

Тяжелые металлы в окрестностях с горной промышленностью и металлургической деятельностью в регионе Лори в Армении

Автор: Мартин Быстрянский,
С поддержкой: Марка Шира, Йитки Страковой, Никол Крейчовой



TRANSITION



Тяжелые металлы в окрестностях с горной промышленностью и металлургической деятельностью в регионе Лори в Армении

Мартин Быстрянский¹, Марек Шир², Йитка Стракова³, Никол Крейчова³

Данный отчет был подготовлен и опубликован как часть проекта «Вовлеченность Гражданского Общества в принятие решений, касающихся горной промышленности Армении» с финансовой поддержкой Министерства иностранных дел Чешской республики в рамках программы по содействию в преобразованиях. Также, данная публикация была осуществлена благодаря IPEN и фонду Global Greengrants.

Проект был осуществлен программой по токсичным веществам и отходам "Arnika", расположенной в Праге, Чешской республике, программой "Армянские женщины за здоровье и здоровую окружающую среду" (АВННН), расположенную в Ереване, Армении и программой "Ecolur", расположенной в Ереване, Армении.

Содержание данной публикации не отражает официальную точку зрения Министерства иностранных дел Чешской республики или любого иного учреждения, предоставляющего финансовую поддержку. Ответственность за содержание на себя полностью берут авторы.

Arnika – Программа по токсичным веществам и отходам, ул. Делница 13, CZ 170 000, Прага 7, Чешская республика
Тел.: + 420 774 406 825

"Армянские женщины за здоровье и здоровую окружающую среду" (АВННН), Баграмян Авеню, 24В, Ереван, Армения
Тел.: +374 105 236 04

Ecolur – ул. Ханрапетунян. 49/2, Ереван, Армения
Тел.: + 374 105 620 20

Графический дизайн: Павел Ялошевски

Пометки: ¹ Университет Западной Богемии, Региональный Технологический Институт, ² Университет Химии и Технологии в Праге, Факультет Экологической Технологии, ³ Arnika



TRANSITION



Краткое изложение

Исследование было сосредоточено на мониторинге и оценке загрязнения тяжелыми металлами в промышленном регионе Алаверди на северо-востоке Армении.

Был проведен комплексный отбор проб почвы, осадков, песка с детских площадок и человеческих волос для мониторинга распределения загрязнения в отношении потенциально опасных воздействий на здоровье человека. Отбор проб охватывает близость промышленных объектов в Алаверди (Алавердийский металлургический завод), Ахтала и Техут (медно-молибденовые рудники и хвостохранилища). Находятся они на или вблизи реки Дебед. Все это может быть потенциальным источником загрязнения тяжелыми металлами не только близлежащих территорий, но, через течение реки Дебед, и более отдаленных регионов. Учитывая промышленную активность в регионе, основным загрязнителем является медь, за которой следуют другие тяжелые металлы, такие как цинк, молибден и свинец.

Повышенная концентрация меди и других тяжелых металлов в речных отложениях, садовых почвах и даже в песке и земле на детских площадках указывает на антропогенное загрязнение, потенциально опасное воздействие на здоровье местного населения. Чтобы минимизировать риск, должны быть предприняты технологические меры по снижению уровня выбросов из источников загрязнения.

Данный документ был создан при финансовой поддержке Министерства иностранных дел Чешской республики в рамках программы по содействию в преобразованиях. Работа является частью проекта „Вовлеченность Гражданского Общества в принятие решений, касающихся горной промышленности Армении“, осуществленного программами по токсичным веществам и отходам Arnika, Ecolur и AWHNE (Армянские женщины за здоровье и здоровую окружающую среду) в рамках программы по содействию в преобразованиях.

СОДЕРЖАНИЕ

Краткое изложение	1
1. Введение	4
1.1. Потенциальные источники загрязнения	4
Металлургический завод, Алаверди	5
Медные рудники и хвостохранилища, Ахтала	5
Шахта и хвостохранилище в г. Тегут	6
1.2. Влияние тяжелых металлов на здоровье человека	6
Медь	6
Молибден	7
Мышьяк	7
Свинец	8
1.3. Тяжелые металлы в человеческом волосе	8
Исследование ртути	8
Медь, цинк, мышьяк и свинец в человеческом волосе	9
2. Процедуры отбора проб и аналитические методы	10
2.1. Отбор проб из окружающей среды	10
2.2. Отбор проб из биологических материалов	10
2.3. Аналитические техники	11
2.4. RISC анализ	11
3. Ограничения и нормативы для тяжелых металлов в почве	12
4. Результаты	14
4.1. Сравнение уровня тяжелых металлов в экологических пробах с правовыми нормами	16
4.2. Оценка загрязнения с помощью модели RISC	17
4.3. Результаты отбора проб волос	17
5. Заключение	19
6. Список литературы	20
7. Приложения	23
7.1. Приложение 1: Места отбора проб и идентификация проб	23
7.2. Приложение 2: Содержание тяжелых металлов в экологических пробах	27
7.3. Приложение 3: Правовые нормы содержания тяжелых металлов в почве	29
7.4. Приложение 4: Результаты расчета рисков для здоровья человека, связанных с тяжелыми металлами – коэффициенты опасности (HQ)	30
7.5. Приложение 5: Отборы проб волос	34
7.6. Приложение 6: Протокол анализа волос с результатами – оригинал	35

7.7 Приложение 7: Карты отбора проб	39
7.8. Приложение 7: фотографии	40

1. Введение

Данное исследование посвящено представлению и обсуждению данных, связанных с загрязнением тяжелыми металлами в отдельных районах Лорийского региона Армении. Был взят и проанализирован комплекс экологических и биологических проб. В качестве экологических проб были взяты осадки, почва (в основном из огородов или других сельскохозяйственных полей) и песок или почва с детских площадок. Биологические образцы включали человеческий волос и куриные яйца свободного выгула. Экологические пробы и волос человека были проанализированы на содержание тяжелых металлов, и результаты анализа представлены в данной работе. Отчет по исследованию куриных яиц представлен отдельным исследованием.

Отбор проб окружающей среды состоялся в муниципалитетах Алаверди, Ахтала, Тегут и их окрестностях в Лорийском районе Армении в июле 2018 года. Целью исследования является мониторинг присутствия тяжелых металлов в окрестностях промышленной зоны и анализ его влияния как на здоровье человека, так и на качество окружающей среды. После отбора проб были проведены химические анализы отобранных образцов с уделением особого внимания тяжелым металлам. Анализ проб окружающей среды проводился в химико-технологическом университете в Праге, Чешская Республика, биологические пробы человеческого волоса анализировались Национальным институтом здравоохранения Чешской Республики.

В рамках исследования проведена оценка влияния медеперерабатывающей промышленности Алавердинского региона на местное население и окружающую среду. В качестве потенциальных источников загрязнения обсуждались Алавердский медно-молибденовый комбинат, медно-молибденовые рудники в Ахтале и Тегуте, хвостохранилища в Ахтале, Тегуте и Мец Айруме. Это исследование является продолжением ранее опубликованных исследований и дополняет их результаты осадочными породами и некоторыми районами, которые не подвергались мониторингу.

Авторы хотели бы отметить участие НПО в кампаниях по отбору проб:

Армянские женщины за здоровье и здоровую окружающую среду (AWHNE), расположенная в Ереване, Армения

Ecolur, расположенная в Ереване, Армения

Центр мобилизации и поддержки общин, расположенный в Алаверди, Лори, Армения

1.1. Потенциальные источники загрязнения

Территория отбора проб охватывает область муниципалитетов Алаверди, Ахтала, Шнох и Тегут и их окрестности. В регионе имеются шахты, плавильный завод и связанные с ними хвостохранилища. Все эти объекты могут быть потенциальными источниками проникновения тяжелых металлов в окружающую среду. Основные выбросы шахт производятся из кислых шахтных вод. Плавильный завод способствует загрязнению окружающей среды выбросами в атмосферу через дымовые трубы, жидкие сточные воды, а также твердыми выбросами, такими как шлак. Однако хвостохранилища не должны участвовать в выбросах, если они построены и эксплуатируются надлежащим образом. Распространенным явлением считается протекание плотины хвостохранилища или намеренный сброс загрязненной воды в ближайший водоем.

Все выбросы из этих источников могут быть снижены использованием надлежащих способов очистки или более качественных доступных технологий (BAT) переработки отходов и очистки сточных вод. Очистка дымовых газов позволит сократить выбросы в атмосферу. Разнообразие методы реализованы в процессе, включая сепараторы частичного дела, скрубберы для SO_x, NO_x и другие методы подавления газов.

В предыдущих исследованиях [1,3-7,12-17,20,22-25] в регионе было обнаружено загрязнение тяжелыми металлами. Большинство работ было сосредоточено на загрязнении почвы (точнее на концентрации тяжелых металлов в почве) или концентрации тяжелых металлов в речной воде и их влияние на жизнь в воде. Результаты предыдущих исследований можно подытожить следующим утверждением: "Исследования показали, что из-за горнодобывающей и металлургической промышленности и несоответствующего управления промышленными отходами и сточными водами речные экосистемы на этих территориях подвергаются загрязнению тяжелыми металлами." [15] а также "Согласно установленным концентрациям исследуемых микроэлементов во фруктах и овощах, можно подчеркнуть, что некоторые микроэлементы (медь, никель, свинец, цинк) среди большинства проб превышали предельно допустимые пределы, установленные международными организациями. Можно сделать вывод, что привычное и комбинированное употребление вышеупомянутых фруктов и овощей может представлять опасность для здоровья местного населения." [23]

Металлургический завод, Алаверди

ЗАО "Армянская медная программа" - металлургический завод Союза группы компаний Vallex. Он расположен в городе Алаверди, который находится в Лорийском регионе на северо-востоке Армении. Город расположен внизу ущелья реки Дебед. Приблизительное население составляет 11,000 человек (2016). С конца 18 века в городе находится медеплавильный завод.

Алавердский медеплавильный завод способен производить около 12 000 тонн черновой меди в год. Пик производства пришелся на 1980-е годы, когда ежегодно производилось почти 55 000 тонн рафинированной меди. В компании работает более 500 сотрудников. [36]

Доминантой завода является без конца дымящая труба, которая находится на холме над фабрикой. Дым от дымовой трубы покрывает большую часть города Алаверди и окрестных деревень. Плавильня – это потенциальный производитель и источник выбросов тяжелых металлов. Обновление: работа медеплавильного завода АСР была приостановлена с октября 2018 года из-за несоответствия нормам по совершаемым выбросам.

Несколько исследования [3,5,15,20,23] показали повышенную концентрацию свинца, мышьяка, меди и цинка в почве и воде в Алаверди.

Медные рудники и хвостохранилища, Ахтала

Ахтала – исторический город, расположенный в 15 км к северо-востоку от города Алаверди ниже по течению реки Дебед. Население Ахталы составляет около 1300 человек (2016). Город расположен вдоль реки Шамлуг, которая впадает в Дебед.

Недалеко от Ахталы находятся рудники, где находится и добывается медная и молибденовая руда. Руда перерабатывается на Ахтальском горно-обогатительном комбинате, принадлежащем ООО "Метал Принс". Эта компания также использует открытое

хвостохранилище Нахатак возле Мец Айрум, примерно в 8 км от Ахталы. В окрестностях Ахталы находятся еще два закрытых хвостохранилища.

Шахты, закрытые и открытые хвостохранилища являются потенциальными источниками загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами. Высокие концентрации тяжелых металлов (до 250 мг/кг мышьяка, более 180 мг/кг свинца, меди от 300 мг/кг) были обнаружены [3, 4] соответственно. Чрезмерные концентрации были также обнаружены в исследованиях [17,22-25]. Сообщается о воде и грязи разного цвета (желтого, синего), а местные жители утверждают, что страдают от тошноты, головных болей или рака.

Шахта и хвостохранилище в г. Тегут

Тегут находится в долине реки Шнох, которая впадает в реку Дебед примерно в 20 км от Алаверди. В окрестностях Тегута недавно построен (открыт в 2015 году, временно закрыт в 2018 году) медно-молибденовый рудник, один из крупнейших в Армении. Производственные возможности ЗАО "Техут" позволяют ежегодно производить более 100 тысяч тонн меди и более 1000 тонн молибденового концентрата. Шахта была построена компанией группы Vallex, которая использовала кредитные средства датского Пенсионного фонда, но кредит был отозван после выявления нарушения экологического регулирования.

Экологические проблемы до сих пор актуальны, и местные жители подозревают шахту в утечке и сбросе фильтрата в окружающую среду. Они также утверждают, что уровень урожая понизился. Существуют некоторые неопределенности по поводу оттока из хвостохранилища. [1,6-8,17,24]

1.2. Влияние тяжелых металлов на здоровье человека

Медь, цинк и молибден, которые присутствуют в избыточных концентрациях, являются одновременно необходимыми элементами и их присутствие в организме человека необходимо. В том случае, если они получены исключительно за счет правильного питания, однако присутствие этих элементов в более высокой концентрации может нести за собой побочные эффекты. С другой стороны, свинец и мышьяк, содержащиеся в некоторых пробах, являются высокотоксичными и их не следует употреблять.

В литературе [2,17,23] подтверждена высокая концентрация тяжелых металлов (медь, цинк, молибден, свинец) в регионах с горно-металлургической деятельностью. Эти исследования также утверждают о вредном воздействии тяжелых металлов на здоровье местного населения. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) и Агентство по охране окружающей среды США (АООС) установили предельные значения отдельных токсичных веществ для безопасного ежедневного потребления в пищевых продуктах или питьевой воде.

Медь

Медь является необходимым биогенным элементом, в человеческом теле она выступает как часть некоторых ферментов. Суточная доза меди в рационе должна составлять около 1 мг в сутки. Единственный способ эффективно принимать медь – это посредством питания.

Средняя концентрация меди в земной коре составляет от 25 до 75 мг / кг (частей на миллион), в почве, как правило, содержится от 2 до 250 частей на миллион меди, хотя концентрации,

близкие к 17 000 частей на миллион, были обнаружены вблизи медных рудников, плавильных заводов и латунных производств. Высокие концентрации меди могут быть обнаружены в почве, потому что производственная пыль оседает в воздухе, или из отходов от добычи меди и других производств, размещаемых на земле. Медь, в целом, достаточно сильно закрепляется в поверхностном слое почвы. Медь имеет тенденцию быть поглощенной твердыми органическими веществами, глинистыми минералами и оксигидроксидами, т. е. веществами с большой поверхностью.

Человек может подвергаться воздействию меди при контакте с кожей. Дети могут подвергнуться воздействию меди посредством контакта из рук в рот или через еду, в которую попали грязь и пыль.

