

Н. ДОМАНОВА, В. КАТТАЙ

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗОНЫ АХТМЕСКОГО ТЕКТОНИЧЕСКОГО НАРУШЕНИЯ

Ахтмеское нарушение изучалось с перерывами в течение длительного периода. В последние годы проведены комплексные опытные работы в северо-восточной части нарушения. На границе полей шахт «Ахтме» и «Виру» была сделана попытка пересечь нарушение горноразведочной выработкой (V северным панельным штреком шахты «Ахтме») с целью достоверного изучения его строения и оценки гидрогеологических и гидрогеологических условий на горизонте промышленного пласта горючих сланцев. В створе выработки предварительно был пробурен профиль картировочных скважин через 30—50 м и 4 гидронаблюдательные скважины на кейла-кукрузеский (№ 7300г/г, 8332г) и ласнамяэ-кундаский (№ 7301г/г, 8333г) водоносные горизонты.

Проходка штрека осуществлялась с сентября 1975 г. по январь 1978 г. с перерывами, поэтому при анализе гидрогеологических наблюдений приходилось учитывать сезонный и временной факторы. Проходился штрек по промышленному пласту сланца или породам непосредственной кровли. Общая ширина нарушения, определенная по осложнению гипсометрии промышленного пласта на исследуемом участке, составляет 500 м, ширина нарушения, вскрытая штреком, — 220 м.

Согласно гидростратиграфической схеме, применяемой в настоящее время при разведке горючих сланцев на Эстонском месторождении, обводняющий горные выработки ордовикский водоносный комплекс представлен (сверху вниз) набала-раквереским, кейла-кукрузеским и ласнамяэ-кундаским водоносными горизонтами.

Основным источником обводнения горных выработок на исследованном участке является кейла-кукрузеский водоносный горизонт. В меньшей степени участвуют в обводнении набала-раквереский и ласнамяэ-кундаский водоносные горизонты и воды четвертичных отложений. Влияние поверхностных и атмосферных вод носит сезонный характер. Основные характеристики водоносных горизонтов приведены в табл. 1, для составления которой использованы результаты опытных откачек из двух гидрогеологических кустов. Один из них расположен на картировочном профиле вблизи оси штрека, другой — в 1,7 км юго-западнее (д. Пагари), также в зоне Ахтмеского тектонического нарушения. Всего были опробованы 3 скважины на кейла-кукрузеский и 3 скважины на ласнамяэ-кундаский водоносные горизонты. Характеристика набала-раквереского водоносного горизонта дана по 4 скважинам, расположенным на всей площади развития горизонта в пределах поля шахты «Ахтме».

