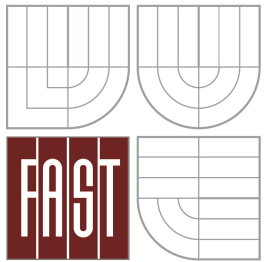




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

ŽELEZOBETONOVÉ PROTIPOVODOVÉ STĚNY
REINFORCED CONCRETE WALLS FOR THE LINE FLOOD-PROTECTION PRECAUTIONS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

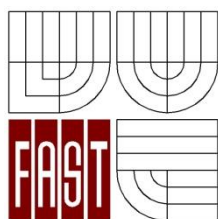
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

TOMÁŠ ROUDNÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. MILOŠ ZICH, Ph.D.

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Tomáš Roudný

Název Železobetonové protipovodňové stěny

Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2014

Datum odevzdání bakalářské práce 29. 5. 2015

V Brně dne 30. 11. 2014

.....
prof. RNDr. Ing. Petr Třápanek, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Stavební podklady
2. Normy pro navrhování betonových konstrukcí a protipovodňových stěn SN a EN
3. Zich M., Baflant Z., Plošné konstrukce nádrží a zásobníky, Akademické nakladatelství Cerm, 2010
4. L. Grenčík: Betonové konstrukce II. SNTL/ALFA 1986
5. D. Majdúch: Zásady vystužovania betónových konštrukcií. ALFA 1984.
6. Vhodný výpočetní program (např. Nexis, SCIA, Ansys, Geo apod.)

Zásady pro vypracování

Vypracovat studii stavebního a konstrukčního řešení flezobetonových protipovodňových stěn. Řešení provést v etně nezbytné výkresové dokumentace (výkresy tvaru a výztuže). Rozsah bakalářské práce stanoví vedoucí práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti dle níže uvedených směrnic)

Plochy textové části:

P1) Použití podklady

P2) Statický výpočet

P3) Výkresová dokumentace

P4)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VTKP (1x), Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě dle směrnic a na CD (1x).

Podepsané plochy

Licenciální smlouva o zveřejnění vysokoškolských kvalifikačních prací

.....
doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Práce se zabývá návrhem dvou variant železobetonových monolitických protipovodňových stěn. Řešení obsahuje návrh a posouzení stěn dle SN EN 1992 na 1. mezní stav únosnosti a 2. mezní stav použitelnosti s ohledem na omezení šířky trhlin.

Klíčová slova

železobeton, podzemní stěny, protipovodňová stěna, zatížení, podloží, zemní tlaky, omezení trhlin, GEO5.

Abstract

The work deals with design of two variants of reinforced concrete walls for line flood-protection precautions. The solution include design and assessment of walls according to SN EN 1992 in the ultimate limit state and the serviceability limit state (crack limitation).

Keywords

Reinforced concrete, diaphragm wall, wall for the line flood protection precautions, load, soil base, earth pressures, crack limitation, GEO5.

Bibliografická citace V^{TKP}

Tomáš Roudný *fierezobetonové protipovodňové stěny*. Brno, 2015. 21 s., 76 s. p. il.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a
zdržených konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.

Prohlá-ení:

Prohla-uji, že jsem bakalá skou práci zpracoval samostatn a že jsem uvedl v-echny pouflité informa ní zdroje.

V Brn dne 8.4.2015

í í

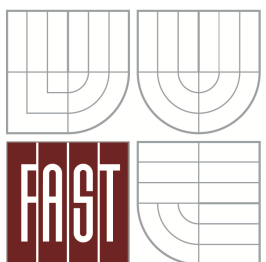
podpis autora
Tomá-Roudný

Pod kování:

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé práce, doc. Ing. Miloši Zichovi, Ph.D., za cenné rady a pomoc při jejím zpracování.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

TEXTOVÁ ČÁST
WRITTEN MATTER

ŽELEZOBETONOVÉ PROTIPOVODOVÉ STĚNY
REINFORCED CONCRETE WALLS FOR THE LINE FLOOD-PROTECTION PRECAUTIONS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

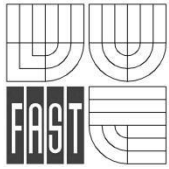
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

TOMÁŠ ROUDNÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

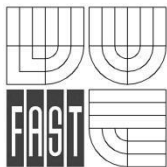
doc. Ing. MILOŠ ZICH, Ph.D.

