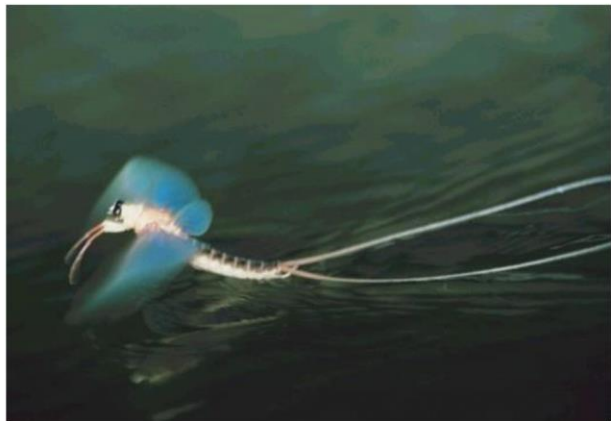


HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY



A MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG LAPJA • 98. ÉVF. 2. SZÁM • 2018
HUNGARIAN JOURNAL OF HYDROLOGY • VOL 98. NO 2. • 2018





Hidrológiai Közlöny

A Magyar Hidrológiai Társaság lapja
Megjelenik háromhavonként

Főszerkesztő:

Fehér János

Szakszerkesztők:

Ács Éva
Konecsny Károly
Nagy László

Szerkesztőbizottság elnöke:

Szöllősi-Nagy András

Szerkesztőbizottság tagjai:

Ács Éva, Baranyai Gábor, Bezdán Mária, Bíró Péter, Bíró Tibor, Bogárdi János, Csörnyei Géza, Engi Zsuzsanna, Fehér János, Fejér László, Fekete Balázs, Gampel Tamás, Gayer József, Hajnal Géza, Ijjas István, Istvánovics Vera, Józsa János, Kling Zoltán, Konecsny Károly, Kovács Sándor, Major Veronika, Melicz Zoltán, Nagy László, Rákosi Judit, Rátky István, Román Pál, Szabó János Adolf, Szilágyi Ferenc, Szilágyi József, Szilágyi Lajos, Szolgay János, Szűcs Péter, Tamás János, Vágás István, Vekerdy Zoltán

Kiadó:

Magyar Hidrológiai Társaság
1091 Budapest, Üllői út 25. IV. em.
Tel: +36-(1)-201-7655
Fax: +36-(1)-202-7244
Email: titkarsag@hidrologia.hu
Honlap: www.hidrologia.hu
A Kiadó képviselője: Szilágyi Lajos, a Magyar Hidrológiai Társaság elnöke

Hirdetés:

Gampel Tamás, a Magyar Hidrológiai Társaság főtítkára
1091 Budapest, Üllői út 25. IV. em.
Telefon: (1)-201-7655 Fax: (1)-202-7244
Email: fotitkar@hidrologia.hu

Indexed in:

Appl. Mech.; Rew. Chem.; Abstr. Fluidex;
Geotechn. Abstr.; Meteor / Geostrophys.
Abstr. Sei.; Water Res. Abstr.
Index: 25374
HU ISSN 0018-1323

Tartalomjegyzék

Fehér János: Előszó	3
TÖRTÉNELMI PILLANATKÉP	
Fejér László: A Bogdánfy Ödön emlékérem alapításáról	4
SZAKCIKKEK	
Somlyódy László: Víztisztás-szabályozás: Fejlődéstörténelem	5
Somlyódy László: Víztisztás-szabályozás: Fejlődéstörténelem és a mérnök	13
Nagy László: Az árvízvédelem szerkezeti módszerei	23
Kozák Miklós: Egy vasgyári kikötő építésének különleges tanulságai	30
Kardos Máté Krisztián, Koncsos László: Klímaváltozás és vízpótlás hatásainak vizsgálata a WateRisk integrált hidrológiai modellel egy Duna-Tisza közti mintaterületen ...	36
Kerékgyártó Tamás, Gál Nóra, Szűcs Teodóra, Tóth Anikó Nóra, Szűcs Péter: Hódmezővásárhelyi geotermikus rendszer üzemelése során fellépő ásványkiválás-potenciál előzetes vizsgálata	47
Gyenes István, Szanyi János: Egy kutas függőleges interferenciamérés (Prats módszer)	53
Karches Tamás: Kaszkádolás szerepe a rögzített biofilm hordozót alkalmazó szennyvíztisztítási technológiákban	57
FÓRUM	
Juhász József: Életem a Magyar Hidrológiai Társaságban	64
Nagy István: Tévúton a magyar árvízvédelem?	67
KÖNYVISMERTETÉS	
Somlyódy László: Felszíni vizek minősége – Modellezés és szabályozás	75



