

Három Kör *DELTA* Környezetgazdálkodási KFT.

✉ 3530 Miskolc, Lonovics József u. 6.

Tel.: 46/505-506, 46/505-507

E-mail: haromkor@haromkor.hu

www.haromkor.hu



Tárgy: "Tornanádaska I. –mészkő" környezetvédelmi felülvizsgálat

Ügyintéző: Radeczky János

Hivatkozási szám: BO/32/04662-18/2023

Ügyiratszám: 58-4/2023.

Ügyintézőjük: Hutkainé Vigh Noémi

Kelt: Miskolc, 2023. augusztus 30.

Melléklet: 2 pld. szakvélemény

**B-A-Z. Vármegyei Kormányhivatal
Környezetvédelmi, Természetvédelmi
és Hulladékgazdálkodási Főosztály**

Miskolc

Tisztelt Cím!

Hivatkozott számú végzésben leírtakra az alábbi tájékoztatást adom.

1. A felülvizsgált időszakban végrehajtott-, ill. az elkövetkező években tervezett robbantások számát az 1. számú táblázat tartalmazza.

A világörökségi területen folyó bányászati tevékenység szabályozásáról szóló 5/2023 (II.28.) SZFTH rendelet¹ 2.§ (2) bekezdése szerint:

„Robbantással történő kőzetjövésztés engedélyezése esetén a bányauzemben robbantást egy robbantási helyszínen és havi egy alkalommal lehet végezni.”

1. táblázat

Év	Elvégzett robbantás (db)	Év	Tervezett robbantás (db)
2018	2	2023	8
2019	4	2024	8
2020	10	2025	8
2021	9	2026	8
2022	5	2027	8

Hatásterület – zaj

A havonta egy alkalommal elvégzett robbantások zajvédelmi hatásterülete nem értelmezhető.

A robbantás pillanatnyi zajkibocsátása a 8 órás megítélési időszakhoz viszonyítva elhanyagolható mértékű: 0,25-0,5 másodperc.

A robbantások során képződő energia nem a hanghatás előidézésére, hanem a szálban álló kőzet jövésztésére irányul, melyet a robbantólyukak felső harmadában elhelyezett fojtások biztosítanak.

¹ A jogszabály 2023. év május 15-től hatályos.

Hatásterület - rezgés

A robbantás következtében fellépő rezgést a Bányavállalkozó a bányászati felügyelő hatóság előírása alapján rendszeres méréssel vizsgálja.

A mellékelt jegyzőkönyvek alapján a tárgyi bányaüzem területén végzett robbantások okozta rezgés a megengedett értékek alatt maradnak.

Hatásterület méterben történő megadása nem értelmezhető. Az egyes robbantásokból származó rezgés (a fúrólyukak helyzetétől-, a robbanóanyag mennyiségétől-, a közet tulajdonságaitól...,stb. függően) változik.

A vizsgálati jegyzőkönyveket függelékben csatoltuk.

Hatásterület – levegő

A robbantás során az általánosan használt ammónium-nitrát alapú anyag gyors exoterm reakciója során lejátszódó átalakulás az alábbi egyenlettel írható le:



A képződő anyagok nem minősülnek légszennyezőnek.

2. A bányaüzemben a mobil törővel kezelt mészkő mennyisége

2. táblázat

Év	2018	2019	2020	2021	2022	2023.I félév
Helyben mészkő (tonna)	-	-	-	-	-	7.202
Perkupára szállított mészkő (tonna)	3.353	9.274	22.816	20.172	20.328	16.628

3. A bányához köthető teherforgalom az év során nem egyenletesen oszlik el. A Világörökségi Hatástanulmányban közölt érték (40 elhaladás) jelentősen túlbecsüli a tényleges forgalmat.

A Felülvizsgálatban megadott 16 járműforduló (32 elhaladás) a perkupai feldolgozó irányába tapasztalati úton igazolt szállítási volumen.

4. A környezetvédelmi működési engedélyben meghatározott 65.600 tonna mészkő (ezen belül az engedélyezett 21.920 tonna örlemény) elszállításához 200 munkanapot és 20 tonna teherbírású járművet feltételezve 16 járműforduló szükséges. A Felülvizsgálatban elvégzett számítások – modellezés – ezen az értéken alapulnak.

Ennek figyelembe vételével a kiszállításhoz kapcsolódó hatásterületek kiterjedése az alábbiak szerint alakul.

Levegőtisztaság-védelem (hatásterület 10 µg/m³)

- por: 180-250 m;
- nitrogén-oxidok: a szállításból nem származik a hatásterület definícióját elérő koncentráció.

Zajvédelem (lakóterület)

amennyiben része az üzemi tevékenységnek, hatásterület 40 dB

- a bánya megközelítő útjától mért ~150-200 m;

amennyiben nem része az üzemi tevékenységnek, hatásterület 50 dB

- a bánya megközelítő útjától mért ~20-25 m.

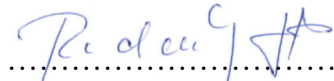
A 27. számú országos főúton haladó forgalom zajkibocsátását a bányához köthető szállítás nem növeli meg 3 dB-el, így közvetett hatásterület nem jelölhető ki.

5. A bánya területén működő munkagépekből származó kibocsátások hatásterületének kiterjedése:

- *égéstermékek:* a munkagépektől mért 50-70 m;
- *zajvédelem:* a munkagépektől mért 100-450 m.

Miskolc, 2023. augusztus 30.

Három Kör Delta Kft.
3530 Miskolc, Lonovics J. u.6.
Tel.:46/505-506: Fax:46/505-508


.....
Radeczky János
ügyvezető

SZAKVÉLEMÉNY

**A BORSOD DOLOMIT Kft. tornanádaskai mészkőbányájában
2018. március 28-án végrehajtott robbantás környezeti hatásairól**

Megbízó: BORSOD DOLOMIT Kft.

Készítette: INICIÁTOR-M Bt.

Dr. BOHUS Géza kandidátus, c. egyetemi tanár

A Magyar Mérnöki Kamara vezető szakértője

Közreműködött: Dr. BUÓCZ Zoltán kandidátus, egyetemi docens,

MMK szakértő,

Dr. VIRÁG Zoltán egyetemi docens

MISKOLC

2018. április

A tornanádaskai mészkőbánya üzemterületéhez legközelebb a temető ravatalozója található. Ezen idegen tulajdonú létesítmény védelme természetes és kötelező feladata a bánya üzemeltetőjének.

A **Tornanádaska I.-mészkő** védnevű bányatelek a BORSOD DOLOMIT Kft. tulajdonában van. A jövesztő robbantásokat is ők végzik. A robbantóanyagokat a MIKEROBB Kft. szállítja a helyszínre.

A robbantási engedély száma: BO/15/00606-10/2018.

A mértékadó töltet: $Q_f = 47 \text{ kg}$.

A robbantások tervezése, a bánya felelős irányítása és a környezet védelme megköveteli mind a bányavállalkozótól, mind a robbantásvezetőtől, hogy kellő pontossággal ismerje a bánya és környezete szeizmikus viszonyait.

A bányavállalkozó az INICIÁTOR-M Bt-t bízta meg a 2018. március 28-i nagyrobbantás okozta rezgések mérésével. Vizsgálatainkról az alábbiakban adunk számot:

A robbantásra 11 óra 38 perckor került sor.

Alapadatok:

- A front helye: a bánya legalsó szintje.
- Lyukmélység: $11,5 \pm 0,2 \text{ m}$.
- Fojtáshossz: $2,0 \pm 0,2 \text{ m}$.
- A robbantólyukak száma 45 db, dőlésszögük: 77...80 fok.
- Az alkalmazott gyutacsok típusa: NONEL 425 fokozat (12 m hosszú vezetékkel, indítás a talp közeléből.)
- A szomszédos töltetek közötti névleges késleltetés 25, a sorok közötti 109 ms.

Az alkalmazott 3 soros területrobbantás célja a **dolomit intenzív fellazítása**.