BRNO 2015



OBSAH

Technická zpráva	2
Úvod.....	2
Popis řešení stěny.....	2
Popis realizace stěny.....	4
Rezerze norem.....	5
Závěr.....	8
Seznam použitých zdrojů	9
Seznam použitých zkratk a symbolů	10
Seznam příloh	13



Technická zpráva

Úvod

Práce se zabývá návrhem dvou variant železobetonových monolitických stěn s protipovodňovou ochranou. První varianta je stěna výšky 2 m nad terénem, druhá varianta je stěna o výšce 6 m nad úrovní terénu. Obě varianty jsou založeny pomocí podzemních žebříků.

Podkladem pro návrh jsou výsledky geologické sondy. Návrh bude proveden podle zásad pro 2. geotechnickou kategorii.

Popis řešení stěny

Nadzemní stěna

Nadzemní stěna v první variantě má výšku 2 metry nad terénem. Je opatřena prefabrikovanou římsou. Stěna je z obou stran opatřena špičkami o výšce 50 mm, které budou vytvořeny pomocí vyztužení z trapézového plechu. Celková tloušťka stěny činí 400 mm.

Druhá varianta je stěna o výšce 6 metrů nad terénem. Stěna je rovněž opatřena římsou. Oba líce stěny jsou hladké.

Podzemní stěna

Hloubka stěny je určena statickými podmínkami. U první varianty je stěna založena v hloubce 3,25 m. Stěna v druhé variantě je založena do hloubky 8,4 metru pod úrovní terénu. V hlavě podzemních stěn je navrženo roznázeční práh, který je opatřen dodatečným vyztužením.

Beton

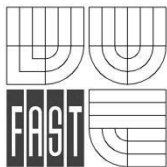
Pro nadzemní část a roznázeční prahy je navrženo beton C30/37, konzistence S3. Pro podzemní stěnu je navrženo beton C25/30, konzistence S3. Beton je navrženo dle SN EN 206-1, Z3. Vliv karbonatce pro nadzemní část dosahuje třídy XC4, pro podzemní části třídy XC2. Podzemní voda je uvažována slabě agresivní (třída XA1).

Výztužení

Vyztužení je navrženo z oceli B500B. Hlavní nosná výztužení je vertikální a je umístěno na uvažovaných lících stěn. Z konstrukčních důvodů je umístěno na vertikální výztužení i u bočních lících stěn. Tyto výztužení jsou samozřejmě doplněny horizontálními rozdělovacími výztuženími. Je-li to nutné, jsou prvky doplněny o smykovou výztužení, nejvíce ve formě ohybů. Součástí návrhu je i výztužení zavěšovací a výztužení doplňková, která zajistí prvky pro utěsnění spár.

Krytí výztužení

Podrobný výpočet krycí vrstvy je součástí statického výpočtu. Výsledné hodnoty činí 100 mm pro nosnou výztužení podzemní stěny, 40 mm pro nosnou výztužení nadzemní stěny a 50 mm pro tloušťku roznázečního prahu.



Kotevní délky

Kotvit konce prutu je nezbytné v místě styku nadzemní a podzemní části. Konkrétní kotevní délky jsou uvedeny ve statickém výpočtu. Konstrukce výztuhy je kotvena dle konstrukčních zásad s dostatečnou rezervou. Dodatečné vyztužení míst styku výztuhy je navrženo výztuhy roznázečím prahu.

Zajištění polohy výztuhy

Připravené armokože budou před uložení na své místo opatřeny příslušnými distančními prvky. Výztuhy stěny budou opatřeny betonovými distančními kolečky v minimálním množství 1 ks/5m². Výztuhy prahu bude zajištěna pomocí betonových distančních lísek.

Pracovní spáry

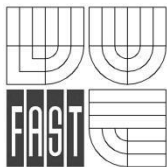
- podzemní stěna x roznázečí práh: po dokončení betonáže, odbourání hlavy stěny a očištění spáry a vodících zídek, bude na návodní i vzdutý líc umístěn jeden pruh bentonitový pásek, který bude po dokončení stěny sevést mezi podzemní stěnou a vodícími zídkami.
- roznázečí práh x nadzemní stěna: kolmo na tuto spáru bude umístěn plechový tlesníkový profil s bitumenovou vrstvou. Šířka profilu je 150 mm. Upevnění je pomocí profilované patky ke tlesníkové roznázečí trámu (upevnění je provedeno vázacím drátem).

