

ნარჩენების კომპლექსური მართვა - პრობლემატიკა და სწავლების მეთოდიკა საბაკალავრო აკადემიურ განათლებაში

თურქაძე ციციხო

ა. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიის დეპარტამენტის ასოც. პროფესორი,, ტ.მ.დ.

ბოჭორიძე ინგა

ა. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიის დეპარტამენტის ასოც. პროფესორი, ქ.მ.დ.

ანოტაცია

ნაშრომში წარმოდგენილია თანამედროვეობისათვის აქტუალური თემის - ნარჩენების კომპლექსური მართვის პრობლემატიკისა და სწავლების მეთოდიკის ზოგიერთი ასპექტი გარემოსდაცვითი სპეციალობის საბაკალავრო აკადემიურ განათლებაში. ამ მიზნის შესაბამისად სტატიაში ფართოდ განიხილება ნარჩენების კომპლექსური მართვის სისტემა, რომელიც წლების განმავლობაში დამკვიდრებულია განვითარებულ ქვეყნებში, საქართველოსათვის კი გარკვეულ სიახლესა და პრობლემატურს წარმოადგენს.

სტატიაში მოცემულია ნარჩენების კომპლექსური მართვის სწავლების თანმიმდევრობა, გამოყენებული ტერმინებისა და მეთოდების განმარტება, ნარჩენების მოცილების ქიმიურ-ტექნოლოგიური სისტემები ეკონომიკურად განვითარებად და განვითარებულ ქვეყნებში, ნარჩენების კომპლექსური მართვის კონცეფცია, იერარქია და მიდგომათა ინტეგრაცია; მნიშვნელოვანი ყურადღება ეთმობა ნარჩენების მართვაში მიღებული ისეთი მეთოდების დახასიათებას, როგორცაა რეციკლირება, პიროლიზი, კომპოსტირება, ნარჩენების წვა და პოლიგონებზე განთავსება; წარმოდგენილია ამ მეთოდების ნაკლოვანებანი და მათი გადაჭრის გზები.

საკვანძო სიტყვები

სამრეწველო ნარჩენები, საყოფაცხოვრებო ნარჩენები, რეციკლირება, პიროლიზი, კომპოსტირება, ნარჩენების კომპლექსური მართვა

Комплексное управление отходами – проблематика и методика преподавания в академическом образовании (в бакалавриате)

Туркадзе Цицино

Государственный университет А. Церетели, Профессор департамента химических технологий

Бочоидзе Инга

Государственный университет А. Церетели, Профессор департамента химических технологий

Аннотация

В статье представлены некоторые аспекты проблематичности и методики преподавания актуальной темы современности – комплексное управление отходами в академическом образовании (в бакалавриате) для специальности - охрана окружающей среды. В соответствии данной цели в статье широко обсуждается система комплексного управления отходами, которая уже многие годы обоснована в развитых странах, а для Грузии представляет некую новшество и проблему.

В статье дано последовательность преподавания комплексного управления отходами, разъяснены используемые термины и методы, химико-технологические системы удаления отходов в развитых и развивающихся странах, концепция комплексного управления отходами, иерархия и интеграция подходов; значительное внимание уделено примененных в управление отходов таким методам, как рециклизация, пиролиз, компостирование, сжигание отходов и их захоронение в полигонах; представлены недостатки этих методов и пути их решения.

Ключевые слова

Промышленные отходы, бытовые отходы, рециклизация, пиролиз, компостирование, комплексное управление отходами.

Integrated waste management - a problematics and a technique of teaching in the academic education (in a bachelor degree)

Turkadze Tsitsino

A. Zereteli State University, department of Chemical technology, professor

Bochoidze Inga

A. Zereteli State University, department of Chemical technology, professor

Annotation:

In clause{article} some aspects of problematical character and a technique of teaching of a vital topic of the modernity{present} - a complex waste management in the academic education (in a bachelor degree) for a speciality - preservation of the environment. In conformity of the given purpose in clause{article} the system of a complex waste management which many years is proved in the advanced countries is widely discussed, and for Georgia represents certain to an innovation and a problem.

In clause{article} it is given sequence of teaching of a integrated waste management, used terms and methods, chemical-technological systems waste disposal in advanced and less developed countries, the concept of a complex waste management, hierarchy and integration of approaches are explained; the significant attention is given the waste products of such methods applied in management, as recycling, pyrolysis, composting, burning of waste products and their burial place in ranges; lacks of these methods and are submitted to a way their decision.

Key words

Industrial waste, household waste, pyrolysis, composting, integrated waste management, recycling.

უმადლესი აკადემიური განათლების საბაკალავრო საგანმანათლებლო პროგრამა მოიცავს იმ სასწავლო პროგრამების ერთობლიობას, რომლებიც ძირითადად ითვალისწინებენ შესაბამისი სპეციალობების თეორიული საფუძვლების სწავლებას. ამ მიმართებით, ეკოლოგიისა და გარემოსდაცვითი სპეციალობის სტუდენტებისათვის მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს სპეციალობის სავალდებულო და არჩევითი დისციპლინების ერთობლიობა, რომელთა სწავლების შემდგომ სპეციალისტი შეძლებს მიღებული კვალიფიკაციით მუშაობას. ერთ-ერთ ასეთ სავალდებულო დისციპლინას წარმოადგენს გარემოს დაცვა და ბუნებათსარგებლობის ეკოლოგია. აღნიშნული დისციპლინის სწავლებაში მნიშვნელოვანი ყურადღება ეთმობა გარემოს გაჭუჭყიანების საკითხებს, მათ შორის ერთ-ერთ მწვავე ეკოლოგიურ პრობლემას - გარემოს გაჭუჭყიანებას სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენებით.

ნაშრომის მიზანია თანამედროვეობისათვის ძალზედ აქტუალური თემის - ნარჩენების კომპლექსური მართვის სწავლების მეთოდის ზოგიერთი ასპექტის წარმოდგენა. ნარჩენების კომპლექსური მართვის სისტემა, რომელიც წლების განმავლობაში დამკვიდრებულია განვითარებულ ქვეყნებში, საქართველოსათვის გარკვეულ სიახლესა და პრობლემას წარმოადგენს.

როგორ წარვმართოთ ნარჩენების კომპლექსური მართვის სწავლების თანმიმდევრობა?

ჩვენს მიერ რეკომენდებულია ამ სალექციო თემის გადმოცემის ასეთი თანმიმდევრობა:

- შესავალი - პრობლემის აქტუალობა და მისი ზოგადი მიმოხილვა;
- ტერმინთა განმარტება;
- მყარი სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენების მართვის სტრატეგია;
- ნარჩენების კომპლექსური მართვის პრინციპები;
- ნარჩენების კომპლექსური მართვის იერარქია და მიდგომათა ინტეგრაცია;
- დასკვნები სალექციო თემის ირგვლივ.

