

Tanúsítvány hivatalos fordításról
Official translation certificate
Traducere oficială

A tanúsítvány kiállítója / Issuer of the certificate

Cégnév / Company name / Denumirea: Start Fordítóiroda Kft.
Székhely / Registered seat / Sediul social: H-1132 Budapest, Váci út 16. fszt. 12.
Cégjegyzékszám / Company registration number /
Număr de înregistrare la ORC: 01-09-416032
Adószám / Tax number / Cod unic de înregistrare: 32284511-2-41

Tanúsítvány / Certificate

A Start Fordítóiroda Kft. ezúton igazolja, hogy az alábbi dokumentum román fordítása tartalmilag mindenben megegyezik a szintén csatolt, eredeti magyar dokumentummal. A hivatalos fordítás a hatályos törvényi rendelkezéseknek megfelelően készült, a Start Fordítóiroda kizárólag tartalmi lektorálást végzett.

Start Fordítóiroda Kft. certifică prin prezenta că traducerea în limba română a documentului de mai jos corespunde în totalitate, ca conținut, documentului original în limba maghiară anexat prezentei. Traducerea oficială a fost efectuată în conformitate cu dispozițiile legale în vigoare, iar Start Fordítóiroda a realizat exclusiv o revizie de conținut.

The Start Fordítóiroda Kft. hereby certifies that the Romanian translation of the below document fully corresponds in content to the original Hungarian document also attached hereby. The official translation was made in compliance with the legal provisions in force, Start Fordítóiroda performed content proofreading only.

Budapest, 2025. december 6. / Budapest, 6. December 2025

Szalay Alexandra

ügyvezető / managing director / directorul executiv

www.startfordito.hu
info@startfordito.hu
+36 30 481 8889

HHE SARKAD S.R.L.
SONDE DE HIDROCARBURI NYÉKPUSZTA
LISTA REZULTATELOR MONITORIZĂRII VIBRAȚIILOR

Anexa nr. 1: Monitorizarea vibrațiilor sondei HHE-Nyékpuszta-6A, 22.12.2022.	2
Anexa nr. 2: Monitorizarea vibrațiilor sondei HHE-Nyékpuszta-8, 11.09.2023.	5
Anexa nr. 3: Monitorizarea vibrațiilor sondei HHE-Nyékpuszta-8, 18.11.2024.	9
Anexa nr. 4: Monitorizarea vibrațiilor sondei HHE-Nyékpuszta-11, 01.07.2025.	12
Anexa nr. 5: Monitorizarea vibrațiilor sondei HHE-Nyékpuszta-13, 27.02.2024	15
Anexa nr. 6: Monitorizarea vibrațiilor sondei HHE-Nyékpuszta-17, 18.11.2024.	18

Anexa nr. 1

Monitorizarea vibrațiilor sondei HHE-Nyékpuszta-6A

22.12.2022

Raport

privind monitorizarea vibrațiilor la sonda HHE-Nyékpuszta-6A

La solicitarea HHE Gyulavári Kft., Geopolita Kft. a efectuat monitorizarea utilizând un sistem de măsurare seismică, în vederea identificării efectelor seismice de la suprafață generate de lucrările de fracturare hidraulică la sonda HHE-Nyékpuszta-6A. Scopul măsurătorilor a fost de a stabili dacă fracturările hidraulice pot genera fisuri în rocă ce pot fi detectate la suprafață și, în caz afirmativ, dacă acestea ar putea afecta mediul construit.



Pentru monitorizare au fost amplasați senzori de vibrații în trei puncte de măsurare, în locațiile indicate în figură.

Planul amplasamentului

Monitorizarea a fost realizată utilizând accelerometre tridimensionale. Caracteristicile sistemului de măsurare sunt următoarele:

Senzori:	accelerometre tridimensionale tip Ag 2-3
Sensibilitate:	1,003 V/m/s ²
Rezoluție:	0,0024 m/s ²

Semnalele senzorilor au fost înregistrate continuu, după conversia A/D, cu o frecvență de eșantionare de 500 eșantioane/s/canal. Monitorizarea a fost efectuată pe întreaga durată a procesului de fracturare hidraulică, precum și în perioada premergătoare acestuia.

În timpul procesării, datele au fost evaluate în conformitate cu standardul MSZ 13018 privind „Efectul vibrațiilor asupra clădirilor”, respectiv au fost calculate funcțiile de viteză în timp, autospectrele acestora și s-a determinat funcția de viteză rezultantă, care indică valoarea maximă a vibrațiilor și frecvența dominantă.

Mediul de măsurare a fost ideal, având în vedere că în zona sondei nu s-au desfășurat alte activități capabile să genereze vibrații seismice. Analizând intervalul lucrărilor de fracturare hidraulică din perioada 11–14 noiembrie, au fost extrase acele ferestre de timp de 16 secunde în care viteza vibrațiilor a depășit valoarea de 0,2 mm/s. Liniștea seismică totală este, în mod obișnuit, între 0,1–0,15 mm/s. Datele corespunzătoare acestor ferestre de timp sunt prezentate în tabelul anexat, iar diagramele se regăsesc în anexele raportului. Examinând individual înregistrările, s-a constatat că nu au fost detectate emisii acustice generate de fracturarea hidraulică. Un astfel de eveniment ar fi fost caracterizat de un semnal abrupt, cu amplitudine ridicată și estompare rapidă, prezent simultan pe toate cele trei direcții ale senzorului. Toate înregistrările cu viteze de vibrație mai mari de 0,2 mm/s provin în mod evident din zgomotul de lucru, fapt confirmat și de corelarea acestor intervale zgomotoase cu perioadele de execuție a lucrărilor.

În concluzie, se poate afirma că, în perioada monitorizată, efectele la suprafață ale fracturării hidraulice nu au putut fi evidențiate.

Budapesta, 22.12.2022



Dr. János Bakai
expert geofizician
MBFH FSZ-12/2015

Anexa nr. 2

Monitorizarea vibrațiilor sondei HHE-Nyékpuszta-8

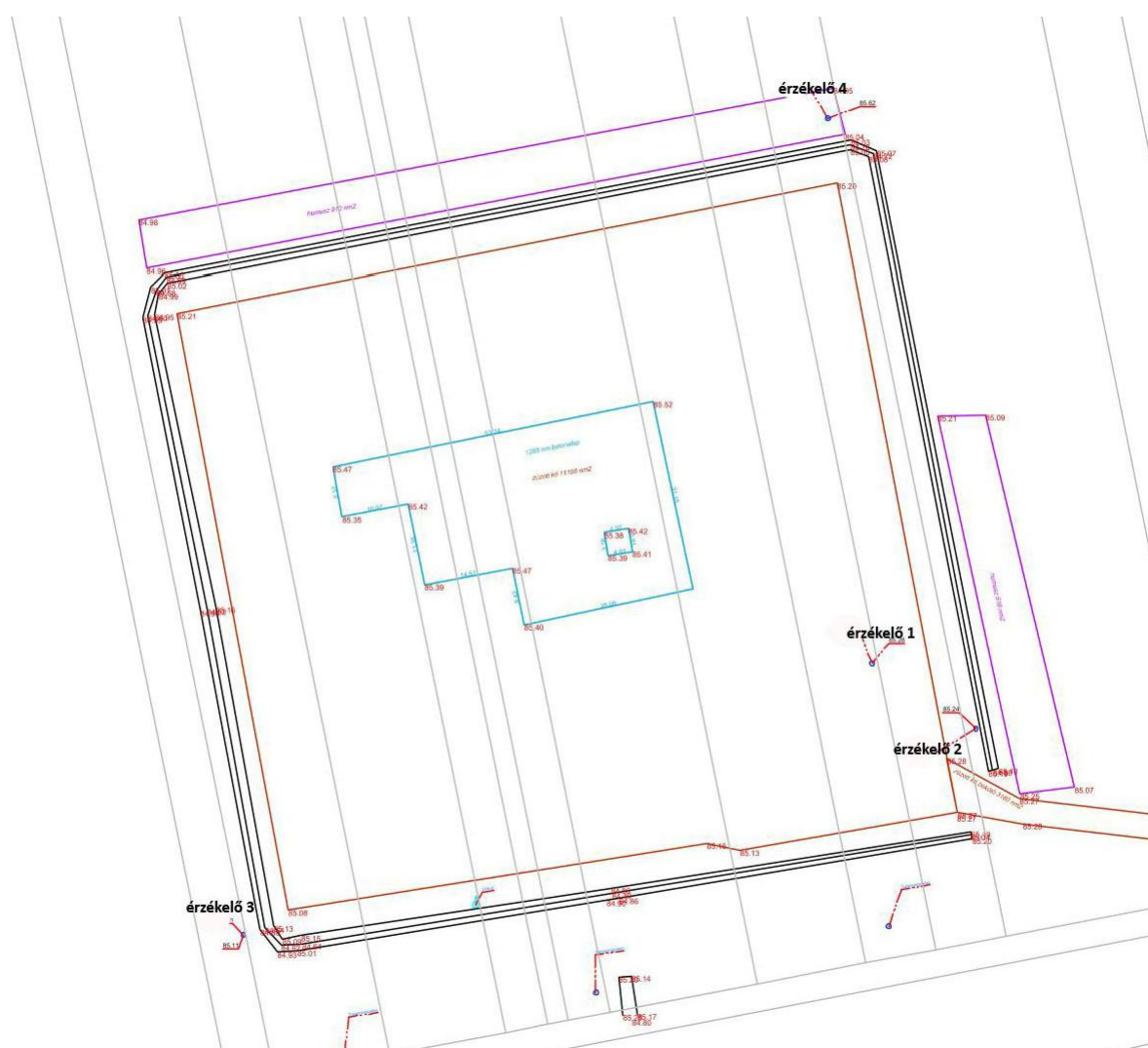
11.09.2023

Raport

privind monitorizarea vibrațiilor la sonda HHE-Nyékpuszta-8

La solicitarea HHE Sarkad Kft., Geopolita Kft. a efectuat monitorizarea utilizând un sistem de măsurare seismică, în vederea identificării efectelor seismice de la suprafață generate de lucrările de fracturare hidraulică la sonda HHE-Nyékpuszta-8. Scopul măsurărilor a fost de a stabili dacă fracturarea hidraulică poate induce sau a indus cutremure.

Pentru monitorizare au fost instalate sisteme de măsurare în patru locații, indicate în figură.



