

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

შიშრი № IHM-14-22- GTU-2440

ინსტიტუტის დირექტორი

თ. ცინცაძე

25 დეკემბერი 2014 წ

პროექტის დასკვნითი ანგარიში

აღმოსავლეთ საქართველოში მოქმედი ცემენტის ქარხნების
ბარემოზე ნებატიური ზემოქმედების მონიტორინგი და შემარბილებელ
ღონისძიებათა შემუშავება

(დასკვნითი ანგარიში)

2010-2014

სამეცნიერო საბჭოს თავჯდომარე
თემის ხელმძღვანელი
პასუხისმგებელი შემსრულებელი

ნ.ბეგალიშვილი
ნ.ნასყიდაშვილი
ნ.ბეგლარაშვილი

თბილისი

2014

რეფერატი

ანგარიში მოიცავს: 70 გვერდს, 7 ნახაზს, 50 ცხრილს და 17 ლიტერატურულ წყაროს

საკვანძო სიტყვები: ცემენტის წარმოება, გარემოზე ზემოქმედება, სათბურის გაზები, კლიმატის ცვლილება.

შემსრულებლები

უფროსი მეცნ. თანამშრ.
ქიმიის აკადემიური დოქტორი

ნანა ნასყიდაშვილი
(თავები 1; 3; 5)

უფროსი მეცნ. თანამშრ.
გეოგრაფიის აკად. დოქტორი

ნ.ბეგლარაშვილი
(თავები 1.1.1; 1.2.1; 2; 4.)

მთავარი მეცნ. თანამშრ.
სოფლის მეურნეობის აკადემიური
დოქტორი
ღალი შავლიაშვილი

(თავები 1.1.3; 2.2.3; 5.2.1; 5.2.2.)

უფროსი მეცნ. თანამშრ.
გეოგრაფიის აკად. დოქტორი

მარიამ ტაბატაძე
(თავები 5.1; 5.2)

უფროსი მეცნ. თანამშრ.
გეოგრაფიის აკად. დოქტორი

ნათელა დვალიშვილი
(თავები 1.1.2; 1.2.2; 5.1.1; 5.2.1)

წამყვანი ინჟინერი

მერაბ ხატიაშვილი
(თავები 3; 4)

შ ი ნ ა ა რ ს ი

ანოტაცია - - - - - 6

თავი 1. ზოგადი ცნობები აღმოსავლეთ საქართველოში განლაგებული ცემენტის ქარხნების შესახებ - - - - - 8

1.1. კასპის ცემენტის ქარხნის მიმდებარე ტერიტორიის ზოგადი ფიზიკურ-გეოგრაფიული დახასიათება - - - - - 8

1.1.1. კლიმატურ-მეტეოროლოგიური პირობები - - - - - 9

1.1.2. ჰიდროლოგიური ქსელის დახასიათება - - - - - 12

1.1.3. ნიადაგური საფარი - - - - - 13

1.2. რუსთავის ცემენტის ქარხნის მიმდებარე ტერიტორიის ზოგადი ფიზიკურ-გეოგრაფიული დახასიათება - - - - - 14

1.2.1. კლიმატურ-მეტეოროლოგიური პირობები - - - - - 14

1.2.2. ჰიდროლოგიური ქსელის დახასიათება - - - - - 18

1.2.3. ნიადაგური საფარი - - - - - 18

თავი 2. კვლევის მეთოდოლოგია - - - - - 20

თავი 3. ცემენტის ქარხნის ტექნოლოგია - - - - - 22

3.1. კასპის ცემენტის ქარხნის ტექნოლოგიის ზოგადი მიმოხილვა - - - - - 22

3.2. რუსთავის ცემენტის ქარხნის ტექნოლოგიის ზოგადი მიმოხილვა - - - - - 25

თავი 4. ცემენტის ქარხნები, როგორც სათბურის გაზების ემისიის წყაროები - - - - - 27

4.1. კასპის ცემენტის ქარხნის მიერ სათბურის გაზების ტექნოლოგიური გაფრქვევა - - - - - 27

4.1.1. ელექტრო ენერჯის გამოყენებასთან დაკავშირებული სათბურის გაზების ემისია - - - - - 33

4.1.2. სათბურის გაზების ჯამური ემისიები კასპიც ცემენტის ქარხნიდან - - - - - 36

4.2. რუსთავის ცემენტის ქარხნის მიერ სათბურის გაზების ტექნოლოგიური გაფრქვევა - - - - - 36

4.2.1. ელექტრო ენერჯის გამოყენებასთან დაკავშირებული სათბურის გაზების ემისია - - - - - 41

4.2.2. სათბურის გაზების ჯამური ემისიები რუსთავის ცემენტის ქარხნიდან - - - 43

თავი 5. გარემოს მდგომარეობის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მახასიათებლები	47
5.1. გაფრქვევები ატმოსფერულ ჰაერში კასპის ცემენტის ქარხნიდან	47
5.1.1. წყლის გამოყენება კასპის ცემენტის ქარხანაში	51
5.1.2. ნიადაგების ეკოლოგიური მდგომარეობა (კასპის ცემენტის ქარხანა)	53
5.2. გაფრქვევები ატმოსფერულ ჰაერში რუსთავის ცემენტის ქარხნიდან	56
5.2.1. წყლის გამოყენება რუსთავის ცემენტის ქარხანაში	63
5.2.2. ნიადაგების ეკოლოგიური მდგომარეობა (რუსთავის ცემენტის ქარხანა)	64
დასკვნები	65
ლიტერატურა	67

ანოტაცია

ამჟამად საქართველოში პრიორიტეტული დარგია მშენებლობა, შესაბამისად ცემენტის წარმოება საქართველოში სამრეწველო სექტორის მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილია და წარმოადგენს სათბურის გაზების მნიშვნელოვან წყაროს. ცემენტის წარმოება საქართველოში 1930 წლიდან იღებს სათავეს და დღეისათვის წარმოდგენილია კასპის და რუსთავის ქარხანებით. მათი წარმოება წლიდან წლამდე იზრდება. აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ ბოლო წლებში ცემენტის წარმოება ბუნებრივი აირიდან გადაიყვანეს ქვანახშირის მოხმარებაზე. ამ ტიპის წარმოებიდან ატმოსფეროში გაიფრქვევა ისეთი დამაბინძურებელი კომპონენტები, როგორებიცაა: ცემენტის მტვერი,

ჭვარტლი, მძიმე მეტალები, აზოტის, ნახშირბადის და გოგირდის ოქსიდები, რომლებიც ამავდროულად სათბურის ეფექტითაც ხასიათდებიან.

არსებულ სიტუაციაში ჩვენი წვლილი დარგში არსებული პრობლემის გადაწყვეტაში იქნება, თანამედროვე ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასება აღნიშნული საწარმოების მიმდებარე ტერიტორიებზე, მათი შესაბამისი დატვირთვის პირობებში გამონაბოლქვი აირებისა და ცემენტის მტვრის რაოდენობის დადგენა ატმოსფეროში.

კვლევის სიახლეა ის, რომ პირველად ხდება აღნიშნულ საკვლევი ტერიტორიების ეკოსისტემებზე (ატმოსფერული ჰაერი, ნიადაგი) წარმოდგენილი სამრეწველო ობიექტების გავლენის შეფასება. დღემდე არ არის ჩატარებული განხილული ცემენტის ქარხნების გარშემო ტერიტორიებზე ყოველთვიური ეკოლოგიური მონიტორინგი, გარემოს თანამედროვე ეკოქიმიური მდგომარეობის შეფასების მიზნით. მიღებულმა შედეგებმა საშუალება მოგვცა საწარმოსთვის მიგვეცა მეცნიერულად დასაბუთებული სხვადასხვა შემარბილებელი ქმედებები.

ჩვენი კვლევის მიზანს შეადგენდა კასპისა და რუსთავის ცემენტის ქარხნების მიმდებარე ტერიტორიების ეკოსისტემების (ატმოსფერული ჰაერი, ნიადაგები) დაბინძურების ხარისხის დადგენა და შესაბამისად მათი თანამედროვე ეკოქიმიური მდგომარეობის შეფასება, რის საფუძველზეც შემოთავაზებული იქნება ის შემარბილებელი ღონისძიებები, რომლებიც მიგვიყვანენ გარემოსდაცვით მენეჯმენტისა და მონიტორინგის ოპტიმიზაციისა და გაუმჯობესების ძირითად პრინციპებამდე.

- ქარხნების გაზის საწვავიდან ქვანახშირზე გადასვლასთან დაკავშირებით გამოითვალა ცემენტის ქარხნების სათბური გაზების გამოყოფის რაოდენობრივი მატება.
- ნიადაგებში განისაზღვრება მძიმე ლითონები. მიღებული ქიმიური და მეტეოროლოგიური მონაცემების (ჰაერის ტემპერატურა, ნალექების რაოდენობა და ინტენსივობა, ქარის სიჩქარე და მიმართულება) ერთობლივმა შესწავლამ საშუალება მოგვცა მიგველო კომპლექსური დასკვნები და შეფასებები.

თაზო 1

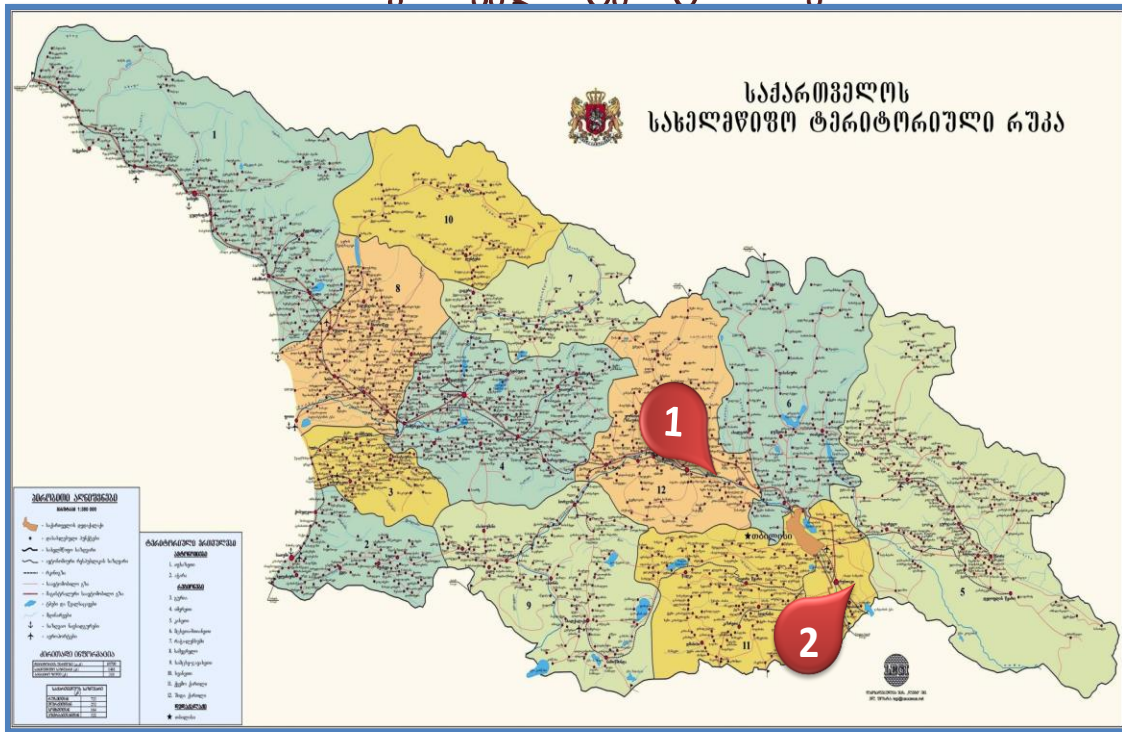
ზოგადი ცნობები აღმოსავლეთ საქართველოში განლაგებული ცემენტის ქარხნების შესახებ

1.1. კასპის ცემენტის ქარხნის მიმდებარე ტერიტორიის ზოგადი ფიზიკურ-გეოგრაფიული დახასიათება

საწარმოო ობიექტი განლაგებულია კასპის რაიონში (იხ. ნახ.1). აღნიშნული ტერიტორია მიეკუთვნება აღმოსავლეთ საქართველოს შიდა ქართლის ზონას, ხასიათდება უმთავრესად ვაკე რელიეფით და წარმოდგენილია ძირითადად სტეპური და ნახევრადსტეპური ლანდშაფტებით. საწარმოს ტერიტორია მდ. ლეხურას ხეობის მარჯვენა ნაწილზე მოდის. ქალაქი კასპი წარმოადგენს ქვეყნის ერთ-ერთ უმსხვილეს ინდუსტრიულ ცენტრს, რომელსაც აღმოსავლეთიდან და სამხრეთიდან ესაზღვრება სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები და მდინარე მტკვარი. დასავლეთიდან მას ესაზღვრება სატრანსპორტო მაგისტრალები. ჩრდილო-დასავლეთით ნაწილი დაბალბორცვიანი რელიეფით ხასიათდება. ქ. კასპი, რომელიც მდებარეობს აღმოსავლეთ საქართველოში, თბილისიდან დასავლეთით, შიდა ქართლის ზეგანზე (ზღვის დონიდან 500 – 800მ სიმაღლე). საქართველოს ტერიტორიის ფიზიკურ-გეოგრაფიული დარაიონების მიხედვით, განეკუთვნება მტკვრის ბარის ოლქის, შიდა ქართლის ქვეოლქს. დარაიონების ეს ქვეოლქი მოქცეულია კავკასიონის, თრიალეთის, ლიხისა და ქართლის ქედებს შორის და დანაწევრებულია მტკვრისა და მისი შენაკადების (ფრონე, ლიახვი, ლეხურა, ქსანი, არაგვი, ძამა, თეძამი) ქვემო დინებათა ხეობებით. ქვეოლქის ლანდშაფტური თავისებურებაა:

- ვაკე, ბორცვიანი და სერებიანი რელიეფის შეთანაწყობა;
- ზომიერად ნოტიო, ცხელზაფხულიანი სუბტროპიკული ჰავა;
- შავმიწისებრ, ალუვიური მდელოს კარბონატულ და ყავისფერ ნიადაგებზე გავრცელებული სტეპის და ჯაგეკლიანი სტეპის მცენარეულობა (აღმოსავლეთ საქართველოს ვაკის ტყის ნარჩენებით).

ძირითადი ცემენტის ქარხნების განლაგება საქართველოს ტერიტორიაზე



- 1** კასპის ცემენტის ქარხანა
- 2** რუსთვის ცემენტის ქარხანა

ნახ. 1. ძირითადი ცემენტის ქარხნები საქართველოს ტერიტორიაზე

1.1.1. კლიმატურ-მეტეოროლოგიური პირობები

დაგეგმილი საქმიანობის ობიექტის განლაგების დასახლებული პუნქტია ქალაქი კასპი, რის გამოც ობიექტის განლაგების ტერიტორიას და მის მიდამოებს, საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელის რეგულარული დაკვირვების მონაცემების მიხედვით, ახასიათებს უშუალოდ ამ დასახლებულ პუნქტში ადრე განლაგებული მეტეოროლოგიური სადგურის, აგრეთვე ამჟამად ფუნქციონირებადი უახლოესი მეტეოსადგურის მონაცემები.

ამ მონაცემების მიხედვით წლის ყველაზე ცივი თვის-იანვრის საშუალო ტემპერატურაა -0.5°C ამ თვის აბსოლუტური მინიმუმების საშუალო მრავალწლიური აღწევს -4.0°C ყინვას; ხოლო აგვისტოს, წლის ყველაზე ცხელი თვის საშუალო ტემპერატურაა 23.2°C , ამასთან ჰაერის ტემპერატურის აბსოლუტური მაქსიმუმების საშუალო მრავალწლიური ამ თვეში აღწევს 29.5°C .

ქ. კასპისათვის მეტეოროლოგიური პარამეტრების სხვადასხვა მახასიათებლების საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილებში: 1-4 .

ცხ. 1. კასპისათვის ჰაერის ტემპერატურის საშუალო მნიშვნელობები (t °C)

საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობები	თვეების მიხედვით												წლ.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	-0.5	0.6	5.4	10.7	15.8	19.7	23.1	23.2	18.9	13.0	6.4	0.7	11.4

ცხ.2. კასპისათვის ჰაერის აბს. მაქსიმუმის ტემპერატურების საშუალო მნიშვნელობები (t °C)

საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობები	თვეების მიხედვით												წლ.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	5.2	5.4	10.6	17.0	22.1	26.1	28.9	29.5	24.7	18.5	10.8	6.0	17.1

ცხ.3 კასპისათვის ჰაერის აბს. მინიმუმის ტემპერატურების საშუალო მნიშვნელობები (t °C)

საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობები	თვეების მიხედვით												წლ.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	-4.0	-3.1	0.7	6.1	10.8	13.9	17.8	17.8	14.1	8.1	2.7	-2.8	6.8

ცხ.4 კასპისათვის ჰაერის შეფარდებითი სინოტივის საშუალო მნიშვნელობები (%)

საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობები	თვეების მიხედვით												წლ.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
						74	73	72	76	77	77	77	74

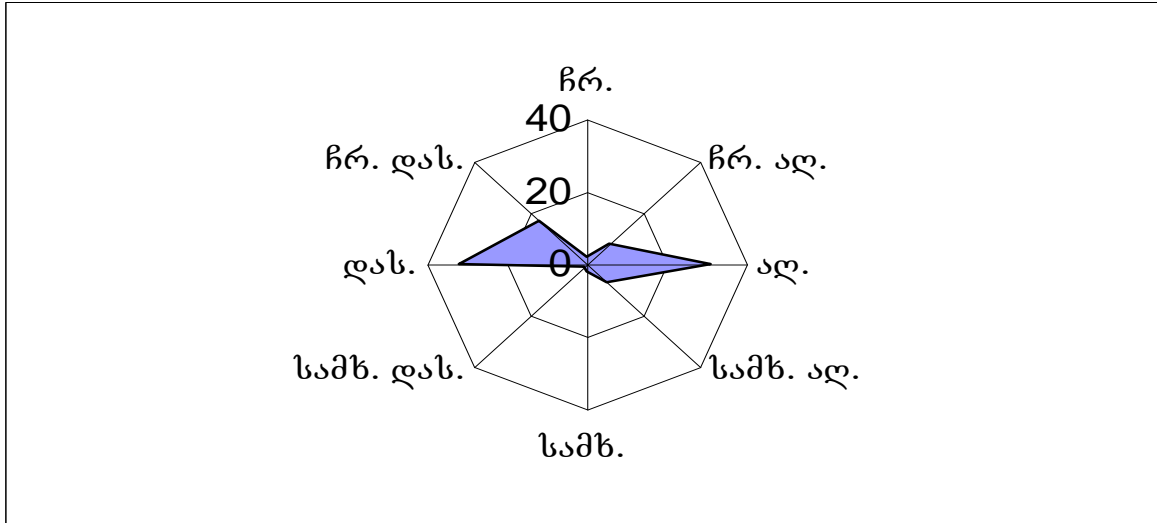
მეტეოროლოგიური მონაცემებით, წლის სხვადასხვა თვეებში ქარის მიმართულებებისა და შტილის განმეორადობა ქ. კასპისათვის მოცემულია ცხრილ 5-ში. საშუალოდ, წლიური ქარის სხვადასხვა მიმართულებების განმეორადობა შემდეგნაირად ნაწილდება: ჩრდილოეთის – 2 %, ჩრდილო-აღმოსავლეთის – 8 %; აღმოსავლეთის – 31 %, სამხრეთ-აღმოსავლეთის – 7 %; სამხრეთის – 2 %, სამხრეთ-დასავლეთის – 1 %, დასავლეთის – 32 %; ჩრდილო-დასავლეთის – 17 %. უქარო შემთხვევების(შტილი) – 39 %. სქემატურად, ქარის სხვადასხვა მიმართულებების განმეორებადობა მოტანილია ნახ.2-ზე. ქ. კასპისათვის დამახასიათებელი ქარის სიჩქარის თვის და წლის საშუალო მნიშვნელობები (V მ/წმ) – მოცემულია ცხრილში 6.