შესავალი - პრობლემის აქტუალობა და მისი ზოგადი მიმოხილვა. დედამიწის მოსახლეობის მზარდი მოთხოვნილებების პარალელურად პროდუქციისა და მომსახურების წარმოების, ასევე მათი მოხმარების დონე განუხრელად იზრდებოდა. შედეგად წარმოიქმნა ნარჩენების უზარმაზარი რაოდენობა, რამაც მრავალ ქვეყანაში “ნარჩენების კრიზისი“ გამოიწვია.

დღეს მსოფლიოში არც ერთი ქვეყანა აღარ არსებობს, ნარჩენებთან დაკავშირებული პრობლემები რომ არ ჰქონდეს. ზოგიერთი მათგანი ყველა ქვეყნისათვის საერთოა, ზოგი კი - განსაკუთრებული და მხოლოდ ამ კონკრეტული ტერიტორიისათვის დამახასიათებელი.

საქართველოში ნარჩენების მართვისა და შესაბამისი საკანონმდებლო რეგულირების თემა ბოლო 10 წელია აქტუალურად განიხილება როგორც სამთავრობო და არასამთავრობო ორგანიზაციების, ასევე საზოგადოების მიერ, თუმცა ამ განხილვებს რეალური შედეგები ჯერჯერობით არ მოჰყოლია არც ნარჩენების მართვის სტრატეგიის და არც საკანონმდებლო რეგულირების სისტემის შემუშავების თვალსაზრისით. ამჟამად საქართველოს სტრატეგიული კვლევისა და განვითარების ცენტრისა და საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს მიერ ერთობლივად მომზადებულია კანონპროექტი ნარჩენების

მართვის შესახებ, რომელიც განხილვისა და დამტკიცების პროცედურებს გადის სამინისტროსა და სამთავრობო დონეებზე.

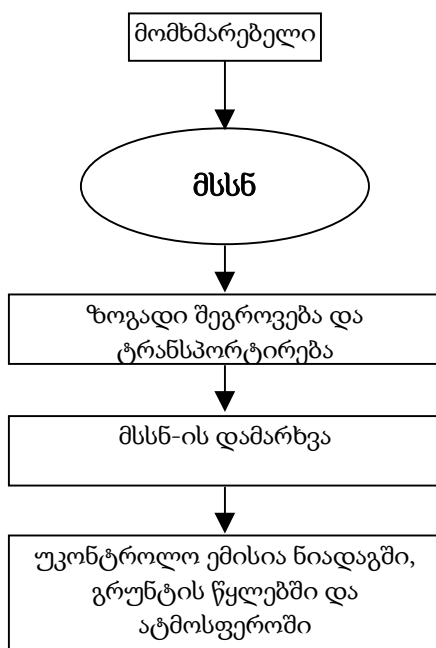
ტერმინთა განმარტება. სალექციო თემის განხილვისას უპირველესად შემოდის სტუდენტისათვის უცხო ტერმინები: სამრეწველო ნარჩენები, საყოფაცხოვრებო ნარჩენები, პიროლიზი, კომპოსტირება, ნარჩენების მართვა, ნარჩენების რეციკლირება.

სამრეწველო ნარჩენები - ეს არის ნედლეულის, მასალების, ნახევარფაბრიკატების ნარჩენები, რომლებიც წარმოიქმნებიან პროდუქციის წარმოებისას ან სამუშაოთა წარმოებისა და ნაწილობრივ ან სრულიად დაკარგული აქვთ სამომხმარებლო ღირებულება. გარკვეულწილად მათ განეკუთვნება ფიზიკური ან მორალური ცვეთის შედეგად მოძველებული ნაკეთობები და მანქანები.

საყოფაცხოვრებო (კომუნალური) ნარჩენები - ყოფა-ცხოვრებაში არარეციკლირებული მყარი ნივთიერებები, რომლებიც წარმოიქმნებიან საყოფაცხოვრებო საგნების ამორტიზაციისა და თავად ადამიანების ცხოვრების შედეგად. საყოფაცხოვრებო ნარჩენებს აკუთვნებენ ასევე კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების მყარ ნაწილს - მათ ნალექს.

უკანასკნელ ხანს დამკვიდრდა ტერმინი - ნარჩენების მართვა. ეს ტერმინი უფრო ფართოა, ვიდრე ცნებები “გადამუშავება“, “რეციკლირება“, “ნარჩენებისადმი მოპყრობა“, რადგან მოიცავს ნარჩენების შეგროვების, რეციკლირების (გადამუშავების, დაწვის, დამარხვის და სხვ. ჩათვლით), ასევე მათი რაოდენობის შემცირების ღონისძიებებს.

მყარი სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენების მართვის სტრატეგია. დღესდღეობით, მყარი სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენების (მსსნ) მართვის სტრატეგია ხორციელდება ნარჩენების მოცილების ქიმიურ-ტექნოლოგიური სისტემის საშუალებით, რომლის სტრუქტურა შეადგენს სახელმწიფოს ეკოლოგიური და ეკონომიკური პოლიტიკის პირდაპირ ანარეკლს.



