



**Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип, Македонија  
Факултет за природни и технички науки**

**University „Goce Delcev“, Stip, Macedonia  
Faculty of Natural and Technical Sciences**

UDC: 622:55:574:658

ISSN: 185-6966

# **Природни ресурси и технологии Natural resources and technology**

Број 8  
No 8

Година VIII  
Volume VIII

Ноември 2014  
November 2104

**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ**

---

UDC 622:55:574:658

ISSN 185-6966



**Природни ресурси и технологии  
Natural resources and technology**

**ноември 2014  
november 2014**

**ГОДИНА 8  
БРОЈ 8**

**VOLUME VIII  
NO 8**

---

**UNIVERSITY “GOCE DELCEV” – STIP  
FACULTY OF NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES**

## ПРИРОДНИ РЕСУРСИ И ТЕХНОЛОГИИ NATURAL RESOURCES AND TECHNOLOGY

### За издавачот:

Проф. д-р Зоран Панов

#### Издавачки совет

Проф. д-р Саша Митрев  
Проф. д-р Зоран Панов  
Проф. д-р Борис Крстев  
Проф. д-р Мирјана Голомеова  
Проф. д-р Благој Голомеов  
Проф. д-р Зоран Десподов  
Проф. д-р Дејан Мираковски  
Проф. д-р Кимет Фетаху  
Проф. д-р Ѓорѓи Радулов

#### Editorial board

Prof. Saša Mitrev, Ph.D  
Prof. Zoran Panov, Ph.D  
Prof. Boris Krstev, Ph.D  
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D  
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D  
Prof. Zoran Despodov, Ph.D  
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D  
Prof. Kimet Fetahu, Ph.D  
Prof. Gorgi Radulov, Ph.D

#### Редакциски одбор

Проф. д-р Зоран Панов  
Проф. д-р Борис Крстев  
Проф. д-р Мирјана Голомеова  
Проф. д-р Благој Голомеов  
Проф. д-р Зоран Десподов  
Проф. д-р Дејан Мираковски

#### Editorial staff

Prof. Zoran Panov, Ph.D  
Prof. Boris Krstev, Ph.D  
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D  
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D  
Prof. Zoran Despodov, Ph.D  
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D

#### Главен и одговорен уредник

Проф. д-р Мирјана Голомеова

#### Managing & Editor in chief

Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D

#### Јазично уредување

Даница Гавриловска-Атанасовска  
(македонски јазик)

#### Language editor

Danica Gavrilovska-Atanasovska  
(macedonian language)

#### Техничко уредување

Славе Димитров  
Благој Михов

#### Technical editor

Slave Dimitrov  
Blagoj Mihov

#### Редакција и администрација

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип  
Факултет за природни и технички науки  
ул. „Гоце Делчев“ 89, Штип  
Р. Македонија

#### Address of the editorial office

Goce Delcev University - Stip  
Faculty of Natural and Technical Sciences  
Goce Delcev 89, Stip  
R. Macedonia

## СОДРЖИНА

<b>Николинка Донева, Марија Хаџи Николова, Стојанче Мијалковски, Горан Сирачевски</b> КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА НА ТЕХНОЛОГИИТЕ ЗА ИЗРАБОТКА НА УСКОПИ ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА .....	5
<b>Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Марија Хаџи-Николова, Николинка Донева</b> МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ИЗРАБОТКА НА ЕКОНОМСКА ОЦЕНКА ЗА УТВРДУВАЊЕ НА ОПРАВДАНОСТА ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА РУДНО НАОЃАЛИШТЕ.....	19
<b>Ванчо Аџиски</b> МОЖНОСТИ ЗА СИМУЛИРАЊЕ НА ЕФЕКТОТ НА РЕВЕРСИРАЊЕ НА ЧАДОТ И ПОЖАРНИТЕ ПРОДУКТИ СО ПОМОШ НА CFD СОФТВЕР ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА .....	31
<b>Тена Шијакова-Иванова, Блажо Боев</b> МИНЕРАЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА РУТИЛОТ ОД БОНЧЕ, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА .....	43
<b>Тена Шијакова-Иванова, Војо Мирчовски</b> МИНЕРАЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА АМАЗОНИТОТ ОД ЧАНИШТЕ, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА .....	51
<b>О. Спасовски, Д. Спасовски</b> ФИЗИЧКО-МЕХАНИЧКИ И МИНЕРАЛОШКО- ПЕТРОГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА БАЗАЛТИТЕ ОД ЛОКАЛИТЕТОТ ЕЖЕВО БРДО, ИСТОЧНА МАКЕДОНИЈА .....	59
<b>Војо Мирчовски, Тена Шијакова Иванова, Ѓорги Димов</b> ХИДРОГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА НА МИНЕРАЛНА ВОДА И ГАС СО <sub>2</sub> ВО СЕЛО РИБАРЦИ, ОПШТИНА НОВАЦИ, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА .....	71

