

A Tisza bal parti árvízvédelmi szakaszának fejlesztése Panyola térségében



Készítette: Goneth Béla

Összefoglalás

Dolgozatom témájaként a Tisza bal partján a Tivadari híd alatti szakaszon a meglévő töltés fejlesztését választottam. A fejleszteni kívánt töltésszakasz a Tisza bp 115+000-117+000 tkm szelvények közötti, mely Panyola település külterületén helyezkedik el. A védelmi szakaszon 1,50-1,60 m-es magasságihiányok vannak a hatályban lévő MÁSZ+1,00 m-hez képest, ami indokoltá tette a fejlesztés előirányzását.

Dolgozatom tanulmánytervből és kiviteli tervből áll. A tanulmánytervben bemutattam az érintett földrajzi területet, az árvízvédelmi problémákat, a tervezett töltést és annak állékonyságvizsgálatát. A kiviteli teremben ismertettem a kiválasztott műszaki megoldást és annak kivitelezését. Kapott fúrásadatok alapján elvégeztem a vizsgálatokhoz szükséges talajfizikai paraméterek meghatározását. Elkészítettem a fejlesztéssel érintett szakasz keresztmetszvényeit, ezek alapján számoltam ki a töltés állékonyságának biztonsági tényezőit. A tervezett keresztmetszvények a mértékadó árvízszinthez képest 1,0 m-es biztonsági magassággal lettek kialakítva.

A szivárgási vonalak meghatározására a Kozeny-Casagrande eljárást, a töltésrészsű állékonyságvizsgálatához a Jáky-féle módszert választottam. A vizsgálatot karakterisztikus és tervezési értékekkel is elvégeztem a 115+000 tkm, a 116+000 tkm és a 117+000 tkm szelvényekben. A számított biztonsági tényezők az MSZ 15292:1999 szabványban előírt értékeket meghaladták, töltésrészsű állékonyság tekintetében nem volt szükség további beavatkozásra.

Az altalaj tekintetében előállítottam a vízvezető réteg biztonsági tényezőjét, a vízvezető réteg biztonsági tényezőjét a fedőréteg felszakadása után, a kötött fedőréteg felszakadási veszélyével szembeni, és a buzgárképződéssel szembeni biztonságot. Az eredményeket ismét összehasonlítottam a szabvány által előírt értékekkel. A fedőréteg felszakadása után a biztonság az előírt értékek alatt maradt, tehát a fedőréteg felszakadása ellen és a buzgárképződéssel szemben beavatkozásra volt szükség.

A fedőréteg mentett oldali leterhelését választottam műszaki megoldásként. A leterhelő paplan 50 cm-es vastagsággal, 16,00 m-es szélességgel, 3%-os lejtéssel lett kialakítva, és 1:2-es rézsűs felülettel csatlakozik a mentett oldali terephez.

A fejlesztéshez kapcsolódó terveket; helyszínrajzokat, hossz-szelvényt, keresztmetszvényeket, földtömegszámítást mellékletként csatoltam dolgozatomhoz.

Bevezetés

Magyarország folyóin új mértékadó árvízszintek kerültek meghatározásra, melyeket a – 2015. január 1-től hatályban lévő – 74/2014. (XII. 23.) BM rendelet írja elő. A Felső-Tiszán jelenleg átlagosan 150-160 cm-es magassághiányok vannak az árvízvédelmi töltéseken a jogszabályban előírt kiépítettségi szintekhez képest.

Az árvízvédelem legfontosabb eleme az előírásoknak megfelelő védvonal kialakítása, ezért dolgozatom a töltésfejlesztés témájában írom. A Tisza bal part 115+000-117+000 tkm közötti szakasz fejlesztésének lehetőségeit vizsgáltam, mely a 07. 05. számú Szatmárcseke-Olcsvaapáti árvízvédelmi szakaszhoz tartozik és Panyola település külterületét érinti.

Dolgozatom elsődleges célja az említett szakasz árvízvédelmi biztonságának növelése, ezzel a térség értékeinek megóvása, illetve a védekezési tevékenységek költségeinek csökkentése. A szakirodalmat és a szükséges adatokat a Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság Árvízvédelmi és Folyógazdálkodási Osztálya biztosította számomra. Egy adott keresztszelvény vizsgálatakor a hozzá legközelebb eső – és rendelkezésemre álló – fúrásadatokat veszem alapul.

Az állékonyságvizsgálatok elvégzése előtt fontosnak tartom az érintett terület; a Szatmári síkság és a Szatmári ártéri öblözet, valamint a 07.05. számú védelmi szakasz bemutatását. Ismertetem az alkalmazott számítások elméleti hátterét, az így kapott eredményeket kiértékelem, majd kiválasztom a megfelelő műszaki megoldást.

I. Tanulmányterv

1. A Bereg- Szatmári-síkság természeti viszonyai

A Bereg- Szatmári-síkság az ÉK-i Kárpátok, az Erdélyi-szigethegység és a Nyírség között elhelyezkedő alföldperemi süllyedékterület, melynek nagyobbik része Ukrajnához, illetve Romániához tartozik. A síkság hazánk éghajlati körzetbeosztása szerint a mérsékelt meleg, mérsékelt száraz éghajlati körzetbe tartozik. A csapadékelátottságot tekintve mérsékelt száraz. A terület nagy részén a talajvíz a holocén rétegekben a felszínhez közel található. A kistáj talajai fiatal (negyedkori) képződményeken, döntően a Tisza és mellékfolyóinak a hordalékanyagán, öntésképződményein (öntéshomok, öntésiszap, öntésagyag) alakultak ki.

(Dr. Kormány, 2008)



1. ábra. A Bereg- Szatmári-síkság helyzete és részei (Dr. Kormány Gyula, 2008)

2. A Tisza

A Tisza 102 km hosszon halad át területünkön. Ezt a szakaszt rövidítették le a legjobban a szabályozás során. A hurokszerű kanyarulatok átvágásával a folyószakasz több, mint felére csökkent, az esés pedig 60-70%-kal növekedett. Az esésnövekedéssel együtt járó

sebességnövekedés hatására a folyó erőteljesen bevágódott. A folyónak három árvize van; a kora tavaszi (jeges ár), a kora nyári (zöldár) és a késő őszi.