ცხ.5. წლის სხვადასხვა თვეებში ქარის მიმართულებებისა და შტილის განმეორადობა

თვე	ჩ	ჩ-ა	ა	ს-ა	ს	ს-დ	დ	ჩ-დ	შტილი
I	4	11	32	3	1	1	31	17	44
II	3	9	29	3	1	1	34	20	26
III	2	8	34	6	1	0	31	18	29
IV	1	7	33	10	2	1	30	16	30
V	2	6	29	10	2	2	33	16	35
VI	3	5	22	11	2	2	36	19	38
VII	2	4	20	10	3	1	40	20	36
VIII	2	6	25	10	2	2	35	18	42
IX	3	5	30	10	1	1	35	15	42
X	3	7	33	7	2	1	32	15	43
XI	2	12	43	6	1	1	23	12	42
XII	3	11	39	4	1	1	27	14	49
წლიური	2	8	31	7	2	1	32	17	39

ცხ.6. ქარის სიჩქარის თვის და წლის საშუალო მნიშვნელობები (V მ/წმ)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წელი
3.3	4.4	4.7	4.6	4.0	3.7	4.0	3.2	3.2	3.0	2.8	2.6	3.6



ნახ.2. ქარის მიმართულებების განმეორადობა (პროცენტებში)

კასპისათვის გასაშუალებული ნალექების წლიური რაოდენობა შეადგენს 517 მმ-ს. ნალექების მთავარი მაქსიმუმი მაის-ივნისშია (95 - 70 მმ-ის ფარგლებში). ყველაზე მშრალი თვეები იანვარი და დეკემბერი, როცა ნალექების რაოდენობა 23 მმ-ის სიახლოვესაა. რაც შეეხება ნალექების სეზონურ განაწილებას, ამ მხრივ კასპისათვის დამახასიათებელია შედარებით უხვნალექიანობა გაზაფხულ-ზაფხულში და მცირენალექიანობა შემოდგომა-ზამთარში. ნალექების მნიშვნელობები თვეების მიხედვით, კასპისათვის მოცემულია ცხრილში 7.

ცხ.7. ნალექების მრავალწლიური საშუალო მნიშვნელობები კასპისათვის (თვეების მიხედვით)

ნალექების მნიშვნელობები (მმ)													
თვეები და წელი	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წლ.
მრავალწლიური საშუალო	23	33	30	49	95	69	48	37	42	34	34	23	517

1.1.2. ჰიდროლოგიური ქსელის დახასიათება

საწარმო ობიექტის განლაგების ტერიტორიისათვის მდინარეთა ძირითადი არტერია მტკვარი და მისი შენაკადი ლეხურაა. იგი შერეული საზრდობის არტერიაა, იკვებება წვიმით, მიწისქვეშა წყლებით და თოვლით. ივლის-აგვისტოში წყალმცირობაა, მდგრადი წყალმცირობა კი ზამთარშია. თვით მდ. ლეხურა წარმოიქმნება ცხრა წყაროს მთის სამხრეთ ფერდობზე 1720 მ-ის სიმაღლეზე და უერთდება მდ. მტკვარს მარცხენა მხრიდან ქ. კასპიდან სამხრეთით 2 კმ-ის დაცილებით. მდინარის საერთო სიგრძე 43 კმ-ია, საერთო დაქანება 1217 მ., წყალშემკრები აუზის ფართობი 285 კვ.კმ. აღნიშნული აუზი განთავსებულია მთავარი

კაკასიონის ქედის მთისწინეთის ცენტრალურ ნაწილში და გაჭიმულია ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ მდინარეების ქსნისა და მეჯუღას წყალშემკრებ აუზებს შორის. მისი რელიეფი, ზედა და შუა დინებების ნაწილში ძლიერ დანაწევრებული მთიანი ადგილმდებარეობისაა, რომლის ცალკეული წვეროები 1700-2300 მ-ის სიმაღლეებს აღწევენ. სამხრეთით, აუზის ქვედა ნაწილში, სოფლებს იგოეთსა და ქვემოჭალას შორის რელიეფი იღებს დაბლობისათვის დამახასიათებელ სურათს, მცირე დანაწევრებებით

მტკვრის ჩამონადენის განაწილება სეზონების მიხედვით ასეთ სურათს იძლევა: გაზაფხულზე ჩამოედინება წლიური ჩამონადენის 48.5 %, ზაფხულში 26.9 %, შემოდგომაზე 13.7 %, ზამთარში 10.9 %. მტკვარი მძლავრი და წყალუხვი მდინარეა, იგი წყლის ენერჯის დიდ მარაგს ფლობს. თბილისთან მისი საშუალო წლიური ხარჯი 200 მ³/წმ აღემატება. კასპთან მისი საშუალო წლიური ხარჯი 180 მ³/წმ-ს აღემატება.

მდინარეთა წყალდიდობის დროს, განხილული მდინარეთა არტერია დიდი რაოდენობის წყლებს ატარებს, ცალკეულ წლებში კი კატასტროფული წყალდიდობა იცის. მრავალწლიანი დაკვირვებების მონაცემებით საკვლევ რეგიონში მდინარეთა გაყინვა არ შეინიშნება.

1.1.3. ნიადაგური საფარი

ნიადაგურ საფარში უმეტესი ადგილი უჭირავს ძველ ალუვიურ (მდელოს) კარბონატულ ნიადაგებს, ხოლო შემადლებულ ზოლში, ძველი ტერასების არეში-გარდამავალი სახის მდელოს ყავისფერ, ზოგან კი შავმიწისებრ ნიადაგებს. ძველ ალუვიურ ნიადაგებს ჩვეულებრივად დიდი სისქე, კარბონატების დიდი შემცველობა და საშუალო ან მძიმე თიხნარი შედგენილობა ახასიათებს. მდინარე დიდი ღიახვის მარჯვენა ნაპირზე ნიადაგები გამოირჩევა კარბონატების ძალიან დიდი შემცველობით (20-35% და მეტიც) და მტვრიან-ლამიანი შედგენილობით. მდელოს ალუვიურ ნიადაგებს დიდი გამოყენება აქვს მარცვლეულის, ხეხილისა და სხვა კულტურებისათვის. შავმიწისებრ ნიადაგებს უფრო ხშირად მძიმე შედგენილობა აქვს [9,10,11]

1.2. რუსთავის ცემენტის ქარხნის მიმდებარე ტერიტორიის ზოგადი ფიზიკურ-გეოგრაფიული დახასიათება

რუსთავის ცემენტის ქარხანა აღმოსავლეთ საქართველოში - ქვემო ქართლის მხარეში, ქვემო ქართლის ვაკის აღმოსავლეთ ნაწილში - 370 მ სიმაღლეზე მდებარეობს (ნახ.1), ამ რეგიონის მძლავრი ინდუსტრიული ცენტრის, ქალაქ რუსთავის სამრეწველო ზონის უბანში, თბილისიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთით, დაახლოებით 30 კმ-ის დაშორებით. ქალაქ რუსთავის მოსახლეობა – დაახლოებით 140-150 ათასის ფარგლებშია.

ქ. რუსთავი განთავსებულია მდ. მტკვრის ორივე მხარეს. უმთავრესად მარცხენა მხარეს არის ქალაქის სამრეწველო ობიექტები. ქალაქის ეს ნაწილი წარმოადგენს გარდაბან-ქვემო ქართლის სტეპის ზონის დასაწყისს, რომელსაც საერთო დახრა აქვს სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ – მდინარის დინების მიმართულებით, ხოლო მდინარის მარცხენა მხარე ხასიათდება ბორცვებიანი რელიეფით.

1.2.1. კლიმატურ-მეტეოროლოგიური პირობები

კლიმატური თვალსაზრისით რუსთავი შედის ზემო და ქვემო ქართლის ბარის მთისწინა გარდამავალ ზონაში. მისთვის დამახასიათებელია ზომიერად ცივი ზამთარი, ცხელი ზაფხული და და ზომიერი სინოტივე, რომელიც კლებულობს დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ.

მნიშვნელოვან ბუნებრივ პროცესებს აქვს ადგილი ბოლო წლების პერიოდში მთელი მსოფლიოსათვის, რაც განპირობებულია გლობალური კლიმატის ფორმირებაზე ანთროპოგენური ფაქტორების ზეგავლენით. ამ გლობალური პროცესების გავლენითა და ადგილობრივი თავისებურებებით, ბოლო 3-4 წლის პერიოდში საქართველოში შეინიშნება ატმოსფერული ჰაერის საშუალო ტემპერატურის კლიმატური ნორმიდან მეტნაკლებად სტაბილური დადებითი გადახრები (ცხრილი 8) .

ცხრილი 8. საშუალო ტემპერატურა და მისგან ექსტრემალური გადახრი მახასიათებლები

მახასიათებელი	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წელი
ექსტრემალ. მახას. ----- წელი	6.3 ---- 1966	7.3 ---- 1966	10.7 ---- 1947	16.9 ---- 1917	22.7 ---- 1851	24.2 ---- 1892	26.8 ---- 1882	27.1 ---- 1940	23.0 ---- 1937 1957	17.6 ---- 1927	10.6 ---- 1848	6.8 ---- 1946 1876	14.8 ----- 1966
საშუალო	0.9	2.6	6.7	12.1	17.4	21.2	24.4	24.2	19.6	13.8	7.7	3.0	12.8
საშუალო კვადრატული გადახრა (σ)	2.1	2.0	1.8	1.6	1.3	1.2	1.2	1.2	1.4	1.5	1.5	1.8	0.6
ვარიაციის კოეფიციენტი (ჩ)	2.33	0.76	0.26	0.13	0.07	0.05	0.04	0.05	0.07	0.11	0.19	0.60	0.04
ექსტრემალ. მახას. ----- წელი	-4.2 ---- 1889	-2.0 ---- 1976	2.1 ---- 1880	9.0 ---- 1870	14.7 ---- 1919	18.8 ---- 1937	22.1 ---- 1985	21.2 ---- 1923	16.9 ---- 1862	9.5 ---- 1862	2.9 ---- 1920	-3.6 ---- 1920	11.5 ---- 1911

რუსთავში ყველაზე ცივი თვეა იანვარი, რომლის საშუალო ტემპერატურა $-2.7- +5.8^{\circ}\text{C}$ ფარგლებშია, გარდაბნის რაიონისათვის ტემპერატურული რეჟიმის პარამეტრები მოცემულია ცხრილ 9-ში. ზაფხულში უმეტეს ტერიტორიაზე ტემპერატურა 25°C -ს აღემატება. ყველაზე ცხელი თვეებია ივლისი-აგვისტო. ამ თვეების ჰაერის საშუალო ტემპერატურებია 25.0°C . ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა 13.0°C -ია. ყინვები იწყება ნოემბერში და გრძელდება მარტის ბოლომდე, 100°C -ზე მაღალი ტემპერატურა 6-7 თვის განმავლობაში გრძელდება. აქ იანვრის თვეში ჰაერის ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმების მრავალწლიური საშუალო მნიშვნელობაა -2.7° , ხოლო ივლის-აგვისტოს თვეების ჰაერის ტემპერატურის აბსოლუტური მაქსიმუმების საშუალო მნიშვნელობა 31.4°C -ია. აბსოლუტურად ყველაზე მაღალი ტემპერატურა აღინიშნება ამ თვეებში ის აღწევს $40-41^{\circ}\text{C}$.

ცხრილი 9. ატმოსფერული ჰაერის ტემპერატურული რეჟიმის პარამეტრები (ტ°C)

პარამეტრის დასახელება	თვე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
საშუალო დღეღამური ტემპერატურა	0.8	2.6	6.6	11.9	17.5	21.6	25.0	25.0	20.3	14.4	7.7	2.6	13.0
საშუალო მინიმალური ტემპერატურა	-2.7	-1.3	1.8	7.3	12.6	16.4	19.5	19.6	15.3	9.7	3.7	-0.8	8.4
საშუალო მაქსიმალური ტემპერატურა	5.8	7.6	11.6	17.8	23.7	27.8	31.3	31.4	26.2	20.0	12.4	7.6	18.6

რუსთავში საშუალო წლიური ნალექების ჯამი 382მმ-ია, ნალექების მთავარი მაქსიმუმი მაისშია (საშუალო მნიშვნელობით 64მმ). ყველაზე მშრალი თვე იანვარია (13მ). რაც შეეხება ნალექების სეზონურ განაწილებას, ამ მხრივ დამახასიათებელია შედარებით უხვნალექიანობა წლის თბილ პერიოდში (აპრილი-ოქტომბერი, 279მმ) და მცირენალექიანობა წლის ცივ პერიოდში (ნოემბერი-მარტი, 103მმ). გარდაბნის რაიონისათვის დამახასიათებელი ნალექების რეჟიმის პარამეტრები მოცემულია ცხრილში 10.

ცხრილი 10. დამახასიათებელი ნალექების რეჟიმის პარამეტრები (მმ)

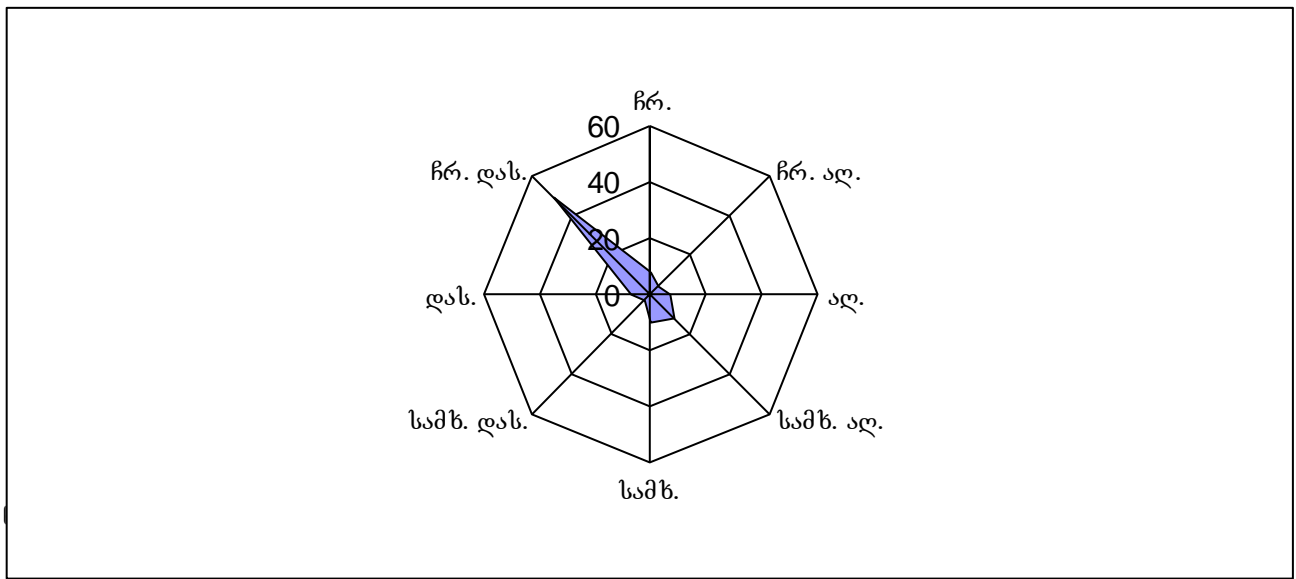
პარამეტრის დასახელება	თვე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ნალექების ჯამის საშუალო	13	17	28	39	64	55	28	28	32	33	28	17	382

მოსული ნალექები წლის განმავლობაში შედარებით არათანაბრადაა განაწილებული და დიდ საზღვრებში მერყეობს. ნალექებით უფრო უზრუნველყოფილია გაზაფხული და

ზაფხულის დასაწყისი. მინიმუმია ზამთარში და ზაფხულის მეორე ნახევარში. ნალექიან დღეთა რიცხვი წელიწადში საშუალოდ არის 108. ნალექების დღელამური მაქსიმუმია 132მმ. თოვლი შესაძლებელია მოვიდეს აპრილამდე. ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის საშუალო წლიური მაჩვენებელია 66%. წელიწადში საშუალოდ 48 დღე გამოირჩევა მაღალი ($\geq 80\%$) ტენიანობით, ხოლო მათი მაქსიმალური რაოდენობაა 71.

რუსთავის მიდამოებში ქარების საშუალო წლიური სიჩქარე 4.8 მ/წმ უდრის. ვენტილაცია ძირითადად ხდება ჩრდილო-დასავლეთისა და სამხრეთ-აღმოსავლეთის ქარების გავლენით, რომელთა სიჩქარე ხშირად აღწევს შტორმულს (15 მ/წმ და მეტი), უფრო ძლიერი ქარები იცის გაზაფხულზე - მარტსა და აპრილში, შედარებით სუსტი - შემოდგომა-ზამთარში, ქარის მაქსიმალური სიჩქარე მეტი 15 მ/წმ-ზე დაიკვირვება წლის განმავლობაში საშუალოდ 19 დღეს, ხოლო მათი მაქსიმალური რაოდენობაა 65 დღე, შტილისა და ტემპერატურული ინვერსიების დროს ქალაქის ტერიტორიაზე ადგილი აქვს ცივი ჰაერის მასების დაგროვებას, რაც ხელს უშლის ატმოსფეროში გამოფრქვეული ან დაგროვილი მავნე ნივთიერებების გაბნევას.

ქარის სხვადასხვა მიმართულებებისა და შტილის განმეორადობა მოცემულია ცხრილ 11-ში და ნახაზზე 3.



ნახ. 3. ქარის სხვადასხვა მიმართულებებისა და განმეორადობა.

ცხრილი 11. ქარის სხვადასხვა მიმართულებების განმეორადობა

მიმართულება და შტილი	ჩ	ჩა	ა	სა	ს	სდ	დ	ჩდ	შტილი
განმეორადობა % -ში	8	4	7	12	10	3	7	49	18

12.2. ჰიდროლოგიური ქსელის დახასიათება

მდინარე მტკვარი, რომელიც სათავეს თურქეთის რესპუბლიკაში იღებს, არის არა მარტო საქართველოს, არამედ მთელი ამიერკავკასიის უდიდესი მდინარე. მისი საერთო სიგრძეა 1364 კმ. მათ შორის საქართველოს ტერიტორიაზე - 390 კმ.

მდინარე მტკვრის აუზი მრავალფეროვანი ლანდშაფტებით ხასიათდება, რაც არსებით გავლენას ახდენს მის რეჟიმზე. მტკვარი არის შერეული საზრდოობის მდინარე. იგი საზრდოობს თოვლის, წვიმის და მიწისქვეშა წყლებით. მდინარისათვის დამახასიათებელია გაზაფხულის წყალდიდობა, ხოლო ზაფხულსა და ზამთარში წყალმცირობა. გაზაფხულის წყალდიდობა მარტის პირველ ნახევარში იწყება და მაქსიმუმს აღწევს აპრილის ბოლოსა და მაისის დასაწყისში. ივლის-აგვისტოში მტკვარზე წყალმცირობაა, ისევე როგორც მთელი ზამთრის განმავლობაში.

