

UDC 626/627

SCOPUS CODE 2205

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2022-4-78-90>

ატმოსფერული ნალექების საანგარიშო უზრუნველყოფის ოპტიმიზაციის მეთოდური მიდგომა

- ერეკლე კეჩხოშვილი** ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0162, თბილისი, ი. ჭავჭავაძის გამზირი 60^ბ
E-mail: e.kechkhoshvili@gtu.ge
- მარტინ ვართანოვი** ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0162, თბილისი, ი. ჭავჭავაძის გამზირი 60^ბ
E-mail: m.vartanov@gtu.ge
- ვლადიმერ შურღაია** ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0162, თბილისი, ი. ჭავჭავაძის გამზირი 60^ბ
E-mail: v.Shurghaia@gtu.ge

რეცენზენტები:

ი. ინაშვილი, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: i.inashvili@gtu.ge

გ. გავარდაშვილი, სტუ-ის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი, პროფესორი

E-mail: givi_gava@yahoo.com

ანოტაცია. დამშრობი სისტემების და სანიაღვრე წყალარინების ქსელების დაპროექტებისას ატმოსფერული ნალექების ინტენსიურობის საანგარიშო უზრუნველყოფა მიიღება ემპირიულად, ასეთი ნაგებობების მრავალწლიანი ექსპლუატაციის გამოცდილებაზე დაყრდნობით. სტატიაში განხილულია ნალექების ინტენსიურობის საანგარიშო უზრუნველ-

ყოფის მნიშვნელობის მიღების საკითხი ობიექტური კრიტერიუმის საფუძველზე. ნებისმიერად შერჩეული 6 დასახლებული პუნქტისთვის (3 დამშრობი სისტემით და 3 სანიაღვრე წყალარინების ქსელით), ნალექების ინტენსიურობის უზრუნველყოფის მრუდის განსხვავებული ხასიათით, ჩატარდა ქსელის გაანგარიშება და განისაზღვრა ხვედრითი ღირებულებები. მიღებული შედეგებით აიგო ატმოსფე-

რული ნალექების ინტენსიურობის სიდიდის უზრუნველყოფის პროცენტსა და ხვედრითი ღირებულებების ინტენსიურობის სიდიდეზე დამოკიდებულების გრაფიკები. ამ გრაფიკების შეთავსებით მიღებულია საანგარიშო უზრუნველყოფის სიდიდე.

საკვანძო სიტყვები: ატმოსფერული ნალექების ინტენსიურობა; დამშრობი სისტემები; ნალექების ინტენსიურობის უზრუნველყოფა; სანიაღვრე წყალარინების ქსელები; ხვედრითი ღირებულება.

შესავალი

ატმოსფერული ნალექების საანგარიშო უზრუნველყოფა განმსაზღვრელია როგორც სასოფლო-სამეურნეო მიწების დამშრობი სისტემების, ისე დასახლებული პუნქტების სანიაღვრე წყალარინების დაპროექტებისას. ნალექების გაუმართლებლად მაღალი უზრუნველყოფის მიღება იწვევს დასახლებული პუნქტების ხშირ დატბორვას და სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებზე წყლის დასაშვებ ნორმაზე ხანგრძლივ დგომას, ხოლო დაბალი უზრუნველყოფის დროს, როდესაც საანგარიშო (დიდი ინტენსიურობის) ნალექები იშვიათია, წყლის გაყვანა ხორციელდება შეუფერხებლად ნაგებობების ზომების (დიამეტრის) გაზრდის, ქსელის გახშირების ხარჯზე, რაც იწვევს მისი ღირებულების ზრდას.

ძირითადი ნაწილი

დღეისათვის მაქსიმალური ატმოსფერული ნალექების უზრუნველყოფის საანგარიშო პროცენტი მიღებულია ემპირიულად [1,2], დამშრობი და

წყალარინების სისტემების მუშაობაზე ხანგრძლივი დაკვირვებების საფუძველზე. ჩვენ გთავაზობთ საანგარიშო უზრუნველყოფის მიღების ობიექტურ მეთოდს. კრიტერიუმად მიღებულია ღონისძიებების ეკონომიკური ეფექტურობა.

შესაბამის ლიტერატურაში მოყვანილია საქართველოს რეგიონებისთვის ნალექების დღეღამური მაქსიმუმების (H მმ) სხვადასხვა უზრუნველყოფის [3] და ინტენსიურობის (h მმ/სთ [4]) მონაცემები. დღეღამური, სხვადასხვა უზრუნველყოფის მონაცემებისთვის გამოთვლილია ნალექების მნიშვნელობათა ზრდის კოეფიციენტების სიდიდეები, რომლებიც გავრცობილია ინტენსიურობაზეც. საქართველოს ზოგიერთი დასახლებული პუნქტისთვის ეს მნიშვნელობები მოცემულია პირველ ცხრილში.