A lyukak közötti távolság: $3,0 \pm 0,2 \text{ m}$; sortávolság: $3,5 \pm 0,2 \text{ m}$.

Az alkalmazott töltet lyukanként:

4 kg indító a talpon (ANDO-ÉV) és
max 43 kg főtöltet (ANDO-prill) (A lyukhossztól függően 35 és 43 kg között).

Össztöltet: 180 kg ANDO-ÉV és
1925 kg ANDO-prill,
Mind összesen: **2105 kg.**

A védendő létesítmény

Az alkalmazott mérőrendszer 5 különböző ponton való mérést tesz lehetővé, de a követelménynek eleget téve csak a robbantáshoz legközelebb levő épületen, a temető ravatalozójánál mértünk 2 ponton.

A mérő elemek elhelyezése után a ravatalozót és a mérőberendezést le is fényképeztük, így utólagos azonosításuk egyértelműen megtörténhet. (Az 1. geofont a ravatalozó ablakpárkányára helyeztük, kb. 2 m magasan, a másikat a ravatalozó előtti betonlapra.)

A robbantás előtt és után készített fotókat ugyancsak mellékeljük.

Rezgésmérés

A méréshez egy számítógépes adatgyűjtővel ellátott mérési rendszert használtunk. A geofonok a tér három irányának (x, y, z) megfelelően mérik a rezgési gyorsulást és képezik a rezgési sebességet irányonként, valamint az eredő rezgési sebesség értékét.

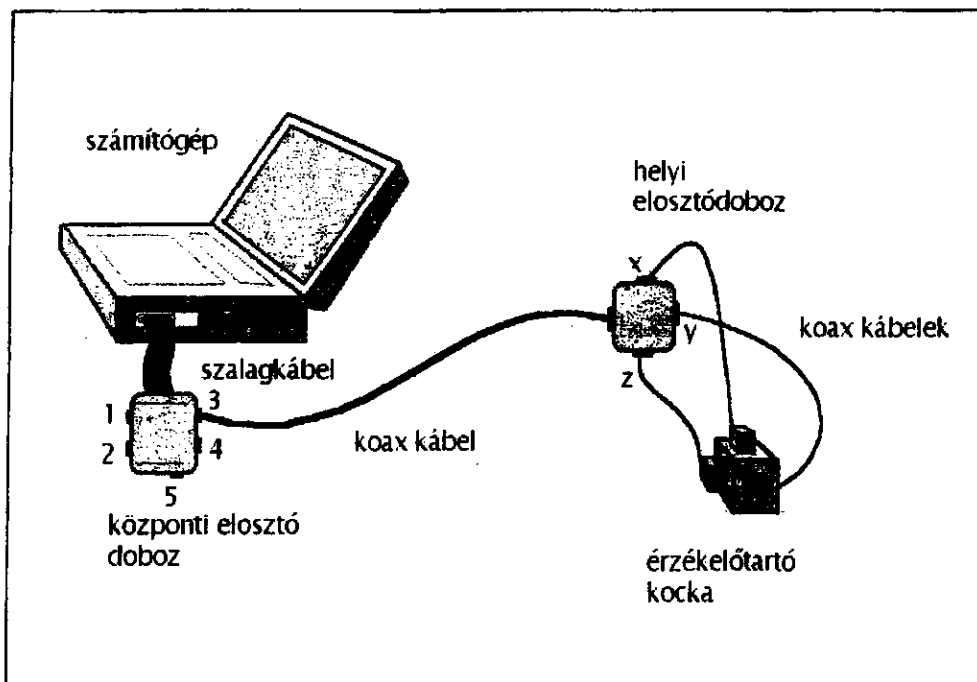
GP-MF94VB szeizmikus mérőberendezés rövid leírása

Ez a dokumentáció a GeoPolita Kft. által készített **GP-MF94VB** hordozható számítógépes rezgésmérő és feldolgozó rendszer általános leírása. Az itt fel nem lelhető információk az alábbi címen keresendők: **GeoPolita Kft.** (7625 Pécs, Pálos dűlő 4.)

A szeizmikus mérőberendezés részei:

- központi mérő-feldolgozó egység (486/33 notebook számítógép),
- piezo-elektromos érzékelők,
- kábelek,
- központi elosztódoboz,
- helyi elosztódoboz,
- érzékelőtartó kockák,
- hordtáskák.

A rendszer összeszerelése



1. ábra

A rendszer maximum 5, három dimenziós mérőpontban (X, Y, Z) történő mérésre alkalmas. Az érzékelőket az érzékelőtartó kockákra csavarokkal kell rögzíteni. A mérőpont közvetlen közelében elhelyezett helyi elosztó dobozba kötjük be az érzékelőket. A helyi elosztók táplálják az érzékelőket, valamint közösítik az egy mérőponthoz tartozó három érzékelő jelét. Az érzékelők beépített kábeleit nem szabad meghosszabbítani, ezeket közvetlenül kell a helyi

elosztók X, Y, Z bemeneteire csatlakozni. Az érzékelők jelei a helyi elosztó KI csatlakozójára kapcsolt kábelén keresztül jutnak el a központi elosztó dobozhoz, ez utóbbit pedig a szalagkábel segítségével a számítógép csatlakozójába dugaszoljuk a bal oldali csatlakozóhelyhez.

Az épületnél elhelyezett 2 geofoncsoport a következő rezgéseket jelezte (a robbantások centrumától mért távolságuk 250 és 270 m között változott, átlagértéke: 262 m):

A mérési eredmények

A mérési eredmények az 1. táblázatban találhatók:

A geofon jele	Kiértékelés az ÁRBSz szerint (mm/s)	Kiértékelés az MSz szerint (mm/s)
Alaprezgés		
G ₁	0,89	0,91 (z)
G ₂	0,31	0,36
Robbantás		
G ₁	3,82	4,03 (z)
G ₂	2,17	2,44

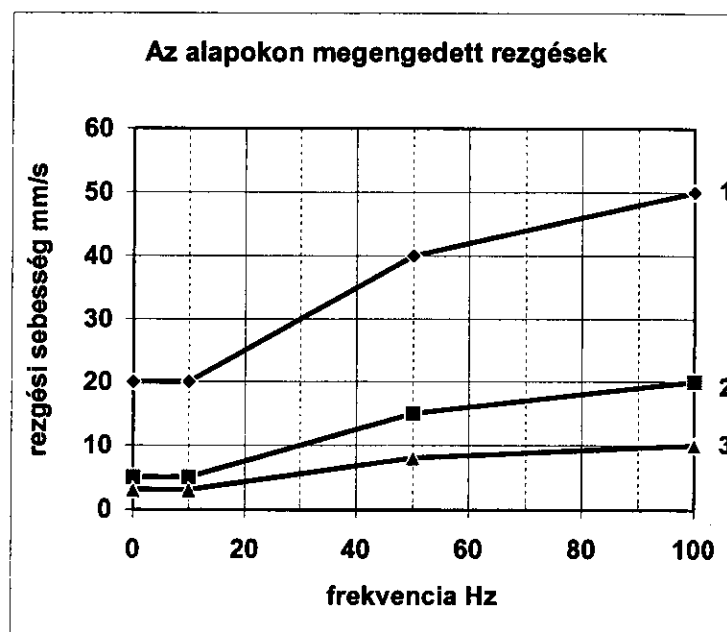
1. táblázat A robbantás által keltett rezgési sebesség-maximumok (G₁-G₂-a geofon csoportok)

A megengedett rezgési sebességeket a 13.018. sz. Magyar Szabvány és az Általános Robbantási Biztonsági Szabályzat tartalmazza.