Таблица 1

Характеристика водоносных горизонтов

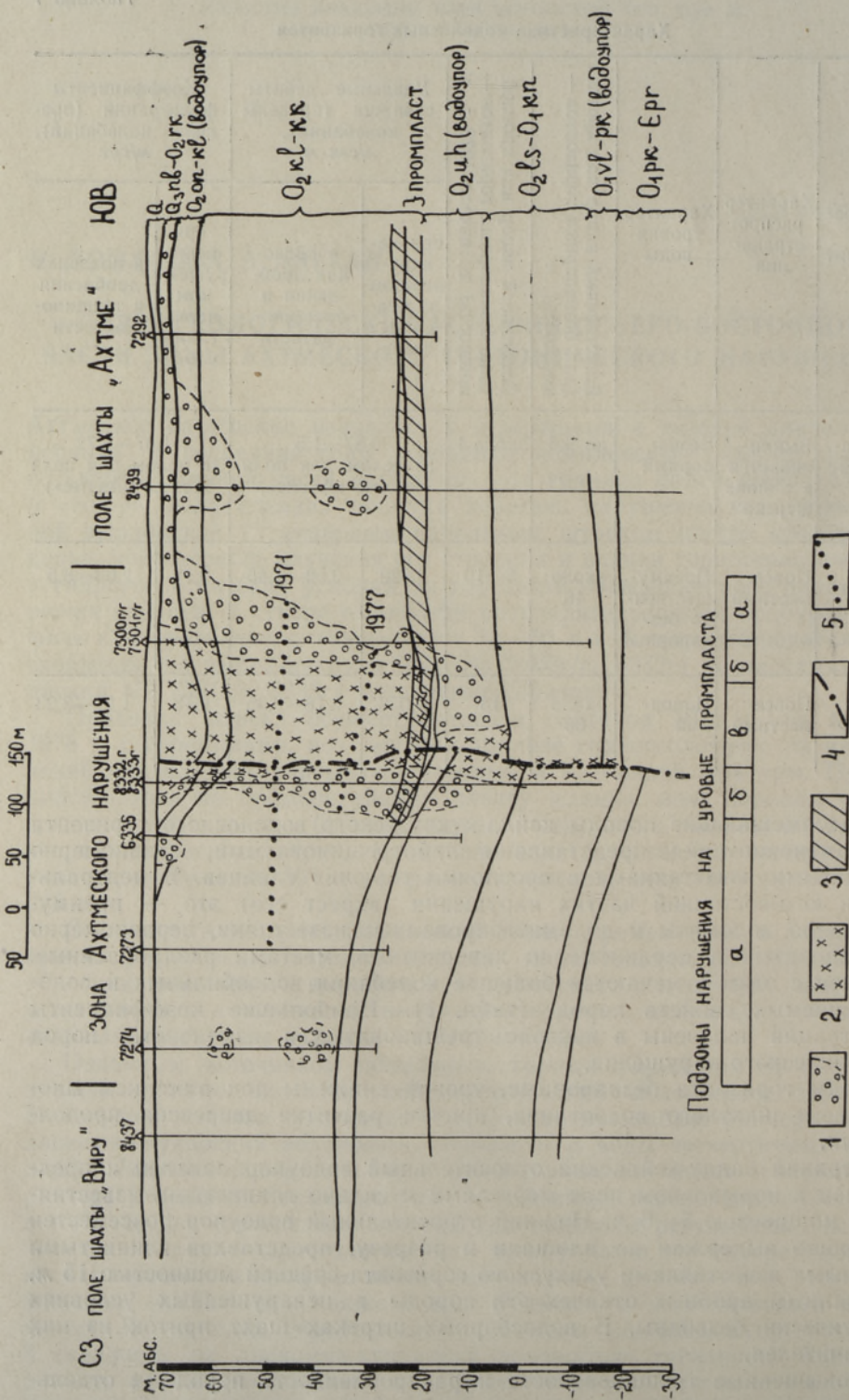
Водоносный горизонт	Характер распространения	Характер уровня воды	Естественный напор над кровлей (для безнапорных горизонтов — мощность), м	Остаточный напор над кровлей (для безнапорных горизонтов — мощность) на начало 1978 г., м	Удельные дебиты скважин (пределы колебаний), л/сек·м		Коэффициенты фильтрации (пределы колебаний), м/сут	
					при ненарушенном залегании слоев	в подзонах дробления и трещиноватости	при ненарушенном залегании слоев	в подзонах дробления и трещиноватости
Набалараквереский	Выклинивается в районе штрека	Безнапорный	до 9,6	около 4	0,87—1,5 (в целом для поля шахты «Ахтме»)		1,07—6,72 (в целом для поля шахты «Ахтме»)	
Кейла-кукрузский	Повсеместный	Преимущественно безнапорный	около 40	8—10	0,022	0,50—1,45	0,18	2,66—8,5
Ласнамяэ-кундаский	Повсеместный	Напорный	около 60	13	0,036	0,18—0,35	0,18	1,21—3,23

Водовмещающие породы кейла-кукрузского водоносного горизонта в неизменном виде представлены слаботрещиноватыми, неравномерно глинистыми известняками с прослоями горючих сланцев. В центральной и юго-восточной частях нарушения (вкrest его) это — преимущественно доломиты и доломитизированные известняки, неравномерно трещиноватые и неравномерно кавернозные, местами раздробленные. В связи с этим отмечаются большие колебания водообильных и водопроницаемых свойств пород (табл. 1). Наибольшие коэффициенты фильтрации получены в подзоне трещиноватых и измененных пород тектонического нарушения.

