

I. BAJAI NEMZETKÖZI SZAKKOLLÉGIUMI ÉS TUDOMÁNYOS DIÁKKONFERENCIA 2013. október 24-25, Baja

„Térinformatikai fogások” az ökológiai állapotértékelésben

Fehér László Alex

Eötvös József Főiskola Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet, 6500 Baja, Bajcsy-Zsilinszky u. 14.

Lektorálta: Mátrai Ildikó, főiskolai adjunktus

Az Észak-magyarországi Regionális Vízművek ZRT és a bajai Eötvös József Főiskola között létrejött kutatás-fejlesztési együttműködés keretében a Lázberci tározó ökológiai állapotának feltáró vizsgálatait végeztük, különös tekintettel a horgászat vízminőségi és ökológiai paraméterekre gyakorolt lehetséges hatásaira.

Tágabb körű kutatási célként a Lázberci-tározó aktuális ökológiai állapotának megismerése, illetve a vízminőségben jelentkező problémák és azok okainak beazonosítása fogalmazódott meg. Fontos kiemelnünk, hogy az üzemeltető szempontjából fontos a vízminőségi paraméterek sokféle hatásnak vannak kitéve, amely közül csak az egyik befolyásoló tényező a horgászati tevékenységből származó többletterhelés. Így például, erőteljes lökészerű hordalékterhelés éri a tározót a nagyvízi időszakokban, a patakokról, valamint az erózió veszélyeztetett közvetlen vízgyűjtő területéről. Nem elhanyagolható a re kultiválatlan hulladéklerakó telepek, vagy a települési szennyvizek kérdése sem.

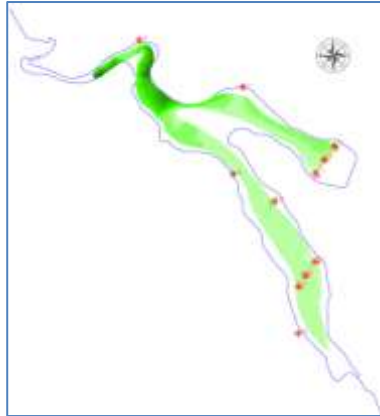
Adja magát, hogy a tározó közvetlen vízgyűjtő területének, erózióveszélyeztetettségi térképezését, a tározón mért vízkémiai paraméterek térbeli változásainak ábrázolását, mind a tározó vízfelületére vetítve, mind pedig egy-egy vízminőségi szelvény esetében ugyanazzal a szoftverrel könnyen és hatékonyan elvégezhetjük. Ezen feladatok végrehajtásához az AutoCAD Civil 3D 2012 program felületmodellezési lehetőségeit használtam.

A Litorális régió vizsgálata:

2012 és 2013 májusában a litorális régió vizsgálatára part menti merített mintavételt végeztünk, helyszíni mérésekkel (fizikai-kémiai paraméterek) és laborvizsgálatokkal. Az eredmények egy részét a hossz-szelvény vizsgálatához hasonlóan ábrázolták a hallgatók Surfer segítségével.

Hossz-szelvény vizsgálat:

2013 májusában a tározón jelentkező vízminőségbeli eltérések korrekter azonosítása céljából helyszíni hossz-szelvény vizsgálatot végeztünk csónakból. A mérőszondák átlagosan 50 m-enként automatikusan regisztrálták felszín közelében (0,5 méteres, illetve a klorofill-a esetében 1,5 méteres mélységben) a pH, vezetőképesség, oldott oxigén koncentráció, oxigén telítettség, klorofill-a tartalom és víz hőmérséklet paramétereket. Az adatrögzítések koordinátáit a mérőműszerrel összehangolt GPS szolgáltatotta. A mért értékeket a kijelölt referencia pontban kapott párhuzamos mérés lefutásának

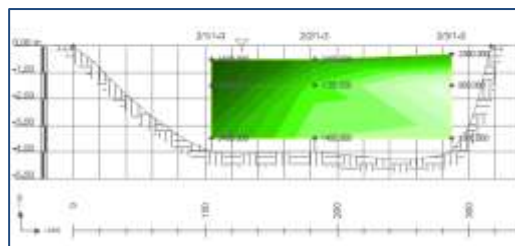


eredménye szerint a napszakos változás mértékével korrigáltam. A kapott eredmények TIN felületmodellként szintsávós ábrákkal kerültek feldolgozásra 1-ábra.