Sorsz	Épületfajta	Megengedett rezgési sebesség [mm/s]				
		az alapokon különböző frekvenciánál				a legfelső teljes szint földm-síkjában, vízszintesen bármely frekvencián
		0 Hz	10Hz	50Hz	100Hz	
1	Ipari épületek	20	20	40	50	40
2	Lakóépületek	5	5	15	20	15
3	Különleges rezgésérzékeny épületek (pl.: műemlék)	3	3	8	10	8
4	Statikailag bizonytalan; építési előírásoknak meg nem felelő épületek	Szakértői mérlegelés szerint				

1. táblázat

Megengedett rezgési sebességek az MSZ 13018 szerint
A szabvány címe: „Rezgések épületre gyakorolt hatása”



Csoport	A megvédendő létesítmény	Megengedett rezgési sebesség [mm/s]
1.	különleges védelmet igénylő létesítmények	szakértői vélemény szerint
2.	statikailag bizonytalan épület	2
	megrongálódott épület	
	műemlék	
	termelő kőolaj- és földgázkút	
	nyomás alatt álló csővezeték és szerelvény ($p > 0,17$ MPa vagy $p < 0,07$ MPa)	
3.	panelház	5
	statikailag nem teljes értékű építmény	
4.	statikailag kifogástalan épület	10
	torony	
	gyárkémény	
	Villamos- és vízmű szabadtéri villamos berendezés	
5.	vasbeton vagy acélvázaz építmény	20
	alagút	
	föld alatti csatorna, vezeték, szerelvény ($m > 0,7$ m)	
	föld alatti térség	
6.	közút	40
	vasút	
	függőpálya	
	villamos távvezeték	
	távbeszélővezeték	

2. táblázat

Az ÁRBSz 4. melléklet 1. táblázata alapján megengedett rezgési sebességek
robbantásnál

Az 1. sz. táblázatban közölt rezgési sebesség értékek értelmezéséhez figyelembe kell venni azt a körülményt is, hogy a vizsgált épület közelében semmilyen feltűnő, rezgéssel járó tevékenységet, jelenséget nem észleltünk. Méréssel állapítottuk meg, hogy az alaprezgés

$$0,3 \text{ mm/s} < v_0 < 0,9 \text{ mm/s}$$

értékek között változott. (Legalább ekkora szeizmicitás az egész ország területén, bármikor megfigyelhető.)

A mellékelt szeizmogrammokból kiolvasható, hogy a rezgések frekvenciája 31 és 53 Hz között változott, ami a bánya közelsége miatt ilyen nagy érték. (Ez a szám a rezgések veszélytelenségét igazolja.)

Tekintsünk a 2. és 3. táblázatokra:

A „Rezgések épületre gyakorolt hatása” című 13018. számú Magyar Szabvány abban az esetben, ha az épület alapjain

$$f > 10 \text{ Hz}$$

frekvenciájú rezgések jelennek meg, lakóépületekre

$$v_{\text{meg}} = 5 \text{ mm/s és } 15 \text{ mm/s}$$

közötti értékű rezgési sebességet engedélyez.

Az ÁRBSz a „statikailag nem teljes értékű épületekre”

$$V_{\text{meg}} = 5 \text{ mm/s}$$

sebességű rezgést tart még veszélytelennek. (Ha a szeizmikus szabályzat ábráját is alkalmazom kb. 260 m távolságra, az **1 vonalon** ugyancsak 5 mm/s olvasható le.)

(Ezeket az épületeket ebbe a kategóriába soroltuk.)

A két előírás közti különbség főleg abban mutatkozik meg, hogy a mért 3, egymásra merőleges rezgési komponens közül

- az ÁRBSz a robbantás irányába mutató (v_x),
- az MSz pedig mindig a legnagyobb értékű (v_{\max}) komponenst veszi figyelembe. (Ezeket az értékpárokat olvashatjuk ki az 1. sz. táblázatból.)

A robbantásnál

$$2,17 \text{ mm/s} < v_x < 3,82 \text{ mm/s};$$

illetve

$$2,17 \text{ mm/s} < v_{\max} < 2,44 \text{ mm/s};$$

értékű rezgési sebességeket regisztráltunk. (Ezek az értékek a két előírás szerint leolvasott maximális sebességek.)

Mindkét mérőpontban 5 mm/s-nál kisebb sebességű rezgéseket mértünk, amely értékekkel, mint épületkárok lehetséges okozóival gyakorlatilag nem kell foglalkozni. (Az 1. geofon-csoport, amit a ravatalozó 2 m magasan lévő ablakpárkányára helyeztünk, könnyebben rezeg, mint a betonlap.)

Az 1 mérőponton regisztrált $v_z = v_{\max} = 4,03 \text{ mm/s}$ érték is a szabványban és az ÁRBSz-ben megengedett érték alatti sebességű rezgésre utal.

Kiegészítésül még két adatlék a fenti megállapításokhoz:

- a) Abból, hogy egy rezgés sebessége megközelíti, vagy el is eléri a megengedett sebességet, egyáltalán nem szabad arra következtetni, hogy az építmény károsodik. Az előírások készítői – mindenütt a világon – jelentős biztonságot építenek be a szabályzatokba.
- b) Nemzetközi összehasonlítás alapján határozottan állítom, hogy a magyar előírások sokkal szigorúbbak a más országokban alkalmazottaknál. Konkrét összehasonlító vizsgálatokkal már számos magyar szakember felhívta a figyelmet arra, hogy a hazai előírások legalább kétszer szigorúbbak a nemzetközi szakirodalomból ismert követelményszinteknél.

Hasonlítsuk végül össze a március 28-i robbantás által várt (előzetesen becsült) rezgési sebességeket a mért értékekkel – az ÁRBSz szerint ($k=80$; $l = 262$ m):

$$v = K \cdot \frac{\sqrt{Q_f}}{l} = 80 \cdot \frac{\sqrt{47}}{262} = 2,1 \text{ mm}$$

Becslés: $v^* = 2,1 \text{ mm/s}$.

Mérés: $2,17 \text{ mm/s} < v < 3,823 \text{ mm/s}$.

A becsülnél nagyobb mért értékek a terület nagyobb szeizmicitását tanúsítják, ezért K tényezőt meg kell növelni a fenti képlet átrendezésével. K értéke: **145**. A jövőben a robbantásoknál $K = 145$ értékkel kell számolni.

A robbantás zaja

A robbantás előtt és a robbantáskor a robbantási frontnál, ill a mérőállomásnál is mértünk zajt.

Eredmények:

alapzajszint: 38...40 dB_A

a robbantás keltette zaj: 50,7 dB_A,

teljesen veszélytelen.

(A zajmérő műszer típusa: VOLTCRAFT 322 Datalog.

Méréshatár: $L_o = 30...80 \text{ dB}$)

A robbantás **repeszhatása** jelentéktelen (max. 20 m) volt.

Következtetés

A 2018. március 28-én végzett robbantás **szeizmikus hatása** – melyet a megfelelő paraméterekkel terveztek és kellő gondossággal viteleztek ki – ugyan a várható (előzetesen becsült) értéknél nagyobb volt, de értéke veszélytelen a környezetre.

A robbantás **zaját** alig lehetett hallani.

A távolabb lévő lakóházaknál várható rezgések a megfigyeltnél kisebbek kell legyenek, ami a robbantások **veszélytelenségét** bizonyítja.

Miskolc, 2018. április 5.