მდინარე მტკვრის საშუალო წლიური ხარჯი რუსთავის ფარგლებში შეადგენს 205 მ³/წმ. მდინარის ჩამონადენი წლის სეზონების მიხედვით შეადგენს: გაზაფხულზე – წლიური ჩამონადენის 48.5%, ზაფხულში – 26.9%, შემოდგომაზე 13.7%, ზამთარში – 10.9%, საზრდოობის კომპონენტების მიხედვით ჩამონადენის განაწილება შედგება: მიწისქვეშა წყლები – 38.6%, თოვლის წყლები – 36.6% და წვიმის წყლები 24.8%.

მდინარე წყალდიდობის დროს დიდი რაოდენობის წყლებს ატარებს, ცალკეულ წლებში კი კატასტროფული წყალდიდობა იცის.

12.3. ნიადაგური საფარი

რუხი ყავისფერი ნიადაგები გავრცელებულია მშრალი სუბტროპიკული სტეპის ზონაში სამგორის ვაკეზე. დიდი მასივებია თბილისის საგარეუბნო ზონაში; სამგორში,

მარნეულის, გარდაბნის რაიონებში. რუსთავის შემოგარენში ძირითადად გვხვდება რუხი ყავისფერი, ალუვიურკარბონატული და ზოგან ბიცობი ნიადაგები [6,7,11]. ამ ნიადაგების გავრცელების ზონაში მზის ინსოლაცია საქართველოს ტერიტორიისათვის მაქსიმუმს აღწევს, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 4000°C და ზოგჯერ მეტსაც შეადგენს. მრავალწლიური ნალექების საერთო რაოდენობა საშუალოდ 300-400მმ*ია და ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა $12-13^{\circ}\text{C}$. ნალექების უმცირესი რაოდენობა გაზაფხულსა და შემოდგომაზე მოდის. ტენის ბალანსი უარყოფითია, დატენიანების კოეფიციენტი საშუალოდ 0.4-ია. ზონაში აღმოსავლეთის მიმართულებით ქსერიტიზაცია მატულობს და ელდარის ვაკე ნახევარუდაბნოს სახეს იღებს.

რუხი ყავისფერი ნიადაგების A ჰორიზონტის სიზრქე 15-25სმ-ს არ აღემატება. ჰუმუსის შემცველობა 2-3%-ია. ხასიათდება რუხი ყავისფერი შეფერილობით. საერთო აზოტი 0.12-0.15%-ს შეადგენს, შთანთქმული კათიონების ჯამი 100გრ. ნიადაგში 20-30მგ ექვივალენტის ფარგლებშია. კოლოიდური კომპლექსი ხშირად ნატრიუმს შეიცავს, რომლის რაოდენობა ზოგჯერ ბიცობიანობის გამოვლინების ქვედა ზღვარს აღემატება. ნიადაგის ჰორიზონტი გამკვრივებულია, რაც გათიხებასთან ერთად, ხშირად ბიცობიანობით არის გამოწვეული.

გენეზისური ჰორიზონტები თანდათანობით ერთმანეთში გადადის და ღრმა ჰუმუსოვან პროფილს ქმნის. ილუვიურ ფენაში კარბონატები უხვად არის.

რუხი ყავისფერი ნიადაგები ძირითადად ზამთრის საძოვრებადაა გამოყენებული და მისი მხოლოდ მცირე ფართობი ვენახებს უკავია. ბუნებრივი მცენარეულობიდან გავრცელებულია ავშნიან-უროიანი დაჯგუფებები. ამ ნიადაგების საძოვარი სავარგულის ბიოპროდუქტიულობის გაუმჯობესება მოითხოვს სასუქების გამოყენებას და ყუათიანი ბალახების შეთესვას.

თავი 2. კვების მეთოდება

შრომაში ძირითადად გამოყენებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის (ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების მონიტორინგისა და პროგნოზირების განყოფილება) მიერ ჩატარებული საველე-საექსპედესიო სამუშაოს შედეგები კასპისა და რუსთავის ცემენტის ქარხნების მიმდებარე ტერიტორიაზე: ატმოსფერული ჰაერის, ბუნებრივი წყლებისა და ნიადაგების ანალიზის შედეგები; აგრეთვე ინტერნეტ წყაროზე დაყრდნობით სხვადასხვა ლიტერატურული მასალა.

ცემენტის ქარხნის მიმდებარე ტერიტორიაზე ატმოსფერული ჰაერში ნივთიერებების (CO_2 , CH_4 , N_2O , NO_x , CO , SO_2 და ააონ-ების) სასინჯო აღება მოხდა ასპირაციული მეთოდით – ასპირატორ AK-15-ის შეფასებით, მტვერს ვილებლით 10 წუთიანი შეწოვით 5მ³/წუთში. ჰაერის სინჯები ქიმიური ანალიზუსთვის აღებული იყო სპეციალური კამერებით. ადგილზე გაზომილი იყო ინდიკატორული მილის საშუალებით ნახშირის მონოქსიდი, გოგირდწყალბადი, გოგირდის დიოქსიდი, აზოტის ჯანგეული. კამერით აღებულ ჰაერის სინჯებში ლაბორატორიაში არსებულ ქრომატოგრაფზე განისაზღვრა ნახშირის დიოქსიდის და მეთანის კონცენტრაციები [2]

ნიადაგის ნიმუშები აღებულ იქნა 2011 წელს კასპის და რუსთავის ცემენტის ქარხნის ტერიტორიაზე შემდეგ წერტილებში: ნიადაგის ნიმუშის აღება ხდებოდა 0-20მს სიღრმეზე, ქარხნის ტერიტორიიდან სხვადასხვა მანძილით დაშორებულ ტერიტორიაზე. კასპის ცემენტის ქარხნისთვის: ფარნავაზ მეფის ქ.№1, ხოკრიშვილის ქ.№1, საქათმე, “მრგვალიჭალა” შესასვლელთან, ბახართან, გამგეობა, გასასვლელი კავთისხევის მიმართულებით. ხოლო რუსთავის ქარხნისთვის: ძირითადი საამქროს მიმდებარე ტერიტორია, კაზმის საამქროს მიმდებარე ტერიტორია, საცხოვრებელი ზონის ტერიტორია.

ნიადაგის ნიმუშებში ნიადაგის pH და მძიმე ლითონებიდან განისაზღვარა: ტყვია, თუთია, სპილენძი, ნიკელი, კობალტი, ქრომი, კადმიუმი. [17]

აღებული ნიადაგის ნიმუშები ჩამოტანილ იქნა ლაბორატორიაში, სადაც ნიმუშები გაიშალა გასაშრობად, შემდეგ ისინი გაიწმინდა სხვადასხვა ჩანართებისაგან (მცენარეთა ფესვები, კენჭები); დაიფქვა ფაიფურის როდინში, გაიცრა 1მმ დიამეტრის საცერში და აიწონა. მათში მოხდა მძიმე ლითონების განსაზღვრა ატომოაბსორციული მეთოდით.

CO₂-ის ტექნოლოგიური გაფრქვევის გამოსათვლელად ვისარგებლეთ კლიმატის ცვლილების სამთავრობათშორისო საბჭოს (IPCC) მიერ რეკომენდირებული მეთოდოლოგიით [5,13,14], რის მიხედვითაც CO₂-ის ტექნოლოგიური პროცესის ხვედრითი კოეფიციენტია: 0.4985ტ CO₂/ტ.ცემენტზე. ხოლო ენერგომომხარების წიაღისეულ საწვავთან დაკავშირებული ხვედრითი ემისიები, რომელსაც ასევე IPCC გვთავაზობს, წარმოდგენილია ცხრილებში 12.

ცხრილი 12. ცემენტის წარმოების წიაღისეულ საწვავის ხვედრითი ემისიის კოეფიციენტები

საწვავის სახეობა	ემისიების ხვედრითი კოეფიციენტები						
	CO ₂ ტCO ₂ /ტ.სა წ.	CH ₄ კგ/ტწ	N ₂ O კგ/ტწ	NO _x კგ/ტწ	CO კგ/ტ წ	ააონ- ების კგ/ტწ	SO ₂ კგ/ტ წ
საცეცხლე მაზუთი	3.218	3	0.6	200	15	5	1.333
ქვანახშირი	1.758	1	1.4	300	20	5	1.533
ბუნებრივი აირი	1.961	1	0.1	150	20	5	-

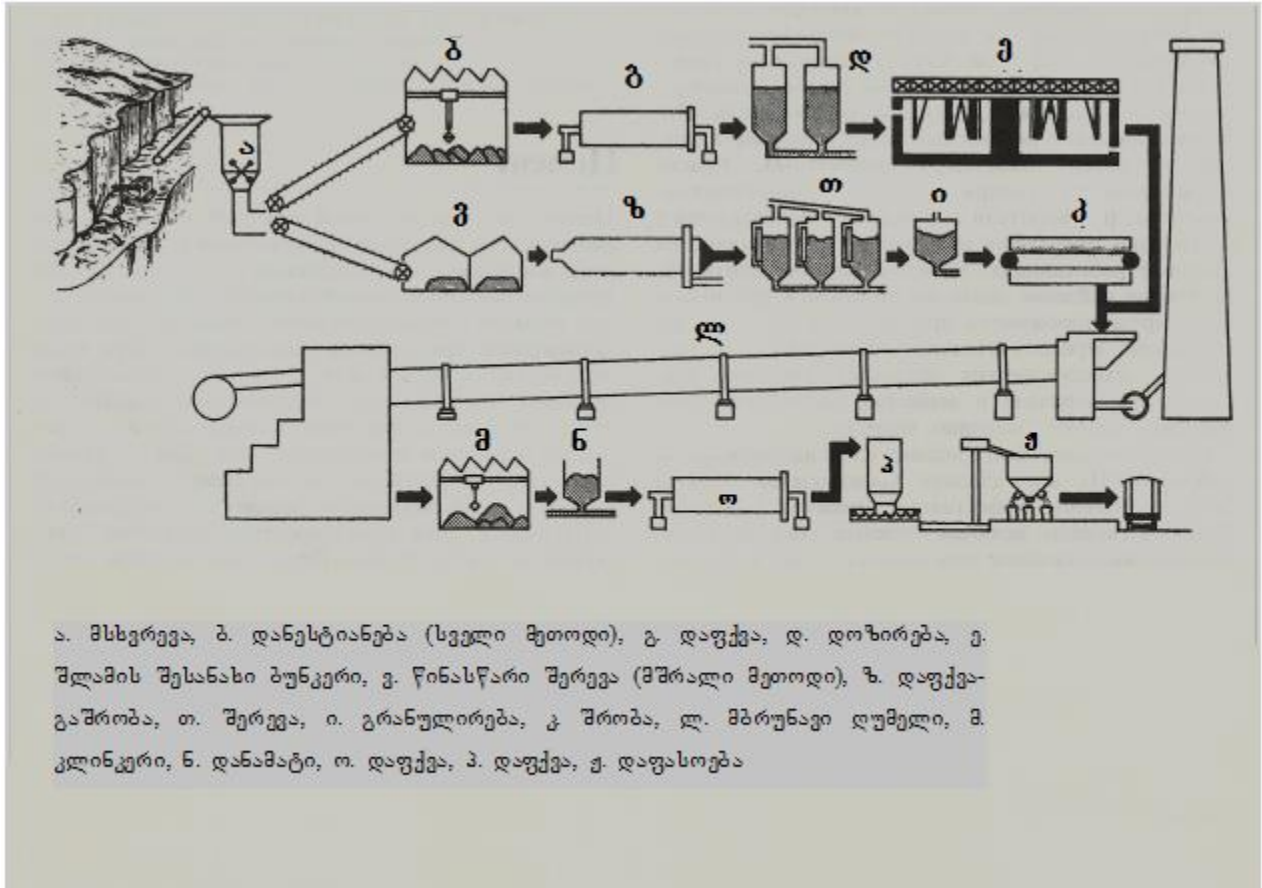
3. ცემენტის ქარხნის ტექნოლოგია

3.1. კასპის ცემენტის ქარხნის ტექნოლოგიის ზოგადი მიმოხილვა

ცემენტის წარმოება - ქვეყნის სამშენებლო ინდუსტრიის ძირითად წყაროთა შემადგენელი ნაწილია. ამით არის განპირობებული ამ მიმართულებით განხორციელებული საქმიანობის განსაკუთრებული პრიორიტეტი. აღსანიშნავია, რომ კასპის ცემენტის ქარხნამ რომელმაც ფუნქციონირება დაიწყო ჯერ კიდევ 1930 წელს წარმოების სველი მეთოდით აწარმოებდა სხვადასხვა მარკის ცემენტს, აგრეთვე სამშენებლო დანიშნულების შიფერს. ამ პერიოდისათვის საწარმოს საპროექტო სიმძლავრე შეადგენდა 865 ათას ტონა ცემენტს და 40 ათას პირობით შიფერის ფილას. დღევანდელ პირობებში, გარკვეული შემცირებით, შენარჩუნებულია ქარხნის ძირითადი პროდუქციის – ცემენტის წარმოება, ხოლო შიფერის წარმოება, 1995 წლიდან დაკონსერვებულია.

ამჟამად, საწარმოს მიმდინარე საქმიანობის საგანს წარმოადგენს მხოლოდ ცემენტისა და კლინკერის წარმოება. საქმიანობა გათვლილია 761100 ტონა ცემენტის წარმოებაზე წელიწადში. ამ რაოდენობის ცემენტის საწარმოებლად, აგრეთვე სარეალიზაციო საჭიროებისთვის, საწარმო წელიწადში გამოუშვებს 691200 ტონა კლინკერს. საწარმო საწვავად გამოიყენებს ნახშირს, რომლის რაოდენობა წელიწადში შეადგენს 197500 ტონას.

საწარმო მუშაობს წარმოების სველი მეთოდით ნახაზზე 4 მოცემულია ცემენტის წარმოების სველი და მშრალი მეთოდების ტექნოლოგიური სქემა. საწარმოს სამუშაო დღეების რაოდენობა წელიწადში შეადგენს 365-ს, ხოლო დღე-ღამეში სამუშაო საათების რაოდენობა – 24-სთ. უშვებს პორტლანდცემენტს (მარკა “400”) და პორტლანდ-ცემენტს (მარკა “300”).



ნახაზი 4. ცემენტის წარმოების ტექნოლოგიური სქემა (სველი და მშრალი).

ძირითად ნედლეულს წარმოადგენს ადგილობრივი კირქვა და თიხა, ხოლო დანამატებად გამოიყენება თაბაშირი, პემზა, რკინის ნამწვი, ცეოლიტი. საწვავად გამოიყენებულია ქვანახშირი, რომლის ძირითადი მახასიათებლებია:

- მარკა K-PC-CC,
- ტენიანობა -9%,
- ნაცრიანობა – 15.5%,
- გოგირდი – 0.5%,
- ნახშირბადი – 64.9,
- წყალბადი – 3.8,
- აზოტი – 1.5%,
- უანგბადი – 4.8,
- კალორიულობა – 5990 კკალ/კგ,

კირქვის მოპოვება ხდება საბადოს ღია წესით. კავთისხევის კირქვის კარიერზე, რომელიც დაშორებულია საწარმოდან 4 კმ-ით, ამ ნედლეულით საწარმოს უზრუნველყოფის მიზნით, ხორციელდება საბადოს პერიოდული აფეთქება. კირქვის დამუშავება ხდება კარიერზე. კირქვა ექსკავატორით იტვირთება ავტოთვიომცლელებში, მიიზიდება სამსხვრევ საამქროში, იყრება ყბებიან მსხრევანაში (წარმადობა 250 ტ/სთ) და იმსხვრევა. დამსხვრეული კირქვა ლენტური ტრანსპორტორით (ხვიმრის გავლით) მიეწოდება ჩაქუჩებიან მსხვრევანას, (2 ცალი, წარმადობა 250 ტ/სთ და 100 ტ/სთ), საიდანაც დამსხვრეული კირქვა (30 მმ-მდე ზომით) ლენტური კონვეირით მიეწოდება საჰაერო-საბარგო გზის მიმღებ ხვიმრებს. აქედან საბარგო გზის საშუალებით კირქვა მიეწოდება ქარხნის ნედლეულის დაფქვის წისქვილებს. (თითოეული 50 ტ/სთ წარმადობით) წისქვილებში ხდება კირქვის დაფქვა თიხის შლამთან ერთად.

თიხის მოპოვება ხდება ღია წესით. ექსკავატორით თიხა იტვირთება ავტოთვიომცლელებში და მიიზიდება თიხის სათქვეფელასთან (წარმადობა-60ტ/სთ) აქ ხდება თიხის შლამის მომზადება და მისი მიწოდება (შლამის ტუმბოს (წარმადობა-200მ³/სთ) საშუალებით) ნედლეულის საამქროში არსებულ თიხის შლამის შემკრებ აუზში. შემკრები აუზიდან თიხის შლამი ტუმბოს საშუალებით მიეწოდება ნედლეულის დაფქვის წისქვილებს.

ნედლეულის დაფქვის წისქვილებიდან მიღებული შლამი საკონტროლო აუზიდან ტუმბოს საშუალებით გადაიქაჩება ვერტიკალურ შლამ-აუზებში (8 ცალი, თითოეულის ტევადობა 280-320 მ³), სადაც ხდება შლამის მიყვანა დადგენილ მახასიათებლებამდე. გამზადებული შლამი გადაიქაჩება ჰორიზონტალურ შლამ-აუზებში (2 ცალი, ტევადობა 7000 მ³), სადაც ხდება მისი გაერთოგვარონება და გამზადებული შლამი ტუმბოს საშუალებით მიეწოდება ტექნოლოგიურ ხაზებში ჩართულ - გამოწვის მბრუნავ №1, №2 და №3 ღუმელებს. თითოეული მბრუნავი ღუმელის საპროექტო წარმადობა შეადგენს 30 ტონა კლინკერს საათში. №1 და №2 მბრუნავი ღუმელის ზომებია: $\Delta=4\text{მ}$, $\mu=168\text{მ}$, ხოლო №3 მბრუნავი ღუმელის ზომებია: $\Delta=4\text{მ}$, $\mu=150\text{მ}$.

მბრუნავ ღუმელებში ხდება შლამის გამოწვა, რის შედეგადაც მიიღება ნახევარფაბრიკატი - კლინკერი. №1, №2 და №3 მბრუნავი ღუმელების ბაზაზე

არსებულ ტექნოლოგიურ საზებს შორის მხოლოდ ის განსხვავებაა, რომ №3 მბრუნავი ღუმელიდან მიღებული კლინკერი ჯერ იყრება დანამატების ღია საწყოში, აქედან კლინკერის მიღების შუალედურ ბუნკერში, ხოლო შემდეგ - გალერეის გავლით, იყრება კლინკერის სილოსებში (2 ცალი, თითოეულის ტევადობა – 2500ტ.) სხვა ტექნოლოგიური ოპერაციები ამ ორ ტექნოლოგიურ საზს ერთიდაიგივე აქვს.

დანამატები (თაბაშირი, პემზა) სამსხვრეველაზე (2 ცალი აქედან 1 სარეზერვოა, თითოეულის წარმადობა – 50 ტ/სთ). დამსხვრევის შემდეგ იყრება შუალედურ ბუნკერში, საიდანაც გალერეის გავლით, იყრება დანამატების სილოსებში (8 ცალი, აქედან თითოეულის ტევადობა თაბაშირისთვის 550 ტ, პემზისთვის 250 ტ.).