Воды горизонта безнапорные, уровни снижены под влиянием многолетнего шахтного водоотлива, причем развитие депрессии продолжается.

Верхний оанду-кейлаский относительный водоупор локален и представлен в нормальном поле мергелями и сильно глинистыми известняками мощностью 5—6 м. Нижний относительный водоупор повсеместен и хорошо выдержан по площади и разрезу, представлен глинистыми плотными известняками ухакусского горизонта средней мощностью 15 м. По данным пробных откачек эти породы в ненарушенных условиях практически безводны. В водосборных штреках шахт приток из них незначителен.

Повышенные трещиноватость и раздробленность пород на отдельных участках нарушения создают условия для затрудненной взаимосвязи водоносных горизонтов. Такая взаимосвязь была обнаружена



Геолого-гидрогеологический разрез через зону Ахтмского тектонического нарушения. 1 — геохимически измененные и трещиноватые породы, 2 — дробленные и закарстованные породы, 3 — V северный панельный штрек, 4 — линия сброса, 5 — уровень воды кейла-курузского водоносного горизонта; а — подзона слабого нарушения, б — подзона трещиноватых и измененных пород, в — подзона дробленных и закарстованных пород.

откачками на кусту гидрогеологических скважин в Пагари, расположенном в 1,7 км юго-западнее опытного участка. Непосредственно в районе штрека (скв. № 7300г/г и 7301г/г, пробуренные в слаботрециноватых породах) такая связь разведочными работами не установлена.

Состав пород разделяющих слоев на отдельных участках нарушения также изменен — отмечаются доломитизация, мелкие каверны, трещиноватость, но в целом относительно водоупорный характер их сохраняется. Об этом свидетельствует постоянное присутствие воды в верхнем набала-раквереском водоносном горизонте, несмотря на дреннирующее влияние горных выработок и некоторых разведочных и технических скважин.

Нижний ласнамяэ-кундаский водоносный горизонт залегает на глубине около 65 м. Водовмещающие породы представлены здесь известняками и доломитами, местами глинистыми, имеющими довольно выдержанную мощность равную в среднем 20 м. Первоначальные напоры снижены на 30—40 м преимущественно за счет технических, эксплуатационных и пылеподавляющих скважин.

Четвертичные отложения представлены в основном безводными гляциальными образованиями мощностью от 2,30 до 6,60 м. Локально (в песчаных разностях) развита верховодка. В общем, роль четвертичных отложений сводится к регулированию питания нижележащего комплекса инфильтрующимися атмосферными осадками, особенно в периоды паводков и осенних дождей. Наличие торфа (до 1 м) и большого количества глинистого материала в толще морены обуславливают затяжной характер процесса просачивания поверхностных вод в горные выработки исследованного участка. В V северном панельном штреке максимальный весенний приток наблюдался почти на месяц позже, чем в целом по шахте.

Характер и степень обводненности штрека определялись структурной зональностью Ахтмеского тектонического нарушения. По полученным геологическим материалам нарушение в общем трактуется как флексурообразный перегиб пластов, осложненный участками измененных, дробленных и закарстованных пород, вертикальными перемещениями по наиболее ослабленным участкам и формами карстового проседания.

По составу и строению массива горных пород и их нарушенности В. Каттай и П. Вингисааром (1980) проведено структурное зонирование нарушения на уровне промпласта горючих сланцев. Последовательно от периферии к центру нарушения выделяются 3 структурные подзоны (рисунок).

Соответственно структурным подзонам выделены зоны по степени обводненности, имеющие свои качественные и количественные характеристики (табл. 2). Хотя полного совпадения границ структурных подзон и гидрогеологических зон не наблюдается, в целом они хорошо согласуются друг с другом.

Подзона проявления пликативной тектоники или слабого нарушения выделяется в периферийных частях зоны и выражается в более крутом и слабоволнистом залегании пласта от 1 до 4° (фоновое 10—20 мин) и в проявлении участками слабой доломитизации пород в перекрывающей толще.

Обводненность подзон пликативной тектоники в обоих крыльях нарушения носила характер слабого капежа.

