

|                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Novi proizvod: Sonda za merenje spektra prirodnog gama zračenja</b> |
|------------------------------------------------------------------------|

**Rukovodilac projekta:** Živanov Miloš

**Odgovorno lice:** Dogan Viktor

**Autori:** Viktor Dogan, Nemanja Vukoje, Miodrag Brkić, Đorđe Obradović, Nebojša Cvijić, Miloš Živanov

**Razvijeno:** U okviru projekta III43008

**Godina:** 2012.

**Primena:** 21.01.2012.

|                    |
|--------------------|
| <b>Kratak opis</b> |
|--------------------|

Sonda za merenje spektra prirodnog gama zračenja (u daljem tekstu spektrolog) predviđena je za merenja u karotažnim bušotinama. Rezultati merenja dobijeni ovom sondom omogućavaju određivanje litološkog sastava formacije, zavisno od dubine. Veza između sonde i površinske jedinice koja vrši akviziciju podataka, ostvarena je preko jednožilnog kabla. Kablom koji se preko odogovarajućeg konektora spaja sa sondom, pored napajanja sonde, vrši se i prenos informacija postupkom utiskivanja signala u linijski napon.

**Tehničke karakteristike:**

Spektrolog poseduje mogućnost preciznog merenja spektra gama zračenja sa rezolucijom od 512 energetskih kanala. Sonda je projektovana tako da omogući merenja na visokim temperaturama i pritiscima koje vladaju u bušotinama. Komunikacija sa površinskom jedinicom je digitalna što omogućava brz i pouzdan prenos podataka.

**Tehničke mogućnosti:**

Spektrolog je prvenstveno namenjen detekciji prirodnih radioaktivnih elemenata kao što su kalijum (K), torijum (Th) i uranijum (U) na osnovu čijih se prisustva i koncentracija može odrediti sastav zemljišta. Takođe poseduje mogućnost detekcije kratko živećih izotopa iridijuma (Ir), antimona (Sn) i skandijuma (Sc) koji se veštački ubacuju u bušotinu, kako bi se na osnovu njihovog prostiranja našle pukotine u formaciji.

**Realizatori:**

Novilog d.o.o i Fakultet tehničkih nauka Novi Sad – katedra za elektroniku

**Korisnici:**

Novilog d.o.o. kao proizvođač; Hotwell GmbH – Klingebach, Austrija; Hotwell US Ltd – Houston, SAD i druge firme koje se bave karotažnim merenjima.

**Podtip rešenja:** Tehničko rešenje - Novi proizvod uveden u proizvodnju (M81)

## Stanje u svetu

Radioaktivni elementi i jonizujuće zračenje je prisutno svuda u prirodi. Za geofizička karotazna (GFK) merenja najznačajniji tip radioaktivnog zračenja je gama( $\gamma$ ) zračenje. Ovo zračenje je posledica promene energetske stanja jezgra, talasne je prirode i zbog toga je veoma prodorno. Energija  $\gamma$  – kvanta jednaka je razlici energija pobuđenog stanja i osnovnog stanja jezgra. Ta energija je tačno određene vrednosti, pa  $\gamma$  - zraci imaju linijski spektar. Detekcija energije  $\gamma$  – zračenja obavlja se u specijalizovanim detektorima. Najčešće korišćen tip detektora za merenje energije  $\gamma$  – zračenje je scintilacioni detektor. Prolaskom radioaktivne čestice kroz kristal koji se nalazi u detektoru, na izlazu detektora dobija se impuls čija amplituda je proporcionalna energiji čestice koja je pobudila kristal.

Sonde za merenje spektra prirodnog gama zračenja uobičajeno su se izrađivale u analognoj tehnici. Prihvaćeni impuls sa detektora se direktno utiskivao u liniju za komunikaciju, a kompletna obrada signala se radila u sistemu za akviziciju podataka na površini. Ovo je za posledicu imalo nedovoljno precizna merenja spektra, jer su čitanja signala na površini bila kompromitovana uticajem kako okolnih uređaja, tako i smetnjama tokom prenosa signala, a i samom konstrukcijom kabla koji povezuje sonde sa površinskom jedinicom. Ovaj kabl, pored električne veze predstavlja i mehaničku vezu koja mora izdržati naprezanja prilikom spuštanja i podizanja sonde. Dužina kabla zavisi od dubine bušotine, pa cena kabla može značajno premašiti cenu sonde. Zato se u karotaznim merenjima insistira na kabl sa što je moguće manjim brojem žila, a najčešće se koristi jednožilni kabl. Propusni frekvencijski opseg ovakvog kabla daleko je ispod optimuma tako da pri prenosu signala dolazi do velikih izobličenja.

