

## Bugyi X. – homok, kavics bányatelek hidrogeológiai modellvizsgálata

ÖSSZEÁLLÍTOTTA:



TÓTH FERENC  
okl. bányá- és geotechnikai mérnök



Bán Zsolt okl. környezetmérnök, okl.  
bányá- és geotechnikai mérnök,  
környezetvédelmi szakértő (SZKV-1.1.;  
SZKV-1.2; SZKV-1.3.; SZKV-1.4.)

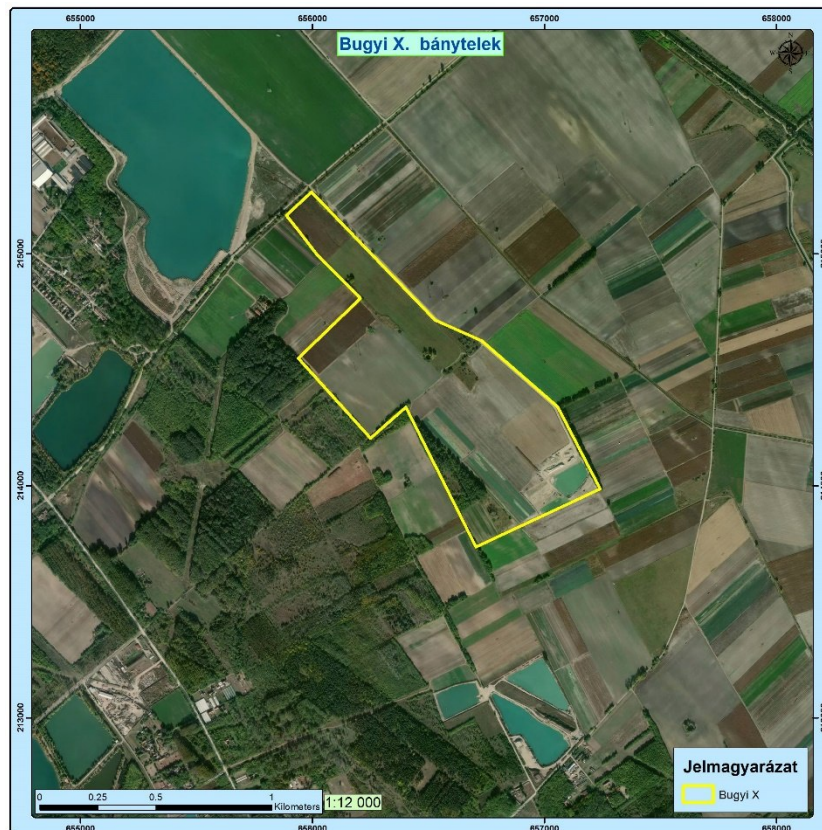
Eke Zoltán  
okl. környezetmérnök

# Bugyi X bányá hydrogeológiai modellvizsgálata

## Tartalomjegyzék

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Bugyi X. bányatelek környezetének bemutatása .....</b>     | <b>2</b>  |
| <b>2. A kutatási terület rétegtani-kőzettani viszonyai .....</b> | <b>2</b>  |
| <b>2. A térség vízrajza.....</b>                                 | <b>3</b>  |
| a. <i>Folyóvizek .....</i>                                       | <i>3</i>  |
| 6.2 <i>Bányatavak.....</i>                                       | <i>3</i>  |
| 6.3 <i>Talajvíz.....</i>   | <i>3</i>  |
| <b>7. Csapadék-párolgási viszonyok.....</b>                      | <b>9</b>  |
| <b>8. Modellvizsgálat során felhasznált adatok.....</b>          | <b>12</b> |
| 8.1 <i>Szivárgási tényező .....</i>                              | <i>12</i> |
| 8.2 <i>Nettó, maradó beszivárgás.....</i>                        | <i>14</i> |
| 8.3 <i>Evapotranspiráció.....</i>                                | <i>16</i> |
| <b>9 A modell geometriája.....</b>                               | <b>18</b> |
| <b>10 Az eredmények bemutatása.....</b>                          | <b>26</b> |
| <b>11 Összegzés, eredmények értékelése.....</b>                  | <b>31</b> |
| <b>12 Felhasznált irodalom:.....</b>                             | <b>32</b> |

## 1. Bugyi X. bányatelek környezetének bemutatása



1. ábra A bányatelek

Délegyháza – Majosháza – Kiskunlacháza - Bugyi területe a Vác-Pesti Duna-völgyhöz tartozó kistáj (Csepeli-sík kistáj) része, mely a Duna-Tisza köz felső részén, a Ráckevei-(Soroksári)-Duna-ág (RSD) mellett helyezkedik el.

Az érintett terület a Duna-Tisza köz termésetföldrajzi tájegységhez, az Országos Vízügyi-gazdálkodási Terv felosztása szerint az 1-10- Duna-völgyi-főcsatorna alegységhez sorolható.<sup>[1]</sup>

A homokos kavicselőfordulás a Duna akkumulációs síksággá szélesedő völgyében az un. Duna völgy síkján helyezkedik el. Ennek tartozéka a Pesti félmedence és a Csepel sziget. Geomorfológiailag közel sík, alföldi jellegű. A területen rögzíthető magassági értékek 98-110 mBf között változnak. A bányatelek közvetlen környezetét mutatja az 1. ábra.

## 2. A kutatási terület rétegtani-kőzettani viszonyai

A kutatott terület átlagosan 0,2-0,5m vastagságú holocén termőtalajjal borított. A termőtalaj alatt 0-1.8 m közötti, átlagosan 1.1 m vastagságú homok, kőzetlisztes, agyagos réteg található.

A felsorolt képződmények alatt települ a hasznosítás tárgyát képező felsőpleisztocén törmelékes összlet homok, kavicsos homok, homokos kavics, kőzetlisztes homok kifejlődésekkel. A kavicsösszleten belül a homok és kavics százalékos arányának

változása szerint, valamint a kavics szemnagyságának a változása alapján több réteg különíthető el. A felső homokos összletet képviselő homok vastagsága 0-5m közötti értékű, a homokos kavics 6-27 m közötti mélységben található, az alsó összletet kissé kavicsos homok és homokos kavics alkotja, amelybe szórványosan homoklisztes agyag, helyenként meddő települ. [4]

A kavicsösszlet alatt a teljes területen kifejlődve, a vizsgált összlet abszolút fekvő kőzetét felsőpannon korban keletkezett agyagos kőzetliszt képviseli.

A törmelékes eredetű, keletkezésű összletben tektonikai nyomokra utaló elemek nem találhatók. A képződmények fiatal korára tekintettel /holocén, ó-holocén, pleisztocén/ főleg a folyóvízi üledékek felhalmozódásai során kialakuló szerkezeti viszonyokkal kell csupán számolni. Az egykori medencealjat változásai, egyenletlenségei szerint változik a kavicsösszlet vastagsága. A vizsgált területen a fekvő pannon aljzat vertikálisan változó kiterjedésű. A magasságbeli különbségei a 71.4 - 75.1 m Bf szintek közötti

## **2. A térség vízrajza**

### *a. Folyóvizek*

A vizsgált terület a Duna bal partján, a Ráckevei-Soroksári Duna-ágtól keletre helyezkedik el a teraszokkal tagolt, Duna felé, illetve dél - felé enyhén lejtő Csepeli síkságon. A terület fő vízgyűjtője a Duna.

A Ráckevei (Soroksári)-Duna (RSD) a Duna Budapesttől délre, a Csepel-sziget keleti oldalán húzódó, 57,3 km hosszú, mindkét végén torkolati művekkel lezárt mellékága. Vízfelülete mintegy 14 km<sup>2</sup>, víztérfogata hozzávetőleg 40 millió m<sup>3</sup>.

A Ráckevei (Soroksári)-Duna-ágot a fővároshoz közeli fekvése és szabályozott jellege számos különféle vízgazdálkodási és kommunális hasznosításra teszi alkalmassá. [11]

Ezekon kívül több kisebb csatorna is található a tervezett bányaterület környezetében, amelyeknek célja a belvíz, a területen felgyülemelő felesleges vizek elvezetése. Száraz időszakokban az öntözés lehetőségének megteremtése is a csatornák feladatai közé tartozik.

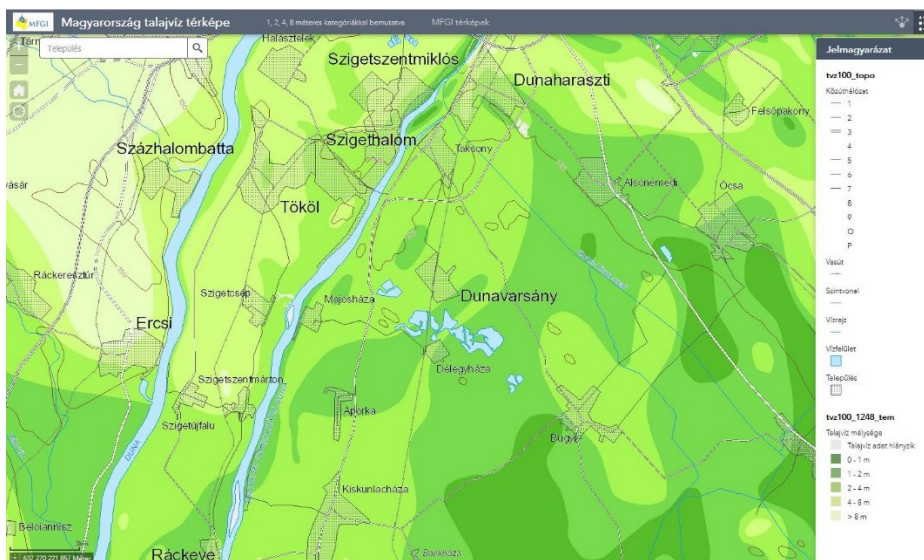
### **6.2 Bányatavak**

A térség, jellemző területhasználata, a táj arculata az utóbbi két évtizedben a kavicsbányászat, a kialakuló kavicsbányatavak következtében megváltozott. Az Alföldi Duna-völgy északi részén jelentős kiterjedésű kavicsterasz található, ahol hosszabb ideje bányászati tevékenység folyik. A kitermelt haszonanyag helyén az elmúlt időszakban több, számottevő felületű bányató alakult ki. A kavicskitermelés módosítja a térség környezeti viszonyait, mely a már meglevő (felhagyott és üzemelő) bányák miatt már jelenleg sem tekinthető természetes állapotnak. A környezet egyes elemei közül számottevő hatás a felszín alatti környezetet, elsősorban az első vízadó rétegben található talajvizet éri. Mind maga a bányászati tevékenység, mind a már felhagyott tavak - a természetes állapothoz képest - talajvízvesztéseket *okozhatnak*.

### **6.3 Talajvíz**



A regionális talajvízmozgás hozzávetőleges iránya (ÉK-DNY) a szakirodalom szerint és a talajvízszintekből szerkesztett térkép szerint is. A talajvíz szintje nagyjából követi a felszínt. A talajvízszint izohipszák ÉK-DNY-i irányúak. A talajvíz terep alatti mélysége a területen a 2. ábrán látható a MÁFI térképszerverén található Magyarország talajvíz térképe kivágataként. A térségi kavicskutatásoknál már máshol is tapasztalt, ÉK-DNy-i regionális talajvízáramlás uralkodik

2. ábra Talajvíz terep alatti mélysége<sup>[9]</sup>

A kavicsösszlet kitermelése szempontjából igen fontos a talajvíz elhelyezkedése. A terület környezetében megtalálható talajvízszint figyelő és regisztráló kutak több éves idősorát szereztük be és használtuk a vizsgálat során. A kutak adatait az 1. táblázat foglalja össze, míg elhelyezkedésüket az 3. ábra szemlélteti. A felhasznált adatokat táblázatos, illetve szintfelület formátumokban mutatjuk be a következőkben. (2.-3.-4. táblázat és 4.-5.-6. ábra) Az adatok felhasználásával készített regionális talajvízszint térképeket a modellvizsgálat fejezetben mutatjuk be.

| Törzsszám | Állomás           | EOVy (m)  | EOVx (m)  | Terep (mBf.) | Perem (mBf.) | Peremváltozás időpontja |
|-----------|-------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|-------------------------|
| 1108      | Ócsa              | 663559.96 | 212269.51 | 100.222      | 101.203      |                         |
| 1109      | Ócsa              | 663276.19 | 216061.24 | 103.41       | 103.44       |                         |
| 1110      | Felsőpakony       | 665849.37 | 223082.28 | 111.22       | 111.725      |                         |
| 1112      | Taksony           | 654944.99 | 218252.59 | 98.88        | 99.685       |                         |
| 1137      | Dömsöd            | 655578.64 | 202335.38 | 95.457       | 96.606       |                         |
| 1139      | Dunavarsány       | 648492.18 | 216785.6  | 99.504       | 100.34       |                         |
| 3968      | Majosháza         | 646291.72 | 213111.03 | 100.54       | 101.27       |                         |
| 4223      | Ócsa              | 661824.28 | 214249.67 | 100.25       | 100.96       |                         |
| 4355      | Alsónémedi        | 658672.68 | 220129.8  | 106.6        | 107.27       |                         |
| 6915      | Szigetszentmiklós | 651357.42 | 223332.62 | 99.717       | 100.472      |                         |
| 1113      | Alsónémedi        | 655004.62 | 214895.24 | 99.478       | 100.95       |                         |
|           |                   |           |           | 99.478       | 100.721      | 2017.05.25              |

1. táblázat Figyelőkutak paramétereiről



3. ábra Figyelőkutak a térségben

| Törzsszám | Állomás     | EOVy (m)  | EOVx (m)  | Terep (mBf.) | Perem (mBf.) | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2017-2021 |
|-----------|-------------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| 1109      | Ócsa        | 663276.19 | 216061.24 | 103.41       | 103.44       | 234.87 | 218.83 | 219.94 | 220.30 | 248.95 | 228.93    |
| 1137      | Dömsöd      | 655578.64 | 202335.38 | 95.457       | 96.606       | 198.56 | 184.45 | 192.82 | 190.69 | 211.68 | 198.07    |
| 1112      | Taksony     | 654944.99 | 218252.59 | 98.88        | 99.685       | 356.97 | 355.45 | 355.87 | 354.30 | 363.16 | 358.66    |
| 1113      | Alsónémedi  | 655004.62 | 214895.24 | 99.478       | 100.721      | 445.89 | 430.05 | 445.92 | 467.86 | 492.61 | 458.68    |
| 1108      | Ócsa        | 663559.96 | 212269.51 | 100.222      | 101.203      | 338.90 | 325.93 | 332.13 | 333.79 | 351.42 | 337.20    |
| 1139      | Dunavarsány | 648492.18 | 216785.6  | 99.504       | 100.34       | 425.00 | 420.87 | 429.42 | 423.41 | 437.85 | 427.47    |
| 4223      | Ócsa        | 661824.28 | 214249.67 | 100.25       | 100.96       | 257.11 | 231.99 | 243.83 | 242.48 | 267.23 | 250.31    |
| 4355      | Alsónémedi  | 658672.68 | 220129.8  | 106.6        | 107.27       | 459.82 | 437.78 | 439.34 | 436.16 | 474.68 | 455.23    |