Hungarian Journal of Hydrology

Journal of the Hungarian Hydrological Society
Published quarterly

Editor-in-Chief:

János FEHÉR

Assistant Editors:

Éva ÁCS

Károly KONECSNY

László NAGY

Editorial Board Chairman:

András SZÖLLŐSI-NAGY

Editorial Board Members:

Éva ÁCS, Gábor BARANYAI, Mária BEZDÁN,
Péter BÍRÓ, Tibor BÍRÓ, János BOGÁRDI, Géza
CSÖRNYEI, Zsuzsanna ENGI, János FEHÉR,
László FEJÉR, Balázs FEKETE, Tamás GAMPEL,
József GAYER, Géza HAJNAL, István IJAS, Vera
ISTVÁNOVICS, János JÓZSA, Zoltán KLING,
Károly KONECSNY, Sándor KOVÁCS, Veronika
MAJOR, Zoltán MELICZ, László NAGY, Judit
RÁKOSI, István RÁTKY, Pál ROMÁN, János
Adolf SZABÓ, Ferenc SZILÁGYI, József
SZILÁGYI, Lajos SZLÁVIK, János SZOLGAY,
Péter SZÜCS, János TAMÁS, István VÁGÁS,
Zoltán VEKERDY

Publisher:

Hungarian Hydrological Society
H-1091 Budapest, Üllői út 25., Hungary
Tel: +36-(1)-201-7655; Fax: +36-(1)-202-7244;

Email: titkarsag@hidrologia.hu

Web: www.hidrologia.hu

Represented by: Lajos SZLÁVIK, President
of the Hungarian Hydrological Society

Email: titkarsag@hidrologia.hu

Advertising:

Tamás GAMPEL, Secretary General of the
Hungarian Hydrological Society
H-1091 Budapest, Üllői út 25., Hungary
Phone: +36-(1)-201-7655. Fax: +36-(1)-202-7244

Email: fotitkar@hidrologia.hu

Indexed in:

Appl. Mech.; Rew. Chem.; Abstr.
Fluidex; Geotechn. Abstr.; Meteor /
Geostrophys. Abstr. Sei.; Water Res.
Abstr.

Index: 25374

HU ISSN 0018-1323

Contents

János FEHÉR: Foreword3

HISTORICAL SNAPSHOT

László FEJÉR: About the foundation of the Ödön Bogdánfy
memorial medal 4

SCIENTIFIC PAPERS

László SOMLYÓDY: Water quality control: Development
history 5

László SOMLYÓDY: Water quality models and the engineer.. 13

László NAGY: Structural methods of flood protection 23

Miklós KOZÁK: Special lessons from the construction of an
ironworks harbour 30

Máté Krisztián KARDOS, László KONCSOS: Assessing climate
change and water supply impacts on the Danube-Tisza
Interfluve by the WateRisk Integrated Hydrologic Model ... 36

Tamás KERÉKGYÁRTÓ, Nóra GÁL, Teodóra SZÓCS, Anikó
Nóra TÓTH, Péter SZÜCS: Preliminary evaluation of scaling-
potential in the operational geothermal system of
Hódmezővásárhely47

István GYENESE, János SZANYI: Determining vertical
interference in one well (Prats method)53

Tamás KARCHES: Separation of reactor volumes in fixed
biofilm systems in wastewater treatment 57

FÓRUM

József JUHÁSZ: My life in the Hungarian Hydrological
Society..... 64

István NAGY: Is the Hungarian flood protection misguided? .. 67

BOOK REVIEW

László SOMLYÓDY: Surface water quality - Modelling and
regulation 75

Egy kutas függőleges interferenciamérés (Prats módszer)

Gyenes István*, Szanyi János**

*Nyugalmazott olajipari technikus, folyamatszervező, (E-mail: gyenes.istvan@upcmail.hu)