1-ábra: klorofill-a felületi eloszlása 0,5 m mélyen a felszíntől ($\mu\text{g/l}$)

Vízminőségi Keresztszelvények

2012 és 2013 májusában a vízminőségben bekövetkező mélységbeli változások, illetve a két ág között jelentkező különbségek azonosítása céljából mindkét ágban kijelölt 1-2 kereszt-szelvények 3 függélyben 3, illetve 5 mélységben pontmintákat vettünk, a minták vizsgálatát helyszíni mérőműszerekkel és laborban végeztük. Az eredményeket eloszlásábrákkal szemléltettem 2-ábra.

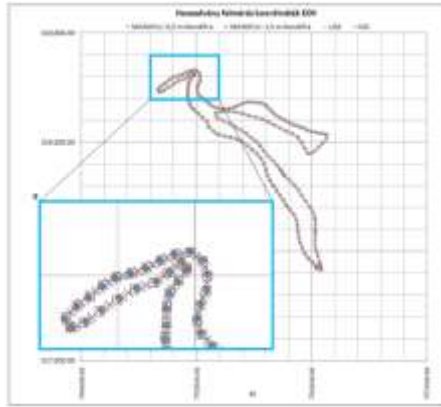


2-ábra: 2. vízminőségi szelvény algaszám eloszlás ábrája (db/ml)

A szelvények eloszlásábráinak elkészítését, az adatok előkészítésével kell kezdenünk. Amíg a kereszt-szelvények setében könnyen rendezni tudjuk PKÉZ.txt file formátumban az adatokat addig a hossz-szelvény felmérésből származó ábrázolást több probléma is nehezíti. Itt már nem relatív koordináta rendszerben kell gondolkoznunk, az összehasonlíthatóság, pedig mint fő szempont kerül előtérbe, törekednünk kell a koordináta helyes ábrázolásra.

Problémák

1. Koordináta transzformációt kell végezni a helyes ábrázolás céljából WGS 84 \rightarrow EOVS.
2. A mintavétel sűrűsége az egyes mérőműszerek esetében azonos (1 perc). A műszerek időzítése eltérő egymáshoz viszonyítva csúsznak a MICROFLU_CHL_11c8 a továbbiakban a-jelű eszköz idejéhez viszonyítva (0:00:53-54; 0:00:13-14; 0:00:29-30). az egyes mintavételi pontok koordinátái így eltérőek a 3 műszer esetében 3-ábra.



3-ábra. Az egyes műszerek mérési helyei

3. A mérés nem pillanatszerű, a mérés teljes időtartama: (2:41:24) az egyes mérések a napszaknak megfelelő állapotról tudósítanak, holott az időben korábbi és későbbi mérési pontok összehasonlíthatósága így kérdésessé válik.

Alkalmazott megoldás

A koordináta transzformációt számos módon elvégezhetjük akár az egyes lépések számítógépes algebrai eljárásmenetének célfeladatra történő megírásával, vagy CAD; GIS szoftverek felhasználásával. A vetületi rendszerekre alkalmazott eljárások közül, a magasabb számítási igényű polinom és kisebb számítási igényű neurális hálókkal végzett koordináta transzformációk adják a legpontosabb értékeket.

Polinom transzformáció

Polinom transzformációt alkalmazva a két vetületi rendszer (WGS 84 → EOV) közötti átszámítás két n -ed fokú polinom (az x_I-x_{II} , valamint y_I-y_{II} között kapcsolatot teremtő polinomok);(2, 3.) felhasználásával végezzük, ahol $n=1-5$ lehet, valamint n meghatározza a szükséges illesztő pontok (P.);(1.) és együtthatók számát is ($2 \times P$) 1-táblázat. Célszerű a szükséges illesztő pontok számánál több pontot felvenni a kiegyenlítésbe. Képek; térképlapok illesztéséhez max. $n=3$, koordináta transzformációnál max. $n=5$ fokszámú polinom alkalmazható.

n (polinom fokszáma)	P (illesztő pontok száma)
2	6
3	10
4	15
5	21

1-táblázat

A polinom együtthatóit A_{0-20} ; B_{0-20} (összesen 42) meghatározhatóak 21 illesztő pont használatával, 42 egyenletet tudunk felírni, amibe a súlyponti koordinátákat behelyettesítve, megadjuk, b_{1-21} ; c_{1-21} , ahol a b-k a megfelelő x_{ii} és c-k a megfelelő y_{ii} értékek.