Организм человека и других млекопитающих обладает механизмом для того, чтобы отрегулировать количество меди в теле настолько, чтобы защититься от превышения допустимого уровня содержания меди. Однако, при постоянно поддерживаемом высоком уровне, воздействие меди может привести к повреждению печени и почек. Медь, а также другие тяжелые металлы могут способствовать развитию неврологических заболеваний, таких как болезнь Альцгеймера или Паркинсона. EPA не классифицирует медь как человеческий канцероген. Избыток ионов меди может вызвать окислительный стресс у растений.

Молибден

Молибден часто находится там же, где и медь в рудах, как и в живых организмах. Между ними наблюдается сильная связь. Молибден является элементом, присутствующим в различных ферментах. Дисбаланс в потреблении меди-молибдена-серы может привести к анемии, желудочно-кишечным расстройствам, расстройствам костей и замедлению роста.

Приемлемый уровень содержания молибдена в почве колеблется между 0.25 и 5 частям на миллион (мг/кг). В горнодобывающих районах и вблизи отраслей, производящих выбросы молибдена, были получены значительно более высокие значения. По всему миру было зарегистрировано несколько случаев, когда работники подверглись воздействию высоких доз молибдена. Как разовое, так и продолжительное воздействие молибдена в объеме, превышающем нормы, может стать причиной морфологических изменений в печени, почках и селезенке. Были выявлены протеинурия и функциональные нарушения печени. Другими симптомами длительного воздействия являются анемия, диарея, деформация суставов и длинных костей, а также нижнечелюстные экзостозы.

Мышьяк

Мышьяк является естественным элементом, находящимся в окружающей среде; для большинства людей, пища является основным источником его получения. Острое (кратковременное) ингаляционное воздействие пыли или паров мышьяка приводит к желудочно-кишечным нарушениям (тошнота, диарея, боли в животе); у работников, остро подвергшихся воздействию неорганического мышьяка, наблюдаются нарушения центральной и периферической нервной системы. Хроническое (длительное) ингаляционное воздействие неорганического мышьяка на человека вызывает раздражение кожи и слизистых оболочек и неблагоприятно воздействует на мозг и нервную систему.

Употребление более, чем 0.4 мг мышьяка в день может неблагоприятно сказаться на здоровье. Характерные признаки приема мышьяка включают общий гиперкератоз, бородавки или мозоли

на ладонях и подошвах, участки гиперпигментации чередуются с небольшими участками гипопигментации на лице, шее и спине.

Мышьяк классифицируется как человеческий канцероген. Arsenic is classified as a human carcinogen. Длительное употребление воды, загрязненной мышьяком может вызвать эпидермоидную карциному кожи и, в некоторой степени, рак легких. Воздействие мышьяка может быть оценено путем анализа его содержания в волосах и ногтях, поскольку мышьяк имеет тенденцию накапливаться в этих тканях с течением времени из-за высокого содержания сульфгидрила кератина и медленно выводится таким образом.

Токсичность мышьяка зависит от его состава, так как соединения III+ более токсичны, чем соединения V+.

Свинец

Свинцу приписывается широкий спектр токсических эффектов, он считается одним из самых стойких тяжелых металлов и одним из глобальных загрязнителей окружающей среды. Его присутствие в крови неблагоприятно в любой концентрации, так как он относится к ксенобиотикам для всех живущих форм. Свинец может оказывать воздействие на кровь, а также нервную, иммунную, почечную и сердечно-сосудистую системы. Воздействие в раннем детстве и в дородовой период вызывает замедление когнитивного развития, сложность обучения и другие последствия. Подвержение большому количеству свинца может способствовать желудочно-кишечным заболеваниям, может серьезно повредить мозг и почки, и репродуктивную функцию.

После попадания в организм свинец распространяется по всему телу, крови и накапливается в костях. Свинец способствует стимуляции окислительного стресса путем повышения активных форм кислорода и подавления реакции ферментов

Цинк

Цинк является важным микроэлементом. Он считается относительно нетоксичным, особенно если принимать перорально. Вместо токсичности цинка наблюдается дефицит цинка. Тем не менее, проявления симптомов токсичности (тошнота, рвота, боли в эпигастриальной области, летаргия и усталость) будут возникать при чрезвычайно высоких количествах цинка, более 300 мг / сут, что примерно в 20 раз выше рекомендуемого диетического пособия (RDA) 15 мг (d) Чрезмерная концентрация цинка может привести к ухудшению обмена меди или железа.

Свободный ион цинка в растворе очень токсичен для водных организмов: бактерии, растения, беспозвоночные и даже позвоночные рыбы. Человек может подвергаться воздействию Zn-соединений, таких как пары ZnO, во время формования или сварки, что может привести к нервной болезни, называемой лихорадкой металлов.

1.3. Тяжелые металлы в человеческом волосе

Исследование ртути

Отбор проб человеческих волос является частью более обширного исследования, исследующего влияние ртути на людей, живущих вблизи источников ртути, таких как угольные электростанции, мусоросжигательные заводы, золотые прииски, цветные металлургические заводы и другие. Источники ртути перечислены в Конвенции о Минамате. Исследование, проведенное в рамках IPEN [37], собирает образцы с женщин детородного возраста в большом

количестве населенных пунктов. Цель исследования – информировать местное население таких районов о возможной опасности и контролировать распространение ртути по всему миру.

Воздействие ртути – даже в небольших количествах – может вызывать серьезные проблемы со здоровьем и представляет угрозу для развития ребенка в утробе матери и в раннем возрасте. Ртуть может оказывать токсическое воздействие на нервную, пищеварительную и иммунную системы, а также на легкие, почки, кожный покров и глаза. Ртуть рассматривается ВОЗ как один из десяти основных химических веществ или групп химических веществ, вызывающих серьезную озабоченность в области общественного здравоохранения. В основном, люди подвергаются воздействию ртути в форме метилртути, когда они едят рыбу и моллюсков. Метилртуть представляет собой органическое соединение, являющееся побочным продуктом метаболизма водных животных, подвергающихся воздействию неорганической ртути. Как только метилртуть попадает в окружающую среду, она становится частью пищевой цепи и накапливается в ней, загрязняя морских млекопитающих, птиц и других животных, потребляющих рыбу. Как правило, более высокая концентрация бывает найдена у более крупных и старых животных. Загрязнение метилртутью также наносит вред здоровью людей, регулярно употребляющих в пищу рыбу. Тестирование рыбы и человеческого волоса на содержание ртути является хорошим показателем уровня загрязнения ртутью в различных географических регионах и общинах.

Анализ вышеупомянутого исследования, проведенного Научно-исследовательским институтом биоразнообразия, показал, что у 42% обследованных женщин средний уровень превышал приемлемую норму, установленную EPA США - 1 часть на миллион, превышение которой может привести к повреждению головного мозга, потере IQ и повреждению почек и сердечно-сосудистой системы. Исследование также показало, что у 53% выбранных женщин было обнаружено более 0,58 промилле ртути, а это уровень, указывающий на начало неврологического повреждения плода.

Отбор проб волос не является инвазивным методом и может дать информацию о воздействии ртути в течение времени, что делает его релевантнее анализа крови. Волосы особенно актуальны при оценке воздействия метилртути в рационе питания. In 1990, the World Health B 1990 году Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) приняла решение о том, что уровень общего содержания ртути в волосах, составляющий менее 10 000 мкг/кг, вряд ли будет связан с неблагоприятными последствиями для здоровья. Уровни ртути выше этого предела у беременной женщины соответствуют риску причинения вреда нервной системе плода: *"женщины, планирующие беременность, беременные женщины или женщины, кормящие грудью, не должны есть более одной небольшой порции (<100 г) в неделю крупных хищных рыб, таких как рыба-меч, акула, Марлин и щука. Если они едят эту порцию, они не должны есть любую другую рыбу в течение этого периода. Кроме того, они не должны есть тунца более двух раз в неделю. Совет также относится к маленьким детям."*

Медь, цинк, мышьяк и свинец в человеческом волосе

Волосы могут аккумулировать не только такие токсичные металлы как свинец и кадмий, но также такие необходимые металлы как цинк, марганец и железо можно рассматривать при оценке уровня загрязнения окружающей среды металлом.

Медь встречается в объеме примерно 15 мг / кг (10-30 мг/кг), цинк - 200 мг/кг (150-220 мг/кг) [22,24,32,41]. Пол не влияет на содержание меди и цинка, время влияет на их концентрацию, но значительно только на женщин: уровень меди снижается у людей старше 60 лет; тогда как

уровень цинка значительно увеличивается с возрастом. Цвет волос влияет на концентрацию меди как у мужчин, так и у женщин. У мужчин, светлые волосы содержат меньше меди, чем темные; у женщинах, уровень меди светлых волос значительно ниже, чем темно-русых, рыжих, русых, и темных волос. Не существует значительных различий в концентрации цинка по цвету волос, как у мужчин, так и у женщин. [9] Свинец обнаруживался в волосах человека, подвергавшегося загрязнению в концентрациях от 5 до 20 или, время от времени, 50 мг / кг. [Mehra, Krejdo] Мышьак, если присутствовал в человеческом волосе, был найден в концентрации до 0,5 мг/кг в исследовании [24,27]. В другом исследовании, [11] посвященном загрязненной мышьяком воде, были обнаружены концентрации от 0 до 20 мг / кг со средним значением 9,22 мг/кг мышьяка в волосе, что соответствует данным [40] с 0,7 и 6,1 мг / кг в чистой и загрязненной области, соответственно.

Содержание металла в волосах не зависит только от питания или загрязнения окружающей среды, важную роль играет также косметика, используемая для ухода за волосами. Краски для волос могут содержать металлы (например, свинец). Также было обнаружено, что осветление перекисью и химические завивки уничтожают серу, кальций, железо, и никель в волосах, перекись уничтожает цинк, и что химические завивки увеличивают концентрацию меди и мышьяка [33]

2. Процедуры отбора проб и аналитические методы

2.1. Отбор проб из окружающей среды

Всего для химических анализов было взято 60 экологических проб почвы и осадков. Отобранная площадь охватывала окрестности муниципалитетов Алаверди, Ахтала и Шнох Лорийского района, а также 4 образца так называемых фоновых проб было взято вблизи национального парка Дилижан. Фоновые пробы служат для оценки концентраций загрязняющих веществ в сравнении с естественным присутствием этих элементов на участке, не подверженном антропогенному загрязнению. Отбор проб проводился в соответствии с планом отбора проб, охватывающим как близкие, так и отдаленные к потенциальным очагам загрязнения районы, с использованием комбинации результатов предыдущих исследований, системы Google Earth и отчетов местных активистов. Образцы были взяты из общественных мест, детских садов или школьных дворов и частных садов. Точные координаты GPS приведены в разделе приложение 1 «протоколы отбора проб» настоящей публикации.

Пробы отбирались в смешанном виде, образованные несколькими частичными пробами (точное количество материалов для каждой пробы приведено в специальном протоколе отбора проб). Образцы почвы были взяты с помощью стального шпателя, образцы отложений были взяты либо стальной лопаткой или лопаткой из оргстекла. Пробы забирались из поверхностного слоя почвы/осадков, из которого удалялся потенциальный растительный покров. Образцы были гомогенизированы в стальную миску и перенесены в тетропаках по 250 мл. После каждого отбора проб все оборудование для отбора проб очищалось водопроводной или речной водой, если таковая имелась. Образцы хранились сначала в сухом месте при нормальной температуре, а затем, после транспортировки в лабораторию, в холодильнике, где они хранились до момента осуществления анализа.

2.2. Отбор проб из биологических материалов

Человеческие волосы были собраны у женщин, живущих или работающих в Алаверди. Вся информация заносится в анкету, которая является частью каждого протокола отбора проб. Предоставленная информация является конфиденциальной, если только даритель не согласен с

ее разглашением, поэтому образцы анализируются анонимно только с информацией, необходимой для качественной оценки результатов. К ним относятся информация о том, ест ли даритель рыбу, и, если да, то как часто, курит ли или живет с курильщиком, окрашивает ли волосы. Отрезалось примерно 30 прядей волос из затылочной области как можно ближе к коже головы.

2.3. Аналитические техники

Химические анализы для определения концентрации тяжелых металлов в почве и осадках проводили с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии в минерализованных образцах.

Предварительный анализ проб окружающей среды прошел несколько этапов. Образцы гомогенизировали, а репрезентативную часть (15 г) использовали для определения сухого вещества гравиметрическим методом.

Еще одна предоставленная часть была посвящена анализу тяжелых металлов методом минерализации. Аналитическая процедура минерализации проходила следующим образом: 15 г образца было помещено в стакан вместе с 10 мл дистиллированной воды, 30 мл концентрированной азотной кислоты и 10 мл концентрированной соляной кислоты. Смесь варилась в течение 2 часов. Затем, после охлаждения, ее фильтровали через рифленую фильтровальную бумагу. Отфильтрованные растворы использовали для определения тяжелых металлов методами атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС) с использованием СВЧ-плазменного атомно-эмиссионного спектрометра (Agilent Technologies). Анализы были проведены в Пражском химико-технологическом университете.

Тяжелые металлы (мышьяк, медь, свинец) в биологических образцах были проанализированы Национальным институтом общественного здравоохранения в Чешской Республике, в Праге, используя масс-спектропию индуктивно связанной плазмы (ICP-MS), а ртуть была определена Одноцелевым спектрометром атомной абсорбции АМА-254.

2.4. RISC анализ

Риск-интегрированное программное обеспечение для очистки (RISC) - это программное обеспечение, разработанное для оценки рисков для здоровья человека в загрязненных районах. Он объединяет до 14 возможных способов воздействия, и высчитывает связанные с ними риски, как канцерогенные, так и не канцерогенные. Загрязнение почвы в большей степени угрожает детям, так как попадание почвы в рот является основным средством воздействия. Другим частым способом воздействия является контакт кожи с почвой или употребление немывтых овощей из загрязненной почвы.

Если канцерогенный риск $<10^{-6}$, считается, что значительной угрозы неблагоприятных последствий для здоровья нет. Если он находится между 10^{-6} и 10^{-4} , то отрицательные влияния могут произойти в будущем, то есть, факторам необходимо уделить должное внимание. Наконец, если $>10^{-4}$, то риск является неприемлемым и необходимо немедленно принять серьезные меры. Коэффициент опасности (HQ) <1 считается, что нет значительных неблагоприятных последствий для здоровья, в то время как коэффициент опасности (HQ) >1 означает, что существуют потенциальные неблагоприятные последствия для здоровья. Необходимо провести дополнительные исследования, для того чтобы определить возможность токсической угрозы.

