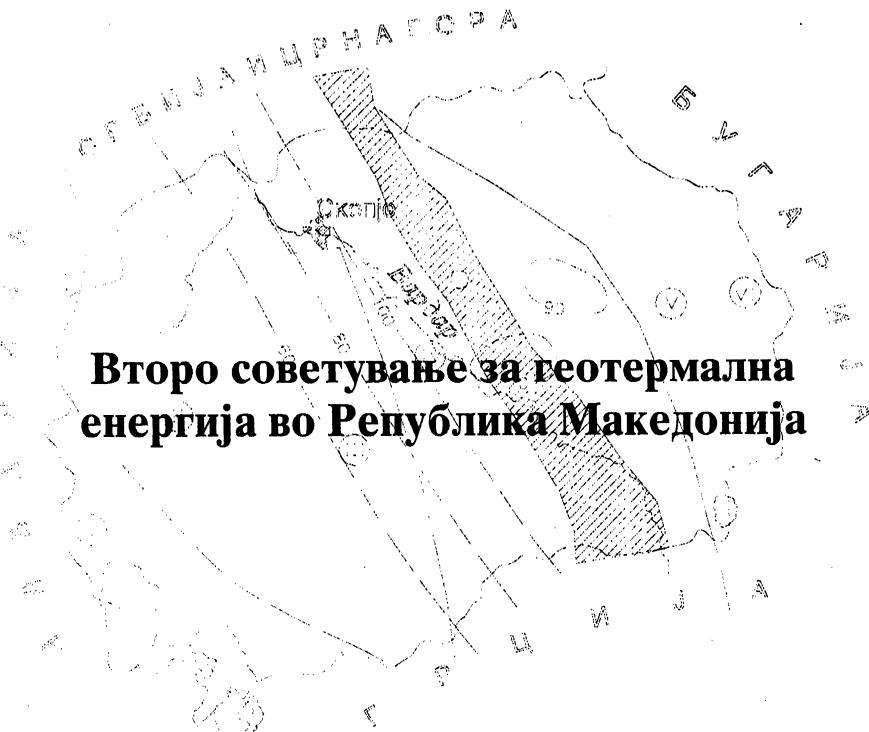


Универзитет "Св. Кирил и Методиј" Скопје  
*Рударско-геолошки факултет Штип*



**Второ советување за геотермална  
енергија во Република Македонија**

**ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ**

3 - 5 октомври, 2003  
хойел "Цар Самоил" Банско

# МОЖНОТО ВЛИЈАНИЕ НА ЕКОЛОШКАТА КАТАСТРОФА НА ЈАЛОВИШТЕТО НА РУДНИЦите САСА НА ЗАГАДУВАЊЕТО НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ ОД РУДНИКОТ ДО ГРАДОТ ШТИП

<sup>1</sup>Војо Мирчовски, <sup>1</sup>Орце Спасовски  
<sup>1</sup>Рударско-геолошки факултет Штип

## АБСТРАКТ

На теренот од изворот на загадување односно јаловиштето на рудникот Саса до градот Штип според структурниот тип на порозност се издвоени збиен тип на издани, пукнатински тип на издани и карстен тип на издани. Со оглед на географската положба на јаловиштето и правецот на движење на загадените води постои голема веројатност за загадување на подземните води кои се акумулирани во сите типови на издани кои се формирани од рудникот Саса до градот Штип.

Загадувањето на подземните води особено е значајно за збиениот тип на издани формирани во алувијалните седименти на реката Брегалница бидејќи подземните води од овој тип на издани најмногу се користат за водоснабдување на населението.

**Клучни зборови:** Подземни води, загадување, јаловиште Саса, збиен издан, алувијални седименти, Форшун, грдловски Орман.