2. táblázat Vízzintek éves átlaga peremtől mérve cm-ben

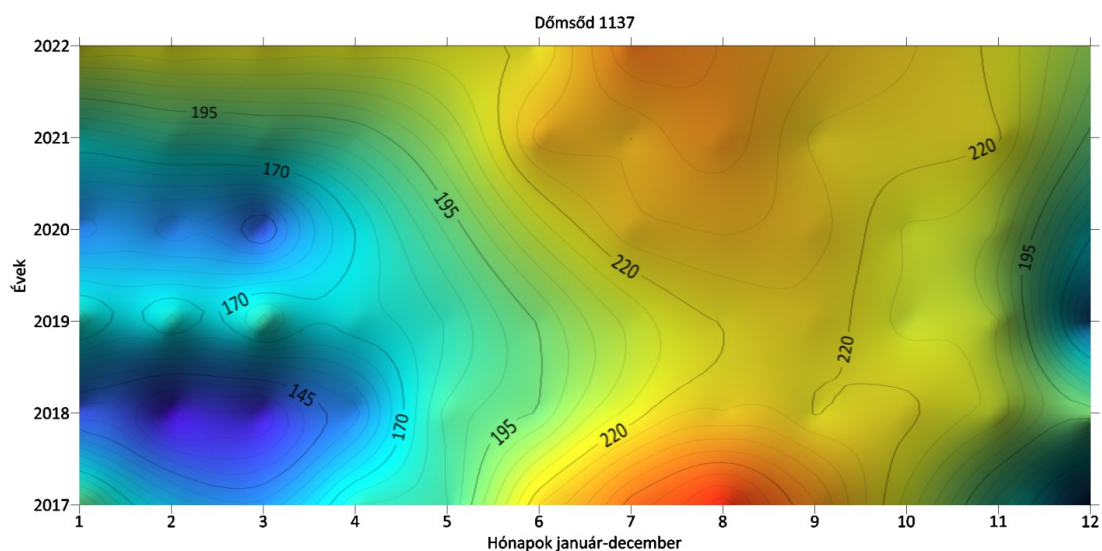
| Törzsszám | Állomás     | EOVy (m)  | EOVx (m)  | Terep (mBf.) | Perem (mBf.) | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2017-2021 |
|-----------|-------------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| 1109      | Ócsa        | 663276.19 | 216061.24 | 103.41       | 103.44       | 101.09 | 101.25 | 101.24 | 101.24 | 100.95 | 101.15    |
| 1137      | Dömsöd      | 655578.64 | 202335.38 | 95.457       | 96.606       | 94.62  | 94.76  | 94.68  | 94.70  | 94.49  | 94.63     |
| 1112      | Taksony     | 654944.99 | 218252.59 | 98.88        | 99.685       | 96.12  | 96.13  | 96.13  | 96.14  | 96.05  | 96.10     |
| 1113      | Alsónémedi  | 655004.62 | 214895.24 | 99.478       | 100.721      | 96.26  | 96.42  | 96.26  | 96.04  | 95.79  | 96.13     |
| 1108      | Ócsa        | 663559.96 | 212269.51 | 100.222      | 101.203      | 97.81  | 97.94  | 97.88  | 97.87  | 97.69  | 97.83     |
| 1139      | Dunavarsány | 648492.18 | 216785.6  | 99.504       | 100.34       | 96.09  | 96.13  | 96.05  | 96.11  | 95.96  | 96.07     |
| 4223      | Ócsa        | 661824.28 | 214249.67 | 100.25       | 100.96       | 98.39  | 98.64  | 98.52  | 98.54  | 98.29  | 98.46     |
| 4355      | Alsónémedi  | 658672.68 | 220129.8  | 106.6        | 107.27       | 102.67 | 102.89 | 102.88 | 102.91 | 102.52 | 102.72    |

**3. táblázat Vízsintek éves átlaga mBf értékben kifejezve**

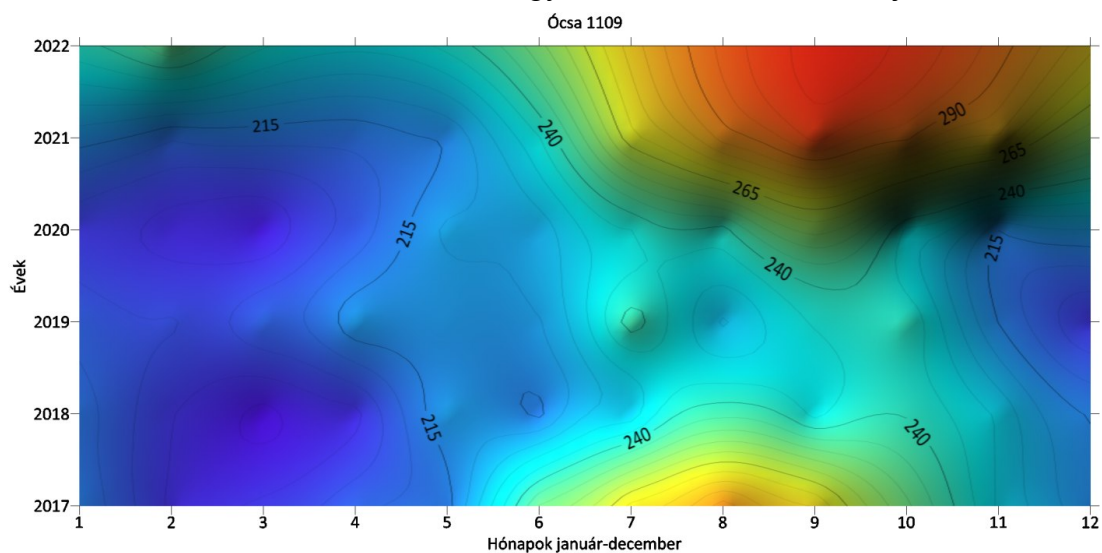


|                  |                 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1109 Ócsa        | Talajvízszintek |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Évek             | jan             | febr   | márc   | ápr    | máj    | jún    | júl    | aug    | szept  | okt    | nov    | dec    | Átlag  |
| 2017             | 214.16          | 198.96 | 201.13 | 209.03 | 213.00 | 250.43 | 271.53 | 287.77 | 274.83 | 251.10 | 229.13 | 215.77 | 234.87 |
| 2018             | 212.48          | 200.29 | 193.13 | 198.40 | 219.45 | 213.70 | 226.58 | 243.55 | 233.07 | 239.65 | 229.27 | 214.61 | 218.83 |
| 2019             | 208.61          | 205.43 | 209.26 | 218.90 | 218.42 | 219.53 | 243.45 | 224.26 | 235.70 | 239.97 | 214.77 | 199.87 | 219.94 |
| 2020             | 201.10          | 198.28 | 195.58 | 206.80 | 221.32 | 221.90 | 234.94 | 237.81 | 257.00 | 233.35 | 215.03 | 219.81 | 220.30 |
| 2021             | 217.16          | 210.50 | 211.87 | 211.53 | 215.23 | 234.63 | 268.65 | 287.19 | 301.97 | 291.16 | 279.30 | 255.52 | 248.95 |
| 2022             | 249.74          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 249.74 |
| Átlag            | 217.21          | 202.66 | 202.19 | 208.87 | 217.48 | 228.08 | 248.88 | 256.12 | 260.51 | 251.05 | 233.50 | 221.12 | 228.93 |
| 1137 Dömösd      | Talajvízszintek |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Évek             | jan             | febr   | márc   | ápr    | máj    | jún    | júl    | aug    | szept  | okt    | nov    | dec    | Átlag  |
| 2017             | 194.29          | 160.54 | 151.61 | 180.63 | 184.74 | 225.23 | 247.61 | 263.63 | 240.67 | 212.90 | 181.53 | 138.87 | 198.56 |
| 2018             | 136.74          | 121.61 | 125.55 | 147.77 | 187.52 | 195.33 | 216.45 | 225.32 | 219.53 | 221.55 | 213.37 | 197.81 | 184.45 |
| 2019             | 178.52          | 177.14 | 182.94 | 173.93 | 180.52 | 195.53 | 211.39 | 220.16 | 223.63 | 212.68 | 210.17 | 146.74 | 192.82 |
| 2020             | 147.10          | 146.97 | 137.97 | 170.17 | 190.90 | 212.60 | 228.52 | 230.65 | 227.53 | 214.13 | 209.47 | 171.26 | 190.69 |
| 2021             | 174.84          |        | 184.00 | 186.33 | 189.68 | 205.37 | 232.26 | 229.94 | 238.60 | 223.45 | 222.10 | 220.65 | 211.68 |
| 2022             | 219.71          | 220.11 | 219.58 | 218.57 | 217.84 | 220.03 | 245.00 |        |        |        |        |        | 222.74 |
| Végösszeg        | 175.20          | 165.14 | 164.41 | 179.57 | 191.87 | 209.02 | 229.96 | 233.75 | 229.99 | 216.94 | 207.33 | 175.06 | 198.07 |
| 1112 Taksony     | Talajvízszintek |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Évek             | jan             | febr   | márc   | ápr    | máj    | jún    | júl    | aug    | szept  | okt    | nov    | dec    | Átlag  |
| 2017             | 370.52          | 381.93 | 360.26 | 349.87 | 344.03 | 349.10 | 352.87 | 355.26 | 357.90 | 354.71 | 352.23 | 356.77 | 356.97 |
| 2018             | 355.68          | 353.93 | 360.32 | 352.40 | 339.71 | 343.00 | 347.03 | 352.94 | 356.10 | 365.35 | 367.77 | 370.90 | 355.45 |
| 2019             | 363.90          | 363.54 | 360.74 | 358.27 | 350.45 | 342.50 | 343.23 | 347.74 | 354.83 | 362.06 | 363.53 | 360.19 | 355.87 |
| 2020             | 356.61          | 354.21 | 352.16 | 351.57 | 353.97 | 354.70 | 351.29 | 352.06 | 354.70 | 352.90 | 357.20 | 360.19 | 354.30 |
| 2021             | 364.00          | 363.25 | 362.45 | 359.63 | 354.71 | 351.40 | 356.90 | 359.42 | 363.83 | 370.26 | 377.33 | 374.71 | 363.16 |
| 2022             | 373.90          | 371.96 | 375.39 | 375.50 | 375.03 | 363.71 | 368.70 |        |        |        |        |        | 372.19 |
| Átlag            | 364.10          | 364.74 | 361.89 | 357.87 | 352.86 | 350.59 | 353.00 | 353.48 | 357.47 | 361.06 | 363.61 | 364.55 | 358.66 |
| 1113 Alsónémedi  | Talajvízszintek |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Évek             | jan             | febr   | márc   | ápr    | máj    | jún    | júl    | aug    | szept  | okt    | nov    | dec    | Átlag  |
| 2017             | 448.74          | 442.07 | 437.58 | 436.73 | 432.81 | 432.75 | 445.58 | 456.45 | 460.67 | 458.06 | 451.53 | 446.42 | 445.89 |
| 2018             | 441.10          | 433.96 | 416.58 | 402.63 | 412.19 | 408.77 | 420.74 | 434.74 | 441.13 | 449.06 | 451.50 | 448.10 | 430.05 |
| 2019             | 444.68          | 441.71 | 438.29 | 425.63 | 419.87 | 415.73 | 437.23 | 451.42 | 463.27 | 473.03 | 472.53 | 467.06 | 445.92 |
| 2020             | 458.97          | 458.69 | 456.71 | 460.70 | 470.97 | 476.40 | 483.29 | 480.70 | 468.77 | 468.10 | 465.20 | 465.68 | 467.86 |
| 2021             | 465.65          | 465.68 | 464.16 | 467.87 | 472.19 | 480.97 | 499.10 | 512.74 | 523.57 | 529.19 | 529.03 | 499.58 | 492.61 |
| 2022             | 483.35          | 483.32 | 485.65 | 485.77 | 487.90 | 493.50 |        |        |        |        |        |        | 485.30 |
| Átlag            | 457.08          | 454.27 | 449.83 | 446.56 | 448.90 | 443.73 | 457.19 | 467.12 | 471.48 | 475.49 | 473.96 | 465.37 | 458.68 |
| 1108 Ócsa        | Talajvízszintek |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Évek             | jan             | febr   | márc   | ápr    | máj    | jún    | júl    | aug    | szept  | okt    | nov    | dec    | Átlag  |
| 2017             | 325.06          | 307.71 | 299.16 | 309.53 | 314.10 | 345.63 | 375.32 | 401.26 | 367.83 | 345.90 | 342.91 | 330.71 | 338.90 |
| 2018             | 314.06          | 293.18 | 275.10 | 282.33 | 321.03 | 322.47 | 329.65 | 350.94 | 351.70 | 364.06 | 360.97 | 343.00 | 325.93 |
| 2019             | 328.74          | 321.50 | 322.23 | 327.07 | 317.23 | 317.10 | 346.06 | 342.13 | 353.87 | 357.97 | 337.47 | 313.45 | 332.13 |
| 2020             | 302.10          | 299.79 | 295.81 | 311.60 | 328.74 | 335.93 | 346.23 | 358.52 | 380.27 | 372.06 | 344.00 | 329.45 | 333.79 |
| 2021             | 315.48          | 307.46 | 313.74 | 319.70 | 320.26 | 327.77 | 358.16 | 381.52 | 402.20 | 407.03 | 392.37 | 368.26 | 351.42 |
| 2022             | 352.71          | 346.43 | 341.39 | 334.00 | 337.06 | 352.67 | 368.17 |        |        |        |        |        | 344.79 |
| Végösszeg        | 323.03          | 312.60 | 307.90 | 314.04 | 323.07 | 333.59 | 351.72 | 366.87 | 371.17 | 369.41 | 356.25 | 336.97 | 337.20 |
| 1139 Dunavarsány | Talajvízszintek |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Évek             | jan             | febr   | márc   | ápr    | máj    | jún    | júl    | aug    | szept  | okt    | nov    | dec    | Átlag  |
| 2017             | 430.06          | 436.75 | 407.58 | 395.93 | 386.81 | 417.90 | 436.29 | 453.61 | 451.17 | 438.23 | 425.77 | 420.71 | 425.00 |
| 2018             | 411.90          | 401.64 | 400.00 | 387.57 | 398.00 | 413.07 | 427.39 | 445.48 | 438.97 | 449.00 | 438.97 | 436.45 | 420.87 |
| 2019             | 424.42          | 419.36 | 418.19 | 416.60 | 416.03 | 409.52 | 433.71 | 445.52 | 452.17 | 454.16 | 440.93 | 420.84 | 429.42 |
| 2020             | 408.32          | 408.10 | 406.74 | 403.47 | 409.23 | 417.17 | 433.55 | 445.97 | 455.57 | 440.52 | 431.13 | 421.29 | 423.41 |
| 2021             | 422.94          | 420.36 | 416.45 | 416.50 | 419.29 | 436.13 | 461.19 | 462.77 | 460.63 | 450.74 | 448.17 | 437.71 | 437.85 |
| 2022             | 432.55          | 428.29 | 430.29 | 428.07 | 429.11 |        |        |        |        |        |        |        | 429.80 |
| Átlag            | 421.70          | 419.02 | 413.21 | 408.02 | 407.15 | 418.82 | 438.43 | 450.70 | 451.70 | 446.53 | 436.99 | 427.40 | 427.47 |
| 4223 Ócsa        | Talajvízszintek |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Évek             | jan             | febr   | márc   | ápr    | máj    | jún    | júl    | aug    | szept  | okt    | nov    | dec    | Átlag  |
| 2017             | 240.94          | 217.96 | 203.90 | 211.13 | 210.97 | 254.03 | 292.90 | 323.42 | 327.10 | 298.29 | 266.50 | 235.39 | 257.11 |
| 2018             | 218.77          | 193.57 | 171.45 | 180.93 | 222.65 | 224.87 | 239.45 | 251.90 | 264.57 | 280.61 | 277.17 | 254.84 | 231.99 |
| 2019             | 237.65          | 224.00 | 226.77 | 236.97 | 221.10 | 222.97 | 256.10 | 262.61 | 277.40 | 283.45 | 255.43 | 220.13 | 243.83 |
| 2020             | 207.71          | 198.14 | 192.97 | 215.20 | 237.42 | 243.07 | 262.29 | 275.84 | 297.97 | 285.94 | 252.40 | 239.16 | 242.48 |
| 2021             | 225.48          | 210.14 | 212.16 | 218.29 | 220.23 | 238.13 | 283.23 | 313.00 | 333.37 | 334.32 | 318.93 | 292.03 | 267.23 |
| 2022             | 270.77          | 265.11 | 256.77 | 243.80 | 248.42 | 274.37 | 311.29 |        |        |        |        |        | 266.77 |
| Átlag            | 233.55          | 215.39 | 210.67 | 217.71 | 226.80 | 242.91 | 273.60 | 285.35 | 300.08 | 296.52 | 274.09 | 248.31 | 250.31 |
| 4355 Alsónémedi  | Talajvízszintek |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Évek             | jan             | febr   | márc   | ápr    | máj    | jún    | júl    | aug    | szept  | okt    | nov    | dec    | Átlag  |
| 2017             | 436.97          | 426.96 | 420.55 | 421.90 | 421.29 | 458.47 | 481.74 | 498.42 | 499.40 | 491.77 | 483.63 | 474.35 | 459.82 |
| 2018             | 463.13          | 451.00 | 422.23 | 393.53 | 405.42 | 416.83 | 429.81 | 446.23 | 451.47 | 459.10 | 458.57 | 455.81 | 437.78 |
| 2019             | 451.97          | 448.32 | 447.74 | 456.30 | 453.39 | 422.27 | 418.84 | 427.45 | 437.33 | 444.90 | 439.07 | 425.32 | 439.34 |
| 2020             | 409.39          | 406.38 | 398.81 | 405.77 | 424.03 | 436.50 | 451.71 | 458.71 | 469.17 | 466.90 | 454.97 | 450.35 | 436.16 |
| 2021             | 446.61          | 443.04 | 435.58 | 437.10 | 440.23 | 454.80 | 490.19 | 503.94 | 512.53 | 512.39 | 510.70 | 506.48 | 474.68 |
| 2022             | 503.97          | 503.79 | 505.26 | 505.50 | 512.23 | 526.73 | 541.33 |        |        |        |        |        | 510.62 |
| Átlag            | 452.01          | 446.34 | 438.45 | 436.68 | 442.76 | 452.60 | 457.70 | 466.95 | 473.98 | 475.01 | 469.39 | 462.46 | 455.23 |