<b>Виолета Стојанова, Гоше Петров, Виолета Стефанова</b> ПРИМЕНА НА ФОРАМИНИФЕРИТЕ ЗА ДЕФИНИРАЊЕ НА УСЛОВИТЕ НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА.....	83
<b>Шабан Јакупи, Мирјана Голомеова,</b> <b>Афродита Зенделска</b> ВЛИЈАНИЕТО НА ТЕМПЕРАТУРАТА ВРЗ ОСТАНУВАЊЕТО НА ЈОНИ НА СО И NI ОД ВОДЕНИ РАСТВОРИ СО КЛИНОПТИЛОЛИТ .....	95
<b>Валентина Кашуба</b> СОСТОЈБИ СО ОТПАДНИТЕ БАТЕРИИ ВО Р. МАКЕДОНИЈА .....	105
<b>Петар Намичев, Екатерина Намичева</b> ТРАДИЦИОНАЛНИТЕ ВРЕДНОСТИ НА СОКАКОТ КАКО УРБАН ЕЛЕМЕНТ НА МАКЕДОНСКИОТ ГРАД ВО 19 ВЕК.....	115
<b>Петар Намичев, Екатерина Намичева</b> ПРОСТОРНИ ОСОБЕНОСТИ НА ТРАДИЦИОНАЛНАТА КУЌА ВО ШТИП ВО 19 И ПОЧЕТОКОТ НА 20 ВЕК.....	127
<b>Васка Сандева, Катерина Деспот</b> ПОТРЕБА ОД ИЛУМИНАЦИЈА ЗА ПРЕДВИДЕНИТЕ ЗАТВОРЕНИ ПРОСТОРИ .....	139
<b>Катерина Деспот, Васка Сандева</b> ДИЗАЈНЕРСКАТА МИСЛА ВО ПОЛЗА НА ЛИЦАТА СО ХЕНДИКЕП .....	151
<b>Владимир Маневски, Марјан Делипетрев</b> ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ПРИМЕНАТА И ЕФЕКТИВНОСТА НА РЕФРАКЦИСКИТЕ ПРОФИЛИ ДОБИЕНИ ПРЕКУ КОРЕЛАЦИЈА СО ГЕО-МЕХАНИЧКИ ПОДАТОЦИ .....	161



## ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ПРИМЕНАТА И ЕФЕКТИВНОСТА НА РЕФРАКЦИСКИТЕ ПРОФИЛИ ДОБИЕНИ ПРЕКУ КОРЕЛАЦИЈА СО ГЕО-МЕХАНИЧКИ ПОДАТОЦИ

Владимир Маневски<sup>1</sup>,  
Марјан Делипетрев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Факултет за природни и технички науки,  
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип

marjan.delipetrev@ugd.edu.mk

### Абстракт

Во научниот труд се разработува примената и апликативноста на сеизмичките методи за геолошки испитани и релативно познати средини, со цел да се определи нивната прецизност и ефективност. Сеизмичките методи ја испитуваат под површинската структура на истражниот простор преку определување на брзините на простирање на еластичните бранови низ геолошките структури.

