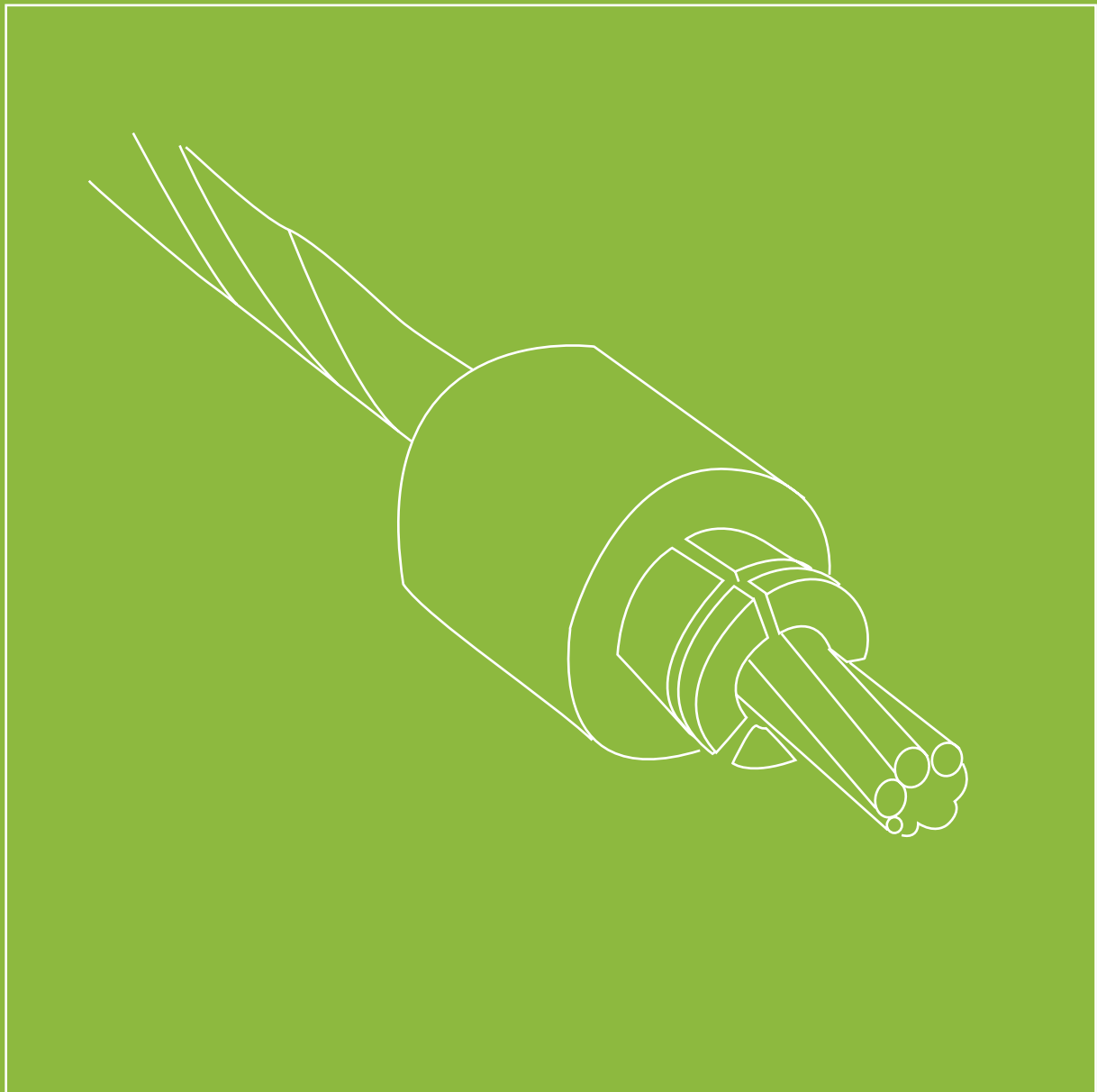


SANA  [®]

Monostrand systém



obsah

MONOSTRAND SYSTÉM	3
Úvod do MonoStrand systému	4
Popis lan MonoStrand	5
Popis kotevních hlavic	6
Metodický a koncepční přístup k návrhu	7

SANAX[®]

MonoStrand
system

Úvod do MonoStrand systému

Betonové a zděné konstrukce mají dobrou únosnost v tlaku, ale pokud nejsou vyztužené, vykazují nízkou únosnost v tahu. Vyztužením pomocí běžné betonářské výztuže, nebo například pomocí systému Spiral či GlasFix lze nedostatečnou tahovou únosnost doplnit. U všech těchto způsobů je návrh omezen množstvím výztuže, kterou je možné do průřezu vložit, tzn. jeho velikostí. V některých případech se tak může stát, že navrhovaný průřez je příliš velký, nebo v případě rekonstrukcí příliš malý a výztuž není možné umístit.

V těchto případech je vhodné přemýšlet o změně statického působení konstrukce či její části. Jednou z možností je vložení předepnutých ocelových lan. Touto technologií je možné vnést do konstrukce nové tlakové síly, které jsou schopné částečně či úplně vykompenzovat tahové namáhání průřezu. Vhodným uložením a trasováním lan je tak možné vyrušit působení tahových napětí v konstrukci a předejít tak případným poruchám v podobě trhlin.

Zesilování konstrukcí pomocí předepnutých lan MonoStrand

Předpínání betonových konstrukcí je již známá a ověřená technologie. Uplatňuje se zejména v takových konstrukcích, kde běžné vyztužení není dostačující. Nejčastěji jsou předpínány betonové konstrukce a to zejména novostavby.

