

SZAKDOLGOZAT

**OE-YBL
2023.**

Hallgató neve:
Hallgató törzskönyvi száma:

Barta Kristóf



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Építőmérnöki Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Barta Kristóf

Szakdolgozat száma: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: [REDACTED]

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: Építőmérnöki

Specializáció: Geotechnika

A dolgozat címe: Kreinbacher pezsgőüzem bővítésének résfalas munkatér határolása

A dolgozat címe angolul: Delimitation of the working area of the expansion of the Kreinbacher champagne factory with diaphragm wall

A feladat részletezése: A somlóvásárhelyi Kreinbacher pezsgőgyár bővítésének mélyalapozás elkészítéséhez szükséges résfalas munkatér határolás tervezése.

Intézményi konzulens neve: Firgi Tibor

Külső konzulens neve: Buglyó Gergő

Munkahelye: Rekontir BPM Kft.

A kiadott téma elévülési határideje: 2025. 06. 01.

Beadási határidő: 2023. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Óbudai Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Építőmérnöki Intézet
1448 Budapest, Thököly út 74.
1442 Budapest, 70., Pf. 117.

Kiadva: Budapest, 2023. 10. 30.

P.H

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom: 2023. 12. 15.

.....
belső konzulens

.....
külső konzulens



SZAKDOLGOZAT KONZULTÁCIÓS NAPLÓ

Hallgató neve: Barta Kristóf

Oktatási azonosítója: [REDACTED]

Dolgozat száma: [REDACTED]

Szak, specializáció megnevezése:

Neptun azonosítója: [REDACTED]

Építőmérnök

Törzskönyvi száma: [REDACTED]

Geotechnika

A dolgozat címe magyar nyelven: Kreinbacher pezsgőüzem bővítésének részfalas munkatér határolása

A dolgozat címe angol nyelven: Delimitation of the working area of the expansion of the Kreinbacher champagne factory with diaphragm wall

Belső (kari) konzulens neve: Firgi Tibor

Külső konzulens neve: Buglyó Gergő

Külső konzulens munkahelye: Rekontir BPM Kft.

ALK.	DATUM	KONZULTÁCIÓ TÉMÁJA, TARTALMA	KONZULENS ALÁÍRÁSA
1.	2023.09.28.	Szakdolgozat szerkezet átbeszélése, kiindulások	
2.	2023.10.19.	Szakirodalom rész konzultációja, tervezés elkezdése	
3.	2023.11.17.	Tervezési feladat konzultáció szakirodalom véglegesítése	
4.	2023.12.06.	Szakdolgozat javítása a véglegesítés előtt	

A Konzultációs naplót minimum négy alkalommal az egyes konzultációk alkalmával kell láttamoztatni bármelyik konzulenssel.

A résztvételt a konzulens akkor igazolhatja, ha arra a hallgató felkészülten érkezik, azaz érdemi konzultáció történt.

A hallgató a Szakdolgozat/Diplomaterv/Diplomamunka tantárgy(ak)* követelményét teljesítette.

Kelt: Budapest, 2023.12.15.

belső (kari) konzulens

* A megfelelő aláhúzendő.



Ybl Miklós Építéstudományi Kar

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott Barta Kristóf kijelentem, hogy a dolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült dolgozatban található eredményeket az Óbudai Egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: Budapest, 2023.12.15.

Barta Kristóf
hallgató



ÓBUDAI EGYETEM

YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR

Barta Kristóf

**KREINBACHER PEZSGÓÜZEM BŐVÍTÉSÉNEK
RÉSFALAS MUNKATÉR HATÁROLÁSA**

KONZULENS

Firgi Tibor

KÜLSŐ KONZULENS

Buglyó Gergő

BUDAPEST, 2023

Tartalomjegyzék

1 Bevezetés.....	13
2 Munkatérelhatárolás szakirodalmi összefoglalója	15
2.1 Rézsűs partfal kialakítás	15
2.1.1 Rézsűhajlás meghatározásának módjai	16
2.1.2 Táblázattal történő meghatározás	16
2.1.3 Nomogrammal történő meghatározás	17
2.1.4 Rézsűállékonyság vizsgálattal történő meghatározás	18
2.1.5 Fő állékonyságvizsgálati módszerek:.....	19
2.1.6. Rézsűállékonyságra ható tényezők:	21
2.2 Függőleges fallal történő munkatérelhatárolás.....	22
2.2.1 Dúcolás.....	22
2.2.2 Szádfalak.....	25
2.2.3 Cölöpfal.....	26
2.2.4 Támfalak	27
2.2.5 Résfal.....	30
2.3 Munkatér határolás megtámasztása.....	37
2.3.1 Horgonyzás	37
2.3.2 Horgonyzás technológiai lépései:.....	40
2.3.3 Csőtámasz:	41
2.3.4 Milánói módszer:.....	41
3 Alapadatok.....	43
3.1 Geotechnikai kategória:	43
3.2 Geológiai viszonyok.....	44
3.3 Talajvizsgálati jelentés	45
4 Szerkezet kiválasztása	47
4.1 Munkatérelhatárolás kiválasztása.....	47
4.2 Résfal megtámasztásának kiválasztása	48
5 Tervezési feladat.....	49
5.1 Munkatér határolás	49

5.2 GEO 5 programban levő tervezések, keresztmetszetek:	50
5.3 Kiválasztott keresztmetszet ellenőrzése lépésenként	54
Összefoglaló.....	60
Abstract	61
Irodalomjegyzék.....	62

Jelmagyarázat a 2. számú mellékletéhez

f_{ck}	a beton nyomószilárdságának karakterisztikus értéke [N/mm ²]
f_{cd}	a beton nyomószilárdságának tervezési értéke [N/mm ²]
f_{yk}	a betonacél folyáshatárának karakterisztikus értéke [N/mm ²]
f_{yd}	a betonacél folyáshatárának tervezési értéke [N/mm ²]
c_{min_b}	tapadáshoz szükséges minimális betonfedés / ϕ fovas átmérője [mm]
c_{nom}	betonfedés értéke [mm]
c_{min_dur}	előírt legkisebb tartóssági betonfedés a betonminőség függvényébe [mm]
d	hasznos magasság [mm]
x_c	nyomott betonzóna magassága [mm]
A_{s_req}	szükséges vasmenyiség [mm ²]
M_{Rd}	határnyomaték értéke [kNm]
M_{Ed}	nyomaték tervezési értéke [kNm]
ϕ_k	kengyel átmérője [mm]
s_s	szükséges kengyelkiosztás [cm]
z	a belső erők karja [mm]
V_{Rd}	nyíróerő határértéke [kN]
V_{Ed}	nyíróerő tervezési értéke [kN]
P_p	maximális próbaerő [kN]
U_1	átszűrődési vonal kerülete [cm]
A_1	átszűrődő kúp talpfelülete [m ²]
$e_{x,k}$	maximális vízszintes elmozdulás [mm]
q	talpreakció kúpon [kN/m ²]

F_s	biztonság szakadásra [-]
N_{Rm}	acéltest teherbírása [kN]
ρ_r	résiszap sűrűsége [g/cm ³]
p_r	résiszap nyomása [kN/m ²]
m_b	betonit tömege [t/m ³]
v_r	résiszap térfogata [m ³]
ρ_b	betonit sűrűsége [t/m ³]
σ_h	rés felé ható nyomás [kN/m ²]
σ_{ah}	a föld vízszintes irányú hatékony nyomása síkbeli állapotban [kN/m ²]
u	talajvíz nyomása [kN/m ²]
g	nehézségi gyorsulás [m/s ²]
h_r	résiszap felszínének terepszint alatti mélysége [m]
k_a	aktív földnyomási együttható [-]
σ_z	hatékony függőleges feszültség [kN/m ²]
ρ_v	víz sűrűsége [g/cm ³]
h_g	résvezető gerenda magassága [m]
α_n	biztonsági tényező [-]

Vasalás számítás

Teherbírási határállapot ellenőrzése (ULS)

Adatok: beton: C30/37

betonacél: B500

$$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$$

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

$$f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$$

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

keresztmetszet:

$$h = 60 \text{ cm}$$

$$b = 2,20 \text{ m}$$

Hasznos magasság meghatározása:

$$c_{\min_b} = \phi \text{ fovas}$$

$$c_{\text{nom}} = 10 \text{ mm} + \max(c_{\min_b} \text{ } c_{\min_dur}, 10 \text{ mm}) = 35 \text{ mm}$$

$$a = 45 \text{ mm}$$

$$d = h - a = 600 - 45 = 555 \text{ mm}$$

Nyomatéki egyenlet:

$$492,02 \cdot 10^6 \cdot 1,35 = 2200 \cdot x_c \cdot 20 \cdot \left(555 - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$x_c = 27,91$$

Vetületi egyenlet:,

$$A_{s_req} = \frac{b \cdot x_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 2823 \text{ mm}^2 \rightarrow 10 \phi 20 \rightarrow 3142 \text{ mm}^2$$

Gerenda ellenőrzés:

$$x_c = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = 31,06 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right) = 737,32 \text{ kN} > M_{Ed}$$

Kengyel : $\phi_k = 12 \text{ mm}$ $s_s = 100 \text{ mm}$

$$z = 0,9 \cdot d = 499,5 \text{ mm}$$

$$V_{Rd} = \frac{499,5}{75} \cdot 2 \cdot 113 \cdot 435 = 654,74 \text{ kN} > V_{Ed} = 425,71 \cdot 1,35$$

Résfal átszűrődés ellenőrzés

alátéték

$$a_{\acute{e}} = 30 \text{ cm}$$

$$b_{\acute{e}} = 40 \text{ cm}$$

$$\alpha = 15^\circ$$

$$P_{P1} = 1000 \cdot 1,5 = 1500 \text{ kN}$$

$$P_{P2} = 800 \cdot 1,5 = 1200 \text{ kN}$$

$$P_{P3} = 500 \cdot 3,8 = 1900 \text{ kN}$$

$$P_{P4} = 900 \cdot 1,5 = 1350 \text{ kN}$$

$$P_{P5} = 800 \cdot 2,2 = 1760 \text{ kN}$$

Átszűrődési vonal kerülete:

$$U_1 = 2 \cdot (a + b) \cdot d \cdot \pi = 837,43 \text{ cm}$$

Átszűrődő kúp talpfelülete:

$$A_1 = \left(\frac{a}{4} + \frac{b}{4} + 2 \cdot b\right)^2 \cdot \pi = 5,18 \text{ m}^2$$

Átszűrőerőtervezési értéke:

$$V_{Rd} = U_1 \cdot d \cdot 0,035 = 1626,71 \text{ kN}$$

$$V_{Ed1} = 1,15 \cdot P_{P1} \cdot \cos 15^\circ - A_1 - q = 1148,22 \text{ kN} < V_{Rd}$$

$$V_{Ed2} = 1,15 \cdot P_{P2} \cdot \cos 15^\circ - A_1 - q = 814,98 \text{ kN} < V_{Rd}$$

$$V_{Ed3} = 1,15 \cdot P_{P3} \cdot \cos 15^\circ - A_1 - q = 1592,55 \text{ kN} < V_{Rd}$$

$$V_{Ed4} = 1,15 \cdot P_{P4} \cdot \cos 15^\circ - A_1 - q = 981,6 \text{ kN} < V_{Rd}$$

$$V_{Ed5} = 1,15 * P_{P5} * \cos 15^\circ - A_1 - q = 1437,04 \text{ kN} < V_{Rd}$$

Horgonyszár szakadás:

Alkalmazott acéltest: 12 db 150/1770 kábel

Acéltest teherbírása: $N_{Rd} = 12 * 1,5 * 137 = 2466 \text{ kN}$

Maximális próbaerő:

$$P_{P1} = 1,15 * 1500 = 1725 \text{ kN}$$

$$P_{P2} = 1,15 * 1200 = 1380 \text{ kN}$$

$$P_{P3} = 1,15 * 1900 = 2185 \text{ kN}$$

$$P_{P4} = 1,15 * 1350 = 1552,5 \text{ kN}$$

$$P_{P5} = 1,15 * 1760 = 2024 \text{ kN}$$

Biztonság szakadásra:

$$F_{S1} = \frac{\frac{1500}{1,35}}{N_{Rm}} = 0,4505 < 0,6$$

$$F_{S2} = \frac{\frac{1200}{1,35}}{N_{Rm}} = 0,361 < 0,6$$

$$F_{S3} = \frac{\frac{1900}{1,35}}{N_{Rm}} = 0,57 < 0,6$$

$$F_{S4} = \frac{\frac{1350}{1,35}}{N_{Rm}} = 0,405 < 0,6$$

$$F_{S5} = \frac{\frac{1760}{1,35}}{N_{Rm}} = 0,529 < 0,6$$

Rés állékonyság:

$$H = 18 / 20 \text{ m}$$

$$L = 2,20 \text{ m}$$

Résiszap sűrűség összetétele:

$$\rho_r = 1,06 \text{ g/cm}^3$$

$$m_b = \frac{\rho_r - \rho_v}{\rho_b - \rho_v} \cdot \rho_b \cdot V_r = 0,155 \text{ t/m}^3$$

Résvezető gerenda tervezése:

Addig a h_g magasságig kell gerendával megtámasztani a földfalat ameddig az alábbi egyenlet be nem következik:

$$\rho_r \geq \sigma_h = \alpha_n \cdot \sigma_{ah} + u$$

Résiszap nyomás:

$$p_r = (h - h_r) \cdot \rho_r \cdot g$$

a résiszap nyomás mélységenként változik

Vízszintes hatékony feszültség:

$$\sigma_{ah} = \sigma_z \cdot k_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{k_a}$$

$$k_{a1} = \tan^2 \left(45 - \frac{22}{2} \right) = 0,455$$

$$k_{a2} = \tan^2 \left(45 - \frac{25}{2} \right) = 0,405$$

$$k_{a3} = \tan^2 \left(45 - \frac{22}{2} \right) = 0,455$$

Talajvíz nyomása

1. eset $u_1 = 0 \text{ kN/m}^2$

$$u_2 = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$u_3 = (h - h_v) \cdot \rho_v \cdot g = 30 \text{ kN/m}^2$$

$$u_4 = (h - h_v) \cdot \rho_v \cdot g = 130 \text{ kN/m}^2$$

$$u_5 = (h - h_v) \cdot \rho_v \cdot g = 170 \text{ kN/m}^2$$

2. eset $u_1 = 0 \text{ kN/m}^2$

$$u_2 = 0 \text{ kN/ m}^2$$

$$u_3 = (h - h_v) * \rho_v * g = 30 \text{ kN/ m}^2$$

$$u_4 = (h - h_v) * \rho_v * g = 130 \text{ kN/ m}^2$$

$$u_5 = (h - h_v) * \rho_v * g = 170 \text{ kN/ m}^2$$

3. eset $u_1 = 0 \text{ kN/ m}^2$

$$u_2 = 0 \text{ kN/ m}^2$$

$$u_3 = (h - h_v) * \rho_v * g = 20 \text{ kN/ m}^2$$

$$u_4 = (h - h_v) * \rho_v * g = 170 \text{ kN/ m}^2$$

A hatékony függőleges feszültségek:

1. eset $\sigma_{z1} = q = 10,0 \text{ kN/m}^2$

$$\sigma_{z2} = \sigma_{z1} + h_v * \rho_n * g = 73,0 \text{ kN/ m}^2$$

$$\sigma_{z3} = \sigma_{z1} + (h - h_v) * (\rho_t - \rho_v) * g = 106,0 \text{ kN/ m}^2$$

$$\sigma_{z4} = \sigma_{z1} + (h - h_v) * (\rho_t - \rho_v) * g = 196,5 \text{ kN/ m}^2$$

$$\sigma_{z5} = \sigma_{z1} + (h - h_v) * (\rho_t - \rho_v) * g = 260,0 \text{ kN/ m}^2$$

2. eset $\sigma_{z1} = q = 10,0 \text{ kN/m}^2$

$$\sigma_{z2} = \sigma_{z1} + h_v * \rho_n * g = 31,0 \text{ kN/ m}^2$$

$$\sigma_{z3} = \sigma_{z1} + (h - h_v) * (\rho_t - \rho_v) * g = 64 \text{ kN/ m}^2$$

$$\sigma_{z4} = \sigma_{z1} + (h - h_v) * (\rho_t - \rho_v) * g = 154,5 \text{ kN/ m}^2$$

$$\sigma_{z5} = \sigma_{z1} + (h - h_v) * (\rho_t - \rho_v) * g = 218,0 \text{ kN/ m}^2$$

3. eset

$$\sigma_{z1} = q = 10,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{z2} = \sigma_{z1} + h_v * \rho_n * g = 31,0 \text{ kN/ m}^2$$

$$\sigma_{z3} = \sigma_{z1} + (h - h_v) * (\rho_t - \rho_v) * g = 53 \text{ kN/ m}^2$$

$$\sigma_{z4} = \sigma_{z1} + (h - h_v) * (\rho_t - \rho_v) * g = 192,5 \text{ kN/ m}^2$$

Rés felé ható nyomások

1. eset

$$\sigma_{ah1} = 1,2 * 10,0 * 0,455 = 5,46 \text{ kN/ m}^2$$

$$\sigma_{ah2} = 1,2 * 73,0 * 0,455 = 39,86 \text{ kN/ m}^2$$

$$\sigma_{ah3} = 1,2 * 106,0 * 0,455 + 30 = 87,88 \text{ kN/ m}^2$$

$$\sigma_{ah4} = 1,2 * 196,5 * 0,405 + 130 = 225,5 \text{ kN/ m}^2$$

$$\sigma_{ah5} = 1,2 * 260,0 * 0,455 + 170 = 311,96 \text{ kN/ m}^2$$

2. eset

$$\sigma_{ah1} = 1,2 * 10,0 * 0,455 = 5,46 \text{ kN/ m}^2$$

$$\sigma_{ah2} = 1,2 * 31,0 * 0,455 = 16,93 \text{ kN/ m}^2$$

$$\sigma_{ah3} = 1,2 * 64,0 * 0,455 + 30 = 64,95 \text{ kN/ m}^2$$

$$\sigma_{ah4} = 1,2 * 154,5 * 0,405 + 130 = 205,09 \text{ kN/ m}^2$$

$$\sigma_{ah5} = 1,2 * 218,0 * 0,455 + 170 = 289,03 \text{ kN/ m}^2$$

3. eset

$$\sigma_{ah1} = 1,2 * 10,0 * 0,455 = 5,46 \text{ kN/ m}^2$$

$$\sigma_{ah2} = 1,2 * 31,0 * 0,455 = 16,93 \text{ kN/ m}^2$$

$$\sigma_{ah3} = 1,2 * 53,0 * 0,455 + 20 = 48,94 \text{ kN/ m}^2$$

$$\sigma_{ah4} = 1,2 * 192,5 * 0,405 + 170 = 263,56 \text{ kN/ m}^2$$

$$h_g = 2,3 \text{ m}$$

Használhatósági határállapot ellenőrzése (SLS)**Alakváltozás ellenőrzése**

Maximális vízszintes elmozdulás: $e_{x,k} = 4 \text{ mm}$ (résfal tetején)

Résfal teljes hossza: $L = 18 \text{ m}$

Kéttámaszúnak tekinthető hossz: $L' = 9 \text{ m}$

Relatív elmozdulás: $L/e_{x,k} = 900/4 = 225 > 200$

Maximális vízszintes elmozdulás: $e_{x,k} = 2 \text{ mm}$ (résfal tetején)

