

Investor: ZOO a zámek Zlín – Lešná, příspěvková organizace, Lukovská 112, 763 14 Zlín 14

Objekt: PAVILON TROPICKÉ AMAZONIE

Akce: OPRAVA PORUCH VESTAVKU TH

Stupeň: Technická pomoc

Část: D. STAVEBNÍ ČÁST

D 1.2 Stavebně konstrukční řešení

Vypracoval: Ing. Vladimír Kundera

Počet vyhotovení: 5 (paré 1-4 + archív)

Datum: LISTOPAD 2022

Počet stran: 38

Číslo vyhotovení:

OBSAH DOKUMENTACE:

Titulní list, obsah, podklady	.....	1-2
A) TECHNICKÁ ZPRÁVA		
popis stavebně technického stavu	.....	3-8
fotodokumentace poruch	.....	9-14
příčiny stavu, návrh sanace	.....	15-18
B) VÝKRESOVÁ ČÁST (výkresy doloženy v samostatné složce)		
Seznam výkresů		
Půdorys základů	1:50	2 A4 ST 01
Půdorys 1.NP	1:50	2 A4 ST 02
Řez 1-1	1:50	3 A4 ST 03
Mikropiloty	1:50	2 A4 ST 04
Výztuž základu	1:50	3 A4 SV 01
Helikální výztuž ve stěnách	1:50	2 A4 SV 02
Výkaz prací a dodávek bez ocenění	N	
Nákresy	.....	19-23
C) STATICKÉ POSOUZENÍ NÁVRHU SANACE		
zatížení, stanovení rozteče pilot	.....	24
posouzení maloprůměrové piloty	.....	25-28
posouzení výstroje piloty	.....	29-30
kontakt přibetonovaného pasu a stávajícího základu	.....	31-36
zhlaví výstroje piloty v přibetonovaném pasu	.....	37
výztuž pasu podchycení	.....	38

A) TECHNICKÁ ZPRÁVA

PODKLADY :

1. ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí
2. ČSN EN 1991 Zatížení konstrukcí – část 1-1 Obecná zatížení
3. ČSN EN 1992 Navrhování betonových konstrukcí
4. ČSN EN 1993 Navrhování ocelových konstrukcí
5. ČSN EN 1996 Navrhování zděných konstrukcí
6. Doměrky stávajícího stavu, fotodokumentace – listopad 2022
7. Projekt stavby: Statutární město Zlín: ZOO a zámek Lešná, Tropická Amazonie , SO 001
- Pavilon tropické Amazonie, vypracoval: ASTRA 92, a.s. Zlín v srpnu 2005, z.č.: 05/1/2875
- pracovní digitální data projektu , část betonové konstrukce a část stavební řešení, poskytnutá zpracovatelem statické části (ing. Navrátil)
- kopie výkresů části stavebního řešení poskytnutá z archívu objednatele (Jakub Skřivánek - vedoucí TÚI ZOO a zámek Zlín-Lešná)
8. Prohlídka objektu vestavku tropického pavilonu – listopad 2022 za přítomnosti pana Jakuba Skřivánka - vedoucí ho technického úseku a investic ZOO a zámek Zlín-Lešná
9. Fotodokumentace poruch – listopad 2022
10. ZlínGEO, Náves 606, Zlín: Zlín-ZOO Lešná: výstavba pavilonu tropické Amazonie, Inženýrsko-geologický průzkum staveniště – ing. Matějka, březen 2005
11. ZlínGEO, Náves 606, Zlín: ZLÍN – Štípa, ZOO Lešná: Inž.-geologické hodnocení příčin dosednutí
vestavby v tropické hale Yucatan – ing. Matějka, listopad 2022
12. HILTI – Technologický manuál: B 2.3. Spřahovací výztuž pro nadbetonávky – Univerzita Innsbruck, vypracoval univ.prof. Dr. tech. Manfred Wicke
13. Technická výpomoc: program pro výpočet únosnosti trnů spřažení – ing. Miloš Král, ZIPP Bratislava
14. Mikropiloty – výroba, osazení, návrh – vypracoval ing. Milan Kesi, Pam|Ar – Památky a Architektura s.r.o., areál VUT, Kraví hora, bud.26, Brno – září 1992
15. Inženýrské stavby 5/1986 – Únosnost koreňa injektovanej kotvy v hornine – autoři ing. Karol Klein CSc a ing. Peter Mišove CSc

ZPRÁVA GEOLOGA : (Příspěvek převzat z podkladu [12])

ZlínGEO

Náves 86, 760 01 Zlín

Mobil 603 82 52 06

matejka@zlingeo.cz



ZLÍN – Štípa

ZOO Lešná

**inž.-geologické hodnocení příčin dosednutí
vestavby v tropické hale Yucatan**

listopad 2022

ZlínGEO

Náves 86, 760 01 Zlín

Mobil 603 82 52 06

matejka@zlingeo.cz



Zoologická zahrada a zámek Zlín – Lešná, p.o.

Lukovská 112

760 01 Z L Í N

věc : **Zlín – Štípa, ZOO Lešná**

Ve Zlíně : 12.11.2022

sanace vestavby v tropické hale Yucatan

V ZOO Lešná ve Zlíně-Štípě, ve vestavbě situované v sz. rohu tropické haly Yucatan, došlo nedávno k porušení jižní a východní stěny stavby. Původní vlasové trhlíčky ve výšce stěny kolem 1,3 m se vlivem pravděpodobně rychlého dosednutí základů vestavby otevřely na cca 3-4 cm s dosahem až ke vstupním dveřím na jižní stěně a na východní zdi se spádem až do prosklené stěny terária, které muselo být vyklizené. Kontrolní sádrové terčíky aplikované zhruba před měsícem dosud nevykazují ani vlasové porušení.

Pro hodnocení geologických poměrů v podloží stavby byl využité sondy DPV2 a DPV3 z archivní IG zprávy Zlín – ZOO Lešná, výstavba pavilónu „Tropická Amazonie“ (Matějka R., ZlínGEO, březen 2005). Podél východní stěny od pokleslého rohu byla podél základu vyhloubena kopaná sonda délky cca 1,5 m, která byla ukončena na rozšířené ploše podkladního betonu, jehož převrtání zajistil investor. V místě převrtání byl ze dna sondy proveden mělký ruční vrt hloubkového dosahu 1,2 m. Umístění kopané sondy a archivních sond je zakreslené na situaci měř. 1:500 v příloze 2. Převzatá geologická dokumentace archivních sond je uvedena v příloze 1. Vrtný výnos ze sondy K1 je dokumentovaný v textu níže. Z vybraných sond byl sestavený geologický řez 1-1' (měř. 1:200/200) uvedený v příloze 3.

Předkvartérní podloží na lokalitě budují flyšové horniny vsetínských vrstev paleogenního stáří s výraznou převahou tence vrstevnatých jílovců. Ty byly prakticky v celém hloubkovém dosahu průzkumných sond zvětralé tř. R6, v polohách a v krycí vrstvě až rozložené na pevné eluvium tř. R6/F8. Pískovce s vysokými penetračními odpory byly zaznamenány pouze v lokálních vrstvách mocnosti v řádu decimetrů.

Zvětralý povrch flyšových jílovců byl využitými archivními sondami ověřený v následujících hloubkách a vyrovnaných úrovních: DPV2 – 3,7 m p.t. (293,8 m n.m.), DPV3 – 3,6 m p.t. (293,9 m n.m.). Zvětralým jílovcům s penetračními odpory $q_d = 5-6$ MPa v celém hloubkovém dosahu sondy DPV3 (přes 11 m) náleží fyz.-mechanické parametry:

objemová tíha	$\gamma_n = 21,0 \text{ kNm}^{-3}$
efektivní soudržnost	$c_{ef} = 16 \text{ kPa}$
efekt. úhel vnitřního tření	$\phi_{ef} = 27^0$
edometrický modul deformace	$E_{oed} = 30 \text{ MPa} \quad (\nu = 0,4)$

Zvětralé jílovce jsou vhodným prostředím pro vetknutí kořene mikropilot, kterými budou základy vestavby sanované.

Kvartérní pokryv v nadloží zvětralých jílovců představují svahové jílovité hlíny tř. F6, v polohách s příměsí pískovcových sutí. Konzistence svahových hlín je tuhá, nad zvětralým povrchem flyšových hornin tuhá až pevná.

Krycí **navážky** v sondě DPV3 byly ověřené v mocnosti 2,4 m s bází v úrovni 294,1 m n.m. Dokumentované byly jako tuhé jílovité hlíny s objemově proměnlivou příměsí stavebního odpadu tř. F6/Y, F1/Y, místy až G5/Y. Navážky pod vrstvou podkladního betonu v sondě K1 byly dokumentované jako jemno až středozrnné, ručně velmi snadno vrtatelné (slabě ulehlé), zavlhlé, proměnlivě zahliněné písky tř. S3-S4. V lokálních polohách byly písky zajiňované tř. S5/SC místy až s přechodem do písčitých jílu tř. F4. Zajiňované polohy nasycené vodou byly tuhé až měkké konzistence.

Hladina podzemní vody nebyla v sondě K1 zjištěna. Trvalejší zvodnění je vázané na hlubší polohy puklinově propustného prostředí flyšových hornin. Mělké zvodnění v podobě infiltrovaných průsaků srážek a pod tropickou halou v současnosti i možných průsaků z umělých jezírek dalšího pravidelného využití vody pro zabezpečení poměrů v tropické hale, je drénované po povrchu zvětralého flyše a propustnějšími polohami navážek a svahových hlín k erozní údolní bází. Hladina PV v sondě DPV3 byla změřena 5,65 m p.t., v blízkosti vodního příkopu sondě DPV2 byla ustálená 2,2 m p.t.

Podle dokumentace kopané sondy K1 je základový pás pod vestavbou založený na navážce proměnlivě zahliněného písku tř. S3-S4 s lokálně zajiňovanými polohami a vložkami tř. S5 až F4. Písčité deponie v sondě K1 byly zjevně slabě ulehlé. Lze předpokládat, že po zatížení základů došlo v písčitých zeminách v jejich podloží k rychlé konsolidaci. Příčinou stávajícího dosednutí musela být nějaká objemová změna. V písčitých zeminách se nabízí dlouhodobější proces postupného vyplavování jemnozrnnějších částic prosakující vodou, vytváření sítě drobných kaveren až do překonání strukturní pevnosti prostředí, které se pod zatíženým základem projevilo náhlým dosednutím podloží a vznikem otevřených trhlin ve stěnách vestavby.

Vypracoval : Ing. R. Matějka

- konec vloženého příspěvku

VŠEOBECNÝ POPIS OBJEKTU (S využitím textů uvedených v [7])

Základové poměry

Objekt tropického pavilonu je situován na okraji plochého hřbetu. Západním a severozápadním okrajem půdorys stavby zasahuje do hrany svahu, upadajícího k SZ. V místě stavby se dříve nacházel (v době výstavby již demolovaný) pavilon šelem, ze kterého zbylo jen venkovní jezírko (příkop) podkovovitého tvaru. O tvaru základů původního objektu, které zřejmě zůstaly skryty pod zemí, není nic známo. Dřívější morfologie terénu byla změněna stavební činností a terénními úpravami. Ze zápisů z kontrolních dnů v únoru 2006 však plyne, že v místech kolize se základy tropického pavilonu a jeho vestavek byly původní základy demolovaného pavilonu šelem vybourány.

Inženýrskogeologický průzkum [10] zpracovala firma ZlínGEO, Ing.R. Matějka, v březnu 2005, bez archivního a zakázového čísla. Tento průzkum byl pro potřebu nynější dokumentace doplněn podkladem [11] v listopadu 2022 – viz předchozí text.

Podle výsledků původního průzkumu jsou povrchové vrstvy o mocnosti 0,8 až 3,0 m tvořeny starými navážkami většinou jílu a jílovitých štěrků tuhé až měkké konzistence s příměsí pískovcové suti a stavebního rumu. Pod navážkami se nachází vrstva svahových hlín o mocnosti od 1,5 do 2,5 m. Jedná se o jílovité hlíny třídy F6 až F8, konzistence tuhé až měkké, na bázi s příměsí drobné pískovcové suti. Podloží je tvořeno převážně jílovci, zvětralými třídy R5 až rozloženými třídy R6. Hladina podzemní vody byla podle zprávy [10] zastižena v sondě DP2 1,80 m pod uvažovanou úrovní $\pm 0 = 297,100$ m.n.m., v ostatních sondách výrazně hlouběji. Voda odebraná ze sondy DP2 obsahovala agresivní CO_2 v množství 33,7 mg/l, což odpovídá stupni vlivu prostředí na beton XA1 podle ČSN EN 206-1. Proto byla investorem v červenci 2005 vyhloubena kopaná sonda poblíž DP2. V této sondě do hloubky přes tři metry nebyla žádná voda zastižena, a proto bylo se souhlasem geologa dohodnuto, že s ní nebude při návrhu základů uvažováno. Zároveň byla v kopané sondě zjištěna konzistence svahových hlín pevná, což je příznivější než podle [10]. Proto byla při návrhu základů objektu, které spočívají právě na této vrstvě, uvažována únosnost hlín $R_{dt} = 150$ kPa, což podle [10] odpovídá tuhé konzistenci. Doplňkovým průzkumem z listopadu 2022 v místě u JV nároží vestavku TH byly v polohách pod podkladním betonem (pod úrovní -1,200) na tloušťku do 1m zjištěny měkké polohy původních zemin a písčité deponie v sondě K1 byly zjevně slabě ulehle – viz text předchozí kapitole.