Dilatační spáry

- mezi nadzemními stěnami: dilatační pásek pro vnitřní umístění o šířce 500 mm bude opatřen na obou koncích výztuhy o průměru 8 mm, která bude připevněna k pásku sponami. Takto upravený pásek bude poté připevněn k dodatečné výztuhy v krajních částech stěny. Volný prostor bude vyplněn extrudovaným polystyrénem tl. 30 mm a v lících stěny bude spára uzavřena vhodným trvale pružným tmelem. Podrobněji je výše uvedené znázorněno na výkresu P3.03.
- mezi podzemními stěnami: tato spára bude řešena obdobně jako spára nadzemní stěny. Bude použit stejný pásek a bude připevněn shodným způsobem. Podrobněji viz výkres P3.02.
- spojení tlesníkových prvků: budou řešeny dle podkladů výrobce, spojení tlesníkového plechu a PVC pásku bude realizováno pomocí speciální spony.

Zatížení

Stěna je zatížena vlastní vahou, která však nepůsobí významné namáhání stěny. Nejvýznamnějším zatížením je hydrostatický tlak vody. Ten působí vodorovně po celé výšce nadzemní stěny. Není zanedbáván hydrodynamický tlak vody, který je uvažován pro rychlost vody 1 m/s dopadající na stěnu pod úhlem 30°. Jako mimořádné zatížení je uvažován náraz blesku v hlavě stěny. Rychlost pohybu blesku činí 1 m/s, úhel dopadu 30°. Náraz je nahrazen zatížením



o velikosti 22 kN/m. Kombinace zatížení jsou ověřovány dle kombinací rovnic, včetně rovnice pro mimořádné zatížení. Do následujících výpočtů poté vstupuje nejvyšší výsledné namáhání.

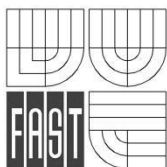
Výpočtový model

Ze statického hlediska jde o jednostranně opřítou stěnu. Nadzemní stěna je oddělena od podzemní stěny. Po vyčlenění nadzemní části, která je idealizována jako konzola vetknutá do roznázečného prahu, je na výslednou posouvající sílu a ohybový moment v uložení dimenzována podzemní stěna. Celý prvek je zpevněn na šířku 1 m. Podzemní stěna je zatížena aktivním zemním tlakem, kterému odporuje pasivní zemní tlak na straně oběhového líce. Hloubka nutného založení je určena momentovou podmínkou, kdy moment od veškerého zatížení nad hloubkou založení musí být nulový. Po určení hloubky je provedena analýza a jsou zjištěny zbývající veličiny nezbytné pro návrh stěny.

Popis realizace stěny

Po dokončení průzkumných, výměrovacích a přípravných zemních prací lze zahájit výkopové práce pro vodící zídky. Po dokončení vodících zídek může být zahájen vlastní výkop rýhy pro podzemní stěnu. Ten je prováděn pomocí speciální mechanizace s drapákem, který je schopný odebírat zeminu z rýhy seshora mezi zídkami. Po celou dobu je výkop udržován pomocí bentonitové suspenze. Po dosažení potřebné hloubky je připraven armokoz pro podzemní stěnu. Ten je následně umístěn do rýhy na své místo dle projektové dokumentace. Následuje betonáž pomocí šerpadel, kdy je hadicemi dopravována betonová směs na dno rýhy. První směs je vtlačována do již uloženého betonu, takže nedojde ke vzniku betonové směsi v celém objemu, ale pouze na horním povrchu. Betonáž pokračuje tak dlouho, dokud není betonová směs vytlačena až nad navrhovanou pracovní spáru. Tento přebytečný a vzniklý beton je následně odbourán a pracovní spára je očištěna. Následuje umístění armokoze pro roznázečí práh a nadzemní stěny. Po zajištění polohy výztuže a umístění bednění prahu je zahájena betonáž roznázečného prahu, který je zakončen druhou pracovní spárou. Posledním krokem je betonáž nadzemní části stěny. Ta je rovněž bedněna systémovým bedněním pro stěny. Po dostatečné technologické péči lze odbednit konstrukci. Během následného ošetřování betonu lze zahájit dokončovací práce na okolí stěny, umístění římsy, atd.