## ВОВЕД

На 30. 08. 2003 година во попладневните часови се случила хаварија на јаловиштето на рудниците Саса при што се урнал дел од одводниот канал на Каменичка река која поминува под јаловиштето. Како резултат на тоа флотациската јаловина која се депонира во јаловиштето во голема количина директно се излеала во Каменичка река (Прилог Сл. 1,2,3 и 4.). Висината на масата од јаловината според очевидците била во висина од околу десетина метри. Оваа маса во долниот дел во населбата Долна Саса во Македонска Каменица поплавила 20 тина куки. Отпадните материји кои се содржани во јаловината преку Каменичка река се носат во Езерото Калиманци. Водата во Езерото се користи за наводнување а дел истекува во реката Брегалница. Како резултат на неконтролираното истекување на флотациската јаловина од јаловиштето доаѓа до загадување најпрво на површинските води во Каменичка река, потоа на околното земјиште а исто така и на подземните води акумулирани во изданиите кои се наоѓаат по течението на Каменичка река и понатаму на Реката Брегалница.

Флотациската јаловина која се депонира во јаловиштето е отпад кој се добива во процесот на селективната флотациска концентрација со која се врши концентрација на минералите на оловото и цинкот.

Во процесот на флотациската концентрација се користат цела низа на реагенси со различен хемиски состав. Најголем број од овие реагенси се токсични и се штетни за човековата животна средина.

Скоро 90 % од масите кои поминуваат низ технолошкиот процес на обогатување се исфрлаат како отпад во вид на пулпа (суспензија) со просечно 18 - 31 % цврста ситно зрна фаза со големина на зrnата до 0.074 mm таканаречена флотациска јаловина.

Течната фаза од флотациската јаловина е составена од високо минерализирана отпадна вода со зголемена концентрација на сулфати, тешки метали, феноли и други токсични материји.

Составот на отпадните материји директно е условен од видот и количината на флотациските реагенси, карактеристиките на рудата која се преработува, применетиот процес на обогатување, а исто така и од pH вредноста на пулпата.

## ХИДРОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ТЕРЕНОТ

Со оглед на географската положба на јаловиштето Саса односно изворот на загадување и правецот на движење на загадените води постои голема веројатност за загадување на подземните води кои се акумулирани во сите типови на издани кои се формирани од рудникот Саса до градот Штип. Бидејќи загадувањето на подземните води односно движењето на загадените води во подземјето е во директна зависност од хидрогеолошките карактеристики на теренот ќе бидат прикажани хидрогеолошките карактеристики на теренот од јаловиштето Саса до градот Штип (Сл. 1).

Во однос на структурниот тип на порозност во истражуваниот терен постојат збиен тип на издани, пукнатински тип на издани и карстен тип на издани.

## ЗБИЕН ТИП НА ИЗДАНИ

Збиениот тип на издани на истражуваниот простор е формиран во квартерните алувијални седименти на реката Брегалница, Злетовска река и во неогените седименти во околината на Каменица и на левата обала на реката Брегалница на потегот од Кочани до селото Соколарци (Сл. 1).