Je ale možné použít předpínání i jako sanační metodu pro rekonstrukci betonových i zděných objektů. Touto metodou lze docílit lepšího efektu než například použitím běžných ocelových kleštín. Správným návrhem je možné docílit obnovení původní funkce konstrukce nebo konstrukci upravit tak, aby staticky vyhovovala zamýšleným stavebním úpravám. Díky tomu, že jsou lana ohebná a lze je trasovat, je možné skrýt je do konstrukce, takže neničí estetiku objektu.

Typické aplikace:

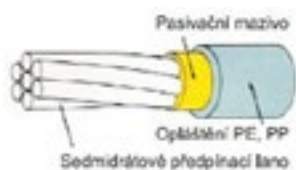
- Zděné klenby
- Zděné základové konstrukce
- Prostorové ztužení zděných objektů
- Betonové či zděné mosty
- Betonové průvlaky
- Betonové konzoly

Výhody:

- Velká variabilita návrhu
- Vysoká účinnost
- Velmi kvalitní materiál, vysoká technologická kázeň
- Rychlá instalace, často bez přerušení provozu
- Bez koroze

Popis lan MonoStrand

Jednolanový systém bez soudržnosti, pod názvem MonoStrand, je složen z předpínacích lan průměru 15,7 mm (0,6"S), uložených v HDPE chrániče s mazivem. Tím je zajištěna vynikající dvoustupňová protikorozní ochrana a dochází k minimální ztrátě předpínací síly vlivem tření. Vnější průměr jednolanových kabelů monostrand je 20 mm. Instalace tohoto lehkého systému je mimořádně rychlá, díky jeho rozměrům ho lze použít i do velmi subtilních konstrukcí a je velice flexibilní při koordinaci s výztuží. Lana mohou být vedena skrytě v kanálcích uvnitř konstrukce (památky, obytné budovy). Tam, kde to esteticky nevedí, se vedou po povrchu konstrukce (průmysl). Ke kotvení používáme poplastované kotevní hlavice. Lana se napínají pomocí předpínacích pistolí.



Obr. 1 – schéma předpínacího lana.

Technické informace – lana Monostrand	
Průměr lana	15,7 mm
Pevnost v tahu	1860 MPa
Tloušťka stěny HDPE 80	1,5 mm (- 0,0/+0,4 mm)
Podíl vrstvy HDPE 80 pláště	min. 54 kg / t
Podíl vrstvy HDPE 80 maziva	min. 38 kg / t



Obr. 2 – průřez předpínacího lana.

Popis kotevních hlavic

Kotevní hlavice slouží jako opěrný bod pro vnesení předpětí. Lano je v kotvách uchyceno a při předpínání se o kotvy opírá předpínací pistole. Na kvalitu a provedení kotev je rovněž kladen velký důraz, protože jsou kotvy namáhány nejen vnesenou předpínací silou, ale také mohou být ovlivněny nepříznivými vlivy, jako je například působení vlhkosti či různých chemických látek.

Kotvy Sanax jsou buď kruhové, nebo obdélníkové (2 velikosti). Jsou vyrobeny z oceli S 355 J0 a jsou po celém povrchu opatřeny důkladnou protikorozní úpravou (poplastování).

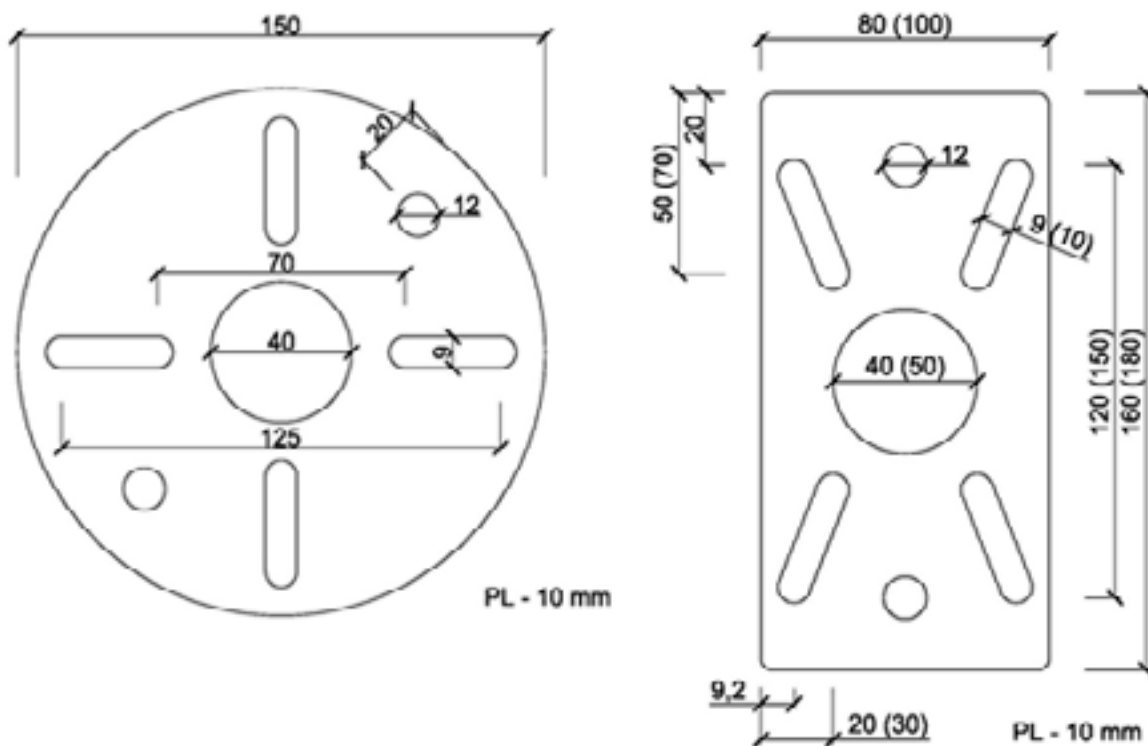


Obr. 3 a 4 – kruhová kotevní hlavice s nasazenou a nenasazenou krytkou.



