
Szakdolgozat

1051 Budapest József Nádor
téri mélygarázs munkatér
határolásának tervezése az
Eurocode 7 alapján

Göröcs Balázs
Építőmérnök IV. BSC

Belső konzulens:
Keszeyné dr. Say Emma
Külső konzulens:
Bognár Balázs

Budapest V. kerület József Nádor téri mélygarázs



I. Bevezetés	4.
II. Feladat ismertetése	5.
III. Réseleési technológia bemutatása	7.
3.1. A résfal építésének bemutatása megfelelő technológia alkalmazásával	7.
3.2. Összegzés, megállapítások	23.
IV. Műszaki leírás	25.
4.1. Alkalmazott szabványok	25.
4.2. Létesítmény és a tervezett szerkezet részletes ismertetése	25.
4.3. Hidrogeológiai viszonyok	30.
4.4. A tervezett szerkezet erőtani viselkedésének leírása	31.
4.5. Víztelenítés	35.
4.6. Tervezett tartószerkezet ismertetése	36.
4.7. Résfal szerkezet	36.
4.8. Gyámolítások (horgonyzás)	38.
4.9. Kivitelezési utasítások	38.
4.10. Balesetvédelmi előírások	39.
4.11. Munka- és környezetvédelmi előírások	40.
V. Statikai számítás	41.
5.1. Felhasznált programok	41.
5.2. Geometriai adatok, helyszíni jellemzők	41.
5.3. Anyagminőségek	42.
5.4. Talaj azonosítása, talajfizikai jellemzők, a jellemző rétegződés	48.
5.5. Teherszámítás	49.
5.6. Résfal tervezése építési állapotok alapján	54.
5.7. Összefoglalás	92.
VI. Tervfeladat	
A-1 Rés-, armatúra- és horgonykiosztási terv	
A-2 A-1 jelű armatúra vasalási terv	
A-3 A-2 jelű armatúra vasalási terv	
A-4 Fejgerenda vasalási terv	

I. Bevezetés

A Szakdolgozatom témája a József Nádor téri Mélygarázs munkatér határolásának és alapozásának tervezése az Eurocode 7 alapján. Azért választottam ezt a témát, mert szerettem volna egy speciális munkatér határolás módszerrel foglalkozni, amelyet előszeretettel alkalmaznak nagyobb mélygarázsok, irodaépületek, lakóépületek alapozására napjainkban.

A szakdolgozatom két fő részből áll:

- Az első részben fölvezetem a feladatot, ismertetem a résfalazás technológiát, amellyel az alapozás készül, valamint kitérek a horgonyzásra is, amely szorosan kapcsolódik a résfalas technológiához, ismertetem a terület talajmechanikáját, valamint a tervezett szerkezet építési állapotait.
- A második részben bemutatom a szerkezet statikai számítását, valamint ez alapján elkészítem a tervezési feladatot .

Azt gondolom, hogy a szakdolgozatom elkészítése jó alkalom arra, hogy az iskolai képzésben szerzett ismereteimet kamatoztassam, illetve ezen felül értékes szakmai tapasztalatokat szerezhsek a gyakorlati tervezésben és a tervezéshez használt számítógépes szoftverek terén.

II. Feladat ismertetése

A szakdolgozat feladata egy -4 szintes mélygarázs munkatér határolásának megtervezése. A munkatér határolás típusának kiválasztásában fő szempont volt egyrészt a csatlakozó szerzetekkel való együttdolgozás, (ami a költséghatékonyságot is magával vonzza), továbbá a vízzárás és az építési állapotokban előálló talajmegtámasztás megoldása.

Szakdolgozatom keretén belül törekszem a költséghatékony megoldásra. Az eredetileg tervezett három sori horgonyzása helyett a második sori horgonyt egy támfödémmel váltom ki, ami a tervezett horgony helyén épül meg. Az építési fázisok ismertetését a Műszaki Leírás 4.4. pontjában adom meg.

A szakdolgozatomban az alábbi számításokat végzem el:

- szerkezet szilárdsági méretezése az adott építési fázisokban
- hidraulikus talajtörés vizsgálata
- horgonyzás
- földrengés építési állapotban

(A teljes méretezési eljárás összefoglalását a Statikai Számításban V. adom meg)

A tervezési terület Budapest belváros szívében helyezkedik el a Széchényi István és az Erzsébet tér között a József Attila utca jobb oldalán, a Dunától 200 méterre. A területen jelenleg egy fizető parkoló és egy park aminek közepén egy szobor kap helyet. Az elsődleges elképzelések szerint a tervezett szerkezet munkatér határolása a meglévő épületek közelében, de azoktól méteres távolságra elhúzva épülne meg. A Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar Építőmérnöki Intézet Geotechnika Szakcsoport megbízásából kerül elkészítésre a tárgyi épület geotechnikai számításai és jelen műszaki leírása. Jelen geotechnikai tervfejezet a kiviteli tervdokumentáció részeként készült, alapjául 1:100-as léptékű építészeti kiviteli tervek, illetve a „Geoplan Kft.” Geotechnikai

beszámolója és az általános hidrogeológiai szakvéleménye szolgáltatják az adatokat. A tervezéshez használt konkrét terhelési értékeket a GEO 5 szoftver számítja.

Budapest, hasonlóan az Európai nagyvárosokhoz parkolási problémákkal-akadályokkal küzd. Ezen akadályok megszüntetése végett igény merült fel, a belvárosban több nagy befogadóképességű mélygarázs építésére, ami a mai technológiáknak köszönhetően nagy biztonsággal komoly mélységek valósíthatóak meg. A jelenleg érvényben lévő szabályozásoknak is köszönhetően, minden újjépítésű épülethez kötelező biztosítani az előírásokban meghatározott számú parkolót. Jelen esetben felszerkezet nem épül és a tervezett szerkezet elsődleges funkciója parkolóház. A felső szinten, azaz a $\pm 0,00$ hoz közeli intenzív zöldtető kap helyet. A résfal szerkezet együtt dolgozik a beépülő szerkezettel. A később beépülő szerkezet segít a terhek hordásában és a közös teher viselésében. A beépülő szerkezetek segítségével az épület alsó szintjeim is porszárazság érhető el. A résfal és a bélésfalak közé Dörken lemez kerül beépítésre, aminek segítségével a beszivárgó vizeket az alaplemez alá ejti. A vizeket váltókapcsolásban beépített szivattyúpárok távolítják ez az üzembevétel után. A beépülő víztelenítő rendszer hatására az alaplemezre igen kis víznyomás fog hatni.

III. Réselési technológia bemutatása

3.1. A résfal építésének bemutatása megfelelő technológia alkalmazásával

3.1.1. Alkalmazási terület:

A résfalak alkalmazási területének főbb pontjai:

- Kis alapterületű, nagy magasságú és terhelésű épületek pl.: toronyházak, silók stb... alapozása
- Városi belterületen folyó építkezések, foghíjbeépítések rezgés és lármamentességi követelmény fennállása.
- Mély munkagödör kialakítása, térszín alatti helyiségek, terek részére.
- Közműalagutak, vízzáró medencék, nagyátmérőjű csatornák, közlekedési létesítmények alap megerősítések kivitelezése.

3.1.2. A résfalas munkatér határolás előnyei és hátrányai

Előnyei:

- Többféle célra alkalmazható egy építési területen belül is, mint: pl.: alapozás, munkagödör megtámasztás, szomszédos épület megtámasztása, függőleges terhek hordása, földfalak megtámasztása vízszintes erőkkel szemben, vízzárás, térelhatárolás
- Készítése, rázkódás- és zajmentes, szomszédos épületek állékonyságát kevésbé veszélyezteteti- cölöp vagy szádfal veréssel ellentétben
- a munkaciklusok gépesíthetőek, ezért nagy teljesítmény érhető el minimális élőmunka ráfordítással
- foghíjbeépítésnél a teljes terület kihasználható, mert a résfalakat közvetlenül a meglévő szerkezetek mellé építhetjük
- résfalak többféle anyagból készülhetnek
- alaprajzi elrendezése sokféle lehet
- mélysége tetszés szerint változtatható ugyan azon műtárgyon belül
- nagyszabású földmunka nem előzi meg a réselést

- áttekinthetőbb és egyszerűbb a munkaterület

Hátrányai:

- Rés falán kiüregelődés, sőt beomlás is keletkezhet a rés mélyítése, betonozása közben is. (többlet betonfelhasználás, rossz betonminőség)
- A résiszap környezetszennyező hatása ellen különböző intézkedéseket kell tenni
- a munkaközi ellenőrzés csak közvetett módon lehetséges, mivel résiszap alatt történik a szerkezet beépítése
- A résfenéken könnyen keletkezhetnek fellazulások, vagy visszaüledések (nagyfokú süllyedések)
- Véglegesen átalakítja a felszín alatti vízáramlásokat, ami káros következményekkel járhat
- a résfal építés költséges eljárás, a gazdaságossága függ az elkészítendő falfelület mennyiségétől

3.1.3. A Résfal

Az építési igények növekedésével egyre több mérnöki szerkezetet létesítenek a felszín alatt, ahol kedvezőtlen viszonyok között kell építkezni, mert vagy szűk a terület, vagy a felszínen sűrű a beépítettség. Ebben az esetben az élőmunka nélkülözése és a fokozódó gépesítés segít a hatékonyság növelésében. A réselési technológiát ma már olyan alapozási, munkagödör-elhatárolási és víztelenítési feladatoknál alkalmazzák, melyek a technológia ismerete nélkül kivitelezhetetlenek lennének.

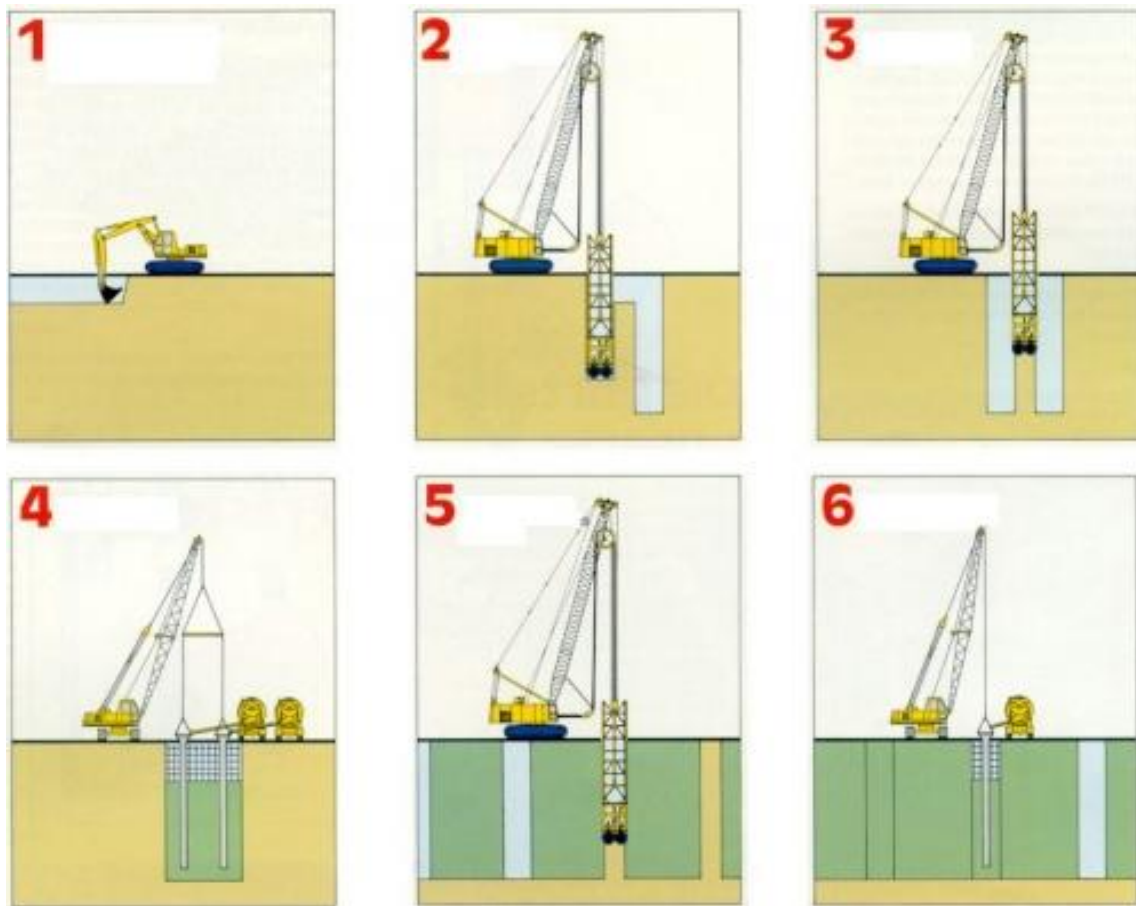
A réselés történhet markolással vagy hidrofrezeres technológiával is. A hidrofrezeres technológia alkalmas a kohézió nélküli, szemcsés talajban vagy akár egy-egy igen kemény sziklában. A technológia előnye, hogy ebben az esetben nincs szükség szakaszoló panel használatára, a vízzárás automatikusan megoldott két egymás melletti panel között, illetve a rezgések csökkenése miatt jól alkalmazható lakott övezetben is. Magyarországon ez a technológia a 4-es metró építése során került alkalmazásra. A Szent Gellért téren 40 méter, a Fővám téren 48,3 méter mély

résfal kiemelése folytán került hazánkba ez a még itthon újdonságnak számító hidrofrezeres technológia.

A résfalat a lavírsíkról építik úgy, hogy a megépítendő fal vagy pillér tervezett mélységében - dúcolat helyett - résiszap védelme alatt, függőleges falú rést készítenek, majd ebben megépítik a szerkezetet, a résiszap egyidejű kiszorítása mellett. A rés állékonyságát biztosító résiszap esetenként a végleges szerkezet funkcióját is betöltheti. A réselés általában két műveletből áll, földkiemelésből, majd az ezt követő réskitöltésből. A földet erre a célra gyártott réselőgépekkel emelik ki. A földkiemelés közben folyamatosan résiszapot juttatunk a résbe és azt állandó szinten tartjuk. Általában egy adott hosszúságú rést emelnek ki, majd ezt követi a réskitöltés. Az egy munkafolyamat alatt elkészült résfalat réstáblának nevezzük.

A munkafolyamatot az 1.1-es ábra soron keresztül szemléltetem.

1. ábra - Résvezető gerenda elkészítése, amely meghatározza a rés irányát, megvezeti a réselőszerszámot, és a rés felső részének az állékonyságát biztosítja.
2. ábra- Két fogással elkészítik egy réstábla két szélét.
- 3 ábra - A két fogás között megmaradó földmag kitermelése, átharapás. Ezzel elkészült egy réstábla.
- 4 ábra - Az armatúra elhelyezése, majd a réstábla kibetonozása, a résiszap folyamatos kiszorítása mellett.
- 5 ábra - Az elkészült réstáblák közti földmag kitermelése.
- 6 ábra - Ezeknek az armatúrával való ellátása, és kibetonozása; ezzel elkészült a folytonos rés



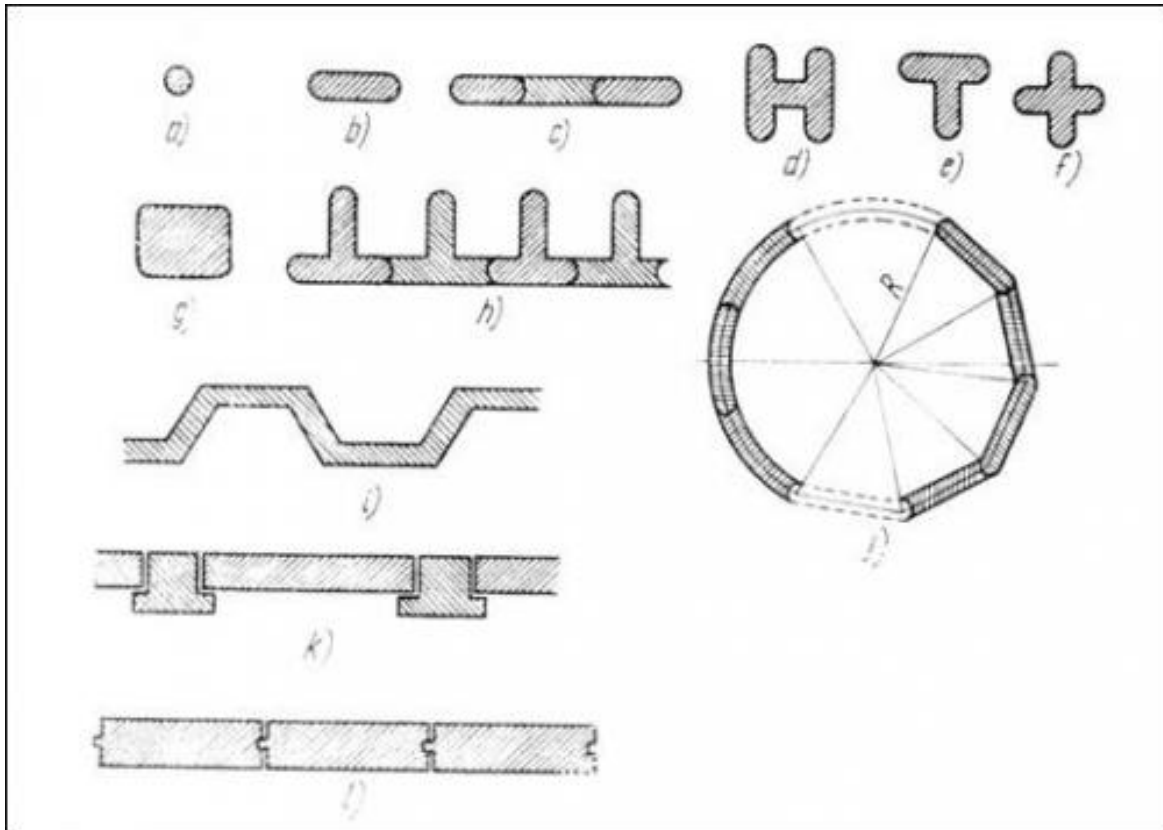
1.1 ábrásor (forrás:internet)

Általánosan használt résfal vastagságok a geotechnikai és felszíni terhelési adottságok, valamint a munkagödör mélységének függvényében: 500, 600, 800, 1000, 1200 mm. A résfal mélységét a vízzáró talajréteg elhelyezkedése és a munkagödör mélysége határozza meg, ez a hazai viszonyok között általában 15-26 m közötti mélységet jelent. Természetesen a legmélyebb hazai metróállomásoknál a résfal mélysége elérheti a 42-45 m-t is. Több réstábla egymás után való építésével összefüggő résfal rendszer építhető.

Réseléssel sokféle alakzat létrehozható. Leggyakoribbakat az 1.1 ábrásor mutatja.

- a) Réscölöp: valamely fúrési módszerrel alakítható ki
- b) Réstábla: markolóval, hidrofrezérrel alakítható ki 1, 3 vagy $2n+1$ fogással
- c) Folyamatos vagy szakaszos fal: réstáblák összekapcsolásából
- d), e) f), g) Réspillérek: nagy merevségűek, ezért különösen olyan alapoknál van jelentőségük, ahol a pillér környezetéből a talajt később kitermelik

- h) Bordázott folytonos fal: a réspillérek összekapcsolásából alakítható ki
- i) Meanderprofil: az acél szádfalak keresztmetszetét utánozza
- j) Zárt alakzatú folytonos falak: kör, ellipszis vagy sokszög alapúak
- k) l) Előre gyártott elemekből épített résfal: az elemek szokásos vastagsága 350-450 mm, szélessége 1200-1500 mm, hosszúsága 6-15 m.



(forrás: internet)

1.2 ábrásor

Ha vízzáró falrendszert szeretnénk kialakítani, akkor az elkészült réstábla két végén zsaluzatként szakaszoló elemeket helyeznek el, ami a szomszédos réstáblához való csatlakozást is elősegíti. A szakaszolócsövek átmérője mindig azonos a markoló szírnak a krokodilfogak síkjában mért szélességével. Ezeket építik be az egyes réstáblák közé, ha a rés készen van, jöhet a réskitöltés. Minden esetben elő kell készíteni a rés kitöltését, melynek lépései: a fenékre ülepedett anyag eltávolítása, majd a résiszap tisztítása. Az előkészítéshez tartozik még a betonozáskor kiszoruló iszap eltávolítása is. A résfal szakaszolását a gyakorlatban két módon szokás végezni szakaszolócsővel vagy szakaszoló pallóval. A

szakaszolócső használata manapság elavultnak mondható, mivel vízzáró duzzadó szalag elhelyezését nem teszi lehetővé. A szakaszolópalló manapság gyakrabban használt szakaszolási eszköz, ehhez szögletes kanál szükséges. Ezzel a rendszerrel a résfalak függőleges csatlakozásába elhelyezhető az előzőekben említett duzzadó szalag. A hidrófrézeres technológiánál szakaszoló elem nem kerül beépítésre a kanál adottságaiból adódóan a réselő szár fején elhelyezkedő marófejek belemarnak a már elkészült résfalba.

Vasbeton résfal készítésekor a betonacélból készült armatúrák szerelése és merevítéseinek kialakítása a felszínen történik. Az összeszerelt hálókra távtartó elemeket kell szerelni, legcélszerűbb a távtartó görgők alkalmazása, amiket 2-3 m-enként kell elhelyezni. Az egyes vasalatok merevítését úgy kell megoldani, hogy a betonozó cső elférjen megakadás nélkül. Az armatúra alsó síkjának a résfenék szintje fölött minimum 30 cm-re kell elhelyezkednie. Ezt követően egy erre alkalmas emelő berendezéssel a résbe helyezik az armatúrát és rögzítik. Az acélarmatúrának a résbe való beemelését beemelő fülek segítségével végzik, majd rögzítik függőleges és vízszintes síkban is. Az armatúra elhelyezése után jön a kibetonozás. Alapvető követelmény, hogy a betonozást a réselési munka befejezése után a legrövidebb időn belül, de legkésőbb 4-5 óra múlva úgy kell megkezdeni, hogy 6-10 óra alatt be is lehessen fejezni. A betonozást betoncső segítségével végzik. A betonozás időszükségletét a tábla mérete, térfogata, a betonellátás és a betonozó cső átmérője határozza meg. A beton folyamatos résbe jutásával kiszorítja a résiszapot a résből. A betonozás után bizonyos szilárdulási idő elteltével a szakaszoló csöveket eltávolítják.

A Réselés elengedhetetlen eszköze a réselőgép. Az egyes gépek kialakításban, különböznek egymástól:

3.1.3.1. Köteles felfüggesztésű, mechanikus üzemű markoló réselőgép



(forrás: internet)

A legkorábbi réselési technológia. A markoló emelése és süllyesztése, a szirmok nyitása és zárása is kötéllel történik. Manapság egyre kevésbé használják elavultsága miatt.

3.1.3.2. Köteles felfüggesztésű, hidraulikus üzemű markoló réselőgép



(forrás: internet)

Ennek a kanálnak az emelése, süllyesztése, - hasonlóan a mechanikus kanáléhoz - kötelekkel történik. Egy jobb és egy balsodrású kötéllel van felfüggesztve, hogy megakadályozzák az elcsavarodását. A szirmok mozgatását 1-1 hidraulikus munkahenger végzi. Ennél a megoldásnál a legnagyobb problémát a hidraulika olaj lejuttatása jelenti a munkahengerekhez.

3.1.3.3. Kelly-száras felfüggesztésű, hidraulikus üzemű markoló réselőgép

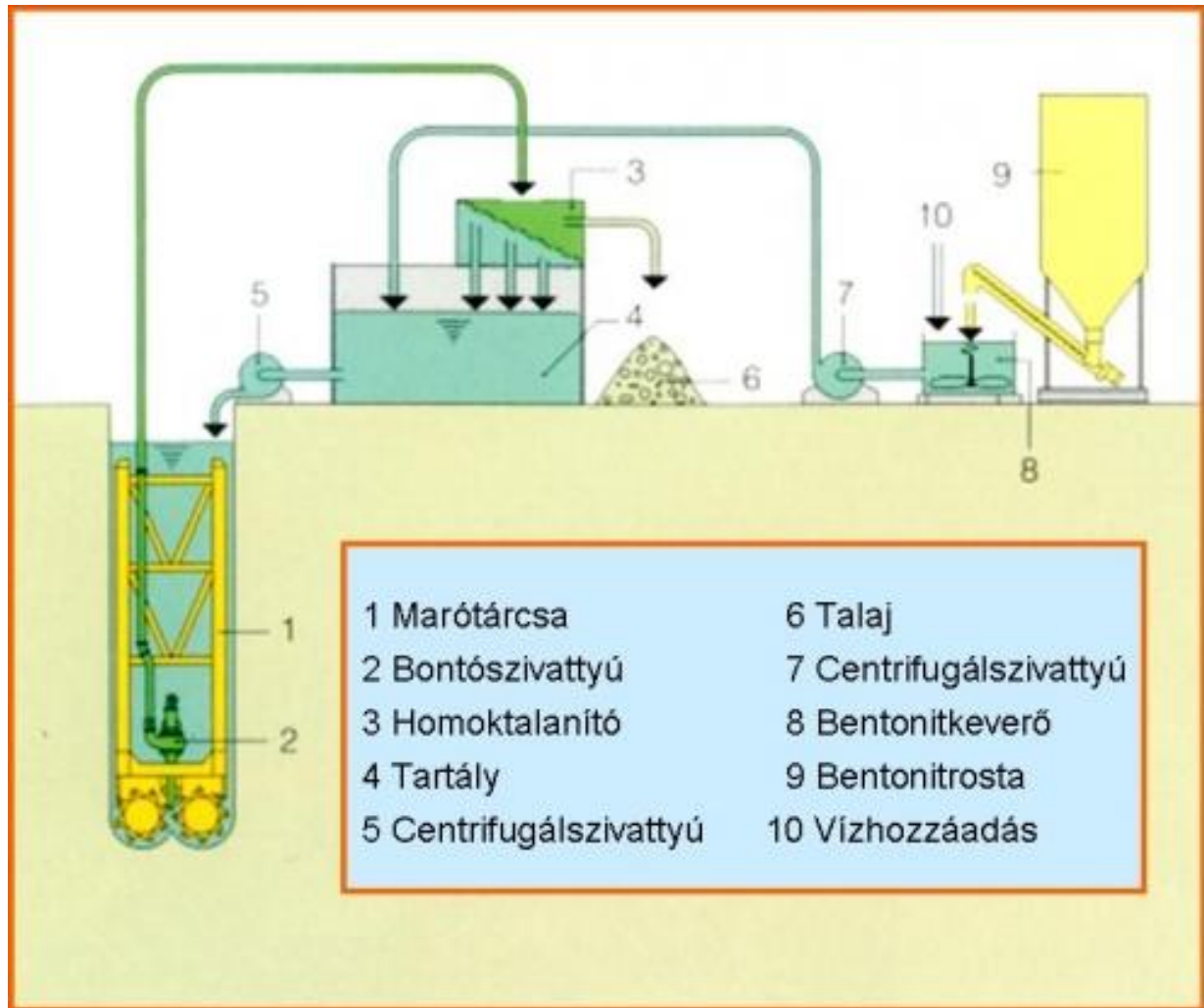


(forrás: internet)

Az előző konstrukciótól nem sokban különbözik. A felfüggesztése a gémcsúcsra szerelt felső (külső) Kelly-szárral (1) történik. A képen látható felső állásban az alsó (belső) Kelly-szár (2) összekapcsolódik a felsővel, egy köztes elem (3) keresztül, így az egész kanalat a felső Kelly-szár tetejére szerelt hidromotor segítségével lehet a hossz tengelye körül forgatni. Ez a szerelék pontos irányítását teszi lehetővé.