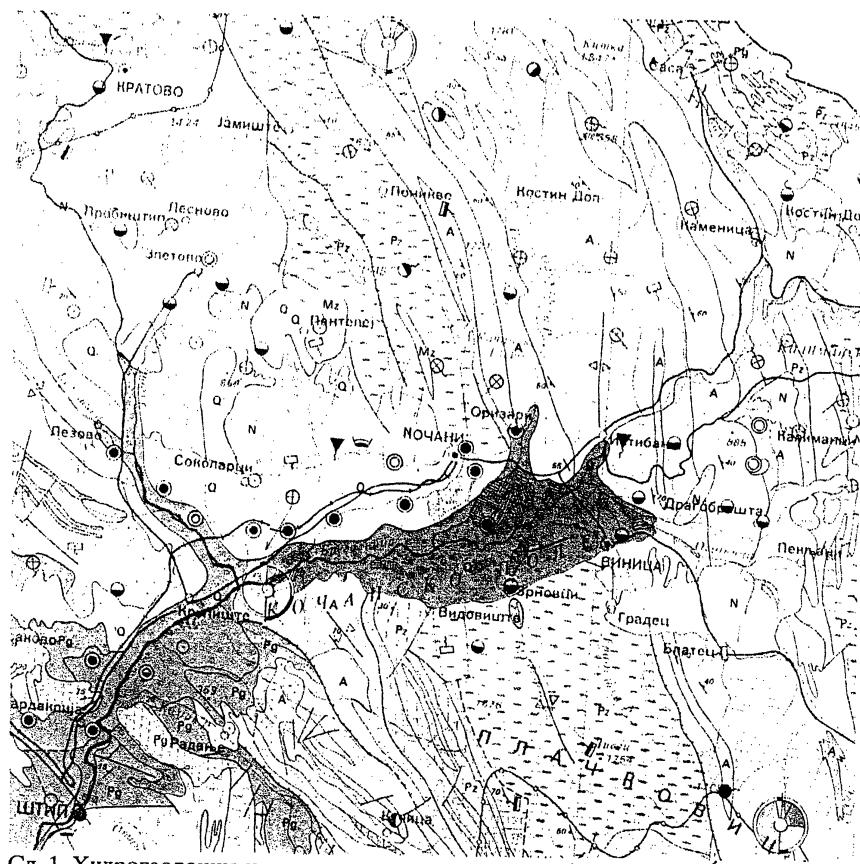
Според издашноста терените со збиен тип на издани се поделени на: мошне издашни терени, добро издашни терени, и слабо издашни терени. На истражуваниот простор се застапени само Мошне издашни терени и Слабо издашни терени.

## Мошне издашни терени

Мошне издашните терени на истражуваниот простор се распространети во алувијалните седименти по реката Брегалница од Истибања па се до Штип во должина од околу 40 тина километри а ширина која се движи од 0.5 - 5 км (Сл. 1). Растојанието од изворот на загадувањето до почетокот на овес издани се јавува и во алувијалните наслаги по реката Злетовица од над селото Лезово до вливот во реката Брегалница во должина од околу 15 км а ширина до 1.5 км.

Алувијалните седименти во кои се врши акумулирањето на подземните води се, изградени од песоци, чакали а на поедини места и од глини.

Изданите од оваа средина се карактеризираат со мошне добра издашност која се движи преку 10 л/сек и со коефициент на филтрација  $K_f = >10^{-2}$  см/сек.



Сл. 1. Хидрогеолшка карта на истражуваниот терен 1: 200 000, Д. Гузелковски и др. 1977.