Поради хоризонталната наслоеност (без појава на вертикални раседи) на геолошката струкура во истражниот простор како и адекватните гео – механички карактеристики на геолошките средини (секој подлабок слој има поголема брзина на простирање на еластичните бранови од претходниот) во научниот труд е обработена постапката на примена и интерпретација на рефрактивната сеизмичка метода. Геолошкиот простор кој е истражуван претставува една профилна линија составена од вкупно 5 истражни дупнатини со вкупна должина од 210 m. Должината на рефрактивните профили, нивната бројка како и начинот на преклопување на истражната средина зависи од наслоеноста на земјиштето, длабочината на испитување како и гео - механичките карактеристики.

Длабочината на испитување зависи од оддалеченоста помеѓу изворот и рецепторот на еластичните бранови и е еднаква на една половина од тоа растојание. Истражниот простор се испитува до длабочина од 30m па според тоа рефрактивните профили се со должина од по 60m. Со цел да се покрие целата должина на истражниот простор изработени се вкупно 4 рефрактивни профили кои се преклопуваат на секои 50m. Гео – механичките карактеристики на геолошките средини се добиени преку директни лабораториски испитувања а преку нив за секоја геолошка

средина се определува брзината на простирање на лонгитудиналните Р и трансверзалните S еластични бранови. Поради недостаток на теренски испитувања Рефрактивните профили се изработени синтетички врз основа на геолошките и гео – механичките податоци. Преку интерпретацијата на рефрактивните методи се определува бројот на различни геолошки средини, брзината на простирање на еластичните бранови, а преку  $t_0$  методата и длабочината до секоја гранична површина која одделува две различни геолошки средини.

**Клучни зборови:** *сеизмички испитувања, еластични бранови, сеизмичка рефракција*

## **DETERMINING THE APPLICABILITY AND EFFICIENCY OF THE REFRACTIVE PROFILES OBTAINED THROUGH CORRELATION WITH GEO-MECHANICAL DATA**

**Vladimir Manevski<sup>1</sup>,**  
**Marjan Delipetrev<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Faculty of Natural and Technical Sciences,  
Goce Delcev University, Stip, Macedonia

marjan.delipetrev@ugd.edu.mk

### **Abstract**

In this paper is elaborated the usage and application of the seismic methods applied for geologically examined and relatively known environments, in order to determine their precision and efficiency. The seismic methods are used for researching the geological structure under the surface of the examined area, by determining the traveling speeds of the elastic waves through the different geological structures.

Because of the horizontally layered geological structure (without presence of vertical faults) of the examined environment as well as the adequate geo – mechanical characteristics of the geological environments (each deeper layer has higher speed of propagation of the elastic waves than the upper one) in this paper is elaborated the procedure of applying and interpretation of the refractive seismic method. The examined geological environment is presented as one profile line composed from five exploratory boreholes with a total length of 210m. The length of the refractive profiles, their number as well as the way of overlapping on the examined area depends of the geological structure, the



depth of examination as well as the geo – mechanical characteristics.

The depth of examination depends on the distance between the source and the receptor of the elastic waves and equals to one half of that length. The investigated area is examined with maximal depth of 30m, therefore the length of the refractive profiles reaches value of 60m. A total of four refractive profiles are made in order to cover the full length of the investigated area. The refractive profiles are overlapping on every 50m on the investigated area. The geo – mechanical characteristics of the geological structures are obtained with laboratory trials and through them for each geological structure is determined the speed of propagation of P and S elastic waves. Due to a lack of field trials the refractive profiles are made synthetically based on the geological and geo – mechanical data. Through the process of interpretation on the refractive profiles is determined the number of different geological structures, the speed of propagation of the elastic waves, and with the  $t_0$  method the depth to each boundary surface that separates two geologically different environments.