Konstrukční řešení objektu tropické Amazonie

Nadzemní nosná konstrukce objektu je tvořena příhradovými ocelovými obloukovými rámy v rozteči 2,0 m. Tyto příčné rámy z trubek mají osovou vzdálenost pásů 0,6 m a jsou v patě kotveny šrouby, dodatečně vlepuvanými do vrtů. Úroveň kotvení do základových patek -0,100 m, do pilířů ve stěnách vany 1.PP je kotvení ve výšce -0,200 m (pod stropem jímky).

Ve štítech je ocelová konstrukce založena na základových pásech ZP01, ZP02 s horním povrchem -0,100 m a základovou spárou -1,70 m. Hloubka založení celé hlavní konstrukce je volena tak, aby byly překročeny navážky a aby bylo dosaženo hloubky min. 1,6 m pod upraveným terénem s ohledem na vysychání zeminy (ČSN 731001, čl. 32). Pás ZP01 má průřez tvaru obráceného T a v půdorysu částečně tvar oblouku, a to pod apsidou, kterou objekt vybíhá k vnějšímu podkovovitému jezírku. Pás ZP02 je příčný s proměnnou šířkou stěny podle uspořádání obvodového pláště a s rozšířením dolní části pod hlavním štítovým sloupem uprostřed délky. Rohová patka ZP10 je výztuží propojena s tímto pásem.

Vnitřní ocelové sloupy haly jsou založeny na patkách ZP22, ZP23 z prostého betonu. Dva sloupy, které jsou kamuflvány stříkaným betonem jako stromy a které slouží zároveň pro rozvod vzduchotechniky, jsou založeny na železobetonových patkách ZP21. Tyto patky jsou oslabeny dvěma nad sebou umístěnými ležatými přívody vzduchotechniky $\varnothing 500$ mm, které ústí do svislého potrubí $\varnothing 700$ mm, na které navazuje sloup stejného průměru.

Vně hlavního objektu mezi řadami O1-P11 je umístěno podzemní podlaží – strojovna. Její konstrukci tvoří železobetonová jímka o vnitřních světlých rozměrech 19,375 x 5,400 x 2,615 m, se dnem tl. 235 mm, stěnami tl. 250 mm a stropem tloušťky 200 mm. Větší tloušťku stropu nebylo možno zvolit s ohledem na výškové návaznosti. Strop je navržen na zatížení střešním pláštěm se spádovou vrstvou z lehčeného betonu LC8/9-D1,0 a s násypem průměrně 0,3 metru zeminy. Na vnitřní stěnu navazují po 2,0 m pilíře tloušťky 0,5 m s otvory pro potrubí VZT, do kterých jsou kotveny ocelové oblouky haly (viz výše základové patky). Na rozích jímky v řadách O1 a O11 vystupují části stěn s vyčnívající kotevní výztuží. Dno jímky je na čtyřech místech lokálně spádováno ke vpustím. Vana podzemního podlaží je umístěna do prostoru s největší mocností starých navážek. Při založení vany byly navážky odstraněny a jímka tak spočívá na svahových hlínách, stejně jako patky. I tak ale nebylo možné vyloučit jisté rozdíly v sedání jímky a patek. Dovnitř objektu vybíhá z jímky kanál, ze kterého vystupují stěnami vzduchotechnická potrubí.

V interiéru tropického pavilonu jsou provedeny dvě vnitřní vestavby.

Vnitřní vestavba u vstupu je zastropena deskou tl. 180 mm, která je uložena na zděných stěnách a na obvodovém ocelovém průvlaku, podporovaném sloupy, které stojí na prodloužených patkách. Vnitřní ocelový průvlak a stěny jsou založeny na železobetonových základových pásech ZP05, pod kterými byl proveden hutněný násyp v šířce min 1,2 m až na rostlý terén pod navážkami, min. tloušťka 0,3 m. Po okraji převážné části stropu jsou nahoru zvýšené atiky, které vymezují prostor pro násyp zeminy.

Vnitřní vestavba pro rozvodnu a ošetřovatele v části M'/1-O5 je zastropena deskou z monolitického železového betonu tl. 150 mm, podepřenou opět vnitřní stěnou a ocelovým průvlakem na sloupech, které stojí na pilířích stěny vany 1.PP. Strop není zatížen násypem, ale je nad ním dřevěná stříška. **Základy zděné stěny i dřevěných sloupů stříšky jsou z prostého betonu (ZP06, ZP24)** a sahají v odskákané základové spáře do hloubky až -2,45 m s ohledem na zasypaná VZT potrubí, která kolem nich probíhají. U kanálu VZT, vystupujícího z jímky strojovny, jsou základy podbetonovány až po spodní líc jeho dna.

V obou výše popsanych vestavbách je na velké části podlahová deska tloušťky 120 mm s výztuží KARI rohožemi při obou povrchích. Deska je rozdělena řezanými smršťovacími spárami hloubky 40 mm na pole o velikosti max. 4,0 x 4,0 m. U rohů otvorů a v místech neprůběžných spár má být uložena doplňková prutová výztuž. **V daném případě má však zásadní význam zejména kvalitní provedení násypů v podloží. Pokud nebudou násypy řádně zhutněny, mohou vzniknout poruchy podlah a příček, které na nich stojí.**

Vestavba vnitřní voliéry je zavěšena na ocelových lanech, která budou kotvena do obvodových základových nosníků ZN05 nad patkami ZP25. Venkovní ocelová voliéra v řadách O12-P16 má ocelové rámy po 4,0 m. Je založena na základových pásech ZP03, ZP04, které mají na žádost investora minimální možnou šířku pouze 0,2 m. Tvar pásu je přijatelný pouze za předpokladu, že terén nad vnějším chodníkem bude držen opěrnou zídou a pás bude zasypan symetricky z obou stran, takže nebude zatížen bočním tlakem zeminy.

Nosné zdivo vnitřních vestaveb je navrženo z děrovaných pálených cihel pevnosti P15 o objemové hmotnosti max. 900 kg/m³ (cihly Porotherm 30 P+D) na maltu MC5. Zděné příčky jsou navrženy z děrovaných pálených cihel pevnosti P10 o objemové hmotnosti max. 1100 kg/m³ na maltu MC5. Základové konstrukce (patky, pásy) jsou provedeny z prostého betonu C25/30 – XC2 nebo železového betonu C25/30 – XC2 s krytím výztuže 30mm, při spodním líci 35 mm. Stropy vnitřních vestaveb jsou z betonu C25/30 – XC2 s krytím výztuže 20 mm.

Nález – popis poruch

Vnitřní TH vestavek situovaný v SZ nároží půdorysu objektu pavilonu tropické Amazonie vykazuje stavební poruchy. Poruchy se projevují trhlinkami v obvodovém zdivu vestavku umístěném v interiéru konstrukce tropického pavilonu. Stěny jsou porušeny převážně vodorovně běžícími trhlinkami v jižní štítové stěně a východní průčelní stěně. Rozevření trhlin se zvětšuje směrem k JV nároží TH vestavku. Rozevření trhlin dosahuje od jednotek mm do jednotek cm, největší šířka trhlin byla změřena na nároží ve štítové jižní stěně a dosahovala rozevření 21mm. Stavební otvory ve východní stěně, ve kterých byla osazena okna teráriím vykazují poklesy nadpraží otvorů, které způsobily indiferentní poklesy parapetů a nadpraží. Díky zkosení tvaru původně obdélníkových stavebních otvorů došlo k popraskání skel terárií, která v otvorech byla instalována.

Interiér TH vestavku vykazuje poruchy projevující se opadáním bělninových obkladů v přípravně krmiva a poklesem vnitřních příček, na kterých leží žb. stropní deska vestavku. Zobrazení poruch je dokumentováno na doložených fotografiích.



Foto 1: Celkový pohled na JV nároží TH vestavku



Foto 2: Pohled na východní průčelí TH vestavku - skleněná výplň okna terária



Foto 3: Osazení sádrových terčů na trhlině v jižní stěně



Foto 4: Sádrový terč v místě největšího rozevření trhliny v jižní stěně (21 mm)



Foto 5: Detail největšího rozevření trhlinky – jižní stěna TH Vestavku



Foto 6: Pohled na východní průčelí TH vestavku - skleněná výplň okna terária



Foto 7: Pokles příčky v interieru TH vestavku



Foto 8: Pokles příčky v interieru TH vestavku



Foto 9: Oddělení bělinového obkladu na vnitřní straně jižní stěny TH vestavku

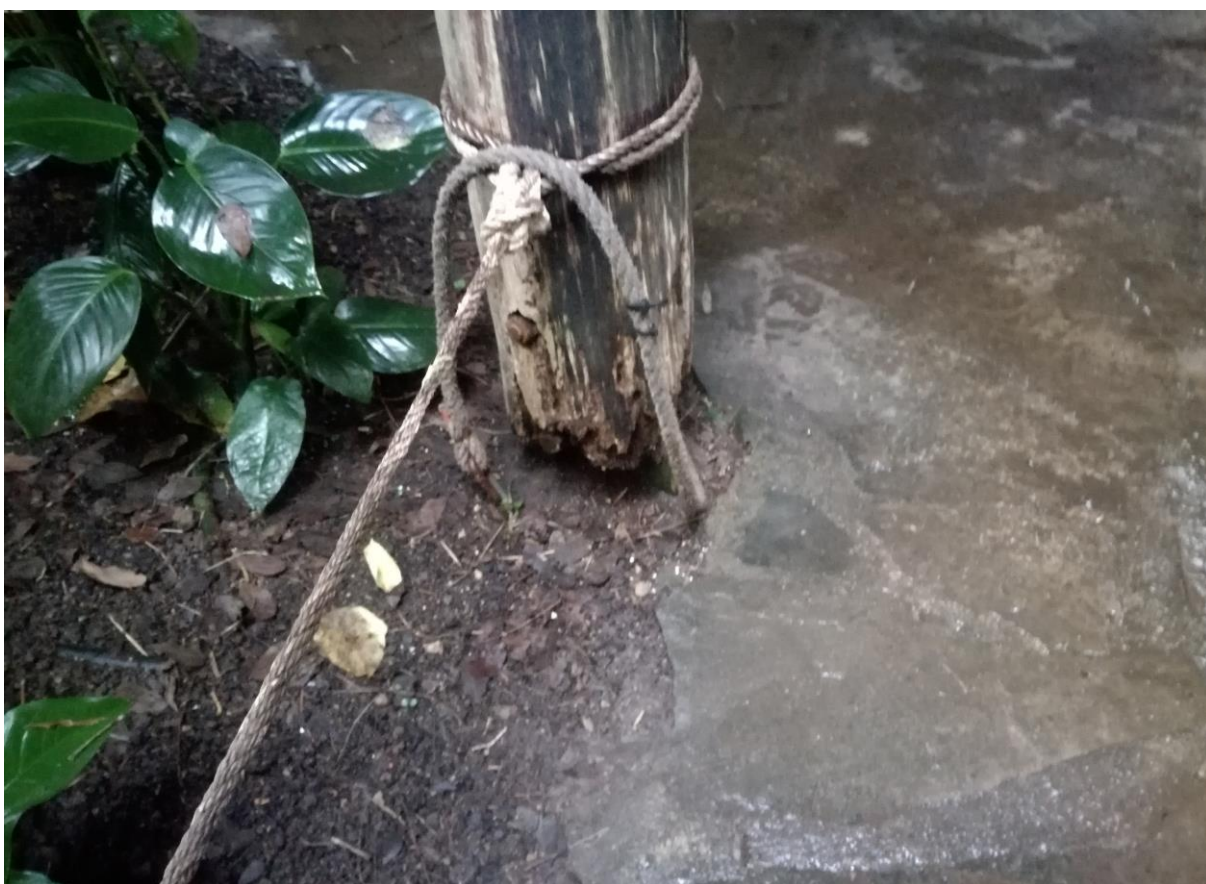


Foto 10: Degradace paty dřevěného sloupku lávky ochozu pro návštěvníky



Foto 11: Pohled do výkopu kopané sondy u venkovní strany JV nároží stěn TH vestavku



Foto 12: Dřevěná konstrukce lávky ochozu pro návštěvníky

Příčiny poruch:

Poruchy pozorované na vnějším povrchu fasád způsobeny objemovými změnami zemin v podzákladi v důsledku sesednutí málo zhutněných zásypů a konsolidace jílovitých poloh pod základy vestavku a projevy se indifferentsními pohyby povrchu kontaktní základové spáry mezi základy a zemním tělesem. Objemové změny mohou být vyvolány dlouhodoběji působícím suchým klimatem nebo i vyplavením jemnozrnných složek z podzákladi při infiltraci vod ze zavlažování flory v interiéru pavilonu – podrobněji popsáno ve zprávě geologa. Budova je popraskána hlavními trhlinami probíhajícími jižní štítovou stěnou a východní průčelní stěnou vestavku. Podružné trhlinky jsou dokumentovány na fotu 11,12 s tím, že další se vyskytují hlavně v nároží otvorů. Chování porušené konstrukce bylo sledováno od poloviny října na osazených sádrových terčích. Do současné doby (začátek prosince 2022) nedošlo k porušení terčů, objekt během měsíce a půl neprokázal další pohyby. To, že konstrukce po docela dlouhou dobu neprokazovala poruchy (od dokončení cca v roce 2006 až doposud), souvisí zřejmě s tím, že se uplatnila i tahová únosnost oboustranné omítky stěny. Až ani tato nebyla schopna přenášet pokračující deformační vlivy, došlo k poruše a to naráz do pozorovatelného stavu.