მოყვანილი დასახლებული პუნქტებისთვის გამოთვლილია პარამეტრების მნიშვნელობები – პირველი სამისთვის – დამშრობი ქსელის, დანარჩენებისთვის – სანიაღვრე წყალარინების.

შედეგების შედარების მიზნით მიღებულია ერთნაირი საწყისი პირობები

დამშრობი ქსელისთვის:

- დასაშრობი ფართობი – 500 (ჰა) (2000 x 2500 მ²);
- გრუნტის წყლის დონე – 0,3 (მ) მიწის ზედაპირიდან;
- მიწის ზედაპირის ქანობი 0,002;
- ნიადაგები – საშუალო თიხნარი ($K_{\text{ფ}} = 0,12$ მ/დღ.-ღ.);
- სასოფლო-სამეურნეო ათვისება – სათიბი;

წყალსაბჯენი შრის ჩადმაგება – 1,05 (მ) მიწის ზედაპირიდან;

სხვადასხვა უზრუნველყოფის ნაღებების დღედამური მაქსიმუმები და წვიმის ინტენსიურობა საქართველოს ზოგიერთი დასახლებული პუნქტისთვის

№	დასახლებული პუნქტი	საშუალო მაქსიმუმი		მნიშვნელობა $p\%$ უზრუნველყოფისთვის					
				63	20	10	5	2	1
1	ფოთი	107	H	90	132	162	195	237	265
			K	0,841	1,234	1,514	1,822	2,215	2,477
		25	h	21	31	38	46	55	62
2	ჩაქვი	118	H	106	144	162	184	217	245
			K	0,898	1,220	1,373	1,559	1,839	2,076
		25	h	22	31	34	39	46	52
3	გალი	91	H	70	100	127	165	245	290
			K	0,769	1,099	1,396	1,813	2,692	3,187
		25	h	19	27	35	45	67	80
4	აბასთუმანი	37	H	30	45	55	64	78	88
			K	0,811	1,216	1,486	1,730	2,108	2,378
		15	h	12	18	22	26	32	36
5	ლაგოდეხი	77	H	66	92	108	125	146	150
			K	0,857	1,195	1,403	1,623	1,896	1,948
		15	h	13	18	21	24	28	29
6	ბოლნისი	41	H	31	50	64	86	126	154
			K	0,756	1,220	1,561	2,098	3,073	3,756
		15	h	11	18	23	31	46	56

- წყლის მოდინება მიმდებარე ტერიტორიებიდან – 100 (ჰა);
- საანგარიშო პერიოდი – თბილი (სავეგეტაციო) პერიოდი.

მიღებულია დაშრობის შემდეგი სქემა

- მარეგულირებელი ქსელი – ღია (დაშრობის ეფექტის გასაზრდელად ღია შემკრებებს შორის ეწყობა მილოვანი დრენაჟი);

- ტერიტორიის სიგანის (2500 მ) გათვალისწინებით, შემკრებების სიგრძე მიღებულია 1245 მ-ის ტოლად;
- წყლის გაყვანა გათვალისწინებულია მოპირკეთებული კოლექტორით, რომელიც ეწყობა ტერიტორიის შუაში. კოლექტორი უშუალოდ ერთვის წყალმიმღებს, მაგისტრალური არხის გარეშე;

- დრენაჟი (პლასტმასის პერფორირებული მილებისაგან $d = 50$ მმ) ეწყობა უშუალოდ წყალსაბჯენზე;
- დასაშრობი მასივის ზედა საზღვარზე, მიმდებარე ტერიტორიიდან წყლის მოდინების გამოსარიცხად ეწყობა სამთო არხები.

ღია შემკრებებს შორის მანძილის განსასაზღვრავი მრავალი დამოკიდებულებიდან (ა.ნ. კისტაკივის, ა.დ. ბრუდასტოვის, ა.ს. დუბახის, ს.ფ. ავერიანოვის და სხვა ფორმულები) [5,6], მიღებულია ტ.გ. ვოინიჩ-სიანოჟენსკის დამოკიდებულება, რომელშიც უშუალოდ ფიგურირებს წვიმის ინტენსიურობა:

$$T = \frac{L \times n}{24\sqrt{i}} \times \frac{\left[(\sigma h)^{\frac{2}{3}} - 1 \right]}{(\sigma h)^{\frac{2}{3}}}, \quad (1)$$

სადაც T არის დასაშრობი ტერიტორიიდან წყლის გაყვანის ნორმატიული დრო (სთ) (მიიღება სასოფლო-სამეურნეო ათვისების მიხედვით);

L – მანძილი ღია შემკრებებს შორის, (მ);

n – მიწის ზედაპირის სიმქისე;

i – მიწის ზედაპირის ქანობი;

σ – ჩამონადენის პირობითი კოეფიციენტი (მიიღება ნიადაგის სახეობის მიხედვით);

h – ნალექების ინტენსიურობა, (მმ/სთ).