## ЛЕГЕНДА:

I ЛИТОЛОШКИ ОПИС И СТРАТИГРАФСКА ПРИПАДНОСТ		
Литолошки ознаки	Литолошки состав	
	Алувијални наслаги: а) песочни и чанали б) песочни, чанали и глинки	 Риолити, извирнератифри, ортофри и извирнографии
	Алувијални-алувијални наслаги: глини, песокливи глини, песочни и чанали	 Дијабаз-римни формација (дијабази, ронинци, песочнички, глини, извирници и сл.)
	Делувијални-пролувијални наслаги: падинска глинеста дробина, песочни, чанали и облутоци	 Хлоритово-серпентитско-извирници шкрилци, мермери и доломити
	Моренски и флювиглацијални наслаги: чанали, песокливи глини, облутоци и самци	 Плошести извирници со ронинци, масивни извирници и доломити, местимично и глинци
	Изворски бигор	 Извирници, масивни до баниовити
	Бигорски извирници, слоевите-баниовити	 Мермери и циполини
	Хијаловидавити, кајнатки, базалти и сл.	 Мермери, баниовите-слоевити
	Андезити, трахинандезити и дацити	 Доломити, баниовити до масивни
	Игнинбрити (од андезитски состав) пирокласити, агломеративни и бречонден туф и туфови	 Сменити, граносменити, гранити, гранодиорити, гранитпорфри и сл.
	Песочни и чанали	 Серпентинити
	Лапоровити песокливи глини	 Кварцити
	Лапорци, глини, песочници и конгломерати	 Кварцпорфри (риолити), метаморфисани риолити, кератофри и палеовулканти
	Вулкански бречи и туфови (од андезитски состав) вулкански бречи и игнинбрити (од дацитски состав)	 Метаморфисани дијабази
	Флиш (лапорци, глини, песочници, конгломерати и извирници)	 Габро и метаморфисани габро
	Извирници, често песокливи, слоевни ретно баниовити	 Филитично-извирни шкрилци, извирцпорфри и метатесочнички
	Трахинандезити и трахити, андезити, дацити, извирцитити, порфри, риолит и сл.	 Шкрилци со низок кристалнинитет (филити, аргиломисти, серпентини, алпирити и други со циполини и мермери)
	Дијабази, мелафри и спилити	 Миневшисти, циполини и мермери
	Флиш (аргиломисти, глини, песочници, конгломерати и извирници)	 Шкрилци со низок кристалнинитет (аргиномисти, филити, извирмо-серпентински, амфиболски шкрилци и сл.)
	Конгломерати	 Гранити
	Гранити, монционит-гранити	 Кварцити
	Гипс и андантит	 Амфиболити и амфиболски шкрилци (метабазити)
	Серпентинити и серпентинисани перidotити	 Миневшисти
	Габродиорити и габрови	 Гнейзови

II ГЕОЛОШКО-СТРУКТУРНИ ЕЛЕМЕНТИ		IV ХИДРОГЕОЛОШКИ ПОЈАВИ	
	Геолошка граница	⊕	НЕКАПТИРАНИ ИЗВОРИ
	а) утврдена б) претпоставена	⊖	Q < 0,1 llt/sec
	Елементи на залегање	⊕	Q = 0,1–1 llt/sec
	а) стратификација б) фолијација	●	Q = 1–10 llt/sec
	Расод	○	Q = 10–100 llt/sec
	а) утврден б) претпоставен	◎	Q > 100 llt/sec
	Лушпесто насленување	●	Подводни извори
	а) утврдено б) претпоставено	НАПТИРАНИ ИЗВОРИ	
	Тектонска клипа	⊖	Q < 0,1 llt/sec
	Дијапирски контакт	⊕	Q = 0,1–1 llt/sec
	Оса на синклинал	⊖	Q = 1–10 llt/sec
	Оса на антиклинал	⊖	Q > 10 llt/sec
III РЕОНИЗАЦИЈА НА ТЕРЕНОТ ПО ТИПОВИ НА ИЗДАНИ И ИЗДАШНОСТ		БУНАРИ (КОПАНИ И ДУПЧЕНИ)	
ЗБИЕНИ ТИП НА ИЗДАНИ		○	До 6 м. длабочина
	Мошне издашни терени (претемно) преку 10 llt/sec ( $K_f = > 10^{-1}$ cm/sec)	○	Од 6–20 м. длабочина
	Добро издашни терени (претемно) од 1–10 llt/sec ( $K_f = 10^{-1}$ – $10^{-2}$ cm/sec)	●	Преку 20 м. длабочина
	Слабо издашни терени (претемно) од 0,1–1 llt/sec ( $K_f = < 10^{-2}$ cm/sec)		
ПУНОТИНСКИ ТИП НА ИЗДАНИ			
	Добро издашни терени со извори (претемно) Q => 1 llt/sec		
	Слабо издашни терени со извори (претемно) Q = < 1 llt/sec		
КАРСНИ ТИП НА ИЗДАНИ			
	Од мошне до слабо издашни терени (наместа извори и Q => 100 llt/sec)	○	Група на бунари до 6 м. длабочина
	Карсно-пунотински тип на издани со мошне променливи издашности	○	Група на бунари од 6–20 м. длабочина
	Безводни терени со извори (претемно) Q = < 0,1 llt/sec	○	Група на бунари преку 20 м. длабочина
		●	Дупчен бунар со артеска вода
		○	Група на дупчени бунари со артеска вода
		△	Рени бунар
		●	Дупчен бунар со термоминерална вода
МИНЕРАЛНИ ВОДИ			
	Термоминерална баня		
	Минерален извор		
	Термоминерален извор		

