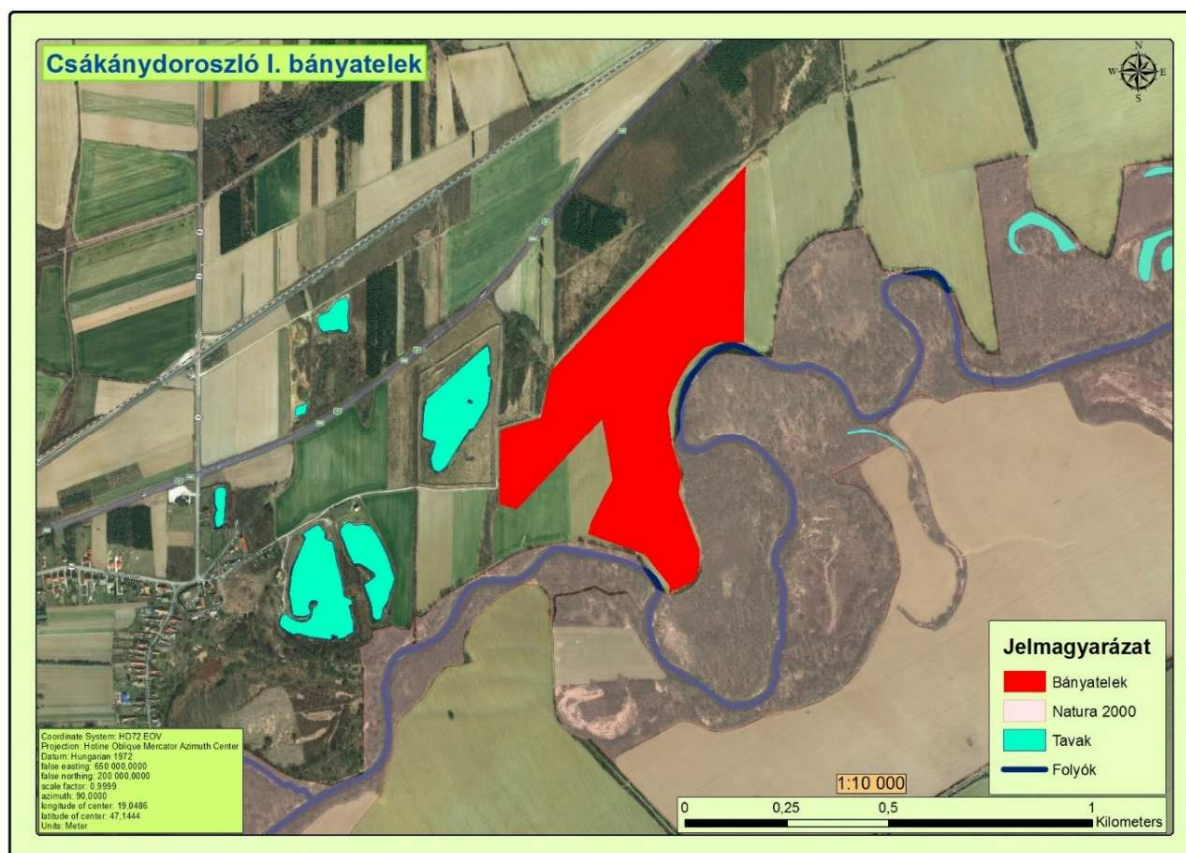


Csákánydoroszló I. Hidrogeológiai modellvizsgálat

Tartalomjegyzék

I.	A modellezett terület bemutatása	2
II.	A terület általános földtani jellemzése	3
IV.	Vízföldtan.....	6
V.	A térség vízrajza	7
	<i>a. Folyóvizek</i>	<i>7</i>
	<i>b. Talajvíz</i>	<i>9</i>
	<i>c. Védett területek.....</i>	<i>10</i>
VI.	Éghajlati viszonyok	10
VII.	Modellvizsgálat során felhasznált adatok.....	14
	<i>a. Szivárgási tényező.....</i>	<i>14</i>
	<i>b. Nettó, maradó beszivárgás</i>	<i>15</i>
	<i>c. Evapotranspiráció</i>	<i>17</i>
VIII.	A modell geometriája.....	18
IX.	Az eredmények bemutatása.....	23
X.	Összegzés, eredmények értékelése.....	25
XI.	Felhasznált irodalom:.....	26

I. A modellezett terület bemutatása



1. ábra A bányatelek

Csákánydoroszló Vas megye nyugati szélén, az osztrák határ szomszédságában helyezkedik el. A falu Körmentől nyugatra található, körülbelül 10 kilométerre az említett várostól. Csákánydoroszlót északról Kemestaródfa, délről Ivánc, nyugatról Gasztony, keletről pedig Horvátnádálja határolja. A település a Rába folyó völgyében található, 3- 4 km hosszan elterülve. Délen a hegyháti dombok, északon a község dombjai határolják a Rába eme völgyszakaszát.

A Rába folyónak a községben található szakaszán a part nem meredek, az egyhangú lapos felszínt a folyó felé lejtő hordalékkúpok jellemzik. A faluban jelentős szintkülönbségek nem alakultak ki. A község éghajlata mérsékelt hűvös, és nedves. A napsütéses órák száma 1850 óra évente. Az átlaghőmérséklet 9.4 C, míg az évi csapadékmennyiség 700-750 mm körül mozog. A faluban a Rába hordalékain kialakult réti, és öntéstalajok az uralkodók.(1)

A tájegység területe 350 km². Nyugat-Dunántúl legnagyobb völgye árkos süllyedésben keletkezett teraszos völgy. A kialakulása valamikor a középpleistocén kor második felében kezdődött meg, és az újpleisztocén és a holocén korban ment végbe. A völgyet két oldalról is teraszok szegélyezik.

A Rába vízminősége első osztályú. Árvizei főleg tavasszal, kisvizei ősszel jelennek meg. A folyón három kis vízerőmű dolgozik, melyek közül a legnagyobb az ikervári. A Rába-völgy nagy árvizek esetén teljesen víz alá kerülhet. Az ártér kiterjedése 56.7 km.

A kistájnak 73 kis tava van, de ezek közül 70 a Rába levágott kanyarulata. A talajvíz 2 m után mindenhol elérhető.

II. *A terület általános földtani jellemzése*

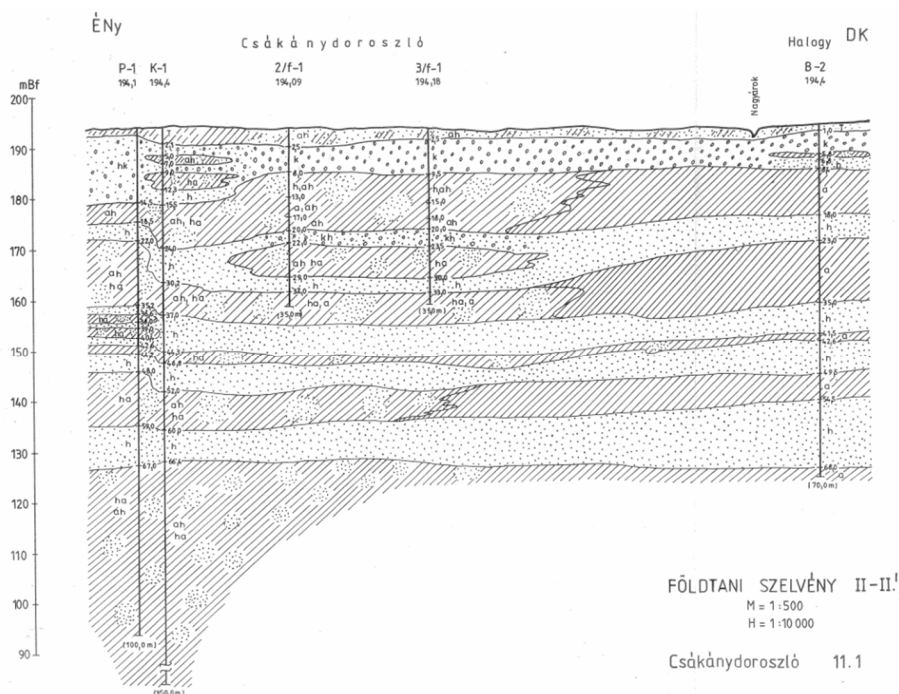
A nyersanyagként számításba vett homok illetve agyagos törmelék fedőjét a barna agyagos termőtalaj alkotja.

A kavicsos összletre a terület egészen átlagosan 3,3-5,3 m közötti, átlagosan 4,05 m vastagságú barna, szürkés barna agyag, sárgásbarna homokos iszap, szürke iszap települ. A homokos kavicsréteg barna, szürkés barna tömör, 3-5,7 m közötti, átlagosan 4.98 m vastag. Feküje szürke tömör iszapos homok.

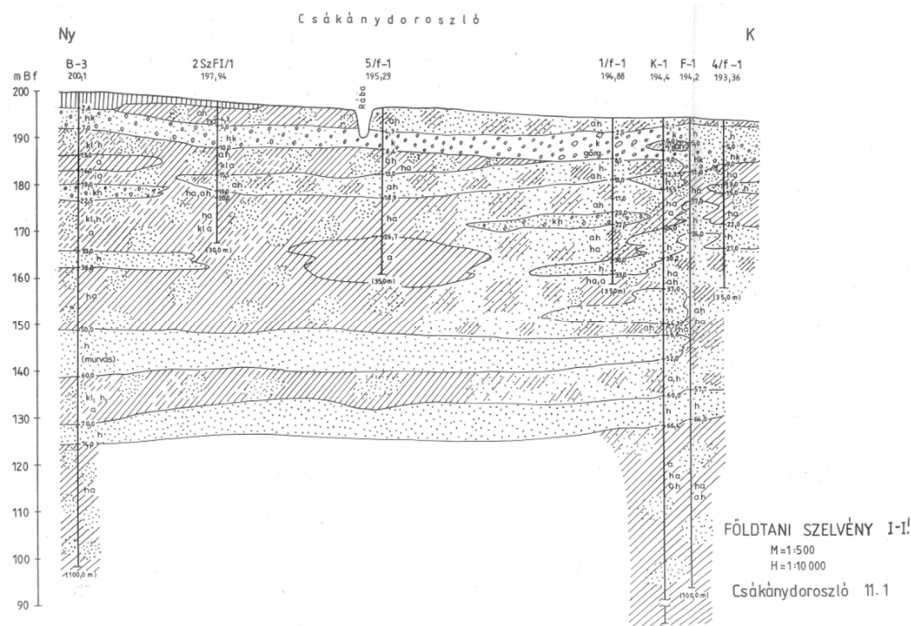
Az agyagos törmelék különböző vastagságú (0,3 - 3,8 m) agyag, iszap, homokos iszap, iszapos homok, agyagos homok rétegekből tevődik össze, melynek összvastagsága 3,3 – 5,4 m között változik, átlagosan 4,05 m. Összetételét tekintve 40 %-ot az iszap tesz ki, a homok aránya 31 az agyagé 26%. Kavics csak a fúrások felében jelent meg, ott is csak 10% alatti részarányban.

A homokos kavics, változó minőségű nyersanyag, a kavicstartalma 51-66% között mozog, az agyag-iszap tartalma 6,8%. Vastagsága 3 – 5,7 m között változik, átlagosan 4,98 m. A szemeloszlási görbe általában egyenletes, a szemcseméret döntően finomabb, illetve középszemű.

A kutatási területen belül mind a 15 kutatófúrás el érte a produktív összlet szürke tömör iszapos feküjét. A fúrásokból szerkesztett keresztaszelvény mintákat mutatja a 2. és 3. ábra.