3. Ограничения и нормативы для тяжелых металлов в почве

Так как присутствие некоторых элементов в различных типах почв в различных концентрациях является естественным, возможно, нет четкого способа определить порог загрязнения. Разные регионы имеют свой геохимический фон. Основные различия в определении загрязненных и чистых территорий исходят из медицинских исследований, оценивающих изменения в здоровье человека. Однако, обязательным является учет регионального законодательства. Поэтому несколько пороговых и предельных концентраций при разных подходах, приведенных в таблице ниже (табл. 1), были использованы для того, чтобы сравнить с результатами образцов для того чтобы приобрести взгляд на местном уровне загрязнения.

Концентрации тяжелых металлов в пробах почв и осадков сопоставлены с армянскими почвенными стандартами (Приказ Министра здравоохранения Республики Армения от 25 января 2010 года № 01-Н "Об утверждении Санитарных правил и норм № 2.1.7.003-10 по санитарным требованиям к качеству земли"). Армения имеет один из самых строгих (наряду с Россией) пределов загрязнения почв. Для сравнения, приведены французские и голландские почвенные стандарты, согласно литературе. Концентрации загрязняющих веществ в пробах также сопоставлялись с региональными уровнями скрининга АООС США (РЖЯ). Эти уровни были получены с использованием параметров воздействия и факторов, представляющих максимально оправданное хроническое воздействие. Это воздействие основано на прямом контакте с целевыми соединениями. Региональные уровни скрининга были получены АООС США (агентством по охране окружающей среды США) для некоторых соединений, имеющих регистрационный номер CAS. РЖЯ-это концентрации химических соединений в окружающей среде (почвах, осадках, воде и воздухе). В случае превышения уровня РЖЯ следует провести дальнейшее расследование или удаление загрязнения. При использовании РЖЯ следует учитывать некоторые особенности, например, содержание некоторых веществ в результате геологических условий. Есть две категории РЖЯ - земли, используемые в промышленных целях и земли, используемые для других целей (проживание, отдых, сельское хозяйство,...).

Концентрации загрязняющих веществ в пробах, взятых на детских площадках, сопоставлялись с гигиеническими предельными значениями, установленными декретом № 4/1998. 238/2011 для детских площадок в Чехии (MZD 2011).

*Таблица.1 Ограничения и стандарты для загрязнения тяжелыми металлами в почве: предельно допустимая концентрация в Армении; французский и голландский почвенный стандарт, США EPA (Агентство по охране окружающей среды) уровень скрининга, указывающий на превышение загрязнения классифицированной почвы в промышленных и других областях; концентрация загрязнения, которая превышает нормы может быть опасной для здоровья человека и животных; Фоновый уровень обычной почвы, *6-валентного хрома*

	Мышьяк	Кадмий	Хром	Медь	Молибден	Никель	Свинец	Цинк
Армянские нормы почвы	2	NA	6.0	3	NA	4.0	32	NA
Французские нормы почвы	37	20	NA	190	NA	NA	400	NA
Голландские нормы почвы	34	1.6	100	40	254	38	140	160
США EPA - промышленные области	2.4	800	5.6*	41000	5100	20000	800	310000
США EPA - другие области	0.61	70	0.29*	3,100	390	1500	400	23000
Показатель загрязнения в	40	20	NA	300	NA	200	400	400

Чехии								
Чешская фоновая концентрация	20	0.5	90	60	NA	50	60	120
Чешские детские площадки	10	0.3	85	45	0.8	60	50	90

Значения чешских показателей загрязнения (табл. 1) взяты из чешского декрета No 153/2016, выданного Министерством земледелия, которое описывает защиту качества аграрной почвы. Эти показатели указывают уровни, превышение которых может представлять угрозу для здоровья человека и животных (мышьяк, кадмий, ртуть, свинец) или роста и производства растений (медь, никель, цинк). Тот же декрет был использован для перечисления фоновых уровней, обнаруженных в незагрязненных почвах.

Содержание металлов можно сравнить с другими вспомогательными критериями (табл. 2) - критерии загрязнения почвы в соответствии с методологическими руководящими принципами чешского Министерства окружающей среды от 31 июля 1996 года. Эти критерии не являются юридически обязательными, однако часто применяются в Чешской Республике на добровольной основе.

Таблица 2 Вспомогательные критерии для почв. Концентрация элементов приведена в мг / кг сухого вещества. Описание ниже

Критерий (мг/кг)	Мышьяк	Кадмий	Хром	Медь	Ртуть	Молибден	Никель	Свинец	Цинк
A	30	0.5	130	70	0.4	0.8	60	80	150
B	65	10	450	500	2.5	50	180	250	1500
C – жилая зона	70	20	500	600	10	100	250	400	2500
C – зона отдыха	100	25	800	1000	15	160	300	400	3000
C – промышленная зона	140	30	1000	1500	20	240	500	600	5000

Критерий А приблизительно соответствует естественному уровню концентрации химического вещества в окружающей среде. Превышение критерия А рассматривается как загрязнение конкретного экологического элемента, за исключением районов с естественным повышенным содержанием химического вещества. Если критерии В не превышены, загрязнение не считается достаточно значительным для обоснования необходимости получения более подробной информации о загрязнении, например, начать расследование или мониторинг загрязнения.

Критерий В считаются уровнем загрязнения, который может оказывать негативное воздействие на здоровье человека и отдельные экологические компоненты. Необходимо собрать дополнительную информацию, чтобы выяснить, представляет ли участок значительную экологическую нагрузку и какие риски он представляет. Поэтому, критерии В разрабатываются как индикаторы вмешательства, которые, при их превышении, обосновывают необходимость проведения дальнейших исследований загрязнения. Превышение критериев В требует предварительной оценки рисков, связанных с загрязнением, определения его источника и причин, а также - по результатам расследования - принятия решения о дальнейшем расследовании и начале мониторинговой кампании.

Превышение критерия С представляет собой загрязнения, которые могут представлять значительный риск для здоровья человека и окружающей среды. Уровень риска может быть определен только путем анализа рисков. Рекомендуемые уровни целевых параметров рекультивации, полученные в результате анализа рисков, могут быть выше, чем критерии С. Помимо анализа рисков, оценки технико-экономических аспектов решения проблемы являются необходимыми документами для принятия решения о типе корректирующих мер.

4. Результаты

Сводные результаты приведены ниже в таблице 3, все результаты по каждому участку отбора проб приведены в приложении 2 „Содержание тяжелых металлов в экологических пробах“. Набор результатов отборов для ориентированных элементов имеет широкий диапазон от низких значений без загрязнения до высоких концентраций загрязняющих веществ.

Повышенная концентрация меди обнаружена в большинстве образцов. Медь часто сопровождается молибденом и цинком или, в меньшей степени, свинцом и мышьяком. В избыточных концентрациях никель и кадмий не обнаружены.

Таблица 3 Результаты содержания и концентрации тяжелых металлов в пробах почвы и осадочных пород. Результаты приведены в мг/кг сухого вещества. Минимальные, максимальные и средние значения для каждого элемента отображаются наряду со стандартным отклонением. Высокие значения стандартных отклонений свидетельствуют о значительном разбросе данных от чистых до сильно загрязненных участков.

** Стандартное отклонение для меди вычисляется из набора без 5 значений большинства выбросов.*

	Мышьяк	Кадмий	Хром	Медь	Молибден	Никель	Свинец	Цинк
мин	< 3.00	< 0.20	4.00	22.9	< 0.70	2.25	0.75	33.5
макс	143	5.05	233	59150	1667	33.9	206	4320
Среднее	15.9	0.57	23.4	439	5.70	16.8	33.0	258
STD	31.4	1.00	36.5	980*	300	9.81	49.0	702

Наивысшие концентрации тяжелых металлов были обнаружены, как и предполагалось, в образцах шлака (более 9000 мг/кг КР; 1300 мг/кг МО; 200 мг/кг Сr), осадок из лужи перед закрытыми вала (до 60000 мг/кг КР) и отложения из реки Шамлуге рядом с действующими рудниками (>7000 мг/кг КР). Однако, за этими образцами следовали пробы с детских игровых площадок (>1000 мг/кг Сu; 200 мг / кг Pb; 140 мг/кг As) в Алаверди и отложения Дебеда ниже по течению от алавердского плавильного завода (2200 мг/кг Сu, 350 мг/кг Мо). Самые низкие концентрации тяжелых металлов (<30 мг/кг Сu; <1 мг / кг Мо; <20 мг / кг Pb) были обнаружены в 4 так называемых фоновых пробах из Дилижанского национального парка, которые были отобраны в качестве справочного материала.

Другие образцы различаются по концентрации загрязняющих веществ в зависимости от их местоположения, ориентации на экспозицию загрязнения (участки, защищенные от ветра, показывают более низкое загрязнение) или землепользования (сады, орошаемые загрязненной речной водой, более загрязнены, чем почва садов, использующих чистую воду из различных источников). Результаты отбора проб свидетельствуют о распространении загрязнения из горячих точек в окружающую среду. Распределение загрязнения происходит как по воде, так и посредством ветра.

Существует по крайней мере 3 источника загрязнения реки Дебед. Присутствие тяжелых металлов в осадках реки растет ниже по течению реки. В то время как вверх по течению, до места, где река протекает городом Алаверди, концентрация меди в осадке составляет 73 мг/кг;

цинка 256 мг/кг, молибдена-ниже предела обнаружения, в центре города, под заводом концентрация поднимется до 2260 мг/кг меди; 359 мг/кг цинка и 603 мг/кг Молибдена. В последствии концентрации снижаются и стабилизируются до 800-900 мг / кг медь; 300 мг / кг цинк и 200 мг/кг. Однако, после отбора воды со дна рек Шамлуг и Сног в Ахтале и Шнохе загрязнение вновь возрастает. В данные две реки тяжелые металлы попадают из шахт и хвостохранилищ в их верхней части. Опять же, осадки Шнога выше по течению от источника загрязнения чище (100 мг/кг Cu), чем осадки из нижней части (от 400 до 800 мг/кг). Пробы реки Шамлуг не отбирались в верхней части из-за расположения шахты с ограниченной территорией. Однако осадки Шамлуга относятся к наиболее загрязненным образцам исследования. Концентрация меди превысила 1200 мг / кг и достигает 9500 мг/кг. Медь здесь сопровождается цинком в объеме более чем 1200 мг / кг. Воду из реки Шамлуг можно охарактеризовать (не только во время отбора проб, но и из местных отчетов) как желтую с высоким содержанием мелких коллоидных частиц. Другим наблюдаемым явлением является наличие голубого слоя предположительно сульфата меди на камнях в ручье.

Все три реки (Дебед, Шамлуг и Шнох) служат источниками воды для полива садов в этом районе. Это приводит к еще одному способу распространения загрязнения, которое в настоящее время непосредственно влияет на здоровье человека, а именно, посредством загрязнения нынешней овощной культуры. Вдоль рек встречаются сады с концентрацией меди в почве от 600 до 2000 мг / кг. Единственное исключение составляет сад, где для полива используется чистая вода не из реки, почва в нем содержит 142 мг / кг меди.

Другой способ распределения загрязнения – атмосферные выбросы, распространяющиеся через ветер. Дым от алавердинского металлургического завода достигает всех населенных пунктов в округе и над Алаверди – Санаин, Ахпат, Акори, Мадан. Почвы с детских площадок, садов, садов и полей показывают наличие тяжелых металлов, не только меди. Медь присутствует в концентрациях от 400 и часто над 600 мг / кг, цинк от 100 мг/кг, в некоторых случаях концентрация свинца и мышьяка составляет около 150 или 100 мг/кг, соответственно. Пробы, взятые в этих населенных пунктах, характеризуются высокими вариациями загрязнения, которые могут быть вызваны различной экспозицией ветра, приносящего загрязнение. Обнаружено несколько участков с концентрацией меди менее 300 мг / кг. Более отдаленные районы, такие как Одзун с еще более низкой концентрацией меди (<150 мг/кг) не показывают загрязнений.

Загрязнение, обнаруженное в садовых почвах, может подтвердить сообщения от местных жителей о более низком производстве сельскохозяйственных культур и повреждении растений из-за загрязненного воздуха. Растения в некоторых садах несут видимые повреждения от окислительного стресса.

Другим источником загрязнения являются шлаковые отвалы вдоль дорог. Шлак-это материал, содержащий высокую концентрацию тяжелых металлов (>5000 мг/кг меди; >1300 мг / кг молибдена; >170 мг/кг хрома), а также потенциальный источник канцерогенных дибензодиоксинов (ПХДД/Ф). Шлак, вероятно служащий зимним дорожным покровом, был обнаружен в нескольких местах вдоль дорог каждые 2 м на сваях ок. 15 кг. Груды были открыты для атмосферы и, следовательно, позволяли выбрасывать загрязняющие вещества в окружающую среду.

Результаты показывают, что загрязнение в районе присутствует и распространяется. Чтобы свести к минимуму риск для здоровья человека, следует принять во внимание некоторые меры по управлению отходами (сточные воды, выбросы в атмосферу, шлак).

4.1. Сравнение уровня тяжелых металлов в экологических пробах с правовыми нормами

В то время как армянские почвенные стандарты на тяжелые металлы очень строгие, большое количество проб (фактически, почти все) не соответствовало нормам, установленным приказом Министра здравоохранения Республики Армения от 25 января 2010 года № 01-Н “Об утверждении Санитарных правил и норм № 2.1.7.003-10 по санитарным требованиям к качеству земли”. Поэтому, приводим другое сравнение с рекомендацией EPA США для других областей и 2 чешских выборки -1) индикация загрязнения от чешского декрета номер 153/2016, выдано Министерством сельского хозяйства, которое описывает качественную защиту сельскохозяйственных почв и 2) критерии В загрязнения почв в соответствии с методологическими руководящими принципами Министерства окружающей среды Чехии, которые не являются юридически обязательными, но рассматриваются как уровень загрязнения, который может оказать негативное воздействие на здоровье человека и отдельные экологические компоненты. Грунт или песок с детских площадок сравнивали с гигиеническими ограничениями, установленными декретом № 8/1998. 238/2011 для детских площадок в Чехии (MZD 2011). Выбранные пределы показаны ниже в таблице 4.

Все 58 образцов почвы и осадков были проанализированы. Количество образцов, превышающих допустимые нормы по каждому параметру приведены в таблице 5. Армянские почвенные стандарты были превышены в большинстве случаев. В сравнении с другими стандартами, загрязнение не столь обширно. При такой оценке, в основном загрязнение вызвано мышьяком, медью и цинком. Из шести образцов с детских площадок ни один бы не соответствовал чешским нормам, установленным для детских площадок, так как уровни меди, молибдена и цинка были превышены во всех образцах, мышьяк, кадмий и свинец были обнаружены в чрезмерной концентрации в 4 или 3 (свинец) образцах из 6. Наилучший результат представляют образцы ALVD-2-PLAY-2 и SANAH-1-SAND-1.