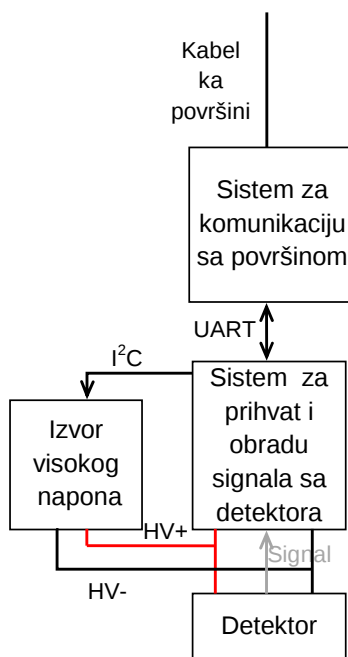
Smeštanjem elektronike za obradu signala u samu sondu omogućena je eliminacija spoljašnjih površinskih smetnji na merenje. Osim toga smanjena je i mogućnost greške pri slanju rezultata merenja, jer se komunikacija obavlja digitalnim protokolom koji je prilagođen ovom načinu prenosa i veoma je pouzdan.

Prednost ove sonde je i ta što rezultate svrstava u 512 kanala, što omogućava veliku preciznost pri obradi podataka. Sonda poseduje napredni sistem za obradu *pile-up*-a. Ovaj sistem može da prihvati i najveće prirodno radioaktivno zračenje. Osim toga ova sonda uspešno meri radioaktivnost i u uslovima kada se veštački ubacuju radioaktivni elementi, kako bi se npr. našle pukotine u bušotinama. Sonda je predviđena za rad u visokotemperaturnim uslovima, tako da se može koristiti u velikom broju bušotina.

## Konstrukcija spektrolog sonde

### Elektronski sklop

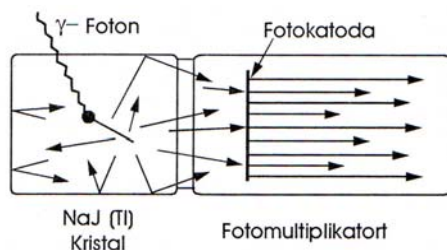
Spektrolog sonda se sastoji iz scintilacionog detektora, izvora visokog napona za polarizaciju detektora, sistema za prihvatanje i obradu signala koji stižu sa detektora i sistema za komunikaciju sa površinom. Blok šema sonde prikazana je na *slici 1*.



*Slika 1. Blok šema spektrolog sonde*

### **Detektor sa izvorom visokog napona**

Za detekciju gama zračenja koristi se scintilacioni detektor koji se polarizuje pomoću izvora visokog napona. Potreban napon polarizacije je 950-1150 V. Ovim naponom upravlja se I<sup>2</sup>C protokolom. Scintilacioni detektor sastoji se iz dva dela: scintilatora i fotomultiplikatora (*slika 2.*). Uloga scintilatora je da energiju apsorbovanog zračenja pretvara u fotone svetlosti. Broj fotona nastalih u scintilatoru prilikom detekcije zračenja proporcionalan je energiji detektovanog zračenja. Određen broj fotona pada na fotokatodu koja se nalazi u fotomultiplikatoru. Fotokatoda emituje elektrone koji se multipliciraju dajući na izlazu strujni impuls.



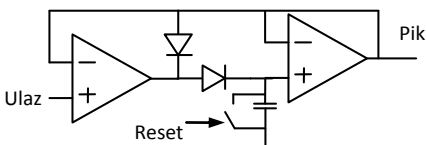
Slika 2. Blok dijagram scintilacionog detektora

Zavisno od tipa detektora impulsi mogu biti negativni ili pozitivni, maksimalne amplitude 10V. Prosečna širina impulsa je 2 – 5  $\mu$ s.