თუ (1)-ში მივიღებთ აღნიშვნას:

$$\frac{\left[(\sigma h)^{\frac{2}{3}} - 1 \right]}{(\sigma h)^{\frac{2}{3}}} = A \quad (2)$$

ღია შემკრებებს შორის მანძილი განისაზღვრება ფორმულით:

$$L = \frac{24 \times T \times \sqrt{i}}{A \times n} \quad (3)$$

ჩამონადენის მოდულები განისაზღვრება ფორმულით:

ზედაპირული ჩამონადენის მოდული:

$$q_{ზედ} = 2,8 \times \sigma \times h \times \frac{k}{\sqrt[3]{\omega}} \quad (4)$$

გრუნტის წყლების ჩამონადენის მოდული:

$$q_{გრ} = \frac{h \times \eta \times \gamma}{8,64 \times \beta}, \quad (5)$$

სადაც h არის ნალექების ინტენსიურობა, მმ/სთ;

k – კოეფიციენტი, წვიმისმიერი წყალმოვარდნილობისთვის $k = 2,0$;

ω – არხის მომსახურების ფართობი (ჰა);

x – ხარისხის მაჩვენებელი (საქართველოს პირობებისთვის $x = 6$);

η – ნალექების დაკავების კოეფიციენტი (განისაზღვრება როგორც $\eta = 1 - \sigma$);

γ – დრენებში წყლის მოდინების კოეფიციენტი;

β – კოეფიციენტი, დამოკიდებული ნიადაგში წყლის შეჭონვის სიჩქარეზე.

წყალსაბჯენზე მდებარე დრენაჟის მილსადენებს შორის მანძილი (დრენების დიამეტრის გაუთვალისწინებლად) განისაზღვრება ი. როტეს ფორმულით:

$$B = 2h_0 \sqrt[3]{\frac{K}{q}}, \quad (6)$$

სადაც h_0 არის დეპრესიის მრუდის სიმაღლე (მ) $h_0 = t - M$;

t – დრენების ჩაღრმავება (მ);

M – დაშრობის ნორმა (მ);

K – ნიადაგის ფილტრაციის კოეფიციენტი (მ/დღ.-ლ.);

q – დრენებში წყლის მოდინება (მ/დღ.-ლ.) (განისაზღვრება გრუნტის წყლის მოდულის მიხედვით, $q = 0,0864 \times q_{გრ}$).

არხების საანგარიშო ხარჯი განისაზღვრება $= 0,4 \text{ მ}; T = 2,5 \text{ დღე-ღამე}, n = 0,8, \sigma = 0,25, \eta = 0,75, \gamma = 0,5, \beta = 1,35, t = 1,0 \text{ მ}$ (ე.ი. $h_0 = 0,6 \text{ მ}$). გაანგარიშების ფორმულით:

$$Q_{საან} = q_{ზედ} \times \omega \quad (7) \quad \text{შედეგები მოყვანილია მე-2 ცხრილში.}$$

საწყისი მონაცემების გათვალისწინებით მივიღეთ გაანგარიშებისათვის შემდეგი პარამეტრები: N

ცხრილი 2

დამშრობი ქსელის გაანგარიშება სხვადასხვა უზრუნველყოფის ნალექების ინტენსიურობისათვის

P%	h მმ	A	L მ	q _{ზედ} ლ/წმ ჰა			q _{ბრ} ლ/წმ ჰა	q მ/დღ	B მ	ხარჯი მ ³ /წმ		
				q _{ზედ}	q _{კოლ 1}	q _{კოლ 2}				Q _{ზედ}	Q _{კოლ 1}	Q _{კოლ 2}
ფოთი												
63	21	0,67	120	18,72	13,65	10,12	0,68	0,058	1,7	0,28	1,4	5,1
20	31	0,74	108	28,13	20,14	14,94	1,00	0,086	1,4	0,38	2,0	7,5
10	38	0,78	104	34,69	24,69	18,32	1,22	0,106	1,3	0,45	2,5	9,2
5	46	0,80	100	42,27	29,89	22,17	1,48	0,128	1,2	0,53	3,0	11,1
2	55	0,83	97	50,80	35,74	26,51	1,77	0,153	1,1	0,62	3,6	13,3
1	62	0,84	96	57,37	40,29	29,89	1,99	0,172	1,0	0,69	4,0	14,9
ჩაქვი												
63	22	0,68	119	19,64	14,30	10,61	0,71	0,061	1,7	0,29	1,4	5,3
20	31	0,74	108	28,13	20,14	14,94	1,00	0,086	1,4	0,38	2,0	7,5
10	34	0,76	106	30,94	22,09	16,39	1,09	0,094	1,4	0,41	2,2	8,2
5	39	0,78	103	35,66	25,34	18,80	1,25	0,108	1,3	0,46	2,5	9,4
2	46	0,80	100	42,27	29,89	22,17	1,48	0,128	1,2	0,53	3,0	11,1
1	52	0,82	98	47,95	33,79	25,07	1,67	0,144	1,1	0,59	3,4	12,5
გალი												
63	19	0,65	125	16,82	12,35	9,16	0,61	0,053	1,8	0,26	1,2	4,6
20	27	0,72	112	24,35	17,55	13,02	0,87	0,075	1,5	0,34	1,8	6,5
10	35	0,76	105	31,90	22,74	16,87	1,13	0,097	1,3	0,42	2,3	8,4
5	45	0,80	101	41,29	29,24	21,69	1,45	0,125	1,2	0,52	2,9	10,8
2	67	0,85	95	62,10	43,54	32,30	2,15	0,186	1,0	0,74	4,4	16,2
1	80	0,86	93	74,41	51,99	38,56	2,57	0,222	0,9	0,87	5,2	19,3