Návrh způsobu sanace

Navrhují podchycení pomocí malopřůměrových pilot opřených do podloží ze zvětralých jílovců R6 a následné „sešití“ trhlinek v nadzemní části vyzdívek stěn pomocí certifikovaného systému HELIFIX s helikální výztuží vloženou do lože z lepicí hmoty Helibond ve vyfrézovaných drážkách ve směru příčném na průběh trhlin. Po provedení „sešití“ bude vyčištěná trhlina vyplněna nízkotlakou injektáží z cementového tmele doplněného přísadou SBR (styren butadien resin)

Piloty jsou navrženy v rozteči menší než $0,99\text{m} = 1\text{m}$ (viz statické posouzení únosnosti výstroje oslabené závitem spojek). Výstroj z trubek tr. 89/10 (mat. S355) bude muset být spojována na místě, protože nad prostorem vrtání není dostatek výšky (je třeba respektovat stávající dřevěnou konstrukci ochozu lávky pro návštěvníky expozice), aby mohla být vložena trubka z jednoho kusu. Vnitřní prostředí pavilonu nesmí být kontaminováno zplodinami od svařování a výfukovými zplodinami spalovacích motorů pohonu vrtaček. Prostor, ve kterém budou prováděny práce tohoto typu je třeba (ve spolupráci s investorem) od interiéru oddělit nepropustným zaplachtováním se zajištěním odvětrání zplodin potrubím s venkovním ventilátorem, které bude funkční po dobu výkonu těchto typů práce. Pilotové podepření je navrženo ve sklonu max. 5° od svislice. Na horní část výstroje (zhlaví trubky zasahující do přibetonávky) bude navažena šroubovice z betonářské výztuže $\varnothing E8$ se stoupáním závitu 125mm v takové délce, aby zasahovala do přibetonovaného pasu minimálně 600mm. Průměr vrtu je navržen 133mm a průměr kořene 200mm s vetknutím (délkou kořene) do poloh zvětralých jílovců R6 v délce min. 3,00m.

Přenos zatížení ze stávajícího pasu vestavku do nově přibetonované části podepřené mikropilotami je navržen pomocí hmoždinkového spoje přes kotvy z betonářské výztuže $\varnothing R12$ vlepené do vývrtů ve stěně stávajícího pasu. Před betonáží musí být kontaktní plocha spojovaných základových pasů zbavena nečistot (prachu a případně mastných ploch). Těsně před betonáží navrhuji aplikovat na kontaktní plochu nástřik adhezního můstku s odtrhovou zaručenou pevností min. 1,8 MPa (vhodný je např. Sika MonoTop). Při aplikaci dodržet pokyny technického listu dodavatele adhezního můstku.

Po provedení provedení podchycení a odstranění bednění je třeba otevřenou část výkopu stavební rýhy zasypat. Proveďte se hutněný zásyp ze zahliněných štěrkopísků po vrstvách tak, aby konečný index ulehlosti tohoto zásypu byl $I_D \geq 0,75$.

Následně bude třeba provést nízkotlaké injektáže vodorovných spár v liniích trhlin ve zdivu. Na trhlinky (max. šířka rozevření je 21mm – viz foto 4) budou osazeny injektážní prostupky ve zhuštěných vzdálenostech – odhad rozteče prostupek cca do 300mm, zbytek linie trhlin před injektáží oboustranně omítnout. Zmenšení rozteče je navrženo z důvodu, že zdivo stěny je provedeno ze svisle děrovaných tvarovek Porotherm P+D a existuje obava, že při nízkotlaké injektáži cementovým jemnozrnným mlékem by většina injektážní směsi vyplňovala dutiny ve tvarovkách zdiva. Doporučuje se tedy k injektážní prostupce uchytit perforovanou drátěnou manžetu (podobně jako u systému lepených kotev HILTI do keramického dutinového zdiva) a injektovat přes tuto manžetu, v případě velkého úniku injektážní směsi položit na horní plochu nižší ložné spáry staviva Porotherm P+D drátěnou síť, která by neumožnila nadlimitní úniky injektážní směsi. Doporučuji systém odzkoušet, v případě, že by byl s touto aplikací problém, bylo by asi třeba provést doklínování spár pomocí natloukaných plechových vložek. Projektant nevylučuje jinou možnost řešení vyplnění dutin v trhlinách v závislosti na možnostech či zkušenosti zhotovitele. Po zainjektování bude zkompletována oboustranně omítky stěn a povrchové úpravy nátěry a strukturou v provedení a barevném řešení podle původního stavebního stavu.

Je možné, že jedním z faktorů, které se podílely na zhoršení stavu, jsou i degradace dřevěných sloupových podpor lávky ochozu pro návštěvnickou veřejnost (foto 10). Tato informace byla po technickém projednání investorem vzata na vědomí s tím, že repasi uložení sloupků jejich náhradou patními protézami si provede v rámci vlastní stavební údržby.

Vnitřní příčka vestavku pod stropní železobetonovou deskou vykazuje oddělení kontaktní spáry mezi zhlavím příčky a spodní plochou stropní desky (foto 7,8), na ostění vstupu z interiéru tropického pavilonu je oddělen bělinový obklad od podkladu (foto 9), dveřní křídlo v příčce mezi přípravnou a el. rozvodnou jde otvírat a zavírat s obtížemi protože rám zárubně je zdeformován popsány poklesy stěny. Protože na osazených sádrových terčích zatím nejsou pozorovány další poruchy, navrhuji truhlářskou úpravou dveřního křídla zajistit, aby dveře bylo možné používat bez odporu a na kontaktní spáru zhlaví příček se stropní deskou osadit další sádrové terčičky tak, aby bylo možné stav pozorovat a následně po delší době (cca 1/2 až 3/4 roku) stav vyhodnotit a rozhodnout o případně nutnosti sanace i v interiéru vestavku. Tuto záležitost si dle sdělení investora převezme zatím na starost jeho oddělení stavební údržby.

Výkopy do hloubky 1,5m se udrží krátkodobě se strmými stěnami, geolog doporučuje svahování 1:0,25. Hrany výkopů a odřezů nesmějí být přítěžovány. Při provádění není možné vyloučit obnažení neznámých stávajících funkčních či nefunkčních inženýrských sítí a základů, které nelze podle dostupných údajů lokalizovat. Je třeba zabránit rozměknutí zeminy v základové spáře v důsledku působení vody a stavebních prací, a to tak, že se odebere posledních cca 0,2 m zeminy ručně těsně před prováděním hutněných podsypů. Na zásypy výkopů tam, se použije vhodná nesoudržná zemina, např. zahliněný štěrkopísek (je možné použít i podobný materiál jaký je u výkopu provedené sondy u východní stěny – foto 11), a to na celou výšku násypu. Zemina se bude hutnit na relativní hutnost $I_D \geq 0,75$ postupem, který stanoví dodavatel v závislosti na zrnitosti materiálu a použitém hutnicím mechanismu. Hutnění je třeba provádět řádně po vrstvách a relativní hutnost ověřit zkouškou „In situ“.

Všeobecné údaje a závěr

Dokumentace je zpracována jako technická pomoc pro účely sanace poruch na obvodovém interiérovém zdivu TH vestavku tropického pavilonu. Předpokládá se, že prováděním stavby bude pověřena odborně způsobilá firma, jejíž odpovědností je provést dílo v souladu s českými normami, zákony a platnými vyhláškami. Pokud zhotovitel nevznesl připomínky k této projektové dokumentaci v rámci nabídkového řízení, má se za to, že dokumentaci prověřil a je schopen předmětné dílo zrealizovat. Tato dokumentace nenahrazuje dílenské výkresy, které jsou součástí předvýrobní přípravy vybraného zhotovitele.

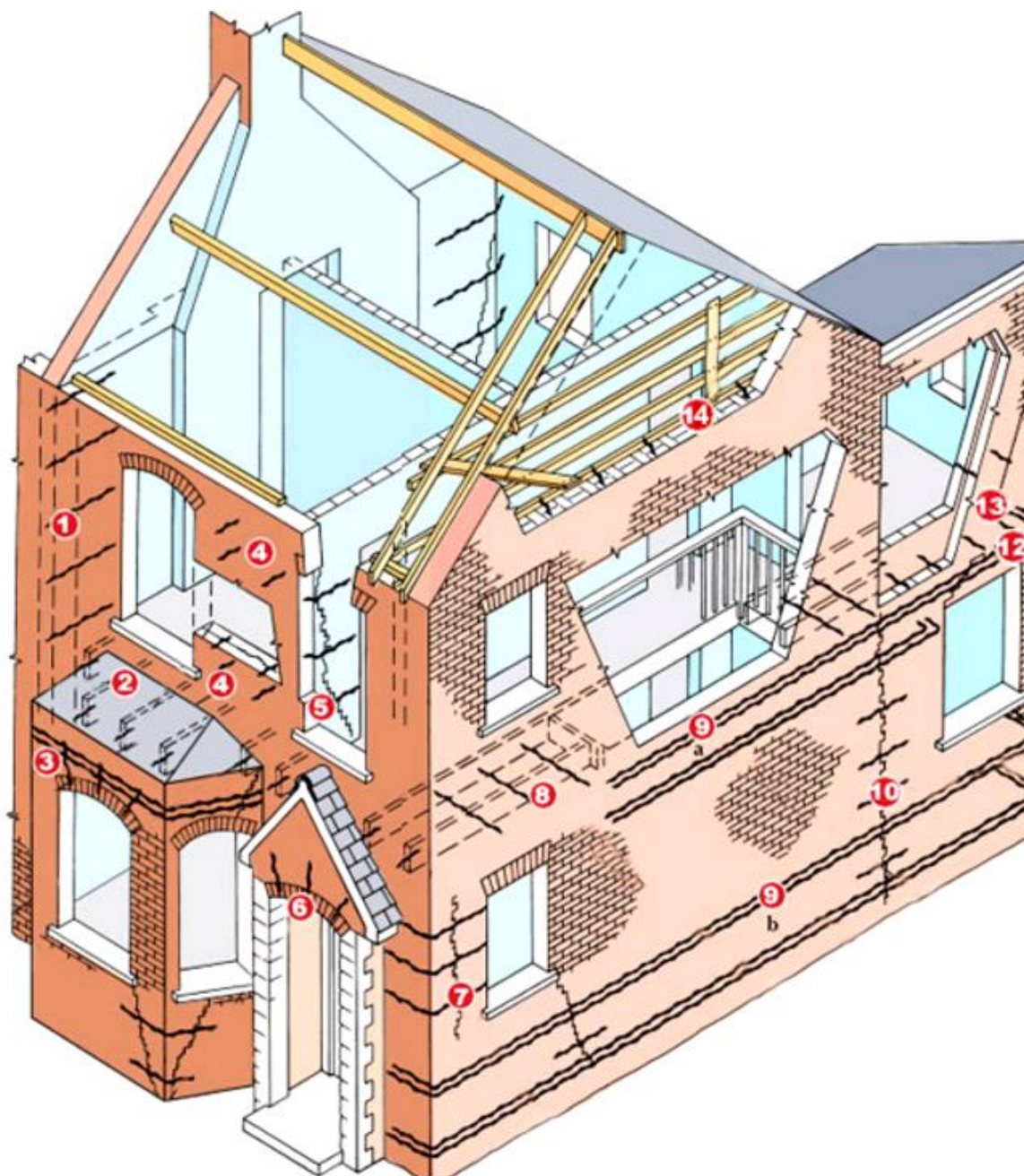
Použití navrhovaných materiálů je popsáno ve výkresové části.

