Obrázek 505: Kabelová skupina P8OP10 na konci životnosti

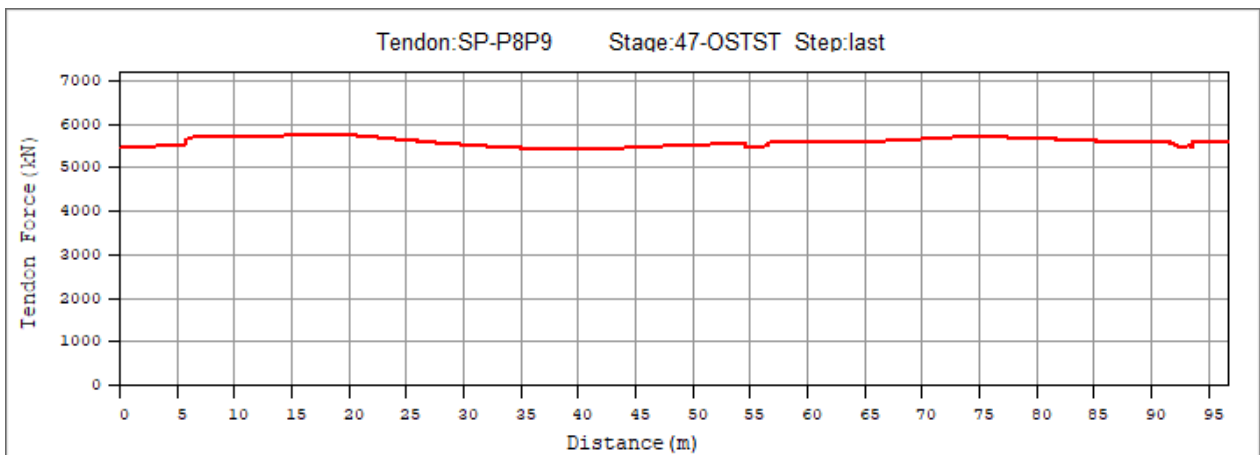




Obrázek 506: Kabelová skupina P8P9 po napnutí



Obrázek 507: Kabelová skupina P8P9 po uvedení do provozu



Obrázek 508: Kabelová skupina P8P9 na konci životnosti

# Výběr literatury ke statickému výpočtu

## Normy

- [1] ČSN EN 206+A1. *Beton*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [2] ČSN EN 1990. *Eurokód 0: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.
- [3] ČSN EN 1991-1-1. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [4] ČSN EN 1991-1-4. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.
- [5] ČSN EN 1991-1-5. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [6] ČSN EN 1991-1-6. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-6: Obecná zatížení – Zatížení během provádění*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.
- [7] ČSN EN 1991-2. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.
- [8] ČSN EN 1992-1-1. *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- [9] ČSN EN 1992-2. *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [10] Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací: *Kapitola 18 – Betonové konstrukce a mosty (TKP18)*. Praha: Ministerstvo dopravy ČR, 2016. 190 s. [online]

## Příručky a komentáře k normám

- [11] HRDOUŠEK, Vladislav et al. *Navrhování betonových mostů podle norem ČSN EN 1992*. Praha: Česká betonářská společnost, 2010. 1. vyd. 182 s. ISBN 978-80-8715-827-2.
- [12] HRDOUŠEK, Vladislav et al. *Navrhování mostních konstrukcí podle Eurokódů*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2010. 1. vyd. 360 s. ISBN 978-80-8709-390-0.
- [13] HEWSON, Nigel. *Prestressed Concrete Bridges: Design and Construction*. London: Thomas Telford Limited, 2012. 412 s. ISBN 978-0-7277-4113-4. (angličtina)

[14] ROSIGNOLI, Marco. Bridge Construction Equipment. London: Thomas Telford Limited, 2013. 471 s. ISBN 978-0-7277-5808-8. (angličtina)

### **Podklady výrobců**

[15] *Tetron CD: Mechanická hrncová ložiska*. Freyssinet, 2011. [online]

[16] *Mostní závěry Freyssinet*. Freyssinet, 2015. [online]

[17] ŠEVČÍK, P. VSL – technická specifikace: Předpínací systémy VSL 0,5“, 0,6“. Praha: VSL systémy. 64 s.

[18] European Technical Assessment ETA 06/0006. VSL Post-Tensioning System. Sourdun: Cerema, 2015. 130 s. (angličtina)