2. ábra



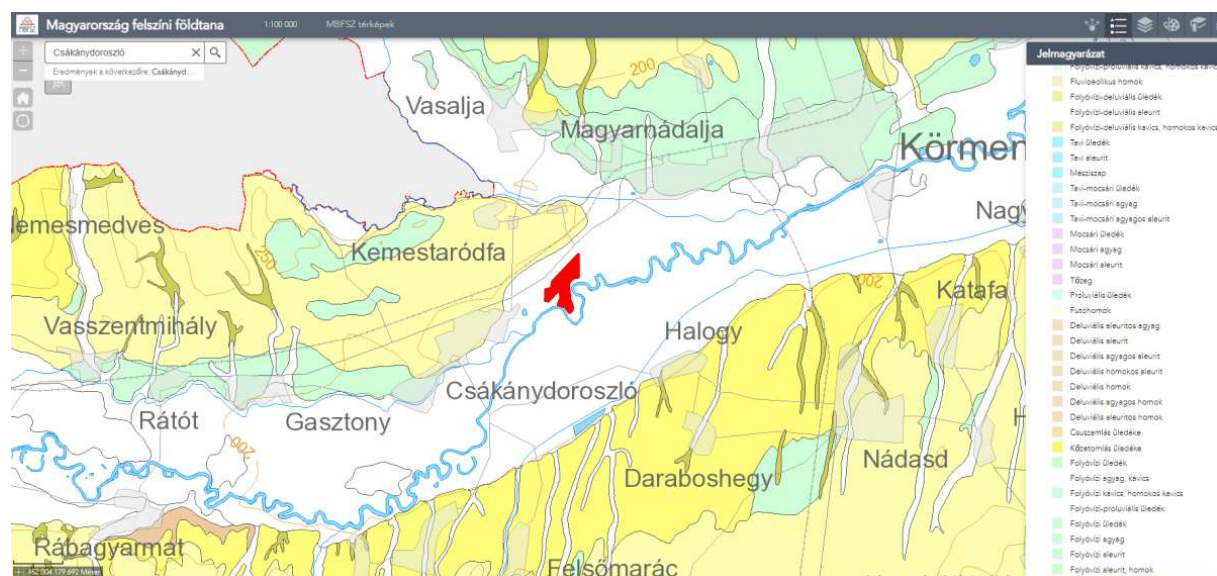
3. ábra

A törmelékes eredetű összletben tektonikai nyomokra utaló elemeket nem lehet rögzíteni.

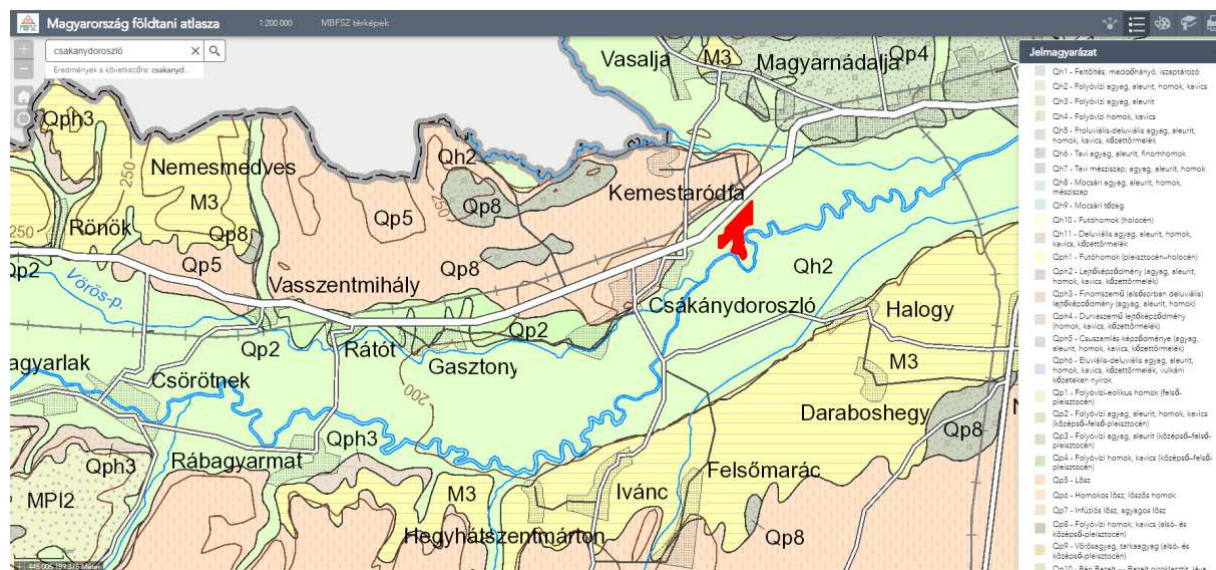
A képződmények fiatal korára tekintettel holocén, ó-holocén, pleisztocén, főleg a folyóvízi üledékek felhalmozódásai során kialakuló szerkezeti viszonyokkal kell csupán számolni.

Az egykori medencealjat változásai, egyenetlenségei szerint változik a kavicsösszlet vastagsága. A kutatott területünkön a fekvő aljzat vertikálisan 182,85 – 185,55 mBf szintek között jelenik meg.

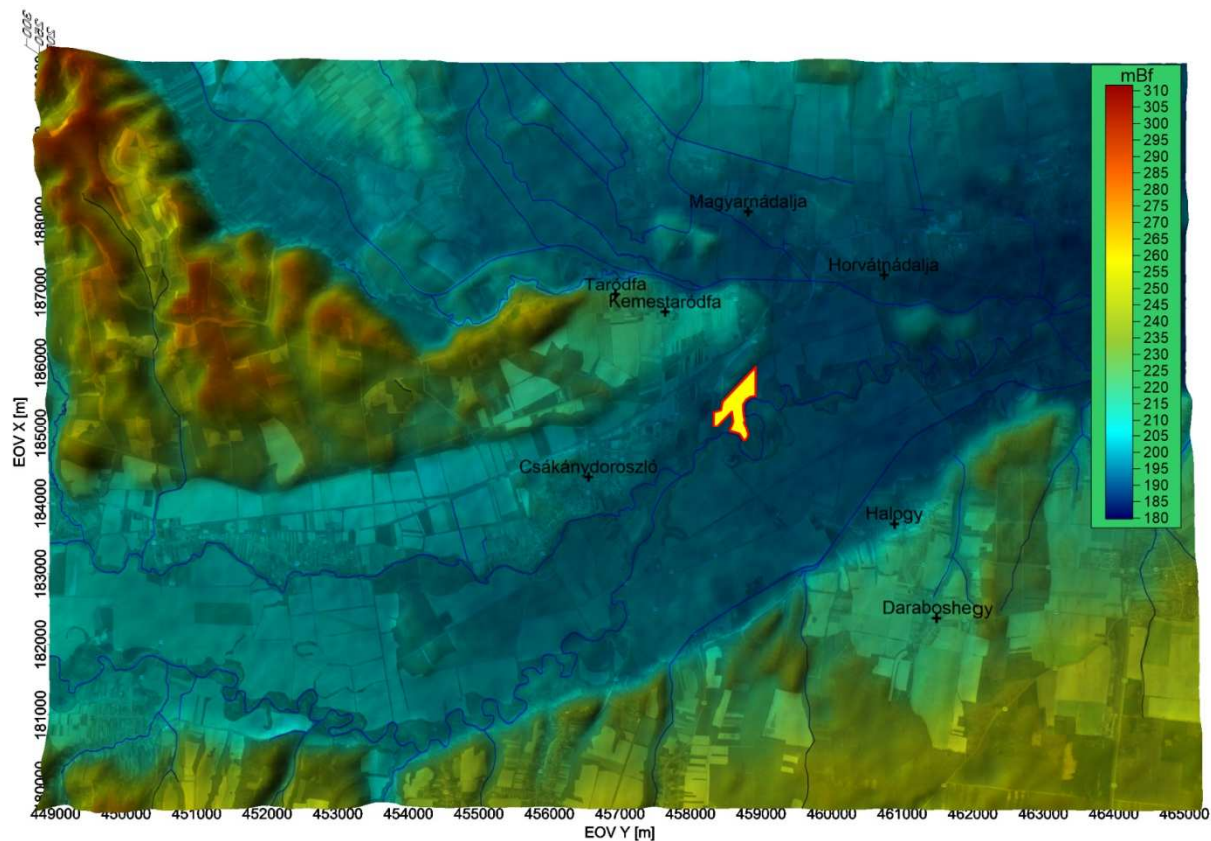
A 4. ábra mutatja a térség kivágatát Magyarország földtani atlaszából, az 5. ábra pedig a felszíni földtani képződményeket.



4. ábra Földtani atlasz kivágat

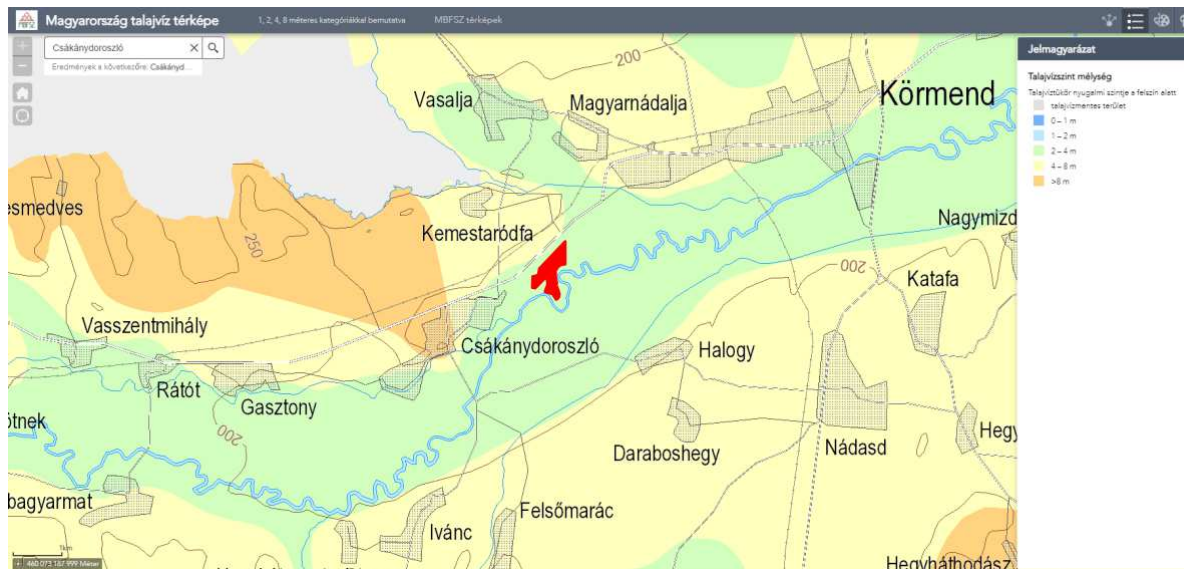


A térség domborzatát az 6. ábra szemlélteti.



IV. Vízföldtan

A Rába – Gyöngyös vízgyűjtő a Sopron-Vasi síkságon a Rába völgy a Rába teraszos sík és Gyöngyös sík kistájak területén túlnyomórészt Vas megyében helyezkedik el. A Rába völgy árkos süllyedékben keletkezett aszimmetrikus eróziós teraszos völgy. A völgyet a jobb parton Körmenedig a bal parton pedig a Pinka torkolatáig teraszok szegélyezik. A Rába teraszos sík hordalékkúp jellegű, átlagosan 8-10 km széles kavicstakaróval, amely fokozatosan lejt a folyó felé. A Gyöngyös sík a Kőszegi hegységet DK-ről övező hegyláb felszín K-i peremén helyezkedik el. A Gyöngyöst magas és alacsony ártér kíséri, amelytől K-re terjedelmes kavicstakarós síkság következik egészen a Rába bal parti kavicstakarójáig. A geológiai nagyszerkezetre jellemző a Rába vonalában húzódó jelentős törésvonal, amely kettéválaszt kétféle alaphegységet. A Rába vonaltól keletre jó vízáadó képességű karbonátos triász korú kőzetek találhatók, amelyek utánpótlásukat a Dunántúli Középhegység irányából kapják. A Rába vonaltól nyugatra paleozoós kristályos kőzet az alaphegység, amely a gyakorlatban vízzáró képződménynek tekinthető. Az alaphegységet több helyen víztároló devon dolomit szigetek alkotják. A vízgyűjtőn ennek vízföldtani jelentősége Rábasömjénben van. Oda egy sólepárló üzem települt. Felette miocén korú képződmények találhatók, amelyek vízáadó képessége változó. A miocén csak lokális jelentőségű (Rábasömjén). Ezekre a képződményekre nyugatról keleti irányban egyre vastagabb kifejlődésben 0 –2000 m vastag pannon üledék települt. Az alul lévő alsó-pannon márga, agyagmárga, homokkő, aleurit rétegei vízzáró tulajdonságaik. Vízföldtani jelentősége a felsőpannon korú összletnek van, amely keletről nyugati irányban egyre vastagabb kifejlődésű és a Rába vonalán eléri az 1000 m-t a vízgyűjtő északnyugati részén az 1500 m-t. A felsőpannon porózus homokos rétegei mintegy 500 m alatt alkalmasak termálvíz nyelésre, (Szentgotthárd, Szombathely, Sárospatak). A felsőpannon felső 250 m-es szintje a terület legfontosabb ivóvíz tárolója. A felsőpannon üledék felett elhelyezkedő 10-20 m vastag pleisztocén üledék ivóvíz nyelésére nem alkalmas. Kivétel ez alól a Rába kavicsterasza, ahol partiszűrő távlati vízbázisok kijelölésére került sor (Csákánydoroszló, Ostffyasszonyfa). A vízgyűjtőn az ivóvízbázisok teljes egészében a felszín alatti vizekre, döntően a rétegvizekre települtek. A rétegvízbázisok utánpótlásukat a talajvíz irányából kapják. A vízföldtani adottságokat a Rába folyó és az általa felhalmozott folyóvízi üledékek tulajdonságai határozzák meg. A Magyar Földtani Intézet térképi adatbázisában található a 7. ábra, mely a térség talajvíz terep alatti mélységét mutatja be. Szembetűnő a völgy közvetlen környezetében lévő nagy terület hiányos adattartalma, mely némileg a domborzattal összefügg.



