

## Elöntés számítás

### Előzmények

Jelen tervfejezet a „havaria terv” készítéséhez kíván segítséget nyújtani. Az elöntés számítás célja bemutatni a mobil gát hirtelen robbanásszerű tönkremeneteléből származó elöntési viszonyokat. Először hidraulikai oldalról vizsgáljuk a problémát, majd gyors áttekintést adunk a megoldási lehetőségekről majd részletesen ismertetjük az alkalmazott eljárást és annak eredményeit.

### Hidraulikai és matematikai probléma

Ártéri elöntések esetében teljesen eltérő képet mutat a szakadás szelvénye és az ártéren mozgó víz. Míg a szakadási szelvényben a lokálisan kialakuló nagy felszínesés következtében rohanó vízmozgás alakul ki nagy sebességek mellett, addig az ártéren, vízugrást követően áramló mozgásállapotot felvett áramlás jelentősen lelassul jellemzően cm/s nagyságrendűvé. Ha eltekintünk a szakadási szelvénytől a vízmozgást az ún. sekélyvízi egyenletekkel (2-4) írjuk le melyben az ismeretlen a vízmélység ( $h$ ) és a fajlagos vízhozam ( $p, q$ ) két egymásra merőleges komponense (1).

$$\begin{aligned} h(x, y, t) \\ q(x, y, t) \\ p(x, y, t) \end{aligned} \quad (1)$$

*Folytonossági egyenlet:*

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial x} = 0 \quad (2)$$

*Dinamikai egyenlet x irányban*

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left[ \frac{p^2}{h} + \frac{1}{2} gh^2 \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[ \frac{pq}{h} \right] = -gh \frac{\partial z_b}{\partial x} + \frac{\tau_{sx} + \tau_{bx}}{\rho} \quad (3)$$

*Dinamikai egyenlet y irányban*

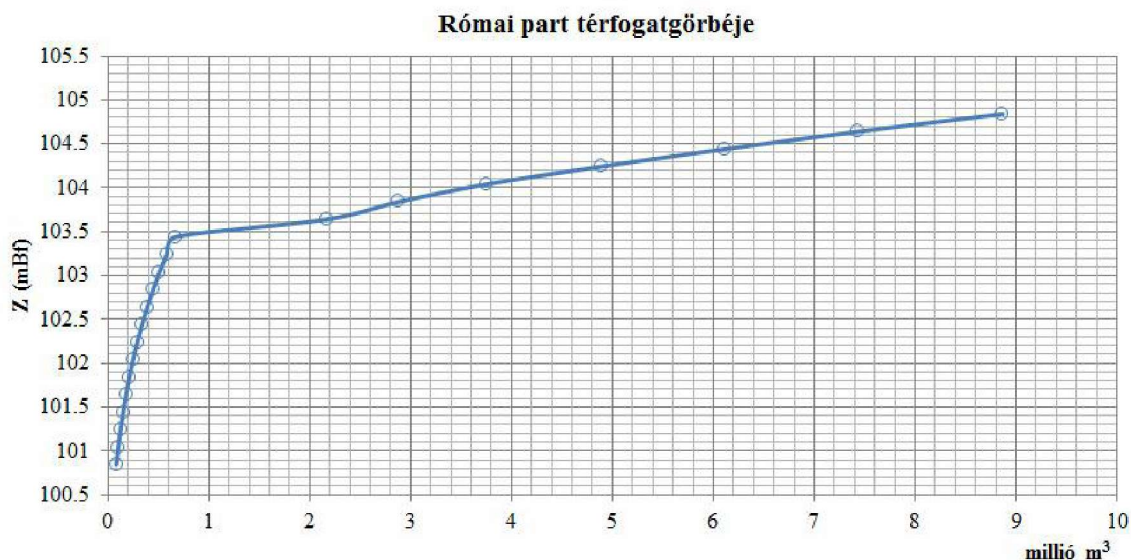
$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left[ \frac{pq}{h} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[ \frac{q^2}{h} + \frac{1}{2} gh^2 \right] = -gh \frac{\partial z_b}{\partial x} + \frac{\tau_{sy} + \tau_{by}}{\rho} \quad (4)$$

Ahol:  $Z_b$  – terepszint,  $\tau_{ij}$  – fenékcúsztató feszültség,  $\rho$  - víz sűrűsége,

## Megoldási lehetőségek, és az alkalmazott eljárás

A (2-4) egyenletek megoldására a szükséges kezdeti-és peremfeltételek definiálása után ma már számos szoftver áll rendelkezésre (pl: MIKE 21, SWAN, FLOW 2D...stb) és ezek alkalmazása ma már az egyetemi oktatás szerves részét képezi. Ezek a szoftverek valamilyen rácshálón –ami lehet derékszögű négyzőgháló vagy TIN háromszög modell – közelíti az egyenleteket valamilyen megoldóval (véges differencia, véges térfogat vagy véges elem). Mivel ezek a kereskedelmi szoftverek ma még nagyon költségesek ezért mi egy egyszerűsített terepalapú számítást végeztünk, amely a térfogat megmaradás érvényesítésével számítja a terepi elöntés alakulását. A topográfiai térképről készített digitális terepmodellen (DTM) végzett számítás előnye a gyorsaság hátránya viszont, hogy nem veszi figyelembe a hullámterjedés véges sebességét és a különböző területhasználatból adódó érdesség különbségeket és a terepesést.