მე-2 ცხრილის გათვალისწინებით, შესაძარებელ სამუშაოთა მოცულობების საანგარიშოდ მიღებულია შემდეგი:

- წყლის დინების სიჩქარე მოუპირკეთებელ არხებში უნდა იყოს 1,0 მ/წმ-მდე, მოპირკეთებულში – 1,4 – 1,5 (მ/წმ);
- დრენაჟის ჩაღრმავება – 1,0 (მ), იგი ეწყობა ვიწროტრანშეული მეთოდით, ფსკერის სიგანე – 0,15 (მ) ($w = 0,3 \text{ მ}^3/\text{მ}$);
- შემკრებებს შორის მანძილი და, შესაბამისად, მათი რაოდენობა მიიღება არა დამრგვალებული, არამედ ცხრილში მოყვანილი სიდიდეების ტოლი;
- შემკრები არხების სიღრმე, დრენაჟთან შეუღლების გათვალისწინებით მიღებულია 1,1 მ, ფსკერის სიგანე – 0,4 მ, დაფერდება $m = 1,0$ ($w = 1,65 \text{ მ}^3/\text{მ}$);

- სამთო არხები მიღებულია ფერდების განსხვავებული დახრილობით – ზედა ფერდის დაფერდება გაორმაგებულია ქვედა ფერდთან შედარებით. კვეთი დათვლილია გამავალი ხარჯების მიხედვით: სიღრმე – 1,2 მ-მდე, ფსკერის სიგანე – 0,4 ან 0,6 მ ფერდების დაფერდება $m_{\text{ზ}} = 2,0$, $m_{\text{ქ}} = 1,0$;
- კოლექტორის კვეთი მიღებულია გასაშუალოებული ზედა და ქვედა კვეთებს შორის ცვლადი სიღრმეებითა და ფსკერის სიგანით, ფერდების დაფერდება $m=1,0$.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ნალექების სხვადასხვა უზრუნველყოფის ინტენსიურობის დათვლილია დამშრობი ქსელის მოწყობის სამუშაოთა მოცულობები, რომელთა შედარება მოყვანილია მე-3 ცხრილში.

ცხრილი 3

დამშრობი ქსელების მოწყობის სამუშაოთა მოცულობების შედარება

სამუშაოს დასახელება	ერთ. განზ	რაოდენობა p% უზრუნველყოფისთვის					
		63	20	10	5	2	1
ფოთი							
შემკრები არხების მოწყობა	კმ.ათ. მ ³	41,50 68,475	46,111 76,083	47,885 79,010	49,80 82,170	51,34 84,711	51,875 85,594
დრენაჟის მოწყობა:							
მიწის სამუშაოები	ათ. მ ³	3,662	4,94	5,525	6,225	7,0	7,781
მილსადენის d = 50 მმ	კმ	12,206	16,468	18,417	20,750	23,336	25,938
სამთო არხების მოწყობა	კმ.ათ. მ ³	2,5 3,20	2,5 4,75	2,5 5,25	2,5 6,60	2,5 6,60	2,5 7,20
კოლექტორის მოწყობა:							
მიწის სამუშაოები კვეთის	ათ. მ ³	6,16	7,59	9,15	10,85	12,67	15,84
მოპირკეთება	ათ. მ ³	1,44	1,59	1,74	1,89	2,04	2,28
ჩაქვი							
შემკრები არხების მოწყობა	კმ.ათ. მ ³	41,849 69,050	46,111 76,083	46,981 77,519	48,35 79,777	48,800 82,170	50,815 83,847