Az egyenlet együtthatóiból képzett mátrix mindkét esetben azonos.

=

A megfelelő x_{ii} és y_{ii} értékekből képzett oszlopvektorokat használva a következőt kapjuk:

, valamint

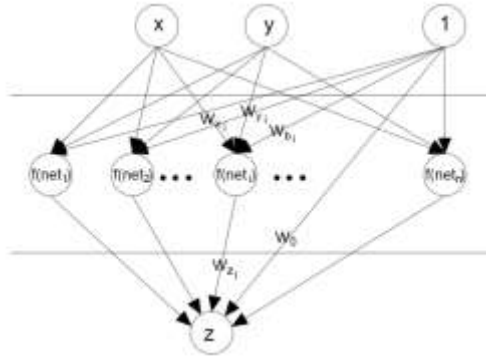
Végül a polinomok meghatározott együtthatói:

valamint

A polinom transzformáció számítási sorát akár Office EXCEL táblázatkezelővel, vagy EULER numerikus mátrixrendszer használatával adott feladatokhoz megírva végezhetjük el. Amennyiben a számítási sor háttére számunkra nem fontos, csak felhasználóként akarjuk kezelni az adatokat, akkor használhatjuk az ArcMAP-et (az ESRI gondozásában megjelent GIS alkalmazás). A program a szükséges transzformációkat (WGS 84 'decimális' → WGS 84 'lat, long' → EOVS 'HD72') a vetületi rendszer beállítása után a beolvasott adattömb összes elemére elvégzi.

Neurális hálózattal történő koordináta transzformáció:

Lényegesen több paramétert használó megoldás a neurális hálózatokkal történő koordináta transzformáció. A neurális, vagy más néven csomóponti hálózatok esetében a csomópontok azonos felépítésűek, de több rétegbe rendezve alkotnak hálózatot, megkülönböztetjük a bemeneti; rejtett és kimeneti rétegeket 3-ábra.



3-ábra: neurális hálózat sematikus ábrája Zeletnyik (2007)

A bemeneti rétegben, három, (x ; y); valamint egy konstans eltolást biztosító (b) neuron található. A rejtett rétegben nemlineáris leképezés történik valamilyen aktivációs függvény (legeredményesebben szigmoid aktivációs függvény (5.)) szerint. A rejtett réteg neuronjainak bemenete a következő összefüggéssel adható meg (4.):

ahol:

- x ; y a hálózat két bemenete
- w_{xi} ; w_{yi} ; w_{bi} a rejtett réteg i -edik csomópontjához tartozó bemenetek súlyai (meghatározandó paraméterek)
- net_i a fentiek összegzett értéke, amit az aktivációs függvénynek megfelelően módosítunk.

A neurális hálózat kimenetét következő összefüggéssel írhatjuk le (6.):

A w -vel jelölt súlyok (paraméterek) meghatározását nemlineáris egyenletrendszer felírásával (nemlineáris paraméterbecsléssel) végezzük.

A MICROFLU_CHL_11c8 jelű eszközhöz társított GPS pontok transzformációját (WGS 84 → EOVS) Zeletnyik (2007) java.applet-el, kézi bevittel véggeztem.
(http://www.agt.bme.hu/staff_h/zaletnyik/Atszamitas.html)

Ezt a megoldást azért választottam, mert a Zeletnyik tanulmányában bizonyította, a neurális hálókkal végzett transzformációk mintegy 25-30%-os pontosságát a polinom transzformációval szemben, azt 100%-nak tekintve. A vizsgálathoz, az OGPS hálózat pontjait használta fel, egyenletes kiosztásban, 2:1 arányban tanuló és tesztpontként.

1. A műszeres mérések koordinátáit az előzőekben meghatározott pontkoordináták alapján számítom ($Y_1; X_1$). A MICROFLU_CHL_11c8, továbbiakban a-jelű eszközhöz rendelt koordinátákból (két egymást követő pingelés mért pontkoordinátái) meghatározom irányszögeket (δ_{12}); (7.), a távolságokat ($t_{pit.}$); (8.), (t_1); (10.), valamint (t_2); (11.).



