

II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola
Biológia Tanszék



XXXI. OTDK Biológia Szekció

Nagydobrony ivóvizeinek vizsgálata, különös tekintettel azok nitrát tartalmára

Molnár Attila

I. Biológia

Témavezető: **Hadnagy István**

Főiskolai tanár

Külső konzulens: **Dr. Tóth Albert**

Adjunktus

Beregszász 2012

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
2. Célkitűzés	4
3. A vizsgált terület ismertetése	4
3.1. A terület vízrajzi és talajtani jellemzése	6
3.2. Nagydobrony éghajlata	6
3.3. Nagydobrony növény- és állatvilága	7
4. Anyag és módszer	9
5. Eredmények	12
5.1. A műszeres mérések eredményei	12
5.2. A csíranövény-teszt eredményei	18
5.3. Fóliasátor és melegház számlálás eredményei. A kutak relatív vízszitjei.	19
6. Értékelés	20
6.1. A vizek nitrát tartalmának évszakos változása	24
7. Javaslatok	27
8. Összefoglalás	28
Irodalomjegyzék	29
Köszönetnyilvánítás	30

1. Bevezetés

Nagydobrony a Beregi-síkság kárpátaljai részén fekvő, több mint 5500-as lélekszámú (5607 fő a 2001-es népszámlálás adatai alapján (VERKHOVNA RADA OF UKRAINE; [HTTP://GSKA2.RADA.GOV.UA.](http://gska2.rada.gov.ua))) település. A Nagydobronyt körülvevő területeken számos eltérő társulástípus található, melyek ma még sok szempontból érintetlen, természeti értékekben gazdag élőhelyek. Nagydobrony területén már nagyon régóta élnek emberek. A XIII. század közepéről maradtak fenn az első írásos bizonyítékok a falu létezéséről. Az itt élő emberek nagyrészt mezőgazdasági tevékenységekből élnek (MÓRICZ 1993).

A település területének nagy részén érezhetően rossz minőségű az ivóvíz. Ez egyes esetekben a víz ízében, szagában esetleg a színében is megnyilvánul. A területen nem történtek felmérések arra vonatkozóan, hogy megfelel-e az ivóvíz minősége az előírásoknak, pedig a lakosság is érzi, hogy ez szükségessé vált.

A nitrát (NO_3^-) a salétromsav anionja, nagyon elterjedt a természetben. Egyaránt megtalálható a talajban és a vizekben. Kis mennyiségben egyáltalán nem káros, nagy mennyiségben felhalmozódva azonban, főleg a csecsemőknél problémát okozhatnak. Ez ugyanis methemoglobinémiát okoz. A vízzel bejutó nitrátot a baba szervezetében élő mikrobák nitritté alakítják, ami felszívódva a vérébe, behatol a vörösvérsejtekbe, és a hemoglobint methemoglobinná alakítja át, így az nem képes az oxigén szállítására. A csecsemő ennek hatására légzési zavarokkal küzd, jellegzetes kék színűvé válik. A nitrát tartalom határértéke Magyarországon 50 mg/l-ben van meghatározva (A 201/2001 (X.25.) KORMÁNYRENDLET). Ezért fontos, hogy odafigyeljünk ivóvizeink nitrát tartalmára.

A fajlagos elektromos vezetőképesség a vízben oldott kationok és anionok (sók) mennyiségéről ad információt. A magas sótartalmú vizek vezetőképessége magas. A vezetőképesség határértéke 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 20 °C-on (A 201/2001 (X.25.) KORMÁNYRENDLET).

A pH-érték egyenlő az oxónium-ion tízes alapú logaritmusával. Azt mutatja meg, hogy az oldat milyen kémhatással rendelkezik, inkább savas, vagy inkább lúgos. Egyik véglet sem túl szerencsés az emberre való hatást tekintve. A pH-ra vonatkozó határértékek alapján a víz pH értéke nem lehet kisebb, mint 6,5 és nem lehet nagyobb, mint 9,5 (A 201/2001 (X.25.) KORMÁNYRENDLET).

2. Célkitűzés

Jelen dolgozatom témájául Nagydobrony ivóvizeinek vizsgálatát választottam, aminek több oka is volt. Elsősorban azért, mert ez a szülőfalum, és ebből adódóan nagyon közel áll a szívemhez. Mindig is fontos volt számomra az, hogy minél többet megtudjak környezetemről. Másrészt a területről nagyon kevés adat áll rendelkezésre (nemcsak a vizek minőségével kapcsolatban), ezért remélem, hogy az eredményeim mások számára is érdekesek, hasznosak lesznek. Emellett a környezetem is erősen hatott rám. Többen panaszkodtak, hogy nem tudják mi okból, de fogyasztathatlanná vált a vizük. Ez elgondolkodtatott, hogy vajon mi állhat a dolog mögött.

Az emberek rétegvizet isznak, melynek minősége nem feltétlenül megfelelő. Mint már említettem, nagyon régóta élnek itt emberek, és jelentős mezőgazdasági tevékenységet folytatnak, ami elősegíti a talaj és víz minőségének romlását. A meggondolatlan műtrágyahasználat, a nem helyesen tárolt hulladék, a használatok gondatlan tartása mind elősegítik a vízminőség romlását. Ezt a helyzetet tovább rontja a csatornahálózat hiánya is, hiszen így az emberi tevékenységek során képződő szennyvíz is a talajba kerül. Céлом az, hogy megvizsgáljam Nagydobrony ivóvizeinek minőségét, valamennyire rávilágítsak arra, hogy ez a felelőtlen viselkedés problémát jelent, és minél sürgősebben megoldásra vár. A munkám második részében a kapott eredményeket próbáltam megmagyarázni, különböző tényezőkkel összefüggésben.

3. A vizsgált terület ismertetése

A vizsgálandó pontok kijelölésénél figyelembe vettem azt, hogy Nagydobrony területét lefedjem. Emellett szempont volt az is, hogy a mintavételek gördülékenyen működhessenek, ezért leginkább olyan helyeket választottam, ahol kis valószínűséggel találkozom elutasítással, tehát inkább ismerőseimet illetve közösségi helyeket jelöltem ki.

A kutak koordinátáit decimális fokban adom meg a könnyebb kezelhetőség érdekében (1. táblázat **A mintavételi pontok koordinátái**). Ennek megfelelően az 1. ábrán feltüntetett pontokat választottam ki, ezekről történtek a mintavételek.

Egyes pontoknál láthatjuk, hogy több, egymáshoz közel lévő kútból vettem mintát. Ennek legfőbb oka az volt, hogy ezek olyan területek voltak, ahol extrém értékeket kaptam az első mérés alkalmával. Ezért úgy gondoltam, hogy így egyrészt érthetőbbé válik majd a

kiértékelés során, hogy mi volt ezeknek a szélsőségeknek az oka, másrészt így ellenőriztem azt is, hogy nem a műszer hibája okozta az extrémumokat.

1. táblázat A mintavételi pontok koordinátái

Minta sorszáma	Szélesség (decimális fok)	Hosszúság (decimális fok)
1	48,428716	22,392766
2	48,426737	22,385702
3	48,424082	22,389979
4	48,426531	22,396783
5	48,422839	22,402353
6	48,416576	22,405922
7	48,420511	22,396408
8	48,420955	22,391435
9	48,416765	22,384464
10	48,427373	22,375458
11	48,428663	22,373044
12	48,423218	22,381369
13	48,426452	22,394099
14	48,423106	22,381590
15	48,423535	22,381491
16	48,424143	22,390011
17	48,426718	22,394325
18	48,426327	22,394353



1. ábra Mintavételi pontok elhelyezkedése a vizsgált területen
(Forrás: GOOGLE EARTH)

3.1. A terület vízrajzi és talajtani jellemzése

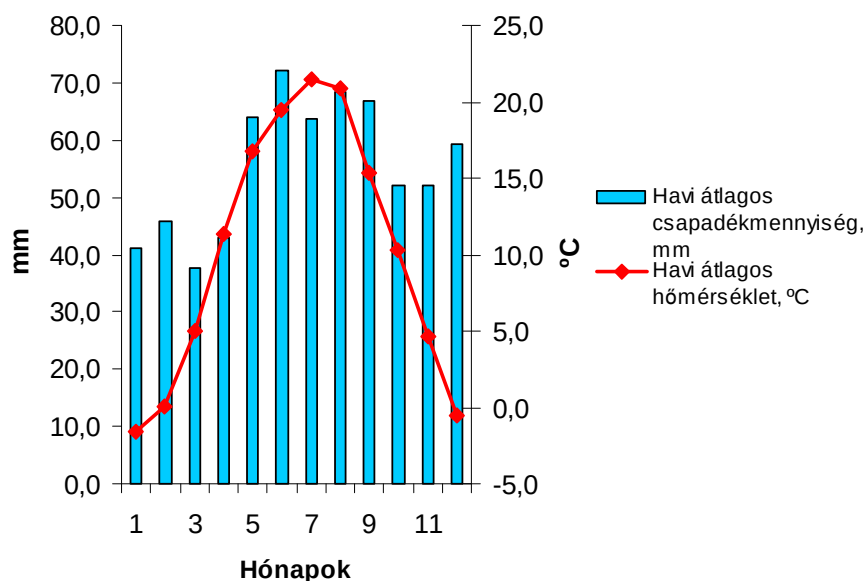
A terület a Beregi-síkság északkeleti részén fekszik. Az átlagos tengerszint feletti magasság 105–106 méter, 2 méternél nagyobb szintkülönbségek nincsenek. A területet vízrajzilag a Tisza vízrendszeréhez tartozó Latorca folyó uralja. Ez néhány kilométerre folyik a település határától. Ehhez kapcsolódik több kanális is. Ilyen például a Nagykanális. Ezek vízállását nagyban befolyásolja a Latorca. A falut keresztülszeli a Tó néven ismert, egykori patak, ami mostanra morotvatóvá alakult.

A terület felszíni- és felszín alatti vizeinek utánpótlását az évi csapadékmennyiség biztosítja. Éppúgy, mint Kárpátalja síkvidékének legnagyobb részén, itt is agyag és vályog a felső vízzáró réteg, ez biztosítja a magasan lévő (kb 2,5 méter) felső vízréteg viszonylagos tisztaságát, és rétegvíz jellegét (BARANYI 2009).

Talajtani szempontból, Kárpátalja területének nagy részéhez hasonlóan itt is a podzolos réti barnaföld a jellemző talajtípus, azonban a településtől nem messze, a Szernye-mocsár területén glejes réti barnaföld található (BARANYI 2009).

