

1951-1952

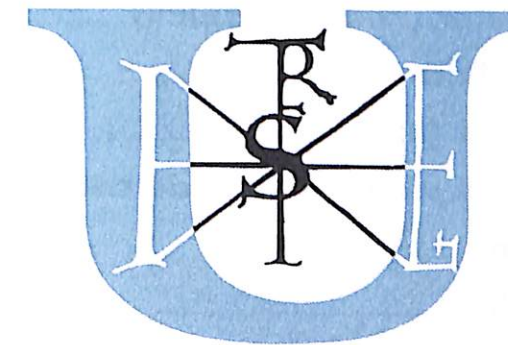
1953-1954

Diplomamunka

**Családi ház statikai tervezése-
kézi- és a gépi számítás összehasonlítása.**

Készítette: Varjas Kitti

Konzulens: Mihók Barna



Szent István Egyetem

Ybl Miklós Építéstudományi Kar

Mechanika és Tartószerkezetek Szakcsoport

Budapest, 2018

Tartalomjegyzék

I. Bevezetés	4
A szó eredete	4
Mit is jelent mérnöknek lenni?	4
Az építőmérnöki tevékenység	5
Méretezési eljárások	8
Alapfogalmak	9
II. Tervfeladat ismertetése	12
Adatszolgáltatás:	12
Geotechnika	12
Építész rétegrendek (födémekre vonatkozólag):	16
Alaprajzok:	17
Műszaki leírás:	18
Előzmények	18
Helyszín, tervezési terület	18
Alapozási szerkezetek (támszerkezetek)	18
Vasalt aljzat kialakítása	19
Felmenő szerkezetek (falak, pillérek)	20
Vízszintes teherhordó szerkezetek (födémek)	21
Gépészeti áttörések	21
Egyéb szerkezetek	21
A kiviteli tervek, kivitelezés	22
III. Számítás	23
Geometria	23
Terhek	24
Teherkombinációk	26
Parciális tényezők:	26
ψ -tényezők:	26
Kombinációk:	26
Igénybevételek és méretezés	27
Alapozás	27
Födémek	36

P01 pillér ellenőrzése	45
B5 felülborda	49
Falazat	52
Merevítőrendszer	51
IV. Források, felhasznált irodalom	54
Köszönetnyilvánítás	55

I. Bevezetés

A szó eredete

Az *Ingenieur* szó a latin *ingenium* (in és geno = gigno összetétele) főnévből származik, eredetileg éleseszűsége, találékonyságot, leleményességet, szellemet, szellemi képességet, átvitt értelemben pedig szellemes találmányt, sőt hadigépet is jelentett. Ezzel szemben néhány osztrák szakíró az *Ingenieur* szónak a latin *gigno, genui, genitum, genere* igéből (termelni, létrehozni, előállítani) való származása mellett foglal állást. Az angol *engineer*, francia *ingénieur*, a német *ingenieur*, spanyol *ingeniero*, olasz *ingegnere*, finn *insinööri*, és az orosz *инженер* és ennek más szláv változatai csaknem kivétel nélkül ehhez hasonló értelmezésre utalnak.

A XIX. század kezdetén, amikor a technikai tudományok hatalmas fellendülésével a magyar technikusok által - a középkortól egészen a nyelvújítás korszakáig - használt földmérői cím már nem fedte a sok szakra tagozódott foglalkozási kört, technikusaink és nyelvújítóink is szükségét érezték annak, hogy a földmérő szó helyett egy általánosabb, a mérőtudományt jobban kifejező új szót alkossanak és hozzanak forgalomba. Így jött létre a magyar mérnök kifejezés, melynek szótöve a mér ige, és szorosan kapcsolódik a mérés, mérlegelés, mérték szavakhoz.

A gépészmérnök és a vegyészmérnök fogalmakat az ipari forradalom teremtette meg. A 19. század végére az építész fogalom megjelölése is építészmérnökké változott. Már a 20. század elején felvetődött, hogy az általános fogalmat jelölő mérnök szóhoz is valamilyen jelző kapcsolódjék, mely ekkor csak az út, a vasút, a vízszabályozás és a hídépítés tudományában való jártasságra utalt.

Mit is jelent mérnöknek lenni?

A mérnöki (vagy műszaki) tudomány a technológia alkalmazása emberi problémák megoldására. Az a hivatásos cselekvés, melynek során a

képzelőerőt, az ítéletet és az intelligenciát alkalmazzák a tudományban, a matematikában és a gyakorlatban olyan objektumok és folyamatok tervezésére, kivitelezésére, amelyekre az emberiségnek szüksége lehet. A mérnök alapvető és egyedi feladata, hogy felismerje, megértse és integrálja egy terv követelményeit. A követelmények tartalmazhatják a hozzáférhető forrásokat, fizikai és műszaki korlátokat, jövőbeli változtatásokkal és kiegészítésekkel szembeni rugalmasságot és más tényezőket is, mint például a költségekkel szembeni elvárásokat, gyárthatóságot és szervizelhetőséget. A mérnök tudományos ismereteit használja fel, hogy megtalálja egy probléma alkalmas megoldását. Megfelelő modell alkotása lehetővé teszi, hogy elemezze azt, és vizsgálja a lehetséges megoldásokat. Általában több értelmes megoldás létezik, így a mérnöknek értékelnie kell a különböző változatok előnyeit, és ki kell választania azt a megoldást, amely legjobban megfelel a követelményeknek és leginkább kielégíti az igényeket.

Az építőmérnöki tevékenység

Az építőmérnök szerkezeti vagy építéstechnológiai szempontból bonyolultabb építményeket (pl. ipari épületeket, hidakat, alagutakat, vízműtárgyakat stb.) tervez, kivitelez, építési módszereket, anyagokat és minőségi szabványokat határoz meg, építési munkákat irányít, koordinál, fenntartási és javítási munkálatokat szervez. Az építőmérnöki szakma jellegzetessége, hogy alkotásait a társadalom egésze nap, mint nap látja és használja. Az építőmérnökök felelőssége talán a legnagyobb a mérnöki tevékenységek közül, kisebb mérnöki hibák is emberéletet követelhetnek, leginkább befolyásolja a természetet, és gyakorlatilag minden építőmérnöki alkotás egyedi. Fontos a szerepük a természeti vagy ember által okozott katasztrófák elhárításában is.

Feladatai:

- a) megtervezett épületszerkezetek statikai ellenőrzése;
- b) ipari épületek, épületszerkezetek, hidak, alagutak, vízműtárgyak tervezése, méretezése és kivitelezése;
- c) anyagok vizsgálata, minőség-ellenőrzés;
- d) építőmérnöki elméletek, módszerek kidolgozása, kutatások folytatása;
- e) különféle szerkezetekkel, többek között hidakkal, gátakkal, kikötőkkel, utakkal, repülőterekkel, vasutakkal, csatornákkal, vezetékekkel,
- f) hulladékártalmatlanító- és áradásvédelmi rendszerekkel, valamint ipari és egyéb nagyméretű épületekkel kapcsolatos tanácsadás nyújtása és ezek tervezése;
- g) az építési módszerek, anyagok és minőségi szabványok kidolgozása és meghatározása, és az építési munkák irányítása;
- h) vezérlőrendszerek létrehozása a szerkezetek hatékony működése, a biztonság és a környezetvédelem biztosítása érdekében;
- i) a tervezett szerkezetek nyomásának kitétt talaj és kőzetek viselkedésének elemzése, és a szerkezeti alapok tervezése;
- j) a szerkezetek stabilitásának elemzése és az építés során felhasznált anyagok viselkedésének és tartósságának tesztelése
- k) a meglévő mélyépítési szerkezetek karbantartásának és javításának szervezése és irányítása.

Magyarországon az építőmérnöki ágazat négy területre bomlik szét a képzés tekintetében:

Közlekedés -



tartószerkezeti -



vízépítő -



földmérő szak.



Szerkezetépítő mérnök tevékenységei: magas- és mélyépítési mérnöki létesítmények, mindennemű tartószerkezet, hidak, és műtárgyak tervezése; geotechnikai feladatok; épületek tervezése, építése és karbantartása.

A **magasépítés** területébe tartozik az ipari- és sportcsarnokok, többszintes lakóházak és családi házak, valamint bármilyen más hasznosítású épületek tervezése. Legelterjedtebbek a vasbeton- és acélszerkezetek, de terjedőben van a faszervezetek alkalmazása is.



A tartószerkezeti tervezés 2 fő feladata:

- 1) **Tartószerkezeti műszaki leírás** építési engedélyezési tervhez. Ez az engedélyezési eljáráshoz szükséges munkarész. Ebben az épület tartószerkezeti rendszerét határozzuk meg, a főbb méretek, anyagok, kialakítási módok megadásával.
- 2) **Statikai kiviteli terv.** A kivitelezéshez nem elegendő az említett tartószerkezeti műszaki leírás, szükséges a statikai kiviteli terv, mely kiterjed minden tartószerkezeti részletre.

Leggyakoribb esetben ez az alábbiakat tartalmazza:

- alapozási terv
- pillérek acél vagy vasbeton terve
- áthidalók, gerendák terve
- födémek terve (acél, monolit vasbeton, gerendás vasbeton, stb.)
- lépcsők vasbeton terve

Ritkábban:

- támfal terve
- rámpa vasbeton terve
- tetőszerkezeti terv

Méretezési eljárások

A szerkezeti rendszer konstrukciójának helyes megválasztása mellett kiemelten fontos a szerkezetek méretezése is, ezzel küszöbölhető ki legnagyobb mértékben a tönkremenetel, ami nagy anyagi veszteséggel, akár életveszéllyel is járhat.

A méretezés során alapadatoknak tekinthető a szerkezetek *geometriája*, anyagának *mechanikai* jellemzői, valamint a szerkezetre működő *hatások*. Emellett fontos, hogy a szerkezet anyagát *rugalmasnak* vagy *képlékenynek*, egyes esetekben *repedésmentesnek* vagy *berepedtnek* feltételezzük.

Történetileg az első eljárás a **tapasztalati- módszer**. Az ókor és középkor még nem álltak rendelkezésre kiforrott képletek és számítási menetek. Az építés után vizsgálták a tönkremenetel jeleit, amit a következő építménynél felhasználtak, így jelentős mennyiségű tapasztalat halmozódott fel. A biztonság a keresztmetszeti méretek növelésével volt biztosítható.



Az újkorban alakult ki a **megengedett feszültségek módszere**, amikor már a szerkezetek méretezése külön tudománnyá nőtte ki magát, megjelent a *mechanikai feszültség* és a *rugalmas alakváltozás* fogalma. A méretezés bizonytalanságait a szilárdságnál tudták figyelembe venni, ugyanis a terhek alakulásának ismerete még hiányos volt. A módszer hátránya volt, hogy nem tudott különbséget tenni a könnyen számítható állandó terhek (önsúly) és a nagy szórást mutató esetleges terhek (hasznos teher, hóteher, szélteher) között. A tényleges teherbírásról is kevés információt adott.



Az 1950-es években, Magyarországon jelent meg először a vasbeton szerkezetek ellenőrzése **képlékeny határállapot** alapján. A magyar szabvány vezette be az adatonként különböző biztonsági tényezőket, a terheknél és a szilárdsági értékeknél is. A matematikai alapokon nyugvó eljárás **osztott biztonsági tényezők módszere** néven vált ismertté.

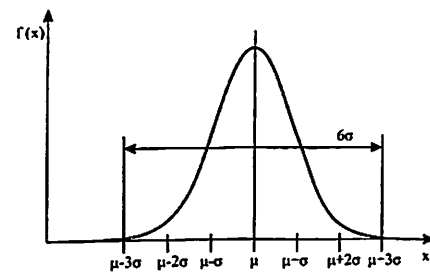


Erre alapultak a 2000-es évek Eurocode kötetei, melyek a **határállapotok módszerét** alkalmazzák. Itt nagy jelentőséget kapnak a teherbírasi és használhatósági határállapotok, a biztonsági tényezők a követelmények szintjén van figyelembe véve.

Alapfogalmak

A határállapotok alapja a tervezési helyzet (ideiglenes-, tartós-, rendkívüli-, szeizmikus- tűzhatás), mely a valódi körülmények, feltételek együttese. A feltételek fennállásának esetében igazolni kell, hogy a szerkezet a határállapotokat (teherbírasi-, használhatósági reverzibilis/irreverzibilis-) nem lépi túl.

Az anyagjellemzők karakterisztikus értékei a Gauss-görbe (normális eloszlás sűrűségfüggvénye) alatti terület értékei, 5%-os alsó/felső küszöbérték figyelembevételével.



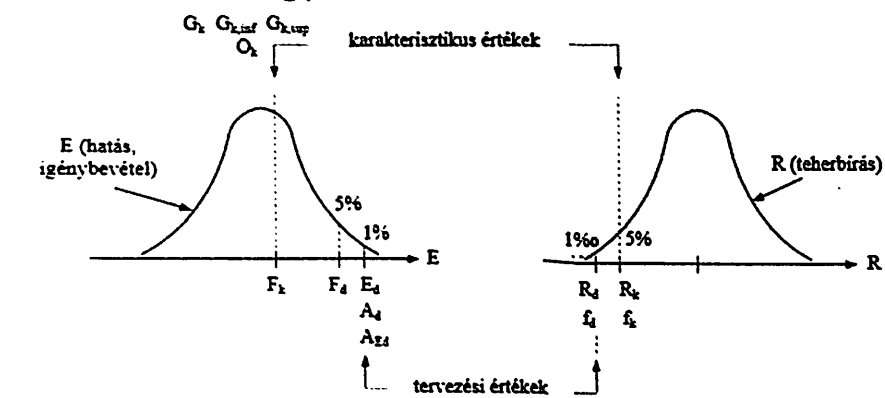
Használt még a σ -eltérés a várható értéktől, ami előfordulási valószínűséget ad meg. 1σ 68,27%, 2σ 95,45%, 3σ 99,73%-nak felel meg.

Az erőtan számítás egy igénybevétel meghatározásra szolgáló számítási eljárás. Három szinten kell elvégezni, más-más modellel: globálisan, tartószerkezeti elemenként és lokálisan.

A hatások lehetnek közvetlenek (tartószerkezetre ható erők, terhek) vagy közvetettek (kényszer-alakváltozások, - gyorsulások). A hatások másképpen is csoportosíthatók, lehet pl. állandó/esetleges/rendkívüli, rögzített/nem rögzített, statikus/dinamikus/kvázi-statisz. Az igénybevétel ezeknek a hatásoknak a következménye az elemen.

Három alapkövetelmény a tartószerkezetekkel szemben a hatásokkal szembeni *ellenálló képesség*, a *használhatóság* és a *tartósság*. Az *ellenálló képesség* révén a szerkezet az önsúlyra, hasznos és meteorológiai terhekre nem megy tönkre; tűzhatás esetén az előírt időtartamig megfelelő teherbírással rendelkezik; rendkívüli hatásokkal (ütközés, robbanás) szemben nagymértékben nem károsodik. *Használat* során zavaró alakváltozások, lengések és rezgések nem lépnek fel; valamint nem jelennek meg (pl. betonszerkezeteknél) olyan mértékű repedések, melyek a szerkezet látványát zavarják. A *tartósság* biztosított, ha az élettartamon belül nagymértékű elváltozások nem jelentkeznek.

A tervezés alapkövetelményének értelmezése az igénybevételek és az ellenállások eloszlásának figyelembevételével.



II. Tervfeladat ismertetése

Célom összevetni a kézi számítást a gépi -jelen esetben Axis-számítással.

A modellezés minden esetben nehéz feladat, hiszen a valóság egyszerűsítésén alapul, így mindig kérdés, milyen mértékben hanyagolhatunk el input adatokat a modell felépítésénél. Természetesen elsődleges kikötés, hogy nem térhetünk el a biztonság kárára. Ha ebből indulunk ki, a nagymértékben letisztított modell kevésbé gazdaságos, ám nagyobb biztonsági tartalékokkal rendelkezik és egyszerűbben számítható. Ehhez elengedhetetlenül szükséges, hogy a tervező tisztában legyen a szerkezet valós viselkedésével, így mérlegelni tudja például, hogy a gépi számítás elfogadható eredményre vezetett-e. Sosem szabad kizárólag a szoftver eredményeire hagyatkozni, a tervezőnek kötelessége ellenőrizni egyszerű, kézi számítással, hogy az eredmények nagyságrendileg rendben vannak-e.

Néhány, gyakran előforduló szerkezeti elemem bemutatom, mekkora eltérés mutatkozik a két eljárás között.

Tervezett épület:

Mintegy 400m² alapterületű családi ház, részben alápincézve, emelet ráépítéssel, lapostető fedéssel. A teherhordó szerkezetek vasbeton és téglá anyagúak, építésük egy időben történik (nem vázkitöltőfalas technológia).

Adatszolgáltatás:

Geotechnika

A talajmechanikai szakvélemény összefoglalása:

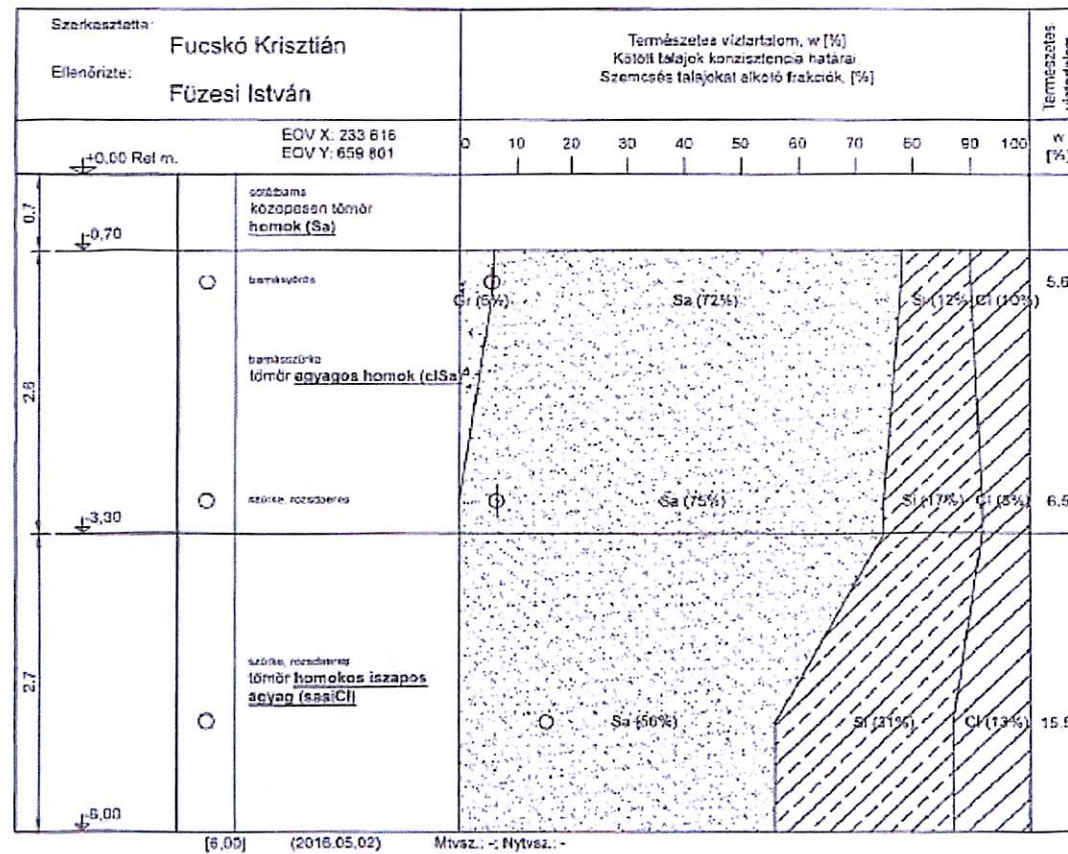
„A vizsgált terület geotechnikai szempontok alapján beépítésre alkalmas és síknak tekinthető. A feltárt talajviszonyok szerint a terület felszínét 0.5-0.7 m vastagságú, jellemzően barna színű homok, homokos kavics borítja, ami alatt jellemzően finom szemcsés homok, agyagos homok, homokos iszapos

agyag és agyagos/iszapos homok területnek el. A szemcsés réteg tömör állapotú. A terület altalaj- és talajvíz viszonyai alapján az épület alapozása síkalapozással megoldható. Az alapozási sík a fagyhatár alatt bárhol felvehető. ... A kivitelezési munkák során (nagy valószínűséggel) Víztelenítés/talajvízszint-süllyesztés nem szükséges. Földrengés vizsgálatához a felső laza-közepesen tömör réteg D-típusú altalajosztályba sorolható. „

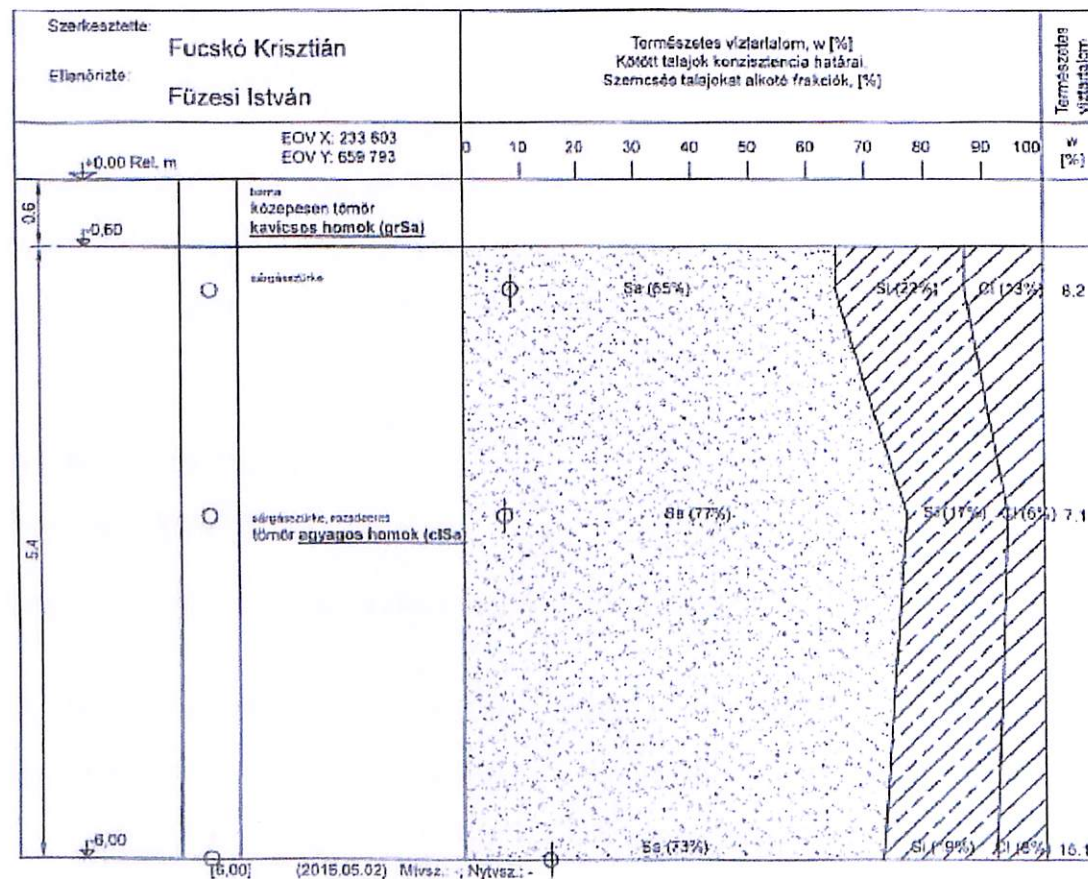
Javasolt talajfizikai jellemzők:

tömör agyagos homok	tömör homokos iszapos agyag	tömör iszapos homok
$\rho_n=1,9-2,0 \text{ g/cm}^3$	$\rho_n=2,1-2,2 \text{ g/cm}^3$	$\rho_n=1,7-1,8 \text{ g/cm}^3$
$\varphi=26-28^\circ$	$\varphi=18-20^\circ$	$\varphi=28-30^\circ$
$c=15-20 \text{ kPa}$	$c=30-40 \text{ kPa}$	$c=5-10 \text{ kPa}$
$E_s=12000 \text{ kPa}$	$E_s=9000 \text{ kPa}$	$E_s=16000 \text{ kPa}$