Eredményként minden esetben térfogatot kapunk amihez a DTM segítségével rendeljük hozzá a vízszintet. Ez az eljárás hasonló a statikus tározómodellhez azonban mégis több annál mert annak érdekében, hogy az egyes nyeregvonulatok mögötti területek ne kerülhessenek elöntés alá idő előtt, a DTM alapján készített tározási görbén (1. ábra) figyelembe vettük ezt a peremfeltételt.



1. ábra: A terepmodellből készített tározási görbe

Az alkalmazott terepmodellünk Délről a Pók utca, Északról a Pünkösfürdő utca Keletről a Duna által határolt terület. A jelenlegi védtöltés hozzávetőleg 103,5-104 mBf-i terepszinten fut tehát e szint fölött már az árterületet kerül elöntés alá.

Az általunk felvázolt legrosszabb forgatókönyv:

Számításunkkor feltételeztük, hogy a jelenlegi védtöltés kulisszanyílásai nincsenek elzárva, hiszen a védvonal a mobilgát.

### A számítás peremfeltételei:

Szakadás hely: A tervezési terület ÉK-i része a Pünkösdfürdő utca közelében

Szakadás szélessége: 30 m

Szakadási szelvény alsó síkja: 102,20 mBf

Számítási időlépés: dt=600 sec

Duna vízszint: 104,82 mBf<sup>1</sup>(1%-os valószínűségű évi legnagyobb víz)

A szakadási szelvényt mint oldalbukó vettük figyelembe amelynek vízszállítását a Poleni képlettel (5) határoztuk meg időlépésről időlépésre majd ezek idő szerinti integrálásával határoztuk meg azt a térfogatot ami az i-ik időlépésig a folyóból az öblözetbe kifolyt.

$$Q = \alpha\beta CB(h_f - h_b)^{\frac{3}{2}} \quad (5)$$

Ahol:

$\alpha$  - +1 ha a folyóban magasabb a víz mint az ártéren, -1 különben

$\beta$  – alvízi visszahatás tényezője (-)

B – oldalbukó szélessége (m)

$h_f$  – felvízszint (mBf)

$h_b$  – bukó koronaszintje (mBf)

C – vízhozamtényező (1,6-1,7)

A kifolyt vízmennyiségből határozzuk meg az öblözetben kialakuló vízszintet az 1. ábra alapján. Ez egyúttal visszaadja a szakadási szelvény számítási algoritmusának az i+1-ik időlépéshez számítandó alvízi visszahatásához (6).

$$\beta = 1 \quad \text{ha } (\gamma \leq 0,67)$$

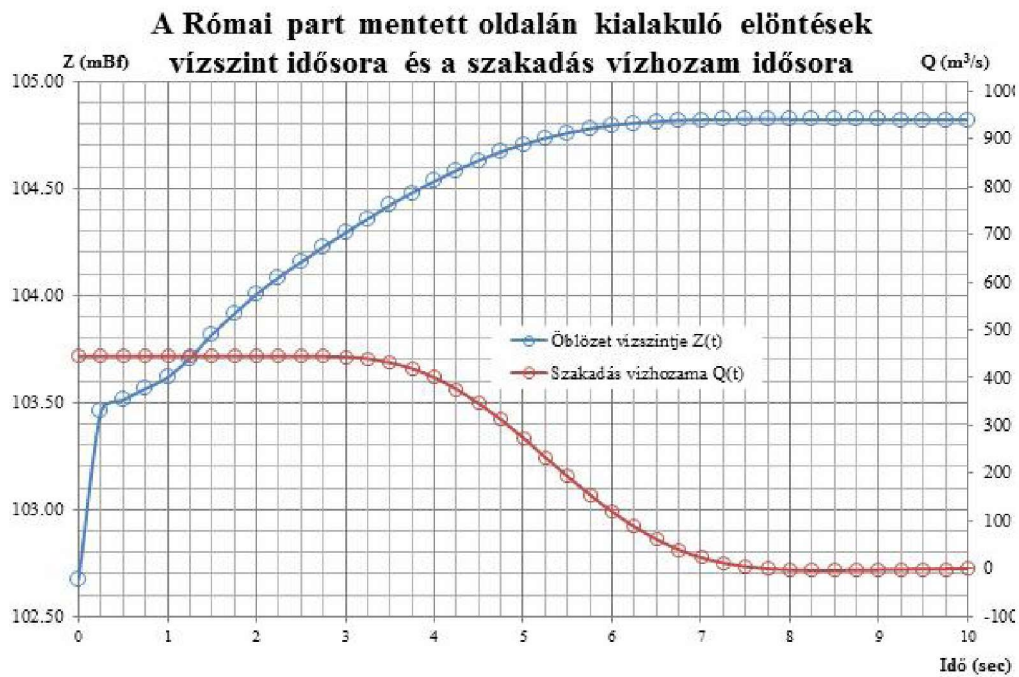
$$\beta = 1,0 - 27,8(\gamma - 0,67)^3 \quad \text{ha } (\gamma > 0,67)$$