**Key words:** *Seismic research, elastic waves, seismic refraction*

## 1. Вовед

Основните принципи на сеизмичките испитувања се базираат на генерирање на еластични бранови во познат временски интервал, што резултира со простирање на сеизмичките бранови низ под површинската структура на истражниот простор каде преку процес на рефракција и рефлексија, повратните сигнали се регистрираат на површината на теренот на определено и познато растојание. Изминатото време регистрирано од генерирањето на еластичните бранови па се до првата регистрација на различните еластични бранови може да се искористи за определување на природата и гео – механичките карактеристики на под површинските геолошки средини. Преку познавање на физичките и гео – механичките карактеристики на геолошкиот материјал во испитуваната средина, со податоците добиени при сеизмичките испитувања се овозможува моделирање на под површинската структура во испитуваната средина.

Во овај труд е изработена процедурата на применување и користење на рефрактивната сеизмичка метода. Рефрактивните методи на испитувања претставуваат геофизички методи кои се користат во корелација со геолошки и лабораториски испитувања. Имено за една средина да може да биде испитана преку метода на рефракција потребно е испитуваниот простор до одредена длабочина да биде геолошки испитан најчесто преку истражни дупнатини. Преку геолошките испитувања се определуваат геолошките средини кои се застапени во испитуваната средина, нивната наслоеност како и присуството на раседи.

Секој примерок земен како репрезентација за различните геолошки средини се испитува во лабораториски услови со цел да се утврдат адекватните параметри. Од причина што истражниот простор во овај труд се моделира со апликација на сеизмички методи преку лабораториските испитувања се определуваат гео – механичките карактеристики на геолошките средини. Врз основа на податоците добиени од геолошките и гео – механичките испитувања се определува и проценува ефективноста на најадекватната геофизичка метода.

Хоризонталната наслоеност на рудното тело во испитуваната средина без присуство на вертикални раседи и стрмно накосени гранични површини презентира поволни услови за примена на сеизмичките методи. Преку лабораториските испитувања се определуваат брзините на простирање на еластичните бранови низ геолошките средини. Со корелација на тие податоци и геолошките податоци се испитува дали е исполнет условот за примена на сеизмичката метода на рефракција (секоја подлабока геолошка средина да има поголема брзина на простирање на еластичните бранови од претходната).

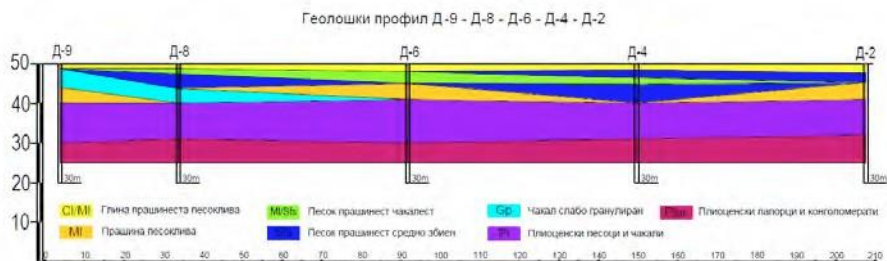
Истражниот простор е моделиран во една профилна линија со должина од 210м преку вкупно четири дупли рефракции. Моделирањето на средината се изведува преку податоци добиени од директна анализа на рефрактивните криви.

## 2. Геолошки испитувања

Истражниот простор геолошки е испитан до длабочина од 25m со вкупно пет истражни картирани дупнатини. Од картираните дупнатини се определуваат геолошките средини и според тие податоци можеме да констатираме дека истражниот простор е составен од четири геолошки формации и тоа:

- Високопластична глина
- Прашинести и заглинети песоци и чакали
- Плиоценски песоци и чакали
- Плиоценски лапорци и конгломерати

Геолошката структура добиена од геолошките испитувања е претставена со геолошкиот профил претставен на сликата 1.



