SZTFH

TANULMÁNYKÖTET

2021 óta a haza szolgálatában

SZTFH tanulmánykötet 2026

Bibliográfiai adatok

Kiadó:

Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága
1123 Budapest, Alkotás utca 50.

Szerkesztő:

Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága
Kutatási és Nemzetközi Igazgatóság
Tudományos és Koordinációs Főosztály

Lektorálta:

dr. Bencsik Balázs kiberbiztonsági szakértő

dr. Faggyas Anna
hatósági referens, SZTFH Szerencsejáték Engedélyezési és Eljárási Osztály

Dr. Sendula Eszter
osztályvezető, SZTFH Vízföldtani Osztály

Dr. Bereczki László
főosztályvezető, SZTFH Ásványi Nyersanyagkutatási és Geofizikai Főosztály

Friedl Zoltán
osztályvezető, SZTFH Digitális Adatvagyon-szolgáltatási Osztály

ISBN 978-963-671-357-7

Szabályozott Tevékenységek
Felügyeleti Hatósága
Kutatási és Nemzetközi Igazgatóság

Budapest
2026

TARTALOMJEGYZÉK

ELNÖKI KÖSZÖNTŐ 6
SZERZŐINK 7
INTEGRÁLT SZABÁLYOZÓI MODELL A KOCKÁZATINTENZÍV PIACOKON 9
EGY MAGYAR SEKÉLYGEOTERMIKUS NYILVÁNTARTÁS MEGALAPOZÁSA 23
ADATVAGYON-HASZNOSÍTÁS OFFLINE KÖRNYEZETBEN: TEMATIKUS DIGITÁLIS ADATSZOBÁK ÉS AZ ADATTÁRI ADATSZOLGÁLTATÁS STRUKTÚRÁJA 50
AZ ORSZÁGOS FELSZÍN ALATTI VÍZSZINTMEGFIGYELŐ HÁLÓZAT SZEREPE A FELSZÍN ALATTI VÍZKÉSZLETEK MEGŐRZÉSÉBEN 69
OGT és OGT+: FÖLDTANI KOCKÁZATCSÖKKENTÉS SZEREPE, INNOVÁCIÓ ÉS DIGITÁLIS, INTEGRÁLT ADATKEZELÉS 95
A CASH-OUT FUNKCIÓ ELÉRHETŐSÉGÉNEK HATÁSA AZ ONLINE FOGADÁSI SZOKÁSOKRA 119
A KIBERBIZTONSÁGI AUDITOK TAPASZTALATAI – AVAGY HELYZETKÉP A HAZAI KIBERBIZTONSÁG HELYZETÉRŐL 138

ELNÖKI KÖSZÖNTŐ

A Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatóságát az Országgyűlés 2021-ben azzal a céllal hozta létre, hogy a nemzetgazdaság szempontjából kiemelt jelentőségű, szabályozott ágazatok számára stabil, kiszámítható és hatékony felügyeleti, valamint szabályozási környezetet biztosítson. Az elmúlt öt évben a Hatóság e küldetését szem előtt tartva építette fel és szilárdította meg működését, kialakítva egy olyan modern intézményi modellt, amely egyszerre tiszteli a felügyelt ágazatok hagyományait és képes választ adni a változó gazdasági, technológiai és társadalmi kihívásokra.

Az SZTFH munkájának középpontjában mindvégig a közérdek érvényesítése, a jogszerű működés előmozdítása, valamint a felügyelt piacok biztonságos és átlátható működésének támogatása állt. Meggyőződésem, hogy az eredményes hatósági tevékenység alapja a következetes jogalkalmazás, a szakmai felkészültség és a folyamatos megújulás képessége.

Az elmúlt öt év eredményei kézzelfoghatóan igazolják e törekvések jelentőségét. A Hatóság több tízezer ellenőrzést és vizsgálatot végzett, engedélyezési és jogérvényesítési tevékenységével hozzájárult a szabályozott piacok rendezett működéséhez, és számos területen új szakmai, valamint szabályozási kereteket alakított ki. A geotermikus energia és a hazai ásványvagyon kutatásának támogatása, a szerencsejáték-piac felügyelete, a kiberbiztonsági követelmények érvényesítése, valamint az egyes hivatásrendek és gazdasági tevékenységek ellenőrzése egyaránt azt példázza, hogy a Hatóság sokrétű feladatrendszerét a közérdek védelme és a felelős működés előmozdítása kapcsolja össze.

Egy ilyen összetett feladatrendszerben különös jelentősége van az integrált szabályozói modellnek, amely a különböző szakterületek tapasztalatait, a felügyeleti eszközöket és a szabályozási megoldásokat egységes szemléletben kapcsolja össze. A hatékony állami szerepvállalás ugyanis azon is múlik, hogy a szabályozás képes-e összefüggéseiben értelmezni a gazdasági és társadalmi folyamatokat.

Jelen kötet a szerencsejáték-felügyelet, a kiberbiztonság és a földtan területét érintő írásaival, valamint az integrált szabályozói modell bemutatásával járul hozzá a szakmai tapasztalatok rendszerezéséhez és a szabályozás gyakorlati összefüggéseinek feltárásához.

Bízom abban, hogy a tanulmányok a szakterületek iránt érdeklődő szakemberek, valamint a szabályozás és a közszolgálat jövőjéről gondolkodók számára egyaránt értékes ismereteket nyújtanak. A Hatóság fennállásának ötödik évfordulója egyúttal alkalmat teremt arra, hogy számba vegyük az eddig megtett utat, és megerősítsük elkötelezettségünket a szakmai igényesség, a felelős működés és a haza szolgálata mellett.

A kötet tanulmányozásához jó olvasást kívánok!

Dr. Nagy László
elnök

Budapest, 2026. október

SZERZŐINK

BAUER Márton, Ásványi Nyersanyagkutatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

BERECZKI László, Ásványi Nyersanyagkutatási és Geofizikai Főosztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

BOGNÁR Miklós, Pszichológiai Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem

CÉGÉNY András, Digitális Adatvagyon-Szolgáltatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

CSABAFI Róbert, Ásványi Nyersanyagkutatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

CSERKÉSZ-NAGY Ágnes, Ásványi Nyersanyagkutatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

DEMETROVICS Zsolt, Pszichológiai Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem; Flinders University Institute for Mental Health and Wellbeing, Flinders University; Centre of Excellence in Responsible Gaming, University of Gibraltar

FÜLÖP Éva, Adattári Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

FRIEDL Zoltán, Digitális Adatvagyon-Szolgáltatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

GÁL Nóra Edit, Vízföldtani Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

GONDA Bence, Stratégiai Elnökhelyettes, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

GRIFFITHS Mark D., Nottingham Institute of Psychology, Nottingham Trent University

HERMANN Viktor, Földtani és Laboratóriumi Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

KEMÉNY Márton**,** Ásványi Nyersanyagkutatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

KOLOZSVÁRI Márton, Pszichológiai Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem

KOLUMBÁN Pál, Pszichológiai Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem

dr. KOVÁCS Katalin, Kiberbiztonsági Igazgatóság, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

KUNCZ Máté, Vízföldtani Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

MARKOS Gábor**,** Ásványi Nyersanyagkutatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

MARKÓ Ábel, Tudományos és Koordinációs Főosztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

PAPPNÉ SZABÓ Dorina Barbara, Kiberbiztonsági Igazgatóság, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

PÜSPÖKI Zoltán, Vízföldtani Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

SENDULA Eszter, Vízföldtani Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

SŐRÉS László, Geofizikai Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

STIEBER Bence, Ásványi Nyersanyagkutatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

SZABÓ Tivadar**,** Ásványi Nyersanyagkutatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

SZÁSZI Barnabás, Pszichológiai Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem

dr. SZEMETI Ferenc, Kiberbiztonsági Igazgatóság, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

SZÉCSI Péter, Pszichológiai Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem

SZÉKVÖLGYI Katalin, Vízföldtani Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

TAKÁCS Ernő**,** Ásványi Nyersanyagkutatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

TÖRÖK István**,** Ásványi Nyersanyagkutatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

VÁRI Zoltán, Vízföldtani Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

WEI Yue Hung, Pszichológiai Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem

YESILÖZ Arife, Tudományos és Koordinációs Főosztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

INTEGRÁLT SZABÁLYOZÓI MODELL A KOCKÁZATINTENZÍV PIACOKON

AN INTEGRATED REGULATORY MODEL FOR RISK-INTENSIVE MARKETS

Szerző:

GONDA Bence (bence.gonda@sztfh.hu) – Stratégiai Elnökhelyettes, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

Absztrakt:

A modern állam egyik jelentős kihívása, hogy miként képes hatékonyan szabályozni és felügyelni azokat a gyorsan változó piacokat, amelyek működésükből adódóan kockázatokat, társadalmi externáliákat és információs aszimmetriákat hordoznak. A tanulmány a kockázatintenzív piacok állami szabályozásának és felügyeletének intézményi kérdéseit vizsgálja, különös tekintettel az integrált szabályozói modell indokoltságára, ezen belül is a Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatóságának (SZTFH) létrehozására és működési modelljére.

A tanulmány amellett érvel, hogy a széttagolt felügyeleti struktúrák növelhetik a szabályozási vakfoltok lehetőségét és gyengíthetik a jogérvényesítés hatékonyságát. Ezzel szemben az integrált szabályozói modell képes csökkenteni az intézményi párhuzamosságokat, javítani az információáramlást, valamint egységesebbé tenni a felügyeleti és szankcionálási gyakorlatot. Az integrált szabályozói modell létrejötte nem pusztán szervezeti racionalizáció eredménye, hanem annak felismerése, hogy a stratégiai jelentőségű ágazatok feletti következetes és szakmailag megalapozott kontroll az állami cselekvőképesség és az eredményes intézményi működőképesség alapfeltétele. Ebből következően az is lehetővé válik, hogy a felügyelet ne csak egy-egy elszigetelt ágazati problémára reagáljon, hanem a különböző piacokon jelentkező kockázatokat stratégiai szinten értelmezze, és azokat összehangolt módon kezelje.

Abstract:

One of the key challenges facing the modern state is how to effectively regulate and supervise rapidly evolving markets that, by their very nature, involve significant risks, social externalities, and information asymmetries. This paper examines the institutional aspects of the regulation and supervision of high-risk markets, with particular emphasis on the rationale for an integrated regulatory model. Within this context, it analyzes the establishment and operational framework of the Supervisory Authority for Regulatory Affairs (SARA).

The paper argues that fragmented supervisory structures may increase the likelihood of regulatory blind spots and weaken the effectiveness of enforcement. By contrast, an integrated regulatory model can reduce institutional overlap, improve the flow of information, and promote greater consistency in supervisory and sanctioning practices. The establishment of an integrated regulatory model is not merely the result of organizational rationalization, but rather

reflects the recognition that consistent, and professionally grounded oversight of strategically significant sectors is a fundamental precondition for effective state capacity and institutional performance. Consequently, such a model enables supervisory authorities not only to respond to isolated sector-specific issues but also to interpret risks emerging across different markets from a strategic perspective and address them in a coordinated and coherent manner.

1. Bevezetés

A XXI. század gazdasági és társadalmi folyamatai alapvetően formálták át az állam szerepét. A modern társadalmak mindennapjait gyökeresen átalakító változások, többek között az automatizáció és a mesterséges intelligencia térnyerése, az éghajlatváltozás, a népesség elöregedése, a világjárványok, a digitalizáció, valamint a geopolitikai és gazdasági átrendeződések olyan új és egymással összefüggő kockázatokat hoznak létre, amelyek következményei globális, nemzeti és egyéni szinten egyaránt jelentkezhetnek. A komplex problémák egyre több szakpolitikai és intézményi területet érintenek, ezért kezelésük gyakran meghaladja az egyes ágazatok hagyományos határait, miközben a szabályozási döntések hatásai is számos gazdasági, társadalmi, környezeti és biztonsági területre terjednek ki.

Ebben a környezetben önmagában a már bekövetkezett problémákra adott reaktív szabályozói válasz egyre kevésbé bizonyul elegendőnek. A szabályozásnak nem csupán a jelenlegi kockázatok kezelésére, hanem a lehetséges jövőbeli változások felismerésére és az azokhoz való alkalmazkodásra is képessé kell válnia. E kihívások a szabályozó hatóságok szerepét is új megvilágításba helyezik. Az önálló szabályozó szervek a kormányzati struktúra olyan sajátos intézményei, amelyek a politikai döntéshozatal és a piaci működés határán helyezkednek el. Feladatuk a rájuk bízott piacok és tevékenységek szabályozása, felügyelete és ellenőrzése, amelyhez magas szintű szakmai kompetenciára, objektív és következetes döntéshozatalra, valamint megfelelő intézményi autonómiára van szükség.

A szabályozó hatóságok előtt álló kihívás azonban ma már túlmutat az egyes piacok hagyományos felügyeletén. A technológiai, gazdasági, társadalmi és környezeti változások következtében egyre több olyan kockázat jelenik meg, amely több ágazat működését egyidejűleg érinti, és amelynek kezelése meghaladja az elkülönült, kizárólag ágazati logikára épülő szabályozás lehetőségeit. Az energiaellátás biztonsága, a kritikus infrastruktúrák védelme, a kiberbiztonság, a fogyasztók és azon belül a fiatalkorúak védelme, a fenntarthatóság vagy éppen a kritikus nyersanyagokhoz való hozzáférés olyan területek, ahol a szabályozási döntések hatásai több szakpolitikai és gazdasági területre is kiterjednek. A szabályozás eredményessége ezért egyre inkább azon múlik, hogy az állam képes-e a különböző területeken rendelkezésre álló információkat, szakmai tudást és felügyeleti tapasztalatokat egy közös döntési rendszerben hasznosítani.

2. A szabályozó szervek kialakulásának története

A XIX. század gyors technológiai fejlődése számos modern iparág kialakulását tette lehetővé. Ezek közül kiemelkedő jelentőségű volt a vasút, amely nemcsak a közlekedést, hanem a gazdaság egészének működését is alapvetően átalakította. A vasúthálózat gyors bővülésével párhuzamosan azonban olyan piaci problémák is felszínre kerültek, mint a természetes monopóliumok kialakulása, a piaci erőfölénnyel való visszaélés, a diszkriminatív díjszabás vagy az indokolatlanul magas szállítási tarifák alkalmazása. A vasúti piac gyors fejlődése olyan új szabályozási és felügyeleti feladatokat teremtett, amelyek a korábbi közigazgatási intézményi keretekhez képest speciális szakértelmet és új típusú állami beavatkozási eszközöket igényeltek. Ezért fokozatosan létrejöttek azok a speciális, széles körű szabályozási

és felügyeleti jogosítványokkal rendelkező intézmények, amelyek elsődleges feladata a közérdek érvényesítése, a piaci szereplők magatartásának felügyelete és a piacok hatékony működésének biztosítása volt.

A modern független szabályozó hatóság prototípusának általában az 1887-ben létrehozott amerikai Államközi Kereskedelmi Bizottságot (Interstate Commerce Commission – ICC) tekintik. Az ICC megjelenésének azonban volt előzménye: Nagy-Britanniában már röviddel az 1825-ben megnyílt Stockton–Darlington vasútvonal (a világ első nyilvános gőzüzemű vasútja) átadását követően napirendre került a vasúti piac állami szabályozásának kérdése, elsősorban a fuvaroztatók monopoljellegű gyakorlatokra és tisztességtelen díjszabásra vonatkozó panaszai miatt. Az 1840-es évek vasútépítési fellendülésével párhuzamosan a brit jogalkotó egyre szélesebb szabályozási jogosítványokat ruházott a Kereskedelmi Hivatalra (Board of Trade), amely fokozatosan a vasúti közlekedés felügyeletének központi állami szervévé vált.[1] A brit modell jelentős hatást gyakorolt az Egyesült Államok szabályozási gondolkodására is, amely végül az ICC létrehozásában öltött intézményes formát.

Európában a modern független szabályozó hatóságok széles körű elterjedésére a privatizációs és piacliberalizációs reformok nyomán elsősorban a 80-as évektől került sor.[2] Az európai közjogi gondolkodás számára ugyanakkor e szervezeti forma kezdetben nehezen volt értelmezhető, mivel a kontinentális jogrendszerek hagyományosan élesen elkülönítik a jogalkotás és a jogalkalmazás funkcióit. A szabályozó hatóságok ezzel szemben egyszerre rendelkeznek normatív szabályalkotási, egyedi hatósági döntéshozatali és felügyeleti jogosítványokkal.

Az európai fejlődés az Egyesült Államokétól gazdaságszerkezeti szempontból is jelentősen eltért. A második világháborút követően a közlekedés, az energetika, a távközlés és más hálózatos infrastruktúra-ágazatok többségében állami tulajdonban lévő, vagy állami irányítás alatt álló vállalatok működtek. Ezért a szabályozás elsődleges eszköze hosszú ideig maga a tulajdonosi kontroll volt. Az 1970-es évek végére azonban e modell egyre több problémát mutatott: a szolgáltatások minősége számos területen elmaradt a várakozásoktól, a működési hatékonyság romlott, miközben a fogyasztói árak magasak maradtak.[3] A Margaret Thatcher vezette brit kormány e problémák kezelésére kiterjedt privatizációs és piacnyitási programot indított, ugyanakkor felismerte, hogy a természetes monopóliumokkal jellemezhető hálózatos ágazatokban a verseny önmagában nem képes biztosítani a közérdek érvényesülését. Ennek eredményeként jöttek létre az első modern európai ágazati szabályozó hatóságok, amelyek feladata a liberalizált piacok működésének felügyelete, a verseny elősegítése és a fogyasztók védelme lett. A brit modell az 1990-es évektől kezdődően Nyugat-Európa más államaiban is elterjedt, amit jelentős mértékben elősegítettek az Európai Unió belső piacának megteremtését célzó liberalizációs irányelvek, különösen az energia-, valamint a távközlési és a közlekedési szektorban.

[1] **Breger Marshall J. – Edles Gary J.:** *Independent Agencies in the United States: The Responsibilities of Public Lawyers.* In: *The Public Lawyer*, Winter 2016, 14 o.
[2] **Thatcher Mark:** *Regulation after Delegation: Independent Regulatory Agencies in Europe.* In: *Journal of European Public Policy*, 9. évf., 6. sz., 2002, 954–972. o. DOI: 10.1080/1350176022000046445.
[3] **Majone Giandomenico:** *Regulating Europe.* London, Routledge, 1996, 315 o. DOI: 10.4324/9780203439197.

3. A XXI. század szabályozási kihívásai

A XXI. század gazdasági, technológiai és geopolitikai változásai alapvetően alakították át a modern állam szabályozói szerepét. Az energiaellátás biztonsága, a digitalizáció, a kiberbiztonság, a kritikus nyersanyagokhoz való hozzáférés, a fenntarthatósági követelmények és a globális ellátási láncok sérülékenysége már nem elkülönült ágazati kérdésekként jelennek meg, hanem egymással kölcsönhatásban álló, összetett szakpolitikai kihívásokat alkotnak. A szabályozói szemléletnek ezért az egyes piacok önálló felügyelete mellett egyre nagyobb figyelmet kell fordítania a piacok és ágazatok között húzódó kapcsolatokból eredő rendszerszintű kockázatokra is.

A szabályozó hatóságok által felügyelt piacok közös sajátossága, hogy működésük jelentős társadalmi, gazdasági, egészségügyi, digitális vagy környezeti kockázatokat hordozhat. Ezeket a kockázatokat a piaci mechanizmusok önmagukban nem képesek megfelelően kezelni, amelynek oka többek között, hogy a gazdasági szereplők érdekei nem minden esetben esnek egybe a társadalmi optimum elérésével. E piacokon rendszeresen jelentkeznek a piaci kudarcok klasszikus esetei, amelyek következtében a gazdasági folyamatok társadalmi költségei elsősorban nem a piaci szereplőknél, hanem a társadalom leginkább sérülékeny szegmenseiben jelentkeznek.[4]

Amennyiben a piaci döntésekhez kapcsolódó társadalmi költségek tartósan elszakadnak a gazdasági szereplők által viselt magánköltségektől, a piac önkorrekciós mechanizmusai nem biztosítják a közérdek érvényesülését. Ilyen esetekben a rövid távú üzleti ösztönzők felülírhatják a hosszú távú társadalmi, gazdasági, egészségügyi vagy környezeti érdekeket, ami közgazdasági és közjogi szempontból egyaránt indokolttá teszi az állami szabályozói beavatkozást. Ennek célja nem a piaci mechanizmusok helyettesítése, hanem olyan intézményi és szabályozási keretek kialakítása, amelyek elősegítik a tisztességes verseny fenntartását, mérséklik a rendszerszintű kockázatokat és biztosítják a közérdek érvényesülését.

A rendszerszintű kockázatok kezelésére a szabályozáselmélet és a közpolitikai szakirodalom több, egymást kiegészítő megközelítést alakított ki. Ezen megközelítések közös eleme, hogy a szabályozást nem statikus szabálykövetésként, hanem információra, együttműködésre és folyamatos alkalmazkodásra épülő folyamatként értelmezi:

- **Kockázatalapú szabályozás:** Malcolm Sparrow kockázatalapú, problémaorientált szabályozási megközelítése szerint a szabályozás elsődleges célja nem önmagában a szabályok betartatásának maximalizálása, hanem a társadalom számára jelentős kockázatok és problémák azonosítása, priorizálása és érdemi mérséklése. A szabályozónak ezért először azt kell meghatároznia, hogy mely problémák és kockázatok igényelnek beavatkozást, majd az adott probléma természetéhez igazodó szabályozási és felügyeleti eszközöket kell kiválasztania és kombinálnia.[5]

---

[4] **Acharya Viral V. – Cooley Thomas F. – Richardson Matthew P. et al.:** *Market Failures and Regulatory Failures: Lessons from Past and Present Financial Crises.* In: *ADBI Working Paper*, No. 264, 2011, 1–41. o. DOI: 10.2139/ssrn.1757711

[5] **Sparrow Malcolm K.:** *The Regulatory Craft: Controlling Risks, Solving Problems, and Managing Compliance.* Washington, D.C., Brookings Institution Press, 2000, 370 o.

- **Anticipatív kormányzás:** Az OECD megközelítése abból indul ki, hogy a gyors technológiai, társadalmi, környezeti és geopolitikai változások mellett a kormányzatoknak nem elegendő a már bekövetkezett problémákra reaktívan válaszolniuk, hanem képessé kell válniuk a lehetséges jövőbeli kockázatok és lehetőségek korai felismerésére és alakítására. A megközelítés lényege nem a jövő pontos előrejelzése, hanem több lehetséges jövőbeli forgatókönyv felvázolása, a korai jelek és új információk rendszeres monitorozása, az új megoldások kontrollált alkalmazása, majd az ezekből származó tapasztalatok visszacsatolása a szakpolitikai döntéshozatalba.[6]
- **Kollaboratív kormányzás:** A kollaboratív kormányzás elmélete abból indul ki, hogy az összetett közpolitikai problémák kezelésére az állam önmagában gyakran nem rendelkezik minden szükséges tudással, erőforrással és végrehajtási képességgel, ezért a közpolitikai célok megvalósításába az érintett piaci, szakmai, civil és más állami szereplők bevonása válhat szükségessé. Ansell és Gash szerint a kollaboratív kormányzás olyan intézményesített folyamat, amelyben a közintézmények és a nem állami szereplők közösen vesznek részt a közpolitikai döntéshozatalban.[7]

Korunk összetett kockázati környezete egyre inkább meghaladja az elkülönült ágazati szabályozás hagyományos kereteit. A különböző kockázattípusok összekapcsolódása olyan szabályozási megközelítést igényel, amely képes a különböző szakpolitikai területek, felügyeleti eszközök és intézményi kompetenciák integrálására. Jelen tanulmány amellett érvel, hogy az integrált szabályozói modell a korábbiakban felvázolt szabályozáselméleti megközelítések intézményi szintű összekapcsolásával olyan szabályozási keretet teremthet a stratégiai jelentőségű, magas kockázatú ágazatok számára, amely túlmutat a kizárólag ágazati logikára épülő felügyeleti rendszereken. A modell célja a rendszerszintű kockázatok megelőzése és kezelése, a piacok integritásának megőrzése, valamint az állam szabályozási képességének megerősítése a stratégiai jelentőségű gazdasági ágazatokban.

4. Az integrált szabályozói modell

A modern nemzetgazdaságok stratégiai jelentőségű piacain felmerülő szabályozási kihívások egyre több ágazatot és társadalmi területet érintenek, ezért kezelésük túlmutat az egyes ágazatok önálló szabályozásán. A különböző piacok egymással szoros kölcsönhatásban álló rendszereket alkotnak, amelyekben egyetlen szabályozási döntés egyszerre fejthet ki hatást gazdasági, társadalmi, környezeti és nemzetbiztonsági szempontból is. A szakirodalom ezt a jelenséget a szabályozási környezet növekvő komplexitásával és a rendszerszintű kockázatok előtérbe kerülésével magyarázza.[8] Az integrált szabályozói modell alapfeltevése, hogy a stratégiai

[6] **Tõnurist Piret – Orlik Jack:** *Towards anticipatory governance guidelines for public sector organisations.* In: *OECD Working Papers on Public Governance*, No. 82, Paris, OECD Publishing, 2025, 54 o. DOI: 10.1787/a5203d0b-en.
[7] **Ansell Chris – Gash Alison:** *Collaborative Governance in Theory and Practice.* In: *Journal of Public Administration Research and Theory*, 18. évf., 4. sz., 2008, 543–571. o. DOI: 10.1093/jopart/mum032.
[8] *OECD Regulatory Policy Outlook 2025.* Paris, OECD Publishing, 2025. 234. o. DOI: 10.1787/56b60e39-en.

jelentőségű szabályozott tevékenységek közötti elsődleges kapcsolatot nem az ágazati hovatartozásuk, hanem az általuk hordozott közös szabályozási kockázatok jelentik. A szabályozás célja ezért nem pusztán az egyes piacok működésének felügyelete, hanem a közérdeket veszélyeztető rendszerszintű kockázatok megelőzése, kezelése és folyamatos monitorozása. Az integrált szabályozói modell négy, egymást kölcsönösen erősítő pillérre épül:

1. **Szabályozás:** Az integrált szabályozói modellben az intézmény feladata olyan kiszámítható jogi és intézményi környezet kialakítása, amely egyszerre biztosítja a piacok működésének stabilitását, a tisztességes verseny feltételeit és a közérdek érvényesülését. A modern szabályozás nem statikus jogalkotási tevékenység, hanem a piaci folyamatokhoz folyamatosan alkalmazkodó, bizonyítékokon alapuló (evidence-based) szabályozási rendszer.
2. **Piacfelügyelet és ellenőrzés:** A szabályozás csak akkor képes tényleges társadalmi eredményeket elérni, ha a jogszabályok végrehajtását korszerű, kockázatalapú felügyeleti módszerek támogatják. A piacfelügyelet célja ezért nem kizárólag a jogsértések szankcionálása, hanem a társadalmi károk megelőzése, a szabályozási kockázatok azonosítása és a piaci integritás fenntartása.
3. **Ágazati együttműködések támogatása:** A gyorsan változó körülmények összetett szabályozási kihívásai nem kezelhetők egyetlen hatóság vagy szakpolitikai terület keretei között. Az integrált szabályozói modell ezért a szabályozó szervek, az érintett piaci szereplők, a tudományos intézmények és a nemzetközi partnerek közötti strukturált együttműködésre épül, amely elősegíti az információáramlást, a közös kockázatértékelést és az összehangolt állami fellépést.
4. **Tudásalapú szabályozás és szemléletformálás:** A gyors technológiai változások következtében a szabályozás egyre inkább tudásintenzív tevékenységgé válik. A kutatás, az adatvezérelt elemzések, a felsőoktatási és tudományos együttműködések, valamint a szakmai képzések és szemléletformáló programok nem kiegészítő feladatok, hanem a hatékony szabályozás feltételei. Az integrált modell ezért a tudományos eredmények folyamatos beépítésére és a szabályozási tapasztalatokból történő intézményi tanulásra törekszik.

Az integrált szabályozói modell nem egyetlen korábbi szabályozáselméleti iskola alternatívájaként jelenik meg, hanem több, egymást kiegészítő megközelítés, így különösen a kockázatalapú, a kollaboratív és az anticipatív szabályozás intézményi szintű összekapcsolására tesz kísérletet. Sajátossága abban áll, hogy e megközelítéseket nem kizárólag egy-egy szabályozási eszközként, hanem egyetlen intézményi rendszer egymást erősítő képességeiként értelmezi.

5. Az integrált szabályozói modell gyakorlati megvalósulása

Az integrált szabályozás modelljének gyakorlati alkalmazhatóságát jól szemléltetik az SZTFH 2021-es megalakulása óta szerzett tapasztalatok. Az intézmény egymástól jelentősen eltérő gazdasági és társadalmi jelentőségű területek felügyeletét látja el közös intézményi keretben. E

szakterületek felügyelete olyan közös szabályozói képességek kialakítását tette szükségessé, amelyek túlmutatnak az egyes ágazatok sajátosságain, és magukban foglalják a kockázatok azonosítását és értékelését, az adatvezérelt ellenőrzést, a szakmai és tudományos tudás integrálását, valamint a piaci szereplőkkel és más intézményekkel kialakított együttműködést. A következő esettanulmányok két eltérő szabályozási kérdésen keresztül mutatják be, hogy az integrált szabályozói megközelítés miként alkalmazható a társadalmi kockázatok mérséklésére, valamint a stratégiai jelentőségű gazdasági tevékenységek támogatására.

5.1. Fiatalkorúak védelme – Fellépés az illegális termékekkel szemben

Az egyszer használatos, ízesített elektronikus cigaretták (különösen az Elf Bar és az ahhoz hasonló ízesített készülékek) az elmúlt években Európa-szerte, így Magyarországon is új szabályozási kihívást jelentettek. Bár e termékek forgalmazását a magyar jogszabályok tiltják, az online értékesítési felületeken és az illegális kereskedelmi csatornákon keresztül széles körben hozzáférhetővé váltak, annak ellenére is, hogy e termékek távértékesítése is tilos. Vonzó megjelenésük, ízesített változataik és magas nikotintartalmuk miatt különösen veszélyesek a fiatalkorúak számára, ezért a jelenség egyszerre vetett fel közegészségügyi, fogyasztóvédelmi, gyermekvédelmi és jogérvényesítési kérdéseket. A kihívást tovább súlyosbította egy másfajta jogsértés számának növekedése is, mivel a Hatóság ellenőrzési tapasztalatai szerint egyes dohánytermék-kiskereskedelmi egységekben a jogszabályi tilalom ellenére fiatalkorúakat is kiszolgáltak – a felnőttek részére legálisan értékesíthető – dohánytermékekkel. A fiatalkorúak kiszolgálásának tilalma a magyar dohányszabályozás egyik legfontosabb garanciális eleme, ezért annak következetes betartatása kiemelt közérdek és közegészségügyi feladat. Az illegális termékek terjedése és a jogsértő értékesítési gyakorlat együttesen olyan helyzetet teremtett, amely határozott és összehangolt szabályozói fellépést tett szükségessé.

Az eset jól szemlélteti, hogy a komplex szabályozási kihívások kezelése nem korlátozható kizárólag a jogszabályok megalkotására vagy azok végrehajtásának ellenőrzésére, hanem az integrált szabályozás négy pillérének együttes alkalmazását igényli.

- **A szabályozási pillér** alapját a fiatalkorúak fokozott védelmét biztosító jogi környezet jelenti. A technológiai fejlődés nyomán átalakult fogyasztói szokások és kínálati csatornák okán robbanásszerűen jelentek meg a jogosulatlan dohánytermék-kiskereskedelmet folytató, fiatalkorúakra szakosodott illegális webshopok. Az SZTFH ezért törvénymódosítási javaslatot dolgozott ki, amelynek elfogadását követően, 2024. január 20-ától Hatóságunk végzi az illegális webshopok hozzáférhetetlenné tételét. Hatóságunk eddig több mint 500 weboldal blokkolását rendelte el, a kapcsolódó hatósági eljárások lefolytatása mellett. A dohánytermék-kiskereskedelmi szabályozás egyértelműen tiltja a 18 év alatti személyek dohánytermékkel történő kiszolgálását, valamint a fiatalkorúak dohányboltban történő tartózkodását. A jogsértések szankcionálására az SZTFH kezdeményezésére a jogalkotó fokozatos szankciórendszert alakított ki, amelynek végső eleme a dohánytermék-kiskereskedelmi jogosultság visszavonása és a koncessziós szerződés megszűnése.[9]

[9] https://sztfh.hu/a-fiatalok-vedelmeben-fokozottan-ellenorzi-a-trafikokat-az-sztfh/

- **A piacfelügyelet és ellenőrzés pillére** a kockázatalapú ellenőrzési rendszer megerősítésében jelent meg. Az SZTFH ellenőrzési tapasztalatai szerint 2023-ban a fiatalkorúak jogellenes kiszolgálásának aránya jelentősen emelkedett: a 2022-ben végzett 555 ellenőrzés során feltárt 74 jogsértéssel (13,3%) szemben 2023-ban 789 ellenőrzésből már 169 esetben (21,4%) állapítottak meg jogsértést. Az adatok alapján a Hatóság 2024-ben országos, kockázatalapú ellenőrzési programot indított, amelynek keretében 5757 próbavásárlásra került sor. A kampány eredményeként a jogsértési arány 11 százalékra csökkent, miközben a Hatóság 625,8 millió forint összegű bírságot szabott ki.[10] A felügyeleti tevékenység célja ugyanakkor nem kizárólag a jogsértések szankcionálása volt, hanem a piac egészének jogkövető magatartásra ösztönzése is, amely megfelel a kockázatalapú szabályozás nemzetközi megközelítésének.
- **Az ágazati együttműködés pillére** abban nyilvánult meg, hogy a fiatalkorúak védelme nem kizárólag a dohányfelügyelet feladata volt, hanem összehangolt állami, köznevelési, egészségügyi és társadalmi fellépést igényelt. Ennek egyik konkrét példája az SZTFH kezdeményezésére létrejött Elf Bar-kerekasztal, amelyben többek között a Belügyminisztérium, a Nemzeti Adó- és Vámhivatal, az Országos Rendőr-főkapitányság és a Kopp Mária Intézet a Népesedésért és a Családokért vett részt.[11] A kezdeményezés célja az volt, hogy az érintett szervezetek összehangolják a fellépést, a tudásmegosztást és a prevenciós tevékenységet, valamint hogy a köznevelési rendszer és a családok bevonásával a fiatalok és szüleik minél szélesebb köréhez eljussanak a tájékoztató üzenetek. Az Elf Bar-kerekasztal így jól példázza, hogy az integrált szabályozói megközelítésben a szabályozási célok megvalósítása nem korlátozódik a hatósági ellenőrzésre és jogérvényesítésre, hanem az érintett intézmények és társadalmi szereplők összehangolt együttműködésére, a tudás megosztására és a megelőzésre is kiterjed.
- **A tudásalapú szabályozás és a szemléletformálás pillére** a prevenciós programokban jelent meg. A Hatóság kezdeményezésére a KRÉTA-rendszeren keresztül a tanulók és szüleik tájékoztatást kaptak az Elf Bar használatának egészségügyi kockázatairól. A szemléletformáló program az Erzsébet-táborokban közel harmincezer gyermek bevonásával egészült ki.[12] E programok célja nem pusztán az információátadás volt, hanem a fogyasztói magatartás befolyásolása és a nikotinfüggőség kialakulásának megelőzése. A modern szabályozáselmélet szerint a szabályozási eredményesség nem kizárólag a jogérvényesítésen, hanem a társadalmi tudatosság növelésén és a szabályozási kultúra fejlesztésén is múlik.

Az Elf Bar és a hasonló termékek által jelentett kihívás rámutat arra, hogy a fiatalkorúak védelme olyan összetett szabályozási feladat, amelyben a jogalkotás, a piacfelügyelet, az intézményi együttműködés és a prevenció egymást erősítve járulnak hozzá a közegészségügyi célok megvalósításához. A felügyeleti eredmények kedvező alakulása (a fiatalkorúak

[10] https://sztfh.hu/mukodesben-a-dohanyfelugyelet-a-fiatalok-vedelmeben-tobb-mint-1500-trafikot-ellenorzott-es-kozel-70-webshopot-blokkolt-az-sztfh/
[11] https://sztfh.hu/biro-marcell-szovetsegben-vedjuk-meg-az-iskolaskoruakat-az-elf-bar-tol/
[12] https://sztfh.hu/biro-marcell-1828-as-zold-szamot-indit-az-sztfh-az-elf-bar-bejelentesekre/

jogellenes kiszolgálásának aránya 21%-ról 11%-ra csökkent) azonban nem jelenti a szabályozási probléma lezárását. A Központi Statisztikai Hivatal adatai alapján a 15-17 év közötti korosztály dohányzási aránya hosszabb távon jelentősen visszaszorult Magyarországon: a 2009-es 25,3%-ról 2019-re 15,1%-ra mérséklődött. Ugyanakkor a kedvező tendencia az elmúlt években megtorpant: 2025-ben a 18 év alatti dohányosok aránya 15,8% volt, ezen belül a naponta dohányzók aránya a 2019-es 9,4%-ról 11,7%-ra emelkedett, miközben a dohányzást soha nem próbálók aránya 84,9%-ról 81,4%-ra csökkent.[13] A fiatalok dohányzási szokásaira vonatkozó adatok arra utalnak, hogy a kockázati környezet változásával párhuzamosan a szabályozói beavatkozásoknak is folyamatosan alkalmazkodniuk kell. Ez összhangban van az integrált szabályozói modell egyik alapfeltevésével miszerint a szabályozás nem egyszeri beavatkozás, hanem a felügyeleti tapasztalatok, a társadalmi adatok és az új kockázatok alapján folyamatosan újraértékelt folyamat.

5.2. Fenntartható energiagazdálkodás – A magyar geotermikus adottságok kiaknázása

A 2022-ben kialakult európai energiaválság és az energiaellátás biztonságának felértékelődése új megvilágításba helyezte a hazai geotermikus potenciál hasznosításának kérdését. Magyarország geotermikus adottságai európai összehasonlításban is kedvezőek, amit elsősorban a Pannon-medence sajátos földtani felépítése és az ország területén jellemző, viszonylag magas geotermikus hőáram magyaráz. Bár a geotermia részaránya a hőtermelésben több mint háromszorosára nőtt 2014 és 2024 között[14], Magyarország továbbra is jelentős kihasználatlan geotermikus kapacitásokkal rendelkezik. Szakértői becslések szerint a geotermikus energia széleskörű felhasználásával 2035-ig összesen 1-1,2 milliárd m^3 földgáz kiváltása érhető el.[15] Ezért is vált kritikus fontosságúvá, hogy a hazai geotermikus fejlesztések egységes szabályozási és felügyeleti környezetben valósulhassanak meg.

- **A szabályozási pillér** megerősítését jelentette a geotermikus energia kutatására, kinyerésére és hasznosítására vonatkozó új szabályozási rendszer 2023. március 1-jei hatálybalépése. Az új szabályozás a termálvíz kitermelésével megvalósuló fenntartható geotermikus energia kutatásának, kinyerésének és hasznosításának engedélyezését (az elsődlegesen gyógyászati, illetve mezőgazdasági célú termálvíz-kitermelés kivételével) a bányafelügyelet hatáskörébe helyezte. Az új rendszer egyik fontos célja a kiszámíthatóbb és rugalmasabb engedélyezési környezet kialakítása volt, amely a szabályozási akadályok mérséklésén keresztül ösztönözheti a geotermikus beruházásokat, anélkül, hogy sérülne a fenntartható vízgazdálkodás.
- **A piacfelügyelet és ellenőrzés pillére** a geotermikus kutatási és hasznosítási tevékenységek engedélyezésében, valamint az ezekhez kapcsolódó földtani, műszaki és környezeti kockázatok azonosításában és kezelésében jelenik meg. A kockázatalapú felügyelet fontos elemét képezi a geotermikus erőforrások földtani adottságainak és a hasznosítás lehetséges kockázatainak feltárása, az adatok rendszerezése és a hatósági

[13] https://www.ksh.hu/stadat_files/ege/hu/ege0040.html
[14] https://stattab.mekh.hu/#/generated-report/EvesHoTermeles
[15] https://kormany.hu/application/documents/280bc6e8-ae01-4bb5-ab17-5d85a897ef65/download

döntéshozatalba történő beépítése. Ezt a célt szolgálja az Országos Termálkút Adatszolgáltatási Felület (OTAF) is, amely az ország termálkútjainak és a hozzájuk kapcsolódó adatoknak az egységes, elektronikus kezelését teszi lehetővé. Az adatszolgáltatási rendszer révén a működő termálkutakra és azok hasznosítására vonatkozó információk strukturáltan állnak rendelkezésre, ami támogatja a geotermikus erőforrások állapotának nyomon követését, a hatósági ellenőrzést és az adatvezérelt kockázatértékelést. A felügyeleti rendszer további fontos eleme a Budapest térségére készült geotermikus kockázati modell és térkép, amely a rendelkezésre álló földtani és geotermikus adatok integrálásával támogatja a potenciális beruházások kockázatainak előzetes értékelését, a kutatási területek kijelölését és a fenntartható erőforrás-használat szempontjainak érvényesítését.[16]

- **Az ágazati együttműködés pillére** intézményes formában a Magyar Geotermia Klaszter létrehozásával jelent meg. A 2023 februárjában, az SZTFH kezdeményezésére létrejött klaszter a szabályozói, beruházói, beszállítói, hőpiaci és tudományos-egyetemi szereplőket egy közös szakmai platformon kapcsolta össze.[17] A klaszter célja nem pusztán az információcsere, hanem a szabályozási környezet fejlesztésének, a beruházási feltételek javításának és az adatvagyon hasznosításának elősegítése, illetve a geotermikus projektek megvalósítását akadályozó problémák feltárása. Az ágazati együttműködés eredményességét és a hazai geotermikus szektor megerősödését jól szemlélteti, hogy Magyarország sikeresen pályázott a 2028-as Európai Geotermikus Kongresszus megrendezésére.[18] A rendezési jog elnyerése nemcsak a hazai geotermikus szakmai közösség nemzetközi elismertségét jelzi, hanem egyben annak is eredménye, hogy a szabályozói, piaci és tudományos szereplők közös platformon képesek voltak megjeleníteni a magyar geotermikus szektor fejlődését és szakmai teljesítményét.
- **A tudásalapú szabályozás és a szemléletformálás pillére** mindenekelőtt az Országos Geotermikus Kutatási Programban (OGT), valamint a szakmai képzési programokban öltött testet. Az OGT keretében több mint 200 település térségére készültek olyan komplex adatcsomagok, amelyek az adott terület geotermikus adottságainak értékeléséhez szükséges legfontosabb geológiai és geofizikai információkat rendszerezik és teszik hozzáférhetővé. Az országos kutatási program célja a hazai geotermikus potenciál feltárásának bővítése és olyan földtani információk előállítása, amelyek mérsékelhetik a geotermikus projektek egyik legjelentősebb kockázatát, a földtani bizonytalanságot.[19] Ezt egészítik ki az SZTFH által szervezett geotermikus szakmai képzések és rövidkurzusok, amelyek a geológusok, mérnökök és más szakemberek tudásának fejlesztését szolgálják.[20] [21]

[16] https://www.kdvvizig.hu/kozep-duna-volgyi/hireink/ovf-hirek/sztfh-kutatas-
[17] https://sztfh.hu/megalakult-a-magyar-geotermikus-klaszter/
[18] https://sztfh.hu/magyarorszag-kapta-meg-europa-legjelentosebb-geotermikus-rendezvenyenek-rendezesi-jogat-2028-ban/
[19] https://sztfh.hu/geotermia-lenduletet-kap-az-uj-lelohelyek-feltarasa/
[20] https://sztfh.hu/elso-geotermikus-nyari-egyetem-az-sztfh-szervezeseben/
[21] https://sztfh.hu/ujabb-geotermikus-rovidkurzus-az-sztfh-szervezeseben/

A következő évek egyik legfontosabb kihívása ezért már nem pusztán a geotermikus beruházások számának növelése, hanem egy olyan szabályozási környezet fenntartása és továbbfejlesztése lesz, amely a növekvő beruházási aktivitással párhuzamosan képes kezelni a földtani, környezeti, műszaki és gazdasági kockázatokat is. Az Európai Bizottság által közzétett, a tagállami geotermikus szabályozási rendszereket vizsgáló tanulmány szerint az ágazat európai fejlődésének egyik fontos akadálya a szabályozási rendszerek eltérése, az összetett és hosszadalmas engedélyezés, a felszín alatti adatokhoz való korlátozott hozzáférés, valamint a projektekhez kapcsolódó beruházási bizonytalanság.[22] A Bizottság olyan megoldásokat azonosít jó gyakorlatként a hazai szabályozásban, amelyek az engedélyezési folyamatok egyszerűsítését, a projektek megvalósulásának szigorú nyomon követését, az adatok adatszobán keresztül történő szélesebb körű hozzáférhetőségét és a szabályozási keretek jobb összehangolását szolgálják. A hazai geotermikus szektor előtt álló feladat ezért a következő időszakban annak biztosítása, hogy a kutatási és beruházási aktivitás növekedését, valamint a gyors ütemű technológiai fejlődést a szabályozási környezet követni tudja. Az integrált szabályozási modell a geotermikus energia gyorsuló fejlődésével együtt képes folyamatosan alkalmazkodni az új ismeretekhez, technológiákhoz és kockázatokhoz, megteremtve a fenntartható és hosszútávon kiszámítható fejlődés feltételeit.

6. Felkészülten a következő évtized kihívásaira

Az elmúlt közel két évtizedet egymást követő, egymás hatásait erősítő válságok jellemezték: a pénzügyi és gazdasági válság, a migrációs válság, a koronavírus-járvány, az energiaválság, az ukrajnai háború, az ellátási láncok zavarai és a geopolitikai feszültségek egymást követően, sok esetben egymással összekapcsolódva állították új kihívások elé az európai államokat. A válságok közös sajátossága, hogy hatásuk ritkán marad egyetlen ágazat vagy szakpolitikai terület keretei között. Egy energiapiaci zavar egyszerre válhat gazdasági, szociális és nemzetbiztonsági kérdéssé, egy kiberbiztonsági incidens az alapvető közszolgáltatások és a kritikus infrastruktúrák működését is veszélyeztetheti, míg egy egészségügyi válság rövid idő alatt jelentős gazdasági és társadalmi következményekkel járhat.

A válságok ezért nem csupán az államok reagálóképességét teszik próbára, hanem szabályozási képességeit is. Minden újabb válság új döntési helyzeteket teremt, amelyekben a kormányzatoknak korlátozott információk, rövidülő döntési idők és egymással gyakran versengő társadalmi és gazdasági érdekek mellett kell megalapozott döntéseket hozniuk. A jövő államának ezért nem elegendő a már bekövetkezett eseményekre reagálnia: képesnek kell lennie a kockázatok korai felismerésére, a különböző szakterületekről származó információk összekapcsolására és a lehetséges jövőbeli forgatókönyvekre való felkészülésre. Az integrált szabályozói modell a stratégiai előrelátás, az adatalapú döntéshozatal és a folyamatos tanulás

[22] **European Commission – Directorate-General for Energy – Ecorys:** *Overview of regulatory frameworks for geothermal energy in the EU*. Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2026. 147. o. DOI: 10.2833/9744308.

képességét a közpolitikai döntéshozatal szerves részévé teszi, ezáltal erősítve az állami szabályozás alkalmazkodóképességét és hosszú távú hatékonyságát.[23]

Az államok összetett rendszerekként működnek. Több ezer szervezet, intézmény és egyéni szereplő, eltérő szakmai tudás, szervezeti kultúra és működési logika együtteséből állnak. Válsághelyzetben e különálló képességek összehangolása önmagában is jelentős kormányzási kihívást jelent. A hagyományos, ágazati határok mentén kialakított intézményi struktúrák mellett ezért egyre nagyobb szerepet kell kapniuk azoknak a megoldásoknak, amelyek képesek a különböző szakterületek tudását és rendelkezésre álló adatait, valamint felhalmozott intézményi tapasztalatait közös szabályozási és döntési keretbe rendezni.

A modell egyik legfontosabb sajátossága, hogy a szabályozást nem lezárt folyamatként vagy statikus adottságként értelmezi. A szabályozás kialakítását követő felügyeleti tapasztalatok új információkat szolgáltatnak a szabályozó számára. Az ágazati együttműködések révén új szakmai és piaci tudás válik elérhetővé a szereplők számára. A tudományos háttérmunka pedig lehetővé teszi az új technológiai, gazdasági és társadalmi kockázatok azonosítását. Ezek az információk visszacsatolódnak a szabályozási folyamatba, és szükség esetén a szabályok, a felügyeleti módszerek, vagy az intézményi együttműködések módosítását eredményezik.

A szabályozó hatóság szerepe túlmutat a hagyományos hatósági funkciókon. A jövő szabályozója nem csupán a bekövetkezett jogsértésekre és piaci zavarokra reagál, hanem folyamatosan figyeli a piacok változásait, azonosítja az új kockázatokat, kapcsolatot tart az érintett ágazatokkal, és a tudományos eredményeket, valamint a felügyeleti tapasztalatokat beépíti saját döntéshozatalába. Az SZTFH működése gyakorlati példát kínál arra, hogy az integrált szabályozás miként alakítható olyan intézményi képességgé, amely a változó kockázatok felismerését, a gyors alkalmazkodást és ezáltal a közérdek következetes érvényesítését egyaránt szolgálja.

[23] **Tõnurist Piret – Hanson Angela:** *Anticipatory Innovation Governance: Shaping the Future through Proactive Policy Making.* In: *OECD Working Papers on Public Governance*, No. 44, Paris, OECD Publishing, 2020, 146 p. DOI: 10.1787/cce14d80-en.

Hivatkozások

Acharya Viral V. – Cooley Thomas F. – Richardson Matthew P. et al.: *Market Failures and Regulatory Failures: Lessons from Past and Present Financial Crises.* In: *ADBI Working Paper*, No. 264, 2011, 1–41. o. DOI: 10.2139/ssrn.1757711

Ansell Chris – Gash Alison: *Collaborative Governance in Theory and Practice.* In: *Journal of Public Administration Research and Theory*, 18. évf., 4. sz., 2008, 543–571. o. DOI: 10.1093/jopart/mum032.

Breger Marshall J. – Edles Gary J.: *Independent Agencies in the United States: The Responsibilities of Public Lawyers.* In: *The Public Lawyer*, Winter 2016, 14 o.

European Commission – Directorate-General for Energy – Ecorys: *Overview of regulatory frameworks for geothermal energy in the EU.* Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2026. 147. o. DOI: 10.2833/9744308.

Majone Giandomenico: *Regulating Europe.* London, Routledge, 1996, 315 o. DOI: 10.4324/9780203439197.

OECD: *OECD Regulatory Policy Outlook 2025.* Paris, OECD Publishing, 2025. 234. o. DOI: 10.1787/56b60e39-en.

OECD: *LOGIC: Good Practice Principles for Mainstreaming Behavioural Public Policy.* Paris, OECD Publishing, 2024, 118 o. DOI: 10.1787/6cb52de2-en.

Sparrow Malcolm K.: *The Regulatory Craft: Controlling Risks, Solving Problems, and Managing Compliance.* Washington, D.C., Brookings Institution Press, 2000, 370 o.

Thatcher Mark: *Regulation after Delegation: Independent Regulatory Agencies in Europe.* In: *Journal of European Public Policy*, 9. évf., 6. sz., 2002, 954–972. o. DOI: 10.1080/1350176022000046445.

Tõnurist Piret – Hanson Angela: *Anticipatory Innovation Governance: Shaping the Future through Proactive Policy Making.* In: *OECD Working Papers on Public Governance*, No. 44, Paris, OECD Publishing, 2020, 146 p. DOI: 10.1787/cce14d80-en.

Tõnurist Piret – Orlik Jack: *Towards anticipatory governance guidelines for public sector organisations.* In: *OECD Working Papers on Public Governance*, No. 82, Paris, OECD Publishing, 2025, 54 o. DOI: 10.1787/a5203d0b-

EGY MAGYAR SEKÉLYGEOTERMIKUS NYILVÁNTARTÁS MEGALAPOZÁSA

TOWARD A HUNGARIAN SHALLOW GEOTHERMAL REGISTRY

Szerzők:

MARKÓ Ábel (abel.marko@sztfh.hu) – Tudományos és Koordinációs Főosztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

STIEBER Bence (bence.stieber@sztfh.hu) – Ásványi Nyersanyagkutatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

Absztrakt:

A mélygeotermikus rendszerekkel ellentétben Magyarországon korábban nem állt rendelkezésre átfogó, egységes nyilvántartás a sekélygeotermikus létesítményekről. Projektünk célja egy országos adatbázis létrehozása volt, amely naprakész információt biztosít a döntéshozók és a lakosság számára, támogatja a tervezők és kivitelezők munkáját, valamint lehetővé teszi a hazai sekélygeotermikus kapacitások felmérését.

A fejlesztés során integráltuk az SZTFH Országos Bányakapitányság 2022-2025 között vezetett adatbázisát és az öt magyarországi regionális bányakapitányság 2007–2021 közötti archív állományát, összesen több mint 2000 bejelentéssel. Az adatokat harmonizáltuk, egységesítettük és kiegészítettük. Az adathiányok pótlása és további adatok bekérése céljából önkéntes adatszolgáltatási lehetőséget indítottunk összesen 28 tervező-kivitelező céget megkeresve.

Az így létrehozott magyar sekélygeotermikus nyilvántartás első verziója 1929 db projekt és 79 db próbaszonda adatait tartalmazza. A projektek méretük szerint (1000 m összes szondahossz felett vagy alatt), illetve státuszuk alapján (létesítési vagy használatbavételi engedély/bejelentés) kerültek besorolásra. Az adatstruktúra tartalmazza a létesítési és használatbavételi bejelentések időpontját, helyszíni azonosítókat és EOV-koordinátákat, szondatípust, furatok számát, talpmélységet, összes szondahosszt, kezdeti egyensúlyi átlaghőmérsékletet, valamint a beépített fűtési és hűtési teljesítményeket.

A létrehozott nyilvántartás révén lehetővé váló első elemzésünk a hazai sekélygeotermikus szektor dinamikus fejlődését mutatja be, amely megmutatkozik mind az évente létesülő rendszerek és szondák növekvő számában, mind a beépített kapacitás növekedésében. Más országokkal összevetve azonban még jelentős tér mutatkozik a további fejlődésre. A beépített kapacitás tekintetében a projektek mérete és darabszáma alapján arányosított becslés alkalmazásával a 2025 végéig beépített sekély geotermikus fűtési kapacitás 69 MWt (alsó becslés, csak befejezett projektek) és 109 MWt (felső becslés, a valaha létesítésre bejelentett projektek) közé tehető. A bejelentett hűtési kapacitás –arányosítás nélkül – 5,7 MWt (csak befejezett projektek), illetve 17 MWt (valaha létesítésre bejelentett projektek).

Projektünk az első olyan átfogó kezdeményezés Magyarországon, amely szisztematikusan dokumentálja a sekélygeotermikus létesítményeket és ez alapján számszerűsíti a kapacitásokat. Az eredmények alapot biztosítanak a szakpolitikai döntéshozatalhoz és a piaci tervezéshez egyaránt. A projekt folytatásaként tervezzük az új bejelentések adattartalmának folyamatos integrálását, az önkéntes adatszolgáltatás kiterjesztését, rendszeres jelentések és statisztikai elemzések készítését, a GIS-alapú adatbázis részleges publikálását az OGRE webtérképi környezetébe, valamint a bejelentési szabályozás módosítását.

Kulcsszavak: sekélygeotermia, földhőszonda, nyilvántartás, webtérkép

Abstract:

Unlike deep geothermal systems, Hungary previously lacked a comprehensive and harmonized registry of shallow geothermal installations. The objective of our project was to establish a national database capable of providing up-to-date information for decision-makers and the public, supporting the work of designers and contractors, and enabling an assessment of installed shallow geothermal capacity in Hungary.

During the development, we integrated the 2022–2025 database of the Supervisory Authority for Regulatory Affairs Mining Authority and the archived datasets of five regional mining authorities covering the period 2007–2021, comprising more than 2,000 reports in total. The datasets were harmonized, standardized, and supplemented. To address data gaps and collect additional information, a voluntary data-submission scheme was launched, involving 28 design and installation companies.

The first version of the Hungarian shallow geothermal registry contains data on 1,929 projects and 79 test boreholes. Projects were classified by size – below or above 1,000 m total borehole length – and by status, including installation and commissioning permits/reports. The database includes installation and completion dates, site identifiers and EOV coordinates, type and number of borehole heat exchangers, final depth, total borehole length, initial average ground temperature, installed heating and cooling capacities.

Our first analyses reveal a dynamic growth in the sector, reflected in the increasing annual number of systems and boreholes, as well as in the growth of installed capacity. However, international comparison suggests that substantial potential for further development remains. Based on a scaled estimate using project size and project numbers, the shallow geothermal heating capacity installed by the end of 2025 is estimated to range between 69 MWt (lower estimate, completed projects only) and 109 MWt (upper estimate, including all projects reported for installation). Reported cooling capacity, without scaling, ranges from 5.7 MWt to 17 MWt.

Our project represents the first comprehensive initiative in Hungary to systematically document shallow geothermal installations and, on this basis, quantify installed capacities. The results provide a robust basis for both policy decision-making and market planning. As a continuation of the project, we plan to continuously integrate data from new notifications, expand voluntary data submission, prepare regular reports and statistical analyses, partially publish the GIS-based

database in the OGRE web-map environment, and further refine the regulatory framework governing reporting requirements.

Keywords: shallow geothermal, borehole heat exchanger, registry, web-map

1. Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben a sekélygeotermia a legjobban fejlődő ágazata lett a geotermikus szektornak. 2024-ben 2,43 millió földhőszivattyú üzemelt Európában, összesen 36,5 $GW_{thermal}$ beépített fűtési kapacitással (Sanner et al. 2025[1]). Annak ellenére, hogy a geotermikus áramtermeléshez vagy a nagyléptékű közvetlen hőhasznosító fűtési rendszerekhez képest kevésbé van reflektorfényben, a 2024-es adatok alapján a sekélygeotermikus rendszerek adták Európában a beépített geotermikus kapacitás 64%-át. Összehasonlításképpen, a közvetlen hőhasznosító mélygeotermikus beépített kapacitás 29,2%-ot míg a geotermikus áramtermelés 6,8%-ot tett ki (Sanner et al. 2025[1], Sanner et al. 2022[22]).

A sekélygeotermikus technológia legfontosabb előnyei, hogy a mélygeotermikus rendszerekhez képest – mind a kivitelezésben, mind a működtetésben és a karbantartásban – jóval olcsóbb, fűtés mellett hűtésre is alkalmazható, ezen felül lakossági felhasználáshoz családi ház léptékben is megvalósítható, valamint a világon szinte bárhol kivitelezhető. Mindezen tulajdonságok mellett Magyarországon – annak kedvező geotermikus adottságai miatt is – kézenfekvő a lehetőség, hogy minél több ilyen rendszer létesüljön. Ennek ellenére a statisztikák szerint Magyarország a vizsgált 28 európai országból csak a 23. helyen áll a földhőszivattyús beépített kapacitás terén, ami jelentős teret mutat a fejlődésre (Sanner et al. 2025[1]).

A sekélygeotermiának nincs egységesen és specifikusan meghatározott definíciója, illetve ezen alapuló mélységtartománya. Általánosságban, a geotermikus energia legegyszerűbb definíció szerint a földfelszín alatt tározódó energiát jelenti. Rybach et al. (2000)[3] szerint a felszíntől 15 méteres mélységig egyfajta kevert készletről beszélhetünk – ami a napsugárzás által besugárzott és tározódó hőenergia, valamint a földi hőáramból feláramló hő elegyéből áll –, míg 15-20 méteres mélység alatt tisztán geotermikus, azaz a földi hőáramból származó energia tárolódik. A sekélygeotermikus rendszerek gyakran egyszerre hasznosítják a két térrészt, sokszor eltérő mélységtartományokban, így nehéz a korrekt jellemzésük. Bár a „sekély" és „mély" jelzők alapján a mélység alapú elkülönítés lenne logikusan elvárható, a hasznosítási módok és mélységtartományok átfedése miatt a sekélygeotermia alsó határának meghatározása, azaz a sekély- és mélygeotermia határának definiálása nem egyszerű. Így gyakran célszerűbb sekélygeotermikus módszerekről, azaz földhőszivattyúval működő rendszerekről beszélni.