Planul amplasamentului

Coordonatele senzorilor:

Senzor 1: 823580.996, 166133.100, 85.280, 1

Senzor 2: 823597.865, 166122.451, 85.243, 1

Senzor 3: 823478.630, 166088.887, 85.105, 1

Senzor 4: 823573.778, 166221.607, 85.617, 1

Deoarece senzorii nr. 2, 3 și 4 au fost amplasați pe sol afânat, fiecare a fost montat pe o tijă metalică de 80 cm lungime, înfiptă în sol și traversând stratul afânat, asigurând astfel o bună cuplare pentru vibrațiile provenite din adâncime, în timp ce vibrațiile generate de zgomotele de la suprafață au ajuns puternic atenuate. Această metodă este ideală atunci când se urmărește detectarea undelor seismice provenite din profunzime, generate de fracturarea hidraulică, excluzând parțial zgomotele de suprafață. Senzorul nr. 1 a fost amplasat pe sol dur, în imediata apropiere a sondei, astfel că nu a fost necesară utilizarea unei tije metalice suplimentare.

Monitorizarea a fost realizată cu accelerometre tridimensionale. Caracteristicile sistemului de măsurare sunt următoarele:

Senzori:	accelerometre tridimensionale de tip Ag 2-3
Sensibilitate:	1,003 V/m/s ²
Rezoluție:	0,0024 m/s ²

Semnalele senzorilor au fost înregistrate continuu, după conversia A/D, cu o frecvență de eșantionare de 500 eșantioane/s/canal. Monitorizarea continuă a început la 19 iulie, cu șase zile înainte de prima operațiune de fracturare hidraulică, și a continuat încă două zile după cea de-a doua fracturare, până la data de 12 august. Datele de măsurare au fost prelucrate în conformitate cu standardul MSZ 13018 privind „Efectul vibrațiilor asupra clădirilor”, fiind calculate funcțiile de viteză în timp, autospectrele acestora și funcția de viteză rezultantă, care indică valoarea maximă a vibrațiilor și frecvența dominantă.

Mediul de măsurare a fost ideal, având în vedere că, în vecinătatea sondei, în afara vibrațiilor generate de lucrările la sondă, nu s-au desfășurat alte activități capabile să producă vibrații seismice. Sistemele de măsurare au fost instalate la 19 iulie, ceea ce a permis observarea semnalelor înregistrate de fiecare senzor ca efect al vibrațiilor generate de lucrările de la suprafață. Sistemele au funcționat continuu până la 12 august, permițând observarea eventualelor semnale generate la locul fracturării după efectuarea operațiunilor de fracturare hidraulică, semnale care ar fi putut fi detectate și la suprafață.

În timpul procesării au fost decupate ferestre de timp de 16 secunde. Evaluarea datelor măsurate înainte de începerea lucrărilor de fracturare hidraulică arată că senzorii nr. 1 și 2 detectează clar zgomotele de lucru, în timp ce la senzorii nr. 3 și 4 semnalele abia se disting de zgomotul natural de fond al mediului. Liniștea seismică totală este, în general, în intervalul 0,1–0,15 mm/s. Datele corespunzătoare acestor ferestre de timp sunt prezentate în tabelul anexat, iar diagramele se regăsesc în anexele raportului.

În timpul operațiunilor de fracturare hidraulică din 25 iulie și 10 august, zgomotul pompelor care funcționau la suprafață a fost vizibil în mod continuu pe senzorii nr. 1 și 2, în timp ce pe senzorii nr. 3 și 4 a apărut doar ocazional și, chiar și atunci, la un nivel de zgomot foarte scăzut. Examinând individual înregistrările, se poate concluziona că nu au fost detectate emisii acustice generate de fracturarea hidraulică. Evenimente de acest tip s-ar fi manifestat ca semnale puternice, cu amplitudine ridicată și decădere rapidă, prezente simultan pe toate cele trei direcții ale senzorului. Se constată că toate înregistrările cu viteze de vibrație mai mari de 0,2 mm/s provin din zgomotul de lucru.

Acest fapt este confirmat de corelarea clară a perioadelor zgomotoase cu intervalele de desfășurare a lucrărilor.

În concluzie, se poate afirma că, în perioada monitorizată, au fost măsurabile doar efectele vibrațiilor transmise prin sol, generate de lucrările la suprafață și de utilajele folosite. Fracturarea hidraulică nu a generat fisuri profunde în rocă ale căror efecte să poată fi detectate nici măcar în imediata vecinătate a sondei, astfel încât este exclus ca aceste operațiuni să fi indus un cutremur.

Budapesta, 11.09.2023



Dr. János Bakai
expert geofizician
MBFH FSZ-12/2015

Anexa nr. 3

Monitorizarea vibrațiilor sondei HHE-Nyékpuszta-8

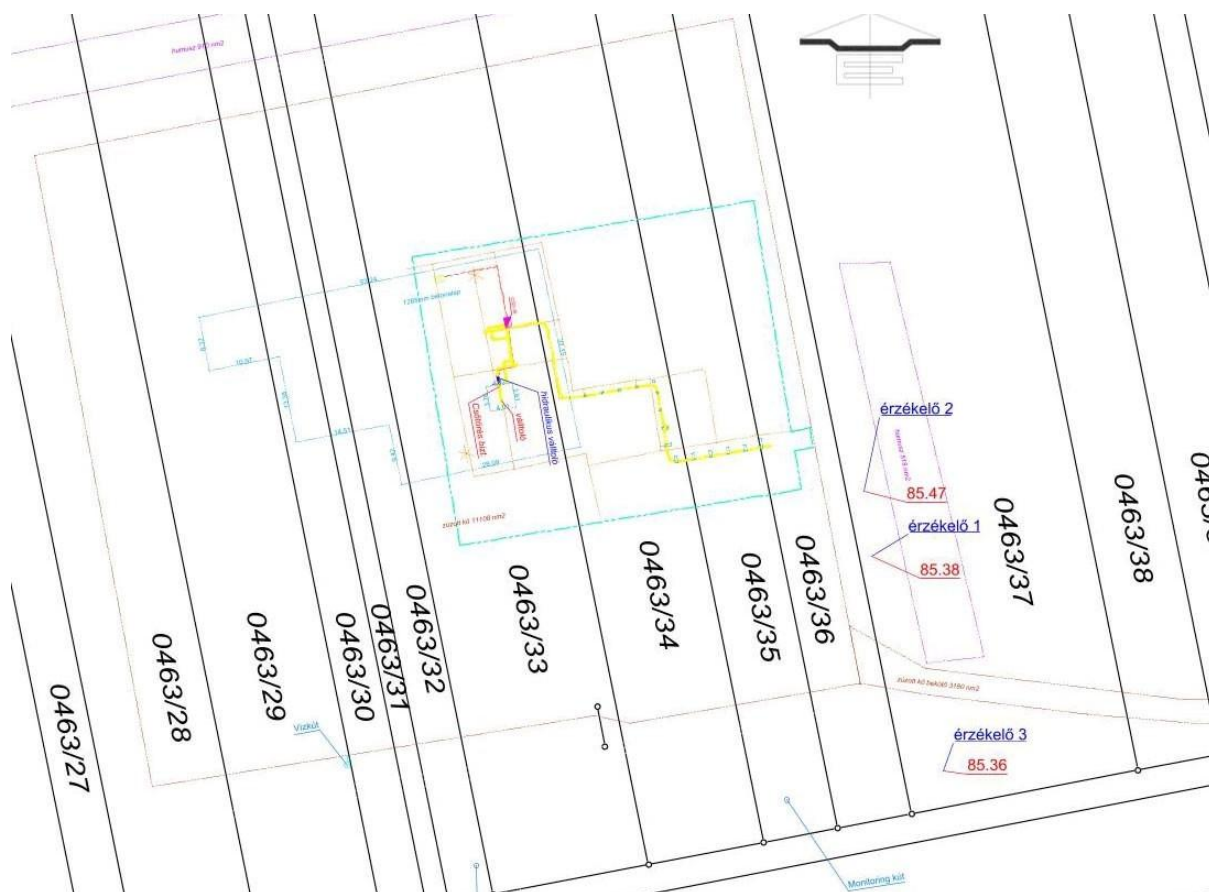
18.11.2024

Raport

privind monitorizarea vibrațiilor la sonda HHE-Nyékpusztá-8

La solicitarea HHE Sarkad Kft., Geopolita Kft. a efectuat monitorizarea utilizând un sistem de măsurare seismică, în vederea identificării efectelor seismice de la suprafață generate de lucrările de fracturare hidraulică la sonda HHE-Nyékpusztá-8. Scopul măsurărilor a fost de a stabili dacă fracturarea hidraulică poate induce sau a indus cutremure.

Pentru monitorizare au fost instalate trei sisteme de măsurare, în locațiile indicate în figură.



Planul amplasamentului

Coordonatele senzorilor:

Senzor 1: 823596.629, 166128.343, 85.378, 1

Senzor 2: 823595.542, 166138.328, 85.472, 1

Senzor 3: 823607.605, 166095.301, 85.358, 1

Deoarece senzorii nr. 2 și 3 au fost amplasați pe sol afânat, fiecare a fost montat pe o tijă metalică de 80 cm lungime, înfiptă în sol și traversând stratul afânat, asigurând astfel o bună cuplare pentru vibrațiile provenite din adâncime, în timp ce vibrațiile generate de zgomotele de la suprafață ajungeau puternic atenuate. Această metodă este ideală atunci când se urmărește detectarea undelor seismice provenite din profunzime, generate de fracturarea hidraulică, excluzând parțial zgomotele de la suprafață. Senzorul nr. 1 a fost amplasat pe sol dur, în imediata apropiere a sondei, astfel că nu a fost necesară utilizarea unei tije metalice suplimentare.

Monitorizarea a fost realizată utilizând accelerometre tridimensionale. Caracteristicile sistemului de măsurare sunt următoarele:

Senzori:	accelerometre tridimensionale de tip Ag 2-3
Sensibilitate:	1,003 V/m/s ²
Rezoluție:	0,0024 m/s ²

Semnalele senzorilor au fost înregistrate continuu, după conversia A/D, cu o frecvență de eșantionare de 500 eșantioane/s/canal. Monitorizarea continuă a început la 23 iulie, cu șapte zile înainte de operațiunea de fracturare hidrolică din 30 iulie 2024, și a continuat încă trei zile după fracturare, până la 2 august. Datele de măsurare au fost prelucrate în conformitate cu standardul MSZ 13018 privind „Efectul vibrațiilor asupra clădirilor”, fiind calculate funcțiile de viteză în timp, autospectrele acestora și funcția de viteză rezultantă, care indică valoarea maximă a vibrațiilor și frecvența dominantă.