დრენაჟის მოწყობა:							
მიწის სამუშაოები	ათ. მ ³	3,693	4,94	5,034	5,579	6,225	6,929
მილსადენის d = 50 მმ	კმ	12,308	16,468	16,779	18,596	20,750	23,098
სამთო არხების მოწყობა	კმ.ათ. მ ³	2,5 3,20	2,5 4,75	2,5 4,75	2,5 6,60	2,5 6,60	2,5 6,60
კოლექტორის მოწყობა:							
მიწის სამუშაოები	ათ. მ ³	6,16	7,59	8,45	9,35	10,85	12,67
კვეთის მოპირკეთება	ათ. მ ³	1,44	1,59	1,68	1,77	1,89	2,04
გალი							
შემკრები არხების მოწყობა	კმ.ათ. მ ³	<u>39,840</u> 65,736	<u>44,464</u> 73,366	<u>47,429</u> 78,257	<u>49,307</u> 81,356	<u>52,421</u> 86,495	<u>53,548</u> 88,355
დრენაჟის მოწყობა:							
მიწის სამუშაოები	ათ. მ ³	3,32	4,446	5,473	6,163	7,853	8,925x
მილსადენის d = 50 მმ	კმ	11,067	14,821	18,242	20,545	26,211	29,749
სამთო არხების მოწყობა	კმ.ათ. მ ³	2,5 3,20	2,5 4,75	2,5 6,60	2,5 6,60	2,5 7,20	2,5 7,20
კოლექტორის მოწყობა:							
მიწის სამუშაოები	ათ. მ ³	5,48	6,93	8,45	11,09	16,46	18,39
კვეთის მოპირკეთება	ათ. მ ³	1,35	1,53	1,68	1,92	2,34	2,46

სანიაღვრე წყალარინების ქსელისთვის მიღებულია შემდეგი საწყისი მონაცემები:

- შემკრები მილსადენის მონაკვეთის სიგრძე – 1 000 (მ);
- წყალშემკრები ფართობის სიგანე – 50 (მ);
- წყალშემკრები ფართობის დახასიათება – კერძო სახლმფლობელობა;
- მილსადენში წყლის მოძრაობის სიჩქარე – 1,6 (მ/წმ-მდე)
- მილსადენში წყლის მოძრაობის ხასიათი – შეტბორილი.

ბოლო კვეთში ნიაღვრის ხარჯი (მ³/წმ) განისაზღვრება ფორმულით [7]:

$$Q = C \times h \times F, \quad (8)$$

სადაც C არის უგანზომილებო კოეფიციენტი, რომელიც ახასიათებს წყალშემკრებ ფართობს

(მიიღება 0,45 ტოლად);

h – წვიმის ინტენსიურობა (მ/წმ);

F – წყალშემკრები ფართობი (მ²).

წყალმიმღებ ჭაში, შემკრები მილსადენის თავზე წყლის დონე, რომელიც უზრუნველყოფს საანგარიშო სიჩქარეს შესასვლელ კვეთში (იგი განსაზღვრავს წყალმიმღები ჭის და შემკრები მილსადენის ტრანშეის H სიღრმეს) გამოითვლება ფორმულით:

$$h = 0,52V\sqrt{d} \text{ მ}, \quad (9)$$

სადაც V არის მილსადენში წყლის დინების სიჩქარე (მ/წმ);

d – მილსადენის დიამეტრი (მ).

პლასტმასის მილებისთვის განაგარიშების შედეგები მოყვანილია მე-4 ცხრილში.

სანიაღვრე მილსადენის დიამეტრის განსაზღვრა სხვადასხვა უზრუნველყოფის ატმოსფერული ნალექებისთვის

p%	ნალექების ინტენსიურობა h		C	Fმ ²	Qმ ³ /წმ	dმმ	Vმ/წმ	h მ	Hმ
	მმ/სთ	მ/წმ							
აბასთუმანი									
63	12	3,33 x 10 ⁻⁶	0,45	50000	0,075	300	1,06	0,30	1,1
20	18	5,00 x 10 ⁻⁶	0,45	50000	0,113	300	1,60	0,46	1,25
10	22	6,11 x 10 ⁻⁶	0,45	50000	0,138	400	1,10	0,36	1,25
5	26	7,22 x 10 ⁻⁶	0,45	50000	0,163	400	1,30	0,43	1,35
2	32	8,89 x 10 ⁻⁶	0,45	50000	0,200	400	1,59	0,52	1,45
1	36	1,00 x 10 ⁻⁵	0,45	50000	0,225	500	1,15	0,42	1,4
ლაგოდეხი									
63	13	3,61 x 10 ⁻⁶	0,45	50000	0,081	300	1,15	0,33	1,1
20	18	5,00 x 10 ⁻⁶	0,45	50000	0,113	300	1,60	0,46	1,25
10	21	5,83 x 10 ⁻⁶	0,45	50000	0,131	400	1,04	0,34	1,25
5	24	6,67 x 10 ⁻⁶	0,45	50000	0,150	400	1,19	0,39	1,3
2	28	7,78 x 10 ⁻⁶	0,45	50000	0,175	400	1,39	0,46	1,35
1	29	8,06 x 10 ⁻⁶	0,45	50000	0,181	400	1,44	0,47	1,4
ბოლნისი									
63	11	3,06 x 10 ⁻⁶	0,45	50000	0,068	300	0,96	0,27	1,1
20	18	5,00 x 10 ⁻⁶	0,45	50000	0,113	300	1,60	0,46	1,25
10	23	6,39 x 10 ⁻⁶	0,45	50000	0,144	400	1,15	0,38	1,3
5	31	8,61 x 10 ⁻⁶	0,45	50000	0,184	400	1,46	0,48	1,4
2	46	1,28 x 10 ⁻⁵	0,45	50000	0,288	500	1,47	0,54	1,55
1	56	1,56 x 10 ⁻⁵	0,45	50000	0,350	600	1,24	0,50	1,6