Ugyanakkor a szabályozás szempontjából szerepet kap a mélység alapú elkülönítés. A széles körben alkalmazott német VDI4640-es szabvány[4] a 400 m-es mélységig terjedő térrész hőhasznosításával foglalkozik, de ez a határ országoktól függően változik, legtöbbször 400-500 méteres értékeket meghatározva (Sanner et al. 2025[1]). Magyarországon a gyakorlatban a hatályos szabályozás alapján a 150 m mélységig terjedő térrész a leginkább hasznosított a sekélygeotermikus rendszerek által: A 12/2022. (I. 28.) SZTFH rendelet értelmében „*a*

[1] Sanner, B., Eugster, W. J., & Hellström, G. (2025) Shallow Geothermal Energy–the Past, the Current Status, and a Future Outlook. European Geothermal Congress 2025, Zurich

[2] Sanner B., Antics M., Baresi M., Urchueguía F. J. & Philippe D (2022): Summary of EGC 2022 Country Update Reports on Geothermal Energy in Europe. - European Geothermal Congress 2022, Berlin, 374 pp.

[3] Rybach, L., & Sanner, B. (2000). Ground source heat pump systems, the European experience. GHC Bull, 21(1), 16-26.

[4] Sanner, B.; Hahne, E; Konstantinidou (1997). VDI guideline 4640: Harnessing of underground thermal energy; VDI-Richtlinie 4640 ``Thermische Nutzung des Untergrundes``

geotermikus energia felszín alatti víz kitermelését nem igénylő, 150 métert meg nem haladó mélységből történő kinyerése és energetikai célú hasznosítása a bányafelügyelet engedélye nélküli, bejelentés alapján végezhető építési tevékenységnek minősül". A jogszabály tehát lehetőséget biztosít arra, hogy a korábbi engedélyezési eljárások helyett egyszerűsített keretek között lehessen fölhőszondás rendszereket létesíteni. Ennek oka elsősorban az adminisztratív terhek csökkentése volt, amivel az új szabályozás igyekszik még inkább megkönnyíteni a földhőszondás rendszerek kiépítését, ezzel is ösztönözve a sekélygeotermikus beruházások számának növekedését. Bár a világon nagy számban hasznosítanak nyílt, vízalapú sekélygeotermikus rendszereket is, jelen tanulmányunkban kizárólag a fenti rendelet hatálya alá eső, zárt, felszín alatti víz kitermelését nem igénylő földhőszondás rendszerekkel foglalkozunk.

A mélygeotermikus, termálvízalapú és legtöbbször mélyfúrást igénylő rendszerekkel ellentétben a sekélygeotermikus rendszerek nyilvántartása nem egyértelmű, számos adat nem, vagy csak részben nyilvántartott. Ennek hátterében elsősorban az állhat, hogy a zárt, földhőszondás rendszerek kivitelezési technológiája egyszerűbb, nem szükséges hozzá engedélyköteles mélyfúrás létesítése, ahogy felszínalatti víz kitermelése sem, ezáltal vízügyi szabályozások sem vonatkoznak rájuk. A GeoBOOST Európai Uniós projekt által vizsgált országokban a bejelentési és nyilvántartási rendszerek jelentős különbséget mutatnak (Brancher & Steiner, 2024[5]). Míg például Hollandiában és Svédországban a robosztus szabályozási keretrendszer és jól szabályozott adatgyűjtés révén a hatóságok és földtani szolgálatok egységes és részletes nyilvántartást vezetnek, addig a szövetségi rendszerű országokban (Ausztria, Németország) a helyi és regionális hatóságok elkülönülése miatt nincs egységes módszertan a nyilvántartásra, így a földhőszondák egyes esetekben csak a fúrási kataszterekben jelennek meg. Más országokban – mint pl. Írország, Lengyelország – zárt rendszerek esetén jelentős a hivatalos adatok hiánya, vagy csak statisztikai adatokon alapuló számítások léteznek (Spanyolország). Számos európai országban az utóbbi években indult el a rendszerek feltérképezése, és az adatok begyűjtése, például célzott kérdőívek alkalmazásával (Horvátország – PLIGES projekt[6]).

A nemzetközi példákhoz hasonlóan a közelmúltig Magyarországon sem volt ismert a létesített sekélygeotermikus beruházások pontos száma, illetve a rendszerek pontos elterjedése és paraméterei. Bár a korábbi területi bányakapitányságok a hozzájuk beérkezett létesítési és használatbavételi engedélykérelmek alapján birtokában voltak a keletkező adatok egy részének, a fragmentáltság és a strukturált nyilvántartás kialakítására vonatkozó kötelezettség hiánya miatt nem keletkezett a földhőszondás rendszerekről egységes adatbázis. A 2022-es jogszabálymódosítás, azaz a 12/2022. (I. 28.) SZTFH rendelet hatályba lépése óta az Országos Bányakapitányság bizonyos paraméterekkel már vezetett központi nyilvántartást a bejelentett rendszerekről. Utóbbi adatbázis tartalma azonban eddig nem volt széles körben ismert, és az adatok nem kerültek felhasználásra a Földtani Szolgálat kutatási projektjei során, így statisztikai elemzések sem készültek ez idáig a Magyarországon megvalósult rendszerekről (például összes létesített rendszer, évente létesített szondák száma, országon belüli eloszlás,

5 Brancher, M., & Steiner, C. (2024). Reporting and monitoring geothermal heat pumps in Europe.
6 PLIGES (2026) Mapping of Shallow Geothermal Systems in the Republic of Croatia

éves vagy összesített beépített kapacitás tekintetében). Mindemellett a nyilvánosság felé sem történt kommunikáció a jogkövető tervezők és kivitelezők által bejelentett adatokról. Így egyrészt a szakmai szereplők nem ismerhették meg az aktuális állapotot, a több éves tendenciákat, valamint a más vállalatok által szolgáltatott adatok részleteit. Másrészt a mélygeotermikus rendszerekkel és azok Országos Geotermikus Rendszeren (OGRE – https://map.hugeo.hu/OGRE/) elérhető webtérképével ellentétben nem létezett nyilvános platform az adatok közlésére, ahol lehetőség lett volna a lakosság, illetve a piaci beruházók, tervezők és kivitelezők számára a megvalósult sekélygeotermikus beruházások áttekintésére.

Fentiekből adódóan projektünk célja egy egységes, nyilvánosan hozzáférhető, európai analógiákat[6,7] is felhasználó sekélygeotermikus nyilvántartás létrehozása. Lényegi motivációink, hogy i) a hazai sekélygeotermikus kapacitásokat adatalapú megközelítéssel, a felszínalatti térrész, azaz a földhőszondák oldaláról mérjük fel, ii) térinformatikai adatbázist hozzunk létre és az adatok egy részét a jelenleg is üzemelő SZTFH webtérkép rendszeren belül üzemelő OGRE rendszeren publikáljuk, valamint iii) részletes elemzést készítve megismertessük a hazai sekélygeotermikus szektor eredményeit, tendenciáit. A projekt indirekt célkitűzése, hogy iv) a nyilvántartás és nyilvános adatbázis révén támogassa a későbbi tervezési/kivitelezési munkákat, azaz például lehetővé tegye egy tervezett beruházás környezetében a már meglévő rendszerek energiahasznosításának felmérését és az ezzel járó termikus hatások figyelembevételét, v) elősegítse a megalapozott, adatalapú szakpolitikai döntéshozatalt és vi) támogassa a magyarországi sekélygeotermikus lehetőségeket értékelő tudományos munkákat.

2. Módszerek

2.1. Munkafolyamat

Jelen projektben végzett tevékenységünk munkafolyamata a következő lépésekből állt:

- egységes, fejlesztett nyilvántartás kialakítása a meglévő adatbázisok felhasználásával, valamint önkéntes adatszolgáltatás lefolytatásával;
- térinformatikai adatbázis felépítése a webtérképes rendszer létrehozásához;
- a hazai beruházások tendenciáinak elemzése a létrehozott nyilvántartáson keresztül.

2.2. Egységes, fejlesztett nyilvántartás kialakítása

Az egységes nyilvántartás létrehozásához elvégeztük a meglévő adatbázisok egységesítését és összefésülését. Ehhez először az Országos Bányakapitányság 2022-2025 közötti adatbázisának beszerzését, áttekintését és továbbfejlesztését tettük meg. Ez több, mint 820 bejelentett projekt feldolgozását, frissítését jelentette. Ezt követően, az öt területi bányakapitányság korábbi – 2007-2021 között vezetett – adatbázisát kértük be, és ezek segítségével közel 1300 új – korábban központilag nem rögzített – projekt feldolgozását végeztük el.

7 EUROGEOSURVEY (2025): Webinar on „Shallow geothermal system registries and databases as a prerequisite of sustainable utilization – GeoEnergy Expert Group, Online.

Az egységes nyilvántartásban szétválasztottuk a csak létesítésre bejelentett (korábban: létesítésre engedélyezett), illetve a már használatbavételre bejelentett (korábban: használatbavételre engedélyezett), azaz biztosan elkészült rendszerek bejelentéseit.* Emellett a bejelentési dokumentációk alapján szintén különválasztottuk a – főszabály szerint nagy rendszerek létesítése előtt kialakítandó, de nem önálló projektnek minősülő – próbaszondák kategóriáját is. A nyilvántartás fejlesztése érdekében több, mint 1500 rendszer esetében a bejelentett adatokat kiegészítettük a hiányzó EOV koordinátákkal – a rendszereket egy-egy súlyponti koordinátával jellemezve. Mindemellett, a Bányakapitányság közreműködésével további attribútumokat rendeltünk hozzá az egyes bejelentésekhez: a bejelentést végző cég neve, a bejelentett szondák teljes furathossza, valamint a különválasztott fűtési és hűtési teljesítmény.

Annak érdekében, hogy a különböző forrásokból származó, valamint a forrástól ésidőszaktól függően – egyes esetekben – jelentős hiányokat mutató a[8]datbázisok hiányosságait pótolni lehessen, önkéntes adatszolgáltatási felhívást közöltünk a sekélygeotermikus tervező és kivitelező cégek számára. Ennek keretében 2025 novemberében összesen 28 piaci szereplőt kerestünk meg, az adott tervezők és kivitelezők által korábban bejelentett projektekre szabott, cégenként összeállított adatbekérő táblák kitöltését kérve. Az adatszolgáltatással fő célunk volt tisztán látni, hogy a jelzett projektek ténylegesen megvalósultak-e, illetve amennyiben igen, milyen szondaszámmal, milyen mélységgel és milyen beépített fűtési és hűtési kapacitással. Az önkéntes adatszolgáltatás megindítása előtt egyeztettünk a legnagyobb sekélygeotermikus tervező és kivitelező cégek szakértőivel, és az egyeztetések, valamint az adatszolgáltatás során kapott visszajelzések beépítésével végeztük tovább az adatgyűjtést.

2.3. Térinformatikai adatbázis létrehozása a webtérképes rendszer felépítéséhez

Projektünk egyik végcélja egy webtérképes rendszer felépítése, mely az OGRE rendszerben – a jelenleg is elérhető mélygeotermikus adatok mellett – a sekélygeotermikus rendszerek adatait is nyilvánosan hozzáférhető módon közölné.

Ennek érdekében az egységesített és fejlesztett nyilvántartás alapján felépítettünk egy GIS alapú térinformatikai adatbázist, amelynek attribútumai az 1. táblázatban olvashatók.

Létesítési bejelentés	egyedi azonosító (ID)
	éve
	iktatószáma
	dátuma
Használatbavételi bejelentés	éve
	iktatószáma
	dátuma
Bejelentő	megnevezése
Építtető	megnevezése

*A korábban érvényes szabályozás (53/2012. (III. 28.) Korm. rendelet) által meghatározott ’létesítési engedély’ és ’használatbavételi engedély’ kategóriák helyett, tanulmányunkban az új szabályozáshoz (12/2022. (I. 28.) SZTFH rendelet) igazítva egységesen a ’létesítési bejelentés’ és ’használatbavételi bejelentés’ terminológiáját használjuk a továbbiakban.

	címe	
Kivitelezés helye	megye	
	település	
	cím	
	helyrajzi szám	
	EOVY	
	EOVX	
	EOVZ	
Műszaki adatok	szonda típusa	
	szondák száma	[db]
	talpmélysége	[m]
	furatok teljes hossza	[m]
	kezdeti egyensúlyi hőmérséklet	[C°]
	teljesítmény (fűtési)	[kW]
	teljesítmény (hűtési)	[kW]

1. táblázat: Térinformatikai adatbázis egy-egy projektre vonatkozó attribútumai

2.4. Hazai beruházások tendenciáinak elemzése

Munkánkkal távlati célunk a magyarországi sekélygeotermikus beruházások, tervezett és létesített rendszerek adatainak közlése, egyben a beruházások tendenciájának megismertetése mind a szakmai szereplőkkel, mind a tágabb nyilvánossággal. Ennek első lépéseként a jelenleg ismert hazai beruházások elemzését végeztük el a rendelkezésre álló paraméterek alapján, kezdve a 2008-as évvel, egészen az utolsó teljes és lezárt évig, azaz 2025-tel bezárólag.

Elkülönítettük a „kis” és „nagy” rendszerek kategóriáit: Kis rendszerként definiáltuk azon rendszereket, melyek esetében az össz szondahossz nem haladja meg az 1000 métert, míg nagy rendszerként azokat, ahol ezt meghaladja, azaz például 10 db 100 m-es szondánál többet foglal magába.

Az elemzés során vizsgáltuk:

- a földhőszondás rendszerek darabszámának éves alakulását,
- az össz szonda számok éves alakulását,
- a rendszerenkénti átlag szondaszám alakulását,
- az össz szonda hossz alakulását,
- a szondák átlag talpmélységének alakulását,
- az egységnyi szondahosszra jutó beépített kapacitás arányának (W/m) alakulását,
- a becsült össz beépített fűtési kapacitás alakulását,
- össz bejelentett beépített hűtési kapacitás alakulását.

3. Eredmények

3.1. Az egységesített és fejlesztett nyilvántartás

A központi bányakapitányság által vezetett adatbázis, valamint a területi bányakapitányságok külön adatbázisának egységesítése, rendszerezése, a többször szereplő projektek kiszűrése, valamint a csak bejelentésre kerülő és a már megvalósult rendszerek elkülönítése után az adatbázis összesen 1744 létesítésre bejelentett, valamint ezek közül 869 használatbavételre bejelentett, azaz biztosan ténylegesen megvalósult rendszert tartalmazott. Emellett több, mint 50 próbaszonda létesítést is leszűrtünk, amely a projektekhez hasonló bejelentésként érkezik, de nem jelenti önálló rendszer létrehozását. Mindezeken felül további 318 projektet azonosítottunk, ahol a tényleges szondaszám és furatmélység nem volt ismert, így ezeket ezen indikatív adatok beszerzéséig nem tudtuk őket az adatbázisba rögzíteni.

A fenti adathiány csökkentésére, valamint a beszerzett adatbázisok esetleges hiányosságainak mérséklésére indított adatszolgáltatás végéig a megkeresett 28 tervező-kivitelező bejelentőből jelen tanulmányunk megjelenéséig 14 vállalkozótól érkezett vissza kitöltött adattábla: *A.B.A.A.C.S Műhely Kft, Aquadrill Kft, Geokomplex Kft, Geoszonda Kft, Geohisztor Kft, Tender Terv Kft, Tóth László, Földtudományi Tervező és Fejlesztő Kft, Geort Kft, Geoconcept Kft, ENVÍZ Kft, Kiss József, NNK Kft, Lovas Péter*.

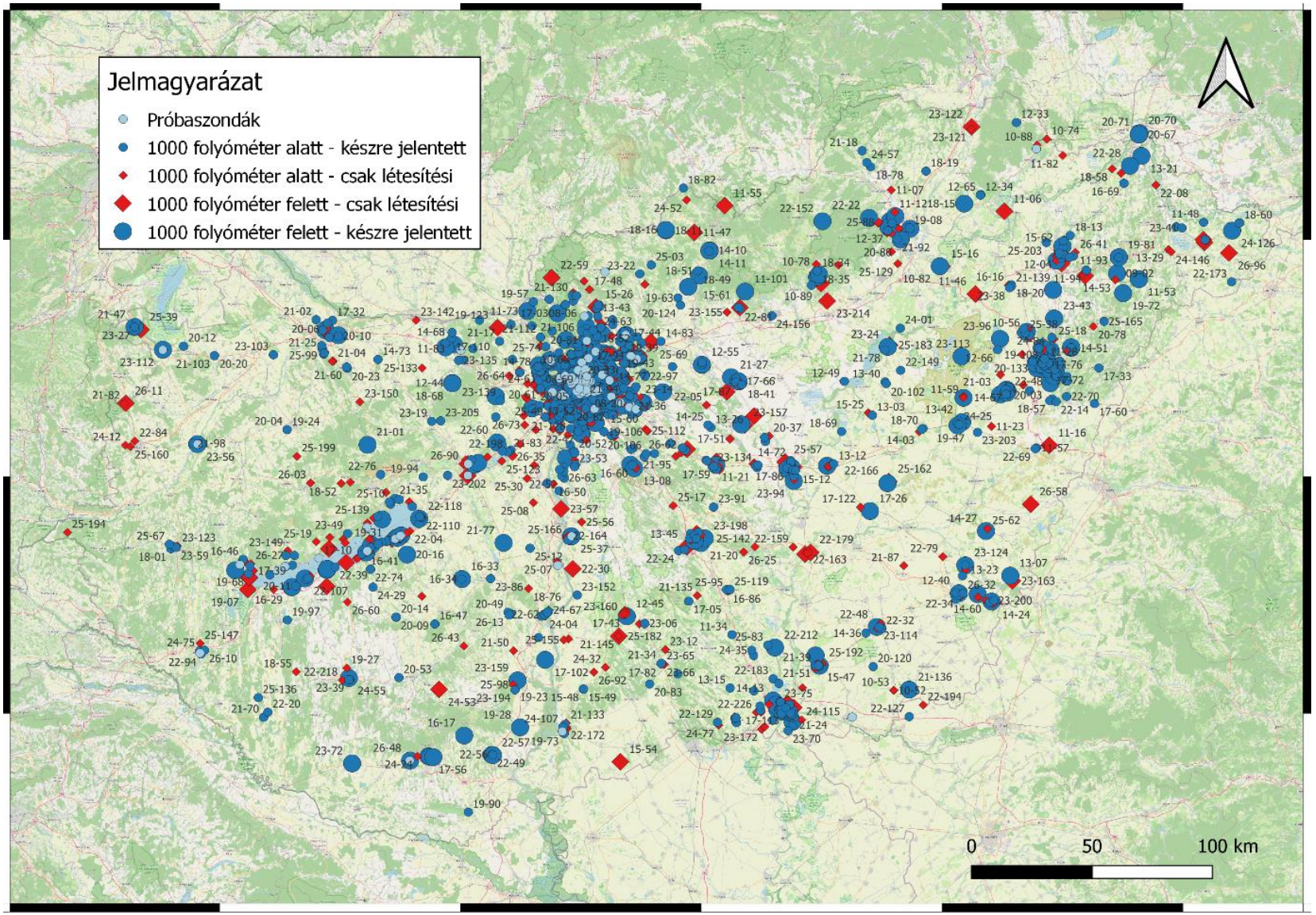
Az adatszolgáltatás keretében beérkezett több száz adat révén tovább bővített adatbázis tanulmányunk írása időpontjában 1929 projekt és 79 próbaszonda adatait tartalmazza. Emellett 275-re tudtuk csökkenteni a jelentős adathiánnyal bíró és adatbázisba egyelőre még nem beépíthető bejelentéseket. Az utolsó teljes évig összegezve, azaz a 2025-ös évet tekintve 1835 létesítésre bejelentett, valamint ezek között 1139 használatbavételre bejelentett rendszert és további 71 db próbaszondát tartalmaz a nyilvántartás.

3.2. Térinformatikai adatbázis és a tervezett webtérképes rendszer

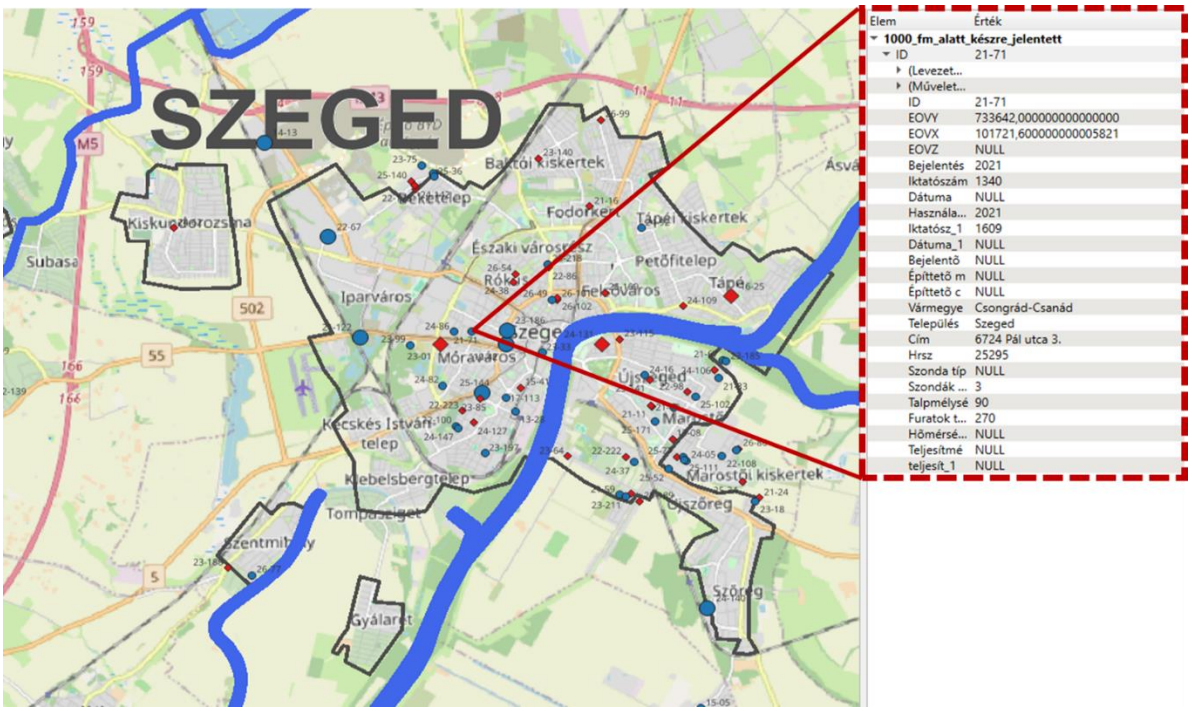
A fentiekben részletezett nyilvántartás alapján, és az Excel háttéradatbázis felhasználásával GIS alapú térinformatikai adatbázist készítettünk, amely a későbbi webtérképes rendszer előkészítő verziójának tekinthető. A könnyebb beazonosíthatóság érdekében az összes projekthez egy egyedi, négy számjegyből álló azonosítót rendeltünk a bejelentés dátuma alapján. Az adatbázisban a projekt(bejelentés) típusa és a furatok teljes hossza alapján 5 különböző kategóriát határoztunk meg:

- 1000 m össz szondahossz alatti rendszer – készre jelentett projekt
- 1000 m össz szondahossz alatti rendszer – csak létesítési bejelentéssel bíró projekt
- 1000 m össz szondahosszú, vagy feletti rendszer – készre jelentett projekt
- 1000 m össz szondahosszú, vagy feletti rendszer – csak létesítési bejelentéssel bíró projekt
- Próbaszondák

Az 5 különböző kategóriát a térképeken különböző színek és szimbólumok jelölik (1. ábra, 2. ábra, 3. ábra), a lekérdezhető belső adatbázist az 1. táblázatban részletezett attribútumok alkotják.

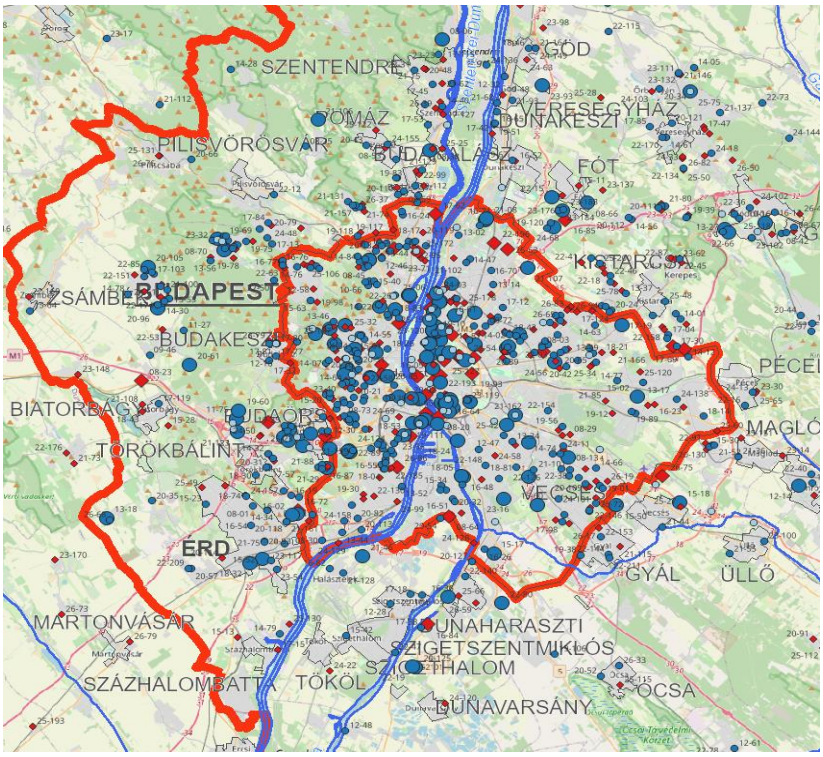


1. ábra: A GIS alapú térinformatikai adatbázis első verziója (2007-2025 közötti bejelentésekkel)



2. ábra: Az egyes rendszerekhez tartozó attribútumok megjelenítése QGIS-ben Szeged példáján

Az 1. ábra és a 3. ábra alapján látható, hogy a sekélygeotermikus rendszerek elsősorban az ország sűrűn lakott területein létesültek nagyobb számban. Így Budapesten és a fővárosi agglomeráció területén a leginkább elterjedtek (3. ábra), de más nagyvárosokban (például Szeged – 2. ábra, Debrecen – 1. ábra) is jelentős számban jöttek létre.



3. ábra: Budapest és agglomerációja a QGIS térinformatikai adatbázis térképén (2007-2025 közötti bejelentésekkel)

3.3. Hazai sekélygeotermikus rendszerek tendenciájának jellemzése

A vizsgált tendenciák jellemzését a 3.2. pontban meghatározott kategóriánként végeztük el az első rendelkezésre álló évtől az utolsó teljes évig (2008-2025).

3.3.1. Földhőszondás rendszerek darabszámának alakulása

A vizsgált időszakban mind a létesítésre, mind a használatbavételre bejelentett rendszerek száma növekvő tendenciát mutat (4. ábra). A létesítési bejelentések száma 2022-ben érte el a legmagasabb értéket (215 db rendszer/év), míg az utolsó teljes évben, 2025-ben 196 rendszert jelentettek be létesítésre. A használatba vett rendszerek száma 2024-ben volt a legmagasabb, (137 db/év). Jól látszik, hogy a „kis" rendszerek – azaz az 1000 m össz szondahossznál kisebb rendszer – kategóriája dominál a rendszerek darabszámában, évente átlagosan 3-3,5-ször annyi kis rendszer létesül, mint nagy.

A 2008-2025 közötti időszakban összesen 1139 rendszert jelentettek használatbavételre, míg a valaha létesítésre bejelentett rendszerek kumulált darabszáma 1835 volt.

3.3.2. Földhőszondák darabszámának alakulása

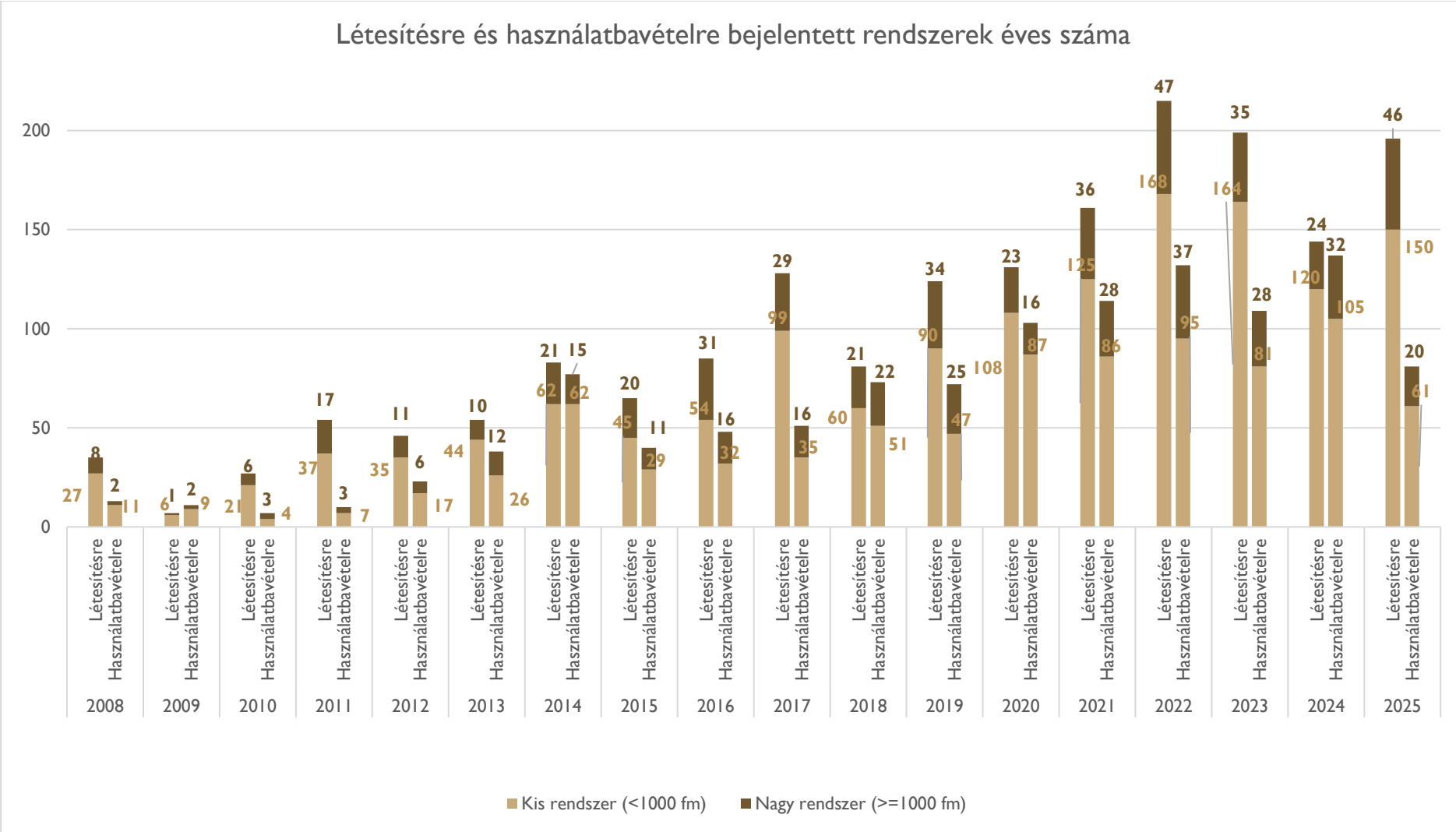
Az évente létesített szondaszám ingadozó, de hosszútávon növekvő tendenciát mutat, különösen 2019 után (5. ábra). 2025-ben a létesítésre bejelentett rendszerekhez 3 309 db szonda tartozott, ami az idősor legmagasabb értéke, míg a használatba vett rendszerek 1 239 db szondája 39%-os visszaesést jelentett 2024-hez képest.

A nagy rendszerek jellegéből adódóan a földhőszondák darabszámában fordított az arány a rendszerek darabszámához képest: átlagosan körülbelül négyszer annyi szondát telepítettek nagy rendszerek létesítésekor, mint kis rendszerek esetén.

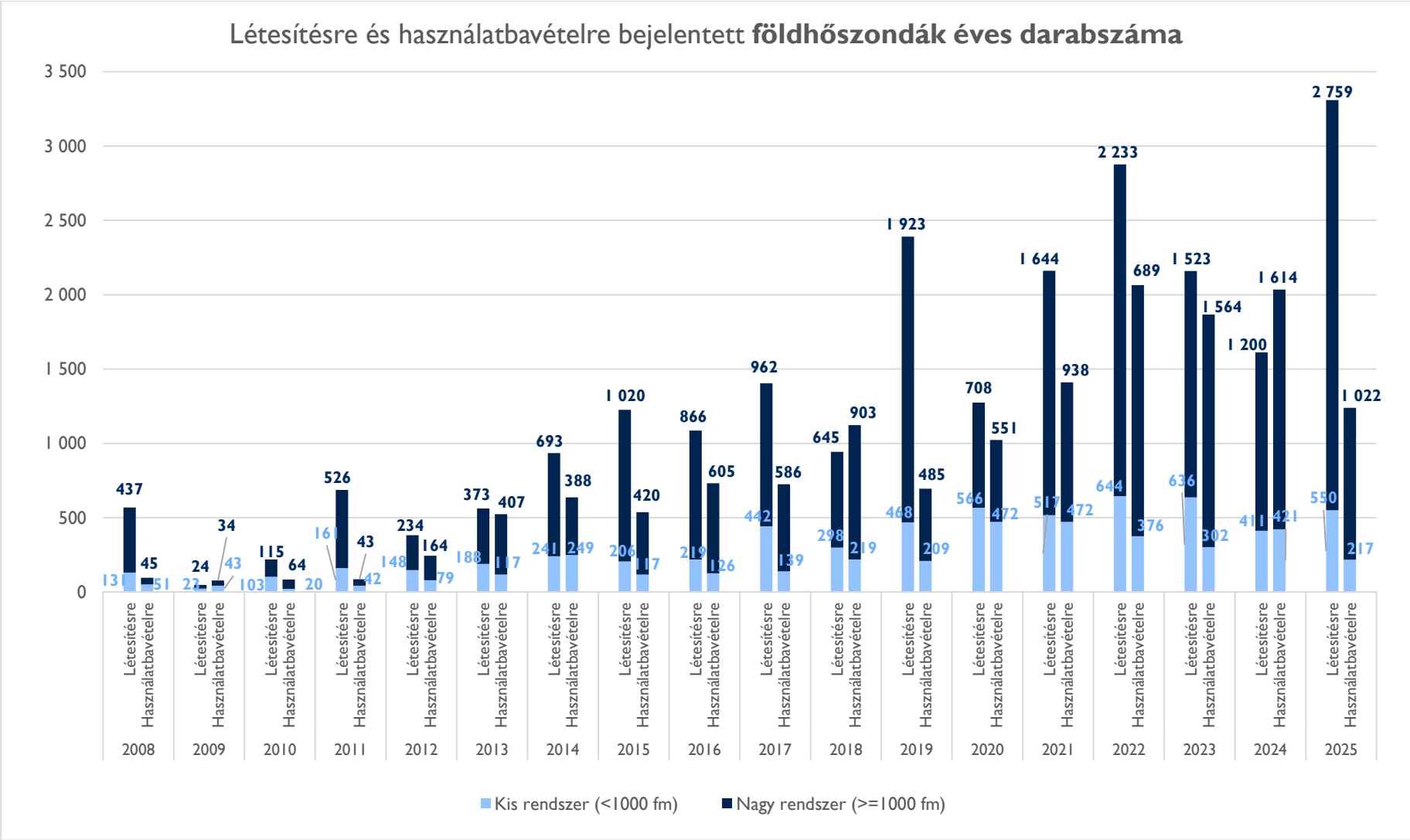
A 2025-ig összesen 15 193 db használatba vett szondát jelentettek be, míg a valaha létesítésre bejelentett szondák kumulált száma 2025-ig 23 836 db volt.

3.3.3. Rendszerenkénti átlag szondaszám alakulása

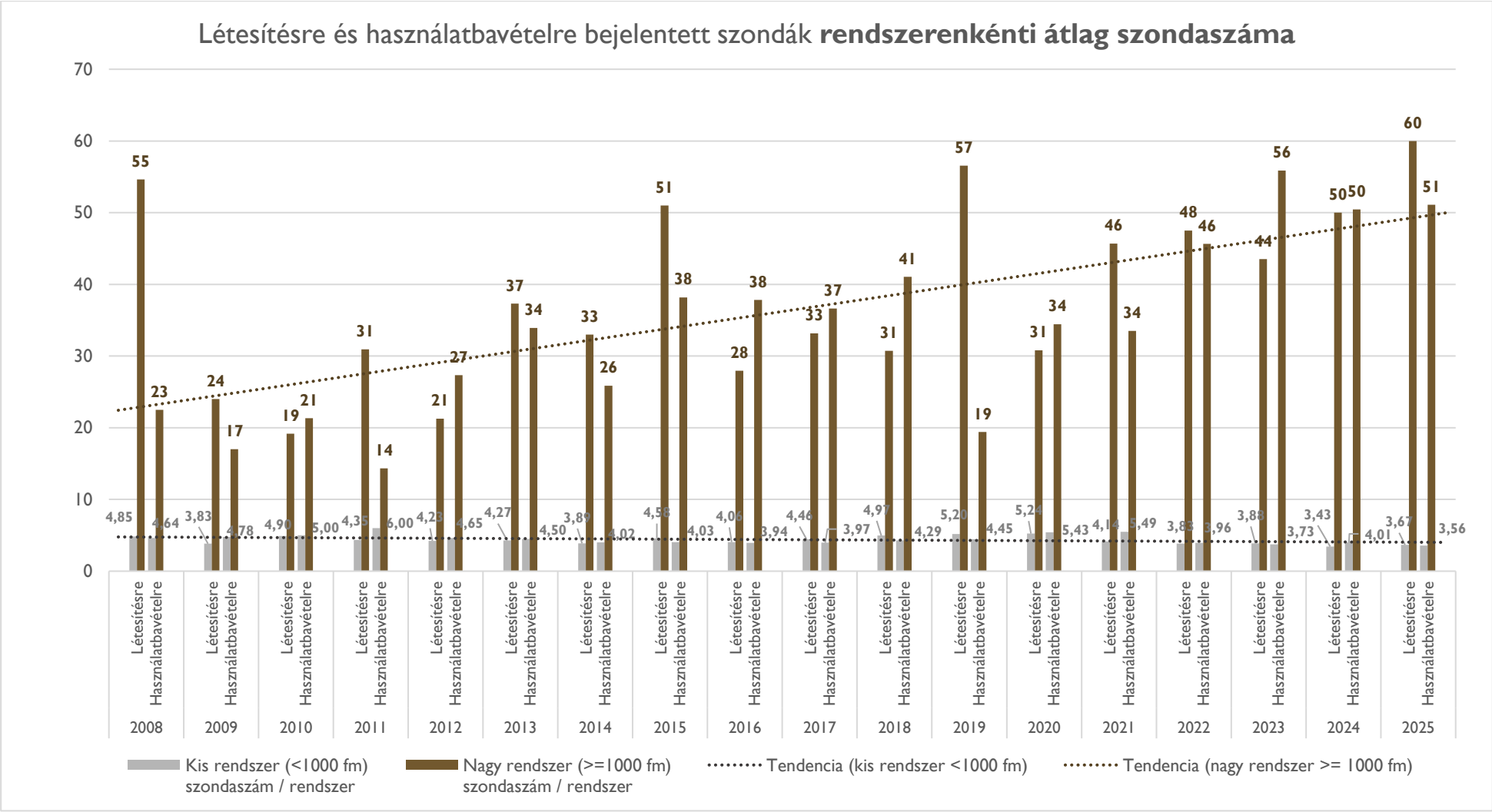
Az előbbi két paraméter, azaz a rendszerek össz számának és a földhőszondák darabszámának hányadosaként vizsgáltuk a rendszerenkénti átlag szondaszám alakulását is kis és nagy rendszerekre egyaránt (6. ábra).
Ez alapján kis rendszerek esetén rendszerenként átlagosan 4,2 szondát létesítenek, míg a nagy rendszerek esetén ennek körülbelül tízszeresét, 41,6 darabot. A hosszú távú tendencia alapján kis rendszereknél ez a szám minimálisan csökken, 2025 év végére 3,6 db-os átlagot elérve, míg a nagy rendszereknél jelentősen nő, körülbelül 60 db-os átlagot elérve.



4. ábra: Létesítésre és használatbavételre bejelentett rendszerek éves száma.
Világosbarna: kis rendszer (1000 m-nél rövidebb össz szondahossz) Sötétbarna: nagy rendszer (1000 m-nél hosszabb össz szondahossz)



5. ábra: Létesítésre és használatbavételre bejelentett földhőszondák éves darabszáma.
Világoskék: kis rendszer (1000 m-nél rövidebb össz szondahossz) Sötétkék: nagy rendszer (1000 m-nél hosszabb össz szondahossz)



6. ábra: Létesítésre és használatbavételre bejelentett rendszerek rendszerenkénti átlag szondaszáma.
Szürke: kis rendszer (1000 m-nél rövidebb össz szondahossz) Sötétbarna: nagy rendszer (1000 m-nél hosszabb össz szondahossz), a kis és nagy rendszerek tendenciáit jellemző trendvonalakkal

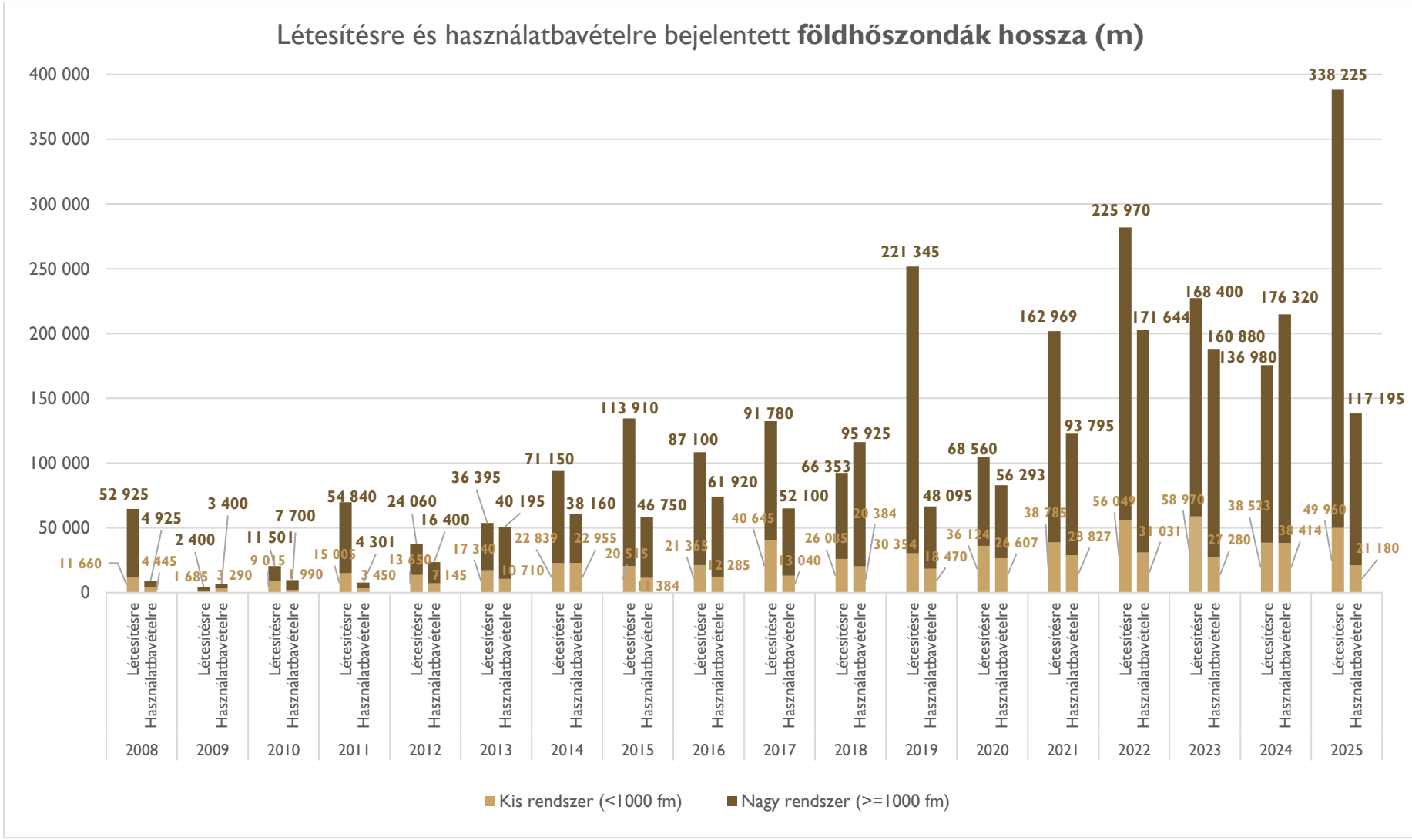
3.3.4. Létesítésre bejelentett és használatba vett földhőszondák összesített hosszának (m) éves alakulása

A létesítésre és használatbavételre bejelentett összes szondahossz jelentős évenkénti ingadozásokkal, de szintén emelkedett (7. ábra). 2025-ben a létesítésre bejelentett szondahossz rekordot ért el 388 185 méterrel, míg a használatba vett szondahossz összesen 138 375 méter össz hosszúságot ért el. 2025 végéig 1 498 885 métert tett ki a használatba vett szondák kumulált hossza, míg a valaha létesítésre bejelentett szondák hossza 2 443 432 méter volt.

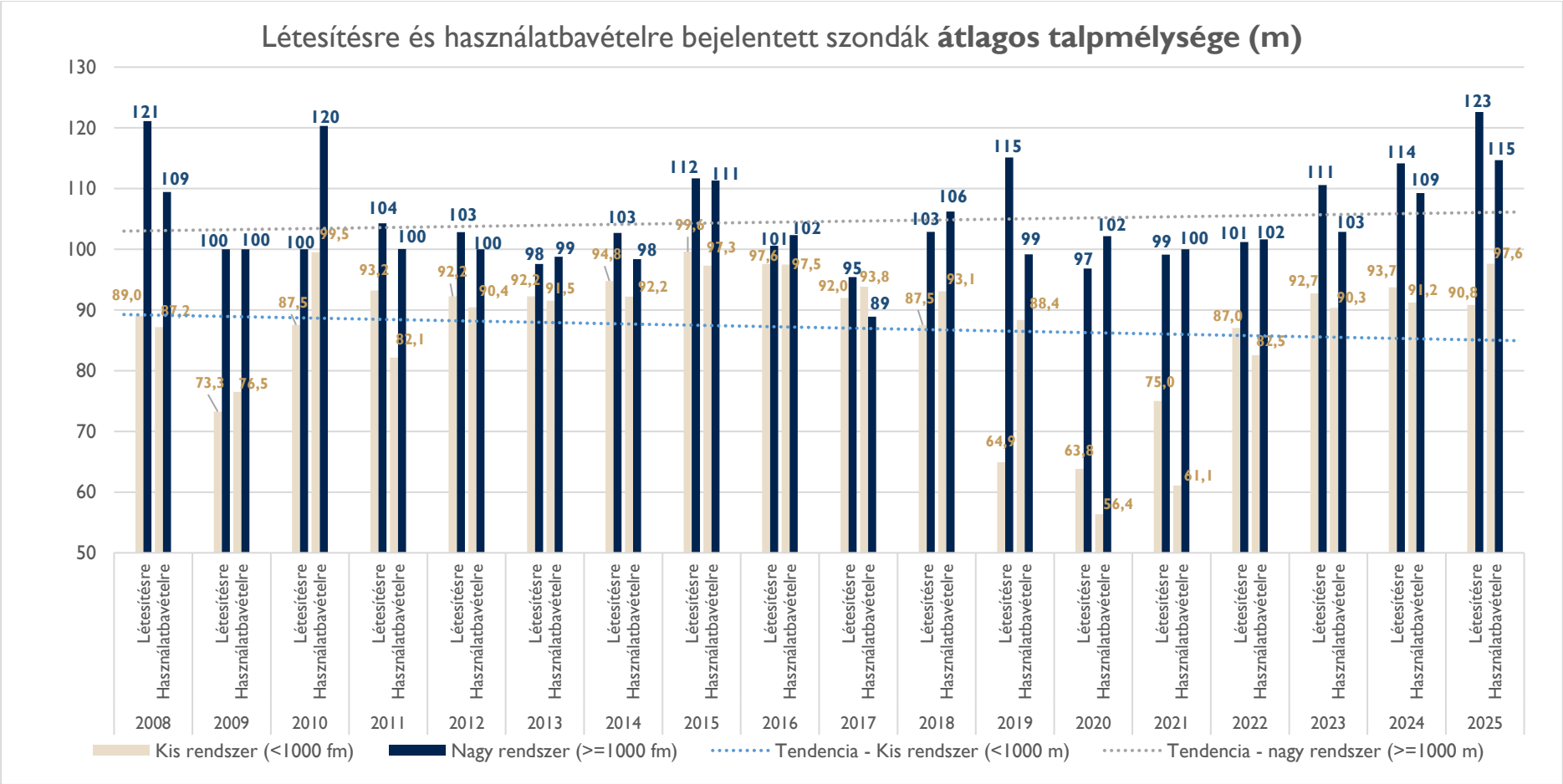
3.3.5. Átlagos szondahossz (m) alakulása

Az egy szondára jutó átlagos szondahossz, vagyis a szondák átlag talpmélységének értékeléséből látható, hogy általánosságban a nagy rendszerek esetén a szondák talpmélysége is mélyebb (8. ábra). Ez a teljes időszakot tekintve kis rendszerek esetén átlagosan 87 méteres talpmélységet, míg nagy rendszerek esetén 105 méteres talpmélységet jelent.

A hosszútávú tendenciákat vizsgálva, nagy rendszereknél a szondák átlag szondahossza növekvő tendenciát mutat: a 2025-ben létesítésre bejelentett szondák 122,59 méter átlagos talpmélységgel bírtak. Kis rendszerek esetén egy rövidebb periódus után a 90-95 méteres talpmélység vált jellemzővé.



7. ábra: Létesítésre és használatbavételre bejelentett földhőszondák hossza.
Világosbarna: kis rendszer (1000 m-nél rövidebb össz szondahossz) Sötétbarna: nagy rendszer (1000 m-nél hosszabb össz szondahossz)



8. ábra: Létesítésre és használatbavételre bejelentett szondák átlagos talpmélysége (m)

Bézs: kis rendszer (1000 m-nél rövidebb össz szondahossz) Sötétkék: nagy rendszer (1000 m-nél hosszabb össz szondahossz)

3.3.6. Egységnyi szondahosszra jutó beépített fűtési kapacitás éves alakulása

A szondákból kivett energiának fontos indikátora az egységnyi szondahosszra jutó beépített fűtési kapacitás, azaz a beépített fűtési kapacitás és szondahossz arányának alakulása (9. ábra). Ezt az indikátort csak abban az esetben tudtuk számszerűsíteni, ahol rendelkezésre állt beépített fűtési kapacitás adat. Ez a létesítési bejelentések esetén a rendszerek körülbelül 66 %-át jelenti (= tervezett beépítendő kapacitás), míg használatbavételi bejelentések esetén a rendszerek körülbelül 75%-át (= megvalósult beépített kapacitás).

Az egységnyi szondahosszra jutó kapacitás értéke a vizsgált időszak elején volt a legmagasabb, 2010-2011-ben 75 W/m csúcsértéket ért el nagy rendszerek esetén. Ezt követően a mutató fokozatosan csökkent, 2015 után kis rendszerek esetén jellemzően 40–50 W/m közötti tartományban, míg nagy rendszerek esetén 37-58 W/m-es tartományban mozgott, 2025-ben 40-41 W/m-es értékig csökkenve. Megjegyzendő, hogy a kezdeti magas átlagértékeket befolyásolhatta, hogy a vizsgált időszak elején csak kis számú projekt esetén állt rendelkezésre beépített kapacitás érték.

3.3.7. A becsült beépített fűtési kapacitás éves alakulása

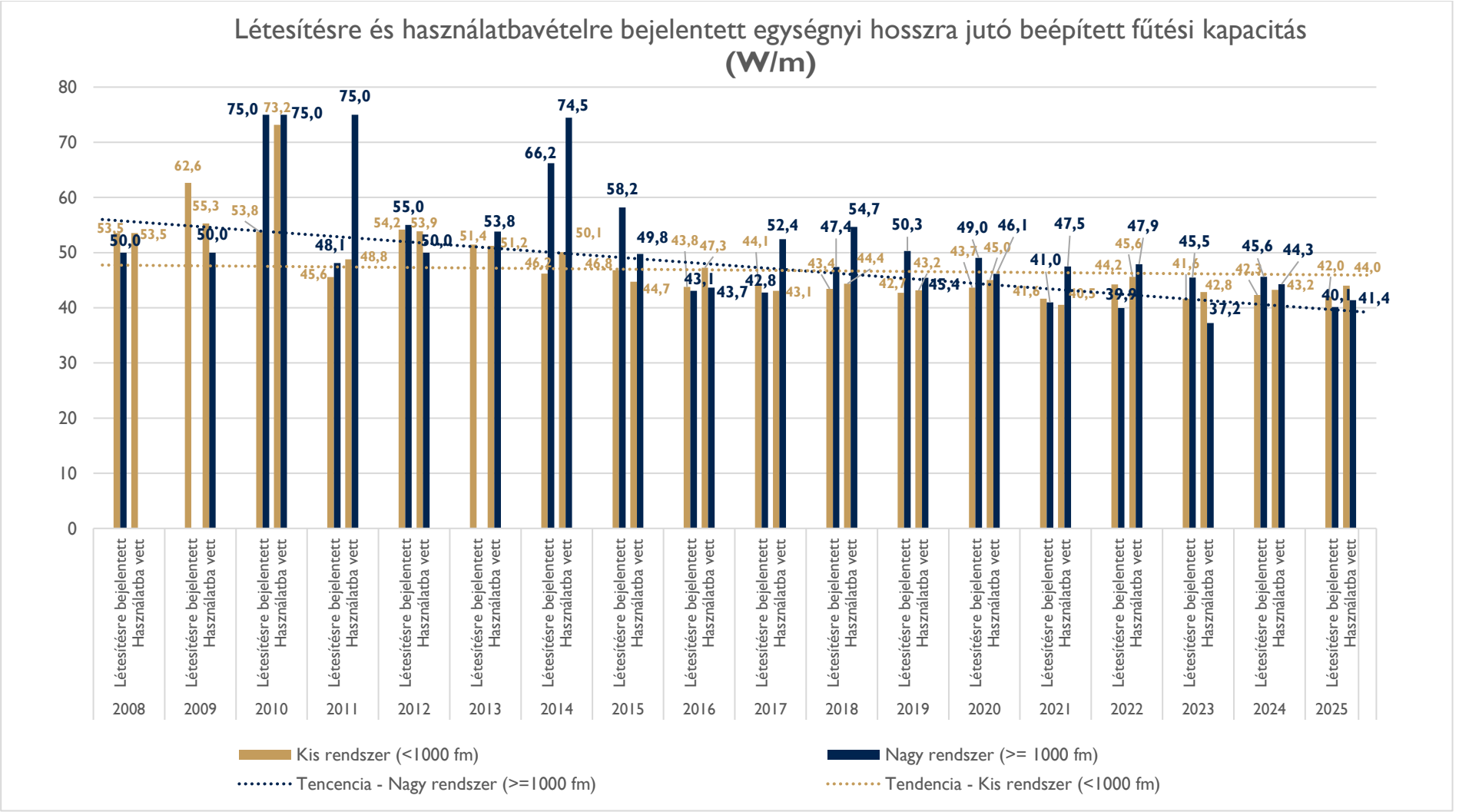
Mivel a létesítésre bejelentett rendszerek körülbelül kétharmadánál, míg a használatba vett rendszerek 75%-ánál állt rendelkezésre beépített fűtési kapacitás érték, a teljes beépített fűtési kapacitás arányosított becslésére volt szükség. Ezt – a nyilvántartásba kerülő rendszerek esetén minden esetben – a rendelkezésre álló szondahosszok alapján tettük meg, a 4 kategóriára külön-külön átlagolt egységnyi szondahosszra jutó beépített fűtési kapacitás értékével felszorozva. Utóbbi érték (a 2008-2025-ös intervallum átlagát véve) a létesítésre bejelentett kis rendszerek esetén 43,41 W/m, nagy rendszerek esetén 44,73 W/m, míg használatba vett rendszereknél 44,77 W/m (kis) és 46,32 W/m (nagy) volt.

A rendszerek darabszámához és a létesített szondahosszhoz hasonlóan 2019 után jelentős növekedés és erős évenkénti ingadozás figyelhető meg (10. ábra). 2025-ben a létesítésre bejelentett kapacitás 17,30 MW_t-ra emelkedett, míg a használatba vett rendszerek 6,4 MW_t -ot tettek ki. A vizsgált időszakban (2008-2025) a kumulált beépített kapacitás 69 MW_t-ot ért el a használatbavételre is bejelentett rendszerek esetén, ami a magyar sekélygeotermikus rendszerek össz beépített fűtési kapacitásának alsó becslésének tekinthető. A valaha létesítésre bejelentett rendszerek kumulált beépített fűtési kapacitásának 2025 év végi értéke 109 MW_t volt, amit az elemzésben felső becslésnek tekintünk.

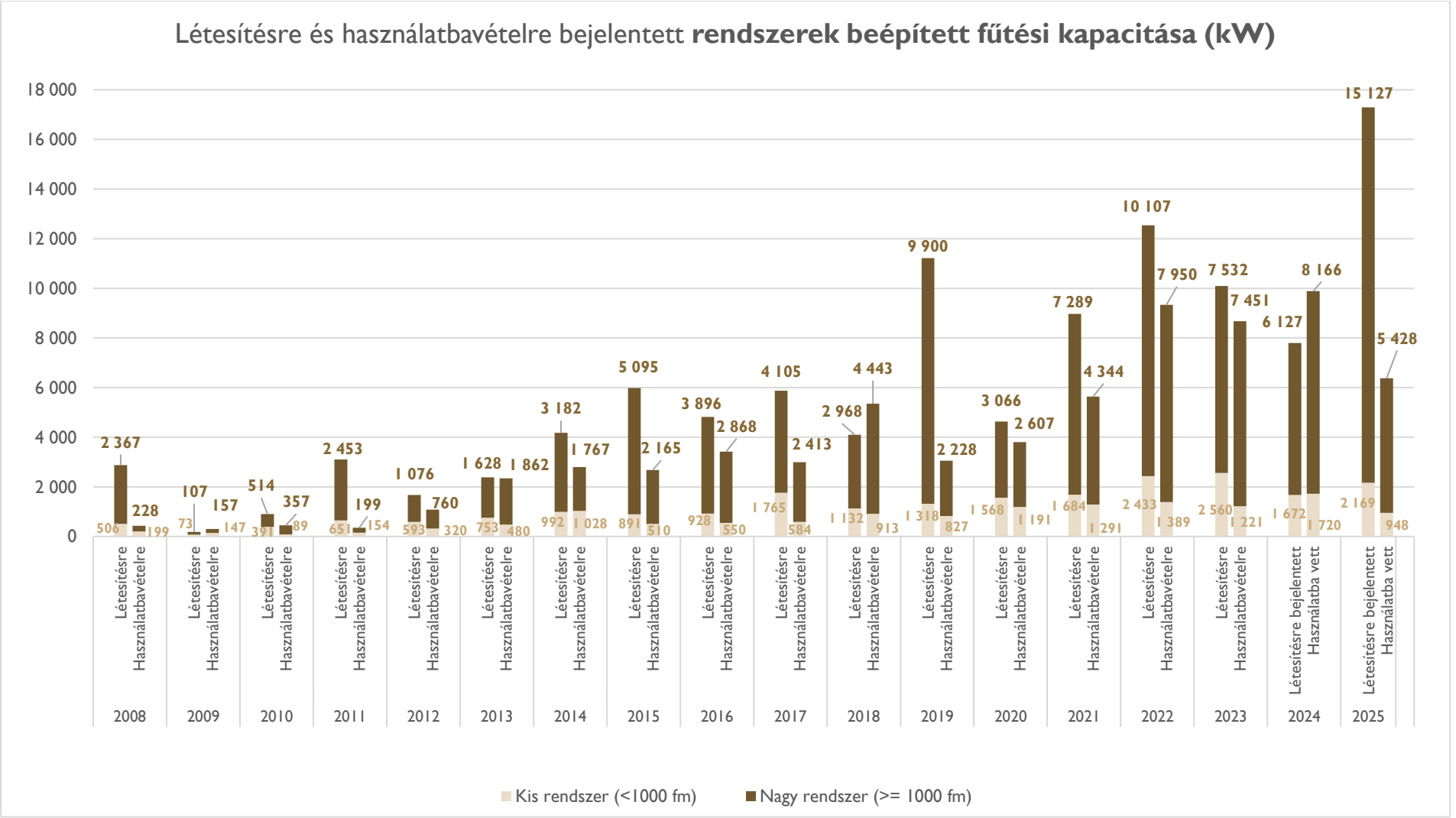
3.3.8. Beépített hűtési kapacitás alakulása

A beépített hűtési kapacitás esetén nem alkalmaztunk arányosítást a kapacitásbecsléshez abból a feltételezésből kiindulva, hogy nem minden bejelentett rendszernél alkalmaznak hűtést, és a korábban keletkezett adatbázisokban hiányzó hűtési kapacitás értékek hátterében is elsősorban ez a tény áll. Ez alapján a vizsgált időszak első felében a hűtési kapacitás minimális (évente néhány 10 kW_t), míg a vizsgált időszak végére (11. ábra) évente több MW_t hűtési kapacitás is beépítésre került, a 2025-ös csúcson pedig 12 MW_t volt a létesítésre bejelentett hűtési kapacitás.