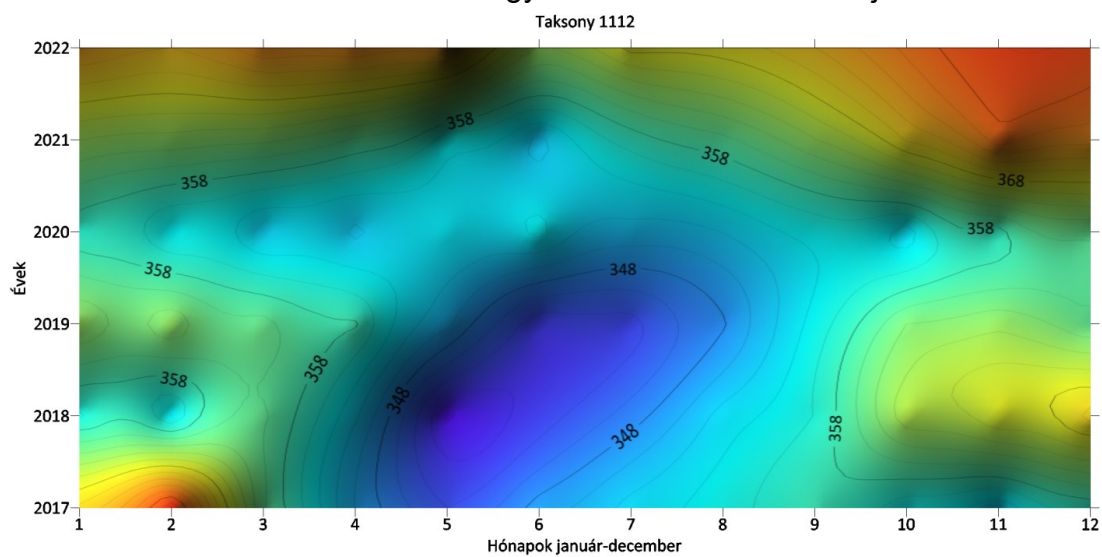
4. táblázat A környező kutak teljes idősor adata peremtől mérve cm-ben



4. ábra 1137 Dömsöd figyelőkút szintfelülete a teljes időszakra



5. ábra 1109 Ócsa figyelőkút szintfelülete a teljes időszakra

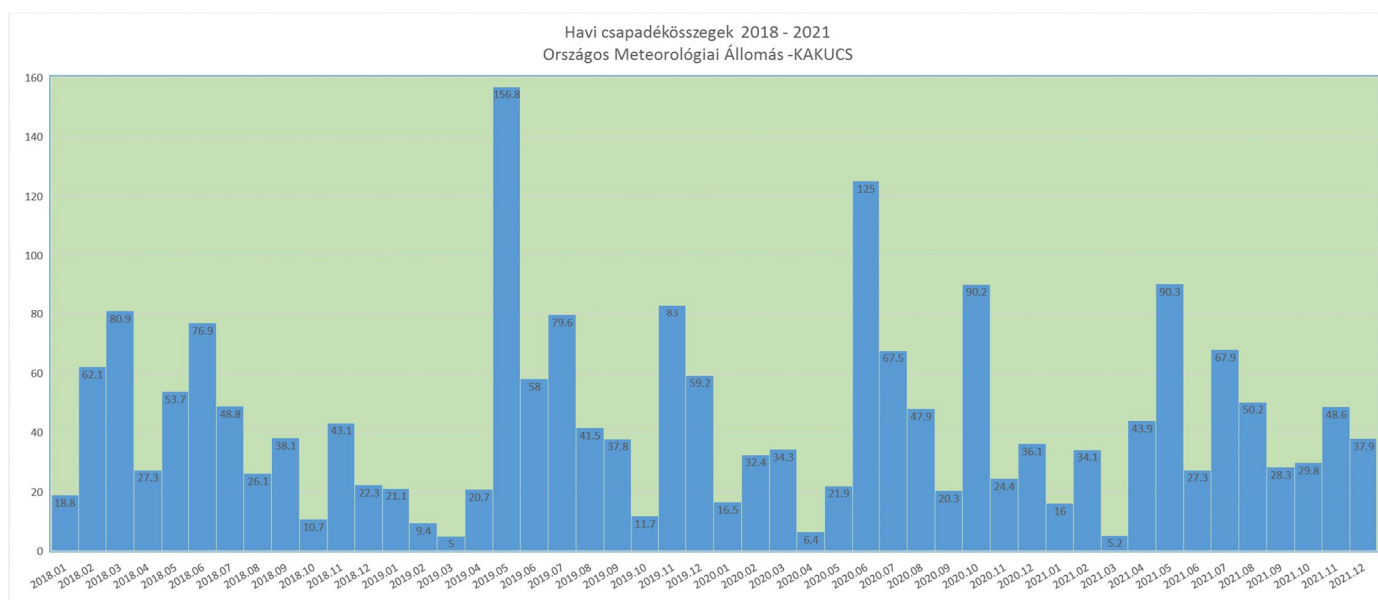


6. ábra 1112 Taksony figyelőkút szintfelülete a teljes időszakra

## 7. Csapadék-párolgási viszonyok

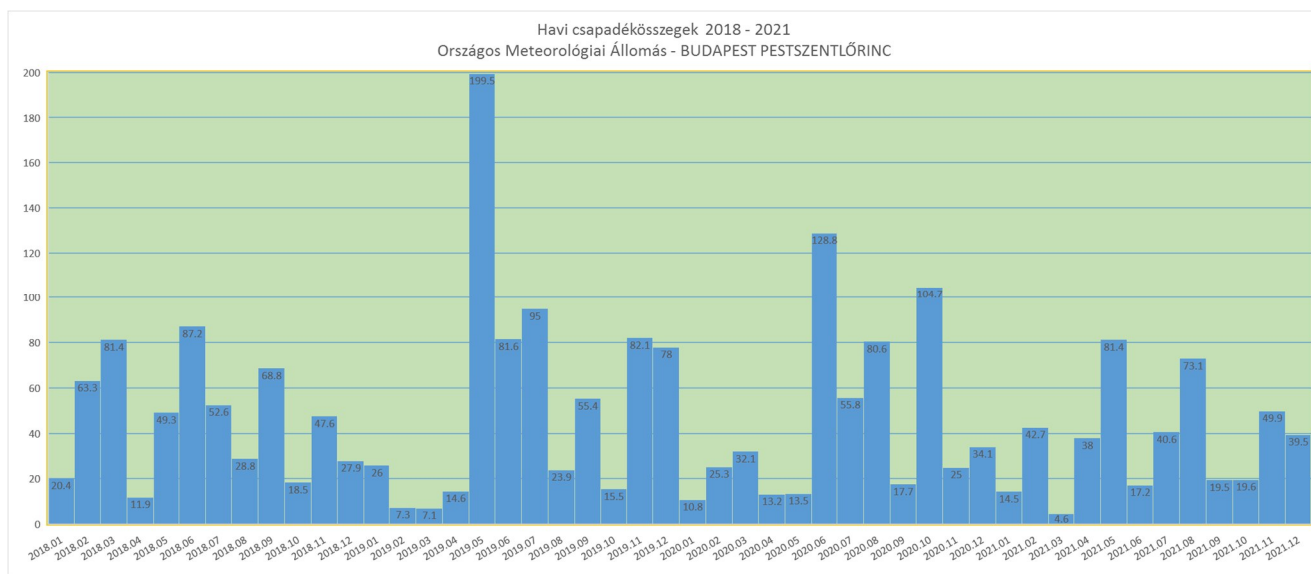
A csapadék idősorokat az Országos Meteorológiai Szolgálat ingyenesen hozzáférhető adatbázisából használtuk fel. Az OMSZ állomásai közül kiválasztottuk a vizsgált területhez legközelebbi két állomást (Budapest-Pestszentlőrinc és Kakucs) 7. ábra. Az állomások elmúlt időszakra vonatkozó adatsorait (2018-2021) az 1. és 2. diagram mutatja.

A korábbi időszakra vonatkozó információ, hogy 1997. évben Délegyháza környékén 300-400 mm csapadék hullott, mely mintegy 150 - 200 mm csapadékhiánnyal, míg az 1998. év 700 mm csapadékösszege átlagosan 150 - 200 mm csapadéktöbblettel jellemezhető a 30 éves átlaghoz képest. A tényleges evapotranspiráció országos területi átlaga 1997-ben 495 mm, míg 1998-ban 582 mm volt. A területi évi csapadékösszeg és a tényleges evapotranspirációs értékek összehasonlításával láthatjuk, hogy míg 1997-ben negatív a térség vízmérlege 1998-ban pozitív.



1. diagram Kakucs állomás csapadék időszora





2. diagram Budapest Pestszentlőrinc állomás csapadék idősora



7. ábra Országos Meteorológiai Szolgálat állomásai a térségben

Az 1980-as évektől az Alföld csaknem egész területén a párolgási vízveszteségek meghaladták a csapadékkal a területre jutó víz mennyiségét. A vizsgált kistérség területe is jellemzően vízhiányos. Ez a csapadék-párolgás viszony változott meg 1998 évben. A csapadék több mint 100 mm-el haladta meg a számított tényleges párolgás mértékét. Ez a csapadék többlet a terület talajvízszintjében drámai mértékű változást idézett elő, a talajvízszint helyenként 1 m-es emelkedését is okozva. Ez az emelkedés a 2000.-év második felében nagyban csökkent.

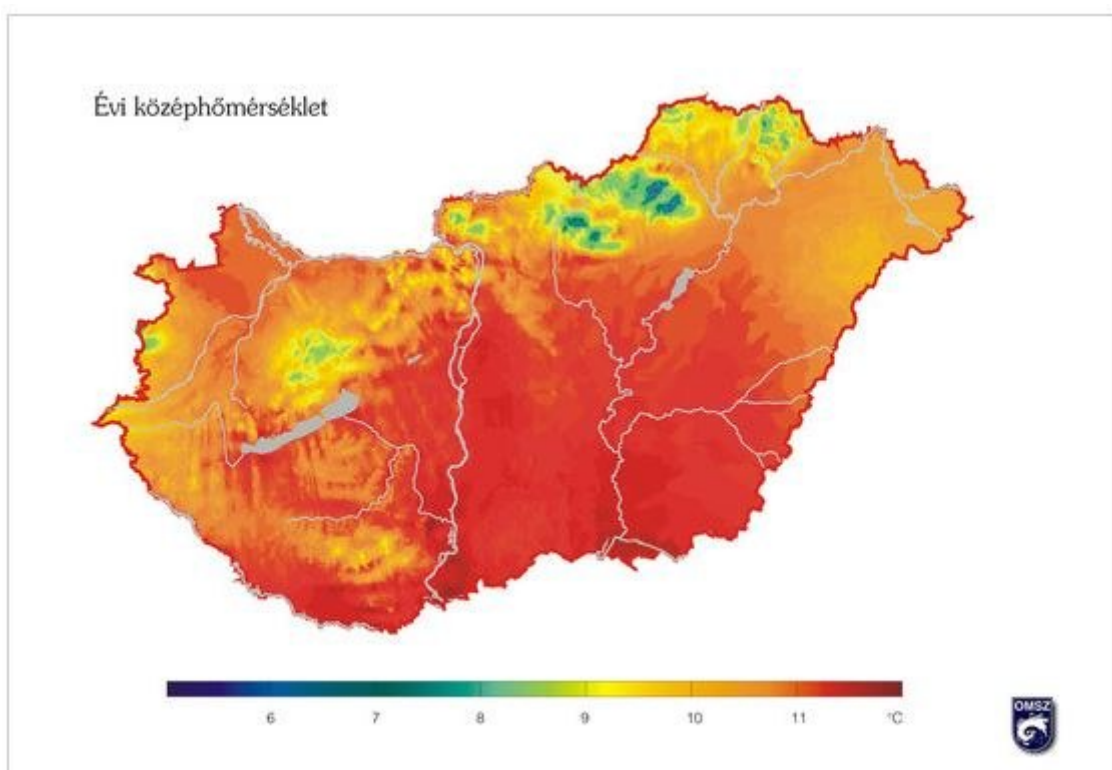
A szabad vízfelszín párolgásának évi összege melyet a szokásos módon, áprilistól októberig tartó időszakban az "A" típusú kádból elpárolgott víz mennyiségének mérésével, az év fennmaradó részében pedig a Meyer képlet alapján számítással határoznak meg- Budapest-Lőrinc meteorológiai állomáson 1997-ben 1091 mm, míg 1998-ban 940 mm volt. Az elmúlt évek párolgási adatainak (2002-napjainkig) idősorát az OMSZ állomások (Kakucs és Pestszentlőrinc) esetében a modellezés fejezetben mutatjuk be.

A vizsgált bányatelek területén és az egész kistérségben az evapotranspirációs értéket a mezőgazdasági termőterületen jellemzően folytatott öntözéses termesztési mód határozza meg. Az öntözés legelterjedtebb módszere jelenleg is az esőszerű öntözés. Ez az öntözési módszer nem alkalmas kis vízadagok kijuttatására, jelentős párolgási veszteséggel hasznosul. Az öntözött területeken a növénykultúrától, az adott év csapadék viszonyaitól, valamint az öntözés módjától függően egy vegetációs idő alatt 200-500 mm öntözővíz mennyiség felhasználásával kell számolni. A területi párolgás a mezőgazdasági termőterületek öntözött részén nagyságrendileg azonos a nyílt vízfelületi párolgással.

Az éghajlati tényezők tekintetében a tájegységre jellemző átlag értékekkel találkozunk. A napsugárzás évi átlaga 445 KJ/m<sup>2</sup>, maximuma júliusban, minimuma decemberben van. A napsütéses órák száma meghaladja az évi 2000 órát, az égbolt 50-55%-ban borult.

A 8. ábrán Magyarország aktuális évi középhőmérséklet alakulását láthatjuk.