3.2. Nagydobrony éghajlata

Nagydobrony, mint Kárpátalja síkvidéki része, a nedves kontinentális éghajlattípushoz tartozik. Ukrajnában használnak még egy másik éghajlati osztályozást is, az Aliszov félélt, amely az uralkodó légtömegeket veszi alapul. Ennek alapján Nagydobrony a mérsékelt öv mérsékelt kontinentális területébe tartozik (BARANYI 2009). A januári átlaghőmérséklet -1,6 °C, a júliusi 21,5 °C. Az éves hőingadozás ennek megfelelően 23,1 °C. Az évi átlagos középhőmérséklet 10,3 °C. A legcsapadékosabb hónap a június (72,3 mm az átlag). Az évi átlagos csapadékmennyiség 666 mm (AMATŐR METEOROLÓGIAI ÁLLOMÁS MEGFIGYELÉSEI ALAPJÁN). Nagydobrony éghajlati diagramját a 2. ábra mutatja.



2. ábra Nagydobrony éghajlati diagramja
(Forrás: saját szerkesztés *)

A Köppen-féle klímabeosztás alapján Nagydobrony a D-klímaövbbe tartozik, a Walter diagram alapján pedig éghajlata kontinentális erdőklíma.

3.3. Nagydobrony növény- és állatvilága

A terület növényföldrajzi értelemben az Alföld (*Eupannonicum*) egyik jól elkülöníthető flórajárásához, az Észak-Alföldihez (*Samicum*) tartozik.

A terület erdőtakarója az emberi tevékenységnek köszönhetően erősen visszahúzódott. Nagyon kevés helyen maradtak természetes, a területre jellemző tölgyesek. Azonban találunk még elszórtan természetközeli gyertyános-tölgyeseket (*Circaeo-Carpinetum*). Nagydobrony közelében található például a Nagydobronyi Vadvédelmi Rezervátum, aminek nagy része gyertyános-tölgyes. Az ilyen típusú erdők lombkoronaszintjét a kocsányos tölgy (*Quercus robur*) és a gyertyán (*Carpinus betulus*) alkotja. A gyepszint uralkodó fajai a berki szellőrózsa (*Anemona nemorosa*), a tavaszi lednek (*Lathyrus vernus*), az orvosi tüdőfű (*Pulmonaria officinalis*), a kapotnyak (*Asarum europeum*), a télizöld meténg (*Vinca minor*) és az árnyékvirág (*Majanthemum bifolium*). Az ártéri területeken fűz-nyár ligeterdőt (*Salicetum albae-fragilis*) találunk. Uralkodó fafajok a fehér fűz (*Salix alba*), a törékeny fűz (*Salix fragilis*), a fehér nyár (*Populus alba*) és a fekete nyár (*Populus nigra*). Az ilyen területekre jellemző a sárga nőszirm (*Iris pseudacorus*), a tavaszi- és nyári tözike (*Leucojum vernum* és *aestivum*).

* Egy nagydobronyi amatőr meteorológiai állomás adatai alapján

A terület másodlagos növénytakasulásaia a rét és szárazgyepek. Ezeken a területeken a legjellemzőbb fajok a szarvaskerep (*Lotus corniculatus*), a kaszanyúgbükköny (*Vicia cracca*), a fehér here (*Trifolium repens*), a közönséges kakaslábú (*Echinochloa crus-galli*), a vadmurok (*Daucus carota*), a réti boglárka (*Ranunculus acris*), a közönséges pásztortáska (*Capsella bursa-pastoris*) (BARANYI 2009).

Az állatvilágot az erdők lecsökkent területe miatt a pusztai fajok jellemzik. A megmaradt erdei területeken azonban megtalálhatóak az erdei környezetre jellemző állatok is. A terület rovarvilága nagyon változatos éppen ennek a takasulásokban megmutatkozó változatosságnak köszönhetően. Előfordulnak itt például szitakötők, mint a szép légivadász (*Coenagrion puella*), az óriás szitakötő (*Anax imperator*), a kék légivadász (*Ischnura elegans*), a sávós szitakötő (*Calopteryx splendens*) és az alföldi szitakötő (*Sympetrum sanguineum*). Egyenesszárnyúak közül megemlítenő a zöld lombzöcske (*Tettigonia viridissima*), a szürke avarszöcske (*Pholidoptera griseoptera*), a jajgató rétisáska (*Stenobothrus lineatus*) és az imádkozó sáska (*Mantis religiosa*). A terület legjellemzőbb poloskái a vízi skorpió (*Nepa cinerea*), a hanyattúszó poloska (*Notonecta glauca*), a vízi botpoloska (*Ranatra linearis*), a csíkpoloska (*Ilyocoris cimicoides*), a molnárpoloska (*Gerris lacustris*), a mórpoloska (*Eurygaster maura*), a paréjpoloska (*Eurydema oleraceum*), a vöröslábú címerespoloska (*Pentatoma rufipes*) és a verőköltő bodobács (*Pyrrhocoris apterus*). Bogarak közül a legfontosabbak az aranyos bábrabló (*Calosoma sycophanta*), a ragyás futrinka (*Carabus cancellatus*), a kék futrinka (*Carabus violaceus*), a nagy selymesfutrinka (*Harpalus rufipes*), a közönséges temetőbogár (*Necrophorus vespillo*), a bundásbogár (*Tropinota hirta*), az aranyos virágbogár (*Cetonia aurata*), a pompás virágbogár (*Cetonischema aeruginosa*), a szarvasbogár (*Lucanus cervus*), az orrszarvú bogár (*Orichthes nasicornis*), a hétpettyes katicabogár (*Coccinella septempunctata*), a nagy hőscincér (*Ceramix cerdo*), valamint a kis hőscincér (*Ceramix scopolii*). Nagyon változatos a terület lepkefaunája. A nappali fajok közül megtalálható itt a nappali pávaszem (*Inachis io*), a kardoslepké (*Iphiclydes podalirius*), a fecskefarkú lepké (*Papilio machaon*), a nagy tűzlepké (*Lycaenae dispar rutillus*) és a répalepké (*Pieris rapae*). Számos éjjeli lepké is van a területen, mint például a fűzfarentő lepké (*Cossus cossus*), a nagy éjjeli pávaszem (*Saturnia piri*), a szulákszender (*Agrius convulvuli*) és a piros övesbagoly (*Catotala nupta*). A terület kétszárnyú és hártýásszárnyú faunájáról keveset lehet tudni, mivel nem kutatták eddig (SZANYI 2009).

A terület gerincesfaunáját az erdős illetve pusztai állatok együtt határozzák meg. Ez nagy változatosságot eredményez.

A környék vizeiben rengeteg hal él, mint például a harcsa (*Silurus glanis*), a törpeharcsa (*Ictalurus nebulosus*), a naphal (*Lepomis gibbosus*), a sügér (*Perca fluviatilis*) és a csuka (*Esox lucius*). Fellelhető a réti csík (*Misgurnus fossilis*) is, amely Ukrajna területein is védelmet élvez.. A területen többféle kétélűvel is találkozhatunk. Békák közül megtalálható a mocsári béka (*Rana arvalis woltersdorfi*), a barna ásóbéka (*Pelobates fuscus*), a zöld levelibéka (*Hyla arborea*) és a vöröshasú unka (*Bombina bombina*). Valamint a pettyes- és tarajos göte (*Triturus vulgaris* és *cristatus*) jelentős populációival is fellelhetőek. Hüllők közül a következő fajok ismertek a területről, a fűrgye gyík (*Lacerta agilis*), az elevevsnzölő gyík (*Zootoca vivipara*), a mocsári teknős (*Emys orbicularis*) és a vízisikló (*Natrix natrix*). Egyre nagyobb számban van jelen a keresztes vipera (*Vipera berus*) is. Madarak közül említést érdemel a bíbic (*Vanellus vanellus*), a mezei pacsirta (*Alauda arvensis*), mezei veréb (*Passer montanus*), vetési- és dolmányos varjú (*Corvus frugilegus*, *C. corone cornix*), és a barázdabillegető (*Motacilla alba*). A nedvesebb részeken élő fajok a szürke gém (*Ardea cinerea*), a tőkés réce (*Anas platyrhynchos*), a vízityúk (*Gallinula chloropus*), a szárcsa (*Fulica atra*), a búbos vöcsök (*Podiceps cristatus*) és a dankasirály (*Larus ridibundus*). Az erdős részeken előfordul a szürke fogoly (*Perdix perdix*), a kék galamb (*Columba oenas*), a fekete gólya (*Ciconia nigra*), az erdei fülesbagoly (*Asio otus*), a macskabagoly (*Strix aluco*), az egerészölyv (*Buteo buteo*), a barnakánya (*Milvus migrans*) és a vörös vércse (*Falco tinnunculus*).

A területen megtalálható emlősök a mezei nyúl (*Lepus europaeus*), a vörös róka (*Vulpes vulpes*), a vadmacska (*Felis silvestris*) és a mókus (*Sciurus vulgaris*). Borz (*Meles meles*), vidra (*Lutra lutra*), őz (*Capreolus capreolus*) és vaddisznó (*Sus crofa*) is előfordul a rezervátum területén. A rágcsálók közül a következő fajok jellemzőek: a mezei pocok (*Microtus arvalis*), az erdei egér (*Apodemus sylvaticus*), a vándorpatkány (*Rattus norvegicus*), a hörcsög (*Cricetus cricetus*), ill. a nagy pele (*Glis glis*). Előfordul még itt keleti sünn (*Erinaceus concolor*), és különböző cickányfajok is (SZANYI 2009).

4. Anyag és módszer

Vizsgálataim során az első feladat az volt, hogy kijelöltem a vizsgálni kívánt pontokat. Ezek kijelölésénél elsődleges szempontként azt vettem figyelembe, hogy azok lefedjék Nagydobrony területét. Fontos szempont volt még a mintavételi pontok jó hozzáférhetősége, ill. a többszöri mintavétel lehetősége. A méréseket 2009-ben 3 alkalommal végeztem el, április 9.-én, július 16.-án és október 23.-án. Erre azért volt szükség, hogy megfigyelhessem az adatok évszakos változását. Ezen 3 alkalom során összesen 18 kútból sikerült gyűjtenem

mintákat. A kutak mindegyike fúrt kút volt, amely a felső talajvízrétegből táplálkozik, vizüket ivóvízként hasznosítják. A mintavételek fél literes, előzőleg desztillált vízzel jól átmosott PET-palackokba történtek. Ezeket felcímkéztem, kóddal láttam el és feljegyeztem a mintavétel helyét. A palackokat levegőmentesen zártam a másnapi mérésig, hogy a vízben esetlegesen előforduló mikrobák minél kevesebb változást okozzanak.