Az egyes pontok közti távolságok és a mérések idejének ismeretében megadható a csónak adott szakaszok alatt egyenletesnek vett sebessége (v); (9.), valamint a viszonyított műszeridő alapján az egyes szakaszhoz tartozó út hossza is. Ezután a (t_1); (10.), valamint (t_2); (11.) alapján meghatározott távolságok előjeleit rendelem a (9.) szerint meghatározott úthosszakhoz. Tehát minden szakaszon meghatározásra kerül s_{1-3} (s_1 =MICROFLU; s_2 =LDO; s_3 =CDC szondák mérési helyeinek viszonyított távolsága a szakasz elejétől). Végül számítom (12.), (13.) alapján a hiányzó pont koordinátákat.

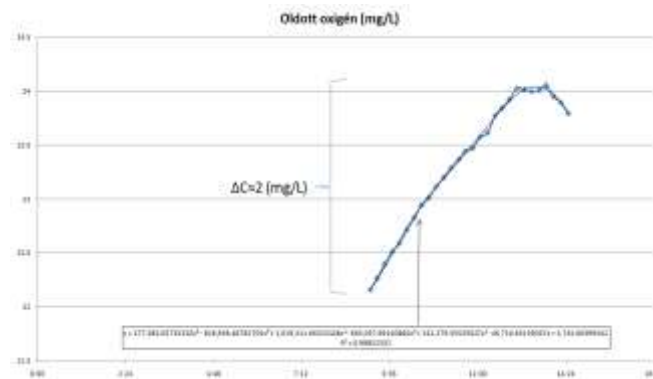


A leírt számítási sor esetében a Klorofill-a (a-; b-jelű) szondák mért GPS koordinátáit használtam. Az előzőekből látszik, hogy a két szonda pingelései is egymáshoz viszonyítva eltérő időben történtek, így ellenőrző ponthalmaznak megtarthattam a b-jelű szonda mért pontjait. A számítási sor hibája zérus, így a további pontkoordináták meghatározásához is felhasználhatom a számítási sort.

A víztest fizikai paramétereinek összehasonlítását a víztestet jellemző kijelölt referencia pontban végzett, a méréssel párhuzamos méréssel biztosítható. A vízminőségi hossz-szelvény előállításánál az Oldott oxigén; Oxigén telítettség; Vezetőképesség; pH paraméterek kerültek meghatározásra. További problémát jelenthet a Klorofill-a, mint fontos indikátor referencia mérésének hiánya, a kérdéses paraméter mértékét ugyanis a napsugárzás a szél valamint számos kémiai paraméter is befolyásolja. A mérés kezdetének és végének megválasztott időszak a vélhető napi alga aktivitás csúcsát fogja be. Amennyiben a befolyásoló fizikai a paramétereket a mérés ideje alatt konstansként vesszük fel, úgy a mért értékeket elfogadhatjuk helyesnek, a mérés kezdete és vége között mintegy lecsonkoljuk az alga biomassa produktivitást jelző klorofill-a értékét.

A referencia pontban mért értékek, Oldott oxigén; Oxigén telítettség értékei mutatóként szolgálnak az algaaktivitás csúcsának, időben való helyének meghatározásához, mivel az oxigén mértékének alakulása triviálisan a fotoszintetizáló algák életfolyamatainak eredménye. A klorofill-a koncentrációja jó támpontot adhat a tározó felületére eső lokális tápanyag mennyiségek helyének és mértékének becslésére, tekintetbe véve az algafajok indikátorszerepét. A referencia pontban végzett folyamatos mérés [állandó időközönként

felvett állapotok], hibáinak kiegyenlítésére a mérési pontokra illeszkedő polinomot vettem fel, ahol az X tengely az idő, és a polinom egyenlete megadja a korrekció ΔY értékét 4-ábra.



4-ábra. Az oldott oxigén referencia pontban mért értékének változása

A két adatsor korrelációja alapján is végezhetünk korrekciós számításokat a klorofill-a koncentráció változására. Ehhez felhasználhatjuk a felszíni (-0,5 m) hőmérséklet és klorofill-a mérési eredményeket, hibát okozhat, hogy nem azonos pontban és időben kerültek mérésre, ezért a korrigálatlan tározófelszínre vetített eloszlás értékek használatával tudunk dolgozni. Jó megoldás, lehet párhuzamos mérésként a referencia pontban végzett klorofill-a és vízhőmérséklet mérése.

