

3. MUNKAGÖDÖR HATÁROLÁSA

3.1 Harmadik rajzfeladat

3.1.1 Feladatlap

Munkagödör határolási rajzfeladat
..... részére

Megtervezendő egy 12.00 m széles munkagödör megtámasztása és a hozzá csatlakozó csatornaárok dűcolása.

Fűrásszelvény:

	A réteg jele	vastagsága (m)
1. réteg	8	3.40
2. réteg	15	3.00
3. réteg	8	13.60

A terepszint vízszintes, magassága 100.00 m tsz. f.
A csatornaárok fenékszintje 97.10 m tsz. f.
A munkagödör fenékszintje 93.10 m tsz. f.

A terhelés a terepszinten 20 kPa.

A csatlakozó csatorna belső átmérője 700 mm.

A széles munkagödör megtámasztási módja: szádfal.

Elkészítendő:

1. A csatornaárok dűcolásának statikai számítása.
2. A széles munkagödör határolásának gépi számítása.
3. A gépi számítás ellenőrzése a helyettesítő gerenda elve alapján.
4. Dűcolási terv (keresztmetszet, felülnézet).
5. A széles munkagödör megtámasztásának elrendezési terve (keresztmetszet, felülnézet, a kihorgonyzás csomópontja).
6. A szádfal nyomatéki ábrája.

A feladatlapon megadott jelű talajok elnevezését és a legfontosabb fizikai jellemzőit az 1.1.2 pontban, a Táblázat 1 tartalmazza. A talajvíz a munkagödör fenékszintje alatt nagyobb mélységben található, vagyis a tervezésnél figyelmen kívül hagyható. A feladatlapon az aláhúzott értékek a változók. A széles munkagödör megtámasztási módja szádfal vagy Siemens (berlini) dűcolás lehet.

3.1.2 A keskeny munkagödör dűcolása

A széles munkagödörhöz csatlakozó H mélységű csatornaárok megtámasztásához hagyományos dűcolást tervezünk. A keskeny jelző azt jelenti, hogy a munkagödör két oldalán lévő földfalak pallózás, hevederek és dűcok közvetítésével egymásnak támaszthatók. A pallózás (dűcolás) módját a talaj szabadon megálló földfal mélységének (m_0) a munkagödör mélységéhez (H) való viszonya határozza meg:

$$m_0 = \frac{4 \cdot c}{n \cdot \gamma_n} \cdot \lg \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

ahol c: a talaj kohéziója,
 γ_n : a talaj nedves térfogatsúlya,
 n: a biztonsági tényező (szokásos értéke 2),
 ϕ : a talaj belső súrlódási szöge.

Ekkora mélységig emelhető ki a függőleges falú gödör megtámasztás nélkül, de a megtámasztást mielőbb el kell készíteni.

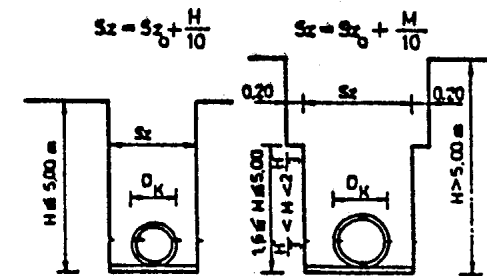
A földnedves állapotú finomszemcsés talajokban is (a homokkal bezárólag) számíthatunk látszólagos kohézióra, ha a talaj nincs víz alatt és nem hagyjuk kiszáradni sem. Ennek értékét $c=4$ kPa-ra vehetjük.

Ha $m_0 \geq H$: állított pallózás, vagy, ha nincs kipergésveszély, hézagos dűcolás szükséges;
 $H > m_0 \geq 1$ m: utánhajtott pallózás lehet;
 $1 \text{ m} > m_0 \geq 20$ cm: vízszintes pallózás tervezhető;
 $20 \text{ cm} > m_0$: előrevert pallózás kell, nagyobb mélység esetén lépcsős lemélyítéssel.

A keskeny munkagödör (munkaárok) hasznos (belső) szélességét a (Ábra 1 és Táblázat 1) alapján lehet felvenni. A feladatlapon a csatorna belső átmérője van megadva, a külső átmérő

$$D_k = D_b + 2 \cdot v$$

ahol v a falvastagság, beton esetén kb. 5 cm.