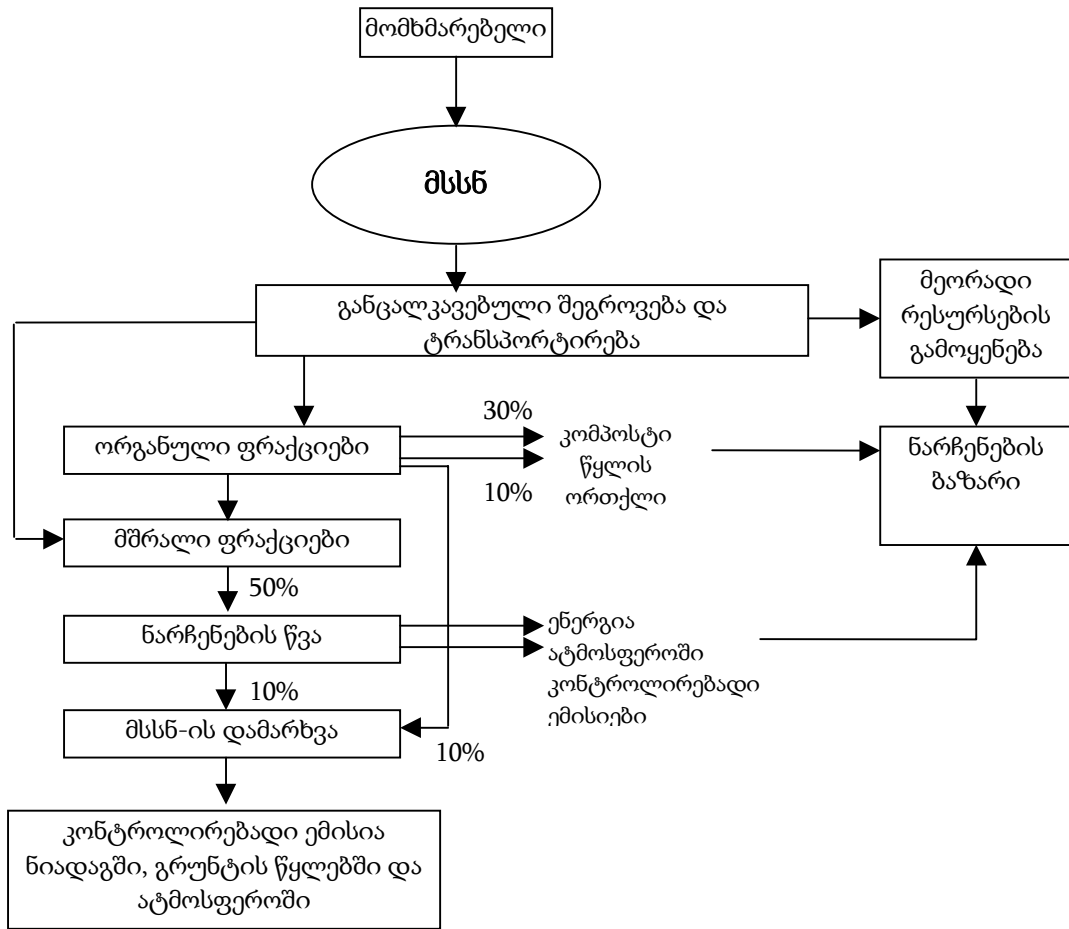
ნახ. 1. რეალური ქიმიურ-ტექნოლოგიური სისტემა განვითარებად ქვეყნებში მსსნ-ის მოშორების პრიმიტიული ჯაჭვი

სტუდენტისათვის ამ მიმართებით საინტერესო საკითხს წარმოადგენს განვითარებული და ყოფილი საბჭოთა სივრცის ქვეყნების (მათ შორის ჩვენი ქვეყნის) შედარებითი დახასიათება ნარჩენების მართვის სფეროში.

ყოფილი საბჭოთა სივრცის მრავალ ქვეყანაში ქიმიურ-ტექნოლოგიური სისტემა ხორციელდება ორი ძირითადი საფეხურით - მყარი სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შეგროვება და ნაგავსაყრელზე დაყრა (ნახ.1).

ეკოლოგიურად განვითარებულ ქვეყნებში ქიმიურ-ტექნოლოგიური სისტემა მოიცავს მეთოდებისა და წარმოების სპექტრს, რომელიც საშუალებას იძლევა განხორციელდეს სხვადასხვა ინგრედიენტების ინდივიდუალური გადამამუშავება და გაუვნებელყოფა. ამასთან,

ყველა თანამედროვე ქიმიურ-ტექნოლოგიური სისტემა მოიცავს მყარი სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დამარხვის პოლიგონებს, სადაც ხვდება ნარჩენების გადამუშავებისას წარმოქმნილი ნაშთი (ნახ.2).



ნახ. 2. რეალური ქიმიურ-ტექნოლოგიური სისტემა ეკონომიურად განვითარებულ ქვეყნებში მსსნ-ის მოშორების სრულყოფილი ჯაჭვი

ევროპისა და ჩრდ. ამერიკის ქვეყნებში მყარი სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ნაკადის მართვა მოიცავს აუცილებელი ეტაპების მთელ რიგს. მათ განეკუთვნება: წარმოქმნილი მყარი სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენების მოცულობის შემამცირებელი პროგრამები, მათი მეორადი გამოყენების (სამომხმარებლო თვისებების ფორმირებით) ფართო დანერგვა, ნარჩენების შესაბამისი ფრაქციების გამოყენება ნედლეულად ძირითად საწარმოო პროცესში, ნარჩენების ენერგეტიკული პოტენციალის რეციკლირება, ნარჩენებისაგან წარმოქმნილი ნაშთის ეკოლოგიურად ნეიტრალურ პოლიგონებზე დამარხვა.

მყარი ნარჩენების (სამრეწველო მტვერის, რეაქციაში შეუსვლელი ნედლეულის ნარჩენების, ნალექების, შლამების და სხვა) გადამუშავების მეთოდებისა და მოწყობილობების შერჩევასას არსებითი როლი ეკუთვნის მათ შედგენილობას, რაოდენობას, ღირებულებას და ეკოლოგიურ უსაფრთხოებას.

ნარჩენების კომპლექსური მართვის პრინციპები. ნარჩენების კომპლექსური მართვის მიხედვით, ნარჩენების ტრადიციული მეთოდების (ნაგვის წვა და დამარხვა) გარდა, ნარჩენების რეციკლირების განუყოფელ ნაწილად გვევლინება მათი

რაოდენობის შემამცირებელი ღონისძიებები, ნარჩენების მეორადი გადამუშავება და კომპოსტირება. მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პრობლემის გადაჭრის ეფექტური გზა მდგომარეობს მხოლოდ რამოდენიმე ურთიერშემავსებელი პროგრამისა და ღონისძიების კომბინაციაში და არა რომელიმე ერთი ტექნოლოგიის (სრულიად უახლესიც კი!) გამოყენებაში.

ევროპულ საკანონმდებლო სივრცეში მოქმედი ნარჩენების მართვის პრინციპები ჯერ კიდევ 1977 წელს ჩამოყალიბდა და მას შემდეგ არ შეცვლილა, რაც მოიცავს სამ ძირითად პრინციპს:

1. ნარჩენების წარმოქმნის პრევენცია;
2. ნარჩენების გადამუშავება;
3. იმ ნარჩენების უსაფრთხო განთავსება, რომელიც გადამუშავებას არ ექვემდებარება.

ევროპის ნარჩენების ჩარჩო დირექტივა აყალიბებს ნარჩენების მართვაში გამოყენებული მეთოდების იერარქიას, მათი გარემოზე ზემოქმედების თვალსაზრისით. ყველაზე სასურველად მიიჩნევა ნარჩენების პრევენცია და ნარჩენების წარმოქმნის მინიმიზაცია. პრიორიტეტების მიხედვით მას მოსდევს შემდეგი ვარიანტები:

- ნარჩენების ხელახალი გამოყენება;
- ნარჩენების გადამუშავება;
- ნარჩენების აღდგენა;
- ნარჩენების გამოყენება ენერჯის წყაროდ;
- ნარჩენების დაწვა, წარმოქმნილი ენერჯის გამოყენების გარეშე;
- ნაგავსაყრელებზე განთავსება.