7. ábra Talajvíz terep alatti mélysége [9]

V. A térség vízrajza

a. Folyóvizek

A Rába Sárvár feletti vízgyűjtőterülete a Sátor Peremhegység DK-i lejtőin, valamint a Pannon-medence nyugati részében helyezkedik el. A vízgyűjtő határ Kőszegtől Ny felé haladva, a Kőszeg-Rohonci-hegységtől Wechselhegységben éri el a Sátor Peremhegység vonulatait (Hochwechsel, 1743 m A.f.). Ott DNY-i irányba fordul és a Fischbachi-Alpok gerincvonulatán halad, ahol eléri a vízgyűjtő legmagasabb pontját (Stuhleck, 1782 m A. f.).

Körmend városánál a vízválasztó vonala ÉK-re fordul. Onnét É felé a Kemeneshát nyugati peremén helyezkedik el a vízgyűjtő keleti határa Sárvár vonaláig. A vízgyűjtő Sárvár és Kőszeg közötti ÉK-i határa a magyar Kisalföld déli peremvidékéhez tartozó Vasi-dombság helyi jelentőségű, mintegy 200 m-es szintig emelkedő dombhátainak gerencén húzódik. A vízgyűjtő felszíne változatos. A medencetáj domborzati szempontból egy eróziósan feldarabolt dombvidék, amelyen a dombhátak nyugatról kelet felé haladva 600-500 m magasságból a Pinka völgyéig 300 m magasságig, Szombathely-Vasvár vonaláig 250 m, attól ÉK-re a vízgyűjtőhatárig 150 m A.f. magasságig ereszkednek. Ebbe a felszínbe a vízfolyások a Sátor-medencébe 100-150 m, attól keletre 20-100 m mély völgyeket alakítottak ki. A vízgyűjtőn belül maga a Rába folyó a Ny-i, D-i és K-i határ közelében, óriási félkörívet leírva folyik. Jobboldali vízgyűjtőterülete jelentéktelen. Jelentős jobboldali mellékfolyója nincs. Baloldalon viszont számos jelentős, a Peremhegységben eredő mellékfolyót találunk. A Lapincs, a Pinka és a Gyöngyös közül a legjelentősebb a Lapincs, amely a hasonlóan bővizű és nagy vízgyűjtő-területű Feistritz felvéve az országhatár térségében torkollik a Rábába. A torkolatnál a Rábánál bővebb vízű, minthogy vízgyűjtőterület kétszer nagyobb a Rába eddigi vízgyűjtőterületénél. Szentgotthárd és Körmend között a Rába medre majdnem pontosan Ny-k irányú és völgye 1,0-2,5 km széles. Körmendnél a

folyó ÉÉK fordul és 2,0-3,5 km széles völgyben folyva 154 m A. f. magasságban éri el Sárvár térségét. A folyó völgye az átlagos medencefelszínhez képest mindenhol jelentősen bevágódott. A bevágódás mértéke Feldbach-ig 100-200 m, Szentgotthárdtól 50-100 m. A folyó a medencében kialakított völgyében középszakasz jellegűvé válik és erősen felkavicsol. Eredeti állapotában ezért a folyó gyakran változtatta fő medrét. Az utolsó 200 év emberi tevékenysége nyomán a főág Körmend alatt a völgy nyugati pereme mentén állandósult, míg a kelti völgyperem mentén a Csörnőc-Herpenyő nevű fattyúág szedi össze a vizeket. Árvízkor azonban a völgy teljes szélességében előnti a víz a völgytalpat. Sárvárnál a folyó a Kisalföld mélyebb medenceszintjére lép, s innét már gáttakkal szabályozva folytatja útját.

A Szentgotthárd és Körmend térségében található vízmércék adatait és idősorait az 1. és a 2. táblázatok valamint a 8. – 9. ábrák tartalmazzák.

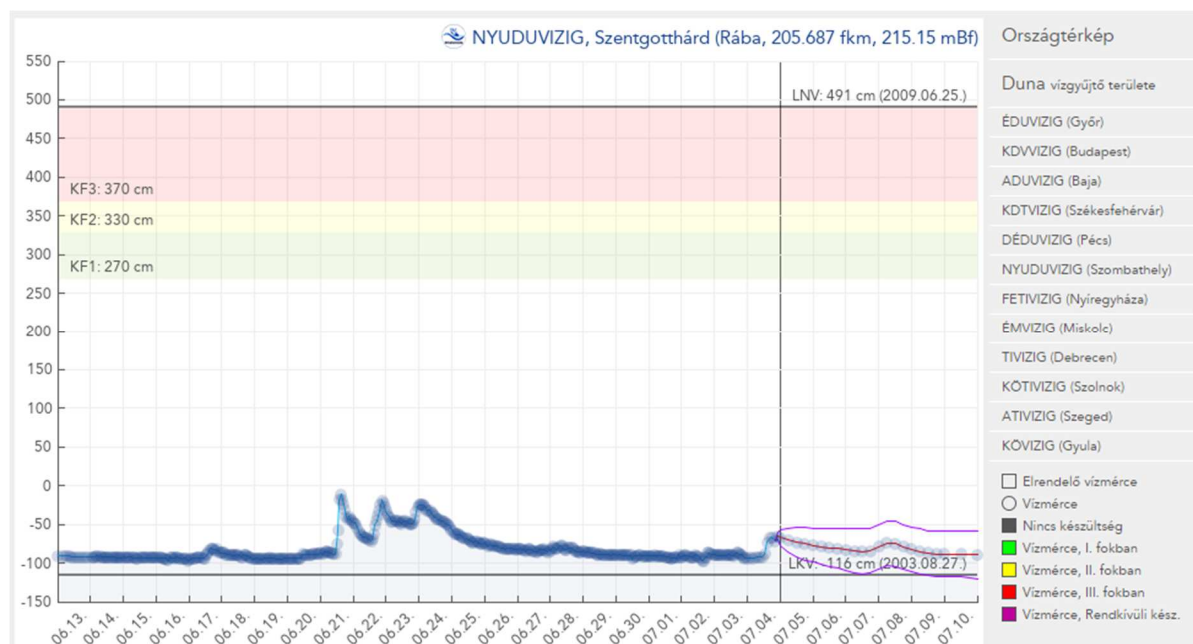
Folyó	Vízmérce	EOV X [m]	EOV Y [m]	mBf
Rába	Körmend	187375	464525	184.15
Rába	Szentgotthárd	182855	439225	215.15

1. táblázat Vízmérce adatok

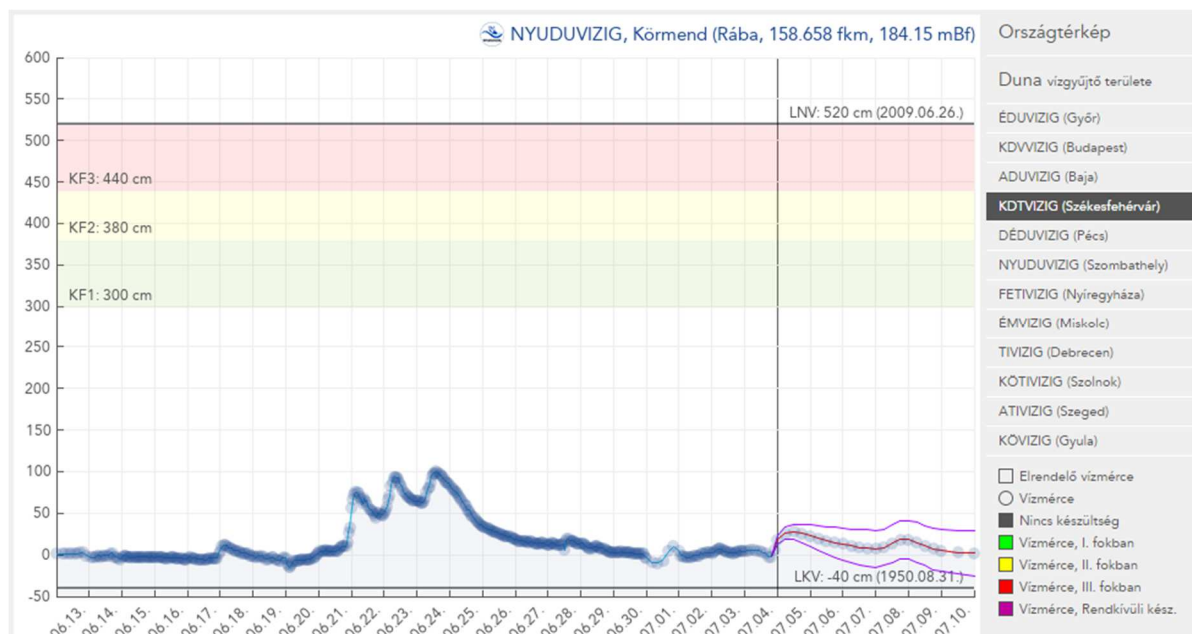
2.

Törzsszám	Állomás	Havi minimum, közép és maximum értékek [cm]												Évi jellemző vízállások cm	LKV, LNV	időpont
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
343	Körmend	-6	-4	26	26	31	11	6	7	-13	-16	0	-4	-16	-47	2003.08.18
	Rába	31	52	67	65	97	75	32	29	14	6	8	3	40	505	1965.04.23
		109	302	151	316	313	199	131	86	57	45	52	17	316	-	-
342	Szentgotthárd	-86	-81	-63	-60	-63	-67	-80	-78	-86	-86	-88	-88	-88	-116	2003.08.27
	Rába	-66	-53	-40	-39	-27	-40	-64	-66	-75	-79	-80	-83	-59	491	1910.06.15
		-25	76	24	98	181	76	-28	-7	-34	-43	-44	-73	181	-109	1983.12.16

