

ОБЯСНИТЕЛНА ЗАПИСКА

I. ТРАНШЕЕН ИЗКОП ЗА ПОЛАГАНЕ НА КАНАЛ И ВОДОПРОВОД УКРЕПВАНЕ С ПОДПОРНА МЕТАЛНА СИСТЕМА ЗА БОКСОВО УКРЕПВАНЕ

1. ОБЩА ЧАСТ

Основание за проектиране са:

- Проект по част „Канализация “.
- Проект по част „Водоснабдяване “

Предмет на настоящата документация е изпълнението на подпорна метална система за боксово укрепване на траншейни изкопи за изграждане на нова канализация и водопровод. Изкопите за изграждането на канала са с дълбочини 4,00м и 4,75м. и ширина от 1,60м до 2,50м за тръби с диаметър DN300, DN400, DN500, DN400, DN500, DN600 и DN700. А изкопите за изграждането на новия водопровод ф110 и ф280 от ПЕВП тръби за 10 atm е с дълбочина до 3м и ширина от 0,98м до 1.08м. Укрепването се прилага като кратковременно и при малък приток на почвени води и след премахване конструкцията на пътното легло.

2. ОБЩИ ИНСТРУКЦИИ

Подпорната система трябва да е изпълнена без пропуски и да бъде свързана към основата. Граничните стойности за максималните натоварвания трябва стриктно да се спазват. Отделни подпорни секции (боксове) могат да се използват само, ако предната и задната страни са укрепени.

Да се спазват следните Правила и Наредби:

- Наредби на специалната комисия за ниско строителство - България (Технически комитет за гражданско и подземно строително инженерство)
- БДС EN 13331 за укрепване на строителни изкопи (част 1 & 2)
- Правилата за здраве и безопасност на работното място

Укрепителните компоненти да са със сертификат по работна защита.

Повдигане с подедни машини & Транспортиране

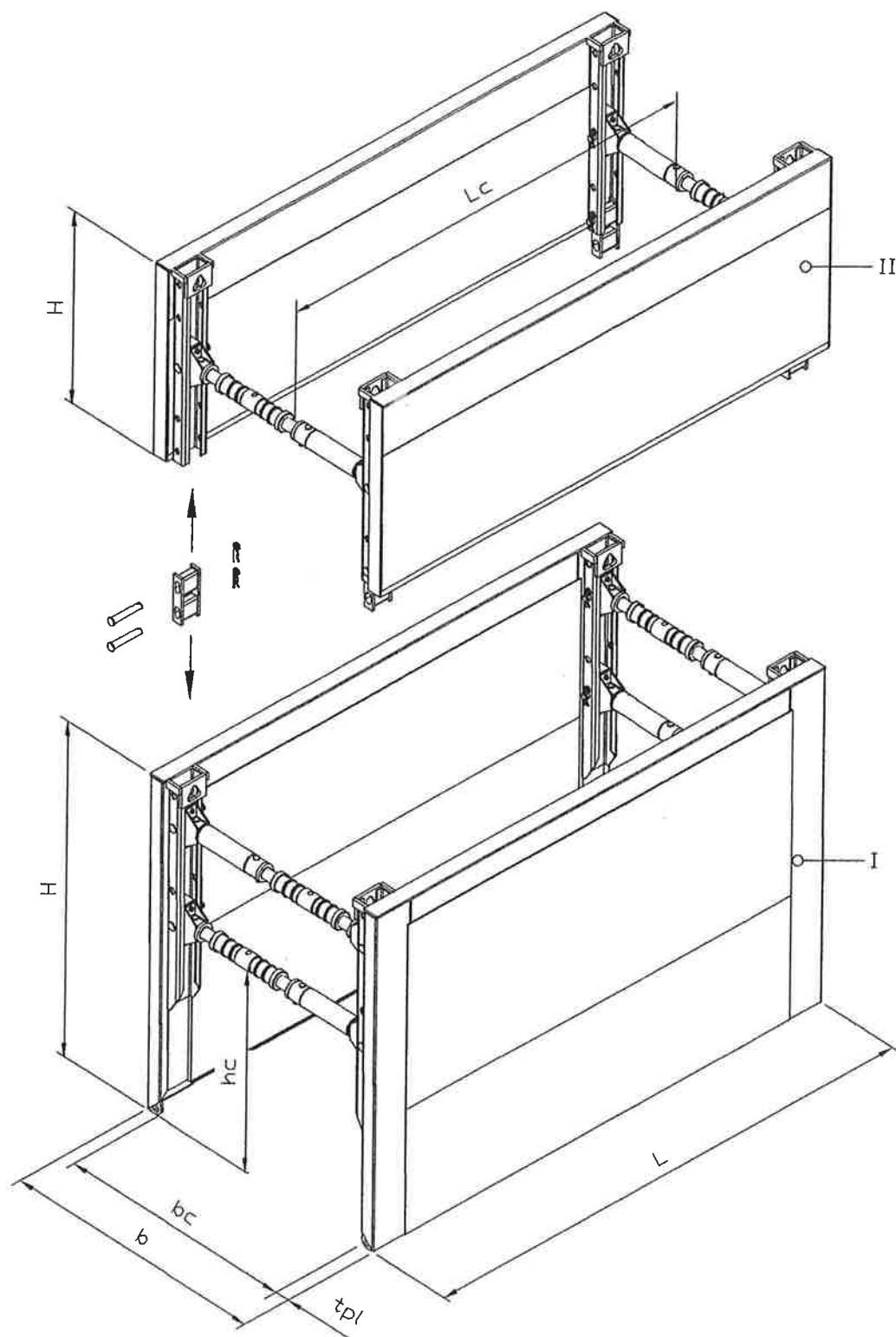
- Укрепителният бокс може да бъде „ закачан “ само за предназначения за това отвори. Забранява се вдигането на укрепителната система за шпинделите!
- Аксесоарите за вдигане трябва да отговарят на теглото на съответния укрепителен бокс.
- От съображения за безопасност трябва да се използват само куки с обезопасители.
- Забранява се минаването под вдигната във въздуха укрепителна система и преминаване в периметъра на работа на повдигащата машина.
- Площадката трябва да бъде разчистена и удобна за маневриране.
- Краниста и координатора за разтоварване трябва да имат визуален контакт.

„СОФИИВЕСТ“ ЕООД - София	
ЛИЦЕНЗИРАН КОНСУЛТАНТ	
Удостоверение № РК-22/12.06.2017	
Експерт:	инж. Т. Цанолова
Управител:	инж. Ч. Гурев
София, дата:	01.2018г.



3. УКРЕПВАНЕ ДО 4м

Чертеж на системата за укрепване на изкопи с дълбочина до 3м за нуждите на водоснабдяването и до 4м -за канала:



Мерки за предотвратяване на опасности и несчастни случаи

Изкопа трябва да бъде обезопасен и обозначен.

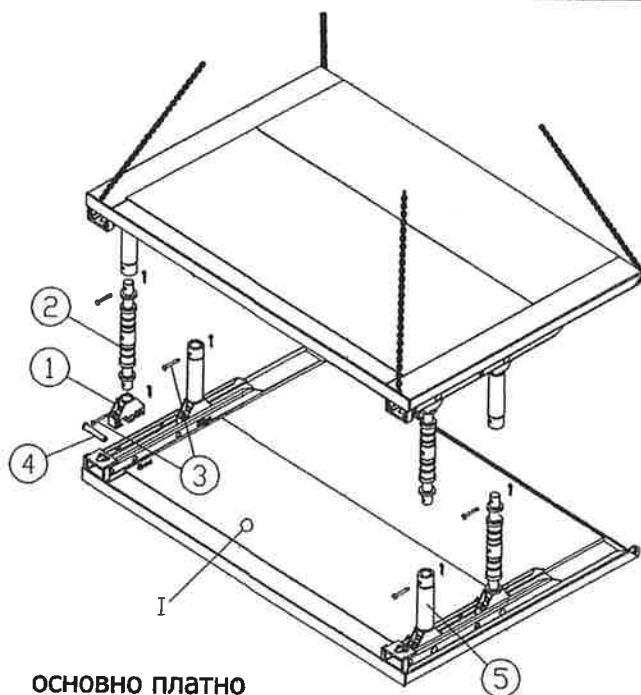
- Движението в съседство трябва да е възможно, като се постави охранителен персонал за обекта.
- Работниците трябва да носят защитно облекло: шлемове, предпазни ръкавици.

- Възможните нестабилности, като резултат от натоварването от вятъра, трябва да се имат пред вид по време на монтажа и инсталирането.
- Укрепващите елементи трябва да се монтират - предимно в хоризонтално положение върху основата на обекта.
- При наклони трябва да се извърши стабилен монтаж или нов монтаж на укрепващите елементи.

Поддръжка и ремонт

- По принцип, всички укрепителни елементи трябва да се проверяват дали функционират правилно, преди монтажа/ преди употреба.
- В никакъв случай да не се използват дефектни или деформирани елементи!
- При дребни дефекти е разрешено Вие да ги отстранявате, след консултация с фирмата производител.
- Да се използват само оригинални резервни части!
- В съответствие с Инструкциите за експлоатация, компонентите на укрепващите системи трябва да се боядисват на всеки 2 години против корозия със съответната антикорозионна боя.

4. ТЕХНОЛОГИЯ НА ИЗПЪЛНЕНИЕ НА ИЗКОП ДО 4м

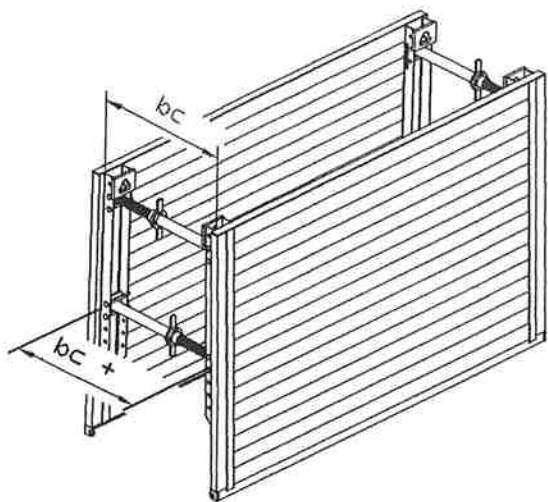


- I** основно платно
- 2** подпора
- 3** болт 20*212

Поставя се укрепителното платно на равно място с профилите обърнати нагоре.

След това се поставя държача на шпиндела в специално направения за това стоманен профил и се закрепва с болт 20 x 213 mm, след което се подсигурирява с шплент.

След инсталирането на всички шпиндели и удължаващи тръби, се поставя и второто платно, прикрепя се към шпиндела и се захваща с болт 20 x 213 mm, след което сглобеният вече бокс се изправя с режещия нож надолу.



Подпорите се разширяват до нужната ширина на изкопа.

Внимание трябва да се обърне на факта, че долните подпори трябва да бъдат разширени, плюс 3 – 5см. в сравнение с горните подпори, за да се постигне А-форма на укрепителната инсталация. Ширината А трябва да бъде по-голяма от ширината С.

Монтажът на надстройките трябва да бъде извършвано по аналогия.

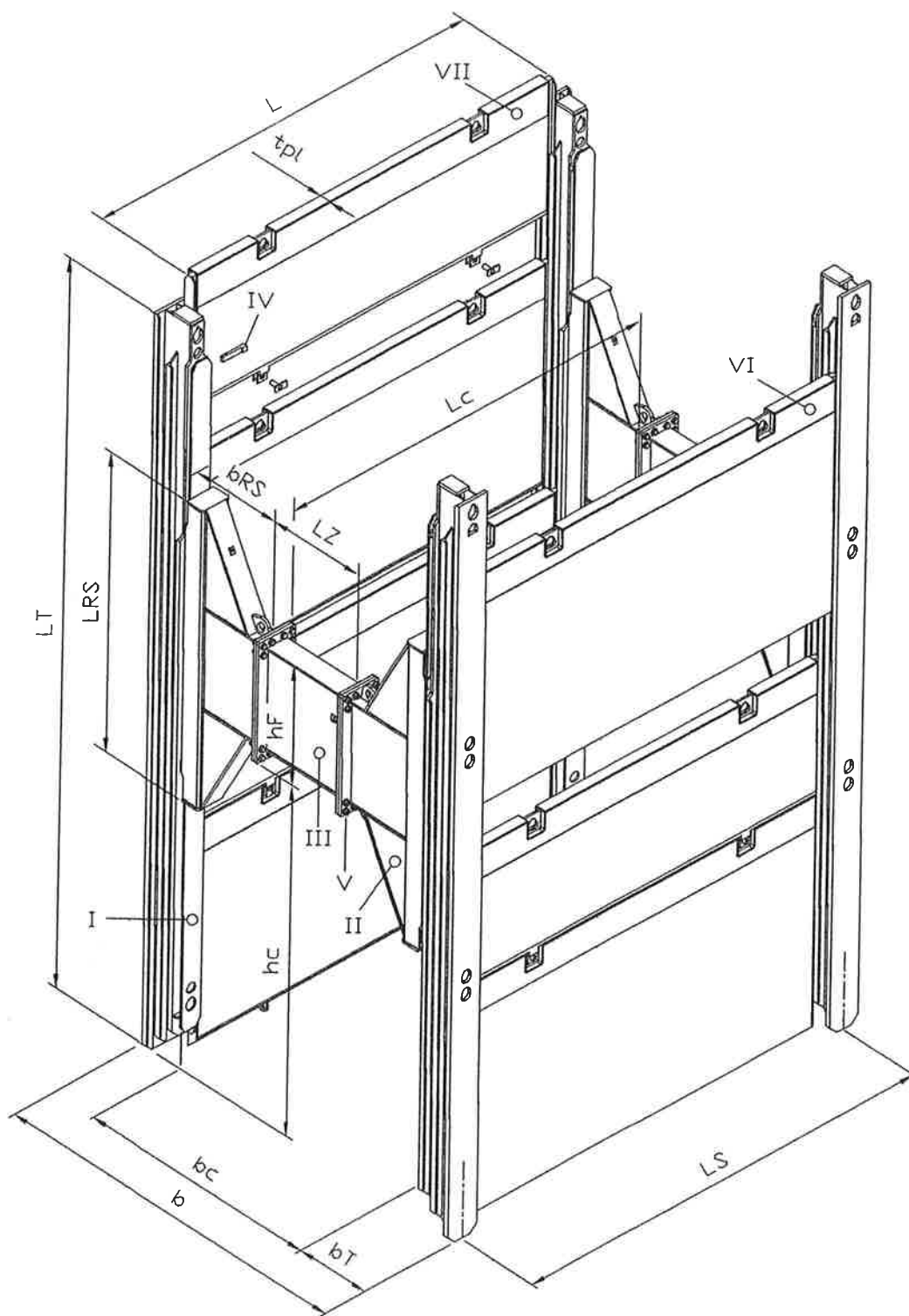
Дължината на изкопа бъде съобразена с дължината на укрепителния бокс.

Горната част на укрепителните платна трябва да трябва да надвишава теренната кота с 5см.

Същата е отразена в съответните чертежи. Изкопаването и подпирането вървят поетапно отгоре надолу до пълното разкриване на изкопа.

5. УКРЕПВАНЕ ДО 5м

Чертеж на системата за укрепване на изкоп до 5м:



Мерки за предотвратяване на опасности и несчастни случаи

Изкопа трябва да бъде обезопасен и обозначен.