### Sekcija za prihvatanje i obradu signala

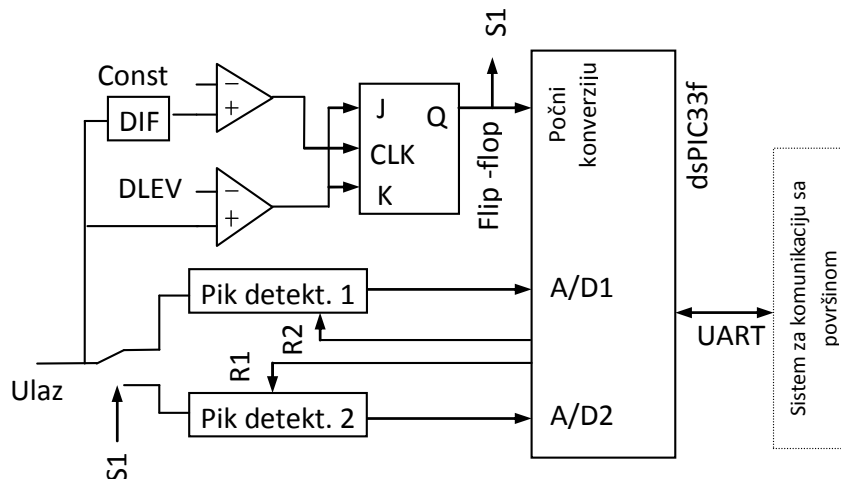
Impulsi sa detektora dolaze na *sistem za prihvatanje i obradu signala*. Zadatak sistema je da prihvati i prilagodi prispele impulse, a zatim da ih prebroji i rasporedi po kanalima zavisno od amplitude. Najveći problemi u realizaciji ove sekcije su detekcija vrhova impulsa, tj. precizno određivanje amplitude i problem obrade *pile-up*-a. *Pile-up* je pojava koja se javlja kada detektor absorbuje dva  $\gamma$  – zraka u kratkom vremenskom periodu. Tada dolazi do preklapanja ova dva signala, s'tim da je amplituda drugog signala veća što je vreme između dva impulsa kraće.

Detekcija vrhova impulsa vrši se hardverski, takozvanim detektorom pika (*slika 3.*). Ovo kolo sastoji se iz dva operaciona pojačavača (prvi pojačavač je projektovan da radi kao idealna dioda, a drugi kao bafer) i kondenzatora koji se puni sve dok ulazni signal raste. Ukoliko ulazni signal opada, vrednost napona na kondenzatoru ostaje ista, sve dok se ne resetuje (isprazni).



Slika 3. Idejna šema detektora pika

U standardnim sondama za detekciju spektra  $\gamma$  – zračenja, problem obrade *pile-up*-a rešava se tako što se pri pojavi prvog impulsa ulaz detektora pika postavlja na masu sve dok se ne obradi prihvaćeni impuls. Ova sonda ima napredniji sistem za obradu *pile-up*-a, jer sistem za obradu signala sadrži dva detektora pika (*slika 4.*). Impulsi sa ulaza se naizmenično prosleđuju jednom od ova dva detektora pika, putem analognog prekidača. Analognim prekidačem upravlja posebno logičko kolo koje se sastoji iz dva komparatora i flip-flopa. Uloge ovih komparatora su detekcija prolaska impulsa iznad nivoa šuma i detekcija opadanja impulsa. Flip-flop zavisno od signala komparatora upravlja prekidačem. Za konverziju signala sa izlaza pika detektora koristi se interni 12-bitni A/D konvertor dsPIC33f mikrokontrolera.



Slika 4. Blok šema sistema za prihvatanje i obradu signala.

Algoritam rada sistema je sledeći: signal se dovodi na ulaz prvog pik detektora, sve dok ne dostigne svoj maksimum, kada signal počne da opada, logika detektuje opadanje signala, okida flip-flop, koji menja stanje na izlazu, u isto vreme analogni prekidač ulazni signal dovodi na drugi detektor pika i kontroler započinje akviziciju signala sa izlaza prvog detektora pika. Po završetku konverzije resetuje se prvi detektor pika a naredni impuls obrađuje se u drugom pik detektoru. Prednost ovog rešenja je ta što se mogu obraditi dva vremenski vrlo bliska impulsa jer se drugi impuls može prihvatiti i ako prvi impuls nije obrađen. Ovako prihvaćene vrednosti maksimuma impulsa, zbrajaju se po kanalima zavisno od amplitude. Impulsi se zbrajaju u 256 ili 512 kanala zavisno od komande koja je data sa površine. Ukoliko su dva impulsa suviše vremenski bliska ( $\leq 2\mu s$ ), vrednost drugog impulsa se odbacuje jer njegova amplituda ne odgovara stvarnoj vrednosti. U isto vreme se uvećava brojač kojim se meri broj odbačenih impulsa. Sama obrada impulsa u kontroleru traje 3-4  $\mu s$ , što znači da bi se u kontinuitetu moglo obraditi i veliki broj povezanih impulsa. Ova metoda omogućava korišćenje sporijih A/D konvertora i standardnih mikrokontrolera koje je lakše pronaći za uslove rada i dimenzije sonde. Mikrokontroler dsPIC33f koji je deo ovog sistema upravlja i visokim naponom putem I<sup>2</sup>C protokola.