---

<sup>1</sup> A számítás során a dunai vízszintet konstansnak tételeztük fel a biztonság javára való közelítésként.

$$\gamma = \frac{h_a - h_b}{h_f - h_b}$$

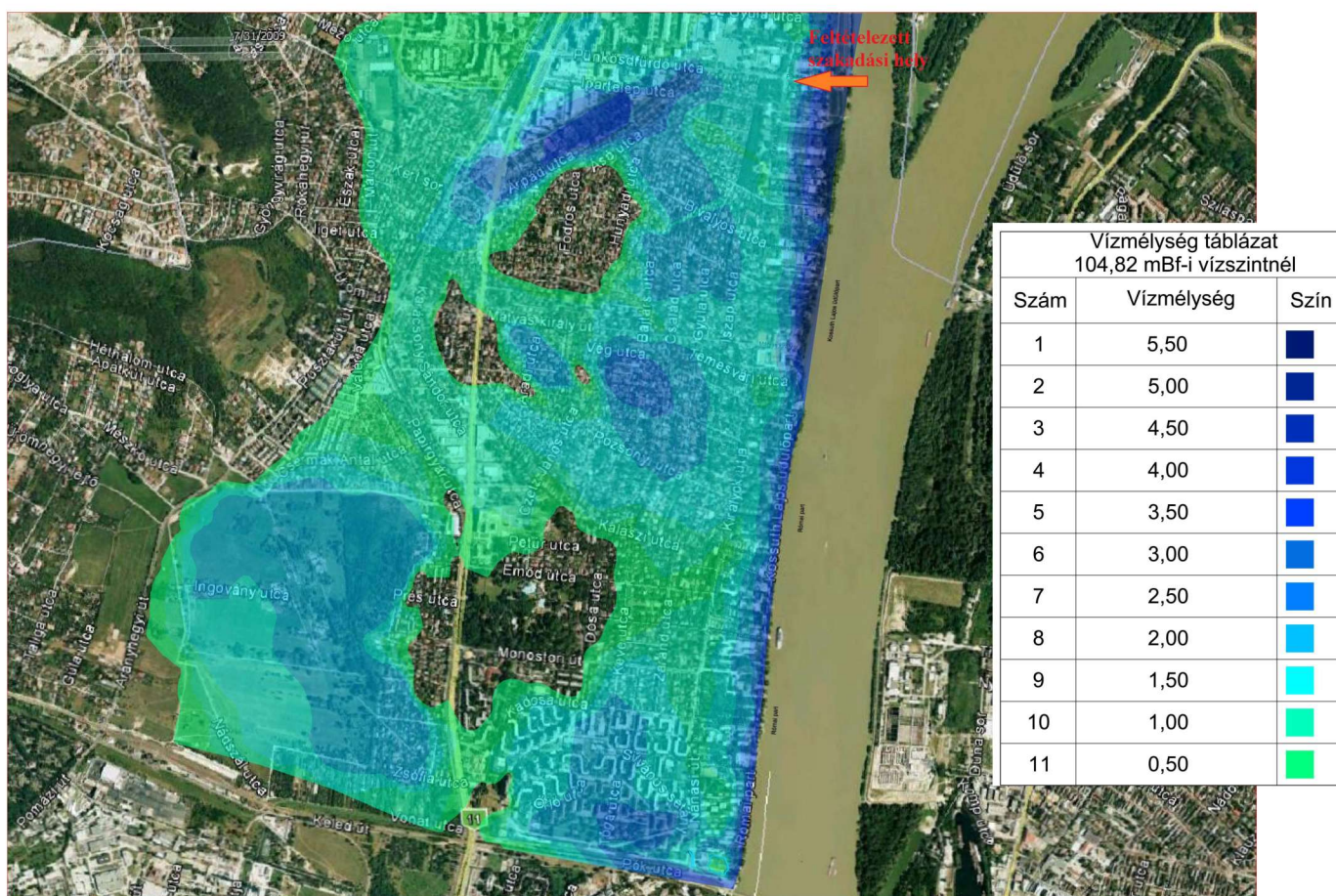
Az fenti paraméterekkel végzett számítások eredményei láthatóak a 2. ábrán. A szakadási szelvényen keresztül 445 m<sup>3</sup>/s vízhozam ömlik a mentett oldalra, aminek eredményeképpen a teljes Római part kevesebb mint két órán belül kerül elöntés alá .



