



**INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR**

19210 Bor, Zeleni bulevar 35

Tel: (030) 432-299; faks: (030) 435-175; E-mail: institut@irmbor.co.rs



## **TEHNIČKO REŠENJE (M83)**

### **HIDRAULIČNA SONDA ZA MERENJE NAPONSKO-DEFORMACIONOG STANJA TIP HIDRAULIČNOG JASTUKA ZA GRAĐEVINSKE OBJEKTE I TUNELOGRADNJU (MS-IRM 1)**





ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР

19210 Бор, Зелени булевар 35  
Тел:(030)432-299;факс:(030)435-175;E-mail:institut@irmbor.co.rs



НАЗИВ ЗАПИСА	ВРСТА : 0.	Ознака:
Захтев за валидацијом и верификацијом техничког решења	МАТ.ДОК.:	

Датум: 28/03/2011

У складу са Правилником о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача (Сл.гласник РС 38/2008, прилог 2), обраћам се Научном већу Института за рударство и металургију са молбом да покрене поступак за валидацију и верификацију техничког решења под називом

**„ХИДРАУЛИЧНА СОНДА ЗА МЕРЕЊЕ НАПОНСКО-ДЕФОРМАЦИОНОГ СТАЊА ТИП ХИДРАУЛИЧНОГ ЈАСТУКА ЗА ГРАЂЕВИНСКЕ ОБЈЕКТЕ И ТУНЕЛОГРАДЊУ (МС-ИРМ1) „**

**Аутора:**

др Миленко Љубојевић, дипл.инж.руд., научни саветник ИРМ-а Бор  
Драган Николић, машински инжењер  
Драган Игњатовић, дипл.инж.руд., стручни сарадник, ИРМ-а Бор  
спец.Весна Љубојевић, дипл.инж.геол., стручни саветник ИРМ-а Бор  
Лидија Ђурђевић-Игњатовић, дипл.инж.руд., стручни сарадник ИРМ-а Бор  
Душан Ташић, дипл.инж.геол., ИРМ-а Бор

Техничко решење (М83 – ново лабораторијско постројење) је резултат реализације пројекта ТР 33021 у области технолошког развоја, период 2011-2014,

За **рецензенте** предлагам:

1. Проф.др Мевлудин Авдић, дипл.инж.руд.-редовни професор, Рударско-геолошко-грађевински факултет Тузла
2. др Мирко Ивковић, виши научни сарадник, ЈП за ПЕУ Ресавица

Сагласан руководилац пројекта ТР 33021

Др Миленко Љубојевић, научни саветник ИРМ Бор



Подносилац захтева,

Др Миленко Љубојевић, научни саветник



**INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR**

19210 Bor, Zeleni bulevar 35  
Tel: (030) 432-299; faks: (030) 435-175; E-mail: institut@irmbor.co.rs



1. Naslov i Evidencioni broj projekta:

ISTRAŽIVANJE I PRAĆENJE PROMENA NAPONSKO DEFORMACIONOG STANJA U STENSKOM MASIVU „IN SITU“ OKO PODZEMNIH PROSTORIJA SA IZRADOM MODELA SA POSEBNIM OSVRTOM NA TUNEL KRIVELJSKE REKE I JAME BOR, 33021

2. Rukovodilac:

Dr MILENKO LJUBOJEV, dipl.inž.rud.

3. Organizacija koordinator:

INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU, BOR

4. Organizacije učesnici:

INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU, BOR

5. Korisnik:

INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU, BOR

6. Naziv tehničkog i razvojnog rešenja:

JEDNOSMERNI CILINDAR HIDRAULIČNE SONDE MS-IRM 1

7. Autori:

Dr Milenko Ljubojev, dipl.inž.rud.  
Dragan Nikolić, dipl. inž. maš.  
Dragan Ignjatović, dipl.inž.rud.  
Spec.Vesna Ljubojev, dipl.inž.geol.  
Lidija Đurđevac Ignjatović, dipl.inž.rud.  
Dušan Tašić, dipl. inž. geol.