Mediul de măsurare a fost ideal, având în vedere că, în zona sondei, în afara vibrațiilor generate de lucrările la sondă, nu s-au desfășurat alte activități capabile să producă vibrații seismice. Sistemele de măsurare au funcționat continuu până la 2 august, permițând observarea eventualelor semnale generate la locul fracturării care ar fi putut fi detectate și la suprafață.

În timpul procesării au fost decupate ferestre de timp de 16 secunde. În afara lucrărilor desfășurate la sondă, nu au fost detectate semnale perturbatoare. La aproximativ 10 metri de senzorul nr. 1 funcționa un agregator, aspect vizibil și în înregistrări. Semnalele senzorilor nr. 2 și 3 abia se disting de zgomotul natural de fond al mediului. Liniștea seismică totală se situează, în general, în intervalul 0,1–0,15 mm/s. Datele corespunzătoare acestor ferestre de timp sunt prezentate în tabelul anexat, iar diagramele se regăsesc în anexele raportului.

Pe durata fracturării hidrolice nu am observat nicio creștere semnificativă a încărcării seismice. Valorile vibrațiilor au rămas sub 0,5 mm/s pe toată perioada, cu excepția a două cazuri înregistrate de senzorul nr. 3, probabil generate de un obiect care a lovit cutia senzorului. Examinarea individuală a înregistrărilor arată că nu au fost detectate emisii acustice cauzate de fracturarea hidrolică. Evenimente de acest tip (emisii acustice) s-ar fi manifestat sub forma unor semnale proeminente, cu amplitudine mare și decădere rapidă, prezente simultan pe toate cele trei direcții ale senzorului. Se constată că toate înregistrările cu viteze de vibrație mai mari de 0,3 mm/s provin din zgomotul generat de lucrări.

În concluzie, se poate afirma că, în perioada monitorizată, au fost măsurabile doar efectele vibrațiilor transmise prin sol, generate de lucrările la suprafață și utilajele folosite. Fracturarea hidrolică nu a produs fisuri profunde în rocă ale căror efecte să fi putut fi detectate nici măcar în imediata vecinătate a sondei, astfel că este exclus ca aceste operațiuni să fi indus un cutremur

Budapesta, 18.11.2024

Dr. János Bakai
expert geofizician
MBFH FSZ-12/2015

Anexa nr. 4

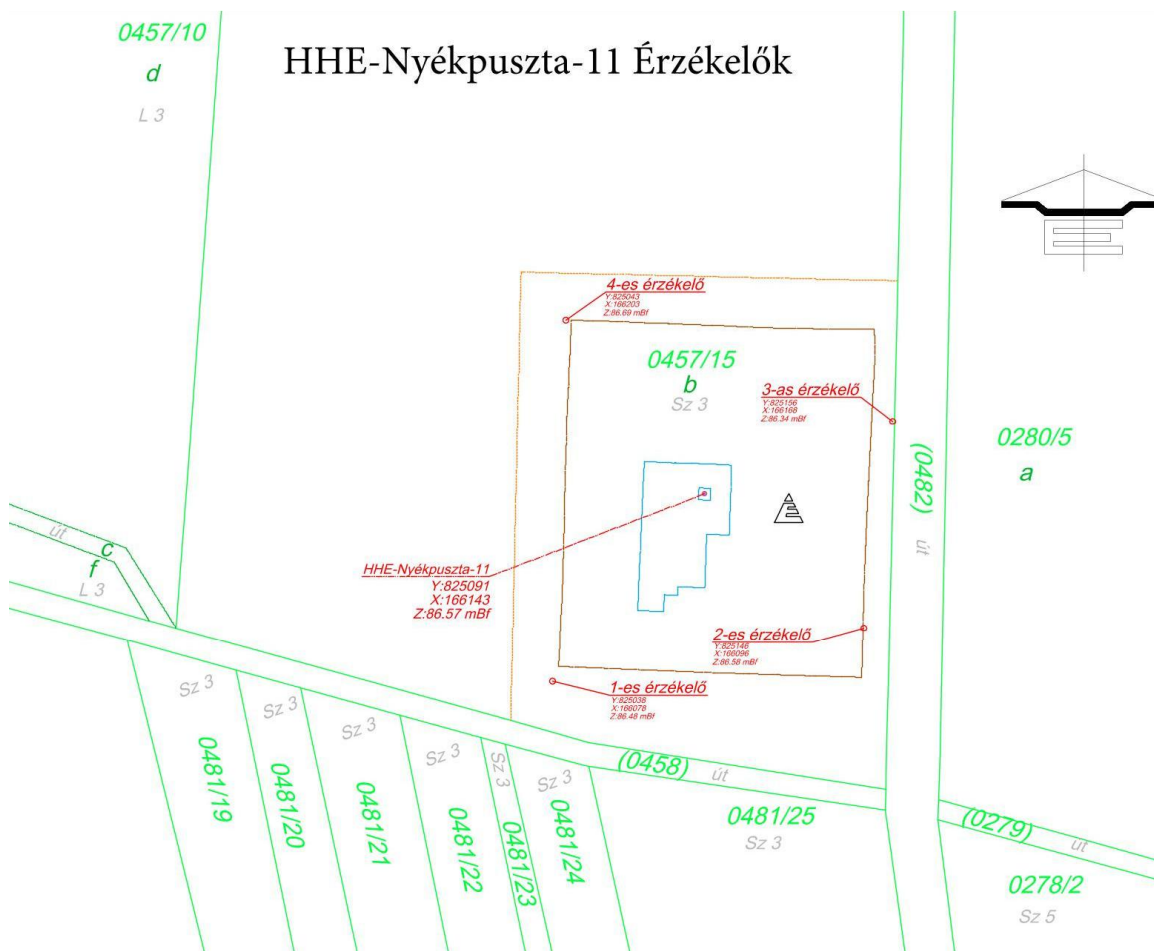
Monitorizarea vibrațiilor sondei HHE-Nyékpuszta-11

01.07.2025

Raport privind monitorizarea vibrațiilor la sonda HHE-Nyékpuszta-11

La solicitarea HHE Sarkad Kft., Geopolita Kft. a efectuat monitorizarea utilizând un sistem de măsurare seismică, în vederea identificării efectelor seismice de la suprafață generate de lucrările de fracturare hidraulică la sonda HHE-Nyékpuszta-11. Scopul măsurătorilor a fost de a stabili dacă operațiunile de fracturare hidraulică pot induce cutremure.

Pentru monitorizare au fost instalați patru senzori, în locațiile indicate în figură.



Planul amplasamentului

Coordonatele senzorilor:

1. Senzor 1: 825038.774, 166078.389, 86.483, 1
2. Senzor 2: 825146.179, 166096.933, 86.584, 2
3. Senzor 3: 825156.149, 166168.237, 86.347, 3
4. Senzor 4: 825043.264, 166203.160, 86.697, 4

Pentru un raport semnal-zgomot mai bun, fiecare senzor a fost montat pe o tijă metalică de 50 cm lungime, înfiptă în sol și traversând stratul afânat, asigurând astfel o bună cuplare pentru vibrațiile provenite din adâncime, în timp ce vibrațiile generate de zgomotele de la suprafață ajungeau puternic atenuate. Această metodă este ideală atunci când se urmărește detectarea undelor seismice provenite din profunzime, generate de fracturarea hidraulică, excluzând parțial zgomotele de suprafață.

Monitorizarea a fost realizată utilizând accelerometre tridimensionale. Caracteristicile sistemului de măsurare sunt următoarele:

Senzori: accelerometre tridimensionale tip Ag 2-3
Sensibilitate: 1,003 V/m/s²
Valoare minimă măsurabilă: 0,0024 m/s²

Semnalele senzorilor au fost înregistrate continuu, după conversia A/D, cu o frecvență de eșantionare de 500 eșantioane/s/canal.

Monitorizarea continuă a început la 20 mai 2025, cu puțin timp înainte de operațiunea de fracturare hidrolică, și a continuat încă două zile după ultima fracturare, până la data de 27 mai.

Datele de măsurare au fost prelucrate în conformitate cu standardul MSZ 13018 privind „Efectul vibrațiilor asupra clădirilor”, fiind calculate funcțiile de viteză în timp, autospectrele acestora și funcția de viteză rezultantă, care indică valoarea maximă a vibrațiilor și frecvența dominantă.

Mediul de măsurare a fost ideal, având în vedere că, în zona sondei, în afara vibrațiilor minime generate de lucrările din apropierea sondei—valori abia mai mari decât zgomotul natural de fond—nu s-au desfășurat alte activități capabile să producă vibrații seismice. Sistemele de măsurare au fost instalate înainte de prima operațiune de fracturare hidrolică, ceea ce a permis observarea semnalelor înregistrate de fiecare senzor ca efect al vibrațiilor generate de lucrările de la suprafață. Monitorizarea continuă până la 27 mai a avut drept scop detectarea eventualelor semnale seismice generate la locul fracturării, după efectuarea acesteia, semnale ce ar fi putut fi percepute și la suprafață.

În timpul procesării au fost decupate ferestre de timp de 16 secunde. Evaluarea datelor măsurate înainte de începerea lucrărilor de fracturare hidrolică arată că mediul era ideal pentru detectarea semnalelor de intensitate redusă provenite din adâncime. Mediul liniștit ar fi permis detectarea chiar și a unor semnale seismice foarte mici generate de fracturare. Examinarea individuală a înregistrărilor arată că nu au fost detectate emisii acustice generate de fracturarea hidrolică. Un astfel de eveniment (emisie acustică) s-ar fi manifestat ca un semnal puternic, cu amplitudine ridicată și decădere rapidă, prezent simultan pe toți cei patru senzori.

Segmentele individuale de semnal decupate și prelucrate sunt prezentate în diagramele din anexă, iar valorile corespunzătoare sunt indicate separat în tabelul atașat. Rezultatele arată că toate înregistrările cu viteze de vibrație mai mari de 0,2 mm/s provin din zgomotul de lucru. Acest fapt este confirmat de corelarea clară a perioadelor zgomotoase cu intervalele de execuție a lucrărilor. Caracteristicile semnalelor detectate și diagramele aferente se regăsesc în anexele raportului.