2. ábra: A számítás eredményei, szakadási szelvény vízhozamai és az elöntés idősora

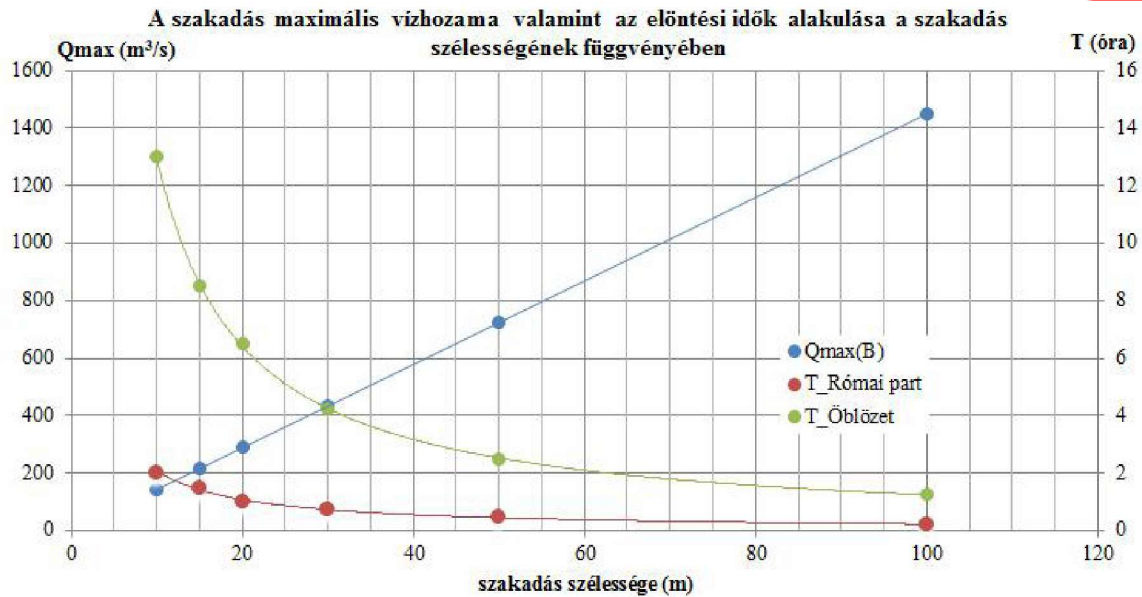
Hozzávetőleg a szakadást követő két óra múlva éri el a víz a Nánási út-Királyok útján fekvő jelenlegi töltést. Mivel annak a nyílásai nem kerültek elzárásra így akadálytalanul haladhat tovább a Szentendrei út irányába. Az öblözetben a vízszint kiegyenlítődés a 6. óránál történik meg aminek hatására az alábbi területek kerülnek víz alá.





3. ábra: A hullámfront érkezési ideje és az elöntés során kialakult vízmélységek

Természetesen más szakadási paraméterekkel is előadódhatnak, esetünkben a legkedvezőtlenebb paraméter a szakadás szélességének a változása. Ezért további futtatásokban elvégeztük ennek az érzékenység vizsgálatát. (4.ábra)



4. ábra: A szakadás max. vízhozamai és az elöntési idők alakulása a szakadás szélességének függvényében

Valamennyi változatnál addig számoltunk, míg ki nem alakult a kiegyenlítődés az öblözet és a Duna között. Ezen feltétel rendszer mellett a következő eredmények adódtak:

- ✓ A szakadás maximális hozama 145 – 1450 m<sup>3</sup>/s között változik
- ✓ A Római parti elöntés alá kerül átlagosan 1 óra alatt
- ✓ A teljes öblözet elöntési ideje sokkal tágabb határok között mozog 1 – 13 óra között.

Összefoglalva a számítások eredményeit megállapíthatjuk, hogy egy **töltésszakadás esetén** a római parti ingatlanok nagyon rövid időn belül elöntésre kerülnek, a rendelkezésünkre álló **időelőny még a figyelmeztetésre sem elegendő**. Amennyiben a meglévő árvízvédelmi töltés nyílásai nyitva vannak akkor azokon keresztül Római fürdő, Csillaghegy és Pünkösdfürdő is elöntésre kerül, az időelőny rövidsége miatt itt sincs lehetőség a lakosság kitelepítésére.