8. Oblast na koju se tehničko rešenje odnosi:

Složena ispitivanja stena u rudarstvu i građevini – merenja naponsko deformacionih stanja

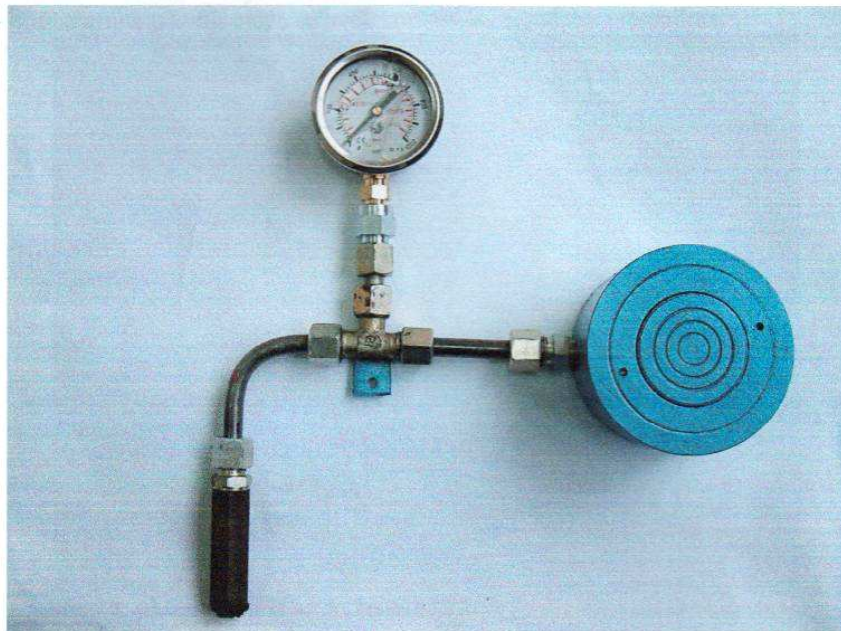


## 1. Uvod

Za potrebe oskultacije, tj. merenje naponsko-deformacionog stanja u tunelu, izrađena je specijalna sonda-transmitter.

Tehničke karakteristike date su u opisu.

Sonda ima ulogu hidrauličnog jastuka i trajno se ugrađuje u bok prostorije. Sonda će biti smeštena u specijalni metalni sanduk sa ostalom mernom tehnikom.



Slika 1. Izgled sonde MS-IRM 1

Ova oprema je domaće proizvodnje, izrađena od domaćih materijala u IRM-u. Može se primenjivati u raznim građevinskim objektima i po potrebi se može serijski proizvoditi u različitim mernim opsezima.

Cena uređaja zavisi od njegovih dimenzije, i višestuko je manja od cene istih inostranih uređaja.

U ovom rešenju predstavljena je sonda MS-IRM 1, ispitana u laboratorijama Instituta za rudarstvo i metalurgiju.

## 2. Princip rada merne sonde MS-IRM 1

U prizmatičan prostor ubacuje se jednosmerni cilindar (1). Cilindar može biti različitih prečnika i visina prema potrebi.

Pomoću krute hidraulične cevi cilindar se ubacuje u prethodno pripremljen prizmatični otvor. Dužina cevi zavisi od dubine otvora. Dužina cevi je 3m i prema potrebi se nastavlja.

Cev se dalje vezuje pomoću hermetičkih spojeva za manometar (4) i jednosmerni ventil (5) koji su smešteni u kutiju (3). Kutija je pričvršćena na zid i zaključana je kako bi bila obezbeđena.



Pomoću ručne pumpe (7) i hidrauličkog creva (6), koje se povezuje na jednosmerni ventil (5), stvara se nadpritisak u jednosmernom cilindru od 10 bara. Prethodno se iz hidraulične instalacije odstrani vazduh. Zatim se rastavi spoj hidrauličkog creva (6) i jednosmernog ventila (5), zabeleži vrednost na manometru i zaključa kutija.

Posle određenog vremena vrši se očitavanje manometra i prati se porast pritiska i beleži se.