Ábra 1

D_k , [m]	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.80	1.00	1.50
Sz_0 vízsz. palló [m]	0.80	0.85	0.90	0.95	1.05	1.35	1.60	2.10
Sz_0 függ. palló [m]	0.85	0.95	1.05	1.20	1.30	1.55	1.80	2.40

Táblázat 1

A dúcolatra (a pallókra) egyenletesen ható vízszintes terhelést, amely tulajdonképpen a befeszített dúcok reakcióereje (R), a következőképpen kell számítani:

a) A szemcsés és a gyengén kötött ($I_p < 10\%$) talajok fajlagos nyomása:

$$p = K \cdot (H \cdot \gamma_n + q) \cdot t g^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

- ahol H : a munkagödör mélysége,
 γ_n : a talaj nedves térfogatsúlya,
 q : a térszínen egyenletesen megoszló terhelés, az MSZ 15002/1 szerint legalább 10 kPa,
 ϕ : a talaj belső súrlódási szöge,
 K : 0.8, ha $\gamma_d \leq 16.5 \text{ kN/m}^3$,
 0.6, ha $\gamma_d \geq 18.5 \text{ kN/m}^3$,
 (a két érték között interpolálni kell),
 γ_d : a talaj száraz térfogatsúlya,

$$\gamma_d = \frac{\gamma_n}{1 + w}$$

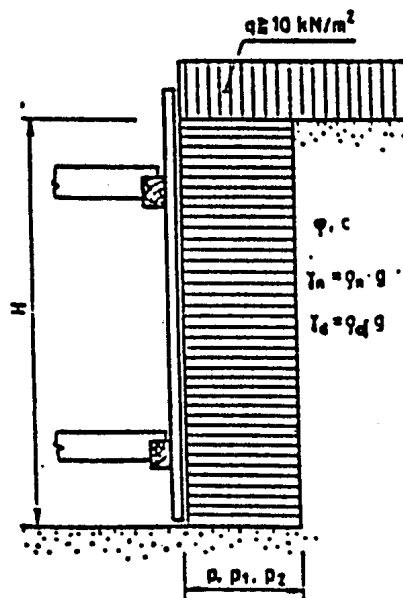
w : a víztartalom.

b) A közepesen és erősen kötött talajoknál a következő két érték közül a nagyobb:

$$p_1 = (H \cdot \gamma_n + q) - 4 \cdot c$$

$$p_2 = 0.2 \cdot (H \cdot \gamma_n + q)$$

ahol c : a talaj kohéziója.



Ábra 2

Az így számított dúcnyomást egy α_n biztonsági (növelő) tényezővel meg kell szorozni. Ennek értéke a (Táblázat 2) alapján vehető fel (1.0 vagy 1.2). Vagyis a mértékadó dúcnyomás:

$$p_m = \alpha_n \cdot p$$

Megnevezés	α_c értéke		α_n értéke	
	lab. ill. helysz. vizsg.	tájékoztató	lab. ill. helysz. vizsg.	tájékoztató
	adatokból számított értékek esetén			
aktív földnyomás	-	-	3/2 (5/4)	2
dúcnyomás	-	-	1	6/5
nyugalmi nyomás	5/7	5/8	7/5	8/5
passzív nyomás	1/2	1/3	-	-
súrlódás	2/3	1/2	-	-

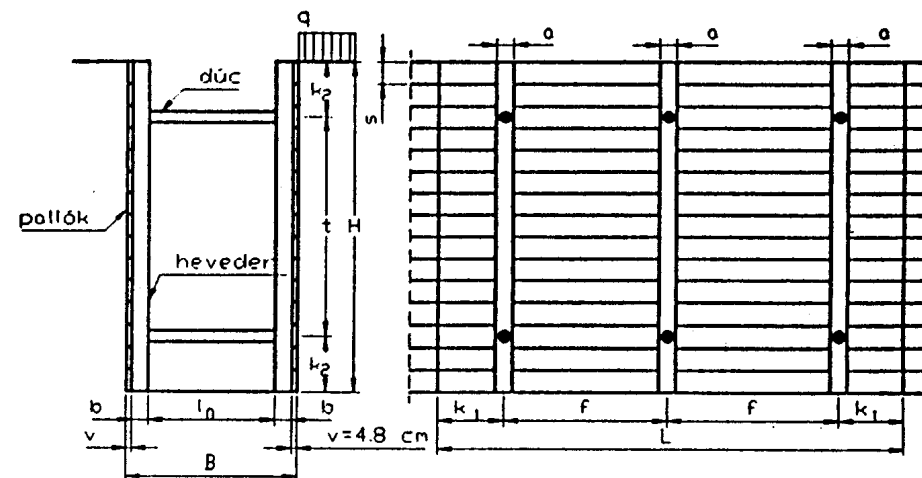
Táblázat 2

A (Táblázat 2) a dúcnyomáson kívül tartalmazza a földnyomásokat, a földterhek és a talajon (talajban) történő elcsúszással szembeni ellenállás átlagos jellemzőkkel számított értékeihez tartozó csökkentő (α_c) illetve növelő (α_n) biztonsági tényezőket is (az előírások a víznyomáshoz nem rendelnek biztonsági tényezőt, ott biztonságot a mértékadó talajvízszint meghatározása tartalmazza).

