

WP7 A Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer tesztelése a Sárvíz-völgy és Aba térsege mintaterület éghajlati sérülékeny- ségének meghatározásával

Kutatási jelentés

Összeállította:

Selmeczi Pál

Közreműködött:

Czira Tamás – Homolya Emese – Orosz László –
Pálvölgyi Tamás – Plank Zsuzsanna – Prónay Zsolt –
Taller Gábor – Tildy Péter – Varga Bálint –
Viktor Zsuzsanna



NAK

NEMZETI ALKALMAZKODÁSI KÖZPONT
Magyar Földtani és Geofizikai Intézet

2016. április 30.

TARTALOM

VEZETŐI ÖSSZEFOGLALÓ	8
BEVEZETÉS	14
1 TERÜLETI SÉRÜLÉKENYSÉG- ÉS HATÁSVIZSGÁLAT A SÁRVÍZ-VÖLGY MINTATERÜLETRE VONATKOZÓAN A HŐHULLÁM, ASZÁLY, TALAJVÍZ, ERDŐTŰZ ÉS VILLÁMÁRVIZEK TÉMAKÖRÉBEN	15
1.1 A SÁRVÍZ-VÖLGY TERMÉSZETI, TÁRSADALMI, GAZDASÁGI KÖRNYEZETE.....	15
1.1.1 A KÖRNYEZETI VISZONYOK JELLEMZŐI.....	15
1.1.2 A MINTATERÜLET TÁRSADALMI, GAZDASÁGI VISZONYAINAK ÁTFOGÓ BEMUTATÁSA	27
1.2 TERÜLETI SÉRÜLÉKENYSÉG- ÉS HATÁSVIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI	42
1.2.1 HŐHULLÁMOKKAL SZEMBENI KÖZEGÉSZSÉGÜGYI SÉRÜLÉKENYSÉG	42
1.2.2 ASZÁLY ÉS SZÁRAZODÁS OKOZTA MEZŐGAZDASÁGI SÉRÜLÉKENYSÉG	51
1.2.3 TALAJVÍZSZINT-VÁLTOZÁS OKOZTA MEZŐGAZDASÁGI SÉRÜLÉKENYSÉG.....	59
1.2.4 ERDŐTŰZEKKEL SZEMBENI HELYI SÉRÜLÉKENYSÉG.....	60
1.2.5 VILLÁMÁRVIZEKKEL SZEMBENI VESZÉLYEZETTSÉG.....	70
1.3 ÖSSZEGZŐ KONKLÚZIÓK A NATÉR-BAN ELÉRHETŐ ADATOK FELHASZNÁLHATÓSÁGÁRÓL, JAVASLATOK A NATÉR TOVÁBBFEJLESZTÉSÉRE VONATKOZÓAN.....	74
2 LOKÁLIS SÉRÜLÉKENYSÉGET FIGYELEMBE VEVŐ, KLÍMABIZTOS VÍZHASZNÁLATON ALAPULÓ TÉRSÉGFEJLESZTÉSI KONCEPCIÓ ABA VÁROSRA, KITEKINTÉSEL A SÁRVÍZ-VÖLGY TÉRSÉGÉRE	78
2.1 A KISTÉRSÉGI VÍZGAZDÁLKODÁS INTEGRÁLT MODELLJE	78
2.2 A SÉRÜLÉKENYSÉG-VIZSGÁLAT EREDMÉNYEINEK INTEGRÁLÁSA ABA TÉRSÉGFEJLESZTÉSI KONCEPCIÓJÁBA	79
2.3 A TÉRSÉGFEJLESZTÉSI KONCEPCIÓ FŐBB JAVASLATAI	81
2.3.1 A TELEPÜLÉSI VÍZGAZDÁLKODÁS.....	81
2.3.2 TERÜLETI VÍZGAZDÁLKODÁS	81
2.4 JAVASLATOK A NATÉR TOVÁBBFEJLESZTÉSÉRE.....	83
3 AZ INTENZÍV CSAPADÉKHULLÁS OKOZTA ELÖNTÉS HATÁSVIZSGÁLATA ABA TELEPÜLÉSRE VONATKOZÓAN	86
3.1 LEFOLYÁSVISZONYOK VIZSGÁLATA ABA VÁROS KÖZIGAZGATÁSI TERÜLETÉN.....	86
3.1.1 DIGITÁLIS TEREPMODELL ELŐÁLLÍTÁSA, PONTOSÍTÁSA.....	86
3.1.2 TEREPI LEFOLYÁSI VISZONYOK MODELLEZÉSE.....	88
3.1.3 VESZÉLYEZTETETT TERÜLETEK LEHATÁROLÁSA.....	92
3.2 ABA VÁROSÁBAN VÉGZETT GEOFIZIKAI MÉRÉSEK EREDMÉNYEI.....	95
3.2.1 ELŐZMÉNYEK.....	95
3.2.2 EGYENÁRAMÚ ELEKTROMOS MÉRÉSEK	97
3.2.3 FÖLDRADARMÉRÉSEK.....	103
3.2.4 AZ EREDMÉNYEK INTEGRÁLT ÉRTELMEZÉSE	114
4 A NEMZETI ALKALMAZKODÁSI TÉRINFORMATIKAI RENDSZER INFORMATIKAI TESZTELÉSÉNEK EREDMÉNYEI	118
4.1 A TESZTELTE KÖRNYEZETEK BEMUTATÁSA ÉS A TESZTELÉS MÓDSZERTANA.....	118
4.1.1 A TESZTELÉS MÓDSZERTANA.....	119
4.2 AZ ELVÉGZETT INFORMATIKAI TESZTELÉSEK EREDMÉNYE	120
4.2.1 NATER.MFGI.HU TESZTELÉSE.....	120
4.2.2 NATER.MFGI.HU/GEODAT/ TESZTELÉSE.....	122
4.2.3 MAP.MFGI.HU/NATER TESZTELÉSE	123
4.2.4 A WEBES FELÜLETEK KAPACITÁS TESZTELÉSE.....	124

5	MELLÉKLETEK.....	125
5.1	DOMBORZATI KERESZTSZELVÉNYEK	125
5.2	FÖLDRADAR SZELVÉNYEK.....	129
6	FELHASZNÁLT IRODALOM.....	149

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: A mintaterület lehatárolása (forrás: Terra Stúdió Kft.)	15
2. ábra: Belvízvédelmi fokozatok (forrás: VKKI)	19
3. ábra: Hőhullámos napok száma (forrás: OMSZ)	24
4. ábra: A 2015-ös nyár középhőmérsékletének eltérése az 1981–2010-es normáltól (forrás: OMSZ)	24
5. ábra: Magyarország villámárvízi térképe (forrás: OKF)	25
6. ábra: Csapadék összeg 2015.augusztus 16-18 között (mm) (forrás: OMSZ)	26
7. ábra: A népesség települések jogállása szerinti megoszlása (forrás: Terra Stúdió Kft., KSH) (Belső körcikk 2010.; külső körcikk 2014.)	28
8. ábra: Sárvíz-völgy népsűrűsége (bal) és öregedési indexe (jobb), 2014 (forrás: Terra Stúdió Kft., KSH)	28
9. ábra: Az öregedési index változása a Sárvíz-völgyben (forrás: Terra Stúdió Kft., KSH)	29
10. ábra: A Sárvíz-völgy településeinek korszerkezete, 2014 (forrás: Terra Stúdió Kft., KSH)	29
11. ábra: Természetes szaporulat változása (%) 2000-2014 között a 2000-es lakónépességhez képest (forrás: Terra Stúdió Kft., KSH)	30
12. ábra: A vándorlási egyenleg változása (%) 2000-2014 között a 2000-es lakónépességhez képest (forrás: Terra Stúdió Kft., KSH)	30
13. ábra: A népességszám változásának jellemzői, 2000–2014 (forrás: Terra Stúdió Kft., KSH)	31
14. ábra: A képzettségi szint jellemzői, 2011 (forrás: Terra Stúdió Kft., KSH)	32
15. ábra: A munkanélküliség aránya az országos átlaghoz képest 2015-ben (forrás: Terra Stúdió Kft., GeoX Kft.)	33
16. ábra: A nyilvántartott állás keresők és a cigány népesség közötti viszony, 2011 (forrás: Terra Stúdió Kft., KSH.) (kördiagram: cigányok lakosságon belüli arányának nagysága)	34
17. ábra: A szabad vállalkozói zóna települései (forrás: 27/2013. (II. 12.) Korm. rendelet)	38
18. ábra: Sárvíz-völgy hőhullámokkal szembeni kitettsége (forrás: Páldy A., Bobvos J. (2016) alapján, Terra Stúdió Kft.)	44
19. ábra: Sárvíz-völgy hőhullámokkal szembeni érzékenysége a NATÉR alapján (forrás: Páldy A., Bobvos J. (2016) alapján, Terra Stúdió Kft.)	45
20. ábra: Sárvíz-völgy hőhullámokkal szembeni érzékenysége a NÉS módszertani megközelítés alapján (forrás: Terra Stúdió Kft.)	46
21. ábra: Sárvíz-völgy hőhullámokhoz való alkalmazkodóképessége NÉS módszertani megközelítés alapján (forrás: Terra Stúdió Kft.)	48
22. ábra: Sárvíz-völgy hőhullámokkal szembeni sérülékenysége a NATÉR alapján (forrás: Páldy A., Bobvos J. (2016) alapján, Terra Stúdió Kft.)	49
23. ábra: Sárvíz-völgy hőhullámokkal szembeni sérülékenysége NÉS módszertani megközelítés alapján, 2012–2050 (forrás: Terra Stúdió Kft.)	50
24. ábra: Pálfai-féle aszály index alakulása 1961-1990 között (forrás: AGRATÉR[a] (2015) alapján, Terra Stúdió Kft.)	52
25. ábra: Pálfai féle aszályindex változása 2071-2100 és 1961-1990 között az Aladin-Climate (bal), valamint a RegCM klímamodell (jobb) alapján (forrás: AGRATÉR[a] (2015) alapján, Terra Stúdió Kft.)	53
26. ábra: Klímaváltozás hatása a szántóföldi növénytermesztésre őszi vetésű (bal), valamint tavaszi vetésű (jobb) növények esetében, 2071-2100 (forrás: AGRATÉR[a] (2015) alapján, Terra Stúdió Kft.)	54
27. ábra: A szántóföldi növénytermesztés aszályhoz kapcsolódó alkalmazkodóképességének mértéke (forrás: AGRATÉR[a] (2015) alapján, Terra Stúdió Kft.)	56

28. ábra: A szántóföldi növénytermesztés klímaváltozással szembeni sérülékenységeinek mértéke tavaszi vetésű növények esetében, 2071-2100 (forrás: AGRATÉR[a] (2015) alapján, Terra Stúdió Kft.)	57
29. ábra: Talajvízszint-különbség térkép az ALADIN klíamodell alapján, a 2071-2100/1961-1990 időszakra (forrás: Kovács A. et al (2016) alapján, Terra Stúdió Kft.)	59
30. ábra: A talajvíz országos klímaérzékenységi térképe a klíamodell kimenetek alapján meghatározva (forrás: Kovács A. et al (2016) alapján, Terra Stúdió Kft.)	60
31. ábra: A Sárvíz-völgy erdőtüzekkel szembeni kitettsége az ALADIN modell alapján (forrás: AGRATÉR[b] (2015) alapján, Terra Stúdió Kft.)	62
32. ábra: Sárvíz-völgy erdőtüzekkel szembeni kitettsége a RegCM modell alapján (forrás: AGRATÉR[b] (2015) alapján, Terra Stúdió Kft.)	63
33. ábra: Sárvíz-völgy erdőtüzekkel szembeni érzékenysége (forrás: Terra Stúdió Kft.)	64
34. ábra: Sárvíz-völgy erdőtüzekkel szembeni alkalmazkodóképessége (forrás: Terra Stúdió Kft.)	65
35. ábra: Sárvíz-völgy erdőtüzekkel szembeni sérülékenysége az ALADIN modell alapján (forrás: Terra Stúdió Kft.)	67
36. ábra: Sárvíz-völgy erdőtüzekkel szembeni sérülékenysége a RegCM modell alapján (forrás: Terra Stúdió Kft.)	67
37. ábra: A NATÉR által villámárvíz veszélyeztetettség szempontjából értékelt területek (forrás: Turczi G. et al (2016) alapján, Terra Stúdió Kft.)	71
38. ábra: Potenciálisan villámárvíz eredményező extrém csapadékos napok évi átlagos száma 1961-1990 (forrás: Turczi G. et al (2016) alapján, Terra Stúdió Kft.)	72
39. ábra: Potenciálisan villámárvíz eredményező extrém csapadékos napok évi átlagos számának változása 1961-1990, valamint 2021-2050 között a RegCM modell alapján (forrás: Turczi G. et al (2016) alapján, Terra Stúdió Kft.)	72
40. ábra: Potenciálisan villámárvíz eredményező extrém csapadékos napok évi átlagos számának változása 1961-1990, valamint 2021-2050 között az Aladin-Climate modell alapján (forrás: Turczi G. et al (2016) alapján, Terra Stúdió Kft.)	73
41. ábra: Kiegészítő terepi mérések helyszínei (forrás: Datakart Kft.)	87
42. ábra: Az UAV-vel mért terület elhelyezkedése (forrás: Datakart Kft. alapján saját szerkesztés)	88
43. ábra: A pontfelhőből előállított digitális terepmodell egy részlete (bal) és a pontosított DTM a törésvonalakkal (jobb) (forrás: Datakart Kft.)	88
44. ábra: Vízjárta területek Aba város közigazgatási területén (forrás: Datakart Kft.)	89
45. ábra: Folyásirány meghatározása a belterületen (forrás: Datakart Kft.)	90
46. ábra: Lefolyásmodell kisebb küszöbértékkel (bal) és a lehatárolt vízgyűjtő területek (jobb) a belterületi részen (forrás: Datakart Kft.)	91
47. ábra: Lejtési viszonyok (forrás: Datakart Kft.)	92
48. ábra: Veszélyeztetett területek lehatárolása (forrás: Datakart Kft. alapján saját szerkesztés)	93
49. ábra: Vízjárta területek vízgyűjtői (forrás: Datakart Kft. alapján saját szerkesztés)	94
50. ábra: A geofizikai kutatás fókuszterületei és a fúrások elhelyezkedése	96
51. ábra: A geoelektromos mérési vonalak helyszínrajza	97
52. ábra: Geoelektromos terepi mérés Abán	98
53. ábra: A feldolgozott fajlagos ellenállás szelvények	100
54. ábra: A szelvények kerítés diagramja („A” terület balra, „B” terület jobbra)	101
55. ábra: A földradar mérés vázlata és a hozzá tartozó elvi radarszelvény (SenSoft)	104
56. ábra: A terület 1:100000-es földtani térképe	105

57. ábra. Földradar mérés.....	106
58. ábra. A radarmérések nyomvonala	106
59. ábra: A radarmérések helyszínrajza	108
60. ábra. Jobb behatolóképeségű szelvény 2 m körüli mélységben megjelenő réteghatárral	110
61. ábra. Agyagos rétegsor, erősen csillapodó jellel	110
62. ábra. Jellegzetes homokos rétegsor	110
63. ábra. Domborzat megjelenése a radarszelvényen	110
64. ábra. 90% csillapodáshoz tartozó behatolási mélység térkép	112
65. ábra. Maximális amplitúdó az 50-100 cm mélységtartományban	112
66. ábra. Maximális amplitúdó a 100-150 cm mélységtartományban.....	113
67. ábra. Maximális amplitúdó a 200-250 cm mélységtartományban.....	113
68. ábra: Elektromágneses hullámok behatolóképesége és a veszélyeztetett területek.....	114
69. ábra: Elektromágneses hullámok maximális amplitúdója 0,5-1,0 m mélységben és a veszélyeztetett területek.....	115
70. ábra: Elektromágneses hullámok maximális amplitúdója 2,0-2,5 m mélységben és a veszélyeztetett területek.....	116
71. ábra: Sérülékeny zónák minősítése a geofizikai kutatás alapján	117
72. ábra: A keresztshelvények átnézeti térképe (forrás: Datakart Kft.)	125
73. ábra: AA keresztshelvény (forrás: Datakart Kft.)	126
74. ábra: BB keresztshelvény (forrás: Datakart Kft.)	126
75. ábra: CC keresztshelvény (forrás: Datakart Kft.).....	127
76. ábra: DD keresztshelvény (forrás: Datakart Kft.).....	127
77. ábra: EE keresztshelvény (forrás: Datakart Kft.)	128

TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat: Sárvíz-völgy általános jellemzői.....	17
2. táblázat: Sárvíz-völgy éghajlatának összefoglaló táblázata (forrás: MVM Zrt.)	21
3. táblázat: A legmelegebb nyári hónapok és nyarak rangja 1901 óta (forrás: OMSZ).....	23
4. táblázat: A legmelegebb téli hónapok és nyarak rangja 1901 óta (forrás: OMSZ).....	24
5. táblázat: Összefoglaló táblázat az egyes településeken folytatott főbb gazdasági tevékenységről	37
6. táblázat: A B-6 jelű fúrás rétegsora	95
7. táblázat: A B-18 jelű fúrás rétegsora	95
8. táblázat: A geoelektromos mérési szelvények koordinátái.....	98
9. táblázat: A mérési szelvények koordinátái.....	99
10. táblázat: Üledékes képződmények jellemző fajlagos ellenállás tartományai (Renner és társai (1970), valamint Loke (2015) alapján).....	102
11. táblázat: A szelvények hossza és csatornaszáma	107
12. táblázat: Az alapportál terheléses tesztjének eredménye (forrás: TR Consult Kft.)	120
13. táblázat: Az alapportál tűrőpróba tesztjének eredménye (forrás: TR Consult Kft.)	121
14. táblázat: Az alapportál stressz tesztjének eredménye (forrás: TR Consult Kft.)	121
15. táblázat: Az geodat stressz tesztjének eredménye (forrás: TR Consult Kft.).....	122
16. táblázat: Az geodat tűrőpróba tesztjének eredménye (forrás: TR Consult Kft.)	122
17. táblázat: Az geodat stressz tesztjének eredménye (forrás: TR Consult Kft.).....	122
18. táblázat: A NATÉR térképi portál terheléses tesztjének eredménye (forrás: TR Consult Kft.).....	123
19. táblázat: A NATÉR térképi portál tűrőpróba tesztjének eredménye (forrás: TR Consult Kft.)	123
20. táblázat: A NATÉR térképi portál stressz tesztjének eredménye (forrás: TR Consult Kft.)	124
21. táblázat: Kapacitás teszt a NATÉR webes felületeire (forrás: TR Consult Kft.).....	124

VEZETŐI ÖSSZEFOGLALÓ

A NATÉR rendszer szakmai tesztelésének eredményei a Sárvíz-völgy éghajlati sérülékenység vizsgálatára alapján

A Sárvíz-völgy NATÉR-ben elérhető adatokon nyugvó komplex sérülékenység-vizsgálatának elvégzése **számos konkrét és általános tanulsággal szolgált a NATÉR felhasználhatóságáról**, a benne elérhető adatrétegek jellemzőiről, azok kapcsolatáról. Az alábbiakban részletezett tanulságok ugyanakkor a **NATÉR felhasználásának csupán egyik lehetséges aspektusát érintik**, kifejezetten és kizárólag e nézőpontból jellemzik magát a NATÉR-t. E felhasználási terület nem más, mint **egy kistáj méretű magyarországi térség klímaváltozással kapcsolatos stratégiai döntéseinek meghozatalához, stratégiai tervdokumentumainak kidolgozásához nyújtott háttértámogatás.**

A Sárvíz-völgy komplex sérülékenység elemzését **öt tematika alapján végeztük el**, ezek az alábbiak:

- hóhullámokkal szembeni közegészségügyi sérülékenység;
- erdőtüzekkel szembeni helyi sérülékenység;
- szántóföldi növénytermesztés aszályal és szárazodással szembeni sérülékenysége;
- talajvízszint-változás okozta mezőgazdasági sérülékenység;
- a klímaváltozás hatása a villámárvíz-veszélyességre (hatásvizsgálat).

A kutatási jelentés első fejezetében **részletesen bemutatásra kerültek a fenti témakörökben elvégzett sérülékenység vizsgálatok**. Ezek mindegyike esetében **külön alfejezet foglalkozik azzal, hogy az adott témakör szempontjából milyen konklúziók vonhatóak le a NATÉR érintett adatrétegeivel kapcsolatban**, továbbá, hogy ezek alapján milyen továbbfejlesztési irányokat látunk indokoltnak a NATÉR számára. Ebben az összefoglalóban a témaspecifikus konklúziók helyett **a NATÉR szakmai tartalmának továbbfejlesztését célzó általános javaslatokat, konklúziókat emeljük ki**, kiegészítve azon tapasztalatokkal, amelyek az Aba térségére vonatkozó helyi térségfejlesztési koncepció kidolgozása során merültek fel.

A felhasznált adatbázisokkal kapcsolatban összességében megállapítottuk, hogy **a NATÉR rendkívül gazdag adattartalma széleskörű lehetőségeket teremt a klímaváltozás várható hazai hatásainak vizsgálatára, értékelésére és elemzésére** szinte valamennyi, az éghajlatváltozás által érintett szakterületen, illetve térségben. Kedvező, hogy egymás mellett megjelennek két regionális klímamodell (Aladin-Climate; RegCM) adatai is. Ehhez kapcsolódóan fogalmazódott meg, hogy **valamennyi témakör esetében álljon rendelkezésre mindkét regionális klímamodell alapján egymástól függetlenül is a kitettség indikátor az egységes adattartalmak érdekében**. A rendszer továbbfejlesztése érdekében fontos, hogy **újabb tematikák legyenek bevonva a NATÉR-ba**. A rendszer felhasználási lehetőségei közül a térségi döntés előkészítés számára különösen fontos, hogy **a lehető legalacsonyabb területi szintre vonatkozóan álljanak rendelkezésre az adatok**, lehetőség szerint **egységes** – a települési és területi tervezésben hasznosítható – **területi felbontásban**.

A Sárvíz-völgy helyi szereplőinek bevonásával lebonyolított szakmai vita keretében további igényként fogalmazódott meg, hogy a NATÉR lehetőség szerint **fedje le a jövőben a belvízelöntésből származó vízkár témakörét is**. Az éghajlati paraméterek várható változása, mindenekelőtt a nyarak forróbbá és szárazabbá válásával összefüggésben javasoljuk, hogy a NATÉR továbbfejlesztése során **az erdőtüzek várhatóan fokozódó gyakorisága épüljön be új tematikaként a rendszerbe**.

Mindemellett megállapítható, hogy a NATÉR megfelelő inputot tud nyújtani a helyi és térségi döntéshozók és tervezők számára a villámárvizekkel szembeni veszélyeztetettség helyi szintjének megállapítására és így a szükséges intézkedések megtervezésére és megvalósítására.

Javasoljuk, hogy a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer működésének részletes szabályairól szóló 94/2014. (III. 21.) Korm. rendelet 1. §, (3) bekezdés felsorolásában részletezettek **egészüljenek ki azzal, hogy a NATÉR nyújtson támogatást az integrált vízgazdálkodási tervezéshez**.

A NATÉR alap téradatokra vonatkozó téradattémái között szerepel a vízrajz témaköre, azonban véleményünk szerint szükséges, hogy **a témakör kerüljön kiegészítésre a vízgyűjtő-gazdálkodási tervezési egységek**, valamint az **árvíz kockázat kezelési tervezési egységek** területének georeferált meghatározásával, továbbá fontos a használt definíciók felülvizsgálata és az aszálykockázat megjelenítése. **Meg kell teremteni a tematikus téradatok olyan leválogatási lehetőségét**, ami egy terület (vízgyűjtő gazdálkodási tervezési egység, település, kistérség stb.) komplex vízgazdálkodási információit (helyzetét) jeleníti meg, illetve javasolt, hogy olyan algoritmusok legyenek beépítve, ami ezek elemzését (időbeli változását) is lehetővé teszi.

Fenntartható vízgazdálkodáson alapuló térségfejlesztési javaslatok Aba város térségére vonatkozóan

Az Abai kistérségre kidolgozott, vízre alapozott fejlesztési elképzelések **két fő részre oszthatók**, ezek **a települési és a területi vízgazdálkodás** intézkedéscsoportok, melyeket az alábbiakban tekintünk át.

I. Települési vízgazdálkodás

- 1. Adaptív települési vízgazdálkodási terv kidolgozása, ami legyen része Aba város településfejlesztési tervéhez kapcsolódó megalapozó vizsgálatoknak**
- 2. Csapadékvíz-gazdálkodási terv kidolgozása Aba városra, amelynek részei**
 - 2.1. a csapadék-lefolyás modell elkészítése
 - 2.2. a mélyebb fekvésű területeken záportározók kialakítása
 - 2.3. a zöldített közterületek arányának további növelése
 - 2.4. a csapadékvízzel való gazdálkodás jó gyakorlatának a támogatása a lakosság körében
- 3. Aba és környékének hidrológiai modellezése, a belvízjárta területek felmérése, beazonosítása, a helyi gazdálkodókkal történő egyeztetése**
- 4. A helyi gazdálkodók közösségbe szervezése a helyi ökológiai fókuszterületek közös kialakítása érdekében**

II. Területi vízgazdálkodás

1. A területi vízgazdálkodási rendszerek víz visszatartására alkalmassá tétele – a makói kísérlet adaptálása Aba térségére

Az európai közös agrárpolitika egyik új elemeként, a gazdálkodóknak, annak érdekében, hogy a teljes területalapú támogatási összeget megkaphassák, 2014-től 5%, majd 2017-től kezdődően 7% szántóterület átalakítását teszi kötelezővé, ún. „ökológiai fókuszterületté”. Ez adott esetben jelentős jövedelem-kiesést okozhat a gazdálkodóknak. A Regionális Energia Kutató Központ 2013-ban elvégzett felmérésének eredményeit felhasználva, egy helyi ökológiai fókuszterületű piac létrehozásával kellene az alkalmazkodási költségeket csökkenteni akként, hogy mindemellett hozzájáruljanak a terület belvízi elöntéssel okozott kárainak csökkentéséhez. A REKK kutatói szerint, mivel egy terület használata (mezőgazdaság, erdészet, vizes élőhely) közvetlen hatással van a terület által nyújtott ökológiai szolgáltatásokra, a területhasználat szabályozása lehetőséget kínál egyes elérni kívánt környezeti célállapotok elérésére is. Az aukció, mint speciális piaci forma, alkalmas lehet a földhasználat váltás költséghatékony módjának megteremtésére.

Az így felállított rendszer előnyös minden gazdálkodónak. A rosszabb minőségű földterület tulajdonosának azért, mert ha az előírt 7% feletti arányban ajánl fel művelés alól kivonandó területeket, akkor a magasabb jövedelmezőségű területek tulajdonosainak az az érdeke, hogy a saját területén ne adja fel a termelést, hanem vásárolja ki a területeket, kompenzációt fizetve az alacsonyabb jövedelmezőségű tulajdonosnak.

A helyi gazdálkodók közösséggé szervezésében nagy szerepet vállalhatna az önkormányzat és a Nemzeti Agrárkamara, a területileg illetékes vízügyi igazgatóság pedig szakmai segítséget nyújthatna a leggyakrabban belvízjárta területek kijelölésében. A területek ily módon történő kijelölése és használata az igazgatóság számára is előnyös lenne, hiszen nagyban megkönnyítené a belvíz elleni védekezést. Az így időszakosan elöntött területeken pedig új gazdálkodási módszereket lehetne bevezetni, így meghonosodhatna a nádgazdálkodás vagy akár az egyes nagy vízigényű fák telepítésével egy hatékony erdőgazdálkodás. Az állandóan vízjárta területeken pedig megfontolandó a halastavak létesítése, amely terepet adhatna a halászati termelésnek, a horgászatnak és a turizmusnak.

2. Az öntözés fejlesztése Aba térségében

A klímamodellek azt jelzik előre, hogy az eddigieknél hosszabb aszályos időszakok Aba kistérségében is kifejtik a hatásukat, komoly károkat okozva ezzel a szántóföldi növénytermesztés jövedelmezőségében. Ennél fogva egyértelműen az öntözött területek növelésére lesz szükség.

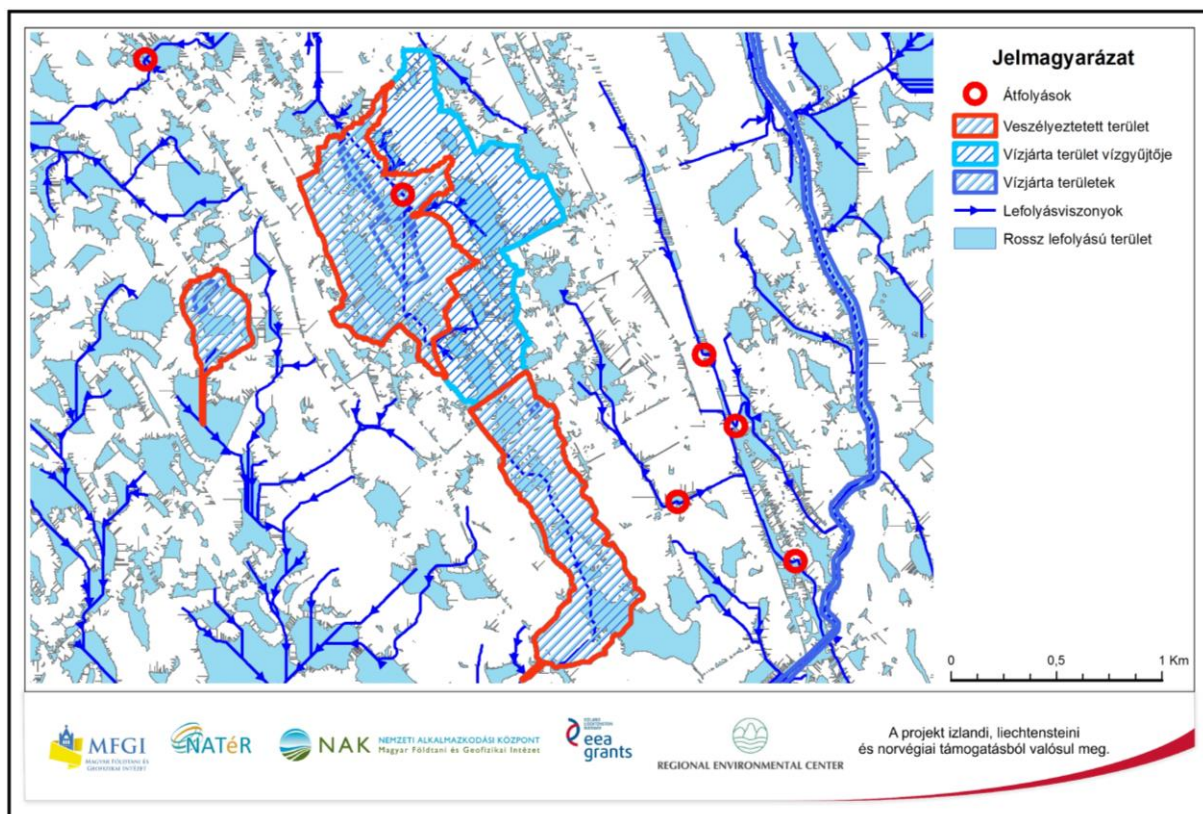
Ennek érdekében javasoljuk

- 2.1. Az abai kistérségben lévő öntözési kapacitások és öntözési igények felmérését, beazonosítását.
- 2.2. Az öntözési igények megalapozottságának vizsgálatát, az öntözési lehetőségek kihasználása megtérülésének közgazdasági elemzését.

Az intenzív csapadékhullás okozta elöntés hatásvizsgálata Aba településre vonatkozóan

A **veszélyeztetett területek meghatározásának** érdekében első lépésben a **lefolyásmodell** számítása során keletkezett azon pontokat határoztuk meg, ahol a modell addig akumulálja adott mélyebb területen a vizet, amíg a víz egy ponton át tud már folyni. E helyeken tehát a terepviszonyok következtében olyan küszöb helyezkedik el, amely felett előfordulhat a vizek felgyülemzése. Fontos ugyanakkor, hogy önmagában az átfolyási pontok nem jelentik, hogy az adott terület veszélyeztetett, fontos szempont ugyanis a küszöb magassága, az hogy érinti-e a belterületet, illetve, hogy mekkora területről érkezhethet a víz és mekkora területet érint az esetleges feltöltődés.

Ezért a belterületen leválogattuk azokat a vízgyűjtőket, amelyeken vízjárta vagy állandóan vízzel borított területek vannak, valamint meghatároztuk azokat a területeket, ahol nincs továbbfolyás, a víz megállhat. Mindezeket figyelembe véve határoztuk meg a veszélyeztetett területeket. A kapott eredmények jól szemléltetik, hogy a vízjárta területeken belül a számítás során kapott és a tényleges vízmozgások megegyeznek és ezek a vízmozgási irányok nincsenek ellentmondásban a telítődésre generált felső kifolyási ponttal.



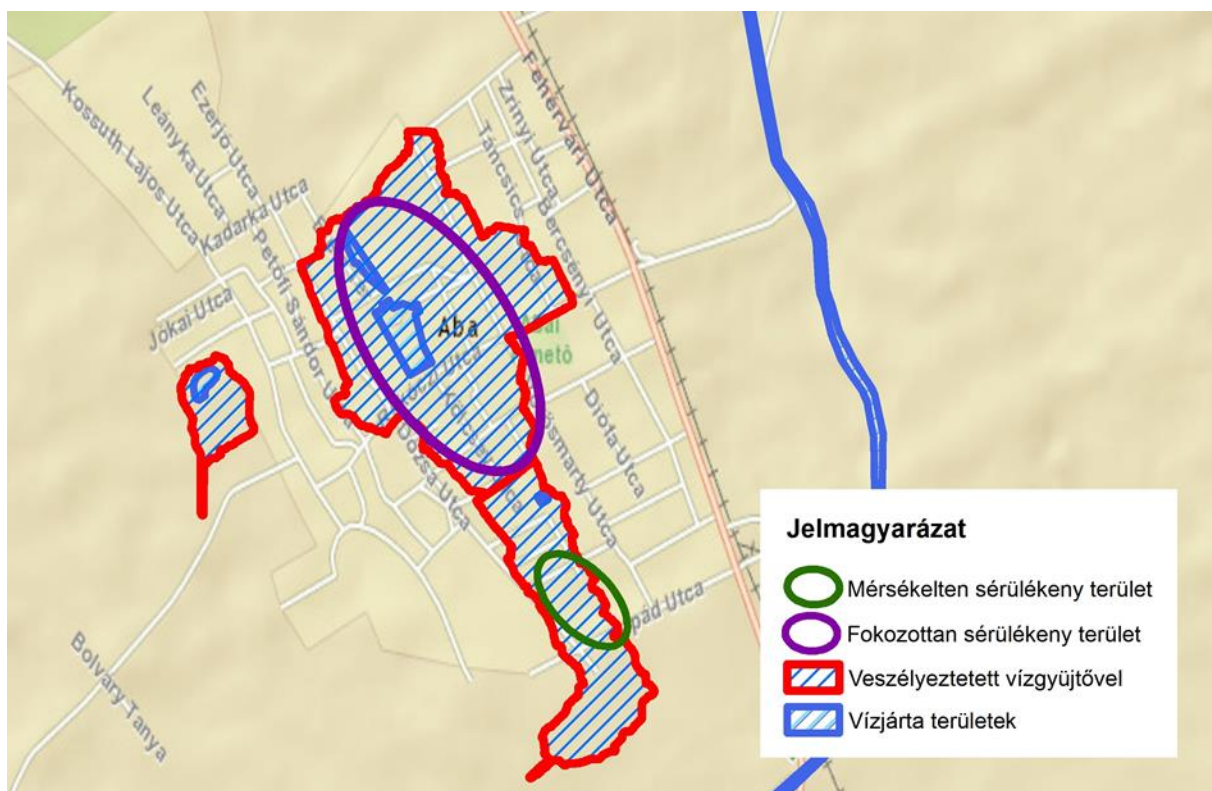
Veszélyeztetett területek lehatárolása (forrás: Datakart Kft. alapján saját szerkesztés)

Az összevont vizsgálat alapján megállapítható, hogy **azon vízgyűjtő területek tekinthetők veszélyeztetettnek, amelyeken jelentős, rossz lefolyású területek helyezkednek el, nagyobb területről gyűjtik össze vizeket, valamint olyan átfolyási pont található rajtuk, ami jelentős visszaduzzasztást eredményezhet.**

A digitális terepmodell alapján végzett lefolyásvizsgálat mellett **geofizikai méréseket is végeztünk** annak érdekében, hogy integráltan vizsgálhassuk az intenzív csapadékhullás okozta előtéssel szembeni sérülékenységet Aba városában. Az integrált értelmezés során a geofizikai mérési eredményeket összevetettük a mintaterületen folytatott hatásvizsgálatok során kapott eredményekkel, ezáltal a veszélyeztetett zónák kijelölésének további pontosítására nyílt lehetőség.

Ennek keretében megvizsgáltuk, hogy **hol található a földradar méréseken kijelölt olyan zónák, ahol a földtani felépítés miatt** (nagy agyagtartalom, amit az elektromágneses hullámok erőteljes csillapodása indikál) **várhatóan lassú a csapadékvíz felszíni beszivárgásának sebessége**. Ahol ezek a zónák egybeesnek a hidrológiai elemzések, lejtési viszonyok, felszínborítás, stb. alapján kijelölt veszélyeztetett területekkel, ott az intenzív csapadékhullással szembeni kiemelkedő sérülékenységről beszélhetünk.

A vizsgálataink alapján a **veszélyeztetett terület ÉNY-i harmada egyértelműen fokozottan sérülékenynek tekinthető**, míg az DK-i rész jó vertikális vízelvezetési tulajdonságokkal rendelkezik (jó behatolóképeség, magas amplitúdó, kis csillapodás), így földtani szempontból mérsékelt sérülékeny.



Sérülékeny zónák minősítése a geofizikai kutatás alapján

A NATÉR informatikai tesztelésének eredményei, javaslatok az informatikai rendszer
továbbfejlesztésére

A tesztelés alapján az az általános és alapvető benyomásunk a rendszerről, hogy a tervezett terhelésnek **megfelelően lett kialakítva**. Mivel új jellegű webes alkalmazásról van szó, a felhasználás mértéke előre nehezen meghatározható. Az érdektelenségtől (napi 5-10 látogató) a már népszerű portálnak számító szintig (napi 100-200 látogató) is eljuthat a felhasználói jelenlét. Mindezek tükrében a tesztelés során inkább **a rendszer túlterhelésére törekedtünk, hogy megállapíthassuk a teherbírás határértékeit**.

A tesztelt környezetek alkalmasak arra, hogy egy időben (azonos pillanatban) egy folyamat (pl. ugyanannak az oldalnak a betöltése) közel 100 felhasználót magabiztosan kiszolgáljon. Az egyszerűbb oldalak (pl. az alapportál) 500 egyidejű felhasználónál is problémamentesen dolgoznak. A legnagyobb erőforrású része a rendszernek a térképi portál. A felhasználás függvényében itt várható először fejlesztési, bővítési igény.

A NATÉR portálrendszer tesztelése még az éles beüzemelés előtt történt. Ennek köszönhetően a tesztelés három fő komponensből kettőt (alapportál, térképi portál) a valódi, véglegesnek szánt környezetben, míg a harmadik komponenst (adatbázis portál) a belső fejlesztői környezetben teszteltük. A térképi portál fejlesztése és adatokkal való feltöltése a tesztelés során is zajlott. Összességében elmondható, hogy **a tesztelést javasolt a rendszer átadása után megismételni**. Az ehhez szükséges tesztelési paraméterek és módszertan rendelkezésre állnak.

A NATÉR mindhárom komponense mögött a szerver oldali általános biztonsági beállítások gondoskodnak a rendszer összeomlását biztosító védelemről. Ennek köszönhetően még folyamatos terhelés esetén sem áll le a működés, legfeljebb lelassul.

Bár a rendszert nevezhetjük jelenlegi állapotában túlbiztosítotttnak mindenképp **javasolt** felhasználói viselkedést **monitorozó rendszert kiépíteni** mindhárom komponens esetén. Ez jelenleg csak az alapportálnál létezik. A monitorozás egyrészt segítené a későbbi felhasználói igények szerinti finomhangolást és az esetleges fejlesztések irányát meghatározni. Másrészt túlterhelés esetén egyértelműen rámutatna azokra a pontokra, melyeket fejleszteni kell.

BEVEZETÉS

A NATÉR 7. munkacsomagjának célja a rendszer szakmai tartalmának és informatikai működésének tesztelése, a NATÉR tématerületek bővítési lehetőségeinek feltárása, valamint javaslatok kidolgozása a rendszer továbbfejlesztésére. E célok elérése érdekében a feladatot három fázisra bontottuk.

1. Sérülékenység-vizsgálat ellátása a mintaterületre vonatkozóan a hőhullám, az aszály, az erdőtűz, a villámárvizek és a talajvíz témakörében
2. Az intenzív csapadékhullás okozta elöntés hatásvizsgálata mintaterületre vonatkozóan
3. Tesztelési és javaslattevési fázis

A NATÉR megfelelő, részletes tesztelése érdekében az éghajlati sérülékenység vizsgálatát egy meghatározott térségre vonatkozóan végeztük el. Olyan mintaterületet választottunk, amelyet az éghajlatváltozás várható hatásai jelentős mértékben érintenek és a hatások jelentősen és számszerűsíthetően befolyásolják a térség helyzetét. Mindezek alapján mintaterületként a Sárvíz-völgyet és Aba város térségét választottuk. A térség természetes vízfelületek, halastavak, csatornák, mocsaras területek rendszere, páratlan madárvilággal és vízi élővilággal, kiváló halgazdálkodási, horgászati és szelíd turizmus lehetőségekkel. A tartósabban száraz területek kiváló termőföld adottságokkal rendelkeznek, intenzív szántóföldi termesztéssel. A térségben a változó éghajlati feltételek, továbbá a területhasználat változásai jelentős kockázatokat hoztak az ökoszisztéma-szolgáltatásokban, az épített környezetben, és a térségben folytatott mezőgazdasági/halgazdálkodási tevékenységekben egyaránt. A terület sérülékenysége elsősorban a vízgazdálkodási problémák megelőzésével, és a helyi alkalmazkodási intézkedések megvalósításával csökkenthető.

A **feladat első fázisában** elvégeztük a kiválasztott térség éghajlati sérülékenységének meghatározását a feladattervben rögzített tematikáknak megfelelően, valamint az elvégzett elemzések alapján értékeltük a NATÉR módszertan használhatóságát és javaslatokat foglalmaztunk meg annak lehetséges továbbfejlesztésére vonatkozóan. A **második feladatrészben** elkészítettük az Aba városának digitális terepi lefolyásmodelljét, valamint geofizikai méréseket végeztünk a településen annak érdekében, hogy meghatározhassuk, milyen kockázatokkal néz szembe a település az intenzív csapadékesemények során. E vizsgálat lehetőséget biztosít arra, hogy a NATÉR tematikákat a jövőben bővíthessük az intenzív csapadékhullás okozta elöntések hatásvizsgálatával. A **munkacsomag harmadik fázisában** pedig elkészült a NATÉR adatbázis integritásának, homogenitásának, biztonságának, logikai szerkezetének, objektumainak és a lekérdezések időbeliségének tesztelése SQL parancsokkal, új adatok felvitelével, redundanciák kiszűrésével. Emellett pedig elkészített Aba város fenntartható vízhasználatra alapozott térségfejlesztési koncepcióját, amely lehetőséget biztosított a NATÉR eredmények felhasználhatóságának tesztelésére. Szintén e feladatrész keretében került sor a végső eredmények, javaslatok és következtetések kidolgozására is. Jelen tanulmány a NATÉR 7 munkacsomagjának valamennyi eredményét tartalmazza.

A feladat kidolgozásában számos külső szakértő segítette munkánk ellátását, a részfeladatok kidolgozásában közreműködött a Terra Stúdió Kft (1. munkafázis), a Datakart Kft. (2. munkafázis), valamint a TR Consult Kft. és a Ficép Kft. (3. munkafázis).

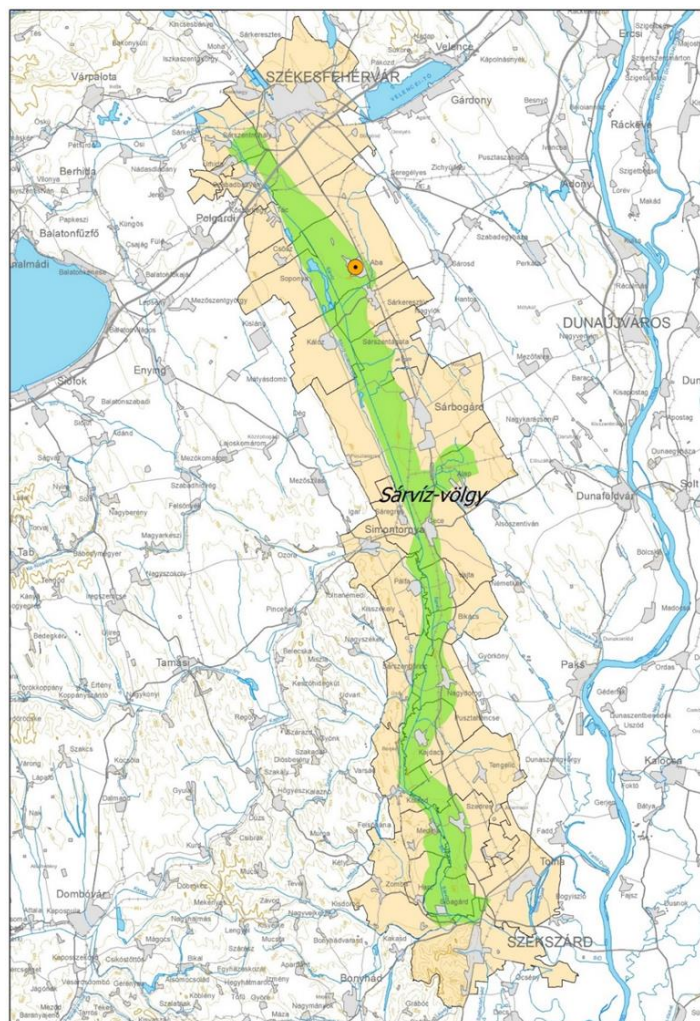
1 TERÜLETI SÉRÜLEKENYSÉG- ÉS HATÁSVIZSGÁLAT A SÁRVÍZ-VÖLGY MINTATERÜLETRE VONATKOZÓAN A HŐHULLÁM, ASZÁLY, TALAJVÍZ, ERDŐTŰZ ÉS VILLÁMÁRVIZEK TÉMAKÖRÉBEN

1.1 A SÁRVÍZ-VÖLGY TERMÉSZETI, TÁRSADALMI, GAZDASÁGI KÖRNYEZETE

1.1.1 A KÖRNYEZETI VISZONYOK JELLEMZŐI

1.1.1.1 ELHELYEZKEDÉS ÉS DOMBORZAT

A Sárvíz-völgy az Alföld dunántúli részén található Mezőföld része. A középtájon ÉÉNY-DDK-i, majd ÉD irányban 100 km hosszan nyúlik el a Sárrét medencéjétől a Duna-völgyéig, illetve a Bakony lábától a Szekszárdi-dombságig.



1. ábra: A mintaterület lehatárolása (forrás: Terra Stúdió Kft.)

A Sárvíz-völgy kistáj közigazgatásilag Fejér és Tolna megyében fekszik, 7 járást ölel fel, illetve Sárszentmihálytól-Sióagárdig elterülve összesen 32 települést foglal magába.

- Fejér megye járásai: Székesfehérvári, Sárbogárdi.
- Tolna megye járásai: Paksi, Tamási, Tolnai, Szekszárdi, Bonyhádi.

A 32 településből Székesfehérvár és Szekszárd megyei jogú város, Aba, Sárbogárd, Simontornya és Tolna városi jogállású település.

Sárvíz-völgy területe 344 km², a Mezőföld 8,7%-át, az Alföld 0,7%-át teszi ki. A kistáj 89-161 m tengerszint feletti magasságú teraszos folyóvölgy. Felszínén három különböző magassági szintet különböztetünk meg. Az első szint a táj legalacsonyabb része, amely 100-105 m tengerszint feletti magasságú, átlagosan 1 km szélességű völgymedencékkel tarkított árterekből áll. A következő szintet a 106-110 m tengerszint feletti magasságban szigetszerűen elhelyezkedő magasártéri felszínformák alkotják. A folyóterasz második szintje (a harmadik magassági szint) keletről szélesebb, nyugatról keskenyebb sávban terül el az ártér fölött 6-12 m magasságban. A kistáj felszínformái eróziós-akkumulációs tevékenységnek köszönhetően alakultak ki. A domborzati elemeit futóhomokformák, löszök eróziós-deráziós formakincsek alkotják. A törmelékkúp durvább kavicsos üledékét Sárszentágótáig nyomon lehet követni.

Ez a táj a huszadik század elejéig összefüggő mocsaras, lápos vidék volt, amelyet az 1920-as években szinte teljesen lecsapoltak. Területének egy része (36,16 km²) természetvédelmi terület, amely a Sárvíz-völgye Tájvédelmi Körzet nevet viseli. A Sárvíz-völgyében több kisebb-nagyobb szikes tó található, környezetükben szikes vagy szikesedő gyepekkel, ahol jelentős növény- és madárvilág él. Az egykori természetes tavakból több helyen halastavakat hoztak létre, így a mocsaras társulások mellett nagy felületű, nyílt víztestek is létrejöttek, amelyeken nagy számban költ a szürke és vörösgém, kis és nagy kócsag, bakcsó, üstökös gém. Az egykori lecsapolás következtében szikes gyepek alakultak ki, ahol a Duna–Tisza köze homokpusztai társulásaihoz hasonló növényvilág jött létre. A kistájon jellemzően szántók, legelők, természetközeli gyepek, vizenyős területek mozaikjai helyezkednek el.

1.1.1.2 A TÉRSÉG MEGKÖZELÍTHETŐSÉGE

A Sárvíz-völgyben országos jelentőségű közlekedési útvonalak találhatók, illetve áthalad az V. Páneurópai folyosó. Székesfehérvár megközelítését az M7 autópálya és hat országos főút (7., 62., 63., 8., 81., 811. számú főutak), valamint a 8123. jelű összekötő út biztosítja. A térség északi részén található fontos főútvonalakon kívül az M6 autópálya a kistáj keleti szélén halad, illetve a 6. számú főút is jelentős szerepet tölt be az észak-dél irányú közlekedésben. A Szekszárdtól északra található Szent László híd a Dunántúlt az Alfölddel kapcsolja össze (M9 részeként), a kelet-nyugati összeköttetés feltételei azonban gyengébbek az észak-délinél. A 65. sz. főút Szekszárd-Tamási-Siófok irányába halad, míg a 63. sz. főút Szekszárd Székesfehérvár között teremt kapcsolatot. A vasúti közlekedésben Székesfehérvár és Szekszárd mellett Sárbogárd szerepe jelentősebb, mint a Budapest-Pécs-Kaposvár vasútvonal egyik fontos csomópontja.

1.1.1.3 GEOLÓGIAI JELLEMZŐK

Sárvíz-völgy geológiai képe változatos, mivel a kistáj mélyszerkezeti övezeteket keresztez. Sokszínű összetételére északon karbon gránit és újpaleozoos és mezozoos képződmények jellemzők. Mivel a Közép-magyarországi tektonikai vonal áthalad területén, így ettől délre eltérő geológiai képet mutat, ahol mecseki, valamint villányi típus mezozoos kőzetek találhatók.

Az Ős-Sárvíz medrét képző szerkezeti vonal a móri törés folytatásaként a levantei-ópleisztocén korban újult meg, és az alsópleisztocén völgy a maitól 4-6 km-re keletre helyezkedett el. Az újpleisztocénben bekövetkezett jelentős kéregmozgások a Mezőföld területét is átformálták. A feltételezések szerint a Sárvíz a würmben foglalta el jelenlegi helyét az említett tektonikai mozgásoknak köszönhetően, s fejlődött a táj a Dunántúl meghatározó vízgyűjtőjévé. A felszínfejlődés során a völgyben holocén árterek, futóhomokkal, homokos lösszel fedett teraszos felszínek és futóhomokkal borított magasárterek, valamint löszös fedett teraszos réteg alakult ki. A felszín alatt 15-20 m mélységben pannóniai üledék található.

1. táblázat: Sárvíz-völgy általános jellemzői

Nagytaj	1. ALFÖLD
Középtaj	1.4 MEZŐFÖLD
Kistaj	1.4.24 Sárvíz-völgy
Területe	344 km ²
Területhasználat megoszlása	Lakott terület: 4,0 %
	Szántó: 57,1 %
	Kert: 0,4 %
	Szőlő: 1,1 %
	Rét, legelő: 19,1 %
	Erdő: 7,5 %
	Vízfelszín: 10,8 %
Tengerszint feletti magasság	89–161 m
Típus	teraszos folyóvölgy
Átlagos relief	ártereken 3–6 m/km ² ,
	másutt 10–12 m/km ²

Az uralkodó talajképző tényező a felszíni- és a talajvíz. A talaj kiváló termőképességű, ami miatt a csernozjomok kivétel nélkül intenzív szántóföldi használat alatt állnak, s a nem megfelelő művelés azonban sok helyen felgyorsította a talajpusztulást, ami komoly természeti- és környezetvédelmi, valamint gazdálkodási problémát okoz. A nem megfelelő táj- és talajhasználat, öntözés következtében másodlagosan kialakult szikes foltok is tarkítják a talajtakaró képét.

1.1.1.4 VÍZRAJZI JELLEMZŐK

A Sárvíz árvizei főként tavasszal, kisvizei nyár végén gyakoriak. Összesen 12 tó található a vidéken, amelyből hét mesterséges kialakítású. A talajvíz az ártereken a felszínközéln, a teraszok alatt 2-4 m mélységben, szárazság idején mélyebben található. A kistaj felszíni vizei közvetlenül vagy közvetve a

Nádor csatornába jutnak. A felszíni vízrendszer 2 795 ha hosszú, hálózati sűrűsége 0,96 fkm/km².¹ Fontos vízfolyás a Dinnyés-Kajtori csatorna, amely a Velencei-tó lecsapoló csatornája és egyben a közbeeső vízgyűjtők és a Sárosd-Seregélyesi vízfolyás befogadója is.

1.1.1.4.1 A vízkészletek hasznosítása

A Sárvíz-völgy vízfolyásaiban a legjelentősebb felszíni vízhasználat a halastavi vízkivétel, ami elsősorban a Séd-Sárvíz-malomcsatornán létesített tározók üzemeltetését jelenti. Az öntözési célú engedélyhez kötött vízkivétel a Séd-Sárvízi-malomcsatornából, a Nádor-csatornából és a Gajapatakából történik. Az ipari, valamint a rekreációs célú vízkivétel döntően a Nádor-csatornán (Sárvíz) és a Séd-Sárvíz-malomcsatornán valósul meg. A Sárvíz-völgy déli szakaszán a Sió is kiemelt jelentőségű mesterséges csatorna, amely a Balaton vizét a Dunába vezeti.

1.1.1.4.2 Vízkockázatok

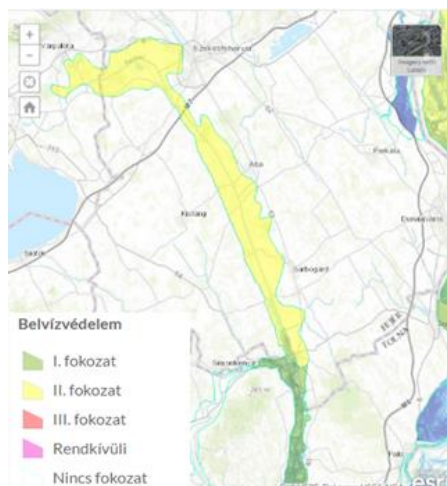
A felszín alatti víztestek mennyiségi állapota a kistáj területén bőséges. A Séd-Nádor-Sárvíz-vízgyűjtő sekély porózus víztest minőségi jellemzője a szárazföldi felszín alatti vizektől függ. A felszíni víztest állapota a Nádor-csatornán nem jó, ami kedvezőtlenül befolyásolja a felszíni alatti víztestek minőségét is. A Sárvíz-völgyet délen átszelő Sió-csatorna felszíni víztestének kémiai állapota azonban megfelelő.

A térségben az árvíz-kockázat alacsony, a belvíz-veszélyeztetettség közepes², s főként a téli-tavaszi időszakban jellemző a nagyobb hóolvadások, tartós esőzések idején. A térség mélyfekvéséből adódóan magas talajvízszint jellemző, de természetesen erre hatást gyakorol az időjárás, a csapadékháztartás és a térségen áthaladó vízfolyások egyaránt. A legmélyebben fekvő területeken a talajvízszint 0-1 méter között található, így a völgy belső részén nagyobb gyakorisággal fordulnak elő belvívelöntések.

A problémás, mélyebben fekvő belvíz által veszélyeztetett övezet az OTtT 33/2000 (III.17.) sz. kormányrendeletben is kijelölésre került. Sajnos napjainkban még mindig uralkodó hibás beidegződés a vizek minél gyorsabb levezetésének igénye, ami itt is elsősorban az intenzív (iparszerű) mezőgazdasági termelési rendszert kívánta kiszolgálni. Ez azonban visszavonhatatlan károkat okozott a talaj vízháztartásában. A fenntartható környezetgazdálkodási szemléletben a területen található vizeknek kiemelt jelentőséggel rendelkeznek a természetes környezet vízutánpótlás igényének a biztosítása érdekében.

¹ A Sárvíz-völgye Érzékeny Természeti Terület programterve

² A belvível elöntött területeket az esemény bekövetkezésének valószínűsége alapján rendezik 4 belvíz veszélyeztetettségű kategóriába. 20 év alatt egy adott helyen hányszor volt belvízi elöntés. A 4 kategóriát úgy határozták meg, hogy az előfordult esetek számát hússzal elosztva megkapták az elöntés előfordulásának relatív gyakoriságát. (0,11-0,20: Belvível közepesen veszélyeztetett terület)



2. ábra: Belvízvédelmi fokozatok (forrás: VKKI)

A belvíz okozta károk a megfelelő tározó (belvíztározók) és elvezető rendszer (csatornahálózat) segítségével, belvízvédelmi szakaszok, öblözetek kialakításával csökkenthetők, azok folyamatos karbantartásával biztosítva az üzemképességet. A védekezés azonban nem a víz gyors és azonnali levezetését kell, hogy jelentse, hanem egy ésszerű, ökológiai szempontrendszert figyelembe vevő vízgazdálkodást követel meg, az érintett problémás területek vizes élőhelyekké történő átalakításával. A térségben található nagyon jó minőségű talajok állapotát elsősorban nem az éghajlatváltozás, hanem az emberi tényező kockáztatja leginkább.

A térségben található Cece-Ősi belvízvédelmi övezet (155 km²) a Nádor-csatorna völgyét foglalja magába.³ Ezt a szakaszt a hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadék kockáztatja fokozottabban, hiszen a belterületi vízelvezető árkok szélsőséges esetekben nem tudják kellő gyorsasággal, illetve mértékben feladatukat ellátni. A Sárvíz-völgy számottevő belvízcsatornája a Séd-Sárvíz-malomcsatorna, valamint a Gaja Malomcsatorna, amelyek kedvező időjárási körülmények között öntözéshez, illetve a halastavak feltöltéséhez szükséges vízmennyiséget szállítja.⁴ Összességében az öntözés szerepe csekély, amelynek legfőbb oka, hogy a rendelkezésre álló vízmennyiség halgazdasági célokat szolgál. Ennek következtében, paradox módon a vízben gazdag táj gyakran vízhiányos területté válik.

1.1.1.5 TALAJ ADOTTSÁGOK

A Sárvíz-völgyben található vízfolyások mentén a nagy vízhatású talajok alakultak ki, s a folyóterasz első szintjén fiatal folyóvízi képződmények, míg az ártereken humuszos- és többrétegű öntéstalajok találhatók. Ezzel szemben az árvízmentes területeken humuszos szintek képződtek, azonban a magas talajvízszint következtében a mállás (agyagosodás) hatása nagy, ahol réti öntés talajtípusok lelhetők fel, s ezeken láprétek és legelők teszik a tájat mozaikossá. A lefolyástalan mélyedésekben a talajvízszint egész évben a felszín közelében húzódik, ahol a reduktív hatásnak köszönhetően a vegetáció nagyon lassan bomlik el, s magas szerves anyag tartalmú lápos réti talajok keletkeznek,

³ Fehér megye Területfejlesztési Konceptiója. Feltáró-értékelő vizsgálat. 2012.

⁴ u.a.

főleg Szentágota térségében. A tartósan vízjárta, lefolyástalan területeken a láposodás is megfigyelhető, ahol rétláp talajok találhatók.

1.1.1.5.1 Talajminőségi kockázatok

A magasabb térszíneken, a Tác-Csősz-Soponya-Káloz szakasztól nyugatra, valamint a Sárkeresztúr-Sárszentágota vonaltól keletre mezőszéki talajképződés zajlott. Azonban az intenzív (iparszerű) mezőgazdasági növénytermesztés itt okozza a legnagyobb gondot, mivel a lejtőkön található csernozjomokat jelentősen erodálja, ami vékonyodó földes kopárokat eredményez. A talajpusztulást a hirtelen lezúduló villámárvizek is gyorsítják. A belvizek idején jelentős a sókiválás, megfigyelhető a szikesedés, ami leginkább a rétláp talajok minőségét rontja.

A talajpusztulás megfékezésének egyik eleme a természetes jellegű erdőtakaró kialakítása, ami javítja a terület alkalmazkodóképességét, illetve enyhíti a szélsőséges időjárási hatásokat (csökkenti az intenzív párolgást, megállítja a talajpusztulást, javítja a talaj vízháztartását). A talajállapot javításának másik eleme, az intenzív mezőgazdasági termelés megszüntetése, illetve a legsérülékenyebb területeken folytatott művelési ág megváltoztatása, az ökológiai szempontokkal megegyező módon.

1.1.1.6 A MINTATERÜLET ÉGHAJLATI SZEMPONTÚ BEMUTATÁSA ÉS JELLEMZÉSE (DÖVÉNYI 2010)

A Sárvíz-völgy kontinentális éghajlata az Alföld középső vidékére hasonlít leginkább. A kistáj északi része mérsékelten meleg, száraz; a déli terület mérsékelten meleg, mérsékelten száraz. Északon inkább csak a kevésbé hő- és vízigényes kultúráknak; délen a hő- és vízigényes növényeknek is kedvez az éghajlat.

A tájegység sajátos jellemvonása, hogy magas a napsütéses órák száma, 1 950-2 000 óra körüli. Az északi területeken az évi napsütés összege kevéssel 2 000 óra alatt marad; a kistáj déli részén viszont 2020-2030 óra közé esik. A nyári értékek ugyanilyen eloszlásban 800 és 810 óra közöttiek, míg a téli napfénytartam kevéssel 190 óra fölötti.

Az évi középhőmérséklet a középső vidékeken 10,2-10,4 °C, északon 10,0-10,2 °C, délen 10,4-10,6°C fok. A táj éghajlatának sajátossága, hogy nagy a hőmérséklet napi és évi ingadozása. A tenyészidőszak középhőmérséklete 17,0-17,4 °C fok. Évente 198-200 napon át a középhőmérséklet (április 1-4. és október 20. között) meghaladja a 10 °C fokot. A fagymentes időszak hossza északon 188-190 nap, a középső részeken 196 nap, míg délen 205 nap. Ezek az időtartamok északon április 12-15. és október 23. közé; a középső vidékeken április 8-10. és október 25. közé; délen április 5. és okt. 30. közé esnek. A júliusi középhőmérséklet 20,5-21,5°C fok, míg a januári középhőmérséklet -1,5°C és -2,0°C fok között szóródik. Az évi abszolút hőmérsékleti maximumok átlaga 34°C fok körüli, a minimumoké -16,0 és -16,5°C fok közötti.

A csapadék évi összege 560-600 mm, de északon csak 550 mm körüli. A legtöbb csapadék május-június hónapokban esik, de gyakori az augusztusi aszály. A nyári félévben átlag 320-350 mm mennyiségű csapadék hull, azonban északon ennél kevesebb (310-320 mm) is előfordul. A területet jellemzően 31-33 napig borítja összefüggő hótakaró, az átlagos maximális hóvastagság 20-22 cm.

Az ariditási index⁵ 1,17-1,23, északon 1,25-1,28. Mivel az index értéke meghaladja az 1-et ($A > 1$), ez azt jelenti, hogy a területen a párolgásra rendelkezésre álló energia több, mint amennyit a lehullott csapadék elpárologtatásához fel lehetne használni. Ezért ezt száraz vagy arid területnek nevezzük. Magyarországon, körülbelül a Duna–Tisza köze közepén húzódik az $A=1$ -es határvonal. A leggyakoribb szélirány az ÉÉNy-i, második helyen pedig a déli áll. Az átlagos szélesség 2,5-3 m/s.

2. táblázat: Sárvíz-völgy éghajlatának összefoglaló táblázata (forrás: MVM Zrt.⁶)

Éghajlati típus	Északon	mérsékelt meleg-száraz
	Délen	mérsékelt meleg-mérsékelt száraz
Napsugárzás	Évi napfénytartam	É: 2000 óra D: 2020-2030 óra
	Napsütéses órák száma	É: 800 óra
		D: 810 óra
		190 óra
Hőmérséklet	Évi középhőmérséklet	É: 10,0-10,2°C D: 10,4-10,6°C
	Vegetációs időszak átlaghőmérséklete	17,0-17,4°C
	10°C-ot meghaladó átlaghőmérsékletű napok	198-200 nap (ápr. 1-4 – okt. 20)
	Fagymentes időszak	É: ápr. 12-15.
		D: ápr. 5.
		É: okt. 23.
		D: okt. 30.
		É: 188-190 nap
		D: 205 nap
	Évi abszolút hőmérsékleti maximumok sokévi átlaga	34°C
Csapadék	Évi csapadékösszeg	560-600 mm (É: 550 mm)
	Vegetációs időszak átlagos csapadék összege	320-350 mm (É: 310-320 mm)
	24 órás csapadék maximum	130 mm (Sióagárd)
	Hótakarós napok átlagos száma	31-33 nap
	Átlagos maximális hóvastagság	20-22 cm
	Leggyakoribb szélirányok (sorrendben)	ÉÉNy, D
Szél	Átlagos szélesség	2,5-3 m/s

1.1.1.6.1 A klímaváltozás térségi jellemzői

Hazánk a nedves óceáni, a nedves és száraz kontinentális éghajlati övek határán helyezkedik el, de ezek mellett a szubmediterrán hatás is egyre fokozottabban érvényesül. Az éghajlati jellemzők megváltozása az említett éghajlati övek eltolódását eredményezheti. A globális éghajlatváltozás a

⁵ Az elpárologtatott csapadékot (Cs) az adott területen a párolgáshoz rendelkezésre álló energiával (Rn) összekapcsolva a Budiko-féle ariditási index fejezi ki.

⁶ Környezeti hatástanulmány Paks és 30 km sugarú környezetének éghajlati jellemzése, MVM Zrt.

szélsőségek gyakoriságának növekedését, a hosszabb szárazabb periódusok kialakulását okozhatja, amely a száraz mediterrán hatás fokozatos érvényesülését segítheti elő az országban, illetve ebben a térségben.

A különböző modellek szerint az éghajlatunk összességében melegszik és szárazabbá válik. Várhatóan a telek melegebbek lesznek, és valamivel csapadékosabbnak ígérkeznek, ezért a téli félévben az árvízveszély fokozódik, valamint a medencejellegből fakadóan a téli csapadéktöbblet a belvízzel elöntött területek növekedéséhez vezethet. A nyári hónapokban szintén melegedéssel kell számolni, miközben a csapadékmennyiség ebben az időszakban várhatóan csökkenni fog, amely az aszály kialakulásának kedvez.

Az elmúlt évtizedekben megfigyelhető volt a napi csapadék intenzitásának erősödése, azaz nőtt a hirtelen lezúduló csapadék mennyisége. A jelenség rendkívül kedvezőtlen hatást gyakorol a környezetre, a társadalomra és valamennyi gazdasági ágazatra. A klímaváltozás okozta szélsőséges időjárás hatására – várhatóan az egész országban, így – a Sárvíz-völgyben is tovább nő a természeti katasztrófák esélye, ami a társadalmat, a természeti környezetet és valamennyi gazdasági ágazatot kedvezőtlenül fog érinteni. Az egyre pusztítóbbá váló viharok például mezőgazdasági károkat, az épített környezet és a közlekedési létesítmények megrongálódását, a vagyontárgyakban bekövetkező anyagi károkat, valamint a települési csapadékvíz elvezetés ellehetetlenülését stb. okozhatják.