3. táblázat Vízmérce idősorok



8. ábra Szentgotthárd, vízmérce adatok



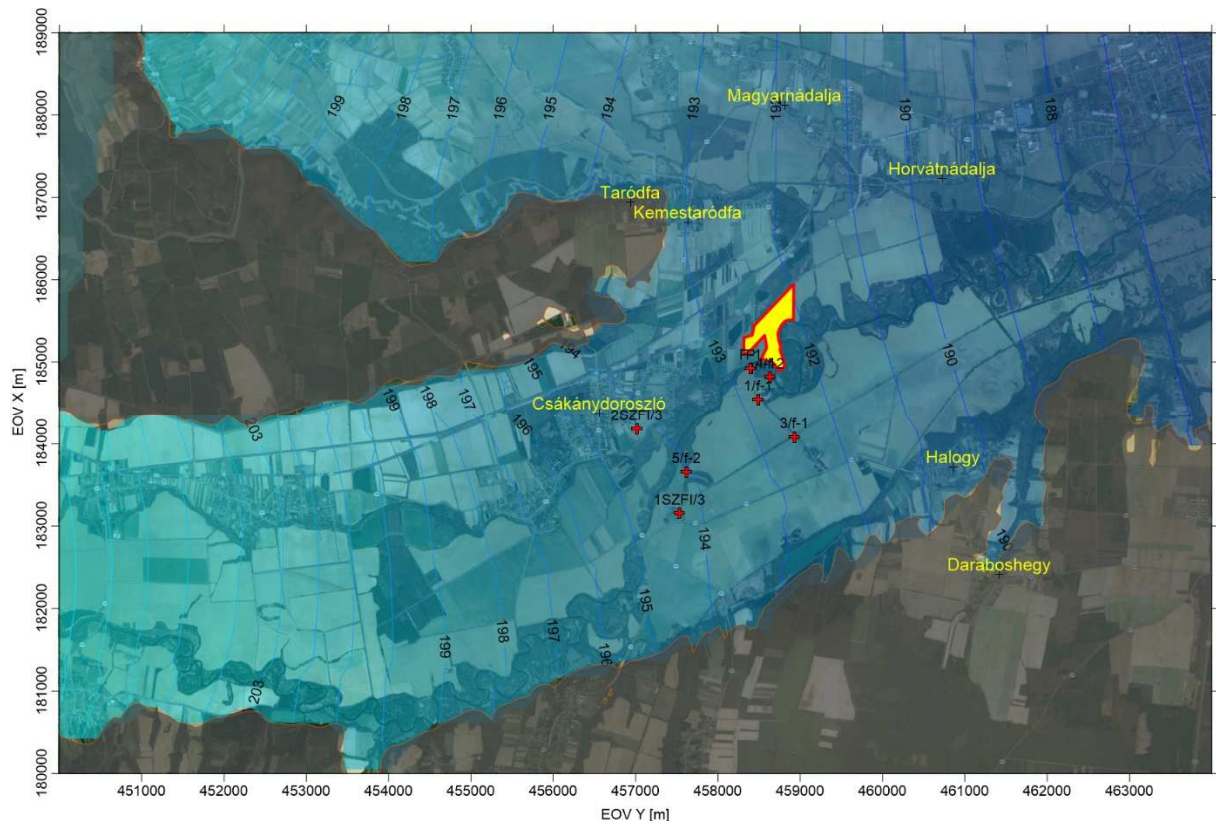
9. ábra Körmend, vízmérce adatok

b. Talajvíz

A talajvíz áramlási iránya a terepviszonyoknak megfelelően a Rábát követve NY-K-i irányú. A talajvíz figyelőkutak és vízmércék adatait felhasználva szerkesztettük a völgyszakasz talajvízszint térképét, melyet a 7. ábra szemléltet. Az Aquarius Kft. 1994-1997 időszakban készült „Távlati vízbázisok biztonságba helyezése” című tanulmány készítése során létesített fúrások adatait a 3. táblázat mutatja, valamint az adatok felhasználásával szerkesztett talajvízszint térképet a 10. ábra szemlélteti.

Kút jele	Kat.sz.	Funkciója	Építés éve	EOV X	EOV Y	Terepszint mBf	Csőperem mBf	Talpmélység m	Szűrőzött szakasz	Szűrőcső átmérője mm	Nyugalmi vízszint m	Vízszint mBf
1/f-1	K-5	észlelőkút	1994	184546,14	458492,98	194,88	195,48	31	26,0-30,5	140	-4	191,48
1/f-2	K-6	észlelőkút	1994	184545,42	458493,23	194,88	195,99	140	5,0-9,5	140	-3,5	192,49
3/f-1	K-9	észlelőkút	1994	184079,47	458930,36	194,18	195,21	29,5	24,0-28,5	140	-3,6	191,61
3/f-2	K-10	észlelőkút	1994	194075,01	458933,79	194,13	195,22	11	4,5-9,0	140	-2,4	192,82
4/f-1	K-15	észlelőkút	1995	184819,73	458631,36	193,36	194,39	31	22,0-27,0	140	-2,3	192,09
4/f-2	K-16	észlelőkút	1995	184817,49	458635,57	193,36	194,21	16,3	9,0-14,0	140	-2,5	191,71
5/f-1	K-12	észlelőkút	1995	183656,59	457621,92	195,29	196,11	30	20,0-25,0	140	-3,05	193,06
5/f-2	K-13	észlelőkút	1995	183657,67	457619,44	195,26	196,26	15	9,0-14,0	140	-2,95	193,31
P-1	K-14	próba ter.	1995	184925,20	458401,39	194,22	195,17	76	59,5-66,0	225	-6,7	188,47
F-1	K-11	észlelőkút	1995	184819,73	458631,36	194,1	195,11	80	59,0-63,5	140	-4,8	190,31
P	K-17	psz. teret.	1996	184923,70	458399,70	194,18	195,18	15	5,0-9,0	280	-2,08	193,10
ISZFI/1	K-24	vm.ész.kút	1997	183150,07	457536,87	196,25	197,45	22	18,0-21,0	140	-3,3	194,15
1SZFI/2	K-25	vm.ész.kút	1997	183151,49	457536,06	196,26	197,43	18,2	15,0-17,0	140	-3,4	194,03
1SZFI/3	K-26	vm.ész.kút	1997	183152,78	457535,27	196,26	197,41	8,2	4,0-7,0	140	-3,2	194,21
2SZFI/1	K-27	vm.ész.kút	1997	184179,85	457014,96	197,94	199,28	25	21,0-24,0	140	-5,3	193,98
2SZFI/2	K-28	vm.ész.kút	1997	184180,77	457016,25	198,09	199,27	15	11,0-14,0	140	-4,6	194,67
2SZFI/3	K-29	vm.ész.kút	1997	184181,74	457017,64	197,98	199,29	8,5	4,5-7,5	140	-4,3	194,99

3. táblázat Figyelőkutak idősora^[21]



10. ábra A szerkesztett talajvízszint térkép

c. Védett területek

A vízgyűjtőn 3 fő védett terület típus van.

– Vízbázisvédelmi területek:

Sérülékeny üzemelő sérülékeny vízbázisból 21, míg távlati vízbázisból 3 található (Csákánydoroszló, Ikervár, Vát) a területen.

– Természetvédelmi területek:

Natura 2000 területek találhatók a Rába vízgyűjtő Őrségi részén és Kőszegi hegylánján valamint a Rába árterületén és a határmenti vízfolyások (Pinka, Strém) völgyében. Ott található a Kőszegi hegység TK, Őrség TK és a Rába-Csörnőc völgy TK. Lárterületek lettek kijelölve a Rába és a Csörnőc-Herpenyő mentén.

– Tápanyag érzékeny területek:

Nitrát érzékeny területek találhatók a vízgyűjtő csaknem teljes területén, kivéve a felső, határmenti részeket.

VI. Éghajlati viszonyok

Ha a Rába-vízgyűjtő éghajlatát Magyarország általános éghajlati viszonyainak keretében elemezzük, megállapíthatjuk, hogy jóval kisebb itt a kontinentalitás mértéke (21-22 °C-os ingadozással), mint az ország keleti felében (23-24 °C), igen jó a csapadékelátottság (a Szombathely és a Rába közötti száraz terület kivételével), itt a legkisebb a napfénytartam, itt a legnagyobb a hótakarós napok száma (a hegyeket

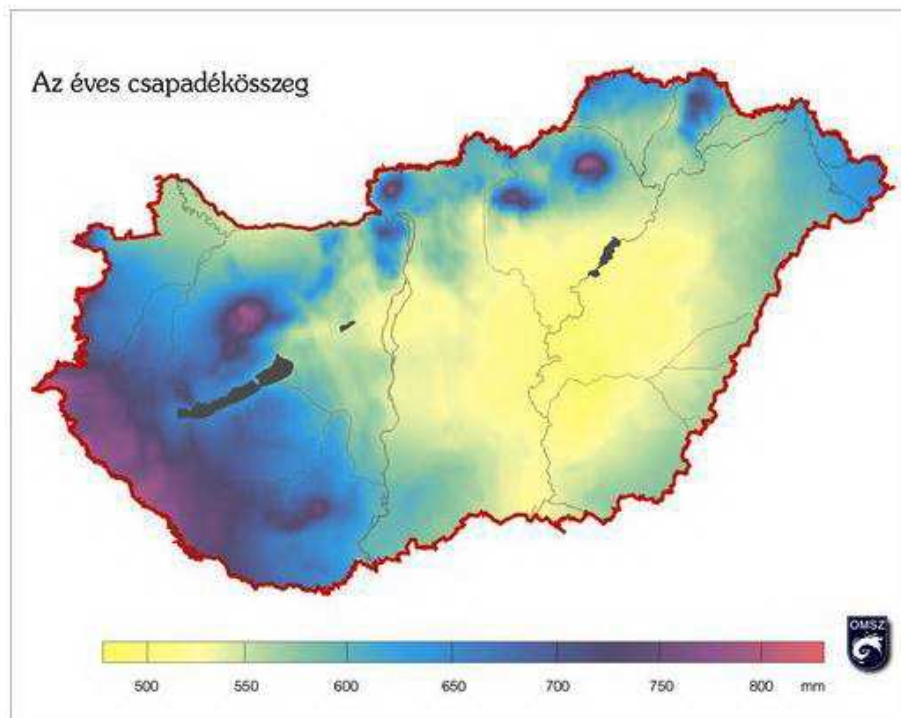
leszámítva), itt a legkevesebb a nyári és a hőségnapok száma (ismét csak a hegyvidékek kivételével), itt a legrövidebb a tenyészidőszak, stb.

E relatív ismérvek ellenére, a Felső-Rába egész vízgyűjtőjét tekintve összefoglalóan az alábbiak állapíthatók meg. Nyugatról kelet-északkelet felé haladva – a tengerszint fölötti magasság csökkenése és a földrajzi hosszúság növekedése függvényében – a csapadék évi összege csaknem felére csökken (1100 mm-ről 600 mm-re), a hőmérséklet évi középértéke emelkedik, évi ingadozása (vagyis a kontinentalitás) pedig nő. A napsugárzás évi összege ugyancsak nő. Az éghajlati szélsőségekre vonatkozó hajlamról is ugyanez mondható el.

A mai növénytakaró az eredetihez képest a társadalmi beavatkozások következtében erősen átalakult állapotú. Ma a kultúrnövényzet uralkodik. Az erdő, elsősorban az alacsonyabb dombsági és síksági területeken, visszaszorult. A szántóföldek mezőséggé, illetve foltjakká, valamint a dombvidékek napos lejtőin telepített szőlő- és gyümölcskultúrák az erdők rovására terjeszkedtek. Az erdőségek kultúrerdőkké alakultak. A gesztenyések beolvadtak a gyümölcskultúrák területébe. A telepített erdők fajtajellegválasztása nem igazodik a természetes övezetekhez. A fenyőerdők tisztán, vagy kevert telepítésben, az alacsonyabb régiókban is elterjedtek. A vízszabályozások a mocsaras foltok túlnyomó részét megszüntették, s ma a völgytalpakon gondozott nedves-kultúrrétegek találhatók. Az antropogén hatások ellenére az erdősültség még mindig jelentős.

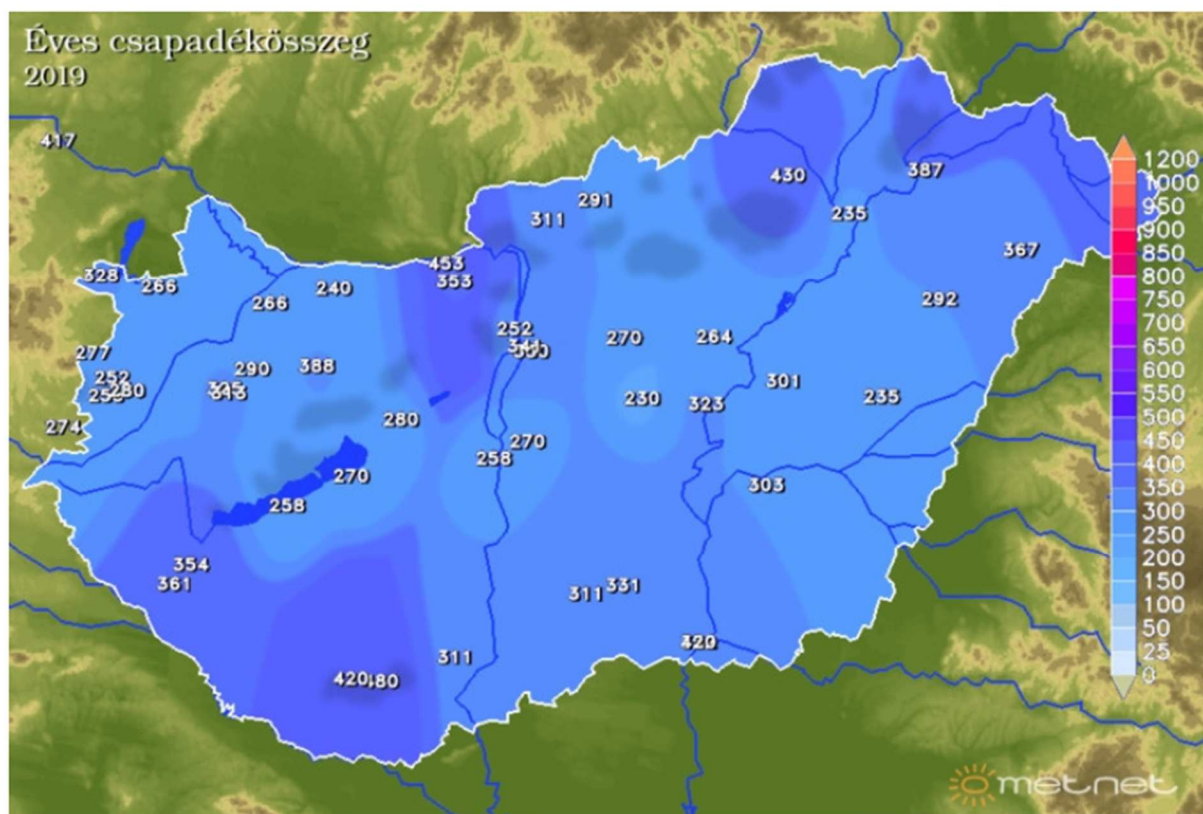
A Rába-felső magyarországi szakaszán Alsószölnöknél, Csörötnéknél, és Körmendnél üzemel kis teljesítményű erőmű. Szentgotthárdon egy duzzasztógát létesült a múlt században ipari vízigény kielégítése céljából. Ikervár felett a Rábára telepített duzzasztó medertározással biztosítja az ikervári erőmű 5 db turbinája számára szükséges 28 m³/s hozamot. A vízipépítési beavatkozások közül a szentgotthárdi és a sárvári munkák vízjárás-módosító hatása jelentős.

