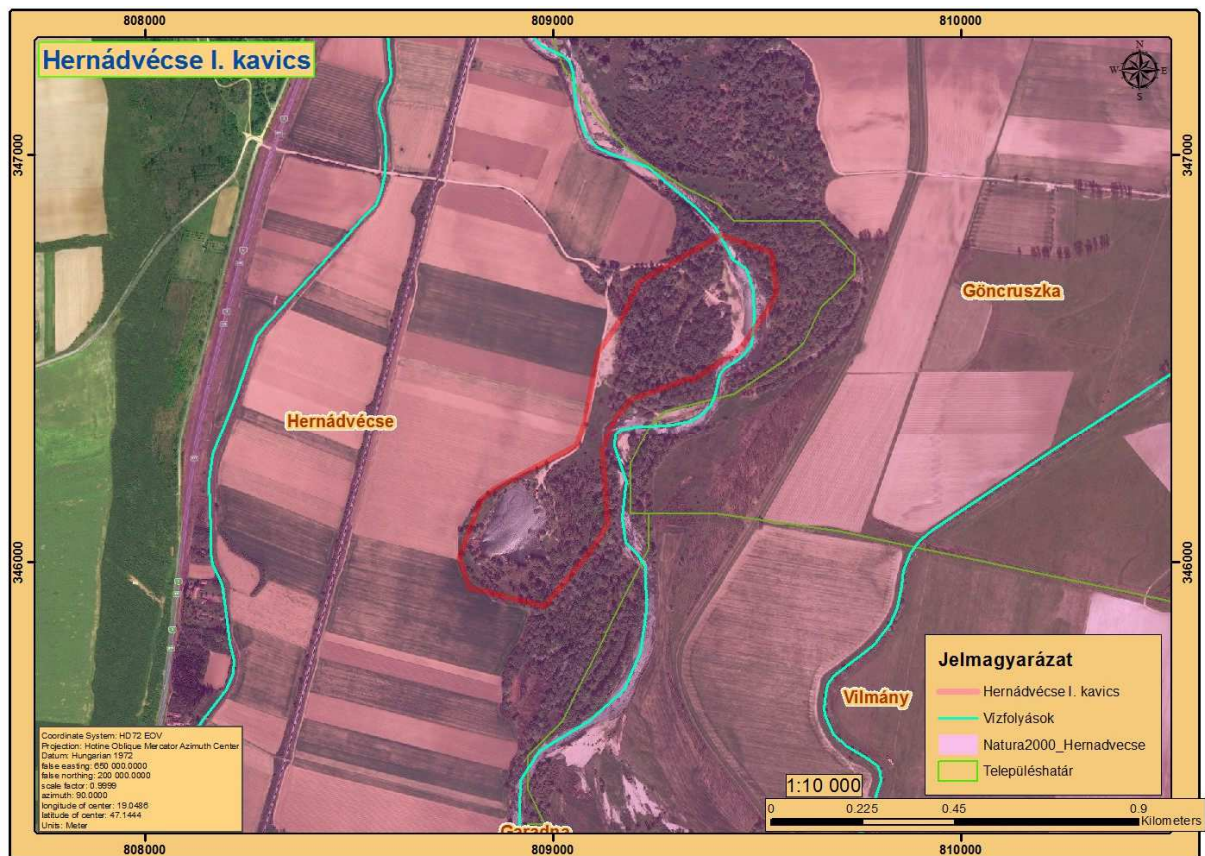


Hernádvécse I. kavics Hidrogeológiai modellvizsgálat

Tartalomjegyzék

I.	A modellezett terület bemutatása	2
II.	A Cserehát általános földtani jellemzése.....	2
III.	Domborzat, geomorfológiai sajátosságok.....	4
IV.	Kavicsbányatavak hatása a talajvíz mennyiségére	7
V.	A térség vízrajza	9
a.	<i>Folyóvizek</i>	<i>9</i>
b.	<i>Talajvíz</i>	<i>11</i>
VI.	Éghajlati viszonyok	12
VII.	Modellvizsgálat során felhasznált adatok.....	16
a.	<i>Szivárgási tényező</i>	<i>16</i>
b.	<i>Nettó, maradó beszivárgás</i>	<i>17</i>
c.	<i>Evapotranspiráció</i>	<i>19</i>
VIII.	A modell geometriája.....	20
IX.	Az eredmények bemutatása.....	26
X.	Összegzés, eredmények értékelése	28
XI.	Felhasznált irodalom:	29

I. A modellezett terület bemutatása



1. ábra A bányatelek

A vizsgált terület Borsod-Abaúj-Zemplén megye északi részén található. Encstől É-ra kb: 5 km -re, a 3-as számú főúttól Tornyosnémeti irányában, Hernádvecse településnél az út jobb oldalán kb. 1km távolságra fekszik. A Bársonyos patak és a Hernád fogják közre. (1. ábra)

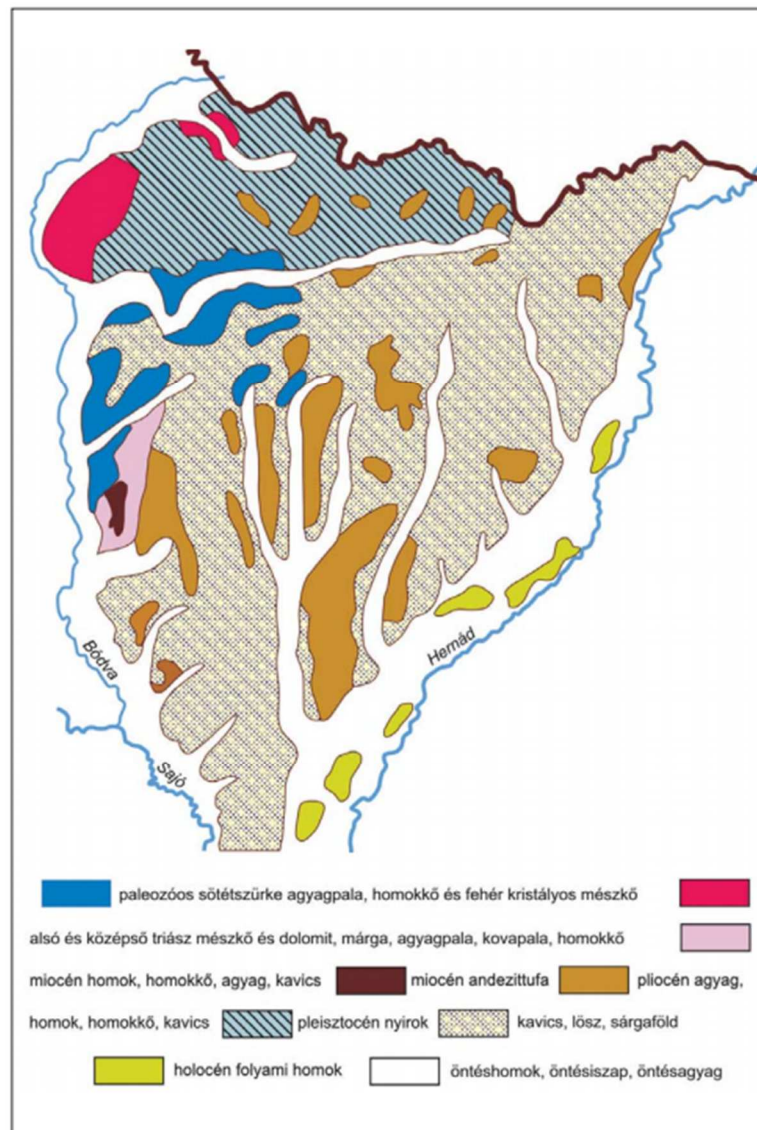
A vizsgált területbe a Hernád folyó medre belemetsz, a tervezett kitermelés csak a folyó jobb partján tervezett.

II. A Cserehát általános földtani jellemzése

A terület geológia jellemzése Dobány Zoltán: A Cserehát történeti földrajza című művén alapszik [4].

Magyarország kistájainak katasztere szerint (MAROSI & SOMOGYI, 1990) a Cserehát kistájcsoporthoz (szubrégió) tartozik, amelyhez még két kistáj (mikrorégió) tartozik, a Szendrői-rögök és a Rakacai-völgy-medence. E magterülethez északnyugaton a Tornai-dombság és a Szalonnai-hegység, nyugaton a Bódva-völgy, délnyugaton a Sajó-völgy-medence egy igen kicsiny térszíne, keleten pedig a Hernád-völgy jobb parti része kapcsolódik. Szikszó határa részben már az Alföld északi peremén fekvő Sajó-Hernád-sík területéhez tartozik (PÉCSI et al., 1989). Ez utóbbi tájak magterülethez való csatolását az indokolja, hogy a köztudatban elterjedt, hagyományos történelmi Cserehát

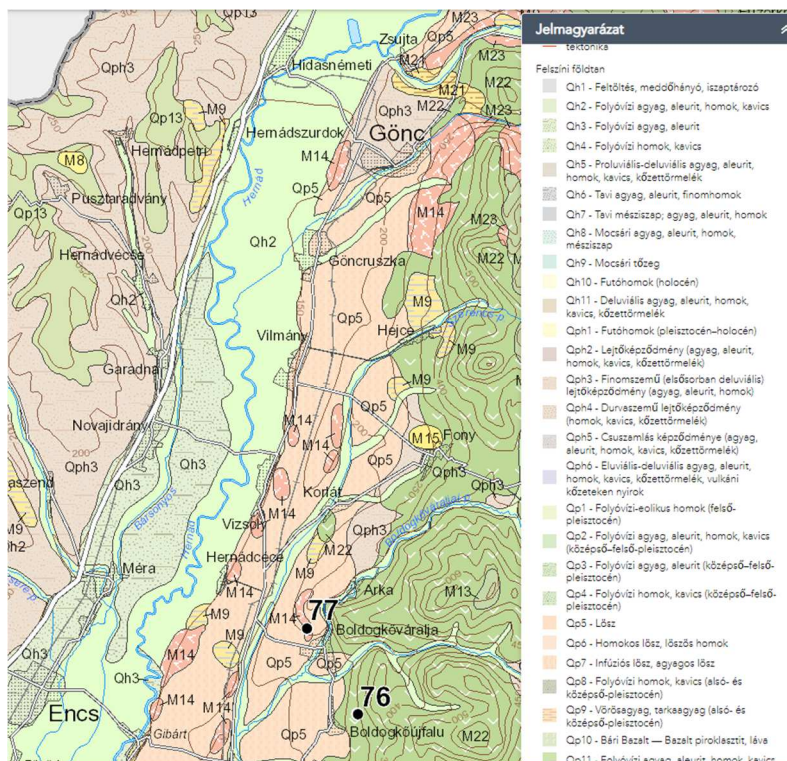
elnevezés valójában kiterjedtebb vidéket foglal magába, mint a természeti tájak rendszertani felosztásában megjelölt Cserehát (2. ábra).