(Dr. Kormány, 2008)

3. Természetátalakító munkák a Tiszán

A XIX. században Vásárhelyi terve teljesítette az akkori műszaki elvárásokat a Tisza szabályozása, a Tisza-völgy ármentesítése folyamán. A XX. század végén és a XXI. század első éveiben jelentkező gyakori pusztító tiszai árvizek hatása nyomán társadalmi-gazdasági igényként jelentkezett a Tisza árvizeinek gyors és biztonságos levezetése. Ez az igény egy problémásorhoz vezetett el, a „Vásárhelyi-terv továbbfejlesztéséhez” (VTT).

(Dr. Kormány, 2008)

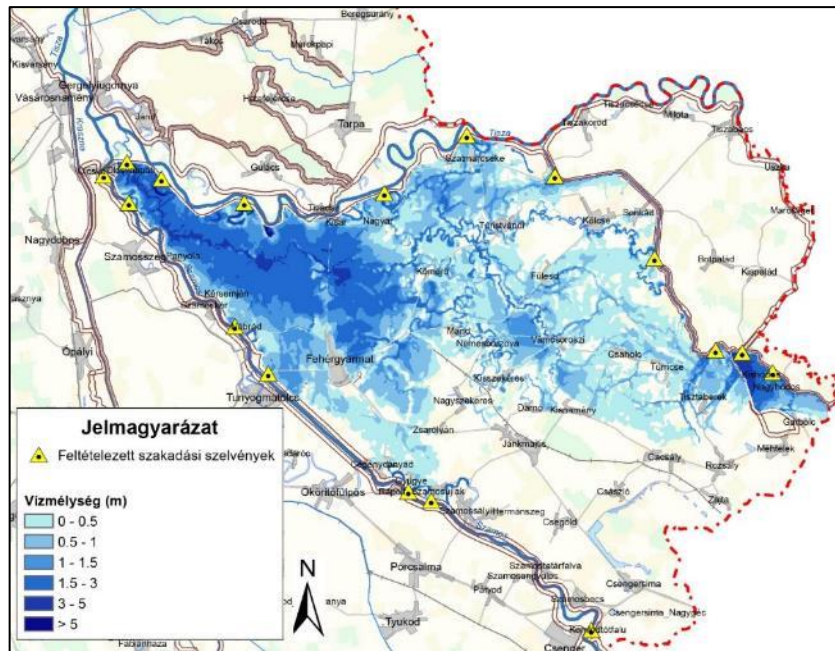
4. Magassághiányok

Folyóink nagy részén az utóbbi 20 évben új LNV-t okozó árvizek vonultak le, melyek a vízjárási és a medermorfológiai körülmények megváltozása miatt következtek be. Az árvizek a közel azonos vízhozamok ellenére magasabb vízszintekkel vonultak le a nagyvízi meder megváltozása miatt, ez tette szükségessé a mértékadó árvízszintek felülvizsgálatát. A MÁSZ felülvizsgálata két szakaszban – 2013-as és 2015-ös – került meghatározásra; elsőként a Felső-Tisza és mellékfolyóinak torkolati szakaszán, majd ezt követően valamennyi magyarországi folyón.

5. A Szamosközi ártéri öblözet

A Tisza-Szamosközi öblözet teljes területe 886 km². Magyarország területére ebből 532 km² esik, a Románia területére átnyúló terület 354 km² nagyságú. Összesen 117,882 km elsőrendű árvízvédelmi töltés védi, ebből a Tisza bal parti töltése (Olcsvaapától Szatmárcskéig) 31,3 km. A MÁSZ + magassági biztonsághoz viszonyított átlagos magassági hiány a Tisza bal parti töltésén 130-165 cm között változik. A veszélyeztetettség különösen az öblözet alsó részén nagy, mivel az itt kialakuló elöntési vízmélységek elérhetik a 2-3 métert is, és ez 1-2 nap alatt bekövetkezhet.

(VIZITERV Environ Kft., 2015)



2. ábra. A Tisza-Szamosközi ártéri öblözet Tisza felőli árvíz-veszélyeztettsége (VIZITERV Environ Kft., 2015)