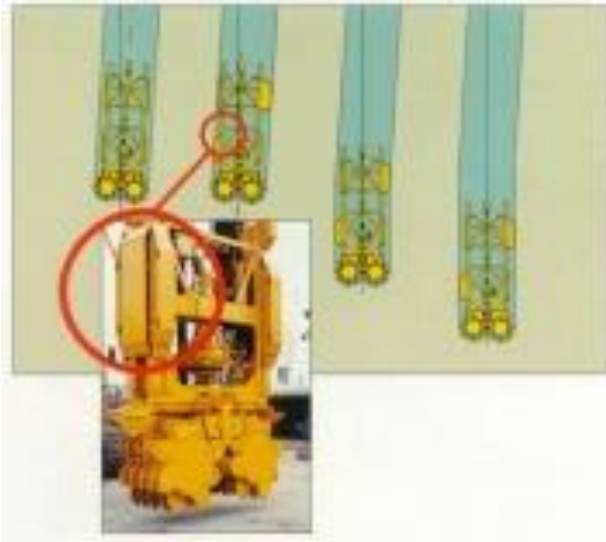
Azonban egy gyakorlatlan kezelő, ha a kanalat a résvezetőbe szorítja, a Kelly-szárazakat el is törheti.

3.1.3.4. Marótárcsás (hydrofrás), folyadékszállítású réselőgép



(forrás: internet)

A marótárcsás réselőszerszám (1) - szemben a fent tárgyalt kanalas szerszámok ciklikus üzemével, - folyamatos üzemű. A felszakított talaj a résfolyadékkal összekeveredik. Az így kialakult zagyot pedig kiszivattyúzzák (2) a résből. A zagyot ezután homoktalanítják (3), és a visszanyert résfolyadékot visszavezetik (5) a résbe.



(forrás: internet)

A marótárcsás az egyetlen olyan réselési mód, mellyel a függőleges irányú eltéréseket valós időben lehet mérni, és ezzel együtt korrigálni. A képen jelölt kitolható lapokkal lehet irányítani a szerszámot függőleges irányban, a mérést, pedig egy a fejbe épített mérő-beavatkozó egység végzi, mely irányítja a lapok mozgását lefelé, és a résből való kihúzás során is.

3.1.4. A résiszap

A föld kiemelése résiszap védelme alatt megy végbe. A résiszap utánpótlásáról a térfogat kiemelésének megfelelően folyamatosan gondoskodni kell. A résiszap diszpergált bentonit és víz keveréke ("szuszpenziója"). Nagyon lényeges tulajdonsága a tixotróp viselkedés, nyugalomban megdermed, azonban rázás, keverés hatására ismét folyadékszerű lesz a viselkedése, miközben a térfogata állandó. Ez a változás akárhányszor megismétlődhet. A tixotrópia teszi lehetővé, hogy a vízben diszpergált bentonit nem ülepedik ki, vagyis a szuszpenzió stabil, ill. térfogatsúlya időben állandó. Elsősorban a Na-bentonitok alkalmasak a résiszap anyagául az uralkodó Na-montmorillonit agyagásvány nagy duzzadásképesége miatt. Az előírt részbe kerülő szuszpenzió azonnal elkezd kiszivárogni, és eközben a földfal felületén, ill. ennek közelében néhány mm vastag vízzáró film, kéreg alakul ki, amely azután megakadályozza a további folyadékvesztést. Erre a vízzáró kéregre támaszkodik a résiszap, és ha felszínét megfelelő szinten tartják, akkor képes ellensúlyozni a kívülről befelé irányuló föld- és víznyomást. Ehhez az kell, hogy a benne uralkodó hidrosztatikus nyomás bármely mélységben nagyobb - vagy legalábbis ugyanakkora - legyen, mint a földnyomás és külső víznyomás összege. A résiszap térfogatsűrűsége $1,03-1,12 \text{ g/cm}^3$, jellemzően $1,10 \text{ g/cm}^3$. A résiszapok duzzadásképesége, viszkozitása polimerekkel növelhető, alkalmazásuk terjedőben van.

Agyagásvány alatt értjük azokat a természetben szabadon előforduló ásványokat, amelyek főként agyagot, kovasavat és vizet tartalmaznak. Hazai gyakorlatban általában bentonitot alkalmaznak.

Bentonitnak nevezzük, azokat az agyagásványokat, amelyek 50%.-ban montmorillonitot tartalmaznak.

Montmorillonit olyan agyagféleség, melynél a szemcsék laposságát vastagsági szélességi méretük 1:100 arányba határozzák meg. A montmorillonit tartalom mellett jellemző még a Nátrium és a Kalcium jelenléte is. Ezek előfordulási arányától függően beszélünk Na vagy Ca bentonitról.

Résiszap feladata:

- A munkába vett rés függőleges oldal és harántfalait támassza meg.
- Akadályozza meg a függőleges oldal és harántfalakból az alkotó talajszemcsék kipergését.
- Akadályozza meg a talajvíz beáramlását a résbe, (a víznyomást is képes felvenni a résiszap, mert nagyobb a sűrűsége.)
- Önmaga olyan stabil legyen, hogy tulajdonságait a résfal elkészültéig megtartsa.
- Vékony filmet képez a talajfalon, meggátolja a szemcsék kipergését.
- A résiszap és a zagy közti különbség, az hogy míg a résiszap tiszta szuszpenzió a réselés előtt, addig a zagy már a talajjal szennyezett résiszapot jelent.

Résiszap kezelése:

Gondoskodni kell a folyamatos utánpótlásról, a résből való kikerülése után a kiréselt törmelék leválasztásáról és a megtisztított iszap visszavezetéséről. A résiszap készítéséhez egy a betonkeverőhöz hasonló keverőgépet használnak, melyben a már használt anyagot friss bentonittal dúsítják. A zagyot öblítő rendszerű réselőgép esetén folyamatosan, egyébként szükség szerint kell tisztítani. A tisztítást olyan mértékben kell végezni, hogy a megtámasztó folyadék jellemzői az előírt határértéken belül maradjanak. Gondoskodni kell róla, hogy a résiszap a tárolómedencében se szennyeződjön. Naponta legalább kétszer kell ellenőrizni a résiszap, valamint a résiszap fajsúlyát, viszkozitását és ülepedését.

Tisztítás során a résiszapot és a belekerült talajt különválasztják. A résből kiemelt szennyezet résiszap szivattyún keresztül jut a rázórostára. Az így leválasztott durva szemcsék konténerbe kerülnek, a még szennyezett résiszap pedig egy tárolóedénybe, ahonnan szivattyú nyomja a hidrociklonba vagy ülepítőbe. A hidrociklonban való homokleválasztás után a tiszta résiszap tárolóedénybe kerül.

A munkagödör megtámasztása elkészíthető csőtámasz rendszerrel vagy horgonyzással. A csőtámaszok előnye, hogy olcsóbb és könnyebb az elkészítése. A csőtámasz kivált egy horgonyt, mivel a szembetámasztásból adódóan a cső a résfalat két ponton támasztja meg. A csőtámasz hátránya hogy a munkatérben való közlekedés megnehezedik, és körülményessé válik a belső szerkezet megépítése. A csőtámaszokat akkor építjük, ha a résfal két szemközti oldala 20-25 méterre van egymástól. Ekkor építhető be gazdaságosan. A csőtámaszoknál hátrány nyomott szerkezet lévén a kihajlás ezt a csőszakaszok összekötésével lehet csökkenteni.

A horgonyzott munkaterekbe könnyebb a belső szerkezet építése viszont a horgonyok teherbírása mindig kérdéses. Elkészítése időigényesebb, mint a csőtámaszoké



(forrás: internet)

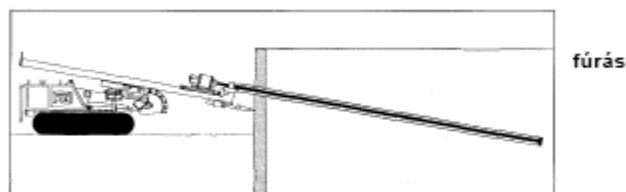
3.1.5. A Horgonyzás

Dúcreneteg (nehéz közlekedés a gödörben)

Miután a rést kiástuk, betonoztuk, és megfelelő ideig hagytuk szilárdulni, ki lehet bontani a résfalat. Ilyenkor azonban, hogy a fal elviselje a külső talaj nyomását, vagy dúcolást alkalmazunk, melyekkel ideiglenesen kitámasztjuk a falakat, míg a végleges kitámasztás, pl. egy földem kivitelezésre nem kerül, vagy kihorgonyozzuk a résfalat.

A horgonyzás folyamata a megtámasztó szerkezet eléréséig 4 részből áll: fúrás, horgonybevezetés a furatba, injektálás, feszítés-blokkolás.

Fúrás: A fúrás során a fúrósárat és –fejet általában ütve-forgatva hajtják le, de használnak végtelen spirált is. A furatot talajtípustól függően béléscsővel vagy fúróiszappal (esetleg cementtejjel) támasztják meg. A fúrt anyagot a fúróiszap, víz, vagy a levegő hozza ki.



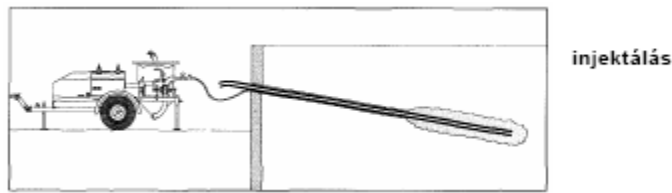
(forrás: internet)

Horgonybevezetés: A horgony bevezetésével együtt töltik ki a furat befogási szakaszát. Béléscső nélküli furatban a fúrás végén vízzel, cementtejjel vagy levegővel kitisztított furatot gravitációsan töltik fel cementhabarccsal, s a horgonyzárat előtte, vagy utána helyezik be.



(forrás: internet)

Injektálás: A befogási szakaszt a fúrószár mellett bevezetett injektáló csövön keresztül nagy nyomáson injektálják, szükség esetén több lépcsőben is.



(forrás: internet)

Feszítés, blokkolás: A tervezett erő 10-25%-val feszítik meg a horgonyokat, majd kissé visszaengedve blokkolják őket.



(forrás: internet)

3.1.5.1. Merev rudas horgonyzás

Kisteherbírású ideiglenes merev rudas horgony esetén a cementtejjel kitöltött furatba kell behelyezni a menetes rudat, majd 7 nap elteltével a szükséges feszítés elvégezhető. Végleges merevbetétes horgony esetén a technológia sokkal összetettebb: A fúrófejjel ellátott fúrószárral – védőcső védelmében – el kell készíteni a furatot, majd ezt a fúrószáron keresztül cementhabarccsal ki kell injektálni. Ezután kell behelyezni a horgonyt a cementlébe, majd az elkészítést követő napokon a szükséges cementhabarcs injektálásokat el kell végezni. A hétnapos cementszilárdulást követően a megfeszítés, majd a horgonyfejek korrózióvédelme elvégezhető.



(forrás: internet)

3.1.5.2. Pázmás injektált horgony



Ideiglenes horgonyok esetén a védőcsöves fúrást követően a furatot cementhabarccsal kell feltölteni, majd ebbe kerül behelyezésre a több pázmából elkészített méretezett pázsmaköteg a szükséges injektálási segédszerkezetekkel felszerelten. A következő napokban a szükséges cementhabarcs injektálások kerülnek

elvégzésre, majd ezután 7 nap elteltével elvégezhető a feszítőpuskás feszítés. Végleges horgonyok esetén a pázsmák a szabad hossz mentén kiegészítő korrózióvédelemmel vannak ellátva, és külön technológia szerint kell a horgonyfejeket is korrózióvédelemmel ellátva lezárni. Víz alatti horgonyzás esetén az előbbieken túl külön kiegészítő technológia szerint kell megakadályozni a horgonyfúraton keresztül történő vízbejutást.



(forrás: internet)



(forrás: internet)

3.2. Összegzés, megállapítások

Az előzőekben kifejtésre került a mélyépítési módszerek közül egy bizonyos munkatér határolási módszer. A kifejtett mélyépítési módszer a „réselés”. Nem került dokumentálásra, de az összes mélyépítési módszert megvizsgáltam megépíthetőség és a költségek figyelembe vételével. A vizsgálat eredménye, hogy olyan munkatér határolási módszert kell alkalmazni, ami később bevonható a teljes szerkezet teherbírásába. A helyszíni adottságokat figyelembe véve és a helyszínt megvizsgálva egyértelmű volt, hogy a Résfalas munkatér határolás lesz a legkedvezőbb megoldás mind anyagi mind műszaki szempontból. Ahogy az a Műszaki Leírás is bemutatja a környezet belvárosi. A belváros szívében 3-4 szintes épületek ölelésében kerül megépítésre a mélygarázs. A réselésnek köszönhetően egy jól együttműködő szerkezet építhető figyelembe véve az építési állapotokat.

A költséghatékonyságot szemelőtt tartva jutottam arra a megoldásra, hogy támfödém beépítésével egy szint kihorgonyozást elhagyok, ezáltal tovább csökkentem a kivitelezési költségeket. Egy méter horgony elkészítése megközelítőleg 15-20 ezer forint ami 16 méteres horgony, 139 db armatúra esetében közel 50 millió forintot jelent. A tervezett szerkezet 2 sorban horgonyozva lesz, és a később beépülő födémek közül egyet az építési fázisokban a támasztás érdekében építünk meg. Azaz a felső támasz horgony, alatt az eredetileg tervezett helyére födém és alá egy újabb sor horgony kerül megépítésre. A támfödémén buvónyílásokat kell hagyni, hogy az alatt lévő talaj könnyen eltávolítható legyen. A födém ebben az esetben tárcsaként működik. Ebben az esetben a födémeket támaszokkal kell ellátni, hogy a talaj eltávolítása után támaszkodni tudjon ezekre az acél csövekre, amiket a vasbeton pillérek beépítése után eltávolítunk. A csövek spirálvarratosak a nagy átmérőből adódóan.

A réselési technológia lehetővé teszi a bonyolult alaprajz lekövetését, továbbá segít a felúszás megakadályozásában. A felúszást jelen diplomamunka keretein belül nem vizsgálom csak a résfal egyes építési állapotaiban. A résfal talpnak befogásánál.

A beépülő szerkezet méreteiből adódóan jelentős hatással lesz a talajvíz áramlására. A szerkezet beépülte után egy torlaszt képez mind töltési mind apadási időszakban. A szerkezetnek köszönhetően a résfal Keleti és Nyugati oldalán a megadott maximális talajvíz szinteknél magasabb szintek lesznek mérhető a torlasztó hatásból adódóan. A talajvíz áramlásának vizsgálatára végeselemes méretező program áll rendelkezésre, aminek a számításai biztonsággal figyelembe vehető, ezt a vizsgálatot a szerkezet globális vizsgálatainál figyelembe kell venni. A diplomamunka keretein belül, csak a mértékadó talajvízszintet veszem figyelembe.

A szakdolgozatomhoz külön Technológiai Utasítás nem készül. Az „Általános Leírás” azaz a jelen dokumentum elég leírást ad a géplánc működésére. A mélyépítő cégek egymástól eltérő réselési megoldásokat is alkalmazhatnak.

Szakdolgozatom keretein belül alapos előzetes számítások alapján kerül méretezésre a résfal szerkezete és az ebbe kerülő armatúrák. Méretezésre kerülnek a csatlakozó szerkezetek kapcsolatai, amik kulcskérdésként szerepelnek a kivitelezés során.

Az eredeti terv a résfalat 3 sorban horgonyozza ki. A számításaim alapján, a két sor horgony plusz egy támfödém (a második sori helyett) alkalmas a munkatér megtámasztására, így az eredeti tervhez képest egy teljes sor horgony kiváltása történik, ezáltal megközelítőleg 50 millió forintot spórolható meg az eredeti tervhez képest. 139 db horgony egyenként 320 ezer forintba kerül kivitelezve, ez egy becsült érték, így alakul ki a megtakarítás. Továbbá a támfödém által az elmozdulások minimalizálódnak. A két sor horgony és egy támfödém alkalmazásával egy olcsóbb és jobb erőjátékú szerkezetet kapunk.

IV. Műszaki leírás

4.1. Alkalmazott szabványok

A szerkezet számítását az Eurocode alapján végeztem el:

- Eurocode 0: A tartószerkezetek tervezésének alapjai
- Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások
- Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése
- Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése
- Eurocode 5: Faszervezetek tervezése
- Eurocode 6: Falazott szerkezetek tervezése
- Eurocode 7: Geotechnikai tervezés
- Eurocode 8: Szerkezetek földrengésállóságának tervezése

4.2. Létesítmény és a tervezett szerkezet részletes ismertetése

4.2.1. Az épület általános leírása

Az épület megközelítő méretei 120×50 méter funkciója mélygarázs, a mélyépítési szerkezetek nagy része vízzel rendszeres érintkező, ezt figyelembe kell venni a beton minőségének kiválasztásakor. A mélygarázs mínusz négy szintes, hajlított szerkezetek.

A tervezés a résfal vastagsága 60 cm (65 cm), beton minősége C30/37. A szerkezetbe kerülő betonacélok B500B minőségűek. A támasztó födémek 30 cm vastagságúak, minőségük szintén C30/37.

A horgonyok maximális terhelhetőségét 80 tonnában állapítom meg, mivel a kivitelezésben nagyobb terhelésű horgonyok előállítása költséges. A megadott felső határ tapasztalati érték.

A tartószerkezetek dilatálatlanul, egyetlen szerkezeti egységként kerülnek kialakításra, amire az épület oldalméretei adnak lehetőséget.

4.2.2. Talajmechanikai viszonyok, adatszolgáltatás

A terület talajmechanikai feltárását és az adatszolgáltatást a Geoplan Kft.-től kaptam.

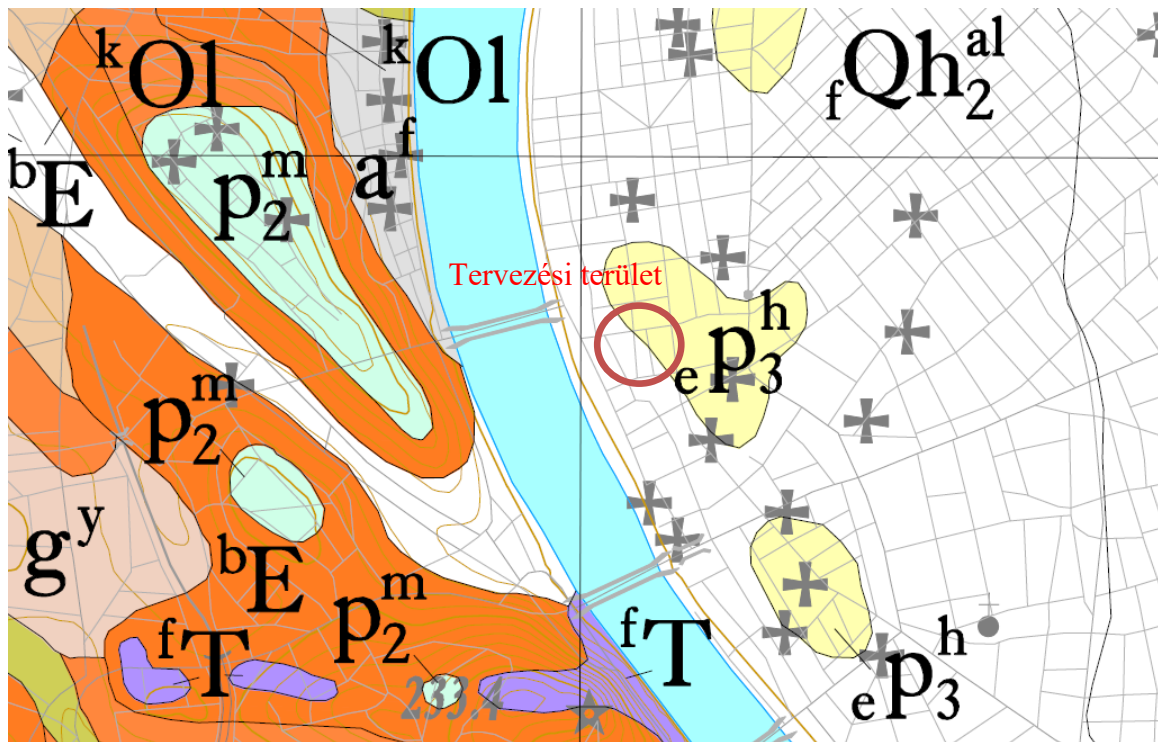
4.2.2.1. A területre jellemző talajok rétegződése

A terület alapkőzetének döntő hányada, a körülbelül 10.0 – 15.0 m mélyen kezdődő középső oligocénkori kiscelli agyagból épül fel, melyre a Duna holocén, pleisztocén kori üledékei rakódtak, ezek homokos kavicsból és a ráülepedett iszapos, homokos homokliszt rétegekből áll. A terület környezetében megtalálható a főváros belsőbb kerületeire jellemző néhány méter vastagságú épülettörmelékes feltöltés is.

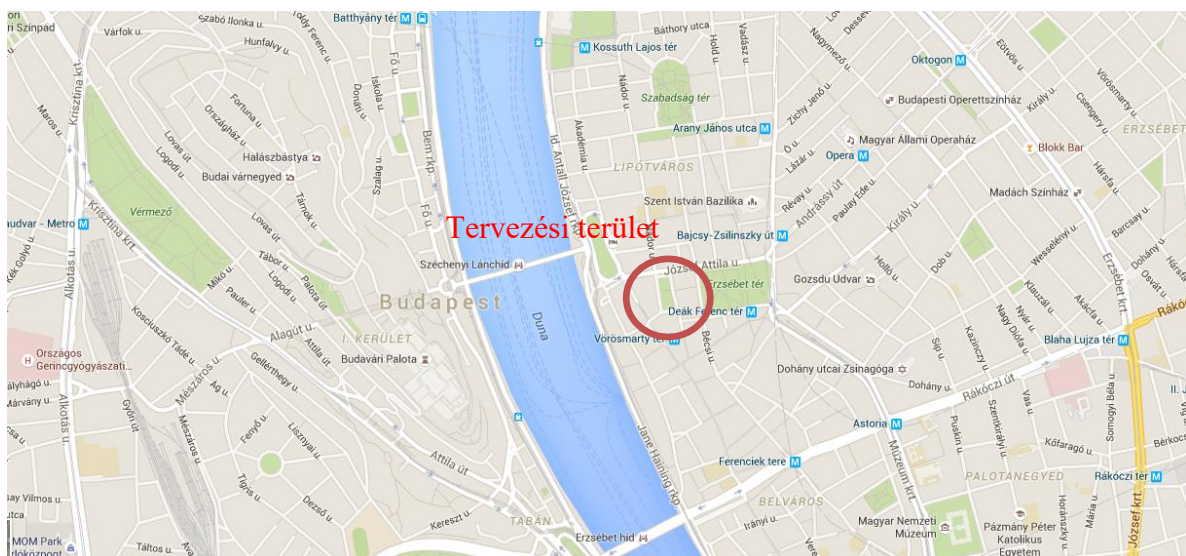
Magyarország földtani térképe alapján a területre jellemző alapkőzet az alábbi térkép mutatja.

HOLOCÉN			
Újholocén			
${}_{f}Qh_2$	${}_{f}h_2$	Folyóvízi üledék	${}_{e}Qp_3^l$ 1 Löss
${}_{f}Qh_2^{al}$	${}_{f}h_2^{al}$	aleurit	${}_{e}Qp_3^{a-l}$ Agyagos lösz
${}_{f}Qh_2^h$	${}_{f}h_2^h$	homok	${}_{e}Qp_3^{hl}$ Homokos lösz
${}_{f}Qh_2^{mi}$	${}_{f}h_2^{mi}$	Mésziszap	${}_{e}Qp_3^{hl, lh}$ hl, lh Homokos lösz, löszös homok
			${}_{e}Qp_3^h$ ${}_{e}p_3^h$ Futóhomok
			${}_{e}Qp_3^{lh}$ lh Löszös homok

(forrás: Magyarország földtani rétegződése)



(forrás: Magyarország földtani rétegződése)



(forrás: internet)

A talajmechanikai szakvélemény és talajmechanikai feltárások alapján az alábbi rétegződés található a vizsgált területen és környezetében:

- A felszíni burkoltatok és kavicsagyazat alatt c.ca. 2.5 m vastagságú, laza, épülettörmelékes feltöltés.
- A felszín alatt -6.0 m-es mélységig közepesen tömör, átmeneti talajok, homoklisztes homok, iszapos homokliszt réteg található.
- A területen -6.0 és -12.0 m között várhatóan tömör, kavicsos homok vagy homokos kavics réteg települt.
- Az alapkőzetnek számító, vízzáró „kiscelli” agyag c.ca. 12.0-12.5 m-es mélységben található. Az agyag felső néhány dm-es vastagságban lazább, képlékenyebb, azonban ez alatt nagyon tömör, nagyon kemény, jó teherbírású.

A tervezéshez felhasznált fúrásszelvény az alábbiakban látható. A fúrásszelvény tanulmányozásával jól látható a területre jellemző rétegződés.

4.2.2.2. Talajfizikai jellemzők

A Talajmechanikai szakvélemény alapján megadott talajfizikai jellemzők a következők:

Talajok megnevezése Fúrások alapján	ρ kN/m ³	φ°	c kN/m ²	E_s MN/ m ²	Fejtési osztály
Homokfeltöltés	16	25	0	5-10	III
Homokos Iszap	18,5	21	10	15-20	III
Kavicsos Homok	19,5	27	0	25-32	IV
Homokos Kavics	20	33	0	50-65	IV-V
Szürke, tömör, közepes agyag	21,5	23	135-180	9-14	V

Az Eurocode 7 alapján a szakvéleményben megadott értékeket karakterisztikus értékévé kell alakítani:

Talajok megnevezése fúrások alapján karakterisztikus értéke	ρ kN/m ³	φ°	c kN/m ²	E _s MN/ m ²	Fejtési osztály
Homokfeltöltés	16,40	23,8	0	5-10	III
Homokos Iszap	18,96	20,0	8	15-20	III
Kavicsos Homok	19,98	25,8	0	25-32	IV
Homokos Kavics	20,50	31,7	0	50-65	IV-V
Szürke, tömör, közepes agyag	22,04	22,0	108-144	9-14	V

4.3. Hidrogeológiai viszonyok

A terület hidrológiai viszonyai a Duna közelsége – c.ca. 200.0 m – miatt nagyban függenek a folyó vízmozgásától. A Duna folyóvize és a terület talajvize a homokos kavicsrétegen keresztül kommunikál.

A talajvíz átlagos mélységűnek tekinthető, a felszín alatt -4.50 - -5.00 m-es mélységben mozog. Természetesen a folyó hatása miatt nagy árvize vagy rendkívül alacsony vízállásokkor akár több dm-rel is eltérhet az előbb említett szinttől. A talajvíz nincsen nyomás alatt, szabad felszínű.