## Слабо издашни терени

Слабо издашните терени се јавуваат во неогените седименти во околината на Каменица и на левата обала на реката Брегалница на потегот од Кочани до селото Соколарци (Сл. 1). Во околината на Каменица седиментите се изградени од лапоровити песокливи глини а на потегот од Кочани до селото Соколарци од квартерно алувијални седименти изградени од глини, песокливи глини, песоци и чакали. Издашноста во овие терени се движи од 0.1-1 л/с а коефициентот на филтрација  $K_f = < 10^{-3}$  см/сек.

## ПУКОТИНСКИ ТИП НА ИЗДАНИ

Пукотинскиот тип на издани зафаќа најголем простор на истражуваниот простор. Тој е формиран во карпите почнувајќи од квартерна па се до прекамбриска старост (Сл. 1). Овој тип на издани се карактеризира со извори со слаба издашност која се движи од  $Q = < 1\text{ l/c.}$

## КАРСТНИ ТИП НА ИЗДАНИ

Карстниот тип на издани се јавува на мал дел и тоа на еден мал простор непосредно во близина на рудникот Саса во палеозоиските циполини и мермери, измешани со аргилоисти, филити и серицитско хлоритски шкрилци (Сл. 1). Овој тип на издани исто така се јавува и во палеогените варовници на 2-3 км над Штип на левата и десната обала на реката Брегалница во непосреден контакт со алувијалните седименти. Терените на кои е формиран карстниот тип на издани се карактеризира со мошне издашни до слабо издашни извори. На места издашноста се движи  $Q = > 100\text{ l/sec.}$

## МОЖНОСТИ ЗА ЗАГАДУВАЊЕ НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ

Најсериозен проблем со хаваријата која се случи на јаловиштето на рудникот Саса од еколошки аспект претставува загадувањето на водите на Каменичка река вештачката акумулација на Калиманското езеро, водите на реката Брегалница а преку тоа и на подземните води.

Како што е прикажано во поглавјето за хидрогеолошките карактеристики на теренот по течението на реката Брегалница од нејзината лева и десна страна се до градот Штип во алувијалните седименти се формирани збиен тип на издани кои имаат значајно распостирање како по должина така и по широчина и во себе акумулираат значајни количини на подземни води. Прихранувањето на изданите во најголем дел се врши од водите на реката Брегалница кои се во директна хидраулична врска со неа а во многу помал дел и од атмосферските талози. Водата од овие издани населението широко ја користи за водоснабдување со копање на индивидуални бунари. Исто така водоснабдувањето на градовите Кочани и Штип се врши со подземни води од бунарски системи кои се лоцирани во алувијалните седименти на реката Брегалница (Сл. 2).

*Водоснабдувањето на градот Кочани* се врши со систем на бунари кои се лоцирани во алувијалните седименти во непосредна близина на реката Брегалница во локалноста "Грдовски Орман" (с. Грдовци) (Сл. 2). Изданот од кој се користат подземните води е од отворен тип со слободно ниво. Неговото прихранување во најголем дел се врши од реката Брегалница бидејќи е во директна хидраулична врска со неа.

Бунарите од кои се црпат подземните води се со длабочина од 10-20 метри а во последно време се издупчени и бунари чија длабочина се движи од 45-50 метри. Коефициентот на филтрација на водоносните хоризонти се движи  $K_f = 1 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-4}$  см/с а нивото на подземните води (НПВ) се наоѓа на 0.5 - 3 м длабина под површината на теренот.