Az MSZ 15002/1 szabvány szerint dinamikus tényezőt a talajterhelésnél csak akkor kell figyelembe venni ha a dinamikus teher közvetlenül a talajra adódik át.

A dúcolatot tervezhetjük fa anyagból vagy acél csatornapallókból.

3.1.2.1 Dúcolat fa anyagból



Ábra 3

A (Ábra 3)-n vázolt dúcolatot (vízszintes pallózás) tervezünk. A dúcolat elemeinek számításba vehető szilárdságát az MSZ 15025 szerint lehet meghatározni.

A II. és III. szilárdsági kategóriába sorolt F54 jelű tülelű faanyagok

- T=50 éves élettartamra vonatkozó,
- w=12%-os nedvességtartalom esetén érvényes,
- rostokkal párhuzamos igénybevételekkel szembeni,

- a terhek szélsőértékére vonatkozó határfeszültségi alapértékeit (σ_{IIly} , σ_{IIly}) a (Táblázat 3) tartalmazza MPa mértékegységben.

Igénybevétel	Hajlítás	Húzás	Nyomás	Nyírás
Határfeszültség, MPa	σ_{IIly}	σ_{III}	σ_{IIly}	τ_{II}
II. szil. kat.	21.0	15.3	18.1	5.8
III. szil. kat.	16.3	8.0	15.1	4.5

Táblázat 3

A méretezésnél a táblázatbeli értékek (munkagödör dúcolásánál) az alábbi módosító tényezőkkel szorzandók:

- $T < 50$ év esetén növelhetők
24 óra $< T < 5$ év esetén $k_T = 1.20$,
- $w > 12\%$ esetén csökkentendők a
 $k_w = 1 - (w - 12) \cdot 0.02$ szorzóval (a talajban levő szerkezetre $w = 30\%$ víztartalom veendő figyelembe);
- ingadozó vízszintű vízben levőnél pedig
 $k_w = 0.8$ szorzókkal csökkentendők;
- használati (üzemi) teher esetén
húzásnál $k = 0.6$,
hajlítás, nyomás, nyírás esetén $k = 0.7$,
- rendkívüli terheknél viszont $k = 1.2$ szorzókkal szorzandók.

Rajzfeladatunknál tehát a pallókra és hevederekre (hajlításra) számításba vehető határfeszültség:

$$\sigma_{II} = k_T \cdot k_w \cdot k \cdot \sigma_{IIly}$$

3.1.2.1.1 A pallók méretezése

A kereskedelemben kapható, dúcoláshoz használható fatermékek -köztük a pallók- méreteit a (Táblázat 4) tartalmazza. E termékek -mint említettük már- az MSZ 10144 szerinti F56 jelű II. vagy III. szilárdsági kategóriába sorolható tüvelevű puhafából készülnek.

A dúcolati elem	A kereskedelmi fatermék	
	neve	mérete
palló	palló	vastagság=4.8 cm hossz=5.0, 6.0 m szélesség=20 cm
	deszka	vastagság=6.0, 7.5, 10.0 cm hossz=5.0, 6.0 m szélesség=20, 22, 24, ... 32 cm
heveder	gerenda	oldalhosszak=12, 15, 17, 21, 24 cm (ezek kombinációi is, max. 21/24)
dúc	rúd	hossz=4.0, 5.0, 6.0 m átmérő=12.0 cm

Táblázat 4

A pallók folytatódólagos többszörös tartók. Az egy pallóra ható teher s szélesség (általában $s = 20$ cm) esetén:
 $p_s = p_m \cdot s$ (vonalmenti egyenletesen megosztó teher).

Az f támaszközü, k_1 konzolhosszúságú (a kipergésveszély miatt max. 50 cm) többszörös tartó () konzolnyomatéka:

$$M_m^- = \frac{P_f \cdot k_1^2}{2}$$

A támaszközü közepén fellépő maximális nyomaték (közelítőleg):

$$M_m^+ = \frac{P_f \cdot f^2}{10}$$

A két nyomaték közül természetesen a nagyobb abszolút értékű a mértékadó.

A palló keresztmetszeti tényezője:

$$K_f = \frac{s \cdot v^2}{6}$$

A rajzfeladatnál, de a gyakorlati életben is, a kereskedelemben kapható $v = 4.8$ cm-es pallóvastagsággal számolunk.