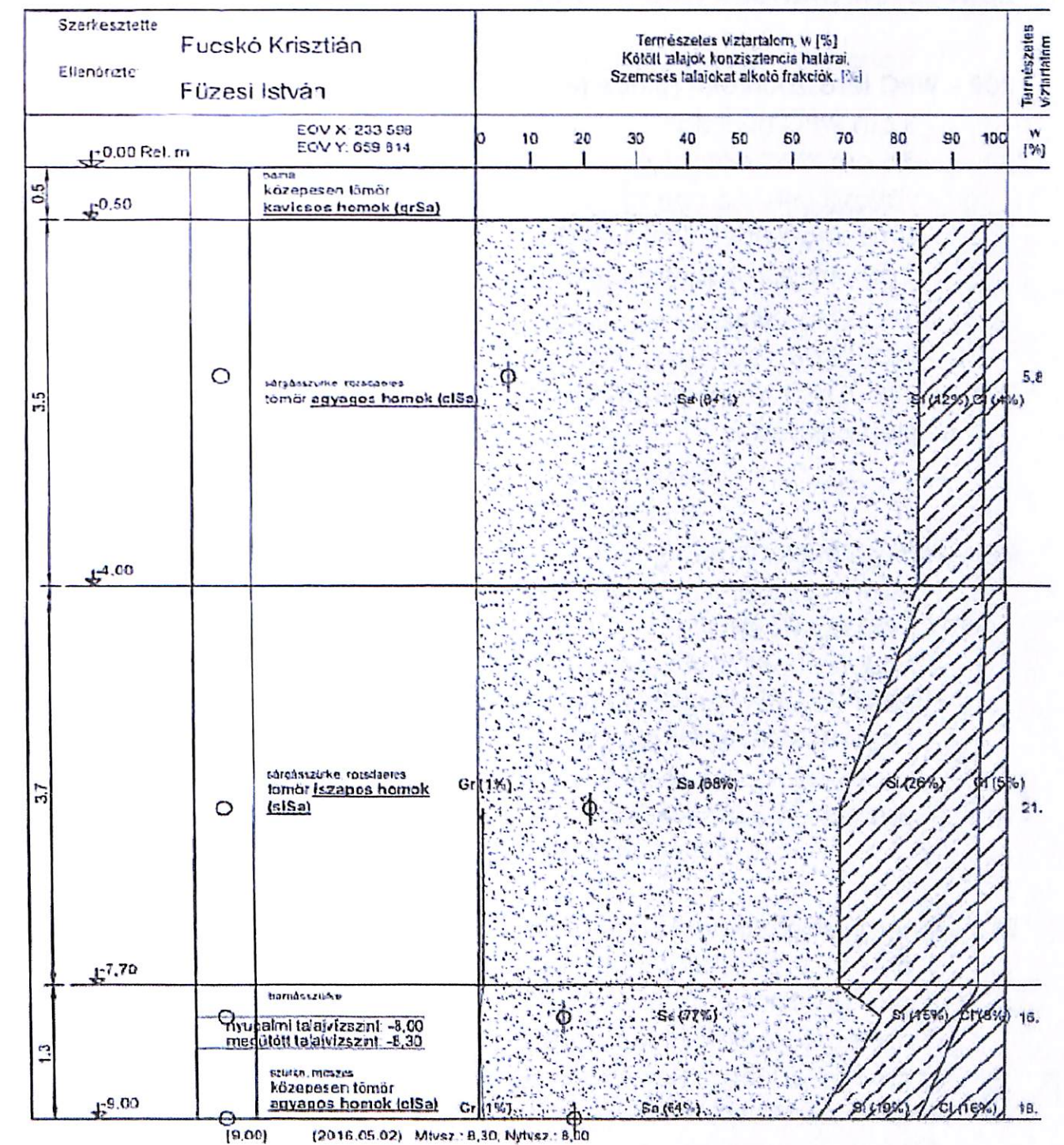
1. Fúrás:



2. Fúrás:



3. Fúrás:



Építész rétegrendek (födémekre vonatkozólag):

R09 – WPC teraszburkolat (pince felett)

- 3 cm WPC burkolat
- 3,5 cm WPC párnafa
- változó (~4-13,5 cm) szűrőbeton
- 1 rtg geotextillel előre kasírozott dombornyomott lemez (drain)
- 2 rtg. modifikált bitumenes lemez vízszigetelés
- 6 cm betonajzat
- 21,5-12 cm lejtést adó Austrotherm GRAFIT hőszigetelés
- 22 cm monolit vasbeton födém
- glettelés, festés

R11 – Hidegburkolatú padló

- 1 cm ragasztott kerámia burkolat
- 8 cm aljzatbeton
- 1 rtg. technológiai szigetelés
- 3 cm úsztató réteg (Rockwool Steprock ND)
- 3 cm Austrotherm lépésálló PS hab (installáció)
- 22 cm méretezett monolit vasbeton födém
- gipszkarton álmennyezet

R12 – Melegburkolatú padló

- 2 cm vtg. svédpadló
- 6 cm aljzatbeton
- 1 rtg. PE technológiai szigetelés
- 3 cm úsztató réteg (Rockwool Steprock ND)
- 3 cm Austrotherm lépésálló PS hab (installáció)
- **15cm lépésálló EPS szint kiegyenlítés
- 22 cm méretezett monolit vasbeton födém
- gipszkarton álmennyezet

R13 – Pincefödém (hideg/meleg padló rétegrenddel megegyező)

- hideg/meleg padló rétegrenddel megegyező
- 22 cm vasbeton födém
- 12 cm Austrotherm AT-H80 hőszigetelés
- gipszkarton álmennyezet

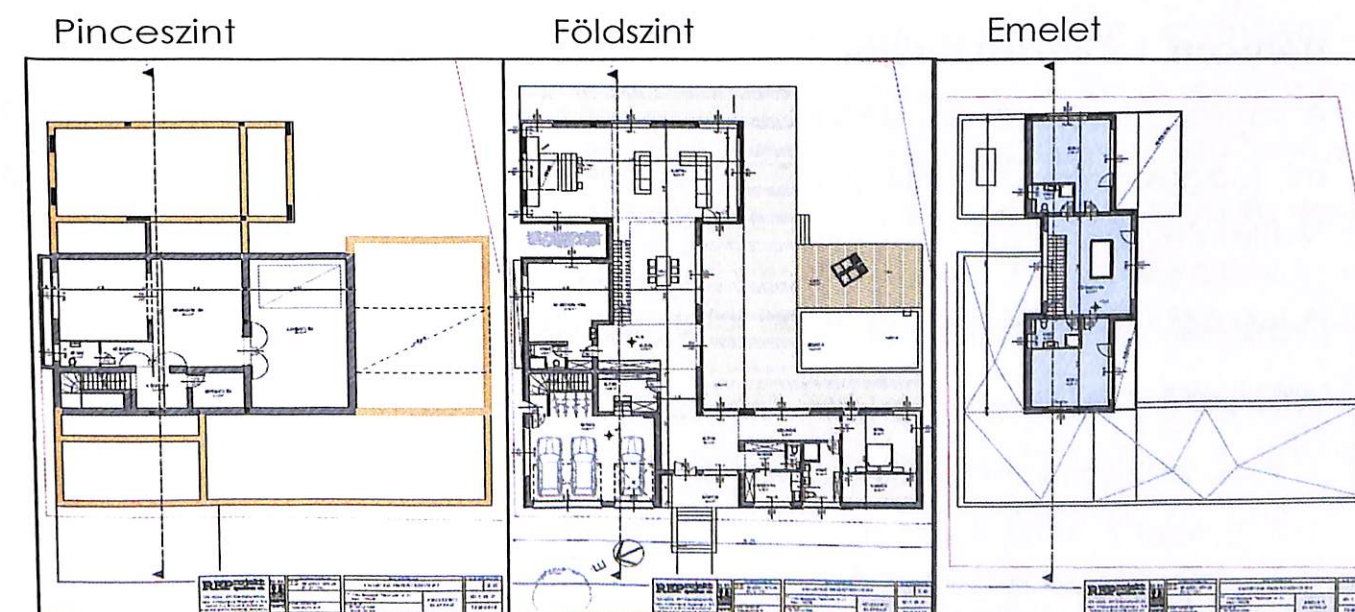
R14 – Lapostető

- 10 cm gyöngy kavicssterhelés
- 2 rtg geotextília
- 2 rtg 1,53mm vtg. TPO m.a. lemezes hőszigetelés hegesztett toldásokkal, mechanikailag rögzítve
- 2 rtg geotextília alátét réteg
- 24 cm Austrotherm AT-N 200 LK hőszigetelés
- 2-35 cm beton lejtésképzés (magas részeken EPS táblákkal kikönnnyítve)
- 1 rtg bitumenes vastaglemez párazáró réteg
- 22 cm méretezett monolit vasbeton födém
- gipszkarton álmennyezet

R15 – Terasz

- 2 cm nagytáblás (60x60cm) greslap burkolat
- 6-11 cm apró szemű zúzott kavics ágyazat
- 1 rtg geotextillel előre kasírozott dombornyomott lemez (drain)
- 1 rtg elválasztó polipropilén filcréteg
- 1 rtg 1,2mm vtg. lágyított PVC lemez csapadékvíz elleni szigetelés (széleken mechanikailag rögzítve)
- 1rtg aljzatkiegyenlítő, elválasztó filc, 15 cm-es átlapolásokkal
- 2-11 cm Austrotherm AT-N 200 LK hőszigetelés lejtésben
- 15 cm Austrotherm GRAFIT hőszigetelés
- 1 rtg bitumenes vastaglemez párazáró réteg
- 22 cm méretezett monolit vasbeton födém
- glettelés, festés

Alaprajzok:



Műszaki leírás:

Előzmények

Tervezési helyszín a Budapest XVIII. kerület Teleki utca 19-21 szám alatti telek, melyre egy hozzávetőlegesen 600-700 m² alapterületű családi házat terveztek.

A tervjegyzék szerinti alábbi tervek készülnek. A terveket a műszaki leírással együtt kell kezelni!

- S001 Alapozás kiviteli terve
- S002 Pinceszinti vasbeton szerkezetek kiviteli terve
- S003 Pince feletti földem kiviteli terve – zsaluzási terv
- S004 Pince feletti földem kiviteli terve – alsó vasalási terv
- S005 Pince feletti földem kiviteli terve – felső vasalási terv
- S006 Földszinti falak kiviteli terve
- S007 Földszint feletti földem kiviteli terve – zsaluzási terv
- S008 Földszint feletti földem kiviteli terve – alsó vasalási terv
- S009 Földszint feletti földem kiviteli terve – felső vasalási terv
- S010 Emeleti falak kiviteli terve
- S011 Záróföldem kiviteli terve – zsaluzás vasalás terv

Helyszín, tervezési terület

A tervezési területről geodéziai bemérés készült. A telek alapterülete ~1700 m². Magasságilag 127 mBf és 130 mBf szintek között egyenletesen változik, a terület enyhén lejtős.

A tervezési területről geotechnikai talajvizsgálati jelentés is készült.

Alapozási szerkezetek (támszerkezetek)

A talajvizsgálati jelentés alapján az agyagos-homokos teherhordó talaj 80 - 100 cm-rel a terepszint alatt található, mely tartószerkezeti szempontból jónak mondható, így gazdaságos síkalapozás készíthető.

Az épület alatti alaptestek szélessége 50 cm. Magassága változó. Az alápincézett részeknél 55 cm, az alápincézetlen részeknél 100 cm magas. A pinceszint és a földszint közötti magasságkülönbséget a hagyományos lépcsős alapkialakítással kell megépíteni. Az alaptestek lépcsőzésénél zsalukő falak készülnek, továbbá az alápincézetlen résznél is készül zsalukő fal, de csak egy sorban. Az alaptestek hosszvasalása Ø12-es hosszvasakból és Ø8-as kengyelekből áll. A hosszvasak a terveken folyómétervasból vannak kiírva, mely azt jelenti, hogy hosszirányban a vasak bárhol toldhatóak, és a toldásoknál minimum 30 cm-es átfedésekkel kell kialakítani. Az alapozáshoz csatlakozó szerkezeteknél tüskéket kell beépíteni. A tüskék általánosságban Ø12-es vasakból készülnek. Az alaptestek lépcsőzésénél a hosszvasakat a terv szerint vízszintes értelemben végig kell vezetni, átfedésben (átlapolva) kell építeni.

A pinceszint mellett két helyen is készülnek földmegtámasztó szerkezetek. Az egyik az angolakna fala, a másik a pinceszintről kivezető rámpa fala. Ezen szerkezetek zsalukő falakból készülnek 25 cm-es vastagságban. Mindkét szerkezetnek 20 cm vastag monolit lemezalapja van.

A megvalósítandó műszaki szerkezeteket, anyagminőségeket és a kivitelezési mennyiségeket az S001 tervlap tartalmazza.

Vasalt aljzat kialakítása

A sávalapok közötti mezők munkagödrének elkészítését követően, a meglévő talajt tömöríteni kell 95%-ra vibrohengerléssel. A tömörséget mérni kell és jegyzőkönyvben rögzíteni az értékeket. Megfelelő tömörítést követően egy réteg geotextíliát kell kiteríteni, amelyre a 20 cm zúzottkő ágyazat kerül. Az ágyazatot 95%-ra kell tömöríteni két lépcsőben. Először egy 10 cm-es réteget kell leteríteni és tömöríteni, majd a második 10 cm-es réteggel kell ugyanígy eljárni. A zúzottkő szemeloszlása vegyes, hogy megfelelően tömöríthető legyen. A mélytömörítést döngölő békával, a felületi egyenlőtlenségek tömörítését lapvibrátorral kell elvégezni, a tömörség megfelelőségét igazolni és dokumentálni szükséges a kivitelezéskor.

Műszaki leírás:

Előzmények

Tervezési helyszín a Budapest XVIII. kerület Teleki utca 19-21 szám alatti telek, melyre egy hozzávetőlegesen 600-700 m² alapterületű családi házat terveztek.

A tervjegyzék szerinti alábbi tervek készülnek. A terveket a műszaki leírással együtt kell kezelni!

- S001 Alapozás kiviteli terve
- S002 Pinceszinti vasbeton szerkezetek kiviteli terve
- S003 Pince feletti földem kiviteli terve – zsaluzási terv
- S004 Pince feletti földem kiviteli terve – alsó vasalási terv
- S005 Pince feletti földem kiviteli terve – felső vasalási terv
- S006 Földszinti falak kiviteli terve
- S007 Földszint feletti földem kiviteli terve – zsaluzási terv
- S008 Földszint feletti földem kiviteli terve – alsó vasalási terv
- S009 Földszint feletti földem kiviteli terve – felső vasalási terv
- S010 Emeleti falak kiviteli terve
- S011 Záróföldem kiviteli terve – zsaluzás vasalás terv

Helyszín, tervezési terület

A tervezési területről geodéziai bemérés készült. A telek alapterülete ~1700 m². Magasságilag 127 mBf és 130 mBf szintek között egyenletesen változik, a terület enyhén lejtős.

A tervezési területről geotechnikai talajvizsgálati jelentés is készült.

Alapozási szerkezetek (támszerkezetek)

A talajvizsgálati jelentés alapján az agyagos-homokos teherhordó talaj 80 - 100 cm-rel a terepszint alatt található, mely tartószerkezeti szempontból jónak mondható, így gazdaságos síkalapozás készíthető.

Az épület alatti alaptestek szélessége 50 cm. Magassága változó. Az alappincézett részeknél 55 cm, az alappincézetlen részeknél 100 cm magas. A pinceszint és a földszint közötti magasságkülönbséget a hagyományos lépcsős alapkialakítással kell megépíteni. Az alaptestek lépcsőzésénél zsalukő falak készülnek, továbbá az alappincézetlen résznél is készül zsalukő fal, de csak egy sorban. Az alaptestek hosszvasalása Ø12-es hosszvasakból és Ø8-as kengyelekből áll. A hosszvasak a terveken folyómétervasból vannak kiírva, mely azt jelenti, hogy hosszirányban a vasak bárhol toldhatóak, és a toldásoknál minimum 30 cm-es átfedésekkel kell kialakítani. Az alapozáshoz csatlakozó szerkezeteknél tüskéket kell beépíteni. A tüskék általánosságban Ø12-es vasakból készülnek. Az alaptestek lépcsőzésénél a hosszvasakat a terv szerint vízszintes értelemben végig kell vezetni, átfedésben (átlapolva) kell építeni.

A pinceszint mellett két helyen is készülnek földmegtámasztó szerkezetek. Az egyik az angolakna fala, a másik a pinceszintről kivezető rámpa fala. Ezen szerkezetek zsalukő falakból készülnek 25 cm-es vastagságban. Mindkét szerkezetnek 20 cm vastag monolit lemezalapja van.

A megvalósítandó műszaki szerkezeteket, anyagminőségeket és a kivitelezési mennyiségeket az S001 tervlap tartalmazza.

Vasalt aljzat kialakítása

A sávalapok közötti mezők munkagödrének elkészítését követően, a meglévő talajt tömöríteni kell 95%-ra vibrohengerléssel. A tömörséget mérni kell és jegyzőkönyvben rögzíteni az értékeket. Megfelelő tömörítést követően egy réteg geotextíliát kell kiteríteni, amelyre a 20 cm zúzottkő ágyazat kerül. Az ágyazatot 95%-ra kell tömöríteni két lépcsőben. Először egy 10 cm-es réteget kell leteríteni és tömöríteni, majd a második 10 cm-es réteggel kell ugyanígy eljárni. A zúzottkő szemeloszlása vegyes, hogy megfelelően tömöríthető legyen. A mélytömörítést döngölő békával, a felületi egyenlőtlenségek tömörítését lapvibrátorral kell elvégezni, a tömörség megfelelőségét igazolni és dokumentálni szükséges a kivitelezéskor.

A tömörített talajról és zúzottkő ágyazatról tömörségvizsgálatokat kell csinálni és a mérési jegyzőkönyveket mellékelni kell az építési naplóhoz.

A megfelelően tömörített ágyazatra egy réteg 0,20 mm vastag fóliát kell leteríteni (csak a mezőkben, a sávalapokra/talpgerendákra nem szabad rávezetni), a fóliára kell ráhelyezni az alsó Ø4,2/150x150 mm hegesztett hálóvasalást. A vasalt aljzat felső vasalása szintén Ø4,2/150x150 mm hegesztett hálóvasalás. A hálóvas táblák között minimum 30 cm-es átfedést kell biztosítani.

Vasalt aljzat vastagsága 15 cm (építész terv alapján változtatható), betonminősége: C16/20 - X0 -16 – F3 - MSZ4798-1:2004 (kissé képlékeny).

A földszinti válaszfalak alatt az aljzatot ki kell vastagítani 10 cm-rel.

Felmenő szerkezetek (falak, pillérek)

A pincszinti földdel érintkező felmenő szerkezetek 25 cm vastag zsalukő falak. Vasalásuk Ø12/20 hosszvasak Ø6/25 vízszintes elosztó vasalással, melyek folyómétekvásként az alapozáshoz hasonlóan bárhol toldhatók 20 cm-es átfedésekkel.

A pincszinten, a földszinten és az emeleten is találhatóak pillérek, pengefalak. A pillérek és pengefalak nagy része a falazott szerkezetekbe van integrálva, önállóan csak a pincszinten található egy 154 cm x 30 cm-es vasbeton fal. A pillérek és a pengefalak vastagsága 20 cm. Az épület globális merevségét adják, így a tervek szerinti folyamatos vaskialakítással (tüskecsatlakozások) kell építeni ezen szerkezeteket.

A teherhordó falazatok általánosságban 30 cm vastag Porotherm vázkerámiából készülnek, de a földszinten és az emeleten egy-egy falazat vasbetonból készül. Erre az alakváltozásokból keletkező repedések, a földszint feletti födém gyámolítása és a földszinti konzolos lépcső kialakítása miatt van szükség. A vasbeton falak 20 cm vastagságúak, vasalásuk általánosságban Ø12/20 függőlegesen és Ø10/20 vízszintesen.

A falak Porotherm vagy ezzel egyenértékű falazóblokkból, M3 (nyomószilárdság = 3,0 N/mm²) minőségű falazó-cementhabarcs vagy a Gyártó által előírt ragasztóval készül a technológiai utasítás betartásával. A Válaszfalak bekötését a főfalakhoz a gyártó alkalmazási útmutatója szerint kell kivitelezni (acél szalag alkalmazása vagy kötésbe a főfalakhoz). A téglakötéseket biztosítani szükséges. Erre a falsarkoknál különös figyelmet kell szentelni.

A tartófalak teherbírása megfelel a monolit födémrendszer, valamint az emeleti lakószint és a tetőszerkezet viselésére.

Vízszintes teherhordó szerkezetek (födémek)

Az épület födémjei 22 cm vastag monolit vasbeton födémek. Vasalásaikat a kiviteli tervek tartalmazzák. A vaskiosztások 20 cm-es raszterekben készülnek, helyenként 10 cm-es raszter kiosztásokkal erősítve. A födémek széleinél attika falak, illetve helyenként felülbordák vannak.

Fontos, hogy az emeleti falak csatlakozásaihoz a földszint feletti födémbe az „U” alakú tüskéket és ezek bekötő hosszvasait a terv szerint kell elhelyezni.

A gépészeti átvezetések miatt a terv szerinti gépészeti áttöréseket kell kihagyni, melyeket a gépészeti tervekkel összhangban kell megépíteni!

Gépészeti áttörések

Az épület magas igény szintű elektromos- és gépészeti berendezései miatt a vasbeton szerkezetekbe vasszereléskor a betonozás előtt védőcsöveket kell elhelyezni. (elektromos, víz, csatorna, stb.) Ezen védőcsöveket a terv nem tartalmazza, helyzetüket a gépészeti tervekről kell átvenni.

Egyéb szerkezetek

Az épület alápincézetlen részeinél és a terasznál vasalt aljzatok készülnek, melyet az alapozási terv tartalmaz. Vasalásuk hegesztett hálós.

Az épület körül a teraszlemez alatt 40 cm széles, 65 cm magas sávalap készül, vasalását az alapozási terv tartalmazza.

Az épület déli oldalánál medence készül. A medence fala és alaplemeze monolit vasbeton szerkezetű. Vasalását a vonatkozó terv tartalmazza.

A földszint és az emelet között a földszinti vasbeton falból konzolosan acéllépcső épül. Az acéllépcső megépítéséhez a földszinti vasbeton falba a tervek alapján kiírt laposacél fogadoszerkezetet kell bebetonozni.

A kiviteli tervek, kivitelezés

A fenti tervjegyzék alapján a kiviteli tervektől eltérni nem szabad, szükség esetén csakis tervezői jóváhagyással lehetséges. A kiviteli tervek megjegyzés rovata tartalmazza a vonatkozó anyagminőségeket, anyagmennyiségeket (zsálufelület, betonmennyiség, betonacél mennyiség).

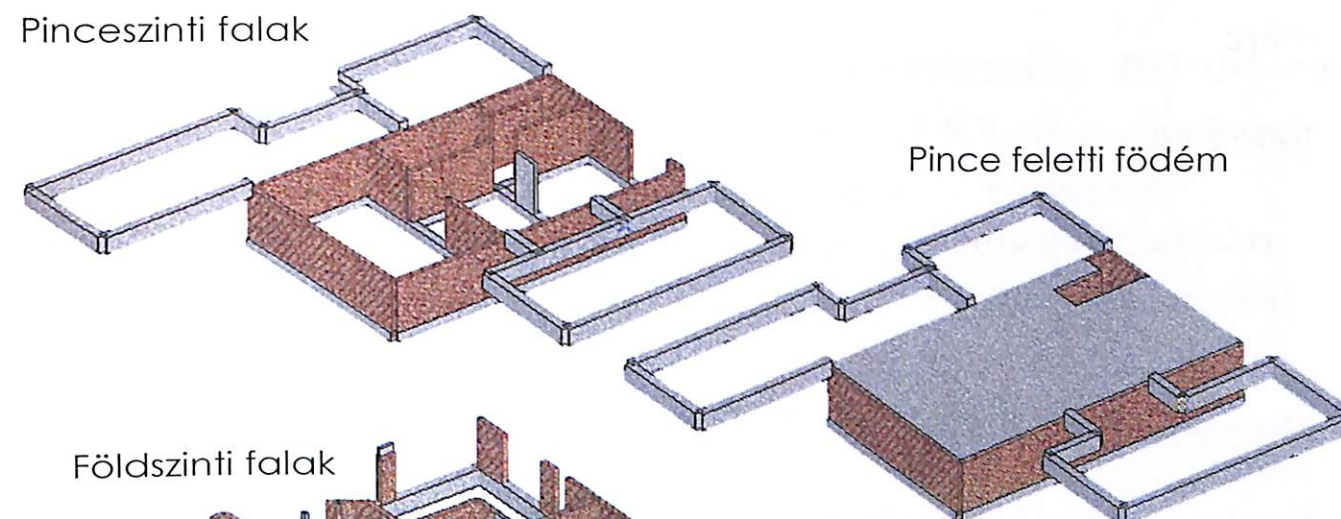
A kivitelezésnél a vonatkozó munkavédelmi és környezetvédelmi előírásokat be kell tartani, és a kivitelezést ezeknek megfelelően kell elvégezni.

III. Számítás

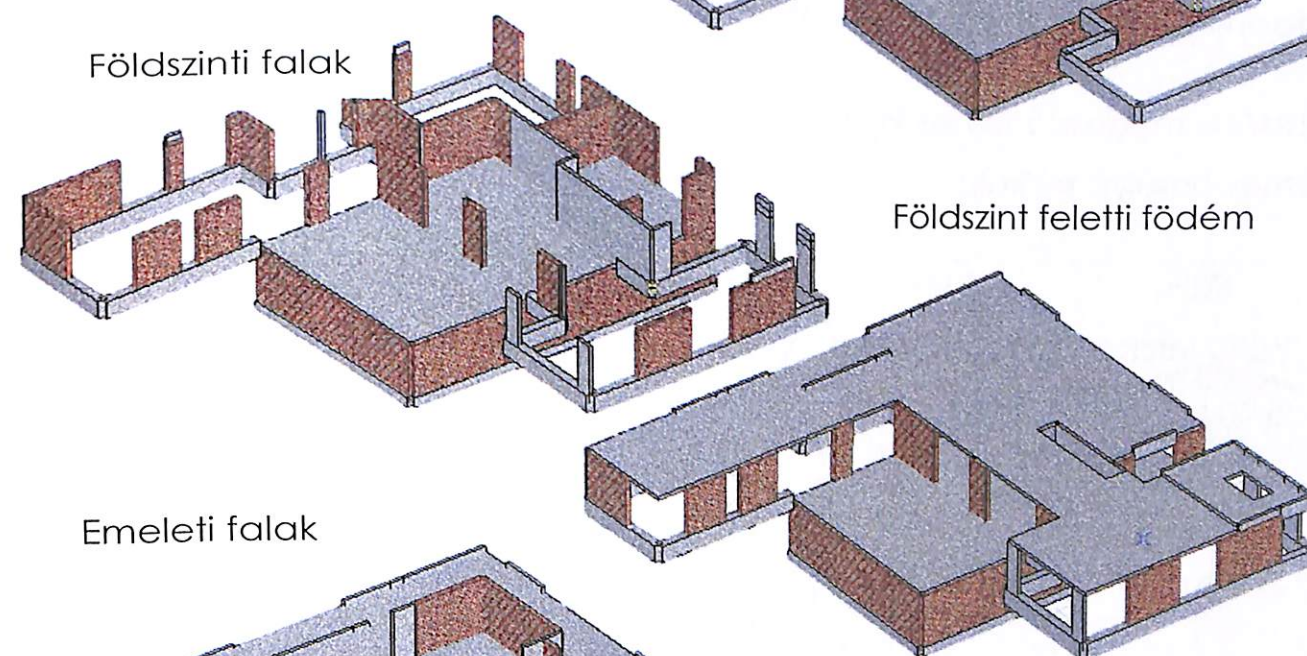
Geometria

Az Axis-modell felépítésénél elhanyagoltam a pince szinteltéréseit, valamint az alap lépcsőzését, mert ezek nem befolyásolják lényegesen a szerkezet viselkedését.