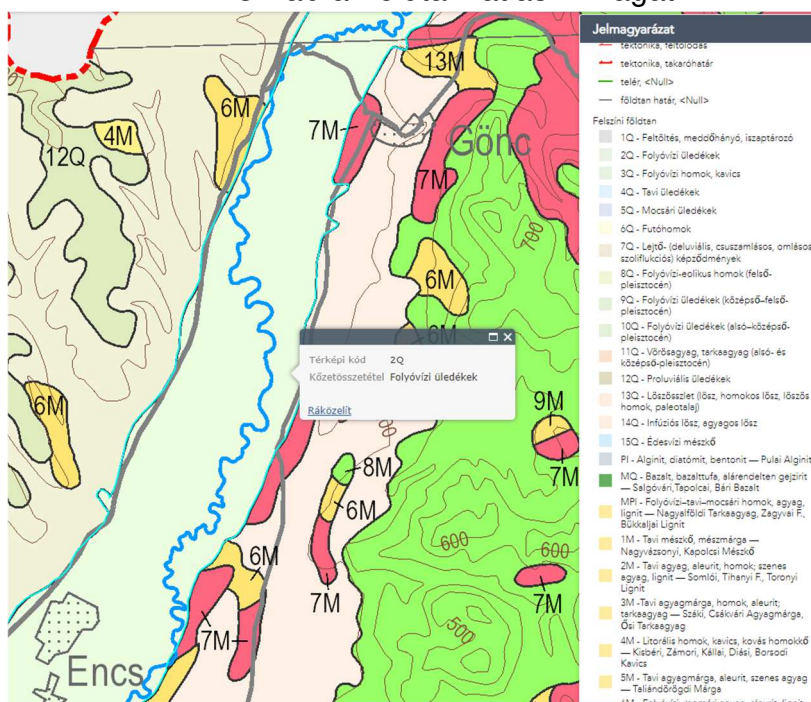
2. ábra A Cserehát geológiai vázlata

A Hernád, a Bódva (a Sajó) és az országhatár által bezárt terület valamivel több, mint 1 300 km² kiterjedésű. Ha a szűkebben értelmezett, a folyóvölgyektől többé-kevésbé távolabb kiemelkedő dombvidék kiterjedését nézzük, akkor a reális érték 1 000 km² körüli (SZABÓ JÓZSEF a magterület nagyságát 1 050 km²-ben határozza meg, az általam vizsgált 78 település közigazgatási határának összkiterjedése 1 132,8 km²). A Cserehát tágabb környezetéhez viszonyítva kettős arculatú táj, ún. medence-dombság. A Bükk, a Zempléni-hegység, az Aggteleki-karszt és az északi hegységkeret vonulatai átlagosan 300-600 méterrel magasodnak a dombvidék fölé, ezekhez képest tehát medence jellegű, a dombsági arculat elsősorban az Alföld, illetőleg a Hernád és a Bódva völgyei felől nézve szembetűnő. E környezetéhez viszonyított kettős jelleg sajátos földtörténeti fejlődés következtében, két fő szakaszban alakult ki. Mint medence egy korábbi (elsősorban miocén-pliocén) akkumulációs fejlődési szakasz tükrözője, mint felszabdalt dombvidék fiatalabb (pleisztocén-holocén) eróziós-denudációs folyamatok eredménye (SZABÓ, 1998).

A 3. ábra mutatja a térség kivágatát Magyarország földtani atlaszából, a 4. ábra pedig a felszíni földtani képződményeket..



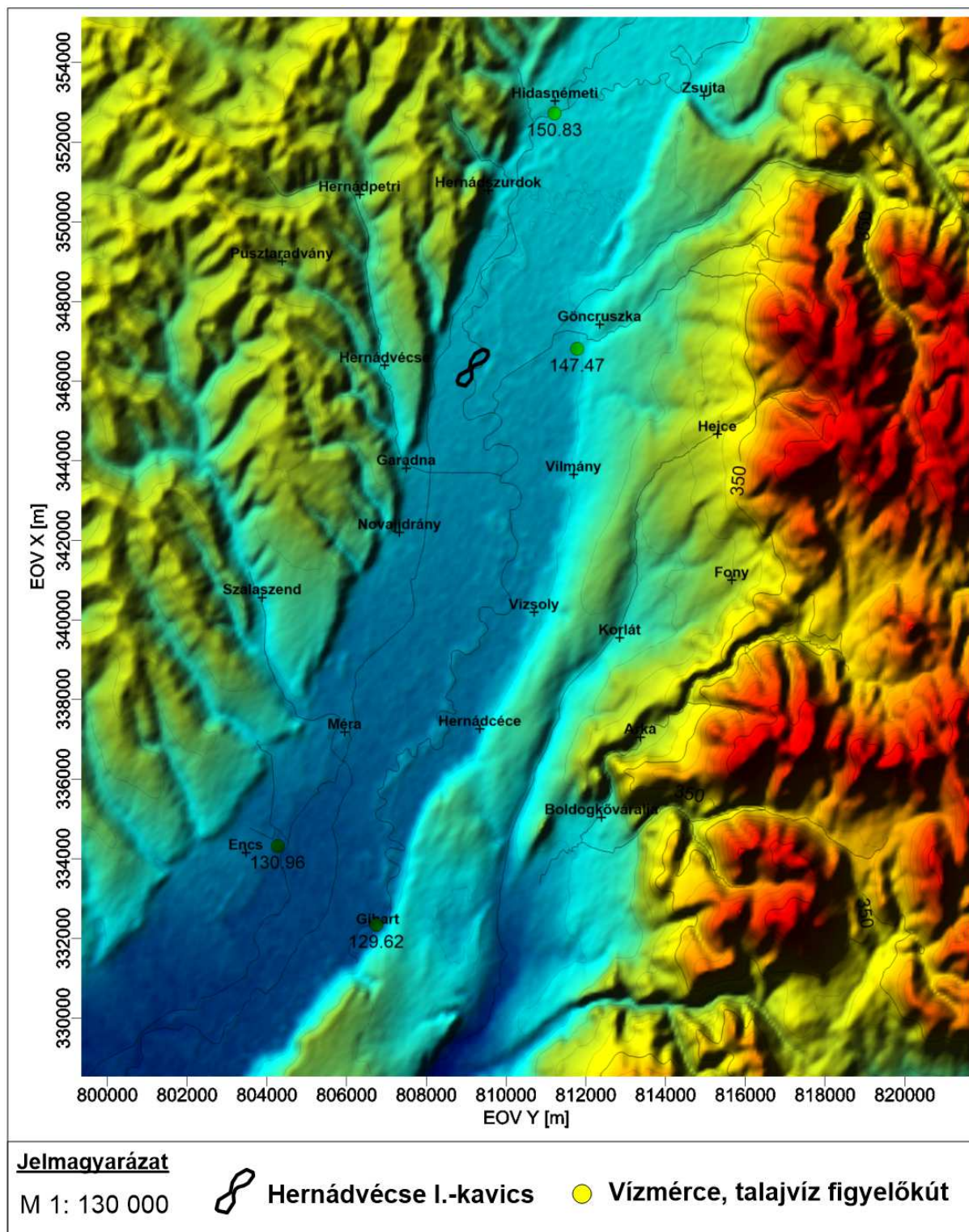
3. ábra Földtani atlasz kivágat



4. ábra Felszíni földtani képződmények

III. Domborzat, geomorfológiai sajátosságok

A Cserehát több szempontból is egységes táj, melyet nagyfokú egyveretűség jellemez. Legmagasabb pontja (Kecske-pad, 340 m) Irotától északra található, míg a legalacsonyabb Szikszó környékén (115 m). A legnagyobb átlagmagasságú felszín északkeleten, a Rakaca-patak forrásvidékén terül el, jórészt egybefüggő térszint alkotva (Szemere, Pusztaradvány, Litka, Büttös, Kány, Perecse stb.). Az északkeleti részen az egykori hegyláb felszín maradványaként terjedelmes tetők maradtak meg, s a völgyek felső szakaszának fenékszintje is viszonylag magasan fekszik (SZABÓ, 1998a). A Cserehátra általában igaz, hogy a fő völgyközi vízvásztó gerincek 275-300 méter magasak, s a dombhátak tetőszintje viszonylag egyező értéket mutat (BALOGH et al., 1989 – 6. ábra). A domborzat élénkségét tükröző relatív relief az északnyugati karsztvidéken éri el leg-nagyobb értékeit (Bódvarákó 157 m/km², Szalonna 126 m/km², Martonyi 122 m/km²), a terület közel felén 60-80 m/km² közötti az értéke. A kis reliefenergiájú felszínek a Sajó és a Hernád mentén fordulnak elő legnagyobb arányban. Legtipikusabb cserehádi arculatot az Irotától Fáj irányába húzódó vízvásztó vidéke mutatja, a legváltozatosabb tájképek egyikét pedig a Szendrő–Rakacai-rögvidéken csodálhatjuk. Mindkét területen jellemző a viszonylag magas lejtősségi érték (Szendrőládon éri el maximumát, ott 1 397, a maximálisan lehetséges érték 55,9%-a). Mindebből az is következik, hogy a szántóföldi növénytermesztés számára a mészkővidék és a vízvásztó környéke kevésbé alkalmas terület. A Cserehátra általában jellemző, hogy a meredek (>25%) és a lankás (<12%) lejtők részaránya is viszonylag alacsony. A mezőgazdasági termelés számára a lejtőviszonyok elsősorban a Hernád völgye mentén jelentenek legkevesebb gondot. A térség domborzatát az 5. ábra szemlélteti.



5. ábra A térség domborzata

IV. Kavicsbányatavak hatása a talajvíz mennyiségére

A Hernád pleisztocén kavicssterasza jelentős víztartalékkal rendelkezik. A Hernád-völgyében felsőpannon homok rétegek rendelkeznek rétegvíz készletekkel. A víztest keleti részét alkotó Tokaji-hegység vulkáni kőzeteihez hasadékvizek kapcsolódnak. A hegység nyugati peremén 150-200 m mélységből rétegvizek termelése történik miocén korú vulkáni kőzetekből

A minisztérium megrendelésére a VITUKI 1997-ben "A kavicsbánya tavak talajvízháztartásra gyakorolt hatásának vizsgálatára kidolgozott módszertan alkalmazása a Duna - Tisza közti hátság - peremi részén kiválasztott területre" címmel tanulmányt készített. A kötetben részben regionális modellezéseket és számításokat, részben egyedi tóra vonatkozó számításokat végeztek. A vizsgált terület környezetét 3 részterületre osztották, ebből a taksanyi terület a 2. részterületre esik, ahol 322 ha összes tóterületen kb. 4500 m³/napra becsülte a tanulmány a párolgás miatti vízvesztést, ez tehát 14 m³/hónap lenne. Ugyanakkor a teljes modell elemzése 12,5 m³/ha/nap értéket adott. Ennek alapján a teljes 32 ha nagyságú keletkező tófelület teljes párolgási vesztesége 400 m³/nap lenne.