**Слика 1. Геолошки профил составен од 5 истражни дупнатини, испитан до длабочина од 25m**  
**Figure 1. Geological profile composed from five exploratory boreholes, examined to a depth of 25m**

### 3. Лабораториски испитувања

Лабораториските испитувања изработени во овај труд се однесуваат на определување на гео механичките карактеристики на геолошките средини утврдени преку геолошките испитувања. Во принцип сеизмичките бранови (кои се составени од пакети на еластична енергија) од сеизмичкиот извор се простираат со брзина определена преку еластичните модули и густината на геолошките средни низ кои поминуваат. Постојат два основни типови на еластични бранови и тоа:

- P – брановите кои имаат најголемо значење во истражната сеизмологија претставуваат лонгитудинални или примарни еластични бранови. Брзината на простирање на лонгитудиналните еластични бранови е претставена како  $V_p$ .
- S – брановите претставуваат трансверзални или секундарни еластични бранови. Брзината на простирање на трансверзалните бранови е претставена како  $V_s$ .

Еластичните модули кои ги карактеризираат брзините на простирање на лонгитудиналните и трансверзалните еластични бранови се: поасоновниот коефициент  $\mu_{din}$ , модулот на еластичност  $E_{din}$ , модулот на смолкнување  $G_{din}$ , и волуменскиот модел  $K_{din}$ . Зависноста на брзината на простирање на лонгитудиналните и трансверзалните бранови преку модулите на еластичност е претставена преку следните равенства:

$$\begin{aligned}
 V_{VV} &= \sqrt{\frac{V_{VV}}{V}} = \sqrt{\frac{(V_{VV})}{(V)(V)}} \\
 V_{VV} &= \sqrt{\frac{V}{V}} = \sqrt{\frac{V}{V*(V)}}
 \end{aligned}$$

Модулите на еластичност за геолошките средини се добиени преку лабораториски испитувања и врз основа на добиените податоци, користејќи ги наведените формули се пресметуваат брзините на простирање на еластичните бранови за секоја средина. Во табелата 1 се претставени физичките и гео – механичките карактеристики на геолошките средини.

**Табела 1. Гео – механички параметри на геолошките средини**  
**Table 1. Geo – mechanical parameters of the geological environments**

Параметар	Глина високопластична Пролувијални седименти (Q <sub>2</sub> prsk)	Песоци и чакали прашиности и заглинети, Пролувијални седименти (Q <sub>2</sub> prsk)	Песоци, чакали, песоклива прашина заглинети, Пролувијални седименти (Q <sub>2</sub> prsk)	Песоци и чакали и глиновити, песочници, лапорци и конгломерати, Плиоценски седименти (PL)
H (m)	1-3	2-5	8-12	25-60
V <sub>p</sub> (m/s)	340-450	400-550	910-1360	1750-2750
V <sub>s</sub> (m/s)	125-180	180-250	400-570	650-1100
γ (kN/m <sup>3</sup> )	15-16	17-18	19-20	21-23
μ <sub>din</sub>	0.42-0.40	0.38-0.37	0.38-0.39	0.42-0.40
E <sub>din</sub> (MPa)	68-148	165-315	855-1840	2570-7950
G <sub>din</sub> (MPa)	25-55	60-115	375-660	905-2840
K <sub>din</sub> (MPa)	142-247	230-405	1100-2790	5350-13250

#### 4. Рефрактивна сеизмичка метода

Рефрактивната сеизмичка метода се базира на основните сеизмички принципи и е составена од извор и приемник на еластични бранови. Преку временската разлика која се појавува помеѓу генерирањето и регистрирањето на еластичните бранови се определува брзината на простирање на еластичните бранови, додека пак преку растојанието помеѓу изворот и приемникот длабочината до која се простираат еластичните бранови низ под површинската структура која е еднаква на една половина

од тоа растојание. Рефракцијата претставува процес на прекршување на еластичните бранови кога истите преминуваат од средина со помала во средина со поголема брзина на простирање. Аголот на прекршување директно зависи од брзините на простирање во двете средини и е дефиниран преку равенството:

$$\sin i_1 = \frac{V_1}{V_2}$$

Рефрактивните модели кои се обработени во научниот труд се со максимална должина од 60m, па според претходно наведените основи максималната длабочина на моделирање на испитуваниот простор изнесува 30m. Изработени се вкупно 4 рефрактивни модели кои целосно ја моделираат истражна површина (со должина од 210m) и се преклопуваат на секои 50m од профилната линија. Поради обемноста на испитувањата и во интерес на практичноста на трудот во елаборатот е претставен еден рефрактивен модел.