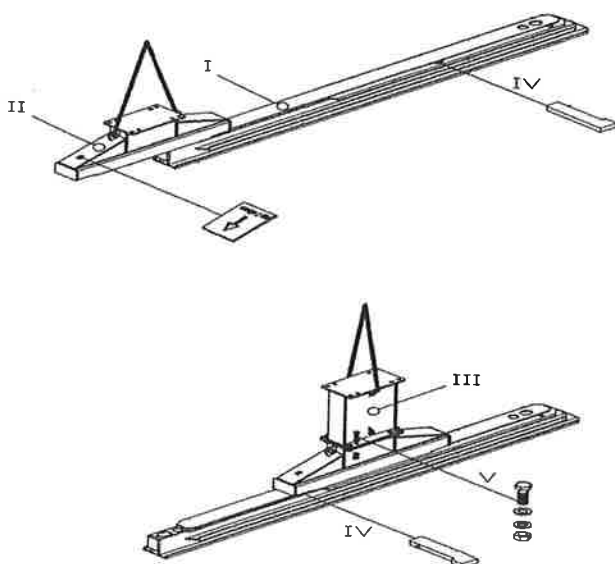
- Движението в съседство трябва да е възможно, като се постави охранителен персонал за обекта.
- Работниците трябва да носят защитно облекло: шлемове, предпазни ръкавици.
- Възможните нестабилности, като резултат от натоварването от вятъра, трябва да се имат пред вид по време на монтажа и инсталирането.

- Укрепващите елементи трябва да се монтират - предимно в хоризонтално положение върху основата на обекта.
- При наклони трябва да се извърши стабилен монтаж или нов монтаж на укрепващите елементи.

Поддръжка и ремонт

- По принцип, всички укрепителни елементи трябва да се проверяват дали функционират правилно, преди монтажа/ преди употреба.
- В никакъв случай да не се използват дефектни или деформирани елементи!
- При дребни дефекти е разрешено Вие да ги отстранявате, след консултация с фирмата производител.
- Да се използват само оригинални резервни части!
- В съответствие с Инструкциите за експлоатация, компонентите на укрепващите системи трябва да се боядисват на всеки 2 години против корозия със съответната антикорозионна боя.

6. ТЕХНОЛОГИЯ НА ИЗПЪЛНЕНИЕ НА ИЗКОП ДО 5м



- I** RS-релса
- II** подвижна количка (RS)
- III** междинна греда (ZWSt)
- IV** ограничител
- V** болт М30

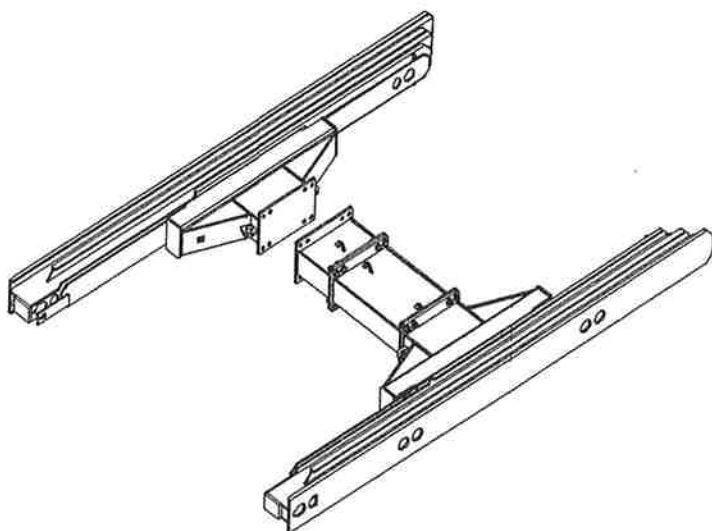
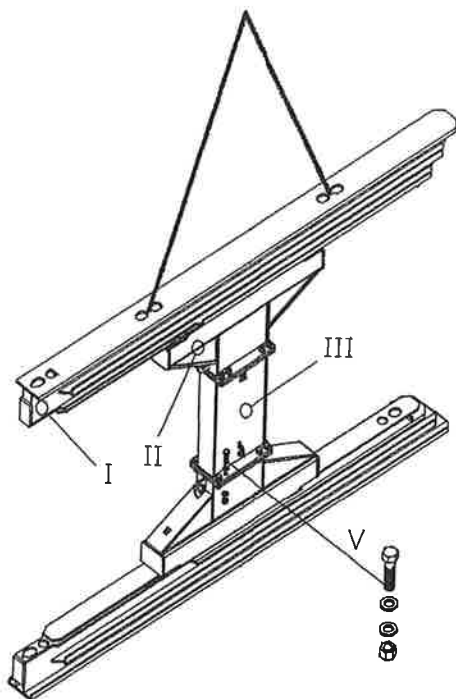
Поставя се релсата в посочената посока на профила. Трябва да се спазва позицията на най-долния ограничител, както е посочено на чертежа.

Долната ролка се вкарва в профила на релсата и леко се задвижва нагоре, до достигането на ограничителя.

Над ролковия ограничител е разположен друг ограничителен елемент, който позволява вертикални настройки. Монтирането на още ролкови подпори се извършва по същия начин.

Ограничителният елемент трябва да се премества винаги с цел да не застопорява ролковата подпора.

Когато се използват дистанционни елементи, същите трябва да се вкарват в предвидените за тях отвори/ прорези и да се фиксират с болтовете М30 с качество 10.9.



Когато за достигането на желаната работна ширина са необходими няколко дистанционни елементи, същите се монтират предварително към основата и след това се застопоряват с фланци към релсата. Поставя се една шайба под главата на болта и една шайба под отвора. Притегни болта с ключ до 1350 Nm. По време на монтажа дистанционните елементи остават закрепени към куките.

Релсата, с повторно монтираните дистанционни елементи, може да се монтира в съответното положение; след окачването в съответните задни отвори, релсата се издига на съответната пренастроена височина и застопоряването се извършва посредством фланците.

Уравняването и плъзгането на фланцовите прочи се извършва лесно, без трудност, когато останалите куки за окачване са вече монтирани. Компонентите са фиксират..

При работни ширини от 2,00 м или повече метри, са необходими няколко дистанционни елементи, същите се монтират предварително към основата и след това се застопоряват с фланци към релсата. Друга възможност за монтаж е използването на помощни елементи.

Подпорите се разширяват до нужната ширина на изкопа.

Внимание трябва да се обърне на факта, че долните подпори трябва да бъдат разширени, плюс 3 – 5см. в сравнение с горните подпори, за да се постигне А-форма на укрепителната инсталация. Ширината А трябва да бъде по-голяма от ширината С.

Монтажът на надстройките трябва да бъде извършвано по аналогия.

Дължината на изкопа е съобразена с дължината на укрепителния бокс.

Горната част на укрепителните платна трябва да надвишава теренната кота с 5см.

Същата е отразена в съответните чертежи. Изкопаването и подпирането вървят поетапно отгоре надолу до пълното разкриване на изкопа.

Настоящите укрепяващи конструкции се отнася към втората условна група такива конструкции, чийто стабилитет се осигурява допълнително, чрез разположени на едно или повече нива хоризонтални подпори.

При укрепването на траншейни строителни изкопи се гарантира тяхната устойчивост по време на строителния процес. При това трябва да се имат предвид всички възможни фактори, оказващи влияние върху устойчивостта и експлоатационна пригодност на съседни строителни съоръжения и пътни комуникации.

Основната предпоставка е свързана с възможното преместване и завъртане на вертикалните водачи в процеса изкопаване - подпиране. Това характеризира големината и разпределението (за краен технологичен етап на изпълнение) на земяния натиск. Платното на системата контактува директно с почвата, поема натоварването от земен натиск и го предава върху другите елементи на укрепването. Вертикалните греди (трегери) поемат натоварването от платното и го предават в разпунките, които от своя страна отвеждат товарите в почвения масив.

Натоварването от платната се предава на вертикалните греди и подпорите.

Изпълнението е „отгоре - надолу“, в каквато последователност върви укрепването.

За изчисляване на укрепването са взети стойностите от инженерно – геоложки доклад за обекта, е приета плиоценска глина – прахови, жълтокафяви, сивожълта и сивозелена, с твърдопластична консистенция. Тя е установена повсеместно в обсега на проучвателната площадка.

-ъгъл на вътрешно триене: $\varphi_{k'} = 17.0^\circ$;

-обемно тегло на почвата: $\gamma_k = 21.0 \text{ kN} / \text{m}^3$;

-кохезия: $C = 25.00 \text{ kN} / \text{m}^2$;

Направени са изчисления за натоварването от земен натиск от почвата, натоварване на платната за максимален изкоп 3.00м, 4.00м и 4,75м и натоварване от подвижен състав – товарен модел LM1. Взето е за меродавно най – тежкото натоварване за максималната височина на съоръжението. Направена е проверка на вертикалните релси (трегери) от платно 2м (за височина до 4,75) и 3м (за височина до 4,00).

За изчисляване на укрепването са взети стойностите от инженерно – геоложки доклад за обекта, е приета глина, прахова до прахово пясъчлива, с прослойки от глинест пясък, пъстра. Установена повсеместно в обсега на проучвателната площадка.

-ъгъл на вътрешно триене: $\varphi_{k'} = 17.0^\circ$;

-обемно тегло на почвата: $\gamma_k = 21.0 \text{ kN} / \text{m}^3$;

-кохезия: $C = 25.00 \text{ kN} / \text{m}^2$;

За обекта се налага укрепване на изкоп с максимална височина:

➤ До 3.00м

Избрана е инвентарна стоманена система за укрепване от боксов тип. Максималният допустим момент в инвентарното платно е $M_{\max} = 20,2 \text{ kN.m/m'}$. Платното е с дебелина $t_{pl} = 60 \text{ mm}$.

Допустимата натисковата сила в подпора е 468kN.

➤ До 4.00м

Избрана е инвентарна стоманена система за укрепване от боксов тип. Максималният допустим момент в инвентарното платно е $M_{\max}=79,1\text{kN.m/m'}$. Платното е с дебелина $t_{pl}=107\text{mm}$.

Допустимата натисковата сила в подпора е 403кN.

➤ До 4.75м

Избрана е инвентарна стоманена система за укрепване от боксов тип. Максималният допустим момент в инвентарното платно е $M_{\max}=79,1\text{kN.m/m'}$. Платното е с дебелина $t_{pl}=375\text{mm}$.

Допустимата натисковата сила в подпора е 780кN.

Допуска се използването и на друг вид инвентарно укрепване по избор на фирмата Строител и Строителния надзор, отговарящо на статическите изчисления на проектанта и сертифицирани според европейската нормативна база с необходимите сертификати за качество.

II. УКРЕПВАНЕ НА 130бр. КАБЕЛИ НА ТТ В СТОМАНОБЕТОНОВ КОЖУХ

1. Обща част

По ул."6-ти Септември", в близост до кръстовището с ул."Ген. Йосиф Гурко", над трасето на новопроектираните канал и водопровод преминава съществуващ тръбен пакет от 130бр. ТТ кабели в PVC тръби и в бетонен кожух с външни размери 1,50м на 1,50м, дебелината на бетоновото покритие на стоманобетонния кожух е 10см. При полагането на новоизграждащите се канал и водопровод се налага тръбният пакет да бъде разкрит и подкопан, поради което се налага допълнителното му укрепване. За нуждите на инженерната инфраструктура е необходим изкоп с работна ширина 1,60м, поради което се предвижда укрепване с ширина 1,90м.

2. Проектно решение и монтаж

Укрепването на тръбопровода ще се осъществи чрез временна стоманена конструкция стъпваща върху прилежащия терен, извън изкопа посредством дървени клинове.

Монтажа на укрепването да се извърши, когато изкопа достигне до долен ръб на бетонния кожух на тръбния пакет. Изкопните работи да се извършват с повишено внимание и на ръка.

Предвидени са следните елементи на укрепването със съответните размери и в реда на монтажа им:

- 2 бр. Напречни Греди(НГ) от горещовалцовани профили IPE 160 с $L=2,00\text{м}$. Те се монтират през 1,00м под стоманобетонния кожух на тръбопровода,
- В двата края на НГ, в предвидените отвори в горен пояс на НГ, чрез шайба, гайка и контрагайка се монтират 2 бр. Обтегачи(О) $\varnothing 14$,
- Двата Обтегача се окачват за долен пояс Главни Греди(ГГ) - 2бр. в предвидени за целта отвори чрез шайба, гайка и контрагайка. Главните Греди са от горещовалцовани профили IPE 220 с $L=3,30\text{м}$.
- Горните пояси на ГГ1 и ГГ2 се укрепват чрез 2бр. Разпонки(Р) от горещовалцовани профили UPN 100 с $L=2,00\text{м}$ монтирани през 1,00м (над НГ). Съединението е монтажно чрез 2бр. болтове M12 с гайка и шайби под глава болт и под гайка.

III. КАНАЛИЗАЦИОННИ СЪОРЪЖЕНИЯ

1. Обща част

Настоящата документация съдържа конструктивната разработка на ревизионни шахти за канал:

- ❖ Ø1200 – РШ2-2, РШ2-3, РШ2-5, РШ3-2, РШ3-3, РШ3-4, РШ3-5, РШ3-6, РШ3-7, РШ3-8, РШ3-9, РШ3-10, СРШ5-1, РШ5-2 и СРШ5-3
- ❖ Ø1500 – РШ3-1а, РШ3-1б, РШ4-1 и РШ4-4
- ❖ правоъгълни ревизионни шахти за канал със стоманобетонни покривни панели с наименование и размери, както следва –
 - 170/240см – СРШ2-4, РШ2-10, РШ2-12 и РШ2-13
 - 170/310см – РШ2-9
 - 170/220см – РШ2-18
 - 170/190см – СРШ3-14
 - 170/230см – РШ3-15
 - 170/370см – РШ4-2
 - 170/300см – РШ4-3
 - 170/210см – РШ6-1
 - 170/240см – РШ6-2
 - 170/210см – РШ8-2
- ❖ и една шахта с неправилна форма – РШ3-1.

2. Исходните данни са приети както следва:

- Обратна засипка с баластра: $\gamma = 20\text{kN/m}^3$, $\varphi = 35^\circ$.

3. Проектно решение:

За шахтите са направени статически изчисления. Направени са проверки за деформации от собствено тегло на конструкция, собствено тегло насип, външни стоманобетонни стени, покривна плоча и полезен товар /натоварване от вертикални и хоризонтални товари/. Конструкцията на шахтите е изчислена на вертикални товари от товарен модел LM1 и земен натиск, предизвикан от подвижни товари, при най-неблагоприятно им положение, съгласно БДС EN 1991-2/NA – "Подвижни натоварвания от трафик върху мостове". Конструкцията на шахтите е изчислена със съобразен подвижен товар. Отчетен е корекционен коефициент $q_k=1,0$, съгласно БДС EN 1991-2/NA. В изчисленията е взето за меродавно натоварването от по-неблагоприятното комбиниране на натоварването.

Така проектираните и конструирани елементи на шахтите могат да работят като едно цяло.

Конструирането на елементите е проведено съгласно Eurocode2.

IV. ТЕХНИЧЕСКА СПЕЦИФИКАЦИЯ на:

A. ПОЛАГАНЕ НА ТРАНШЕЕН ИЗКОП ЗА ПОЛАГАНЕ НА КАНАЛ (УКРЕПВАНЕ С ПОДПОРНА МЕТАЛНА СИСТЕМА ЗА БОКСОВО УКРЕПВАНЕ)

— ИЗКОПНИ РАБОТИ

Изкопът трябва да отговаря на размерите и нивата (котите), дадени в проекта.

При извършване на изкопните работи трябва строго да се спазват изискванията свързани с безопасността на труда - укрепване на изкопа, откоси, водочерпене и др.

Изкопните работи подлежат на приемане и след това може да продължи работата по изпълнение на основите на стената.

— ИЗКОПИ ЗА ОСНОВИ НА СЪОРЪЖЕНИЯ

Дъното на всички изкопи трябва да бъде оформено съобразно нивелетата и нивата, посочени в чертежите. Възможно е да се извърши допълнително прекопаване, за да се премахнат джобове от мека почва или ронлива скала. Получените празнини трябва да бъдат запълнени с бетон с клас по якост на натиск C10/12 или друг одобрен рециклиран материал. След полагането на постния бетон не трябва да се извършва подравняване на страничните повърхности на изкопа в продължение на двадесет и четири часа.

Изкопът може да се изпълни под или над указаната в проекта кота на фундиране в зависимост от това къде е достигнат носимоспособния почвен пласт.