**Szegedi Tudományegyetem, Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék, 6722 Szeged, Egyetem u. 2.

Kivonat

Szerte a világon hosszú évek óta jelentős erőket áldoztak az elméletileg megalapozott interferenciavizsgálatok gyakorlatba való átültetésére. Ez a hidrodinamikai mérési módszer olyan eszköz a rezervoármérnökök kezében, amelynek segítségével többnyire más módon egyáltalán nem vagy csak nehezen beszerezhető adatok nyerhetők a földalatti fluidumtárolókról. A tároló két perforációja közé helyezett pakker lehetővé teszi, hogy a felső perforáción végzett műveletek (termeltetés vagy besajtolás) hatására az alsó perforációnál létrejövő nyomásváltozást értékelve kapjuk a tároló vertikális és horizontális áteresztőképesség/szivárgás értékeit. A gyakorlati alkalmazás gátja sokáig a megfelelő érzékenységű nyomásmérő eszköz hiánya volt. Napjainkban már rendelkezésre állnak nagy felbontóképességű (<70 Pa) elektronikus nyomásmérők (memory gauges), amelyekkel elvégezhetők a nagy felbontóképességet igénylő hidrodinamikai vizsgálatok. Jelen tanulmányban a módszer alkalmazhatóságát mutatjuk be egy konkrét példán.

Kulcsszavak

Függőleges interferencia, kút, nyomásmérő.

Determining vertical interference in one well (Prats method)

Abstract

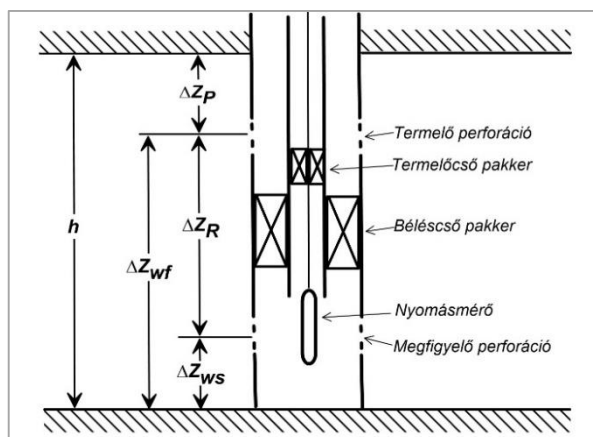
Measuring and calculating the real vertical permeability is a critical issue. The following hydrodynamical method is proposed for measuring the average vertical permeability of a formation near a well, which is otherwise difficult to measure. The method consists of producing or injecting fluid at a constant flow rate through a short interval near the top of a formation and measuring the pressure response through the bottom short interval in the same well, which are separated with packer to calculate the vertical and horizontal permeability/conductivity. For long time a pressure gauge with appropriate sensitivity was a barrier to practical application. Today, there are memory gauges available with high resolution (<70 Pa) for measuring slight pressure changes. We will present this method through a practical example.

Keywords

Vertical interference, well, pressure gauge.

BEVEZETÉS

A felszín alatti víztermelésben igényként merülhet fel a függőleges szivárgási tényező meghatározása. Ennek első sorban a kis mélységű (100 – 200 m) hidegvizes kutaknál volna jelentősége, az elérési idő, védettség meghatározásához (Marton és Szanyi 1997), de fontos szerepe lehetne a hévíztermelésben, a termelő és visszasajtoló kutak optimális mélységének kijelölésében.



1. ábra. Kútkiképzés és műszerelhelyezés (Earlougher 1977 alapján)

Figure 1. Schematic representation of well completion with measuring tools (based on Earlougher 1977)

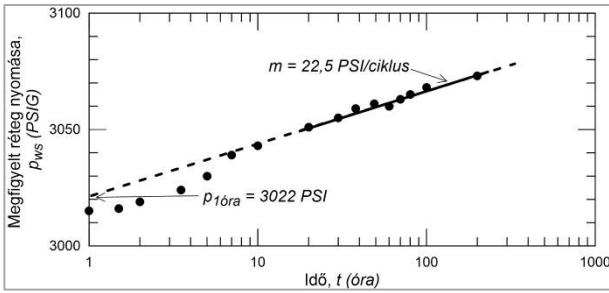
Earlougher (1977) könyvében találtunk egy Prats (1970) által kifejlesztett módszert „Vertical Interference

Testing” címmel, melynek tartalmát az alábbiakban ismertetjük, a könyvben szerepeltetett mértékegységekben. Mivel a könyv elsődlegesen az olajipar számára készült, a módszerben ismertetett összefüggéseket SI mértékegységrendszerbe átszámítva is közöljük, a hidrogeológiai alkalmazhatóság könnyítése érdekében. A módszer nem igényel külön értékelő szoftvert. A mérés manuálisan is egyszerűen kiértékelhető. Létezik más módszer (ilyen pl. a Burns (1969) féle típusgörbe illesztés), ami számítógéppel történő feldolgozást igényel, de jelen tanulmányban csak az egyenes illesztést kívánjuk tárgyalni, mert ez egzaktabb, mint a típusgörbe illesztés. A módszer olyan perforált intervallumok esetén alkalmazható, amelyek rövidiek az aktív és a megfigyelő perforáció közötti távolsághoz (ΔZ_R) képest.