В подзоне трещиноватых и измененных пород слои имеют наклон от 1—2 до 18°. Вмещающие породы и известняковые прослои промпласта трещиноваты, доломитизированы, кавернозны; по

Таблица 2

Основные характеристики структурных подзон и гидрогеологических зон

Структурные подзоны в пределах нарушения	Ширина подзон, м	Гидрогеологические зоны в пределах вскрытой штреком части нарушения			
		Ширина зон, м	Характерные структурные и морфологические особенности	Характер поступления воды	Дебит зоны, л/сек
Подзона проявления пликтивной тектоники юго-восточного крыла	70	90	Слабое погружение слоев в северо-западном направлении (до 2°)	Трещины в основном сухие, местами по ним отмечается небольшое высачивание; незначительная течь в виде тонких струй из-под штанговой крепи	Зона слабого капеза
Подзона трещиноватых и измененных пород юго-восточного крыла	35	15	Интенсивный подъем слоев (8—12°), сильная трещиноватость и раздробленность пород	Обильные выходы воды из-под штанг и из полусомкнутых трещин С-3 простираения	Около 4
Центральная подзона дробленых и закарстованных пород	80	80	Остаточные карстовые глины перемежаются участками дробленых пород протяженностью до 5—6 м	На участках дробления наблюдались сильные выходы воды из вертикальных трещин С-3 и С-В простираения, из бессистемных трещинок в виде сплошного капеза, на контактах доломита и карстовой глины	
Подзона трещиноватых и измененных пород северо-западного крыла	45	10—12	Штрек шел по породам непосредственной кровли промпласта. Характерен крутой подъем слоев под углом 11—22°. Породы сильно трещиноваты и обводнены	Вода поступала из шпуров, горизонтальных полостей, трещин. Дебиты отдельных шпуров 0,11—1,04 л/сек. Трещины обводнены на всем протяжении, дебиты отдельных струй 0,6—6 л/сек. Из полости в 2,5 м выше кровли слоя «Н» наблюдался сплошной выход воды с дебитом струй 0,18—4,3 л/сек	13—14
		6,20	Полость, выполненная мелкозернистым слабобцементированным песчаником	Полость явилась источником прорыва воды и песка	60
Подзона проявления пликтивной тектоники северо-западного крыла	270	18	Выполаживание угла подъема слоев до 5—3°	Слабый капез из трещин	Слабоводоносная зона

слоям горючих сланцев отмечается трещиноватость, выветрелость, разрыхленность, усиливающиеся к центру нарушения. Вскрыта карстовая полость, заполненная мелкозернистым слабосцементированным песчаником.

Соответствующие этим подзонам гидрогеологические зоны выделены очень четко, причем в северо-западном более крутом крыле эта зона была значительно водообильнее такой же зоны в юго-восточном крыле. В двух случаях поступление воды в северо-западную зону происходило в виде прорыва: при вскрытии горизонтальной полости под кровлей штрека протяженностью 1,5 м и при вскрытии карстовой полости, выполненной водоносным мелкозернистым слабосцементированным песчаником. Полость максимальной длиной 6,2 м явилась источником прорыва воды и песка с дебитом около 60 л/сек. По всей вероятности, вглубь полость не распространяется ниже ухакусского горизонта, так как уровень воды в ближайшей скв. № 8333г на ласнамяэ-кундаский водоносный горизонт на прорыв не реагировал, тогда как в скв. № 8332г на кейла-кукрузеский водоносный горизонт (в 3 м от скв. № 8333г) упал на 1,58 м. Максимальный приток в штрек при прорыве достиг 80 л/сек. Так как вскрытая далее штреком подзона пликативной тектоники была слабоводоносной, водоприток в штрек за 1,5 месяца снизился до 50 л/сек.

Подзона дробленых и закарстованных пород занимает условно центральную часть нарушения. В этом интервале по всем стратиграфическим горизонтам, залегающим выше промпласта, отмечается доломитизация, повышенная трещиноватость, дробленость, каверзность и закарстованность коренных карбонатных пород, волнистость в залегании пластов, вертикальные смещения вдоль ослабленных участков и общее уменьшение мощности горизонтов. Слои промышленного пласта замещены участками карстовой глины и на ней лежат просевшие, сильно измененные породы непосредственной кровли. Аналогичные явления были отмечены в шахтах Ленинградского месторождения горючих сланцев (Левин, 1973). По структурной зональности карстовых нарушений интервал соответствует зоне остаточных глин (Газизов, 1971).