Po celou dobu výstavby je nutné dodržet všechny předpisy a doporučení týkající se doby tvrdnutí, ošetřování betonu, transportu betonu, ukládání betonové směsi, apod.



Rejéry norem

SN EN 1990: Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

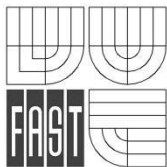
První ze série evropských Eurokódů, který definuje základní požadavky na stavby a konstrukce, zejména z hlediska bezpečnosti, použitelnosti a trvanlivosti. Lze ho uplatnit u obecného posuzování a navrhování, včetně posuzování již realizovaných staveb. Popisuje základní zásady navrhování dle mezních stavů, včetně stanovení návrhových situací a druhů zatížení. Eurokód stanovuje požadavky na zásady analýzy konstrukce a volbu modelů pro jejich analýzu. Další důležitou částí je postup při používání dílčích souinitelů pro stanovování návrhových a charakteristických zatížení a pro stanovování materiálových charakteristik. Součástí jsou i přílohy, které se vztahují k konkrétním souinitelům, kombinacím zatížení pro pozemní stavby, navrhování pomocí zkoušek a dalším oblastem navrhování. Je nutné podotknout, že informace v tomto předpisu je třeba doplnit příslušnými informacemi z následujících Eurokódů, nebo SN EN 1990 se vztahuje problematice vztahovou v obecné rovině.

SN EN 1991-1-1: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

Úvodní část Eurokódu, která se vztahuje k obecným zásadám při stanovování zatížení. Pro vztahovou pozemních staveb je nezbytné tuto normu doplnit o ostatní SN EN 1991-1, které se vztahují k zatížení sněhem, větrem, požárem, teplotou a mimořádným zatížením. V normě jsou definovány pojmy stálé zatížení a užitné zatížení. Je zde uvedeno rozdělení na příslušné typové využití staveb s odpovídajícími hodnotami zatížení (obytné, administrativní, obchodní, garáže, apod.). Norma neopomíjí ani zatížení od vysokozdvíhacích vozíků, dopravních prostředků nebo jiných zařízení. Kromě svislých zatížení se norma vztahuje i k vodorovným zatížením pro příčky, stěny a zábradlí. Významnou částí je příloha A, která obsahuje objemové tíhy nejdůležitějších stavebních materiálů a skladovaných materiálů a náplní. U sypkých médií je rovněž uveden úhel vnitřního tření.

SN EN 1992-1-1: Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Pravidla podobně nejvýznamnější Eurokód pro navrhování pozemních staveb z železobetonu. Úvodní informace týkající se obecných zásad, zatížení, kombinací zatížení a managementem spolehlivosti jsou z velké části obsaženy v SN EN 1990 a SN EN 1991-1. Tento předpis pouze doplňuje specifické odlišnosti pro betonové konstrukce. Významné jsou informace týkající se pevnostních charakteristik, deformačních charakteristik, dotvarování a smrštění. Tyto hlavní užitné materiály jsou beton, betonárenská ocel a předpínací ocel. Aby



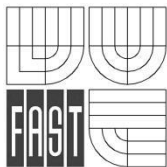
byla zajistit na správné funkce a trvanlivost konstrukce, musí být zajistit no správné krytí výztuže. To je ovlivněno prostředí, které je shodně definováno také v SN EN 206. V tomto Eurokódu jsou ale informace doplněny o konkrétní hodnoty krycí vrstvy pro každé z prostředí. Spolu s těmito hodnotami jsou definovány i pevnostní třídy betonu a případné úlevy v povolených případech.

Analýza konstrukce znamená její idealizaci. Po určení o jaký druh prvku se jedná (trám, deska, atd.) je třeba vhodným způsobem převést skutečnou konstrukci na výpočtový model. Zejména se jedná o zohlednění uložení, spolupůsobících prvků, apod. Eurokód se postupně vnuje různým způsobem analýzy, jako například lineární pružná, lineární pružná s redistribucí, plastická a nelineární analýza. U některých konstrukcí a prvků nelze opomenout rozbor únik druhého řádu, kterému je věnována samostatná kapitola.