A Talajmechanikai szakvélemény alapján a vizsgált területen a becsült maximális talajvízszintet -102.00 mBf-en adja meg. Ennek alapján a **mértékadó** (tervezési) **talajvízszintet 102.50 mBf-en** kerül felvételre.

Az építési vízszint, normál dunai vízállás esetén a már említett -4.50 és -5.00 m-es mélységben vehető figyelembe. A szakvélemény alapján talajvíz analízis szerint a szulfát ion (SO²⁻) koncentráció (343-733 mg/l) miatt a talajvíz beton szerkezetekre enyhén agresszív osztályba sorolható.

A területre vonatkozóan hidrológiai méretezést kell végezni. A szerkezet beépülte után előfordulhat, hogy a környezetben lévő épületek pincéiben vizesedés jelenik meg. A Duna a terasz kavicsra keresztül kommunikál a talajvízzel, magas állásnál a Duna visszatölt, alacsony állás esetén az áramlás a Duna irányába mutat és táplálja azt. A Duna csillapított kihatása a talajvíz szintjére a vizsgálatok alapján megközelítőleg 1,0 km.

A beépülő szerkezet megváltoztatja a talajvíz áramlásának irányát. A változások megközelítőleg pár hónap után beállnak. A szerkezetnél mind a két időszakban duzzasztó hatás lép fel ami azt jelent, hogy a 102,50 mBf szintnél magasabban is lehet a talajvíz szintje. A számításokba a 102,50 mBf szintet vesszük figyelembe.

4.4. A tervezett szerkezet erőtani viselkedésének leírása

4.4.1. Építési állapotok

1.fázis

Első lépésben a területen lévő közművek kiváltása, tömedékelése szükséges. A területen lévő szobor áthelyezését követően a meglévő nagy átmérőjű fák áttelepítését kell elvégezni. A munkaterület jelenleg aszfaltozva van. Az aszfalt megtörését követően a területen megkezdődhet a lavírsík kialakítása. A lavírsík a 105,20 mBf-től -1,10 méterre helyezkedik el. A kikerülő anyagot a megfelelő hulladék depóniába kell szállítani a „hulladék kezelési törvény” pontjainak betartásával.

2.fázis

Az elkészült lavírsíkon a résvezető gerenda készítése szükséges. A gerendapár egymástól 65 cm helyezkedik el. A résvezető gerenda 20 cm vastag C12/15-X0-32-F3 MSZ 4798:1-2004 betonból kell készíteni. A résvezetőbe 8 mm átmérőjű 20×20 cm osztású hegesztett hálót kell elhelyezni B500B minőségből. A résvezető 1 méter magas. A betonozást követően 2 méterenként drugafával kell szembetámasztani, majd rétegesen visszatölteni és tömöríteni. Érdemes a

résvezetőtől számított 1,0-1,5 méter széles sávot egy alacsony minőségű soványbetonnal lebetonozni, hogy a technológiából adódó vizek ne áztassák át a réselő gép alatti talajt. A résvezetők feladata a réselőkanál megvezetése, a felső laza állapotú talajzóna megtámasztása, így megakadályozva az omlásokat. Az armatúrák elhelyezésénél a résvezető segíti a pontos magassági és oldalirányú beállítást.

3.fázis

A lavírsík és a résvezető gerendapár kiépítését követően a réseléshez szükséges technológiai géplánc felállítása szükséges. A réselést 60 cm névleges vastagságú 280 cm széles szögletes kanállal kell végezni.

Szükséges géplánc:

- réselőgép, réselőkanállal
- szakaszolópalló
- résiszap keverőtartály
- bentonit Tapolcafői EK-I. A70
- bentonitsiló
- vízvételi hely
- tömlők
- zagytartályok
- zagyregenerátor
- bűvárszivattyúk

A géplánc összeállítását követően, megkezdődhet a réselés. A réselés során folyamatosan figyelemmel kell kísérni a résben lévő zagy szintjét, mivel az esetlegesen fel nem tárt közműveken elszöket a rés állékonyságát biztosító keverék. A réselés során a réselési jegyzőkönyveket pontosan kell vezetni, a talajrétegződés változását a jegyzőkönyvben kiemelt figyelmet kell rá fordítani. A szükséges mélység elérését követően az armatúrák elhelyezése következik. Az armatúrák elhelyezésének kulcs kérdése az elhelyezést követően a felúszás megakadályozása, ez leterheléssel megoldható. A betonozás során a víz alatti betonozás szabályait betartva kell eljárni, azaz a kontraktórcsövet a frissbeton szintje alatt kell tartani. A beton minősége C30/37-XC2-XA2-XV2(H)-32-F5 MSZ4798:1-2004 A betonozás előtt a szakaszolópallókat el kell helyezni. A szakaszolópallók középső részébe a vízzáró

szalagot el kell helyezni. A szakaszolópallókat a beton 12 órában kell kiszakítani.

4.fázis

A bebetonozott réstáblák felső síkját a beton 7 napos korában vissza kell vésni, hogy a rossz minőségű zaggal szennyezett rész eltávolításra kerüljön. A visszavésés a felső 20 cm érinti. A visszavésést követően a felületet kellősen kell és a fejgerenda vasalást meg kell szerelni. A fejgerenda C30/37-XC2-XA2-32-F3 MSZ4798:1-2004 minőségű betonból készül, a betonacél B500B minőség.

5.fázis

A fejgerenda 14 napos korában eléri azt a szilárdsági szintet, amikor képes a réstáblák összefogására. A talaj kitermelése megkezdődhet ezzel egy időben a munkatérbe bezárt összefolyó vizek kiemelése is. A talaj kitermelésének következménye képen a résfal konzolos lesz. Az első kitermelési szint -4,00 m a horgonyzási szint -3,30 m. A teljes kitermelést követően a horgonyok fúrása is megkezdődhet. A horgonyok típusa 7 db Fp 150-St1550/1770. A horgonyok feszítési ereje 800 kN. A horgonyok dőlésszöge 25° , a horgony teljes hossza: 16,00 m a befogási szakasz 6,00 m a szabad szakasz 10,00 m.

6.fázis

A horgonyok megfeszítését követően a talaj kitermelését el lehet végezni a -7,60 m-as mélységig. Itt egy tükör készítése szükséges, amire egy elválasztó fólia terítése szükséges. A fóliára kerül elhelyezésre a zsalutáblák. Az armatúrákban előre elhelyezett hungarocellel kirekesztett acél fülek vannak elhelyezve, amihez könnyen tud kapcsolódni a bekerülő támfödém. A földem betonozása előtt le kell réselni erről a közbelső szintről a belső gyámolító pillérek. Ezekbe a pillérekbe spirálvarratos acélcsöveket kell elhelyezni. Ezekre az acélcsövekre támaszkodik építési állapotban a földem. Az elkészült gyámolításokat követően a vasbeton földem betonozása következik. A földem nem teljes terjedelmében épül meg, mivel az alsó szintekről is ki kell termelni a talajt, így a földemen két nagyméretű bűvő nyílást kell hagyni.

7.fázis

A támfödém 15 napos korában megkezdődhet a 3. szakaszú talaj kitermelése. A kitermelést a -10,30 m szintig kell elvégezni. Ezen a szinten egy újabb sor horgonyt kell beépíteni. A horgonyok paraméterei megegyeznek az előzőekben említett értékekkel.

8.fázis

A horgonyok megfeszítését követően a maradék talaj kitermelése következik a -14,47 m szintig. Ezen a szinten egy szivárgó réteg kerül beépítésre, majd a végső támasz az alaplemez épül be.

4.4.2. Építési állapotokban kialakuló erőtani kérdések

A tervezett szerkezet a rá ható terheket hajlítás és nyírás együttes hatásával viseli. A számításnál résfal tekintetében földnyomást, víznyomást a felszíni teherből adódó többletnyomást, valamint az egyéb rendkívüli terheket veszem figyelembe. A tervezés során az ideiglenes állapotokban a tervezett szerkezetet azokon a pontokon kell megtámasztani, ahol később a födémek is lesznek, így érhető el, hogy a résfal vasalása a leggazdaságosabb legyen. Hiszen az építési állapotokban érik a szerkezetet a legnagyobb hatások. A belső szerkezet megépültét követően a talajkörnyezetben lejátszódik a konszolidáció és beáll a végleges állapot. Ekkor már egy vastagabb, merevebb szerkezet viseli a terhet. A résfal tervezése során kiemelt figyelmet kapott a környező épületek védelme, ezért a résfal elmozdulását a lehető legjobban minimalizáltam.

A résfalra a horgonyok és födémek környékén hat a legnagyobb nyírás, valamint a „támaszok” között fog hatni a legnagyobb hajlítás. A résfal nyomást ad át a födémekre, így ezek a födémek tárcsaként fognak működni. A résfal repedéstágasságát $w_k=0,2$ mm határozza meg a szabvány, ez a teljes szerkezet mentén teljesül.

4.5. Víztelenítés

Mivel a munkatér pontszerű és az elkészült résfalak bekötnek a vízzáró kiscelli agyagba, így a víztelenítést nyíltvíztartással lehet megoldani. A kivitelezés megkezdése előtt befogadói engedélyt kell kérni a Fővárosi Csatornázási Művektől, hogy a kiemelt vizeket a csatornába be lehessen vezetni. Az üzemeltetés során pedig csatornafejlesztési díjat kell fizetni, mivel az alaplemez alól kiemelt vizeket ebbe a rendszerbe kell bekötni.

A munkatér ideiglenes víztelenítését biztosító 8 db (melyből 2 db tartalék) talajvízszint-süllyesztő kutak közül 4 db kerül véglegesítésre. Az azokba kerülő, megfelelően méretezett, automatakapcsolós szivattyúk miatt a fenéklemez alatt nem alakulhat ki tényleges víznyomás, így azt víznyomásra sem kell méretezni.

A szivattyúk a résfalon- és a résfalat megkerülve átszivárgó, talajvizet elszivattyúzva megakadályozzák a talajvíznyomás kialakulását, ezért víztelenítő kutakat oly módon kell majd kialakítani, hogy tartós áramkimaradás, vagy üzemzavar esetén a talajvizet a pincetérbe be lehessen engedni, annak felúszása elkerülése végett.

Az építkezés ideje alatt a munkatérben 8 db vízgyűjtő zsompot kell kialakítani. A zsompok űrtartalma akkora legyen, hogy áramkimaradás esetén 45 perc alatt beszivárgó vizet képes legyen tárolni. A beszivárgó talajvizet naponta ellenőrizni kell és figyelni a finom szemcsék munkatérbe való áramlását. Amennyiben a beáramló vízben lévő szemcsék tartalma megnő (elveszti áttetszőségét), úgy talajtörés veszélye áll fent. A talaj kitermelését meg kell állítani és a talajt vissza kell tölteni.

A -4 szinti lemez alatt, az alaprajzokon bemutatott 4 helyen, a gépészeti aknákhöz közvetlenül csatlakozó módon, a Kivitelezőnél megszokott kialakításban készülnek a vízgyűjtő kutak.

4.6. Tervezett tartószerkezet ismertetése

Az épület egységes viszonyító síkja: $\pm 0,00 = 105,20 \text{ mBf}$; amely a meglévő terepszinttel egyezik meg.

Főbb szintadatok és méretek a mélyépítési munkákhoz :

<i>Réselési munkaszint:</i>	<i>-1,10 m (104,10 mBf)</i>
<i>Résvezető gerenda felső síkja:</i>	<i>-1,10 m (104,10 mBf)</i>
<i>Résvezető gerenda alsó síkja:</i>	<i>-2,10 m (103,10 mBf)</i>
<i>Résvezető gerenda mérete:</i>	<i>0,20 × 1,00 m</i>
<i>Résfal talpsíkja:</i>	<i>-16,97 m (88,23 mBf)</i>
<i>Teljes réselt mélység:</i>	<i>16,97 m</i>
<i>Résfal vastagsága:</i>	<i>60 cm (65 cm)</i>
<i>Résfal felbetonozási szintje:</i>	<i>-1,50 m (103,70 mBf)</i>
<i>Résfal visszavésési szintje:</i>	<i>-1,70 m (103,50 mBf)</i>
<i>Fejgerenda felső síkja:</i>	<i>-1,10 m (103,50 mBf)</i>
<i>Teljes kiemelési szint:</i>	<i>-14,37 m (90,83 mBf)</i>
<i>Alaplemez felső síkja:</i>	<i>-12,77 m (92,43 mBf)</i>
<i>Alaplemez alsó síkja:</i>	<i>-13,97 m (91,23 mBf)</i>

4.7. Résfal szerkezet

A résfal szerkezet megépítéséhez szükséges a réselési lavírsík kialakítása, ehhez a résvezető külső oldalán 1 méter széles technológiai sávot kell hagyni és onnan 1:1 rézsű kialakítása szükséges. A rézsű készítése és stabilizálása a Kivitelezőnél megszokott technológiával készülhet, mint a rézsűs megtámasztás vagy a löttbetonos rézsű.

A közműveket az építkezés előtt ki kell váltani. A lavírsík kialakítása során folyamatos Szakfelügyeletet kell biztosítani a szolgáltatók részéről, mivel a Genplánon szereplő adatszolgáltatásokban eltérések szerepelhetnek a valóságtól. A feltárt közműveket védelembe kell helyezni. A kiváltott közműveket a réselés

megkezdése előtt el kell tömedékelni, úgy hogy a réselési technológiából adódó állékonyságot biztosító zagy ne tudjon elfolyni.

A munkatér határolása, illetve a külső talajvíz munkatérből való kizárása érdekében a lavírsíkot a -1,10 m szinten állapítom meg. A munkatér biztosítása támfödémmel és sorban horgonyzott, 60 cm (65 cm) vastag, talajba befogott, vízzáró résfallal történik. Az igénybevételek felvételére szánt vasalás tervezésénél figyelembe kellett venni, hogy a technológia következtében az egyes réstáblák vízszintes vasalását nincs mód összekötni, így egy-egy armatúrának meg kell felelnie a teljes réstábla szélességre jutó igénybevételre is.

A résfal talpsíkját a geotechnikai viszonyok és a kiemelési sík vizsgálatával állapítottam meg. A résfal talpa beköt a kiscelli agyag összletbe, ezzel a szivárgó vizeket távol tartva a munkatértől (a víztelenítési kérdéseket a 6. pont tartalmazza). A kiscelli agyag felső síkja egyenletesnek mondható. Abban az esetben, ha a vízzáró talajréteg mélyebben helyezkedik és nincs meg a résfal minimális 2,5 méteres bekötése a kiscelli agyagba, úgy az alsó síkot mélyíteni kell.

A pontos befogási mélységet a kivitelezés során folyamatosan (akár réstáblánként) ellenőrizni kell, és amennyiben valamilyen eltérés mutatkozna az eddig megismert talajrétegződéstől, akkor a tervezőkkel egyeztetett módon a mélységet módosítani kell. A kötött összlet felszínét képző aleurit rétegek fekvése és vastagsága szintén változó; a vízzáró „bekötés” érdekében az aleurit (iszapkő réteg) fekvését képző, kötöttebb agyagmárgába kell (az előzőekben említett 2,5 m hosszon) a résfalat bekötni.

A résfalak együttdolgozása érdekében egy összefogó fejgerenda építése szükséges. A fejgerenda biztosítja a külön betonozott réstáblák együttdolgozását. A fejgerenda oldalsó zsaluja a résvezető gerendapár. A talaj kitermelése a fejgerenda 15 napos szilárdsági korában kezdhető el. A belső oldali résvezető gerendát el kell bontani. A kivitelezés során a fejgerenda vízszintes mozgásait folyamatosan kísérni kell és napi rendszerességgel mérni, amíg a belső támasztó szerkezet be nem épül.

A pince szárazsági követelményeit a résbetonhoz adagolt XV2(H) adalék hozzáadásával és a bélésfal-résfal közé elhelyezett dörken rendszer teszi lehetővé. Az armatúrák külső oldalaira szerelt, a repedések kialakulásának megakadályozására szolgáló, minél finomabb szövésű, kis átmérőjű, ún. „rabitzháló”-t kell elhelyezni.

4.8. Gyámolítások (horgonyzás)

A horgonyokat a kiviteli terveknek megfelelően kell készíteni. A horgonyokat az MSZ EN 1537 szabvány szerint kell készíteni. A kivitelezés során ügyelni kell az ékcsúszás elkerülésére. A tervezés során az armatúrákban horgonyátvezető acélszerkezetek kerültek be. Az acélszerkezetek minősége S235. Az átvezető hüvelyeket hungarocellel kell betömni. A horgonyzás előtt ezt a hungarocellt ki kell szedni és a résfal külső síkján, ahol a teherelosztó lemez található egy ferde acéllemezt kell elhelyezni amire támaszkodni tud a horgonyfej. A horgonyfejet a feszítés után sapkával kell ellátni, megóvva a korróziótól.

4.9. Kivitelezési utasítások

4.9.1. Általános utasítások

A kivitelezés során be kell tartani az OTÉK, ÉKSZ, MSZ, ME, IME, TE, ITE, ÉKN és az Építési Ágazati Szabványok vonatkozó előírásait.

A tervtől eltérni csak a tervező kifejezett hozzájárulásával, valamint az engedélyező hatóságok módosító engedélyével szabad!

A környező épületekről állapot felvételi jegyzőkönyvet kell készíteni. A jegyzőkönyveket a munka megkezdése előtt át kell adni a Mérnök részére.

4.9.2. Speciális utasítások

A környező épületeken geodéziai nullmérést kell végezni és Geodéta által bemért magassági pontokat kell elhelyezni, ezzel követni lehet a szomszédos épületek süllyedését. Amennyiben az épületek süllyedése meghaladja a 10 mm úgy

az építkezést le kell állítani és a tervezőt értesíteni kell. Minden épületre őrcsap elhelyezése szükséges a területen, a többlétsüllyedésének figyelésére.

A résfal kivitelezésével kapcsolatban MSZ EN 1538 „Speciális geotechnikai munkák kivitelezése. Résfalak” szabvány előírásait kell követni, ez alatt értem a technológiai, minőségi és számos követelményt.

A talajhorgony kivitelezésével kapcsolatban MSZ EN 1537 „Speciális geotechnikai munkák kivitelezése. Talajhorgonyok” szabvány előírásait kell követni, ez alatt értem a technológiai, minőségi és számos követelményt.

A fúrt cölöpök kivitelezésével kapcsolatban MSZ EN 1536 „Speciális geotechnikai munkák kivitelezése. Fúrt cölöpök” szabvány előírásait kell követni, ez alatt értem a technológiai, minőségi és számos követelményt.

Minden munkafolyamat és monitoring végrehajtását dokumentálni kell, kivált képen az elmozdulásokat, amiket a későbbiekben fogok meghatározni **(Hiba! A hivatkozási forrás nem található., Hiba! A hivatkozási forrás nem található.)**.

A kivitelezést követően célszerű az előzőekben említett monitoring rendszer kiépítését. A rendszer kiépítését követően el kell végezni a null méréseket, hogy abszolút értékeket kapjunk.

4.10. Balesetvédelmi előírások

Az építési anyag szállítása, tárolása, a bontási, az építési és szerelési munkák alkalmával gondosan be kell tartani a XCIII/1993. évi törvény a munkavédelemről ide vonatkozó előírásait, valamint az MSZ 04-900-83, MSZ 04-901-83, MSZ 04-902-83, MSZ 04-903-83, MSZ 04-904-83 és az MSZ 04-905-83 követelményeit. A bontási munkákat a 4/2002. (II.20.) SzCsM-EüM együttes rendelet az építési munkahelyen és az építési folyamatok során megvalósítandó minimális munkavédelmi követelményekről alapján lehet végezni.

Az építkezés során a 4/2002. (II.20.) SzCsM-EüM együttes rendelet az építési munkahelyeken és az építési folyamatok során megvalósítandó minimális munkavédelmi követelményekről és a 32/1994. (XI.10.) IKM rendelet Építőipari Kivitelezési Biztonsági Szabályzat előírásait be kell tartani és tartatni. Az építmény megépítése hagyományos anyagokkal és eszközökkel történik, ezért külön előírásra nincs szükség.

4.11. Munka- és környezetvédelmi előírások

A munkavédelmi előírások betartásának elősegítéséhez organizációs terv készítése elengedhetetlen. Az organizációs terven jelölni az elhelyezett táblákat, és tájékoztató leírásokat továbbá az építkezés alatt érvényben lévő jogszabályok és rendeletek betartása kötelező. A munkavédelmi és baleset megelőzési előírásokat a vonatkozó törvényeknek, előírásoknak, rendeleteknek megfelelően be kell tartani, ami az „1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről” szóló törvény rendelkezik. A környezetvédelem általános szabályairól az 1995. évi LIII. törvény rendelkezik, ezek betartása szintén kötelező.

Az építkezés során be kell tartani a 45/2004.(VII. 26.) BM-KvVm együttes rendelet az építési és bontási hulladék kezelésének részletes szabályairól szóló rendeletet.

V. Statikai számítás

5.1. Felhasznált programok

- Geo 5 (Diákverzió)
- AutoCAD (Diákverzió)

Geo 5 program:

Ez a program mély munkagödrök és megtámasztó szerkezetek számítására használható rugalmas-képlékeny, nem-lineáris számítás módszer segítségével, ahol a szerkezetre ható földnyomások a fal alakváltozásától függenek. A szerkezet valódi viselkedését modellezi a kivitelezési folyamat során, és számítja az igénybevételeket és az alakváltozásokat.

5.2. A számításhoz szükséges geometriai adatok, helyszíni jellemzők

A tervezett szerkezet geometriai adatai és fő jellemzői a következők

- tervezett szerkezet jellemző szélességi mérete: ~43,00 m
- tervezett szerkezet jellemző hosszúsági mérete: ~117,00 m
- terepkategória: IV. intenzív beépítettség, városi körülmények
- geotechnikai kategória: MSZ EN 1997-1 szerint: 2. geotechnikai kategória (közepes)
- fontossági osztály: MSZ EN 1998-1 szerint: II. fontossági osztály (közepes épület) modelltényező $KFI=1,0$
- Duna távolsága ~300 méter
- $\pm 0,00$ helyszíni magasság megegyezik a 105,20 mBf
- tervezési élettartam: $T_{LR}=50$ év
- környező épületek távolsága: átlagosan 5-8 méter
- környező épületek szintszáma: -1+F+4 szint átlagosan

5.3. Anyagminőségek

5.3.1. Beton

A beton szilárdsági értékének kiválasztásakor figyelembe kell venni a környezeti osztályokat, a vonatkozó szabványokat és a technológiához szükséges bedolgozhatóság értékét.

Az MSZ EN 206-1 [5] szabvány szerint a beton megnevezésében és a kiviteli terven feltüntetett jelében minimálisan az alábbi adatoknak kell szerepelnie:

- a beton nyomószilárdsági osztálya (pl. C50/60) a 3.1.5. táblázat szerint
- környezeti osztály(ok) (pl. XF4) a 3.1.3.2.1. pont szerint
- adalékanyag legnagyobb szemnagysága [mm]-ben (pl. 16)
- konzisztencia osztály (pl. F3)

Az így megnevezett beton jele pl.: C50/60 – XF4 – 16 – F3 A beton megnevezésében szereplő egyéb adatok tekintetében az MSZ EN 206-1 szerint kell eljárni, például:

- testsűrűségi osztály (pl. D2,0)
- maximális kloridtartalom (pl. 0,10%)

Ezen adatok jelentése:

- D2,0 a testsűrűség tartománya (kg/m^3 értékben) > 1800 és ≤ 2000 .
- 0,10% a maximális Cl(-) tartalom a cement tömegszázalékában. (Megjegyzés: a 0,10% érték előfeszítő acélbetétek esetén a megengedett maximális érték).

A betonhoz felhasználható cementekre vonatkozó követelményeket az MSZ EN 197-1 [6] szabvány tartalmazza.

5.3.1.1. Környezeti osztály

Jelölés	A környezeti hatás leírása	Tájékoztató példák a környezeti osztályok előfordulására
Nincs korróziós kockázat		
X0	Vasbeton vagy beágyazott fémek tartalmazó beton esetén: nagyon száraz	Nagyon csekély, <i>legfeljebb 35%</i> relatív páratartalmú épületben lévő vasbeton
Karbonátosodás okozta korrózió		
XC1	Száraz vagy tartósan nedves	Csekély relatív páratartalmú épületben lévő beton. Állandóan víz alatt lévő beton
XC2	Nedves, ritkán száraz	Hosszú időn át vízzel érintkező betonfelületek
XC3	Mérsékelt nedvesség	Mérsékelt, vagy nagy relatív páratartalmú épületekben lévő beton. Esőtől védett, szabadban lévő beton
Nem a tengervízből származó kloridok által okozott korrózió		
XD1	Mérsékelt nedvesség	A levegőből származó kloridnak kitett, <i>de jégolvasztó sóknak ki nem tett</i> beton
XD2	Nedves, ritkán száraz	Úszómedencék. Kloridokat tartalmazó ipari vizeknek kitett, <i>de jégolvasztó sóknak ki nem tett</i> beton
XD3	Váltakozva nedves és száraz	Kloridot tartalmazó permetnek kitett hidelemek. Járdák és útburkolatok. Autóparkolók födémek
Fagyási/olvadási korrózió jégolvasztó anyaggal vagy anélkül		
XF1	Mérsékelt víztelítettség jégolvasztó anyag nélkül	Függőleges betonfelületek esőnek és fagnak kitéve
XF3	Nagymérvű víztelítettség jégolvasztó anyag nélkül	Esőnek és fagnak kitétt vízszintes betonfelületek
Kémiai korrózió		
XA1	Enyhén agresszív kémiai környezet az 3M2.2. táblázat szerint	Természetes talajok és talajvíz
XA2	Mérsékeltén agresszív kémiai környezet az 3M2.2. táblázat szerint	Természetes talajok és talajvíz
XA3	Nagymértékben agresszív kémiai környezet az 3M2.2. táblázat szerint	Természetes talajok és talajvíz

A résfal megépítését követően folyamatosan vízzel érintkezik ezért a „karbonátosodás okozta korrózió” elleni védelem miatt szükséges az XC2 környezeti kitéti osztály.

A talajmechanika alapján és ajánlásával a „kémiai korrózió” elleni védelem miatt az XA2 kitéti osztály alkalmazása is szükséges.

A vízzárás biztosítása érdekében a szabvány egy magyar kiegészítését is hozzá kell tenni ez a XV2(H).

5.3.1.2. Minimális betonszilárdsági osztály

Az előzőekben bemutatott környezeti osztályokhoz a szabványok meghatározzák a minimális betonszilárdságot. A jelen esetben ez minimálisan C30/37 minőség.