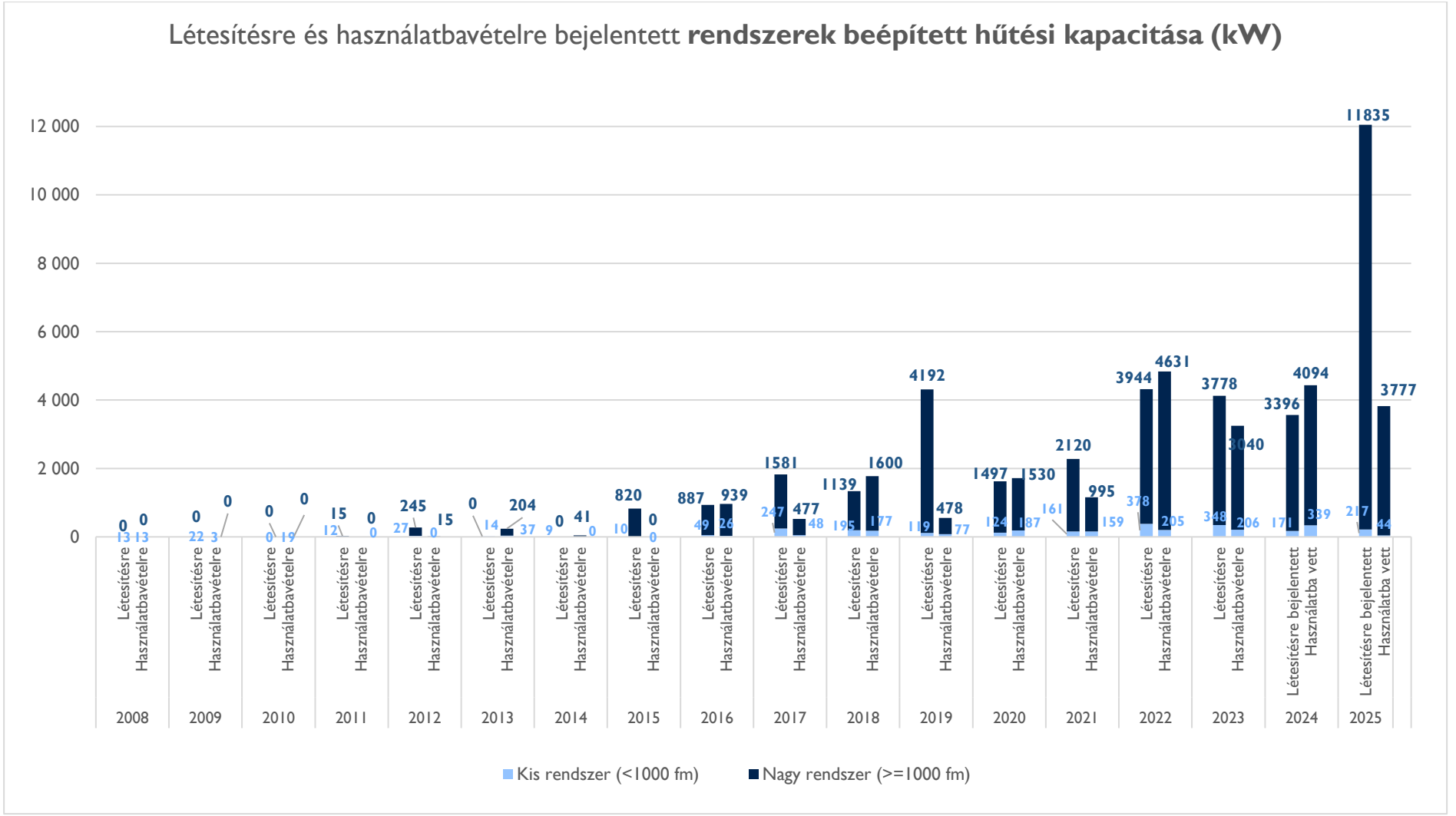
Az időszak kumulált hűtési kapacitását tekintve, 2025-tel bezárólag a használatbavételre bejelentett rendszereknél 23 MW_t értéket összesítettünk, ami ismét alsó becslésként szoltál. A valaha létesítésre bejelentett rendszereket tekintve 37,5 MW_t a kumulált beépített kapacitás, ami a hazai sekélygeotermikus hűtési kapacitás felső becsléseként tekinthető.



9. ábra: Létesítésre és használatbavételre bejelentett egységnyi hosszra jutó beépített fűtési kapacitás (W/m)
Világosbarna: kis rendszer (1000 m-nél rövidebb össz szondahossz) Sötétkék: nagy rendszer (1000 m-nél hosszabb össz szondahossz), valamint a tendenciák trendvonala kis és nagy rendszerekre



10. ábra: Létesítésre és használatbavételre bejelentett rendszerek arányosított, becsült fűtési kapacitása.
Bézs: kis rendszer (1000 m-nél rövidebb össz szondahossz) Barna: nagy rendszer (1000 m-nél hosszabb össz szondahossz)



11. ábra: Létesítésre és használatbavételre bejelentett rendszerek hűtési kapacitása.
Világoskék: kis rendszer (1000 m-nél rövidebb össz szondahossz) Sötétkék: Nagy rendszer (1000 m-nél hosszabb össz szondahossz)

4. Konklúziók

4.1. A hazai sekélygeotermikus szektor tendenciái

A létrehozott és tanulmányunkban bemutatott nyilvántartás új lehetőségeket kínál a magyar sekélygeotermikus szektor tendenciáinak elemzésére a rendszereket jellemző legfontosabb paraméterek vizsgálatával.

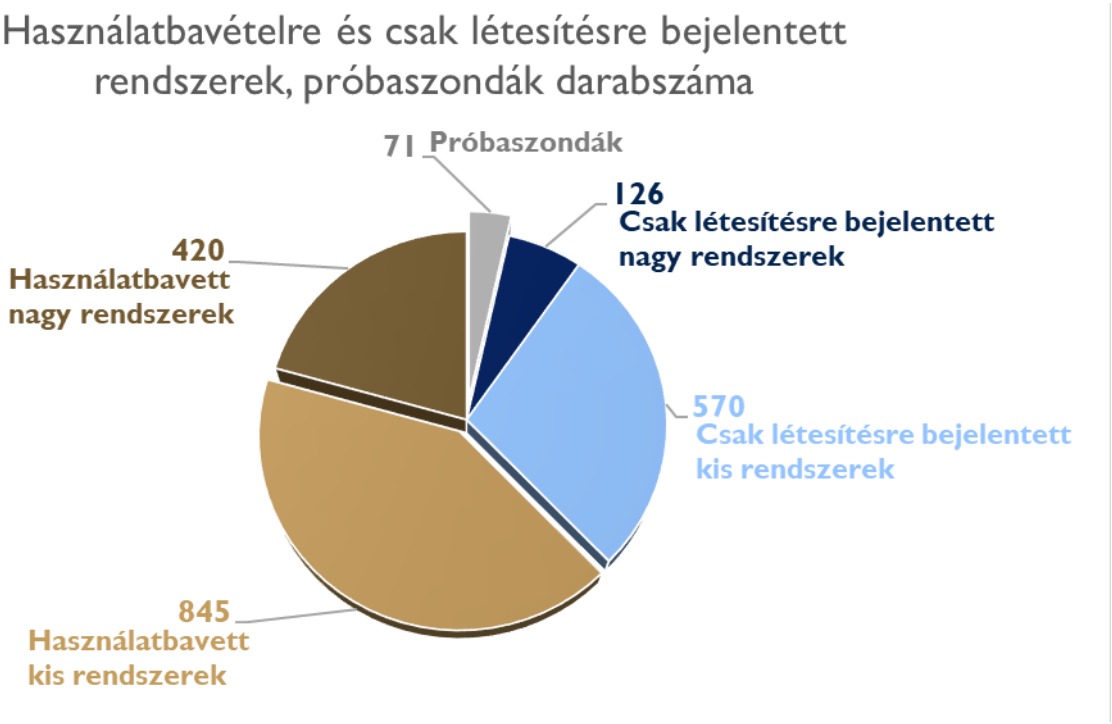
Az első, nagy képet vizsgáló értékelésünk alapján kimondható, hogy a szektor dinamikusan fejlődik, ami megmutatkozik mind az évente létesülő rendszerek és szondák növekvő számában, mind a beépített kapacitás növekedésében. A tendenciákban megfigyelhetők a piaci hatások, az energiaárak befolyása is: a 2022-es energiaválság és megugró földgázárak éve jelenti a rekordot a létesítésre bejelentett rendszerek számában (4. ábra), ahogy a létesítésre bejelentett szondák száma is jelentősen, több mint 1/3-ával haladta meg a megelőző évben bejelentettet. Dinamikus növekedést mutat a legutolsó teljes, 2025-ös év is, amely során 388 km-nyi új szonda létesítését jelentették be, míg a használatba vett szondák utolsó öt éves átlaga évente 173 km volt. Ugyanakkor az utóbbi számot összehasonlítva a lakosságszámban hasonló léptékű Svájc tendenciáival, több mint 20-szoros különbséget láthatunk. A földhőszondás rendszerek területén messze erősebb hagyományokkal bíró, földhőszivattyús beépített kapacitások terén Európában dobogós[2] országban 2025-ben több, mint 4000 km új szondát fúrtak (Rybach, 2022[1]; FWS, 2026[2]), ennek mintegy felét új rendszerek létesítésére, míg 54%-át a meglévő rendszerek felújítására. Azaz a magyar adatot ebben a kontextusban vizsgálva még hatalmas tér mutatkozik a további fejlődésre.

4.2. Továbblépési lehetőségek

A jelenlegi sekélygeotermikus nyilvántartás egyik hiányossága, hogy az eddig ismert, azaz létesítésre bejelentett rendszerek körülbelül 40%-a esetében nincs információnk arról, hogy az adott projekt valóban megvalósult-e, vagy csupán a bejelentés fázisáig jutott el (12. ábra: sötét és világos zöld). Ez több tényezővel magyarázható: 1) a gyakorlatban megfigyelhető, néhol több éves eltolódás létesítési és a használatbavételi bejelentés között, 2) az archív adatbázisok esetleges hiányossága, 3) a jelenleg is hatályos 12/2022. (I. 28.) SZTFH rendeletben rögzített szabályozás. Utóbbi ugyanis nem írja elő a használatbavétel, vagyis a készre jelentés kötelezettségét, csupán a projekt bejelentésére kötelezi a megrendelőt. Mivel az együttműködő kivitelező cégek a korábbi szabályozási gyakorlatoknak megfelelően megteszik a használatbavételi bejelentést, a legtöbb esetben van információnk az elkészült rendszer tényéről és paramétereiről, de nem kizárható, hogy egyes rendszerekről az egyszerűsített szabályozás okán nem érkezik be megvalósulási dokumentáció.

[1] FWS (2026) Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz: Jahres-Statistiken & Marktentwicklung– Svájci Hőszivattyús Egyesület: Éves statisztika és piacelemzés https://www.fws.ch/statistiken/

[2] Rybach, L. (2022). Geothermal heat pump production sustainability—The basis of the swiss GHP success story. Energies, 15(21), 7870.



12. ábra: Bejelentések kumulált darabszáma: használatbavételre, csak létesítésre bejelentett rendszerek, valamint próbaszondák darabszáma (2008-2025)

A másik hiányosság, hogy a jelenlegi jogszabályban előírt, bejelentendő adattartalom nem tartalmaz olyan kulcsfontosságú paramétereket, amelyek egyrészt sok esetben egyébként is a keletkeznek létesítés során – azaz nem igényelnek plusz költséget a kivitelezőtől –, másrészt földtani szempontból értékes információként szolgálhatnak. Ilyen keletkező adat többek között a TRT (Thermal Response Test) szondateszt eredményei (hővezetőképesség és fúrólyuk-ellenállás), a fúrási rétegsor leírása, a kezdeti egyensúlyi hőmérséklet, valamint a fűtési + hűtési teljesítmény értékei.

Annak érdekében, hogy a fenti két kérdéskör érdemben változzon, szükség lenne egy átfogó jogszabály-módosításra, ami pótolná a hiányosságokat. Mindezek mellett további lehetőséget látunk az önkéntes adatszolgáltatás folytatásában a nyilvántartásban még fennálló adathiányok pótlására.

Projektünkben tervezett egyéb továbblépési lehetőségek a következők:

- A GIS alapú térinformatikai adatbázis attribútumainak részbeni webtérképes megjelenítése, az OGRE rendszer (https://map.hugeo.hu/ogre/) bővítésével. Értve ez alatt a bemutatott adatbázis (2. ábra és 1. táblázat) egy részének webtérképen történő közlését.
- A nyilvántartás folyamatos frissítésével párhuzamosan időszakos statisztikák és elemzések készítése, valamint közzététele. Követendő gyakorlat lehet erre például a Svájci Hőszivattyús Egyesület által közzétett jelentések módszere, amelyben a földhőszivattyús statisztikákat már negyedéves elemzésekben közlik (FWS, 2026)[9].

- A meglévő földtani adatbázisok, az új nyilvántartás adatainak, valamint a kibővített adattartalmú bejelentésekből beérkező adatok kombinálásával sekélyföldtani és hőmérsékleti alaptérképek létrehozása, ezek alapján sekélygeotermikus potenciáltérképek készítése.

Köszönetnyilvánítás

Eredményeink nem születhettek volna meg az Országos Bányakapitányság munkatársai (Papp Zoltán, Egyed Roland, Bokor Erika) nélkül, akik a bányakapitányság által vezetett adatbázist rendelkezésünkre bocsátották és közreműködtek az adatbázis többszöri kiegészítésében.

Hálásan köszönjük a közreműködést az önkéntes adatszolgáltatásban résztvevő cégeknek és munkatársaiknak: *A.B.A.A.C.S Műhely Kft, Aquadrill Kft, Geokomplex Kft., Geoszonda Kft., Geohisztor Kft, Tender Terv Kft, Tóth László, Földtudományi Tervező és Fejlesztő Kft, Geort Kft, Geoconcept Kft, ENVÍZ Kft, Kiss József, NNK Kft, Lovas Péter.*

A vállalatokkal folytatott egyeztetéseken nyújtott szakmai tanácsokért külön köszönet illeti Pásztor Domokost, Osztényi Pétert, Tóth Lászlót, Lorberer Árpádot, Dr. Ádám Bélát és Márton Balázst.

Hivatkozások

1) Sanner, B., Eugster, W. J., & Hellström, G. (2025) Shallow Geothermal Energy–the Past, the Current Status, and a Future Outlook. European Geothermal Congress 2025, Zurich. https://europeangeothermalcongress.eu/wp-content/uploads/2025/11/Sanner-et-al_compressed.pdf (Letöltve: 2026.09.26.)

2) Sanner B., Antics M., Baresi M., Urchueguía F. J. & Philippe D (2022): Summary of EGC 2022 Country Update Reports on Geothermal Energy in Europe. - European Geothermal Congress 2022, Berlin, 374 pp. https://www.fu-confirm.de/assets/country_updates_EGC2022.pdf (Letöltve: 2026.09.26.)

3) Rybach, L., & Sanner, B. (2000). Ground source heat pump systems, the European experience. GHC Bull, 21(1), 16-26.

4) Sanner, B.; Hahne, E; Konstantinidou (1997). VDI guideline 4640: Harnessing of underground thermal energy; VDI-Richtlinie 4640 ``Thermische Nutzung des Untergrundes`` https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/673296 (Letöltve: 2026.09.30.)

5) Brancher, M., & Steiner, C. (2024). Reporting and monitoring geothermal heat pumps in Europe. https://gogeothermal.eu/wp-content/uploads/2024/05/Geoboost-Deliverable-D2.2-Report-and-monitoring-geothermal-HP-in-Europe.pdf (Letöltve: 2026.09.26.)

6) PLIGES (2026) Mapping of Shallow Geothermal Systems in the Republic of Croatia https://pliges.eu/en/index.php (Letöltve: 2026.08.25.)

7) EuroGeoSurvey (2025): Webinar on „Shallow geothermal system registries and databases as a prerequisite of sustainable utilization – GeoEnergy Expert Group, Online.

8) Rybach, L. (2022). Geothermal heat pump production sustainability—The basis of the swiss GHP success story. Energies, 15(21), 7870.

9) FWS (2026) Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz: Jahres-Statistiken & Marktentwicklung– Svájci Hőszivattyús Egyesület: Éves statisztika és piacelemzés https://www.fws.ch/statistiken/ (Letöltve: 2026.09.23.)

Helyesírási utóhang:

Véleményünk szerint, illetve az ELTE Nyelvtudományi Kutatóközpont állásfoglalása alapján a „sekélygeotermia”, „mélygeotermia” kifejezések, illetve a „sekélygeotermikus”, „mélygeotermikus” jelzők egybeírása javasolt, tekintettel arra, hogy a minőséget vagy típust kifejező előtagot egybe kell írni az utótaggal, pl. mélyhűtés, mélysugárzó hangszóró, mélyfúrás.

Ahogy a tanulmányban is említésre került, a „mélygeotermia” nem pusztán egy mélyen fekvő térrész geotermikus hasznosítását jelenti, hanem jelöli a specifikus – legtöbbször termálvízalapú – technológiának alkalmazását is. Szintén, a „sekélygeotermia” nem csak a sekély mélységet jelöli, hanem a specifikus – legtöbbször földhőszivattyús – technológiának alkalmazását. Ennek értelmében típust kifejező előtagként az egybeírás szabálya alkalmazandó.

ADATVAGYON-HASZNOSÍTÁS OFFLINE KÖRNYEZETBEN: TEMATIKUS DIGITÁLIS ADATSZOBÁK ÉS AZ ADATTÁRI ADATSZOLGÁLTATÁS STRUKTÚRÁJA

DATA ASSET UTILISATION IN AN OFFLINE ENVIRONMENT: THEMATIC DIGITAL DATA ROOMS AND THE STRUCTURE OF DATA REPOSITORY SERVICES

Szerzők:

FRIEDL Zoltán (zoltan.friedl@sztfh.hu) – Digitális Adatvagyon-Szolgáltatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

CÉGÉNY András (andras.cegeny@sztfh.hu) – Digitális Adatvagyon-Szolgáltatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

FÜLÖP Éva (eva.fulop@sztfh.hu) – Adattári Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

SŐRÉS László (laszlo.sores@sztfh.hu) – Geofizikai Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

Absztrakt:

A tanulmány a magyar földtudományi adatvagyon kezelésének, digitalizációjának és jövőbeli fejlesztési irányainak áttekintését adja, különös tekintettel a Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága (SZTFH) Földtani Szolgálatának szerepére. Bemutatja a földtani, vízföldtani, agrogeológiai, geofizikai és távérzékelési adatok jelentőségét a természeti erőforrások fenntartható hasznosítása, a környezetvédelem, a területfejlesztés és a földtani veszélyforrások kezelése szempontjából. A hazai adatvagyon számos állami, ipari és tudományos szereplő között oszlik meg, azonban annak legátfogóbb gyűjteménye az SZTFH kezelésében található, amely több mint egy évszázad alatt felhalmozott földtani, geofizikai és bányászati információt őriz és szolgáltat.

A tanulmány ismerteti a földtani adatvagyon digitális infrastruktúráját, különös hangsúlyt helyezve a GeoBankra, a Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattárra, valamint az ezekhez kapcsolódó térinformatikai és dokumentumkezelő rendszerekre. Kiemeli az adatok egységesítésének, szabványosításának és hosszú távú megőrzésének jelentőségét, továbbá bemutatja az ALFA projektet, amely harmonizált adatmodellek és szemantikai technológiák alkalmazásával támogatja a földtudományi adatok összehangolását.

A szerzők áttekintik az SZTFH nemzetközi szerepvállalását az európai földtani infrastruktúrákban, különösen a Geological Service for Europe (GSEU) és az European Geological Data Infrastructure (EGDI) programokban. E kezdeményezésekhez kapcsolódva kerül bemutatásra a „One Map” koncepció, amely egy egységes, áttekinthető és folyamatosan frissülő földtani tudástér kialakítását tűzi ki célul. A tanulmány végül a mesterséges

intelligencia földtudományi alkalmazásainak lehetőségeit és korlátait vizsgálja, rámutatva arra, hogy az AI-alapú adatfeldolgozás és döntéstámogatás jövője elsősorban a magas minőségű, szabványosított és FAIR-elvek szerint kezelt adatvagyon rendelkezésre állásától függ. A bemutatott folyamatok egy olyan integrált, nemzeti és nemzetközi szinten is összekapcsolt földtudományi adatökoszisztéma irányába mutatnak, amely a kutatás, a gazdaság és a közigazgatás számára egyaránt stratégiai jelentőségű.

Abstract:

The study provides an overview of the management, digitalisation, and future development directions of Hungarian geoscientific data assets, with particular emphasis on the role of the Geological Service of the Supervisory Authority for Regulatory Affairs (SARA), as well as the National Mining Directorate of the SARA. It presents the significance of geological, hydrogeological, geophysical, and other datasets in the sustainable use of natural resources, environmental protection, spatial development, and the management of geological hazards. Hungary's national data assets are distributed among numerous public, industrial, and scientific bodies; however, the most comprehensive collection is held by the SARA, which preserves and provides access to geological, geophysical, and mining information accumulated over more than a century.

The study describes the digital infrastructure of the geological data assets, with particular emphasis on the importance of the Geological, Geophysical and Mining Data Repository of Hungary, as well as the associated geoinformatics databases and document management systems. It highlights the importance of data harmonisation, standardisation, and long-term preservation, and presents the ALFA project and the Thematic Data Room conception, which support comprehensive or thematic interpretation of geoscientific data through harmonised data models and semantic technologies.

The authors review the international role of the SARA in European geological infrastructures, in particular within the Geological Service for Europe (GSEU) and the European Geological Data Infrastructure (EGDI) programmes. One emerging direction of these initiatives is the "One Map" concept, which aims to establish a unified and continuously updated geological knowledge space. Finally, the study examines the potential and limitations of artificial intelligence applications in geosciences, pointing out that the future of AI-based data processing and decision support depends primarily on the availability of high-quality, standardised data assets managed according to FAIR principles.

1. Bevezetés

A Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága – mint a mindenkori földtani szolgálatok jogutódja – felelős a Magyarország területén végzett földtani kutatások adatainak tárolásért. Ez a szerep nemcsak historikus, hanem funkcionális is egyben, ugyanis az állami, jellemzően nonprofit fenntartás és az idők során olykor drasztikusan változó ipari kutatási irányoktól való független működés lehetővé teszi a jogfolytonos és zavartalan működést. Ezért ezt a szerepkört minden esetben követi a földtani adatok kezelésének felelőssége is, amely magában hordozza mind az archív források kezelésének terhét, mind a változó időkhöz való alkalmazkodás kihívását is. Jelenleg a legnagyobb kihívást e két adatkezelési forma közötti kapcsolat megteremtése jelenti: az archív, fizikai adatok digitalizációja és a létrejött – valamint folyamatosan beérkező – egyre nagyobb mennyiségű digitális állományok kezelése, egységesítése és szolgáltatássá rendezése, beleértve ezen szolgáltatások megfelelő és a folyton változó igényekhez igazított üzemeltetését, minőségét, a szakrendszerek, adatkörök bővíthetőségét és erőforrással való ellátását. A feladat nehézsége több forrásból ered:

- Az archív állományok feldolgozásához rengeteg emberi erőforrás szükséges, míg a folyamatosan beérkező, ipari vagy belső forrásból származó adatok kezelése már most leköti a teljes állományt. Utóbbi adatmennyiség évről évre növekszik, ami egyre nagyobb terhet ró a szervezetre,
- A már feldolgozott adatok, adatkörök lehetőséget adnak újabb és újabb szakrendszerek, belső kutatások, modernebb szolgáltatások bevezetésére, amelyek fejlesztése, tárolása és kezelése szintén feladata a Hatóságnak,
- Az épülő szolgáltatások és a beérkező adatok tárolása nemcsak humán, de gépi erőforrást is igényel.

A következő fejezetekben áttekintjük a földtani adatvagyon kezelésének történetét, jelenlegi formáját, bemutatjuk, milyen megoldásokat kínál a szervezet a fenti kihívásokra. Ezen túl vázoljuk, milyen kihívásokkal kell megküzdenünk a jövőben és milyen eszközök állnak a rendelkezésünkre, hogy továbbra is méltó gazdái, kezelői és kurátorai legyünk ennek a több, mint százéves gyűjteménynek.

2. Magyar Földtani Adatvagyon

2.1. Az adattár kialakulása és szerepe

A Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár létrejötte több mint másfél évszázados intézményi és tudománytörténeti fejlődés eredménye. Az adattár nem egyetlen szervezet alapításával jött létre, hanem a magyar földtudományi kutatások, a geofizikai felmérések és a bányászati tevékenységek során felhalmozott adatok fokozatos összegyűjtésének, megőrzésének és integrációjának eredményeként alakult ki. A jelenlegi szervezeti és adatkezelési struktúra számos intézményi átalakulás, jogszabályi változás és adatmentési folyamat nyomán formálódott.

A földtudományi adatvagyon szervezett gyűjtésének gyökerei a 19. század második felére nyúlnak vissza. A Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) 1869-ben jött létre. Az intézmény feladatai közé tartozott az ország földtani viszonyainak feltárása, valamint a kutatások során

keletkező térképek, fúrási adatok, minták és jelentések rendszerezett gyűjtése és megőrzése. A geofizikai adatvagyon központi kezelésének alapjait az 1907-ben létrehozott Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) teremtette meg, amely Eötvös Loránd kutatásaira és műszaki fejlesztéseire építve a geofizikai mérések országos központjává vált.

A második világháborút követő időszakban, különösen az 1950 és 1990 közötti évtizedekben, a hazai bányászat és nyersanyagkutatás jelentős fejlődésen ment keresztül. Az intenzív szén-, érc-, bauxit- és szénhidrogén-kutatási programok következtében rendkívül nagy mennyiségű földtani és geofizikai adat keletkezett. A bányászati vállalatok és kutatóintézetek saját adattári rendszereket hoztak létre, miközben a hatályos jogszabályok előírták a kutatási eredmények és statisztikai adatok rendszeres beszolgáltatását az állami intézmények részére. Ennek eredményeként az állami adattárakban fokozatosan felhalmozódott a magyar földtudomány egyik legjelentősebb adatvagyona.

A rendszerváltozást követő gazdasági és szerkezeti átalakulások új kihívások elé állították az adatmegőrzést. Az 1990-es évek elején számos állami bányavállalat és kutatóintézet megszűnt vagy privatizációra került, ami veszélyeztette az évtizedek alatt felhalmozott dokumentációk és mintagyűjtemények fennmaradását. Az állam ezért sok esetben átvette a megszűnő szervezetek adattári anyagait, beleértve a dokumentációkat és a fúrómag-gyűjteményeket is. Ekkor alakult meg a Magyar Geológiai Szolgálat (MGSZ), ami a földtani adatok gyűjtéséért, feldolgozásáért és a kutatások szakmai támogatásáért felelt, szoros együttműködésben a MÁFI-val és ELGI-vel.

A 2000-es évektől kezdődően felgyorsult a földtani, geofizikai és bányászati adatvagyonok intézményi integrációja. Ennek fontos állomása volt, hogy 2007-ben a Magyar Bányászati Hivatal (MBH) – ami a bányászati hatósági feladatokat látta el – és az MGSZ integrációja megtörtént, megteremtve a Magyar Bányászati és Földtani Hivatalt (MBFH). Ezzel párhuzamosan 2012-ben a Magyar Állami Földtani Intézet jogutódjának és az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetnek az összevonásával létrejött a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI)[1]. Az integráció 2017-ben folytatódott, amikor az MFGI és az MFFH egyesítésével megalakult a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSZ). Ezzel intézményi szinten is egységes kezelés alá került a földtan, a geofizika és a bányászat területén keletkezett nemzeti adatvagyon. 2021. október 1-jén a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat feladatait, valamint az általa kezelt adatvagyont a Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága (SZTFH) vette át. Az SZTFH működése során került a mai helyére az adattár – 1143 Budapest, Stefánia út 14. –, ahol korszerű, új környezet került kialakításra.

[1] BABINSZKI E. (2019): *150 éves a Földtani Intézet*. Kiadvány kötet. 2025.



13. ábra: Adattár papíralapú anyagai

A másfél évszázad eredményeként az adattár több, mint 175 ezer szakmai jelentést, mintegy 195 ezer fúrási dokumentációt, 5800 méter folyóméternyi papíralapú (1. ábra) és térképi anyagot, valamint jelentős méretű digitális adatállományt kezel[2]. Az intézmény kiemelt szerepet tölt be a földtudományi kutatások, a nyersanyag-gazdálkodás, a környezeti vizsgálatok és a hatósági feladatellátás adatbázis-hátterének biztosításában, egyúttal hozzájárul a magyar földtudományi örökség hosszú távú megőrzéséhez és hasznosításához.

2.2. Adatgyűjtés és adattárolási kötelezettség

A földtudományi információk a természeti erőforrások feltárásának és fenntartható hasznosításának, a vízkészletek védelmének, a környezeti állapot értékelésének és a területi tervezésnek egyaránt fontos alapját képezik. A földtani, hidrogeológiai, geofizikai és távérzékelési vizsgálatokból származó adatok együttesen teszik lehetővé a felszín alatti földtani és vízföldtani rendszerek, valamint a természeti erőforrások térbeli és időbeli folyamatainak átfogó értelmezését. A korszerű elemzések ezért egyre nagyobb mértékben támaszkodnak a különböző forrásokból származó, eltérő szerkezetű és léptékű adatok integrált feldolgozására. Ezzel összefüggésben az állam számára nem csupán az új adatok előállítása, hanem a már meglévő információk rendszerezett megőrzése és hozzáférhetőségének biztosítása is kiemelt jelentőségű.

E feladat ellátásának egyik fontos eszköze a jogszabályban meghatározott adatszolgáltatási rendszer. A bányászatról szóló 1993. évi XLVIII. törvény 25. § alapján a bányászati és földtani kutatási tevékenységet végzők kötelesek a tevékenységük során keletkező földtani adatokat és kapcsolódó dokumentációkat az állami földtani feladatokat ellátó szerv rendelkezésére bocsátani.

Az adatszolgáltatás főbb körei a következők:

- a kutatási és bányászati tevékenység során keletkező nyers földtani adatok;
- fúrási dokumentációk, rétegsorok és a fúrásokhoz kapcsolódó műszaki adatok;

[2] PRAKFALVI P., (2026): *A földtudományi ismeretek tárháza az SZTFH Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattára.* XVII Kő- és Kavicsbányász Napok, 2026.

- geofizikai mérési eredmények és azok értelmezései (szeizmika, mélyfúrás geofizikai szelvények, stb.);
- laboratóriumi, geokémiai, kőzettani, geotehnikai és egyéb vizsgálati eredmények;
- terepi megfigyelések és mérési jegyzőkönyvek;
- az ásványi nyersanyagok mennyiségi és minőségi jellemzői;
- a lelőhelyek földtani felépítésére, térbeli elhelyezkedésére és kiterjedésére vonatkozó adatok;
- a kutatás során keletkezett földtani mintaanyagok, így különösen a fúrómagok és egyéb kőzetminták.

A hazai adatvagyon ugyanakkor több, eltérő feladat- és hatáskörrel rendelkező szervezetnél keletkezik és áll rendelkezésre. Az ipari szereplők, állami intézmények, kutatóhelyek és felsőoktatási intézmények saját tevékenységükhöz kapcsolódóan különböző formátumú, részletességű és eltérő időbeli lefedettségű adatkészleteket kezelnek. E sokszínű adatállomány hosszú távú megőrzése, rendszerezése és az országos szintű hasznosítás szempontjából meghatározó az a központi intézményi háttér, amely az adatok befogadását és kezelését biztosítja.

E szerepet a SZTFH Országos Bányakapitánysága tölti be, amely a hazai földtani, geofizikai és bányászati adatvagyon jelentős részének központi kezelője. Az Országos Bányakapitányság feladata nem merül ki az adattári állományok fizikai vagy digitális megőrzésében: az adatvagyon kezeléséhez hozzátartozik az adatok befogadása, nyilvántartása, rendszerezése, ellenőrzése és – ahol erre lehetőség van – egységes szerkezetbe rendezése is.

A hazai földtudományi adatvagyon kezelésének jogi kereteit elsősorban a bányászatról szóló 1993. évi XLVIII. törvény és az annak végrehajtásáról szóló 203/1998. (XII. 19.) Korm.rendelet, valamint a 20/2022. (I. 31.) SZTFH rendelet határozza meg. A magminták beszolgáltatására vonatkozó kereteket az SZTFH 10/2025. (VII. 15.) és a 11/2025. (VII. 17.) elnöki utasítások szabályozzák. A témához kapcsolódik a 101/2007. (XII. 23.) KvVM rendelet is, amely a vízföldtani naplók nyilvántartását és kezelését szabályozza. Bár a nyilvántartás az Országos Vízügyi Főigazgatóság hatáskörébe tartozik, annak gyakorlati kezelését az SZTFH Földtani Szolgálata végzi. Tehát szakmai szempontból a vízföldtani naplók kapcsolódnak az adattár adatvagyonához. E szabályozási környezet teremti meg az adatszolgáltatásnak, az állami nyilvántartásnak, a mintaanyagok megőrzésének, valamint az adatok kezelésének és hozzáférhetőségének alapvető feltételeit.

2.3. Adattári adatokra épülő rendszerek

A földtudományi adatok hosszú távú megőrzése mellett egyre nagyobb jelentőséget kap azok digitális hozzáférhetősége és szolgáltatása. Az SZTFH az elmúlt években jelentős erőfeszítéseket tett annak érdekében, hogy a több mint száz év alatt felhalmozott földtani, geofizikai, vízföldtani és bányászati adatvagyon korszerű digitális infrastruktúrán keresztül váljon elérhetővé a szakmai közösség, a kutatók, a gazdasági szereplők és a hatóságok számára.

A digitális adatvagyon központi elemét képezi a Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár (MÁFGBA), amely a földtudományi dokumentumok, kutatási jelentések, mérési eredmények, fúrási dokumentációk és térképek hivatalos országos archívuma. Az

adattár digitális szolgáltatásaihoz kapcsolódik a Jelentéstár, amely több évtized földtani, geofizikai, hidrogeológiai és nyersanyagkutatási szakanyagait teszi elektronikusan kereshetővé és hozzáférhetővé. A dokumentumalapú szolgáltatások mellett a Földtani Szolgálat a fizikai mintavagyont is kezeli: az ország különböző pontjain működő magraktárak több százezer méternyi fúrómagot, kőzetmintát és egyéb földtani mintát őriznek, amelyek digitális nyilvántartásokon keresztül kapcsolódnak az adattári rendszerekhez.

A **GeoBank** a Földtani Szolgálat egyik legfontosabb nyilvános földtudományi információs rendszere, amely a hazai fúrási adatvagyon országos szintű elérését és térbeli értelmezését támogatja. Kialakítása a 2000-es évek elején kezdődött a korábban felhalmozott fúrási információk, elsősorban a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal adatainak egységes adatbázisba rendezésével. Az eredetileg elsősorban mélyfúrási adatokra épülő rendszer azóta jelentősen kibővült, és jelenleg mintegy **275 000 fúrás és kút metaadatait** tartalmazza. A törzsadatokat fúrási rétegsorok, fúrómag-információk, sekélyfúrások geokémiai eredményei, vízföldtani és nyersanyagvédelmi adatok, valamint egyéb földtani tematikák egészítik ki. A GeoBank ezáltal a földtani kutatás, a tervezés és a döntés-előkészítés számára jelentős információforrást biztosít, ugyanakkor a heterogén adatforrások és a korábbi adatfeltöltések miatt az egyes adatok minősége, eredete és ellenőrizhetősége eltérő lehet, ezért felhasználásuk során indokolt az elsődleges adattári dokumentációkkal történő összevetés.

3. Átfogó adatvagyon-gazdálkodás

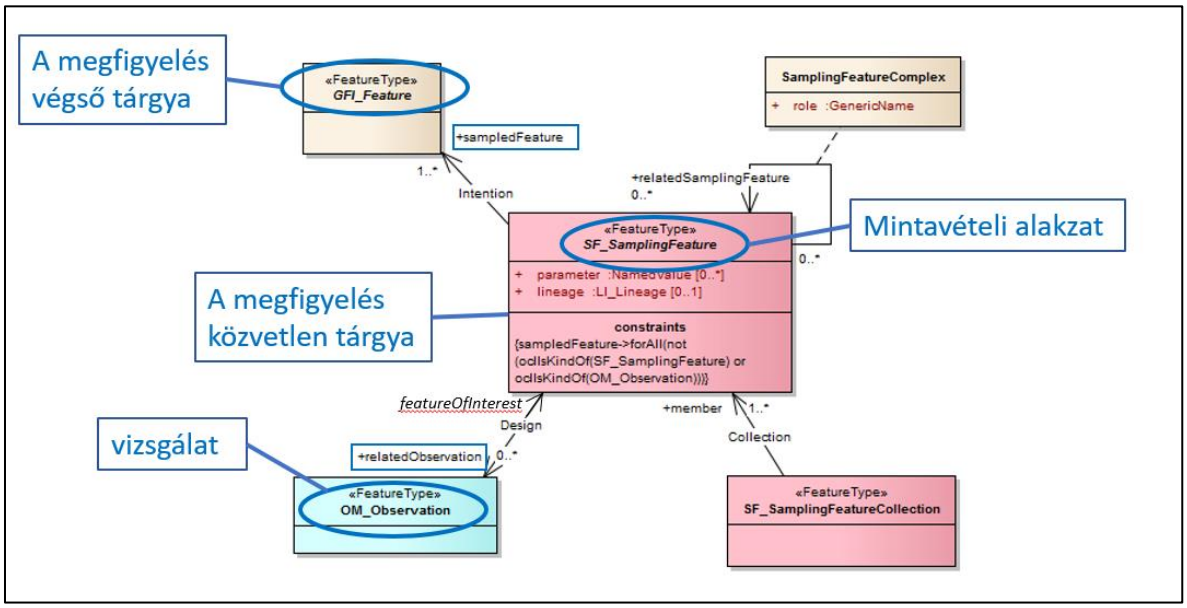
3.1. Általános Földtani Adatmodell (ALFA)

A földtudományi adatvagyon digitalizálásának egyik fontos lépését az Általános Földtani Adatmodell[3,4] kialakítása jelentette. A modell célja az volt, hogy a különböző forrásokból származó földtani információk egységes szerkezetben nyilvántarthatók, és egy közös PostgreSQL-adatbázisban összekapcsolhatók legyenek. A megközelítés már nem kizárólag az egyes adatállományok digitalizálására, hanem azok egységes értelmezésére és későbbi integrációjára is hangsúlyt helyezett. Ennek megfelelően a modell kialakításánál fontos szempontot jelentett a nemzetközi adatmodellekhez és szabványokhoz való illeszkedés. Alapvető feladata, hogy a különböző forrásokból származó, logikailag és fizikailag elkülönült szakmai adatállományokat egységes szemlélet szerint kezelje és tegye újrahasznosíthatóvá.

Az adatmodell egyik meghatározó szemléleti alapját az Observation & Measurement (O&M)[5], vagyis a megfigyelés és mérés koncepciója jelentette. Az O&M az Open Geospatial Consortium (OGC)[6] és az ISO 19156 szabványrendszeréhez kapcsolódó fogalmi modell, amely a megfigyelések és mérések egységes leírására szolgál. Alapvetése szerint a földtudományi adatok jelentős része valamely valós földtani objektumon, vagy jelenségen végzett

[3] SŐRÉS L. (2014): *ALFA: Metaadatok és adatintegráció.* Magyar Állami Földtani Intézet évi jelentése 2014-2015.
[4] SŐRÉS L. (2024): *The Taming of the Shrew. How to Use Complex Property Names for powerful GIS Search?. 8th Central European Geoscience Information Consortium Meeting, Vienna, 2024*
[5] OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM, (2023): *OGC Abstract Specification Topic 20: Observations, measurements, and samples* (Version 3.0.0; OGC Document 20-082r4).
[6] OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM, (2006): *OpenGIS Web Map Service Implementation Specification*. Version 1.3.0. OGC Document 06-042. 2006. Elérhető: ogc.org

megfigyelés, vagy mérés eredményeként értelmezhető. Ez a szemlélet lehetővé teszi, hogy a vizsgált objektumot és az arról különböző módszerekkel előállított adatokat egymástól elkülönítve, ugyanakkor egységes struktúrában kezeljük.



14. ábra: O&M logikai felépítés az ALFA strutúrában

Az O&M-logika alapján egy megfigyelés vagy mérés több, egymással összefüggő elemből épül fel:

- Feature of Interest – vizsgált objektum: az a földtani objektum vagy jelenség, amelyre a vizsgálat irányul, például egy fúrás, rétegtani egység, törésvonal vagy bányatelek;
- Observed Property – vizsgált tulajdonság: az objektum valamely meghatározott jellemzője, például a porozitás, a kőzetösszetétel, az elektromos vezetőképesség vagy a földtani kor;
- Procedure – alkalmazott eljárás: a megfigyelés vagy mérés során alkalmazott módszer, például laboratóriumi vizsgálat, terepi mérés vagy fúrólyuk-geofizikai mérés;
- Result – eredmény: a vizsgálat során előállított mennyiségi vagy minőségi eredmény;

Phenomenon Time / Result Time – időbeliség: a megfigyelés vagy mintavétel időpontja, illetve az eredmény előállításának vagy validálásának időpontja.

A modell alapelemei közé tartozik maga a vizsgálat, a megfigyelés tárgya, a megfigyelt tulajdonság, a vizsgálati módszer és az eredmény. Mivel a mérések, a szakértői kiértékelések vagy a gépi feldolgozások során rögzített tulajdonságok valójában a mérő-értelmező rendszer jellemzői, a mintavételi alakzat koncepciója teszi lehetővé a geológiai és geofizikai adatok szabatos modellezését. A modell egy kisebb példáját mutatja be a 2. ábra.

Az ilyen felépítés különösen alkalmas a hosszú időszak alatt felhalmozódott földtudományi adatok kezelésére. Ugyanarról a földtani objektumról ugyanis különböző időpontokban, eltérő módszerekkel és eltérő pontossággal számos megfigyelés készülhet. Az objektum és az arról rendelkezésre álló megfigyelések szétválasztása ezért lehetővé teszi az új eredmények későbbi hozzákapcsolását anélkül, hogy az eredeti adatstruktúrát módosítani kellene. Adatvagyoni

szempontból ez a megközelítés a későbbi bővíthetőség és újrahasznosíthatóság egyik fontos alapját teremti meg.

Az adatmodell kialakításában az INSPIRE[7] által meghatározott átfogó követelmények is szerepet kaptak. Az INSPIRE célja, hogy az európai téradat-infrastruktúrákban kezelt adatok egységesen értelmezhetők, interoperábilisan kezelhetők és a különböző informatikai rendszerek között cserélhetők legyenek. A földtudományi adatok esetében az INSPIRE többek között a földtan, a hidrogeológia és a geofizika területére is meghatároz adatmodelleket és fogalmi struktúrákat.

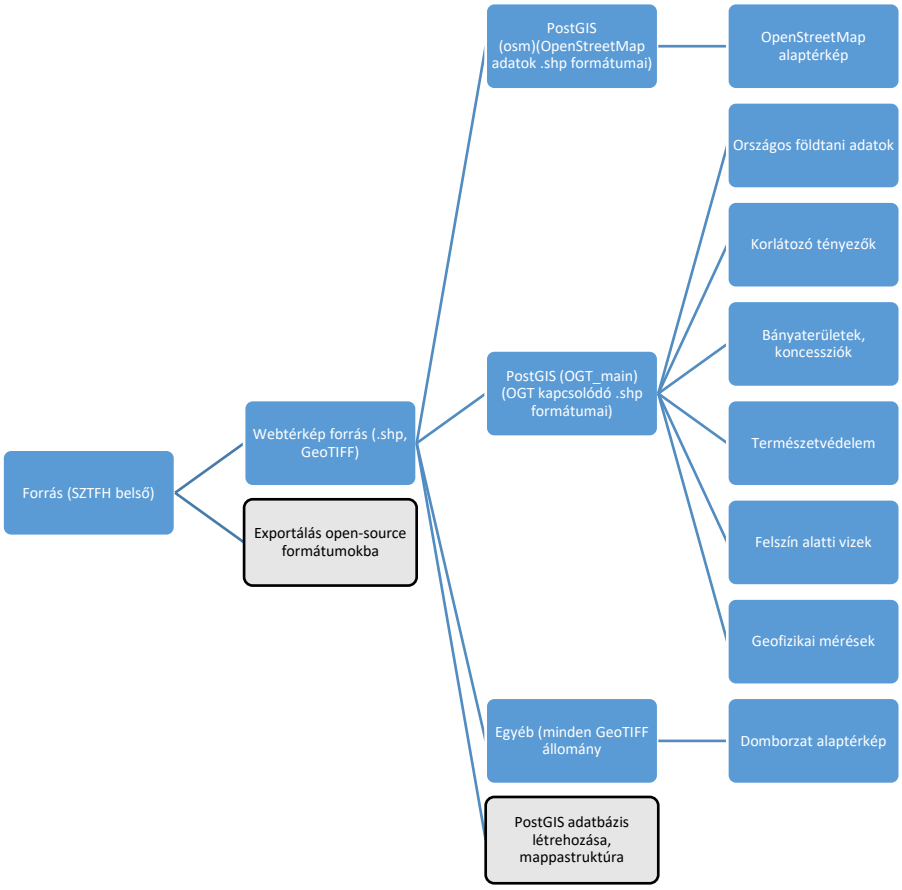
A harmonizált adatkezelés további fontos eleme a szabványosított és kontrollált szótárak, kódlisták és szemantikai rendszerek alkalmazása. Ezen a területen az RDF/SKOS technológiák integrációja biztosíthatja, hogy a közösen használt földtudományi szakkifejezések és fogalmak az egyes alrendszerekben egységes jelentéssel és egyértelmű azonosítóval rendelkezzenek. Az SKOS (Simple Knowledge Organization System)[8] lehetővé teszi a fogalmak szabványos reprezentációját, azok egyedi azonosítását, valamint a közöttük fennálló hierarchikus és szemantikai kapcsolatok rögzítését. Ennek eredményeként a szótárak nem pusztán terminológiai jegyzékekként, hanem egymással összekapcsolt fogalmi hálózatként is működhetnek.

Az O&M-szemlélet, az INSPIRE-kompatibilitás, a kontrollált fogalmi rendszerek és a kapcsolódó nemzetközi adatcsere-szabványok alkalmazása olyan technológiai és szemantikai alapot teremtett, amelyre későbbi adatbázisok, tematikus rendszerek és integrációs megoldások építhetők. Ebből a szempontból az adatmodell nem csupán egy korábbi informatikai fejlesztésként, hanem a hazai földtudományi adatvagyon egységesítésének és hosszútávú hasznosíthatóságának egyik fontos alappillereként értelmezhető.

3.2. Digitális adatszoba

Az ALFA modell bevezetését követően egyre nagyobb igény jelentkezett arra, hogy a rendszer ne csupán a földtudományi adatok metaadatait tegye elérhetővé, hanem maguk az adatok és a kapcsolódó dokumentumok is gyorsan és strukturált formában hozzáférhetők legyenek. A metaadat-alapú adatfeltárás így fokozatosan kiegészült az elsődleges adatok közvetlen elérésének lehetőségével. A cél egy olyan környezet kialakítása volt, amelyben a különböző forrásokból származó adatok összerendezve, térbeli összefüggéseikben és lehetőség szerint egymáshoz kapcsolva vizsgálhatók.

[7] INSPIRE, (2007): *Az Európai Parlament és a Tanács 2007/2/EK irányelve (2007. március 14.) az Európai Közösségen belüli térinformációs infrastruktúra (INSPIRE) kialakításáról* (HL L 108., 2007.4.25., 1–14. o.)
[8] MILES, A., & BECHOFER, S., (2009): *SKOS Simple Knowledge Organization System Reference*. W3C Recommendation. World Wide Web Consortium. https://www.w3.org/TR/skos-reference/

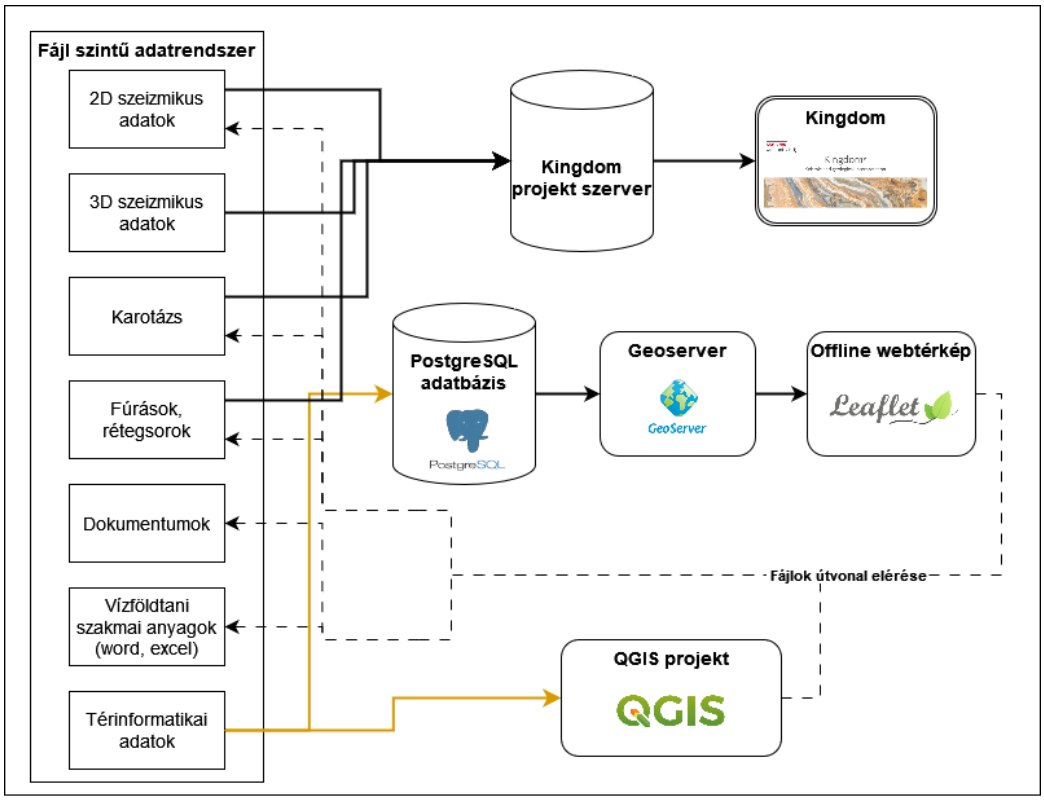


15. ábra: Adatszoba adattartalom és metaadat kapcsolati hálója

A fejlesztés lehetőségét és szükségességét elsősorban az Országos Geotermia Program erősítette meg[9], amely az 1509/2022. (X. 21.) Korm. határozat nyomán került előtérbe. A geotermikus kutatások során számos különböző típusú földtani és geofizikai adat együttes értelmezésére van szükség, ezért fontos szempont az adatok közös környezetben történő kezelése. Mivel az adatszobának offline környezetben is használhatónak kellett lennie, a különálló fájlalapú adatok térbeli összekapcsolása és egységes háttér-adatbázisba rendezése is szükségessé vált.

Az adatszoba két fő pillérre épült. Az első a térképi alapú adatfeltárás és adatelérés volt. Az ehhez szükséges adattartalom és metaadat lánc sematikus ábráját mutatja be a 3. ábra. A rendszerhez kétféle felhasználási környezet készült: egy könnyen kezelhető webes térképi felület, valamint a haladó felhasználók számára egy QGIS-projekt. A különböző fájlalapú adatokat először egy közös háttér-adatbázisba rendeztük, amely az offline rendszer adatkezelési gerincét biztosította. A Geoserver gondoskodott a térképi rétegek kiszolgálásáról, míg a Leaflet alapú webes felület lehetővé tette az adatok térképi keresését és a kapcsolódó dokumentumok közvetlen elérését. A gyakran használt adatkörökhöz külön szűrőfunkciók is készültek. A QGIS-projekt esetében külön fejlesztésre nem volt szükség, a hangsúly a megfelelő adatstruktúra és attribútumkörnyezet kialakításán volt. Az adatszoba felépítését a 4. ábra reprezentálja.

[9] BERECZKI L. (2023): *Az Országos Geotermikus Kutatás adatcsomagok, adatszoba*. MGE-SZTFH Geotermikus előadói nap



16. ábra: Adatszoba felépítése

A második pillért a Kingdom alapú, földtani értelmezésre előkészített projektek jelentették. Ezek célja a nagyobb szeizmikus kutatások előkészítése, a rendelkezésre álló szeizmikus szelvények közös áttekintése, valamint az előzetes földtani és geofizikai értelmezések támogatása volt. A projektek lehetővé tették, hogy a szeizmikus adatok mellett a kapcsolódó fúrási, karotázs-, térképi és egyéb információk is figyelembe vehetők legyenek. Ezáltal már a részletes kutatások megkezdése előtt felmérhetővé vált a rendelkezésre álló adatvagyon, azonosíthatók lettek az adathiányok, és megalapozottabbá válhatott a további kutatási irányok kijelölése.

Az adatszobában rendelkezésre álló főbb adatkörök:

- Térbeli metaadatok
- Fúrásleírások
- Fúrási naplók
- CH-jelentések
- Vízföldtani naplók
- Karotázs szelvények
- Szeizmikus adatok
- Magnetotellurikus-adatok
- Tematikus térképek
- Származtatott eredmények

Az adatszoba így az ALFA modell metaadat-alapú megközelítését továbbfejlesztve már nemcsak az adatok feltárását, hanem azok térbeli összekapcsolását, közvetlen elérését és szakmai együttes értelmezését is lehetővé tette.[10,11,12]

3.2.1. Fejlesztési mérföldkövek

A rendszer webes megjelenítő felületének kialakítása nem egyszeri fejlesztés eredményeként valósult meg, hanem több egymásra épülő fejlesztési szakaszon keresztül jutott el a jelenlegi formájáig (5. ábra). A kezdeti célok elsősorban az adatok online elérhetőségének biztosítására irányultak, azonban a használat során megjelenő új szakmai, üzemeltetési és felhasználói igények további fejlesztéseket tettek szükségessé. A rendszer fejlődése ezért jól elkülöníthető mérföldkövek mentén követhető nyomon, amelyek egyaránt magukban foglalták az infrastruktúra fejlesztését, a teljesítmény optimalizálását, a biztonsági követelmények teljesítését, valamint a felhasználói felület folyamatos korszerűsítését. Az alábbiakban a fejlesztés legfontosabb állomásai kerülnek bemutatásra.

I. mérföldkő – Lokális működés[13]

- Az adatszolgáltatás kezdetben három, egymástól független munkaállomáson zajlott, lokális környezetben.
- Háttéradatbázis, metaadat kapcsolatok kialakítása megtörtént.

II. mérföldkő – Szerveroldali szolgáltatás bevezetése

- Az adatok és szolgáltatások központi szerverre kerültek.
- Megteremtődött az egységes üzemeltetés és a központi adatkezelés alapja.

III. mérföldkő – Belső hálózati üzem és teljesítményoptimalizálás[14,15]

- A rendszer elérhetővé vált a belső hálózaton keresztül, központi hitelesítéssel.
- A biztonsági és infrastruktúra-korlátok következtében a felhasználói élmény jelentősen romlott.
- Megkezdődött a virtuális szerver erőforrásainak bővítése.
- További adatbázis-optimalizálási és frontend-fejlesztési munkák valósultak meg a rendszer teljesítményének javítása érdekében.

[10] CÉGÉNY A., FRIEDL Z., MAROS GY., PALOTÁS K., BERECZKI L., (2025): *A Budapesti Geotermikus Kutatási Projekt webalapú adatvizualizációjának előzetes eredményei és jelenlegi fejlesztési állapota*. Absztrakt Földtani Geofizikai Vándorgyűlés MGE, MFT, Eger 2025

[11] CÉGÉNY A., (2025): *Assembly and development of an offline, subsurface geology national dataroom platform with up-to-date open-source tools and a scalable design.* Absztrakt Ifjú Szakemberek Ankétja MGE, Hévíz 2025

[12] CÉGÉNY A., FRIEDL Z., BARCZIKAYNÉ SZEILER R. (2026): *Thematic digital database development*. 10th Central European Geoscience Information Consortium Meeting, Budapest 2026

[13] BERECZKI L. (2023): *Az Országos Geotermikus Kutatás adatcsomagok, adatszoba*. MGE-SZTFH Geotermikus előadói nap

[14] CÉGÉNY A., FRIEDL Z., MAROS GY., PALOTÁS K., BERECZKI L., (2025): *A Budapesti Geotermikus Kutatási Projekt webalapú adatvizualizációjának előzetes eredményei és jelenlegi fejlesztési állapota*. Absztrakt Földtani Geofizikai Vándorgyűlés MGE, MFT, Eger 2025

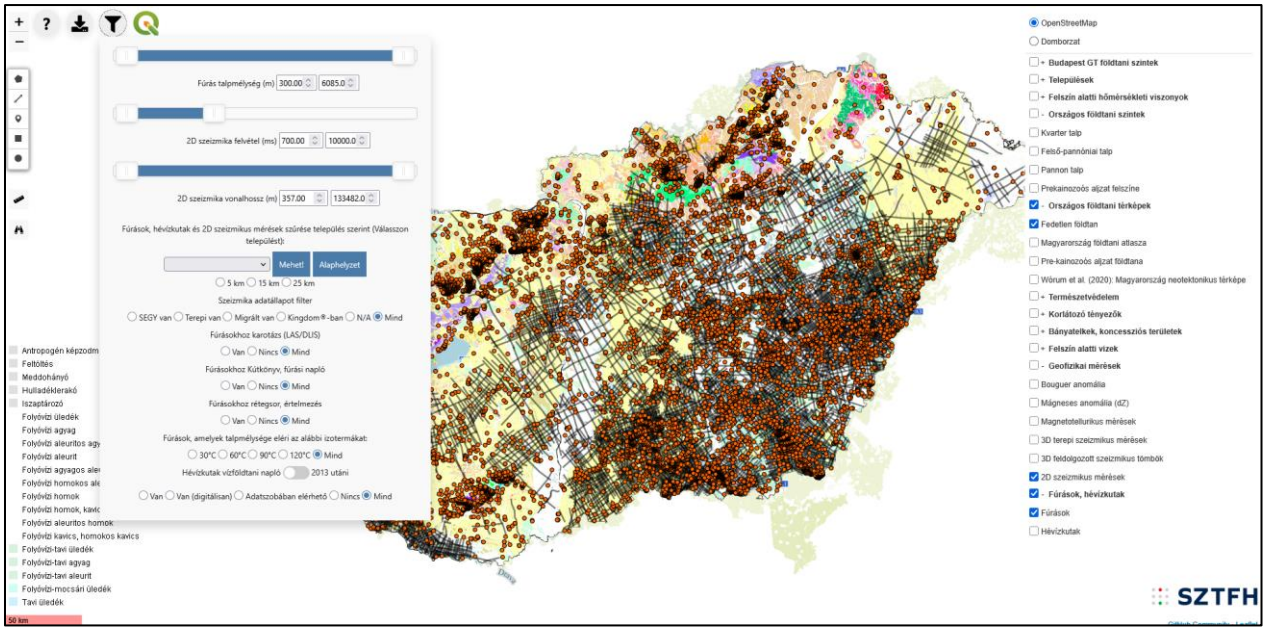
[15] CÉGÉNY A., (2025): *Assembly and development of an offline, subsurface geology national dataroom platform with up-to-date open-source tools and a scalable design.* Absztrakt Ifjú Szakemberek Ankétja MGE, Hévíz 2025

IV. mérföldkő – Infrastruktúra és felhasználói felület megújítása

- Bevezetésre került az SSL-tanúsítvány alapú biztonságos kommunikáció.
- Teljes körű frontend-átalakítás történt.
- A korábban több perces válaszidők átlagosan néhány másodpercre csökkentek.
- Jelentősen javult a szűrők működése és a letöltési folyamatok kezelése.