Ezeket a veszélyeket figyelembe kell venni, s fel kell készülni a megváltozott körülményekre, a szélsőséges időjárási viszonyokra. Ezt bizonyítja az is, hogy az elmúlt években egyre több tanulmány, értékelés íródott, s foglalkozott Magyarországgal, illetve a térség éghajlatváltozásának témakörével.

A negatív hatásoknak, az úgynevezett kritikus infrastruktúrális elemek vannak a legközvetlenebbül kitéve, úgymint az energiaellátás, a vezetékes és a mobil távközlési szolgáltatások, a közlekedési létesítmények (vasút, közút), az ivóvízellátás, a szennyvízhálózat és az épületállomány. A közúti közlekedésben a hirtelen lezúduló csapadék utakat rongálnak meg, míg az egyre gyakoribbá váló nyári hőhullámok az aszfaltréteget károsítják. A huzamosabb ideig fennálló hőségnapok a burkolat nyomvályúsodásához vezet, különösen akkor, ha a 24 órás átlaghőmérséklet legalább három egymást követő napig nem süllyed 26 °C alá.⁷ A téli hónapokban a változó halmazállapotú csapadék és hőmérsékletkülönbség, illetve fagyhatás okoz gondot, s az útburkolat repedezését segítik elő. A vasúti közlekedésben a hirtelen lezúduló csapadék töltéseket moshat alá, valamint elektromos berendezések, vasútbiztonsági eszközök beázását okozhatja. A gyakoribbá váló orkán erejű szélviharok, valamint ónos esőzések a felsővezeték-hálózatot rongálhatják meg, de ezek a természeti csapások a vasúti közlekedés mellett a térség áramellátását is veszélyeztetik.

A mezőgazdaságban a fagykár, jégkár és egyéb viharkár a termelés biztonságát és minőségét fenyegeti, illetve növeli a termelési költségeket, s veszteségeket eredményez. (Emeli az öntözés költségeit, valamint a védekezés igényét stb.) Egyre gyakoribb jelenség, hogy egy éven belül aszály és belvíz is megjelenik, ami a talaj szerkezetében, minőségében is károkat okoz. Az éghajlatváltozás a növénytermesztés struktúrájának átalakulását idézheti elő, s a kevésbé alkalmazkodó, ellenálló haszonnövények eltűnését (pl.: kukorica), illetve új hibirdek elterjedését eredményezheti.

⁷ http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0017_16_klimastrategiak/ch01s04.html

Az agráriummal kapcsolatban több helyen kiemelik, hogy a mezőgazdaság okozta kedvezőtlen környezeti hatásokat mérsékelni kell ebben a térségben is. Az emberi beavatkozás nem erősítheti az éghajlatváltozás, a szárazodás, a szélsőséges vízjárás és a talajpusztulás kedvezőtlen környezeti hatásait.⁸ Az éghajlatváltozás jelensége egyre nagyobb társadalmi konfliktusokhoz vezethet, legfőképpen a térben és időben egyenlőtlen vízeloszlás következtében (korlátozott hozzáférés), valamint a nem megfelelő agártámogatási és kárelhárítási rendszer miatt.

1.1.1.6.2 Az elmúlt évek szélsőséges időjárási eseményei

Az elmúlt 10 esztendő során a természeti katasztrófák ezt a térséget sem kímélték. A pusztító erejű viharok fákat csavartak ki, döntöttek utakra, bénították meg a vasúti közlekedést, lehetetlennítették el a gépjárműforgalmat, vagy a családi házak tetőszerkezetének megrongálódását okozták stb. A szélsőséges időjárással összefüggésben nem csak a nyári viharok okoznak pusztítást, hanem egyre gyakrabban fordulnak elő nagy erejű természeti csapások a többi évszakban is.

Térben és időben egyre kiszámíthatatlanabb az időjárás, így nehezebb lokalizálni az egyes viharok kialakulásának várható helyét, prognosztizálni időbeli kiterjedését és intenzitásának nagyságát. Az elmúlt néhány évben tehát többször (2011-ben, 2012-ben és 2015-ben) előfordult jelentős anyagi kárral járó vihar Fejér és Tolna megyében is. A 2015. év extrém időjárási körülményei megmutatták, hogy mire lehet számítani a jövőben. 2015 nyarán rengeteg hóhullám fordult elő, amikor az országos területi átlaghőmérséklet 22,15 °C fok volt, 2 °C fokkal magasabb, mint a 1981-2010 standard időszak méréseinek átlaga. Különösen a napi maximumhőmérsékletek voltak kiugróan magasak, 2,6 °C fokkal haladták meg az előző időszak értékeit. Az országos átlaghőmérsékleteket tekintve 1901 óta ez volt a negyedik legmelegebb nyár. Sőt, még szeptember első két napján is hőségriasztás volt érvényben. A településeken egyre több trópusi éjszakát kellett elszenvedni, amikor a hőmérséklet egyáltalán nem hűlt 20 °C fok alá. Az 1901 óta előfordult legmelegebb hónapok rangsorában a 2015 nyár két hónapja is az élmezőnybe került, de megfigyelhető az is, hogy az elmúlt 15 évben gyakrabban dőltek meg a hőmérsékleti rekordok télen is.

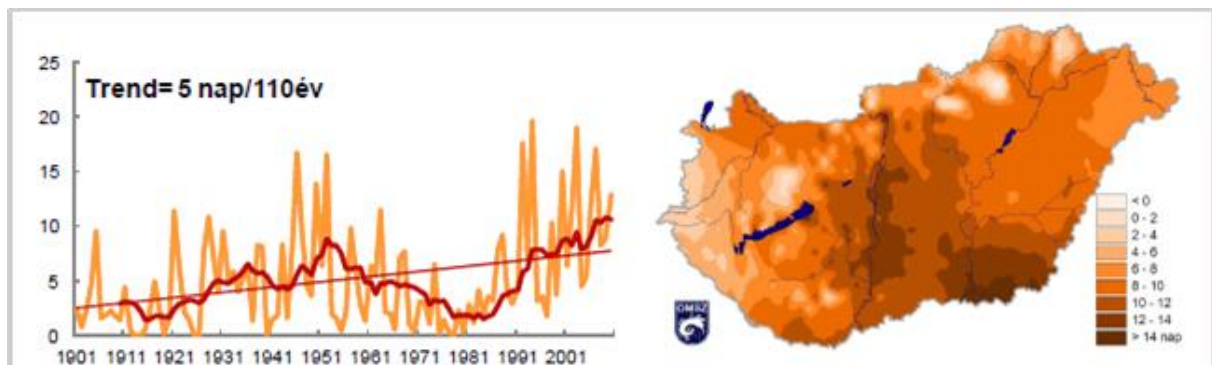
3. táblázat: A legmelegebb nyári hónapok és nyarak rangja 1901 óta (forrás: OMSZ)

	június	július	augusztus	nyár
1.	2003	2012	1992	2003
2.	2007	2015	2003	2012
3.	1964	1994	2015	2007
4.	2012	2006	1952	2015
5.	1979	1995	2012	1992
6.	2002	2007	2000	1946
7.	2000	1928	1943	1950
8.	1935	2002	2013	1952
9.	2008	1950	1946	2002
10.	1950	1936	2001	1994
25.	2015			

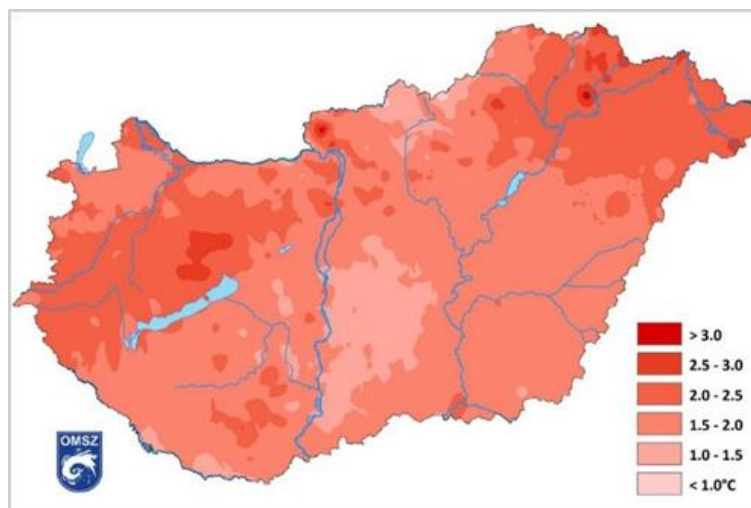
⁸ Hagyomány és modernizáció a „Sárvíz” mentén. A Sárvíz Helyi Közösség Egyesület LEADER Helyi Akciócsoport, Aba város Helyi Vidékfejlesztési Stratégiája. 2013.

4. táblázat: A legmelegebb téli hónapok és nyarak rangja 1901 óta (forrás: OMSZ)

	december	január	február	tél
1.	1934	2007	1966	2006-07
2.	1915	1936	1995	1997-98
3.	1960	1948	1990	2013-14
4.	1916	1921	2002	1950-51
5.	1985	1983	1925	1909-10
6.	1979	1994	2007	1901-02
7.	1959	2014	1998	1935-36
8.	1910	1988	1974	1987-88
9.	1901	1998	2014	1915-16
10.	1982	1975	1977	1993-94
38.	2013			



3. ábra: Hőhullámos napok száma (forrás: OMSZ)

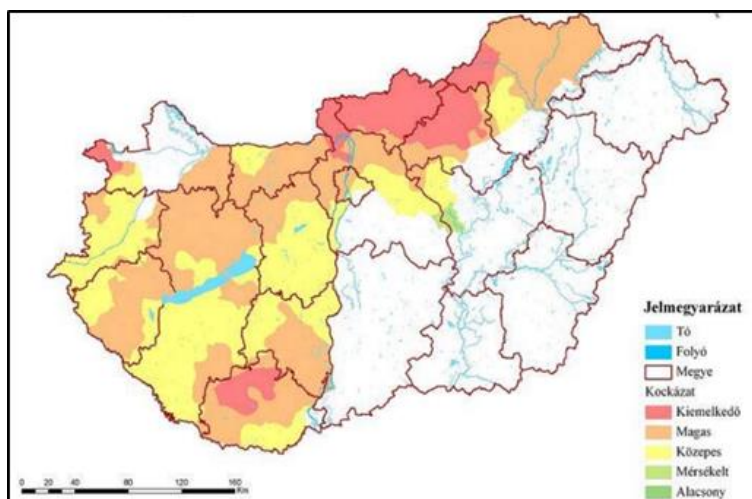


4. ábra: A 2015-ös nyár középhőmérsékletének eltérése
az 1981–2010-es normáltól (forrás: OMSZ)

A csapadék eloszlásában is egyre szélsőségesebb jelenségek figyelhetők meg. A rendszeressé váló aszályokat egyre gyakrabban szakítják meg – de csak lokálisan – hirtelen lezúduló, özönvízszerű zivatarok, úgynevezett villámárvizek. Erre példa, hogy 1901 óta 2015-ben volt a 6. legszárazabb június, majd július 8-án egy markáns hidegfront hatására, a Székesfehérvártól északra található

Fehérvárcsurgón 30 perc alatt közel 40 mm eső esett.⁹ Ugyanebben az évben augusztus 17-én, Budapest belvárosában 51 óra alatt több mint 139 mm csapadékot mértek, amelyből 80 mm 1 óra alatt esett le. A fővárosban az átlagos augusztusi havi csapadékösszeg 52 mm, tehát ennek több mint kétszerese hullott le egyetlen nap alatt. Várhatóan a jövőben egyre több ilyen, úgynevezett villámárvíz (*flash flood*) jelenségre kell felkészülni az egész országban.

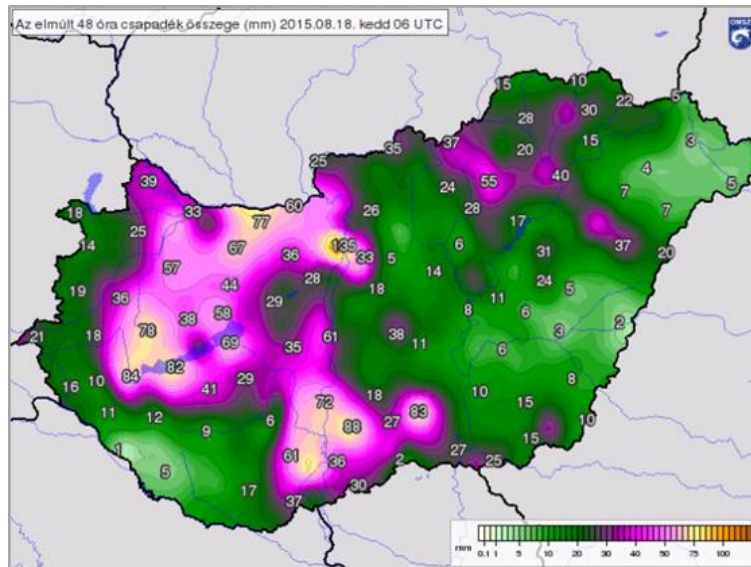
Sárvíz-völgy a villámárvizek szempontjából közepesen veszélyeztetett területnek számít. A villámárvíz kialakulásáért általában a nyugat-délnyugat felől érkező ciklon nedves légtömege felelős, amely különlegessége, hogy folyamatos nedvesség utánpótlást biztosít. Ezeken a szállítószalagokon rendkívül nagy nedvességtartalmú levegő érkezik a Földközi-tenger térségéből. A kialakulásának egyik feltétele a több napig tartó hóhullám, mivel a meleg levegő rendkívül sok vizgőzt tud magában tartani. A folyamat során az alsóbb légrétegekben még meleg, a magasabban már hideg levegő áramlik az országba, így rendkívül instabillá válik a légkör. Emellett az erős feláramlás és a talaj közeli konvergencia (összeáramlás) tovább segíti a felhőszakadás kialakulását. Amíg a megszokott zivatarok általában 20-30 percig tartanak, majd az átvonulást követően megszűnnek, addig a villámárvíznél a nedvesség utánpótlás folyamatos, a kialakulás feltételei hosszú ideig fennállnak, ezért a jelenség egymást követően többször is megismétlődhet. Az ilyen típusú felhőszakadás nem gyakori, de az egyre hosszabb ideig tartó hóhullámok során gyakrabban fordulhatnak elő a villámárvizek. A heves zivatarokat okozó viharok kialakulásában fontos szerepet tölt be a magas légköri futóáramlási (jet stream) rendszer is, amely átalakulása további jelentős kockázatot jelent éghajlatunkra és környezetünkre.



5. ábra: Magyarország villámárvízi térképe (forrás: OKF¹⁰)

⁹ OMSZ

¹⁰ OKF: Ár-és belvíz, valamint villámárvíz kockázat értékelése hazánkban. <http://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/412-ar-es-belviz-valamint-villamarviz-kockazat-ertekelese-hazankban.pdf>



6. ábra: Csapadék összeg 2015.augusztus 16-18 között (mm) (forrás: OMSZ)

1.1.1.7 LEVEGŐMINŐSÉG

A térség levegő állapota megfelelő, inkább a kisebb lakossági légszennyező pontforrások (lakossági tüzelésből eredő), valamint a közlekedési eszközök káros-anyag kibocsátása meghatározó. Az említetteken kívül az abai MOL Zrt. gázátadó állomás jelent még nagyobb kockázatot a térség levegőminőségére. Az utóbbi években az egész országban a szállópor (PM₁₀) koncentrációja jelentett nagy problémát, mivel többször meghaladta a tájékoztatási és riasztási határértéket. Az egyre hosszabban tartó száraz és szélcsendes időszakok miatt nyáron és tél végén egyaránt gyakoribbá váló jelenség. Télen a fatüzelésű lakóházak, nyáron az intenzív mezőgazdasági munkálatok kockáztatják legjobban a térség levegőminőségét a közlekedési eszközökből származó kibocsátások mellett.

1.1.1.8 KÖVETKEZTETÉSEK

Sárvíz-völgyben a belvízveszély közepes kockázati tényező, és főleg a téli és tavaszi időszakban okoz problémát, míg a nyári hónapokban a hirtelen lezúduló csapadék jelent kockázatot, amely a csatornahálózat vízelvezető képességét veszélyezteti. A mély fekvésű, rendszeresen belvízjárta területeket tájhasználat váltással célszerű lenne kivonni az intenzív szántóföldi művelésből. A vízben gazdag adottság ellenére rossz vízgazdálkodás jellemző. Meg kell akadályozni, hogy a vízhiányos időszakokban vízhiányos területek alakuljanak ki. A támogatási rendszereket illeszteni kell az optimalizált, több szempontú táj-, terület és földhasználatokhoz, amire a Nemzeti Vízstratégia is utal.¹¹

Az éghajlatváltozás következtében az egyre hosszabb ideig tartó hóhullámok az aszály kialakulását, míg a villámárvizek a talajeróziót növelik. A nem megfelelő táj- és talajhasználat talajeróziót, valamint az öntözés a szikesedés kialakulását segítik elő.

¹¹ H/5054 sz. Országgyűlési Határozati Javaslat a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiáról 2014-2025-re, kitekintéssel 2050-re (<http://www.parlament.hu/irom40/05054/05054.pdf>)

A természetes környezet alkalmazkodó képességének erősítéséhez ökológiai szempontokat kell előtérbe helyezni, ami hosszú távon a társadalom és gazdaság érdekeit is szolgálja.

Az ország egész területén az évi középhőmérséklet 1-2,5 fokok emelkedése valószínűsíthető, télen és nyáron valamivel nagyobb felmelegedésre számíthatunk az átmeneti évszakokhoz képest. A hőmérsékleti szélsőségek közül a fagyos napok száma kb. 35%-kal csökkenhet, míg hőségriadós napok száma – különösen az ország középső és északkeleti térségeiben – több, mint 30 nappal gyarapodhat. A csapadékjárás rövidebb távú (2050-ig kitekintő) becsléseit jelentős bizonytalanságok terhelik, a változások ezen időtávon nem szignifikánsak. A század végére az ország egészére télen a csapadék mintegy 15-20%-os növekedése, nyáron pedig 10-30%-os csökkenése vetíthető előre. Az egymást követő száraz napok száma télen kb. 10-15%-kal csökkenhet, nyáron pedig – különösen a Dunától keletre – 15-25%-kal növekedhet.¹²

A klímaváltozás a hóhullámok gyarapodását és a mainál szélsőségesebb vízjárást (szárazodást, aszályt, téli és tavaszi csapadék belvizet, a nyári villámárvizet) eredményezi. A szélsőségek várható alakulása jellegzetes térbeli eloszlást mutat és többek között Magyarország középső területeit érinti legkedvezőtlenebbnél, amely növekvő területi sérülékenységre hívja fel a figyelmet. Mindez a társadalom és a gazdasági szereplők, valamint az igazgatás adaptivitását teszi szükségessé.

Az éghajlatváltozással összefüggésben Sárvíz-völgyben a klímaváltozás jelenleg még nem gyakorol kimutatható hatást például az elvándorlási szándékra, azonban a belvíz által leginkább veszélyeztetett középső, mélyfekvű (és gazdaságilag elmaradottabb) területeken a jövőben egyre nehezebb körülményekre lehet számítani.

1.1.2 A MINTATERÜLET TÁRSADALMI, GAZDASÁGI VISZONYAINAK ÁTFOGÓ BEMUTATÁSA

1.1.2.1 A DEMOGRÁFIAI JELLEMZŐK

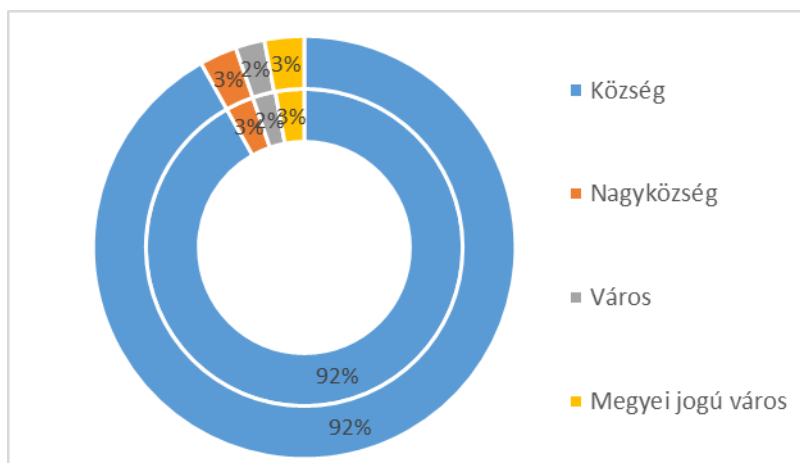
A Sárvíz-völgy népessége 2014-ben 212 712 fő volt. A térségben a legtöbben (63 %) a két megyei jogú városban élnek. Székesfehérváron és Szekszárdon kívül a népesség 16 %-a a többi városban, 5 %-a a nagyközségekben, míg 16 %-a a községekben él. A városi népesség aránya 2000 és 2014 között kis mértékben csökkent, míg a nagyközségeké kis mértékben nőtt. A megyei jogú városokban és a községekben élők aránya mindeközben változatlan maradt.

A tájegység legnépesebb városa Székesfehérvár (99 315 fő), a legkevesebben Bikácson élnek (461 fő). A térség városain kívüli területei jellemzően rurális jellegű, népsűrűsége a két megyeszékhellyel együtt is elmarad az országos átlagtól (Sárvíz térsége: 87,9 fő/km²; országos átlag: 106 fő/km²).

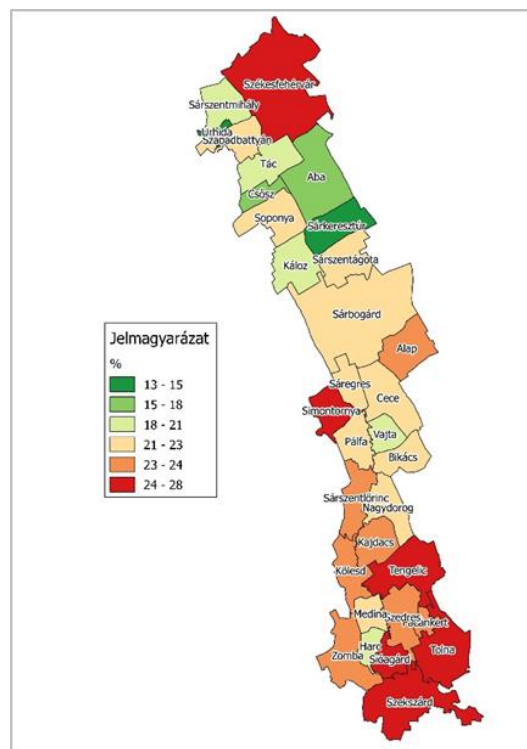
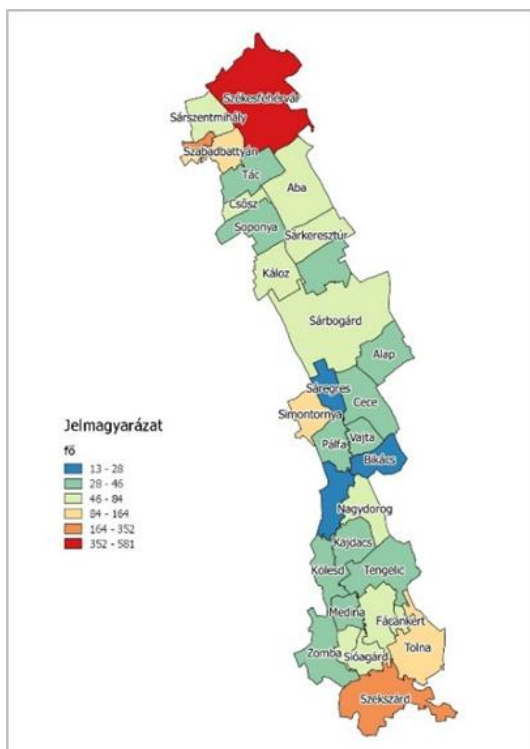
A Sárvíz-völgyben 2000-2014 között 4,2 %-kal csökkent a lakónépesség száma, amely éves átlagban 5,8%-os népességszám-visszaesését jelentett. A legnagyobb arányú veszteség Fácánkerten, Sáregresen és Sióagárdon következett be, de a városok is jelentős arányú népességvesztést realizáltak a vizsgált időszakban. A belső perifériákon fekvő, megyehatárok mentén található települések lakossága nagyobb mértékben csökkent.

¹² H/5054 sz. Országgyűlési Határozati Javaslat a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiáról 2014-2025-re, kitekintéssel 2050-re (<http://www.parlament.hu/irom40/05054/05054.pdf>)

A terület átlagos népsűrűsége 89,6 fő/km² volt 2000-ben, majd 2014-ben 87,9 fő/km² (országos átlag 106 fő/km²). Figyelembe kell venni azonban, hogy ezt az adatot Székesfehérvár és Szekszárd jelentősen torzíttja (növeli). A két nagyvárossal nem számolva 2000-ben 62,6 fő/km²-ről 2014-ben 63 fő/km²-re nőtt a népsűrűség. A legkisebb népsűrűség a Sárvíz-völgy belső, elszegényedő, előregedő területein tapasztalható, ahol magas a munkanélküliség és intenzív az elvándorlás.



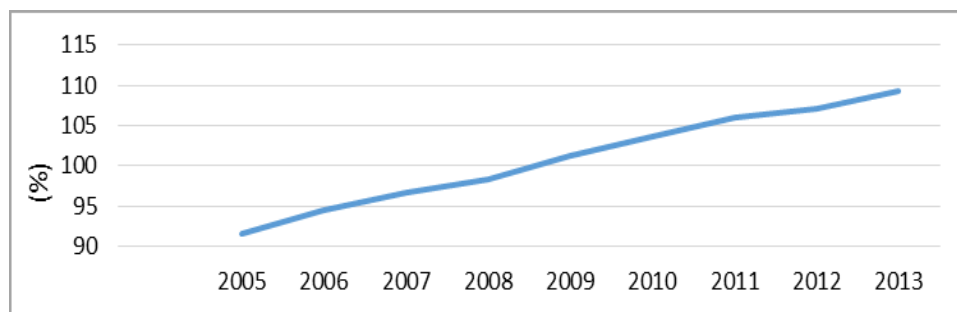
7. ábra: A népesség települések jogállása szerinti megoszlása (forrás: Terra Stúdió Kft., KSH)
(Belső körcikkek 2010.; külső körcikkek 2014.)



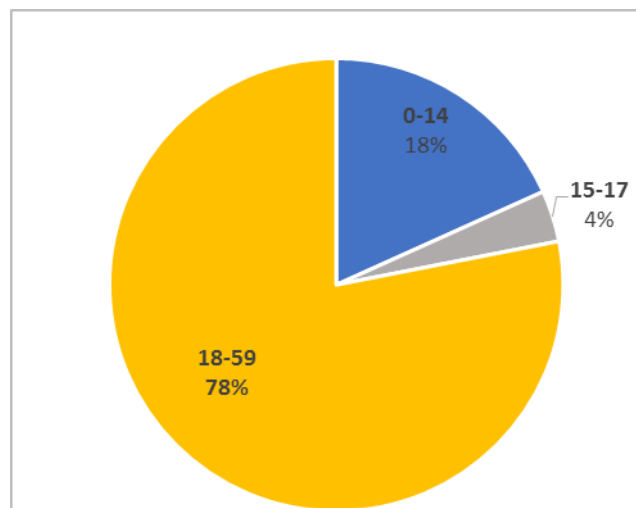
8. ábra: Sárvíz-völgy népsűrűsége (bal) és öregedési indexe (jobb), 2014 (forrás: Terra Stúdió Kft., KSH)

A kedvezőtlen demográfiai folyamat a lakosság korszerkezetén is érezhető. A vizsgált területen Tolna és Fejér megyéhez, valamint az országhoz hasonlóan a fiatalkorúak aránya (14 év kor alatti) alacsonyabb volt (14,1%), mint a 65 év felettieké (17,8%) 2014-ben. Alacsony és folyamatosan csökken a fiatalkorúak aránya, s a legkedvezőtlenebb helyzetben a mélyszegénységben élő, zömében idős korosztályból álló falvak (belső területek) mellett a városok, nagyközségek vannak (Székesfehérvár, Szabadbattyán, Szekszárd). Itt volt a legkisebb volt a gyermekvállalási hajlandóság, ami részben a magasabb iskolai végzettséggel magyarázható.

A természetes fogyás ütemének gyorsulásaért a társadalom elöregedése felelős. Ezt a folyamatot az öregedési index fejezi ki.¹³ 2005 óta elöregedés jellemzi a Sárvíz-völgy településeit. A térséget 2008-ig még fiatalos korszerkezet jellemezte, majd ezt követően, 2009-ben az idősek aránya már meghaladta a fiatalokét.



9. ábra: Az öregedési index változása a Sárvíz-völgyben (forrás: Terra Stúdió Kft., KSH)

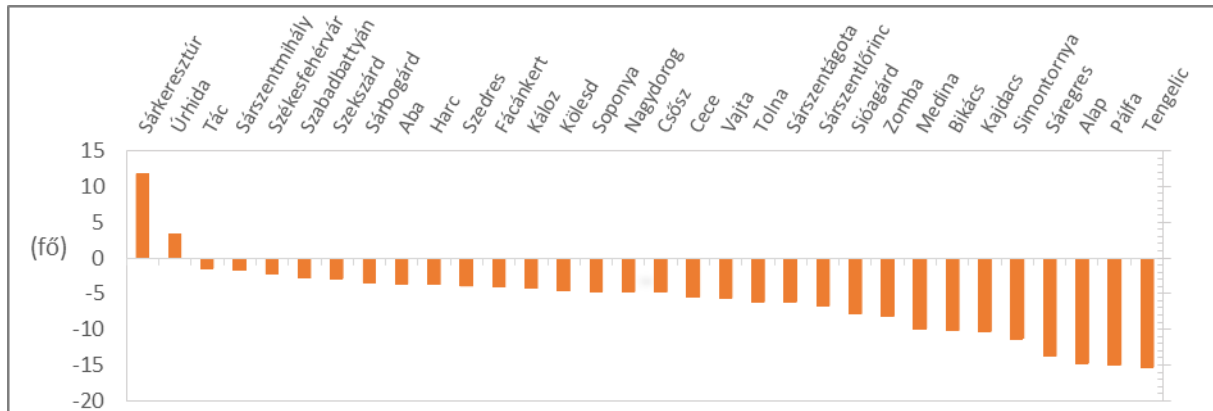


10. ábra: A Sárvíz-völgy településeinek korszerkezete, 2014
(forrás: Terra Stúdió Kft., KSH)

A születések száma egyedül Sárkeresztúron és Úrhidán haladta meg a halálozások számát, vagyis csupán ezt a két települést lehet természetes szaporodással jellemezni, míg a többi területen a

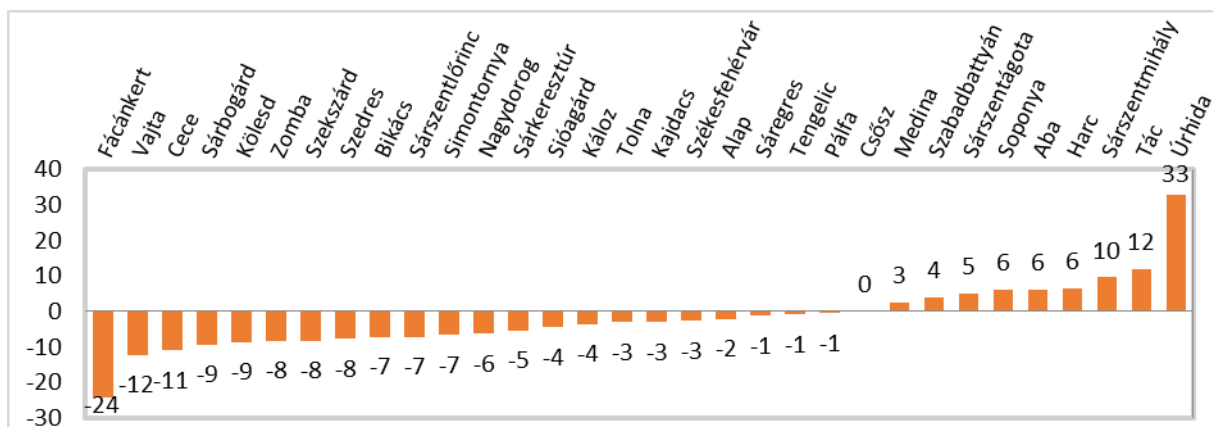
¹³ Az öregedési index a 65 év felettiek és 14 év alattiak arányát mutatja meg

természetes fogyás a jellemző. Mindemellett a halálozások száma – ahogyan az egész országban, illetve mindkét érintett megyében – Sárvíz-völgyben is egyaránt nőtt.



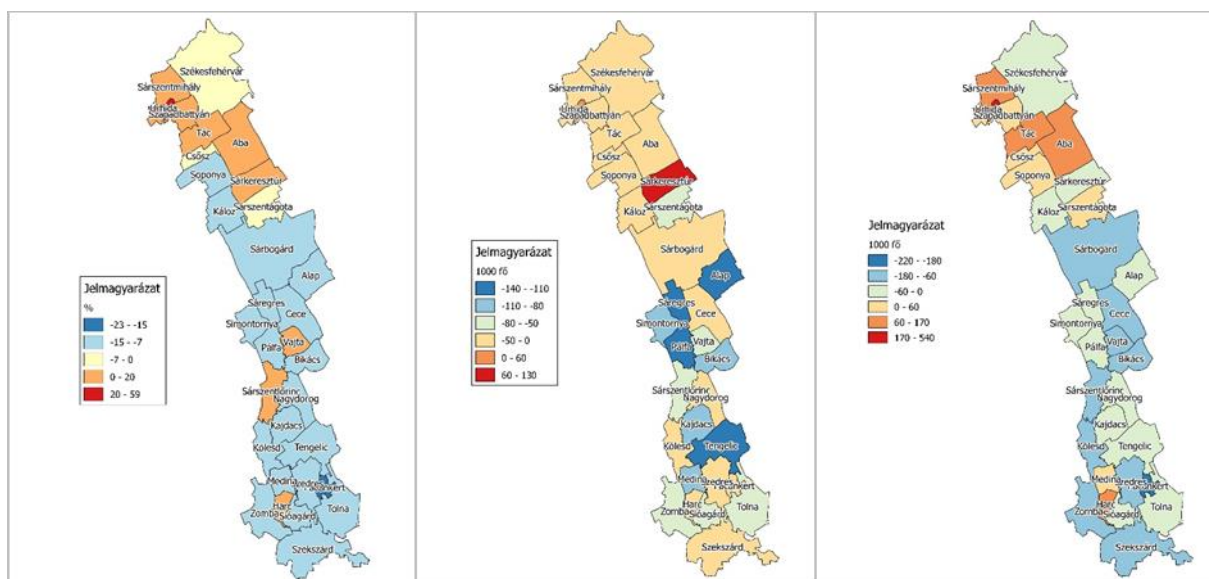
11. ábra: Természetes szaporulat változása (%) 2000-2014 között a 2000-es lakónépességhez képest
(forrás: Terra Stúdió Kft., KSH)

A népességfogyás másik meghatározó tényezője az nagymértékű elvándorlás. Az ezredforduló óta a térségben a vándorlási mérleg romlott, a legnagyobb veszteség Fácánkert, Vajta és Cece településeket érte. A városoknak sem volt elegendő népességmegtartó ereje, a megyeszékhelyekről, is jelentős számban vándoroltak el, Székesfehérvár lakosságának egy része a környékbeli településekre költözött, ahova a Sárvíz-völgy szegényebb részeiről is többen átvándoroltak. Ennek oka a székesfehérvárinál alacsonyabb ingatlanárak, és a megyeszékhely közelsége, ami a munkalehetőség miatt volt lényeges.



12. ábra: A vándorlási egyenleg változása (%) 2000-2014 között a 2000-es lakónépességhez képest
(forrás: Terra Stúdió Kft., KSH)

A Sárvíz-völgy kedvezőtlen demográfiai folyamatai mellett a lakásépítési aktivitás is csökkent. A 2001-2005-ös időszakhoz képest 2006-2011 között jelentősen visszaesett az új építések száma. Az építkezések száma az elmúlt években sem nőtt, ami részben a gazdasági válsággal magyarázható. Egyedül Székesfehérvár agglomerációjában (Sárszentmihály, Tác, Úrhida) épült néhány tucat új lakás, ami a térségbe történő nagyobb bevándorlással hozható összefüggésbe.



13. ábra: A népességszám változásának jellemzői, 2000–2014 (forrás: Terra Stúdió Kft., KSH)

A lakónépesség változása, 2000–2014 (balra)

A 2000. évi lakónépességhez viszonyított 1000 főre vetített természetes szaporodás változása, 2000–2014 (középen)

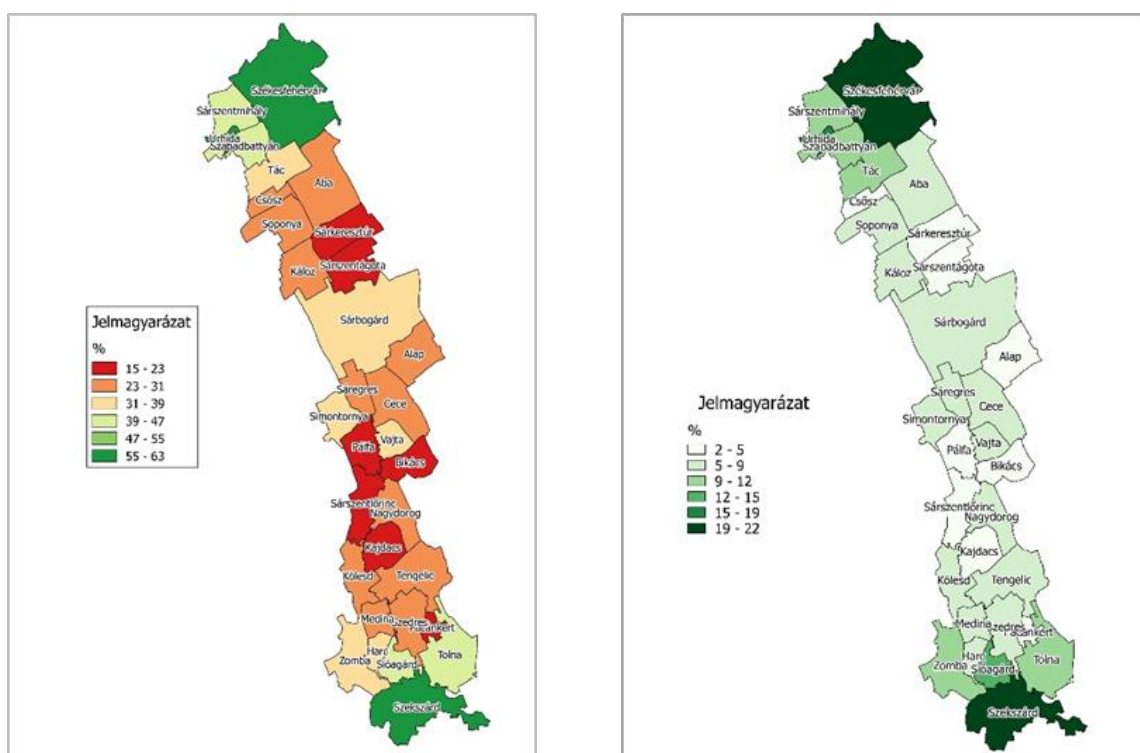
A 2000. évi lakónépességhez viszonyított 1000 főre vetített vándorlási egyenleg változása, 2000–2014 (jobbra)

1.1.2.2 A KÉPZETTSÉGI SZINT JELLEMZŐI

A Sárvíz-völgyben élő 18 évesnél idősebb népesség 32 %-a rendelkezett legalább érettségivel, miközben az ország felnőtt népességének csaknem fele szerzett érettségi bizonyítványt vagy ennél magasabb iskolai végzettséget a 2011-es népszámlálás idején. Ez az érték a két megye átlagától is elmarad. Arányuk a megyeszékhelyek mellett, azok agglomerációjában is magas, (47-57%) Sárszentmihály, Úrhida, Szabadbattyán településeken, valamint Szekszárd mellett, Sióagárdon jelentősebb. A kisebb, elöregedő, településeken (középső terület) rendelkeznek a legkevesebben legalább középfokú végzettséggel. Vajtán a környezethez képest magasabb képzettségi szint figyelhető meg, ami az ott működő teológiai főiskolával magyarázható.

A felsőfokú képzettséggel rendelkezők területi megoszlásából még jobban kirajzolódnak a képzettség szintbeli különbségei. Az országban a diplomások aránya főként a felsőoktatási központnak számító, illetve ezek közelében fekvő megyékben, valamint a fejlett ipari térségekben a legmagasabb (Budapest 28,9%, Pest 15,9%, Csongrád 15,3%, Győr-Moson-Sopron 14,3% volt 2011-ben.). A Sárvíz-völgyben az egyetemi, főiskolai, egyéb oklevéllel rendelkezők aránya 7,9%-os volt a legutóbbi népszámlálás idején, amely jelentősen elmaradt az országos átlagtól (15%). A felsőoktatási oklevéllel rendelkezők számában is nagy területi különbségek tapasztalhatók a vizsgált térségen belül. A két megyeszékhelyen és annak közvetlen szomszédságában az országos átlagnak megfelelő, vagy annál magasabb az arányuk, míg a középső részen, különösen Sárkeresztúron, Sárszentágotán és Csőszön jelentősen elmarad az országos mértéktől.

Az iskolai végzettség nagymértékben meghatározza a gazdasági aktivitást, illetve a jövedelmi szinteket. Azokon a településeken képződtek a legnagyobb jövedelmek, ahol nagyobb volt a képzett lakosság aránya. A rendelkezésre álló népszámlálási adatok alapján, míg Székesfehérváron 2011-ben több mint 1 millió Ft/fő volt az egy főre jutó nettó jövedelem, addig a leghátrányosabb helyzetű Sárkeresztúron csupán 308 ezer forint/fő értéket tett ki az átlagkereset, ahol a legnagyobb számú cigány lakosság él. Az iskolai végzettség ezen felül hatást gyakorol az elvándorlási szándéokra is. Megfigyelhető tendencia, hogy a falvakból a fiatal, képzett, gazdaságilag aktív népesség jelentős része hagyja el szülőhelyét, s a (képzettségének megfelelő) munkalehetőség reményében a megyeszékhelyekre vagy Székesfehérvár környékére áramlik (pl.: Úrhida, Tác, Sárszentmihály, Harc, Aba).



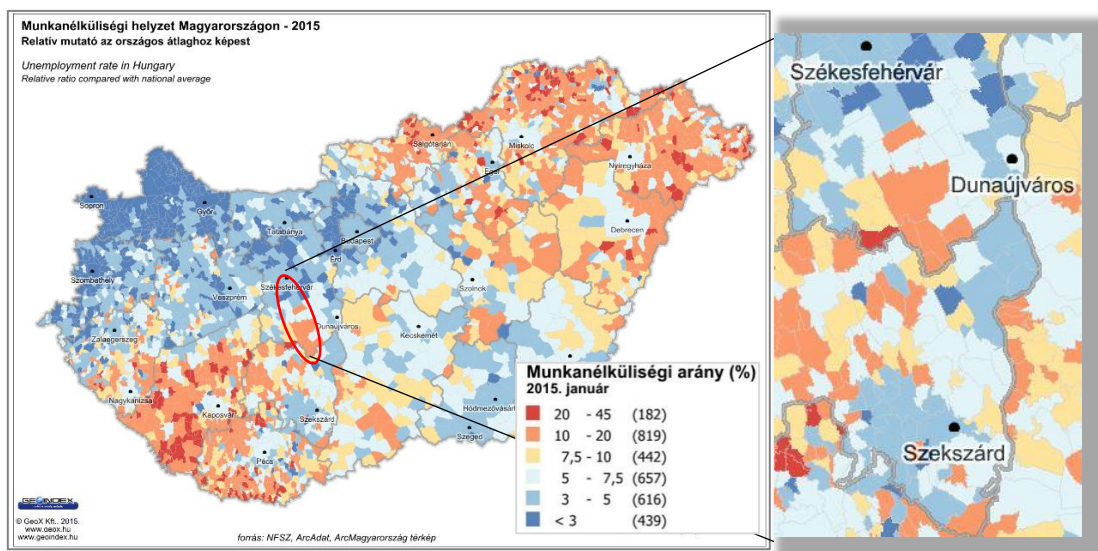
14. ábra: A képzettségi szint jellemzői, 2011 (forrás: Terra Stúdió Kft., KSH)

Érettségivel vagy annál magasabb iskolai végzettséggel rendelkező lakosság aránya, 2011 (balra)
Felsőfokú képzettséggel rendelkezők aránya, 2011 (jobbra)

1.1.2.3 A MUNKAERŐPIACI HELYZET

Tolna megyében a már említett átlagkeresetek és munkajövedelmek elmaradnak az országos átlagtól, miközben Fejér megyében, az országban a harmadik legmagasabb a jövedelmi szint. A munkanélküliségi ráta 8%, Tolna megyében 11% volt 2014-ben. A nyilvántartott álláskeresők száma viszont mindkét megyében csökkent az utóbbi években. A Nemzeti Foglalkoztatási Szolgálat adatbázisa szerint Sárvíz-völgyben a nyilvántartott álláskeresők aránya a munkavállalási korú

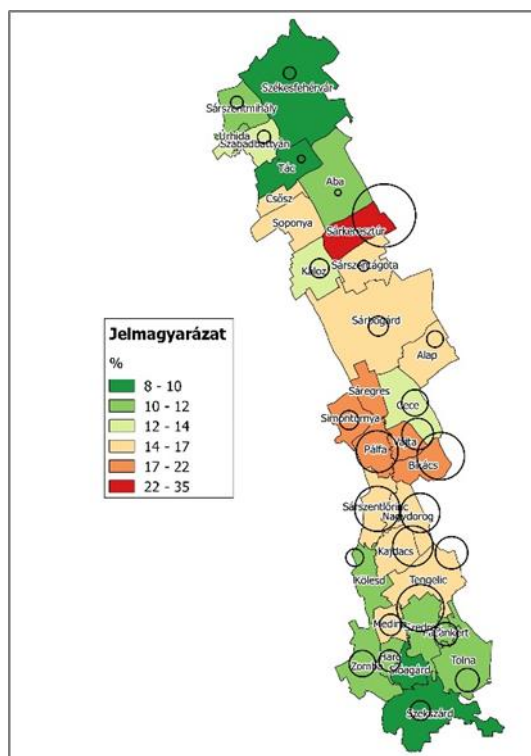
népességhez viszonyítva 7,3% volt 2014-ben.¹⁴ A munkanélküliség Sárkeresztúron 18,3%, Sárszentlőrincen 12,8% és Vajtán 12,7% volt a legnagyobb, ahol hasonló a helyzet a Dél-Dunántúl hátrányosabb helyzetű településeihez.



15. ábra: A munkanélküliség aránya az országos átlaghoz képest 2015-ben
(forrás: Terra Stúdió Kft., GeoX Kft.)

Az országos adatokkal összehasonlítva, a Szekszárd-Székesfehérvár tengelyen találhatók az inkább magasabb munkanélküliségi rátájú települések. Míg a megyeszékhelyeken és a nagyobb városokban jóval kedvezőbb helyzet tapasztalható. Továbbá azokban a kisebb településeken is méréselt maradt a munkanélküliség aránya, ahol a cigány lakosság aránya jelentősen nem nőtt. Tehát az aktív korú népességből a munkavállalók legmagasabb aránya Székesfehérváron, Tácon, Úrhidán, Sióagárdon, Sárszentmihályon és Szekszárdon él.

¹⁴ A NFSZ a nyilvántartott álláskereső arányát vizsgálja a munkavállalási korú népességhez viszonyítva, ez eltér a KSH népszámlálási adataiban mért munkanélküliségi rátától. KSH módszertan:
<http://www.ksh.hu/docs/hun/modszgyors/fogmodsz1512.html>



16. ábra: A nyilvántartott álláskeresők és a cigány népesség közötti viszony, 2011
(forrás: Terra Stúdió Kft., KSH.)
(kördiagram: cigányok lakosságon belüli arányának nagysága)

1.1.2.4 A HELYI TÁRSADALOM KLÍMAVÁLTOZÁS IRÁNTI ÉRZÉKENYSÉGE

A térségre nem készült még átfogó felmérés a lakosok klímatudatosságáról, egyedül Székesfehérvár esetében vizsgálták a társadalom klímaváltozás iránti érzékenységét. Az MTA Szociológiai Kutatóintézete által készített kérdőíves felmérésből (SZIRMAI 2010) az derült ki, hogy a város lakosságának klímatudata jelentősen átalakult az elmúlt években, a megkérdezettek zöme egyetértett a probléma jelenségével. A kutatás azt is taglalta, hogy Székesfehérvár lakossága érzékenyebb a klímaváltozás témája iránt, illetve az itt élők veszélyesebbnek ítélték annak hatását, mint a budapestiek.

Megfigyelhető, hogy a magasabb társadalmi státusúak kevésbé hajlandóak változtatni életmódjukon, s lemondani arról a kényelemről, amit mindennapjaik során megszoktak, így a klímaváltozás elleni küzdelem a városokban nehezebb feladat. A városi és falusi közösségek eltérő szemléletmódjában eltérő jelenség, hogy a városban élők az egyéni felelősséget áthárítják, és inkább nemzeti, nemzetközi és globális beavatkozásokat várják a megoldást, szemben a kisebb, szorosabb kapcsolatban élő, hagyományos közösségek tagjaival.

Kedvező változás, hogy a társadalom egyre nagyobb szegmense hajlandó környezetbarát termékek vásárlására, még abban az esetben is, ha ezekhez drágábban lehet hozzájutni. Székesfehérváron a megkérdezettek több mint fele akár többletköltség árán is kész lenne változtatni életmódján, a klímaváltozás megfékezése érdekében, bár a magasabb jövedelmi szintűek erre kevésbé éreznek késztetést.

A „zöld” beruházások azonban nem csupán környezettudatosságból fakadó döntéssorozat. Erre jó példa az energiatakarékos fejlesztés, épület-szigeteléskorszerűsítés, nyílászáró csere, amelyektől az egyén hosszú távon megtérülést vár, azaz a rezsiköltségek csökkenését reméli. Tehát a klímaváltozás elleni küzdelemre végső soron nem csupán direkt környezetvédelmi lépésekkel, hanem a realizálható költségmegtakarítási lehetőségekkel lehet a figyelmet felhívni. Ez, mint motiváló tényező nagyon fontos a társadalom szemléletformálása során.

Az említett energiahatékonyságot növelő beruházások azonban csak egy szegmens a klímaváltozás elleni küzdelemben. A védekezés lehetőségei közül olyan általános praktikus megoldások részesülnek előnyben, mint sötétítés, több folyadékbevitel, éjszakai szellőztetés, amelyek nem járnak többletkiadással. Emellett egyre többen támaszkodnak a zöld növényzet által enyhülést nyújtó hatására, azonban a nagyobb a városokban sok zöldterület került beépítésre, ami a levegőminőséget (PM₁₀ szálló porkoncentráció) is kedvezőtlenül befolyásolja. A légkondicionáló berendezések rengeteg energiát használnak el, illetve allergiát okozhatnak, ami miatt sokan idegenkednek használatuktól. Hosszútávon pedig jelentős környezeti problémát okoz (az elhasznált fosszilis energiaforrások révén).

A klímaváltozás elleni küzdelemnek több állami, önkormányzati szintű eszköze ismert. Ennek egyik csoportja a szennyezők megadóztatása, másik része pedig a környezetbarát megoldások támogatása. A globális és a lokális klímaváltozás kedvezőtlen társadalmi hatásai kizárólag nemzetközi együttműködéssel, az érdekelt és érintett társadalmi szereplők összefogásával képzelhető el. A hatékony fellépés érdekében fejleszteni kell a katasztrófa elhárítás rendszerét, modernizálni kell eszközeit helyi szinten is. Támogatni kell az állami és a helyhatósági, valamint a különböző szakmai és katasztrófaelértési szervezetek aktivitását és a cselekvő állampolgári tevékenységre épülő hálózatokat. Ehhez biztosítani kell a szükséges forrásokat, a forrásmegosztás olyan szerkezetét, hogy abban minden résztvevő hatékonyan részt tudjon venni.

A globális és lokális klímaproblémákhoz kapcsolódóan, a védekezési rendszer működési hiányosságai alapján az feltételezhető, hogy a mainál gyakoribb szélsőséges időjárási események esetén, komoly helyi társadalmi feszültségek és érdekellentétek várhatók (SZIRMAI 2005).

1.1.2.5 SÁRVÍZ-VÖLGY GAZDASÁGI KÖRNYEZETE

A Sárvíz-völgy kedvező agro-ökológiai potenciállal rendelkezik, kiváló talajadottságú terület. Döntően intenzív mezőgazdasági művelést folytatnak, amelyben a gabonatermesztés meghatározó. A vizes élőhelyek degradálódnak. Hátráltató tényező, hogy nem az adottságokat hatékonyan kihasználó gazdálkodás jellemző, a termékfeldolgozás alacsony színvonalú. Az önellátás feltételei megszűntek, a külső erőforrásoktól való függőség a kisebb falvakban is erős. Hiányzik a helyi termékek előállításának és fogyasztásának kultúrája. Pozitív változás, hogy a gazdasági szerkezet átalakulásával, és a technológia korszerűsítésével az utóbbi 20 évben sokat javult a térség környezeti állapota.

A vállalkozói aktivitás 2011-es népszámlálás óta jelentősen nem változott a térségben. A 100 lakosra jutó regisztrált vállalkozások száma 14,5, országos átlag körüli (az országos átlag 17 cég/100 fő volt 2014-ben). A legtöbb vállalkozás Fejér megyében, azon belül is Székesfehérvári járásban működik, ahol Székesfehérvár mellett Aba (304 db), Szabadbattyán (184 db) és Sárszentmihály (163 db) a legerősebb gazdasági tényező. Székesfehérváron több mint 6 200 vállalkozás működik, amelyből több

mint 6 100 cégnek a székhelye is itt található jelenleg. A legnagyobb adózott eredménnyel az Alcoa Európai Keréktermék Kft., az Alcoa-Köfém Kft., a Bericap Bt., a CSI Hungary Kft., az Emerson Process Management Magyarország Kft., a LPH Kft., a SGH Kft., a SOH Invest Zrt., a SOH Kft., a Videoton Holding Zrt. zárt 2014-ben.

A legnagyobb árbevételű cégek, többek között műanyag csomagolóeszközök; csapok, szelepek gyártásával, valamint járművillamossági, elektronikai készülékek előállításával; alumínium-gyártással foglalkoznak, de az ingatlankezeléssel-fejlesztéssel foglalkozó cégek is megtalálhatók köztük.

Fejér megye székhelye kedvező fekvésének, magasan kvalifikált szakembereinek és ipari hagyományainak köszönhetően a térség kiemelt jelentőségű gazdasági szereplője. Sok multinacionális vállalat telepedett meg a városban, mint például az Alcoa cégcsoport több vállalata, vagy a Visteon Hungary Kft. (korábban Ford Hungary). A város öt ipari parkkal rendelkezik, amelyekben többek között olyan világcégek találhatók meg, mint a Philips, Denso stb., és ezek nagy volumenű beruházásokat valósítottak meg az elmúlt években. A multinacionális cégek mellett a nyugat-európai beszállítók is jelen vannak, amelyek szintén számottevően növelték a szakképzett és szakképzetlen munkaerő számára az elhelyezkedési lehetőségeket. A külföldi tulajdonú vállalatok mellett számottevő magyar cégek is működnek, úgymint Karsai Holding Zrt., (műanyagipar), Videoton Holding Zrt. (elektronikai berendezések), Albacomp Zrt. (számítástechnika). Az említett cégek termékei a magyar export jelentős részét adják.

Székesfehérvár kiemelkedő szerepe mellett, további gazdasági húzóerőt Paks jelenti, s a képzett munkaerőre gyakorol nagyobb hatást, míg Szekszárd kisebb szerepet tölt be. A rendszerváltozás előtt, Sárbogárd is jelentős ipari tényező volt (Videoton), azonban ezt követően elvesztette vezető pozícióját, és mára már nem tölt be jelentős városi-szolgáltatási funkciót. Ennek leküzdésére, több befektetést ösztönző beruházást hajtott végre az önkormányzat.

Székesfehérváron található a legnagyobb foglalkoztató cégek (1000 fő felettiek). A Denso Gyártó Magyarország Kft. közúti jármű, járműmotor alkatrészeinek gyártásával foglalkozik, és több mint 4 000 embert alkalmaz. Ilyen tevékenységi kört lát el a Hanon Systems Hungary Kft. is, amely ugyancsak fontos gazdasági szereplő. A Harman Becker Kft. egy híradástechnikai berendezéseket gyártó vállalat, itt több mint 2 000 fő dolgozik. A már említett Alcoa-Köfém Kft. szintén a város egyik fő foglalkoztatója, hasonlóan a Pannonjob Kft. országos jelentőségű munkaerő közvetítőjéhez. Továbbá jelentős létszámmal működik a Videoton Autóelektronikai Kft., a fémalakítással és porkohászattal foglalkozó SAPA Profiles Kft, valamint a szárazföldi személyszállítási tevékenységet végző VT-Arriva Kft is.

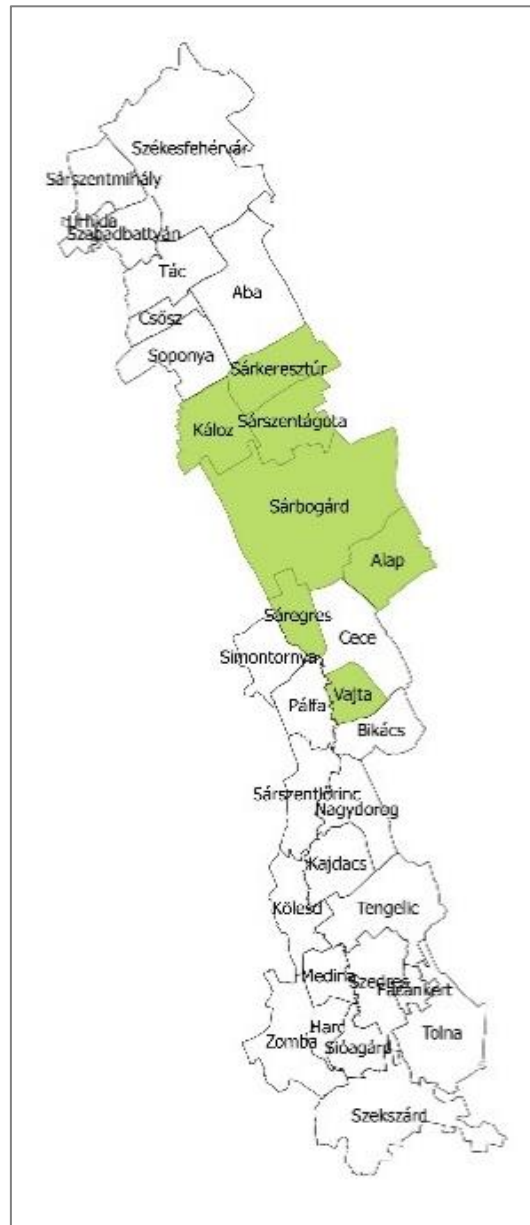
Tolna megye székhelyén, Szekszárd legnagyobb cégei között találjuk a járművillamossági berendezések, elektronikai készülékek gyártásával foglalkozó Jürgenhake Magyarország Kábelkötegelő Kft.-t, a Samsonite-Hungária Kft., amely táskafélék, szíjzat gyártásáról híres, valamint az építőiparban működő "Tarr" Kft-t. Emellett fontos gazdasági szerepet tölt be a Tolnatej Tejipari Zrt. és a JAKÓ Fémárugyár Kft. is. Az említett cégek együttvéve közel kétezer embernek adnak munkát. Sárvíz-völgy Tolna megyei részén még Simontornya lát el fontosabb foglalkoztatási szerepkört.

A Sárvíz-völgyi településeken működő cégek tevékenységi köréből a legtipikusabb példákat soroljuk fel az 5. táblázatban.

5. táblázat: Összefoglaló táblázat az egyes településeken folytatott főbb gazdasági tevékenységről

bútorgyártás	Sárbogárd
borászat és bőrgyártás	Simontornya
élelmiszer nagykereskedelem, feldolgozó ipari tevékenység	Úrhida
élőállat nagykereskedelem	Vajta
épületgépészeti szerelés, piaci kiskereskedelem	Tolna
fa-, építőanyag-, szaniteráru-nagykereskedelem	Kölesd
gabona, dohány, vetőmag, takarmány nagykereskedelme	Zomba
gabonaféle, hüvelyes növény, olajos mag termesztése	Alap, Cece, Pálfa, Sárbogárd, Tengelic
húsfeldolgozás, tartósítás	Sióagárd
közúti áruszállítás	Kölesd, Szabadbattyán
közúti teherszállítás, növénytermelési szolgáltatás	Sárszentmihály
lakó- és nem lakó épület építése	Tolna
mérnöki tevékenység, műszaki tanácsadás	Tolna, Úrhida
műszaki kutatás fejlesztés, agrárgazdasági tevékenység	Aba

A megyeszékhelyeken kívül további jelentős vállalatok találhatók meg a térségben, s a legnagyobb árbevételű cég, a Masterplast Kft., amely Sárszentmihályon működik, ami fa-, építőanyag-, szaniteráru-nagykereskedelmével foglalkozik. A 2015-ös árbevétele több mint 16 millió Ft volt, ez igen magasnak számít megyeszékhelyeken kívüli települések között. Ezen kívül fontos gazdasági tényező még az abai Agrokémiai Mezőgazdasági Szolgáltató Kft. is, amely vegyi áru nagykereskedelmi tevékenységet folytat, míg a Tolnatext Bt. a térség textiliparának legnagyobb szereplője. A legnagyobb árbevételű cégek között több mezőgazdasági tevékenységet folytató vállalkozás is megtalálható (pl.: a tolnai AGRO-TIPP No. 1. Kft., a bikácsi Dunamelléki Szövetkezet, a kajdaci "Kajd-Mező" Kft. stb.).



17. ábra: A szabad vállalkozói zóna települései
(forrás: 27/2013. (II. 12.) Korm. rendelet)

A nemzetgazdaságunkban az turizmusnak is jelentős szerepe van, ezért ennek vizsgálata is indokolt. Sárvíz-völgy idegenforgalmában, örökségvédelmi és tájképi szempontból elsősorban kastélyok, kúriák, uradalmi épületek, magtárak, templomok, kápolnák, útszéli fészületek, szobrok, polgári és népi lakóházak, valamint a hozzájuk kapcsolódó történeti kertek, parkok jelentenek vonzerőt. A kulturális vonzerőkön kívül Sárvíz-völgy természeti kincsekben is gazdag, s ezek közül számos érték a Sárvíz-völgye Tájvédelmi Körzet lápos-mocsaras vidékén lelhető fel. A vizekben nagyon gazdag területen – a bő táplálékforrásnak köszönhetően – vidrákkal, hódokkal, különleges és védett madárfajokkal találkozhat a turista a kiterjedt halastórendszer környékén.

A kistáj gyógyturisztikai célpontja Vajta, ahol termálstrand üzemel. A térségben viszonylag kevés a kereskedelmi szálláshelyek száma, a legtöbb Székesfehérváron és Szekszárdon működik. A vendégek az említett két településen kívül Tengelic, Bikács és Simontornya kedvelt turisztikai célpontjait keresik

még fel. A térségben ötcsillagos szálloda nincs, négycsillagos szálloda Székesfehérváron és Szekszárdon található, s a falvakban inkább panziók, családi szálláshelyek működnek.

A gazdasági válság a turizmust is erőteljesen érintette 2008-2011 között, amikor a vendégéjszakák száma, valamint az ágazatban keletkező bevételek jelentősen megcsappantak ebben a térségben is, majd ezt követően ismét fejlődésnek indult az ágazat. Ez főleg a városokban működő kereskedelmi szálláshelyek növekvő kihasználtságának köszönhető. A kisebb falvak – mint például Vajta – iránti kereslet egyre kisebb, ami részben azzal magyarázható, hogy a községek nem tudnak lépést tartani a turisták gyorsan változó igényeivel, illetve az attrakció ezeken a helyeken kevés.

1.1.2.6 SÁRVÍZ-VÖLGY JÁRÁSAINAK ÁTFOGÓ BEMUTATÁSA

A **Székesfehérvári járásban** a lakosság kétharmada Székesfehérváron él, a többi településen átlagosan 1 000 - 6 000 fő él. A járás 23 településéből a Sárvíz-völgyben összesen hét település található (Aba, Csősz, Káloz, Sárszentmihály, Soponya, Szabadbattyán és Székesfehérvár). A hét településen 121 301 fő élt 2014-ben 4 ezer fővel kevesebben, mint 2000-ben. Székesfehérváron lakik a Sárvíz-völgy lakosságának közel fele, 46,6 %-a.

Fejér megye székhelye egyaránt nagyon fontos szerepet tölt be társadalmi és gazdasági téren. Székesfehérvár szervező, lakó és munkahelyi funkciót lát el, jelentős kulturális, oktatási és intézményi háttérrel rendelkezik.

A rendszerváltás előtt a város ipara (Ikarus, Videoton) kiemelkedő volt. A kilencvenes évek elején azonban hanyatlásnak indult, az üzemei háttérbe szorultak, illetve bezártak. A visszaesés azonban rövid ideig tartott, hiszen 2-3 éven belül megjelentek az első nagy vállalatok. Az utóbbi évtizedben Székesfehérvár ismét sikeres, dinamikusan fejlődő várossá vált, az ipari parkjaiba sorra települtek be a munkaerőigényes külföldi multinacionális cégek (Philips, Alcoa-Köfém, Denso stb). Így a térségi foglalkoztatásban kimagasló szerepet játszó Székesfehérvár – Budapest és Győr után a harmadik – komoly külföldi tőkevonzó képességgel rendelkező gazdasági, ipari, szolgáltatási és igazgatási központtá vált. Továbbá a jól kiépített infrastruktúrájának köszönhetően fontos kereskedelmi, logisztikai és termelői gócpont lett.

A Székesfehérvári járás többi településének gazdasági ereje – Aba kivételével, ahol nagyobb a gazdasági aktivitás – jóval gyengébb. Abán sokféle gazdasági tevékenységi kör lelhető fel, míg Sárszentmihályon inkább az agráriumban működő vállalkozások meghatározók, hasonlóan Szabadbattyán térségéhez, ahol a családi gazdálkodás jellemző. A többi településen főként ipari jellegű tevékenység folyik.

A **Sárbogárdi járásból** 7 település tartozik a Sárvíz-völgyéhez. Összesen 28 ezren lakják a járást, ebből 22 ezer fő él a 7 településen. A legnagyobb város a járásközpont, Sárbogárd, ahol több mint 12 ezren élnek. A térségben a népességszám folyamatosan csökken, és mind a természetes fogyás, mind az elvándorlás magas. Általános az elöregedés folyamata, a fiatalabb korosztály kiugró aránya csak ott jellemző, ahol nagyobb arányú a cigány lakosság, például Sárkeresztúron. Azonban a fiatal korszerkezet ellenére a képzettségi szint rendkívül alacsony, elmarad az országos és megyei átlagtól is. A járás kedvezőtlen foglalkoztatási értékekkel rendelkezik, főként mezőgazdasági tevékenység jellemző. A Sárbogárdi járás 40-50 km-re helyezkedik el Székesfehérvártól, de a foglalkoztatás

szempontjából Székesfehérvár szerepe a meghatározó. A vállalkozói kedv alacsony. A járásban keletkező jövedelmek főleg Sárbogárdra koncentrálnak, a többi településnek nincs jelentős gazdasági szerepe. A Sárvíz-völgyben az agrárszektor főleg Sáregresen meghatározó, az ipari vállalkozások Sárszentágotán, Sáregresen, Sárbogárdon és Vajtán vannak jelen nagyobb számban. A szolgáltató szektor szerepe Sárbogárdon, Vajtán jelentősebb. A kedvezőtlen gazdasági folyamatok megfékezésére ebben a járásban jelölték ki a legtöbb szabad vállalkozói zónát a Sárvíz-völgyben.

Lakásállománya előregedettebb, mint a megyei átlag, a közműellátottság aránya alacsony, elmarad az országos átlagtól.