A nitrát tartalom kimutatására több módszer is létezik. Az egyik legelterjedtebb az úgynevezett nitrát tesztcsík használata. Ezzel akár a helyszínen, 5 perc alatt eredményt kaphatunk. Hátránya, hogy viszonylag kicsi a pontossága.

Egy másik módszer a vízminták laboratóriumi műszeres vizsgálata. Ennek során egy digitális műszerhez kapcsolt nitrát-ion szelektív elektródát mártunk az előkészített mintákba. Az előkészítés úgy történt, hogy egy edénybe 40 cm^3 mintához hozzáadtunk 10 cm^3 1 %-os timsó oldatot. A kutatás során ezt az eljárást használtam, mert megbízhatóbb és pontosabb, mint a nitrát tesztcsík módszere, és ez is néhány perc alatt elvégezhető. A mérést a IHOHOME pX-150.1MI típusú, kifejezetten a nitrát-tartalom mérésére alkalmas műszerrel végeztem el. A minták kiértékelése minden esetben a gyűjtés másnapján történt, a Kárpátontúli Agráripari Termelési Intézet talajtani és agrokémiai laboratóriumában, Baktán.

A laboratóriumban lehetőség volt még a minták vezetőképességének és pH-tartalmának meghatározására is, kivéve az első mérés esetén. A vezetőképességet a WTW Cond Level 2 típusú műszerrel vizsgáltam meg. Ez is hasonló elven működik, mint a nitrát tartalom mérésére szolgáló műszer, itt is egy elektróda az érzékelő, amiről a hozzá csatlakoztatott digitális egység olvassa le az adatokat. Ez alá minden előkezelés nélkül kell behelyezni a mintát, és belemeríteni az érzékelőt.

A pH mérésére szolgáló műszer WTW pH/Ion Level 2 típusú volt. Ennél is egy elektródát kell bemártani a mintába, előkezelésre itt sincs szükség.

Mindhárom műszernél fontos volt, hogy az érzékelőket minden egyes minta bemérése után leöblítsük desztillált vízzel, majd óvatosan szárazra töröljük őket.

A minták minőségének ellenőrzésére használtam még egy módszert, a csíranövény-tesztet. Ez egy nagyon egyszerű eljárás annak kimutatására, hogy milyen hatással van a víz a növényekre. Ezt a mérést a Debreceni Egyetem Alkalmazott ökológiai Tanszékének talajtani laboratóriumában végeztem. Alapja az, hogy 2 cm^3 -nyi vízmintákkal megnedvesített szűrőpapírokon magokat csíráztatunk sterilizált Petri csészékben, sötétben és szobahőmérsékleten, 72 óráig. A magok többfélék lehetnek, én háztartási mustármagot (*Sinapis alba*) használtam. Készítünk egy kontroll mintát is, amelynél desztillált vizet használunk. Ezek után lemérjük a kicsírázott magok gyökereinek hosszát, és a kapott

értékekből elhagyjuk a 3 legkisebb értéket. A nem csírázó magvakat 0 értékűnek vesszük. Az így kapott értékek átlagát vesszük, és ezt a kontroll gyökerek átlagos hosszúságában fejezzük ki. Ezt a százalékos arányt használjuk arra, hogy megtudjuk, serkenti-e, vagy károsítja a növények növekedését az adott vízminta (FELFÖLDY 1987). A kiértékeléshez a minősítési kulcsot a 2. táblázat adja meg.

2. táblázat A csíranövény-teszt esetén használt minősítési táblázat
(Forrás: FELFÖLDY 1987)

A gyökerek átlagos hossza a kontroll %-ában	Minősítés
0–5 %	igen mérgező
6–50 %	mérgező
51–90%	kissé mérgező
91–120%	nem mérgező
>120	serkentő

A vízvizsgálat során kapott eredmények magyarázatának keresésére a következő mérést végeztem. A *Google Earth* nevű program segítségével lementettem a mintavételi pontok környékének műholdképét. A térképeken felvettem 2 pontot, amik segítettek a 150 méteres sugarú kör kijelölésében és ezen belül megszámláltam a fólíasátrak illetve melegházak számát. Ezt a módszert azért találtam ki, hogy magyarázatot találhassak arra, miért kaptam annyira különböző értékeket a település egyes részein. Ezt a módszert azért alkalmaztam, mert a fólíasátrakban és a melegházakban nagy mennyiségben használt műtrágyák erős hatással vannak a víz kémiai összetételére.

A kapott eredmények további vizsgálatára megpróbáltam meghatározni, hogy milyen a felszín alatti vizek áramlási iránya Nagydobronyban. Ennek modellezéshez szükséges egy ideális állapotot feltételeznünk, azaz egy egységes, nyomás hatása alatt nem álló talajvíztükröt. Ehhez kiválasztottam 3 ásott kutat Nagydobrony belterületén, amelyek között meghatároztam a relatív vízszintet. Ez úgy történt, hogy a kijelölt kutak között teodolittal (a teodolit mérési hibáját ellenőriztem, és elhanyagolhatónak találtam) megmértem a relatív szintkülönbséget, majd ebből kivontam a kutakban tapasztalt vízállást. Ezzel hozzájutottam ahhoz az információhoz, hogy a 3 kút egymáshoz képest milyen vízszinten áll. Azért használtam teodolitot, mert ezzel viszonylag nagy pontossággal meg lehet határozni a felszín kis szintkülönbségeit, míg például a GPS túl pontatlan lett volna ehhez a méréshez. Ez a pontatlanság abból adódik, hogy ezeknek az eszközöknek a pontossága le van korlátozva

néhány méteres pontosságra, ami lehetetlenné teszi, hogy ilyen kis szintkülönbségeket mérjünk vele.

Miután meghatároztam a kutak közötti relatív vízszintkülönbséget, meghatároztam a felszín alatti vizek feltételezhető áramlási irányát. Ehhez először megmértem, hogy mekkora a távolság a legmagasabb és a legalacsonyabb vízállású terület között. Ezek után interpolálással kiszámoltam, hogy ezen az egyenesen hol helyezkedik el az a pont, amelynek feltételezhető vízállása megegyezik a közepes vízállású kúttal. Ezen két pont között meghúzható egy izovonal (hidroizohipsza), melyre merőleges vektor lesz a feltételezhető áramlási irány (ALMÁSSY 1996).

Ezen információk birtokában készítettem néhány térképet, amelyek jól mutatják az eredmények közötti összefüggéseket, és esetleg magyarázatot adhatnak néhány ok-okozati összefüggésre is.

Munkám során a *Surfer 8* és *ArcMap* nevű térképészeti programokat, illetve a *Microsoft Office Excel* és *PAST* szoftvereket használtam a statisztikai feladatok elvégzésére.

5. Eredmények

5.1. A műszeres mérések eredményei

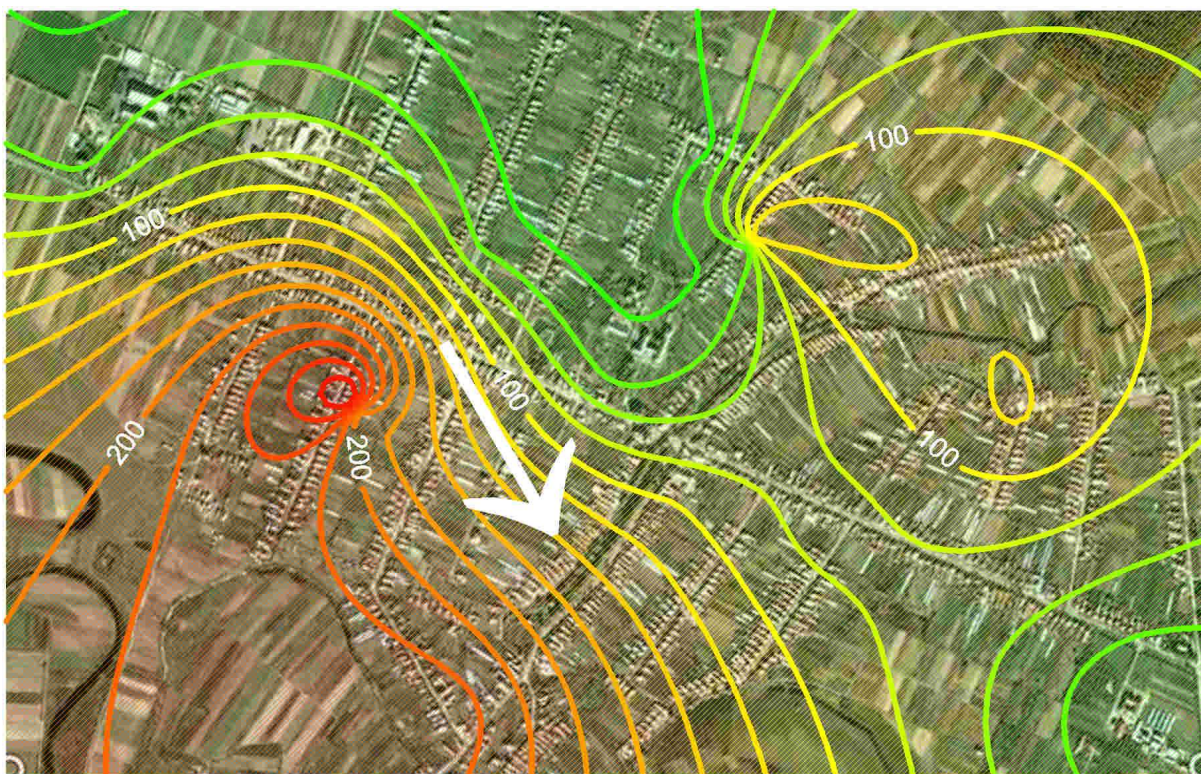
A 2009. április 9.-i mérésem során nem volt lehetőségem a minták pH-jának és vezetőképességének mérésére. A nitrát mérés eredményeinél látható nagy fokú változatosság miatt (legalacsonyabb érték 13,5 mg/l, ill. a legmagasabb érték 296 mg/l) úgy gondoltam, hogy a kritikus pontokról ismételt mintavételezést végzek, valamint környezetükben újabb mintavételi pontokat jelöltem ki. Erre két héttel később került sor. Ekkor már megmértem a minták vezetőképességét és pH-ját is. Mivel az ismételt mintavételezés során érdemleges különbségeket nem találtam, így meggyőződtem arról, hogy nem a mérési pontatlanság eredményezte a kiugróan alacsony, ill. magas nitrát tartalom értékeket. Ezért a két mérés eredményeit átlagoltam. Az összesített eredményeket a 3. táblázatban láthatjuk. A határértéket meghaladó értékeket piros színnel jelöltem.