Таблица 4 Стандарты, использованные для сравнения почвенного загрязнения

	Мышьяк	Кадмий	Хром	Медь	Молибден	Никель	Свинец	Цинк
Армянские почвенные стандарты	2	NA	6	3	NA	4	32	NA
США EPA – другие зоны	0,61	70	0,29*	3100	390	1500	400	23000
Чешский индикатор загрязнения	40	20	NA	300	NA	200	400	400
Чешский вспомогательный критерий	65	10	450	500	50	180	250	1500
Чешские игровые площадки	10	0.3	85	45	0.8	60	50	90

Tab. 5 Number of образцов with exceeding concentration, total 58 образцов were compared with soil standards. Among others, 6 образцов of soil from children playgrounds were analyzed.

	Мышьяк	Кадмий	Хром	Медь	Молибден	Никель	Свинец	Цинк
Армянские почвенные	57	NA	56	58	NA	53	29	NA

стандарты США EPA – другие зоны	57	0	NA	7	4	0	0	0
Чешский индикатор загрязнения	14	0	NA	38	NA	0	0	20
Чешский вспомогатель ный критерий	7	0	0	27	12	0	0	3
Чешские игровые площадки	4	4	0	6	5	0	3	6

4.2. Оценка загрязнения с помощью модели RISC

Модель RISC была использована для просчета мышьяка и свинца, другие элементы (кадмий, хром, никель) не были обнаружены в достаточном количестве или неприменимы для модели (медь, молибден). Свинец не показал прямого неблагоприятного воздействия в модели, однако показатель концентрации был настолько высок, что присутствует реальный риск вредного воздействия на детей. Более того, два из данных образцов взяты из почвы на детских площадках (ALA-3-PLAY-4 и ALA-3-PLAY-5). Другие вредоносные образцы взяты с частных садов, где также существует потенциальная угроза детскому здоровью от загрязненной почвы. Все осадки из реки Шамлуг в Ахтале находятся на границе или немного превышают коэффициент опасности (HQ). Расчеты неканцерогенных HQ и канцерогенных рисков приведены в приложении X в таблицах X,X,X.

Таблица 6 Неканцерогенный риск, связанный с мышьяком в почве с детских площадок с вычисленными коэффициентами опасности (HQ). Коэффициент опасности (HQ) <1 показывает, что серьезной угрозы здоровью не представлено, в то время как HQ >1 демонстрирует потенциальную опасность для здоровья.

Образец	Концентрация в почве		Тип контакта		
	Мышьяк, мг/кг	Попадание почвы в пищеваритель ную систему	Кожный контакт с почвой	Потребление овощей	Общий HQ
ALA-3-PLAY-1	<5.0	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
ALVD-2-SAND-2- PLAY	31.3	2.2E-01	1.3E-02	4.1E-01	6.4E-01
ALA-3-PLAY-3	32.3	2.3E-01	1.4E-02	4.2E-01	6.6E-01
ALA-3-PLAY-4	143	1.0E+00	6.0E-02	1.9E+00	2.9E+00
ALA-3-PLAY-5	141	1.0E+00	5.9E-02	1.8E+00	2.9E+00
SANAH-1-SAND-1	8.09	5,7E-02	3,4E-03	1,1E-01	1,7E-01

4.3. Результаты отбора проб волос

Всего было проанализировано 14 образцов волос на тяжелые металлы (Приложение 6: Протокол анализа волос с результатами – оригинал.), а именно на мышьяк, медь, ртуть и свинец. Результаты ртути были сравнены с рекомендациями США EPA [15] Референтная концентрация 1000 мкг/кг не должна быть превышена у женщин детородного возраста, а уровень 10000 мкг/кг может быть ассоциирован с негативным влиянием на здоровье. Так как для других элементов (мышьяк, медь, свинец) не существует установленных норм по их содержанию в волосах, результаты сравнивались с некоторыми исследованиями [7,11,40], в которых рассматривается тема присутствия тяжелых металлов и микроэлементов в волосе здорового человека и человека, подверженного загрязнению: медь проявляется в объеме примерно 15 мг/кг (10-30 мг/кг), цинк 200 мг/кг (150-220 мг/кг). Свинец от 5 до 20 мг/кг. Мышьяк, присутствующий в человеческом волосе может быть обнаружен в концентрации от 0.5 аж до 10 мг/кг.

Из 14 образцов волос, взятых в Алаверди 11 продемонстрировали хорошие или нормальные результаты в сравнении с другими мировыми исследованиями. 1 образец (HGPT-2-HAIR-3) содержит заметно более высокую концентрацию меди, свинца и ртути (1460; 23,2 и 0,192 мг/кг, соответственно). Данные результаты могут быть спровоцированы тем фактом, что эти волосы были химически осветлены 1.5 месяца перед отбором проб, однако, поскольку анализируется самая близкая часть волос к голове, то отбеливание волос, по-видимому, не является самым важным фактором высокой концентрации тяжелых металлов. Оставшиеся два образца (HGPT-2-HAIR-2 и ALVD-2-HAIR-9) содержат повышенную концентрацию меди (53 и 40 мг/кг, соответственно) относительно среднего показателя. Все три образца с повышенным и высоким уровнем тяжелых металлов были вырезаны только у женщин из выборки, которые едят местных рыб. Этот фактор способствует предположению о том, что рацион человека, основанный на местном потреблении рыбы, представляет собой путь воздействия тяжелых металлов на организм женщин, имеющих выборку.

Ни один образец не превысил США EPA нормы содержания ртути (1.0 мг/кг) и содержат только низкий и умеренный уровень концентрации мышьяка.

Таблица 7 итоговая таблица концентрации тяжелых металлов в волосе. Данные по меди рассчитаны с исключенным образцом HGPT-2-HAIR-3

	Мышьяк	Медь*	Ртуть	Свинец
мин	<0.04	5	<0.012	0.13
макс	0.480	53.4	0.246	23.2
среднее	0.090	14.9	0.046	0.919
STD	0.175	13.6	0.071	6.032

5. Заключение

Концентрация тяжелых металлов в образцах показывает загрязнение растений обработанных медью. В почвах и осадках обнаружено загрязнение медью, цинком, молибденом, свинцом и мышьяком. Большинство отобранных участков можно считать загрязненными, на самом деле, только случайно распределенные пробы в основном районе или на самых отдаленных участках не показали загрязнения.

Согласно полученным результатам, все предполагаемые потенциальные источники (Алавердский медеплавильный завод, Ахтальский и Техутский рудники и хвостохранилища) представляют реальную угрозу для здоровья человека и окружающей среды.

Одной из пораженных территорий является река Дебед. Эта река играет важную роль в регионе и, в то же время, это основной путь распространения загрязнения по более обширной области.

Высокий уровень загрязнения также обнаружен на 3 из 6 детских игровых площадок. Дети – самая чувствительная и самая уязвимая группа населения и, соответственно, они больше всего страдают от загрязнений. Это также подтверждает модель RICS, которая показала прямую опасность неблагоприятного воздействия на двух игровых площадках.

Все отборы волос показали, согласно EPA США, что уровень ртути в волосах не превышен (1.0 мг/кг, максимальное полученное значение 0.246 мг/кг Ртути). 11 из 14 образцов волос не показали превышенной концентрации других тяжелых металлов (мышьяк, медь, свинец), 2 образца содержали повышенную концентрацию меди, в одном из образцов была обнаружена высокая концентрация тяжелых металлов, вероятно, вызванная химическим осветлением волос.

6. Список литературы

- [1] Adamyan, M., Drawbacks in Armenian Environmental Legislation: Case of Teghut Mining Project, Master's essay, American University of Armenia 2012.
- [2] Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, GA Toxicological Profile for Copper 2004.
- [3] Akopyan, K., Petrosyan, V., Grigoryan, R., Melkomian, D.M. Assessment of residential soil contamination with arsenic and lead in mining and smelting towns of northern Armenia. *Journal of Geochemical Exploration* 184 (2018) 97–109.
- [4] American University in Armenia Center for Responsible Mining. Results Soil & Drinking-Water Testing in Kindergartens & Schools, Akhtala City, RA. 2016.
- [5] American University in Armenia Center for Responsible Mining. Results of Soil and Drinking-Water Testing in Kindergartens and Schools of Alaverdi City, Lori Marz, Republic of Armenia, 2016.
- [6] AEN, Armenian environmental network: Teghut mine in Armenia – an ecological and human rights disaster, Washington, DC: Armenian environmental network 2012.
- [7] Armienta, M. A., Rodríguez, R., Cruz, O. Arsenic Content in Hair of People Exposed to Natural Arsenic Polluted Groundwater at Zimapán, México. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 59 (1997): 583-589.
- [8] Baghdasaryan, T. Assessment of the environmental impact of tailings in the Republic of Armenia. Mater's thesis, University Coruna, 2016.
- [9] Bertazzo, A., Costa, C., Biasiolo, M., Allegri, G., Cirrincione, G., Presti, G. Determination of copper and zinc levels in human hair: influence of sex, age, and hair pigmentation. *Biol Trace Elem Res.* 52 (1996):37-53.
- [10] Bond, A.R., Levine, R.M. Development of the Copper and Molybdenum Industries and the Armenian Economy. *Post-Soviet geography and economics* 1997 (38), 2, pp 105-120
- [11] Borgoño, J M, Arsenic in the drinking water of the city of Antofagasta: epidemiological and clinical study before and after the installation of a treatment plant. *Environmental health perspectives* 19 (1977), pages 103-105.
- [12] Crommentuijn, T. Sijm, D., de Bruijn, J. van den Hoop, M. van Leeuwen, K. van de Plassche, E. Maximum permissible and negligible concentrations for metals and metalloids in the Netherlands, taking into account фоновый concentrations. *Journal of Environmental Management* 60 (2000) 2, Pages 121-143
- [13] Deepalakshmi, A. P., Ramakrishnaiah, H., Ramachandra, Y. L., Naveen Kumar, N. Leaves of Higher Plants as Indicators of Heavy Metal Pollution along the Urban Roadways. *International Journal of Science and Technology* Volume 3 No. 6, June, 2014.
- [14] Dudka, S. and Adriano, D.C. Environmental impacts of metal ore mining and processing: a review. *Journal of Environmental Quality*, 26 (1997), 590–602
- [15] U.S. Environmental Protection Agency: Chemicals and Toxics Topics <https://www.epa.gov/environmental-topics/chemicals-and-toxics-topics>
- [16] Ghazaryan, H.G. Brief outline of soils in Armenia Proceeding of The Economic Dimension of Land Degradation, Desertification and Increasing the Resilience of Affected Areas in the Region of Central and Eastern Europe (EDLDIR-2013). Mendel university in Brno press, Czech republic 2013.
- [17] Galiulin, R.V., Bashkin, V.N., Galiulina, R.R., Birch, P. A critical review: protection from pollution by heavy metals –phytoremediation of industrial wastewater. *Land Contamination & Reclamation*, 9 (2001).

- [18] Grboyan, S. Lead exposure and measure of IQ level among children in Alaverdi, Akhtala and Yerevan, American University of Armenia School of Public Health, 2014.
- [19] Gevorgyan G. A., Mamyan A. S., Hambaryan L. R., Khudaverdyan S. K., Vaseashta A. Environmental Risk Assessment of Heavy Metal Pollution in Armenian River Ecosystems: Case Study of Lake Sevan and Дебед River Catchment Basins. *Polish Journal of Environmental Studies*. 25/6 (2016), pp.2387-2399. doi:10.15244/pjoes/63734.
- [20] Grigoryan, K.V. The effect of irrigation water contaminated by industrial sewage on the content of heavy metals in the soil and some crops. *Soil Science*, 9 (1989), pp. 97–103.
- [21] Grigoryan, R. Case of Akhtala Community, Armenia: Environmental and Health Consequences of Mining Industry. American University in Armenia Center for Responsible Mining, 2015.
- [22] Hilderbrand, D. C., White, D. H. Trace-element analysis in hair: an evaluation. *Clinical chemistry*, 20(2), (1974). 148-151.
- [23] Kabata-Pendias, A. Trace elements in soils and plants, 4th ed.; Taylor and Francis Group, LLC. 2011.
- [24] Krejpcio, Z., Olejnik, D., Wojciak, R. W., & Gawecki, J. Comparison of trace elements in the hair of children inhabiting areas of different environmental pollution types. *Polish Journal of Environmental Studies*, 4 (08). 1999
- [25] Kurkjian, R., Dunlap, Ch., Flegal, A.R. Long-range downstream effects of urban runoff and acid mine drainage in the Дебед River, Armenia: insights from lead isotope modeling. *Applied Geochemistry* 19 (2004) 1567–1580
- [26] Mamyan, A.S., Gevorgyan, G.A., Comparative investigation of the river phytoplankton of the Дебед river catchment basin's mining and non-mining areas. *Biolog. Journal of Armenia*, 4 (69), 2017.
- [27] Mehra, R., Thakur, A. S. Relationship between lead, cadmium, zinc, manganese and iron in hair of environmentally exposed subjects. *Arabian Journal of Chemistry*, 9 (2016) 1214-1217.
- [28] Metodický pokyn MŽP Indikátory znečištění. *Věstník Ministerstva životního prostředí České Republiky*, 2014. (Methodical Instruction of the Ministry of Environment of the Czech Republic on the Pollution Indicators.)
- [29] Petrosyan, V., Grigoryan, R., Melkomyan, D.M, Akopyan, K. Akhtala Pilot Project on Community Empowerment Final Report. Blacksmith Institute, Oakland 2014.
- [30] Pipoyan, D., Beglaryan, M., Merendino, N. Dietary Exposure Assessment of Potentially Toxic Trace Elements in Fruits and Vegetables Grown in Akhtala, Armenia. *International Journal of Nutrition and Food Engineering* Vol:12, No:8, ICFSN 2018 : 20th International Conference on Food Science and Nutrition 2018.
- [31] Sahakyan. L., Belyaeva, OI, Saghatelyan, A. Mercury pollution issues in Armenia's mining regions. 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2015, 2015.
- [32] Salnikova, E. V., Burtseva, T. I., Skalnaya, M. G., Skalny, A. V., & Tinkov, A. A Copper and zinc levels in soil, water, wheat, and hair of inhabitants of three areas of the Orenburg region, Russia. *Environmental research*, 166, (2018). 158-166.
- [33] Sky-Peck HH. Distribution of trace elements in human hair. *Clin. Physiol. Biochem.* 8, (1990):70-80
- [34] Suvarryan, Y., Sargsyan, V., Sargsyan, A. The problem of heavy metal pollution in the Republic of Armenia: Overview and strategies of balancing socioeconomic and ecological development, in: *Environmental Heavy Metal Pollution and Effects on Child Mental Development: Risk Assessment and Prevention Strategies* 2010.
- [35] Talkvist, J. Oskarsson, A. Molybdenum, In: *Handbook on the Toxicology of Metals*, 4th ed., Editors: Gunnar Nordberg Bruce Fowler Monica Nordberg, Academic Press 2015.