Pinceszinti falak



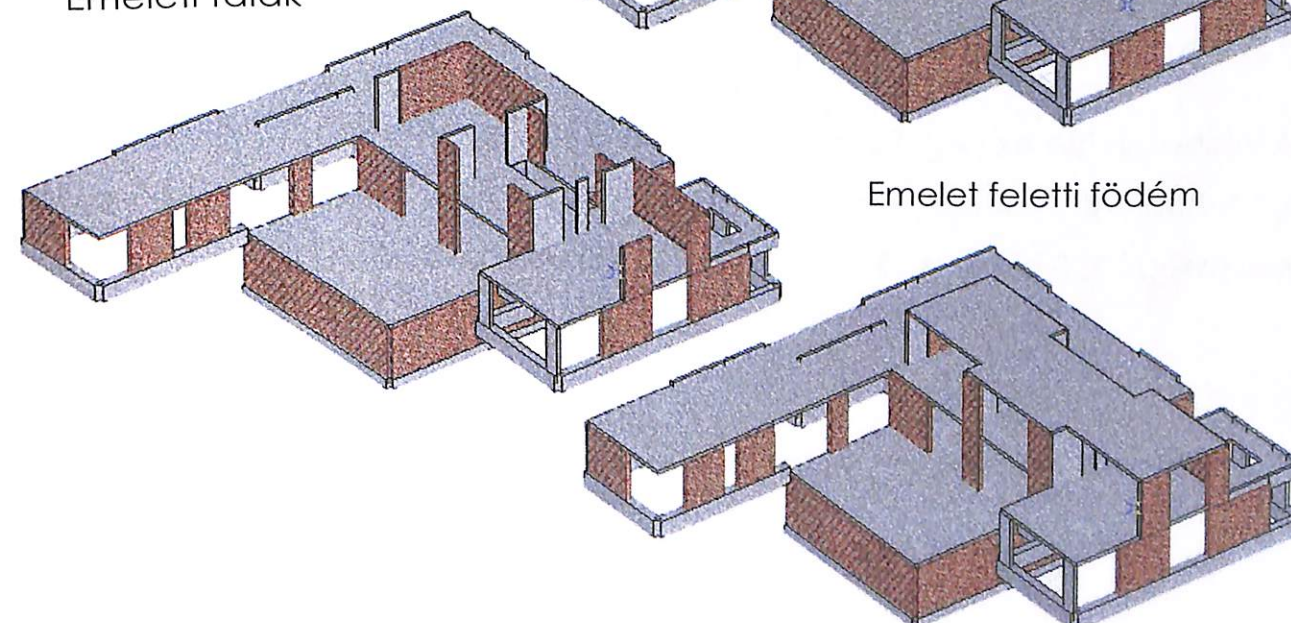
Pince feletti földem



Földszinti falak

Földszint feletti földem

Emeleti falak



Emelet feletti földem

Terhek

Állandó terhek:

- önsúly (vasbeton lemez, attika, téglafalazat)
- burkolati rétegrend

A rétegrendből származó állandó terheket az alábbi adatokból határoztam meg:

Térfogatsúlyok:

- vasbeton: 25 kN/m³
- hidegburkolat: 25kN/m³
- gipszkarton: 0,5 kN/m²
- faanyag (WPC is): 7,5 kN/m³
- normálbeton: 24 kN/m³
- hőszigetelések: 0,15 kN/m³
- kavicsterítés: 16 kN/m³
- lemezszigetelések: 0,08 kN/m²

Ebből a megoszló terhek karakterisztikus értékei rétegrendenként (vasbeton lemez önsúlya nélkül):

R09-	R11-	R13-	R14-	R15-
WPC terasz	hidegburkolat	pincefödém	lapostető	terasz
5,00 kN/m ²	2,70 kN/m ²	3,30 kN/m ²	3,80 kN/m ²	2,50 kN/m ²

A melegburkolatú rétegrendet a számítás során nem használtam, egyszerűsítés végett.

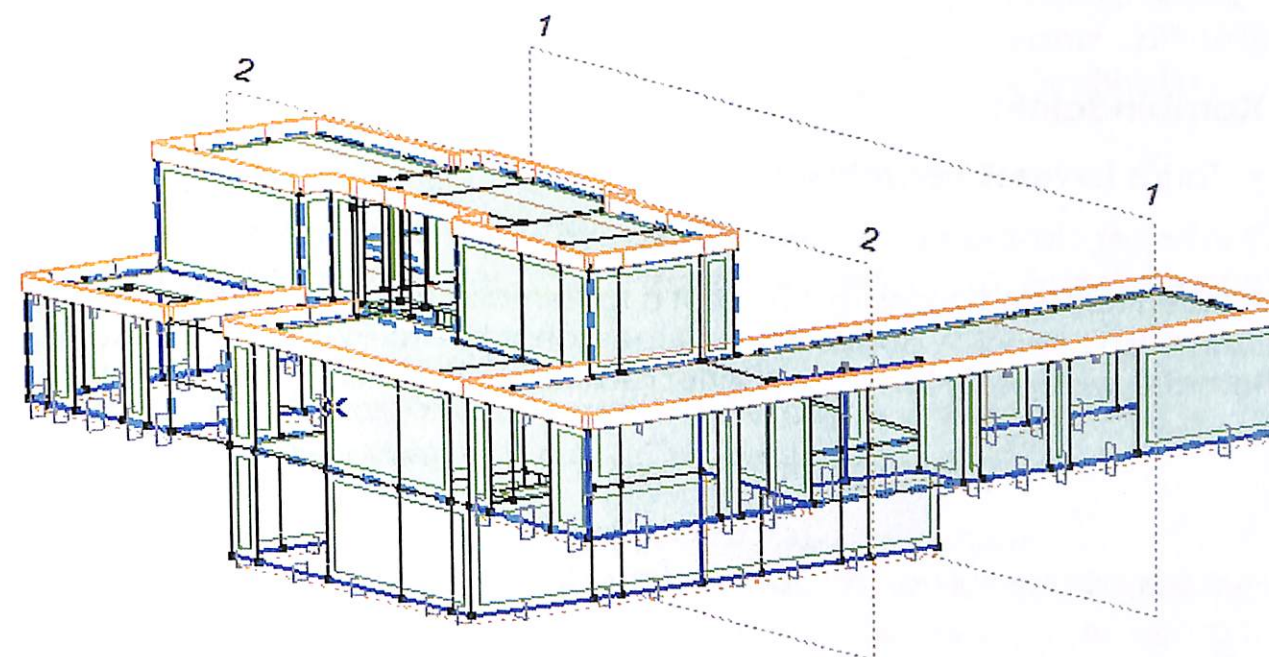
A vasbeton lemez (vtg. 22cm) önsúlya 5,40 kN/m²-re adódott. Az attikafalat is teherként vettem figyelembe (elhanyagolva ezzel a teherviselő képességét), 5 kN/m (=25 kN/m³*1 m*0,2 m) intenzitással.

Esetleges terhek:

- hasznos teher
- gépészeti teher
- válaszfalteher
- hóteher
- szélteher

A hasznos teher alapértékét 2,00 kN/m²-nek, válaszfalterhet 1,00 kN/m²-nek vettem fel. Ahol a főfalak a födémre terhelnek, ott 5,00 kN/m vonalmenti terhet alkalmaztam. Mivel korszerű családi házról van szó jelentős gépészettel, 0,50 kN/m² egyenletesen megoszló gépészeti terhet alkalmaztam minden födémén.

A szél- és hóterhet az Axissal generáltam teherpanel segítségével:



Rendkívüli terhek:

- rendkívüli hóteher

A rendkívüli hóteher karakterisztikus értéke 2 kN/m² egyenletesen megoszló teher.

Teherkombinációk

A hatások tervezési értékeinek meghatározásához használt parciális (biztonsági) tényezők, valamint a reprezentatív értékek γ -tényezői:

Parciális tényezők:

Állandóterhek: $\gamma_{G,sup}=1,35$ $\gamma_{G,inf}=0,90$ $\gamma_{G,SLS}=1,00$

Esetleges terhek: $\gamma_Q=1,50$ $\gamma_{Q,SLS}=1,00$

ψ -tényezők:

Tényezők:	hasznos teher	szél	hó
egyidejűségi ψ_0	0,7	0,6	0,5
gyakori ψ_1	0,5	0,2	0,2
kvázi állandó ψ_2	0,3	0,0	0,0

Kombinációk:

- Tartós tervezési helyzethez tartozó.

Minden terhet a biztonsági tényezőt is tartalmazó tervezési értékével kell számításba venni. A domináns esetleges teher kivételével a többi esetleges terhet egyidejűségi tényezővel lehet csökkenteni.

$$\sum \gamma_{G,i} * G_{k,i} + \gamma_Q * Q_k + \sum \psi_{0,i} * \gamma_{Q,i} * Q_{k,i}$$

- Használhatósági határállapothoz tartozó kvázi állandó kombináció:

Akkor használható, ha az ebben foglaltnál nagyobb használati teher esetén az elváltozások reverzibilisek, valamint nem okozzák a károk hirtelen jelentős növekedését. Elsősorban a tartószerkezet megjelenésével kapcsolatos állapotoknál (pl alakváltozás, repedéstágasság). Az állandó terheket karakterisztikus értékükkel, míg az összes esetleges hatást kvázi-állandó értékével kell figyelembe venni.

$$\sum G_{k,i} + \sum \psi_{2,i} * Q_{k,i}$$

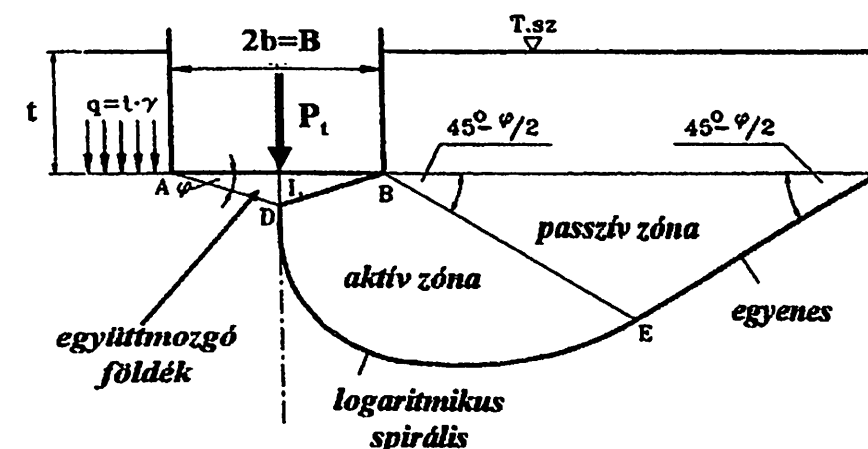
Igénybevételek és méretezés

- szerkezeti elemenként

Alapozás

Síkalapok statikai követelményei a következők:

- 1) Talajtöréssel szembeni biztonság



Szokásos körülmények között az ábra szerinti, általános törés várható. Nagymértékű biztonság szükséges, hiszen a talajtörés az egész építményt károsíthatja.

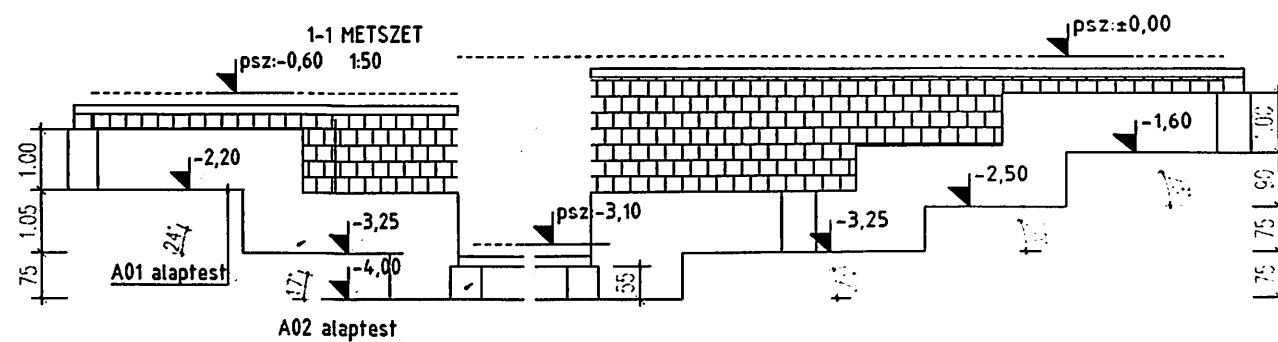
- 2) Süllyedéskorlátozás
Legveszélyesebbek a süllyedéskülönbségek, a kialakuló repedések a használhatóság és az esztétikai érték rovására mennek.
- 3) Szerkezeti megfelelés
Az alap - mint tartószerkezet - viseli a hajlító- és nyíró igénybevételeket.
- 4) Helyzeti állékonyság, mind az alapé, mind az épületé
Elcsúszás, billenés és felúszás lehetősége. Elcsúszást nagy vízszintes erő okozhat, ebben az esetben nem áll fenn. Billenést magas súlypont és vízszintes erő okoz, szintén nem vizsgálom. Felúszás magas talajvíz esetén elemezendő. Mivel talajvíz -8 méter környékén jelentkezett, a legmélyebb alapozási sík pedig -4,00 méter, nem jelent veszélyt az épületre. (Leginkább a feltöltetlen medence esete az érdekes, de ennek mélysége sem éri el a mértékadó talajvíz szintjét)

Alapozási síkok: -1,6 -2,5 -3,25 -4,00 m és -1,00 m a terasz alatt. Mindegyik a fagyhatár alatt van, teherbíró talajrétegen (agyagos homok és homokos iszapos agyag). A réteghatárokat nem vettem figyelembe, mivel a rétegek talajfizikai tulajdonságai csak kismértékben térnek el.

Az alaptípus vasbeton sávalap, a geotechnikai szakvéleményre támaszkodva:

„ A terület altalaj- és talajvíz viszonyai alapján az épület alapozása síkalapozással megoldható. Az alapozási sík a fagyhatár alatt bárhol felvehető.”

Alapozás lépcsőzése: 75, 90 és 105 cm-es ugrásokkal. A lépcsőzéshez húzott érintő vonala a vízszintessel sehol sem zár be a természetes rézsűnél nagyobb szöget (az agyagos homok φ - értéke 26-28°).



1) Talajtörés vizsgálata:

Kielégítendő feltétel: $E_d < R_d$,

ahol E_d az igénybevétel tervezési értéke,

R_d a talajtörési ellenállás tervezési értéke.

$$R_d = R_k / \gamma; \gamma = 1,4$$

A talajtörési ellenállás tervezési értékének meghatározásánál az épületet az R2 értékcsoporthoz soroltam. Így a talajtörési ellenállás meghatározásánál az MSZ EN 1997-1:2006 A5 táblázata szerint $\gamma = 1,4$ értéket vettem fel.

$$E_d = \gamma_{G,i} \cdot G_{i,j} + \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i}$$

Ez alapján az alaptestre átadódó erő maximuma: **150 kN/m** (alápincézett épületrész alatt), mely tartalmazza az

- önsúly jellegű terheket; $\gamma = 1,35$
- hasznos terhet, válaszfal terhet, gépészeti terhet; $\gamma = 1,5$.

Vízszintes terhelés elhanyagolható.

Talaj törőfeszültsége, kézi számítással:

$$R_k = A' \cdot (c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma)$$

Sávalap esetén $i = b = s = 1$ $c = 15 \text{ kPa}$ és $\varphi = 26^\circ$

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan \varphi} \cdot \tan^2(45 + 0,5 \varphi) = 11,8542 \quad N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi = 22,2544$$

$$N_\gamma = 2 \tan \varphi \cdot (N_q - 1) = 10,5879$$

$q' = 0,55 \text{ m} \cdot 20 \text{ kN/m}^2 + 0,3 \text{ m} \cdot 24 \text{ kN/m}^2 = 18,2 \text{ kPa}$ (hatékony takarási feszültség alápincézett rész figyelembevételével)

$$R_k = A' \cdot (c' \cdot N_c + q' \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma) = 0,55 \cdot (333,82 + 215,75 + 52,94) = \mathbf{301,25}$$

kN/m

$$R_d = R_k / 1,4 = \mathbf{215,18 \text{ kN/m}} < E_d = 150 \text{ kN/m}$$

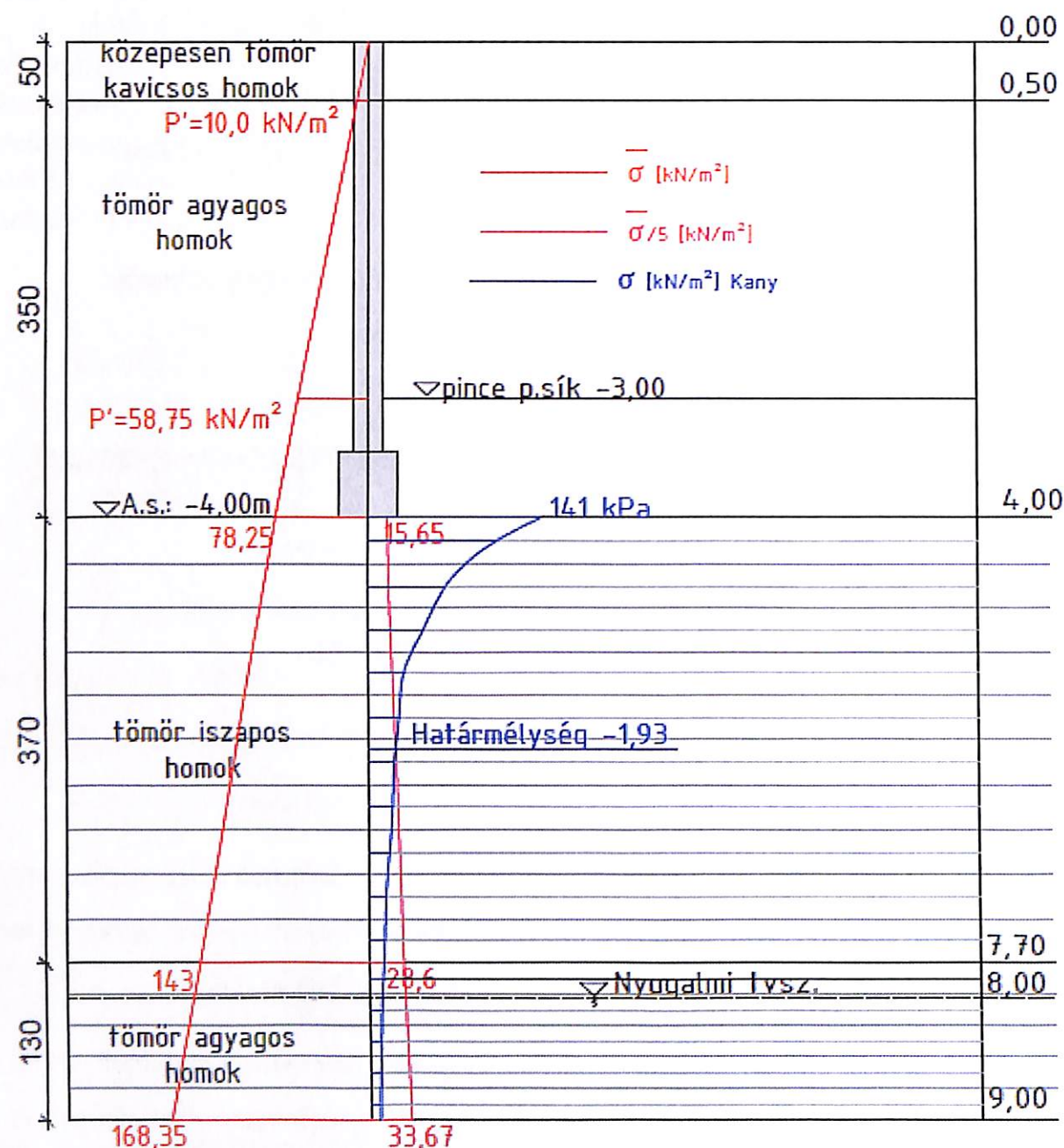
Globális biztonság talajtöréssel szemben: $R_k / E_k = 3,01$

2) Süllyedés- számítás

Süllyedésszámításnál az önsúly jellegű terheket, a válaszfal- és gépészeti terheket karakterisztikus értékükkel, a hasznos terheket $\psi_2 = 0,5$ tényezővel vettem figyelembe, így az alaptestre adódó erő **100 kN/m**.

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a Jáky- féle képlettel számított süllyedések kisebbek, mint a Kany- féle összefüggéssel számítottak, ám a legtöbb esetben a valós (mért) süllyedéseket jobban megközelítik.

- Süllyedés-számítás, Kany-módszerrel



Az alaptest szélessége $B=0,5m$

hossza $L=\infty m$, a viszonyszám $B/L=0$

Tehernövekményből származó talpfeszültség: $100kNm^{-1}/0,5m=200kN/m^2$

Feszültségkülönbség az alapsíkon: $\Delta\sigma=200-59=141kPa$.

Tehermentesülés: $0,5m \cdot 20kN/m^3 + 3,5m \cdot 19,5kN/m^3 = 58,75 kN/m^2$.

A határmélységet a hatékony geoszmatikai nyomás 20%-ának, illetve a tehernövekményből számított feszültségi görbe metszéspontja adja meg:
 $m_0 = -2,00m$.

Talajrétegződés	Es [kN/m²]	Résréteghatárok	Résréteg vtg [m]	Z [m]	Z/B	σ_z/p	σ_z [kN/m²]	s_i [m]	σ_z határmélységig	s_i
-4,00		-4	-4,37	0,37	0,185	0,37	0,75	105,9375	0,004355	105,9375
		-4,37	-4,74	0,37	0,555	1,11	0,46	64,975	0,002671	64,975
		-4,74	-5,11	0,37	0,925	1,85	0,33	46,6125	0,001916	46,6125
		-5,11	-5,48	0,37	1,295	2,59	0,22	31,075	0,001278	31,075
tömör iszapos HOMOK	9000	-5,48	-5,85	0,37	1,665	3,33	0,18	25,425	0,001045	25,425
		-5,85	-6,22	0,37	2,035	4,07	0,15	21,1875	0,000871	22,4
		-6,22	-6,59	0,37	2,405	4,81	0,13	18,3625	0,000755	
		-6,59	-6,96	0,37	2,775	5,55	0,12	16,95	0,000697	
		-6,96	-7,33	0,37	3,145	6,29	0,1	14,125	0,000581	
-7,70		-7,33	-7,7	0,37	3,515	7,03	0,085	12,00625	0,000494	
tömör agyagos HOMOK	12000	-7,7	-7,96	0,26	3,775	7,55	0,08	11,3	0,000245	
		-7,96	-8,22	0,26	4,035	8,07	0,07	9,8875	0,000214	
		-8,22	-8,48	0,26	4,295	8,59	0,065	9,18125	0,000199	
		-8,48	-8,74	0,26	4,555	9,11	0,06	8,475	0,000184	
-9,00		-8,74	-9	0,26	4,815	9,63	0,055	7,76875	0,000168	

Kritikus sülly. [mm]= 51 16 mm 12 mm

Résrétegek süllyedésének összege a határmélységig: **12mm**

Kritikus süllyedés szemcsés talajokban: $51 mm > 12 mm$

- Süllyedés-számítás, Jáky- módszerrel:

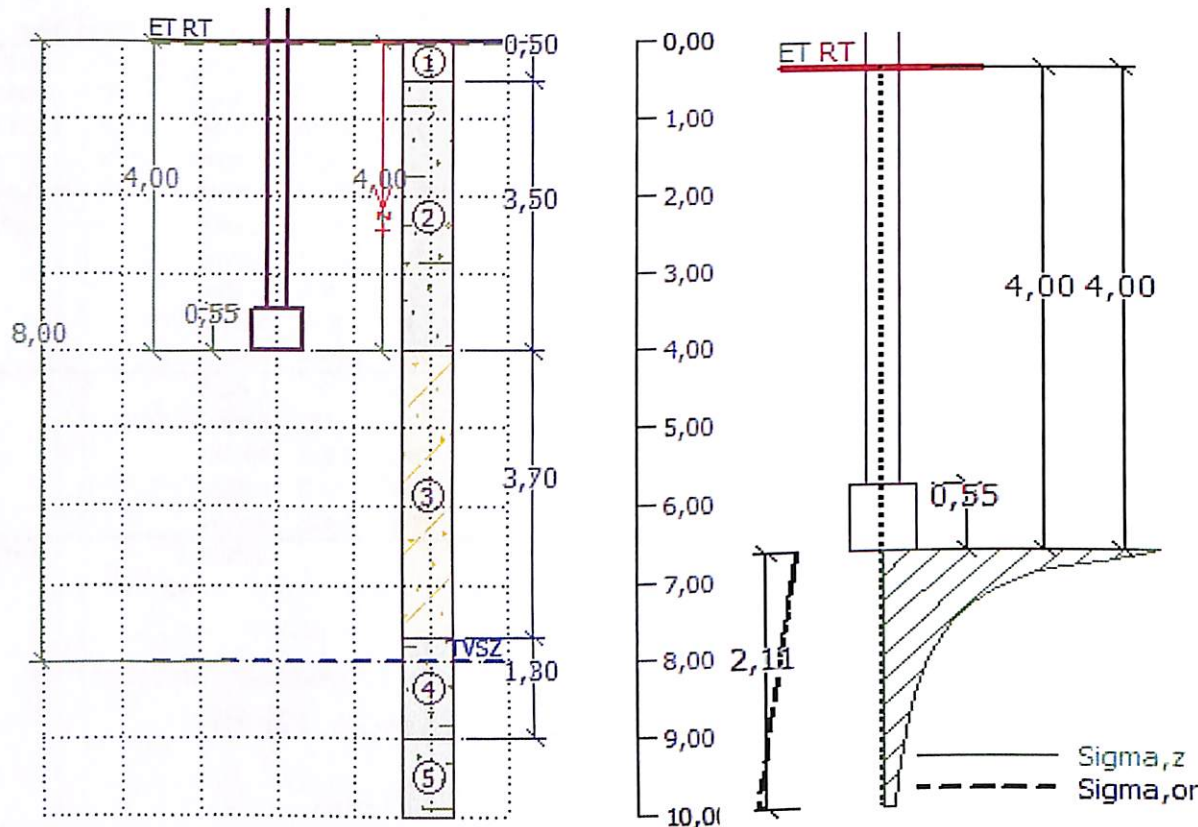
$$m_0 = 2 * B * (1 - \frac{B}{2*L}) = 1,00m$$

$$\text{Számított süllyedés: } s = \frac{\frac{m_0 * \sigma}{2}}{E_s} = \frac{1,00m * 141kPa}{2} = 4,4mm$$

- GEO5-szoftver:

GEO5-tel ellenőriztem a talaj törőfeszültségét, valamint a süllyedéseket.