Résfal hossza: $L = 20 \text{ m}$

Kéttámaszúnak tekinthető hossz: $L' = 11 \text{ m}$

Relatív elmozdulás: $L/e_{x,k} = 1100/2 = 550$

Repedéstágasság ellenőrzése

Beton C30/37, betonacél B500B $\rightarrow \alpha_e = E_s/E_{c,eff} = 200/10,5 = 19,04$

Betonfedés 7,0 cm kengyelen $d = 60 - (7 + 1,4 + 2/2 + 1) = 49,6 \text{ cm}$

1 Bevezetés

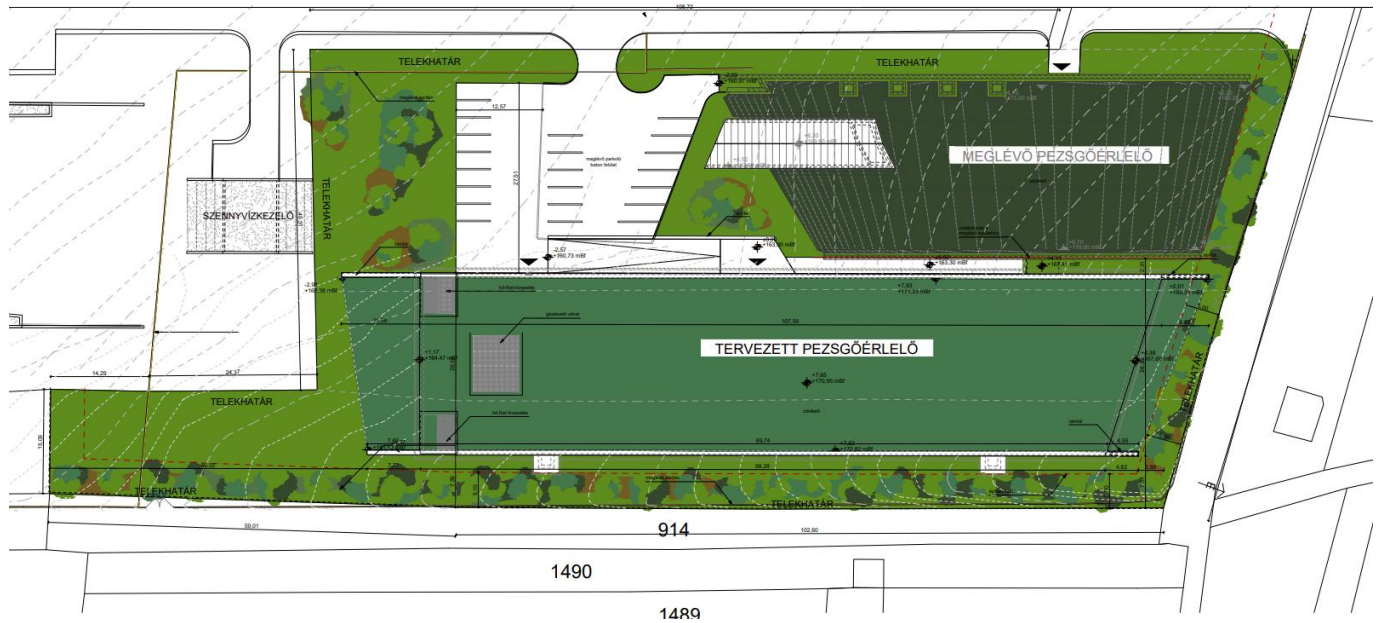
Magyarországon a borászatok száma az utóbbi évtizedekben jelentősen megnőtt, ezen ágazaton belül is főként a pezsgőkészítés. A Kreinbacher Birtok 2002-ben alakult, manapság 20-30 hektárról szüretelnek és az éves palackszámuk is meghaladja a 220 000-et. Mivel a pezsgő érlelése több évig is eltarthat és a folyamatos kereslet és fejlődés miatt a pincészetnek nem lesz elegendő helye a tárolásra, emiatt szükségessé válik egy újabb épület megépítése melyet a mostani pezsgőérlelő mellett célszerű elkészíteni. [16]

Az új pezsgőérlelő épület elkészítéséhez a munkatérrelhatárolás megoldása a szakdolgozatom fő része, a további részben a korábbi tanulmányaim során előfordult megtámasztási lehetőségeket is ismertetem a tanulmányomban és egyes fölmegtámasztó szerkezetekhez szükséges megtámasztásokat is ismertetem, mely a kellő stabilitást és egyensúlyt biztosítja.

Somlóvásárhely, a tervezett építmény helyszíne a Közép-Dunántúlon helyezkedik el, a Veszprém vármegye nyugati szélén a Bakonyalja és a kisalföldi Marcal-medence találkozásánál, a Pápa-Devecseri-sík enyhén tagolt hordalékkúp-síkságán. A Somló tanúhegy a település tájképéhez tartozik, mely a hullámos térfelnszínből hatalmas szigetként magasodik ki. A nagyobb síksági elhelyezkedés miatt meglehetősen vizenyős és a talajösszetétele túlnyomó részben löszös-iszapos-homokos folyóvízi és lejtőüledék, amelyet kavicsos, helyenként tekintélyes vízhozamot adó tározórétegek tagolnak. [17]

A tervezett résfalas munkatérrelhatárolásra vonatkozó műszaki megoldásokkal szemben az alábbi követelményeket vettem figyelembe: a környezet állékonysága biztosított legyen, a szomszédos pince állékonysága minden építési fázisban biztosított legyen, megfelelő vízzárást biztosítson a belső vasbeton szerkezet beépítéséhez. Mindezek figyelembevételével a műszaki megoldásként több sorban ideiglenes horgonyzással megtámasztott 60/65 cm vastagságú, az alsó agyagrétegbe befogott résfalat terveztem. Mely nem csak munkatérrelhatárolásként kap szerepet az építkezés során, hanem a felszín alatti szerkezet végleges oldalfal is egyben.

A helyszínrajzon jól látható, hogy a terület bizonyos szinten beépített, aszfalt burkolatú utakkal határolt, mely a tervezés során egy mértékadó és fontos szempont, ugyanis az út miatt dinamikus terhelés éri a munkateret, továbbá a horgonyzás tervezése során a meglévő pezsgőérlelő épületet kellőképpen figyelembe kell venni, nehogy behorgonyozzunk a meglévő épületbe.



1.1 Tervezett pezsgőérlelő helyszínrajza

2 Munkatérrelhatárolás szakirodalmi összefoglalója

A munkatérrelhatárolás a felszín alatt végzett munkálatok (pl. közművek, alapok, felszín alatti nagyobb létesítmények, partfalak földművei) kivitelezéséhez szükséges folyamat, mely során a földtömeget valamely módon megtámasztjuk, számos szempont figyelembevételével.

A munkatérrelhatárolás több ismérv szerint csoportosítható:

- Funkció szerint
 - ideiglenes határoló szerkezetként
 - végleges építmények felszín alatti oldalfalaként
 - a földműveket/természetes lejtőket stabilizáló önálló szerkezetként

Az ideiglenes munkatérrelhatároló szerkezetet segéd szerkezetként készítik később a felszín alatti munkatér visszatöltésekor elbontják. (pl. dúcolatok)

A végleges építmények több funkciót is betöltenek, hiszen nem csak a munkatérrelhatároljuk el, hanem a végleges szerkezet oldalfalát is képezhetik.

- Munkatér földpartjainak kialakítása szerint:
 - rézsúvel,
 - függőlegesen, a földpart megtámasztásával.

2.1 Rézsús partfal kialakítás

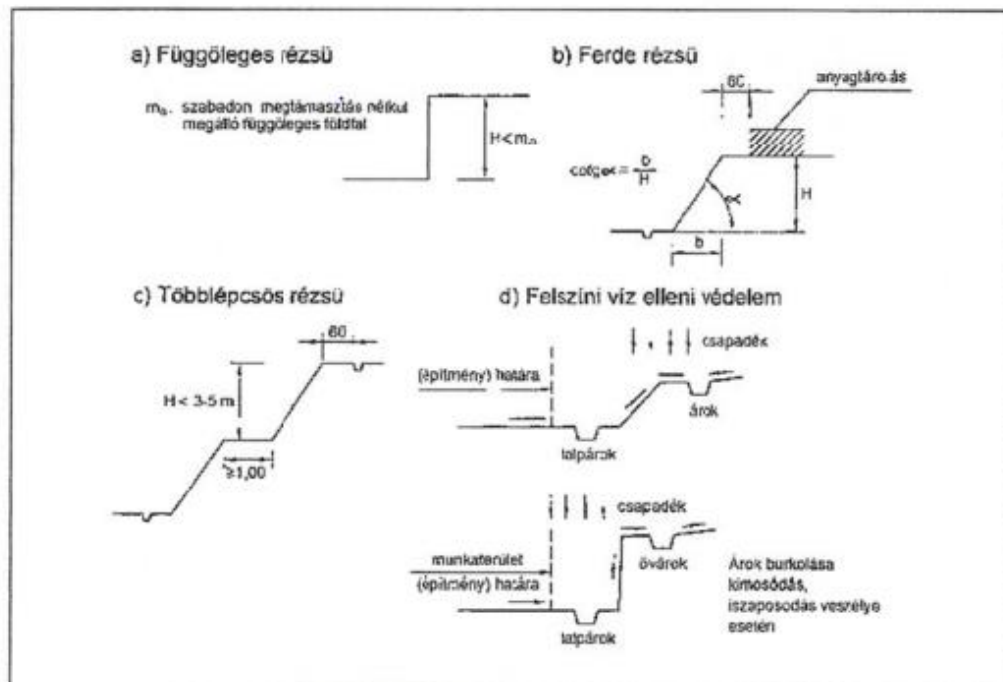
A rézsú a földművek oldalait határoló, a vízszintessel szöget bezáró felület. [1]

A rézsús kialakítás a leggyorsabb, legegyszerűbb és legolcsóbb módszer, bizonyos körülményeket tekintve. A munkagödört önmagukban állékony, lejtős (vagy függőleges földfalak között), ezek megtámasztása nélkül alakítjuk ki. [1]

A rézsús kialakítás előnyei, hogy az egész munkatér szabadon marad, nincsenek költségei a megtámasztásnak, valamint egyáltalán nem időigényes folyamat.

Hátránya, hogy nagy helyigényű munkafolyamat, a földmunka jelentősen nagyobb, valamint nehezebb a munkagödör megközelítése és az anyagszállítás.

Alkalmazása rövid időtartamú csapadékmentes időszak, nagy alapterület és kis kiemelési mélység esetén lehetséges. A rézsű hajlásszögének megtervezése több szempont figyelembevételével történik. A munkagödör mélysége, a várható időjárás, az esetleges felszíni terhelés, a talajviszonyok és talajvízviszonyok a mértékadó tényezők. [2]



2.1 Munkagödör rézsűs határolása [2]

2.1.1 Rézsűhajlás meghatározásának módjai

Rézsűhajlás meghatározásának módjai:

- táblázat alapján,
- nomogrammal,
- rézsűállékonyság vizsgálattal.

2.1.2 Táblázattal történő meghatározás

Táblázattal történő meghatározása esetén több szempontot figyelembe véve (talajnem, talaj állapota, térfogatsűrűség, fejtési osztály, töltés/bevágás magassága) adja meg a táblázat az alkalmazandó rézsűhajlást.

A táblázati adatok általánoságban igazak, ezektől a helyszíni körülmények ismeretben eltérés lehetséges. A rétegezett talaj esetén veszélyes lehet, ha csúszásveszélyes befelé lejtő agya van vagy átlátszónak kitett altalaj esetén.

Az állékonyságot csökkenti a környezet dinamikus terhelése (forgalom stb.), továbbá a talajvíz emelkedése rézsúmozgást okozhat. [2]

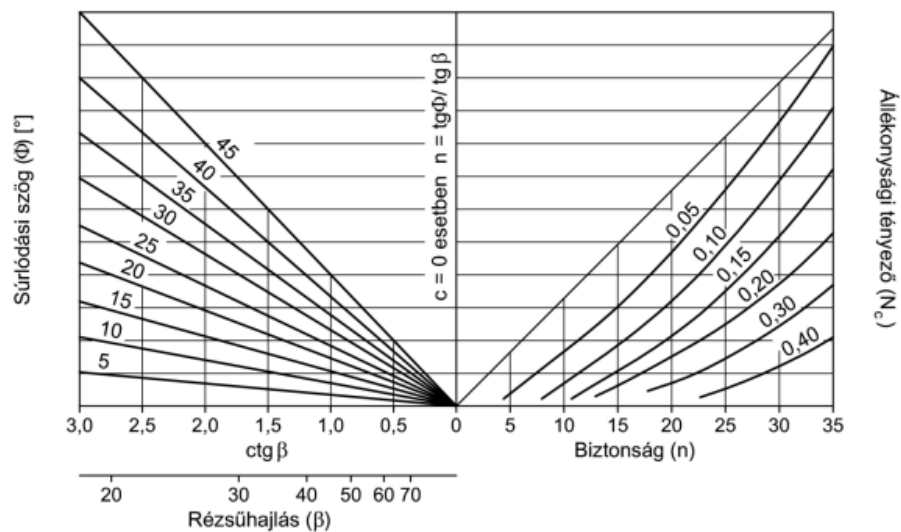
		T a l a j n e m	Talaj- állapot	Térfigat- sűrűség g/cm ³	Fejtési osztály MSZ 15103	A töltés magassága				A bevágás mélysége			
						3	3-6	6-9	9-12	3 ^x	3-6	6-9	9-12
						méter, akkor a rézsú hajlása							
1	S z e m c s é s	Durva kavics, vagy homokos kavics, iszapmentes, vegyes szemszerkezetű	Tömör	2,1-2,4	III-IV.	6/4				6/4			
2		Durva és közepfinom homok, iszapmentes, egyenletes szemnagyságú		1,8-2,1	II-III.	6/4		7/4		6/4		7/4	
3		Finom homok, iszapos, egyenletes szemnagyságú		1,7-2,1	II-VI.	6/4	7/4	8/4		6/4	7/4	8/4	
4	K ö t ö t	Iszapos kemény homokliszt	Ter- mésze- tes nyír- kosság	7,1-2,1	II-III.	6/4	10/4	11/4	12/4	6/4	7/4		8/4
5		Kemény iszap		1,8-2,2	III-V.	5/4	8/4	9/4	12/4	5/4	6/4	7/4	8/4
6		Kemény homokos agyag		1,8-2,2	III-V.	5/4	7/4	8/4	11/4	5/4	6/4	6/4	7/4
7		Kemény sovány agyag		1,8-2,2	III-V.	5/4	7/4	10/4	12/4	5/4	6/4	7/4	8/4
8	t	Kemény kövér agyag		1,7-2,3	III-V.	5/4	7/4	12/4	16/4	5/4	5/4	8/4	8/4

x) Esztétikai szempontból lehetőleg 10/4-es rézsút alkalmazzunk a 2 m-nél nem mélyebb bevágókban.
 xx) Ha számottevő többletköltséggel nem jár, legalább 6/4-es rézsút kívánatos kiképezni.
 xxx) Bevágási rézsútnak a tereppel való metsződéseit kerekítsük le.

2.2 Rézsúhajlás meghatározása táblázattal [3]

2.1.3 Nomogrammal történő meghatározás

Az adott rézsú biztonságát a nomogrammal történő meghatározásnál a rézsúhajlás (β), a súrlódási szög (φ) és a kiszámított állékonysági tényező (N_c) alapján kapjuk meg. A nomogramm segítségével az adott talajfizikai jellemzők és biztonsági értékekből kiindulva meghatározható a rézsú geometriai méretei. Alkalmazása akkor javasolt, ha a kritikus szakadólap helyének ismerete nem fontos, ugyanis ez a módszer ezt az adatot nem adja meg. [4]



2.3 Rézsűállékonyság meghatározása nomogrammal [4]

2.1.4 Rézsűállékonyság vizsgálatlalt történő meghatározás

A mesterséges rézsűk által határolt földtömegek egyensúlyukat veszthetik és egy csúszólap mentén elcsúszhatnak. Ennek okai, hogy a csúszólap mentén ébredő nyírófeszültségek elérik a nyírószilárdságot, tehát talajtörés következik be. A rézsűállékonyság problematikáit meg kell vizsgálni, hogy mekkora szükséges súrlódási szög és kohézió, azaz mekkora nyírószilárdság kell az egyensúlyhoz, hogy ne csússzon el az adott földtömeg. A másik vizsgálandó kérdés, hogy mekkora a csúszással szembeni biztonság, a talaj meglévő nyíró szilárdságát össze kell hasonlítani az egyensúlyhoz szükséges nyírószilárdsággal. Az n biztonságnak nagyobbnak kell lennie mint 1, ha osztott biztonsági tényezőt alkalmazunk.

Csúszólap: a törési állapotú pontokat összekötő, térbeli felület fajtái: talpponti csúszólap, alámetsző csúszólap, összetett csúszólap

Rézsűállékonyság vizsgálatának lépései:

1. egy csúszólap felvétele
2. a lecsúszó földtestre ható erők meghatározása
3. az egyensúlyhoz szükséges nyírószilárdság meghatározása, a földtest egyensúlyvizsgálatából

4. a csúszólaphoz tartozó biztonság meghatározása
5. újabb csúszólap felvétele,
6. legkisebb biztonság meghatározása szélső-érték kereséssel

A rézsúállékonyság vizsgálat célja, hogy megkeressük azt a csúszólapot amely mentén a legkisebb a biztonság, (kritikus csúszólap).