A mértékadó feszültség:

$$\sigma_m = \frac{M_m}{K_f}$$

A palló szilárdságtanilag megfelelő, ha:

$$\sigma_m < \sigma_{II}$$

3.1.2.1.2 A hevederek méretezése

A () látható függőleges hevederek közül a belsőkre jut nagyobb terhelés. E vonalmenti, egyenletesen megosztó terhelés nagysága:

$$p_h = p_m \cdot f$$

Az ábrán vázolt hevederek konzolos kéttámaszú tartók (a konzolhossz itt sem lehet nagyobb 50 cm-nél). A konzolnyomaték:

$$M_m^- = \frac{P_h \cdot k_2^2}{2}$$

A támaszközü közepén keletkező nyomaték két támasz esetén:

$$M_m^+ = \frac{P_h \cdot f^2}{8} - M_m^-$$

több soros dúcolásnál pedig:

$$M_m^+ = \frac{P_h \cdot f^2}{10}$$

A két nyomaték közül a nagyobb a mértékadó. A heveder szükséges keresztmetszeti tényezője a korábban meghatározott σ_{II} határfeszültség alapján:

$$K_{h,s} = \frac{M_m}{\sigma_{II}}$$

Ennek ismeretében olyan a és b heveder (keresztmetszeti) méretek alkalmazhatók a (Táblázat 4, kereskedelemben kapható méretek) alapján, amelyek keresztmetszeti modulusa:

$$K_M = \frac{a \cdot b^2}{\sqrt{6}} > K_{Mn}$$

3.1.2.1.3 A dúccok méretezése

A nyomott dúccok esetén a kihajlás veszélye miatt még egy

$$\varphi = \frac{1}{c+d+\sqrt{(c+d)^2-2d}}$$

szorzóval is csökkentendő a szilárdsági alapérték. Itt:

$$c = \frac{1}{2} + \frac{\lambda}{400}$$

$$d = \frac{\lambda^2}{8000}$$

A λ karcsúsági tényező az l_0 kihajlási hosszának és az i inerciasugárnak a függvénye:

$$\lambda = \frac{l_0}{i}$$

Rúdfa dúc esetén:

$$i = \frac{\sqrt{D^2 - d^2}}{4}$$

ahol D a dúc átmérője (általában 12 cm). Ha a dúc nem hosszabb 1.5 m-nél, kihajlásra nem kell méretezni.

A dúcra (nyomásra) számításba vehető szilárdság tehát:

$$\sigma_H = k_1 \cdot k_n \cdot \sigma_{Hny} \cdot \varphi$$

ahol a határ feszültségi σ_{Hny} alapérték a (Táblázat 3) -ből veendő. A φ látható középső hevedert megtámasztó két dúc egyikére a

$$\frac{H \cdot f}{2}$$

felületről származó nyomóerő hat:

$$F_n = p_n \cdot f \cdot \frac{H}{2}$$

A szélső hevederek dúcait kisebb erő terheli.

A dúc szükséges keresztmetszeti területe:

$$A_n = \frac{F_n}{\sigma_H}$$

A dúc és a heveder közötti kapcsolatot a dúc egyik végén alkalmazott ékpár biztosítja. A dúccokat leesés ellen ácskapoccsa' biztosítani kell.

3.1.2.1.4 Az árokfenék stabilitásvizsgálata

A munkaárok fenekénél talajtörés nem következik be, ha az árok mélysége nem éri el a

$$H_h = f_H \cdot \frac{c}{\gamma_n} \quad c=0 \text{ esetén?}$$

határmélységet. A képletben:

f_H : a talaj belső súrlódási szögétől és az árok teljes B szélességétől függő tényező (Táblázat 5),

- c: az árokfenék alatti talaj kohéziója,
 γ_n : az árok melletti talaj átlagos térfogatsúlya.

ϕ°	f_H	
	$B \leq 0.3 \cdot H$	$B > 0.3 \cdot H$
0.0	8.3	5.0
2.5	10.1	5.7
5.0	12.4	6.5
7.5	17.3	11.2
10.0	26.2	17.3
12.5	41.0	23.8
15.0	79.8	36.4
17.5	900.0	68.6
20.0	-	339.0

Táblázat 5

Ez a határmélység az árokfenékig dúcolt, függőleges falú, talajvíz feletti gödrökre vonatkozik.