A Paksi járás 15 településéből 6 (Bikács, Kajdacs, Nagydorog, Pálfa, Sárszentlőrinc, Tengelice) helyezkedik el a Sárvíz-völgyben. A kis lakosságszámú községekben kedvezőtlen társadalmi-gazdasági folyamatok játszódtak le, a korszerkezet előregedő, az elvándorlás jelentős, a munkanélküliség aránya magas. A falvakból a képzettebb aktív korú népesség jelentős része Paksra költözött, ahol jelentős gazdasági erő összpontosul az atomerőmű jelenléte miatt. A város az ország második leggazdagabb vásárlóerejű települése, miközben a Sárvíz-völgy településeinek alacsony jövedelmi szint jellemző, s a falvakban inkább a mezőgazdaságnak van meghatározó szerepe. Ipari vállalkozások Tengelicen, Bikácson és Kajdacson találhatók nagyobb számban meg. Fő tevékenységi kör a legtöbb helyen növénytermesztés, gabona, dohány, vetőmag, takarmány nagykereskedelme és növénytermesztési szolgáltatás. Kajdacson a zöldség, gyümölcs kereskedelem mellett, erdészeti, erdőgazdálkodási tevékenység is megtalálható. Bikácson az említett tevékenységi körökön túl nagyobb számban lelhető fel mérnöki és műszaki tevékenységet végző kisvállalkozás is.

A Tamási járás egyetlen Sárvíz-völgyben található település Simontornya. A kisváros fontosabb foglalkoztatási szerepkört lát el a járáson belül, és kisebb kereskedelmi és közlekedési csomópontnak számít. Tolna megye északi szegletében fekvő város lakossága azonban jelentősen lecsökkent az elmúlt évtizedben, magas az elvándorlás és előregedés. A bor és bőr városának is nevezett Simontornya, a térség kiemelt turisztikai központja, hiszen a történelmi látnivalókon túl több pincészet is várja az ide látogatókat.

A Tolnai járás négy településéből kettő található a Sárvíz-völgyben. Fácánkert az egyik legkisebb község a térségben, kevesebb mint 1000 lakosa van. Ezzel szemben Tolna több mint 11 ezer fő lakosságával, Sárbogárd után a 4. legnagyobb település a kistérségben. A járás lakossága jelentősen csökkent, ami a természetes fogyással és elvándorlással magyarázható. A halálozások száma Tolnán és Fácánkerten haladta meg legnagyobb mértékben az élveszületések számát. Fácánkerten a magas elvándorlás, míg Tolnán az előregedő népesség okozza a legnagyobb társadalmi problémát. Fácánkerten található cégek egy része agrártevékenységet végez, másik csoportjuk közúti teherszállítást folytat, de néhány szolgáltató cég is megtalálható a községben. A járás gazdaságát elsősorban Szekszárd és Paks befolyásolja, a jelentős munkaerő felszívó hatásuknak köszönhetően. Tolna a megyeszékhely alvóvárosának tekinthető, nincs erős gazdaságszervező szerepe.

A Szekszárdi járás 17 települése közül 6 helyezkedik el a Sárvíz-völgyben. A legtöbben a megyeszékhelyen, Szekszárdon élnek (33 200 fő), míg a legkevesebben Medinán (825 fő). A születések száma itt is csökken, a fiatalok aránya egyre kevesebb, ami a megyeszékhelyen is nagyon szembetűnő. A munkanélküliség aránya 6,5% körüli, jobb mint a megyei és a Sárvíz-völgyi átlag.

Szekszárdon és Sióagárdon a legalacsonyabb, míg Medinán a legmagasabb a nyilvántartott állás keresők aránya.

A legtöbb vállalkozás ipari tevékenységgel foglalkozik, valamint a mezőgazdaságban tevékenykedik, kisebb részük nyújt valamilyen szolgáltatást. Jellemző a ruha- és textilipar, élelmiszeripar, fém- és gépipar, fa- és bútorigar és az építőipar. A Szekszárdi Ipari Parkban hőszigetelő, építőanyagok gyártása, szőlészet, borászat, autóalkatrész kereskedelem, műanyag-újrahasznosítással foglalkozó cégek vannak és inkubátorház is működik.

Közúti közlekedés szempontjából a legjelentősebb az M6 autópálya és a 6. sz. főút, amelyek a fővárossal és Péccsel jelentenek kapcsolatot.

A **Bonyhádi járásban** csupán egy település, Zomba húzódik a Sárvíz-völgyben. A községben jelentős németajkú lakosság élt, aminek kulturális jegyei ma is fellelhetők. Az elsősorban mezőgazdasági jellegű község lélekszáma 2134 fő volt 2014-ben. Lakossága folyamatosan csökken, az előregedési index magas és gyorsuló ütemben nő. A lakosság egy része a mezőgazdaságban dolgozik, jelentősebb a szarvasmarha tenyésztés, gabona, dohány, vetőmag, takarmány kereskedelem, szőlőtermesztés, szőlőbor termelés, valamint a betakarítást követő szolgáltatás. Az agráriumon kívül fémtartály gyártásával is foglalkoznak, fa-, építőanyag, szaniterárú nagykereskedelmet folytatnak a helyiek.

1.1.2.7 KÖVETKEZTETÉSEK

Összefoglalva, a társadalmi folyamatokról megállapítható, hogy az ezredforduló óta a Sárvíz-völgy népessége egyenletesen csökkent, noha az utóbbi pár évben a fogyás mértéke enyhén lassult, a megyei és az országos folyamatokhoz hasonlóan. Egyre kevesebb gyermek születik, miközben a halálozások száma emelkedett, s az előregedés folyamata megállíthatatlan. Természetes szaporulat ott jellemző, ahol magas a cigány lakosság aránya, illetve nagyon alacsony az életszínvonal, nagy a mélyszegénység, valamint a képzettségi szint is átlag alatti. Ezzel párhuzamosan egyre többen vándoroltak el a szegényebb, kisebb községekből. Az elvándorlás problémája a Sárvíz-völgy középső részét sújtja leginkább, ahonnan az aktív fiatalok, s a magasabban képzett lakosság a legnagyobb városokba, de legfőképpen Székesfehérvár agglomerációjába költözött. Pozitív vándorlási mérleg a Székesfehérvár melletti településeken tapasztalható, ahol erősödő az agglomerálódás. A lakásépítés szinte mindenütt csökkent, egyedül Székesfehérvár agglomerációjában épült több lakás a nagyobb bevándorlási hullámnak köszönhetően.

A globális klímaváltozás, a kedvezőtlen éghajlati hatások, a váratlan időjárási események okozta katasztrófák komoly biztonsági kockázatot jelentenek főleg a hátrányos helyzetű térségekben. A Sárvíz-völgy kis költségvetésű önkormányzatai jelenleg nem rendelkeznek sem az alkalmazkodáshoz, a védekezéshez, sem a konkrét kárkompenzációhoz szükséges forrásokkal, gazdasági erővel. A társadalmi és gazdasági szempontból sérülékeny lakosság esetében a klímaváltozás még nagyobb kockázat, hiszen a lehetséges anyagi károkra nem tud felkészülni, megelőző beruházásokat alkalmazni. Továbbá számolni kell a migrációs folyamatok erősödésével, ami a ma még fejlettebb területek adaptációs potenciáljának a gyengülését is eredményezheti.

A Sárvíz-völgy települései eltérő gazdasági potenciállal rendelkeznek, jellemző a dualitás. A székesfehérvári gazdasági tér által meghatározott magas ipari-szolgáltatási teljesítmény mellett a

vidéki gazdaság alulfejlett.¹⁵ Székesfehérvárnak és környezetének a centrum-periféria helyzete miatt a vidék sajátos problémákkal terhelt. A Székesfehérvártól 20-40 km távolságban elhelyezkedő településeken már kevésbé érezhető a megyeszékhely gazdasági súlya, azonban a saját gazdasági erejük elenyésző.

A kisebb falvakban élők inkább élelmiszertermelésből, gabonafélék, hüvelyes növények, olajos magvak termesztéséből, húsfeldolgozásból, illetve mezőgazdasági termékek kereskedelmével foglalkoznak, míg a magasabban képzett lakossággal rendelkező településeken, városokban sokszínű tevékenységi kör lelhető fel.

Székesfehérváron működik a legtöbb magas képzettségi szintű munkaerőt igénylő és fejlett technológiát alkalmazó innovatív cég (fejlesztés, gyártás, szolgáltatás), míg Szekszárdon magasabb arányban vannak jelen a nagyobb agráripari vállalkozások.

Az éghajlatváltozás a jövőben egyre nagyobb mértékben fogja befolyásolni a Sárvíz-völgy településeit és az ott élő társadalmat. A szegényebb Sárvíz-völgyi települések nem rendelkeznek sem az alkalmazkodáshoz, a védekezéshez, sem a konkrét kárkompenzációhoz szükséges forrásokkal, gazdasági erővel. A társadalmi és gazdasági szempontból sérülékeny lakosság esetében a klímaváltozás még nagyobb kockázat, hiszen a lehetséges anyagi károokra nem tud felkészülni, megelőző beruházásokat alkalmazni.

1.2 TERÜLETI SÉRÜLÉKENYSÉG- ÉS HATÁSVIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

1.2.1 HŐHULLÁMOKKAL SZEMBENI KÖZEGÉSZSÉGÜGYI SÉRÜLÉKENYSÉG

A Sárvíz-völgy hőhullámokkal szembeni sérülékenységeinek értékelését két eltérő módszertan alapján is elvégeztük. Ezek egyike a NATÉR-ban elérhető metódus (PÁLDY and BOBVOS 2016), amelynek előnye, hogy a számítás valamennyi részeredménye közvetlenül is elérhető a NATÉR-ban, azaz semmilyen módszertani fejlesztést, a felhasználó által önállóan elvégzendő számolást nem igényel e módszertan alapulvétele. Hiányossága ugyanakkor e módszertannak, hogy csak közvetve és korlátozott mértékben veszi figyelembe az egyes térségek eltérő alkalmazkodási képességét. A módszer hátránya továbbá is, hogy az adatok nem települési szinten, hanem a statisztikai adatgyűjtés területegységének számító kistérségek szintjén érhetőek el, azaz települési szintű információk levonását a NATÉR módszer alkalmazása nem teszi lehetővé.

Ennek kiküszöbölése érdekében a Sárvíz-völgy hőhullámokkal szembeni sérülékenységvizsgálatát elvégeztük egy másik, a második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiában (a továbbiakban: NÉS)¹⁶ foglalt módszertani megközelítés alapján is. Ennek keretében a kitettségi adatokat leszámítva (amelyek csak kistérségi területi szinten voltak elérhetőek számunkra) valamennyi egyéb típusú adatot, beleértve a térség hőhullámokkal szembeni érzékenységét, alkalmazkodóképességét, valamint az ezek alapján képzett komplex sérülékenységet leíró adatokat is, települési szinten vettük figyelembe. Mindezek következtében lehetővé vált, hogy a különböző adottságú, jellemzőjű

¹⁵ Sárvíz Leader akciócsoport helyzetelemzése

¹⁶ H/5054 sz. Országgyűlési Határozati Javaslat a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiáról 2014-2025-re, kitekintéssel 2050-re (<http://www.parlament.hu/irom40/05054/05054.pdf>)

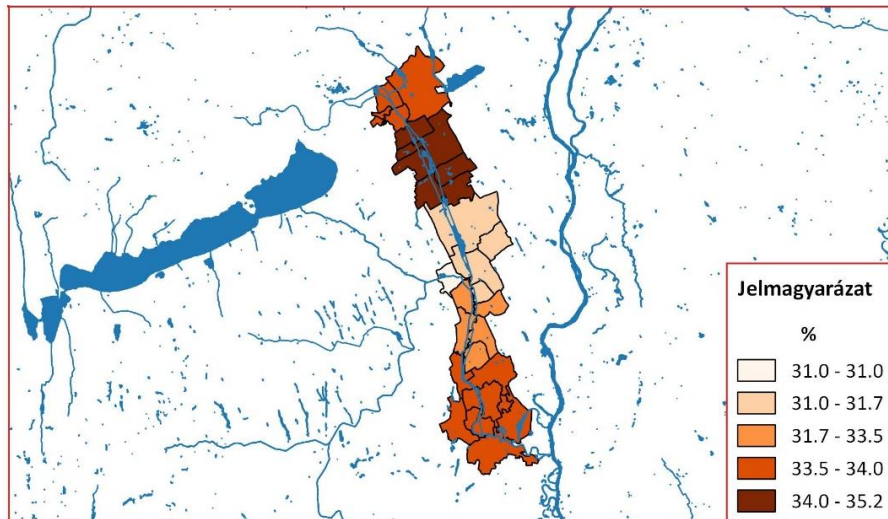
települések egyedi sajátosságai is figyelembe vételre kerülhessenek a hőhullámokkal szembeni sérülékenység mértékének megállapítása során.

A két módszertan összevetése során látszik, hogy a sérülékenységelemzés kiindulópontját jelentő, a meteorológiai paraméterek várható változását leíró kitettségi adatok megegyeznek mindkét számítási módszer esetében. Az egyes kistérségek, illetve települések hőhullámokkal szembeni érzékenységét leíró (nem klimatológiai) adatok tendenciája a várakozásoknak megfelelően ugyancsak hasonlóan alakul a két módszertan alapján elvégzett számítások szerint, mégpedig Székesfehérvár térségi átlagot meghaladó értékétől eltekintve, a Sárvíz-völgy hőhullámokkal szembeni érzékenysége északról dél felé haladva emelkedő tendenciát mutat. A NÉS módszertan bevezeti az ún. alkalmazkodóképesség fogalmát is, amely annak számszerűsítésére tesz kísérletet, hogy az egyes települések belső erőforrásai, valamint a sürgősségi egészségügyi szolgáltatások helyi elérhetősége mennyiben teszi lehetővé, illetve könnyíti meg a helyi lakosság számára a nyári hőhullámok káros egészségügyi hatásainak, adott esetben többlethalálozásának megelőzését, elkerülését. E szempont figyelembe vétele ilyen közvetlen módon nem képezi részét a NATÉR-ban elérhető módszertannak. Végül a két módszertan alapján elvégzett komplex sérülékenységelemzés eredményei tendenciáikban szintén megegyeznek, amennyiben északról dél felé haladva a sérülékenység mértéke a Székesfehérvár és körzetére jellemző magasabb értékeket követően előbb szignifikánsan csökken, majd a Cece-Simontornya vonaltól délre ismét magasabb értékeket vesz fel. A két módszertan közti fő eltérés Aba és térsége körzetében mutatkozik, míg ui. a NATÉR módszertan alapján e területre a Sárvíz-völgy legalacsonyabb mértékű sérülékenysége adódik, addig a NÉS módszertan szerint végzett számítások alapján éppen ellenkezőleg, e térség bizonyul a Sárvíz-völgy legsérülékenyebbjének. Az eltérés döntően a NÉS módszertanban figyelembe vett – a NATÉR módszertanban azonban közvetlenül nem vizsgált – alkalmazkodóképesség viszonylag alacsony helyi mértékének módosító hatásában keresendő.

1.2.1.1 SÁRVÍZ-VÖLGY HŐHULLÁMOKKAL SZEMBENI KITETTSÉGE

Egy térség kitettsége azt számszerűsíti, hogy a klímaváltozás adott hatásának szempontjából mérvadó klimatikus paraméterek milyen mértékben változnak a következő évtizedekben a különböző klíma projekciók alapján.

A nyári hőhullámok esetében a kiválasztott kitettségi indikátor a klíamodell 2021-2050 időszakában a hőhullámokként definiált napok átlagos többlethőmérsékletének változása a klíamodell 1991-2020 időszakához képest. Jelen vizsgálat keretében az a nap minősül hőhullámos napnak, amelynek napi átlaghőmérséklete a napi átlaghőmérsékletek gyakorisági eloszlásának 90%-os percentilis értékét meghaladja. Az adatok kistérségi szintre vonatkoznak, a Sárvíz-völgy sérülékenység értékelésének keretében minden egyes településre az őt magában foglaló kistérségre vonatkozó értéket alkalmaztuk.



18. ábra: Sárvíz-völgy hőhullámokkal szembeni kitettsége
(forrás: Páldy A., Bobvos J. (2016) alapján, Terra Stúdió Kft.)

Látható a fenti ábrán, hogy az előrejelzések szerint a Sárvíz-völgy egész térségében jellemzően harmadával nő a hőhullámos napok évi hőtöbblete 2021-2050-as évekre az 1961-1990-es évek átlagához képest. Ez két jelenség hatását is tükrözi, egyrészt azt, hogy a hőhullámok gyakrabban következnek be és hosszabb ideig tartanak, másrészt azt, hogy intenzitásuk várhatóan megnő, azaz a napi középhőmérsékletek nagyobb mértékben emelkednek a hőhullámok alatt, mint a referencia időszakban.

A Sárvíz-völgyön belül, észak-déli kiterjedését tekintve annak középső harmadán jól kirajzolódik Sárbogárd-Simontornya térsége, ahol várhatóan valamivel alacsonyabb mértékű hőtöbbletet vetítenek elő a klímamodellek a nyári hőhullámok idejére. A legmagasabb mértékű melegedés Aba környékén várható, míg ettől kissé elmarad Székesfehérvár, valamint Szekszárd térségének nyári hőhullámok alatt várható hőtöbblet emelkedése.

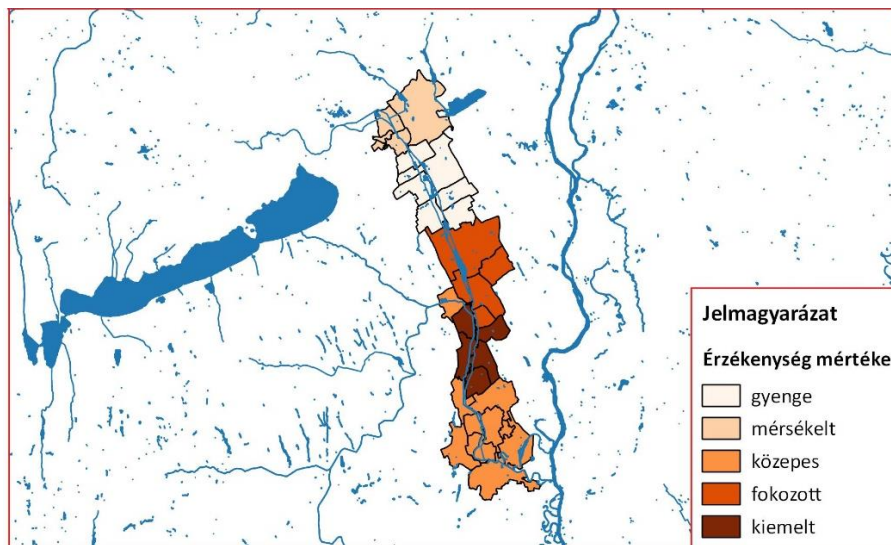
1.2.1.2 SÁRVÍZ-VÖLGY HŐHULLÁMOKKAL SZEMBENI ÉRZÉKENYSÉGE

Egy térség érzékenysége a helyi természeti-gazdasági rendszer azon nem klimatikus paramétereinek összességét jellemzi, amelyek potenciálisan erősíthetik, illetve gyengíthetik a helyi klíma változásából fakadó várható hatásokat. Az érzékenységi kategóriákba sorolás a befolyásoló hatás megléte, illetve mértéke alapján történik. Fontos szempont, hogy egy térség érzékenységét a klímaváltozás eltérő hatásaival szemben minden esetben egyesével kell megvizsgálni, hiszen az adott klíma hatással szembeni érzékenységét a térség más-más jellemzői befolyásolják.

1.2.1.2.1 NATÉR módszertan alapján

Egy térség – a NATÉR esetében kistérség – hőhullámokkal szembeni érzékenységét a NATÉR-ban elérhető módszertan a következőképpen definiálja: a hőhullámos napok alatt történt 1°C-os többlet hőmérséklet-növekedésre számított relatív napi halálozás növekedés százalékos mértéke. A mutató tehát azt számszerűsíti, hogy a 2005-2014-es időszakra jellemző halálozási statisztikák alapján hogyan módosul az egyes térségek lakosságának halálozási statisztikája a hőhullámos napokon. Az adatok a

NATÉR-ben ezúttal is kistérségi szinten érhetőek el, a kistérségre jellemző adatot alkalmaztuk valamennyi abba tartozó település esetében.



19. ábra: Sárvíz-völgy hőhullámokkal szembeni érzékenysége
a NATÉR alapján (forrás: Páldy A., Bobvos J. (2016) alapján, Terra Stúdió Kft.)

Az ábrán látható, hogy a 2005-2014-es időszakban a Sárvíz-völgy északi fekvésű, vidékies területének, elsősorban Aba térségének lakossága reagált a legjobban a hőhullámos időszakokra, amennyiben az itt található településeken nőtt meg a legkevésbé a halálozás a hőhullámos időszakok alatt. Székesfehérvár térségének hőhullámokkal szembeni érzékenysége az Aba környékénél némileg magasabb értéket mutat, míg a tapasztalatok szerint a hőhullámok a Sárvíz-völgy déli térségében szedték a legtöbb áldozatot, a legnagyobb mértékben Bikács, Pálfa, Sárszentlőrinc, Nagydorog térségében emelkedett meg a halálozások száma a hőhullámok hatására. Fontos szempont ugyanakkor, hogy a Sárvíz-völgy egészén belül mért értékek között nincsen jelentős mértékű eltérés.

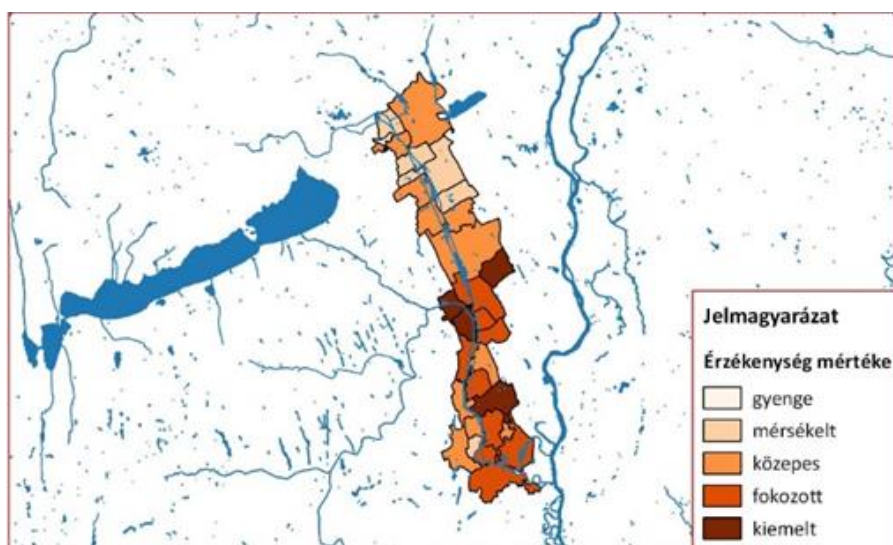
1.2.1.2.2 NÉS módszertan alapján

Tekintettel arra, hogy a NATÉR módszertan kistérségi szintű adatokat tartalmaz, kísérletet tettünk arra, hogy települési szinten is jellemezzük a Sárvíz-völgy településeinek hőhullámokkal szembeni érzékenységét. Az elvégzett vizsgálat módszertani alapját a NÉS-ben alkalmazott sérülékenység vizsgálat módszertani megközelítése képezte. Eszerint szakmai megfontolások alapján ki lettek választva a helyi társadalmi-gazdasági rendszer azon paraméterei, amelyek potenciálisan hatással lehetnek arra, hogy a helyi lakosság egészségi állapota, halandósága miként reagál a nyári hőhullámokra. A NÉS-ben ekként meghatározott paraméterek közül jelen vizsgálat keretében azokat vettük figyelembe, amelyekre vonatkozóan települési szinten rendelkezésre álltak adatok. A figyelembe vett paraméterek kiválasztásának másik szempontja a NATÉR keretében készült „Beszámoló az „A klímaváltozékonyság okozta sérülékenység vizsgálata, különös tekintettel a turizmusra és a kritikus infrastruktúrákra” projekt – Munkacsomag (WP3): A hőhullámok okozta többlethalálozásra vonatkozó vizsgálatok (OKK-OKI, OMSz) elvégzett tevékenységéről” című tanulmányban foglalt azon indikátorok alkalmazása volt, amelyek esetében a tanulmány szerzői összefüggést mutattak ki azok értékei és a referencia időszakban mért többlethalálozás mértéke

között. Mindezek alapján a Sárvíz-völgy hőhullámokkal szembeni érzékenysége vizsgálatát során az alábbi indikátorokat¹⁷ vettük figyelembe:

- Öregedési index;
- 65 éves, vagy annál idősebbek korosztályában a férfiak és nők aránya;
- 1 éven túl álláskereső aránya;
- Rendszeres szociális segélyben részesülők aránya;
- Legfeljebb 8 általános iskolát végzettek aránya.

A legnagyobb súllyal az öregedési index szerepelt a számításokban.



20. ábra: Sárvíz-völgy hőhullámokkal szembeni érzékenysége a
NÉS módszertani megközelítés alapján (forrás: Terra Stúdió Kft.)

Az ábrán látható, hogy a Sárvíz-völgy hőhullámokkal szembeni érzékenysége területi alakulása – a NATÉR módszertan alapján végzett számításhoz hasonlóan – egy északon, Székesfehérvár környékén kimutatható magasabb értéket követően északról dél felé emelkedő tendenciát mutat. E módszertan alapján is Aba térsége tekinthető a nyári hőhullámokkal szemben legkevésbé érzékeny térségnek a Sárvíz-völgyön belül. Ugyanakkor jól látható, hogy a NATÉR módszertan alapján kimutatott, kistérségre jellemző átlagértékek elfedik a települések közti különbségeket, hiszen eltérő érzékenységgel jellemezhető települések akár egymás szomszédságában is fehetnek. Jó példa erre a Sárvíz-völgy déli végén fekvő települések halmaza, amelyek közül pl. Harc jóval kevésbé tekinthető érzékenynek, mint pl. a mellette fekvő Sióagárd.

1.2.1.3 SÁRVÍZ-VÖLGY HŐHULLÁMOKKAL SZEMBENI ALKALMAZKODÓKÉPESSÉGE

Egy térség alkalmazkodóképességén azt értjük, hogy a helyi társadalmi–gazdasági–környezeti erőforrások képesek-e, és amennyiben igen, milyen mértékben ellensúlyozni a klímaváltozás várható kedvezőtlen hatásait. Az érzékenységhöz hasonlóan az alkalmazkodóképesség vizsgálatát is a

¹⁷ valamennyi adat forrása: www.teir.hu

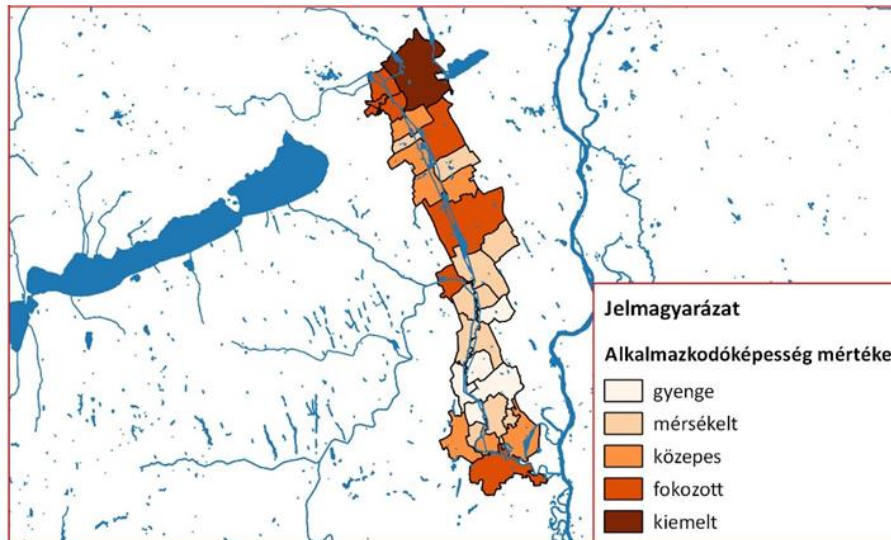
klímaváltozás különböző hatásaira vonatkozóan egyesével kell elvégezni, hiszen minden esetben más faktorok képesek a várható káros hatásokat ellensúlyozni.

A NATÉR módszertan a hőhullámokkal szembeni sérülékenységi vizsgálat folyamatában nem nevesít alkalmazkodóképességi indikátort, az alkalmazkodóképességet e metódus csak közvetve veszi figyelembe. A NÉS módszertan szerint elvégzett sérülékenység elemzés ugyanakkor igényli ennek a mutatónak az előállítását is, amelyet ennek megfelelően el is készítettünk. Az alkalmazkodóképesség vizsgálata során figyelembe vett paraméterek kiválasztása mindenekelőtt ez esetben is a NÉS módszertani megközelítésen alapszik, kiegészítve az érzékenységi vizsgálatok ismertetése során hivatkozott tanulmány megállapításainak alkalmazásával. Az utóbbi leszögezi, hogy több lehetséges paraméter tényadatokkal való összevetését követően csak a mentőállomások jelenléte (távolsága) az, amely kimutathatóan – kismértékű – mérséklő hatást gyakorolt a hőhullámok okozta többlethalálások számára. A NÉS megközelítés ugyanakkor nem csupán a többlethalálások emelkedésében látja a nyári hőhullámok egészségkárosító hatását, hanem ennél „enyhébb” kedvezőtlen hatások (pl. hősokk, szív-és érrendszeri betegség – nem végzetes – állapotromlása, közérzet romlása, stb.) kivédését is eredménynek tekinti, ennek megfelelően nem kizárólag a mentők kiérkezésének idejét tekinti alkalmazkodási mutatónak. A NÉS hőhullámokkal kapcsolatos alkalmazkodási vizsgálatában figyelembe vett mutatók közül döntő jelentőségűnek bizonyult a helyi lakosok jövedelmi helyzete¹⁸, így jelen vizsgálat keretében ezt, valamint a mentők kiérkezési idejét¹⁹ vettük figyelembe.

A lenti ábrán látszik, hogy a térség nagyobb lélekszámú, városi jogállású települései előnyben vannak a kisebb településekhez képest a hőhullámokhoz való alkalmazkodás terén, köszönhetően mindenekelőtt a magasabb átlagos jövedelmi helyzetnek (ami többek között lehetővé teszi a klimatizáló berendezések szélesebb körű használatát), valamint a sürgősségi egészségügyi ellátórendszer gyorsabb elérhetőségének. Kiemelkedő mértékű a térség legnagyobb városának, Székesfehérvárnak az alkalmazkodóképessége, de ugyanígy kirajzolódik a térképen Szekszárd, Aba és Sárbogárd kedvezőbb helyzete is. A legrosszabb mértékű alkalmazkodóképességgel a Sárbogárd és Szekszárd közt fekvő Sárvíz menti települések bírnak.

¹⁸ Adatforrás: www.teir.hu

¹⁹ Adatforrás: www.mentok.hu; google.hu/maps



21. ábra: Sárvíz-völgy hőhullámokhoz való alkalmazkodóképessége
NÉS módszertani megközelítés alapján (forrás: Terra Stúdió Kft.)

1.2.1.4 SÁRVÍZ-VÖLGY HŐHULLÁMOKKAL SZEMBENI SÉRÜLÉKENYSÉGE

Egy térség sérülékenysége mértékét három tényező határozza meg, egyrészt a klimatikus paraméterek adott területen várható változása, másrészt az adott terület érzékenysége mértéke a klímaváltozás vizsgált következményével szemben, harmadrészt az érintett települések alkalmazkodóképessége a várható változásokhoz. Ebből következően a sérülékenység a vizsgált térség egy bizonyos hatással szembeni komplex jellemzésére szolgál, összehasonlíthatóvá teszi egyes térségeket a klímaváltozás adott hatásának szempontjából, ugyanakkor célszerű nem önmagában, hanem a korábbiakban bemutatott kitettségi, érzékenységi és alkalmazkodóképességet leíró vizsgálatokkal együtt értelmezni.

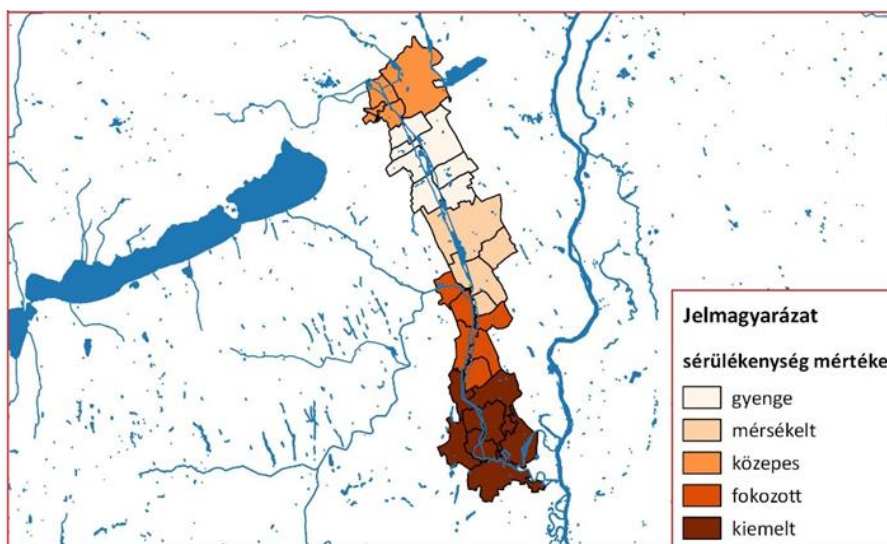
A fő kérdés a sérülékenység mértékének alakulásánál az, hogy a klimatikus paraméterek várható változását leíró kitettségi mutató területi alakulását a helyi érzékenységi, illetve alkalmazkodóképességi értékek képesek-e érdemben megváltoztatni, azaz a belső helyi erőforrások milyen mértékben tudják tompítani a várhatóan egyre gyakoribb és intenzívebb hőhullámok közegészségügyi hatásait.

1.2.1.4.1 NATÉR módszertan alapján elvégzett sérülékenység vizsgálat

A NATÉR hőhullámokkal szembeni sérülékenység vizsgálatának logikája a következő. Azt vizsgálja, hogy az egyes kistérségekre jellemző – mért adatok alapján számított – hőhullámok alatti többlethalálozás mértékét állandónak véve mekkora többlethalálozást eredményeznének a jövőre (2021-50-es évek átlagára) prognosztizált klimatikus paraméterek. Azaz, ha most hirtelen olyan gyakoriságú és mértékű hőhullámok „köszöntének ránk”, mint amilyeneket a klíma modellek a következő évtizedekre prognosztizálnak, akkor mennyivel emelkedne meg a többlethalálozások szintje. A NATÉR módszertan egészéhez hasonlóan az adatok itt is kistérségi szinten állnak rendelkezésre.

Látható az 22. ábrán, hogy a Sárvíz-völgy hőhullámokkal szembeni sérülékenysége a NATÉR módszertan alapján – Székesfehérvár térségét leszámítva – északról dél felé haladva emelkedő

tendenciát mutat. Érdekes, hogy annak ellenére adódik ez a tendencia, hogy a kitettség esetében – mint láttuk a fentiekben – a legmagasabb értékek, azaz a legnagyobb mértékű nyári hőhullámok alatti „melegedés” éppen a térség északi részén, Aba környékén várható. Aba környékének rendkívül alacsony mértékű érzékenysége ugyanakkor képes volt ellensúlyozni a helyben várható legnagyobb mértékű nyári hőhullámok alatti hőtöbbletet. Székesfehérvár környékének relatíve magas kitettségére mérsékelt érzékenységgel párosulva összességében közepes mértékű sérülékenységet eredményezett, míg Sárbogárd térségének mérsékelt sérülékenysége alacsony mértékű éghajlati kitettség és fokozott mértékű érzékenység eredője. A térség legdélibb fekvésű kistérsége, Szekszárd környéke minősült a NATÉR módszertan alapján a legsérülékenyebbnek a hőhullámokkal szemben, azaz e számítási módszer alapján itt várható a nyári hőhullámok alatt a legnagyobb mértékű többlethalálózás-emelkedés a következő évtizedekben. Érdekes, hogy e kistérségben sem a klimatikus paraméterek változása, sem a helyi érzékenység nem minősül kiugróan kedvezőtlennek térségi összehasonlításban, ugyanakkor a két érték közül egyik sem képes a másik hatását javítani, így kerül a térség összességében a Sárvíz-völgy legrosszabb sérülékenységi kategóriájába.



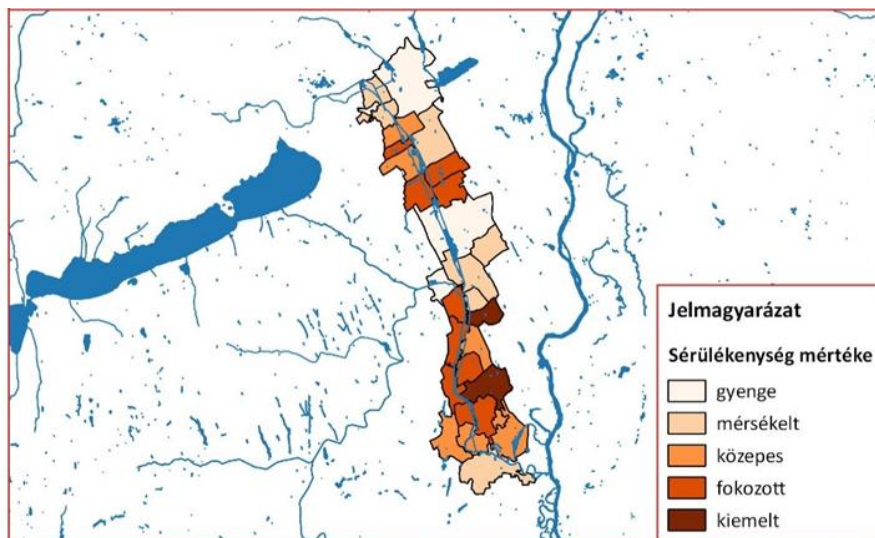
22. ábra: Sárvíz-völgy hőhullámokkal szembeni sérülékenysége
a NATÉR alapján (forrás: Páldy A., Bobvos J. (2016) alapján, Terra Stúdió Kft.)

1.2.1.4.2 NÉS módszertan szerinti sérülékenység

A NÉS módszertani megközelítés alapján elvégzett sérülékenység elemzés logikailag annyiban tér el az előzőekben bemutatott NATÉR módszertan alapján elvégzett elemzéstől, hogy immár közvetlenül figyelembe veszi az alkalmazkodási képesség hatását is.

Látható a 23. térképen, hogy a NÉS—módszertan alapján elvégzett sérülékenységi számítás némileg eltérő eredményeket hozott, mint amit a NATÉR módszertan alapján kaptunk, fő tendenciáik azonban hasonlítanak egymásra. Mindkét esetben tetten érhető, hogy a Sárvíz-völgy – észak-déli kiterjedését alapul véve – középső sávjában, a NÉS esetében Sárbogárd, Cece, Simontornya térségében (a NATÉR módszertan esetében Aba térségében) a legalacsonyabb a sérülékenység mértéke, azaz a következő évtizedekben itt várható a nyári hőhullámok alatt bekövetkező

többlethalálozások és egészségi károsodások legkisebb mértékű emelkedése. E középső sávtól északra, illetve délre haladva magasabb a sérülékenység mértéke.



23. ábra: Sárvíz-völgy hőhullámokkal szembeni sérülékenysége
NÉS módszertani megközelítés alapján, 2012-2050 (forrás: Terra Stúdió Kft.)

Az egyes településekre adódó értékeket a NÉS számítás esetében egyértelműen helyi tényezők határozzák, azok, amelyeket felsoroltunk az érzékenység, illetve alkalmazkodóképesség számításának bemutatása során. Amennyiben ezek közül néhány kiugróan kedvező, illetve kedvezőtlen értéket mutat, úgy az döntő lehet a település összesített sérülékenység értékének kialakulása során. Így pl. Sárkeresztúr, Sárszentágota és Kálóz térségében a hőhullámok gyakoriságának és intenzitásának helyi összehasonlításban kiugróan nagyarányú várható növekedését e falvak kedvezőtlen jövedelmi viszonyai, az ott élők térségi összehasonlításban alacsony átlagos képzettségi szintje nem tudta „kompenzálni”, így ezek együttesen kiugróan magas mértékű sérülékenységet eredményeznek az említett három településre vonatkozóan. Ugyanakkor Székesfehérvár esetében a városra jellemző nagyon magas alkalmazkodóképességi érték ellensúlyozni tudja a város szintén kiugróan magas érzékenységét is, ezáltal Székesfehérvár sérülékenysége mérsékelt fokozatúnak tekinthető. A térség déli régióiban – Szekszárdot leszámítva – a sérülékenység mértéke minden településen eléri, vagy meghaladja a közepes szintet. A Tengelice, Kajdacs, Kölesd, Medina térségére jellemző fokozott, illetve kiemelt mértékű sérülékenységet mindenekelőtt az e településeket jellemző nagyon gyenge alkalmazkodóképesség eredményezi. A Sárvíz-völgy déli nagyvárosa, Szekszárd ismét kivételt képez, hiszen a városra jellemző magasabb fokú alkalmazkodóképesség érdemben tudja javítani a várható hőhullámok kedvezőtlen közegészségügyi kockázatait.

1.2.1.5 FŐ KONKLÚZIÓK A NATÉR-BAN ELÉRHETŐ HŐHULLÁMOK JELLEMZÉSÉRE SZOLGÁLÓ ADATOK FELHASZNÁLHATÓSÁGÁRÓL, JAVASLATOK A NATÉR TOVÁBBFEJLESZTÉSÉRE VONATKOZÓAN

A hőhullámokkal szembeni sérülékenység értékelése a NATÉR-on belül kistérségi szinten készült el, ennek megfelelően az adatok e területi szintre vonatkozóan érhetőek el. Elfogadjuk a sérülékenység értékelés módszertani leírását tartalmazó tanulmányban foglaltakat, miszerint több – ott részletesen ismertetett – oknál fogva települési szinten nem végezhető el a sérülékenység értékelés, mivel

többféle alapadat települési szintű értékei nem alkalmasak a célirányos a statisztikai feldolgozásra. Felhívjuk ugyanakkor a figyelmet arra az ellentmondásra, hogy a NATÉR egyéb adatrétegei, mindenekelőtt a hőhullámokkal kapcsolatos sérülékenységet is nagymértékben befolyásoló társadalmi-gazdasági helyzetet számszerűsítő információk nem a kizárólag statisztikai adatgyűjtés eszközeiként szolgáló kistérségi, hanem járási szinten érhetőek el. Ez utóbbi területi szint – a helyi szintű közigazgatás alapegységeként – jobban illeszkedik a térségi gazdasági stratégiai tervezés igényeihez. Ennek megfelelően javasoljuk, hogy a NATÉR továbbfejlesztése során a hőhullámokkal szembeni sérülékenységre vonatkozó adatok a kistérségi szint helyett lehetőség szerint járási szinten legyenek elérhetőek.

A hőhullámokkal szembeni sérülékenység értékelésének NATÉR-ban elérhető módszertana nem követi teljes mértékben a NATÉR felépítésének módszertani alapját képező ún. CIVAS modellt. Ez utóbbi a klímáparaméterek elkövetkező évtizedekben várható változását számszerűsítő kitettség, az ennek hatását potenciálisan erősítő, vagy mérséklő társadalmi-gazdasági-környezeti paramétereket összegző érzékenység, valamint az alkalmazkodóképesség összehatása alapján ítéli meg egyes térségek sérülékenységét a klímaváltozás adott hatásával szemben. A hőhullámokkal kapcsolatos sérülékenység értékelése során a NATÉR ugyanakkor csak kitettségi, érzékenységi, valamint sérülékenységi indikátorokat tartalmaz, alkalmazkodási indikátort nem számszerűsít rendszer. Igaz, hogy az itt érzékenységi típusúként besorolt indikátor a CIVAS modell logikája alapján nem tisztán érzékenységi típusúnak tekinthető, hanem inkább érzékenységi és alkalmazkodóképességi indikátorok eredőjének. A NATÉR érzékenységi indikátora azt számszerűsíti ui., hogy az egyes kistérségekben jellemzően milyen mértékben nő a többlethalálozás a nyári hőhullámok időszakában, ennek mértékét pedig a CIVAS modellben érzékenységi típusúnak besorolt jellemzők (pl. koreloszlás) éppúgy befolyásolják, mint az alkalmazkodóképességet leíró adatok (pl. sürgősségi egészségügyi ellátás elérhetősége). Ily módon tehát közvetve a NATÉR módszertan alapján is figyelembe vételre kerül az egyes térségek hőhullámokkal szembeni alkalmazkodóképessége. A hőhullámokkal kapcsolatos sérülékenység számításának módszertanát bemutató tanulmány ezen túlmenően áttekintést nyújt a CIVAS modell alapján érzékenységi, illetve alkalmazkodóképességi típusú releváns mutatók felhasználhatóságáról is. Javasoljuk, hogy a NATÉR továbbfejlesztése során a hőhullámokkal kapcsolatos sérülékenység elemzés is egyértelműen megfeleltethetően alkalmazza a CIVAS modell logikáját, azaz lehetőség szerint egészüljön ki a rendszer e tematika alapján is alkalmazkodóképességet leíró mutatóval, és az érzékenységi mutató egyértelműen csak e kategóriába sorolható adatokat tartalmazzon.

1.2.2 ASZÁLY ÉS SZÁRAZODÁS OKOZTA MEZŐGAZDASÁGI SÉRÜLÉKENYSÉG

A klímaváltozás várható hatásai közül Magyarország területén leginkább az évi, és mindenekelőtt a nyári átlaghőmérséklet növekedésére, a csapadékeloszlás egyenetlenebbé válására (száraz időszakok és hirtelen lezúduló, nagy mennyiségű csapadék váltakozása) és az időjárási szélsőségek gyakoriságának növekedésére (főleg a hőségnapok számának növekedése) számíthatunk. Az éves csapadékmennyiség leérkezésének éven belüli mintázata várhatóan átalakul, a nyarak a mainál várhatóan szárazabbak lesznek. A fenti éghajlati változások eredőjeként várhatóan egyre nagyobb területet sújtanak majd nyáron az aszályos periódusok, komoly kihívást jelentve az egész

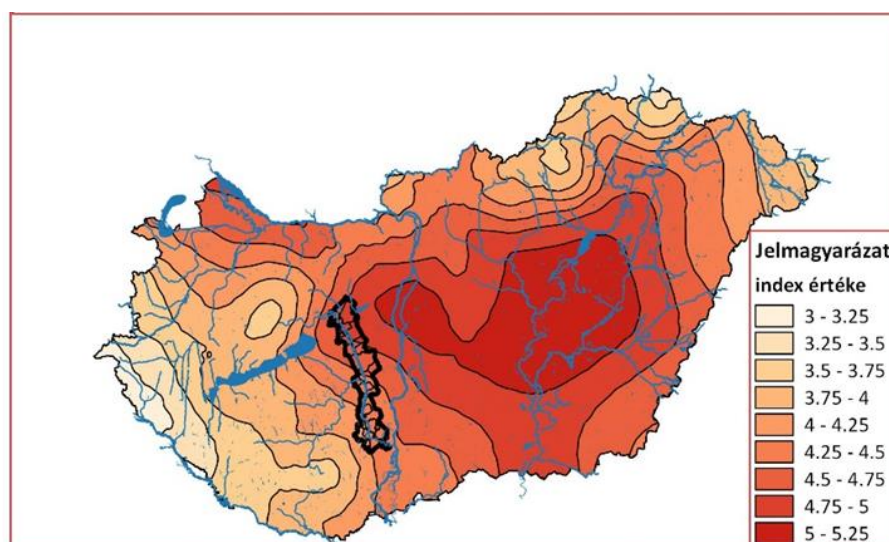
mezőgazdaság, azon belül is különösen a „helyhez” kötött szántóföldi növénytermesztés számára. A vizsgálataink során így az aszály témakörében a szántóföldi növénytermesztéssel foglalkoztunk a Sárvíz-völgy mintaterületre vonatkozóan. Ennek értelmében meghatározásra került a Sárvíz-völgy szántóföldi növénytermesztésének a klímaváltozás hatására fokozódó mértékű aszályal szembeni sérülékenysége.

Az alábbiakban áttekintést nyújtunk arról, hogy a NATÉR-ban elérhető adatok alapján a várakozások szerint hogyan alakul országos összehasonlításban a Sárvíz-völgy fokozódó aszályokkal szembeni kitettsége. A vizsgálat időtávja jelen témakör esetében az évszázad utolsó harmada, mivel erre az időszakra állnak rendelkezésre a NATÉR-ban teljes körűen adatok. Egyes részeredmények, így pl. egyes növények termésátlagainak várható alakulása a 2021-2050 közötti évek átlagára vonatkozóan is elérhetőek, a kumulált adatok, úgymint a tavaszi és őszi vetésű növények összesített termésátlag alakulása, valamint a komplex sérülékenység értékek azonban csak az évszázad utolsó három évtizedére vonatkozóan állnak rendelkezésre.

1.2.2.1 A SÁRVÍZ-VÖLGY ASZÁLYOKKAL SZEMBENI KITETTSÉGE

Egy térség kitettsége azt számszerűsíti, hogy a klímaváltozás adott hatásának szempontjából mérvadó klimatikus paraméterek milyen mértékben változnak a következő évtizedekben a különböző klímaprojekciók alapján.

Az aszály szempontjából ez a mutató a komoly szakirodalmi múlttal rendelkező ún. Pálfai-féle aszályindex várható változása, amelynek értékét az áprilistól augusztusig tartó havi középhőmérséklet, valamint az októbertől szeptemberig mért, illetve előre jelzett havi csapadékösszegek befolyásolják érdemben.

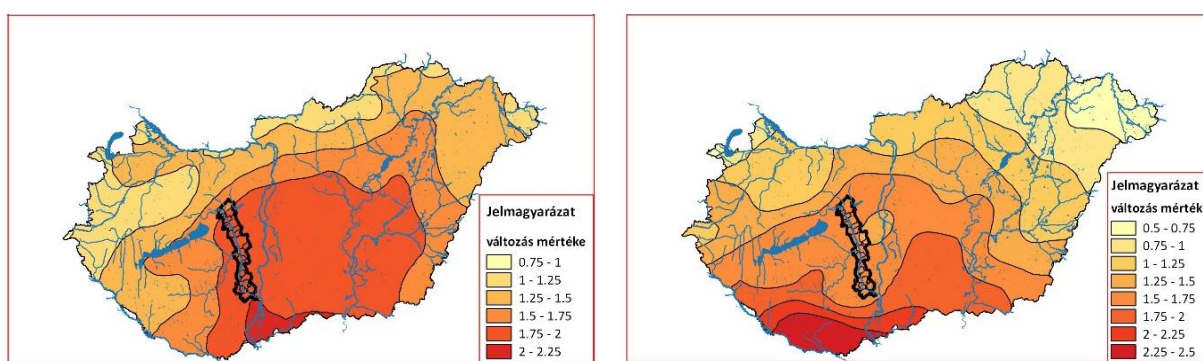


24. ábra: Pálfai-féle aszály index alakulása 1961-1990 között (forrás: AGRATÉR[a] (2015) alapján, Terra Stúdió Kft.)

A fenti ábra a Pálfai-féle aszály index 1961-1990 közötti értékeit mutatja, amelyek mért adatok alapján lettek számszerűsítve. Látható, hogy a Sárvíz-völgy már néhány évtizeddel is az ország aszályoktól nem kímélt térségei közé tartozott. A terület a Pálfai-féle aszályindex második, harmadik

és negyedik legkedvezőtlenebb kategóriájába tartozott, ami azt jelenti, hogy az aszályok kialakulására a múltban is az országos átlagnál jóval gyakrabban került sor. A Sárvíz-völgyön belül a vizsgált index tanúsága szerint északról dél felé haladva egyértelműen csökkent az aszályhajlam.

A jelen sérülékenység vizsgálat azt tekinti a Sárvíz-völgy aszályokkal szembeni kitettségi mutatójának, hogy a bemutatott Pálfai-féle aszályindex értékei a klímamodellek projekciói szerint milyen irányban és mértékben változnak az évszázad utolsó harmadára a fentiekben bemutatott 1960-1990 közötti évek átlagos értékeihez képest. A jövőre vonatkozóan több regionális klímamodell futtása alapján is számszerűsíthető a vizsgált index várható alakulása. A NATÉR keretében ezek közül két regionális klímamodell eredményei érhetőek el, ezeket ábrázolják az alábbi térképek.



25. ábra: Pálfai féle aszályindex változása 2071-2100 és 1961-1990 között az Aladin-Climate (bal), valamint a RegCM klímamodell (jobb) alapján (forrás: AGRATÉR[a] (2015) alapján, Terra Stúdió Kft.)

Látható a fenti térképeken, hogy a két regionális klímamodell tendenciájában és mértékében jórészt hasonló eredményeket ad a Pálfai-féle aszályindex század végére várható változására vonatkozóan. A két modell eredményei közti eltérés mindenekelőtt a várható értékek alakulásának területi mintázatában érhető tetten, ugyanakkor e tekintetben is egyezik annyiban a két modelleredmény, hogy az index értékének legnagyobb mértékű növekedése – ami az aszályhajlam fokozódását jelenti – az ország déli területein várható. Az Aladin-modell azonban az ország egészére vonatkozóan pesszimistább értékeket eredményez, azaz az ország területének magasabb százalékára valószínűsíti a legnagyobb mértékű aszályhajlam-fokozódást, mint a RegCM modell.

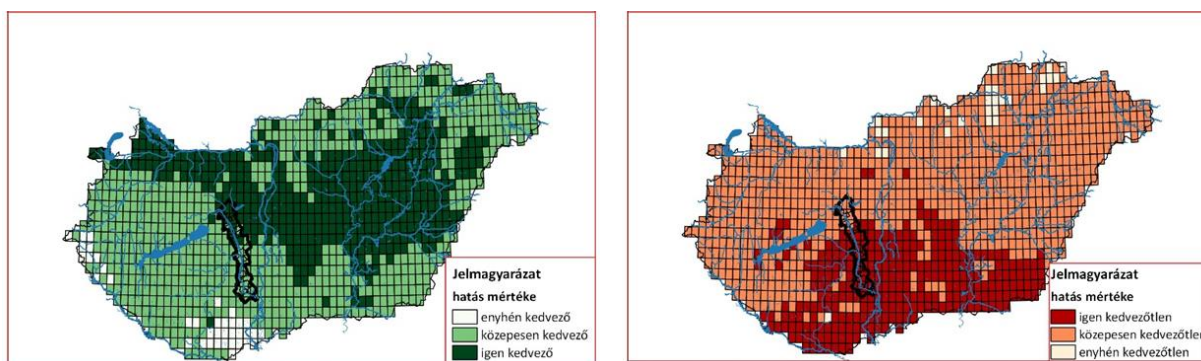
A Sárvíz-völgy térségében az Aladin modell eredményei alapján egységesen az aszályhajlam országos mértékben is igen kiemelkedő mértékű fokozódására kell számítani. Nem lehet eltekinteni emellett attól sem, hogy a vizsgált terület a referencia időszaknak tekintett 1961-1990 évek közötti időszakban is aszályal átlagon felüli mértékben sújtott térségnek minősült. Összességében mindez azt eredményezi, hogy az aszály kialakulásához vezető éghajlati feltételek az évszázad végére abszolút értékben is gyakrabban állnak majd elő a Sárvíz-völgyben, illetve a térség aszályhajlama az ország – Alföldet leszámítva – többi részénél is nagyobb mértékben fog fokozódni.

1.2.2.2 A SÁRVÍZ-VÖLGY TERÜLETÉN AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS VÁRHATÓ HATÁSA AZ ASZÁLY TÉMAKÖRÉBEN

A szántóföldi növénytermesztés klímaváltozással szembeni – NATÉR-ban elérhető módszertan alapján elvégzett – sérülékenységvizsgálata nem nevesít a többi tematika esetében megszokott érzékenységi indikátort, hanem helyette ún. hatásindikátorokat tartalmaz. A hatásindikátorok a

sérülékenység-elemzés módszertana alapján azt mutatják, hogy a megváltozó klímaméterek és az adott térség vizsgált tematikával kapcsolatos érzékenysége együttesen milyen változásokat idéznek várhatóan elő. E mutató – a komplex sérülékenységi mutatóval ellentétben – nem veszi figyelembe a településre, térségre jellemző alkalmazkodóképességet.

A szántóföldi növények aszályal szembeni sérülékenység vizsgálata keretében az alábbiakban jellemzett hatásindikátorok azt mutatják, hogy az egyes szántóföldi növények termésátlagai várhatóan hogyan módosulnak a klímamodellek által előrejelzett változó éghajlati paraméterek következtében. A NATÉR az alábbi növényekre vonatkozóan tartalmaz előrejelzéseket, mind a 2021-2050, mind a 2071-2100 évek átlagos értékére vonatkozóan: kukorica, napraforgó, őszi búza, őszi árpa, repce. Jelen vizsgálat keretében azonban nem vizsgáljuk egyesével az említett növények termesztésének sérülékenységét, hanem őszi és tavaszi vetésű növények szerinti csoportosítás szerint két részletben mutatjuk be jellemzőiket. Ennek elsődleges oka mindenekelőtt az, hogy – ahogy az alábbiakban látni fogjuk – gyökeresen ellentétesen reagálnak az éghajlati paraméterek várható változására az őszi, illetve tavaszi vetésű növények.



26. ábra: Klímaváltozás hatása a szántóföldi növénytermesztésre őszi vetésű (bal), valamint tavaszi vetésű (jobb) növények esetében, 2071-2100 (forrás: AGRATÉR[a] (2015) alapján, Terra Stúdió Kft.)

A fenti térképek azt mutatják, hogy a klímaméterek várható változásai, beleértve a nyári aszályhajlam fokozódását is, összességében csak a tavaszi vetésű szántóföldi növények esetében eredményeznek komoly mértékű termésátlag-romlást, az őszi vetésű szántóföldi növények várhatóan még javuló termésátlagokat is elérhetnek a század utolsó harmadára. Ennek oka mindenekelőtt abban keresendő, hogy a klímamodellek projekciói szerint az őszi vetésű növények számára kulcsfontosságú tél végi, tavaszi időszak átlagos havi csapadékösszegei várhatóan nőni fognak, ugyanakkor a nyári időszak romló vízmérlege már nem érinti ezeket a növényeket, hiszen addigra már betakarításra kerülnek. Drasztikus termésátlag-csökkenés prognosztizálható ugyanakkor a tavaszi vetésű növények esetében, elsősorban az ország déli részén.

Fontos szempont, hogy a NATÉR keretében elérhető, a szántóföldi növénytermesztés fokozódó mértékű aszályal szembeni sérülékenység vizsgálata során képzett hatásindikátorok országos léptékben értelmezhetőek, azaz az értékek országon belüli területi mintázatra vonatkozóan nyújtanak tájékoztató jellegű információt. Az előrejelzések bizonytalansága miatt nem alkalmasak az adatok arra, hogy egy konkrét település, vagy kistáj esetében abszolút értékben kifejezzék a várható változásokat. Az mindenesetre egyértelműen látszik a fenti két térképen, hogy a Sárvíz

völgyében, különösen annak déli fekvésű településeinek külterületén a tavaszi vetésű növények (különösen a kukorica) évi átlagos terméshozama a jelenleginél gyakoribb és intenzívebb aszályos időszakok következtében várhatóan több, mint 30%-kal csökkenni fog. Ennél kissé alacsonyabb mértékű, 10 és 30 % közé eső évi átlagos terméshozam csökkenés prognosztizálható Székesfehérvár tágabb térségére vonatkozóan, azonban az előrejelzések bizonytalansága miatt ilyen kis területre vonatkozóan lehetetlen ennél pontosabb jóslásokba bocsátkozni. Megjegyzendő, hogy a tavaszi vetésű növények közül a kukorica terméshozama várhatóan a Sárvíz-völgy északi részén is a lehető legmagasabb, azaz 30%-ot meghaladó mértékű csökkenést fogja mutatni. A vizsgált őszi vetésű növények együttes terméshozama ugyanakkor a Sárvíz-völgy egészében nőni fog a modellszámítások alapján, legnagyobb mértékben éppen a térség északi részén, Székesfehérvár környékén.

Összességében elmondható, hogy a Sárvíz-völgy szántóföldi növénytermesztése a klímaváltozás által kiváltott fokozódó mértékű aszályok hatására a jelenleginél várhatóan kedvezőtlenebb helyzetbe kerül a század utolsó harmadára, hiszen az őszi vetésű növények együttes évi átlagos terméshozama ugyan várhatóan közepes mértékű emelkedést mutat, ugyanakkor a tavaszi vetésű növények esetében egy drasztikus mértékű terméshozam csökkenés prognosztizálható.

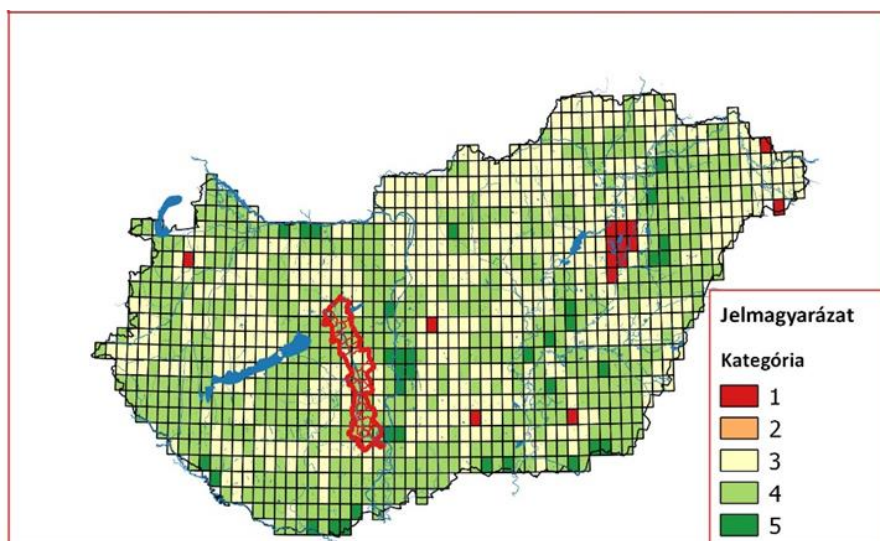
1.2.2.3 A SÁRVÍZ-VÖLGY ASZÁLYAL SZEMBENI ALKALMAZKODÓKÉPESSÉGE

Egy térség alkalmazkodóképességén azt értjük, hogy a helyi társadalmi–gazdasági–környezeti erőforrások képesek-e, és amennyiben igen, milyen mértékben ellensúlyozni a klímaváltozás várható kedvezőtlen hatásait. Az érzékenységhez hasonlóan az alkalmazkodóképesség vizsgálatát is a klímaváltozás különböző hatásaira vonatkozóan egyesével kell elvégezni, hiszen minden esetben más faktorok képesek a várható káros hatásokat ellensúlyozni.

A szántóföldi növénytermesztés aszályal kapcsolatos alkalmazkodóképességének megítélésére a NATÉR egy komplex mutatót alkalmaz, amely az alábbi részelemek értékelésén, kategorizálásán, majd összesítésén nyugszik:

- üzemi szintű alkalmazkodó-képesség becslése a növénytermesztés során használt inputanyagok felhasználási intenzitása alapján;
- agrotechnikai jellegű alkalmazkodás korlátozottságának becslése belvízkockázat alapján;
- alkalmazkodó-képesség becslése a mezőgazdasági termelés jövedelmezősége alapján;
- alkalmazkodó-képesség becslése az üzemvezető képzettsége alapján;
- alkalmazkodó-képesség becslése az öntözhető területek aránya alapján.

A fenti paraméter-értékek összesítése alapján kapott alkalmazkodóképességi indikátor kategória-megnevezései az iskolai osztályzatokhoz hasonlítanak, az 1-es számmal jelzett kategória a legalacsonyabb szintű, míg az 5-ös számmal jelzett a legmagasabb szintű alkalmazkodóképességet jelenti.



27. ábra: A szántóföldi növénytermesztés aszályhoz kapcsolódó alkalmazkodóképességének mértéke (forrás: AGRATÉR[a] (2015) alapján, Terra Stúdió Kft.)

Az alkalmazkodóképességi indikátor magas fokú komplexitásából, a figyelembe vett résztényezők heterogenitásából és magas számából fakadóan az eredmények területileg nagy szórást mutatnak, nem határozhatóak meg olyan nagy egybefüggő földrajzi területek az országban, amelyek azonos alkalmazkodóképességi kategóriába tartoznának.

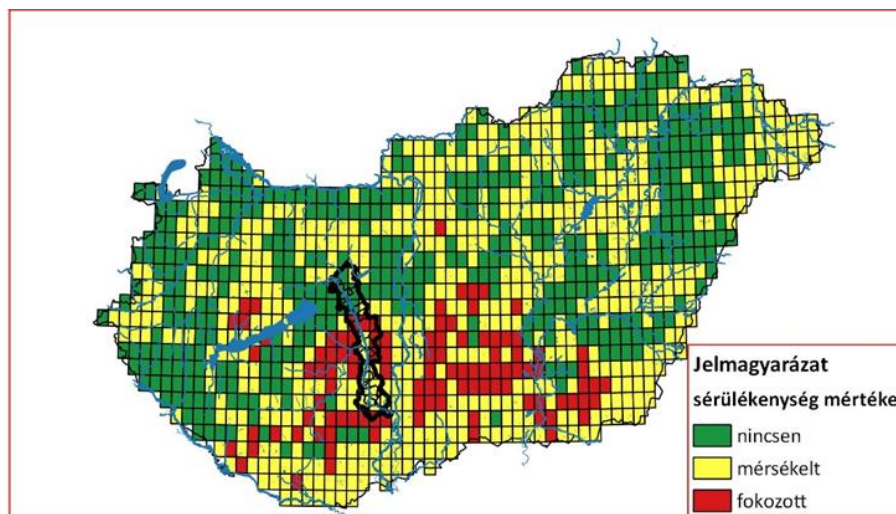
A Sárvíz-völgy térségére – az ország területének döntő hányadával megegyezően – közepes, vagy átlagosnál jobb mértékű alkalmazkodóképesség jellemző a szántóföldi növénytermesztés aszályal szembeni érzékenysége kapcsán. Míg azonban országos szinten némileg magasabb a közepes mértékű alkalmazkodóképességgel bíró területek aránya, addig a Sárvíz-völgyben az átlagosnál jobb mértékű alkalmazkodóképesség a domináns. Kizárólag Sárbogárd környéke jellemezhető a Sárvíz-völgyére jellemzőnél alacsonyabb, országos összehasonlításban azonban még így is közepes mértékű alkalmazkodóképességgel. A térség mutatója annak ellenére viszonylag kedvező, hogy az aszály leküzdésében kulcsfontosságú öntözhető területek aránya viszont országos összehasonlításban rendkívül alacsony errefelé.

1.2.2.4 A SÁRVÍZ-VÖLGY ASZÁLYAL SZEMBENI SÉRÜLÉKENYSÉGE

Egy térség szántóföldi növénytermesztésének aszályal szembeni sérülékenységét a NATÉR-ban alkalmazott módszertan szerint közvetlenül kettő, közvetve három tényező határozza meg. Az egyik fő tényező a klímaváltozás hatása, amely azt fejezi ki, hogy a század végére prognosztizált klimatikus adottságok mellett, a jelenlegi gazdálkodási módszereket alapul véve miként módosul a tavaszi, illetve őszi termesztésű növények évi átlagos terméshozama. E mutató értelemszerűen magában foglalja a klimatikus paraméterek adott területre prognosztizált változását is, így e klimatikus tényező indirekt módon jelenik meg a sérülékenység mértékének számszerűsítése során. A sérülékenység elemzés során figyelembe vett másik fő tényező az adott területre jellemző alkalmazkodóképesség, amelyet az előző fejezet tárgyalt. Az egyes területek szántóföldi növénytermesztésének aszályal szembeni sérülékenységét tehát a NATÉR a „klímaváltozás hatása”, illetve az „alkalmazkodóképesség” indikátorok összevonása révén számszerűsíti.

A fentiek alapján látszik, hogy a sérülékenység a vizsgált térség egy bizonyos hatással szembeni komplex jellemzésére szolgál, összehasonlíthatóvá teszi egyes térségeket a klímaváltozás adott hatásának szempontjából, ugyanakkor célszerű nem önmagában, hanem a korábbiakban bemutatott kitettség, hatás és alkalmazkodóképességet leíró vizsgálatokkal együtt értelmezni.

Fontos szempont, hogy a sérülékenység jelen vizsgálat keretében csak a tavaszi vetésű szántóföldi növényekre terjed ki, hiszen az őszi vetésű növények esetében – mint a klímaváltozás hatásának tárgyalása során bemutattuk – nem beszélhetünk sérülékenységről, mivel a várható klimatikus változások inkább e növények évi átlagos terméshozamának növekedését idézhetik majd elő.



28. ábra: A szántóföldi növénytermesztés klímaváltozással szembeni sérülékenységének mértéke tavaszi vetésű növények esetében, 2071-2100 (forrás: AGRATÉR[a] (2015) alapján, Terra Stúdió Kft.)