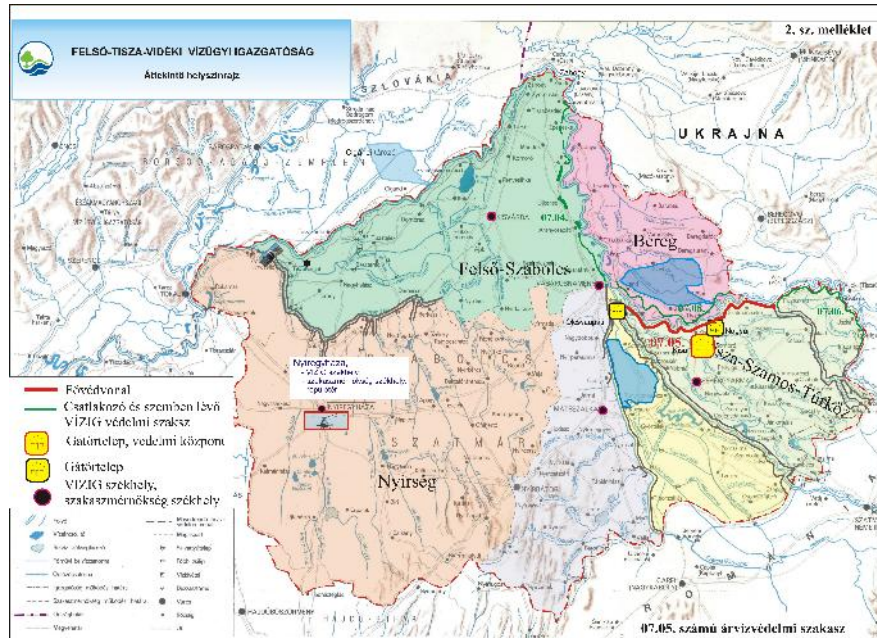
6. A védelmi szakasz

A 07. 05. számú árvízvédelmi szakasz a Tisza bal part 112+000-143+300 tkm szelvények között helyezkedik el. A fővédvonal teljes hossza 31,3 km (teljes egészében töltség). Az árvízvédelmi szakasz védtöltései meglehetősen lassan épültek ki. Kezdetben a XVIII. század közepe táján a Tisza bal partján önkéntes községi erőkkel épültek egyes összefüggéstelen, alacsony gátszakaszok, melyek elsősorban a part menti belsőségek védelmét szolgálták. 1770 és 1774 között Tiszabecstől Kisarig összekötötték az egyes gátszakaszokat, melyek átlag 2,8 m magasak voltak. Ezek közepes árvizek ellen is alig nyújtottak biztonságot. A múlt században megindult nagy ármentesítési munkálatokból a Szamosköz teljesen kimaradt, így csak 1926-ban kezdhették el a gátak kiépítését a régi kiscgátak felhasználásával. Az 1947-48. évi árvíz hatására az akkori mértékadó szint fölé 0,70 m-es biztonsággal emelték a töltést. Koronaszélessége 3,0 m, a vízfelőli oldala 1:3, a mentett oldala 1:2 hajlású rézsúvel készült. Az 1997-ben kezdődő Felső-tiszai árvízvédelmi rendszer fejlesztése keretében a 07. 05. számú árvízvédelmi szakasz 4,0 m koronaszélességgel, 1:3-as vízdoldali, illetve 1:2,5-es mentett oldali rézsúvel a mértékadó árvízszint fölé 1,0 m-es magassági biztonsággal kiépült.

A szakasz gátjainak anyaga általában a hullámtéren nyitott anyagödrökben talált agyagos homoktalaj. Az altalaj rétegzettség változatos. 3-6 m közötti mélységben általában

homok, vályogos és agyagos homok vízvezető réteget, 1-2 m mélységben pedig sovány agyag és agyagos vályog fedőréteget találunk.

(Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság, 2015)



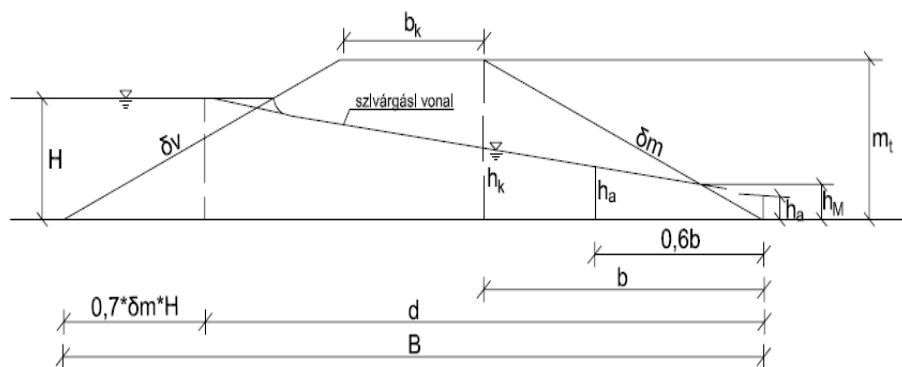
3. ábra. A 07. 05. számú árvízvédelmi szakasz átnézetes helyszínrajza (Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság, 2015)

7. Állékonyságvizsgálat a fejleszteni kívánt szakaszon

7.1. Keresztirányú szivárgás a 115+000 tkm-nél

Az állékonysági vizsgálatokat megelőzően a töltéstestben kialakuló szivárgási vonalat érdemes meghatározni.

A Kozeny – Casagrande féle eljárás a legalkalmasabb a szivárgási vonalak meghatározásához, mely során az alábbi egyenleteket alkalmazzuk:



4. ábra. Keresztirányú szivárgás a töltésben (Galli, 1976)

Alapadatok:

- töltés magasság:	$m_t = 4,82 \text{ m}$
- vízoszlop magasság:	$H = 3,82 \text{ m}$
- töltés talpszélesség:	$B = 33,24 \text{ m}$
- korona él töltéstalp közötti távolság:	$b = 14,47 \text{ m}$
- karakterisztikus szivárgási tényező:	$k_t = 1,00 \text{ m/nap}$
- víz oldali rézsű:	$\rho_v = 3$
- mentett oldali rézsű:	$\rho_m = 3$

Homogén töltés szivárgási jellemzői:

Belépő ellenállás figyelembe vételére: $d = B - 0,7 * \rho_v * H = \mathbf{25,22 \text{ m}}$

Kilépő magasság: $h_m = \frac{H^2}{2d} \sqrt{1 + \rho_m^2} = \mathbf{0,91 \text{ m}}$

Szivárgási vonal ordinátája:

Mentett oldali lábvonalában: $h_a = \frac{d - H * \rho_m}{d - h_m * \rho_m} * h_m = \mathbf{0,56 \text{ m}}$

Mentett oldali koronaélen: $h_k = \frac{b}{d} * (H - h_a) + h_a = \mathbf{2,43 \text{ m}}$

Mentett oldali lábvonaltól: $h_b = 0,6 * h_k + 0,4 * h_a = \mathbf{1,68 \text{ m}}$

Töltésen átszivárgó víz mennyisége: $q_t = \frac{(H^2 - h_a^2)}{2d} * k_t \cong \frac{H^2}{2d} * k_t = \mathbf{0,28 \text{ m}^3/\text{s}}$

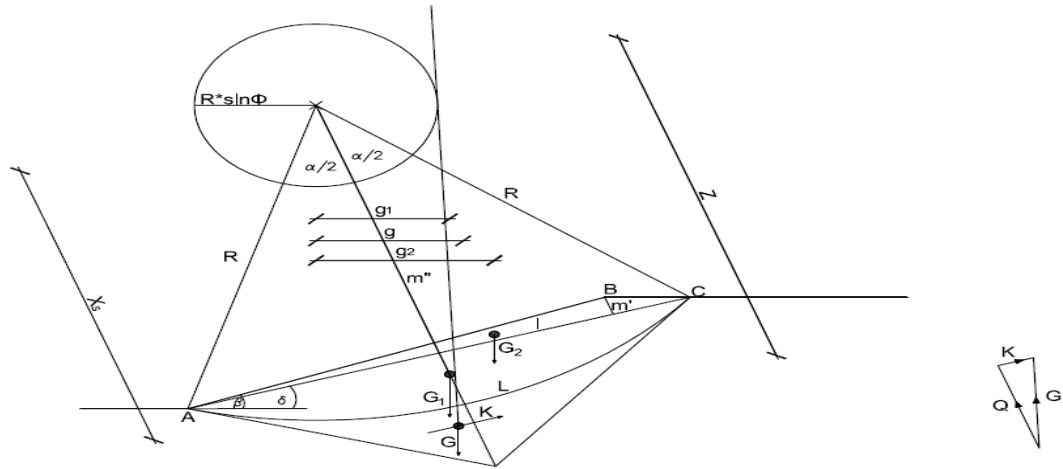
(Galli, 1976)