A számítás eredményei szerint a süllyedések pedig 7,5mm-re adódtak.



Alap süllyedése és elfordulása - eredmények

Alap merevsége:

Átlagos alakváltozási modulus $E_{def} = 9,97 \text{ MPa}$

Az alap hosszirányban merev ($k=4005,32$)

Az alap keresztirányban merev ($k=500,67$)

Téher külpontosság ellenőrzése

Max. külp. az alap hosszúsága irányában $e_x = 0,000 < 0,333$

Max. külp. az alap szélessége irányában $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. átlagos külpontosság $e_t = 0,000 < 0,333$

Téher külpontossága MEGFELELŐ

Alap teljes süllyedése és elfordulása:

Alap süllyedés = 7,5 mm

Érintett zóna mélysége = 2,11 m

Elf. keresztirányban = 0,000 ($\tan \cdot 1000$); (0,0E+00 °)

- Axis- szoftver:

Az ellenállási tényezők ugyanazok, mint a kézi számításomnál.

A talajtörési ellenállás tényezői:

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan \phi' \cdot \left(\tan 45^\circ + \frac{\phi'}{2} \right)^2} = e^{3,1416 \cdot \tan 26,00^\circ \cdot \left(\tan 45^\circ + \frac{26,00^\circ}{2} \right)^2} = 11,854$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \phi' = 2 \cdot (11,854 - 1) \cdot \tan 26,00^\circ = 10,588$$

$$N_c = \frac{(N_q - 1)}{\tan \phi'} = \frac{(11,854 - 1)}{\tan 26,00^\circ} = 22,254$$

A talajtörési ellenállás az én számításomban 301,25 kN/m, az eltérés 301,25/343,1 = **0,88**, azaz **12%**.

Talajtörési ellenállás:

$$R_{v,d} = \frac{(c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot b_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot b_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma) \cdot A'}{1,4} = \frac{(0 \cdot 22,254 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,99939 + 77,254 \cdot 11,854 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,99944 + 0,5 \cdot 17,168 \cdot 0,5 \cdot 10,588 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,99916) \cdot 0,5}{1,4} = 343,1 \text{ kN/m}$$

Axissal vizsgáltam a süllyedéskülönbségeket az alaptetek között. 3 helyen, ugyanazzal a talajrétegződéssel számolva (adatok hiányában).

Gerenda alap	
C20/25	
23 tétel	
Tehereset : lineáris, SLS ₀ 1 (SLS Kváziállandó)	
$f_{se} =$	1,000
$b_y [\text{mm}] =$	500,0
$t [\text{mm}] =$	4000,0
$h_1 [\text{mm}] =$	550,0
$h_b [\text{mm}] =$	100,0
B500A	
$a_{sx1} [\text{mm}^2/\text{m}] =$	452*
$a_{sy1} [\text{mm}^2/\text{m}] =$	756*
$\Lambda_{R,v} =$	0,231
$\Lambda_{EQU, \text{max}} =$	0,006
$\gamma_{ecc, \text{max}} =$	0
$\sigma' [\text{kN/m}^2] =$	233,4
$q' [\text{kN/m}^2] =$	77,3
Süllyedés[mm] =	8
Határmélység[m] =	-6,24

0	kavicsos homok	Gerenda alap C20/25 24 tétel
1		Tehereset : lineáris, SLS ₀ 1 (SLS Kváziállandó)
2	tömör agyagos HOMOK	$f_{se} = 1,000$
3		$b_y [mm] = 500,0$
4		$t [mm] = 1600,0$
5		$h_1 [mm] = 1000,0$
6		$h_b [mm] = 100,0$
7	tömör iszapos HOMOK	B500A
8		$a_{sx1} [mm^2/m] = 452^*$
		$a_{sy1} [mm^2/m] = 1431^*$
		$\Lambda_{R,v} = 0,181$
		$\Lambda_{EQU,max} = 0,257$
		$\gamma_{ecc,max} = 0,012$
		$\sigma' [kN/m^2] = 118,7$
		$q' [kN/m^2] = 31,3$
	tömör agyagos HOMOK	Süllyedés [mm] = 6
		Határmélység [m] = -3,82

0	kavicsos homok	Gerenda alap C20/25 5 tétel
1		Tehereset : lineáris, SLS ₀ 1 (SLS Kváziállandó)
2	tömör agyagos HOMOK	$f_{se} = 1,000$
3		$b_y [mm] = 500,0$
4		$t [mm] = 3250,0$
5		$h_1 [mm] = 1000,0$
6		$h_b [mm] = 100,0$
7	tömör iszapos HOMOK	B500A
8		$a_{sx1} [mm^2/m] = 452^*$
		$a_{sy1} [mm^2/m] = 1431^*$
		$\Lambda_{R,v} = 0,163$
		$\Lambda_{EQU,max} = 0,014$
		$\gamma_{ecc,max} = 0$
		$\sigma' [kN/m^2] = 139,2$
		$q' [kN/m^2] = 62,9$
	tömör agyagos HOMOK	Süllyedés [mm] = 6
		Határmélység [m] = -5,10

sáv ₁ =	8 mm
sáv ₂ =	6 mm
Távolság=	890 mm
Süllyedéskülönbség: ✓	0,002
Határérték:	0,002

Szerkezetileg 1/500 relatív elfordulás megengedett.

Ez esetben teljesül.

	Határmélység [m]	Süllyedés [mm]	Törőfeszültség [kN/m]
Törőképlet	-	-	$R_k=301,25$
Kany	1,93	12	-
Jáky	1,00	4,4	-
GEO5	2,11	7,5	-
Axis	2,24	8	$R_k=343,10$

- Szerkezeti megfelelés:

Hajlítás:

Az alaptest statikai modellje rugalmasan ágyazott gerenda, minimális hajlítás keletkezik benne. Emiatt a szerkesztési szabályt veszem figyelembe a hosszvasalás meghatározásánál:

Betonfedés: $c = 4,0 \text{ cm}$

A01:

Hatékony magasság: $d = 1000 - 40 - 8 - 6 = 946 \text{ mm}$

$A_{s,min} = 0,0015 \cdot B \cdot d = 0,0015 \cdot 500 \cdot 946 = 710 \text{ mm}^2$

7Ø12: $A_s = 792 \text{ mm}^2$

A02:

Hatékony magasság: $d = 550 - 40 - 8 - 6 = 496 \text{ mm}$

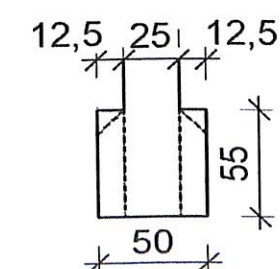
$A_{s,min} = 0,0015 \cdot B \cdot d = 0,0015 \cdot 500 \cdot 496 = 372 \text{ mm}^2$

4Ø12: $A_s = 452 \text{ mm}^2$

Kengyel: Ø8/200 ami megfelel a távolságra vonatkozó szerkesztési szabálynak, miszerint: $a_{max} = 300 \text{ mm}$.

$A_{s,w} = 251 \text{ mm}^2$

Nyírás:



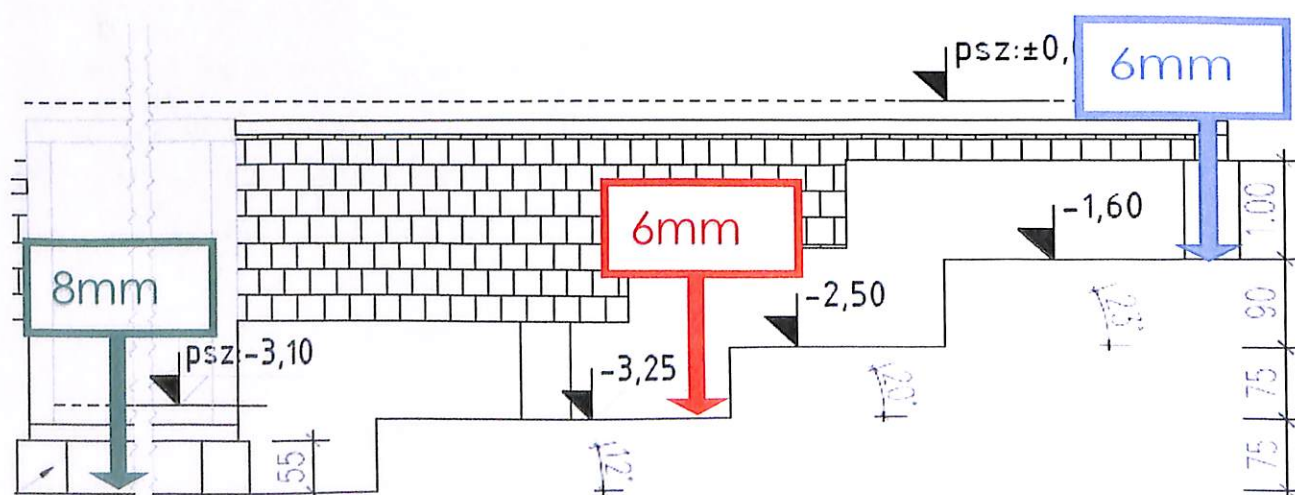
Mivel a nyírási kúp nem alakul ki, elnyíródó felületnek a fal alatti szakaszt feltételeztem. Így a nyíróerő:

$V_{ed} = 600 \text{ kPa} \cdot 0,125 \text{ m} = 75 \text{ kN/m}$.

A beton nyírási teherbírása: $V_{rd,c} = c \cdot b \cdot d \cdot f_{ctd} = 158 \text{ kN/m}$.

$V_{ed} = 75 \text{ kN/m} < V_{rd,c} = 158 \text{ kN/m}$.

Biztonság: $V_{rd,c} / V_{ed} = 2,1$, tehát az alaptest nyírási vasalás nélkül is megfelel.



Födémek

A pince feletti és a zárófödém igénybevételeit Axissal ellenőriztem.

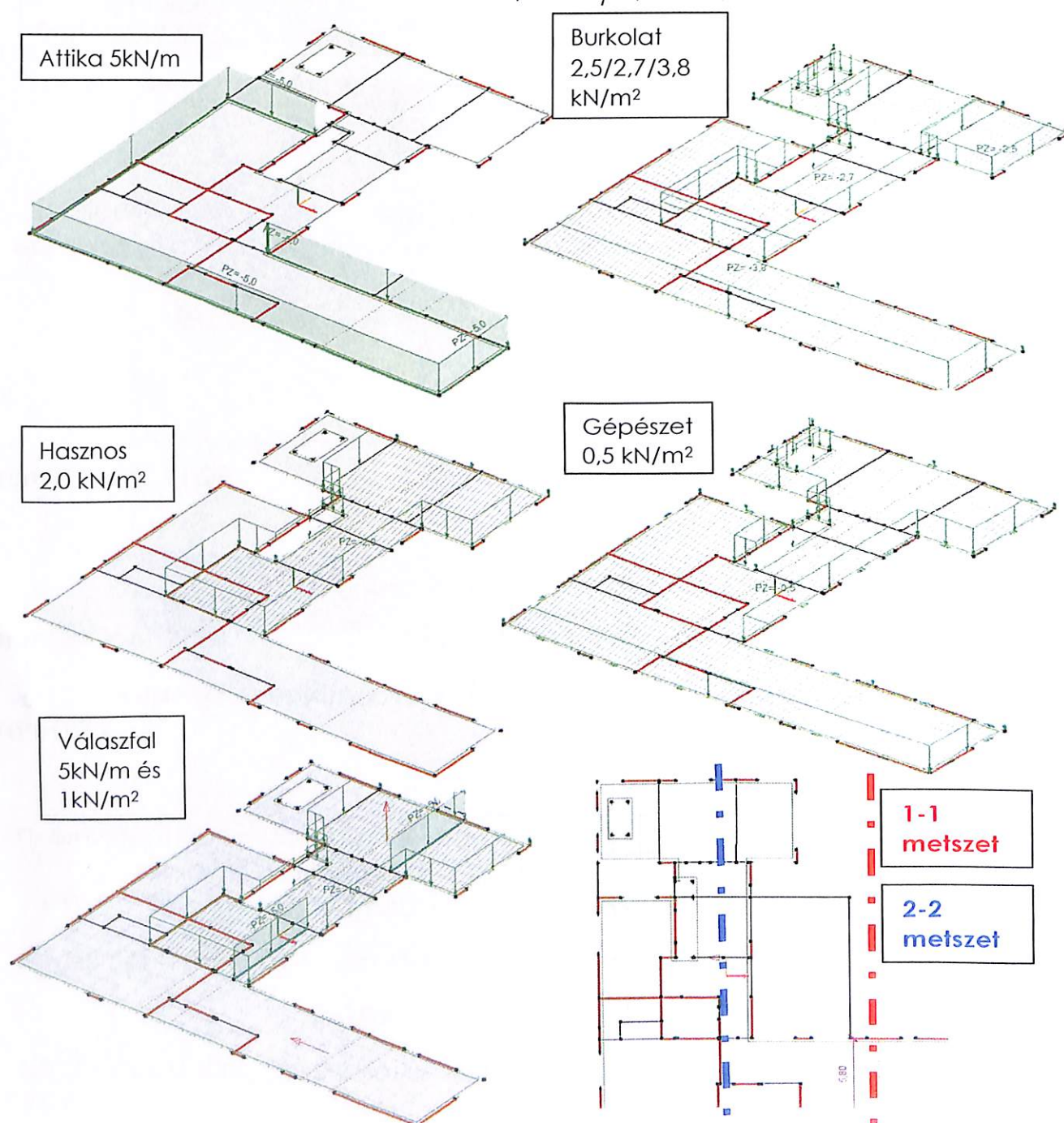
Földszint feletti födém

Részletesebben a földszint feletti födémét vizsgáltam az igénybevételek és az alakváltozás szempontjából.

Egy síkmodellt készítettem, melyben a vasbeton lemezt lemez- elemként definiáltam (csak síkjára merőleges igénybevételek hatnak rá).

- Terhek: -állandó terhek: lemez önsúlya, burkolat, attikafal önsúlya
-esetleges terhek: hasznos-, gépészet-, hó- és válaszfalteher.

Kvázi állandó teherkombináció: $\sum G_{k,i} + \sum \psi_{2,i} * Q_{k,i}$



- Igénybevételek

Kézi (becslő) számítás:

Az 1-1 metszetben a födém egyirányban teherhordó szerkezetként is vizsgálható, így kéttámaszú modellel könnyen számíthatók az igénybevételek.

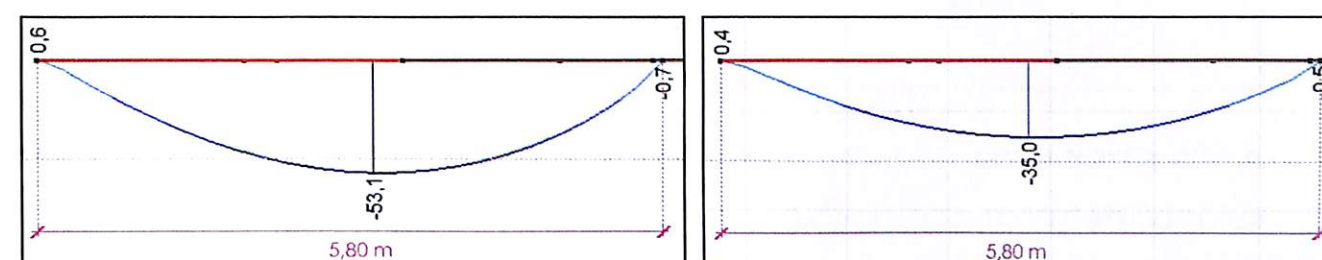
$$P_{Ed} = 1,35 * (5,4 \text{ kN/m} + 3,8 \text{ kN/m}) + 1,5 * 1,0 \text{ kN/m} + 1,5 * 1,0 * 0,5 \text{ kN/m} = 14,67 \text{ kN/m}$$

$$P_{qp} = 5,4 \text{ kN/m} + 3,8 \text{ kN/m} + 0 * 1,0 \text{ kN/m} + 0,5 \text{ kN/m} = 9,70 \text{ kN/m}$$

$$L = 5,8 \text{ m}$$

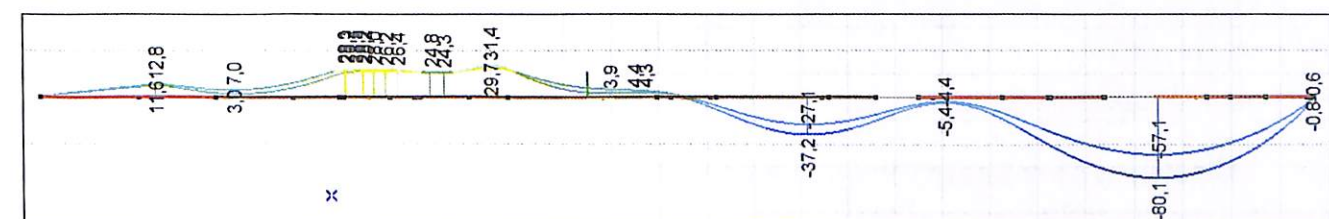
$$M_{Ed} = P_{Ed} * L^2 / 8 = 61,69 \text{ kNm}$$

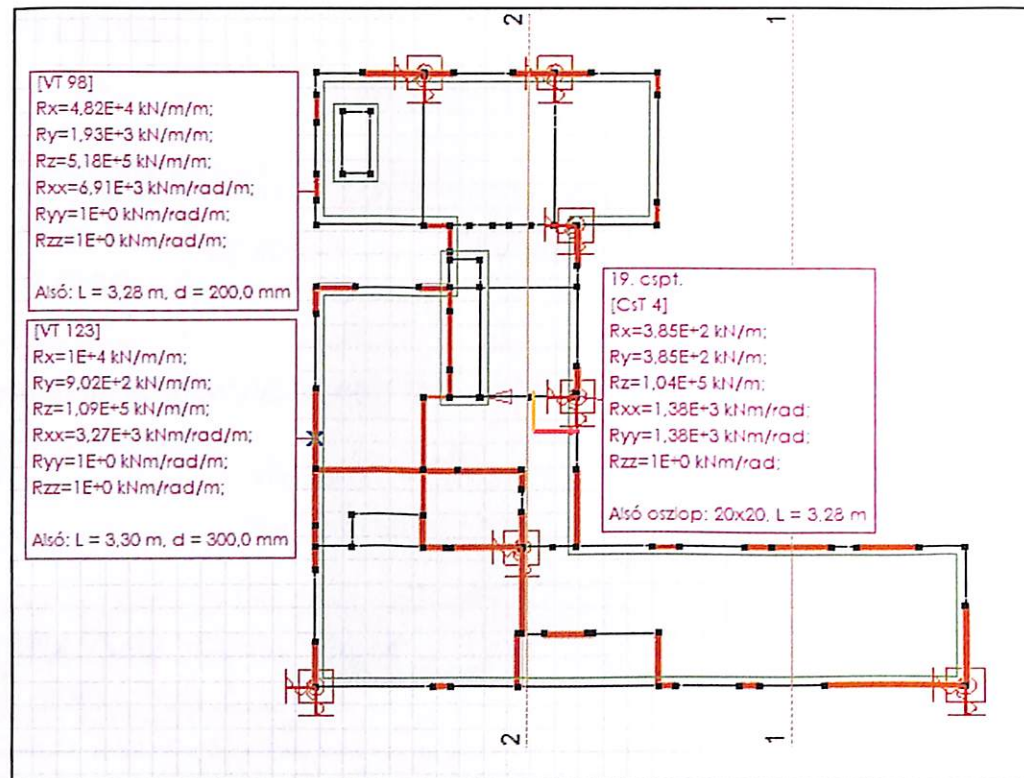
$$M_{qp} = P_{qp} * L^2 / 8 = 40,79 \text{ kNm}$$



$53,1 / 61,69 = 35 / 40,79 = 0,86$, 14% az eltérés az egy- illetve kétirányban teherhordó szerkezetként figyelembe vett lemez igénybevételei között.

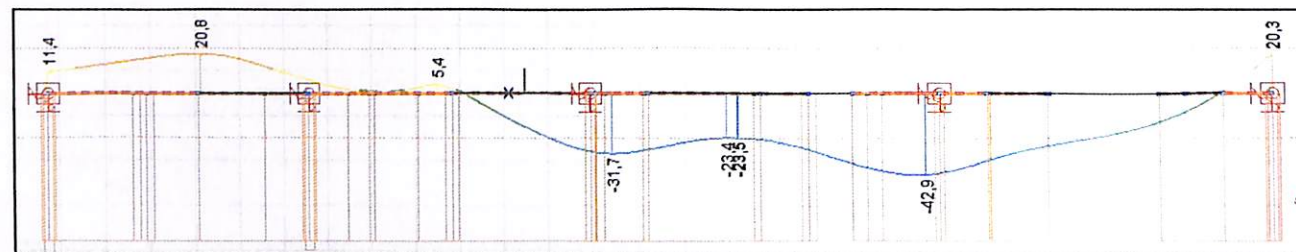
2-2 metszet nyomatéka teherbírasi kombinációban:



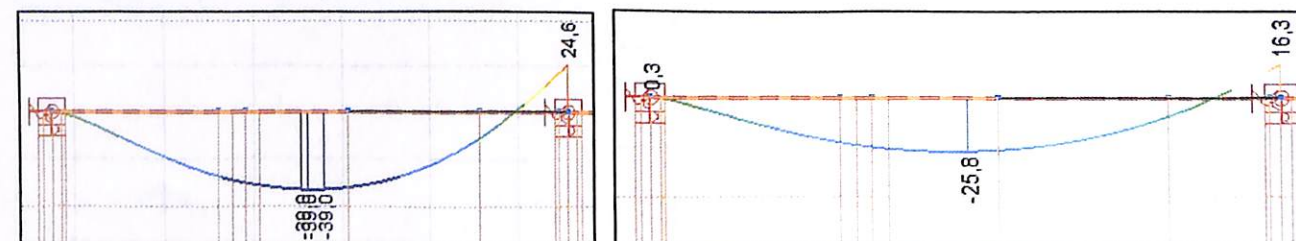


A támaszok merevségének számítását az Axisra bízam- így meg tudtam különböztetni az alátámasztó téglá- és vasbeton falakat, valamint a vasbeton pilléreket. A téglá falazat 30 cm, a vasbeton 20 cm vastag, a pillérek 20x20 cm-esek.