ნარჩენების ნაგავსაყრელზე განთავსება, მიჩნეულია მართვის ყველაზე ნაკლებად სასურველ ვარიანტად.

ნარჩენების კომპლექსური მართვა იწყება იმ შეხედულების ცვლილებიდან, თუ რას წარმოადგენენ საყოფაცხოვრებო ნარჩენები. მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პრობლემისადმი ტრადიციული მიდგომა ორიენტირდებოდა გარემოზე მათი სახიფათო ზემოქმედების შემცირებაზე: ნაგავსაყრელის იზოლაცია გრუნტის წყლებისაგან, ნაგავსაწვავი ქარხნის გამონატყორცნების გაწმენდა და სხვა.

პრობლემისადმი არატრადიციული მიდგომა მდგომარეობს იმაში, რომ გაცილებით იოლია გაკონტროლდეს (ვაკონტროლოთ) *რა ხდება ნაგავსაყრელებზე*, ვიდრე ის, თუ *რა ხდება ნაგავსაყრელებიდან გარემოში*.

ნარჩენების კომპლექსური მართვის კონცეფციის საფუძველი მდგომარეობს იმაში, რომ საყოფაცხოვრებო ნარჩენები შედგებიან სხვადასხვა კომპონენტებისაგან, რომლებიც იდეალურ შემთხვევაში არ უნდა შეერიოს ერთმანეთს, არამედ უნდა მოხდეს მათი რეციკლირება ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად ყველაზე მეტად მისაღები ეკოლოგიური და ეკონომიკური მეთოდებით.

ნარჩენების რეციკლირება წარმოადგენს რესურსდაცვითი ტექნოლოგიის ძირითად რგოლს. მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რეციკლირების ქვეშ უნდა იგულისხმება მათი კომპლექსური გადამუშავება სასარგებლო პროდუქციის მიღების მიზნით.

ნარჩენების რეციკლირების მეთოდის შერჩევა საკმაოდ რთულია. ტოქსიკური მყარი სამრეწველო ნარჩენებისათვის ეს ამოცანა ინდივიდუალურად გადაიჭრება

კონკრეტულ საწარმოებში: გადამუშავება და ადგილზე განთავსება, პოლიგონებზე განთავსება, დაწვა ან გადამუშავება სპეციალიზებულ ქარხნებში.

ამრიგად, მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რეციკლირების მეთოდები შეიძლება დავყოთ ორ დიდ ჯგუფად: ნარჩენების თერმული გაუვნებელყოფა (მისი ერთ-ერთი სახეობაა წვა) და გადამუშავება (კომპოსტირებით). უკანასკნელ ხანებში ეს ორი ჯგუფი ერთმანეთს უახლოვდება და კომბინირდება, მაგრამ ჯერ კიდევ ჭარბობს ტრადიციული და არა ყოველთვის ეფექტური ტექნოლოგიების გამოყენება. საყოფაცხოვრებო ნარჩენების თერმულ დამუშავებად შეიძლება ასევე განხილულ იქნას ნარჩენების განთავსება პოლიგონებზე მათი მომზადების თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით და პოლიგონების დაცვით.

ნარჩენების კომპლექსური მართვის კონცეფციის სხვა პრინციპები მოცემულია ქვემოთ.

ნარჩენების კომპლექსური მართვის პრინციპები:

1. მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენები შედგებიან სხვადასხვა კომპონენტებისაგან, რომელთათვისაც გამოყენებულ უნდა იქნეს განსხვავებული მიდგომები.

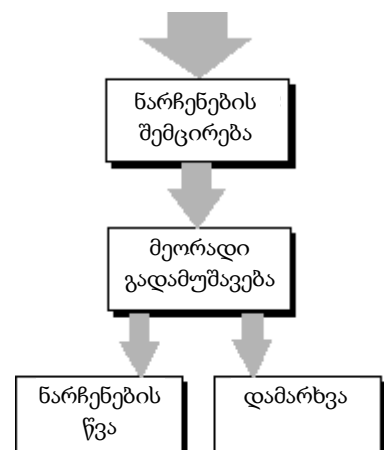
2. ტექნოლოგიათა და ღონისძიებათა კომბინაცია, ნარჩენების რაოდენობის შემცირების, მეორადი გადამუშავებისა და კომპოსტირების, პოლიგონებზე დამარხვისა და ნაგავის წვის ჩათვლით - გამოყენებულ უნდა იქნას მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ამა თუ იმ სპეციფიკური კომპონენტის რეციკლირებისათვის. ყველა ტექნოლოგია და ღონისძიებები შემუშავდებიან კომპლექსურად, ერთმანეთის შევსების გზით.

3. მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რეციკლირების მუნიციპალური სისტემა შემუშავებულ უნდა იქნას კონკრეტული ადგილობრივი პრობლემების გათვალისწინებით და უნდა ეფუძნებოდეს ადგილობრივ რესურსებს. მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რეციკლირების ადგილობრივი გამოცდილება მიღებულ უნდა იქნას თანდათანობით მცირე პროგრამების შემუშავებითა და განხორციელებით.

4. ნარჩენების გადამუშავების კომპლექსური მიდგომა ეფუძნება სტრატეგიულ ხანგრძლივ დაგეგმვას, უზრუნველყოფს მოქნილობას, რომელიც საჭიროა მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შედგენილობისა და რაოდენობის მოსალოდნელი ცვლილებისადმი ადაპტაციისათვის და რეციკლირების ტექნოლოგიების განხორციელების მზადყოფნისათვის. ღონისძიებების შედეგების შეფასება და მონიტორინგი აუცილებლად თან უნდა სდევდეს მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რეციკლირების პროგრამის შემუშავებასა და განხორციელებას.

5. ქალაქის მთავრობის, ასევე მოსახლეობის ყველა ჯგუფის (ე.ი. მათი ვინც საკუთრივ “აწარმოებს“ ნაგავს) მონაწილეობა - მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გადაჭრის პრობლემის ნებისმიერი პროგრამის აუცილებელი ელემენტია.

ნარჩენების კომპლექსური მართვის იერარქია და მიდგომათა ინტეგრაცია. ნარჩენების კომპლექსური მართვის ჩარჩოებში გაითვალისწინება, რომ დასახლებლი პუნქტი, რაიონი ან მხარე მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პრობლემის



ნახ.3. ნარჩენების კომპლექსური მართვის იერარქია

გადაჭრისათვის თავად ირჩევს მიდგომებს ადგილობრივი სპეციფიკური პირობებისა და რესურსებისაგან დამოკიდებულებით. ნარჩენების მართვის კომპლექსურ მიდგომას გააჩნია თავისი იერარქია, რომელიც სიმბოლურად გამოსახულია ნახ.3-ზე.