A várható hatás, illetve alkalmazkodási indikátorok összevonását két eltérő – egy optimista és egy pesszimista feltételezésen alapuló – módszertan alapján is elkészítették a szerzők. A fenti ábra az optimista változatot mutatja. Azért választottuk jelen vizsgálat keretében ezt a verziót, mert a Sárvíz-völgy térségében összetettebb eredményt ad, és ezáltal árnyaltabb értékelést tesz lehetővé. Mindenképpen említést érdemel ugyanakkor, hogy a pesszimista verzió alapján az egész Sárvíz völgye – a Székesfehérvár környéki északi végek kivételével – egységesen a fokozottan sérülékeny kategóriába tartozik.

A fenti – optimista szemléletet tükröző – sérülékenységi kategorizálás szerint a Sárvíz-völgy az Aba–Soponya vonaltól délre egyértelműen sérülékenynek minősül a tavaszi vetésű szántóföldi növénytermesztés fokozódó aszályokkal szembeni sérülékenysége szempontjából. A Sárbogárd környéki települések határaitól még e szerint az optimista verzió szerint is komoly károkkal kell számolniuk a leendő gazdáknak, amennyiben tavaszi vetésű növények termesztésével kívánnak foglalkozni. Székesfehérvár térsége ugyanakkor ezen optimista sérülékenység értékelési módszertan alapján végzett számítások szerint nem minősül sérülékenynek még a tavaszi vetésű növények esetében sem. Tudni kell ugyanakkor, hogy a módszertan alapján ez nem azt jelenti, hogy e növények évi átlagos terméshozama nem fog csökkenni a következő évtizedekben, csak azt, hogy a helyben rendelkezésre álló adaptációs lehetőségek hatékony kihasználásával elérhető, hogy a tavaszi vetésű

szántóföldi növények évi átlagos terméshozama csak minimális mértékben csökkenjen. Ahogy a hatás mutató bemutatásánál láttuk, az alkalmazkodási lehetőségek elmulasztása esetén a termésátlagok nagy valószínűséggel itt is csökkeni fognak.

1.2.2.5 FŐ KONKLÚZIÓK A NATÉR-BAN ELÉRHETŐ ASZÁLY TÉMAKÖRÉVEL KAPCSOLATOS ADATOK FELHASZNÁLHATÓSÁGÁRÓL, JAVASLATOK A NATÉR TOVÁBBFEJLESZTÉSÉRE VONATKOZÓAN

A szántóföldi növénytermesztés – az előrejelzések szerint az elkövetkező évtizedekben fokozódó mértékű – aszályokkal szembeni sérülékenység vizsgálatának metodikáját kidolgozó szakértők több alkalommal is hangsúlyozták, hogy a kapott eredmények minden esetben országos léptékben értelmezhetőek, azaz az értékek országon belüli területi mintázatára vonatkozóan nyújtanak tájékoztató jellegű információt. Az előrejelzések bizonytalansága miatt nem alkalmasak az adatok arra, hogy egy konkrét település, kisebb kiterjedésű terület egység esetében abszolút értékben kifejezzék a várható változásokat. Ez a kikötés szakmailag minden bizonnyal helytálló, nem is kívánunk vitatkozni vele, megjegyzendő ugyanakkor, hogy összességében megnehezíti a NATÉR-ban elérhető, aszályval kapcsolatos, rendkívül széles körű, informatív adatok döntés-előkészítési célú felhasználhatóságát. Javasoljuk, hogy a NATÉR továbbfejlesztése során kerüljön sor annak felmérésére, hogy melyik az a legalacsonyabb területi szint (pl. régió, megye, járás, kistáj, stb.), amelyre vonatkozóan még szakmailag elfogadható minőségű adatok adhatóak meg a szántóföldi növénytermesztés aszályval szembeni sérülékenységére vonatkozóan, és az e szintet alkotó terület egységekre vonatkozóan számszerűsítésre kerüljön lehetőség szerint valamennyi – vizsgált tematikához tartozó – indikátor.

A szántóföldi növénytermesztés aszályval szembeni sérülékenységvizsgálata némileg eltér a NATÉR módszertani alapját képező CIVAS modell logikájától. Ez utóbbi a klímaparaméterek elkövetkező évtizedekben várható változását számszerűsítő kitettség, az ennek hatását potenciálisan erősítő, vagy mérséklő társadalmi–gazdasági–környezeti paramétereket összegző érzékenység, valamint az alkalmazkodóképesség összehatása alapján ítéli meg egyes térségek sérülékenységét a klímaváltozás adott hatásával szemben. A CIVAS modell ugyanakkor „ismeri” a hatásindikátor fogalmát is, amely a kitettségi és érzékenységi indikátorok eredőjeként azt mutatja, hogy a klímaparaméterek előrejelzett változásai az adott térségre jellemző érzékenységgel párosulva várhatóan milyen változásokat eredményeznek, azaz e mutató nem veszi figyelembe a helyi társadalmi–gazdasági erőforrásokra alapozott alkalmazkodóképességet. A szántóföldi növénytermesztés aszályval szembeni sérülékenységének vizsgálata során a NATÉR e hatásindikátort számszerűsíti az érzékenységi indikátor helyett. Mivel azonban a hatás típusú indikátor a fent elmondottaknak megfelelően magában foglalja az érzékenységre vonatkozó értéket is, közvetve végső soron ez utóbbi is figyelembe vételre kerül a sérülékenység vizsgálat folyamatában. Ettől függetlenül – a NATÉR egyéb tematikaival való összhang megteremtése érdekében – javasoljuk, hogy amennyiben szakmailag erre lehetőség nyílik, úgy a szántóföldi növénytermesztés aszályval szembeni sérülékenysége esetében is kerüljön kidolgozásra, illetve számszerűsítésre érzékenységi típusú indikátor is.

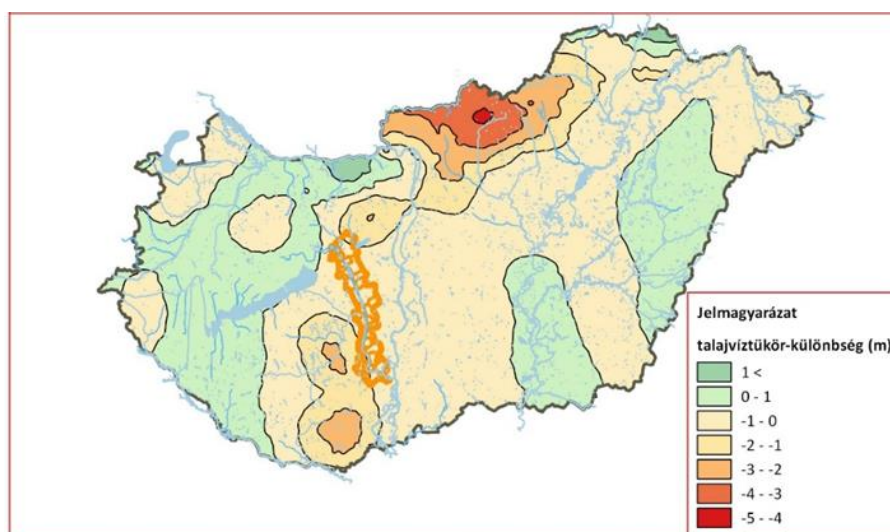
A NATÉR fő szabály szerint két jövőbeli „klímaablakra” vonatkozóan adja meg a kitettségi adatokat, azaz számszerűsíti az egyes tematikák szempontjából releváns meteorológiai paraméterek várható értékeit. Ezek egyike a 2021-2050, míg a másik a 2071-2100 közötti évek átlaga. A szántóföldi növénytermesztés aszályval szembeni sérülékenységvizsgálata során is e két jövőbeli időszakra

vannak megadva a kitettségi indikátorok, valamint az egyes szántóföldi növénykultúrákra vonatkozó hatásindikátorok. Ugyanakkor az őszi, illetve tavaszi vetésű növényekre vonatkozó összesített hatásindikátorok, valamint a tavaszi vetésű növényekre vonatkozó komplex sérülékenységi indikátor kizárólag a 2071-2010 közötti időszakra vonatkozóan érhető el a NATÉR-ban. Javasoljuk ezen indikátorok 2021-2050 közötti időszakra vonatkozó értékeinek számszerűsítését és elérhetővé tételét.

1.2.3 TALAJVÍZSZINT-VÁLTOZÁS OKOZTA MEZŐGAZDASÁGI SÉRÜLÉKENYSÉG

A klímaváltozás hatásai a felszíni és légköri viszonyok mellett a csapadék- és párolgási viszonyok megváltozásán keresztül a felszín alatti vízkészleteket mennyiségét is befolyásolják. A klímamodellek előrejelzései szerint hazánk éves középhőmérséklete a század végéig 3-5 °C-kal növekedhet, ugyanakkor a nyári félévben a hőmérséklet növekedése ennél is jelentősebb lesz, különösen a keleti országrészben. Ezzel párhuzamosan az éves csapadék mennyiség csökkenni fog; a legjelentősebb csökkenés a nyári hónapok során várható.

A csökkenő csapadékmennyiség miatt a felszín alá beszivárgó vízmennyiség csökkenése, a növekvő hőmérséklet miatt pedig az elpárolgó vízmennyiség növekedése várható. A csökkenő csapadékmennyiség áttételesen a mezőgazdasági vízkivételek növekedését eredményezheti, ami tovább terheli a felszín alatti vízkészleteket. Mindez a talajvíz szintek csökkenését, és a felszín alatti vízkészletek megcsappanását eredményezheti. Ezen folyamatok intenzitásának és területi eloszlásának előrejelzése modellvizsgálatokkal lehetséges.



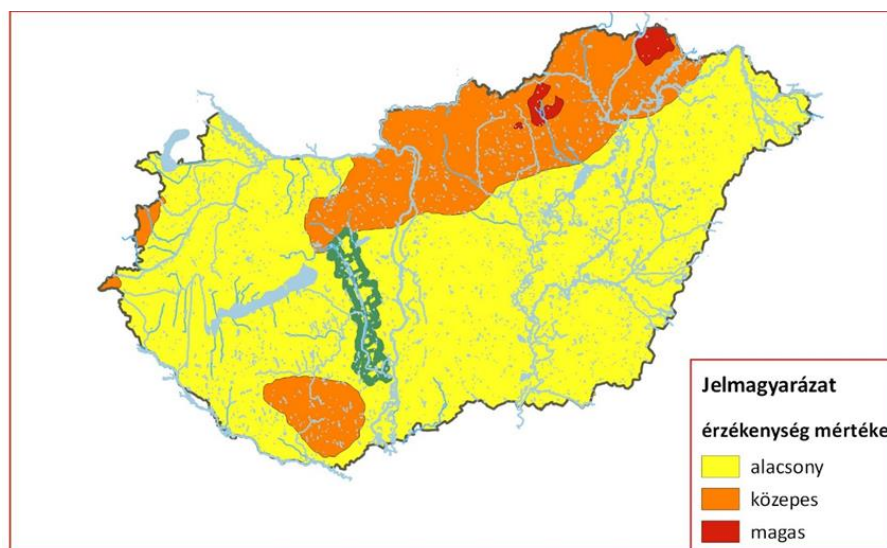
29. ábra: Talajvízszint-különbség térkép az ALADIN klímamodell alapján,
a 2071-2100/1961-1990 időszakra (forrás: Kovács A. et al (2016) alapján, Terra Stúdió Kft.)

A Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatika Rendszer kidolgozása során végzett modellvizsgálatok során egyaránt figyelembe vették a klímamutatók várható változását, valamint a beszivárgási viszonyokat. A beszivárgás mértékét a klímaviszonyok, a geológiai viszonyok, a területhasználás és a növényborítottság, illetve a lejtőszög határozza meg. A modellfuttatások eredményei alapján a Sárvíz-völgy térségében kismértékű, 0 és -1 m közötti, egyes területeken azt valamelyest meghaladó

mértékű talajvízszint-változás (14. ábra) prognosztizálható az évszázad végére. A térségen belül nem rajzolódnak ki markáns eltérések, összességében a talajvízszint kismértékű csökkenése valószínű.

1.2.3.1 A SÁRVÍZ-VÖLGY TALAJVÍZSZINT-VÁLTOZÁSSAL SZEMBENI ÉRZÉKENYSÉGE

A talajvízszint várható változása szempontjából a fentieket is figyelembe véve alacsony a Sárvíz-völgy klímaérzékenysége. Fontos ugyanakkor hangsúlyozni, hogy a vizsgálatok eredményei a felhasznált adatbázisok hibáit és hiányosságait is tartalmazzák. A modellezett eloszlások országos léptékű pontossággal készültek, ezért lokális vizsgálatok céljára nem alkalmasak.



30. ábra: A talajvíz országos klímaérzékenységi térképe
a klímamodell kimenetek alapján meghatározva (forrás: Kovács A. et al (2016) alapján, Terra Stúdió Kft.)

1.2.3.2 FŐ KONKLÚZIÓK A NATÉR-BAN A TALAJVÍZSZINT-VÁLTOZÁS TÉMAKÖRÉVEL KAPCSOLATOSAN ELÉRHETŐ ADATOK FELHASZNÁLHATÓSÁGÁRÓL, JAVASLATOK A NATÉR TOVÁBBFEJLESZTÉSÉRE VONATKOZÓAN

Összességében megállapítható, hogy a klímaváltozás okozta várható talajvízszint-változás, valamint a klímamodell-kimenetek alapján meghatározott talajvíz klímaérzékenység eredmények jelentősen hozzájárulhatnak a NATÉR rendszer megfelelő hasznosításához. Problémát jelent ugyanakkor, hogy az adatok országos léptékű pontossággal állnak rendelkezésre, ez nagyban megnehezíti a NATÉR eredmények lokális felhasználását, ezért szükségesnek látjuk a NATÉR továbbfejlesztése során a modellezési módszertan fejlesztését, valamint a bemenő adatok finomítását. Javasoljuk továbbá a talajvízszint-változás új klímamodell eredmények alapján történő frissítését is.

1.2.4 ERDŐTÜZEKSEL SZEMBENI HELYI SÉRÜLÉKENYSÉG

Magyarország erdőterülete meghaladja a 2 millió hektárt, amely az ország területének 21,5%-át meghaladó részét teszi ki. Ezen területeken az erdőtüzek relatív gyakorisága, a terjedési sebessége és intenzitása is az utóbbi évtizedekben megnövekedett. Ezek okai mind az éghajlati szélsőségekben, kevesebb csapadékban, a magasabb éves átlaghőmérsékletben, az alacsony relatív páratartalom, valamint a hótakaró nélküli telek sorozatában fellelhetők. A változó klimatikus viszonyok hatására egyre kedvezőbb körülmények alakulnak ki az erdő- és bozóttüzek kialakulására, amelyre jellemző,

hogy két kiemelten tűzveszélyes időszakot különíthetünk el, a tavaszt és a száraz, aszályos nyarakon keletkező tüzeket. Ekkor keletkezik az erdőtüzek 70-75%-a. A hazai erdőkben a legjellemzőbbek az ún. felszíni tüzek, amikor az erdő talaján levő avar, egyéb elhalt növényi részek, illetve kisebb méretű cserjék kapnak lángra. Nagy intenzitás esetén ezek a felszíni tüzekből alakulhatnak ki a koronatüzek, amelyek többnyire fenyőerdőkben keletkeznek. Az éghajlatváltozás által okozott szélsőségek hatása az erdőtüzek esetében nem csak az erdők faállományát, összetételét, egészségi állapotát érinti, hanem ezeken túl az infrastruktúrában, az épületekben, a közlekedésbiztonságban is károkat okozhat, valamint veszélyeztetheti a települések lakosságát is.^{20 21 22}

Hazánkban a fentiekén túl azért is fontos e tématerületre figyelmet szentelni, mert ez, az erdőtűzveszély fokozódása, mint környezeti kockázat eddig csak korlátozottan jelent meg és továbbá azért is, mert a társadalom tagjai számára kevésbé ismert a szélsőséges időjárási jelenségek által okozott erdőtűzveszélyre való felkészülés, a védekezés és megelőzés.

A Sárvíz-völgy területén összesen közel 17 ezer hektár erdőterület található, amely a települések közigazgatási területének 10,5%-át teszi ki. A Sárvíz-völgy erdőtüzekkel szembeni sérülékenysége a „Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (NÉS-2) 2014-2025 kitekintéssel 2050-re” című stratégiai dokumentumban ismertetett az éghajlati sérülékenység területi értékelési módszertana alapján készült el felhasználva – a NATÉR projekt kialakítása és kifejlesztése során kialakított – AGRATÉR projekt keretében kidolgozásra került erdőkre vonatkozó kitettségi mutató, valamint a NÉS-2-ben található sérülékenységi-vizsgálat alapján meghatározott érzékenységi és alkalmazkodóképességi komplex mutatók értékelésével. A CIVAS modell alapján kifejlesztett sérülékenység-vizsgálat célja annak feltárása, hogy az egyes térségek mennyire veszélyeztetettek az éghajlatváltozás hatásaival szemben, így a vizsgálat nem a sérülékenység abszolút mértékének megállapítására, hanem elsősorban a térségek közti összehasonlíthatóság, a relatív területi különbségek meghatározására törekszik. Az éghajlatváltozás lokális, területi hatásait a helyi társadalmi, gazdasági, környezeti térben egyaránt jelentkezők, ezért az éghajlatváltozás területi hatásait a kitettség, érzékenység, várható hatás, alkalmazkodóképesség és sérülékenység kontextusban kell vizsgálni (IPCC 2007).

A Sárvíz-völgy erdőtüzekkel szembeni sérülékenységére a fentiekben ismertetett módszertan alapján két változat kerül ismertetésre. Az első változat az AGRATÉR projektben meghatározásra került kitettségi mutató, azaz az erdők létének klimatikus kitettsége az ALADIN modell alapján, míg a második változat a REGCM modell adatait veszi figyelembe. A klimatikus változásokra vonatkozó, a térséget jellemző természeti környezet érzékenységét, valamint a térség általános gazdasági-társadalmi fejlettségéből, körülményeiből fakadó alkalmazkodóképességet jellemző mutatók mindkét változat esetében ugyanazon adatok kerültek felhasználásra. A modellek esetében a 2021-2050 közötti időszakra vonatkoztatott változás került figyelembevételre.

²⁰ https://www.nebih.gov.hu/szakteruletek/szakteruletek/erdeszeti_igazgatosag/erdeszet_szakteruletek/erdo_tuzvedelem

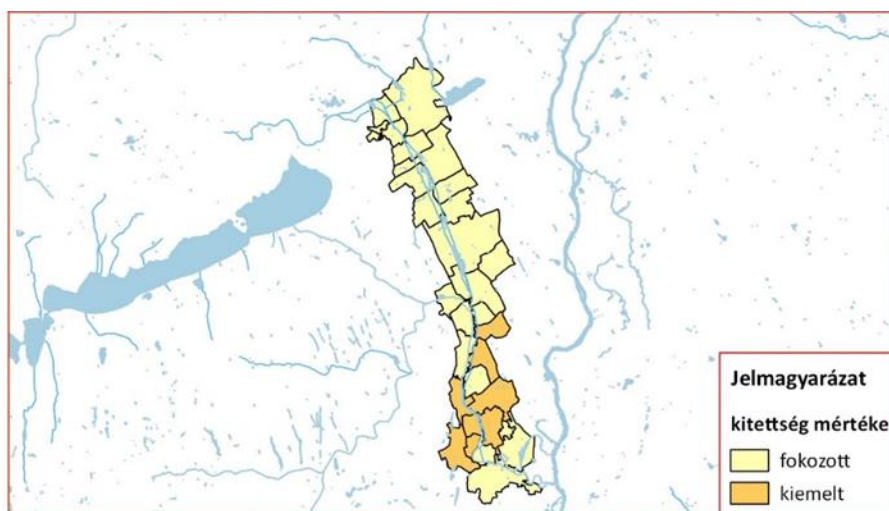
²¹ http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=tuzoltas_erdok_magyar

²² H/5054 sz. Országgyűlési Határozati Javaslat a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiáról 2014-2025-re, kitekintéssel 2050-re (<http://www.parlament.hu/irom40/05054/05054.pdf>)

1.2.4.1 A SÁRVÍZ-VÖLGY ERDŐTÜZEKKEL SZEMBENI KITETTSÉGE

Az erdők létének klimatikus kitettsége azt mutatja meg, hogy egy adott területen az erdőklíma várhatóan hogyan változik. négy erdészeti klímátípust határoztak meg a kutatók, amely klímátípusok alkalmasak az üde lomberdők klimatikus öveinek (bükkös és gyertyános-tölgyes), valamint a száraz lomberdők klimatikus öveinek (cseres, ill. kocsánytalan tölgyes és erdősztyepp) térbeli lehatárolására. Jelenlegi erdőterületeink főbb társulásainak elhelyezkedése nagyon jól illeszkedik ezeknek a klímátípusoknak a térbeli mintázatához.

A Sárvíz-völgy éghajlati paramétereinek vizsgálatakor a fentiekben ismertetett, az erdők létének klimatikus kitettsége került felhasználásra, mint kitettségi mutató.

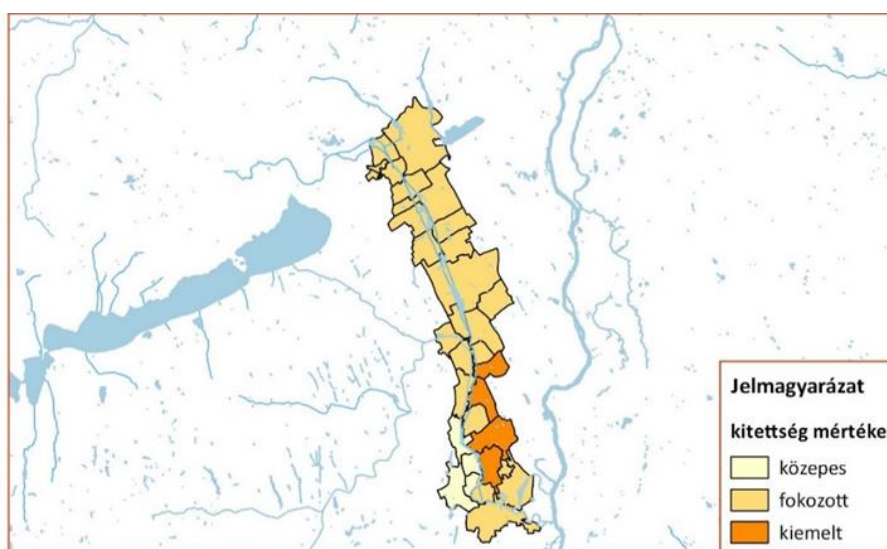


31. ábra: A Sárvíz-völgy erdőtüzekkel szembeni kitettsége
az ALADIN modell alapján (forrás: AGRATÉR[b] (2015) alapján, Terra Stúdió Kft.)

Az ALADIN modell alapján meghatározott klimatikus kitettség alapján a Sárvíz-völgyében az erdők túlnyomó többsége – elsősorban az északi, középső és a legdélebben fekvő része - az erdősztyepp klímátípusba tartozik és ez a 2021-2050-es időszakra várhatóan ugyanebben a kategóriában marad, az erdők kisebb hányada – Bikács és Tolna közötti települések erdői - a cseres, ill. kocsánytalan tölgyes klímátípusból erdősztyepp klímátípusba fog kerülni. Ez alapján meghatározható, hogy a Sárvíz-völgy erdőinek túlnyomó részének klimatikus kitettsége a legkedvezőtlenebb kategóriába tartozik jelenleg országos viszonylatban, azaz a Sárvíz-völgy településeinek 75%-ában tehát olyan erdőterületek találhatók, amelyek klimatikus kitettsége a fokozottan kitett az éghajlatváltozás által bekövetkező hatásoknak, de nem romlik és nem vált erdészeti klímátípus kategóriát. A többi település (Bikács és Tolna közötti települések) erdőinek kitettsége, közel 25%-a a 2021-2050-es időszakra tovább fog romlani és így ezen területek a legkedvezőtlenebb, kiemelt kategóriába kerülnek, azaz még kitettebbek lesz az éghajlatváltozás hatásaival szemben.

A RegCM modell alapján meghatározott klimatikus kitettség alapján a Sárvíz-völgyében az erdők három féle típusú osztályozás jelenik meg. Az erdők túlnyomó többsége – Bikács településtől északra helyezkedő települések erdőterületei - az erdősztyepp klímátípusba tartozik és ez a 2021-2050-es időszakra várhatóan ugyanebben a kategóriában marad. Ezen területek a legkedvezőtlenebbek az

éghajlatváltozás szempontjából, azonban további romlásnak nem indulnak, így fokozottan kitettek a szélsőséges időjárási viszonytárságoknak. A Sárvíz-völgy középső részének keleti részén elhelyezkedő településeinek (Medina, Köles, Harc, Zomba) erdőterületei a cseres, ill. kocsánytalan tölgyes klímátípusba tartoznak és ebben is maradnak, míg a Sárvíz-völgy középső részének keleti részén elhelyezkedő (Bikács, Nagydorog, Tengelic, Szedres) erdőterületei a cseres, ill. kocsánytalan tölgyes klímátípusból erdősztyepp klímátípusba fognak kerülni a klímamodell adatai szerint. A keleti települések ezáltal a közepes kitettségű kategóriába, míg a Bikács, Nagydorog, Tengelic, Szedres területei a modell eredmények alapján prognosztizálhatóan a legkedvezőtlenebb erdősztyepp klímátípusba jutnak, ezáltal a kiemelt kitettségű kategóriába kerülnek. A fentiekben felvázoltak alapján országos viszonylatban a Sárvíz-völgy erdőinek túlnyomó részének klimatikus kitettsége a legkedvezőtlenebb kategóriába tartozik, alig 4 település (Medina, Köles, Harc, Zomba) erdői ez alól a kivételek, amelyek esetében nem romlik tovább az erdősztyepp klímátípus besorolás.



32. ábra: Sárvíz-völgy erdőtüzekkel szembeni kitettsége
a RegCM modell alapján (forrás: AGRATÉR[b] (2015) alapján, Terra Stúdió Kft.)

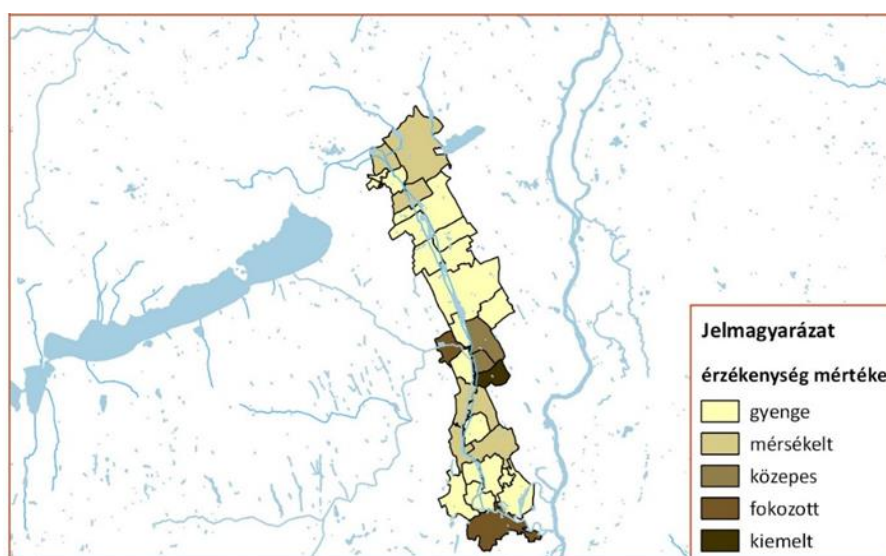
1.2.4.2 A SÁRVÍZ-VÖLGY ERDŐTÜZKEL SZEMBENI ÉRZÉKENYSÉGE

A Sárvíz-völgy erdőtüzekkel szembeni érzékenysége azt szemlélteti, hogy mi a térségi, helyi természeti környezet reakciója az éghajlatváltozás hatására bekövetkező megváltozott klimatikus paraméterekre.

A Sárvíz-völgy erdőtüzekkel szembeni érzékenysége a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) Erdészeti Igazgatósága által települési szinten hivatalosan nyilvántartott, az erdőgazdálkodók kezelésében lévő erdőterületek veszélyeztetettség (nagyértékben és közepesen erdőtüzzel veszélyeztetettség) besorolásán alapszik, amelyet az 2158/92 EGYK rendelet és az erdők tűz elleni védelméről szóló 4/2008. (VIII.1.) ÖM rendelet szabályoz.^{23 24}

²³ https://www.nebih.gov.hu/szakteruletek/szakteruletek/erdeszeti_igazgatosag/erdeszeti_szakteruletek/erdo_tuzvedelem/erdotved_t

Az erdőterületek erdőrészenként rögzített statikus tűzveszélyeztetettség alapján kerültek besorolásra, (amely a területen lévő éghető biomassza mennyiségét, éghetőségét kifejező mutató), mivel az erdészeti nyilvántartásból ez állapítható meg egyértelműen. Egy adott erdőállomány statikus kockázata mellett azonban dinamikus kockázatok is megfigyelhetők, amelyek tovább növelhetik egy terület veszélyeztetettségi szintjét. Az ilyen erdőterület, amennyiben a gazdálkodó vagy az erdészeti hatóság álláspontja szerint a terület dinamikus kockázata indokolja, magasabb veszélyeztetettségi kategóriába kerülhet. Az adott erdőtűz veszélyeztetettségi besorolás és az erdőszűlség aránya alapján történt az egyes települések érzékenységi kategóriába történő beosztása.



33. ábra: Sárvíz-völgy erdőtüzekkel szembeni érzékenysége (forrás: Terra Stúdió Kft.)

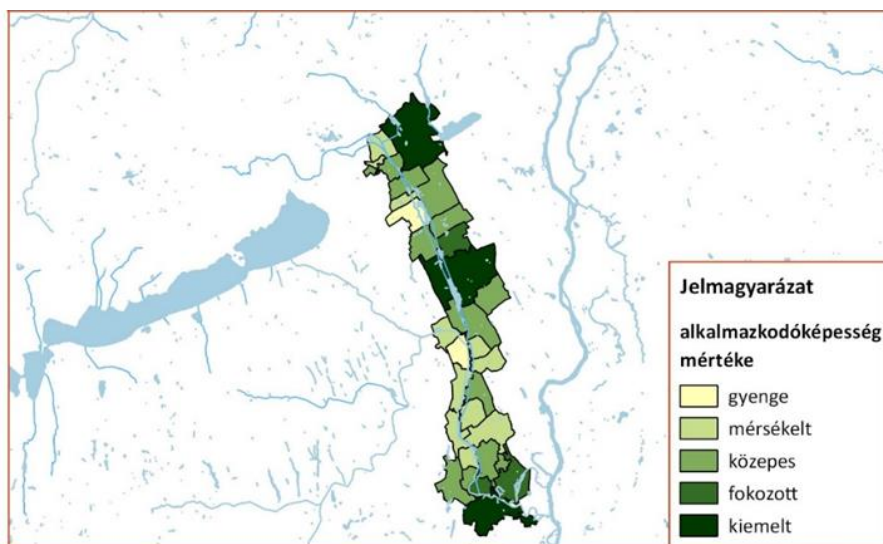
A fentiek alapján a kiemelten és fokozottan erdőtűz-veszélyes települések Bikács, Simontornya és Szekszárd, amelyek elsősorban a magas erdőszűlség és a veszélyeztetett erdőterületeik aránya miatt kiemelt érzékenyséűek. Ezek közül Bikács 57%-os erdőszűlséggel és kimagaslóan magas erősen veszélyeztetett erdőterülettel rendelkezik, míg Simontornya és Szekszárd erősen veszélyeztetett erdőterülete kevesebb, viszont magas arányú közepesen veszélyeztetett erdőterületeket birtokolnak. Bikácstól északra elhelyezkedő két település, Vajta és Cece a közepesen érzékenyséű kategóriába tartozik a közepesen magas erdőszűlséggel és a hozzá társuló magas arányú erősen veszélyeztetett erdőterületekkel. Mérsékelt érzékenység a Sárvíz-völgy északi, valamint a középső területétől kissé délebbre található településeket jellemzi, mint Székesfehérvár, Sárszentmihály, Tác, valamint Sárszentlőrinc, Nagydorog, Tengelic és Kölesd. A legkevésbé érzékeny területek a Sárvíz-völgy északnyugati sarkában, a középső területeitől északra, valamint déli területei Szekszárd kivételével, e településeket kis erdőszűlség jellemzi. Vannak olyan települések is, amelyeken egyáltalán nincs erősen vagy közepesen veszélyeztetett erdő, ilyen például Csósz, Harc, Úrhida, Zomba, Fácánkert, Tolna, Sióagárd, Alap, Szabadbattyán és Medina.

²⁴ Országos Erdőtűzvédelmi Terv, (2008) Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Erdészeti Igazgatóság és Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság

1.2.4.3 A SÁRVÍZ-VÖLGY ERDŐTÜZEKKEL SZEMBENI ALKALMAZKODÓKÉPESSÉGE

A Sárvíz-völgy erdőtüzekkel szembeni alkalmazkodóképesség meghatározása azt jeleníti meg, hogy a helyi, térségi társadalmi-gazdasági rendszereknek milyen az alkalmazkodó (felkészülési) képessége az erdőtüzek elleni veszélyeztetettségre vonatkozóan.

Az erdőtüzek elleni fellépés, vagyis az alkalmazkodóképesség jellemzésére a Sárvíz-völgy településeire kikerkező hivatásos tűzoltó parancsnokságok átlagos vonulási, kikerkezési ideje került meghatározásra^{25 26 27 28 29}, úgy hogy az elérési idő mellett figyelembe vételre került – a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól szóló 39/2011. (XI. 15.) BM rendeletben rögzített – riasztási idő és az önkormányzati tűzoltó parancsnokságok elsődleges működési körzete is. Ez alapján kerültek 5 kategóriába a településekre eljutó tűzoltóságok vonulási ideje.



34. ábra: Sárvíz-völgy erdőtüzekkel szembeni alkalmazkodóképessége (forrás: Terra Stúdió Kft.)

A Sárvíz-völgy településeinek közigazgatási területe – az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság honlapján található működési terület alapján – a Székesfehérvár, Paks, Szekszárd és Sárbogárd hivatásos tűzoltóság illetékességi területére esik, valamint Tolnán található önkormányzati tűzoltóság. Ezen településekről kikerkező tűzoltásban résztvevő egységek vonulási ideje került

²⁵ H/5054 sz. Országgyűlési Határozati Javaslat a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiáról 2014-2025-re, kitekintéssel 2050-re (<http://www.parlament.hu/irom40/05054/05054.pdf>)

²⁶ 239/2011. (XI. 18.) Korm. rendelet az önkormányzati és létesítményi tűzoltóságokra, valamint a hivatásos tűzoltóság, önkormányzati tűzoltóság és önkéntes tűzoltó egyesület fenntartásához való hozzájárulásra vonatkozó szabályokról

²⁷ 48/2011. (XII. 15.) BM rendelet az önkormányzati tűzoltóság legkisebb létszámáról, létesítményei és felszerelési minimális mennyiségéről, minőségéről és a szolgálat ellátásáról

²⁸ Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság 120/2012. sz. Főigazgatói Intézkedésének 1. melléklete, 3/2012. (II. 16.) BM OKF utasítás

²⁹ 77/2014 BM OKF utasítás a hivatásos tűzoltó-parancsnokságok és a műszaki mentőbázisok működési területéről, valamint az önkormányzati tűzoltó-parancsnokságok elsődleges művelési körzetéről
http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=tuzoltas_mukodesi_terulet

meghatározásra és ez alapján kerültek 5 kategóriába a településekre eljutó tűzoltó parancsnokságok vonulási ideje, mint alkalmazkodóképességet leíró mutató.

A Sárvíz-völgyében a legjobb alkalmazkodóképességű területek heterogén módon, mozaikosan helyezkednek el, ezek közé azon területek tartoznak, amelyek Székesfehérvár, Szekszárd és Sárbogárd területére esnek, hiszen ezen települések esetében helyből érkezik a potenciális erdőtűz esetében a segítség. A fokozottan alkalmazkodóképes területek Tolna, Sióagárd és Sárszentágota, ahova a megfelelő közúti viszonyok segítik a tűzoltók kiérkezését. Az elérési idő ezen területek esetében 10 és 15 perc közötti. Az erdőtűzek elleni fellépés szempontjából Pálfa és Soponya területe esik azon területek közé, amelyek esetében az alkalmazkodóképesség gyengének mondható, a bejelentés esetén ezen területekre Sárbogárról érkeznek a tűzoltásban résztvevő egységek, amelyek a települések elhelyezkedése és a közúti viszonyok miatt kerültek ebbe a kategóriába, az elérés ideje itt 25 perc környékén található.

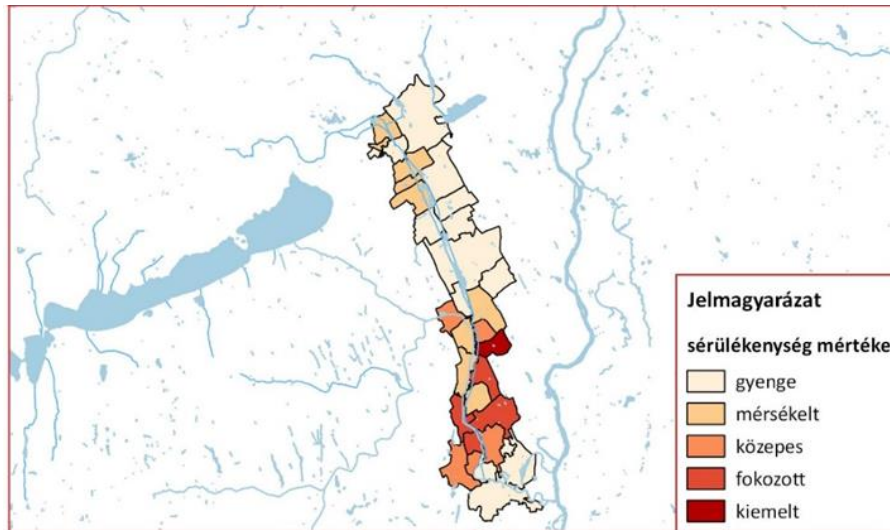
1.2.4.4 A SÁRVÍZ-VÖLGY ERDŐTÜZEKKEL SZEMBENI SÉRÜLÉKENYSÉGE

Az éghajlati sérülékenység azt mutatja meg, hogy a térség környezeti-társadalmi-gazdasági sérülékenysége milyen a várhatóan bekövetkező éghajlatváltozás hatására. A Sárvíz-völgy erdőtüzekkel szembeni sérülékenységének meghatározása integrálja a kitettséget, (azaz az adott helyen az éghajlat várható megváltozását) az éghajlati érzékenységet, (azaz egy adott helyen a természeti környezet indikátorainak „meteo-szenzitivitását”); valamint az alkalmazkodóképességet, (azaz egy adott helyen a társadalomnak és a gazdaságnak a változásokat kivédő, elhárító erejét). Így egy olyan komplex jellemzőként szolgál ez egy adott térség - jelen esetben a Sárvíz-völgy - vonatkozásában, amely alkalmas arra, hogy összehasonlíthatóvá tegye egyes térséget, településeket a klímaváltozás adott hatásának szempontjából, jelen esetben az erdőtűzek veszélyeztetettségének szempontjából.

A Sárvíz-völgy erdőtüzekkel szembeni sérülékenységének meghatározására két változat készült jelen tanulmányban. Az első változat a NATÉR projekt kiterjesztésére kidolgozott AGRATÉR projektben meghatározásra került kitettségi mutatót, az ALADIN modell alapján meghatározott kitettségi mutatót, míg a második változat a REGCM modell adatait vette figyelembe.

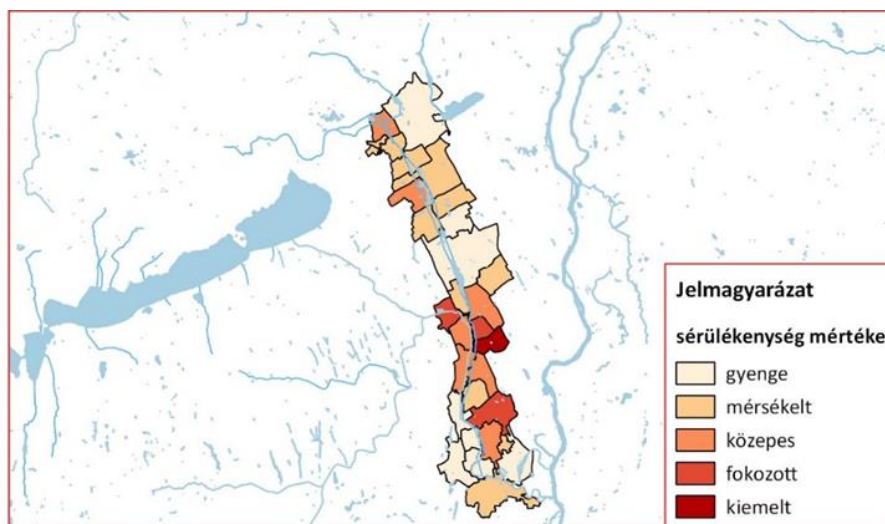
A Sárvíz-völgy erdőtüzekkel szembeni sérülékenysége jól szemlélteti, hogy a kiemelten és fokozottan sérülékenységű területek Bikács és a tőle délebbre eső településeket (Nagydorog, Tengelic, Kölesd, Medina) jellemzi. Bikács esetében az erdőinek klimatikus kitettsége magas, a cseres, ill. kocsánytalan tölgyes klímátípusból erdősztyepp klímátípusba fognak kerülni, ehhez társul a magas erdőszűltség (57%), a nagykiterjedésű erősen tűzveszélyeztetett erdőterületek nagysága, valamint az elhelyezkedési adottsága miatt nehezen megközelíthető a Sárbogárról kiérkező oltási egységek által. A közepesen sérülékeny területek a Sárvíz-völgyében mozaikosan helyezkednek el, megtalálhatóak az alsó tengelyének északi részén, valamint középső részein is. Ezen települések kitettsége csekély, erdőszűltsége közepes mértékű, valamint veszély esetén történő alkalmazkodóképességük is közepes. A Sárvíz-völgy észak-keleti, a középső, valamint a legdélibb területei a legkevésbé, azaz gyengén sérülékeny területek az erdőtűz-veszélyeztetettség szempontjából. Ezen területek erdői kevésbé kitettek az éghajlati paraméterek változásaira, valamint

az erdősültség aránya és a veszélyeztetettség is kismértékű. Ezek mellé párosul a közeli tűzoltási egységek elhelyezkedése és a jó megközelíthetőség is.



35. ábra: Sárvíz-völgy erdőtűzekkel szembeni sérülékenysége az ALADIN modell alapján (forrás: Terra Stúdió Kft.)

Az ALADIN modell által prognosztizált adatokat felhasználva a Sárvíz-völgy erdőtűzekkel szembeni sérülékenységének meghatározása során összességében megállapítható, hogy a Sárvíz-völgy területének 12,9 %-a kiemelten és fokozottan sérülékeny, ez az érintett erdőterületek esetében 28,4 %-os arányt mutat, és ezzel a lakosság 3,6 %-a érintett.



36. ábra: Sárvíz-völgy erdőtűzekkel szembeni sérülékenysége a RegCM modell alapján (forrás: Terra Stúdió Kft.)

A Sárvíz-völgy erdőtűzekkel szembeni sérülékenysége a RegCM modell alapján a kiemelten és fokozottan sérülékeny területek a Sárvíz-völgy középső területén helyezkednek el. Az ALADIN modellhez hasonlóan ezen RegCM modell előrejelzéssel is a legsérülékenyebb Bikács területe. Ez

azzal indokolható, hogy Bikács erdőinek klimatikus kitettsége magas, a cseres, ill. kocsánytalan tölgyes klímátípusból erdősztyepp klímátípusba fognak kerülni, ehhez társul a magas erdőszűlség (57%), a nagykiterjedésű erősen tűzveszélyeztetett erdőterületek nagysága, valamint az i hozzájárul ezen kiemelt sérülékenységehez elhelyezkedési adottsága miatt nehezen megközelíthető a Sárbogárdról kiérkező oltási egységek által. Bikács mellett fokozottan sérülékeny területek találhatóak Tengelicen, Simontornyán és Vajtán is. Tengelic a magas klimatikus kitettségi (erdőterületei a cseres, ill. kocsánytalan tölgyes klímátípusból a legkitettebb, erdősztyepp klímátípusba fognak kerülni), míg Vajta és Simontornya a magas erdőszűlségi (közel 30% és 15%) és a magas erősen erdőtüz veszélyes erdőterületi értékei miatt került e kategóriába. Mindhárom település esetében elmondható, hogy az erdőtüzek elleni fellépésük, azaz az alkalmazkodóképességük mérsékelt. A közepesen és mérsékeltén sérülékeny területek – hasonlóan az ALADIN modell alapján készült számításokhoz - a Sárvíz-völgyében heterogén módon, mozaikosan helyezkednek el, megtalálhatóak az északi, a középső és a déli részeken is. Az erdőtüz-veszélyeztetettség szempontjából gyengén sérülékeny területek szintén mozaikosan, a térség északi (Székesfehérvár), a középső részének északi (Sárbogárd és környéke), valamint a déli területének középső részén (Szekszárdtól északabbra) helyezkednek el. Ezen legkevésbé sérülékeny területek erdői kevésbé kitettek a klímátípusok változásaira, az erdőszűlség aránya és a veszélyeztetettség is kismértékű, valamint a közeli tűzoltási egységek elhelyezkedése és a jó megközelíthetőség miatt alkalmazkodóképességük kiemelkedő.

A két modell közötti főbb változások azt szemléltetik, hogy a RegCM modell alapján – szemben az ALADIN modellel – a Sárvíz-völgy középső részének keleti részén elhelyezkedő településeinek (Medina, Köles, Harc, Zomba) erdőterületei a cseres, ill. kocsánytalan tölgyes klímátípusba tartoznak jelenleg és a modell szerint ebben is maradnak 2021 és 2050 közötti időszakra prognosztizálva, amely szerint kevésbé érzékenyek a klimatikus változásokra vonatkozóan. Jól látható, hogy ezen modell alapján a gyengén sérülékeny kategóriába, míg az ALADIN modell alapján közepesen és fokozottan sérülékeny kategóriába kerültek. Szekszárd esetében ez szintén jelentett egy kategóriával (gyengén sérülékenyből mérsékeltén sérülékeny) való előrébb kerülést, hiszen az erdősztyepp klímájú kitettsége magasabb értékkel került jellemzésre ezen modellel történő sérülékenységi számításakor.

A RegCM modell által prognosztizált adatokat felhasználva a Sárvíz-völgy erdőtüzekkel szembeni sérülékenységeinek meghatározása során összességében megállapítható, hogy a Sárvíz-völgy területének 10,1 %-a kiemelten és fokozottan sérülékeny, ez az érintett erdőterületek esetében 25,6 %-os arányt mutat, és ezzel a lakosság 3,6 %-a érintett.

A fentiekből megállapítható – és ezt mindkét modell által prognosztizált adatok is alátámasztják –, hogy hangsúlyozott figyelmet szükséges fordítani a fokozottan és kiemelten sérülékeny erdőterületek és az az ezekhez tartozó területeken élő lakosság tekintetében, amelyek esetében az erdő éghajlati kitettsége – a faállomány összetétele és az erdőterületek tulajdonságai miatt – a 2021-2050-es időszakra romlani fog, magas az erdőszűlség, magas az erősen és közepesen tűzveszélyeztetett erdőterületek nagysága, valamint az elhelyezkedési adottságok miatt nehezen megközelíthető a kiérkező tűzoltási egységek által.

1.2.4.5 FŐ KONKLÚZIÓK A NATÉR-BAN ELÉRHETŐ ERDŐTŰZ TÉMAKÖRÉVEL KAPCSOLATOS ADATOK FELHASZNÁLHATÓSÁGÁRÓL, JAVASLATOK A NATÉR TOVÁBBFEJLESZTÉSÉRE VONATKOZÓAN

A Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATÉR) kialakítása, kiterjesztése során az AGRATÉR projekt keretében statikus és dinamikus modellekre épülő módszerek segítségével olyan országos lefedésű és nagy felbontású (10×10 km) agrárvonatkozású (növénytermesztési, erdő- és gyepgazdálkodási) adatrétegeket állított elő a Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpontja által vezetett Konzorcium. A mezőgazdasági szektor esetében a legfőbb ellátó és szabályozó ökoszisztéma szolgáltatásait biztosító szántóföldi művelésre, erdőgazdálkodásra és gyepgazdálkodásra vonatkozóan. Ezek segítségével információkat tud szolgáltatni erdőgazdálkodást érintően az éghajlatváltozás várható hatásairól, egyes alrendszerek és területek sérülékenységről és ellenálló képességéről. A projekt keretében tehát előállt az erdőgazdálkodásra vonatkozóan a klímaváltozással szembeni sérülékenységet értékelő operatív és rugalmas elemzési módszertan kialakítása, azonban e módszertan az erdőgazdálkodással foglalkozik, és nem érinti az erdőtüz-veszélyeztetettséget, így ezen adatrétegek nem alkalmasak információt szolgáltatni az erdőtüzekről és annak veszélyeztetettségének, miközben Magyarország erdőterülete meghaladja a 2 millió hektárt. Ezen területeken az éghajlatváltozás hatására (szélsőséges időjárási viszonyok, csapadékintenzitás változás, átlaghőmérsékleti növekedés stb.) a tüzek relatív gyakorisága, a terjedési sebessége és intenzitása is az utóbbi évtizedekben megnövekedett. Az erdőtüzek során nem csak az erdők faállománya, összetétele, egészségi állapota, hanem az erdei ökoszisztéma is sérül, valamint az erdőtüzek az erdőterületen kívül is komoly károkat okozhatnak az infrastruktúrában, az épületekben, a közlekedésbiztonságban és települések lakosságának veszélyeztetésében is. Hazánkban a fentiekben túl azért is fontos e tématerületre figyelmet szentelni, mert ez, az erdőtüzveszély fokozódása, mint környezeti kockázat eddig csak korlátozottan jelent meg és továbbá azért is, mert a társadalom tagjai számára kevésbé ismert a szélsőséges időjárási jelenségek által okozott erdőtüzveszélyre való felkészülés, a védekezés és megelőzés. A fentiekben ismertetettek alapján kiemelten fontosnak tartjuk a NATÉR kibővítését ezen tématerülettel.

A fentiekben túl mindenképpen szót kell ejteni a kitettség indikátor meghatározása vonatkozásában, hiszen a sérülékenység-vizsgálat figyelembe veszi az éghajlatváltozás földrajzi eloszlását, azaz a kitettséget, az adott térség természeti környezetének klimatikus változására vonatkozó érzékenységet, valamint az adott térség társadalmi-gazdasági fejlettségének a várható hatásokra vonatkozó alkalmazkodóképességét is. Mindhárom tényezőnek fontos a szerepe ezen vizsgálat elvégzésekor és kiértékelésekor, hogy olyan eredmények szülessenek, amelyek jól reprezentálják az adott térség sérülékenységét az éghajlatváltozás hatásaival szemben. A NATÉR projekt kidolgozása során az AGRATÉR projektben meghatározásra került kitettségi mutató, az erdők létének klimatikus kitettsége. Azonban a NÉS-2-ben megtalálható területi sérülékenység-vizsgálat az évenkénti tűzveszélyes napok számát tekinti ennek, azaz azt az időszakot határozza meg erdőtüzveszélyesnek, amikor a napi maximum hőmérséklet 30 °C fölé emelkedik, a relatív nedvesség nem éri el a 30%-ot és a megelőző 30 napban a csapadékösszeg nem éri el a 30 mm-t. A mutató számításához szükséges alapadatok az IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change – Éghajlatváltozási Kormányközi Testület) A1B kibocsátási forgatókönyve alapján futtatott, 25 km horizontális felbontásban a Brit Meteorológiai Szolgálat Hadley Központjában kifejlesztett PRECIS regionális éghajlati modell (Wilson et al. 2010) output eredményein alapultak és a mutató figyelembe vételét az ELTE Meteorológia

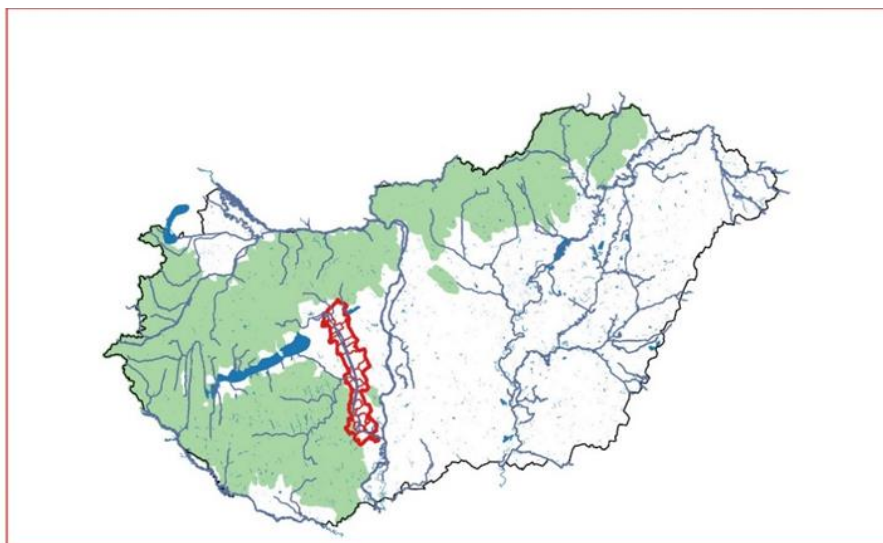
Tanszék szakértő munkatársai javasolták. (A PRECIS modell fejlesztésének kifejezett célja volt, hogy nemzeti éghajlatváltozási hatástanulmányok készítéséhez adjanak közre egy olyan eszközt, amely jól alkalmazható érzékenységvizsgálatokhoz, regionális adaptációs elemzésekhez.) A fentiekén túl további indikátorok, mutatók is alkalmasak lehetnek az erdőtüzeket érintően az éghajlati paraméterek jellemzésére, mind a külföldi, mind a belföldi szakirodalomban találunk erre példákat. A teljesség igénye nélkül felsorolva néhány példát: az erdészeti aszályossági index (FAI – Forestry Aridity Index) (FÜHRER et al. 2011) , a kanadai erdőtűz index (Forest Fire Weather Index), Nestorov-féle gyulladási index, Angströmféle gyulladási index, Baumgartner index, M68 index, Német erdő és gyepek tűzveszélyességi index (Wittich), Görög erdőtűz index, Portugál tűzveszélyességi index³⁰. A fentiek ismeretében az erdőtűz-veszélyeztetettség tématerülete esetében javasoljuk további indikátorok alkalmazásával a kitettségi mutatókör kiszélesítését és szakértőkkel való egyeztetését a NATÉR továbbfejlesztése során.

1.2.5 VILLÁMÁRVIZEKKEL SZEMBENI VESZÉLYEZETTSÉG

A klímaváltozás egyik következményként várhatóan megnő az extrém időjárási jelenségek gyakorisága és intenzitása. Az ilyen típusú jelenségek közé sorolhatóak pl. a nyári hóhullámok, kritikus mértékű aszályok, illetve az általában lokálisan jelentkező, hirtelen lezúduló nagymennyiségű csapadékesemények is. Ez utóbbiak bizonyos feltételek fennállása esetén villámárvíz kialakulását eredményezhetik. E feltételek közül kiemelkedő jelentőséggel bír, hogy a vizsgált térség, település olyan vízgyűjtőhöz tartozzon, amelyeknek villámárvíz kialakulására megfelelőek a tulajdonságai. Ilyenek mindenekelőtt azok a vízgyűjtők, amelyekhez megfelelő meredekségű lejtőszögek tartoznak, továbbá a méretük meghaladja a 2 km²-t, de nem éri el az 1000 km²-t. Az előbbi feltételek síkvidéken értelemszerűen nem adóttak, éppen ezért a NATÉR-on belül csak a domb-, és hegyvidéki víztestek területére vonatkozóan állnak rendelkezésre villámárvíz veszélyeztetettségre vonatkozó adatok. A hegy- és dombvidéki víztestek lehatárolása a „Duna-vízgyűjtő magyarországi része vízgyűjtő-gazdálkodási terv” című tervdokumentumban foglaltak alapján történt.

Tekintettel arra, hogy a jelen vizsgálat tárgyát képező Sárvíz-völgy síkvidéki víztestnek minősül, összességében kijelenthető, hogy a térség nem minősül villámárvíz veszélyesnek. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy a helyi vízfolyásokon nem alakulhatnak ki árhullámok, azokat azonban nem jellemzi olyan gyorsmértékű kialakulás, olyan hirtelen vízszintemelkedés, és levonulás, mint az a villámárvizekre jellemző, és ami azok veszélyességét indokolja.

³⁰ Erdők tűzveszélyességének meghatározása a meteorológiai viszonyok függvényében, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság összeállítása. <http://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/106-erdok-tuzveszelyessegenek-meghatarozasa-a-meteorologiai-viszonyok-fuggvenyeben.pdf>



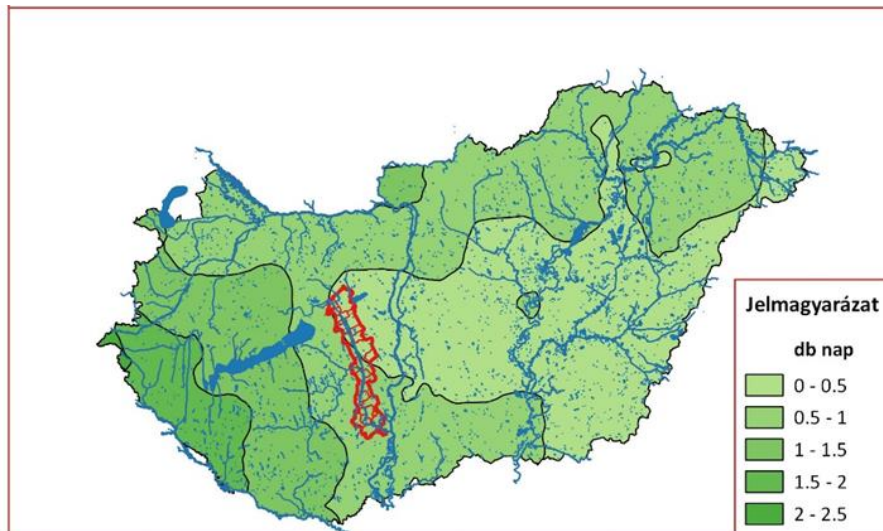
37. ábra: A NATÉR által villámárvíz veszélyeztetettség szempontjából
értékelt területek (forrás: Turczy G. et al (2016) alapján, Terra Stúdió Kft.)

A fenti ábrán jól látszik, hogy a Sárvíz-völgy összességében nem tartozik a villámárvízzel fenyegetett térségek közé. A Sárvíz-völgyben elhelyezkedő települések közül mindössze 4 db (Szekszárd, Zomba, Kölesd, Sárszentlőrinc) közigazgatási területének egy része tartozik a NATÉR által villámárvíz veszélyeztetettség szempontjából vizsgált térségbe, e részek azonban azok, amelyek nem részei a Sárvíz-völgy kistájnak, így jelen vizsgálatunk szempontjából nem bírnak jelentőséggel.

Mindettől függetlenül, elsősorban arra hivatkozva, hogy a hirtelen lezúduló csapadék események önmagukban is komoly károkat idézhetnek elő az érintett területen (pl. pincék elöntése, utcák ideiglenes elárasztása, stb.), áttekintettük, hogy a NATÉR alapján milyen mértékben kitett a Sárvíz völgye az ilyen nagyintenzitású felhőszakadásoknak, illetve a klímamodellek projekciói szerint e veszély vajon csökken, vagy esetleg nő a következő évtizedekben.

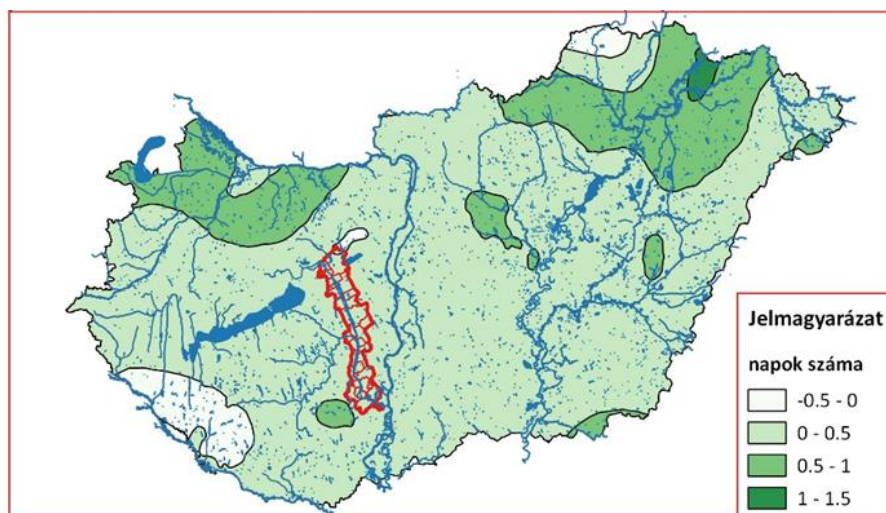
A kitettségnek jelen vizsgálat keretében azon napok évi átlagos számát tekintettük, amelyek esetében a lehullott napi – folyékony halmazállapotú – csapadék mennyisége eléri, vagy meghaladja a 30 mm-t. A NATÉR ezt a mutatót alkalmazza az egyes területek villámárvíz veszélyeztetettség vizsgálata során kitettségi indikátornak, így könnyen elérhető, ezért esett a választásunk erre.

A NATÉR e paraméter vizsgálatához az alábbi három klimatológiai adatforrást használta fel: a CarpatClim, illetve az Aladin és a RegCM klímamodellek. Ezek közül az első mért adatokat tartalmaz és ennek megfelelően a múltira, az 1961-1990-es évek átlagára vonatkozóan tartalmaz információkat, míg az utóbbi kettő regionális klímamodellek, amelyek két jövőbeli időszakra, így egyrészt a 2021-2050, másrészt a 2071-2100 közötti évek átlagára vonatkozóan adnak előrejelzést. Jelen vizsgálat keretében, igazodva a többi témakörhöz, kizárólag a 2021-2050-es évek átlagára vonatkozó projekciókat tárgyaljuk, részben azok alacsonyabb bizonytalansági foka, részben a stratégiai tervezés igényeihez igazodva.



38. ábra: Potenciálisan villámárvizet eredményező extrém csapadékos napok évi átlagos száma 1961-1990 (forrás: Turczí G. et al (2016) alapján, Terra Stúdió Kft.)

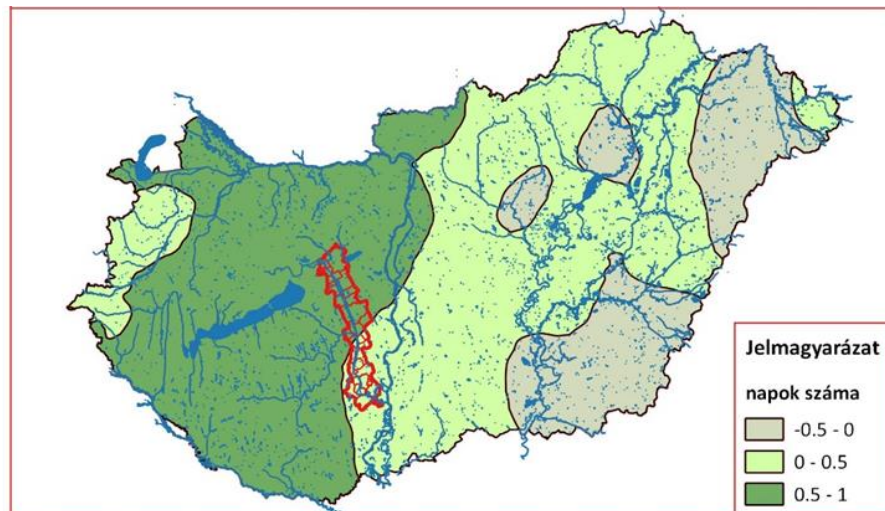
A fenti ábra a mért adatokat mutatja, látható, hogy a referencia időszaknak tekintett 1961-1990 közötti időszakban évente átlagosan legfeljebb 1 napon fordult elő a Sárvíz-völgyben, hogy 24 óra leforgása alatt legalább 30 mm csapadék essen. Ennek valószínűsége a térség déli részén valamivel magasabb, míg az északi részén valamivel alacsonyabb volt. A két különböző adottságú terület közötti határvonal Sárbogárd-Alap magasságában húzódik. Országos összehasonlításban ezzel az értékkel a Sárvíz-völgy, különösen annak északi része, a felhőszakadások által jórészt megkímélt térségnek számított.



39. ábra: Potenciálisan villámárvizet eredményező extrém csapadékos napok évi átlagos számának változása 1961-1990, valamint 2021-2050 között a RegCM modell alapján (forrás: Turczí G. et al (2016) alapján, Terra Stúdió Kft.)

A fenti ábra azt mutatja, hogy a RegCM regionális klímamodell eredményei alapján várhatóan átlagosan évi hány nappal nő a legalább napi 30 mm-nyi folyékony halmazállapotú csapadékhullással jellemezhető napok száma a 2021-2050 közötti időszakban a referencia időszaknak tekintett 1961-1990 közötti időszakhoz képest. E modell alapján az látszik, hogy az ország északi részén található

egyes kiterjedtebb területfoltoktól (ld. Kisalföld, Mátra–Bükk–Zempléni-hegység vidéke, Észak-kelet Alföld), valamint kis kiterjedésű vidékektől eltekintve az ország legnagyobb területén évente átlagosan 0 – 0,5 nappal nő a felhőszakadásos napok száma. E kategóriába sorolható a Sárvíz-völgy is.



40. ábra: Potenciálisan villámárvizet eredményező extrém csapadékos napok évi átlagos számának változása 1961-1990, valamint 2021-2050 között az Aladin-Climate modell alapján (forrás: Turczy G. et al (2016) alapján, Terra Stúdió Kft.)

A fenti ábra egy másik regionális klímamoddell, az ún. Aladin-Climate modell eredményeit mutatja, és ugyanarra vonatkozik, mint az előzőekben bemutatott RegCM modell, vagyis arra, hogy hogyan alakul a legalább 30 mm-nyi folyékony halmazállapotú csapadékhullással jellemezhető napok évi átlagos száma a következő évtizedekben. Első ránézésre meglehetősen eltérően alakulnak a modellek eredményei, ugyanakkor látnunk kell, hogy az adatok hasonló nagyságrendben mozognak, mint a másik modell esetében, azaz hazánk területén várhatóan lesznek olyan területek, ahol enyhén csökken a felhőszakadások gyakorisága, míg máshol azok évi átlagos száma enyhén növekedni fog. A két modell közti különbséget a várható változások eltérő területi mintázata képezi. A két modell közti eltérés a Sárvíz-völgyben is tetten érhető. Míg ugyanis a RegCm modell szerint a vizsgált terület egésze egy kategóriába tartozik, addig az Aladin-Climate modell szerint a 2020-2050 közötti években a Sárvíz-völgy északi részén kicsit nagyobb mértékben nő a felhőszakadásos napok várható száma (évi átlagban 0,5 – 1 közötti értékkel), mint a déli fekvésű területeken, ahol a prognosztizált változás (évi átlagban 0-0,5 közötti nappal növekszik a felsőszakadásos napok száma) megegyezik a RegCm modell alapján prognosztizálható értékkel.

1.2.5.1 FŐ KONKLÚZIÓK A NATÉR-BAN ELÉRHETŐ VILLÁMÁRVÍZ TÉMAKÖRÉVEL KAPCSOLATOS ADATOK FELHASZNÁLHATÓSÁGÁRÓL, JAVASLATOK A NATÉR TOVÁBBFEJLESZTÉSÉRE VONATKOZÓAN

Összességében tehát megállapítható, hogy bár villámárvizek várhatóan a jövőben sem veszélyeztetik a Sárvíz-völgy településeit, a hirtelen lezúduló, nagymennyiségű csapadék gyakorisága enyhén nőni fog az elkövetkezendő évtizedekben, ami indokoltá és szükségessé teszi a megfelelő felkészülést.

