XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

A DOROGI PERNYETÁROZÓ KÖRNYEZETVÉDELMI ÁLLAPOTFELMÉRÉSE

HOFER Norbert

Abstract

Lake Palatinus is one of the most beautiful mine-lakes in the Dorog-Kesztlőc-Esztergom region. Obviously, it has to be preserved. This research is aimed at presenting the environmental impact of the recultivation of the Dorog fly ash pond in the immediate vicinity of the lake as well as the possibility of pollutants to be released in the environment in case of unexpected disasters. This research applied the results of the former state of the environment assessments of the fly ash pond and its surroundings together with the analysis of the recordings of the monitoring system facilitating to draw conclusions on the temporal and spatial changes in the state of the environment. Given that the most important solvent and transport material of nature is water the modelling of the changes in its flow pattern and composition is of particular importance. The results of the modelling enabled to make some predictions for longer time intervals concerning the eventual spread of the specific pollutants with special attention to Lake Palatinus.

Key words:

recultivation, flow modeling, infiltration

Összefoglalás

A Dorog-Kesztlőc-Esztergom térség egyik legszebb és mindenképpen megőrzendő bányatava a Palatinus-tó. Jelen tanulmány célja, hogy bemutassa a bányató közvetlen környezetében elhelyezkedő Dorogi pernyetározó rekultivációjának környezeti hatását, és egy esetleges havária esetén bekövetkező szennyezőanyag környezetbe való kijutásának a lehetőségét. Kutatásaim során felhasználtam a pernyetározó és a környezetében elvégzett korábbi állapotfelmérések eredményeit és a monitoring rendszer kiértékeléseit, amelyek segítségével következtetéseket tudtam levonni a környezet állapotának időbeli és térbeli változásáról. Mivel a természet legfontosabb oldó és szállító anyaga a víz, így áramlásának és tulajdonságainak változásának modellezése kiemelt jelentőségű feladat. Az elvégzett modellezés eredménye alapján hosszabb időintervallumra tudtam következtetéseket levonni, az egyes szennyezőanyagok lehetséges szétterjedésével kapcsolatban, kiemelt figyelmet szentelve a Palatinus tóra.

Kulcsszavak:

rekultiváció, infiltrációs vizsgálat, havária esemény, modellezés

Bevezetés

A „modern” ember azon anyagokat, melyek a jelen kor technológiája alapján már nem hasznosíthatóak, vagy ahhoz hosszú évek szükségesek, azokat felhalmozza környezetétől elzárva, míg a jövő fejlesztései megoldást nem nyújtanak azok felhasználására, ártalmatlanítására. A XXI. Századi környezetvédelem egyik legfontosabb feladata, a felhalmozott hulladékok kezelése, és a szennyezett területek rekultivációja. A Dorog-Kesztlőc-Esztergom térség egyik legszebb és mindenképpen megőrzendő bányatava a Palatinus-tó, ezért fontos a közvetlen közelében található pernyetározó környezeti kockázatának a vizsgálata.

A vizsgálatok célja

A kutatás célja a felszín alatti vizek vizsgálati eredményeinek kiértékelése az új 6/2009.(IV.14.)

KvVm-EüM-FVM rendelet határértékeinek figyelembevételével, 8 évre visszamenőleg. A pernyetározó felső, mesterséges talajrétegének in-situ szivárgási vizsgálata és mérési eredményeinek feldolgozása. Egy feltételezett havária esemény kapcsán kialakult környezetszennyezés modellezése, a Palatínus-tó veszélyeztetettségének figyelembe vételével.

A vizsgálatok bemutatása

A Dr. E. Wessling Kémiai Laboratórium Kft. által végzett vízminta elemzéseinek eredményeit az új 6/2009.(IV.14.) KvVm-EüM-FVM együttes rendelet alapján értékeltem. A kiválasztott jellemzőket úgy vizsgáltam, hogy a 12-es kútban mért vízminták eredményeit vettem háttér-koncentrációknak, mivel ez a monitoring kút a pernyetározón kívül helyezkedik el, a talajvízszint a tározóban mértnél magasabb szinten van, eredeti településű sekélytengeri üledékben (homok, homokkő). A P1-es és a P5-ös kút mintáinak kémiai elemzése a pernyetározóból a talajvíz és a felszíni lefolyás által kimosott szenny-