Ugyanakkor az idézett tanulmány a környéken (Bugyi térségében) olyan egyedi tavat is modellezett, amely 15 ha nagyságú. Egy m²-re 918 mm párolgás és 493 mm/év csapadékadatokkal számoltak, vagyis 425 mm/m² a tényleges párolgási veszteség. Így viszont csak 4,25 m³/nap az egy hektárra eső adat. Ennek alapján 144,5 m³/nap vízmennyiség utánpótlódására van szükség. a teljes tófelületre vonatkozóan. Ezt tekinthetjük reális adatnak. A jó vízutánpótlódást igazolja a VITUKI Kht. vízkészleteink állapotértékelése című tanulmánya [6] is. Az elmúlt 20-30 évben a Duna-Tisza közti területeken jelentős talajvízszint süllyedés játszódott le. A vízszintváltozás okát a következő sorrendben jelölik meg: Klimaváltozás (50%), túlzott artézi víztermelés (25%), Túlzott talajvízhasználat (6%), Művelési ág megváltozása (10%), Lecsapolás (7%), egyéb okok (2%). A tervezett bányászati tevékenység nem jár víztermeléssel és a területen nem végeznek lecsapolást sem. A tervezett tevékenység által okozott párolgási intenzitásnövekedés a talajvízhasználat és művelési ág megváltozása kategóriájába sorolható. Ugyanebben a tanulmányban található egy összehasonlító értékelés, ami az 1956-60-as bázisévek átlagához viszonyított talajvízeltéréseket veti össze 2000-ben mért értékekhez képest. A Duna-menti síkságon ezen belül az általuk megfigyelt Csepeli-síkon más területekhez viszonyítva nem játszódott le jelentős vízszintsüllyedés.

A kavicsösszlet kitermelése szempontjából igen fontos a talajvíz elhelyezkedése. A terület környezetében megtalálható talajvízszint figyelő és regisztráló kutak idősorát, és a környező vízmércék vízszintmérésének eredményeit. A kutak adatait a 3. - 5. táblázat foglalja össze.

Törzsszám	Állomás	EOV X [m]	EOV Y [m]	Kútperem [mBf]	Terep [mBf]	Mélység [m]	Észlelés kezdete
1775	Encs	334329	804263	133.93	133.14	720	1972.08.29
4489	Göncruszka	346823	811774	150.62	149.67	1000	2003.01.01

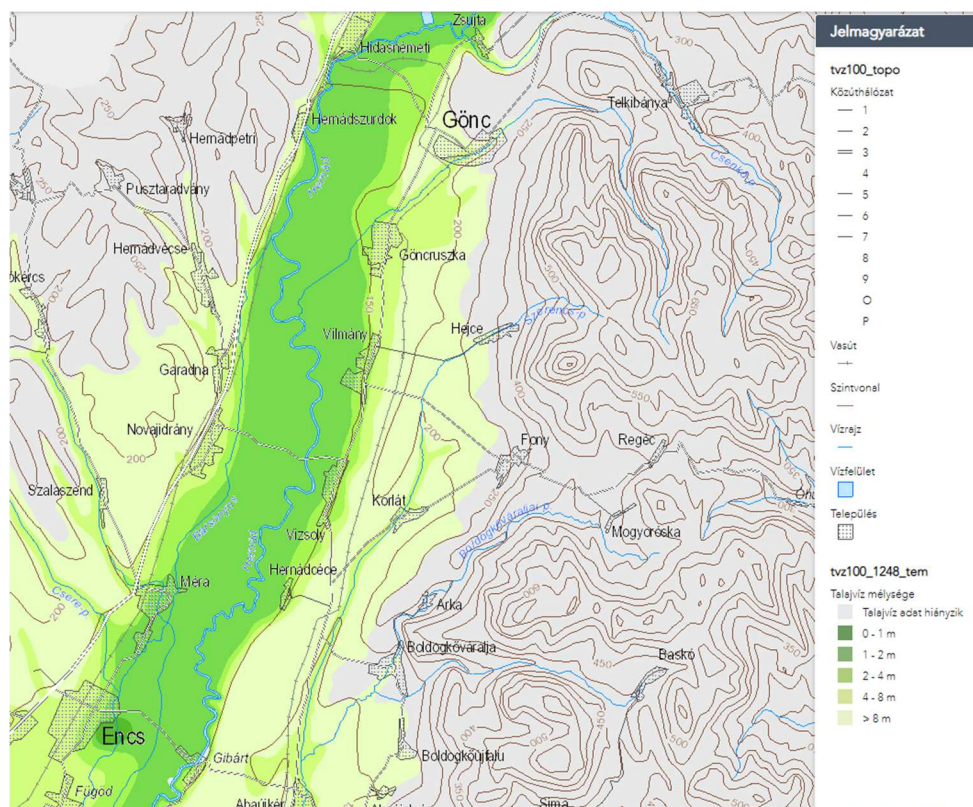
1. táblázat Figyelőkutak adatai 2006

törzsszám	Neve	Mélysége [cm]	Kútperem [mBf]	Terep [mBf]	Kiállítás [cm]	január [cm]	február [cm]	március [cm]	április [cm]	május [cm]	június [cm]	július [cm]	augusztus [cm]	szeptember [cm]	október [cm]	november [cm]	december [cm]	Évi közép vizállás [cm]
1775	Encs	720	133.93	133.14	79	283	288	275	266	250	254	261	252	278	289	291	297	297
4489	Göncruszka	1000	150.62	149.67	95	312	313	282	275	292	264	312	344	346	349	349	342	315

törzsszám	Neve	Mélysége [cm]	Kútperem [mBf]	Terep [mBf]	Kiállítás [cm]	január [mBf]	február [mBf]	március [mBf]	április [mBf]	május [mBf]	június [mBf]	július [mBf]	augusztus [mBf]	szeptember [mBf]	október [mBf]	november [mBf]	december [mBf]	Évi közép vizállás [mBf]
1775	Encs	720	133.93	133.14	79	131.1	131.05	131.18	131.27	131.43	131.39	131.32	131.41	131.15	131.04	131.02	130.96	130.96
4489	Göncruszka	1000	150.62	149.67	95	147.5	147.49	147.8	147.87	147.7	147.98	147.5	147.18	147.16	147.13	147.13	147.2	147.47

2. táblázat Figyelőkutak időszora 2006

A vízföldtani adottságokat a Hernád folyó és az általa felhalmozott folyóvízi üledékek tulajdonságai határozzák meg. A Magyar Földtani Intézet térképi adatbázisában található a 6. 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.



6. ábra Talajvíz terep alatti mélysége[9]

V. A térség vízrajza

a. Folyóvizek

Meghatározó vízfolyása a Hernád folyó, melynek teljes magyar szakasza (118,4 fkm) az alegység területét képezi. A folyó a 108-118,4 fkm szelvények között határvíz. Magyarországon a folyómeder átlagos esése 0,6 m/km, a víz átlagos sebessége 1 m/s, átlagos mélysége 2-3 m, helyenként 5-6 m-es kimélyülésekkel, a középvízi meder szélessége 30-50 m. A víz hőmérséklete nyáron 20-22°C, a hordalék (lebegtetett, görgetett) szemcsemérete, hozama: lebegtetett (0,045 mm) ~ 400.000-800.000 t/év, görgetett (0,6-0,9 mm) ~ 6.000 t/év. Vízmérce adatokat, idősorokat és további jellemzőket 3.-4.-5. táblázatok tartalmazznak, valamint a vízmércék helye az 5. ábrán került feltüntetésre.

A folyó magyarországi szakaszát a rendkívül erőteljes meanderező, kanyargási hajlam jellemzi, a folyó életének természetes velejárója a túlfejlett kanyarulatok átszakadása partszakadások, medervándorlás. Magaspartok jelenléte ~7,5 %-ra tehető. Az alegység területén a Hernád-folyó jelentősebb mellékágai a hazai vízgyőjtőn a Garadna-, Bélus-, Vasonca-, Szartos-, Csenkő-, Gönci- és a Vadász-patakok, valamint a Kis-Hernád. A Szerencs-Takta jelentősebb mellékágai a Gilip-patak, a Harangod-ér, a Boldogkőváraljai-patak, Aranyos-patak, a Fennsíki-csatorna és a Mádi-patak. A kijelölt vízfolyás víztestek a Bársonyos-öntöző-főcsatorna és a Taktaközi-öntöző-főcsatorna kivételével mindegyike természetes víztest. Az alegység területén elhelyezkedő kisvízfolyások szabályozása rendezése az 1970-es években megtörtént. A mederrendezések döntően vízkárelhárítási célból történtek biztosítva azt, hogy belterületen a Q1-3% vízhozamok, míg külterületen a Q10% vízhozamok lehetőleg kiöntés nélkül elvezethetők legyenek. A kisvízfolyások közül állandó vízfolyás a Vadász- a Szerencs- a Gönci- a Csenkő- a Szartos- a Bélus-patak és a Kis-Hernád, a többi időszakos vízfolyás.

A Cserehát domborzati szigetjellege miatt lényegében a területére hulló csapadékvízzel gazdálkodhat, s ez a kiemelt helyzet nemcsak a felszíni, hanem – egyéb tényezőkkel együtt – a felszín alatti vízutánpótlást is lehetetlenné teszi. Hidrológiai szempontból a finomszemű agyagos üledékek általában rossz vagy közepes vízádó képességűek, vízraktározás terén elsősorban a változó mélységben és vastagságban előforduló homokrétegek jöhetnek szóba, valamint a nyugat–északnyugati mészkővidék paleozoos, mezozoos mészkövei. Az itt felszínre bukkanó néhány forrás vízmennyisége azonban a mezőgazdasági gyakorlatban számottevő szerepet nem játszhat. Ugyanez mondható el a dombvidék belső területein fakadó rétegforrásokról is. Egységes talajvízszint a Csereháton csak a nagyobb völgyek völgytalpi sávjában van. Ez a gyakran túl magas, a völgytalpak mezőgazdasági hasznosítását nehezítő talajvíz elégitette

ki évszázadokon át a völgyfenékre települt falvak vízszükségletének túlnyomó részét, jöllehet felhasználása egészségügyi szempontból mindig is problematikus volt. A felszíni vizek a nem túl bőséges csapadékból táplálkoznak, a medrekben lefolyó víz mennyisége az év néhány árvizes napjától eltekintve szinte jelentéktelen. A több mint

negy-ven patak közül csak néhánynak említésre méltó a vízgyűjtő területe. Legnagyobb a Bódvába torkolló Rakaca-pataké (236,2 km²), amely teljes hosszában a Csereháton kanyarog keresztül. Ugyancsak a Bódvához tartoznak a Sas-patak (46,7 km²), a Juhász-patak (19,8 km²), a Galvácsi-patak (18,5 km²) és az Abodi-patak (33,2 km²). E patakok egy részének völgyei nyugat–keleti, a Rakacába ömlő patakok völgyeinek némelyike észak–déli csapásirányú. A Hernádhoz tartozó vízgyűjtők közül a Vadász-pataké a legterjedelmesebb (209,7 km²), a Vasonca-patak (94,9 km²) és a Bélus-patak (46 km²) vízgyűjtői annak csak töredékei (SZABÓ, 1986). A Hernád-völgy folyó menti síkját zömmel réti öntéstalajok borítják. Mérától délre, a völgy peremén réti talajok fednek viszonylag nagyobb, összefüggő területet. A völgytalp ki-csiny foltjain nyers öntéstalajok is előfordulnak. Az öntés- és réti talajokra leginkább az agyagos vályog mechanikai összetétel, a közepes vízvezető és a nagy víztartó képesség a jellemző. A nyers öntéstalaj termékenysége gyenge, a réti öntéstalajoké valamivel kedvezőbb, a nagyobb szervesanyagtartalom következtében a réti talajok a legtermékenyebbek.