Obr. 5 a 6 – obdélníková kotevní hlavice s nasazenou a nenasazenou krytkou.

Obr. 7 a 8 – kruhová a obdélníková kotevní hlavice – výrobní výkres.
 V závorkách jsou uvedeny rozměry druhého typu obdélníkové kotevní hlavice.



Metodický a koncepční přístup k návrhu

Postup návrhu předepnuté konstrukce

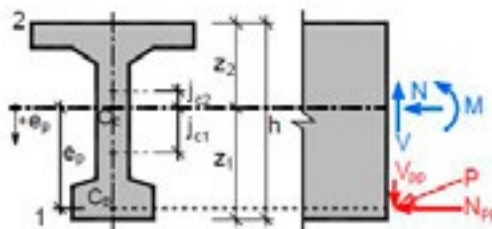
Ověření návrhu předpětí podmínkami omezení napětí

Pro ověření návrhu předpětí lze využít některé podmínky pro omezení napětí dle EN 1992-1-1, zejména pak:

Podmínky linearity dotvarování

Napětí ve betonu v tlaku

„Dekomprese“ betonu



Obr. 1 Předpjatý průřez, účinky zatížení a předpětí

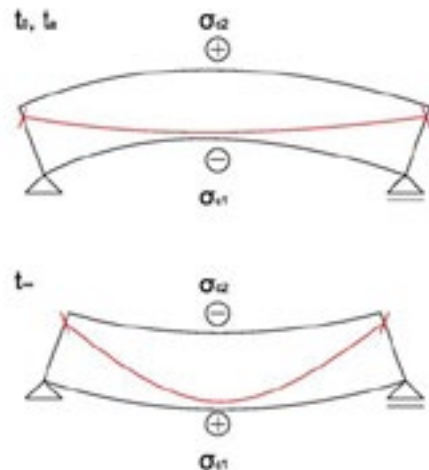
Pro výpočet napětí se vychází z předpokladu lineárně-pružného chování betonu. Excentricita kabelu se předpokládá kladná, pokud se kabel nachází v kladném směru osy z. Zvolíme-li záporné znaménko pro tlakovou osovou sílu, pak kladný je moment, který táhne vlákna 1. V obecném případě může jako vnější zatížení N, M, V působit vlastní tíha, zatížení stálé, zatížení proměnné, sekundární účinky předpětí.

$$\sigma_{c1} = \frac{N + N_{pp}}{A_c} + \frac{M + N_{pp} \cdot e_p}{W_{c1}} \quad \sigma_{c2} = \frac{N + N_{pp}}{A_c} - \frac{M + N_{pp} \cdot e_p}{W_{c2}} \quad (1)$$

Hledáme kombinace vyvolující v jednotlivých vláknech největší tah a tlak, nejmenší tlak (tj. napětí blízcí se nule).

Pro jednotlivá stádia působení předpjatého nosníku to jsou :

- t_0 při předpínání (před zakotvením)
- t_a po zakotvení
- t_∞ v čase blízcímu se nekonečnu



Obr. 2 Zobrazuje napětí v jednotlivých stádiích.

t_0 při předpínání:

podmínky:

o trvalé účinky: $-\sigma_{c1} \leq 0,45 f_{ck}(t)$

o dočasně lze: $-\sigma_{c1} \leq 0,6 f_{ck}(t)$

zatížení působící v okamžiku napínání:

- vlastní tíha g_D
- střední hodnota předpínací síly $P_{m,t0(x)}$
- dosadíme pro podmínku $0,6 f_{ck}$ že platí:

$$P = -N_{pp} \leq \frac{0,6 f_{ck} + \frac{M}{W_{c1}}}{\frac{1}{A_c} + \frac{e_p}{W_{c1}}}$$

- nalezneme maximální počet lan

t_a po zakotvení:

$\sigma_{c1} \leq 0,45 f_{ck}(t)$ pro kvazistálou kombinaci (trvalé účinky)

působící zatížení:

- vlastní tíha g_{0k} (uvažujeme jednu charakteristickou hodnotu, proměnnost malá),
- charakteristická hodnota předpínací síly $P_{k,sup} = r_{sup} P_{m,ta}(x) = 1,1 P_{m,ta}(x)$
- dosadíme do (1) a nalezneme maximální počet lan
- při obtížné splnitelnosti kontrolujeme pro g_{0k}, g_{1k} (g_{0k} působí samostatně jen krátce, případně předepíšeme dočasné zatížení na skládce)

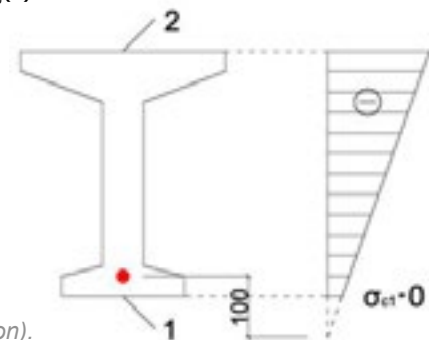
Podmínka $\sigma_{c1} \leq 0,45 f_{ck}(t)$ nerozhoduje!

t_∞ v nekonečnu:

$\sigma_{c2} \leq 0,45 f_{ck}(t)$ pro kvazistálou kombinaci (trvalé účinky)

působící zatížení :

- stálé zatížení g_{0k}, g_{1k}
 - charakteristická hodnota předpínací síly $P_{k,inf} = r_{inf} P_{m,t∞}(x) = 0,9 P_{m,t∞}(x)$
- dosadíme do (1) a nalezneme nutný počet lan (nerozhodne)



Obr. 3 Zobrazuje podmínku dekomprese (plně předpjatý beton).