Всяко допълнително изкопаване до или по-ниско от дъното, включително това, получено при изземването на материала, влошен от атмосферни условия ще се компенсира с бетон с клас по якост на натиск C10/12 или друг одобрен материал.

— ИЗПЪЛНЕНИЕ

Котловани и траншеи за съоръжения, трябва да се изпълняват до нивата и размерите, дадени в чертежите или до изискваните нива и размери.

Изпълнителят може да продължи работа след като се приеме готовия изкоп.

Изкопаният материал трябва да бъде използван за обратна засипка или да бъде вграден в насип, ако е годен или да бъде извозен на депо, ако е негоден.

— ОТВОДНЯВАНЕ НА ИЗКОПИ ЗА ОСНОВИ

Всички изкопи трябва да бъдат добре отводнени по всяко време, като изпомпването на вода и укрепването на страничните стени с подпорна метална система за боксово или друго специално оборудване. В случай, че изкопа се е напълнил с вода вследствие на некачествено изпълнено отводняване на повърхностните и атмосферни води или поради забавяне на изпълнението, отстраняването на водата е за сметка на Изпълнителя.

— КОНТРОЛ

Периодично, по време на работите по изкопите. Изпълнителят трябва да проверява естеството на изкопавания материал и да следи дали е достигнато нивото на подходящ за полагане на инфраструктурните съоръжения.

Б. НАПРАВА НА РЕВИЗИОННИ ШАХТИ ЗА КАНАЛ

— ИЗКОПНИ РАБОТИ

Изкопът за шахтите трябва да отговаря на размерите и нивата (котите), дадени в проекта.

При извършване на изкопните работи трябва строго да се спазват изискванията свързани с безопасността на труда - укрепване на изкопа, откоси, водочерпене и др.

Изкопните работи подлежат на приемане и след това може да продължи работата по изпълнение на основите на стената.

— ИЗКОПИ ЗА ШАХТИ

Дъното на всички изкопи за шахти трябва да бъде оформено съобразно нивелетата и нивата, посочени в чертежите. Възможно е да е необходимо да се извърши допълнително прекопаване, за да се премахнат джобове от мека почва или ронлива скала. Получените празнини трябва да бъдат запълнени с бетон с клас по якост на натиск C10/12 или друг (рециклиран) одобрен материал. След полагането на постния бетон не трябва да се извършва подравняване на страничните повърхности на изкопа в продължение на двадесет и четири часа.

Изкопът може да се изпълни под или над указаната в проекта кота на фундиране в зависимост от това къде е достигнат носимоспособния почвен пласт.

Всяко допълнително изкопаване до или по-ниско от дъното на основите, включително това, получено при изземването на материала, влошен от атмосферни условия ще се компенсира с бетон с клас по якост на натиск C10/12 или друг одобрен материал.

— ИЗПЪЛНЕНИЕ

Котловани и траншеи за полагане на канални и водоснабдителни съоръжения, трябва да се изпълняват до нивата и размерите, дадени в чертежите или до изискваните нива и размери.

Изпълнителят може да продължи работа след като се приеме готовия изкоп.

Изкопаният материал трябва да бъде използван за обратна засипка или да бъде вграден в насип, ако е годен или да бъде извозен на депо, ако е негоден.

— ОТВОДНЯВАНЕ НА ИЗКОПИ ЗА ОСНОВИ

Всички изкопи трябва да бъдат добре отводнени по всяко време!

— МАТЕРИАЛИ

Предвидени са следните материали:

- Бетон клас C20/25 EN206-1/NA (B25) – за конструкцията на шахтата;
- Бетон клас C10/12 EN206-1/NA (B12,5) – за подложен бетон на шахтата
- Стомана клас B500B.

Армировката на шахтите се изпълнява от стомана, съответстваща на БДС 4758:2008.

Качеството на доставените армировка и бетон се доказва със сертификат от производителя.

За обекти проектирани по стандартите на Еврокод се изпълняват конструктивните предписания дадени в тези стандарти. За обекти проектирани по действащите национални норми се прилагат конструктивните предписания дадени в тези норми. И в двата случая се спазват и конструктивните предписания дадени от Проектанта.

Изпълнението на бетонни, кофражни и армировъчни работи се извършва в съответствие с изискванията на БДС EN 13670.

Армировъчната стомана трябва да отговаря на следния български държавен стандарт: БДС 9252 - Стомана за армиране на стоманобетонни конструкции. Заваряема армировъчна стомана B500.

— ИЗПЪЛНЕНИЕ

Изпълнението на монолитната част на шахтите от бетон се извършва съгласно предписанията на проекта и настоящия раздел.

По време на строителството трябва да се обърне особено внимание по отношение на осигуряването по охраната и безопасността на труда.

Кофражът трябва да е достатъчно твърд и плътен, за да не изтича циментов или друг разтвор от бетона през всички фази на строителство, и подходящ за начина на полагане и уплътняване.

Кофражът трябва да бъде така подреден, че да може лесно да се демонтира и отстрани от излетия бетон без удари, разрушаване или увреждане. Където е необходимо, кофражът трябва да бъде така нареден, че видимата повърхност на платното, съответно подпряно само на опорите, да може да остане на място за такъв период, за какъвто се изисква от условията за набиране на якост на бетона.

Външните ръбове на стоманобетонната конструкция трябва да бъдат скосени с триъгълни пластмасови профили.

Когато кофражът се употребява повторно, трябва цялостно да се почисти и се приведе в добър вид преди приемането му.

Когато се използват вътрешни метални връзки, които остават вътре в бетона, след демонтажа трябва да се възстанови номиналното бетонно покритие върху оставащата метална част.

Кофражните повърхности, трябва да бъдат почистени преди бетониране и третиран с кофражно масло, където се налага.

Където трябва да се оставят отвори във формите за полагане на армировката или закрепващите устройства, трябва да се вземат мерки да не изтича циментов разтвор при бетониране или увреждане при декофрирането. Армировката трябва да бъде предпазена от замърсяване с кофражно масло.

Кофражът трябва да се сваля по такъв начин, че да не увреди бетона и да го предпази от създаване в него на никакви допълнителни напрежения.

Когато якостта на бетона на натиск е потвърдена от изпитване на бетонни пробни тела, съхранявани при условия, като обектовете, кофражът, поддържащ бетона на огъване може да бъде свален, когато кубовата якост на натиск е три пъти по-голяма от напрежението, на което ще бъде подложен елементът при декофрирането му (включително от собствено тегло, временни товари и други).

Бетонът за изграждане на шахтите трябва да бъде произведен в бетонни възли с точно дозиране на материалите. Транспортирането на бетонната смес да се извършва с бетоновози.

Във монолитната част на шахтите се оставят отвори за преминаване на тръби. Броят и разположението им е даден в проекта по част „Канализация“.

Обратната засипка трябва да се оформи до нивата и откосите, посочени на чертежите.

Ако е необходимо, Изпълнителят трябва да преустанови работата на насипите и/или изкопите, представляващи част от подходите към дадени съоръжения, докато се спазят изискванията за сроковете за набиране на якостта на съоръженията.

Обратните засипки на шахтите трябва да се изпълняват, след проверката и одобрението им и след приключване на работите по съоръженията в рамките на изкопите. Материалът за обратната засипка трябва да отговаря на следните технически изисквания:

- 1) Максимален размер на зърната - не е по-голям от 75 mm;
- 2) Фракция, преминаваща през сито 0,063 mm - не повече от 15 % по маса;
- 3) Коефициент на разноразмерност (d_{60}/d_{10}) - не по-малък от 10;
- 4) Отклонение от оптималното водно съдържание, съгласно БДС 17146 - $\pm 3\%$.

Не се разрешава насипването на непретрошен скален материал около шахтите.

Дъната на всички изкопи за съоръжения, които трябва да се засипват отново, както и всички насипи в подстъпите към съоръженията трябва да се уплътнят до 98 % от максималната обемна плътност на скелета на материала по модифициран Проктор, съгласно БДС 17146 (БДС EN 13286-2), на разстояние най-малко пет метра преди и след съоръжението, мерено от горната му част.

Насипен материал с дебелина над един метър трябва да бъде уплътнен до 95 % от максималната обемна плътност на скелета по модифициран Проктор, съгласно БДС 17146 (БДС EN 13286-2), а с дебелина под един метър – до 98 %. Уплътняването с механични средства трябва да се извършва по такъв начин, че да се избегне повреждане на изградените вече съоръжения.

Всички работи по изпълнение на шахтите се контролират и приемат по установения ред.

– ИЗМЕРВАНЕ

Мерната единица за земни работи е кубически метър(m^3).

Мерната единица за бетонови работи е кубически метър(m^3).

Мерната единица за армировката е тон(kg).

V. НОРМАТИВНИ ДОКУМЕНТИ

➤ При изчисляване и оразмеряване на конструкциите и отделните им елементи са спазени изискванията на следните нормативни документи:

➤ БДС EN 1991 Еврокод: Основи на проектирането на строителни конструкции и (БДС EN 1990:2003/A1/NA)

➤ БДС EN 1991 Еврокод 1: Въздействия върху конструкциите (EN 1991-1-1:2004/NA:2011);

➤ БДС EN 1991 Еврокод 2: Проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции, (БДС EN 1992-1-1:2005/NA:2011 и БДС EN 1992-2:2006/NA:2012);

➤ БДС EN 1993 Еврокод 3: Проектиране на стоманени конструкции (БДС EN 1993-1-1:2005/NA:2011)

➤ БДС EN 1997 Еврокод 7: Геотехническо проектиране (БДС EN 1997-1:2005/NA:2012)

VI. БЕЗОПАСНОСТ НА ПЕРСОНАЛА.

При извършване на необходимите дейности да се вземат предвид текстовете, фигуриращи в „План за Безопасност и Здраве“.

Да се наблюдава състоянието на укрепените земни маси, с оглед незабавно реагиране при размествания, деформации на укрепващите елементи поява на подпочвени води, газ в изкопа и т. н. усложнения, криещи опасности за работниците.

2016

КАРА НА ИНЖЕНЕРИТЕ В ИНВЕСТИЦИОННОТО ПРОЕКТИРАНЕ

ПЪЛНА ПРОЕКТАНТСКА ПРАВОМОЩНОСТ

Регистрационен №: 000000

ИМЕН: ИЕНА

ВЕНЦИСЛОВОСЛА ПЕНЕВА

ПРОЕКТАНТ: /инж. Л. ПЕНЕВА/

ПОДПИС: /инж. Л. ПЕНЕВА/

ВАЖИ С ВЪЗГ.

ВОДЕЩ ПРОЕКТАНТ:

/инж. М. Мишева/

гр. София, октомври 2016г.

„СОФИТЪНВЕСТИ“ ЕООД - София

ЛИЦЕНЗИРАН КОНСУЛТАНТ

по изд. № 001 БУТ

Удостоверение № РК-0219 12.06.2014

Експерт: иинн Т. ЧАНОЛОВА

Управител: иинн Ч. ГИРОВ

София, дата: 01.2016г.



СТАТИЧЕСКИ ИЗЧИСЛЕНИЯ

за кръгла стб. ревизионна шахта с горна констр. от готови елементи

- Геометрични характеристики

$$H_{\text{гр.рб.стена}} = 3.80\text{m}$$

$$d_{\text{стена}} = 0.25\text{m}$$

$$D_{\text{шахта}} = 1.20\text{m}$$

$$H_{\text{изкоп}} = 5.10\text{m}$$

$$d_{\text{дно}} = 0.25\text{m}$$

$$G_{\text{г.констр}} = 60.00\text{ kN}$$

- Характеристики на използваните материали

бетон C20/25

$$\gamma_b = 25.0\text{ kN/m}^3$$

стомана B500B

$$f_{yk} = 50.0\text{ kN/cm}^2$$

$$f_{ok} = 2.0\text{ kN/cm}^2$$

$$\gamma_s = 1.15$$

$$\gamma_c = 1.5$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 43.5\text{ kN/cm}^2$$

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

$$f_{ywd} = 0.8 \cdot f_{ywk} = 0.8 \cdot f_{yd} = 34.8\text{ kN/cm}^2$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1.1\text{ kN/cm}^2$$

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ok})^{2/3} = 0.22\text{ kN/cm}^2$$

Клас по въздействие на околната среда XC2-за конструкцията.

По геоложки данни не се очаква корозия предизвикана от хлориди (морски или други) и циклично замразяване/размразяване, не се очаква агресивна среда и изтриване на бетона.

$$c_{min} = \max\{c_{min,b}, c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\text{mm}\}$$

$$c_{min,b} = d_{прът} + 5\text{mm} = 20\text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 25\text{mm} \text{ - за S4 и XC2}$$

$$\Delta c_{dur,\gamma} = \Delta c_{dur,st} = \Delta c_{dur,add} = 0$$

$$c_{min} \geq K_1 \text{ или } K_2, \text{ при изливане върху неравни повърхности}$$

$$c_{min} \geq 40\text{mm}$$

$$K_1 = 40\text{mm}, \text{ при подложен бетон и } K_2 = 75\text{mm} \text{ без подл. бетон}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 5.0\text{cm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10\text{mm}$$

- Промениливи въздействия

$$Q_k = 300\text{ kN}$$

-от LM1 в лента 1, приет като TS

$$\alpha_Q = 0.8$$

$$q_k = 9.0\text{ kN/m}^2$$

-от LM1 в лента 1, приет като UDL

$$\alpha_q = 1$$

$$\gamma_Q = 1.5$$

- Почвени характеристики

За меродавно натоварване е приет най-неблагоприятният почвен слой.

$$\gamma_k = 20.0\text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_s = 1.35$$

$$\varphi_k = 35.0^\circ$$

$$C_k = 0.0\text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_{\varphi'} = 1.25$$

$$\gamma_{c'} = 1.25$$

$$\varphi_k' = 28.0^\circ$$

$$C_k' = 0.0\text{ kN/m}^2$$

- Коэффициент на активен земен натиск

$$K_{a,k} = \tan^2(45^\circ - \varphi_k'/2) = 0.361$$

1. Натоварване от земен натиск

$$p_{a,k} = \gamma_k \cdot H_{изкоп} \cdot K_{a,k} = 36.8\text{ kN/m}^2$$

$$p_{a,d} = \gamma_s \cdot p_{a,k} = 49.7\text{ kN/m}^2$$

2. Натоварване върху прилежащия терен. Влияние в дълбочина $H_{изкоп}$

$$p_{a,k}^q = K_{a,k} \cdot (\alpha_q \cdot q_k + \alpha_Q \cdot Q_k / 2 / [(0.4 + 2 \cdot H_{изкоп}) \cdot (0.4 + H_{изкоп})]) = 4.0\text{ kN/m}^2$$

$$p_{a,d}^q = \gamma_Q \cdot p_{a,k}^q = 6.0\text{ kN/m}^2$$

3. Натоварване на дълбочина Н. Кохезията се пренебрегва в полза на сигурността.

$$H_{г.р\ddot{y}б\text{ стена}} = 3.80\text{m}$$

$$H_2 = 4.85\text{m}$$

$$p_{a,d}^{H_{г.р\ddot{y}б}} = p_{a,d}^{H_{г.р\ddot{y}б}} + p_{a,d}^q = 43.85 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{a,d}^{H_2} = p_{a,d}^{H_2} + p_{a,d}^q = 53.38 \text{ kN/m}^2$$

4. Оразмеряване стената на шахтата

Приетата статическа схема е едностранно запъната греда с линеен товар.