5.3.1.3. Minimális betontakarás

A betontakarás megállapításánál az Eurocode 7 rendelkezése alapján:

$$c_{\min} = \max(c_{\min,d}; c_{\min,b})$$

A $c_{\min,d}$ [mm] értéke betonacél esetén							
Szerkezeti osztály sorszáma	Környezeti osztály						
	X0	XC1	XC2, XC3, XF1	XF3	XD1	XD2	XD3
1	10	10	10	15	20	25	30
2	10	10	15	20	25	30	35
3	10	10	20	25	30	35	40
4	10	15	25	30	35	40	45
5	15	20	30	35	40	45	50
6	20	25	35	40	45	50	55

A szerkezeti osztály sorszáma módosítása				
Körülmény	Környezeti osztály			
	X0, XC1	XC2, XC3, XF1	XD1, XD2, XF3	XD3
100 éves tervezési élettartam esetén	+2			
Szilárdsági osztály*	-1, ha			
	$\geq C30/37$	$\geq C35/45$	$\geq C40/50$	$\geq C45/55$
Felületszerkezet esetén	-1			
Kiemelt szintű minőség-ellenőrzés esetén	-1			

Szerkezeti osztályba sorolás: 4. osztály (50 éves tervezési élettartam)

$$c_{\min,d} = 50 \text{ mm (XV2(H) miatt, külön szabvány alapján)}$$

$$c_{\min,b} = \text{maximális betonacél átmérő} = 25 \text{ mm}$$

A szabvány egyértelmű utasítást ad a talajra betonozott szerkezetekre is, ebben az esetben a talajra betonozott szerkezetek esetén $c_{\min}$ értéke nem lehet kisebb:

- előkészítet talajra való betonozás esetén (a szerelőbetont is beleértve) 40 mm-nél,
- előkészítetlen talajra való betonozás esetén 75 mm-nél.

A minimális betonfedés:

$$c_{\min} = 75 \text{ mm}$$

5.3.1.4. Beton anyagjellemzője

Szilárdsági jel	C16/20	C20/25	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105
f_{ck} [N/mm ²]	16	20	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90
$f_{ck,cube}$ [N/mm ²]	20	25	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105
f_{cm} [N/mm ²]	24	28	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98
f_{ctm} [N/mm ²]	1,9	2,2	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0
$f_{ctk,0,05}$ [N/mm ²]	1,3	1,5	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5
E_{cm} (GPa)	29	30	32	34	35	36	37	38	39	41	42	44
ϵ_{cu3} (‰)	3,5							3,1	2,9	2,7	2,6	2,6

Megjegyzés: a szilárdsági jelben lévő első szám a 150 mm átmérőjű és 300 mm magas henger, míg a törtvonal utáni szám a 150 mm élhosszúságú kocka nyomószilárdságának karakterisztikus (5% alulmaradási valószínűséghez tartozó) értékét jelenti [N/mm²]-ben, ahol:

f_{ck} a 28 napos korban meghatározott nyomószilárdság (5%-os alulmaradási valószínűséghez tartozó) karakterisztikus értéke $\phi 150/300$ mm hengeren mérve,

Ha a nyomószilárdságot 28 napnál idősebb korú betonon határozzák meg, akkor a továbbiakban – az utószilárdulásra való tekintettel – a fenti f_{ck} helyett $f_{ck*} = 0,85f_{ck}$ értéket kell használni.

$f_{ck,cube}$ a 28 napos korban meghatározott nyomószilárdság (5%-os alulmaradási valószínűséghez tartozó) karakterisztikus értéke 150 mm élhosszúságú kockán mérve,

f_{cm} a hengeren mért nyomószilárdság várható értéke 28 napos korban,

f_{ctm} a húzószilárdság várható értéke 28 napos korban,

$f_{ctk,0,05}$ a húzószilárdság 5%-os alulmaradási valószínűséghez tartozó értéke 28 napos korban,

E_{cm} a beton rugalmassági (a $\sigma_c = 0$ és $\sigma_c = 0,4f_{cm}$ pontokat összekötő húnak megfelelő) modulusa 28 napos korban (várható érték),

Az összefüggés homokos kavics adalékanyag esetén érvényes. A 8. táblázatban szereplő értéket

- mészkő adalékanyag esetén 10%-kal csökkenteni,
- homokkő adalékanyag esetén 30%-kal csökkenteni,
- bazalt adalékanyag esetén a fenti értéket 20%-kal növelni kell.

ϵ_{cu3} a beton egyszerűsített (téglalap vagy trapéz alakú) σ - ϵ diagramjához tartozó törési összenyomódás [‰]-ben.

Résfal betonminősége:

C30/37-XC2-XA2-XV2(H)-32-F3 MSZ4798:1-2004

Résvezető betonminősége:

C12/15-X0-32-F3 MSZ 4798:1-2004

Fejgerenda betonminősége:

C30/37-XC2-XA2-32-F3 MSZ4798:1-2004

(forrás: Betonszerkezetek tervezése az Eurocode szerint)

5.3.2. Betonacél

Betonszerkezetekhez olyan betonacél tervezhető, amelyre a tervezéshez szükséges folyáshatár (f_{yk}) és a szakítószilárdság (f_{tk}) karakterisztikus értéke vagy ezek aránya ($k=f_{tk}/f_{yk}$) továbbá a legnagyobb erőhöz tartozó nyúlás (ϵ_{uk}) karakterisztikus értéke valamint a bordázat fajlagos felületének (f_R) jellemző értéke, továbbá ha ez szükséges, a hegeszthetőség feltétele szakintézeti véleményezéssel rendelkezésre áll.

megnevezés	Szilárdsági jel		
	S240B	S400B	S500B
f_{yk} [N/mm ²]	240	400	500
ϕ [mm]	6-40	8-40	8-28
f_{tk} [N/mm ²]	$\geq 1,1$		
ϵ_{uk} [%]	25		
α - tapadási tényező	1,0	2,0	

Betonacélok duktilitása

Termék		Betonacél (rúdban vagy tekercselve)			Hegesztett hálók			A karakterisztikus értékhez tartozó alulmaradási valószínűség [%]
Duktilitási osztály		A	B	C	A	B	C	
f_{yk} vagy $f_{0,2k}$ [N/mm ²]		400 500 600						5
$k = (f_t/f_y)_k$		≥ 1,05	≥ 1,08	≥ 1,15 < 1,35	≥ 1,05	≥ 1,08	≥ 1,15 < 1,35	10
A legnagyobb erőhöz tartozó nyúlás karakterisztikus értéke, ϵ_{uk} [%]		≥ 2,5	≥ 5,0	≥ 7,5	≥ 2,5	≥ 5,0	≥ 7,5	10
Hajlíthatóság		Hajtogatási vizsgálat			-			
A nyírási szilárdság		-			0,3A· f_{yk}			Minimum
A tömeg maximális szórása [%]	Betét áterő ≤ 8 >8 [mm]	± 6,0 ±4,5						5,0

A betonacél szilárdságának tervezési értéke:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$$

$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_s = 1,15$$

$$f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

Ezek alapján az alkalmazott betonacél

B500B

(forrás: Betonszerkezetek tervezése az Eurocode szerint)

5.3.3. Feszítőpászma

Feszített betonszerkezetekhez olyan feszítőacél (pászma, huzal, rúd, stb) tervezhető, amelyre a tervezéshez szükséges 0,1%-os egyezményes folyáshatár ($f_{p0,1k}$), a szakítószilárdság (f_{pk}) karakterisztikus értéke, vagy ezek $f_{pk} / f_{p0,1k}$ aránya, valamint a legnagyobb erőhöz tartozó nyúlás (ϵ_{uk}) karakterisztikus értéke, továbbá a relaxációs osztály, a méret és a felületi jellemző szakintézeti véleménnyel rendelkezésre áll. Az f_{pk} és az $f_{p0,1k}$ értékek 5%-os alulmaradási valószínűséghez tartozó értékek.

Megnevezés	Feszítőpászma			Feszítőhuzal		Feszítőrúd	
	Jel [mm ²]	$f_{p0,1,k}$ [N/mm ²]	Φ_k [mm]	ϕ [mm]	$f_{p0,1,k}$ [N/mm ²]	D [mm]	$f_{p0,1,k}$ [N/mm ²]
A feszítőbetét jele	F _p 100	1500	12,9	4	1520	20	830
	F _p 150		15,7	6		25	
	F _p 139	1580	15,2	5	1435	32	1080
	F _p 150		15,7	6		40	
f_{pk}	$\geq 1,1 f_{p0,1k}$						
ϵ_{pk} [%]	3,5						
ϵ_{uk} [%]	2,5						

Megjegyzés: Φ_k - külső átmérő,

D - névleges átmérő,

$f_{p0,1,k}$ - a 0,1% maradó nyúláshoz tartozó folyáshatár karakterisztikus értéke,

f_{pk} - szakító szilárdság karakterisztikus értéke,

ϵ_{pk} - legnagyobb teher alatti nyúlás karakterisztikus értéke [%],

ϵ_{uk} - a szakadó nyúlás karakterisztikus értéke [%].

A feszítőpáaszma szilárdsági paraméterei:

$$f_{p01k}=1580 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma=1,15$$

$$f_{pd}=1374 \text{ N/mm}^2$$

$$E_s=190000 \text{ N/mm}^2$$

Az alkalmazott feszítőpáaszma:

Fp150-1580

(forrás: Betonszerkezetek tervezése az Eurocode szerint)

5.4. Talaj azonosítása, talajfizikai jellemzők, a környezetre jellemző rétegződés

- A felszíni burkoltatok és kavicsagyazat alatt c.ca. 2.5 m vastagságú, laza, épülettörmelékkel feltöltés.
- A felszín alatt -6.0 m-es mélységig közepesen tömör, átmeneti talajok, homoklisztes homok, iszapos homokliszt réteg található.
- A területen -6.0 és -12.0 m között várhatóan tömör, kavicsos homok vagy homokos kavics réteg települt.
- Az alapkőzetnek számító, vízzáró „kiscelli” agyag c.ca. 12.0-12.5 m-es mélységben található. Az agyag felső néhány dm-es vastagságban lazább, képlékenyebb, azonban ez alatt nagyon tömör, nagyon kemény, jó teherbírású.

Az Eurocode 7 alapján a szakvéleményben megadott értékeket karakterisztikus értékkel kell alakítani:

Talajok megnevezése fúrások alapján karakterisztikus értéke	ρ kN/m ³	φ°	c kN/m ²	E _s MN/ m ²	Fejtési osztály
Homokfeltöltés	16,40	23,8	0	5-10	III
Homokos Iszap	18,96	20,0	8	15-20	III
Kavicsos Homok	19,98	25,8	0	25-32	IV
Homokos Kavics	20,50	31,7	0	50-65	IV-V
Szürke, tömör, közepes agyag	22,04	22,0	108-144	9-14	V

5.5. Teherszámítás

5.5.1. Állandó terhek

A szerkezetre ható állandó terhek a földnyomás és víznyomásból adódó többletterhelés. Állandó teher a szerkezet önsúlya.

5.5.2. Hasznos terhek

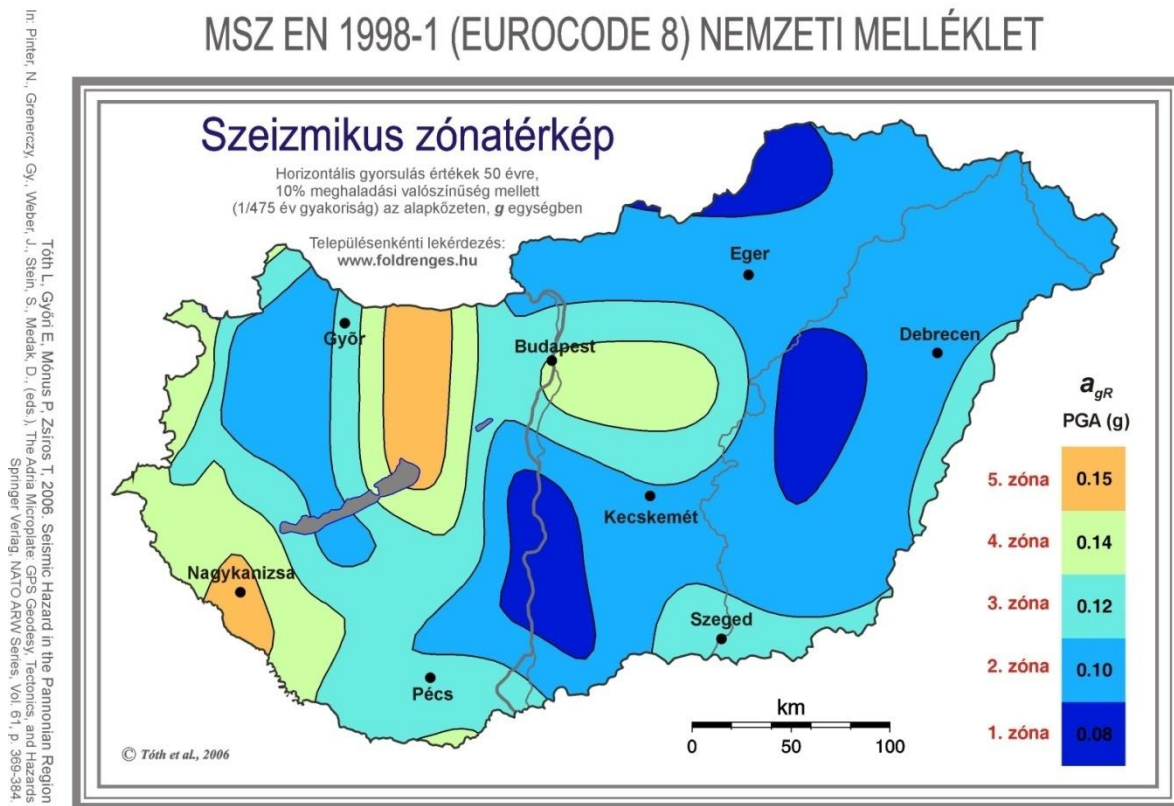
A szerkezetre ható hasznos teher a felszíni teher. A számítás során 10 kN/m² hasznos terhelést veszek figyelembe.

5.5.3. Földrengés

Szeizmikus tervezési állapotban a földnyomást nem a hagyományos elméletek szerint számítjuk. A dinamikus hatással is növelt földnyomást valamint a dinamikus víznyomás többletet az MSZ EN 1998-5 „E” mellékletében ismert Mononobe-Okabe módszer szerint vesszük figyelembe. A földrengés teher része volt az adatszolgáltatásnak. Az MSZ EN 1998-1 (EUROCODE 8) szerint a műtárgy

környezetének területe a szeizmikus zónatérkép alapján a 4. zónába tartozik. Ennek megfelelően az 100 év alatt 10% meghaladási valószínűséggel (475 évente egyszer) az alapkőzeten földrengésből származó horizontális gyorsulás $a_{gR} = 0,14$ g.

MSZ EN 1998-1 (EUROCODE 8) NEMZETI MELLÉKLET



Az Eurocode 8 szabvány (MSZ EN 1998-2005) a felszíni rétegek módosító hatásának figyelembevételére – a felső 30 m-es rétegösszlet tulajdonságait alapul véve – az alábbi táblázatban leírt talajkategóriákat vezette be. A kategóriák elkülönítésére legmegbízhatóbbnak a $V_{s,30}$, vagyis a felső 30 m-es összlet nyíróhullám átlagsebessége tekinthető, de a besorolás megtehető a rétegleírás, az SPT szondázás ütőszámai illetve a drénezetlen nyírószilárdság értéke alapján is.

A vizsgált területen történt feltárások alapján a felső néhány tíz méteres talajréteg a szeizmikus hatás lokális módosulásának figyelembe vételéhez a C talajtípusba sorolható.

Altalaj osztály	Leírás	Paraméterek
-----------------	--------	-------------

		$V_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (ütés/30 cm)	C_u (kPa)
A	Szilárd kőzet vagy kőzetszerűen viselkedő geológiai képződmény, amely felett legfeljebb 5 m gyengébb fedőréteg van	>800	-	-
B	Nagyon tömör homok-, kavics- vagy kemény agyagrétegek, legalább több tíz m vastagságban, a mechanikai jellemzők a mélységgel fokozatosan növekednek	300-800	> 50	>250
C	Tömör vagy közepesen tömör homok-, kavics- vagy merev agyagrétegek, több tíz vagy akár száz m vastagságban	180-360	15-50	70-250
D	Laza vagy közepesen tömör kohézió nélküli talaj (némi puha kötött réteggel vagy anélkül), vagy túlnyomóan puha-gyúrható kötött talaj	< 180	< 15	< 70
E	Felszíni üledékréteg, amely a V_s érték szerint C vagy D osztályú, 5 és 20 m közötti vastagságú, alatta 800 m/s-nál nagyobb nyíróhullám-sebességű, merevebb anyag			

S_1	Nagy plaszticitású ($I_p > 40$) és nagy víztartalmú, puha agyagból/iszapból álló vagy legalább 10 m vastag ilyen agyagot/iszapot tartalmazó réteg	< 100 (az érték figyelmeztető)	-	10-20
S_2	Folyósodásra hajlamos talajok, érzékeny agyakok vagy más olyan talajrétegek, amelyek nem sorolhatók az A-E vagy 2_1 osztályba			

Az A-E kategóriák esetén a szeizmikus hatás szabvány rugalmas válaszspektrumok segítségével adható meg, melyeknek T_B , T_C , T_D periódus értékei a vizsgált helyen, A típusú talajra meghatározott referencia csúcsgyorsulás (a_{gR}), az építmény fontossági kategóriája (γ_1), a talajosztály (S), a viszkózus csillapítás (η) és a duktilitási tényező (q) ismeretében határozhatók meg.

Talaj típusa	S	T_B [s]	T_C [s]	T_D [s]
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,4	0,15	0,5	2,0

$T_{LR}=100$ év épület élettartam

$T_L=0,5$ év építési élettartam

$$a_g = \gamma_1 * a_{gR} \quad \gamma_1 = (T_{LR}/T_L)^{-1/3} = (100/0,5)^{-1/3} = 0,171$$

$a_g = 0,171 * 0,14 = 0,0239g$ tehát az építési idő alatt elhanyagolhatóan kicsi

Fontosság

Fontossági osztály	Épületek	γ_i
I.	A közbiztonság szempontjából kisebb jelentőségű épületek, pl. mezőgazdasági épületek stb.	0,8
II.	Közönséges épületek, amelyek nem tartoznak más kategóriába	1,0
III.	Olyan épületek, amelyeknek a szeizmikus ellenállása fontos az összeomlás következményeinek szempontjából, pl. iskolák, gyülestermek, kulturális intézmények stb.	1,2
IV.	Olyan épületek, amelyeknek az épsége a földrengés alatt életfontosságú a polgári védelem szempontjából, pl. kórházak, tűzoltó állomások, erőművek stb.	1,4
Fontossági osztály	Hidak	γ_i
I.	Az infrastruktúra és a tervezési élettartam szempontjából kisebb jelentőségű hidak	0,85
II.	Átlagos fontosság	1,0
III.	Olyan hidak, melyek a) kiemelt infrastrukturális szerepet játszanak, különösen a földrengést követően; b) melyek tönkremenetele jelentős emberáldozattal járhat; c) melyek tervezési élettartama az átlagosnál hosszabb.	1,3

$$a_g = \gamma_1 a_{gR}$$

- a maximális vízszintes referencia gyorsulás $a_{gR}=0,14g$ (Budapest terület) figyelembeveendő átlagos értéke a MK Tartószerkezeti Tagozat állásfoglalása szerint $\beta_{cs}=0,7$ -szeres
- az épület fontossága II. osztályú, így $\gamma_1=1,0$
- vízszintes gyorsulás $a_g=\beta_{cs} \cdot \gamma_1 \cdot a_{gR}=0,7 \cdot 1,0 \cdot 0,14=0,1g$
- a talaj kategóriájának besorolása „C” osztályú. $S=1,15$
- a talajban dinamikus víznyomástöbblet nem keletkezik, tehát dinamikailag vízzárónak tekinthető

$$k_h=(a_g/g) \cdot S/r \text{ (} r=\text{résfálnál)}; k_v=\pm 0,33 \cdot k_h$$

$$k_h=(0,10g/g) \cdot 1,15/1=0,115; k_v=\pm 0,33 \cdot 0,115=\pm 0,03795$$

5.5.4. Víznyomás

A víznyomás mértékadó maximális értékét az adatszolgáltatásban lévő talajmechanikai szakvélemény adja meg. A mértékadó maximális talajvízszint 102,50 mBf. A számítások során ezt a szintet vesszük figyelembe.

A víznyomást a rövid élettartamra jellemző építési talajvízszinttel vesszük figyelembe. Az építési vízszintet statisztikai és korábbi mintavételek alapján lehet megállapítani.

5.5.5. Földnyomás

A földnyomásokat a Talajmechanikai Szakvélemény alapján megállapított talajfizikai paraméterek tervezési értéke alapján számítjuk. A tervezés során a Végeselemes program az egyes tervezési fázisokban az ahhoz megfelelő földnyomást veszi figyelembe. Végleges állapotban nyugalmi földnyomás érvényesül.

A földnyomás számításánál a résfal mindkét oldalán figyelembe kell venni a földtömeg és a résfal felület közötti súrlódást. Ennek értékét szokásosan a talaj a súrlódási szögének 66%-át lehet figyelembe venni.

Az EC7 nem ír elő figyelembeveendő minimális földnyomás értéket, így a magas kohéziójú talajoknál akkár nulla is lehet aktív állapotban. Ezért célszerű egy minimális földnyomást felvenni, ahogy azt a régi nemzeti szabvány is említi.

A földnyomások a külső talajjal érintkező oldalon két állapotba kerülhetnek. A támaszok, horgonyok környezetében közel állnak a nyugalmi földnyomáshoz, a legnagyobb bemozdulás helyénél a környezetben lévő talaj közel lesznek az aktív földnyomáshoz. A résfal belső oldalánál a befogási szakasznál a talaj állapota a passzív és nyugalmi földnyomás értéke között lesz.

5.6. Résfal tervezése építési állapotok alapján

5.6.1. Tervezéshez szükséges állapotok vizsgálata (Kamarai ajánlás alapján)

Tervezési állapotok

Ideiglenes-építési állapotok

- Első szintű földkiemelés horgonyzási munkaszintig
- Első sori horgony beépítése

- Horgonyfeszítés
- Második szintű földkiemelés
- Támfödém beépülése
- Földkiemelés
- Második sori horgony beépítése
- Horgonyfeszítés
- Földkiemelés
- Alaplemez beépítése

Tartós-végállapot

- Résfalat födémek támasztják (nem vizsgáljuk, nem ad mértékadó állapotot)

Szeizmikus állapot-földrengés

- Földrengés építési állapotban

Határállapotok

Teherbírasi határállapot ULS

STR- szerkezeti törés állapota

- Résfal törése(M,N,V)
- Résfal átszúródása horgonyfejnél
- Horgonyszár szakadása

GEO- talajtörés állapota

- Résfal befogási talajellenállás kimerülés
- Horgony befogási talajellenállás kimerülés
- Belső stabilitás vesztes
- Külső stabilitás vesztes

HYD- hidraulikus talajtörés

EQU- merevtestű stabilitás- vesztes

UPL- felúszási tönkremenetel

FAT- fáradási tönkremenetel

Használhatósági határállapot-SLS

- Alakváltozás
- Repedéstágasság

Kikötések:

- A rendkívüli állapotok elfordulásának esélye csekély vagy nem okoz mértékadó terhelést
- A szeizmikus állapotra nem méretezzük a szerkezetet
- A horgonyfej törése elkerülhető a megfelelő termék kiválasztásával
- A szokásos horgony injektált befogási hosszak többszörösen megfelelnek a feszítőkábel lehorgonyzására, így ezt ellenőrizni felesleges
- Az EQU, UPL, FAT határállapotok a horgonyzott részfalszerkezet esetén nem fordulnak elő
- A belső és külső stabilitásvesztés határállapotát összevontan vizsgálom, mivel véges elemes programnál ez megengedett

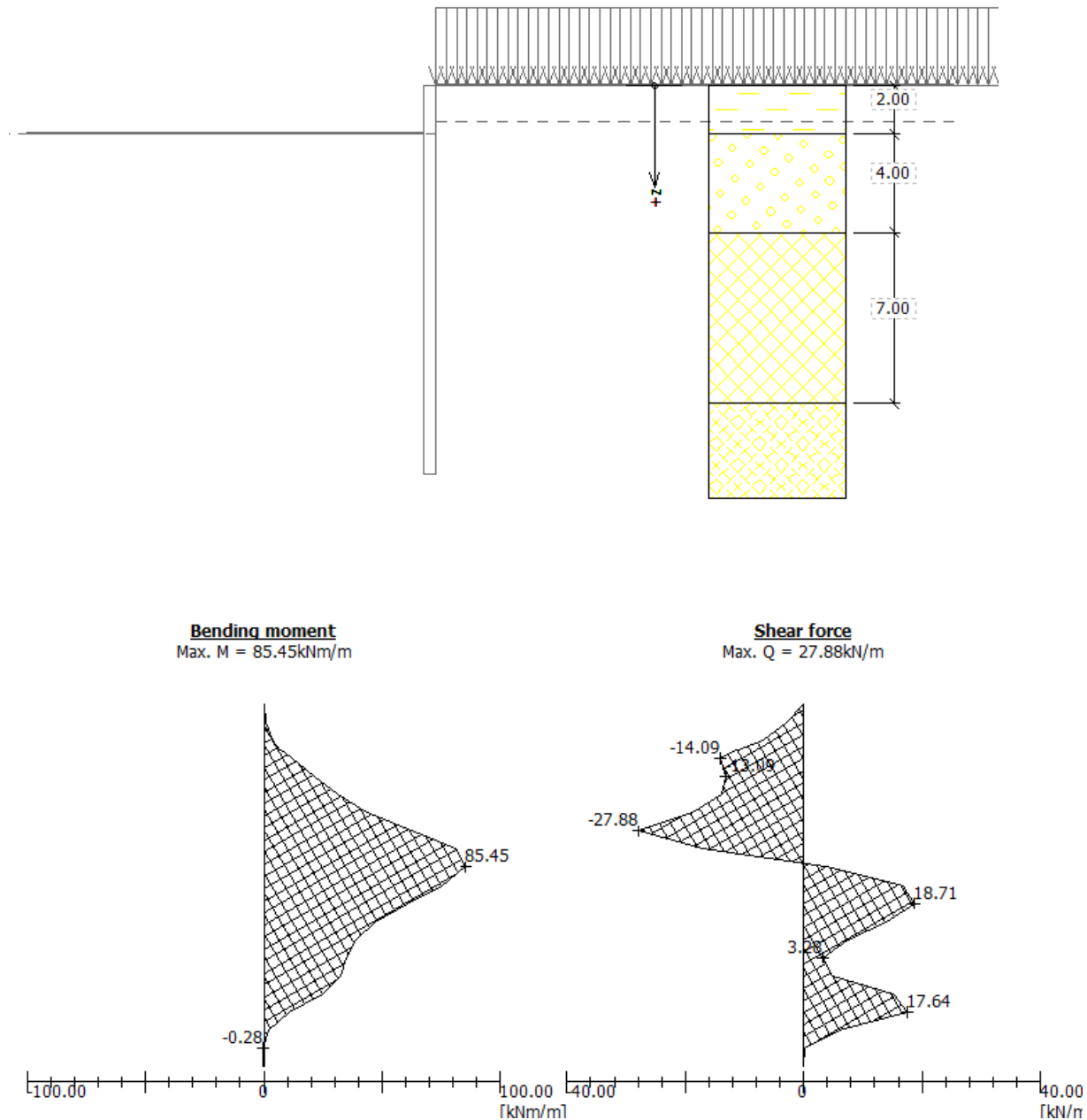
5.6.2. Tervezési állapotokhoz tartozó tervezési módszerek