V. mérföldkő – Térinformatikai szolgáltatások optimalizálása[16]

- A korábbi, kizárólag WFS-alapú adatkiszolgálást egy hibrid WMS/WFS attribútum lekérdezési modell váltotta fel. Az új megoldás nagyságrendekkel csökkentette a térképi adatok betöltési idejét, miközben az adatbiztonság szintje is növekedett.
- A rétegkezelő felület megújult.
- A térképi stílusok egységesítésre kerültek, és központilag a GeoServerben kerültek kezelésre.
- Javításra kerültek a szűrőrendszer korábbi hibái (adatvesztések, beragadó szűrések), a szűrési teljesítmény a többszörösére növekedett.
- Az infrastruktúra-fejlesztések eredményeként további teljesítménynövekedés és magasabb szintű adatvédelem valósult meg.



17. ábra: Adatszoba webes megjelenítése

Összességében a fejlesztések eredményeként a rendszer egy lokális, korlátozottan elérhető adatkezelő megoldásból fokozatosan egy központi, biztonságos, nagy teljesítményű és országos szintű földtudományi adatszolgáltatási platformmá fejlődött.

[16] CÉGÉNY A., FRIEDL Z., BARCZIKAYNÉ SZEILER R. (2026): *Thematic digital database development*. 10th Central European Geoscience Information Consortium Meeting, Budapest 2026

3.2.2. Tematikák

Az adatszoba koncepciójának kialakulását elsősorban a geotermikus energiahasznosításhoz kapcsolódó programok ösztönözték, amelyek rámutattak arra, hogy a mélyföldtani kutatásokhoz szükséges adatok ugyan rendelkezésre állnak, de azok elérése és integrált feldolgozása jelentős kihívást jelent. A geotermikus tematikájú adatszoba ezért olyan egységes környezetet biztosít, amelyben a különböző adattárakból és adatbázisokból származó földtani, geofizikai és vízföldtani információk egy helyen váltak elérhetővé.

A rendszer működése során azonban egyértelművé vált, hogy ez a megközelítés más szakterületeken is alkalmazható. Ennek egyik konkrét példája a szénhidrogén-kutatáshoz kapcsolódó koncessziós adatszobák kialakítása, amelyek iránt a vonatkozó pályázatok kapcsán merült fel igény. Ezek az adatszobák a koncessziós pályázati dokumentáció adatszolgáltatási fejezetében meghatározott követelményekhez igazodva kerülnek kialakításra és üzemeltetésre. A geotermikus adatszobához hasonlóan itt is az adatvagyon egységes, könnyen elérhető környezetben történő biztosítása a cél, azonban a rendelkezésre álló információk elsősorban az adott szénhidrogén-kutatási terület és kutatási tematika szerint kerülnek összerendezésre. Emellett az elmúlt években a kritikus nyersanyagok (CRM) kutatása, valamint a szén-dioxid geológiai tárolása (CCS) kapcsán is megjelent az igény hasonló tematikus adatszobák kialakítására. Jelenleg ezek a fejlesztések jellemzően projektszemléletben valósulnak meg, az adott szakterület speciális adatvagyonára és felhasználási igényeire építve.

Hosszabb távon ugyanakkor a cél egy egységes, integrált mélyföldtani adatszoba létrehozása, amely közös adatvagyoni alapot biztosít a geotermikus kutatások, a szénhidrogén-kutatás, a kritikus nyersanyagok feltárása, a szén-dioxid-tárolás, valamint az egyéb mélyföldtani alkalmazások számára. Ez lehetővé tenné, hogy a különböző szakterületek ugyanazon földtudományi adatbázisokra és dokumentációkra építve, egységes környezetben férjenek hozzá a szükséges információkhoz. Ugyanakkor megjegyzendő, hogy ez jelenleg továbbra is csak az elérhető digitális állományokra vonatkozik, számos dokumentáció papír alapon létezik, emiatt az adattár továbbra is nélkülözhetetlen a digitális adatszoba mellé.

3.3. Nemzetközi jelenlét

Az SZTFH Földtani Szolgálata a hazai adatvagyon-kezelési és földtudományi tevékenysége mellett egyre erősebb nemzetközi beágyazottsággal rendelkezik az európai földtudományi infrastruktúrákban és kutatási együttműködésekben. Kiemelt szereplője a Geological Service for Europe (GSEU) projektnek, amely az európai földtani szolgálatok hálózatának (EuroGeoSurveys) keretében a földtani adatok harmonizációját, interoperabilitását és közös európai adat- és szolgáltatási tér kialakítását célozza. Az SZTFH több munkacsomagban (work package, WP) is aktívan részt vesz, különösen az adatstandardizáció, földtani adatmodellezés, valamint a nemzeti adatvagyonok európai integrációja területén.

Emellett az SZTFH fontos szereplője az EGDI (European Geological Data Infrastructure) fejlesztésének is, amely az európai földtani adatok egységes, webes hozzáférését és szolgáltatását biztosító infrastruktúra. A hazai GeoBank, a térképi szolgáltatások és a metaadat-rendszerek több ponton kapcsolódnak az EGDI architektúrához, így a magyar adatok egy része már közvetlenül integrálódik az európai kereshető adat- és szolgáltatási környezetbe.

A nemzetközi projektekben való részvétel eredményeként az SZTFH nemcsak adatot szolgáltat, hanem módszertani és technológiai fejlesztésekben is aktív szereplővé vált. Az általa fejlesztett vagy karbantartott adatmodellek, metaadat-sémák és rendszereken átívelő megoldások hozzájárulnak az európai földtudományi „adattér" („data space") kialakításához, miközben a hazai adatvagyon láthatóságát és hasznosíthatóságát is jelentősen növelik a nemzetközi kutatási és ipari felhasználásokban.

4. Nemzetközi trendek, jövőkép

4.1. OneMap koncepció

A „One Map" filozófia[17,18] alapvető kiindulópontja, hogy a földtani térképezés és altalaj-modellezés nem elszigetelt, intézményi vagy nemzeti adatprodukciók halmaza, hanem egy egységes, interoperábilis, többszintű és folyamatosan frissülő adat- és tudástérkép, amely a különböző forrásokból származó adatokat egy közös szemantikai és technikai keretrendszerben integrálja. A One Map megközelítés célja, hogy a „több térkép – több adatmodell" paradigmát egy egyetlen, konzisztens földtani referenciarendszer váltsa fel, amely képes kezelni a különböző léptékeket, bizonytalanságokat és adatformátumokat.

A filozófia egyik alappillére az platformokon és tudományterületeken átívelő adatkezelés, amely nem csupán technikai adatcserét jelent, hanem egységesített fogalmi modellek, ontológiák és szabványosított adatsémák alkalmazását is. Ehhez szorosan kapcsolódik a FAIR adatelvek (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable)[19] érvényesítése, valamint a térbeli adatok „knowledge graph" jellegű összekapcsolása. A második kulcselem a multiskálás és multiforrás integráció, amely lehetővé teszi, hogy regionális, országos és európai földtani modellek egymással konzisztensen illeszkedjenek, beleértve a felszíni térképeket, fúrási adatokat, 3D modelleket és geofizikai adatokat is. A harmadik pillér a folyamatosan frissülő, szolgáltatásalapú infrastruktúra, amelyben a térképek nem statikus termékek, hanem dinamikus digitális szolgáltatásokként működnek.

A One Map koncepció szorosan kapcsolódik az európai EGDI (European Geological Data Infrastructure) és a GSEU (Geological Service for Europe) kezdeményezésekhez, amelyek a földtani adatok egységes európai adat- és szolgáltatási térbe szervezését célozzák. Az EGDI például kifejezetten olyan architektúrát épít, amely központi metaadat-kezelésre, webes térképi és adat-szolgáltatásokra, valamint harmonizált földtani adatszabványokra épül, és ezáltal a One Map filozófia gyakorlati megvalósításának egyik legfontosabb európai pillére.

A magyar földtani adatvagyon-kezelés, különösen az SZTFH Földtani Szolgálat rendszerei, közvetlenül illeszthetők ebbe a szemléletbe. A GeoBank, a MÁFGBA, a térképszerver, a Jelentéstár, a magraktári rendszerek, valamint a geofizikai és bányászati szakrendszerek együtt egy olyan integrált nemzeti földtudományi adat-ökoszisztémát alkotnak, amely funkcionálisan

[17] FUAD H., HABIB S. & MULYANTO D. (2016): *One map policy (OMP) implementation strategy to accelerate mapping of regional spatial planing (RTRW) in Indonesia*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 37 012054. DOI.: 10.1088/1755-1315/37/1/012054

[18] FAXON O. H., GOLDSTEIN J. E., FISCHE M. R. & HUNT G. (2022): *Territorializing spatial data: Controlling land through One Map projects in Indonesia and Myanmar*. Political Geography V. 98, 2022.

[19] WILKONSON et. al (2016): *The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship.* Scientific Data volume 3, Article number: 160018 (2016).

megfelel a One Map elveknek: egységes hozzáférést biztosít különböző eredetű és típusú földtani adatokhoz, miközben a háttérben megőrzi azok heterogenitását. A több évtizedes adatvagyon digitalizálása és szolgáltatásba szervezése révén az SZTFH rendszerei már ma is egy nemzetiközi szintű, sokforrású földtani irányba mutatnak. Azonban a One Map filozófia gyakorlati megvalósulásához jóval magasabb szintű adatrendezettség és nyitott adatpolitika szükséges; jelenleg egyetlen földtani szolgálat sem teljesíti a FAIR elveket maradéktalanul.

4.2. Adatkezelés és AI

A földtani adatvagyon és a mesterséges intelligencia kapcsolata az elmúlt években stratégiai jelentőségűvé vált, mivel a nagy mennyiségű, heterogén és hosszú időtávú földtani, geofizikai és hidrogeológiai adatok olyan tanítóhalmazt jelentenek, amely különösen alkalmassá teszi a földtudományokat gépi tanulási és nagy nyelvi modellek alkalmazására. Az AI-alapú módszerek – beleértve a deep learning alapú szeizmikus interpretációt, a geostatisztikai-neurális hibrid modelleket és a tudásgráf-alapú integrációt – képesek új mintázatok feltárására a fúrási, geofizikai és távérzékelési adatok között, amelyek hagyományos feldolgozással sokszor rejtve maradnának.

Kínában az egyik legjelentősebb fejlesztési irány a GeoGPT[20] nevű földtudományi mesterségesintelligencia ágens megjelenése, amely a nagy nyelvi modellek és földtani szakadatbázisok integrációjára épít. A GeoGPT célja, hogy természetes nyelvű kérdések alapján képes legyen földtani adatok lekérdezésére, összefoglalására és részben interpretálására, valamint támogatást nyújtson geológiai jelentések készítésében, fúrási adatok értelmezésében és regionális földtani modellek gyors előállításában. A rendszer előnye, hogy jelentősen felgyorsítja az adatkeresést és a szakértői döntés-előkészítést, valamint csökkenti a földtani adatbázisokhoz szükséges technikai belépési küszöböt. Ugyanakkor jelenlegi korlátai közé tartozik a földtani bizonytalanságok nem kellően explicit kezelése, a modell által generált interpretációk esetenkénti „hallucinációs" kockázata, valamint az, hogy erősen függ a mögöttes kínai nemzeti adatplatformok minőségétől és lefedettségétől, amelyek jellemzően nem felelnek meg a GDPR elveknek.

Hollandiában a Geological Survey of the Netherlands és a TNO által fejlesztett rendszerek az AI-t erősen strukturált, FAIR-elvű adatarchitektúrába ágyazzák, különösen a delta-területek altalajmodellezése, vízgazdálkodási kockázatelemzése és a CO_2-tárolási potenciál vizsgálata területén.[21] Svájcban a Swisstopo és az ETH Zürich kutatócsoportjai a nagy felbontású 3D geológiai modellezés és a bizonytalanság kvantifikálása terén értek el kiemelkedő eredményeket, ahol az AI-t nem a klasszikus interpretáció helyettesítésére, hanem annak probabilisztikus kiterjesztésére használják.[22]

---

[20] YIFAN Z., CHENG W., Zhengting H. & WENHAO Y. (2024): *GeoGPT: An assistant for understanding and processing geospatial tasks*. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation V. 131, July 2024.

[21] STAFLEU J., BUSSCHERS F.s., VAN der MEULEN M. & DULK M. D. (2025): *Geological subsurface models of the Netherlands.* Geology of the Netherlands (pp.849-894) Edition: 2nd Chapter: 24. DOI: 10.5117/9789463728362_ch24

[22] WEHRENS, P., STRAUBHAAR, J., SCHORPP, L., RANARD & RENARD P. (2025): *swissBEDROCK: an automated, iterative framework for improving Switzerland's national bedrock model*. Swiss Geoscience Meeting (SGM) 2025.

A fejlődés ugyanakkor jelentős adatminőségi kihívásokat is felszínre hoz. A földtani adatok heterogén eredete – eltérő mérési protokollok, történeti adatfelvételek, hiányos idősorok – komoly korlátot jelent az AI-modellek robusztus tanításában. A „garbage in – garbage out" probléma a földtudományokban különösen kritikus, mivel a hibás vagy bizonytalan bemenetek geológiai szinten félrevezető következtetésekhez vezethetnek. Emellett a mintavételezési torzítások és a földtani bizonytalanságok nem megfelelő modellezése tovább rontja az AI-alapú előrejelzések megbízhatóságát.

Összességében a GeoGPT és hasonló rendszerek megjelenése azt jelzi, hogy a földtani tudományok beléptek az AI-vezérelt adatértelmezés korszakába. Ugyanakkor a technológia jelenlegi állapota még inkább döntéstámogató és adatfeltáró szerepet tölt be, mintsem autonóm geológiai interpretációs eszközként működne. A jövő fejlődési iránya egyértelműen a jobb adatstandardizáció, a bizonytalanság explicit kezelése és a nemzetközileg interoperábilis földtani AI-ökoszisztémák kialakítása felé mutat.

5. Összefoglalás

Az elmúlt években számos fejlesztés valósult meg, amellyel egy valódi, átlátható, egységes, uniform adatstruktúra felépítése felé tettünk lépéseket. Az ingatlanvagyon átalakításával és a bennük tárolt fizikai adatvagyon költöztetésével, átcsoportosításával együtt azok felmérése és racionalizálása is megtörtént, a dokumentumtárnak berendezett Stefánia úti épület pedig kielégíti a korszerű dokumentumtároláshoz kapcsolódó elvárásokat. A digitális adatvagyon folyamatosan bővül, az ALFA fejlesztése és struktúrája pedig lehetővé tette a metaadatok modern, nemzetközi sztenderdekhez igazított tárolását és szolgáltatását, a platform sikeresen vizsgázott a nemzetközi projektekhez kapcsolódó adatszolgáltatási feladatokban is. Az Országos Geotermikus Projekt keretében a szervezet meghaladta a klasszikus, olvasótermi adatmegosztás gyakorlatát. A Digitális Adatszoba kialakításával egy naprakészebb, teljesen digitális, bővíthető és interaktív környezetet teremtett, ahol a látogatók a meglévő hardveres és szoftveres infrastruktúrát használva nemcsak böngészhetnek az adatok között, hanem akár komplex földtani értelmezéseket is végezhetnek. A nemzetközi irányokhoz igazodva a jövőben tervezzük a teljes online szolgáltatási környezetünket átalakítani, hogy mind a FAIR, mind a OneMap elveknek megfelelő módon segíthessük a hazai és nemzetközi szakmai közösséget a kutatási feladatok ellátása során. Napjainkban a legújabb fejlesztések szinte mindegyike AI-hoz köthető a nemzetközi gyakorlatban, a legnagyobb úttörők Kína, az Egyesült Királyság és Hollandia. A hazai kihívások egyik legnagyobbja implementálni ezt a technológiát a meglévő adatszerkezetbe, de hasonlóan a többi országgal, a Földtani Igazgatóság is a nem elégséges bemenő adatminőséggel küzd, amely nem teszi lehetővé az AI megbízható használatát.

Hivatkozások

BABISZNKI E. (2019): *150 éves a Földtani Intézet*. Kiadvány kötet. 2025.

BERECZKI L. (2023): *Az Országos Geotermikus Kutatás adatcsomagok, adatszoba*. MGE-SZTFH Geotermikus előadói nap

CÉGÉNY A., FRIEDL Z., MAROS GY., PALOTÁS K., BERECZKI L., (2025): *A Budapesti Geotermikus Kutatási Projekt webalapú adatvizualizációjának előzetes eredményei és jelenlegi fejlesztési állapota*. Absztrakt Földtani Geofizikai Vándorgyűlés MGE, MFT, Eger 2025

CÉGÉNY A., (2025): *Assembly and development of an offline, subsurface geology national dataroom platform with up-to-date open-source tools and a scalable design.* Absztrakt Ifjú Szakemberek Ankétja MGE, Hévíz 2025

CÉGÉNY A., FRIEDL Z., BARCZIKAYNÉ SZEILER R. (2026): *Thematic digital database development*. 10th Central European Geoscience Information Consortium Meeting, Budapest 2026

FAXON O. H., GOLDSTEIN J. E., FISCHE M. R. & HUNT G. (2022): *Territorializing spatial data: Controlling land through One Map projects in Indonesia and Myanmar*. Political Geography V. 98, 2022.

FUAD H., HABIB S. & MULYANTO D. (2016): *One map policy (OMP) implementation strategy to accelerate mapping of regional spatial planing (RTRW) in Indonesia*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 37 012054. DOI.: 10.1088/1755-1315/37/1/012054

INSPIRE, (2007): *Az Európai Parlament és a Tanács 2007/2/EK irányelve (2007. március 14.) az Európai Közösségen belüli térinformációs infrastruktúra (INSPIRE) kialakításáról* (HL L 108., 2007.4.25., 1–14. o.)

STAFLEU J., BUSSCHERS F.s., VAN der MEULEN M. & DULK M. D. (2025): *Geological subsurface models of the Netherlands.* Geology of the Netherlands (pp.849-894) Edition: 2nd Chapter: 24. DOI: 10.5117/9789463728362_ch24

MILES, A., & BECHOFER, S., (2009): *SKOS Simple Knowledge Organization System Reference*. W3C Recommendation. World Wide Web Consortium. https://www.w3.org/TR/skos-reference/

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM, (2006): *OpenGIS Web Map Service Implementation Specification*. Version 1.3.0. OGC Document 06-042. 2006. Elérhető: ogc.org

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM, (2023): *OGC Abstract Specification Topic 20: Observations, measurements, and samples* (Version 3.0.0; OGC Document 20-082r4).

PRAKFALVI P., (2026): *A földtudományi ismeretek tárháza az SZTFH Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattára.* XVII Kő- és Kavicsbányász Napok, 2026.

SŐRÉS L. (2024): *The Taming of the Shrew. How to Use Complex Property Names for powerful GIS Search?*. 8th Central European Geoscience Information Consortium Meeting, Vienna, 2024

SŐRÉS L. (2014): *ALFA: Metaadatok és adatintegráció.* Magyar Állami Földtani Intézet évi jelentése 2014-2015.

YIFAN Z., CHENG W., Zhengting H. & WENHAO Y. (2024): *GeoGPT: An assistant for understanding and processing geospatial tasks*. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation V. 131, July 2024.

WEHRENS, P., STRAUBHAAR, J., SCHORPP, L., RANARD & RENARD P. (2025): *swissBEDROCK: an automated, iterative framework for improving Switzerland's national bedrock model*. Swiss Geoscience Meeting (SGM) 2025.

WILKONSON M. D., DUMONTIER M., Aalbersberg L. J., APLETON G., AXTON M., BAAK A., BLOMBERG N., BOITEN J.-W., SANTOS L. D. B. S., BOURNE P. E., BOUWMAN J., BROOKES A. J., CLARK T., CROSAS M., DILLO I., DUMON O., EDMUNDS S., EVELO C. T., FINKERS R., GONZALEZ-BELTRAN A., GRAY A. J. G., GROTH P., GOBLE C., GRETHE J. S., HERINGA J., HOEN P. A .C., HOOFT R., KUHN T., KOK R., KOK J., LUSHER S. J., MARTONE M. E., MONS A., PACKER A. L, PERSSON B., ROCCA-SERRA P., ROOS M., SCHAIK R. V., SANSONE S.-A., SCHULTES E., SENGSTAG T., SLATER T., STRAWN G., SWERTZ M. A., THOMPSON M., LEI J. V. D., MULLIGEN E. V., VELTEROP J., WAAGMESTER A., WITTENBURG P., WOLSTENCROFT K., ZHAO J. & MONS B. (2016): *The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship.* Scientific Data volume 3, Article number: 160018 (2016).

AZ ORSZÁGOS FELSZÍN ALATTI VÍZSZINTMEGFIGYELŐ HÁLÓZAT SZEREPE A FELSZÍN ALATTI VÍZKÉSZLETEK MEGŐRZÉSÉBEN

THE ROLE OF SARA'S HYDROGEOLOGICAL MONITORING NETWORK IN PRESERVING GROUNDWATER RESOURCES

Szerzők:

VÁRI Zoltán (zoltan.vari@sztfh.hu) – Vízföldtani Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

GÁL Nóra Edit (nora.gal@sztfh.hu) – Vízföldtani Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

SZÉKVÖLGYI Katalin (katalin.szekvolgyi@sztfh.hu) – Vízföldtani Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

KUNCZ Máté (andras.mate.kuncz@sztfh.hu) – Vízföldtani Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

PÜSPÖKI Zoltán (zoltan.püspöki@sztfh.hu) – Vízföldtani Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

HERMANN Viktor (viktor.hermann@sztfh.hu) – Földtani és Laboratóriumi Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

FRIEDL Zoltán (zoltan.friedl@sztfh.hu) – Digitális Adatvagyon-szolgáltatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

SENDULA Eszter (eszter.sendula@sztfh.hu) – Vízföldtani Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

Absztrakt:

Korunk egyik legjelentősebb környezeti kihívása a klímaváltozás következtében fokozódó aszály és a vízhiány kockázatának növekedése. A nyári csapadékmennyiség csökkenése, a hőmérséklet emelkedése és az evapotranspiráció növekedése miatt az öntözéses gazdálkodás egyre nagyobb szerepet kap Magyarországon. Az ipari termelés és a lakossági vízellátás nagy részét a felszín alatti vízkészletek biztosítják, az öntözésben betöltött szerepük előreláthatólag csak növekedni fog, ezért azok mennyiségi és minőségi állapotának folyamatos nyomon követése elengedhetetlen a fenntartható vízgazdálkodás és a vízkészletek hosszú távú megőrzése érdekében.

A vízszintmérés közvetlen visszajelzést ad a vízadó rétegek hidrodinamikai egyensúlyáról, hiszen maguk a vízszintek határozzák meg a föld alatti áramlások irányát és sebességét, miközben a regisztrált szintváltozások a készletek természetes utánpótlódásának és kimerülésének alapvető indikátoraiként szolgálnak.

Az SZTFH Földtani Szolgálat Országos Felszín Alatti Vízszintmegfigyelő Hálózatának alapjait az 1960-as és 1980-as évek között fúrt földtani alap- és szerkezetkutató fúrások adják. A fúrásokat teljes egészükben magkihozatallal mélyítették és részletesen feldolgozták, az akkori eredmények és a megőrzött maganyagok mind a mai napig kiindulásként szolgálnak például rétegtani és paleoklimatológiai kutatási témáknak, hazai és nemzetközi publikációknak.

A megfigyelőhálózat az évtizedek során folyamatosan és többféle módon bővült, így napjainkra az ország közel egész területét lefedő, változatos eredetű kutakkal rendelkezik. A Dunántúli-középhegységben a bauxit kutatás és bányászat során mélyült kutatófúrások, valamint karsztvízszint megfigyelő kutak közül a bányászat felhagyását követően számos objektum az Országos Felszín Alatti Vízszintmegfigyelő Hálózathoz került. A hálózat szigetközi talajvízfigyelő kútjait a Bős-Nagymarosi vízlépcső kezdeti kutatásaihoz és a Kisalföld komplex térképezéséhez mélyítették az 1980-as évek során. A hálózat jelenleg egy nagyobb mértékű átvizsgáláson esik át, amely során több kút engedélyének megújítása, illetve műszaki felújítása zajlik, ezen felül fejlesztések történnek a mérési gyakorlatban, a technológiában és az adatok feldolgozásában is.

A kutakban folyamatos műszeres vízszintmérés történik, a modemmel rendelkező kutak mérési adatai napi rendszerességgel automatikusan továbbítódnak a központi adatbázisba. Az SZTFH Vízföldtani Osztályánál évtizedes vízszintidősorok állnak rendelkezésre az ország szinte minden fontos vízföldtani egységéből. A hálózat ezáltal követhetővé teszi mind a rövidtávú és lokális változásokat, például a légnyomás, az ár-apály erők, az árvizek, a csapadék események és a vízkivételek hatását; mind a hosszú távú hatásokat, úgymint a bányászati vízkivételek és a klímaváltozás hatását. A vízszint idősorok az évek alatt több projekt keretében hasznosultak, például vízföldtani modellek készítéséhez és kalibrálásához.

A Földtani Szolgálat az általa működtetett megfigyelőhálózat mellett, a geotermikus szabályozás 2023. évi átalakítása óta, az új szabályozási rezsimben létrehozott geotermikus projektek monitoring információit is gyűjti. A jogszabály [20/2022. (I. 31.) SZTFH rendelet] alapján létrehozott Országos Termálvíz Adatszolgáltatási Felület (OTAF) kialakításának célja a Földtani Szolgálat és az Országos Bányakapitányság együttműködésével a geotermikus viszonyok valós idejű monitorozása volt. A felület alkalmas megfelelő műszaki feltételek mellett bármilyen geotermikus, termálvizes kúton mért adat befogadására. A geotermikus hasznosítók által feltöltött adatok a víz- és hőhasználat folyamatos ellenőrzését szolgálják, elősegítve a hő- és vízgazdálkodást, továbbá a geotermikus rezervoár állapotváltozásainak detektálását, így biztosítva az üzemelés hosszú távú fenntarthatóságát.

Kulcsszavak: talajvíz, vízszint monitoring, OTAF, geotermikus objektum monitoring

Abstract:

One of the most significant environmental challenges of our time is the increasing frequency and severity of droughts, along with the growing risk of water scarcity driven by climate change. Declining summer precipitation, rising temperatures, and increased evapotranspiration have led to a growing reliance on irrigated agriculture in Hungary. Large part of the water demand associated with industrial production, public water supply, and increasingly, irrigation

is met by groundwater resources. Therefore, the continuous monitoring of both the quantitative and qualitative status of these resources is essential for sustainable water management and the long-term preservation of our water resources.

Continuous and systematic monitoring of groundwater conditions is essential for sustainable water resource management and the protection of vulnerable hydrogeological systems. Groundwater level measurement provides direct feedback on the hydrodynamic balance of aquifers, as the water levels themselves determine the direction and rate of subsurface flows, while the recorded variations serve as fundamental indicators of natural resource recharge and depletion.

The origin of the SARA groundwater monitoring network goes back to the fully cored reference boreholes drilled during the 1960-80s. These boreholes have been extensively studied, documented, sampled for various analyses and contributed to multiple domestic and international stratigraphic and palaeoclimatological publications.

The network was gradually expanded across decades and incorporates wells from various origins. For example, it includes exploration and monitoring wells from the Transdanubian Mountain Range drilled during the peak of bauxite and coal mining activity, some which were later transferred to the Geological Institute of Hungary as the mining activity has declined. The network also includes shallow groundwater monitoring wells drilled in the 1980s to monitor groundwater level changes in the Szigetköz during major waterworks. The monitoring network is currently undergoing a large-scale revision regarding its operating procedures and principles, including switching to hourly measurements, improving battery technology and renovating and repairing old wellheads.

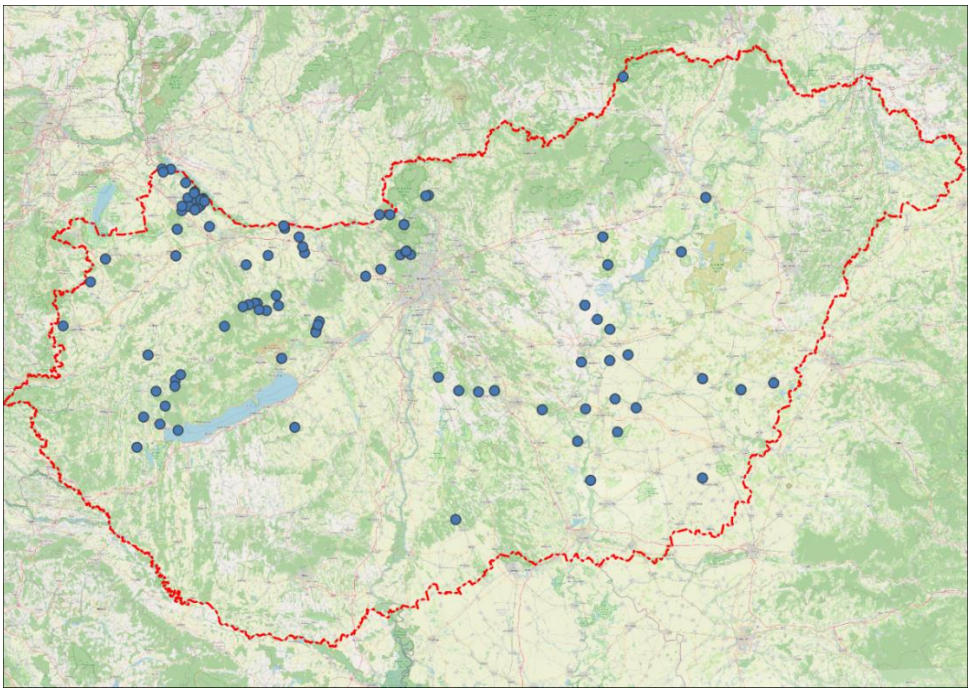
The groundwater levels are monitored by pressure transducers, and in selected wells the data is transmitted daily via modem to a central database. The Authority currently possesses decades of groundwater level time series from across the country in various hydrogeological settings. The monitoring network enables the observation of groundwater level fluctuations at both local and regional scales, across short- and long-term timescales. These include rapid variations driven by atmospheric pressure changes and tidal forces, as well as local impacts from groundwater abstraction and broader regional trends associated with mining activity or climate change. The time series data has been used for the development and calibration of regional groundwater models and various projects during the last decades.

The Geological Survey and the Mining Directorate of SARA developed the National Thermal Water Data Service Interface (NTWDSI/OTAF) with the purpose of monitoring the geothermal conditions of operating systems in real-time. This is in accordance with the switch in the legislative regime of geothermal energy in 2023. The data service interface is suitable for receiving data measured at any geothermal or thermal water well under appropriate technical conditions. The data uploaded by the system serves the continuous monitoring of water and heat use, facilitating heat and water management, and the detection of changes in the state of the geothermal reservoir, thus ensuring the long-term sustainability of the operation.

Keywords: groundwater, groundwater monitoring, thermal object monitoring, OTAF

1. Bevezetés

Az Országos Felszín Alatti Vízszintmegfigyelő Hálózat 2026-ban ért el a 60 éves jubileumához, mivel a legrégebben üzemelő Kengyel-XX/A megfigyelőkútban 1966. február 25-én kezdődtek meg a vízszintészlelések[1]. Egy országos megfigyelőhálózat terve egészen az 1960-as évek elejéig nyúlik vissza, azonban a legelső kutakat csak fél évtizeddel később kezdték lefúrni a Magyar Állami Földtani Intézet komplex Alföld-kutatásának keretein belül[2]. A megfigyelőhálózat célja alapvetően nem változott az utóbbi több mint fél évszázadban. Magyarország vízellátásának nagy része a felszín alatti vízkészleteinktől függ. A vízkészleteink állapotának követése döntő eleme a fenntartható és hosszútávú használatuknak. A vízszintek folyamatos megfigyelése nélkül nem követhető a vízkészletek mennyiségi és minőségi állapota, ezen felül a felszín alatti víz vízszint- és nyomásállapot változásának ismerete nélkül lehetetlen komplex vízföldtani modellek létrehozása. Az Országos Felszín Alatti Vízszintmegfigyelő Hálózat egy országos kiterjedésű, a legtöbb víztestet érintő hálózat, amely lehetővé teszi az országban egyedülálló módon a komplex lokális és regionális áramlási rendszerek monitorozását. A hálózat közel 170 darab kútja 7 métertől 1600 méterig nyújt valós idejű vízszint adatokat az ország területének jelentős részéről (18. ábra).



18. ábra: Az Országos Felszín Alatti Vízszintmegfigyelő Hálózat jelenlegi elemei

1.1. Az országos vízszintészlelés célja

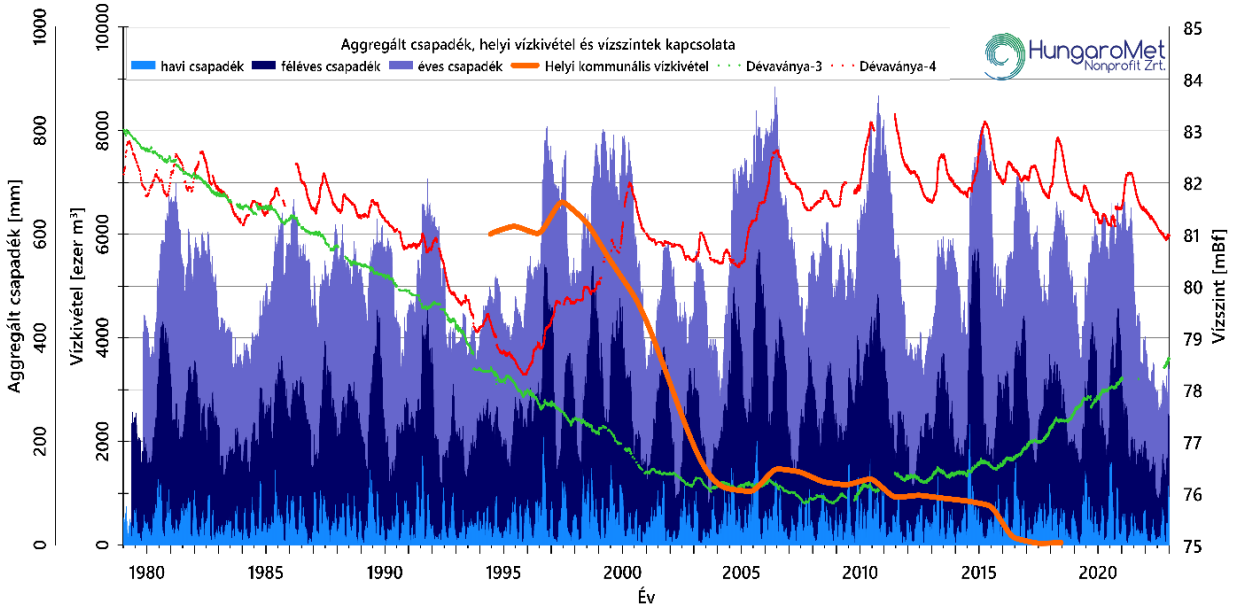
A sekély mélységben lévő talajvizektől függ leginkább a növények vízellátása, így kiemelt fontosságú a mezőgazdaság szempontjából. A talajvízszint mélysége területről területre változik, magassága általában tompított formában követi a felszínt. A nagyobb mélységben

[1] Rónai András: *Időszakos nyomásváltozások a mélységi víztartó rétegekben*, Hidrológiai Közlöny, 1969: 106–14.
[2] Rónai András: *Javaslat az alföldi artézi kutak vízszolgáltatási viszonyainak rendszeres mérésére*, Hidrológiai Közlöny, 1962, 9–10; Rónai András: *Mélységi vízfigyelő kutak telepítésének földtani feltételei medenceterületeken*, Hidrológiai Közlöny, 1968, 17–25.

elhelyezkedő rétegvizek szerepe a lakossági ivóvízellátásban és az ipari felhasználásban kimagasló, a felszíni vizek hiánya miatt az öntözésben is egyre nő szerepük. A termál- vagy hévizek szerepe a turisztikában és a geotermikus hasznosításban nyilvánul meg.

Mivel a talajvizek csapadékra, hőmérsékletre, vízpótlásra és kivételre gyorsan reagáló vizek, a talajvízszintek követése elengedhetetlen a mezőgazdasági termelés számára, hiszen azonnali tájékoztatást ad a növények számára közvetlenül elérhető vízkészletről, ezen felül a különböző ipari, mezőgazdasági és lakossági szennyezések nagy része is a talajvizeket érinti. Amennyiben rendelkezésre állnak évtizedes talajvízszint, csapadék és hőmérséklet idősorok, lehetőség nyílik előre jelezni az aszályos időszakokat[3].

A rétegvizek általában lassabban reagálnak a csapadék és az időjárás hatására, hőmérsékletük és természetes oldottanyag-tartalmuk nagyobb, mint a talajvizeké (19. ábra). A rétegvizek nyomásállapotának megfigyelése által lehetőség nyílik a fő áramlási irányok, áramlási rezsimek meghatározására, ez által komplex vízföldtani modellek készítésére, amelyek nélkülözhetetlenek a szennyeződések kezelésének megtervezésében és a víztermelések hatásának felderítésében.



19. ábra: A csapadék és vízkivételek hatása a talaj- és rétegvízre Dévaványa térségében. A Dévaványa-3 egy 199-205 méter mélységben szűrőzött rétegvíz figyelő kút, míg a Dévaványa-4 egy 23-27 méter mélységben szűrőzött talajvíz figyelő kút

[3] Marchant B. P. et al.: *Temporal Interpolation of Groundwater Level Hydrographs for Regional Drought Analysis Using Mixed Models*, Hydrogeology Journal, 2022, 1801–17, https://doi.org/10.1007/s10040-022-02528-y; Wunsch Andreas et al.: *Groundwater Level Forecasting with Artificial Neural Networks: A Comparison of Long Short-Term Memory (LSTM), Convolutional Neural Networks (CNNs), and Non-Linear Autoregressive Networks with Exogenous Input (NARX)*, Hydrology and Earth System Sciences, 2021: 1671–87, https://doi.org/10.5194/hess-25-1671-2021; Bloomfield J. P. és Marchant B. P.: *Analysis of Groundwater Drought Building on the Standardised Precipitation Index Approach*, Hydrology and Earth System Sciences, 2013, 4769–87, https://doi.org/10.5194/hess-17-4769-2013; Brauns Bentje et al.: *The Groundwater Drought Initiative (GDI): Analysing and Understanding Groundwater Drought across Europe*, Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences, 2020, 297–305, https://doi.org/10.5194/piahs-383-297-2020.

Hegyvidéki településeink vízellátásának jelentős részét karsztvízkészletekből biztosítják. A karsztvizek jellemzője, hogy nagyságrendekkel gyorsabban reagálnak a csapadék és vízkivételek hatására, mint a rétegvizek, azonban pont emiatt rendkívül sérülékenyek is. A Dunántúli-középhegységben a bauxit- és szénbányászathoz szükséges vízkivétel hatására a karsztvízszintek több tíz méteres csökkenése következett be. Azonban az 1990-es évek során a bányászat fokozatos megszűnése után, a karsztvízszintek drámai regenerálódása következett be, és a 2010-es évek közepére a vízszintek a bányászat előtti szinteket érték el. Az elmúlt évtized csapadékhiányos éveinek következményeként újabb csökkenés indult meg a karsztvízszintekben.

2. A vízföldtani megfigyelőhálózat kialakulása

2.1. A hálózat alapjai, a Magyar Állami Földtani Intézet komplex Alföld-kutatási programja

Az 1960-as években a Magyar Tudományos Akadémia elhatározása folytán jött létre egy szakbizottság, amelynek a feladata a felszín alatti vizek mozgásának megismerése volt[4]. A szakbizottság arra a következtetésre jutott, hogy a rétegvizek nyomásállapotának rendszeres észlelése nélkülözhetetlen eleme a rétegvizek áramlásának és utánpótlódásának megismeréséhez. Az első kutak lefúrására azonban csak 1965 decemberében került sor Kengyel településen[5]. Az első 12 darab megfigyelőkutat Szolnok térségében fúrták le 1965-1967 között, ezt követően a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) komplex Alföld-kutatási programjának keretein belül 1981-ig összesen 74 darab kút mélyült az Alföldön[6]. A kutakat úgy tervezték, hogy a nagyobb vízkivételektől távol helyezkedjenek el (20. ábra), így a közel természetes állapotokat észleljék. Az Alföld után az ország több helyén is elindultak a kútfúrások.

2.2. A hálózat további fejlődése

1970 és 1980 között a MÁFI célzottan hegyvidéki területeken létesített 36 helyen, több mint 100 darab észlelőkutat, ezek a kutak később kiegészültek egyéb, a Földtani alapszelvény program keretein belül lefúrt fúrásokból létesített kutakkal. A bauxitbányászat megszűnésével, 1995-ben számos karsztvízszint-megfigyelő kút vált feleslegessé a bányászat szempontjából, ezek közül a MÁFI 14 darab kutat vett át a HUNGALU Rt.-től, és azóta is folytatja a karsztvízszintek észlelését. Az évek során kialakult hálózat a Dunántúli-középhegység jelentős részét lefedi és fontos szerepet játszik a karsztvízszintek helyreállásának monitorozásában.

1982-ben kezdődött a Kisalföld és Nyugat-Magyarország komplex térképezése. A program keretein belül 120 darab figyelőkutat létesítettek főleg a Szigetközben és a Rába vízgyűjtőjén. A szigetközi kutak létrehozásának célja a tervezett bős-nagymarosi vízlépcső talajvizekre gyakorolt hatásának kutatása volt. Ennek érdekében a kutakat főleg a Dunára merőleges

[4] Rónai András: *Javaslat az alföldi artézi kutak vízszolgáltatási viszonyainak rendszeres mérésére*, Hidrológiai Közlöny, 1962, 9–10

[5] Rónai András: *A talajvíz és rétegvizek kapcsolata az Alföldön*, Hidrológiai Közlöny,1975, 49–53.

[6] Rónai András: *Mélységi vízfigyelő kutak telepítésének földtani feltételei medenceterületeken*, Hidrológiai Közlöny, 1968, 17–25.; Rónai András: *Az alföldi mélységi vízfigyelés eredményeinek elemzése*,Hidrológiia Közlöny, 1978, 49–67; Rotárné Szalkai Ágnes et al.: *A magyar állami földtani intézet országos vízföldtani megfigyelőhálózata,* Magyar Állami Földtani Intézet éves jelentése, 1996, 48–54; Tóth György: *A Magyar Állatni Földtani Intézet felszín alatti vízmegfigyelő hálózata*, Földtani Kutatás, 1986, 91–96.

szelvények mentén fúrták, a Duna talajvízszintre gyakorolt hatásának tanulmányozása érdekében. A kisalföldi és szigetközi kutak fontos szerepet játszottak a Duna 1992-es elterelésének hatására bekövetkezett talajvízszint-változások monitorozásában.

2.3. Az Alföld magfúrásainak szerepe a negyedidőszaki rétegek modellezésében

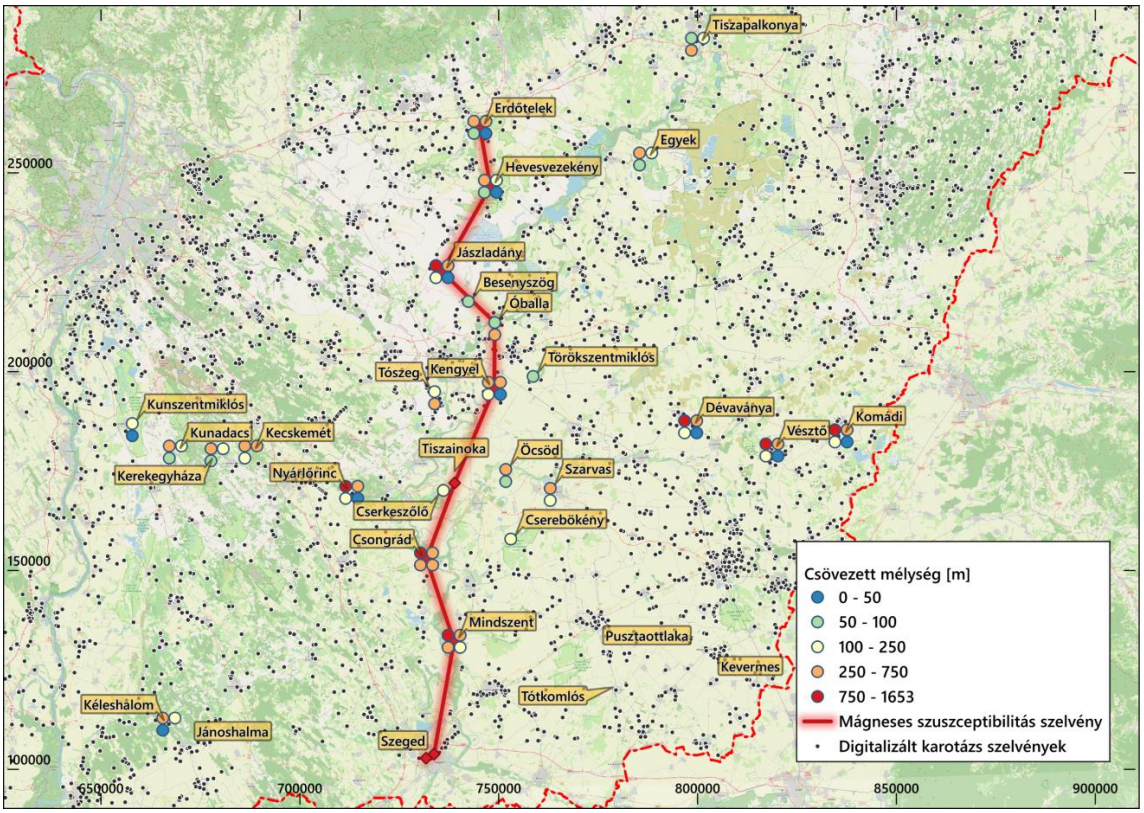
Ivó- és öntözővíz készletünk jelentős része az Alföld felszíne alatt, az utóbbi 2,5 millió év (negyedidőszak) során lerakódott 100-600 méter vastag folyóvízi rétegsorban, pontosabban az abba ágyazódó homoktestek pórusaiban tárolódik. Kitermelését több 10 000 vízkút végzi. A kutak egymásra hatása, a felszínalatti áramlások és a bekerülő szennyeződések tényleges terjedési iránya csak e homoktestek kiterjedésének és kapcsolatrendszerének ismeretében érthető meg. Mivel a folyóvízi üledékek térbeli elrendeződése gyakran kaotikus, ráadásul a felső 400 méter felszíni geofizikai (szeizmikus, geoelektromos) leképezése nehéz, a víztartó homoktestek leginkább a mélyfúrású kutak geofizikai (karotázs) szelvényei (természetes gamma, elektromos ellenállás, spontán potenciál) alapján azonosíthatók, s a kutak közötti karotázs korreláció segítségével térképezhetők. E korrelációk azonban többnyire csak a harántolt homoktestek korának ismeretében végezhetők el.

A pontosabb korrelációk érdekében a 2000-es évek elején megkezdődött a fúrások maganyagának felülvizsgálata. Nádor és munkatársai[7] a mágneses ásványok (főként magnetit) dúsulásának kimutatására alkalmas ún. mágneses szuszceptibilitás méréseket publikáltak két fúrás (Dévaványa, Vésztő) rétegsoráról. A görbéken felismerték a paleoklimatológiai vizsgálatok alapját jelentő csillagászati eredetű klímaciklusokat (Milanković-ciklusok), de a szuszceptibilitás-változásokat ekkor még a szemcseméret-változások velejárójaként értelmezték. Később kiderült, hogy a magnetit mennyisége az Alp-Kárpáti hegységkeret egykori fagytalajainak kiterjedésével függ össze, így a jégkorszaki események ismeretében önmagában is lehetővé teszi a kőzetrétegek korának meghatározását. Erre alapozva 2016-2025 között az ún. Rónai-alprogram keretében elvégeztük valamennyi alföldi alapfúrás negyedidőszaki részének mágneses szuszceptibilitás vizsgálatát és korbeosztását[8].

---

[7] Nádor Annamária et al.: *Milankovitch-Scale Multi-Proxy Records from Fluvial Sediments of the Last 2.6Ma, Pannonian Basin, Hungary*, Quaternary Science Reviews, 2003, 2157–75, https://doi.org/10.1016/S0277-3791(03)00134-3.

[8] Püspöki Zoltán et al.: *A Quasi-continuous Long-term (5 Ma) Mid-European Mountain Permafrost Record Based on Fluvial Magnetic Susceptibility and Its Contribution to the Explanation of Plio–Pleistocene Glaciations*, Boreas, 2024, bor.12678, https://doi.org/10.1111/bor.12678; Püspöki Zoltán et al.: *Magnetic Susceptibility as a Possible Correlation Tool in Quaternary Alluvial Stratigraphy*, Boreas, 2016, 861–75, https://doi.org/10.1111/bor.12196; Püspöki Zoltán et al.: *High-resolution Stratigraphy of a Quaternary Fluvial Deposit Based on Magnetic Susceptibility Variations (Jászság Basin, Hungary)*, Boreas, 2020, 181–99, https://doi.org/10.1111/bor.12412; Püspöki Zoltán et al.: *High-resolution Stratigraphy of Quaternary Fluvial Deposits in the Makó Trough and the Danube-Tisza Interfluve, Hungary, Based on Magnetic Susceptibility Data*, Boreas, 2021, 205–23, https://doi.org/10.1111/bor.12471; Püspöki Zoltán et al.: *Fluvial Magnetic Susceptibility as a Proxy for Long-term Variations of Mountain Permafrost Development in the Alp-Carpathian Region*, Boreas, 2021, 806–25, https://doi.org/10.1111/bor.12520; Püspöki Zoltán et al.: *Obliquity-driven Mountain Permafrost-related Fluvial Magnetic Susceptibility Cycles in the Quaternary Mid-latitude Long-term (2.5 Ma) Fluvial Maros Fan in the Pannonian Basin*, Boreas, 2023, 402–26, https://doi.org/10.1111/bor.12618; Püspöki Zoltán et al.: *A Quasi-continuous Long-term (5 Ma) Mid-European Mountain Permafrost Record Based on Fluvial Magnetic Susceptibility and Its Contribution to the Explanation of Plio–Pleistocene Glaciations*, Boreas , 2025, 156–77, https://doi.org/10.1111/bor.12678.



20. ábra: A jelenleg aktívan észlelt alföldi kutak mélységeloszlása a 21. ábra szelvényével jelölve és az Urbancsek alprogram keretein belül digitalizált kutakkal

A rétegek puhatestű adatokkal támogatott paleoklimatológiai alapú korrelációja mellett független anyagvizsgálati módszer bevonására is szükség volt. Ennek érdekében 2022-ben együttműködés kezdődött a Yorki Egyetem Kémiai Tanszékével, ahol a mélyfúrások puhatestű anyagának (Krolopp-gyűjtemény) egy gyakori, közönséges alakján (kis vízicsiga szájadékfedő) végeztek a szervesanyag (aminosav) idővel bekövetkező térszerkezeti átalakulásán alapuló ún. aminosav sztratigráfiai vizsgálatokat. Az eredmények a mágneses szuszceptibilitás alapú korrelációkat megerősítették[9]. Mivel az aminosav sztratigráfia ilyen nagy mélységig történő tesztelésére a világon elsőként került sor, fontos új eredmény a medencefejlődéssel térben változó geotermikus gradiensek hatásának kimutatása. Ez lehetővé teszi a medencefejlődésben bekövetkező időbeni változások (például utólagos visszaemelkedések) azonosítását is. A kiemelt alaphegységgel rendelkező Közép-Tisza-vidék magfúrásainak jelenleg folyó mágneses szuszceptibilitás vizsgálatát éppen ezért már eleve aminosav sztratigráfiai elemzésekkel kiegészítve végezzük (21. ábra).

A magraktári anyagok mérésén alapuló eredmények gyakorlati hasznosításához fontos adalék, hogy a mágneses szuszceptibilitás terepen, a gyakorlati kútfúrás mélyfúrás geofizikai mérése során is mérhető, amit összeméréssel is igazoltunk. 2025 során kísérleti terepi mérésekre került sor, melyek igazolták a mérés hasznosságát. Ez alapján tettünk javaslatot kiegészítő mágneses szuszceptibilitás mérések végzésére az Alföldön. A mágneses szuszceptibilitás adatokra

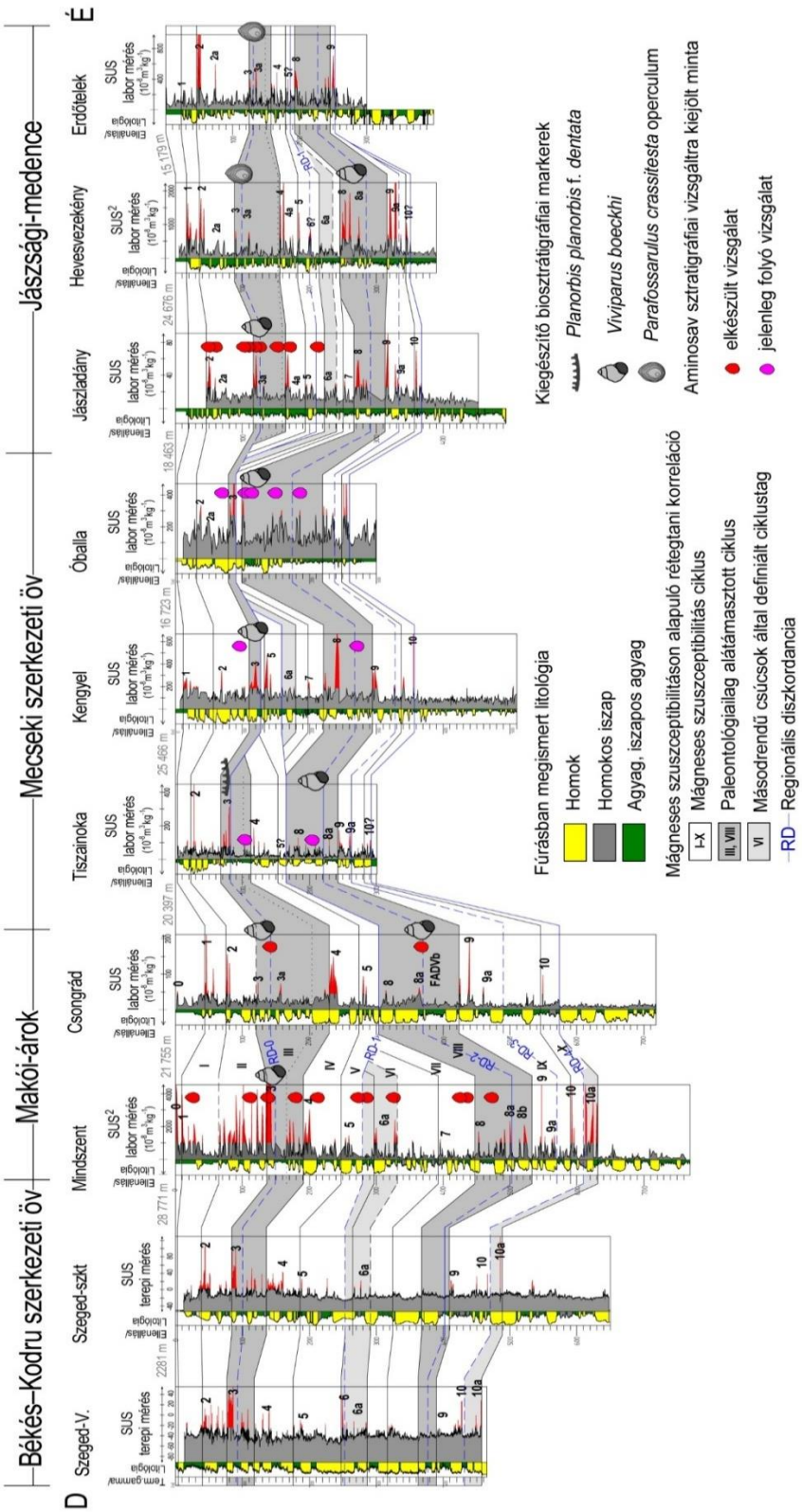
[9] Nelson Ellie et al.: *A Quaternary Aminostratigraphy for the Pannonian Basin: The Competing Influences of Time, Burial Depth and Temperature in Deep-Core Material*, Quaternary Science Reviews, 2024, 109044, https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2024.109044.

alapozható, paleoklimatológiai alapú rétegtani beosztás és korreláció lehetővé teszi a 100-600 méter vastag rétegsor tagolását akár 30-50 méteres ciklusokra, és ezzel segíti a homoktestek cikluson belüli korrelációját.

Ez gyakorlatilag a felszíni geofizikai (szeizmikus) mérések felbontásához közeli vizsgálati pontosságot tesz lehetővé, új eszközt biztosítva az Urbancsek-alprogram keretében digitalizált, immár több mint 5000 mélyfúrási geofizikai szelvényre alapozva készülő karotázs korrelációkhoz[10], s ezzel a lokális és regionális hidrogeológiai modellezésekhez. A nagyobb rétegtani felbontással készülő alföldi modellek nemcsak a sikeres jövőbeni kúttervezéseket biztosíthatják, hanem akár a kút egymásra hatások és a szennyezésterjedés pontosabb megértését[11], s ezzel a fenntartható ivó- és öntözővíz használatot is. A felismerések és az ezekre alapozott módszer a jövőben a világ számos hasonló adottságú területén segítheti a felszínközeli édesvízkészletek hosszútávú megőrzését, hasznosítását.

[10] Fogarassy-Pummer Tímea et al.: *A Duna–Tisza-köze negyedidőszaki képződményei mágneses szuszceptibilitás és karotázs korrelációs vizsgálatok alapján*, Hidrológiai Közlöny, 2024, 43–62, https://doi.org/10.59258/hk.17594.

[11] Flores G. Yetzabbel et al.: *Integration of Geological, Geochemical Modelling and Hydrodynamic Condition for Understanding the Geometry and Flow Pattern of the Aquifer System, Southern Nyírség–Hajdúság, Hungary*, Water, 2023, 2888, https://doi.org/10.3390/w15162888.



21. ábra: Mágneses szuszceptibilitással mért mélyfúrások rétegtani korrelációja

3. A hálózat működése

A hálózat működésének alapjait a rendszeres és folyamatos vízszintészlelés adja. A folyamatos vízszintészlelés az 1970-es években STEREMAT és SEBA típusú mechanikus és elektromechanikus elven működő vízszintregisztrálókkal történt a fontosabb kutaknál[12], ahol egy úszótest követi a vízszintet, a mozgást pedig egy óraszerkezet által hajtott papírra rögzíti a műszer (22. ábra). A papír cseréje után a mért adatok kézzel történő digitalizálását végezték. A műszerrel nem rendelkező kutakban heti, illetve havi gyakoriságú kézi vízszintméréseket végeztek.