8.ábra Évi középhőmérséklet (Országos Meteorológiai Szolgálat)<sup>[13]</sup>

## 8. Modellvizsgálat során felhasznált adatok

### 8.1 Szivárgási tényező

A hidrogeológiai modellvizsgálat egyik legfontosabb paramétere a kőzetréteg horizontális és vertikális áramlási tulajdonságát jelentő szivárgási tényező. A szivárgási tényező megadásánál figyelembe vettük a VITUKI Kht. tapasztalati adatai alapján összeállított táblázat eredményeit .5. táblázat.

| $k_h$ [m/nap] | Kőzetnév   | $k_h$ [m/nap] | Kőzetnév                      |
|---------------|--|---------------|-------------------------------|
| 2,0000        | Feltalaj   | 2,0000        | Homokkő, aleuritos homokkő    |
| 2,0000        | Feltöltés  | 0,5000        | Aleuritos homokkő, agyagmárga |
| 2,0000        | Humusz   | 1,0000        | Homokkő, aleurit váltakozása  |
| 20,0000       | Homokos görgeteg                                     | 0,1000        | Homokos márga                 |
| 5,0000        | Homok, közészemcsés ( 0.2 - 0.5 mm )                 | 10,0000       | Mészköves dolomit             |
| 5,0000        | Homok, durvaszemcsés ( 0.5 - 2.0 mm )                | 2,0000        | Dolomit                       |
| 2,0000        | Homok, finom-és aprószemcsés ( / 0.06 - 0.2 mm / )   | 5,0000        | Repedezett dolomit            |
| 5,0000        | Homok, apró-és közészemcsés ( / 0.1 - 0.5 mm / )     | 10,0000       | Üreges dolomit                |
| 5,0000        | Homok, közép-és durvaszemcsés ( / 0.2 - 2.0 mm / )   | 5,0000        | Konglomerátum                 |
| 5,0000        | Homok, finom-apró-közészemcsés ( / 0.06 - 0.5 mm / ) | 2,0000        | Breccsa                       |
| 5,0000        | Homok, apró-közép-durvaszemcsés ( / 0.1 - 2.0 mm / ) | 5,0000        | Dolomitbreccsa                |
| 5,0000        | Homok, osztályozatlan (f-a-k-d)                      | 10,0000       | Mészkőbreccsa                 |
| 2,0000        | Homok  | 1,0000        | Tufa                          |
| 0,5000        | Kőzetlisztes homok=iszapos homok                     | 1,0000        | Tufit                         |
| 0,2000        | Homokos kőzetliszt=homokos iszap                     | 0,0100        | Tufás agyag                   |
| 0,0500        | Aleurit  | 5,0000        | Tufás homok                   |
| 0,0200        | Agyagos kőzetliszt=agyagos iszap                     | 2,0000        | Tufás homokkő                 |
| 0,0200        | Kőzetlisztes agyag=iszapos agyag                     | 0,0100        | Tőzeg                         |

|         |                              |        |                              |
|---------|------------------------------|--------|------------------------------|
| 0,0001  | Agyag                        | 0,0500 | Lignit                       |
| 0,0010  | Kavicsos agyag               | 0,1000 | Kőszén                       |
| 5,0000  | Agyagos kavics               | 0,0010 | Szenes agyag                 |
| 50,0000 | Kavics                       | 0,0100 | Agyagos lignit               |
| 25,0000 | Homokos kavics               | 0,0001 | Bauxit                       |
| 5,0000  | Kavicsos homok               | 0,0001 | Bauxitos agyag               |
| 5,0000  | Kavicsos homok, homok        | 1,0000 | Márgás dolomit               |
| 2,0000  | Agyagos homok                | 2,0000 | Törmelékes dolomit           |
| 0,0100  | Homokos agyag                | 0,1000 | Homokos aleurit              |
| 2,0000  | Homok, agyagos homok         | 0,0100 | Agyagos aleurit              |
| 0,0500  | Agyagos homok, homokos agyag | 0,0010 | Homokos agyag, agyag         |
| 0,0100  | Homokos a.-kőzetlisztes a.   | 0,1000 | Vulkanit                     |
| 0,0010  | Kőzetlisztes agyag, agyag    | 0,1000 | Plutonit                     |
| 1,0000  | Homok, homokos agyag         | 0,0100 | Metamorfit                   |
| 0,0500  | Homok, agyag változása       | 0,0010 | Slir                         |
| 0,0050  | Agyagos homok, kőzetl. Agyag | 0,0010 | Palás agyag                  |
| 0,1000  | Agyag-hkos a.-agyagos hk     | 1,0000 | Gránittörmelék               |
| 0,0001  | Márgás agyag                 | 0,1000 | Repedezett gránit            |
| 0,0001  | Agyagmárga                   | 0,0100 | Gránit                       |
| 0,0010  | Homokos agyagmárga           | 0,1000 | Agyagmárga, aleurit, homokkő |
| 0,0005  | Aleuitos agyagmárga          | 0,0100 | Agyag, aleurit               |

5 táblázat Kőzettípusok tapasztalati horizontális tényezője [VITUKI Kht.]<sup>[5]</sup>.

Szivárgási tényező meghatározása számítással

Darcy egyenlet:

$$Q = A \cdot k \cdot \frac{H_1 - H_2}{L} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

A – a homoktöltet felületi keresztmetszete [m<sup>2</sup>],

k – a homokra jellemző szivárgási tényező [m/s],

H – vízszlop magasság különböző helyeken mérve [m],

L – a mért vízszlopok közötti távolság [m].

Ebből az egyenletből kifejezhetjük a fajlagos hozamot (q) is, amely azt mutatja meg, hogy 1 m<sup>2</sup> felületen időegység alatt mekkora térfogatú folyadék áramlik át a vizsgált kőzetben. A fajlagos hozam tehát sebesség dimenziójú, és ezért sokszor v-vel is jelölük

$$q = \frac{Q}{A} = v = -k \cdot I = -k \cdot \frac{dh}{dl} = -k \cdot \frac{\Delta h}{L} \quad [\text{m/s}]$$

A szivárgási tényező számítással történő meghatározása során a következő összefüggésből indulunk ki:

$$K = A_s \cdot d_m^2 \quad [\text{m}^2]$$

K- a vizsgált kőzet áteresztőképessége [m<sup>2</sup>],

As – az ún. Slichter-szám [-],

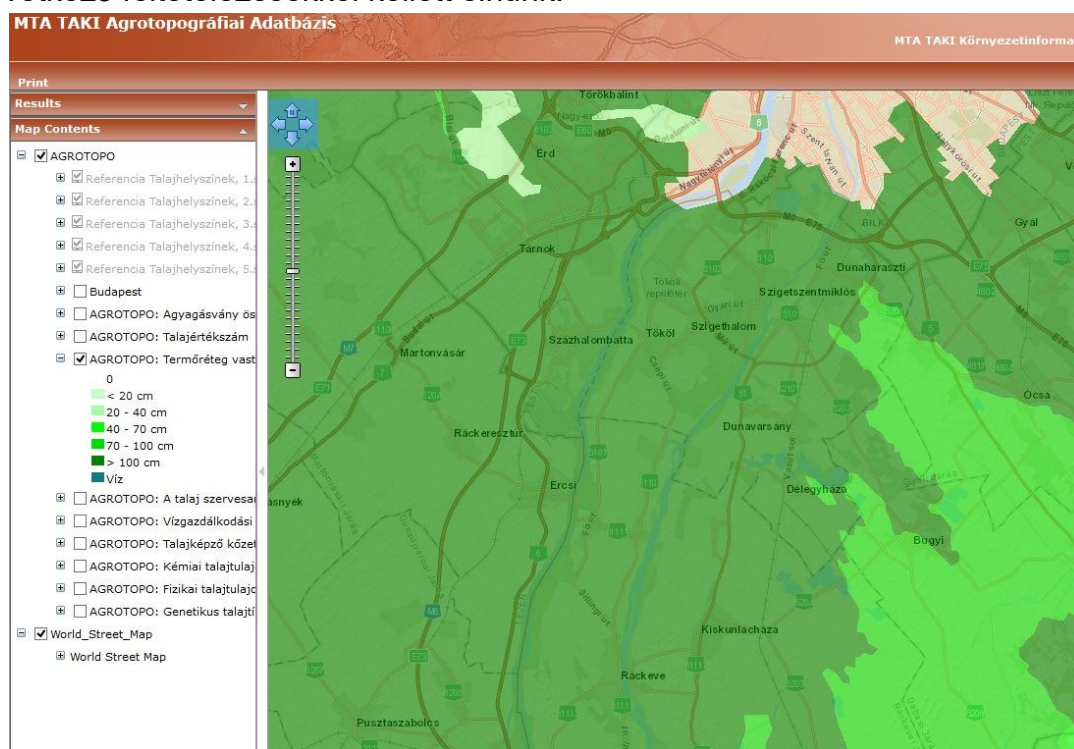
dm – a vizsgált kőzet mértékadó szemétmérője [m].

A porózus kőzetben jelentkező szivárgásban a kőzet jellemzője a mértékadó szemátmérő mellett a Slichter-szám. Az egyes módszerek közötti különbség a Slichter-szám és a mértékadó szemátmérő megadásában van. Ma a gyakorlatban elsősorban olyan módszert használunk a szivárgási tényező számítására, amelyek a teljes szemeloszlási görbét figyelembe veszik a mértékadó szemátmérő meghatározásánál.

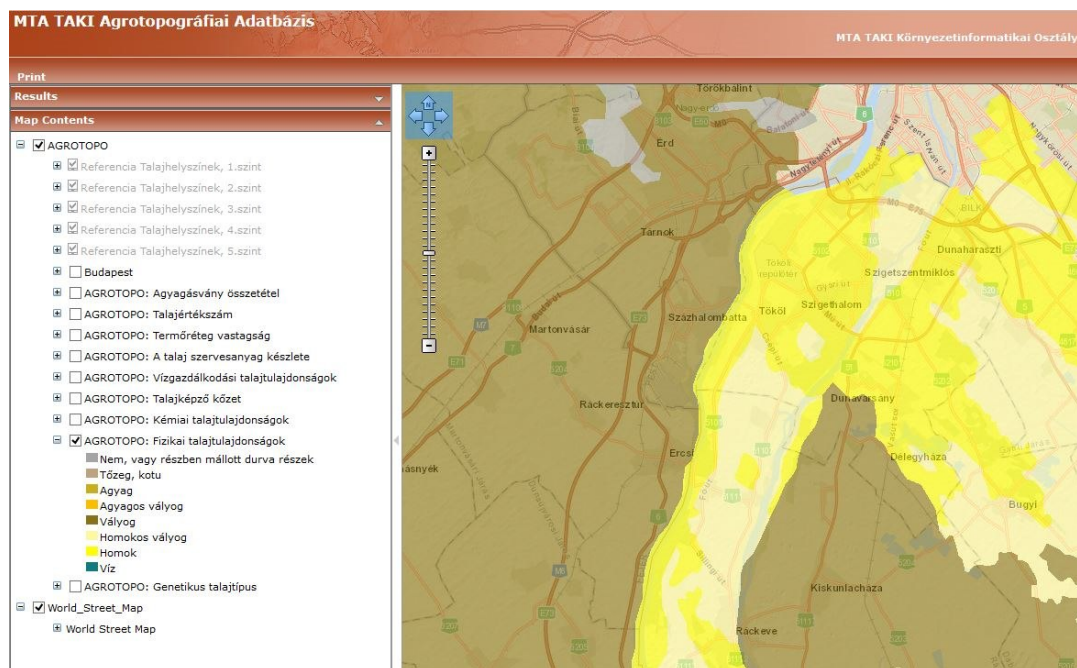
## 8.2 Nettó, maradó beszivárgás

A nettó beszivárgáson azt a vízmennyiséget értjük, ami eléri a talajvíz felszínét. A számítási módszer a VITUKI Kht. több kutatásában megtalálható.

A számítása a magyarországi digitális talajtérképén (AGROTOPO) alapult. A térképi adatbázisból a termőréteg vastagság (9. ábra) és a talaj fizikai félesége (10. ábra) mezőket használtuk fel. A talajféleségtől függő beszivárgási hányados megadásához a következő feltételezésekkel kellett élnünk.



9. ábra Agrotopo Termőréteg vastagság<sup>[8]</sup>



10. ábra Agrotopo Fizikai tulajdonságok<sup>[8]</sup>

A beszivárgó mennyiség a lehullott csapadék és a felszínen valamint a növények felületén elpárolgott vízmennyiség különbsége és nem vettük figyelembe a kismértékű felszíni lefolyást. A beszivárgó teljes vízmennyiséget a lehulló csapadék  $\frac{1}{4}$ -ével becsültük meg, ami tehát 800 mm évi csapadékkal számolva 200 mm kerül beszivárgás.

A talajba beszivárgó víz egy része megkötődik. Ezt a vízmegkötő-képesség (könnyen hasznosítható vízkapacitás) és a talajréteg vastagság szorzatával adhatjuk meg. A vízmegkötő-képesség (hasznosítható kapacitás), a mi értelmezésünkben azt a %-ban kifejezett vízmennyiséget jelenti, amit a talaj a pórusokban kötött vízként ill. növények által hasznosítani tud. <sup>[2]</sup>

$$R_n = R_{total} - R_u = \frac{P_m}{I_r} - V_d \times m_t, \text{ ahol}$$

$R_n$  – Nettó beszivárgás [mm/év]

$R_{total}$  – teljes beszivárgó mennyiség [mm/év]

$P_m$  – átlagos évi csapadékmennyiség [mm/év]

$I_r$  – beszivárgási hányados [-]

$R_u$  – termőtalajban hasznosuló, megkötődő vízmennyiség [mm/év]

$V_d$  – könnyen hasznosítható vízkapacitás [%] (6. táblázat)

$m_t$  – termőréteg vastagsága [mm]

A az egyes talajtípusokra megadott vízkapacitást  $V_d$  a következő értékekben adtuk meg:

| Talajtípus |                | Talaj víztároló képessége $V_d$ [%] |
|------------|----------------|-------------------------------------|
| 1          | Homok          | 0,02                                |
| 2          | Homokos vályog | 0,04                                |
| 3          | Vályog         | 0,06                                |
| 4          | Agyagos vályog | 0,09                                |

|   |                   |      |
|---|-------------------|------|
| 5 | Agyag             | 0,12 |
| 6 | Tőzeg             | 0,02 |
| 7 | Szabad vízfelszín | 0    |

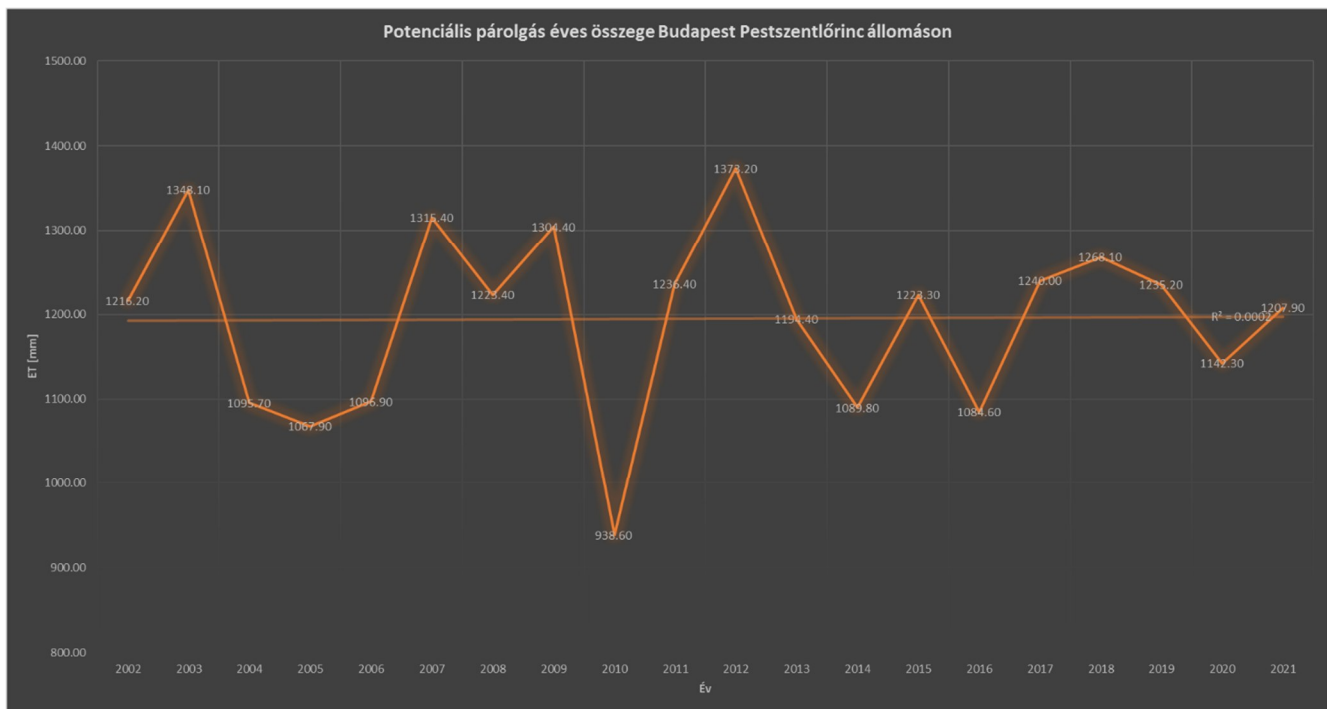
6. táblázat Különböző talajtípusokhoz tartozó víztároló képesség értékek<sup>[2]</sup>