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. A csapadék évi összegét országosan a 7. ábra mutatja

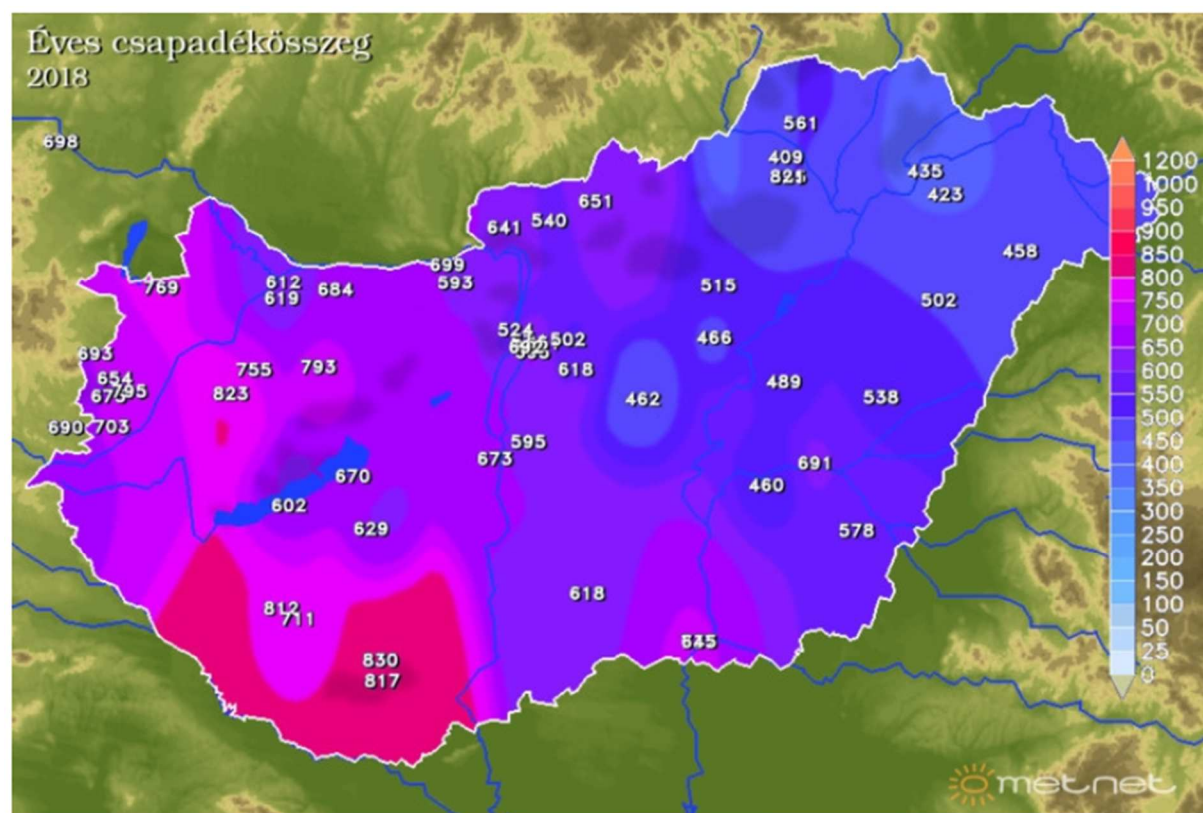


11. ábra Évi csapadékmennyiség (Országos Meteorológiai Szolgálat) ^[13]

Az 1980-as évektől az Alföld csaknem egész területén a párolgási vízveszteségek meghaladták a csapadékkal a területre jutó víz mennyiségét. 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 2018 és 2019 évi csapadékösszegek az 1. – 2. diagramon láthatóak.



12. ábra 2019 csapadékösszeg



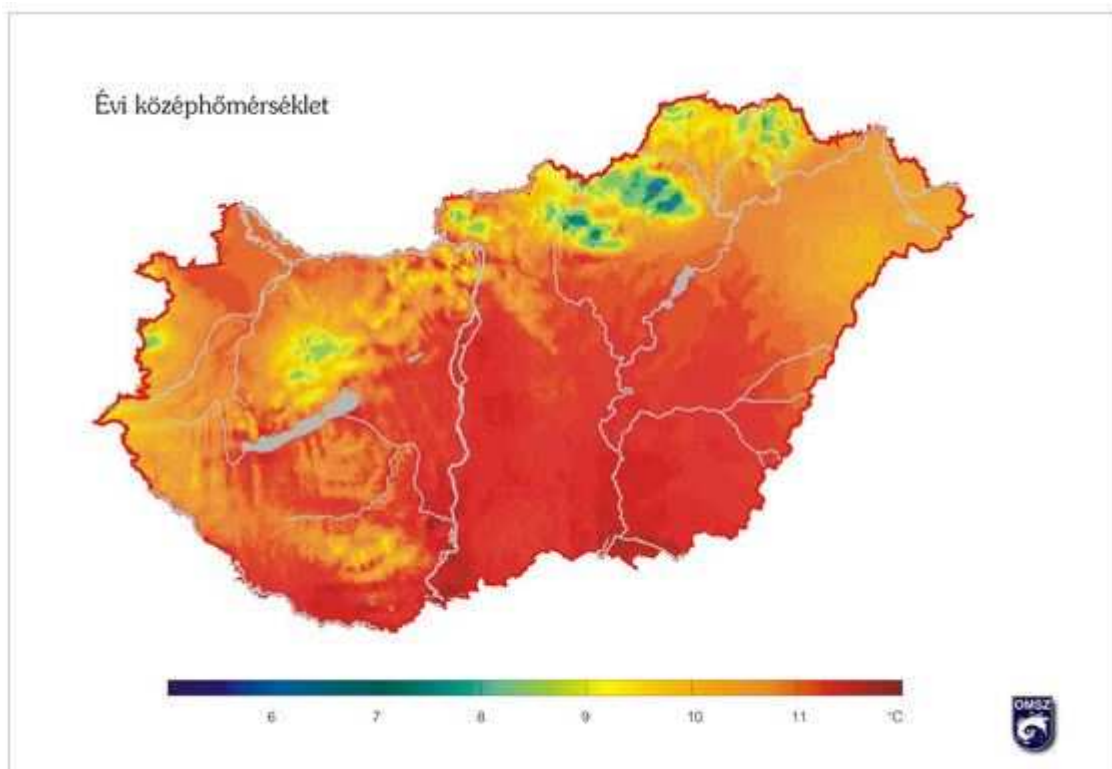
13. ábra 2018 csapadékösszeg

A szabad vízfelszín párolgásának évi összege melyet a szokásos módon, áprilistól októberig tartó időszakban az "A" típusú kádból elpárolgott víz

menyiségének 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 éghajlati tényezők tekintetében a tájegységre jellemző átlag értékekkel találkozunk. A napsugárzás évi átlaga 445 KJ/m², 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.



14. ábra Évi középhőmérséklet (Országos Meteorológiai Szolgálat) [13]

A nyílt vízfelület és jelenlegi területhasználat mellett fennálló párolgási különbség pontos meghatározása mért adatok hiányában csak közelíthető a rendelkezésre álló adatok felhasználásával.

VII. Modellvizsgálat során felhasznált adatok

a. 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 .3. 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
2,0000	Lősz	1,0000	Mészmárga
0,5000	Agyagos lősz	5,0000	Márgás mészkő
0,0500	Lőzsős agyag	1,0000	Agyagos mészkő

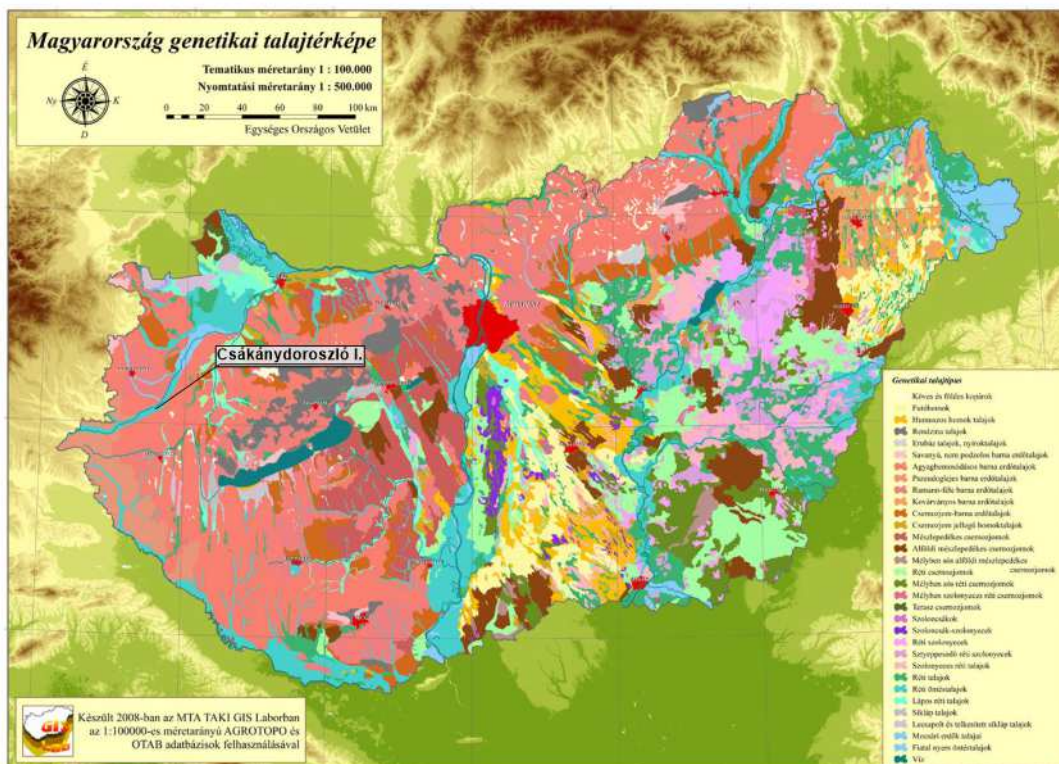
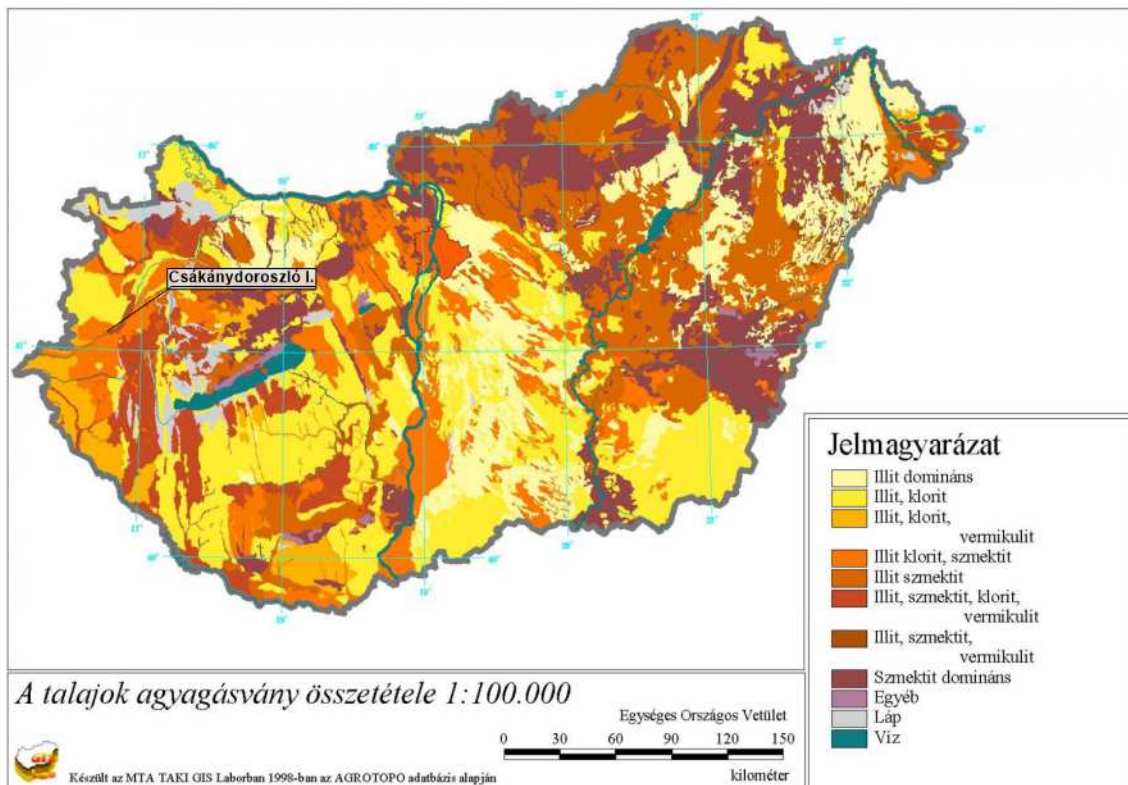
2,0000	Homokos lösz	20,0000	Laza mészkő
5,0000	Löszös homok	10,0000	Mészkő
2,0000	Homok, karottázs alapján	5,0000	Dolomitos mészkő
5,0000	Homok, finomszemcsés (0.06 - 0.1 mm)	20,0000	Repedezett mészkő
2,0000	Homok, aprószemcsés (0.1 - 0.2 mm)	50,0000	Üreges mészkő
5,0000	Homok, közepeszemcsés (0.2 - 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 közepeszemcsés (/ 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-közepeszemcsés (/ 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 váltakozása	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	Aleuritos agyagmárga	0,0100	Agyag, aleurit
2,0000	Homokkő	0,0500	Aleurit, homokos a., agyagos hk
1,0000	Aleuritos homokkő	1,0000	Mészkő, mészmárga, márga
0,5000	Agyagos homokkő	0,1000	Aleurit, homokos aleurit
1,0000	Homokkő, agyagmárga		

