



BILFINGER

ZÁKAZNÍK: **Severočeská teplárenská, a.s.**

INVESTOR: **Severočeská teplárenská, a.s.**

PROJEKT: **REKONSTRUKCE TEPELNÉHO NAPÁJEČE LITVÍNOV,
ÚSEK SEKČNÍ UZÁVĚRY SU 3 – SEKČNÍ UZÁVĚRY SU 10**

STUPEŇ: **PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE PRO PROVÁDĚNÍ STAVBY**

OBJEKT: **SO 02 – ZALOŽENÍ – SANACE**

D DOKUMENTACE OBJEKTŮ A TECHNICKÝCH A TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ

D.1 DOKUMENTACE STAVEBNÍHO NEBO INŽENÝRSKÉHO OBJEKTU

D.1.2 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

D1.2.2 ZALOŽENÍ – SANACE: ETAPA 1

STATICKÝ VÝPOČET – JÁMY PRO PROTLAKY A RÝHY PRO PŘEKOPY

Engineering & Technologies

Bilfinger Tebodin Czech Republic, s.r.o.

Prvního pluku 224/20,
Karlín, 186 00 Praha 8
Česká republika

Autor: Ing. Jiří Vaněček
Telefon: +420 251 038 215
E-mail: jiri.vanecek@bilfinger.com

Datum: 01 / 2019
Číslo dokumentu: 0245-100-51 / 1330 003
Skartační znak: A
Revize: 0

Bilfinger Tebodin Czech Republic, s.r.o.

Projekt: REKONSTRUKCE TEPELNÉHO NAPÁJEČE LITVÍNOV, ÚSEK SEKČNÍ UZÁVĚRY SU 3 –
SEKČNÍ UZÁVĚRY SU 10

Číslo dokumentu: 0245-100-51 / 1330 003

Skartační znak: A

Revize: 0

Datum: 01 / 2019

Strana: 2 / 10

0	01 / 2019	Ing. J. Vaněček	Ing. J. Vaněček	Ing. P. Chmelík	Ing. P. Kešner
Rev.	Datum	Vypracoval	Zodpovědný projektant	Vedoucí oddělení	Vedoucí projektu

© Copyright Bilfinger Tebodin Czech Republic, s.r.o.

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být kopírována nebo přenesena v jakékoliv formě nebo jakýmkoliv prostředky bez povolení vydavatele.

V této části dokumentace jsou popsány následující objekty:

SO 02 ZALOŽENÍ – SANACE

OBSAH:

1	TECHNICKÁ ZPRÁVA KE STATICKÉMU VÝPOČTU	5
1.1	PŘEDMĚT PROJEKTU	5
1.2	ÚČEL DOKUMENTU	5
1.3	DEFINICE POJMŮ	5
1.4	POUŽITÉ ZKRATKY	5
2	GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ PODMÍNKY	6
3	POPIS STAVEBNÍCH JAM PRO PROTLAK POD ŽELEZNICÍ	6
4	POPIS STAVEBNÍCH RÝH PRO PŘEKOPY	7
5	METODIKA POSOUZENÍ JAM PRO PROTLAK	7
5.1	PAŽENÍ STARTOVACÍ A KONCOVÉ JÁMY	7
5.2	STANOVENÍ PROTLAČOVACÍ SÍLY	7
6	PRVKY A MATERIÁLY ZÁPOROVÉHO PAŽENÍ PRO ZSJ	8
6.1	OCELOVÉ PRVKY	8
6.2	DŘEVĚNÉ PAŽINY	8
7	ZATÍŽENÍ	8
7.1	STÁLÉ ZATÍŽENÍ	8
7.2	ZATÍŽENÍ DOPRAVOU NA POVRCHU	8
7.3	ZATÍŽENÍ ZEMNÍM TLAKEM	8
7.4	ZATÍŽENÍ TLAKEM VODY	8
7.5	ZATÍŽENÍ TECHNICKOU SEISMICITOU	8
8	VÝSLEDKY VÝPOČTU	9
8.1	OBEZNĚ	9
8.2	HYDRAULICKÉ PORUŠENÍ DNA JAM	9
8.3	ZÁPOROVÉ PAŽENÍ JAM PRO PROTLAKY	9
9	PODKLADY, NORMY, TECHNICKÉ PŘEDPISY, LITERATURA A SOFTWARE	9
9.1	ARCHIVNÍ PODKLADY (GEOFOND)	9
9.2	POUŽITÉ NORMY	10
9.3	TECHNICKÉ PŘEDPISY	10
9.4	LITERATURA	10
9.5	POUŽITÝ POČÍTAČOVÝ SOFTWARE	10
10	PŘÍLOHY	10
10.1	ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍCH JAM PRO PROTLAK – POTRUBNÍ MOST 3	10

Přílohy	Číslo dokumentu
TECHNICKÁ ZPRÁVA	0245-000-51 / 2680 201
TECHNICKÁ ZPRÁVA	0245-000-51 / 2680 401
TECHNICKÁ ZPRÁVA	0245-000-51 / 2680 601
TECHNICKÁ ZPRÁVA – JÁMY PRO PROTILAKY A RÝHY PRO PŘEKOPY	0245-000-51 / 1381 002

Výkresy	Číslo dokumentu
MOST 3 – ZEMNÍ PROTILAK	0245-301-51 / 2661 212
MOST 4 – PŘECHOD	0245-301-51 / 2661 214
MOST 5 – PŘEKOP	0245-302-51 / 2661 215
MOST 6 – PŘEKOP	0245-302-51 / 2661 216
MOST 7 – PŘEKOP	0245-301-51 / 2661 217
OBJEKT P87-P89 – PŘECHOD	0245-302-51 / 2661 218
MOST 8 – PŘECHOD	0245-301-51 / 2661 415
MOST 10 A MOST 11 – PŘEKOP	0245-304-51 / 2661 416
MOST 12 – PŘEKOP	0245-304-51 / 2661 418
MOST 13 – PŘEKOP	0245-304-51 / 2661 419
OBJEKT KP863-865 – PŘEKOP	0245-304-51 / 2661 605

1 TECHNICKÁ ZPRÁVA KE STATICKÉMU VÝPOČTU

1.1 PŘEDMĚT PROJEKTU

Záměrem investora je provedení rekonstrukce stávajícího tepelného napáječe Litvínov, sekční uzávěry SU 3 až sekční uzávěry SU 10.

1.2 ÚČEL DOKUMENTU

V tomto dokumentu je provedeno zajištění startovací, resp. koncové jámy v místě potrubního mostu 3 pro příslušný protlak chráničky 2 × DN 500 (o délce cca 13,0 m) realizovaný v rámci výměny původního horkovodu. Dále je zde uvedeno řešení pro zajištění stability svislých stěn stavebních rýh v rámci překopů po trase provizorního horkovodu 2 × DN 200. Detailní popis řešení protlaku chrániček včetně provádění je uveden v příslušné technické zprávě (více viz související dokumenty).

1.3 DEFINICE POJMŮ

- Chránička: dodatečná trubka okolo horkovodu, chránící okolní prostředí před eventuálním únikem tepelného média (teplá voda). Ve smyslu tohoto dokumentu se používá termín chránička i pro „ochrannou trubku“, která naopak chrání horkovod před vnějšími vlivy.
- Horkovod: zařízení k potrubní dopravě tepelného média (teplá voda) přepravní nebo distribuční soustavou
- Protlak: bezvýkopové křížení horkovodu s překážkou (např. železnice, pozemní komunikace nebo vodoteč) pomocí hydraulického protlačování trubky v zeminovém prostředí pod danou překážkou
- Výška nadloží: Vertikální vzdálenost (krytí potrubí) mezi nejvyšším bodem potrubí a povrchem terénu

1.4 POUŽITÉ ZKRATKY

Zkratka	Vysvětlení
ČSN	Česká technická norma (Czech National Standard)
DN	Jmenovitý průměr (Diameter Nominal)
EN	Evropská norma (European Norm)
HPV (GWL)	Hladina podzemní vody (Ground Water Level)
IGP (GS)	Inženýrskogeologický průzkum (Geological Survey)
ISO	International Organization for Standardization
NP (DA)	Návrhový přístup (Design Approach)
PT	Povrch terénu
ZSJ	Zajištění stavební jámy
ZZ IGP	Závěrečná zpráva inženýrsko-geologického průzkumu

2 GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ PODMÍNKY

Souhrnný popis inženýrsko-geologických, resp. hydrogeologických podmínek pro trasu horkovodu v úseku „Komořany – Litvínov“ je uveden v archivních IGP (Stavební geologie, Praha a Geoindustria, Dubí u Teplic) ze 70. let minulého století (více viz kapitola „Podklady“).

Pro návrh kotvené pažící konstrukce v místě potrubního mostu 3 se vycházelo ze sondy W-4 (GDO č. 37371) uvedené v archivním IGP (Stavební geologie, Praha). Pod povrchem terénu se nacházejí jemnozrnné heterogenní navážky (škvára, stavební suť, popel) o mocnosti do 2,5 m, u kterých často dochází k dodatečnému sedání. Pod touto vrstvou se nacházejí namrzavé hnědé jíly převážně tuhé konzistence o proměnlivé mocnosti cca 1,5 až 2,5 m. S přibývajícím hloubkou (zhruba od 5,0 m pod povrchem terénu) se vyskytují šedé jíly pevné konzistence s poměrně vysokým stupněm nasycení ($S_r > 0,8$). Pro sondu W-4 (Stavební geologie, Praha) nebylo zastiženo skalní podloží v rámci popisu a sestavení geologického profilu.

V blízkosti potrubního mostu 3 se nachází řeka Bílina, tudíž zde existuje velká pravděpodobnost zvýšené hladiny podzemní vody (dále jen HPV) v této oblasti. V průběhu provádění zemních a výkopových prací je proto nutné zřídit odčerpávání možných přítoků vody z prostoru stavební jámy (např. pomocí čerpacích jehel nebo studní) kvůli možnému kolísání HPV a též jako prevence proti hydraulickému porušení dna ve smyslu ČSN EN 1997-1.

Pro statický výpočet startovací, resp. koncové jámy pro protlak pod železnici v místě potrubního mostu 3 byly použity charakteristické hodnoty (ve smyslu ČSN EN 1997-1) uvedené v následující tabulce:

Zatřídění zeminy	γ [kN/m ³]	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	E_{def} [MPa]	ν [-]
Třída Y – Navážka (škvára, suť, popel)	20,5	15,0	5,0	1,5	0,42
Třída F8 – Jíl, konzistence tuhá	20,5	15,0	5,0	3,0	0,42
Třída F8 – Jíl, konzistence pevná ($S_r > 0,8$)	20,5	15,0	10,0	5,0	0,42

3 POPIS STAVEBNÍCH JAM PRO PROTŁAK POD ŹELEZNICÍ

Kromě geologického profilu je ve statickém výpočtu zohledněno rovněž přitížení povrchu terénu. Největší hloubka jámy pod povrchem terénu se uvažuje zpravidla v místě svařovací jámky. Zahloubení pro čerpací jámku není ve výpočtu zohledněno. V následující tabulce jsou shrnuty okrajové podmínky pro návrh a posouzení startovací, resp. koncové jámy k protlaku pod železnici v místě potrubního mostu 3:

Typ křížení	Typ jámy	Max. hloubka jámy [m]	Světlé půdorysné rozměry jámy [m]	Dimenze protlačované trubky (DN chráničky)
Protlak pod železnici (2kolejná trať)	startovací jáma	$\leq 3,5$ m	6,0 m $\times$ 4,0 m	2 $\times$ DN 500 (ocelová trubka)
Protlak pod železnici (2kolejná trať)	koncová jáma	$\leq 3,5$ m	3,0 m $\times$ 4,0 m	2 $\times$ DN 500 (ocelová trubka)

Jámy pro protlak pod železnici v místě potrubního mostu 3 jsou navrženy jako pažené ocelovými záporami v kombinaci s dřevěnými pažinami. Zápor musí být vyvedeny minimálně 0,3 m nad stávající úroveň povrchu terénu. Záporové pažení je kotveno v jedné úrovni pomocí předepnutých tyčových kotev v závislosti na předpokládaných geologických podmínkách a hloubce dané jámy.

Hloubky ostatních výkopů (stavební rýhy pro překopy atp.) jsou uvedeny na příslušných výkresech křížení (viz související dokumenty).

4 POPIS STAVEBNÍCH RÝH PRO PŘEKOPY

Zajištění stability svislých stěn stavebních rýh pro překopy po trase horkovodu (včetně stavebních jam pro protlak v místě potrubního mostu 6) bude provedeno pomocí rozepřených pažících boxů typu KS 60, resp. KS 100 vhodných pro realizaci liniových staveb do hloubky výkopu maximálně 4,0 m. Požadované parametry těchto pažících konstrukcí jsou uvedeny v následující tabulce:

Požadované parametry pažícího boxu	Pažící box KS 60	Pažící box KS 100
Maximální možná hloubka stavební rýhy [m]	≤ 2,0 m	≤ 4,0 m
Maximální možná šířka stavební rýhy [m]	0,9 ÷ 4,0 m	1,0 ÷ 4,0 m
Průchodná výška potrubí [m]	1,33 m	1,33 m a 1,52 m
Maximální návrhové zatížení [kN/m ²]	25,0 ÷ 35,0 kN/m ²	30,0 ÷ 45,0 kN/m ²
Délka boxu [m]	2,0 ÷ 3,5 m	2,0 ÷ 5,0 m
Výška základního boxu [m]	2,0 ÷ 2,4 m	2,4 ÷ 2,9 m
Výška nástavbového boxu [m]	1,3 m / 1,6 m	1,3 m
Hmotnost základního boxu [kg]	980 kg ÷ 1700 kg	1450 kg ÷ 2350 kg

5 METODIKA POSOUZENÍ JAM PRO PROTĚK

5.1 PAŽENÍ STARTOVACÍ A KONCOVÉ JÁMY

Statický výpočet zajištění stavebních jam pro protlak pod železnicí je proveden pomocí metody závislých tlaků v softwaru GEO5 – program Pažení posudek v souladu s ČSN EN 1997-1, NP 2 (redukce zatížení a odporu). Výpočet je proveden na nosníku uloženém, resp. vetknutém do pružného podloží. Zatížení aktivním i pasivním zemním tlakem působícím na pažící konstrukci je na nosník přenášeno pružinovými elementy. Velikost zatížení závisí zejména na velikosti deformací nosníku, tuhosti a smykové pevnosti zeminy, dále na přitížení povrchu terénu (a dalších parametrů menšího významu). Pro stanovení deformací je kotvení stavební jámy ve výpočetním modelu simulováno předepnutými tyčovými kotvami s osovou vzdáleností max. 2,0 m. Osová síla v jednotlivých kotvách je následně použita pro dimenzování kotvy v softwaru FIN EC – program Ocel.

Dimenzování všech ocelových prvků kotveného záporového pažení (zápory, převázky a tyčové kotvy) na příslušné zatížení je provedeno prostřednictvím softwaru FIN EC – program Ocel.

Pro návrh a posouzení záporového pažení podle Eurokódu 7-1, NP 2 jsou aplikovány následující součinitele redukce zatížení, resp. odporu:

- součinitel spolehlivosti stálého zatížení: $\gamma_G = 1,35$
- součinitel spolehlivosti proměnného zatížení: $\gamma_Q = 1,50$
- součinitel spolehlivosti zatížení vodou: $\gamma_w = 1,35$
- součinitel spolehlivosti pro hydraulické porušení: $\gamma_h = 1,35$
- dílčí součinitel únosnosti ocelového průřezu: $\gamma_{M0} = 1,00$

Přičemž výše uvedené dílčí součinitele spolehlivosti zatížení (s nepříznivým účinkem) jsou ve výpočtu aplikovány na výsledné vnitřní síly, resp. výsledná napětí.

5.2 STANOVENÍ PROTĚKOVACÍ SÍLY

Stanovení velikosti protlačovací síly není předmětem řešení tohoto dokumentu. Tato problematika bude řešena v rámci výrobní dokumentace zpracované dodavatelem.

6 PRVKY A MATERIÁLY ZÁPOROVÉHO PAŽENÍ PRO ZSJ

6.1 OCELOVÉ PRVKY

Pro zajištění jam budou použity ocelové válcované profily. Velikost profilů je zvolena tak, aby návrh zajištění stavebních jam pro protlak pod železnicí v místě potrubního mostu 3 byl bezpečný a hospodárný.

Pro záporny a převázky (HEB profily, resp. dvojice členěných U profilů) se ve statickém výpočtu uvažuje konstrukční ocel S355 (Fe 510) ve smyslu ČSN EN 10025-1 s pevností na mezi kluzu 355 MPa. Pro předepnuté tyčové kotvy je uvažována ocel S555/700 s pevností na mezi kluzu 555 MPa, resp. s mezí pevnosti 700 MPa. Délka kořene kotev je navržena s ohledem na zastižené inženýrsko-geologické poměry. Pro zálivku kořene kotev se použije beton třídy min. C 8/10 ve smyslu ČSN EN 206+A1.

Jednotlivé dimenze ocelových zápor, resp. převázek a kotev jsou uvedeny v kapitole „Výsledky výpočtu“.

6.2 DŘEVĚNÉ PAŽINY

Pro bezpečný přenos působícího aktivního zemního tlaku na konstrukci jsou dřevěné pažiny navrženy z jehličnatého dřeva třídy S10 (C24) ve smyslu ČSN EN 1995-1-1 (dále jen EC 5).

7 ZATÍŽENÍ

7.1 STÁLÉ ZATÍŽENÍ

Vlastní tíha jednotlivých prvků záporového pažení pro stavební jámy protlaku pod železnicí je generována automaticky výpočtetním programem.

7.2 ZATÍŽENÍ DOPRAVOU NA POVRCHU

Pro návrh a posouzení stavebních jam pro protlak pod železnicí v místě potrubního mostu 3 je uvažováno proměnné zatížení mechanizací o velikosti maximálně 20 kPa, které může působit ve vzdálenosti minimálně 2,0 m od vnější hrany stavební jámy (nikoliv blíže).

7.3 ZATÍŽENÍ ZEMNÍM TLAKEM

Pro stanovení deformací, resp. zatížení kotvené pažící konstrukce je použita metoda závislých tlaků v softwaru GEO5 – Pažení posudek. Zatížení zemním tlakem je stanoveno v závislosti na:

- tuhosti a smykové pevnosti zeminy
- tuhosti záporového pažení
- velikosti deformací

7.4 ZATÍŽENÍ TLAKEM VODY

Ve statickém výpočtu se zatížení hydrostatickým tlakem na stěny pažící konstrukce uvažuje v hloubce 1,0 m pod povrchem terénu.

7.5 ZATÍŽENÍ TECHNICKOU SEISMICITOU

Ve statickém výpočtu pažící konstrukce se zatížení technickou seismicitou neuvažuje. Tento výpočet je proveden se standardními hodnotami součinitelů redukce zatížení (uvedenými v Eurokódu 7-1, NP 2) pro dočasnou, resp. trvalou návrhovou situaci.

8 VÝSLEDKY VÝPOČTU

8.1 OBECNĚ

Tabulky použité pro statické posouzení stavebních jam pro protlak pod železnicí jsou uvedeny v příloze tohoto dokumentu. Pro výpočty a výsledky jsou použity následující jednotky:

- | | |
|-----------------|--------------------------|
| • Napětí | MPa (N/mm ²) |
| • Délka | m |
| • Plocha | mm ² |
| • Zatížení | kPa (kN/m ²) |
| • Objemová tíha | kN/m ³ |

8.2 HYDRAULICKÉ PORUŠENÍ DNA JAM

Délky ocelových zápor jsou navrženy tak, aby nedošlo k hydraulickému porušení dna stavebních jam nebo k sufozi ve smyslu ČSN EN 1997-1 (kapitola 10).