### 8.3 Evapotranspiráció

A párolgás mennyiségének minél pontosabb meghatározása elengedhetetlen a hidrológiai körfolyamat jobb megismeréséhez, továbbá az éghajlatváltozás kutatása területén is fontos szerepet tölt be: segítségével megbízhatóbb klimatikus előrejelzéseket lehet készíteni. A vízmérleg legpontosabban meghatározható része. Az OMSZ állomások adatait a 9. és 10. táblázatban mutatjuk be és a 3. és 4. diagramon szemléltetjük.

| Év    | potenciális párolgás<br>havi átlag [mm] | potenciális párolgás<br>éves összege [mm] |
|-------|---|---|
| 2002  | 101.35                                  | 1216.20                                   |
| 2003  | 112.34                                  | 1348.10                                   |
| 2004  | 91.31                                   | 1095.70                                   |
| 2005  | 88.99                                   | 1067.90                                   |
| 2006  | 91.41                                   | 1096.90                                   |
| 2007  | 109.62                                  | 1315.40                                   |
| 2008  | 101.95                                  | 1223.40                                   |
| 2009  | 108.70                                  | 1304.40                                   |
| 2010  | 78.22                                   | <b>938.60</b>                             |
| 2011  | 103.03                                  | 1236.40                                   |
| 2012  | 114.43                                  | <b>1373.20</b>                            |
| 2013  | 99.53                                   | 1194.40                                   |
| 2014  | 90.82                                   | 1089.80                                   |
| 2015  | 101.94                                  | 1223.30                                   |
| 2016  | 90.38                                   | 1084.60                                   |
| 2017  | 103.33                                  | 1240.00                                   |
| 2018  | 105.68                                  | 1268.10                                   |
| 2019  | 102.93                                  | 1235.20                                   |
| 2020  | 95.19                                   | 1142.30                                   |
| 2021  | 100.66                                  | 1207.90                                   |
| 2022* | 85.40                                   |   |

7. táblázat Budapest Pestszentlőrinc párolgás adatsor

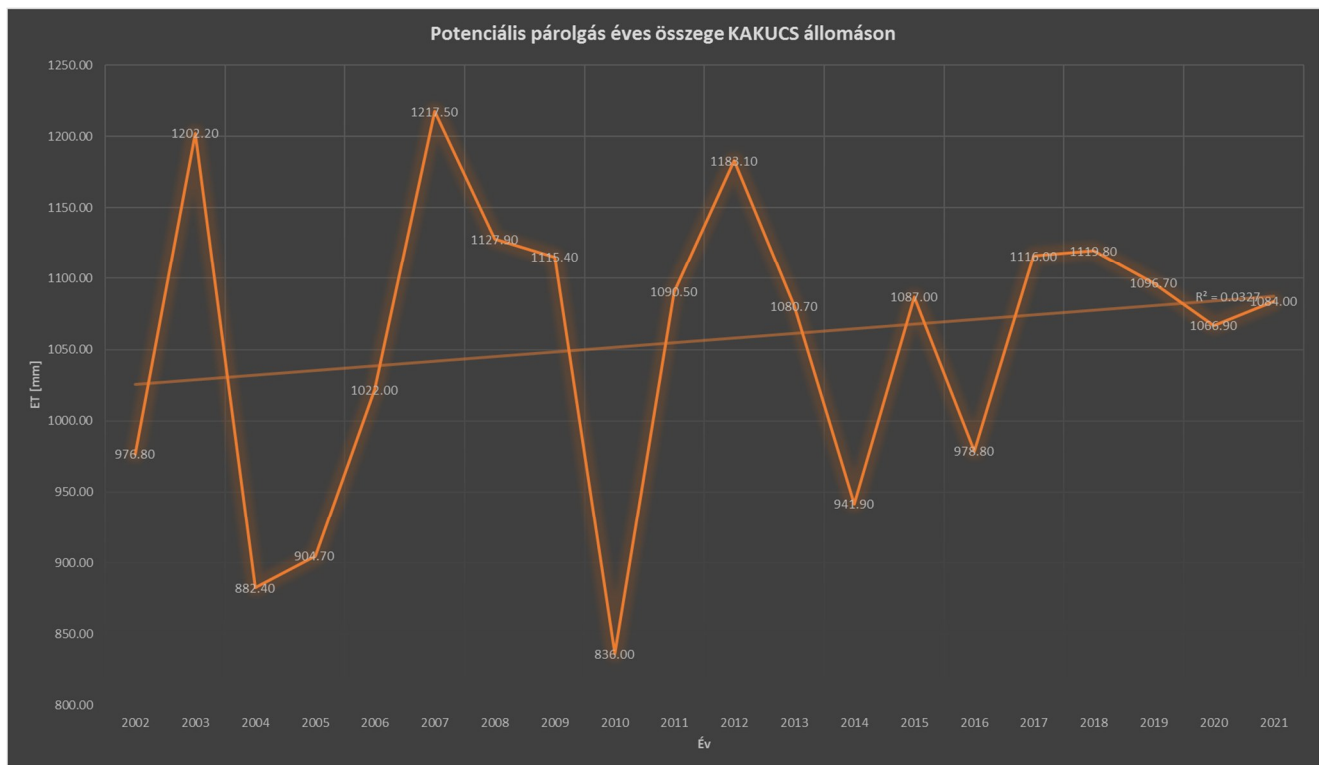


3. tdiagram Budapest Pestszentlőrinc párolgás adatsor

| Év   | Potenciális párolgás havi átlag [mm] | Potenciális párolgás éves összeg [mm] |
|------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 2002 | 81.40                                | 976.80                                |
| 2003 | 100.18                               | 1202.20                               |
| 2004 | 73.53                                | 882.40                                |
| 2005 | 75.39                                | 904.70                                |
| 2006 | 85.17                                | 1022.00                               |
| 2007 | 101.46                               | 1217.50                               |
| 2008 | 93.99                                | 1127.90                               |
| 2009 | 92.95                                | 1115.40                               |
| 2010 | 69.67                                | 836.00                                |
| 2011 | 90.88                                | 1090.50                               |
| 2012 | 98.59                                | 1183.10                               |
| 2013 | 90.06                                | 1080.70                               |
| 2014 | 78.49                                | 941.90                                |
| 2015 | 90.58                                | 1087.00                               |
| 2016 | 81.57                                | 978.80                                |
| 2017 | 93.00                                | 1116.00                               |
| 2018 | 93.32                                | 1119.80                               |
| 2019 | 91.39                                | 1096.70                               |
| 2020 | 88.91                                | 1066.90                               |
| 2021 | 90.33                                | 1084.00                               |

8. táblázat Kakucs párolgás adatsor





#### 4. diagram Kakucs párolgás adatsor

Az adatokból látható, hogy a növekvő tendencia egyre kisebb „kilengések” mellett valósul meg 1100 – 1200mm/év körüli értékekkel napjainkban.

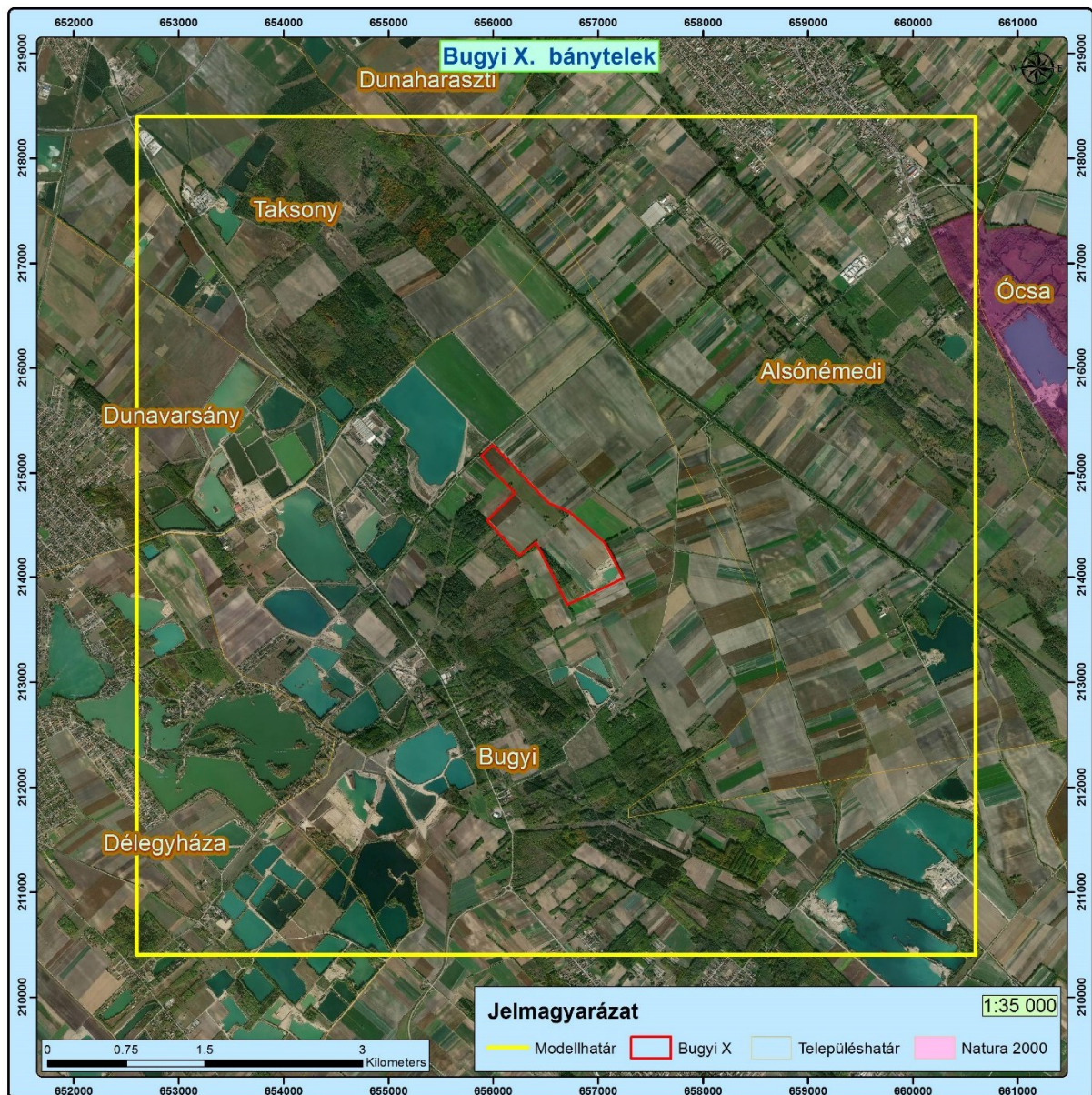
## 9 A modell geometriája

A vizsgált terület nagyságának kiválasztásánál figyelembe vettük kitermelés befejezését követően visszamaradó szabad vízfelület nagyságát, a környező tavakat, mert a létesítendő tóval ezek együttesen fogják a térség hidrogeológiai áramterét kialakítani. A modellben figyelembe vett tavak vízmélysége néhány esetben a meglévő adatok, máshol becsült, konkrét adatok hiányában.

Az ilyen módon lefedett terület K-NY-i irányban 8 km, É-D-i irányban 8 km kiterjedésű. Az illesztett rácsháló cellamérete 20 x 20 m, a rács 400 oszlopból és 400 sorból áll. A földtani felépítés miatt, egy réteget vizsgáltunk.

A terület átnézeti térképe a 11. ábrán látható.

Az elkészített modellhálót a koordinátákkal a 12. ábra mutatja.

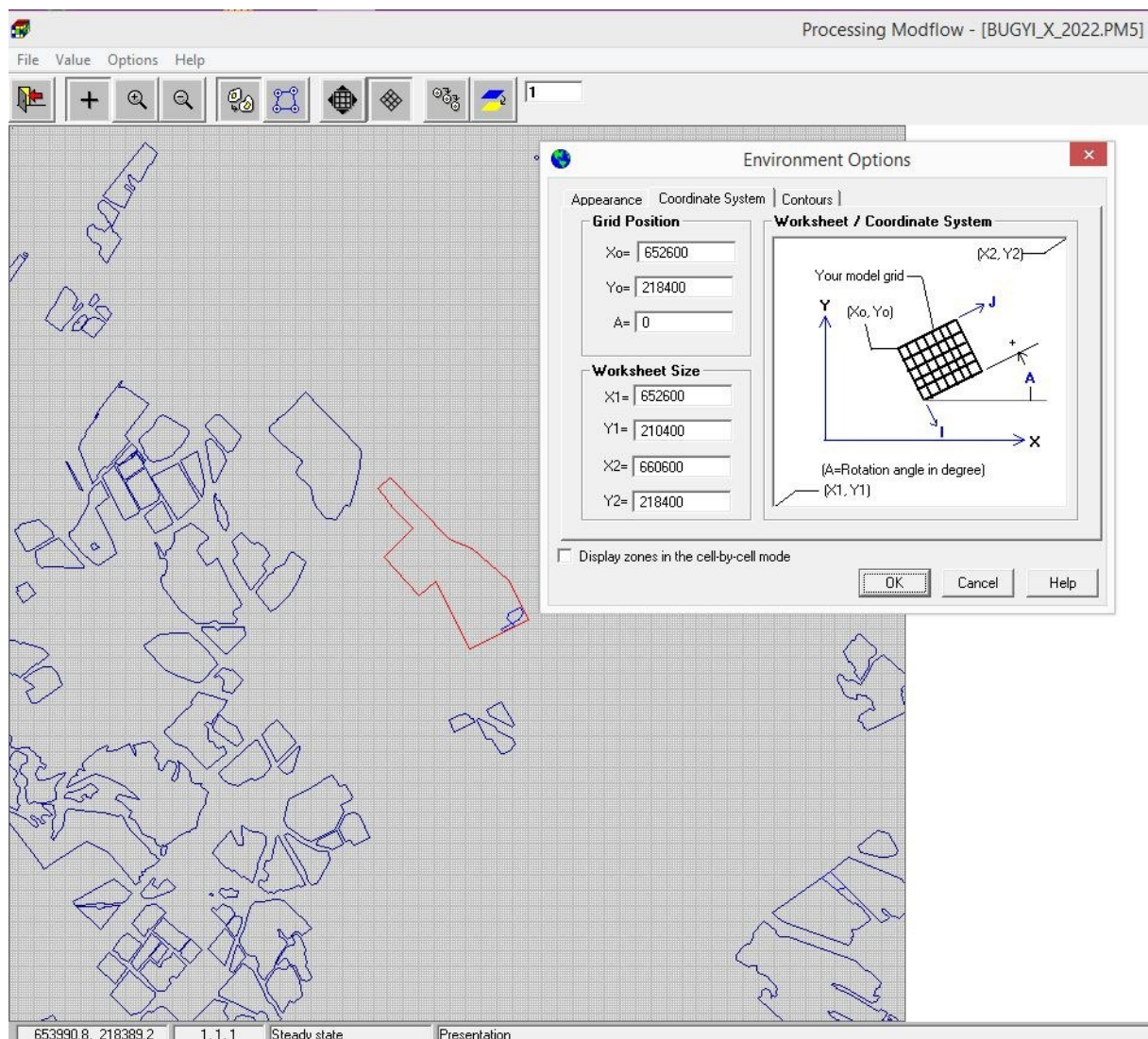


11. ábra A terület átnézeti térképe

A modellhatárok:

|           |        |   |        |
|-----------|--------|---|--------|
| EOV Y [m] | 652600 | - | 660600 |
| EOV X [m] | 210400 | - | 218400 |