7.2. Töltésrézsű állékonyságvizsgálat a mentett és a víz oldalon

7.2.1. Jáky-féle grafikus módszer

A töltés rézsűvel határolt földtömegben nem lépnek fel semleges feszültségek, vagy pedig az állékonysági vizsgálatot a teljes feszültségek alapulvételével végezzük, akkor grafikus módszerrel számítható az állékonyság biztonsági tényezője. A vizsgálat során feltételezzük, hogy a csúszólap elemi szakaszán fellépő normálerő ($\sigma * ds$), és az ebből eredő elemi súrlódási erő ($\tau * ds$) eredője $q * ds$, mely a csúszólap normálisával φ szöveget

zár be, tehát érint egy, a körcsúszólap középpontja körül $r \cdot \sin \phi$ sugárral rajzolt kört, valamint olyan eredő erőt eredményez, mely szintén érinti ezt a kört.



5. ábra. Súrlódási körös eljárás elve (Takács, 2010)

A kohéziós erő párhuzamos az AC húrral és erőkarja:

$$z = R * \frac{L}{l}$$

A képletekben szereplő paraméterek:

- l: az AC szakasz húrhossza
- L: az AC szakasz ívhossza
- R: a kör csúszólap sugara

A lecsúszó földtömeg súlya (G) meghatározható, mert a lecsúszó földtömegre ható erőnek (K, G, Q) egyensúlyban kell lenniük, a Q erőnek a K és a G erők metszéspontján kell áthaladni. A csúszó földtömeg az előbbi ábrán jobbról balra mozog, a súrlódás pedig a mozgást akadályozza, az érintőt itt a kör jobb oldalához kell megrajzolni. Egyensúly esetén a három erő zárt vektorpoligont alkot. Megrajzolva a vektorháromszöget, megszerkeszthető a K erő nagysága, mely az egyensúlyhoz szükséges. A fajlagos kohézió ebből visszszámítható:

$$c_{sz} = \frac{K}{l}$$

A biztonsági tényező a tényleges kohézió (c_d) tervezési értékének, és a fenti szerkesztés eredményeként kapott szükséges kohézió (c_{sz}) hányadosaként számítható.

$$v = \frac{c_d}{c_{sz}}$$

(Takács, 2010)

7.2.2. Töltésrészű állékonyságvizsgálat karakterisztikus értékekkel a 115+000 tkm-nél

Alapadatok:

- talaj kohéziója: $c_{\text{karakterisztikus}}=215,40 \text{ kN/m}^2$
- töltés magassága: $h=4,82 \text{ m}$
- talaj térfogatsúlya: $\gamma_{\text{karakterisztikus}}=21 \text{ kN/m}^3$
- belső súrlódási szög: $\varphi_{\text{karakterisztikus}}=13,64^\circ$
- $\beta=1:3$
- $g_1=3,65 \text{ m}$
- $g_2=5,32 \text{ m}$
- $m'=0,64 \text{ m}$
- $m''=12,03 \text{ m}$
- $l=17,65 \text{ m}$

Számítás:

$$\delta = 0,5 * (\beta + \varphi) = 16,04^\circ$$

$$R = \frac{h}{\sin(135-\beta-\frac{\varphi}{2})-\sin(45-\frac{\varphi}{2})} = 14,92 \text{ m}$$

$$\alpha = 2 \arcsin \frac{l}{2R} = 72,53^\circ$$

$$L = \frac{\pi}{180} * \alpha * R = 18,89 \text{ m}$$

$$Z = \frac{R*L}{l} = 15,97 \text{ m}$$

$$G_1 = \frac{l*m'}{2} * \gamma = 118,61 \text{ kN/m}$$

$$G_2 = \left(\frac{R*L}{2} - \frac{l*m''}{2} \right) * \gamma = 729,85 \text{ kN/m}$$

$$G = G_1 + G_2 = 848,46 \text{ kN/m}$$

$$g = \frac{G_1 * g_1 + G_2 * g_2}{G} = 5,09 \text{ m}$$

$$A = \frac{R^2}{2} * \left(\frac{\pi * \alpha}{180} - \sin \alpha \right) = 34,73 \text{ m}^2$$

$$X_s = \frac{l^3}{12A} = 13,19 \text{ m}$$

$Q = 833,50 \text{ kN/m} \rightarrow$ méretarányos ábráról leolvasva

$$n = \frac{c * l + Q * R * \sin \varphi}{G * g} = 2,12$$

7.2.3. Töltésrészű állékonyságvizsgálat tervezési értékekkel a 115+000 tkm-nél

Alapadatok:

- talaj kohéziója: $c_{tervezési} = \frac{c_{karakterisztikus}}{1,50} = 160 \text{ kN/m}^2$
- töltés magassága: $h = 4,82 \text{ m}$
- talaj térfogatsúlya: $\gamma_{tervezési} = \gamma_{tervezési} = 21 \text{ kN/m}^3$
- belső súrlódási szög: $\varphi_{tervezési} = \arctg \frac{\text{tg} \varphi_{karakterisztikus}}{1,50} = 10,46^\circ$
- $\beta = 1:3$
- $g_1 = 3,65 \text{ m}$
- $g_2 = 5,04 \text{ m}$
- $m^? = 1,06 \text{ m}$
- $m^? = 13,39 \text{ m}$
- $l = 19,34 \text{ m}$