3. táblázat A 2009. március 9-i és 23-i mérések összesített eredményei

Minta sorszáma	Nitrát, NO ₃ ⁻ , (mg/l)	pH	Vezetőképesség (összes só), (µS/cm)
1	13,5		
2	33,9		
3	26,2	7,21	779
4	125		
5	123		
6	19,8		
7	71,5		
8	104,5		
9	232		
10	99,8		
11	31,8		
12	276	6,87	1503
13	20,8	7,35	705
14	187	7,18	1355
15	296	7,05	1415
16	26,8	7,32	780
17	137	7,37	1284
18	72,8	7,16	992

Az eredményekből kitűnik az, hogy Nagydobrony keleti és nyugati végén (6-os és 11-es pontok) viszonylag alacsony értékeket kaptunk. Ennek oka lehet az, hogy kevésbé lakott területek, mivel a 11-es pont egy éttermet jelöl, mellette pedig megművelt területek találhatóak. A 6-os pont egy gyermekotthon területén van, mellette szintén szántók vannak. Egyértelműen megfigyelhető továbbá egy bizonyos területi eloszlás is a nitrát értékek között (3. ábra). Az ábrákon látható fehér nyíl a felszín alatti vizek feltételezhető áramlási irányát mutatja meg.

A zöld színű területen határérték alatti nitrát értékeket kaptam (<50 mg/l), a sárga területen a határértéket meghaladó nitrát tartalmat mértem (50-150 mg/l), míg a piros területen nagyon extrém magas (150-300 mg/l) értékek figyelhetők meg. A település keleti és nyugati szélei nemrég váltak lakottá, ezeken a részeken kaptuk az alacsonyabb értékeket. Míg a sárga és piros területek a település régebben lakott területei.



3. ábra A nitrát értékek (mg/l) eloszlása Nagydobrony területén a tavaszi mérések alapján
(Saját szerkesztés, alaptérkép: Google Earth)

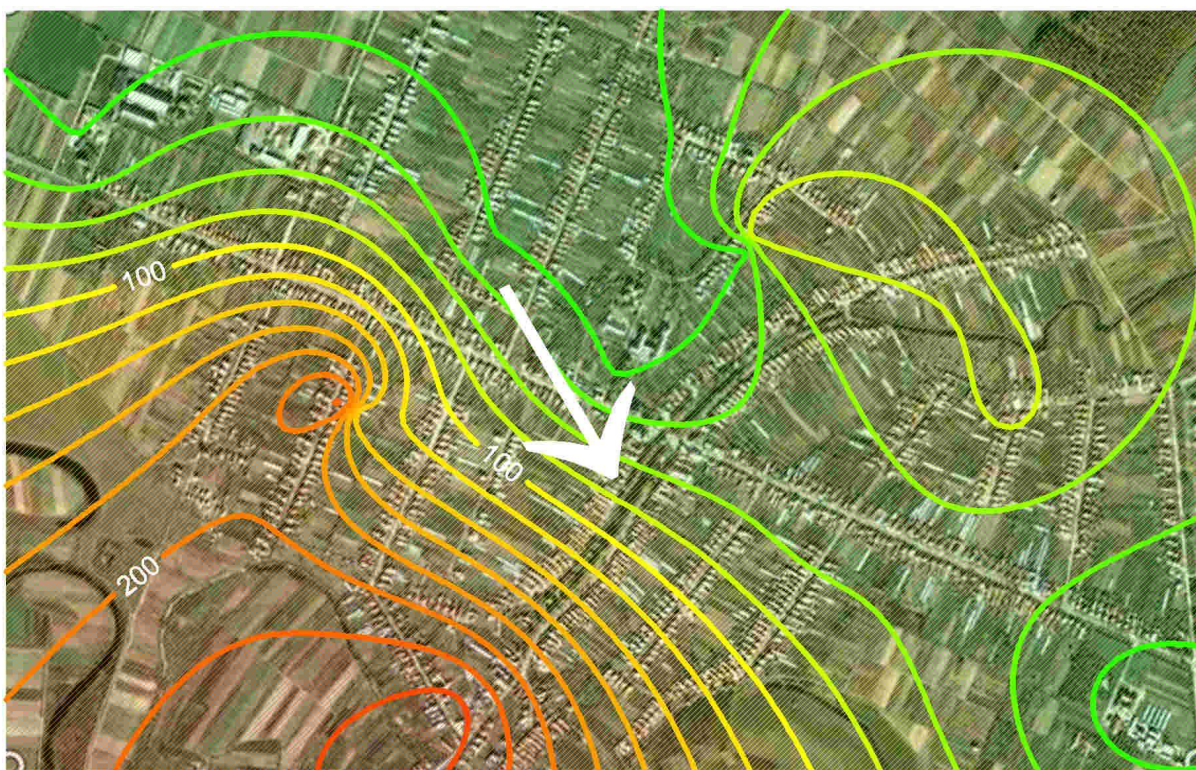
A következő mintavételre 2009. július 12-én került sor. Ennél csak 6 kútból sikerült mintát gyűjtenem. Azonban a kapott nitrát eredményeket összevetve a tavaszi eredményekkel, azt találtam, hogy azok korrelációs együtthatója magas (0,98, ami még az alacsony mintaszám ellenére is jelentős összefüggést mutat a két adatsor között). Ennek okán bátorkodtam interpolálással meghatározni a többi kútra vonatkozó nyári értékeket. Mindössze annyi volt a dolgom, hogy kiszámoltam azt, hogy mennyi az átlagos változás százalékban kifejezve. Ebből következtettem a hiányzó adatokra. A kapott eredmények a 4. táblázatban láthatóak.

Mivel a vezetőképességet és a pH-t csak néhány esetben mértem meg tavasszal is és nyáron is, ezért ebből nem tudtam kiszámítani érdemlegesen azt, hogy milyen értékek várhatóak ebben az esetben. Ezért ezeknél a ténylegesen mért értékeket tüntettem fel.

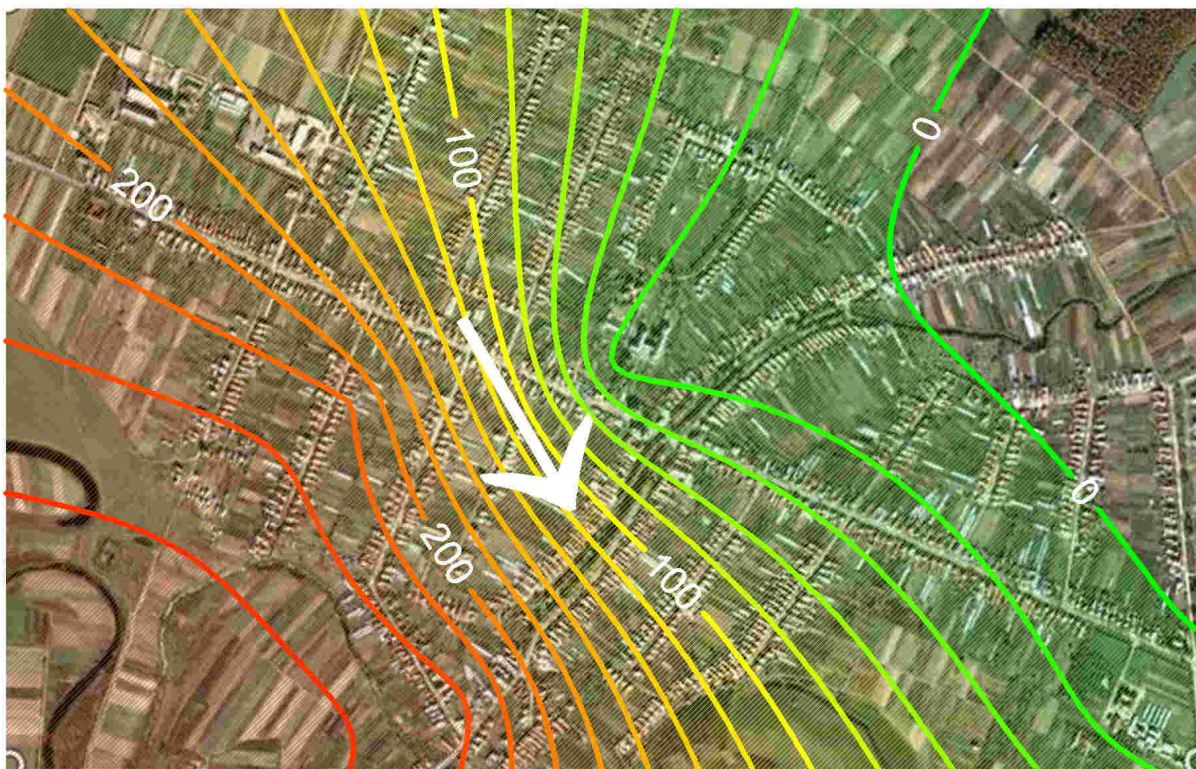
A nitrát tartalom a nyári mérés során is, a vártaknak megfelelően, hasonló területi eloszlást mutat, mint a tavaszi. Mindezt a 4. ábrán láthatjuk. Azonban az interpoláció nélküli eredmények is, az alacsony mintaszám ellenére hasonló mintázatot adnak (5. ábra), mint amit a 3. ábrán láthatunk. Az átlagos változás kevesebb, mint 20 mg/l. A minták többségénél csökkenést tapasztaltam a nitrát tartalom értékeiben, és ez jól látható a 4. ábrán is, mivel a piros és sárga területek egyértelműen visszahúzódtak.