- [36]The Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Summary Report: Hair Analysis Panel Discussion Exploring The State Of The Science 2001
- [37]Trasande, L., et al., Economic implications of mercury exposure in the context of the global mercury treaty: Hair mercury levels and estimated lost economic productivity in selected developing countries, *Journal of Environmental Management* (2016).
- [38]Vallex Group, <http://vallexgroup.am> [accessed 20-10-2018]
- [39]World Health Organization: Copper in drinking-water. Фоновый document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality, (WHO/SDE/WSH/03.04/88), Geneva, 2003.
- [40]Yáñez, J.; Fierro, V.; Mansilla, H.; Figueroa, L.; Cornejo, L.; Barnes, R.M. Arsenic speciation in human hair: a new perspective for epidemiological assessment in chronic arsenicism. *Journal of Environmental monitoring* 12 (2005)
- [41]Zhou, J., Liang, J., Hu, Y., Zhang, W., Liu, H., You, L., Zhang, W, Gao, M. Zhou, J. Exposure risk of local residents to copper near the largest flash copper smelter in China. *Science of the Total Environment*, 630, (2018) 453-461.

7. Приложения

7.1. Приложение 1: Места отбора проб и идентификация проб

Таблица 8 Информация о местах отбора проб из протоколов отбора

ID образца	Место отбора	GPS	Материал и подготовка	Комментарии
AKH-3-SOIL-1	Ахтала, школьный двор		глинисто-песчаный грунт, 8 образцов, глубина 0-10 см, гомогенизация осадок, 1 точечный образец, глубина от 20 до 30 см	Зеленый и синий цвет груды сухого ила из хвостохранилища, хранящиеся вдоль дороги
AKHT-1-SED-1A	Мец Айрум, хвостохранилище		осадок, 15 гомогенизированных образцов с 1 м ² песчаный серый осадок, 5 проб 2 м друг от друга, гомог.	тонкая коричневая глина, 5 образцов на расстоянии и 1 м друг от друга, гомог. песчаные наносы с берега ручья, 5 образцов, 1 м расстояние, гомог. + четверование
AKHT-3-KAL-1	Ахтала, дорога		осадок, 5 образцов, 1 м друг от друга, гомог.	сульфат меди на породах вокруг мелководья
AKHT-3-SED-1	Ахтала, канал		осадок, 5 образцов, 1 м друг от друга, гомог.	ручей с охро-бурым цветом воды из шахта
AKHT-3-SED-2	Ахтала, отмель		осадок, 15 проб на расстоянии 10 м друг от друга, гомог.	ручей с охро-бурым цветом воды из шахта
AKHT-3-SED-3	Ахтала, лесной ручей		осадок, 5 образцов, 2 м друг от друга, гомогенизация	Ручей, вытекающий с участка при эксплуатации хвостохранилища
AKHT-3-SED-4	Ахтала, лесной ручей		Глинистый осадок, 1 точ. Образец под концом трубы	Небольшая труба, заканчивающаяся у садовых заборов, приносящая материал из действующего хвостохранилища
AKHT-3-SED-5	Чочкан, ручей в садах		осадок, 5 образцов вдоль 10 м, по основному образцу, гомог.	правый берег под мостом, загрязнение коммунальными отходами
AKHT-3-SED-6	Чочкан, труба в садах		Земля с детской площадкой и под качелями, 5 образцов, гомогенизованы	
AKHT-3-SED-LJL	Каркоп, река Дебед Алаверди, центр города, детская площадка		Школьная площадка, 5 образцов, гомогенизация	
ALA-3-PLAY-1	Санахин, школьный			
ALVD-2-SAND-2-PLAY				

	двор	ия	
ALA-3-PLAY-3	Санахин, детский сад	Трава на площадке детского сада, 5 образцов, гомог.	
ALA-3-PLAY-4	Алаверди, детский сад	Трава на площадке детского сада, 5 образцов, гомог.	площадка для бассейна
ALA-3-PLAY-5	Алаверди, детская площадка	Детская площадка у кафе, 5 подобразов, гомог.	
ALVD-1-SED-1	Туманян, река Дебед	Песчаные осадок, 5 образцов, вдоль 10 м д линный разрез, гомог.	Дебед вверх по течению от Алаверди, левый берег под металлургическим заводом, загрязнение
ALVD-1-SED-2	Алаверди, центр города, река Дебед	Песчаный осадок, 3 подобразца, гомогенизация	муниципальными отходами правый берег на дороге к Алаверди, загрязнение
ALVD-1-SED-3	Алаверди, река Дебед	песчаный осадок, 5 образцов, из 30 м разреза, гомогенизация	коммунальными отходами левый берег, зелень вдоль реки, загрязнение
ALVD-1-SED-4	Неготс, река Дебед	7 образцов, расстояние от 3 до 5 м, гомогенизация	коммунальными отходами лужа рядом с заброшенной шахтой
ALVD-1-SED-5	Алаверди, вал „Адит 5“	оранжевая глина, точечный образец	
ALVD-1-SLAG-1	Алаверди, дорога до Акори	коричневый внутренний слой шлаковой груды, смешанный образец из одной груды	скопления шлака вдоль дороги
ALVD-1-SLAG-1A	Алаверди, дорога до Акори	черный, поверхностный слой шлака, смешанный образцы из одной груды	
ALVD-1-SOIL-1	Одзун, с/х поле	сельскохозяйственная бурая почва, 5 образцов, гомогенизированная	
ALVD-1-SOIL-10	Саханин, жилая зона	глина, 5 образцов, гомогенизированы	пастбища с коровами и бытовыми отходами
ALVD-1-SOIL-2	Одзун, футбольное поле	Сухая почва, 5 образцов, гомогенизированы	
ALVD-1-SOIL-3	Одзун, кукурузное	сельскохозяйственная бурая почва, 5 образцов,	

	поле	гомог.	
ALVD-1-SOIL-4	Мадан, овощной сад	Темно-бурая почва, 5 образцов, четверование, гомог. 5 образцов, гомогенизация, содержание органического вещества	растения с окислительно поврежденными листьями
ALVD-1-SOIL-5	Мадан, луг	Бурая почва, 5 образцов, гомогенизация	прямо напротив дымохода
ALVD-1-SOIL-6	Акори, сады и огороды	темно-бурая почва, 5 образцов, гомогенизация	
ALVD-1-SOIL-7	Акори, овощной сад	темно-бурая почва, 5 образцов, гомогенизация	
ALVD-1-SOIL-8	Акори, огород	Бурая садовая почва с корнями, 5 образцов, гомогенизация	
ALVD-1-SOIL-9	Санахин, огород	Цветочная изгородь в школьном саду, 6 образцов, гомогенизация	
ALVD-2-SOIL-1	Алаверди, ул. Андраник	бурая почва из овощного сада, 6 образцов, гомогенизация	
ALVD2-SOIL-5	Алаверди	Лесной ручей, бурый песок, 5 образцов, гомогенизация	
ALVD-2-SOIL-6	Алаверди	пастбища и места отдыха вдоль реки, темно-серый осадок, 6 образцов, гомогенизация	фоновый образец
DIL-SED-1	Дилижанский нац. парк	бурая почва, 3 образца, гомогенизация	фоновый образец
DIL-SED-2	Агарцин, река	Почва в фруктовом саду, 3 образца, гомогенизация	фоновый образец, фруктовый сад над деревней Гош
DIL-SOIL-1	Агстев	бурая почва из овощного сада, 6 образцов, гомогенизация	
DIL-SOIL-2	Дилижанский нац. парк, луг	бурая почва из овощного сада, 6 образцов, гомогенизация	
HGPT2-SOIL-2	Гош	бурая почва из овощного сада, 6 образцов, гомогенизация	
HGPT2-SOIL-3	Ахпат	бурая почва из овощного сада, 6 образцов, гомогенизация	
HGPT2-SOIL-4	Ахпат	бурая почва из овощного сада, 6 образцов, гомогенизация	
SANAH-1-SAND-1	Санахин, детская площадка	Песок с пылью и земля, точечный образец	детская площадка

SANAH-1-SOIL-1	Санахин	Бурая садовая почва, 5 образцов, гомогенизация	
SANAH-1-SOIL-2	Санахин	Бурая садовая почва, 5 образцов, гомогенизация	
TEG-1-SED-1	Тегут	Песочный осадок, 5 образцов, гомогенизация	ручей, дренаж у хвостохранилища Дебед, фруктовый сад
TEG-1-SED-2	Тегут		
TEG-1-SED-3	Тегут	eroded and sedimented sandy material, 5 образцов, гомогенизация	Шнох, в месте впадения в Дебед
TEG-1-SED-4	Тегут	Песочный свестло-коричневый осадок, 7 образцов, гомогенизация	Шнох, река, проходящая через ряд зеленых садов
TEG-1-SED-5	Тегут	Песочный свестло-коричневый осадок, 7 образцов, гомогенизация	Шнох, вверх по течению от хвостохранилища
TEG-1-SED-6	Тегут	Песочный свестло-коричневый осадок, 5 образцов, гомогенизация	Шнох, луг
TEG-1-SOIL-1	Тегут	Бурая садовая почва, 5 образцов, гомогенизация	
TEG-1-SOIL-2	Тегут	бурая эродированная органическая почва, точечный образец	Сад и огород
TEG-1-SOIL-3	Тегут	Бурая садовая почва, 5 образцов, гомогенизация	Сад и огород
TEG-1-SOIL-4	Тегут	коричневая влажная песчаная почва со старым родником, 5 образцов, гомогенизация	Недалеко от жилой зоны
TEG-1-SOIL-5	Тегут	Бурая садовая почва, 4 образца, гомогенизация	Потенциально чистый образец, полив сада, вода чистая
TGPT-1-SOIL-6	Тегут, Архис	Бурая садовая почва, 5 образцов, гомогенизация	Полив огорода из реки Дебед

7.2. Приложение 2: Содержание тяжелых металлов в экологических пробах

Таблица 9 Концентрация тяжелых металлов в образцах в мг/кг сухого вещества.

образец	Мышьяк, mg/kg	Кадмий, mg/kg	Хром, mg/kg	Медь, mg/kg	Молибден, mg/kg	Никель, mg/kg	Свинец, mg/kg	Цинк, mg/kg
AKH-3-SOIL-1	26,0	0,72	29,2	262	2,06	29,4	61,7	260
AKHT-1-SED-1A	15,8	0,53	36,9	255	3,49	30,8	28,4	166
AKHT-3-KAL-1	54,5	1,26	6,28	545	8,51	2,25	37,2	473
AKHT-3-SED-1	54,4	2,70	6,17	1199	13,9	3,31	46,1	1212
AKHT-3-SED-2	55,8	2,88	4,00	9467	8,01	9,04	117	4322
AKHT-3-SED-3	50,5	1,07	33,9	2179	349	3,82	53,0	1359
AKHT-3-SED-4	53,0	5,05	17,1	7299	88,8	11,1	79,7	2725
AKHT-3-SED-5	74,7	1,54	8,43	816	14,1	3,58	56,7	586
AKHT-3-SED-6	52,4	0,87	7,40	533	19,0	2,80	37,5	312
AKHT-3-SED-LJL	15,6	0,88	36,5	1505	236	8,81	24,8	409
ALA-3-PLAY-1	<5,0	2,13	24,0	1091	<0,95	27,5	155	466
ALA-3-PLAY-3	32,3	0,82	25,5	218	3,23	21,9	48,5	249
ALA-3-PLAY-4	143	1,09	81,6	1007	72,7	32,9	206	1240
ALA-3-PLAY-5	141	3,69	55,8	5223	53,0	22,3	190	889
ALVD-1-SED-1	8,42	0,48	19,2	73,0	0,84	16,3	16,6	256
ALVD-1-SED-1	10,4	0,18	7,59	293	7,86	8,52	15,1	74,4
ALVD-1-SED-2	13,0	0,58	40,3	2260	603	11,9	13,8	359
ALVD-1-SED-3	10,9	0,50	23,3	819	184	9,37	36,7	271
ALVD-1-SED-4	10,1	0,57	26,6	954	218	9,31	16,3	338
ALVD-1-SED-5	108	0,49	18,2	59148	14,5	4,48	22,5	759
ALVD-1-SLAG-1	24,2	0,17	175	5859	1307	4,67	3,39	757
ALVD-1-SLAG-1A	37,5	0,19	233	9379	1668	5,06	14,1	921
ALVD-1-SOIL-1	14,2	0,32	34,1	119	<0,9	33,9	21,0	120
ALVD-1-SOIL-10	13,0	0,26	22,5	76,9	1,14	27,1	24,2	107
ALVD-1-SOIL-2	15,9	0,27	23,0	94,4	0,93	24,9	29,3	108
ALVD-1-SOIL-3	9,82	0,39	23,1	153	<0,8	32,7	26,4	110
ALVD-1-SOIL-4	67,7	2,25	12,0	1038	2,27	10,7	122	425
ALVD-1-SOIL-5	68,6	1,73	8,43	710	2,36	5,72	133	257
ALVD-1-SOIL-6	17,1	0,89	39,1	284	1,79	24,0	64,1	187
ALVD-1-SOIL-7	19,5	1,35	38,6	599	1,66	28,4	88,6	325
ALVD-1-SOIL-8	14,8	0,79	23,8	389	<0,9	25,2	48,3	132
ALVD-1-SOIL-9	23,9	1,23	29,9	423	2,72	25,9	62,4	228
ALVD-2-SAND-2-PLAY	31,3	0,19	11,4	121	4,96	12,5	14,5	158
ALVD-2-SOIL-1	76,4	2,00	36,8	1713	5,70	25,9	156	612
ALVD2-SOIL-5	40,0	1,95	50,0	1273	2,63	31,6	132	1823