A NATÉR a villámárvizek vonatkozásában egyértelműen veszélyeztetettséget vizsgál, tehát e tematika egyértelműen elkülönül a többitől abban a tekintetben, hogy eredendően sem vállalta fel komplex sérülékenység vizsgálat elvégzését. A lényegi eltérés a két módszertan között abban áll, hogy a

veszélyeztetettség értékelése nem tekinti tárgyának az egyes térségek villámárvizekhez való alkalmazkodóképességének megítélését, az egyes települések eszerinti kategorizálását, hanem kizárólag a klimatikus paraméterek várható változását leíró kitettség, valamint az ezek hatását potenciálisan mérséklő, illetve erősítő nem klimatikus faktorokat összegző érzékenységi indikátorokat értékeli önállóan és összhatásukban is. Az alkalmazkodóképességi indikátor hiányát szakmai szempontok indokolják, hiszen egyrészt – mindenekelőtt a szükséges alkalmazkodási intézkedések rendkívüli területi és időbeli heterogenitása következtében – rendkívül nehezen definiálható e tematika esetében megfelelő alkalmazkodási típusú indikátor, másrészt – ami talán még hangsúlyosabb – nem áll rendelkezésre semmilyen országos, vagy akár regionális lefedettségű adatbázis e vonatkozásban. Így pl. elvileg tekinthetnénk alkalmazkodási indikátornak a települések belterületén áthaladó vízfolyások legmagasabb, még mederben levezethető vízhozamát, ez ugyanakkor egyrészt szezonálisan is változik, másrészt nagymértékben függ a meder karbantartásának állapotától. Ráadásul egyetlen adatbázis sem tartja nyilván – folyamatosan frissülve – a vízfolyás medrek állapotát. A fenti indokok mentén szakmailag elfogadható a villámárvizek esetében a komplex sérülékenység vizsgálat mellőzése.

Tekintettel arra, hogy a Sárvíz-völgy nem minősül villámárvizekkel szemben potenciálisan veszélyeztetett térségnek, annak – jelen tanulmányban bemutatott vizsgálata keretében – nem nyílt lehetőségünk a NATÉR villámárvízzel kapcsolatos tematikus rétegeinek mélyreható tesztelésére. A módszertant bemutató tanulmányban foglaltak alapján ugyanakkor úgy ítéljük meg, hogy a hegy- és dombvidék települések esetében a NATÉR megfelelő inputot tud nyújtani a helyi és térségi döntéshozók és tervezők számára a villámárvizekkel szembeni veszélyeztetettség helyi szintjének megállapítására és így a szükséges intézkedések megtervezésére és megvalósítására.

A hegy-és dombvidékekkel határos, „alvízi” síkvidéki térségek – így a Sárvíz-völgy esetében is – kérdésként merülhet fel ugyanakkor, hogy a vízfolyások felső szakaszán levonuló villámárvizek okozhatnak-e, és ha igen, milyen mértékű árvizet a vízfolyások alsó, már síkvidékinek minősülő szakaszain. Javasoljuk, hogy a NATÉR továbbfejlesztése során e problémakör kerüljön feltárára, és a villámárvizekkel kapcsolatos veszélyeztetettség vizsgálatának területi hatóköre – lehetőség szerint – egészüljön ki azon térségekkel, amelyek ugyan közvetlenül nem, közvetve a levonuló árhullámok révén azonban mégiscsak érintettek a villámárvizek okozta, várhatóan egyre fokozódó kihívással. Tekintettel arra, hogy e „puffer térségekre” vonatkozóan nem lesz alkalmazható a villámárvizekkel szembeni veszélyeztetettség számításának módszertana, várhatóan metodikai fejlesztést is igényelni fog a NATÉR e javasolt továbbfejlesztési iránya.

1.3 ÖSSZEGZŐ KONKLÚZIÓK A NATÉR-BAN ELÉRHETŐ ADATOK FELHASZNÁLHATÓSÁGÁRÓL, JAVASLATOK A NATÉR TOVÁBBFEJLESZTÉSÉRE VONATKOZÓAN

A Sárvíz-völgy NATÉR-ben elérhető adatokon nyugvó komplex sérülékenység-vizsgálatának elvégzése számos általános tanulsággal szolgált a NATÉR felhasználhatóságáról, a benne elérhető adatrétegek jellemzőiről, azok kapcsolatáról. Az alábbiakban részletezett tanulságok ugyanakkor a NATÉR felhasználásának csupán egyik lehetséges aspektusát érintik, kifejezetten és kizárólag e nézőpontból

jellemzik magát a NATÉR-t. E felhasználási terület nem más, mint egy kistáj méretű magyarországi térség klímaváltozással kapcsolatos stratégiai döntéseinek meghozatalához, stratégiai tervdokumentumainak kidolgozásához nyújtott háttértámogatás. A NATÉR-nak számos egyéb lehetséges felhasználási területe is van, az országos szintű területi, vagy különböző ágazatokra vonatkozó szakpolitikai döntés előkészítés támogatásától kezdve egészen a széleskörű, klímavonakozású szemléletformálásig. Az alábbiakban kifejtett tanulságok, javaslatok a feladat jellegéből fakadóan a térségi klímaváltozással kapcsolatos stratégiai döntéseinek meghozatalához, stratégiai tervdokumentumainak kidolgozásához nyújtott háttértámogatás lehetőségeire vonatkoznak.

A Sárvíz-völgy komplex sérülékenység elemzését öt tematika alapján végeztük el, ezek az alábbiak:

- hóhullámokkal szembeni közegészségügyi sérülékenység;
- erdőtüzekkel szembeni helyi sérülékenység;
- szántóföldi növénytermesztés aszályal és szárazodással szembeni sérülékenység;
- talajvízszint-változás okozta mezőgazdasági sérülékenység;
- a klímaváltozás hatása a villámárvíz-veszélyességre (hatásvizsgálat).

Jelen tanulmány korábbi fejezetei bemutatják a fenti témakörökben elvégzett sérülékenység vizsgálatokat. Ezek mindegyike esetében külön fejezet foglalkozik azzal, hogy az adott témakör szempontjából milyen konklúziók vonhatóak le a NATÉR érintett adatrétegeivel kapcsolatban, továbbá, hogy ezek alapján milyen továbbfejlesztési irányokat látunk indokoltnak a NATÉR számára. Az alábbiakban e témaspecifikus konklúziók helyett az általános, minden, vagy csaknem minden általunk vizsgált adatrétegre vonatkozó tapasztalatot emeljük ki.

Összességében nagyon kedvezőnek találtuk a NATÉR rendkívül széleskörű adattartalmát. Az általunk végzett vizsgálat idején a NATÉR 660 db adatréteget tartalmazott, ez azt jelenti, hogy 660 db eltérő – de a klímaváltozás szempontjából minden esetben releváns – információ érhető el Magyarország területére vonatkozóan a rendszerben. Valamennyi esetében elérhetőek az országon belüli területi különbségekre vonatkozó információk is. Ez a rendkívül gazdag adattartalom széleskörű lehetőségeket teremt a klímaváltozás várható hazai hatásainak vizsgálatára, értékelésére és elemzésére szinte valamennyi, az éghajlatváltozás által érintett szakterületen, illetve térségben.

Szintén üdvözljük azt a megközelítést, hogy az éghajlati paraméterek elkövetkezendő évtizedekben várható változásait nem egyetlen klímamodell eredményeire alapozva tartalmazza csak a NATÉR, hanem – a legtöbb tematika esetében – egymás mellett megjelennek két regionális klímamodell (Aladin-Climate; RegCM) adatai is. Szintén kedvező alapot teremt a NATÉR-on alapuló majdani elemzések elvégzéséhez, hogy a klímamodell paraméterek változása két jövőbeli időszakra vonatkozóan (2021-2050; 2071-2100 közötti éve átlaga) is elérhető. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy a klímamodellek kimenő adatainak felhasználása nem egységes valamennyi NATÉR tematika esetében. Így előfordulnak olyan tematikák az általunk vizsgáltak közül, amelyek esetében az éghajlati paraméterek várható jövőbeli változásait leíró kitettségi adatok mindkét modell eredményei alapján, egymással párhuzamosan számszerűsítve lettek (pl. villámárvíz; szántóföldi növénytermesztés aszályérzékenysége). Ugyanakkor van olyan tematika is, nevezetesen a hóhullámok közegészségügyi kockázata, amelynek kitettség indikátorai a két regionális klímamodell eredményeinek összevonása

alapján keletkeztek, és ismét létezik olyan tematika, a talajvízszint változását leíró, amelynek esetében csak egy regionális klímamodell eredményei voltak irányadóak a kitettségi indikátorok számszerűsítése során. Meggyőződésünk, hogy az adott szakterület szakmai kívánalmainak valamennyi metódus megfelel, ugyanakkor a NATÉR egységessége megteremtésének, valamint az egyes adatrétegek esetleges összekapcsolásának lehetővé tétele érdekében célszerű lenne a jövőbeli fejlesztések során arra törekedni, hogy a lehető legegységesebb legyen az egyes NATÉR tartalmak esetében a kitettségi indikátorok képzésnek módszertana. Javasoljuk, hogy valamennyi témakör esetében álljon rendelkezésre mindkét regionális klímamodell alapján egymástól függetlenül is a kitettségi indikátor.

A NATÉR felhasználási lehetőségei közül a térségi döntés előkészítés számára különösen fontos, hogy a lehető legalacsonyabb területi szintre vonatkozóan álljanak rendelkezésre az adatok. E kritériumnak a NATÉR valamennyi adatrétege „meg kíván felelni”, ami mindenképpen pozitívum, ugyanakkor nem teljes mértékben egységes a NATÉR a tekintetben, hogy pontosan milyen területegységekre vonatkozóan érhetőek el a kívánt adatok. Természetesen tudatában vagyunk annak, hogy gyökeresen eltérő témakörökben, amelyek egy része a társadalmi-gazdasági berendezkedéshez, míg más része különböző jellegű természetföldrajzi egységekhez kötődik, lehetetlen valamennyi típusú adatot ugyanarra a területi egységre vonatkozóan megadni. Ugyanakkor vannak olyan diszharmóniák, amelyeket a NATÉR továbbfejlesztése során javasolunk feloldani, így pl. célszerű eldönteni, hogy a társadalmi-gazdasági berendezkedéshez kapcsolódó adatrétegek esetében a legalacsonyabb térségi szintként a járást, vagy a kistérséget tekinti-e a NATÉR alapegységnek. A térségi döntés előkészítésben játszott szerepe miatt javasoljuk az előbbi használatát.

Szintén beazonosítható igényként merült fel több adatréteg esetében is (pl. talajvíz; aszályérzékenységgel kapcsolatos mutatók), hogy az adatgazdák álláspontja szerint a NATÉR-ban elérhető adatok csak országos szinten értelmezhetőek, azaz az adatok értékeiben megnyilvánuló területi eltérések inkább tájékoztató jellegűek, semmiképpen sem alkalmasak arra, hogy egy adott térségre vonatkozó abszolút értéként legyenek alkalmazhatóak. Ezt az indoklást természetesen szakmailag elfogadjuk, ugyanakkor javasoljuk, hogy a NATÉR továbbfejlesztése során lehetőség szerint kerüljön kidolgozásra az egyes adatrétegek vonatkozásában módszertan arra, hogy miként lehet az adatokat az adott adatréteg vonatkozásában értelmezhető lehető legalacsonyabb területi szintre leskálázni. Nem tartjuk feltétlenül szükségesnek, hogy erre minden adatréteg esetében alapállapotban sor kerüljön, azt azonban mindenképpen, hogy igény beérkezése esetén álljon rendelkezésre kész módszertan és elérhető szakember, aki ezt el tudja végezni.

A NATÉR a II. Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiában (2014-2025 kitekintéssel 2050-re) is alkalmazott ún. CIVAS modell alapján épül fel, ez határozza meg, hogy mi minősül kitettségi, érzékenységi, hatás, alkalmazkodási és végül sérülékenységi típusú mutatónak. Valamennyi tematika esetében elvárás volt a NATÉR keretében, hogy e modell módszertanát tekintsék kiindulópontnak és adaptálják a saját szakterületükre vonatkozóan. Ez meg is valósult, ami egységes keretet ad az egész NATÉR-nak, annak továbbfejlesztése során ugyanakkor finomhangolásra szorul a rendszer. Az egyes tematikák kidolgozói ui. nem minden esetben értelmezték teljesen egységesen a CIVAS-modell indikátortípusait, előfordult, hogy az egyik típusú indikátor önálló számszerűsítése elmaradt (pl. szántóföldi növénytermesztés aszályal szembeni sérülékenysége esetében az érzékenységi típusúé, a

hőhullámok közegészségi kockázatai témakör esetében az alkalmazkodóképességié). Tény ugyanakkor, hogy a példaként felhozott esetekben a hiányzó típusú indikátor közvetve figyelembe lett véve egy másik típusú indikátor képzése és számszerűsítése során. Azzal is tisztában vagyunk, hogy a CIVAS-modell nem alkalmazható teljesen tiszta formájában valamennyi tematika esetében, ettől függetlenül a NATÉR továbbfejlesztési irányai között javasoljuk kiemelt helyen kezelni a NATÉR módszertani alapokat érintő egységességének lehetőség szerinti fokozását.

A klímaváltozás lehetséges hatásai közül számosat lefed a NATÉR, azokkal kapcsolatban elérhetőek az értékeléshez, elemzéshez szükséges adatok. Ugyanakkor a rendszer továbbfejlesztése nyilvánvalóan arra (is) fog irányulni, hogy újabb tematikák legyenek bevonva a NATÉR-ba.

A Sárvíz-völgyére elvégzett komplex sérülékenység vizsgálat keretében nyilvánvalóvá vált, hogy a klímaváltozás hatása a hazai erdőállománnyal kapcsolatban kizárólag annak egészségi állapotára, mindenekelőtt fatermő képességére vonatkozóan került felmérésre és értékelésre. Az éghajlati paraméterek várható változása, mindenekelőtt a nyarak forróbbá és szárazabbá válása együttesen azt valószínűsítik, hogy a vegetáció, köztük erdőtüzek károkozásai is egyre nagyobb természeti, társadalmi, gazdasági károkozásokhoz vezetnek. Éppen ezért javasoljuk, hogy a NATÉR továbbfejlesztése során az erdőtüzek várhatóan fokozódó gyakorisága épüljön be új tematikaként a rendszerbe.

A jelen tanulmányban bemutatott vizsgálati eredmények 2016. április 5-én, Abán, helyi szereplők bevonásával lebonyolított szakmai vitájának keretében fogalmazódott meg igényként, hogy a NATÉR lehetőség szerint fedje le a jövőben a belvízelöntésből származó vízkár témakörét is. A javaslattal szakmailag egyetértünk, így javasoljuk, hogy a NATÉR továbbfejlesztése terjedjen ki e témakör NATÉR-ba történő integrálására.

Végül, de nem utolsósorban, a NATÉR egy nem kifejezetten szakmai jellegű, ám a rendszer használhatóságának szempontjából nagy jelentőséggel bíró továbbfejlesztési irányának fontosságára kívánjuk felhívni a figyelmet. A Sárvíz-völgy komplex sérülékenység értékelésének elvégzéséhez nagy mennyiségű adatra volt szükségünk a NATÉR-ból, amelyeket rövid idő alatt, maradéktalanul meg is kaptunk a NATÉR működtetését végző Magyar Földtani és Geofizikai Intézettől. Az adatátadási folyamat során ugyanakkor érzékelhető volt, hogy az intézetben jelenleg még nem alakult ki protokoll egy konkrét térségre vonatkozó ad hoc adatigény kielégítésének eljárásrendjére vonatkozóan. Javasoljuk, hogy a NATÉR továbbfejlesztése során minél hamarabb kerüljön kidolgozásra egy adatszolgáltatásra vonatkozó részletes eljárásrend, legyen kijelölt felelőse az ilyen jellegű igények kielégítésének, továbbá lehetőség szerint folyamatosan álljon rendelkezésre egy olyan szakemberekből álló csapat, amelyik alkalmas a kért adatok átadására.

2 LOKÁLIS SÉRÜLÉKENYSÉGET FIGYELEMBE VEVŐ, KLÍMABIZTOS VÍZHASZNÁLATON ALAPULÓ TÉRSÉGFEJLESZTÉSI KONCEPCIÓ ABA VÁROSRA, KITEKINTÉSEL A SÁRVÍZ-VÖLGY TÉRSÉGÉRE

2.1 A KISTÉRSÉGI VÍZGAZDÁLKODÁS INTEGRÁLT MODELLE

A világban zajló globális folyamatok közül a klímaváltozás a vízgazdálkodásra is alapvető hatással van. A víz stratégiai szerepe a jövőben az eddigiekhez képest is jelentősen felértékelődik. A kistérséget várhatóan a vízgazdálkodás területén különösen érzékenyen érintik majd éghajlatváltozás következményei, az egyre gyakoribb szélsőséges időjárási események. Az árvizek, a vízhiány és az aszályok okozta környezeti károk, rendkívül komoly gazdasági, ökológiai és társadalmi következményekkel járhatnak. A megváltozott éghajlathoz való alkalmazkodás a vízgazdálkodási szereplők kapcsán alapvető szemlélet- és magatartásbeli változást igényel.

Az eddigi legfontosabb feladat Magyarországon a vizek gyors és biztonságos elvezetése volt. A jövőben ennek akként kell változnia, hogy kiemelt szerepet kap a vízvisszatartás feladata. A klímaváltozás felértékeli a kistérségben rendelkezésre álló vízkészleteket is, a megfelelő mennyiségű és minőségű víz biztosítása, valamint ezek fenntarthatósági szempontokat figyelembe vevő felhasználása mind a lakosság, az ipar, mind pedig a mezőgazdaság, az élelmiszerbiztonsági szempontjából (aszálykárok) kulcsfontosságú lesz.

A vízre alapozott gazdaságfejlesztési program annak a célkitűzésnek a megvalósítását jelenti, hogy a kistérség által megfogalmazott komplex fejlesztési elképzelésekhez mindenkor megfelelő mennyiségű és minőségű víz álljon rendelkezésre. A víznek, mint természeti erőforrásnak támogatnia kell a kistérségi települések fejlesztési elképzeléseit, a vízhasználók legkülönbözőbb igényeinek biztonságos kielégítését, az igények kielégítéséhez meglévő adottságok (vízkészletek nagysága és minősége) figyelembe vételével, valamint célkitűzések környezetre gyakorolt hatásainak összehangolásával. És viszont: a kistérségben rendelkezésre álló vízkészletek különféle használatait, illetőleg hasznosítási módjait egységesen, komplex rendszerben kell kezelni, figyelembe véve ezek egymásra, valamint a környezetre gyakorolt hatását. Ez a kistérségi vízgazdálkodás integrált modellje.

Abának és a Sárvíz kistérségnek mindig ugyanaz volt a problémája, egyúttal lehetősége: a víz domináns jelenléte a kistérség életében. Abának és a kistérségnek ezt a központi kérdést kell megoldania ahhoz, hogy a 21. században dinamikusan előrehaladó, a térségi megújulásban kezdeményező település és kistérség legyen, és hogy megteljen tartalommal a „Dél kapuja” kifejezés. Ez nem pusztán a megváltoztathatatlan földrajzi fekvést rögzíti; sokkal inkább arra utal, értékeket közvetít a megye iparosodottabb északi, és természeti értékekben gazdag déli része között.

Az Abai kistérség vízgazdálkodására az jellemző, hogy a térség vízellátását biztosító Séd–Nádor–Gaja vízrendszer és a jelenlegi vízkészlet állapota miatt nem lehet fenn-tartható mezőgazdasági,

természetvédelmi tevékenységet folytatni. A térségben víz kártételei elleni védekezés is jelentős leküzdendő akadályként jelentkezik. A szélsőséges időjárási események (aszály, belvíz) gyakran okoznak komoly gondokat a mezőgazdasági termelésben. A kistérség lakóinak a mennyiségi problémák mellett a minőségi problémákkal is szembe kellett nézniük. A Nádor-csatorna völgye a XX. század végére vízminőségi szempontból az ország egyik legveszélyeztetettebb területe lett. A most folyamatban lévő „Séd–Nádor csatorna vízminőségének javítása” kármentesítési program alapvetően fogja megváltoztatni, javítani a vízrendszer ökológiai állapotát. Ugyanakkor elmondható, hogy a kistérségben lévő vízi létesítmények többsége elöregedett, nehezen kezelhető, korszerűtlen, a vízfolyások és csatornák rekonstrukciója elengedhetetlen.

Ennek a szempontrendszernek megfelelően kellett a jelen tanulmányban – a rendelkezésre bocsátott érzékenységi vizsgálatok elemzésével és figyelembe vételével – áttekinteni az abai fejlesztési célokat és a vizek használatát, hasznosítását egy komplex gazdaságfejlesztési program szolgáltatába kell állítani. Másfelől, tekintettel arra, hogy a NATÉR rendszere kiépítésének kezdeti szakaszáról van szó, olyan, a szempontokkal, javaslatokkal szerettünk volna hozzájárulni a NATÉR fejlesztéséhez, amely megkönnyíti a rendszer területfejlesztésben való alkalmazhatóságát.

2.2 A SÉRÜLÉKENYSÉG-VIZSGÁLAT EREDMÉNYEINEK INTEGRÁLÁSA ABA TÉRSÉGFEJLESZTÉSI KONCEPCIÓJÁBA

Az éghajlatváltozás Aba és térségére vonatkozó társadalmi-gazdasági szempontból történő vizsgálata, a négy szempontból (erdőtűz, hóhullámok, aszály, villámárvíz) történt sérülékenységi vizsgálat a térség társadalom és területfejlesztési elképzelései szempontjából számos hasznos információt ad, amely megkönnyíti a gyakorlati tervezést.

A térség fő problémájának az itt élők a lefolytatott kérdőíves vizsgálat alapján az el-öregedést és az elvándorlást tartják. Aba térségében ugyan ezek a változások a Sárvíz-völgyének középső, déli részéhez képest kevésbé jelentkeznek, mégis elengedhetetlen az ilyen irányú társadalmi változásra való felkészülés. E tekintetben Aba egészen rendkívüli mutatókat tud felmutatni, hiszen népességszám 1998-tól kezdődően az elmúlt évtized közepéig gyarapodást mutatott, s azóta stagnál. Az Abára is jellemző elöregedő korfa azonban mindenképpen jelentős gondokat fog okozni, s ez felértékeli a város egészségügyi, szociális, oktatási rendszerének jelentőségét.

A rendelkezésre bocsátott, hóhullámokkal kapcsolatos sérülékenységi és alkalmazkodóképességi vizsgálatok kapcsán fontos kiemelni, hogy a NATÉR és a NÉS alapján képzett modellek alapvető eltérést mutatnak Aba és térsége körzetében. Véleményünk szerint a jelenlegi formájában a NÉS által alkalmazott mutatók, indikátorok – bizonyos tekintetben – jobban, teljesebben közelítik meg az alkalmazkodóképesség kérdéskörét. Ez annak köszönhető, hogy olyan kérdések, így a jövedelmi helyzet, az iskolázottság kérdése is szerepelnek az indikátorok között, amelyek teljesebb képet képesek adni a valós helyzetről. Nyilvánvaló, hogy az a lakos, akinek több jövedelemmel rendelkezik, az jóval szélesebb eszköztárat képes felvonultatni (pl. légkondicionáló berendezés vásárlása a háztartásba, gyógyszerek, minőségi táplálkozás stb.) a klímaváltozás következményeihez való alkalmazkodás érdekében.

Fontosnak tartanánk a hőhullámokkal kapcsolatos modellbe további az éghajlatváltozással szembeni sérülékenységet befolyásoló indikátorként beépíteni az egyes települések lakásállománya állapotának (komfortos, félkomfortos, komfort nélküli lakások aránya – fürdőszoba, WC megléte) figyelembe vételét, hiszen ez a körülmény is jelentősen befolyásolja az egyes háztartásokban élő lakosok életminőségét és az alkalmazkodási képességüket.

Az éghajlatváltozásra való minél eredményesebb felkészülésben kulcsszerepe lesz a változások következményeire, a környezettudatos gondolkodást és a fenntarthatóság ismeretrendszerét magában foglaló oktatásnak, a nevelésnek. E tekintetben Aba kifejezetten előnyös helyzetben van, kiváló színvonalú iskolái és gimnáziuma révén.

Az egészségügyi és szociális ellátó rendszer fejlettsége úgyszintén hozzájárulhat a klímaváltozás következményeihez való eredményes alkalmazkodáshoz. Aba városa járóbeteg szakellátó rendelővel, mentőállomással is rendelkezik, amely adottságok vizsgálatának beépítése a NATÉR rendszerbe mindenképpen hasznos lenne.

A Sárvíz-völgyre a NATÉR rendszerében lefolytatott sérülékenységi és alkalmazkodóképességi sérülékenységi vizsgálatok gazdasági szempontból nagy jelentőséggel bírnak, a szántóföldi növénytermesztéssel kapcsolatos modellek alapvető fontosságúak lesznek. A térség húzóágazata egyértelműen a mezőgazdaság. A térség foglalkoztatottságában kulcsszerepe van, az ebben a szektorban dolgozók aránya az országos átlag kétszerese, 5.2% volt 2001-ben.

A település környékén a tradicionális szántóföldi növényeket, a repcét, árpat, búzát, kukoricát és szóját termesztnek, a nagytáblás, intenzív gazdálkodás a jellemző. Aba térsége szántóföldi növénytermesztése aszályokkal szembeni sérülékenysége tekintetében viszonylag kedvező helyzetben van. Ugyan a klímaváltozás kedvezőtlen hatásai egyértelműen kimutathatóak, de a klímamodellek tanulsága szerint mindez eredményesen kezelhető a megfelelő alkalmazkodást célzó intézkedések meghozatalával. Fel kell készülni az aszály hatására bekövetkező termelési hozamok csökkenésére, az egyes kártevők, betegségek, invazív fajok elterjedésének lehetőségére. Ez mindenképpen a víz lehetőség szerint természetes vagy mesterséges úton történő tározását és az eddigieknél jóval nagyobb területen történő, hatékony, víz- és energiatakarékos öntözés lehetőségeinek feltárását vetíti előre.

A megkapott sérülékenységi vizsgálat sajnálatos módon nem tér ki, semmilyen adattal nem szolgál a Sárvíz-völgy legnagyobb vízgazdálkodási problémájára, a belvízi elöntésekre. A Sárvíz-völgy jövőbeni sikerességének záloga vízgazdálkodási szempontból az lehet, ha a jelen vízelvezetési kényszereit megszüntetik és a rendszereket a víz visszatartása érdekében alakítják át. Mindezen túl, teret kell adni a gazdák összefogásának és a helyi kezdeményezéseknek. Aba környékén számos lehetőség nyílik a víztározásra. A tározók nemcsak a belvíz kártételei ellen nyújthatnának védelmet, de egyúttal a turisztikában, horgászatban, halászatban hasznosítható vízkészleteket is jelenthetnének, hozzájárulva a vidék gazdasági fejlődéséhez. Szükség lenne az ésszerű, ökológiai szempontrendszerét jobban befogadó vízgazdálkodásra, az érintett problémás területek vizes élőhelyekké történő átalakításával.

2.3 A TÉRSÉGFEJLESZTÉSI KONCEPCIÓ FŐBB JAVASLATAI

Az Abai kistérségre kidolgozott, vízre alapozott fejlesztési elképzelések két fő részre oszthatók. A tanulmány készítői a települési és a területi vízgazdálkodás témakörében dolgoztak ki javaslatokat.

2.3.1 A TELEPÜLÉSI VÍZGAZDÁLKODÁS

1. Adaptív települési vízgazdálkodási terv kidolgozása, ami legyen része Aba város településfejlesztési tervének (a terv megalapozó vizsgálatainak);
2. A Nemzeti Alkalmazkodási Központ támogassa a településfejlesztési koncepcióról, az integrált településfejlesztési stratégiáról és a településrendezési eszközökről, valamint egyes településrendezési sajátos jogintézményekről szóló 314/2012. (XI. 8.) Korm. rendelet ilyen értelmű módosítását;
3. Csapadékvíz-gazdálkodási terv kidolgozása Aba városra, ennek részeként
 - 3.1. csapadék-lefolyás modell elkészítése
 - 3.2. a mélyebb fekvésű területeken záportározók kialakítása
 - 3.3. a zöldített közterületek arányának további növelése
 - 3.4. a csapadékvízzel való gazdálkodás jó gyakorlatának a támogatása a lakosság körében
4. Aba és környékének hidrológiai modellezése, a belvízjárta területek felmérése, beazonosítása, a helyi gazdálkodókkal történő egyeztetése;
5. A helyi gazdálkodók közösségbe szervezése a helyi ökológiai fókuszterületek közös kialakítása érdekében.

2.3.2 TERÜLETI VÍZGAZDÁLKODÁS

2.3.2.1 A TERÜLETI VÍZGAZDÁLKODÁSI RENDSZEREK VÍZ VISSZATARTÁSÁRA ALKALMASSÁ TÉTELE – A MAKÓI KÍSÉRLET

Az európai közös agrárpolitika egyik új elemeként, a gazdálkodóknak, annak érdekében, hogy a teljes területalapú támogatási összeget megkaphassák, 2014-től 5%, majd 2017-től kezdődően 7% szántóterület átalakítását teszi kötelezővé, ún. „ökológiai fókuszterületté”. Ez adott esetben jelentős jövedelem-kiesést okozhat a gazdálkodóknak. A Regionális Energia Kutató Központ 2013-ban elvégzett felmérésének eredményeit felhasználva, egy helyi ökológiai fókuszterületű piac létrehozásával kellene az alkalmazkodási költségeket csökkenteni akként, hogy mindemellett hozzájáruljanak a terület belvízi elöntéssel okozott kárainak csökkentéséhez. A REKK kutatói szerint, mivel egy terület használata (mezőgazdaság, erdészet, vizes élőhely) közvetlen hatással van a terület által nyújtott ökológiai szolgáltatásokra, a területhasználat szabályozása lehetőséget kínál egyes elérni kívánt környezeti célállapotok elérésére is. Az aukció, mint speciális piaci forma, alkalmas lehet a földhasználat váltás költséghatékony módjának megteremtésére.

Az így felállított rendszer előnyös minden gazdálkodónak. A rosszabb minőségű földterület tulajdonosának azért, mert ha az előírt 7% feletti arányban ajánl felé művelés alól kivonandó területeket, akkor a magasabb jövedelmezőségű területek tulajdonosainak az az érdeke, hogy a saját

területén ne adja fel a termelést, hanem vásárolja ki a területeket, kompenzációt fizetve az alacsonyabb jövedelmezőségű tulajdonosnak.

A helyi gazdálkodók közösséggé szervezésében nagy szerepet vállalhatna az önkormányzat és a Nemzeti Agrárkamara, a területileg illetékes vízügyi igazgatóság pedig szakmai segítséget nyújthatna a leggyakrabban belvízjárta területek kijelölésében. A területek ily módon történő kijelölése és használata az igazgatóság számára is előnyös lenne, hiszen nagyban megkönnyítené a belvíz elleni védekezést. Az így időszakosan elöntött területeken pedig új gazdálkodási módszereket lehetne bevezetni, így meghonosodhatna a nádgazdálkodás vagy akár az egyes nagy vízigényű fák telepítésével egy hatékony erdőgazdálkodás. Az állandóan vízjárta területeken pedig megfontolandó a halastavak létesítése, amely terepet adhatna a halászati termelésnek, a horgászatnak és a turizmusnak.

2.3.2.2 AZ ÖNTÖZÉS FEJLESZTÉSE ABA TÉRSÉGÉBEN

A jelen tanulmányban bemutatott klímamodellek azt jelzik előre, hogy az eddigieknél hosszabb aszályos időszakok Aba kistérségében is kifejtik a hatásukat, komoly károkat okozva ezzel a szántóföldi növénytermesztés jövedelmezőségében. Ennél fogva egyértelműen az öntözött területek növelésére lesz szükség.

Ennek érdekében javasoljuk:

1. Az Abai kistérségben lévő öntözési kapacitások és öntözési igények felmérését, beazonosítását.
2. Az öntözési igények megalapozottságának vizsgálata, az öntözési lehetőségek kihasználása megtérülésének közgazdasági elemzését.

2.3.2.3 AZ ABAI TECHNOLÓGIAI PARK LÉTREHOZÁSA

Aba 2007-2010-es gazdasági programjában már szerepelt a technológiai park igénye. A technológiai parkot elsősorban biotechnológiai irányultságúnak tervezték. Már ekkor az első helyen szerepelt a tevékenységek között az agrár-és környezettudományi, biotechnológiai kutatás-fejlesztés. További tervezett tevékenység volt olyan cégek felkutatása és betelepítése, amelyek a növény-nemesítés, állattenyésztés, élelmiszeripar és más agrár- vagy környezetipar területén innovatívak.

Aba most készül beadni pályázatot ennek a technológiai parknak a megvalósítására.

A park szükségessége a következő alapvetéseken nyugszik:

- Az agráriumnak a korábbiaknál is sokkal aktívabb és tudatosabb részvétele szükséges a megfelelő mennyiségű, minőségű, biztonságos, átlátható és nyomon követhető növényi és állati eredetű élelmiszer előállításban. A fenti cél eléréséhez szükséges a termelés hatékonyságának (biológiai, technológiai és gazdasági értelemben egyaránt) további javítása.
- Az állati eredetű élelmiszer előállításakor kiemelt fontosságú a takarmányozás, az állattenyésztés és a környezet kapcsolódásainak újragondolása. Mindezeket változó klimatikus viszonyok között, ehhez alkalmazkodva kell elérni.
- Fentiek egyik kulcsa a megfelelő mennyiségű és minőségű öntözővíz, illetve ivóvíz biztosítása. A park egy központi interdiszciplináris tudásbázis, kutató-fejlesztő intézet és egy központi

menedzsment szervezet köré szerveződik. Küldetése, hogy mind közvetlen környezetének, mind a tágabb régióknak támogatást nyújtson az alkalmazkodás folyamatában.

2.4 JAVASLATOK A NATÉR TOVÁBBFEJLESZTÉSÉRE

A NATÉR fő célkitűzései:

- Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodással kapcsolatos döntéseket támogatni egy olyan multifunkcionális, felhasználóbarát geoinformációs metaadatbázis létrehozásával és működtetésével, amely más adatbázisokból származó, feldolgozott adatokon alapul.
- Az éghajlatváltozás területi hatáselemzését, és az ehhez kapcsolódó adaptációs módszereket szolgáló adatgyűjtés, feldolgozás, klímamodellezés, elemzés és sérülékenység vizsgálatmódszertanát kívánja továbbfejleszteni az INSPIRE előírásokkal összhangban, a Nemzeti Téradat Infrastruktúrába illeszkedően.
- Internetes alapú, klímapolitikai információs csomópontot alakít ki. A származtatott és feldolgozott adatokon keresztül minden érdeklődő érintett számára lehetővé teszi a megbízható, objektív információkhoz való hozzájutást az ég-hajlatváltozáshoz történő alkalmazkodást érintő és azt befolyásoló szakpolitikai területekről.

A NATÉR-ral kapcsolatban ma rendelkezésre álló publikus információk alapján a következő megállapításokat tesszük.

A NATÉR információt biztosít a központi, területi és helyi államigazgatási szervek, valamint önkormányzatok számára az ágazati és területi

- a) éghajlatpolitikai,
- b) energiapolitikai,
- c) közlekedési és infrastrukturális,
- d) fejlesztéspolitikai,
- e) mezőgazdaságot, vidékfejlesztést, erdőgazdálkodást érintő,
- f) területi, települési, térségi,
- g) közszolgáltatás-szervezési,
- h) turisztikai,
- i) az egészséggel és életminőséggel kapcsolatos, valamint
- j) katasztrófavédelemmel kapcsolatos

tervezéshez.

Javasoljuk, hogy a fenti a) – j) felsorolásban részletezettek egészüljenek ki avval, hogy a NATÉR nyújtson támogatást az integrált vízgazdálkodási tervezéshez

A NATÉR alap téradatokra vonatkozó téradattémái között az víz-földrajzi viszonyok adatbázisaként az alábbiak szerint szerepel a vízrajz:

„3. Vízrajz:

Vízrajzi elemek, víztestek és az azokkal kapcsolatos elemek, különösen a vízgyűjtők és a részvízgyűjtők a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról szóló, 2000. október 23-i 2000/60/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv fogalom-meghatározásaival összhangban.”

Javasoljuk, hogy:

- a „3. Vízrajz” fenti tartalma egészüljön ki a vízgyűjtő-gazdálkodási tervezési egységek, valamint az árvíz-kockázat kezelési tervezési egységek területének georeferált meghatározásával,
- a használt definíciók felülvizsgálatát (pl.: „vízgyűjtőkerületek” a tengeri vízgyűjtőkre definiált fogalom, az élőhelyek és biotópok körében a vízi területek helyett a vizes élőhelyek, stb.)
- az aszálykockázat megjelenítését

A NATÉR tematikus téradatokra vonatkozó téradattémái között számos helyen szerepel a „víz”:

- az 5. Közüemi fejezetben: „Közüemi létesítmények, különösen a szennyvíz- és hulladékkezelést, valamint az energia- és a vízellátást szolgáló közüemi létesítmények.”
- 8. Termelő és ipari létesítmények fejezetben: „Ipari termelőhelyek, ideértve a környezetszennyezés integrált megelőzéséről és csökkentéséről szóló, 1996. szeptember 24-i 96/61/EK tanácsi irányelv által szabályozott létesítményeket, valamint a vízkivé-telt, a bányászati és a tároló létesítményeket.”
- 9. Mezőgazdasági és akvakultúra-ágazati létesítmények: Mezőgazdasági eszközök és termelőlétesítmények (ideértve az öntözőrendszereket, az üvegházakat és istállókat).
- 12. Területgazdálkodási, -szabályozási övezetek és adatszolgáltató egységek. B) A térségi hulladéklerakó helyek, az ivóvízbázisok védőövezetei, a nitrátérzékeny területek, vízi utak, a térségi hulladéklerakó hely kijelöléséhez vizsgálat alá vonható területek, a zajvédelmi zónák, a nyersanyag-kutatási és bányászati engedélyköteles területek, a vízgyűjtő kerületek és az egyéb adatszolgáltató egységek.
- 13. Természeti kockázati zónák: „Természeti veszélyek, így különösen az ár- és bel-vizek, a földcsuszamlások, a felszínsüllyedések, az erdőtűzek, a földrengések, a vulkánkitörések (minden légköri, hidrológiai, szeizmikus jelenség, amely – helye, súlyossága és előfordulási gyakorisága alapján – komoly társadalmi károk okozásának lehetőségét hordozza magában) alapján jellemzett veszélyeztetett területek.”
- 17. Élőhelyek és biotópok: Különleges ökológiai feltételekkel, folyamatokkal, struktúrával és az élet fenntartásához kapcsolódó funkciókkal rendelkező földrajzi területek, amelyek az ott élő élőlények számára kedvező fizikai feltételeket teremtenek. Idetartoznak azok a szárazföldi és vízi területek, amelyek – függetlenül azok természetes vagy természetközeli állapotától – földrajzi, abiotikus és biotikus jellemzőik alapján különböztethetők meg.
- 19. Energiaforrások: Energiaforrások, ideértve különösen a szénhidrogéneket, víz-energiát, bioenergiát, nap- és szélenergiát, valamint adott esetben ideértve az erő-forrás mértékére vonatkozó mélységi, illetve magassági információkat.
- 20. Földtan, ásványi nyersanyagok. Az összetétel és szerkezet alapján jellemzett földtan, ideértve az alapkőzetet, a víztartó rétegeket és a geomorfológiát is. Ásványi nyersanyagok, ideértve

különösen a fémek érceit, az ipari ásványokat, valamint adott esetben ideértve a nyersanyag elhelyezkedésére (hozzáférhetőségére) és mennyiségére vonatkozó információkat.

Fontos hangsúlyozni, hogy az integrált vízgazdálkodás főként komplex eszközökön, beavatkozásokon keresztül érvényesül. Például a vízviSSzatartás (a tározás) egy időben kell, hogy szolgáljon vízkészlet-feltárást (vízhasznosítást) és vízkárelhárítást. Másképp fogalmazva a vízkárelhárítási célból tározott vizet („lefejezett árhullámot”) úgy tározni, hogy az később hasznosításra is adjon lehetőséget.

Ezért javasoljuk, hogy a tematikus tér adatok olyan leválogatási lehetőségét teremtsék meg, ami egy terület (pl. vízgyűjtőgazdálkodási tervezési egység, település, kistérség stb.) komplex vízgazdálkodási információit (helyzetét) jeleníti meg, illetve olyan algoritmusok legyenek beépítve, ami ezek elemzését (időbeli változását) is lehetővé teszi.

3 AZ INTENZÍV CSAPADÉKHULLÁS OKOZTA ELÖNTÉS HATÁSVIZSGÁLATA ABA TELEPÜLÉSRE VONATKOZÓAN

Az éghajlatváltozás a jövőben számos kedvezőtlen társadalmi–gazdasági–környezeti hatást okoz hazánkban, ezek közül is kiemelkedő jelentőségű a hirtelen, nagy intenzitású csapadékesemények várható gyakoribbá válása és az ezek nyomán keletkező elöntések. A NATÉR rendszer e témakört jelenleg nem kezeli, tekintettel arra, hogy nem áll rendelkezésre megfelelő módszertan és információ az elöntésekkel kapcsolatos sérülékenység meghatározására. Jelen feladatban Aba város példáján keresztül kísérletet tettünk az intenzív csapadékhullás okozta elöntés hatásvizsgálatára, feltártuk az e témakör vizsgálatához szükséges bemenő információk körét és elkészítettük a mintaterület

3.1 LEFOLYÁSVISZONYOK VIZSGÁLATA ABA VÁROS KÖZIGAZGATÁSI TERÜLETÉN

3.1.1 DIGITÁLIS TEREPMODELL ELŐÁLLÍTÁSA, PONTOSÍTÁSA

A lefolyásvizonyok vizsgálata érdekében Aba város közigazgatási területére vonatkozóan digitális terepi lefolyásmodellt készítettünk, amelyhez a kiindulási információt a terület digitális terepmoddelle adta. A terepmoddell elkészítéséhez a 2015-ös légifelvételek alapján pontosított FÖMI DTM 5 digitális terepmoddelt használtuk fel. A FÖMI DTM az 1:10000-es méretarányú topográfiai térképek szintvonalrajzaiból készített, sztereo-fotogrammetriai kiértékeléssel javított domborzatmodell. Az alapul szolgáló topográfiai térképek felmérési ideje 1979 és 2000 közé tehető. A 2000 óta bekövetkezett komolyabb domborzati változások aktualizálása (pl. autópálya építések, külszíni bányák nyitása) sztereo-fotogrammetriai eljárással történt, 2000-ben és 2005-ben az ország teljes területén, 2007-től évente azokon a területeken, ahol az aktuális légifelvételzés történt. Az adatkészlet GRID típusú (szabályos rácshálón elhelyezkedő pontok), natív felbontása 5x5m, magassági megbízhatósága átlagosan $\pm 0,7\text{m}$, azonban a relatív pontossága az állomálynak ennél jobb.

A DTM állományt 1x1m-es rácsháló sűrűséggel szereztük be. Ez jelentősen megnövelte az állomány nagyságát és emiatt a származtatott adatok számítási idejét is, de így egyrészt az elemzési fázishoz megfelelő mintavételezési sűrűség áll rendelkezésre, másrészt az esetleges későbbi, részletesebb elemzésekhez is megfelelő alapot ad.

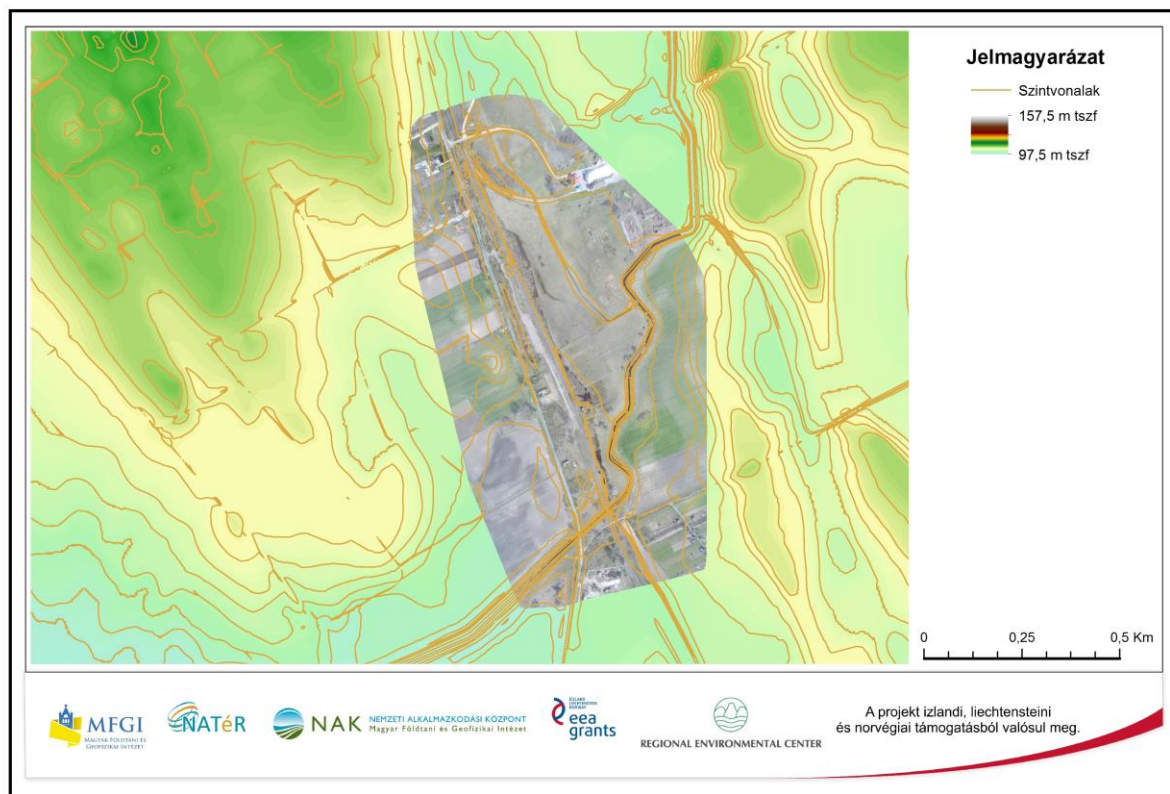
Emellett GNSS vevővel kiegészítő terepi geodéziai méréseket végeztünk a helyszínen, hálózati RTK meghatározással. A terepi méréseket a teljes településen, összesen 88 km²-en hajtottuk végre, a terepi mérések abszolút pontossága 5 cm. Az összes belterületi utat (több mérési fázisban) és a külterületi utakat mértük fel GNSS vevővel. A külterületen a belvíz és a sár miatt megközelíthetetlen volt néhány út, ezek magasságát fotogrammetriai módszerrel pontosítottuk. Szintén fotogrammetriai módszerrel pontosítottuk a magasságát a belterület néhány, a Megrendelő által megjelölt területének és az ingatlanok közöttől távolabb eső részeinek. Ehhez beszereztük a területre rendelkezésre álló légifelvételeket és ezek alapján kiértékeléssel történt a pontosítás. Mindezeket

figyelembe véve a modell átlagos relatív pontossága 20 cm, azokon a területeken ahol terepi
méréssel egészítettük ki a meglévő állományokat a relatív pontosság 5-10 cm közé tehető. Az 41.
ábrán azokat a pontokat jelöltük be a digitális ortofotón, amelyeken geodéziai méréseket végeztünk.



41. ábra: Kiegészítő terepi mérések helyszínei (forrás: Datakart Kft.)

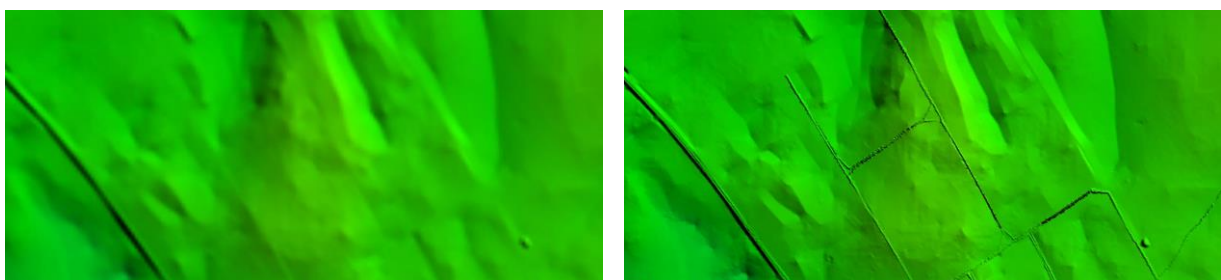
Ezen felül UAV (Unmanned Aerial Vehicle) eszközzel végrehajtott légi távérzékeléssel felmértünk a terület déli részén egy $\sim 1,5 \text{ km}^2$ -es területet, amivel meghatározhattuk a teljes területre vonatkozóan a FÖMI által készített és az ortofotó alapján pontosított terepmodell, valamint az UAV méréssel előállított terepmodell pontosságának eltérését. A kiválasztott terület keresztezi a 63-as számú főútvonala és a 45-ös számú Székesfehérvár–Sárbogárd vasútvonalat, a Velencei-tó vízrendszerét a Sárvíz-völgygel összekötő Dinnyés–Kajtori-csatornát, ezért a lefolyásviszonyok vizsgálatában kiemelt fontosságú területnek tekinthető (42. ábra). A kapott eredmények alapján megállapítottuk, hogy az ortofotóval korrigált 1x1m-es rácsháló sűrűségű digitális terepmodell felbontása és pontossága megfelel a digitális terepi lefolyásmodell előállításához.



42. ábra: Az UAV-vel mért terület elhelyezkedése (forrás: Datakart Kft. alapján saját szerkesztés)

3.1.2 TEREPI LEFOLYÁSI VISZONYOK MODELLEZÉSE

A terepi lefolyásviszonyok modellezéséhez az előző fejezetben ismertetett digitális terepmodell került felhasználásra, amelyen további kiegészítést végeztünk. A DTM fotogrammetriai módszerrel végzett pontosítása és a terepi mérések segítségével meghatároztuk a törésvonalak, barrierek, vízelvezetők és befogadók elhelyezkedését, amelyek beépítésre kerültek a modellbe és a továbbiakban az ezekkel módosított DTM-et használtuk a modellszámítások elvégzésére. A 43. ábrán a terepei és fotogrammetriai mérésekkel javított DTM pontfelhő ugyanazon részlete látható. Megállapítható, hogy a kiegészítő mérések és az abból előállított digitális terepmodell részletesebb, kontúrosabb lett. Az utak, vonalas létesítmények, törésvonalak láthatóan „megjelentek” a DTM-ben.



43. ábra: A pontfelhőből előállított digitális terepmodell egy részlete (bal)
és a pontosított DTM a törésvonalakkal (jobb) (forrás: Datakart Kft.)

A FÖMI-től beszereztük Aba város teljes területére a 2015. évi digitális ortofotót szelvényhatáros bontásban. A szelvényhatáros állományból összeállítottuk Aba közigazgatási területére egy képként az ortofotót. A továbbiakban ezt az ortofotót használtuk a szükséges vizuális interpretációhoz a tematikus térképek előállítása során.

Ezt követően elvégeztük az eleve vízjárta, vagy állandóan vízzel borított területek lehatárolását, amely a DTM, az ortofotó és a terepi bejárás alapján készült el és került beépítésre a modellbe (44. ábra).

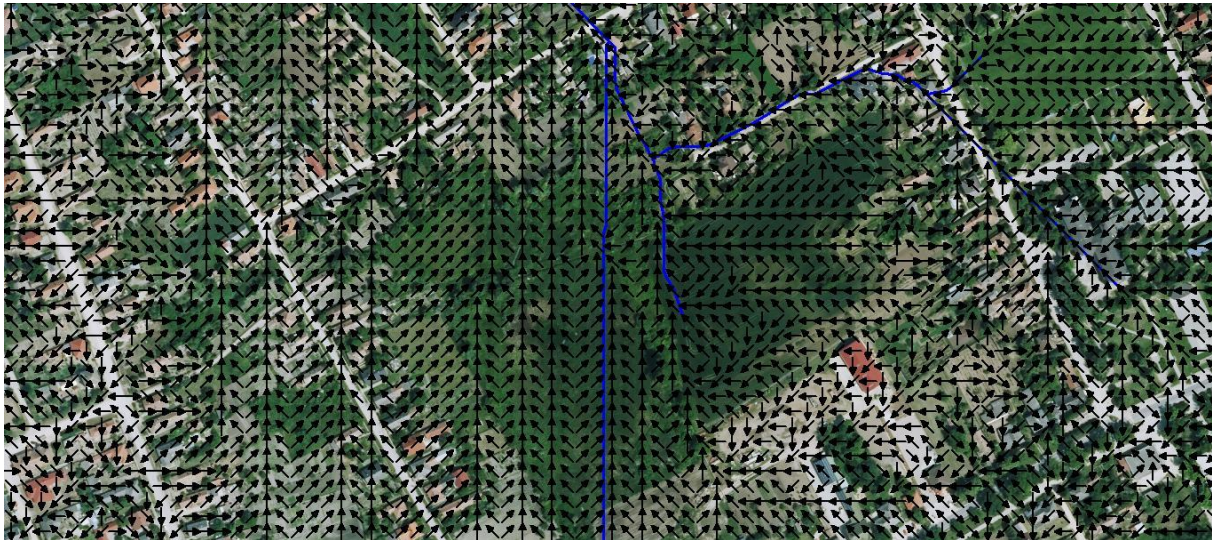


44. ábra: Vízjárta területek Aba város közigazgatási területén (forrás: Datakart Kft.)

Az előállított, pontosított DTM és a vízjárta területek lehatárolása alapján meghatároztuk a lefolyási viszonyokat, és elvégeztük a szükséges elemzéseket. A lefolyási viszonyok meghatározását Global Mapper szoftverrel végeztük el, ami kezelni képes a terület 1x1m-es pontfelhőjének mintegy 187 millió pontját.

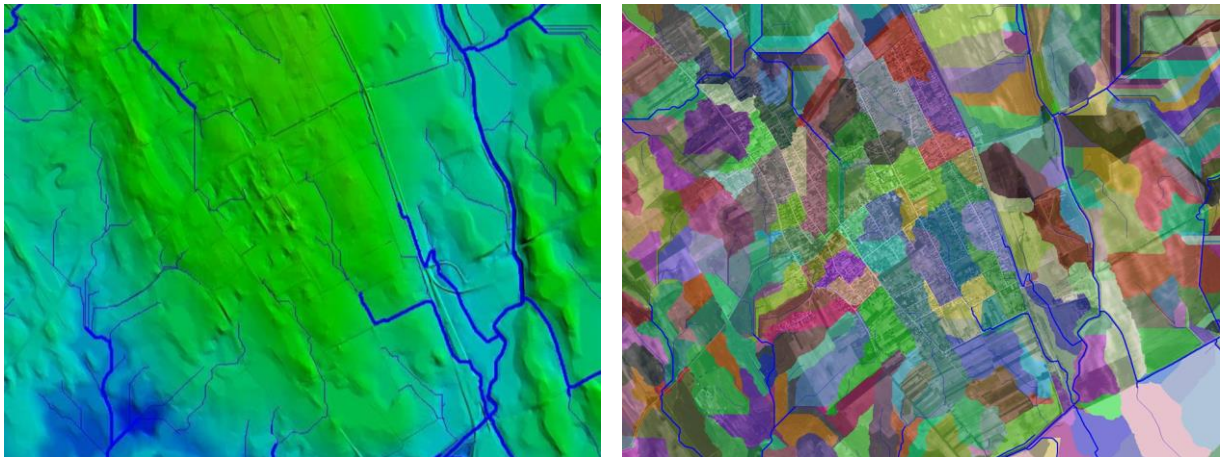
A lefolyásmodell segítségével meghatározásra került, hogy a DTM minden egyes pontjából a víz melyik szomszédos pont (pixel) felé folyik, ennek segítségével le lehet modellezni, hogy a víz

bármelyik pontból kiindulva melyik irányba fog végigfolyni a vizsgált területen. A DTM-ben bizonyos helyeken, egy megadott pontban az összes szomszédos pont magassága nagyobb, így a víz nem tud elfolyni – ezeket a pontokat gödröknek, nyelőknak nevezzük (Sink, Depression). Ahhoz, hogy a fent leírt folyamat modellezhető legyen, először a modellben lévő mélyedéseket kell feltölteni – ezt a szoftver automatikusan elvégzi. A következő lépés, a folyásirányok (Flow Direction) meghatározása minden egyes pont esetén – egy állomány keletkezik, amely megmutatja, minden egyes pont esetében, hogy a víz melyik szomszédos pixel irányába fog elfolyni.



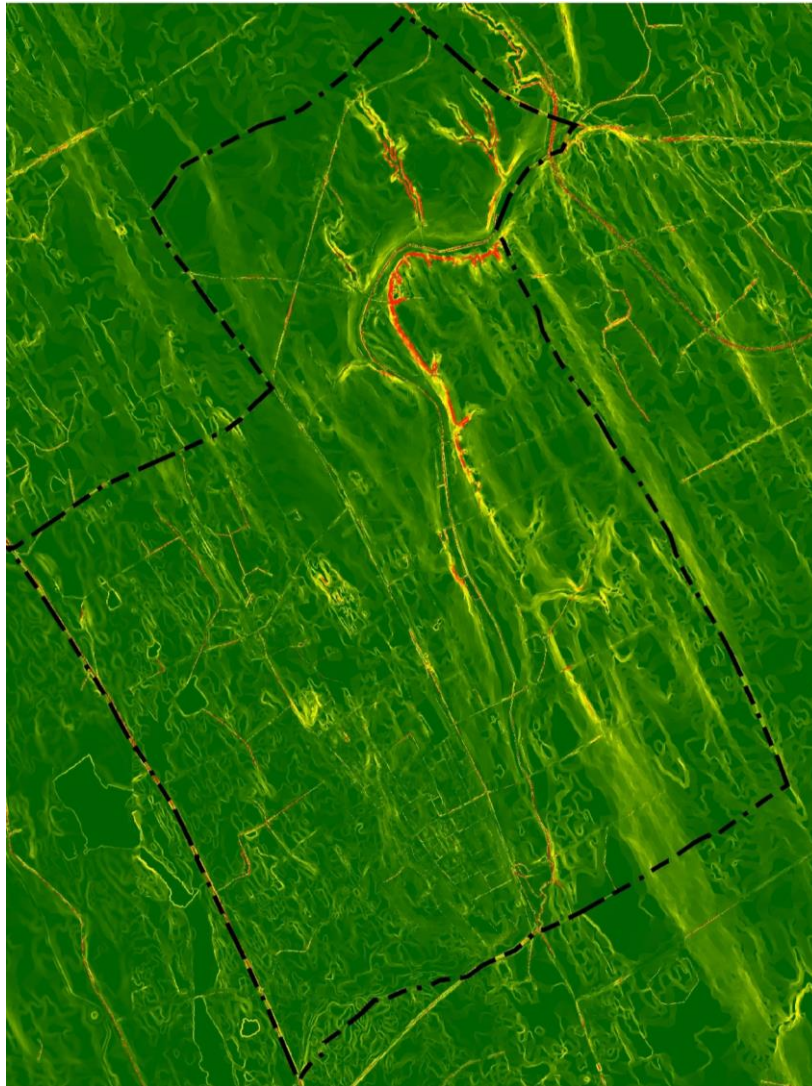
45. ábra: Folyásirány meghatározása a belterületen (forrás: Datakart Kft.)

Az 45. ábrán látható a 10x10m-es rácsháló pontjaiban a meghatározott folyásirány nyilakkal jelölve. A folyásirány meghatározását követően a vízfolyás-összesítés (Flow accumulation) következik, ahol meghatározásra kerül, hogy a terület egy pontjában, hány másik pontból származó víz halad keresztül. Az, hogy pontosan hol alakulhat ki valós vízfolyás, az sok mindentől függ (domborzat típusa, talaj típusa és borítása, stb.), ezért, hogy ábrázolni tudjuk, megadunk egy küszöbértéket, amely alapján azt feltételezzük, hogy ott ahol a vízfolyás-összesítés eléri a küszöbértéket, ott vízfolyás keletkezik. Ez a folyamat a vízhálózat-építés (Drainage Network). Az elemzés során az egész területre egy nagyobb, a belterületre egy kisebb küszöb értéket használtunk. Ezek alapján jött létre a lefolyásmodell, amelyet a 46. ábra szemléltet.



46. ábra: Lefolyásmodell kisebb küszöbértékkel (bal) és a lehatárolt vízgyűjtő területek (jobb) a belterületi részen (forrás: Datakart Kft.)

A vízhálózat-építés másik eredménye a lokális vízgyűjtő területek lehatárolása – azaz a felszín azon területegységeinek lehatárolása, ahonnan a vízhálózat megadott szakasza az összes beleömlő vízmennyiséget összegyűjti. Kétféle részletességű elemzést csináltunk, egy durvább vízgyűjtő terület lehatárolást a teljes területre és egy részletesebb elemzést a belterületre vonatkozóan (47. ábra). Mindezek mellett a lefolyásmodellel párhuzamosan elkészítettük a lejtőkitettség, vagy lejtési viszony tematikus térképet is, amely megmutatja, hogy a terület jellemzően kis lejtésű. Magasabb értékek jellemzően a Dinnyés-Kajtori-csatorna és az út-vasút közvetlen közelében találhatóak. A sötétzöld területek kis lejtésűek (vagy nincs lejtés), a sárga közepes lejtést, a piros nagy lejtést ábrázol.

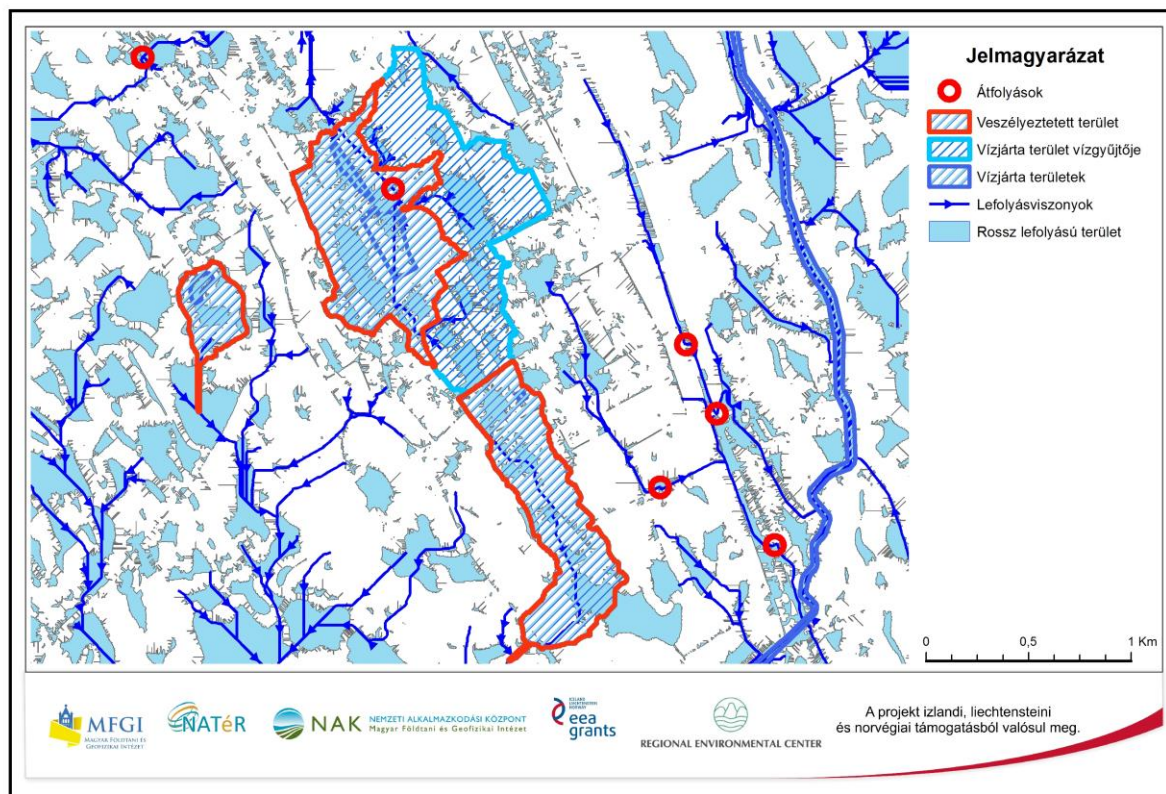


47. ábra: Lejtési viszonyok (forrás: Datakart Kft.)

3.1.3 VESZÉLYEZTETETT TERÜLETEK LEHATÁROLÁSA

A veszélyeztetett területek meghatározásának érdekében első lépésben a lefolyásmodell számítása során keletkezett azon pontokat határoztuk meg, ahol a modell addig akumulálja adott mélyebb területen a vizet, amíg a víz egy ponton át tud már folyni. E helyeken tehát a terepviszonyok következtében olyan küszöb helyezkedik el, amely felett előfordulhat a vizek felgyülemzése. Fontos ugyanakkor, hogy önmagában az átfolyási pontok nem jelentik, hogy az adott terület veszélyeztetett, fontos szempont ugyanis a küszöb magassága, az hogy érinti-e a belterületet, illetve, hogy mekkora területről érkezik a víz és mekkora területet érint az esetleges feltöltődés.

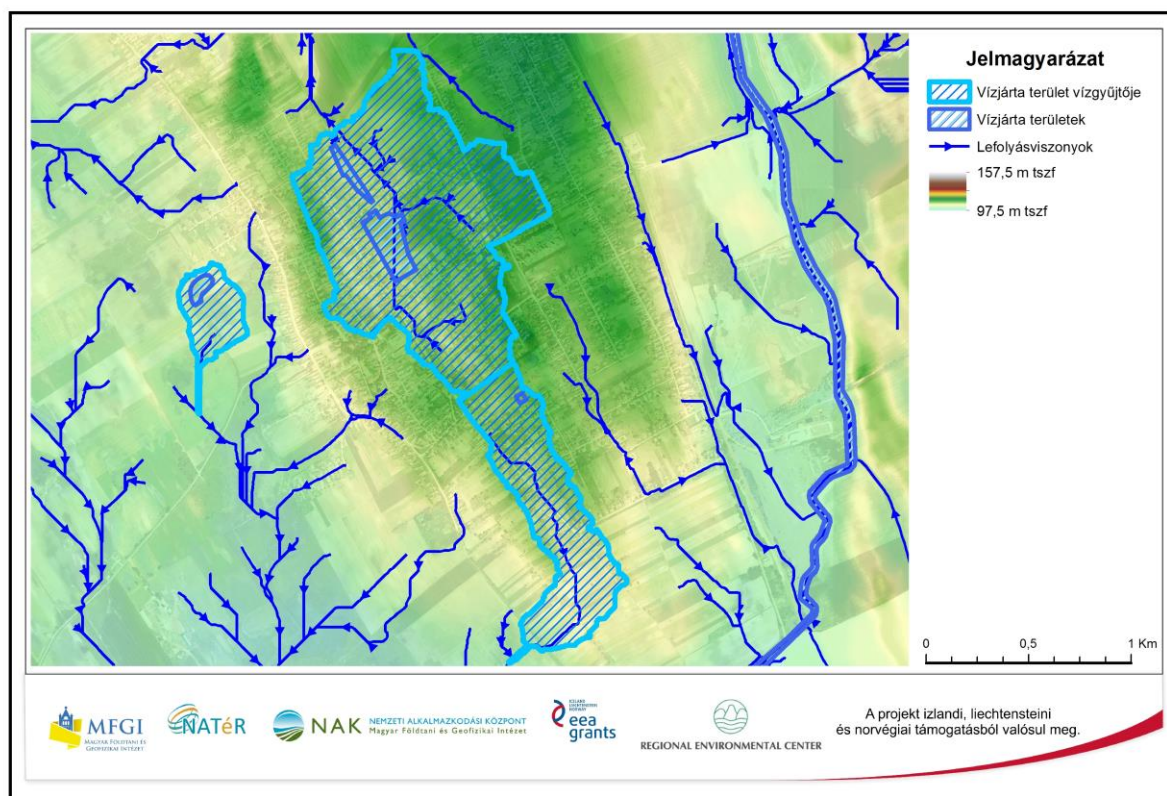
Ezért a belterületen leválogattuk azokat a vízgyűjtőket, amelyeken vízjárta vagy állandóan vízzel borított területek vannak, valamint meghatároztuk azokat a területeket, ahol nincs továbbfolyás, a víz megállhat. Mindezeket figyelembe véve határoztuk meg a veszélyeztetett területeket (48. ábra), a kapott eredmények jól szemléltetik, hogy a vízjárta területeken belül a számítás során kapott és a tényleges vízmozgások megegyeznek és ezek a vízmozgási irányok nincsenek ellentmondásban a telítődésre generált felső kifolyási ponttal.