1. ábra Talajvíz áramlásának iránya

(a NATURAQA Kft. adatai alapján szerkesztette: Hofer Norbert)

anyagok megjelenését mutatja. A talajvíz a 12-es kút felől áramlik a P2-es majd P1-es végül a P5-ös kút felé. A kutakban mérhető pH érték az elmúlt 8 évben nem változott. A viszonylag magasabb 9,5-es pH érték a pernye kémhatásának, illetve a magas mésztartalomnak tulajdonítható. A magasabb pH pufferál, és gátolja a savashoz közeli pH értéken kötéseikből felszabaduló anyagok mobilizálódását. A P1-es kútban a tározót követően a háttér pH értéknél magasabb értéket lehet mérni, ami a pernye talajvízre gyakorolt lúgosító hatásának tudható be. A P2-es kútban mért magasabb szervesanyag tartalom összefüggésben lehet az eredeti terület mocsaras jellegével. Mivel a pernye alját a talajvíz mossa, így a fűrt kútban is megjelenhetnek szerves anyagok. A fajlagos vezetőképesség az ionos alkotókkal jól korrelál, így az összes sótartalom változása nyomon követhető. A magas klorid illetve nátrium tartalom a háttérből nem származhat, az ottani alacsony értékek miatt. Nagy valószínűséggel olyan anyagot égethettek a fűtőműben, amelynek magas volt az ásványi só tartalma. A szulfát tartalom a P2-es kútban az elmúlt 4 évben a határérték alá csökkent. A környezetben a szulfát koncentrációja a megengedett 250 mg/dm³ felett, 450 mg/dm³-en stagnál, és a 12-es kút esetében még enyhe emelkedés is tapasztalható. Az biztos, hogy nem a pernyéből származik, hiszen akkor a P1-es illetve a P3-as kutakban is emelkedést kellett volna tapasztalni. Nitrit és nitrát csak elhanyagolható, kimutatási érték alatti koncentrációban voltak jelen. A tározón mért 50 mg/dm³ feletti ammónium koncentráció a terület eredeti, mocsaras jellegével magyarázható. Alifás szénhidrogént, cianidot, nehézfémeket nem tartalmazott a pernye, csak elvétve voltak kimutathatók.

Mivel a szennyeződések a felszín alatti vizek áramlásával terjednek, így a vízrészecskék nyomon követéséhez kétdimenziós numerikus modellezést használtam. A talajvíztükör szintjét elérő vízrészecske terjedésének kiszámítását a GW Contour nevű modellező programmal végeztem el. A modellezés során a legrosszabb esemény bekövetkezésével számoltam. A részecskék haladásának sebességét és irányát, amelyek elsősorban az esési gradienstől, a szivárgási tényezőtől és a porozitástól függenek, grafikusan a Golden Software Surfer nevű programmal jelenítettem meg.

A modellezett terület kiterjedése 1400x900m. A jellemző regionális talajvíz áramlási irány DDK-NyÉNY-i. A talajvízszint döntően a vízáadó homokrétegben állt be, a keleti oldalon a Palatinus-tó vízszintje határozta meg. Az effektív porozitás értéke a homokréteg esetén 0,1; a pernye és fedő rétegekre 0,015; amely értékeket a 2000-ben készült modellezés során már használtak [1].

A korábbi modell nem számolt a csapadék felszínétől a talajvíz szintig történő eljutásának idejével, ezért az elérési idő meghatározásához a szivárgási sebességeket is meghatároztam. Ehhez Darcy egyenletét használtam fel ($V_s = k \cdot I / n$, ahol V_s - szivárgási sebesség, k - szivárgási tényező, I - hidraulikus esésgradiens, n - hézagtérfogat [2]). Eredményeimet az 1. táblázatban foglaltam össze.

2.ábra A tározo nyugati végétől indított vízrészecskék útja, és szivárgási idejük a Palatinus-tóig

1. táblázat Szivárgási sebesség számítása

	Szivárgási tényező (m/s)	Porozitás	Hidraulikus esésgradiens	Szivárgási sebesség (m/s)
Mesterséges talajréteg	$1 \cdot 10^{-5}$	0,1	1	$1 \cdot 10^{-4}$
Pernyeréteg	$1 \cdot 10^{-7}$	0,015	1	$6.66 \cdot 10^{-6}$

A szivárgási sebesség és a rétegvastagság ismeretében meghatároztam a felszínről beszivárgó vízrészecskének talajvízszint elérési idejét, ami a 2. táblázatban olvasható.