ALVD-2-SOIL-6	52,8	2,06	40,5	1931	2,26	29,0	104	442
<i>Продолжение предыдущей страницы</i>								
образец	Мышьяк, mg/kg	Кадмий, mg/kg	Хром, mg/kg	Медь, mg/kg	Молибден, mg/kg	Никель, mg/kg	Свинец, mg/kg	Цинк, mg/kg
DIL-SED-1	5,40	0,07	8,54	22,9	0,70	9,28	8,36	53,9
DIL-SED-2	8,19	<0,05	13,0	28,6	<0,8	9,67	10,1	55,6
DIL-ПОЧВА-1	5,04	0,07	31,2	27,6	<0,8	19,6	7,51	61,4
DIL-ПОЧВА-2	6,33	0,06	23,1	31,0	<0,9	15,6	11,9	78,7
HGPT2-SOIL-2	16,1	1,00	32,3	379	1,27	22,5	66,8	499
HGPT2-SOIL-3	15,3	0,88	37,2	432	1,63	26,9	65,8	477
HGPT2-SOIL-4	21,5	0,79	42,0	421	1,65	32,7	59,4	333
SANAH-1-SAND-1	8,09	0,13	9,84	319	64,4	16,9	11,5	149
SANAH-1-SOIL-2	15,4	0,27	23,2	145	1,38	21,6	40,9	202
TEG-1-SED-1	7,79	0,02	21,2	432	33,4	13,1	4,58	103
TEG-1-SED-2	16,0	0,45	47,6	4160	719	5,93	23,0	663
TEG-1-SED-3	5,19	0,12	7,96	645	26,5	7,00	2,18	43,6
TEG-1-SED-4	6,41	0,11	12,7	772	40,0	8,20	2,02	49,9
TEG-1-SED-5	4,96	<0,05	9,50	99,2	1,77	8,51	0,75	33,8
TEG-1-SED-6	4,91	0,11	5,35	481	23,5	5,68	1,36	33,5
TEG-1-SOIL-1	6,55	0,10	33,1	148	2,59	26,4	15,4	77,4
TEG-1-SOIL-1	11,0	0,26	21,6	153	1,61	22,6	38,2	181
TEG-1-SOIL-2	6,57	0,23	13,8	1900	14,8	16,7	6,82	85,5
TEG-1-SOIL-3	23,4	1,47	23,5	388	2,23	24,5	42,0	303
TEG-1-SOIL-4	8,46	0,08	16,3	445	45,5	16,8	8,63	144
TEG-1-SOIL-5	11,3	0,15	26,7	142	2,40	16,9	17,2	144
TGPT-1-SOIL-6	29,3	0,80	31,1	431	4,64	25,9	39,2	285

7.3. Приложение 3: Правовые нормы содержания тяжелых металлов в почве

Таблица 10 Ограничения и стандарты на загрязнение тяжелыми металлами в почве: армянская предельно допустимая концентрация; французский и голландский почвенные стандарты, АООС США (Агентство по защите окружающей среды в Соединенных Штатах) проводят мониторинг почв и означают за загрязненные для промышленных и других районов те почвы, чьи показатели превышают нормы. Повышенная концентрация загрязнения может угрожать здоровью людей и животных; фоновый уровень обычной почвы, ограничения для детских площадок в Чехии (МЗД 2011).

*6-валентный хром

	мышьяк	кадмий	хром	медь	молибден	никель	свинец	цинк
Армянский почвенный стандарт	2	NA	6.0	3	NA	4.0	32	NA
Французский почвенный стандарт	37	20	NA	190	NA	NA	400	NA
Голландский почвенный стандарт	34	1.6	100	40	254	38	140	160
США EPA - промышленные зоны	2.4	800	5.6*	41,000	5100	20,000	800	310,000
США EPA - другие зоны	0.61	70	0.29*	3,100	390	1500	400	23,000
Чешская индикация загрязнения	40	20	NA	300	NA	200	400	400
Чешская фоновая концентрация	20	0.5	90	60	NA	50	60	120
Чешские детские площадки	10	0.3	85	45	0.8	60	50	90

7.4. Приложение 4: Результаты расчета рисков для здоровья человека, связанных с тяжелыми металлами – коэффициенты опасности (HQ)

Таблица 11 Коэффициенты опасности канцерогенного риска, связанного с мышьяком. Если канцерогенный риск <10⁻⁶, считается, что нет значительных неблагоприятных последствий для здоровья. Если показатель находится между 10⁻⁶ и 10⁻⁴, то отрицательные влияния могут произойти в будущем, таким образом на данные факторы необходимо обратить внимание. Наконец, если показатель >10⁻⁴, то риск является неприемлемым и необходимо немедленно принять серьезные меры.

ID образца	Концентрация Мышьяк, mg/kg	Попадание почвы в пищу	Кожный контакт	Потребление овощей	Всего CR
AKH-3-SOIL-1	26,01	7,0E-06	4,2E-07	1,3E-05	2,1E-05
AKHT-1-SED-1A	15,77	4,3E-06	2,5E-07	8,0E-06	1,3E-05
AKHT-3-KAL-1	54,52	1,5E-05	8,7E-07	2,8E-05	4,3E-05
AKHT-3-SED-1	54,45	1,5E-05	8,7E-07	2,8E-05	4,3E-05
AKHT-3-SED-2	55,76	1,5E-05	8,9E-07	2,8E-05	4,4E-05
AKHT-3-SED-3	50,49	1,4E-05	8,1E-07	2,6E-05	4,0E-05
AKHT-3-SED-4	52,99	1,4E-05	8,5E-07	2,7E-05	4,2E-05
AKHT-3-SED-5	74,68	2,0E-05	1,2E-06	3,8E-05	5,9E-05
AKHT-3-SED-6	52,43	1,4E-05	8,4E-07	2,7E-05	4,2E-05
AKHT-3-SED-LJL	15,60	4,2E-06	2,5E-07	8,0E-06	1,2E-05
ALA-3-PLAY-1	<5,0	NA	NA	NA	NA
ALA-3-PLAY-3	32,26	8,7E-06	5,2E-07	1,6E-05	2,6E-05
ALA-3-PLAY-4	143,24	3,9E-05	2,3E-06	7,3E-05	1,1E-04
ALA-3-PLAY-5	140,61	3,8E-05	2,2E-06	7,2E-05	1,1E-04
ALVD-1-SED-1	8,42	2,3E-06	1,3E-07	4,3E-06	6,7E-06
ALVD-1-SED-1	10,44	2,8E-06	1,7E-07	5,3E-06	8,3E-06
ALVD-1-SED-2	12,95	3,5E-06	2,1E-07	6,6E-06	1,0E-05
ALVD-1-SED-3	10,91	2,9E-06	1,7E-07	5,6E-06	8,7E-06
ALVD-1-SED-4	10,12	2,7E-06	1,6E-07	5,2E-06	8,1E-06
ALVD-1-SED-5	108,28	2,9E-05	1,7E-06	5,5E-05	8,6E-05
ALVD-1-SLAG-1	24,24	6,5E-06	3,9E-07	1,2E-05	1,9E-05
ALVD-1-SLAG-1A	37,54	1,0E-05	6,0E-07	1,9E-05	3,0E-05
ALVD-1-SOIL-1	14,23	3,8E-06	2,3E-07	7,3E-06	1,1E-05
ALVD-1-SOIL-10	13,00	3,5E-06	2,1E-07	6,6E-06	1,0E-05
ALVD-1-SOIL-2	15,94	4,3E-06	2,6E-07	8,1E-06	1,3E-05
ALVD-1-SOIL-3	9,82	2,7E-06	1,6E-07	5,0E-06	7,8E-06
ALVD-1-SOIL-4	67,66	1,8E-05	1,1E-06	3,5E-05	5,4E-05
ALVD-1-SOIL-5	68,62	1,9E-05	1,1E-06	3,5E-05	5,5E-05
ALVD-1-SOIL-6	17,14	4,6E-06	2,7E-07	8,7E-06	1,4E-05
ALVD-1-SOIL-7	19,53	5,3E-06	3,1E-07	1,0E-05	1,6E-05
ALVD-1-SOIL-8	14,83	4,0E-06	2,4E-07	7,6E-06	1,2E-05
ALVD-1-SOIL-9	23,93	6,5E-06	3,8E-07	1,2E-05	1,9E-05
ALVD-2-SAND-2-PLAY	31,28	8,4E-06	5,0E-07	1,6E-05	2,5E-05
ALVD-2-SOIL-1	76,36	2,1E-05	1,2E-06	3,9E-05	6,1E-05
ALVD2-SOIL-5	40,00	1,1E-05	6,4E-07	2,0E-05	3,2E-05
ALVD-2-SOIL-6	52,78	1,4E-05	8,4E-07	2,7E-05	4,2E-05
DIL-SED-1	5,40	1,5E-06	8,6E-08	2,8E-06	4,3E-06
DIL-SED-2	8,19	2,2E-06	1,3E-07	4,2E-06	6,5E-06
DIL-SOIL-1	5,04	1,4E-06	8,1E-08	2,6E-06	4,0E-06
DIL-SOIL-2	6,33	1,7E-06	1,0E-07	3,2E-06	5,0E-06
HGPT2-SOIL-2	16,08	4,3E-06	2,6E-07	8,2E-06	1,3E-05
HGPT2-SOIL-3	15,35	4,1E-06	2,5E-07	7,8E-06	1,2E-05
HGPT2-SOIL-4	21,54	5,8E-06	3,4E-07	1,1E-05	1,7E-05
SANAH-1-SAND-1	8,09	2,2E-06	1,3E-07	4,1E-06	6,4E-06

SANAH-1-SOIL-2	15,36	4,1E-06	2,5E-07	7,8E-06	1,2E-05
TEG-1-SED-1	7,79	2,1E-06	1,2E-07	4,0E-06	6,2E-06
TEG-1-SED-2	15,96	4,3E-06	2,6E-07	8,1E-06	1,3E-05
TEG-1-SED-3	5,19	1,4E-06	8,3E-08	2,6E-06	4,1E-06
TEG-1-SED-4	6,41	1,7E-06	1,0E-07	3,3E-06	5,1E-06
TEG-1-SED-5	4,96	1,3E-06	7,9E-08	2,5E-06	3,9E-06
TEG-1-SED-6	4,91	1,3E-06	7,9E-08	2,5E-06	3,9E-06
TEG-1-ПОЧВА-1	6,55	1,8E-06	1,0E-07	3,3E-06	5,2E-06
TEG-1-ПОЧВА-1	11,02	3,0E-06	1,8E-07	5,6E-06	8,8E-06
TEG-1-ПОЧВА-2	6,57	1,8E-06	1,1E-07	3,4E-06	5,2E-06
TEG-1-ПОЧВА-3	23,44	6,3E-06	3,7E-07	1,2E-05	1,9E-05
TEG-1-ПОЧВА-4	8,46	2,3E-06	1,4E-07	4,3E-06	6,7E-06
TEG-1-ПОЧВА-5	11,27	3,0E-06	1,8E-07	5,7E-06	9,0E-06
TGPT-1-ПОЧВА-6	29,34	7,9E-06	4,7E-07	1,5E-05	2,3E-05

Таблица 12 Коэффициенты неканцерогенного риска для детей, связанные с мышьяком. Коэффициент опасности (HQ) > 1,0 значит, что риск присутствует, Q < 1,0 показывает, что значительного отрицательного влияния на здоровье не обнаружено.

ID образца	Концентрация мышьяк, mg/kg	Попадание почвы в пищу	Кожный контакт	Потребление овощей	Общий HQ
AKH-3-SOIL-1	26,01	1,8E-01	1,1E-02	3,4E-01	5,3E-01
AKHT-1-SED-1A	15,77	1,1E-01	6,6E-03	2,0E-01	3,2E-01
AKHT-3-KAL-1	54,52	3,9E-01	2,3E-02	7,1E-01	1,1E+00
AKHT-3-SED-1	54,45	3,9E-01	2,3E-02	7,1E-01	1,1E+00
AKHT-3-SED-2	55,76	4,0E-01	2,3E-02	7,2E-01	1,1E+00
AKHT-3-SED-3	50,49	3,6E-01	2,1E-02	6,6E-01	1,0E+00
AKHT-3-SED-4	52,99	3,8E-01	2,2E-02	6,9E-01	1,1E+00
AKHT-3-SED-5	74,68	5,3E-01	3,1E-02	9,7E-01	1,5E+00
AKHT-3-SED-6	52,43	3,7E-01	2,2E-02	6,8E-01	1,1E+00
AKHT-3-SED-LJL	15,60	1,1E-01	6,6E-03	2,0E-01	3,2E-01
ALA-3-PLAY-1		0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
ALA-3-PLAY-3	32,26	2,3E-01	1,4E-02	4,2E-01	6,6E-01
ALA-3-PLAY-4	143,24	1,0E+00	6,0E-02	1,9E+00	2,9E+00
ALA-3-PLAY-5	140,61	1,0E+00	5,9E-02	1,8E+00	2,9E+00
ALVD-1-SED-1	8,42	6,0E-02	3,5E-03	1,1E-01	1,7E-01
ALVD-1-SED-1	10,44	7,4E-02	4,4E-03	1,4E-01	2,1E-01
ALVD-1-SED-2	12,95	9,2E-02	5,4E-03	1,7E-01	2,7E-01
ALVD-1-SED-3	10,91	7,7E-02	4,6E-03	1,4E-01	2,2E-01
ALVD-1-SED-4	10,12	7,2E-02	4,3E-03	1,3E-01	2,1E-01
ALVD-1-SED-5	108,28	7,7E-01	4,5E-02	1,4E+00	2,2E+00
ALVD-1-SLAG-1	24,24	1,7E-01	1,0E-02	3,2E-01	5,0E-01
ALVD-1-SLAG-1A	37,54	2,7E-01	1,6E-02	4,9E-01	7,7E-01
ALVD-1-SOIL-1	14,23	1,0E-01	6,0E-03	1,8E-01	2,9E-01
ALVD-1-SOIL-10	13,00	9,2E-02	5,5E-03	1,7E-01	2,7E-01
ALVD-1-SOIL-2	15,94	1,1E-01	6,7E-03	2,1E-01	3,3E-01
ALVD-1-SOIL-3	9,82	7,0E-02	4,1E-03	1,3E-01	2,0E-01
ALVD-1-SOIL-4	67,66	4,8E-01	2,8E-02	8,8E-01	1,4E+00
ALVD-1-SOIL-5	68,62	4,9E-01	2,9E-02	8,9E-01	1,4E+00
ALVD-1-SOIL-6	17,14	1,2E-01	7,2E-03	2,2E-01	3,5E-01
ALVD-1-SOIL-7	19,53	1,4E-01	8,2E-03	2,5E-01	4,0E-01
ALVD-1-SOIL-8	14,83	1,1E-01	6,2E-03	1,9E-01	3,0E-01
ALVD-1-SOIL-9	23,93	1,7E-01	1,0E-02	3,1E-01	4,9E-01