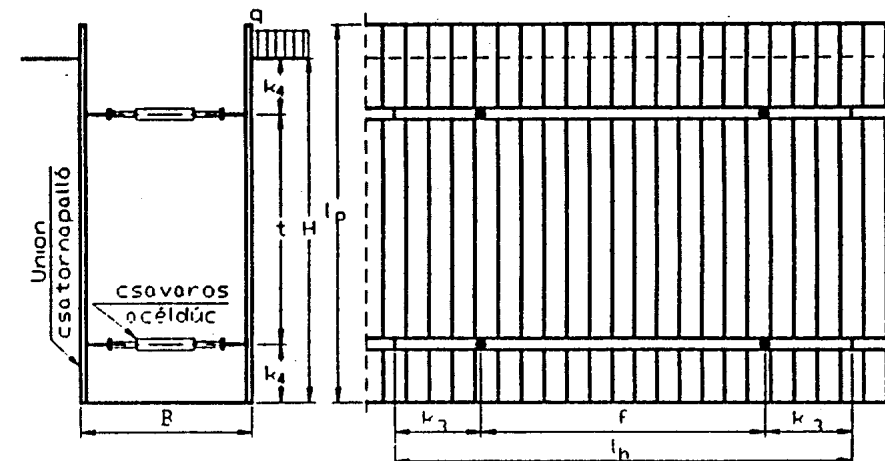
A tényleges árokmélységet (H) a felszíni terhelés (q) miatt megnövelve:

$$H' = H + \frac{q}{\gamma_n}$$

egyenértékű mélységet kapunk.

Így a fenéktöréssel szembeni biztonsági tényező: $n = \frac{H_h}{H'}$, aminek értéke 1.5-nél nagyobb kell, hogy legyen.

3.1.2.2 Dúcolás csatornapallóval



Ábra 4

Tervezzük meg az (Ábra 4)-n bemutatott dűcolatot!

3.1.2.2.1 A pallók méretezése

A H mélységű munkaárkot tehát Union típusú csatornapallóval dűcoljuk. Általában célszerű, ha a palló az árokból 10-30 cm-t kiáll, mert így megakadályozhatjuk a talajrögök és egyéb tárgyak gördörbe hullását, és a korlát lábdeszakját is helyettesíti.

Az acélpallókat 4 m mélységig általában elegendő két hevederrel megtámasztani. A pallók így konzolos kéttámaszú tartóként "dolgoznak".

$$H=t+2k_4$$

ahol a t és k_4 arányát úgy célszerű megválasztani, hogy a konzolnyomaték és a támasznyomaték közel megegyezzen (így a palló egyenletesen kihasználtságot kap). Vagyis:

$$M_m^- = \frac{p_f \cdot k_4^2}{2} = M_m^+ = \frac{p_f \cdot t^2}{8} - \frac{p_f \cdot k_4^2}{2}$$

ahonnan: $k_4 = \frac{1}{\sqrt{8}} \cdot t$ a célszerű arány. A felírt két összefüggésből:

$$t = 0.587 \cdot H$$

és

$$k_4 = 0.207 \cdot H$$

Természetesen azt is figyelembe kell venni, hogy az alsó dűcok alatt elférjenek a csatornacsövek. Ha ez túl nagy konzolhosszt eredményezne, a munkaárok alján 10 cm soványbeton kiöntést alkalmazhatunk dűcsor helyett. Általában 10 cm-es "tartaléktávolság" elegendő a cső felett. Az 1 m-es pallószélességre ható, egyenletesen megoszló terhelés:

$$p_f = p_m$$

A konzolnyomaték:

$$M_m^- = \frac{p_f \cdot k_4^2}{2}$$

A mezőnyomaték:

$$M_m^+ = \frac{p_f \cdot t^2}{8} - M_m^-$$

Közülük a nagyobb a mértékadó.

Az acélpallók határfeszültsége az MSZ 15024/1 szerint: $\sigma_{H1} = 200$ MPa.

A szükséges keresztmetszeti tényező:

$$K_k = \frac{M_m}{\sigma_H}$$

Ennek alapján csatornapallót a (Táblázat 6) -ból választhatunk (esetünkben Union típusút), úgy, hogy $K > K_k$ legyen.

3.1.2.2.2 A hevederek méretezése

A hevederek H/2 szélességű sáv nyomását adják át a dűcokra. Az egyenletesen megoszló, vonalmenti terhelésük tehát:

$$p_h = p_m \cdot \frac{H}{2}$$

A dűcokat olyan y távolságban kell elhelyezni, hogy a csatornacsövek között leengedhetők legyenek:

$$y = l_n + d + e,$$

ahol:

l_n - a csőszakasz hossza (leggyakrabban 2 m),
 d - a dűcátmérő,
 e - a tartalék távolság.