Jednou ze zásadních částí jsou kapitoly věnující se konkrétnímu posuzování prvků na 1. mezní stav únosnosti (ohyb, normálová síla, smyk, protlačení, apod.) a 2. mezní stav použitelnosti (omezení trhlin, například a prouhybnost). Nechybí doplnění příslušných způsobů vyztužování a konstrukčních zásad. Závěr normy se vnuje doplňujícím tématům, které se týkají prefabrikovaných dílců, použití pórovitého kameniva a prostému nebo slabě vyztuženému betonu.

SN EN 1997-1: Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - část 1: Obecná pravidla

Norma definuje zásady pro navrhování geotechnických konstrukcí, zejména základní požadavky na návrh a návrhové situace. Při návrhu geotechnických konstrukcí výpočet lze dle této normy určit zatížení působící na konstrukci, vlastnosti základové půdy, charakteristické a návrhové hodnoty parametrů. Navrhování je realizováno pomocí mezních stavů (porušení a použitelnosti). Jsou obsaženy geotechnické údaje a požadovaný obsah a rozsah geotechnických průzkumných prací. Je definován předběžný a podrobný průzkum, včetně jeho obsahu a způsobu vyhodnocení. Část Eurokódu se vnuje stavebnímu dozoru, monitoringu a údržbě, zejména pak požadavkům na kontroly pro každou geotechnickou kategorii. V tuzemské části Eurokódu se ovšem zabývá návrhem a posouzením jednotlivých geotechnických konstrukcí. Jsou uvedeny násypy, odvodňování, zlepšování vlastností půdy, plozní zakládání, zakládání na pilotách, kotvení, oporné konstrukce a jejich celková stabilita konstrukcí. Ke každé kategorii konstrukce jsou uvedeny základní požadavky, způsob volby materiálu a volba postupů. Je-li to relevantní, jsou uvedeny postupy na provádění zkoušek (zatíhovací zkoušky pilot, apod.). Samostatná kapitola je věnována hydraulickému porušení, tedy porušení vztlakem, nazdvižením dna, erozí a sufozí. Kromě národní přílohy, jsou částí normy i 9 příloh, které se vnují jednotlivým konkrétním hodnotám souvisejícím pro materiály i zatížení, včetně jejich použití pro návrhové příklady a geotechnické kategorie. Dále jsou v přílo-

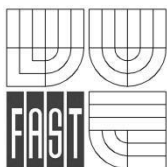


hách uvedeny vzorové postupy pro výpočet zemních tlaků na svislé konstrukce, vzor výpočtu únosnosti plozného základu, vzor výpočtu sedání plozného základu, vzor odvození únosnosti plozných základů na horninách a další informace.

SN 75 0250: Zásady navrhování a zatížení konstrukcí vodohospodářských staveb, Praha: NI, 2012, 32 stran.

Tato norma nahrazuje předchozí SN 73 6503, která se v oblasti podobné problematice. Tato aktuální norma uvádí principy pro navrhování a zatížení vodohospodářských konstrukcí, které jsou vystaveny působení vody nebo vodních suspenzí. Norma je zpracována v souladu s Eurokódem. Je možné postupy uvedené v této normě aplikovat i na navrhování konstrukcí zatížených jinými kapalinami. V úvodní části normy je uvedena použitá terminologie s vysvětlením jednotlivých termínů. Součástí je i soupis značek a zkratk.