### Sistem za komunikaciju sa površinom

Uloga ovog sistema je da prihvati komande sa površine, da konfiguriše sondu na osnovu njih, a zatim informacije koje sonda prikupi pošalje na površinu. Na površinu podaci se šalju jednožilnim kablom sa oplatom kao povratnim vodom. Isti vod vrši napajanje sonde i prenos podataka. To znači da prijemni deo kartice mora izvršiti filtriranje jednosmerne komponente od komunikacionih signala. Predajni deo sistema „utiskuje“ komunikacione impulse u napon na liniji. Za komunikaciju sa površinom koristi se jedna vrsta digitalnog Manchester protokola koji predstavlja jedan od standardnih vidova komunikacije u GFK merenjima. Prednost ovog protokola je što su naponski nivoi postavljeni diferencijalno u odnosu na napon linije. Na površini za akviziciju podataka koristi se „Warrior Logging System“. Ovaj sistem je standard u GFK merenjima. Njegova uloga je da prihvaćene impulse obradi i putem USB konekcije pošalje na računar, a u isto vreme treba da omogućiti kontrolu sonde od strane računara. Prihvaćeni podaci se skladište na računaru, radi dalje obrade.

Osim komunikacije sa površinom ova sekcija prikuplja gotove rezultate od sekcije za prihvatanje podataka, kao i ostale potrebne podatke: napon na liniji, temperatura, vrednost brojačkih kanala i drugo. Jezgro sistema čini dsPIC33f mikrokontroler, koji komunicira sa kontrolerom iz sistema za prihvatanje i obradu signala, koristeći UART protokol.

Takodje ova sekcija obezbeđuje sve potrebne napone za napajanje ostatka sonde. Linijski napon, koji je u opsegu 60 – 100 V, prevodi se u potrebne vrednosti naponskih nivoa: +15V, -15V, +5V, +3.3V.

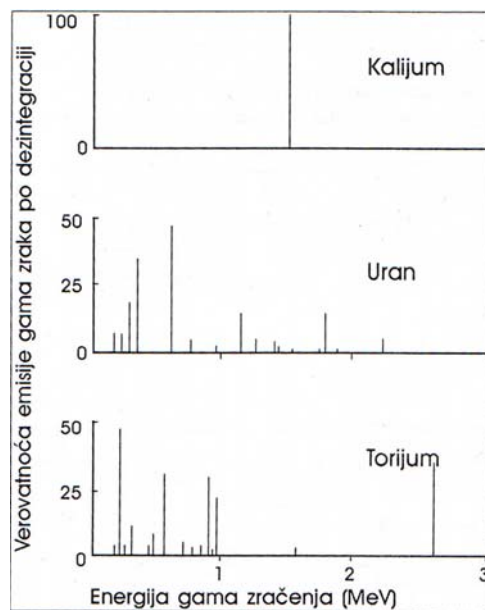
### **Mehanički sklop**

Kućiste spektrolaha izrađeno je od bešavne prohormske cevi visoke otpornosti na teške uslove u bušotini. U hermetički zatvorenom kućistu, na mesinganoj šasiji, smešten je elektronski sklop. Pločice na kojima se nalazi elektronika postavljene su na nosač, a zatim zajedno sa detektorom smeštene u jednu vrstu termosu (flask). Flask se sastoji iz dve metalne cilindra između kojih se nalazi termosmola. Ova smola ima veliki toplotni kapacitet i zadržava veliku količinu toplote u sebi, u dužem vremenskom periodu. Na ovaj način povećava se vreme potrebno da se toplota iz okruženja prenese na elektroniku, a samim tim produžava vreme rada na visokoj temperaturi. Sve elektronske komponente predviđene su da rade na maksimalnoj temperaturi +125°C. Sonda je specifikirana za rad na +175°C u maksimalnom trajanju od 2 sata. Zaptivanje šasije ostvareno je o-ringovima i silikonskim zaptivačima.

## Primena

Rezultati merenja dobijeni ovom sondom omogućavaju određivanje litološkog sastava zemljišta. Energija gama zraka (amplituda) izražena u mega elektron voltima (MeV) u sprezi je sa radioaktivnim elementom od koga zračenje potiče. Broj impulsa u datom kanalu određuje koncentraciju odgovarajućeg elementa u formaciji.