8.3 ZÁPOROVÉ PAŽENÍ JAM PRO PROTLAKY

Potřebné délky ocelových zápor jsou uvedeny od úrovně upraveného terénu (po sejmutí ornice a dalších terénních úpravách, jsou-li potřebné). Výšková úroveň převážek, resp. kotev včetně jejich geometrického uspořádání je patrná z přílohy tohoto dokumentu.

Rohy stavebních jam musí být tuze spojeny takovým způsobem, aby působily jako rámové rohy (úplný přenos ohybových momentů). Celý obvod profilu podélné převázky musí být přivařen k pásnici příčné převázky. Ocelové převázky musí být přivařeny ke každé zápoře, ke které přiléhají koutovým svarem výšky min. 5 mm a v délce min. 300 mm nahoře i dole z důvodu zamezení klopení převázky.

Minimální rozměry prvků záporového pažení, resp. dimenze profilů pro zajištění startovací a koncové jámy pro protlak ověřené statickým výpočtem jsou následující:

- ocelové zápor: HE 400 B, délka min. 10 m (s osovou vzdáleností zápor max. 2,0 m)
- ocelové převázky: 2 × U (UPN) 240 v úrovni – 1,0 m pod povrchem upraveného terénu
- předepnuté tyčové kotvy: délka kořene min. 10 m (s osovou vzdáleností kotev max. 2,0 m)
- dřevěné pažiny (průřez): tloušťka 100 mm (délka pažin mezi ocelovými záporami ≤ 2,0 m)

9 PODKLADY, NORMY, TECHNICKÉ PŘEDPISY, LITERATURA A SOFTWARE

Projekt byl zpracován v souladu s platným návrhovým systémem norem ČSN EN, resp. ČSN EN ISO a případně nekolizních platných norem ČSN. Seznam použitých norem je uveden v závěru textové části statického výpočtu.

9.1 ARCHIVNÍ PODKLADY (GEOFOND)

- Geoindustria, 1971: ZZ IGP, Přeložka linky vysokého napětí Záluží. Signatura ČGS: GF P105012.
- Geoindustria, 1971: ZZ IGP, Koridor – Záluží. Signatura ČGS: GF P094226.
- Geoindustria, 1971: Dokumentace vrtů, Horkovod Komořany – Litvínov. Signatura ČGS: GF V066460.
- Geoindustria, 1971: ZZ IGP, Základové půdy na staveništi v Záluží. Signatura ČGS: GF P023041.
- IGHP, 1966: Zpráva o výsledcích IGP propustnosti zemin u Bíliny v Záluží. Signatura ČGS: GF V054555.
- BP Teplice, 1958: Posudková zpráva k průzkumu základové půdy pro Litvínovskou vodní nádrž. Signatura ČGS: GF V037187.
- Stavební geologie Praha, 1974: ZZ IGP, Litvínov – ČSAO. Signatura ČGS: GF V071273.
- Stavební geologie Praha, 1972: ZZ IGP, Trasy parovodních rozvodů v Litvínově. Signatura ČGS: GF V067178.

- Stavební geologie Praha, 1971: ZZ IGP, Horkovod Komořany – Litvínov (I. etapa). Signatura ČGS: GF V065828.
- Stavební geologie Praha, 1972: ZZ IGP, Horkovod Komořany – Litvínov (II. etapa, 1. část). Signatura ČGS: GF V068476.
- Stavební geologie Praha, 1972: ZZ IGP, Horkovod Komořany – Litvínov (II. etapa, 2. část). Signatura ČGS: GF V068460.
- Stavební geologie Praha, 1972: ZZ IGP, Horkovod Komořany – Litvínov (III. etapa). Signatura ČGS: GF V068461.

9.2 POUŽITÉ NORMY

- ČSN EN 10025 Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí
- ČSN EN 10027 Systémy označování ocelí
- ČSN EN 1990 ed. 2 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
- ČSN EN 1998-1 Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení – Část 1: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 206+A1 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- ČSN EN 1537 Provádění speciálních geotechnických prací – Horninové kotvy
- ČSN EN 1538+A1 Provádění speciálních geotechnických prací – Podzemní stěny
- ČSN P 73 1005 Inženýrskogeologický průzkum
- ČSN 73 0039 Navrhování objektů na poddolovaném území. Základní ustanovení
- ČSN 73 6133 Návrh a provádění tělesa pozemních komunikací

9.3 TECHNICKÉ PŘEDPISY

- SŽDC, 2013: Technické kvalitativní podmínky státních stavebních drah – Kapitola 12: Chráničky a kolektory. 3. vydání, změna č. 8, 22 stran.

9.4 LITERATURA

- Klepsatel F., Raclavský J.: Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení. Jaga Group s.r.o., Bratislava, 2007, ISBN: 978-80-8076-053-3, 146 stran.

9.5 POUŽITÝ POČÍTAČOVÝ SOFTWARE

- GEO5 – Pažení posudek (verze 5.2018.61.0), FINE s.r.o.
- FIN EC – Ocel (verze 11.5.19.0), FINE s.r.o.
- FIN EC – Průřez (verze 11.5.13.0), FINE s.r.o.

10 PŘÍLOHY

10.1 ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍCH JAM PRO PROTĚK – POTRUBNÍ MOST 3

ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍCH JAM PRO PROTLAK – POTRUBNÍ MOST 3

Kotvené záporové pažení – startovací a koncová jáma (hloubka výkopu – max. 3,5 m)

A) ZÁPORY:

- Materiál: Ocel ČSN EN 10025-1 : Fe 510 → mez kluzu: $f_{yk} = 355$ MPa
- Profil zápor: HE 400 B (min. nutná délka: $L = 10$ m, max. osová vzdálenost: $a = 2$ m)

B) PŘEDEPNUTÉ TYČOVÉ KOTVY:

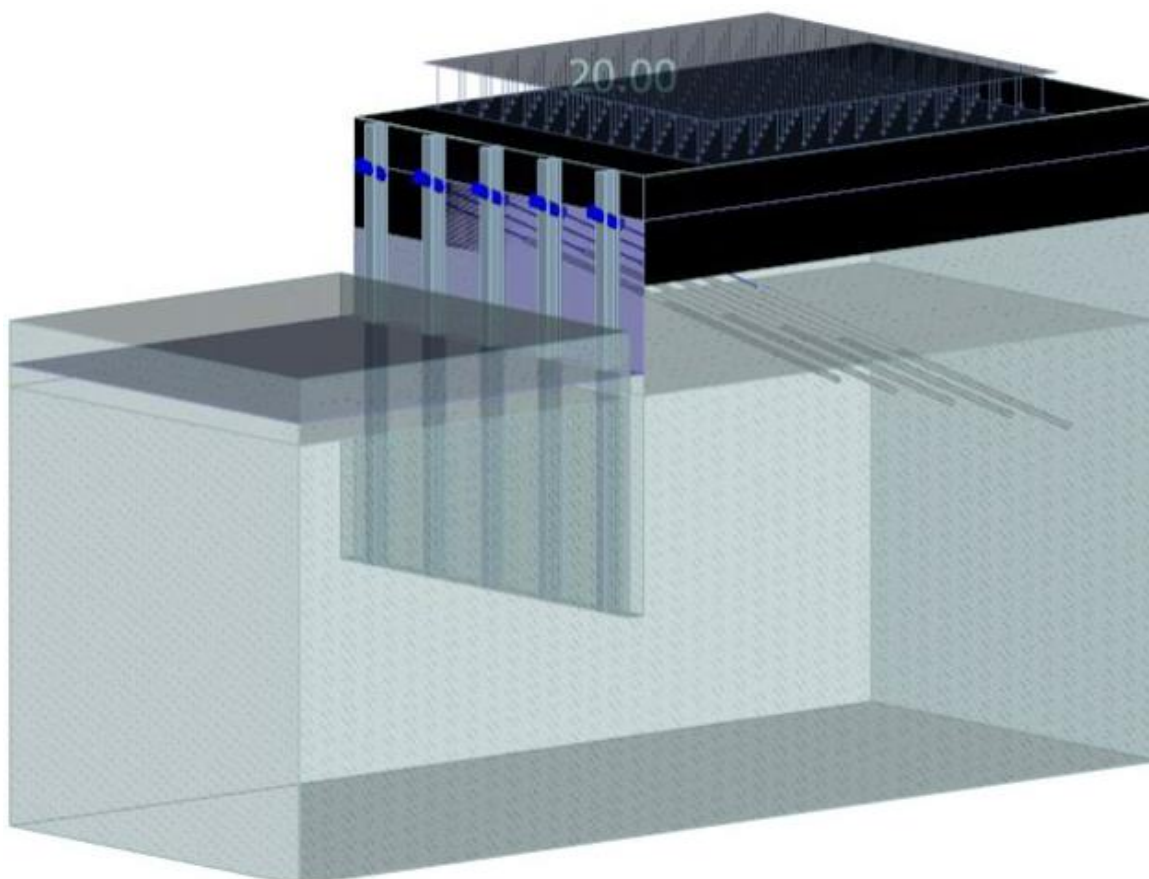
- Materiál: Ocel 555/700 → mez kluzu: $f_{yk} = 555$ MPa, mez pevnosti: $f_p = 700$ MPa
- Zálivka: Beton min. třída C 8/10 → charakteristická pevnost betonu v tlaku: $f_{ck, cyl} = 8$ MPa
- Geometrie: volná délka táhla: $L = 5$ m ($\varnothing_s 63,5$ mm), délka kořene: $L_k = 10$ m ($\varnothing_k 156$ mm)
- Předpínání: předpínací síla v kotvách: $F_1 = 50$ kN (fáze 2), max. osová vzdálenost: 2 m

C) PŘEVÁZKY:

- Materiál: Ocel ČSN EN 10025-1 : Fe 510 → mez kluzu: $f_{yk} = 355$ MPa
- Profil převázek: 2 × U(UPN) 240 (dvojice členěných válcovaných profilů)

D) PAŽINY:

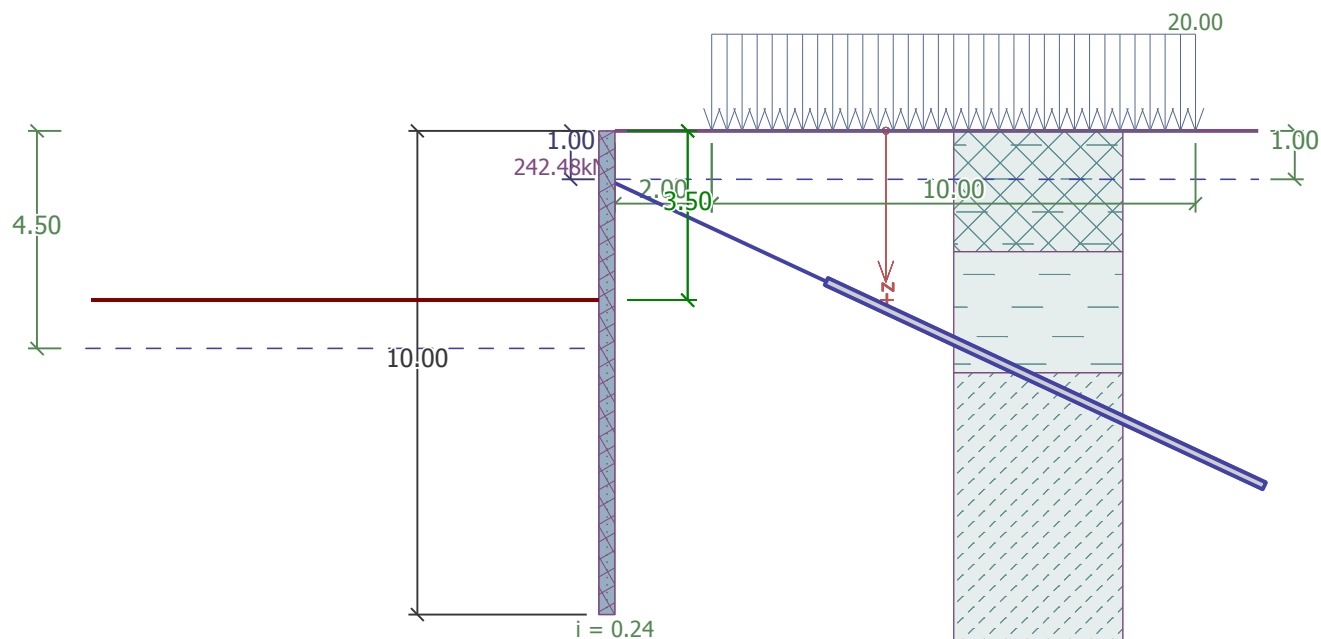
- Materiál: Dřevo jehličnaté S10 (C24) → charakteristická pevnost: $f_{mk} = 24$ MPa
- Průřez pažin: tloušťka: 100 mm (rostlé jehličnaté dřevo, hraněné řezivo)



Obrázek 1: Ilustrační prostorový model – Kotvené záporové pažení v jedné úrovni

Předběžný návrh pro zajištění svislých stěn výkopu:

Zajištění svislých stěn výkopu (stavebních jam pro protlak) v místě potrubního mostu 3 s ohledem na zastižené složité inženýrsko-geologické poměry lze provést za určitých předpokladů (viz níže) jako **kotvené záporové pažení min. v jedné úrovni (s nutností předeprnutí kotev)**.



Obrázek 2: Ilustrační statické schéma – Kotvené záporové pažení v jedné úrovni

Geometrie kotvené pažíci konstrukce (prvky záporového pažení):

- Zápory HE 400 B (délka min. 10 m) s osovou vzdáleností max. 2 m
- Převázky 2 × U(UPN) 240 v úrovni – 1,0 m pod povrchem terénu (dále jen PT)
- Předpnuté tyčové kotvy (délka kořene min. 10 m) s osovou vzdáleností max. 2 m
- Dřevěné pažiny tl. 100 mm vsazené mezi ocelovými záporami (délka ≤ 2 m)

Předpoklady výpočtu, základové poměry, fáze výstavby:

Maximální možná hloubka výkopu (stavebních jam pro protlak) se předpokládá 3,5 m, uvažovaná pracovní úroveň dna jámy se nachází v úrovni cca 3,0 m pod PT. V případě nutnosti provedení hlubšího výkopu je vždy nutná konzultace se statikem, resp. geotechnikem.

Pro návrh pažící konstrukce v souladu s ČSN EN 1997-1, NP 2 (redukce zatížení a odporu) se vycházelo ze sondy W-4 (GDO č. 37371) uvedené v archivním IGP (Stavební geologie, Praha). Pod povrchem terénu se nacházejí jemnozrnné heterogenní navážky (škvára, suť, popel) o mocnosti do 2,5 m, u kterých často dochází k dodatečnému sedání. Pod touto vrstvou se nacházejí namrzavé hnědé jíly převážně tuhé konzistence o proměnlivé mocnosti cca 1,5 až 2,5 m. S přibývajícím hloubkou (zhruba od 5,0 m pod povrchem terénu) se vyskytují šedé jíly pevné konzistence s poměrně vysokým stupněm nasycení ($S_r > 0,8$). Pro sondu W-4 (Stavební geologie, Praha) nebylo zastiženo skalní podloží v rámci popisu a sestavení geologického profilu.

V blízkosti potrubního mostu 3 se nachází řeka Bílina, tudíž zde existuje velká pravděpodobnost zvýšené hladiny podzemní vody (dále jen HPV) v této oblasti. **V průběhu provádění zemních**

a výkopových prací je proto nutné zřídit odčerpávání možných přítoků vody z prostoru stavební jámy (např. pomocí čerpacích jehel nebo studní) kvůli možnému kolísání HPV.

V rámci zajištění svislých stěn stavební jam pro protlak je nutné uvažovaný výkop provést v několika etapách výstavby:

- 1) Počáteční předvýkop do hloubky 1,5 m pod povrchem terénu.
- 2) Realizace převážek spolu s kotvami a jejich předepnutím v úrovni – 1,0 m pod povrchem terénu.
- 3) Finální výkop do hloubky 3,0 m (pracovní rovina), resp. 3,5 m pod povrchem terénu.

Podrobný časový harmonogram jednotlivých činností a detailní popis technologie provádění pažící konstrukce není předmětem řešení tohoto dokumentu. **Pro provádění kotvené pažící konstrukce musí být dodrženy požadavky ČSN EN 1997-1 (kapitola 8.4), dále ČSN EN 1537, ČSN EN 1538+A1 a rovněž souvisejících norem.**

V úrovni horní hrany (koruny) budoucího výkopu se předpokládá proměnné zatížení mechanizací o velikosti maximálně 20 kPa, které může působit ve vzdálenosti minimálně 2,0 m od vnější hrany jámy (nikoliv blíže). **Zhotovitel musí v místě jámy použít mechanizaci s dostatečným dosahem!** Ostatní zemní práce budou realizovány z prostoru stavební jámy. **V případě jakékoliv změny tohoto předpokladu je nutné kontaktovat projektanta pažící konstrukce!**

Z koordinálního situačního výkresu je patrné, že prostorem plánovaného výkopu procházejí inženýrské sítě. **Před zahájením zemních prací je nutné ověřit výskyt a polohu dotčených inženýrských sítí v součinnosti s investorem projektu a následně zajistit jejich dostatečnou ochranu, aby nedocházelo k případným kolizím (např. se strojní technikou) a nezasahovalo se do ochranných pásem těchto inženýrských sítí.**

Závěr:

Pažící konstrukce (záporové pažení kotvené min. v jedné úrovni) bude provedena dodavatelem s dostatečnými zkušenostmi a potřebným vybavením podle příslušných inženýrsko-geologických podmínek. Během zemních, resp. vrtných prací je na stavbě nutná přítomnost geologa, který popíše zastižený geologický profil a zaznamená ho do stavebního deníku (statik zároveň ověří minimální délku vetknutí ocelových zápor do vrstvy jílu pevné konzistence). **V případě zastižení navážek v jiné úrovni, než je předpoklad projektu, nebo jakýchkoli pochybností o inženýrsko-geologických poměrech, případně o chování předkvartérního podloží budou stavební práce přerušeny a kontaktován projektant konstrukce!**

Normy:

- ČSN EN 1997-1 Eurokód 7. Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1
- ČSN EN 1537 Provádění speciálních geotechnických prací – Horninové kotvy
- ČSN EN 1538+A1 Provádění speciálních geotechnických prací – Podzemní stěny
- ČSN P 73 1005 Inženýrskogeologický průzkum

Datum: 16. 01. 2019

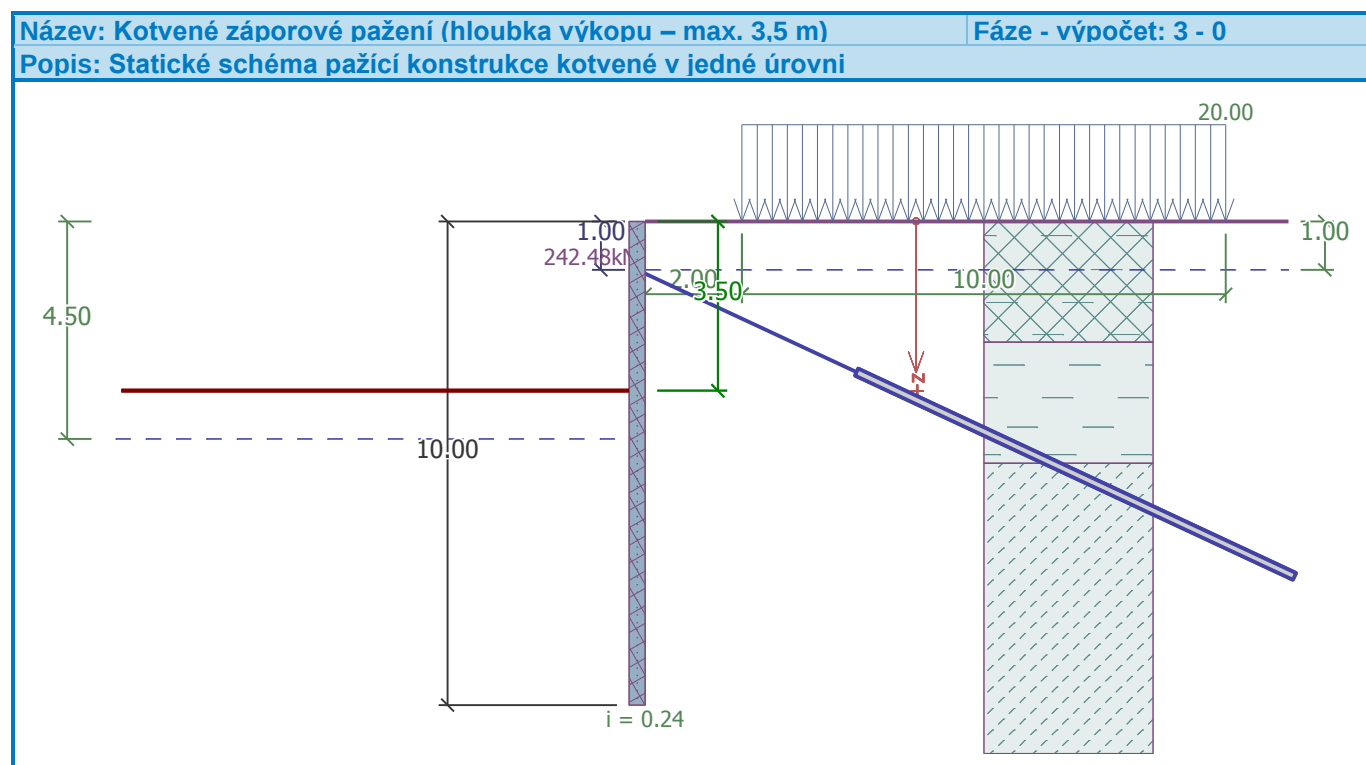
Vypracoval: Ing. Jiří Vaněček, Bilfinger Tebodin Czech Republic, s.r.o.