22. ábra: Régi típusú vízszintregisztráló, balra a regisztráló papír beszerelt állapotában, jobbra papírcsere közben

A pozitív kutak esetében a méréstechnika megoldása jelentős problémákat okozott[13]. Pozitív kútnak nevezzük azokat a kutakat, amelyeknél a nyugalmi vízszint a terepszint felett helyezkedik el, ilyenek például az artézi kutak. A kutak mérésének két alapvető lehetősége létezik, a kutat felcsövezzük, magyarán a kutat olyan magasságú cső- vagy toronyszerkezettel látjuk el, amely lehetővé teszi a kút normál műszerekkel és módszerekkel történő vízszintmérését, vagy a kutat nyomás alatti kútfejjé alakítjuk, amely esetben a kútban lévő víz nyomását manométerrel mérjük, és ezt számoljuk át Balti-tenger feletti vízoszlop-magasságra. A kutak felcsövezését elsősorban a pozitív kutak magas vízszintje, és az ebből adódóan szükséges nagy magasságú toronyszerkezetek kialakítása nehezítette. Az évek során azonban

[12] Csaba László és Varga Péter: *Rétegvíz szintingadozások vizsgálata a Magyar Állami Földtani Intézet rétegvízmegfigyelő kútjaiban*, Hidrológiai Közlöny, 1977, 220–24.
[13] Csaba László, *A M. Áll. Földtani Intézet 1972. évi alföldi rétegvízszint-megfigyelési eredményei*, M. Áll. Földtani Intézet évi jelentése az 1972. Évről, 1974, 133–40.

számos kútban csökkent a vízszint, ami lehetővé tette a meglévő toronyszerkezetek alacsonyabb kialakítású szerkezetekre történő átépítését (23. ábra).



23. ábra: Pozitív kutak kialakításának lehetőségei. Balra fent: Kunadacs-1 és Kunadacs-2 megfigyelőkutak 2004-ben, Jobbra fent: Kunadacs-1 és Kunadacs-2 kutak 2012-ben felújításuk után, Balra lent: Vésztő-1 nyomás alatti kútfej kialakítása, Jobra lent: Vésztő-1 kútfej

Az 1990-es években fokozatosan történt a jelenleg használt automatikus nyomásmérő műszerekre történő átállás, melyek számítógéppel közvetlenül feldolgozható, digitális adatokat állítanak elő (24. ábra). Számos kút távadó modemekkel ellátott, melyek segítségével az adatok napi szinten közvetlenül az SZTFH GeoBank adatbázisába kerülnek. A jelenleg használt nyomásmérő adatregisztrálók és távadó modemek hazai fejlesztésű, Magyarországon gyártott eszközök. A mérőműszerek pontosságának ellenőrzése és a modemek energiaellátásának biztosítása érdekében szükséges évente legalább egyszer kimenni a kutakhoz (25. ábra, 26. ábra). A terepi munka során kézi vízszintméréssel ellenőrizzük a mérőműszerek pontosságát, és amennyiben szükséges, korrigáljuk, illetve cseréljük azokat. A modemek működéséhez szükséges energiát egy külső akkumulátorral biztosítjuk, ennek a cseréjét és a kutak kisebb karbantartási feladatait is ezen alkalmak során végezzük el. Azoknál a kutaknál, amelyeknél nincsenek távadó-modemek, az adatok manuális kiolvasása és a GeoBank-adatbázisba történő feltöltése szükséges.



24. ábra: Vízszintméréshez használt műszerek: adatregisztráló, távadó modem, kézi vízszintmérők, akkumulátor pakkok

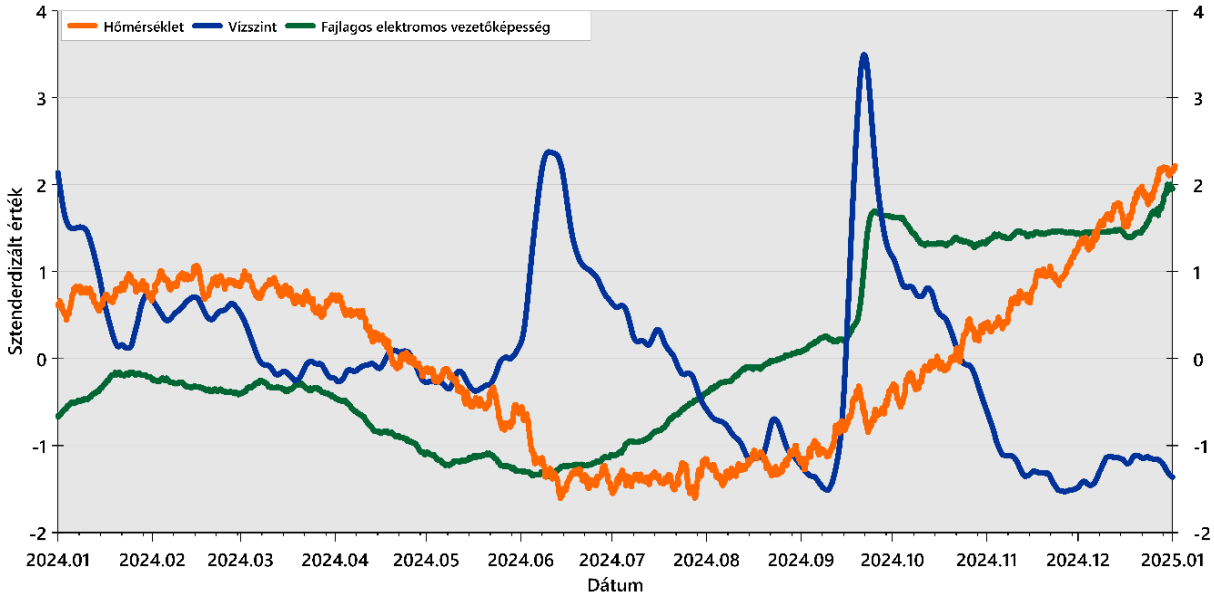


25. ábra: Az erdőteleki kútcsoport

A kutakban használt nyomásmérő szondákkal korábban 4 órás rendszerességgel regisztráltuk a vízszintet, 2025-től kezdve a mérési gyakoriságot 1 órás rendszerességre növeltük, ennek célja az ár-apály és a légnyomásváltozások vízszintre gyakorolt hatásának pontosabb nyomon követése. A vízszintek mellett egyes kutaknál a víz hőmérsékletét és fajlagos elektromos vezetőképességét is mérjük (27. ábra).



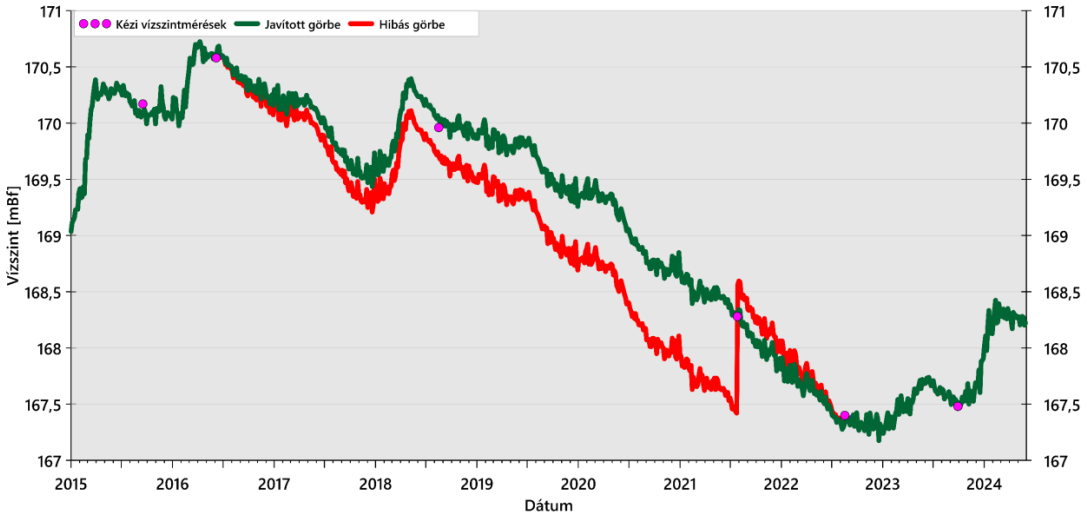
26. ábra: Terepi munkavégzés



27. ábra: Esztergom Ek-1 kútban mért paraméterek sztenderdizált 3 napos mozgó átlaga

A vízföldtani megfigyelőhálózathoz egy digitális, relációsadatbázis-alapú terepi jegyzőkönyvkezelő rendszer kialakítását valósítottuk meg. A rendszer fejlesztése 2023 tavaszán történt meg. A terepi jegyzőkönyvek rögzítése a helyszínen, mobiltelefonon (Android, iOS) történik a QField alkalmazás használatával, amelyet követően a projektet egy QGIS-projekttel szinkronizálhatjuk az irodában. A jelenlegi módszertan a korábban használt, főleg papíralapú és különálló Excel-táblákra épülő rendszert váltotta ki, amely évek távlatából egyértelműen megkönnyítette, egyszerűsítette és gyorsította az adatfrissítési folyamatot. A relációs adatbázis miatt a kutak és adatregisztráló műszerek élettörténete könnyen követhető és elérhető terepi körülmények között is.

A napi szinten távadott adatokat és a terepi munka során kiolvasott adatsorokat a GeoBank-adatbázisban tároljuk. Az adatbázis felülete lehetőséget ad az adatok vizualizálására és alapvető statisztikai műveletek elvégzésére, ezen felül az adatsorokban lévő hibák javítását is el tudjuk végezni. Az adatsorokban keletkezett hibák forrása általában két okra vezethető vissza. A műszerek telepítése, illetve az adatrögzítés során fellépő emberi hibákat viszonylag egyszerű észrevenni és javítani, ezek az adatsorokban – általában elütés következtében – egyik értékről a másikra történő hirtelen ugrásként jelennek meg. A műszerek „driftjéből vagy elcsúszásából" keletkező hiba észrevételéhez egy független kézi vízszintmérés szükséges, mivel ez a típusú hiba a műszerrel mért adatok folyamatos egy irányba történő „elcsúszását" okozza (28. ábra).



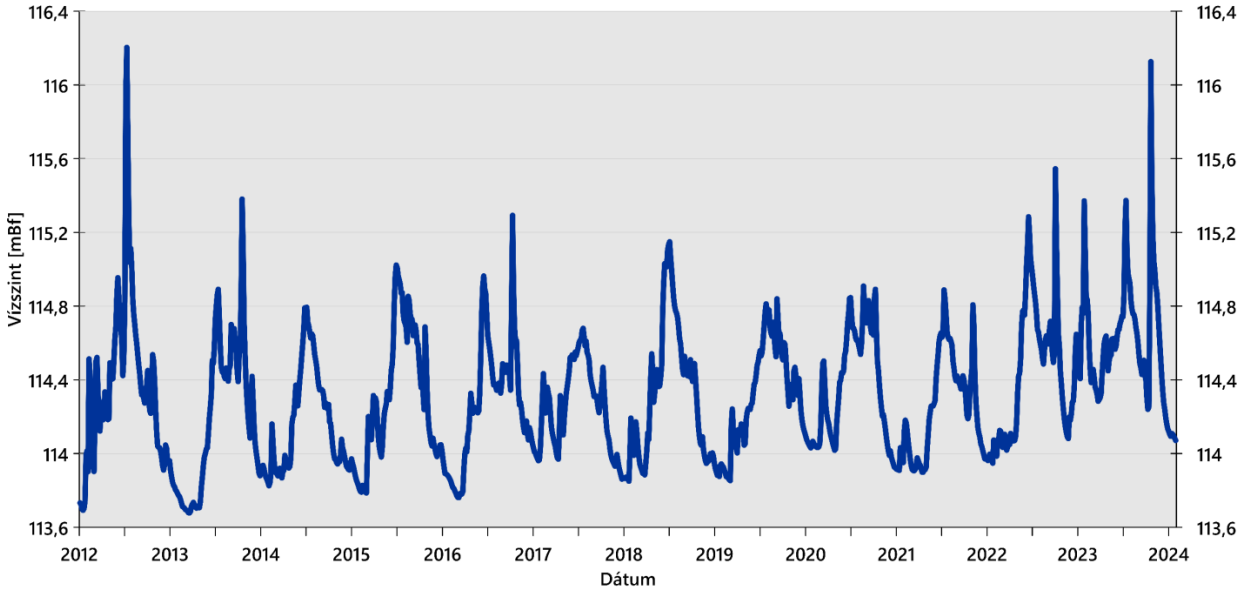
28. ábra: Ugodi kút javított vízszintgörbéje (mBf=Balti-tenger feletti magasság méterben). Piros a hibás görbe, zöld a javított és magenta pontok jelölik a kézi vízszintméréseket

A GeoBank hazánk mélyfúrási adatainak központi tárháza. Története a 2000-es évek elejére nyúlik vissza, amikor a MÁFI elhatározta, hogy adatbázisba rendezi az évtizedek alatt felhalmozott fúrási információkat – mindenekelőtt a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal anyagait. Bár a kiindulópontot a mélyfúrások jelentették, a rendszert kezdettől fogva átfogó, földtani szemlélettel építették ki. Ennek köszönhetően a GeoBank mára óriási adatvagyonná nőtte ki magát, a kutatók számára páratlanul részletes információforrást nyújt.

Az adatbázis folyamatos bővülésének köszönhetően mára mintegy 275 000 fúrás és kút metaadatait tartalmazza. Ezt az alapvető törzsállományt számos egyéb tematikus adatsor egészíti ki, mint például a fúrási rétegsorok, a fúrómag-információk, a sekélyfúrások geokémiai eredményei, a vízföldtani és nyersanyagvédelmi adatok, valamint a hivatalos földtani jelkulcs. A bővülés a későbbi években sem állt meg: 2016-ban a NATÉR projekt keretében a vízszinthálózat-elemző felület költözött be a GeoBank-alkalmazásba egy külön modulként, 2026-ban pedig az Országos Termálvíz Adatszolgáltatási Felület integrációjával vált még teljesebbé a rendszer. Bár a nagyközönség számára kizárólag a törzsadatok nyilvánosak, a GeoBank mind a mai napig a földtani kutatások egyik legfontosabb alappillére. Ugyanakkor az adatbázis használata fokozott körültekintést igényel: a korábbi, forrásmegjelölés és ellenőrzés nélküli adatfeltöltések miatt a bekerült adatok egy része utólag nehezen vagy egyáltalán nem igazolható, és nem mindig lelhető fel a Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattárban sem.

4. Adatok használata, kiértékelése

A rendszerszintű vízszintészlelések hidrogeológiai célja kezdetben kettős volt: egyrészt a nagymértékű vízművi kitermelés okozta rétegnyomás-csökkenés nyomon követése, másrészt a rétegvizek természetes áramlási rendszereinek feltérképezése[14]. Természetes, zavartalan állapotban a vízszint egy egyensúlyi érték körül ingadozik. Ezt a fluktuációt a hosszú távú meteorológiai és hidrológiai folyamatok – vagyis az utánpótlódás (beszivárgás) és a megcsapolás (források, folyók, elpárolgás) – mérlege határozza meg (29. ábra).

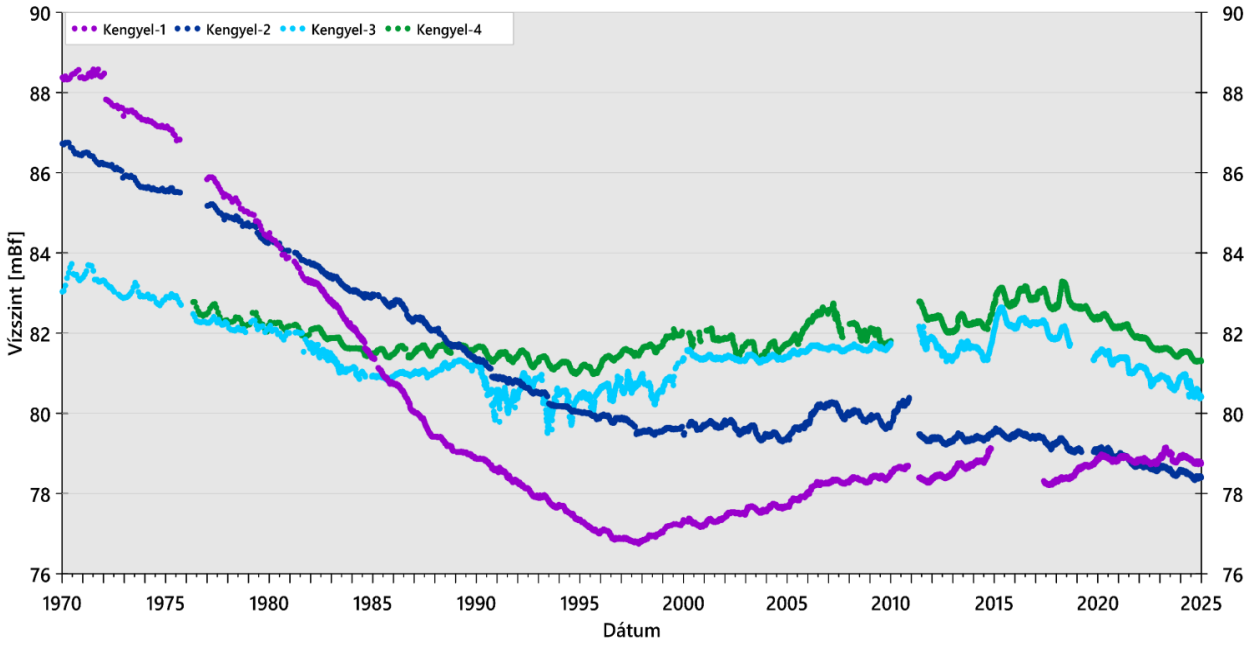


29. ábra: A Lipót-9442 kút mért vízszintje, mely jellemző éves vízszintingadozás mellett a dunai árvizek hatását is mutatja

Mesterséges vízkivétel hatására azonban a termelőkutak környezetében megváltoznak a hidraulikai viszonyok, és vízszintcsökkenés, úgynevezett depressziós tölcsér alakul ki. Ez a vízszintcsökkenés térben és időben mindaddig terjed, amíg a hidraulikai rendszer el nem ér egy új dinamikus egyensúlyi állapotot.

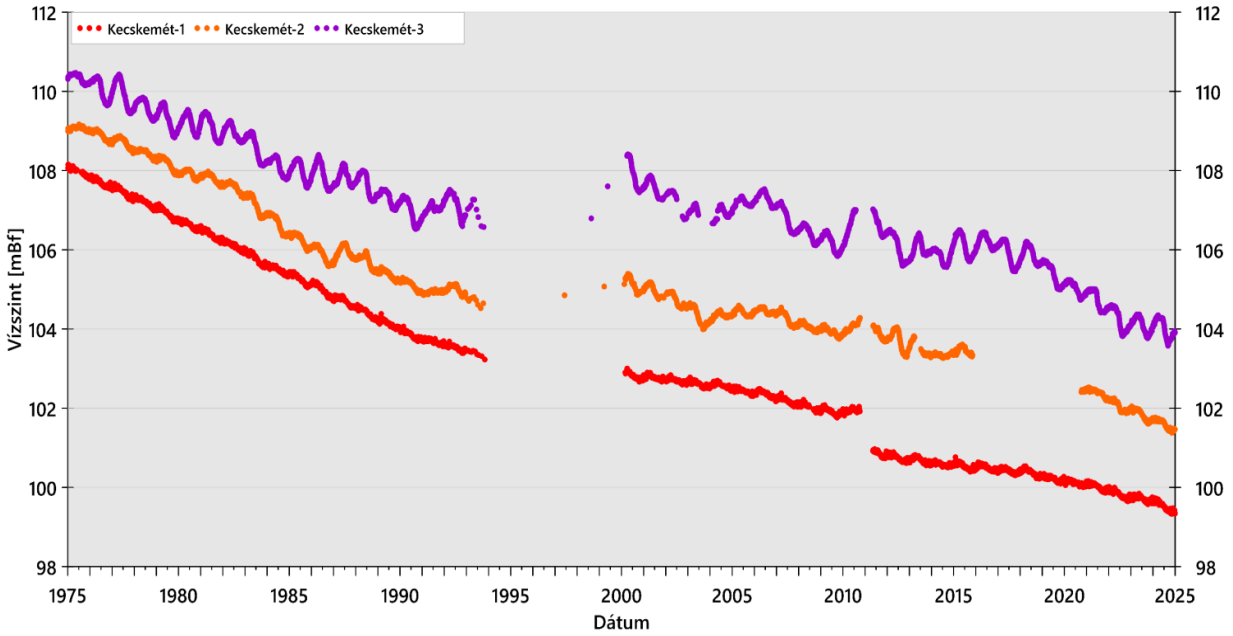
A 20. század második felében a kommunális ivóvízhálózatok kiépülése, valamint az ipari és mezőgazdasági vízigények növekedése komoly strukturális változásokat idézett elő. Az alföldi porózus víztartókban regionális méretű vízszintsüllyedés kezdődött, amely a nagyobb kitermelési gócoktól távoli monitoring kutakban is megmutatkozott (30. ábra). Fordulatot a rendszerváltás időszaka hozott, amikor a vízdíjak bevezetése és a környezettudatosság erősödése miatt a vízfelhasználás drasztikusan visszaesett. A rendszer gyorsan reagált a terhelés csökkenésére: a vízszintek stabilizálódtak, sőt, bizonyos rezervoárokban – például a kengyeli termálvízrendszerben – jelentős visszatöltődés, azaz regeneráció indult meg (30. ábra, Kengyel-1 kút).

[14] Bélteky Lajos: *Az országos rétegvíz-megfigyelő kúthálózat terve*, Beszámoló a VITUKI 1969. évi munkáiról, 1972, 277-295; Rónai András: *Javaslat az alföldi artézi kutak vízszolgáltatási viszonyainak rendszeres mérésére*, Hidrológiai Közlöny, 1962, 9–10.



30. ábra: A kengyeli kútcsoport vízszintváltozása (a mélyebb kutak jelentős, a sekélyebb kutak enyhébb vízszintcsökkenést mutatnak a rendszerváltozást megelőzően, mely utána mérséklődik, a legmélyebb kútnál visszatöltődés is megfigyelhető)

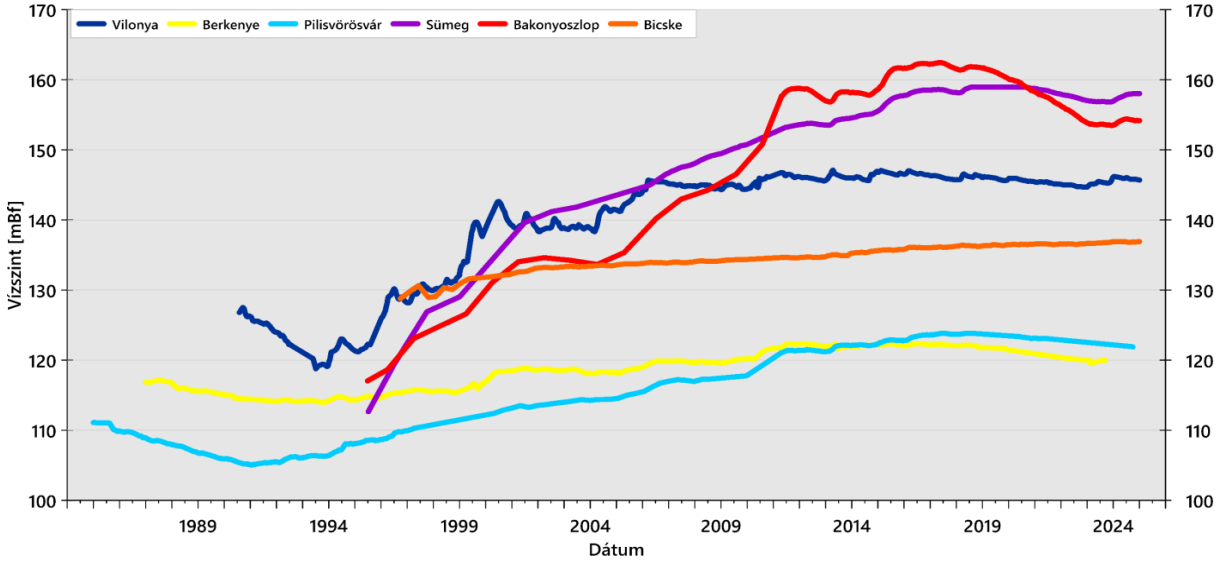
Ezzel szemben a Duna-Tisza közi hátságon, például Kecskemét térségében a vízszintek a kilencvenes évek után sem álltak helyre. Itt csupán a vízszintsüllyedés üteme mérséklődött átmenetileg, majd a 2010-es évek közepétől a süllyedés újra felgyorsult. (31. ábra).



31. ábra: A kecskeméti kútcsoport észlelése folyamatos vízszintsüllyedést mutat

Hasonló, nagyléptékű folyamatok zajlottak le a Dunántúli-középhegység főkarsztvíz-rendszerében is. A lakossági vízellátás mellett a bauxit- és szénbányászatot kísérő aktív víztelenítés regionális depressziót okozott, ami súlyos környezeti következményekkel járt: karsztforrások apadtak el, eltűnt a Tapolcai-tavasbarlang vízborítása, valamint visszaesett a

Hévízi-tó vízhőmérséklete és hozama is. A bányák tömeges bezárását követően a vízkivétel megszűnt, a karsztvíz nyomása emelkedni kezdett, és a 2010-es évek közepére a rendszer megközelítette a természetes, antropogén hatás előtti állapotát (32. ábra). A legutóbbi évtizedben azonban a Magas-Bakony térségében, amelyet a bakonyoszlopi monitoring kút adatai is jellemeznek, újabb vízszintcsökkenés mérhető. Ez a negatív trend elsősorban már nem a kitermelésre, hanem meteorológiai okokra, a beszivárgó csapadékmennyiség csökkenésére vezethető vissza (32. ábra).



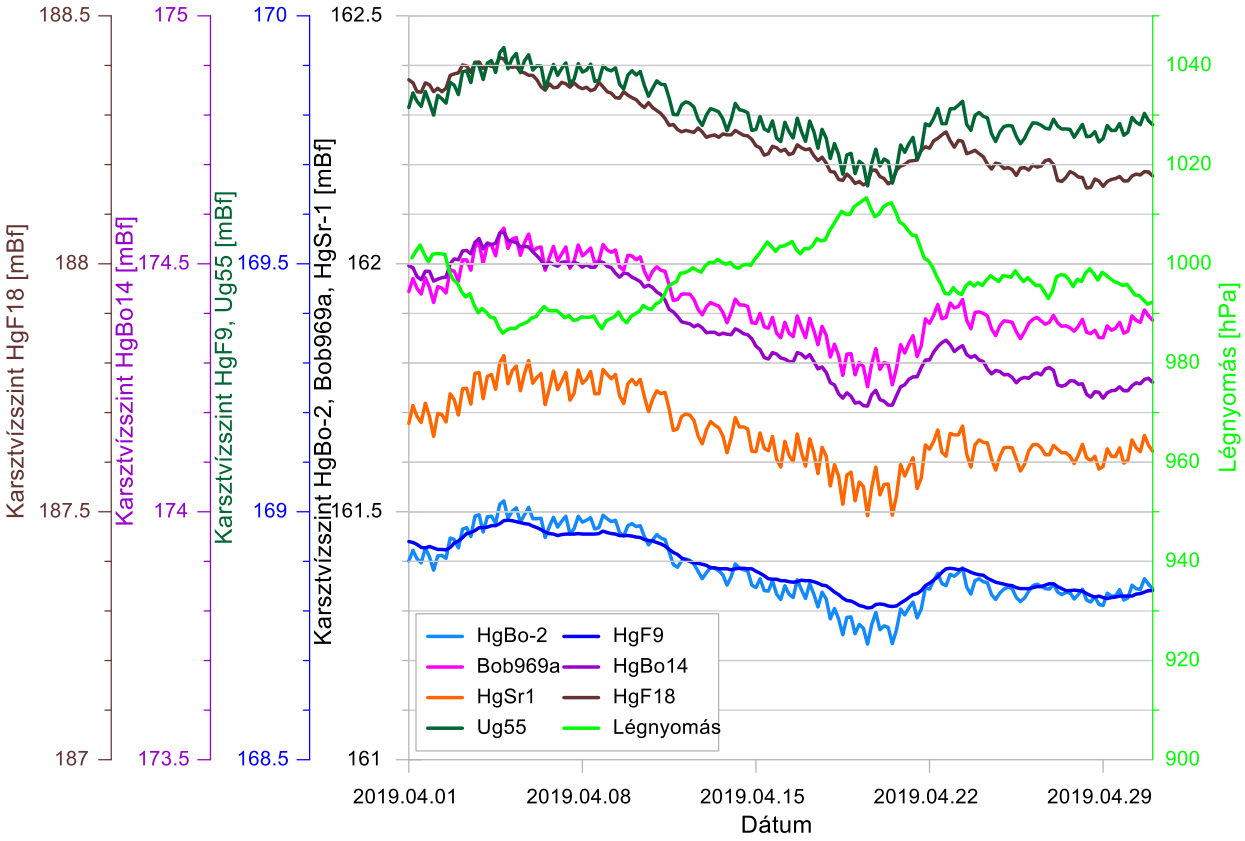
32. ábra: A Főkarsztrendszerben bekövetkezett vízszintváltozások az 1980-as évek végétől (31 napos mozgóátlag)

A több évtizedes vízszintingadozás komoly társadalmi és infrastrukturális konfliktusokat is szült, a tartós vízszintsüllyedés idején kiszáradt források és vizenyős területek helyét beépítették. Amikor azonban a bányászat leállt és a karsztvízszint regenerálódott, a források újra aktívvá váltak, így a feltörő víz gyakran a megépült lakóházak pincéit és alapzatait elárasztva komoly károkat okozott.

A vízháztartás egyensúlyára utaló hosszú idejű változások mellett, a monitoring kutak vízszintjének rövid idejű periodikus és aperiodikus változása is megfigyelhető, melyet a légnyomásváltozás, valamint a földiárapály-hatás okoz (33. ábra). Az előbbi jelenség oka, hogy a kutakban lévő vízoszlopra a légnyomásváltozás rögtön hat, míg a mély vízadó rétegben a terhelést részben a kőzetváz és csak részben a pórusvíznyomás veszi fel. Nyílt tükrű rétegben pedig a hatás csak késleltetve adódik át a pórusvízre. Emiatt vízszintváltozás jön létre, melynek mértéke akár a 30 centimétert is elérheti.

Az árapályok a gravitációs erők változásaiból erednek, melyeket a Nap, a Hold és a Föld egymáshoz viszonyított helyzetének megváltozása hoz létre. A gravitációs erők időszakosan deformálják (kitágítják és összenyomják) a víztartórendszer vázát, megváltoztatva a porozitást, és mérhető, akár 3 centiméteres vagy annál nagyobb vízszintingadozást okoznak a kis tárolási együtthatójú vízadó rétegekre szűrőzött kutakban. A barometrikus és az árapály-válaszok intenzitása szoros összefüggést mutat a víztartó kőzetfizikai tulajdonságaival, így az adatok matematikai értékelésével közvetett információt kaphatunk a rétegek zártságáról, a szivárgási

tényezőről és a kőzetváz összenyomhatóságáról. A vízszintváltozásokat értékelve Szarvas-1 kút által feltárt rétegekre 30,4%-os porozitást, míg a Kunadacs-1 kút által feltárt rétegre 32,4%-os porozitást számítottak[15].



33. ábra: Árapály és légnyomás-változás hatása a karsztvízszintekre

A barometrikus hatásfok azt mutatja meg, hogy a felszíni légnyomás-változás mekkora részét képes elnyelni a kőzetváz, és mennyit enged át a pórusvíznek. Mivel a mélyebben fekvő kőzetrétegek a rájuk nehezedő súly miatt tömörödöttebbek és zártabbak, kisebb az összenyomhatóságuk, így a barometrikus hatásfok a mélységgel egyenes arányban növekszik. Ezt igazolják a szarvasi, csongrádi és sziráki kutak mérési adatai is. Ebből a mintázatból a kunadacsi kutak barometrikus hatásfoka jelentősen kilóg: az itt található, sekélyebb pannon vízadó rétegek kőzetváz-szerkezete olyan tömör, mint ami máshol csak 400-500 méterrel mélyebben jellemző. Ez a hidrogeológiai anomália közvetett geológiai bizonyítékot szolgáltat arra, hogy Kunadacs térségében a pannon időszakot követően egy jelentős mértékű, körülbelül fél kilométeres tektonikai kiemelkedés és felszíni lepusztulás, azaz erózió zajlott le, de a rétegek megőrizték a korábbi nagyobb mélységre jellemző, tömörödött szerkezetüket[16].

[15] Csaba László és Varga Péter: *Rétegvíz szintingadozások vizsgálata a Magyar Állami Földtani Intézet rétegvízmegfigyelő kútjaiban*, Hidrológiai Közlöny, 1977, 220–24

[16] Tóth György: *A Magyar Állami Földtani Intézet felszín alatti vízmegfigyelő hálózata*. Földtani Kutatás, 1986, 91–96.

5. Országos Termálvíz Adatszolgáltatási Felület (OTAF)

A 2022-es energiaválság Magyarországot is jelentősen érintette. Az energiahordozók drasztikus áremelkedése ráirányította a figyelmet a hazai energiahordozók fokozottabb kihasználására. Hazánk Európa egyik legnagyobb kiaknázatlan földhő potenciáljával rendelkezik, ezért Magyarország kormánya kiemelt célnak tűzte ki a geotermikus hasznosítás növelését. A fejlesztési intézkedések két irányt céloztak: a geotermikus energiahasznosítással kapcsolatos intézkedésekről szóló 1509/2022. (X. 21.) Korm. határozat 5. pontja szerinti program egyrészt támogatta a fúráskijelöléshez szükséges kockázatcsökkentő adatok előállítását, másrészt a kivitelezési kockázat minimalizálásával kívánta növelni a geotermikus irányzatú befektetési szándékot. Ezekhez párosult egy új engedélyeztetési eljárás az Országos Bányakapitányság által, ami 2023.03.01-én lépett hatályba.

A geotermikus kutak működését szabályzó jogi környezet fontos eleme a 20/2022. (I. 31.) SZTFH rendelet, amely szabályozza a kutak létesítéséhez és működtetéséhez szükséges vizsgálatokat, azok rendszerességét, valamint a kutak működésére vonatkozó monitorozást. A rendelet 15./E paragrafusában előírja a folyamatos rendszeres (near real-time) és eseti adatszolgáltatási kötelezettséget a geotermikus energiafelhasználók felé. A geotermikus adatbevallás célja nemcsak a hőkivétel mennyiségi ellenőrzése, hanem a rendszer működési stabilitásának monitoringja is, továbbá a geotermikus rezervoár állapotváltozásainak detektálása, így biztosítva az üzemelés hosszú távú fenntarthatóságát. Ezen adatok fogadására és kiértékelésének elősegítésére a Földtani Szolgálatnál kialakításra került a monitoring tevékenységből származó adatokat fogadó és azt vizualizáló felület, az Országos Termálvíz Adatszolgáltatási Felület (OTAF).

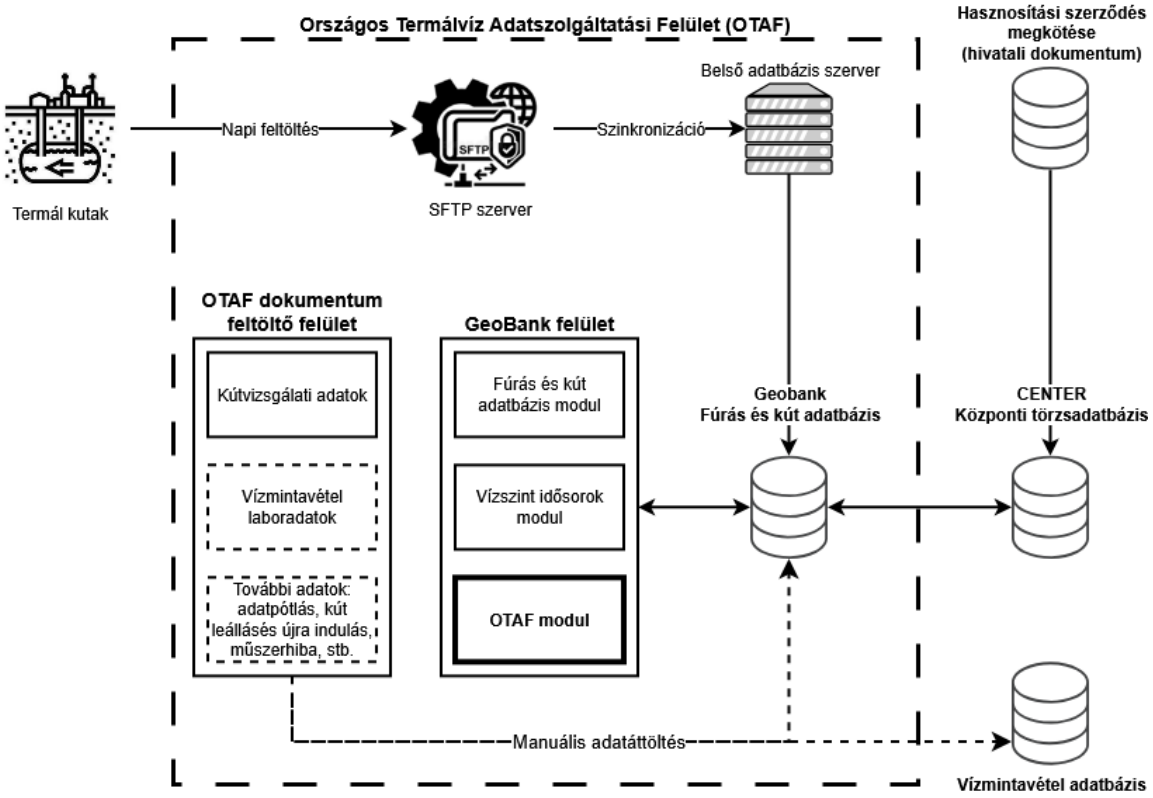
Az OTAF-rendszer feladata, hogy az idősoros adatok kezelésére szolgáló felülethez hasonlóan összegyűjtse, tárolja és áttekinthető formában megjelenítse a jogszabályban előírt monitoring adatokat. A rendszer azonban nem csupán a műszerek által mért idősorokat kezeli, hanem a monitoring-tevékenységhez kapcsolódó dokumentumokat, eseményeket is nyilvántartja (például a műszerhibákat, karbantartásokat vagy a vízmintavételek idejét).

Az adatszolgáltatás első lépéseként a CENTER központi adatbázisban kell rögzíteni az adatszolgáltató, valamint a kutak törzsadatait. Ezek az információk a kitermeléshez kapcsolódó hasznosítási szerződésekben szerepelnek. A CENTER adatbázis biztosítja a szükséges törzsadatokat, emellett azonosítási és hitelesítési feladatokat is ellát. Az idősoros adatok fogadását egy SFTP-alapú adatátadási szolgáltatás biztosítja. Az adatszolgáltatóknak naponta, automatizált módon kell feltölteniük a monitoringadatokat az SFTP szerverre. A szerver tartalmát a rendszer folyamatosan szinkronizálja, amely során az új vagy módosított állományok betöltésre kerülnek a GeoBank OTAF moduljába, így biztosítva az adatok közel valós idejű feldolgozását és megjelenítését. Az OTAF rendszer átfogó felépítését a 34. ábra reprezentálja.

A folyamatos adatszolgáltatásnál a termelő és visszasajtoló kutak esetén is elvárt a következő paraméterek legalább óránkénti adatszolgáltatása:

- termelt pillanatnyi vízhozam (l/perc),
- pillanatnyi vízszint (dinamikus kútfejnyomás vízoszlop magasságban) (mBf),

- szivattyú pillanatnyi teljesítménye (kW),
- pillanatnyi vízhőmérséklet (°C),
- pillanatnyi fajlagos elektromos vezetőképesség (µS/cm 25°C-ra megadva),
- a víztermelés leállásának és újraindításának időpontja,
- napi összegzett vízmennyiség (m^3),
- napi üzemidő (óra),
- visszasajtolási nyomás (MPa) (csak a visszasajtoló kútban).

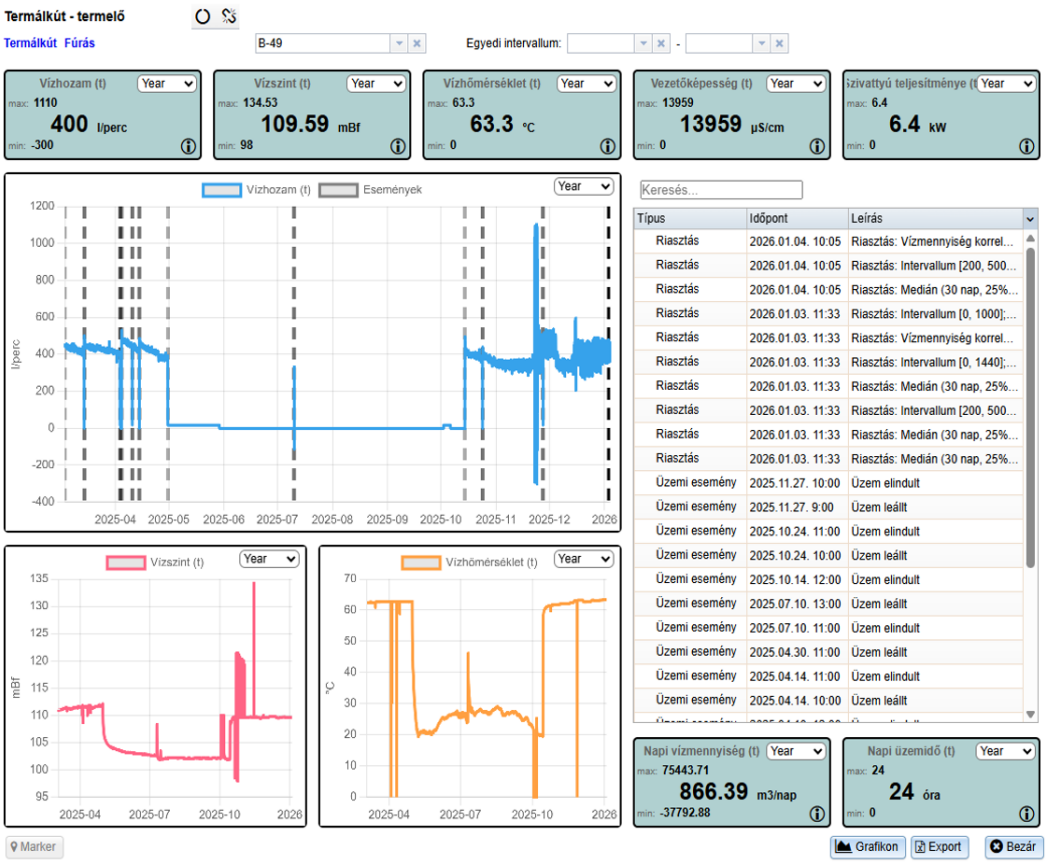


34. ábra: OTAF rendszer felépítése

Az OTAF-modul a beérkező monitoring adatokat összesíti, és azokat egy áttekinthető, „dashboard" jellegű felületen jeleníti meg (*35. ábra*). A rendszer nemcsak az adatok vizualizációját támogatja, hanem számos további funkciót is biztosít a szakmai munka hatékonyabb elvégzéséhez. Lehetőséget nyújt például különböző kutak adatainak összehasonlítására (*36. ábra*), a kutakhoz kapcsolódó kiegészítő információk tárolására, dokumentumok kezelésére, valamint automatikus riasztások beállítására. Emellett támogatja a geotermikus járadék számításához szükséges adatok elemzését is.

A rendszer zárt környezetben működik, amelyhez kizárólag a hatósági feladatokat ellátó munkatársak és az arra jogosult szakértők férhetnek hozzá.

A folyamatos adatszolgáltatáson felül, a 20/2022. (I. 31.) SZTFH rendeletben előírt módon, a rendszeres vagy eseti eseményekhez kapcsolódó kútvizsgálatok adatainak feltöltése is szabályozott (III. A 15/E. § (4) bekezdés b) pontja). Az adatok érkeztetéséhez az OTAF modultól független, publikusan is elérhető webalapú megoldásra volt szükség.



35. ábra: OTAF megjelenítő felülete

A felületen egyszerűsített módon van lehetőség bejelenteni kútleállásokat, műszer hibákat, illetve benyújtani az esetleges adatpótlást, vagy az előírt vizsgálatokat. A felület emellett a szükséges vízmintavételekhez előkészített, letölthető űrlapokat is biztosítja, ezáltal megkönnyítve az adatszolgáltatók munkáját. Az űrlapok szerkezete segítséget nyújt a beküldendő adatok körére vonatkozóan, támogatva egy egységes szemléletű adatszolgáltatás kialakulását, így az értékelést és az értelmezést is. Amennyiben a feltöltött adatok formai és tartalmi tekintetben a bányakapitánysági határozatnak megfelelőek, akkor bekerülnek a bányahatóság iktatási folyamatába.



36. ábra: OTAF rendszer megjelenítő felület, különböző folyamatosan mért paraméterek együttes értékelése

A dokumentumfeltöltő rendszer nem áll közvetlen kapcsolatban a GeoBank OTAF-modullal, ugyanakkor az ott tárolt adatok manuálisan átvehetők és feldolgozhatók. Ennek köszönhetően a rendszer közvetett módon illeszkedik az OTAF adatkezelési folyamatába, és kiegészítő szerepet tölt be az OTAF-rendszer egészének működésében.

Az OTAF-rendszer ezáltal egy egységes keretrendszerben dolgozza fel és tárolja az adatokat, amely jól illeszkedik az egyéb idősoros rendszerekhez, és lehetőséget biztosít a későbbi rendszerszintű elemzésekhez. A technikai kialakítás során fontos szempont volt a rendszer rugalmassága, hogy minél egyszerűbben kiterjeszthető legyen más típusú kutakra is, a felmerülő igények szerint.

6. Összefoglalás

A 2026-os extrém aszályos év során az egész társadalom számára előtérbe került a felszíni vizeink sérülékenysége, hiányuk súlyos következményei, ezáltal megóvásuk és fenntartható használatuk fontossága. A felszíni vizekkel ellentétben a felszín alatti vizek szerepe, láthatósága jóval csekélyebb, pedig hasznosíthatóságuk többrétű és több társadalmi csoport is igényt tart rájuk. A lakossági ivóvízszolgáltatás döntő többsége a sekélyebb negyedidőszaki vízadókra és karsztvizekre épül, míg a réteg- és termálvizek ipari és energetikai szerepe egyre jelentősebb. Ezen felül a mezőgazdaság öntözővíz-igénye folyamatosan növekszik a talaj- és rétegvizek felhasználása irányába. Mérésük, megfigyelésük nélkülözhetetlen eleme a helyes használatuknak és a megfelelő felszín alatti vízgazdálkodásnak, amely az Országos Felszín Alatti Vízszintmegfigyelő Hálózat egyre fontosabb szerepét mutatja.

Hivatkozások

Rónai András: *A talajvíz és rétegvizek kapcsolata az Alföldön*. Hidrológiai közlöny, 1975, 49–53.

Rónai András: *Az alföldi mélységi vízfigyelés eredményeinek elemzése*, Hidrológiai közlöny, 1978, 49–67.

Rónai András: *Időszakos nyomásváltozások a mélységi víztartó rétegekben,* Hidrológiai közlöny, 1969, 106–14.

Rónai András: *Javaslat az alföldi artézi kutak vízszolgáltatási viszonyainak rendszeres mérésére*, Hidrológiai közlöny, 1962, 9–10.

Rónai András: *Mélységi vízfigyelő kutak telepítésének földtani feltételei medenceterületeken,* Hidrológiai közlöny, 1968, 17–25.

Nádor Annamária, Lantos Miklós, Tóth-Makk Ágnes, és Thamó-Bozsó Edit: *Milankovitch-Scale Multi-Proxy Records from Fluvial Sediments of the Last 2.6Ma, Pannonian Basin, Hungary*, Quaternary Science Reviews, 2003, 2157–75, https://doi.org/10.1016/S0277-3791(03)00134-3.

Bélteky Lajos: Az országos rétegvíz-megfigyelő kúthálózat terve, Beszámoló a VITUKI 1969. évi munkáiról, 1972, 277-295

Bloomfield J. P., és Marchant B. P.: *Analysis of Groundwater Drought Building on the Standardised Precipitation Index Approach*, Hydrology and Earth System Sciences, 2013, 4769–87, https://doi.org/10.5194/hess-17-4769-2013.

Brauns Bentje, Cuba Daniela, Bloomfield John P., et al.: *The Groundwater Drought Initiative (GDI): Analysing and Understanding Groundwater Drought across Europe*, Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences, 2020, 297–305, https://doi.org/10.5194/piahs-383-297-2020.

Csaba László: *A M. Áll. Földtani Intézet 1972. évi alföldi rétegvízszint-megfigyelési eredményei*, M. Áll. Földtani Intézet évi jelentése az 1972. Évről, 1974, 133–40.

Csaba László és Varga Péter: *Rétegvíz szintingadozások vizsgálata a Magyar Állami Földtani Intézet rétegvízmegfigyelő kútjaiban*, Hidrológiai közlöny, 1977, 220–24.

Flores Yetzabbel G., Eid Mohamed Hamdy, Szűcs Péter, et al: *Integration of Geological, Geochemical Modelling and Hydrodynamic Condition for Understanding the Geometry and Flow Pattern of the Aquifer System, Southern Nyírség–Hajdúság, Hungary*, Water, 2023, 2888, https://doi.org/10.3390/w15162888.

Fogarassy-Pummer Tímea, Markos Gábor, Vári Zoltán, et al.: *A Duna–Tisza-köze negyedidőszaki képződményei mágneses szuszceptibilitás és karotázs korrelációs vizsgálatok alapján,* Hidrológiai Közlöny, 2024, 43–62, https://doi.org/10.59258/hk.17594.

Marchant, B. P., Cuba Daniela, Brauns Bentje és Bloomfield J. P.: *Temporal Interpolation of Groundwater Level Hydrographs for Regional Drought Analysis Using Mixed Models*, Hydrogeology Journal, 2022, 1801–17, https://doi.org/10.1007/s10040-022-02528-y.

Nelson Ellie, Püspöki Zoltán, White Dustin, et al.: *A Quaternary Aminostratigraphy for the Pannonian Basin: The Competing Influences of Time, Burial Depth and Temperature in Deep-Core Material*, Quaternary Science Reviews, 2024, 109044, https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2024.109044.

Püspöki Zoltán, Fogarassy-Pummer Tímea, Thamó-Bozsó Edit, et al.: *High-resolution Stratigraphy of a Quaternary Fluvial Deposit Based on Magnetic Susceptibility Variations (Jászság Basin, Hungary)*, Boreas, 2020, 181–99, https://doi.org/10.1111/bor.12412.

Püspöki Zoltán, Fogarassy-Pummer Tímea, Thamó-Bozsó Edit, et al.: *High-resolution Stratigraphy of Quaternary Fluvial Deposits in the Makó Trough and the Danube-Tisza Interfluve, Hungary, Based on Magnetic Susceptibility Data*, Boreas, 2021, 205–23, https://doi.org/10.1111/bor.12471.

Püspöki Zoltán, Gibbard Philip Leonard., Kiss László Ferenc, et al.: *Obliquity-driven Mountain Permafrost-related Fluvial Magnetic Susceptibility Cycles in the Quaternary Mid-latitude Long-term (2.5 Ma) Fluvial Maros Fan in the Pannonian Basin*, Boreas, 2023, 402–26, https://doi.org/10.1111/bor.12618.

Püspöki Zoltán, Gibbard Philip Leonard, Nádor Annamária, et al.: *Fluvial Magnetic Susceptibility as a Proxy for Long-term Variations of Mountain Permafrost Development in the Alp-Carpathian Region*, Boreas, 2021, 806–25, https://doi.org/10.1111/bor.12520.

Püspöki Zoltán, Kovács J. István, Fancsik Tamás, et al.: *Magnetic Susceptibility as a Possible Correlation Tool in Quaternary Alluvial Stratigraphy*, Boreas, 2016, 861–75, https://doi.org/10.1111/bor.12196.

Püspöki Zoltán, Markos Gábor, Fancsik Tamás, et al.: *A Quasi-continuous Long-term (5 Ma) Mid-European Mountain Permafrost Record Based on Fluvial Magnetic Susceptibility and Its Contribution to the Explanation of Plio–Pleistocene Glaciations*, Boreas, 2025, 156–77, https://doi.org/10.1111/bor.12678.

Püspöki Zoltán, Markos Gábor, Fancsik Tamás, et al.: *A Quasi-continuous Long-term (5 Ma) Mid-European Mountain Permafrost Record Based on Fluvial Magnetic Susceptibility and Its Contribution to the Explanation of Plio–Pleistocene Glaciations*, Boreas, 2024, bor.12678, https://doi.org/10.1111/bor.12678.

Rotárné Szalkái Ágnes, Marsó Károly, Nagy Péter, Gellér Péterné, és Vassné Hartyányi Zita: *A magyar állami földtani intézet országos vízföldtani megfigyelőhálózata*, Magyar Állami Földtani Intézet éves jelentése, 1996.

Tóth György: *A Magyar Állami Földtani Intézet felszín alatti vízmegfigyelő hálózata*, Földtani Kutatás, 1986, 91–96.

Wunsch Andreas, Liesch Tanja, és Broda Stefan: *Groundwater Level Forecasting with Artificial Neural Networks: A Comparison of Long Short-Term Memory (LSTM), Convolutional Neural Networks (CNNs), and Non-Linear Autoregressive Networks with Exogenous Input (NARX)*, Hydrology and Earth System Sciences, 2021, 1671–87, https://doi.org/10.5194/hess-25-1671-2021.

OGT ÉS OGT+: FÖLDTANI KOCKÁZATCSÖKKENTÉS SZEREPE, INNOVÁCIÓ ÉS DIGITÁLIS, INTEGRÁLT ADATKEZELÉS

OGT AND OGT+: THE ROLE OF GEOLOGICAL RISK REDUCTION, INNOVATION AND DIGITAL INTEGRATED DATA MANAGEMENT

Szerzők:

BERECZKI László (laszlo.bereczki@sztfh.hu) – Ásványi Nyersanyagkutatási és Geofizikai Főosztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

CSABAFI Róbert (robert.csabafi@sztfh.hu) – Ásványi Nyersanyagkutatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

CSERKÉSZ-NAGY Ágnes (agnes.cserkesz-nagy@sztfh.hu) – Ásványi Nyersanyagkutatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

KEMÉNY Márton (marton.kemeny@sztfh.hu) – Ásványi Nyersanyagkutatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

MARKOS Gábor (gabor.markos@sztfh.hu) – Ásványi Nyersanyagkutatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

SZABÓ Tivadar (laszlo.bereczki@sztfh.hu) – Ásványi Nyersanyagkutatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

TAKÁCS Ernő (erno.takacs@sztfh.hu) – Ásványi Nyersanyagkutatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

TÖRÖK István (istvan.torok@sztfh.hu) – Ásványi Nyersanyagkutatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

BAUER Márton (marton.bauer@sztfh.hu) – Ásványi Nyersanyagkutatási Osztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

Absztrakt:

Az energiabiztonság, a földgázfelhasználás csökkentése és a geotermikus energia növekvő szerepe új megközelítést igényel a földtani kutatások tervezésében. A geotermikus beruházások földtani kockázatainak csökkentését és fenntarthatóságát szolgáló komplex állami kutatási programként valósult meg 2023-2025 között az Országos Geotermikus Kutatási Program (OGT), majd annak folytatásaként 2026-tól zajlik annak továbbfejlesztett változata az OGT+ program. A kezdeményezés célja nem csupán új földtani adatok előállítása volt, hanem a felszín alatti térrészről rendelkezésre álló információk hozzáférhetőségének és hasznosíthatóságának növelése egyaránt.

A program egyik legfontosabb eredménye a geotermikus beruházásokat támogató földtudományi adatcsomagok rendszere. Az ország geotermikus szempontból legkedvezőbb térségeire egységes indikátorrendszer alapján alap adatcsomagok készültek, amelyek a földtani, geofizikai, vízföldtani, és megkutatottsági információkat integrált formában foglalják össze és minősítik. Azokon a területeken, ahol a rendelkezésre álló adatmennyiség ezt lehetővé tette, fejlesztett adatcsomagok is készültek, amelyek már 2D-3D adatokra készült szeizmikus értelmezéseket, új földtani modelleket, vízföldtani értékeléseket, valamint a fúráskijelölést közvetlenül támogató földtani következtetéseket is tartalmaznak. Az adatcsomagok célja, hogy a beruházók számára gyorsan áttekinthető, egységes szerkezetű és közvetlenül hasznosítható információt biztosítsanak a projektfejlesztés korai szakaszában.

A program második pillérét a 2023-ban létrehozott Geotermikus Adatszoba, majd annak továbbfejlesztéseként kialakított Digitális Adatszoba jelentette. A rendszer a hagyományos adattári szolgáltatásokon túl webes térinformatikai környezetben biztosít hozzáférést a geotermikus kutatás szempontjából releváns földtani, geofizikai és vízföldtani adatokhoz. Az adatszoba ma már több száz alap- és fejlesztett adatcsomagot, országos földtani és neotektonikai térképeket, fúrási és geofizikai metaadatokat, valamint különböző szakági értelmezéseket integrál egyetlen digitális platformon. A fejlesztés egyúttal mintát ad arra, hogy a földtani szolgálatok miként alakíthatják át a hagyományos adattári működést korszerű, felhasználóközpontú digitális adatszolgáltatássá.
A harmadik pillért az alulkutatott, ugyanakkor jelentős geotermikus potenciállal rendelkező térségekben végrehajtott célzott terepi geofizikai kutatások alkották. A program keretében többek között Mályi, Dombóvár, Mohács–Bóly, Budapest és Zalaegerszeg térségében készültek nagy felbontású 2D és 3D reflexiós szeizmikus mérések. Az eredmények pontosították a medencealjzat szerkezetét, a potenciális karbonátos rezervoárok geometriáját, valamint a geotermikus fluidumáramlást meghatározó vetőrendszerek helyzetét. A kutatások nemcsak új földtani ismereteket szolgáltattak, hanem közvetlenül hozzájárultak a kutatási és fúrási kockázatok mérsékléséhez, illetve több térségben új geotermikus célterületek kijelöléséhez is.

Az OGT és OGT+ eredményei jól mutatják, hogy a földtani kockázatcsökkentés és a projektek fenntarthatóságának leghatékonyabb módja a meglévő adatvagyon integrált feldolgozásával, digitálisan hozzáférhetővé tételével, valamint célzott adatbővítő kutatásokkal valósítható meg. A program tapasztalatai geotermikus kutatási szempontok szerint egy olyan modern földtani szolgálati modell alapjait jelentik, amely a földtani kockázatok csökkentése által egyszerre támogatja az energiaátmenetet, a beruházás-előkészítést és fenntarthatóságot, valamint a hazai földtani adatvagyon hasznosítását.

Abstract:

Energy security, the reduction of natural gas consumption, and the growing importance of geothermal energy require new approaches to geological investigations. The National Geothermal Research Program (OGT) was carried out between 2023 and 2025 as a comprehensive government research program designed to reduce the geological risks and the sustainability of geothermal investments; it was followed by its enhanced version, OGT+,

starting in 2026.The purpose of the project was not only to generate new geological information, but also to improve the accessibility and practical utilization of subsurface data.

One of the most significant achievements of the investigation was the development of a geoscientific data package system designed to support geothermal investments. Based on a unified indicator framework, baseline data packages were prepared for the most prospective geothermal regions of Hungary, integrating and evaluating geological, geophysical, hydrogeological assessment-related information. In areas where sufficient data coverage was available, advanced data packages were also prepared. These include seismic interpretations based on 2D and 3D datasets, updated geological models, hydrogeological assessments, and geological conclusions directly supporting well locations and project planning. The primary purpose of these data packages is to provide investors with standardized, easily accessible and directly applicable information during the early stages of project development.

The second component of the program was the establishment of the Geothermal Data Room in 2023, followed by its further more developments. Beyond traditional geological data services, the system provides web-based geospatial access to geological, geophysical and hydrogeological datasets relevant to geothermal exploration. Today, the platform integrates hundreds of base and advanced data packages, national geological and neotectonic maps, drilling and geophysical metadata, as well as a wide range of interpreted datasets within a single digital environment. The development serves as a practical example of how geological surveys can transform conventional data repositories into modern, user-oriented digital data services.

The third pillar consisted of targeted field geophysical investigations conducted in underexplored regions with significant geothermal potential. As part of the program, high-resolution 2D and 3D reflection seismic surveys were carried out in several areas, including Mályi, Dombóvár, Mohács–Bóly, Budapest and Zalaegerszeg. The results improved the understanding of basement structure, the geometry of potential carbonate reservoirs, and the location of fault systems controlling geothermal fluid migration. These investigations not only provided new geological insights but also directly contributed to reducing exploration and drilling risks and as well as to the discovery of new potencional geothermal areas in several regions.