U prirodi postoje samo tri radioaktivna izotopa čije se vreme poluraspada može porediti sa starošću zemlje, to su  $^{40}\text{K}$ ,  $^{232}\text{Th}$   $^{238}\text{U}$ . Ovi izotopi se koriste i za određivanje apsolutne starosti minerala i stena, pa se nazivju *radioaktivni časovnici*. Distribucije  $\gamma$  - zračenja ovih izotopa data je na slici 5.



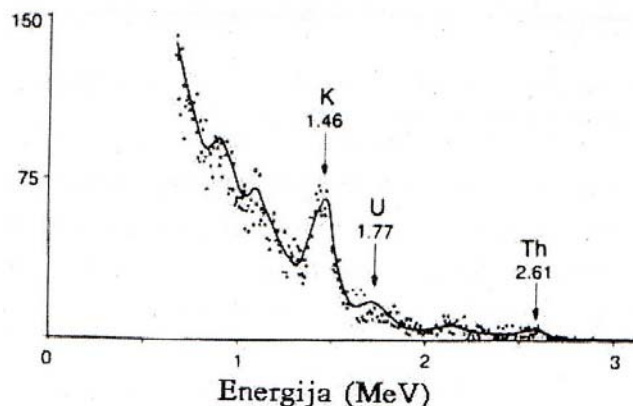
Slika 5. Distribucija  $\gamma$  – zračenja po izotopima

**Kalijum:** Jedini radioaktivni izotop kalijuma je  $^{40}\text{K}$ , koji emituje monoenergetsko  $\gamma$  – zračenje energije 1.48 MeV. Količina  $^{40}\text{K}$  u odnosu na ukupnu koncentraciju kalijuma je konstantna u celoj zemlji pa se na ovaj način može proceniti ukupna količina kalijuma u formaciji.

**Torijum:** U prirodi postoji samo jedan radioaktivni dugoživeći izotop torijuma,  $^{232}\text{Th}$ . Njegova karakteristična spektralna linija na 2.62MeV. Koncentracija torijuma u zemljinoj kori je 12ppm.

**Uranijum:** Uranijum poseduje tri radioaktivna izotopa:  $^{234}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ . U prirodi je najzastupljeniji izotop  $^{238}\text{U}$  (99.27%). Karakteristična spektralna linija uranijuma je 1.76MeV. Prosečna koncentracija urana u zemljinoj kori je 3ppm.

Jedna od osnovnih koristi GR merenja je razdvajanje šejlovitih i nešejlovitih formacija. Različiti tipovi šejla imaju kako različitu ukupnu radijaktivnost, tako i različitu koncentraciju U, Th i K.

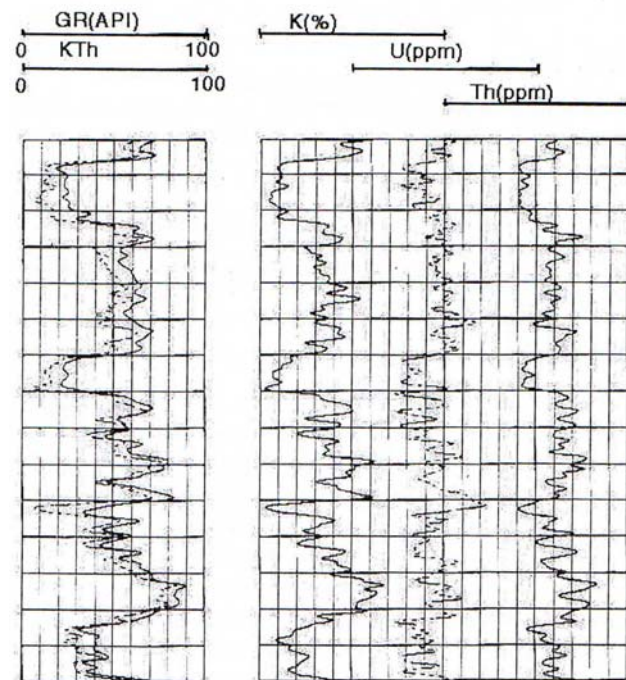


Slika 6. Jedan rezultat merenja spektra  $\gamma$  - zračenja ova tri izotopa u intervalu 200s