ნახ.3. გვიჩვენებს, რომ პირველ რიგში განხილულ უნდა იქნას ნარჩენების პირველადი შემცირების, ხოლო შემდეგ მეორადი შემცირების (მეორადი გამოყენება და გადამუშავება) ღონისძიებები. საბოლოო რიგში დგას იმ ნარჩენების წვა და დამარხვა.

ნარჩენების შემცირება “წარმოქმნის წყაროსთან“ ამ იერარქიის დასაწყისშია. შემცირების ქვეშ იგულისხმება არა მხოლოდ ნარჩენების საერთო რაოდენობის შემცირება, არამედ მათი ტოქსიკურობის ან სხვა მავნე თვისებების შემცირებაც. ნარჩენების შემცირება მიიღწევა მწარმოებლებისა და მომხმარებლების ორიენტაციის შეცვლით პროდუქტებზე და შეფუთვაზე, რომელსაც მივყავართ ნარჩენების რაოდენობის შემცირებამდე.

ტერმინი “ნარჩენების შემცირება“ ნიშნავს ღონისძიებათა დაგეგმილ ეტაპებს, წარმოებული ნარჩენების რაოდენობისა და მავნე თვისებების შემცირების მიზნით და იმ ნარჩენების წილის გაზრდას, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც მეორადი რესურსები.

წარმოების ნარჩენების შემცირება დაკავშირებულია მცირენარჩენიანი ტექნოლოგიების დანერგვასთან. ჩვენს მიერ განხილული იქნება საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შემცირების საკითხები.

დასავლეთის ქვეყნებში ნარჩენების შემცირების კომპანია დიდი ხანია მიმდინარეობს და მიმართულია ზედმეტი შეფუთვების წინააღმდეგ, რადგან მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების მნიშვნელოვანი ნაწილი სწორედ შესაფუთი მასალებისაგან შედგება:

- *ნარჩენების დაახლოებით 30%-ს მასის მიხედვით და 50%-ს მოცულობის მიხედვით შეადგენენ სხვადასხვა შესაფუთი მასალები;*
- *შესაფუთი მასალების წონის 13%-ს და მოცულობის 30%-ს შეადგენს პლასტმასები; დღესდღეობით, პლასტიკების ნარჩენების რაოდენობა სხვადასხვა ქვეყნებში ყოველ ათ წელიწადში ორმაგდება (!).*

ამიტომ, შესაფუთ მასალებთან დაკავშირებული ნარჩენების შემცირება, წარმოადგენს ნარჩენების შემცირების ერთ-ერთ მთავარ მიმართულებას.

ნარჩენების შემცირების მეორე ელემენტია *განსაკუთრებით სახიფათო ნარჩენების ამოღება* მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ნაკადიდან, ისეთები, როგორცაა დეტერგენტები, შხამ-ქიმიკატები, ლაქ-საღებავები, აკუმულატორები და ელექტროელემენტები და სხვა. ეს საგნები არ უნდა მოხვდნენ ჩვეულებრივ პოლიგონებზე ან ნაგავსაწვავ ქარხნებში. სახიფათო ნარჩენებისადმი მოპყრობა, მათი ტრანსპორტირება და შენახვა მოითხოვს ძვირადღირებული “მაღალი“ ტექნოლოგიების გამოყენებას და როგორც წესი ხორციელდება იმ ორგანიზაციების მიერ, რომელთაც გააჩნიათ ასეთი სახის საქმიანობის სახელმწიფო ლიცენზია.

სახიფათო ნარჩენების შეგროვებისათვის აუცილებელია სპეციალური ღონისძიებების შემუშავება, როგორცაა მუდმივად მოქმედი მიმღები პუნქტების ან სპეციალური შეგროვების დღეების ორგანიზაცია. პენსილვანიაში, მაგალითად მოქმედებს გამოყენებული აკუმულატორებისა და ელექტროელემენტების შეგროვების პროგრამა და კანონმდებლობა, რომელსაც მხარს უჭერს აშშ-ს მთავრობა.

ნარჩენების კომპლექსური მართვის მიხედვით *ნარჩენების მეორადი გადამუშავება (კომპოსტირების ჩათვლით)* - იერარქიის მეორე საფეხურია (ნახ.3). მეორადი გადამუშავება (რეციკლინგი) არა მარტო იწვევს ნარჩენის მოცულობის შემცირებას, არამედ აუმჯობესებს მათი წვის ეფექტურობას საერთო ნაკადიდან არაწვადი მასალების მოცილების გზით.

კომპოსტირება. მყარ საყოფაცხოვრებო ნარჩენებში არსებული საკვების ნარჩენების დიდი რაოდენობა ხელს უშლის მათ ხარისხობრივ წვას და ართულებს მათ დამარხვას პოლიგონებზე. ოპტიმალურ ვარიანტად განიხილება საკვების ნარჩენების განცალკავება მოსახლეობის მიერ და მოითხოვს არა მარტო მოსახლეობის დამოკიდებულების ცვლილებას, არამედ მყარი ნარჩენების გატანის სხვაგვარ ორგანიზებას და სხვა. თუკი ეს ყველაფერი მოხერხდა, ფრაქციის დიდი ნაწილი შეიძლება ხელმეორედ გამოვიყენოთ (უზრუნველვყოთ რეციკლინგი). სამრეწველო მასშტაბით ეს ნაგვის გადამამუშავებელ ქარხნებში ხორციელდება. იმ ქვეყნებში, სადაც აღნიშნული განცალკავებული შეგროვება არ მიმდინარეობს (აშშ დიდი ტერიტორია, რუსეთი და სხვ) ნაგვისგადამამუშავებელ ქარხნებში ახდენენ ნარჩენების მექანიკურ დახარისხებას.

ნაგვის გადამამუშავებელ ქარხნებში მიმდინარე ძირითადი პროცესია ორგანული ნარჩენების კომპოსტირება, უპირველესად საკვების კომპოსტირება. კომპოსტირება წარმოადგენს ბიოქიმიურ პროცესს, რომელის საშუალებითაც ორგანული მყარი ნარჩენები გარდაიქმნიებიან სტაბილურ ჰუმუსის მსგავს პროდუქტად, რომელიც გამოიყენება ნიადაგის შედგენილობის გასაუმჯობესებლად. კომპოსტი წარმოადგენს სასუქს, რომელიც მიიღება ორგანული ნაერთის მიკრობული დაშლის შედეგად.