8. táblázat kőzettípusok tapasztalati horizontális tényezője [VITUKI Kht.]^[5].

b. 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 az agyagásvány összetétel (10. ábra) és a talaj fizikai félesége (11. ábra) mezőket használtuk fel. A talajféleségtől függő beszivárgási hányados megadásához a következő feltételezésekkel kellett élnünk.



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 ¼-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. [2]

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

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 [%] (4. táblázat)

m_t – termőréteg vastagsága [mm]

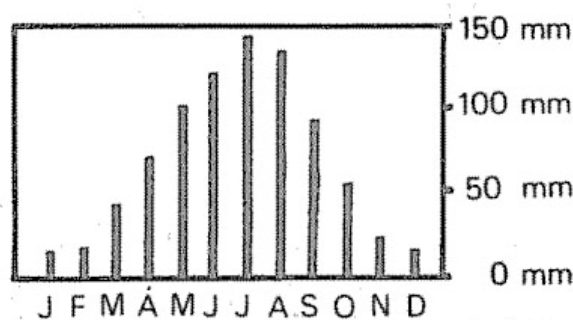
A az egyes talajtípusokra megadott vízkapacitást V_d a következő értékekben adtuk meg:

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

17.. táblázat Különböző talajtípusokhoz tartozó víztároló képesség értékek^[2]

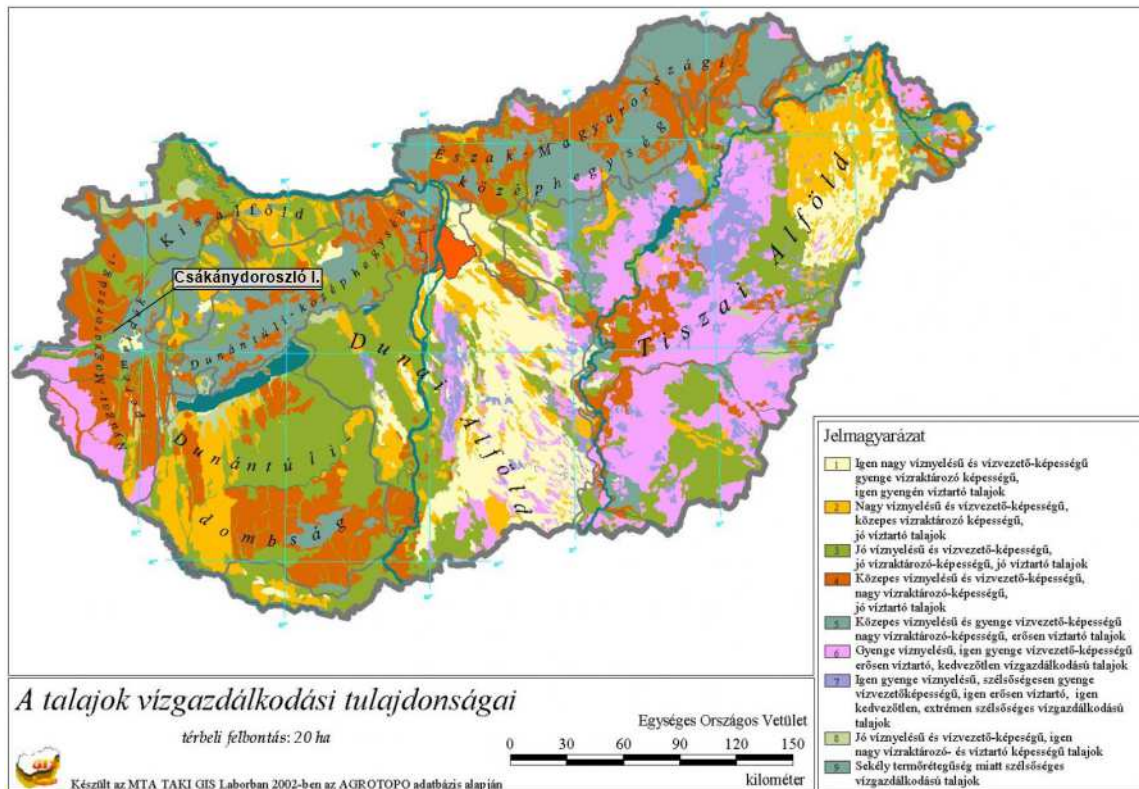
c. Evapotranspiráció

A talaj és a növényzet együttes párolgása az Agrotopográfiai térképen (Százhalombatta 55. térképszelvény) lévő evapotranspiráció diagramról került kiolvasásra. A diagramról becsült átlagos párolgás **60 mm/év**.



3. diagramm Havi evapotranspiráció mm-ben [Agrotopográfiai térkép]

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. A talaj és a növényzet együttes párolgása az Agrotopográfiai térképen lévő vízgazdálkodási tulajdonságok adatokból becsültük (11. ábra).



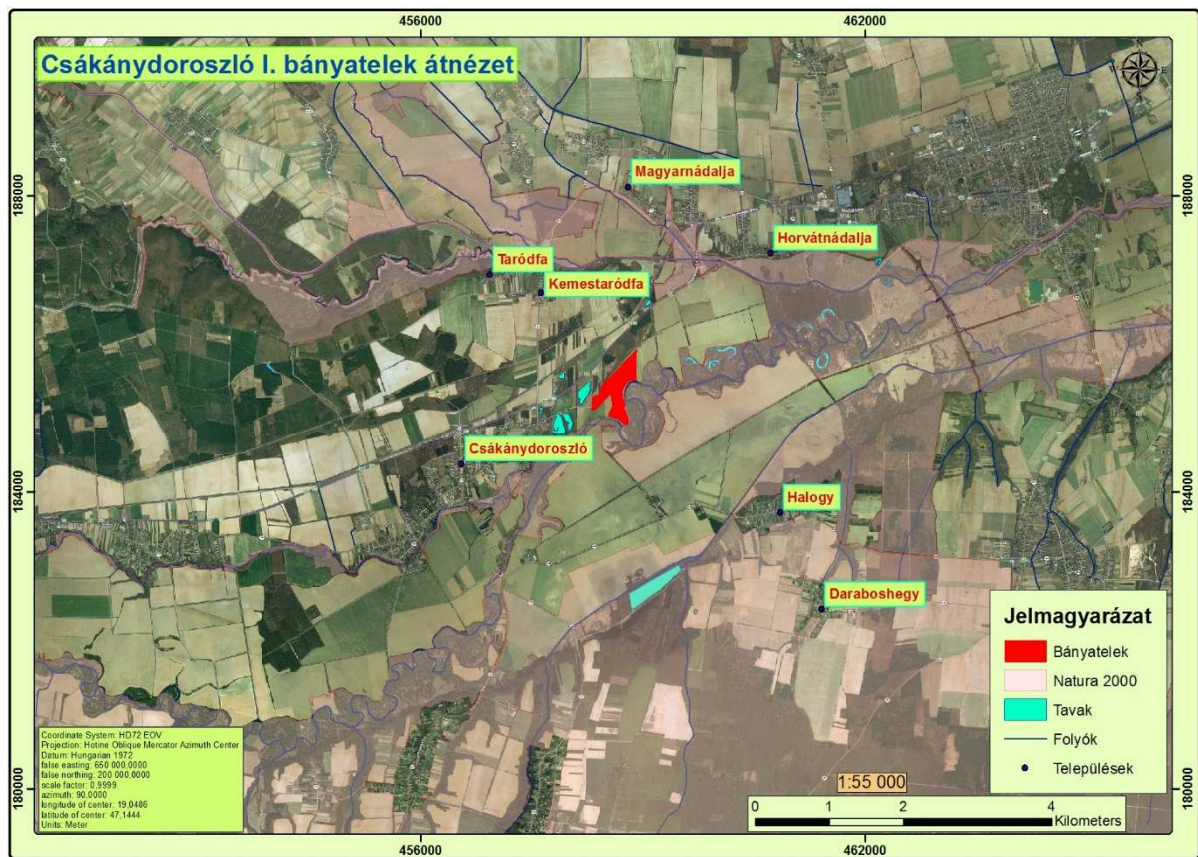
17. ábra Agrotopo Vízgazdálkodás^[5]

VIII. A modell geometriája

A vizsgált terület nagyságának kiválasztásánál a Rába nagyvízi medrét vizsgáltuk, mivel a tervezett bányató hatása itt jelentkezik várhatóan. A Rába közvetlen szomszédsága feltételezi, hogy abból az irányból a folyó fedezi a párolgási többletvesztést, míg a másik oldalról a domborzat okán becsülhető a hatásterület. Az ilyen módon lefedett terület K-NY-i irányban 6 km, és É-D-i irányban 4 km kiterjedésű. Az illesztett rácsháló cellamérete 25 x 25 m, a rács 240 oszlopból és 160 sorból áll. A földtani felépítés miatt, egy réteget vizsgáltunk.

A terület átnézeti térképe a 18. ábrán látható.