În concluzie, pe durata perioadei monitorizate au fost măsurabile doar efectele vibrațiilor transmise prin sol, generate de lucrările de suprafață și utilajele folosite. Fracturarea hidrolică nu a produs fisuri profunde în rocă ale căror efecte să fi putut fi detectate nici măcar în imediata vecinătate a sondei, astfel fiind **exclus** ca aceste operațiuni să fi indus un cutremur.

Budapesta, 01.07.2025

Dr. János Bakai
expert geofizician
MBFH FSZ-12/2015

Anexa nr. 5

Monitorizarea vibrațiilor sondei HHE-Nyékpuszta-13

27.02.2024

Raport

privind monitorizarea vibrațiilor la sonda HHE-Nyékpusztá-13

La solicitarea HHE Sarkad Kft., Geopolita Kft. a efectuat monitorizarea utilizând un sistem de măsurare seismică, în vederea identificării efectelor seismice de la suprafață generate de lucrările de fracturare hidraulică la sonda HHE-Nyékpusztá-13. Scopul măsurărilor a fost de a stabili dacă operațiunile de fracturare hidraulică pot induce sau au indus cutremure.

Pentru monitorizare au fost instalate trei sisteme de măsurare, în locațiile indicate în figură.



Planul amplasamentului

Coordonatele senzorilor:

Senzor 1: 824071.716, 165658.705, 85.292, 1

Senzor 2: 824046.816, 165623.769, 85.153, 1

Senzor 3: 823983.690, 165586.831, 84.769, 1

Deoarece senzorii nr. 1 și 3 au fost amplasați pe sol afânat, fiecare a fost montat pe o tijă metalică de 50 cm lungime, înfiptă în sol și traversând stratul afânat, asigurând astfel o bună cuplare pentru vibrațiile provenite din adâncime, în timp ce vibrațiile generate de zgomotele de la suprafață ajungeau puternic atenuate. Această metodă este ideală atunci când se urmărește detectarea undelor seismice provenite din profunzime, generate de fracturarea hidraulică, excluzând parțial zgomotele de suprafață. Senzorul nr. 2 a fost amplasat pe sol dur, în imediata apropiere a sondei, astfel că nu a fost necesară utilizarea unei tije metalice suplimentare.

Monitorizarea a fost realizată utilizând accelerometre tridimensionale. Caracteristicile sistemului de măsurare sunt următoarele:

Senzori:	accelerometre tridimensionale tip Ag 2-3
Sensibilitate:	1,003 V/m/s ²
Rezoluție:	0,0024 m/s ²

Semnalele senzorilor au fost înregistrate continuu, după conversia A/D, cu o frecvență de eșantionare de 500 eșantioane/s/canal. Monitorizarea continuă a început la 6 februarie, înainte de operațiunea de fracturare hidrolică, și a continuat încă două zile după ultima fracturare, până la 20 februarie. Datele de măsurare au fost prelucrate în conformitate cu standardul MSZ 13018 privind „Efectul vibrațiilor asupra clădirilor”, fiind calculate funcțiile de viteză în timp, autospectrele acestora și funcția de viteză rezultantă, care indică valoarea maximă a vibrațiilor și frecvența dominantă.

Mediul de măsurare a fost ideal, având în vedere că, în vecinătatea sondei, în afara vibrațiilor generate de lucrările la sondă, nu s-au desfășurat alte activități capabile să producă vibrații seismice. Sistemele de măsurare au fost instalate la 6 februarie, ceea ce a permis observarea semnalelor înregistrate de fiecare senzor ca efect al vibrațiilor generate de lucrările de la suprafață. Sistemele au funcționat continuu până la 20 februarie, făcând posibilă detectarea eventualelor semnale seismice generate la locul fracturării după efectuarea acestora și care ar fi putut fi percepute și la suprafață.

În timpul procesării au fost decupate ferestre de timp de 16 secunde. Evaluarea datelor măsurate înainte de începerea lucrărilor de fracturare hidrolică arată că senzorul nr. 1 înregistrează în principal traficul care intră în zona de lucru. Senzorul nr. 2, deși era cel mai apropiat de sondă, se afla într-un mediu relativ liniștit, ceea ce se datorează atenuării vibrațiilor de către sol. Senzorul nr. 3, amplasat la marginea zonei de lucru, a detectat aproape exclusiv zgomotul natural de fond al solului. Mediul liniștit din jurul senzorilor 2 și 3 ar fi permis detectarea unor semnale seismice foarte mici generate de fracturare.

Examinarea individuală a înregistrărilor arată că nu au fost detectate emisii acustice generate de fracturarea hidrolică. Un astfel de eveniment s-ar fi manifestat ca un semnal puternic, cu amplitudine ridicată și decădere rapidă, prezent simultan pe toți cei trei senzori. Rezultatele confirmă faptul că toate înregistrările cu o viteză de vibrație mai mare de 0,2 mm/s provin din zgomotul de lucru, aspect demonstrat și de corelarea clară a perioadelor zgomotoase cu intervalele de desfășurare a lucrărilor.

Caracteristicile semnalelor detectate și diagramele aferente se regăsesc în anexele raportului.

În concluzie, pe durata perioadei monitorizate au fost măsurabile doar efectele vibrațiilor transmise prin sol, generate de lucrările la suprafață și utilajele folosite. Fracturarea hidrolică nu a produs fisuri profunde în rocă ale căror efecte să fi putut fi detectate nici măcar în imediata vecinătate a sondei, astfel fiind exclus ca aceste operațiuni să fi indus un cutremur.

Budapesta, 27.02.2024



Dr. János Bakai
expert geofizician
MBFH FSZ-12/2015

Anexa nr. 6

Monitorizarea vibrațiilor sondei HHE-Nyékpuszta-17

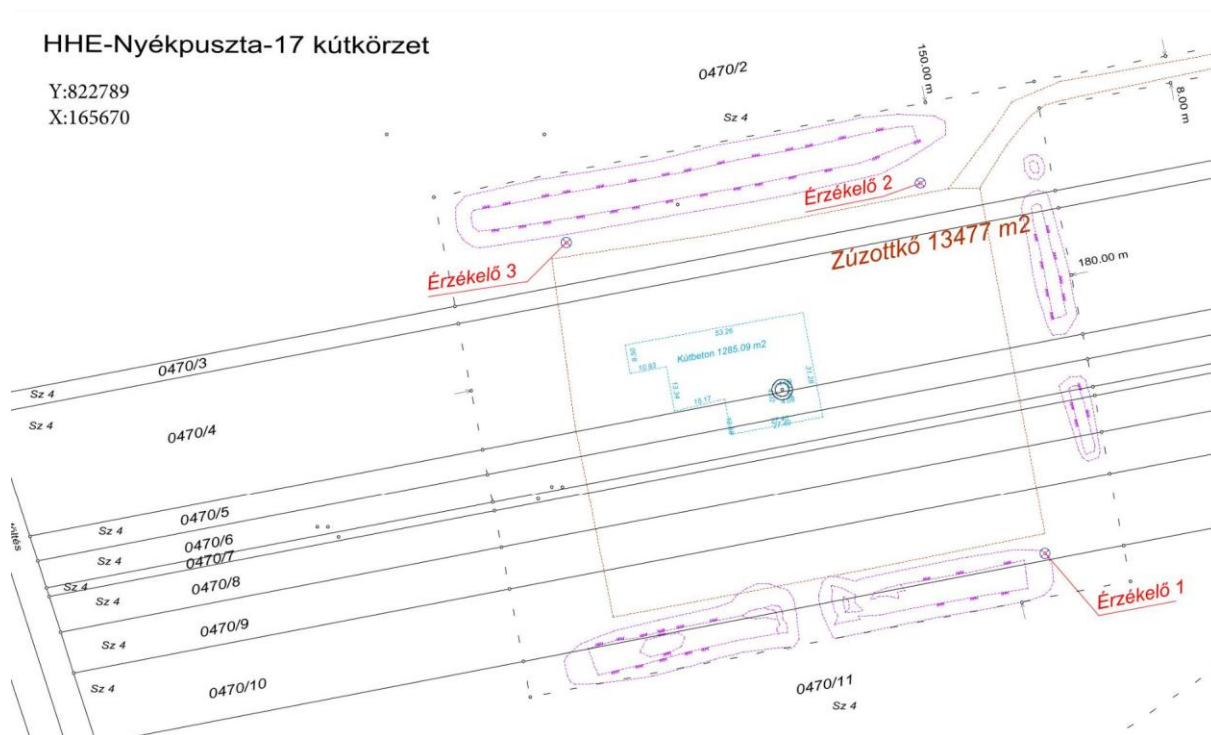
18.11.2024

Raport

privind monitorizarea vibrațiilor la sonda HHE-Nyékpusztá-17

La solicitarea HHE Sarkad Kft., Geopolita Kft. a efectuat monitorizarea utilizând un sistem de măsurare seismică, în vederea identificării efectelor seismice de la suprafață generate de lucrările de fracturare hidraulică la sonda HHE-Nyékpusztá-17. Scopul măsurărilor a fost de a stabili dacă operațiunile de fracturare hidraulică pot induce sau au indus cutremure.

Pentru monitorizare au fost instalate trei sisteme de măsurare, în locațiile indicate în figură.



Planul amplasamentului

Coordonatele senzorilor:

Senzor 1	822829.740	165730.780	85.082
Senzor 2	822866.400	165621.650	85.101
Senzor 3	822725.490	165713.240	84.707

Deoarece senzorii au fost amplasați pe sol afânat, fiecare a fost montat pe o tijă metalică de 50 cm lungime, înfiptă în sol și traversând stratul afânat, asigurând astfel o bună cuplare pentru vibrațiile provenite din adâncime, în timp ce vibrațiile generate de zgomotele de la suprafață ajungeau puternic atenuate. Această metodă este ideală atunci când se urmărește detectarea undelor seismice provenite din profunzime, generate de fracturarea hidraulică, excluzând parțial zgomotele de suprafață.

Monitorizarea a fost realizată utilizând accelerometre tridimensionale. Caracteristicile sistemului de măsurare sunt următoarele:

Senzori:	accelerometre tridimensionale de tip Ag 2-3
Sensibilitate:	1,003 V/m/s ²
Rezoluție:	0,0024 m/s ²

Semnalele senzorilor au fost înregistrate continuu, după conversia A/D, cu o frecvență de eșantionare de 500 eșantioane/s/canal. Monitorizarea continuă a început la 16.09.2024, înainte de operațiunea de fracturare hidrolică, și a continuat încă două zile după ultima fracturare, până la 05.10.2024. Datele de măsurare au fost prelucrate în conformitate cu standardul MSZ 13018 privind „Efectul vibrațiilor asupra clădirilor”, fiind calculate funcțiile de viteză în timp, autospectrele acestora și funcția de viteză rezultantă, care indică valoarea maximă a vibrațiilor și frecvența dominantă.