Norma se vztahuje k životnosti a významu vodohospodářských staveb. Uvádí 5 kategorií informativní návrhové životnosti, kdy 1. kategorie odpovídá dobovým konstrukcím a 5. kategorie představuje hrázím a jiným podobným dílům s návrhovou životností 100 až 120 let. Pro obecné a základní informace se norma odkazuje na příslušné Eurokódy a sama uvádí pouze specifika, které vyplývají z odlišností vodohospodářských staveb. Jedna z nejvýznamnějších problematik se týká zatížení vodou a ledem. Pro jednotlivé druhy konstrukcí jsou uváděny postupy pro zařazení zatížení do kategorie stálé, proměnné nebo mimořádné. To je zpravidla definováno výškou hladiny nebo proudem nad, resp. pod, návrhovou mez. Pro doplnění jsou uváděny i charakteristické hodnoty zatížení podlah strojoven vodohospodářských staveb. U zatížení plavidly, zejména nárazem do konstrukce, se norma zpravidla odkazuje na SN EN 1991-1-7: Mimořádná zatížení. Důležitý je rozdíl mezi souiniteli zatížení pro stálá a proměnná zatížení. Je-li zatížení vodou uvažováno jako stálé (např. u nádrží apod.) jsou souinitelé zpravidla rovny 1,0, popř. mírně vyšší než 1,0. Je-li zatížení vodou uvažováno jako proměnné, jsou souinitelé rovny 1,5. Dalším souinitelem, který norma zavádí je souinitel definice spolehlivosti vodohospodářských staveb, který dle zatížení do příslušné třídy spolehlivosti zvyšuje zatížení. Pro stavby s malými následky případné poruchy je roven 1,0, tudíž nezvyšuje zatížení. Naopak pro stavby velkého významu může zvyšovat zatížení až o 20%. V závěru se norma vztahuje k stanovení zatížení od hydrostatického tlaku a hydrodynamického tlaku. Zatímco hydrostatický tlak je velmi prostým úmírně hloubce a tíže kapaliny, hydrodynamický tlak je rozebrán podrobněji. V normě jsou definovány vztahy pro výpočet tlakových účinků paprsku vody, který dopadá na těleso kolmo nebo pod úhlem. Zároveň lze určit odporovou sílu tělesa, které je obtékáno vodou. K tomuto výpočtu jsou popsány charakteristiky uvedeny pro nejběžnější tvary těles v tabulce, která je součástí normy. Norma neopomíjí ani vliv silových působení kapalin v potrubích a problematiku hydrau-



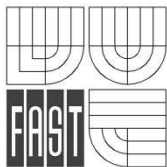
lického rázu. V závěru je rozebrána problematika úniků vody v pórovitém prostředí. Příloha A normy, se podrobněji zabývá zatížením ledem. Kromě obecných zásad jsou v normě uvedeny i vztahy pro výpočet zatížení ledovou celinou, vliv sněhu, zatížení pilířů i pro ezávání ledových polí, vliv námrazy, zatížení od ledu tlakem proudem a v třem apod.

SN EN 206: Beton - specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, Praha: NI, 2014, 88 stran.

Rozsáhlá norma, která se týká široké problematiky betonu, a to jak vyzrálého tak čerstvého. Stanovuje základní požadavky na beton, zatížení, zkoušení, transport betonu, označení a další oblasti problematiky. Jednou z prvních částí je klasifikace betonu. Významné je rozdělení dle stupně vlivu prostředí s ohledem na karbonataci výztuže, vliv chloridů, vliv mořské vody, vliv mrazu a další chemické působení. Základní tabulka vlivu prostředí je zároveň doplněna o nezbytné tabulky, které definují míru agresivity prostředí (zejména zeminy a vody). Tyto informace jsou nezbytné pro správný návrh betonových konstrukcí, zejména s ohledem na krycí vrstvu a trvanlivost betonu a výztuže. V nich, kterých případech (agresivní prostředí apod.) je třeba v novat této problematice velkou pozornost. Pro správné a technologicky proveditelné ukládání čerstvé betonové směsi jsou uvedeny tabulky konzistence podle tří nezávislých metod (sednutí kužele, rozlité a zhutnitelnost). Norma neopomíná ani samozhutnitelné betony. Vlastnosti ztvrdlého betonu jsou neméně důležité. V normě jsou přehledně uvedeny tabulkové pevnosti obyčejného betonu, těžkého betonu a lehkých betonů. Při označení jednotlivých složek betonu jsou uvedeny hlavní odkazy na příslušné předpisy, které se týkají cementu, kameniva, vody, přísad atd. Při specifikování charakteristik betonu je možné se řídit podle seznamu, který uvádí možné oblasti, které mohou specifikátor ovlivnit návrhem složením, přípravou a ukládáním betonové směsi. Norma se dále věnuje dodávání čerstvého betonu, náležitostem dodacího listu, kontrole shody a plánování odběru a zkoušek, včetně jejich požadovaných výsledků. Na závěr se norma věnuje výrobě betonové směsi, způsobem označení výrobní technologie, potrubním záznamem a další dokumentací. Vzhledem k problematice, kterou tato norma řeší, její součástí množství příloh, které konkrétně ji definují a doplní jednotlivé kapitoly uvedené výše.