Az STR és GEO határállapotokhoz DA-2* tervezési módszer alapján kell számítani (A1-M1-R2)

A külső stabilitásvesztéshez DA-3 (A2-M2-R3)

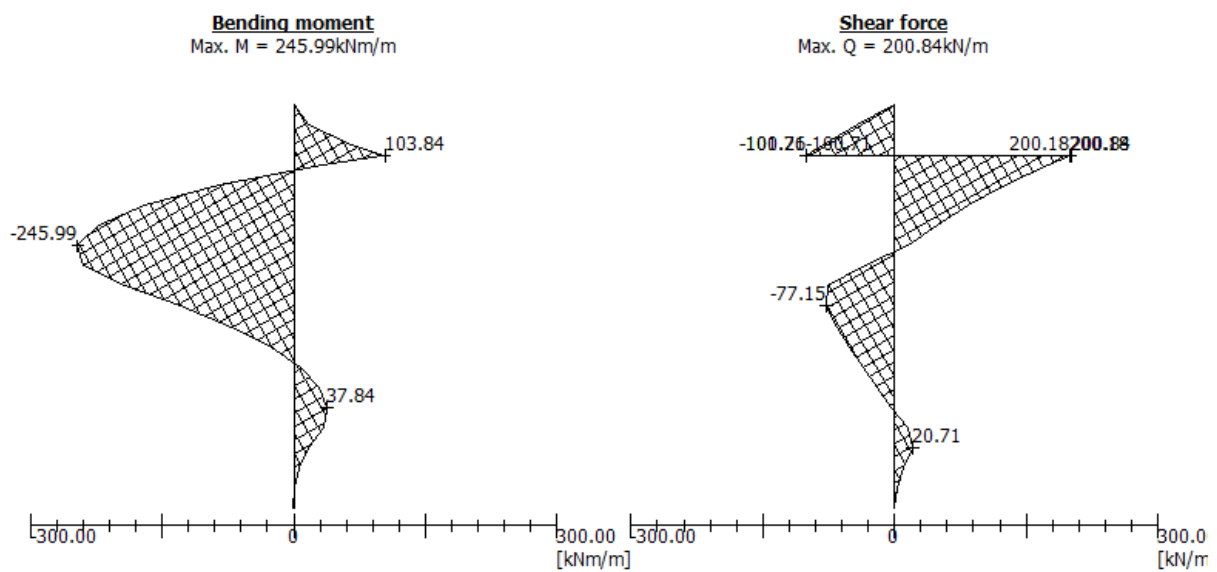
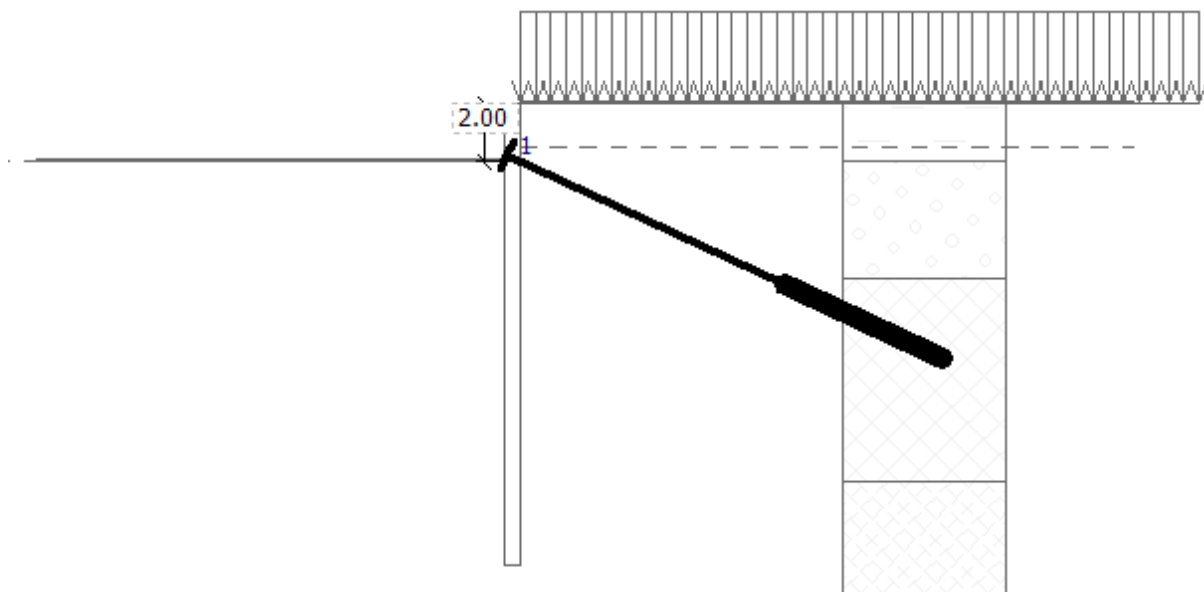
5.6.3. Igénybevételek és elmozdulások számítása karakterisztikus határállapotban

1. építési állapot



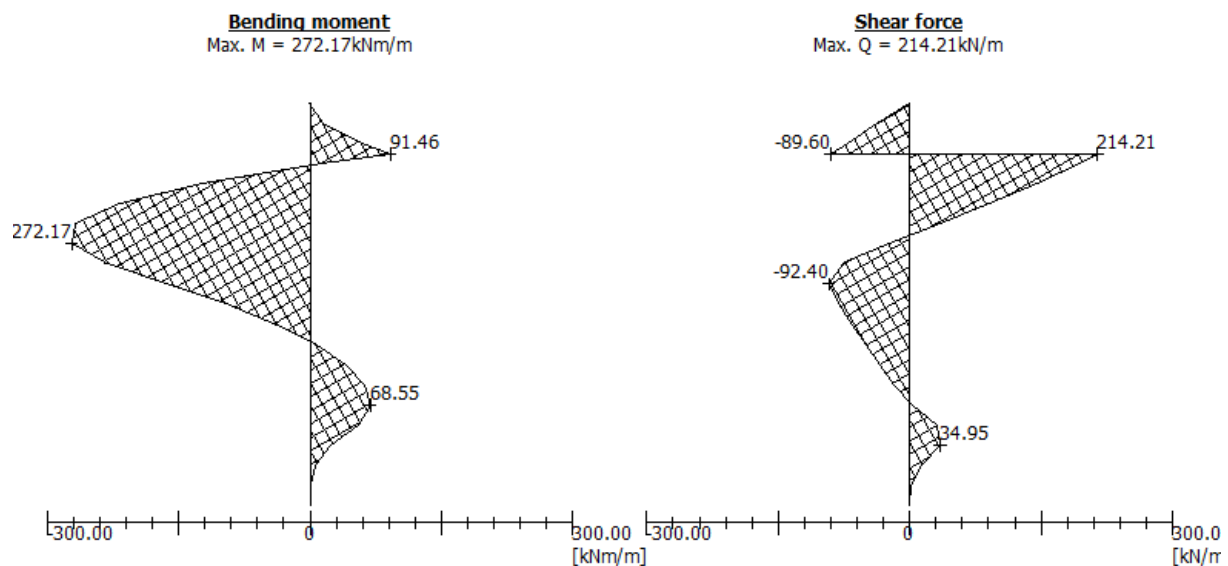
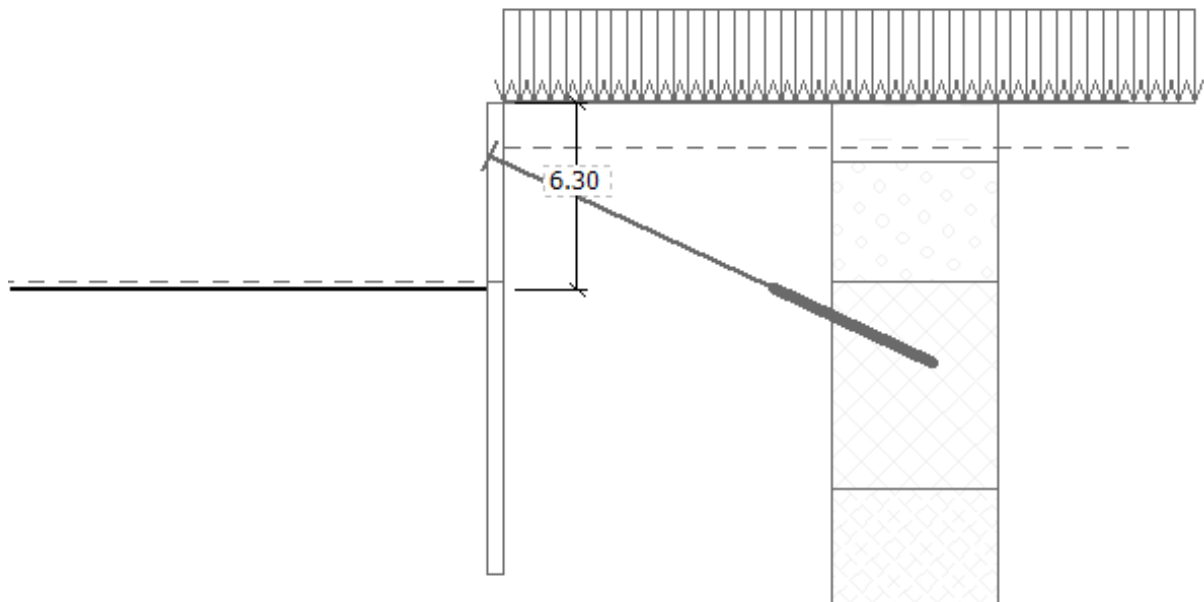
A képen az 1. építési állapotban keletkező igénybevételek karakterisztikus értéke látható. A második képen az első ábra a nyomatékot a második ábra a nyírást ábrázolja.

2. építési állapot



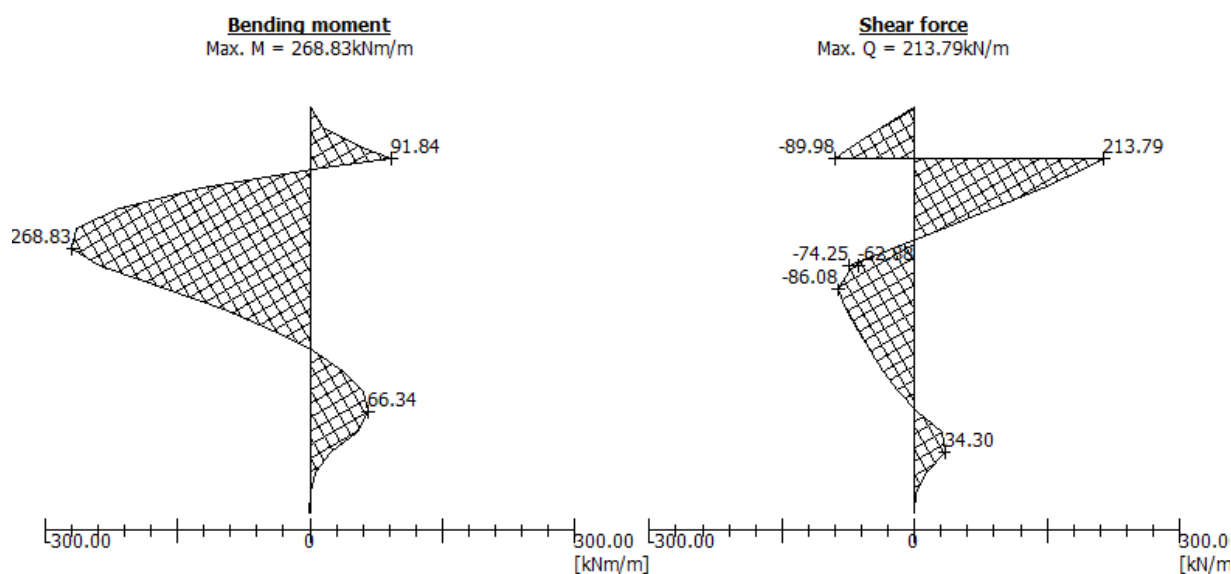
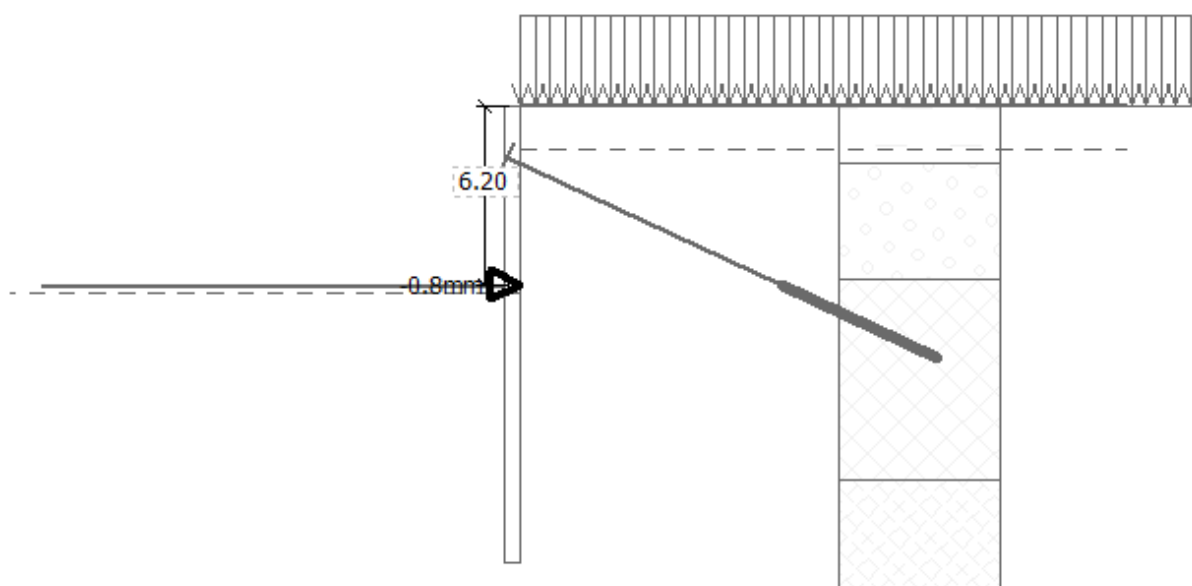
A képen a 2. építési állapotban keletkező igénybevételek karakterisztikus értéke látható. A második képen az első ábra a nyomatékot a második ábra a nyírást ábrázolja.

3. építési állapot



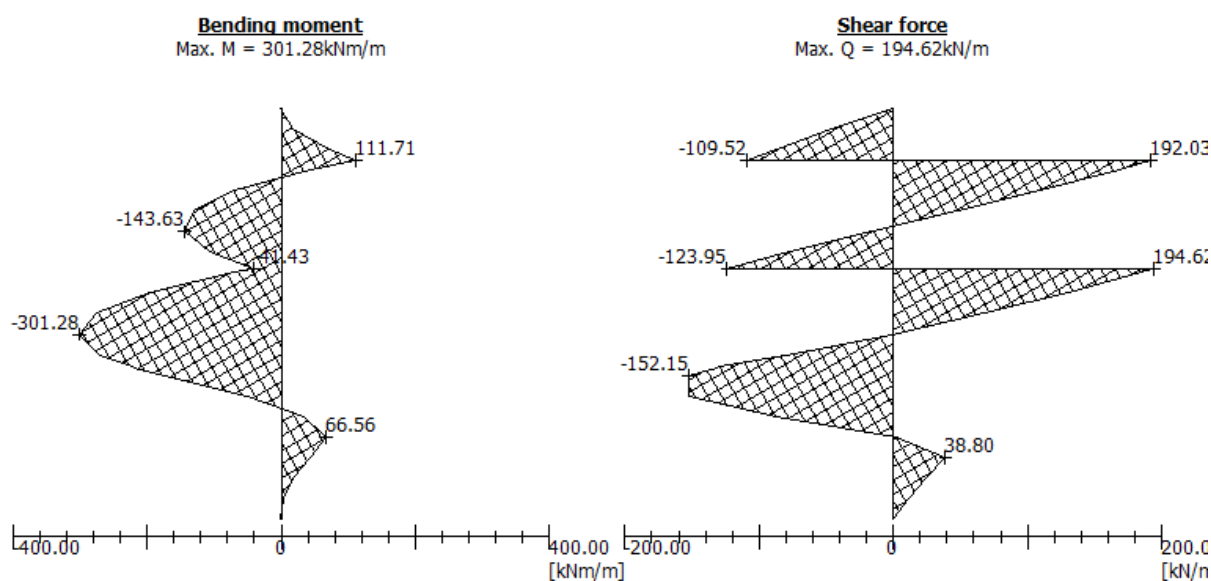
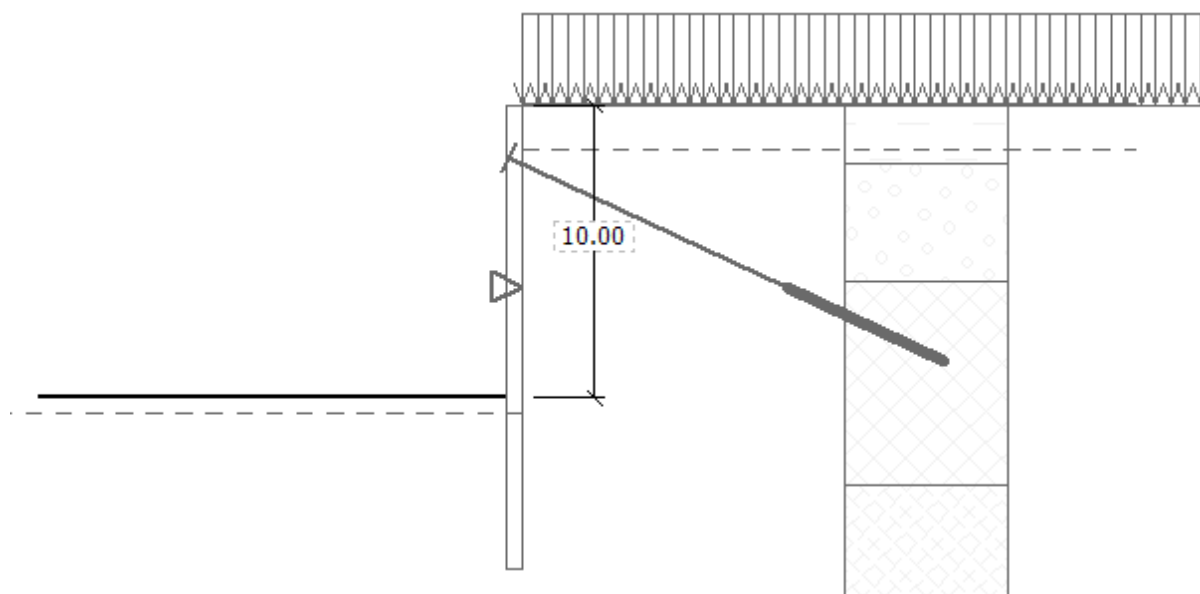
A képen a 3. építési állapotban keletkező igénybevételek karakterisztikus értéke látható. A második képen az első ábra a nyomatékot a második ábra a nyírást ábrázolja.

4. építési állapot



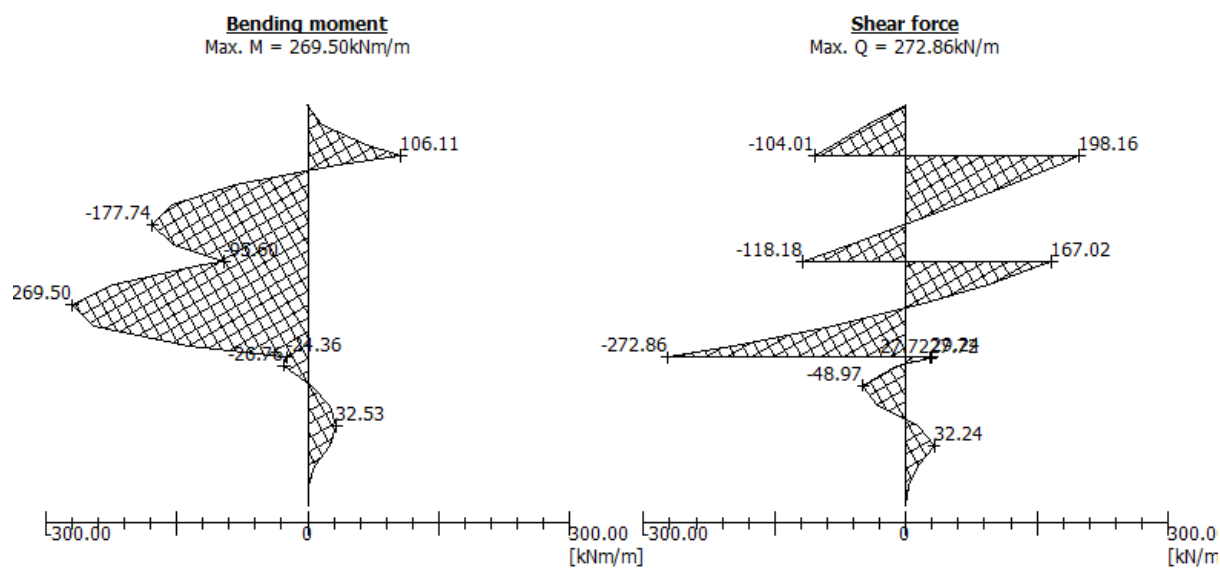
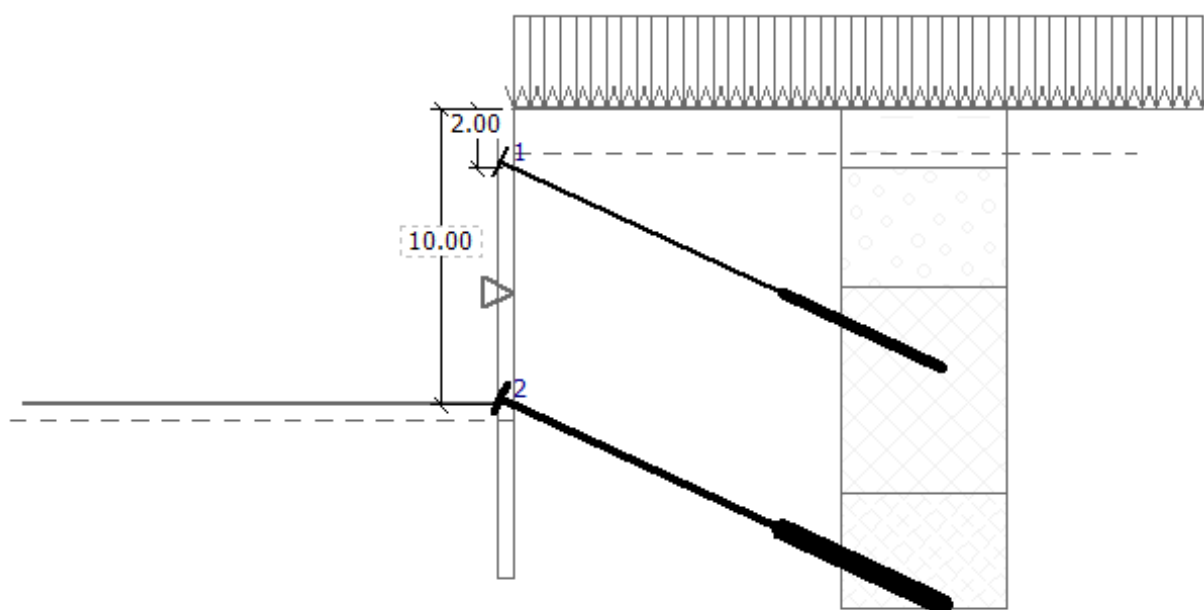
A képen a 4. építési állapotban keletkező igénybevételek karakterisztikus értéke látható. A második képen az első ábra a nyomatékot a második ábra a nyírást ábrázolja.

5. építési állapot



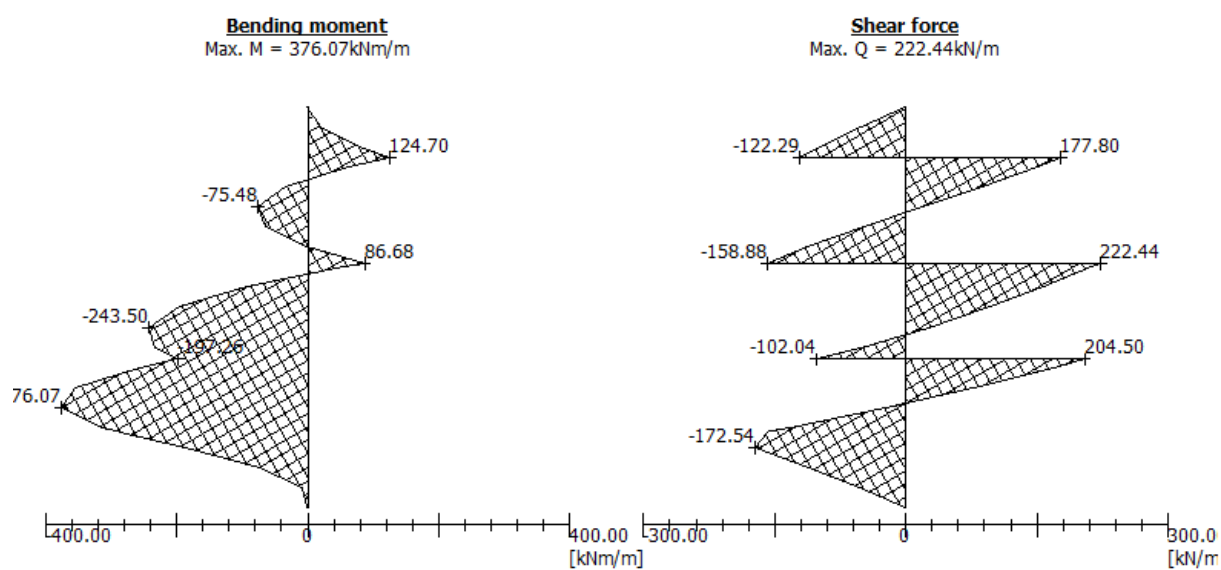
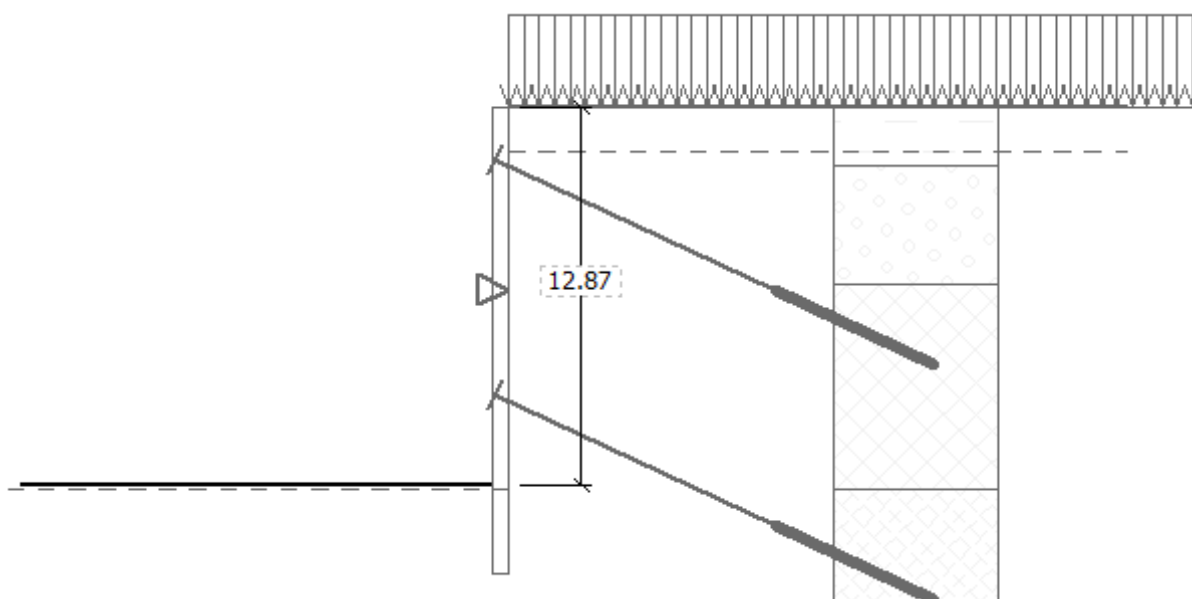
A képen a 5. építési állapotban keletkező igénybevételek karakterisztikus értéke látható. A második képen az első ábra a nyomatékot a második ábra a nyírást ábrázolja.