Posouzení kotvené pažící konstrukce – Potrubní most 3 (startovací a koncová jáma)
(hloubka výkopu – max. 3,5 m)

Vstupní data

Projekt

Akce : Rekonstrukce tepelného napáječe Litvínov, Úsek SU 3 – SU 10
Část : D.1.2 Stavebně konstrukční řešení – Statický výpočet založení
Popis : Potrubní most 3, startovací a koncová jáma – Kotvené záporové pažení
(hloubka výkopu – max. 3,5 m)
Odběratel : Severočeská teplárenská, a.s.
Vypracoval : Bilfinger Tebodin Czech Republic, s.r.o.
Datum : 16.01.2019
Číslo : CZT00245
zakázky
Archivní číslo : 245-100-51 / 1330 003



Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce:	ČSN EN 1992-1-1 (EC 2)
Součinitele EN 1992-1-1:	standardní
Ocelové konstrukce:	ČSN EN 1993-1-1 (EC 3)
Dílčí součinitel únosnosti ocelového průřezu:	$\gamma_{M0} = 1.00$
Dřevěné konstrukce:	ČSN EN 1995-1-1 (EC 5)
Dílčí součinitel vlastností dřeva:	$\gamma_M = 1.30$
Součinitel vlivu zatížení a vlhkosti (dřevo):	$k_{mod} = 0.50$
Součinitel šířky průřezu ve smyku (dřevo):	$k_{cr} = 0.67$

Výpočet tlaků

Výpočet aktivního tlaku: Coulomb (ČSN 73 0037)
Výpočet pasivního tlaku: Caquot-Kerisel (ČSN 73 0037)
Metoda výpočtu: závislé tlaky
Výpočet zemětřesení: Mononobe-Okabe
Modul reakce podloží: standardní
Redukovat modul reakce podloží pro záporové pažení
Sednutí terénu: parabolická metoda
Metodika posouzení: výpočet podle ČSN EN 1997-1
Návrhový přístup: 2 – redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení:	$\gamma_G =$	1.35 [-]	1.00 [-]
Proměnné zatížení:	$\gamma_Q =$	1.50 [-]	0.00 [-]
Zatížení vodou:	$\gamma_W =$	1.35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce stability kotvy:	$\gamma_{Ris} =$	1.10 [-]	
Součinitel redukce zemního odporu:	$\gamma_{Re} =$	1.40 [-]	

Kotvy

Metodika posouzení: mezní stavy

Součinitele redukce			
Součinitel spolehlivosti oceli:	$\gamma_s =$	1.35 [-]	
Součinitel redukce na vytržení ze zeminy:	$\gamma_e =$	1.35 [-]	
Součinitel redukce na vytržení ze zálivky:	$\gamma_c =$	1.35 [-]	

Geometrie konstrukce

Délka konstrukce = 10.00 m

Název průřezu: I-průřez: HE 400 B; a = 2.00 m

Spočtený koeficient redukce tlaku pod dnem jámy = 0.48

Plocha průřezu $A = 9.89E-03 \text{ m}^2/\text{m}$
Moment setrvačnosti $I = 2.88E-04 \text{ m}^4/\text{m}$
Modul pružnosti $E = 210000.00 \text{ MPa}$
Modul pružnosti ve smyku $G = 81000.00 \text{ MPa}$
Průřezový modul $W = 1.442E-03 \text{ m}^3/\text{m}$
Plastický průřezový modul $W_{pl} = 1.616E-03 \text{ m}^3/\text{m}$

Materiál konstrukce

Ocel konstrukční: EN 10025: Fe 510

Mez kluzu $f_y = 355.00 \text{ MPa}$
Modul pružnosti $E = 210000.00 \text{ MPa}$
Modul pružnosti ve smyku $G = 81000.00 \text{ MPa}$

Modul reakce podloží

Modul reakce podloží počítán podle teorie Schmitt.

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída Y - Navážka zeminy (škvára, suť, popel)		15.00	5.00	20.50	12.50	0.00
2	Třída F8 - Jíl, konzistence tuhá		15.00	5.00	20.50	12.50	0.00
3	Třída F8 - Jíl, konzistence pevná, $S_r > 0.8$		15.00	10.00	20.50	12.50	0.00

Parametry zemín pro výpočet tlaku v klidu

Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	φ_{ef} [°]	ν [-]	OCR [-]	K_r [-]
1	Třída Y - Navážka zeminy (škvára, suť, popel)		soudržná	-	0.42	-	-
2	Třída F8 - Jíl, konzistence tuhá		soudržná	-	0.42	-	-
3	Třída F8 - Jíl, konzistence pevná, $S_r > 0.8$		soudržná	-	0.42	-	-

Parametry zemín pro výpočet modulu reakce podloží (Schmitt)

Číslo	Název	Vzorek	ν [-]	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]
1	Třída Y - Navážka zeminy (škvára, suť, popel)		0.42	-	1.50
2	Třída F8 - Jíl, konzistence tuhá		0.42	-	3.00
3	Třída F8 - Jíl, konzistence pevná, $S_r > 0.8$		0.42	-	5.00

Parametry zemín

Třída Y - Navážka zeminy (škvára, suť, popel)

Objemová tíha: $\gamma = 20.50 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost: efektivní
 Úhel vnitřního tření: $\varphi_{ef} = 15.00^\circ$
 Soudržnost zeminy: $c_{ef} = 5.00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina: $\delta = 0.00^\circ$
 Zemina: soudržná
 Poissonovo číslo: $\nu = 0.42$
 Modul přetvárnosti: $E_{def} = 1.50 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo: $\nu = 0.42$
 Obj. tíha sat. zeminy: $\gamma_{sat} = 22.50 \text{ kN/m}^3$

Třída F8 - Jíl, konzistence tuhá

Objemová tíha: $\gamma = 20.50 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost: efektivní
 Úhel vnitřního tření: $\varphi_{ef} = 15.00^\circ$
 Soudržnost zeminy: $c_{ef} = 5.00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina: $\delta = 0.00^\circ$
 Zemina: soudržná
 Poissonovo číslo: $\nu = 0.42$

Modul přetvárnosti: $E_{def} = 3.00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo: $\nu = 0.42$
Obj. tíha sat. zeminy: $\gamma_{sat} = 22.50 \text{ kN/m}^3$

Třída F8 - Jíl, konzistence pevná, $S_r > 0.8$

Objemová tíha: $\gamma = 20.50 \text{ kN/m}^3$
Napjatost: efektivní
Úhel vnitřního tření: $\varphi_{ef} = 15.00^\circ$
Soudržnost zeminy: $c_{ef} = 10.00 \text{ kPa}$
Třecí úhel kce-zemina: $\delta = 0.00^\circ$
Zemina: soudržná
Poissonovo číslo: $\nu = 0.42$
Modul přetvárnosti: $E_{def} = 5.00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo: $\nu = 0.42$
Obj. tíha sat. zeminy: $\gamma_{sat} = 22.50 \text{ kN/m}^3$

Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2.50	Třída Y - Navážka zeminy (škvára, suť, popel)	
2	2.50	Třída F8 - Jíl, konzistence tuhá	
3	-	Třída F8 - Jíl, konzistence pevná, $S_r > 0.8$	

Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 1.50 m.

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 1.00 m
Hladina podzemní vody před konstrukcí je v hloubce 2.50 m
Podloží u paty konstrukce je propustné.
Hydraulický gradient = 0.09

Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel. 1 [kN/m ²]	Vel. 2 [kN/m ²]	Poř. x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	Ano		proměnné	20.00		2.00	10.00	na terénu

Číslo	Název
1	Mechanizace

Celkové nastavení výpočtu

Počet dělení stěny na konečné prvky = 100
Vlastní výpočet mezních tlaků: neredukovat
Minimální dimenzační tlak je uvažován hodnotou $\sigma_{a,min} = 0.20\sigma_z$

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace: trvalá

Výsledky výpočtu (Fáze budování 1)

Průběhy tlaků na konstrukci (před a za stěnou)

Hloubka [m]	Ta,p [kPa]	Tk,p [kPa]	Tp,p [kPa]	Ta,z [kPa]	Tk,z [kPa]	Tp,z [kPa]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.03
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.03
0.42	0.00	0.00	0.00	1.71	10.46	27.53
0.54	0.00	0.00	0.00	2.20	13.23	31.67
0.54	0.00	0.00	0.00	10.65	13.23	31.67
0.64	0.00	0.00	0.00	11.83	15.56	35.15
0.83	0.00	0.00	0.00	14.17	20.15	42.02
1.00	0.00	0.00	0.00	16.15	23.73	47.82
1.25	0.00	0.00	0.00	20.57	29.97	56.01
1.50	0.00	0.00	0.00	24.98	35.85	64.20
1.50	0.00	-0.00	-6.19	11.87	17.03	30.50
1.67	0.00	-1.18	-8.94	13.27	18.81	33.09
2.08	0.00	-4.11	-15.83	16.76	23.03	39.57
2.14	0.00	-4.48	-16.69	17.20	23.53	40.39
2.50	-2.09	-7.05	-22.72	20.26	27.01	46.06
2.92	-3.44	-8.71	-26.61	21.38	28.48	50.16
3.33	-4.79	-10.37	-30.50	22.51	29.85	54.27
3.75	-6.14	-12.03	-34.40	23.63	31.17	58.38
4.17	-7.49	-13.70	-38.29	24.75	32.46	62.49
4.58	-8.84	-15.36	-42.18	25.87	33.73	66.60
5.00	-10.19	-17.02	-46.08	26.99	35.00	70.71
5.00	-6.55	-17.02	-52.26	23.35	35.00	76.89
5.42	-7.90	-18.68	-56.16	24.47	36.27	81.00
5.83	-9.25	-20.34	-60.05	25.59	37.55	85.11
6.25	-10.60	-22.00	-63.95	26.72	38.83	89.22
6.67	-11.95	-23.66	-67.84	27.84	40.12	93.33
7.08	-13.30	-25.32	-71.73	28.96	41.42	97.44
7.50	-14.65	-26.99	-75.63	30.08	42.74	101.55
7.92	-16.00	-28.65	-79.52	31.21	44.06	105.65
8.33	-17.35	-30.31	-83.41	32.33	45.40	109.76
8.75	-18.70	-31.97	-87.31	33.45	46.75	113.87
9.17	-20.06	-33.63	-91.20	34.57	48.11	117.98
9.58	-21.41	-35.29	-95.09	35.70	49.48	122.09
10.00	-22.76	-36.95	-98.99	36.82	50.85	126.20

Průběhy modulu reakce podloží a vnitřních sil po konstrukci

Hloubka [m]	kh,p [MN/m ³]	kh,z [MN/m ³]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos. síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
0.00	0.00	0.00	-20.56	0.00	0.00	0.00
0.10	0.00	0.00	-20.16	0.41	-0.02	0.00
0.20	0.00	0.00	-19.76	0.82	-0.08	0.01
0.30	0.00	0.00	-19.35	1.23	-0.18	0.02
0.40	0.00	0.00	-18.95	1.64	-0.33	0.04
0.50	0.00	0.00	-18.55	2.05	-0.51	0.09

Hloubka [m]	kh,p [MN/m ³]	kh,z [MN/m ³]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos. síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
0.60	0.00	0.00	-18.15	11.41	-1.19	0.16
0.70	0.00	0.00	-17.74	12.59	-2.39	0.34
0.80	0.00	0.00	-17.34	13.78	-3.70	0.64
0.90	0.00	0.00	-16.94	14.96	-5.14	1.08
1.00	0.00	0.00	-16.54	16.15	-6.70	1.68
1.10	0.00	0.00	-16.13	17.91	-8.40	2.43
1.20	0.00	0.00	-15.73	19.68	-10.28	3.36
1.30	0.00	0.00	-15.33	21.45	-12.34	4.49
1.40	0.00	0.00	-14.93	23.22	-14.57	5.83
1.49	0.00	0.00	-14.56	24.84	-16.78	7.28
1.51	0.00	0.00	-14.50	5.61	-17.10	7.55
1.60	0.00	0.00	-14.13	4.87	-17.58	9.14
1.70	0.00	0.00	-13.74	4.05	-18.03	10.92
1.80	0.00	0.00	-13.34	3.24	-18.39	12.75
1.90	0.00	0.00	-12.95	2.43	-18.68	14.60
2.00	0.00	0.00	-12.56	1.61	-18.88	16.48
2.10	0.00	0.00	-12.17	0.80	-19.00	18.37
2.20	0.00	0.00	-11.79	-0.01	-19.04	20.28
2.30	0.00	0.00	-11.40	-0.83	-19.00	22.18
2.40	0.00	0.00	-11.03	-1.64	-18.87	24.07
2.50	0.00	0.00	-10.65	-2.45	-18.67	25.95
2.60	0.00	0.00	-10.28	-3.12	-18.39	27.80
2.70	0.00	0.00	-9.92	-3.78	-18.05	29.63
2.80	0.00	0.00	-9.56	-4.45	-17.63	31.41
2.90	0.00	0.00	-9.21	-5.11	-17.16	33.15
3.00	0.00	0.00	-8.86	-5.78	-16.61	34.84
3.10	0.00	0.00	-8.51	-6.45	-16.00	36.47
3.20	0.00	0.00	-8.18	-7.11	-15.32	38.04
3.30	0.00	0.00	-7.84	-7.78	-14.58	39.53
3.40	0.00	0.00	-7.52	-8.44	-13.77	40.95
3.50	0.00	0.00	-7.20	-9.11	-12.89	42.28
3.60	0.00	0.00	-6.89	-9.77	-11.95	43.53
3.70	0.00	0.00	-6.59	-10.44	-10.94	44.67
3.80	0.00	0.00	-6.29	-11.10	-9.86	45.71
3.90	3.83	0.00	-6.00	-11.62	-8.69	46.61
4.00	3.83	0.00	-5.72	-10.67	-7.58	47.42
4.10	3.83	0.00	-5.45	-9.75	-6.56	48.13
4.20	3.83	0.00	-5.18	-8.86	-5.63	48.74
4.30	3.83	0.00	-4.93	-8.01	-4.79	49.26
4.40	3.83	0.00	-4.68	-7.18	-4.03	49.70
4.50	3.83	0.00	-4.44	-6.39	-3.35	50.07
4.60	3.83	0.00	-4.20	-5.62	-2.75	50.37
4.70	3.83	0.00	-3.98	-4.89	-2.22	50.62
4.80	3.83	0.00	-3.76	-4.20	-1.77	50.82
4.90	3.83	0.00	-3.56	-3.53	-1.38	50.98
5.00	7.58	0.00	-3.36	-15.46	-0.41	51.06

Hloubka [m]	kh,p [MN/m ³]	kh,z [MN/m ³]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos. síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
5.10	7.58	0.00	-3.17	-17.79	1.25	51.03
5.20	7.58	0.00	-2.98	-16.54	2.96	50.81
5.30	7.58	0.00	-2.81	-15.35	4.56	50.44
5.40	7.58	0.00	-2.64	-14.22	6.03	49.91
5.50	7.58	0.00	-2.49	-13.16	7.40	49.23
5.60	7.58	0.00	-2.34	-12.16	8.67	48.43
5.70	7.58	0.00	-2.20	-11.22	9.84	47.50
5.80	7.58	0.00	-2.06	-10.34	10.92	46.47
5.90	7.58	0.00	-1.94	-9.52	11.91	45.32
6.00	7.58	0.00	-1.82	-8.75	12.82	44.09
6.10	7.58	0.00	-1.71	-8.04	13.66	42.76
6.20	7.58	0.00	-1.61	-7.38	14.43	41.36
6.30	7.58	7.58	-1.51	-6.07	15.12	39.86
6.40	7.58	7.58	-1.42	-4.79	15.66	38.32
6.50	7.58	7.58	-1.33	-3.61	16.08	36.74
6.60	7.58	7.58	-1.26	-2.51	16.39	35.11
6.70	7.58	7.58	-1.18	-1.51	16.59	33.46
6.80	7.58	7.58	-1.12	-0.58	16.69	31.80
6.90	7.58	7.58	-1.06	0.26	16.71	30.13
7.00	7.58	7.58	-1.00	1.03	16.64	28.46
7.10	7.58	7.58	-0.95	1.73	16.50	26.80
7.20	7.58	7.58	-0.90	2.37	16.30	25.16
7.30	7.58	7.58	-0.86	2.94	16.03	23.54
7.40	7.58	7.58	-0.82	3.45	15.71	21.96
7.50	7.58	7.58	-0.78	3.91	15.34	20.40
7.60	7.58	7.58	-0.75	4.31	14.93	18.89
7.70	7.58	7.58	-0.72	4.68	14.48	17.42
7.80	7.58	7.58	-0.69	4.99	14.00	15.99
7.90	7.58	7.58	-0.67	5.27	13.48	14.62
8.00	7.58	7.58	-0.65	5.51	12.95	13.30
8.10	7.58	7.58	-0.63	5.73	12.38	12.03
8.20	7.58	7.58	-0.61	5.91	11.80	10.82
8.30	7.58	7.58	-0.60	6.06	11.20	9.67
8.40	7.58	7.58	-0.58	6.19	10.59	8.58
8.50	7.58	7.58	-0.57	6.30	9.97	7.55
8.60	7.58	7.58	-0.56	6.39	9.33	6.59
8.70	7.58	7.58	-0.55	6.47	8.69	5.69
8.80	7.58	7.58	-0.54	6.53	8.04	4.85
8.90	7.58	7.58	-0.53	6.58	7.38	4.08
9.00	7.58	7.58	-0.53	6.62	6.72	3.37
9.10	7.58	7.58	-0.52	6.65	6.06	2.74
9.20	7.58	7.58	-0.51	6.68	5.39	2.16
9.30	7.58	7.58	-0.51	6.70	4.72	1.66
9.40	7.58	7.58	-0.50	6.72	4.05	1.22
9.50	7.58	7.58	-0.50	6.73	3.38	0.85
9.60	7.58	7.58	-0.49	6.74	2.71	0.54

Hloubka [m]	kh,p [MN/m ³]	kh,z [MN/m ³]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos. síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
9.70	7.58	7.58	-0.48	6.76	2.03	0.31
9.80	7.58	7.58	-0.48	6.77	1.36	0.14
9.90	7.58	7.58	-0.47	6.78	0.68	0.03
10.00	7.58	7.58	-0.47	6.79	0.00	0.00

Maximální posouvající síla = 19.04 kN/m
 Maximální moment = 51.06 kNm/m
 Maximální deformace = 20.6 mm

Sednutí terénu za konstrukcí

	Souřadnice x [m]	Sednutí z [mm]
1	0.00	10.5
2	0.88	12.3
3	1.75	13.5
4	2.63	14.1
5	3.51	14.0
6	4.38	13.3
7	5.26	11.9
8	6.14	9.9
9	7.02	7.2
10	7.89	3.9
11	8.77	0.0
12	8.77	0.0

Posouzení hydraulického zdvihu

Stabilizující tíha zeminy σ_{stb} = 156.82 kPa
 Destabilizující tlak vody u_{dst} = 20.25 kPa

Posouzení hydraulického zdvihu VYHOVUJE

Posouzení vyplavování zeminy

Kritický hydraulický gradient i_c = 0.83
 Hydraulický gradient i = 0.09

Posouzení vyplavování zeminy VYHOVUJE

Vstupní data (Fáze budování 2)

Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2.50	Třída Y - Navážka zeminy (škvára, suť, popel)	
2	2.50	Třída F8 - Jíl, konzistence tuhá	
3	-	Třída F8 - Jíl, konzistence pevná, $S_r > 0.8$	

Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 1.50 m.