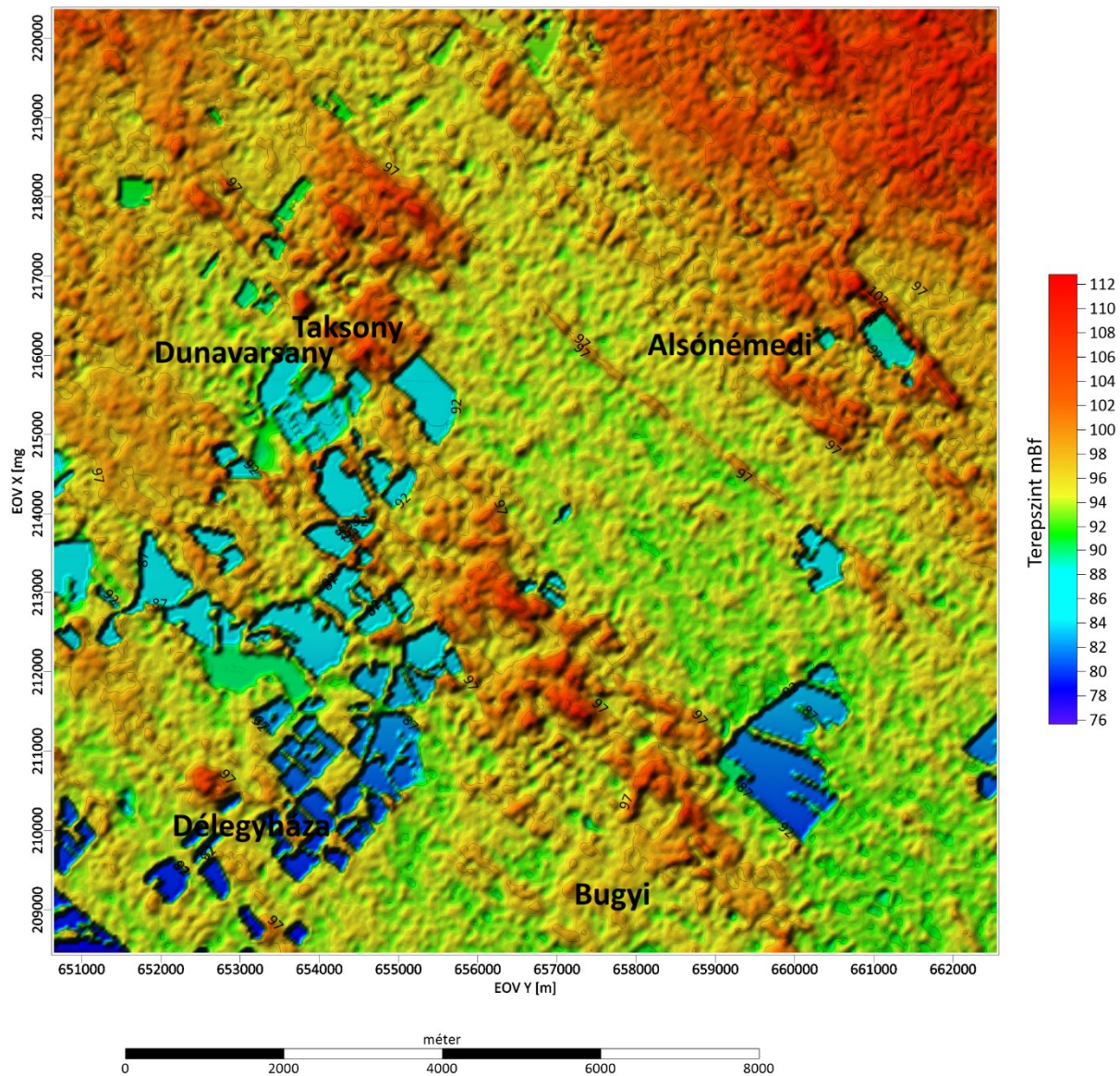




12. ábra Modellrács geometriája

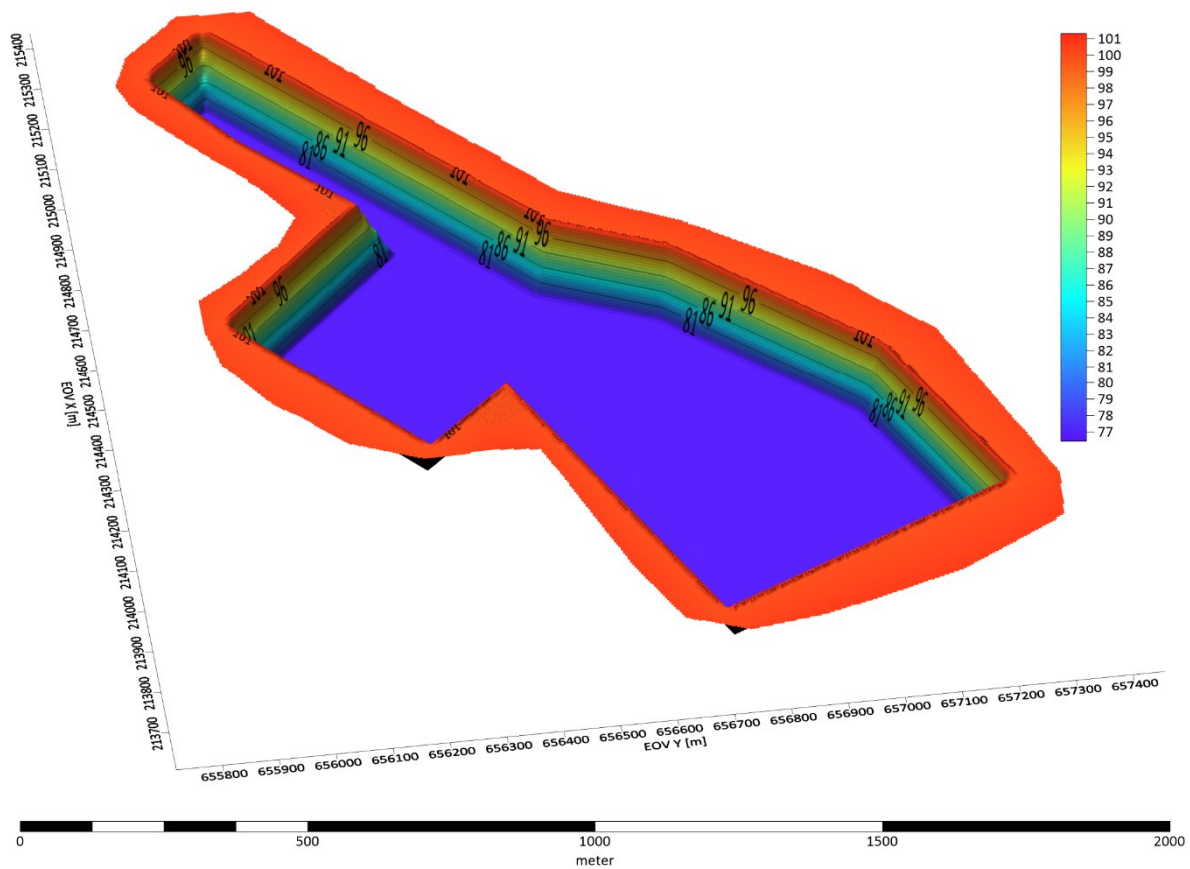
A modell geometriájának kialakítása során első lépésben a terepszintet, majd az uralkodó áramlási teret készítettük el, a víztartó összlet fekszsíntjét 76 mBf határoztuk meg. Az terep adatokat az EOV 1:10000 arányú topográfiai térképszelvények digitalizálása útján kaptuk. Felhasználtuk továbbá a Vízrajzi Évkönyv online elérhető adatait is, valamint a rendelkezésünkre álló bányatérképeket. A digitalizált adatokból, és online adatforrásokból elkészítettük a terület terepszíntfelületét melyet a 13. ábra szemléltet. A 14. ábrán a tervezett bányató terepmodellje látható, abban az esetben, ha a teljes terület kitermelése megtörténik. A következő lépésben a talajvízállást szerkesztettük a figyelőkutak adataiból. Elkészítettük a 2017-2021 időszak teljes egészének átlagaiból (15. ábra), valamint a 2021 éves átlagokból (16. ábra). A 2021 évi átlag adatok kedvezőtlenebb állapotot mutatnak, ezért ezt használtuk kiindulásként. Ez képezte a permanens modell kezdeti állapotát. A szimulációt előbb az aktuális állapotra vonatkoztatva végeztük, a bányatelek jelenlegi állapotában, tómeder nélkül. A szimuláció eredménye egy áramtér, amelyet a 17 ábra mutat. Ezt követően szerkesztettük a meg a tervezett bányató terepmodelljét és integráltuk a

meglévő rendszerünkbe. A szimulációk során arra kerestünk választ, hogy mekkora lesz a becsülhető legnagyobb mértékű hatás a környezetre hidrogeológiai szempontból. Mindehhez száraz időszak csapadék és párolgás adatokat használtunk és kedvezőtlen utánpótlódási körülményeket állítottunk be első lépésként.