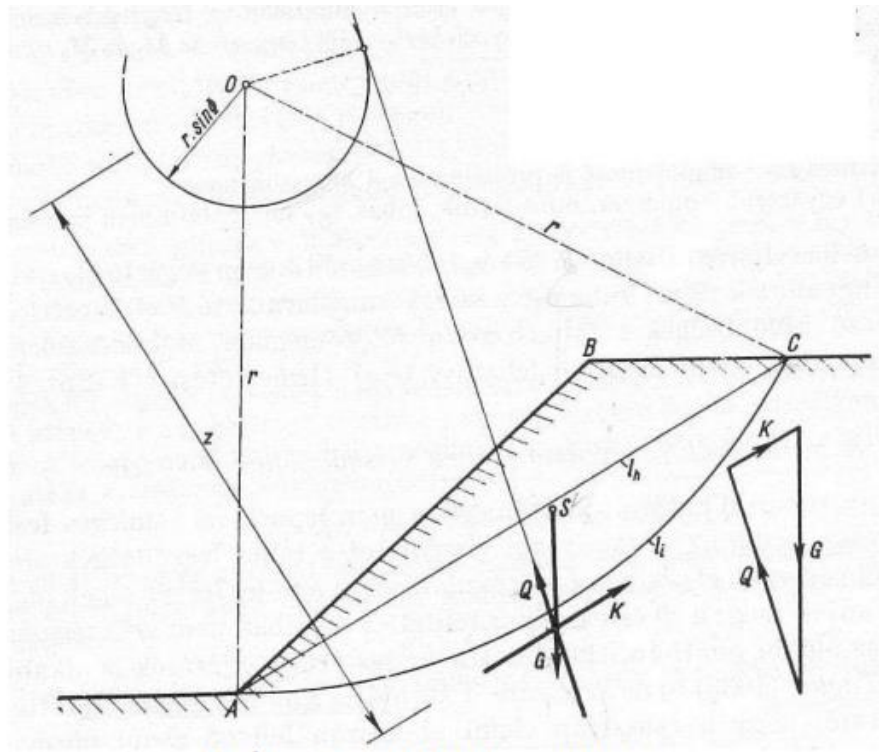
2.1.5 Fő állékonyságvizsgálati módszerek:

módszer neve	súrlódókörös	blokkos	lamellás
csúszólap alakja	kör	egyenesekből összetett	tetszőleges
földtömeg osztása	egyetlen merev test	három merev test	sok lamella
talaj-viszonyok	homogén	rétegzett	tetszőleges
geometria és körülmények	egyszerű	egyszerű	tetszőleges
alkalmazás módja, eszköze	szerkesztés grafikonok	szerkesztés	szerkesztés számítógép

2.4 Állékonyságvizsgálat módszerei [5]

Súrlódókörös módszer:

Feltételezzük, hogy a normálerő ($\sigma \cdot ds$) mely a csúszólap elemi szakaszán lép fel és az ebből eredő elemi súrlódási erő ($\tau \cdot ds$) eredője $q \cdot ds$, mely φ szöget zár be a csúszólap normalisával, tehát érint egy, $r \cdot \sin \varphi$ sugárral rajzolt kört a körcsúszólap középpontja körül, olyan eredő erőt eredményez, mely szintén érinti ezt a kört. [6]



2.5 Súrlódókörös eljárás elve [6]

G súlyerő – a felület a sűrűség és g szorzata

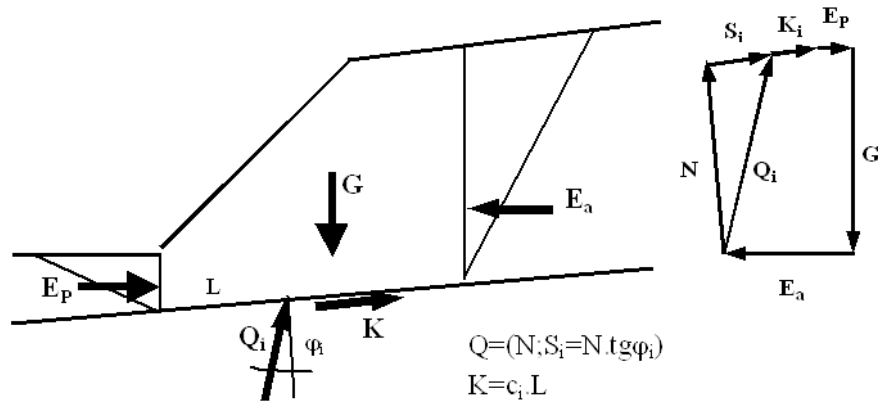
K kohéziós erő – a csúszólapon keletkező elemi kohéziós erők eredője

Q csúszólap reakcióerő az elemi normál- és súrlódási erők szorzata

Az egyensúly akkor van, ha ez a három erő egy pontban van és zárt nyílfolytonos vektorháromszöget alkotnak.

Blokkos állékonyságvizsgálat:

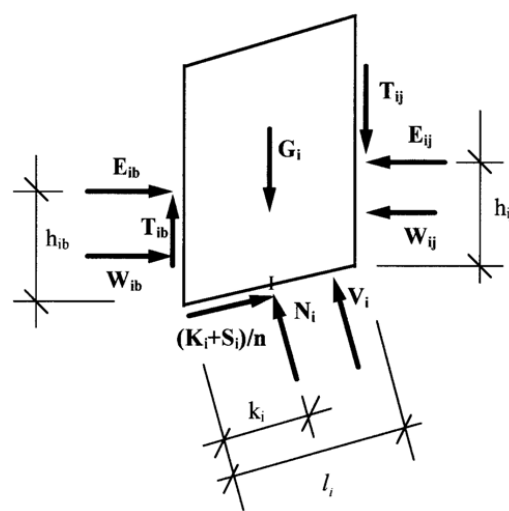
a lecsúszó földtömeget három részre bontjuk, a középső egyensúlyát vizsgáljuk, figyelembe véve a másik két rész okozta hatását



2.6 Blokkos állékonyságvizsgálat [5]

Lamellás módszer:

A földtömeget függőlegesekkel lamellákra osztjuk az egyensúlyvizsgálatot lamellánként végezzük, a lamellákra ható erők (2.7 ábra) ezen erők egyensúlyvizsgálatát kell elvégezni



2.7 Lamellás állékonyságvizsgálat [5]

2.1.6. Rézsűállékonyságra ható tényezők:

A nyírófeszültség és a nyírószilárdság egyenlősége esetén kerül határhelyzetbe a földtömeg, ennek okai az alábbiak lehetnek:

1. Nyírószilárdság nem változik, a külső vagy belső feszültségek megnövekednek:

A feszültségek növekedése létrejöhet mesterséges beavatkozás és természetes hatások során. A mesterséges beavatkozás során, megnőhet a víznyomás, azaz súlynövekedés alakulhat ki, ezt okozhatják vízerek elzáródása, a szivárgási úthossz megnövekedése, valamint a felszíni vízelvezetés tönkretétele is, ennek következtében a víz a talajban visszaduzzad. További súlynövekedést okozhat a lejtő megterhelése például feltöltés építéssel, épületek építésével, de akár vibrációval (szádfalazással) is. Természeti hatások esetén a feszültségek növekedését okozhatják földrengések, gyenge közetszerkezetek, valamint a lejtő lábának elmosódása. [10]

2. Belső ellenállás csökkenése: Az ellenállás csökkenését okozhatják a víznek a hatásai, melyek a talajfizikai jellemzők értékeit lecsökkenthetik. A vízhatások során bekövetkezhetsz hidrosztatikus nyomás, visszaduzzasztás és víztartalom növekedés, mindegyik tényező létrejöhet mesterséges és természetes hatásra. Mesterséges hatások okozhatják a talaj elázását vízerek elzáródása, a szivárgási úthossz megnövekedése, valamint a felszíni vízelvezetés tönkretétele, természetes hatások okozhatják az ellenállás csökkenését nagy esőzések és felszín alatti vizek. Gyenge közet esetén is bekövetkezhetsz az ellenállás csökkenés, például repedezett talajoknál, szerves talajoknál. [10]

2.2 Függőleges fallal történő munkatételhatárolás

2.2.1 Dúcolás

A dúcolás valamely földmű függőleges vagy közel függőleges határoló felületének ideiglenes megtámasztása. Az ilyen megtámasztó szerkezeteket dúcolásnak nevezzük.

Dúcolás akkor szükséges, ha a munkaárok mellett közlekedési útvonal helyezkedik el, nincs elegendő terület a munkaárok rézsűs kialakításához, a közelben dinamikus hatásokkal működő gépek üzemelnek vagy ha jelentős többlet földkiemeléssel járna a rézsű kialakítása.

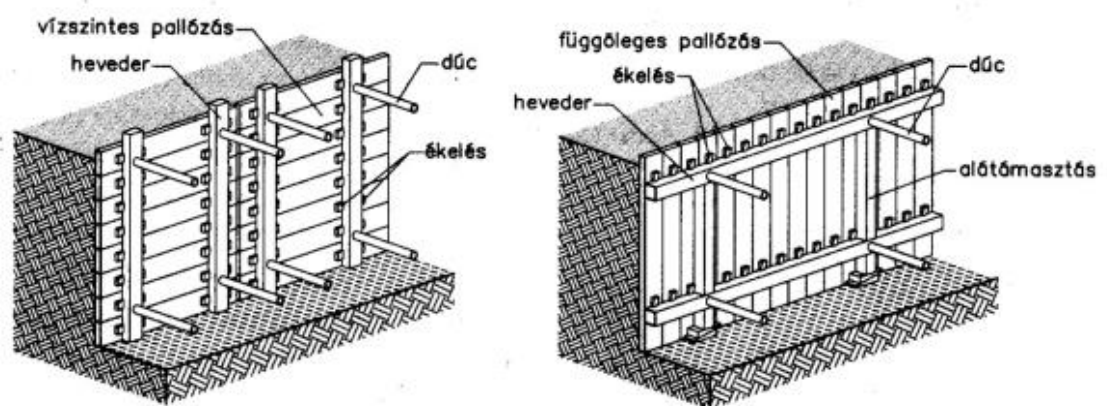
A talaj összetételétől és a munka jellegétől függ a megtámasztás módja. Gazdaságtalanság vagy helyszűke miatt a munkaárok földfalait rézsűsen nem lehet kialakítani, a függőleges partfalakat biztosítani kell a beomlás, pergés ellen. Fontos, hogy kellőképpen ellenálljon a talaj nyomásának a dúcolás, a megfelelő megtámasztás biztosítása érdekében.

Rossz talajviszonyok esetében a földkiemelés után biztosítani kell az árok megtámasztását dúcolás formájában a kivitelezés teljes ideje alatt. Úgy kell elhelyezni a dúcolatokat, hogy az ne akadályozza a bedolgozási munkákat. Ha a bedolgozást zavaró víz jön létre a munkaárokban, akkor gondoskodni kell annak eltávolításáról. A víztelenítő eljárásokkal tudjuk megoldani a káros nedvességek távoltartását. [1]

A munkaárok dúcolása történhet többféleképpen:

1. **Hagyományos dúcolattal** melyet többféle kategória szerint csoportosíthatunk

- megtámasztó szerkezet zártsága szerint: ritkított pallózású (hézagos) vagy zárt sorú pallózású
- a pallók iránya szerint: vízszintes vagy függőleges pallózású
- a pallózás készítésének ideje szerint: utánhajtott vagy előre hajtott pallózású
- a pallósorok száma alapján: egy vagy több pallós

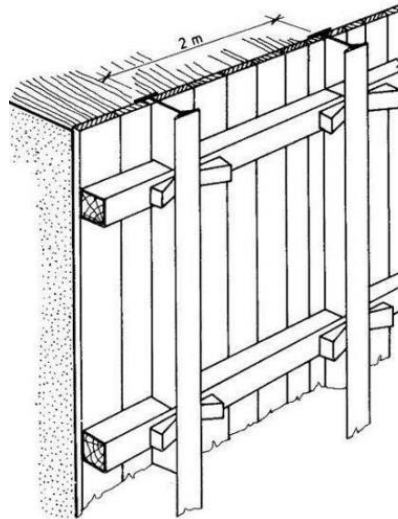


2.8 Hagyományos dúcolat [7]

A hagyományos fa dúcolatok négy elemből épülnek fel: palló, mely közvetlenül találkozik a talajjal, a heveder, ami megfogja a pallókat, a dúcok támasztják ki egymással szemben a dúcolati rendszert és az ékek, melyek befüzésük az egyenlőtlenségek kiküszöbölésére szolgál.

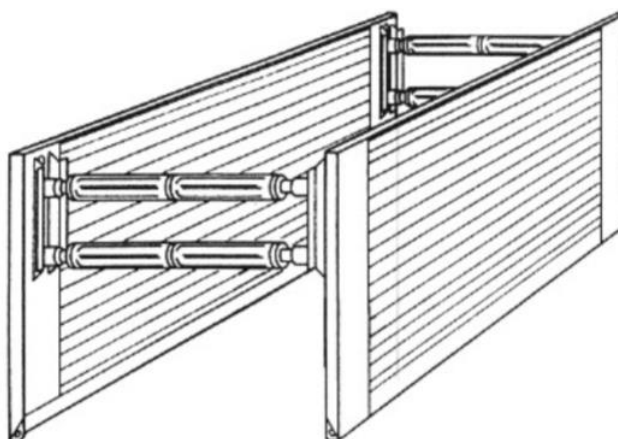
2. **Berlini (Siemens) dúcok:** leverve egy I-acél-t és aközé a pallókat és hevedereket befűzve ékeljük ki. Nagyon mély munkagödör esetén

alkalmazandó, az I-acélokat általában 2m-ként kell alkalmazni, rögzítése befogott szerkezetként, megtámasztással vagy hátra horgonyzással történik.



2.9 Berlini dúcolat [14]

3. **Táblás dúcolattal:** a dúcolat alján egy vágóél található, melyet ráállítanak a térszélre, mely közül egy markoló kiemeli a talajt, így a tábla a súlya miatt süllyed lefelé, az alsó síkot elérve megfeszítik a dúcokat a kellő megtámasztáshoz.



2.10 Táblás dúcolat [15]

Munkagödör dúcolása:

A munkagödört a nagy tér esetén egymással szemben nem lehet könnyen megtámasztani, így ezeket nem hagyományos dúcolattal célszerű megtámasztani.

2.2.2 Szádfalak

A szádfalak jellemzően vízzáró (hornyos) kapcsolattal rendelkező, főként acélanyagú szádpallókból állnak, melyeket vibrálással, sajtolással, veréssel, hajtának az alsó szint alá, hogy kellő befogást biztosítsanak. Gyakran hátra is horgonyozzák (vagy belülről kitámasztják) őket.

A nagyobb inercia érdekében, a pallókat hullámvonalasan alakítják ki, de egyenes elemek is vannak. Fa és vasbeton pallókat is használnak.

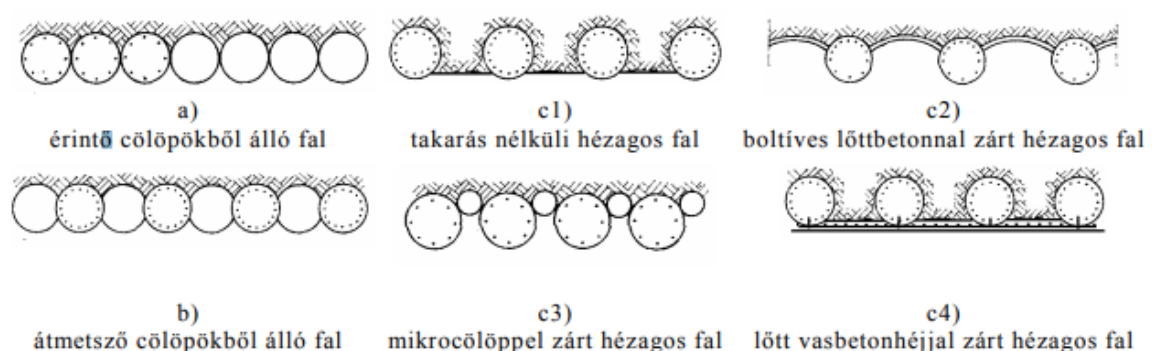
A szádfalak leveréséhez hidraulikus vagy Diesel- üzemű verőszerkezetet használnak általában, de vibrátor használata hatékonyabb lehet a szemcsés talajban. Egy táblában 4-6 elemet, s lépcsősen hajtják le az egymás melletti táblákat, így nem feltétlenül szükséges állványt, ill. megvezetést kiépíteni. Az elemekre zajárnyékoló hengert tesznek a zajcsökkentés érdekében, illetve sajtolással próbálkoznak. Alkalmazásának feltétele, hogy a leverést a talaj vagy épületmaradványok ne akadályozzák meg. Akkor előnyös ideiglenes munkatérhatárolásként, ha talajvízben mélyül a gödör, és ezért vízkizárás is szükséges. A vízépitési alkalmazásuk is gyakori, pl. kikötők, mólók partfalaként. Manapság közlekedési pályák mentén végleges szerkezetként is készítik, korrózióvédelemmel ellátva, ill. érdekes színezéssel és kiegészítő megoldásokkal javítva esztétikai megjelenését. [10]



2.11 Szádfalas munkatérhatárolás [8]

2.2.3 Cölöpfal

Sorban, egymás mellé jellemzően fúrással lehajtott cölöpökből a résfalakhoz hasonló földmegtámasztó szerkezet készíthető, számos esetben kedvezőbb a résfalnál. Az előnye, hogy készítése egyszerűbb, kisebb a helyigénye, s a cölöpöző gépek lejtős terepen is fel tudnak állni. A meglévő épületek alapjait is kevésbé veszélyezteti a foghíjbeépítések során, mert a cölöpfurat állékonysága könnyebben biztosítható. A vízzárósági igényt figyelembe véve, a résfal előnyösebb, viszont zárt cölöpfal is előállítható. [10]



2.12 Cölöpfalak szerkezeti típusai [10]

- a. Egymást érintő cölöpökkel akkor dolgoznak, ha nincs vízzárósági igény, ha a talaj önmagában egyáltalán nem állékony, de szükséges a sűrű kiosztás statikailag. A tengelytávolságot az átmerőnél 5-10 cm-el nagyobbra választják, így a fűrt cölöpök

gyakorlatilag összezárodnak, a víz átszivároghat, viszont a cölöpök közül még a homoktalaj sem pereg ki

- b. Egymást átmetsző cölöpökkel vízzáró fal készíthető. Előbb a vasalatlan cölöpöket készítik, majd közéjük ~10 cm átharapással a nyomaték elbírására vasalt második sort.
- c. Hézagos cölöpsort célszerű építeni, ha a kedvező szilárdságú talaj miatt kevesebb cölöp is elég és nincs vízzárósági igény. A cölöpök közötti földfalat illetően többféle megoldás jöhet szóba - boltívben kibontják a talajt és a cölöpökre támaszkodó (lőtt) betonboltív készül, - takarás nélkül marad a talajfal, - cölöpök közé záró betoncölöp készül, esetleg megszilárdítják a talajt, - a gödör felőli külső síkban készül - a cölöpökbe bekötött vasalással - (lőtt) betonhéz. [10]

A cölöpfalakat 50-80 cm átmerővel készítik, szinte minden esetben talajhelyettesítéses technológiával, Markolással vagy fűrésszel emelik ki az üreget, a legelőnyösebb furatbiztosítás a béléscsövezés lehet. Ez azon túl, hogy teljes biztonságot nyújt a szomszédos építmények számára, lehetővé teszi a legszebb köpenyfelület előállítását. Lényeges lehet esztétikai szempontból, ill. a falhoz kapcsolandó szerkezetek tekintetében. Általában a béléscsövezés viszont drágítja és lassítja a munkát, ezért gyakoribb a folyamatos (végtelen spirállal készített) cölöp, melynek esetleg lőtt beton kiegyenlítés kerül külső felületére utólagosan. A cölöpök együtt dolgoztatását egy kb. 0,5 m magas fejgerendával biztosítják, melynek a cölöpökéhez kell kötni a vasalását. A cölöpfalakat általában hátra kell horgonyozni.