2.táblázat Talajvízréteg elérési idejének számítása

	Szivárgási sebesség (m/s)	Rétegvastagság (m)	Elérési idő
Mesterséges talajréteg	0.0001	0.35	1 óra
Pernyeréteg	$6.66 \cdot 10^{-6}$	6	230 óra

A fenti számítás eredményeként megállapítható, hogy a vízrészecskének a felszíntől a talajvízszintig történő átlagos áramlási ideje közel 11 nap. A számítás elvégzésénél nem vettem figyelembe a pernye-réteg rétegzettségét, amely az időszakos hidromechanizációval jött létre.

Összefoglalás, és következtetések

A pernyetározón létesített megfigyelő kutak vízminőségi adatait értékelve megállapítható, hogy a tározó környezetére nem veszélyes. Ugyan a pernyetározón kívül eső P1-es kút vizében mért egyes kémiai értékek korrelálnak a tározón lévő P2-es kútéval, de megnyugtató tény, hogy e jelenség a Palatinus-tóhoz közelebb eső 5-ös kútban nem mutatkozik. A megfigyelő kutak vizének ammónium koncentrációjában az elmúlt 5-6 évben emelkedés volt tapasztalható, amelynek oka egyenlőre nem tisztázott. Az azonban kijelenthető, hogy a megnövekedett ammónium értéke semmiképp sem friss szennyezés, mivel annak oxidációja során keletkező nitrit és nitrát koncentrációkban nem tapasztalható változás. Az ammónium egyik lehetséges oka az, hogy a tározó területe és közvetlen környezete egykor mocsár volt, és a benne felhalmozódott szerves anyagok bomlottak le. Ezt támasztja alá az a tény is, hogy a mért értékek a tározó területén kívül elhelyezkedő P1-es kútban is emelkedtek. A szulfát koncentráció a tározó területén lévő kutak vizében határérték alatt van, míg a környezetének kútvizében határérték feletti, és már 8 éve stagnál. Ennek oka valószínűleg a mocsári környezet, az azonban biztos, hogy nem a pernyetározó területéről származik. Ezt a talajvíz áramlás iránya is alátámasztja. A nehézfém koncentrációk a méréshez használt műszerek kimutatási határa alatt voltak, azaz a pernye nem tartalmaz toxikus nehézfémet. A tározón mért $1 \cdot 10^{-5}$ m/s szivárgási tényezővel jellemezhető mesterséges fedőtalaj a csapadékot hosszabb időre nem képes visszatartani. Azonban a sűrű növényzet a párologtatása és vízmegkötése révén gátolja a víz mélyebb rétegekbe való eljutását, azaz feltételezhető, hogy a lehulló csapadék a pernyeréteget gyakorlatilag nem éri el. A tározóból a rekultiváció során történő lefedés következtében a felszín alatti kimosódás veszélye nagyban lecsökkent, és felszíni vízfolyások sem alakulhatnak ki rajta. Havária esemény bekövetkezése ebben az esetben csakis a növényzet és a felső takaró réteg eltűnése, vagy a szokásosnál jóval nagyobb csapadékmennyiség esetén lehetséges.

A terepen mért eredményeim alapján a pernye $1 \cdot 10^{-7}$ m/s-os szivárgási tényezője (gyakorlatilag vízzáró, agyagszerű réteg) eleve lassítja a talajvíz áramlását. Ugyanakkor a pernyetározó környezetét felépítő homok-, homokkő rétegekben, utóbbiak jóval nagyobb szivárgási tényezőjének köszönhetően, a tározót elhagyó vízrészecskék pár év alatt eléri a Palatinus-tavat. A numerikus modellezésem eredményei szerint a vízrészecske (és az általa szállított szennyeződés) kijutásának az ideje a tározóból első sorban a beszivárgás helyétől függ. A gáthoz közel eső területekről 25-30 év alatt kijuthatnak, míg a távolabb eső részekről ez akár 100 évig is eltarthat. A felhasznált modellezés eredményeinek pontosítása a jövő feladata, melynek során további tényezőket is figyelembe kell venni.

Irodalomjegyzék

- [1] NATURAQUA Kft.: *Dorogi pernyetározó környezeti kockázatelemzés I. Kézirat*, 2009, Budapest
- [2] Juhász József: *Hidrogeológia*. Akadémia Kiadó, 1987, Budapest

Hofer Norbert, okleveles-környezetkutató

Tel.: 0036-30/820-3178

E-mail: hofernorbert4@gmail.com