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 1.00 m

Hladina podzemní vody před konstrukcí je v hloubce 2.50 m

Podloží u paty konstrukce je propustné.

Hydraulický gradient = 0.09

Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel. 1	Vel. 2	Poř. x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna		[kN/m ²]	[kN/m ²]			
1	Ano		proměnné	20.00		2.00	10.00	na terénu

Číslo	Název
1	Mechanizace

Zadané kotvy

Číslo	Nová kotva	Hloubka z [m]	Název	Dopnutí	Síla F [kN]
1	Ano	1.00	DYWIDAG S555/700 D63.5		50.00

Seznam nových kotev

DYWIDAG S555/700 D63.5

Typ kotvy: tyčová předpínací

Výrobní řada: DYWIDAG tyčová kotva

Hloubka:	z	=	1.00 m
Volná délka:	l	=	5.00 m
Délka kořene:	l _k	=	10.00 m
Sklon kotev:	α	=	25.00 °
Vzdál. Mezi kotvami:	b	=	2.00 m
Průměr:	d _s	=	63.50 mm
Modul pružnosti:	E	=	200000.00 MPa
Předpínací síla:	F	=	50.00 kN
Únosnost na přetržení:	R _t	=	2217.00 kN
Únosnost na vytržení ze zeminy: počítat z plášťového tření			
Průměr kořene:	d	=	156.0 mm
Plášťové tření:	f	=	70.00 kPa
Únosnost na vytržení ze zálivky: počítat z parametrů betonu			
Norma betonu: ČSN EN 1992-1-1 (EC 2)			
Pevnost betonu v tlaku:	f _{ck}	=	8.00 MPa
Součinitel soudržnosti:	η ₁	=	0.70

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace: trvalá

Výsledky výpočtu (Fáze budování 2)

Průběhy tlaků na konstrukci (před a za stěnou)

Hloubka [m]	Ta,p [kPa]	Tk,p [kPa]	Tp,p [kPa]	Ta,z [kPa]	Tk,z [kPa]	Tp,z [kPa]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.03
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.03
0.42	0.00	0.00	0.00	1.71	10.46	27.53
0.54	0.00	0.00	0.00	2.20	13.23	31.67
0.54	0.00	0.00	0.00	10.65	13.23	31.67
0.64	0.00	0.00	0.00	11.83	15.56	35.15
0.83	0.00	0.00	0.00	14.17	20.15	42.02
1.00	0.00	0.00	0.00	16.15	23.73	47.82
1.25	0.00	0.00	0.00	20.57	29.97	56.01
1.50	0.00	0.00	0.00	24.98	35.85	64.20
1.50	0.00	-0.00	-6.19	11.87	17.03	30.50
1.67	0.00	-1.18	-8.94	13.27	18.81	33.09
2.08	0.00	-4.11	-15.83	16.76	23.03	39.57
2.14	0.00	-4.48	-16.69	17.20	23.53	40.39
2.50	-2.09	-7.05	-22.72	20.26	27.01	46.06
2.92	-3.44	-8.71	-26.61	21.38	28.48	50.16
3.33	-4.79	-10.37	-30.50	22.51	29.85	54.27
3.75	-6.14	-12.03	-34.40	23.63	31.17	58.38
4.17	-7.49	-13.70	-38.29	24.75	32.46	62.49
4.58	-8.84	-15.36	-42.18	25.87	33.73	66.60
5.00	-10.19	-17.02	-46.08	26.99	35.00	70.71
5.00	-6.55	-17.02	-52.26	23.35	35.00	76.89
5.42	-7.90	-18.68	-56.16	24.47	36.27	81.00
5.83	-9.25	-20.34	-60.05	25.59	37.55	85.11
6.25	-10.60	-22.00	-63.95	26.72	38.83	89.22
6.67	-11.95	-23.66	-67.84	27.84	40.12	93.33
7.08	-13.30	-25.32	-71.73	28.96	41.42	97.44
7.50	-14.65	-26.99	-75.63	30.08	42.74	101.55
7.92	-16.00	-28.65	-79.52	31.21	44.06	105.65
8.33	-17.35	-30.31	-83.41	32.33	45.40	109.76
8.75	-18.70	-31.97	-87.31	33.45	46.75	113.87
9.17	-20.06	-33.63	-91.20	34.57	48.11	117.98
9.58	-21.41	-35.29	-95.09	35.70	49.48	122.09
10.00	-22.76	-36.95	-98.99	36.82	50.85	126.20

Průběhy modulu reakce podloží a vnitřních sil po konstrukci

Hloubka [m]	kh,p [MN/m ³]	kh,z [MN/m ³]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos. síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
0.00	0.00	0.00	-17.17	13.03	0.00	0.00
0.10	0.00	3.20	-16.85	11.02	-1.18	-0.01
0.20	0.00	3.20	-16.52	11.19	-2.29	0.17
0.30	0.00	3.20	-16.19	11.36	-3.41	0.45
0.40	0.00	3.20	-15.86	11.53	-4.56	0.85
0.50	0.00	3.20	-15.54	11.69	-5.72	1.37

Hloubka [m]	kh,p [MN/m ³]	kh,z [MN/m ³]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos. síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
0.60	0.00	3.20	-15.21	20.81	-7.35	2.01
0.70	0.00	3.20	-14.88	21.75	-9.47	2.85
0.80	0.00	3.20	-14.56	22.69	-11.70	3.91
0.90	0.00	3.20	-14.23	23.63	-14.01	5.19
1.00	0.00	3.20	-13.91	24.56	-16.42	6.71
1.00	0.00	3.20	-13.91	24.56	6.24	6.71
1.10	0.00	3.20	-13.59	26.07	3.71	6.21
1.20	0.00	3.20	-13.26	27.59	1.02	5.97
1.30	0.00	3.20	-12.94	29.10	-1.81	6.01
1.40	0.00	3.20	-12.62	30.61	-4.80	6.34
1.49	0.00	3.20	-12.33	32.00	-7.68	6.91
1.51	0.00	1.52	-12.28	8.99	-8.10	7.04
1.60	0.00	1.52	-11.99	8.13	-8.89	7.82
1.70	0.00	1.52	-11.67	7.20	-9.65	8.75
1.80	0.00	1.52	-11.35	6.26	-10.33	9.75
1.90	0.00	1.52	-11.04	5.33	-10.91	10.82
2.00	0.00	1.52	-10.73	4.40	-11.39	11.93
2.10	0.00	1.52	-10.42	3.46	-11.79	13.09
2.20	0.00	1.52	-10.11	2.53	-12.09	14.29
2.30	0.00	1.52	-9.81	1.61	-12.29	15.51
2.40	1.52	1.52	-9.50	0.93	-12.41	16.72
2.50	0.00	3.83	-9.20	3.11	-12.60	17.96
2.60	0.00	3.83	-8.91	2.17	-12.87	19.24
2.70	0.00	3.83	-8.61	1.23	-13.04	20.54
2.80	0.00	3.83	-8.32	0.30	-13.11	21.85
2.90	0.00	3.83	-8.04	-0.63	-13.10	23.16
3.00	0.00	3.83	-7.75	-1.55	-12.99	24.46
3.10	0.00	3.83	-7.47	-2.46	-12.79	25.75
3.20	0.00	3.83	-7.20	-3.36	-12.50	27.02
3.30	0.00	3.83	-6.93	-4.26	-12.12	28.25
3.40	0.00	3.83	-6.66	-5.15	-11.65	29.44
3.50	0.00	3.83	-6.40	-6.04	-11.09	30.58
3.60	0.00	3.83	-6.15	-6.91	-10.44	31.66
3.70	0.00	3.83	-5.90	-7.78	-9.70	32.67
3.80	3.83	3.83	-5.65	-7.69	-8.91	33.57
3.90	3.83	3.83	-5.41	-7.09	-8.17	34.42
4.00	3.83	3.83	-5.18	-6.50	-7.49	35.21
4.10	3.83	3.83	-4.95	-5.93	-6.87	35.92
4.20	3.83	3.83	-4.73	-5.37	-6.30	36.58
4.30	3.83	3.83	-4.51	-4.83	-5.79	37.19
4.40	3.83	3.83	-4.30	-4.31	-5.34	37.74
4.50	3.83	3.83	-4.10	-3.80	-4.93	38.26
4.60	3.83	3.83	-3.90	-3.31	-4.58	38.73
4.70	3.83	3.83	-3.71	-2.83	-4.27	39.18
4.80	3.83	3.83	-3.53	-2.38	-4.01	39.59
4.90	3.83	3.83	-3.35	-1.94	-3.80	39.98

Hloubka [m]	kh,p [MN/m ³]	kh,z [MN/m ³]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos. síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
5.00	7.58	7.58	-3.18	-12.74	-3.03	40.31
5.10	7.58	7.58	-3.01	-15.46	-1.62	40.54
5.20	7.58	7.58	-2.85	-14.58	-0.12	40.63
5.30	7.58	7.58	-2.70	-13.73	1.29	40.57
5.40	7.58	7.58	-2.56	-12.93	2.63	40.38
5.50	7.58	7.58	-2.42	-12.16	3.88	40.05
5.60	7.58	7.58	-2.29	-11.43	5.06	39.60
5.70	7.58	7.58	-2.17	-10.74	6.17	39.04
5.80	7.58	7.58	-2.05	-10.09	7.21	38.37
5.90	7.58	7.58	-1.94	-9.48	8.18	37.60
6.00	7.58	0.00	-1.83	-8.83	9.08	36.76
6.10	7.58	0.00	-1.73	-8.20	9.93	35.81
6.20	7.58	0.00	-1.64	-7.62	10.72	34.77
6.30	7.58	7.58	-1.55	-6.68	11.45	33.65
6.40	7.58	7.58	-1.47	-5.52	12.06	32.47
6.50	7.58	7.58	-1.39	-4.44	12.56	31.24
6.60	7.58	7.58	-1.32	-3.44	12.95	29.96
6.70	7.58	7.58	-1.25	-2.52	13.25	28.65
6.80	7.58	7.58	-1.19	-1.66	13.46	27.32
6.90	7.58	7.58	-1.13	-0.87	13.58	25.97
7.00	7.58	7.58	-1.08	-0.15	13.64	24.60
7.10	7.58	7.58	-1.03	0.51	13.62	23.24
7.20	7.58	7.58	-0.98	1.12	13.53	21.88
7.30	7.58	7.58	-0.94	1.67	13.40	20.54
7.40	7.58	7.58	-0.90	2.17	13.20	19.21
7.50	7.58	7.58	-0.87	2.62	12.96	17.90
7.60	7.58	7.58	-0.83	3.03	12.68	16.61
7.70	7.58	7.58	-0.80	3.40	12.36	15.36
7.80	7.58	7.58	-0.78	3.72	12.00	14.14
7.90	7.58	7.58	-0.75	4.02	11.62	12.96
8.00	7.58	7.58	-0.73	4.28	11.20	11.82
8.10	7.58	7.58	-0.71	4.52	10.76	10.72
8.20	7.58	7.58	-0.69	4.72	10.30	9.67
8.30	7.58	7.58	-0.67	4.91	9.82	8.66
8.40	7.58	7.58	-0.66	5.07	9.32	7.71
8.50	7.58	7.58	-0.64	5.22	8.80	6.80
8.60	7.58	7.58	-0.63	5.34	8.27	5.95
8.70	7.58	7.58	-0.62	5.46	7.73	5.15
8.80	7.58	7.58	-0.61	5.56	7.18	4.40
8.90	7.58	7.58	-0.60	5.65	6.62	3.71
9.00	7.58	7.58	-0.59	5.73	6.05	3.08
9.10	7.58	7.58	-0.58	5.81	5.48	2.50
9.20	7.58	7.58	-0.57	5.87	4.89	1.98
9.30	7.58	7.58	-0.56	5.94	4.30	1.52
9.40	7.58	7.58	-0.55	6.00	3.71	1.12
9.50	7.58	7.58	-0.54	6.06	3.10	0.78

Hloubka [m]	kh,p [MN/m ³]	kh,z [MN/m ³]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos. síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
9.60	7.58	7.58	-0.53	6.12	2.49	0.50
9.70	7.58	7.58	-0.52	6.18	1.88	0.28
9.80	7.58	7.58	-0.52	6.23	1.26	0.13
9.90	7.58	7.58	-0.51	6.29	0.63	0.03
10.00	7.58	7.58	-0.50	6.35	0.00	-0.00

Maximální posouvající síla = 16.42 kN/m
 Maximální moment = 40.63 kNm/m
 Maximální deformace = 17.2 mm

Síly v kotvách

Číslo	Hloubka [m]	Deformace [mm]	Síla v kotvě [kN]
1	1.00	-13.9	50.00

Sednutí terénu za konstrukcí

	Souřadnice x [m]	Sednutí z [mm]
1	0.00	8.8
2	0.88	10.5
3	1.75	11.6
4	2.63	12.2
5	3.51	12.1
6	4.38	11.5
7	5.26	10.4
8	6.14	8.6
9	7.02	6.3
10	7.89	3.4
11	8.77	0.0
12	8.77	0.0

Posouzení hydraulického zdvihu

Stabilizující tíha zeminy σ_{stb} = 156.82 kPa
 Destabilizující tlak vody u_{dst} = 20.25 kPa

Posouzení hydraulického zdvihu VYHOVUJE

Posouzení vyplavování zeminy

Kritický hydraulický gradient i_c = 0.83
 Hydraulický gradient i = 0.09

Posouzení vyplavování zeminy VYHOVUJE

Vstupní data (Fáze budování 3)

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2.50	Třída Y - Navážka zeminy (škvára, suť, popel)	
2	2.50	Třída F8 - Jíl, konzistence tuhá	

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
3	-	Třída F8 - Jíl, konzistence pevná, $S_r > 0.8$	

Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 3.50 m.

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 1.00 m

Hladina podzemní vody před konstrukcí je v hloubce 4.50 m

Podloží u paty konstrukce je propustné.