სამუშაოთა მოცულობების გამოთვლისას მიღებულია შემდეგი:

- გოფირებული მილების დიამეტრები შერჩეულია საქართველოში მოქმედი ფასების კრებულის [8] მიხედვით;

- წყალმიმღები ჭების სიღრმე განსაზღვრულია როგორც d და h სიდიდეების ჯამი მარაგების გათვალისწინებით – ქვევით 0,1 მ (შესაძლო ნატანის დასალექად) და ზემოთ – $\approx 0,4$ მ, მილსადენის აუცილებელი ჩაღრმავების უზრუნველსაყოფად;

- ჭების ზომა გეგმაში მიღებულია e 0,8 x 0,8 მ, მე-5 ცხრილში მოცემულია სანიაღვრე კედლის სისქით 0,25 მ; წყალარინების მოწყობის შედარებითი სამუშაოთა
- წყალმიმღები ჭები ეწყობა ყოველ 250 მ-ში. მოცულობები.

ცხრილი 5

სანიაღვრე წყალარინების მოწყობის სამუშაოთა მოცულობების შედარებითი ცხრილი

სამუშაოთა დასახელება	ერთ. განზ	რაოდენობა p % უზრუნველყოფისთვის					
		63	20	10	5	2	1
აბასთუმანი							
სანიაღვრე მილსადენის მოწყობა:							
ტრანშეის მოწყობა	მ ³	2035	2406	2531	2801	3081	3080
ხრეშოვანი მომზადება	მ ³	130	130	140	140	140	150
მილსადენის მოწყობა	მმ / კმ	300 / 1	300 / 1	400 / 1	400 / 1	400 / 1	500 / 1
უკუჩაყრა ბალასტით	მ ³	1905	2276	2391	2661	2941	2930
წყალმიმღები ჭების მოწყობა	ც / მ ³	4 / 6,3	4 / 6,9	4 / 6,9	4 / 7,4	4 / 7,8	4 / 7,6
ლაგოდეხი							
სანიაღვრე მილსადენის მოწყობა:							
ტრანშეის მოწყობა	მ ³	2035	2406	2531	2665	2801	2940
ხრეშოვანი მომზადება	მ ³	130	130	140	140	140	140
მილსადენის მოწყობა	მმ / კმ	300 / 1	300 / 1	400 / 1	400 / 1	400 / 1	400 / 1
უკუჩაყრა ბალასტით	მ ³	1905	2276	2391	2525	2661	2800
წყალმიმღები ჭების მოწყობა	ც / მ ³	4 / 6,3	4 / 6,9	4 / 6,9	4 / 7,2	4 / 7,4	4 / 7,6
ბოლნისი							
სანიაღვრე მილსადენის მოწყობა:							
ტრანშეის მოწყობა	მ ³	2035	2406	2665	2940	3526	3840
ხრეშოვანი მომზადება	მ ³	130	130	140	140	150	160
მილსადენის მოწყობა	მმ / კმ	300 / 1	300 / 1	400 / 1	400 / 1	500 / 1	600 / 1
უკუჩაყრა ბალასტით	მ ³	1905	2276	2525	2800	3576	3680
წყალმიმღები ჭების მოწყობა	ც / მ ³	4 / 6,3	4 / 6,9	4 / 7,2	4 / 7,5	4 / 8,2	4 / 8,4

მე-3 და მე-5 ცხრილების მონაცემებით განსაზღვრულია შედარებითი ხვედრითი ღირებულებები [8] მოცემულია მე-6 ცხრილში.

- 1 ჰა დამშრობი ქსელის და 1 გრძივი მ სანიაღვრე

ცხრილი 6

დამშრობი და სანიაღვრე წყალარინების ქსელების მოწყობის შედარებითი ხვედრითი ღირებულება (ლარი)