Ve Zlíně 4.12.2022

Vypracoval: Ing. Vladimír Kundera

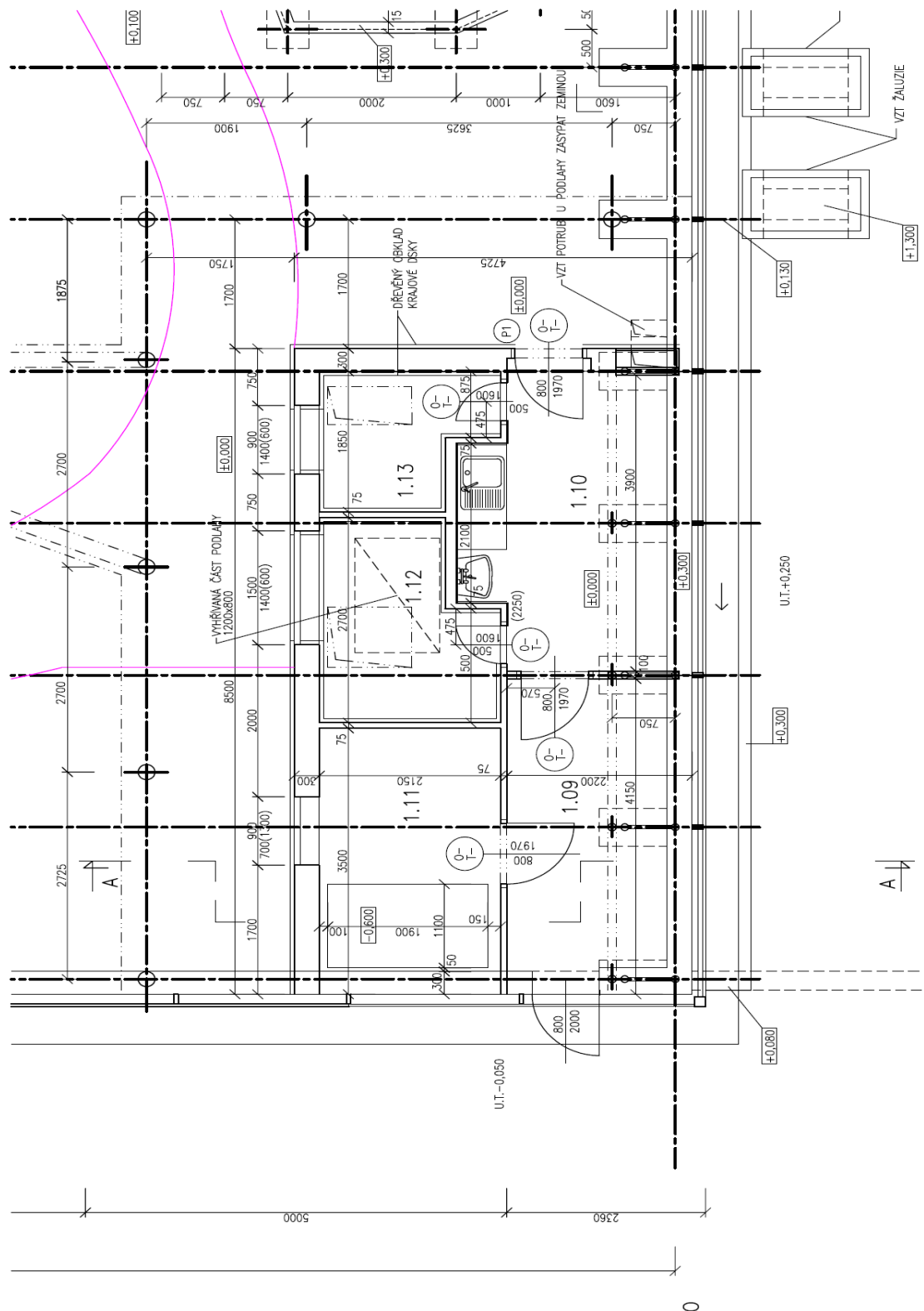
Příloha 1:

Technologický postup sešití trhlin metodou Helifix - schéma možných způsobů sanace

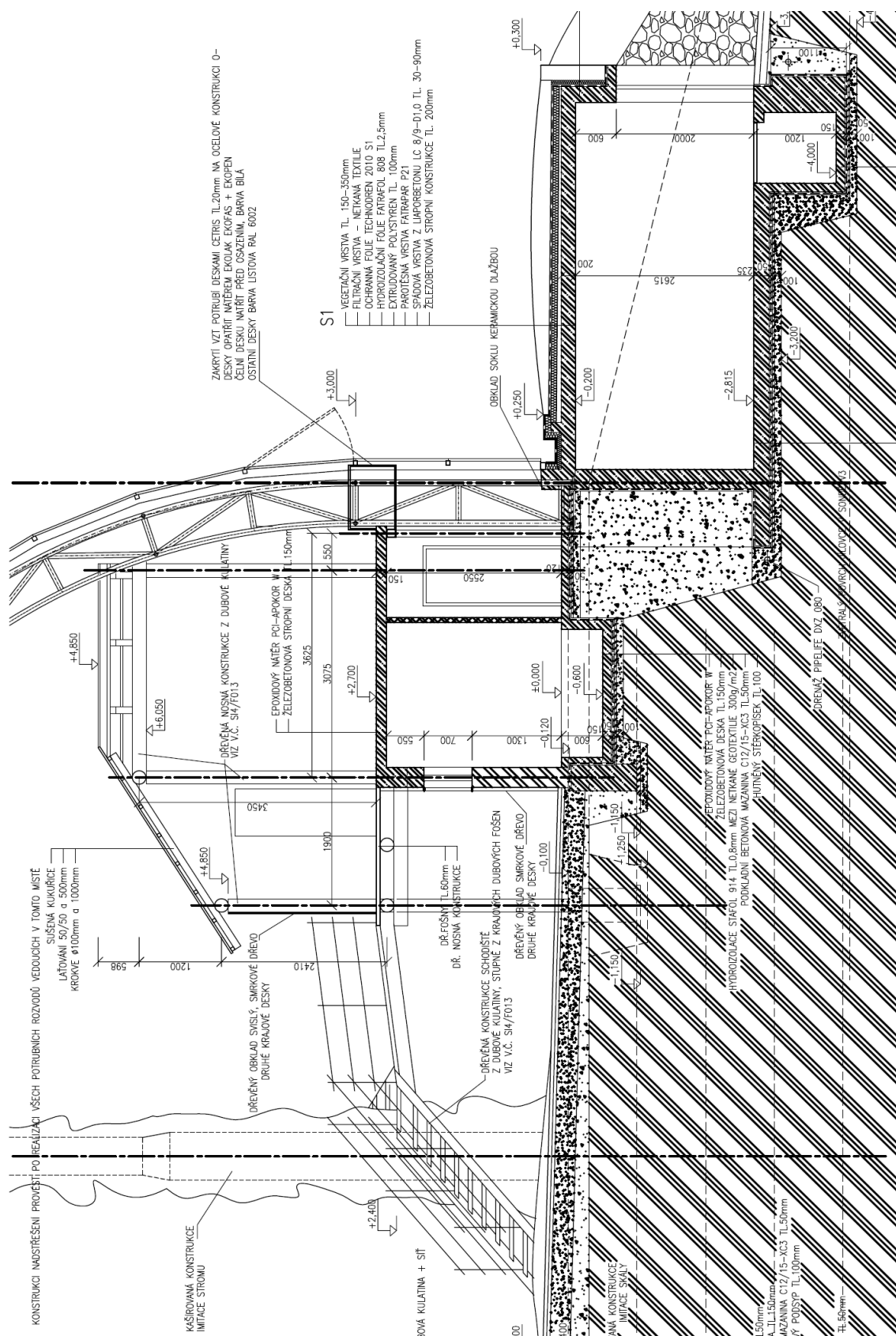


Obr.1 – možný způsob sanace popraskaného zdiva certifikovaným systémem HELIFIX – vstupní obrázek metody z katalogu Helifix