Na slici 4. prikazan je jedan rezultat merenja spektra  $\gamma$  - zračenja ova tri izotopa. Za određivanje koncentracije ovih izotopa potrebno je primeniti spektralne tehnike razdvajanja komponenti. Koriste se sledeće principi:

- Ceo energetski spektar 0 – 3MeV podeli se , zavisno od detektora, u određen broj kanala (u opštem slučaju 256)
- Postave se prozori u kojima će se brojati impulsi koji predstavljaju određene elemente. Pozicija svakog prozora zavisi od karakteristične spektralne linije. Za  $^{40}\text{K}$  spektralna linija nalazi se na 1.46MeV, tako da je prozor postavljen između kanala 87 – 102. Za  $^{238}\text{U}$  na 1.76MeV, tako da je prozor između 105 – 137. Spektralna linija  $^{232}\text{Th}$  ima energiju 2.62MeV, a prozor je postavljen između 172 – 210 kanala.
- Beleži se brojanje u ova tri prozora, kao i ukupno brojanje.

Na slici 6. Vidi se da se torijumov pik nalazi sasvim desno, tako da na u njegovom prozoru nema uticaja kalijuma i torijuma, tako da su ta brojanja direktno srazmerna koncentraciji torijuma. Znajući uticaj torijuma na ostale prozore, oduzmima se ta veličinu od vrednosti u ova dva prozora. Kalijum ne utiče na uranov prozor, tako da je poznata i koncentracija urana. Zatim se oduzima uticaj uranijuma na kalijumov prozor. Na ovaj način se tačno i precizno određuje sadržaj U,Th i K. Na slici 7. prikazan je dobijeni karotažni dijagram.



Slika 7. Karotažni dijagram spektralne gama sonde

## Kataloški podaci

**Prečnik:** 43mm

**Dužina:** 160cm

**Težina:** 11kg

**Maksimalni pritisak:** 20MPa

**Maksimalna temperatura:** 125°C (175°C, 2h)

**Rezolucija:** 256/512 kanala

**Komunikacija:** digitalna, Manchester 20kHz

**Snaga:** 100V/70mA

**Tip bušotine:** zacevljena/nezacevljena

**Električni ulaz/izlaz:** jednožilni kabl (dvožična veza),

**Elektromehanički priključak:** namenski konektor

### Prateća dokumentacija

1. Sonda za merenje spektra prirodnog gama zračenja – tehnička dokumentacija

Sonda za merenje spektra prirodnog gama zračenja je razvijena od strane firme Novilog d.o.o. i Fakulteta tehničkih nauka iz Novog Sada u okviru projekta: „Razvoj metoda i sistema za praćenje kvaliteta vode vazduha i zemljišta“

Štampano – Decembar 2012.

**RECENZIJA**  
**Tehničkog rešenja**

**Sonda za merenje spektra prirodnog gama zračenja u bušotinama**

**Autora:** Viktor Dogan, Nemanja Vukoje, Miodrag Brkić, Đorđe Obradović, Nebojša Cvijić, Miloš Živanov

**OPŠTI PODACI**

Predloženi uređaj „Sonda za merenje spektra prirodnog gama zračenja“ namenjen je spektralnoj analizi gama zračenja tokom merenja u zacevljenim i ne zacevljenim bušotinama. Rezultati merenja dobijeni ovom sondom pomažu u litološkom raščlanjavanju nabušenih formacija određivanje litološkog sastava zemljišta, definisanju tipova minerala glina i detekciju eventualnih pukotina u formaciji. Činjenica da se uređaj može koristiti i u zacevljenim bušotinama otvara čitav niz mogućih vidova primene ovog uređaja kako u fazi istraživanja tako i u kasnijim fazama eksploatacije. Pored svega navedenog sonda za merenje spektra prirodnog gama zračenja može se koristiti i kao efikasan detektor mesta utoka fluida u bušotinu, odnosno eventualne cirkulacije fluida iz cementne obloge i pretakanja u pliće vodonosne horizonte. Sonda je predviđena za rad u visokotemperaturnim uslovima.

**Tehničke karakteristike:**

Prečnik: 43mm  
Dužina: 160cm  
Težina: 11kg  
Maksimalni pritisak: 20MPa  
Maksimalna temperatura: 125°C (175°C, 2h)  
Rezolucija: 256/512 kanala  
Komunikacija: digitalna, Manchester 20kHz  
Snaga: 100V/70mA  
Tip bušotine: zacevljena/nezacevljena  
Električni ulaz/izlaz: jednožilni kabl (dvožična veza),  
Elektromehanički priključak: namenski konektor

Autori su predloženi uređaj razvili za potrebe istraživanja na projektu III43008 „Razvoj metoda i sistema za praćenje kvaliteta vode vazduha i zemljišta“. Autori su publikovali nekoliko naučnih radova u vezi sa predloženim prototipom.