INICIÁTOR-M Bt.
3525 Miskolc
Szent László út 57.
Adószám: 21298778-2-05

Dr. Bohus Géza

(MMK 05-0231)

Dr. BOHUS Géza
a műszaki tudomány kandidátusa
c. egyetemi tanár
MISKOLCI EGYETEM

3515 MISKOLC
Egyetemváros A4 ép. 234. sz.
Tel.: 46/565-111/23-50 és 20-18
Fax: 46/565-069

Lakás: 3525 MISKOLC
Szent László u. 57.
Tel. és Fax: 46/370-493
Mobil: 20/96-57-568

*

INICIÁTOR-M
TANÁCSADÓ, TERVEZŐ, SZOLGÁLTATÓ BETÉTI TÁRSASÁG
3525 MISKOLC, Szent László u. 57. Tel. és Fax: 46/370-493
Mobil: 20/96-57-568 E-mail: bohusgeza@gmail.com
Adóig.sz. 21 298 778-2-05 Számla sz.: ERSTE BANK 11600006-00000000-09358953

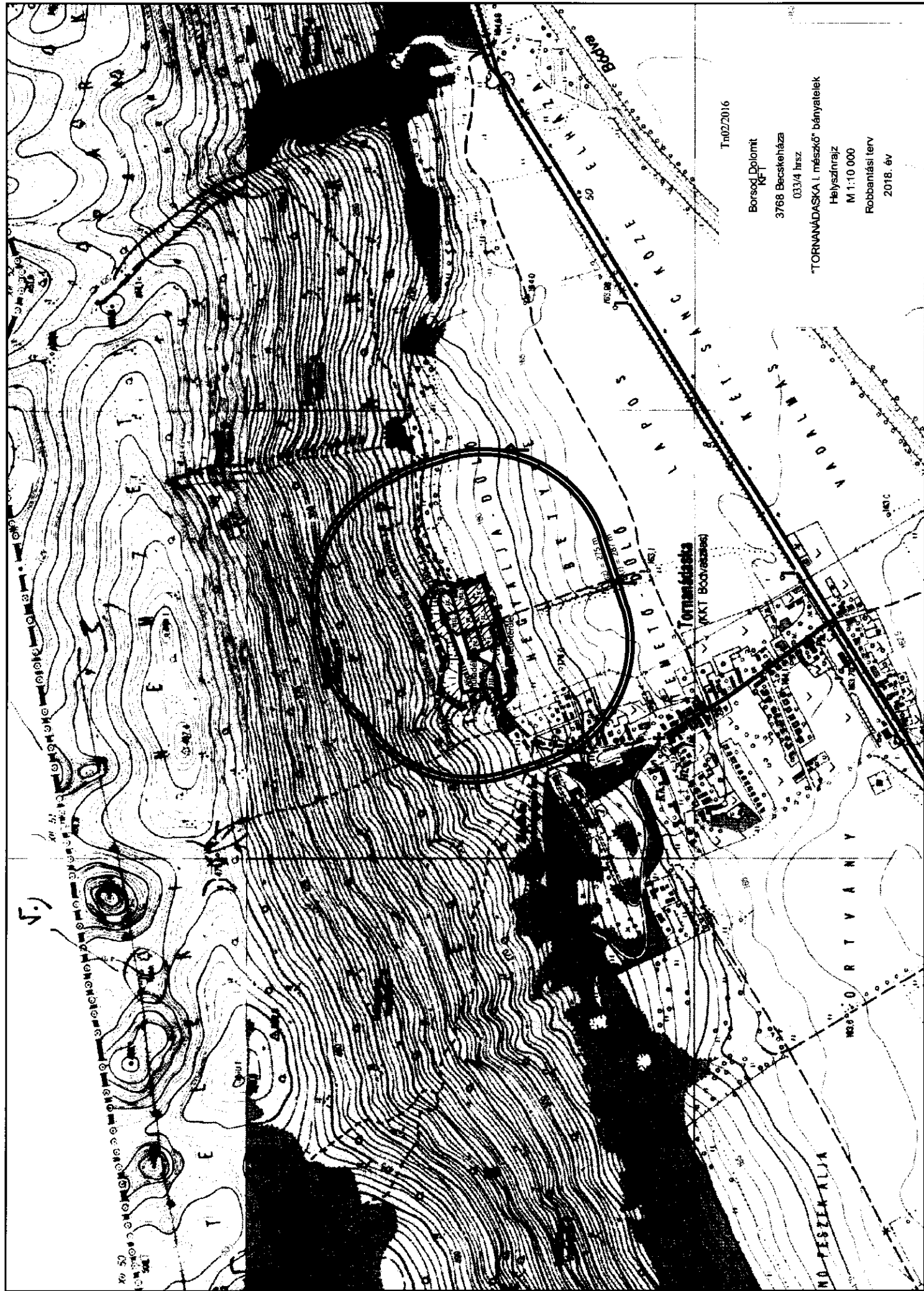
MELLÉKLETEK

Helyszínrajzok

Felvételek a robbantási frontról

Felvételek a rezgésmérésről

2 db szeizmogramm



Tn02/2016

Borsod-Délmén
Kécskeháza

3768 Borsod-Délmén
Kécskeháza

03/3/4 hrsz

"TORNANÁDASKA I. MÉSZŐBANYATELEK"

Helyszínrajz

M 1:10 000

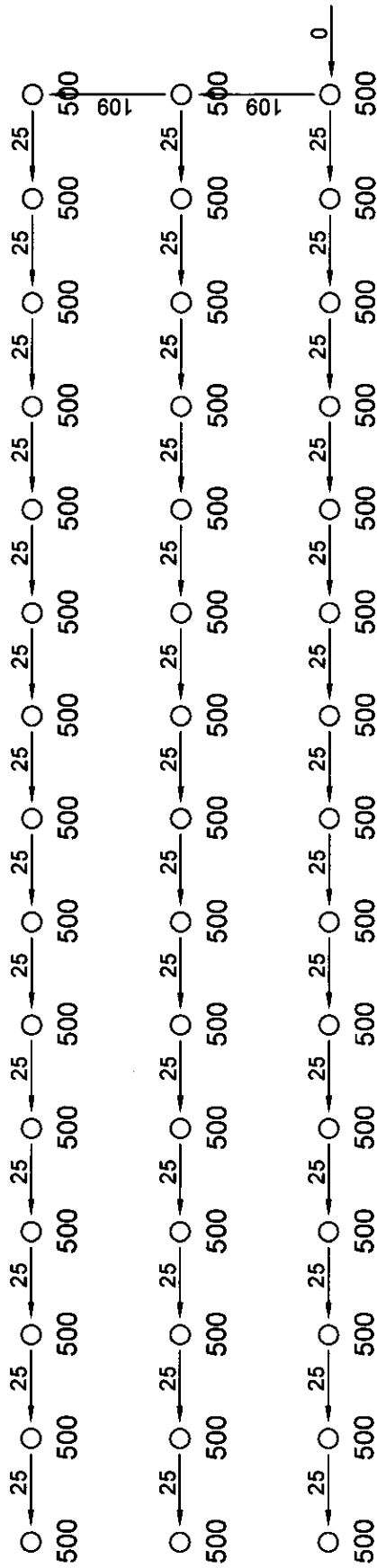
Robbanási terv

2018. év

778000

779000





Robbantóllyukak				Sortávolság:	3,5 m	Jelmagyarázat	Robbantási terv - Fokozat kiosztás	
Hossza:	11,5 m	Darabszáma:	45 db	Átmérője:	90 mm	Lyuk távolság:	Robbantás helyszíne:	Tornanádaska I.-mészke
Talplyukak						Előfűtő:	Robbantást végezte:	Borsod Dolomit Kft.
Hossza:	- m	Darabszáma:	- db	Átmérője:	90 mm	Folytás:	Robbantás időpontja:	2018. 03. 28.



A 3 soros robbantási front tetősíkja



Az alkalmazott robbantóanyagok (ANDO-ÉV, ANDO-PRILL, NONEL)