48. ábra: Veszélyeztetett területek lehatárolása (forrás: Datakart Kft. alapján saját szerkesztés)

Az összevont vizsgálat alapján megállapítható, hogy azon vízgyűjtő területek tekinthetők veszélyeztetettnek, amelyekeken jelentős, rossz lefolyású területek helyezkednek el, nagyobb területről gyűjtik össze vizeket, valamint olyan átfolyási pont található, ami jelentős visszaduzzasztást eredményezhet. Veszélyeztetett terület a Rákóczi u. – Dózsa u. – Etele tér – Arany János u. – Szent István király tér által határolt terület, valamint a Dózsa utca városközponttól D-re eső szakasza és a Kisfaludy utca térsége.

A veszélyeztetett területek lehatárolása mellett megvizsgáltuk a belterületen található felszíni befogadók vízzel való ellátásának lehetőségeit, hasznosíthatóságát (49. ábra). Ehhez felhasználtuk a kisebb küszöbértékkel elkészített vízgyűjtő lehatárolást, így láthatóvá téve, hogy a terület adott pontja melyik vízgyűjtőterülethez tartozik, majd hozzárendeltük az időszakosan vízjárta, vagy állandóan vízzel borított területeket. Ez megmutatja, hogy az adott felszíni befogadó milyen nagyságú területről gyűjti a vizet, ami alapján becsülhető az adott területről várható vízmennyiség, ami meghatározza a hasznosíthatóságot.



49. ábra: Vízjárta területek vízgyűjtői (forrás: Datakart Kft. alapján saját szerkesztés)

Össességében elmondható, hogy a település belterületén található időszakosan, vagy állandóan vízzel borított területekhez tartozó vízgyűjtők kis méretűek, így nem biztosíthatnak állandó természetes vízutánpótlást. Helyzetük miatt a nagyobb vízfolyásokból való táplálásuk nem lehetséges a jelentős távolság, illetve magasságkülönbség miatt, ami a Nádor csatorna és a település északi részén elhelyezkedő veszélyeztetett terület kifolyási pontja között 10,54 m, nem reális alternatíva. Ugyanakkor a belterületi vízrendezés során kiemelt figyelmet kell fordítani e területekre. Javasoljuk annak részletes vizsgálatát, hogy miként illeszthetők ezen alacsony fekvésű területek a belterületi vízelvezetési rendszerbe, a vizsgálat során kiemelt figyelmet kell fordítani a fenntartható, víz-visszatartó vízgazdálkodás szempontjaira. A belterületi mélyen fekvő területek lehetőséget biztosíthatnak a csapadékvizek megtartására és hasznosítására.

3.2 ABA VÁROSÁBAN VÉGZETT GEOFIZIKAI MÉRÉSEK EREDMÉNYEI

3.2.1 ELŐZMÉNYEK

A NATÉR projekt WP7 munkacsomagjához kapcsolódó, felszíni geofizikai mérések célja az volt, hogy a felszíni alatti földtani felépítésének megismerése alapján részletes térbeli információt biztosítson az intenzív csapadékhullás miatti elöntéssel szembeni sérülékenység meghatározásához. A mérés helyszíne a mintaterületként szolgáló Sárvíz-völgy, azon belül Aba község területe volt.

A geofizikai kutatást megelőző adatgyűjtés és terepszemle alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy az eredetileg tervezett 3D talajvíztükör térképnél sokkal hasznosabb lehet azon földtani-geofizikai paraméterek (pl.: agyagtartalom, elektromágneses hullámok csillapodása, stb.) területi eloszlásának meghatározása, melyek alapján beszivárgási-víznyelési képesség szerint tudnánk minősíteni a mintaterületet.

3.2.1.1 ELŐZETES ADATGYŰJTÉS

A terepi kutatások tervezését előzetes adatgyűjtés előzte meg, melynek során az adattárban fellelhető archív fúrási adatok alapján kialakítottunk egy előzetes földtani képet a vizsgálandó területről. A fellelt adatok alapján választottuk ki a probléma megoldásához illeszkedő kutatási módszereket, és meghatároztuk a fizikai és földtani paraméterek közti várható összefüggéseket.

A kijelölt mérési fókuszterületek közelében található a B-3a, B-4, B-5, B-6, B-7, és a B-18 jelű fúrások. Ezek vízkutató fúrások, vízföldtani dokumentáció az MBFH adattárában a B-3a, B-5/a, B-6 és B-18 jelű fúrásokról található. Rétegsor a B-6 és a B-16 jelű fúrásokról található (6. táblázat és 7. táblázat).

6. táblázat: A B-6 jelű fúrás rétegsora

Mélység		Vastagság (m)	Anyag
tól (m)	ig (m)		
0,0	2,0	2,0	feltalaj
2,0	2,6	0,6	iszapos homok
2,6	4,7	2,1	homokos agyag
4,7	25,9	21,2	agyagmárga
25,9	34,0	8,1	homok
34,0	43,8	9,8	iszapos homok
43,8	45,0	1,2	agyag

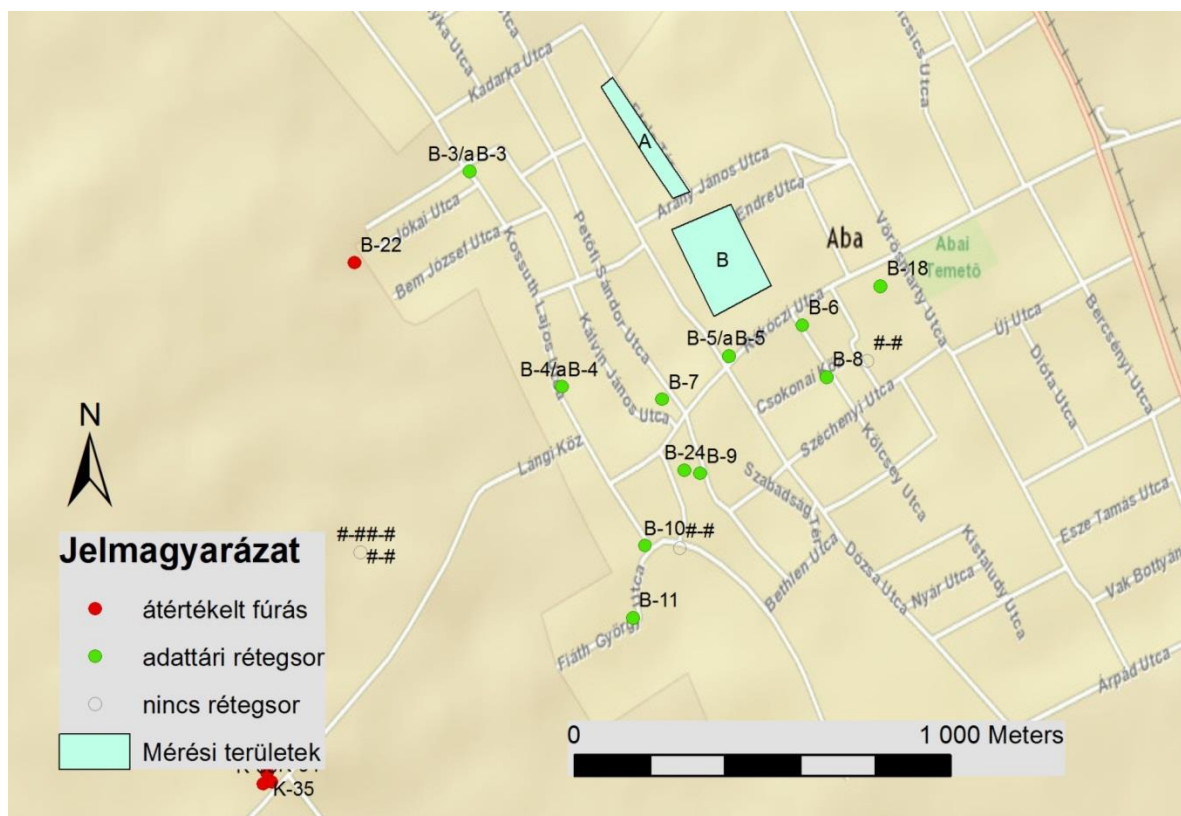
7. táblázat: A B-18 jelű fúrás rétegsora

Mélység		Vastagság (m)	Anyag
tól (m)	ig (m)		
0,0	1,3	1,3	agyag
1,3	8,2	6,9	agyag
8,2	32,0	23,8	iszapos agyag
32,0	50,0	18,0	homok

A rétegsorokban az esetleges felszíni feltalaj alatt a 21,2-32 méteres mélységig többnyire változó agyagtartalmú rétegek találhatók, amelyekre kis fajlagos elektromos ellenállás (10-50 ohmm) jellemző. Ebből következően a földradar mérés esetén kis behatolási mélység (1-2 méter, 200 MHz) várható. Az agyagos rétegek alatt változó vastagságú homokrétegek találhatók, melyek várható fajlagos ellenállása 40-100 ohmm közé esik. E homokrétegek adják a fúrásokra telepített kutak vizét. A felszíni agyagrétegek vízzáró tulajdonságuk miatt a lehulló csapadékvizet többnyire a felszínen vezetik el, a lefolyástalan területeken megáll a víz.

3.2.1.2 MÉRÉSTERVEZÉS

A geofizikai méréseket Aba belterületén két helyszínre koncentráltuk (50. ábra). Mindkét terület nádas, jelentős részük vízzel borított. A mérési szelvények nyomvonalát a terepviszonyokhoz alkalmazkodva tűztük ki, figyelembe véve a helyi tényezőket is (növényzet, vízzel borítottság). A geofizikai vizsgálati módszerek közül a földradar és a sokelektrodás egyenáramú méréseket alkalmazzuk.



50. ábra A geofizikai kutatás fókuszterületei és a fúrások elhelyezkedése

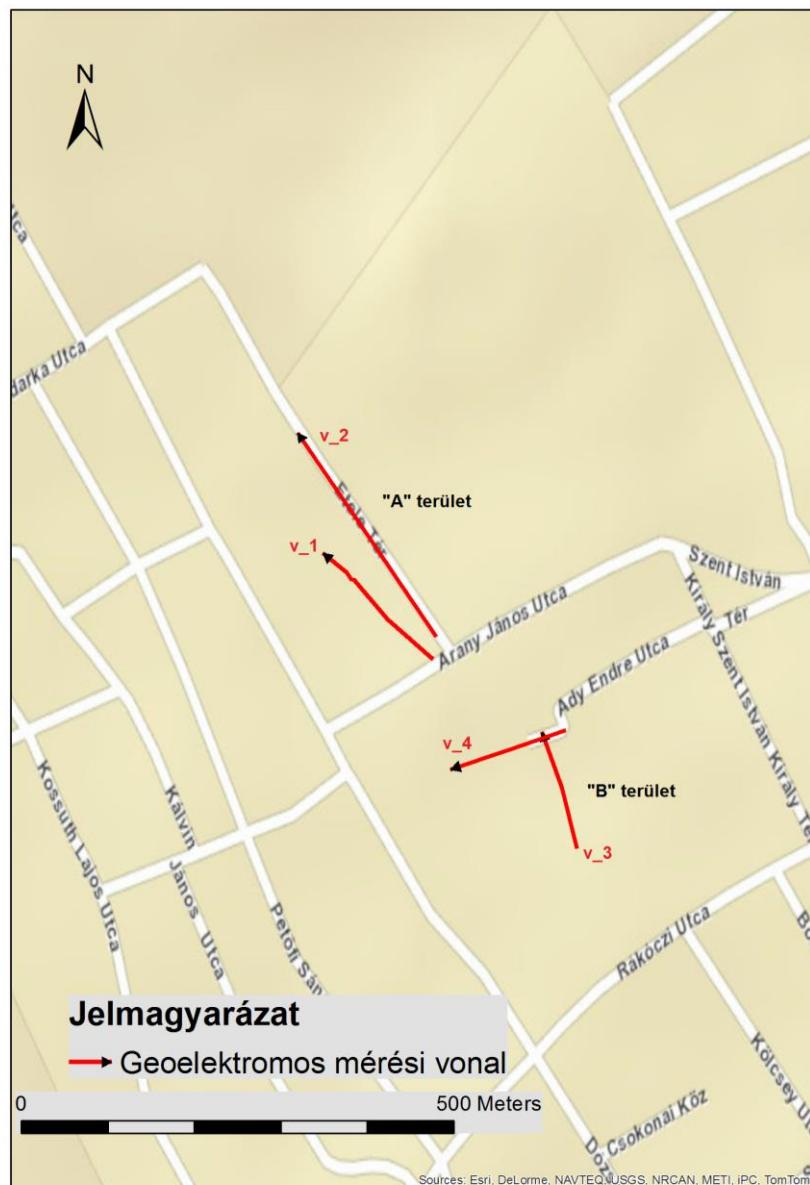
Az „A” fókuszterület az Etele tér (az 50. ábrán északon), a „B” területet a Rákóczi utca, a Szent István király tér, az Arany János utca, valamint a Dózsa utca által határolt térrészen fekszik. Az „A” területen két párhuzamos ÉNy-DK irányú egyenáramú szelvény elkészítésére látunk lehetőséget. A „B” helyszínen két egymásra merőleges szelvényt tervezünk készíteni, ÉÉNy-DDK, illetve NyDNY-KÉK irányban. A földradar mérésekkel igyekszünk a lehetőségekhez mérten hálózatos rendszerben felmérni a teljes kutatási területet.

3.2.2 EGYENÁRAMÚ ELEKTROMOS MÉRÉSEK

Az egyenáramú elektromos (geoelektromos) mérések célja a város belterületén található, vízzel és vízi növényzettel borított területek alatt elhelyezkedő vízzáró-vízvezető képződmények települési viszonyainak pontosítása volt.

3.2.2.1 MÉRÉSI HELYSZÍN

A méréseket a 2016. február 18-án tartott terepbejáráson kijelölt helyszíneken végeztük, az előzetesen kitűzött vonalaktól, csak kis mértékben tértünk el, ahol azt a terepi körülmények (növényzet, terítési rendszer, zavaró műtárgyak) szükségessé tették. (51. ábra, 8. táblázat)



51. ábra: A geoelektromos mérési vonalak helyszínrajza

8. táblázat: A geoelektromos mérési szelvények koordinátái

Név	terület	EOV _y	EOV _x	Z	Hossz (m)
v_1	A	610005	187941	152,5	0
		609953	187988	152,6	70
		609914	188033	153,1	130
		609906	188042	152,9	142
		609878	188065	152,3	178
v_2	A	610009	187967	152,5	0
		609969	188027	152,6	72
		609930	188085	152,6	142
		609849	188204	153,1	286
v_3	B	610172	187723	153,2	0
		610155	187792	152,1	72
		610131	187858	152,4	141
v_4	B	610159	187859	153,6	0
		610091	187836	152,7	72
		610025	187814	152,3	141
		610005	187941	152,5	0

3.2.2.2 MÉRÉSI PARAMÉTEREK

A geoelektromos mérésekhez Syscal Junior 1 csatornás, 72 elektródát kezelő egyenáramú geoelektromos mérőműszert használtunk (3. ábra). Mivel a kutatási cél a felső mintegy 20 m-es, közel vízszintes rétegsor vizsgálata volt, a felszíni inhomogenitásokra kevésbé érzékeny Wenner Schlumberger elrendezést használtuk, 2 m-es egységnyi elektróda-közellel. A 72 elektróda távolságnál hosszabb vonalakat továbbléptetéssel (roll-along) hosszabbítottuk meg (Dahlin and Bernstone 1997). A mérési paramétereket a 9. táblázatban adjuk meg.



52. ábra: Geoelektromos terepi mérés Abán

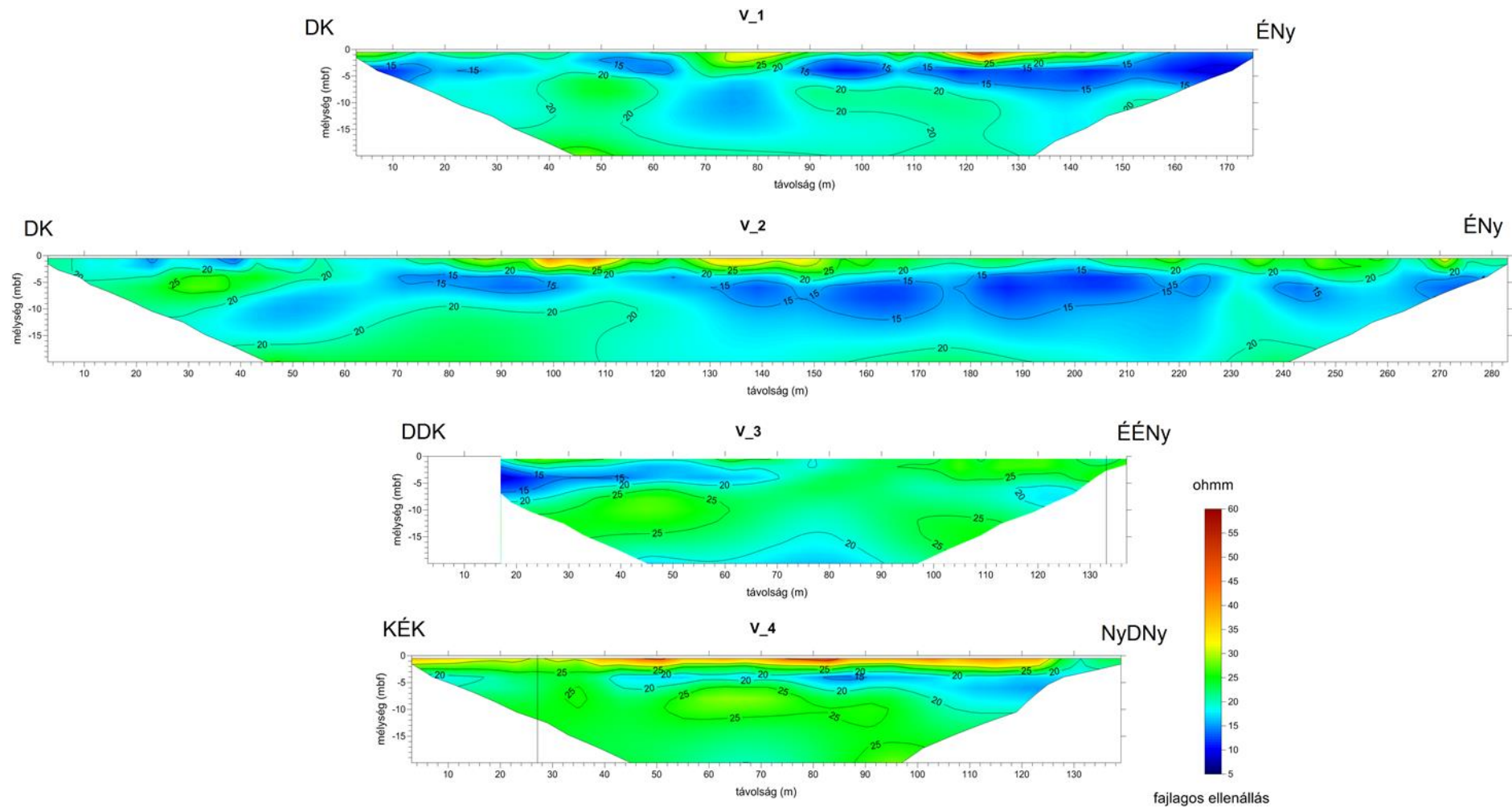
9. táblázat: A mérési szelvények koordinátái

Paraméter	v_1 vonal	v_2 vonal	v_3 vonal	v_4 vonal
Tényleges mérési hossz	178	286	141	141
Elektródaköz	2 m			
Mérési elrendezés	Wenner-Schlumberger			
Műszer	Syscal Junior Switch 72 egyenáramú geoelektromos műszer			
Teljesítmény	100 W			
Mérési ciklusok száma egy pozícióban	3, szórt adatok esetén 6			
Kiolvasások (adatok) száma	1192	2218	850	850

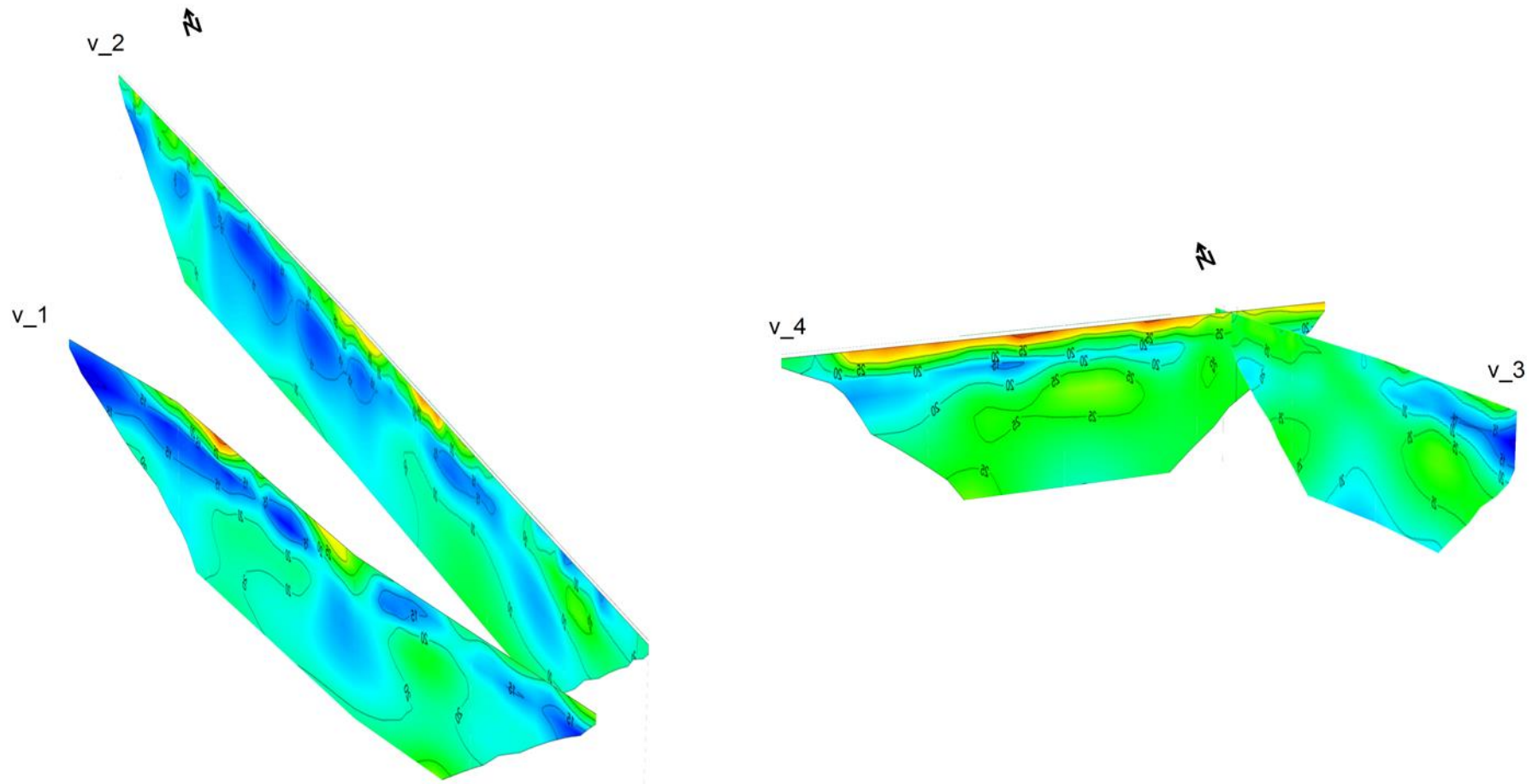
3.2.2.3 ADATFELDOLGOZÁS

A geoelektromos mérések során adott elektródaelrendezéssel egy, a mérési geometriára jellemző látszólagos fajlagos ellenállásérték határozható meg. Egy-egy mérési vonal mentén nagyszámú, különböző elrendezéssel meghatározott adat segítségével (ld. a 9. táblázat utolsó sorát) ún. geofizikai inverziós eljárással meghatározható a vonal alatti térrész fajlagos ellenállás-eloszlása. Az ellenállás-eloszlást a vonal mentén szelvény formájában szokás ábrázolni.

A geoelektromos mérési adatok inverzióját különböző egyik célprogramokkal lehet meghatározni. Esetünkben a feldolgozást az egyik legelterjedtebb ilyen programmal, a Geotomo Software által fejlesztett Res2Dinv elnevezésű, véges differenciás modellezési algoritmuson alapuló szoftverrel végeztük (Loke and Barker 1996). A feldolgozási eljárás eredményeként kapott mélység-szelvények a 53. ábrán láthatók. A két mérési terület jobb térbeli áttekinthetősége érdekében a szelvényeket kerítés diagramon is bemutatjuk (54. ábra). A szelvényeken a kékes színek a kis fajlagos ellenállással jellemezhető összleteket jelölik, míg a piros árnyalatok rosszabb elektromos vezetőképességre utalnak.



53. ábra: A feldolgozott fajlagos ellenállás szelvények



54. ábra: A szelvények kerítés diagramja („A” terület balra, „B” terület jobbra)

3.2.2.4 A MÉRÉSI ADATOK ÉRTELMEZÉSE

A szelvények a felső 20 m-es rétegsorról adnak információt. Az adatfeldolgozás eredményeképpen meghatározott valódi fajlagos elektromos ellenállás értékek a 8-60 ohmm közötti intervallumba esnek, ami a szakirodalmi adatok alapján részben lefedi a felszínközeli, laza üledékes képződményekre jellemző értékeket. Ezen képződmények fajlagos ellenállása elsősorban a pórusfolyadék vezetőképességétől és a szemcsemérettől függ. Agyagos képződmények esetén kiemelt szerepe van az agyagszemcsék felületi elektromos vezetésének, így a nagy agyagtartalmú üledékek fajlagos ellenállása kicsi (10. táblázat).

**10. táblázat: Üledékes képződmények jellemző fajlagos ellenállás tartományai
(Renner és társai (1970), valamint Loke (2015) alapján)**

Üledék típus	Jellemző fajlagos ellenállás intervallum (ohmm)
bentonit, kaolin	1-10
agyag	5-30
agyagmárga, márga	5-30, 15-50
iszap (kőzetliszt)	15-35
vizes homok	30-100
száraz homok	50-1000
vizes kavics	50-1000

A fajlagos ellenállás intervallumok meglehetősen tágak, és egymást átfedik, egy-egy területen azonban, ahol a talajvíz elektromos vezetőképessége kevésbé változékony, a fajlagos ellenállás alapján a különböző szemcseméretű üledékek viszonylag jól elkülöníthetők. Az értelmezésbe célszerű a rendelkezésre álló fúrásos információt is bevonni, így felhasználtuk az 6. és 7. táblázatokban bemutatott fúrási rétegsorokat.

Az „A” terület mérési szelvényeire (v_1 és v_2 szelvények) jellemző, hogy 30 ohmm-nél nagyobb fajlagos ellenállás csak a szelvények 70-150 m közötti szakaszán, a felső 0-2 m-es mélységtartományban jelenik meg, és ott is csak kisebb foltokban,. Ezek nagy valószínűséggel nem földtani hatókból származnak, inkább a felszínközeli, viszonylag száraz, mesterséges feltöltés hatását mutatják. A felső, kiszáradt zóna alatt a fajlagos ellenállásértékek csökkennek, és 4 m-nél nagyobb mélységben az ellenállásértékek sehol sem érik el a 20 ohmm-es értéket. A 20 ohmm-es izovonalakon belül minden bizonnyal nagy agyagtartalmú, tehát vízzáró képződmények helyezkednek el. Ezek magjában, lencseszerű alakzatokban 15 ohmm alatti fajlagos ellenállásértékek jellemzőek. A kisellenállású réteg alsó határa meglehetősen változékony, de a fajlagos ellenállás értékek a szelvények teljes mélységtartományára 25 ohmm alatt maradnak. Értelmezésünk szerint tehát a szelvények egy változó vastagságú feltöltés, egy alatta elhelyezkedő nagy agyagtartalmú réteg és az ennek fekvőjét alkotó iszapos aljzat hatásait mutatja.

A „B” terület esetén csak a V_4 szelvényen jelenik a nagyellenállású felszínközeli képződmény, ám ott egybefüggően. Mivel ez a mérési vonal egy részben kavicsos homokkal, vagy murvával feltöltött, gyalogút mentén meg helyezkedik el, a nagyellenállású zónát itt ismét mesterséges eredetűnek

értelmezzük. A „B” terület valamivel nagyobb fajlagos ellenállásértékekkel jellemezhető, mint az „A” jelű, a felszínközeli nagy agyagtartalmú réteg vékonyabb, és a vonalak keresztező pontja felé kiékelődik. A fekü fajlagos ellenállása 20-28 ohmm közötti intervallumba esik, ugyanakkor a szelvény legmélyebb szakaszán inkább az intervallum alsó értéke jellemző, ami az agyagtartalom ismételt megnövekedésére utal.

Mindkét területre jellemző tehát, hogy nagyobb agyagtartalmú rétegek, lencsék helyezkednek el iszapos üledékes környezetben. Ennek megfelelően területeken nincs jelentős mértékű leszivárgás, és a felszíni vizek felgyűlnek az alacsony térszínű területeken. A geofizikai mérések szerint a területen a vízzáró, vagy legalábbis nagyon kis szivárgási tényezővel rendelkező képződmények vastagsága mindenütt meghaladja a 20 m-t.

3.2.3 FÖLDRADARMÉRÉSEK

A földradar mérések fő célja a terület földtani képének pontosítása volt, mert a terület vízháztartását és ezen belül a csapadékvíz beszivárgását elsősorban a felszínközeli üledék anyaga határozza meg.

Előzetes várakozásunk szerint a várható kőzetanyag Aba keleti nagyjából kétharmadában folyóvízi kavics és homok, nyugati részén lösz. A mérésektől a folyóvízi üledék és a lösz határának pontosítását vártuk, de a radarszelvények alapján a földtani kép ennél lényegesen bonyolultabbnak adódott.

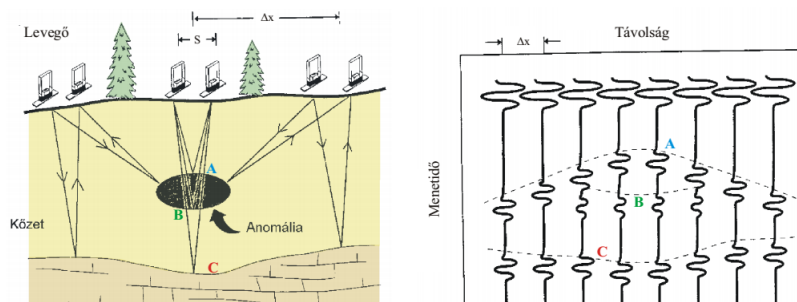
A mérések során 16 szelvény mentén több, mint 15 km-t mértünk ezzel nagyjából egyenletes hálózattal lefedve a mérési területet.

A radarméréssel párhuzamosan végzett geoelektromos szelvényezés adatai szerint a felszínközeli képződmények ellenállása rendre kisebb, mint 60 ohmm, alatta ennél is kisebb, ezért a radar, fizikai korlátai miatt, csak néhány méter mélységig képezte le a rétegsort.

3.2.3.1 A FÖLDRADAR MÓDSZER

A földradar berendezés egy adó és egy vevőantennából, a vezérlő és adatgyűjtő elektronikai egységből, valamint az adatok tárolását végző számítógépből áll. A berendezés adó része nagyfrekvenciás (10 MHz-5 GHz) elektromágneses impulzusok sorozatát bocsátja a talajba. A visszavert jeleket a vevő az idő függvényében érzékeli, azt digitalizálja és a számítógép tárolja.

A kőzetekben a radarjel terjedése a közeg fizikai tulajdonságaitól függ. Gyakorlatilag a dielektromos állandó határozza meg Az elektromágneses hullám terjedési sebességét, az elektromos vezetőképesség pedig a jel csillapodását. Ha valamely határfelületen ezen két paraméter bármelyike megváltozik, a jel egy része visszaverődik, másik része belép a következő rétegbe. Az idősorokból előálló szelvényen, ha a fizikai kontraszt lehetővé teszi, követhető a rétegződés, a földtani szerkezet, valamint felismerhetők a földalatti objektumok vagy tárgyak (55. ábra).



55. ábra. A földradar mérés vázlata és a hozzá tartozó elvi radarszelvény (SenSoft)

A radarműszer működéséhez elengedhetetlen a jelek beérkezési idejének pontos mérése. Ezért, és a nagy mérési frekvencia miatt, a mintavétel rendkívül sűrű, nagyságrendje 5-2000 ps (pikoszekundum $= 10^{-12}$ s). A beérkezési idő a hullámok közegbeli terjedési sebességétől és a rétegek mélységétől függ. A hullámok az adótól a reflexió pontig és vissza a vevőig haladnak, így a regisztrátumon a kétszeres úthoz tartozó idő jelenik meg. A hullám terjedési sebessége meghatározható, vagy legalábbis jól becsülhető az egyes rétegekben. Ez alapján az idő-szelvény mélységmetszetté konvertálható.

A mérés során a kibocsátott jel frekvenciáját az antennák határozzák meg. Nagyobb frekvenciát használva jobb felbontást, de kisebb kutatási mélységet érhetünk el. A használt frekvencia, sáv szélesség és a közeg jellemzői együttesen határozzák meg a szelvények legfőbb jellemzőit, a behatolási mélységet és a felbontóképességet.

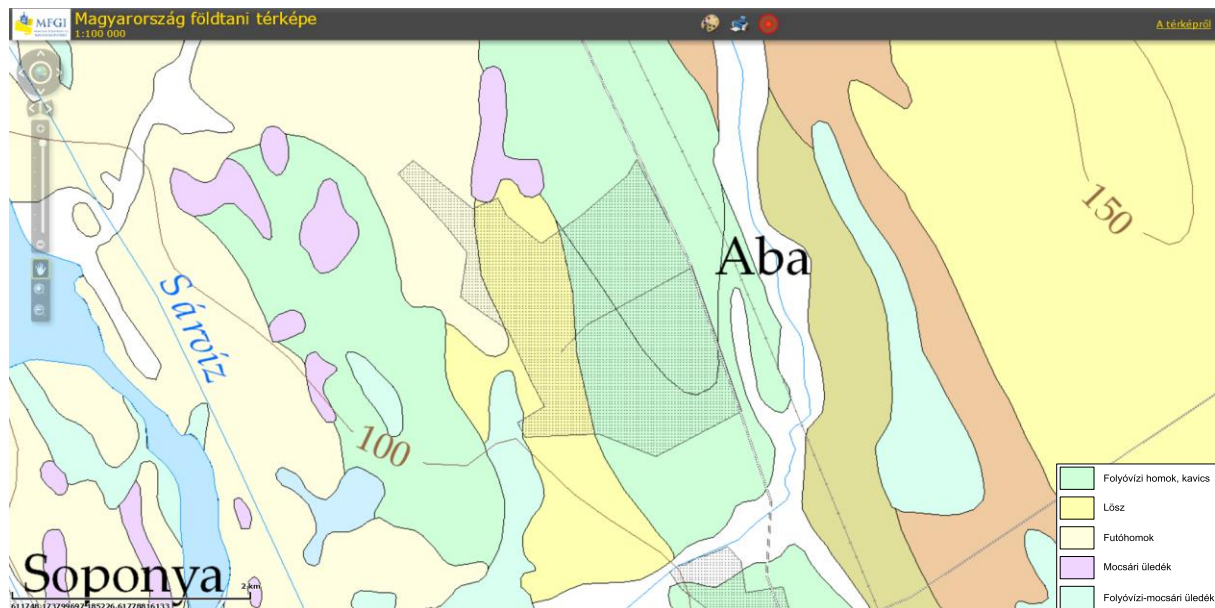
A behatolóképesség az a mélység, amely felett a visszavert jel meghaladja a zaj szintjét. Értékét a használt frekvencia, a közeg elektromágneses tulajdonságai, a földradar berendezés és az antennák érzékenysége, valamint az erősítők és a környezet zaja együtt határozza meg.

A felbontás definíciója a geofizikában a hullámhossz fele. A definíció alapja, hogy a hullámhossz felénél kisebb fáziskülönbségű hullámok egymással interferálva gyakorlatilag egybeolvadnak, a két hullámcsomag jelenlétét elsősorban a jel amplitúdójának változása jelzi. Tehát két olyan réteghatár, amelyek távolsága kisebb, mint a hullámhossz fele, nem jelölhető ki egyértelműen. A felbontás a mérőeszköztől független, csak a jel frekvenciája és a közegben terjedő hullám sebessége határozza meg (hányadosuk reciproka a hullámhossz).

A mérés során digitális idősorok rendszere áll elő, amelyek további feldolgozásra alkalmasak. A feldolgozás célja a jel/zaj viszony javítása, zaj alatt értve minden olyan beérkezést, ami nem a vizsgált objektumról származik.

3.2.3.2 A MÉRÉSEK

A földradar méréseket április 12. és 15. között, a módszer szempontjából kedvező, száraz időszakban végeztük. A szelvényeket a terület 1:100 000 földtani térképén látható, közel É-D-i irányú szerkezeti egységek alapján (56. ábra) K-Ny irányúra terveztük. A magas talajvízszint miatt a várható behatolási mélység néhány méter volt. A méréseket az utcákon, helyenként föld-, máshol aszfalt burkolatú utakon tudtuk végrehajtani, ezért a szelvények felső 0,5 m-e nem tartalmaz földtani információt. A vízvezetékek és a csatornák nyomvonalát kerültük, de az egyes házak bekötéseit kereszteztük, azok meg is jelennek a felvételeken.



56. ábra. A terület 1:100000-es földtani térképe

A mérések során kiderült, hogy a földtani kép a kis felbontású térképen láthatónál lényegesen bonyolultabb, ezért a szelvényhálózatot az É-D irányú utcákra is kiterjesztettük. A témavezető kérésére méréseket végeztünk Abától D-re, a patak gátján, illetve szakmai érdeklődésből a területtől keletre, más földtani képződményen is. A mérések nyomvonalát az 56. ábrán, helyszínrajza a szelvények számával és a vonal menti távolságokkal az 57. ábrán látható, míg az egyes szelvények hossza és a hozzájuk tartozó mért csatornák száma az 13. táblázatban található.

A méréseket SIR-20 radarberendezéssel, árnyékolt, 200 MHz-es antennával végeztük (57. ábra), a pozíciókat GPS-szel rögzítettük. Az időszak egy részében rendelkezésünkre állt mérőkerék, ekkor a térbeli mintavételt 10 cm-nek választottuk. A kerék nélkül, idő alapon, 64 csatornát mértünk másodpercenként. A szelvényeket, a gáton mérttől eltekintve, ugyanazokkal a mérési paraméterekkel (felvételhossz, időbeli mintavétel, erősítés) rögzítettük.



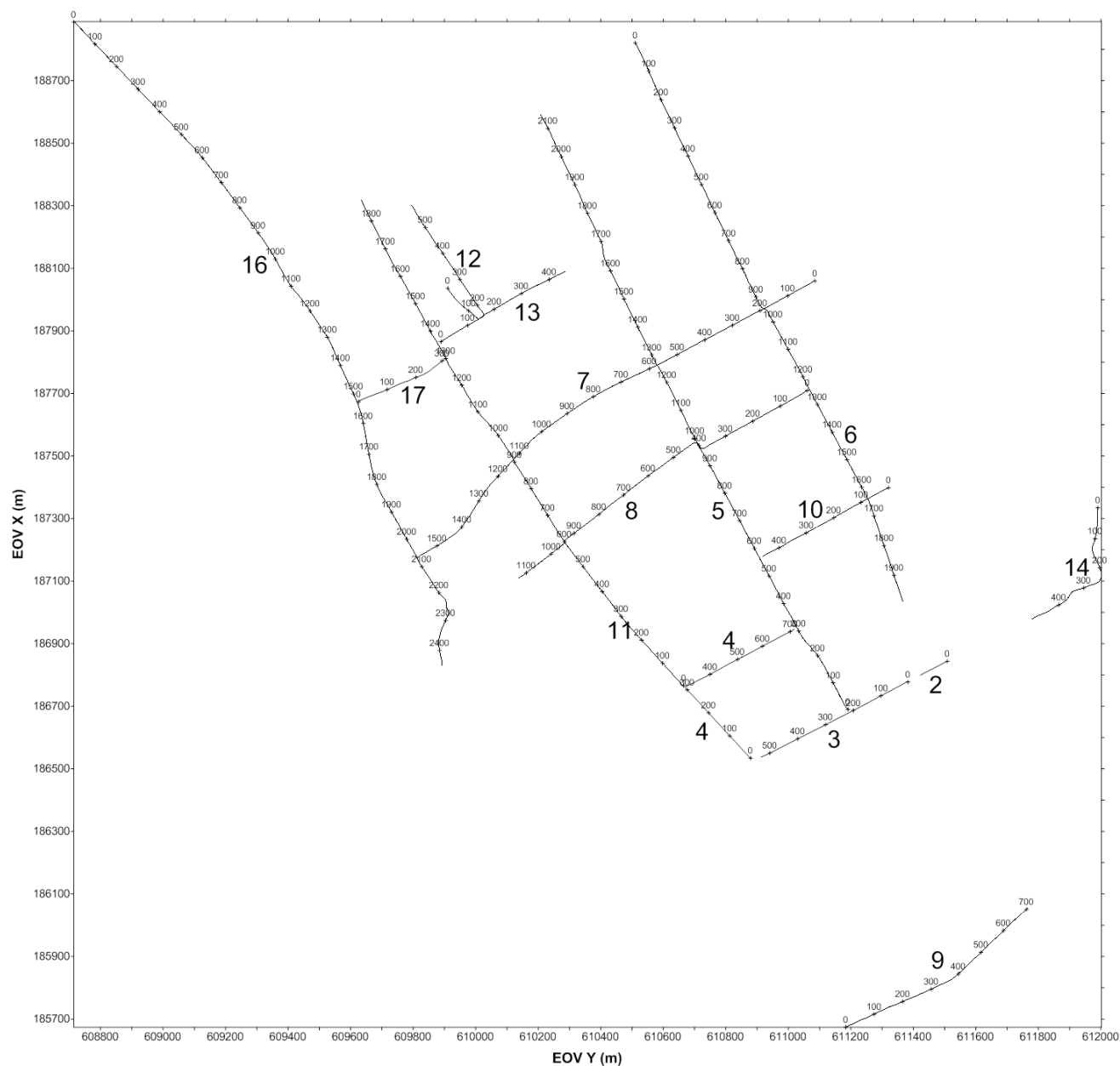
57. ábra. Földradar mérés



58. ábra. A radarmérések nyomvonala

11. táblázat: A szelvények hossza és csatornaszáma

Szelvény sorszáma	Szelvény hossza	Mért csatornák száma (db)
2	97 m	974
3	530 m	5326
4	715 m	5134
5	2159 m	53886
6	1909 m	41598
7	1561 m	20510
8	1130 m	21358
9	705 m	19902
10	459 m	8366
11	1875 m	33966
12	583 m	13262
13	457 m	10110
14	498 m	12238
15	104 m	1038
16	2248 m	24622
17	310 m	3054
Összesen:	15340 m	275344



3.2.3.3 ADATFELDOLGOZÁS

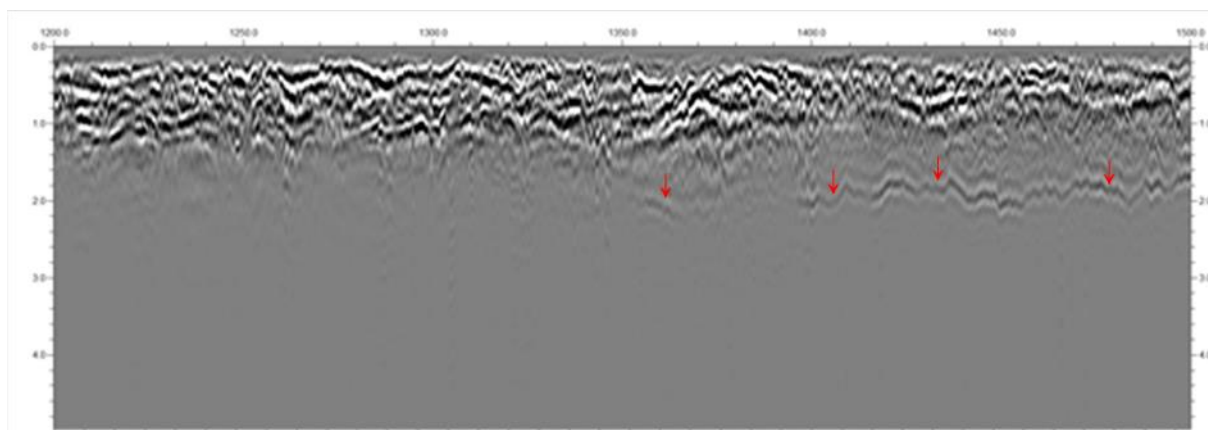
A feldolgozás során a következő műveleteket végeztük el:

- 0 idő keresés (timezero correction): a radar fénysebességet mér, ezért a felvételnek nincs abszolút 0 ideje, ezt a levegőben terjedő direkt hullám alapján lehet meghatározni.
- Interpoláció (rubberbanding): a GPS adatok átalakítása EOVS koordinátákká, majd ezek alapján a mért csatornák 10 cm-es lépésközűre transzformálása. Mérőkerék használata esetén a művelet nem szükséges.
- Háttér eltávolítása (background removal): a minden csatornán megjelenő koherens zajok eltávolítása. Esetünkben f-k (frekvencia-hullámszám) tartománybeli szűrővel történt.
- Erősítésszabályozás (AGC, Automatic Gain Control): a jel gömbi szóródás és közegbeli csillapodás miatti veszteségének kompenzálása.
- Mélységkonverzió (depth transformation): a mért idők mélységgé transzformálása. A számításokhoz a talajnedves száraz homokra, kavicsra jellemző 0,1 m/ns sebességet használtuk.
- Behatolási mélység számítása: annak a mélységnek a megállapítása, ahol a jel a maximális érték 100-ad részére csökken.
- Térképek készítése: adott mélységenként meghatározott paraméterek meghatározása a szelvényekből és ezek ábrázolása.

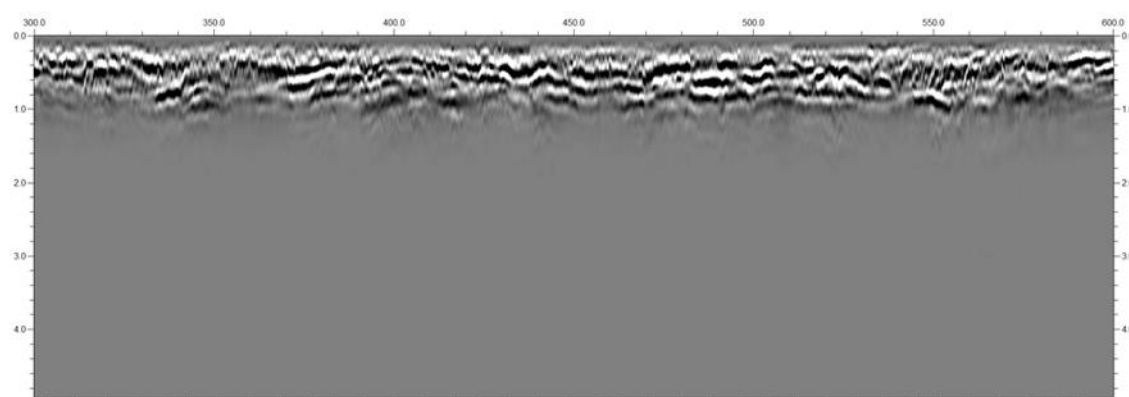
Az eredmény szelvényeken a vízszintes tengely a kezdőponttól mért távolságot, a függőleges a felszíntől számított mélységet jelenti méterben.

3.2.3.4 EREDMÉNYEK

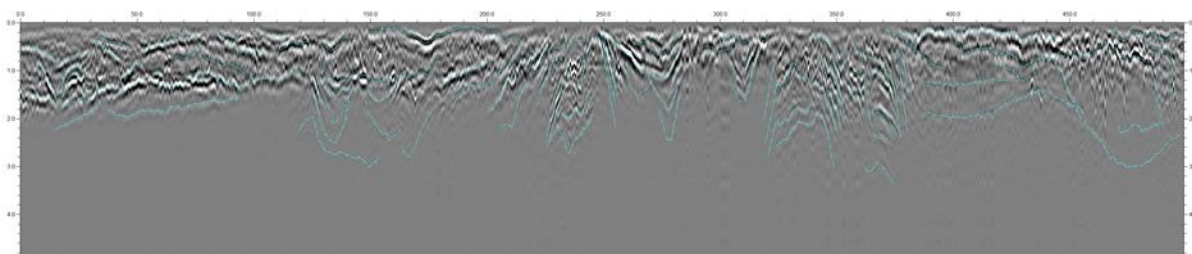
A 16 db szelvényt a megjeleníthetőség kedvéért 300 m-es darabokra vágtuk és a mellékletben mutatjuk be. Itt csak néhány jellegzetes szelvény alapján próbáljuk meg láttatni a jellegzetességeket. A 60. ábra egy jobb behatoló képességű szelvényt mutat, amelynek jobb oldalán, kb. 1350 m-től jól látható egy, piros nyilakkal jelölt, 1,6-2,0 m között ingadozó mélységű réteghatár. A 61. ábrán egy olyan szelvény látható, amelyen a jel az agyagos rétegsorban erősen csillapodik. A 62. ábrán egy jellegzetes, jól rétegzett homokos rétegsor fölött készült szelvényt mutatunk be, amelyen néhány jellegzetes, az egész földtani szerkezetről képet adó réteghatárt világoskékkel jelöltünk. Jól látható, hogy még ebben az esetben is kicsi a behatoló képesség, a víztartalom a mélységgel gyorsan nő. A 63. ábra a domborzat hatását mutatja a szelvényen. a két oldalon látható, piros színnel jelölt, ellenkező irányban dőlő reflexiók nem egy dőlt felületet jelentenek, hanem egy közel vízszintes réteghatárt, a látszólagos dőlést a köztük levő domb okozza. A jellegzetes reflexiókat itt is világoskékkel jelöltük.



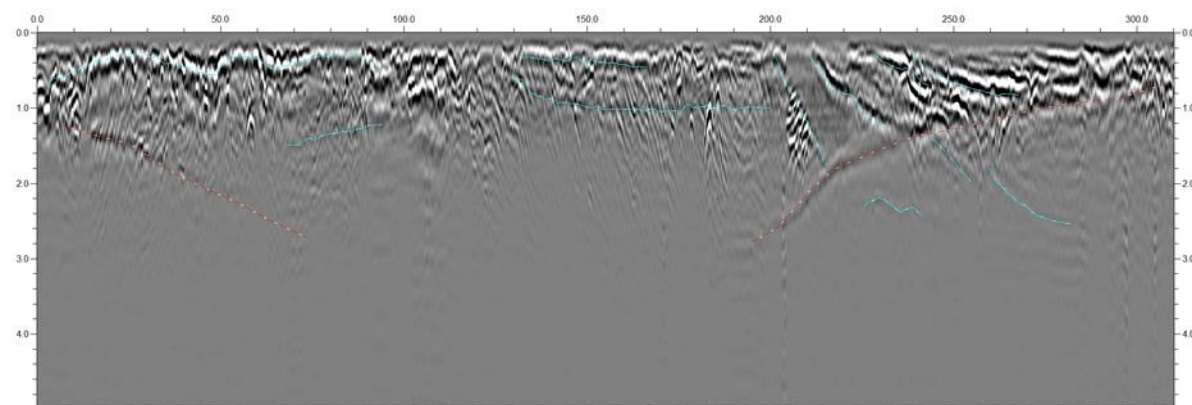
60. ábra. Jobb behatolóképességű szelvény 2 m körüli mélységben megjelenő réteghatárral



61. ábra. Agyagos rétegsor, erősen csillapodó jellel



62. ábra. Jellegzetes homokos rétegsor



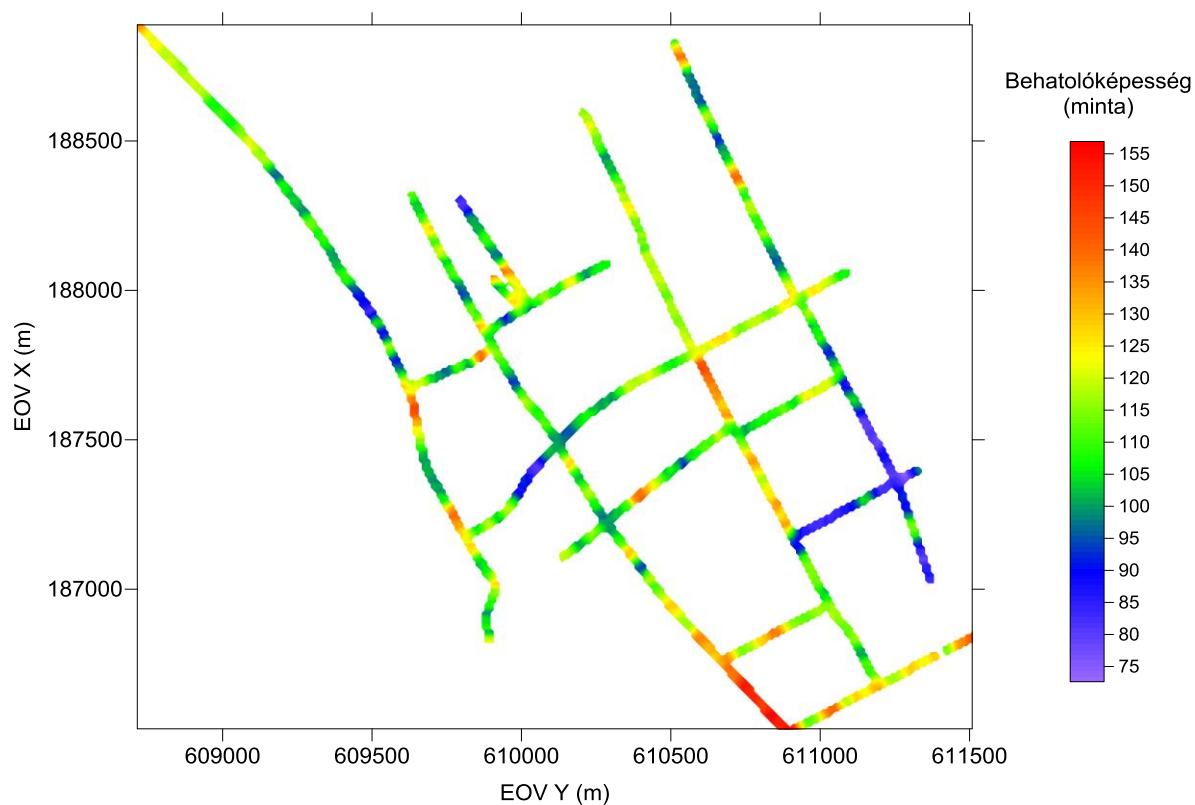
63. ábra. Domborzat megjelenése a radarszelvényen

Bár az egyes szelvények sok információt adnak a rétegsorról, de a nagy számuk miatt összehasonlításuk nehézkes, a sok kereszteződés miatt a hálózat átláthatatlan, ezért a feldolgozás során bizonyos szemléltető paraméterek ábrázolására törekedtünk..

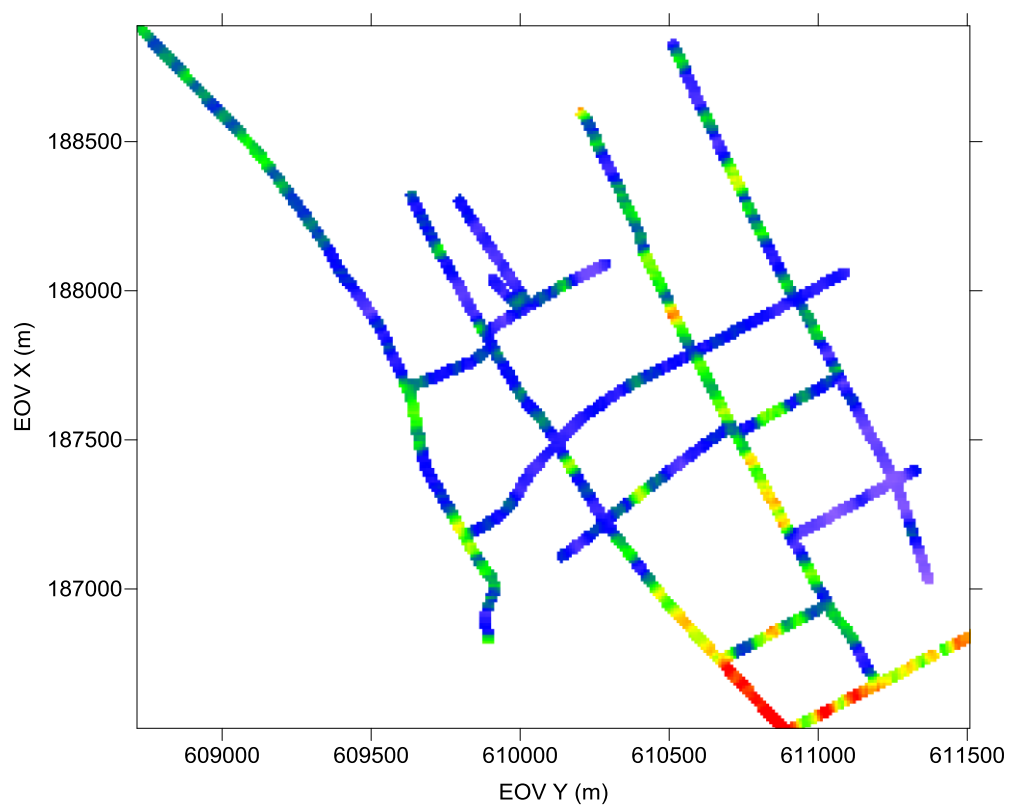
Először is minden, a település belterületén mért szelvény mentén meghatároztunk egy behatolási mélységgel arányos paramétert, esetünkben azt a mélységet, ahol a jel az eredeti amplitúdójának a tized részére csökken (azért csak a tizedére, mert a felszínközeli rétegeket vizsgáljuk és a zaj tartományon mindenképpen kívül akarunk maradni). A behatolási mélység az elektromos ellenállással egyenesen arányos, nagyobb szemcsenagyság esetében nagyobb ellenállás, és így nagyobb behatoló képesség várható. Tehát minél nagyobb mélységben csökken le a jel amplitúdója az adott mértékben, annál nagyobb a rétegek kavics, illetve homok tartalma. Mivel azonban a rétegek összetétele a mélységgel változik, a különböző mértékű csillapodáshoz különböző leképezés tartozik. Mivel a behatoló képességnek nincs önálló fizikai jelentése, ezért a mélységet az egyszerűség kedvéért mintában mértük. A 90% csillapodáshoz tartozó behatoló képesség (relatív ellenállás/szemcsenagyság) térképet a 64. ábra mutatja. A kapott térkép erősen változékony, nem emlékeztet a terület földtani térképére. A 90% csillapodás minimális mélysége (75 minta) kb. 36 cm, míg a maximuma (155 minta) nagyjából 76 cm mélységnek felel meg.

Egy másik lehetőség a szemléltetésre az, amikor a 3D feldolgozáshoz hasonlóan időmetszeteket készítünk. Esetünkben a ritka hálózat miatt valójában nem is térképet, hanem színekkel kódolt paraméterű vonalhálózatot kapunk. A színek az adott időablakban a jel amplitúdó-maximumának abszolút értékét jelentik (65-67. ábrák). A feldolgozás során elég nagy időablakokat kellett megadni, hogy nagy valószínűséggel legyen bennük reflexió. Nagy amplitúdó esetén az időablakban még erős a jel, ami jó közelítéssel kis csillapodást jelent. Itt is érvényes a fenti összefüggés: kis csillapodás, nagyobb jellemző szemcseméretű rétegsor. A következőkben bemutatott térképeken a piros színek a nagy, a kékek a kis amplitúdókat jelölik, minél kékebb a szín annál nagyobb relatív agyagtartalmú a vizsgált mélységtartomány. A piros színnel jelölt helyeken a beszivárgás gyorsabb, mint a kékeken. Természetesen ebből a szempontból a domborzat is lényeges, amit most nem vizsgáltunk.

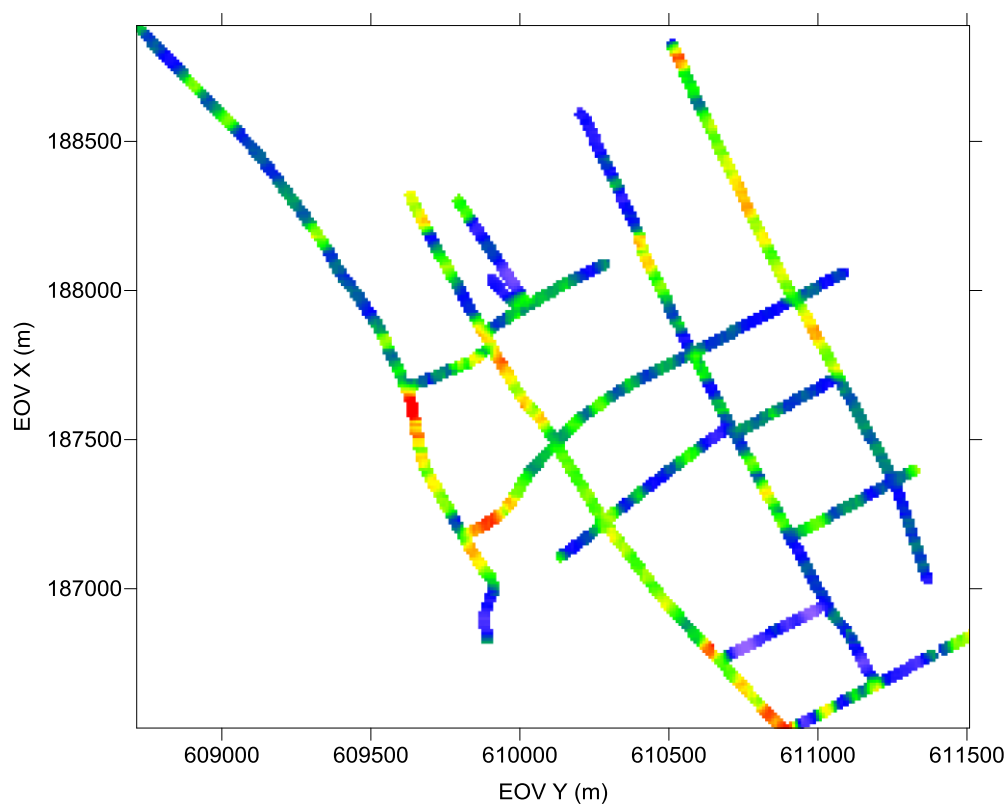
A vizsgálatokat 0,5 m-nél kisebb (az útszerkezet miatt) és 2,5 m-nél nagyobb mélységben nem volt értelme elvégezni. Meg kell még jegyezni, hogy a mélység növekedésével a jel amplitúdója exponenciálisan csökken, ezáltal a jel/zaj viszony is rohamosan romlik, ezért az értelmezésnél némi óvatosság nem árt.



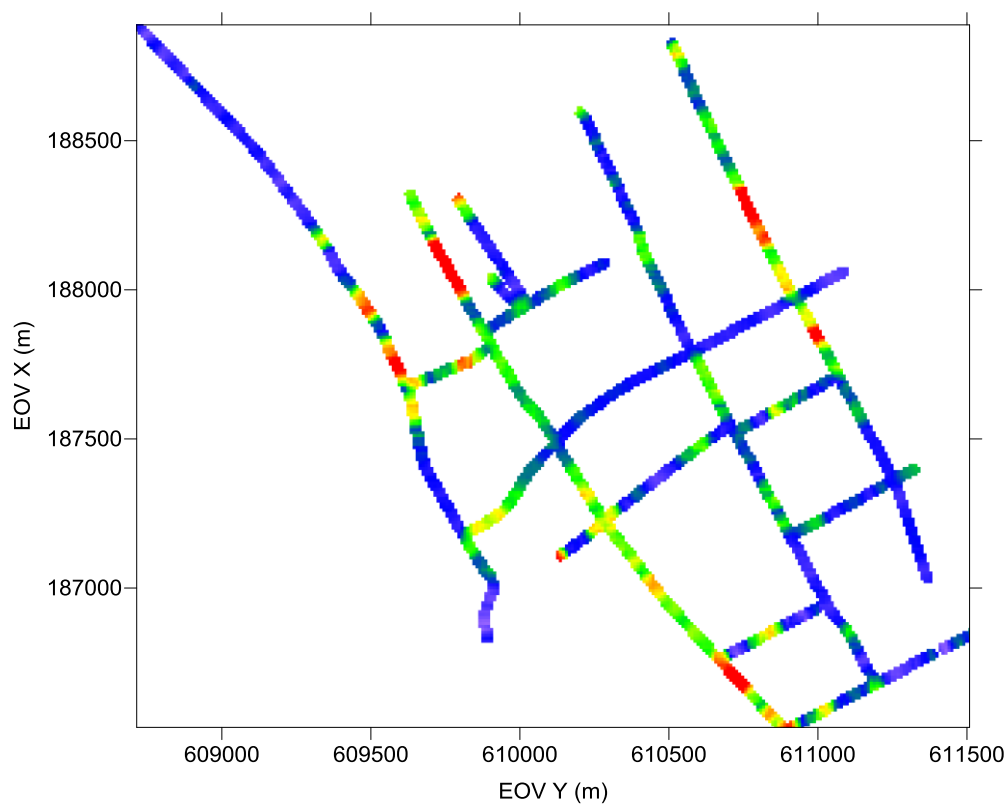
64. ábra. 90% csillapodáshoz tartozó behatolási mélység térkép



65. ábra. Maximális amplitúdó az 50-100 cm mélységtartományban



66. ábra. Maximális amplitúdó a 100-150 cm mélységtartományban

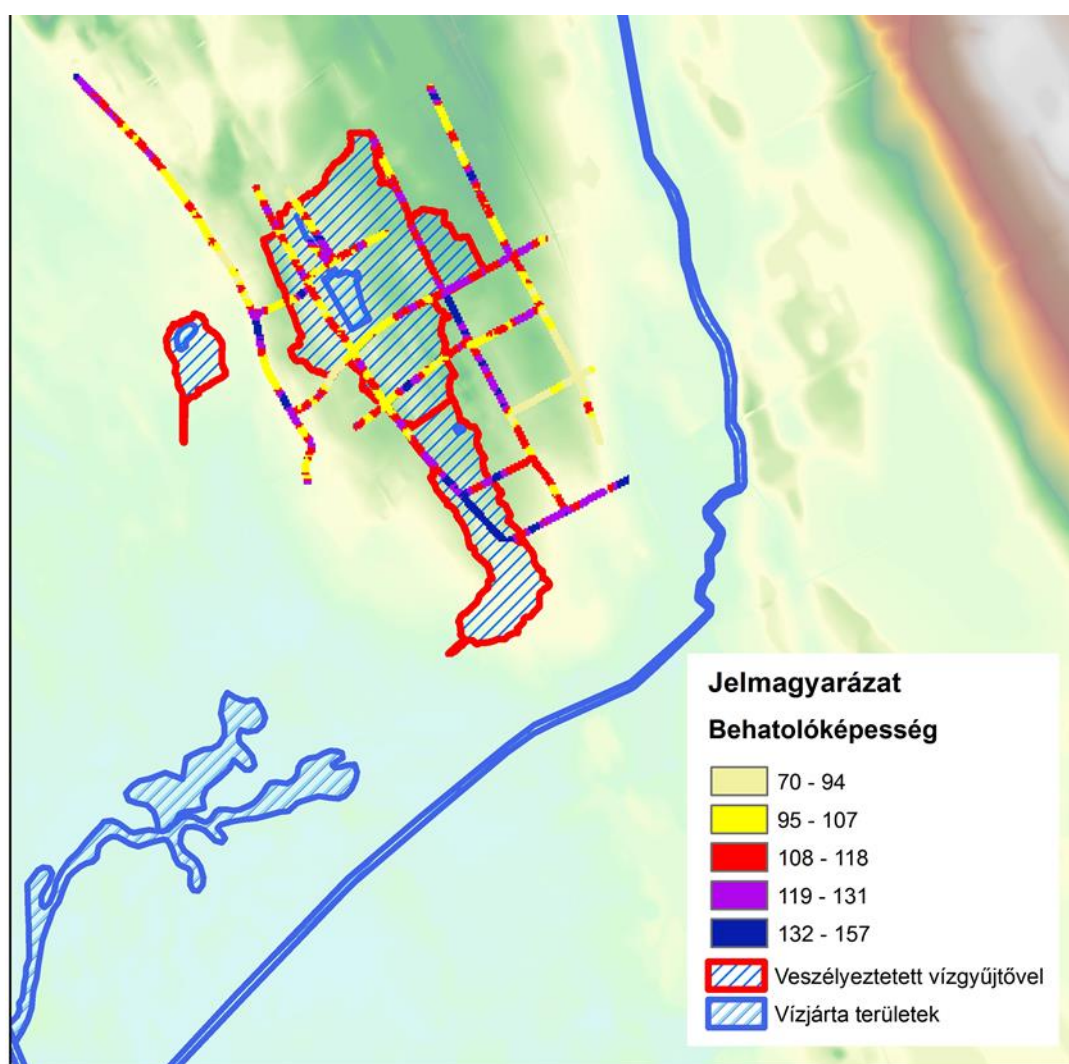


67. ábra. Maximális amplitúdó a 200-250 cm mélységtartományban

3.2.4 AZ EREDMÉNYEK INTEGRÁLT ÉRTELMEZÉSE

Az integrált értelmezés célja az volt, hogy a geofizikai mérési eredményeket összevetettük a mintaterületen folytatott hatásvizsgálatok során kapott eredményekkel, ezáltal a veszélyeztetett zónák kijelölésének további pontosítására nyílt lehetőség.