6. építési állapot



A képen a 6. építési állapotban keletkező igénybevételek karakterisztikus értéke látható. A második képen az első ábra a nyomatékot a második ábra a nyírást ábrázolja.

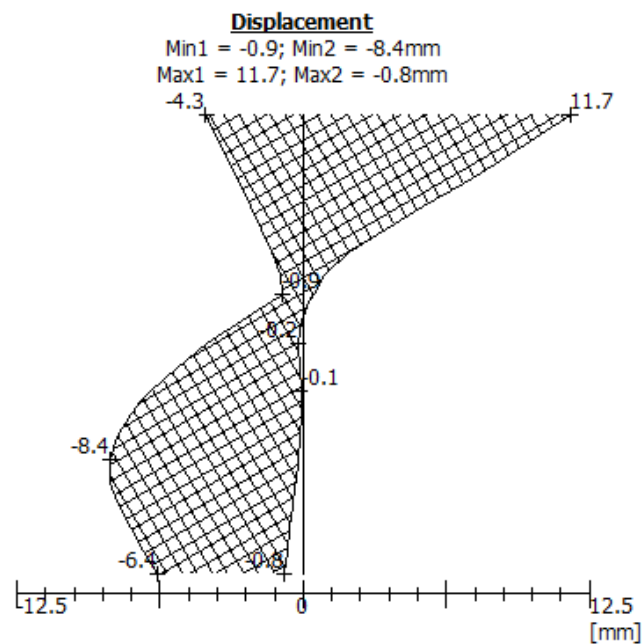
7. építési állapot



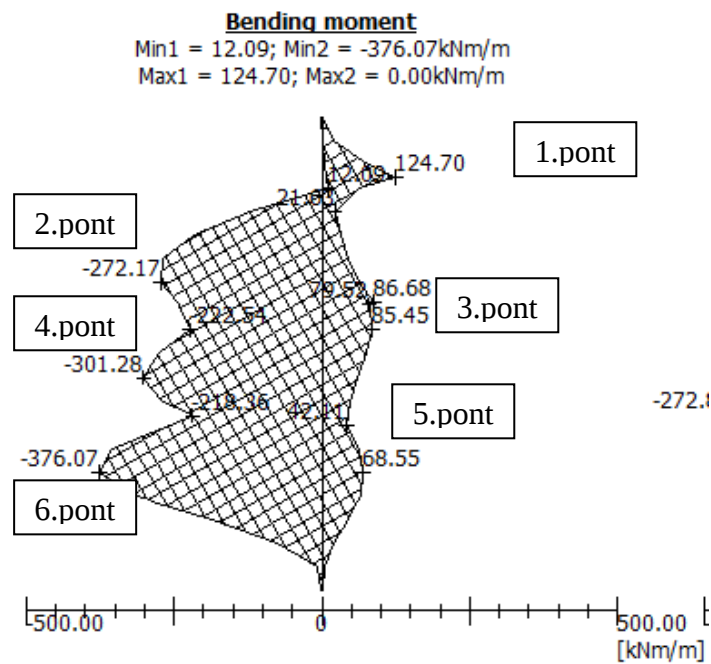
A képen a 7. építési állapotban keletkező igénybevételek karakterisztikus értéke látható. A második képen az első ábra a nyomatékot a második ábra a nyírást ábrázolja.

Az építési állapotokban keletkezett igénybevételek összegezve:

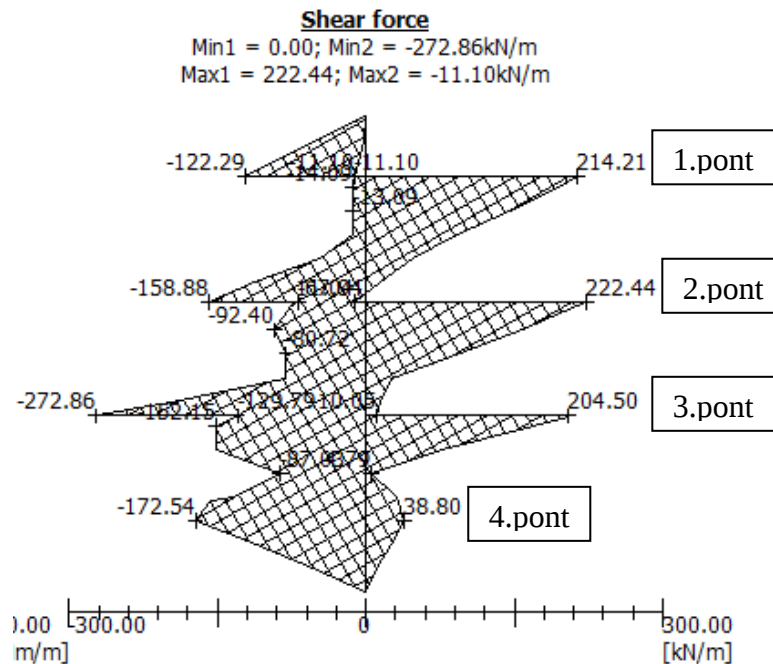
Elmozdulás:



Nyomaték:



Nyírás:



A keletkezett igénybevételekből a tervezési módszerben szereplő biztonsági tényezők segítségével tervezési értéket csinálunk.

	Nyomaték (kNm) karakterisztikus értéke	Nyomaték (kNm) tervezési értéke	Nyírás (kN) karakterisztikus értéke		Nyírás (kN) tervezési értéke	
1. pont	124,70	168,35	-122,29	214,21	-165,09	289,18
2. pont	-272,17	-367,43	-158,88	222,44	-214,49	300,29
3. pont	86,68	117,02	-272,86	204,5	-368,36	276,08
4. pont	-301,28	-406,73	-172,54	38,8	-232,93	52,38
5. pont	68,55	92,54				
6. pont	-376,07	-507,69				

A táblázatban kiemelten színnel látható a nyomatékok és nyírás tervezési értéke.

5.6.4. Teherbírási határállapotok ellenőrzése

5.6.4.1. Részfal vasalásának tervezése

A számítás során, a szabvány alapján a részfal betonminőségét két osztállyal rontjuk le, így a számításba vett betonminőség C20/25.

1. pont Nyomaték ellenőrzése, tervezés

Számításba vett betonminőség

Beton: C 20 / 25 - xa2

fck= 20,00 N/mm²

fcd= 13,33 N/mm²

fctd= 1,00 N/mm²

fctm= 2,21 N/mm²

fbd= 2,30 N/mm²

Ecm= 30000 N/mm²

Ec,eff= 8500 N/mm²

Acél: B 500 B

fyk= 500 N/mm²

fyd= 435 N/mm²

Es= 200000 N/mm²

Tervezett betonacél átmérő

Ø= 16 mm

Betontakarás

c= 50 mm

Falvastagság

$$v = 600 \text{ mm}$$

Dolgozó magasság

$$d = 542 \text{ mm}$$

Nyomott zóna magassága

$$M_{rd} = M_{ed} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot (d - (x_c/2))$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$M_{rd} = 168,35 \text{ kNm/m}$$

$$x_c = 23,82 \text{ mm}$$

$$\xi_c = 0,04 < 0,49 \quad \text{Megfelel}$$

Vasmennyiség számítása

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s = 730 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Armatúrába szükséges

vasmennyiség

$$\text{Armatúra szélessége} = 1,7 \text{ m}$$

$$\text{Rész szélesség} = 2,4 \text{ m}$$

$$A_s = 1031 \text{ mm}^2$$

$$A_{salk} = 1340 \text{ mm}^2$$

Vasalás ellenőrzése

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$x_c = 44 \text{ mm}$$

$$\xi_c = 0,08 < 0,49 \quad \text{Megfelel}$$

Nyomaték ellenőrzése

$$M_{rd} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot (d - (x_c/2))$$

$$M_{rd} = 303 \text{ kNm} > 238 \text{ kNm} \quad \text{Megfelel}$$

1. pont Nyírás ellenőrzése

Nyírás ellenőrzése

$$V_{rd,c} = c \cdot b_w \cdot d_1 \cdot f_{ctd}$$

$$V_{ed} = 289,18 \text{ kN/m}$$

$$c = 0,308$$

Nem felel

$$V_{rd,c} = 166,936 \text{ kN/m} > 289,18 \text{ kN/m} \quad \text{meg}$$

Kengyelezés teherbírása

$$V_{rd,s} = z/s \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

$$z = 487,8 \text{ mm}$$

$$s = 150 \text{ mm}$$

$$A_s = 616 \text{ mm}^2 \quad 4\emptyset 14$$

$$V_{rd,c} = 870,97 \text{ kN} > 694,032 \text{ kN/m} \quad \text{Megfelel}$$

2. pont Nyomaték ellenőrzése tervezése

Nyomott zóna magassága

$$M_{rd} = M_{ed} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot (d - (x_c/2))$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$M_{rd} = 367,43 \text{ kNm/m}$$

$$x_c = 53,48 \text{ mm}$$

$$\xi_c = 0,10 < 0,49 \quad \text{Megfelel}$$

Vasmennyiség számítása

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s = 1640 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Armatúrába szükséges
vasmennyiség

$$\text{Armatúra szélessége} = 1,7 \text{ m}$$

$$\text{Rész szélesség} = 2,4 \text{ m}$$

$$A_s = 2315 \text{ mm}^2$$

$$A_{salk} = 2681 \text{ mm}^2$$

Vasalás ellenőrzése

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$x_c = 87 \text{ mm}$$

$$\xi_c = 0,16 < 0,49 \quad \text{Megfelel}$$

Nyomaték ellenőrzése

$$M_{rd} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot (d - (x_c/2))$$

$$M_{rd} = 581 \text{ kNm} > 519 \text{ kNm} \quad \text{Megfelel}$$

2. pont Nyírás ellenőrzése

Nyírás ellenőrzése

$$V_{rd,c} = c \cdot b_w \cdot d_1 \cdot f_{ctd}$$

$$V_{ed} = 300,29 \text{ kN/m}$$

$$c = 0,308$$

Nem felel

$$V_{rd,c} = 166,936 \text{ kN/m} > 300,29 \text{ kN/m} \quad \text{meg}$$

Kengyelezés teherbírása

$$V_{rd,s} = z/s \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

$$z = 487,8 \text{ mm}$$

$$s = 150 \text{ mm}$$

$$A_s = 616 \text{ mm}^2 \quad 4\emptyset 14$$

$$V_{rd,c} = 870,97 \text{ kN} > 720,696 \text{ kN/m} \quad \text{Megfelel}$$

3. pont Nyomaték ellenőrzése tervezése

Nyomott zóna magassága

$$M_{rd} = M_{ed} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot (d - (x_c/2))$$

$$b = 1000 \text{ Mm}$$

$$M_{rd} = 117,02 \text{ kNm/m}$$

$$x_c = 16,44 \text{ Mm}$$

$$\xi_c = 0,03 < 0,49 \text{ Megfelel}$$

Vasmennyiség számítása

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s = 504 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Armatúrába szükséges vasmennyiség

Armatúra

$$\text{szélessége} = 1,7 \text{ M}$$

$$\text{Rés szélesség} = 2,4 \text{ M}$$

$$A_s = 712 \text{ mm}^2$$

$$A_{salk} = 1340 \text{ mm}^2$$

Vasalás ellenőrzése

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$x_c = 44 \text{ Mm}$$

$$\xi_c = 0,08 < 0,49 \text{ Megfelel}$$

Nyomaték ellenőrzése

$$M_{rd} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot (d - (x_c/2))$$

$$M_{rd} = 303 \text{ kNm} > 165 \text{ kNm} \text{ Megfelel}$$

3. pont Nyírás ellenőrzése

Nyírás ellenőrzése

$$V_{rd,c} = c \cdot b_w \cdot d_1 \cdot f_{ctd}$$

$$V_{ed} = 368,36 \text{ kN/m}$$

$$c = 0,308$$

$$V_{rd,c} = 166,94 \text{ kN/m} > 368,36 \text{ kN/m} \quad \text{Nem felel meg}$$

Kengyelezés teherbírása

$$V_{rd,s} = z/s \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

$$z = 487,8 \text{ mm}$$

$$s = 140 \text{ mm}$$

$$A_s = 616 \text{ mm}^2 \quad 4\varnothing 14$$

$$V_{rd,c} = 933,18 \text{ kN} > 884,06 \text{ kN/m} \quad \text{Megfelel}$$

4. pont Nyomaték ellenőrzése tervezése

Nyomott zóna magassága

$$M_{rd} = M_{ed} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot (d - (x_c/2))$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$M_{rd} = 406,73 \text{ kNm/m}$$

$$x_c = 59,55 \text{ mm}$$

$$\xi_c = 0,11 < 0,49 \quad \text{Megfelel}$$

Vasmennyiség számítása

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s = 1826 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Armatúrába szükséges vasmennyiség

Armatúra

$$\text{szélessége} = 1,7 \text{ m}$$

$$\text{Rés szélesség} = 2,4 \text{ m}$$

$$A_s = 2578 \text{ mm}^2$$

$$A_{salk} = 2681 \text{ mm}^2$$

Vasalás ellenőrzése

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$x_c = 87 \text{ mm}$$

$$\xi_c = 0,16 < 0,49 \text{ Megfelel}$$

Nyomaték ellenőrzése

$$M_{rd} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot (d - (x_c/2))$$

$$M_{rd} = 581 \text{ kNm} > 574 \text{ kNm} \text{ Megfelel}$$

4. pont Nyírás ellenőrzése

Nyírás ellenőrzése

$$V_{rd,c} = c \cdot b_w \cdot d_1 \cdot f_{ctd}$$

$$V_{ed} = 232,93 \text{ kN/m}$$

$$c = 0,308$$

$$V_{rd,c} = 166,94 \text{ kN/m} > 232,93 \text{ kN/m} \text{ Nem felel}$$

meg

Kengyelezés teherbírása

$$V_{rd,s} = z/s \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

$$z = 487,8 \text{ mm}$$

$$s = 150 \text{ mm}$$

$$A_s = 616 \text{ mm}^2 \quad 4\phi 14$$

$$V_{rd,c} = 870,97 \text{ kN} > 559,03 \text{ kN/m} \quad \text{Megfelel}$$

5. pont Nyomaték ellenőrzése tervezése

Nyomott zóna magassága

$$M_{rd} = M_{ed} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot (d - (x_c/2))$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$M_{rd} = 92,54 \text{ kNm/m}$$

$$x_c = 12,96 \text{ mm}$$

$$\xi_c = 0,02 < 0,49 \quad \text{Megfelel}$$

Vasmennyiség számítása

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s = 397 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Armatúrába szükséges vasmennyiség

Armatúra

$$\text{szélessége} = 1,7 \text{ m}$$

$$\text{Rés szélesség} = 2,4 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} A_s &= 561 \text{ mm}^2 \\ A_{salk} &= 1340 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Vasalás ellenőrzése

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$x_c = 44 \text{ mm}$$

$$\xi_c = 0,08 < 0,49 \text{ Megfelel}$$

Nyomaték ellenőrzése

$$M_{rd} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot (d - (x_c/2))$$

$$M_{rd} = 303 \text{ kNm} > 131 \text{ kNm} \text{ Megfelel}$$

6. pont Nyomaték ellenőrzése tervezése

Nyomott zóna magassága

$$M_{rd} = M_{ed} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot (d - (x_c/2))$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$M_{rd} = 507,69 \text{ kNm/m}$$

$$x_c = 75,51 \text{ mm}$$

$$\xi_c = 0,14 < 0,49 \text{ Megfelel}$$

Vasmennyiség számítása

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s = 2316 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Armatúrába szükséges vasmennyiség

Armatúra	
szélessége=	1,7 m
Rés szélesség=	2,4 m
As=	3269 mm ²
Asalk=	3434 mm ²

Vasalás ellenőrzése

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$x_c = 112 \text{ mm}$$

$$\xi_c = 0,21 < 0,49 \text{ Megfelel}$$

Nyomaték ellenőrzése

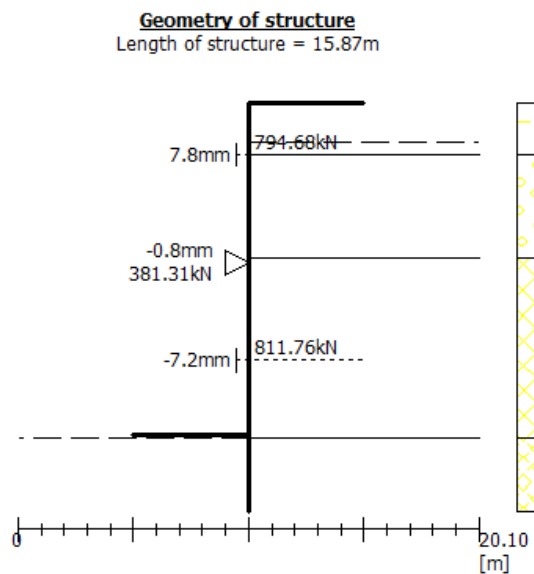
$$M_{rd} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot (d - (x_c/2))$$

$$M_{rd} = 726 \text{ kNm} > 717 \text{ kNm} \text{ Megfelel}$$

5.6.4.2. Részfal átszúródás ellenőrzése

A résfal átszúródását ellenőrizni kell a horgonyfejek környékén. Az átszúródás kiküszöbölése érdekében a tükörlemezek méretének növelésével lehet ezt elérni.

A horgonyokban keletkező erőt az alábbi ábra mutatja:



Átszúródás vizsgálat

Bemenő adatok:

Beton:	C	20 /	25	-	xd1
	fck=	20,00	N/mm ²		
	fcd=	13,33	N/mm ²		
	fctd=	1,00	N/mm ²		
	fctm=	2,21	N/mm ²		
	fbd=	2,30	N/mm ²		
	Ecm=	30000	N/mm ²		
	Ec,eff=	8500	N/mm ²		
Acél:	B	500	B		
	fyk=	500	N/mm ²		
	fyd=	435	N/mm ²		
	Es=	200000	N/mm ²		

Horgony elhelyezési tényező

$$\beta = 1,15$$

Tükörlemez keresztmetszete

$$a = 300 \text{ Mm}$$

Négyszög: $b = 300 \text{ Mm}$

$$A = 90000 \text{ mm}^2$$

Az átszűrődési erő

$$V_{ed} = 810 \text{ kN}$$

Betontakarás

$$c = 50 \text{ Mm}$$

Fővasalás átmérője

$$\text{alsó } x = 20 \text{ mm}$$

alsó

$$y = 14 \text{ mm}$$

$$\text{felső } x = 20 \text{ mm}$$

felső

$$y = 14 \text{ mm}$$

Résfal vastagsága

$$h = 600 \text{ mm}$$

Hatékony magasság

$$d_x = 540 \text{ mm}$$

$$d_y = 520 \text{ mm}$$

$$d_{eff} = 530 \text{ mm}$$

Vashányad

$$\rho = 0$$

$$c = 0,314$$

Az tükörlemez kerülete

$$u_0 = 900 \text{ mm}$$

Az oszlop körüli átszűrődási terület

$$u_1 = 6350,088 \text{ mm}$$

A nyírási teherbírás felső korlátjának ellenőrzése

$$v = 0,552$$

$$v_{rdmax} = 3,68 \text{ N/mm}^2 \quad v_{rdmax} > v_{ed}$$

$$v_{ed} = 1,95 \text{ N/mm}^2$$

Bevasalható

Betonkeresztmetszet ellenőrzése

$$v_{rdc} = 0,314 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{ed} = 0,277 \text{ N/mm}^2 \quad v_{rdc} > v_{ed}$$

Tehát vasalás

NEM

szükséges

Megállapítható, hogy a 300×300 mm tükörlemez elhelyezésével a jelenlegi résfal vasalásnál átszűrődási vasalásra nincs szükség.

5.6.4.3. Horgonyszár szakadása

A horgonyra ható tervezési erő $P_{ed}=1080,00 \text{ kN}$, mivel az acélban a feszítés után relaxáció keletkezik ezért jobban meg kell feszíteni, mint amennyit a tervezés során előírtunk. A szükséges többletfeszítés 15%.

$$P_p = 1,15 \times P_{ed} = 1080,0 \times 1,15 = 1242,0 \text{ kN}$$

Az alkalmazott feszítőpászma:

7 db Fp150

$$f_{pd}=1374 \text{ N/mm}^2 ; A=150 \text{ mm}^2$$

A pászma teherbírása:

$$N_{rd}=7 \times 150 \times 1374 = 1442,7 \text{ kN} > 1242,0 \text{ kN Megfelel}$$

Biztonság szakadásra:

$$FS=(P_{ed}/\gamma_E)/N_{rm}=(1080,0/1,35)/(7 \times 150 \times 1770 \times 10^{-3})=0,43 < 0,6 \text{ Megfelel}$$

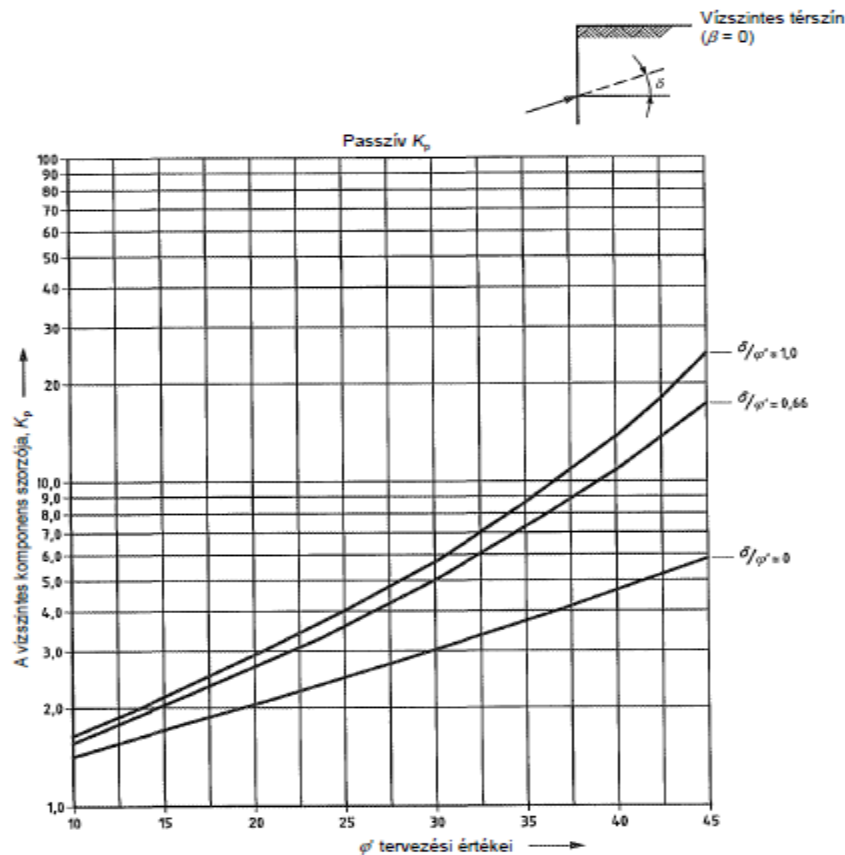
5.6.4.4. Részfal befogási ellenállás ellenőrzése

Ellenőrizni kell azt az állapotot amikor a részfal kéttámaszú, mivel az egyik támasz tönkremenetele teljes tönkremenetelhez vezet az előbbieken már ellenőriztem hogy a horgony mint támasz megfelelő biztonsággal rendelkezik. Most ellenőrizzük, hogy a részfal aljánál megfelelő biztonsággal rendelkezik a mobilizálódót földtömeg.

Az ellenőrzés során igazolni kell, hogy a mobilizálódót földellenállás és a passzív földnyomás egymáshoz képest legalább $\gamma_r=1,4$ biztonsággal rendelkezik. A földnyomások kialakulásának lényege, a részfal elmozdulása. Az elmozdulás függvényében alakulnak ki a földnyomások, tehát ha kismértékű elmozdulás a támasztó földtömeg irányában keletkezik, akkor nem biztos, hogy teljesen kialakul a passzív földnyomás. Mivel a passzív földnyomás kialakulásához nagy elmozdulások kellenek.

A vizsgálatokat úgy végezzük el, hogy mind a mobilizálódót mind a passzív földnyomást karakterisztikus értékén számítjuk, és így hasonlítjuk össze a két értéket. Viszont ekkor a megkívánt biztonság értéke:

$$FS=1,35 \times 1,4=1,89$$



C2.1. ábra: A passzív földnyomás vízszintes komponensének K_p szorzója vízszintes térszín esetén ($\beta = 0$)

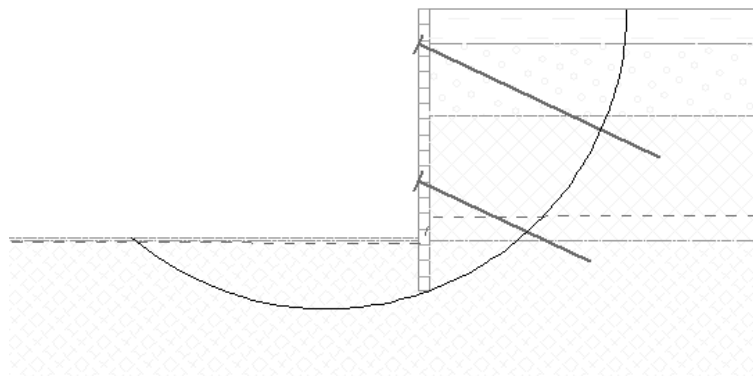
A szükséges ellenállásra az alsó sori horgony alatti mező terhel, így egy egyszerű területszámítással kimutatható a biztonság.

5.6.4.5. Horgonyzott résfal belső-külső stabilitás ellenőrzése

Ez az ellenőrzés a résfalnak és a környező földtömegnek a legkisebb biztonsággal rendelkező körcsúszólap mellett történő stabilitás vesztesét mutatja. Az ellenőrzést mint ahogy a tervezést is a GOE 5 végeselemes szoftver segítségével végeztem el. A program keresi meg optimalizálással a legkisebb törési biztonságot.