კლინკერი და დანამატები, ჯამებიანი მკვებავი ტრანსპორტიორით, ხვდება ცემენტის წისკილებში, რომელთა თითოეულის საპროექტო წარმადობა შეადგენს 50 ტონა ცემენტს საათში. დაფქვილი ცემენტი პნევმოტრანსპორტით გადაიქაჩება ცემენტის სილოსებში, (12 ცალი, საერთო ტევადობა 24 ათ.მ³) საიდანაც ცემენტი იგზავნება მომხმარებლის მისამართით, როგორც შეუფუთავი მასის სახით (ნაყარის ტრანსპორტირებისათვის განკუთვნილი ავტომანქანებით და რკინიგზის ვაგონებით), ასევე შეუფუთული სახით. შემფუთავი მანქანის წარმადობაა - 100ტ ცემენტი საათში. მეორე შემფუთავი მანქანა, იგივე წარმადობით, სარეზერვოა.

3.2. რუსთავის ცემენტის ქარხნის ტექნოლოგიის ზოგადი მიმოხილვა

რუსთავის ცემენტის ქარხნამ ფუნქციონირება დაიწყო ჯერ კიდევ 1956 წელს და აწარმოებდა სხვადასხვა მარკის ცემენტს. მისი საპროექტო სიმძლავრე შეადგენდა 864 ათ. ტონა ცემენტს.

დღევანდელ პირობებში საწარმოს დაგეგმილი აქვს 700000 ტონა ცემენტის წარმოება წელიწადში. ამ რაოდენების ცემენტის საწარმოებლად, აგრეთვე სარეალიზაციო საჭიროებისთვის, საწარმო წელიწადში გამოუშვებს 500000 ტონა კლინკერს. საწარმო საწვავად გამოიყენებს ნახშირს, რომლის რაოდენობა წელიწადში შეადგენს 170 ათ. ტონას. საწარმოს სამუშაო დღეების რაოდენობა წელიწადში შეადგენს 365-ს, ხოლო დღე-ღამეში სამუშაო საათების რაოდენობა – 24-ს.

საწარმო მუშაობს წარმოების სველი მეთოდით და ტექნოლოგიური რეგლამენტით გათვალისწინებულია შემდეგი სახის ცემენტის პროდუქციის გამოშვება: პორტლანდცემენტი (მარკა: „მ400“, „მ500“), წიდაპორტლანდცემენტი („მ400“), მრავალკომპონენტიანი პორტლანდცემენტი („მ400“) და სულფატმდგრადი პორტლანდცემენტი („მ400“). ქარხანაში კირქვის მიღება ხდება რკინიგზის ტრანსპორტით დედოფლისწყაროდან და სადახლოდან, ხოლო თიხა მიეწოდება ადგილობრივი (გარდაბნის) საბადოს თიხის კარიერიდან ჰიდროტრანსპორტის საშუალებით. თიხის შლამის მომზადება ხდება უშუალოდ კარიერზე, თიხის სათქვეფელაში (2 სათქვეფელა, თითოეულის წარმადობა – 36ტ/სთ).

ნედლეულის შემდგომი მომზადება ხდება დაფქვის საამქროში არსებულ ბირთვებიან წისკვილებში (სულ 6 წისკვილი, თითოეული წარმადობით – 25ტ/სთ); დაფქვილი ნედლეულის შლამი, რომლის სინესტე შეადგენს დაახლოებით 39%-ს, წისკვილიდან გამოსვლის შემდეგ შლამის ტუმბოების საშუალებით გადაიქაჩება ვერტიკალურ შლამაუზებში (საერთო რაოდენობა – 9, მათ შორის 3 – განკუთვნილია თიხით მდიდარი შლამისათვის, ხოლო 6 – კირქვით მდიდარი შლამისათვის). აქ მომზადებული შლამი, სათანადო კონტროლის გავლის შემდეგ გადაიქაჩება ჰორიზონტალურ შლამაუზებში, სადაც ხდება შლამის კორექტირება წინასწარ დასახული მოდულების მიხედვით (ჰორიზონტალური შლამაუზების რაოდენობაა 4, მათ შორის 3 – მოცულობით 2350კუბ.მ, ხოლო 1 – 2600კუბ.მ).

დანამატებად გამოიყენება თაბაშირი და ნაყარი წიდეები. ასევე დანამატად შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ბაზალტის ღორღი, პერლიტი ან მდინარეული ხრეში (ნაცართან ერთად). ქარხანაში არსებობს ცემენტის შესაფუთი საამქრო, სადაც ფუნქციონირებს შემფუთავი დანადგარები: 60ტ/სთ წარმადობებით. ამ საამქროდან, შეფუთული ცემენტის ტომრები ლენტური კონვეიერით მიემართება საწყობში ან უშუალოდ ავტომანქანების ჩასატვირთი მოედნისაკენ.

თაზო 4.

ცემენტის ქარხნები, როგორც სათბურის გაზების ემისიის წყარო

4.1 კასპის ცემენტის ქარხნის მიერ სათბურის გაზების ტექნოლოგიური გაფრქვევა

ცემენტის ქარხნებიდან სათბურის გაზების ემისია განპირობებულია როგორც უშუალოდ ტექნოლოგიური პროცესებით, ასევე მათი ენერგოუზრუნველყოფის აუცილებლობით: თბოენერგიის და ელექტრო ენერგიის მოხმარებით.

ცემენტის წარმოების პროცესში ატმოსფეროში გაიფრქვევა CO₂, CH₄, NO₂, NO_x, CO ააონ-იონები, და SO₂. აქედან ნახშირორჟანგის გაფრქვევა ხდება როგორც ნედლეულის გამოწვის ასევე სათბობის წვის შედეგად. ყველა დანარჩენი სათბურის გაზის ემისია შედეგია სათბობის წვისა.

ტექნოლოგიურ პროცესში მოხმარებული ელექტრო ენერგიის ტოლფასი სათბურის გაზების გაფრქვევის საანგარიშოდ აუცილებელია წვის პროცესის ამსახველი შესაბამისი ხვედრითი კოეფიციენტების გამოყენება, რაც IPCC-ის მეთოდის შესაბამისად მოტანილია ცხრილში 12.

ცხრილი 12. საწვავის წვისას სათბურის გაზების გაფრქვევის ხვედრითი კოეფიციენტები

საწვავის სახეობა	გაფრქვევის ხვედრითი კოეფიციენტი						
	CO ₂ (ტ. CO ₂ /ტ.)	CH ₄ (კგ/ტერა-ჯოული)	NO ₂ (კგ/ტერა-ჯოული)	NO _x (კგ/ტერა-ჯოული)	CO (კგ/ტერა-ჯოული)	ააონ-იონები (კგ/ტერა-ჯოული)	SO ₂ (კგ/ტერა-ჯოული)
საცეცხლე მაზუთი	3.128	3	0.6	200	15	5	1.333
ქვანახშირი	1.758	1	1.4	300	20	5	1.533
ბუნებრივი აირი	1.961	1	0.1	150	20	5	უმნიშვნელო

CO₂-ის ტექნოლოგიის გამოსათვლელად IPCC-ის მეთოდის გვაწვდის შემდეგ ხვედრით კოეფიციენტებს: K=0.4985 ტ CO₂/ტ ცემენტზე და K₁=0.5071 ტ CO₂/ტ კლინკერზე. ამ კოეფიციენტებზე დაყრდნობით მიღებული CO₂, CH₄, NO₂, NO_x, CO, ააონ-იონები და SO₂-ის ტექნოლოგიური გაფრქვევა კასპის ცემენტის ქარხნიდან წარმოდგენილია ცხრილებში 13-22.

ცხრილი 13. CO₂-ის გაფრქვევა კასპის ცემენტის წარმოებიდან (ტექნოლოგიური გაფრქვევა)

მასასიათებელი პარამეტრები	წლები																	
	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
წარმოებული ცემენტის რაოდენობა (ათასი ტ.)	769.58	755.5	683.6	617.2	485.0	678.2	583.5	304.0	160.1	103.2	51.3	26.6	29.8	13.7	100.0	320.0	450.0	550.0
გაფრქვეული CO ₂ (ათასი ტ.)	383.6	376.6	340.8	307.7	241.8	338.1	290.0	151.5	79.8	51.4	25.6	13.3	14.9	6.8	49.9	159.5	224.3	274.2

შენიშვნა: ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი K_{CO2}=0.4985 ტ CO₂/ტ ცემენტზე.

ხვედრით ემისიებზე დაყრდნობით მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ცხრილებში 14-22

ცხრილი 14. CO₂-ის გაფრქვევა ცემენტის წარმოებაში მაზუთის მოხმარებისას (კასპის ცემენტის ქარხანა)

მასასიათებელი პარამეტრები	წლები												
	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
მაზუთი (ათასი ტ.)	1.3	17.5	39.5	80.0	67.3	45.2	36.4	27.3	18.2	14.6	15.0	-	1.7
გაფრქვეული (ათასი ტ.)	4.2	56.3	127.1	257.4	216.6	145.5	117.1	87.9	58.6	47.0	48.3	-	5.5

შენიშვნა: ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი K_{CO2}=3.218 ტ CO₂/ტ მაზუთზე.

ცხრილი 15. CO₂-ის გაფრქვევა ცემენტის წარმოებაში ბუნებრივი აირის მოხმარებისას (კასპის ცემენტის ქარხანა)

მახასიათებელი პარამეტრები	წლები																				
	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
ბუნებრივი აირი 1000000მ ³ ათასი ტ.	136.1	139.3	135.8	136.1	112.6	102.1	59.5	71.8	86.9	86.9	97.8	113.1	109.6	108.0	143.2	130.8	68.7	47.5	29.9	12.6	10.8
ათასი ტ.	99.4	101.7	99.1	99.4	82.2	74.5	43.4	52.4	63.4	63.4	71.4	82.6	80.0	78.8	104.5	95.5	50.2	34.7	21.8	9.2	7.9
გაფრქვეული CO ₂ (ათასი ტ.)	94.9	99.4	194.3	94.9	161.2	146.1	85.1	102.7	124.3	124.3	140.0	161.9	156.8	154.5	104.9	187.2	98.4	68.0	42.7	18.0	15.5

შენიშვნა: ბუნებრივი აირის სიმკვრივე $d=0.73\text{კგ/მ}^3$

ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი $K_{CO_2}=1.9605$ ტ CO₂/ტ ბუნებრივ აირზე.

ცხრილი 16. CH₄-ის გაფრქვევა ცემენტის წარმოებაში ბუნებრივი აირის და მაზუთის მოხმარებისას (კასპის ცემენტის ქარხანა)

მახასიათებელი პარამეტრები	წლები																				
	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
ბუნებრივი აირი																					
ბუნებრივი აირის რაოდენობა -ათასი ტ. -ტერაჯოული	99.4	101.7	99.1	99.4	82.2	74.5	43.4	52.4	63.4	63.4	71.4	82.6	80.0	78.8	104.5	95.5	50.2	34.7	21.8	9.2	7.9
ტონა	479.0	559.5	3468.5	479.0	877.0	607.5	1519.0	1834.0	219.0	219.0	499.0	2891.0	800.0	758.0	3657.5	3342.5	1757.0	1214.5	763.0	322.0	276.5
გაფრქვეული CH ₄ (ტონა)	3.5	3.6	3.5	3.5	2.9	2.6	1.5	1.8	2.2	2.2	2.5	2.9	2.8	2.8	3.7	3.3	1.8	1.2	0.8	0.3	0.3
მაზუთი																					
მაზუთის რაოდენობა - ათასი ტ. -ტერაჯოული				1.3	17.5	39.51	80.0	67.3	45.2	36.4		18.2	14.6	1.5		1.7					
ტონა				58.5	787.7	777.9	600.8	029.2	034.5	1638.4		819.2	657.1	67.5		76.5					
გაფრქვეული CH ₄ (ტონა)				0.2	2.4	5.3	10.8	9.1	6.1	4.9		2.5	2.0	0.2		0.2					
სულ (ტონა)	3.5	3.6	3.5	3.7	5.3	7.9	12.3	10.9	8.3	7.1	2.5	5.4	4.8	3.0	3.7	3.5	1.8	1.2	0.8	0.3	0.3

შენიშვნა: ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი $K_{CH_4}=1\text{კგ/ტერაჯოულზე}$ ბუნებრივი აირი

ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი $K_{CH_4}=3\text{კგ/ტერაჯოულზე}$ მაზუთი

ცხრილი 17. NO₂-ს გაფრქვევა ცემენტის წარმოებაში ბუნებრივი აირის და მაზუთის მოხმარებისას (კასპის ცემენტის ქარხანა)

მასხაითებული პარამეტრები	წლები																				
	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
ბუნებრივი აირი	99.4	101.7	99.13	99.4	82.2	74.5	43.4	52.4	63.4	63.4	71.4	82.6		78.8			50.2				
-ათასი ტ. ტერაჯოული	3479.0	3559.5	468.5	3479.0	2877.0	2607.5	1519.0	1834.0	2219.0	2219.0	2499.0	2891.0	2800.0	2758.0	3657.5	3342.5	1757.0	1214.5	763.0	322.0	276.5
გაფრქვეული NO ₂ (ტონა)	0.35	0.36	0.35	0.35	0.29	0.26	0.15	0.18	0.22	0.22	0.25	0.29	0.28	0.28	0.37	0.33	0.18	0.12	0.08	0.03	0.03
მაზუთი																					
-ათასი ტ. ტერაჯოული				1.3	17.5	39.5	80.0	67.3	45.2					18.2	14.6	1.7					
გაფრქვეული NO ₂ (ტონა)				58.5	787.7	1777.9	3600.8	3029.2	2034.5	36.4				657.1	67.5	76.5					
სულ (ტონა)	0.35	0.36	0.35	0.39	0.76	1.33	2.31	2.00	1.44	1.20	0.25	0.78	0.67	0.32	0.37	0.38	0.18	0.12	0.08	0.03	0.03

ცხრილი 19. NO_x-ის გაფრქვევა ცემენტის წარმოებაში ბუნებრივი აირის და მაზუთის მოხმარებისას (კასპის ცემენტის ქარხანა)

მასხაითებული პარამეტრები	წლები																				
	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
ბუნებრივი აირი	3479.0	3559.5	3468.5	3479.0	2877.0	2607.5	1519.0	1834.0	2219.0	2219.0	2492.0	2891.0	2800.0	2758.0	3657.5	3342.5	1757.0	1214.5	763.00	322.0	276.5
ტერაჯოული																					
გაფრქვეული NO _x (ტონა)	521.9	533.9	520.3	521.9	431.6	391.1	227.9	275.1	332.9	332.9	373.8	433.7	420.0	413.7	548.6	501.4	263.6	182.2	114.5	78.3	41.5
მაზუთი																					
ტერაჯოული				58.5	787.7	777.9	600.8	3029.2	034.5	1638.4		819.2	657.1	67.5		76.5					
გაფრქვეული NO _x (ტონა)				11.7	157.5	355.6	720.2	605.8	406.9	327.7		163.8	131.4	13.5		15.3					
სულ (ტონა)	521.9	533.9	520.3	533.6	589.1	746.1	948.1	880.9	739.8	660.6	373.8	597.5	551.4	427.2	548.6	516.7	263.6	182.2	114.5	48.3	41.5

შენიშვნა: ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი K_{NOx} =150კგ/ტერაჯოულზე ბუნებრივი აირი
 ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი K_{NO} =200კგ/ტერაჯოულზე მაზუთი

ცხრილი 20. CO–ს გაფრქვევა ცემენტის წარმოებაში ბუნებრივი აირის და მაზუთის მოხმარებისას (კასპის ცემენტის ქარხანა)

მახასიათებელი პარამეტრები	წლები																				
	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
ბუნებრივი აირი ტერაჯოული	479.0	3559.5	3468.5	479.0	2877.0	2607.5	1519.0	1834.0	2219.0	2219.0	2499.0	2891.0	800.0	2758.0	3657.5	3342.5	1757.0	1214.5	763.0	322.0	276.5
გაფრქვეული NO _x (ტონა)	69.58	71.19	69.38	69.58	57.54	52.16	30.38	36.68	44.38	44.38	49.98	57.82	56.00	55.16	73.16	66.86	35.14	24.30	15.26	6.44	5.54
მაზუთი ტერაჯოული				58.5	787.7	1777.9	3600.8	029.2	2034.5	1638.4		819.2	657.1	67.5		76.5					
გაფრქვეული NO _x (ტონა)				8.78	11.82	26.67	54.00	45.44	30.53	24.57		12.29	9.86	1.01		1.15					
სულ (ტონა)	69.58	71.19	69.38	78.36	69.36	73.83	84.38	82.12	74.91	68.95	49.98	70.11	65.86	56.17	73.16	68.01	35.14	24.30	15.26	6.44	5.54

შენიშვნა: ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი K_{CO} =20კგ/ტერაჯოულზე ბუნებრივი აირი
 ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი K_{CO} =15კგ/ტერაჯოულზე მაზუთი

ცხრილი 21. ააონ იონების გაფრქვევა ცემენტის წარმოებაში ბუნებრივი აირის და მაზუთის მოხმარებისას (კასპის ცემენტის ქარხანა)

მახასიათებელი პარამეტრები	წლები																				
	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
ბუნებრივი აირი, ტერაჯოული	3479.0	3559.5	3468.5	3479.0	2877.0	2607.5	1519.0	2219.0	2219.0	2499.0	2891.0	2800.0	2758.0	3657.5	3342.5	1757.0	1214.5	763.0	322.0	276.5	252.0
გაფრქვეული ააონ (ტონა)	17.4	17.8	17.3	17.4	14.4	13.0	7.6	9.2	11.1	11.1	12.5	14.5	14.0	13.8	18.3	16.7	8.8	6.1	3.8	1.6	14.
მაზუთი, ტერაჯოული				58.5	787.7	1777.9	3600.8	3029.2	2031.5	1638.4		819.2	657.1	67.5		76.5					
გაფრქვეული ააონ (ტონა)				0.3	3.9	8.9	18.0	15.1	10.2	8.2		4.1	3.3	0.3		0.4					
სულ (ტონა)	17.4	17.8	17.3	17.7	18.3	21.9	25.6	24.3	21.3	19.3	12.5	18.6	17.3	14.1	18.3	17.1	8.8	6.1	3.8	1.6	1.4

შენიშვნა: ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი K_{ააონ} =5კგ/ტერაჯოულზე ბუნებრივი აირი
 ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი K_{ააონ} =5კგ/ტერაჯოულზე მაზუთი

ცხრილი 22. SO₂-ის გაფრქვევა კასპის ცემენტის წარმოებიდან (ტექნოლოგიური გაფრქვევა)

მახასიათებელი პარამეტრები	წლები																	
	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
წარმოებული ცემენტის რაოდენობა (ათასი ტ.)	769.58	755.5	683.6	617.2	485.0	678.2	583.5	304.0	160.1	103.2	51.3	26.6	29.8	13.7	100.0	320.0	450.0	550.0
გაფრქვეული SO ₂ (ათასი ტ.)	0.2309	0.227	0.205	0.185	0.146	0.204	0.175	0.091	0.048	0.031	0.05	0.008	0.009	0.004	0.030	0.096	0.135	0.165

შენიშვნა: ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი $K_{SO_2}=0.3$ კგ SO₂/ტ ცემენტზე.