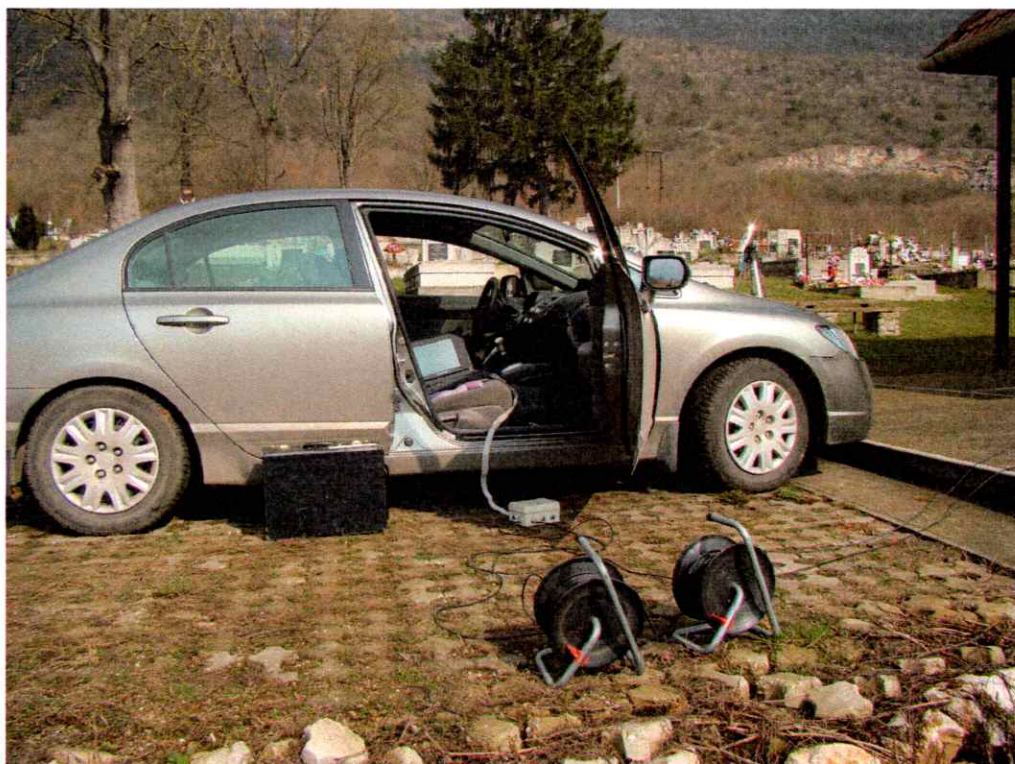
A robbantólyukak dőlésszögének ellenőrzése



A robbantólyukak kiosztása (W=3.5 m; E= 3.0 m)



A robbantási fronthoz legközelebbi épült a ravatalozó



A robbantás szeizmikus hatásának mérése a kocsiban látható laptop segítségével



Az 1. geofoncsoport a ravatalozó ablakpárkányán



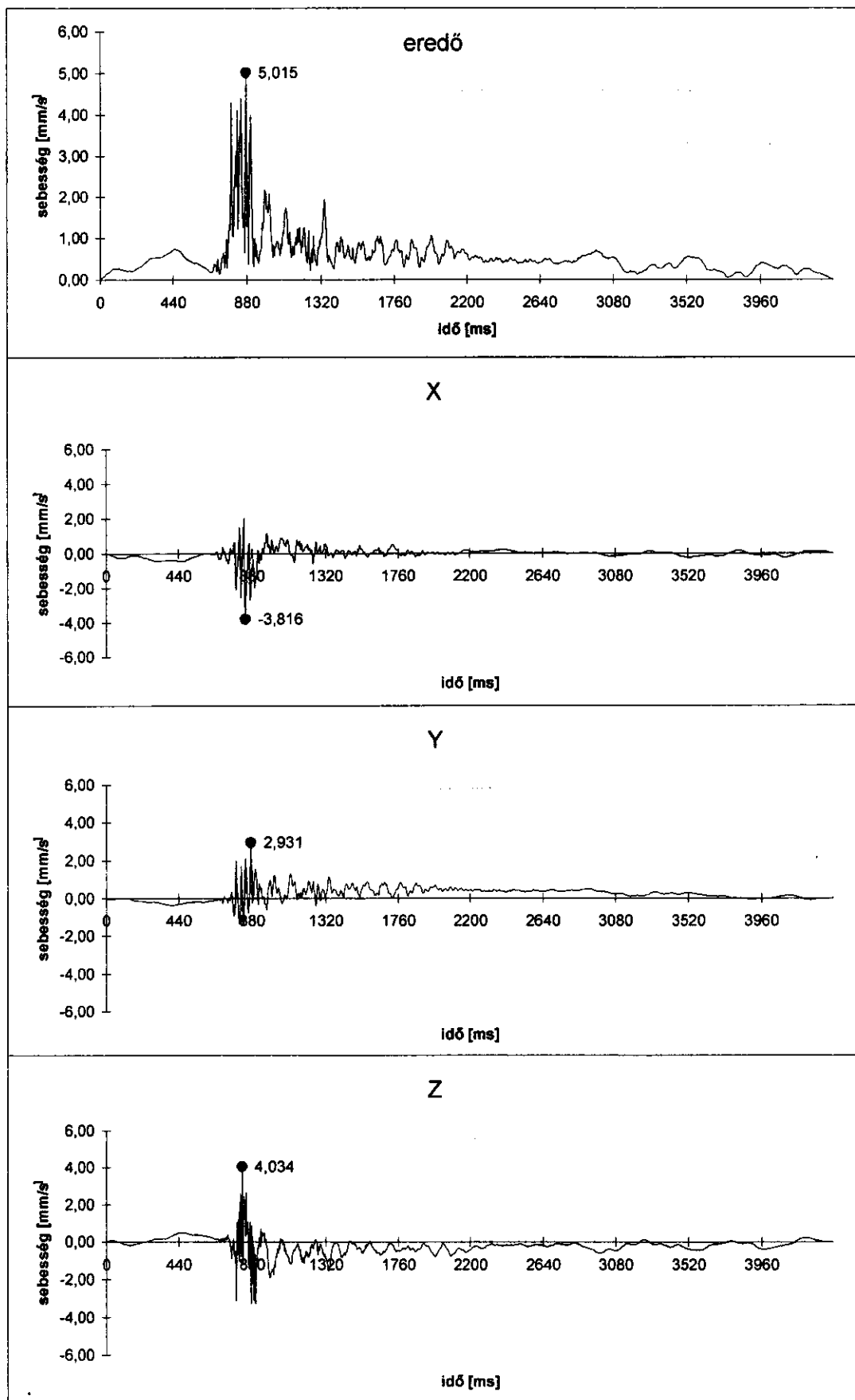
A 2. geofoncsoport a ravatalozó előtti térbetnonon