- Изчисляване на надлъжната армировка

$$x_{max} = 0.65\text{m}$$

$$B_1 = 18.27 \text{ kN/m}$$

$$M_{B2} = 6.74 \text{ kN.m/m}$$

$$B_2 = 32.78 \text{ kN/m}$$

$$M_{поле} = 3.70 \text{ kN.m/m}$$

$$B_{Ed} = B_{max} = 32.78 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = M_{max} = 6.74 \text{ kN.m/m}$$

Изчисляване на армировката:

$$m_{Ed} = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}) = 0.016$$

$$d = d_{стена} - a = d_{стена} - (c_{ном} + \phi/2) = 19.4\text{cm}$$

$$\eta = 1$$

$$\lambda = 0.8$$

$$x = d / \lambda \cdot [1 - (1 - 2 \cdot m_{Ed})^{1/2}] = 0.4\text{cm}$$

$$z = d - 0.5 \cdot \lambda \cdot x = 19.2\text{cm}$$

$$\zeta = z/d = 0.9920$$

$$\xi = x/d = 0.0199$$

$$A_{s1} = M_{Ed} / (\zeta \cdot d \cdot f_{yd}) = 0.625 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

за 1бр. N 12

$$A_s = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$n = A_{s1} / A_s = 0.553 \text{ броя}/\text{m}'$$

Прието 5N12/m' през 20cm с площ:

$$A_{s1} = 5.66 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,min} = \max\{0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}; 0.0013\} \cdot b \cdot d = 2.52 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,max} = 0.04 \cdot b \cdot d_{стена} = 100.00 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,min} = 2.522 \text{ cm}^2/\text{m}' < A_{s1} = 5.655 \text{ cm}^2/\text{m}' < A_{s1,max} = 100 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

- Проверка на носимоспособността на напречни сили

$$d = (d_x + d_y) / 2 = [(d_{стена} - (c_{ном} + \phi/2)) + (d_{стена} - (c_{ном} + 3 \cdot \phi/2))] / 2 = [2 \cdot d_{стена} - (2 \cdot c_{ном} + 2 \cdot \phi)] / 2 = 18.8\text{cm}$$

$V_{ed} \leq V_{rd,c}$, където V_{ed} е срязващата сила на разстояние d от опората

$$V_{ed} = 21.04 \text{ kN}$$

$$V_{rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d, \text{ където:}$$

$$b_w = 100\text{cm}$$

- прието е плочогредово сечение с ширина 100cm

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 2.00$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.044 \text{ kN/cm}^2$$

$$k_1 = 0.15$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.12$$

$$\rho_l = A_{s1} / (b_w \cdot d) = 0.003 \leq 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 0.005 \text{ kN/cm}^2$$

$$\leq 0.2 \cdot f_{cd} =$$

$$0.227 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{rd,c} =$$

$$83.55 \text{ kN}$$

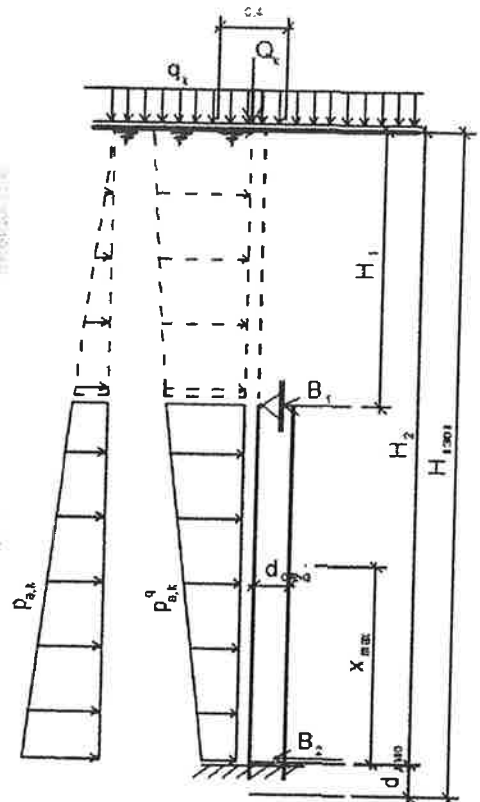
<

$$84.72 \text{ kN}$$

====>

$$V_{rd,c} = 84.72 \text{ kN}$$

Носещата способност за напречни сили на елемента е осигурена, тъй като:



5. Оразмеряване дънната плоча на шахтата

$$P_d = (g_{г.контр} \cdot \gamma_g + g_{стена} \cdot \gamma_g + \alpha_Q \cdot Q_k / 2 \cdot \gamma_Q) / (\pi \cdot (D_{шахта} / 2 + D_{стена})^2) + d_{дъно} \cdot \gamma_b \cdot \gamma_g = 141.2 \text{ kN/m}^2$$

Светлите размери на плочата са: $l_x = l_y = 1.20 \text{ m}$

$$l = l_y / l_x = 1$$

(за запънато поле)

$$\beta_{sx} = \beta_{sy} = 0.032$$

$$\beta_{vx} = \beta_{vy} = 0.33$$

$$\max M_{Ed,x} = \beta_{sx} \cdot P_d \cdot l_x^2$$

$$V_{Ed,x} = \beta_{vx} \cdot P_d \cdot L_x$$

$$\max M_{Ed,y} = \beta_{sy} \cdot P_d \cdot l_y^2$$

$$V_{Ed,y} = \beta_{vy} \cdot P_d \cdot L_y$$

$$\max M_{Ed} = \max M_{Ed,x} = \max M_{Ed,y} = 6.51 \text{ kN.m}$$

$$\max V_{Ed} = \max V_{Ed,x} = \max V_{Ed,y} = 55.92 \text{ kN}$$

Изчисляване на армировката:

$$m_{Ed} = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}) = 0.017$$

$$d = d_{дъно} - a = d_{дъно} - (c_{ном} + 3 \cdot \phi / 2) = 18.2 \text{ cm}$$

$$\eta = 1$$

$$\lambda = 0.8$$

$$x = d / \lambda \cdot [1 - (1 - 2 \cdot m_{Ed})^{1/2}] = 0.4 \text{ cm}$$

$$z = d - 0.5 \cdot \lambda \cdot x = 18.0 \text{ cm}$$

$$\zeta = z / d = 0.9913$$

$$\xi = x / d = 0.0219$$

$$A_{s1} = M_{Ed} / (\zeta \cdot d \cdot f_{yd}) = 0.830 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

за 16p. N 12

$$A_s = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$n = A_{s1} / A_s = 0.733 \text{ броя}/\text{m}'$$

Прието 5N12/m' през 20cm с площ:

$$A_{s1} = 5.66 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,min} = \max\{0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}, 0.0013\} \cdot b \cdot d = 2.37 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,max} = 0.04 \cdot b \cdot d_{дъно} = 100.00 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,min} = 2.366 \text{ cm}^2/\text{m}' < A_{s1} = 5.655 \text{ cm}^2/\text{m}' < A_{s1,max} = 100 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

- Проверка на носимоспособността на напречни сили

$$d = (d_x + d_y) / 2 = [(d_{дъно} - (c_{ном} + \phi / 2)) + (d_{дъно} - (c_{ном} + 3 \cdot \phi / 2))] / 2 = [2 \cdot d_{дъно} - (2 \cdot c_{ном} + 2 \cdot \phi)] / 2 = 18.8 \text{ cm}$$

$V_{ed} \leq V_{rd,c}$, където V_{ed} е срязващата сила на разстояние d от опората

$$V_{ed} = 38.40 \text{ kN}$$

$$V_{rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \geq (V_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d, \text{ където:}$$

$b_w = 100 \text{ cm}$ - прието е плочогредово сечение с ширина 100cm

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 2.00$$

$$V_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.044 \text{ kN/cm}^2$$

$$k_1 = 0.15$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.12$$

$$\rho_l = A_{s1} / (b_w \cdot d) = 0.003 \leq 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 0.013 \text{ kN/cm}^2 \leq 0.2 \cdot f_{cd} = 0.227 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{rd,c} = 85.76 \text{ kN}$$

$$V_{rd,c} = 86.93 \text{ kN}$$

Носещата способност за напречни сили на елемента е осигурена, тъй като:

КАКЪМ НА ИНЖЕНЕРИТЕ В КИТЕСНИТЕ ПРОЕКТИ	
Фирма:	Регистрационен № 23008
Искане:	ИНЖ. Л. ПЕНЕВА
Част на проекта:	ВЕНЦИСЛАВОВА ПЪЛЪЗА
Съставил:	Подпис
Проверил:	/инж. Л. Пенева/

2016

[Signature]

СТАТИЧЕСКИ ИЗЧИСЛЕНИЯ

за кръгла стб. ревизионна шахта с горна констр. от готови елементи

- Геометрични характеристики

$$H_{г.р\ddot{y}б\text{ стена}} = 3.23\text{m}$$

$$d_{стена} = 0.35\text{m}$$

$$D_{шахта} = 1.50\text{m}$$

$$H_{изкоп} = 4.23\text{m}$$

$$d_{д\ddot{y}но} = 0.35\text{m}$$

$$G_{г.констр} = 87.68\text{ kN}$$

- Характеристики на използваните материали

бетон C20/25

стомана B500B

$$\gamma_b = 25.0\text{ kN/m}^3$$

$$f_{yk} = 50.0\text{ kN/cm}^2$$

$$f_{ck} = 2.0\text{ kN/cm}^2$$

$$\gamma_s = 1.15$$

$$\gamma_c = 1.5$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 43.5\text{ kN/cm}^2$$

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

$$f_{ywd} = 0.8 \cdot f_{ywk} = 0.8 \cdot f_{yd} = 34.8\text{ kN/cm}^2$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1.1\text{ kN/cm}^2$$

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 0.22\text{ kN/cm}^2$$

Клас по въздействие на околната среда XC2-за конструкцията.

По геоложки данни не се очаква корозия предизвикана от хлориди (морски или други) и циклично замразяване/размразяване, не се очаква агресивна среда и изтриване на бетона.

$$c_{min} = \max\{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\text{mm}\}$$

$$c_{min,b} = d_{пр\ddot{y}т} + 5\text{mm} \approx 20\text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 25\text{mm} - \text{за S4 и XC2}$$

$$\Delta c_{dur,\gamma} = \Delta c_{dur,st} = \Delta c_{dur,add} = 0$$

$$c_{min} \geq K_1 \text{ или } K_2, \text{ при изливане върху неравни повърхности}$$

$$c_{min} \geq 40\text{mm}$$

$$K_1 = 40\text{mm}, \text{ при подложен бетон и } K_2 = 75\text{mm} \text{ без подл. бетон}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 5.0\text{cm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10\text{mm}$$

- Промениви въздействия

$$Q_k = 300\text{ kN}$$

-от LM1 в лента 1, приет като TS

$$\alpha_Q = 0.8$$

$$q_k = 9.0\text{ kN/m}^2$$

-от LM1 в лента 1, приет като UDL

$$\alpha_q = 1$$

$$\gamma_Q = 1.5$$

- Почвени характеристики

За меродавно натоварване е приет най-неблагоприятният почвен слой.

$$\gamma_k = 20.0\text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_G = 1.35$$

$$\varphi_k = 35.0^\circ$$

$$C_k = 0.0\text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_{\varphi'} = 1.25$$

$$\gamma_{c'} = 1.25$$

$$\varphi_k' = 28.0^\circ$$

$$C_k' = 0.0\text{ kN/m}^2$$

- Коэффициент на активен земен натиск

$$K_{a,k} = \text{tg}^2 \cdot (45^\circ - \varphi_k' / 2) = 0.361$$

1. Натоварване от земен натиск

$$p_{a,k} = \gamma_k \cdot H_{изкоп} \cdot K_{a,k} = 30.5\text{ kN/m}^2$$

$$p_{a,d} = \gamma_G \cdot p_{a,k} = 41.2\text{ kN/m}^2$$

2. Натоварване върху прилежащия терен. Влияние в дълбочина $H_{изкоп}$

$$p_{a,q,k} = K_{a,k} \cdot (\alpha_q \cdot q_k + \alpha_Q \cdot Q_k / 2 / [(0.4 + 2 \cdot H_{изкоп}) \cdot (0.4 + H_{изкоп})]) = 4.3\text{ kN/m}^2$$

$$p_{a,q,d} = \gamma_Q \cdot p_{a,q,k} = 6.5\text{ kN/m}^2$$

3. Натоварване на дълбочина Н. Кохезията се пренебрегва в полза на сигурността.

$$H_{г.р.б.стена} = 3.23m$$

$$H_2 = 3.88m$$

$$p_{a,d}^{H_{г.р.б.}} = p_{a,d}^{H_{г.р.б.}} + p_{a,d}^q = 38.97 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{a,d}^{H_2} = p_{a,d}^{H_2} + p_{a,d}^q = 44.56 \text{ kN/m}^2$$

4. Оразмеряване стената на шахтата

Приетата статическа схема е едностранно запълната греда с линеен товар.

- Изчисляване на надлъжната армировка

$$x_{max} = 0.40m$$

$$B_1 = 9.86 \text{ kN/m}$$

$$M_{B2} = 2.22 \text{ kN.m/m}$$

$$B_2 = 17.28 \text{ kN/m}$$

$$M_{поле} = 1.23 \text{ kN.m/m}$$

$$B_{Ed} = B_{max} = 17.28 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = M_{max} = 2.22 \text{ kN.m/m}$$

Изчисляване на армировката:

$$m_{Ed} = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}) = 0.002$$

$$d = d_{стена} - a = d_{стена} - (c_{ном} + \phi/2) = 29.4 \text{ cm}$$

$$\eta = 1$$

$$\lambda = 0.8$$

$$x = d / \lambda \cdot [1 - (1 - 2 \cdot m_{Ed})^{1/2}] = 0.1 \text{ cm}$$

$$z = d - 0.5 \cdot \lambda \cdot x = 29.4 \text{ cm}$$

$$\zeta = z/d = 0.9989$$

$$\xi = x/d = 0.0028$$

$$A_{s1} = M_{Ed} / (\zeta \cdot d \cdot f_{yd}) = 0.146 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

за 16р. N 12

$$A_s = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$n = A_{s1} / A_s = 0.129 \text{ броя}/\text{m}'$$

Прието 5N12/m' през 20cm с площ:

$$A_{s1} = 5.66 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,min} = \max\{0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}, 0.0013\} \cdot b \cdot d = 3.82 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,max} = 0.04 \cdot b \cdot d_{стена} = 140.00 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,min} = 3.822 \text{ cm}^2/\text{m}' < A_{s1} = 5.655 \text{ cm}^2/\text{m}' < A_{s1,max} = 140 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

- Проверка на носимоспособността на напречни сили

$$d = (d_x + d_y) / 2 = [(d_{стена} - (c_{ном} + \phi/2)) + (d_{стена} - (c_{ном} + 3 \cdot \phi/2))] / 2 = [2 \cdot d_{стена} - (2 \cdot c_{ном} + 2 \cdot \phi)] / 2 = 28.8 \text{ cm}$$

$V_{ed} \leq V_{rd,c}$, където V_{ed} е срязващата сила на разстояние d от опората

$$V_{ed} = 1.97 \text{ kN}$$

$$V_{rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \geq (\nu_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d, \text{ където:}$$

$$b_w = 100 \text{ cm}$$

- прието е плочогредово сечение с ширина 100cm

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1.83$$

$$\nu_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.039 \text{ kN/cm}^2$$

$$k_1 = 0.15$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.12$$

$$\rho_l = A_{s1} / (b_w \cdot d) = 0.002 \leq 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 0.004 \text{ kN/cm}^2 \leq 0.2 \cdot f_{cd} = 0.227 \text{ kN/cm}^2$$

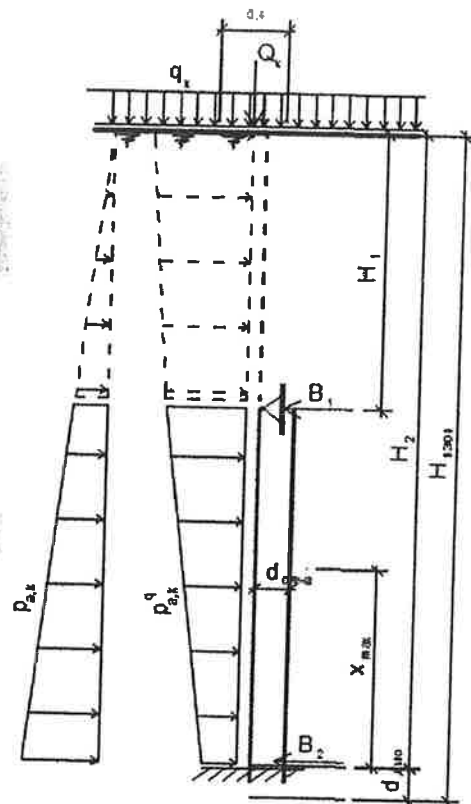
$$V_{rd,c} = 101.82 \text{ kN}$$

$$< 113.76 \text{ kN}$$

====>

$$V_{rd,c} = 113.76 \text{ kN}$$

Носещата способност за напречни сили на елемента е осигурена, тъй като:



5. Оразмеряване дънната плоча на шахтата

$$P_d = (g_{\text{констр}} \cdot \gamma_G + g_{\text{стена}} \cdot \gamma_G + \alpha_Q \cdot Q_k / 2 \cdot \gamma_Q) / (\pi \cdot (D_{\text{шахта}} / 2 + D_{\text{стена}})^2) + d_{\text{дъно}} \cdot \gamma_b \cdot \gamma_G = 102.0 \text{ kN/m}^2$$

Светлите размери на плочата са: $l_x = l_y = 1.50 \text{ m}$

$$l = l_y / l_x = 1$$

(за запълнато поле)

$$\beta_{sx} = \beta_{sy} = 0.032$$

$$\beta_{vx} = \beta_{vy} = 0.33$$

$$\max M_{Ed,x} = \beta_{sx} \cdot P_d \cdot l_x^2$$

$$V_{Ed,x} = \beta_{vx} \cdot P_d \cdot l_x$$

$$\max M_{Ed,y} = \beta_{sy} \cdot P_d \cdot l_y^2$$

$$V_{Ed,y} = \beta_{vy} \cdot P_d \cdot l_y$$

$$\max M_{Ed} = \max M_{Ed,x} = \max M_{Ed,y} = 7.35 \text{ kN.m}$$

$$\max V_{Ed} = \max V_{Ed,x} = \max V_{Ed,y} = 50.51 \text{ kN}$$

Изчисляване на армировката:

$$m_{Ed} = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}) = 0.008$$

$$d = d_{\text{дъно}} - a = d_{\text{дъно}} - (c_{\text{ном}} + 3 \cdot \phi / 2) = 28.2 \text{ cm}$$

$$\eta = 1$$

$$\lambda = 0.8$$

$$x = d / \lambda \cdot [1 - (1 - 2 \cdot m_{Ed})^{1/2}] = 0.3 \text{ cm}$$

$$z = d - 0.5 \cdot \lambda \cdot x = 28.1 \text{ cm}$$

$$\zeta = z / d = 0.9959$$

$$\xi = x / d = 0.0102$$

$$A_{s1} = M_{Ed} / (\zeta \cdot d \cdot f_{yd}) = 0.602 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

за 16p. N 12

$$A_s = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$n = A_{s1} / A_s = 0.532 \text{ броя}/\text{m}'$$

Прието 5N12/m' през 20cm с площ:

$$A_{s1} = 5.66 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,\min} = \max\{0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}, 0.0013\} \cdot b \cdot d = 3.67 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,\max} = 0.04 \cdot b \cdot d_{\text{дъно}} = 140.00 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,\min} = 3.666 \text{ cm}^2/\text{m}' < A_{s1} = 5.655 \text{ cm}^2/\text{m}' < A_{s1,\max} = 140 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

- Проверка на носимоспособността на напречни сили

$$d = (d_x + d_y) / 2 = [(d_{\text{дъно}} - (c_{\text{ном}} + \phi / 2)) + (d_{\text{дъно}} - (c_{\text{ном}} + 3 \cdot \phi / 2))] / 2 = [2 \cdot d_{\text{дъно}} - (2 \cdot c_{\text{ном}} + 2 \cdot \phi)] / 2 = 28.8 \text{ cm}$$

$V_{Ed} \leq V_{rd,c}$, където V_{Ed} е срязващата сила на разстояние d от опората

$$V_{Ed} = 31.11 \text{ kN}$$

$$V_{rd,c} = [C_{rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \geq (V_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d, \text{ където:}$$

$$b_w = 100 \text{ cm}$$

- прието е плочогредово сечение с ширина 100cm

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1.83$$

$$V_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.039 \text{ kN/cm}^2$$

$$k_1 = 0.15$$

$$C_{rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.12$$

$$\rho_l = A_{s1} / (b_w \cdot d) = 0.002 \leq 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c = 0.005 \text{ kN/cm}^2$$

$$\leq 0.2 \cdot f_{cd} =$$

$$0.227 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{rd,c} = 102.10 \text{ kN}$$

$$V_{rd,c} = 114.04 \text{ kN}$$

Носещата способност за напречни сили на елемента е осигурена, тъй като:

КАУПАР НА ИНЖЕНЕРИТЕ С ИДЕНТИФИКАЦИОННО ПРОЕКТАННО	
ПЪЛНА ПРОЕКТАНСКА ПРАВОМОЩНОСТ	
Регистрационен № 220006	
Содина:	ВЕНЦИСЛАВ ГЕОРГИЕВ
Част на проект:	Съставил:
за удостоверение:	Подпис:
за ПОП	инж. Л. Пенева

СТАТИЧЕСКИ ИЗЧИСЛЕНИЯ

за дълга (едн. поле) стб. ревизионна шахта(камера) с панели - засипана

- Геометрични характеристики

$H_{\text{плоча}} = 1.91\text{m}$	$d_{\text{плоча}} = 0.35\text{m}$	$L_{\text{х, шахта}} = 1.70\text{m}$	- шир.
$H_{\text{изкоп}} = 4.66\text{m}$	$d_{\text{дъно}} = 0.35\text{m}$	$L_{\text{у, шахта}} = 3.70\text{m}$	- дълж.
	$d_{\text{стена}} = 0.35\text{m}$		

- Характеристики на използваните материали

бетон C20/25

стомана B500B

$$\gamma_b = 25.0 \text{ kN/m}^3$$

$$f_{yk} = 50.0 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{ck} = 2.0 \text{ kN/cm}^2$$

$$\gamma_s = 1.15$$

$$\gamma_c = 1.5$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 43.5 \text{ kN/cm}^2$$

$$\alpha_{cc} = 1$$

$$f_{ywd} = 0.8 \cdot f_{yk} = 0.8 \cdot 50 = 34.8 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1.3 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 0.22 \text{ kN/cm}^2$$

Клас по въздействие на околната среда XC2-за конструкцията.

По геоложки данни не се очаква корозия предизвикана от хлориди (морски или други) и циклично замразяване/размразяване, не се очаква агресивна среда и изтриване на бетона.

$$c_{min} = \max\{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\text{mm}\}$$

$$c_{min,b} = d_{прът} + 5\text{mm} \approx 20\text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 25\text{mm} - \text{за S4 и XC2}$$

$$\Delta c_{dur,\gamma} = \Delta c_{dur,st} = \Delta c_{dur,add} = 0$$

$$c_{min} \geq K_1 \text{ или } K_2, \text{ при изливане върху неравни повърхности}$$

$$c_{min} \geq 40\text{mm}$$

$$K_1 = 40\text{mm}, \text{ при подложен бетон и } K_2 = 75\text{mm} \text{ без подл. бетон}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 5.0\text{cm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10\text{mm}$$

- Променили въздействия

$$Q_k = 300 \text{ kN}$$

-от LM1 в лента 1, приет като TS

$$\alpha_Q = 0.8$$

$$q_k = 9.0 \text{ kN/m}^2$$

-от LM1 в лента 1, приет като UDL

$$\alpha_q = 1$$

$$\gamma_Q = 1.5$$

- Почвени характеристики

За меродавно натоварване е приет най-неблагоприятният почвен слой.

$$\gamma_k = 20.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_G = 1.35$$

$$\varphi_k = 35.0^\circ$$

$$c_k = 0.0 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_{\varphi'} = 1.25$$

$$\gamma_{c'} = 1.25$$

$$\varphi_k' = 28.0^\circ$$

$$c_k' = 0.0 \text{ kN/m}^2$$

- Коэффициент на активен земен натиск

$$K_{a,k} = \tan^2(45^\circ - \varphi_k'/2) = 0.361$$

1. Натоварване от земен натиск

$$p_{a,k} = \gamma_k \cdot H_{изкоп} \cdot K_{a,k} = 33.6 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{a,d} = \gamma_G \cdot p_{a,k} = 45.4 \text{ kN/m}^2$$

2. Натоварване върху прилежащия терен. Влияние в дълбочина $H_{изкоп}$

$$p_{a,q,k} = K_{a,k} \cdot (\alpha_q \cdot q_k + \alpha_Q \cdot Q_k / [(0.4 + 2 \cdot H_{изкоп}) \cdot (0.4 + H_{изкоп})]) = 4.1 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{a,q,d} = \gamma_Q \cdot p_{a,q,k} = 6.2 \text{ kN/m}^2$$

3. Натоварване на дълбочина H. Кохезията се пренебрегва в полза на сигурността.

$$H_1 = 2.26\text{m}$$

$$p_{a,d}^{H_1} = p_{a,d}^{H_1} + p_{a,q,d}^{H_1} = 29.59 \text{ kN/m}^2$$

$$H_2 = 4.31\text{m}$$

$$p_{a,d}^{H_2} = p_{a,d}^{H_2} + p_{a,q,d}^{H_2} = 48.42 \text{ kN/m}^2$$

4. Оразмеряване стената на шахтата

Приетата статическа схема е едностранно запъната греда с линеен товар.

- Изчисляване на надлъжната армировка

$$V_{Ed} = B_1 = 79.96 \text{ kN/m} \quad M_{Ed} = M_1 = 75.36 \text{ kN.m/m}$$

Изчисляване на армировката:

$$m_{Ed} = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}) = 0.065$$

$$d = d_{\text{стенa}} - a = d_{\text{стенa}} - (c_{\text{ном}} + \phi/2) = 29.4 \text{ cm}$$

$$\eta = 1$$

$$\lambda = 0.8$$

$$x = d / \lambda \cdot [1 - (1 - 2 \cdot m_{Ed})^{1/2}] = 2.5 \text{ cm}$$

$$z = d - 0.5 \cdot \lambda \cdot x = 28.4 \text{ cm}$$

$$\zeta = z/d = 0.9662$$

$$\xi = x/d = 0.0846$$

$$A_{s1} = M_{Ed} / (\zeta \cdot d \cdot f_{yd}) = 5.126 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

за 16р. N 12

$$A_s = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$n = A_{s1} / A_s = 4.532 \text{ броя}/\text{m}'$$

Прието 5N12/m' през 20cm с площ:

$$A_{s1} \approx 5.66 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1, \min} = \max\{0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}; 0.0013\} \cdot b \cdot d = 3.82 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1, \max} = 0.04 \cdot b \cdot d_{\text{стенa}} = 140.00 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1, \min} = 3.822 \text{ cm}^2/\text{m}' < A_{s1} = 5.655 \text{ cm}^2/\text{m}' < A_{s1, \max} = 140 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

- Проверка на носимоспособността на напречни сили

$$d = (d_x + d_y) / 2 = [(d_{\text{стенa}} - (c_{\text{ном}} + \phi/2)) + (d_{\text{стенa}} - (c_{\text{ном}} + 3 \cdot \phi/2))] / 2 = [2 \cdot d_{\text{стенa}} - (2 \cdot c_{\text{ном}} + 2 \cdot \phi)] / 2 = 28.8 \text{ cm}$$

$V_{Ed} \leq V_{rd, c}$, където V_{Ed} е срязващата сила на разстояние d от опората

$$V_{Ed} = 57.49 \text{ kN}$$

$$V_{rd, c} = [C_{rd, c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \geq (V_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d, \text{ където:}$$

$$b_w = 100 \text{ cm}$$

- прието е плочогредово сечение с ширина 100cm

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1.83$$

$$V_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.039 \text{ kN/cm}^2$$

$$k_1 = 0.15$$

$$C_{rd, c} = 0.18 / \gamma_c = 0.12$$

$$\rho_l = A_{s1} / (b_w \cdot d) = 0.002 \leq 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c = 0.017 \text{ kN/cm}^2 \leq 0.2 \cdot f_{cd} = 0.267 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{rd, c} = 107.27 \text{ kN}$$

$$< 119.21 \text{ kN}$$

==>

$$V_{rd, c} = 119.21 \text{ kN}$$

Носещата способност за напречни сили на елемента е осигурена, тъй като:

5. Оразмеряване горната плоча на шахтата

$$P_d = \gamma_k \cdot H_{\text{плочa}} \cdot \gamma_G + p_{a, k}^{H_{\text{плочa}}} / K_{a, k} \cdot \gamma_a + d_{\text{плочa}} \cdot \gamma_b \cdot \gamma_G = 87.0 \text{ kN/m}^2$$

$$\max M_{Ed} = 0.125 \cdot P_d \cdot L_x^2 = 31.43 \text{ kN.m}$$

$$V_{Ed, x} = 0.5 \cdot P_d \cdot L_x = 73.94 \text{ kN}$$

Изчисляване на армировката:

$$m_{Ed} = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}) = 0.030$$

$$d = d_{\text{плочa}} - a = d_{\text{плочa}} - (c_{\text{ном}} + 3 \cdot \phi/2) = 28.2 \text{ cm}$$

$$\eta = 1$$

$$\lambda = 0.8$$

$$x = d / \lambda \cdot [1 - (1 - 2 \cdot m_{Ed})^{1/2}] = 1.1 \text{ cm}$$

$$z = d - 0.5 \cdot \lambda \cdot x = 27.8 \text{ cm}$$

$$\zeta = z/d = 0.9850$$

$$\xi = x/d = 0.0376$$

$$A_{s1} = M_{Ed} / (\zeta \cdot d \cdot f_{yd}) = 2.602 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

за 16р. N 12

$$A_s = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$n = A_{s1} / A_s = 2.301 \text{ броя}/\text{m}'$$

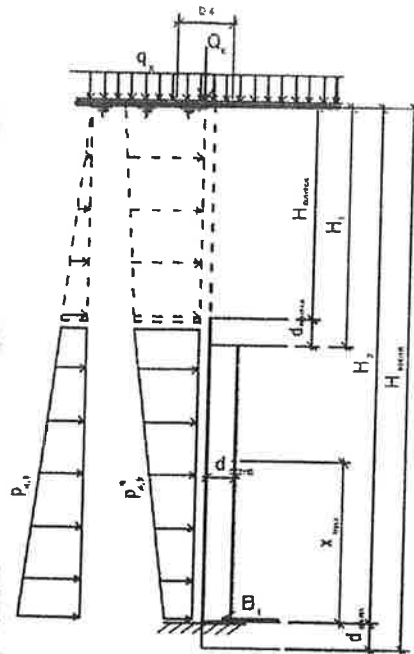
Прието 5N12/m' през 20cm с площ:

$$A_{s1} \approx 5.66 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1, \min} = \max\{0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}; 0.0013\} \cdot b \cdot d = 3.67 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1, \max} = 0.04 \cdot b \cdot d_{\text{плочa}} = 140.00 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1, \min} = 3.666 \text{ cm}^2/\text{m}' < A_{s1} = 5.655 \text{ cm}^2/\text{m}' < A_{s1, \max} = 140 \text{ cm}^2/\text{m}'$$



- Проверка на носимоспособността на напречни сили

$$d = (d_k + d_y) / 2 = [(d_{\text{плоча}} - (c_{\text{пот}} + \phi / 2)) + (d_{\text{плоча}} - (c_{\text{пот}} + 3 \cdot \phi / 2))] / 2 = [2 \cdot d_{\text{плоча}} - (2 \cdot c_{\text{пот}} + 2 \cdot \phi)] / 2 = 28.8 \text{ cm}$$