Törzsszám	Vízfolyás	Állomás	EOV X [m]	EOV Y [m]	Vízmérce "0" [mBf]	Vízgyűjtő [km ²]	Folyam km	Észlelés kezdete
1736	Hernád	Belsőbócs alsó	302083	793728	102.77	5150	13.56	1946.11.01
1735	Hernád	Belsőbócs felső	302100	793720	102.75	5150	13.56	1946.11.01
1734	Hernád	Gesztely	308886	792475	108.06	5105	24.4	1946.09.23
1733	Hernád	Gibárt	332345	806739	128.81	4650	65.51	1953.11.20
1732	Hernád	Hidasnémeti	352730	811208	151.29	4515	97.04	1893.01.01

3. táblázat Vízmérce adatok

Törzsszám	Állomás	január	február	március	április	május	június	július	augusztus	szeptember	október	november	december	Évi jellemző vízállás [cm]	Évi jellemző középvízállás [mBf]	LKV; LNV	Időpont
1736	Belsőbócs	56	60	47	89	62	85	54	58	33	28	38	35	28		-50	1948.07.31
		67	81	101	217	80	222	121	72	44	40	43	41	94	103.71	494	2004.08.03
		96	176	340	412	116	478	340	160	77	48	47	45	478		-	--
1735	Belsőbócs	110	190	168	210	234	150	30	20	170	194	220	134	20		-78	1992.08.05
		226	228	236	277	276	282	261	242	244	241	255	233	250	105.25	394	2004.08.03
		294	264	294	312	294	378	298	288	296	276	276	276	378		-	--
1734	Gesztely	30	32	21	74	49	69	23	23	7	5	2	5	2		-16	2003.07.18
		56	63	77	181	73	183	87	39	20	13	14	9	68	108.74	474	2006.06.07
		96	130	332	388	112	474	256	63	59	18	20	14	474		-	-
1733	Gibárt	20	20	26	80	60	90	60	40	40	40	47	38	20		0	1957.11.23
		36	22	81	221	137	172	80	44	52	43	49	41	81	129.62	500	1955.08.08
		85	30	450	470	416	410	145	60	100	48	50	47	470		-	-
1732	Hidasnémeti	-92	-86	-85	-33	-60	-38	-96	-100	-114	-113	-113	-116	-116		-120	2003.12.25
		-60	-69	-10	64	-32	78	-28	-75	-100	-107	-105	-112	-46	150.83	434	2006.06.05
		-3	-25	342	323	57	434	182	-34	-69	-96	-94	-107	434		-	--

4. táblázat Vízmérce idősorok

Vízfolyás	Állomás	LNV (2006 előtt)		NV és LNV (2006-ban)		Eltérés 2006-ban az eddigi LNV-től [cm]
		értéke [cm]	előfordulásának dátuma	értéke [cm]	előfordulásának dátuma	
Hernád	Hidasnémeti	410	1948.06.09.	434	2006.06.05	24

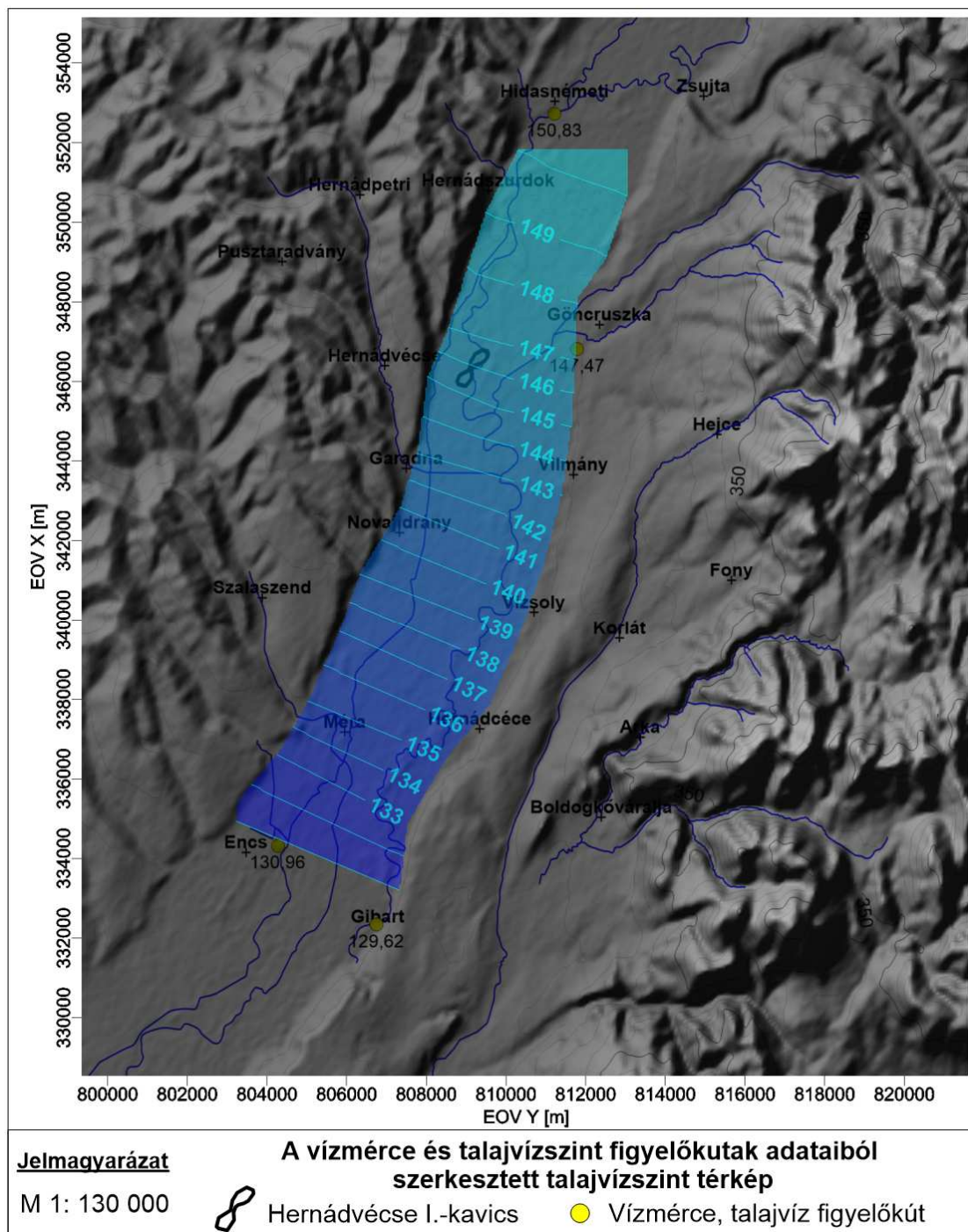
Vízfolyás	Állomás	Sokéves KÖQ (1971- 2000) [m ³ /s]	KÖQ (2006) [m ³ /s]	2006. évi vízhozamok		Lefolyt vízmennyiség (2006) [10 ⁶ m ³]	Megjegyzés a *-gal jelölt értékhez
				max. [m ³ /s]	min. [m ³ /s]		
Hernád	Hidasnémeti	27,3	40,1	554	8,9	1270	

Vízfolyás	Állomás	Fkm	A jégjelenségek tartóssága [nap]			
			az 1961-1990 időszak összesítésében		2005-2006 telén	
			álló jég	zajló- és parti jég	álló jég	zajló- és parti jég
Hernád	Hidasnémeti	97,0	17	12	10	14

5. táblázat A Hernád néhány jellemző adata

b. Talajvíz

A talajvíz áramlási iránya a terepviszonyoknak megfelelően a Hernádot követve É-D-i irányú. A talajvíz figyelőkutak és vízmércék adatait felhasználva szerkesztettük a völgyszakasz talajvízszint térképét, melyet a 7. ábra szemléltet a terepviszonyok között.



7. ábra A szerkesztett talajvízszint térkép

VI. Éghajlati viszonyok

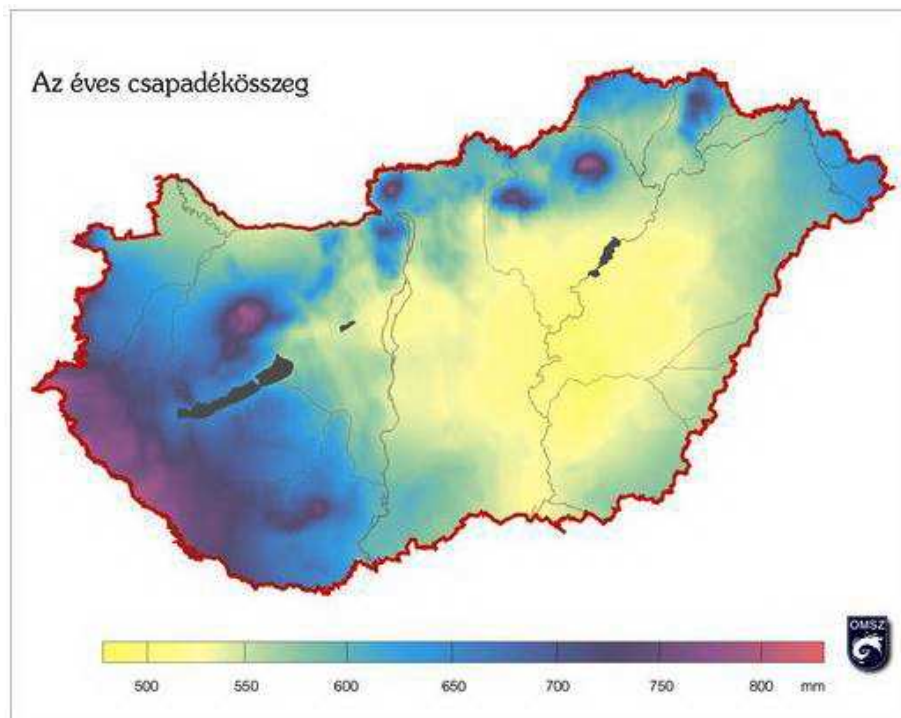
Ha a PÉCZELY GYÖRGY által a víz- és hőellátottság alapján definiált éghajlati körzetek szerint jellemezzük a Cserehát és tágabb környezete éghajlatát, akkor nagyobbik, déli fele a mérsékeltén hűvös-száraz, északi része pedig a mérsékeltén hűvös-mérsékeltén száraz éghajlati körzet jellemvonásait hordozza. Ehhez hasonló, de valamivel árnyaltabb a Magyarország Nemzeti Atlaszában található éghajlati tipizálás (lásd. MAGYARORSZÁG NEMZETI ATLASZA, 1989), ahol a Csereháton áthaladó vízválasztótól délre eső területet a mérsékeltén meleg, a tenyészidőszakban elégtelen nedvességű, mérsékeltén száraz, hideg telű típusba sorolták, míg az északi