$\sigma_{c2} \leq k_1 f_{ck}(t) = 0,6 f_{ck}(t)$ pro XD (chloridy), XS (moře), XF (mrazy)

působící zatížení :

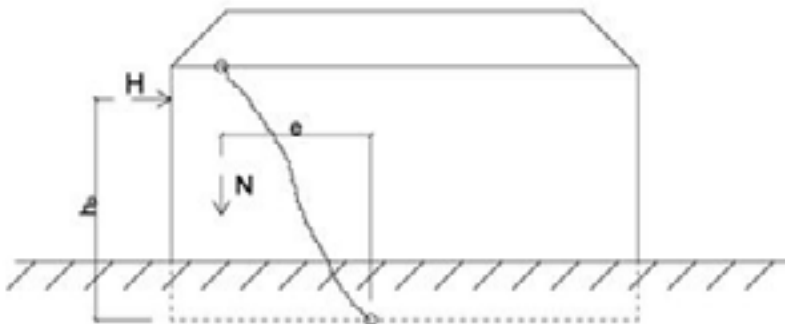
- charakteristická kombinace (stálé zatížení g_{0k}, g_{1k} , proměnné zatížení Q_{1k})
 - charakteristická hodnota předpínací síly $P_{k,inf} = r_{inf} P_{m,t∞}(x) = 0,9 P_{m,t∞}(x)$
- dosadíme do (1) a nalezneme nutný počet lan (nerozhodne)

Podmínka „dekomprese“ betonu $\sigma_{c1} \approx 0$ (malý tlak)

působící zatížení :

- častá kombinace (stálé zatížení g_{0k}, g_{1k} , $1,1 Q_{1k}$) pro XD a XS
 - kvazistálá kombinace (stálé zatížení g_{0k}, g_{1k}) pro XC
 - charakteristická hodnota předpínací síly $P_{k,inf} = r_{inf} P_{m,t∞}(x) = 0,9 P_{m,t∞}(x)$
- dosadíme do (1) a nalezneme nutný počet lan

Postup návrhu předepnuté zděné konstrukce:



Obr. 4 Schéma porušeného objektu.

Nestabilizující moment utržené části:

$$M_{sd} = N \cdot e \leq M_{bd} = H \cdot h_p$$

Kde	N	tíha utržené části objektu
	e	rameno síly
	H	předpínací síla v lanu
	hp	vzdálenost působíště přepínací síly

Je nutné se přesvědčit, zda zdivo pod kotevními deskami vyhoví na tlak rovnoběžně s ložnými sparami.

Postup předpínání železobetonových konstrukcí:

- Sanace poškozených částí zesílené konstrukce (injektáž trhlin)
- Navrtání náhradních kabelových kanálků
- Provedení a osazení dodatečných deviátorů (nutná pozornost ochraně proti korozi, těchto nových obvykle zámečnických výrobků)
- Vytvoření dodatečných kotevních oblastí a osazení kotev a podkladních desek
- Protážení lan a předepnutí
- Zainjektování kabelových kanálků a obetonování kotevních oblastí

Postup předpínání zděných konstrukcí

Vlastnímu předpínání konstrukce objektu je nutno vždy věnovat maximální pozornost. Součástí projektu musí být vždy výpis jednotlivých lan včetně požadovaných předpínacích sil. Tyto předpínací síly projektant obvykle označuje jako maximální s tím, že požaduje, aby při předpínání zdiva nedošlo k překročení jeho pevnosti v tlaku. To znamená, aby nedošlo k drčení zdiva v oblasti kotvení lan, popřípadě v jiném místě, nebo aby nevznikly nové trhliny v důsledku nesprávného postupu při předpínání. Současně je třeba zajistit, aby v důsledku předpínání nedošlo k deformaci kotevních desek, rohových úhelníků (pokud jsou na objektu použity), a rozpěr. S ohledem na skutečnost, že se často tímto způsobem ztuzují objekty velmi poškozené, různého stáří, z materiálů proměnné kvality, je tento úkol velmi obtížný a vyžaduje vysoké nároky na odbornost a odpovědnost pracovníka, který předepínání lan řídí.

Po osazení kotevních desek, úhelníků a předpínacích lan a jejich důkladné kontrole provedeme jejich montážní předpětí na počáteční hodnotu 10 kN, nebo maximálně 20 kN. Před zahájením napínání předpínacích lan připravíme tabulku - napínací protokol, ve které uvedeme označení lan (v souladu s projektem), délku lan a projektem stanovené napínací síly.

Hodnoty protažení jednotlivých lan při postupném vnášení předpínací síly po 10 kN a s časovou prodlevou 15 min až do hodnot stanovených napínacích sil, které jsou vypočteny v projektu, rovněž zapíšeme do tabulky. Dále uvedeme do tabulky hodnotu modulu pružnosti, průřezové plochy lan, případně další údaje, které převezmeme z pracovního diagramu dodaného výrobcem používaných předpínacích lan. Na objektu provedeme důkladnou kontrolu montážně napnutých předpínacích lan, ověříme správné osazení kotev na kotevních deskách, zkontrolujeme čistotu kotevních čelistí a jejich správnou polohu (usazení drobné nečistoty zde může mít za následek prokluz lana).