A valós támaszmerevségek definiálása után ugyanaz a metszet, ugyanaz a terhelés:

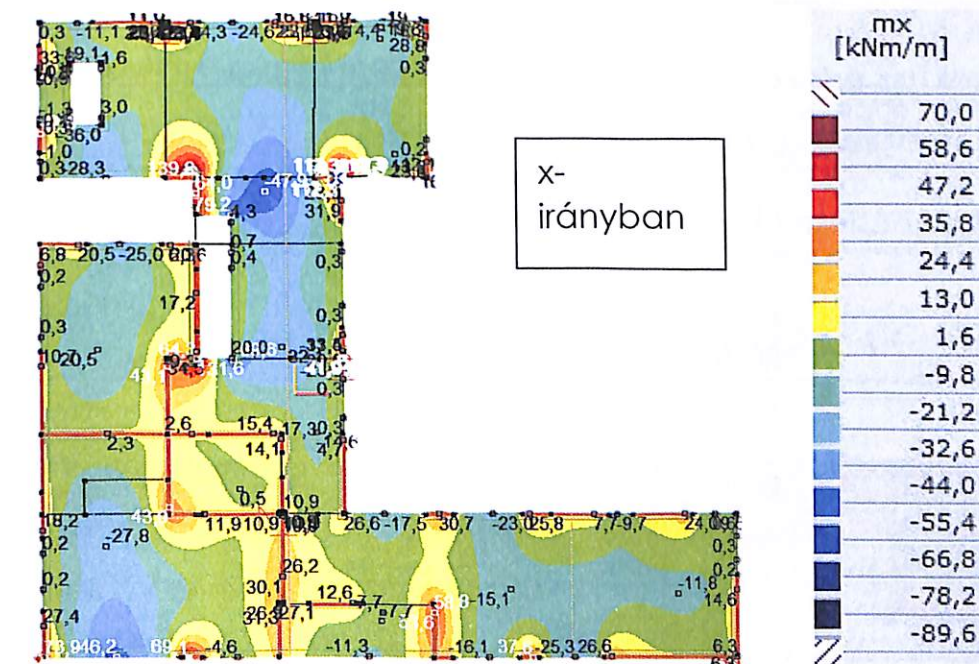
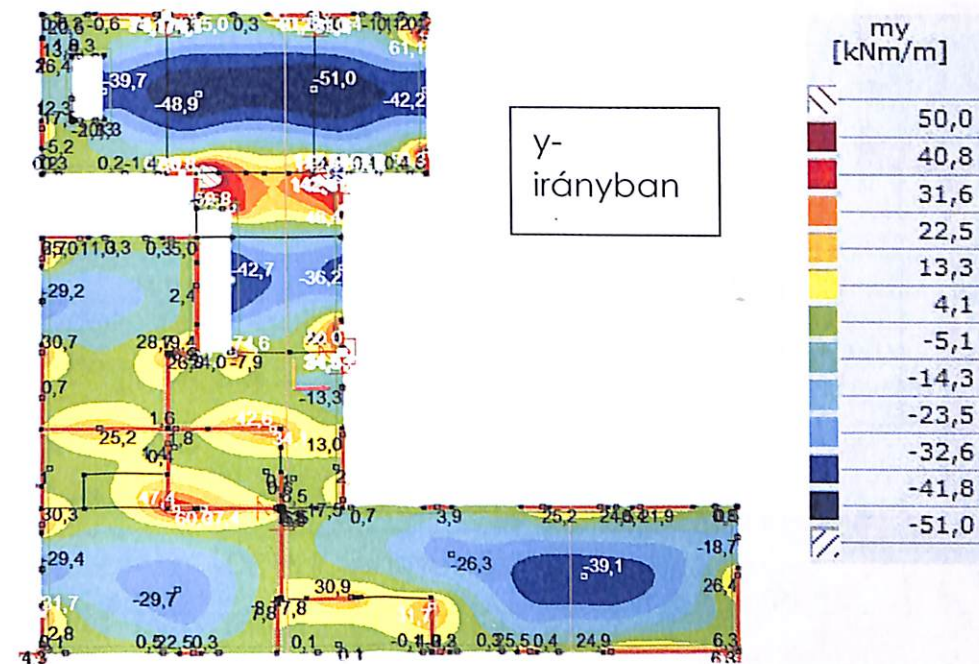


1-1 metszet a kisebb támaszmerevség beállítása után:



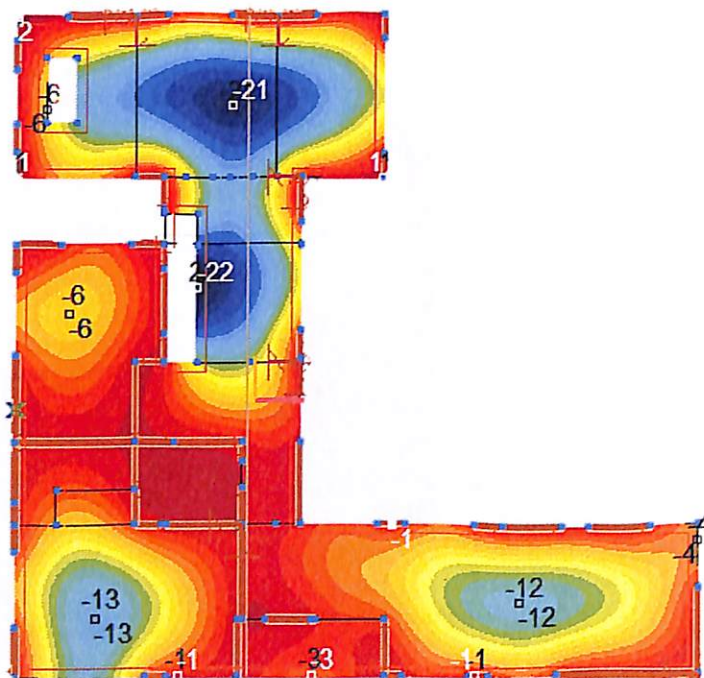
$39,0/53,1 = 25,8/35 = 0,74$, **26%** az eltérést okozott a támaszmerevségek állítása.

Nyomaték maximuma:



1-1 metszet	Kézi	Axis	Δ
„egy irányban” teherhordó lemez nyomatéka	61,69kNm	53,10kNm	14%
végtesen merev megtámasztások állítása után	61,69kNm	39,0kNm	37%
lehajlás- homogén, repedésmentes k.m.	19 mm	12 mm	37%
lehajlás- inhomogén, repedt k.m.	19 mm	14,5 mm	23%

• Alakváltozás:

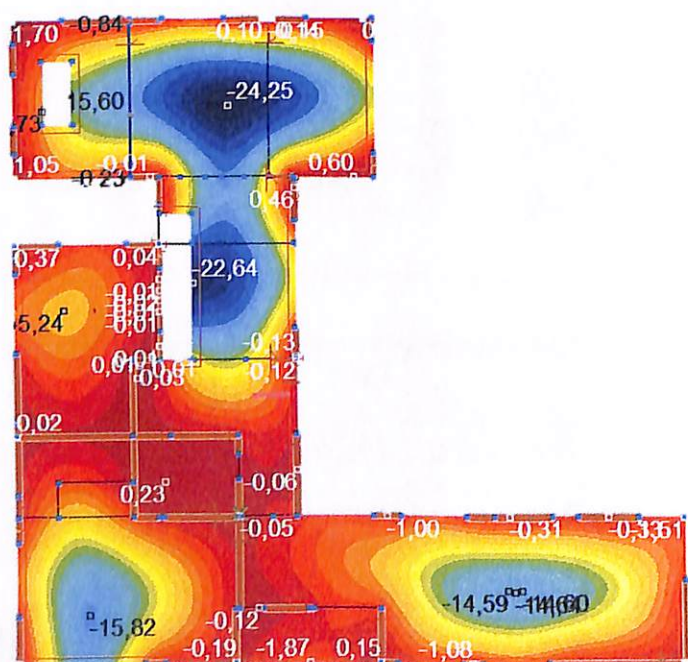


A lehajlások jól mutatják, hol lépnek fel nagyobb igénybevételek. Ha közelítésképpen a homogén keresztmetszet I. feszültségállapotbeli lehajlásának kétszeresét tekintjük végleges elmozdulásnak, akkor $2 \cdot 21 \text{ mm} = 42 \text{ mm}$, ami a 6,4 méter támaszközű födémnél L/150- es igény szintnek („nem veszélyérzetet keltő”) felel meg.

Természetesen ezek az értékek nem a valós értékek, azokat a berepedt, inhomogén keresztmetszet lehajlás-vizsgálata adja meg.

1-1 metszet lehajlás becslése (homogén, repedésmentes k.m):

$$e_z = \frac{5}{384} \cdot \frac{P_{qp} \cdot L^4}{E_{c,eff} \cdot I} = 5 \cdot 9,7 \cdot 5800^4 / 384 \cdot 8500 \cdot 8,87 \cdot 10^8 = 18,95 \text{ mm}$$



Az Axis nemlineáris- számítása szerinti lehajlások nem térnek el nagymértékben a lineáris számítástól. Ennek oka a vasalás figyelembevétele.

2-2 metszetben 21- és 24 mm, ami

12,5% eltérés. Ezen a feszítávon ez L/264-nek felel meg („nem érzékelhető”).

1-1 metszetben 12- és 14,5 mm, ami 17 % eltérés, feszítávhoz viszonyítva L/400.

• Vasalás tervezése:

Hajlítás, főirány (Ø14/20):

Beton: C20/25		Betonacél: B500	
fck=	20 N/mm ²	f _{yk} =	500 N/mm ²
γ _c =	1,5	γ _s =	1,15
f _{cd} =	13,3 N/mm ²	f _{yd} =	434,8 N/mm ²
f _{ctm} =	2,2 N/mm ²	ξ _{co'} =	2,11
		ξ _{co} =	0,49
		E _s =	200 000 N/mm ²
		f _{yd} /E _s =	2,17 ‰
Keresztmetszet:		Feltételezett betonacélok:	
h=	220 mm	Φ'=	10 mm
b=	1000 mm	Φ=	14 mm
a'=	25 mm		
a=	27 mm		
igénybevétel:		Keresztmetszeti adatok:	
M _{Ed} =	51 kNm	d'=	25 mm
		d=	193 mm
		x _{co'} =	52,75 mm
		x _{co} =	94,6 mm
Nyomott betonzóna magasság:			
Húzott vasalással felvehető maximális nyomatél		M _{Rdo} =	183,74 kNm
Nyomott vasakkal felveendő többletnyomaték:		d _M =	0,00 kNm
		x _c =	21,0 mm
Szükséges vasmenyiségek:			
As'=	0,0 mm ²	0 Φ 10	ε _{s'} = 0,00 ‰
As=	642,7 mm ²	5 Φ 14	ε _s = 22,29 ‰
As _{min} =	250,9 mm ²	2 Φ 14	
Alkalmazott vasalás:			
nyomott vas	0 Φ 10	As'=	0,0 mm ²
húzott vas	5 Φ 14	As=	769,7 mm ²
minimális húzott vas:	OK!	húzott vashányad:	3,99 ‰
Ellenőrzés hajlításra:			
nyomott betonzóna magassága:		x _c =	25,10 mm
		x _{co} =	94,6 mm
nyúlások	betonacél:	ε _{s'} =	0,00 ‰
		ε _s =	18,03 ‰
feszültségek	betonacél:	σ _{s'} =	0,00 N/mm ²
		σ _s =	434,78 N/mm ²
belső erők	beton:	N _b =	-334,65 kN
	nyomott acél:	N _{s'} =	0,00 kN
	húzott acél:	H _s =	334,65 kN
		Σ=	0,00
M_{Ed} = 51		< M_{Rd} = 60,39	{kNm}
Megfelel!			

Hajlítás, mellékirány (Ø12/20):

Beton: C20/25		Betonacél: B500	
fck=	20 N/mm ²	f _{yk} =	500 N/mm ²
γ _c =	1,5	γ _s =	1,15
f _{cd} =	13,3 N/mm ²	f _{yd} =	434,8 N/mm ²
f _{ctm} =	2,2 N/mm ²	ξ _{co'} =	2,11
		ξ _{co} =	0,49
		E _s =	200 000 N/mm ²
		f _{yd} /E _s =	2,17 ‰
Keresztmetszet:		Feltételezett betonacélok:	
h=	220 mm	Φ'=	10 mm
b=	1000 mm	Φ=	12 mm
a'=	35 mm		
a=	40 mm		

Igénybevétel:		Keresztmetszeti adatok:	
M _{Ed} =	30 kNm	d'=	35 mm
		d=	180 mm
		x _{co'} =	73,85 mm
		x _{co} =	88,2 mm

Nyomott betonzóna magasság:			
Húzott vasalással felvehető maximális nyomaték	M _{Rd0} =	159,82 kNm	
Nyomott vasakkal felveendő többlet nyomaték:	dM=	0,00 kNm	
	x _c =	13,0 mm	

Szükséges vasmennyiségek:			
As'=	0,0 mm ²	0 Φ 10	ε _{s'} = 0,00 ‰
As=	397,7 mm ²	4 Φ 12	ε _s = 35,37 ‰
As _{min} =	234,0 mm ²	3 Φ 12	

Alkalmazott vasalás:			
nyomott vas	0 Φ 10	As'=	0,0 mm ²
húzott vas	5 Φ 12	As=	565,5 mm ²
minimális húzott vas:	OK!	húzott vashányad:	3,14 ‰

Ellenőrzés hajlításra:			
nyomott betonzóna magassága:		x _c =	18,44 mm
		x _{co} =	88,2 mm
nyúlások betonacél:		ε _{s'} =	0,00 ‰
		ε _s =	23,83 ‰
feszültségek betonacél:		σ _{s'} =	0,00 N/mm ²
		σ _s =	434,78 N/mm ²
belső erők beton:		N _b =	-245,86 kN
nyomott acél:		N _{s'} =	0,00 kN
húzott acél:		H _s =	245,86 kN
		Σ=	0,00

M _{Ed} = 30	<	M _{Rd} = 41,99	{kNm}
Megfelel!			

Vasalási tartományok ellenőrzése Axissal:

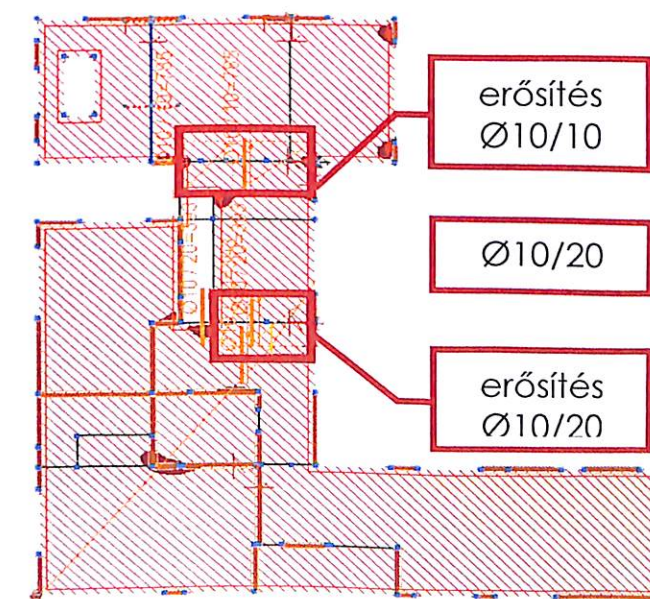
y- irány alul (fő):



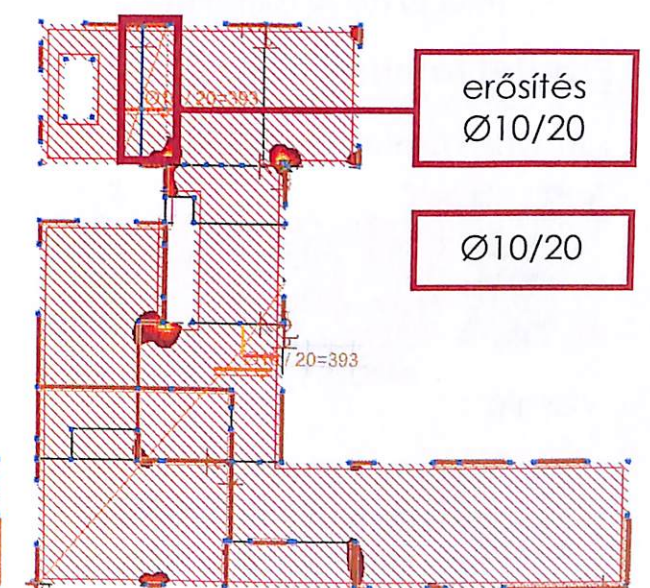
x- irány alul (mellék):



y- irány felül (fő):

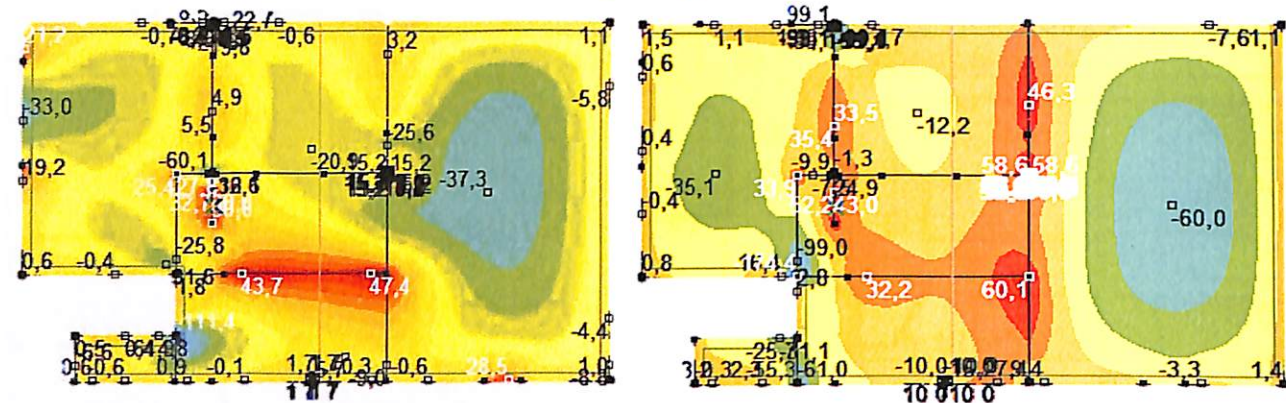


x- irány felül (mellék):



Pince feletti földm

Igénybevételek (y- és x-irány):



Vasalás:

- alul Ø12/20 mindkét irányban, erősítés Ø10/20
- felül Ø10/20 mindkét irányban, erősítés Ø10/20

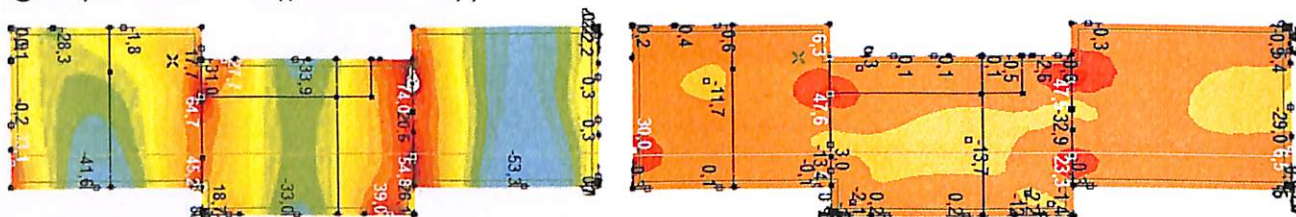
Földszint feletti földm

Vasalás

- alul Ø14/20 főirányban, Ø12/20 másik irányban, Ø10/20 erősítéssel
- felül Ø10/20 mindkét irányban, erősítés Ø10/20 és Ø10/10

Emelet feletti földm

Igénybevételek (y- és x-irány):



Vasalás:

- alul Ø10/20 rövidebb (mellék-) irányban, Ø12/20 hosszabb irányban, erősítés Ø10/40 hosszabb irányban, szélső mezőkben
- felül Ø10/20 mindkét irányban, erősítés Ø10/20 és Ø10/10

Vasalási főirány rajzilag vízszintesen (számmal jelölt raszterek iránya) a pince feletti földmennél, egyébként rajzilag függőlegesen (betűvel jelölt raszterek iránya).

Alapháló által felvehető nyomaték:

$$a = 26 \text{ mm}, d = 194 \text{ mm}$$

$$\text{Alkalmazott vasalás } \mathbf{\varnothing 12/200}: A_{s, \text{prov}} = 565 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{min}} = 252 \text{ mm}^2$$

$$x_c = 18,5 \text{ mm} < x_{c0} = 95 \text{ mm}$$

$$\text{Felvehető nyomaték: } \mathbf{M_{Rd} = 45,44 \text{ kNm}}$$

P01 pillér ellenőrzése

Adatok:

$$\begin{aligned} & 4\varnothing 16: 804 \text{ mm}^2 \\ & a = 36 \text{ mm}, d = 200 - 36 = 164 \text{ mm} \\ & L = 3500 \text{ mm}, \nu = 1 \text{ (csuklós-csuklós megtámasztás)} \\ & L_0 = \nu * L = 3500 \text{ mm} \end{aligned}$$

Karcsúság: $\lambda = \nu * L / d = 3500 / 164 = 21,34 > 25$, tehát központosan nyomott oszlopként is számítható (mivel számottevő nyomaték nincs).

- Ellenőrzés központosan nyomott oszlopként:

$$N_u' = A_c * f_{cd} + A_s * f_{yd} = 881,74 \text{ kN}, \quad \alpha = 17,5 \rightarrow \varphi = 0,68$$

$$N_{rd} = \varphi * N_u' = \mathbf{600 \text{ kN}} \quad \mathbf{N_{ed} / N_{rd} = 0,53}$$

- Ellenőrzés külpontosan nyomott oszlopként:

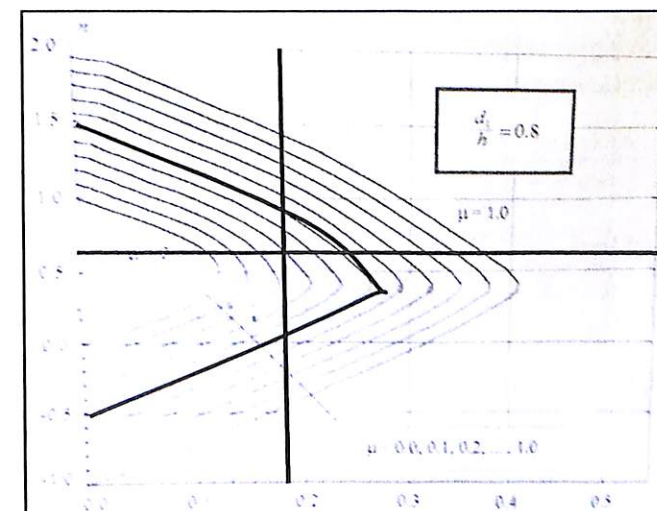
$$\mathbf{N_{ed} = 315,4 \text{ kN}}, M_{ed} = 1,3 \text{ kNm}$$

$$e_e = M / N = 4 \text{ mm}, \Delta e = 0,05d + L_0 / 400 + 0,05(L_0 / 10d)^2 d = 55 \text{ mm}$$

$$e_{ed} = e_e + \Delta e = 4 + 55 = 60 \text{ mm}$$

$$\mathbf{M_{Rd} = M_{ed} + N_{ed} * e_{ed} = 20,22 \text{ kNm}}$$

Határkülpontossági görbék alapján:



$$\mu = A_s * f_{yd} / b * h * f_{cd} = 0,66$$

$$m = M_{ed} / b * h^2 * f_{cd} = 0,19$$

$$n = N_{ed} / b * h * f_{cd} = 0,6$$

$$d / h = 0,82$$

$$\mathbf{Megfelel! \sim 0,75}$$

Teherbírási görbe pontjainak számítása:

$$1) \text{ 2\% összenyomódás } \rightarrow N_{\text{max}}$$

$$N_s = 0,002 * 200 \text{ 000} * 804 = 321,6 \text{ kN}$$

$$N_c = 13,3 * 200^2 = 532 \text{ kN}$$

$$\mathbf{N_{Rd,1} = 853,6 \text{ kN}}$$

$$\mathbf{M_{Rd,1} = 0 \text{ kNm}}$$

2) $x_{c0} \rightarrow M_{max}$

$$x_{c0} = \xi_{co} \cdot d = 0,49 \cdot 164 = 80,4 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 2,25 \text{ ‰},$$

$$\varepsilon_{s'} = -2,25 \text{ ‰}$$

$$N_s = N_{s'} = 435 \cdot 402 = 174,87 \text{ kN}$$

$$N_c = 80,4 \cdot 200 \cdot 13,3 = 213,76 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,2} = 2 \cdot (N_s \cdot (100 - 36) + N_c \cdot (100 - 0,5 \cdot 80)) = 35,21 \text{ kNm}$$

$$N_{Rd,2} = N_c = 213,76 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,2} = 35,21 \text{ kNm}$$

3) $x_c \rightarrow N=0$

$$A_s \cdot f_{yd} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma' \rightarrow x_c = 38,7 \text{ mm},$$

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

$$\sigma_{s'} = (560 \cdot 36 / 38,7) - 700 = -179 \text{ N/mm}^2$$

$$\varepsilon_s = 8,38 \text{ ‰},$$

$$\varepsilon_{s'} = -0,89 \text{ ‰}$$

$$N_s = 435 \cdot 402 = 174,87 \text{ kN}$$

$$N_{s'} = -179 \cdot 402 = -71,96 \text{ kN}$$

$$N_c = 38,7 \cdot 200 \cdot 13,3 = 102,94 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,3} = 200 \cdot 13,3 \cdot 38,7 \cdot (164 - 0,5 \cdot 38,7) + 179 \cdot 402 \cdot (164 - 36) = 24,1 \text{ kNm}$$

$$N_{Rd,3} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,3} = 24,10 \text{ kNm}$$

4) $N_{ed} = 315,4 \text{ kN}, M_{ed} = 20,22 \text{ kNm}$

$$N_{ed} = N_c + N_{s'} - N_s$$

$$\text{ebből } x_c = 94,27 \text{ mm}$$

$$\sigma_s = (560 \cdot 164 / 94,27) - 700 = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s'} = -435 \text{ N/mm}^2$$

$$\varepsilon_s = 1,38 \text{ ‰},$$

$$\varepsilon_{s'} = -2,43 \text{ ‰}$$

$$N_{s'} = 435 \cdot 402 = -174,84 \text{ kN}$$

$$N_s = 275 \cdot 402 = 110,61 \text{ kN}$$

$$N_c = 200 \cdot 13,3 \cdot 94,27 = -251,17 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,3} = 200 \cdot 13,3 \cdot 94,27 \cdot (100 - 0,5 \cdot 94,27) + 435 \cdot 402 \cdot (100 - 36) + 275 \cdot 402 \cdot (100 - 36) = 31,5 \text{ kNm}$$

$$N_{Rd,3} = 315,4 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,3}(N_{ed}) = 31,5 \text{ kNm}$$