A horgonycsatlakoztatás lehetőségei:

- a horgonyok a fejgerendához csatlakoznak,
 - mindegyik vasalt cölöpöt átfúrnak egy horgonnyal,
 - két-két cölöp közé kerül egy horgony, s ezeket hevedergerenda kapcsolja össze
- [10]

2.2.4 Támfalak

A támfalakat a rézsű helyett, helymegtakarítás céljából építünk többnyire végleges tereplépcsők kialakításakor. Sokféle típusukban az a közös, hogy a földfal nyomását alapvetően a szerkezet saját vagy a földfal egy részének erre felhasznált tömegével ellensúlyozzuk. [10]

Támfalak csoportosítása:

I. Súlytámfal

A földnyomásból átadódó terheléseket a fal a saját súlyával veszi fel és a saját súlyával áll ellen a földnyomásoknak. Többnyire betonból vagy terméskőből készül, esetleg monolit vasbetonból kevés vasalással. Építése egyszerűnek mondható. 6- 10 m hosszú vízszintes szakaszokban készül, hogy hosszabb megtámasztatlan földfal egyszerre ne legyen nyitva, de a hőmozgások is indokolják a szakaszolást. Ezért dilatációs hézagolás szükséges a szakaszok között, ami a mozgást lehetővé teszi. Beton esetén zsaluzat készül, ha terméskővel dolgoznak, akkor alulról felfalazzák a falat. Nagyon fontos a háttöltés gondos víztelenítése, mert ki kell zárni a víznyomás fellépésének lehetőségét. Nem célszerű víznyomásra méretezni a falakat, mert abból óriási méretek adódnának. A hagyományos megoldású hátszivárgó úgy készül, hogy egy perforált műanyagcső vagy egy betonfolyóka kerül alulra, a bedöngölt agyagra. Erre töltik a kavicsot, melyet geotextíliával választanak el, a visszatöltött, illetve a termett talajtól. Sok helyütt szűrőbeton elemekből építik fel a szivárgótestet is. Mindig visszatöltéssel készül a háttöltés egy része, ennek a gondos tömörítésre nagy gondot kell fordítani, de el kell kerülni a túltömörítést, hogy jelentős tömörítési nyomások ne lépjenek fel. [10]

II. Szögtámfal

Viszonylag vékony, vasbeton szerkezetek, melyek gyakorlatilag csak töltések megtámasztására épülnek. Régóta építenek szögtámfalat, és ma már ezek inkább kizszorulóban vannak. Nagy részben a vízszintes talp fölé visszatöltött földtömeg súlya biztosítja stabilitásukat. Merevítés céljából a függőleges és a vízszintes elemeket azokra merőleges bordákkal kapcsolják össze. Szemcsés anyagból készítik a háttöltését, ezért víztelenítésére elegendő egy perforált csövet a két falrész szegletébe fektetni, s annak esését, ill. szakaszosan a falon való átvezetését megoldani. [10]

III. Máglyafal

Különösen az osztrák területen terjedtek el, de az országban is készültek ilyen falak. Földmegtámasztó tulajdonsága mellett, zajszigetelő falként is alkalmazzák. Esztétikus megjelenésük, környezetbarát tulajdonságuk miatt is elterjedtek, ami az utóbbi időkben nagy jelentőséget kapott, különösen a hegyvidéki tájakon. Máglya szerűen raknak egymásra előregyártott vasbeton (esetleg fa) elemeket, és az elemeket csapolással vagy tüskézéssel

kapcsolják össze. Szemcsés földanyag kerül a kialakuló térbeli rácsszerkezetet belsejébe, illetve ennek elülső részébe növényzetet telepítenek. Jól illeszthető a terepadottságokhoz, s ha magas fal szükséges, akkor két sorban is építhető. Rendkívül egyszerű a kivitelezése, a háttöltést nem kell vízteleníteni, hiszen a szabad felületen a víz kiléphet. [10]

IV. Gabionfal

Esetében a fal tömegét kőanyag adja, azt acélhálóból készült kosár fogja össze. Egy-egy elem $\sim 1 \times 1 \times 2$ m nagyságú, s ezeket rakják egymásra. Horgonyzással vagy műanyag-bevonattal védik a korrózióval szemben az acélt, a háló szemei kitágulásának megakadályozását speciális kötés biztosítja, nehogy a kőanyag kicsúszhasson. A kőanyag általában helyi anyag lehet, egyetlen kikötés: mállásra nem lehet hajlamos. Ezzel is jól lehet alkalmazkodni a terep adta adottságokhoz, előnyös a megjelenése is, s a felülete ennek is növényzettel borítható. A kész acélkosarak kereskedelmi termékként kaphatók, a helyre jellemző kőzeteket célszerű kőanyagként választani. Kivitelezése egyszerű, de munkaigényes, mert szép homlokfelület csak a kőanyag kézi elrendezésével biztosítható. [10]

V. Vasalt földfal

Töltések megtámasztására építik a vasalt-föld támfalakat. Rendkívüli mértékben elterjedtek, különösen mióta változatos és esztétikus homlokfelületeket alkottak. Előnyük az egyszerű kivitelezés és az olcsóság. Hídfőkben is előszeretettel alkalmazzák, hazánkban főleg ez az alkalmazási mód a számottevő. A vékony 15-25 cm vastagságú homlokfal szinte mindig előregyártott vasbetonelemből készül, volt már például, hogy acélprofillal és ideiglenes jelleggel geotextíliával is próbálkoztak. A vasbeton elemek általában kereszt alakúak, egymáshoz hornyolással és tüskézéssel is kapcsolódnak. Egy-egy elem hátlapjához a talaj vasalásaként általában négy db acél-, esetleg műanyagszalag csatlakozik, s ezek kötik be a falelemeket a háttöltésbe. (Szalagok helyett geotextília esetleg georács, is szóba jöhet.) A fal legkritikusabb eleme a szalagok korrózióvédelme, amit részben felületvédelemmel, részben nagyobb vastagsággal ellensúlyoznak. Szemcsés mállásra nem hajlamos, tömöríthető talajból kell készíteni a háttöltést. Építése egyszerű, a homlokfalat vályúszerű alapba állítják, majd megkezdődik a háttöltés építése, melyre a tervezett szinteken mindig lefektetik a szalagokat és végüket általában csavarosan a falelemekhez kapcsolják. [10]

Üzemi állapotban egy vasbeton testhez hasonlóan, összefüggő tömbként viselkedik, ha jól tervezett a szerkezet. A vasalás a háttöltést húzóerő felvételére is képessé teszi, a homlokfalra kicsi nyomások hatnak. A fellépő súrlódás mely a föld és a szalagok között van, az együtt dolgozást biztosítja. Határállapotként azt szokás feltételezni, hogy a homlokfalra (vízszintes) aktív nyomás hat, melyet ellensúlyoznak a szalagok. E húzott elemek az aktív állapot csúszólapja mögé nyúló szakaszon horgonyzódnak le, s a háttöltés e részére adják át a töltés elülső szakaszából ható erőket. [10]

VI. Szegezett falak

A szegezett falak a vasalt-földfalakhoz hasonlóak, melyek töltések, míg a szegezett falak bevágások megtámasztására szolgálnak. [10]

Szerkezeti kialakítása és alkalmazási köre többféle lehet:

- önmagában, a kötött talaj burkolófal nélkül is erősíthető szegekkel, s az így létrejövő együttdolgozó súlytámfalszerű földtömeeggel munkagödröket lehet ideiglenesen, vagy részüket véglegesen stabilizálni,
- lövellt betonzárással kombinálva elsősorban munkagödör határolására használják, ahol a beton a talaj kipergését és kiszáradást is megakadályozva biztosítja ideiglenesen a földfalat,
- lövellt betonnal kombináltan végleges falként csak valamilyen esztétikai célú burkolással (pl. vékony máglyafallal) épülhet, mert a lött betonfal képe zavaró,
- esetleg monolit betonfallal is kombinálható végleges falként, ekkor előlről zsálužnak,
- végleges falként a leggyakoribb az előre gyártott vb. elemekkel való építés, ahol is a talajtól függően zártan vagy hézagosan fektetik a kissé ferde falra az elemeket. [10]

2.2.5 Résfal

A résfalak általában nagy mélységig lenyúló, általában 40-120 cm széles táblákból álló, tetszőleges hosszban készíthető, rendszerint vasbeton anyagú falak, melyhez speciális gépekkel emelik ki a talajt, mialatt betonitszuspenzió akadályozza a rés beomlását. [19]

A résfalak végleges vagy ideiglenes szerkezetek lehetnek. A következő típusokat tárgyalja a szabvány:

I. Megtámasztófalak: rendszerint az általajban nyitott gödör oldalának megtámasztására készülnek. Ide tartoznak:

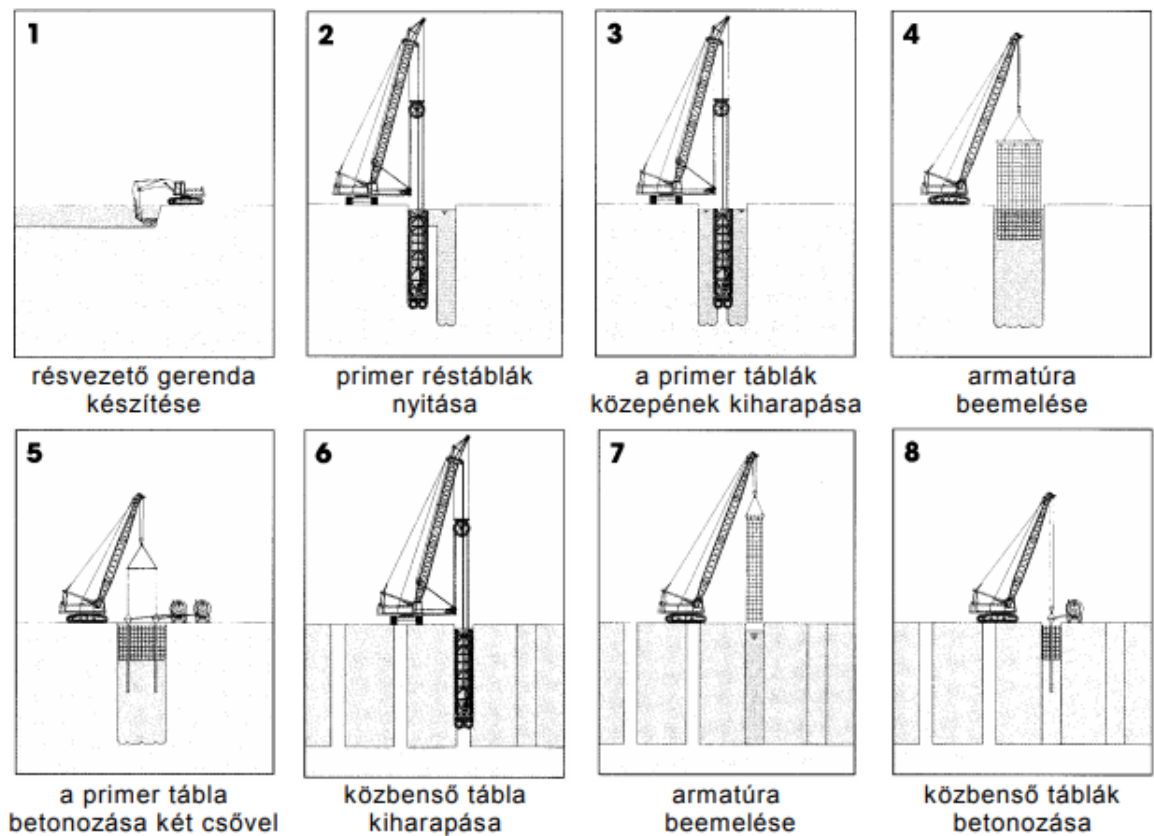
- **Helyben betonozott résfalak:** Az általajban nyitott résben, vasalatlan vagy vasalt betonból készített fal. Folyadékkal megtámasztott rések esetében betonozócsövön juttatják a betont a támasztófolyadék alá, vagy olykor száraz résben betonoznak.
- **Előre gyártott beton résfalak:** Önszilárduló résiszappal töltött résbe süllyesztett, előre gyártott elemekből készült fal.
- **Vasalt résiszap falak:** Acélbetétekkel, acélhálósával vagy egyéb alkalmas módon vasalt, önszilárduló résiszappal készült fal. [7]

II. Megszakító résfalak: rendszerint azért készülnek, hogy megakadályozzák a tiszta vagy szennyezett talajvíz, vagy a talajban levő egyéb folyadékok tovaáramlását. Ide tartoznak:

- **Résiszap falak (esetleg membrán- vagy szádpalló betéttel):** Önszilárduló résiszappal készült fal. A legtöbb esetben az önszilárduló résiszapot használják a rés támasztófolyadékaként is. Helyezhetők bele szigetelőelemek, például membránok vagy szádpallók.
- **Plasztikus beton falak:** Az általajban nyitott résben plasztikus betonból készített fal. A folyadékkal megtámasztott résbe betonozócsövön juttatják a betont a támasztófolyadék alá, vagy olykor száraz résben betonoznak. [7]

Földmegtámasztó falként elsősorban akkor jön szóba, ha az ideiglenes munkagödörhatárolás meglévő épület mellé kerül és vízzárás is szükséges vagy ha a résfal a felszín alatti szerkezet végleges oldalfala is lesz. Egyéb alkalmazási területei közé tartozik például az utólagos vízzárás, mely például gátak alatti szivárgás megakadályozását, illetve talaj és talajvízszennyezések lokalizálását szolgálhatja.

A résfal építése akkor a legelőnyösebb, ha többfunkciós szerkezetként alkalmazzák, így a költségek kifizetődőbbek. Hátránya a nagy felvonulási terület igénye mellett a bentonitos zagy elhelyezése.

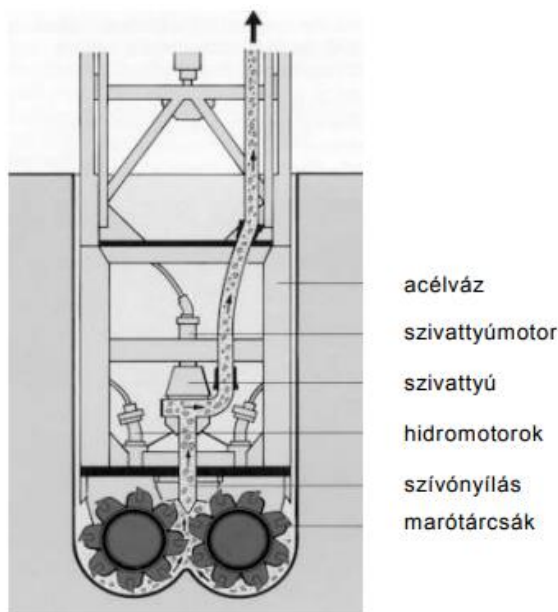


2.13 Résfalazás technológiai fázisai [10]

A résvezető gerendák a leendő résfal két oldalán, a falszélességnek megfelelő távolságban készített vb. falak, melyek 1-2 m mélységig nyúlnak le. Többféle okból szükségesek: függőlegesen megvezetik a réselőgépet, kijelölik a résfal helyét, megtámasztják azt a felső talajzónát, melynek állékonyságát a bentonitos résiszap még nem szavatolja, s rendezett felszínt biztosítanak. Keresztmetszetük téglalap, esetleg álló vagy fordított L betű. [10]

A rést speciális gépekkel készítik:

- a markológépek ciklikus üzeműek (leengedés - harapás - kiemelés - ürítés gépkocsira), merev (ún. Kelly-) rúdon mozognak vagy kötélén függenek, hidraulikus vagy mechanikus (köteles) erőátvitellel dolgoznak. Általában könnyen fejthető talajoknál alkalmazzák.
- a folyadékszállítású berendezések (pl. marótárcsás) folyamatos üzemmódúak (talajaprítás - zagykiszivattyúzás - ülepítés), egyes típusaiknál függőleges tengelyre szerelt fogak, fűrőfejek, másokon vízszintes tengelyű marótárcsák forogva aprítják a talajt. Általában közetszerű anyagoknál (pl. agyagmárga) alkalmazzák. [10]



2.14 A folyadékszállítású marótárcsás réselőgép [10]



2.15 Kötélfüggesztésű, réskészítő markológép [10]

A rések szélessége általában 60 cm, 40 cm-nél kisebbek nem jellemzőek. Egyidőben nagyjából 5-6m hosszú tábla lehet nyitva, mert a talaj állékonyságát részben az biztosítja, hogy a rés mentén nem a síkbeli állapotnak megfelelő Rankine-féle aktív földnyomások működnek, hanem a térbeli földék felületén fellépő ellenállások miatt kisebbek. Három fogásban veszik ki a kezdő táblát a gépek, hogy a szerszám két oldalán mindig azonos ellenállásokat kelljen legyőzni. A szerszám szélességének megfelelő, kb. 2,5 m hosszú fogással készülnek az úgynevezett zárótáblák, az ellenállás így is szimmetrikus, de készülhet három fogással is a zárótábla. Munkavégzés történhet viszont úgy is, hogy a kezdő tábla is csak egyetlen fogásból áll. [10]

A résiszap, mely a bentonit, azaz egy montmorillonit típusú agyagféleség, kb. 1,10 g/cm³ sűrűségű szuszpenziója, a rézállékonyság másik biztosítója. Ez nyomásával ellenáll a talajvíz és a talaj nyomásának, illetve a talajfalon meggátolja a szemcsék kipergését is vékony filmet képezve. A résiszap nyugalomban gélszerű lesz, átkeverve azonban ismét folyadékszerűvé válik, s így nem akadályozza a gépek munkáját. Az egyik réselőgép típus esetében a résiszap földkiemelésben is szerepet kap. A résiszap készítéséhez egy, a betonkeverőkhöz hasonló keverőgépet használnak, melyben a már használt, rostán tisztított anyagot friss bentonittal dúsítják. Környezetvédelmi okokból manapság bentonit helyett utólag lebomló szintetikus polimer műanyagokat is használnak. [10]

A betonozás előtt szakaszolni kell a markológéppel készített réseket, hogy széleik a táblák között megfelelő kapcsolat jöjhessen létre. A hagyományos megoldás szakaszolócsövek

beállítása, melyeket a beton kötésének kezdetén egy speciális géppel kiszakítanak. Manapság a fal végébe acélpallókat helyeznek, melyekhez a vízzárás növelésére esetleg merőleges fúgaszalag is csatlakozik. A pallókat a közbenső tábla készítésekor a réselőgép lefejt a megszilárdult tábláról. Nincs szükség szakaszolócsőre a marótárcsás réselő berendezések esetében, mert a gép le tudja marni a megszilárdult tábláról is a talajt. A csak vízzárásra szolgáló falakat pedig szakaszolás nélkül is építik. Ez az ún. folytonos résfal önszilárduló BC-keverékből (bentonit-cement) készül, mely építés közben megtámasztja a rést, illetve később megszilárdul, és kellő vízzáróságú lesz. [10]

A vasszerelés andráskereszttel merevített kettős háló, melyet előre elkészítenek, majd beemelik a résbe, és felfüggesztve rögzítik. Különböző szerelvényeket rögzíthetnek hozzá:

- a horgonyok átvezetésére és rögzítésére szolgáló, a falsíkban fekvő és a falat átvágó csőszerű elemeket,
- a falhoz csatlakozó alsó fenéklemez vízzáró és nyíróerő átadására képes kapcsolatát biztosító elemeket, pl. acél hullámlemezeket,
- a fal felületképzését megkönnyítő lemezeket,
- a csatlakozási helyeken az utólagos vésés elkerülésére lágy műanyagot. [10]

A betonozáshoz folyós beton szükséges, nagyobb cementadagolással, hogy mindenhol eljusson a beton a vasbetétek közé és ne osztályozódjon szét a résiszapban. Egy, hosszabb résben két betonozó tölcserrel, a víz alatti betonozás szabályai szerint kell készíteni, azaz mindenkor a betonfelszín alatt kell lennie a csőnek, hogy csak a felületén érintkezzen a zaggyal, s azt felfelé szorítsa ki. [10]

Fontos a betonozás sebességének helyes megválasztása: elég lassú legyen, hogy a zagyt a vasalásról az emelkedő beton biztosan letisztítsa, de ne legyen túl lassú, hogy a földfal állékonyságát a zagy még közben is biztosítsa. [10]

Ha egyedi igények merülnek fel a felületminőség és a vízzáróság tekintetében, akkor szóba jöhetnek vízzáróan kapcsolható előregyártott táblák is, s ezek kapcsolatának vízzáróságát utólagos injektálással érik el. Amunkahézagba betett gumiprofillal a vízzáróság javítható, s - különösen a veszélyes szennyeződések lokalizálására - kemény, vastag folytonos műanyagmembránt is behelyeztek már a résbe. [10]

A betontáblák tetején a zaggyal keveredett betont levésik és a táblák együtt dolgozását is biztosító fejgerendát készítenek. A táblák felületét a földkiemelés közben szükség esetén levésik, felületét kellősitik, erre a lőtt beton a legjobb. A táblák közötti munkahézagokon át néha előforduló vízszivárgást a fal mögötti talajzóna injektálásával lehet megállítani.