4.1.1. ელექტრო ენერგიის გამოყენებასთან დაკავშირებული სათბურის გაზების ემისია კასპის ცემენტის ქარხანაში

ტექნოლოგიურ პროცესში ელექტროენერგიის გამოყენებასთან დაკავშირებული სათბურის გაზის გამოსათვლელად აუცილებელია იმის გათვლისწინება თუ რისგანაა ელექტროენერგია წარმოებული, აგრეთვე ერთეული პროდუქციის საწარმოებლად დახარჯული ელექტრო ენერგიის რაოდენობა. ეს მახასიათებელი საკვლევი ობიექტისთვის ერთ ტონა ცემენტზე გაანგარიშებით მოცემულია ცხრილში 23.

ცხრილი 23. მოხმარებული ელექტრო ენერგიის წილად მოსული სათბურის გაზები, გრ/ტ ცემენტი

წელი	ელ.ენერგია კვტ.სთ	CO ₂	CH ₄	NO ₂	NO _x	CO	აონ-იონები	SO ₂
1990	140.5	73003.8	2.6	0.5	203.5	17.6	5.4	1.1
1991	18.03	94260.8	3.5	0.7	261.2	22.8	7.0	1.4
1992	216.8	95478.7	2.7	0.5	260.7	27.8	7.7	0.8
1993	217.7	59151.6	1.5	0.2	160.7	18.7	5.0	0.3
1994	272.7	71556.5	1.6	0.2	193.1	23.8	6.2	0.2
1995	401.4	39738.6	1.1	0.2	108.4	11.9	3.3	0.3
1996	342.7	51439.3	1.2	0.2	139.5	16.3	4.3	0.3
საშ		67904	2.1	0.3	185.8	19.8	5.2	0.4

ცხრილში 24. წარმოდგენილია საქართველოში 1 კვტ.სთ ელექტროენერგიის წარმოებისას თბოელექტროენერგიის წილად მოსული სათბურის გაზების გაფრქვევის მახასიათებლები

ცხრილი 24. 1 კვტ.სთ ელექტროენერჯის წარმოებისას თბოელექტროენერჯის წილად მოსული სათბურის გაზების გაფრქვევა

თბოელექტროენერჯის საწარმოებლად მოხმარებული სათბობის სახეობა	მოხმარებული სათბობის რაოდენობა	CO ₂		CH ₄		NO ₂		NO _x		CO		ააონ-იონები		SO ₂	
		სვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი, კვ/მმ	გაფრქვევის რაოდენობა, მმ	სვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი, მ/კვ	გაფრქვევის რაოდენობა, გრ.	სვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი, მ/კვ	გაფრქვევის რაოდენობა, გრ	სვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი, მ/კვ	გაფრქვევის რაოდენობა, გრ	სვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი, მ/კვ	გაფრქვევის რაოდენობა, გრ	სვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი, მ/კვ	გაფრქვევის რაოდენობა, გრ	სვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი, მ/კვ	გაფრქვევის რაოდენობა, გრ
ქვანახშირი	0.2376	1.758	0.0225	1	0.00024	14	0.00033	300	0.07128	20	0.00475	5	0.00119	1.333	0.00036
მაზუთი	8.0496	3.218	0.5754	3	0.02415	0.6	0.00483	200	1.60992	15	0.12074	5	0.04025	1.333	0.01073
ბუნებრივი აირი	0.9468	1.961	0.6510	1	0.0253	0.1	0.0053	150	1.8232	20	0.1444	5	0.0462	უმნიშ.	0.0111

4.1.2. სათბურის გაზების ჯამური ემისიები კასპის ცემენტის ქარხნიდან

არსებული მასალის დამუშავებით და მიღებული შედეგებით შესაძლებელი გახდა გაგვესაზღვრა როგორც ტექნოლოგიური, ასევე ენერგო მოხმარებასთან დაკავშირებული ძირითადი სათბურის გაზების მნიშვნელობები. მიღებული შედეგები წარმოგადგინეთ ცხრილში 25, სადაც მოცემულია ემიტირებული ძირითადი სათბურის გაზები წლების მიხედვით. ცხრილში მოცემულია აგრეთვე ჯამური მნიშვნელობები გადატანილი CO₂-ის ექვივალენტში.

ცხრილი 25. ემიტირებული ძირითადი სათბურის გაზები წლების მიხედვით.

წლები	სათბურის გაზი, ათასი ტონა							
	CO ₂	CH ₄	NO ₂	NO _x	CO	ააონ- იონები	SO ₂	ჯამი CO ₂ -ის ექვ.
1980	709.1	0.010	0.00156	0.89	0.094	0.026	0.2313	745.7
1985	655.8	0.005	0.00048	0.514	0.065	0.017	0.2273	676.8
1990	526.2	0.0055	0.00067	0.636	0.0783	0.20	0.1756	552.2
1991	278.5	0.00436	0.000393	0.343	0.0405	0.0109	0.0914	296.6
1992	163.1	0.00203	0.0002	0.22394	0.02875	0.00733	0.0481	172.3
1993	100.2	0.00116	0.000101	0.13108	0.01719	0.00432	0.03103	105.6
1994	47.2	0.000282	0.00004	0.0582	0.00766	0.00192	0.01501	49.7
1995	29.9	0.00036	0.000035	0.0449	0.0063	0.001488	0.00141	31.7
1996	30.5	0.000336	0.000036	0.04196	0.00555	0.00143	0.00901	32.3
1997	21.4	0.000269	0.0000286	0.03915	0.00515	0.00129	0.00401	23.0
1998	89.5	0.00091	0.000095	0.10658	0.01398	0.00352	0.03004	93.8
1999	286.7	0.00287	0.000306	0.3425	0.0433	0.0107	0.09613	300.7
2000	403.4	0.00405	0.00043	0.4826	0.061	0.0153	0.1352	423.2
2001	493.3	0.005	0.00053	0.5902	0.0749	0.0489	0.16522	517.4

4.2. რუსთავის ცემენტის ქარხნის მიერ სათბურის გაზების ტექნოლოგიური გაფრქვევა

ცემენტის ქარხნიდან სათბურის გაზების ემისია განპირობებულია როგორც უშუალოდ ტექნოლოგიური პროცესებით, ასევე მათი ენერგოუზრუნველყოფის აუცილებლობით: თბოენერჯის და ელექტრო ენერჯის მოხმარებით.

ცემენტის წარმოების პროცესში ატმოსფეროში გაიფრქვევა CO₂, CH₄, NO₂, NO_x, CO ააონ-იონები, და SO₂. აქედან ნახშირორჟანგის გაფრქვევა ხდება როგორც ნედლეულის გამოწვის ასევე სათბობის წვის შედეგად. ყველა დანარჩენი სათბურის გაზის ემისია შედეგია სთბობის წვისა.

ტექნოლოგიურ პროცესში მოხმარებული ელექტრო ენერჯის ტოლფასი სათბურის გაზების გაფრქვევის საანგარიშოდ აუცილებელია წვის პროცესის ამსახველი შესაბამისი ხვედრითი კოეფიციენტების გამოყენება, რაც IPCC-ის მეთოდის შესაბამისად მოტანილია ცხრილში 12.

ცხრილი 26. საწვავის წვისას სათბურის გაზების გაფრქვევის ხვედრითი კოეფიციენტები

საწვავის სახეობა	გაფრქვევის ხვედრითი კოეფიციენტი						
	CO ₂ (ტ. CO ₂ /ტ.)	CH ₄ (კგ/ტერა-ჯოული)	NO ₂ (კგ/ტერა-ჯოული)	NO _x (კგ/ტერა-ჯოული)	CO (კგ/ტერა-ჯოული)	ააონ-იონები (კგ/ტერა-ჯოული)	SO ₂ (კგ/ტერა-ჯოული)
საცეცხლე მაზუთი	3.128	3	0.6	200	15	5	1.333
ქვანახშირი	1.758	1	1.4	300	20	5	1.533
ბუნებრივი აირი	1.961	1	0.1	150	20	5	უმნიშვნელო

CO₂-ის ტექნოლოგიის გამოსათვლელად IPCC-ის მეთოდიკა გვაწვდის შემდეგ ხვედრით კოეფიციენტებს: K=0.4985 ტ CO₂/ტ ცემენტზე და K₁=0.5071 ტ CO₂/ტ კლინკერზე. ამ კოეფიციენტებზე დაყრდნობით მოღებული CO₂-ის ტექნოლოგიური გაფრქვევა რუსთავის ცემენტის ქარხნიდან წარმოდგენილია ცხრილებში 27-34

ცხრილი 27. CO₂-ის გაფრქვევა რუსთავის ცემენტის წარმოებიდან (ტექნოლოგიური გაფრქვევა)

მასხასიათებელი პარამეტრები	წლები														
	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
წარმოებული ცემენტის რაოდენობა (ათასი ტ.)	849.2	82.5	808.8	812.0	814.0	671.8	706.5	517.0	249.5	158.9	33.5	29.9	46.5	51.1	240
გაფრქვეული CO ₂ (ათასი ტ.)	23.3	409.5	403.2	404.8	405.8	334.9	352.2	257.7	124.4	79.2	16.7	14.9	23.5	25.5	119.6

შენიშვნა: ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი $K_{CO_2}=0.4985$ ტ CO₂/ტ ცემენტზე.

ცხრილი 28. CO₂-ის გაფრქვევა ცემენტის წარმოებაში ბუნებრივი აირის მოხმარებისას (რუსთავის ცემენტის ქარხანა)

მასხასიათებელი პარამეტრები	წლები														
	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
ბუნებრივი აირი															
- 1000000მ ³	212.3	193.05	202.2	203.0	203.5	167.95	176.63	129.25	62.38	39.73	7.77	9.09	9.91	9.56	44.90
- ათასი ტ.	154.98	140.93	147.61	148.14	148.56	122.60	128.93	94.35	45.54	29.00	5.67	6.64	7.23	6.98	32.78
გაფრქვეული CO ₂ (ათასი ტ.)	303.84	276.29	289.39	290.63	291.25	240.36	252.77	184.97	89.28	56.85	11.12	13.01	14.17	13.68	64.27

შენიშვნა: ბუნებრივი აირის სიმკვრივე $d=0.73$ კგ/მ³

ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი $K_{CO_2}=1.9605$ ტ CO₂/ტ ბუნებრივი აირზე.

ცხრილი 29. CH₄-ის გაფრქვევა ცემენტის წარმოებაში ბუნებრივი აირის მოხმარებისას (რუსთავის ცემენტის ქარხანა)

მახასიათებელი პარამეტრები	წლები														
	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
ბუნებრივი აირი															
- ათასი ტ.	154.98	140.93	147.61	148.19	148.56	122.60	128.93	94.35	45.54	29.00	5.674	6.635	7.23	6.98	32.78
- ტერაჯოული	5424.3	4932.55	5166.35	5189.65	5199.6	4291.0	4512.55	3302.25	1593.9	1015.0	198.59	232.2	253.1	244.3	1147.3
გაფრქვეული CH ₄ (ტონა)	5.4	4.9	5.2	5.2	5.2	4.3	4.5	3.3	1.6	1.0	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2

შენიშვნა: ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი $K_{CH_4}=1$ კგ/ტერაჯოულზე ბუნებრივი აირი.

ცხრილი 30. NO₂-ის გაფრქვევა ცემენტის წარმოებაში ბუნებრივი აირის მოხმარებისას (რუსთავის ცემენტის ქარხანა)

მახასიათებელი პარამეტრები	წლები														
	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
ბუნებრივი აირი															
- ათასი ტ.	154.98	140.93	147.61	148.19	148.56	122.60	128.93	94.35	45.54	29.0	5.674	6.635	7.23	6.98	32.78
- ტერაჯოული	5424.3	4932.55	5166.35	5186.65	5199.6	4291.0	4512.55	3302.25	1593.9	1015.0	198.59	232.2	253.1	244.3	1147.3
გაფრქვეული NO ₂ (ტონა)	0.54	0.49	0.52	0.52	0.52	0.43	0.45	0.33	0.16	0.102	0.02	0.023	0.025	0.024	0.115

შენიშვნა: ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი $K_{NO_2}=0.1$ კგ/ტერაჯოულზე ბუნებრივი აირი.

ცხრილი 31. NO_x-ის გაფრქვევა ცემენტის წარმოებაში ბუნებრივი აირის მოხმარებისას (რუსთავის ცემენტის ქარხანა)

მახასიათებელი პარამეტრები	წლები														
	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
ბუნებრივი აირი - ტერაჯოული	5424.3	4932.55	5166.35	5186.65	5199.6	4291.0	4512.55	3302.25	1593.9	1015.0	198.59	232.2	253.1	244.3	1147.3
გაფრქვეული NO _x (ტონა)	813.65	739.88	774.95	778.0	779.94	643.65	676.88	495.34	239.09	152.25	29.8	34.8	38.0	36.65	172.1

შენიშვნა: ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი $K_{NO_x} = 150$ კგ/ტერაჯოულზე ბუნებრივი აირი.

ცხრილი 32. CO-ის გაფრქვევა ცემენტის წარმოებაში ბუნებრივი აირის მოხმარებისას (რუსთავის ცემენტის ქარხანა)

მახასიათებელი პარამეტრები	წლები														
	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
ბუნებრივი აირი - ტერაჯოული	5424.3	4932.55	5166.35	5186.65	5199.6	4291.0	4512.55	3302.25	1593.9	1015.0	198.59	232.2	253.1	244.3	1147.3
გაფრქვეული NO _x (ტონა)	108.49	98.65	103.33	103.73	103.99	85.82	90.25	66.05	31.88	20.30	3.97	4.64	5.06	4.89	22.95

შენიშვნა: ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი $K_{CO} = 20$ კგ/ტერაჯოულზე ბუნებრივი აირი

ცხრილი 33. ააონ-იონების გაფრქვევა ცემენტის წარმოებაში ბუნებრივი აირის მოხმარებისას
(რუსთავის ცემენტის ქარხანა)

მასასიათებელი პარამეტრები	წლები														
	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
ბუნებრივი აირი - ტერაჯოული	5424.3	4932.55	5166.35	5186.65	5199.6	4291.0	4512.55	3302.25	1593.9	1015.0	198.59	232.2	253.1	244.3	1147.3
გაფრქვეული ააონ-იონები (ტონა)	27.1	24.7	25.8	25.9	26.0	21.5	22.6	16.5	8.0	5.1	0.99	1.16	1.27	1.22	5.74

შენიშვნა: ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი $K_{\text{ააონ-იონების}} = 5 \text{ კგ/ტერაჯოულზე ბუნებრივი აირი}$

ცხრილი 34. SO₂ გაფრქვევა ცემენტის წარმოებაში ბუნებრივი აირის მოხმარებისას
(რუსთავის ცემენტის ქარხანა)

მასასიათებელი პარამეტრები	წლები														
	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
წარმოებული ცემენტი, 100ტ.	849.2	821.5	808.8	812.0	814.0	671.8	706.5	517.0	249.5	158.9	33.5	29.9	46.5	51.1	240.0
გაფრქვეული SO ₂ ათასი ტ.	0.2548	0.2465	0.2426	0.2436	0.2442	0.2015	0.2120	0.1151	0.0749	0.0477	0.0101	0.0090	0.0140	0.0153	0.072

შენიშვნა: ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი $K_{\text{SO}_2} = 0.3 \text{ კგ SO}_2/\text{ტ. ცემენტზე}$

4.2.1. ელექტრო ენერგიის გამოყენებასთან დაკავშირებული სათბურის გაზების ემისია რუსთავის ცემენტის ქარხანაში

ტექნოლოგიურ პროცესში ელექტროენერგიის გამოყენებასთან დაკავშირებული სათბურის გაზის გამოსათვლელად აუცილებელია იმის გათვლისწინება თუ რისგანაა ელექტროენერგია წარმოებული, აგრეთვე ერთეული პროდუქციის საწარმოებლად დახარჯული ელექტრო ენერჯის რაოდენობა. ეს მახასიათებელი საკვლევი ობიექტისთვის ერთ ტონა ცემენტზე გაანგარიშებით მოცემულია ცხრილში 34.

ცხრილი 34. მოხმარებული ელექტრო ენერგიის წილად მოსული სათბურის გაზები, გრ/ტ ცემენტი

წელი	ელ.ენერჯია კვტ.სთ	CO ₂	CH ₄	NO ₂	NO _x	CO	ააონ- იონები	SO ₂
1990	140.5	73003.8	2.6	0.5	203.5	17.6	5.4	1.1
1991	18.03	94260.8	3.5	0.7	261.2	22.8	7.0	1.4
1992	216.8	95478.7	2.7	0.5	260.7	27.8	7.7	0.8
1993	217.7	59151.6	1.5	0.2	160.7	18.7	5.0	0.3
1994	272.7	71556.5	1.6	0.2	193.1	23.8	6.2	0.2
1995	401.4	39738.6	1.1	0.2	108.4	11.9	3.3	0.3
1996	342.7	51439.3	1.2	0.2	139.5	16.3	4.3	0.3
საშ		67904	2.1	0.3	185.8	19.8	5.2	0.4

ცხრილში 35. წარმოდგენილია საქართველოში 1 კვტ.სთ ელექტროენერჯის წარმოებისას თბოელექტროენერჯის წილად მოსული სათბურის გაზების გაფრქვევის მახასიათებლები

ცხრილი 35. 1 კვტ.სთ ელექტროენერჯის წარმოებისას თბოელექტროენერჯის წილად მოსული სათბურის გაზების გაფრქვევა

თბოელექტროენერჯის საწარმოებლად მოხმარებული სათბობის სახეობა	მოხმარებული სათბობის რაოდენობა	CO ₂		CH ₄		NO ₂		NO _x		CO		ააონ-იონები		SO ₂	
		ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი, კგ/კვტ	გაფრქვევის რაოდენობა, კგ	ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი, პ/პპ	გაფრქვევის რაოდენობა, გრ.	ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი, პ/პპ	გაფრქვევის რაოდენობა, გრ	ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი, გ/გპ	გაფრქვევის რაოდენობა, გრ	ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი, პ/პპ	გაფრქვევის რაოდენობა, გრ	ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი, პ/პპ	გაფრქვევის რაოდენობა, გრ	ხვედრითი გაფრქვევის კოეფიციენტი, გ/გპ	გაფრქვევის რაოდენობა, გრ
ქვანახშირი	0.2376	1.758	0.0225	1	0.00024	1.4	0.00033	300	0.07128	20	0.00475	5	0.00119	1.333	0.00036
მაზუთი	8.0496	3.218	0.5754	3	0.02415	0.6	0.00483	200	1.60992	15	0.12074	5	0.04025	1.333	0.01073
ბუნებრივი აირი	0.9468	1.961	0.6510	1	0.0253	0.1	0.0053	150	1.8232	20	0.1444	5	0.0462	უმნიშ.	0.0111

4.2.2. სათბურის გაზების ჯამური ემისიები რუსთავის ცემენტის ქარხნიდან

არსებული მასალის დამუშავებით და მიღებული შედეგებით შესაძლებელი გახდა გაგვესაზღვრა როგორც ტექნოლოგიური, ასევე ენერგო მოხმარებასთან დაკავშირებული ძირითადი სათბურის გაზების მნიშვნელობები. მიღებული შედეგები წარმოვადგინეთ ცხრილში 36, სადაც მოცემულია ემიტირებული ძირითადი სათბურის გაზები წლების მიხედვით. ცხრილში მოცემულია აგრეთვე ჯამური მნიშვნელობები გადატანილი CO₂-ის ექვივალენტში.