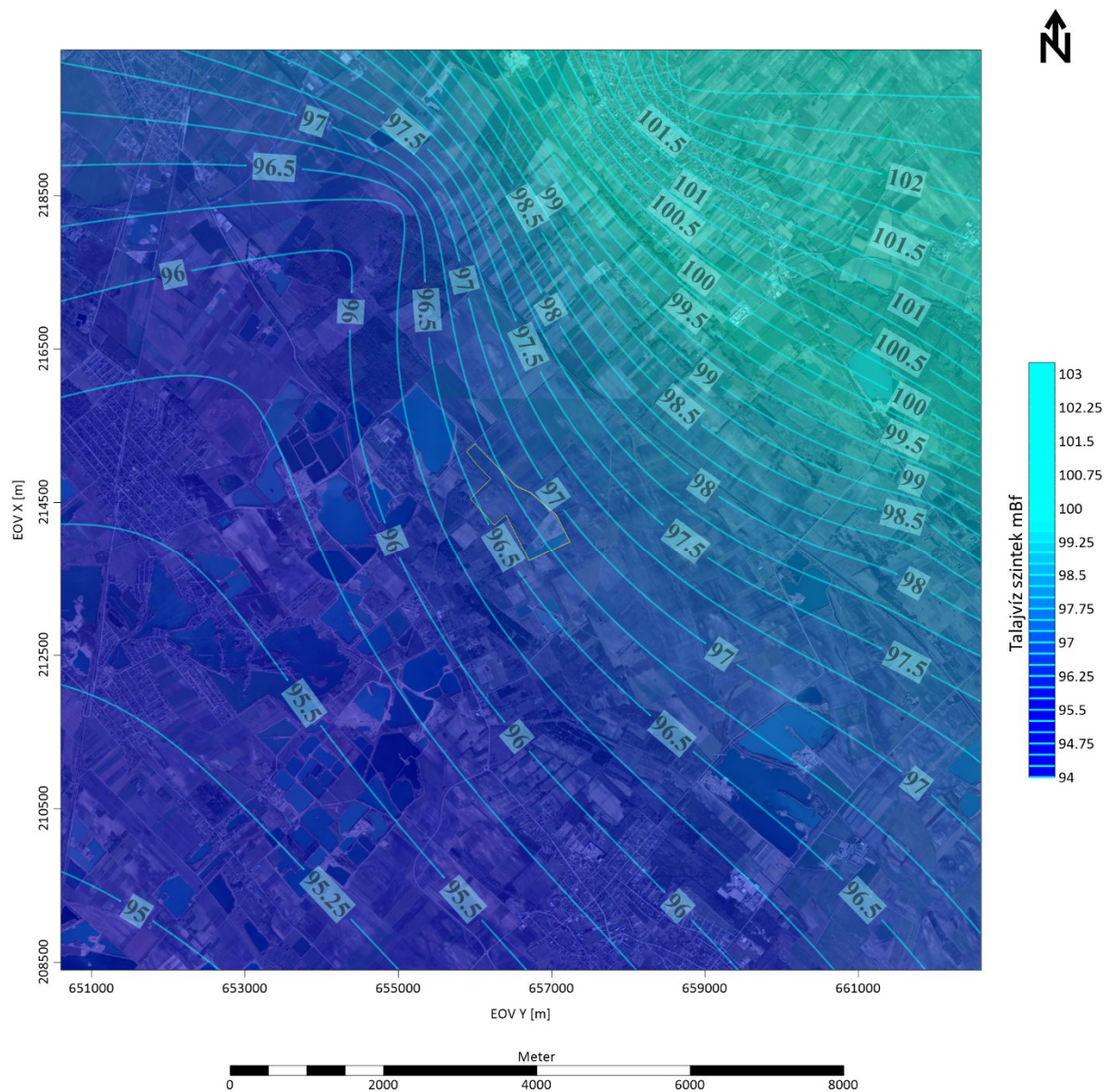


13. ábra Terepszint domborzat árnyékolásos térképen



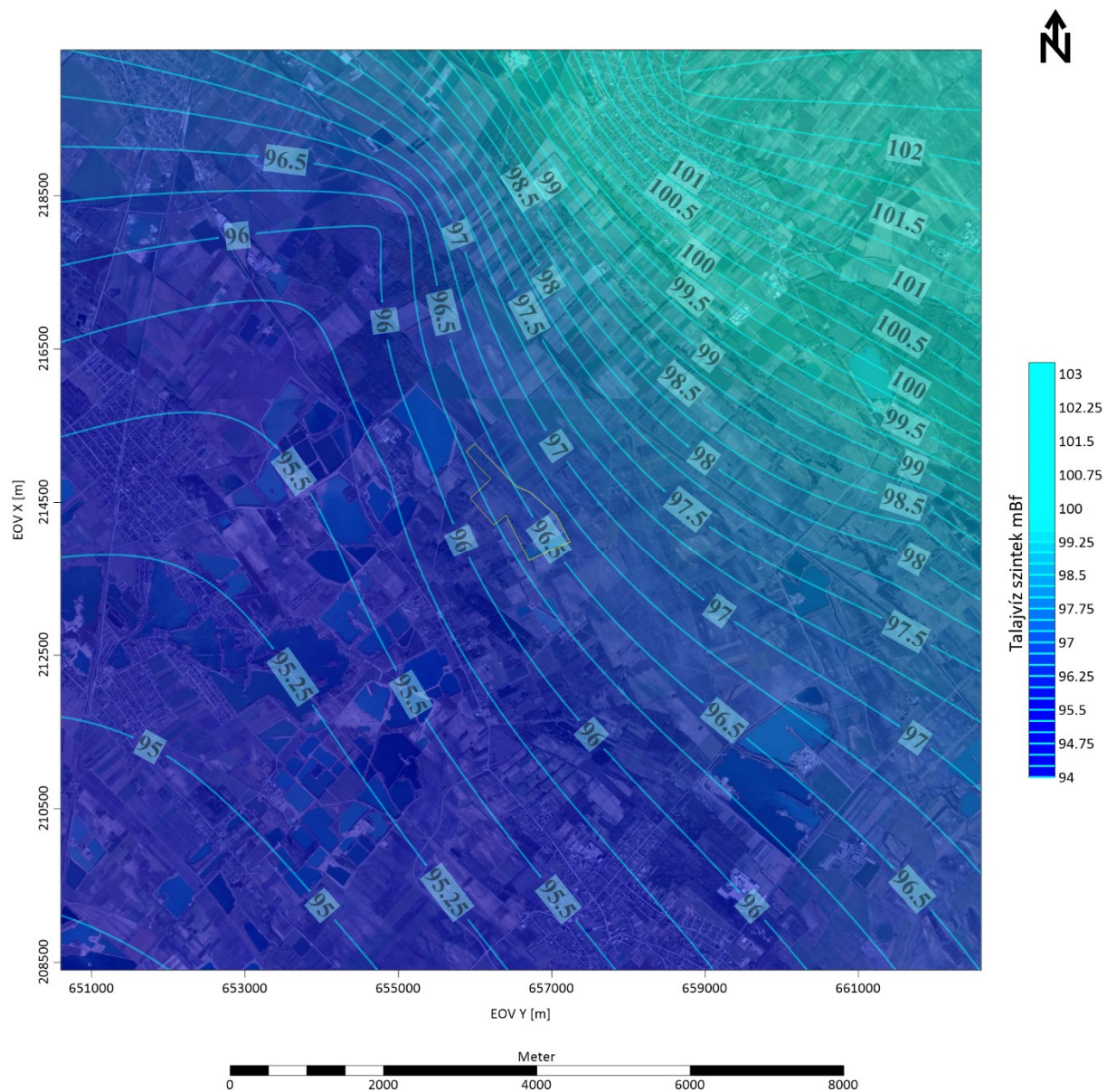


14. ábra Tervezett bányató maximális mérete



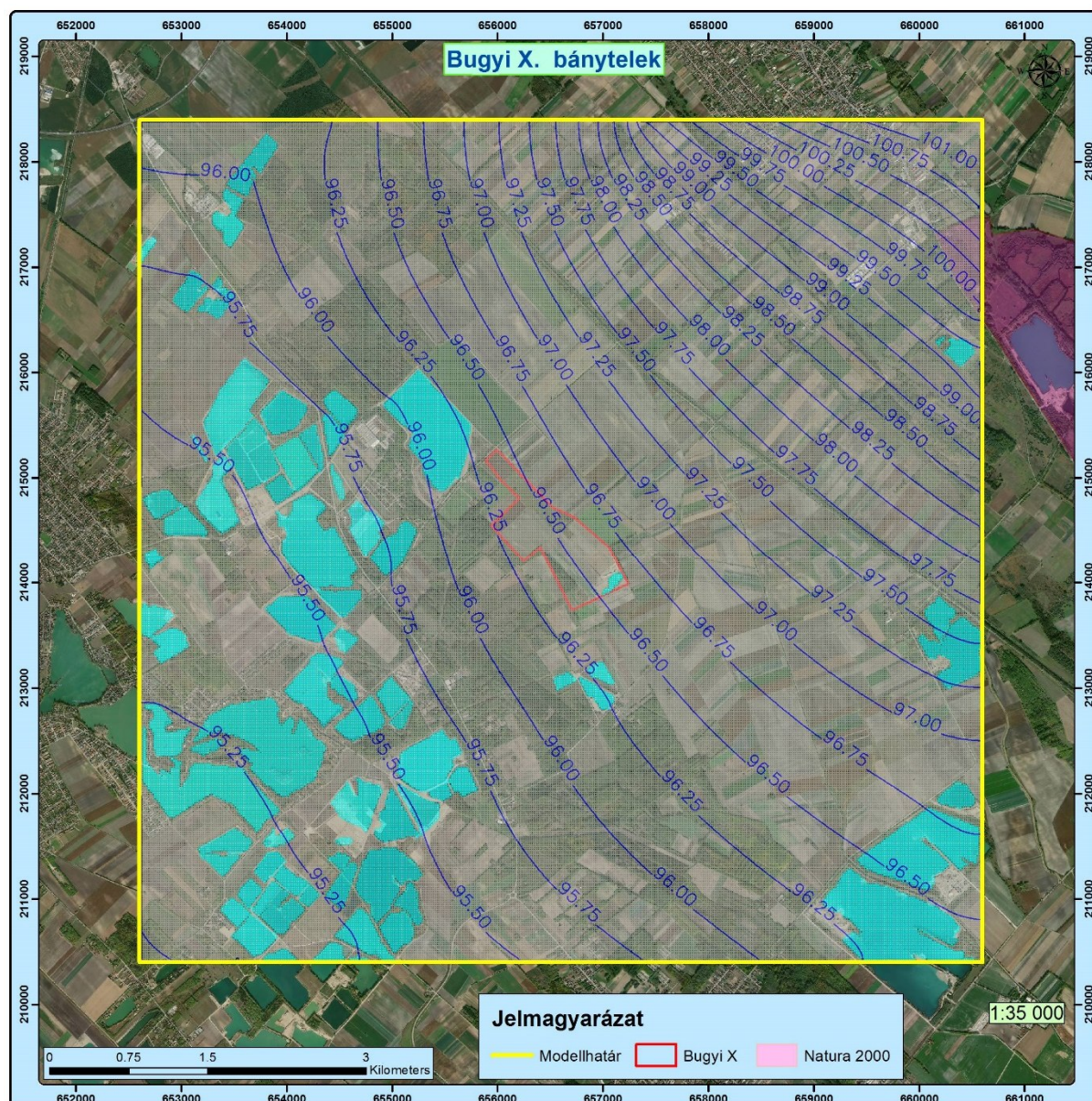
15. ábra 2017-2021 időszak átlag értékekből szerkesztett talajvízszint





16. ábra 2021 időszak átlag értékeiből szerkesztett talajvízszint





17. ábra A szimulált permanens elméleti áramtér

A földtani felépítésből kiindulva a vízmozgást a fő tömeget alkotó, felső vízzáró réteg feletti homokos-kavicsösszletben vizsgáltuk. A legfelső humuszos réteget az evapotranspiráció értékével vettük figyelembe. A vizsgált összlet közetfizikai paramétereit a fenti táblázatok alapján határoztuk meg. Az összletben kismértékben eltérő homok-kavics arányú rétegződéseket átlag szivárgási tényező és hézagterfoggal vettük figyelembe. A fentebb említett cellaméreteket a létesítendő tó, mérete, valamint a nagy modell terület indokolta, ilyen cellaméretnél már nyomon követhető a kialakuló áramtér. A finomabb felbontás indokolatlanul nagy számú cellát igényel, ami az elvégzendő számításigényt aránytalanul magasra emeli. A fennálló földtani, hidrogeológiai viszonyok mellett finomabb cellabontás esetén sem várható pontosabb eredmény. A permanens állapot kialakításához peremfeltételként GHB cellákat illetve állandó nyomású cellákat alkalmaztunk.

A modellbe inputként kerülő csapadékból származó maradó beszivárgás és a rendszerből kikerülő evapotranspiráció értékeit a bemutatott módon határoztuk meg. Az adatrendszer felépítéséhez a Processing MODFLOW for Windows környezet 5.3 verzióját (©W-H. Chiang és W. Kinzelbach, 1991-97) használtuk fel. A hidrodinamikai számításokat a MODFLOW-96 public domain USGS verziójával végeztük el, illetve szükség esetén a visszatértünk a MODFLOW PMWin fordítású változatához.

Az eredmények megtekintéséhez, értelmezéséhez, valamint az áramvonalak és meghatározásához a PMPATH 98/NT program II (2.0) és 6.0 verzióját (©W-H. Chiang, 1998-2001) használtuk fel. A térképek szerkesztésére, a lokális adatokból interpolációk végzésére a Surfer for Windows 12.0 változatát (© Golden Software Inc., 1999-2015) használtuk fel.

Az alkalmazott környezet a nemzetközi és hazai gyakorlatban elfogadott számítási rendszer, amely a szivárgás alapegyenletének véges differencia, illetve karakterisztika módszerén alapuló megoldásait használja fel.

## **10 Az eredmények bemutatása**

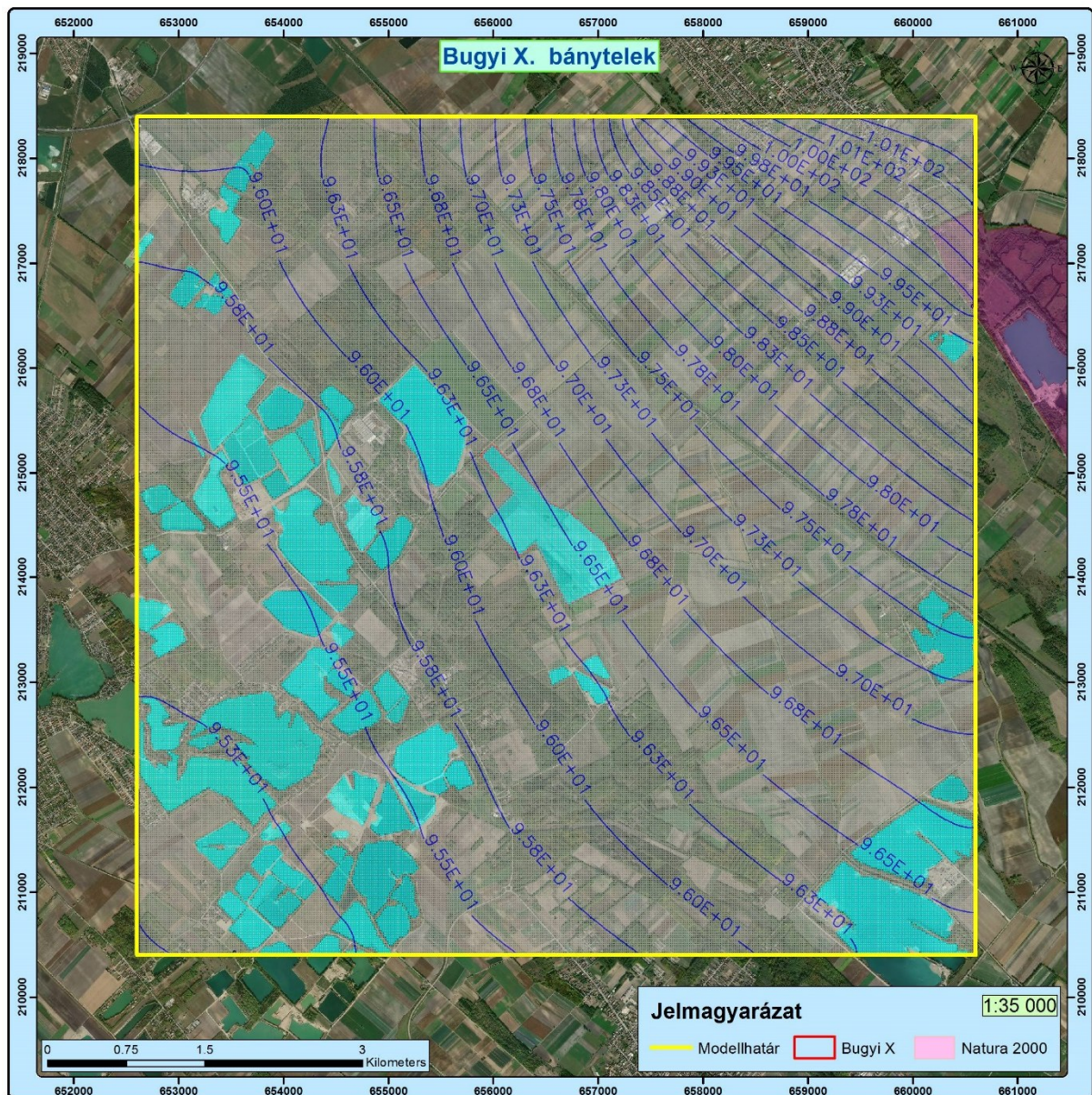
A szimuláció során kapott eredményeket mátrix formában mentettük. Ezeket a mátrixokat olvastuk be a Surfer programba és készítettük el a szintvonalas térképeket. A depressziós tér kialakítása két mátrix különbség képzésének eredménye, mégpedig olyan módon, hogy a jelenlegi áramkép értékeiből kivontuk a maximális tómeret mellett kialakuló áramkép értékeit. Végeredményként egy depressziós teret határoztunk meg horizontális és vertikális értelemben. Ezt a vizsgálatot végeztük el kedvező és kedvezőtlen utánpótlódási körülmények között

A modellgeometria és a peremfeltételek meghatározása során alkalmazott megoldások minden esetben a biztonság javára tartalmaznak elhanyagolásokat.

A 18. ábra szemlélteti a maximális tómeret mellett kialakuló áramteret kedvezőtlen hidrológiai körülmények között, szintvonalasan.

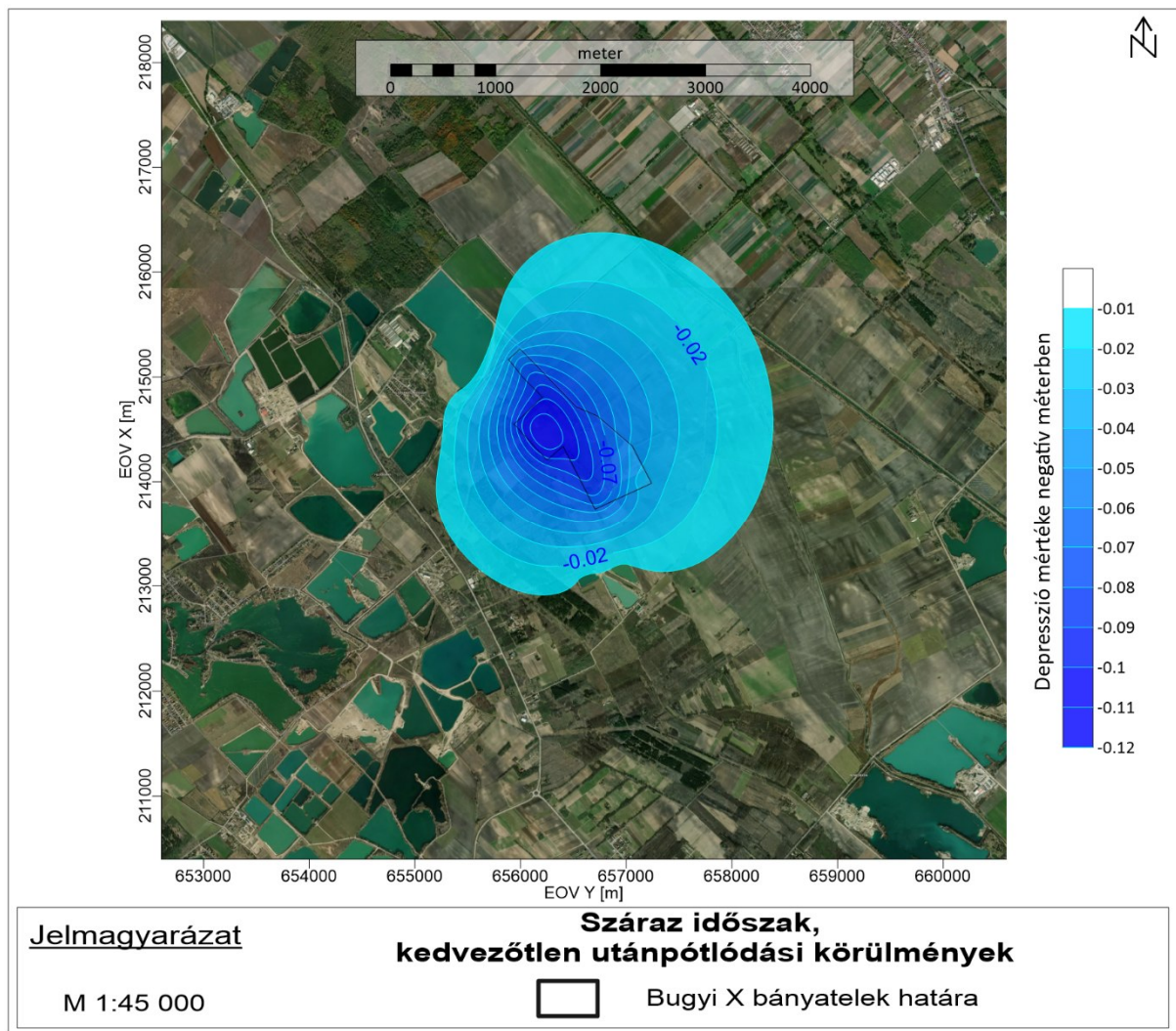
A 19. és 20. ábrák mutatják a depressziós teret kedvezőtlen utánpótlódás esetén különböző méretarányokon, a 21. és 22. ábra egy normál csapadékos időszakban kialakuló depressziót szemlélteti, szintén különböző méretarányokon.