ALKALMAZOTT MÓDSZER

Az 1. ábrán a kút kiképzése, ill. a műszerelhelyezés látható. Az ábrán bejelölt paraméterek (h , ΔZ_{wf} , ΔZ_{ws}) az értékelés alapadatai. (Paraméterek elnevezését lásd lejjebb.)

A mérés történhet az aktív perforációba történő vízbesajtolással, vagy az aktív perforációból való termeltetéssel, közben a nagy felbontóképességű műszerrel mérjük a reagáló (megfigyelő) réteg nyomásváltozását. Ügyelni kell arra, hogy a kút a vizsgálat kezdete előtt stabilizálódjon. A mért nyomásváltozást a besajtolás/termeltetés kezdetétől féllogaritmikus koordináta rendszerben ábrázoljuk. A vízszintes tengelyen az idő, a függőleges tengelyen a nyomás szerepel. Ez látható a 2. ábrán.



2. ábra. Féllogaritmikus feldolgozás (Earlougher 1977 alapján)
Figure 2. Semilogarithmic diagram of pressure response (based on Earlougher 1977)

A nyomásváltozás kései szakaszában lévő pontokra legkisebb négyzetek módszerével egyenest illesztünk, majd meghatározzuk az egyenes tengelymetszetét $t = 1$ óránál (p_{1hr}), valamint az egy logaritmus ciklusra eső meredekséget (m).

A vízszintes átteresztőképesség az alábbi összefüggéssel számítható:

$$k_r = \frac{-162.6 \cdot q \cdot B \cdot \mu}{m \cdot h}$$

A függőleges átteresztőképesség számítására alkalmazott összefüggés:

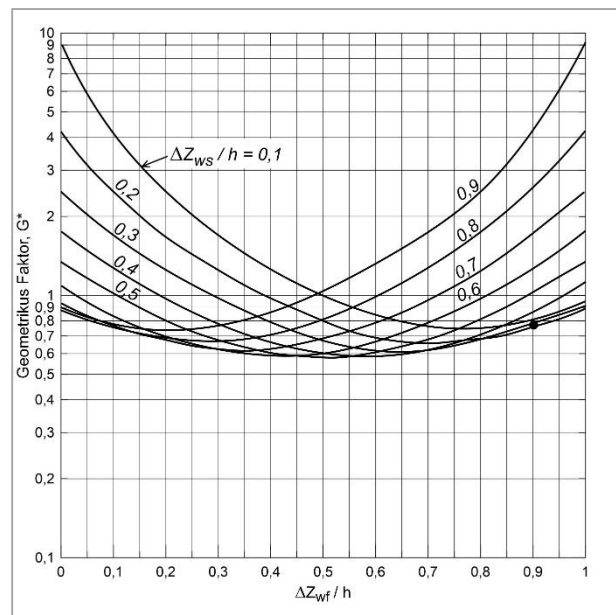
$$k_z = \frac{\Phi \cdot \mu \cdot c_t \cdot h^2}{0.0002637} \text{anti log} \left(\frac{p_{1hr} - p_t}{m} - \frac{G^* + h / |\Delta Z_{wf} - \Delta Z_{ws}|}{2.3025} \right)$$

Példa az értékelésre – felhasználva az 1. és 2. ábrákat.