Poté přistoupíme k vlastnímu předpínání. Velikost předpínací síly určíme podle manometru, který je součástí napínacího zařízení. Napínání provádíme podle předepsaného postupu, který je stanoven v projektové dokumentaci. S ohledem na skutečnost, že vnášíme předpětí do poškozeného zdiva s proměnnou pevností, zvyšujeme předpínací sílu postupně po 10 kN. Po každém zvýšení předpětí o 10 kN vždy provádíme kontrolní měření vlastního protažení lana (měříme s přesností na 1 mm jeho posunutí vůči pevným částem napínacího zařízení). Naměřenou hodnotu porovnáme s hodnotou vypočtenou pro příslušnou předpínací sílu, která je uvedena v tabulce napínacího protokolu. Pokud se obě hodnoty shodují, probíhá předpínání bez potíží. Je-li však skutečná hodnota vlastního protažení lana menší než vypočtená, je tato skutečnost signálem, že v důsledku předpínání dochází buď ke stahování trhlin ve zdivu, nebo k nežádoucímu drčení zdiva v důsledku vnášení předpětí, ke vzniku nových trhlin, k posunu překladů, apod. Proto v tomto okamžiku, zároveň s kontrolním měřením provádíme také kontrolu stavu napínaného zdiva, a to především v oblasti kotvení lana.

U poškozených objektů s četnými tahovými trhlinami projektant obvykle předepíše i dvojnásobné dopnutí předpínacích lan, mezi kterými je nutné zachovat určitou časovou prodlevu, ve které dochází ke konzolidaci trhlin. V důsledku vnesení předpětí se trhliny svírají, a zpětně, v důsledku svírání trhlin dochází k poklesu předpětí v laně.

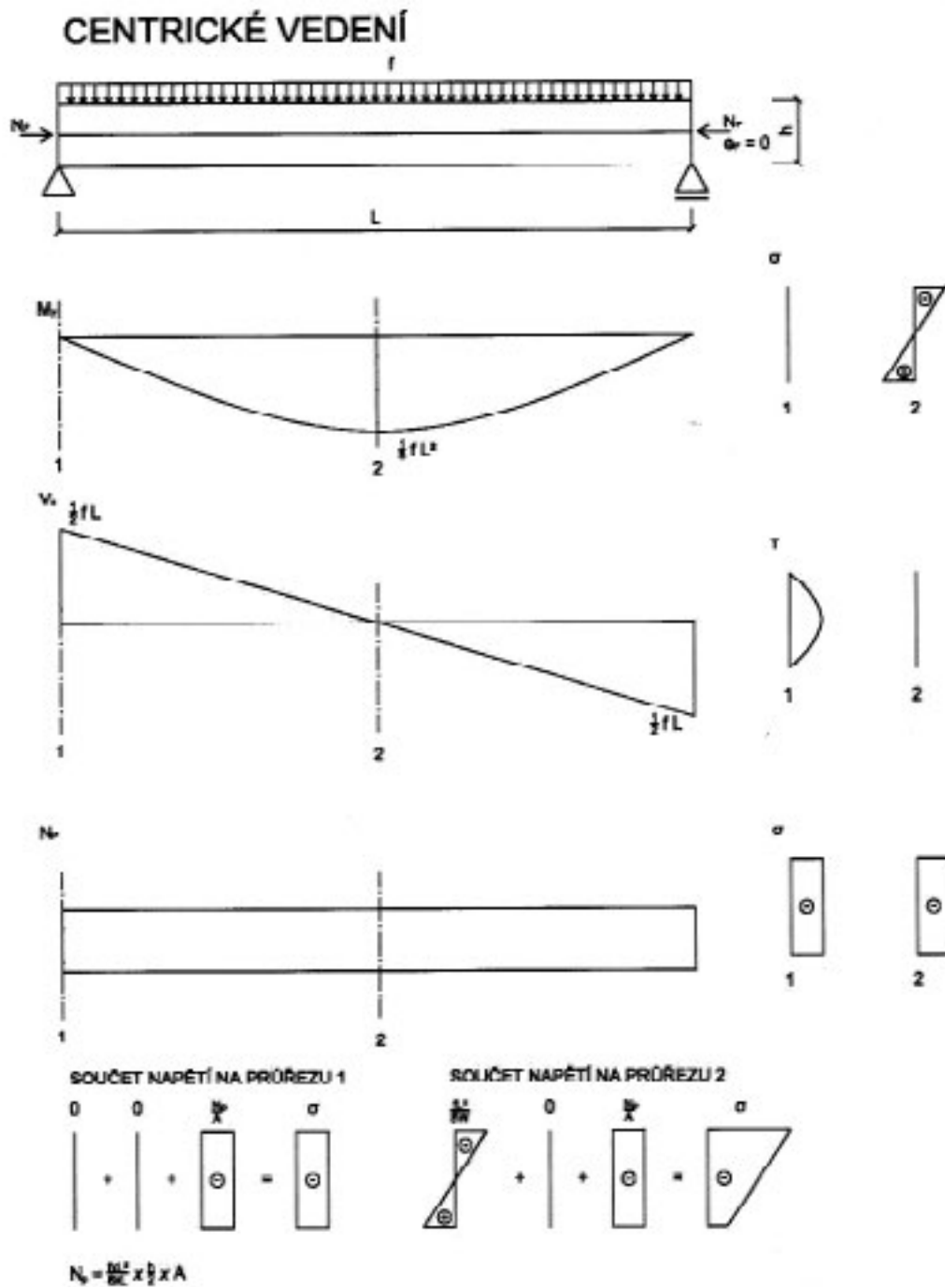
V případě, že se při napínání zjistí, že pevnost předpínaného zdiva neodpovídá předpokladům projektanta a mohlo by dojít k drčení zdiva, je nutno napínání lan zastavit, upravit napínací síly, a teprve se souhlasem projektanta v předepínání pokračovat. Vzhledem k tomu, že tyto úpravy napínacích sil je nutno provést okamžitě, je vhodné, aby u objektů, kde je možno předpokládat určitá rizika, se napínání zúčastnil i odpovědný projektant.