Závěr

Byly navrženy dvě varianty žB monolitických protipovodových stěn. Návrh byl proveden dle platných norem pro navrhování betonových konstrukcí. Bylo určeno nejvýšší namáhání konstrukce, na které byly poté dimenzovány všechny části stěny. Zkoušení bylo provedeno pro mezní stav únosnosti a mezní



stav použitelnosti (zítká trhlin). Součástí je i řešení spoj a spár konstrukce. Výstupem této práce je statický výpočet a výkresová dokumentace.

Seznam použitých zdrojů

Podklady

- [1] RUSÍNOVÁ, M., *Stavba . 0012, Protipovodová opatření na ochranu hl. m. Prahy, etapa 0003 - Karlín a Libeň, část 11, Výkres podélného profilu*. Květen 2003. Aquatis a. s., Botanická 56, 602 00 Brno.
- [2] ZICH, M., ŠTĚPÁNEK, J., TRNKA, M., *železobetonové konstrukce provedené v rámci liniových protipovodových opatření*, as. Beton TKS

Jiné bakalářské práce

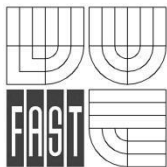
- [3] KOTÍK, Libor. *Návrh založení rodinného domu*. Brno, 2013. 17 s., 102 s. příloha. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.

Normové předpisy

- [4] SN EN 1990: Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, Praha: ČNI, 2011, 97 stran.
- [5] SN EN 1991-1-1: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, Praha: ČNI, 2004, 44 stran.
- [6] SN EN 1992-1-1: Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Praha: ČNI, 2011, 202 stran.
- [7] SN EN 1997-1: Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - část 1: Obecná pravidla, Praha: ČNI, 2006, 138 stran.
- [8] SN 75 0250: Zásady navrhování a zatížení konstrukcí vodohospodářských staveb, Praha: ČNI, 2012, 32 stran.
- [9] SN EN 206: Beton - specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, Praha: ČNI, 2014, 88 stran.

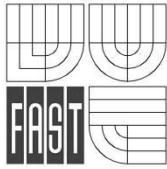
Software

- [10] GEO5 v19
- [11] ArchiCAD 16
- [12] Microsoft Word 2010

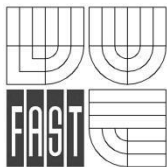


Seznam použitých zkratk a symbol

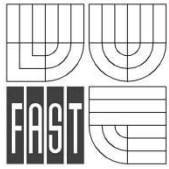
n	suma
A	plocha
A_c	plocha betonové části pruhu
$A_{c,c}$	plocha tlakové části betonového pruhu
$A_{c,eff}$	efektivní plocha
A_i	plocha ideálního pruhu
$A_{s,hor}$	plocha horizontální výztuže (rozdělovací)
$A_{s,i}$	plocha výztuže
$A_{s,max}$	maximální plocha výztuže
$A_{s,min}$	minimální plocha výztuže
A_{sw}	plocha smykové výztuže
b_w	šířka pruhu
$C_{ef,d}$	efektivní koheze, návrhová hodnota
$C_{ef,k}$	efektivní koheze, charakteristická hodnota
C_{min}	minimální hodnota krycí vrstvy výztuže
C_{nom}	návrhová hodnota krycí vrstvy výztuže
d	účinná výška pruhu
E_{cm}	modul pružnosti betonu
E_{def}	modul pružnosti zeminy
E_s	modul pružnosti ocelové výztuže
f_{bd}	mezní napětí v soudržnosti
F_c	síla v tlakové části betonového pruhu
f_{cd}	návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{ck}	charakteristická pevnost betonu v tlaku
f_{ctd}	návrhová pevnost betonu v tahu
f_{ctm}	charakteristická pevnost betonu v tahu
F_k	síla v charakteristické hodnotě
F_s	síla ve výztuži
f_{yd}	návrhová pevnost výztuže v tahu (tlaku)
f_{yk}	charakteristická pevnost výztuže v tahu (tlaku)
f_{ywd}	návrhová pevnost smykové výztuže
G_d	síla od stálého zatížení v návrhové hodnotě
g_k	liniové stálé zatížení v charakteristické hodnotě
G_k	síla od stálého zatížení v charakteristické hodnotě
h	výška pruhu, tloušťka vrstvy
$h_{c,ef}$	efektivní výška
I_{ci}	moment setrvačnosti neporušeného ideálního pruhu
I_{cr}	moment setrvačnosti porušeného pruhu
I_D	index relativní ulehlosti zeminy