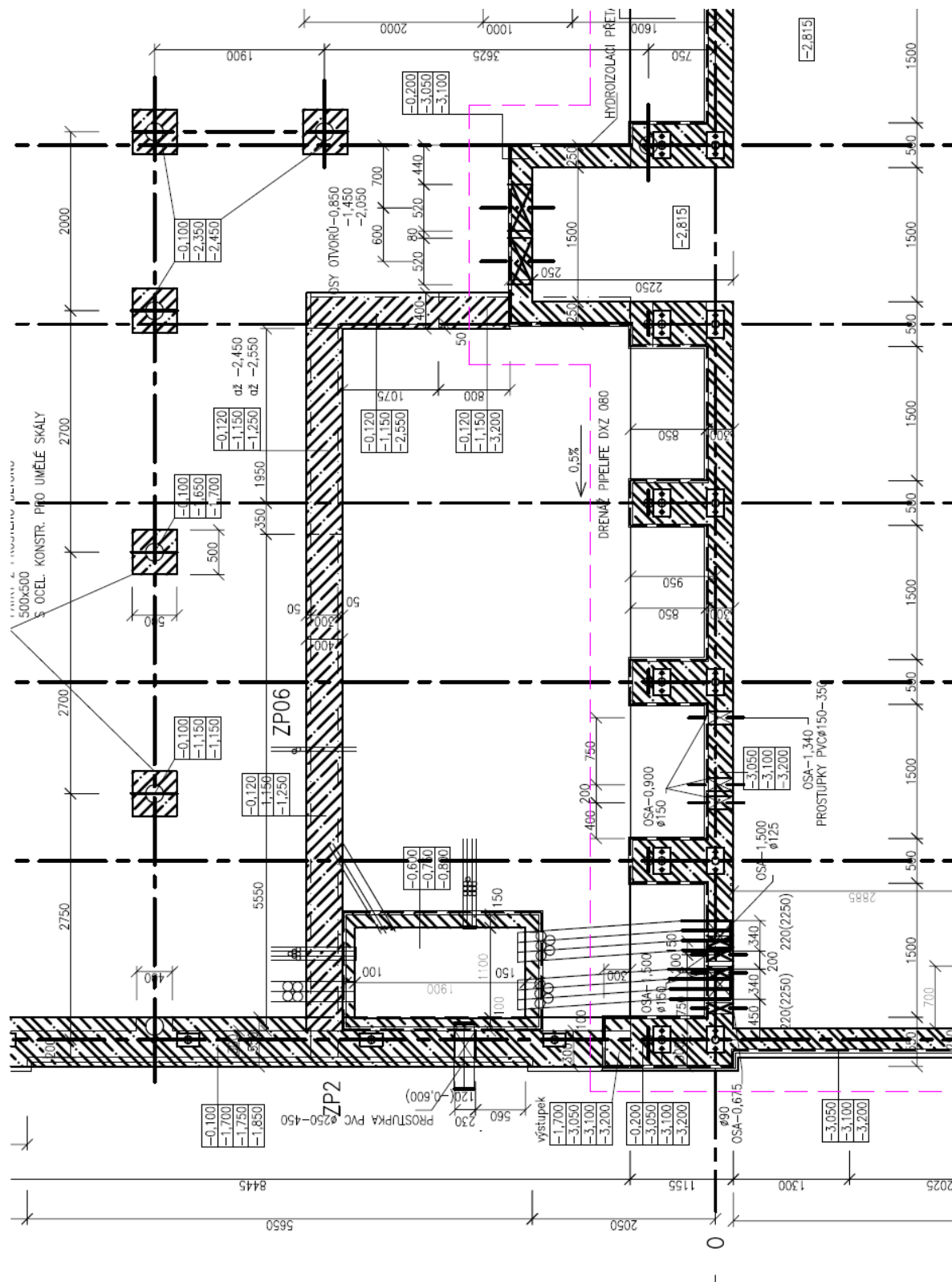
B) NÁKRESY



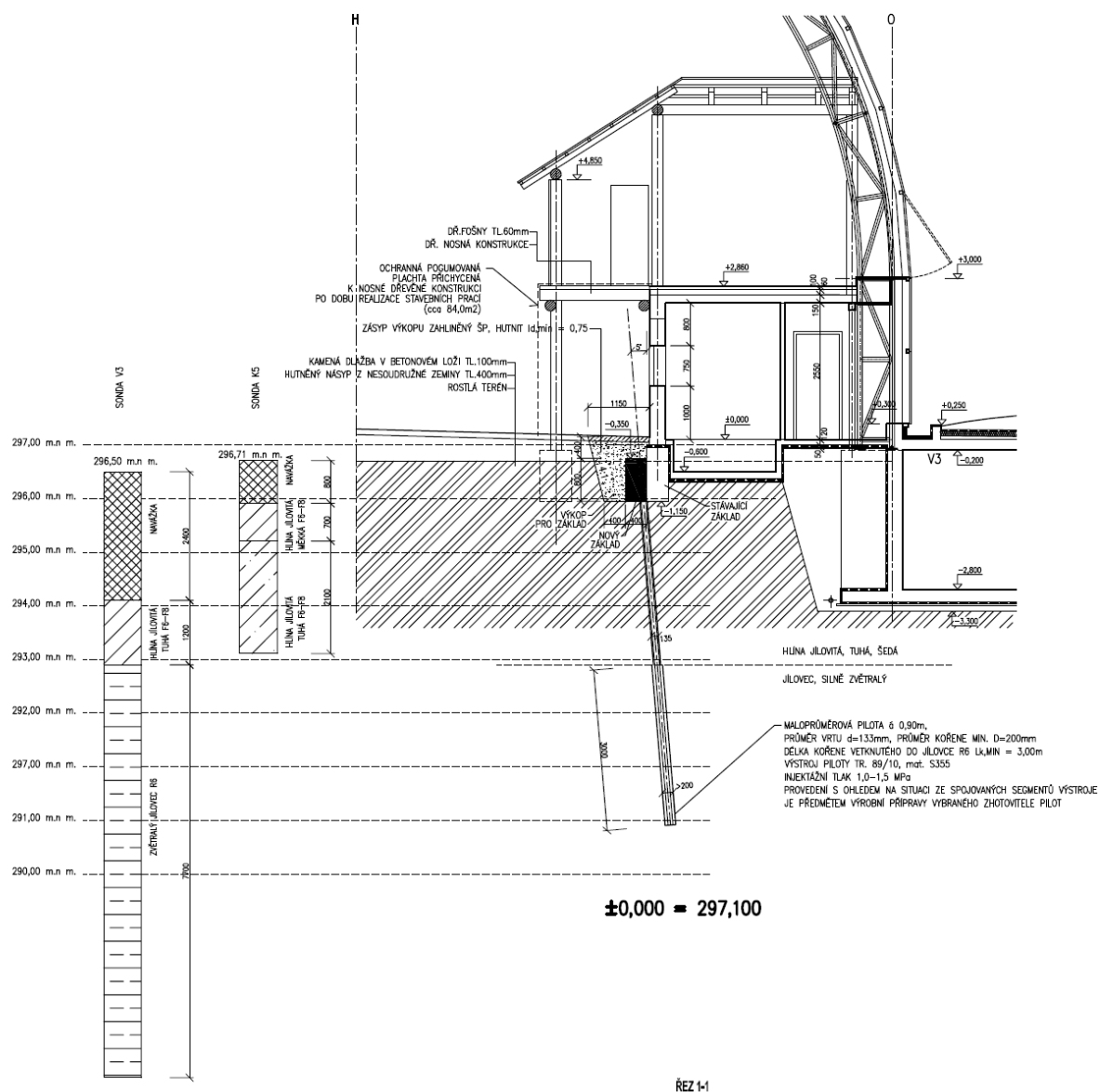
Půdorys stávajícího vestavku



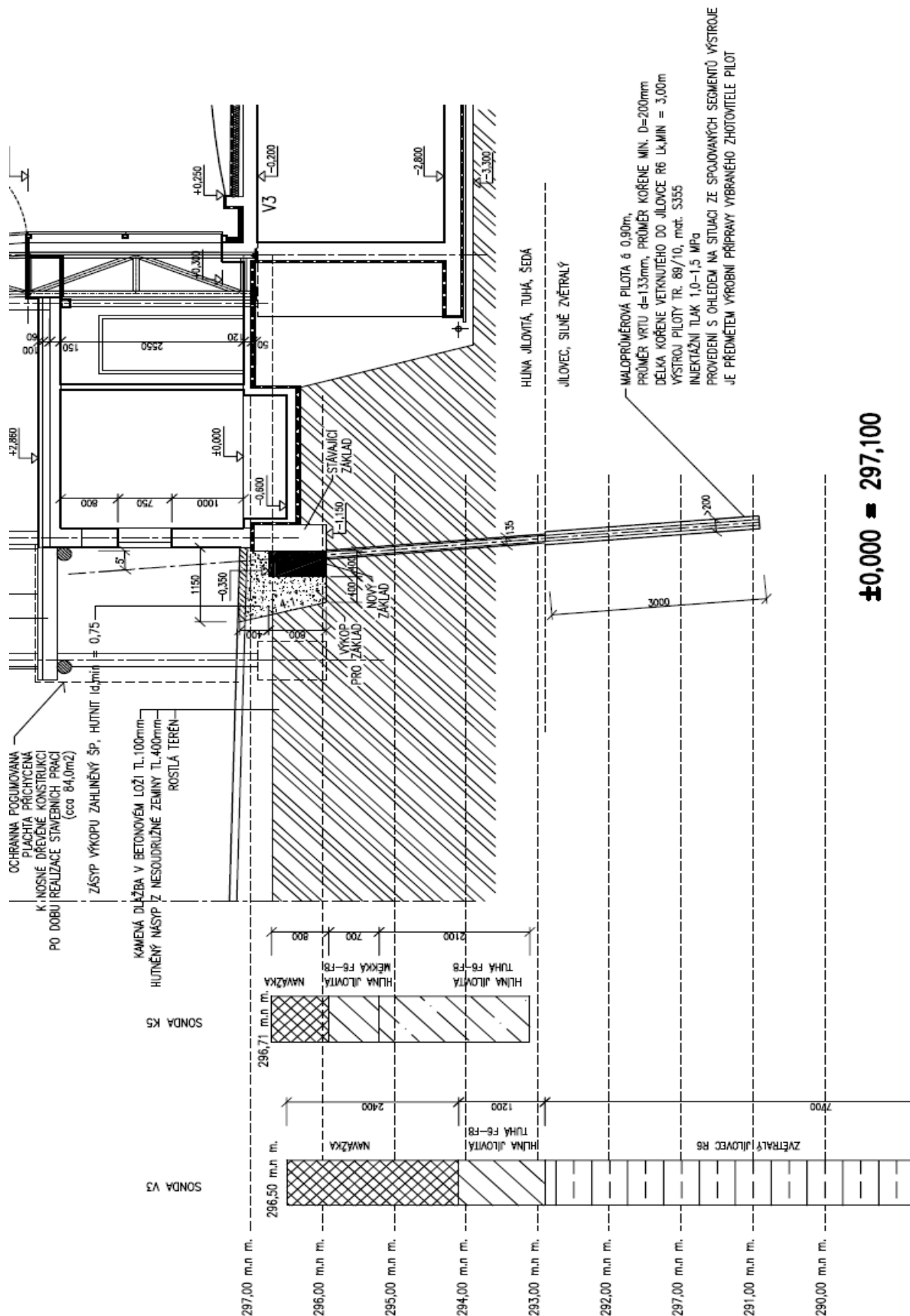
Příčný řez stávajícím vestavkem



Základy stávajícího vestavku



Příčný řez podchycením vestavku



Podrobné výkresy jsou doloženy samostatně

C) STATICKÉ POSOUZENÍ

Zatížení stávajícího základového pasu

Vlastní hmotnost pasu ZP06, $H_p = 1\text{m}$, $t_p = 0,4\text{m}$	0,40x25	10,00 kN/m
Zdivo 1 NP vestavku TH – porotherm tl. 300mm P+D, $H_s = 2,35\text{m}$		
stavivo	0,3 x 2,35 x 9	6,40 kN/m
Věnc nad stěnou	0,3 x 0,3 x 25	2,25 kN/m
oboustranná omítka	0,02 x 2 x 2,55 x 18	1,85 kN/m
Stropní žb deska tl. 150mm	3,9/2 x 0,15 x 25	7,31 kN/m
Dřevěná lávka na 2NP – ochoz		
dub. fošny 60mm	0,06 x 1,90/2 x 6,5	0,40 kN/m
kuláče stropnic – odhad		0,60 kN/m
Zastřešení 2NP – dřevo – dub		
sloupky – 5 ks á 0,8 kN/8,5m	4 x 1 / 8,5	0,50 kN/m
Vlastní hmotnost – liniové přitížení	g_k	29,30 kN/m
užité zatížení na ochozu a na desce nad 1 NP		
2,0 kPa x (3,9/2 + 1,9/2)	p_k	5,80 kN/m
Celkové charakteristické zatížení	q_k	35,10 kN/m
 Celkové návrhové zatížení		
(29,3 x 1,35) + (5,8 x 1,5) = 39,55 + 8,7	q_d	48,25 kN/m

Vzdálenost pilot: Z únosnosti piloty na moment při oslabení trubky závitem na profil 89/8 z oceli S355 $M_u = 13,0\text{ kNm}$ (viz posouzení oslabené trubky v místě spojek)

Při $e = 0,27\text{m}$ je síla vyvolávající moment $13,0\text{ kNm}$ $Q_{pil} = 13,0/0,27 = 48,14\text{ kN}$

Vzdálenost pilot $a_{min} = Q_{pil} / q_d = 48,14 / 48,25 = 0,99\text{m}$

Vodorovná únosnost: Při sklonu podporovacích kotev 5° je složka vodorovné reakce ve zhlaví pilot:

$$H_{pil,d} = q_d \times \tan 5^\circ = 48,25 \times 0,0875 = 4,22\text{ kN/m}$$

Vybočení nového základu bude vzdorovat zásyp výkopu tlakem v klidu, který musí být proveden ještě před vyplněním trhlin nízkotlakou injektáží

Zemní tlak v klidu při výšce zásypu $H_z = 1\text{ m}$ v zeminách typu jílovitých hlín při $\gamma_z = 20\text{ kN/m}^3$ a

$\phi_{ef} = 16^\circ$ a Poissonovo číslo $\nu = 0,4$

$$\sigma_1 = (\nu/(1-\nu)) H_z \gamma_z = (0,4/0,6) \times 1 \times 20 = 0,66 \times 0,8 \times 20 = 10,56\text{ kPa}$$

Zemní tlak v klidu při výšce zásypu $H_z = 1\text{ m}$ v zeminách typu zahliněných písků při $\gamma_z = 19\text{ kN/m}^3$ a

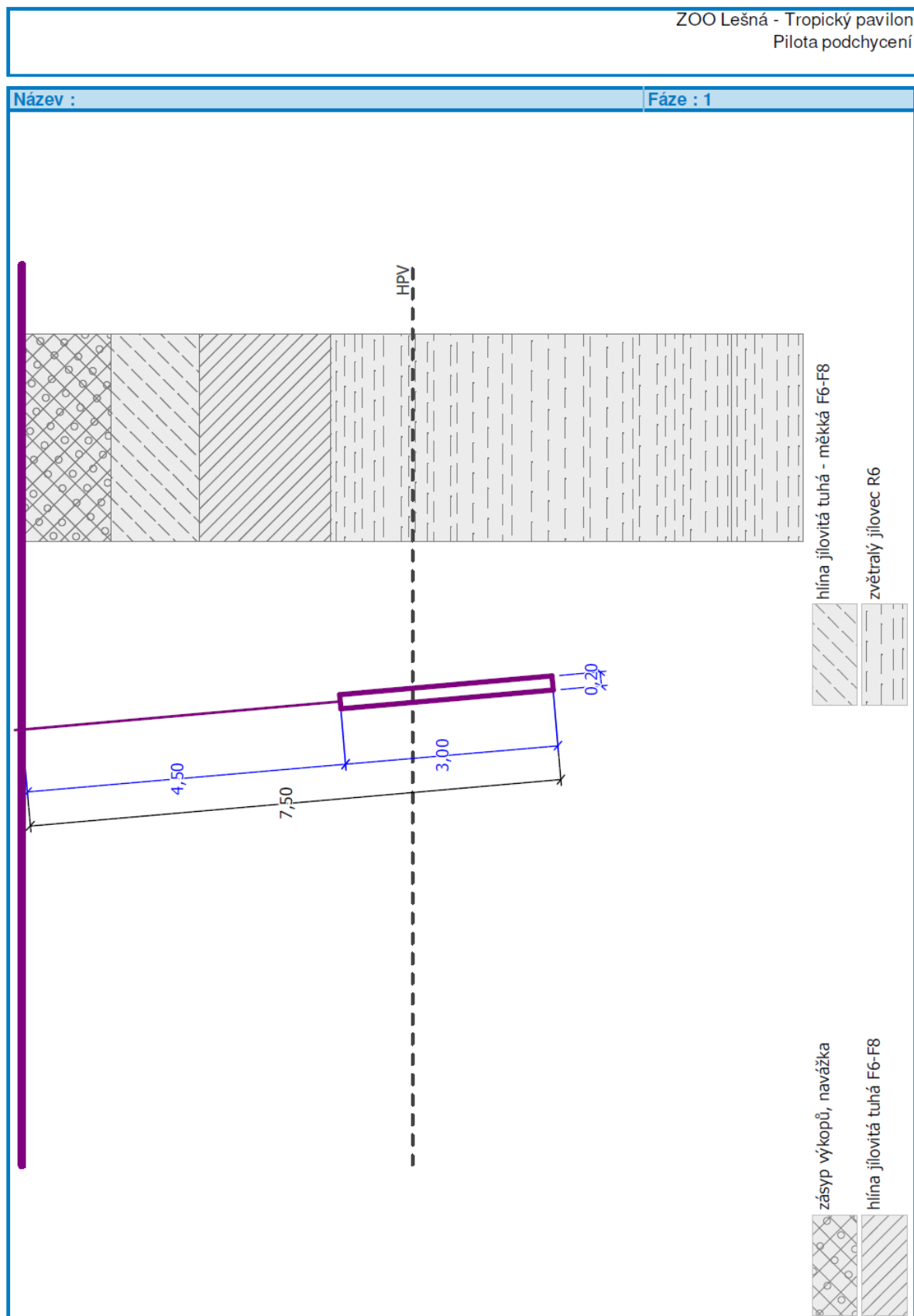
$\phi_{ef} = 25^\circ$ a Poissonovo číslo $\nu = 0,3$

$$\sigma_2 = (1-\sin\phi) H_z \gamma_z = (1-\sin 25^\circ) \times 1 \times 19 = (1-0,42) \times 1 \times 19 = 11,02\text{ kPa}$$

Celková odporující síla při trojúhelníkovém rozdělení napětí mezi úrovní 1m až 0,2m:

$$H_u = \sigma_{min} \times (1+0,2)/2 \times 0,5 + 0,2 \sigma_{min} \times 0,8 = \sigma_1 \times (0,6 \times 0,5 + 0,2) = 10,56 \times 0,5 = 5,28\text{ kN/m} > 4,22\text{ kN/m}$$

Vyhoví za předpokladu, že sklon pilot nepřekročí 5° .