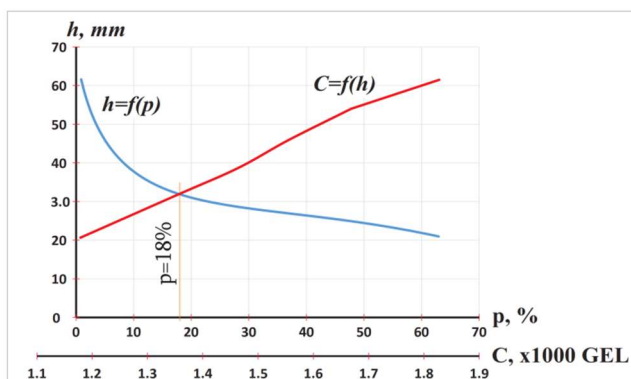
№	დასახლებული პუნქტი	მნიშვნელობები $p\%$ უზრუნველყოფისთვის					
		63	20	10	5	2	1
დამშრობი სისტემები							
1	ფოთი	1177,75	1327,94	1436,6	1553,76	1658,95	1815,09
2	ჩაქვი	1181,37	1327,94	1385,33	1464,79	1553,76	1656,07
3	გალი	1110,35	1272,85	1406,34	1564,09	1853,55	1948,6
სანიაღვრე წყალარინების ქსელი							
1	აბასთუმანი	96,94	105,89	129,61	136,16	142,89	164,66
2	ლაგოდეხი	96,94	105,89	129,61	132,88	136,16	139,50
3	ბოლნისი	96,94	105,89	132,88	139,45	179,48	240,98

განგარიშების შედეგებით ყოველი ობიექტისათვის აგებული იყო ორი გრაფიკი: ატმოსფერული ნალექების ინტენსიურობის დამოკიდებულების გრაფიკი უზრუნველყოფაზე $h = f(p)$ და ხვედრითი ღირებულების დამოკიდებულების გრაფიკი ნალექების ინტენსიურობის სიდიდეზე $C = f(h)$. ამ გრაფი-

კების შეთავსება ისე, რომ განაპირა ორდინატები მდებარეობდეს ერთ ვერტიკალზე (იხ. სურ.), მოგვცემს მრუდების გადაკვეთის წერტილს, რომელიც წარმოადგენს საძიებელი საანგარიშო უზრუნველყოფის მნიშვნელობას.