$V_{\text{ед}} \leq V_{\text{rd,c}}$, където $V_{\text{ед}}$ е срязващата сила на разстояние d от опората

$$V_{\text{ед}} = 48.89 \text{ kN}$$

$$V_{\text{rd,c}} = [C_{\text{rd,c}} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{\text{ctk}})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{\text{cp}}] \cdot b_w \cdot d \geq (\nu_{\text{min}} + k_1 \cdot \sigma_{\text{cp}}) \cdot b_w \cdot d, \text{ където:}$$

$$b_w = 100 \text{ cm}$$

- приета е покривна панела с ширина 100cm

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1.83$$

$$\nu_{\text{min}} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{\text{ctk}}^{1/2} = 0.039 \text{ kN/cm}^2$$

$$k_1 = 0.15$$

$$C_{\text{rd,c}} = 0.18 / \gamma_c = 0.12$$

$$\rho_l = A_{\text{sl}} / (b_w \cdot d) = 0.002 \leq 0.02$$

$$\sigma_{\text{cp}} = N_{\text{ед}} / A_c = 0.000 \text{ kN/cm}^2 \leq 0.2 \cdot f_{\text{cd}} = 0.267 \text{ kN/cm}^2$$

$$V_{\text{rd,c}} = 99.96 \text{ kN}$$

$$< 111.90 \text{ kN}$$

$$==>$$

$$V_{\text{rd,c}} = 111.90 \text{ kN}$$

Носещата способност за напречни сили на елемента е осигурена, тъй като:

$$V_{\text{ед}} = 48.89 \text{ kN}$$

$$\leq 111.90 \text{ kN}$$

$$= V_{\text{rd,c}}$$

- Проверка на носимоспособността при продънване

$$d = (d_k + d_y) / 2 = [(d_{\text{плоча}} - (c_{\text{пот}} + \phi / 2)) + (d_{\text{плоча}} - (c_{\text{пот}} + 3 \cdot \phi / 2))] / 2 = [2 \cdot d_{\text{плоча}} - (2 \cdot c_{\text{пот}} + 2 \cdot \phi)] / 2 = 28.8 \text{ cm}$$

$$\nu_{\text{ед}} \leq \nu_{\text{rd,c}}$$

на дълбочина $H_{\text{пл}}$ печата от стъпката на Q_k от LM1, приет като TS е:

$$c_1 = 0.4 + 2 \cdot H_{\text{плоча}} \cdot \tan \varphi = 1.00 \text{ m}$$

, но c_1 е размерът успоредно на ширината на панела

$$c_2 = 0.4 + 2 \cdot H_{\text{плоча}} \cdot \tan \varphi = 3.07 \text{ m}$$

срязващите напрежения по контролния периметър са:

$$\nu_{\text{ед}} = \beta \cdot V_{\text{ед}} / (u_1 \cdot d)$$

,където $V_{\text{ед}}$ е изчислителната стойност на продънващата сила

$$V_{\text{ед}} = 278.57 \text{ kN}$$

$$\beta = 1.15$$

- като при вътрешна колона

$$u_1 = 2 \cdot (c_1 + c_2) + 4 \cdot \pi \cdot d = 1177 \text{ cm}$$

$$\nu_{\text{ед}} = \beta \cdot V_{\text{ед}} / (u_1 \cdot d) = 0.009 \text{ kN/cm}^2$$

$$\nu_{\text{rd,c}} = C_{\text{rd,c}} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{\text{ctk}})^{1/3} \geq \nu_{\text{min}} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{\text{ctk}}^{1/2}, \text{ където:}$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1.83$$

$$\nu_{\text{min}} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{\text{ctk}}^{1/2} = 0.039 \text{ kN/cm}^2$$

$$C_{\text{rd,c}} = 0.18 / \gamma_c = 0.12$$

$$\rho_l = (\rho_{\text{л}} \cdot \rho_{\text{л}})^{1/2} = 0.002 \leq 0.02$$

$$\nu_{\text{rd,c}} = 0.035 \text{ kN/cm}^2$$

$$< 0.039 \text{ kN/cm}^2$$

$$= \nu_{\text{min}}$$

$$==>$$

$$\nu_{\text{rd,c}} = 0.039 \text{ kN/cm}^2$$

При съответната дълбочина продънващата сила се поема само от бетона, тъй като:

$$\nu_{\text{ед}} = 0.009 \text{ kN/cm}^2$$

$$\leq 0.039 \text{ kN/cm}^2$$

$$= \nu_{\text{rd,c}}$$

6. Оразмеряване дънната плоча на шахтата

$$P_d = \gamma_{\text{стен}} \cdot \gamma_g / (L_x \cdot L_y) + \gamma_k \cdot H_{\text{плоча}} \cdot \gamma_g + p_{\text{а,к}} / K_{\text{а,к}} \cdot \gamma_{\text{д}} \cdot d_{\text{плоча}} \cdot \gamma_b \cdot \gamma_g + d_{\text{дъно}} \cdot \gamma_b \cdot \gamma_g = 145.8 \text{ kN/m}^2$$

$$\max M_{\text{ед}} = 0.125 \cdot P_d \cdot L_x^2 = 52.66 \text{ kN.m}$$

$$V_{\text{ед,к}} = 0.5 \cdot P_d \cdot L_x = 123.91 \text{ kN}$$

Изчисляване на армировката:

$$m_{\text{ед}} = M_{\text{ед}} / (b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{\text{cd}}) = 0.050$$

$$d_{\text{дъно}} - a = d_{\text{дъно}} - (c_{\text{пот}} + 3 \cdot \phi / 2) = 28.2 \text{ cm}$$

$$\eta = 1$$

$$\lambda = 0.8$$

$$x = d / \lambda \cdot [1 - (1 - 2 \cdot m_{\text{ед}})^{1/2}] = 1.8 \text{ cm}$$

$$z = d - 0.5 \cdot \lambda \cdot x = 27.5 \text{ cm}$$

$$\xi = z / d = 0.9745$$

$$\xi = x / d = 0.0637$$

$$A_{\text{s1}} = M_{\text{ед}} / (\xi \cdot d \cdot f_{\text{yd}}) = 4.407 \text{ cm}^2/\text{m}$$

за 16p. N 12

$$A_s = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$n = A_{\text{s1}} / A_s = 3.897 \text{ броя}/\text{m}$$

Прието 5N12/m' през 20cm с площ:

$$A_{\text{s1}} = 5.66 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{\text{s1,min}} = \max\{0.26 \cdot f_{\text{ctm}} / f_{\text{yk}}; 0.0013\} \cdot b \cdot d = 3.67 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{\text{s1,max}} = 0.04 \cdot b \cdot d_{\text{дъно}} = 140.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{\text{s1,min}} = 3.666 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{\text{s1}} = 5.655 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{\text{s1,max}} = 140 \text{ cm}^2/\text{m}$$

- Проверка на носимоспособността на напречни сили

$$d = (d_k + d_y) / 2 = [(d_{\text{дъно}} - (c_{\text{пот}} + \phi / 2)) + (d_{\text{дъно}} - (c_{\text{пот}} + 3 \cdot \phi / 2))] / 2 = [2 \cdot d_{\text{дъно}} - (2 \cdot c_{\text{пот}} + 2 \cdot \phi)] / 2 = 28.8 \text{ cm}$$

$V_{\text{ед}} \leq V_{\text{rd,c}}$, където $V_{\text{ед}}$ е срязващата сила на разстояние d от опората

$$V_{\text{ед}} = 81.92 \text{ kN}$$

$$V_{\text{rd,c}} = [C_{\text{rd,c}} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{\text{ctk}})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{\text{cp}}] \cdot b_w \cdot d \geq (\nu_{\text{min}} + k_1 \cdot \sigma_{\text{cp}}) \cdot b_w \cdot d, \text{ където:}$$

$$b_w = 100 \text{ cm}$$

- приета е плочогредово сечение с ширина 100cm

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1.83$$

$$\nu_{\text{min}} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{\text{ctk}}^{1/2} = 0.039 \text{ kN/cm}^2$$

$$k_1 = 0.15$$

$$C_{\text{rd,c}} = 0.18 / \gamma_c = 0.12$$

$$\rho_l = A_{\text{sl}} / (b_w \cdot d) = 0.002$$

$$\leq 0.02$$

$$\sigma_{\text{cp}} = N_{\text{ед}} / A_c = 0.023 \text{ kN/cm}^2 \leq 0.2 \cdot f_{\text{cd}} = 0.267 \text{ kN/cm}^2$$

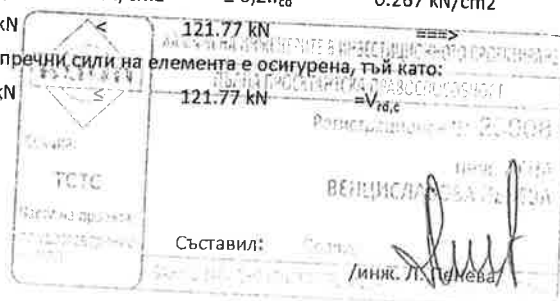
$$= V_{\text{rd,c}}$$

$$V_{\text{rd,c}} = 109.83 \text{ kN}$$

Носещата способност за напречни сили на елемента е осигурена, тъй като:

$$V_{\text{ед}} = 81.92 \text{ kN}$$

$$V_{\text{rd,c}} = 121.77 \text{ kN}$$



Съставил:

/ИНЖ. Л. ПЕНЕВА/

2016

2016

СТАТИЧЕСКИ ИЗЧИСЛЕНИЯ

за укрепване на съществуващи 130бр. тръби за кабели в изкоп
за вода при ул."6-ти Септември" и ул."Ген. Йосиф Гурко"

- Използвани коефициенти

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.05$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

$$\gamma_G = 1.35$$

$$\gamma_Q = 1.5$$

- Характеристики на използваните материали

- за S235JR

$$E_{S235JR} = 206000 \text{ MPa}$$

$$f_u = 36.00 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_y = 21.50 \text{ kN/cm}^2$$

- за болт клас 4.6

$$f_{ub} = 40.00 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{yb} = 24.00 \text{ kN/cm}^2$$

- Натоварване

$$M_{\text{тръби и кабели}} = 455.00 \text{ кг/м'}$$

$$G_{\text{кабел}} = 4.55 \text{ kN/м'}$$

$$M_{\text{стб.кожух}} = 1500.00 \text{ кг/м'}$$

$$G_{\text{стб.кожух}} = 15.00 \text{ kN/м'}$$

- Геометрия

$$H_{\text{д.ръб укр.}} = 2.10 \text{ м}$$

$$L_{\text{отвор}} = 2.60 \text{ м}$$

$$L_{\text{шир. укрепване}} = 2.00 \text{ м}$$

1. Оразмеряване на напречните греди

Приетата статическа схема е проста греда. L е L_{шир. укрепване}

Разстояние между гредите: $L_{нг} = 1.00 \text{ м}$

$$p_{a,n} = (G_{\text{кабел}} + G_{\text{стб.кожух}} + G_{\text{с.тегло}}) \cdot L_{нг} = 19.71 \text{ kN/м'}$$

$$p_a = (G_{\text{кабел}} \cdot \gamma_Q + \gamma_G \cdot (G_{\text{стб.кожух}} + G_{\text{с.тегло}})) \cdot L_{нг} = 27.29 \text{ kN/м'}$$

В полза на сигурността се приема, че p_a е равномерно разпределен по цялата дълж. L

Характеристики на избрания 2Т профил:

Обозначение IPE 160 по EN10025

$$H = 160 \text{ мм}$$

$$b = 82 \text{ мм}$$

$$m = 15.80 \text{ кг/м'}$$

$$G_{\text{с.тегло}} = 0.16 \text{ kN/м'}$$

$$I_y = 869.3 \text{ см}^4$$

$$W_y = 108.7 \text{ см}^3$$

$$S_y = 61.9 \text{ см}^3$$

$$i_y = 6.58 \text{ см}$$

$$t_f = 7.4 \text{ мм}$$

$$t_w = 5.0 \text{ мм}$$

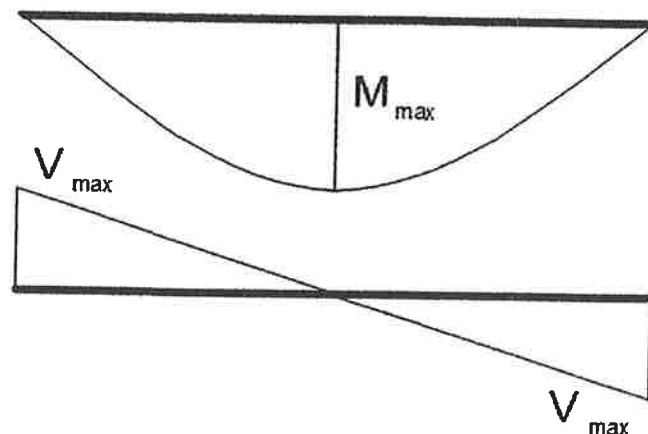
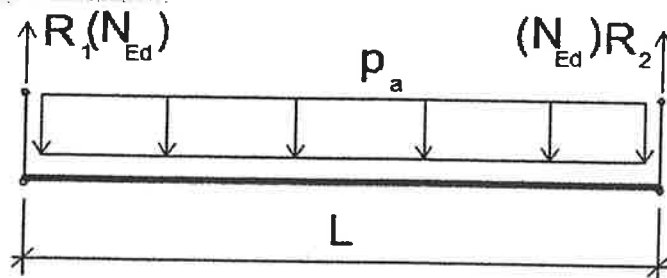
- Проверка на якост

$$M_{Ed}/M_{c,Rd} \leq 1.0$$

$$M_{max} = M_{Ed} = p_a \cdot L^2 / 8 = 13.64 \text{ kN.m}$$

$$M_{c,Rd} = W_y \cdot f_y / \gamma_{M0} = 22.26 \text{ kN.m}$$

$$M_{Ed}/M_{c,Rd} = 0.61$$



$$W_{необх.} \geq M_{Ed} \cdot \gamma_{M0} / f_y = 67 \text{ см}^3$$

$$\leq 1.0$$

- Проверка на срязване

$$V_{Ed}/V_{c,Rd} \leq 1.0$$

$$V_{max} = V_{Ed} = p_a \cdot L / 2 = 27.29 \text{ kN}$$

$$V_{Ed}/V_{c,Rd} = 0.33$$

$$V_{c,Rd} = f_y \cdot I_y \cdot t_w / (3^{3/4} \cdot \gamma_{M0} \cdot S_y) = 83.07 \text{ kN}$$

$$\leq 1.0$$

Забележка: Проверка за обща устойчивост не е необходима, тъй като може да се приеме, че стъпването на укрепваната констр. върху натиснатият пояс е непрекъснато.

- Проверка за провисване

$$w_{Ed,n}/w_u \leq 1,0$$

$$w_{Ed,n} = M_{Ed,n} \cdot L^2 / (10 \cdot E \cdot I_y) = 0.022 \text{ мм}$$

$$w_u = L/200 = 10 \text{ мм}$$

$$w_{Ed,n}/w_u = 0.0022 \leq 1.0$$

2. Оразмеряване на обтегачите - по два на опора

Силата на опън в обтегачите N_{Ed} е реакцията от напречните греди, което е и $\max V$.