The results of OGT and OGT+ demonstrate that the most effective approach to geological risk reduction and long-term project sustainability is the integrated processing of existing data assets, their digital accessibility, and their supplementation through targeted explorations. From a geothermal exploration perspective, the experience gained through the program lays the foundation for a modern geological survey model that – thorough geological derisking – simultaneously supports the energy transition, project development, sustainability objectives, and the effective utilization of Hungary's geological data assets.

1. Bevezetés

A 2022-ben kibontakozó európai energiaválság alapvetően átalakította az energiabiztonságról és -ellátásról való gondolkodást. Az orosz–ukrán konfliktus nyomán kialakult piaci bizonytalanság különösen hangsúlyossá tette az importált energiahordozóktól, mindenekelőtt a földgáztól való függőség csökkentésének szükségességét. Magyarországon ezért felértékelődött a hazai energiaforrások, köztük a megújuló energiaforrások szerepe az ellátásbiztonság növelésében. A geotermikus energia hasznosítása ebben a helyzetben különösen kézenfekvő megoldás Magyarország számára. A Kárpát-medence földtani fejlődéséből adódóan az ország területén a geotermikus gradiens az európai átlagnál kedvezőbb, valamint jelentős kiterjedésű, eltérő típusú és mélységű geotermikus rezervoárok állnak rendelkezésre. A nap- és szélenergiával szemben a geotermikus energia nem időjárásfüggő, ezért elsősorban hőenergia-termelésben – így a távhőellátásban, valamint az ipari és önkormányzati hőfelhasználásban – kínál folyamatosan rendelkezésre álló hazai forrást a földgázfelhasználás mérséklésére.

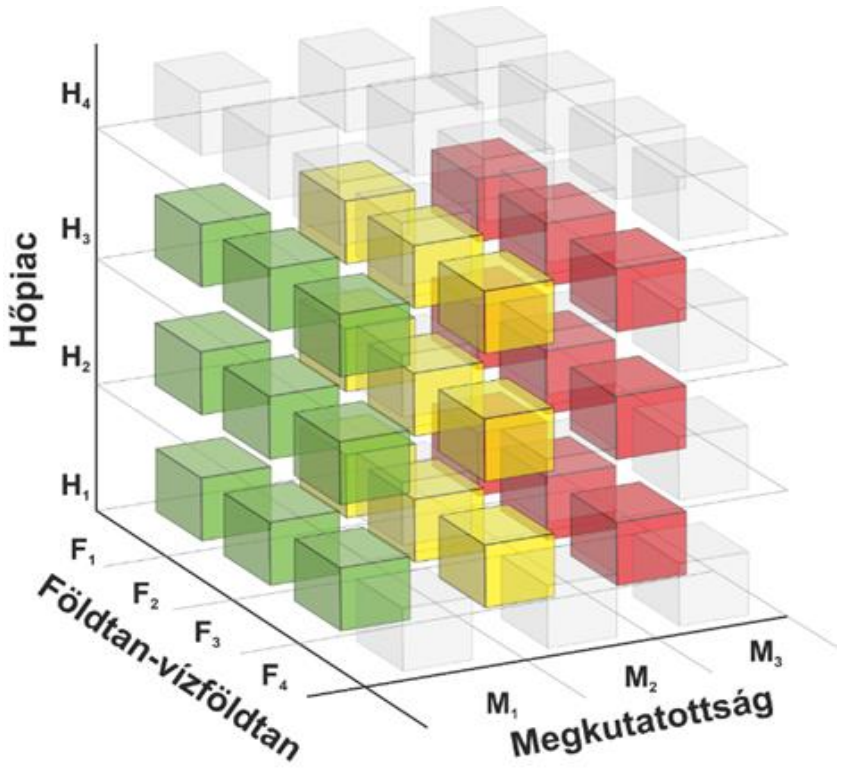
A kedvező természeti adottságok önmagukban azonban nem garantálják egy geotermikus beruházás megvalósíthatóságát. A felszín alatti rendszerek sajátossága, hogy a rendelkezésre álló földtani, geofizikai és vízföldtani adatok sok esetben egyenetlen sűrűségűek és eltérő minőségűek. Egy új geotermikus beruházás megvalósíthatóságát ezért jelentősen befolyásolja, hogy mennyire ismertek a tervezett beruházások, a geotermikus célú fúrások környezetének felszín alatti viszonyai, milyen mélységben és milyen tulajdonságú tároló várható, illetve milyen vízföldtani és hőmérsékleti adottságokra lehet számítani. A geotermikus beruházások egyik legjelentősebb kihívása éppen ebből a bizonytalanságból eredő földtani kockázat.

Ezt felismerve az 1509/2022. (X. 21.) Korm. határozat felkérte a Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatóságának elnökét, hogy vizsgálja meg a geotermikus fejlesztések ösztönzésének lehetőségeit, és tegyen javaslatot egy komplex, a hasznosítás növelését megalapozó kutatási programra. A 2022-es szakmai programjavaslatok alapján egyértelművé vált, hogy a hazai geotermikus potenciál leggyorsabban eredményt hozó hasznosítási területe a hőhasznosítás – elsősorban a távfűtés, de jelentős lehetőség kínálkozik az ipari és az önkormányzati hőfelhasználásban is.

Ezekre az alapokra épült 2022–2025 között az Országos Geotermikus Kutatási Program (OGT), amelynek célja a geotermikus beruházások földtani kockázatának csökkentése és a beruházás-előkészítéshez szükséges földtani információs háttér biztosítása. Az OGT nem a beruházások megvalósítását vagy a fúráspontok kijelölését végzi: az állami szerepvállalás lényege a rendelkezésre álló adatok rendszerezése, újraértékelése, valamint az adathiányos területeken új kutatási adatok előállítása, hogy a beruházói döntések minél kisebb földtani bizonytalanság mellett születhessenek. Az állam feladata tehát a közérdekű földtani információk előállítása és hozzáférhetővé tétele, viszont a konkrét fúrási helyszín kijelölése, a műszaki-gazdasági tervezés és a beruházási döntés a beruházó felelőssége marad [1] (2. ábra).

[1] BERECZKI L., (2023): Az Országos Geotermikus Kutatás adatcsomagok, adatszoba – konferencia előadás *MGE-SZTFH Geotermikus előadói nap*

A program egyik alapvető módszertani eleme a potenciális fejlesztési területek egységes szempontrendszer szerinti osztályozása (1. ábra), amely három tényezőt vesz figyelembe: a hőpiaci adottságokat (van-e gazdaságosan hasznosítható energiaigény), a megkutatottságot, valamint a földtani–geotermikus adottságokat (várható hőmérséklet és tározótípus). A megkutatottság szerint az OGT három kategóriát különböztet meg: az M1 jól megkutatott területeken a rendelkezésre álló adatok elegendők lehetnek a fúrás kijelöléséhez; az M2 területeken a meglévő adatok újraértelmezése és geotermikus szempontú feldolgozása szükséges; az M3, alulkutatott területeken pedig új geofizikai, földtani vagy vízföldtani adatok előállítására van szükség[23].



37. *ábra: Az egyes területek kategorizálása és jelentésük*

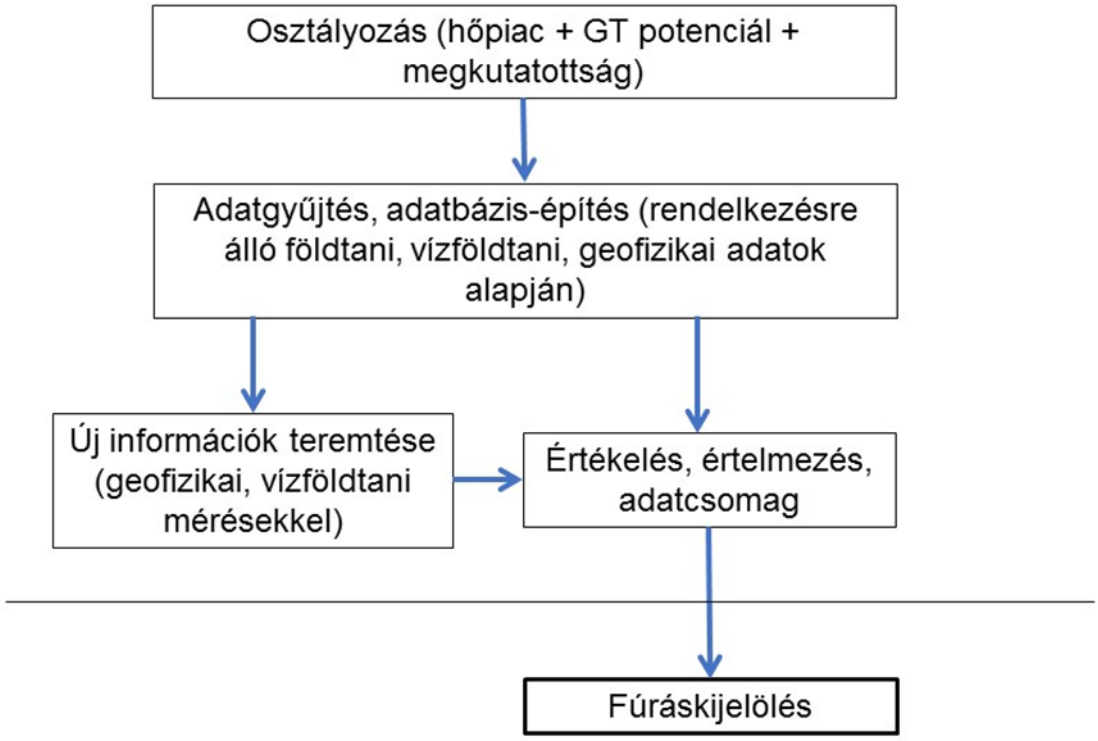
H1-távhő rendszer, H2-jelentős ipari hőpiac, H3-kisebb lakossági hőpiac, H4-nincs / kis hőpiac

M1-jól megkutatott terület (fúrás kijelöléshez elegendő ismeret), M2-megkutatott terület, (fúrás kijelöléshez a meglévő adatok újraértelmezése szükséges), M3-nem kellően megkutatott terület (fúrás kijelöléshez új mérések elvégzése szükséges)

F1-porózus rezervoár, F2-karsztos rezervoár, F3-repedezett rezervoár, F4-földtani szempontból nem alkalmas

[2] BERECZKI L., (2023): Az Országos Geotermikus Kutatás adatcsomagok, adatszoba – konferencia előadás *MGE-SZTFH Geotermikus előadói nap*

Ez a szemlélet határozza meg az OGT teljes munkafolyamatát: a meglévő adatok összegyűjtését és geotermikus szempontú értékelését követően a kellően megkutatott területek eredményei közvetlenül támogatják a beruházói projektfejlesztést, míg jelentős adathiány esetén célzott állami kutatások (geofizikai, vízföldtani, földtani terepi vizsgálatok) csökkentik a bizonytalanságot. Az új eredmények ezt követően beépülnek a meglévő adatrendszerbe, és szükség esetén további kutatási ciklust alapoznak meg[4](2. ábra).



38. ábra: A kutatás módszertana és fő fázisai

A program hosszabb távú jelentősége abban áll, hogy hozzájárul a hazai geotermikus vagyon felelős és fenntartható hasznosításához: a kitermelés, a visszasajtolás és a különböző projektek egymásra gyakorolt hatása csak megfelelő földtani és vízföldtani ismeretekre épülve kezelhető biztonságosan. Ennek megfelelően az OGT három fő operatív területre épült: a geotermikus beruházás-előkészítést támogató alap- és fejlesztett adatcsomagok előállítására, a Geotermikus Digitális Adatszoba kialakítására és működtetésére, valamint a megfelelő hőpiaccal rendelkező, de földtanilag alulkutatott területeken végzett állami kockázatcsökkentő terepi kutatásokra[4] . A program így az állami földtani kutatás hagyományos szerepét egy, a beruházói döntéseket nem kiváltó, hanem azokat jobb minőségű és könnyebben hozzáférhető információval támogató rendszerbe helyezte.

[4] BERECZKI L., (2023): Az Országos Geotermikus Kutatás adatcsomagok, adatszoba – konferencia előadás *MGE-SZTFH Geotermikus előadói nap*

2. A geotermikus adatcsomagok – alapadatcsomagok a beruházások földtani információs hátterének megteremtése

Az OGT egyik legfontosabb feladata a hazai geotermikus beruházások előkészítéséhez szükséges földtani információk rendszerezése és egységes szemléletű összefoglalása volt. Magyarországon jelentős mennyiségű földtani, geofizikai és vízföldtani adat áll rendelkezésre, ezek azonban különböző időpontokban, eltérő célokkal és módszerekkel keletkeztek, ezért önmagukban nem minden esetben adnak közvetlenül használható képet egy beruházás lehetőségeiről és kockázatairól. A fenntarthatóság mellett a program egyik alapvetése, hogy a földtani kockázat csökkentése nem elsősorban új adatok előállítását igényli, hanem a meglévő adatok összegyűjtését, ellenőrzését, térbeli-földtani összekapcsolását és kifejezetten geotermikus szempontú újraértelmezését. Ezt a megközelítést követi az OGT alapadatcsomag-rendszere; az alap- és az értékelt (fejlesztett) adatcsomagok, valamint a tematikus webes térképi rendszer (https://map.hugeo.hu/ogre/) tartalmát a 3. ábra mutatja be.

Tematika	Web (OGRE)	Alapadatcsomag	Értékelt adatcsomag
Alapinfók			
terület elhelyezkedés, alap topo térkép	–	+	+
természetvédelmi területek (nemzeti park, tájvédelmi körzet, TT, Natura 2000)	–	+	+
Megkutatottság (metaadatok)			
CH kutatási területek, bányatelkek	–	+	+
GT bányatelek, védőidom	+	+	+
adattári jelentések listája	–	+	+
CH kútkönyvek listája	–	+	+
fúráspont térkép	+	+	+
geofizikai megkutatottság (2D–3D, MT, gravimetria)	+	+	+
Földtan–geofizika			
fúrások (rétegsorral)	–	+	+
vízföldtani naplók	–	+	+
CH kútkönyvek	–	+	+
karotázs	–	+	+
földtani szintek (alaphegység, pannon talp, lejtő tető)	+	+	+
földtani térmodell: részletezett felületek újraértelmezésekből	–	–	+
tektonika	–	–	+
egyéb tematikus térképek (aljzatföldtan, neotektonika stb.)	–	–	+
2D–3D szeizmikus szelvények, tömbök (terepi és feldolgozott)	–	+	+
földtani szelvények	–	+	+

Tematika	Web (OGRE)	Alapadatcsomag	Értékelt adatcsomag
hőmérséklet térképek	+	+	+
hőáram, hővezető képesség, geotermikus gradiens stb.	–	+	+
hőmérséklet 3D modell	–	–	+
jelentősebb publikációk	–	+	+
Vízföldtan			
hévízkutak törzsadatai (hozam, talp- és kifolyóvíz-hőmérséklet, szűrőzött szakaszok, földtan)	+	+	+
hévízkutak vízkémiája (össz. oldottanyag-tartalom, víztípus, keménység, CH_4)	+	+	+
nyugalmi vízszint, üzemi vízszint	–	+	+
termálvíztartók jellemzése, minősítése	–	–	+

39. ábra: Az alap- és a fejlesztett adatcsomagok tartalma, valamint az Országos Geotermikus Rendszeren (OGRE) keresztül elérhető információk összehasonlítása

Az alapadatcsomagok kiválasztása nem véletlenszerű területekre történt: egy geotermikus projekt megvalósíthatóságához három tényező együttes megléte szükséges – a már korábban ismertetett kockázat értékeléséhez elegendő megkutatottság, megfelelő geotermikus adottság, valamint rendelkezésre álló hőpiac. A hőpiaci értékelés szempontjai közé tartozott a távhőrendszer megléte és mérete, a település lakosságszáma és az ipari hőigény. Emellett figyelembe vettük a jelentősebb hőerőművek környezetét, valamint az adottságok esetében a jelenleg hőpiaccal nem, de a kiemelkedő geológiai potenciállal rendelkező területeket is szem előtt tartottuk, hogy az adatbázis a jövőbeli fejlesztési lehetőségeket, esetleges villamosenergia-termelési kapacitások kiaknázási területeit is lefedje. A programterv alapján 200 települést azonosítottunk potenciális geotermikus célterületként.

A következő szűrés a földtani megkutatottságra helyezte a hangsúlyt, mivel a beruházási kockázat jelentős része abból fakad, hogy a felszín alatti rezervoár milyen pontossággal ismert; a kiválasztásban kiemelt szerepet kapott a 3D, ennek hiányában a megfelelő sűrűségű 2D reflexiós szeizmikus lefedettség. Ez a rendszer határozta meg az alap- és a fejlesztett adatcsomagok közötti különbséget is: az alapadatcsomagok a szélesebb körben kiválasztott, perspektivikus területek meglévő információit összegzik, míg a részletesebben megkutatott, kiemelt területeken további értékelések készültek a fejlesztett adatcsomagok keretében.

2.1. Alapadatcsomagok tartalma és jelentősége

Az alapadatcsomag egy adott terület geotermikus szempontú „információs pillanatképe", amely különböző földtudományi részterületek adatait kapcsolja össze. Területi alapját a kijelölt települések és azok 15 km-es környezete jelenti, mivel a felszín alatti víz- és hőáramlási rendszerek, földtani szerkezetek és rezervoárok természetes módon túlnyúlnak a közigazgatási határokon, olykor szomszédos települések esetében át is fedve egymást. Az adatcsomag ezért

nem egyszerű települési adatlap, hanem geotermikus szempontból értelmezhető területi információs egység.

Az alapadatcsomagokban szerepet kaptak a rendelkezésre álló földtani térképek, fúrási információk, rétegsorok, valamint a korábbi geofizikai – kiemelten szeizmikus – kutatások adatai, köztük a 2D és 3D szeizmikus mérések és a kapcsolódó geofizikai adatok. A térképi rendszerbe olyan regionális alaptérképek is beépültek, mint Magyarország pre-kainozoos földtani térképe[5] és neotektonikai térképe[6], amelyek keretet adnak az aljzati szerkezetek, a fiatal tektonikai folyamatok és a medencefejlődés országos léptékű vizsgálatához; emellett folyamatosan frissülnek a bányászati területek nyilvántartásai is. Az adatcsomagokban megjelennek a hőmérsékleti viszonyokat leíró adatok is: geotermikus gradiens, hőáram és hőmérsékleti térképek, valamint a hazai hőáram- és geotermikusgradiens-adatbázisok, hőmérsékleti gridek és geoizotermák[7][8][9][10].

A geotermikus energia hazai hasznosítása jelentős részben termálvízhez kapcsolódik, ezért a vízföldtani információk az alapadatcsomagok egyik legfontosabb részét alkotják. Az adatfeldolgozás alapját az SZTFH Hévízkút Katasztere jelentette; a kiválasztott területek termálkút-adatait egységes szerkezetbe rendeztük, beleértve a kutak koordinátáit, tengerszint feletti magasságát, talpmélységét és szűrőzött szakaszának mélységét, a vízadó réteg korát és litológiáját, valamint a vízszint- és hőmérsékletadatokat. A nyugalmi és az üzemi vízszint a vízadó rendszer hidraulikai viszonyait, a kifolyóvíz- és talphőmérséklet a hasznosítás szempontjából releváns hőmérsékleti információt jellemzi. A közel 1200 hévízkútból jelenleg 347 kúthoz áll rendelkezésre feltöltött és értékelt vízföldtani napló – ez az adatállomány a geológiai és geofizikai adatok mellett közvetlen információt szolgáltat a vízadó rétegekről és azok jellemzőiről.

A rendszerbe bekerültek a vízkémiai adatok is (összes oldottanyag-tartalom, víztípus, keménység, metántartalom), amelyek a beruházás műszaki előkészítésében fontos szerepet töltenek be: a víz kémiai összetétele befolyásolja a kutak és a felszíni hőhasznosító rendszer kialakítását, a vízkő- és korrózióképződés kockázatát, valamint a kitermelés és visszasajtolás feltételeit; a jelentősebb oldott gáztartalom szintén hatással lehet a termelés műszaki feltételeire. Az alapadatcsomag így már ebben a formájában egységes képet ad egy terület geotermikus és hidraulikai viszonyairól, várható hőmérsékleti adottságairól és vízminőségéről, amelyek egyúttal a potenciális termelési nehézségekre is rámutathatnak.

Az alapadatcsomagok elkészítése jóval többet jelentett az adatok egyszerű összegyűjtésénél: az eltérő eredetű, eltérő céllal és módszertannal készült adatok (CH-kutatási fúrás, termálkút,

[5] HAAS, J., BUDAI, T., CSONTOS, L., FODOR, L. & KONRÁD, G. (2010). Magyarország Pre-Kainozoos Földtani Térképe, 1: 500 000. *Magyar Állami Földtani Intézet Kiadványa, Budapest*

[6] WÓRUM, G., KOROKNAI, B., KOROKNAI, ZS., FEKETE-NÉMETH, V., KOVÁCS, G., TÓTH, T., *(2020)* Young geological deformations in Hungary. *Geomega Ltd., Budapest* https://doi.org/10.17632/dnjt9cmj87.1

[7] HORVÁTH, F. (2007) A Pannon-medence geodinamikája – Eszmetörténeti tanulmány és geofizikai szintézis. – *MTA doktori értekezés.*

[8] LENKEY, L., MIHÁLYKA, J., & PARÓCZI, P. (2021) Magyarország geotermikus viszonyainak áttekintése. Földtani Közlöny, 151(1), 65–78 https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2021.151.1.65

[9] LUKÁCS *T., (2023) 3D* Temperature Model of Hungary – *Absztrakt Ifjú Szakemberek Ankétja MGE, Nagybörzsöny 2023*

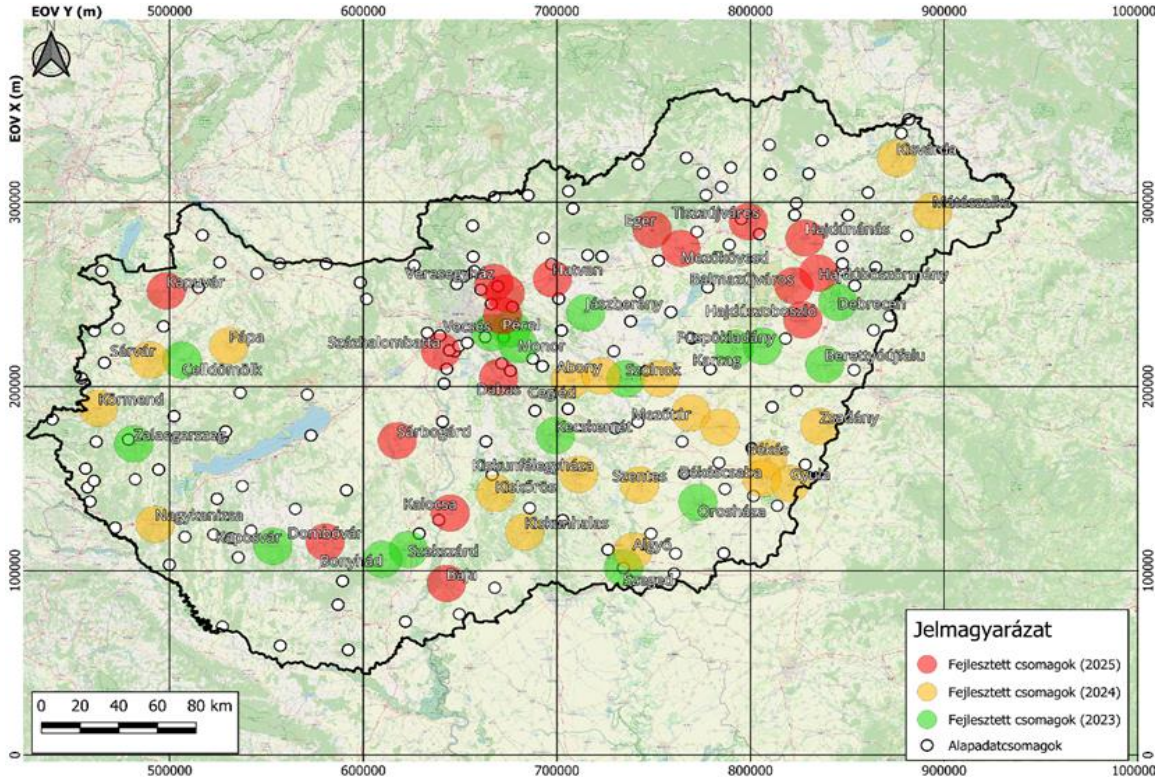
[10] *Virók A., (2023) Országos geotermikus potenciálbecslés hőmérsékleti és hozamadatok alapján, valamint a kutak hatásterületének modellezése Szakdolgozat ELTE TTK Geofizikai és Űrtudományi Tanszék. 106pp*

szerkezetkutató szeizmikus mérés) közös geotermikus értelmezési keretbe helyezése volt az egyik legfontosabb szakmai feladat. Ahol elegendő információ állt rendelkezésre, ott a meglévő adatok rendszerezése önmagában is jelentős eredményt hozott; más területeken az összeállítás során vált láthatóvá, milyen kérdésekre nem adható megfelelő válasz a meglévő adatok alapján – ilyenkor az adatcsomag nem a kutatás végét, hanem a következő kutatási lépés kijelölését jelentette. Az OGT egyik legfontosabb sajátossága éppen ez: az adatcsomag nem minősíti automatikusan „jónak" vagy „rossznak" a területet, hanem megmutatja, mit tudunk róla, mit nem, és milyen további információ szükséges a földtani kockázat csökkentéséhez. A cél az, hogy a beruházó a hőpiaci, rezervoár-, hőmérsékleti, hozam- és vízkémiai kérdésekre a rendelkezésre álló ismeretek gyors, egységes áttekintése alapján tudjon dönteni a további célzott kutatás szükségességéről. Eközben a végső fúrási döntés az ő feladata marad: az alapadatcsomagok tehát nem „fúrási javaslatok", hanem a fúrás előtti földtani döntéshozatal eszközei.

2.2. Fejlesztett, értékelt adatcsomagok

Az összegyűjtött adatok önmagukban nem minden esetben elegendők egy konkrét célterület vagy fúrási helyszín meghatározásához – ehhez az adatok térbeli-földtani összefüggéseinek vizsgálata, újraértelmezése és egységes szakmai rendszerbe foglalása is szükséges. Ezt szolgálják a fejlesztett adatcsomagok, amelyek az alapadatcsomagokra épülnek, de azoknál lényegesen magasabb szintű feldolgozást tartalmaznak: míg az alapadatcsomag azt mutatja meg, milyen adatok állnak rendelkezésre, a fejlesztett adatcsomag arra keresi a választ, mit mondanak ezek a terület földtani és geotermikus adottságairól, és hogyan használhatók fel a beruházás-előkészítésben.

A fejlesztett adatcsomagok azokban a térségekben készültek, ahol a megfelelő megkutatottság, a kedvező geotermikus adottság és a hőpiaci háttér együttesen volt azonosítható – így összesen 54, megfelelő hőpiaccal rendelkező és jól megkutatott településhez kapcsolódó terület részletesebb értékelése történt meg (4. ábra). Ahol csak néhány, egymástól távol elhelyezkedő fúrás vagy korlátozott geofizikai mérés áll rendelkezésre, a földtani modell bizonytalansága szükségszerűen jelentős marad; ilyen esetben a részletes értelmezés helyett elsősorban további adatgyűjtésre van szükség.

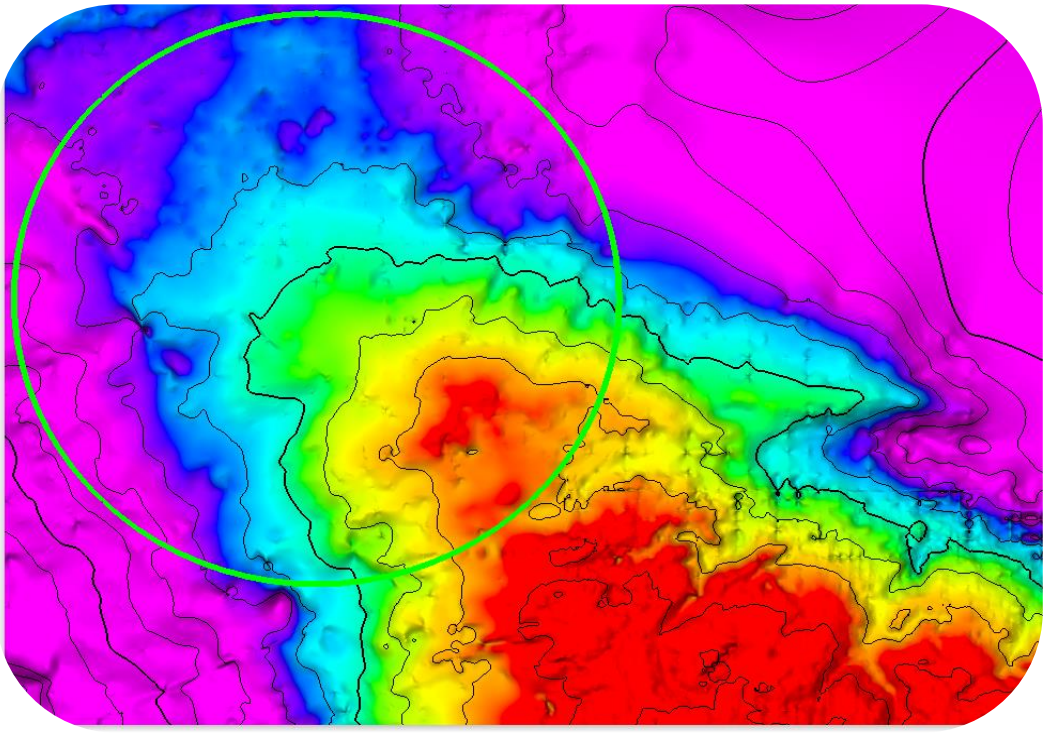


40. ábra: Az országos geotermikus kutatás adatcsomagjainak területei, kiemelve 2022-2025 időszakban megvalósított alap és a fejlesztett adatcsomagokat

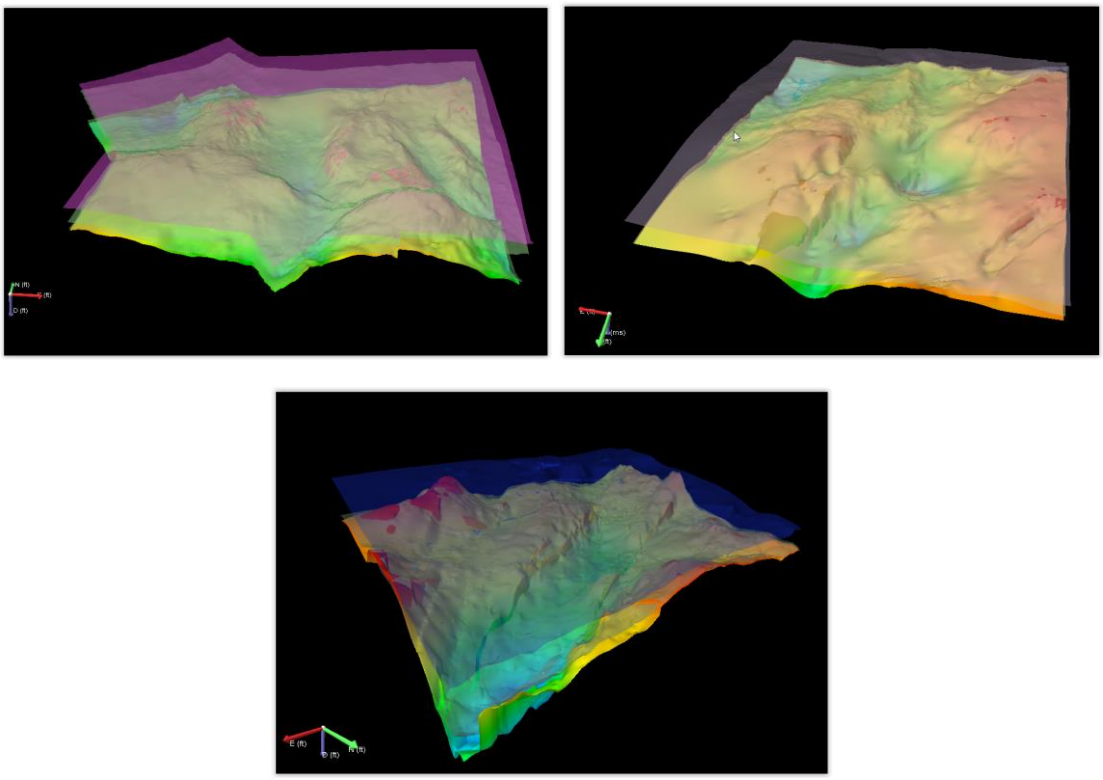
A munkában szeizmikus értelmezéssel, földtani-szerkezeti értékeléssel, vízföldtani vizsgálatokkal, térinformatikával és adatmenedzsmenttel foglalkozó szakemberek vettek részt összehangoltan, biztosítva, hogy a szakterületek eredményei egy közös geotermikus értelmezés részét alkossák. A munkafolyamat az adatok összegyűjtését és ellenőrzését követően a fúrási-földtani információk értékelésével, a szeizmikus adatok újraértelmezésével, a földtani-szerkezeti modell kialakításával, majd ezek térinformatikai megjelenítésével folytatódott, a cél egy, a hasznosítás szempontjából is értelmezhető geotermikus elvi modell és koncepció kialakítása volt.

A fejlesztett adatcsomagok legfontosabb többletértéke a korábban megszerzett szeizmikus adatok korszerű, kifejezetten geotermikus célú újraértelmezése. Kiemelt szerepet kaptak a felszín alatti szerkezet háromdimenziós vizsgálatát lehetővé tevő 3D adattömbök, kiegészülve a sűrű hálózatban rendelkezésre álló 2D vonalak regionális korrelációs szerepével. Az értelmezés során a szeizmikus adatokat minden esetben összevetettük a mélyfúrási információkkal, így a fúrásokban azonosított földtani képződmények a fúrások közötti területeken is követhetővé váltak. Kiemelt figyelmet kapott a prekainozoos aljzat, a pannóniai képződmények alja és a progradáló selfperem teteje által kijelölt, minden egyes területre elkészült földtani szintek térbeli helyzete, amely alapvető a medence szerkezetének és a lehetséges célterületek megértésében. Mivel a földtani szerkezetek és törési rendszerek nem igazodnak a kutatási blokkokhoz vagy a közigazgatási határokhoz, az értelmezés egyes esetekben a vizsgált terület 15 km-es körzetét is meghaladta (41. ábra, 42. ábra). Az egyik legfontosabb eredmény a tektonika és a földtani egységek határainak pontosabb meghatározása: a vetők geotermikus szempontból a kőzetek repedezettsége és a folyadékáramlás miatt

jelentősek, önmagukban azonban nem jelentik automatikusan a hasznosíthatóságot – a cél ezért a vetők földtani környezetben történő értelmezése (koruk, az általuk érintett egységek, esetleges felújulásuk).



41. ábra: Az orosházi terület és a tágabb térség prekainozoós aljzat szintje

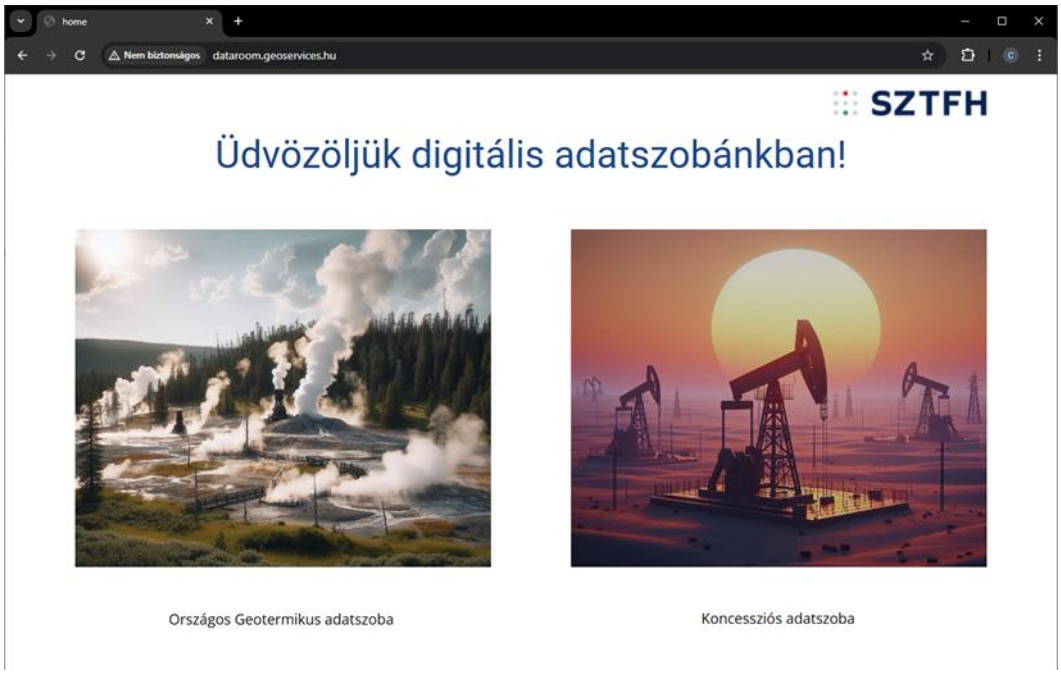


42. ábra: Püspökladány és Karcag, illetve Debrecen és Kecskemét terület felületmodelljei

A fejlesztett adatcsomagok másik fontos eleme a vízföldtani értékelés, amely a célképződmények földtani-szerkezeti környezetét a vízáramlási rendszerek, a vízkémiai jellemzők és a termálvíz-hasznosítás szempontjából egészíti ki, mivel a hasznosíthatóság megítéléséhez a hidrodinamikai és vízkémiai viszonyok ismerete is szükséges. Fontos hangsúlyozni, hogy a fejlesztett adatcsomag sem helyettesíti a beruházás előtti részletes kutatást: egy előzetes földtani modell alapján kijelölt perspektivikus terület nem tekinthető automatikusan fúrási helyszínnek, a végleges fúráspont kijelöléséhez további célzott vizsgálatok szükségesek. Legfontosabb szerepe a kockázat csökkentése – nem az, hogy az állami kutatás minden vizsgálatot elvégezzen a beruházó helyett, hanem hogy a közadatok szakszerű értékelésével érdemben csökkenjen a beruházás megkezdésekor fennálló földtani bizonytalanság (angol terminus szerint: *precompetetive data* álljon rendelkezésre).

3. Geotermikus Digitális Adatszoba

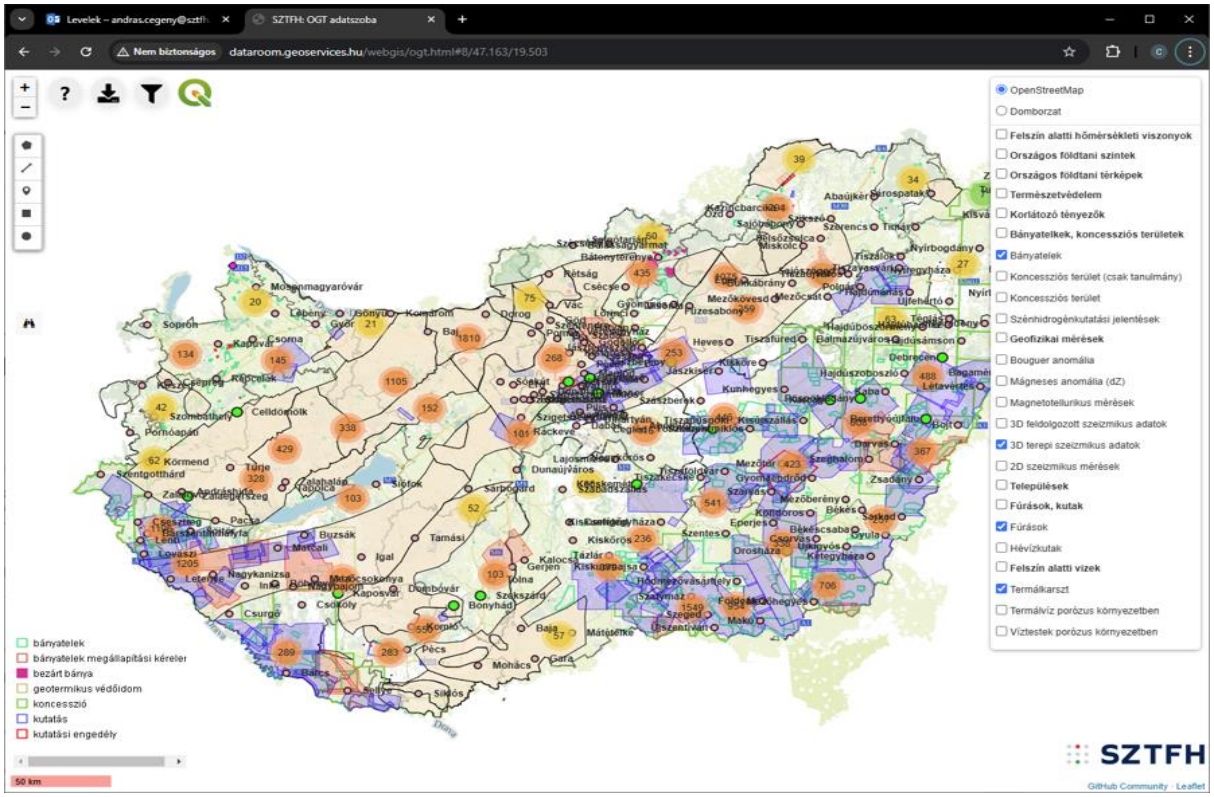
A geotermikus kutatások egyik alapvető feltétele nem csupán a megfelelő mennyiségű és minőségű földtani, geofizikai és vízföldtani adat megléte, hanem azok megfelelő minőségben történő rendelkezésre állása is (43. ábra). Az OGT egyik fontos eredménye ezért a geotermikus célú adatszoba létrehozása és folyamatos fejlesztése, amely a rendelkezésre álló információkat egységes rendszerben teszi áttekinthetővé[11][12]. Célja kezdettől fogva nem pusztán az adatok megőrzése volt, hanem olyan rendszerezése és térinformatikai megjelenítése is, amely a beruházás-előkészítést és a kockázatcsökkentést egyaránt segíti.



43. ábra: Az adatszoba tematikus webes böngésző térképének főoldala

[11] *CÉGÉNY A., (2024)* Assembly and development of an offline, subsurface geology national dataroom platform with up-to-date open-source tools and a scalable design – *Absztrakt Ifjú Szakemberek Ankétja MGE, Hévíz 2025*
[12] BERECZKI L., *(2025C),* Webes és digitális térképek, adatrendszerek és adatszoba az SZTFH-ban *57. Bányagépészeti és bányavillamossági konferencia Balatongyörök*

Az adatszoba fejlesztése időközben túlmutatott a kizárólag geotermikus célú adatkezelésen: az elmúlt évek szénhidrogén-kutatási koncessziói, illetve a felszín alatti gáz vagy energia-hidrogén tárolás kapcsán igény jelentkezett egy, a mélyföldtani adatokat egységesen bemutató, betekintést és adatvásárlást támogató digitális szolgáltatásra. A rendszer így már nem egyetlen kutatási célhoz kapcsolódó adatokat jelenít meg, hanem célirányosan bővíthető általános adat-infrastruktúraként működik, amely lehetővé teszi a hazai földtani vagyon térinformatikai áttekintését, a kutatási lehetőségek előzetes értékelését, valamint az adatvásárlási folyamatokhoz kapcsolódva a részletesebb adatokhoz való hozzáférés előkészítését.



44. ábra: Az adatszoba webes megjelenítése

A fejlesztés eredményeként létrejött egy térinformatikai környezet, amelyben az ország eltérő típusú földtani és geofizikai adatai együtt vizsgálhatók. Ennek érdekében egy háttér-adatbázist alakítottunk ki[13] hogy ugyanabból a struktúrából tematikus térképi alkalmazások és lekérdezések is könnyebben létrehozhatók legyenek. A navigációs felület (8. ábra) a felhasználót a kutatási célnak (geotermikus vagy szénhidrogén-kutatási) megfelelő környezetbe vezeti; a térképi felület a szűrési lehetőségek önálló ablakba emelésével jelentősen áttekinthetőbbé vált – a hévízkutaknál például már a vízföldtani naplók alapján is lehetséges a szűrés. A rendszer fontos eleme, hogy a térképi projektek QGIS-formátumban letölthetők, ami elsősorban a haladó felhasználóknak jelent előnyt, akik a webes áttekintés mellett saját térinformatikai környezetükben is elemezni szeretnék az adatokat. Hasonlóképp letölthetővé váltak a fúrások, hévízkutak és 2D szeizmikus mérések olyan metaadatai is, amelyek az

[13] *CÉGÉNY A., FRIEDL Z., BARCZIKAYNÉ SZEILER R. (2026)* Thematic digital database development – *Előadás, 10th Central European Geoscience Information Consortium Meeting, Budapest 2026*

Adattárban történő adatigényléshez szükségesek, szorosabbra fűzve az adatszoba és az adattár kapcsolatát.

A nagyszámú, egymással összefüggő adatrendszer frissítése és mentései miatt az adatszoba a központi kiszolgáló-szerveren lett kialakítva, ahol az adatbázis és a térinformatikai alkalmazások módosításai egyetlen ellenőrzött környezetben történnek – ez egyszerűsítette az adatfrissítést, a karbantartást és a mentést, és lehetővé teszi a felhasználói munkaállomások számának későbbi bővítését is. A korábbi, speciális kiegészítő programot igénylő letöltési megoldást böngészőből elérhető mappastruktúra váltotta fel. Az adatszoba jelenleg offline, ellenőrzött környezetben, kizárólag a belső hálózatról, illetve a helyszíni gépekről érhető el; megnyitásakor a szerverről biztonsági mentés készül, így szükség esetén stabil állapot állítható vissza. Végleges helyét a Stefánia út 14. szám alatti, felújított épületben, az új adattár közelében alakítottuk ki, ami lehetővé teszi a két rendszer szoros együttműködését.

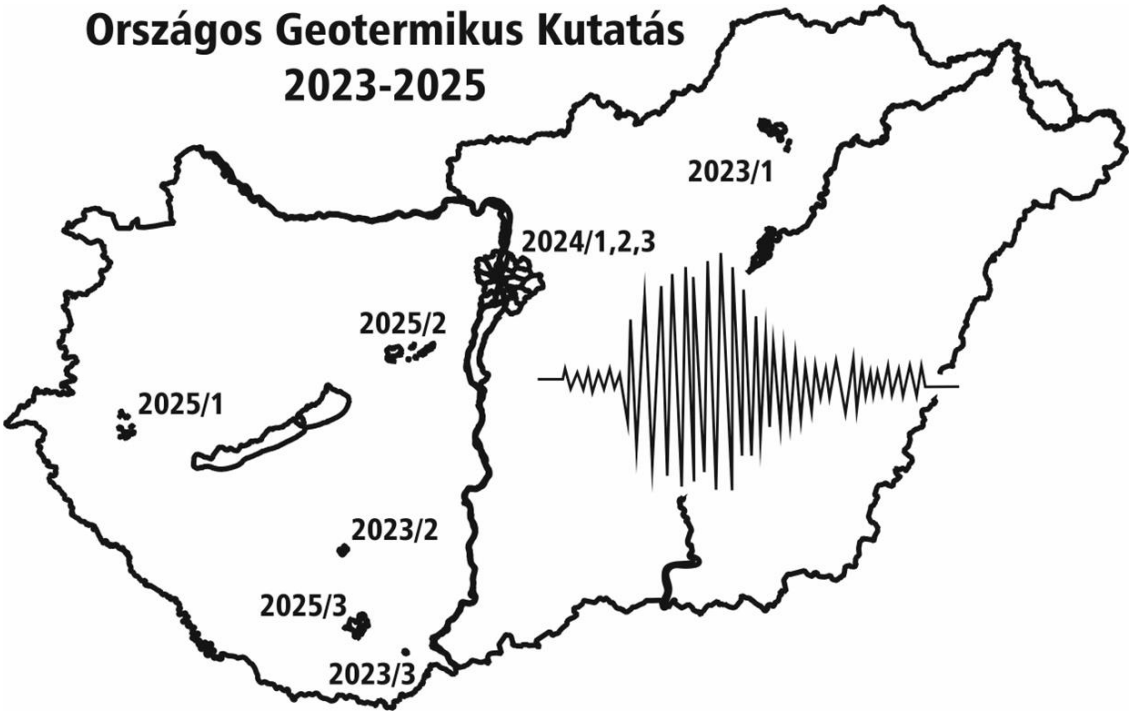
Az adatszoba 2024 szeptember közepén lépett át a tesztüzemből az aktív működési szakaszba, elkészült a szükséges infrastruktúra (bejelentkezési protokoll, kapcsolattartási cím, felhasználási feltételek). A tesztüzem visszajelzései döntően pozitívak voltak, a jelzett problémákat és technikai hibákat fokozatosan javítottuk. Az érdeklődés már ekkor több irányból érkezett: az ipari szereplők elsősorban a szolgáltatás és a rendelkezésre álló adatok megismerése céljából keresték fel az adatszobát, míg az egyetemi felhasználók körében konkrét adatigények is jelentkeztek. A piaci szereplők közül a MOL, a CarpaVis Kft., a Mannvit Kft., az Artic Green Terv és a Geo-Sentinel Kft. mutatott mélyebb érdeklődést; a szolgáltatást emellett több geotermikus és szénhidrogén-kutatási témájú szakmai előadáson, konferencián és kerekasztal-beszélgetésen is bemutattuk.

Az aktív működés során az érdeklődők köre tovább bővült: megkeresések érkeztek a Miskolci Egyetem és az Eötvös Loránd Tudományegyetem részéről is, az érdeklődés pedig egyre inkább túlmutatott a szűken vett geotermikus kutatáson – a Mecsekérc Zrt. például egyéb nyersanyagkutatási koncessziókhoz keresett átfogó mélyföldtani adatokat. Ez arra mutat, hogy az egységesen rendszerezett, gyorsan elérhető digitális földtani adatszolgáltatás iránti igény szélesebb kutatási és ipari kört érint, nemcsak a geotermikus szektort.

Az adatszoba ezt az integrált szemléletet támogatja azzal, hogy a különböző adatcsoportokat közös térképi környezetben jeleníti meg: segítségével egy beruházó vagy kutatócsoport már a részletes kutatás megkezdése előtt áttekintheti egy terület megkutatottságát, azonosíthatja a rendelkezésre álló adatokat, és meghatározhatja a további információs igényt. Az alapadatcsomagokkal együtt olyan információs infrastruktúrát biztosít, amely a regionális áttekintéstől a konkrét terület kiválasztásán át a részletes adatbeszerzésig támogatja a kutatási folyamatot. A működés során szerzett tapasztalatok alapján több fejlesztési igény is megfogalmazódott: az ipari szereplők számára hosszabb időtartamú és összetettebb adatszoba-használat biztosítása, valamint az adattárral összehangolt nyitvatartás-bővítés, a technikai munkakörnyezet és a szakmai szoftverkörnyezet korszerűsítése, amelyek javítanák az egyidejű munkavégzés feltételeit.

4. Területorientált, kampányszerű mérések az alulkutatott területeken

Az OGT egyik kiemelt feladata az ország geotermikus szempontból jelentős, ugyanakkor földtanilag és geofizikailag kevésbé alátámasztott területeinek célzott vizsgálata. Ez a kutatási elem az állami földtani kockázatcsökkentés eszköze: olyan térségekre koncentrál, amelyeket a korábbi szénhidrogén-kutatás csak részlegesen ismert meg, vagy amelyekben az olajipari kutatás nem, illetve csak korlátozottan érintette a geotermikus szempontból releváns mélységtartományt. A területek kijelölésénél a rendelkezésre álló földtani, vízföldtani és geotermikus információk, valamint a várható potenciál együttes értékelése volt a fő szempont.



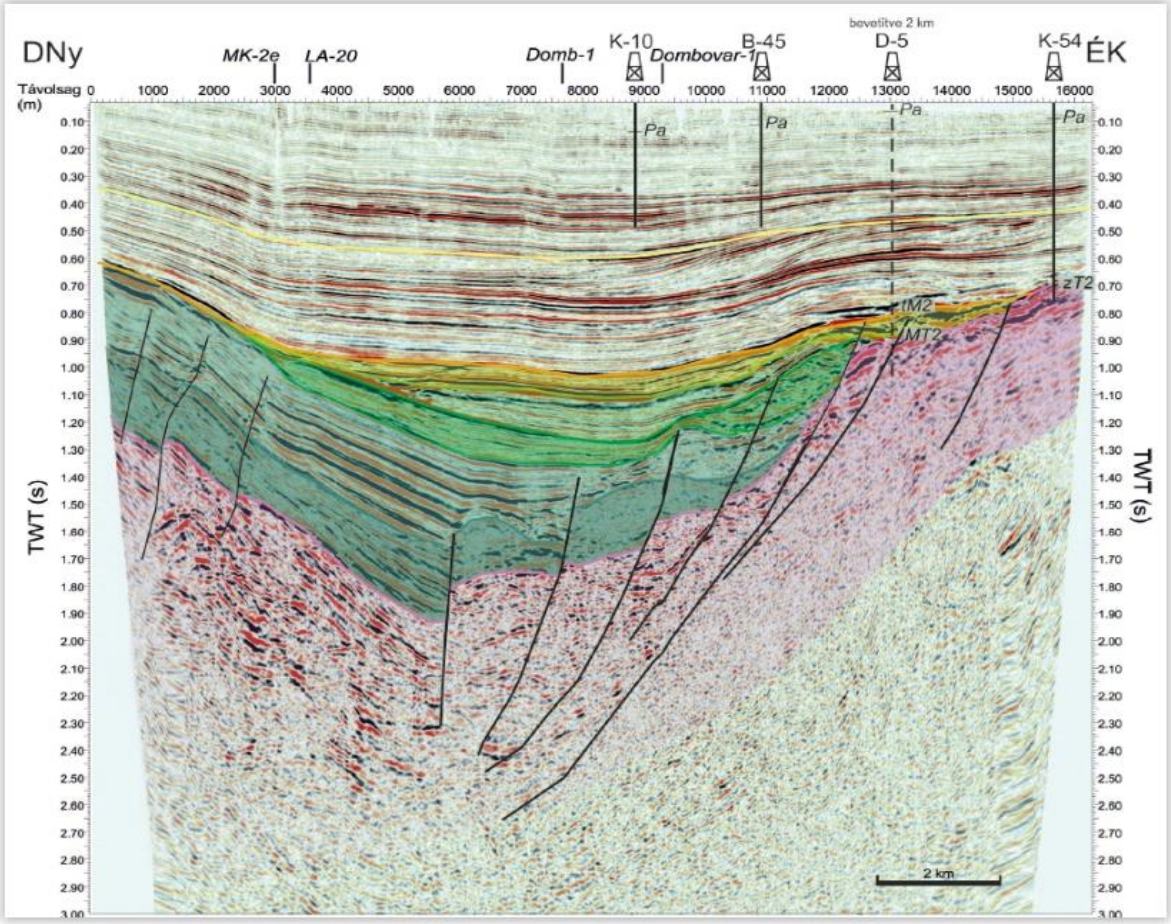
45. ábra: Geotermikus kutatási program terepi geofizikai mérései

A 2022-ben elindított programban a szeizmikus mérések kifejezetten állami kockázatcsökkentő eszközként jelentek meg. A Mályi, Dombóvár, Mohács-Bóly és Zalaegerszeg térségében végzett mérések[14] (45. ábra) célzottan az alulkutatott, de jelentős hőpiaci potenciállal rendelkező területek földtani bizonytalanságát csökkentették. A Mályi térségi 3D szeizmikus mérés mérföldkőnek számít: állami kutatásban itt alkalmaztak először autonóm, kis csatornaszámú mérőrendszert, amely összetett szerkezetföldtani viszonyok között is alkalmasnak bizonyult a kockázat csökkentésére, és megalapozta további eljárások (pl. AVO-alapú elemzések) alkalmazását[15].

[14] BAUER MÁRTON (2023): Az Országos Geotermikus Kutatás terepi geofizikai mérései és eredményei – konferencia előadás *MGE-SZTFH Geotermikus előadói nap*

[15] BAUER M (SZERK.) & BERECZKI L, CSABAFI R, CSERKÉSZ-NAGY Á, HEGEDŰS E, KEMÉNY M, LŐRINCZ K, LUKÁCS T, MARKOS G, PÁL L, SZABÓ T, SZEBENYI R, TAKÁCS E, TÖRÖK I, VIRÓK A, *(2023 A*) Prekainozoós aljzatfelszín és szerkezetföldtani kutatás Mályi és Kistokaj térségében – *Kutatási zárójelentés*, SZTFH, Budapest, 45 p.

A Dombóvár térségében végzett kutatás célja a pannóniai üledékek alatti karbonátos aljzat geometriai és szerkezeti viszonyainak pontosítása volt. A mérések kimutatták a neogén üledéksor jelentős vastagságváltozásait és egy geotermikus szempontból potenciális fél-árkot, amelyet kisebb elvetésű, de hidraulikailag jelentős vetők tagolnak; az eredmények szerint a sekély pannóniai rezervoárok mérsékelt potenciált hordoznak, míg a mélyebb, megfelelően karsztosodott karbonátos egységek alkalmasabbak lehetnek közepes hőmérsékletű rendszerekre, csökkentve a fúrási célpontok kockázatát[16] (46. ábra).



46. ábra: Dombóvári szeizmikus mérés értelmezett reflexiós szeizmikus szelvénye

A Mohács-Bóly térsége a Dél-Dunántúl egyik legígéretesebb, ugyanakkor szerkezetileg összetett célterülete. A kutatás a vastag neogén üledékek alatti mezozoos karbonátos aljzat mélységét és tagoltságát vizsgálta; az eredmények igazolták az aljzat erős szerkezeti tagoltságát és regionális jelentőségű vetőrendszerek jelenlétét, amelyek egyszerre jelenthetnek fluidumáramlási csatornát és kockázati tényezőt. Az azonosított, sekélyebb aljzati zónák különösen fontosak a fenntartható hasznosítás hosszú távú tervezéséhez.[16]

[16] BAUER M (SZERK.) & BERECZKI L, CSABAFI R, CSERKÉSZ-NAGY Á, HEGEDŰS E, KEMÉNY M, LŐRINCZ K, LUKÁCS T, MARKOS G, PÁL L, SZABÓ T, SZEBENYI R, TAKÁCS E, TÖRÖK I, VIRÓK A, *(2023B)* prekainozoos aljzatfelszín és szerkezetföldtani kutatásról Dombóvár térségében – *Kutatási zárójelentés*, SZTFH, Budapest, 58 p.

A 2024. évi kampány kiemelt eleme Budapest térségének 2D reflexiós szeizmikus vizsgálata volt, amelynek célja a főváros mélyföldtani viszonyainak – a prekainozoos aljzat mélységének és morfológiájának, a paleogén-miocén képződmények településének, valamint a fő szerkezeti elemek lefutásának – megismerése, kiemelt tekintettel a termálkarsztos rendszer és a fedő üledékes összletek szerkezetére (Budapest GT). A kampány során hat 2D szelvény, összesen mintegy 55 km hosszban készült a Rákos-patak, a Szilas-patak, a dél-pesti térség és a Budapest Airport környezetében, a korábbi szelvényeket összekötve[17][18][19]. A városi környezet – beépítettség, közlekedési infrastruktúra, antropogén zaj, időjárási viszonyok (47. ábra) – összetettebb adatgyűjtést és feldolgozást igényelt, a mérési paramétereket a mintegy 1000-2500 m mélységtartományban lévő célok megfelelő leképezéséhez igazítottuk.