A résfalak tervezésekor a következő feladatokat kell megoldani:

- számításba kell venni a réstábla méreteinek tervezésekor a rendelkezésre álló réselőberendezések méreteit, a földkiemelés sorrendjét és módszerét, a földkiemelés és betonozás közbeni résállékonyságot,
- a föld és víznyomások, illetve a résiszap nyomásának összevetésével a résállékonyság ellenőrzése, aminek eredményeként a résiszap sűrűségét és a résvezető gerenda mélységét határozzuk meg,
- a fal tervezési vastagsága megegyezik a réselőszerszám szélességével. Nagyobb falvastagsággal akkor lehet kalkulálni, ha azt a helyszínen végzett mérések igazolják,
- a réstáblákat függőleges elemként, általában a teljes mélységükig ugyanakkora vízszintes keresztmetszettel kell tervezni,
- a fal tervezésekor figyelembe kell venni, hogy a vasalás a réstáblák csatlakozásainál, valamint az ugyanazon réstáblában levő szomszédos betonacél kosarak között nem folytonos. Kellő térközt kell hagyni a szomszédos réstáblák betonacél kosarai között, igazodva a készítendő csatlakozás fajtájához és figyelembe véve az építés mérettűréseit.

[10]

2.3 Munkatér határolás megtámasztása

Munkatér határolás megtámasztásának kiválasztása során a legfontosabb szempont az, hogy minél kevesebb szerkezet legyen a munkagödörben, hogy a munkálatokat, gépeket ne zavarja a felesleges szerkezet, minél tisztább legyen a munkatér. [10]

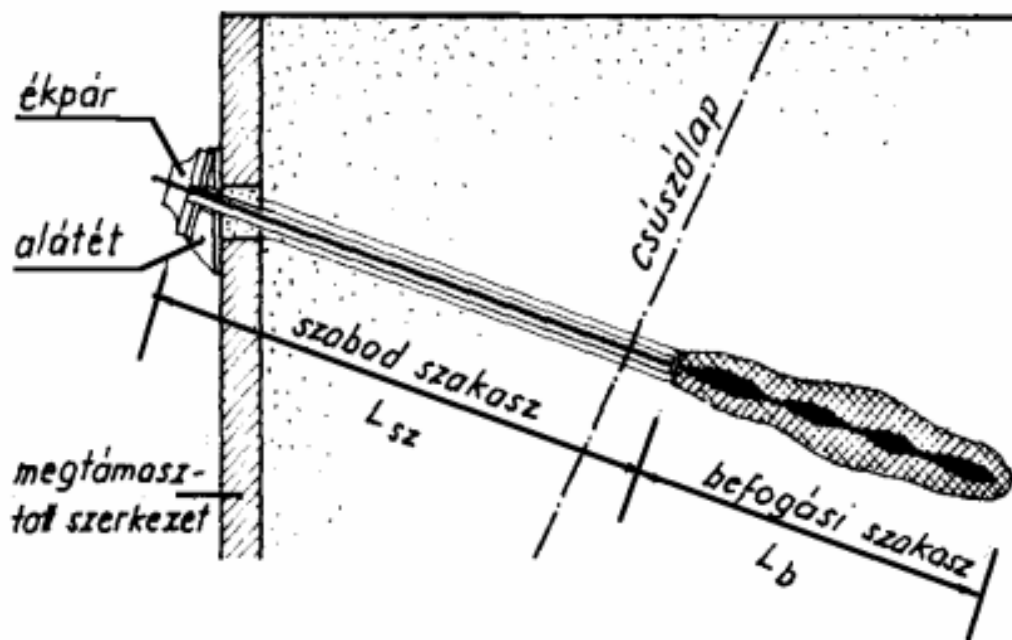
Munkatér határolás megtámasztási lehetőségek:

- horgonyzás,
- csőtámasz,
- milánói módszer.

2.3.1 Horgonyzás

A horgonyzott szerkezetek működési elvének az a lényege, hogy horgonyokkal az aktív csúszólap mögötti talajzónára hárítjuk a megtámasztó falra ható földnyomást. A horgonyzás alapvetően különbözik tehát a talajvasalástól és a talajszegezéstől, mert a horgonyok

- első szakasza nem érintkezik a talajjal, ott a talaj együtt dolgoztatásáról tehát nincs szó,
- mérete jóval nagyobb, 12-20 m hossz és 10-20 cm átmérő a jellemző
- teherbírása is közel egy nagyságrenddel nagyobb, - általában előfeszítik, így nemcsak a talajmozgások után kezdenek dolgozni. [10]



2.16 Horgonyzott szerkezet részei [10]

A horgonyok támasz helyett készülnek a befogott falak (berlini-, rés-, szád-, cölöpfal) esetében, egy vagy több sorban, és a fal egyensúlyát a befogással együtt biztosítják. A fal és a horgony közti erőátadást úgy lehet megoldani, hogy - kellően sűrű horgonykiosztással, kisebb horgonyerőkkel dolgoznak és így a fal külön erősítése nem szükséges, - a horgony rögzítése a falra kívülről támaszkodó hevederhez, esetleg a falon belüli rejtett bordához szükséges. [10]

Ahhoz, hogy a munkatér teljesen szabad maradjon horgonyzást használnak, mivel a munkagödör megtámasztásakor a belső támaszok akadályoznák a munkavégzést. Ha van szomszédos épület, akkor különösen előnyös, hogy a feszítéssel minimalizálható a falmozgás, ezzel elkerülhetők az épületkárok. Elsősorban szemcsés talajoknál érdemes alkalmazni, mivel ott nagyobb horgonyerő biztosítható. [10]

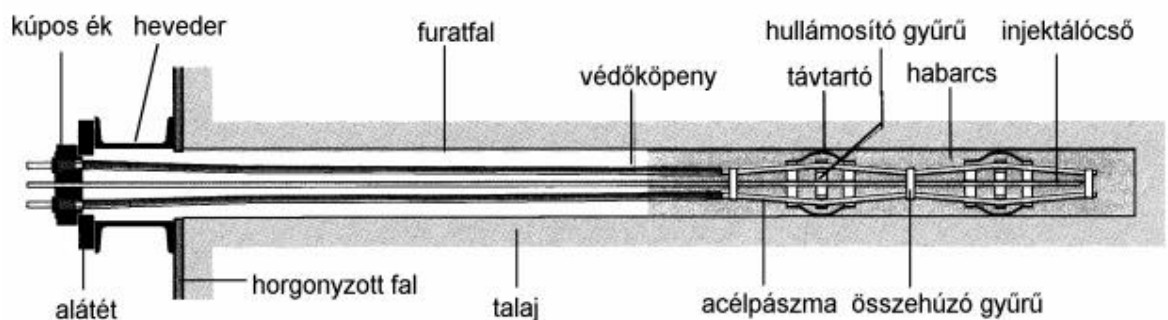
A horgonyok a következő szerkezeti részekből állnak:

1. A horgonyfej a fal és a szár közötti kapcsolat biztosítására szolgál. A falra egy alátét fekszik fel, melynek külső lapja megfelel a horgonyok irányának. Ehhez a horgonyszárat kúpos ékkel vagy csavarral rögzítik. Az utóbbit szokás alkalmazni előfeszítés esetén. Pásmás horgonyszárat egyenként és együtt is lehet rögzíteni.

Ezeket az elemeket védősapka fedő tartós horgonynál, melynek belső terét korrózió védő anyaggal töltik fel. [10]

2. A horgonyszár közvetíti az erőt a fej és az injektált test között. Készülhet egyszerű betonacélból, de inkább a nagyszilárdságú Dywidag-rúdak vagy az acélpázmák használatosak. A szabad hosszon védőcsőben van, s a cső és a szár közötti teret korrózióvédő anyag tölti ki. Távtartók biztosítják a befogási szakaszon, hogy a szárat a cementhabarcs mindenütt körbe vegye. Ugyanitt gyűrűkkel hullámosítják is a szárat, mert ezzel növelhető a horgony ellenállása. [10]
3. Az injektált test feladata az erő közvetítése a horgonyszárról a talajra. Az injektálás a szár mellett végigfutó mandzsettás injektálócsővön keresztül történik. A cementhabarcs nagy nyomással bejut a szemcsés talajokba, míg a kötött talajokba csak befeszül. Ennek megfelelően a szemcsés talajokban jóval nagyobb lehet a horgonyteherbírási. [10]

A húzóerő átadása az ideiglenes horgonyoknál az injektált test elejétől indul és a köpeny, illetve a talaj közt ébredő nyíróerők csökkentik le, a horgony végső szakaszán üzemi állapotban esetleg nincs is erő. Ezáltal húzás keletkezik az injektált testben, ezért berepedezik, kellő védelem híján az acél korrodálhat. [10]



2.17 Ideiglenes, pázmás, fúrt, injektált, feszített horgony [10]

A tartós horgonyokat másként alakítják ki.

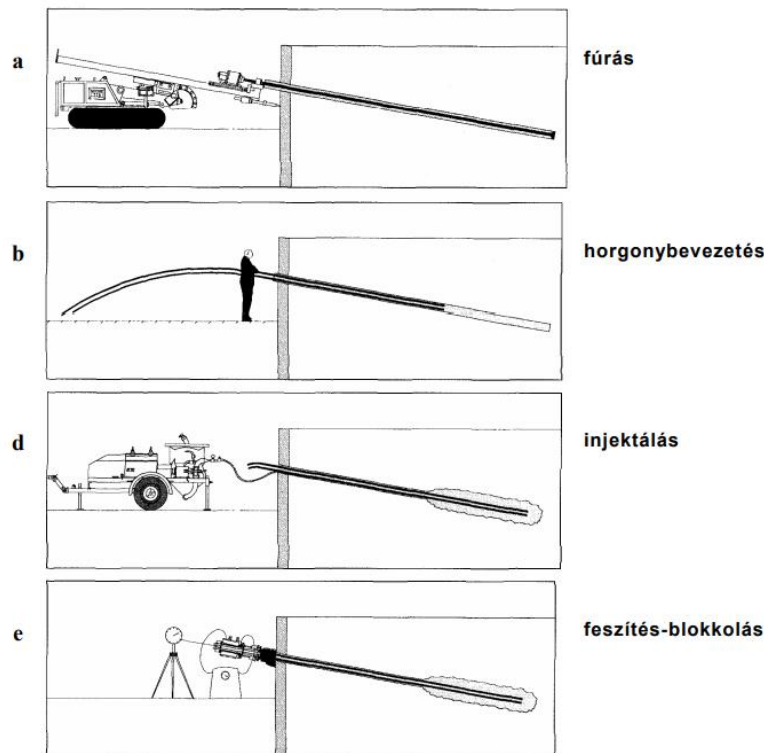
a)

A nyomócsöves szerkezetben az injektált testen belül nem érintkezik a cementtel a horgonyszár, egy csőben halad. A cső az injektált test végétől adja át a húzóerőt a testre, s az erő a testben a köpenyellenállás révén a horgonyfej irányában csökken. Ezáltal nyomott lesz az injektált test, nem repedezik be, a nyomott cső és benne a szár sem korrodálhat. [10]

A hullámcsőes szerkezetben egy hullámos PVC-csőben van a horgonyszár, s az injektált test e csövön kívül készül. A cső és a szár közötti tér is ki van öntve cementhabarccsal, ami biztosítja az erőátadást a szár és a cső között. Így többszörös védelmet kap a korrózióval szemben a horgonyszár. [10]

2.3.2 Horgonyzás technológiai lépései:

1. A fúrás során a fúroszárat és -fejet általában ütve-forgatva hajtják le, de használnak végtelen spirált is. A furatot a talajtípustól függően fúróiszappal vagy béléscsővel (esetleg cementlével) támasztják meg. A furadékot a fúróiszap vagy víz vagy levegő hozza ki. [10]
2. A horgony bevezetésével együtt a furat befogási szakaszát cementhabarccsal kell kitölteni. Béléscsővezés esetén a horgony a béléscsőbe kerül és ezután a béléscsővön át, annak visszahúzása közben, a kitöltés nyomás alatt történik. Béléscső nélküli furatban a fúrás végén a vízzel, cementlével vagy levegővel kitisztított furatot gravitációsan töltik fel cementhabarccsal, előtte vagy utána is behelyezhetik a horgonyszárat. [10]
3. A befogási szakaszt a fúroszár mellett bevezetett injektáló csövön keresztül nagy nyomáson injektálják, szükség esetén több lépcsőben is, mindig a megfelelő nyomásemelkedésig érve. [10]
4. A horgony feszítése tulajdonképpen próbaterhelés, általában a tervezett erő 110% - al feszítik meg a horgonyokat, majd kissé visszaengedve blokkolják őket. [10]



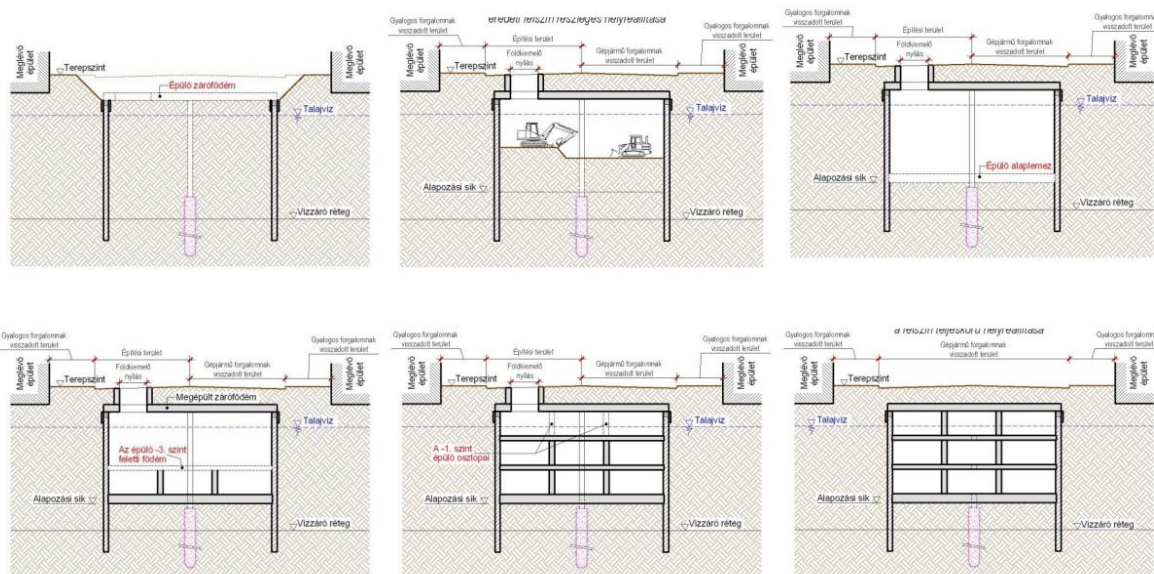
2.18 Horgonyok készítésének munkafázisa [10]

2.3.3 Csőtámasz:

Általában a sarkokon kialakítandó, de előfordulhat, egymással szemben való kitámasztás is. Hátránya, hogy a nagy átmérőjű, több darab cső akadályozza a folyamatos munkavégzést a munkagödörben/munkaárokban. Nyáron ezek az acélsőtámaszok felmelegednek, így geotextíliával körbe tekerve locsolják a felhevülés és plusz teherátadás elkerülése érdekében.

2.3.4 Milánói módszer:

Általában forgalmas területeknél alkalmazandó, mely során 1 méterig kiemelik a talajt és a lavirsíkról a résfalakat elkészítik. Felül egy vasbeton lemez kerül megépítésre, mely alól bányászati módszerrel kiemelik a talajt. Amint elérésre került a következő földem szintje, azt megépítik és az alól szintén bányászati módszerrel kitermelésre kerül a talaj. Ezt addig készítik míg a kívánt mélységig le nem érnek. Alkalmazása azért előnyös, mert nem kell megvárni az építkezés végét ahhoz, hogy a forgalom számára a szakasz ismét használható legyen.



2.19 Milánói módszer lépései [9]

3 Alapadatok

A tervezési terület a Somló hegy és a 8-as főút melletti Somlónásárhely közötti területen helyezkedik el. A terület jellemzően sík, jelenleg beépítetlen, a tervezett épület egy már meglévő épület mellett helyezkedne el. A pinceépület -2 pinceszinttel, továbbá a felszínen a korábbi épülethez hasonló földszinti rész jelenne meg, melyre földborítás kerül. A várható földkiemelés 10-11 m mélységű lesz.

A leendő új pinceépület +/-0,00 szintje = 163,00 mBf

3.1 Geotechnikai kategória:

A tervezési feladat geotechnikai kategóriába való besorolása az Magyar Mérnöki Kamara Geotechnikai Tagozata által kiadott Segédlet az új, EC7 alapú geotechnikai dokumentációk tartalmi követelményeit betartó munkarészekhez, a mérnöki és vizsgálati ráfordítások összeállításához, tervfázisonként c. kiadványában szereplő pontozásos rendszer alapján lett elvégezve. A pontszámítás részletes bemutatása épületek, építmények geotechnikai tervezési feladatainak kategóriába sorolásához:

Szempont		Referencia érték			Pont
Geotechnikai adottságok	terephajlás	<10 % 0 pont	10-25 % 1 pont	>25 % 3 pont	0
	rétegződés változékonysága	homogén 0 pont	egyenletes 2 pont	változó 5 pont	2
	altalaj mechanikai tulajdonságai	jó 0 pont	átlagos 2 pont	gyenge 5 pont	2
	talaj- és rétegvíz viszonyok	>5 m 0 pont	2-5 m 2 pont	<2 m 5 pont	0
	mocsaras és bel- vagy árvízveszélyes terület 0 vagy 5 pont				0
	létesítményt befolyásoló vastagságban feltöltött terület, visszatöltött bányaterület 0 vagy 5 pont				0
Létesítmény adottságok	létesítmény alapterülete	<1000 m ² 0 pont	1000-10 000 m ² 1 pont	>10 000 m ² 3 pont	1
	fesztáv	<6 m 0 pont	6-10 m 2 pont	>10 m 5 pont	2
	épületmagasság	<6 m 0 pont	6-20 m 2 pont	>20 m 5 pont	0
	munkagödör mélysége	<2 m 0 pont	2-5 m 2 pont	>5 m 5 pont	5
	létesítmény megvalósításához kapcsolódó tereprendezés (töltés, bevágás) mértéke	<5 m 0 pont	5-10 m 1 pont	>10 m 3 pont	0
	támfalak, befogott földmegtámasztó szerkezetek magassága	<2 m 0 pont	2-5 m 2 pont	>5 m 5 pont	0
	meglévő létesítményre közvetlenül gyakorolt hatás, zártosult épületcsatlakozás 0 vagy 5 pont				5
	süllyedésérzékenység vagy jelentősen változó terhelési viszonyok 0 vagy 5 pont				0
	speciális ipari műtárgyak, magas súlypontú létesítmények, tornyok, silók, földalatti és vízepítési műtárgyak 0 vagy 5 pont				0
	Összes pont				17

Pontszám alapján történő besorolás	
1. geotechnikai kategória	0 – 4 pont
2. geotechnikai kategória	5 – 20 pont
3. geotechnikai kategória	21 pont felett

3.1 Geotechnikai szolgáltatások kategóriába sorolása [11]

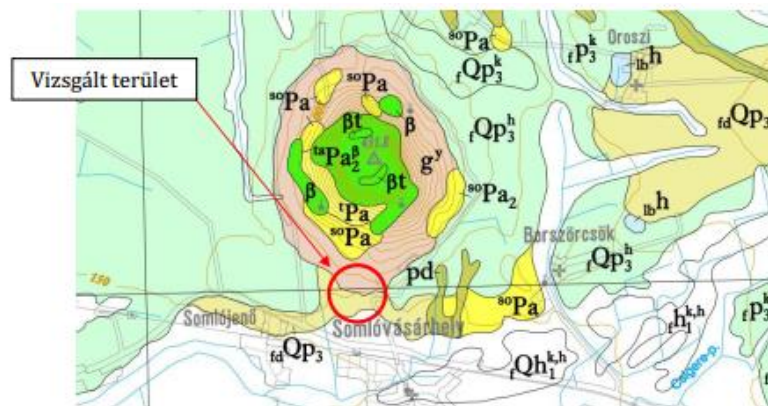
A besorolás összpontszáma **17** pontra adódott, ami alapján a tervezési feladat az alkalmazásra kerülő geotechnikai megoldások és környezeti kölcsönhatások alapján a „2.” geotechnikai kategóriába sorolható.