ZOO Lešná - Tropický pavilon
Pilota podchycení

Výpočet Mikropiloty

Vstupní data

Projekt

Akce : ZOO Lešná - Tropický pavilon
Část : Pilota podchycení
Datum : 28.11.2022

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Mikropiloty

Výpočet únosnosti dříku : geometrická (Eulerova) metoda
Výpočet únosnosti kořene : metoda Lizziho
Metodika posouzení : mezní stavy

Součinitele redukce parametrů zemin			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření :	$\gamma_{m\phi}$	1,25	[-]
Součinitel redukce soudržnosti :	γ_{mc}	1,40	[-]
Součinitel redukce kritické síly :	γ_{mf}	1,00	[-]
Součinitel spolehlivosti cementové směsi :	γ_{sc}	1,50	[-]
Součinitel spolehlivosti oceli :	γ_{ss}	1,50	[-]
Součinitel redukce únosnosti kořene :	γ_r	1,50	[-]

Parametry zemin

zásyp výkopů, navážka

Objemová tíha : $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\phi_{ef} = 15,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 2,00 \text{ kPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

hlína jílovitá tuhá - měkká F6-F8

Objemová tíha : $\gamma = 20,30 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\phi_{ef} = 15,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

hlína jílovitá tuhá F6-F8

Objemová tíha : $\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\phi_{ef} = 16,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 12,00 \text{ kPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

zvětralý jílovec R6

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\phi_{ef} = 16,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Geometrie

Průměr = 89,0 mm
Tloušťka stěny = 10,0 mm
Volná délka mikropiloty $l = 4,50 \text{ m}$

ZOO Lešná - Tropický pavilon
Pilota podchycení

Délka kořene $l_r = 3,00 \text{ m}$
Průměr kořene $d_r = 0,20 \text{ m}$
Odklon mikropiloty od svislice $\alpha = 5,00^\circ$
Vysazení mikropiloty nad terén $l_a = 0,00 \text{ m}$

Materiál konstrukce:

C25/30

Normová pevnost v tlaku $= 25,00 \text{ MPa}$
Modul pružnosti $E_b = 29000,00 \text{ MPa}$

S350

Normová pevnost oceli $= 350,00 \text{ MPa}$
Modul pružnosti $E_s = 210000,00 \text{ MPa}$

Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,25	zásyp výkopů, navážka	
2	1,25	hlína jílovitá tuhá - měkká F6-F8	
3	1,85	hlína jílovitá tuhá F6-F8	
4	5,65	zvětralý jílovec R6	
5	-	zvětralý jílovec R6	

Zatížení

Číslo	Síla nová změna	Název	Síla N [kN]	Moment M [kNm]
1	ANO	Síla č. 1	51,00	14,80

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 5,50 m od původního terénu.

Posouzení čís. 1

Posouzení průřezu - výpočet číslo 1

Posouzení vnitřní stability průřezu: geometrická (Eulerova) metoda

Výpočet vzpěrné délky průřezu - uložení (kloub-kloub).

Modul reakce podloží $E_p = 2,00 \text{ MN/m}^3$
Spočtený počet půlvln $n = 1,52$
Vzpěrná délka $l_{cr} = 2,60 \text{ m}$
Kritická normálová síla $N_{crd} = 650,73 \text{ kN}$
Maximální normálová síla $N_{max} = 51,00 \text{ kN}$

Vnitřní stabilita průřezu mikropiloty VYHOVUJE

Posouzení únosnosti spřaženého průřezu:

Plocha ideálního průřezu $A_i = 3,00E+03 \text{ mm}^2$
Moment setrvačnosti ideálního průřezu $J_i = 2,12E+06 \text{ mm}^4$
Štíhlost prutu $\lambda = 97,722$
Součinitel vzpěrnosti $\kappa = 0,526$

ZOO Lešná - Tropický pavilon
Pilota podchycení

Úroveň neutrálné osy = -6,3 mm

Napětí v oceli = 231,97 MPa

Výpočtová pevnost oceli = 233,33 MPa

Spřažený průřez mikropiloty VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Posouzení kořene - výpočet číslo 1

Způsob výpočtu - metoda Lizziho.

Součinitel vlivu průměru kořene = 0,85

Průměrné mezní plášťové tření $q_{sav} = 70,00$ kPa

Posouzení tlačené mikropiloty

Únosnost pláště mikropiloty $R_s = 112,15$ kN

Výpočtová únosnost kořene mikropiloty $R_d = 74,77$ kN

Maximální normálová síla $N_{max} = 51,00$ kN

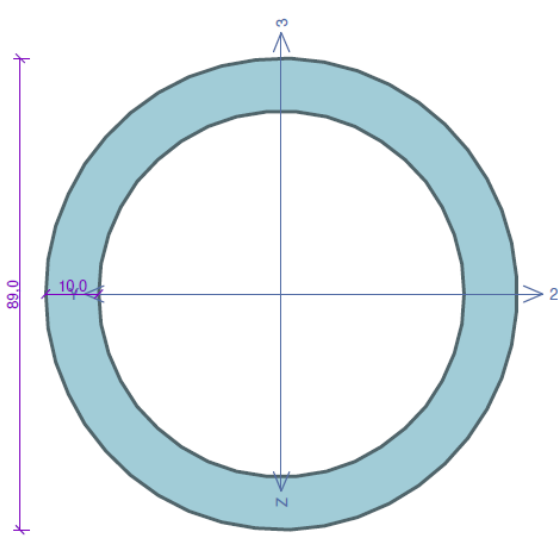
I za předpokladu, že nese pouze kořenová část: $N_{max} = 51$ kN < $R_d = 74,77$ kN

Svislá únosnost mikropiloty VYHOVUJE

ZOO Lešná - Tropický pavilon
Pilotové podchycení pasu

Poruchy vestavku TH
Výstroj piloty

vystroj piloty

	Norma EN 1993-1-1/Česko Únosnost průřezu : $\gamma_{M0} = 1,000$ Únosnost průřezu při posuzování stability : $\gamma_{M1} = 1,000$ Únosnost oslabeného průřezu : $\gamma_{M2} = 1,250$ Průřez TK 89 x 10 Průřezová plocha: $A = 2,482E03 \text{ mm}^2$ Poloha těžiště: $y_T = 44,5 \text{ mm}$ $z_T = 44,5 \text{ mm}$ Momenty setrvačnosti: $I_y = 1,967E06 \text{ mm}^4$ $I_z = 1,967E06 \text{ mm}^4$ Průřezové moduly: $W_{y,1} = -4,421E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 4,421E04 \text{ mm}^3$ $W_{y,2} = 4,421E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -4,421E04 \text{ mm}^3$ Moment tuhosti v prostém kroucení: $I_k = 3,934E06 \text{ mm}^4$ Plastické průřezové moduly: $W_{pl,y} = 6,274E04 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 6,274E04 \text{ mm}^3$ Materiál: EN 10210-1 : S 355 Materiálové charakteristiky: Mez kluzu $f_y : 355,0 \text{ MPa}$ Mez pevnosti $f_u : 510,0 \text{ MPa}$ Modul pružnosti $E : 210000 \text{ MPa}$ Modul pružnosti ve smyku $G : 81000 \text{ MPa}$
Vnitřní síly v souřadném systému průřezu Zatěžovací případ s největším využitím Zat. případ 1 $N = -51,000 \text{ kN}$ $V_z = 0,000 \text{ kN}$ $M_y = 14,800 \text{ kNm}$ $V_y = 0,000 \text{ kN}$ $M_z = 0,000 \text{ kNm}$ $T_t = 0,000 \text{ kNm}$ $T_w = 0,000 \text{ kNm}$ $B = 0,000 \text{ kNm}^2$	
Parametry vzpěru Délka dílce: 8,000 m $L_z = 4,000 \text{ m}$ $k_z = 1,000$ $L_{cr,z} = 4,000 \text{ m}$ $L_y = 4,000 \text{ m}$ $k_y = 1,000$ $L_{cr,y} = 4,000 \text{ m}$	
Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1; Třída průřezu: 1 Vnitřní síly: $N = -51,000 \text{ kN}$; $M_y = 14,800 \text{ kNm}$; $M_z = 0,000 \text{ kNm}$ Posudek nejnepriznivější kombinace vzpěrného tlaku a ohybu: Vzpěr Y: Únosnosti: $N_R = -224,467 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 22,274 \text{ kNm}$ $|0,227 + 0,664 + 0,000| = |0,892| < 1$ Vyhovuje Vzpěr Z: Únosnosti: $N_R = -224,467 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 22,274 \text{ kNm}$ $|0,227 + 0,664 + 0,000| = |0,892| < 1$ Vyhovuje Štíhlost dílce: 142,1 Průřez vyhovuje	

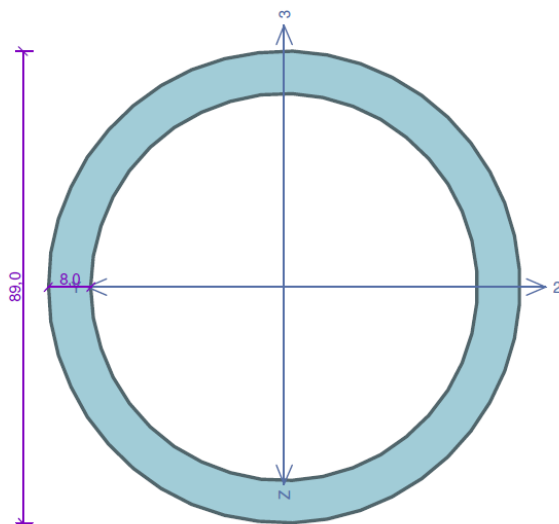
VYHOVUJE

1

ZOO Lešná - Tropický pavilon
Pilotové podchycení pasu

Poruchy vestavku TH
Výstroj piloty

výstroj piloty - oslabení závitem spojky



Norma EN 1993-1-1/Česko

Únosnost průřezu : $\gamma_{M0} = 1,000$
Únosnost průřezu při posuzování stability : $\gamma_{M1} = 1,000$
Únosnost oslabeného průřezu : $\gamma_{M2} = 1,250$

Průřez TK 89 x 8

Průřezová plocha: $A = 2,036E03 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště:

$y_T = 44,5 \text{ mm}$ $z_T = 44,5 \text{ mm}$

Momenty setrvačnosti:

$I_y = 1,686E06 \text{ mm}^4$ $I_z = 1,686E06 \text{ mm}^4$

Průřezové moduly:

$W_{y,1} = -3,788E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 3,788E04 \text{ mm}^3$

$W_{y,2} = 3,788E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -3,788E04 \text{ mm}^3$

Moment tuhosti v prostém kroucení:

$I_k = 3,372E06 \text{ mm}^4$

Plastické průřezové moduly:

$W_{pl,y} = 5,266E04 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 5,266E04 \text{ mm}^3$

Materiál: EN 10210-1 : S 355

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

Vnitřní síly v souřadném systému průřezu

Zatěžovací případ s největším využitím

Zat. případ 1

$N = -48,250 \text{ kN}$
 $V_z = 0,000 \text{ kN}$ $M_y = 13,020 \text{ kNm}$
 $V_y = 0,000 \text{ kN}$ $M_z = 0,000 \text{ kNm}$
 $T_t = 0,000 \text{ kNm}$
 $T_w = 0,000 \text{ kNm}$ $B = 0,000 \text{ kNm}^2$

Parametry vzpěru

Délka dílce: 8,000 m

$L_z = 4,000 \text{ m}$ $k_z = 1,000$ $L_{cr,z} = 4,000 \text{ m}$
 $L_y = 4,000 \text{ m}$ $k_y = 1,000$ $L_{cr,y} = 4,000 \text{ m}$

Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1; Třída průřezu: 1

Vnitřní síly: $N = -48,250 \text{ kN}$; $M_y = 13,020 \text{ kNm}$; $M_z = 0,000 \text{ kNm}$

Posudek nejnepriznivější kombinace vzpěrného tlaku a ohybu:

Vzpěr Y: Únosnosti: $N_R = -191,596 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 18,694 \text{ kNm}$

$|0,252 + 0,696 + 0,000| = |0,948| < 1$ **Vyhovuje**

Vzpěr Z: Únosnosti: $N_R = -191,596 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 18,694 \text{ kNm}$

$|0,252 + 0,696 + 0,000| = |0,948| < 1$ **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 139,0