Mediul de măsurare a fost ideal, având în vedere că, în vecinătatea sondei, în afara vibrațiilor minime generate de lucrările desfășurate la sondă—valori abia mai mari decât nivelul natural al zgomotului de fond—nu au avut loc alte activități capabile să producă vibrații seismice. Sistemele de măsurare au fost instalate înainte de prima fracturare hidrolică, ceea ce a permis observarea semnalelor înregistrate de fiecare senzor ca efect al vibrațiilor generate de lucrările de la suprafață. Sistemele de măsurare au funcționat continuu până la 05.10.2024, făcând posibilă detectarea eventualelor semnale seismice generate la locul fracturării după efectuarea acestora și care ar fi putut fi percepute și la suprafață.

În timpul procesării au fost decupate ferestre de timp de 16 secunde. Evaluarea datelor măsurate înainte de începerea lucrărilor de fracturare hidrolică arată că mediul era ideal pentru detectarea semnalelor de intensitate redusă provenite din profunzime. Mediul liniștit ar fi permis detectarea chiar și a unor semnale seismice foarte mici generate de fracturare.

Examinarea individuală a înregistrărilor arată că nu au fost detectate emisii acustice generate de fracturarea hidrolică. Un astfel de eveniment (emisie acustică) s-ar fi manifestat ca un semnal puternic, cu amplitudine ridicată și decădere rapidă, prezent simultan pe toți cei trei senzori. Rezultatele arată că toate înregistrările cu viteze de vibrație mai mari de 0,2 mm/s provin din zgomotul de lucru. Acest fapt este confirmat de corelarea clară a perioadelor zgomotoase cu intervalele de desfășurare a lucrărilor. Caracteristicile semnalelor detectate și diagramele aferente se regăsesc în anexele raportului.

În concluzie, pe durata perioadei monitorizate au fost măsurabile doar efectele vibrațiilor transmise prin sol, generate de lucrările de suprafață și utilajele utilizate. Fracturarea hidrolică nu a produs fisuri profunde în rocă ale căror efecte să fi putut fi detectate nici măcar în imediata vecinătate a sondei, astfel fiind exclus ca aceste operațiuni să fi indus un cutremur.

Budapesta, 18.11.2024

Dr. János Bakai
expert geofizician
MBFH FSZ-12/2015

HHE SARKAD KFT.
NYÉKPUZTA SZÉNHIDROGÉN KUTAK
REZGÉSMONITOROZÁS EREDMÉNYEINEK LISTÁJA

- 1. számú melléklet:** HHE-Nyékpusztá-6A jelű kút rezgésmonitorozásáról, 2022.12.22. 2
- 2. számú melléklet:** HHE-Nyékpusztá-8 jelű kút rezgésmonitorozásáról, 2023.09.11. 5
- 3. számú melléklet:** HHE-Nyékpusztá-8 jelű kút rezgésmonitorozásáról, 2024.11.18. 9
- 4. számú melléklet:** HHE-Nyékpusztá-11 jelű kút rezgésmonitorozásáról, 2025.07.01. 12
- 5. számú melléklet:** HHE-Nyékpusztá-13 jelű kút rezgésmonitorozásáról, 2024.02.27. 15
- 6. számú melléklet:** HHE-Nyékpusztá-17 jelű kút rezgésmonitorozásáról, 2024.11.18. 18

1. számú melléklet:

HHE-Nyékpuszta-6A jelű kút rezgésmonitorozása

2022. december 22.

Jelentés

a HHE-Nyékpusztá 6A kút rezgésmonitorozásáról

A HHE Gyulavári Kft Megbízásából a Geopolita Kft szeizmikus mérőrendszerrel végzett megfigyelést a Nyékpusztá 6A számú kút rétegrepesztési munkálatai felszíni szeizmikus hatásának kimutatására. A mérések célja, az volt, hogy megállapítsuk, a rétegrepesztések következtében keletkeznek-e olyan kőzettörések, amelyek észlelhetők a felszínen, illetve, ha észlelhetők, azok károsíthatják-e az épített környezetet.

A megfigyelésre három mérési ponton, az ábrán látható helyeken helyeztünk el rezgésérzékelőket.



Helyszínrajz

A megfigyeléseket háromdimenziós gyorsulásmérőkkel végeztük. A mérési rendszer jellemzői az alábbiak:

Érzékelők:	Ag 2-3 tip. háromdimenziós gyorsulásérzékelők
Érzékenység:	1.003 V/m/s ²
Felbontás:	0.0024 m/s ²

Az érzékelők jeleit A/D konverzió után 500 minta/s/csatorna mintavételi sűrűséggel folyamatosan rögzítettük. A megfigyelés a rétegrepesztés teljes folyamata időszakában, illetve azt megelőzően is

végeztük. A feldolgozás során az épületekre vonatkozó MSZ 13018-as számú, „Rezgések épületekre gyakorolt hatása” tárgyú szabványnak megfelelően dolgoztuk fel, azaz kiszámítottuk a sebesség időfüggvényeket, azok autóspektrumait, és meghatároztuk az eredő sebességfüggvényt, amely a maximális rezgésértéket adja, valamint a domináns frekvenciát.

A mérési környezet ideális volt, tekintettel arra, hogy a kút környékén semmilyen más szeizmikus rezgést okozó tevékenység nem folyt. A repesztési munkák november 11-14 közötti időszakát feldolgozva, azokat a 16 s-os időszeleteket vágtuk ki, amelyeknél a rezgésebesség meghaladta a 0,2 mm/s-os értéket. A teljes szeizmikus csend általában 0,1-0,15 mm/s értékű. Ezen időablakok adatai a mellékelt táblázatban, a diagrammok a mellékletekben találhatóak. A felvételek egyenként megvizsgálva megállapítható, hogy a rétegrepesztés következtében keletkező akusztikus emissziós beérkezéseket nem detektáltunk. Az ilyen jellegű események, mindhárom érzékelő irányban jelentkező kiugró, gyorsan elfutó jel lett volna. Az összes 0,2 mm/s-nál magasabb rezgésebességű felvétel egyértelműen munkazajtól származik. Ezt erősíti meg, hogy a zajos időszakok, egyértelműen a munkavégzési időszakokhoz köthetőek.

Összefoglalva megállapítható, hogy a megfigyelt időszakban a rétegrepesztés felszíni hatása nem mutatható ki.

Budapest, 2022. december 22.



Dr. Bakai János
geofizikus szakértő
MBFH FSZ-12/2015

2. számú melléklet:

HHE-Nyékpuszta-8 jelű kút rezgésmonitorozása

2023. szeptember 11.

Jelentés

a HHE-Nyékpusztai 8 kút rétegrepszési munkálatai felszíni szeizmikus hatásának kimutatására.

A HHE Sarkad Kft. megbízásából a Geopolita Kft. szeizmikus mérőrendszerrel végzett megfigyelést a Nyékpusztai 8 számú kút rétegrepszési munkálatai felszíni szeizmikus hatásának kimutatására. A mérések célja az volt, hogy megállapítsuk, a rétegrepszések indukálhatnak, illetve indukáltak-e földrengéseket.

A megfigyelésre négy, az ábrán látható helyeken építettünk ki mérőrendszereket.



Helyszínrajz

Az érzékelők koordinátái:

érzékelő 1: 823580.996,166133.100,85.280,1

érzékelő 2: 823597.865,166122.451,85.243,1

érzékelő 3: 823478.630,166088.887,85.105,1

érzékelő 4: 823573.778,166221.607,85.617,1

Mivel a 2-es, 3-as és 4-es számú érzékelők laza talajon voltak, ezért mindegyik beépítésénél egy 80 cm hosszúságú, földbe szúrt, a laza rétegen áthatoló fémkarón helyeztük el az érzékelőket, így az alulról jövő rezgések számára jó csatolást biztosított, míg a felszíni, munkazajok által keltett rezgések nagy csillapítással érkeztek be. Ez ideális akkor, ha a repesztés hatására keletkező, mélyből érkező szeizmikus hullámokat akarjuk észlelni, részben kizárva a felszíni munkazajokat. Az 1-es számú érzékelőt kemény talajon, a kúthoz legközelebb helyeztük el, így nem kellett külön fémkarót leverni.

A megfigyeléseket háromdimenziós gyorsulásmérőkkel végeztük. A mérési rendszer jellemzői az alábbiak:

Érzékelők:	Ag 2-3 tip. háromdimenziós gyorsulásérzékelők
Érzékenység:	1.003 V/m/s ²
Felbontás:	0.0024 m/s ²

Az érzékelők jeleit A/D konverzió után 500 minta/s/csatorna mintavételi sűrűséggel folyamatosan rögzítettük. A folyamatos megfigyelés a rétegrepesztés előtt 6 nappal, július 19-én kezdtük, és a második rétegrepesztés után még két napig, augusztus 12-ig folytattuk. A mérési adatokat az épületekre vonatkozó MSZ 13018-as számú, „Rezgések épületekre gyakorolt hatása” tárgyú szabványnak megfelelően dolgoztuk fel, azaz kiszámítottuk a sebesség időfüggvényeket, azok autóspektrumait, és meghatároztuk az eredő sebességfüggvényt, amely a maximális rezgésértéket adja, valamint a domináns frekvenciát.

A mérési környezet ideális volt, tekintettel arra, hogy a kút környékén a kút munkálatai által keltett rezgéseken kívül, semmilyen más szeizmikus rezgést okozó tevékenység nem folyt. A mérőrendszereket július 19-én telepítettük, így megfigyelhettük, az egyes érzékelőkön milyen jeleket kapunk a felszínen végzett munkák okozta rezgésekből. A mérőrendszerek augusztus 12-ig folyamatosan működtek, így megfigyeltük, hogy a repesztések után, keletkeznek-e a repesztés helyén olyan jelek, amelyek a felszínen is érzékelhetőek.

A feldolgozás során 16 sec-os időablakokat vágunk ki. A repesztési munkák megkezdése előtti mérési adatokat kiértékelve megállapítható, hogy az 1. és 2. számú érzékelők jól érzékelik a munkazajokat, addig míg 3-as és 4-es érzékelőkön alig emelkedik ki a környezeti természetes alapzajból. A teljes szeizmikus csend általában 0,1-0,15 mm/s értékű. Ezen időablakok adatai a mellékelt táblázatban, a diagrammok a mellékletekben találhatóak.