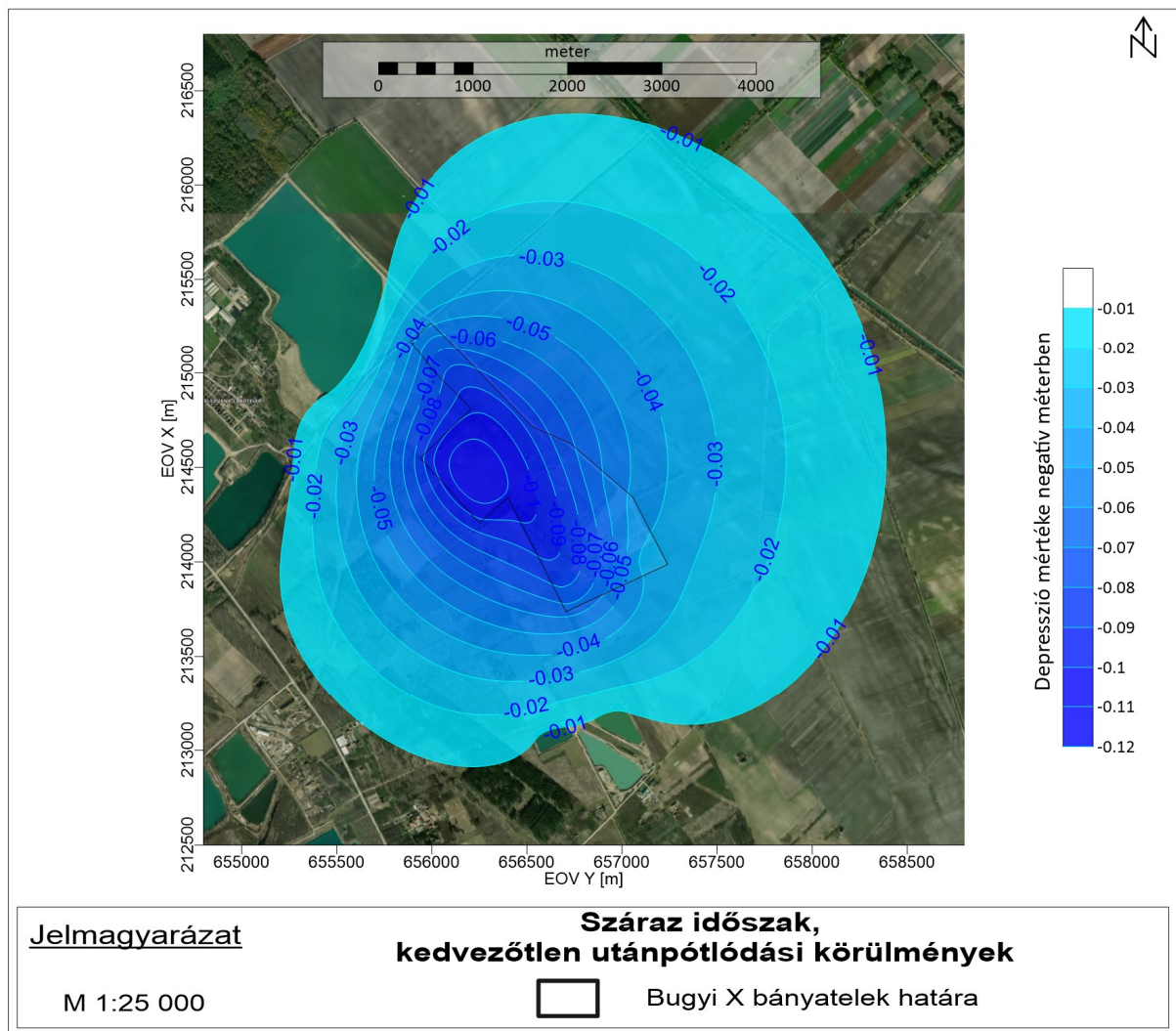


18. ábra A maximális tóméret mellett kialakuló áramtér kedvezőtlen utánpótlódási körülmények között a modellben

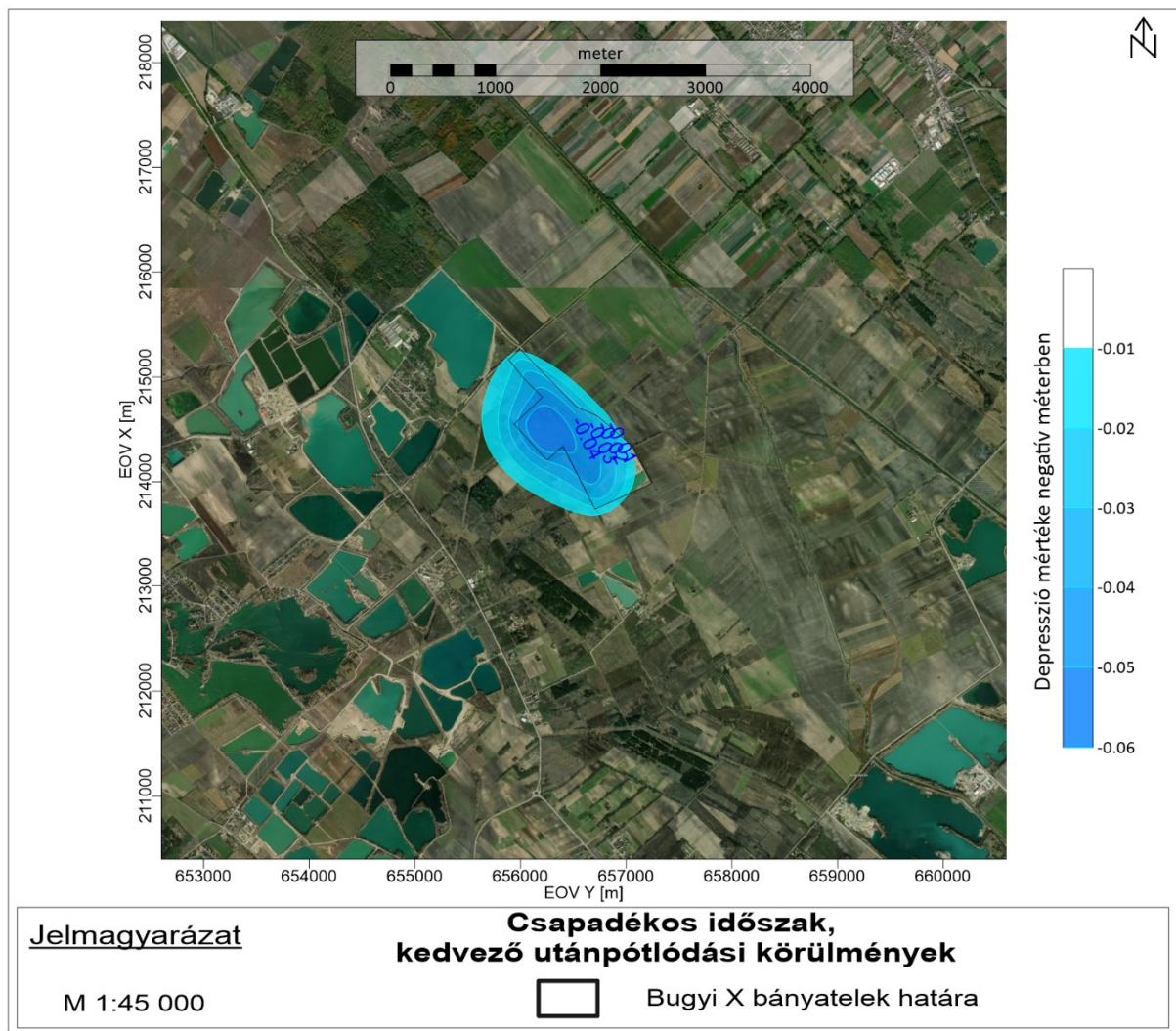




19. ábra Depressziós tér a modell területen kedvezőtlen állapot 1:45 000 méretarányon

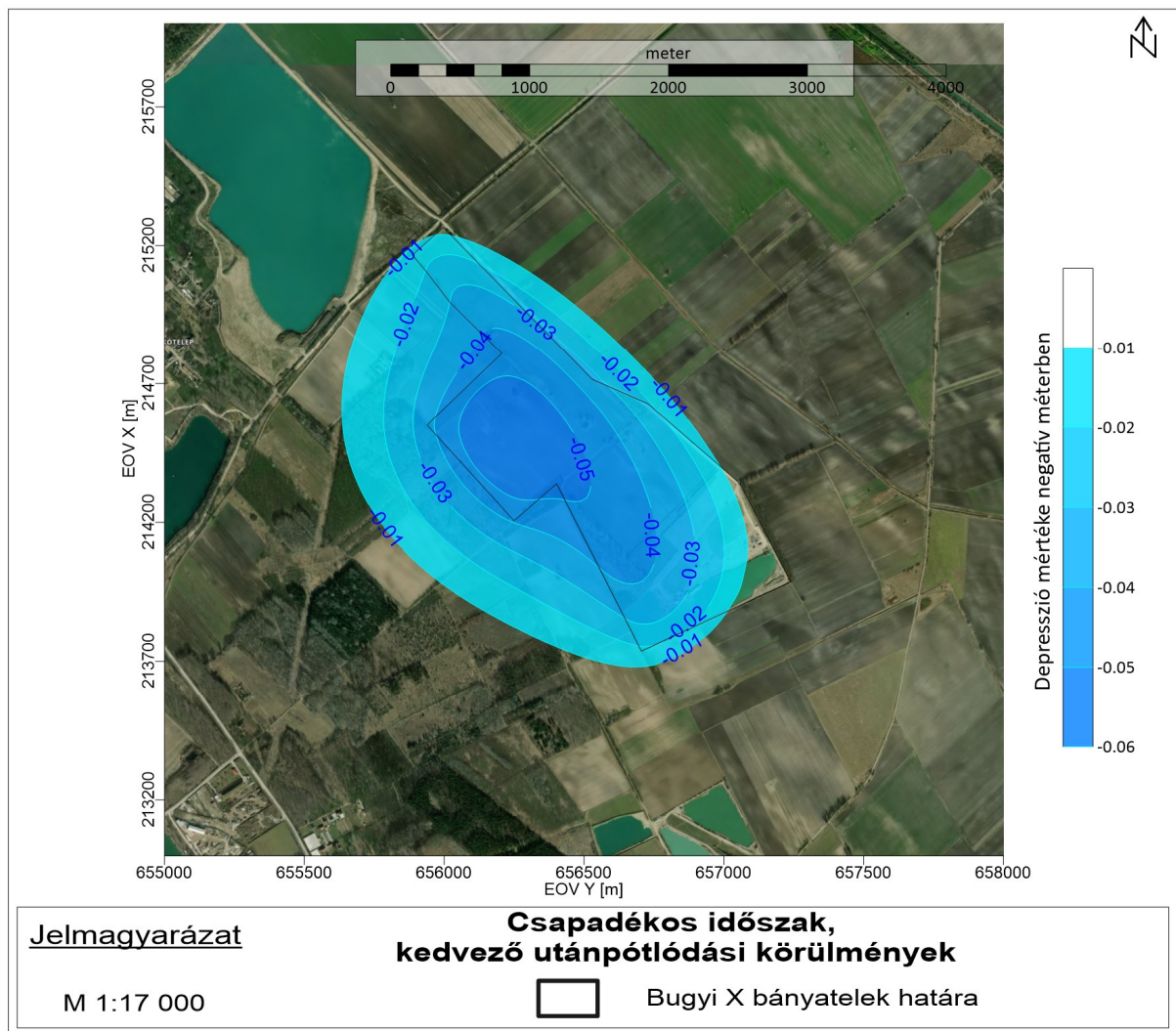


20. ábra Kedvezőtlen utánpótlódási körülmények esetén kialakuló depressziós tér  
1:17 000 méretarányon



21. ábra Kedvező utánpótlódási körülmények esetén kialakuló depressziós tér  
1:45 000 méretarányon





22. ábra Kedvező utánpótlódási körülmények esetén kialakuló depressziós tér  
1:17 000 méretarányon

## 11 Összegzés, eredmények értékelése

A Bugyi X bányatelek hidrogeológiai modellvizsgálata során megállapítottuk, hogy a létesítendő, maximális méretű bányató depressziós terének elméleti maximuma 12cm, és a tó közvetlen környezetében jelentősen csökken a mértéke kedvezőtlen utánpótlódási körülmények között. A depressziós tér alakját a legközelebbi lévő tavak módosítják ÉNY-i és DK-i irányban, de ezzel együtt is az uralkodó talajvíz áramlási irányban (ÉK-DNY) kissé elnyújtott ovális alakú. Az egy centiméter depressziós hatás kontúr vonalának a bányatelektől számított legtávolabbi pontja 1700m távolságban jelentkezik, aminek a 75,6ha vízfelület nagyság a magyarázata. Kedvező időjárási körülmények esetén a depresszió elméleti maximuma 6cm, ami a bányatelek közvetlen közelében már szinte teljesen megszűnik. A fentieket figyelembe véve elmondható, hogy a létesítendő bányató maximális mérete, kedvezőtlen hidrológiai körülmények között sem lesz számottevő hatású, a térséget vizsgálva. Természetesen a termelés időben elhúzódik, így a teljes kitermelés környezeti hatása is késve tapasztalható. A változó paraméterek, mint a növény borítottság, terület használat,

beépítettség, csapadék, átlaghőmérséklet, hozzá kapcsolódóan a párolgás, evapotranspiráció jövőbeni alakulása csak becsülhető, ilyen időtávban mind kedvező, mind kedvezőtlen irányba módosíthatják a hatást.

## 12 Felhasznált irodalom:

- [1] *Marosi Sándor, Somogyi Sándor (1990): Magyarország kistájainak katasztere I.-II., MTA Földrajztudományi Kutató Intézet Budapest, I. kötet*
- [2] *Kiszela Gergő (2005): Talajvizek sérülékenységeinek modellezése a DRASTIC módszer alapján egy kiválasztott hidrológiai egységen, Miskolci Egyetem, 2005*
- [3] *Kovács Balázs (2004): Hidrodinamikai és transzportmodellezés I-II. Miskolci Egyetem, Szegedi Tudományi Egyetem GÁMA-GEO Kft.*
- [4] *Rónai András: GEOLOGICA HUNGARICA Series Geologia Tomus 21, Institutum Geologicum Hungaricum, Budapestini 1985 p. 258-302.*
- [5] *VITUKI Rt. (2000): Vízkészleteink állapotértékelése, VITUKI Hidrológiai Intézet p. 23-26.*
- [6] *Délegyháza II. - homok, kavics bányatelek Előzetes Környezeti Tanulmány Naturaqua Környezetvédelmi Tervező és Szolgáltató Kft. 2004*
- [7] *Hidro-meteorológiai állomások adatai:*  
[http://hidromet.vizugy.hu/csap/csap\\_idosor.aspx#fel](http://hidromet.vizugy.hu/csap/csap_idosor.aspx#fel)
- [8] *MTA TAKI Agrotopográfiai Adatbázis*  
<http://maps.rissac.hu/agrotopo/>
- [9] *Magyarország talajvíz térképe*  
[http://map.mfgi.hu/tvz\\_1248/](http://map.mfgi.hu/tvz_1248/)
- [10] *Magyarország földtani térképe*  
<http://map.mfgi.hu/fdt100/>
- [11] *A Ráckevei (Soroksári)-Duna vízgazdálkodása*  
<http://rsdprojekt.hu/a-beruhazasrol/a-rackevei-soroksari-duna-vizgazdalkodasa>
- [12] *Vízügyi Honlap*  
<https://www.vizugy.hu/>
- [13] *Országos Meteorológiai Szolgálat*  
<http://www.met.hu/>