4. táblázat A 2009. július 16-i mérések eredményei a tavaszi eredmények tükrében

Minta sorszáma	Nitrát, NO_3^- , (mg/l)	pH	Vezetőképesség (összes só), ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
1	26,6	7,227	1239
2	23,2		
3	14,2	7,209	820
4	85,4		
5	84,0		
6	9,6	7,127	783
7	48,9		
8	71,4		
9	249,0	7,013	1434
10	68,2		
11	21,7		
12	223,0	7,004	1455
13	10,6	7,221	722
14	127,8		
15	202,3		
16	18,3		
17	93,6		
18	49,7		



4. ábra A nitrát értékek (mg/l) eloszlása Nagydobrony területén a nyári mérések alapján (interpolált értékek)
(Saját szerkesztés, alaptérkép: Google Earth)



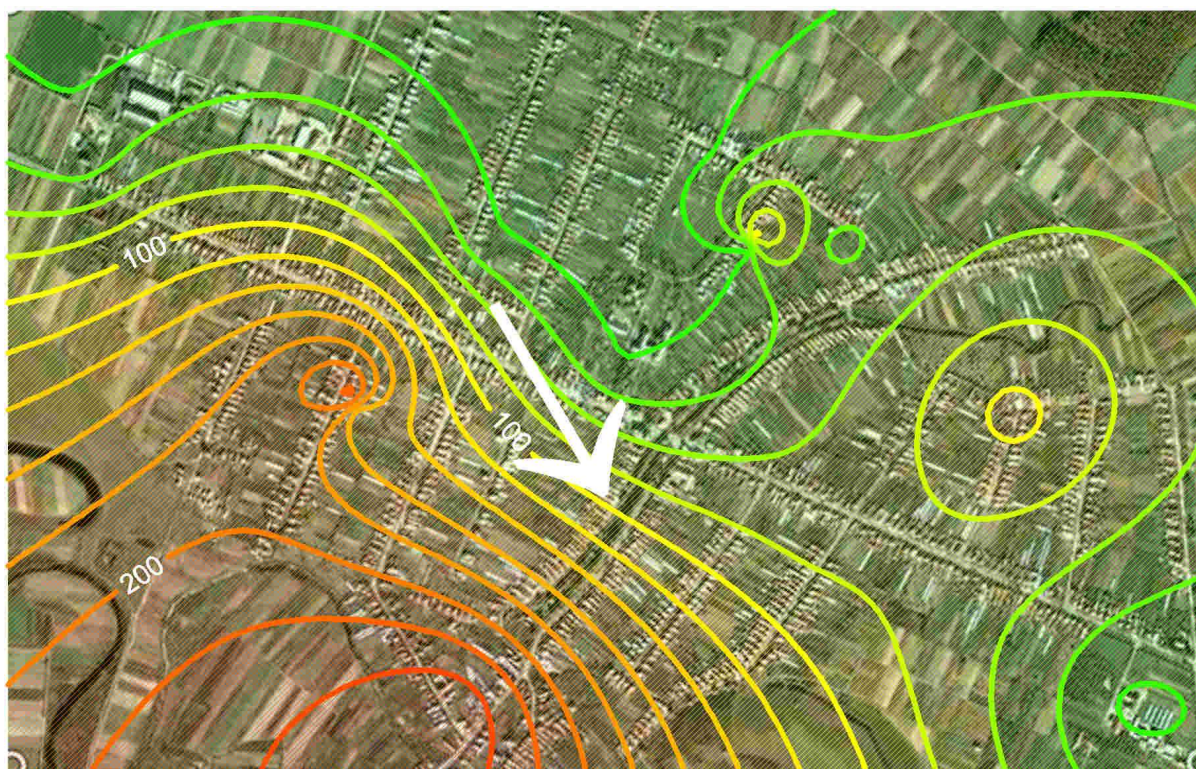
5. ábra A nitrát értékek (mg/l) eloszlása Nagydobrony területén a nyári mérések alapján (Saját szerkesztés, alaptérkép: Google Earth)

Az utolsó, őszi mérés időpontja 2009. október 23-a volt. A nyári méréshez hasonlóan, ez esetben sem sikerült minden kútból mintát venni. 10 kútból vettem mintát, a többit interpolálással számítottam ki. A kapott eredmények az 5. táblázatban láthatóak. A határértéket meghaladó értékeket pirossal jelöltem, mint a tavaszi és a nyári mérések eredményeinél.

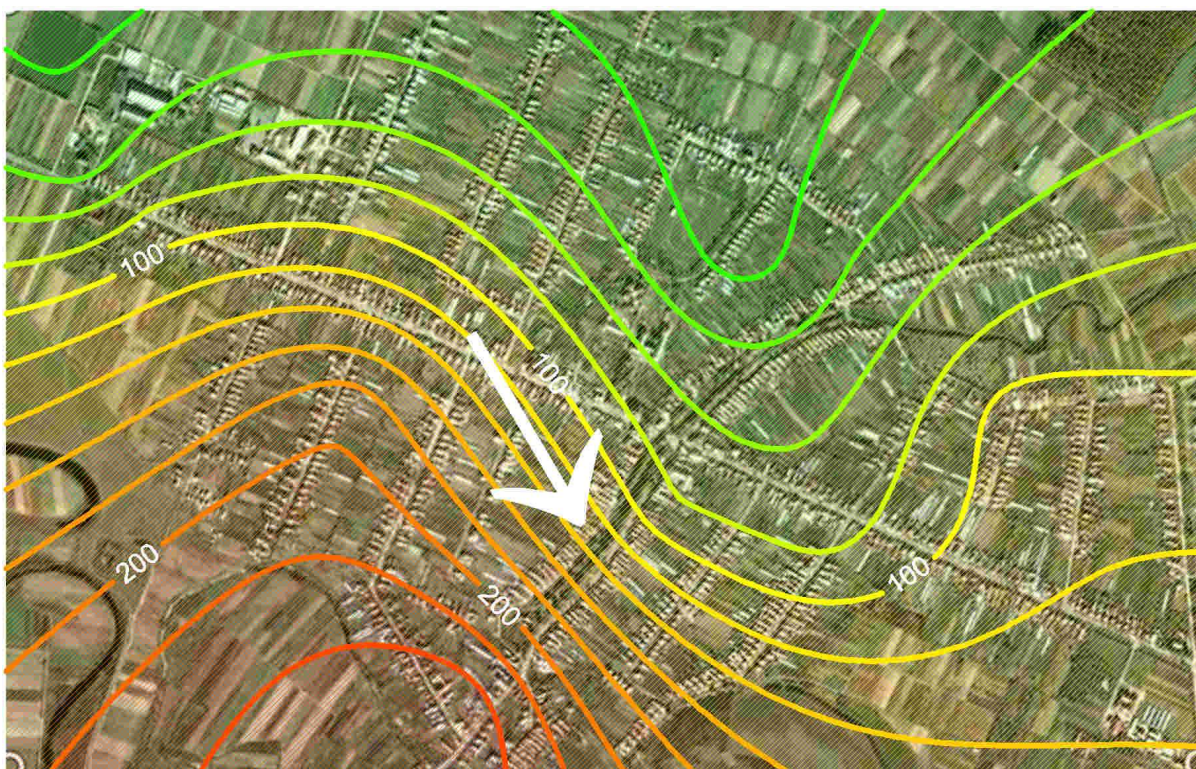
Az őszi mérés folyamán sem tapasztalhatóak túl nagy eltérések a tavaszi eredményektől. A korrelációs együttható itt is magas (0,91), ezért itt is megkockáztatható volt az interpolálás. Az átlagos különbség a tavaszi és az őszi mérések között 22 mg/l. Az értékek itt többnyire magasabbak, mint a nyári mérésnél tapasztaltak. A tavaszi és nyári térképhez hasonló területi eloszlást ebben az esetben is megfigyelhetjük az interpolálás segítségével készült térképen (6. ábra). A valós minták alapján készített térkép (7. ábra) szintén hasonló elrendeződést mutat, mint az eddigiek.

5. táblázat A 2009. október 23-i mérés eredményei a tavaszi adatok tükrében

Minta sorszáma	Nitrát, NO ₃ ⁻ , (mg/l)	pH	Vezetőképesség (összes só), (µS/cm)
1	12,9	7,048	1085
2	25,8		
3	20,0		
4	34,4	7,251	920
5	108,6	7,116	1009
6	15,1		
7	69,8	7,235	1011
8	84,5	7,407	1381
9	259,0	7,32	1512
10	86,5	7,582	885
11	25,7	7,19	818
12	195,0	7,215	1411
13	8,8	7,317	732
14	142,6		
15	225,7		
16	20,4		
17	104,5		
18	55,5		



6. ábra A nitrát értékek (mg/l) eloszlása Nagydobrony területén az őszi mérések alapján (interpolált értékek)
(Saját szerkesztés, alaptérkép: Google Earth)



7. ábra A nitrát értékek (mg/l) eloszlása Nagydobrony területén az őszi mérések alapján
(Saját szerkesztés, alaptérkép: Google Earth)

5.2. A csíranövény-teszt eredményei

A csíranövény-tesztet 2009. október 26-án kezdtem el, ekkor raktam el csírázni a mustármagokat. A kiértékelés 72 órával később történt. Az eredmények az 6. táblázatban szerepelnek.

6. táblázat A csíranövény-teszt eredményei

Minta sorszáma	A csírák átlagos hossza (mm)	A csírák átlagos hossza a kontroll csírák átlagos hosszának százalékában kifejezve (%)	Minősítés
1	10,52	67,30	kissé mérgező
4	12,26	78,44	kissé mérgező
5	12,67	81,04	kissé mérgező
7	8,78	56,16	kissé mérgező
8	15,15	96,92	nem mérgező
9	7,59	48,58	mérgező
10	13,59	86,97	kissé mérgező
11	9,56	61,14	kissé mérgező
12	15,15	96,92	nem mérgező
13	14,30	91,47	nem mérgező
Kontroll	15,63	100,00	

A minősítést az 1. táblázat alapján végeztem el. Az eredményekből kitűnik, hogy a minták többsége kissé mérgező minősítést kapott. Ez a viszonylag magas nitrát-tartalom értékek tükrében nem meglepő, hiszen a nitrát igencsak serkenti a csírák növekedését. Összességében azt lehet mondani, hogy az emberekre károsan ható ivóvizek, nem feltétlen károsítják a növényeket, a „kissé mérgező” besorolás inkább a víz nitráton kívüli összetevőinek köszönhető.

5.3. Fóliasátor és melegház számlálás eredményei. A kutak relatív vízszitjei.

A következő mérési eredményeimet a melegház és fóliasátor számlálás adta. Ez egész érdekes eredményeket adott. A kapott eredményeket a tavaszi nitrát tartalom értékekkel összevetve a 7. táblázat mutatja meg. A sorba rendezésnél a melegházak és fóliasátrak számát vettem figyelembe.

7. táblázat A vizsgált pontok környékén lévő fóliasátrak és melegházak száma a tavaszi nitrát-értékek tükrében

Minta sorszáma	Nitrát tartalom (mg/l)	Melegházak és fóliasátrak száma a minta környékén (db)
17	137	2
11	31,8	3
13	20,8	3
16	26,8	3
18	72,8	3
1	13,5	4
3	26,2	4
10	99,8	4
6	19,8	5
8	104,5	5
12	276	6
15	296	6
4	125	7
7	71,5	7
14	187	7
5	123	8
9	232	9
2	33,9	10

A 7. táblázatból egyértelműen kitűnik, hogy azokon a területeken, ahol a fóliasátrak és melegházak száma 6 vagy annál több, sokkal nagyobb az esély arra, hogy magas nitrát

tartalom értékeket kapunk (2 darab 100 mg/l alatti értéket találunk), mint azokon a területeken, ahol 5 vagy annál kevesebb ilyen található (2 darab 100 mg/l fölötti érték).