3.2 Geológiai viszonyok

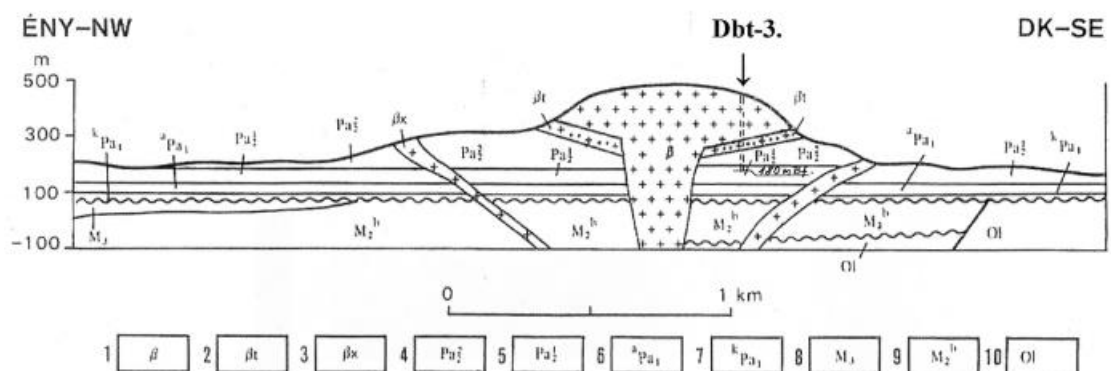
A terület közelében található vulkanikus tanúhegy, a Somló hegy, melynek alapköze a bazalttufa. A terület felszínét a Pannon-tenger alakította.

Magyarország földtani térképe és a geológiai szakirodalom alapján a területen, a hegy lábánál pleisztocén kori lejtőtörmelék (3.2 ábra gy zóna) és folyóvízi deluviális üledékek (3.2 ábra fdQp3zóna) találhatóak. A Somló hegy földtani szelvényén (3.3. ábra) látható, hogy a

tervezési területen kőzet megjelenése már nem várható (DK-i oldal), üledékek előfordulására lehet számítani [12]



3.2 A terület környezetének geológiai térképe [12]



3.3 Somlóhegy változatos földtani szelvénye [13]

3.3 Talajvizsgálati jelentés

A tervezés megkezdése előtt a talajvizsgálati jelentést tekintettem át mely alapján az alábbiak szerepeltek:

„Ezen szakvélemény keretében készült fúrások alapján a területen a felszínt lösziszap borítja ~0,9-1,5 m vastagságban. Ezen réteg alatt sovány agyag-iszap jelentkezett, melyben sávosan homoklisztes zónák is előfordulnak”. [18]

„Jelen munka keretében végzett vizsgálatok alapján a felszínt szürkésbarna sovány-közepes agyag borítja. A talajvíz környezetében az agyagréteg víztartalma jelentősen megnő (30-40%), ezáltal konzisztenciaindex lecsökken. A talajvíz alatti zónában homokos

betelepülések előfordulnak változó mélységben és vastagságban, ezek a talajok homokos agyagnak minősíthetők. Az ebből a zónából vett mintákból készült szemeloszlási vizsgálat is, illetve az Atterberg határok is meghatározásra kerültek, utóbbi esetében a homoktartalomtól fakadó magas víztartalmak miatt a konzisztenciaindex rendkívül alacsonyra adódott ($I_c < 0,3$), ez nem mutatja az altalaj valós állapotát. A homokos zóna alatt megjelenik újra a szürkésbarna sovány-közepes agyagréteg, kivéve a 2F fúrás környezetében, ahol ezt a réteget nem értük el.” [18]

A korábbi Talajvizsgálati jelentés alapján, a számításhoz felhasználható átlagos talajfizikai paraméterek karakterisztikus értékeit a következő tartalmazza.

Szürkésbarna sovány-közepes agyag (Cl)		
Belső súrlódási szög	ϕ_k =	22 °
Kohézió	c_k =	40 kPa
Összenyomódási modulus	E_{sk} =	12 MN/m ²

Szürkésbarna homokos agyag (saCl)		
Belső súrlódási szög	ϕ_k =	25 °
Kohézió	c_k =	20 kPa
Összenyomódási modulus	E_{sk} =	11 MN/m ²

Szürkésbarna sovány-közepes agyag (víz alatti) (Cl)		
Belső súrlódási szög	ϕ_k =	22 °
Kohézió	c_k =	40 kPa
Összenyomódási modulus	E_{sk} =	14 MN/m ²

5.1 Átlagos talajfizikai paraméterek összefoglaló táblázata [18]

A szakvélemény kiter továbbá a hidrológiai viszonyokra és a talajvíz megjelenésére is:

” Ezen szakvélemény keretében készült fúrásokban rétegvíz jelenlétére utaló nyomokat tártak fel. A szakvélemény a becsült maximális talajvízszintet 98-101 mRel (~157-160 mBf) között adja meg. A területen a becsült maximális talajvízszintet a jelen és korábbi vizsgálati eredmények, valamint a terület geomorfológiai és hidrogeológiai viszonyai alapján a 157,50 mBf, míg a mértékadó talajvízszintet a 158,00 mBf szinten adjuk meg. A területen vett talajvízmintákon végzett vegyvizsgálati eredmények alapján a talaj-víz beton műtárgyakra nem agresszív, XA0 agresszivitási osztályba sorolható az MSZ 4798:2016 szerint.” [18]

4 Szerkezet kiválasztása

4.1 Munkatérelhatárolás kiválasztása

Rézsűs munkatérelhatárolás

A rézsűhajlást, a bevágás mélységével és talajnem meghatározásával kaphatjuk meg. Ebben az esetben a rézsűhajlás értéke a táblázat alapján 8/4. A rézsű nagy helyigénye miatt ezt a megtámasztás nélküli módot nem teszi lehetővé a mostani feladat. Továbbá a nagy földmunka mellett a munkagödör megközelítése és az anyagszállítás kérdése is nehezítené a munkálatokat. [10]

Dúcolás

A széles munkagödörnél egyedül a berlini dúcolat alkalmazható, mivel a dúcolat belső megtámasztásra nincs lehetőség, a támszerkezetet hátra kell horgonyozni, illetve be kell fogni, s ennek ez az egyik alapmódszere. Alkalmazása nem célszerű ebben az esetben, mivel általában 5-10 méter mély munkagödörig javasolt, a mostani esetben pedig körülbelül 9 – 11 méter mély a munkagödör. Továbbá talajvíz esetén sem célszerű a berlini dúcolat alkalmazása. [10]

Száfal

A száfalakat többnyire a vízepítés területen alkalmazzák, a könnyű vízzáró kapcsolatok kialakítása miatt, mely által a szerkezet teljesen vízzáró. A kötött talajban a pallók leverése előnyösebb, mint a szemcsés talajokéban. A résfallal ellentétben csak a megtámasztásra alkalmas, nem tud az épület teherbírásában közreműködni. [10]

Cölöpfal

A cölöpfal építése komplikált folyamat, hiszen a cölöpöket egyesével kell elkészíteni, emiatt jóval időigényesebb is. Résfal helyett akkor szokás alkalmazni, ha körszelvényt akarunk kialakítani, ez ebben az esetben nem indokolt.

Résfal

A résfal több funkciót is ellát, mivel a munkatérelhatárolás mellett, az épület teherbírásában is közreműködik, függőleges és vízszintes teherhordó szerkezetként is. Továbbá elhatároló szerkezetként lehetővé teszi a munkagödör építkezés időtartama alatti ideiglenes

víztelenítését. A résfallal történő munkatérrelhatárolás alkalmazása ebben az esetben a legmegfelelőbb. [10]

4.2 Résfal megtámasztásának kiválasztása

A megtámasztás kiválasztásánál a fő szempont, hogy a munkatér minél szabadabb legyen, hogy a gépek és a munkavégzés zavartalan lehessen. A **horgonyzás** esetén a leghatékonyabb ennek a feltételnek a teljesítése. A résfalat **csőtámasszal** is meg lehetne támasztani például foghíjbeépítésnél, ahol nem lehet horgonyozni, viszont az a munkavégzést jelentősen akadályozná. A harmadik lehetőség a **milánói módszer**, viszont ennek az alkalmazása nem indokolt ezen a területen, mert nem forgalmas területen helyezkedik el a munkagödör. [10]

5 Tervezési feladat

5.1 Munkatér határolás

Munkatér határoló elemek:

A tervezett munkatér határoló szerkezet az alábbi szerkezeti egységekre bontható:

- szegezett-lőtt betonos rézsűbiztosítás
- vb. munkatér-határoló résfal;
- ideiglenes talajhorgonyok több sorban;

A helyi adottságokhoz igazodóan a réselési lavírsík -2,00 m, -3,00 m és -4,00 m-en került meghatározásra. A lavírsík szegezett, torkrétozott rézsű védelme mellett alakítható ki. A 60/65 cm vtg. résfal vízszintes megtámasztását három és négy sorban elhelyezett, ideiglenes fűrt-injektált talajhorgonyok biztosítják.

A munkatér határoló résfal tervezésének és statikai számításának ismertetése:

A résfal tekintetében az építés kori állapot lesz mértékadó, mivel ekkor a legnagyobb a résfal támaszköz. Végállapotban az alaplemez és a közbenső födémek, mint tárcsaművek kitámasztják a falat. A mértékadó igénybevételeket az EN 1997-1 szerint számítjuk, az ottani „B” tervezési eset alapján. Ekkor a talajfizikai jellemzők karakterisztikus értékeit vesszük figyelembe, és így számítjuk az igénybevételeket. Az így kapott értékeket 1,35-ös biztonsági tényezővel növeljük meg

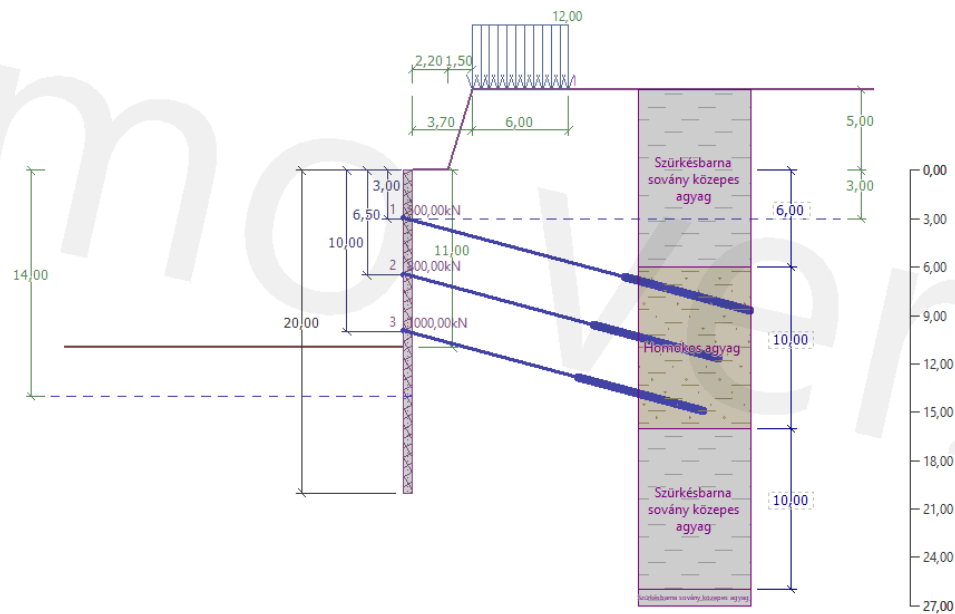
γ , Φ , c = karakterisztikus érték és $Y_M=1,35*Y$ karakterisztikus érték nyomatek, horgonyerők

A résfal építési sorrendje szerint az összes fázis igénybevétele számításra kerül, ezek összessége adja a nyomateki maximálábrákat és a maximális horgonyerőket. A résfal számításánál elválaszthatatlanul összefügg az elmozdulás, nyomatek és a horgonyerő. Ha adott esetben a horgonyokat nagyon befeszítjük, úgy az elmozdulás csökken, de a teljes földkiemelést követően a keletkező nyomatek és horgonyerő nagymértékben megnövekszik, és fennáll a kiszakadás veszélye, valamint gazdaságtalan vasmennyiséget eredményezhet. Többszöri futtatás és iteráció után meg kell találni az optimális feszítő

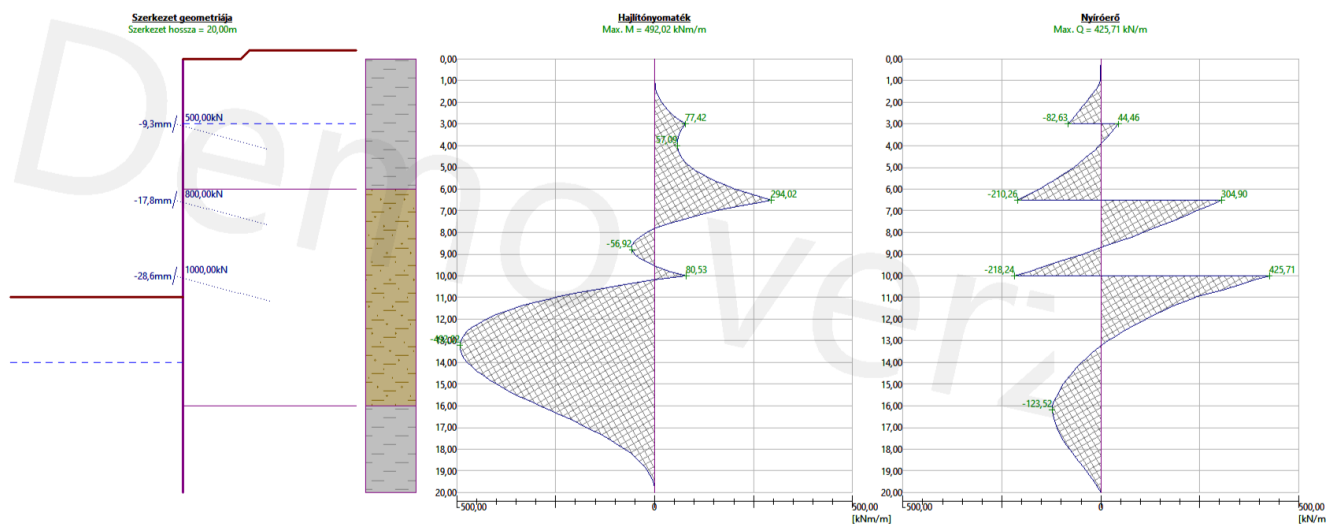
erőt, hogy az elmozdulás és nyomaték szempontjából harmonikus, ideális állapot alakuljon ki. A végállapotban a környezetből érkező terheléseket az épület tárcsa szerkezetei (fő-démjei) veszik át ezért fontos, hogy az épület a +0,00m-es szintig minél előbb beépítésre kerüljön. Egy hosszabban elhúzódó építkezésnél (1-1,5 év) a nagyobb esőzések, melyek a résfal talp részét áztatják nagyobb elmozdulásokat alakváltozásokat eredményezhet.

A tervezést a GEO 5 programban készítettem el, mely egy cseh fejlesztésű program. A programmal befogott támszerkezetek részletes számítását végezhetjük rugalmas-képlékeny, nem lineáris számítási módszerrel. A programban három keresztmetszetben készítettem el az ellenőrzéseket.

5.2 GEO 5 programban levő tervezések, keresztmetszetek:



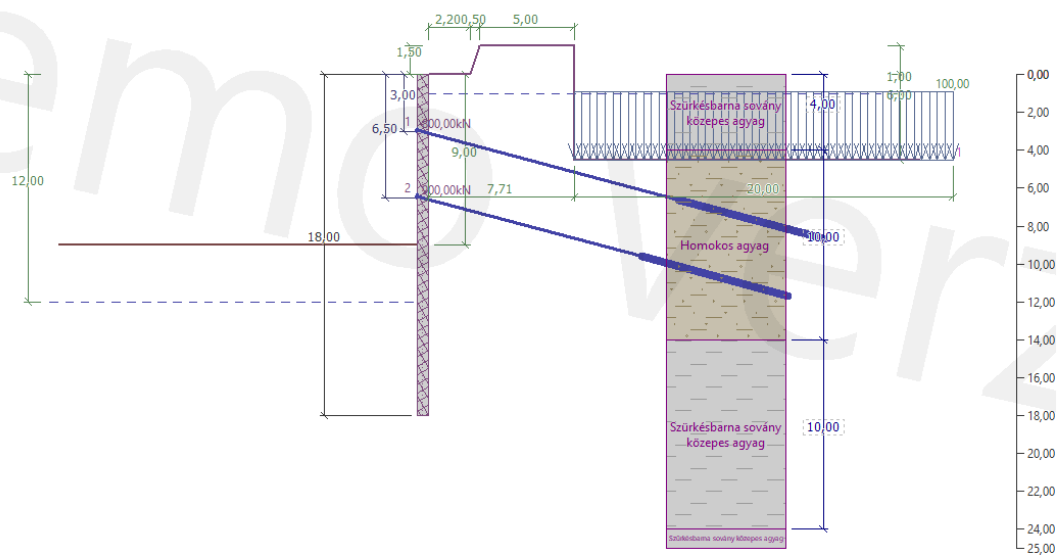
5.1 ábra 1-1 Keresztmetszet



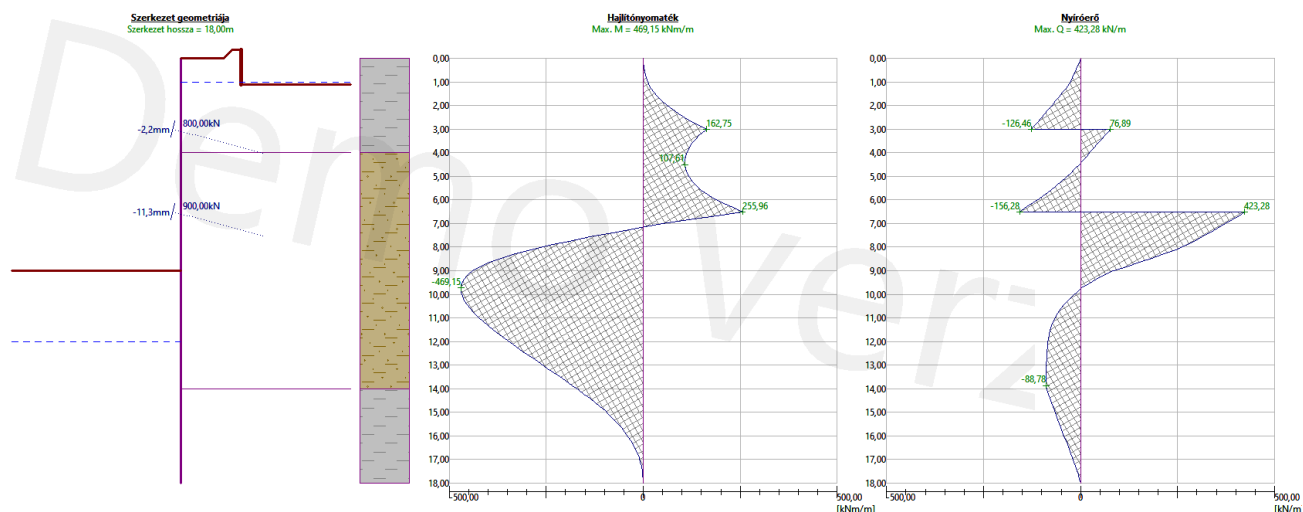
5.2 ábra 1-1 Keresztmetszet igénybevételi ábrái