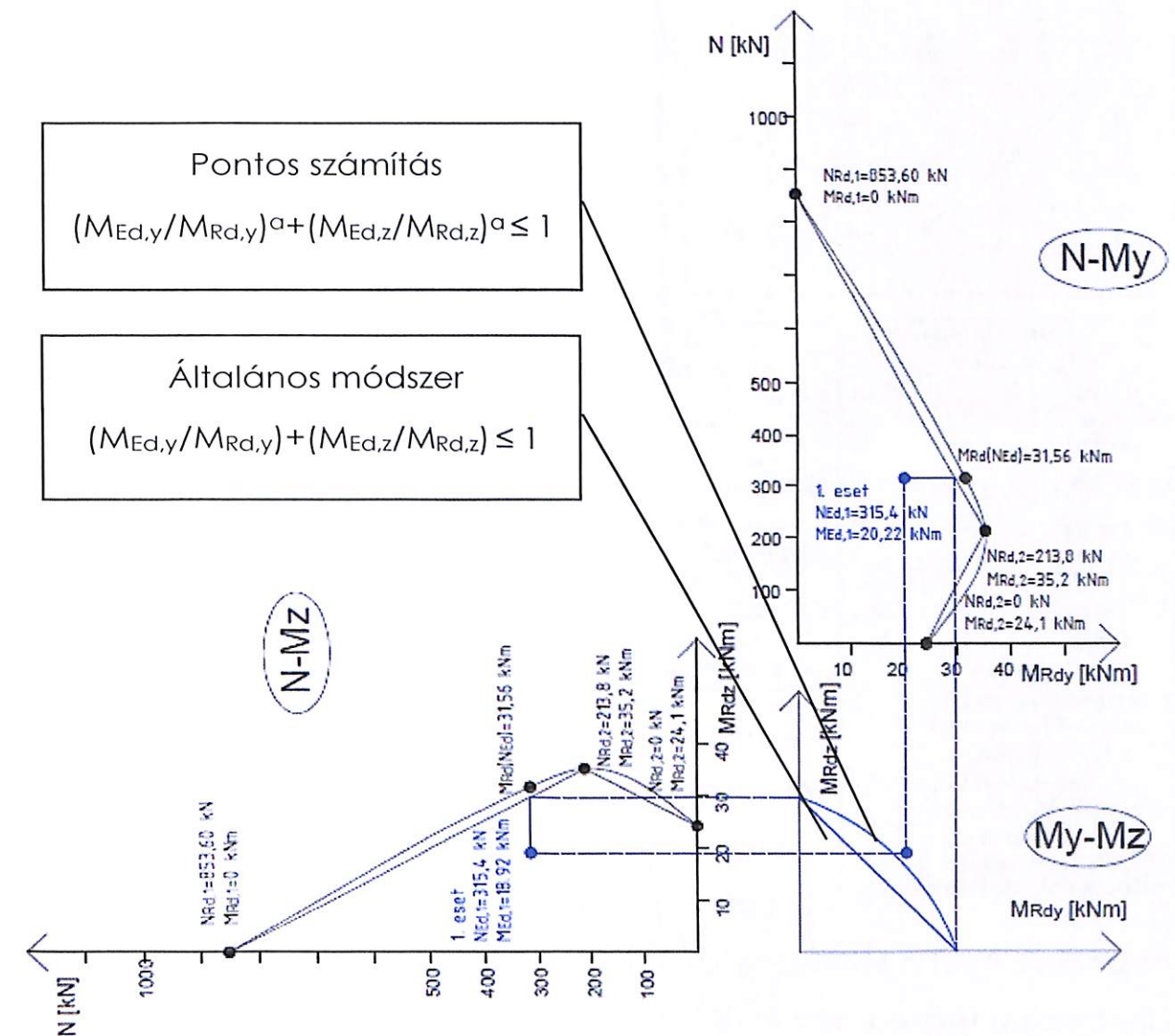
Általános módszer:

$$(M_{ed,y}/M_{Rd,y}) + (M_{ed,z}/M_{Rd,z}) = (20,22/31,56) + (18,92/31,56) = 1,24 > 1$$

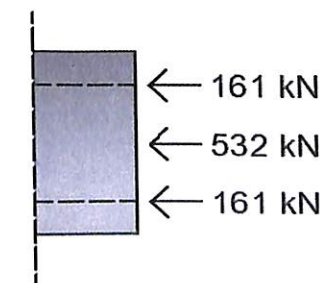
Pontosabb számítás (normálerőre való kihasználtságot veszi figyelembe):

$$N_{ed}/N_u = 315,4/881,74 = 0,36 \rightarrow \alpha = 1,3$$

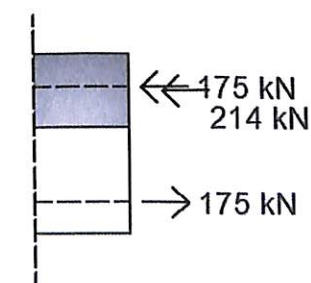
$$(M_{ed,y}/M_{Rd,y})^{1,3} + (M_{ed,z}/M_{Rd,z})^{1,3} = (20,22/31,56)^{1,3} + (18,92/31,56)^{1,3} = 1,07 > 1$$



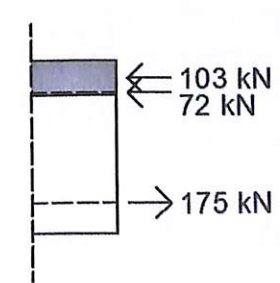
1)



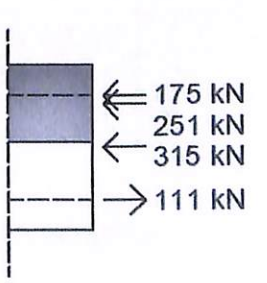
2)



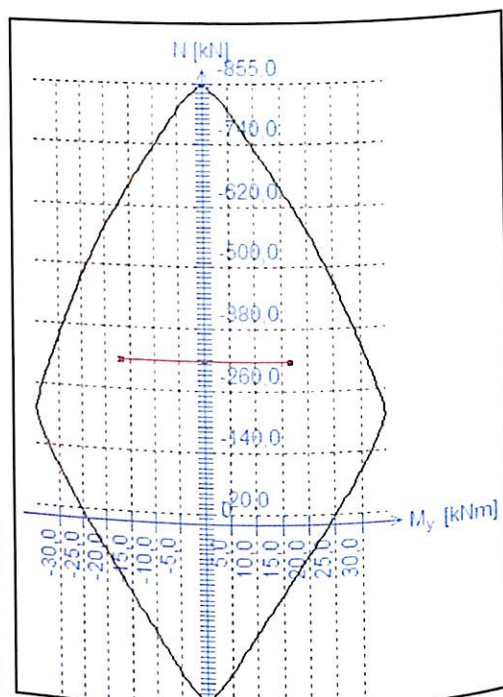
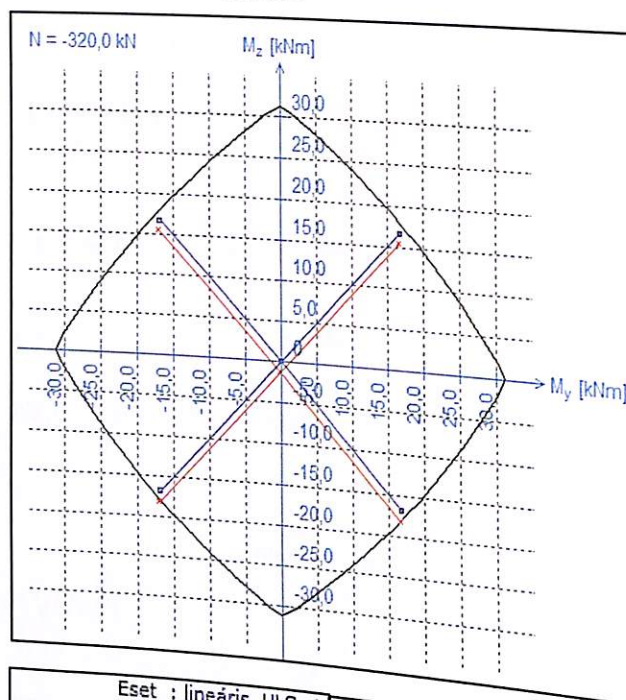
3)



4)



• Axis- számítás:



Eset : lineáris, ULS ₀ I		
$f_{se} = 1,000$		
N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
min/max		
-855,0	0	0
349,8	0	0
min/max		
-210,0	-34,8	0
-210,0	34,8	0
min/max		
-210,0	0	-34,8
-210,0	0	34,8

C20/25	
Keresztmetszet 20x20	Ab [mm ²] = 40000,0
B500B	
Vasalás 4 fi 16 (20x20)	As/Ab [%] = 2,01
Kengyel	
sw [cm] =	
Kihajlási hossz	20
$\beta_{vv} =$	1,000*L
$\beta_{zz} =$	1,000*L
L [m] =	3,50

4 db Ø16-os vas esetén a **kihasználtság 1,005-re** adódott, ami bár matematikailag nagyobb 1-nél, műszakilag elfogadható.

Azonban a kiviteli terveken 4 db Ø20-as vasat rajzoltam.

A vasbeton pillérek az épület költségének mintegy 2%-át teszik ki, épületmerevítő funkciójuk viszont igen fontos, evégett ezen szerkezetek teherbírásán nem szabad spórolni. Ennél több betonacélt nem használok, mert a kivitelezési szempontokat is figyelembe kell venni: a rossz kibetonozás fészkesedést és rossz tapadást eredményez.

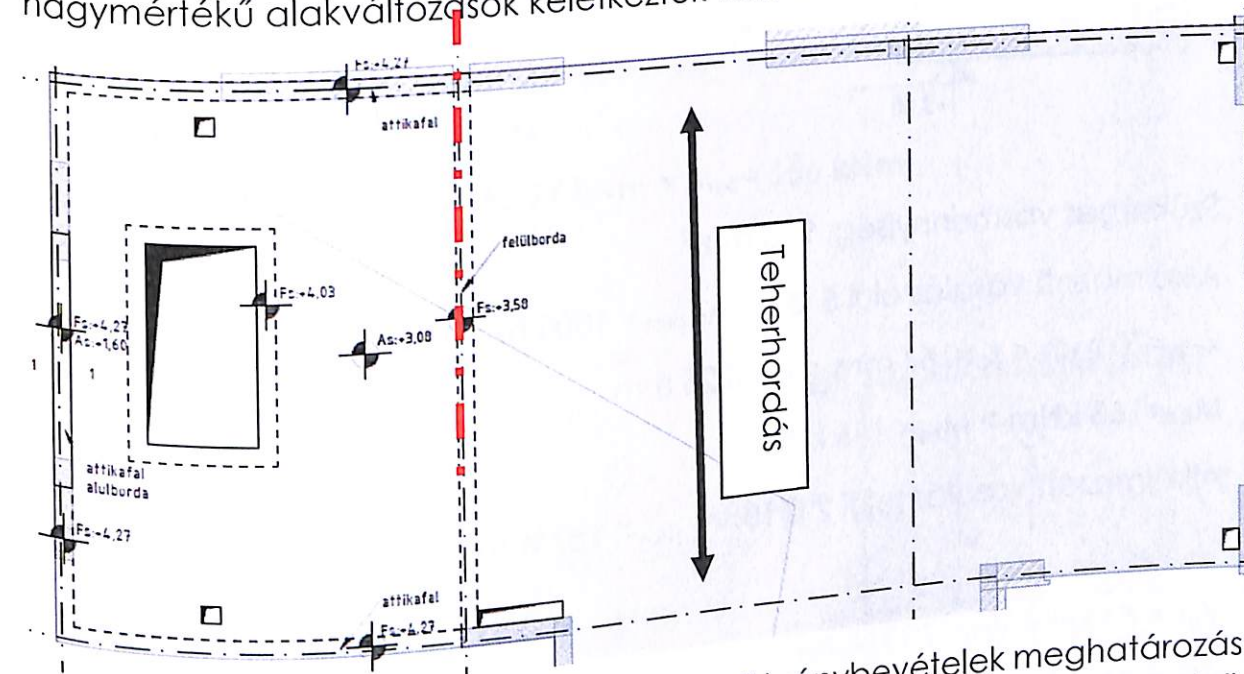
Teherbírási görbe pontjainak összehasonlítása:

	Kézi	Axis
1.	853,6 kN	0 kNm
2.	213,8 kN	35,2 kNm
3.	0 kN	24,10 kNm
		0 kN

Teherbírás és kihasználtság összehasonlítása a különböző módszereknél:			
Kihasználtság	Központos	Táblázat	T.h. görbe
	0,53	0,75	1,07
			Axis
			1,005

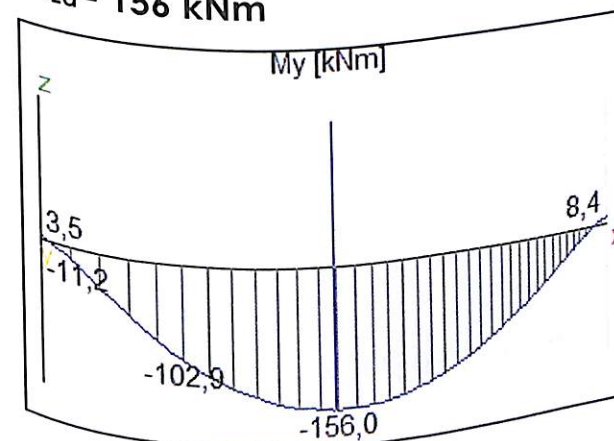
B5 felülborda

A vizsgálat tárgyát képező B5 gerenda a földszint feletti födémbe helyezkedik el. Beépítésére azért volt szükség, mert az emeleti falnak nincs folytatása a földszinten, a födém továbbítja a terhet, emiatt a födém nagymértékű alakváltozások keletkeztek volna.

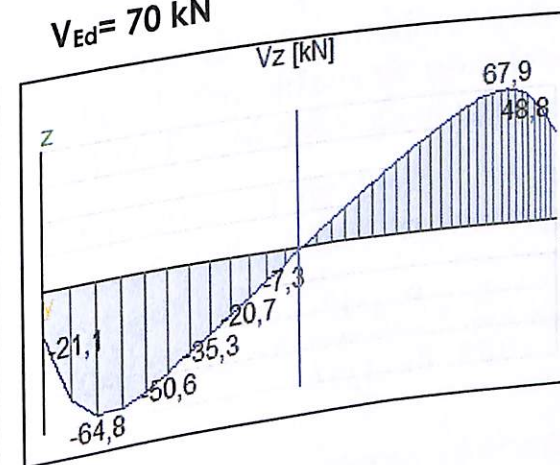


A terhelő mező és a gerendában keletkező igénybevételek meghatározása kézi számítással a gerenda tengelyére merőleges 3 támaszú tartó modellel lehetséges. Ebben az irányban azonban kevés alátámasztása van a födémnek, a fő teherhordási irány a gerenda tengelyével párhuzamos irány.

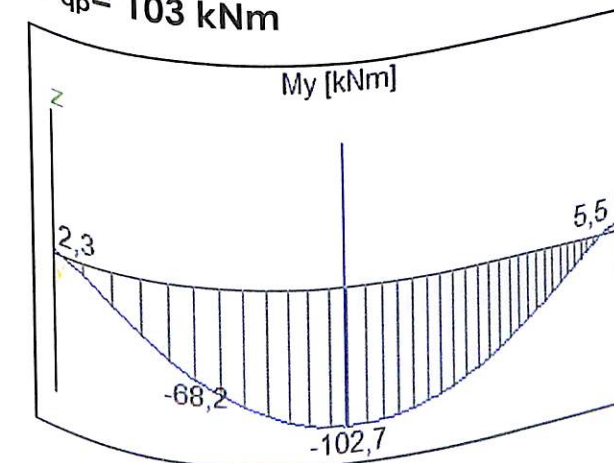
$M_{Ed} = 156 \text{ kNm}$



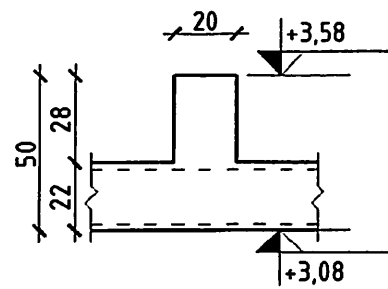
$V_{Ed} = 70 \text{ kN}$



$M_{qp} = 103 \text{ kNm}$



• Vasalás:



$$l_0 = 6,40 \text{ m}$$

Feltételezett vasalás: felül Ø10, alul Ø16, kengyel Ø8.

$$a = 46 \text{ mm}, d = 454 \text{ mm}$$

Szükséges vasmenyiség: 935 mm²

Alkalmazott vasalás alul 5 Ø16: $A_{s, \text{prov}} = 1005 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{min}} = 120 \text{ mm}^2$

$$x_{c0}' = 70 \text{ mm} < x_{c0} = 164 \text{ mm} < x_{c0}'' = 225 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = 163 \text{ kNm} > M_{Ed} = 156 \text{ kNm}$$

Alkalmazott vasalás felül 2 Ø10: $A_{s, \text{prov}} = 157 \text{ mm}^2$

$V_{rdc} = 51 \text{ kN} < V_{Ed} = 70 \text{ kN}$, tehát nyírási vasalás szükséges.

Alkalmazott nyírási vasalás Ø8/100: $A_{s, w} = 50 \text{ mm}^2$, $\rho_w = 2,51\text{‰} > \rho_{w, \text{min}} = 0,71\text{‰}$

$$V_{Rd} = 89 \text{ kN} > V_{Ed} = 70 \text{ kN}$$

Lehajlás inhomogén, repedezett keresztmetszettel: 19,2 mm, ami L/333-nak felel meg. Ez kisebb, mint L/300, ami a „még nem érzékelhető” igény szint. Repesztőnyomaték: $M_{cr} = 31 \text{ kNm}$

Kézzel, közelítően (vasalás nélkül, beton zsugorodásának és kúszásának figyelembevételével, homogén keresztmetszettel):

$$e_z = \frac{5}{384} \cdot \frac{P_{qp} \cdot L^4}{E_{c, \text{eff}} \cdot I} = 5 \cdot 20,06 \cdot 6400^4 / 384 \cdot 8500 \cdot 2,08 \cdot 10^9 = 24,7 \text{ mm}$$

Kifordulásvizsgálat:

$h_k = 0,9 \cdot 200 = 180 \text{ mm}$; $L/h_k = 6,4/0,18 = 36 > 15$, övmerevség vizsgálat szükséges.

$$L_0 = L - 10h_k = 4,6 \text{ m}, L_0/h_k = 26 \rightarrow \varphi = 0,33$$

$$x_{II} = 166,61 \text{ mm}, z = d - 0,5 \cdot x_{II} = 454 - 0,5 \cdot 166,61 = 371 \text{ mm}$$

$$N = \varphi \cdot (x_{II} \cdot h_k \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd}) = 0,33 \cdot (221 \cdot 180 \cdot 13,3 + 157 \cdot 435) = 0,33 \cdot (529,07 + 68,30) = 197,13 \text{ kN}$$

$$M_{Rd, k} = N \cdot z = 197,13 \cdot 0,37 = 72,94 \text{ kNm}$$

Mivel nem vettem figyelembe a lemez merevítő hatását, a teherbírás nagyon kicsire adódik. Ezt úgy közelítem, hogy a lemezvastagság és a teljes gerendamagasság arányának mértékében (56%) csökkentem a kihajlási hosszt.

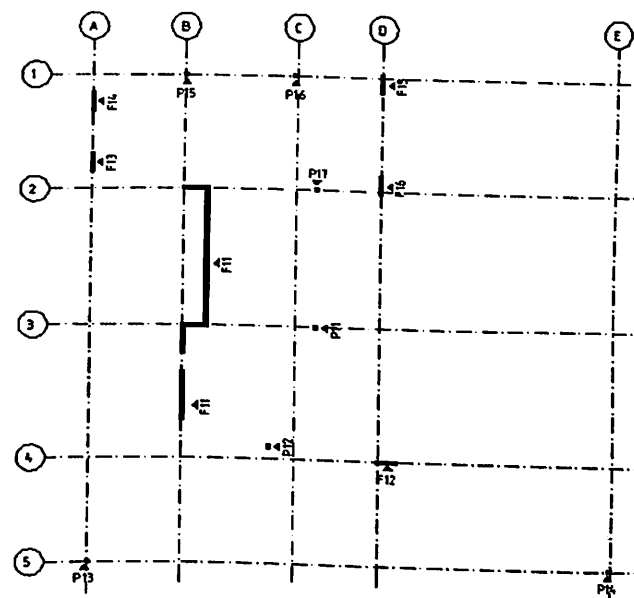
$$L_0 = 0,56 \cdot (L - 10h_k) = 2,57 \text{ m}, L_0/h_k = 14,3 \rightarrow \varphi = 0,75$$

$$N = \varphi \cdot (x_{II} \cdot h_k \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd}) = 0,75 \cdot (221 \cdot 180 \cdot 13,3 + 157 \cdot 435) = 0,75 \cdot (529,07 + 68,30) = 448,03 \text{ kN}$$

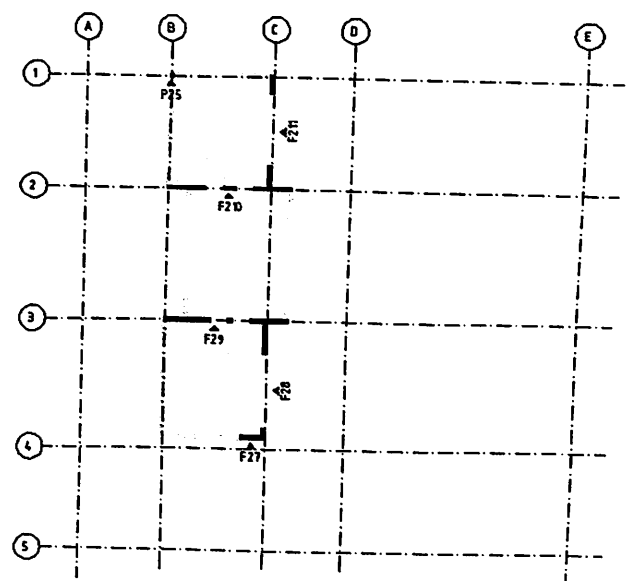
$$M_{Rd, k} = N \cdot z = 448,03 \cdot 0,37 = 165,77 \text{ kNm} > M_{Ed} = 156 \text{ kNm}$$

Merevítőrendszer

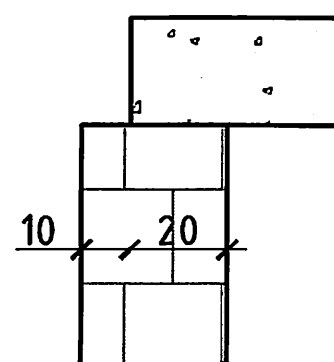
Földszinti és



emeleti vasbeton szerkezetek:



Falazat



Anyag: PTH 30 NF

$\rho = 850 \text{ kg/m}^3$

Falazat magassága: $h = 3,88 \text{ m}$

Vastagsága: $t = 300 \text{ mm}$

Feltámaszkodása: $t_f = 200 \text{ mm}$

Erő külpontossága: $e_f = 50 \text{ mm}$

Kihajlás miatti csökkentő tényező: $\varphi_2 = 0,75 \rightarrow h_{ef} = \varphi_2 \cdot h = 2910 \text{ mm}$.

Parciális tényező: $\gamma_m = 2,5$, K-tényező = 0,45

Falazóelem szilárdsága: $f_{dek} = 11 \text{ N/mm}^2$, $\delta = 1,138$, ebből a nyomószilárdság karakterisztikus értéke: $f_b = f_{dek} \cdot \delta = 12,5 \text{ N/mm}^2$

Habarcs nyomószilárdsága: $f_m = 3,0 \text{ N/mm}^2$

Falazat tervezési szilárdsága: $f_d = (K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3}) / \gamma_m = 1,5 \text{ N/mm}^2$

- Vizsgálat a fal tetején:

Vízszintes teherből adódó külpontosság: $e_{he} = 0 \text{ mm}$

Kezdeti külpontosság: $e_{init} = h_{ef} / 450 = 6,5 \text{ mm}$

Minimális külpontosság: $0,05t = 15 \text{ mm}$

Számított: $e_1 = \max \{ e_f + e_{he} + e_{init} ; 0,05t \} = 15 \text{ mm}$

Csökkentő tényező: $\varphi_1 = 1 - (2 \cdot e_1 / t_f) = 0,85$

Ellenállás: $N_{rd1} = \varphi_1 \cdot t_f \cdot f_d = 0,85 \cdot 200 \text{ mm} \cdot 1,5 \text{ N/mm}^2 = 250 \text{ kN/m}$

- Vizsgálat a fal alján:

Vízszintes teherből adódó külpontosság: $e_{he} = 0 \text{ mm}$

Kezdeti külpontosság: $e_{init} = h_{ef} / 450 = 6,5 \text{ mm}$

Minimális külpontosság: $0,05t = 15 \text{ mm}$

Számított: $e_2 = \max \{ e_f + e_{he} + e_{init} ; 0,05t \} = 56,5 \text{ mm}$

Csökkentő tényező: $\varphi_1 = 1 - (2 \cdot e_2 / t) = 0,62$

Ellenállás: $N_{rd2} = \varphi_1 \cdot t \cdot f_d = 0,62 \cdot 300 \text{ mm} \cdot 1,5 \text{ N/mm}^2 = 280 \text{ kN/}$

- Vizsgálat a fal közepén:

Karcsúság: $\lambda = h_{ef} / t_f = 9,7 < 15$, tehát a falazat nem karcsú, nem származik plusz külpontosság a kúszásból. Emiatt ezt az esetet nem vizsgálom.

- Terhek közelítően:

- falazat: $1,35 \cdot (8,5 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,3 \text{ m} \cdot 3,88 \text{ m}) = 15 \text{ kN/m}$
- egy földemről 50 kN/m .

A földszinten a fal tetején két földem+emeleti fal: $2 \cdot 50 + 15 =$

$= 115 \text{ kN/m} = N_{Ed1,f} < 250 \text{ kN/m} = N_{rd1}$

A földszinten a fal alján két földem+ két fal: $2 \cdot 50 + 2 \cdot 15 =$

$= 130 \text{ kN/m} = N_{Ed2,f} < 280 \text{ kN/m} = N_{rd2}$

Pinceszinten: $3 \cdot 50 + 2 \cdot 15 = 180 \text{ kN/m} = N_{Ed1,p} < 250 \text{ kN/m} = N_{rd1}$

Pinceszinten: $3 \cdot 50 + 3 \cdot 15 = 195 \text{ kN/m} = N_{Ed2,p} < 280 \text{ kN/m} = N_{rd2}$

Az Axis- modellekben is ellenőriztem a falazatra adódó terhelést, a legnagyobb pinceszinti igénybevétel **187 kN/m** .

Kihasználtság: **$N_{Ed2} / N_{rd2} = 195 / 280 = 0,7 < 1,0$**

Valójában a pinceszinti falaknál a feltámaszkodásból nem keletkezik külpontosság, mivel közbeeső alátámasztások (kívül zsalukő falazat készül). Emiatt a teherbírás is nagyobbra adódna, mint 280 kN/m .