Alapadatok: (a képletben szereplő paraméterek elnevezését lásd lejjebb)

- $h = 50$ ft $\mu = 1.0$ cP
- $\Delta Z_{wf} = 45$ ft $c_t = 2 \cdot 10^{-5}$ psi⁻¹
- $\Delta Z_{ws} = 10$ ft $\Phi = 0.10$
- $q = -50$ STB/D $p_t = 3015$ psi (talpnyomás $t = 0$ időpontban)
- $B = 1.0$ RB/STB $p_{1hr} = 3022$ psi
- $m = 22.5$ psi/ciklus

$\Delta Z_{wf}/h = 45/50 = 0.9$ és $\Delta Z_{ws}/h = 10/50 = 0.2$ ismeretében a geometrikus faktor (G^*) a 3. ábráról leolvasható:
 $G^* = 0.76$



3. ábra. Geometrikus faktor meghatározása (Earlougher 1977 alapján)
Figure 3. Determination of geometrical function (based on Earlougher 1977)

Behelyettesítve az összefüggésekbe az alapadatokat:

$$k_r = \frac{(-162.6) \cdot (-50) \cdot (1.0) \cdot (1.0)}{(22.5) \cdot (50)} = 7.2md$$

$$k_z = \frac{(0.10) \cdot (1.0) \cdot (2 \cdot 10^{-5}) \cdot (50)^2}{0.0002637} \text{anti log} \left(\frac{3022 - 3015}{22.5} - \frac{0.76 + 50 / |45 - 10|}{2.3025} \right) = 4.3md$$

Konstansok SI mértékegység-rendszerre való átszámítás-hoz:

- 1 cP = $1 \cdot 10^{-3}$ Pa·s
- 1 ft = 0.3048 m
- 1 md = $0.9869233 \cdot 10^{-3}$ μm²
- 1 psi = $6.894757 \cdot 10^{-3}$ MPa

1 STB/D = 0.1589873 m³

Az összefüggések SI – ben:

$$k_r = \frac{-2.121 \cdot q \cdot B \cdot \mu}{m \cdot h}$$

$$k_z = 0.0009869 \left[\frac{6.89476 \cdot \Phi \cdot \mu \cdot c_t \cdot \left(\frac{h}{0.3048} \right)^2}{0.0002637} \text{anti log} \left(\frac{p_{1hr} - p_t}{m} - \frac{G^* + h / |\Delta Z_{wf} - \Delta Z_{ws}|}{2.3025} \right) \right]$$

Alap paraméterek jelentése, mértékegység SI-ben:

B (m³/m³) - teleptérfogati tényező

c_t (MPa⁻¹) - teljes kompresszibilitás

G* (-) - geometrikus faktor

h (m) - rétegvastagság

k (μm²) - átteresztőképesség

m (MPa/cikl.) - egyenes meredeksége

p_{1hr} (MPa) - egyenes tengelymetszete t = 1 óránál

p_t (MPa) - talpnyomás t = 0 óránál

q (m³/d) - besajtolási vagy termelési hozam

ΔZ_{wf} (m) - alsó réteghatár és az aktív perforáció távolsága

ΔZ_{ws} (m) - alsó réteghatár és a megfigyelő perforáció távolsága

Φ (-) - porozitás

μ (Pa·s) - viszkozitás telepviszonyok között.

Az átteresztőképességek (k_r, k_z) átkonvertálhatók a vízbányászatban használt szivárgási tényezőre *Megyery (2015)* szerint:

$$k^* = 8.473 \cdot 10^{-7} \frac{k \cdot \rho}{\mu}$$

ahol:

k* (m/d) - szivárgási tényező

ρ (kg/m³) - vízsűrűség telepnyomáson és telephőmérsékleten.

A módszert érdemes lenne kipróbálni. Megbízható eredmények esetén üzemszerűen alkalmazni azon kutak esetében, ahol a vertikális átszivárgás mértékének ismerete fontos.

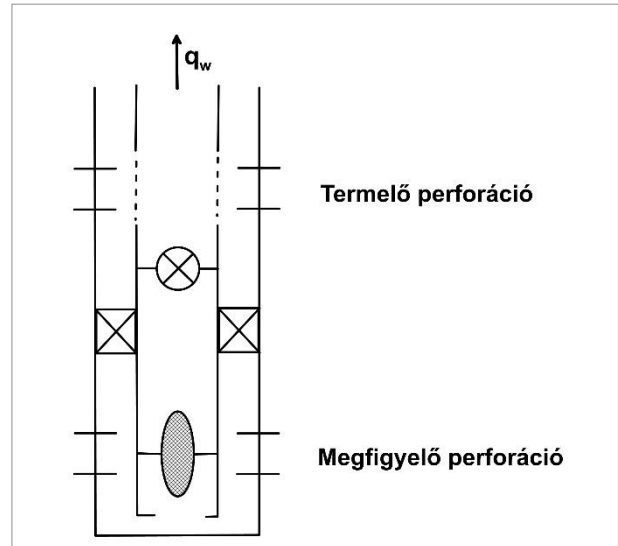
Az általunk javasolt megoldás kútkiképzése (4. ábra):

- a két perforáció pakkerral elválasztva
- termelőcső beépítve tubing stoppal, fölötte „D” nipple az alsó perforált szakasz középnyomásába (ide ültetjük wire-line technikával a műszereket)
- a pakkert fölötte a termelőcsőben „D” nipple (a műszerek beépítése után záródugó elhelyezése az alsó perforáció kizárására)
- a felső perforációnál a termelőcső perforált
- búvárszivattyú beépítése a termeltetéshez (vízbesajtolás is szóba jöhet).