Po dokončení předpínání se provede podrobná vizuální kontrola sepnutého objektu. Lana, která v místě kotev z důvodu předpínání přesahují o cca 500 mm, se odřežou na délku 20 mm a provede se zakrytování kotev. U kotevních desek se zapuštěnou kotvou se provede osazení a přivaření kruhových krytek. Nakonec se provede základní nátěr krytek.

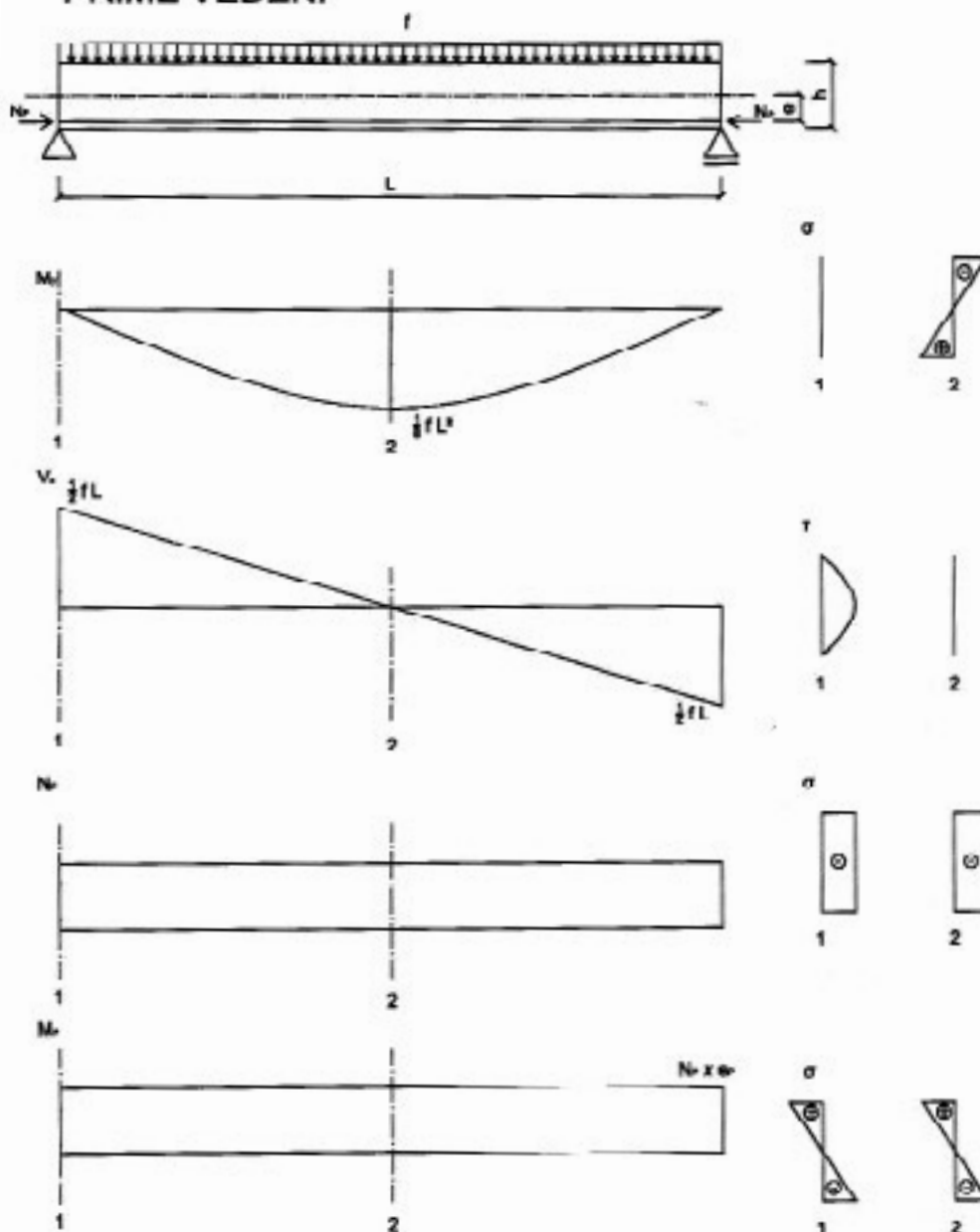
Po dokončení předpínání vypracuje pracovník, který předpínání řídil tzv. „Vyhodnocení napínacího protokolu“, a to formou odborného posudku.

Vliv trasování lan

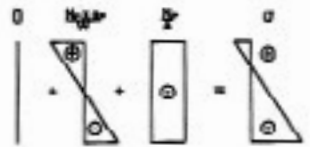
Vedení lan má velký vliv na konečnou únosnost zesilované konstrukce. V následujících schématech je vidět, jakým způsobem ovlivní poloha lan průběh vnitřních sil a napětí v konstrukci.