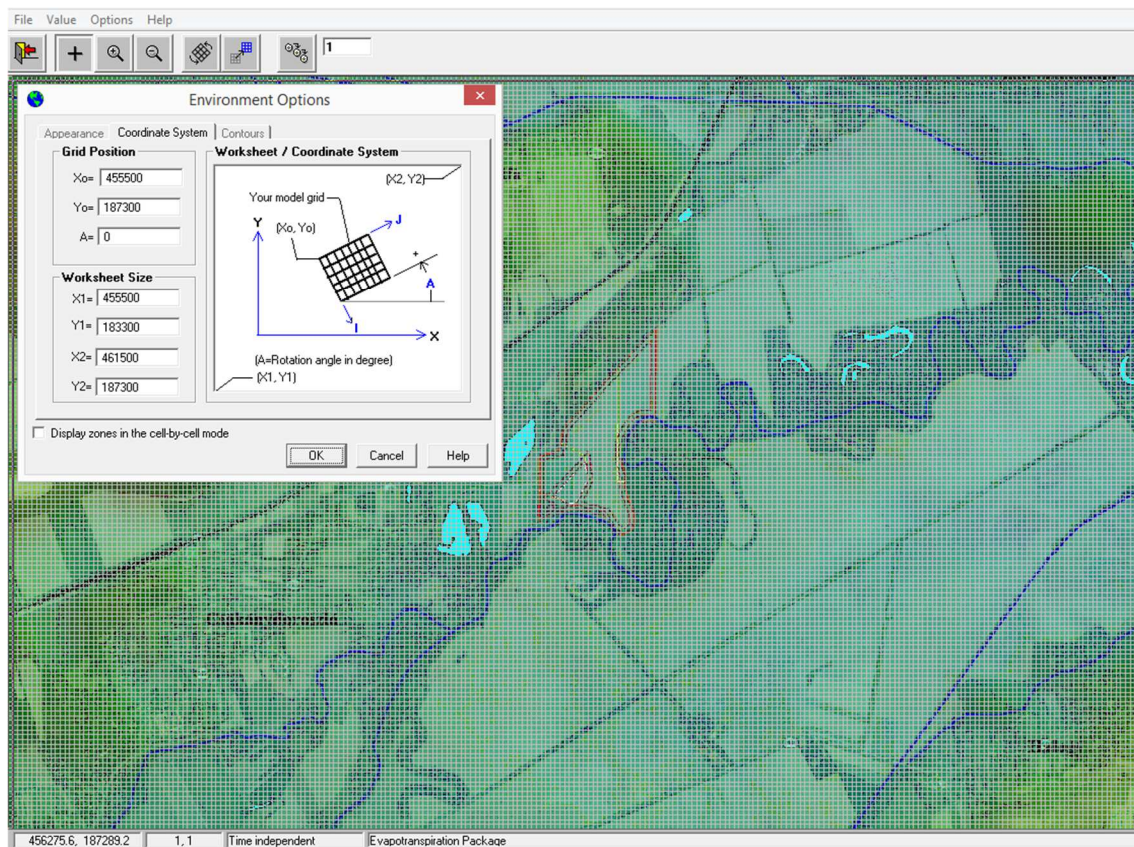
Az elkészített modellhálót a koordinátákkal a 19. és 20. ábrák mutatják.



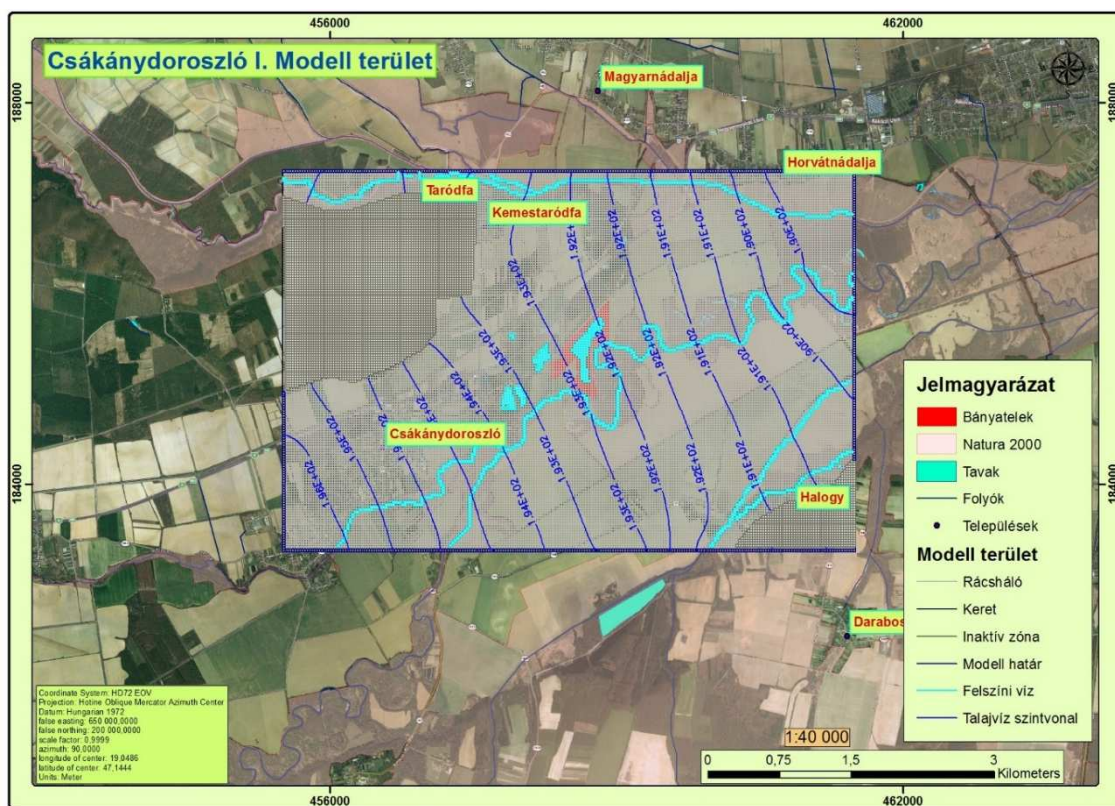
18. ábra A terület átnézeti térképe

A modellhatárok:

EOV Y [m]	455500	-	461500
EOV X [m]	183300	-	187300

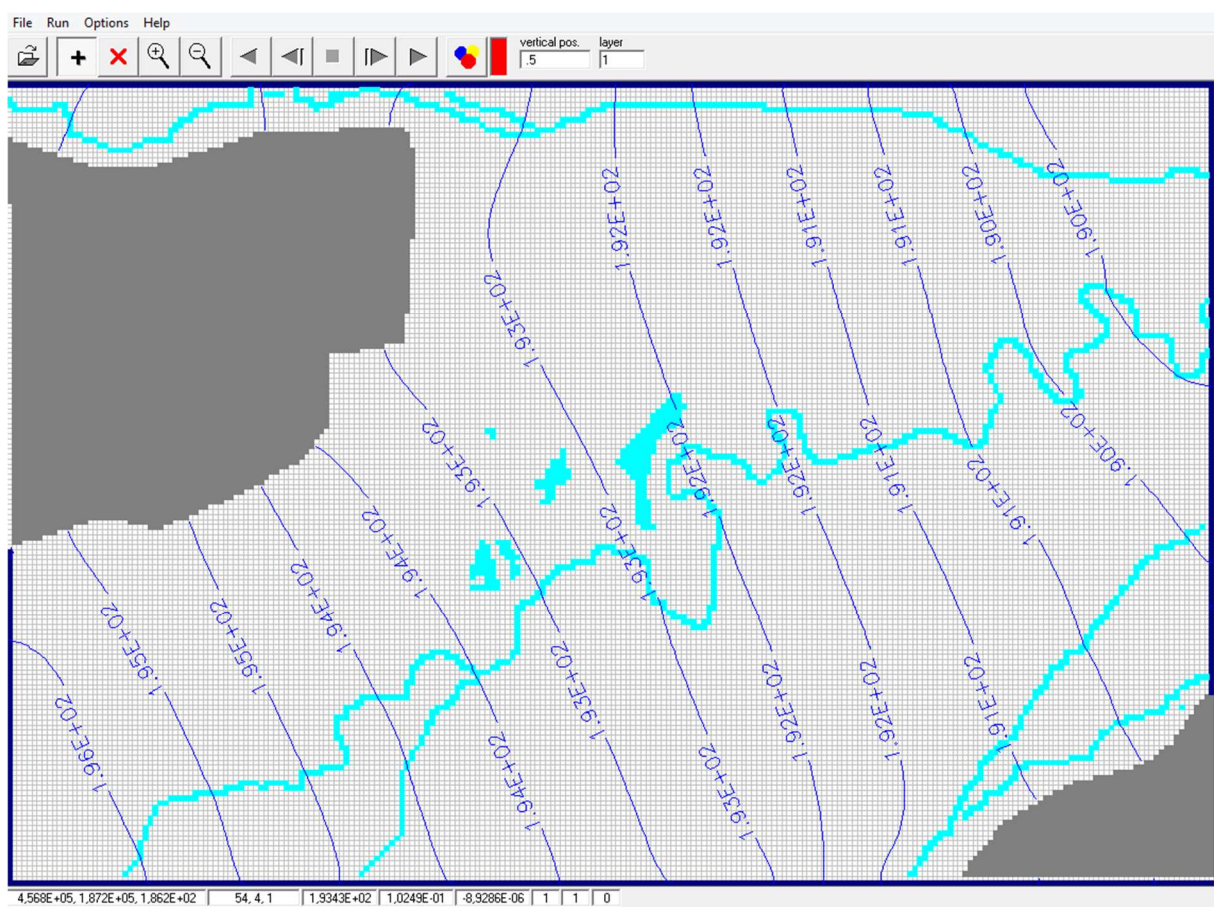


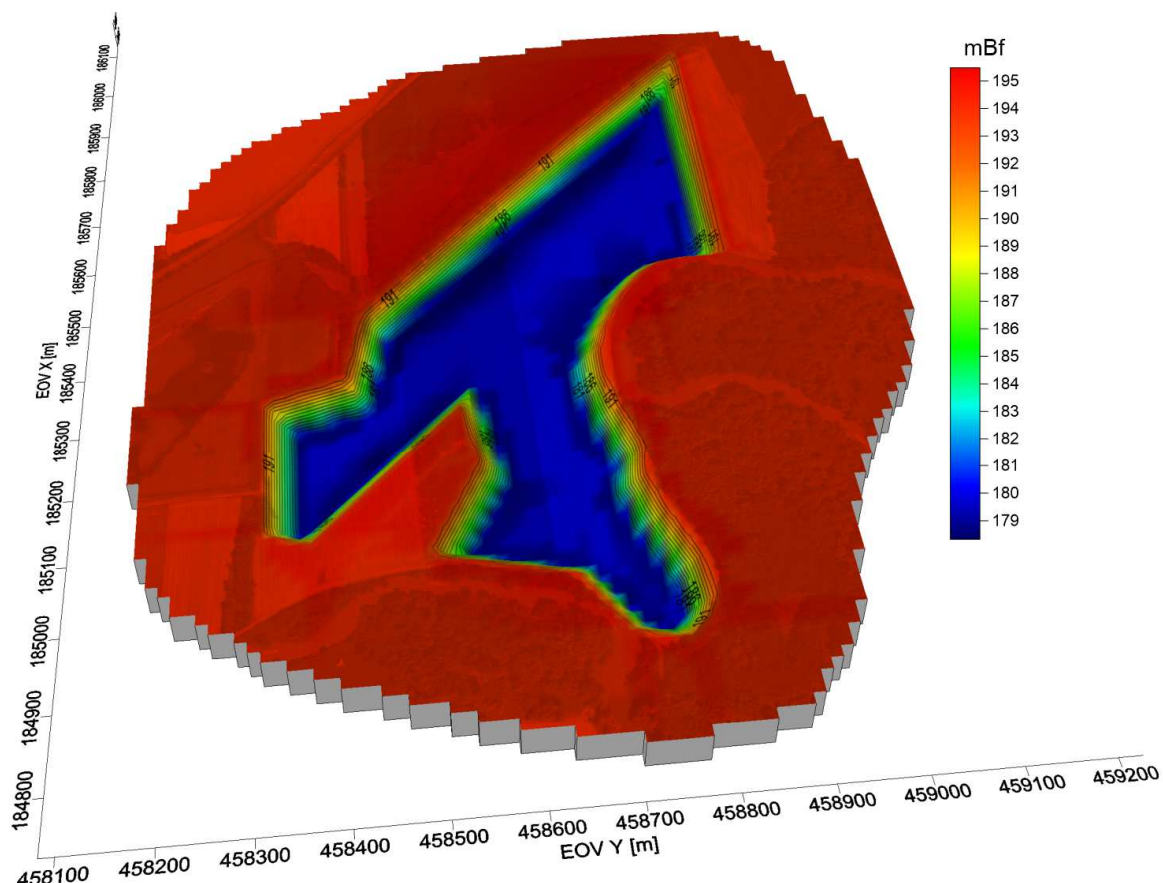
19. ábra Modellrács geometriája



20. ábra A modellrács térképre illesztve jelen állapot

A modell geometriájának kialakítása során első lépésben a terepszintet, majd az uralkodó áramlási teret készítettük el, a víztartó összlet feküszintjét 180 mBf határoztuk meg. A terep adatokat az EOVS 1:10 000 méretarányú topográfiai térképszelvények digitalizálása útján kaptuk. Felhasználtuk továbbá a Vízrajzi Évkönyv online elérhető adatait, valamint az Aquarius Kft. 1994-1997 időszakban készült „Távlati vízbázisok biztonságba helyezése” című tanulmányban található fúrások adatait. A digitalizált adatokból, valamint a kutak terepszint értékeiből szerkesztettük a terület terepszintfelületét melyet a 6. ábra szemléltet. A 22. ábrán a tervezett bányató terepmodellje látható, abban az esetben, ha a teljes terület kitermelése megtörténik. A következő lépésben a talajvízállást szerkesztettük a figyelőkutak, vízmércék adataiból. Ez képezte a permanens modell kezdeti állapotát. A szimulációt előbb az aktuális állapotra vonatkoztatva végeztük, a jelenlegi állapotban, tómeder nélkül. Ezt követően szerkesztettük a meg a tervezett bányató terepmodelljét és integráltuk a meglévő rendszerünkbe. A szimuláció eredménye egy áramtér, amelyet a 21. ábra mutat. 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.