A csúszólapon belüli földtömeget lamellákra osztja, és azok talpán számítja a csúszást okozó és annak ellenálló erőkomponenseket illetve nyomatékokat a csúszófelületen. Ennél az ellenőrzésnél a DA-3 tervezési módszert kell alkalmazni. A teljes stabilitásvesztés állapota a teljes kitermelés esetén áll elő, ezt az állapotot

vizsgáljuk. A vizsgálat során a felső sori horgony szárát meg kellett hosszabbítani, mivel a kör csúszólapon belülre esett a vége.



Slope stability verification (Spencer)

Factor of safety = 1,71 > 1,50

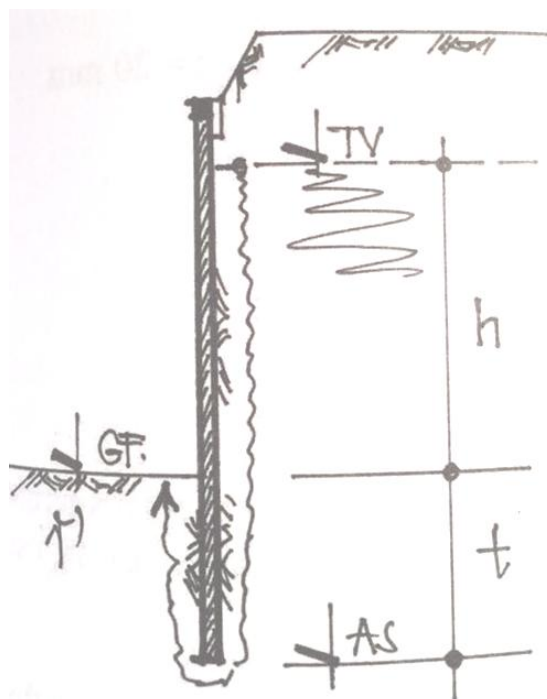
Slope stability ACCEPTABLE

5.6.4.6. Hidraulikus talajtörés ellenőrzése építési állapotban

A hidraulikus talajtörést akkor is ellenőrizni kell, ha elvileg, amibe bekötöttük a résfalat az a talaj vízzáró. Viszont ellenőriznünk kell, mert egy esetleges talajtörés bekövetkeztével a 3. tervezési állapotban a szerkezet teljes tönkremeneteléhez vezet, mert akkor a résfal kéttámaszú, és a földmegtámasztás szűnne meg, amit az építési állapotoknál már kifejtettem.

Az ellenőrzés során igazolni kell hogy az áramló víz mint destabilizáló erő kisebb mint a stabilizáló erő, ami a belső oldalon lévő talaj víz alatti súlya. Az áramlás ott maximális ahol a hidraulikus gradiens maximális.

A parciális tényező értékei $\gamma_G = 0,9/1,35$ a stabilizáló és destabilizáló erőkre.



Igazolandó:

$$\gamma_G \times I_{\max} \times \gamma_V \leq \gamma_G \times \gamma'$$

$$1,35 \times I_{\max} \times 10,0 \leq 0,9 \times \gamma'$$

$$15 \times I_{\max} \leq \gamma'$$

Építési vízszint ÉTV: -3,57 m

Gödörfenékszint GF: -13,97 m

Réstalpszint: AS: -16,97 m

Talaj víz alatti térfogatsúlya: $\gamma' = 10,5 \text{ kN/m}^3$

$$h = \text{ÉTV} - \text{GF} = 10,40 \text{ m}$$

$$t = \text{GF} - \text{AS} = 3,00 \text{ m}$$

$$I_{\max} = h / (h + 2t) = 10,40 / (10,40 + 2 \times 3,00) = 0,63$$

$$15 \times I_{\max} \leq \gamma'$$

$$15 \times 0,63 = 9,45 \leq 10,5 \text{ **Megfelel**}$$

(forrás: Alapozásos és földmegtámasztó szerkezetek tervezése az MSZ EN 1997 szerint)

5.6.4.7. Fejgerenda méretezése

A fejgerendát mint kéttámaszú tartót méretezzük. A számítás során azt vesszük figyelembe, hogy az egy táblát tartó horgony nem tölti be támasztó szerepét ezáltal a fejgerendán keresztül kerül megtámasztásra az adott tábla.

A nyomaték tervezési értéke: $F \times l / 4 = 480 \times 4,8 / 4 = 576 \text{ kNm}$

A nyírás tervezési értéke: $F / 2 = 480 / 2 = 240 \text{ kN}$

Számításba vett betonminőség

Beton:	C	30 / 37	-	xa2
	fck=	30,00 N/mm ²		
	fcd=	20,00 N/mm ²		
	fctd=	1,40 N/mm ²		
	fctm=	2,90 N/mm ²		
	fbd=	3,00 N/mm ²		
	Ecm=	33000 N/mm ²		
	Ec,eff=	10500 N/mm ²		
Acél:	B	500 B		
	fyk=	500 N/mm ²		
	fyd=	435 N/mm ²		
	Es=	200000 N/mm ²		

Tervezett betonacél átmérő

$$\emptyset = 25 \text{ mm}$$

Betontakarás

		környezeti	
		osztály=	30
c=	50 mm	acélátmérő=	25
			10

Falvastagság

$$v = 600 \text{ mm}$$

Dolgozó magasság

$$d = 537,5 \text{ mm}$$

Nyomott zóna magassága

$$M_{rd}=M_{ed}=b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot (d-(x_c/2))$$

$$b = 600 \text{ mm}$$

$$M_{rd} = 576 \text{ kNm/m}$$

$$x_c = 98,29 \text{ mm}$$

$$\xi_c = 0,18 < 0,49 \quad \text{Megfelel}$$

Vasmennyiség számítása

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s = 2713 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Armatúrába szükséges vasmennyiség

$$\text{Armatúra szélessége} = 2,4 \text{ m}$$

$$\text{Rész szélesség} = 2,4 \text{ m}$$

$$A_s = 2713 \text{ mm}^2$$

$$A_{salk} = 2945 \text{ mm}^2$$

Vasalás ellenőrzése

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$x_c = 107 \text{ mm}$$

$$\xi_c = 0,20 < 0,49 \quad \text{Megfelel}$$

Nyomaték ellenőrzése

$$M_{rd} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot (d-(x_c/2))$$

$$M_{rd} = 620 \text{ kNm} > 576 \text{ kNm} \quad \text{Megfelel}$$

Nyírás ellenőrzése

$$V_{rd,c} = c \cdot b_w \cdot d_1 \cdot f_{ctd}$$

$$V_{ed} = 240 \text{ kN/m}$$

$$c = 0,308$$

$$V_{rd,c} = 231,77 \text{ kN/m} > 240 \text{ kN/m}$$

Nem felel meg

Kengyelezés teherbírása

$$V_{rd,s} = z/s \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

$$z = 483,75 \text{ mm}$$

$$s = 250 \text{ mm}$$

$$A_s = 308 \text{ mm}^2 \quad 2\varnothing 14$$

$$V_{rd,c} = 259,12 \text{ kN} > 240 \text{ kN/m}$$

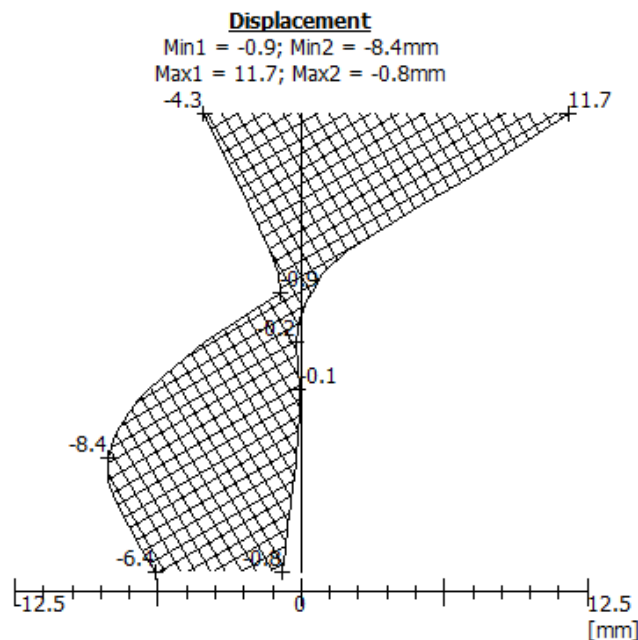
Megfelel

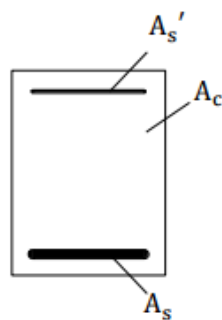
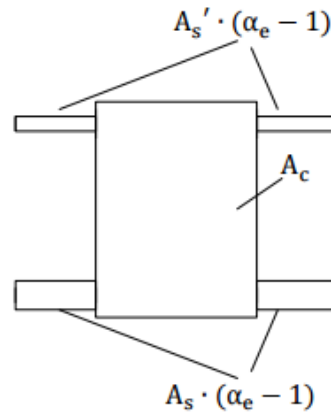
Tehát az alkalmazott vasalás fi25/10.

5.6.5. Használhatósági határállapot

5.6.5.1. Alakváltozás

A résfal alakváltozása a tervezett módon alakul. A behajlások a várt helyeken alakulnak ki. Az alakváltozás mértéke nem haladja meg a határértéket. Viszont a behajlások mögött a háttérben keletkező elmozdulásokból adódó konszolidáció süllyedéseket okozhatnak.



Inhomogén
keresztmetszetIdeális
keresztmetszet

Ideális keresztmetszeti terület:

$$A_i = b \cdot h + A_s \cdot (\alpha_e - 1) + A_s' \cdot (\alpha_e - 1) = b \cdot h + (\alpha_e - 1) \cdot (A_s + A_s')$$

Statikai nyomaték a felső (nyomott) szélső szálra:

$$S_i = b \cdot h \cdot \frac{h}{2} + A_s \cdot (\alpha_e - 1) \cdot d + A_s' \cdot (\alpha_e - 1) \cdot d'$$

Ideális keresztmetszet súlypontja:

$$e_i = \frac{S_i}{A_i}$$

Ideális keresztmetszet inercianyomatéka (*Steiner-tétel!*):

$$I_i = \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h \cdot \left(\frac{h}{2} - e_i\right)^2 + A_s \cdot (\alpha_e - 1) \cdot (d - e_i)^2 + A_s' \cdot (\alpha_e - 1) \cdot (e_i - d')^2$$

$$a_e = 210000 / 32000 = 6,52$$

$$A_i = 600 \times 1000 + 3434 \times (6,52 - 1) = 618955 \text{ mm}^2$$

$$S_i = 600 \times 1000 \times 300 + 3434 \times (6,52 - 1) \times 524 = 1,89 \times 10^8 \text{ mm}^3$$

$$e_i = 1,89 \times 10^8 / 618955 = 306,86 \text{ mm}$$

$$I_i = (600^3 \times 1000) / 12 + 600 \times 1000 \times (600/2 - 306,86)^2 + 3434 \times (6,52 - 1) \times (524 - 306,86)^2 = 1,89 \times 10^{10}$$

$$M_{cr} = 2,2 \times (1,89 \times 10^{10} / (600 - 306,86)) = 187,19 \text{ kNm}$$

Tehát a résfalra ható nyomatékok meghaladják ezt az értéket. A fent számított érték feletti nyomatékokat vizsgálni kell repedéstágasság szempontjából.

Keletkezett nyomatékok repedéstágasságának számítása:

$$w_k = \max(s_{rmax} \times (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}); 0,6 \times s_{rmax} \times \sigma_s / E_s)$$

$$s_{rmax} = 3,4c + 0,425 \times k_1 \times k_2 \times \sigma_s \times A_{c,eff} / A_s$$

$$c = (\text{betonfedés a húzott fővasbetéteken}) = 75 \text{ mm}$$

$$k_1 = 0,8 \text{ bordás betéteknél}$$

$$k_2 = 0,5 \text{ hajlításnál}$$

$$\sigma_s = (\text{a húzott acélbetétek átmérője}) = 20 \text{ mm}$$

$$A_{c,eff} = h_{c,eff} \times b = 171 \times 1000 = 171000 \text{ mm}^2$$

$$h_{c,eff} = \min \begin{matrix} (h-x)/3 \\ (2,5(h-d)); \\ (h/2) \end{matrix}$$

$$h_{c,eff} = \min \begin{matrix} (600-87)/3 = 171 \\ (2,5(600-524)) = 190 \\ (600/2) = 300 \end{matrix}$$

$$h_{c,eff} = 171 \text{ mm}$$

$$A_s = 2681 \text{ mm}^2$$

$$s_{rmax} = 3,4 \times 75 + 0,425 \times 0,8 \times 0,5 \times 20 \times 171000 / 2681 = 471,85 \text{ mm}$$

$$\epsilon_{sm} = (\sigma_s - 0,4 \times f_{ctm} \times A_{c,eff} / A_s) / E_s$$

$$\sigma_s = f_{yd} \times p_{qp} / p_{ed} \times A_{sreq} / A_{sprov} = 435 \times 1,0 \times 2315 / 2681 = 375,61 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{sm} = (375,61 - 0,4 \times 2,9 \times 171000 / 2681) / 200000 = 0,001508$$

$$\varepsilon_{cm}=0,4 \times f_{ctm}/E_{cm}$$

$$f_{ctm}=2,9 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{cm}=30000 \text{ N/mm}^2$$

$$\varepsilon_{cm}=0,4 \times 2,9/30000=0,0000387$$

$$w_k=\max \quad 471,85 \times (0,001508 - 0,0000387) = 0,69;$$

$$0,6 \times 471,85 \times 375,61/200000 = 0,53$$

$$w_{keng}=0,4 \text{ mm}$$

$$w_k=0,69 \text{ mm} < w_{keng}=0,4 \text{ mm} \quad \textbf{Nem felel meg}$$

Így az alapháló növelése szükséges, ami fi20/20 osztásra módosul.

$$A_s=3191 \text{ mm}^2$$

$$s_{rmax}=3,4 \times 75 + 0,425 \times 0,8 \times 0,5 \times 20 \times 171000/3191 = 312,85 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_{sm}=(\sigma_s - 0,4 \times f_{ctm} \times A_{c,eff}/A_s)/E_s$$

$$\sigma_s=f_{yd} \times p_{qp}/p_{ed} \times A_{sreq}/A_{sprov}=435 \times 1,0 \times 2315/3191=290,61 \text{ N/mm}^2$$

$$\varepsilon_{sm}=(375,61 - 0,4 \times 2,9 \times 171000/2681)/200000=0,001508$$

$$\varepsilon_{cm}=0,4 \times f_{ctm}/E_{cm}$$

$$f_{ctm}=2,9 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{cm}=30000 \text{ N/mm}^2$$

$$\varepsilon_{cm}=0,4 \times 2,9/30000=0,0000387$$

$$w_k = \max \quad 312,85 \times (0,001508 - 0,0000387) = 0,37;$$
$$0,6 \times 471,85 \times 290,61 / 200000 = 0,33$$

$$w_{keng} = 0,4 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,37 \text{ mm} < w_{keng} = 0,4 \text{ mm} \quad \textbf{Megfelel}$$

5.7. Összefoglalás

A statikai számítást a Magyar Mérnöki Kamara Geotechnikai tagozat „Alapozások és Földmegtámasztó Szerkezetek Tervezése az MSZ EN 1997 szerint” végeztem el. A statikai számítás felépítésének alapja volt ez a könyv. Véleményem szerint nagyon jól megmutatja a résfal tervezését, továbbá pontos és részletes. A résfalat érő hatásokat tökéletesen összefoglalja és érthetően közli.

A szakdolgozat során sikerült pontos képet kapnom a tervezés és a kivitelezés egymásra hatásáról. A tervezés során figyelembe vettem a kivitelezési követelményeket és technológiai folyamatok előírásait. A diplomamunka elkészülte után jól látszik számomra, hogy az általános szerkezetek között az egyik legkiemelkedőbb tapasztalatot igénylő tervezési feladat a résfal.

Köszönetet szeretnék mondani Keszeyné dr. Say Emmának és Bognár Balázsnak, hogy hozzájárultak a Szakdolgozatom elkészítéséhez.

Készült: Budapest, 2016.01.07.

.....
Göröcs Balázs

1051 Budapest József Nádor tér

Résfalas munkatér határolás
A2 jelű résarmatúra vasalási terve
A2 készül: 8 db
M 1:25