ცხრილი 36. ემიტირებული ძირითადი სათბურის გაზები წლების მიხედვით.

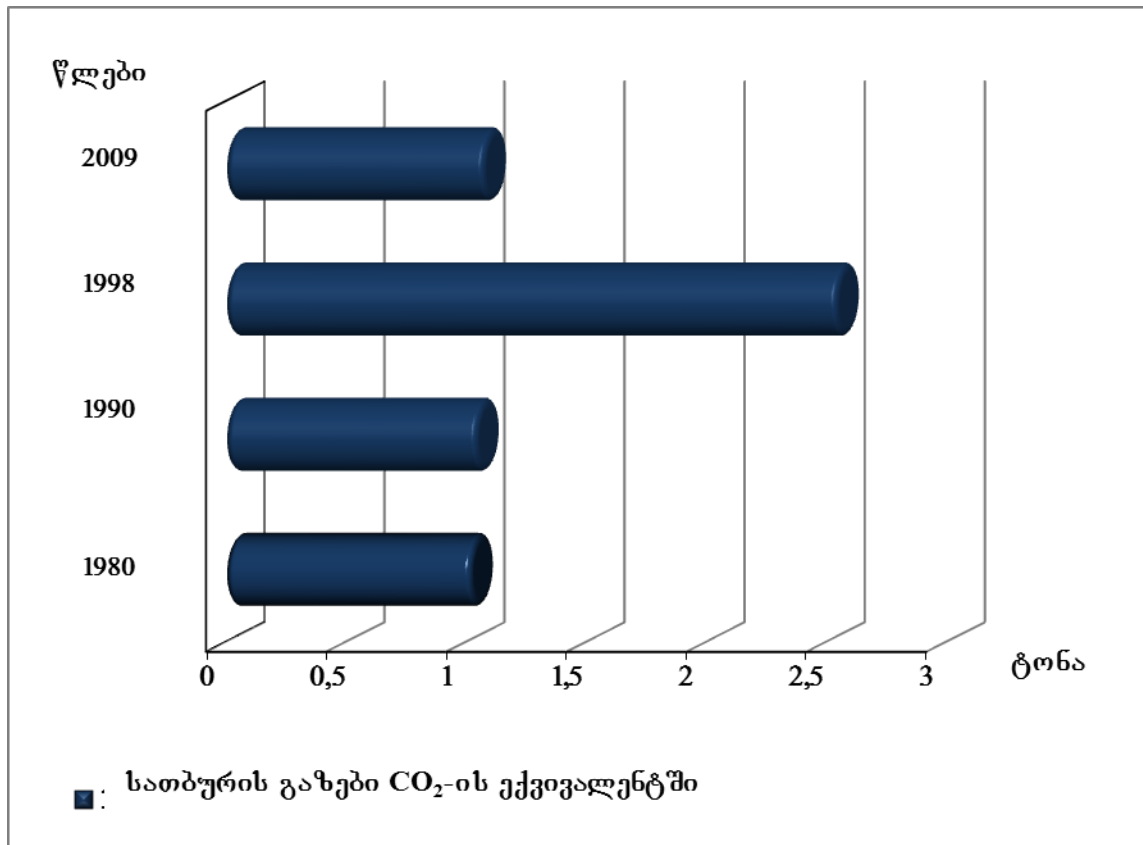
წლები	სათბურის გაზი, ათასი ტონა							
	CO ₂	CH ₄	NO ₂	NO _x	CO	აონ- იონები	SO ₂	ჯამი CO ₂ -ის ექვ.
1980	784.8	0.0072	0.0008	0.9718	0.1253	0.0315	0.25514	824.4
1985	741.6	0.0066	0.00074	0.8926	0.0115	0.029	0.24683	777.9
1990	652.9	0.006	0.00066	0.8082	0.1043	0.0263	0.21228	685.9
1991	477.8	0.00439	0.00049	0.5914	0.0763	0.0192	0.1553	501.9
1992	230.6	0.00212	0.000235	0.2855	0.0384	0.0093	0.075	242.2
1993	146.84	0.00133	0.00015	0.1818	0.02345	0.00593	0.04776	154.2
1994	30.1	0.00027	0.00003	0.036	0.00463	0.0012	0.0101	31.6
1995	29.9	0.00006	0.000009	0.0404	0.00523	0.00132	0.00901	31.6
1996	40.53	0.000314	0.000039	0.0466	0.00598	0.00151	0.01402	42.4
1997	42.6	0.00035	0.000039	0.0461	0.00589	0.0015	0.01532	42.6
1998	200.2	0.00624	0.000192	0.2167	0.0277	0.0067	0.0721	209.1

ცემენტის წარმოებიდან ენერგოდანახარჯების მონაცემების [1,2,3] დამუშავებით შესაძლებელი გახდა გვეწარმოებინა გათვლები ცემენტის წარმოების სრული ციკლში ძირითადი სათბურის გაზებისთვის როგორც ტექნოლოგიური გაფრქვევის, ასევე ენერგომოხმარების გათვალისწინებით. მიღებული შედეგები გამოვთვალეთ CO₂-ის ექვივალენტში როგორც წარმოებული პროდუქციის წლის ჯამური მაჩვენებლებისთვის, ასევე 1 ტონა პროდუქციისთვის წლების მიხედვით. შედეგები წარმოვადგინეთ ცხრილში 37.

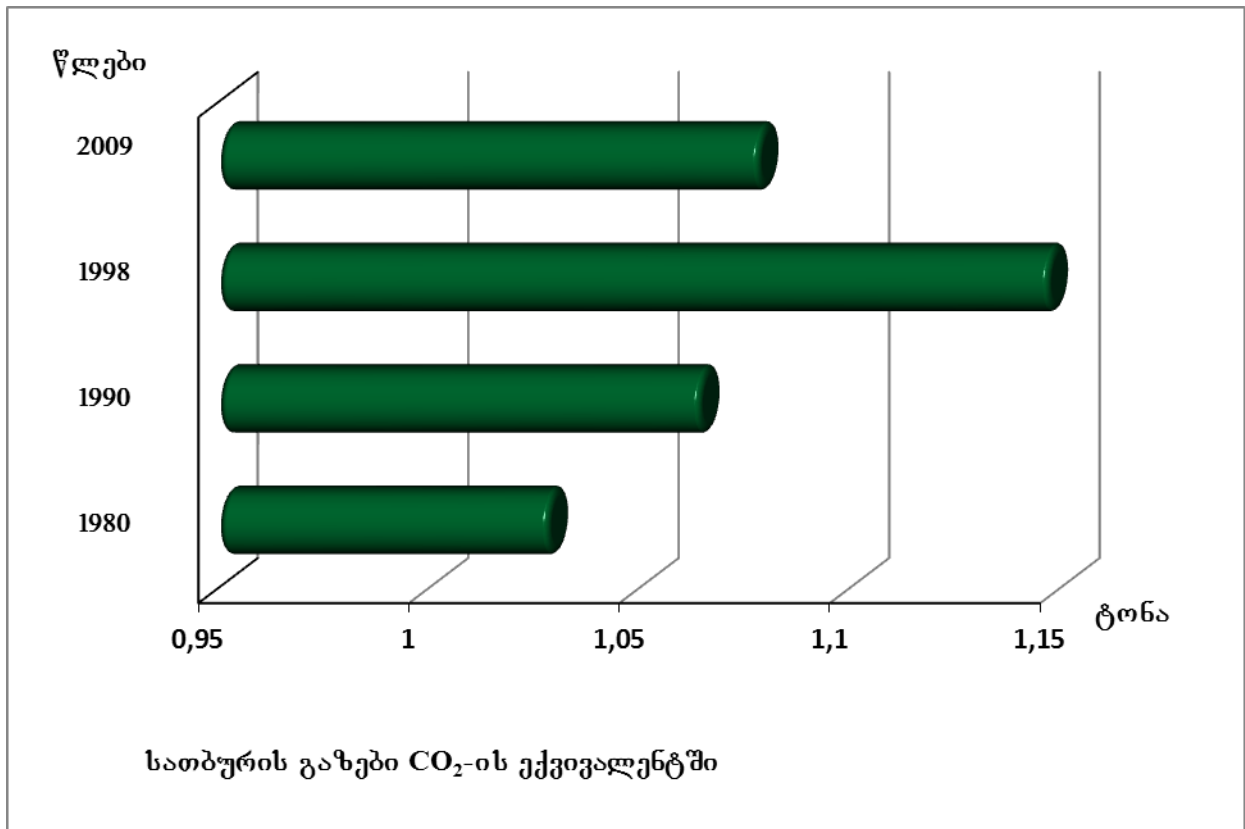
ცხრილი 37. წარმოებული პროდუქცია და შესაბამისი ხვედრითი ემისიები ძირითადი სათბურის გაზებისთვის

წლები	წარმოებული პროდუქცია (ტ. ცემენტი)	სათბურის გაზების ემისიები CO ₂ -ის ეკვ.-ში (ტ CO ₂ /ტ.ცემენტი)	სათბურის გაზების ემისიების ჯამური მაჩვენებლები CO ₂ -ის ეკვ.-ში (ტ/წელიწადში)
კასპის ცემენტის ქარხანა			
1980	769600	1.0320	745736
1990	583500	1.0566	552243
1998	240000	2.5559	93786
2009	761000	1.0870	827207
რუსთავის ცემენტის ქარხანა			
1980	849200	1.0287	825507
1990	730200	1.0647	685825
1998	240000	1.1475	209150
2009	700000	1.0787	648929

მიღებული შედეგები წარმოვადგინეთ გრაფიკების სახით, სადაც მოცემულია ერთეული ტონა პროდუქციის წარმოებისას ემიტირებული სათბურის გაზები CO₂-ის ეკვივალენტში წლების მიხედვით (ნახ. 5; 6.)



ნახ. 5. ძირითადი სათბურის გაზების ემისიები CO₂-ის ექვივალენტში კასპის ცემენტის ქარხნიდან, წლების მიხედვით (ტ. CO₂/ტ. ცემენტზე).



ნახ. 6. ძირითადი სათბურის გაზების ემისიები CO₂-ის ექვივალენტში რუსთავის ცემენტის ქარხნიდან, წლების მიხედვით (ტ. CO₂/ტ. ცემენტზე).

თავი 5

ბარემოს მღვთმარტოვის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მახასიათებლები, მიღებული ნატურალური ბაზომგვებით

5.1. გაფრქვევები ატმოსფერულ ჰაერში კასპის ცემენტის ქარხნიდან

საწარმოო ობიექტის მიერ გარემოში გამოყოფილ მავნე ნივთიერებათა ინვენტარიზაციის ტექნიკური ანგარიში საშუალებას იძლევა მოყვანილ იქნეს საწარმოო ობიექტის ემისიის წყაროები და მათი ტერიტორიალური განაწილება.

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების წყაროების და მათ მიერ გაფრქვეულ მავნე ნივთიერებათა ინვენტარიზაციის ჩატარების მიზნით საწარმოში შესწავლილ იქნა თითოეულ ტექნოლოგიურ ციკლში ჩართული მავნე ნივთიერებათა გამოყოფის და გაფრქვევის წყაროების მახასიათებლები, ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა გაფრქვევის სახეები. ანგარიშისთვის, რომელიც განხორციელებულ იქნა ბალანსური მეთოდების საშუალებით, გამოყენებულ იქნა საწარმოსგან წარმოდგენილი ძირითადი მონაცემები საწარმოს საქმიანობის შესახებ და დარგში არსებული სხვადასხვა ლიტერატურული წყაროები და საანგარიშო მეთოდები [1, 12].

საწარმოს საქმიანობის დროს ატმოსფეროში მავნე ნივთიერებათა გაფრქვევას ადგილი აქვს:

- №3 მბრუნავი ლუმელის ცივი ბოლო მილი (№1, გ-1);
- №3 მბრუნავი ლუმელი ცხელი ბოლო (№2 წყარო, გ-2);
- ლუმელიდან კლინკერის გადაყრის კვანძი (№3 წყარო, გ-3);
- გალერიიდან დანამატების გადაყრის კვანძი (№4 წყარო, გ-4);
- ჩაქუჩებიანი სამსხვრეველა (№5 წყარო, გ-5);
- სამსხვრეველიდან დანამატების გადაყრის კვანძი შუალედურ ბუნკერში (№6, წყარო, გ-6);
- დანამატების გადატვირთვის კვანძი (№8 წყარო, გ-8);
- დანამატების გადატვირთვის კვანძი (№9 გ-9);
- კოვშებიანი ტრანსპორტიორი (№10, №12 გ-10, გ-12);
- ცემენტის წისქვილი (№11 და 13, წყარო გ-11 და გ-13);
- ცემენტის სილოსები (№14 წყაროები, გ-14);
- ცემენტის ჩატვირთვა ვაგონებში (№15 წყარო, გ-15);
- ცემენტის სილოსები (№16 წყარო, გ-16);
- ცემენტის ჩატვირთვა ავტომანქანებში (№17 წყარო, გ-17);

- ცემენტის შემფუთავი მანქანა (№18, წყარო, გ-18);
- №1 და №2 მბრუნავი ღუმლის ცივი ბოლო. ცხელ ბოლოზე გაცივება ხდება რეკუპერატორული მაცივრით (№19 წყარო, გ-19);
- №1 და №2 მბრუნავი ღუმლიდან კლინკერის გადაყრის კვანძი ღია საწყობში (№20 გ-20);
- ღია საწყობიდან კლი-ნკერის გადაყრის კვანძი შუალედურ ბუნკერში (№21 გ-21);
- ქვანახშირის პირველადი მსხვრევა (№22 წყარო, გ-22);
- ქვანახშირის მეორადი მსხვრევა (№23, წყარო, გ-23);
- პულველიზებული ნახშირის დამზადება - პირველი საფეხური (№24 წყარო, გ-24);
- პულველიზებული ნახშირის დამზადება – მეორე საფეხური (№25 წყარო, გ-25);
- პულველიზებული ნახშირის დამზადება - მესამე საფეხური (№26 წყარო, გ-26);
- ნედლეულის საწყობი - შენახვა, (№27 წყარო, გ-501).

ცხრილში 38 მოცემულია ქ.კასპის ატმოსფერულ ჰაერში დამაბინძურებელი ნივთიერებების კონცენტრაციები. როგორც ცხრილიდან ჩანს ქ.კასპის ატმოსფერული ჰაერის აღნიშნულ წერტილებში დამაბინძურებელი ნივთიერებების შემცველობა არ აღემატებოდა შესაბამის ზღვ-ს [15,16]

ცხრილი 38. ქკასპის ატმოსფერულ ჰაერში დამაბინძურებელი ნივთიერებების კონცენტრაციების შესახებ, 11 აგვისტო 2011 წელი

გაზომვის თარიღი	გაზომვის №	გაზომვის ადგილი	გაზომვის დრო	t ⁰	ტენიანობა %	ქარი		კონცენტრაცია მგ/მ ³			
						სიჩქარე მ/წმ	მიმართულება	მტვერი	ნახშირჟანგი	აზოტის დიოქსიდი	ჯამური ნახშირწყალბადები
11.08.11	№ 1	სკოლის მიმდებარე ტერიტორია	12.30	28.8	38	1.5	აღმოსავლეთი	0.149	0.5	0.04	8
	№ 2	ბაზრის მიმდებარე ტერიტორია	13.00	28.9	39	2.5	აღმოსავლეთი	0.162	2.82	0.04	7
	№ 3	გამგეობასთან	13.40	29.0	39	2.0	აღმოსავლეთი	0.096	2.15	0.05	5
	ზღვ							0.5	5	0.2	25

ცხრილი 39. კასპის ატმოსფერულ ჰაერში დამაბინძურებელი ნივთიერებების კონცენტრაციების შესახებ სექტემბერი 2011 წ.

გაზომვის თარიღი	გაზომვის №	გაზომვის ადგილი	გაზომვის დრო	t ⁰	ტენიანობა %	ქარი		კონცენტრაცია მგ/მ ³			
						სიჩქარე მ/წმ	მიმართულება	მტვერი	ნახშირჟანგი	აზოტის დიოქსიდი	ჯამური ნახშირწყა ლბადები
6.09.11	№ 1	სოკრისვილ ის ქ.№9	12.05	29.3	31	2	სამხრ.- აღმოსავლეთი	0.037	0.17	0.02	9.0
	№ 2	ბაზართან	13.00	29.0	28	2	სამხრ.- აღმოსავლეთი	0.496	4.5	0.142	10.0
	ზღვ							0.5	5	0.2	25

5.1.1. წყლის გამოყენება კასპის ცემენტის ქარხანაში

წყალი საწარმოში გამოიყენება სასმელ-სამეურნეო მიზნებისათვის და ტექნოლოგიურ პროცესში.

ტექნიკური მიზნებისათვის წყლის აღება ხორციელდება მდ. მტკვრიდან სატუმბო სადგურის მეშვეობით.

საწარმოში წარმოიქმნება შემდეგი სახის ჩამდინარე წყლები:

- სამეურნეო-ფეკალური წყლები, რომელიც ჩაედინება ქ. კასპის საკანალიზაციო სისტემაში შესაბამისი ხელშეკრულების საფუძველზე.

სამეურნეო-ფეკალური ჩამდინარე წყლების შემადგენლობაში – როგორც წესი, შედის:

- გაუხსნელი მინარევები, რომლებიც წყალში მსხვილ შეწონილ მდგომარეობაში იმყოფებიან და არაორგანული წარმოშობის არიან;

- კოლოიდური ნივთიერებები, რომლებიც შედგებიან მინერალური და ორგანული ნაწილაკებისაგან;

- გახსნილი ნივთიერებები, რომლებიც წყალში იმყოფებიან მოლეკულურ-დისპერსული ნაწილაკების სახით.

სამეურნეო-ფეკალური ჩამდინარე წყლების დაბინძურების ძირითადი მახასიათებელი ნივთიერებები არიან: შეწონილი ნაწილაკები, ორგანული ნივთიერებები, აზოტის ნაერთები, პოლიფოსფატები, ცხიმები, ქლორიდები, კალიუმი.

ამ კატეგორიის ჩამდინარე წყალთან ერთად ჩაშვებული დამაბინძურებელი ნივთიერებების მასა ერთ სულზე დღეღამეში თითქმის მუდმივი სიდიდეა.

ცხრილებში 40, 41, 42 წარმოდგენილია მიკრობიოლოგიური პარამეტრების მონაცემები სხვადასხვა პერიოდში.

ცხრილი 40. განსაზღვრული მიკრობიოლოგიური პარამეტრები, 27 ივლისი 2011 წ.

№	დასახელება	მაჩვენებლის მნიშვნელობა ნდ-ს მიხედვით	ფარნავაზ მეფის ქ.№1 (ეზოში)	ფარნავაზ მეფის ქ.№1 (ციცაგების ოჯახი)	ფარნავაზ მეფის ქ.№2 (წყალსაქანი)
1	ტოტალური კოლიფორმები, 250 მლ-ში	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
2	E.Coli, 250 მლ-ში	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
3	ფეკალური სტრეპტოკოკები (S.faecalis), 250 მლ-ში	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
4	მეზოფილური აერობებისა და ფაკულტატიური ანაერობების რაოდენობა 1 მლ-ში	37°C<20	10	12	6

ცხრილი 41. განსაზღვრული მიკრობიოლოგიური პარამეტრები, 11 აგვისტო 2011 წ.