ALVD-2-SAND-2-PLAY	31,28	2,2E-01	1,3E-02	4,1E-01	6,4E-01
ALVD-2-SOIL-1	76,36	5,4E-01	3,2E-02	9,9E-01	1,6E+00
ALVD2-SOIL-5	40,00	2,8E-01	1,7E-02	5,2E-01	8,2E-01
ALVD-2-SOIL-6	52,78	3,7E-01	2,2E-02	6,9E-01	1,1E+00
DIL-SED-1	5,40	3,8E-02	2,3E-03	7,0E-02	1,1E-01
DIL-SED-2	8,19	5,8E-02	3,4E-03	1,1E-01	1,7E-01
DIL-SOIL-1	5,04	3,6E-02	2,1E-03	6,6E-02	1,0E-01
DIL-SOIL-2	6,33	4,5E-02	2,7E-03	8,2E-02	1,3E-01
HGPT2-SOIL-2	16,08	1,1E-01	6,8E-03	2,1E-01	3,3E-01
HGPT2-SOIL-3	15,35	1,1E-01	6,4E-03	2,0E-01	3,1E-01
HGPT2-SOIL-4	21,54	1,5E-01	9,0E-03	2,8E-01	4,4E-01
SANAH-1-SAND-1	8,09	5,7E-02	3,4E-03	1,1E-01	1,7E-01
SANAH-1-SOIL-2	15,36	1,1E-01	6,5E-03	2,0E-01	3,2E-01
TEG-1-SED-1	7,79	5,5E-02	3,3E-03	1,0E-01	1,6E-01
TEG-1-SED-2	15,96	1,1E-01	6,7E-03	2,1E-01	3,3E-01
TEG-1-SED-3	5,19	3,7E-02	2,2E-03	6,7E-02	1,1E-01
TEG-1-SED-4	6,41	4,6E-02	2,7E-03	8,3E-02	1,3E-01
TEG-1-SED-5	4,96	3,5E-02	2,1E-03	6,4E-02	1,0E-01
TEG-1-SED-6	4,91	3,5E-02	2,1E-03	6,4E-02	1,0E-01
TEG-1-SOIL-1	6,55	4,6E-02	2,7E-03	8,5E-02	1,3E-01
TEG-1-SOIL-1	11,02	7,8E-02	4,6E-03	1,4E-01	2,3E-01
TEG-1-SOIL-2	6,57	4,7E-02	2,8E-03	8,5E-02	1,3E-01
TEG-1-SOIL-3	23,44	1,7E-01	9,8E-03	3,0E-01	4,8E-01
TEG-1-SOIL-4	8,46	6,0E-02	3,6E-03	1,1E-01	1,7E-01
TEG-1-SOIL-5	11,27	8,0E-02	4,7E-03	1,5E-01	2,3E-01
TGPT-1-SOIL-6	29,34	2,1E-01	1,2E-02	3,8E-01	6,0E-01

Таблица 13 Коэффициенты неканцерогенного риска для детей, связанные со свинцом. Коэффициент опасности (HQ) > 1,0 значит что риск присутствует, Q < 1,0 показывает, что значительное отрицательное влияние на здоровье не отмечено.

ID образца	Концентрация мышьяк, mg/kg	Попадание почвы в пищу	Кожный контакт	Потребление овощей	Общий HQ
AKH-3-SOIL-1	61,72	3,6E-02	7,4E-04	0,0E+00	3,7E-02
AKHT-1-SED-1A	28,42	1,7E-02	3,4E-04	0,0E+00	1,7E-02
AKHT-3-KAL-1	37,17	2,2E-02	4,5E-04	0,0E+00	2,2E-02
AKHT-3-SED-1	46,14	2,7E-02	5,5E-04	0,0E+00	2,8E-02
AKHT-3-SED-2	116,53	6,9E-02	1,4E-03	0,0E+00	7,0E-02
AKHT-3-SED-3	53,01	3,1E-02	6,4E-04	0,0E+00	3,2E-02
AKHT-3-SED-4	79,72	4,7E-02	9,6E-04	0,0E+00	4,8E-02
AKHT-3-SED-5	56,74	3,3E-02	6,8E-04	0,0E+00	3,4E-02
AKHT-3-SED-6	37,47	2,2E-02	4,5E-04	0,0E+00	2,3E-02
AKHT-3-SED-LJL	24,80	1,5E-02	3,0E-04	0,0E+00	1,5E-02
ALA-3-PLAY-1	155,05	9,1E-02	1,9E-03	0,0E+00	9,3E-02
ALA-3-PLAY-3	48,48	2,9E-02	5,8E-04	0,0E+00	2,9E-02
ALA-3-PLAY-4	206,42	1,2E-01	2,5E-03	0,0E+00	1,2E-01
ALA-3-PLAY-5	189,75	1,1E-01	2,3E-03	0,0E+00	1,1E-01
ALVD-1-SED-1	16,65	9,8E-03	2,0E-04	0,0E+00	1,0E-02
ALVD-1-SED-1	15,12	8,9E-03	1,8E-04	0,0E+00	9,1E-03
ALVD-1-SED-2	13,78	8,1E-03	1,7E-04	0,0E+00	8,3E-03
ALVD-1-SED-3	36,70	2,2E-02	4,4E-04	0,0E+00	2,2E-02
ALVD-1-SED-4	16,35	9,6E-03	2,0E-04	0,0E+00	9,8E-03
ALVD-1-SED-5	22,46	1,3E-02	2,7E-04	0,0E+00	1,4E-02

ALVD-1-SLAG-1	3,39	2,0E-03	4,1E-05	0,0E+00	2,0E-03
ALVD-1-SLAG-1A	14,05	8,3E-03	1,7E-04	0,0E+00	8,5E-03
ALVD-1-SOIL-1	21,02	1,2E-02	2,5E-04	0,0E+00	1,3E-02
ALVD-1-SOIL-10	24,17	1,4E-02	2,9E-04	0,0E+00	1,5E-02
ALVD-1-SOIL-2	29,33	1,7E-02	3,5E-04	0,0E+00	1,8E-02
ALVD-1-SOIL-3	26,35	1,6E-02	3,2E-04	0,0E+00	1,6E-02
ALVD-1-SOIL-4	122,01	7,2E-02	1,5E-03	0,0E+00	7,3E-02
ALVD-1-SOIL-5	132,95	7,8E-02	1,6E-03	0,0E+00	8,0E-02
ALVD-1-SOIL-6	64,10	3,8E-02	7,7E-04	0,0E+00	3,9E-02
ALVD-1-SOIL-7	88,61	5,2E-02	1,1E-03	0,0E+00	5,3E-02
ALVD-1-SOIL-8	48,28	2,8E-02	5,8E-04	0,0E+00	2,9E-02
ALVD-1-SOIL-9	62,37	3,7E-02	7,5E-04	0,0E+00	3,8E-02
ALVD-2-SAND-2-PLAY	14,51	8,6E-03	1,7E-04	0,0E+00	8,7E-03
ALVD-2-SOIL-1	156,33	9,2E-02	1,9E-03	0,0E+00	9,4E-02
ALVD2-SOIL-5	132,00	7,8E-02	1,6E-03	0,0E+00	7,9E-02
ALVD-2-SOIL-6	104,38	6,2E-02	1,3E-03	0,0E+00	6,3E-02
DIL-SED-1	8,36	4,9E-03	1,0E-04	0,0E+00	5,0E-03
DIL-SED-2	10,07	5,9E-03	1,2E-04	0,0E+00	6,1E-03
DIL-SOIL-1	7,51	4,4E-03	9,0E-05	0,0E+00	4,5E-03
DIL-SOIL-2	11,89	7,0E-03	1,4E-04	0,0E+00	7,2E-03
HGPT2-SOIL-2	66,82	3,9E-02	8,0E-04	0,0E+00	4,0E-02
HGPT2-SOIL-3	65,83	3,9E-02	7,9E-04	0,0E+00	4,0E-02
HGPT2-SOIL-4	59,38	3,5E-02	7,1E-04	0,0E+00	3,6E-02
SANAH-1-SAND-1	11,45	6,8E-03	1,4E-04	0,0E+00	6,9E-03
SANAH-1-SOIL-2	40,88	2,4E-02	4,9E-04	0,0E+00	2,5E-02
TEG-1-SED-1	4,58	2,7E-03	5,5E-05	0,0E+00	2,8E-03
TEG-1-SED-2	22,99	1,4E-02	2,8E-04	0,0E+00	1,4E-02
TEG-1-SED-3	2,18	1,3E-03	2,6E-05	0,0E+00	1,3E-03
TEG-1-SED-4	2,02	1,2E-03	2,4E-05	0,0E+00	1,2E-03
TEG-1-SED-5	0,75	4,4E-04	9,0E-06	0,0E+00	4,5E-04
TEG-1-SED-6	1,36	8,0E-04	1,6E-05	0,0E+00	8,2E-04
TEG-1-SOIL-1	15,43	9,1E-03	1,9E-04	0,0E+00	9,3E-03
TEG-1-SOIL-1	38,17	2,3E-02	4,6E-04	0,0E+00	2,3E-02
TEG-1-SOIL-2	6,82	4,0E-03	8,2E-05	0,0E+00	4,1E-03
TEG-1-SOIL-3	42,01	2,5E-02	5,0E-04	0,0E+00	2,5E-02
TEG-1-SOIL-4	8,63	5,1E-03	1,0E-04	0,0E+00	5,2E-03
TEG-1-SOIL-5	17,23	1,0E-02	2,1E-04	0,0E+00	1,0E-02
TGPT-1-SOIL-6	39,22	2,3E-02	4,7E-04	0,0E+00	2,4E-02

7.5. Приложение 5: Отборы проб волос

Таблица 14 Образцы волос с идентификацией дарителей и выбранных условий, влияющих на качество волос. Все дарители были некурящими женщинами, живущими или работающими в Алаверди или Хагпат.

Образец	Возраст	Вид рыбы	Источник рыбы	Рыбы в неделю	Рыбы за 2 недели	Курильщик дома	Комментарии
HGPT2-HAIR-1	55	0			Нет	Нет	Волосы окрашены месяц назад
HGPT2-HAIR-2	85	Ишхан	Местный рыбак	1-2	Да	Да	
HGPT2-HAIR-3	37	Ишхан	Супермаркет (Армянская рыба)	7	Да	Нет	Волосы осветлены 1,5 месяца назад
ALVD2-HAIR-4	22	0		0	Нет	Да	
ALVD2-HAIR-5	22	Ишхан	Супермаркет (Армянская рыба)	0-1	Нет	Да	
ALVD2-HAIR-6	30	0		0	Нет	Да	
ALVD2-HAIR-7	25	Ишхан	Супермаркет (Армянская рыба)	0	Нет	Нет	Волосы окрашены
ALVD2-HAIR-8	24	0	Супермаркет (Армянская рыба)	0	Нет	Да	Волосы окрашены
ALVD2-HAIR-9	22	Ишхан	Местный рыбный рынок	0-1	Нет	Да	Волосы окрашены год назад
ALVD2-HAIR-10	83	Ишхан	Супермаркет (Армянская рыба)	0-1	Нет	Нет	
ALVD2-HAIR-11	34	Ишхан	Супермаркет (Армянская рыба)	1	Да	Да	Волосы окрашены
ALVD2-HAIR-12	61	Ишхан	Супермаркет (Армянская рыба)	7	Да	Да	
ALVD2-HAIR-13	34	Скумбрия, Ишхан	Супермаркет (Армянская рыба)	0-1	Нет	Нет	Волосы окрашены, 6 недель назад
ALVD2-HAIR-14	59	Ишхан	Супермаркет (Армянская рыба)	1	Нет	Нет	Волосы окрашены, 2 недели назад

7.6. Приложение 6: Протокол анализа волос с результатами – оригинал

Státní zdravotní ústav Centrum laboratorních činností Laboratoř pro analýzu stopových prvků Zkušební laboratoř č 1206, akreditovaná ČIA podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025	 
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Protokol o výsledku laboratorních zkoušek č.: 1.4/18/327

Název zkoušky: Stanovení mědi, arsenu, olova a rtuti ve vlasech

Zadavatel:	ARNIKA - Program toxické látky a odpady		
Adresa:	Dělnická 13, 170 00 Praha 7		
Kontaktní osoba:	Kristína Žulkovská	Tel.: 735 762 035	e-mail: kristina.zulkovska@arnika.org
Číslo expertizy:	EX181439 3652/2018		
Vzorky předal:	Kristína Žulkovská (Arnika)		
Vzorky přijal:	RNDr. L. Kašparová	Datum:	18. 9. 2018
Typ vzorků:	Biologický materiál - vlasy		
Označení vzorků:	HGPT2-HAIR-1 HGPT2-HAIR-2 HGPT2-HAIR-3 ALVD2-HAIR-4 ALVD2-HAIR-5	ALVD2-HAIR-6 ALVD2-HAIR-7 ALVD2-HAIR-8 ALVD2-HAIR-9 ALVD2-HAIR-10	ALVD2-HAIR-11 ALVD2-HAIR-12 ALVD2-HAIR-13 ALVD2-HAIR-14
Čísla vzorků:	1.4C/18/01036 - 1.4C/18/01049	Počet vzorků:	14
Zkoušky provedl:	Mgr. K. Žádná ICP-MS; Ing. M. Čejchanová AMA (Hg)		

Výsledky zkoušky:

číslo vzorku	označení vzorku	měď	arsen	olovo	rtuť
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1.4C/18/1036	HGPT2-HAIR-1	18,3	NQ	0,30	0,024
1.4C/18/1037	HGPT2-HAIR-2	53,4	0,48	5,34	0,086
1.4C/18/1038	HGPT2-HAIR-3	1460	0,40	23,2	0,192
1.4C/18/1039	ALVD2-HAIR-4	12,3	0,04	2,23	0,036
1.4C/18/1040	ALVD2-HAIR-5	18,0	0,04	0,29	0,027
1.4C/18/1041	ALVD2-HAIR-6	16,6	0,05	1,00	0,038
1.4C/18/1042	ALVD2-HAIR-7	14,5	0,05	0,95	0,025
1.4C/18/1043	ALVD2-HAIR-8	15,5	NQ	0,57	0,028
1.4C/18/1044	ALVD2-HAIR-9	40,0	0,04	1,75	0,033
1.4C/18/1045	ALVD2-HAIR-10	11,1	0,24	3,91	0,022
1.4C/18/1046	ALVD2-HAIR-11	11,5	NQ	0,16	0,246
1.4C/18/1047	ALVD2-HAIR-12	10,2	NQ	0,13	0,032

	Státní zdravotní ústav Šrobárova 48, 100 42 Praha 10 Tel. 267082670, E-mail: lucie.kasparova@szu.cz	Číslo protokolu: 1.4/18/327 Strana č. 1 (celkem 2) Počet příloh: 0
-------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------

Státní zdravotní ústav
Centrum laboratorních činností
Laboratoř pro analýzu stopových prvků
Zkušební laboratoř č 1206,
akreditovaná ČIA podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025



číslo vzorku	označení vzorku	měď	arsen	olovo	rtuť
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1.4C/18/1048	ALVD2-HAIR-13	5,0	0,05	1,18	NQ
1.4C/18/1049	ALVD2-HAIR-14	8,1	NQ	0,14	0,062
	mez detekce	0,15	0,01	0,01	0,004
	mez stanovitelnosti	0,50	0,04	0,05	0,012
	nejistota	± 15 %	± 15 %	± 15 %	± 15 %
	poznámka	N b)	N b)	N b)	a)

Vysvětlivky: ND – výsledek pod mezí detekce
NQ – výsledek pod mezí stanovitelnosti
N – neakreditovaná zkouška
Nejistota měření je stanovena jako rozšířená nejistota s koeficientem rozšíření $k = 2$ pro 95% interval spolehlivosti.