Az említett dűcoláshoz hevederként általában hengerelt I tartókat használunk, mivel egyik talplemezükkel a pallók jól megtámaszthatók, a másik talplemezre viszont a dűc támaszkodhat.

az l_H hosszúságú hevederek tehát példánk esetében konzolos kéttámaszú tartók (a konzolhossz k_3), f támaszközszel ($l_H = 2 \cdot k_3 + f$). A pallóknál említett:

$$k_3 = \frac{1}{\sqrt{8}} \cdot f$$

arány most is célszerű.

A fektetendő csatornacső hossza miatt:

$$f > y$$

legyen.

A kereskedelemben kapható I tartók méreteit és jellemzőit a (Táblázat 7) tartalmazza. Ezeket a méreteket kell a tervezésnél figyelembe venni.

A konzolnyomaték:

$$M_m^- = \frac{p_h \cdot k_3^2}{2}$$

A mezőnyomaték:

$$M_m^+ = \frac{p_h \cdot f^2}{8} - M_m^-$$

A nagyobb a mértékadó.

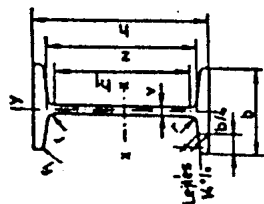
A szükséges keresztmetszeti tényezőt az MSZ 15024/1 szerint a $\sigma_{H1} = 200$ MPa határfeszültséggel számíthatjuk, így

A csatornapalló típusa	Gyártási hossz, m	v mm	b mm	h mm	G N/m ²	K cm ² /m	Állak
UNION	2,5	4	245	35	440	27,2	
	3...4	5	245	36	520	30,6	
	3...4	6	245	37	612	34,7	
PATRIA (Lamp)	3...5	3	250	40	318	53,0	
		4	250	40	408	61,2	
		5	250	40	524	84,4	
ÁBKSZ	rendelés szerint	4	380	63	426	112	
		5	541	150	616	320	
		5	484	160	680	335	

Táblázat 6

$$K_a = \frac{M_a}{\sigma_H}$$

A szükséges I tartót a (Táblázat 7) -ből választhatjuk ki, úgy, hogy $K > K_a$ legyen.



MSZ 325-51
 Megnevezés: pl. 1 250 MSZ 325
 80...120 mm-es szarvnyárvántról kezdődően 5000...12 000 mm
 Gyártási hossz: 120...180 mm-es szarvnyárvántról kezdődően 3000...16 000 mm
 200...400 mm-es szarvnyárvántról kezdődően 4000...12 000 mm

h	Műanyag				F-7 anyagban				F-7 anyagban				I _{xx}	I _{yy}	
	a	b	c	r	A	G	I _{xx}	I _{yy}	W _x	W _y	I _{xx}	I _{yy}			W _x
80	59	42	3,9	5,9	7,58	5,95	77,8	19,3	3,20	11,4	4,84	6,3	3,00	0,91	84
100	76	50	4,3	6,8	10,6	8,32	171	34,2	4,01	19,9	8,37	12,2	4,84	1,22	265
120	92	58	5,1	7,7	14,2	11,2	328	54,7	4,81	31,8	10,3	21,5	7,41	1,07	678
140	109	66	5,7	8,6	18,3	14,4	573	81,9	5,61	47,7	12,0	35,2	10,7	1,23	1 520
160	126	74	6,3	9,5	22,8	17,9	935	117	6,40	64,0	13,7	54,7	14,8	1,55	3 100
180	142	82	6,9	10,4	27,9	21,9	1 450	161	7,20	93,4	15,5	81,3	19,8	1,71	5 850
200	159	90	7,5	11,3	33,5	26,1	2 140	214	8,00	125	17,2	117	26,0	1,87	10 400
220	176	98	8,1	12,2	39,6	31,1	3 060	278	8,80	162	18,9	162	33,1	2,02	17 500
240	192	106	8,7	13,1	46,1	36,2	4 250	354	9,59	206	20,6	221	41,7	2,20	27 200
260	209	113	9,4	14,1	53,4	41,9	5 740	442	10,4	257	22,3	288	51,0	2,32	35,3
280	225	119	10,1	15,2	61,1	48,0	7 590	542	11,1	316	24,0	364	61,2	2,45	47,8
300	242	125	10,8	16,2	69,1	54,2	9 800	653	11,9	381	25,7	451	72,2	2,56	61,0
320	258	131	11,5	17,3	77,8	61,1	12 510	782	12,7	457	27,4	555	84,7	2,67	74,2
340*	274	137	12,2	18,3	86,8	68,1	15 700	923	13,5	540	29,1	674	98,4	2,80	87,4
360	290	143	13,0	19,5	97,1	76,2	19 610	1080	14,2	638	30,7	818	114	2,90	123,5
380*	307	149	13,7	20,5	107	84,0	24 010	1260	15,0	741	32,4	975	131	3,02	150
400	323	155	14,4	21,6	118	92,6	29 210	1460	15,7	857	34,1	1160	149	3,13	183