Műszerek

2 db memory gauge (Quartz Cristal Sensor típusú), melyek az alábbi paraméterekkel rendelkeznek:

- megbízhatóság (accuracy): 0.02 % a teljes intervallumban
- érzékenység (resolution): 0.01 psi
- alapvonal elmászás (drift): < 3 psi per year
- előny: hosszú idejű stabilitás, hőtűrés



4. ábra. Javasolt kútkiképzés és regisztráló műszerek elhelyezési sémája

Figure 4. Suggested well completion and arrangement of measuring tools

ÖSSZEZÉS

Az ismertetett metodika egyszerű, ugyanakkor a kivitelezése költségesebb, mint egy szimpla szivattyúteszt. Termelő csövet kell beépíteni, pakkert kell használni. Mégis azt gondoljuk, nagy volumenű projekteknél pl. új vagy meglévő ívóvízbázis védőidomának kijelölésénél vagy egy több kutas geotermikus rendszer tervezésénél a javasolt mérési metodika és módszer alkalmazásával lényegesen kisebb kockázatot vállal a befektető, mint e nélkül. Arról nem beszélve, hogy az így kapott adatokkal sokkal megalapozottabb felszín alatti vízgyűjtő gazdálkodási terv készíthető. Megjegyezzük, ha a perforált kút helyett szűrőzött kutat vizsgálunk, akkor a gyűrűs tér két szűrőzött szakasza közötti kavicsolás befolyásolhatja a számítási eredményét.

IRODALOMJEGYZÉK

Burns, W. A. Jr. (1969). New-Single Well Test for Determining Vertical Permeability. J. Pet. Tech. Trans Aime, 246. 743-752.

Earlougher R. C. Jr. (1977). Advanced in Well Test Analysis (Henry L. Doherty Memorial Fund of AIME, Society of Petroleum Engineers AIME, New York, Dallas.

Marton L. és Szanyi J. (1997). Kelet-magyarországi pleisztocén üledékek geostatistikai vizsgálata; 2. A rétegek közötti területi átszivárgás meghatározása. Hidrológiai Közöny, 77.évf. 5.sz., 241-248.

Megyery M. (2015). Az olajipari és vizes hidrodinamikai vizsgálatok összehasonlítása, átszámítási összefüggések. Kőolaj és Földgáz 2015/1. 17-29.

Prats, M. (1970). A Method for Determining the Net Vertical Permeability Near a Well From In-Situ Measurements, Journal of Petroleum Technology, 2511-PA SPE Journal Paper, 637-643.

A SZERZŐK



GYENESE ISTVÁN 1963-ban olajipari technikus oklevelet, 1980-ban okl. folyamatszervező képzést szerzett. 1963-2000 között kútvizsgáló értékelő, majd értelmezési önálló csoportvezető, 2000-2004 között a MOL Rt. KTD. Operatív Művelés – elemzés és Irányítás Well Test Team-jében kútvizsgáló munkatárs beosztásban dolgozott. 2004-től szakértőként dolgozik kútvizsgáló témákban. OMBKE és MGtE tag.

SZANYI JÁNOS egyetemi tanulmányait matematika – számítástechnika – geológia szakirányon végezte a József Attila és az Eötvös Loránd Tudományegyetemen, majd a Miskolci Egyetemen okleveles hidrogeológus-mérnök diplomát szerzett. A Magyar Geológiai Szolgálatnál 12 évig területi geológusként majd hivatalvezetőként dolgozott. 2004-ben PhD fokozatot szerzett. 2007 óta a Szegedi Tudományegyetem oktatója. A Magyar Hidrológiai Társaság tagja. 2003-ban Vitális Sándor Szakirodalmi Nívódíjat, 2015-ben a Felszín Alatti Vizekért Alapítványtól Ezüstpoharat kapott.