**Tehničke mogućnosti:**

Ova sonda može meriti prirodno radioaktivno zračenje, a takođe uspešno meri radioaktivnost i u uslovima kada se veštački ubacuju radioaktivni elementi. Za detekciju gama zračenja koristi se scintilacioni detektor. Prolaskom radioaktivne čestice kroz kristal koji se nalazi u detektoru, na izlazu detektora dobija se impuls čija je amplituda proporcionalna energiji čestice koja je pobudila kristal. Broj impulsa određene energije reprezentuje koncentraciju odgovarajućeg elementa u formaciji. Impulsi se razvrstavaju u 512 energetskih kanala, što pruža odličnu osnovu za dalju analizu izmerenog spektra. Kao spregu sa površinom uređaj koristi standardizovani vid digitalne komunikacije razvijen za potrebe karotaznih merenja. Osim pouzdanosti u prenosu podataka ona obezbeđuje i kompatibilnost sa jednom od najzastupljenijih površinskih jedinica koja se koristi u geofizičkim karotaznim merenjima: „Warrior Logging System“.

Sonda je pravljena za potrebe firme Hotwell, Austria. Firma Hotwell isporučuje ove sonde na američko tržište. Do sada su napravljene 2 sonde.

## MIŠLJENJE RECENZENTA

Tehničko rešenje „**Sonda za merenje spektra prirodnog gama zračenja u bušotinama**“ je razvijena i testirana u laboratoriji za elektroniku Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu. Ovo tehničko rešenje proisteklo je iz rada na projektu integralnih i interdisciplinarnih istraživanja pod nazivom „Razvoj metoda, senzora i sistema za praćenje kvaliteta vode, vazduha i zemljišta“ pod šifrom III43008 koje je finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

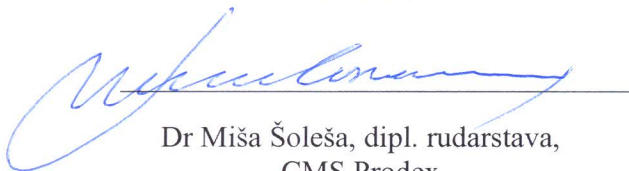
Tehničko rešenje „**Sonda za merenje spektra prirodnog gama zračenja u bušotinama**“ predstavlja originalno rešenje autora u kome su primenjeni savremeni metodi za merenje signala i komunikaciju uređaja sa računarom.

Na osnovu prethodno izloženog preporučujem Naučno-nastavnom veću Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu da prijavljeno tehničko rešenje – „**Sonda za merenje spektra prirodnog gama zračenja u bušotinama**“ prihvati kao:

**Tehničko rešenje - Novi proizvod uveden u proizvodnju (M81).**

Novi Sad 15.01.2013. godine

Recezent,



Dr Miša Šoleša, dipl. rudarstava,  
CMS Prodex

RECENZIJIA TEHNIČKOG REŠENJA

**Sonda za merenje spektra prirodnog gama zračenja u bušotinama**

**Autora:** Viktor Dogan, Nemanja Vukoje, Miodrag Brkić, Đorđe Obradović, Nebojša Cvijić, Miloš Živanov

**Opšti podaci**

Sonda za merenje spektra prirodnog gama zračenja (u daljem tekstu spektrolog) predviđena je za merenja u karotažnim bušotinama. Rezultati merenja dobijeni ovom sondom omogućavaju određivanje litološkog sastava formacije, zavisno od dubine. Veza između sonde i površinske jedinice koja vrši akviziciju podataka, ostvarena je preko jednožilnog kabla. Kablom koji se preko odogovarajućeg konektora spaja sa sondom, pored napajanja sonde, vrši se i prenos informacija postupkom utiskivanja signala u linijski napon

**Tehničke mogućnosti:**

Predloženi uređaj predstavlja namenski sistem za merenje prirodnog gama zračenja, ali se pokazao i kao veoma uspešan i za detekciju kratko-živećih radioaktivnih izotopa. Prednost ove sonde je i ta što rezultate svrstava u 512 kanala, što omogućava veliku preciznost pri obradi podataka. Za razliku od ranijih realizacija, elektronika za obradu signala smeštena je u samoj sondu. Time je omogućena eliminacija spoljašnjih površinskih smetnji na merenje. Osim toga smanjena je i mogućnost greške pri slanju rezultata merenja, jer se komunikacija obavlja digitalno, po protokolu prilagođenom ovom načinu prenosa. Sonda poseduje napredni sistem za obradu *pile-up*-a, tako da ovaj sistem može da prihvati i radioaktivno zračenje veoma velikog intenziteta. Sonda je predviđena za rad u visokotemperaturnim uslovima, tako da se može koristiti u ogromnom broju bušotina.