№	დასახელება	მაჩვენებლის მნიშვნელობა ნდ-ს მიხედვით	ფარნავაზ მეფის ქ.№1 (ეზოში)	კასპის რეზერვუარი	ქ.კასპი სკოლასთან	ფარნავაზ მეფის ქ.№2 (ბინა მე-3 სართული)
1	ტოტალური კოლიფორმები, 250 მლ-ში	არ დაიშვება	8	6	9	18
2	E.Coli, 250 მლ-ში	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
3	ფეკალური სტრეპტოკოკები (S.faecalis), 250 მლ-ში	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
4	მეზოფილური აერობებისა და ფაკულტატიური ანაერობების რაოდენობა 1 მლ-ში	37°C<20	22	18	21	24

ცხრილი 42. განსაზღვრული მიკრობიოლოგიური პარამეტრები, 6 სექტემბერი 2011 წ.

№	დასახელება	მაჩვენებლის მნიშვნელობა ნდ-ს მიხედვით	ხოკრიშვილის ქ.№9	ფარნავაზ მეფის ქ.№1 (ეზოში)	სააკადის ძეგლთან რესტორან “კასპის” ჭის წყალი
1	ტოტალური კოლიფორმები, 250 მლ-ში	არ დაიშვება	50	4	21
2	E.Coli, 250 მლ-ში	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
3	ფეკალური სტრეპტოკოკები (S.faecalis), 250 მლ-ში	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
4	მეზოფილური აერობებისა და ფაკულტატური ანაერობების რაოდენობა 1 მლ-ში	37°C<20	25	20	22

5.1.2. ნიადაგების ეკოლოგიური მდგომარეობა (კასპის ცემენტის ქარხანა)

ნიადაგი ისევე აუცილებელია სიცოცხლისათვის, როგორც ჰაერი და წყალი. ამიტომ მისი რესურსების შენარჩუნება, რაციონალური გამოყენება და დაცვა ანტროპოგენური ნორმირებული ნივთიერებებისაგან, გარემოს ქიმიის აქტუალური საკითხია. ნიადაგი რთული შედგენილობის ფაქიზი სისტემაა, რომელიც ძალზე მგრძობიარეა ეგზოგენური ნივთიერებების მიმართ. ნიადაგის თავისებურებაა აგრეთვე ტექნოგენური ნივთიერებების კონცენტრირება და ფიქსაცია. ნიადაგში მოხვედრილი ნივთიერებების (მძიმე ლითონები, პესტიციდები და სხვა) დიდი ნაწილი ჰიდროლიზის, ასოციატების წარმოქმნის და სორბციის გამო გადადის უძრავ ფორმაში. ბუნებრივი სორბენტების როლში გამოდიან თიხა მინერალები, მეტალთა ჰიდროქსიდები, ორგანო-მინერალური ნაწილაკები და სხვა [8].

ნორმირებული ნივთიერებების გავლენით იცვლება ნიადაგის ბუნება, დეგრადირდება მიკროფლორა და ნელდება მცენარის განვითარება. მავნე ნივთიერებების ზდკ-ს დადგენა ნიადაგებისათვის დაიწყო 30-40 წლის წინ. ზოგიერთი ნორმირებული ნივთიერების ფონური შემცველობა საკმაოდ მაღალია,

მერყეობს დიდ ზღვრებში, რაც ნიადაგების მრავალფეროვნებასთან ერთად ართულებს მათი ზღკ-ს დადგენას. უფრო მარტივ შემთხვევაში ნიადაგის დაბინძურების ხარისხის დასადგენად ნორმირებული ელემენტის შემცველობას ადარებენ კლარკს. ნიადაგი მცირედ დაბინძურებულად ითვლება, თუ თანაფარდობა ნაკლებია 10-ზე; ძლიერ დაბინძურებულად, თუ ეს სიდიდე აღემატება 30-ს.

მიკროელემენტების შემცველობა ნიადაგებში ფართო ზღვრებში მერყეობს, თუმცა მათი საშუალო შემცველობა ახლოსაა კლარკთან, მათი რაოდენობის ზრდა აღინიშნება ნიადაგის ზედა ფენაში.

ცხრილში 43. მოცემულია მიკროელემენტების შემცველობა ქანებსა და ნიადაგებში მგ/კგ მშრალ მასაზე [8]

ცხრილი 43. მიკროელემენტების შემცველობა ქანებსა და ნიადაგებში მგ/კგ მშრალ მასაზე

ელემენტი	კლარკი	ნიადაგი	
		ზღვრები	საშუალო
Cr	83	5-3000	100
Co	18	1-40	10
Ni	58	10-1000	40
Cu	47	2-100	20
Zn	85	10-300	50
As	1.7	0.1-40	5
Se	0.05	-	0.01
Cd	0.13	0.01-0.7	0.06
Hg	0.08	0.01-0.3	0.02
Pb	16	0.2-200	10

ცხრილი 44. ნიადაგში განსაზღვრული მძიმე ლითონები (კასპი) 2011 წ.

№	სინჯის აღების ადგილი	ტყვია-Pb	თუთია-Zn	რკინა-Fe
		მგ/კგ		%

1	ფარნავაზ მეფის №1	32.4	231	0.13
2	ხოკრიშვილის ქ.№1	25.8	1225.3	0.12
3	საქათმე	21.7	131	0.08
4	“მრგვალიჭალა” შესასვლელთან	4.8	75.6	0.11
5	ბაზართან	11.8	78.9	0.12
6	გამგეობა	1.06	110.5	0.20
7	გასასვლელი კავთისხევის მიმართულებით	3.01	77.1	0.19

ცხრილში 44 მოცემულია მძიმე ლითონების ანალიზის შედეგები ნიადაგში. მძიმე ლითონებიდან ატომობსორბციული მეთოდით განისაზღვრა ტყვია, თუთია და რკინა.

ტყვიის შემცველობა კლარკში შეადგენს 16მგ/კგ მშრალ მასაზე. მისი შემცველობა შეიძლება მერყეობდეს ზღვრებში 0.2-200მგ/კგ. საშუალო რაოდენობა შეადგენს 10მგ/კგ. საკვლევ ნიადაგებში ტყვიის შემცველობა მერყეობს 1.06-32.4 მგ/კგ ფარგლებში, ე.ი. ზოგიერთ ადგილას ტყვიის შემცველობა აღემატება როგორც კლარკის შემცველობას 1.5-2-ჯერ, ისე მის საშუალო შემცველობას 2.5-3-ჯერ.

თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ მომატებული ტყვიის შემცველობა ნიადაგში შეიძლება გამოწვეული იყოს არა ცემენტის ქარხნის გამონაბოლქვით, არამედ ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვით.

თუთიის შემცველობა კლარკში შეადგენს 85მგ/კგ. მერყეობს 10-300მგ/კგ ზღვრებში. საშუალო რაოდენობა - 50მგ/კგ. საკვლევ ნიადაგებში თუთიის შემცველობა მერყეობს 75.6-1225.3მგ/კგ, რაც 3-14-ჯერ აღემატება კლარკის რაოდენობას და 1.5-24.5-ჯერ, მის საშუალო შემცველობას.

რკინის შემცველობა კლარკში 4.20%. ჩვენს მიერ მიღებულ მონაცემებში რკინის შემცველობა მერყეობს 0.08-0.20%-ის ფარგლებში, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ საკვლევი ნიაგაგების რკინით დაბინძურებას არა აქვს ადგილი.

5.2. გაფრქვევები ატმოსფერულ ჰაერში

რუსთავის ცემენტის ქარხნიდან

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების წყაროების და მათ მიერ გაფრქვეულ მავნე ნივთიერებათა ინვენტარიზაციის ჩატარების მიზნით საწარმოში შესწავლილ იქნა თითოეულ ტექნოლოგიურ ციკლში ჩართული მავნე ნივთიერებათა გამოყოფის და გაფრქვევის წყაროების მახასიათებლები, ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა გაფრქვევის სახეები. ანგარიშისთვის, რომელიც განხორციელებულ იქნა ბალანსური მეთოდების საშუალებით, გამოყენებულ იქნა საწარმოსგან წარმოდგენილი ძირითადი მონაცემები საწარმოს საქმიანობის შესახებ და დარგში არსებული სხვადასხვა ლიტერატურული წყაროები და საანგარიშო მეთოდები [15,16].

საწარმოს საქმიანობის დროს ატმოსფეროში მავნე ნივთიერებათა გაფრქვევას ადგილი აქვს:

- №3 მბრუნავი ლუმელის ცივი ბოლო მილი (№1, გ-1);
- №3 მბრუნავი ლუმელი ცხელი ბოლო (№2 წყარო, გ-2);
- ლუმელიდან კლინკერის გადაყრის კვანძი (№3 წყარო, გ-3);
- გალერიიდან დანამატების გადაყრის კვანძი (№4 წყარო, გ-4);
- ჩაქურებიანი სამსხვრეველა (№5 წყარო, გ-5);
- სამსხვრეველიდან დანამატების გადაყრის კვანძი შუალედურ ბუნკერში (№6, წყარო, გ-6);
- დანამატების გადატვირთვის კვანძი (№8 წყარო, გ-8);
- დანამატების გადატვირთვის კვანძი (№9 გ-9);
- კოვშებიანი ტრანსპორტიორი (№10, №12 გ-10, გ-12);
- ცემენტის წისქვილი (№11 და 13, წყარო გ-11 და გ-13);
- ცემენტის სილოსები (№14 წყაროები, გ-14);
- ცემენტის ჩატვირთვა ვაგონებში (№15 წყარო, გ-15);
- ცემენტის სილოსები (№16 წყარო, გ-16);

- ცემენტის ჩატვირთვა ავტომანქანებში (№17 წყარო, გ-17);
- ცემენტის შემფუთავი მანქანა (№18, წყარო, გ-18);
- №1 და №2 მბრუნავი ლუმლის ცივი ბოლო. ცხელ ბოლოზე გაცივება ხდება რეკუპერატორული მაცივრით (№19 წყარო, გ-19);
- №1 და №2 მბრუნავი ლუმლიდან კლინკერის გადაყრის კვანძი ღია საწყობში (№20 გ-20);
- ღია საწყობიდან კლი-ნკერის გადაყრის კვანძი შუალედურ ბუნკერში (№21 გ-21);
- ქვანახშირის პირველადი მსხვრევა (№22 წყარო, გ-22);
- ქვანახშირის მეორადი მსხვრევა (№23, წყარო, გ-23);
- პულველიზებული ნახშირის დამზადება - პირველი საფეხური (№24 წყარო, გ-24);
- პულველიზებული ნახშირის დამზადება – მეორე საფეხური (№25 წყარო, გ-25);
- პულველიზებული ნახშირის დამზადება - მესამე საფეხური (№26 წყარო, გ-26);
- ნელლეულის საწყობი - შენახვა, (№27 წყარო, გ-501).

2009 წლის თებერვალში სინჯი აღებული იყო გარდაბნის აეროტურბინების სადგურის ჰაერის საფილტრაჟი დანადგარიდან გამოკვლევის მიზანი იყო მტვრის ძირითადი წყაროს დადგენა.

გამოსაკვლევი სინჯი მუქი ფერის წვრილდისპერსული ნივთიერებაა (ნაწილაკების ზომა მცირე გამონაკლისით 10-30 მიკრონი). ტენიანობა (105°C) 4,40%, ხოლო გახურების დანაკარგი (800°C) 27,10%-ია. გახურებით მასის დანაკარგი გამოწვეულია კარბონატების თერმული დისოციაციით.

სავარაუდოდ მტვრის ძირითადი წყაროები შეიძლება იყოს ტერიგენული (ნიადაგი) ან ახლომდებარე ცემენტის ქარხნის მტვერი. მათი მაკროკომპონენტური შედგენილობის (SiO₂, Fe₂O₃, CaO, MgO და სხვა) სიახლოვის გამო სინჯის გენეზისის ერთნიშნად დადგენა შეუძლებელია. ამიტომ ტერგონული და ცემენტის მტვრის იდენტიფიცირების მიზნით განსაზღვრული იყო მათი წყალგამონარეცხვების წყალბადის მაჩვენებელი (pH) და საერთო ტუტიანობა. როგორც ცნობილია, ცემენტის წყლიან სუსპენზიას ძლიერ ტუტე რეაქცია აქვს მასში არსებული CaO და MgO ჰიდრატაციის შედეგად შედეგად, ხოლო ნიადაგის pH იშვიათად აღემატება 8,0-8,5 pH (მ. საბაშვილი, საქართველოს სსრ ნიადაგები, თბილისი, მეცნიერება, 1965).

ჩვენი გამოკვლევის შედეგები მოტანილია ცხრილში 45 (საშუალო სამი განსაზღვრიდან).

ცხრილი 45.

სინჯი	pH	ტუტიანობა, მგ-ეკვ/გ
-------	----	---------------------

მტვერი	11,40	0,18
გამომწვარი მტვერი	12,50	0,73
რუსთავის ცემენტი	12,58	0,90

თერმულად დაუმუშავებელი (ნატურალური) მტვრის შედარებით დაბალი ტუტიანობა შეიძლება აიხსნას კალციუმისა და მაგნიუმის ოქსიდების კარბონატიზაციით, რასაც განაპირობებს მათი ქიმიური ბუნება, ფილტრში გატარებული ჰაერის დიდი მოცულობა და CO₂ მაღალი შემცველობა ჰაერში თბოელექტროსადგურების ზონაში.

ზემოთ აღნიშნული მიზეზისა და რუსთავის მიმდებარე ტერიტორიების ნიადაგებში კარბონატების მაღალი შემცველობის გამო მტვრის სინჯში ნიადაგის საორიენტაციო წილის დადგენა არ ხერხდება. ამიტომ მტვრისა და რუსთავის ცემენტის სინჯებში ტურბიდიმეტრული მეთოდით განსაზღვრული იყო სულფატების შემცველობა. ცემენტის სინჯებში გოგირგის ანჰიდრიდის (SO₃) შემცველობა 0,36-0,40%-ის ფარგლებშია, ხოლო მტვერში 1,73-1,75%-ია. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ამ რაიონის ნიადაგებში სულფატების მასური წილი 3-5 და მეტი %-ია, უნდა ვივარაუდოთ, რომ საკვლევი მტვრის სინჯში ტერგენული მტვრის წილი საორიენტაციოდ 20% უნდა იყოს.

ამრიგად, მტვრის სინჯის არანაკლებ 80% გენეტიკურად დაკავშირებულია რუსთავის ცემენტის ქარხანასთან, რაზეც ერთნიშნად მიუთითებს მათი მაღალი ტუტიანობა. მტვრის სინჯში, ცემენტთან შედარებით გაზრდილი სულფატების შემცველობა, საკვლევი სინჯის ფორმირებაში ტერგენული ნივთიერებების (ნიადაგი) მონაწილეობით აიხსნება.

შესწავლილი იყო აგრეთვე ჰაერისა და წყლის შეფრქვევის შედეგად სისტემაში მიხვედრილი მტვრით მიღებული სუსპენდირებული 2 სინჯი.

სინჯი №1. სინჯი წარმოადგენს არასასიამოვნო სუნის მქონე კოლოიდურ სისტემას სუსპენდირებული ნივთიერებების მინარევებით. ფაზების დასაცილებლად გამოყენებული იყო ცენტრიფუგირებისა და ფილტრაციის მეთოდები.

სინჯი №2. სინჯი გარეგნულად გამჭვირვალეა, ფერი და სუნი არ აქვს, მექანიკური მინარევების უმნიშვნელო ნალექით.

სინჯების ქიმიური ანალიზები შესრულებულია საერთაშორისო სტანდარტული მეთოდების (ISO) გამოყენებით. სინჯის ქიმიური ანალიზის შედეგები მოცემულია ცხრილში №46.

ცხრილი №46. ქიმიური ანალიზის შედეგები

№	პარამეტრი	განზომილება	სინჯი 1	სინჯი 2
---	-----------	-------------	---------	---------

1	pH	-	8,40	7,90
2	ხვ. ელგამტარობა	ომი ⁻¹ .სმ ⁻¹	3,8·10 ⁻²	1,6·10 ⁻²
3	Cl ⁻	მგ/ლ	24,0	15,9
4	SO ₄ ²⁻	მგ/ლ	195	150
5	HCO ₃ ⁻	მგ/ლ	420	195
6	Na ⁺	მგ/ლ	38,0	30,4
7	Ca ²⁺	მგ/ლ	150	64,0
8	Mg ²⁺	მგ/ლ	30,0	19,2
9	მინერალიზაცია	მგ/ლ	857	495
10	მშრალი ნაშთი	მგ/ლ	670	400
11	NH ₄ ⁺	მგ/ლ	0,25	0,10
12	NO ₂ ⁻	მგ/ლ	-	კვალი
13	ფერი	გრადუსი	25	>5
14	სუნი	გრადუსი	4	1
15	სიმღვრივე	მგ/ლ	>500	8,4

გამოკვლეულ სინჯებში გახსნილი ნივთიერებების კონცენტრაციები 2-3-ჯერ აღემატება ფონს (ონკანის წყალი). ამ მხრივ განსაკუთრებით გამოირჩევა №1 სინჯი (მინერალიზაცია 857 მგ/ლ), რაც შეტივნარებული ნივთიერებების მაღალი შემცველობით აიხსნება. №1 სინჯში და №2 სინჯთან შედარებით 2,2-2,3-ჯერ მაღალია ცემენტის მტვერთან გენეტიკურად დაკავშირებული კომპონენტების (HCO₃⁻, Ca²⁺ და Mg²⁺) კონცენტრაცია. როგორც მოსალოდნელი იყო, №1 სინჯში მაღალია წყალბადის მაჩვენებელიც (pH=8,40). სხვა იონების (Cl⁻, Na⁺, SO₄²⁻) სიჭარბე №1 სინჯში №2 სინჯთან შედარებით ნაკლებია.

შესწავლილი იყო აგრეთვე გარდაბნის აეროტურბინების ჰაერის საფილტრავ დანადგართან სისტემაში შემავალ (შეწოვილ) ჰაერში მტვრის კონცენტრაცია.

2008 წლის 11 თებერვალს, მაშინ როცა რუსთავის ცემენტის ქარხანა არ მუშაობდა, აღებულ იქნა აერო-ტურბინების ჰაერის შეწოვის ფილტრების წინ 2 სინჯი. სინჯების აღება ხდებოდა ასპირატორის საშუალებით ცნობილი მეთოდით, (ГОСТ 17.2.4.0.2-81, СТ.СЭИ, გარემოს ხარისხობრივი ნორმები-საქართველოს პარლამენტის საკანონმდებლო მაცნე №90, შრომის, ჯანმრთელობისა და სოც. უზრუნველყოფის მინისტრის 2001 წლის 24 აგვისტოს №297 ბრძანება).

აღებულ სინჯებში წონითი მეთოდით განისაზღვრა მტვრის კონცენტრაცია, სავარაუდოდ მტვრით ფონური დატუჭყიანება, ვინაიდან იმ დღეს რუსთავის ცემენტის ქარხანა არ მუშაობდა. ცხრილში №47 წარმოდგენილია აღებულ სინჯების ანალიზის შედეგები.