I_y	moment setrvačnosti pruhu kolem osy y
K_a	koeficient aktivního tlaku v zemině
K_p	koeficient pasivního tlaku v zemině (odporu zeminy)
$l_{b,min}$	minimální kotevní délka
$l_{b,rqd}$	základní kotevní délka
l_{bd}	návrhová kotevní délka
M_{cr}	kritický moment na mezi vzniku trhlin
M_d	návrhová hodnota ohybového momentu
M_k	charakteristická hodnota ohybového momentu
M_{max}	maximální hodnota ohybového momentu
M_{Rd}	výpočtový moment únosnosti pruhu
N_d	návrhová hodnota normálové síly
N_k	charakteristická hodnota normálové síly
\emptyset	průměr prutu výztuže
P.S.	pracovní spára
P.T.	podvodní terén
q_k	liniové charakteristické zatížení v charakteristické hodnotě
R_{dt}	únosnost zeminy
s	vzdálenost smykové výztuže
$S_{a,p,h}$	náhradní koeficient za aktivní, resp. pasivní, tlak, horizontální složka
$S_{a,p,v}$	náhradní koeficient za aktivní, resp. pasivní, tlak, vertikální složka
s_i	vzdálenosti výztuže
s_{max}	maximální vzdálenost výztuže
$s_{r,max}$	maximální vzdálenost trhlin
t_i	vzdálenost tloušťky ideálního pruhu a betonového pruhu
U.T.	úroveň terénu
ν	Poissonovo číslo
V_d	návrhová hodnota posouvající síly
V_k	charakteristická hodnota posouvající síly
V_{max}	maximální hodnota posouvající síly
v_{min}	minimální smykové napětí v pruhu
V_{Rd}	výpočtová smyková únosnost pruhu
$V_{Rd,c}$	výpočtová smyková únosnost betonu
w_k	vypočtená šířka trhlin
$w_{k,lim}$	limitní šířka trhlin
W_y	modul pružnosti kolem osy y
x	poloha neutrální osy v pruhu
z	hloubka založení, hloubka vetknutí stěny do podloží
z	rameno vnitřních sil
Z_g	vzdálenost k tloušťce pruhu
Z_{pod}	délka podzemní stěny



	sklon smykové výztuže
1	součinitel tvaru prutu
2	součinitel pro krycí vrstvu
3	součinitel ovinutí prutů výztuží
4	součinitel ovinutí prutů vlnou prutů výztuží
5	součinitel ovinutí prutů tlakem
e	modul pružnosti součinitel pružného vytvoření zeminy objemová tíha
c	materiálový součinitel pro beton
G	součinitel stálého zatížení
M,c	součinitel úhlu koheze zeminy
M _i	součinitel úhlu vnitřního tření zeminy
Q	součinitel proměnného zatížení
s	materiálový součinitel pro výztuž
a	úhel tření zeminy o konstrukci na straně aktivního tlaku
C _{dev}	návrhová odchylka krycí vrstvy výztuže
p	úhel tření zeminy o konstrukci na straně pasivního tlaku (odporu zeminy)
cu3	normované vytvoření betonu pro návrhový diagram
s	normované vytvoření ve výztuží
yd	normované vytvoření výztuže na mezi pevnosti stupeň výztužení
p,eff	efektivní stupeň výztužení
a	aktivní tlak zeminy
ct	napětí v tážených vláknech betonu
p	pasivní tlak zeminy (odpor zeminy)
p _{ata}	napětí zeminy v patkách
s	napětí ve výztuží
z	svislé napětí v zemině
ef,d	efektivní úhel vnitřního tření, návrhová hodnota
ef,k	efektivní úhel vnitřního tření, charakteristická hodnota
o _i	kombinační součinitel



Seznam příloh

P1 - Použité podklady

Geologická sonda (Výkres podélného profilu D 3.1)

železobetonové konstrukce provedené v rámci liniových protipovodňových opatření, lánek z as. Beton TKS

P2 - Statický výpočet

Statický výpočet (63 stran)

P3 - Výkresová dokumentace

P3.01 - Výkres tvaru stěny, var. 2	1:50
P3.02 - Výkres výztuže podzemní stěny, var. 2	1:20
P3.03 - Výkres výztuže nadzemní stěny, var. 2	1:20