В подзоне дробленых и закарстованных пород остаточные глины перемежались сильнотрещиноватыми раздробленными обводненными доломитами. Там, где штрек шел почти на все сечение по глине, наблюдались очень незначительные выходы воды. Общий дебит подзоны определить не удалось, так как проходка ее осуществлялась с марта 1976 г. по сентябрь 1977 г. и с длительными перерывами. В период весеннего паводка 1976 г. водоприток в штрек увеличился в 1,7 раза (по сравнению с предпаводковым), а в паводок 1977 г. — в 1,3 раза. При перерыве в проходке штрека в меженный период на 8 месяцев (с июня 1976 г. по март 1977 г.) водоприток снизился в 3 раза. Для сравнения необходимо отметить, что коэффициент сезонной неравномерности общешахтного водопритока в эти годы составил соответственно 3,68 и 3,76 при минимальных значениях за последние 10 лет наблюдений 1,79—2,98 и максимальном — 4,08 — в 1971 г.

Общее снижение среднемесячных уровней воды по наблюдательным скважинам за весь период проходки штрека (сентябрь 1975 — январь 1978) составило: в кейла-кукрузеском водоносном горизонте — 11,19 м, в кейла-кукрузеском и набала-раквереском водоносных горизонтах совместно — 2,52 м. В ласнамяэ-кундаском горизонте снижения по среднемесячным значениям не отмечено (табл. 3).

Таблица 3

Среднемесячные уровни воды за период проходки штрека

Дата замера		Уровни воды, м (абс.)			
Год	Месяц	Скв. № 7300г/г	Скв. № 8332г	Скв. № 7301г/г	Скв. № 8333г
1975	IX	37,30	—	24,65	—
	X	34,59	50,98	23,40	27,93
	XI	33,45	51,11	23,58	28,76
	XII	31,55	50,76	23,56	28,72
	I	29,12	52,53	23,92	29,76
	II	26,91	52,55	23,84	29,46
	III	25,62	52,07	23,64	29,21
	IV	27,29	—	24,47	31,30
	V	32,17	—	25,32	32,59
	VI	30,56	—	24,93	31,21
	VII	28,32	—	24,44	30,42
	VIII	—	—	—	—
1976	IX	26,85	—	24,15	29,68
	X	—	—	—	—
	XI	—	—	—	—
	XII	—	—	—	—
	I	25,29	—	24,42	29,46
	II	25,08	—	24,39	29,62
	III	24,93	—	24,37	30,24
	IV	28,06	—	24,93	31,64
	V	32,53	—	25,45	32,34
	VI	29,99	—	25,14	31,40
	VII	27,34	—	24,94	31,00
	VIII	25,76	—	24,86	30,68
1977	IX	25,15	—	24,89	30,70
	X	25,77	50,20	24,74	29,89
	XI	26,94	48,90	25,05	29,83
	XII	27,38	48,46	25,22	29,47
1978	I	26,11	—	24,94	28,76

Величина снижения уровня

11,19

2,52

—

—

Установлено сходство химического состава воды из скв. № 7300г/г на кейла-кукрузеский водоносный горизонт и воды из штрека, в то время как подобное сходство с водой ласнамяэ-кундаского водоносного горизонта (скв. № 7301г/г) не обнаруживается. При сопоставлении химического состава подземных вод авторы пользовались методическим приемом, изложенным П. Йыгаром и В. Олли и примененным ими для Пандивереской возвышенности (Йыгар, Олли, 1973). За меру сходства при этом принят дистанционный коэффициент, т. е. разница в содержании шести основных ионов, выраженный в экв. %. Дистанционный коэффициент, составляющий более 10 экв. %, принимался в качестве признака разобоченности, а менее 10 экв. % — в качестве признака выравнивания, обусловленного связью подземных вод (табл. 4, 5).