Repesztések alatt július 25-én és augusztus 10-én folyamatosan látható az 1-es és 2-es érzékelőkön a felszínen működő szivattyúk zaja, míg 3-as és 4-es érzékelőkön csak néha jelenik meg, akkor is igen alacsony zajszinttel. A felvételek egyenként megvizsgálva megállapítható, hogy a rétegrepesztés következtében keletkező akusztikus emissziós beérkezéseket nem detektáltunk. Az ilyen jellegű események, mindhárom érzékelő irányban jelentkező kiugró, gyorsan lecsengő jel lett volna. Megállapítható, hogy az összes 0,2 mm/s-nál magasabb rezgésebbességű felvétel munkazajtól

származik. Ezt erősíti meg, hogy a zajos időszakok, egyértelműen a munkavégzési időszakokhoz köthetőek.

Összefoglalva megállapítható, hogy a megfigyelt időszakban csak a felszíni munkálatok, munkagépek talajon terjedő rezgéskeltő hatása volt mérhető. A rétegrepesztés következtében nem keletkeztek olyan mélységi kőzettörések, amelyek hatása akár a kút közvetlen környezetében észlelhetőek lettek volna, így kizárt, hogy ezek a munkálatok földrengést indukáltak volna.

Budapest, 2023. szeptember 11.



Dr. Bakai János
geofizikus szakértő
MBFH FSZ-12/2015

3. számú melléklet:

HHE-Nyékpuszta-8 jelű kút rezgésmonitorozása

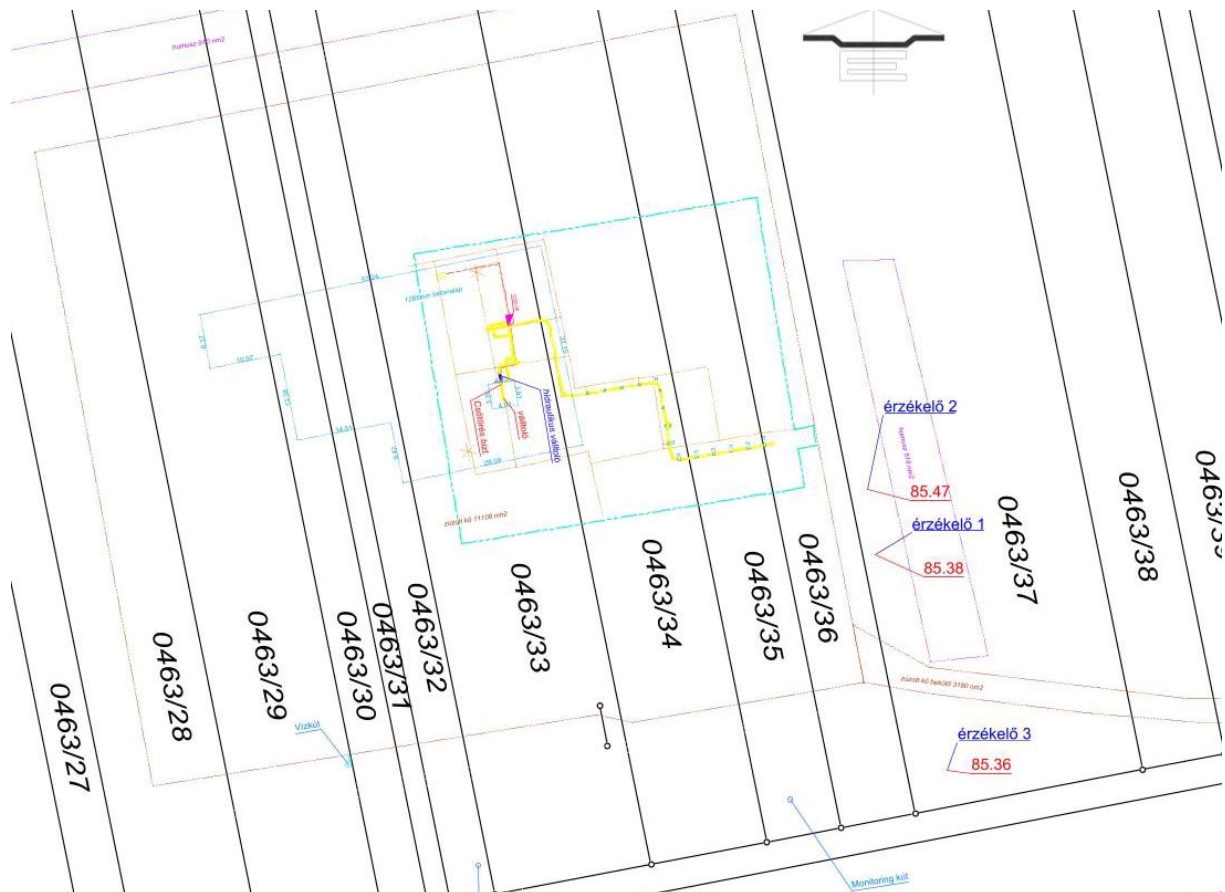
2024. november 18.

Jelentés

a HHE-Nyékpusztai 8 kút rezgésmonitorozásáról

A HHE Sarkad Kft. megbízásából a Geopolita Kft. szeizmikus mérőrendszerrel végzett megfigyelést a Nyékpusztai 8 számú kút rétegrepesztési munkálatai felszíni szeizmikus hatásának kimutatására. A mérések célja az volt, hogy megállapítsuk, a rétegrepesztés indukálhatnak, illetve indukáltak-e földrengéseket.

A megfigyelésre három, az ábrán látható helyeken építettünk ki mérőrendszereket.



Helyszínrajz

Az érzékelők koordinátái:

Érzékelő 1: 823596.629,166128.343,85.378,1

Érzékelő 2: 823595.542,166138.328,85.472,1

Érzékelő 3: 823607.605,166095.301,85.358,1

Mivel a 2-es és 3-as számú érzékelők laza talajon voltak, ezért mindegyik beépítésénél egy 80 cm hosszúságú, földbe szúrt, a laza rétegen áthatoló fémkarón helyeztük el az érzékelőket, így az alulról jövő rezgések számára jó csatolást biztosított, míg a felszíni, munkazajok által keltett rezgések nagy csillapítással érkeztek be. Ez ideális akkor, ha a repesztés hatására keletkező, mélyből érkező szeizmikus hullámokat akarjuk észlelni, részben kizárva a felszíni munkazajokat. Az 1-es számú érzékelőt kemény talajon, a kúthoz legközelebb helyeztük el, így nem kellett külön fémkarót leverni.

A megfigyeléseket háromdimenziós gyorsulásmérőkkel végeztük. A mérési rendszer jellemzői az alábbiak:

Érzékelők:	Ag 2-3 tip. háromdimenziós gyorsulásérzékelők
Érzékenység:	1.003 V/m/s ²
Felbontás:	0.0024 m/s ²

Az érzékelők jeleit A/D konverzió után 500 minta/s/csatorna mintavételi sűrűséggel folyamatosan rögzítettük. A folyamatos megfigyelés a 2024. július 30-i rétegrepesztés előtt 7 nappal, július 23-án kezdtük, és a rétegrepesztés után még három napig, augusztus 2-ig folytattuk. A mérési adatokat az épületekre vonatkozó MSZ 13018-as számú, „Rezgések épületekre gyakorolt hatása” tárgyú szabványnak megfelelően dolgoztuk fel, azaz kiszámítottuk a sebesség időfüggvényeket, azok autóspektrumait, és meghatároztuk az eredő sebességfüggvényt, amely a maximális rezgésértéket adja, valamint a domináns frekvenciát.

A mérési környezet ideális volt, tekintettel arra, hogy a kút környékén a kút munkálatai által keltett rezgéseken kívül, semmilyen más szeizmikus rezgést okozó tevékenység nem folyt. A mérőrendszerek augusztus 2-ig folyamatosan működtek, így megfigyeltük, hogy a repesztés után, keletkeznek-e a repesztés helyén olyan jelek, amelyek a felszínen is érzékelhetőek.

A feldolgozás során 16 sec-os időablakokat vágunk ki. A kútnál folyó munkálatokon kívül zavaró jeleket nem észleltünk. Az 1-es számú érzékelőtől nem messze, mintegy 10 méter távolságban működött egy aggregátor. Ez látható a felvételeken. A 2-es és 3-as érzékelők jele alig emelkedik ki a környezeti természetes alaplajból. A teljes szeizmikus csend általában 0,1-0,15 mm/s értékű. Ezen időablakok adatai a mellékelt táblázatban, a diagrammok a mellékletekben találhatóak.

Repesztés alatt sem tapasztaltunk lényeges növekedést a szeizmikus terhelésben. A rezgésértékek mindvégig 0,5 mm/s alatt maradtak, kivéve két esetet a 3-as számú érzékelőn, amelyeket valószínűleg az érzékelő dobozához csapódó tárgy keltette. A felvételeket egyenként megvizsgálva megállapítható, hogy a rétegrepesztés következtében keletkező akusztikus emissziós beérkezéseket nem detektáltunk. Az ilyen jellegű események (akusztikus emissziók) mindhárom érzékelő irányban jelentkező kiugró, gyorsan lecsengő jelek lett volna. Megállapítható, hogy az összes 0,3 mm/s-nál magasabb rezgésebbességű felvétel munkazajtól származik.

Összefoglalva megállapítható, hogy a megfigyelt időszakban csak a felszíni munkálatok, munkagépek talajon terjedő rezgéskeltő hatása volt mérhető. A rétegrepesztés következtében nem keletkeztek olyan mélységi kőzettörések, amelyek hatása a kút közvetlen környezetében észlelhetőek lettek volna, így kizárt, hogy ezek a munkálatok földrengést indukáltak.

Budapest, 2024. november 18.