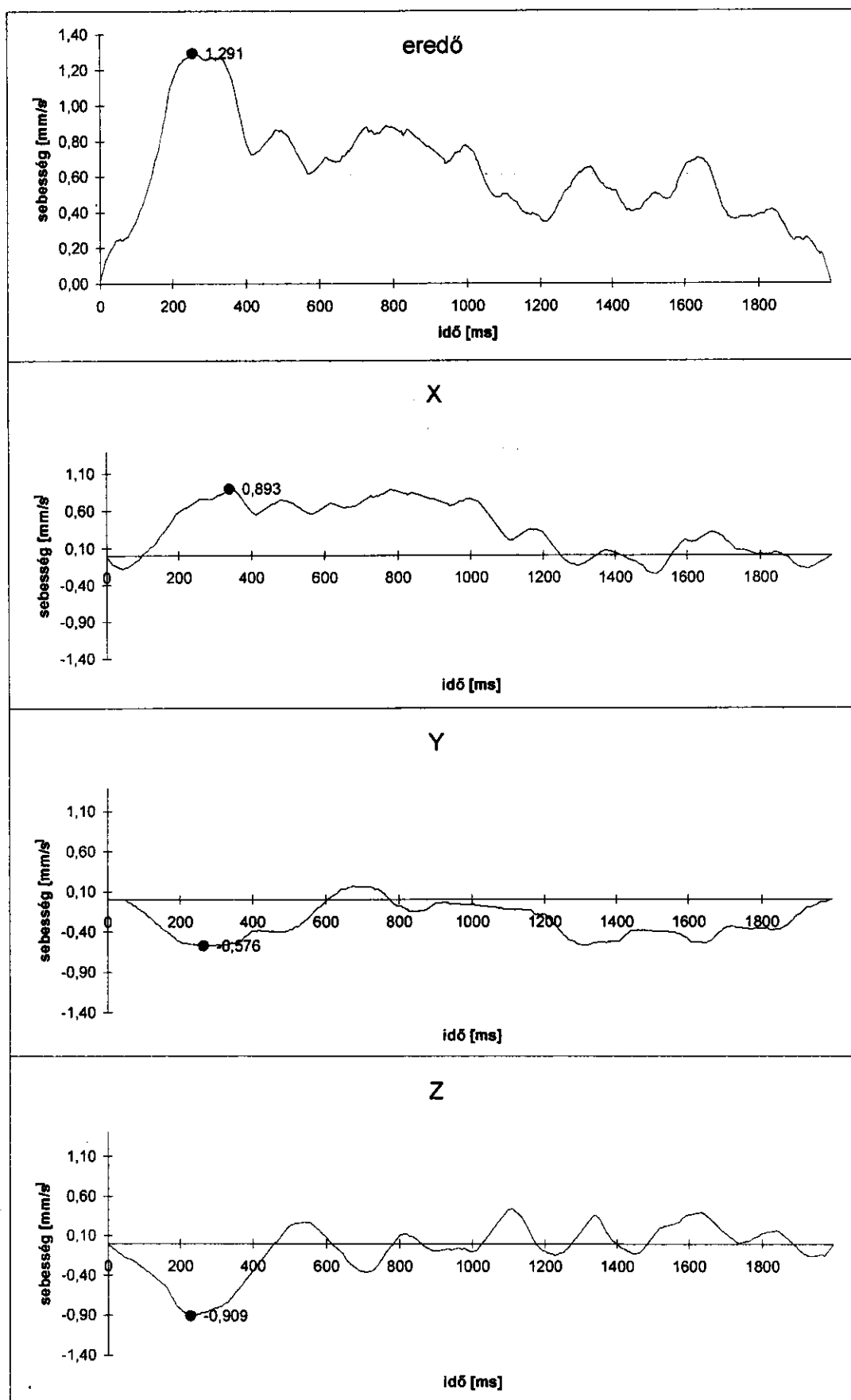


A robbantás keltette impulzusszerű zajt is mértük



A robbantással fellazított térszín





SZAKVÉLEMÉNY

**A BORSOD DOLOMIT Kft. tornanádaskai mészkőbányájában
2020. november 17-én végrehajtott robbantás környezeti hatásairól**

Megbízó: BORSOD DOLOMIT Kft.

**Készítette: Dr. BOHUS Géza kandidátus, c. egyetemi tanár
A Magyar Mérnöki Kamara vezető szakértője**

Közreműködött: Dr. VIRÁG Zoltán egyetemi docens

MISKOLC

2020. november

A tornanádaskai mészkőbánya üzemterületéhez legközelebb a temető ravatalozója található. Ezen idegen tulajdonú létesítmény védelme természetes és kötelező feladata a bánya üzemeltetőjének.

A **Tornanádaska I.-mészkő** védnevű bányatelek a BORSOD DOLOMIT Kft. tulajdonában van. A jövesztő robbantásokat is ők végzik. A robbantóanyagokat a MIKEROBB Kft. szállítja a helyszínre.

A robbantási engedély száma: BO/15/00606-10/2018.

A mértékadó (megengedett legnagyobb) töltet: $Q_{\max} = 47$ kg.

A robbantások tervezése, a bánya felelős irányítása és a környezet védelme megköveteli mind a bányavállalkozótól, mind a robbantásvezetőtől, hogy kellő pontossággal ismerje a bánya és környezete szeizmikus viszonyait.

A bányavállalkozó dr. Bohus Gézát bízta meg a 2020. november 17-i nagyrobbantás okozta rezgések mérésével. Az adott napon két robbantásra került sor, melyek közül a 2. robbantás környezeti hatásait mértük. Vizsgálatainkról az alábbiakban adunk számot:

A mért robbantásra 13 óra 35 perckor került sor.

Alapadatok:

- A front helye: a bánya legalsó szintje.
- Lyukmélység: $6,5 \pm 0,2$ m.
- Fojtáshossz: $2,0 \pm 0,2$ m.
- A robbantólyukak száma 28 db, dőlésszögük: 80 ± 2 fok.
- Fúrtak még 6 db 4 m hosszú talplyukat is.
- A mértékadó töltet: $Q_f = 27$ kg, amely kisebb $Q_{\max} = 47$ kg-nál.
- Az alkalmazott gyutacsok típusa: Nonel gyutacs: Nitronel MS 500 ms, Nonel kapcsoló: Nitronel QS 6 fm.
- A szomszédos töltetek közötti névleges késleltetés 17 ms, a sorok között 42 ms, a talplyukaknál 25 ms.

Az alkalmazott 3 soros oszlopos sorozatrobantás célja a **mészkö intenzív törése és fellazítása**.

A lyukak közötti távolság: $3,1 \pm 0,2$ m; sortávolság: $2,7 \pm 0,2$ m.

Az alkalmazott töltet lyukanként:

2 kg indító a talpon (ANDO ÉV) és

max 25 kg főtöltet (ANDO Prill-M),

12 kg ANDO ÉV a talplyukaknál

Össztöltet: 128 kg ANDO ÉV és

687 kg ANDO Prill-M

Mind összesen: **815 kg**.

A védendő létesítmény

Az alkalmazott mérőrendszer több különböző ponton való mérést tesz lehetővé, de a követelménynek eleget téve, csak a robbantáshoz legközelebb levő épületen, a temető ravatalozójánál mértünk.

Rezgésmérés

A méréshez egy számítógépes adatgyűjtővel ellátott mérési rendszert használtunk. A geofonok a tér három irányának (x, y, z) megfelelően mérik a rezgési gyorsulást és képezik a rezgési sebességet irányonként, valamint az eredő rezgési sebesség értékét.

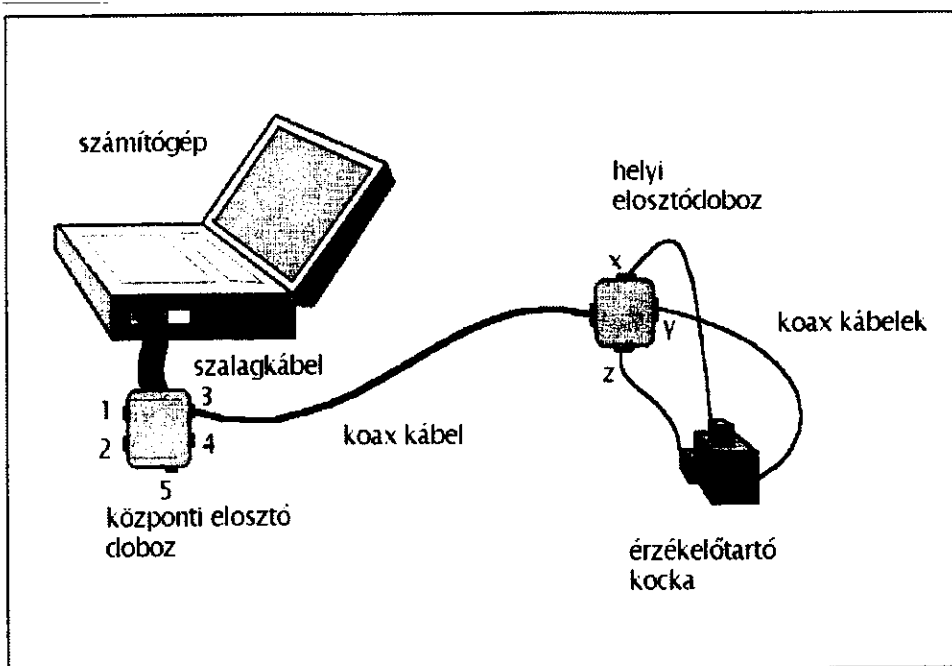
GP-MF94VB szeizmikus mérőberendezés rövid leírása

Ez a dokumentáció a GeoPolita Kft. által készített **GP-MF94VB** hordozható számítógépes rezgésmérő és feldolgozó rendszer általános leírása. Az itt fel nem lelhető információk az alábbi címen keresendők: **GeoPolita Kft.** (7625 Pécs, Pálos dűlő 4.)

A szeizmikus mérőberendezés részei:

- központi mérő-feldolgozó egység (486/33 notebook számítógép),
- piezo-elektromos érzékelők,
- kábelek,
- központi elosztódoboz,
- helyi elosztódoboz,
- érzékelőtartó kockák,
- hordtáskák.