A későbbiekben a referenciamérést megtartva a mért adatokból (medergeometria; vízhozam; vízállás; vízhőmérséklet; bemenő tápanyag értékek) a vizsgálati pontra kalibrált tápanyagmodellt tudunk készíteni, ezzel pedig jól tudjuk közelíteni a klorofill-a értékét, így a későbbiekben a referencia pontban végzett mérés kiválthatóvá válik a modellszámítás eredményeivel, ezáltal felszabadíthatóvá válik további mérések céljából egy helyszíni mérőműszer csoport.

A közeljövőben tervezzük a tározó részletes (50 m-es szelvényezéssel) végzett mederfelmérését (amit rendelkezésre álló topográfiai térképen létesítés előtt állapottal össze tudunk vetni különbség térkép formájában), illetve a korábbihoz képest részletesebb fizikai-kémiai paramétervizsgálatot, ugyanazon a nyomvonalon. Célunk továbbá a valóságot jól lekövető 2D, illetve 1D vízminőségi modellek felépítése, ahhoz hogy a tározó áramlási viszonyait jobban megismerjük és a tapasztalatainkat felhasználva havára modellezést (festék, vagy terjedési modell) tudjunk végezni. Ahhoz, hogy ezt megtehesük lényegesen több adatra (leginkább meteorológiai adatokra) lesz szükségünk.

Egy ilyen modell megépítése számos tanulsággal szolgálhat, feszegeti a freeware szoftveres megoldások határait, és utat mutathat más tározók, hazai mélytavak vizsgálatához is.

Ugyanakkor több terület, igazgatási szervek (pl.: vízügyi igazgatóságok) is profitálhatnak a modellezés termékeiből (jól kalibrált 1D hidrodinamikai modell; a havára modellezés melléktermékeként keletkező 2D műtárgy hidraulikai modellek).

Összefoglalás

A mai felgyorsult világban egyre több információt szeretnénk megtudni a korábbihoz képest rendkívül lerövidült idő alatt. Ma már két és fél óra alatt képesek vagyunk egy közel 60 ha kiterjedésű vízfelület részletes vizsgálatára, úgy hogy a paraméter vizsgálatok szabvány szerinti ideje a mérések száma szerint több hétnyi folyamatos nyolcórás megfeszített munkát

jelentene. A technikai fejlődés, mind ezt lehetővé teszi, olyan irányba haladunk, ahol a megnövekedett adatállományok kezelése akaratlanul is szükségessé teszi az egyes térinformatikai „fogások” ismeretét, azok helyes alkalmazását.

A dolgozatomban törekedtem összefoglalni ezeket, valamint a több paraméter vizsgálata miatt szükségessé vált, több műszer alkalmazása során fellépő esetleges problémák feloldását. Fontos, hogy megismerjük ezeket a lehetőségeket és a későbbiekben akár egységes programot dolgozzunk ki a hasonló víztestek (mély tavak, tározók) vizsgálatára, ennek nemcsak oktatási, kutatási, hanem gazdasági szerepe is van.

Felhasznált irodalom:

- Vara Antal: Geodézia II., Nemzeti Tankönyv Kiadó, Budapest, 1992
- Átszámítás illesztő pontok felhasználásával, elérés: 2013.09.26
- http://www.agt.bme.hu/tantargyak/bsc/bmeeoafag04/BMEEOAFAG04_ea_14.pdf (online)
- Koordináta transzformációk megoldása számítógépes algebra és neurális hálózatok felhasználásával, elérés: 2013.09.26
- http://www.agt.bme.hu/staff_h/zaletnyik/phd_ertekezes.pdf (online)
- Műveletek Microsoft Office EXCEL szoftver segítségével; elérés: 2013.09.26
- http://www.uni-miskolc.hu/~matente/scilab_excel/Excel/excel_matrixok.pdf (online)
- Az EULER numerikus mátrixrendszer használata; elérés: 2013.09.26
- <http://sci.fgt.bme.hu/~gtoth/mm/Euler.pdf> (online)