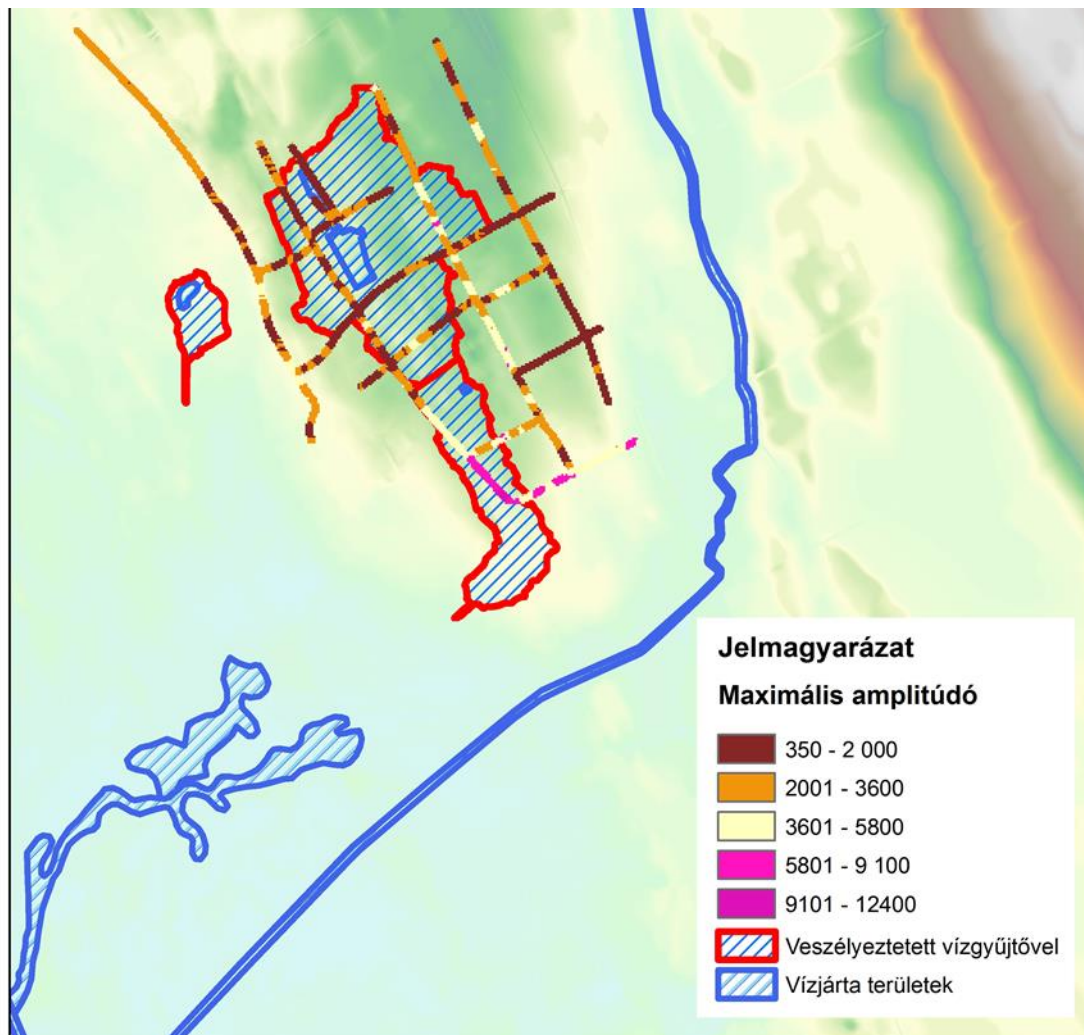
Az integrált értelmezés során megvizsgáltuk, hogy hol találhatók a földradar méréseken kijelölt olyan zónák, ahol a földtani felépítés miatt (nagy agyagtartalom, amit az elektromágneses hullámok erőteljes csillapodása indikál) várhatóan lassú a csapadékvíz felszíni beszivárgásának sebessége. Ahol ezek a zónák egybeesnek a hidrológiai elemzések, lejtési viszonyok, felszínborítás, stb. alapján kijelölt veszélyeztetett területekkel, ott az intenzív csapdék hullással szembeni kiemelkedő sérülékenységről beszélhetünk.



68. ábra: Elektromágneses hullámok behatolóképesége és a veszélyeztetett területek

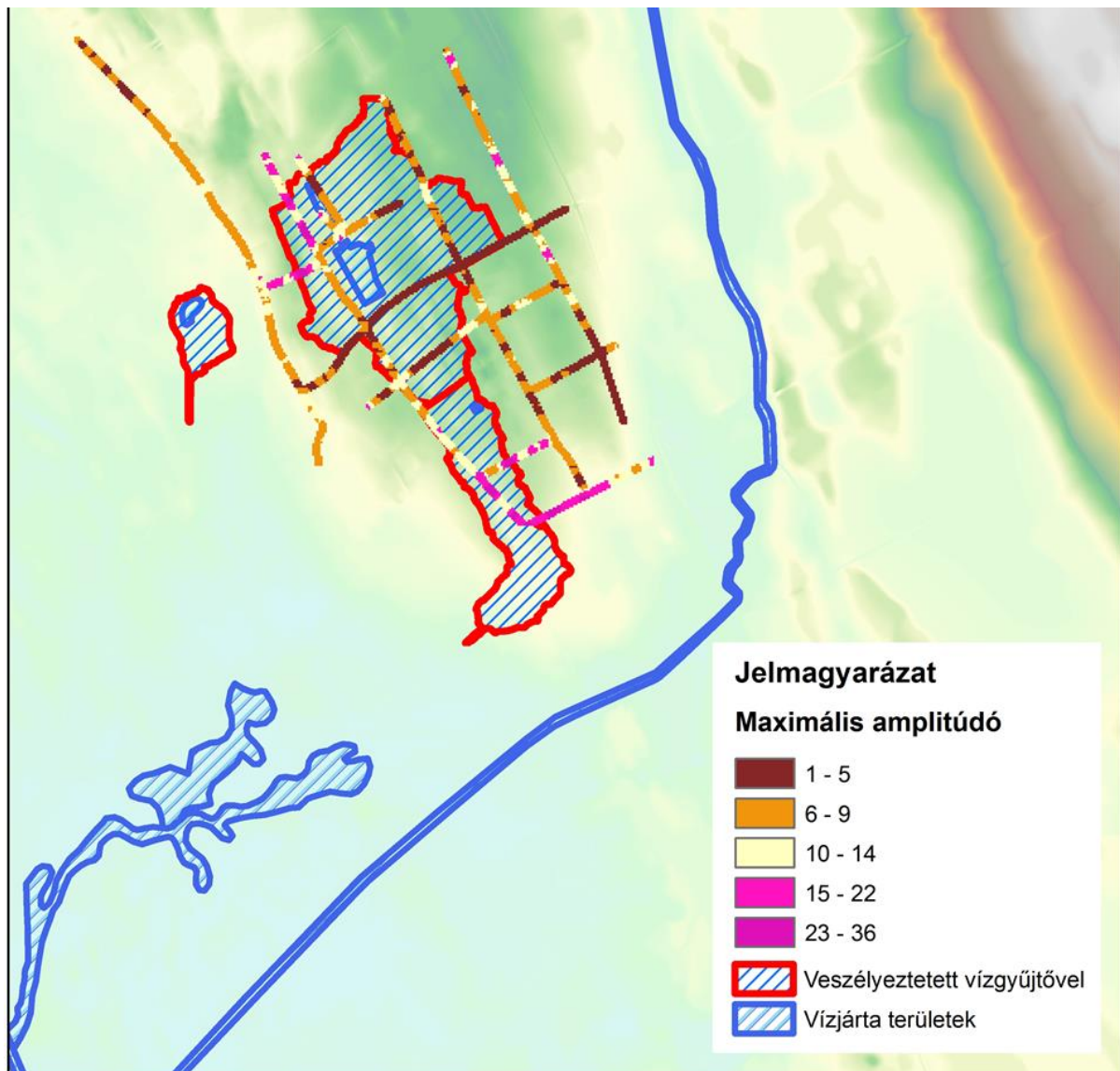
A 68. ábrán a 64. ábrán bemutatott, az elektromágneses hullám behatolási mélységét jellemző paraméter eloszlását láthatjuk. A földtani rétegsor csapadékvíz elvezetése szempontjából rossznak ítéltető (tehát magas agyag tartalmat jelző) területek a sárga színnel jelölt (90-107 mintához tartozó)

részekre esnek. Az ábrán így kijelölhetők a különösen sérülékeny területek. A többi, hasonló anomáliával jellemezhető terület kívül esik a lejtési és hidrológiai viszonyok alapján kijelölt veszélyeztetett területen, így itt önmagában a magas agyagtartalom nem jelent sérülékenységi kockázatot.



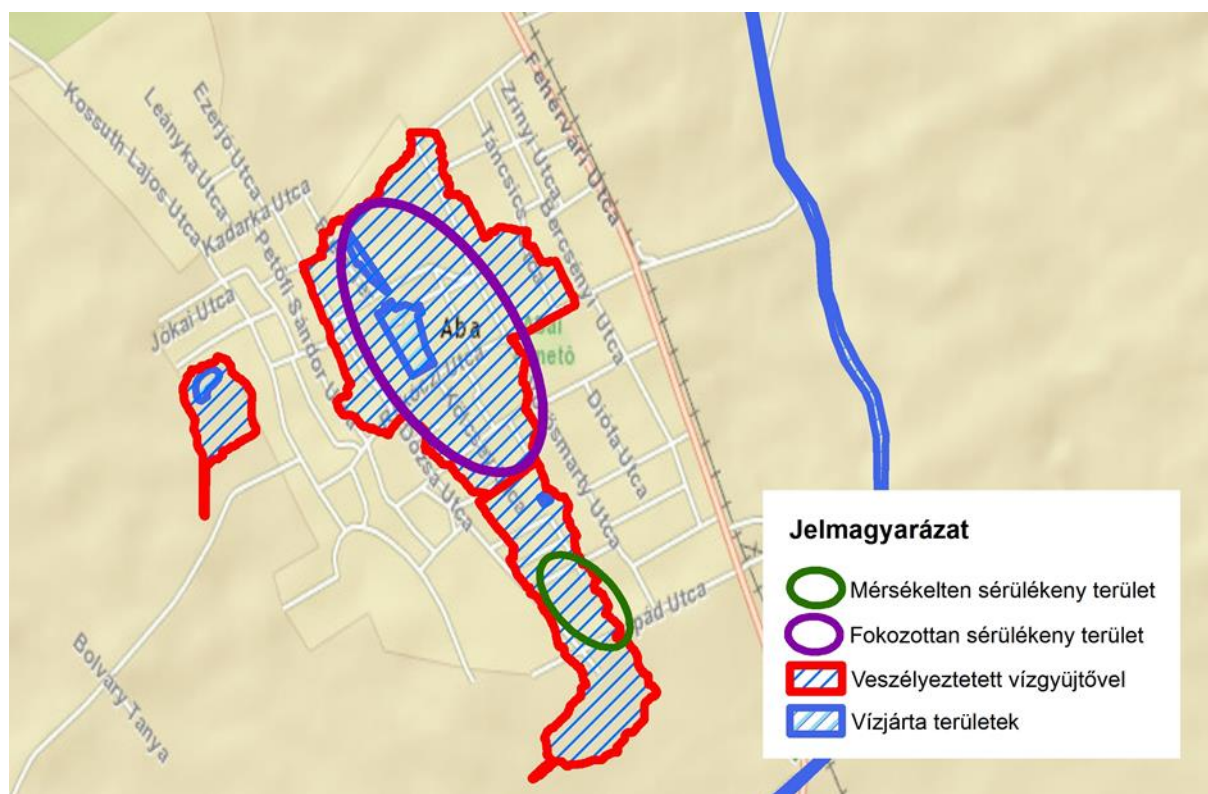
69. ábra: Elektromágneses hullámok maximális amplitúdója 0,5-1,0 m mélységben és a veszélyeztetett területek

A 69. és 70. ábrákon két mélységtartományban (0,5-1,0 m, ill. 2,0-2,5 m) látható az elektromágneses hullámok amplitúdójának alakulása a veszélyeztetett területeken. Itt a nagyobb csillapodás, tehát a kisebb amplitúdó (barna színnel jelölve) jelenti a nagyobb agyagtartalmat, vagyis a rosszabb vertikális vízelvezetési képességet. Megfigyelhető, hogy a veszélyeztetett területen a nagyobb mélységben kisebb az agyagtartalom, így magasabbak a csillapodás maximumok.



70. ábra: Elektromágneses hullámok maximális amplitúdója 2,0-2,5 m mélységben és a veszélyeztetett területek

A maximális amplitúdó paraméter alapján a veszélyeztetett terület ÉNY-i harmada egyértelműen fokozottan sérülékenynek tekinthető, míg az DK-i rész jó vertikális vízelvezetési tulajdonságokkal rendelkezik (jó behatolóképeség, magas amplitúdó–kis csillapodás), így földtani szempontból mérsékelten sérülékeny (71. ábra). A fajlagos elektromos ellenállás módszerrel vizsgált, „A” és „B” jelű területek egyértelműen a kiemelten sérülékeny zónához tartoznak.



71. ábra: Sérülékeny zónák minősítése a geofizikai kutatás alapján

4 A NEMZETI ALKALMAZKODÁSI TÉRINFORMATIKAI RENDSZER INFORMATIKAI TESZTELÉSÉNEK EREDMÉNYEI

4.1 A TESZTELT KÖRNYEZETEK BEMUTATÁSA ÉS A TESZTELÉS MÓDSZERTANA

nater.mfgi.hu – a NATÉR alapportálja.

Elérhető a nagis.hu url alatt is. Drupal7 tartalomkezelő (CMS) környezetben. Az alapvető információközlésen túl két fő aloldala van

1. [nater.mfgi.hu/registráció](http://nater.mfgi.hu/registracio) (<http://nater.mfgi.hu/hu/node/30>) – a rendszer védett részeihez való hozzáféréshez szükséges regisztráció itt kezdeményezhető.
2. nater.mfgi.hu/metaadat (<http://nater.mfgi.hu/hu/node/34>) – a NATÉR adatrétegek metaadatai itt érhetők el.

A kezdőoldalt és a két fő aloldalt egyszerre vizsgáltuk, így az alábbi eredmények mindhárom oldalra érvényesek.

geonetwork.mfgi.hu

A tesztelés során kiderült, hogy a metaadat oldal valójában nem a nater.mfgi.hu portál részeként üzemel, hanem egy másik szerveren – geonetwork.mfgi.hu – fut. Ezt a szolgáltatást így a tervezett munkán felül ellenőriztük.

map.mfgi.hu/nater_client – a NATÉR adatbázis-kezelő felülete

Böngészőben futtatható adatbáziskezelő felület, mely a NATÉR adatrendszer numerikus adatait tartalmazó adatbázis használatát hivatott szolgálni. A felület-szerkesztési és jogosultságkezelési funkciókkal is rendelkezik. Az alkalmazás Microsoft környezetben (Windows Server 2012, Microsoft SQL 2012) fut. A tesztelés időszakában a megadott url-en nem volt elérhető az alkalmazás és a fejlesztők tájékoztatása szerint a jövőben sem ezen a címen lesz megtalálható, hanem itt: <http://nater.mfgi.hu/geodat/>.

map.mfgi.hu/nater – a NATÉR térképszervere

Webes térképböngésző felület, mely fő feladata a NATÉR adatrétegek térképi bemutatása. A térképi alkalmazás a webes böngészésen túl keresési és exportálási funkciókkal is rendelkezik. Az alkalmazás egy Microsoft környezetbe (Windows Server 2012, Microsoft SQL 2012) telepített ArcGIS for Server és annak a Portal for ArcGIS kiterjesztése. A tesztelés időszakában nem állt rendelkezésre a megadott elérhetőségen a szerver. Az elérhető és tesztelt url-ek a következők voltak:

- http://map.mfgi.hu/test/nater_003/
- http://map.mfgi.hu/test/nater_004/
- http://map.mfgi.hu/test/nater_005/

Ezek a még fejlesztés alatt lévő, de már elérhető publikus térképi portál különböző időpillanatokban elérhető állapota. A tesztelés szempontjából az utolsó (2016.04.13.) állapot eredményei mérvadóak, a korábbiakat nem tartalmazza ez a jelentés.

4.1.1 A TESZTELÉS MÓDSZERTANA

Terheléses teszt

Célja: növekvő felhasználószám mellett vizsgálni a rendszer válaszáideje.

Tesztelendő egyidejű felhasználói számok: 100, 200, 500.

A felhasználók bejelentkeztetésének késleltetése (másodperc): 1

Egy felhasználás során megtekintett oldalak száma: 3

Tűrőpróba teszt

Célja: hosszú ideig tartó folyamatos terhelésre hogy reagál a szerver

Tesztelendő egyidejű felhasználói számok: 100, 200, 500.

A felhasználók bejelentkeztetésének késleltetése (másodperc): 1

Stressz teszt

Célja: hirtelen terhelést modellezni. Rövid idő alatt komoly terhelés éri a szervert.

Tesztelendő egyidejű felhasználói számok: 100, 200, 500.

A felhasználók bejelentkeztetésének késleltetése (másodperc): 0,1

Egy felhasználás során megtekintett oldalak száma: 4

Kapacitás teszt

Célja: kimutatni, hogy mennyi felhasználót és milyen folyamatokat tud stabilan kiszolgálni a rendszer.
Az előző három tesztelés ötvözése.

A teszteléshez javasolt alkalmazások:

- WEBPAGETEST – előzetes tájékozódáshoz és a végső módszertan kialakításához (<http://www.webpagetest.org/>).
- PageSpeed Tools – előzetes tájékozódáshoz és a végső módszertan kialakításához (<https://developers.google.com/speed/pagespeed/>).
- Apache JMeter – a teljes körű tesztelés végrehajtásához (<http://jmeter.apache.org/>).
- System Test for the Web – a térképszerver teszteléséhez (<http://www.arcgis.com/home/item.html?id=e8bac3559fd64352b799b6adf5721d81>).
- System Monitor – a térképszerver teszteléséhez (<https://www.arcgis.com/home/item.html?id=848f48b0f88e4de7a036377197453efe>).

4.2 AZ ELVÉGZETT INFORMATIKAI TESZTELÉSEK EREDMÉNYE

A tesztelési folyamatokat különböző napszakokban, hétköznap és hétvégén is futtattuk. Az alább bemutatott eredmények tekinthetők mérvadónak. A teszteléshez az esetek túlnyomó többségében a JMeter 2.13 szoftvert alkalmaztuk. A tesztelési folyamatokat egy véletlenszerű késleltetési modullal (uniform random timer) futtattuk. Ezzel próbáltuk modellezni az emberi felhasználás eltérő cselekvési sebességét. Tehát két egymást követő „teszt felhasználó” ugyanazt a folyamatot eltérő futásidővel is végezhetette.

4.2.1 NATER.MFGI.HU TESZTELÉSE

Az alapportál gyakorlatilag leterhelhetetlen. Egyszerű oldalak, kevés tartalommal. Az indító oldalon (kezdőlap) kívül teszteltük a regisztrációs oldalt (regisztráció) és a pdf generálást (pdf generálás) valamint a metaadat oldalt. Külön tételként szerepel a tesztekben a metaadat motor – geonetwork.mfgi.hu – a válaszeredménye (metaadat_gntw). A terheléses teszt eredményei (100 és 500 kérésre) alapján nem mutatható ki érdemi eltérés:

12. táblázat: Az alapportál terheléses tesztjének eredménye (forrás: TR Consult Kft.)

Oldal	Kérések száma	Válaszidő (ms)			Hiba (%)	Válasz/sec
		Átlag	Min	Max		
Kezdőlap	100	119	116	126	0	1,0
Kezdőlap	500	119	114	136	0	1,0
Metaadat	100	78	75	82	0	1,0
Metaadat	500	78	74	92	0	1,0
Metaadat_gntw	100	104	95	187	0	1,0
Metaadat_gntw	500	105	97	311	0	1,0
Regisztráció	100	79	76	83	0	1,0
Regisztráció	500	79	75	84	0	1,0
Pdf generálás	100	984	973	1006	0	1,0
Pdf generálás	500	984	973	1011	0	1,0

Tűrópróba teszt: a teszt során folyamatosan jelennek meg az újabb és újabb felhasználók, míg a korábban bent lévőek sem lépnek ki, hanem ismétlik a folyamatokat. Így az oldal terhelése fokozatosan nő.

A tűrópróba teszt kimutatta, hogy az alapportál 100 felhasználó esetén már jelentkeznek időtúllépések, és 200 felhasználó esetén már a kérések 25%-a válasz nélkül marad. 500 felhasználó esetén közel 80%-os hibaértéket kapunk.

13. táblázat: Az alapportál tűrőpróba tesztjének eredménye (forrás: TR Consult Kft.)

Oldal	Egyidejű felhasználó	Kérések száma	Válaszidő (ms)			Hiba (%)	Válasz/sec
			Átlag	Min	Max		
Kezdőlap	100	392	3238	117	48265	0,06	3,73
Kezdőlap	200	1013	4842	55	37240	18,56	3,8
Metaadat	100	369	2657	35	32671	0,06	3,52
Metaadat	200	987	3876	53	38179	24,21	3,7
Metaadat_gntw	100	28847	107	2	3109	0,1	27,2
Metaadat_gntw	200	64889	184	2	3925	0,21	324,3
Regisztráció	100	347	2945	77	32346	0,05	3,31
Regisztráció	200	961	4094	54	44200	25,08	3,7
Pdf generálás	100	329	6575	219	62519	0,11	3,14
Pdf generálás	200	937	21119	90	111237	13,23	3,6

Stressz teszt: Másodpercenként 10 új felhasználó bejelentkeztetése. A stressz tesztből látszódik, hogy a hirtelen megnövekedő terhelést 200 felhasználó esetén még lekezezi a rendszer, 500 felhasználónál már 33-38%-ban hibát jelez a kérésekre. 260-300 felhasználószám között jelentkezik az első hiba. Kivéve a metaadat motort, az elbírja még az 500 felhasználót is.

14. táblázat: Az alapportál stressz tesztjének eredménye (forrás: TR Consult Kft.)

Oldal	Kérések száma	Válaszidő (ms)			Hiba (%)	Válasz/sec
		Átlag	Min	Max		
Kezdőlap	100	2811	128	9003	0	6,73
Kezdőlap	200	4437	128	16673	0	5,48
Kezdőlap	500	12462	119	64645	33,6	5,088
Metaadat	100	2839	157	8719	0	5,46
Metaadat	200	5114	86	15453	0	4,308
Metaadat	500	9880	81	63255	37,6	4,958
Metaadat_gntw	100	100	36	157	0	9,9
Metaadat_gntw	200	97	34	157	0	2
Metaadat_gntw	500	97	34	252	0	10
Regisztráció	100	100	3991	128	0	4,08
Regisztráció	200	5274	83	14063	0	4,288
Regisztráció	500	9035	85	60563	38,6	3,738
Pdf generálás	100	100	7994	1216	0	2,97
Pdf generálás	200	14082	1033	34286	0	3,088
Pdf generálás	500	24498	162	79100	0,6	3,578

4.2.2 NATER.MFGI.HU/GEODAT/ TESZTELÉSE

Valójában tesztelt környezet: srv-sql/nater_client (MFGI intranet)

A felület mögött egy saját terhelést is figyelő és működést biztosító rendszer található. A paraya keretrendszer az alábbi beállításokkal dolgozik:

- max. egyidejű felhasználás: 100
- timeout: 900 sec

Ezek ismeretében a terheléses tesztelés eredménye:

15. táblázat: Az geodat stressz tesztjének eredménye (forrás: TR Consult Kft.)

Oldal	Kérések száma	Válaszidő (ms)			Hiba (%)	Válasz/sec
		Átlag	Min	Max		
Geodat	100	6	4	22	0	10,7
Geodat	500	6	4	12	0	1

A tűrőpróba teszt eredményei:

16. táblázat: Az geodat tűrőpróba tesztjének eredménye (forrás: TR Consult Kft.)

Oldal	Egyidejű felhasználó	Kérések száma	Válaszidő (ms)			Hiba (%)	Válasz/sec
			Átlag	Min	Max		
Geodat	100	44500	37	12	1414	0	44,0
Geodat	200	87567	58	6	10307	0	307,7

A stressz teszt eredményei:

17. táblázat: Az geodat stressz tesztjének eredménye (forrás: TR Consult Kft.)

Oldal	Kérések száma	Válaszidő (ms)			Hiba (%)	Válasz/sec
		Átlag	Min	Max		
Geodat	100	586	28	2668	0	10,9
Geodat	200	33	28	76	0	10,0
Geodat	500	58	24	1414	0	10

A geodat esetén ezek a számok csak részben tájékoztató jellegűek. Azt bizonyítják, hogy az alkalmazást gyakorlatilag bármennyien elindíthatják, csak a szerver saját korlátja szab határt. Az alkalmazáson belül viszont már a felhasználók által összerakott lekérdezések, szűrések összetettsége befolyásolja a rendszer működését. Erre szintén van egy biztonsági korlát: 1 GB memóriánál többet nem használhat egy időben az alkalmazás. A felhasználás monitorozásának eredményei tükrében ezek a keretszámok állíthatók.

4.2.3 MAP.MFGI.HU/NATER TESZTELÉSE

A térképi alkalmazás a geodat-hoz hasonlóan nem a felület betöltésével terheli igazán a szervert, hanem a térképi alkalmazás belső funkcionalitásával, azon belül is az egyes térképi rétegek betöltésével. A NATÉR-nak valószínűleg ez lesz a leglátogatottabb felülete, mivel a térképi megjelenítés vonzóbb és könnyebben értelmezhető mind a szöveges, mind a táblázatos formánál.

A tesztelést két részre bontottuk: alkalmazás kezdőoldala (map home), egy tetszőlege térképi réteg betöltése (map img).

A terheléses tesztelés eredménye:

18. táblázat: A NATÉR térképi portál terheléses tesztjének eredménye (forrás: TR Consult Kft.)

Oldal	Kérések száma	Válaszidő (ms)			Hiba (%)	Válasz
		Átlag	Min	Max		
Map home	100	71	23	1169	0	1/sec
Map home	500	62	23	1051	0	60/min
Map img	100	41889	3836	64809	13	37/min
Map img	500	57745	23	66660	39,4	53,4/min

Látszódik, hogy az alkalmazás betöltése nem gond akár 500 felhasználónál sem, de a térképi rétegek használata már 100 nagyjából egy idejű felhasználó esetén is 13%-nyi hibát generálhat. Kb. 70 térképnézegető felhasználót képes ellátni a jelenlegi paraméterekkel a térképszerver. Ennek bővítésére érdemes készülni. Javasolt a térképszerver memóriájának növelése.

A tűrőpróba teszt eredményei:

19. táblázat: A NATÉR térképi portál tűrőpróba tesztjének eredménye (forrás: TR Consult Kft.)

Oldal	Egyidejű felhasználó	Kérések száma	Válaszidő (ms)			Hiba (%)	Válasz/sec
			Átlag	Min	Max		
Map home	100	208	65	14	3255	0	1,6
Map home	200	430	99	13	8519	0	2,1
Map img	100	208	40190	341	64922	65,87	1,6
Map img	200	430	47211	851	74397	74,19	2,1

A térképszerver nem tudja élvezhetően lekezelni a 100 vagy annál több egyidejű felhasználót. Ez látszódott már a terheléses tesztnél is. Ha a NATÉR térképi portált sokan (50+) fogják egyidejűleg használni, feltétlen javasolt a hardver bővítése.

A stressz teszt eredményei:

20. táblázat: A NATÉR térképi portál stressz tesztjének eredménye (forrás: TR Consult Kft.)

Oldal	Kérések száma	Válaszidő (ms)			Hiba (%)	Válasz/sec
		Átlag	Min	Max		
Map home	100	44	24	211	0	10,1
Map img	200	40	23	221	0	10,0
Map home	100	69525	3894	109185	35	50,4
Map img	200	102449	3981	155534	51	1,1

A stressz teszt is kimutatta, hogy a térképszoftver a jelenlegi rendszer leggyengébb eleme.

4.2.4 A WEBES FELÜLETEK KAPACITÁS TESZTELÉSE

A kapacitás teszt hivatott egy alkalmazást egészében vizsgálni. A NATÉR tesztelés során felépítettünk egy képzeletbeli felhasználói folyamatot, ami az alapportálról indul, némi metaadatkeresés után átvált az adatbázis felületre majd a térképi felületen is megkeres egy réteget. Ezt a folyamatot egy percen belül 50 felhasználó teszi meg és mindegyik megismétli kétszer a teljes folyamatot. A tesztelés eredmény itt látható:

21. táblázat: Kapacitás teszt a NATÉR webes felületeire (forrás: TR Consult Kft.)

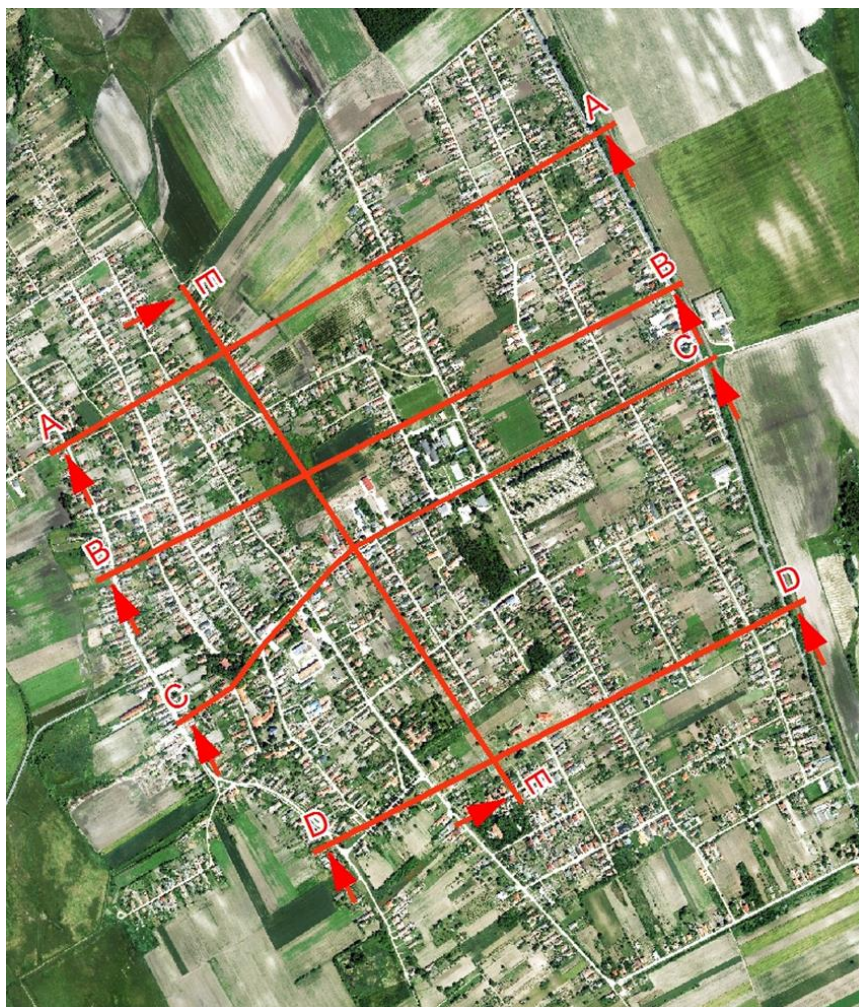
Oldal	Kérések száma	Válaszidő (ms)			Hiba (%)	Válasz/sec
		Átlag	Min	Max		
Kezdőlap	100	221	174	3200	0	48,3
Metaadat	100	113	96	600	0	48,4
Metaadat_gntw	100	141	0	281	39	48,6
Geodat	100	21	0	47	32	48,7
Map home	100	51	14	666	0	48,7
Map img	100	42103	3821	64193	5	34,8

Ez a tesztelés kiegészíti a korábbi eredményeket. Mutatja, hogy a folyamat két helyen megtorpan: a metaadat keresőnél és a geodat szoftver indulásánál. Ez az a két része a rendszernek, ahol az első esetben a hardver és a motor, a második esetben pedig maga az alkalmazás igényel a kapacitás tesztben beállított 1 másodpercnél több várakozási időt. Mivel egy valós felhasználó ennél jóval több idő is hajlandó eltölteni (5-8 másodperc) egy oldal betöltésére, kijelenthető, hogy a kapacitás tesztben megfogalmazott folyamatot stabilan el tudja látni a NATÉR portál.

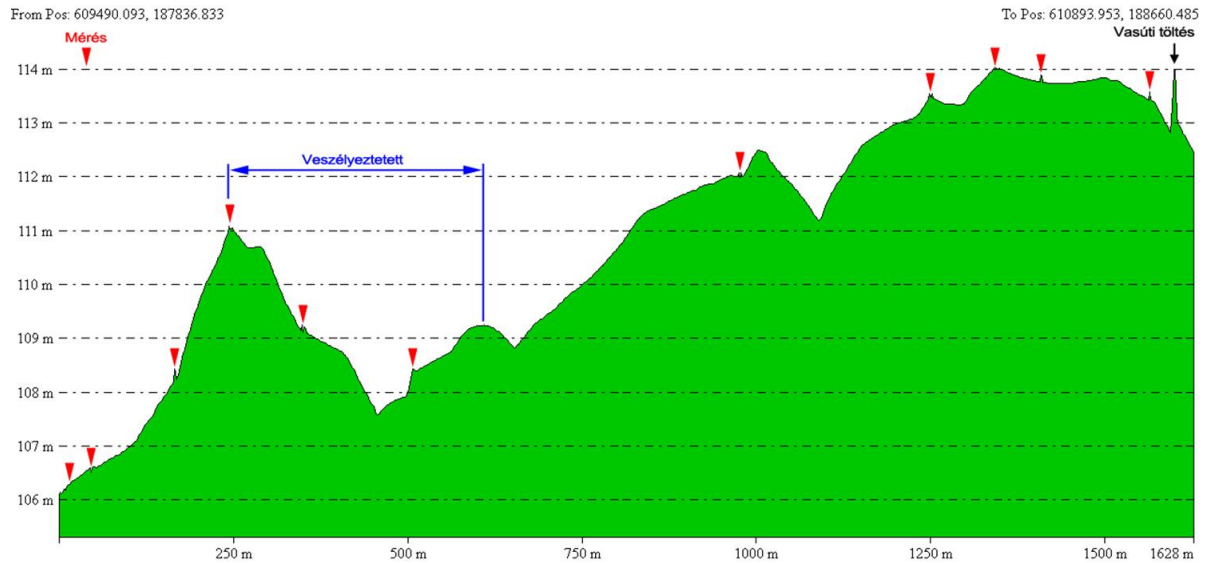
5 MELLÉKLETEK

5.1 DOMBORZATI KERESZTSZELVÉNYEK

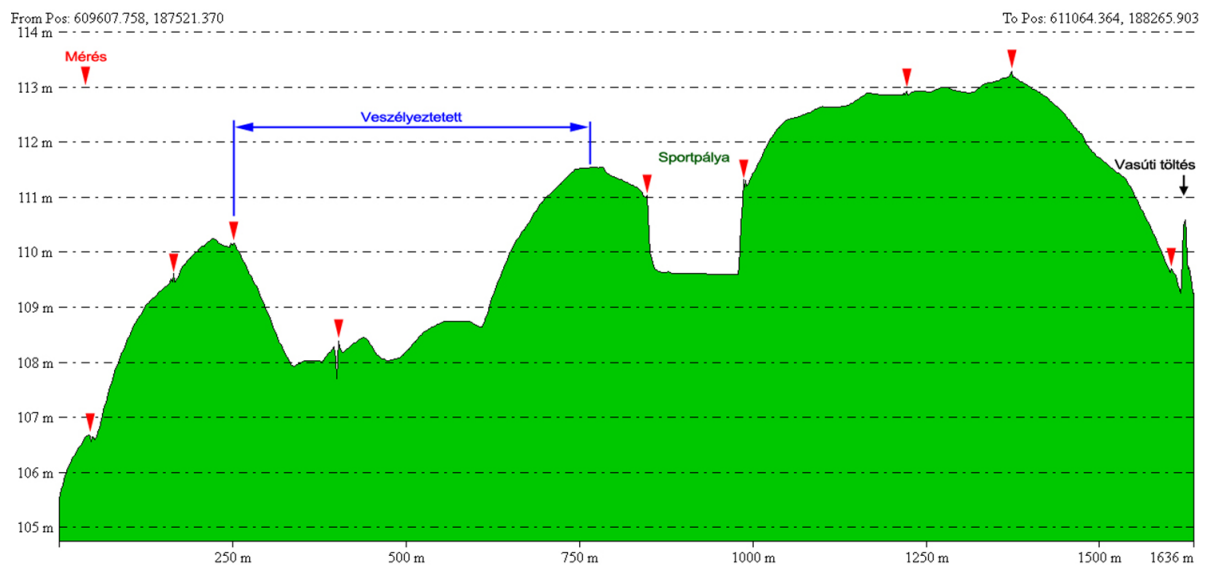
A terepmodell alapján a belterületre vonatkozóan keresztmetszvényeket készítettünk, amelyeken látható, hogy a településen belül milyen magasságkülönbségek figyelhetők meg. 5 darab keresztmetszvény készült, az AA, BB, CC és DD keresztmetszvények dél-nyugat–észak-kelet, az EE szelvény pedig észak–dél irányultságú (60. ábra). Megállapítható, hogy a veszélyeztetett területek minden esetben a település belső részeinek legmélyebb részén helyezkednek el.



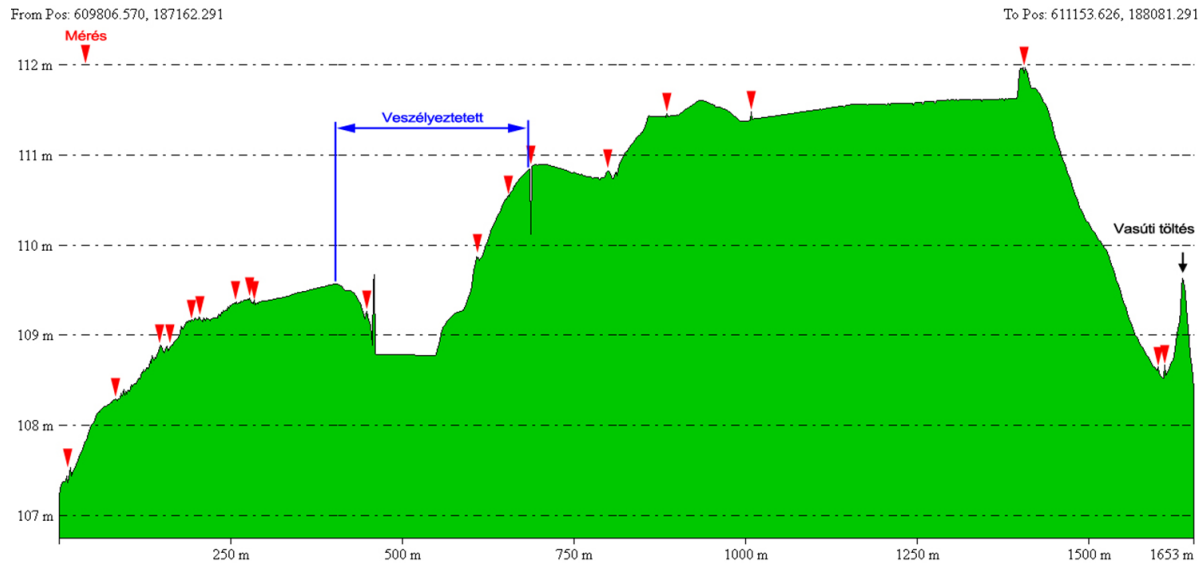
72. ábra: A keresztmetszvények átnézeti térképe (forrás: Datakart Kft.)



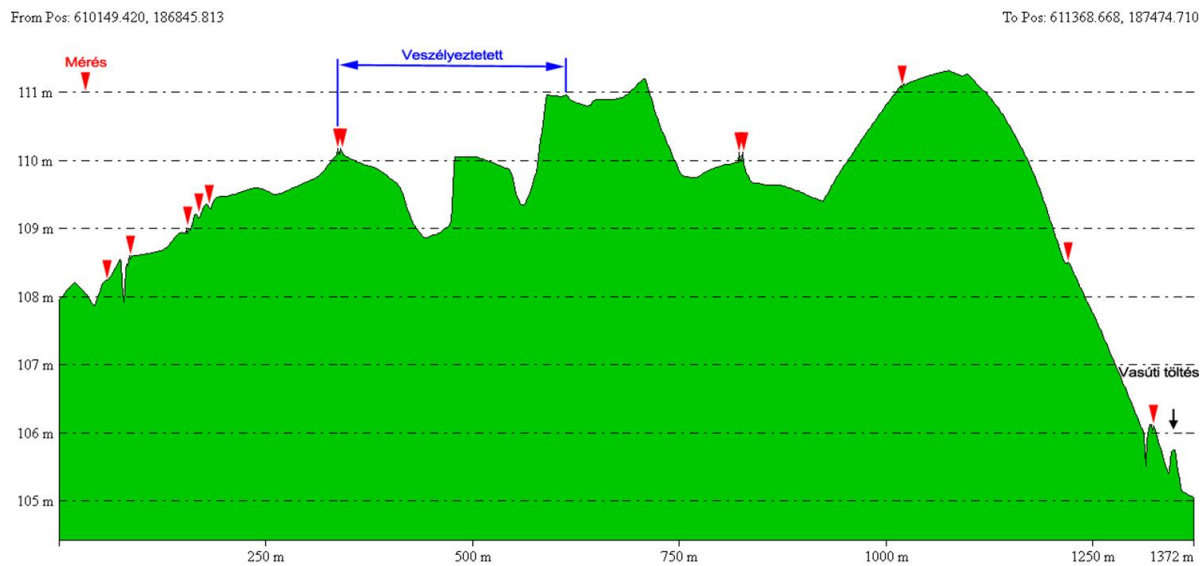
73. ábra: AA keresztmetszvény (forrás: Datakart Kft.)



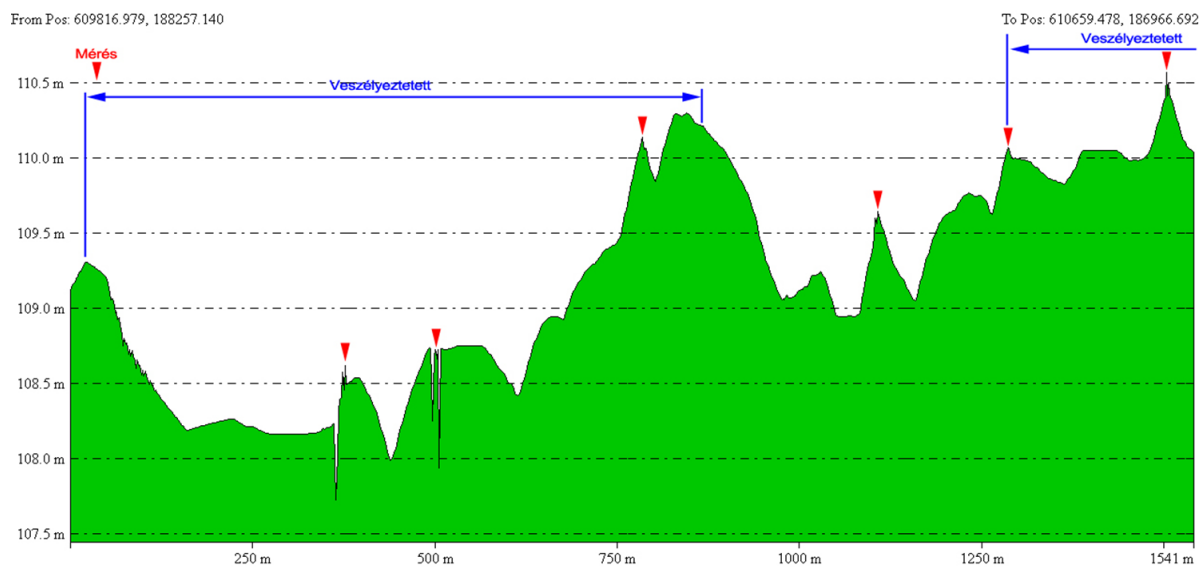
74. ábra: BB keresztmetszvény (forrás: Datakart Kft.)



75. ábra: CC keresztszelvény (forrás: Datakart Kft.)

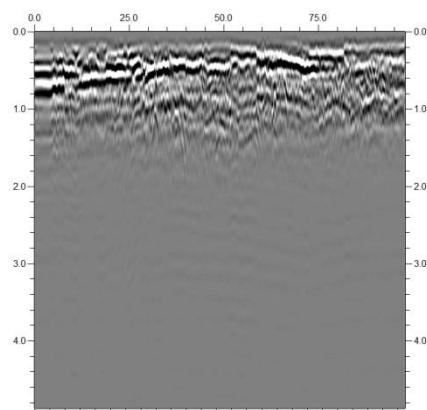


76. ábra: DD keresztszelvény (forrás: Datakart Kft.)

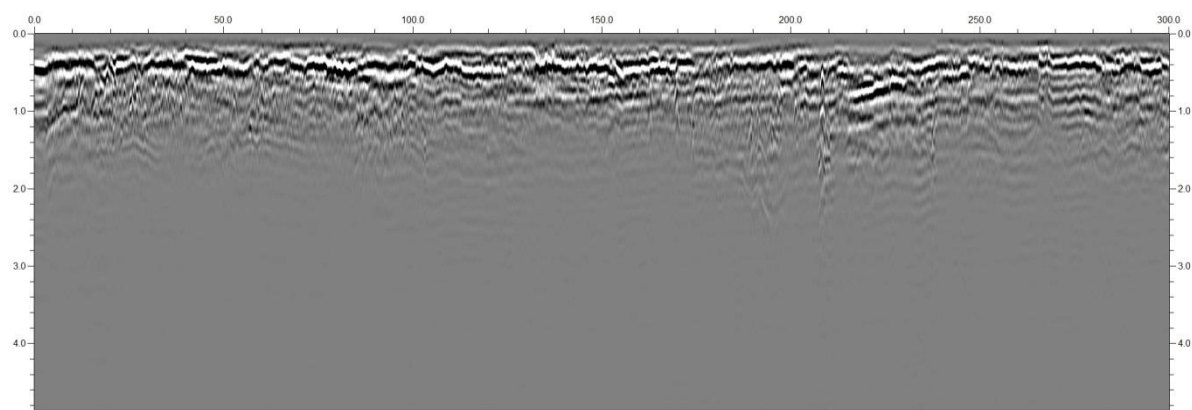


77. ábra: EE keresztmetszelvény (forrás: Datakart Kft.)

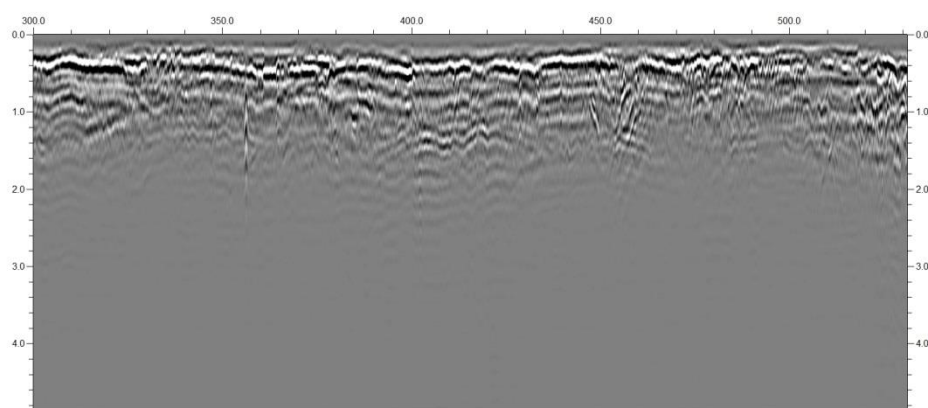
5.2 FÖLDRADAR SZELVÉNYEK



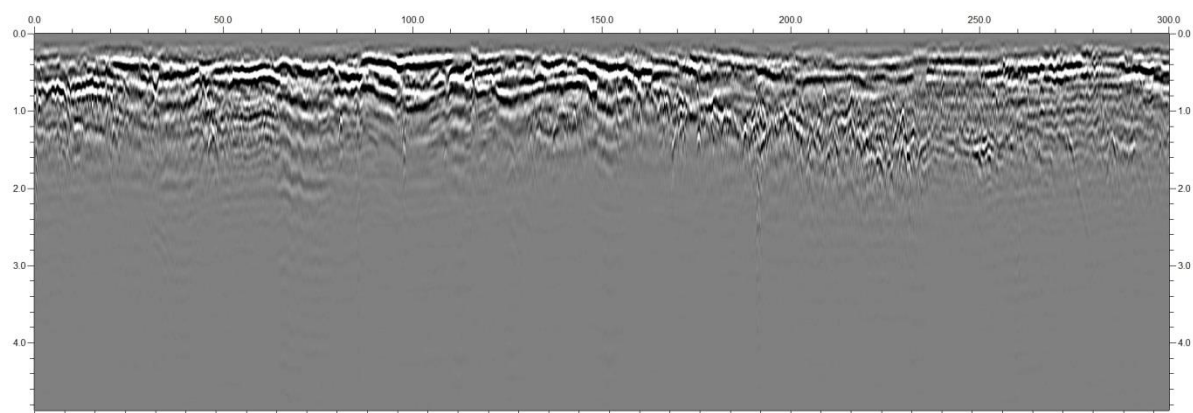
A 2 sz. szelvény



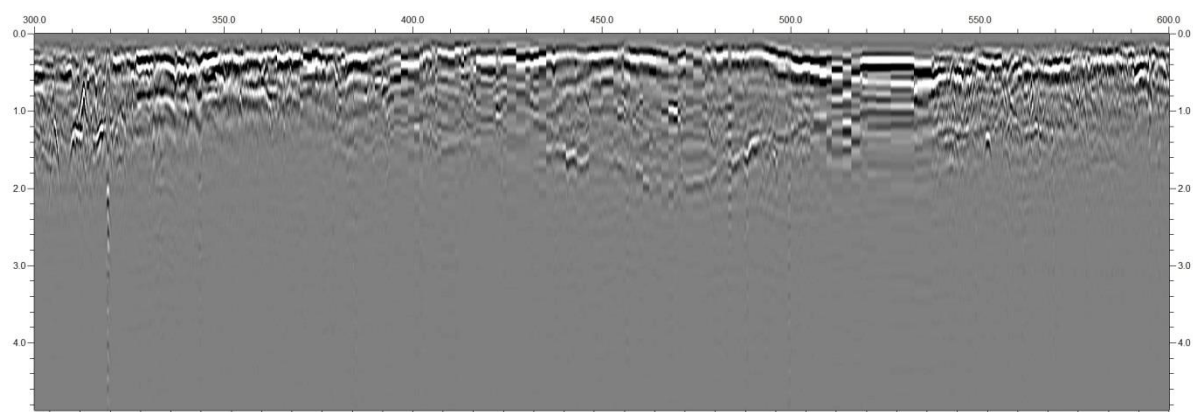
A 3 sz. szelvény 0-300 m közötti szakasza



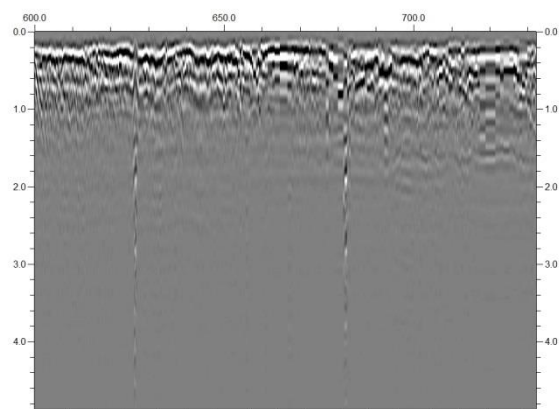
A 3 sz. szelvény 300 m fölötti szakasza



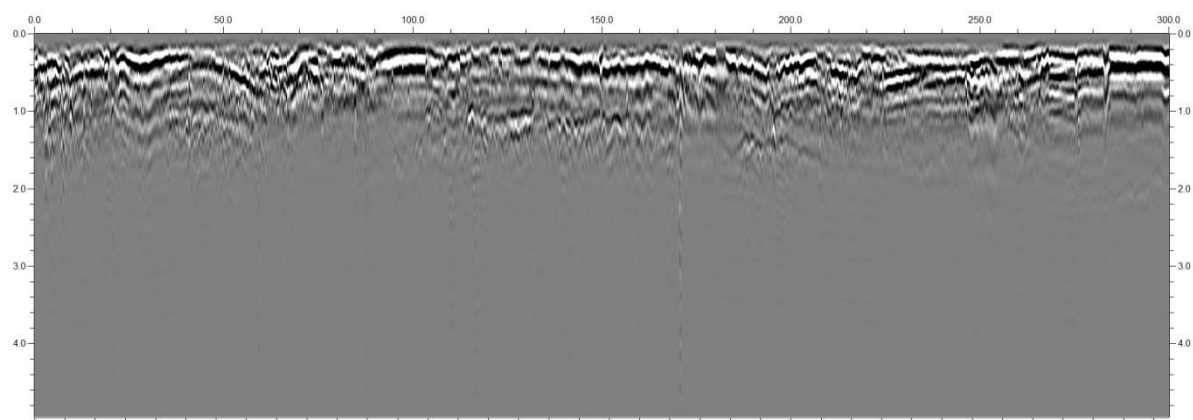
A 4 sz. szelvény 0-300 m közötti szakasza



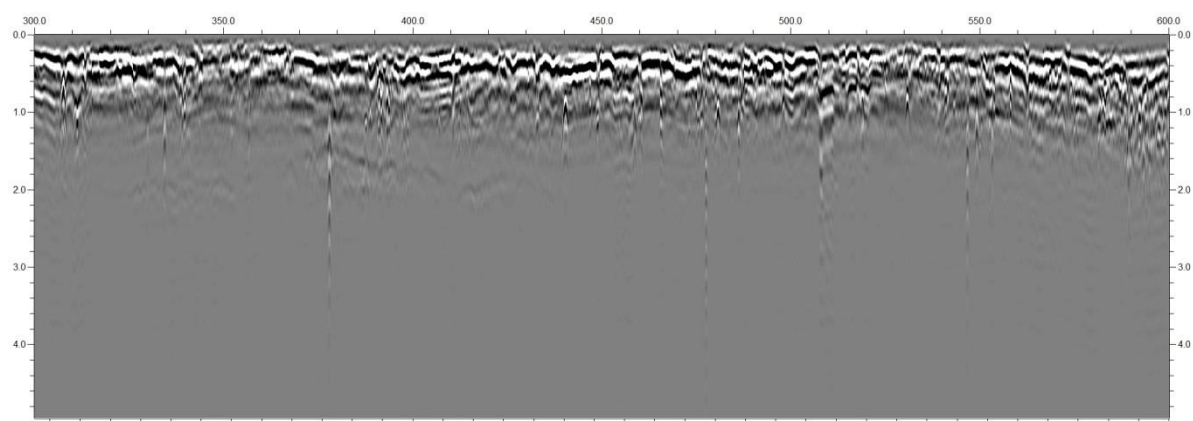
A 4 sz. szelvény 300-600 m közötti szakasza



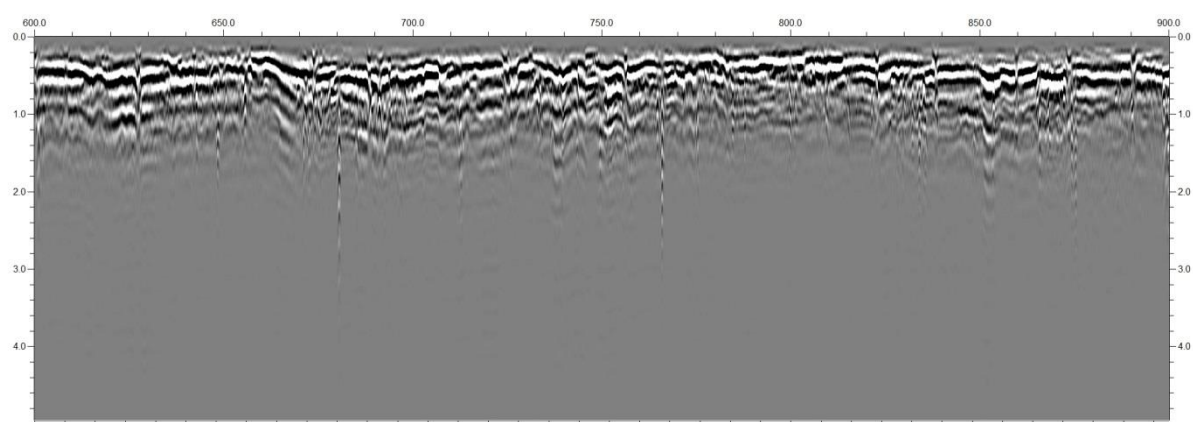
A 4 sz. szelvény 600 m fölötti szakasza



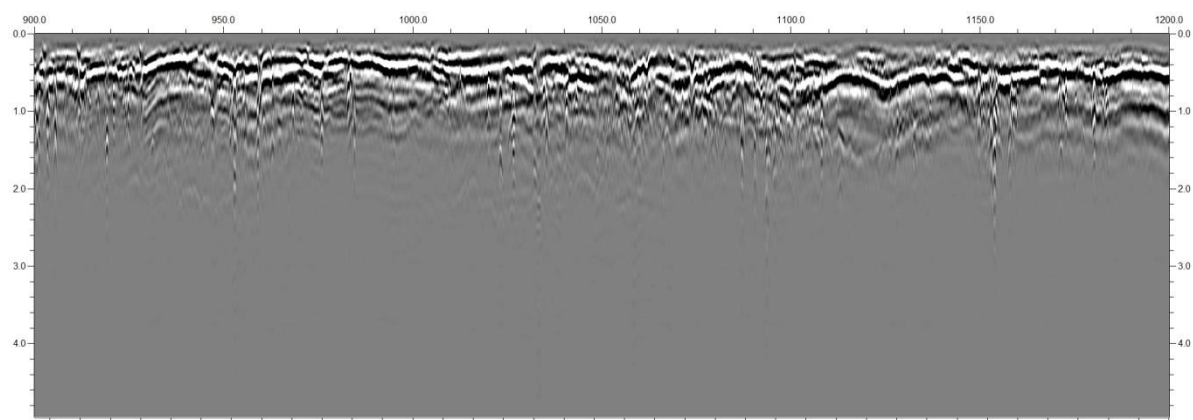
Az 5 sz. szelvény 0-300 m közötti szakasza



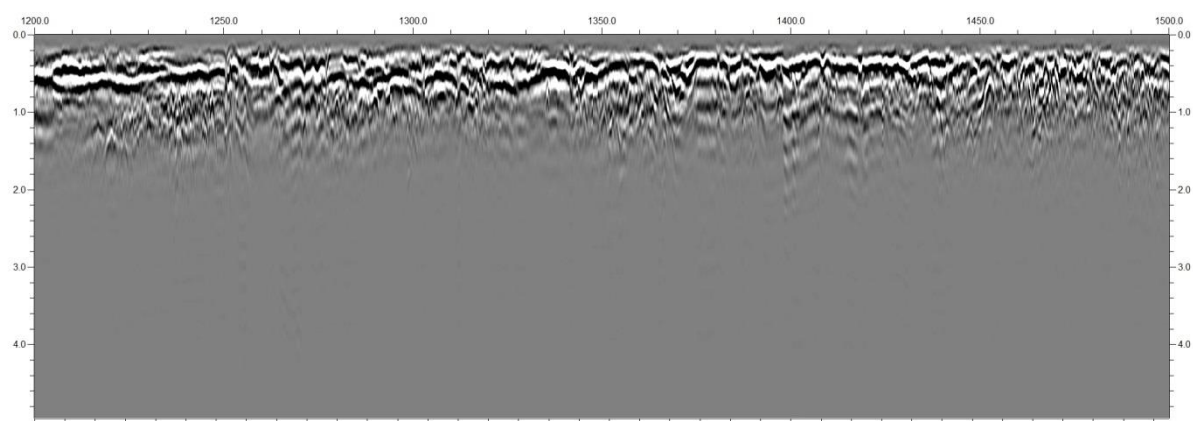
Az 5 sz. szelvény 300-600 m közötti szakasza



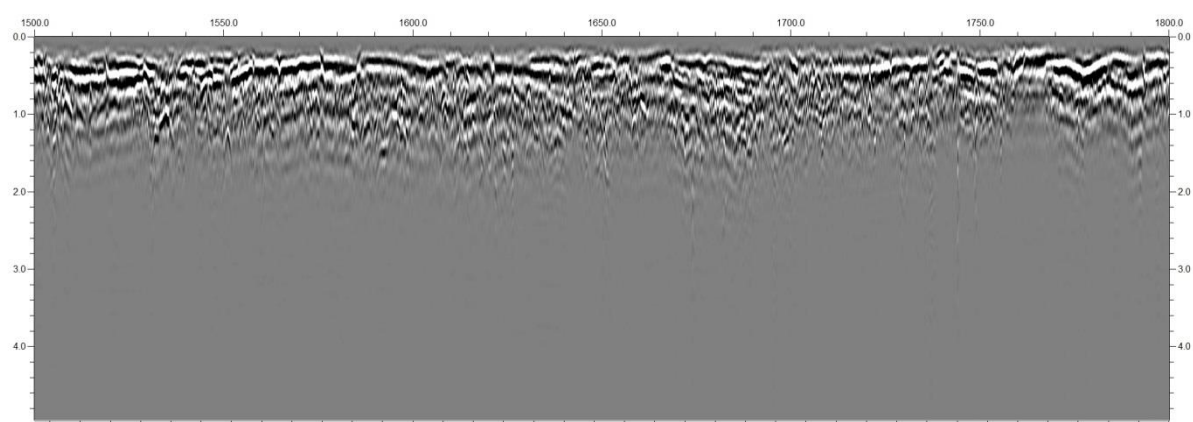
Az 5 sz. szelvény 600-900 m közötti szakasza



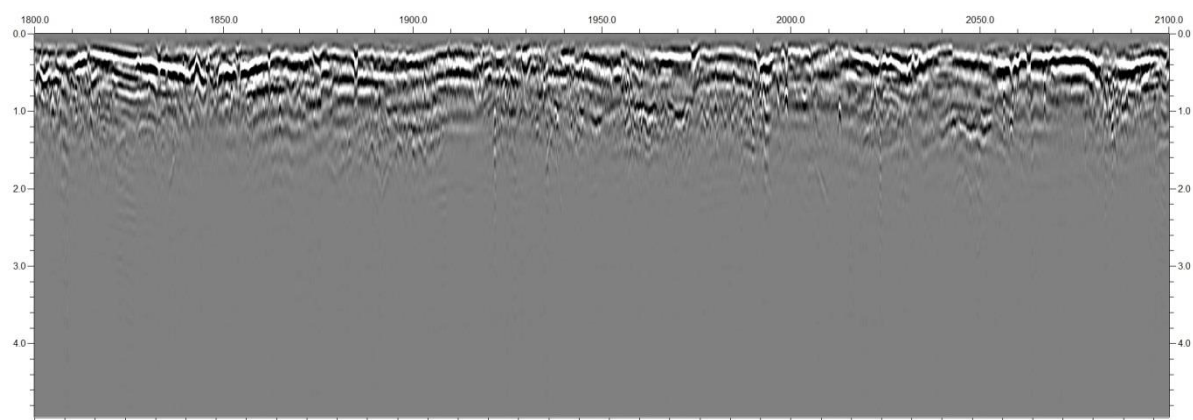
Az 5 sz. szelvény 910-1200 m közötti szakasza



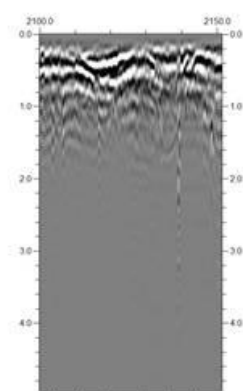
Az 5 sz. szelvény 1200-1500 m közötti szakasza



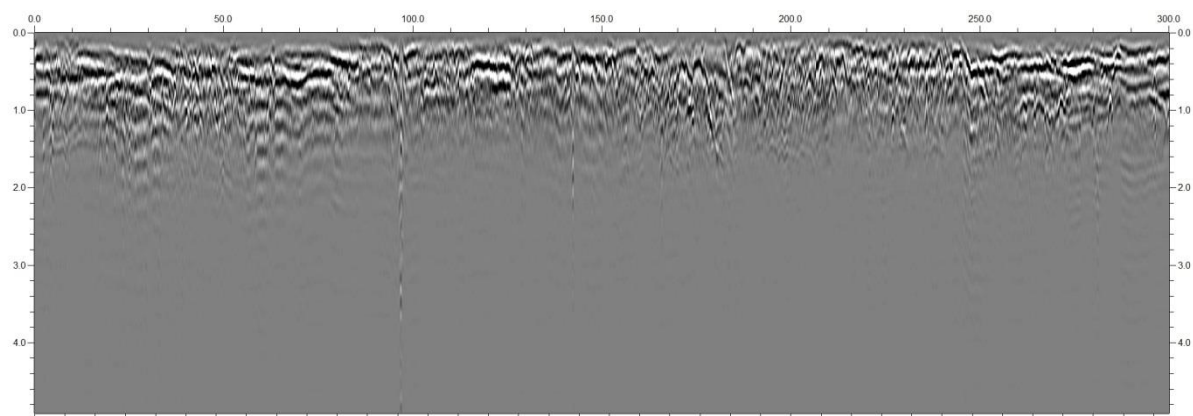
Az 5 sz. szelvény 1500-1800 m közötti szakasza



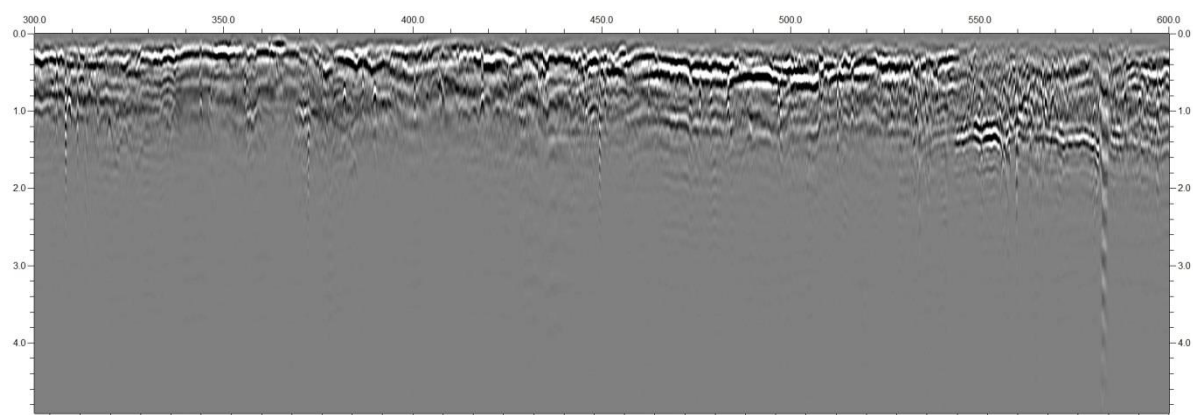
Az 5. sz. szelvény 1800-2100 m közötti szakasza