rész a mérsékelt meleg, mérsékelt nedves, hideg télű típusába tartozik. Éghajlati tekintetben átmeneti helyzetet foglal el, az alföldi éghajlati hatások elsősorban a Hernád- és Sajó-völgy mentén éreztetik hatásukat. A napsugárzás évi összege az egész területen általában 4300 MJ m⁻² alatt marad. A napfénytartam évi összege nem haladja meg az 1900 órát (pl. a Szalonnai-karszton, a Bódva völgyében, a Torna-dombságon, a Szendrői-rögvidéken, a Keleti- és a Nyugati-Csereháton 1850 óra/év körüli – AMBRÓZY & KOZMA, 1990). Az évi középhőmérséklet 8,6-9,5 °C (ez utóbbi a Hernád-völgy déli részén jellemző), a vegetációs időszak hőmérsékleti átlaga 15,3 és 16,3 °C közötti, a tenyészidőszak hőmérsékletösszegei 2900-3100 °C körüliek. A mezőgazdasági termelés szempontjából igen jelentős 10 illetve 15 °C átlagos hőmérsékletet meghaladó napok évi száma az országban a legalacsonyabbak közé tartozik (SZABÓ, 1986). A Szalonnai-karszton pl. átlagosan 175 napon haladja meg a napi középhőmérséklet, a 10 °C-ot, a Hernád völgyében ez az érték 180-182 nap. Általában április 15. és október 13. között tart ez az időszak. A fagymentes periódus 160-170 napig tart április 25. és október 10. között. A nyári legmelegebb napok maximum hőmérsékletének átlaga 32–33,5 °C, a téli abszolút minimumoké -15,5 °C és -19,5 °C. A hőségnapok száma (max. hőmérséklet ≥ 30 °C) általában 12-16 nap, a nyári napok száma (a hőmérsékleti maximum ≥ 25 °C) meghaladhatja a 60-at. 110–120 fagyos nap (min. hőmérséklet ≤ 0 °C) és 35-40 téli nap (max. hőmérséklet ≤ 0 °C) jellemző a vidékre. A hótakarós napok száma 40–55, a hótakaró átlagos vastagsága 16-20 cm körüli (AMBRÓZY & KOZMA, 1990).

A csapadék szempontjából a medencejelleg a meghatározó. Az évi csapadékösszegek a Hernád- és a Bódva-völgy alsó szakaszán nem haladják meg az alföldi értékeket. A 600 mm-es évi csapadékmennyiség görbéje nagyjából a Rakaca déli vízválasztóján fut, attól északra általában több csapadék hull (600-650 mm), a Keleti- és a Nyugati-Csereháton, valamint a Hernád-völgy déli szakaszán 600-533 mm. A vegetációs időszakban 330-420 mm-nyi csapadék esik átlagosan, ami némileg mérsékli a nyári vízhiányt. (Az imént felsorolt területek a leg-szárazabbak e tekintetben is.) Az éghajlati vízhiány nyári félévi összege 100 és 250 mm lehet, az évi összeg 50 és 200 mm közötti. A nagyobb érték délen és a Hernád-völgyben, a kisebb az északnyugati területeken jellemző (a teljes terület ariditási indexe 1-1,21) (KOZMÁNÉ & ZÁRBOK, 1989). A Cserehát jelentős részén a csapadék a növénytermesztés, illetve annak egyes ágai számára nem, vagy nem mindig elegendő.

A borult napok évi száma (110-120) igen magas, duplája a derült napokénak (50-60). A leggyakoribb szélirány az északi, északnyugati, az átlagos szélsébség 2-2,5 m/s. A viharos napok száma alacsony, nem haladja meg a 25 napot (ADÁMYNÉ & SZABÓNÉ, 1989).

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



8. 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. 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 közelmúlt csapadék idősor adatait a közelben található Encs és Gesztely állomások havi csapadékösszegekből szerkesztett 1. – 2. diagramon szemlélhetjük.

Csapadék összegek időszora

Időszak 1: ☐ Elmúlt hét

Adatfajta: ☐ Csapadékösszeg

Időszak 2: ☐ 2017 ☐ 01 ☐ 01 - 2019 ☐ 02 ☐ 21

Adattípus: ☐ Összeg

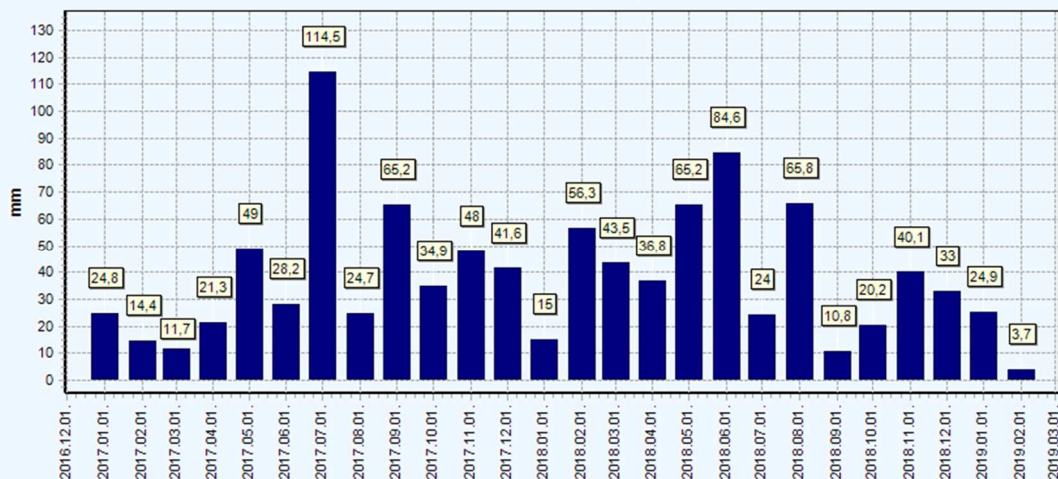
Állomás: ☐ Encs

Sűrűség: ☐ Havi

Frissít

Encs (192221)

Adatfajta: Csapadékösszeg (mm)
Adatsűrűség: havi Adattípus: összeg
Időszak: 2017.01.01. - 2019.02.21.



1. diagramm Encs állomás adatai

Csapadék összegek időszora

Időszak 1: ☐ Elmúlt hét

Adatfajta: ☐ Csapadékösszeg

Időszak 2: ☐ 2017 ☐ 01 ☐ 22 - 2019 ☐ 02 ☐ 21

Adattípus: ☐ Összeg

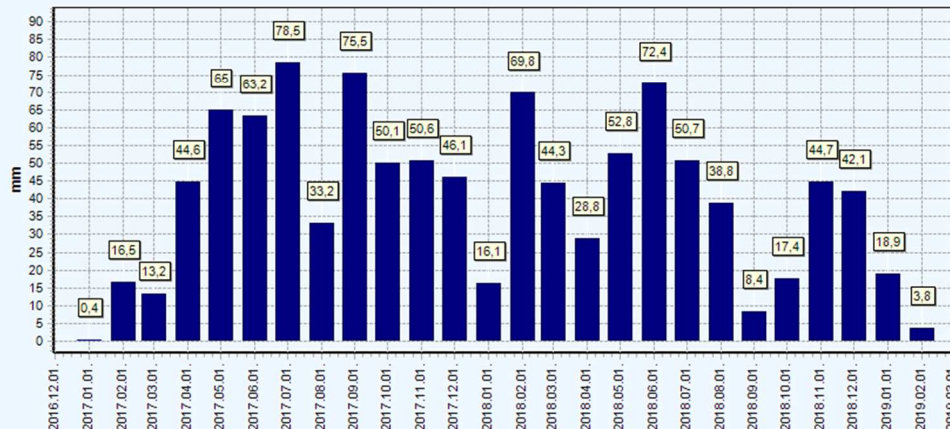
Állomás: ☐ Gesztely

Sűrűség: ☐ Havi

Frissít

Gesztely (192225)

Adatfajta: Csapadékösszeg (mm)
Adatsűrűség: havi Adattípus: összeg
Időszak: 2017.01.22. - 2019.02.21.

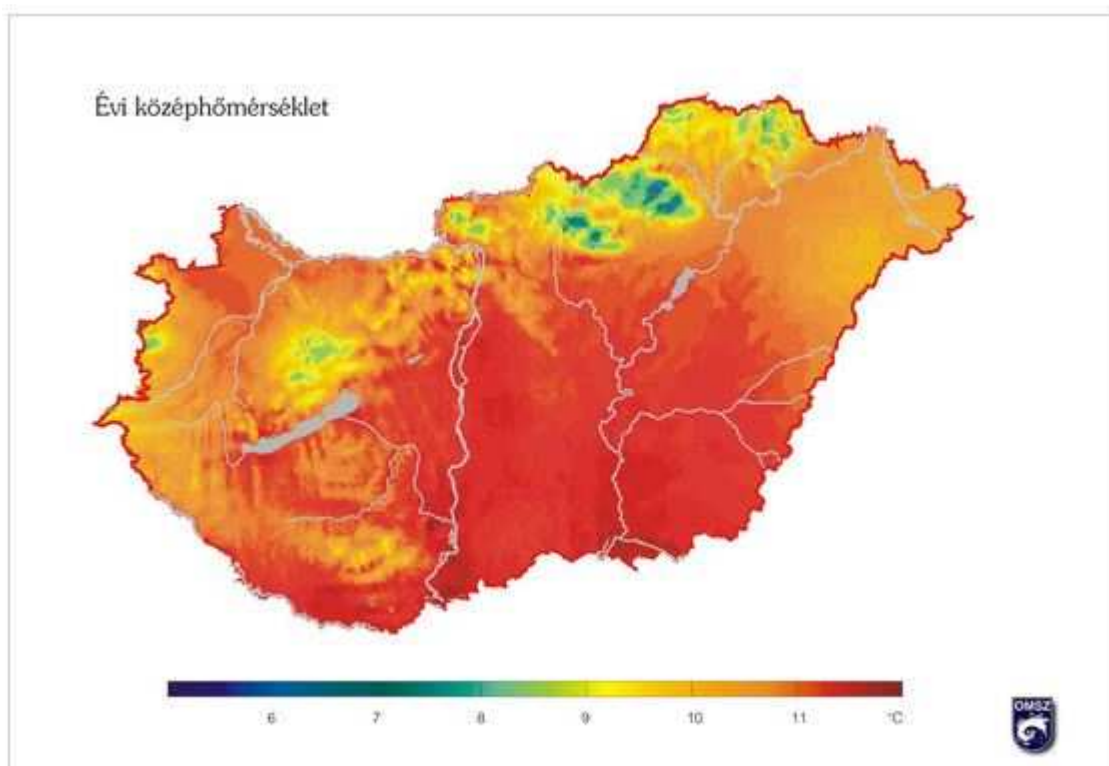


2. diagramm Érd állomás adatai

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 éghajlati tényezők tekintetében a tájegységekre 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.