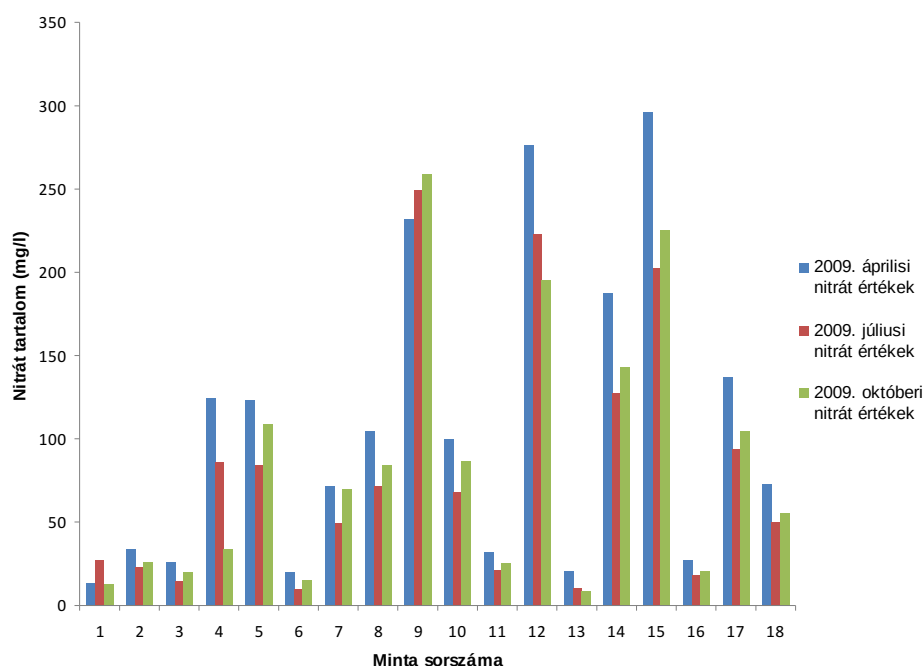
A kutak vizeinek relatív szintjeit teodolit segítségével határoztam meg. A kapott eredmények (8. táblázat) alapján elkészítettem a terület feltételezhető vízáramlási képét.

8. táblázat A Nagydobrony területén vizsgált kutak relatív vízmagassága

A kút kódja	Relatív vízmagasság (cm)
K1	-200,5
K2	-223,5
K3	-319

6. Értékelés

A munkám során kapott eredmények számos dologra mutattak rá. A nitrát tartalom átlaga tavaszi mérés során 105,41 mg/l, a nyári mérésnél 79,31 mg/l, az őszi pedig 83,04 mg/l. Az 50 mg/l-es határértéket átlépő minták száma is hasonló mintázatot mutat. Ezen minták száma tavasszal 11, nyáron 9, ősszel pedig 10 volt. Ennek magyarázata valószínűleg a hőmérséklet változása. Tavasszal azért magasabb, mint a nyári és az őszi, mert télen a nitrátot hasznosító mikrobák kevésbé aktívak, ezért az felhalmozódik. Nyáron, a legmelegebb időszakban a legaktívabbak az említett élőlények, ezért ilyenkor a legalacsonyabb a vizek nitrát tartalma. Ősszel, a hőmérséklet lehűlésével a mikrobiális aktivitás visszaesik, ezért a nyárinál magasabb értékeket kapunk. Azonban alacsonyabbakat, mint a tavaszi mérés során, ami a nyári magas mikroba aktivitásnak tudható be. A tél során felhalmozódott nitrát nagy mennyisége ősze lebomlik. A 8. ábra mutatja a nitrát tartalom évszakos változását az egyes pontokban. Ezt az évszakos változást a 3., 4. és 5. ábrákat összevetve is megfigyelhetjük. A nyári eredmények alapján készített térképen a zöld területek jobban dominálnak, mint a pirosak és sárgák.



8. ábra A nitrát tartalom változásai a három mérés során

A pH értékeknél jelentős eltéréseket, ill. különösebb összefüggést a többi mérés eredményeivel nem tapasztaltam. A vezetőképesség azonban összefüggést mutat a nitrát tartalommal. Egyértelmű kapcsolat mutatkozik közöttük. A magas nitrát tartalmú mintáknak, kevés kivételtől eltekintve, a vezetőképessége is magas. A korrelációs együttható a tavaszi mintában 0,95, a nyáriban 0,87 és az őszi pedig 0,81. (9., 10. és 11. táblázat).

9. táblázat A tavaszi nitrát tartalom és a vezetőképesség közötti összefüggés

Minta sorszáma	Nitrát tartalom (mg/l)	Vezetőképesség (μS/cm)
13	20,8	705
3	26,2	779
16	26,8	780
18	72,8	992
17	137	1284
14	187	1355
15	296	1415
12	276	1503

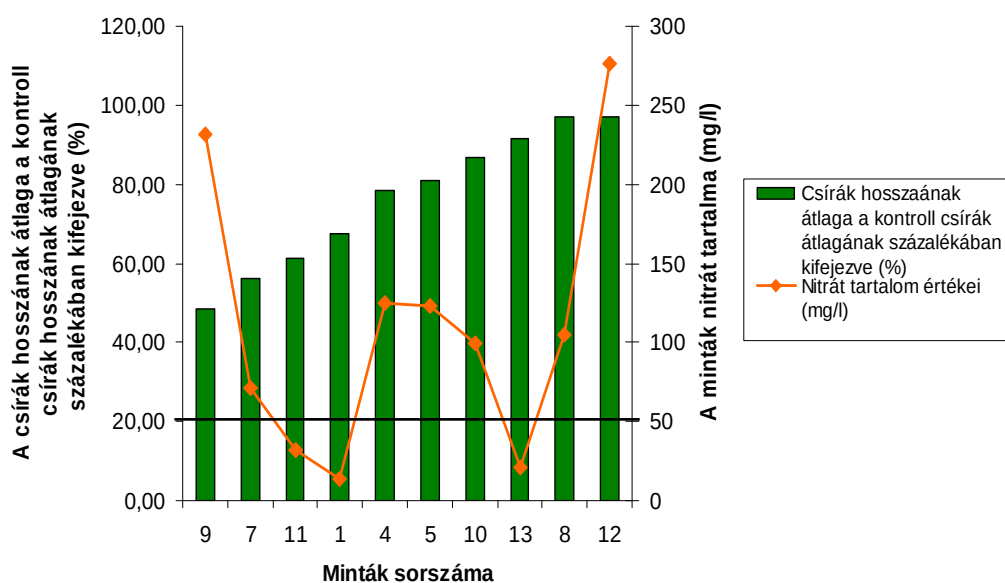
10. táblázat A nyári nitrát tartalom és a vezetőképesség közötti összefüggés

Minta sorszáma	Nitrát tartalom (mg/l)	Vezetőképesség (μS/cm)
13	10,63	722
6	9,55	783
3	14,2	820
1	26,6	1239
9	249	1434
12	223	1455

11. táblázat A őszi nitrát tartalom és a vezetőképesség közötti összefüggés

Minta sorszáma	Nitrát tartalom (mg/l)	Vezetőképesség (µS/cm)
13	8,77	732
11	25,7	818
10	86,5	885
4	34,4	920
5	108,6	1009
7	69,8	1011
1	12,9	1085
8	84,5	1381
12	195	1411
9	259	1512

A csíranövény teszt esetében azt az eredményt kaptuk, hogy a vizek alig mérgezőek a növények számára. Mindössze 1 „mérgező” minősítésű mintánk van. Ez az eddigi eredmények tükrében azért nem meglepő, mert a növények növekedéséhez szükség van nitrátokra, és egyéb, vízben oldott ásványi anyagokra, amik a magas vezetőképességért felelősek. Tehát az, ami káros az emberek számára, az nem feltétlenül káros a növényekre, sőt, esetleg serkentően is hathat. Ezt az 9. ábra is jól mutatja.



9. ábra A nitrát tartalom és a csíranövény teszt eredményei közötti összefüggés

A 9. ábra alapján láthatjuk, hogy a határérték alatti nitrát tartalom értékek (11-es, 1-es és 13-as számú minták) nem esnek egybe a növényekre serkentően ható mintákkal.

Először a nagydobronyi fóliasátras gazdálkodásból adódó magas műtrágyabevitel hatásait vizsgáltam meg. Ezek vizsgálata érdekes eredményeket hozott. A mintavételi pontok

150 méteres körzetében megszámolt fóliasátrak száma részben magyarázza a kutakban mért nitrát értékeket. A melegházak száma és a nitrát tartalom közötti korrelációs együttható 0,37, azaz a pontok körül lévő fóliasátrak száma csak részben magyarázza a kapott nitrát értékeket.