Průřez vyhovuje

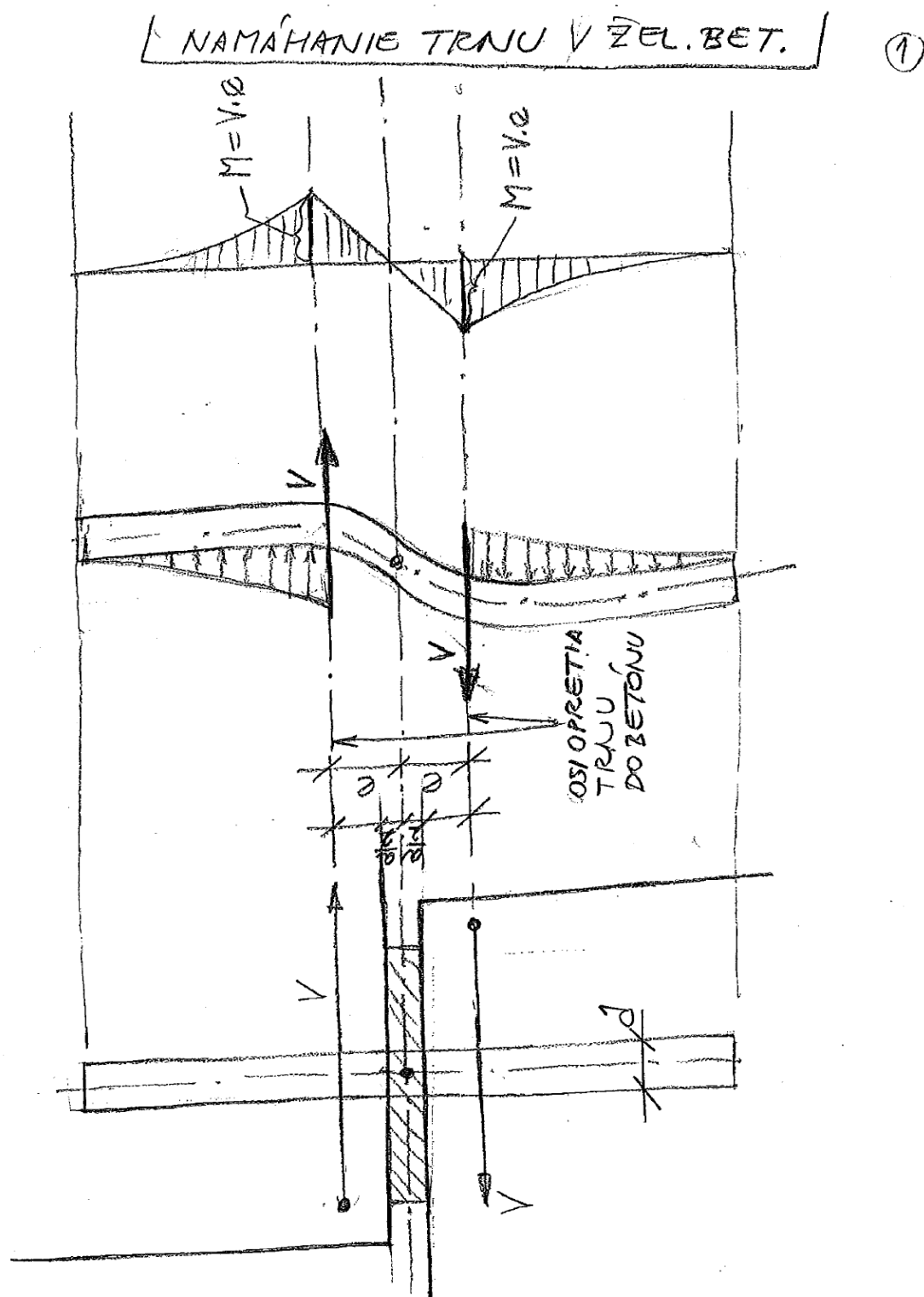
VYHOVUJE

2

KONTAKT PŘIBETONOVANÉHO PASU A STÁVAJÍCÍHO ZÁKLADU

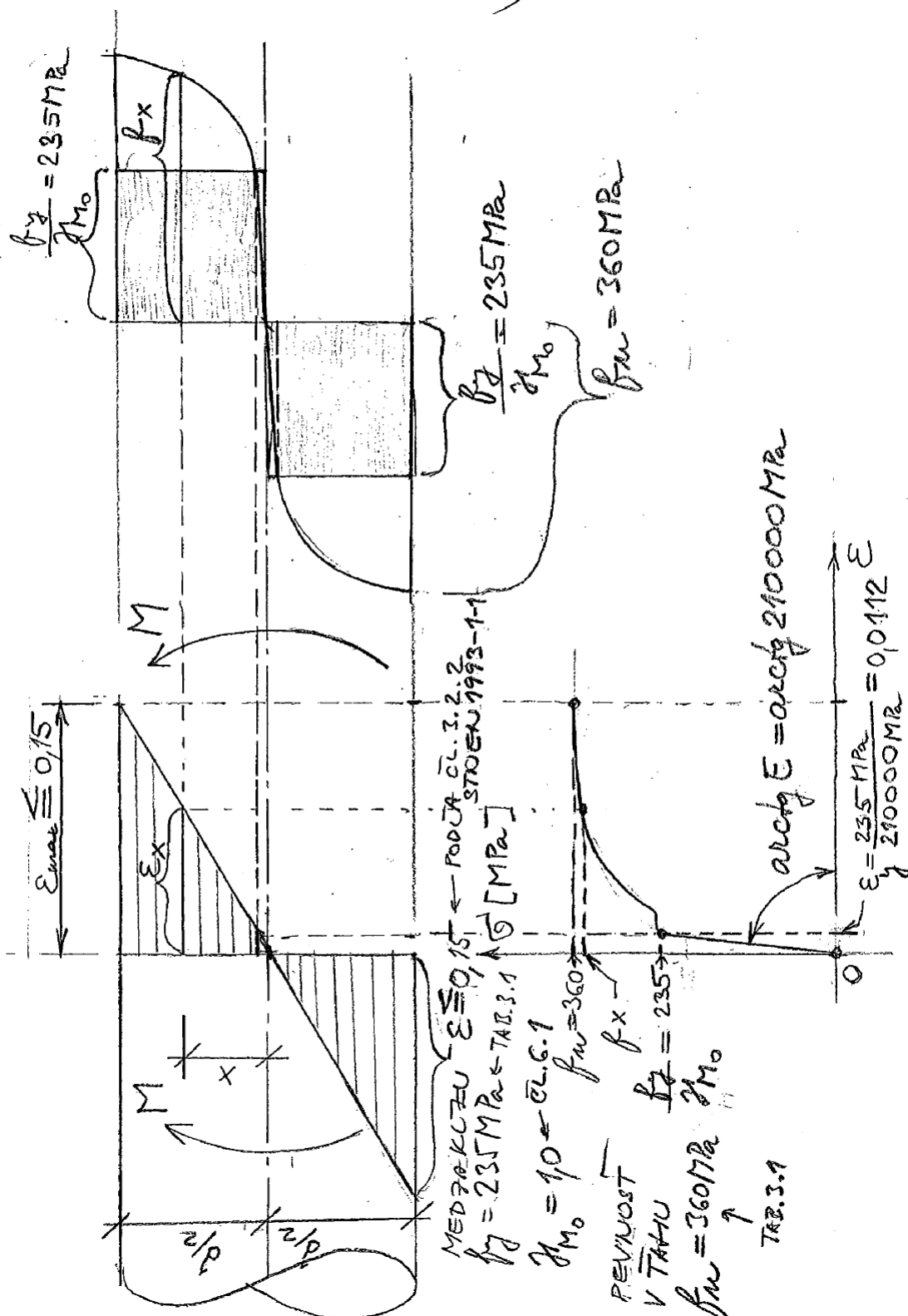
ÚNOSNOST VLEPENÉHO TRNU (použit podklad dle ing. Krále, ZIPP Bratislava)

Schema



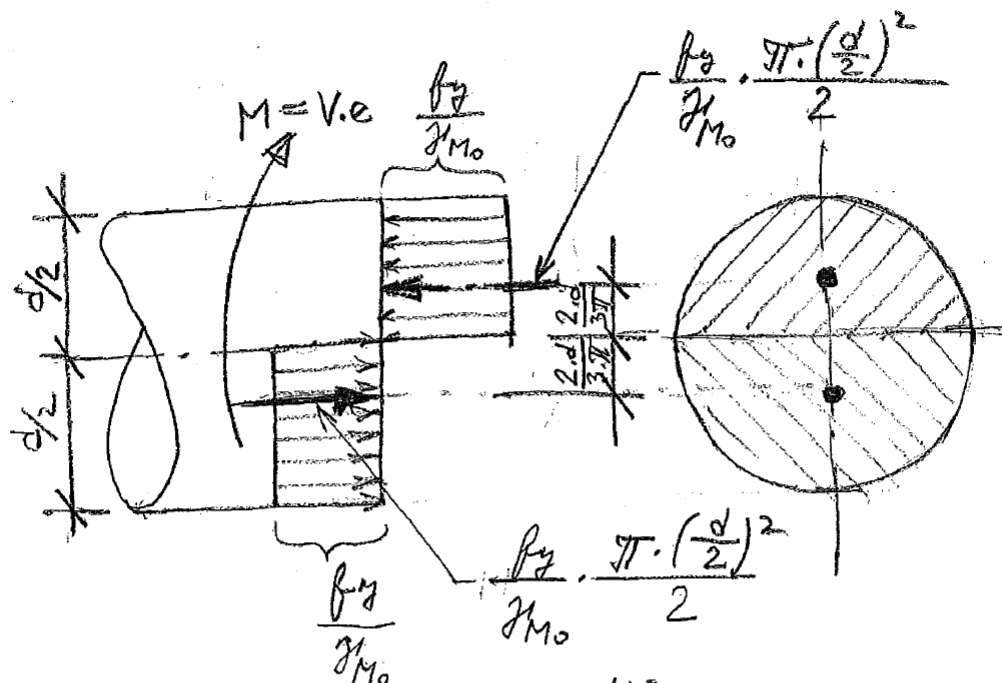
NAPĀTIE V PRIEREŽE
(NĀPRIKĀD PĀ OCEĻI S 235)

2.



3.

ÚNOSNOST KRUHOVÉHO OCEŤOVÉHO PRIEREZU PRI VYUŽITÍ PLASTICITY.



$$M_{Rd} = \left(\frac{f_y}{f_{M_0}} \cdot \frac{\pi \cdot (\frac{d}{2})^2}{2} \right) \cdot \left(2 \cdot \frac{2 \cdot d}{3 \cdot \pi} \right)$$

$$M_{Rd} = \frac{f_y}{f_{M_0}} \cdot \frac{\pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot 4 \cdot d}{2 \cdot 3 \cdot \pi}$$

$$M_{Rd} = \frac{f_y}{f_{M_0}} \cdot \left(\frac{d^3}{6} \right) = \frac{f_y}{f_{M_0}} \cdot W_{pl}$$

KDE $W_{pl} = \frac{d^3}{6}$

$$V \cdot e \leq M_{Rd}$$

$$V \cdot e \leq \frac{f_y}{f_{M_0}} \cdot \frac{d^3}{6}$$

$$V \leq \frac{f_y \cdot d^3}{6 \cdot e \cdot f_{M_0}}$$

PROGRAM V EXCELI ING. MILOŠA KRAJČA.



Odolnosť trnu v šmyku za ohybu (V_{RdM})

značka	jednotka	vzorec	názov
d	(mm)		priemer oceľového trnu
a	(mm)		hrúbka ložiska
e	(mm)	$d+0,5 \cdot a$	rameno pre výpočet šmyku za ohybu
f_y	(MPa)		medza klzu oceľového trnu
γ_{m0}	(-)		parciálny súčiniteľ spoľahlivosti oceľového trnu
W	(mm ³)		prierezový modul oceľového trnu
W_{el}	(mm ³)	$\pi \cdot d^3 / 32$	pružný prierezový modul oceľového trnu
W_{pl}	(mm ³)	$d^3 / 6$	plastický prierezový modul oceľového trnu
M_{Rd}	(kNm)	$W \cdot f_y / \gamma_{m0}$	návrhový ohybový moment odolnosti
V_{RdM}	(kN)	$M_{Rd} / e = W \cdot f_y / (\gamma_{m0} \cdot e)$	odolnosť trnu v šmyku za ohybu
V_{RdMel}	(kN)	$W_{el} \cdot f_y / (\gamma_{m0} \cdot e)$	pružná odolnosť trnu v šmyku za ohybu
V_{RdMpl}	(kN)	$W_{pl} \cdot f_y / (\gamma_{m0} \cdot e)$	plastická odolnosť trnu v šmyku za ohybu

d (mm)	a (mm)	e (mm)	f_y (MPa)	γ_{m0} (-)	W_{el} (mm ³)	V_{RdMel} (kN)	W_{pl} (mm ³)	V_{RdMpl} (kN)
56	10	61	335	1.00	17241.06	94.68	29269.33	160.74
48	10	53	335	1.00	10857.34	68.63	18432.00	116.50
42	10	47	335	1.00	7273.57	51.84	12348.00	88.01
32	10	37	500	1.15	3216.99	37.80	5461.33	64.18
32	10	37	500	1.00	3216.99	43.47	5461.33	73.80
28	10	33	500	1.15	2155.13	28.39	3658.67	48.20
28	10	33	500	1.00	2155.13	32.65	3658.67	55.43
25	10	30	500	1.15	1533.98	22.23	2604.17	37.74
25	10	30	500	1.00	1533.98	25.57	2604.17	43.40
20	10	25	500	1.15	785.40	13.66	1333.33	23.19
20	10	25	500	1.00	785.40	15.71	1333.33	26.67
16	10	21	500	1.15	402.12	8.33	682.67	14.13
16	10	21	500	1.00	402.12	9.57	682.67	16.25
14	10	19	500	1.15	269.39	6.16	457.33	10.47
14	10	19	500	1.00	269.39	7.09	457.33	12.04
12	10	17	500	1.15	169.65	4.34	288.00	7.37
12	10	17	500	1.00	169.65	4.99	288.00	8.47
32	0	32	500	1.15	3216.99	43.71	5461.33	74.20
32	0	32	500	1.00	3216.99	50.27	5461.33	85.33
28	0	28	500	1.15	2155.13	33.46	3658.67	56.81
28	0	28	500	1.00	2155.13	38.48	3658.67	65.33
25	0	25	500	1.15	1533.98	26.68	2604.17	45.29
25	0	25	500	1.00	1533.98	30.68	2604.17	52.08
20	0	20	500	1.15	785.40	17.07	1333.33	28.99
20	0	20	500	1.00	785.40	19.63	1333.33	33.33
16	0	16	500	1.15	402.12	10.93	682.67	18.55
16	0	16	500	1.00	402.12	12.57	682.67	21.33
14	0	14	500	1.15	269.39	8.37	457.33	14.20
14	0	14	500	1.00	269.39	9.62	457.33	16.33
12	0	12	500	1.15	169.65	6.15	288.00	10.43
12	0	12	500	1.00	169.65	7.07	288.00	12.00
10	0	10	500	1.15	98.17	4.27	166.67	7.25
10	0	10	500	1.00	98.17	4.91	166.67	8.33
8	0	8	500	1.15	50.27	2.73	85.33	4.64
8	0	8	500	1.00	50.27	3.14	85.33	5.33