9. 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, aleuritós 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

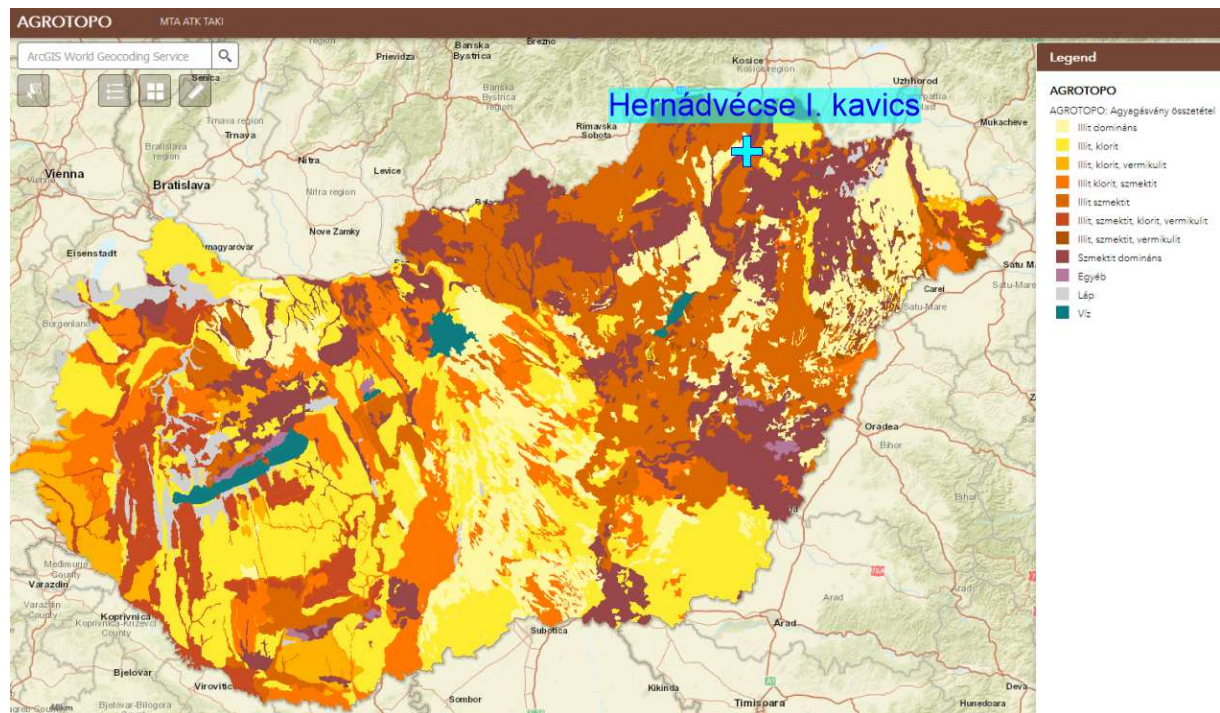
2,0000	Lösz	1,0000	Mésmárga
0,5000	Agyagos lösz	5,0000	Márgás mészkő
0,0500	Löszös agyag	1,0000	Agyagos mészkő
2,0000	Homokos lösz	20,0000	Laza mészkő
5,0000	Löszös homok	10,0000	Mészkő
2,0000	Homok, karottázs alapján	5,0000	Dolomitos mészkő
5,0000	Homok, finomszemcsés (0.06 - 0.1 mm)	20,0000	Repedezett 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	Mészköbreccsa
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	Vulkánit
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	Aleuritos agyagmárga	0,0100	Agyag, aleurit
2,0000	Homokkő	0,0500	Aleurit, homokos a., agyagos hk
1,0000	Aleuritos homokkő	1,0000	Mészkő, mésmárga, márga
0,5000	Agyagos homokkő	0,1000	Aleurit, homokos aleurit
1,0000	Homokkő, agyagmárga		

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

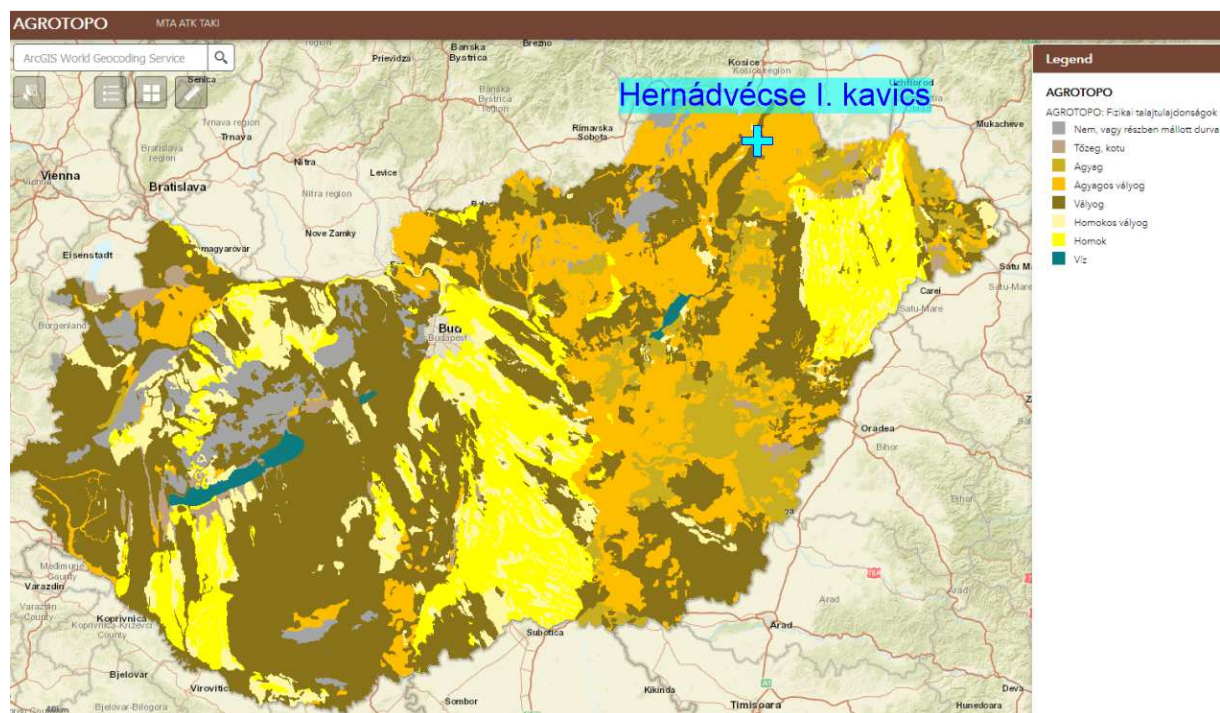
b. Nettó, maradó beszivárgás

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.



10. ábra Agrotopo Agyagásvány összetétel^[8]



11. ábra Agrotopo Fizikai tulajdonságok^[8]

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. [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]

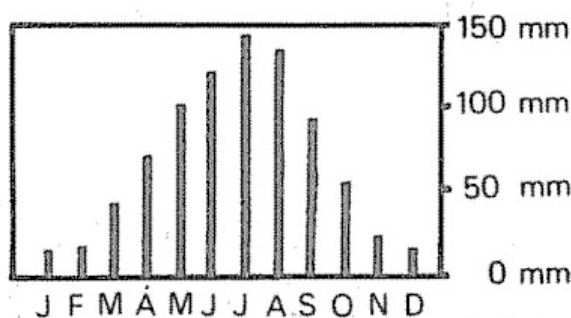
A az egyes talajtípusokra megadott vízkapacitást V_d a következő értékekben adtuk meg:

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

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

c. Evapotranspiráció

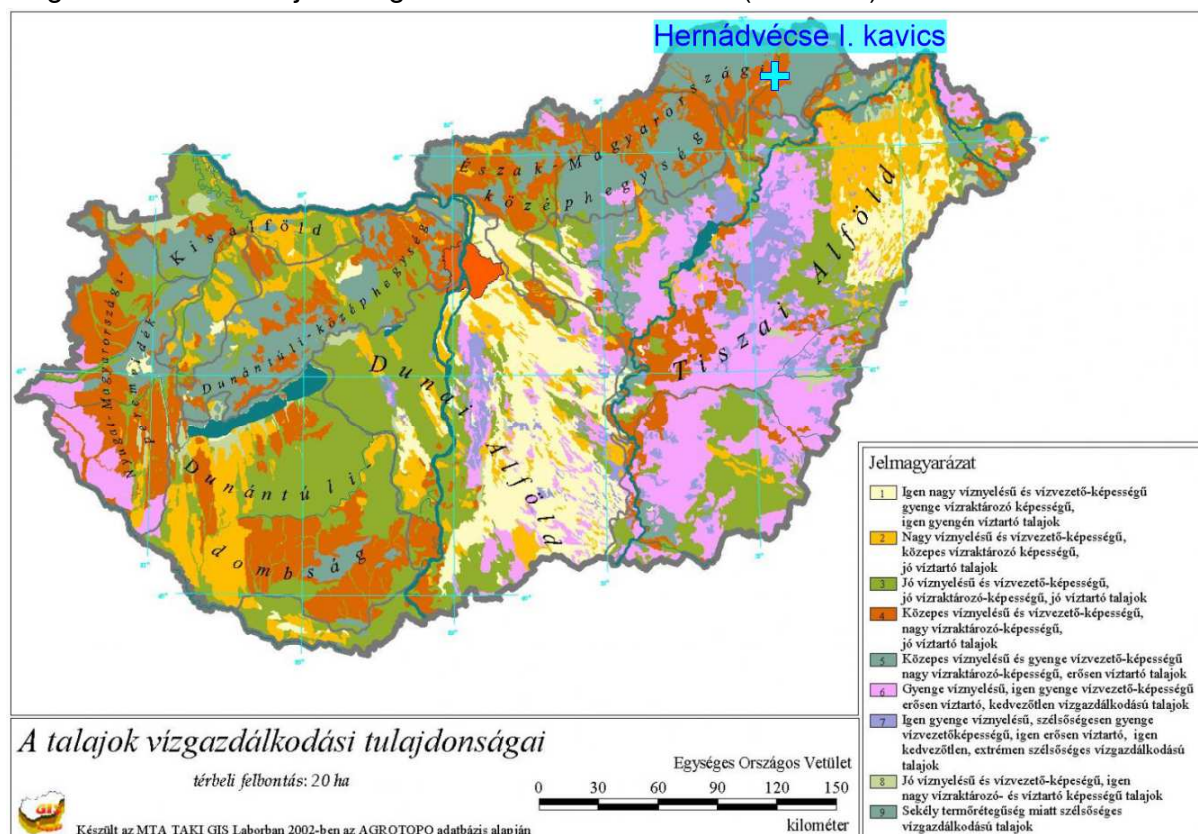
A talaj és a növényzet együttes párolgása az Agrotopográfiai térképen (Százhalombatta 55. térképszelvény) lévő evapotranspiráció diagramról került kiolvasásra. A diagramról becsült átlagos párolgás **60 mm/év**.



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 legpontatlanabbul meghatározható része.