Hydraulický gradient = 0.24

Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel. 1 [kN/m ²]	Vel. 2 [kN/m ²]	Poř. x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	Ano		proměnné	20.00		2.00	10.00	na terénu

Číslo	Název
1	Mechanizace

Zadané kotvy

Číslo	Nová kotva	Hloubka z [m]	Název	Dopnutí	Síla F [kN]
1	Ne	1.00	DYWIDAG S555/700 D63.5		242.48

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace: trvalá

Výsledky výpočtu (Fáze budování 3)

Průběhy tlaků na konstrukci (před a za stěnou)

Hloubka [m]	Ta,p [kPa]	Tk,p [kPa]	Tp,p [kPa]	Ta,z [kPa]	Tk,z [kPa]	Tp,z [kPa]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.03
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.03
0.43	0.00	0.00	0.00	1.78	10.90	28.16
0.54	0.00	0.00	0.00	2.20	13.24	31.67
0.54	0.00	0.00	0.00	10.65	13.24	31.67
0.64	0.00	0.00	0.00	11.83	15.54	35.15
0.87	0.00	0.00	0.00	14.60	20.95	43.28
1.00	0.00	0.00	0.00	16.15	23.73	47.82
1.30	0.00	0.00	0.00	21.80	31.61	58.57
1.74	0.00	0.00	0.00	29.86	42.00	73.92
2.17	0.00	0.00	0.00	37.93	51.62	89.28
2.50	0.00	0.00	0.00	43.98	58.51	100.79
2.61	0.00	0.00	0.00	46.00	60.76	104.63
3.04	0.00	0.00	0.00	54.07	69.59	119.98
3.48	0.00	0.00	0.00	62.14	78.25	135.33
3.50	0.00	0.00	0.00	62.54	78.68	136.10
3.50	0.00	-0.00	-6.19	29.71	37.38	64.65
3.91	0.00	-2.91	-13.01	33.35	41.24	71.58
4.14	0.00	-4.48	-16.69	35.31	43.31	75.31
4.35	-1.22	-5.98	-20.20	37.18	45.28	78.87
4.50	-2.09	-7.05	-22.72	38.52	46.69	81.42
4.78	-2.89	-8.03	-25.01	38.82	47.11	83.97
5.00	-3.50	-8.79	-26.78	39.04	47.43	85.92
5.00	0.00	-8.79	-32.97	35.40	47.43	92.11
5.05	0.00	-8.97	-33.39	35.45	47.51	92.58
5.22	-0.47	-9.54	-34.74	35.62	47.76	94.07
5.65	-1.69	-11.05	-38.27	36.08	48.41	97.98
6.09	-2.92	-12.56	-41.81	36.53	49.07	101.89
6.52	-4.15	-14.07	-45.34	36.98	49.74	105.81
6.96	-5.37	-15.57	-48.88	37.44	50.42	109.72
7.39	-6.60	-17.08	-52.41	37.89	51.11	113.63
7.83	-7.83	-18.59	-55.95	38.34	51.81	117.55
8.26	-9.05	-20.10	-59.48	38.79	52.53	121.46
8.70	-10.28	-21.61	-63.02	39.25	53.26	125.37
9.13	-11.51	-23.12	-66.56	39.70	54.00	129.29
9.57	-12.73	-24.62	-70.09	40.15	54.75	133.20
10.00	-13.96	-26.13	-73.63	40.61	55.51	137.11

Průběhy modulu reakce podloží a vnitřních sil po konstrukci

Hloubka [m]	kh,p [MN/m ³]	kh,z [MN/m ³]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos. síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
0.00	0.00	0.00	-12.39	13.03	-0.00	-0.00
0.10	0.00	0.00	-12.70	16.51	-1.48	0.07
0.20	0.00	0.00	-13.00	19.99	-3.30	0.31

Hloubka [m]	kh,p [MN/m ³]	kh,z [MN/m ³]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos. síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
0.30	0.00	3.20	-13.30	20.61	-5.36	0.69
0.40	0.00	3.20	-13.60	18.76	-7.32	1.32
0.50	0.00	3.20	-13.91	16.93	-9.11	2.15
0.60	0.00	3.20	-14.21	24.01	-11.16	3.15
0.70	0.00	3.20	-14.51	22.92	-13.50	4.38
0.80	0.00	3.20	-14.82	21.82	-15.74	5.85
0.90	0.00	3.20	-15.12	20.79	-17.87	7.53
1.00	0.00	3.20	-15.43	19.69	-19.89	9.42
1.00	0.00	3.20	-15.43	19.69	89.99	9.42
1.10	0.00	3.20	-15.74	19.28	88.04	0.52
1.20	0.00	0.00	-16.04	19.86	86.11	-8.13
1.30	0.00	0.00	-16.35	21.71	84.03	-16.64
1.40	0.00	0.00	-16.65	23.57	81.76	-24.93
1.50	0.00	0.00	-16.95	25.43	79.31	-32.98
1.60	0.00	0.00	-17.25	27.28	76.68	-40.78
1.70	0.00	0.00	-17.54	29.14	73.86	-48.31
1.80	0.00	0.00	-17.82	30.99	70.85	-55.55
1.90	0.00	0.00	-18.09	32.85	67.66	-62.48
2.00	0.00	0.00	-18.35	34.70	64.28	-69.07
2.10	0.00	0.00	-18.59	36.56	60.72	-75.33
2.20	0.00	0.00	-18.83	38.42	56.97	-81.21
2.30	0.00	0.00	-19.05	40.27	53.03	-86.71
2.40	0.00	0.00	-19.26	42.13	48.91	-91.81
2.50	0.00	0.00	-19.46	43.98	44.61	-96.49
2.60	0.00	0.00	-19.63	45.84	40.12	-100.73
2.70	0.00	0.00	-19.79	47.69	35.44	-104.51
2.80	0.00	0.00	-19.94	49.55	30.58	-107.81
2.90	0.00	0.00	-20.06	51.41	25.53	-110.62
3.00	0.00	0.00	-20.17	53.26	20.30	-112.91
3.10	0.00	0.00	-20.26	55.12	14.88	-114.67
3.20	0.00	0.00	-20.33	56.97	9.27	-115.88
3.30	0.00	0.00	-20.38	58.83	3.48	-116.52
3.40	0.00	0.00	-20.41	60.68	-2.49	-116.57
3.49	0.00	0.00	-20.42	62.39	-8.15	-116.08
3.51	0.00	0.00	-20.42	23.46	-9.00	-115.94
3.60	0.00	0.00	-20.42	22.75	-11.12	-115.02
3.70	0.00	0.00	-20.39	21.98	-13.36	-113.79
3.80	0.00	0.00	-20.35	21.20	-15.52	-112.35
3.90	0.00	0.00	-20.28	20.43	-17.60	-110.69
4.00	0.00	0.00	-20.20	19.66	-19.60	-108.83
4.10	0.00	0.00	-20.10	18.89	-21.53	-106.77
4.20	0.00	0.00	-19.99	18.12	-23.38	-104.53
4.30	0.00	0.00	-19.85	17.35	-25.16	-102.10
4.40	0.00	0.00	-19.70	16.58	-26.85	-99.50
4.50	0.00	0.00	-19.53	15.81	-28.47	-96.73
4.60	0.00	0.00	-19.35	15.10	-30.02	-93.80

Hloubka [m]	kh,p [MN/m ³]	kh,z [MN/m ³]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos. síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
4.70	0.00	0.00	-19.15	14.39	-31.49	-90.73
4.80	0.00	0.00	-18.94	13.68	-32.89	-87.51
4.90	0.00	0.00	-18.71	12.97	-34.23	-84.15
5.00	0.00	0.00	-18.47	12.26	-35.49	-80.67
5.10	0.00	0.00	-18.21	1.72	-36.19	-77.07
5.20	0.00	0.00	-17.94	1.01	-36.32	-73.45
5.30	0.00	0.00	-17.66	0.30	-36.39	-69.81
5.40	0.00	0.00	-17.37	-0.41	-36.38	-66.17
5.50	0.00	0.00	-17.07	-1.12	-36.31	-62.54
5.60	0.00	0.00	-16.75	-1.83	-36.16	-58.91
5.70	0.00	0.00	-16.43	-2.53	-35.94	-55.31
5.80	0.00	0.00	-16.10	-3.24	-35.65	-51.73
5.90	0.00	0.00	-15.76	-3.95	-35.29	-48.18
6.00	0.00	0.00	-15.41	-4.66	-34.86	-44.67
6.10	0.00	0.00	-15.05	-5.37	-34.36	-41.21
6.20	0.00	0.00	-14.69	-6.08	-33.79	-37.80
6.30	0.00	0.00	-14.32	-6.79	-33.15	-34.45
6.40	0.00	0.00	-13.95	-7.50	-32.43	-31.17
6.50	0.00	0.00	-13.57	-8.21	-31.65	-27.97
6.60	0.00	0.00	-13.18	-8.92	-30.79	-24.85
6.70	0.00	0.00	-12.79	-9.62	-29.86	-21.81
6.80	0.00	0.00	-12.40	-10.33	-28.87	-18.88
6.90	0.00	0.00	-12.01	-11.04	-27.80	-16.04
7.00	0.00	0.00	-11.61	-11.75	-26.66	-13.32
7.10	0.00	0.00	-11.21	-12.46	-25.45	-10.71
7.20	0.00	0.00	-10.81	-13.17	-24.16	-8.23
7.30	0.00	0.00	-10.40	-13.88	-22.81	-5.88
7.40	0.00	0.00	-10.00	-14.59	-21.39	-3.67
7.50	0.00	0.00	-9.59	-15.30	-19.89	-1.61
7.60	0.00	0.00	-9.19	-16.01	-18.33	0.30
7.70	0.00	0.00	-8.78	-16.71	-16.69	2.06
7.80	0.00	0.00	-8.38	-17.42	-14.99	3.64
7.90	0.00	0.00	-7.98	-18.13	-13.21	5.05
8.00	0.00	0.00	-7.57	-18.84	-11.36	6.28
8.10	0.00	0.00	-7.17	-19.55	-9.44	7.32
8.20	0.00	0.00	-6.77	-20.26	-7.45	8.17
8.30	0.00	0.00	-6.37	-20.97	-5.39	8.81
8.40	0.00	0.00	-5.97	-21.68	-3.26	9.24
8.50	0.00	0.00	-5.57	-22.39	-1.05	9.46
8.60	7.58	0.00	-5.18	-21.37	1.21	9.40
8.70	7.58	0.00	-4.79	-18.63	3.21	9.17
8.80	7.58	0.00	-4.39	-15.90	4.93	8.77
8.90	7.58	0.00	-4.00	-13.18	6.39	8.20
9.00	7.58	0.00	-3.61	-10.47	7.57	7.50
9.10	7.58	0.00	-3.22	-7.78	8.48	6.69
9.20	7.58	0.00	-2.84	-5.09	9.13	5.81

Hloubka [m]	kh,p [MN/m ³]	kh,z [MN/m ³]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos. síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
9.30	7.58	0.00	-2.45	-2.40	9.50	4.88
9.40	7.58	0.00	-2.07	0.27	9.61	3.92
9.50	7.58	7.58	-1.68	4.75	9.43	2.94
9.60	7.58	7.58	-1.30	10.40	8.67	2.03
9.70	7.58	7.58	-0.91	16.04	7.35	1.23
9.80	7.58	7.58	-0.53	21.68	5.46	0.58
9.90	7.58	7.58	-0.15	27.32	3.01	0.16
10.00	7.58	7.58	0.24	32.96	-0.00	-0.00

Maximální posouvající síla = 89.99 kN/m

Maximální moment = 116.57 kNm/m

Maximální deformace = 20.4 mm

Síly v kotvách

Číslo	Hloubka [m]	Deformace [mm]	Síla v kotvě [kN]
1	1.00	-15.4	242.48

Sednutí terénu za konstrukcí

	Souřadnice x [m]	Sednutí z [mm]
1	0.00	6.1
2	0.88	13.8
3	1.75	19.7
4	2.63	23.8
5	3.51	26.0
6	4.38	26.3
7	5.26	24.8
8	6.14	21.4
9	7.02	16.1
10	7.89	9.0
11	8.77	0.0
12	8.77	0.0

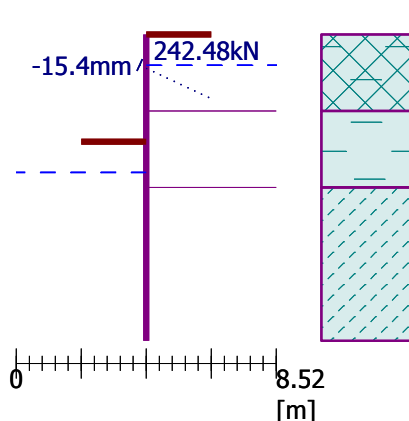
Název: Kotvené záporové pažení (hloubka výkopu – max. 3,5 m)

Fáze - výpočet: 3 - -1

Popis: Deformace (mm) + Zemní tlak po délce pažící konstrukce (kPa)

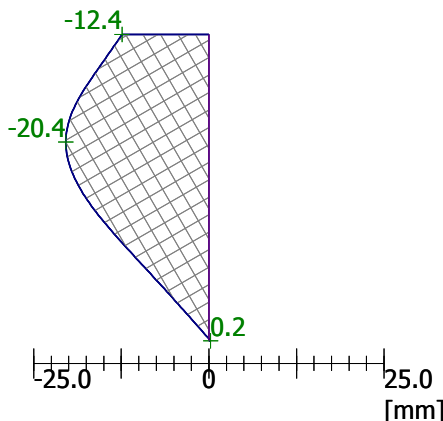
Geometrie konstrukce

Délka konstrukce = 10.00m



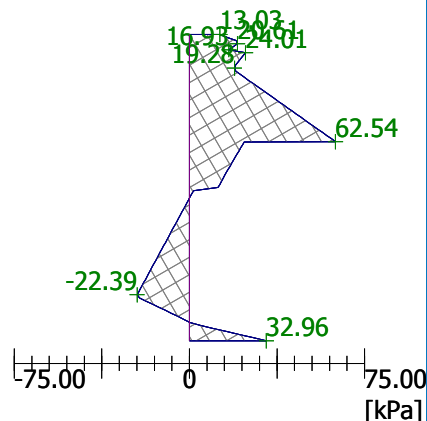
Deformace konstrukce

Max. def. = 20.4 mm



Tlak na konstrukci

Max. tlak = 62.54 kPa



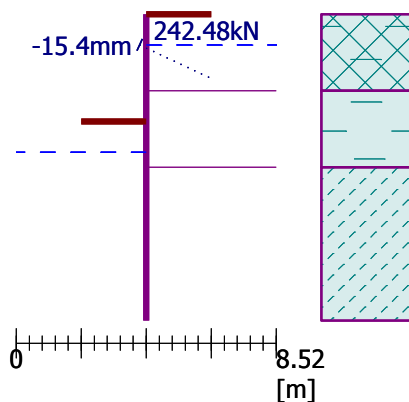
Název: Kotvené záporové pažení (hloubka výkopu – max. 3,5 m)

Fáze - výpočet: 3 - -1

Popis: Průběh vnitřních sil (M, Q) po délce pažící konstrukce

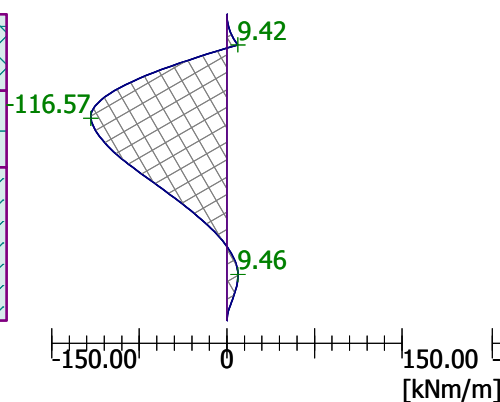
Geometrie konstrukce

Délka konstrukce = 10.00m



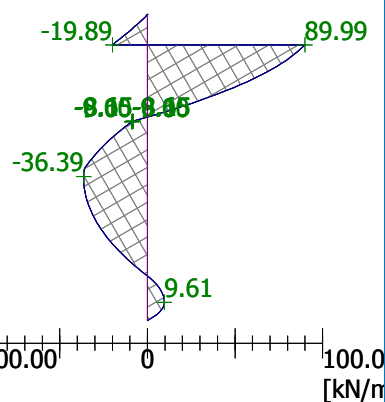
Ohybový moment

Max. M = 116.57 kNm/m



Posouvající síla

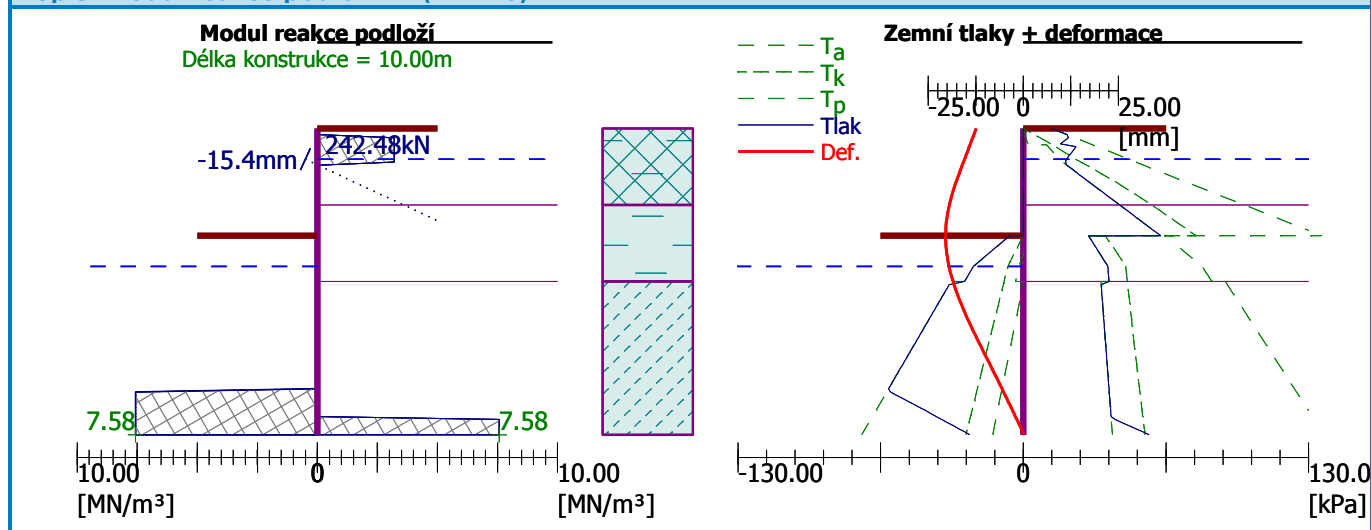
Max. Q = 89.99 kN/m



Název: Kotvené záporové pažení (hloubka výkopu – max. 3,5 m)

Fáze - výpočet: 3 - -1

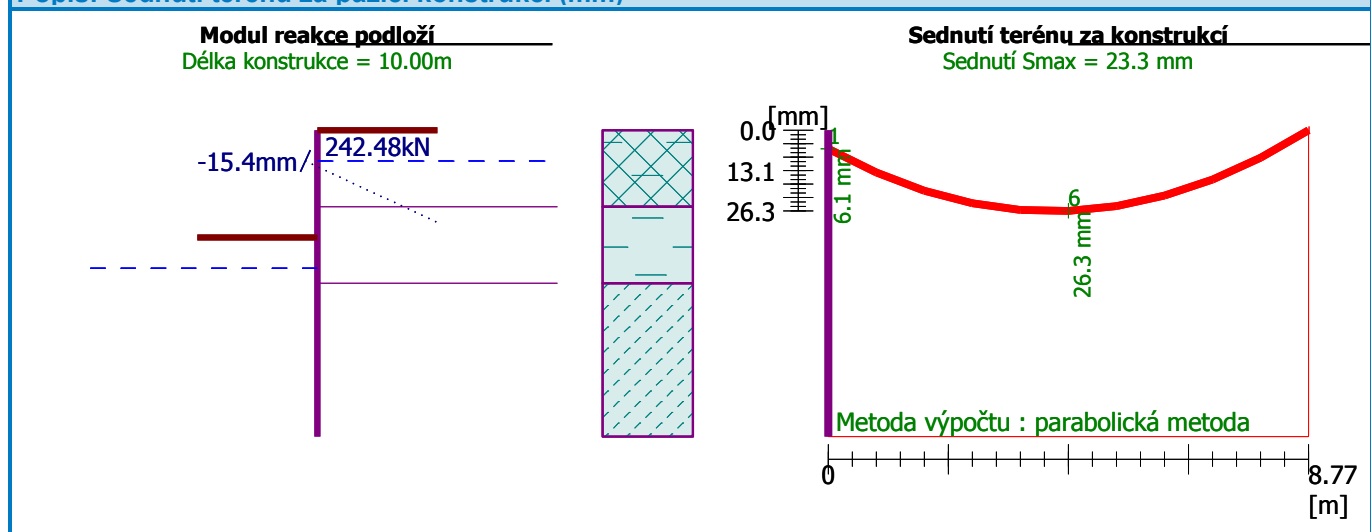
Popis: Modul reakce podloží kh (MN/m3)



Název: Kotvené záporové pažení (hloubka výkopu – max. 3,5 m)

Fáze - výpočet: 3 - -1

Popis: Sednutí terénu za pažicí konstrukcí (mm)