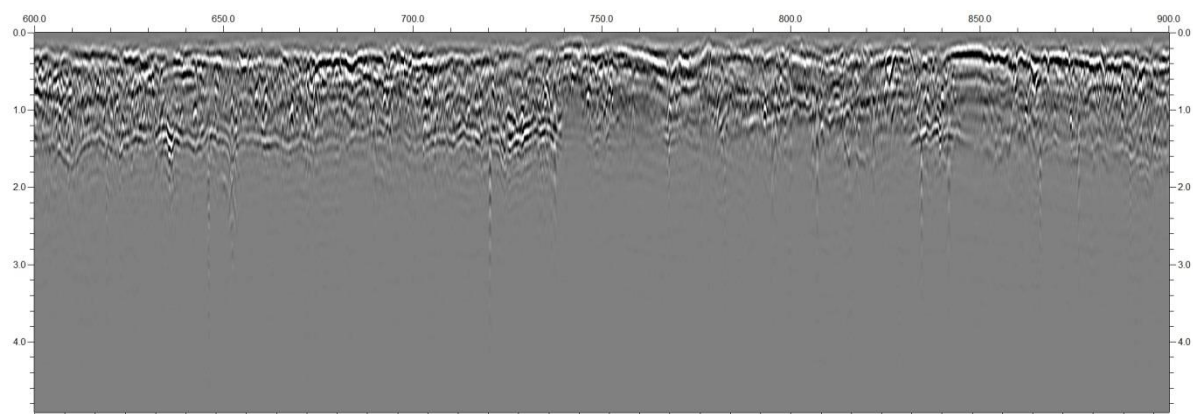
Az 5. sz. szelvény 2100 m fölötti szakasza



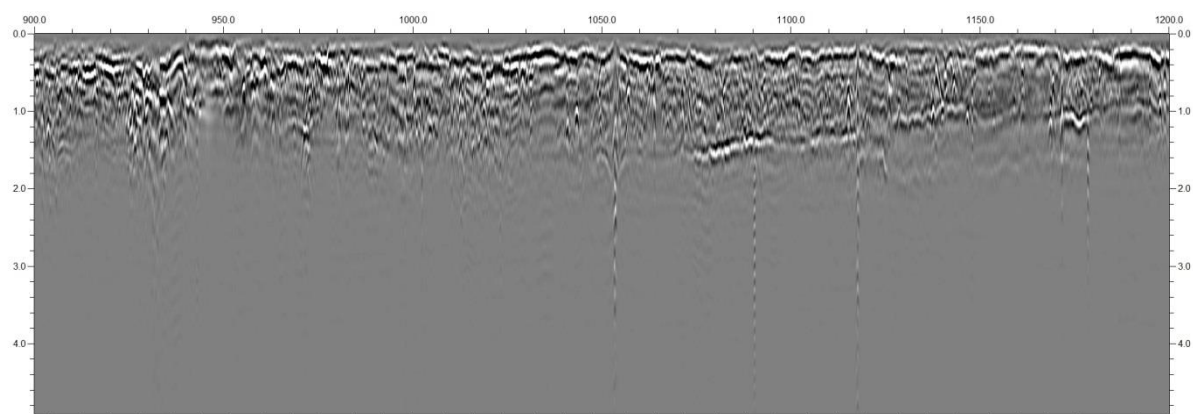
A 6. sz. szelvény 0-300 m közötti szakasza



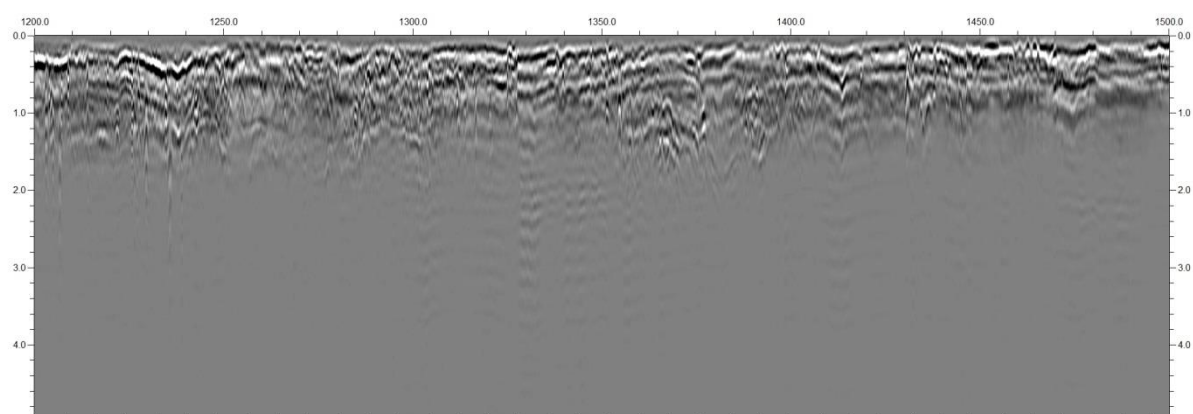
A 6 sz. szelvény 300-600 m közötti szakasza



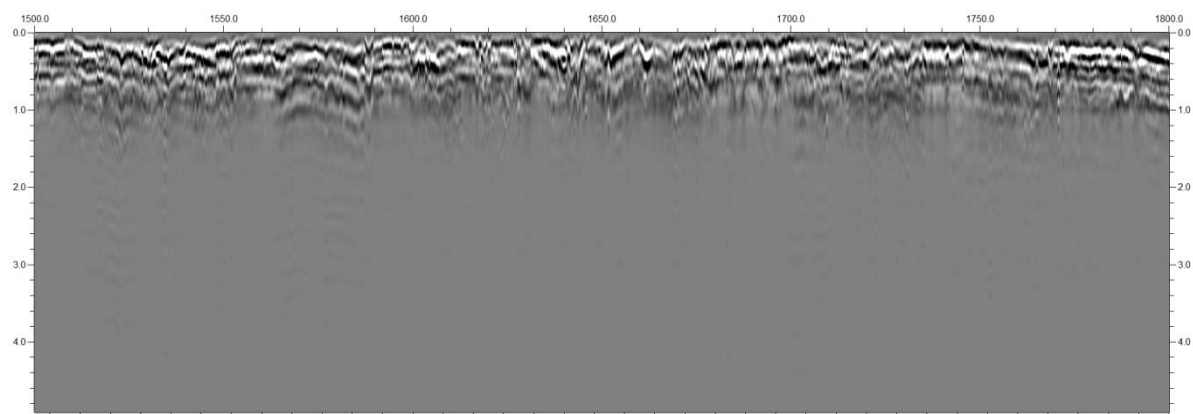
A 6 sz. szelvény 600-900 m közötti szakasza



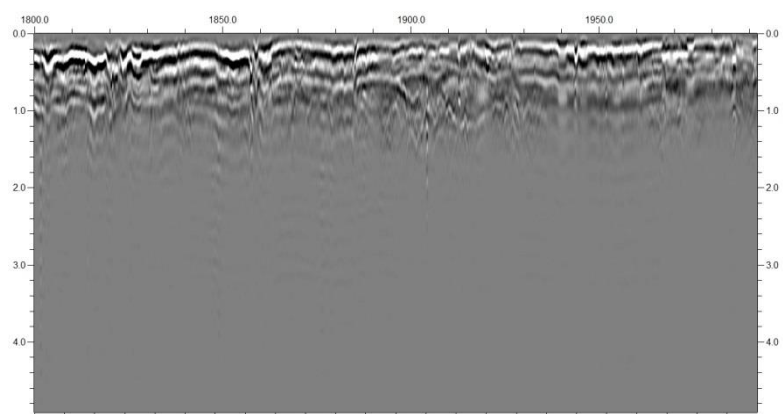
A 6 sz. szelvény 900-1200 m közötti szakasza



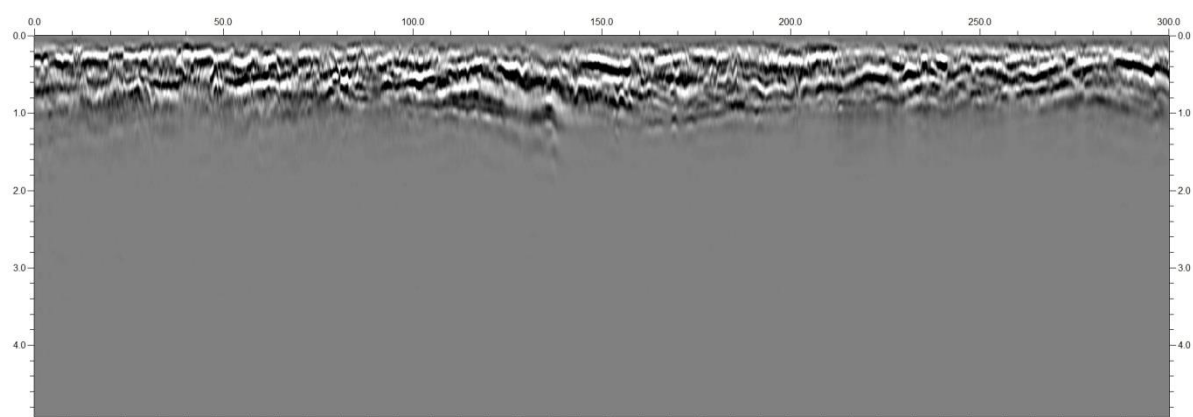
A 6 sz. szelvény 1200-1500 m közötti szakasza



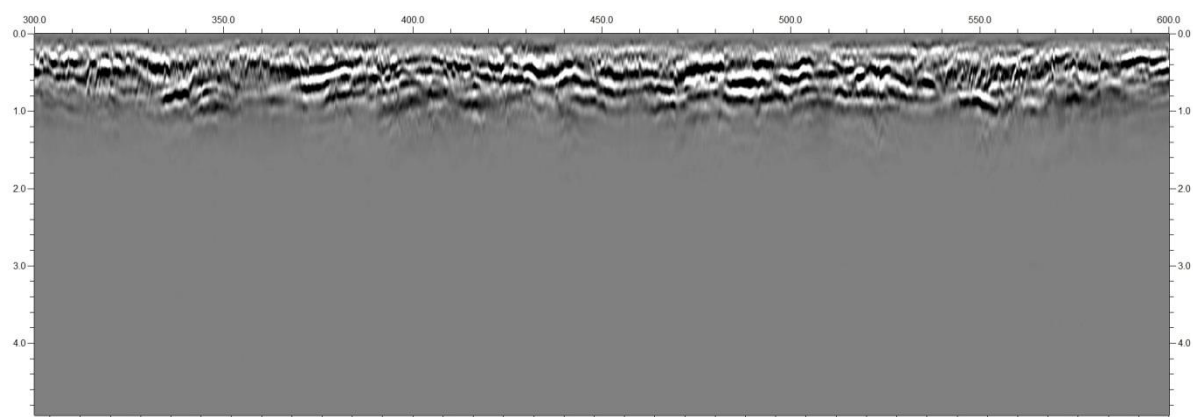
A 6 sz. szelvény 1500-1800 m közötti szakasza



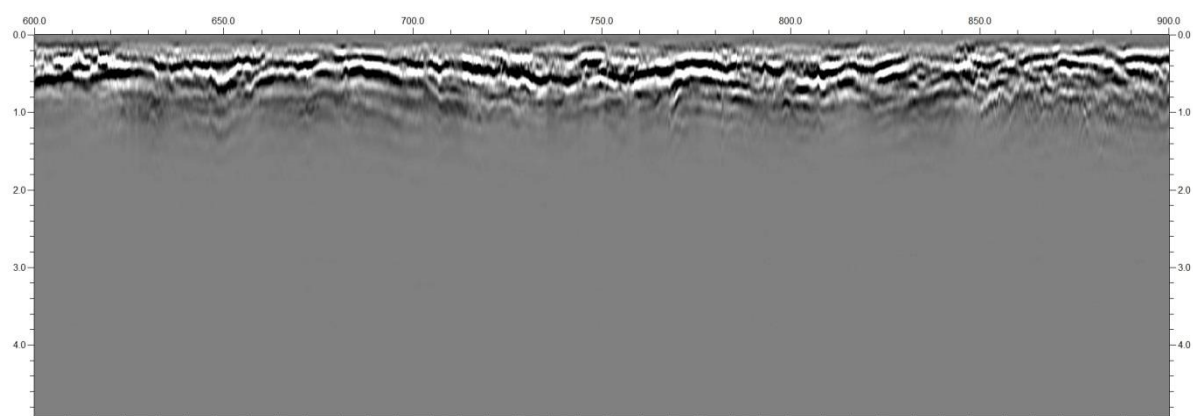
A 6 sz. szelvény 18000 m fölötti szakasza



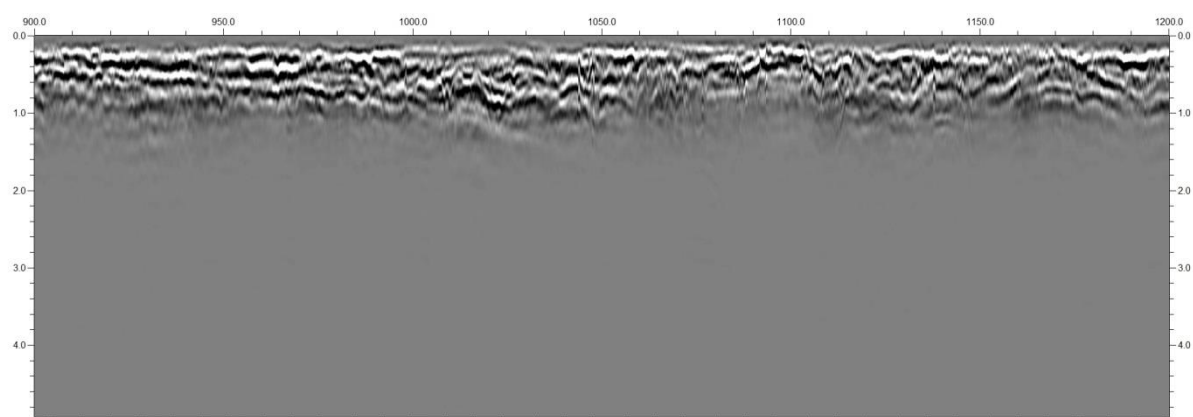
A 7 sz. szelvény 0-300 m közötti szakasza



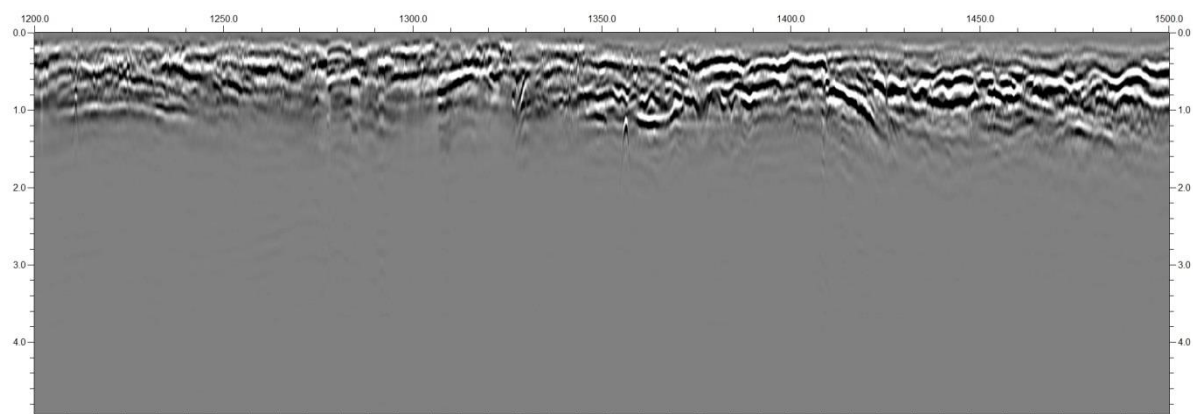
A 7 sz. szelvény 300-600 m közötti szakasza



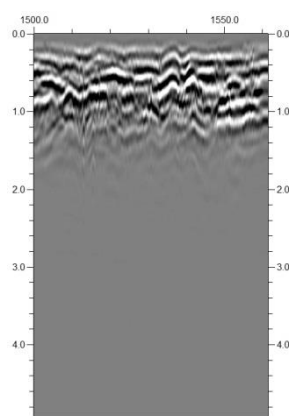
A 7 sz. szelvény 600-900 m közötti szakasza



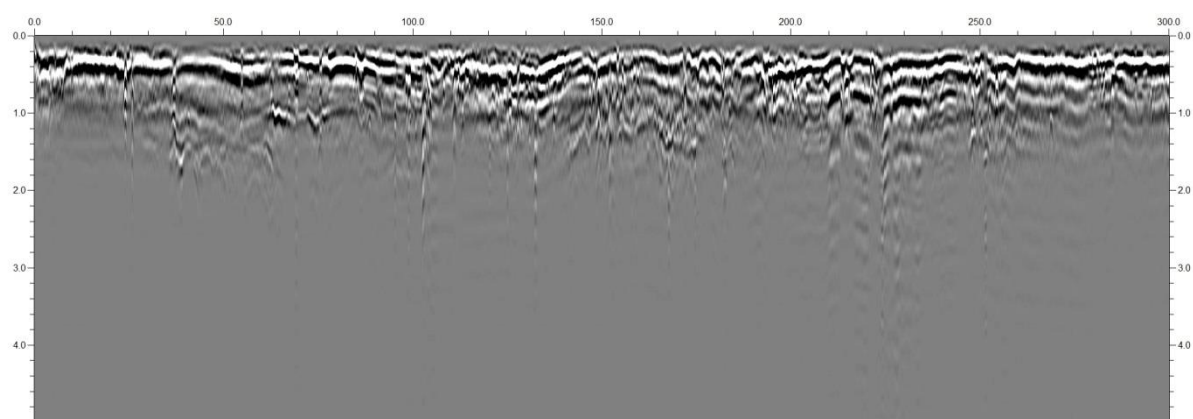
A 7 sz. szelvény 900-1200 m közötti szakasza



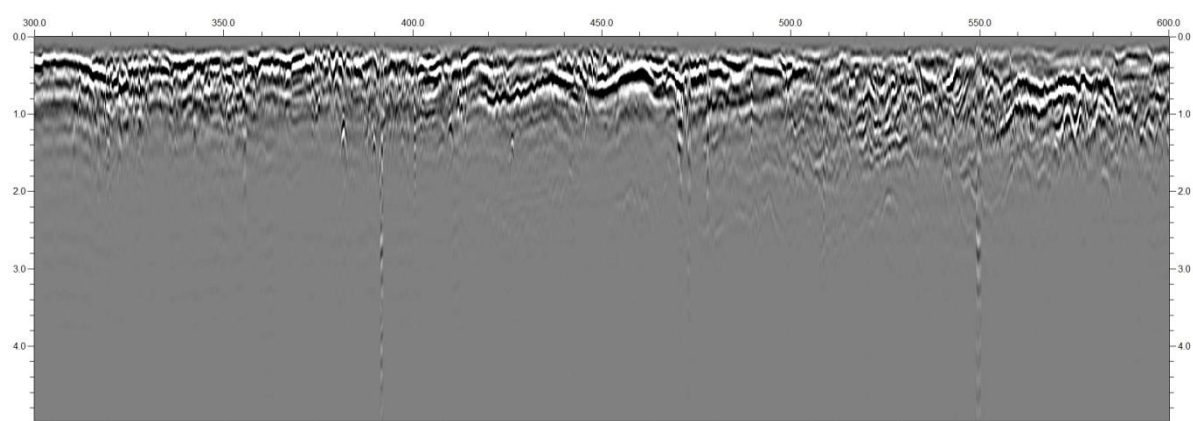
A 7 sz. szelvény 1200-1500 m közötti szakasza



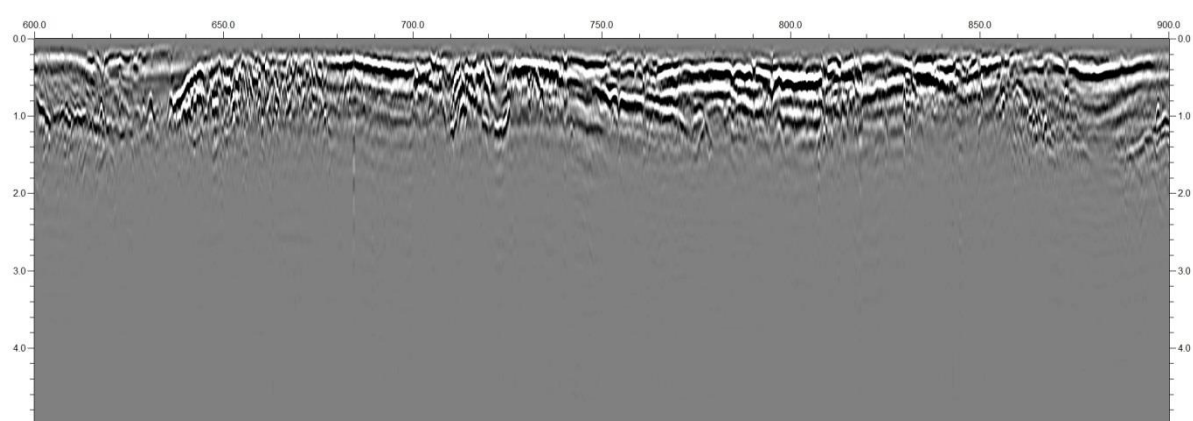
A 7 sz. szelvény 1500 m fölötti szakasza



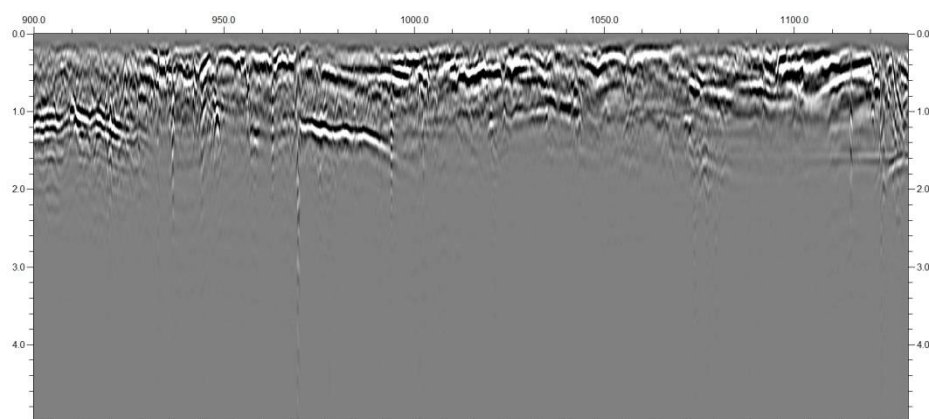
A 8 sz. szelvény 0-300 m közötti szakasza



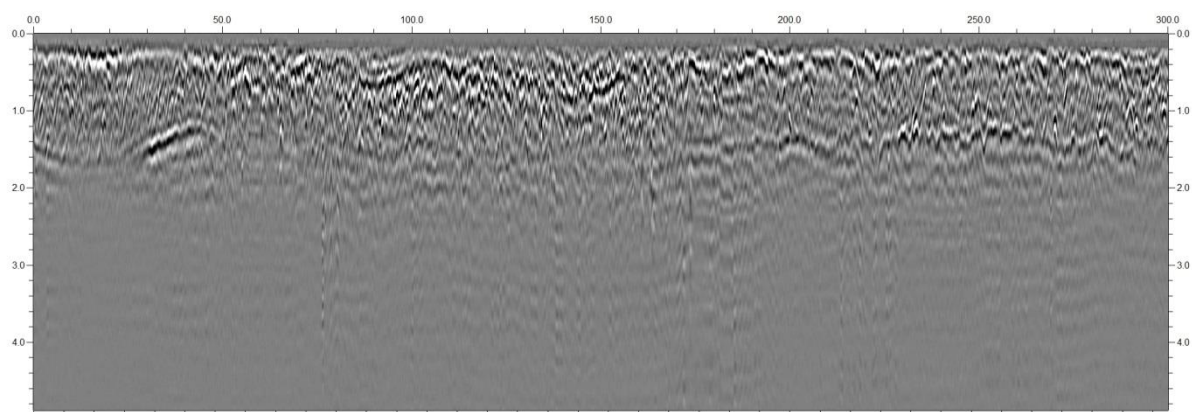
A 8 sz. szelvény 300-600 m közötti szakasza



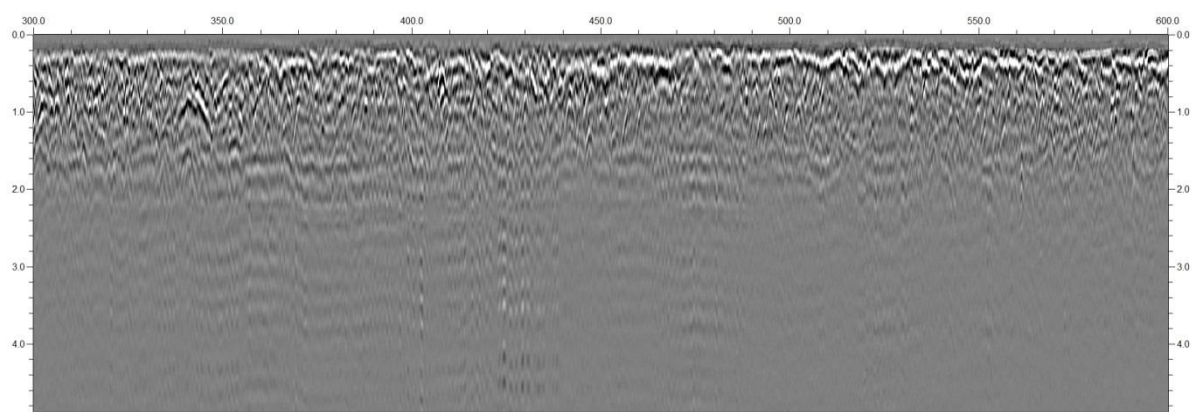
A 8 sz. szelvény 600-900 m közötti szakasza



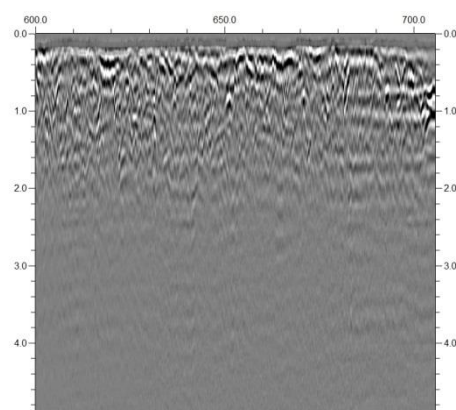
A 8 sz. szelvény 900 m fölötti szakasza



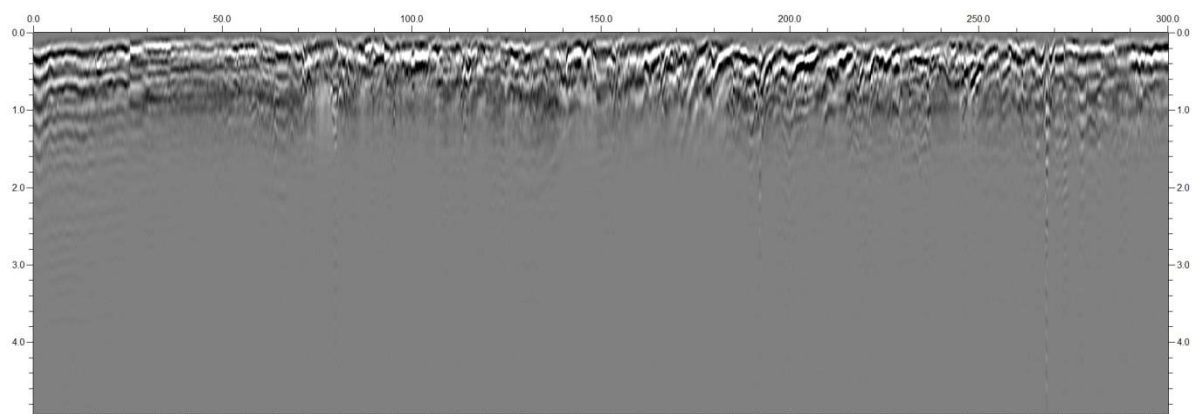
A 9 sz. szelvény 0-300 m közötti szakasza



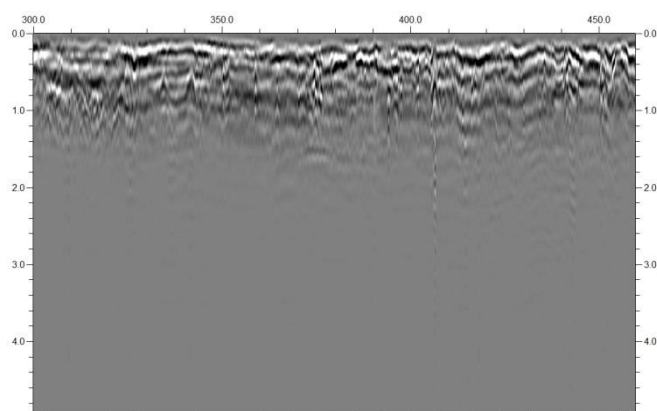
A 9 sz. szelvény 300-600 m közötti szakasza



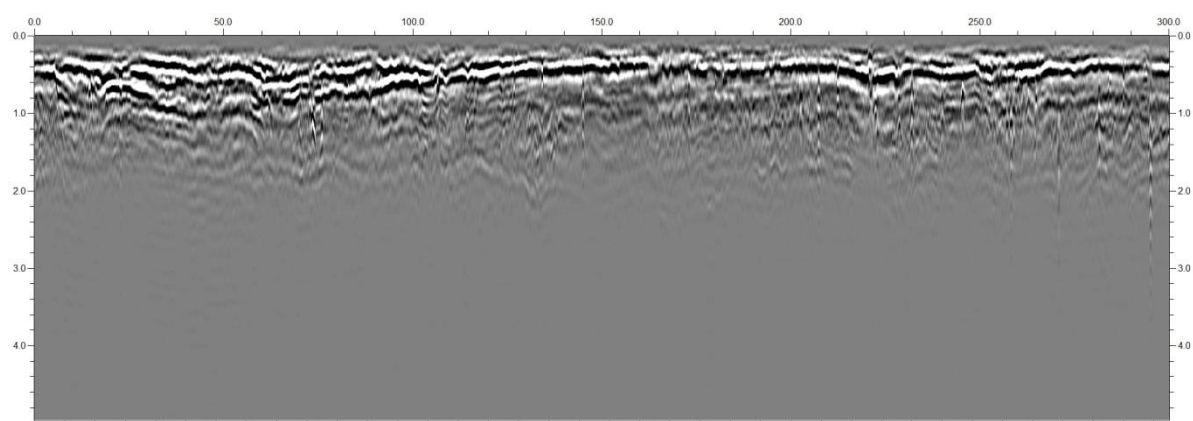
A 9 sz. szelvény 600 m fölötti szakasza



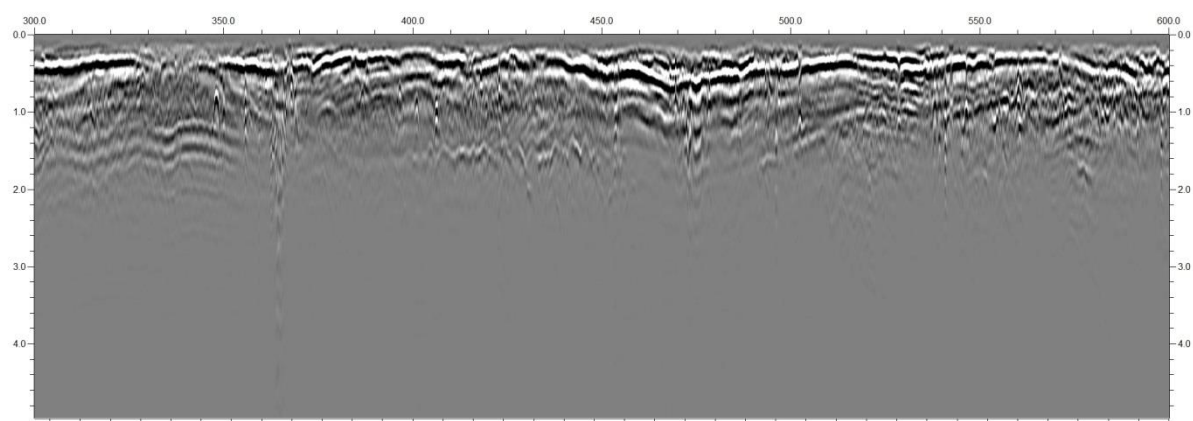
A 10 sz. szelvény 0-300 m közötti szakasza



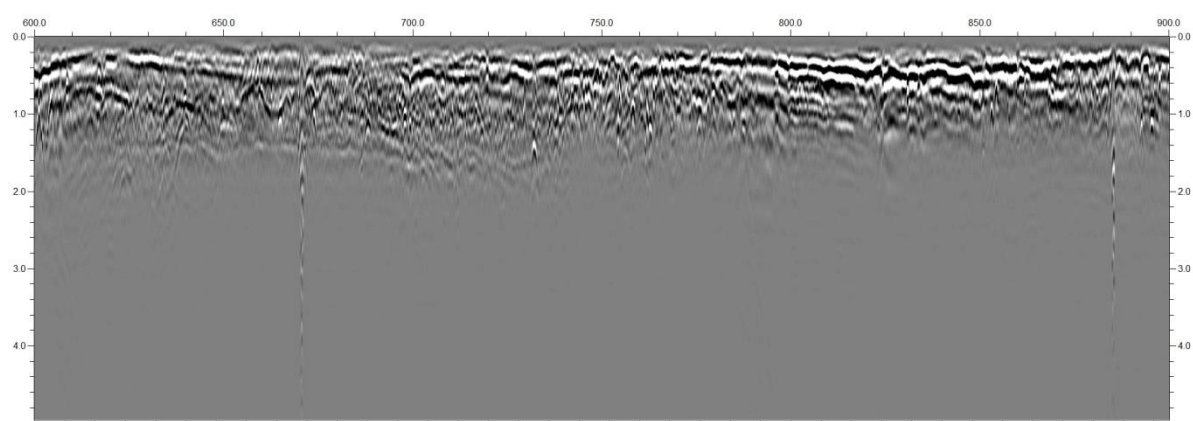
A 10 sz. szelvény 300 m fölötti szakasza



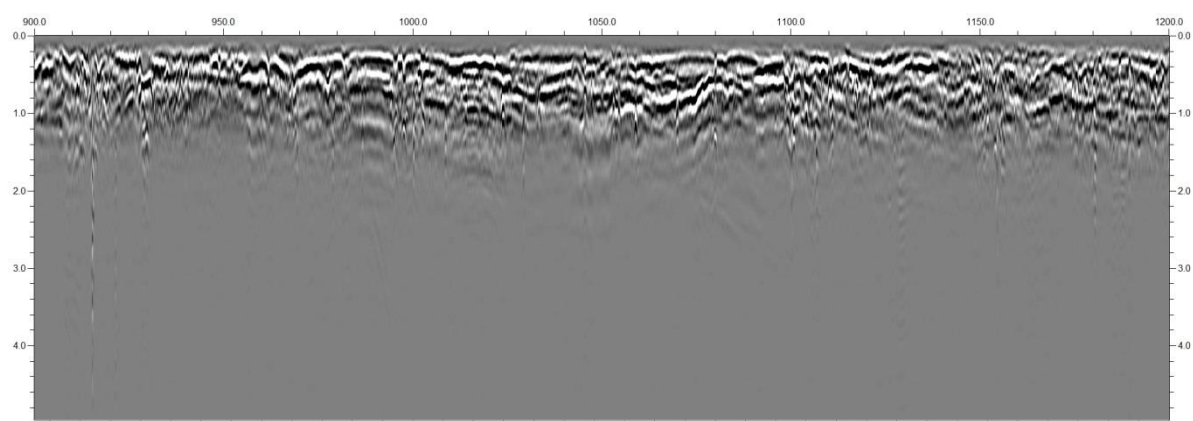
A 11 sz. szelvény 0-300 m közötti szakasza



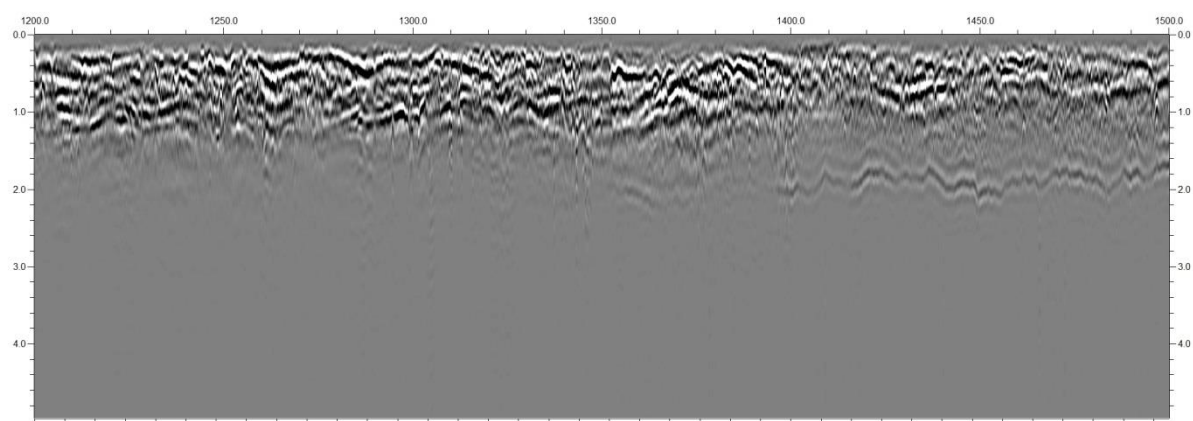
A 11 sz. szelvény 300-600 m közötti szakasza



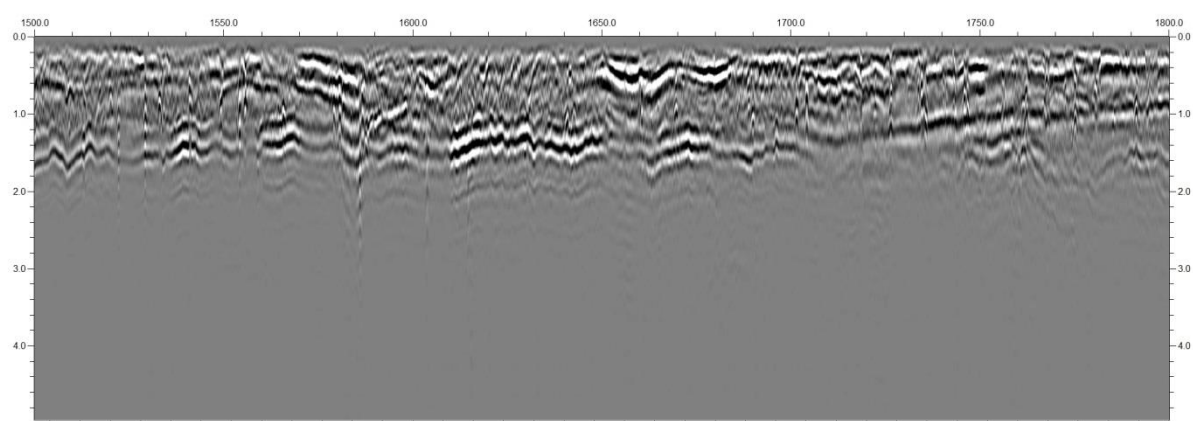
A 11 sz. szelvény 600-900 m közötti szakasza



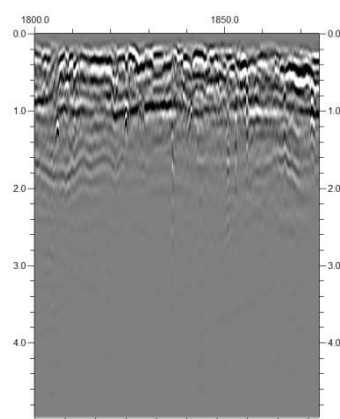
A 11 sz. szelvény 900-1200 m közötti szakasza



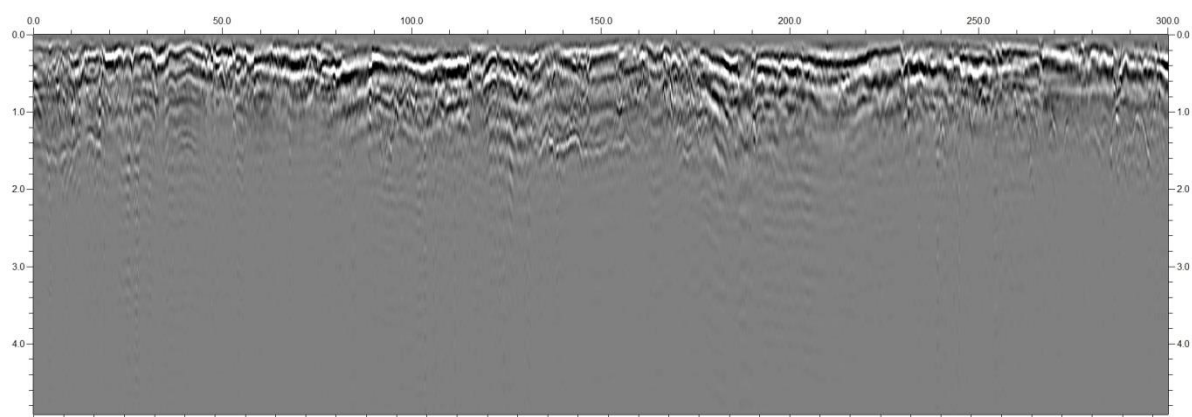
A 11 sz. szelvény 1200-1500 m közötti szakasza



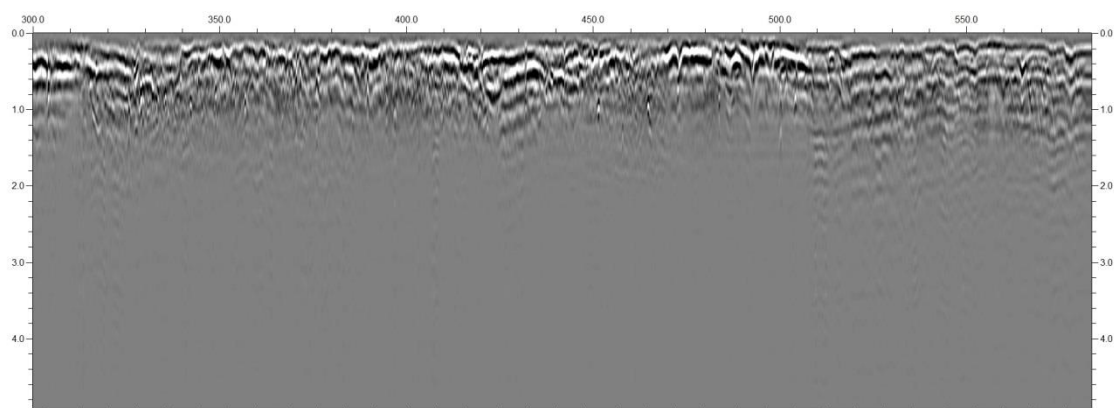
A 11 sz. szelvény 1500-1800 m közötti szakasza



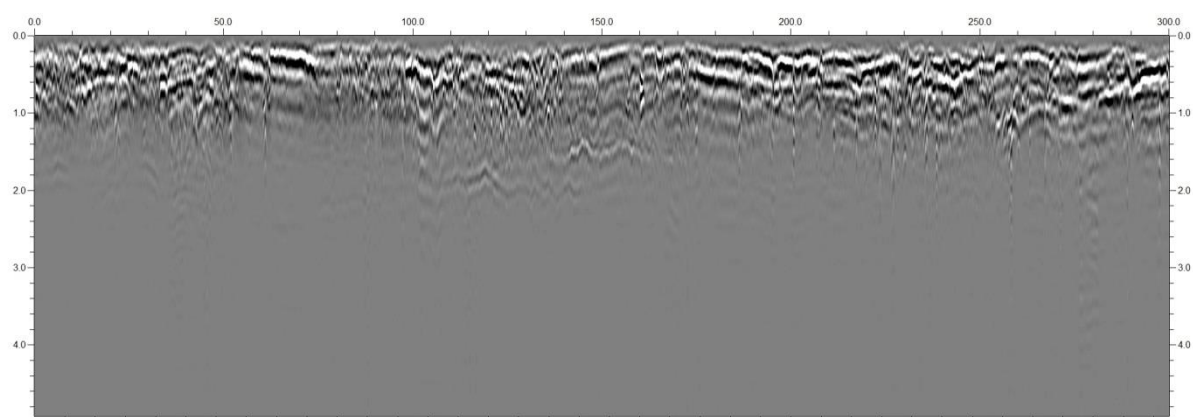
A 11 sz. szelvény 1800 m fölötti szakasza



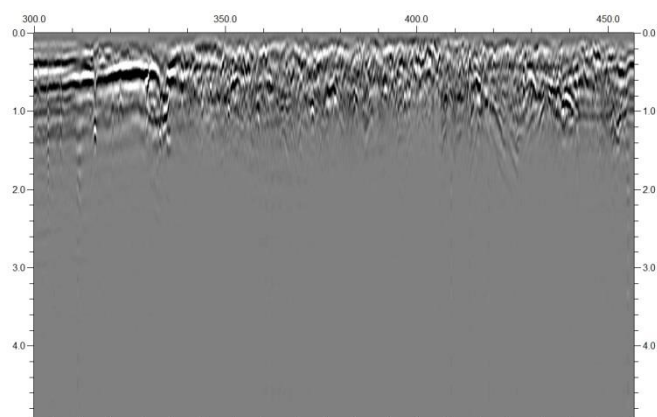
A 12 sz. szelvény 0-300 m közötti szakasza



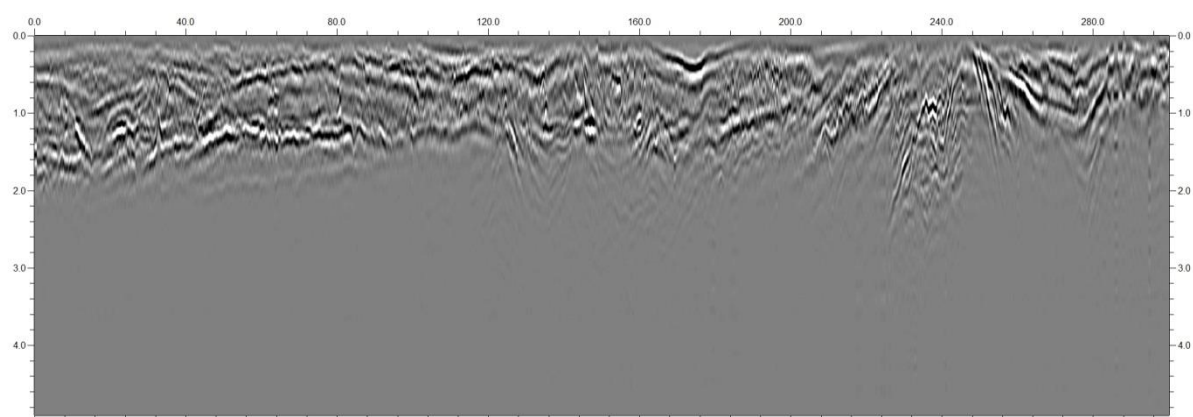
A 12 sz. szelvény 300 m fölötti szakasza



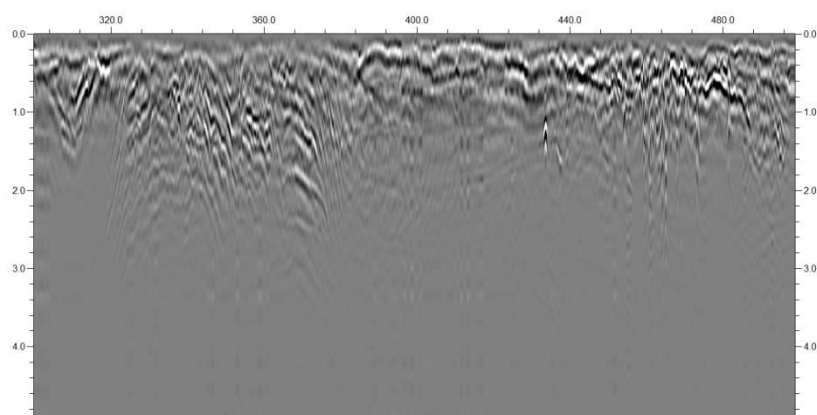
A 13. szelvény 0-300 m közötti szakasza



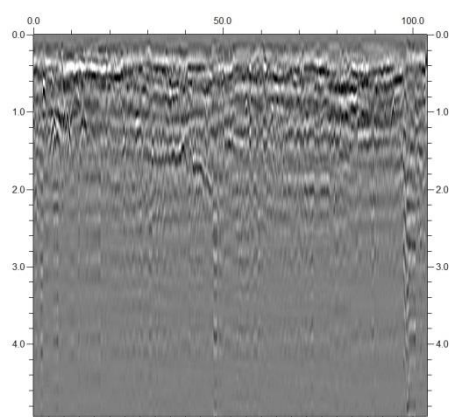
A 13. szelvény-300 m fölötti szakasza



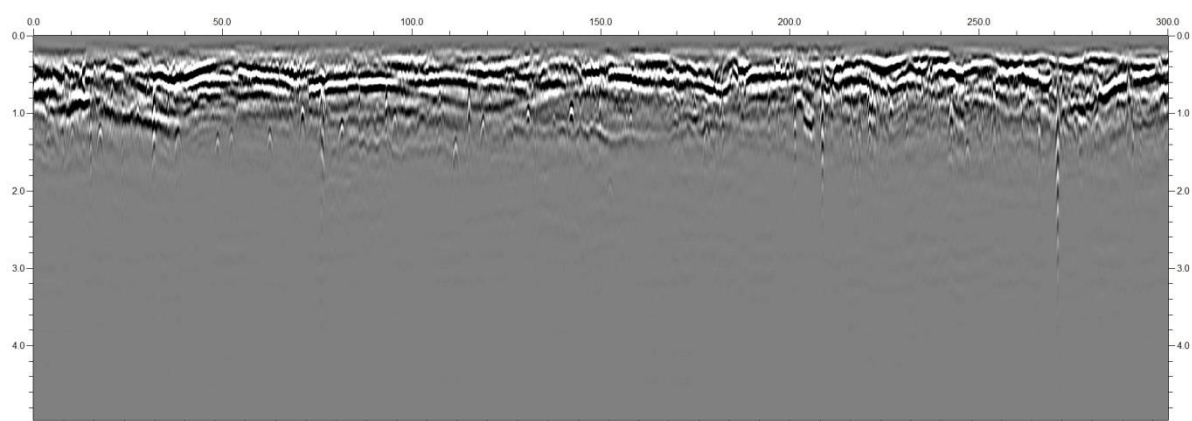
A 14. szelvény 0-300 m közötti szakasza



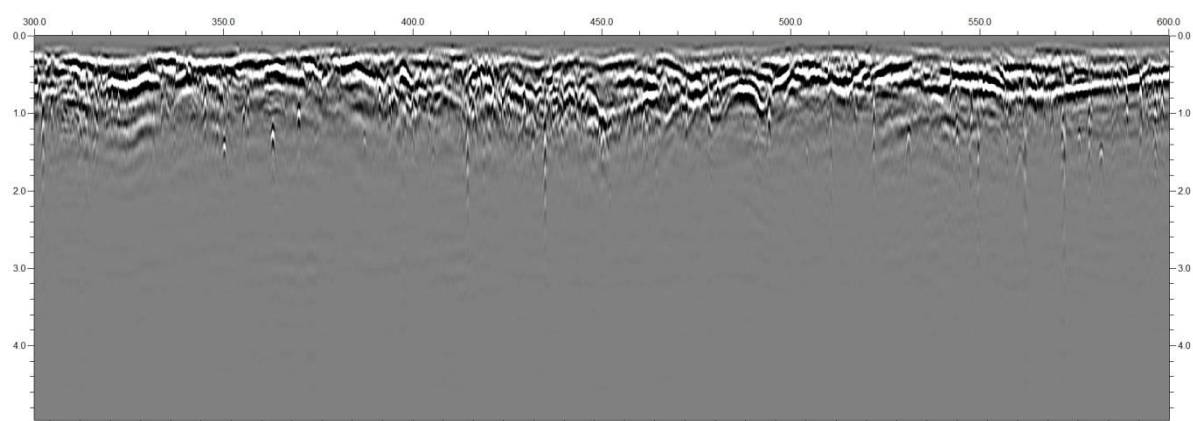
A 14 sz. szelvény-300 m fölötti szakasza



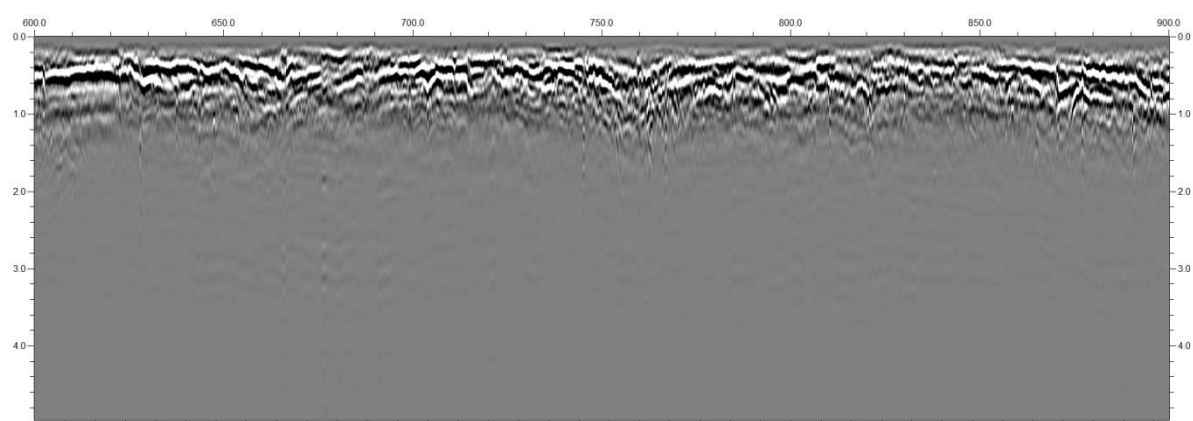
A 15 sz. szelvény



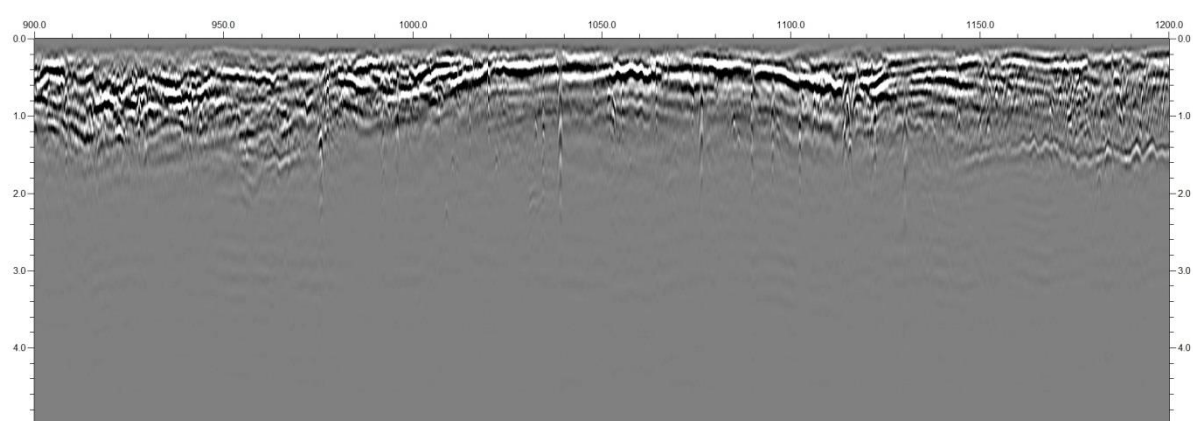
A 16 sz. szelvény 0-300 m közötti szakasza



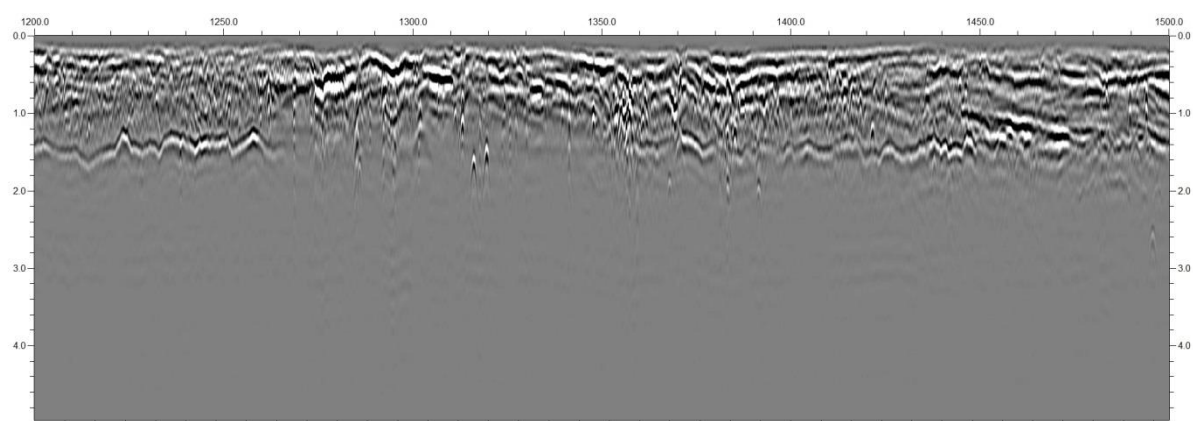
A 16 sz. szelvény 300-600 m közötti szakasza



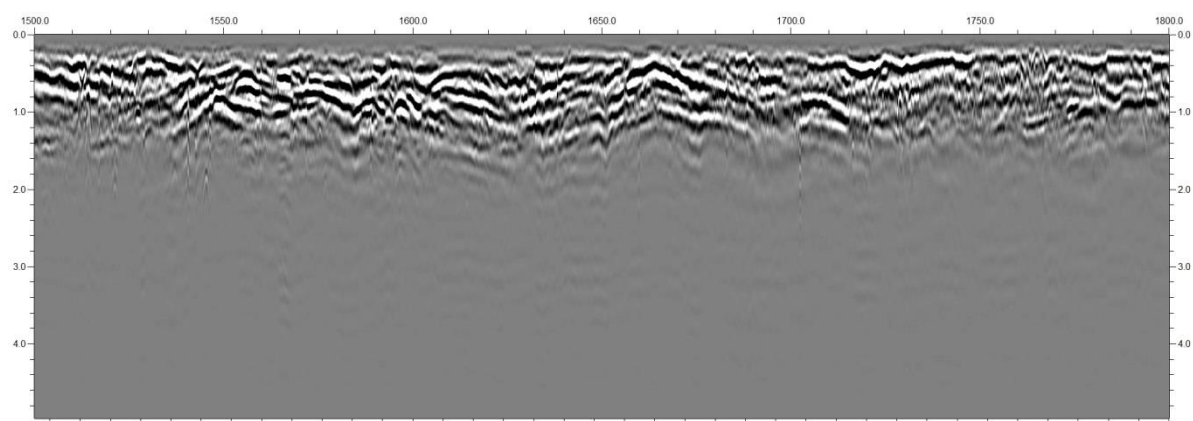
A 16 sz. szelvény 600-900 m közötti szakasza



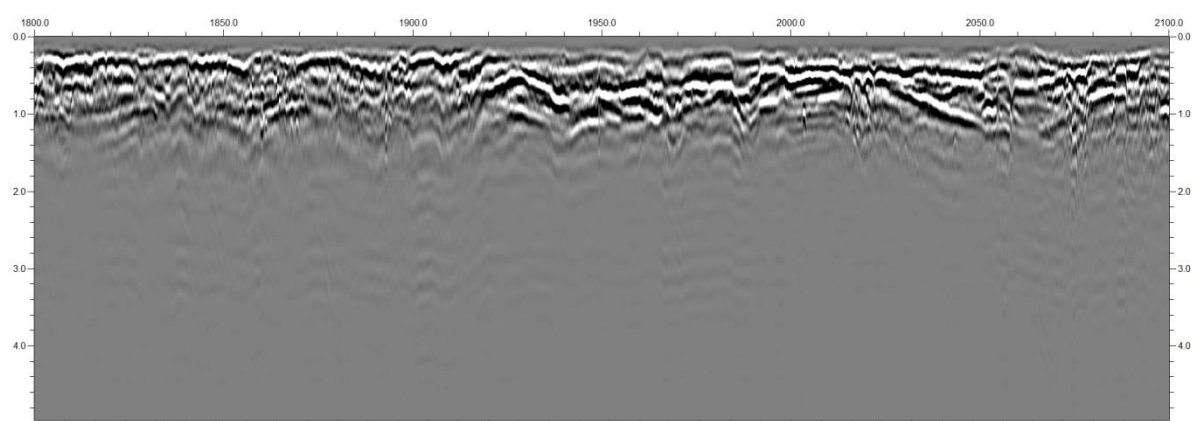
A 16 sz. szelvény 900-1200 m közötti szakasza



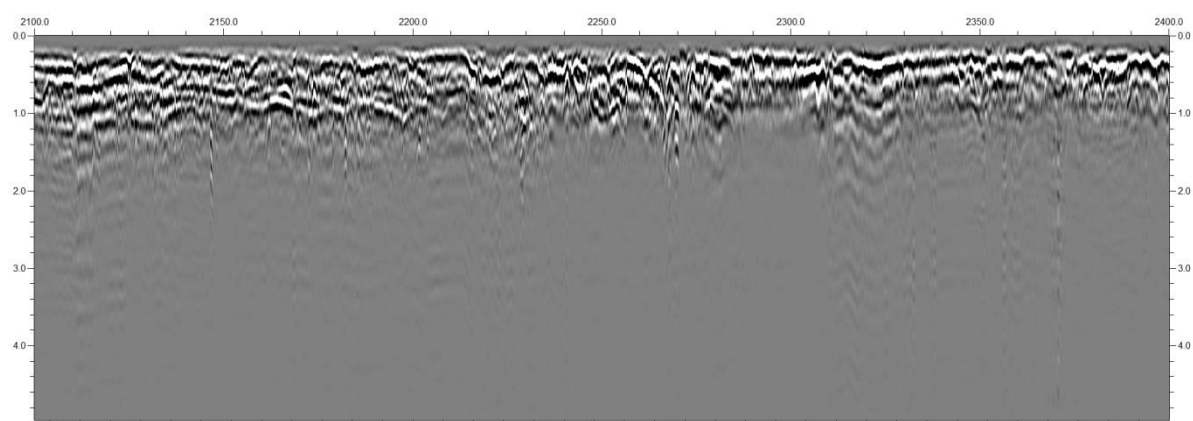
A 16 sz. szelvény 1200-1500 m közötti szakasza



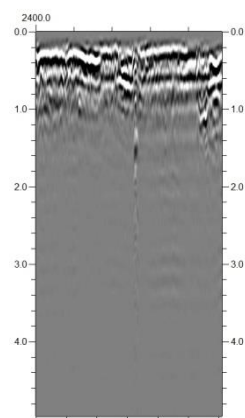
A 16 sz. szelvény 1500-1800 m közötti szakasza



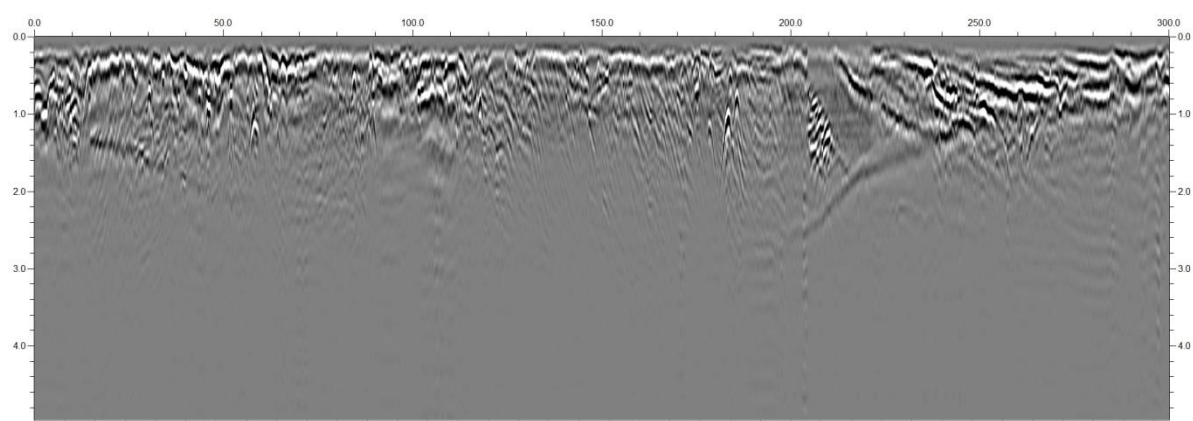
A 16 sz. szelvény 1800-2100 m közötti szakasza



A 16 sz. szelvény 2100-2400 m közötti szakasza



A 16 sz. szelvény 2400 m fölötti szakasza



A 17 sz. szelvény 0-300 m közötti szakasza

6 FELHASZNÁLT IRODALOM

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop Evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Rome, (<http://www.fao.org/docrep/X0490E/X0490E00.htm>).

Ács, F., Breuer, H. (2012): Biofizikai éghajlat-osztályozási módszerek. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

AGRATÉR[a] (2015), Magyarország legfontosabb szántóföldi növényeinek sérülékenysége a klímaváltozás hatására (<http://agrater.hu/szakmai-anyagok-jelentesek/>)

AGRATÉR[b] (2015), Magyarország erdős területeinek sérülékenysége a klímaváltozás hatására (<http://agrater.hu/szakmai-anyagok-jelentesek/>)

Dahlin, T. and Bernstone, C., 1997. A roll-along technique for 3D resistivity data acquisition with multi-electrode arrays, Procs. SAGEEP'97, vol 2, 927-935.

Dövényi Z. (szerk.) 2010: Magyarország kistájainak katasztere — második, átdolgozott és bővített kiadás, MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest

Führer E., Csiha I., Szabados I., Pödör Z., Jagodics A. (2014): Egy cseres faállomány föld feletti és föld alatti szerves-anyagának meghatározása, Erdészettudományi Közlemények 4. évfolyam 2. szám, pp 109–119.

Heil B. (2015): A klímaváltozás várható magyarországi hatása a területhasználatra és az erdőgazdálkodásra a 2021-2050, illetve 2071-2100 időszakokra. NATÉR Kutatási jelentés. Magyar Földtani és Geofizikai Intézet

Holdridge, L.R. (1947): Determination of world formulations from simple climatic data. Science, Vo. 105, 367–368.

IPCC, 2007: Climate Change 2007 – The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. (ISBN 978 0521 88009-1 Hardback; 978 0521 70596-7 Paperback)

Kovács A., Marton A., Tóth Gy., Szócs T. (2016): A talajvíz klímaérzékenységének modellezése a NATÉR projekt keretei között. NATÉR Kutatási jelentés. Magyar Földtani és Geofizikai Intézet

Loke M.H. and Barker, R.D., 1996. Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosections by a quasi-Newton method. Geophysical Prospecting, 44, 131 -52.

Loke M.H., 2015, Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging surveys, pp 5-6 (<http://www.geotomosoft.com/coursenotes.zip>)

Páldy A., Bobvos J (2016): Beszámoló az "A klímaváltozékonyság okozta sérülékenység vizsgálata, különös tekintettel a turizmusra és a kritikus infrastruktúrákra" projekt - Munkacsomag (WP3): A hőhullámok okozta többlethalálozásra vonatkozó vizsgálatok (OKK-OKI, OMSz) elvégzett tevékenységéről. Országos Közegészségügyi Központ, Országos Környezetegészségügyi Igazgatóság

Szirmai V. (2005): Globális klímaváltozás és a társadalmi biztonság. MTA, Magyar Tudomány, 2005/7
849. o.

Szirmai V. (2010): Az éghajlatváltozás lehetséges térségi társadalmi hatásai, a magyar társadalom
klímatudatossága, sérülékenysége, alkalmazkodása. Nemzeti Fenntartható Fejlődés Tanács.
http://www.nfft.hu/dynamic/Az_eghajlatvaltozas_tarsadalmi_hatasai_klimatudatossag.pdf

Renner J., Salát P., Stegena L., Szabadváry L. és Szemerédy P. 1970 Geofizikai kutatási módszerek III.
Felszíni geofizika, Tankönyvkiadó, Budapest pp 158-162

Turczi G., Homolya E., Mattany Zs. (2016): A magyarországi villámárvíz veszélyeztetettség elemzése a
NATÉR projekt keretében. NATÉR Kutatási jelentés. Magyar Földtani és Geofizikai Intézet

Wilson, S., Hassell, D., Hein, D., Morrell, C., Jones, R., Taylor, R., 2010. Installing and using the Hadley
Centre regional climate modelling system, PRECIS. Version 1.9.2. UK MetOffice Hadley Centre, Exeter.
157p.

A NATÉR projekt Izland, Liechtenstein és Norvégia támogatásával kerül kidolgozásra.

Jelen tanulmány az EEA Alapokon keresztül és a REC közreműködésével Izland, Liechtenstein és Norvégia anyagi támogatásának köszönhetően készült el. Az anyag tartalmáért felelős a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet.

További információ az EEA Alapok programjaihoz kapcsolódóan:

www.nagis.hu

eea.rec.org

eeagrants.org

norvegalap.hu