Монтират се два обтегача при опора, за да не се допусне усукване на напречните и надлъжните греди.

$$N_{Ed}/(2 \cdot N_{t,Rd}) \leq 1,0$$

Характеристики на избраният прът от гладка стомана:

$$\varnothing = 14$$

$$A_s = 1.155 \text{ см}^2$$

- площта се намалня заради резбата

$$m = 1.208 \text{ кг/м'}$$

$$G_{с.тегло} = 0.012 \text{ кН/м'}$$

$$N_{Ed} = V_{Ed} = 27.29 \text{ кН}$$

$$N_{t,Rd} = k_2 \cdot f_y \cdot A_s / \gamma_{M2} = 17.87 \text{ кН}$$

$$k_2 = 0.9$$

$$N_{Ed}/(2 \cdot N_{t,Rd}) = 0.76 \leq 1.0$$

3. Проверка за отстояния на отворите и на продънване под гайката

- Проверка за отстояния на отворите

$$\min e_1 \geq 1,2 \cdot d_0$$

$$d_0 = \varnothing_{\text{обтегач}} + 2 \text{ мм (луфт)} = 16 \text{ мм}$$

$$e_1 = ((b - t_w)/2)/2 = 19 \text{ мм} \geq 19 \text{ мм} = 1,2 \cdot d_0$$

$$\max e_1 \leq (4 \cdot t_f + 40 \text{ мм})$$

$$e_1 = 19 \text{ мм} \leq 70 \text{ мм} = 4 \cdot t_f + 40 \text{ мм}$$

- Проверка на продънване под гайката

$$(N_{Ed}/2)/B_{p,Rd} \leq 1,0$$

$$N_{Ed} = 27.29 \text{ кН}$$

$$B_{p,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_u / \gamma_{M2} = 84.36 \text{ кН}$$

За гайка $\varnothing 14$ d_m е:

$$d_m = 21 \text{ мм}$$

$$(N_{Ed}/2)/B_{p,Rd} = 0.16 \leq 1.0$$

4. Оразмеряване на надлъжните греди

Приетата статическа схема е проста греда. L е $L_{\text{отвор}}$

$$N_{Ed,n} = V_{Ed,n} = p_{a,n} \cdot L_{\text{шир.укр.}}/2 = 19.71 \text{ кН}$$

$$N_{Ed} = V_{Ed} = 27.29 \text{ кН}$$

Характеристики на избрания 2Т профил:

Обозначение IPE 220 по EN10025

$$H = 220 \text{ мм}$$

$$b = 110 \text{ мм}$$

$$m = 26.20 \text{ кг/м'}$$

$$G_{с.тегло} = 0.26 \text{ кН/м'}$$

$$I_y = 2772 \text{ см}^4$$

$$W_y = 252.0 \text{ см}^3$$

$$W_z = 37.25 \text{ см}^3$$

$$S_y = 142.1 \text{ см}^3$$

$$i_y = 9.11 \text{ см}$$

$$t_f = 9.2 \text{ мм}$$

$$t_w = 5.9 \text{ мм}$$

- Проверка на якост

$$M_{Ed}/M_{c,Rd} \leq 1,0$$

$$M_{\max} = M_{Ed} = 22.08 \text{ кН.м}$$

- чрез софтуер

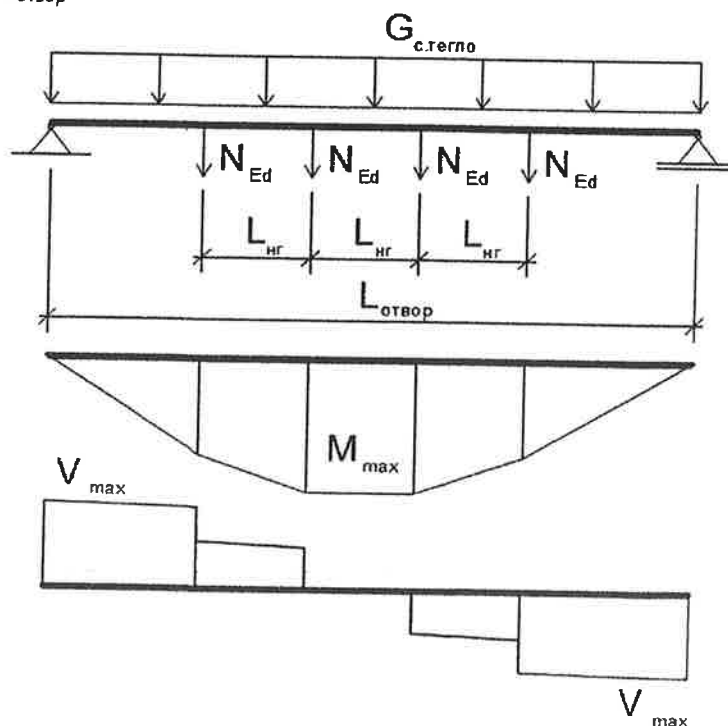
$$M_{c,Rd} = W_y \cdot f_y / \gamma_{M0} = 51.60 \text{ кН.м}$$

$$W_{\text{необх.}} \geq M_{Ed} \cdot \gamma_{M0} / f_y = 108 \text{ см}^3$$

$$M_{Ed}/M_{c,Rd} = 0.43 \leq 1.0$$

- Проверка на срязване

$$V_{Ed}/V_{c,Rd} \leq 1,0$$



$$V_{\max}=V_{Ed}= 27.75 \text{ kN} \quad - \text{чрез софтуер}$$

$$V_{c,Rd}=f_y \cdot l_y \cdot t_w / (3^{1/2} \cdot \gamma_{M0} \cdot S_y) = 136.06 \text{ kN}$$

$$V_{Ed}/V_{c,Rd} = 0.20 \leq 1.0$$

- Проверка на устойчивост

Не е необходима проверка за устойчивост на натиснатия пояс ако е изпълнено следното условие:

$$\lambda_f \tilde{=} k_c \cdot L_c / (i_{f,z} \cdot \lambda_1) \leq \lambda_{c0} \tilde{=} M_{c,Rd} / M_{y,Ed} \quad M_{y,Ed}=M_{Ed}= 22.1 \text{ kN.m} \quad M_{c,Rd}= 51.6 \text{ kN.m}$$

$$k_c = 0.94 \quad - \text{корекционен коефициент, зависи от вида на M-диаграмата}$$

$$i_{f,z} \approx 0,289 \cdot b = 3.2 \text{ cm} \quad \lambda_{c0} \tilde{=} \lambda_{LT,0} \tilde{=} 0,1=0,4+0,1= 0.5 \quad \lambda_1 = \pi \cdot (E/f_y)^{0.5} = 97.24$$

$$L_c = 1.00 \text{ m} \quad - \text{избрано разстояние между точките на укрепване на натиснатия пояс}$$

$$\lambda_f \tilde{=} k_c \cdot L_c / (i_{f,z} \cdot \lambda_1) = 0.30 \leq 1.17 = \lambda_{c0} \tilde{=} M_{c,Rd} / M_{y,Ed}$$

Следователно натиснатия пояс е осигурен срещу изкълчване.

- Проверка за провисване

$$w_{Ed,n}/w_u \leq 1,0 \quad M_{Ed,n}= 15.96 \text{ kN.m} \quad - \text{чрез софтуер}$$

$$w_{Ed,n}=M_{Ed,n} \cdot L^2 / (10 \cdot E \cdot I_y) = 0.019 \text{ mm} \quad w_u=L/400= 7 \text{ mm}$$

$$w_{Ed,n}/w_u = 0.0029 \leq 1.0$$

5. Оразмеряване на разпонките - укрепването на надлъжните греди

- Усилието в разпонките е 10% от силата N_f от $M_{y,Ed}$ в натиснатия пояс на надлъжните греди

$$N_f=M_{y,Ed} \cdot S_y / l_y = 113.19 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,p}=0,1 \cdot N_f = 11.32 \text{ kN}$$

Характеристики на избрания U-профил:

Обозначение UPN 100 по EN10025

$$H= 100 \text{ mm}$$

$$i_z= 1.47 \text{ cm}$$

$$b= 50 \text{ mm}$$

$$t_f= 8.5 \text{ mm}$$

$$m= 10.60 \text{ kg/m'}$$

$$t_w= 6.0 \text{ mm}$$

$$G_{с.тегло}= 0.11 \text{ kN/m'}$$

$$A= 13.50 \text{ cm}^2$$

$$N_{Ed,p}/N_{b,Rd} \leq 1,0$$

$$N_{b,Rd}=\chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

$$\lambda \tilde{=} (A \cdot f_y / N_{cr})^{0.5} = L_{cr} / (i_z \cdot \lambda_1) = 1.40$$

$$L_{cr}=L_{\text{шир. укр.}} = 2.00 \text{ m} \quad \lambda_1 = \pi \cdot (E/f_y)^{0.5} = 97.24$$

$$\chi = 1 / (\Phi + (\Phi^2 - \lambda^2)^{0.5}) \leq 1.0$$

$$\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda \tilde{-} 0,2) + \lambda^2] = 1.773$$

$$\alpha = 0.49 \quad - \text{за крива "с", при U-профил}$$

$$\chi = 1 / (\Phi + (\Phi^2 - \lambda^2)^{0.5}) = 0.35$$

$$\leq 1.0$$

$$N_{b,Rd} = 96.63 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,p}/N_{b,Rd} = 0.12 \leq 1.0$$

6. Проверка за срязване на болтовете, на отстояния на отворите и смачкаване на отвора

- Оразмеряване за срязване на болтове - 2 болта на връзка

$$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} \leq 1,0 \quad F_{v,Ed}=N_{Ed,p}/2= 5.66 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd}=\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_{M2} = 21.70 \text{ kN}$$

$$\alpha_v = 0.6 \quad - \text{за болт клас 4.6}$$

За болт М 12

$$A= 1.13 \text{ cm}^2$$

$$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} = 0.26 \leq 1.0$$

- Проверка за отстояния на отворите

$$\min e_1 \geq 1,2 \cdot d_0 \quad d_0 = \emptyset_{\text{болт}} + 2 \text{ mm (луфт)} = 14 \text{ mm}$$

$$e_1 = ((b - t_w) / 2) / 2 = 26 \text{ mm} \geq 17 \text{ mm} = 1,2 \cdot d_0$$

- където b и t_w са от надлъжна греда

- където t_w е от разпонка

$$\max e_1 \leq (4 \cdot t_w + 40 \text{ mm})$$

$$e_1 = 26 \text{ mm} \leq 64 \text{ mm} = 4 \cdot t_w + 40 \text{ mm} = \max e_1$$

$$\begin{aligned} \min e_2 &\geq 1,2 \cdot d_0 & d_0 &= \varnothing_{\text{болт}} + 2 \text{ мм (луфт)} = 14 \text{ мм} \\ e_2 &= H/2 = 50 \text{ мм} & &\geq 17 \text{ мм} = 1,2 \cdot d_0 \end{aligned}$$

- където H е от разпонка

В случая не е необходимо $\max e_2$ да се ограничава.

$$\begin{aligned} \min p_1 &\geq 2,2 \cdot d_0 & d_0 &= \varnothing_{\text{болт}} + 2 \text{ мм (луфт)} = 14 \text{ мм} \\ p_1 &= 2 \cdot e_1 + t_w = 58 \text{ мм} & &\geq 17 \text{ мм} = 1,2 \cdot d_0 \end{aligned}$$

- където t_w е от надлъжна греда

В случая не е необходимо $\max p_1$ да се ограничава.

- Проверка за смачкване на отвора

$$F_{v,Ed}/F_{b,Rd} \leq 1,0 \quad F_{v,Ed} = N_{Ed,p}/2 = 5.66 \text{ kN}$$

В случая болтовете са в един ред и трябва:

$$F_{b,Rd} \leq 1,5 \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$$

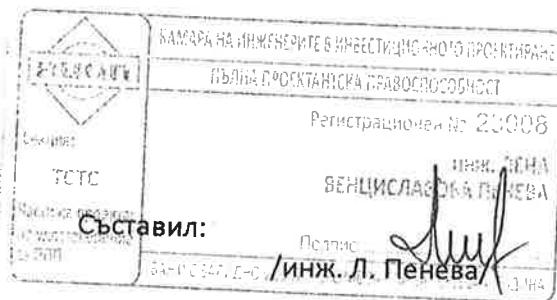
$$F_{b,Rd} = k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2} = 32.12 \text{ kN} > 31.10 \text{ kN} = 1,5 \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$$

, където d е диам. на болта, а t е t_w на U-профила

$$\alpha_b = \min[e_1/3 \cdot d_0; f_{ub}/f_u; 1,0] = 0.620 \quad k_1 = \min[2,8 \cdot e_2/d_0 - 1,7; 2,5] = 2.500$$

$$\text{Следователно:} \quad F_{b,Rd} = 31.10 \text{ kN}$$

$$F_{v,Ed}/F_{b,Rd} = 0.18 \leq 1.0$$



- Геометрични характеристики

$$H = 3.00m$$

$$L_{\text{верт.опори}} = 3.50m$$

$$B_{\text{изкоп}} = 1.20m$$

$$L_{\text{min отстъп}} = 0.50m$$

- Променливи въздействия

$$Q_k = 200 \text{ kN}$$

-от LM1 в лента 2, приет като TS

$$\alpha_Q = 0.8$$

$$q_k = 2.5 \text{ kN/m}^2$$

-от LM1 в лента 2, приет като UDL

$$\alpha_q = 1$$

$$\gamma_Q = 1.5$$

- Почвени характеристики

За меродавно натоварване е приет най-неблагоприятният почвен слой.

$$\gamma_k = 21.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma'_c = 1.35$$

$$\varphi_k = 17.0^\circ$$

$$C_k = 25.0 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma'_{\varphi} = 1.25$$

$$\gamma'_c = 1.25$$

$$\varphi'_k = 13.6^\circ$$

$$C'_k = 20.0 \text{ kN/m}^2$$

- Коэффициент на активен земен натиск

$$K_{a,k} = \tan^2(45^\circ - \varphi'_k/2) = 0.619$$

1. Натоварване от земен натиск

$$P_{a,k} = \gamma_k \cdot H \cdot K_{a,k} = 39.0 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{a,d} = \gamma'_c \cdot P_{a,k} = 52.7 \text{ kN/m}^2$$

2. Натоварване върху прилежащия терен

$$P_{a,q,k} = K_{a,k} \cdot (\alpha_q \cdot q_k + \alpha_Q \cdot Q_k / A_{H1})$$

$$A_{H1} = (0.4 + 2 \cdot L_{\text{min отстъп}}) \cdot (0.4 + 2 \cdot L_{\text{min отстъп}}) = 2.0 \text{ m}^2$$

$$H_{\text{min отстъп}}:$$

$$P_{a,q,d}^{\text{горе}} = K_{a,k} \cdot [\alpha_q \cdot q_k + \alpha_Q \cdot Q_k / A_{H1}] \cdot \gamma_Q = 40.2 \text{ kN/m}^2$$

$$H_{\text{долен ръб изкоп}}:$$

$$P_{a,q,d}^{\text{долу}} = K_{a,k} \cdot [\alpha_q \cdot q_k + \alpha_Q \cdot Q_k / A_{H1}] \cdot \gamma_Q = 5.3 \text{ kN/m}^2$$

, където A_{H1} е площта на

печата под $H_{\text{min отстъп}}$; площта вече се увеличава едностранно $= [(0.4 + 2 \cdot L_{\text{min o.}}) + 2 \cdot \Delta H] \cdot [(0.4 + 2 \cdot L_{\text{min o.}}) + \Delta H]$

3. Пълно натоварване на дълбочина H с отчитане съдействието на кохезията

$$H_{\text{min отстъп}}:$$

$$P_{a,d}^{\text{горе}} = P_{a,d}^{\text{Lmin отстъп}} + P_{a,d}^{\text{q,горе}} - 2C_k' \cdot (K_{a,k})^{1/2} = 17.5 \text{ kN/m}^2$$

$$H_{\text{долен ръб изкоп}}:$$

$$P_{a,d}^{\text{долу}} = P_{a,d} + P_{a,d}^{\text{q,долу}} - 2C_k' \cdot (K_{a,k})^{1/2} = 26.5 \text{ kN/m}^2$$

Необходимо е избраната система да поема min 26.5 kN/m² земен натиск с вкл. товар върху терена.

Приемам да се ползват системи от укрепителни боксове за дълбочина до 3м.

Вертикалните греди са предвидени за съответните разстояния и натоварвания.

$$M_{\text{допустимо}} \Rightarrow M_{\text{платно}} = (\max P_{a,d} \cdot L_{\text{верт.опори}}^2) / 8 = 40.56 \text{ kN/m}$$

4. Проверка на вертикалните греди и разпонките -

- двустранно натоварени

Приетата статическа схема е непрекъсната
гредата на 3 полета с конзола.