IV. Források, felhasznált irodalom

<http://members.iif.hu/visontay/ponticulus/rovatok/hidverok/losy-1.html>

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Kezd%C5%91lap>

dr. Szepesházi Róbert: Geotechnika (Egyetemi jegyzet)

A tartószerkezeti tervezés alapjai- Terhek és hatások

Dr. Dulácska Endre: Kisokos statikusoknak

Vasbeton szerkezetek- Tervezés az Eurocode alapján

Freund Péter: Segédletek- A mechanika és tartószerkezetek című tárgyhöz

Egyetemi jegyzeteim

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom:

Freund Péternek,

aki úgy tudja a statika és szilárdságtan órákat tartani, mint senki más;

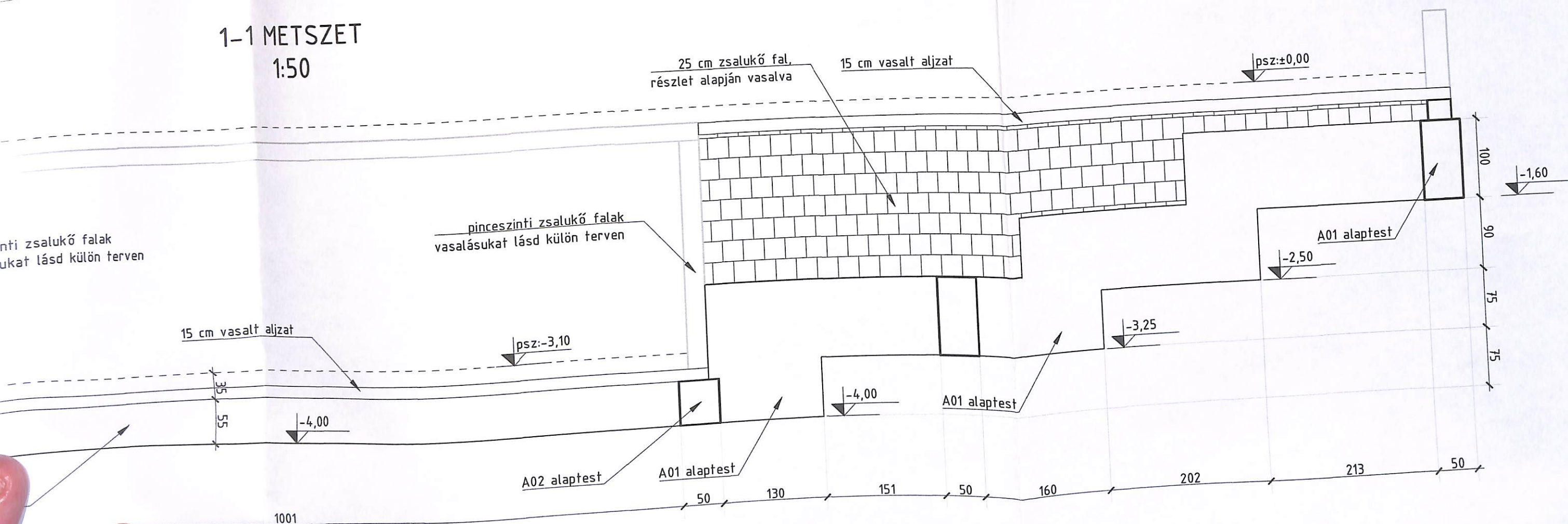
és

Mihók Barnának,

aki megválaszolja ezer és ezer kérdésemet.

*Az ő szakma iránti tiszteletük és szeretetük kellett ahhoz, hogy nekem is
hivatásommá váljon.*

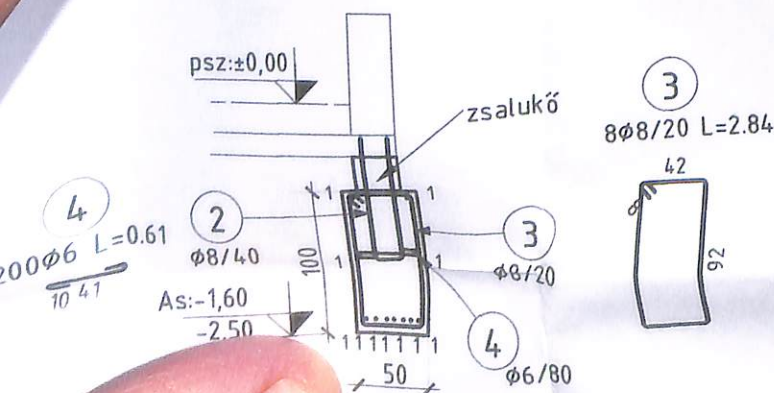
1-1 METSZET 1:50



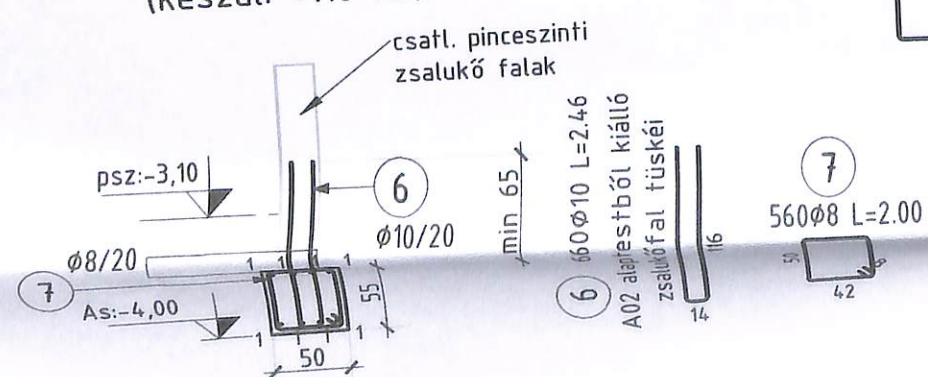
AKÍTÁSA ALAPTESTEK BEN

A01 alaptest METSZET 1:50

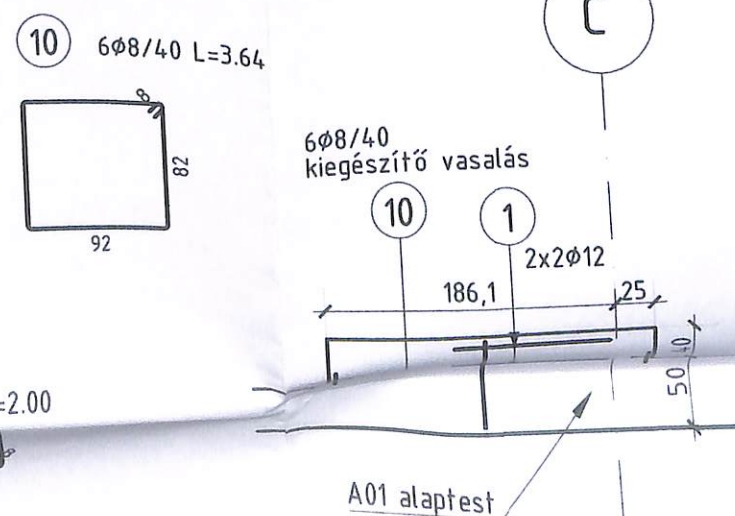
(készül: ~50+~80=130 fm)



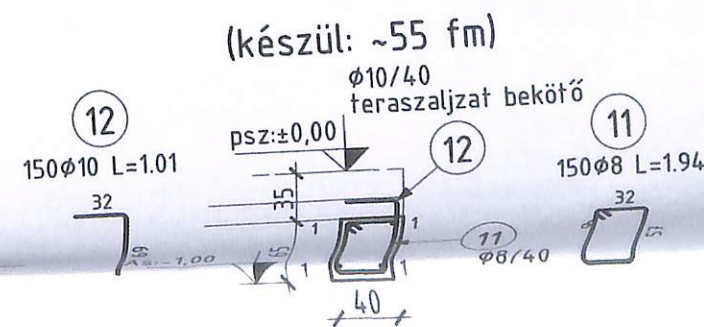
A02 alaptest (pince alatt) METSZET 1:50 (készül: ~110 fm)



Kémény alatti alaptest kiszélesítés ALAPRAJZ 1:50



A03 alaptest (terasz alatt) METSZET 1:50 (készül: ~55 fm)

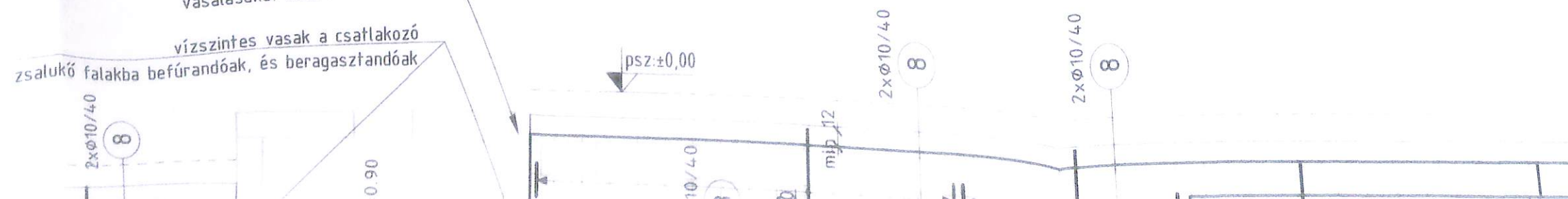


KIALAKÍTÁSA FÖLDBENI ZSÁLUKŐFALAKBAN (lépcsőzés miatt) v=25 cm

arázsámaít, és a falak négyzetméternyi felületeit az alaprajz ábrázolja.
110m2 25 cm-es vastagságban

106 L=2000 00
sak földbeni zsálukő falakban
asi hossz minimum 20 cm

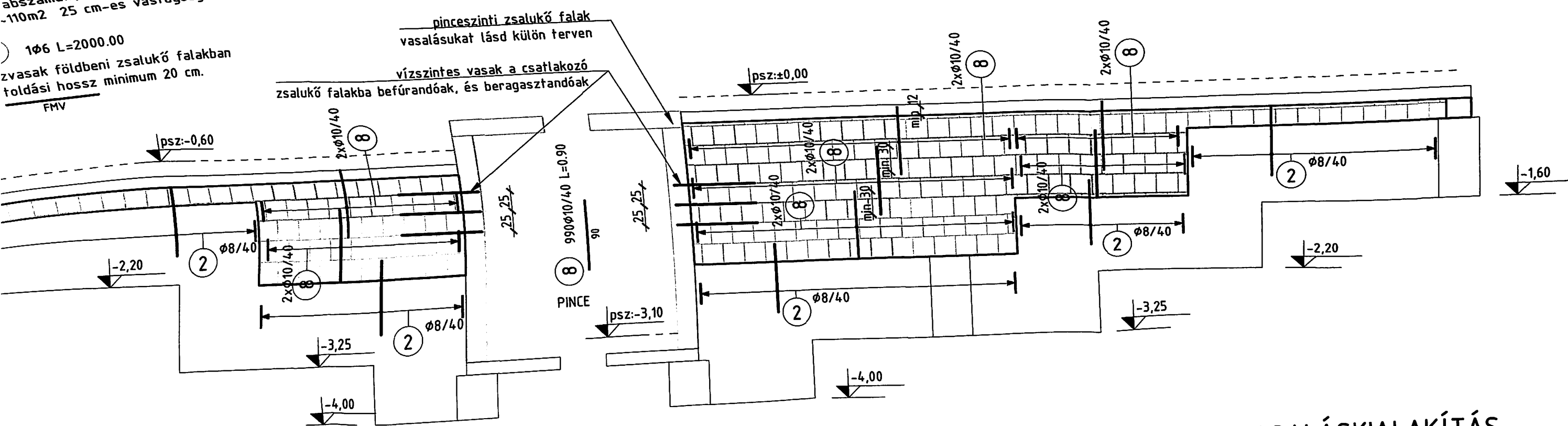
pincszinti zsálukő falak
vasalásukat lásd külön terven
vízszintes vasak a csatlakozó
zsálukő falakba befúrandóak, és beragasztandóak



KIALAKÍTÁSA FÖLDBENI ZSALUKÓFALAKBAN (lépcsőzés miatt) v=25 cm

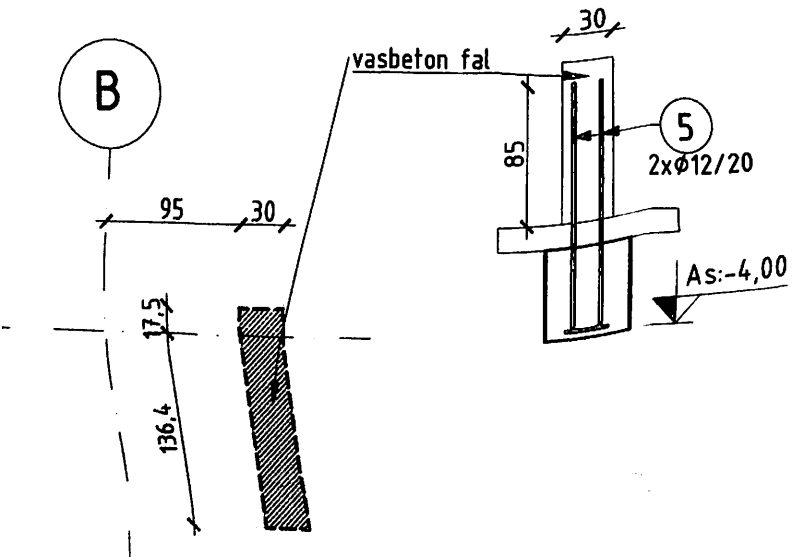
abszámait, és a falak négyzetméternyi felületeit az alaprajz ábrázolja.
-110m² 25 cm-es vastagságban

1φ6 L=2000.00
zvasak földbeni zsalukő falakban
toldási hossz minimum 20 cm.
FMV

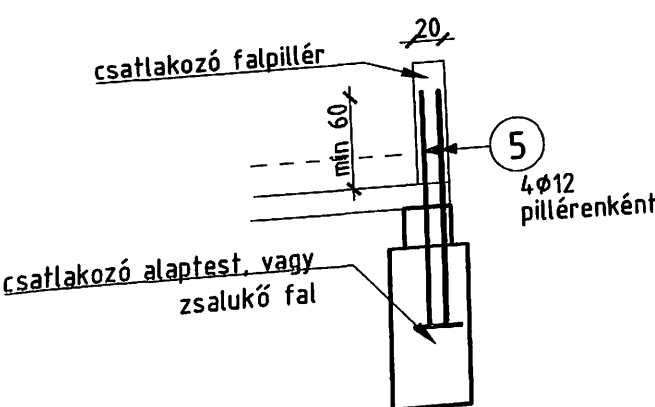


KEVASAK KIALAKÍTÁSA

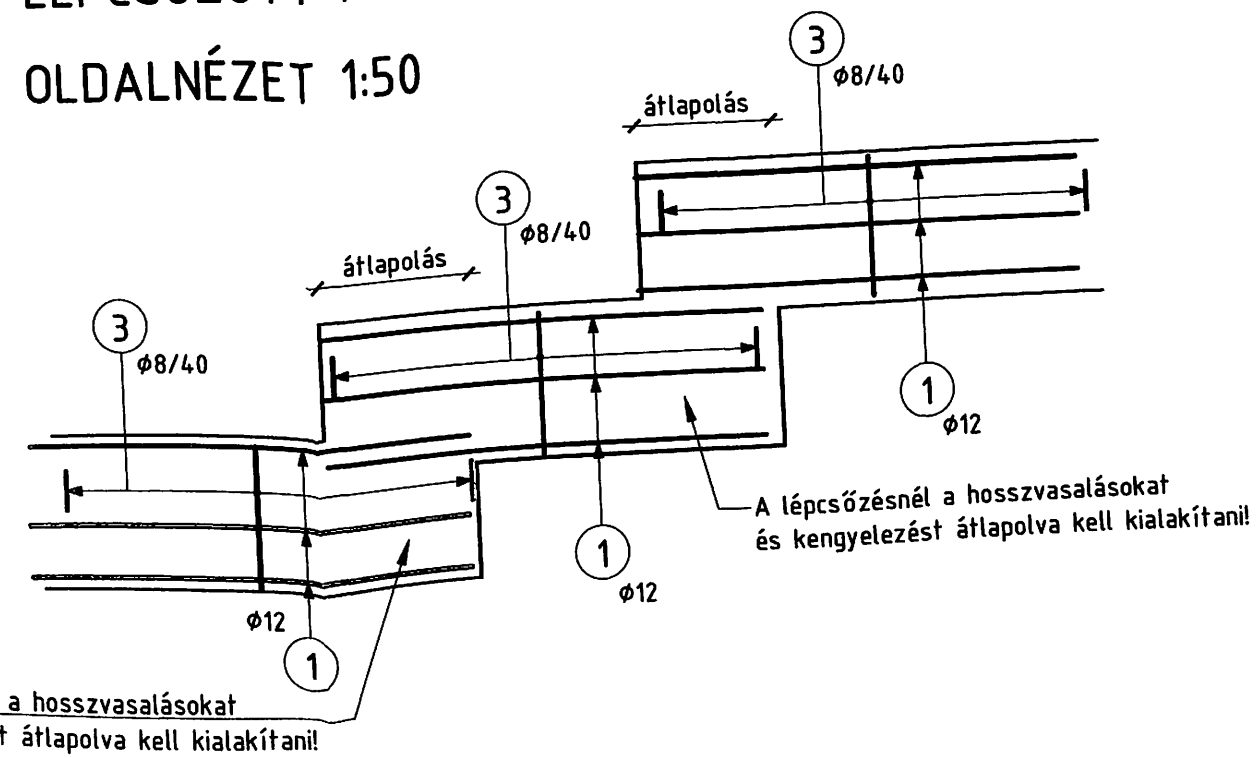
eszinti vasbeton fal (készül 1 helyen)
PRAJZ 1:50
METSZET 1:50



Falpillérek
METSZET 1:50 (készül 6 helyen)
A falpillérek kontúrjait, elhelyezkedéseit az alaprajz tartalmazza.

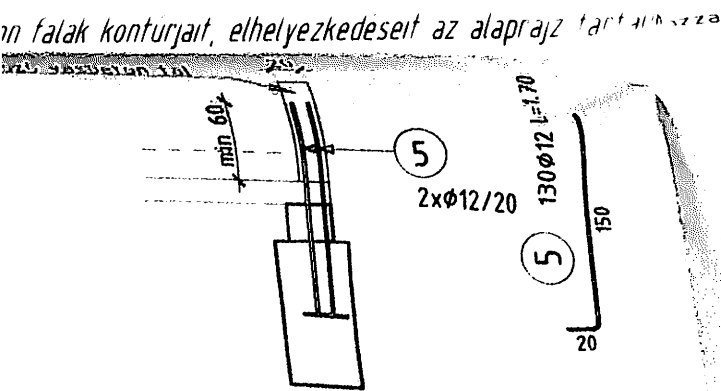


LÉPCSŐZÖTT ALAPOK VASALÁSKIALAKÍTÁS OLDALNÉZET 1:50



dszinti vasbeton falak

METSZET 1:50 (készül 5 helyen; 9 fm)

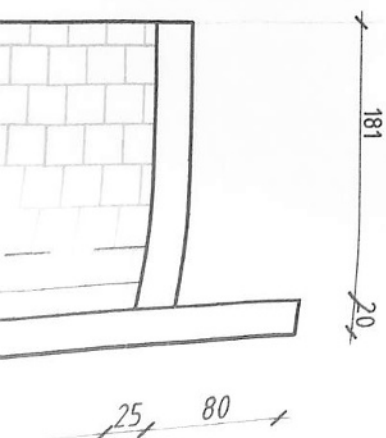
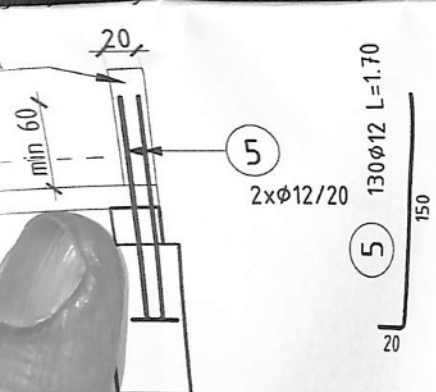


Megjegyzés:

- Betonminőség
1.1. Alaptest C20/25-32-XC1-F2
1.2. Zsalukő C20/25-12-X0-F4
1.3. Vasalt aljzat C16/20-16-X0-F3
- Betonacél: B500B
- Betonfedés:
3.1. Alaptestnél: c=4,0 cm
3.2. Pillérek, falak túskevasainál c=2,0 cm
- Mennyiségek:
4.1. Földkiemelés: ~2200 m³

BETONMATER KIMUTATÁS

Jel	db	φ (mm)	Vasalak	Hossz [m]	φ6	φ8	φ10	φ12
1	1	12	FMV	3200.00				3200.00
2	400	8	88	1.95		780.00		
3	8	8	92	2.84		22.72		
4	200	6	10	0.61	122.00			221.00
5	130	12	150	1.70				1623.60



Megjegyzés:

1. Betonminőség:
 - 1.1. Alaptest: C20/25-32-XC1-F2
 - 1.2. Zsalukő: C20/25-12-X0-F4
 - 1.3. Vasalt aljzat: C16/20-16-X0-F3
2. Betonacél: B500B
3. Betonfedés:
 - 3.1. Alaptestnél: $c=4,0$ cm
 - 3.2. Pillérek, falak túskevasainál: $c=2,0$ cm
4. Mennyiségek:
 - 4.1. Földkiemelés: ~2200 m³
 - 4.1. Alaptest beton: 122 m³
 - 4.2. Zsalukő falak: 170 m²
 - 4.3. Zsalukő falak beton: 36 m³
 - 4.4. Vasalt aljzat: 660 m²
 - 4.5. Vasalt aljzat beton: 100 m³
 - 4.6. Vasalt aljzat betonacél háló: 395 kg
 - 4.7. Összes betonmennyiség: 260 m³
5. Az alaptest lépcsőzése miatt az alaprajzon ábrázolt több sorban elhelyezett zsalukőfalat kell építeni.
6. Az alapozást a lépcsőzéseknél átlapolva, a részlet alapján kell kialakítani.
7. A zsalukő vízszintes vasait a csatlakozó zsalukő falakba be kell fúrni, és ragasztani.
8. A vasalt aljzat alatti tömörítés tömörsége min $\text{Trg}=95\%$
9. Együttkezelendő tervek: építész alaprajzok és metszetek, gépész tervek és metszetek, valamint a tartószerkezeti tervek.
10. A terv a megvalósítandó állapot geometriáját jeleníti meg. (végleges állapotot)
11. A terven ábrázolt méretektől, geometriától eltérni csak tervezői jóváhagyással lehetséges.
12. A kivitelezést csak is felelős műszaki vezető jelenlétében és az építési napló vezetése mellett lehet végezni.