За водоснабдување на Штип се користи систем на бунари лоциран во алувијалните седименти на реката Брегалница во локалноста Фортуна. Овој систем се наоѓа северно од градот во негова непосредна близина (Сл. 2). Експлоатационите бунари се лоцирани на левата и десната страна од реката Брегалница каде алувијалните седименти имаат поголемо распостирање.

Изданот од кој се експлоатираат подземните води исто така како и кај локалитетот Грдовски Орман е од отворен тип со слободно ниво и има еден водоносен хоризонт. Моќноста на овој хоризонт се движи од 6 - 7 м, а се протега во длабочина од 10 - 11 м.

Изданот лежи на еоценски лапорци кои се водонепропустливи подлога. Нивото на подземните води е плитко до површината на теренот и се движи од 2-5.20 м. и тоа е во голема зависност од нивото на водата во реката Брегалница. Бунарите со кои се експлоатира подземната вода се со длабочина до 10 м а се наоѓаат на растојание од 80 м од реката.

Хранењето на изданот се врши во најголем дел со водата од реката Брегалница преку директната хидраулична врска а во помал дел со инфилтрација на водите од атмосферските талози.

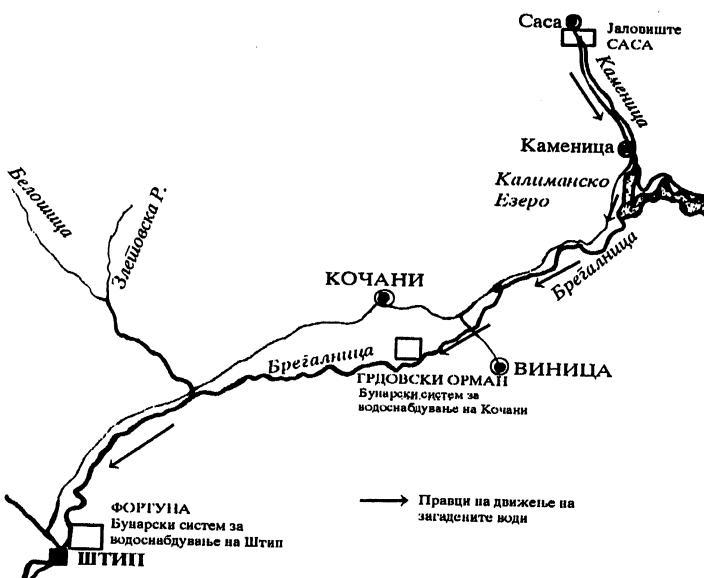
Средниот коефициент на филтрација на водоносната средина е  $K_f = 2 \times 10^{-1}$  см/с.

Изнесените податоци за изданите од кои се врши водоснабдувањето на Кочани и Штип според кои се работи за издан од отворен тип со слободно ниво во кои нивото на подземните води се наоѓа многу близку до површината на земјата, добриот коефициент на филтрација и директната хидраулична врска на изданите со реката Брегалница укажуваат дека можноста за загадување на подземните води со загадените води од јаловиштето на Рудникот Саса се многу големи.

Постои голема веројаност на загадување на подземните води и во карстниот шар на изданите кои е формиран во горното течение на Каменичка река. Оваа река во горниот нејзин тек непосредно под јаловиштето поминува низ средишниот дел на овој издан и секако дека дел од загадените води ќе се инфилтрираат во подземјето и ќе направат загадување на подземните води.

Каменичка река и реката Брегалница со дел од своите токови поминуваат и во терени каде се формирани пукотински тип на изданите. Бидејќи постои хидраулична врска на водите од овие реки со подземјето во овие изданите со инфилтрација на загадените води ќе се направи загадување и на подземните води акумулирани во овој тип на изданите.

Постои можност на загадените води како на површинските а посебно на подземните со движењето низ различните литолошки средини да се изврши нивно самопречистување. Но до кој степен тоа може да се случи сега не може да се претпостави.



Сл. 2. Географска положба на Јаловиштето Саса, бунарските системи за водоснабдување на Штип и Кочани и правец на движење на загадените води.