**Tehnički podaci:**

**Prečnik:** 43mm

**Dužina:** 160cm

**Težina:** 11kg

**Maksimalni pritisak:** 20MPa

**Maksimalna temperatura:** 125°C (175°C, 2h)

**Rezolucija:** 256/512 kanala

**Komunikacija:** digitalna, Manchester 20kHz

**Snaga:** 100V/70mA

**Tip bušotine:** zacevljena/nezacevljena

**Električni ulaz/izlaz:** jednožilni kabl (dvožična veza),

**Elektromehanički priključak:** namenski konektor

Sonda je pravljenja za potrebe firme Hotwell, Austria. Firma Hotwell isporučuje ove sonde na američko tržište. Do sada su napravljene 2 sonde.

## MIŠLJENJE RECENZENTA

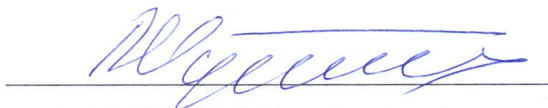
Tehničko rešenje „**Sonda za merenje spektra prirodnog gama zračenja u bušotinama**“ je razvijena i testirana u laboratorijama katedre za elektroniku Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu. Ovo tehničko rešenje proisteklo je iz rada na projektu integralnih i interdisciplinarnih istraživanja pod nazivom „Razvoj metoda, senzora i sistema za praćenje kvaliteta vode, vazduha i zemljišta“ pod šifrom III43008 koje je finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Realizovano tehničko rešenje „**Sonda za merenje spektra prirodnog gama zračenja u bušotinama**“ je delo navedenih autora. U realizaciji ovog rešenja korišćena su savremena znanja i moderna elektronska rešenja tako da uređaj zadovoljava i zahtevne potrebe intenzitetskih senzorskih rešenja.

Na osnovu priložene dokumentacije za tehničko rešenje „**Sonda za merenje spektra prirodnog gama zračenja u bušotinama**“ i ovde prethodno navedenih činjenica predlažem Nastavno-naučnom veću Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu da prijavljeno tehničko rešenje prihvati kao:

**Tehničko rešenje - Novi proizvod uveden u proizvodnju (M81).**

Recenzent:



Dr Božidar Vujičić, redovni profesor

Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sad

Novi Sad, 15.01.2013. god.



УНИВЕРЗИТЕТ  
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ  
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија  
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централа: 021 485 2000  
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763  
Телефакс: 021 458-133; e-mail: [ftndean@uns.ac.rs](mailto:ftndean@uns.ac.rs)

ИНТЕГРИСАНИ  
СИСТЕМ  
МЕНАџМЕНТА  
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2013-01-30

## ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, на 4. редовној седници одржаној дана 30.01.2013. године, донело је следећу одлуку:

*-непотребно изостављено-*

**Тачка 15.1.24.: Питања научноистраживачког рада и међународне сарадње / верификација нових техничких решења**

Одлука

На основу позитивног извештаја рецензената верификује се  
**техничко решење (M81) под називом:**

### **СОНДА ЗА МЕРЕЊЕ СПЕКТРА ПРИРОДНОГ ГАМА ЗРАЧЕЊА У БУШОТИНАМА**

Аутори техничког решења: Немања Вукоје, Виктор Доган, Миодраг Бркић, Небојша Цвијић, Душан Живковић, Јован Бркљач, Јордан Кусић, Ђорђе Обрадовић, проф. др Милош Живанов.

*-непотребно изостављено-*

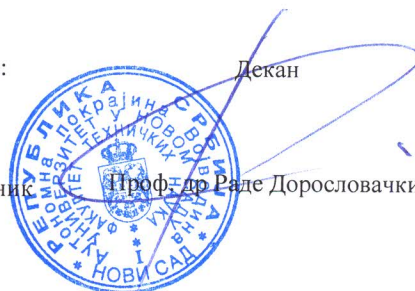
Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:  
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник

Декан



Проф. др Раде Дорословачки