22. ábra Tervezett bányató maximális mérete légifotó alapon

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 hézagterfogatnál 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 állandó nyomású cellákat alkalmaztunk.

A modellbe inputként kerülő csapadékból származó maradó beszivárgás és a rendszerből kikerülő evapotranspiráció értékeinek meghatározásához a meteorológiai adatokon túl, az említett szakirodalmakat és a bemutató agrotopo térképeket használtuk fel.

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.

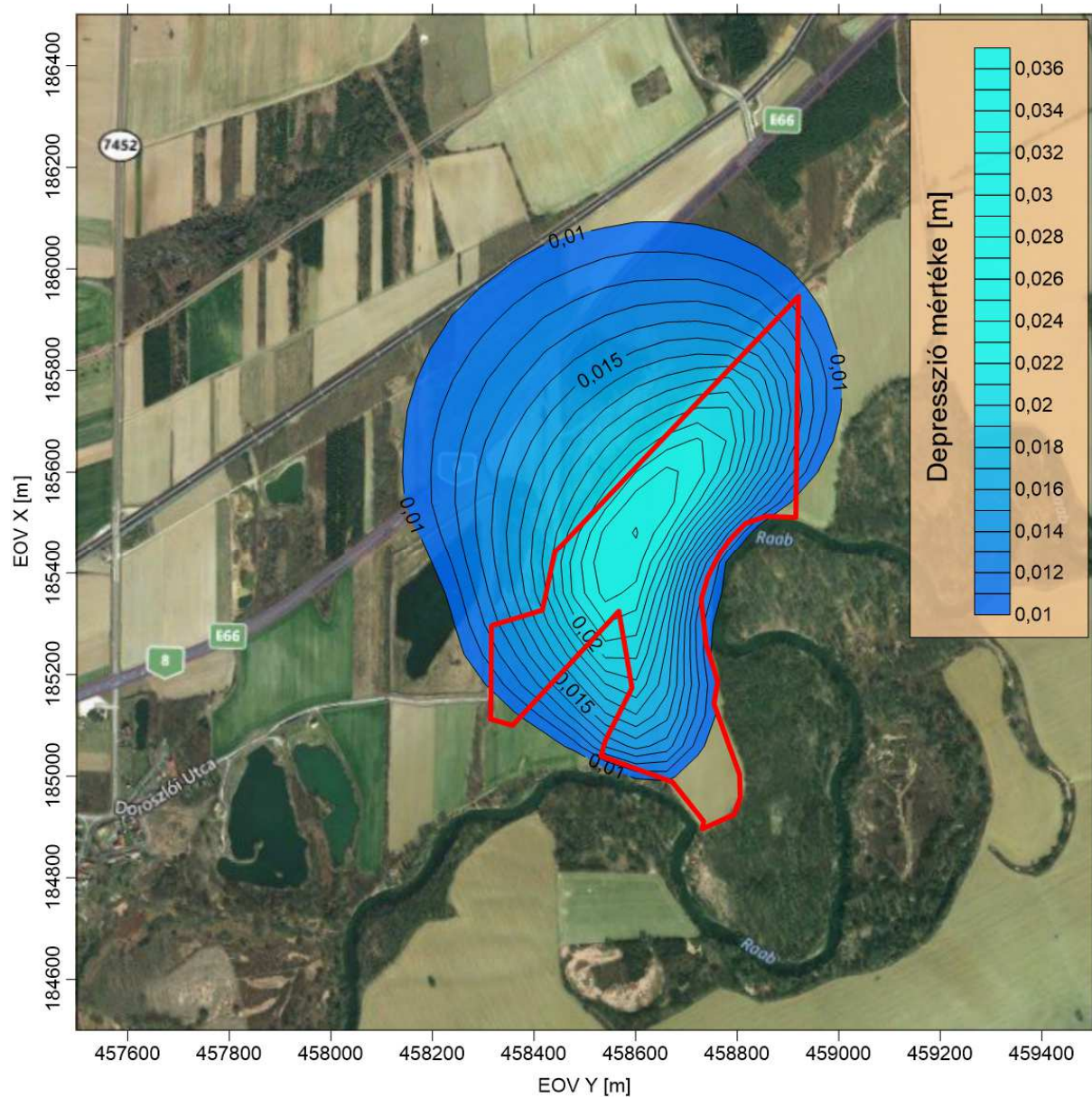
Az alkalmazott környezet a nemzetközi és hazai gyakorlatban elfogadott számítási rendszer, amely a szivárgás alapegyenletének véges differencia, illetve karakterisztika módszerén alapuló megoldásait használja fel.

IX. Az eredmények bemutatása

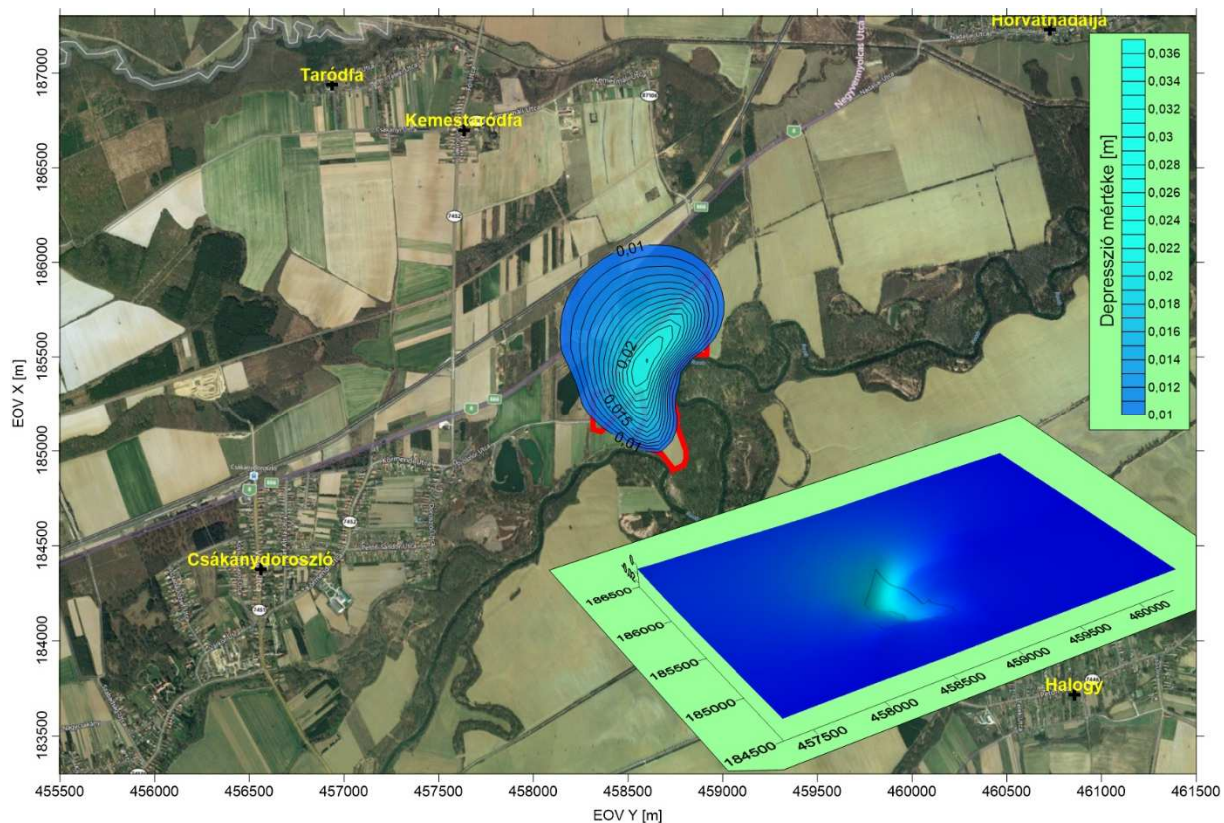
A szimuláció során kapott eredményeket mátrix formában mentettük. Ezeket a mátrixokat olvastuk be a Surfer programba és készítettük el a szintvonalas térképeket. A depressziós tér kialakítása két mátrix különbség képzésének eredménye, mégpedig olyan módon, hogy a maximális tó méret mellett kialakuló áramkép értékeiből kivontuk a jelenlegi állapot értékeit, így a kapott depressziós tér az amit a tó létrehozott, és a negatív értékek jelölik azt, hogy itt vízszint süllyesztés valósult meg. Végeredményként egy depressziós teret határoztunk meg horizontális és vertikális értelemben.

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

A 23.-24. ábra szemlélteti a maximális tó méret mellett kialakuló áramteret kedvezőtlen hidrológiai körülmények között, szintvonalasan.



23. ábra A depressziós tér, maximális tómeret és kedvezőtlen utánpótlódási körülmények között



24. ábra Végállapot, 1 cm, illetve attól nagyobb depresszióval érintett terület

X. Összegzés, eredmények értékelése

A Csákánydoroszló I. bányatelek hidrogeológiai modellvizsgálata során megállapítottuk, hogy a létesítendő bányató depressziós terének elméleti maximuma nem éri el a 4cm-t. A bányatelek határától ÉNY-ra legjelentősebb a kiterjedés, ebben az irányban hozzávetőleg 400m távolságban emelkedik 1cm alá a depresszió. A Rába irányában a folyóig terjed, itt a folyó pótolja a többletpárolgási veszteségeket.

A fentieket figyelembe véve elmondható, hogy a létesítendő bányató maximális mérete, kedvezőtlen hidrológiai körülmények között sem lesz számottevő hatású, a térséget vizsgálva. A legnagyobb beavatkozást a kitermelés elméleti maximuma jelenti. Az ezt követő permanens állapotot mutatja az elkészített modellvizsgálat eredménye.

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.

XI. 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] *Dobány Zoltán:* A Cserehát történeti földrajza (18.-20. század) 2010
- [7] *Hidro-meteorológiai állomások adatai:*
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/
- [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/>
- [14] *Települési Környezetvédelmi program Halmaj 2004-2010*
- [15] *A Víz Keretirányelv hazai megvalósítása Konzultációs Anyag 2–7 Hernád, Takta*
- [16] *ÉSZAK-MAGYARORSZÁGI VÍZÜGYI IGAZGATÓSÁG VÍZRAJZI ÉS ADATTÁRI OSZTÁLY - A 2016. ÉV IDŐJÁRÁSI ÉS VÍZJÁRÁSI HELYZETÉNEK ALAKULÁSA*
- [17] *ÉSZAK-MAGYARORSZÁGI VÍZÜGYI IGAZGATÓSÁG VÍZRAJZI ÉS ADATTÁRI OSZTÁLY - A 2017. ÉV IDŐJÁRÁSI ÉS VÍZJÁRÁSI HELYZETÉNEK ALAKULÁSA*
- [18] *JELENTÉS VÍZGAZDÁLKODÁSI KÉRDÉSEK/PROBLÉMÁK AZONOSÍTÁSA A RÁBA VÍZGYŐJTŐ-GAZDÁLKODÁS TERVEZÉSI ALEGYSÉGEN (1.1.4)*
- [19] *Takó Gábor Csákánydoroszló története Az őskortól-napjainkig*
- [20] *Dr. Csánki Dezső: Magyarország történelmi földrajza a Hunyadiak korában. II. kötet, Budapest 1894. 740-745. o.*
- [21] *Távlati vízbázisok biztonságba helyezése – Aquaris Kft. 1994-1997*