$$M_{ed} = 492,02 \text{ kN/m}$$

$$V_{ed} = 425,71 \text{ kN}$$



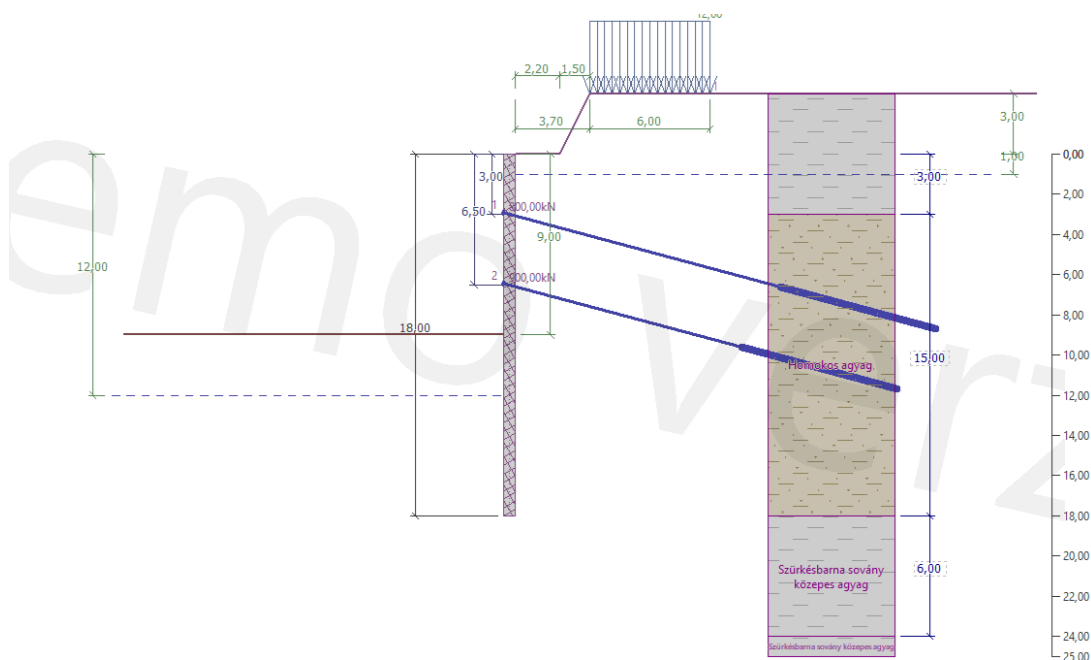
5.3 ábra 2-2 Keresztmetszet



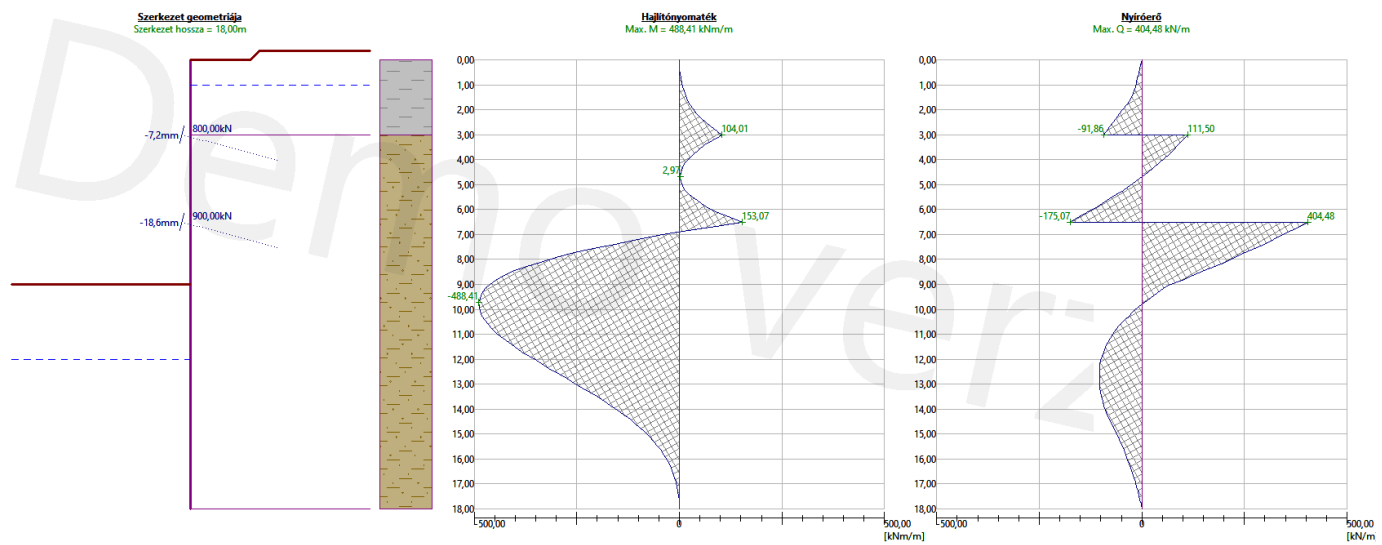
5.4 ábra 2-2 Keresztmetszet igénybevételi ábrái

$$M_{ed} = 469,15 \text{ kN/m}$$

$$V_{ed} = 423,28 \text{ kN}$$



5.5 ábra 3-3 Keresztmetszet



5.6 ábra 3-3 Keresztmetszet igénybevételi ábrái

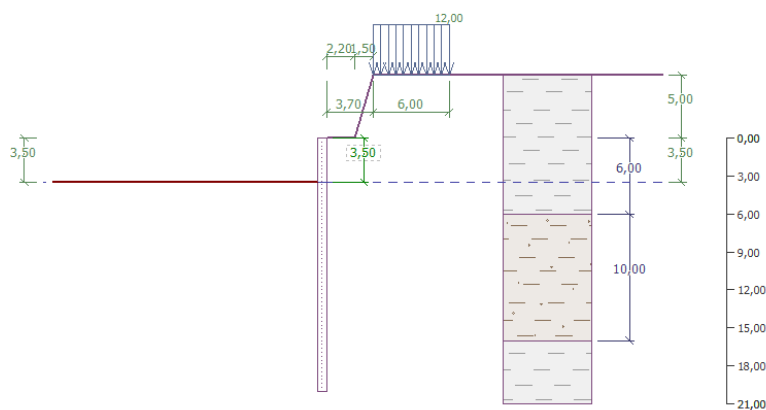
$$M_{ed} = 488,41 \text{ kN/m}$$

$$V_{ed} = 404,48 \text{ kN}$$

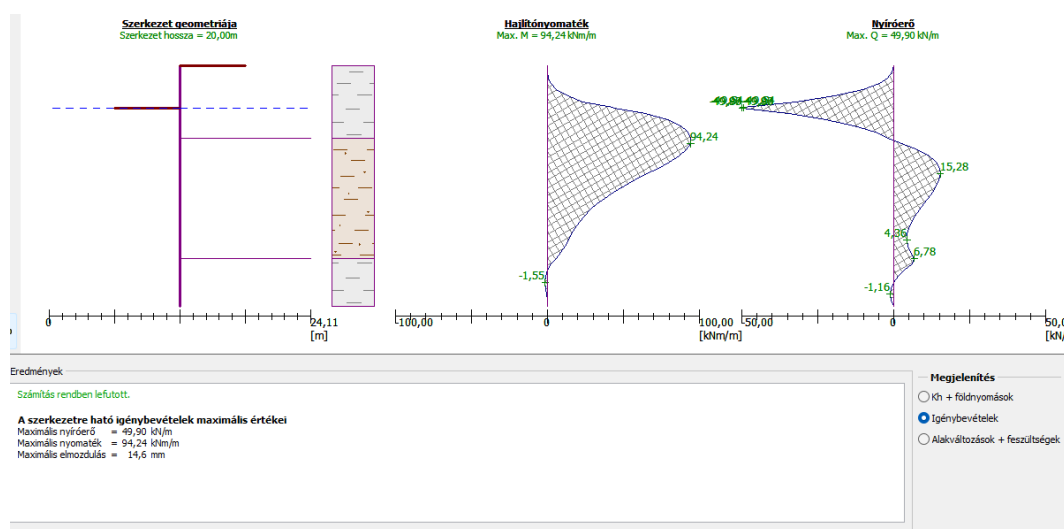
5.3 Kiválasztott keresztmetszet ellenőrzése lépésenként

Annál a keresztmetszetenél, ahol a legnagyobb nyomaték és nyíróerő keletkezett (1-1 keresztmetszet), ott is megnéztem a munkaközi nyomatékokat, nyíróerőket és állékonyságokat.