[17] BAUER M (SZERK.) & BERECZKI L, CSABAFI R, CÉGÉNY A, CSERKÉSZ-NAGY Á, HEGEDŰS E, KEMÉNY M, LŐRINCZ K, LUKÁCS T, MARKOS G, PÁL L, PÖSTYÉNI F, SZABÓ T, SZEBENYI R, TAKÁCS E, TÖRÖK I, *(2025)* Prekainozoós aljzatfelszín és szerkezetföldtani kutatás Zalaegerszeg térségében, *SZTFH földtani kutatási zárójelentés, Budapest, 108 p*

[18] BERECZKI L., BAUER M., CSABAFI R., CSERKÉSZ-NAGY Á., HEGEDŰS E., KEMÉNY M., LUKÁCS T., MARKOS G., PÁL L., SZABÓ T., SZEBENYI R., TAKÁCS E., TÖRÖK I., VIRÓK A. *(2025*), Az Országos Geotermikus kutatási programban készült új szeizmikus mérési eredmény a Bólyi-árokból – *Absztrakt Tiszia konferencia 2025*

[19] BERECZKI L., *(2026)*, Az Országos Geotermikus Kutatás zalaegerszegi szeizmikus méréseinek eredményei - *MFT ÉTDSZ- Éves előadóinap Zirc 2026.*



47. ábra: Az extrém mennyiségű csapadék és a beépített környezet által nehezített mérési körülmények. A gyorsan lehullott nagy mennyiségű hó és eső miatt csúszóssá vált a Rákos-patak rézsűje, ezért a mérést a komolyabb fagyokig szüneteltetni kellett. Egyes szelvény szakaszokon a szelvény méterekre közelítette a beépített részeket, ahol kiemelt szerepet kapott a rezgéskeltés hatásainak kontrollja, hogy a mérések ne veszélyeztessék az épületeket, miközben a szükséges mélységi információ továbbra is megbízhatóan kinyerhető legyen.

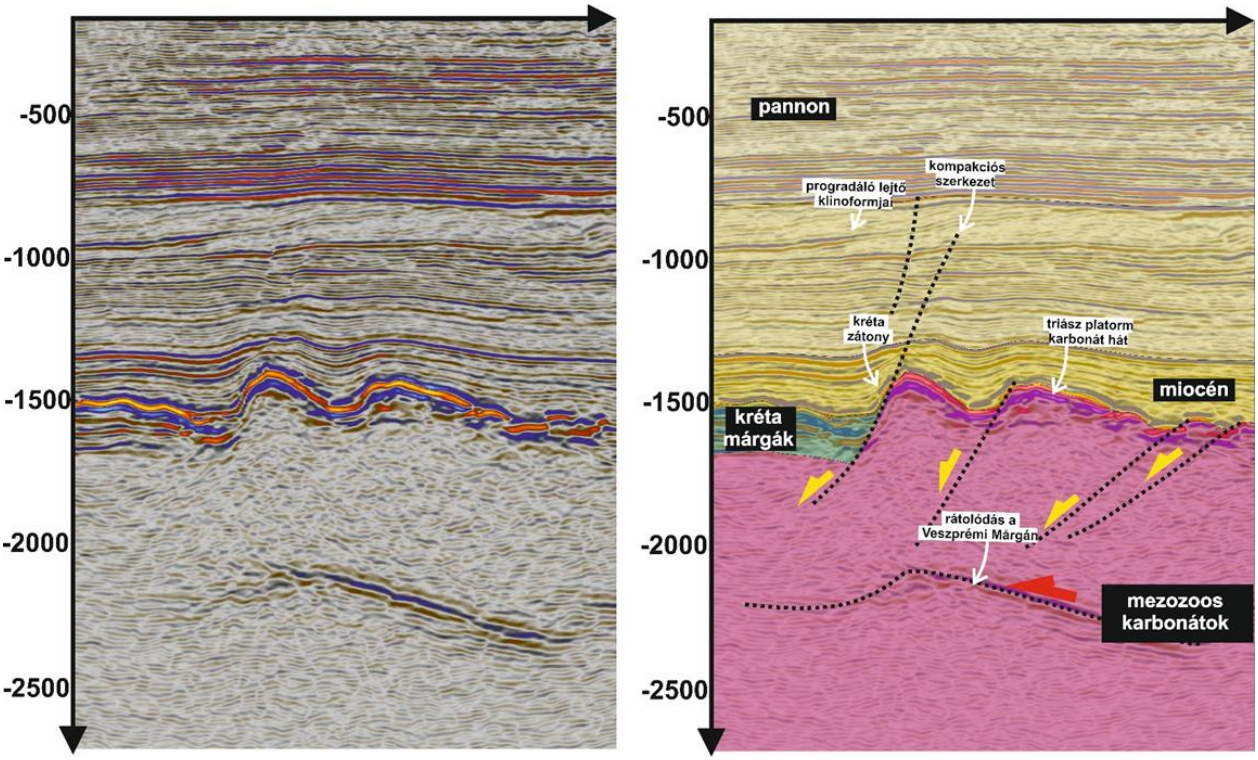
A feldolgozott szelvények alapján a prekainozoos aljzat Budapest térségében jól követhető: mélysége a kelet-pesti területeken jellemzően 900-1300 ms kétutas terjedési idő között változik, míg a déli területeken jelentősen mélyebb szakaszok is azonosíthatók. A BP-4 szelvény kiválóan mutatja az aljzat morfológiáját (kb. 1000-1250 ms mélységben) és a fedő összletek szerkezetét: a terület nyugati és keleti részén az idősebb miocén összlet tektonikailag jelentősen kivastagszik, közöttük vastag, reflexiószegény paleogén összlet húzódik, míg a pannóniai képződmények a szelvény keleti részén jelentkeznek nagyobb vastagságban, eróziós felülettel az idősebb képződményeken. A teljes mérési hálózat értelmezése a korábbinál részletesebben határozza meg a paleogén-neogén medencefejlődést: a délpesti területen jelentős, nyugat felé kivastagodó miocén félárok, valamint a pannóniai üledékek progradáló lejtőjének geometriája azonosítható. Az archív adatokkal és az újabb 2D-3D mérésekkel együtt a hálózat jelentősen bővíti a főváros mélyföldtani adatbázisát, megalapozva mind a regionális sűrűségfüggő hidrodinamikai és hőtranszport modell pontosítását, mind a geotermikus célú további kutatásokat[20] [21] [22]).

[20] BAUER M (SZERK.) & BERECZKI L, CSABAFI R, CÉGÉNY A, CSERKÉSZ-NAGY Á, HEGEDŰS E, KEMÉNY M, LŐRINCZ K, LUKÁCS T, MARKOS G, PÁL L, PÖSTYÉNI F, SZABÓ T, SZEBENYI R, TAKÁCS E, TÖRÖK I, *(2025)* Prekainozoós aljzatfelszín és szerkezetföldtani kutatás Zalaegerszeg térségében, *SZTFH földtani kutatási zárójelentés, Budapest, 108 p*

[21] BERECZKI L., BAUER M., CSABAFI R., CSERKÉSZ-NAGY Á., HEGEDŰS E., KEMÉNY M., LUKÁCS T., MARKOS G., PÁL L., SZABÓ T., SZEBENYI R., TAKÁCS E., TÖRÖK I., VIRÓK A. *(2025*), Az Országos Geotermikus kutatási programban készült új szeizmikus mérési eredmény a Bólyi-árokból – *Absztrakt Tiszia konferencia 2025*

[22] BERECZKI L., *(2026)*, Az Országos Geotermikus Kutatás zalaegerszegi szeizmikus méréseinek eredményei - *MFT ÉTDSZ- Éves előadóinap Zirc 2026.*

A Zalaegerszeg környéki kutatás a Nyugat-magyarországi peremvidék összetett szerkezetföldtani környezetében pontosította a neogén medencekitöltés vastagságát és a karbonátos-kristályos aljzat helyzetét. Az eredmények szerint a térség potenciálja erősen heterogén: egyes területeken kedvezőtlenek a mélységi-hőmérsékleti viszonyok, míg a szerkezeti kiemelkedések mentén reális lehetőség kínálkozik alacsony-közepes hőmérsékletű rendszerekre. A fúrási adatokkal integrált értelmezés a mezozoos aljzaton belül kréta márgás, valamint kréta és triász karbonátos képződményeket különített el – ezek eltérő tárolási és fluidumáramlási tulajdonságai miatt térbeli elterjedésük pontosítása geotermikus szempontból is jelentős. Az eredmények megerősítették a korábbi regionális földtani modellek több elemét, ugyanakkor jelentősen pontosították a lokális szerkezeti-sztratigráfiai viszonyokat; a létrejött 3D adatkészlet a korábban csak 2D adatokból és fúrásokból ismert szerkezetek térbeli vizsgálatát, és ezáltal a további kutatások célzottabb tervezését teszi lehetővé (BAUER et al. 2025, BERECZKI 2026).



48. ábra: Szerkezetekre merőleges csapás irányú értelmezett crossline a Zalaegerszeg 3D reflexiós szeizmikus tömbből

A terepi kutatásokhoz kapcsolódóan két szelvény Székesfehérvár közelében és egy rövidebb 2D szelvény Gyód térségében is készült; ezek földtani jelentősége nem elsősorban geotermikus, de jó kiindulási alapot adhat kritikus nyersanyag-, illetve természeteshidrogén-kutatáshoz is.

Az alulkutatott területeken végzett mérések legfontosabb eredménye nem egy-egy önálló szerkezet azonosítása, hanem a rendelkezésre álló földtani információ bővítése és térbeli összekapcsolhatóságának javítása. A program keretében létrejött új szeizmikus adatok a korábbi fúrási, geofizikai és földtani információkkal integrálva teszik lehetővé az ország mélyföldtani modelljeinek folyamatos pontosítását, különösen azokon a területeken, ahol a

piaci kutatás önmagában nem biztosít megfelelő lefedettséget, illetve ahol a nagy kezdeti bizonytalanság miatt magas a kutatási és beruházási kockázat. Az új adatok hozzájárulnak a lehetséges geotermikus rezervoárok térbeli pontosításához, a kutatófúrások célpontjainak kijelöléséhez és a beruházások földtani kockázatának csökkentéséhez.

A 2023-2025 közötti terepi kampányok eredményei illeszkednek az OGT azon megközelítéséhez, amelyben az állami kutatás feladata elsősorban a földtani kockázat csökkentése és a kutatási alapadatok biztosítása, nem pedig egyedi beruházási célpontok kijelölése. Az így létrejött adatok hosszú távon többféle földtani és energetikai célra is felhasználhatók, és alapját képezhetik a későbbi geotermikus, felszín alatti energiatárolási, illetve egyéb mélyföldtani kutatásoknak.

5. Konklúziók és kitekintés

A 2023-2025 közötti Országos Geotermikus Kutatási Program három egymásra épülő eszközzel – az alap- és fejlesztett adatcsomagokkal, a Geotermikus Digitális Adatszobával, valamint az alulkutatott területeken végzett kampányszerű terepi mérésekkel – valósította meg alapvető célját: a hazai geotermikus beruházások földtani kockázatának csökkentését. A program egyik legfontosabb eredménye, hogy a korábban szétszórtan, eltérő célból és minőségben rendelkezésre álló földtani, geofizikai és vízföldtani adatvagyont egységes, geotermikus szempontú értelmezési keretbe helyezte.

Számokban is mérhető eredmény a 200 hőpiaci szempontból potenciális célterület azonosítása, ebből 54 térség részletes, fejlesztett szintű feldolgozása, az országosan lehatárolt 84 termálvízadó egység, valamint a Mályi, Dombóvár, Mohács–Bóly, Zalaegerszeg, Székesfehérvár, Gyód és Budapest térségében végzett új szeizmikus mérések. Ez utóbbiak – összesen több mint száz kilométernyi új 2D és több mint ötven négyzetkilométernyi 3D szelvénnyel – érdemben bővítették a korábban alulkutatott térségek mélyföldtani ismereteit, és közvetlenül alapozzák meg a további célzott kutatásokat.

A program végig tartotta azt a munkamegosztást, amely szerint az állami kutatás feladata az információs háttér megteremtése és a bizonytalanság csökkentése, a konkrét fúrási és beruházási döntés pedig a beruházóé marad. A 2023-ban létrehozott, majd digitális adatszobává fejlesztett rendszer ma már több száz alap- és fejlesztett adatcsomagot, országos földtani és neotektonikai térképeket, fúrási és geofizikai metaadatokat, valamint szakági értelmezéseket integrál egyetlen webes térinformatikai platformon; az erre irányuló, a geotermikus szektoron túlmutató ipari és egyetemi érdeklődés azt igazolja, hogy erre az információs infrastruktúrára valós és bővülő igény mutatkozik.

Az Országos Geotermikus Kutatási Program (OGT+) 2026-2029 közötti meghosszabbítása és az 1509/2022. (X. 21.) Korm. határozat alapján érintett hazai szakmai szervezetek bevonása lehetővé teszi a megkezdett kutatási program folytatását, és a korábbi, elsősorban a lakossági távfűtést célzó kutatási fókusz kiegészítését az ipari parkok és a nagyobb ipari létesítmények geotermikus energiahasznosítását is támogató szakmai tartalommal. Ez különösen azért is fontos, mert a hazai ipar energetikai rezilienciája kiemelten fontos versenyképességi tényezővé vált az elmúlt években, a hazai ipari létesítmények és gyártókapacitások energetikai szempontú támogatása ezért nemzetgazdasági érdek.

Az OGT és az OGT+ eredményei azt mutatják, hogy a földtani kockázatcsökkentés és a projektek fenntarthatóságának leghatékonyabb módja a meglévő adatvagyon integrált feldolgozása, digitális formában való hozzáférhetővé tétele, valamint a célzott adatbővítő kutatások kombinációja. A program tapasztalatai egy olyan modern földtani szolgálati modell alapjait jelentik, amely egyszerre támogatja az energiaátmenetet, a beruházás-előkészítést, a fenntarthatóságot és a hazai földtani adatvagyon szélesebb körű hasznosítását – az adatcsomagok és az adatszoba folyamatos bővítésével, valamint a terepi mérési programok OGT+ keretében történő folytatásával.

Hivatkozások

BAUER MÁRTON (2023): Az Országos Geotermikus Kutatás terepi geofizikai mérései és eredményei – konferencia előadás *MGE-SZTFH Geotermikus előadói nap*

BAUER M (SZERK.) & BERECZKI L, CSABAFI R, CSERKÉSZ-NAGY Á, HEGEDŰS E, KEMÉNY M, LŐRINCZ K, LUKÁCS T, MARKOS G, PÁL L, SZABÓ T, SZEBENYI R, TAKÁCS E, TÖRÖK I, VIRÓK A, *(2023 A*) Prekainozoós aljzatfelszín és szerkezetföldtani kutatás Mályi és Kistokaj térségében – *Kutatási zárójelentés*, SZTFH, Budapest, 45 p.

BAUER M (SZERK.) & BERECZKI L, CSABAFI R, CSERKÉSZ-NAGY Á, HEGEDŰS E, KEMÉNY M, LŐRINCZ K, LUKÁCS T, MARKOS G, PÁL L, SZABÓ T, SZEBENYI R, TAKÁCS E, TÖRÖK I, VIRÓK A, *(2023B)* prekainozoos aljzatfelszín és szerkezetföldtani kutatásról Dombóvár térségében – *Kutatási zárójelentés*, SZTFH, Budapest, 58 p.

BAUER M (SZERK.) & BERECZKI L, CSABAFI R, CSERKÉSZ-NAGY Á, HEGEDŰS E, KEMÉNY M, LŐRINCZ K, LUKÁCS T, MARKOS G, PÁL L, SZABÓ T, SZEBENYI R, TAKÁCS E, TÖRÖK I, VIRÓK A, (2023C*)* prekainozoós aljzatfelszín és szerkezetföldtani kutatásról a Bólyi-árok térségében – *Kutatási zárójelentés, SZTFH*, Budapest, 59 p.

BAUER M (SZERK.) & BERECZKI L, CSABAFI R, CÉGÉNY A, CSERKÉSZ-NAGY Á, HEGEDŰS E, KEMÉNY M, LŐRINCZ K, LUKÁCS T, MARKOS G, PÁL L, PÖSTYÉNI F, SZABÓ T, SZEBENYI R, TAKÁCS E, TÖRÖK I, *(2025)* Prekainozoós aljzatfelszín és szerkezetföldtani kutatás Zalaegerszeg térségében, *SZTFH földtani kutatási zárójelentés, Budapest, 108 p.*

BERECZKI L., (2023): Az Országos Geotermikus Kutatás adatcsomagok, adatszoba – konferencia előadás *MGE-SZTFH Geotermikus előadói nap*

BERECZKI L., *(2025A)*, Budapesti 2D szeizmikus mérések eredményei a Budapest Geotermikus Kutatási Program keretében – *Absztrakt Földtani Geofizikai Vándorgyűlés MGE, MFT, Eger 2025*

BERECZKI L., *(2025B)*, Az Országos Geotermikus Kutatás zalaegerszegi szeizmikus méréseinek eredményei – *Gotermikus klaszter ülés Budapest 2025.*

BERECZKI L., *(2025C)*, Webes és digitális térképek, adatrendszerek és adatszoba az SZTFH-ban *57. Bányagépészeti és bányavillamossági konferencia Balatongyörök*

BERECZKI L., *(2026)*, Az Országos Geotermikus Kutatás zalaegerszegi szeizmikus méréseinek eredményei - *MFT ÉTDSZ- Éves előadóinap Zirc 2026.*

BERECZKI L., BAUER M., CSABAFI R., CSERKÉSZ-NAGY Á., HEGEDŰS E., KEMÉNY M., LUKÁCS T., MARKOS G., PÁL L., SZABÓ T., SZEBENYI R., TAKÁCS E., TÖRÖK I., VIRÓK A. *(2025*), Az Országos Geotermikus kutatási programban készült új szeizmikus mérési eredmény a Bólyi-árokból – *Absztrakt Tiszia konferencia 2025*

CÉGÉNY A., (2024) Assembly and development of an offline, subsurface geology national dataroom platform with up-to-date open-source tools and a scalable design – *Absztrakt Ifjú Szakemberek Ankétja MGE, Hévíz 2025*

CÉGÉNY A. & FRIEDL Z. (2025) Preliminary Results and Current Development State of a Web-Based Data Visualization of the Budapest Geothermal – *Előadás, 9th Central European Geoscience Information Consortium Meeting, Ljubjana 2025*

CÉGÉNY A., FRIEDL Z., MAROS GY., PALOTÁS K., BERECZKI L., (2025) A Budapesti Geotermikus Kutatási Projekt webalapú adatvizualizációjának előzetes eredményei és jelenlegi fejlesztési állapota – *Absztrakt Földtani Geofizikai Vándorgyűlés MGE, MFT, Eger 2025*

CÉGÉNY A., FRIEDL Z., BARCZIKAYNÉ SZEILER R. (2026) Thematic digital database development – *Előadás, 10th Central European Geoscience Information Consortium Meeting, Budapest 2026*

HAAS, J., BUDAI, T., CSONTOS, L., FODOR, L. & KONRÁD, G. (2010). Magyarország Pre-Kainozoos Földtani Térképe, 1: 500 000. *Magyar Állami Földtani Intézet Kiadványa, Budapest*

HORVÁTH, F. (2007) A Pannon-medence geodinamikája – Eszmetörténeti tanulmány és geofizikai szintézis. – *MTA doktori értekezés.*

LENKEY, L., MIHÁLYKA, J., & PARÓCZI, P. (2021) Magyarország geotermikus viszonyainak áttekintése. Földtani Közlöny, 151(1), 65–78 https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2021.151.1.65

LUKÁCS *T., (2023) 3D* Temperature Model of Hungary – *Absztrakt Ifjú Szakemberek Ankétja MGE, Nagybörzsöny 2023*

Virók A., (2023) Országos geotermikus potenciálbecslés hőmérsékleti és hozamadatok alapján, valamint a kutak hatásterületének modellezése Szakdolgozat ELTE TTK Geofizikai és Űrtudományi Tanszék. 106pp.

WÓRUM, G., KOROKNAI, B., KOROKNAI, ZS., FEKETE-NÉMETH, V., KOVÁCS, G., TÓTH, T., *(2020)* Young geological deformations in Hungary. *Geomega Ltd., Budapest https://doi.org/10.17632/dnjt9cmj87.1*

A CASH-OUT FUNKCIÓ ELÉRHETŐSÉGÉNEK HATÁSA AZ ONLINE FOGADÁSI SZOKÁSOKRA

THE IMPACT OF CASH-OUT AVAILABILITY ON ONLINE BETTING BEHAVIOR

Szerzők:

SZÁSZI Barnabás (szaszi.barnabas@ppk.elte.hu) – Pszichológiai Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem

WEI Yue Hung (hung.wei.yue@ppk.elte.hu) – Pszichológiai Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem

SZÉCSI Péter (szecsi.peter@ppk.elte.hu) – Pszichológiai Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem

KOLUMBÁN Pál (kolumban.pal@ppk.elte.hu) – Pszichológiai Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem

KOLOZSVÁRI Márton (kmarthon@student.elte.hu) – Pszichológiai Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem

BOGNÁR Miklós (bognar.miklos@ppk.elte.hu) – Pszichológiai Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem

YESILÖZ Arife (arife.yesiloz@sztfh.hu) – Tudományos és Koordinációs Főosztály, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

GRIFFITHS Mark D. (mark.griffiths@ntu.ac.uk) – Nottingham Institute of Psychology, Nottingham Trent University

DEMETROVICS Zsolt (demetrovics.zsolt@ppk.elte.hu) – Pszichológiai Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem; Flinders University Institute for Mental Health and Wellbeing, Flinders University; Centre of Excellence in Responsible Gaming, University of Gibraltar

Absztrakt:

Az online sportfogadás térnyerése – amelyet olyan technológiai újítások segítettek elő, mint a cash-out funkció – jelentősen átalakította a szerencsejátékok világát. Bár felmerült, hogy a cash-out funkció fokozhatja a problémás szerencsejáték-viselkedést, az eddigi empirikus tanulmányok korrelációs jellegűek voltak, így nem szolgáltattak kauzális bizonyítékot. A jelen tanulmány egy online kísérlet keretében vizsgálja a cash-out funkció észlelt elérhetőségének közvetlen hatását a szerencsejáték-viselkedés különböző aspektusaira. A kísérlet keretében online szerencsejáték-múlttal rendelkező magyar lakosok azt a tájékoztatást kapták, hogy valódi pénzjutalmat tartalmazó bónusszal fogadhatnak sporteseményekre. Véletlenszerű besorolás után a résztvevők fele úgy értesült, hogy lehetősége van a cash-out funkció használatára a mérkőzések lezárulása előtt, míg a kontrollcsoport számára ez nem volt elérhető. A kutatás a két csoport fogadási hajlandóságát, a megtett tétek nagyságát és a fogadás

kockázatosságát hasonlította össze, valamint feltárta a funkció esetleges eltérő hatásait a magas kockázatú alcsoportokban. Az eredmények alapján a cash-out elérhetősége nem mutatott szignifikáns hatást a fogadási hajlandóságra, a tétek nagyságára vagy a fogadás kockázatosságára. Ezt a nulleredményt azonban óvatosan kell értelmezni: a vizsgálat során erős plafonhatás és a fogadási döntések korlátozott variabilitása volt megfigyelhető, ami csökkenthette az alkalmazott paradigma érzékenységét. A jövőben nagyobb ökológiai validitással bíró kísérleti elrendezésekre és valódi pénzügyi kockázatok alkalmazására van szükség annak tisztázására, hogy a cash-out funkció milyen feltételek mellett befolyásolja érdemben a fogadási viselkedést.

Kulcsszavak: online sportfogadás, cash-out, kockázatos szerencsejáték, problémás szerencsejáték-használat, szerencsejáték-függőség

Abstract:

The rise of online sports betting, facilitated by technological innovations such as the cash-out feature, has transformed the gambling landscape. While cash-outs have been suggested to intensify problematic gambling behaviors, empirical studies to date have been correlational, leaving a gap in determining causal evidence. The present study investigates the direct impact of the perceived availability of the cash-out feature on various facets of gambling behavior in an online experiment. Hungarian residents with online gambling history were informed that they had the chance to gamble with real money on sports events. Following random allocation, half of the participants were told that they had the option to cash out their bets before the outcome of the sports event is known, while the other half were not. The study compared the proportion of participants placing bets, bet sizes, and bet risks between the two groups. Furthermore, the study explored the differential effects of the cash-out feature on specific high-risk subgroups. We have found no significant effects of cash-out availability on bet placement, wager size, or bet risk in our sample. However, the null findings should be interpreted cautiously, as ceiling effects and limited variability in betting decisions may have reduced the sensitivity of the used paradigm. Future research using more ecologically valid designs and real financial stakes are needed to clarify under which conditions cash-out features meaningfully influence gambling behavior.

Keywords: sports betting, cash-out, risky gambling, problem gambling, gambling disorder

1. Bevezetés

Az online sportfogadás piaca az elmúlt évtizedekben jelentősen megnőtt: csak az Egyesült Államokban 2022-ben elérte a 19 millió játékost[1]. Ez a népszerűség részben a „cash-out" funkció bevezetésének köszönhető, amely lehetővé teszi a fogadók számára, hogy egy mérkőzés befejezése előtt lezárják fogadásukat, ezzel biztosítva a nyereséget vagy minimalizálva a veszteséget. Noha a cash-out bővíti a játékosok döntési repertoárját, a fogadói viselkedésre gyakorolt hatása egyelőre nem tisztázott. Korábbi kutatások már feltárták az élő fogadások kockázatait[2,3]. Egy brit szerencsejáték-prevalencia kutatás alapján[4] a problémás szerencsejátékosnak minősített szereplők aránya lényegesen magasabb volt az élőben fogadók körében, mint azok között, akik online, de nem mérkőzés közben fogadtak (27,4% szemben az 5,4%-kal). Ezek a tanulmányok ugyanakkor nem vizsgálták külön a cash-out funkció szerencsejáték-viselkedésre gyakorolt konkrét hatásait. Jelen tanulmány célja, hogy egy online kísérlettel pótolja ezt a hiányosságot: a fogadási viselkedés több dimenzióját is vizsgáljuk – beleértve a fogadást kötő résztvevők arányát, a megtett tétek nagyságát és a fogadások odds-alapú kockázatosságát – a cash-out jelenlétében és annak hiányában egyaránt.

Amióta a brit szerencsejáték-szolgáltató, a William Hill 2012-ben bevezette a cash-outot[5], ez a lehetőség az online sportfogadási oldalak alapfunkciójává vált[6,7]. Az okostelefonok elterjedése és a folyamatos online jelenlét jelentősen növelte a szerencsejátékok – és az olyan élő funkciók, mint a cash-out – elérhetőségét, ami lényeges hatással van a fogadók döntéshozatalára[8,9]. A cash-outnak több formája létezik: a teljes cash-out, a részleges cash-out (amikor a lehetséges nyereménynek csak egy része kerül kifizetésre) és az automatikus cash-out (amikor a rendszer egy előre beállított értéknél automatikusan lezárja a fogadást). A felajánlott összeget a szolgáltató számítja ki az eredeti tétek, az oddsok és az esemény aktuális alakulása alapján. Például, ha egy mérkőzésen az egyik csapat gólt szerez, akkor győzelmi esélyei nőnek, így a szervezők magasabb kifizetési ajánlatot tesznek a játékosnak, mint a gól előtt. Ebből adódóan feltételezzük, hogy már a cash-out funkció puszta elérhetősége is érdemi hatást gyakorolhat a szerencsejáték-viselkedésre.

---

[1] LEBOW, Sara: In 2022, 19.0 million people will be online sports bettors in the US. Insider Intelligence, 2022. Letöltés ideje: 2026. szeptember 3. URL: https://www.insiderintelligence.com/content/online-sports-bettors-us

[2] HING, Nerliee et al.: Demographic, behavioural and normative risk factors for gambling problems amongst sports bettors. *Journal of Gambling Studies*, 2016, 32. k., 625–641. o. DOI: 10.1007/s10899-015-9571-z

[3] KILLICK, Elizabeth A. – GRIFFITHS, Mark D.: In-play sports betting: A scoping study. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 2019, 17. k., 1456–1495. o. DOI: 10.1007/s11469-018-9896-6

[4] GAMBLING COMMISSION: Gambling participation in 2017: Behaviour, awareness and attitudes. Birmingham, Gambling Commission, 2018.

[5] GAMING INTELLIGENCE: William Hill launches cashout feature for mobile. *Gaming Intelligence*, 2014. Letöltés ideje: 2024. április 10. URL: http://www.gamingintelligence.com/marketing/23957-william-hilllaunches-cashoutfeature-for-mobile-devices

[6] KILLICK, Elizabeth A. – GRIFFITHS, Mark D. 2019: *i. m.*

[7] LOPEZ-GONZALEZ, Hibai – GRIFFITHS, Mark D.: Is European online gambling regulation adequately addressing in-play betting advertising? *Gaming Law Review and Economics*, 2016, 20(6), 495–503. o. DOI: 10.1089/glre.2016.2065

[8] LOPEZ-GONZALEZ, Hibai – ESTÉVEZ, Ana – GRIFFITHS, M. D.: Internet-based structural characteristics of sports betting and problem gambling severity: Is there a relationship? *International Journal of Mental Health and Addiction*, 2019, 17. k., 1360–1373. o. DOI: 10.1007/s11469-018-9883-1

[9] LOPEZ-GONZALEZ, Hibai – GRIFFITHS, Mark D.: "Cashing out" in sports betting: Implications for problem gambling and regulation. *Gaming Law Review*, 2017, 21(4), 323–326. o. DOI: 10.1089/glr2.2017.2145

A cash-out funkció kognitív pszichológiai hátterének megértéséhez az egyik kulcsfontosságú heurisztika a kontrollillúzió[10]. A fogadások korai lezárásának lehetősége tévesen növelheti a kimenetel feletti kontroll érzetét, miközben a fogadások végső kimenetele feletti objektív kontroll mértéke változatlan marad. A játék feletti látszólagos kontroll arra ösztönözheti a játékosokat, hogy kockázatosabb tételeket tegyenek meg, hiszen a cash-out azt a benyomást kelti, hogy a fogadás legfeljebb csekély veszteséggel lezárható. Bennett és munkatársai[11] egy kártyaalapú kísérlettel bizonyították ezt a hatást: a résztvevőknek véletlenszerűen kiválasztott kártyák színét kellett megtippelniük. A cash-out lehetőségének felajánlása után a tétek akár 35%-kal is megnőttek a kifizetés nélküli tippekhez képest. A feltételezések szerint a viselkedésváltozás oka a kezdeti tét visszavonhatósága által kiváltott magasabb kontrollérzet volt. Ebből arra következtettek, hogy az érzékelt kontroll különösen vonzó lehet a tapasztalatlan vagy alacsonyabb kockázatvállalási hajlandóságú fogadók számára. Hasonlóképpen, Lopez-Gonzalez és Griffiths[12] szerint a cash-out növelheti a fogadók sebezhetőségét azáltal, hogy a sportfogadást a tőzsdei kereskedéshez hasonló „befektetésként"mutatja be. Parke és Parke[13] problémás szerencsejátékosokat vizsgálva megállapította, hogy a cash-out funkció összefügg a huzamosabb ideig tartó fogadási tevékenységgel és a gyakoriság növekedésével, mivel a kifizetett összegek azonnal újra megtehetők tétként, ezáltal erősítve az impulzív és folyamatos játékot. A cash-out jelenléte tehát megváltoztatja a fogadás dinamikáját: a korábbi szakaszos tétrakás (egyetlen fogadás a végeredményre) egy folyamatos, változékony és intenzív tevékenységgé alakul át[14,15]. Hing és munkatársai[16] szintén arról számoltak be, hogy a gyakori és impulzív fogadási stílus szoros kapcsolatban áll a szerencsejáték okozta ártalmak magasabb kockázatával. Az önbevallásos felmérések[17,18] alapján a cash-out használata a problémás szerencsejátékosok körében elterjedtebb. Fontos azonban kiemelni, hogy ezek az eredmények csupán korrelációs bizonyítékot nyújtanak. Nem igazolják ugyanis, hogy (i) a cash-out funkciók növelik-e a problémás szerencsejáték mértékét, (ii) a problémás szerencsejátékosok hajlamosabbak-e impulzívan játszani és használni a cash-out opciót, vagy (iii) a kapcsolat kétirányú-e.

Bár a cash-outról gyakran az élő fogadások tágabb kontextusában esik szó, önálló funkcióként működik, a hatásait elkülönítve vizsgáló kutatások azonban továbbra is ritkák. A korábbi tanulmányok többsége az élő fogadások folyamatos jellegére fókuszált. Számos

[10] LANGER, Ellen J.: The illusion of control. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1975, 32(2), 311–328. o. DOI: 10.1037/0022-3514.32.2.311

[11] BENNETT, Daniel. et al.: People place larger bets when risky choices provide a postbet option to cash out. *Psychological Science*, 2024, 35(11), 1231–1245. o. DOI: 10.1177/09567976241266516

[12] LOPEZ-GONZALEZ, Hibai – GRIFFITHS, Mark D. (2017): *i. m.*

[13] PARKE, Adrian – PARKE, Jonathan: Transformation of sports betting into a rapid and continuous gambling activity: A grounded theoretical investigation of problem sports betting in online settings. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 2019, 17. k., 1340–1359. o. DOI: 10.1007/s11469-018-0049-8

[14] GRIFFITHS, Mark D. – AUER, Michael: The irrelevancy of game-type in the acquisition, development, and maintenance of problem gambling. *Frontiers in Psychology*, 2013, 3, 621. o. DOI: 10.3389/fpsyg.2012.00621

[15] HARRIS, Andrew – GRIFFITHS, Mark D.: The impact of speed of play in gambling on psychological and behavioural factors: A critical review. *Journal of Gambling Studies*, 2018, 34. k., 393–412. o. DOI: 10.1007/s10899-017-9701-7

[16] HING, Nerliee et al. 2016: i. m.

[17] LOPEZ-GONZALEZ, Hibai – GRIFFITHS, Mark D. (2017): *i. m.*

[18] LOPEZ-GONZALEZ, Hibai – ESTÉVEZ, Ana – GRIFFITHS, Mark D (2019): *i. m.*

viselkedéskövető[19,20,21] és önbevalláson alapuló kutatás[22,23,24] hozta összefüggésbe az élő fogadást a magasabb kockázattal, ám ezek nem tettek különbséget abban, hogy a kockázatok magából a cash-outból vagy a mérkőzés közbeni fogadás egyéb jellemzőiből (például a gyors egymásutánban megtehető tétekből) erednek-e. Mindemellett a cash-out nem feltétlenül hat minden fogadóra ugyanúgy. Az egyéni különbségek – mint a pénzügyi helyzet[25], a magas impulzivitás[26] és az alacsonyabb statisztikai-számolási készségek[27] – szintén összefüggésbe hozhatók a magasabb szerencsejáték-kockázattal. Ugyanígy a gyakori fogadás, a tétek növelése és azok nagymértékű ingadozása is a magas kockázatú használat mutatói[28]. Emellett Sinclair és munkatársai[29] megállapították, hogy a résztvevők demográfiai jellemzői (nem, jövedelem, foglalkoztatottság, iskolai végzettség, etnikai hovatartozás stb.) tekintetében nincs szignifikáns különbség a cash-out használatában. Ennek ellenére más tényezők – például a fogadás kockázata, a tét nagysága, vagy a fogadási hajlandóság – mentén továbbra is megjelenhetnek eltérések, vagyis a demográfiai mutatók bizonyos kontextusokban mégis szerepet játszhatnak.

Bár a meglévő szakirodalom rávilágít a cash-out funkcióban rejlő kockázatokra és motivációkra, a szerencsejáték-viselkedésre gyakorolt közvetlen, ok-okozati hatások megértése továbbra is hiányos. A korábbi tanulmányok túlnyomórészt korrelációs jellegűek voltak, így nem tudták pontosan feltárni ezeket a mechanizmusokat. Jelen tanulmány ezt a hiányt kívánja pótolni egy kísérleti módszertan alkalmazásával, amely lehetővé teszi a cash-out opció izolált vizsgálatát. Továbbá – a válaszok lehetséges heterogenitását figyelembe véve – kutatásunk mélyebben elemzi a funkció hatásait a különféle sérülékeny alcsoportokra, például az alacsony jövedelmű, gyengébb számolási készségű, magas impulzivitású vagy mentális nehézségekkel küzdő személyekre. Ezzel a tanulmány célja, hogy árnyalt képet adjon a cash-out funkcióról, hozzájárulva a szakirodalom bővítéséhez, valamint gyakorlati támpontokat nyújtva a döntéshozók és a szerencsejáték-ipar szereplői számára.

[19] LABRIE, Richard A. et al.: Assessing the playing field: A prospective longitudinal study of internet sports gambling behavior. *Journal of Gambling Studies*, 2007, 23(3), 347–362. o. DOI: 10.1007/s10899-007-9067-3

[20] LAPLANTE, Debi A. et al.: Population trends in Internet sports gambling. *Computers in Human Behavior*, 2008, 24(5), 2399–2414. o. DOI: 10.1016/j.chb.2008.02.015

[21] NELSON, Sarah E. et al.: Real limits in the virtual world: Self-limiting behavior of internet gamblers. *Journal of Gambling Studies*, 2008, 24. k., 463–477. o. DOI: 10.1007/s10899-008-9106-8

[22] HING, Nerliee et al. (2016): *i. m.*

[23] HING, Nerliee et al.: Bet anywhere, anytime: An analysis of Internet sports bettors' responses to gambling promotions during sports broadcasts by problem gambling severity. *Journal of Gambling Studies*, 2017, 33. k., 1051–1065. o. DOI: 10.1007/s10899-017-9671-9

[24] LOPEZ-GONZALEZ, Hibai – GRIFFITHS, Mark D. (2017): *i. m.*

[25] GRAY, Heather M. – LAPLANTE, Debi A. – SHAFFER, Howard J.: Behavioral characteristics of Internet gamblers who trigger corporate responsible gambling interventions. *Psychology of Addictive Behaviors*, 2012, 26(3), 527–535. o. DOI: 10.1037/a0028545

[26] HING, Nerliee et al.: On the spur of the moment: Intrinsic predictors of impulse sports betting. *Journal of Gambling Studies*, 2018, 34. k., 413–428. o. DOI: 10.1007/s10899-017-9719-7

[27] COKELY, Edward T. et al.: Measuring risk literacy: The Berlin Numeracy Test. *Judgment and Decision Making*, 2012, 7(1), 25–47. o. DOI: 10.1017/S1930297500002111

[28] BRAVERMAN, Julia – SHAFFER, Howard J.: How do gamblers start gambling: Identifying behavioural markers for high-risk internet gambling. *European Journal of Public Health*, 2012, 22(2), 273–278. o. DOI: 10.1093/eurpub/ckr082

[29] SINCLAIR, Eliscia L. et al.: Cash outs during in-play sports betting: Who, why, and what it reveals. *Addictive Behaviors*, 2024, 154, 108008. o. DOI: 10.1016/j.addbeh.2024.108008

2. Módszertan

A tanulmányt az Eötvös Loránd Tudományegyetem Pedagógiai és Pszichológiai Karának Kutatási Etikai Bizottsága hagyta jóvá, a kutatás minden vonatkozó etikai előírásnak megfelel. A vizsgálat online kísérleti elrendezést alkalmazott annak vizsgálatára, hogy a cash-out észlelt elérhetősége milyen hatással van az online szerencsejáték-viselkedésre.

A beleegyező nyilatkozat elfogadását követően a résztvevőket arra kértük, hogy a kitöltés során kerüljék a kísérlettel nem összefüggő tevékenységeket (például zenehallgatás, beszélgetés). Ezt követően egy figyelemellenőrző kérdést kaptak (*„Ez a kérdés a résztvevők figyelmének ellenőrzésére szolgál. Kérjük, ne válaszoljon erre a kérdésre”* [„Igen”/„Nem”]; Paas & Morren, 2018 nyomán), majd egy szűrőkérdés következett, amely kizárta az alkohol vagy kábítószer hatása alatt álló személyeket. Az ellenőrzéseken megfelelt résztvevőket arról tájékoztattuk, hogy amennyiben tízből legalább hét CAPTCHA-kódot helyesen oldanak meg, 2300 forint értékű bónuszban részesülnek. A CAPTCHA-feladat kettős célt szolgált: egyrészt további figyelemellenőrzésként működött (a hét helyes megoldást el nem érők adatait kizártuk a fő elemzésből), másrészt a teljesítményalapú jutalom növelte a pénzösszeg iránti felelősségérzetet[30]. A felajánlott pénzjutalom megfelelt a magyar online sportfogadók körében megfigyelhető medián tétnek.

A CAPTCHA-feladatot követően a résztvevőket véletlenszerűen két csoportba soroltuk. Mindkét csoport tagjai arról értesültek, hogy a kapott bónusz egy részét vagy egészét tétként megtehetik egy valódi, a következő napokban megrendezendő mérkőzésekből álló listáról választva, de dönthetnek úgy is, hogy nem fogadnak, és megtartják az összeget. A szimulált fogadás során az egyik csoport számára elérhető volt a cash-out funkció, míg a másik csoport számára nem. Az előbbi csoport résztvevői arról kaptak tájékoztatást, hogy a fogadás megkötése után – még a választott esemény vége előtt – lehetőségük lesz a cash-out funkció használatára a nyeremény biztosítása érdekében (*„Ha fogadást köt, a fogadás megkötése után, a sportesemény előtt és alatt lehetősége lesz a cash-out funkció használatára, hogy begyűjtse nyereményét.”*). A valóságban a kísérlet még a tényleges cash-out lehetőség előtt véget ért. Ez a megtévesztés a kutatás elengedhetetlen eleme volt, mivel kiküszöbölte a hipotetikus torzítást[31], biztosítva, hogy a fogadók döntései a cash-out elérhetőségére adott természetes reakcióikat tükrözzék.

A kísérletben a cash-out fogalmát az alábbiak szerint határoztuk meg: *„A cash-out lehetővé teszi, hogy korán realizálja nyereségét, ha a fogadása sikeresnek tűnik, vagy visszakapja tétjének egy részét, ha a fogadása vesztésre áll – mindezt még azelőtt, hogy a fogadott esemény véget érne. A cash-out ajánlatok valós időben, az aktuális fogadásaira vonatkoznak, az élő piaci árak alapján. A cash-out számos sportágban elérhető, beleértve a labdarúgást, a teniszt, a lóversenyt és még sok mást! A cash-out funkciót a mérkőzés kezdete előtt, a mérkőzés alatt és a mérkőzés egyes szakaszai között is igénybe veheti.”*

[30] NEWALL, Phillip et al.: Impact of the “when the fun stops, stop” gambling message on online gambling behaviour: A randomised, online experimental study. *The Lancet Public Health*, 2022, 7(5), e437–e446. o. DOI: 10.1016/S2468-2667(22)00062-7

[31] HARRISON, Glenn W.: Real choices and hypothetical choices. In: HESS, S. – DALY, A. (Eds.): *Handbook of choice modelling*. Edward Elgar Publishing, 2024, 246–275. o. DOI: 10.4337/9781788970747.00018

Ezt követően a fogadni kívánó résztvevőket átirányítottuk a fogadási felületre. A valósághű élmény érdekében a felület szerkezete és tartalma a magyarországi online szerencsejáték-szolgáltatók formátumát követte: az oldal tartalmazta a megjelent a sportesemény leírását (például *Barcelona – Real Madrid*), a mérkőzés dátumát és időpontját, valamint a „hazai győzelem", „vendéggyőzelem" és – ahol releváns volt – a „döntetlen" opciók oddsait. A kínálat vonzerejének biztosítására a résztvevők 50-100 aktuális sportesemény közül választhattak (labdarúgás, kézilabda, rögbi, e-sport, jégkorong, amerikai futball, ökölvívás, tenisz, vízilabda, kosárlabda és futsal). A fogadási adatokat a legnagyobb magyar online fogadási oldalról (www.szerencsejatek.hu) emeltük át az adatgyűjtés előtti napon, és 2-3 naponta frissítettük. Ez a megoldás biztosította, hogy a résztvevők a célként kitűzött kéthetes időszak valós eseményeiből válogathassanak, reális, szolgáltató által kalkulált nyereményszorzók mellett, ezzel növelve a kutatás ökológiai validitását.

A fogadási döntést követően a résztvevők egy háromrészes kérdőívet töltöttek ki, amely felmérte a demográfiai adatokat, a cash-out megértését, valamint azokat a változókat, amelyek módosíthatják a cash-out funkció szerencsejáték-viselkedésre gyakorolt hatását. A vizsgálat végén minden kitöltő 6000 forint összegű fix díjazásban részesült. A toborzás során a résztvevőket úgy tájékoztattuk, hogy a teljes juttatás három elemből áll (3000 forint alapdíj + 2300 forint CAPTCHA-bónusz + 700 forint kiegészítés). A vizsgálat lezárásakor debriefing keretében ismertettük a kutatás valódi célját, és tisztáztuk, hogy a fogadások szimuláltak voltak: a tétet a résztvevők nem veszítették el, de plusz nyereményt sem értek el, így kapták meg a fennmaradó 700 forintos összeget a teljes, 6000 forintos részvételi díj kiegészítéseként. Végül a kérdőív záró oldalán szerencsejátékkal kapcsolatos problémák esetén segítséget nyújtó szervezetek elérhetőségeit biztosítottuk.

3. Eszközök

3.1. Impulzivitás

Az impulzivitást a Barratt-impulzivitási skála[32] magyar adaptációjával, a 21 tételes BIS-R-21 kérdőívvel[33] mértük három dimenzió mentén: kognitív impulzivitás, viselkedési impulzivitás és türelmetlenség/nyugtalanság. A résztvevők egy négyfokozatú Likert-skálán (*soha, néha, gyakran, szinte mindig*) értékelték, hogy az állítások mennyire jellemzőek rájuk.

3.2. Problémás szerencsejáték-használat

A problémás szerencsejáték mértékét a kilenc tételes Problémás Szerencsejáték Súlyossági Index (PGSI)[34] magyar adaptációjával[35] mértük fel, négyfokozatú Likert-skálát (*soha, néha, gyakran, szinte mindig*) alkalmazva. A résztvevőket a PGSI pontozási útmutatója alapján négy

[32] STANFORD, Matthew S. et al.: Fifty years of the Barratt Impulsiveness Scale: An update and review. *Personality and Individual Differences*, 2009, 47(5), 385–395. o. DOI: 10.1016/j.paid.2009.04.008

[33] KAPITÁNY-FÖVÉNY Máté et al.: The 21-item Barratt Impulsiveness Scale Revised (BIS-R-21): An alternative three-factor model. *Journal of Behavioral Addictions*, 2020, 9(2), 225–246. o. DOI: 10.1556/2006.2020.00030

[34] FERRIS, Jackie A. – WYNNE, Harold J.: The Canadian Problem Gambling Index. Ottawa, ON, Canadian Centre on Substance Abuse, 2001.

[35] GYOLLAI Ágoston et al.: A Szerencsejáték Súlyossága Kérdőív magyar változatának (PGSI-HU) bemutatása. *Psychiatria Hungarica*, 2013, 28, 274–280. o.

kategóriába soroltuk: problémamentes, alacsony kockázatú, közepes kockázatú és problémás szerencsejátékos.

3.3. Szerencsejáték-szokások

Braverman és Shaffer[36] munkája alapján a szerencsejáték-szokások feltárására a következő négy kérdést alkalmaztuk:

1. *„Milyen gyakran játszik szerencsejátékkal?”* (*Soha; Havonta egyszer vagy ritkábban; Havonta 2–3 alkalommal; Hetente egyszer; Hetente többször*);
2. *„Átlagosan hány fogadást köt egy szerencsejátékkal töltött napon?”* (*Egyet sem; 1-5 fogadás; 6-10 fogadás; 11-20 fogadás; Több mint 20 fogadás*);
3. *„Hogyan jellemezné az idő múlásával a szerencsejáték során feltett pénzösszegek alakulását?”* (*Folyamatosan csökken; Enyhén csökken; Stabil – nem növekszik, nem csökken; Enyhén nő; Folyamatosan nő*);
4. *„Milyen mértékben változik a fogadási összege?”* (*Állandó; Kismértékben változó; Mérsékelten változó; Meglehetősen változó; Erősen változó*).

3.4. Számolási készség

A számolási készség értékeléséhez a Berlin Numeracy Test számítógépes adaptációját[37] alkalmaztuk. A teszt az előző válaszok függvényében két vagy három kérdésből állt; relevanciáját az adja, hogy bizonyítottan előrejelzi a mindennapi kockázatok megértésének szintjét.

3.5. Demográfiai adatok

Szécsi és munkatársai[38] módszertanát követvea következő demográfiai mutatókat gyűjtöttük:

- Életkor: a résztvevők legördülő listából választhatták ki a születési évüket;
- Foglalkoztatási státusz: *„Teljes munkaidőben”*, *„Részmunkaidőben”*, *„Vállalkozó”*, *„Munkanélküli”*, *„Nyugdíjas”*, *„Egyéb”*;
- Nem: *„Nő”*, *„Férfi”*, *„Nem kívánok válaszolni”*;
- Háztartási jövedelem: a résztvevők a háztartásuk havi nettó jövedelmét értékelték egy 30 egyenlő lépcsőre osztott skálán (az 50 000 forint alatti értéktől az 1 500 000 forint feletti kategóriáig). A Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet[39] háztartási mérésekre vonatkozó módszertana alapján a jövedelmet a háztartástagok számának négyzetgyökével osztva elemeztük, korrigálva az eltérő háztartásméretekkel;

[36] BRAVERMAN, Julia – SHAFFER, Howard. 2012: *i. m.*
[37] COKELY, Edward. T. et al. 2012: *i. m.*
[38] SZÉCSI Péter – BOGNÁR Miklós – SZÁSZI Barnabás: Do scarcity-related cues affect the sustained attention of the poor and the rich differently? (Preprint), 2024. Letöltés ideje: 2026. szeptember 7. URL: https://osf.io/preprints/psyarxiv/nk4d9_v3
[39] ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT: Income (IDD) and Wealth (WDD) Distribution Databases [adatbázis], 2023. Letöltés ideje: 2024. április 10. URL: https://www.oecd.org/social/income-distribution-database.htm

- Legmagasabb iskolai végzettség: *„Nyolc osztálynál kevesebb”*, *„Általános iskola”*, *„Szakmunkásképző/Szakképesítés”*, *„Középiskola/Érettségi”*, *„BA/BSc”*, *„MA/MSc”*, *„Doktori fokozat vagy magasabb”*;

3.6. Cash-out funkcióval kapcsolatos tapasztalatok

A résztvevők előzetes tapasztalatait a *„Volt már korábban tapasztalata a cash-out funkcióval?”* kérdéssel mértük fel. A válaszlehetőségek a következők voltak: (1) *„Először ebben a vizsgálatban hallottam róla”*; (2) *„Már korábban is ismertem”*.

3.7. A cash-out megértése

Annak ellenőrzésére, hogy a cash-out kísérleti csoportba sorolt résztvevők megfelelően megértették-e a funkciót, négy opció közül kellett kiválasztaniuk a cash-out helyes definícióját.

3.8. Az önbevallásos mérőeszközök megbízhatóságának és érvényességének vizsgálata

A kutatás során használt kérdőívek (BIS-R-21, PGSI-HU, Berlin Numeracy Test) a statisztikai ellenőrzések alapján (Cronbach-alfa és a McDonald-omega mutatók) kiválóan és megbízhatóan működtek. A kérdőívekre adott válaszok jól tükrözték a résztvevők valós viselkedését, és igazolták a várt összefüggéseket:

- Impulzivitás és problémás játék: Az impulzívabb személyek körében lényegesen gyakoribb volt a problémás szerencsejáték-használat. Az impulzivitás ezen felül összefüggött a gyakoribb fogadással és a változó nagyságú tétek alkalmazásával is.
- Számolási készség: A jobb matematikai-számolási készséggel rendelkező résztvevők némileg kevésbé voltak impulzívak, ugyanakkor valamivel gyakrabban és magasabb összegekben fogadtak.
- Tényleges fogadási viselkedés: A kérdőíven elért eredmények összhangban álltak azzal, ahogyan a résztvevők a szimulált fogadási feladatban döntöttek (hogy tettek-e tétet, mekkora összeggel és milyen kockázatú oddsra fogadtak). Ez igazolja, hogy a kísérletben használt mérőeszközök valóban a szerencsejáték-viselkedés reális mintázatait rögzítették.

4. Mintavétel

A résztvevőket a magyar online szerencsejáték-szolgáltató, a Vegas.hu levelezőlistáján keresztül toboroztuk. A részvétel feltétele volt a betöltött 18. életév, a magyarországi lakóhely, valamint a korábbi sportfogadási tapasztalat. A Vegas.hu több hullámban küldte ki a toborzó e-maileket, az adatgyűjtés pedig 2026. január 19. és január 28. között zajlott. A kutatásba összesen 1126 résztvevőt toboroztunk. Azokat a személyeket, akik nem adtak tájékozott beleegyezést, vagy még az érdemi kérdőíves és viselkedési adatok megadása előtt kiléptek a felületről, már a kizárási kritériumok alkalmazása előtt eltávolítottuk az adatbázisból.

A minimális mintaméretet a toborzási partnerünkkel, a Vegas.hu-val egyeztetve határoztuk meg. A célcsoport elérhetőségével kapcsolatos korábbi tapasztalataik alapján úgy becsülték, hogy a kizárási kritériumok alkalmazása után nagy biztonsággal legalább 500 érvényes válasz gyűjthető be. Ezért ezt a létszámot tekintettük a garantált minimális mintaméretnek. Az R

szoftver *pwr* csomagjával elvégzett statisztikai próbaerő-elemzés megállapította, hogy az 500 fős minta elegendő statisztikai erőt biztosít egy 0,23-as hatásméret (*r*) kimutatásához egy 43 prediktoros regressziós modellben[40], 0,05-ös szignifikanciaszint és 0,80-as statisztikai erő mellett a H1-es hipotézis teszteléséhez.

Egy korábbi, hasonló stratégiát alkalmazó online kísérlet alapján[41] úgy becsültük, hogy a résztvevők körülbelül 61%-a fog ténylegesen fogadást kötni. Ez egy 305 fős alcsoportot eredményez a H2 és H3 hipotézisek vizsgálatához. A próbaerő-elemzés alapján ez az alcsoport – azonos statisztikai feltételek mellett – a 0,29-es hatásméret kimutatására alkalmas. Ez a hatásméret-becslés összhangban áll a kapcsolódó jelenségeket vizsgáló legújabb metaanalízisek felső határértékeivel[42,43]. Ugyanakkor, mivel a korábbi kutatások nem kísérleti módszerrel vizsgálták a cash-out közvetlen hatását, jelenleg hiányoznak azok a tanulmányok, amelyek alapján a várható hatás pontos nagysága közvetlenül megbecsülhető lenne.

5. Hipotézis és adatelemzési stratégia

Tanulmányunkban azt vizsgáltuk, hogy a cash-out opció elérhetősége miként befolyásolja a szerencsejáték-viselkedést annak három fő dimenziója mentén. Ennek megfelelően az elsődleges elemzések során három konfirmatív hipotézist teszteltünk:

H1: A résztvevők nagyobb valószínűséggel kötnek fogadást a cash-out opció jelenlétében, mint annak hiányában.

H2: A fogadást kötő résztvevők közül a cash-out csoportban lévők nagyobb összeget tesznek fel tétként, mint a cash-out nélküli csoport tagjai.

H3: A fogadást kötő résztvevők közül a cash-out csoportban lévők magasabb oddsú (kockázatosabb) fogadást választanak, mint a cash-out nélküli csoport tagjai.

Az elsődleges eredmények megbízhatóságának ellenőrzésére multiverzum-elemzést végeztünk. Ezen felül feltáró elemzésekkel vizsgáltuk azokat a tényezőket, amelyek módosíthatják a cash-out opció szerencsejáték-viselkedésre gyakorolt hatását; ehhez az egyes hipotézisek mentén Random Forest modelleket alkalmaztunk. A statisztikai következtetések levonásához 0,05-ös alfa-szignifikanciaszintet alkalmaztunk. Amennyiben egy *p*-érték szignifikáns, és a hatás iránya megegyezik a feltételezettel, a hipotézist alátámasztottnak tekintjük. Ha a *p*-érték nem szignifikáns, vagy a hatás iránya ellentétes a várt állítással, úgy tekintjük, hogy nincs bizonyíték a hatás jelenlétére. Ebben az esetben – a korábban elvégzett próbaerő-elemzés alapján – valószínűsíthető, hogy ha létezik is hatás, annak mértéke (*r*) elmarad a 0,23-as értéktől.

[40] R CORE TEAM: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2013. URL: https://www.r-project.org/
[41] NEWALL, Philip et al., 2022: *i. m.*
[42] BJØRSETH, Benjamin et al.: The effects of responsible gambling pop-up messages on gambling behaviors and cognitions: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychiatry*, 2021, 11, 601800. o. DOI: 10.3389/fpsyt.2020.601800
[43] BOUGUETTAYA, Ayoub et al.: The relationship between gambling advertising and gambling attitudes, intentions and behaviours: A critical and meta-analytic review. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 2020, 31, 89–101. o. DOI: 10.1016/j.cobs.2019.10.005

6. Elsődleges elemzések

6.1. Kizárás

Az adatok minőségének és az eredmények érvényességének biztosítása érdekében azokat a résztvevőket zártuk ki az elsődleges elemzésekből, akik:

1. 18 év alattiak voltak;
2. nem teljesítették a figyelemellenőrző tesztet (69 fő);
3. saját bevallásuk szerint a kísérlet során alkohol vagy kábítószer hatása alatt álltak (14 fő);
4. a 10 CAPTCHA-feladatból kevesebb, mint 7-et oldottak meg helyesen (221 fő);
5. nem értették a cash-out funkció működését (115 fő);
6. hiányosan töltötték ki a kérdőívet (35 fő);
7. három percnél rövidebb idő alatt fejezték be a kitöltést (35 fő);
8. legalább tíz egymást követő kérdésre ugyanazt a válaszlehetőséget jelölték meg (2 fő).

Mivel egy résztvevő több kizárási kritériumnak is megfelelhetett, a fenti szűrések után a végleges elemzési mintát 595 résztvevő alkotta. Közülük 474 fő (79,7%) döntött úgy, hogy a felajánlott pénzösszeggel fogadást köt.

6.2. A minta leíró statisztikája

Jellemző	Alcsoportok	Minta (N = 595)	Nincs cash-out (N = 348)	Van cash-out (N = 247)
Impulzivitási szint		38,79 (7,87)[1]	38,85 (7,68)[1]	38,72 (8,16)[1]
Problémás szerencsejáték-használati szint		4,74 (4,56)[1]	4,86 (4,70)[1]	4,58 (4,36)[1]
Problémás szerencsejáték-használati kategória	Problémamentes	78 (13%)	42 (12%)	36 (15%)
	Alacsony kockázatú	155 (26%)	88 (25%)	67 (27%)
	Közepes kockázatú	230 (39%)	140 (40%)	90 (36%)
	Problémás	132 (22%)	78 (22%)	54 (22%)
Szerencsejátékban való részvétel gyakorisága	Havonta egyszer vagy ritkábban	33 (5,5%)	17 (4,9%)	16 (6,5%)
	Havonta 2-3 alkalommal	116 (19%)	72 (21%)	44 (18%)
	Hetente egyszer	82 (14%)	45 (13%)	37 (15%)
	Hetente többször	364 (61%)	214 (61%)	150 (61%)
Napi fogadások száma	1-5 fogadás	434 (73%)	265 (76%)	169 (68%)
	6-10 fogadás	90 (15%)	50 (14%)	40 (16%)
	11-20 fogadás	33 (5,5%)	16 (4,6%)	17 (6,9%)
	Több mint 20 fogadás	38 (6,4%)	17 (4,9%)	21 (8,5%)
A tétek időbeli alakulása	Folyamatosan csökken	46 (7,7%)	24 (6,9%)	22 (8,9%)
	Enyhén csökken	96 (16%)	54 (16%)	42 (17%)

	Stabil - nem nő, nem csökken	322 (54%)	182 (52%)	140 (57%)
	Enyhén növekszik	116 (19%)	79 (23%)	37 (15%)
	Folyamatosan növekszik	15 (2,5%)	9 (2,6%)	6 (2,4%)
Fogadási összegek változékonysága	Állandó	118 (20%)	68 (20%)	50 (20%)
	Kismértékben változó	226 (38%)	137 (39%)	89 (36%)
	Mérsékelten változó	169 (28%)	97 (28%)	72 (29%)
	Meglehetősen változó	70 (12%)	37 (11%)	33 (13%)
	Erősen változó	12 (2,0%)	9 (2,6%)	3 (1,2%)
Berlini Numeracy Test (magasabb pont jobb számolási képességet jelöl)	1	269 (45%)	160 (46%)	109 (44%)
	2	107 (18%)	66 (19%)	41 (17%)
	3	78 (13%)	42 (12%)	36 (15%)
	4	141 (24%)	80 (23%)	61 (25%)
Van tapasztalata a cash-outtal		575 (97%)	335 (96%)	240 (97%)
Életkor		37,86 (11,15)[1]	38,29 (11,52)[1]	37,26 (10,60)[1]
Nem	Férfi	546 (92%)	315 (91%)	231 (94%)
	Nő	47 (7,9%)	32 (9,2%)	15 (6,1%)
	Nem válaszol	2 (0,3%)	1 (0,3%)	1 (0,4%)
Korrigált háztartási jövedelem (Ft)		379387,40 (230601,56)[1]	375986,56 (229347,89)[1]	384178,87 (232738,48)[1]
Képzettségi szint	Befejezetlen általános iskola	1 (0,2%)	1 (0,3%)	0 (0%)
	Általános iskola	21 (3,5%)	13 (3,7%)	8 (3,2%)
	Szakmunkás	100 (17%)	63 (18%)	37 (15%)
	Középiskola	195 (33%)	96 (28%)	99 (40%)
	Szakképesítés	100 (17%)	65 (19%)	35 (14%)
	BA/BSc	121 (20%)	75 (22%)	46 (19%)
	MA/MSc	52 (8,7%)	32 (9,2%)	20 (8,1%)
	Doktori fokozat vagy annál magasabb	5 (0,8%)	3 (0,9%)	2 (0,8%)
Foglalkozás	Teljes állásban	469 (79%)	279 (80%)	190 (77%)
	Félállásban	25 (4,2%)	10 (2,9%)	15 (6,1%)
	Vállalkozó	35 (5,9%)	23 (6,6%)	12 (4,9%)
	Munkanélküli	24 (4,0%)	17 (4,9%)	7 (2,8%)
	Nyugdíjas	12 (2,0%)	6 (1,7%)	6 (2,4%)
	Egyéb	30 (5,0%)	13 (3,7%)	17 (6,9%)

[1]*M (SD), M = átlag és SD = szórás*

7. A hipotézisek tesztelése

Az elsődleges hipotézisek tesztelésére három elemzési sorozatot hajtottunk végre, mindegyik hipotézishez egyet-egyet. Az elemzések során két modellt hasonlítottunk össze: az egyiket kiegészítettük a kísérleti feltétel dummy-változójával (a cash-out jelenléte vagy hiánya), míg a másik (alapmodell) e nélkül készült. Mindkét modell tartalmazta azokat a kontrollváltozókat, amelyek az elméleti megfontolások alapján befolyásolhatják a szerencsejáték-viselkedést (impulzivitás, számolási készség, problémás szerencsejáték-használat, életkor, nem, foglalkoztatási státusz, iskolai végzettség, a háztartástagok számának négyzetgyökével korrigált jövedelem, valamint a cash-out funkcióval kapcsolatos korábbi tapasztalat).