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



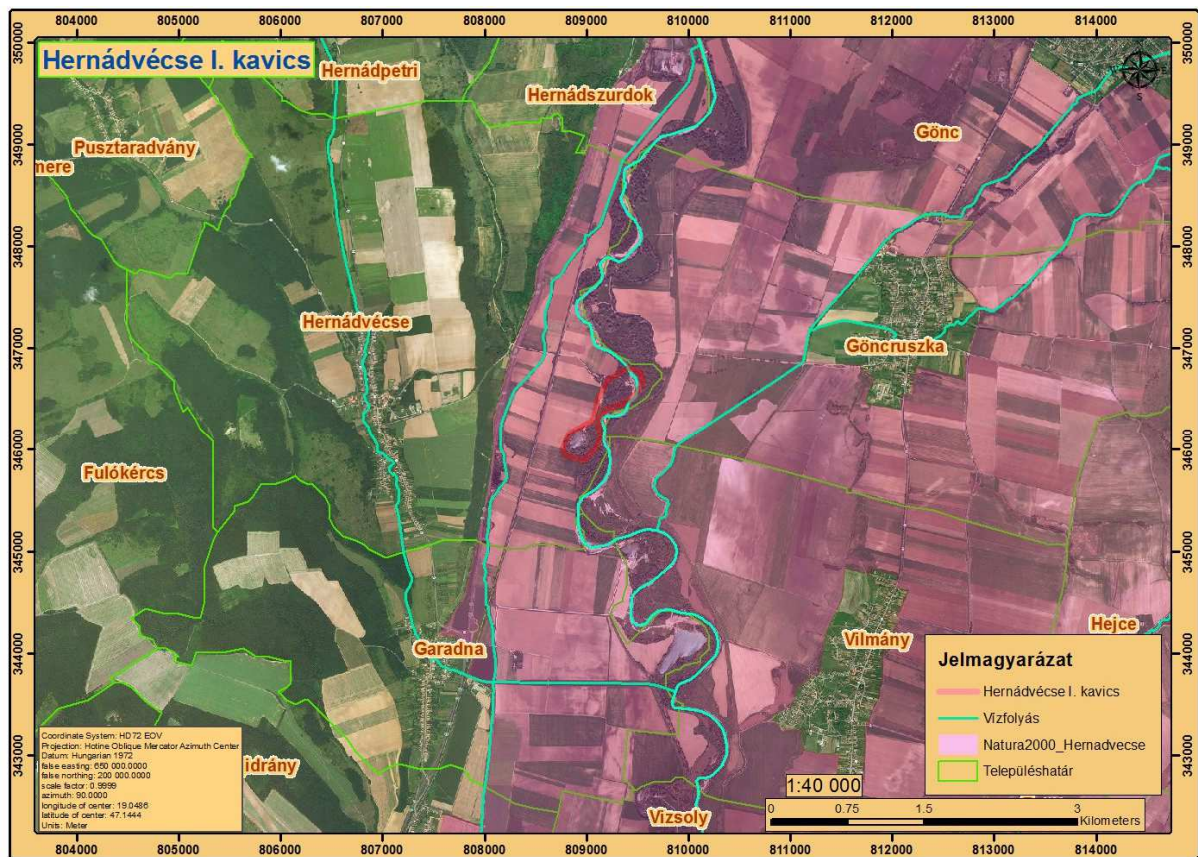
12. ábra Agrotopo Vízgazdálkodás^[5]

VIII. A modell geometriája

A vizsgált terület nagyságának kiválasztásánál a Hernád nagyvízi medrét vizsgáltuk, mivel a tervezett bányató hatása itt jelentkezik várhatóan. A Hernád közvetlen szomszédsága feltételezi, hogy abból az irányból a folyó fedezi a párolgási többletvesztéseket, míg a másik oldalról a domborzat okán becsülhető a hatásterület. Az ilyen módon lefedett terület K-NY-i irányban 3 km, és É-D-i irányban is 63 km kiterjedésű. Az illesztett rácsháló cellamérete 30 x 30 m, a rács 100 oszlopból és 100 sorból áll. A földtani felépítés miatt, egy réteget vizsgáltunk.

A terület átnézeti térképe a 13. ábrán látható.

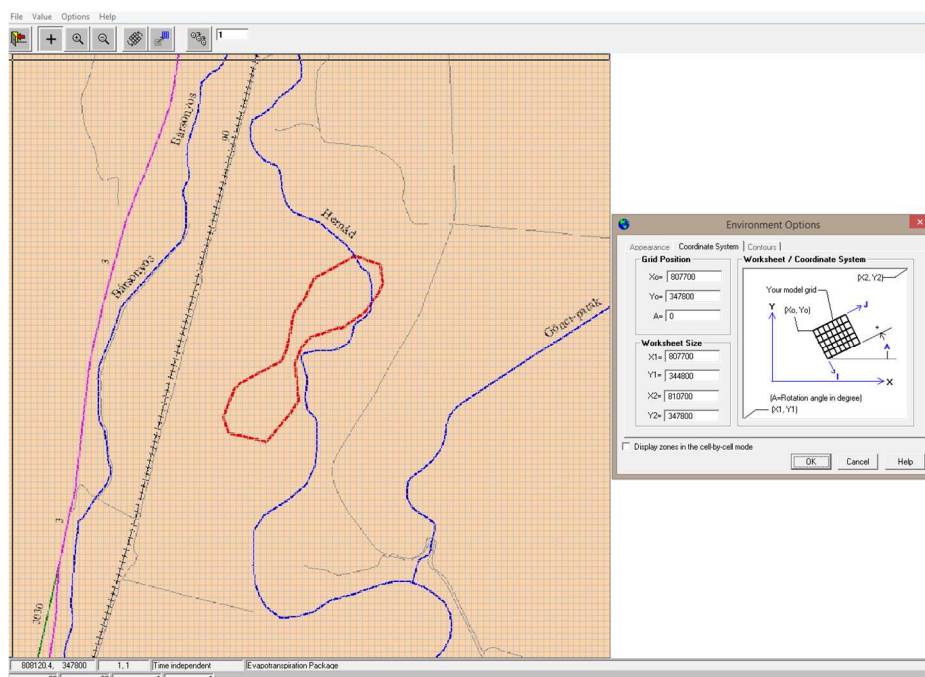
Az elkészített modellhálót a koordinátákkal a 14. és 15. ábrák mutatják.



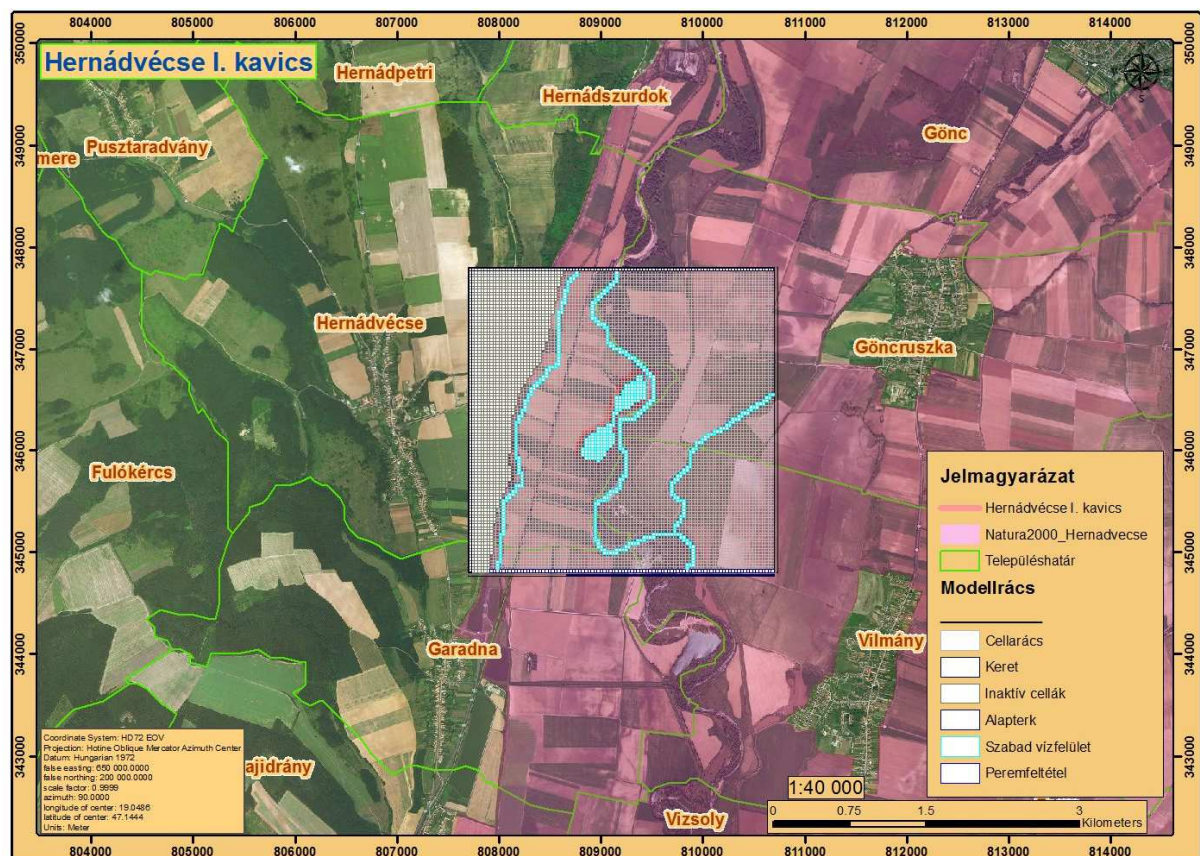
13. ábra A terület átnézetű térképe

A modellhatárok:

EOV Y [m]	807700	-	810700
EOV X [m]	344800	-	347800

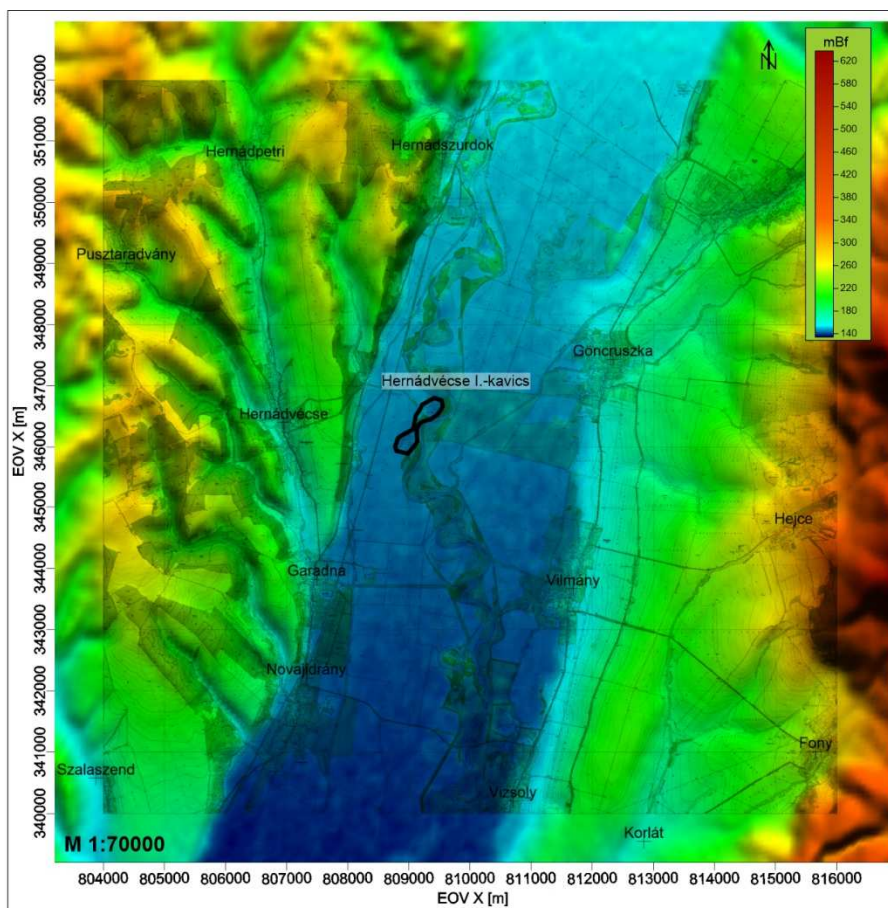


14. ábra Modellrács geometriája

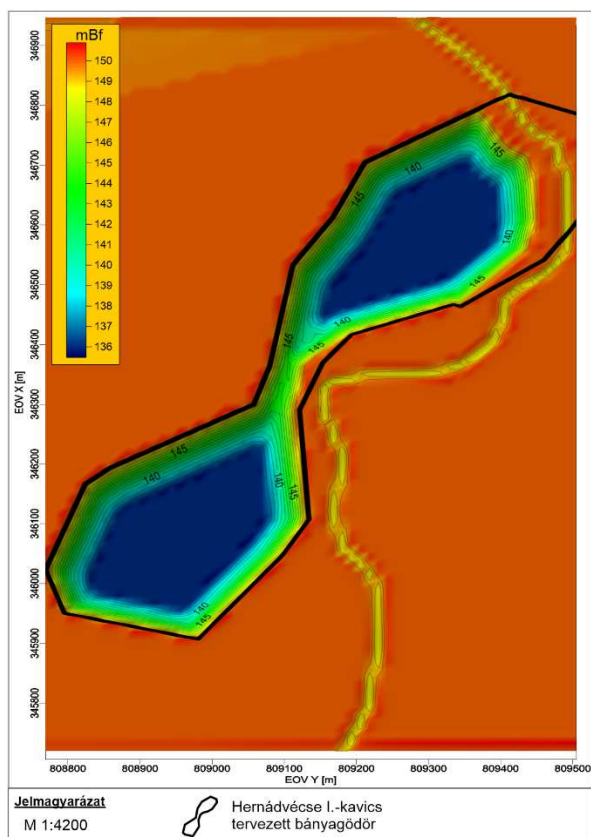


15. ábra A modellrács térképre illetve jelen állapot

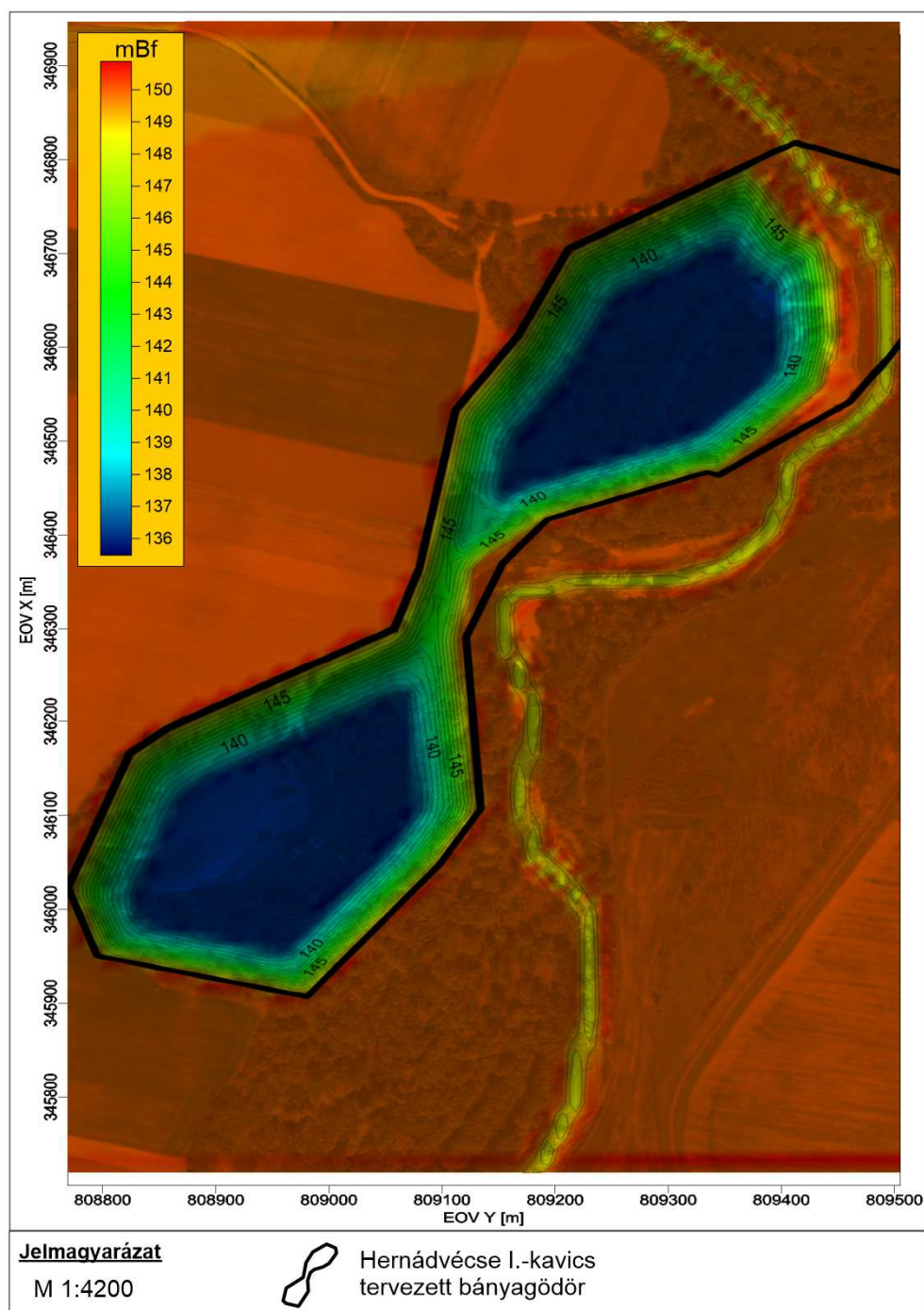
A modell geometriájának kialakítása során első lépésben a terepszintet, majd az uralkodó áramlási teret készítettük el, a víztartó összlet fekszenetjét 135 mBf határoztuk meg. A terep adatokat az EOVS 1:10 000 méretarányú topográfiai térképszelvények digitalizálása útján kaptuk. Felhasználtuk továbbá a Vízrajzi Évkönyv online elérhető adatait is. A digitalizált adatokból, valamint a kutak terepszint értékeiből szerkesztettük a terület terepszintfelületét melyet a 17.-18. ábra szemléltet. A 19.-20. 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. A szimuláció eredménye egy áramtér, amelyet a 16. 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 hidrológiai szempontból. Mindehhez száraz időszak csapadék és párolgás adatokat használtunk és kedvezőtlen utánpótlódási körülményeket állítottunk be.



18 Terepszintek 2



19. ábra Tervezett bányató maximális mérete



20. 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 hézagterfogatossággal 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 értékeinek meghatározásához a meteorológiai adatokon túl, az említett szakirodalmakat és a bemutott 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.

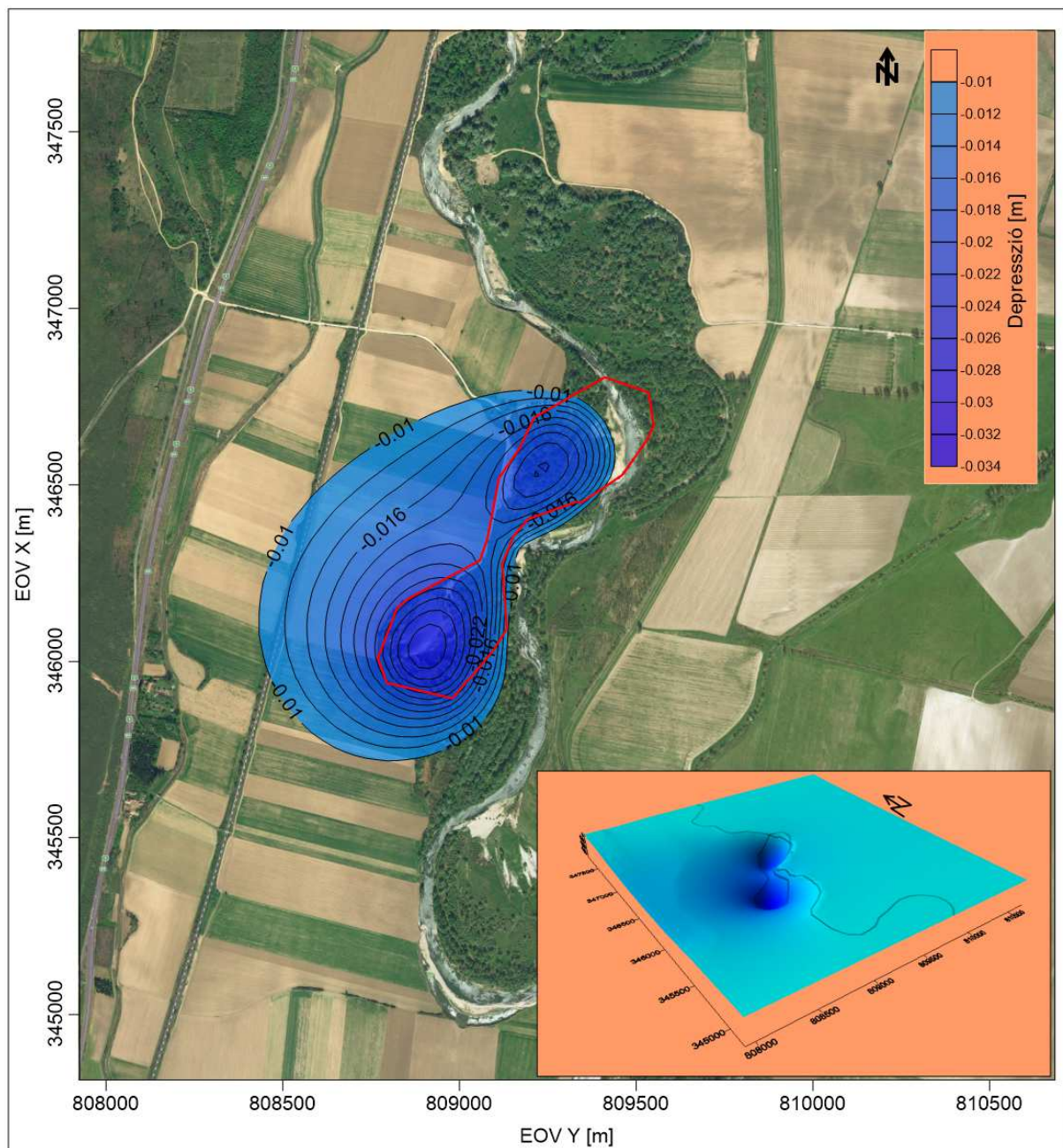
Az alkalmazott környezet a nemzetközi és hazai gyakorlatban elfogadott számítási rendszer, amely a szivárgás alapegyenletének véges differencia, illetve karakterisztika módszerén alapuló megoldásait használja fel.

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 tómeret 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 tartalmaznak elhanyagolásokat.

A 21. ábra szemlélteti a maximális tómeret mellett kialakuló áramteret kedvezőtlen hidrológiai körülmények között, szintvonalasan.



Jelmagyarázat

M 1: 16 000

A depressziós tér



Hernádvécse I.-kavics

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

X. Összegzés, eredmények értékelése

A Hernádvécse I. kavics 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 500m távolságban emelkedik 1cm alá a depresszió. A Hernád 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*