Потребно е стално да се следи ситуацијата на теренот со мониторинг на изворот на загадувањето потоа на површинските води а посебно треба да се обрне внимание на подземните води.

Неопходно е да се преземат соодветни мерки со кои би требало да се спречи загадувањето на подземните води бидејќи ако се случи загадување на издани покрај реката Брегалница тогаш ќе се доведе во прашање водоснабдувањето на голем број жители кои гравитираат према регионот на реката Брегалница. Времето кое е потребно за едаш загадените подземни води повторно да се прочистат е многу долго а исто така тоа е многу долготраен и скап процес а во најголем број на случаи и неможен.

## ЗАКЛУЧОК

Од напред изнесеното можеме да заклучиме дека со оглед на географската положба на изворот на загадување хидрогоеолошките карактеристики на издани кои се формирани по течението на Каменичка река и реката Брегалница постојат големи можности за

загадување на подземните води акумулирани во напред наведените издани со отпадните води од флотацијата на рудникот Саса.

## ЛИТЕРАТУРА

Д. Ѓузелковски, 1997. Подземните води (издан) за решавање на водоснабдувањето во Р. Македонија и нивната заштита. Институт-Геохидропроект Скопје.

Д. Ѓузелковски, Ѓ., Котевски, 1977. Хидрогеолошка карта на Република Македонија. Геолошки завод, Скопје

V., Mircovski, O., Spasovski, Z. Ilievski, O. Jovanova. 2002. Hydrogeological characteristics of the alluvial sediments of the river Bregalnica at the Fortuna locality water supply, Stip. XVII Congres of Carpathian-Balcan Geological Association, Bratislava.

В., Мирчовски, О., Спасовски, 2003. Влијанието на флотациските јаловишта на рудниците "Злетово" на загадувањето со тешки и токсични метали на површинските и подземните води. Трет интернационален воркшоп, Научни истражувања во наводнувањето и одводнувањето, Скопје.

**ПРИЛОГ :** Фотографски слики од излеаната флотациска јаловина по Каменичка река.



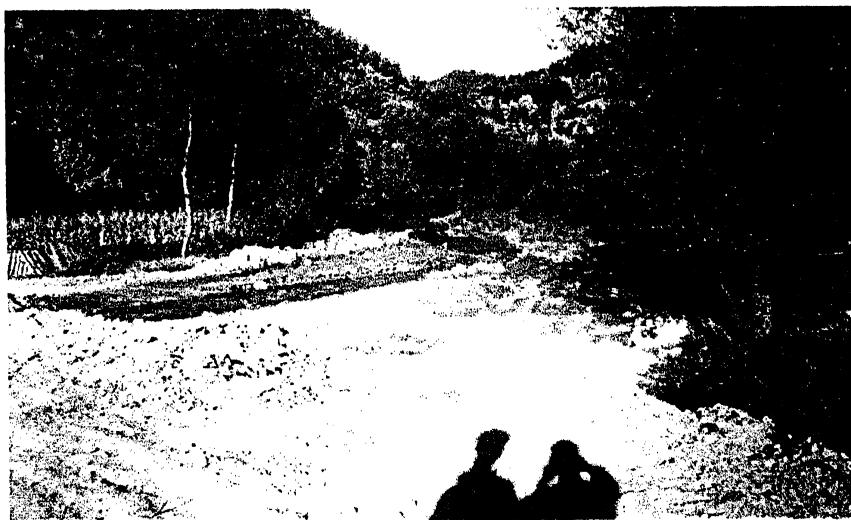
Сл. 1. Излеана Флотациска јаловина која го покрива целото корито на Каменичка река.



Сл.2. Формираниот кратер во јаловиштето.



Сл. 3. Траги од излеана јаловина на гранките од дрво на ободот од коритото на Каменичка река.



Сл. 4. Излсана јаловина во горното течение по ободот на коритото на Каменичка река.