Da bi se merna sonda demontirala potrebno je demontirati manometar (4) kako bi se rasteretio hidraulični sistem. Treba pokušati da se izvadi jednosmerni cilindar (1) iz otvora, ako je moguće. U većini slučajeva to nije moguće.

Merna grupa u kutiji može se uvek koristiti na narednim merenjima.



Slika 2. - Merna sonda sa dodatnim alatima za merenje naponskih stanja

Primer računanja naponskog stanja

Cilindar prečnika  $\varnothing 50$  [mm]

$$A_c = \frac{d^2 \pi}{4} = 19,63 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Početni zadati nadpritisak u cilindru je 10 bara.  
Izmereni pritisak nakon izvesnog perioda je 130 bara.

$$\Delta p = 130 - 10 = 120 \text{ bara} = 12 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$F = \Delta p \cdot A = 12 \cdot 10^6 \cdot 19,63 \cdot 10^{-4} = 23.560 \text{ N}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{23.560}{19,63 \cdot 10^{-4}} = 1.200 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$\sigma = 12 \text{ MPa}$$

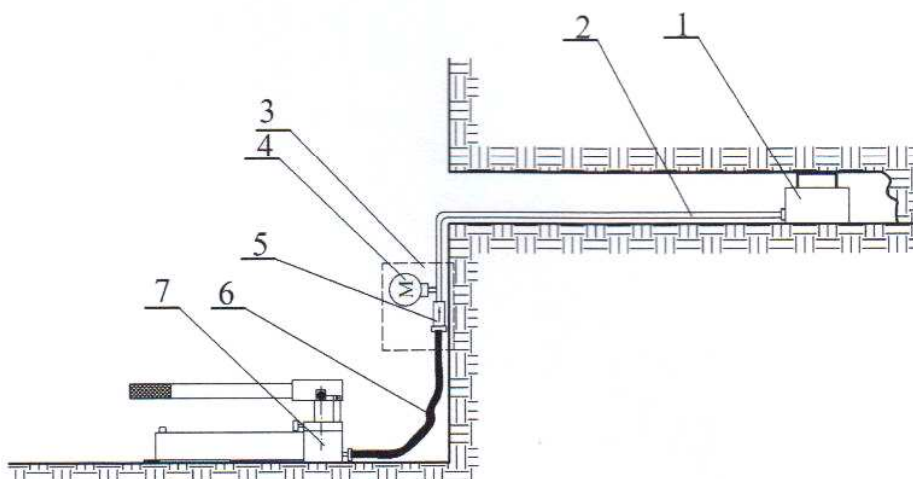


### 3. Opis i karakteristike tehničkog rešenja

Glavni delovi merne sonde MS-IRM 1 su:

1. Jednosmerni cilindar
2. Kruta cev  $\varnothing 10 \times 1$
3. Limena merna kutija
4. Manometar 0-400 bara
5. Jednosmerni ventil
6. Hidraulično crevo za napajanje
7. Dvosmerna hidraulična pumpa za napajanje.

#### ŠEMATSKI PRIKAZ MERNE SONDE MS-IRM 1





**INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR**

19210 Bor, Zeleni bulevar 35

Tel: (030) 432-299; faks: (030) 435-175; E-mail: institut@irmbor.co.rs



#### **4. Zaključak**

Merna sonda pod oznakom MS-IRM 1 urađena je u skladu sa „Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata“ (Službeni glasnik RS 28/2008).

Ova sonda-transmitter može se koristiti za merenje naponsko-deformacionog stanja u građevinarstvu (tunelogradnji, izgradnja hidrocentrala i u rudarstvu).

Konstruisana je za potrebe projekta TR 33021 i biće ugrađena u novoizgrađeni tunel Kriveljske reke.

Sonda je testirana u laboratorijama Instituta za rudarstvo i metalurgiju iz Bora i pokazala je veoma precizne rezultate merenja. Treba napomenuti da se ovakve i slične merne sonde ne proizvode u Republici Srbiji, a da za njima vlada veliko interesovanje.



**INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR**

19210 Bor, Zeleni bulevar 35

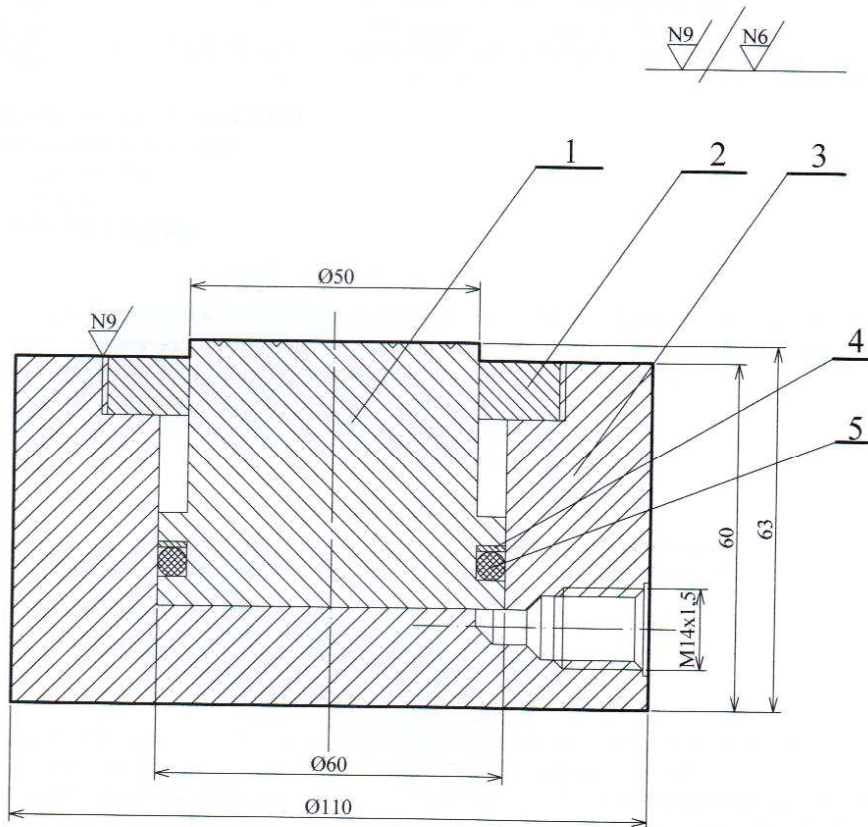
Tel: (030) 432-299; faks: (030) 435-175; E-mail: institut@irmbor.co.rs



PRILOG







- Glavni delovi:
1. Klip
  2. Poklopac
  3. Telo
  4. Zaštitni prsten
  5. O-Prsten

NAPOMENA:

- Materijal za izradu Č. 3134

 <b>INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU</b> Odeljenje za geomehaniku i ispitivanje materijala				INVESTITOR: <b>INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU – BOR</b>	
<b>Datum</b> XI 2011.		<b>Ime</b> Dr. Milenko Ljubojev, dipl. inž. rud.		<b>Potpis</b> 	
<b>Odgovorni projektant</b>		<b>Projektni saradnik</b>		<b>OBJEKAT</b>	
XI 2011.		Dragan Nikolic, dipl. inž. maš.		<b>PROJEKAT:</b> ISTRAŽIVANJE I PRAĆENJE PROMENA NAPONSKE DEFORMACIONOG STANJA U STENSKOM MASIVU "IN SITU" OKO PODZEMNIH PROSTORIJA SA IZRADOM MODELA SA POSEBNIM OSVRTOM NA TUNEL KRIVELJSKE REKE I JAME BOR Evidencioni broj: 33021	
<b>Obradio</b> Crtao		XI 2011.		Dragan Ignjatović, dipl. inž. rud.	
<b>Razmera</b> 1:1		<b>Naziv crteza</b> <b>JEDNOSMERNI CILINDAR HIDRAULIČNE SONDE MS-IRM1</b>			<b>Odeljenje za</b> Geomehaniku i ispitivanje materijala
<b>Veza sa crtezima</b>		<b>P=</b> m <sup>2</sup>		<b>List:</b>	
				<b>Broj crteza</b> 1	
				<b>Listova:</b>	



**ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО  
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР  
НАУЧНО ВЕЋЕ**