Számítás:

$$\delta = 0,5 * (\beta + \varphi) = 14,45^\circ$$

$$R = \frac{h}{\sin(135 - \beta - \frac{\varphi}{2}) - \sin(45 - \frac{\varphi}{2})} = 16,52 \text{ m}$$

$$\alpha = 2 \arcsin \frac{l}{2R} = 71,66^\circ$$

$$L = \frac{\pi}{180} * \alpha * R = 20,66 \text{ m}$$

$$Z = \frac{R * L}{l} = 17,65 \text{ m}$$

$$G_1 = \frac{l \cdot m'}{2} * \gamma = 215,25 \text{ kN/m}$$

$$G_2 = \left(\frac{R \cdot L}{2} - \frac{l \cdot m''}{2} \right) * \gamma = 864,58 \text{ kN/m}$$

$$G = G_1 + G_2 = 1079,83 \text{ kN/m}$$

$$g = \frac{G_1 \cdot g_1 + G_2 \cdot g_2}{G} = 4,76 \text{ m}$$

$$A = \frac{R^2}{2} * \left(\frac{\pi \cdot \alpha}{180} - \sin \alpha \right) = 41,14 \text{ m}^2$$

$$X_s = \frac{l^3}{12A} = 14,65 \text{ m}$$

$$Q = 1066,71 \text{ kN/m} \rightarrow \text{méretarányos ábráról leolvasva}$$

$$n = \frac{c \cdot l \cdot Z + Q \cdot R \cdot \sin \varphi}{G \cdot g} = 1,52$$

7.2.4. Töltésrészű állékonyságvizsgálat eredményei

1. táblázat. Mentett és vízdoldali állékonysági értékek

115+000 tkm		116+000 tkm		117+000 tkm	
n_k	n_t	n_k	n_t	n_k	n_t
2,12	1,52	2,18	1,56	2,16	1,54

7.3. Töltés altaljának állékonyságvizsgálata

Töltésszelvény geometriai és hidraulikai jellemzői:

Magassági adatok:

- mértékadó árvízszint: $M_{\text{ÁSZ}} = 114,71 \text{ mBf}$
- mentett oldali átlagos töltésláb: $M_{\text{mott}} = 110,96 \text{ mBf}$
- hullámtéri átlagos terep: $M_{\text{hull}} = 110,04 \text{ mBf}$
- mentett oldali átlagos terep: $M_{\text{mott}} = 110,33 \text{ mBf}$
- átlagos töltéskorona: $M_k = 115,71 \text{ mBf}$

Környezeti adatok:

- vízfolyás szélessége: $b_f = 153 \text{ m}$
- hullámtér teljes szélessége: $b_h = 169 \text{ m}$

A töltés átlagos méretei:

- átlagos magasság: $M_t = 4,7$ m
- vízoldali rézsű egyenértéke: $\varphi_v = 3$
- mentett oldali rézsű egyenértéke: $\varphi_m = 3$
- koronaszélesség: $b_k = 4,3$ m
- talpszélesség: $B = 32,80$ m
- mentett oldali töltésláb felett: $H_E = 4,25$ m

Altalaj jellemzői:

Kötött fedőréteg:

- anyaga: Kötött agyag
- mértékadó vastagság a mentett oldali töltésláb vonalában: $d_k = 5$ m
- fedőréteg törési alapgradiens értéke: $i_{iK} = 0,85$

Vízvezető réteg:

- anyaga: Finom homok
- átlagos vastagsága fúrással megállapítva: $d_0 = 10$ m
- szivárgási tényezőjének területi átlagértéke: $k_0 = 5$ m/nap
- rétegzettségi mutatója: $\lambda_0 = 10$
- szabálytalansági mutatója: $a_0 = 0,3$
- törési alapgradiens értékei: $i_0 = 0,6$

A szelvény törési határgradiensei:

- vízvezető réteg: $I_t = 0,18$
- a fedőréteg felszakadása esetén: $\Gamma'_t = 0,06$

(Galli, 1976)

7.3.1. Szivárgási mérőhosszak és a mentett oldali töltésláb vonalában, a fedőrétegsor alsó felületén érvényesülő mértékadó felhajtóerő megállapítása

Vízvezetőréteg vezetőképessége és szivárgási ellenállása:

A vízvezető réteg hidraulikai jellemzőit a rétegvastagsággal (d_0) és a szabálytalansági paraméterekkel (λ_0 és a_0) lehet kiszámolni. Szabályos esetben a réteg vízvezető képessége és szivárgási ellenállása így határozható meg:

$$V_0 = d_0 * d_k = \mathbf{50 \text{ m}^2/\text{nap}} \quad V_0: \text{ vízvezető réteg vízvezető képessége}$$

$$E_0 = \frac{d_0}{k_0} \lambda_0 = \mathbf{20 \text{ nap}} \quad E_0: \text{ vízvezető réteg szivárgási ellenállása}$$

A vízvezető réteg rétegzettségi (λ_0) mutatójának, valamint szabálytalansági (a_0) mutatójának meghatározása az „Árvízvédelmi fővédművek védőképességének meghatározása” a kiadott segédlet alapján történik.

A kötött fedőréteg szivárgási ellenállása a hullámtéren, az anyagárokban és a mentett oldalon:

Táblázat alapján:

$$E_h = \mathbf{70 \text{ nap}} \quad E_h: \text{ fedett hullámtér fedőrétegsorának szivárgási ellenállása}$$

$$E_m = \mathbf{40 \text{ nap}} \quad E_m: \text{ a mentett fedőrétegsorának szivárgási ellenállása}$$

Szivárgási mérőhosszak:

Többrétegű altalaj esetében a szivárgási mérőhosszak a vizsgált szakasz, így a meder (B_E) a hullámtér (B_h), az anyagárok fenék (B_a) és a mentett oldal (B_m) fedőrétegeinek a szivárgási ellenállásával számíthatók ki:

$$B_f = 0,6 * d_0 * \sqrt{\lambda_0} = \mathbf{18,97 \text{ m}}$$

$$B_h = \sqrt{V_0 * (E_h + 0,2E_0)} = \mathbf{64,03 \text{ m}}$$

$$B_m = \sqrt{V_0 * (E_m + 0,2E_0)} = \mathbf{46,90 \text{ m}}$$

(Galli, 1976)

7.3.2. Szivárgási mérőhosszak összevonása

Ha a védelem valamelyik oldala, általában a víz oldalon különböző áteresztőképességű szakaszokból áll (meder, hullámtér, anyagárok) az egyes szakaszok hosszait redukálni

szükséges, és a víz vagy a mentett oldal egységes mérőhosszát (B_v és B_m) összevonással kell meghatározni.