ცხრილი №47 აღებული სინჯების ანალიზის შედეგები

№	სინჯის აღების ადგილი	შეწოვილი ჰაერის	შეწოვის	გატარებული ჰაერის	ფილტრის წონა	ფილტრი ს წონა	მტვრის წონა მგ	მტვრის რაოდენობა
---	----------------------	-----------------	---------	-------------------	--------------	---------------	----------------	------------------

		რაოდენობა ლ/წუთში	დრო/წთ	მოცულობა ლ	შეწოვამდ ქ გრ/	შეწოვის შემდეგ, გრ		ბა მგ/მ ³
1	დედამიწის ზედაპირიდან 6მ სიმაღლეზე ტურბინის ფილტრზე ჰაერის შეწოვის ადგილიდან	35	15	515	0,6320	0,6322	0,2	0,380
2	დედამიწის ზედაპირიდან 6მ სიმაღლეზე ტურბინის ფილტრზე ჰაერის შეწოვის ადგილიდან	35	15	515	0,6460	0,6462	0,2	0,380

2009 წლის 25 თებერვალს, როცა რუსთავის ცემენტის ქარხანა მუშაობდა, აღებული იქნა 4-ვე ტურბინის ჰაერის შემწოვი ფილტრების წინ დედამიწის ზედაპირიდან 6 მეტრზე ასპირაციული მეთოდით მტვრის 8 სინჯი. ქარის სინქარე ანემომეტრით გაზომილი შეადგენდა 7მ/წმ, ტემპერატურე იყო 6°C.



ნახ. 7.

5.2.1. წყლის გამოყენება რუსთავის ცემენტის ქარხანაში

წყალი საწარმოში გამოიყენება - მუშა-მოსამსახურე პერსონალის სასმელ-სამეურნეო მიზნებისათვის და ტექნოლოგიურ პროცესში.

სასმელ-სამეურნეო მიზნებისათვის წყლის გამოყენება მოსალოდნელია - სასმელი წყლის ონკანები, შხაპები, სასადილო და სხვა.

საყოფაცხოვრებო მიზნებისათვის წყლის მომარაგება ხორციელდება ქ. რუსთავის წყალმომარაგების სისტემიდან შესაბამისი ხელშეკრულების საფუძველზე.

სასმელ-სამეურნეო წყლის ხარჯი მიღებულია "კომუნალური წყალმომარაგებისა და კანალიზაციის სისტემებით სარგებლობის წესების" მიხედვით)დამტკიცებულია საქართველოს ურბანიზაციისა და მშენებლობის მინისტრის 1998 წ. 21 ოქტომბრის №81 ბრძანებით) და შეადგენს:

- სასადილოსთვის – 25 ლ/ერთ მოსადილეზე,
- სხვა სასმელ-სამეურნეო მიზნებისათვის – 45 ლ/კაცზე ცვლაში.

საწარმოში დასაქმებულ მუშა-მოსამსახურეების რაოდენობა შეადგენს 340 ადამიანს.

მაქსიმალური რაოდენობა ცვლაში ერთდროულად მომუშავეთა მხრივ (პერსპექტივის გათვალისწინებით) - 250 არ აჭარბებს.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, წყლის მაქსიმალური ხარჯი ცვლაში (თუ მივიღებთ, რომ თანამშრომლების 100% სარგებლობს სასადილოსა და შხაპებით):

$$250 \times 25 + 250 \times 45 = 6250 + 11250 = 17500 \text{ ლ/დღ.} = 17,50 \text{ კუბ.მ/ცვლაში.}$$

ხოლო სამივე ცვლაში დახარჯული წყლის რაოდენობა ტოლი იქნება:

$$17,5 \text{ კუბ.მ/ცვლაში} \times 3 \text{ ცვლაზე} = 52,5 \text{ მ}^3/\text{დღე-ღამეში} (19162,5 \text{ მ}^3/\text{წელ}).$$

- ტექნოლოგიურ პროცესში წყალი გამოიყენება კლინკერის ნედლეულის მომზადებისათვის, რომლის რაოდენობა ყოველ 1 ტონა კლინკერის ნედლეულის გამოშვებისათვის ტოლია 0.050 მ³-ის, ანუ წლიური რაოდენობა ამ მიზნით გამოყენებული წყლისა 500000 ტონა კლინკერის გამოშვებისას ტოლი იქნება:

$$500000 \times 0,050 = 25000 \text{ მ}^3/\text{წელ.}$$

აღნიშნული წყალი კლინკერის გამოწვის ღუმელიდან ორთქლის სახით ატმოსფეროში გაიფრქვევა.

ასევე წყალი გამოიყენება მტვრით დაბინძურებული ტერიტორიის (მაქსიმუმ 5000 მ² ფართობი) მორწყვისათვის, რომ არახელსაყრელ მეტეოროლოგიური პირობების დროს არ მოხდეს ამტვერიანება. მისი მოსალოდნელი ხარჯი 1 მ² ფართობისათვის ტოლია 1 ლიტრის, ანუ მთლიანი მოსალოდნელი ხარჯი ერთ მორწყვაზე ტოლი იქნება:

$$5000 \times 1 = 5000 \text{ ლიტრი} = 5 \text{ მ}^3.$$

თუ ჩავთვლით, რომ წელიწადში ეს პროცესი მოხდება ასჯერ, მაშინ წლიური ხარჯი წყლისა ტოლი იქნება 500 მ³-ის.

აღნიშნული წყალი ორთქლის სახით ატმოსფეროში გაიფრქვევა.

ტექნიკური მიზნებისათვის წყლის აღება ხორციელდება მარის არხიდან შესაბამისი ხელშეკრულების საფუძველზე.

ამრიგად, სულ საწარმოს მიერ დახარჯული წყლის მაქსიმალური რაოდენობა იქნება:

$$25000 + 19162.5 + 500 = 44662.5 \text{ მ}^3/\text{წელ}.$$

როგორც უკვე იყო აღნიშნული, სასმელ-სამეურნეო მიზნებისათვის წყლის მომარაგება ხორციელდება ქ. რუსთავის წყალმომარაგების სისტემიდან შესაბამისი ხელშეკრულების საფუძველზე.

ტექნიკური მიზნებისათვის წყლის აღება ხორციელდება მარის არხიდან სატუმბი სადგურის მეშვეობით.

საწარმოში წარმოიქმნება შემდეგი სახის ჩამდინარე წყლები:

- სამეურნეო-ფეკალური წყლები, რომელიც ჩაედინება ქ. რუსთავის საკანალიზაციო სისტემაში შესაბამისი ხელშეკრულების საფუძველზე.

სამეურნეო-ფეკალური ჩამდინარე წყლების შემადგენლობაში – როგორც წესი, შედის:

- გაუხსნელი მინარეგები, რომლებიც წყალში მსხვილ შეწონილ მდგომარეობაში იმყოფებიან და არაორგანული წარმოშობის არიან;

- კოლოიდური ნივთიერებები, რომლებიც შედგებიან მინერალური და ორგანული ნაწილაკებისაგან;

- გახსნილი ნივთიერებები, რომლებიც წყალში იმყოფებიან მოლეკულურ-დისპერსული ნაწილაკების სახით.

სამეურნეო-ფეკალური ჩამდინარე წყლების დაბინძურების ძირითადი მახასიათებელი ნივთიერებები არიან: შეწონილი ნაწილაკები, ორგანული ნივთიერებები, აზოტის ნაერთები, პოლიფოსფატები, ცხიმები, ქლორიდები, კალიუმი.

ამ კატეგორიის ჩამდინარე წყალთან ერთად ჩაშვებული დამაბინძურებელი ნივთიერებების მასა ერთ სულზე დღეღამეში თითქმის მუდმივი სიდიდეა.

ქვემოთ მოცემულ ცხრილ 48-ში მოყვანილია სამეურნეო-ფეკალურ ჩამდინარე წყალში დამაბინძურებელ ნივთიერებათა მასა მსოფლიო ჯანმრთელობის ორგანიზაციის მონაცემებით (Rapid Assessment of Air, Water and Land Pollution Sources, WHO, 1982).

ცხრილი 48. ჩამდინარე წყლებში ადამიანის მიერ დღეღამეში გამოყოფილი დამაბინძურებელი ნივთიერებები

დამაბინძურებელი ნივთიერება	დატვირთვის ფაქტორი, გ/1 ადამიანზე დღეღამეში
უბმს	45-54
უქმ (ბიქრომატი)	1,6 უბმს-- 1,9 უბმს
საერთო ორგანული ნახშირბადი	0,6 უბმს -- 1,0 უბმს
შეწონილი ნაწილაკები	70 -- 145
ქლორიდები	4 -- 8
საერთო აზოტი (N) ორგანული აზოტი თავისუფალი ამონიუმი ნიტრატი	6 -- 12 0,4 X საერთო 0,6 X საერთო 0-დან 0,5-მდე X საერთო
საერთო ფოსფორი (P) ორგანული ფოსფორი არაორგანული ფოსფორი (ორტო- და პოლიფოსფატი)	0,6 -- 4,5 0,3 X საერთო 0,7 X საერთო
კალიუმი (K ₂ O)	2 -- 6

როგორც კასპის ცემენტის ქარხანის ჩამდინარე წყლებში ასევე რუსთავის ცემენტის ქარხნის ჩამდინარე წყლებში არ აღმოჩნდა მიკრობიოლოგიური დამაბინძურებლები.

**5.2.2. ნიადაგების ეკოლოგიური მდგომარეობა
(რუსთავის ცემენტის ქარხანა)**

ტერიტორიაზე აღებული ნიადაგის ნიმუშებში მჟავიანობის, მძიმე ლითონების განსაზღვრის შედეგები (მგ/კგ) მოცემულია ცხრილ 49-ში. როგორც ცხრილიდან ჩანს ტყეის შემცველობა კაზმისა და ძირითადი საამქროს მიმდებარე ტერიტორიებზე შეადგენს 28.0-28.5მგ/კგ, რაც 2-ჯერ აღემატება კლარკსა და 2.5-ჯერ მის საშუალო ნორმას, ხოლო საცხოვრებელი ზონის ტერიტორიაზე ნიადაგის ნიმუშებში ტყეის შემცველობა შეადგენს 8.5მგ/კგ; ამ ტერიტორიაზე ტყვით დაბინძურება არ აღინიშნება. რაც შეეხება კადმიუმს მისი შემცველობა ყველა ზონაში შეადგენს 1.0მგ/კგ-ზე, რაც 7-ჯერ აღემატება კლარკის რაოდენობას. ეს მიუთითებს ნიადაგის კადმიუმით დაბინძურებაზე. დანარჩენი მძიმე ლითონები არ აღემატება კლარკის შემცველობას.

ცხრილი 49. მძიმე ლითონების შემცველობა ნიადაგში მგ/კგ მშრალ მასაზე (რუსთავი)

№	წერტილის დასახელება	pH	Cd	Mn	Pb	Cu	Zn	Ni	Co	Cr
			ჯამური ფორმა							
1	ძირითადი საამქროს მიმდებარე ტერიტორია	7.9	1.0	550	28.5	2.0	21	3.0	3.0	1.6
2	კაზმის საამქროს მიმდებარე ტერიტორია	7.6	1.0	550	28.0	3.0	17	3.5	3.5	1.6
3	საცხოვრებელი ზონის ტერიტორია	7.65	1.0	550	8.5	1.0	15	2.5	2.5	1.6

ტერიტორიის ნიადაგის ნიმუშებში ნავთობის ჯამური ნახშირწყალბადების განსაზღვრის შედეგები მოცემულია ცხრილ 50-ში.

ცხრილი 50. ნიადაგის ნიმუშებში ნავთობის ჯამური ნახშირწყალბადების შემცველობა

№	შერჩეული წერტილის დასახელება	TPH (მგ/კგ)
1	ძირითადი საამქროს მიმდებარე ტერიტორია	< 10
2	კაზმის საამქროს მიმდებარე ტერიტორია	< 10
3	საცხოვრებელი ზონის ტერიტორია	< 10

დასკვნები

მიღებული შედეგების საფუძველზე დასკვნის სახით ვაყალიბებთ, რომ:

- საქართველოში ცემენტის წარმოებიდან წლების მიხედვით ადგილი აქვს ემიტირებული სათბურის გაზების მატებას.

- საკვლევი წლების პირველ ინტერვალში (1980-1990წწ) მატება აიხსნება წარმოებაში გამოყენებული ტექნიკის მოძველებით.
- საკვლევი წლების მეორე ინტერვალში (1990-1998წწ) ემთხვევა ქვეყნის პოსტსაბჭოთა პერიოდის მდგომარეობას. პერიოდულად შეწყვეტილი ელექტრო თუ გაზომომარაგება, გაურკვეველი ვადებით შეჩერებული სამუშაო გრაფიკი (ცემენტის ქარხნის ნორმალური ფუნქციონირების ერთ-ერთი პირობა მისი 24 საათიანი სამიშაო გრაფიკია) პირდაპირ აისახება ქარხნის ენერგომომხმარებლის ზრდაზე, რაც თავის მხრივ განსაზღვრავს სათბურის გაზების ემისიების ასეთ მკვეთრ ზრდას.
- კვლევის ბოლო პერიოდში (1998-2009წწ), კერძოდ 2006 წლიდან, როგორც უკვე ავლინებოდა, ქართულ ცემენტის წარმოებაში შემოდის კომპანია “ჰაიდელბერგი”, რომელმაც ქარხნებში გაატარა ძირეული რეკონსტრუქცია და დანერგა თანამედროვე ტექნოლოგიები. აღნიშნულ ქმედებებს უნდა გამოეწვია სათბურის გაზების ემისიების შემცირება, თუმცა წარმოებული კვლევები საწინააღმდეგო სურათს აჩვენებს. 2008 წლიდან ცემენტის წარმოების ენერგომომხმარებაში ცვლილებები მოხდა – ბუნებრივი აირი ჩაანაცვლა ეროვნულმა ქვანახშირმა, ქვანახშირი გამოირჩევა სათბურის გაზების ემისიის მაღალი მაჩვენებლით, რამაც განსაზღვრა ცემენტის წარმოებიდან სათბურის გაზების ემისიის ზრდა.
 - კასპის ცემენტის ქარხნის მიმდებარე ტერიტორიაზე ნიადაგების ეკოლოგიური მდგომარეობა შემდეგია: ტყვის შემცველობა კლარკში შეადგენს 16მგ/კგ მშრალ მასაზე. მისი შემცველობა შეიძლება მერყეობდეს ზღვრებში 0.2-200მგ/კგ. საშუალო რაოდენობა შეადგენს 10მგ/კგ. საკვლევ ნიადაგებში ტყვის შემცველობა მერყეობს 1.06-32.4 მგ/კგ ფარგლებში, ე.ი. ზოგიერთ ადგილას ტყვის შემცველობა აღემატება როგორც კლარკის შემცველობას 1.5-ჯერ, ისე მის საშუალო შემცველობას 2.5-3-ჯერ. თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ მომატებული ტყვის შემცველობა ნიადაგში შეიძლება გამოწვეული იყოს არა ცემენტის ქარხნის გამონაბოლქვით, არამედ ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვით.

თუთიის შემცველობა კლარკში შეადგენს 85მგ/კგ. მერყეობს 10-300მგ/კგ ზღვრებში. საშუალო რაოდენობა - 50მგ/კგ. საკვლევი ნიადაგებში თუთიის შემცველობა მერყეობს 75.6-1225.3მგ/კგ, რაც 3-14-ჯერ აღემატება კლარკის რაოდენობას და 1.5-24.5-ჯერ, მის საშუალო შემცველობას.

რკინის შემცველობა კლარკში 4.20%. ჩვენს მიერ მიღებულ მონაცემებში რკინის შემცველობა მერყეობს 0.08-0.20%-ის ფარგლებში, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ საკვლევი ნიადაგების რკინით დაბინძურებას არა აქვს ადგილი.

რუსთავის ცემენტის ქარხნის მიმდებარე ტერიტორიაზე ნიადაგების ეკოლოგიური მდგომარეობა შემდეგია: ტყვიის შემცველობა კაზმისა და ძირითადი საამქროს მიმდებარე ტერიტორიებზე შეადგენს 28.0-28.5მგ/კგ, რაც 2-ჯერ აღემატება კლარკსა და 2.5-ჯერ მის საშუალო ნორმას, ხოლო საცხოვრებელი ზონის ტერიტორიაზე ნიადაგის ნიმუშებში ტყვიის შემცველობა შეადგენს 8.5მგ/კგ; ამ ტერიტორიაზე ტყვიით დაბინძურება არ აღინიშნება. რაც შეეხება კადმიუმს მისი შემცველობა ყველა ზონაში შეადგენს 1.0მგ/კგ-ზე, რაც 7-ჯერ აღემატება კლარკის რაოდენობას. ეს მიუთითებს ნიადაგის კადმიუმით დაბინძურებაზე. დანარჩენი მძიმე ლითონები არ აღემატება კლარკის შემცველობას.

- როგორც კასპის ცემენტის ქარხანის ჩამდინარე წყლებში ასევე რუსთავის ცემენტის ქარხნის ჩამდინარე წყლებში არ აღმოჩნდა მიკრობიოლოგიური დამაბინძურებლები

ლიტერატურა

1. გუნია გ. ატმოსფეროს ეკოლოგიური მონიტორინგის მეტეოროლოგიური ასპექტები. თბილისი, 2005წ. გვ.115-136.

2. დარციმელია გ.; ცქვიტინიძე ზ. გარემოს ეროვნული სააგენტო. ცემენტის წარმოების მიერ სათბურის გაზების ემისია საქართველოში 1980 წლიდან. თბილისი, 1998წ;
3. გარემოზე ზემოქმედების შეფასების ანგარიში, კასპის ცემენტის ქარხანა, შპს “საქცემენტი”, 2009წ;
4. გარემოზე ზემოქმედების შეფასების ანგარიში, რუსთავის ცემენტის ქარხანა, შპს “საქცემენტი”, 2009წ;
5. გზირიშვილი თ., ბერიტაშვილი ბ., ქარჩავა ჯ. გარემოსდაცვითი პრობლემა ცემენტის წარმოებაში. კლიმატის ეროვნული სააგენტოს ბიულეტენი. 2001, №10, გვ.27-42.
6. გედევანიშვილი დ., ტალახაძე გ. – ნიადაგმცოდნეობის კურსი – შრომის წითელი დროშის ორდენის საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის გამომცემლობა, თბილისი, 370გვ., 1981.
7. საბაშვილი მ.– ნიადაგმცოდნეობა – თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 354გვ., 1970.
8. სუპატაშვილი გ. – გარემოს ქიმია (ეკოქიმია) , თსუ გამომცემლობა, თბილისი, 187გვ., 2009.
9. ტალახაძის გ., ანჯაფარიძის ი. რედაქციით. საქართველოს ნიადაგების ატლასი, – “საბჭოთა საქართველო”, თბილისი, 120გვ., 1984.
10. ტალახაძე გ.– საქართველოს ძირითადი ნიადაგური ტიპები. “ცოდნა”, თბილისი, 217გვ.,1964.
11. ურუშაძე თ. – საქართველოს ნიადაგების რუკა, მასშტ. 1:500 000, თბილისი, 1999.
12. წერეთელი მ.; ვახარაძე რ.; ჩიგივიძე ხ.; ხატიშვილი ნ.; შემლაძე ხ. პროფესიული ჯამრთელობის მდგომარეობა “კასპი-ცემენტში” დასაქმებულთა შორის. საქართველოს ქიმიური ჟურნალი ტ.10, №4. 2010წ. გვ.145-146.
13. Greenhouse Gas Inventory Reporting Instruction. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 1996.
14. Emission Baselines, OECF/IEA. 2000, pp. 46-95.
15. Грушко Я.М. Вредные неорганические соединения в промышленных выбросах в атмосферу. Химия. 1997г.

16. Методика расчёта концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. С.Петербург. 1999г.
17. Фомин Г.С. Фомин А.Г. – Почва, контроль качества и экологическая безопасность по международным стандартам. – Москва ВНИИ стандарт, 300ст, 2001.