Táblázat 7

A *-gal jelölt szarvnyárvántról a Magyar Vas- és Acélipari Szövetség ajánlása szerint nem gyártják.
 A nemzetségi keresztmetszetben gyártott az MSZ 325-51 szarvnyárvántról lényegesen előtérő keresztmetszetű, párhuzamos örvé IPE tartó, valamint az SPB szarvnyárvántról gyártott tartók. Hasonló gyártásokat nem tervezik, beszerzési tartókkal pótolhatók.

3.1.2.2.3 A dúcok méretezése

A dúcok $F = p_n \cdot \frac{H}{2} \cdot \frac{l_h}{2}$ nyomóerőt kapnak.

Mivel a többi dúcolóelem acél, mindenképpen célszerű csavaros acéldúcot használni. Típusát a (Táblázat 8) tartalmazza. Az F crónél nagyobb teherbírását kell alkalmazni:

$$F_H > F$$

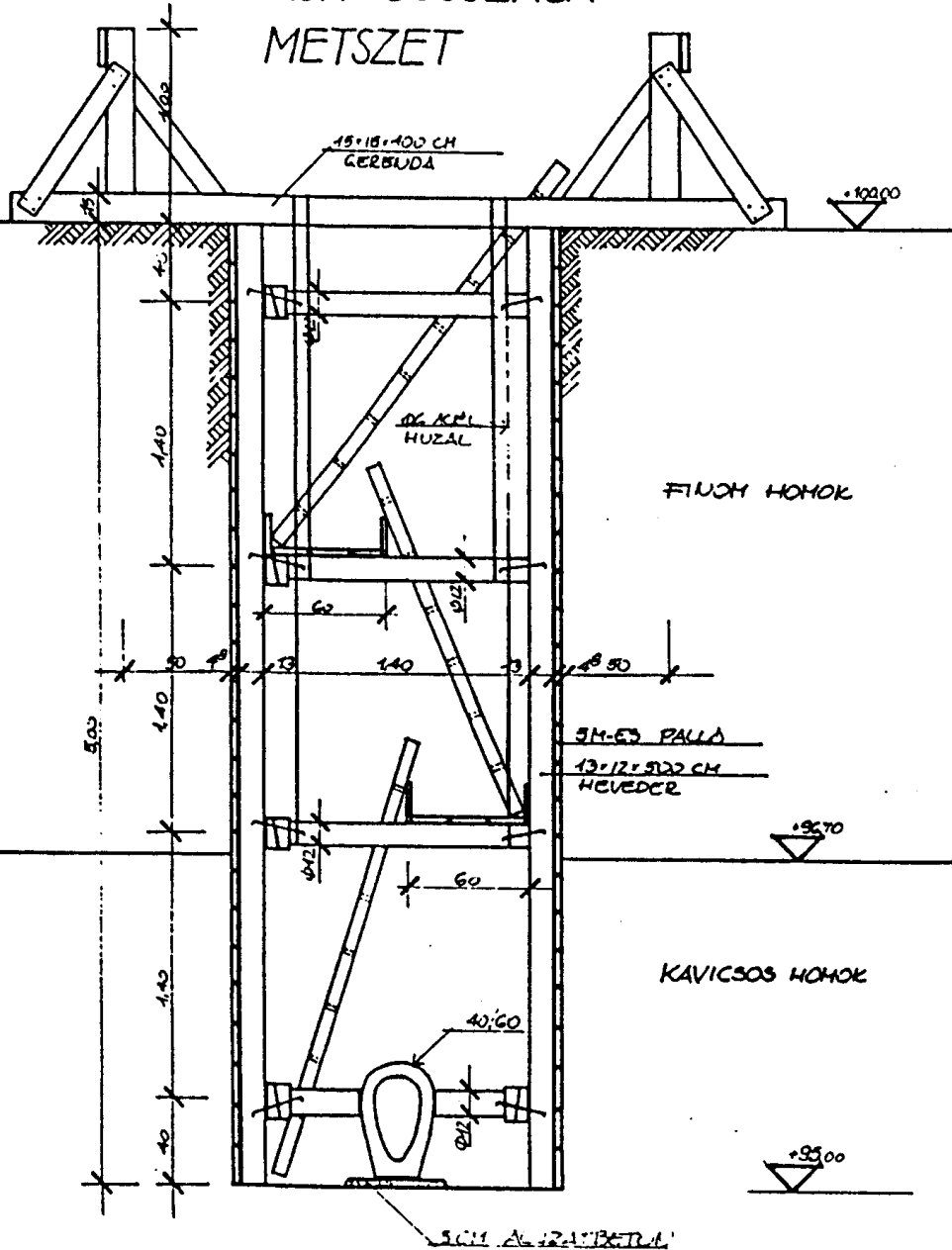
Jel	Hosszának szélső értékei, mm	Átmérő, mm	Teherbírás, kN
1	500-700	110	200
2	700-1000	120	400
3	1100-1700	130	600