კომპოსტირების საბოლოო პროდუქტს წარმოადგენს კომპოსტი, რომელსაც გამოიყენებენ სხვადასხვა მიზნებით საქალაქო და სოფლის მეურნეობაში.

კომპოსტის ნიადაგში შეტანა აუმჯობესებს მის შედგენილობას: ორგანული მჟავები წარმოქმნიან კომპლექსს ნიადაგის ფოსფორთან, რომელიც უფრო ხელმისაწვდომი ხდება მცენარეების მიერ; ნიადაგში შეიტანება აზოტოვანი ნივთიერებები და მიკროორგანიზმები, რომლებიც შლიან უხსნად ნიადაგურ ორგანულ ნაერთებს ამიაკის წარმოქმნით; ამიაკი იჟანგება ნიტრიტებისა და ნიტრატების წარმოქმნით. ზემოთაღნიშნული მართებულება სუფთა კომპოსტისათვის. მავნე ნივთიერებებით (მაგ. მძიმე ლითონებით) გაჭუჭყიანებულმა კომპოსტმა შეიძლება გამოიწვიოს ნიადაგის მოსავლიანობის დაკარგვა.

კომპოსტირება შეიძლება ჩატარებულ იქნას მოსახლეობის მიერ ინდივიდუალურ სახლებში ან საბაღე მეურნეობებში სპეციალურად მოწყობილ თხრილებში. ამასთან, კომპოსტირების პროცესი შეიძლება ცენტრალიზებულ იქნას სპეციალურ მოედნებზე. არსებობს კომპოსტირების რამდენიმე ტექნოლოგია, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან სირთულითა და ღირებულებით. მარტივი და იაფი ტექნოლოგიები მოითხოვს დიდ ფართს და კომპოსტირების პროცესი მიმდინარეობს დიდი ხნის განმავლობაში.

მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენებისათვის საქართველოში ძირითად მეთოდად დღემდე რჩება ყველაზე სახიფათო გზა - განთავსება არაკეთილმოწყობილ საყრდენებზე ან არასაკმარისად დაცულ პოლიგონებზე.

საქართველოში დაუხარისხებელი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რეციკლირების ვარიანტის შერჩევას აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნას ეკოლოგიური,

ეკონომიკური და სოციალური ფაქტორები კონკრეტული დროისა და კონკრეტული პირობებისათვის.

თანამედროვე ეტაპზე მნიშვნელოვანი ძვრა განიცადა მყარი ნარჩენების გაუვნებელყოფისა და რეციკლირების ინტეგრალური სქემების განვითარებამ. ნარჩენების შეგროვება შეძლებისდაგვარად უნდა განხორციელდეს ნაგავმზიდებით და პნევმოტრანსპორტით, ხოლო ნარჩენები რეციკლირების წინ უნდა იქნას დახარისხებული და დანაწევრებული. ამის შემდეგ მიზანშეწონილია გამოყენებულ იქნას ყველა მეთოდები: კომპოსტირება, წვა, პიროლიზი და მომზადება გადამუშავებისათვის. თითოეული კომპონენტისათვის - ინდივიდუალური მეთოდი არსებობს. ამ გარდაქმნების შედეგად დარჩენილი ბალასტი საბოლოოდ ხვდება პოლიგონზე, სადაც შეიძლება მიღებულ იქნას ბიოგაზი. ამრიგად, ნარჩენების გადამუშავების განვითარების ძირითადი ტენდენცია მდგომარეობს რეციკლირების მეთოდების დაახლოებაში. პირველ რიგში აუცილებელია მაქსიმალურად შესაძლებელი წინასწარი დახარისხება და კომპონენტების მომზადება გადასამუშავებლად.

იერარქიის ქვედა საფუხურზე დგას ნაგვის წვა და დამარხვა პოლიგონებზე (ნახ.3). ნაგვის წვა ამცირებს ნარჩენების მოცულობას და შეიძლება გამოყენებულ იქნას ელექტროენერჯის მისაღებად. ამასთან უნდა აღინიშნოს, რომ ნარჩენების განურჩევლად დაწვა - წარსულის ტექნოლოგიაა. თანამედროვე ნაგავსაწვავი მოწყობილობები გამოიყენებიან მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რეციკლირების სხვა მეთოდებთან კომბინაციით. ისინი აღჭურვილია გამონატყორცნების გაწმენდის სისტემებითა და ელექტროენერჯის გენერატორებით, იძლევიან ნაგვის დიდი ნაკადის მოშორების საშუალებას, განსაკუთრებით მჭიდროდ დასახლებულ რეგიონებში.

პოლიგონებზე დამარხვა აუცილებელი რჩება იმ ნარჩენებისათვის, რომლებიც არ ექვემდებარებიან მეორად გადამუშავებას და ხასიათდებიან ტოქსიკური ნივთიერებების გამოყოფით. თანამედროვე “სანიტარული“ პოლიგონები, რომლებიც პასუხობენ ეკოლოგიურ მოთხოვნებს, ნაკლებად გვაგონებენ ჩვენთვის ნაცნობ ნაგავსაყრელებს: ისინი წარმოადგენენ რთულ ინჟინრულ ნაგებობებს, რომლებიც აღჭურვილნი არიან ჰაერისა და წყლის დაბინძურების აღმკვეთი სისტემებისაგან, რომლებიც გამოიყენებენ ნაგვის ლპობის დროს გამოყოფილ მეთანს სითბოსა და ელექტროენერჯის წარმოებისათვის.

პიროლიზი წარმოადგენს ნივთიერებათა დაშლას მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებით. დაშლა რომ წვად არ გადაიქცეს პიროლიზი ჩვეულებრივ ტარდება ჟანგბადის გარეშე ან მისი უკმარისობის პირობებში. ცნება “პიროლიზს“ ყველაზე ხშირად გამოიყენებენ ორგანული ნაერთების მიმართ (პლასტმასების გადამუშავების ნარჩენები, რეზინურ-ტექნიკური ნაკეთობები, ნავთობგადამუშავების წიდეები, მერქანის ნარჩენები). პიროლიზის შედეგად წარმოიქმებიან აირები, თხევადი პროდუქტები და მყარი ნაერთები. ოპტიმალურ ვარიანტში ყველა ისინი შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც სასაქონლო პროდუქცია ან მეორედი რესურსები. მაგალითად, თანამედროვე ტექნოლოგიების მიხედვით შესაძლებელია პიროლიზის შედეგად მიღებული მყარი ნაერთების მოდიფიკაციით მივიღოთ შედარებით იაფი სორბენტი, რომელიც გამოიყენება ნავთობშემცველი ჩამდინარე წყლების გაწმენდაში.