Betonacél kimutatás

Jel	db	ϕ	Vasalak	Hossz	$\phi 6$	$\phi 8$	$\phi 10$	$\phi 12$
		[mm]		[m]				
1	1	12	FMV	3200.00				3200.00
2	400	8	88	1.95		780.00		
3	8	8	92	2.84		22.72		
4	200	6	41	0.61	122.00			
5	130	12	150	1.70				221.00
6	660	10	116	2.46			1623.60	
7	560	8	50	2.00		1120.00		
8	990	10	90	0.90			891.00	
9	1	6	FMV	2000.00	2000.00			
10	6	8	92	3.64		21.84		
11	150	8	57	1.94		291.00		
12	150	10	69	1.01			151.50	
13	130	10	122	2.92			379.60	
14	130	10	114	2.47			321.10	
15	130	8	114	2.47		321.10		
16	100	10	235	2.35			235.00	
Összhossz / ϕ [m]:					2122.00	2556.66	3601.80	3421.00
Fm. tömeg / ϕ [kg/m]:					0.222	0.395	0.617	0.888
Össztömeg / ϕ [kg]:					471.08	1009.88	2222.31	3037.85
Össztömeg [kg]:					6741.12			

		Egység: Építőmérnöki Intézet	
Tanszék: Mechanika és tartószerkezetek szakcsoport			
Tantárgy: Szakirányú diplomamunka			Dátum: 2018.XII.26.
Rajz: Alapozás kiviteli terve			Méretarány: 1:50
Hallgató: Varjas Kitti	Neptunkód: [REDACTED]	Konzulens: Mihók Barna	Rajzsám: S001 Rajzméret: A0

25 cm zsalukő fal, részlet alapján vasalva

15 cm vasalt aljzat

psz: -0,60

35 25 105 100 105 75 35 55 1001

-2,20

-3,25

-4,00

-4,00

A01 alaptest

A01 alaptest

A02 alaptest

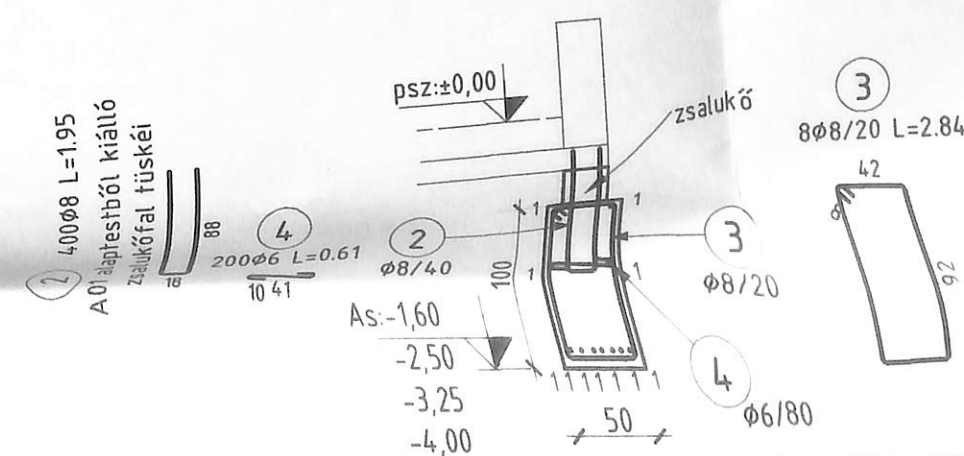
A02 alaptest

15 cm vasalt aljzat

pincszinti zsalukő falak vasalásukat lásd külön terven

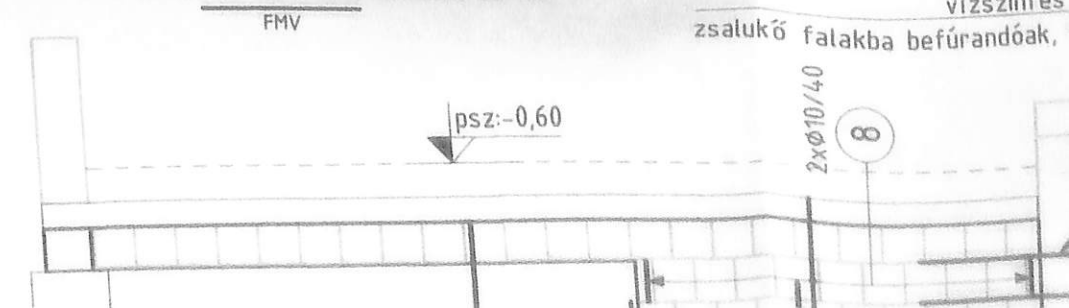
50 238 245 100 50 1001

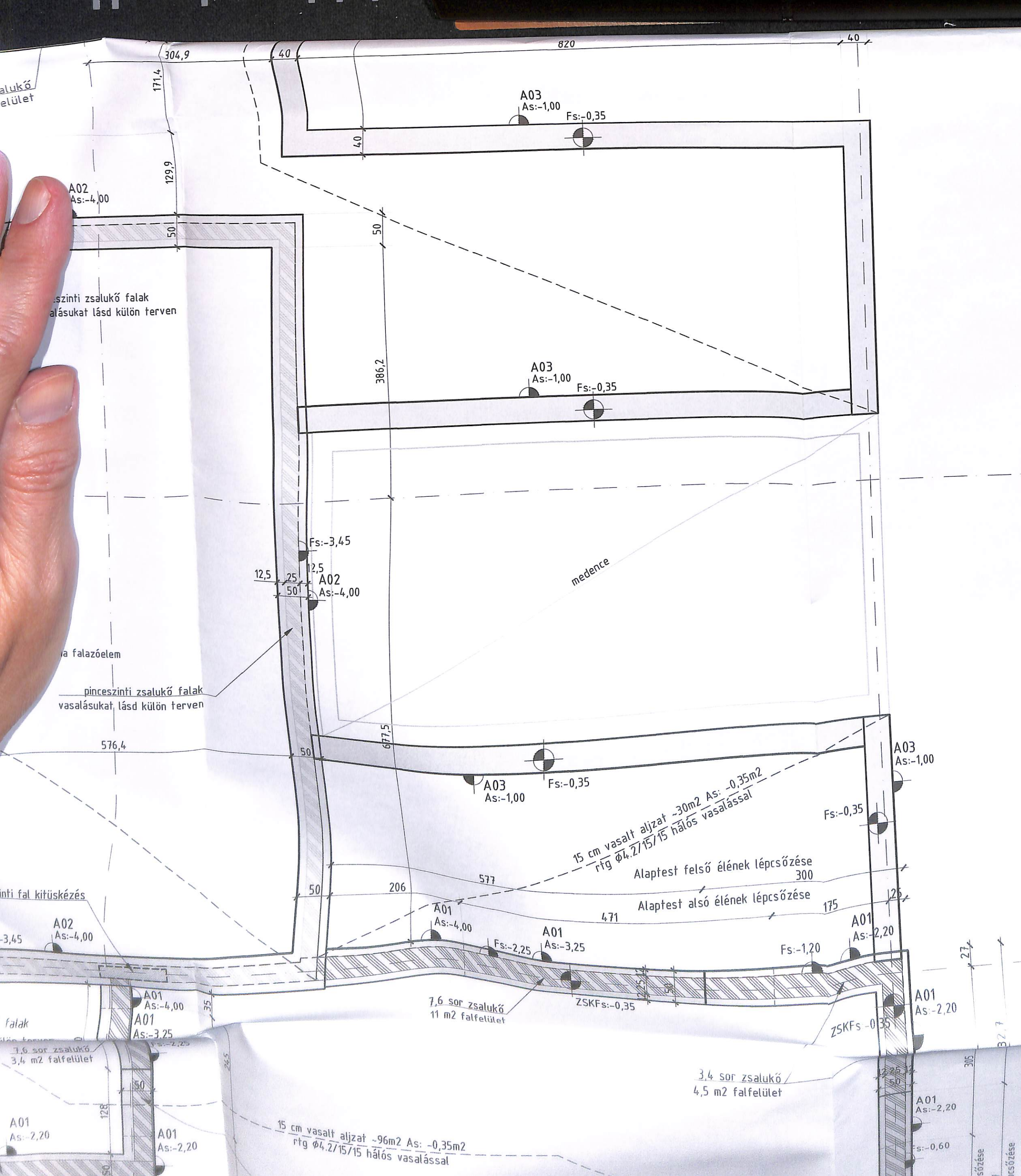
1 $\varnothing 12$ L=3200.00
 alapozás vízszintes vasalása
 átfedésses toldási hossz minimum 20 cm.
 FMV



A zsalukő sorok darabszámait, és a falak négyzetméternyi felületeit az alaprajz ábrázol
készül $54\text{m}^2 + 45\text{m}^2 \approx 110\text{m}^2$ 25 cm-es vastagságban

9 106 L=2000.00
 vízszintes hosszvasak földbeni zsalukő falakban
 átfedései toldási hossz minimum 20 cm.

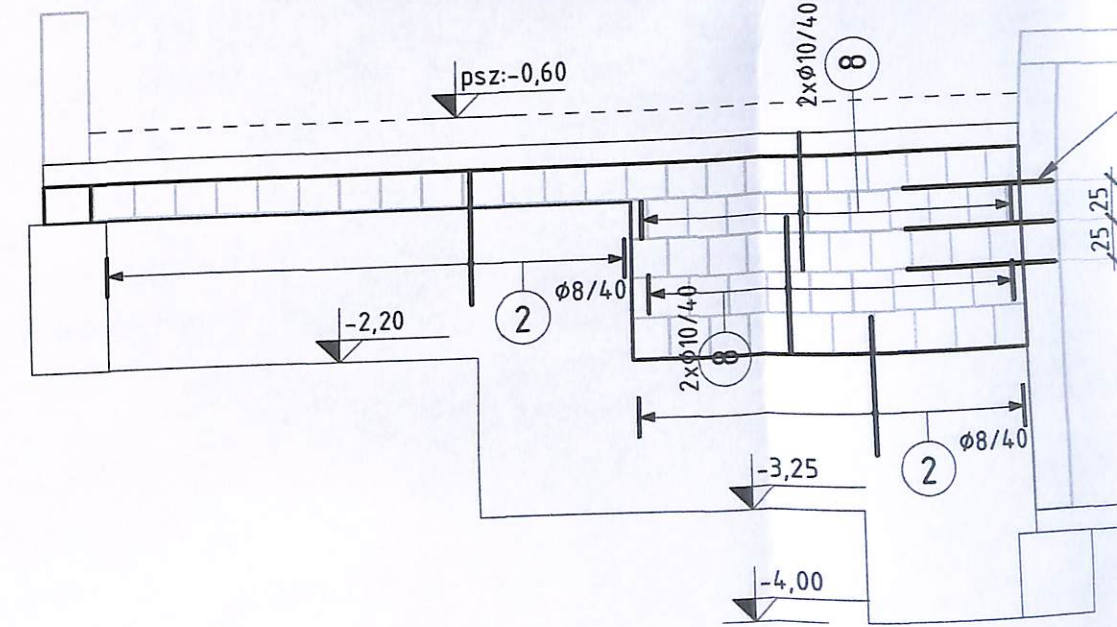




VASALÁSOK KIALAKÍTÁSA FÖLDBENI ZSALUKÓ

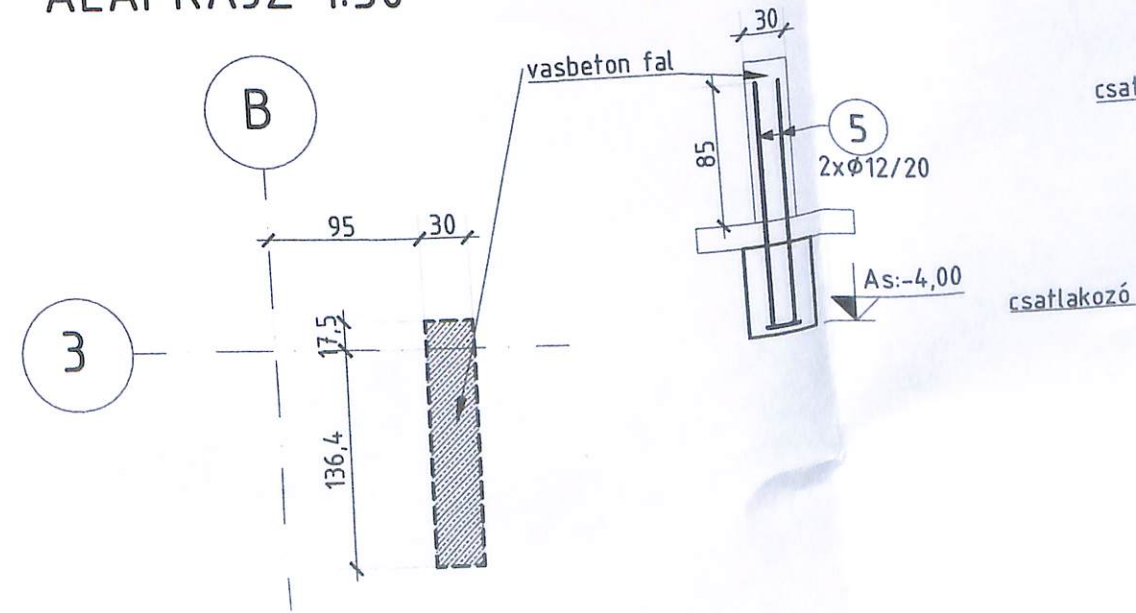
A zsalukő sorok darabszámait, és a falak négyzetméternyi felületeit az alaprajz ábrázolja. készül 54m2+45m2=99m2 25 cm-es vastagságban

9 1Ø6 L=2000.00
vízszintes hosszvasak földbeni zsalukő falakban
átfedéses toldási hossz minimum 20 cm.
FMV

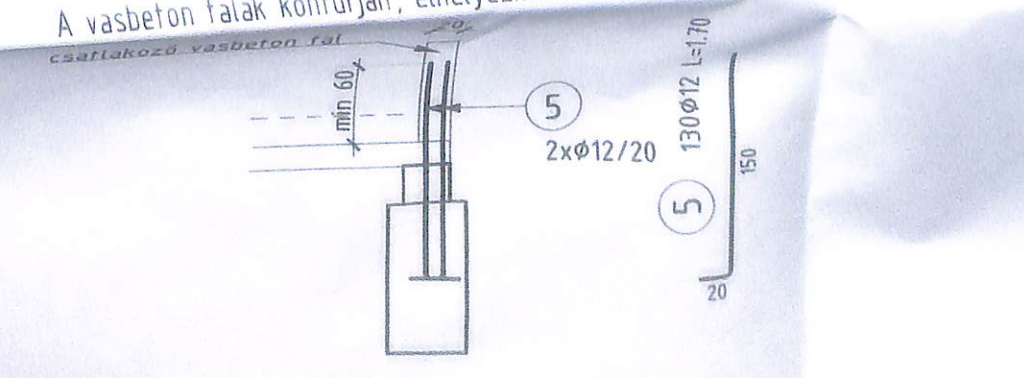


TÜSKEVASAK KIALAKÍTÁSA

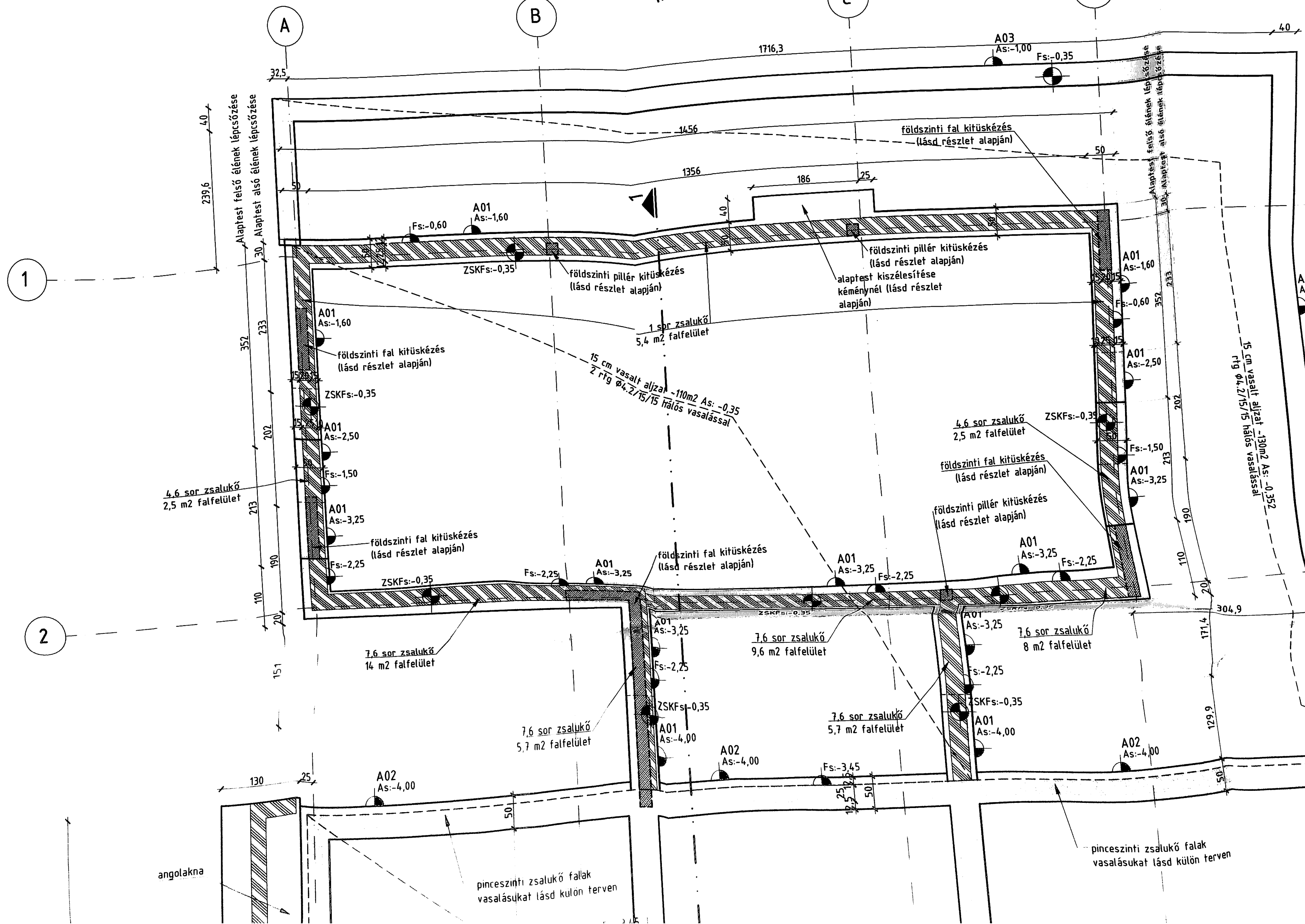
Pincszinti vasbeton fal (készül 1 helyen)
ALAPRAJZ 1:50 METSZET 1:50



Földszinti vasbeton falak
METSZET 1:50 (készül 5 helyen; ~9 fm)
A vasbeton falak kontúrjait, elhelyezkedését az alaprajz tartalmazza.

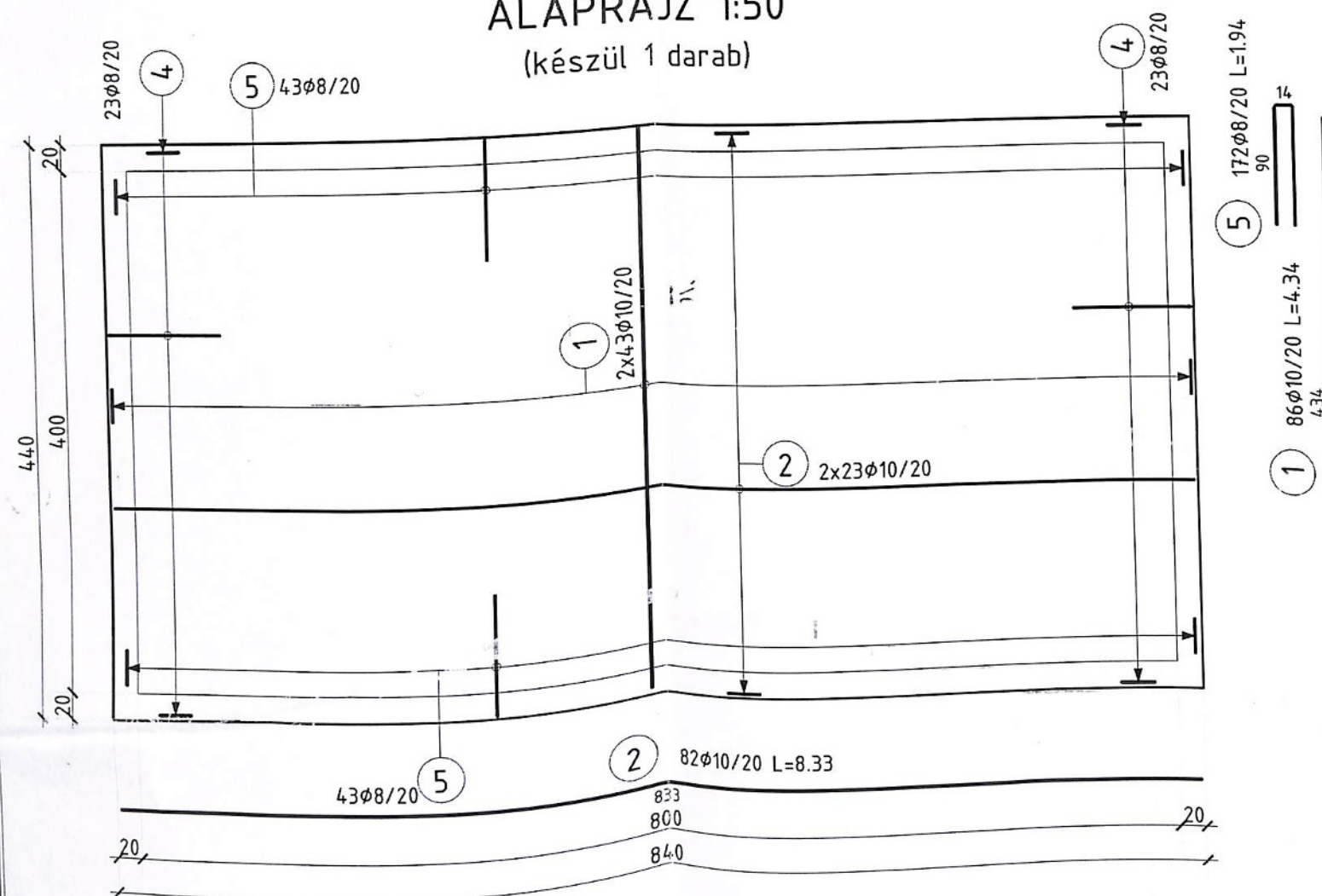


ALAPRAJZ 1:50
(Felülnézet)

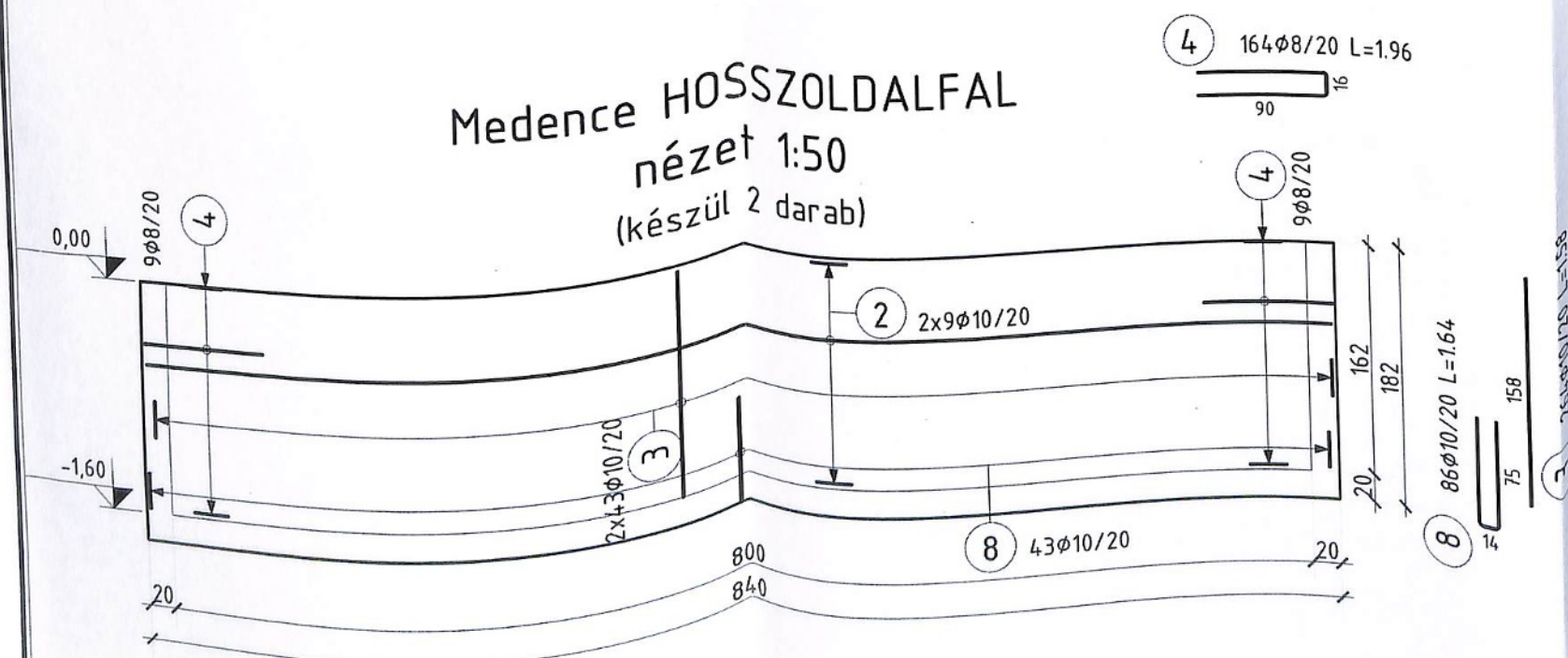




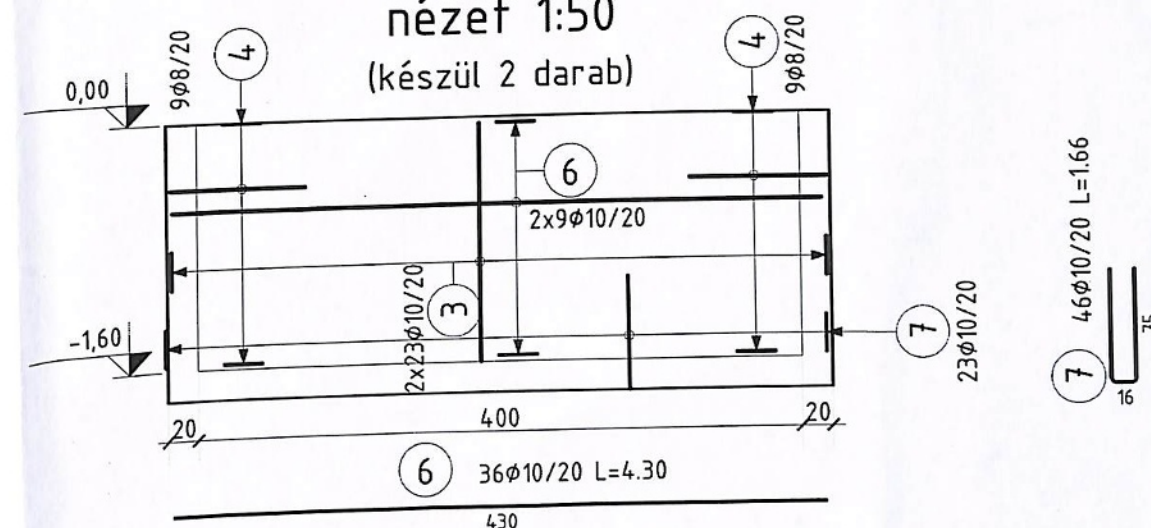
Medence FENÉKLEMEZ ALAPRAJZ 1:50 (készül 1 darab)



Medence HOSSZOLDALFAL nézet 1:50 (készül 2 darab)



Medence RÖVID OLDALFAL nézet 1:50 (készül 2 darab)



Betonacél kimutatás

Jel	db	φ	Vasalék	Hossz	φ8	φ10
		[mm]		[m]		
1	86	10	434	4.34		373.24
2	82	10	833	8.33		683.06
3	264	10	158	1.58		417.12
4	164	8	90	1.96	321.44	
5	172	8	90	1.94	333.68	
6	36	10	430	4.30		154.80
7	46	10	75	1.66		76.36
8	86	10	75	1.64		141.04
Összhossz / φ [m]:					655.12	1845.62
Fm. tömeg / φ [kg/m]:					0.395	0.617
Össztömeg / φ [kg]:					258.77	1138.75
Össztömeg [kg]:					1397.52	

Megjegyzés:

- Betonminőség: C20/25-32-XC1-F2
- Betonacél: B500B
- Betonfedés: c=2,0 cm
- Mennyiségek (beton) : 15,3m³
- A terv a megvalósítandó állapot geometriáját jeleníti meg. (végleges állapotot)
- A terven ábrázolt méretektől, geometriától eltérni csak tervezői jóváhagyással lehetséges.
- A kivitelezést csak is felelős műszaki vezető jelenlétében és az építési napló vezetése mellett lehet végezni.

SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KARI, BUDAPEST		Egység: Építőmérnöki Intézet	
Tanszék: Mechanika és tartószerkezetek szakcsoport			
Tantárgy: Szakirányú diplomamunka		Dátum: 2018.XII.26.	
Rajz: Külső medence kiviteli terve		Méretarány: 1:50	
Hallgató: Varjas Kitti	Neptunkód: [REDACTED]	Konzulens: Mihók Barna	Rajzsám: S014 Rajzméret: A3