1. lépés: felvettem a keresztmetszetet, egy minimális földkiemeléssel

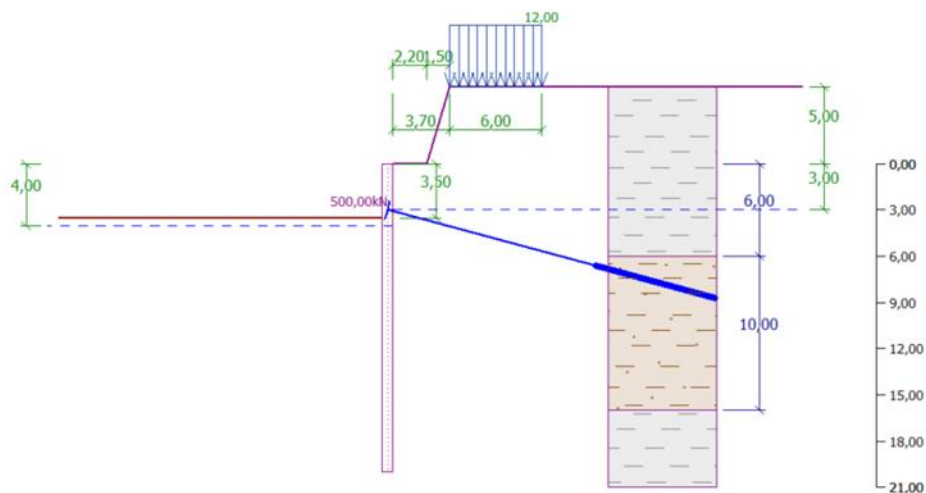


5.7 kiindulási keresztmetszet

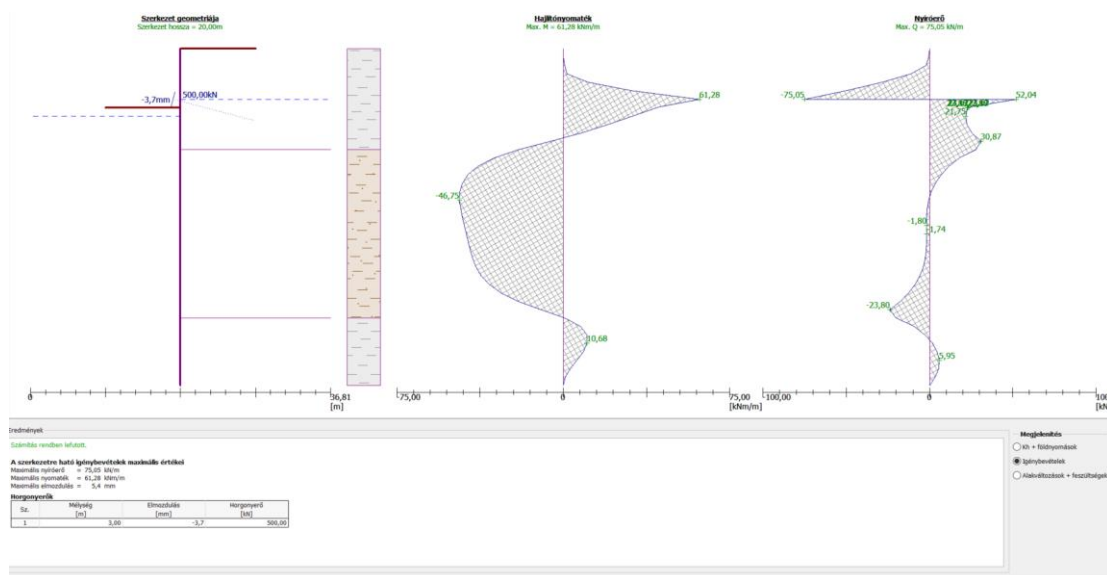


5.8 ábra nyomaték és nyíróerő

2. lépés: víztelenítés, majd -3,0 méternél első horgony elkészítése

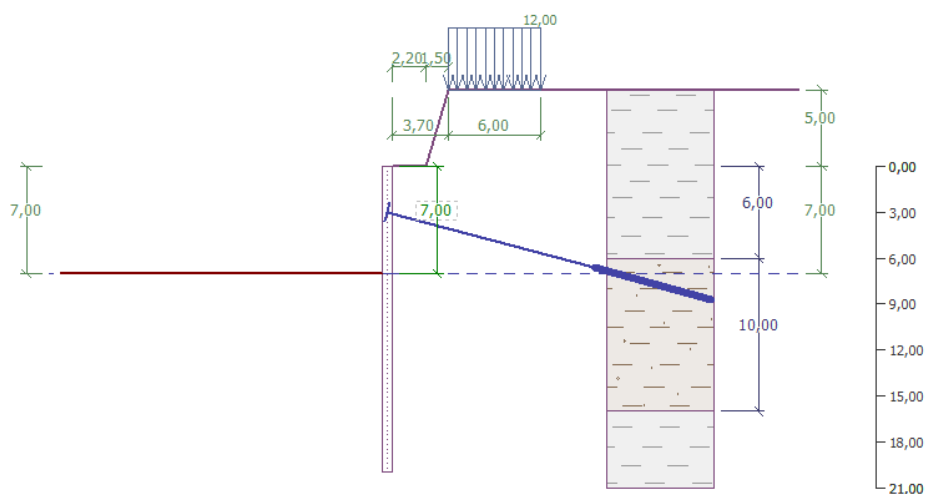


5.9 ábra keresztmetszet

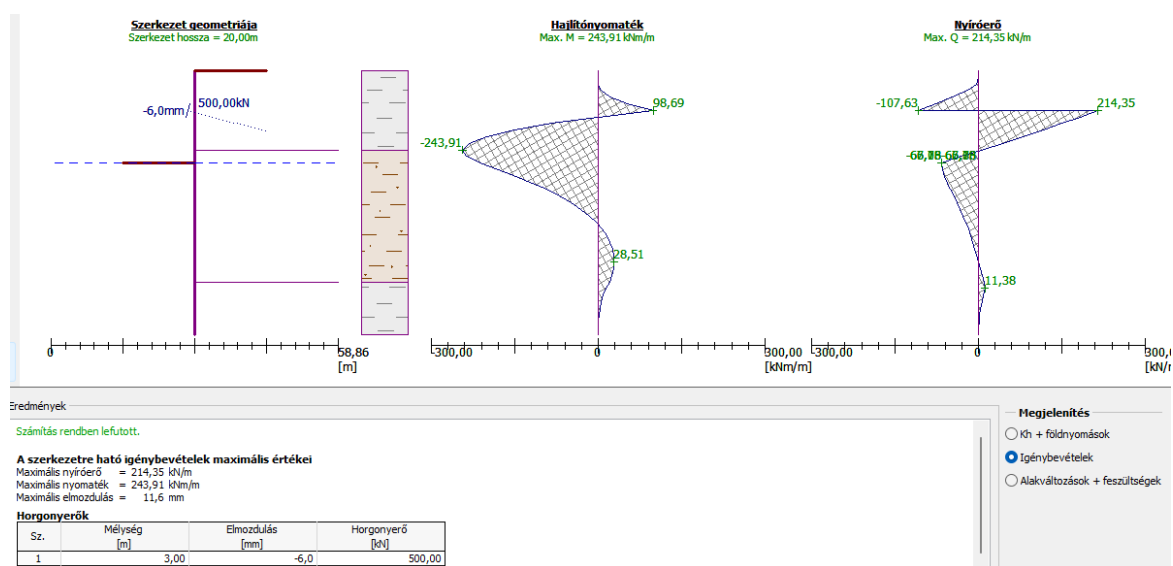


5.10 ábra nyomaték és nyíróerő

3. lépés: horgonyzást követően további földkiemelés -7 méterig

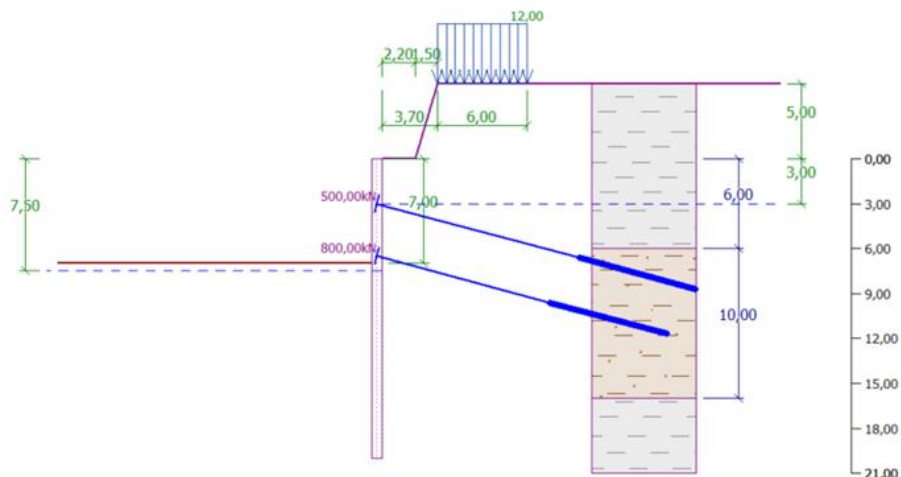


5.11 ábra keresztmetszet

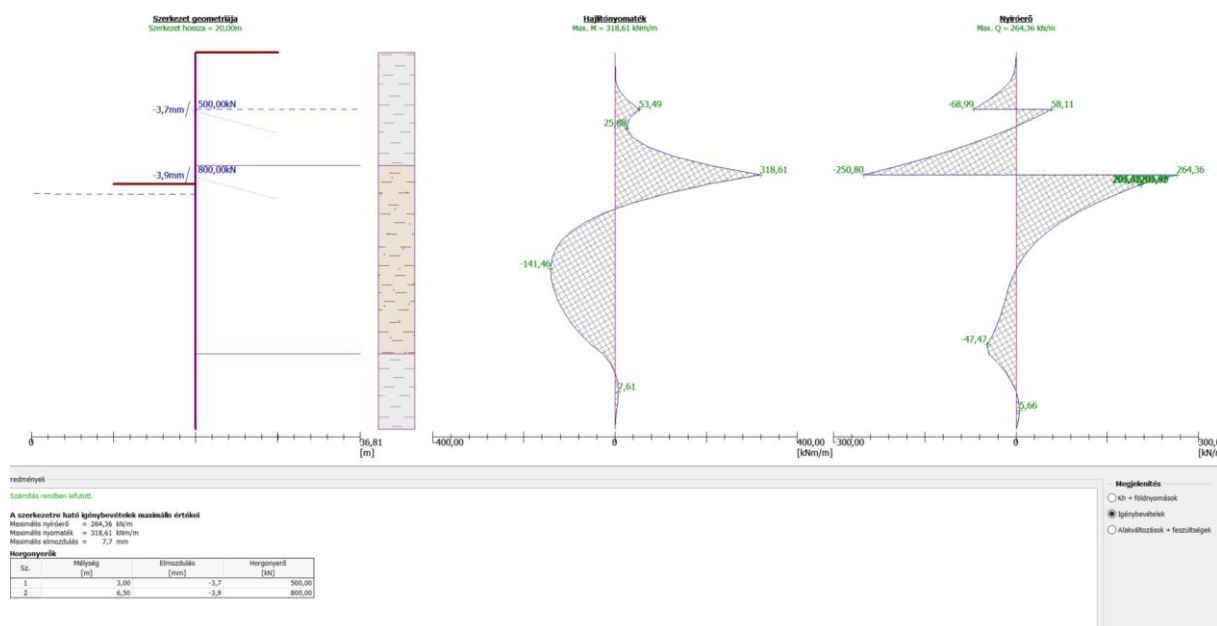


5.12 ábra nyomaték és nyíróerő

4. lépés: víztelenítés, majd -6,5 méternél második horgony elkészítése

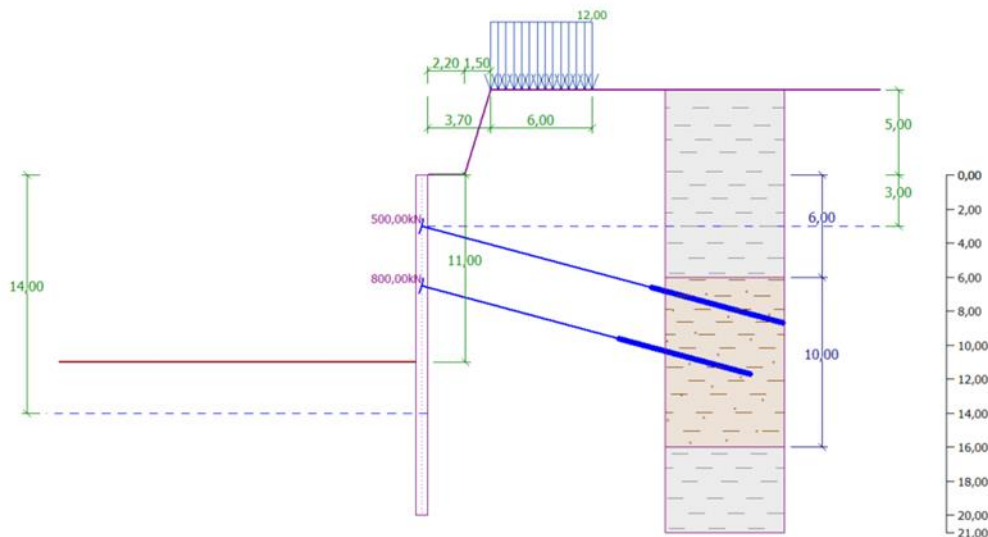


5.12 ábra keresztmetszet

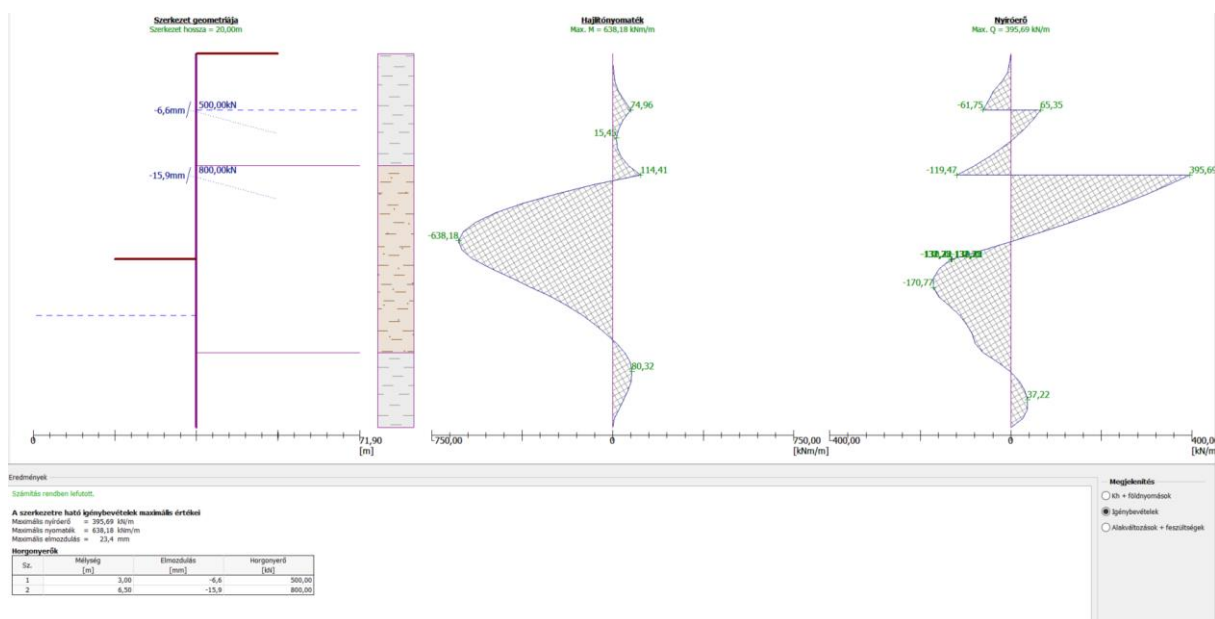


5.14 ábra nyomaték és nyíróerő

5. lépés: horgonyzást követően további földkiemelés -11 méterig

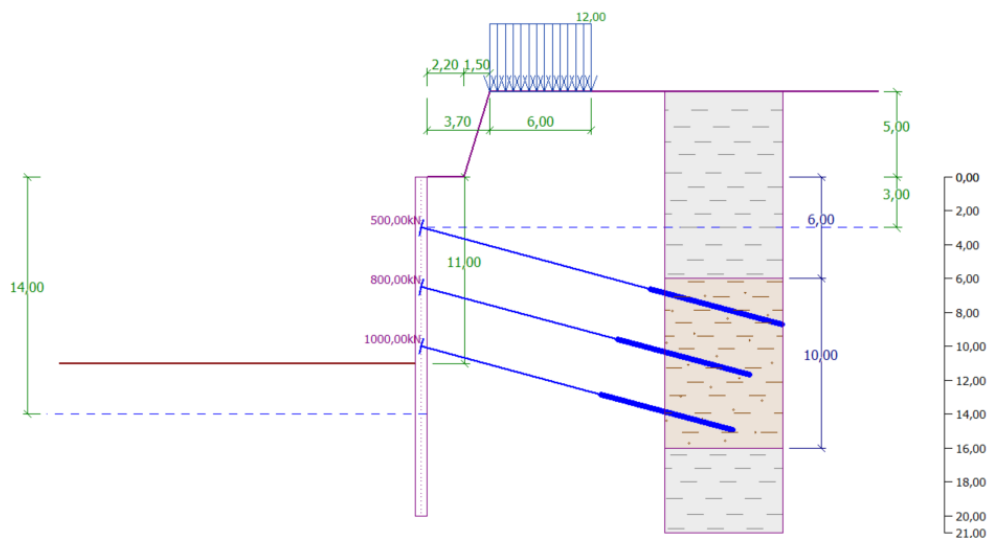


5.15 ábra keresztmetszet

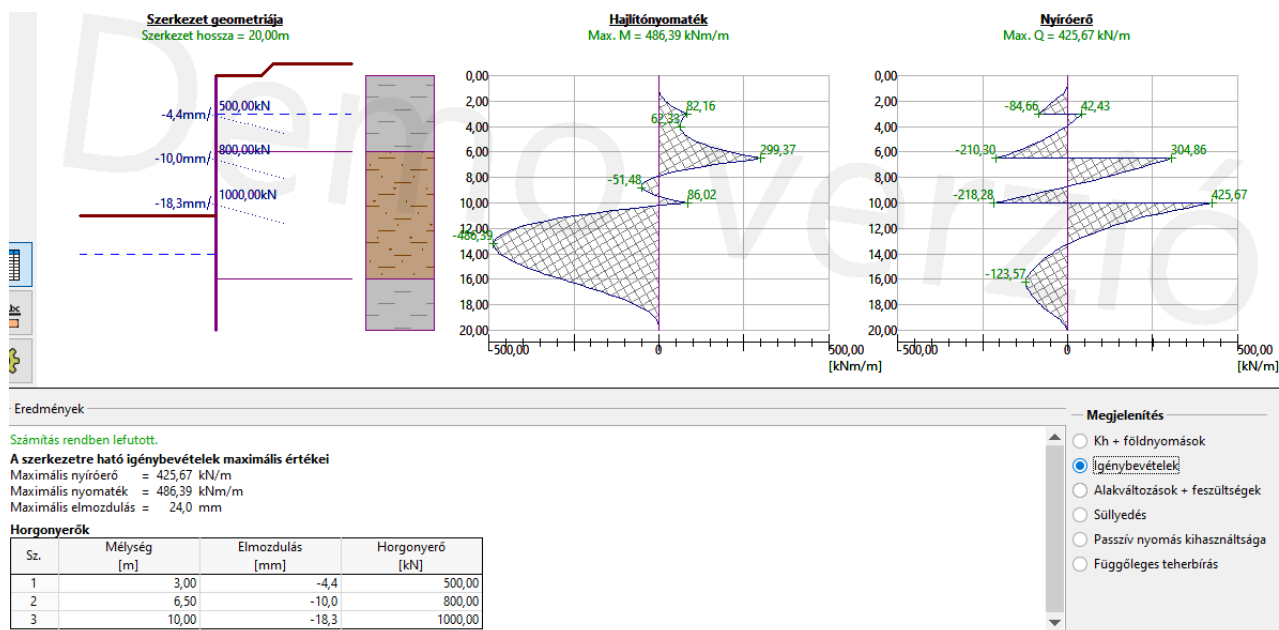


5.16 ábra nyomaték és nyíróerő

6. lépés: víztelenítés, majd -10,0 méternél harmadik horgony elkészítése



5.17 ábra keresztmetszet



5.18 ábra nyomaték és nyíróerő

$$M_{ed} = 486,39 \text{ kN/m}$$

$$V_{ed} = 425,67 \text{ kN}$$

Összefoglaló

A Kreinbacher pezsgőüzem bővítésének résfalas munkatér határolásának tervezése előtt geotechnikai adatokat gyűjtöttem és a jelen körülményekhez mérten kiválasztottam a megfelelő munkatérrelhatárolási és megtámasztási lehetőséget.

A pincészet korábbi építései miatt az akkor készült talajvizsgálati jelentés a rendelkezésemre állt, melyből jól tudtam viszonyítani a most kiválasztott terület talajrétegződésére. A várható talajrétegződés, talajvízviszonyok, geológiai adatok és geotechnikai kockázatba sorolás alapján a résfalas munkatérrelhatárolásra esett a választásom, mivel nem csak földmegtámasztásként funkcionál, hanem a szerkezet végleges oldalfalként is, ezáltal költséghatékony.

A további munkatérrelhatárolási lehetőségeket is szerepeltettem a szakdolgozatomban, mely során nem csak az alkalmazási lehetőségüket mutattam be, hanem ismertettem azt is, hogy az egyes megtámasztási lehetőségek miért nem felelnek meg a jelen körülményi adottságoknak és felállásnak.

Az egyes földmegtámasztó szerkezetek, jelen esetben a szakdolgozatomban fő témája a résfalas munkatérrelhatárolás megtámasztásához, stabilitásához szükséges szerkezeteket is kifejtettem, melyekből kiválasztottam a talajhorgonyokat. A megtámasztás kiválasztása során a fő szempont a munkatér minél könnyebb megközelíthetősége volt, melyet a horgonyzással lehet a legjobban elérni, hiszen ebben az esetben a munkatér teljesen szabad és nem akadályozza semmi sem a munkálatokat és a gépek használatát.

A résfal tervezését a GEO 5 programban készítettem, mely egy cseh fejlesztésű szoftver, felépítése modulos és a legfőbb mélyépítési feladatokat lehet tervezni vele. A tervezést a mértékadó keresztmetszetekben végeztem el, majd a számítások elvégzését követően a mértékadó igénybevételeket maximálábrában foglaltam össze, ezen ábra segítségével készítettem el a szükséges vasalást. Továbbá a horgonyokhoz szükséges horgonyerőt is a szoftver segítségével számoltam ki és az elmozdulás mértékét is a szoftver végezte el.

Abstract

Before planning the demarcation of the work area with slit walls for the expansion of the Kreinbacher champagne factory, I collected geotechnical data and selected the appropriate work area demarcation and support option for the current conditions.

Due to the previous constructions of the winery, I had got the soil test report prepared at the time, from which I was able to make a good comparison to the soil stratification of the area I have just selected. Based on the expected soil stratification, groundwater conditions, geological data and geotechnical risk classification, I chose the slot wall work area delimitation, as it not only functions as ground support, but also as the final side wall of the structure, which is why it is cost-effective.

I also explained the additional workspace delimitation settings in my thesis, during which I not only presented the application options, but also explained why the individual support options do not correspond to the current circumstances and setup.

I also explained the structures necessary for the support and stability of the individual ground support structures, in this case the main topic of my thesis, the work area demarcation with slotted walls, from which I selected the soil anchors. When choosing the support, the main aspect was the cleanliness of the work, which can be best achieved with anchoring, since in this case the workspace is completely uncrowded and nothing hinders the work and the use of the machines.

I designed the gap wall in the GEO 5 program, which is a Czech developed software, its structure is modular and the main civil engineering tasks can be planned with it. I carried out the planning in the standard cross-sections, then after the calculations, I summarized the standard stresses in a maximum diagram, using this diagram I prepared the necessary reinforcement. I also calculated the anchor force required for the anchors with the help of the software, and the amount of displacement was also calculated by the software.

Irodalomjegyzék

- [1] Galgóczi Gyula” Munkagödrök dúcolása – Házi jegyzet”, online elérhető:
<https://galgoczi.net/anyagok/DUCOLAS%20Hazi%20jegyzet.pdf>
(Utoljára megtekintve: 2023. december 10.)
- [2] „Építési műszaki ellenőri szakképzés” – Dr. Neszmélyi László okl. építőmérnök, online elérhető: <http://www.ekt.bme.hu/Nagylete/ME-Muszaki.pdf>
(Utoljára megtekintve: 2023. december 10.)
- [3] Geotechnika III. Földmű tervezése -Széchenyi István Egyetem, online elérhető:
https://se.sze.hu/images/lgb_se005_3/LGeo3_1b_autos-piheno.pdf
(Utoljára megtekintve: 2023. december 10.)
- [4] Országos Széchenyi Könyvtár – Nyugat-magyarországi Egyetem Markó Gergely, Péterfalvi József – Mélyépítés, online elérhető:
<https://oszkdk.oszk.hu/storage/00/01/42/96/dd/1/melyepites.pdf>
(Utoljára megtekintve: 2023. december 10.)
- [5] Földstatikai feladatok megoldási módszerei, online elérhető:
<https://slideplayer.hu/slide/2119635/>
(Utoljára megtekintve: 2023. december 10.)
- [6] Dr. Takács Attila – Dr. Nagy László – Földművek – Gyakorlati segédlet, online elérhető:
http://users.atw.hu/g4m4/e107_files/downloads/F%C3%B6ldm%C5%B1vek%20-%20Gyakorlati%20seg%C3%A9dlet.pdf
(Utoljára megtekintve: 2023. december 10.)
- [7] Keresztúri Hajnalka -Dúcolás, online elérhető:
https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Gyongyosi%20Tamas/seg%E9dletek/ducolas.pdf
(Utoljára megtekintve: 2023. december 10.)

- [8] Hajdúföld Épker Kft. – dúcolás, szádolás, víztelenítés, online elérhető:
<https://hajdufoldepkerkft.hu/szolgaltatasaink/ducolas-szadolas-viztelenites/>
(Utoljára megtekintve: 2023. december 10.)
- [9] Széchenyi István Egyetem – ”Munkagödör tervezése”, online elérhető:
http://www.sze.hu/~szepesr/anyagok/oktatas/NGB-se005_4/eloadas/Wolf_Munkagodor%20tervezese_bevezetes.pdf
(Utoljára megtekintve: 2023. december 10.)
- [10] dr. Szepesházi Róbert – ”Geotechnika”, online elérhető:
https://se.sze.hu/images/lgm_se012_1/Szepeshazi_Geotechnika-konyv.pdf
(Utoljára megtekintve: 2023. december 10.)
- [11] Horváthné Bak Edina – Dr. Móczár Balázs – „Geotechnikai és tartószerkezeti tervezői feladatok kapcsolódása az alapozások tervezése során – feladatok, követelmények, együttműködés ”, online elérhető:
https://bpmkkepzések.hu/images/MMK-kepzes_GT-TT-alapozas_M%C3%93CZ%C3%81R_BAL%C3%81ZS_2021_1208_els%C5%91_el%C5%91ad%C3%A1s.pdf (Utoljára megtekintve: 2023. december 10.)
- [12] Borosta blogon található cikk – „Amiről kevés szó esik a somlói terroir kapcsán”
<https://borosta.blog/2021/01/08/amiről-keves-szó-esik-a-somloi-terroir-kapcsán/>
(Utoljára megtekintve: 2023. december 10.)
- [13] Dr. techn. Papp Zoltán PhD – „A Somló földtörténeti és vízföldtani vázlata”
https://fava.hu/PappZoltan_eloadas.pdf
(Utoljára megtekintve: 2023. december 10.)
- [14] Széchenyi István Egyetem – „Támszerkezetek II”, online elérhető:
http://www.sze.hu/~szepesr/anyagok/oktatas/NGB-se005_3/eloadasok/2010/2geo3tam2-mod.pdf
(Utoljára megtekintve: 2023. december 10.)
- [15] Verbau – „Dúcolatrendszer – Használati útmutató” online elérhető:
<https://docplayer.hu/107337732-Szelen-es-kozepen-megtamasztott-ducolatok.html>
(Utoljára megtekintve: 2023. december 10.)

- [16] Kreinbacher Birtok – „Adatok”, online elérhető:
<https://bor.hu/boraszatok/kreinbacher-birtok-4480>
(Utoljára megtekintve: 2023. december 10.)
- [17] Arcanum, tudomástár – „A síkság peremén, a tanúhegy oldalában”, online elérhető:
<https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/SzazMagyarFalu-szaz-magyar-falu-1/somlovasarhely-E38D/a-siksag-peremen-a-tanuhegy-oldalaban-E390/>
(Utoljára megtekintve: 2023. december 10.)
- [18] Kreinbacher Pezsgőüzem – Talajvizsgálati jelentés- Petik Kft.
(Utoljára megtekintve: 2023. december 10.)
- [19] dr. Bartos Sándor Geotechnika II. Földmunkák- földművek c. könyv
(Utoljára megtekintve: 2023. december 10.)