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы: штрек в северо-восточной части Ахтмеского нарушения дренировал преимущественно кейла-кукрузеский водоносный горизонт;

общий приток в штрек при пересечении всех основных водоносных зон возрос в 8—10 раз;

Таблица 4

Номера проб	Место отбора пробы	Содержание ионов, экв. %					
		Na ⁺ +K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl [']	SO ₄ ^{''}	HCO ₃ [']
1	Скв. № 7301г/г, ласнамяэ-кундаский водоносный горизонт	4	48	48	5	7	83
2	Скв. № 7300г/г, кейла-кук-рузеский водоносный горизонт	3	67	30	3	37	56
3	V сев. пан. штрек, подзона трещиноватых и измененных пород юго-восточного крыла	3	67	30	4	26	63
4	V сев. пан. штрек, подзона трещиноватых и измененных пород северо-западного крыла	3	66	31	6	36	58

Таблица 5

Сравниваемые номера проб	Дистанционный коэффициент по содержанию ионов, экв. %					
	Na ⁺ +K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl [']	SO ₄ ^{''}	HCO ₃ [']
1—2	1	19	18	2	30	27
1—3	1	19	18	1	19	20
1—4	1	18	17	1	29	25
2—3	0	0	0	1	11	7
2—4	0	1	1	3	1	2

наибольший приток наблюдался в структурной подзоне трещиноватых и измененных пород северо-западного (более крутого) крыла нарушения;

при вскрытии карстовых полостей поступление воды может носить характер прорыва.

ЛИТЕРАТУРА

- Каттай В., Вингисаар П. Строение зоны Ахтмеского тектонического нарушения. — Изв. АН ЭССР. Геол., 1980, 29, 55—62.
- Левин А. С. К вопросу о характеристике деформаций в зоне древнего глубинного карста на Ленинградском месторождении горючих сланцев. — В кн.: Вопросы совершенствования технологии и комплексной механизации на сланцевых шахтах и разрезах. Кохтла-Ярве, 1973, 67—72.
- Газизов М. С. Карст и его влияние на горные работы. М., 1971.
- Иыгар П., Олли В. О влиянии тектонических нарушений и погребенных долин на гидрогеологические условия Пандиверской возвышенности Эстонской ССР. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1973, 22, 358—361.

Эстонский филиал Института
горного дела им. А. А. Скочинского

Управление геологии ЭССР

Поступила в редакцию
21/XII 1979

N. DOMANOVA, V. KATTAI

AHTME TEKTOONILISE RIKKEVÖÖNDI KIRDEOSA HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED

Ahtme rikkevööndi läbimisel kogutud hüdrogeoloogilise materjali ja keila-kukruse ning lasnamäe-kunda veehorisontidesse puuritud vaatluspuuraukude andmete alusel on iseloomustatud hüdrogeoloogilisi tingimusi tootsa kihi tasandil. Rikke struktuursed alavööndid langevad üldiselt hästi kokku hüdrogeoloogiliste vöönditega, mis on eristatavad vee juurdevoolu ning kindlate kvalitatiivsete ja kvantitatiivsete näitajate alusel. Vee üldine juurdevool strekki kasvab kõigi peamiste hüdrogeoloogiliste vööndite läbimisel 8—10 korda. Strekk drenib põhiliselt keila-kukruse veehorisonti.

N. DOMANOVA, V. KATTAI

HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS IN THE NORTH-EASTERN PART OF THE AHTME TECTONIC FAULT ZONE

According to the hydrogeological materials obtained at prospecting in the Ahtme tectonic fault zone (the first experiment of its kind in the Baltic oil-shale basin), and stationary observations in boreholes in the Keila—Kukruse and Lasnamäe—Kunda water-bearing horizons, the hydrogeological conditions of the industrial stratum of kukersite oil shale have been characterized.

Within the limits of the fault zone studied, the structure of the latter is considered to be a complicated zonal one (Kattai, Vingisaar, 1980). The structural subzones are, on the whole, well correlated with the hydrogeological zones determined according to the water content, which have their own qualitative and quantitative characteristics.

Within the stretch of the main water-bearing zones, the total inflow increases 8—10 times. The drift is mainly drained by the Keila—Kukruse water-bearing horizon. The degree of the seasonal changes of the inflow has also been stated.