232

DIN 1045

Beispiel 18: Ausgeklüftes Trägerende

5.5 Verankerung der unteren Konsolenbewehrung

vom Schnitt I-I zum Konsolenende hin: Endauflager, Winkelhaken bzw. Schlaufen, Verbundbereich I, $\varnothing 16$

$$l_2 = \frac{2}{3} \cdot l_1 = \frac{2}{3} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_A \cdot \alpha_0 \cdot d_s \geq 6 \cdot d_s$$

$$l_2 = \frac{2}{3} \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 23,8 \cdot 1,6 = 18 \text{ cm} < \text{vorh } l_2 \approx 23 \text{ cm}$$

$$> 6 \cdot d_s = 10 \text{ cm}$$

Verankerung rechts vom Schnitt I-I: gerade Stabenden, Verbundbereich II

$$l_1 = \alpha_1 \cdot \alpha_A \cdot \alpha_0 \cdot d_s = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 47,6 \cdot 1,6 = 77 \text{ cm}$$

$$> 10 \cdot d_s = 16 \text{ cm}$$

5.6 Schräge Aufhängebewehrung

Verankerung im Konsolenbereich:

Links vom Schnitt I-I zum Konsolenende hin, Endauflager, Steckbügel $\varnothing 20$, Verbundbereich I

$$l_2 = \frac{2}{3} \cdot l_1 = \frac{2}{3} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_A \cdot \alpha_0 \cdot d_s = \frac{2}{3} \cdot 0,7 \cdot \frac{5,0}{6,3} \cdot 23,8 \cdot 2,0 = 18 \text{ cm}$$

$$> 6 \cdot d_s = 12 \text{ cm}$$

Übergreiflänge für den Stoß mit der Biegezugbewehrung ($\varnothing 28$) unten: gerade Stabenden, Verbundbereich I

$$l_0 = \alpha_0 \cdot l_1 = \alpha_0 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_A \cdot \alpha_0 \cdot d_s \leq 2,2 \cdot 1,0 \cdot \frac{5,0}{6,3} \cdot 23,8 \cdot 2,0 = 83 \text{ cm}$$

$$> 15 \cdot d_s = 30 \text{ cm}$$

$$> 20 \text{ cm}$$

Pos. ②

DIN 1045, 18.7.4 (2), Gl. (27)

vorh l_2 entspricht der Länge des Elastomer-Lagers

nach [18.1] ab $d_k/2$ vom Schnitt I-I zur Feldmitte hin

DIN 1045, 18.5.2.2, Gl. (22)

Pos. ③

„Endauflagerverankerung“ wegen der durch die schräge Konsolendruckkraft erzeugten Querpressung

DIN 1045, 18.7.4 (2), Gl. (27)

DIN 1045, 18.6.3.2, Gl. (24)

6 Bemessung der Bolzen am Auflager

gewählt werden

2 Bolzen St 835/1030 $\varnothing 26$

Zulässige Scherkraft des Bolzens:

$$\text{zul } H = 2 \cdot 1,25 \cdot \frac{\text{zul } \sigma_s \cdot W}{a + x_a} = 2 \cdot \frac{1,25 \cdot 835 \cdot 26^3 \cdot \pi}{1,75 \cdot 32 \cdot (0 + 26)} \cdot 10^{-3} = 79 \text{ kN}$$

$$> 50 \text{ kN}$$

Zulässige Beanspruchung des Betons:

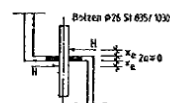
$$\text{zul } H_0 = 2 \cdot \frac{\beta_R}{3} \cdot \frac{d^{2,1}}{333 + a \cdot 12,2} = 2 \cdot \frac{30}{3} \cdot \frac{26^{2,1}}{333 + 0 \cdot 12,2} = 56 \text{ kN}$$

Bei Vorhandensein einer Lagerpressung, die das Ausbrechen des Betons verhindert, könnte dieser Wert noch erhöht werden auf

$$\text{zul } H = 2 \cdot \text{zul } H_0 = 2 \cdot 56 = 112 \text{ kN}$$

[18.2], S. 474/475, 3.2.6

[18.2], S. 474, Gl. (3.2.4)



[18.2], S. 474, Gl. (3.2.5)

> vorh H

[18.2], S. 475, 1. Abs.

Die Anwendung der Gl. (3.2.5) ist trotz der geringen Betondeckung $\text{norm } c < 8 d_s$ zulässig, weil der Beton durch Bewehrung (Pos. ②) verstärkt wird ([18.2], S. 475).

Podle tabulky na listu "4" podkladu (předchozí strana) je elastická únosnost trnu z oceli B500 při těsném kontaktu (bez mezery mezi spojovanými betonovými prvky)

R12: $V_{Rd,MeI} = 7,07 \text{ kN}$.

Výpočet únosnosti spřažení dle HILTI podle technologického manuálu HILTI B

2.3 – Spřahovací výztuž pro nadbetonávky

Smyková síla v kontaktní ploše mezi původním základem a základem přístavku

Běžný styk v podélném kontaktu

Podle technologického manuálu HILTI B 2.3 – Spřahovací výztuž pro nadbetonávky je výpočtová smyková pevnost smykového odporu pracovní spáry mezi starým a novým betonem:

$V_{Rd} = l_j b_j \tau_{Rdj}$, kde při délce kontaktu $l_j = 1\text{m}$ a výšce kontaktu $b_j = 0,8\text{m}$ a

$$\tau_{Rdj} = k_T \tau_{Rd} + \mu (\rho \kappa f_{yd} + \sigma_n) + \alpha \rho (f_{yd} f_{cd})^{0,5} \leq \beta v f_{cd}$$

$k_T = 0$ (koeficient koheze pro klasicky bedněnou původní konstrukci)

$\tau_{Rd} = 0,26 \text{ MPa}$ pro beton C 25/30

$\mu = 0,5$ (koeficient zohledňující tření)

$\rho = A_s / l_j b_j$ - stupeň vyztužení hmoždinkovou výztuží

$\kappa = 0$ (koeficient podílu tahové síly)

$f_{yd} = 490 \text{ MPa}$ (pro ocel 10 505) mez kluzu hmoždinkového spojení,

$\sigma_n = 0$ (normálové napětí na kontaktní ploše . + tlak, -tah)

$\alpha = 1,5$ (koeficient zohledňující působení hmoždinek)

$f_{cd} = 25/1,5 = 16,66 \text{ MPa}$ (pro beton C 25/30)

$\beta = 0,2$ (koeficient koheze pro klasicky bedněnou původní konstrukci)

$v = 0,58$ (pro beton C 25/30)

Smykový odpor spřažení v kontaktní spáře: $q_d = 48,25 \text{ kN/m}$

Pro $q_d = 51 \text{ kN/m} \leq l_j b_j \tau_{Rdj}$ je pak $\tau_{Rdj} = 48,25 / (1 \times 0,8) = 60,31 \text{ kPa} = 0,061 \text{ MPa}$

$$0,061 = 0 + 0,5 (0 + 0) + 1,5 \times \rho \times (490 \times 16,66)^{0,5} = 136 \rho \leq 0,2 \times 0,58 \times 16,66 = 1,94$$

$$0,061 = 136 \rho_{\min},$$

$$\rho_{\min} = 0,061/136 = 0,00047$$

$$\rho_{\min} = A_s / l_j b_j,$$

$$A_{s,\min} = 0,00047 \times 1 \times 0,8 = 0,000376 \text{ m}^2 = 3,76 \text{ cm}^2$$

Kotva R12 má průřezovou plochu $A_s = 3,14 \times 1,2^2 / 4 = 1,13 \text{ cm}^2$

Nutný počet kotev R12: $n = 3,76 / 1,13 = 3,32$.

Návrh 8 kotev R12 / bm. $A_s = 8 \times 1,13 = 9,04 \text{ cm}^2 > A_{s,\min} = 3,76 \text{ cm}^2$.

Příčná síla v jedné kotvě R12: $V_{příč} = q_d/n = 48,25/8 = 6,03 \text{ kN} < V_{Rd,MeI} = 7,07 \text{ kN}$.

Vyhoví.

Kotevní oblast zhlaví trubkové výstroje piloty zabetonovaného v novém pasu

Beton pasu C 25/30

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} f_{ctk,0,05} / \gamma_{bc} = 1 \times 1800 / 1,5 = 1200 \text{ kPa}$$

$$\text{Mezní napětí v soudržnosti: } f_{bd} = 2,25 \eta_1 \eta_2 f_{ctd} = 2,25 \times 0,7 \times 1 \times 1200 = 1890 \text{ kPa}$$

$$\text{Návrhové napětí v otláčení: } f_{cd} = 0,85 \times 25 / 1,5 = 14,16 \text{ MPa}$$

$$\text{Zatížení piloty při rozteči 1,15m, } N_d = 1,15 \times 48,25 / \cos 5^\circ = 55,7 \text{ kN}$$

$$\text{Nutná délka vetknutí: } L_k \geq N_d / (f_{bd} \times \Pi \times d) = 55,7 / (1890 \times 3,14 \times 0,089) = 0,105 \text{ m}$$

Otláčení betonu na kontaktu spirály E8

$$\text{Průřez prstence 1 závitů spirály: } A_{ss} = \Pi \times (d + 0,008) \times 0,008 = 3,14 \times (0,089 + 0,008) \times 0,008$$

$$A_{ss} = 0,0024 \text{ m}^2$$

$$\text{Únosnost 1 závitů spirály: } N_{uss} = A_{ss} \times f_{cd} = 0,0024 \times 14160 = 33,98 \text{ kN}$$

$$\text{Nutný počet závitů spirály: } n_s \geq N_d / N_{uss} = 55,7 / 33,98 = 1,64$$

$$\text{Návrh: } L_k = 0,5 \text{ m} \geq 0,105 \text{ m}$$

$$n_s = 4 \text{ ks} \geq 1,64, \text{ stoupání závitů spirály: } s = 125 \text{ mm}$$

Zatížení pasu podchycení

N = zadána malá tahová síla – akce v nároží přenášející vodorovný účinek od náklonu pilot do kolmé větve pasu

$$N_d = 10 \text{ kN (odhad)}$$

$$M_{yd} = \pm 48,25 \times 1,15^2 / 12 = \pm 5,31 \text{ kNm. Zadáno } M_{yd} = 8 \text{ kNm}$$

Vzd = 1/2 normálové síly v pilotě

$$V_{zd} = 1,15 \times 0,5 \times 48,25 / \cos 5^\circ = 27,85 = 30 \text{ kN}$$

Vliv tuhého upnutí v hlavách pilot přes šroubovici výstroje je reprezentován kroutícím momentem

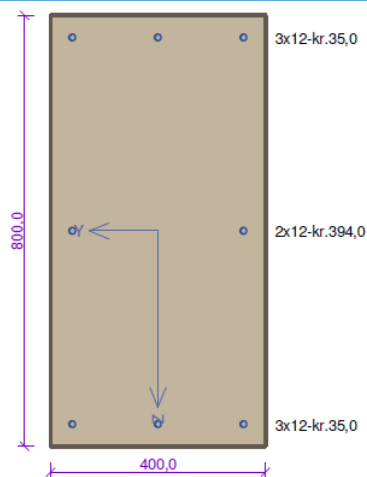
$T_d = 1/2 M_d$, kde M_d je moment ve zhlaví piloty vypočtený pro únosnost výstroje tr. 89/10, mat. S355

$$T_d = 1/2 \times 13,02 = 6,51 \text{ kNm. Zadáno je } T_d = 8 \text{ kNm}$$

ZOO Lešná - Tropický pavilon

Poruchy vestavku TH

pas podchycení



Typ prvku: nosník
Prostředí: XC2
Beton: C 25/30
 $f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 31000 \text{ MPa}$
Ocel podélná: 10505 (R)B ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)
Ocel příčná: 10505 (R) ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)
Vzpěr
Vzpěr není uvažován
S tlačnou výztuží je počítáno.
Průřez bez smykové výztuže.

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$\rho_{s,t} = 0,00174 \geq \rho_{s,min} = 0,00135 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

$\rho_s = 0,00283 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	T_{Ed} T_{Rd} [kNm]	Posouzení
1	Zat. případ 1	10,00 421,56	8,00 134,78	3,00 50,54	30,00 65,48	5,00 10,91	8,00 13,36	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

VYHOVUJE

1