Съответните дължини са както следва:

$$L_{1-k} = 0.40m$$

$$L_2 = 0.92m$$

$$L_3 = 0.53m$$

$$L_4 = 1.15m$$

$$\sum L_i = 3.00m$$

Опорните реакции са B_1 , B_2 , B_3 и B_4 .

- натоварване:

Забележка: Кохезията не се отчита.

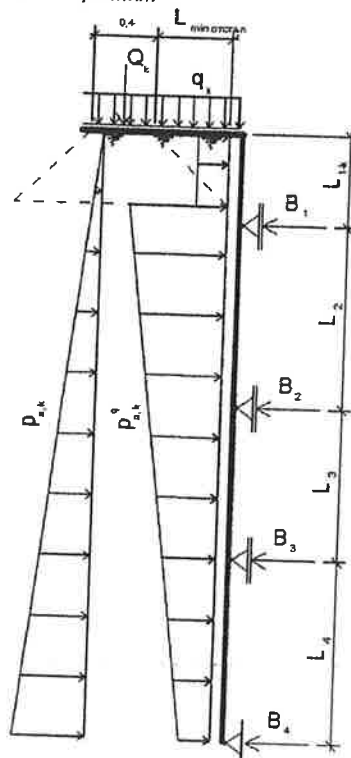
$$\text{Прието: } C_k = 0.0 \text{ kN/m}^2$$

$$H_{\text{min отстъп}}:$$

$$P_{a,d}^{\text{горе}} = P_{a,d}^{\text{Lmin отстъп}} + P_{a,d}^{\text{q,горе}} = 49.0 \text{ kN/m}^2$$

$$H_{\text{долен ръб изкоп}}:$$

$$P_{a,d}^{\text{долу}} = P_{a,d} + P_{a,d}^{\text{q,долу}} = 58.0 \text{ kN/m}^2$$



Чрез изчислителен софтуер се получава:

$$M_{\text{max}} = 6.69 \text{ kN/m}$$

$$B_{\text{max}} = 61.60 \text{ kN/m}$$

Двустранно:

$$2 \times B_{\text{max}} = 123.20 \text{ kN/m}$$

При приетите дълбочина и подпорни разстояния е необходимо вертикалните греди да поемат min 15 kN.m огъващ момент.

При приетите дълбочина и подпорни разстояния е необходимо разпонките (шпинделите) да поемат min 259 kN натисково натоварване.

14.04 kN.m	за 60% от Lверт.опори
129 kN	за 60% от Lверт.опори
259 kN	за 60% от Lверт.опори

Съставил: _____
/инж. Л. Пенев/

- Геометрични характеристики

$$H = 4.00m$$

$$L_{\text{верт.опори}} = 3.00m$$

$$B_{\text{изкоп}} = 2.50m$$

$$L_{\text{min отстъп}} = 0.75m$$

- Променливи въздействия

$$Q_k = 200 \text{ kN}$$

-от LM1 в лента 2, приет като TS

$$\alpha_Q = 0.8$$

$$q_k = 0.0 \text{ kN/m}^2$$

-от LM1 в лента 2, приет като UDL

$$\alpha_q = 1$$

$$\gamma_Q = 1.5$$

- Почвени характеристики

За меродавно натоварване е приет най-неблагоприятният почвен слой.

$$\gamma_k = 21.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_6 = 1.35$$

$$\varphi_k = 17.0^\circ$$

$$C_k = 25.0 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_{\varphi'} = 1.25$$

$$\gamma_{c'} = 1.25$$

$$\varphi_k' = 13.6^\circ$$

$$C_k' = 20.0 \text{ kN/m}^2$$

- Коефициент на активен земен натиск

$$K_{a,k} = \text{tg}^2(45^\circ - \varphi_k'/2) = 0.619$$

1. Натоварване от земен натиск

$$p_{a,k} = \gamma_k \cdot H \cdot K_{a,k} = 52.0 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{a,d} = \gamma_G \cdot p_{a,k} = 70.2 \text{ kN/m}^2$$

2. Натоварване върху прилежащия терен

$p_{a,q,k} = K_{a,k} \cdot (\alpha_Q \cdot q_k + \alpha_Q \cdot Q_k / 2 / A_{H1})$, където A_{H1} е е площта на печата под Q_k на съответна дълбочина H_1

$$A_{H1} = (0.4 + 2 \cdot L_{\text{min отстъп}}) \cdot (0.4 + 2 \cdot L_{\text{min отстъп}}) = 3.6 \text{ m}^2$$

$H_{\text{min отстъп}}$:

$$p_{a,d}^{\text{горе}} = K_{a,k} \cdot [\alpha_Q \cdot q_k + \alpha_Q \cdot Q_k / 2 / A_{H1}] \cdot \gamma_Q = 20.6 \text{ kN/m}^2$$

$H_{\text{долен ръб изкоп}}$:

$$p_{a,d}^{\text{долу}} = K_{a,k} \cdot [\alpha_Q \cdot q_k + \alpha_Q \cdot Q_k / 2 / A_{H1}] \cdot \gamma_Q = 1.7 \text{ kN/m}^2$$

, където A_{H1} е площта на печата под $H_{\text{min отстъп}}$; площта вече се увеличава едностранно $= [(0.4 + 2 \cdot L_{\text{min o.}}) + 2 \cdot \Delta H] \cdot [(0.4 + 2 \cdot L_{\text{min o.}}) + \Delta H]$

3. Пълно натоварване на дълбочина H с отчитане съдействието на кохезията

$H_{\text{min отстъп}}$:

$$p_{a,d}^{\text{горе}} = p_{a,d}^{\text{Lmin отстъп}} + p_{a,d}^{\text{горе}} - 2C_k' \cdot (K_{a,k})^{1/2} = 2.3 \text{ kN/m}^2$$

$H_{\text{долен ръб изкоп}}$:

$$p_{a,d}^{\text{долу}} = p_{a,d} + p_{a,d}^{\text{долу}} - 2C_k' \cdot (K_{a,k})^{1/2} = 40.5 \text{ kN/m}^2$$

Необходимо е избраната система да поема min 40.5kN/m2 земен натиск с вкл. товар върху терена.

Приемам да се ползват системи от укрепителни боксове за дълбочина до 4м.

Вертикалните греди са предвидени за съответните разстояния и натоварвания.

$$M_{\text{допустимо}} \Rightarrow M_{\text{платно}} = (\max p_{a,d} \cdot L_{\text{верт.опори}}^2) / 8 = 45.52 \text{ kN.m/m}$$

4. Проверка на вертикалните греди и разпонките -

- двустранно натоварени

Приетата статическа схема е непрекъсната

гредата на 3 полета с конзола.

Съответните дължини са както следва:

$$L_{1-k} = 0.40m$$

$$L_2 = 1.30m$$

$$L_3 = 0.80m$$

$$L_4 = 1.50m$$

$$\Sigma L_i = 4.00m$$

Опорните реакции са B_1, B_2, B_3 и B_4 .

- натоварване:

Забележка: Кохезията не се отчита.

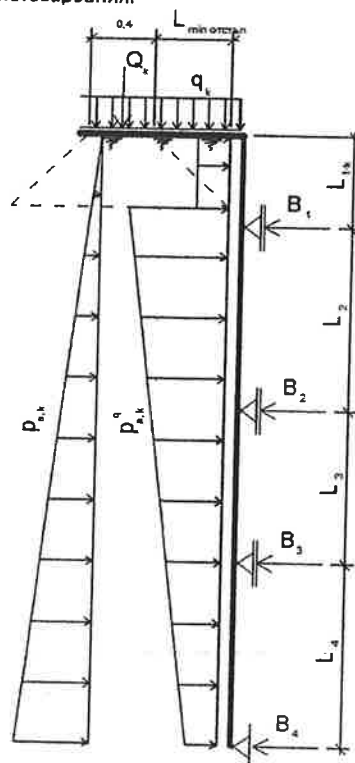
Прието: $C_k = 0.0 \text{ kN/m}^2$

$H_{\text{min отстъп}}$:

$$p_{a,d}^{\text{горе}} = p_{a,d}^{\text{Lmin отстъп}} + p_{a,d}^{\text{горе}} = 33.8 \text{ kN/m}^2$$

$H_{\text{долен ръб изкоп}}$:

$$p_{a,d}^{\text{долу}} = p_{a,d} + p_{a,d}^{\text{долу}} = 71.9 \text{ kN/m}^2$$



Чрез изчислителен софтуер се получава:

$$M_{\text{max}} = 12.58 \text{ kN.m/m}$$

$$B_{\text{max}} = 109.17 \text{ kN/m}$$

Двустранно:

$$2 \times B_{\text{max}} = 218.34 \text{ kN/m}$$

При приетите дълбочина и подпорни разстояния е необходимо вертикалните греди

да поемат min 23kN.m огъващ момент.

При приетите дълбочина и подпорни разстояния е необходимо разпонките(шпинделите)

да поемат min 394 kN натисково натоварване.

22.64 kN.m	за 60% от $L_{\text{верт.опори}}$
196.51 kN	за 60% от $L_{\text{верт.опори}}$
393.01 kN	за 60% от $L_{\text{верт.опори}}$

Съставил:

/инж. Л. Пенчева/

СТАТИЧЕСКИ ИЗЧИСЛЕНИЯ
за укрепване с ивентарни фирмени системи до 4.75

- Геометрични характеристики

$$H = 4.75\text{m}$$

$$L_{\text{верт.опори}} = 2.00\text{m}$$

$$B_{\text{изкоп}} = 2.50\text{m}$$

$$L_{\text{min отстъп}} = 0.50\text{m}$$

- Променливи въздействия

$$Q_k = 200\text{ kN}$$

-от LM1 в лента 2, приет като TS

$$\alpha_Q = 1$$

$$q_k = 2.5\text{ kN/m}^2$$

-от LM1 в лента 2, приет като UDL

$$\alpha_q = 1$$

$$\gamma_Q = 1.5$$

- Почвени характеристики

За меродавно натоварване е приет най-неблагоприятният почвен слой.

$$\gamma_k = 21.0\text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_c = 1.35$$

$$\varphi_k = 17.0^\circ$$

$$C_k = 25.0\text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_{\varphi'} = 1.25$$

$$\gamma_{c'} = 1.25$$

$$\varphi_k' = 13.6^\circ$$

$$C_k' = 20.0\text{ kN/m}^2$$

- Коефициент на активен земен натиск

$$K_{a,k} = \tan^2(45^\circ - \varphi_k'/2) = 0.619$$

1. Натоварване от земен натиск

$$p_{a,k} = \gamma_k \cdot H \cdot K_{a,k} = 61.8\text{ kN/m}^2$$

$$p_{a,d} = \gamma_c \cdot p_{a,k} = 83.4\text{ kN/m}^2$$

2. Натоварване върху прилежащия терен

$$p_{a,q} = K_{a,k} \cdot (\alpha_q \cdot q_k + \alpha_Q \cdot Q_k / A_{H1}), \text{ където } A_{H1} \text{ е площта на печата под } Q_k \text{ на съответна дълбочина } H_1$$

$$A_{H1} = (0.4 + 2 \cdot L_{\text{min отстъп}}) \cdot (0.4 + 2 \cdot L_{\text{min отстъп}}) = 2.0\text{ m}^2$$

$$H_{\text{min отстъп}}:$$

$$p_{a,d}^{\text{горе}} = K_{a,k} \cdot [\alpha_q \cdot q_k + \alpha_Q \cdot Q_k / A_{H1}] \cdot \gamma_Q = 49.7\text{ kN/m}^2$$

$$H_{\text{долен ръб изкоп}}:$$

$$p_{a,d}^{\text{долу}} = K_{a,k} \cdot [\alpha_q \cdot q_k + \alpha_Q \cdot Q_k / A_{Hn}] \cdot \gamma_Q = 4.0\text{ kN/m}^2, \text{ където } A_{Hn} \text{ е площта на печата под } H_{\text{min отстъп}}; \text{ площта вече се увеличава едностранно } = [(0.4 + 2 \cdot L_{\text{min o.}}) + 2 \cdot \Delta H] \cdot [(0.4 + 2 \cdot L_{\text{min o.}}) + \Delta H]$$

3. Пълно натоварване на дълбочина H с отчитане съдействието на кохезията

$$H_{\text{min отстъп}}:$$

$$p_{a,d}^{\text{горе}} = p_{a,d}^{\text{min отстъп}} + p_{a,d}^{\text{горе}} - 2C_k' \cdot (K_{a,k})^{1/2} = 27.0\text{ kN/m}^2$$

$$H_{\text{долен ръб изкоп}}:$$

$$p_{a,d}^{\text{долу}} = p_{a,d} + p_{a,d}^{\text{долу}} - 2C_k' \cdot (K_{a,k})^{1/2} = 55.9\text{ kN/m}^2$$

Необходимо е избраната система да поема min 55.9 kN/m² земен натиск с вкл. товар върху терена.

Приемам да се ползват системи от укрепителни боксове за дълбочина до 4.75м.

Вертикалните греди са предвидени за съответните разстояния и натоварвания.

$$M_{\text{допустимо}} \Rightarrow M_{\text{платна}} = (\max p_{a,d} \cdot L_{\text{верт.опори}}^2) / 8 = 27.95\text{ kN.m/m}$$

4. Проверка на релсите и разпонките

Приетата статическа схема е проста греда на 1 поле с конзола.

Съответните дължини са както следва:

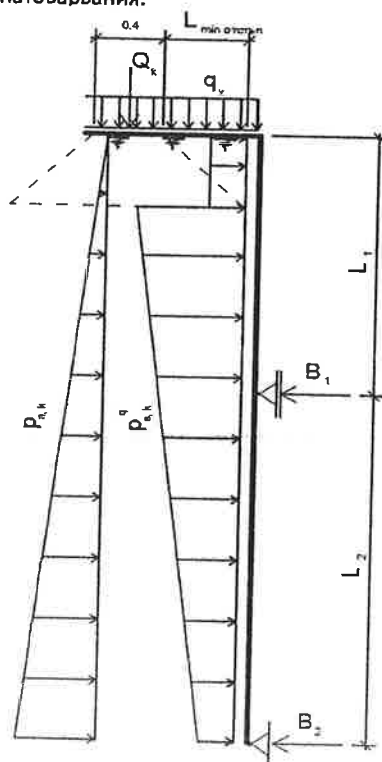
$$L_1 = 2.00\text{m}$$

$$L_2 = 2.75\text{m}$$

$$\Sigma L = 4.75\text{m}$$

Опорните реакции са B_1 и B_2 .

Забележка: Кохезията не се отчита.



$$M_{\max}=M_{L2,\max}= 72.57 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{\min}=M_{B1}= 30.27 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{[max]}= 72.57 \text{ kN.m/m}$$

$$\text{====> } 145.13 \text{ kN.m}$$

- от $L_{\text{верт.опори}}$

$$B_1= 189.43 \text{ kN/m}$$

$$\text{====> } 379 \text{ kN}$$

- от $L_{\text{верт.опори}}$

Двустранно:

$$2 \times B_1= 378.87 \text{ kN/m}$$

$$\text{====> } 758 \text{ kN}$$

- от $L_{\text{верт.опори}}$

При приетите дълбочина и подпорни разстояния е необходимо редсите (вертикалните греди) да поемат $\min 146 \text{ kN.m}$ огъващ момент.

При приетите дълбочина и подпорни разстояния е необходимо разпонките (шпинделите) да поемат $\min 758 \text{ kN}$ натисково натоварване.

Забележка: При промяна на L_2 усилията се променят значително.

ЗАКОННО ПОТВЪРЖАВАНЕ НА ПРОЕКТИРАНЕТО	
РЕГИСТРАЦИОНЕН №: 21-003	ИНЖ. ЛЕНА
ВЕНЦИСЛАВКА ПЕНЕВА	ИНЖ. ЛЕНА
Съставил:	ИНЖ. Л. ПЕНЕВА
Проверил:	
Дата:	

25/6

[Signature]