Použité metody: a) Použitá metoda: stanovení rtuti analyzátořem AMA 254 (SOP 4B/1.4)
b) podle SOP stanovení prvků metodou ICP-MS po mineralizaci vzorku

Laboratoř prohlašuje, že veškeré výsledky se týkají jen předmětu zkoušky.

Tento protokol může být reprodukován jedině celý, jeho část použít s písemným souhlasem vedoucího laboratoře.

Datum: 4. 10. 2018



Lucie Kašparová
RNDr. Lucie Kašparová
technická vedoucí

	Státní zdravotní ústav Šrobárova 48, 100 42 Praha 10 Tel. 267082670, E-mail: lucie.kasparova@szu.cz	Číslo protokolu: 1.4/18/327 Strana č. 2 (celkem 2) Počet příloh: 0
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------

Протокол анализа волос с результатами – перевод

<p>Государственный институт здоровья Центр лабораторных деятельности Лаборатория анализа микроэлементов</p> <p>Испытательная лаборатория №1206, Аккредитована ЧИА согласно норме ČSN EN ISO/IEC 17025</p>	<p>Логотипы</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------

**Протокол результатов лабораторных исследований
 №1.4/18/327**

Название исследования: Определение меди, мышьяка, свинца и ртути в волосах

Заказчик:	АРНИКА - программа токсичные вещества и отходы		
Адрес:	Делница 13, 170 00 Прага 7		
Контактное лицо:	Кристина Жулковска	Тел.: 735 762 035	e-mail.: Kristina.zulkovska@arnika.org

Номер экспертизы:	EX181439 3652/2018		
Образцы передал:	Кристина Жулковска (Арника)		
Образцы принял:	Доктор естественных наук Л. Кашпарова	Дата:	18.9.2018

Тип образца:	Биологический материал - волосы		
Обозначение образцов:	HGPT2-HAIR-1 HGPT2-HAIR-2 HGPT2-HAIR-3 ALVD2-HAIR-4 ALVD2-HAIR-5	ALVD2-HAIR-6 ALVD2-HAIR-7 ALVD2-HAIR-8 ALVD2-HAIR-9 ALVD2-HAIR-10	ALVD2-HAIR-11 ALVD2-HAIR-12 ALVD2-HAIR-13 ALVD2-HAIR-14
Номера образцов:	1.4C/18/01036 – 1.4C/18/01049	Кол-во образцов:	14
Исследование провел:	Магистр К. Жадна ICP-MS; Инженер М. Чейханова АМА (Ртуть)		

Результаты исследований:

Номер образца	Обозначение образца	медь	мышьяк	свинец	ртуть
		мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг
1.4C/18/01036	HGPT2-HAIR-1	18,3	NQ	0,30	0,024
1.4C/18/01037	HGPT2-HAIR-2	53,4	0,48	5,34	0,086
1.4C/18/01038	HGPT2-HAIR-3	1460	0,40	23,2	0,192
1.4C/18/01039	ALVD2-HAIR-4	12,3	0,04	2,23	0,036
1.4C/18/01040	ALVD2-HAIR-5	18,0	0,04	0,29	0,027
1.4C/18/01041	ALVD2-HAIR-6	16,6	0,05	1,00	0,038
1.4C/18/01042	ALVD2-HAIR-7	14,5	0,05	0,95	0,025
1.4C/18/01043	ALVD2-HAIR-8	15,5	NQ	0,57	0,028
1.4C/18/01044	ALVD2-HAIR-9	40,0	0,04	1,75	0,033
1.4C/18/01045	ALVD2-HAIR-10	11,1	0,24	3,91	0,022
1.4C/18/01046	ALVD2-HAIR-11	11,5	NQ	0,16	0,246
1.4C/18/01047	ALVD2-HAIR-12	10,2	NQ	0,13	0,032

Логотип	Государственный институт здоровья Шробарова 48, 100 42 Прага 10 Тел. 267082670, e-mail: lucie.kasparova@szu.cz	Номер протокола: 1.4/18/327 Страница №1 (всего 2) Количество приложений: 0
Государственный институт здоровья Центр лабораторных деятельности Лаборатория анализа микроэлементов Испытательная лаборатория №1206, Аккредитована ЧИА согласно норме ČSN EN ISO/IEC 17025		Логотипы

Номер образца	Обозначение образца	медь	мышьяк	свинец	ртуть
		<i>мг/кг</i>	<i>мг/кг</i>	<i>мг/кг</i>	<i>мг/кг</i>
1.4C/18/01048	HGPT2-HAIR-13	5,0	0,05	1,18	NQ
1.4C/18/01049	HGPT2-HAIR-14	8,1	NQ	0,14	0,062
предел обнаружения:		0,15	0,01	0,01	0,004
Предел количественного определения:		0,50	0,04	0,05	0,012
погрешность:		±15%	±15%	±15%	±15%
пометки:		N b)	N b)	N b)	a)

Пояснения: **ND** – результат ниже предела обнаружения
NQ – результат ниже предела количественного определения
N – неаккредитованное исследование
Погрешность измерений установлена как расширенная погрешность с коэффициентом расширения $k = 2$ для 95% интервала надежности.

Использованные методы: а) использованный метод: определение ртути анализатором АМА 254 (SOP 4В/1.4)
б) согласно SOP определение элементов методом ICP-MS после минерализации образцов

Лаборатория заявляет, что все результаты касаются исключительно предмета исследования.

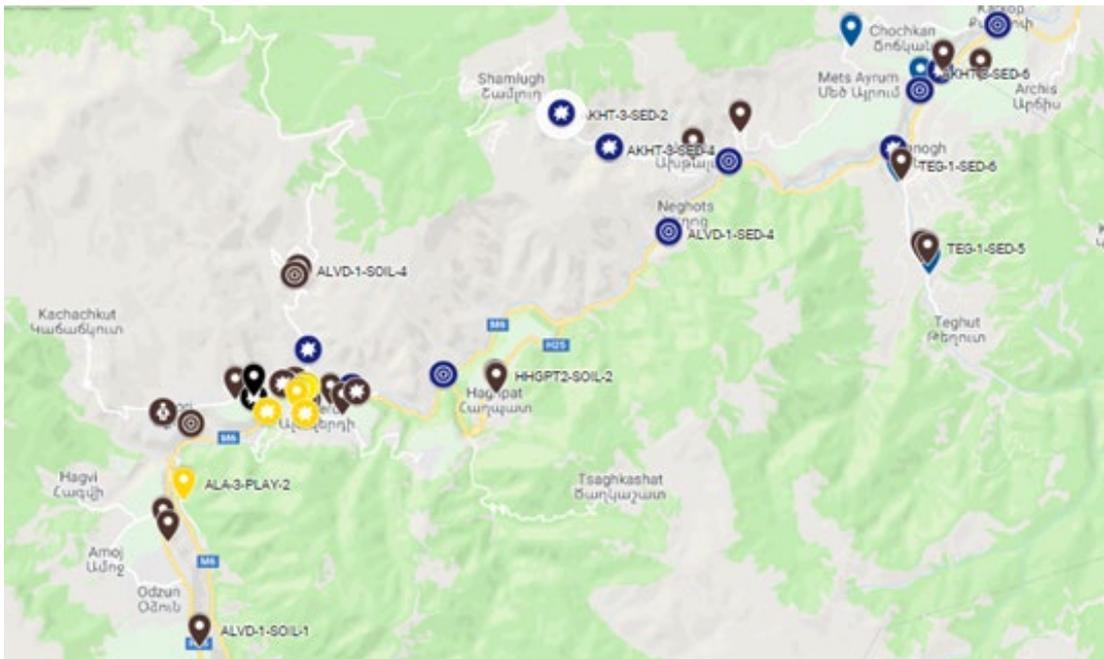
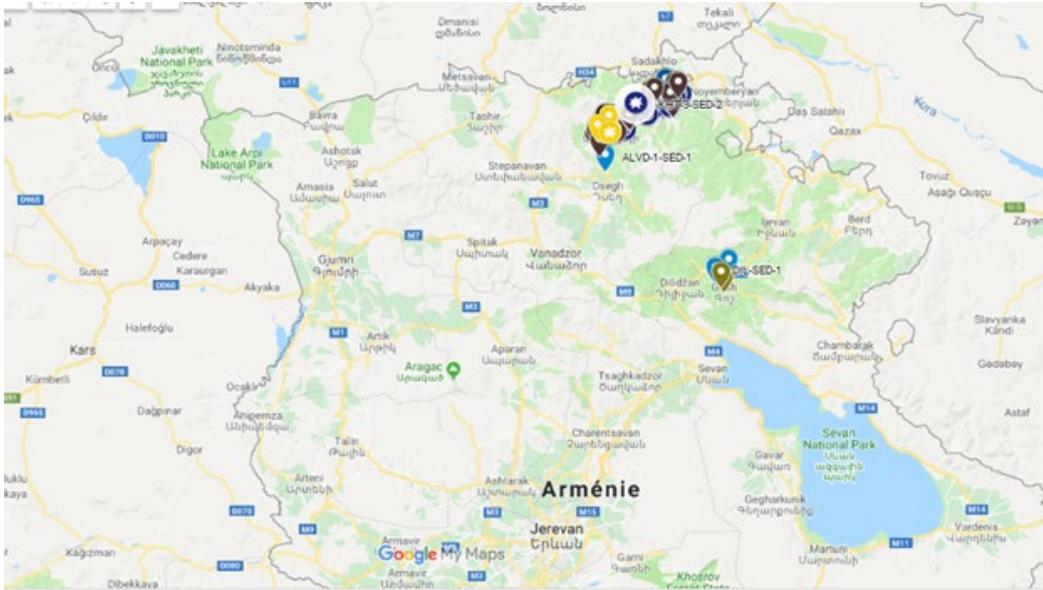
Данный протокол может быть воспроизведен только целиком, его часть только с письменного разрешения заведующего лабораторией.

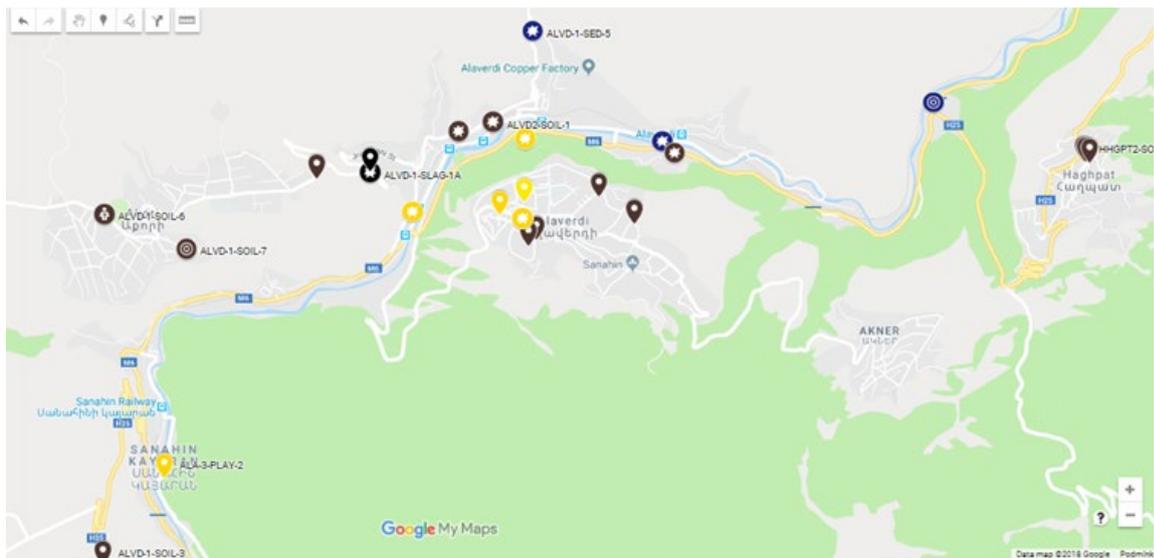
Дата: 4.10.2018

Доктор естественных наук
Луция Кашпарова
Технический заведующий

Логотип	Государственный институт здоровья Шробарова 48, 100 42 Прага 10 Тел. 267082670, e-mail: lucie.kasparova@szu.cz	Номер протокола: 1.4/18/327 Страница №2 (всего 2) Количество приложений: 0
---------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

7.7 Приложение 7: Карты отбора проб





7.8. Приложение 7: фотографии



Крытый хвостохранилище в Ахтале течет.



Отбор проб ручья из хвостохранилища Ахтала.



Санаин: Курение Алаверди плавильного завода в фоновом режиме.



Выборка детского сада в Алаверди. Почвы от детских площадок, садов, фруктовых садов и полей показывают наличие тяжелых металлов, а не только меди.



Волосы Самплина в Агапте. Образцы с повышенными и высокими уровнями тяжелых металлов поступают только от женщин из выборки, которые едят местных рыб. Этот фактор способствует

предположению о том, что рацион человека, основанный на местном потреблении рыбы, представляет собой путь воздействия тяжелых металлов на организм женщин, имеющих выборку.



Отбор проб из хвостохранилища Мец Айрум недалеко от Ахталы и от ручья, идущей от района добычи Ахтала. Голубой цвет воды, вероятно, вызван сульфатом меди. Загрязненная вода из реки и ручьев используется для размывания садов.



Отбор проб реки Дебед рядом с Тегутом.



TRANSITION