ნარჩენების წვა. ნარჩენების წვა წარმოადგენს ნარჩენების მოცილების მარტივ და უნივერსალურ მეთოდს, მაგრამ თანამედროვე ტექნოლოგიების გათვალისწინებით

ეს ხერხი ნარჩენებისადმი მოპყრობის ყველაზე რთული და “მაღალტექნოლოგიური“ ვარიანტია. წვა საშუალებას იძლევა თითქმის სამჯერ შევამცროთ ნარჩენების მასა, თავიდან ავიცილოთ არასასიამოვნო სუნი, ტოქსიკური სითხისა და ბაქტერიების გამოყოფა, ასევე მივიღოთ დამატებითი ენერჯია, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას ელექტროენერჯისათვის ან გასათბობად.

მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში, მათ შორის ყოფილ საბჭოთა ქვეყნებშიც, 1970-1990 წწ აშენებულ იქნა ნაგავსაწვავი ქარხნები, რომლებიც ძირითადად დაუხარისხებელ ნარჩენებზე მუშაობდნენ. მათ ძირითად ნაკლოვანებად ითვლებოდა გამონატყორცნების არასრულყოფილი გაწმენდის სისტემა.

დღესდღეობით, დაუხარისხებელი ნარჩენების წვა ითვლება განსაკუთრებულად საშიშ მეთოდად, რადგან გააჩნია მთელი რიგი ნაკლოვანებები, რომელთა შორის ძირითადია - წიდის დიდი ნაშთი, მაღალდისპერსიული მტვრის, მჟავა აირების (გოგირდისა და აზოტის ოქსიდები), ფურანებისა და დიოქსინების წარმოქმნის მაღალი დონე.

დიოქსინების გარემოში გამოყოფის ძირითად წყაროებად ითვლება ქიმიური მრეწველობა და ნაგავსაწვავი ქარხნები. დიოქსინების დიდი რაოდენობით გამოყოფას განსაკუთრებით ადგილი აქვს მაშინ, როცა დაუხარისხებელი ნარჩენები (პლასტმასი, რეზინა, ლინოლიუმი, საიზოლაციო ლენტა, პაკეტები და ფირები, სინთეზური ფისებითა და წებოებით გაჟღენთილი ხის მასალები, ლაქსაღებავების შემცველი მასალები) წვის კამერაში მიეწოდება ტენი ნ საკვების ნარჩენებთან ერთად. დახარისხების შედეგად ნარჩენებიდან ამოღებულ უნდა იქნას მეტალები (მაგნიტური და არამაგნიტური), ასევე ელექტროელემენტები და აკუმულატორები, პლასტმასები და სამედიცინო ნარჩენები. გამოთვლილია, რომ 1 კგ დაუხარისხებელი მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენის არასრული წვისას, რომელიც შეიცავს დაახლოებით 10-15% პლასტმასს, ატმოსფეროში გამოიყოფა 40 მკგ დიოქსინი.

მაღალი ტემპერატურა, ორგანული ნივთიერებების (ძირითადად არომატული) და ქლორის არსებობა ის პირობებია, რომელთა დროსაც მიმდინარეობს დიოქსინთა წარმოქმნა. წამყვან სახელმწიფოებში ნაგავსაწვავ ქარხნებში განხორციელებული პროცესი 850°C -ზე მიმდინარეობს და ამ დროს დიოქსინები იწვიან, მაგრამ გამონაბოლქვი აირების გაცივებისას ისინი ნაწილობრივ ისევ წარმოიქმნებიან.

დიოქსინების წარმოქმნის თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია ნაგავსაწვავ ქარხნებში წვის კამერაში უზრუნველყოთ 900°C-ზე მეტი ტემპერატურა და წვის დრო დაახლოებით 2 წმ-ის განმავლობაში, რაც ძნელად მიიღწევა ნარჩენების მაღალი ტენიანობის გამო. საქართველოს პირობებში ნარჩენებისათვის დამახასიათებელია მაღალი ტენიანობა (60-70%) და დაბალი თბოწარმოქმნა, რაც იწვევს წვის ტემპერატურის 2-2,5-ჯერ დაცემას საანგარიშოსთან შედარებით და წიდის პროცენტული წილის გაზრდას 40-50% მასის მიხედვით 7-10%-ის ნაცვლად. ამ რეჟიმის დროს წვის ნაცვლად მიმდინარეობს მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დესტრუქცია მავნე ნივთიერებების ჭარბი გამოყოფით. დადგენილია, რომ ასეთი სახის ნარჩენების წვისას საკვამლე აირებში ხვდება 45% გოგირდი ჟანგეულების სახით, ნარჩენებში არსებული ქლორის - 60-80%. იმ ლითონთა ოქსიდები, რომელთაც გააჩნიათ დუღილის დაბალი ტემპერატურა (ალუმინი, თუთია და სხვ.), როგორც წესი, გამოიტყორცნება აქროლად ზოლთან ერთად. ამასთან, 1ტ ასეთი მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დაწვაზე იხარჯება 40-70 \$-ის ღირებულების ენერგომატარებელი.

აღნიშნული მდგომარეობიდან გამოსავალი არის მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დახარისხება მოსახლეობიდან შეგროვების ადგილებზე. დიოქსინების პრობლემის გადაჭრა კი შესაძლებელია ნარჩენებიდან ქლორშემცველი მასალების ამოღებით.

აშშ-სა და დასავლეთ ევროპის ქვეყნებში დიოქსინებით ტოქსიკაციის პრობლემას დიდი ყურადღება ეთმობა. აქ მიიღეს გადაწყვეტილება 6700 სამედიცინო ნარჩენების საწვავი ქარხნის ლიკვიდაციის შესახებ. მიმდინარეობს კომპანია საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დახარისხებისა და პლასტმასური ნაკეთობების დაცალკავების შესახებ. შვედიაში - მსოფლიოს გარემოს დაცვის ლიდერ-სახელმწიფოში საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დახარისხება მრავალი წელია პრაქტიკულად ხორციელდება. ჰოლანდიაში ნაგავსაწვავი ქარხნები დიოქსინთა წარმოქმნის ძირითად წყაროს წარმოადგენდნენ. 1990 წელს მათი გამონატყორცნი შეადგენდა 412 გ/წელიწადში. მილიარდი დოლარით ღირებული ქარხნების რეკონსტრუქციის შემდეგ, როცა დამონტაჟდა გამწმენდი მოწყობილობები (ადსორბცია პიროფორული ნახშირით) 1996 წელს დიოქსინთა გამონატყორცნი შემცირდა 4,1გ-მდე/წელიწადში.