Táblázat 8

3.1.2.2.4 A fenékstabilitás vizsgálata

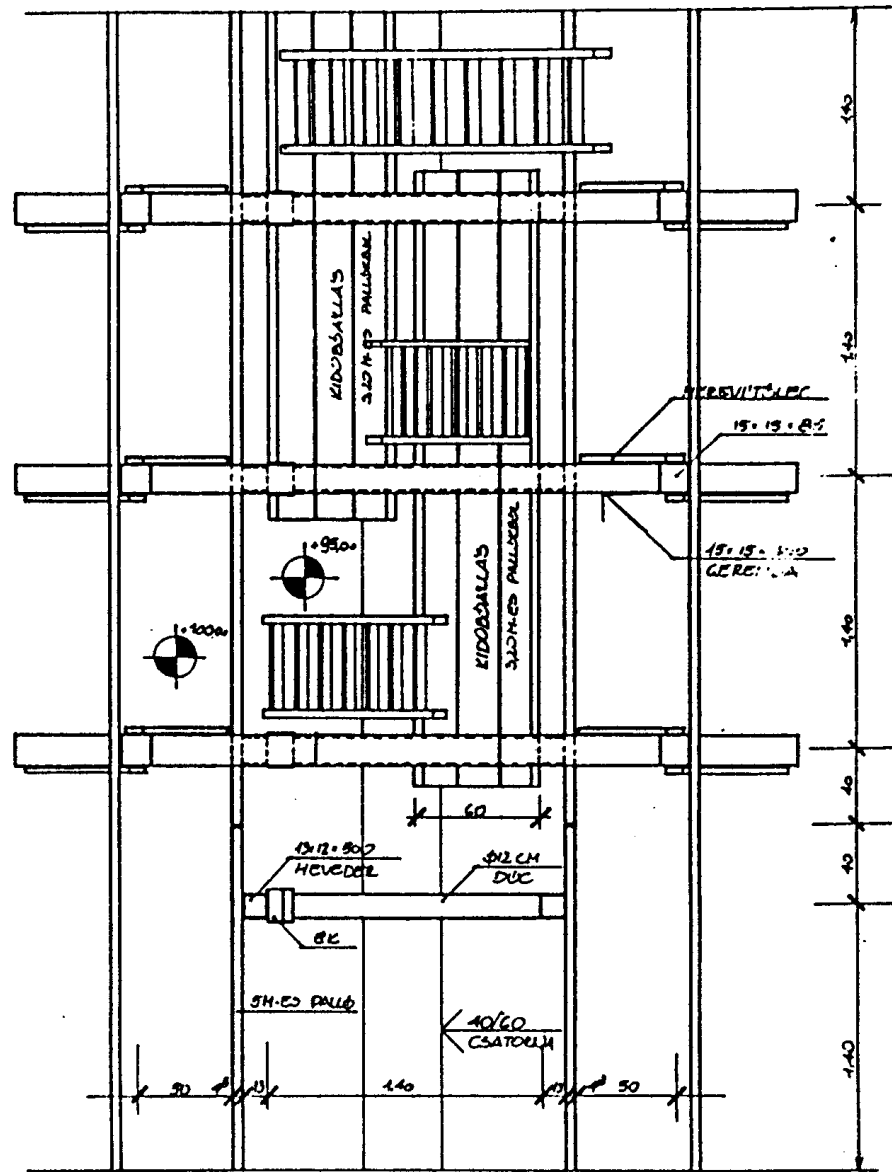
Ezt a vizsgálatot a 3.1.2.1.4 pontban ismertetett szerint kell elvégezni. A kiadott feladatlap szerint elkészítendő dúcólási terv részleteire (metszet, felülnézet) (Ábra 5) és (Ábra 6) mutat be egy, a feladatlaptól eltérő példát.

MUNKÁROK DÜCOLA'SA
METSZET



Ábra 5

FELÜLNÉZET



Ábra 6