A rendszer összeszerelése



1. ábra

A rendszer maximum 5, háromdimenziós mérőpontban (X, Y, Z) történő mérésre alkalmas. Az érzékelőket az érzékelőtartó kockákra csavarokkal kell rögzíteni. A mérőpont közvetlen közelében elhelyezett helyi elosztó dobozba kötjük be az érzékelőket. A helyi elosztók táplálják az érzékelőket, valamint közösítik az egy mérőponthoz tartozó három érzékelő jelét. Az érzékelők beépített kábeleit nem szabad meghosszabbítani, ezeket közvetlenül kell a helyi elosztók X, Y, Z bemeneteire csatlakozni. Az érzékelők jelei a helyi elosztó KI csatlakozójára kapcsolt kábelon keresztül jutnak el a központi elosztó dobozhoz, ez utóbbit pedig a szalagkábel segítségével a számítógép csatlakozójába dugaszoljuk a bal oldali csatlakozóhelyhez.

Az épületnél elhelyezett geofon a következő rezgéseket jelezte (a robbantások centrumától mért távolság kb. 330 m):

A mérési eredmények

A mérési eredmények az 1. táblázatban találhatók:

A geofon jele	Kiértékelés az ÁRBSz szerint (mm/s)	Kiértékelés az MSz szerint (mm/s)
Alaprezgés		
G ₁	0,86 (x)	0,90 (z)
Robbantás		
G ₁	2,15 (x)	2,25 (z)

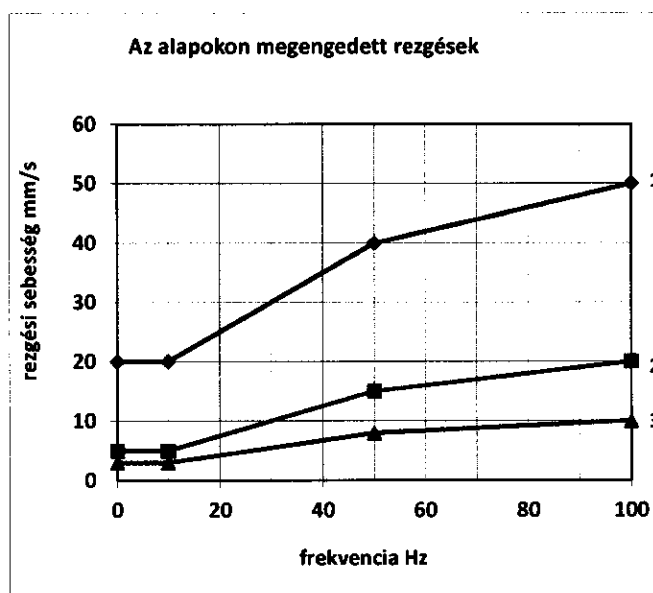
1. táblázat

A robbantás által keltett rezgési sebesség-maximumok

A megengedett rezgési sebességeket a 13.018. sz. Magyar Szabvány és az Általános Robbantási Biztonsági Szabályzat tartalmazza.

Sorsz	Épületfajta	Megengedett rezgési sebesség [mm/s]				
		az alapokon különböző frekvenciánál				a legfelső teljes szint földm-sík-jában, vízszintesen bármely frekvencián
		0 Hz	10Hz	50Hz	100Hz	
1	Ipari épületek	20	20	40	50	40
2	Lakóépületek	5	5	15	20	15
3	Különleges rezgésérzékeny épületek (pl.: műemlék)	3	3	8	10	8
4	Statikailag bizonytalan; építési előírásoknak meg nem felelő épületek	Szakértői mérlegelés szerint				

2. táblázat Megengedett rezgési sebességek az MSZ 13018 szerint
A szabvány címe: „Rezgések épületre gyakorolt hatása”



2. ábra

Csoport	A megvédendő létesítmény	Megengedett rezgési sebesség [mm/s]
1.	különleges védelmet igénylő létesítmények	szakértői vélemény szerint
2.	statikailag bizonytalan épület	2
	megrongálódott épület	
	műemlék	
	termelő kőolaj- és földgázkút	
	nyomás alatt álló csővezeték és szerelvény ($p > 0,17$ MPa vagy $p < 0,07$ MPa)	
3.	panelház	5
	statikailag nem teljes értékű építmény	
4.	statikailag kifogástalan épület	10
	torony	
	gyárkémény	
	Villamos- és vízmű szabadtéri villamos berendezés	
5.	vasbeton vagy acélvázaz építmény	20
	alagút	
	föld alatti csatorna, vezeték, szerelvény ($m > 0,7$ m)	
	föld alatti térség	
6.	közút	40
	vasút	
	függőpálya	
	villamos távvezeték	
	távbeszélővezeték	

3. táblázat

Az ÁRBSz 4. melléklet 1. táblázata alapján megengedett rezgési sebességek
robbantásnál

Az 3. táblázatban közölt rezgési sebesség értékek értelmezéséhez figyelembe kell venni azt a körülményt is, hogy a vizsgált épület közelében semmilyen feltűnő, rezgéssel járó tevékenységet, jelenséget nem észleltünk. Méréssel állapítottuk meg, hogy az alaprezgés

$$0,3 \text{ mm/s} < v_0 < 0,9 \text{ mm/s}$$

értékek között változott. (Legalább ekkora szeizmicitás az egész ország területén, bármikor megfigyelhető.)

A mellékelt szeizmogrammokból kiolvasható, hogy a rezgések frekvenciája 38 és 61 Hz között változott, ami a bánya közelsége miatt ilyen nagy érték. (Ez a szám a rezgések veszélytelenségét igazolja.)

Tekintsünk a 2. és 3. táblázatokra:

A „Rezgések épületre gyakorolt hatása” című 13018. számú Magyar Szabvány abban az esetben, ha az épület alapjain

$$f > 10 \text{ Hz}$$

frekvenciájú rezgések jelennek meg, lakóépületekre

$$v_{\text{meg}} = 5 \text{ mm/s és } 15 \text{ mm/s}$$

közötti értékű rezgési sebességet engedélyez.

Az ÁRBSz a „statikailag nem teljes értékű épületekre”

$$V_{\text{meg}} = 5 \text{ mm/s}$$

sebességű rezgést tart még veszélytelennek.

(A téglából épült ravatalozót ebbe a kategóriába soroltuk.)

A két előírás közti különbség főleg abban mutatkozik meg, hogy a mért 3, egymásra merőleges rezgési komponens közül

- az ÁRBSz a robbantás irányába mutató (v_x),

- az MSz pedig mindig a legnagyobb értékű (v_{\max}) komponenst veszi figyelembe. (Ezeket az értékpárokat olvashatjuk ki az 1. sz. táblázatból.)

A robbantásnál

$$v_x = 2,15 \text{ mm/s;}$$

illetve

$$v_{\max} = v_z = 2,25 \text{ mm/s;}$$

értékű rezgési sebességeket regisztráltunk. Ezek az értékek a két előírás szerint leolvasott maximális sebességek (lásd a mellékelt szeizmogrammot).

A mérőpontban 5 mm/s-nál kisebb sebességű rezgéseket mértünk, amely értékekkel, mint épületkárok lehetséges okozóival nem kell foglalkozni.

A mérőponton regisztrált $v_{\max} = v_z = 2,25$ mm/s érték is a szabványban és az ÁRBSz-ben megengedett érték alatti sebességű rezgésre utal.

Kiegészítésül még két adalék a fenti megállapításokhoz:

- a) Abból, hogy egy rezgés sebessége megközelíti vagy el is eléri a megengedett sebességet, egyáltalán nem szabad arra következtetni, hogy az építmény károsodik. Az előírások készítői – mindenütt a világon – jelentős biztonságot építenek be a szabályzatokba.
- b) Nemzetközi összehasonlítás alapján határozottan állítjuk, hogy a magyar előírások sokkal szigorúbbak a más országokban alkalmazottaknál. Konkrét összehasonlító vizsgálatokkal már számos magyar szakember felhívta a figyelmet arra, hogy a hazai előírások legalább kétszer szigorúbbak a nemzetközi szakirodalomból ismert követelményszinteknél.