Meder mérőhosszának redukciója:

$$\delta = b_f/B_F = \mathbf{8,06}$$

$$a = e^{-\delta} = \mathbf{0,00017}$$

$$B_{F'} = \mathbf{18,97 \text{ m}}$$

$$B_{FK'} = B_F((1+a^2)/(1-a^2)) = \mathbf{18,97 \text{ m}}$$

$$B_{Fkor'} = \mathbf{18,97 \text{ m}}$$

Meder-hullámtér mérőhosszának redukciója:

$$\delta = B_h/B_{Fkor'} = \mathbf{3,38}$$

$$\sigma = b_h/B_h = \mathbf{2,64}$$

$$a = e^{-\delta} = \mathbf{0,03}$$

$$B_h = \mathbf{64,03 \text{ m}}$$

$$B_{hK'} = B_h \frac{(\delta * ((1+a^2) + (1+a^2)))}{(\delta * ((1+a^2) + (1+a^2)))} = \mathbf{64,03 \text{ m}}$$

$$B_{hkor'} = \mathbf{64,03 \text{ m}}$$

A szelvény hidraulikai jellemzői:

$$B_0 = B + B_m = \mathbf{79,70 \text{ m}}$$

$$h_0 = (B_m/B_0) * H_E = \mathbf{2,5 \text{ m}}$$

$$q_0 = (V_0/B_0) * H_E = \mathbf{2,67 \text{ m}^3/\text{nap} * \text{m}}$$

$$L_F = 3 * B_m = \mathbf{140,71 \text{ m}}$$

$$L_T = 0,3 * B_m = \mathbf{14,07 \text{ m}}$$

$$q_T = 0,26 * q_0 = \mathbf{0,69 \text{ m}^3/\text{nap} * \text{m}}$$

7.3.3. A vizsgált szelvény altalajának állékonysági mutatói

Biztonsági mutató a vízvezető rétegben:

$$H_E = 4,25 \text{ m} \quad B_0 = 79,70 \text{ m} \quad I_{(K)} = 0,18$$

$$I_{max} = 1,36 * \frac{H_E}{B_0} = \mathbf{0,07}$$

$$n_{A(v)} = \frac{I_{t(K)}}{I_{max}} = \mathbf{2,59}$$

Biztonsági mutató a vízvezető rétegben a fedőréteg felszakadása után:

$$H_E = 4,25 \text{ m} \qquad B_0 = 79,70 \text{ m} \qquad \lambda_0 = 2$$

$$B_m = 46,90 \text{ m} \qquad d_0 = 10 \text{ m} \qquad \Gamma'_t = 0,06$$

$$I_{max} = 1,36 * \frac{H_E}{B_0 - B_m + 0,45 * d_0 * \sqrt{\lambda_0}} = \mathbf{0,15}$$

$$n_{A(v)} = \frac{I'_t}{I_{max}} = \mathbf{0,41}$$

A kötött réteg felszakadási veszélyével szembeni biztonság:

$$d_k = 5 \text{ m} \qquad h_0 = 2,50 \text{ m} \qquad i_{tK} = 0,85$$

$$n_{A(k)} = \frac{d_k}{h_0} * i_{tK} = \mathbf{1,70}$$

A buzgárképződés veszélyével szembeni biztonság:

$$d_k = 5 \text{ m} \qquad h_0 = 2,35 \text{ m} \qquad i_t = 0,5$$

$$n_{A(A+k)} = \frac{d_k}{h_0} * i_t = \mathbf{1,00}$$

(Galli, 1976)

8. A 115+000-117+000 tkm. közötti szakasz állékonyságvizsgálatának kiértékelése

8.1. Töltésrészű állékonyságvizsgálatának értékelése

A töltés állékonyság biztonsági tényezőjének meghatározásához a Jáky-féle módszert választottam. A vizsgálatot – kapott fúrásadatok alapján – karakterisztikus és tervezési értékekkel is elvégeztem a 115+000; a 116+000 és a 117+000 tkm szelvényeknél. A kiszámított biztonsági tényezőket összehasonlítottam az MSZ 15292:1999 szabványban előírt biztonsági tényezőkkel:

2. táblázat. Töltés rézsű állékonyság összehasonlító táblázat

Szelvényszám	Számított töltésállékonyság biztonsági tényező		MSZ 15292:1999 szabványban előírt töltés állékonyság biztonsági tényezők (Mértékadó árvízszintre)
	Karakterisztikus	Tervezési	
115+000	2,12	1,52	1,50
116+000	2,18	1,56	1,50
117+000	2,16	1,54	1,50

A számított értékek a szabványban előírt értékeket elérik, beavatkozás nem szükséges.

8.2. Töltés altalaj állékonyságvizsgálatának értékelése

Az altalaj állékonyság vizsgálatakor az alábbiakat határoztam meg: az altalaj vízvezető rétegének biztonsági tényezője, az altalaj vízvezető rétegének biztonsági tényezője a fedőréteg felszakadása után, a kötött fedőréteg felszakadási veszélyével szembeni biztonsági tényező, a buzgárképződéssel szembeni biztonsági tényező. A kapott értékeket ismét összevettem a fentebb már említett MSZ 15292:1999 szabvány által előírt biztonsági tényezőkkel:

- Altalaj vízvezető rétegének biztonsági tényezője:

$$n_{(A)}=2,59 > n_{(A)}=2,16$$

- Altalaj vízvezető rétegének biztonsági tényezője a fedőréteg felszakadása után:

$$n_{(A)}=0,41 < n_{(A)}=2,16$$

- Kötött fedőréteg felszakadási veszélyével szembeni biztonsági tényező:

$$n_{(A)}=1,70 < n_{(A)}=2,04$$

- Buzgárképződéssel szembeni biztonsági tényező:

$$n_{(A)}=1,00 < n_{(A)}=2,16$$

Megállapítható, hogy a vízvezető réteg biztonságos a járatképződéssel szemben, de a fedőréteg felszakadása után a biztonsági tényező az előírt értékek alatt marad. A fedőréteg felszakadása ellen és a buzgárképződéssel szemben beavatkozás szükséges.