Слика 2. Модел на рефракција претставен преку две ходохрони  
Figure 2. Model of refraction presented through two curves

### 5. Интерпретација на рефрактивна сеизмичка метода

Интерпретацијата на рефрактивните профили опфаќа неколку фази и процесот на интерпретација е постапен и поединечен за рефрактивното мерење изведено нанапред и рефрактивното мерење изведено наназад долж мерната површина. Најпрво се определуваат точките на прекршување на ходохорната а преку тоа и гранките на простирање. Секое прекршување на ходохорната означува различна геолошка средина а преку диференцијалот на должината  $\Delta x$  и времето  $\Delta t$  се пресметува брзината на простирање на еластичните бранови во испитуваната геолошка средина преку равенката:

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (mm/ss)$$

=

Определувањето на длабочината до граничните површини кои ги одделуваат различните геолошки средини е изведено преку  $t_0$  методата односно преку пронаоѓање на интерсептот на времето за секоја гранка на прекршување на ходохорната. Длабочината до граничните површини се определува преку равенството:

$$z_n = \frac{1}{2} \frac{V_n^2 t_{0n}^2}{\cos^2 i_n}$$

Каде што:

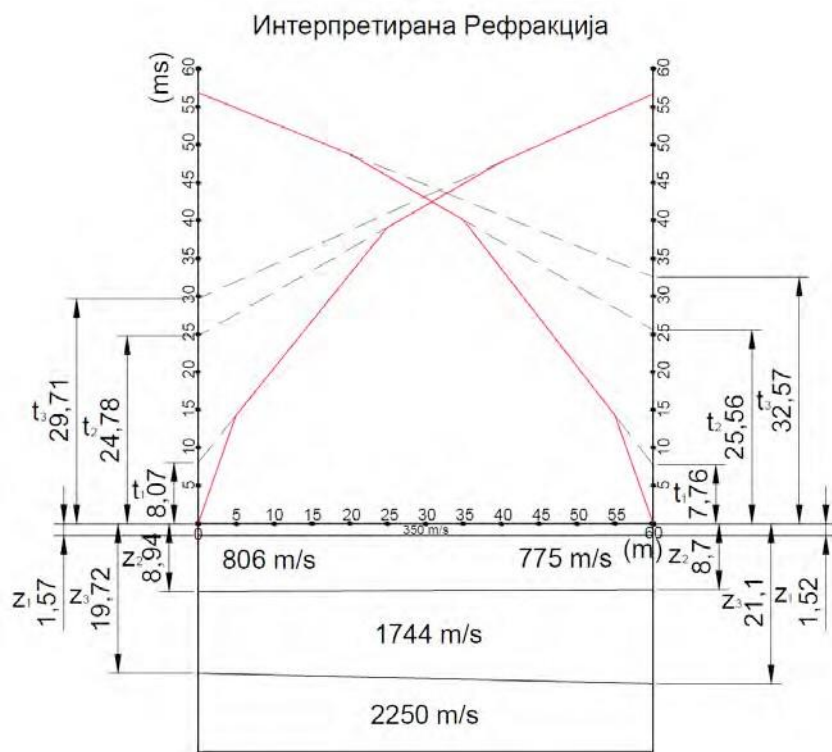
$z_n$  – длабочина до n гранична површина;

$V_n$  – брзина на простирање од површината на теренот до граничната површина

$t_{0n}$  – интерсепт на времето  $t$  за n геолошката средина

$\cos i_n$  – агол на прекршување на рефрактираниот еластичен бран

На сликата 3 е претставен интерпретиран сеизмички модел кој преку интерсептот на времето  $t_0$  за секоја геолошка средина го моделира истражниот простор преку определување на различните геолошките средини според брзината на простирање на еластичните бранови и длабочините до граничните површини. Од сликата можеме да заклучиме дека  $t_0$  времињата за секое прекршување се претставени со испрекинати линии, а преку димензионирањата се претставени и вредностите на интерсептите на времето (ms) како и пресметаните длабочини до граничните површини претставени во m. Различните геолошки средини определени преку интерпретацијата се идентификувани и претставени преку брзините на простирање на еластичните бранови.