**Број: П/5.3.**

**Од 01.04.2011.године**

На основу Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, прилог 2 (Сл.гласник РС бр.38/2008), Научно веће је на II-ој седници одржаној дана 01.04.2011. године донело:

**ОДЛУКУ**

***о покретању поступка за валидацијом и верификацијом  
техничког решења и именовању рецензената***

**I**

На захтев др Миленка Љубојева, научног саветника Института за рударство и металургију у Бору, Научно веће је покренуло поступак за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „Хидраулична сонда за мерење напонско-деформационог стања типа хидрауличног јастука за грађевинске објекте и тунелоградњу (МС-ИРМ1)“ и донело Одлуку о именовању следећих рецензената за давање мишљења о наведеном техничком решењу:

1. Проф.др Мевлудин Авдић, редовни професор, Рударско-геолошко-грађевински факултет Тузла
2. др Мирко Ивковић, виши научни сарадник, ЈП за ПЕУ Ресавица



**ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА**

**Др Миленко Љубојев, дипл.инж.руд.**

**Научни саветник**

NAUČNOM VEĆU

INSTITUTA ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR

Recenzija o predlogu i verifikaciji tehničkog rešenja „HIDRAULIČNA SONDA ZA MERENJE NAPONSKO-DEFORMACIONOG STANJA TIP HIDRAULIČNOG JASTUKA ZA GRAĐEVINSKE OBJEKTE I TUNELOGRADNJU (MS-IRM1)“

Tehničko rešenje (M83 – novo eksperimentalno rešenje) ostvareno je u okviru realizacije projekta TR 33021 iz oblasti Tehnološkog razvoja u periodu 2011-2015. godine pod rukovodstvom dr Milenka Ljubojeva, naučnog savetnika Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor.

Autori predloženog tehničkog rešenja su:

dr Milenko Ljubojev, dipl.inž.rud., naučni savetnik IRM-a Bor

Dragan Nikolić, mašinski inženjer

Dragan Ignjatović, dipl.inž.rud., viši stručni saradnik, IRM-a Bor

spec.Vesna Ljubojev, dipl.inž.geol., stručni savetnik IRM-a Bor

Lidija Đurđevac-Ignjatović, dipl.inž.rud., istraživač saradnik IRM-a Bor

Dušan Tašić, dipl.inž.geol., istraživač pripravnik

MIŠLJENJE

Tehničko rešenje je prikazano u skladu sa zahtevima koje je definisano „Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata“ (Sl.glasnik RS 28/2008).

Autori su projektovali i uradili hidrauličnu sondu za merenje naponsko-deformacionog stanja tip hidrauličnog jastuka za građevinske objekte i tunelogradnju pod oznakom (MS-IRM1).

Ovaj tip merne sonde biće ugrađivan u novoizgrađeni tunel i koristiće se za merenje naponsko-deformacionog stanja u bokovima tunela.

Sa zadovoljstvom predlažem da se navedeno tehničko rešenje pod nazivom „Hidraulična sonda za merenje naponsko-deformacionog stanja tip hidrauličnog jastuka za građevinske objekte i tunelogradnju (MS-IRM1)“ prihvati i svrsta u kategoriju M83.

U Tuzli, 16.12.2011.god.

  
Prof.dr Mevludin Avdić, dipl.inž.rud.

Rudarsko-geol.građ.fakultet Tuzla

NAUČNOM VEĆU

INSTITUTA ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR

PREDMET: Recenzija tehničkog rešenja „Hidraulična sonda za merenje naponsko-deformacionog stanja tip hidrauličnog jastuka za građevinske objekte i tunelogradnju (MS-IRM1)“

Autori: dr Milenko Ljubojev, dipl.inž.rud., naučni savetnik IRM-a Bor  
Dragan Nikolić, mašinski inženjer  
Dragan Ignjatović, dipl.inž.rud., viši stručni saradnik, IRM-a Bor  
spec. Vesna Ljubojev, dipl.inž.geol., stručni savetnik IRM-a Bor  
Lidija Đurđevac-Ignjatović, dipl.inž.rud., istraživač saradnik IRM-a Bor  
Dušan Tašić, dipl.inž.geol., istraživač pripravnik IRM-a Bor

MIŠLJENJE RECENZENTA

Tehničko rešenje predstavlja original gore navedenih autora.