PŘÍMÉ VEDENÍ

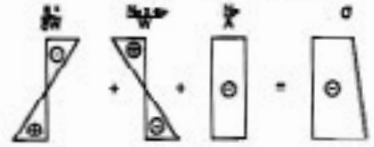


SOUČET NAPĚTÍ NA PRŮREZU 1

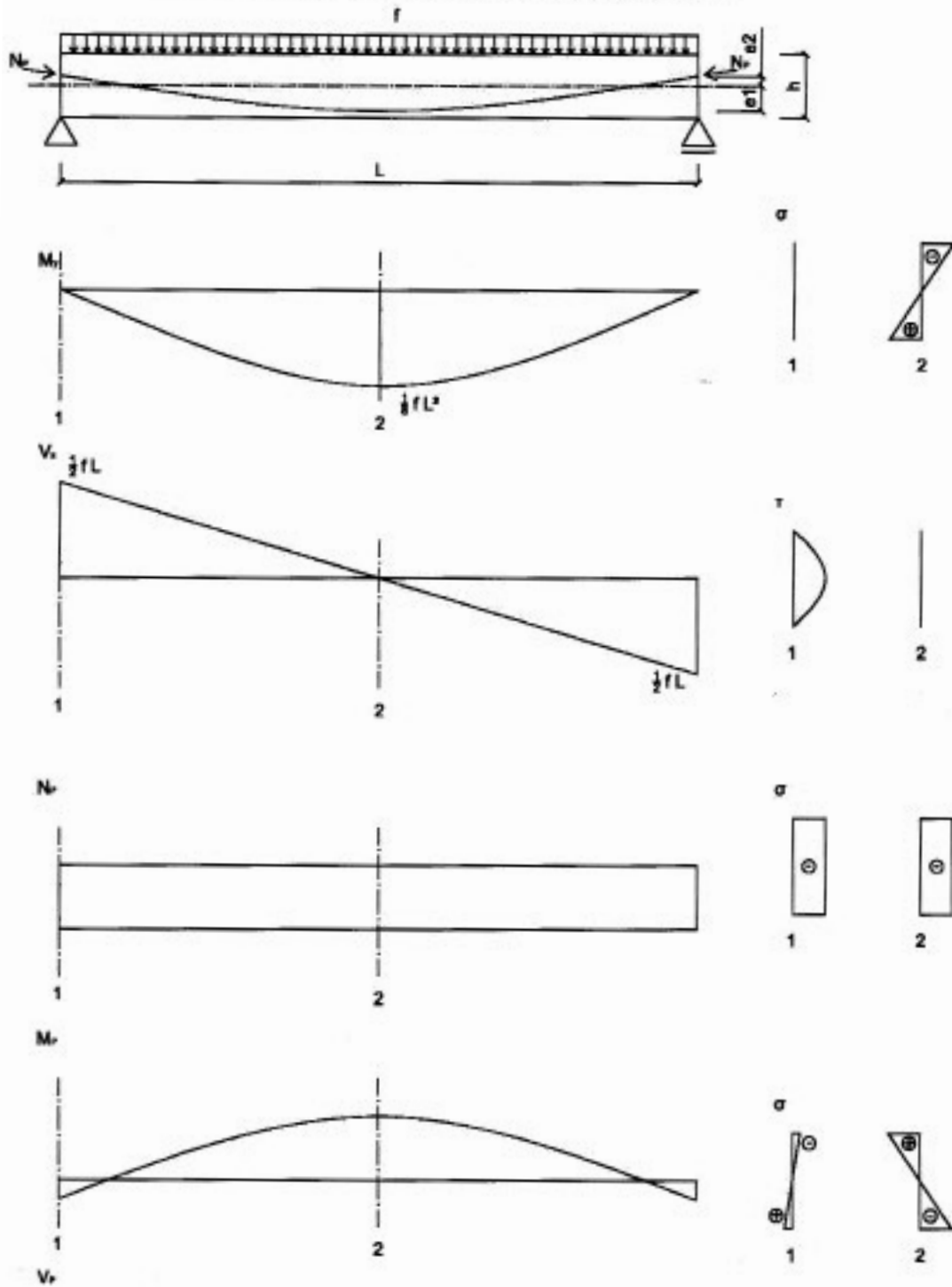


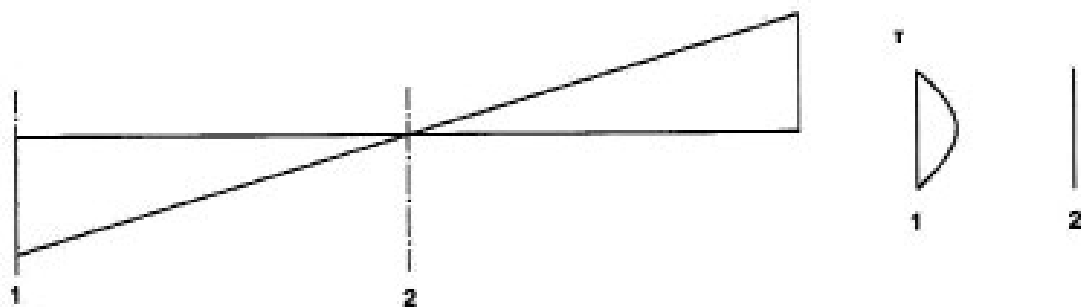
$$N_x = \frac{(qL^2 \times 8) + (qL \times 8)}{(L \times h \times 8)}$$

