

## FELÚSZÓ OLAJSZENNYEZŐDÉSEK KÁRMENTESÍTÉSÉNEK TÖBBFÁZISÚ MODELLEZÉSE: A LÖSZ PARADOXONJA

Dr Kovács Attila<sup>1</sup>

A felúszó szennyezőanyagok vízzel nem elegyedő, annál kisebb fajsúlyú folyékony szénhidrogének. A talaj telítetlen zónájába jutva lefelé, a talajvízszint irányába szivárognak, ahol vertikális mozgásuk megáll, és a gravitációs valamint kapilláris erők hatására szétterülnek, miközben az oldható komponensek beoldódnak a talaj- és pórusvízbe, az illékony komponensek pedig a talajlevegőbe párolognak. A klasszikus koncepciómodellek értelmében tehát a felúszó szénhidrogén szennyeződések palacsinta módjára szétterülve lebegnek a talajvíz felszínén.

Ez a koncepciómodell azonban csak durvaszemcsés üledékek esetében ad elfogadható leírást. Finomszemcsés üledékekben a szénhidrogén szennyeződések viselkedését elsősorban a kapilláris erők befolyásolják. Míg a megfigyelő kutakban jelentős vastagságú felúszó szénhidrogén jelentkezhet, hagyományos kármentesítés technológiákkal csak elenyésző szénhidrogén mennyiségek termelhetők le.

A felúszó szénhidrogének finomszemcsés üledékekből való kitermelhetőségét egy erősen elszennyezett mintaterület többfázisú modellezésével vizsgáltuk. A vizsgált terület talaját nagy vastagságú pleisztocén lösz alkotja. A talajvízszint a felszín alatt mintegy 10 méterrel helyezkedik el. A területen 4.5 métert is elérő felúszó szénhidrogén vastagságok voltak mérhetők a monitoring kutakban. A korábbi, mintegy nyolc évig tartó kármentesítés során 7 db kármentesítő kútból mindössze 9 m<sup>3</sup> szénhidrogén fázist tudtak eltávolítani. Ugyanakkor a talajmintákból mért szénhidrogén telítettségek elemzése alapján a talajban lévő összes szénhidrogén mennyisége meghaladja az 1000 m<sup>3</sup>-et.

Az alkalmazott modell szénhidrogén, víz és levegő fázisok heterogén közegben való megoszlásának a vizsgálatát, valamint a párolgási, oldódási és szorpciós jelenségek egyidejű szimulációját teszi lehetővé. A víz- és szénhidrogén telítettségeket kapilláris függvények alkalmazásával számítottuk, ahol a kapilláris paramétereket szemeloszlás függvények alapján becsültük. Az üledékek effektív porozitását valamint a kapilláris paramétereket a mért víz- és szénhidrogén telítettségekhez való illesztéssel kalibráltuk. A hidraulikai és kapilláris paraméterek kalibrációját vertikális kétdimenziós modelleken végeztük, míg a kármentesítési folyamat és az oldott szennyezőanyag transzport szimulációjához háromdimenziós modell vizsgálatokat végeztünk.

A modellvizsgálatok kimutatták, hogy a szénhidrogén szennyeződés immobilitásának oka a lösz sajátos kapilláris viselkedésében keresendő. Míg az erős kapillaritás következtében a talaj víztelítettsége még a felszín közeli zónában sem csökken 80% alá, addig a szénhidrogén telítettségek még a felúszó szennyeződés zónájában sem érik el a 20%-ot. Az alacsony szénhidrogén-telítettségek következménye többek között a talaj alacsony relatív olajpermeabilitása, ami a szennyezőanyag immobilitását eredményezi. Az erős kapillaritás következtében a szennyeződés legnagyobb része a telítetlen zónában, a szennyező források környezetében megreked. A kutakban felhalmozódó nagy látszólagos szénhidrogén vastagságok mindössze a szennyezőanyag felhő legalsó részéhez köthetőek, és felhalmozódásuk leginkább a talaj makropórusainak részleges megcsapolódásával magyarázható.

A kármentesítési modellek eredményei azt mutatják, hogy egy hagyományos kármentesítő rendszer – még optimalizált konfigurációval is – a teljes szénhidrogén mennyiségnek csak elenyésző hányadát (2-3 %) képes letermelni. Ezzel a modellvizsgálatok feltárták a területen észlelt szennyezőanyagok felszín alatti viselkedésének alapvető sajátosságait, és magyarázatot adtak a korábbi kármentesítési műveletek sikertelenségére.

---

<sup>1</sup> Dr. Kovács Attila, hidrogeológus, 1036 Budapest, Árpád Fejedelem útja 61, attila.kovacs@unine.ch