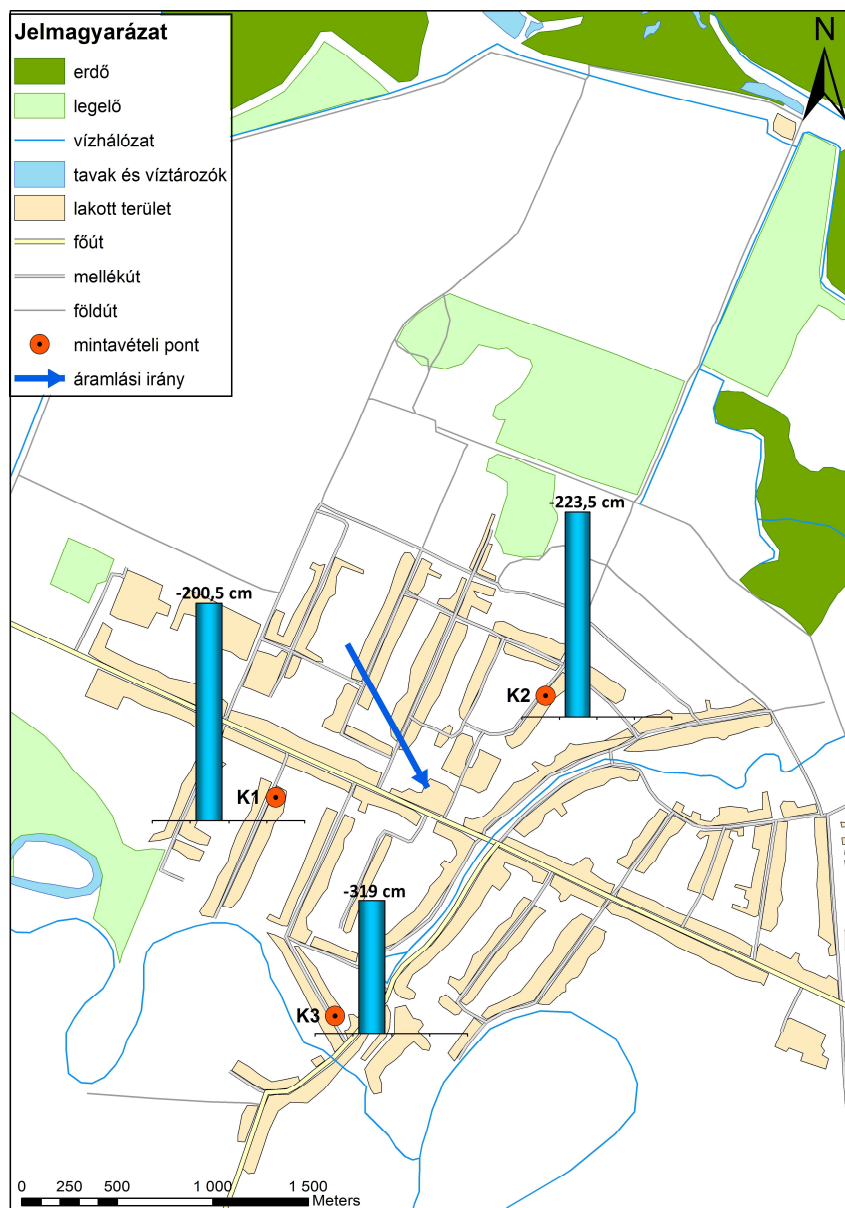
A 12. táblázat alapján láthatjuk, hogy az 5 vagy annál kevesebb számú fóliasáttal és melegházzal körülvett mintavételi pontok az általam kijelölt zöld és sárga, illetve a település szélén elhelyezkedő területeken vannak. Ezzel szemben a piros területek (tehát a kiemelkedően magas nitrát tartalmúak) mindegyike több mint 6 fóliasáttal és melegházzal van övezve. A „6-os vonal” alatt mindössze 1 darab zöld terület, és 3 sárga található. Ez is bizonyítja az, hogy a melegházak jelenléte hatással lehet az ivóvíz minőségére, azonban ennek bizonyítására nagyobb mintaszámra lenne szükség, és esetleg frissebb műholdképekre, mivel az általam használtak 2005-ben készültek.

12. táblázat Összefüggés a minták környékén található fóliasátrak és melegházak száma és a pontok területi eloszlása között

Minta sorszáma	Melegházak és fóliasátrak száma a minta környékén (db)	Terület színe
17	2	sárga
11	3	szélre eső terület
13	3	zöld
16	3	zöld
18	3	sárga
1	4	zöld
3	4	sárga
10	4	szélre eső terület
6	5	szélre eső terület
8	5	sárga
12	6	piros
15	6	piros
4	7	sárga
7	7	sárga
14	7	piros
5	8	sárga
9	9	piros
2	10	zöld

A kapott nitrát értékek területi eloszlásának magyarázatául szolgálhat még az ivóvízként hasznosított felszín alatti rétegvíz mozgása is. Ennek vizsgálatára vettem 3 nyitott kutat Nagydobrony belterületén, amelyek között megmértem a relatív vízszintet. A kapott eredmények alapján megállapítottam, hogy milyen a feltételezhető vízáramlási irány Nagydobronyban. A 10. ábra láthatjuk, hogy a rétegvíz feltételezhetően délkeleti irányba mozog. Az irány pontosabb meghatározásához további kutak relatív vízállásának meghatározására lenne szükség. A 10. ábra jól ábrázolja, hogy a települést kettészelő Tó

irányába áramlanak a felszín alatti vizek. A település vízállását jelentősen befolyásolhatják a környéken lévő vízfolyások is (VERMES 2001). Például a Latorca vízállása befolyásolja a Tó vízállását is, aminek jelentős hatása lehet a rétegvizek helyzetére is.



10. ábra Nagydobrony 3 ásott kútjának relatív vízállása, és az ezek alapján kijelölhető áramlási irány

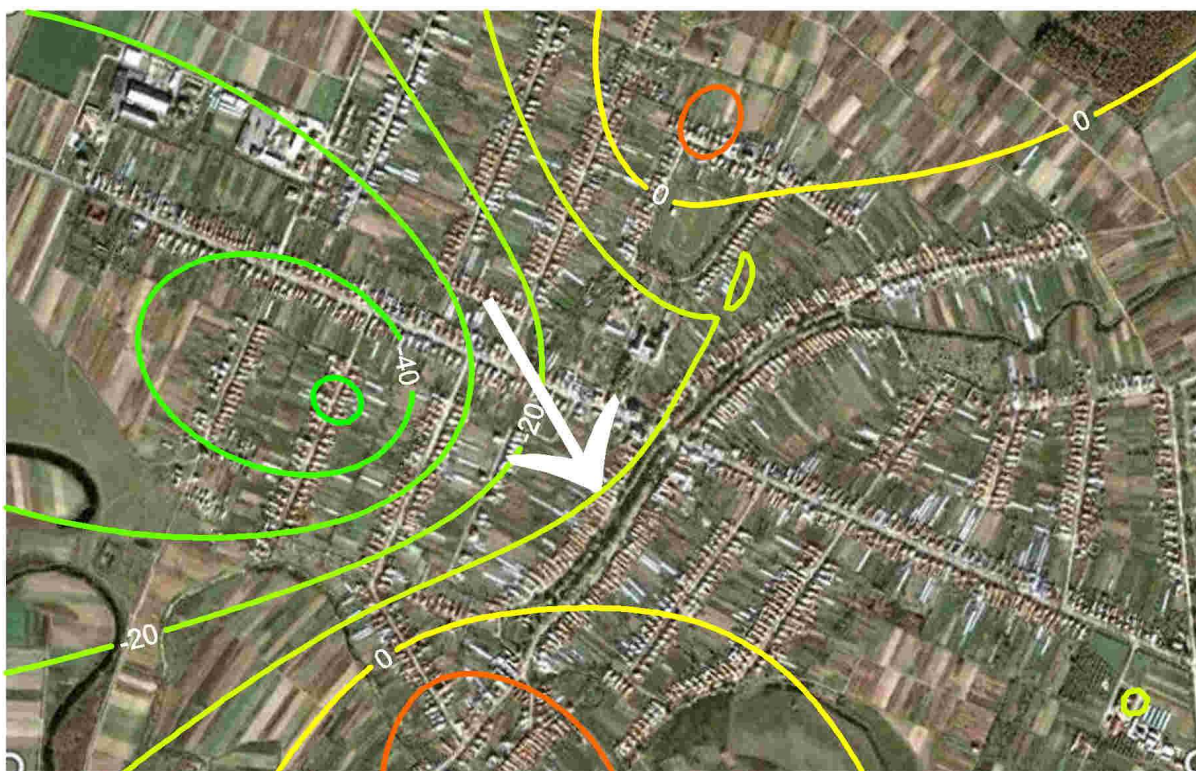
Mivel az általam meghatározott áramlási irány csak durva feltételezés, ezért lényegesebb következtetéseket nehéz levonni ez alapján. Az azonban már így is látható a 3., 4., 5., 6., és 7. ábrák alapján, hogy az áramlás inkább a zöld területek felől történhet a valóságban is.

6.1. A vizek nitrát tartalmának évszakos változása

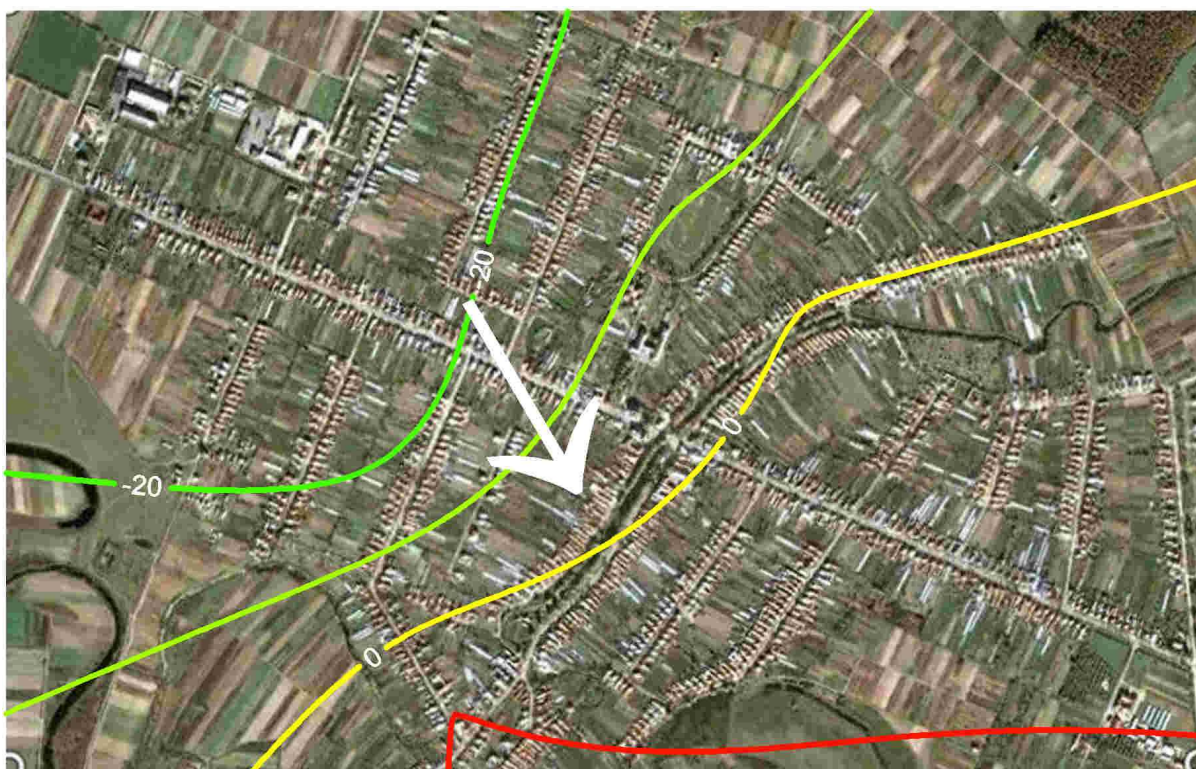
A nitrát tartalom évszakos változása régóta ismert folyamat. Ez elsősorban annak köszönhető, hogy a nitrogénciklus során a mikrobák felhasználják életműködésükhöz, és

megkötik azt. A leginkább jellemző az, hogy nyáron és ősszel alacsonyabb értékeket kapunk, mint télen. Ez a már említett mikrobák aktivitásának köszönhető: télen aktivitásuk lelassul, és nem kötődik meg annyi nitrát, míg nyáron, a hőmérséklet emelkedésével nő ezek aktivitása is (RASHID-SCHAEFER 1987).