SOUČET NAPĚTÍ NA PRŮREZU 2

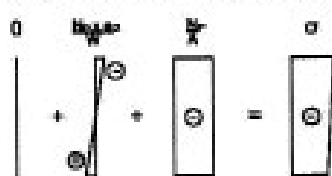


VEDENÍ V PARABOLICKÝCH DRAHÁCH



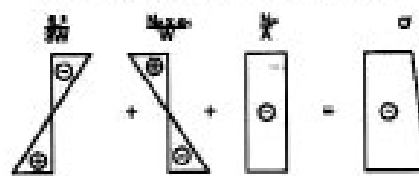


SOUČET NAPĚTÍ NA PRŮŘEZU 1



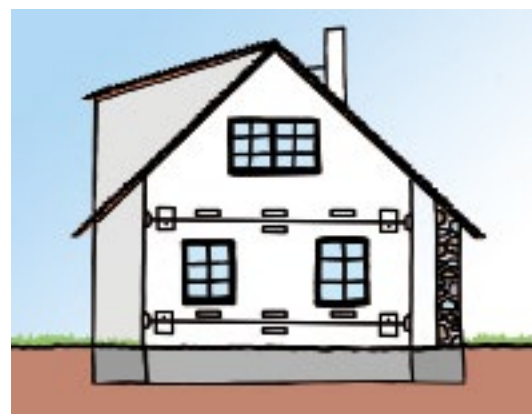
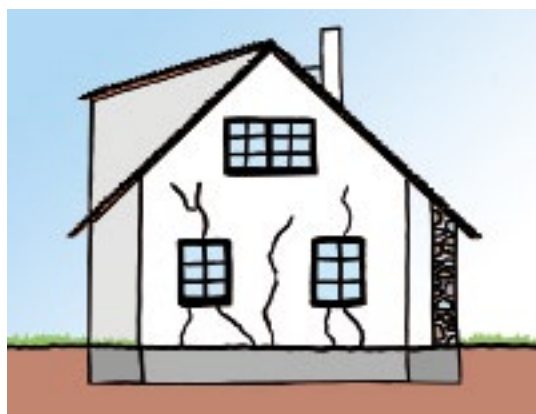
$$N_1 = \left(\frac{q \cdot l}{2} \times 2 \right) / (2 \times 1 \times 2)$$

SOUČET NAPĚTÍ NA PRŮŘEZU 2

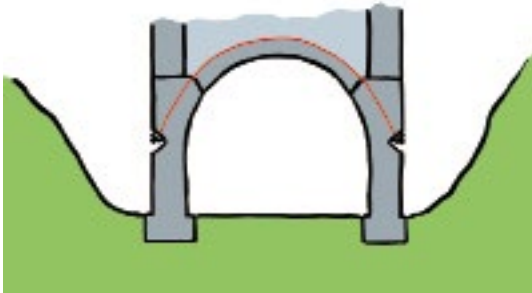


Příklady zesílených konstrukcí

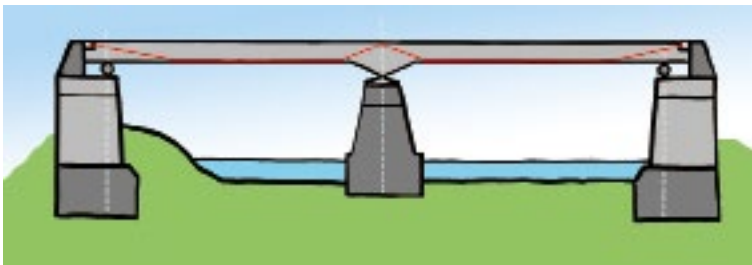
Zde uvádíme pro ilustraci některé z možných způsobů použití předpínacích lan.



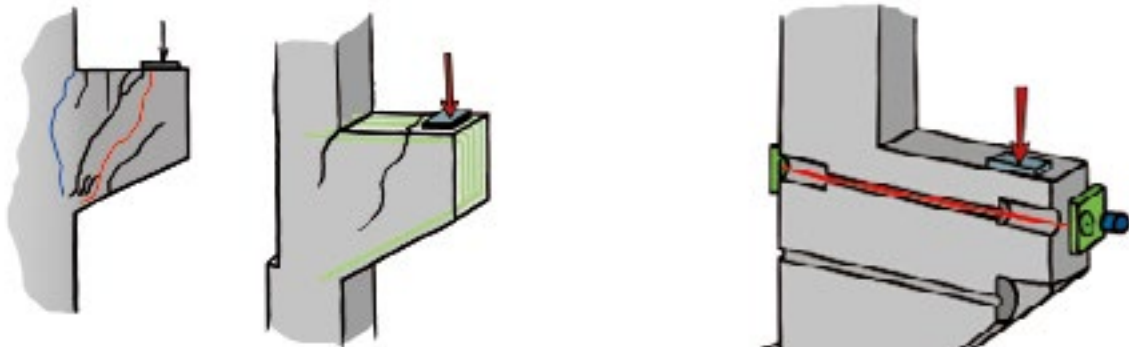
Obr. 10 – předepnutí potřhané zděné konstrukce rodinného domku. Výsledný účinek může být výrazně lepší, než pouhé stažení konstrukce pomocí např. ocelových kleštín.



Obr. 11 – předepnutá zděná či betonová klenba. Vhodným trasováním lan je možné docílit eliminace tažených oblastí v klenbě.



Obr. 12 – předepnutá mostní konstrukce. Opět je možné vhodným trasováním lan výrazně zmenšit či eliminovat tahové namáhání.



Obr. 13 – sanace porušené krátké konzoly. Toto je velmi častý problém u betonových hal. Smyková a ohybová výztuž v konzole může být nedostatečná, špatně vedená či špatně kotvená. Vložením předepnutého lana je možné výrazně zvýšit únosnost a životnost konzoly.



SANAX GROUP s.r.o.
Oldřichovská 194/16
405 02 Děčín
www.sanax.cz