Dr. Bakai János
geofizikus szakértő
MBFH FSZ-12/2015

4. számú melléklet:

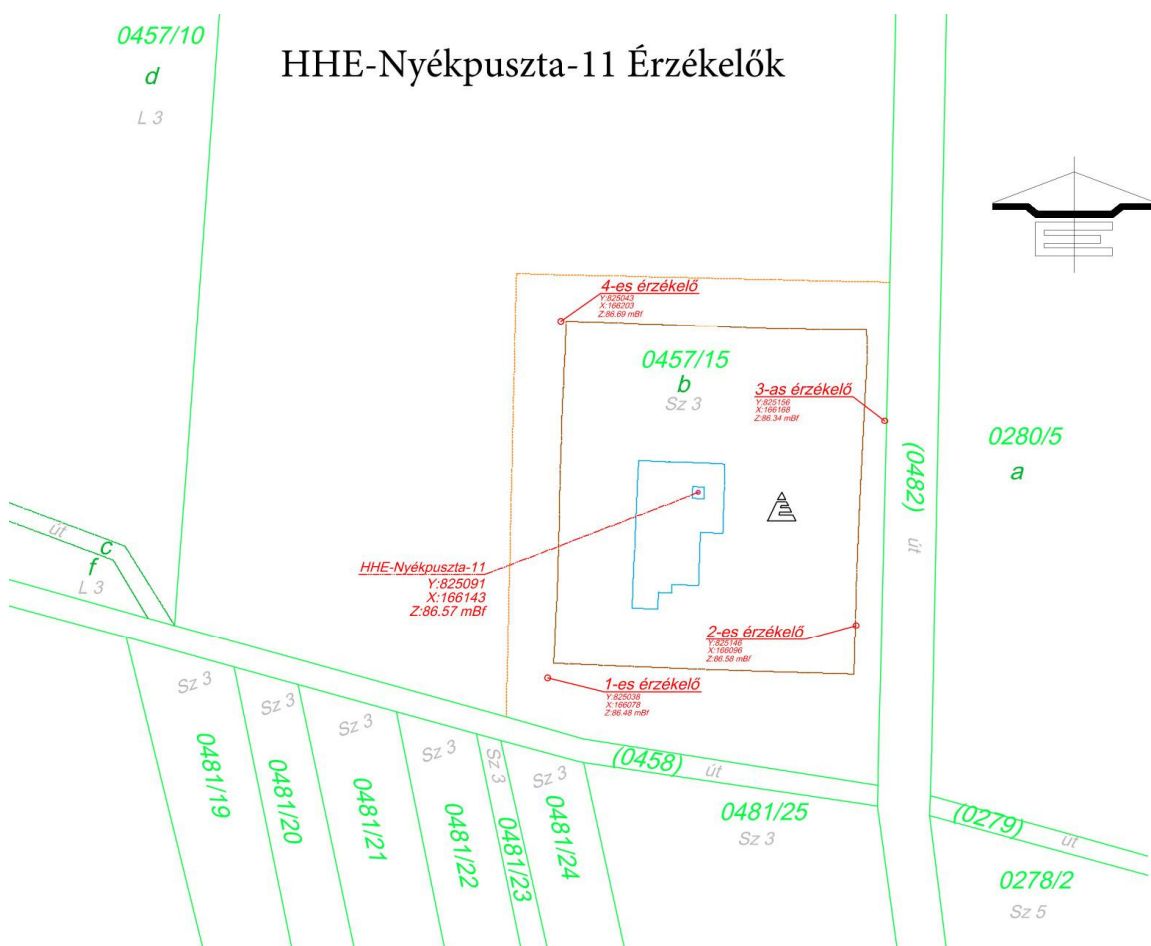
HHE-Nyékpusztá-11 jelű kút rezgésmonitorozása

2025. július 1.

Jelentés a HHE-Nyékpuszta 11. kút rezgésmonitorozásáról

A HHE Sarkad Kft. megbízásából a Geopolita Kft. szeizmikus mérőrendszerrel végzett megfigyelést a Nyékpuszta 11. számú kút rétegrepesztési munkálatai felszíni szeizmikus hatásának kimutatására. A mérések célja az volt, hogy megállapítsuk, a rétegrepesztések indukálnak-e földrengéseket.

A megfigyelésre négy, az ábrán látható helyeken telepítettünk érzékelőket.



Helyszínrajz

Az érzékelők koordinátái:

1. számú érzékelő: 825038.774,166078.389,86.483,1
2. számú érzékelő: 825146.179,166096.933,86.584,2
3. számú érzékelő: 825156.149,166168.237,86.347,3
4. számú érzékelő: 825043.264,166203.160,86.697,4

A jobb jel/zaj viszony céljából, mindegyik érzékelőt a beépítésénél egy 50 cm hosszúságú, földbe szúrt, a laza rétegen áthatoló fémkarón helyeztük el az, így az alulról jövő rezgések számára jó csatolást biztosítottunk, míg a felszíni, munkazajok által keltett rezgések nagy csillapítással érkeztek be. Ez ideális akkor, ha a repesztés hatására keletkező, mélyből érkező szeizmikus hullámokat akarjuk észlelni, részben kizárva a felszíni munkazajokat.

A megfigyeléseket háromdimenziós gyorsulásmérőkkel végeztük. A mérési rendszer jellemzői az alábbiak:

Érzékelők: Ag 2-3 tip. háromdimenziós gyorsulásérzékelők
Érzékenység 1.003 V/m/s^2
Legkisebb mérhető érték: 0.0024 m/s^2

Az érzékelők jeleit A/D konverzió után 500 minta/s/csatorna mintavételi sűrűséggel folyamatosan rögzítettük.

A folyamatos megfigyelést a rétegrepesztés előtt 2025. május 20-án kezdtük el és az utolsó rétegrepesztés után még két napig, azaz május 27-ig folytattuk.

A mérési adatokat az épületekre vonatkozó MSZ 13018-as számú, „Rezgések épületekre gyakorolt hatása” tárgyú szabványnak megfelelően dolgoztuk fel, azaz kiszámítottuk a sebesség időfüggvényeket, azok autóspektrumait, és meghatároztuk az eredő sebességfüggvényt, amely a maximális rezgésértéket adja, valamint a domináns frekvenciát.

A mérési környezet ideális volt, tekintettel arra, hogy a kút környékén a munkálatok által keltett minimális, a természetes környezeti zajszintnél alig magasabb intenzitású rezgéseken kívül, semmilyen más szeizmikus rezgést okozó tevékenység nem folyt. A mérőrendszereket az első rétegrepesztés előtt telepítettük, így megfigyelhettük az egyes érzékelőkön milyen jeleket kapunk a felszínen végzett munkák okozta rezgésekből. A május 27-ig folyamatosan megfigyelés célja, a repesztések után, a repesztés helyén esetlegesen keletkező, a felszínen is érzékelhető szeizmikus jelek észlelése.

A feldolgozás során 16 sec-os időablakokat vágunk ki. A repesztési munkák megkezdése előtti mérési adatokat kiértékelve megállapítható, hogy a környezet ideális a kis intenzitású, mélyből jövő jelek detektálására. A csendes környezet lehetővé tette volna egy esetleges igen kicsi, a repesztés hatására létrejövő szeizmikus jel észlelését. A felvételeket egyenként megvizsgálva megállapítható, hogy rétegrepesztés következtében keletkező akusztikus emissziós beérkezéseket nem detektáltunk. Az ilyen jellegű esemény (akusztikus emisszió) mind a négy érzékelőn egy időben jelentkező, kiugró, gyorsan lecsengő jel lett volna.

Az egyes kivágott és feldolgozott jelrészleteket a melléklet diagramokon ábrázoltuk, illetve azok értékeit a mellékelt táblázatban külön is feltüntettük.

Megállapítható, hogy az összes $0,2 \text{ mm/s}$ -nál magasabb rezgésebességű felvétel munkazajtól származik. Ezt erősíti meg, hogy a zajos időszakok, egyértelműen a munkavégzési időszakokhoz köthetők. Az észlelt jelek jellemzői és a diagramok a mellékletekben találhatók. Összefoglalva megállapítható, hogy a megfigyelt időszakban csak a felszíni munkálatok, munkagépek talajon terjedő rezgéskeltő hatása volt mérhető. A rétegrepesztés következtében nem keletkeztek olyan mélységi kőzettörések, amelyek hatása akár a kút közvetlen környezetében észlelhetőek lettek volna, így kizárt, hogy ezek a munkálatok földrengést indukáltak.

Budapest, 2025. július 1.

Dr. Bakai János
geofizikus szakértő
MBFH FSZ-12/2015

5. számú melléklet:

HHE-Nyékpuszta-13 jelű kút rezgésmonitorozása

2024. február 27.

Jelentés

a HHE-Nyékpuszta 13. kút rezgésmonitorozásáról

A HHE Sarkad Kft. megbízásából a Geopolita Kft. szeizmikus mérőrendszerrel végzett megfigyelést a Nyékpuszta 13. számú kút rétegrepesztési munkálatai felszíni szeizmikus hatásának kimutatására. A mérések célja az volt, hogy megállapítsuk, a rétegrepesztések indukálhatnak, illetve indukáltak-e földrengéseket.

A megfigyelésre három, az ábrán látható helyeken építettünk ki mérőrendszereket.



Helyszínrajz

Az érzékelők koordinátái:

1. érzékelő: 824071.716,165658.705,85.292,1
2. érzékelő: 824046.816,165623.769,85.153,1
3. érzékelő: 823983.690,165586.831,84.769,1

Mivel a 1-es és 3-as számú érzékelők laza talajon voltak, ezért mindkettő beépítésénél egy 50 cm hosszúságú, földbe szúrt, a laza rétegen áthatoló fémkarón helyeztük el az érzékelőket, így az alulról jövő rezgések számára jó csatolást biztosított, míg a felszíni, munkazajok által keltett rezgések nagy csillapítással érkeztek be. Ez ideális akkor, ha a repesztés hatására keletkező, mélyből érkező szeizmikus hullámokat akarjuk észlelni, részben kizárva a felszíni munkazajokat. A 2-es számú érzékelőt kemény talajon, a kúthoz legközelebb helyeztük el, így nem kellett külön fémkarót leverni.

A megfigyeléseket háromdimenziós gyorsulásmérőkkel végeztük. A mérési rendszer jellemzői az alábbiak:

Érzékelők: Ag 2-3 tip. háromdimenziós gyorsulásérzékelők
Érzékenység: 1.003 V/m/s²
Felbontás: 0.0024 m/s²

Az érzékelők jeleit A/D konverzió után 500 minta/s/csatorna mintavételi sűrűséggel folyamatosan rögzítettük. A folyamatos megfigyelést a rétegrepesztés előtt február 6-án kezdtük, és az utolsó rétegrepesztés után még két napig, február 20-ig folytattuk. A mérési adatokat az épületekre vonatkozó MSZ 13018-as számú, „Rezgések épületekre gyakorolt hatása” tárgyú szabványnak megfelelően dolgoztuk fel, azaz kiszámítottuk a sebesség időfüggvényeket, azok autóspektrumait, és meghatároztuk az eredő sebességfüggvényt, amely a maximális rezgésértéket adja, valamint a domináns frekvenciát.