Posouzení hydraulického zdvihu

Stabilizující tíha zeminy σ_{stb} = 119.92 kPa

Destabilizující tlak vody u_{dst} = 47.25 kPa

Posouzení hydraulického zdvihu VYHOVUJE

Posouzení vyplavování zeminy

Kritický hydraulický gradient i_c = 0.83

Hydraulický gradient i = 0.24

Posouzení vyplavování zeminy VYHOVUJE

Dimenzování č. 1

	Def. min [mm]	Def. max [mm]	Pos. síla min. [kN/m]	Pos. síla max [kN/m]	Moment min. [kNm/m]	Moment max. [kNm/m]
0.00	-20.56	-12.39	-0.00	0.00	-0.00	0.00
0.10	-20.16	-12.70	-1.48	-0.02	-0.01	0.07
0.20	-19.76	-13.00	-3.30	-0.08	0.01	0.31
0.30	-19.35	-13.30	-5.36	-0.18	0.02	0.69
0.40	-18.95	-13.60	-7.32	-0.33	0.04	1.32
0.50	-18.55	-13.91	-9.11	-0.51	0.09	2.15
0.60	-18.15	-14.21	-11.16	-1.19	0.16	3.15
0.70	-17.74	-14.51	-13.50	-2.39	0.34	4.38
0.80	-17.34	-14.56	-15.74	-3.70	0.64	5.85
0.90	-16.94	-14.23	-17.87	-5.14	1.08	7.53
1.00	-16.54	-13.91	-19.89	-6.70	1.68	9.42
1.00	-16.54	-13.91	-6.70	89.99	1.68	9.42
1.10	-16.13	-13.59	-8.40	88.04	0.52	6.21
1.20	-16.04	-13.26	-10.28	86.11	-8.13	5.97
1.30	-16.35	-12.94	-12.34	84.03	-16.64	6.01
1.40	-16.65	-12.62	-14.57	81.76	-24.93	6.34
1.49	-16.93	-12.33	-16.78	79.51	-32.34	7.28
1.50	-16.95	-12.30	-16.98	79.31	-32.98	7.41
1.50	-16.95	-12.30	-16.98	79.31	-32.98	7.41
1.51	-16.98	-12.28	-17.10	79.10	-33.61	7.55
1.51	-16.98	-12.28	-17.10	79.10	-33.61	7.55
1.60	-17.25	-11.99	-17.58	76.68	-40.78	9.14
1.70	-17.54	-11.67	-18.03	73.86	-48.31	10.92
1.80	-17.82	-11.35	-18.39	70.85	-55.55	12.75
1.90	-18.09	-11.04	-18.68	67.66	-62.48	14.60
2.00	-18.35	-10.73	-18.88	64.28	-69.07	16.48
2.10	-18.59	-10.42	-19.00	60.72	-75.33	18.37
2.20	-18.83	-10.11	-19.04	56.97	-81.21	20.28
2.30	-19.05	-9.81	-19.00	53.03	-86.71	22.18
2.40	-19.26	-9.50	-18.87	48.91	-91.81	24.07
2.50	-19.46	-9.20	-18.67	44.61	-96.49	25.95
2.60	-19.63	-8.91	-18.39	40.12	-100.73	27.80
2.70	-19.79	-8.61	-18.05	35.44	-104.51	29.63
2.80	-19.94	-8.32	-17.63	30.58	-107.81	31.41
2.90	-20.06	-8.04	-17.16	25.53	-110.62	33.15
3.00	-20.17	-7.75	-16.61	20.30	-112.91	34.84
3.10	-20.26	-7.47	-16.00	14.88	-114.67	36.47
3.20	-20.33	-7.20	-15.32	9.27	-115.88	38.04
3.30	-20.38	-6.93	-14.58	3.48	-116.52	39.53
3.40	-20.41	-6.66	-13.77	-2.49	-116.57	40.95
3.49	-20.42	-6.42	-12.96	-8.15	-116.08	42.18
3.49	-20.42	-6.42	-12.96	-8.15	-116.08	42.18
3.50	-20.42	-6.40	-12.89	-8.65	-116.01	42.28
3.50	-20.42	-6.40	-12.89	-8.65	-116.01	42.28
3.51	-20.42	-6.38	-12.81	-9.00	-115.94	42.38

	Def. min [mm]	Def. max [mm]	Pos. síla min. [kN/m]	Pos. síla max [kN/m]	Moment min. [kNm/m]	Moment max. [kNm/m]
3.51	-20.42	-6.38	-12.81	-9.00	-115.94	42.38
3.60	-20.42	-6.15	-11.95	-10.44	-115.02	43.53
3.70	-20.39	-5.90	-13.36	-9.70	-113.79	44.67
3.80	-20.35	-5.65	-15.52	-8.91	-112.35	45.71
3.90	-20.28	-5.41	-17.60	-8.17	-110.69	46.61
4.00	-20.20	-5.18	-19.60	-7.49	-108.83	47.42
4.10	-20.10	-4.95	-21.53	-6.56	-106.77	48.13
4.20	-19.99	-4.73	-23.38	-5.63	-104.53	48.74
4.30	-19.85	-4.51	-25.16	-4.79	-102.10	49.26
4.40	-19.70	-4.30	-26.85	-4.03	-99.50	49.70
4.50	-19.53	-4.10	-28.47	-3.35	-96.73	50.07
4.60	-19.35	-3.90	-30.02	-2.75	-93.80	50.37
4.70	-19.15	-3.71	-31.49	-2.22	-90.73	50.62
4.80	-18.94	-3.53	-32.89	-1.77	-87.51	50.82
4.90	-18.71	-3.35	-34.23	-1.38	-84.15	50.98
5.00	-18.47	-3.18	-35.49	-0.41	-80.67	51.06
5.10	-18.21	-3.01	-36.19	1.25	-77.07	51.03
5.20	-17.94	-2.85	-36.32	2.96	-73.45	50.81
5.30	-17.66	-2.70	-36.39	4.56	-69.81	50.44
5.40	-17.37	-2.56	-36.38	6.03	-66.17	49.91
5.50	-17.07	-2.42	-36.31	7.40	-62.54	49.23
5.60	-16.75	-2.29	-36.16	8.67	-58.91	48.43
5.70	-16.43	-2.17	-35.94	9.84	-55.31	47.50
5.80	-16.10	-2.05	-35.65	10.92	-51.73	46.47
5.90	-15.76	-1.94	-35.29	11.91	-48.18	45.32
6.00	-15.41	-1.82	-34.86	12.82	-44.67	44.09
6.10	-15.05	-1.71	-34.36	13.66	-41.21	42.76
6.20	-14.69	-1.61	-33.79	14.43	-37.80	41.36
6.30	-14.32	-1.51	-33.15	15.12	-34.45	39.86
6.40	-13.95	-1.42	-32.43	15.66	-31.17	38.32
6.50	-13.57	-1.33	-31.65	16.08	-27.97	36.74
6.60	-13.18	-1.26	-30.79	16.39	-24.85	35.11
6.70	-12.79	-1.18	-29.86	16.59	-21.81	33.46
6.80	-12.40	-1.12	-28.87	16.69	-18.88	31.80
6.90	-12.01	-1.06	-27.80	16.71	-16.04	30.13
7.00	-11.61	-1.00	-26.66	16.64	-13.32	28.46
7.10	-11.21	-0.95	-25.45	16.50	-10.71	26.80
7.20	-10.81	-0.90	-24.16	16.30	-8.23	25.16
7.30	-10.40	-0.86	-22.81	16.03	-5.88	23.54
7.40	-10.00	-0.82	-21.39	15.71	-3.67	21.96
7.50	-9.59	-0.78	-19.89	15.34	-1.61	20.40
7.60	-9.19	-0.75	-18.33	14.93	0.30	18.89
7.70	-8.78	-0.72	-16.69	14.48	2.06	17.42
7.80	-8.38	-0.69	-14.99	14.00	3.64	15.99
7.90	-7.98	-0.67	-13.21	13.48	5.05	14.62
8.00	-7.57	-0.65	-11.36	12.95	6.28	13.30

	Def. min [mm]	Def. max [mm]	Pos. síla min. [kN/m]	Pos. síla max [kN/m]	Moment min. [kNm/m]	Moment max. [kNm/m]
8.10	-7.17	-0.63	-9.44	12.38	7.32	12.03
8.20	-6.77	-0.61	-7.45	11.80	8.17	10.82
8.30	-6.37	-0.60	-5.39	11.20	8.66	9.67
8.40	-5.97	-0.58	-3.26	10.59	7.71	9.24
8.50	-5.57	-0.57	-1.05	9.97	6.80	9.46
8.60	-5.18	-0.56	1.21	9.33	5.95	9.40
8.70	-4.79	-0.55	3.21	8.69	5.15	9.17
8.80	-4.39	-0.54	4.93	8.04	4.40	8.77
8.90	-4.00	-0.53	6.39	7.38	3.71	8.20
9.00	-3.61	-0.53	6.05	7.57	3.08	7.50
9.10	-3.22	-0.52	5.48	8.48	2.50	6.69
9.20	-2.84	-0.51	4.89	9.13	1.98	5.81
9.30	-2.45	-0.51	4.30	9.50	1.52	4.88
9.40	-2.07	-0.50	3.71	9.61	1.12	3.92
9.50	-1.68	-0.50	3.10	9.43	0.78	2.94
9.60	-1.30	-0.49	2.49	8.67	0.50	2.03
9.70	-0.91	-0.48	1.88	7.35	0.28	1.23
9.80	-0.53	-0.48	1.26	5.46	0.13	0.58
9.90	-0.51	-0.15	0.63	3.01	0.03	0.16
10.00	-0.50	0.24	-0.00	0.00	-0.00	0.00

Maximální hodnoty deformací a vnitřních sil

Maximální deformace = -20.6 mm
 Minimální deformace = 0.2 mm
 Maximální ohybový moment = 51.06 kNm/m
 Minimální ohybový moment = -116.57 kNm/m
 Maximální posouvající síla = 89.99 kN/m

Posouzení průřezu - mezivýsledky

Průřezové charakteristiky:

Průřezová plocha $A = 1.978E-02 \text{ m}^2$
 Průřezový modul $W = 2.884E-03 \text{ m}^3$
 Plastický průřezový modul $W_{pl} = 3.232E-03 \text{ m}^3$
 Moment setrvačnosti $I = 5.768E-04 \text{ m}^4$
 Statický moment průřezu $S = 1.616E-03 \text{ m}^3$
 Statický moment $S_1 = 1.354E-03 \text{ m}^3$
 Tloušťka stěny průřezu $t = 13.5 \text{ mm}$

Materiálové charakteristiky:

Mez kluzu oceli $f_y = 355.00 \text{ MPa}$

Normové součinitele:

Součinitel únosnosti průřezu $\gamma_{M0} = 1.00$

Únosnost průřezu:

Únosnost v ohybu $M_{c,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M0} = 1023.83 \text{ kNm}$
 Únosnost na osovou sílu $N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 7021.90 \text{ kN}$
 Únosnost ve smyku $V_{c,Rd} = I \cdot S \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 987.61 \text{ kN}$

Posouzení ocelového průřezu podle EN 1993-1-1

Pro výpočet uvažovány všechny fáze budování.

Výpočtový součinitel namáhání průřezu = 1.50

Dimenzační síly na 1 I-profil

$M_{\max} = 349.71 \text{ kNm}; \quad Q = 7.48 \text{ kN}; \quad N = 153.71 \text{ kN}$
 $Q_{\max} = 269.96 \text{ kN}; \quad M = 28.25 \text{ kNm}; \quad N = 153.71 \text{ kN}$

Posouzení max. momentu $M_{\max} + Q + N$:

Posouzení ohybu a osově síly:

$M_{\max}/M_{c,Rd} + N/N_{c,Rd} = 0.363 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení smyku:

$Q/V_{c,Rd} = 0.008 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení rovinné napjatosti:

Normálové napětí $\sigma_{x,Ed} = 114.48 \text{ MPa}$

Smykové napětí $\tau_{Ed} = 1.30 \text{ MPa}$

Posudek: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3*(\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0.104 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení max. posouvající síly $Q_{\max} + M + N$:

Posouzení ohybu a osově síly:

$M/M_{c,Rd} + N/N_{c,Rd} = 0.049 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení smyku:

$Q_{\max}/V_{c,Rd} = 0.273 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení rovinné napjatosti:

Normálové napětí $\sigma_{x,Ed} = 16.39 \text{ MPa}$

Smykové napětí $\tau_{Ed} = 46.93 \text{ MPa}$

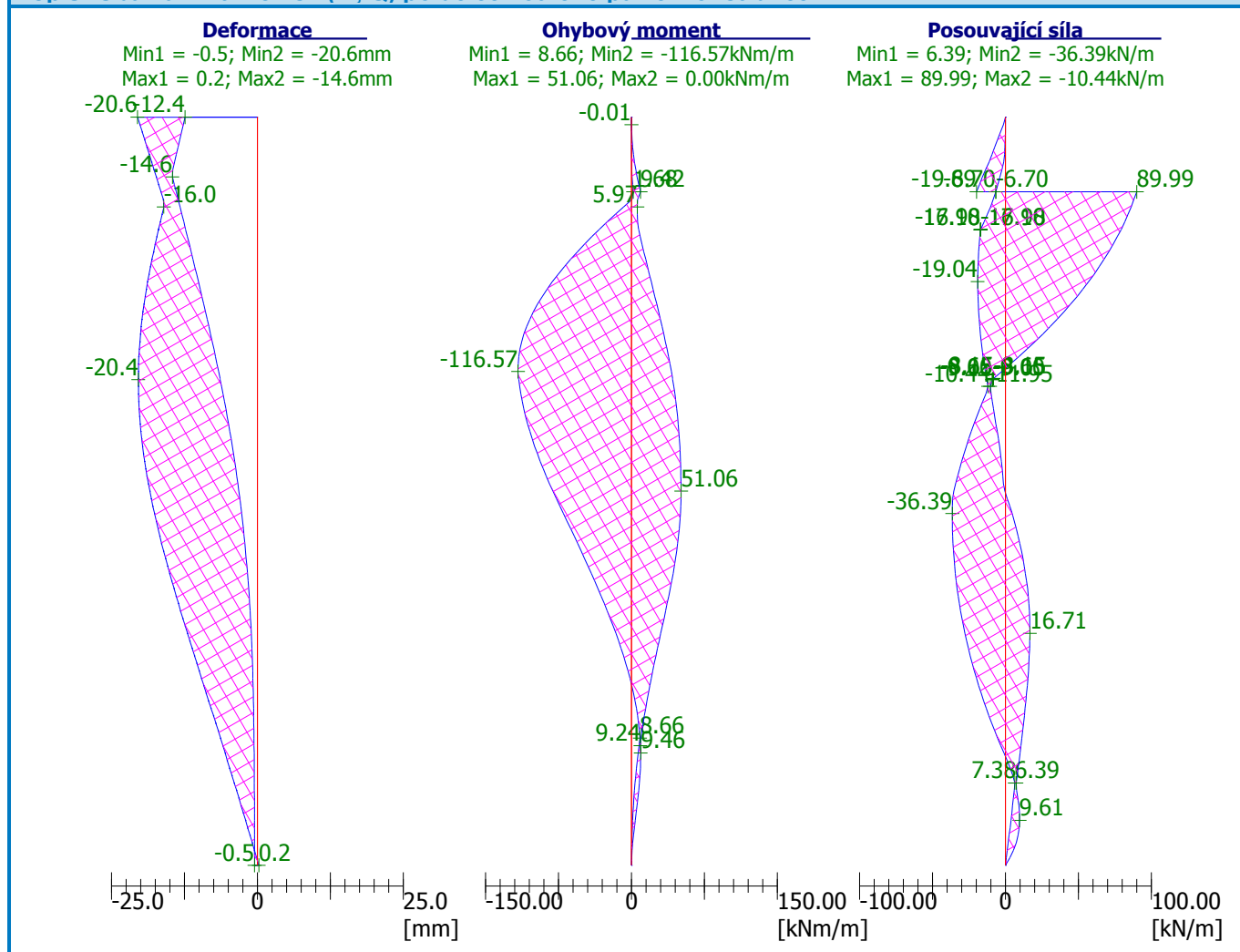
Posudek: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3*(\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0.055 \leq 1$ **Vyhovuje**

Průřez VYHOVUJE

Název: Kotvené záporové pažení (hloubka výkopu – max. 3,5 m)

Fáze - výpočet: 1 - 1

Popis: Obálka vnitřních sil (M, Q) po délce kotvené pažicí konstrukce



Celkové posouzení únosnosti kotev

Maximálně využita je kotva č. 1.

Využití je 95.42 %

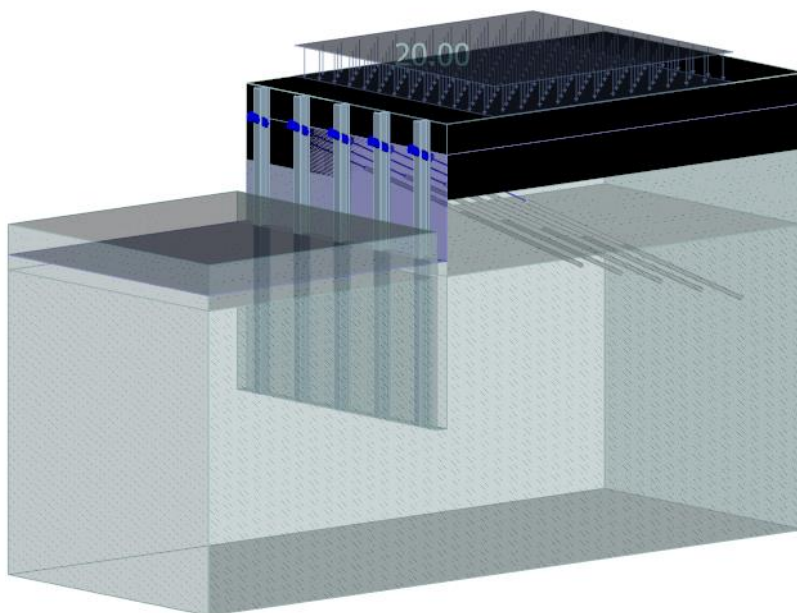
Únosnost kotev VYHOVUJE

Číslo	Hloubka z [m]	Maximální síla F [kN]	Přetržení kotvy R _t [kN]	Vytržení ze zeminy R _e [kN]	Vytržení ze zálivky R _c [kN]	Posouzení
1	1.00	242.48	1642.22	254.12	695.12	Vyhovuje

Název: Kotvené záporové pažení (hloubka výkopu – max. 3,5 m)

Fáze - výpočet: 3 - 0

Popis: 3D vizualizace pažící konstrukce kotvené v jedné úrovni



Dimenzování (ocelové profily) – Kotvené záporové pažení

Akce : Rekonstrukce tepelného napáječe Litvínov, Úsek SU 3 – SU 10
Část : D.1.2 Stavebně konstrukční řešení – Statický výpočet založení
Popis : Potrubní most 3, startovací a koncová jáma – Kotvené záporové pažení
(hloubka výkopu – max. 3,5 m)
Odběratel : Severočeská teplárenská, a.s.
Vypracoval : Bilfinger Tebodin Czech Republic, s.r.o.
Datum : 16.01.2019
Číslo : CZT00245
zakázky
Archivní číslo : 245-100-51 / 1330 003
Poznámka : Dimenzování ocelových prvků kotveného záporové pažení