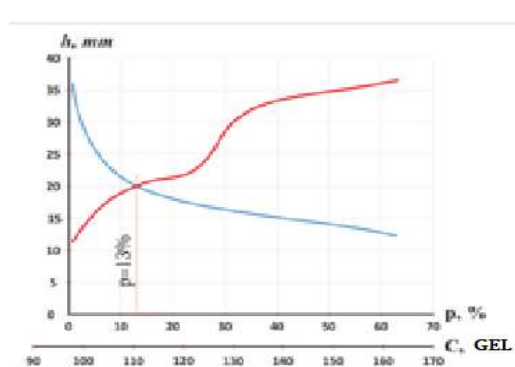
დამშრობი სისტემები

ფოთი

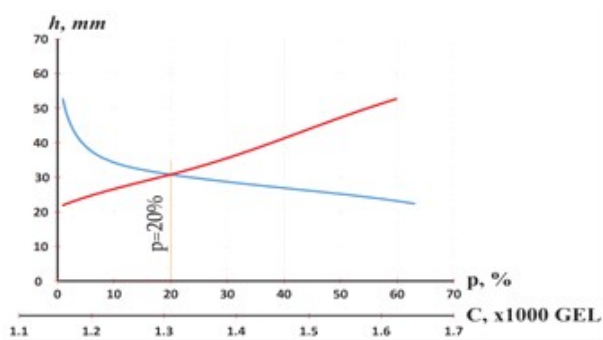


სანიაღვრე წყალარინების ქსელი

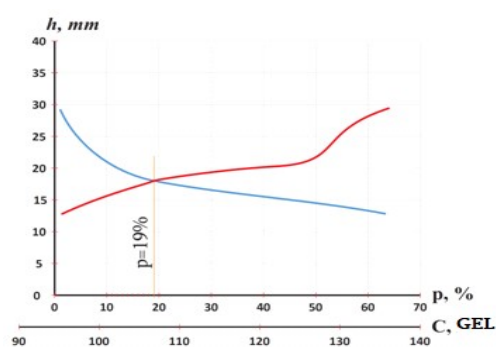
აბასთუმანი



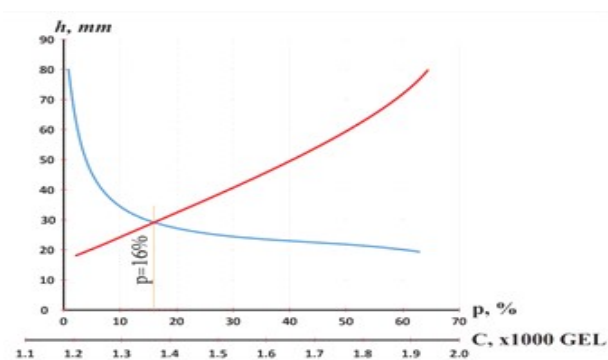
ჩაქვი



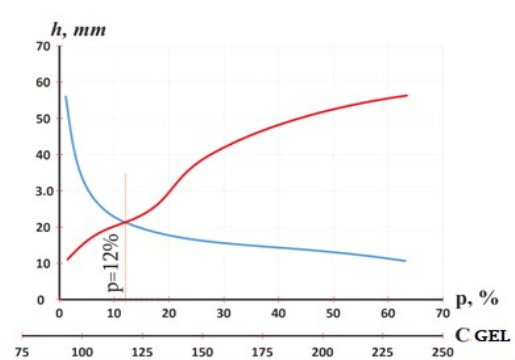
ლაგოდეხი



გალი



ბოლნისი



სურ. შეთავსებული გრაფიკები

შეთავსებული გრაფიკების ანალიზი ცხადყოფს, რომ ატმოსფერული ნალექების საანგარიშო უზრუნველყოფა დამშრობი სისტემებისთვის იცვლება 16–20 %-ის, სანიაღვრე წყალარინების ქსელებისთვის კი – 12 – 19 %-ის ფარგლებში. წყალარინების ქსელებისთვის მნიშვნელობათა უფრო დიდი დიაპაზონი, ისევე როგორც $C = f(h)$ მრუდის ხასიათის ცვლილება ნალექების მნიშვნელობათა 20-30 მმ ინტერვალში განპირობებულია საქართველოში შემოტანილი პლასტმასის მილსადენის დიამეტრების მიღებით.

დასკვნა

შეთავსებული გრაფიკების მსგავსება ისევე, როგორც საანგარიშო უზრუნველყოფის დაახლოებით ერთნაირი სიდიდეები, ადასტურებს შემოთავაზებული მეთოდის მართებულობას. ამასთანავე აღსანიშნავია, რომ ატმოსფერული ნალექების საანგარიშო უზრუნველყოფის სიდიდე მით ნაკლებია, რაც უფრო ციცაბოა უზრუნველყოფის მრუდი.

ლიტერატურა

1. Gosstroy of Russia. (1986). *SNiP (Construction Norms and Rules) 2.06.03-85. Melioration Systems and Structures*. (In Russian);
2. Gosstroy of Russia. (1986). *SNiP (Construction Norms and Rules) 2.04.03-85. Drainage. External Networks and Structure*. (In Russian);
3. *Climatic Scientific-Applied Directory of Georgia*. (2020). (In Georgian);
4. Editorial of Georgia Hydro Meteorological Institute. (2011). *Climate and Agro-climatic Atlas of Georgia*. (In Georgian);
5. Gavardashvili, G. (2016). *Irrigation, Drainage, Erosion*. Tbilisi: Universal. (In Georgian);
6. Gubeladze, D., Kharaishvili, O. (2021). *Agricultural Hydro Melioration*. Tbilisi: Individual Entrepreneur „Gocha Dalakishvili”. (In Georgian);
7. Stephenson, D. (1986). *Storm water hydrology and drainage*. Leningrad: Gidrometeoizdat. (In Russian);
8. *Prices of Construction Resources (at the level of the IV quarter of the year 2021)*. (2021). (In Georgian).

UDC 626/627

SCOPUS CODE 2205

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2022-4-78-90>

Methodological Approach to Optimization of the Precipitation Estimated Frequency

Erekle Kechkhoshvili Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute, Georgian Technical University, Georgia, 0162, Tbilisi, 60^b, I. Chavchavadze Ave.

E-mail: e.kechkhoshvili@gtu.ge

Martin Vartanov Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute, Georgian Technical University, Georgia, 0162, Tbilisi, 60^b, I. Chavchavadze Ave.

E-mail: m.vartanov@gtu.ge

Vladimer Shurghaia Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute, Georgian Technical University, Georgia, 0162, Tbilisi, 60^b, I. Chavchavadze Ave.

E-mail: v.Shurghaia@gtu.ge

Reviewers:

I. Inashvili, Professor, Faculty of Construction, GTU

E-mail: i.inashvili@gtu.ge

G. Gavardashvili, Director of Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of GTU, Professor, Academician of Georgian National Academy of Science

E-mail: givi_gava@yahoo.com

Abstract. While designing drainage systems and storm water drainage networks, the estimated frequency of the intensity of atmospheric precipitation are assumed empirically, taking into consideration years-long operation of such structures. The issue of determination of the estimated frequency of the atmospheric precipitations' intensity, based on the objective criteria, is reviewed in the article. For the settlements chosen at random (three for drainage networks and three for the storm water drainage network), with different characters of the curve of the estimated frequency of precipitation intensity, calculation was carried out and the unitary cost was determined. Based on these data the graphs of the precipitation dependence of the intensity on the frequency and dependence of the unitary price on the intensity of precipitations are plotted. Combination of the graphs gives the estimated value of frequency.

Keywords: drainage systems; frequency of precipitation intensity; intensity of atmospheric precipitations; storm water drainage networks; unitary cost.

განხილვის თარიღი 30.05.2022

შემოსვლის თარიღი 03.06.2022

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 16.12.2022