7.1. H1: A fogadás valószínűsége

Annak vizsgálatára, hogy a résztvevők nagyobb valószínűséggel kötnek-e fogadást a cash-out opció jelenlétében, binomiális logisztikus regressziós modelleket alkalmaztunk. Az eredmények nem támasztották alá a H1 hipotézist: a cash-out lehetőség jelenléte nem növelte szignifikánsan a fogadási hajlandóságot a funkció hiányához képest (*OR* = 1,00, 95% *CI* [0,64; 1,58], p = 0,993). A cash-out prediktor bevonása nem javította szignifikánsan a modell illeszkedését az alapmodellhez képest ($\chi^2(1) < 0{,}01$, $p = 0{,}993$). Megfigyeltük ugyanakkor, hogy a résztvevők 80%-a döntött a fogadás mellett. Ez egyértelmű plafonhatásra utal, ami valószínűleg csökkentette a csoportok közötti különbségek kimutatásához szükséges statisztikai erőt.

7.2. H2: A tét összege

A H2 hipotézis tesztelésével azt vizsgáltuk, hogy a fogadást kötő résztvevők a cash-out feltétel mellett magasabb összegeket kockáztatnak-e. Eredetileg a tétösszegek eloszlásától függően lineáris vagy ordinális logisztikus regresszió alkalmazását terveztük. Mivel azonban a tétek összege erősen a felső határon torzult – a fogadók 92%-a a maximális tétet választotta –, a függő változó varianciája nem volt elegendő ezen modellek illesztéséhez. Emiatt binomiális logisztikus regressziós modellt alkalmaztunk annak előjelzésére, hogy a fogadást kötő résztvevők (n = 474) a maximális tétösszeget tették-e meg. Az elemzés nem támasztotta alá a hipotézist: a cash-out opció jelenléte nem növelte szignifikánsan a maximális tét megtételének valószínűségét (*OR* = 1,08, 95% *CI* [0,48; 2,47], p = 0,848). A prediktor hozzáadása itt sem javította a modell illeszkedését ($\chi^2(1) = 0{,}04$, p = 0,848).

7.3. H3: A fogadás kockázatossága

Annak vizsgálatára, hogy a cash-out opció jelenlétében a résztvevők magasabb oddsú (kockázatosabb) fogadást választanak-e, két lineáris regressziós modellt illesztettünk a kiválasztott kimenetelekhez tartozó valószínűségekre. A cash-out lehetőség jelenléte nem gyakorolt szignifikáns hatást a fogadások kockázatosságára (β = -0,031, 95%-os *Cl* [-0,066, 0,003], p = 0,077). A cash-out változó beépítése nem javította szignifikánsan a modell illeszkedését az alapmodellhez képest ($F(1, 435) = 3{,}14$, p = 0,077).

8. A hipotézistesztelésen túlmutató elemzések

8.1. Az elsődleges elemzések robusztussági vizsgálatai

Az eredmények robusztusságának és a módszertani döntésekkel szembeni érzékenységének felmérésére feltáró multiverzum-elemzést végeztünk. A vizsgálatba bevont modellek egyike sem mutatta ki a cash-out funkció statisztikailag szignifikáns hatását. A hatásméretek minden esetben rendkívül csekélyek maradtak; irányuk teljes mértékben összhangban volt az elsődleges elemzések eredményeivel.

8.2. Feltáró elemzések

Kutatásunk másodlagos célja azoknak a moderáló változóknak a feltárása volt, amelyek módosíthatják a cash-out opció hatását a fő szerencsejáték-viselkedési mutatókra (fogadási hajlandóság, a megtett tét összege, valamint a választott fogadások kockázatossága/oddsai). Ennek érdekében mindhárom kimeneti változóra külön-külön Random Forest (véletlen erdő) elemzést végeztünk. Ez a gépi tanulási eljárás több döntési fa kombinálásával becsülte meg, hogy a különböző demográfiai és pszichológiai tényezők – köztük az impulzivitás, a problémás szerencsejáték súlyossága, a szerencsejáték-szokások, valamint a számolási készség – milyen mértékben befolyásolják a döntéseket. Az elemzések rámutattak, hogy a modellben szereplő demográfiai és pszichológiai változók összességében csak korlátozott prediktív erővel bírnak arra nézve, hogy a résztvevők kötnek-e fogadást, mekkora tétet tesznek meg, és milyen kockázatú mérkőzésekre fogadnak.

8.3. Moderációs elemzés

Bennett és munkatársai[44] eredményeire támaszkodva feltételeztük, hogy a magasabb PGSI-HU pontszámmal rendelkező (problémás szerencsejáték-használat által veszélyeztetett) résztvevők nagyobb tételeket tesznek meg, ám ez az összefüggés a cash-out opció jelenlétében gyengébb lesz, vagy egyáltalán nem nyilvánul meg. Ennek vizsgálatára bináris logisztikus regressziós modellt alkalmaztunk annak tesztelésére, hogy a PGSI-súlyossági kategóriák módosítják-e a cash-out elérhetőségének a maximális tét megtételére gyakorolt hatását. Az elemzés kimutatta, hogy a cash-out feltétel és a PGSI-kategóriák közötti interakció nem szignifikáns (χ^2 (3) = 4,33, p = 0,228). Így nem igazolható, hogy a cash-out opció eltérő mértékben befolyásolná a maximális tét választásának valószínűségét az egyes veszélyeztetettségi csoportokban.

8.4. Demográfiai jellemzők

Az elsődleges elemzések regressziós modelljeibe olyan demográfiai mutatókat vontunk be kontrollváltozóként, mint az életkor, a nem, a foglalkoztatási státusz, az iskolai végzettség, a háztartási jövedelem és a háztartásméret. Ezzel azt kívántuk feltárni, hogy a tágabb szocioökonómiai tényezők miként kapcsolódnak a kísérleti helyzetben megfigyelt szerencsejáték-viselkedéshez. Az összes elsődleges modellben (H1-H3) egyetlen demográfiai változó sem ért el statisztikailag szignifikáns hatást – sem a fogadási hajlandóság, sem a maximális tét kiválasztása, sem a fogadások kockázatossága tekintetében (minden p-érték > 0,05). Összességében elmondható, hogy bár a mintában a demográfiai tényezők a várt lakossági

[44] BENNETT, Daniel et al. 2024: *i. m.*

változatosságot mutatták, ebben a kísérleti kontextusban nem járultak hozzá érdemben a fogadási döntések magyarázatához.

9. Megbeszélés

Eredményeink nem támasztják alá azt a hipotézist, hogy a cash-out lehetőség jelenléte befolyásolná a fogadási hajlandóságot, a megtett tét nagyságát vagy a választott fogadások kockázati szintjét ebben a kísérleti környezetben. Ugyanakkor fontos kiemelni, hogy a résztvevők 80%-a (N = 474) döntött úgy, hogy fogadást köt, és közülük 91,8% a maximálisan lehetséges összeget (2300 forint) tette fel. Ez a megfigyelt plafonhatás valószínűleg csökkentette az elemzések érzékenységét a kísérleti feltételek közötti különbségek kimutatásában, és lehetséges magyarázatot ad a nulleredményekre.

A plafonhatás kialakulásához számos tényező hozzájárulhatott. Elsősorban előfordulhat, hogy a résztvevők a CAPTCHA-feladatok teljesítésével megszerzett összeget nem érezték saját vagyonuknak – annak ellenére, hogy a feladat célja éppen a megkeresett pénz élményének megteremtése volt. Mivel a feladattal kereshető összeg nem érte el a teljes, 6000 forintos részvételi díjat, a kitöltők inkább kiegészítő nyereményként tekinthettek rá, ami csökkentette a potenciális veszteségek iránti érzékenységüket. Ez a mintázat összhangban áll a „house money effect" (ház pénze hatás) jelenségével[45,46] (Thaler & Johnson, 1990; Post et al., 2008), amely rámutat: az emberek a kísérletek során biztosított bónuszösszegekre úgy tekintenek, mintha már nyerő pozícióban lennének, így kevésbé veszik figyelembe a veszteség kockázatát. Emellett a minta túlnyomó többsége (97%-a) rendelkezett korábbi tapasztalattal a cash-out funkcióval kapcsolatban. Így a játékosok nagy valószínűséggel a már meglévő meggyőződéseikre és megszokott stratégiáikra támaszkodtak ahelyett, hogy a kísérleti ingerre reagáltak volna.

A plafonhatás okainak megértéséhez összehasonlítottuk kísérleti tervünket Newall és munkatársai[47] kutatásával, amely hasonló protokollt alkalmazott, ám nem eredményezett plafonhatást. Négy fő különbséget azonosítottunk:

- Problémás szerencsejáték: Jelen kutatás mintája magasabb átlagos PGSI-pontszámokat mutatott, mint Newall és társai bármelyik csoportja. A problémás szerencsejáték magasabb súlyossága növelhette a nagyobb tétek megtételére való hajlandóságot.
- Sportágak választéka: Newall és munkatársai a résztvevőket kizárólag labdarúgás-fogadásra korlátozták, míg mi szélesebb sportválasztékot kínáltunk. A változatosabb kínálat növelhette a bevonódást, és magasabb tétek megtételére ösztönözhetett.
- Fogadások száma: A korábbi kísérletben feladatonként több fogadás is engedélyezett volt, míg mi egyetlen fogadásra korlátoztuk a döntést. Ez az egyfogadásos struktúra arra sarkallhatta a résztvevőket, hogy a teljes összeget egyszerre kockáztassák.

[45] THALER, Richard H. – JOHNSON, Eric J.: Gambling with the house money and trying to break even: The effects of prior outcomes on risky choice. *Management Science*, 1990, 36(6), 643–660. o. DOI: 10.1287/mnsc.36.6.643

[46] POST, Thierry et al.: Deal or no deal? Decision making under risk in a large-payoff game show. *The American Economic Review*, 2008, 98(1), 38–71. o. DOI: 10.1257/aer.98.1.38

[47] NEWALL, Philip et al., 2022: *i. m.*

- Kulturális különbségek: Newall és társai brit mintán dolgoztak, míg a mi kísérletünk magyar mintán zajlott. A szerencsejáték-normákban és a kockázatvállalási hajlandóságban meglévő kulturális eltérések önmagukban is hozzájárulhattak a tapasztalt plafonhatáshoz.

Tanulmányunk eredményeinek értelmezésekor néhány módszertani korlátot is figyelembe kell venni. Bár a kísérleti paradigma magas belső validitást biztosított, a kutatás ökológiai érvényessége korlátozott volt. A résztvevők szimulált környezetben, a kísérlet során kapott pénzből hoztak döntéseket, ami nem tükrözi hiánytalanul a valós szerencsejáték-helyzeteket, ahol a személyes pénzügyi kockázat sokkal szembetűnőbb. Bár az aktív online sportfogadók toborzása a gyakorlati relevancia szempontjából erősség volt, ez egyben azzal is járt, hogy a résztvevők már jól ismerték a cash-out funkciót. Saját berögződéseiket és értelmezéseiket a kísérleti manipuláció nem tudta felülírni – ez magyarázhatja azt is, miért válaszolt helytelenül a résztvevők jelentős része a cash-out működését mérő ellenőrző kérdésre. Végül, a kizárólag magyar mintán végzett adatgyűjtés korlátozhatja az eredmények általánosíthatóságát más kulturális vagy szabályozási környezetben élő szerencsejátékos populációkra.

A jövőbeli vizsgálatok az alábbi korlátokra reagálhatnak érdemben:

- Személyes tétvállalás: Növelné a résztvevők elkötelezettségét, ha a jövőbeli kutatások során a játékosok saját pénzüket használhatnák fogadásaik során.
- Terepkísérletek: A szerencsejáték-szolgáltatókkal együttműködésben, valós fogadási környezetben gyűjtött viselkedési adatok jelentősen növelnék az ökológiai érvényességet.
- Sokszínűbb minták: A változatosabb tapasztalati háttérrel rendelkező minták bevonása segítene tisztázni, hogy a cash-out funkcióval és a sportfogadással kapcsolatos korábbi élmények miként módosítják a megfigyelt hatásokat.
- Longitudinális elrendezések: Olyan kutatási tervek, amelyek időben nyomon követik a játékosok fogadási viselkedését, pontosabb képet adhatnak a funkció hosszú távú hatásairól.

Összességében eredményeink nem nyújtanak bizonyítékot arra, hogy a cash-out opció elérhetősége közvetlenül befolyásolná a fogadási viselkedést. A döntésekben megfigyelt plafonhatás ugyanakkor arra utal, hogy a kísérleti feladat nem volt elég érzékeny a cash-out jelenléte és hiánya közötti finom különbségek kimutatására. Ennek megfelelően ezek a nulleredmények nem tekinthetők végleges bizonyítéknak arra, hogy a cash-out funkció meglétének nincs viselkedési hatása – sokkal inkább a kísérleti paradigma korlátait tükrözik. Ez éles ellentétben áll azokkal az elméleti megfontolásokkal, amelyek szerint a cash-out növelheti a kontrollérzetet és nagyobb kockázatvállalásra ösztönözhet. További, ökológiailag érvényesebb kutatásokra van szükség annak megállapítására, hogy a cash-out funkciók mikor és milyen feltételek mellett befolyásolják a szerencsejáték-viselkedést.

Hivatkozások

BENNETT, Daniel et al.: People place larger bets when risky choices provide a postbet option to cash out. *Psychological Science*, 2024, 35(11), 1231–1245. o. DOI: 10.1177/09567976241266516

BJØRSETH, Benjamin et al.: The effects of responsible gambling pop-up messages on gambling behaviors and cognitions: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychiatry*, 2021, 11, 601800. o. DOI: 10.3389/fpsyt.2020.601800

BOUGUETTAYA, Ayoub et al.: The relationship between gambling advertising and gambling attitudes, intentions and behaviours: A critical and meta-analytic review. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 2020, 31, 89–101. o. DOI: 10.1016/j.cobs.2019.10.005

BRAVERMAN, Julia – SHAFFER, Howard J.: How do gamblers start gambling: Identifying behavioural markers for high-risk internet gambling. *European Journal of Public Health*, 2012, 22(2), 273–278. o. DOI: 10.1093/eurpub/ckr082

COKELY, Edward T. et al.: Measuring risk literacy: The Berlin Numeracy Test. *Judgment and Decision Making*, 2012, 7(1), 25–47. o. DOI: 10.1017/S1930297500002111

FERRIS, Jackie – WYNNE, Harold: The Canadian Problem Gambling Index. Ottawa, ON, Canadian Centre on Substance Abuse, 2001.

GRAY, Heather M. – LAPLANTE, Debi A. – SHAFFER, Howard J.: Behavioral characteristics of Internet gamblers who trigger corporate responsible gambling interventions. *Psychology of Addictive Behaviors*, 2012, 26(3), 527–535. o. DOI: 10.1037/a0028545

GRIFFITHS, Mark D. – AUER, Michael: The irrelevancy of game-type in the acquisition, development, and maintenance of problem gambling. *Frontiers in Psychology*, 2013, 3, 621. o. DOI: 10.3389/fpsyg.2012.00621

GYOLLAI Ágoston et al.: A Szerencsejáték Súlyossága Kérdőív magyar változatának (PGSI-HU) bemutatása. *Psychiatria Hungarica*, 2013, 28, 274–280. o.

HARRIS, Andrew – GRIFFITHS, Mark D.: The impact of speed of play in gambling on psychological and behavioural factors: A critical review. *Journal of Gambling Studies*, 2018, 34. k., 393–412. o. DOI: 10.1007/s10899-017-9701-7

HARRISON, Glenn W.: Real choices and hypothetical choices. In: HESS, Stephane – DALY, Andrew (Eds.): *Handbook of choice modelling*. Edward Elgar Publishing, 2024, 246–275. o. DOI: 10.4337/9781788970747.00018

HING, Nerliee et al.: Bet anywhere, anytime: An analysis of Internet sports bettors' responses to gambling promotions during sports broadcasts by problem gambling severity. *Journal of Gambling Studies*, 2017, 33. k., 1051–1065. o. DOI: 10.1007/s10899-017-9671-9

HING, Nerliee et al.: Demographic, behavioural and normative risk factors for gambling problems amongst sports bettors. Journal of Gambling Studies, 2016, 32. k., 625–641. o. DOI: 10.1007/s10899-015-9571-z

HING, Nerliee et al.: On the spur of the moment: Intrinsic predictors of impulse sports betting. *Journal of Gambling Studies*, 2018, 34. k., 413–428. o. DOI: 10.1007/s10899-017-9719-7

KAPITÁNY-FÖVÉNY Máté et al.: The 21-item Barratt Impulsiveness Scale Revised (BIS-R-21): An alternative three-factor model. *Journal of Behavioral Addictions*, 2020, 9(2), 225–246. o. DOI: 10.1556/2006.2020.00030

KILLICK, Elizabeth A. – GRIFFITHS, Mark D.: In-play sports betting: A scoping study. International Journal of Mental Health and Addiction, 2019, 17. k., 1456–1495. o. DOI: 10.1007/s11469-018-9896-6

LABRIE, Richard A. et al.: Assessing the playing field: A prospective longitudinal study of internet sports gambling behavior. *Journal of Gambling Studies*, 2007, 23(3), 347–362. o. DOI: 10.1007/s10899-007-9067-3

LANGER, Ellen J.: The illusion of control. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1975, 32(2), 311–328. o. DOI: 10.1037/0022-3514.32.2.311

LAPLANTE, Debi A. et al.: Population trends in Internet sports gambling. *Computers in Human Behavior*, 2008, 24(5), 2399–2414. o. DOI: 10.1016/j.chb.2008.02.015

LEBOW, Sara: In 2022, 19.0 million people will be online sports bettors in the US. Insider Intelligence, 2022. Letöltés ideje: 2026. szeptember 3. URL: https://www.insiderintelligence.com/content/online-sports-bettors-us

LOPEZ-GONZALEZ, Hibai – ESTÉVEZ, Ana – GRIFFITHS, Mark D.: Internet-based structural characteristics of sports betting and problem gambling severity: Is there a relationship? International Journal of Mental Health and Addiction, 2019, 17. k., 1360–1373. o. DOI: 10.1007/s11469-018-9883-1

LOPEZ-GONZALEZ, Hibai – GRIFFITHS, Mark D.: "Cashing out" in sports betting: Implications for problem gambling and regulation. Gaming Law Review, 2017, 21(4), 323–326. o. DOI: 10.1089/glr2.2017.2145

LOPEZ-GONZALEZ, Hibai – GRIFFITHS, Mark D.: Is European online gambling regulation adequately addressing in-play betting advertising? Gaming Law Review and Economics, 2016, 20(6), 495–503. o. DOI: 10.1089/glre.2016.2065

NELSON, Sarah E. et al.: Real limits in the virtual world: Self-limiting behavior of internet gamblers. *Journal of Gambling Studies*, 2008, 24. k., 463–477. o. DOI: 10.1007/s10899-008-9106-8

NEWALL, Philip et al.: Impact of the "when the fun stops, stop" gambling message on online gambling behaviour: A randomised, online experimental study. *The Lancet Public Health*, 2022, 7(5), e437–e446. o. DOI: 10.1016/S2468-2667(22)00062-7

PARKE, Adrian – PARKE, Jonathan: Transformation of sports betting into a rapid and continuous gambling activity: A grounded theoretical investigation of problem sports betting in online settings. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 2019, 17. k., 1340–1359. o. DOI: 10.1007/s11469-018-0049-8

POST, Thierry et al.: Deal or no deal? Decision making under risk in a large-payoff game show. *The American Economic Review*, 2008, 98(1), 38–71. o. DOI: 10.1257/aer.98.1.38

SINCLAIR, Eliscia L. et al.: Cash outs during in-play sports betting: Who, why, and what it reveals. *Addictive Behaviors*, 2024, 154, 108008. o. DOI: 10.1016/j.addbeh.2024.108008

STANFORD, Matthew S. et al.: Fifty years of the Barratt Impulsiveness Scale: An update and review. *Personality and Individual Differences*, 2009, 47(5), 385–395. o. DOI: 10.1016/j.paid.2009.04.008

SZÉCSI Péter – BOGNÁR Miklós – SZÁSZI Barnabás: Do scarcity-related cues affect the sustained attention of the poor and the rich differently? (Preprint), 2024. Letöltés ideje: 2026. szeptember 7. URL: https://osf.io/preprints/psyarxiv/nk4d9_v3

THALER, Richard H. – JOHNSON, Eric J.: Gambling with the house money and trying to break even: The effects of prior outcomes on risky choice. *Management Science*, 1990, 36(6), 643–660. o. DOI: 10.1287/mnsc.36.6.643

Internetes források

GAMBLING COMMISSION: Gambling participation in 2017: Behaviour, awareness and attitudes. Birmingham, Gambling Commission, 2018.

GAMING INTELLIGENCE: William Hill launches cashout feature for mobile. Gaming Intelligence, 2014. Letöltés ideje: 2024. április 10. URL: http://www.gamingintelligence.com/marketing/23957-william-hilllaunches-cashoutfeature-for-mobile-devices

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT: Income (IDD) and Wealth (WDD) Distribution Databases [adatbázis], 2023. Letöltés ideje: 2024. április 10. URL: https://www.oecd.org/social/income-distribution-database.htm

R CORE TEAM: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2013. URL: https://www.r-project.org/

A KIBERBIZTONSÁGI AUDITOK TAPASZTALATAI – AVAGY HELYZETKÉP A HAZAI KIBERBIZTONSÁG HELYZETÉRŐL

EXPERIENCES FROM CYBERSECURITY AUDITS: AN OVERVIEW OF THE STATE OF CYBERSECURITY IN HUNGARY

Szerzők:

dr. KOVÁCS Katalin (katalin.kovacs@sztfh.hu) – Kiberbiztonsági Igazgatóság, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

dr. SZEMETI Ferenc (ferenc.szemeti@sztfh.hu) – Kiberbiztonsági Igazgatóság, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

PAPPNÉ SZABÓ Dorina Barbara (barbara.dorina.szabo@sztfh.hu) – Kiberbiztonsági Igazgatóság, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

Absztrakt:

A NIS2 irányelv az Európai Unió kiberbiztonsági szabályozásának egyik legjelentősebb mérföldköve, amely alapvetően alakítja át a kritikus és kiemelten fontos szervezetek kiberbiztonsági követelményeit. Az irányelv célja a tagállamok közötti egységesebb és magasabb szintű kiberbiztonsági reziliencia kialakítása, valamint a kockázatalapú megközelítés és a szervezeti felelősségvállalás erősítése. A hazai jogharmonizáció során megalkotott szabályozási keretrendszer az egyes érintett szervezetek számára kötelező kiberbiztonsági audit lefolytatását írja elő.

A tanulmány célja a NIS2 auditok során szerzett hatósági tapasztalatok összegzése, a leggyakrabban azonosított hiányosságok és jó gyakorlatok feltárása, valamint a hazai kiberbiztonsági helyzetkép bemutatása. Az auditok eredményeinek elemzésén keresztül a tanulmány képet ad az érintett szervezetek felkészültségéről, a szabályozási megfelelés kihívásairól és a védelmi intézkedések megvalósításainak jelenlegi gyakorlatáról.

Kulcsszavak: NIS2 irányelv, kiberbiztonság, audit

Abstract:

The NIS2 Directive represents one of the most significant milestones in the European Union’s cybersecurity regulatory framework, fundamentally reshaping cybersecurity requirements for critical and essential entities. The Directive aims to establish a more uniform and higher level of cybersecurity resilience across Member States, while strengthening the risk-based approach and organizational accountability. As part of the national transposition process, the Hungarian regulatory framework mandates the performance of cybersecurity audits for affected organizations.

The purpose of this study is to summarize the regulatory authority's experiences gained during NIS2 audits, identify the most frequently observed deficiencies and good practices, and provide an overview of the current state of cybersecurity in Hungary. Through the analysis of audit results, the study offers insights into the preparedness of entities, the challenges of regulatory compliance, and the current practices related to the implementation of cybersecurity measures.

Keywords: NIS2 directive, cybersecurity, audit

1. Bevezetés

2022. december 14-én fogadták el az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2022/2555 irányelvét (a továbbiakban: NIS2 irányelv vagy irányelv) az Európai Unió egész területén egységesen magas szintű kiberbiztonságot biztosító intézkedésekről, amely az uniós tagállamok kiberbiztonsági szintjének összehangolását és egységesen magas szintjének biztosítását célozza.

Az irányelv hazai implementálása szerint az érintett szervezeteknek főszabály szerint kétévente kiberbiztonsági auditot (a továbbiakban: kiberbiztonsági auditot) kell végeznie. Az első kiberbiztonsági audit lefolytatására vonatkozó határidő 2025. december 31. volt, amit a jogalkotó 2026. június 30-ra módosított. Jelen tanulmány a Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatóságához (a továbbiakban: SZTFH vagy Hatóság), mint kiberbiztonsági hatósághoz beérkezett auditok eredményeit foglalja össze, valamint egy nemzetközi kitekintéssel hasonlítja össze a hazai szabályozást más tagállamok gyakorlatával.

2. Nemzetközi kitekintés

Az Európai Unió Hivatalos Lapjában 2022. december 27-én jelent meg a 2022. december 14-én elfogadott jogszabály, a NIS2 irányelv. Míg az EU rendeletek konkrét, egységes szabályokat állapítanak meg, melyek közvetlenül alkalmazandók, így a tagállamok mozgástere erősen korlátozott, addig az irányelvek vonatkozásában eltérő a folyamat. Bár az irányelvek ugyanúgy kötelező erővel bírnak, konkrét, egységes szabályok helyett elérendő célokat és eredményeket határoznak meg. Az irányelveket szintén át kell ültetni minden tagállamban a nemzeti jogba, a tagállamok mozgástere mégis lényegesen szélesebb annak megválasztásában, hogy milyen módon, milyen eszközökkel kívánják elérni a kitűzött célokat.
A NIS2 irányelv nagyon tömören megfogalmazható végső célja, hogy az uniós gazdaság, a közszolgáltatások, valamint a társadalom egészének működését kevésbé veszélyeztessék a kibertámadások. Ennek elérése céljából a tagállamoknak új kiberbiztonsági stratégiát kellett kidolgozni, meg kellett erősíteniük intézményrendszereiket, az érintett szervezeteknek pedig megfelelő szintű kiberbiztonsági kockázatkezelési és incidenskezelési intézkedéseket kellett bevezetniük. Az irányelv nagy hangsúlyt fektet a kritikus szolgáltatások és az ellátási láncok ellenállóképességének növelésére, a kiberbiztonsági incidensek gyors felismerésére és bejelentésére, az ezekkel kapcsolatos tagállamok közötti együttműködés kereteinek megteremtésére, valamint a vezetői felelősségre.

A szóban forgó irányelv nemzeti jogba történő átültetésének határideje 2024. október 17. volt, ezt a határidőt azonban a tagállamok többsége elmulasztotta[1]. 2024-ben mindössze 7 tagállam alkotta meg a szükséges jogszabályokat (Horvátország, Olaszország, Belgium, Lettország, Litvánia, Románia és Magyarország), a többség csak 2025-ben végezte ezt el. Még jelenleg is vannak olyan tagállamok, melyek nem ültették át saját nemzeti jogrendszerükbe a NIS2 irányelv elvárásait, ezért 2026. július 8-án a Bizottság az Európai Unió Bíróságához fordult Írországgal, Spanyolországgal, Franciaországgal és Hollandiával szemben[2]. Más országokban,

[1] Directive - 2022/2555 - EN - EUR-Lex (Hivatkozás időpontja: 2026. augusztus 10.)
[2] Commission refers Ireland, Spain, France and the Netherlands to the Court of Justice for failing to transpose the rules on cybersecurity | Shaping Europe's digital future

bár már elfogadták a szükséges jogszabályokat, azok még nem alkalmazandók (például Ausztriában 2026. október 1-től, Németországban 2026. december 6-tól kell alkalmazni a rendelkezéseket).

A tagállamokban megalkotott jogszabályok igen eltérő megoldásokkal kívánják elérni az irányelvben meghatározott célokat, már a hatósági nyilvántartásba vétel során, amelynek egyik célja, hogy a tagállami CSIRT megküldje a felügyelt szervezetek listáját az Európai Bizottságnak, jelentős eltérések mutatkoznak[3]:

- A legtöbb tagállamban a szervezetekre regisztrációs kötelezettség hárul (self-identification and registration), tehát a törvényben meghatározott kritériumok értékelését és az érintettség felismerését követően regisztrálniuk kell az illetékes hatóságnál, a hazai szabályozáshoz hasonlóan. Ez a regisztráció történhet egy online portálon keresztül (többek között Ausztria, Belgium, Németország, Csehország, Szlovákia, Magyarország), de arra is van példa, hogy e-mailben kell bejelentkezniük a hatóságnál (például Görögország).
- Más országokban a hatóság azonosítja és kijelöli az érintett szervezeteket (authority identification and registration, például Horvátország, Ciprus, Litvánia).
- Hibrid modell, ahol egyszerre létezik a szervezetek önálló regisztrációs kötelezettsége, de bizonyos esetekben a hatóság is kijelölhet érintett szervezetet (például Lengyelország).

A következő fontos kérdés, hogy milyen konkrét követelményrendszernek kell megfelelniük az érintett szervezeteknek. A NIS2 21. cikke magas szinten határozza meg a szükséges kiberbiztonsági kockázatkezelési intézkedéseket, a cikk (2) bekezdése 10 pontban sorolja fel a követelményeket. Ezt pontosítja és egészíti ki a Bizottság (EU) 2024/2690 végrehajtási rendelete azon szolgáltatók esetében, amelyeknél a határon átnyúló jelleg domináns, mivel esetükben konkrétabb és egységesebb uniós szintű követelmények kerültek lefektetésre. Ezen elvárásokat a tagállamok jogalkotói különböző részletességgel dolgozták ki, ezért e területen is igen nagy eltéréseket tapasztalunk a tagállamok gyakorlatai között:

- Finnországban kockázatalapú megközelítést alkalmaznak előre meghatározott kontrollpontok nélkül és Németországban sem írnak elő kötelező keretrendszert a magánvállalatok számára.
- Egyes tagállamokban saját keretrendszert dolgoztak ki,
    - az ISO/IEC 27001 és ISO/IEC 27002 szabványok alapján, kevesebb kontrollponttal (Lettország: 50-70, Litvánia: 76, Szlovákia: 151),
    - máshol lényegesen több elemi követelmény meghatározásával az amerikai NIST CSF (többek között Belgium, Olaszország, Románia) vagy
    - NIST SP 800-53 (Magyarország) szabványon alapuló elvárások kerültek meghatározásra[4].

[3] https://www.deloitte.com/content/dam/assets-zone2/be/en/docs/services/consulting/2026/be-deloitte-nis2-whitepaper-march-2026.pdf?utm

[4] https://spac-alliance.org/library/online-nis-2-guide/nis-2-compliance/?utm

Egyes tagállamokban bármely szervezet (például Ausztria), máshol bizonyos szervezetek esetén (például Belgium) egy ISO/ IEC 27001 tanúsítvány is elegendő a NIS2 megfelelés igazolásához, megjegyzendő ugyanakkor, hogy az ISO/IEC 27001 megszerzését követően évente felügyeleti auditra (surveillance audit), 3 évente pedig újratanúsító auditra (recertification audit) van szükség.

A következő terület, ahol szintén jelentős eltérések mutatkoznak, az az auditkötelezettség kérdése. A NIS2 irányelv 32. cikk (2) b) pontja előírja, hogy „egy független szerv vagy illetékes hatóság által végzett, rendszeres és célzott" biztonsági ellenőrzés alkalmazására van szükség. A tagállamok ezt is eltérően szabályozták, egyes tagállamokban elegendő önértékelést elvégezni külső audit nélkül, viszont az önértékelés adatainak elemzése alapján további adatokat kérhet a hatóság, mely ez alapján jelöli ki, hogy mely szervezeteket ellenőrzi.
Máshol többféle auditot is elfogadnak NIS2 megfelelésként (például ISO/IEC 27001 tanúsítvány, egyes ágazati szabályrendszerek), esetenként pedig bizonyos meghatározott időközönként külső auditor által végzett auditra van szükség. Egyes országokban az auditokat illetően eltérő szabályokat találunk a kockázatos és a kiemelten kockázatos ágazatokban működő szolgáltatók és szervezetek vonatkozásában, míg máshol egyforma szabályok vonatkoznak minden NIS2 érintett szervezetre, függetlenül az ágazattól. Arra is van példa, hogy 3 évente más auditorral kell elvégeztetni az auditot (Románia).

A leggyakrabban előforduló szabályozási esetek:

- Egyáltalán nincs auditkötelezettség, kizárólag önértékelés és hatósági ellenőrzések (például Luxemburg, Finnország, Lettország).
- Auditkötelezettség csak a kiemelten kockázatos ágazatokban (például Belgium, Litvánia 3 évente, Görögország, Szlovákia, Horvátország 2 évente).
- Minden ágazatban kötelező audit 2 évente (Észtország, Lengyelország, Magyarország).

A fentiek alapján megállapítható, hogy a hazai jogalkotó részletes szabályozási környezetet teremtett, a magyar rendszer a szigorúbbak közé tartozik. Fontos megjegyezni azonban, hogy a hazai szabályozás az elsők között készült el, így a normaszöveg megalkotásakor még nem volt lehetőség a nemzetközi példák, jó gyakorlatok adaptálására. A kodifikáció így a 2013. évi L. törvényből és annak végrehajtási rendeletéből [41/2015. (VII.15.) BM rendelet] indulhatott ki. Egy későbbi jogszabály-felülvizsgálat során a követelmények terén célszerű lenne egy egységesebb uniós szintű szabályrendszer megalkotása, amely az előírások tekintetében kevesebb teret enged a tagállami szabályozásnak, a betartatásuk és ellenőrzésük tekintetében pedig rugalmas.

3. A kiberbiztonsági audit kötelezettségének kialakulása – jogi háttér

A NIS2 irányelv a hálózati és információs rendszerek biztonságának az egész Unióban egységesen magas szintjét biztosító intézkedésekről szóló, az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/1148 irányelvét (a továbbiakban: NIS1 irányelv) váltotta fel.

A NIS2 célja a magas szintű kiberbiztonság megteremtése az Európai Unión belül, amelyet többek között azzal kíván elérni, hogy az eddigi ágazati megközelítés helyett a gazdasági szereplők széles körére kiterjedő érintetti kört határoz meg. Az érintetti körbe bevonta az adott

ágazatban működő középvállalkozásokat, és bizonyos ágazatok esetén mérettől függetlenül az összes gazdasági szereplőt is.

A NIS2 irányelv implementációja az Európai Unió tagállamaiban eltérő ütemben történt, azonban Magyarország e tekintetben úttörő szerepelt vállalt és az irányelv magyar jogrendbe való átültetését az elsők között hajtotta végre.

Ezen irányelv implementációjaként megalkotott, 2023. május 15-én kihirdetett, a kiberbiztonsági tanúsításról és a kiberbiztonsági felügyeletről szóló 2023. évi XXIII. törvény (a továbbiakban: Kibertantv.) 2024. október 18-ig több szakaszban lépett hatályba. A Kibertantv. az érintett szervezeteket kritikussági szintjüknek megfelelően két csoportra osztotta. A Kibertantv. 2024. január 1-jén hatályba lépett rendelkezései rögzítik a kiemelten kockázatos ágazatokban működő alapvető szolgáltatók és szervezetek, valamint a kockázatos ágazatokban működő fontos szolgáltatók és szervezetek, azaz az érintett szervezetek azon kötelezettségét, hogy a kiberfenyegetések által okozható károk mértékével arányosan gondoskodjanak elektronikus információs rendszereik (a továbbiakban: EIR) és azok fizikai környezetének biztonságáról. [5]

A Kibertantv. célja egy kockázatokkal arányos információbiztonsági irányítási keretrendszer létrehozása, amelynek folyamatos fenntartásáért és működéséért a szervezet vezetője felel.

Az érintett szervezetek kötelesek az elektronikus információs rendszereket, valamint az azon tárolt, továbbított vagy feldolgozott adatokat a polgári nemzetbiztonsági szolgálatok irányításáért felelős miniszter rendeletében meghatározott szempontrendszer alapján biztonsági osztályba sorolni.[6]

A jogszabály értelmében az érintett szervezetek, valamint elektronikus információs rendszereik kiberbiztonsági felügyeletét az SZTFH látja el.[7] Továbbá az állami érintettségű szervezetek esetében a kiberbiztonsági felügyeletet az NBSZ NKI látja el.

Az érintett szervezetek a jogszabályi megfelelés bizonyítása érdekében kötelesek kétévente a tevékenység végzésére jogosult, független auditorral (a továbbiakban: auditor) kiberbiztonsági auditot végeztetni. [8]

A 2024. október 18-án hatályba lépett rendelkezések[9] felhatalmazást adnak a hatóság elnökének arra, hogy rendeleti szinten határozza meg a kiberbiztonsági felügyeleti jogkör gyakorlásának, valamint az érintett szervezetek ellenőrzésének részletes szabályait.[10]

A jogszabály általános szabályként rögzíti, hogy az érintett szervezetek a nyilvántartásba vételüktől számított 120 napon belül kötelesek szerződést kötni egy nyilvántartásban szereplő auditorral, és az első kiberbiztonsági auditot a nyilvántartásba vételt követő két éven belül kell elvégeztetniük.[11]

[5] A kiberbiztonsági tanúsításról és a kiberbiztonsági felügyeletről szóló 2023. évi XXIII. törvény 19. §
[6] A kiberbiztonsági tanúsításról és a kiberbiztonsági felügyeletről szóló 2023. évi XXIII. törvény 20. §
[7] A kiberbiztonsági tanúsításról és a kiberbiztonsági felügyeletről szóló 2023. évi XXIII. törvény 22.§
[8] A kiberbiztonsági tanúsításról és a kiberbiztonsági felügyeletről szóló 2023. évi XXIII. törvény 23.§
[9] A kiberbiztonsági tanúsításról és a kiberbiztonsági felügyeletről szóló 2023. évi XXIII. törvény 22. § (3)
[10] A kiberbiztonsági tanúsításról és a kiberbiztonsági felügyeletről szóló 2023. évi XXIII. törvény 22. § (3)
[11] A kiberbiztonsági tanúsításról és a kiberbiztonsági felügyeletről szóló 2023. évi XXIII. törvény 26. § (3)

Az átmeneti rendelkezések a működés megkezdésének időpontjához mérten határozzák meg a védelmi intézkedések alkalmazásának kötelezettségét. Ennek értelmében a 2024. január 1-je előtt már működő szervezetek a konkrét védelmi intézkedéseket 2024. október 18-tól kötelesek alkalmazni, és az első kiberbiztonsági auditot 2025. december 31-ig kell elvégeztetniük.[12]

A konkrét védelmi intézkedéseket a biztonsági osztályba sorolás követelményeiről, valamint az egyes biztonsági osztályok esetében alkalmazandó konkrét védelmi intézkedésekről szóló 7/2024. (VI. 24.) MK rendelet (a továbbiakban: MK rendelet) írja elő. E jogszabály határozza meg azon adminisztratív, logikai és védelmi intézkedéseket, amelyeket az elektronikus információs rendszer felett rendelkezni jogosult szervezetre és az elektronikus információs rendszerre alkalmazni szükséges.

Az audit módszertan a NIST Special Publication 800-53A Revision 5 dokumentum alapján kerül megfogalmazásra.

A Kibertantv. hatálybalépése óta szerzett tapasztalatok jogszabályi integrációja, valamint a kiberbiztonságra vonatkozó alapvető szabályok egységes törvényi keretbe foglalásának célszerűsége hívta életre a 2025. január 1-jén hatályba lépett, Magyarország kiberbiztonságáról szóló 2024. évi LXIX. törvényt (a továbbiakban: Kiberbiztonsági tv.).

A Kiberbiztonsági tv. egységesítette és kiegészítette az állami és önkormányzati szervek elektronikus információbiztonságáról szóló 2013. évi L. törvényben (a továbbiakban: Ibtv.) és a Kibertantv.-ben szabályozott területet.

Ezen új jogszabály 2025. január 1-jei hatálybalépésével egyidejűleg az Ibtv. és a Kibertantv. hatályát vesztette, azonban az érintett szervezetek szerződéskötési és auditálási kötelezettsége továbbra is fennállt. Az új szabályozás a korábbi szabályozással (Kibertantv.) megegyezően szabályozta az auditorral kötendő megállapodás és az audit elvégzésének határidejét, azonban az SZTFH nyilvántartásában szereplő szervezetek közül a mikrovállalkozásokat mentesítette az auditkötelezettség alól.

A Kiberbiztonsági tv. a kiberbiztonsági audit fogalmát az elektronikus információs rendszerek biztonsági osztályba sorolása, valamint a biztonsági osztályba sorolás szerinti védelmi intézkedések megfelelőségének ellenőrzéseként határozta meg[13], amely a Kibertantv. szerinti definíciót – miszerint a kiberbiztonsági audit az elektronikus információs rendszerek tekintetében a kiberbiztonsági követelmények teljesülésére vonatkozó vizsgálat, ellenőrzés[14] – pontosította.

A Kiberbiztonsági tv.-ben felhatalmazást kapott az SZTFH elnöke, hogy rendeletben meghatározza többek között a kiberbiztonsági audit lefolytatásának rendjét, valamint a kiberbiztonsági audit legmagasabb díját.[15] Figyelemmel arra, hogy a követelményeket nem az SZTFH határozta meg, ezért az audit lefolytatásának rendje szükségszerűen kellett, hogy illeszkedjen a követelményrendszerhez.

[12] A kiberbiztonsági tanúsításról és a kiberbiztonsági felügyeletről szóló 2023. évi XXIII. törvény 30. § (2), (4)-(5)
[13] Magyarország kiberbiztonságáról szóló 2024. évi LXIX. törvény 4. § 44. pont
[14] A kiberbiztonsági tanúsításról és a kiberbiztonsági felügyeletről szóló 2023. évi XXIII. törvény 1. § 17. pont
[15] Magyarország kiberbiztonságáról szóló 2024. évi LXIX. törvény 81. § (6) bekezdés c) pontja

E törvényi felhatalmazás alapján a kiberbiztonsági audit lefolytatásának rendjéről és a kiberbiztonsági audit legmagasabb díjáról szóló 1/2025. (I. 31.) SZTFH rendelet (a továbbiakban: 1/2025. (I. 31.) SZTFH rendelet) hatálybalépése rögzítette a kiberbiztonsági audit alapvető szabályait, valamint maximalizálta annak díját. Ezáltal megnyílt a lehetőség arra, hogy az érintett szervezetek szerződést kössenek az eljárás lefolytatására jogosult gazdálkodó szervezetekkel.

Az SZTFH folyamatosan nyomon követte az auditori szerződések számának alakulását, mely alapján indokolttá vált a hatósági fellépés. Az auditori kapacitások biztosítása és optimális kihasználása érdekében a Kiberbiztonsági tv. 2025. május 31-én hatályba lépett módosítása új határidőket állapított meg a 2025. január 1-je előtt már működő szervezetekre. A kötelezetteknek legkésőbb 2025. augusztus 31-ig kellett szerződést kötniük egy auditorral, ugyanakkor az audit lefolytatásának határidejét a jogalkotó fél évvel meghosszabbította 2026. június 30-ig.[16]

A fenti jogszabályokra tekintettel a konkrét védelmi intézkedések 2024. október 18-tól történő alkalmazásának igazolására 2026. június 30-ig volt lehetőség.

4. A kiberbiztonsági auditok eredményei

Az 1/2025. (I. 31.) SZTFH rendelet alapján a kiberbiztonsági audit lezárásakor az auditor az audit során keletkezett bizonyítékokat és az audit eredményét tartalmazó auditjelentést, valamint annak gépi feldolgozásra alkalmas formátumát 7 napon belül megküldi a Hatóságnak. Az alábbi fejezetben ismertetett eredmények a 2026. június 30-ig lezajlott kiberbiztonsági auditok során készített, és a Hatóságnak benyújtott auditori jelentések megállapításain alapulnak. A következő összegzés kizárólag az ezen dokumentumokban szereplő információk feldolgozását tartalmazza.

4.1. A kiberbiztonsági audit mutatói

A kiberbiztonsági auditok eredményét alapvetően két mutató, a védelmi megfelelőségi index, valamint a szervezet ellenálló-képességi indexe határozza meg.

4.1.1. A védelmi megfelelési index

A védelmi megfelelési index (a továbbiakban: VMI) a vizsgálatban részt vevő EIR-ek egyedi megfelelési mutatója, amely az adott biztonsági osztályhoz tartozó követelménycsoportok értékelésére szolgál. Egy olyan kvantitív számítási módszer, amely a követelménycsoportok vizsgálata során feltárt eltérések súlyosságához rendelt pontértékek alapján kerül meghatározásra, így biztosítva az EIR-ek értékelésének összehasonlíthatóságát.

Az értéket az auditor az alábbi képlettel határozza meg, amelyben az 1/2025. (I. 31.) SZTFH rendelet 6. melléklete szerinti „Biztosító” típusú követelmények kétszeres, míg a „Támogató” típusú követelmények egyszeres súlyozással szerepelnek.

[16] Magyarország kiberbiztonságáról szóló 2024. évi LXIX. törvény 89. § (1a) és (2)

$$VMI = 100 - \frac{100*2*\sum_{i=1}^{n} b_i + \sum_{j=1}^{m} t_j}{20n+10m}$$

A VMI alapján az auditor a követelményektől való eltérés mértéke szerint, szövegesen értékeli EIR-t a következők szerint[17]:

Eltérés mértéke	Az EIR értékelése a védelmi intézkedések katalógusa alapján
VMI ≥ 95	**megfelel**
90 ≤ VMI < 95	**alacsony kockázattal megfelel**
80 ≤ VMI < 90	**jelentős kockázattal megfelel**
70 ≤ VMI < 80	**magas kockázattal megfelel**
VMI < 70	**nem felel meg**

1. táblázat: A VMI szöveges értékelése

4.1.2. A szervezet ellenálló-képességi index

A szervezet ellenálló-képességi index (a továbbiakban: SZEKI) a szervezet rendszereinek egy összesített mutatója, amely az egyes EIR-ekhez tartozó VMI-k számtani átlaga.

$$SZEKI = \frac{\sum VMI_{1\ldots n}}{n}$$

Az auditor a SZEKI szövegszerű értékelését a következő táblázatban foglaltak szerint végzi el:

Szervezet értékelése	A szervezetnek a védelmi intézkedések katalógusa elvárásainak való megfelelés szempontjából történő minősítése	Értékelés eredménye
SZEKI ≥ 95	**elhanyagolható kockázattal megfelel**	**megfelelt**
90 ≤ SZEKI < 95	**alacsony kockázattal megfelel**	**auditált**
80 ≤ SZEKI < 90	**közepes kockázattal megfelel**	
70 ≤ SZEKI < 80	**magas kockázattal megfelel**	
SZEKI < 70	**kritikus kockázattal nem felel meg**	**nem megfelelt**

2. táblázat: A SZEKI szöveges értékelése

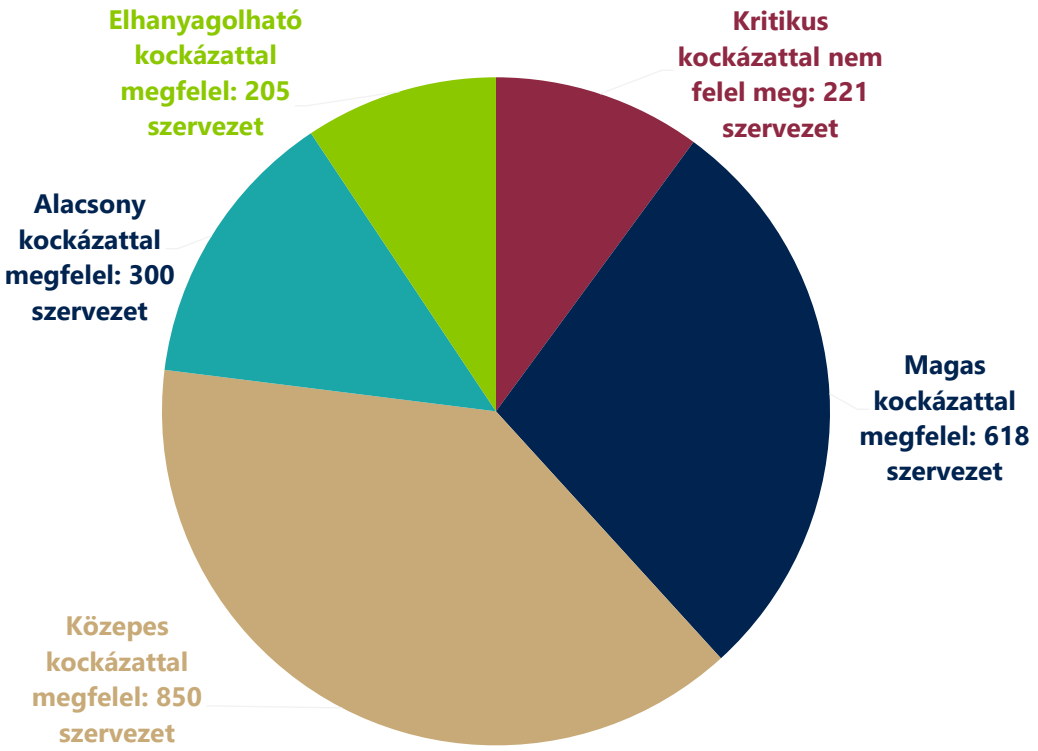
[17] 1/2025. (I. 31.) SZTFH rendelet 5. melléklet 2.2.5.6.

A Hatóság akkor tekinti az auditot eredményesnek, amennyiben a szervezet a SZEKI értékelése alapján legalább „auditált” minősítést ért el.

4.2. Az első kiberbiztonsági auditok eredményei

A tanulmány lezárásáig, 2026 augusztusáig 2194 auditjelentést küldtek meg a Hatóságnak, amelyek alapján a következő megállapítások fogalmazhatók meg.

Az első kiberbiztonsági auditok eredményei alapján a szervezetek közel 90%-a sikeresen teljesítette a jogszabályi követelményeket, ráadásul 10%-uk a legjobb értékelésnek számító, „megfelelt” SZEKI-vel.



1. ábra: Az első kiberbiztonsági auditok SZEKI értékei

A Hatósághoz beérkező auditjelentések alapján megállapítható, hogy a magasabb biztonsági osztályba sorolt EIR-ek esetében a SZEKI értéke is magasabb. Ennek egyik legfőbb oka, hogy az auditban érintett szervezetek 81,1%-a, vagyis 1780 szervezet „alap” biztonsági osztályba sorolta az EIR-jeit, vagyis a legtöbb kiberbiztonsági audit „alap” biztonsági osztályon került lefolytatásra. Másrészt a Hatósághoz érkező visszajelzések alapján azok a szervezetek, melyek korábban más jogszabályi, szerződéses vagy egyéb compliance elvárás okán érintettek voltak már informatikai – vagy információbiztonsági – auditban, magasabb biztonsági osztályba sorolták a rendszereiket. A korábbi megfelelési kötelezettség okán pedig jellemzően magasabb szinten tudták a védelmi intézkedéseket teljesíteni.

Biztonsági osztály	Biztonsági osztályon végzett auditok száma	Átlagos SZEKI-érték
Alap	**1780**	**77**
Jelentős	**319**	**82**
Magas	**52**	**85**

3. táblázat: A kiberbiztonsági auditok száma és az átlagos SZEKI-érték biztonsági osztályonként

Emellett megjegyezzük, hogy 43 szervezet esetében nem került sor EIR azonosítására, esetükben a korábban megfogalmazott hatósági álláspont szerint a kiberbiztonsági auditot legalább az „alap” biztonsági osztályra vonatkozóan kellett teljesíteni. Ezen szervezetek átlag SZEKI-értéke 68 volt.

5. A kiberbiztonsági audit végrehajtását követően fennálló feladatok a szervezetek és az SZTFH részéről

Ha a szervezet vagy a kiberbiztonsági audit során az auditor az adott elektronikus információs rendszerre vonatkozó biztonsági osztályhoz kapcsolódó védelmi intézkedések értékelése során hiányosságot állapít meg, akkor a szervezet – a vizsgálat vagy a kiberbiztonsági audit eredményének kézhezvételét követő 90 napon belül – intézkedési tervet készít a hiányosság megszüntetésére.

A szervezet az intézkedési tervben meghatározza, miként fogja az audit során megállapított hiányosságokat kezelni.
Az intézkedési tervnek egyértelmű, végrehajtható és nyomon követhető intézkedéseket kell tartalmaznia, melyet az arra jogosult felsővezetőnek jóvá kell hagynia. Ezen dokumentum olyan vezetői szintű nyilvántartásként funkcionál, amely alkalmas a végrehajtás státuszának ellenőrzésére. Az intézkedési terv folyamatos felülvizsgálata elengedhetetlen annak érdekében, hogy az abban szereplő feladatok teljesítése naprakészen nyomon követhető legyen.

Az intézkedési tervtől elkülönül az SZTFH által a felügyeleti jogkörébe tartozó szervezeteknek küldött felhívás, amelyben a Hatóság kötelezi az auditon „nem megfelelt” eredményt elért szervezeteket cselekvési terv elkészítésére. A cselekvési tervnek tartalmaznia kell a végrehajtandó feladatokat, az ahhoz kapcsolódó határidőket, valamint a feladatok felelőseit. A cselekvési terv a megfelelőség helyreállításának nyomon követésére szolgáló eszköz, melynek teljesítéséről a szervezet köteles 90 naponta beszámolni.

A Hatóság előírja továbbá, hogy a cselekvési terv benyújtását követően, a megismételt audit lefolytatásáig, a szervezetek negyedévente számoljanak be a hiányosságok felszámolására tervezett feladatok megvalósulásáról. A megismételt audit lefolytatása a szervezet által választott időpontban, azonban legkésőbb 2027. december 31. napjáig esedékes.

A többségi állami befolyás alatt álló gazdálkodó szervezetek felett a kiberbiztonsági felügyeletet az Nemzetbiztonsági Szakszolgálat Nemzeti Kiberbiztonsági Intézet (a továbbiakban: NBSZ NKI) gyakorolja. Amennyiben e szervezetek egyúttal a Kiberbiztonsági tv. 2. vagy 3. melléklete szerinti szervezetnek minősülnek, a kiberbiztonsági audit lefolytatására kötelezettek.

Ezen szervezetek auditjelentését az SZTFH a felügyeleti jogkört gyakorló NBSZ NKI felé hivatalból megküldi.

A kiberbiztonsági intézkedések végrehajtása nem egy egyszeri feladat, az audit lezárultát követően a szervezet kötelezettségei nem érnek véget. Az EIR-ek és azok fizikai környezetének védelméről folyamatosan gondoskodni kell, mivel a kiberbiztonság kiemelt stratégiai feladat, amely elengedhetetlen az EIR-ek biztonságának erősítése és a kiberbiztonsági kockázatok csökkentése érdekében.

Az SZTFH hatósági ellenőrzésének részletes szabályait az SZTFH elnöki rendelete[18] szabályozza. E jogszabály felhatalmazást ad a Hatóságnak a rendszeres, eseti és célzott biztonsági ellenőrzések lefolytatására, amelyek keretében ellenőrzi a biztonsági osztályba sorolást, a védelmi intézkedéseket és az eljárási szabályok teljesülését. A Hatóság jogosult továbbá a kiberbiztonsági audit során készített auditjelentést megalapozó bizonyítékokhoz hozzáférni és ezeket bekérni.

6. Összegzés

A fenti eredmények alapján megállapítható, hogy a hazai érintett szervezetek többsége sikeresen teljesítette az első kiberbiztonsági auditot, és ezzel igazolta a védelmi intézkedéseknek való megfelelését. A kiberbiztonsági auditok célja azonban nem egy egyszeri állapot elérése, hanem a védelmi intézkedések folyamatos fenntartása, illetve fejlesztése a minél magasabb szintű kiberbiztonság elérése érdekében. Az első auditálás az érintett szervezetek működésében nem a megfelelési folyamat végét, hanem annak kezdetét jelenti.

[18] A kiberbiztonsági felügyelet és feladatellátás és a hatósági ellenőrzés lefolytatásának részletes szabályairól, valamint az információbiztonsági felügyelőről szóló 3/2025. (IV.17.) SZTFH rendelet

Hivatkozások

Jogszabályok

AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2022. december 14-i (EU) 2022/2555 IRÁNYELVE az Unió egész területén egységesen magas szintű kiberbiztonságot biztosító intézkedésekről, valamint a 910/2014/EU rendelet és az (EU) 2018/1972 irányelv módosításáról és az (EU) 2016/1148 irányelv hatályon kívül helyezéséről (NIS 2 irányelv)

A kiberbiztonsági tanúsításról és a kiberbiztonsági felügyeletről szóló 2023. évi XXIII. törvény

Magyarország kiberbiztonságáról szóló 2024. évi LXIX. törvény

A kiberbiztonsági audit lefolytatásának rendjéről és a kiberbiztonsági audit legmagasabb díjáról szóló 1/2025. (I. 31.) SZTFH rendelet

A kiberbiztonsági felügyelet és feladatellátás és a hatósági ellenőrzés lefolytatásának részletes szabályairól, valamint az információbiztonsági felügyelőről szóló 3/2025. (IV.17.) SZTFH rendelet

Online és egyéb források

Az Európai Bizottság „Commission refers Ireland, Spain, France and the Netherlands to the Court of Justice for failing to transpose the rules on cybersecurity” című sajtóközleménye (2026. július 8.): https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/commission-refers-ireland-spain-france-and-netherlands-court-justice-failing-transpose-rule

A Deloitte „NIS2 – The new era of cybersecurity” című tanulmánya (2026. március): https://www.deloitte.com/content/dam/assets-zone2/be/en/docs/services/consulting/2026/be-deloitte-nis2-whitepaper-march-2026.pdf

A SPAC Alliance „NIS 2 Compliance” című online útmutatója (2026. július 28.): https://spac-alliance.org/library/online-nis-2-guide/nis-2-compliance/?utm