Norma

Norma **EN 1993-1-1, EN 1993-1-4/Česko.**

Součinitele pro ocelové konstrukce

Únosnost průřezu : $\gamma_{M0} = 1.000$

Únosnost průřezu při posuzování stability : $\gamma_{M1} = 1.000$

Únosnost oslabeného průřezu : $\gamma_{M2} = 1.250$

Součinitele pro korozivzdornou ocel

Únosnost průřezu : $\gamma_{M0} = 1.100$

Únosnost průřezu při posuzování stability : $\gamma_{M1} = 1.100$

Únosnost oslabeného průřezu : $\gamma_{M2} = 1.250$

1 Ocelové záporny (válcované profily)

1.1 Vstupní data

Délka dílce: 10.000 m

Průřez

Název: HE 400 B

Poznámka: Norma Euronorm 53-62, DIN 1025-2; Zdroj: ArcelorMittal, Feronia

Tyče průřezu HE - HE 400 B	
Rozměry průřezu	
výška průřezu	$h = 400.0 \text{ mm}$
šířka horní pásnice	$b_{ft} = 300.0 \text{ mm}$
šířka spodní pásnice	$b_{fb} = 300.0 \text{ mm}$
tloušťka stojiny	$t_w = 13.5 \text{ mm}$
tloušťka horní pásnice	$t_{ft} = 24.0 \text{ mm}$
tloušťka spodní pásnice	$t_{fb} = 24.0 \text{ mm}$
poloměr zaoblení mezi stojinou a pásnicemi	$R_1 = 27.0 \text{ mm}$
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	$A = 19.8E+03 \text{ mm}^2$
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	$y_{cg} = 150.0 \text{ mm}$
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	$z_{cg} = 200.0 \text{ mm}$
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	$I_y = 577E+06 \text{ mm}^4$
moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	$I_z = 108E+06 \text{ mm}^4$
poloměr setrvačnosti kolmý k vodorovné těžišťové ose	$i_y = 170.8 \text{ mm}$

Tyče průřezu HE - HE 400 B

poloměr setrvačnosti kolmý ke svislé těžišťové ose	$i_z = 74.0 \text{ mm}$
moment tuhosti v prostém kroucení	$I_k = 3.56E+06 \text{ mm}^4$
Výšečové charakteristiky	
y-ová souřadnice středu smyku v těžišťovém souřadném systému	$y_{sc} = 0.0 \text{ mm}$
z-ová souřadnice středu smyku v těžišťovém souřadném systému	$z_{sc} = 0.0 \text{ mm}$
výšečový moment setrvačnosti ke středu smyku	$I_{\omega,s} = 3.82E+12 \text{ mm}^6$

Materiál

Název: EN 10025 : Fe 510

Materiálové charakteristiky:

Mez kluzu f_y : 355.0 MPa

Mez pevnosti f_u : 510.0 MPa

Modul pružnosti E : 210000 MPa

Modul pružnosti ve smyku G : 81000 MPa

Zatížení - vnitřní síly

Celkový počet zatěžovacích případů: 4

Zatěžovací případ	N [kN]	V_3 [kN]	M_2 [kNm]	V_2 [kN]	M_3 [kNm]	Bimoment [kNm ²]
Zat. případ 1 - Obálka sil (všechny fáze; a = 2,0 m)	153.710	269.960	349.710	0.000	0.000	0.000
Zat. případ 2 - Obálka sil (všechny fáze; a = 2,0 m)	-153.710	269.960	349.710	0.000	0.000	0.000
Zat. případ 3 - Obálka sil (všechny fáze; a = 2,0 m)	153.710	0.000	0.000	269.960	349.710	0.000
Zat. případ 4 - Obálka sil (všechny fáze; a = 2,0 m)	-153.710	0.000	0.000	269.960	349.710	0.000

Vzpěr

Se vzpěrem se nepočítá

1.2 Výsledky

Mezivýsledky

Zatřídění průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{(235.0 / f_y)} = \sqrt{(235.0 / 355.0)} = 0.814$$

Zatřídění stojiny:

c = 298.0 mm

t = 13.5 mm

c/t = 22.1; 22.1 ≤ 26.8; Třída 1

Zatřídění levé části horní pásnice:

c = 116.2 mm

t = 24.0 mm

c/t = 4.8; 4.8 ≤ 7.3; Třída 1

Zatřídění pravé části horní pásnice:

c = 116.2 mm

t = 24.0 mm

c/t = 4.8; 4.8 ≤ 7.3; Třída 1

Zatřídění levé části dolní pásnice:

c = 116.2 mm

t = 24.0 mm

$c/t = 4.8$; $4.8 \leq 7.3$; Třída 1
 Zatřídění pravé části dolní pásnice:
 $c = 116.2 \text{ mm}$
 $t = 24.0 \text{ mm}$
 $c/t = 4.8$; $4.8 \leq 7.3$; Třída 1

Průřez spadá do třídy 1

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy z

Smyková plocha $A_{v,z} = 7.000E03 \text{ mm}^2$
 Smyková únosnost průřezu $V_{pl,Rd,z} = 1434.715 \text{ kN}$
 Smyková únosnost při boulení:
 $d/t_w = 22.1 < 56.1$
 Boulení stojiny průřezu nemusí být posuzováno
 Smyková únosnost při boulení $V_{ba,Rd,z} = 1434.715 \text{ kN}$
 Výpočtová únosnost ve smyku $V_{Rd,z} = 1434.715 \text{ kN}$

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy y

Smyková plocha $A_{v,y} = 1.278E04 \text{ mm}^2$
 Smyková únosnost průřezu $V_{pl,Rd,y} = 2619.380 \text{ kN}$

Výpočet únosnosti v tahu

$V_z \leq 0.5 \cdot 1434.715 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy z
 $V_y \leq 0.5 \cdot 2619.380 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy y
 Výpočtová únosnost v tahu $N_{t,Rd} = 7021.900 \text{ kN}$

Výpočet únosnosti v ohybu od momentu M_y

$V_z \leq 0.5 \cdot 1434.715 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy z
 $V_y \leq 0.5 \cdot 2619.380 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy y
 Plastický průřezový modul $W_{pl,y} = 3.232E06 \text{ mm}^3$
 Moment únosnosti průřezu $M_{c,Rd,y} = 1147.360 \text{ kNm}$
 Výpočet klopení se neprovádí
 Výpočtový moment únosnosti $M_{c,Rd,y} = 1147.360 \text{ kNm}$

Výpočet únosnosti v ohybu od momentu M_z

$V_z \leq 0.5 \cdot 1434.715 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy z
 $V_y \leq 0.5 \cdot 2619.380 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy y
 Plastický průřezový modul $W_{pl,z} = 1.104E06 \text{ mm}^3$
 Moment únosnosti průřezu $M_{c,Rd,z} = 391.920 \text{ kNm}$
 Výpočet klopení se neprovádí
 Výpočtový moment únosnosti $M_{c,Rd,z} = 391.920 \text{ kNm}$

Posouzení smykové únosnosti

Veličina	Zatížení	Únosnost	Využití	
V_z	269.960 kN	1434.715 kN	18.8 %	Vyhovuje
V_y	0.000 kN	2619.380 kN	0.0 %	Vyhovuje

Posouzení kombinace osově síly a ohybových momentů

Posudek nejnepríznivější kombinace prostého tahu a ohybu:

Posouzení (vzpěr Y se nepočítá):
 $|0.022 + 0.305 + 0.000| < 1$

$0.327 < 1 \Rightarrow$ Vyhovuje

Zatřídění průřezu:

$\varepsilon = \sqrt{(235.0 / f_y)} = \sqrt{(235.0 / 355.0)} = 0.814$

Zatřídění stojiny:

$c = 298.0 \text{ mm}$

$t = 13.5 \text{ mm}$

$c/t = 22.1$; $22.1 \leq 26.8$; Třída 1

Zatřídění levé části horní pásnice:

$c = 116.2 \text{ mm}$

$t = 24.0 \text{ mm}$

$c/t = 4.8$; $4.8 \leq 7.3$; Třída 1

Zatřídění pravé části horní pásnice:

$c = 116.2 \text{ mm}$

$t = 24.0 \text{ mm}$

$c/t = 4.8$; $4.8 \leq 7.3$; Třída 1

Zatřídění levé části dolní pásnice:

$c = 116.2 \text{ mm}$

$t = 24.0 \text{ mm}$

$c/t = 4.8$; $4.8 \leq 7.3$; Třída 1

Zatřídění pravé části dolní pásnice:

$c = 116.2 \text{ mm}$

$t = 24.0 \text{ mm}$

$c/t = 4.8$; $4.8 \leq 7.3$; Třída 1

Průřez spadá do třídy 1

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy z

Smyková plocha $A_{v,z} = 7.000\text{E}03 \text{ mm}^2$

Smyková únosnost průřezu $V_{pl,Rd,z} = 1434.715 \text{ kN}$

Smyková únosnost při boulení:

$d/t_w = 22.1 < 56.1$

Boulení stojiny průřezu nemusí být posuzováno

Smyková únosnost při boulení $V_{ba,Rd,z} = 1434.715 \text{ kN}$

Výpočtová únosnost ve smyku $V_{Rd,z} = 1434.715 \text{ kN}$

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy y

Smyková plocha $A_{v,y} = 1.278\text{E}04 \text{ mm}^2$

Smyková únosnost průřezu $V_{pl,Rd,y} = 2619.380 \text{ kN}$

Výpočet únosnosti v tlaku

$V_z \leq 0.5 \cdot 1434.715 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0.5 \cdot 2619.380 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy y

Plastická únosnost plného průřezu $N_{pl,Rd} = 7021.900 \text{ kN}$ Výpočtová únosnost v tlaku $N_{c,Rd} = 7021.900 \text{ kN}$

Výpočet únosnosti v ohybu od momentu M_y

$V_z \leq 0.5 \cdot 1434.715 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0.5 \cdot 2619.380 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy y

Plastický průřezový modul $W_{pl,y} = 3.232\text{E}06 \text{ mm}^3$

Moment únosnosti průřezu $M_{c,Rd,y} = 1147.360 \text{ kNm}$

Výpočet klopení se neprovádí

Výpočtový moment únosnosti $M_{c,Rd,y} = 1147.360 \text{ kNm}$

Výpočet únosnosti v ohybu od momentu M_z

$V_z \leq 0.5 \cdot 1434.715 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0.5 \cdot 2619.380 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy y

Plastický průřezový modul $W_{pl,z} = 1.104\text{E}06 \text{ mm}^3$

Moment únosnosti průřezu $M_{c,Rd,z} = 391.920 \text{ kNm}$

Výpočet klopení se neprovádí

Výpočtový moment únosnosti $M_{c,Rd,z} = 391.920 \text{ kNm}$

Posouzení smykové únosnosti

Veličina	Zatížení	Únosnost	Využití	
V_z	269.960 kN	1434.715 kN	18.8 %	Vyhovuje
V_y	0.000 kN	2619.380 kN	0.0 %	Vyhovuje

Posouzení kombinace osově síly a ohybových momentů

Posudek nejnepříznivější kombinace prostého tlaku a ohybu:

Posouzení (vzpěr Y se nepočítá):

$$|0.022 + 0.305 + 0.000| < 1$$

$$0.327 < 1 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Zatřídění průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{(235.0 / f_y)} = \sqrt{(235.0 / 355.0)} = 0.814$$

Zatřídění stojiny:

$$c = 298.0 \text{ mm}$$

$$t = 13.5 \text{ mm}$$

$$c/t = 22.1; \quad 22.1 \leq 26.8; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění levé části horní pásnice:

$$c = 116.2 \text{ mm}$$

$$t = 24.0 \text{ mm}$$

$$c/t = 4.8; \quad 4.8 \leq 7.3; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění pravé části horní pásnice:

$$c = 116.2 \text{ mm}$$

$$t = 24.0 \text{ mm}$$

$$c/t = 4.8; \quad 4.8 \leq 7.3; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění levé části dolní pásnice:

$$c = 116.2 \text{ mm}$$

$$t = 24.0 \text{ mm}$$

$$c/t = 4.8; \quad 4.8 \leq 7.3; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění pravé části dolní pásnice:

$$c = 116.2 \text{ mm}$$

$$t = 24.0 \text{ mm}$$

$$c/t = 4.8; \quad 4.8 \leq 7.3; \quad \text{Třída 1}$$

Průřez spadá do třídy 1

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy z

$$\text{Smyková plocha } A_{V,z} = 7.000\text{E}03 \text{ mm}^2$$

$$\text{Smyková únosnost průřezu } V_{pl,Rd,z} = 1434.715 \text{ kN}$$

Smyková únosnost při boulení:

$$d/t_w = 22.1 < 56.1$$

Boulení stojiny průřezu nemusí být posuzováno

$$\text{Smyková únosnost při boulení } V_{ba,Rd,z} = 1434.715 \text{ kN}$$

$$\text{Výpočtová únosnost ve smyku } V_{Rd,z} = 1434.715 \text{ kN}$$

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy y

$$\text{Smyková plocha } A_{V,y} = 1.278\text{E}04 \text{ mm}^2$$

$$\text{Smyková únosnost průřezu } V_{pl,Rd,y} = 2619.380 \text{ kN}$$

Výpočet únosnosti v tahu

$$V_z \leq 0.5 * 1434.715 \text{ kN} \Rightarrow \text{"malý smyk" ve směru osy z}$$

$$V_y \leq 0.5 * 2619.380 \text{ kN} \Rightarrow \text{"malý smyk" ve směru osy y}$$

$$\text{Výpočtová únosnost v tahu } N_{t,Rd} = 7021.900 \text{ kN}$$

Výpočet únosnosti v ohybu od momentu M_y

$$V_z \leq 0.5 * 1434.715 \text{ kN} \Rightarrow \text{"malý smyk" ve směru osy z}$$

$V_y \leq 0.5 \cdot 2619.380 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy y
 Plastický průřezový modul $W_{pl,y} = 3.232E06 \text{ mm}^3$
 Moment únosnosti průřezu $M_{c,Rd,y} = 1147.360 \text{ kNm}$
 Výpočet klopení se neprovádí
 Výpočtový moment únosnosti $M_{c,Rd,y} = 1147.360 \text{ kNm}$

Výpočet únosnosti v ohybu od momentu M_z

$V_z \leq 0.5 \cdot 1434.715 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy z
 $V_y \leq 0.5 \cdot 2619.380 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy y
 Plastický průřezový modul $W_{pl,z} = 1.104E06 \text{ mm}^3$
 Moment únosnosti průřezu $M_{c,Rd,z} = 391.920 \text{ kNm}$
 Výpočet klopení se neprovádí
 Výpočtový moment únosnosti $M_{c,Rd,z} = 391.920 \text{ kNm}$

Posouzení smykové únosnosti

Veličina	Zatížení	Únosnost	Využití	
V_z	0.000 kN	1434.715 kN	0.0 %	Vyhovuje
V_y	269.960 kN	2619.380 kN	10.3 %	Vyhovuje

Posouzení kombinace osových síly a ohybových momentů

Posudek nejnepříznivější kombinace prostého tahu a ohybu:

Posouzení (vzpěr Y se nepočítá):

$$|0.022 + 0.000 + 0.892| < 1$$

$$0.914 < 1 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Zatřídění průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{(235.0 / f_y)} = \sqrt{(235.0 / 355.0)} = 0.814$$

Zatřídění stojiny:

$$c = 298.0 \text{ mm}$$

$$t = 13.5 \text{ mm}$$

$$c/t = 22.1; \quad 22.1 \leq 26.8; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění levé části horní pásnice:

$$c = 116.2 \text{ mm}$$

$$t = 24.0 \text{ mm}$$

$$c/t = 4.8; \quad 4.8 \leq 7.3; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění pravé části horní pásnice:

$$c = 116.2 \text{ mm}$$

$$t = 24.0 \text{ mm}$$

$$c/t = 4.8; \quad 4.8 \leq 7.3; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění levé části dolní pásnice:

$$c = 116.2 \text{ mm}$$

$$t = 24.0 \text{ mm}$$

$$c/t = 4.8; \quad 4.8 \leq 7.3; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění pravé části dolní pásnice:

$$c = 116.2 \text{ mm}$$

$$t = 24.0 \text{ mm}$$

$$c/t = 4.8; \quad 4.8 \leq 7.3; \quad \text{Třída 1}$$

Průřez spadá do třídy 1

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy z

$$\text{Smyková plocha } A_{v,z} = 7.000E03 \text{ mm}^2$$

$$\text{Smyková únosnost průřezu } V_{pl,Rd,z} = 1434.715 \text{ kN}$$

Smyková únosnost při boulení:

$$d/t_w = 22.1 < 56.1$$

Boulení stojiny průřezu nemusí být posuzováno

Smyková únosnost při boulení $V_{ba,Rd,z} = 1434.715 \text{ kN}$

Výpočtová únosnost ve smyku $V_{Rd,z} = 1434.715 \text{ kN}$

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy y

Smyková plocha $A_{v,y} = 1.278E04 \text{ mm}^2$

Smyková únosnost průřezu $V_{pl,Rd,y} = 2619.380 \text{ kN}$

Výpočet únosnosti v tlaku

$V_z \leq 0.5 \cdot 1434.715 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0.5 \cdot 2619.380 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy y

Plastická únosnost plného průřezu $N_{pl,Rd} = 7021.900 \text{ kN}$ Výpočtová únosnost v tlaku $N_{c,Rd} = 7021.900 \text{ kN}$

Výpočet únosnosti v ohybu od momentu M_y

$V_z \leq 0.5 \cdot 1434.715 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0.5 \cdot 2619.380 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy y

Plastický průřezový modul $W_{pl,y} = 3.232E06 \text{ mm}^3$

Moment únosnosti průřezu $M_{c,Rd,y} = 1147.360 \text{ kNm}$

Výpočet klopení se neprovádí

Výpočtový moment únosnosti $M_{c,Rd,y} = 1147.360 \text{ kNm}$

Výpočet únosnosti v ohybu od momentu M_z

$V_z \leq 0.5 \cdot 1434.715 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0.5 \cdot 2619.380 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy y

Plastický průřezový modul $W_{pl,z} = 1.104E06 \text{ mm}^3$

Moment únosnosti průřezu $M_{c,Rd,z} = 391.920 \text{ kNm}$

Výpočet klopení se neprovádí

Výpočtový moment únosnosti $M_{c,Rd,z} = 391.920 \text{ kNm}$

Posouzení smykové únosnosti

Veličina	Zatížení	Únosnost	Využití	
V_z	0.000 kN	1434.715 kN	0.0 %	Vyhovuje
V_y	269.960 kN	2619.380 kN	10.3 %	Vyhovuje

Posouzení kombinace osových síly a ohybových momentů

Posudek nejnepříznivější kombinace prostého tlaku a ohybu:

Posouzení (vzpěr Y se nepočítá):

$|0.022 + 0.000 + 0.892| < 1$

$0.914 < 1 \Rightarrow$ Vyhovuje

Celkové posouzení

Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 3 - Obálka sil (všechny fáze; $a = 2,0 \text{ m}$); **Třída průřezu:** 1

Posudek smyku od posouvající síly V_y :

$269.960 \text{ kN} < 2619.380 \text{ kN}$ **Vyhovuje**

Vnitřní síly: $N = 153.710 \text{ kN}$; $M_y = 0.000 \text{ kNm}$; $M_z = -349.710 \text{ kNm}$

Posudek nejnepříznivější kombinace prostého tahu a ohybu:

Únosnosti: $N_R = 7021.900 \text{ kN}$; $M_{z,R} = -391.920 \text{ kNm}$

$|0.022 + 0.000 + 0.892| = |0.914| < 1$ **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 135.2