MUNKAGÖDÖR
FELŐLI OLDAL

FÖLD
FELŐLI OLDAL

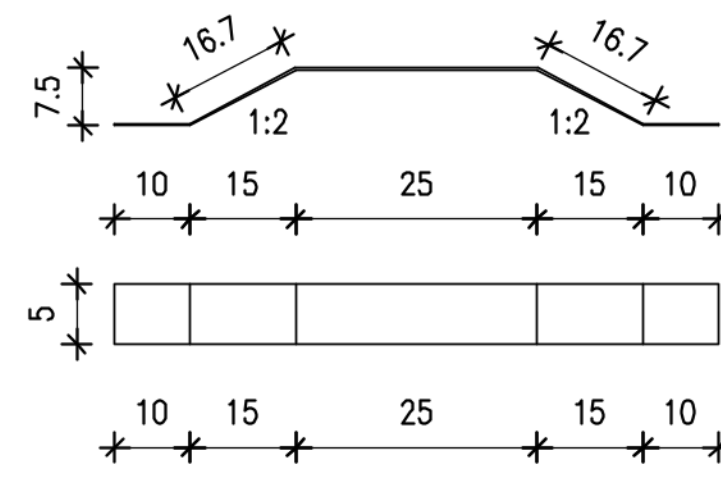
Horgonyátvezető acélcső

159X6,3 acélcső
672 mm

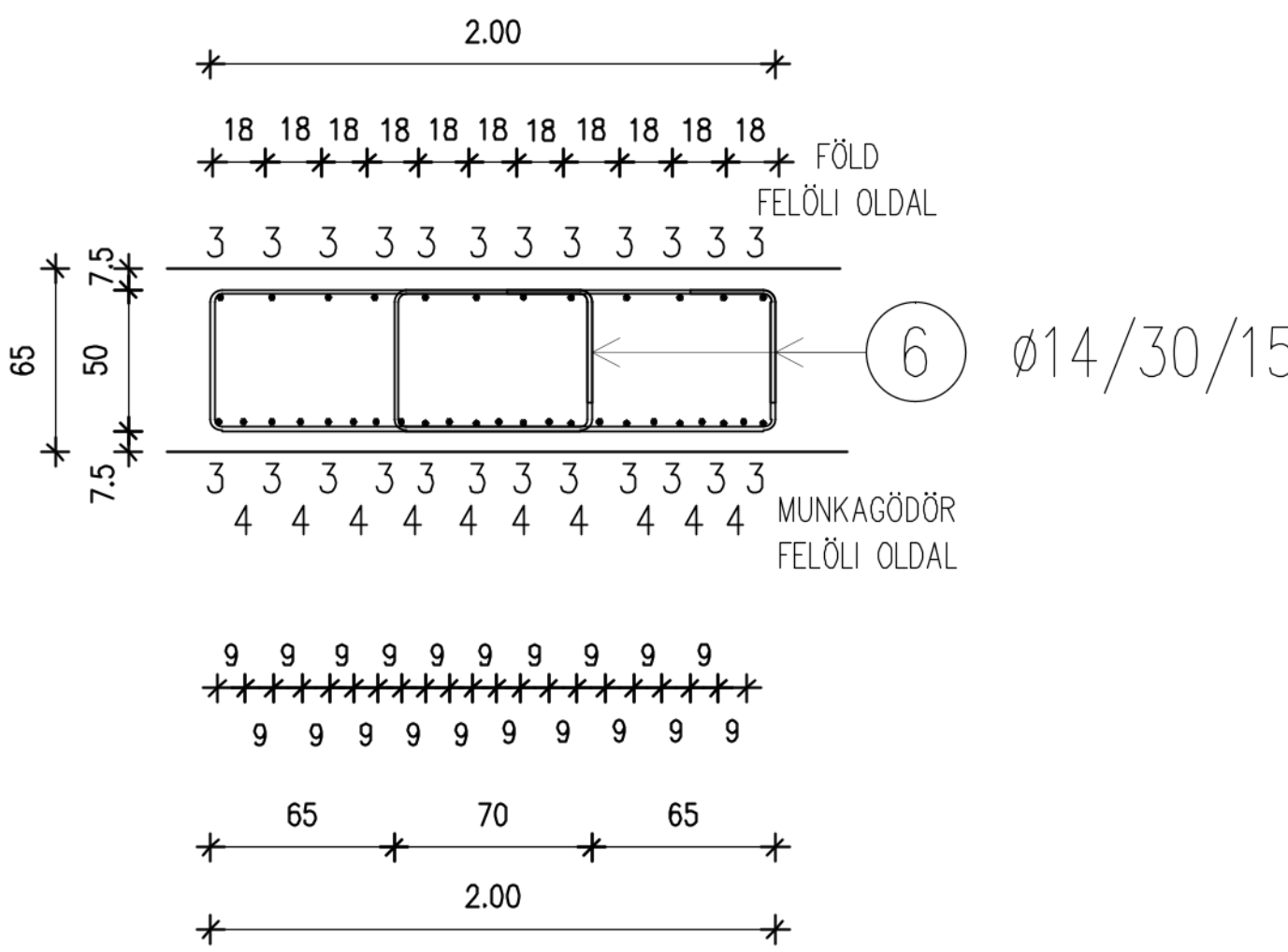
3 Csúszka vas
M 1:10

60x5 laposacél

Készül: 16 db/armatúra

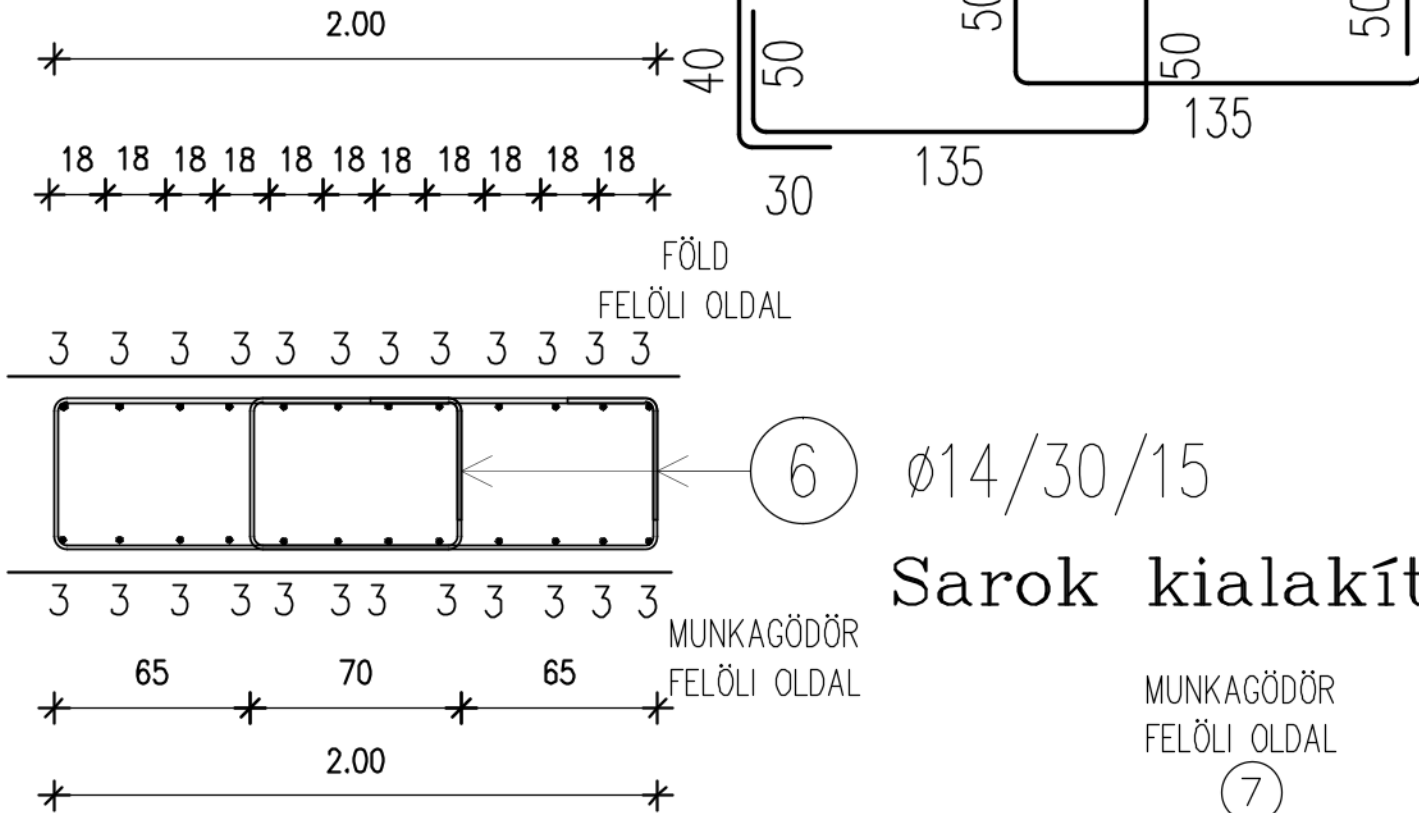


1-1 metszet
M 1:25

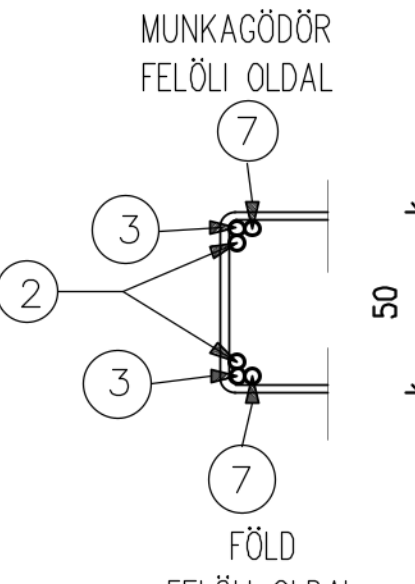


Kengyelek összeállítása

2-2 metszet
M 1:25



Sarok kialakítása



KAPCSOLDÓ TERVEK:
A-1 Réskiosztási terv
Műszaki Leírás

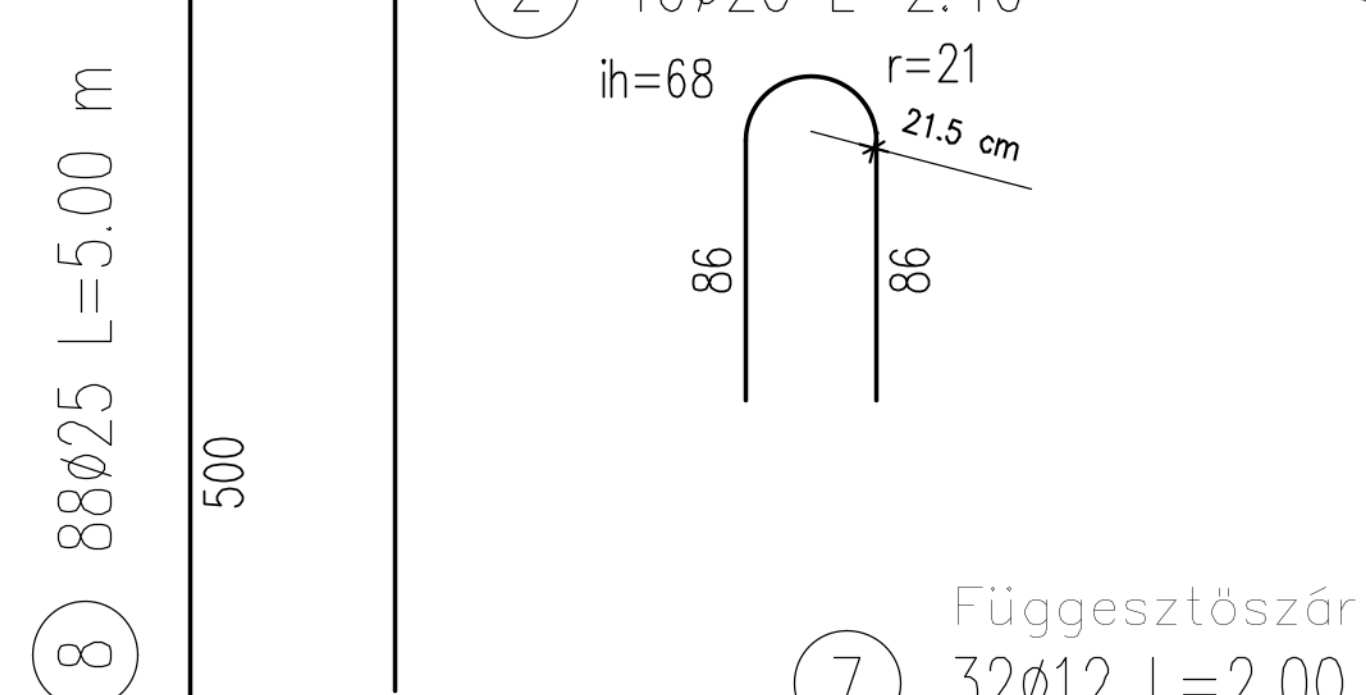
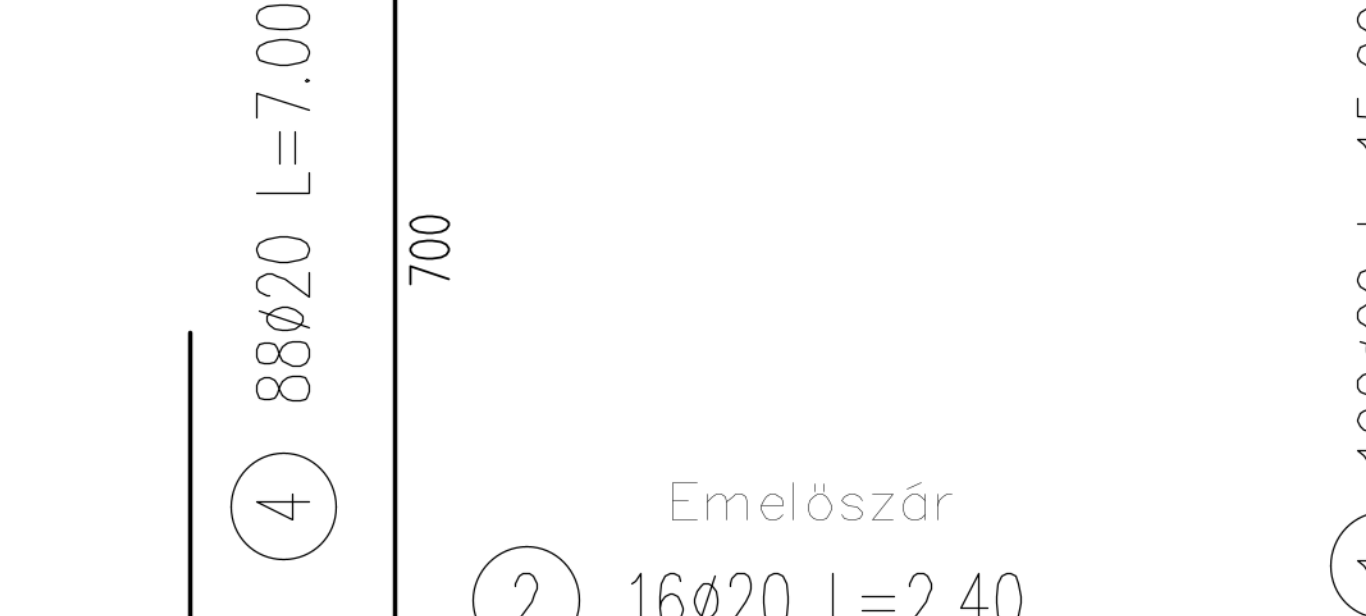
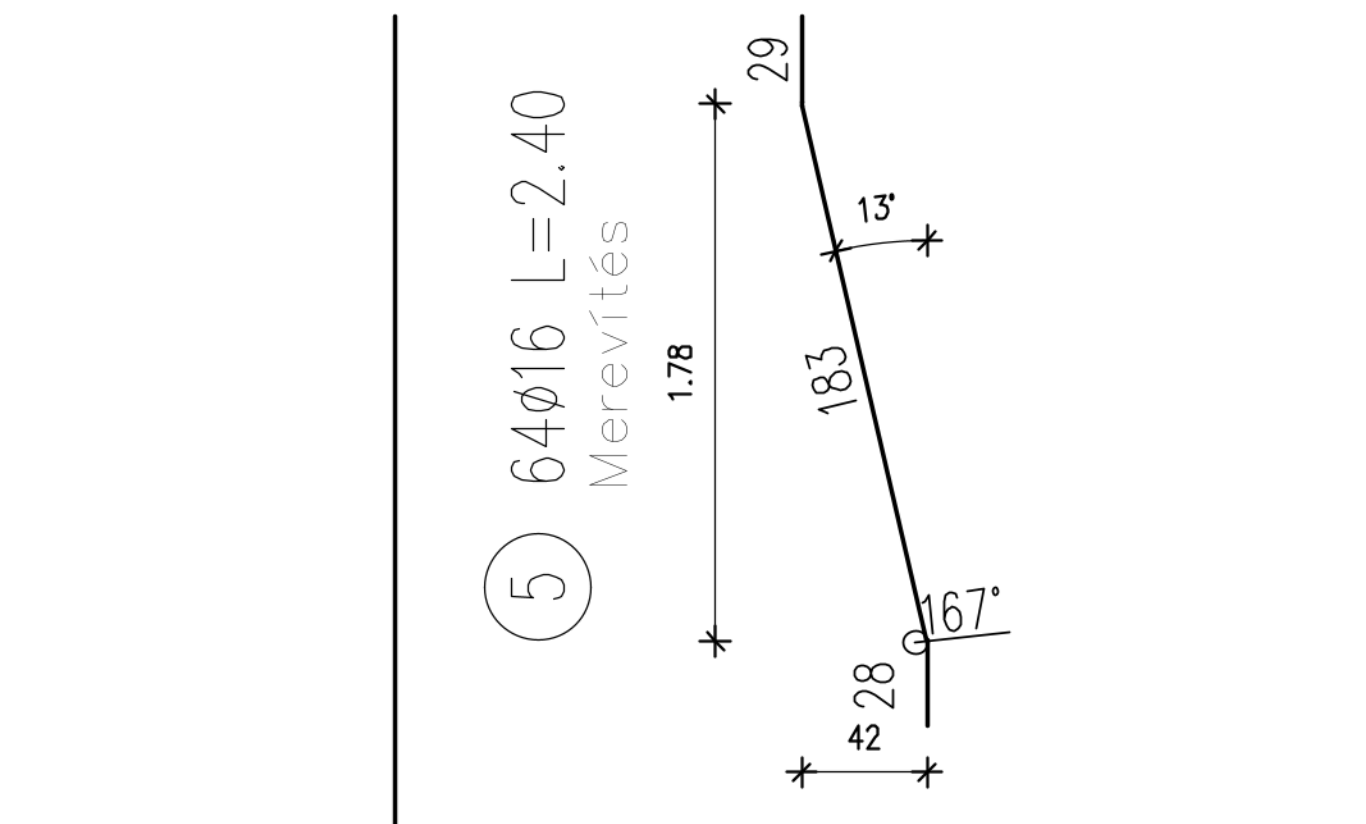
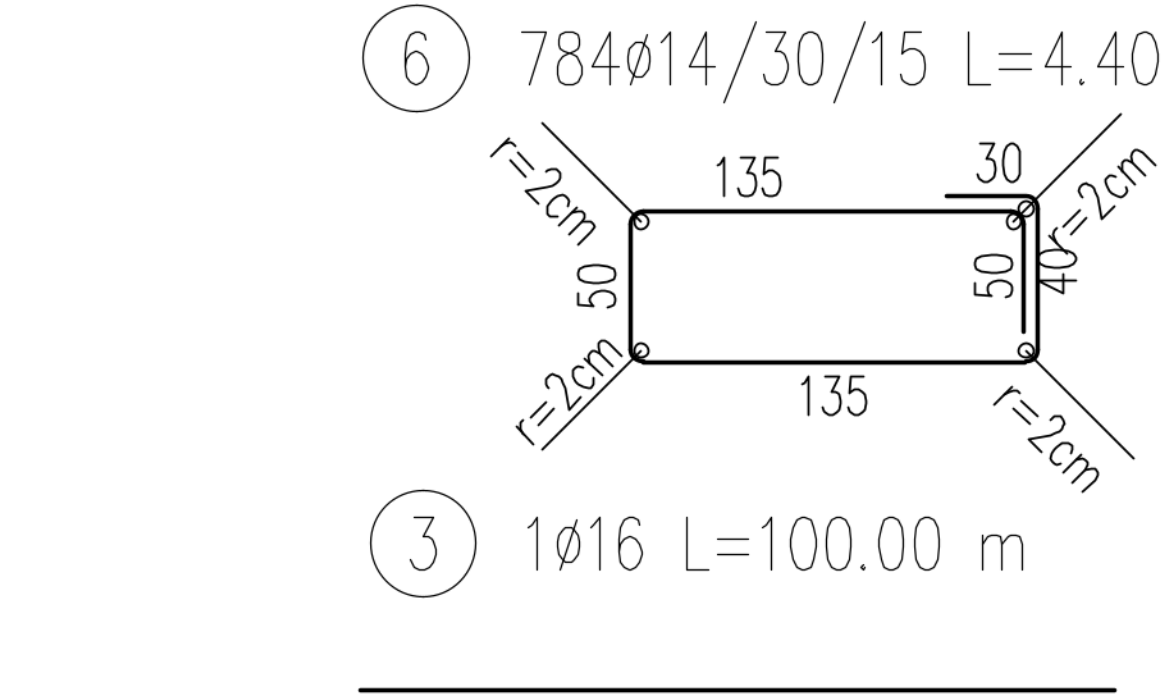
ANYAGMINŐSÉGEK:

Résvezető beton: C12/15-X0-32-F3 MSZ 4798-1:2004
Rés beton: C30/37-XC2-XA2-XV2(H)-32-F5 MSZ 4798-1:2004
Fejgerenda: C30/37-XC2-XA2-32-F3 MSZ 4798-1:2004
Betonacél armatúra: B500B (B.60.50. MSZ 339)

Megjegyzések:
A megadott szintek a Balti alapszintre vonatkoznak
A megadott szintek a Balti alapszintre vonatkoznak
Részletlítés lavírsík: -1,10 m (104,10 mBf)
Részletlítés kibetonozási szintje: -1,50 m (103,70 mBf)
Részletlítés visszavétel felső síkja: -1,70 m (103,50 mBf)
Részletlítés alapozási síkja: -16,97 m (88,23 mBf)
Betonakadás a résfalarmatúra kengyel külső síkján minimum: 7,0 cm

Betonacél méretek külméretek.
Az armatúrák beépítési pontossága alaprajzilag maximum $\pm 3,0$ cm és magasságilag maximum $\pm 2,0$ cm lehet.
A betonozást kontraktorcsoval kell végezni. A zaggal szennyezett beton később visszavétel.
Az armatúra kapcsolatait hegesztéssel kell kialakítani.
A kengyeleket úgy kell elhelyezni egymás után, hogy minden következőnek a hegesztett szálai az előzőhöz képest az armatúrázottságával egyező irányban 180 fokkal legyenek elforgatva.
Az andáskereszteket minden vashoz hegesztéssel kell rögzíteni.
A pótvassakat minden második kengyelhez kell rögzíteni hegesztéssel úgy, hogy a rögzítési pontok egymáshoz képest sakktableszzerűen legyenek eltolva.
Minden fúvást minden kengyelhez hegesztéssel kell rögzíteni.
A 9-es számú vas csúszkákat jelzi és mutatja a csúszkák tömegét a kimutatásban.
A horgonyátvezető szerelvények anyagkimutatását nem tartalmazza az átmérő tömeg összesítő táblázat.
Az armatúra elhelyezésénél a vasak tetejének vízszinteségét ellenőrizni kell és szükség esetén igazítani.

Szent István EgyetemYbl Miklós Építástudományi kar Építőmérnöki Szak Geotechnikai Tagozat			
Munka megnevezése: 1051 Budapest József Nádor téri mélygarázs munkatér határolásának tervezése az Eurocode 7 alapján			
Helyszín: 1051 Budapest József Nádor tér			
Terv megnevezése: Alapozási és munkatér határolási terv		Rajzszám: A-3	
Rajz megnevezése: A2 Résarmatúra terve		Méretarány: M 1:25	
Ólóska Balázs	Dr. Keszeyhő Szy Emma	Bognár Balázs	2015.12.20
IV. B. 1051 Budapest József Nádor tér	Geotechnika Szakcsoport Vezetője	Mélyítő Mérnök	Rev.: R-00

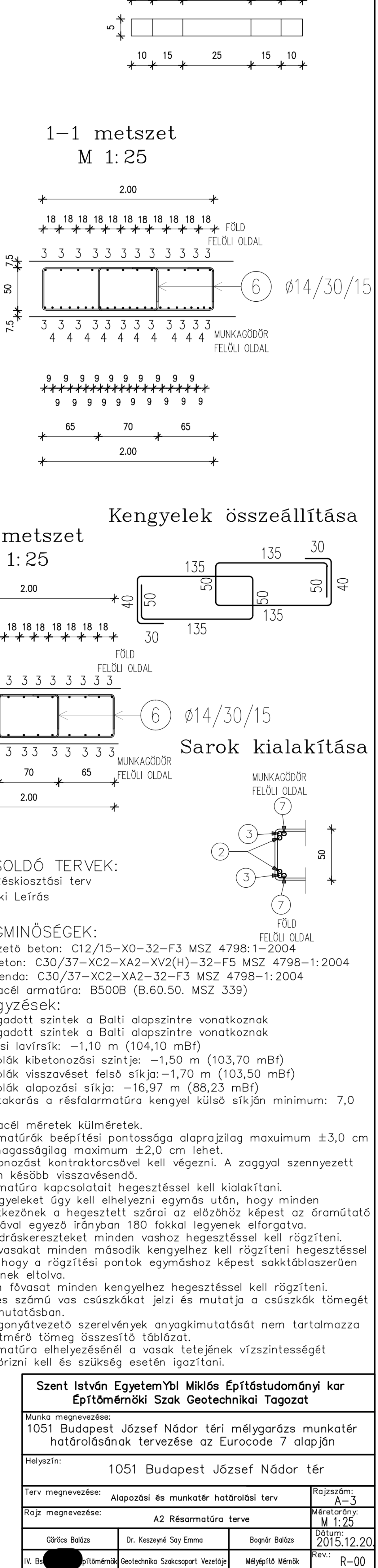
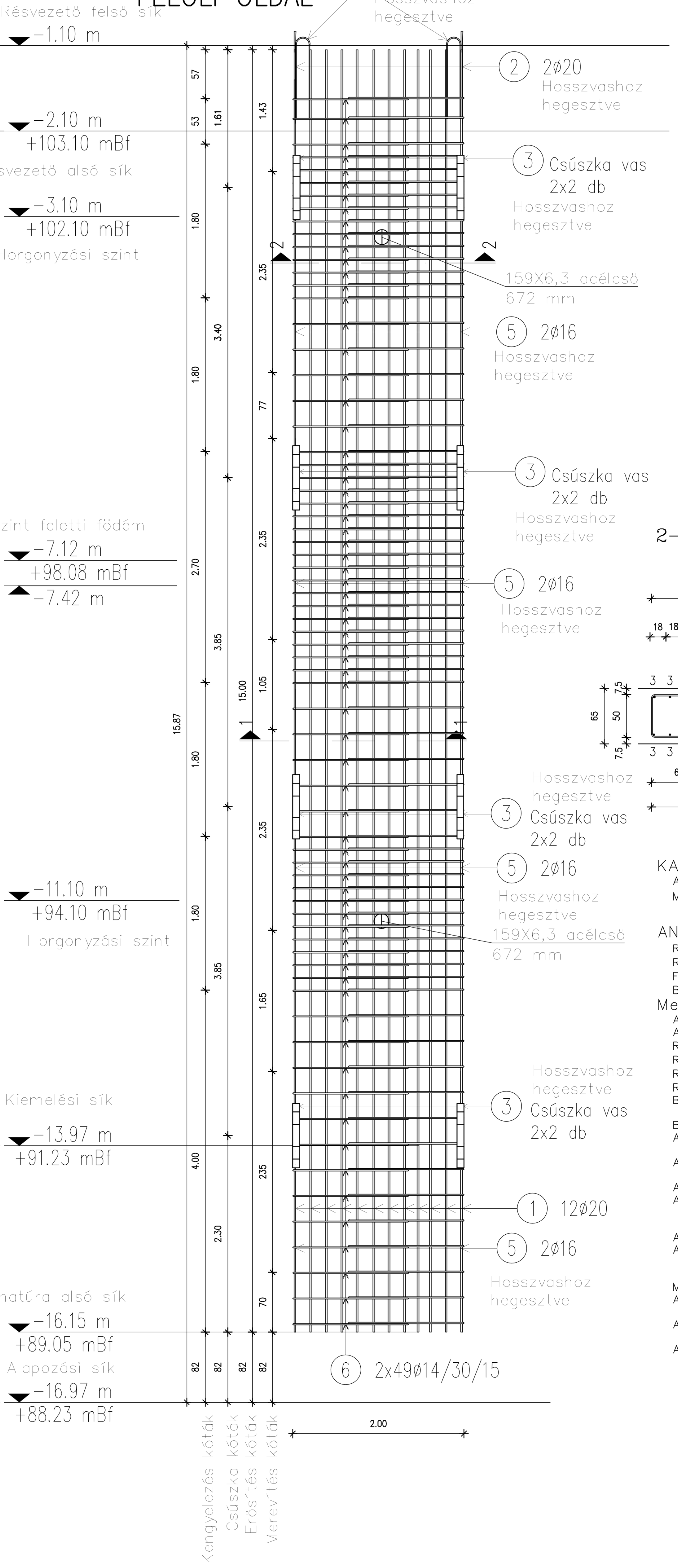
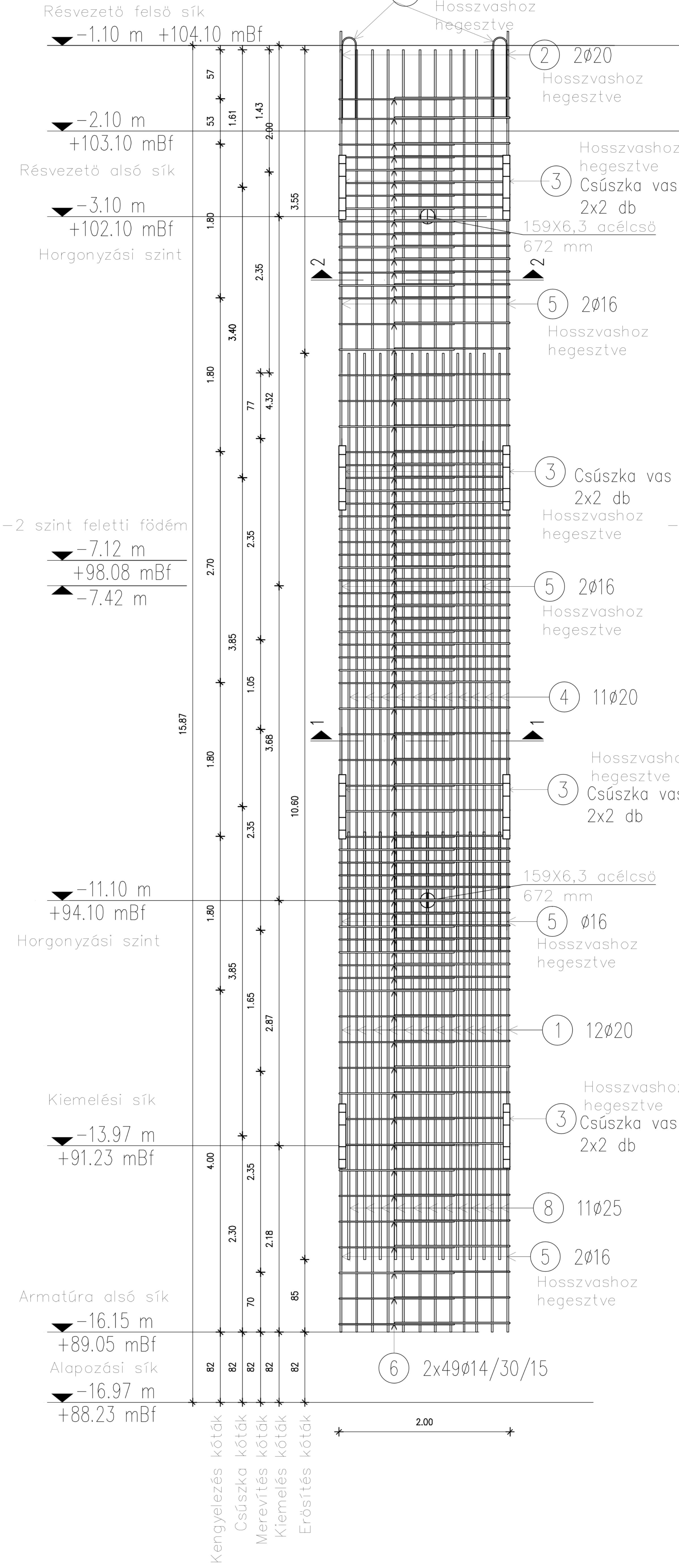
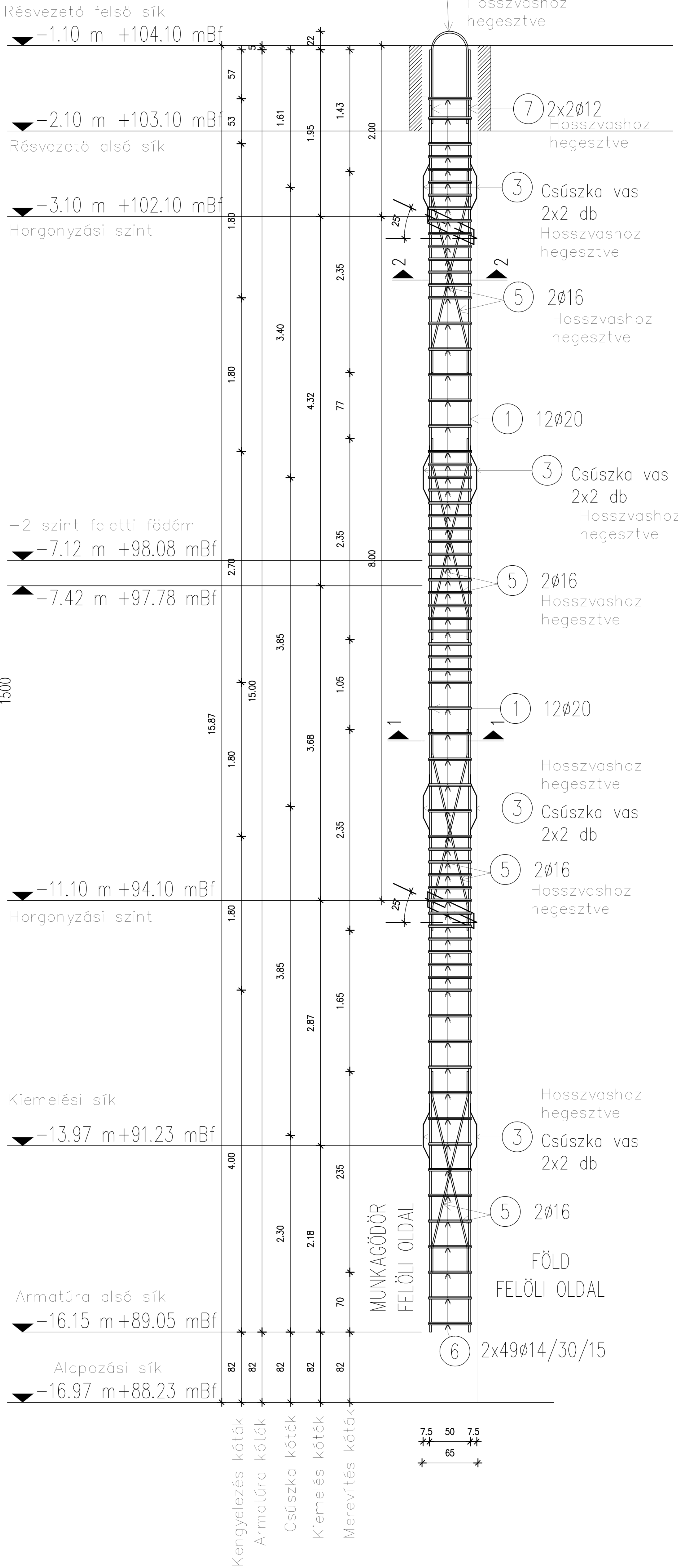


ÁTMÉRŐ-TÖMEG ÖSSZESÍTÉS (129 db armatúrára)

jel	db	#	Vasalék	Hossz	#12	#14	#16	#20	#25
1	192	20	1500	15.00				2880.00	
2	16	20	86	2.40				38.40	
3	1	16	FMV	100.00				100.00	
4	88	20	100	7.00				616.00	
5	64	16	183	2.40				153.60	
6	784	14	135	4.40				3449.60	
7	32	12	87	2.00	64.32				
8	88	25	500	5.00					440.00
Összhossz / # [m]			64.32	3449.60	253.60	3534.40	440.00		
Fm. tömeg / # [kg/m]			0.888	1.210	1.580	2.470	3.850		
Össztömeg / # [kg]			57.12	4174.02	400.69	8729.97	1694.00		
Össztömeg [kg]							15055.79		

Kengyelezés kóták	Armatúra kóták	Csúszka kóták	Kiemelés kóták	Merevítés kóták
82	82	82	82	82
82	82	82	82	82
82	82	82	82	82
82	82	82	82	82

7.5	50	7.5
65		



Szent István Egyetem Ybl Miklós Építástudományi kar Építőmérnöki Szak Geotechnikai Tagozat			
Munka megnevezése: 1051 Budapest József Nádor téri mélygarázs munkatér határolásának tervezése az Eurocode 7 alapján			
Helyszín: 1051 Budapest József Nádor tér			
Terv megnevezése: Alapozási és munkatér határolási terv			Rajzszám: A-4
Rajz megnevezése: Fejgerenda kiviteli terve			Méretarány: M 1:10
Göröcs Balázs	Dr. Keszei Emma	Bognár Balázs	Dátum: 2015.12.20.
IV. B. Építőmérnök	Geotechnika Szakcsoport Vezetője	Mélyépítő Mérnök	Rev.: R-00