II. Kiviteli terv

9. A 115+000 – 117+000 tkm közötti szakasz fejlesztése

9.1.A választott műszaki megoldás

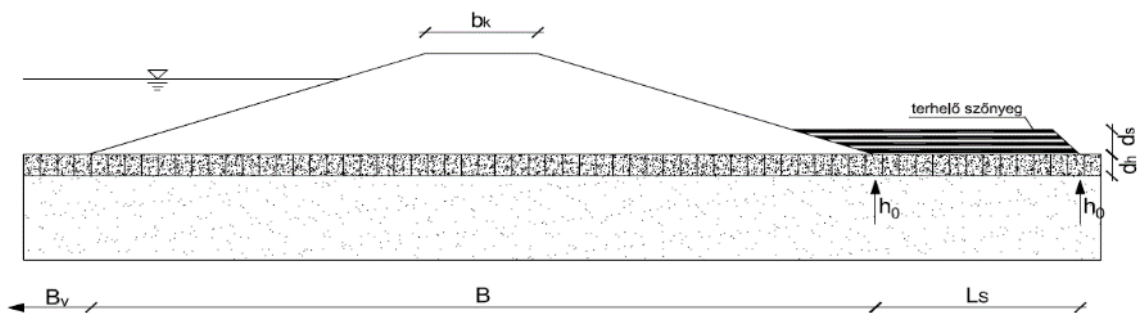
Az állékonysági vizsgálatok alapján a mentett oldali leterhelő szőnyeget választottam műszaki megoldásként, mely egyaránt javítja a töltés és az altalaj állékonyságát, és hosszú élettartamot biztosít alacsony fenntartási költségek mellett.

Fontos, hogy a megvalósításhoz szükséges anyagok a helyszínen rendelkezésre álljanak, így a költségek minimalizálásra kerülnek. A leterhelő szőnyeg nagymértékben megszünteti a mentett oldali káros jelenségeket, valamint a töltés állékonyságát is jelentősen növeli a töltés talppontjának megemelésével.

9.2.A számítás menete

Először a kötött fedőréteg felszakadási veszélyével szembeni – MSZ 15292:1999 szabvány által előírt – biztonsági tényezőnek és a számított biztonsági tényezőnek a százalékos különbségét határoztam meg, mely a biztonság növelésének szükséges mértékét adta. Ezek után a fedőréteg felszakadásával és a buzgárképződéssel szembeni növelt biztonsági értékeket, majd a leterhelő szőnyeg szélességét és vastagságát számítottam ki. Utolsó lépésként a fakadóvíz mennyiségének a csökkenését is előállítottam.

A leterhelő szőnyeg méretezése:



Alapadatok:

$$B_m = 46,90 \text{ m}$$

$$H = 4,25 \text{ m}$$

$$i_t = 0,85$$

$$B_0 = 79,70 \text{ m}$$

$$d_k = 5 \text{ m}$$

$$V_0 = 50 \text{ m}^2/\text{nap}$$

$$n_{A(K)} = 1,70$$

$$n_{A(A+K)} = 1,00$$

$$q_0 = 2,51 \text{ m}^3/\text{nap}$$

-Biztonság növelésének szükséges mértéke:

$$\Delta n\% = 20\%$$

- A fedőréteg felszakadásának biztonsági értéke:

$$n'_{A(K)} = n_{A(K)} * 1,16 = \mathbf{2,04}$$

-Buzgárképződés veszélyének biztonsági értéke:

$$n'_{A(A+K)} = n_{A(A+K)} * 1,16 = \mathbf{1,20}$$

-A leterhelő szőnyeg szélessége:

$$L = B_0 * 0,16 = \mathbf{15,94 \text{ m}}$$

-A leterhelő szőnyeg vastagsága:

$$d_s = \frac{B_m+L}{B_0+L} * H * \frac{n'_{A(A+K)}}{i_t} - d_k = \mathbf{0,50 \text{ m}}$$

-A fakadóvíz mennyiségének csökkenése a szőnyeg hatására:

$$q'_0 = \frac{V_0}{B_m+L} * H = \mathbf{3,37 \text{ m}^3/\text{nap}}$$

$$\Delta q\% = \frac{q'_0 - q_0}{q_0} * 100 = \mathbf{34\%}$$

10. Kivitelezés

10.1. Vízsintes és magassági vonalvezetés

A meglévő töltés határozta meg a tervezett töltés vízszintes vonalvezetését, ahhoz kellett igazodni. A mértékadó árvízszint felett 1,0 m-rel lett meghatározva a fejlesztett töltés koronaszintje.

10.2. Keresztszelvény kialakítás

A fejlesztett töltés 4,00 m koronaszélességgel rendelkezik, a mentett oldali és a vízoldali rézsűhajlás egyaránt 1:3-as. A töltéslábnál, a mentett oldalon 16,00 m széles és 50 cm vastag 3 %-os lejtésű padkát terveztem kialakítani. A padka 1:2-es rézsűvel csatlakozik a terephez. 19,0 m széles sáv kialakítását terveztem – a fenntartási, illetve védekezési feladatok végrehajtására – a mentett oldali töltésláb mentén.

10.3. Burkolatok

Gondos kivitelezéssel 15 cm vastagságú füvesített humusztakaró kerül elhelyezésre a megépített új földmű rézsűjére, hogy az a nagy igénybevételek során is elláthassa feladatát. 3,00 m szélességű burkolat kerül a töltéskoronára, mely biztosítja a fenntartási és védekezési közlekedést, valamint lehetővé teszi a kerékpáros közlekedést.

A koronaburkolat rétegendje az alábbi:

- 5 cm aszfaltbeton
- 20 cm zúzottkő alap
- 10 cm folyamatos szemeloszlású homokos kavics fagyvédő réteg

10.4. Töltésépítés kivitelezése

Töltésépítés során a töltés felületén először az irtási munkákat kell elvégezni, majd kezdetét veszi a meglévő töltésrészű és előtér megbontása. Beépítés közben rézsús felületeken tereplépcsőzést, síkfelületen pedig szántást kell alkalmazni. A tömörítő eszköz megjárja a 20 cm vastagságban behordott és elterített földanyagot, így dolgozza össze a régi és az új földtömböket. Az optimális víztartalom érdekében a magas víztartalmú talajokat szárítani kell, ami lazítással, vékony terítéssel, és – kellő mennyiségű – száradási idő hagyásával végezhető. A hullámtéri védősávot járhatóvá kell tenni a töltéstartásba való földbehordás előtt. Az előteret az anyagnyerő helyekről behordott földanyagból fel kell tölteni, majd 85 %-ra tömöríteni azt. Adott talajtípusra és gépre a tömörítés technológiáját a helyszínen kell kifejleszteni. A terítési vastagságot, illetve a járatszámot próbatömörítéssel kell meghatározni. A felületek rendezését követően kerül sor a humuszos takaró lefektetésére, a füvesítésre, majd a töltés-kiegészítők elhelyezésére.