Hasonlítsuk végül össze a november 17-i robbantás által várt (előzetesen becsült) rezgési sebességeket a mért értékekkel – az ÁRBSz-ben közölt képlet szerint szerint ($K^*=145$; $Q_f=27$ kg ; $l=330$ m):

$$v^* = K^* \frac{\sqrt{Q_f}}{l} = 145 \frac{\sqrt{27}}{330} = 2,28 \text{ mm/s}$$

Megjegyzés: $K^*=145$, a 2018.03.28-i robbantás során végzett mérésből

Becslés: $v^* = 2,28 \text{ mm/s}$.

Mérés: $v_x = 2,15 \text{ mm/s}$.

A becsült érték körüli mért értékek a robbantás szakszerű elvégzését és a $K^*=145$ értékű tényező használatának megbízhatóságát támasztják alá.

A robbantás zaja

A robbantás előtt és a robbantáskor a robbantási frontnál, ill a mérőállomásnál is mértünk zajt.

Eredmények:

alapzajszint: 36...42 dB_A

a robbantás keltette zaj: 48,3 dB_A,

teljesen veszélytelen.

(A zajmérő műszer típusa: VOLTCRAFT 322 Datalog.

Méréshatár: $L_o = 30...80 \text{ dB}$)

A robbantás **repszhatása** jelentéktelen (max. 16 m) volt.

Következtetés

A 2020. november 17-én végzett robbantás **szeizmikus hatása** – melyet a megfelelő paraméterekkel terveztek és kellő gondossággal viteleztek ki -, a várható (előzetesen becsült) érték közelében volt, ami teljesen veszélytelen a környezetre.

A robbantás **zaját** alig lehetett hallani.

A távolabb lévő lakóházaknál várható rezgések a megfigyeltnél kisebbek kell legyenek, ami a hasonló paraméterekkel kivitelezett robbantások **veszélytelenségét** bizonyítja.

Miskolc, 2020. november 25.

Dr. Bohus Géza

(MMK 05-0231)

Dr. BOHUS Géza
a műszaki tudomány kandidátusa
c. egyetemi tanár
MISKOLCI EGYETEM

3515 MISKOLC
Egyetemváros A4 ép. 234. sz.
Tel.: 46/565-111/18-21

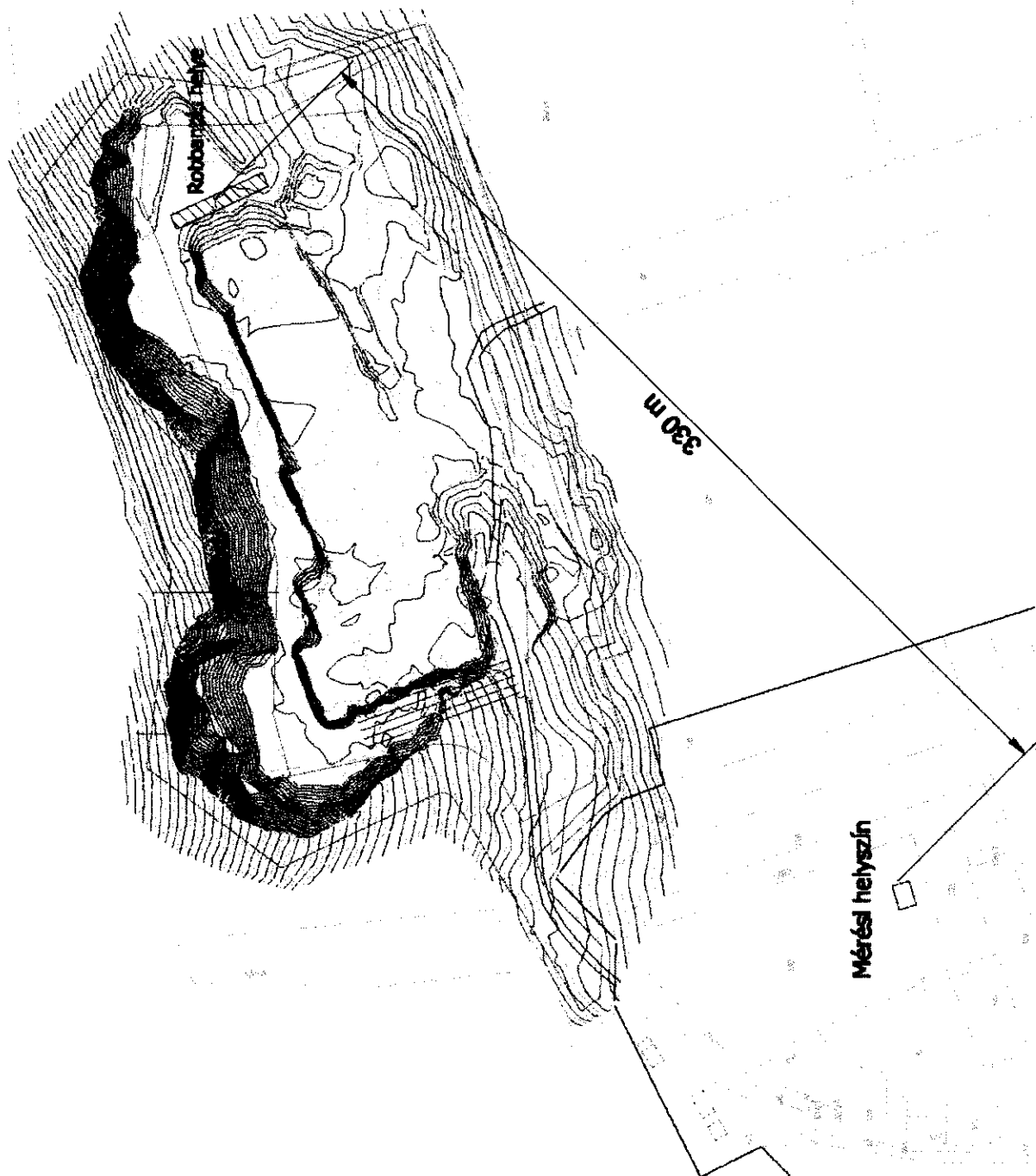
Lakás: 3525 MISKOLC
Szent László u. 57.
Tel.: 46/370-493
Mobil: 20/96-57-568

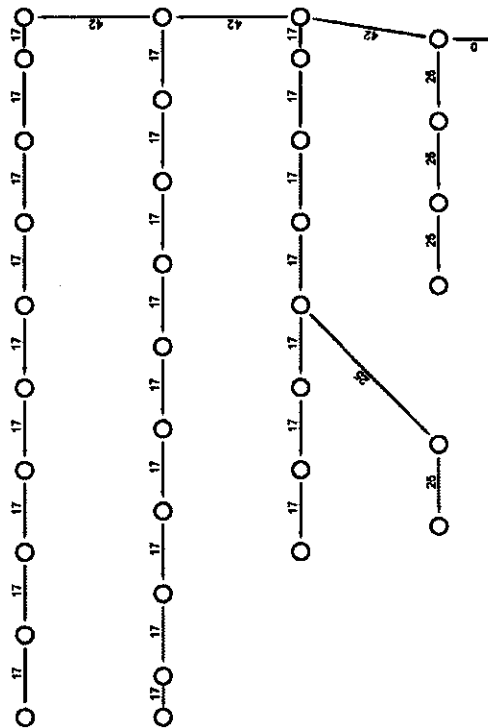
MELLÉKLETEK

Helyszínrajz

Robbantási terv - részlet

Robbantási szeizmogramm





Robbantóllyukak				Sortávolság:	2,7 m	Jelmagyarázat	Robbantási terv - Fokozat kiosztás	
Hossza:	Darabszáma:	28 db	Átmérője:	90 mm	Lyuk távolság:		Robbantás helyszíne:	Tornanádaska I.-mésző
Talpi lyukak				Előtét:		Kapcsoló fokozat - 25 Kábelcsatlakozás - Furókák -	Robbantást végző:	Borsod Dolomit Kft.
Hossza:	4 m	Darabszáma:	6 db	Átmérője:	90 mm		Robbantás időpontja:	2020. 11. 17.