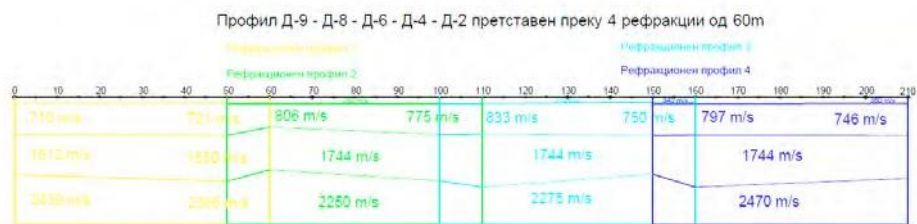


Слика 3. Интерпретиран рефрактивен модел  
Figure 3. Interpreted refractive model

#### 6. Рефрактивен сеизмички профил

Рефрактивниот сеизмички профил се моделира со преклопување на рефрактивните модели долж испитуваната средина. При преклопувањето на моделите се добиваат одредени разлики во добиените податоците кои преку процес на интерполација ја моделираат конечната форма на под површинската структура добиена исклучиво преку сеизмички испитувања изведени со рефрактивната метода. Рефрактивниот профил е со иста должина како и геолошкиот профил. При нивна споредба можеме да заклучиме дека постојат одредени геолошки средини со слични гео – механички карактеристики кои се губат односно не можат да се детектираат при сеизмичките испитувања. Овие геолошки средини врз

основа на нивните физички карактеристики можат да се идентификуваат со примена на додатни геофизички испитувања базирани на други методи (гео – магнетизам, гео – електрика, гравиметрија итн.) преку процес на комплексна интерпретација на геофизичките модели.



**Слика 4. Рефрактивен профил составен од четири рефракции**  
**Figure 4. Refractive profile composed from four refractions**

### Заклучок

Од податоците и моделите обработени во научниот труд можеме да заклучиме дека примената на сеизмичките методи при испитувањето на под површинската структура резултира со добивање на веродостојни и прецизни податоци при дефинирањето на различните геолошки средини. Битно е да се напомени дека процесот на примена и интерпретација на сеизмичките методи не е самостоен односно е комплементарен процес на геолошките и гео – механичките испитувања. Високата прецизност на добиените податоци заклучена преку директна анализа на сеизмичкиот и геолошкиот профил ја потврдува ефикасноста на сеизмичките испитувања. Мрежата на рефрактивни модели обработени во научниот труд е релативно ретка односно моделира приближно ист број на податоци колку што се моделираат и со истражните дупнатини, но битно е да се напомени дека испитувањата се изведени со цел да се утврди прецизноста и ефективност на сеизмичките методи преку корелација на добиените податоци со геолошките испитувања. Со изработување на погуста мрежа истражниот простор може да се моделира во многу повеќе точки на површината на теренот и преку тој процес се определува вистинската вредност на геофизичките испитувања, конкретно на сеизмичките методи. Примената на геофизичките испитувања значително ги намалува трошоците и времето за изработување на подетални геолошки профили со многу повеќе податоци во однос на геолошките испитувања изведени со изработување на истражни дупнатини.



**Користена литература**

John M. Reynolds – An Introduction to Applied and Environmental Geophysics,  
Reynolds Geo – Sciences Ltd, UK 1997;

Prem V. Sharma – Environmental and engineering geophysics, Emeritus  
Professor, Niels Bohr Institute University of Copenhagen, 1997;

Tihomir Dragašević - Seizmička istraživanja, Geofizički institut, Beograd  
1983;