Ovo rešenje je prikazano u skladu sa zahtevima koje je definisano „Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača“.

Merna sonda ima oznaku MS-IRM1 i biće ugrađena u novoprojektovani tunel. Sonda je testirana i daje veoma precizne rezultate merenja. Tehnička dokumentacija sonde sa tekstom i priložima prikazana je u ovom materijalu.

Predlažem da se ovaj proizvod Instituta za rudarstvo i metalurgiju ponudi na domaćem i inostranom tržištu.

15.12.2011.godine, Resavica

  
Dr Mirko Ivković, viši naučni saradnik  
JP za PEU/Resavica



INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR

19210 Bor, Zeleni bulevar 35

Tel: (030) 436-826; faks: (030) 435-175; E-mail: institut@irmbor.co.rs



**ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО  
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР  
НАУЧНО ВЕЋЕ  
Број: V/3.8.  
Од 10.01.2012.године**

На основу Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, прилог 2 (Сл.гласник РС бр.38/2008), Научно веће је на V-ој седници одржаној дана 10.01.2012. године донело:

### **ОДЛУКУ**

*о прихватању техничког решења*

#### **I**

На основу покренутог поступка за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „Хидраулична сонда за мерење напонско-деформационог стања типа хидрауличног јастука за грађевинске објекте и тунелоградњу (МС-ИРМ1)“ и мишљења рецензената и корисника о наведеном техничком решењу, Научно веће је донело Одлуку о прихватању наведеног техничког решења.



**ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА**

**Др Милеико Љубојевић, дипл.инж.руд.  
Научни саветник**



INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR

19210 Bor, Zeleni bulevar 35

Tel: (030) 436-826; faks: (030) 435-175; E-mail: institut@irmbor.co.rs



**PREDMET:** Dokaz o pihvaćenom Tehničkom rešenju pod nazivom „Hidraulična sonda za merenje naponsko-deformacionog stanja tip hidrauličnog jastuka za građevinske objekte i tunelogradnju (MS-IRM1)“

U okviru projekta finansiranog od strane Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije br. TR 33021 pod nazivom „Istraživanje i praćenje promena naponsko deformacijskog stanja u stenskom masivu „in-situ“ oko podzemnih prostorija sa izradom modela sa posebnim osvrtom na tunel Kriveljske reke i jame Bor“, čiji je rukovodilac projekta dr Milenko Ljubojev, naučni savetnik, za period 2011-2015. godine, u prvoj godini istraživanja sa grupom istraživača razvio je eksperimentalno postrojenje, do koncepcije tehničkog rešenja pod nazivom: “Hidraulična sonda za merenje naponsko-deformacionog stanja tip hidrauličnog jastuka za građevinske objekte i tunelogradnju (MS-IRM1)“

Na izradi Tehničkog rešenja učestvovali su sledeći istraživači:

- dr Milenko Ljubojev, dipl.inž.rud., naučni savetnik IRM-a Bor
- Dragan Nikolić, mašinski inženjer
- Dragan Ignjatović, dipl.inž.rud., viši stručni saradnik, IRM-a Bor
- spec.Vesna Ljubojev, dipl.inž.geol., stručni savetnik IRM-a Bor
- Lidija Đurđevac-Ignjatović, dipl.inž.rud., istraživač saradnik IRM-a Bor
- Dušan Tašić, dipl.inž.geol., istraživač pripravnik IRM-a Bor

Ovo Tehničko rešenje imaće veliku primenu u građevinarstvu i rudarstvu. Hidraulična sonda MS-IRM1 biće ugrađena u tunel Kriveljske reke i to na 35 mernih mesta. S obzirom da se ovakav tip sonde ne proizvodi u Republici Srbiji a ima veliku potražnju, predlažemo da se ista prihvati i krene u proizvodnju.

U Boru, 26.12.2011.godina

Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor



Direktor

Dr Vlastimir Trujić, dipl.inž.met.