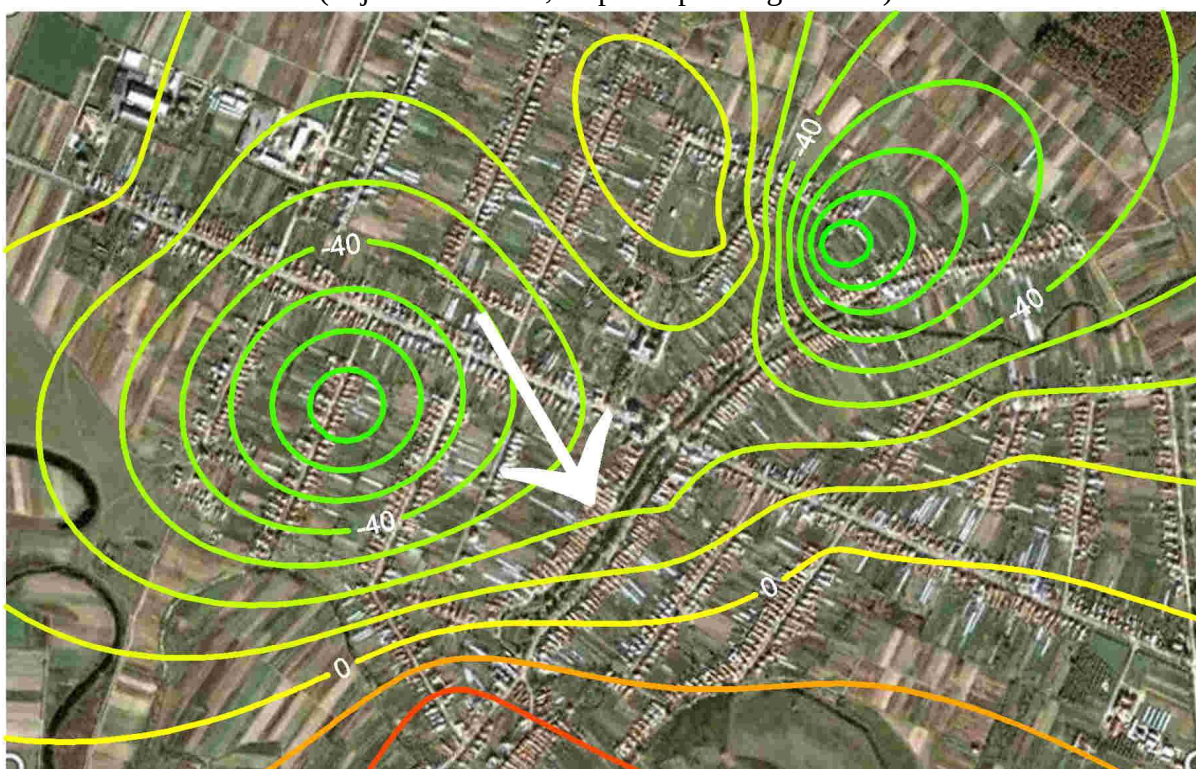
Ez az évszakos változás megfigyelhető az én adataim alapján is. A 11. ábrán látható, hogy nyáron a tavaszihoz képest a nitrát tartalom csökkenése volt a jellemző. A 12. ábrán az őszi és a nyári nitrát értékek különbségét láthatjuk. Sajnos ebben az esetben kevés átfedés volt a mintaszámok között, ezért nem látható, csak gyengén, hogy még mindig enyhe csökkenés tapasztalható, azonban ez nem jelentős. A 13. ábrán a tavaszi és az őszi értékek közötti különbséget láthatjuk. Itt egyértelmű csökkenést tapasztalhatunk, ami azzal magyarázható, hogy télen a csökkent mikrobiális aktivitás következtében felgyűlik a nitrát a vizekben.



11. ábra A tavaszi és nyári nitrát értékek közötti különbségek
(Saját szerkesztés, alaptérkép: Google Earth)



12. ábra A nyári és az őszi nitrát értékek közötti különbségek
(Saját szerkesztés, alaptérkép: Google Earth)



13. ábra A tavaszi és az őszi nitrát értékek közötti különbségek
(Saját szerkesztés, alaptérkép: Google Earth)

7. Javaslatok

Mivel a vízszennyezést utólag nehéz visszaszorítani, ezért az egyetlen megoldás, ha mindenki elgondolkodik az eredményeken, és gondosabban bánik a környezetével. Erősen vissza kell fogni a műtrágyák bevitelét a talajba, gondosan kell kezelni az állattartás következtében képződő melléktermékeket és a szennyvízkezelést is minél sürgősebben meg kell oldani. Ha ezt így folytatjuk, veszélyessé válik ivóvizet fogyasztani. Pedig ez a természettől kapott egyik legnemesebb kincsünk. Tehát az egyetlen megoldás: megelőzés és odafigyelés.

A területen érdemes lenne további kutatásokat folytatni annak vizsgálatára, hogy mi okozza a területi eloszlást, és az alkalmazott eljárásokat kiterjeszteni a település egészére. Ez segíthetne még teljesebb képet kapni Nagydobrony ivóvizeinek állapotáról.

8. Összefoglalás

A dolgozatom témájául szülőfalum, Nagydobrony ivóvizeinek vizsgálatát választottam. A település (Ukrajna, Kárpátaljai terület) a Beregi-síkság kárpátaljai részén fekvő, több mint 5500-as lélekszámú település. Itt az emberek kivétel nélkül rétegvizet isznak, aminek minősége nem feltétlenül megfelelő.

A nitrát (NO_3^-) a salétromsav anionja, a természetben nagyon elterjedt. Megtalálható a talajban, a vizekben. A növények nagymértékben használják az élethez szükséges fehérjék szintézisére, így közvetve az ember számára is fontos. Azonban nagy mennyiségben felhalmozódva károsná válik.

A vizsgálatokat a baktai Kárpánton túli Agráripari Termelési Intézet talajtani és agrokémiai laboratóriumában végeztem el. A nitrát-tartalom mérésére egy *V-150 MH* típusú műszert használtam. Bizonyos minták esetében megmértem a vizek vezetőképességét és pH-ját is. A vezetőképesség mérésére a *WWT Cond Level 2* típusú eszközt, a pH érték meghatározására pedig a *WWT pH-Ion Level 2* nevű műszert használtam. Emellett elvégeztem még a mintákon egy csíranövény-tesztet is. Ez egy viszonylag egyszerűen elvégezhető teszt, ami azt mutatja meg, hogy az adott minta milyen hatással van a növények növekedésére. Az eredmények további kiértékelésére a mintavételi pontok 150 méteres környékén megszámláltam a melegházak és fóliasátrak számát, mivel a talajba történő műtrágyabevitel ezeken a területeken a legnagyobb.

Az eredményeim nem túl biztatóak a település nagy részére nézve. Bizonyos szintű területi eloszlást tapasztaltam, ami alapján Nagydobrony területének nagy része jóval határérték feletti (50 mg/l) nitrát értékekkel rendelkezik. Az északi területeken inkább 50 mg/l alatti értékeket tapasztaltam, amit részben magyaráz a melegházak, fóliák alacsonyabb száma. A délebbi területeken a helyzet nem ennyire biztató, hiszen ott nagyon extrém (jóval 200 mg/l) fölötti nitrát tartalommal is lehet számolni. A fóliák magasabb száma itt is magyarázattal szolgálhat ezekre az eredményekre. Megfigyeltem továbbá, hogy a település legkeletibb és legnyugatibb pontjain nagyon alacsony értékeket kaptam, amire magyarázat lehet, hogy azok a részek később váltak lakott területté. Azokban a mintákban, amelyekben magas volt a nitrát tartalom, szintén magas vezetőképesség értékeket kaptam. Emellett megvizsgáltam azt, hogy feltételezhetően milyen irányba áramlanak a felszín alatti vizek Nagydobrony területén. Érdekes lenne tovább kutatni ezt a területet ebben a témában, mert sok kérdésre választ kaphatnánk a vizeink nitrát terhelésének ok-okozati kapcsolatairól.

Irodalomjegyzék

1. A 201/2001 (X.25.) Kormányrendelet
2. Almásy Endre: Hidrológia – Hidrográfia. Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó, 1996.
3. Amatőr meteorológiai megfigyelések
4. Baranyi Béla szerk.: A KÁRPÁT-MEDENCE RÉGIÓI 11. – KÁRPÁTALJA, Dialóg Campus, 2009.
5. Felföldy Lajos: A biológiai vízminősítés. 4. jav., bőv. kiad. VGI, 1987.
6. Móricz Kálmán: Nagydobrony. Budapest: Hatodik Síp Alapítvány, 1993.
7. Rashid, G.H.–Schaefer, R.: Seasonal rate of nitrate reduction in two temperate forest soils. Plant and Soil, DOI: 10.1007/BF02374953
8. Szanyi Szabolcs: A Nagydobrony környéki területek nappali lepke együttese. Debreceni Egyetem. 2009
9. Verkhovna Rada of Ukraine. <http://gska2.rada.gov.ua>
10. Vermes László szerk.: Vízgazdálkodás mezőgazdasági, kertész-, tájépítész- és erdőmérnök- hallgatók részére. Budapest, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, 2001.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet Dr. Tóth Albert és Hadnagy István témavezetőimnek, hogy szakmai tanácsaikkal segítették munkámat.

Köszönet a Debreceni Egyetem Alkalmazott Ökológia Tanszékének, hogy helyet biztosítottak a méréseimhez.

Köszönet Csoma Zoltánnak, a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola dolgozójának, hogy eszközökkel és szakmai segítséggel támogatott.

Köszönet a Kárpátontúli Agráripari Termelési Intézet talajtani és agrokémiai laboratóriumának, hogy a méréseim elvégzéséhez helyet és műszereket biztosítottak.

Köszönet szüleimnek, hogy mind szakmai, mind szellemi segítséget nyújtottak.

Köszönet öcsémnek és barátaimnak a mintavételeknél és méréseknél nyújtott segítségükért.

Köszönet szobatársaimnak, Szanyi Szabolcsnak és Katona Krisztiánnak, hogy jó biológusként, türelemmel viseltettek felém.

Köszönet Hubay Katalinnak, aki sokat segített a szöveg összeállításában, véglegesítésében.