Průřez vyhovuje

Využití

Využití průřezu: 91.4 %

2 Předsazené převázky (dvojice profilů)

2.1 Vstupní data

Délka dílce: 6.000 m

Průřez

Název: 2 x U(UPN) 240

Vzdálenost dílčích průřezů: 160.0 mm

Konstrukční ocel, členěný válcovaný - 2 x U(UPN) 240	
Rozměry průřezu	
dílčí průřez	U(UPN) 240
vzdálenost dílčích průřezů	D = 160.0 mm
Rozměry dílčího průřezu	
výška průřezu	h = 240.0 mm
šířka průřezu	b = 85.0 mm
tloušťka stojiny	t _w = 9.5 mm
tloušťka pásnice	t _f = 13.0 mm
poloměr zaoblení mezi stojinou a pásnicemi	R ₁ = 13.0 mm
poloměr zaoblení vnitřních hran pásnic	R ₂ = 6.5 mm
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	A = 8.46E+03 mm ²
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	y _{cg} = 165.0 mm
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	z _{cg} = 120.0 mm
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	I _y = 72.0E+06 mm ⁴
moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	I _z = 93.5E+06 mm ⁴
poloměr setrvačnosti kolmý k vodorovné těžišťové ose	i _y = 92.3 mm
poloměr setrvačnosti kolmý ke svislé těžišťové ose	i _z = 105.1 mm
moment tuhosti v prostém kroucení	I _k = 774E+03 mm ⁴

Materiál

Název: EN 10025 : Fe 510

Materiálové charakteristiky:

Mez kluzu f_y : 355.0 MPa

Mez pevnosti f_u : 510.0 MPa

Modul pružnosti E : 210000 MPa

Modul pružnosti ve smyku G : 81000 MPa

Spojky

Rámové spojky ve vzdálenostech 0.160 m

Výška spojky = 240.0 mm

Tloušťka spojky = 10.0 mm

Zatížení - vnitřní síly

Celkový počet zatěžovacích případů: 2

Zatěžovací případ	N [kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]	Bimoment [kNm ²]
Zat. případ 1 - Maximální síla v kotvě (všechny fáze; a = 2,0 m)	242.480	0.000	121.240	0.000	0.000	0.000

Zatěžovací případ	N [kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]	Bimoment [kNm ²]
Zat. případ 2 - Maximální síla v kotvě (všechny fáze; a = 2,0 m)	-242.480	0.000	121.240	0.000	0.000	0.000

Vzpěr

Se vzpěrem se nepočítá

2.2 Výsledky

Mezivýsledky

Zatřídění průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{(235.0 / f_y)} = \sqrt{(235.0 / 355.0)} = 0.814$$

Zatřídění stojiny:

$$c = 188.0 \text{ mm}$$

$$t = 9.5 \text{ mm}$$

$$c/t = 19.8; \quad 19.8 \leq 26.8; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění horní pásnice:

$$c = 62.5 \text{ mm}$$

$$t = 13.0 \text{ mm}$$

$$c/t = 4.8; \quad 4.8 \leq 7.3; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění dolní pásnice:

$$c = 62.5 \text{ mm}$$

$$t = 13.0 \text{ mm}$$

$$c/t = 4.8; \quad 4.8 \leq 7.3; \quad \text{Třída 1}$$

Průřez spadá do třídy 1

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy z

$$\text{Smyková plocha } A_{v,z} = 4.625 \text{E}03 \text{ mm}^2$$

$$\text{Smyková únosnost průřezu } V_{pl,Rd,z} = 947.937 \text{ kN}$$

Posouzení prostého tahu

$$\text{Přírůstek osově síly v dílčím prutu od momentu } M_z = 0.000 \text{ kN}$$

$$\text{Výpočtová únosnost } N_{t,Rd} = 1501.650 \text{ kN}$$

$$\text{Plastický průřezový modul } W_{pl,y} = 3.652 \text{E}05 \text{ mm}^3$$

$$\text{Moment únosnosti } M_{c,Rd,y} = 129.641 \text{ kNm}$$

$$\text{Plastický průřezový modul } W_{pl,z} = 8.368 \text{E}04 \text{ mm}^3$$

$$\text{Moment únosnosti } M_{c,Rd,z} = 29.706 \text{ kNm}$$

Posudek kombinace prostého tahu a ohybu:

$$|0.081 + 0.468 + 0.000| < 1$$

$$0.548 < 1 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Zatřídění průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{(235.0 / f_y)} = \sqrt{(235.0 / 355.0)} = 0.814$$

Zatřídění stojiny:

$$c = 188.0 \text{ mm}$$

$$t = 9.5 \text{ mm}$$

$$c/t = 19.8; \quad 19.8 \leq 26.8; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění horní pásnice:

$$c = 62.5 \text{ mm}$$

$$t = 13.0 \text{ mm}$$

$$c/t = 4.8; \quad 4.8 \leq 7.3; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění dolní pásnice:

$$c = 62.5 \text{ mm}$$

$$t = 13.0 \text{ mm}$$

$$c/t = 4.8; \quad 4.8 \leq 7.3; \quad \text{Třída 1}$$

Průřez spadá do třídy 1

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy z

Smyková plocha $A_{v,z} = 4.625E03 \text{ mm}^2$

Smyková únosnost průřezu $V_{pl,Rd,z} = 947.937 \text{ kN}$

Posouzení prostého tlaku

Přírůstek osově síly v dílčím prutu od momentu $M_z = 0.000 \text{ kN}$

Výpočtová únosnost $N_{c,Rd} = 1501.650 \text{ kN}$

Plastický průřezový modul $W_{pl,y} = 3.652E05 \text{ mm}^3$

Moment únosnosti $M_{c,Rd,y} = 129.641 \text{ kNm}$

Plastický průřezový modul $W_{pl,z} = 8.368E04 \text{ mm}^3$

Moment únosnosti $M_{c,Rd,z} = 29.706 \text{ kNm}$

Posudek kombinace prostého tlaku a ohybu:

$|0.081 + 0.468 + 0.000| < 1$

$0.548 < 1 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Celkové posouzení

Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1 - Maximální síla v kotvě (všechny fáze; $a = 2,0 \text{ m}$); **Třída průřezu:** 1

Vnitřní síly: $N = 242.480 \text{ kN}$; $M_y = 121.240 \text{ kNm}$; $M_z = 0.000 \text{ kNm}$

Posudek namáhání kombinace tahu a ohybu:

Vnitřní síly na dílčím prutu: $N_{ch} = 121.240 \text{ kN}$; $M_{y,ch} = 60.620 \text{ kNm}$

Únosnosti: $N_R = 1501.650 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 129.641 \text{ kNm}$

$|0.081 + 0.468 + 0.000| = |0.548| < 1$ **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 65.0

Průřez vyhovuje

Využití

Využití průřezu: 54.8 %

3 Předpínací tyčová kotva (táhlo)

3.1 Vstupní data

Délka dílce: 5.000 m

Průřez

Název: Předpínací tyčová kotva (táhlo)

Poznámka: DYWIDAG S555/700 D63.5

Konstrukční ocel, plný - Předpínací tyčová kotva (táhlo)	
Rozměry průřezu	
vnější průměr průřezu	D = 63.5 mm
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	A = 3.17E+03 mm ²
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	y _{cg} = 31.8 mm
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	z _{cg} = 31.8 mm
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	I _y = 798E+03 mm ⁴
moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	I _z = 798E+03 mm ⁴
poloměr setrvačnosti kolmý k vodorovné těžišťové ose	i _y = 15.9 mm
poloměr setrvačnosti kolmý ke svislé těžišťové ose	i _z = 15.9 mm
moment tuhosti v prostém kroucení	I _k = 1.60E+06 mm ⁴

Materiál

Název: 555/700 (zadáno číselně)

Materiálové charakteristiky:

Mez kluzu f_y : 555.0 MPa

Mez pevnosti f_u : 700.0 MPa

Modul pružnosti E : 200000 MPa

Modul pružnosti ve smyku G : 81000 MPa

Zatížení - vnitřní síly

Celkový počet zatěžovacích případů: 2

Zatěžovací případ	N [kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]	Bimoment [kNm ²]
Zat. případ 1 - Maximální osová síla (všechny fáze; z = 1,0 m)	242.480	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Zat. případ 2 - Maximální osová síla (všechny fáze; z = 1,0 m)	-242.480	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Vzpěr

Se vzpěrem se nepočítá

3.2 Výsledky

Mezivýsledky

Zatřídění průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{(235.0 / f_y \times E / 210.10^3)} = \sqrt{(235.0 / 555.0 \times 200.10^3 / 210.10^3)} = 0.635$$

Masivní průřez ⇒ Třída 1

Průřez spadá do třídy 1

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy z

Smyková plocha $A_{v,z} = 1.583E03 \text{ mm}^2$

Smyková únosnost průřezu $V_{pl,Rd,z} = 461.261 \text{ kN}$

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy y

Smyková plocha $A_{v,y} = 1.583E03 \text{ mm}^2$

Smyková únosnost průřezu $V_{pl,Rd,y} = 461.261 \text{ kN}$

Výpočet únosnosti v tahu

$V_z \leq 0.5 \cdot 461.261 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0.5 \cdot 461.261 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy y

Výpočtová únosnost v tahu $N_{t,Rd} = 1597.856 \text{ kN}$

Výpočet únosnosti v ohybu od momentu M_y

$V_z \leq 0.5 \cdot 461.261 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0.5 \cdot 461.261 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy y

Plastický průřezový modul $W_{pl,y} = 4.267E04 \text{ mm}^3$

Moment únosnosti průřezu $M_{c,Rd,y} = 21.531 \text{ kNm}$

Výpočtový moment únosnosti $M_{c,Rd,y} = 21.531 \text{ kNm}$

Výpočet únosnosti v ohybu od momentu M_z

$V_z \leq 0.5 \cdot 461.261 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0.5 \cdot 461.261 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy y

Plastický průřezový modul $W_{pl,z} = 4.267E04 \text{ mm}^3$

Moment únosnosti průřezu $M_{c,Rd,z} = 21.531 \text{ kNm}$

Výpočtový moment únosnosti $M_{c,Rd,z} = 21.531 \text{ kNm}$

Posouzení smykové únosnosti

Veličina	Zatížení	Únosnost	Využití	
V_z	0.000 kN	461.261 kN	0.0 %	Vyhovuje
V_y	0.000 kN	461.261 kN	0.0 %	Vyhovuje

Posouzení kombinace osových síly a ohybových momentů

Posudek nejnepříznivější kombinace prostého tahu a ohybu:

Posouzení (vzpěr Y se nepočítá):

$|0.152 + 0.000 + 0.000| < 1$

$0.152 < 1 \Rightarrow$ Vyhovuje

Zatřídění průřezu:

$\varepsilon = \sqrt{(235.0 / f_y \times E / 210.10^3)} = \sqrt{(235.0 / 555.0 \times 200.10^3 / 210.10^3)} = 0.635$

Masivní průřez $\Rightarrow$ Třída 1

Průřez spadá do třídy 1

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy z

Smyková plocha $A_{v,z} = 1.583E03 \text{ mm}^2$

Smyková únosnost průřezu $V_{pl,Rd,z} = 461.261 \text{ kN}$

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy y

Smyková plocha $A_{v,y} = 1.583E03 \text{ mm}^2$

Smyková únosnost průřezu $V_{pl,Rd,y} = 461.261 \text{ kN}$

Výpočet únosnosti v tlaku

$V_z \leq 0.5 \cdot 461.261 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0.5 \cdot 461.261 \text{ kN} \Rightarrow \text{"malý smyk" ve směru osy y}$

Plastická únosnost plného průřezu $N_{pl,Rd} = 1597.856 \text{ kN}$ Výpočtová únosnost v tlaku $N_{c,Rd} = 1597.856 \text{ kN}$

Výpočet únosnosti v ohybu od momentu M_y

 $V_z \leq 0.5 \cdot 461.261 \text{ kN} \Rightarrow \text{"malý smyk" ve směru osy z}$
 $V_y \leq 0.5 \cdot 461.261 \text{ kN} \Rightarrow \text{"malý smyk" ve směru osy y}$

Plastický průřezový modul $W_{pl,y} = 4.267E04 \text{ mm}^3$

Moment únosnosti průřezu $M_{c,Rd,y} = 21.531 \text{ kNm}$

Výpočtový moment únosnosti $M_{c,Rd,y} = 21.531 \text{ kNm}$

Výpočet únosnosti v ohybu od momentu M_z

 $V_z \leq 0.5 \cdot 461.261 \text{ kN} \Rightarrow \text{"malý smyk" ve směru osy z}$
 $V_y \leq 0.5 \cdot 461.261 \text{ kN} \Rightarrow \text{"malý smyk" ve směru osy y}$

Plastický průřezový modul $W_{pl,z} = 4.267E04 \text{ mm}^3$

Moment únosnosti průřezu $M_{c,Rd,z} = 21.531 \text{ kNm}$

Výpočtový moment únosnosti $M_{c,Rd,z} = 21.531 \text{ kNm}$

Posouzení smykové únosnosti

Veličina	Zatížení	Únosnost	Využití	
V_z	0.000 kN	461.261 kN	0.0 %	Vyhovuje
V_y	0.000 kN	461.261 kN	0.0 %	Vyhovuje

Posouzení kombinace osově síly a ohybových momentů

Posudek nejnepříznivější kombinace prostého tlaku a ohybu:

Posouzení (vzpěr Y se nepočítá):

 $|0.152 + 0.000 + 0.000| < 1$
 $0.152 < 1 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Celkové posouzení

Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1 - Maximální osová síla (všechny fáze; $z = 1,0 \text{ m}$); **Třída průřezu:** 1

Vnitřní síly: $N = 242.480 \text{ kN}$; $M_y = 0.000 \text{ kNm}$; $M_z = 0.000 \text{ kNm}$

Posudek nejnepříznivější kombinace prostého tahu a ohybu:

Únosnosti: $N_R = 1597.856 \text{ kN}$
 $|0.152 + 0.000 + 0.000| = |0.152| < 1$ **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 315.0

Průřez vyhovuje

Využití

Využití průřezu: 15.2 %

Dimenzování (dřevěné pažiny) – Kotvené záporové pažení

Název průřezu : Obdélník (1000 x 100 mm)
 Poznámka : Dřevěné pažiny (tl. 100 mm)
 Akce : Rekonstrukce tepelného napáječe Litvínov, Úsek SU 3 – SU 10
 Část : D.1.2 Stavebně konstrukční řešení – Statický výpočet založení
 Popis : Potrubní most 3, startovací a koncová jáma – Kotvené záporové pažení
 (hloubka výkopu – max. 3,5 m)
 Odběratel : Severočeská teplárenská, a.s.
 Vypracoval : Bilfinger Tebodin Czech Republic, s.r.o.
 Datum : 16.01.2019
 Číslo zakázky : CZT00245
 Archivní číslo : 245-100-51 / 1330 003
 Poznámka : Průřezové charakteristiky dřevěných pažin pro kotvené záporové pažení

Vstupní data



Objekty průřezu

č.	Typ	Popis	Materiál	Plocha [mm ²]	Modul pružnosti [MPa]
1	Profil	obdélník 1000x100	S10 (C24) - jehličnaté	100000.0	11000.0

Parametry objektů průřezu

Objekt č.1: obdélník 1000x100

Poloha těžiště [mm]: [0.0; 0.0]; natočení: 0.0°

Výsledky

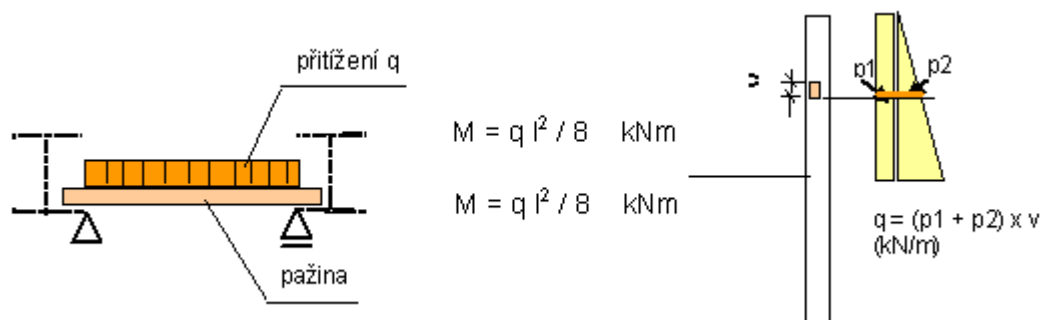
Tabulka hodnot	
Spočteny skutečné průřezové charakteristiky.	
Poloha těžiště v globálním souřadném systému	
vodorovná vzdálenost těžiště od počátku souřadného systému	x = 0.0 mm
svislá vzdálenost těžiště od počátku souřadného systému	y = 0.0 mm
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	A = 100000.0 mm ²
obvod průřezu	P = 2200.0 mm
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	y _{cg} = 500.0 mm
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	z _{cg} = 50.0 mm
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	I _y = 83.33E+06 mm ⁴
moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	I _z = 8.333E+09 mm ⁴
deviační moment setrvačnosti k těžišťovým osám	D _{yz} = 0.000E+00 mm ⁴
sklon hlavních centrálních os	φ = 0.0 °
poloměr setrvačnosti kolmý k vodorovné těžišťové ose	i _y = 28.9 mm
poloměr setrvačnosti kolmý ke svislé těžišťové ose	i _z = 288.7 mm
moment tuhosti v prostém kroucení	I _k = 330.0E+06 mm ⁴

Tabulka hodnot

polární moment setrvačnosti	$I_p = 8.417E+09 \text{ mm}^4$
polární poloměr setrvačnosti	$i_p = 290.1 \text{ mm}$
plocha pro smyk od posouvající síly ve směru osy Y	$A_y = 83333.3 \text{ mm}^2$
plocha pro smyk od posouvající síly ve směru osy Z	$A_z = 83333.3 \text{ mm}^2$
průřezový modul k těžišťové ose y v horních krajních vláknech průřezu	$W_{y1} = 1.667E+06 \text{ mm}^3$
průřezový modul k těžišťové ose y v dolních krajních vláknech průřezu	$W_{y2} = -1.667E+06 \text{ mm}^3$
průřezový modul k těžišťové ose z v pravých krajních vláknech průřezu	$W_{z1} = -16.67E+06 \text{ mm}^3$
průřezový modul k těžišťové ose z v levých krajních vláknech průřezu	$W_{z2} = 16.67E+06 \text{ mm}^3$

Kotvené záporové pažení v jedné úrovni (posouzení průřezu dřevěných pažin)**Vstupní údaje:**

- Průřez dřevěných pažin: tloušťka 100 mm ($W_y = 0,00167 \text{ m}^3 / \text{m}$)
- Materiál podle EC 5 (dřevo): S10 (C24) – jehličnaté → charakteristická pevnost: $f_{mk} = 24,0 \text{ MPa}$
- Maximální zemní tlak: $p_{\max} = 62,54 \text{ kPa}$ (maximum ze všech fází budování)
- Max. vzdálenost zápor: $L_{\max} = 2,0 \text{ m}$ (orientační délka dřevěných pažin $L = 1,9 \text{ m}$)



Ilustrační statické schéma pro posouzení dřevěných pažin

Výpočet:

- Maximální moment: $M_{\max} = 1/8 \times p_{\max} \times L^2 = 1/8 \times 62,54 \times 1,9^2$
 $M_{\max} = 28,22 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$
- Max. normálové napětí: $\sigma_{\max} = M_{\max} / W_y = 0,02822 / 0,00167 = 16,9 \text{ MPa}$
- Návrhová pevnost dřeva: $f_{md} = (k_{\text{mod}} \times f_{mk}) / \gamma_M = (1,0 \times 24,0) / 1,3 = 18,4 \text{ MPa}$

Podmínka spolehlivosti:

- Posouzení ohybu: $\sigma_{\max} = 16,9 \text{ MPa} < f_{md} = 18,4 \text{ MPa} \dots \text{VYHOVUJE}$

ZÁVĚR: Navržené dřevěné pažiny vyhoví na namáhání ohybovým momentem (od zatížení maximálního aktivního zemního tlaku).