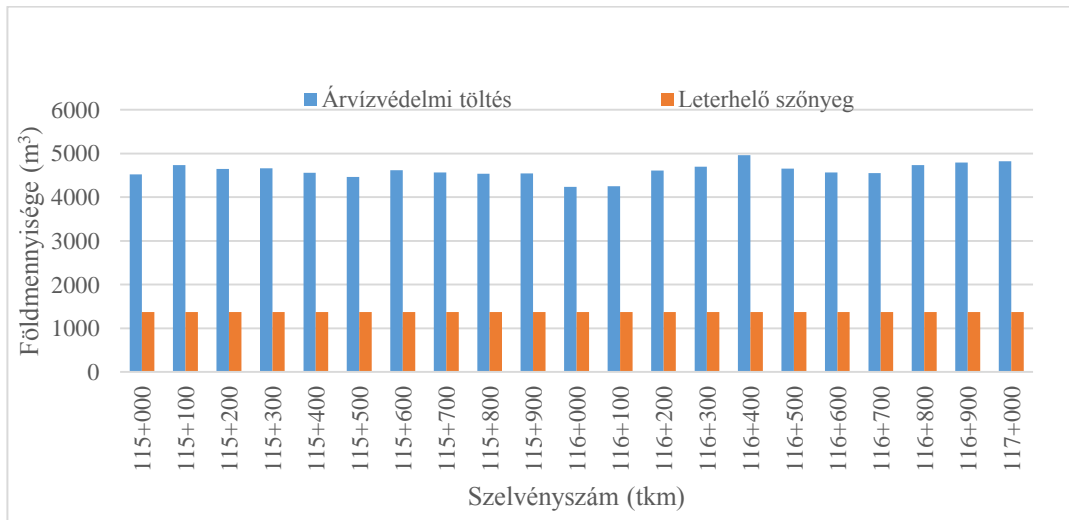
10.5. Leterhelő szőnyeg kivitelezése

A leterhelő szőnyeg építése a humusz leszedésével és – a mentett oldalon, a tervezett nyomópadka körömvonalán túli – deponálásával kezdődik, majd következik a nyomópadka építése rétegenkénti terítéssel, tömörítéssel. Vízszintes felületrendezést kell végrehajtani 3%-os esés kialakításával, majd rézsűképzést (1:2-es) a túltöltés visszaszedésével. A leterhelő szőnyeg építése a humusz visszaterítésével és a füvesítéssel fejeződik be.

10.6. Szükséges földmennyiség

Az építéshez szükséges földmennyiség anyagödrökből nyerhető ki, melyek a töltésfejlesztéshez használt hullámtéren helyezkednek el. A tervezett töltésáthelyezéshez főként vízzáró földanyagra van szükség, melyhez anyagnyerő helyet kell nyitni. Ezt a töltéstől olyan távolságban kell véghezvinni (mentett oldalon min. 110,0 m), hogy annak állékonyságát ne veszélyeztessük, de a szállítás se növelje indokolatlanul a költségeket. Az anyagnyerő helyek területhatárait birtokhatár jelző kövek segítségével kell állandósítani.

A leterhelő szőnyeg megépítéséhez 125.522 m³ anyagra van szükség. A részletes föltömegszámítást a 3. számú melléklet tartalmazza.



6. ábra. Kivitelezéshez szükséges földmennyiség

Felhasznált irodalom

Dr. Kormány Gyula (2008): A Bereg- Szatmári-síkság természeti, társadalmi-gazdasági erőforrásai, fejlesztési lehetőségei c. könyvben 8-51. o., Nyíregyháza

Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság (2015): Műszaki leírás a 07. 05. Szatmárcseke-Olcsvaapáti árvízvédelmi szakasz árvízvédekezési tervéhez 2-6. o., 2. sz. és 6.4. sz. melléklet, Nyíregyháza

Galli László (1976): Szivárgások a védvonalon. Az árvízvédelmi földműveink állékonysági vizsgálata c. könyvben 44-58.o. Budapest, OVH,

Galli László (1976): Védvonalak keresztmetszélinek vizsgálata. Az árvízvédelmi földműveink állékonysági vizsgálata c. könyvben 163-244.o. Budapest: OVH

Galli László (1976): Védvonalak megerősítésének lehetőségei. Az árvízvédelmi földműveink állékonysági vizsgálata c. könyvben 191-205.o. Budapest: OVH

Takács Attila (2010): Földművek gyakorlati segédlet c. könyvben 25-32.o. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Víziterv Environ Kft. (2015): Megvalósíthatósági Tanulmány, Árvízvédelmi védvonalak mértékadó árvízszintre történő kiépítése, védvonalak terhelésének csökkentése Felső-Tisza 27-28. o.

Mellékletek

- 1. számú melléklet: Talajfizikai jellemzők
- 2. számú melléklet: Fedőréteg szivárgási ellenállás táblázat
- 3. számú melléklet: Földtömegszámítás
- T-1 melléklet: Átnézetes helyszínrajz
- T-2 melléklet: Rétegződési keresztmetszetek
- K-1 melléklet: A kiviteli terv helyszínrajz
- K-2 melléklet: A kiviteli terv hossz-szelvény
- K-3 melléklet: A kiviteli terv mintakeresztmetszet
- K-4/1 melléklet: A kiviteli terv keresztmetszetei
- K-4/2 melléklet: A kiviteli terv keresztmetszetei
- K-4/3 melléklet: A kiviteli terv keresztmetszetei
- J-1 Jáky-féle módszer 115+000 tkm
- J-2 Jáky-féle módszer 116+000 tkm
- J-3 Jáky-féle módszer 117+000 tkm