თუკი ნაგავსაწვავი ქარხანა მუშაობს დაუხარისხებელ ნარჩენებზე დიოქსინების წარმოქმნის აღსაკვეთად აუცილებელია დაცულ იქნას შემდეგი მოთხოვნები:

1. უზრუნველყოთ წვა არა ნაკლებ 920 °C, ჰაერის სიჭარბის არც თუ ისე დიდი კოეფიციენტით (1,6-მდე). არსებობდეს ამ პარამეტრების სარეგულირო სისტემა;
2. საწვავ კამერაში უნდა ხდებოდეს მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ხშირი მორევა და მათი ყოფნის ხანგრძლივობა საწვავ კამერაში უმაღლეს ტემპერატურაზე უნდა შეადგენდეს მინიმუმ რამდენიმე წამს;
3. აღკვეთილ უნდა იქნას წვის შედეგად წარმოქნილი ზოლებისა და წიდების არაკონტროლირებადი გამოყენება. მათი შენახვა უნდა მოხდეს განსაკუთრებული სიფრთხილით;
4. უზრუნველყოფილ უნდა იქნას წვის პროდუქტების მაქსიმალური გაწმენდა აირადი ორგანული ნივთიერებებისაგან.

მნიშვნელოვანი ყურადღება უნდა მიექცეს დიოქსინებით ნაგავსაწვავი ქარხნების ჩამდინარე წყლებისა და გრუნტის გაჭუჭყიანებას. ეს მაჩვენებელი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ნაგავსაწვავი ქარხნების ტექნოლოგიის სრულყოფაზე. თანამედროვე ნაგავსაწვავი ქარხნებისათვის წყლის ხარჯი 1ტ მყარ საყოფაცხოვრებო ნარჩენებზე შეადგენს 2-3 მ³.

ნაგავსაწვავი ქარხნიდან ასეთი ჩამდინარე წყლის ჩაშვებამ მდინარეში ქ. ბირმინგემთან (ინგლისი) ახლოს გამოიწვია არამარტო მდინარის, არამედ მიმდებარე ნიადაგების გაჭუჭყიანებაც. 1991 წელს დიოქსინები აღმოაჩინეს მიმდებარე ფერმების ძროხის რძეშიც - ამ რძის გაყიდვა აკრძალულ იქნა. დიოქსინების სახიფათო კონცენტრაციები აღმოაჩინეს ჩაშვების ადგილიდან 1,5კმ დაშორებითაც.

ისმის კითხვა: ნიშნავს თუ არა ყოველივე ზემოთთქმული იმას, რომ ნაგავსაწვავი ქარხნების ფუნქციონირება აღიკვეთოს. რა თქმა უნდა არა, მაგრამ ასეთი ქარხნები მოითხოვენ განსაკუთრებულ ყურადღებას გამონატყორცნებისა და ჩამდინარე წყლების გაწმენდის, წიდაზოლების ნარევეთა რეციკლირების მხრივ, რაც იწვევს ძალზე მნიშვნელოვან კაპიტალურ და საექსპლოატაციო დანახარჯებს. აშშ-ში ნაგავსაწვავი ქარხნის პროექტირებას და მშენებლობას სჭირდება 5-8 წელი.

დასკვნები სალექციო თემის ირგვლივ. ამრიგად, მყარი ნარჩენების გაუვნებელოფისა და გადამუშავების პრობლემა დღესდღეობით წარმოადგენს ერთ-

ერთ მნიშვნელოვან ეკოლოგიურ პრობლემას, რომლის საბოლოო გადაჭრა მრავალ პრობლემას უკავშირდება - ნარჩენების საკითხის გადაწყვეტა ინტეგრირებულ მიდგომას საჭიროებს.

ევროკომისიისა და ეროვნულ დონეებზე ნარჩენების მართვასთან დაკავშირებულმა პოლიტიკამ და კანონმდებლობამ ძირითადი ყურადღება გადაიტანა ნარჩენების წარმოქმნის შემცირებასა და მათი სასარგებლოდ გამოყენების უზრუნველყოფაზე.

თითოეულ ქვეყანას ნარჩენების მართვის მისთვის დამახასიათებელი სისტემა გააჩნია, რომელიც ამ კონკრეტული ქვეყნის სოციალურ, გარემოსდაცვით და ეკონომიკურ სპეციფიკაზეა მორგებული. საქართველოსათვის მისაღები სისტემის შესამუშავებლად მნიშვნელოვანია ამ გამოცდილების გაცნობა და გააზრება.

მიღებულია: 2008-06-16

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. მ. გაჩეჩილაძე. ნარჩენების მართვის მდგომარეობის მიმოხილვა შერჩეულ ქვეყნებში: პრობლემებიდან ქმედებამდე.//საქართველოს სტრატეგიული კვლევებისა და განვითარების ცენტრი, ბიულეტენი № 97, ISSN 1512-0813, მაისი, 2006.
2. ა. მინდორაშვილი. ნარჩენების მართვის პრობლემები საქართველოში - თანამედროვე მდგომარეობა და გადაჭრის გზები.//საქართველოს სტრატეგიული კვლევებისა და განვითარების ცენტრი, ბიულეტენი №104, ISSN 1512-0813, ნოემბერი, 2007.
3. პ. ცაგარეიშვილი. ნარჩენები და მისი საკანონმდებლო რეგულირება. //საქართველოს სტრატეგიული კვლევებისა და განვითარების ცენტრი, ბიულეტენი №97, ISSN 1512-0813, მაისი, 2006.
4. Обращение с опасными отходами: учеб. пособие / В.М. Гарин и др. М.: Изд-во Проспект, 2006. -224с.
5. Маршалл В. Основные опасности химических производств. М: «Мир». 1989.
6. А.А. Дрейер, А.Н. Сачков, К.С. Никольский, Ю.И. Маринин, А.В. Миронов. Твердые промышленные и бытовые отходы, их свойства и переработка, 1997 г. <http://www.ecoline.ru/mc/waste/solidw/solidw.html>
7. С.С.Юфит. Мусоросжигательные заводы – помойка на небе. Курс лекции “яды вокруг нас“. Выпуск 2. <http://www.ecoline.ru/mc/books/yufit>
8. Павлов А.Н. Экология: Рациональное природопользование и безопасность жизнедеятельности. М.: Высш. шк., 2005. 243 с.
9. Садовникова Л.К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении. М.: Высш. шк., 2006, 334 с.
10. Ross, S. 1995. Global Waste Survey. Coastal Management Center: Manila
11. D.W. Kolpin, E.T. Furlong, M.T. Meyer, E.M. Thurman, S.D. Zaugg, L.B. Barber & H.T. Buxton. Pharmaceuticals, hormones, and other organic wastewater contaminants in US streams, 1999–2000: A national reconnaissance Environmental Science & Technology 2002, 36(6):1202–1211
12. Dioxins. Sources, exposure, transport and control. Ohio, 1980, v.1,2