A mérési környezet ideális volt, tekintettel arra, hogy a kút környékén a kút munkálatai által keltett rezgéseken kívül, semmilyen más szeizmikus rezgést okozó tevékenység nem folyt. A mérőrendszereket február 6-án telepítettük, így megfigyelhettük az egyes érzékelőkön milyen jeleket kapunk a felszínen végzett munkák okozta rezgésekből. A mérőrendszerek február 20-ig folyamatosan működtek, lehetővé téve, hogy a repesztések után, a repesztés helyén esetlegesen keletkező, a felszínen is érzékelhető szeizmikus jelek észlelését.

A feldolgozás során 16 sec-os időablakokat vágtunk ki. A repesztési munkák megkezdése előtti mérési adatokat kiértékelve megállapítható, hogy az 1. számú érzékelőn elsősorban a munkaterületre bejövő forgalom látható. A 2. érzékelő, bár ez volt a kúthoz legközelebb, mégis meglehetősen csendes környezetben volt. Ez a talaj csillapításának köszönhető. A 3. érzékelő, amely a munkaterület szélén volt, szinte csak az talaj alapját érzékelt. A 2-es és 3-as érzékelő csendes környezete lehetővé tette volna egy esetleges igen kicsi, a repesztés hatására létrejövő szeizmikus jel észlelését.

A felvételeket egyenként megvizsgálva megállapítható, hogy a rétegrepesztés következtében keletkező akusztikus emissziós beérkezéseket nem detektáltunk. Az ilyen jellegű esemény mindhárom érzékelőn egy időben jelentkező, kiugró, gyorsan lecsengő jel lett volna. Megállapítható, hogy az összes 0,2 mm/s-nál magasabb rezgésebbességű felvétel munkazajtól származik. Ezt erősíti meg, hogy a zajos időszakok, egyértelműen a munkavégzési időszakokhoz köthetőek.

Az észlelt jelek jellemzői és a diagramok a mellékletekben találhatók.

Összefoglalva megállapítható, hogy a megfigyelt időszakban csak a felszíni munkálatok, munkagépek talajon terjedő rezgéskeltő hatása volt mérhető. A rétegrepesztés következtében nem keletkeztek olyan mélységi közettörések, amelyek hatása akár a kút közvetlen környezetében észlelhetőek lettek volna, így kizárt, hogy ezek a munkálatok földrengést indukáltak volna.

Budapest, 2024. február 27.

Dr. Bakai János
geofizikus szakértő
MBFH FSZ-12/2015

6. számú melléklet:

HHE-Nyékpusztá-17 jelű kút rezgésmonitorozása

2024. november 18.

Jelentés

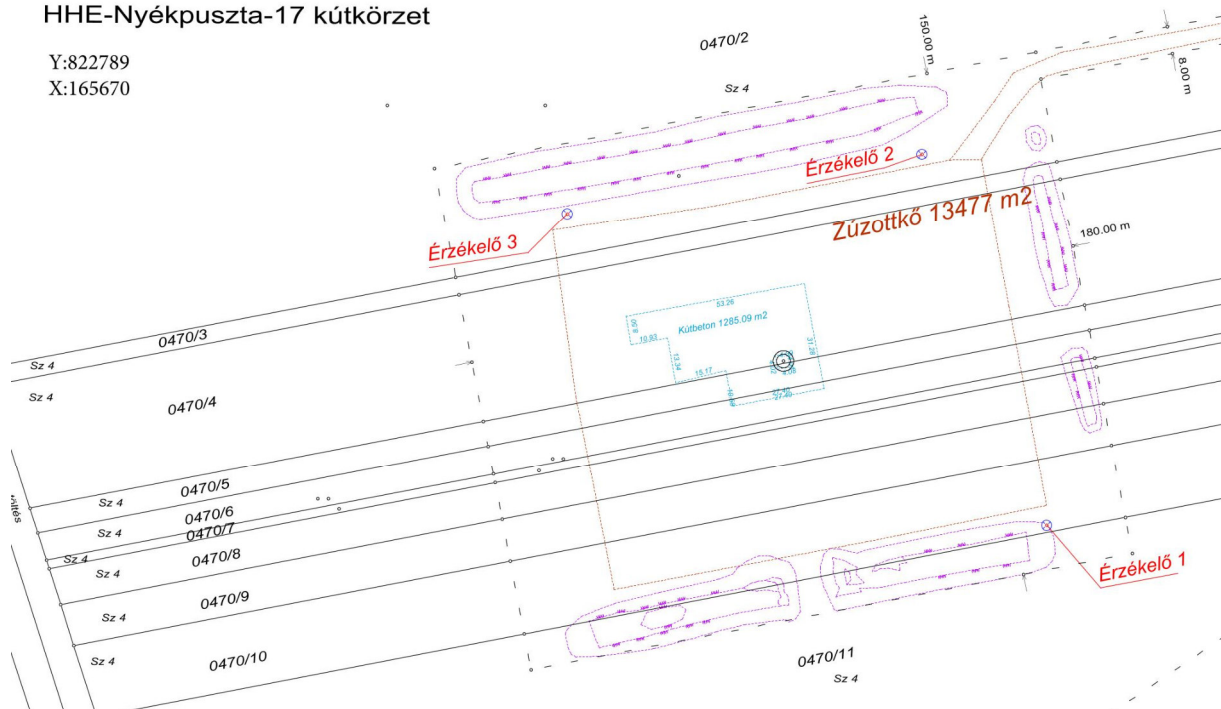
a HHE-Nyékpuszta 17. kút rezgésmonitorozásáról

A HHE Sarkad Kft. megbízásából a Geopolita Kft. szeizmikus mérőrendszerrel végzett megfigyelést a Nyékpuszta 17. számú kút rétegrepesztési munkálatai felszíni szeizmikus hatásának kimutatására. A mérések célja az volt, hogy megállapítsuk, a rétegrepesztések indukálhatnak, illetve indukáltak-e földrengéseket.

A megfigyelésre három, az ábrán látható helyeken építettünk ki mérőrendszereket.

HHE-Nyékpuszta-17 kútkörzet

Y:822789
X:165670



Helyszínrajz

Az érzékelők koordinátái:

Érzékelő 1	822829.740	165730.780	85.082
Érzékelő 2	822866.400	165621.650	85.101
Érzékelő 3	822725.490	165713.240	84.707

Mivel az érzékelők laza talajon voltak, ezért mindegyik beépítésénél egy 50 cm hosszúságú, földbe szúrt, a laza rétegen áthatoló fémkarón helyeztük el az érzékelőket, így az alulról jövő rezgések számára jó csatolást biztosított, míg a felszíni, munkazajok által keltett rezgések nagy csillapítással érkeztek be. Ez ideális akkor, ha a repesztés hatására keletkező, mélyből érkező szeizmikus hullámokat akarjuk észlelni, részben kizárva a felszíni munkazajokat.

A megfigyeléseket háromdimenziós gyorsulásmérőkkel végeztük. A mérési rendszer jellemzői az alábbiak:

Érzékelők:	Ag 2-3 tip. háromdimenziós gyorsulásérzékelők
Érzékenység:	1.003 V/m/s ²
Felbontás:	0.0024 m/s ²

Az érzékelők jeleit A/D konverzió után 500 minta/s/csatorna mintavételi sűrűséggel folyamatosan rögzítettük. A folyamatos megfigyelést a rétegrepesztés előtt 2024. szeptember 16-án kezdtük el és az utolsó rétegrepesztés után még két napig, azaz október 5-ig folytattuk. A mérési adatokat az épületekre vonatkozó MSZ 13018-as számú, „Rezgések épületekre gyakorolt hatása” tárgyú szabványnak megfelelően dolgoztuk fel, azaz kiszámítottuk a sebesség időfüggvényeket, azok autóspektrumait, és meghatároztuk az eredő sebességfüggvényt, amely a maximális rezgésértéket adja, valamint a domináns frekvenciát.

A mérési környezet ideális volt, tekintettel arra, hogy a kút környékén a kút munkálatai által keltett minimális, a természetes környezeti zajszintnél alig magasabb intenzitású rezgéseken kívül, semmilyen más szeizmikus rezgést okozó tevékenység nem folyt. A mérőrendszereket az első rétegrepesztés előtt telepítettük, így megfigyelhettük az egyes érzékelőkön milyen jeleket kapunk a felszínen végzett munkák okozta rezgésekből. A mérőrendszerek október 5-ig folyamatosan működtek, lehetővé téve, a repesztések után, a repesztés helyén esetlegesen keletkező, a felszínen is érzékelhető szeizmikus jelek észlelését.

A feldolgozás során 16 sec-os időablakokat vágunk ki. A repesztési munkák megkezdése előtti mérési adatokat kiértékelve megállapítható, hogy a környezet ideális a kis intenzitású, mélyből jövő jelek detektálására. A csendes környezet lehetővé tette volna egy esetleges igen kicsi, a repesztés hatására létrejövő szeizmikus jel észlelését.

A felvételeket egyenként megvizsgálva megállapítható, hogy rétegrepesztés következtében keletkező akusztikus emissziós beérkezéseket nem detektáltunk. Az ilyen jellegű esemény (akusztikus emisszió) mindhárom érzékelőn egy időben jelentkező, kiugró, gyorsan lecsengő jel lett volna. Megállapítható, hogy az összes 0,2 mm/s-nál magasabb rezgéssebességű felvétel munkazajtól származik. Ezt erősíti meg, hogy a zajos időszakok, egyértelműen a munkavégzési időszakokhoz köthetőek.

Az észlelt jelek jellemzői és a diagramok a mellékletekben találhatók.

Összefoglalva megállapítható, hogy a megfigyelt időszakban csak a felszíni munkálatok, munkagépek talajon terjedő rezgéskeltő hatása volt mérhető. A rétegrepesztés következtében nem keletkeztek olyan mélységi közettörések, amelyek hatása akár a kút közvetlen környezetében észlelhetőek lettek volna, így kizárt, hogy ezek a munkálatok földrengést indukáltak.

Budapest, 2024. november 18.

Dr. Bakai János
geofizikus szakértő
MBFH FSZ-12/2015