

შპს „ამბასადორი ბათუმი აილენდ“

ქ. ბათუმში ხელოვნური კუნძულის მშენებლობის და  
ექსპლუატაციის პროექტი

სკოპინგის ანგარიში

დანართი 1. ანგარიში ქარების და ტალღების შესახებ

**AMBASSADORI BATUMI ISLAND LLC.**

**DETAILED DESIGN OF CONSTRUCTION SITE  
COASTAL PROTECTION STRUCTURE  
AMBASSADORI BATUMI ISLAND PROJECT**

**WIND AND WAVE REPORT**

**(BTM-CLI-YPJ-BRW-MS-04-106-00-C-00)**

**YÜKSEL  
PROJE**

Semptember 2022



კლიენტი/CLIENT

ხელმოწერა/Signature

შპს. ამბასადორი ბათუმი აილენდი  
AMBASSADORI BATUMI ISLAND LLC.

სანაპირო სტრუქტურის დეტალური დიზაინი  
ამბასადორი ბათუმი აილენდის პროექტისთვის  
DETAILED DESIGN OF COASTAL STRUCTURE  
AMBASSADORI BATUMI ISLAND PROJECT

დიზაინერი/DESIGNER

**YUKSEL PROJE**  
A.Ş.

ვის მიერ არის  
მომზადებული  
Prepared By

D.KARAKUŞ

ვის მიერ არის  
მომზადებული  
Prepared By

B.BAŞARAN

შემოწმებულია  
Checked By

M.ESEN

შემოწმებულია  
Checked By

H.K.CİHAN

დამტკიცებულია  
Approved By

K.ELMALI

დოკუმენტის დასახელება/Document name

ტალღის ანგარიში / WAVE REPORT

დოკუმენტის /Document No

პროექტის კოდი Prj.Code	კონტ. კოდი Cont. Code	ქვე კონტ. კოდი Sub.Cont.Code	ზონის კოდი Area Code	დისციპლინა Discipline	საგნის კოდი Subject Code	დოკ.N Doc.No	ფურცელი Sheet	პროექტის ეტაპი Des.Stg.	გადახედვა Revision
BTM	CLI	YPJ	BRW	MS	04	106	00	C	00

თარიღი  
Dateსექტემბერი 2022  
September 2022მაშტაბი  
Scaleეტაპი  
Stage

კონცეპტუალური დიზაინი/Conceptual Design

ფურცელი  
Sheetფურცლები  
Sheets

## სარჩევი

კვლევის მიზანი.....	1
განმარტებები, აბრევიატურები და სიმბოლიკები .....	1
1. ეკოლოგიური მონაცემების შეგროვება .....	3
1.1 ბათიმეტრია .....	3
1.2 ზღვის დონეები .....	5
1.2.1 ზოგადი მიმოხილვა.....	5
1.2.2 ზღვის საშუალო დონე.....	5
1.2.3. ასტრონომიული მოქცევა .....	8
1.2.4. ტალღები .....	8
2. ღია ზღვაში არსებული პირობები (მდგომარეობა) .....	8
2.1. სანაპირო ქარის და ტალღის მოდელირება.....	8
2.1.1 მეთოდოლოგია.....	8
2.1.2 ქარის ველები .....	9
2.1.3. ზღვის მდგომარეობის (ღელვის) მოდელირება.....	11
2.2. ღია ზღვაში არსებული (ოფშორული) ქარების და ტალღების ანალიზი.....	15
2.2.1. ექსტრემალური მნიშვნელობებისთვის განსაზღვრული მეთოდოლოგია .....	15
2.2.2. ქარი .....	16
2.2.3. ზღვის მდგომარეობა.....	17
3. სანაპირო ტალღები.....	21
3.1. სანაპირო ტალღის მოდელირება .....	21
3.1.1. მეთოდოლოგია.....	21
3.1.2. მოდელირების პროგრამული უზრუნველყოფა .....	21
3.1.3. საანგარიშო დომენები .....	21
3.1.4. ბათიმეტრია.....	21
3.1.5. მოდელის შექმნა .....	22
3.1.6. მოდელის გამომავალი მონაცემები .....	23
3.2. სანაპირო ტალღების ანალიზი .....	24
3.2.1. ტალღის რუკები .....	24
3.2.2. სანაპირო ტალღის კლიმატი .....	26
3.2.3. ზღვის ექსტრემალური პირობები .....	28
გამოყენებული ლიტერატურა .....	33
დანართი „ა“ .....	34
დანართი „ბ“ .....	47
დანართი „გ“ .....	59

## ცხრილების სარჩევი

ცხრილი 1. ზღვის სანაპირო ტალღის მოდელირებისთვის პარამეტრების განსაზღვრა .....	12
ცხრილი 2. ღია ზღვაში არსებული ტალღის ექსტრემალური სიმაღლეების სტატისტიკური ექსტრაპოლაციის შედეგები .....	20
ცხრილი 3. სანაპირო ტალღის მოდელირების ნიმუშის პარამეტრიზაცია.....	23
ცხრილი 4. ტალღის გამომავალი წერტილების კოორდინატები .....	24
ცხრილი 5. სანაპიროს გამომავალ წერტილებში ტალღის სიმაღლის $H_{m0}$ (მ) პროცენტული მაჩვენებლები .....	27
ცხრილი 6. სანაპიროს გამომავალ წერტილებში პიკური პერიოდის $T_p$ (s) პროცენტული მაჩვენებლები ...	27
ცხრილი 7. ზღვის ექსტრემალური პირობები ნავმისადგომის წინ (წერტილი PC02) .....	30
ცხრილი 8. ზღვის ექსტრემალური პირობები დაგეგმილი კონსტრუქციის გასწვრივ.....	31

## ნახაზების სარჩევი

ნახაზი 1. საკვლევი არეალის მდებარეობა .....	1
ნახაზი 2. საცნობარო დონეები ფოთში (საქართველო) .....	2

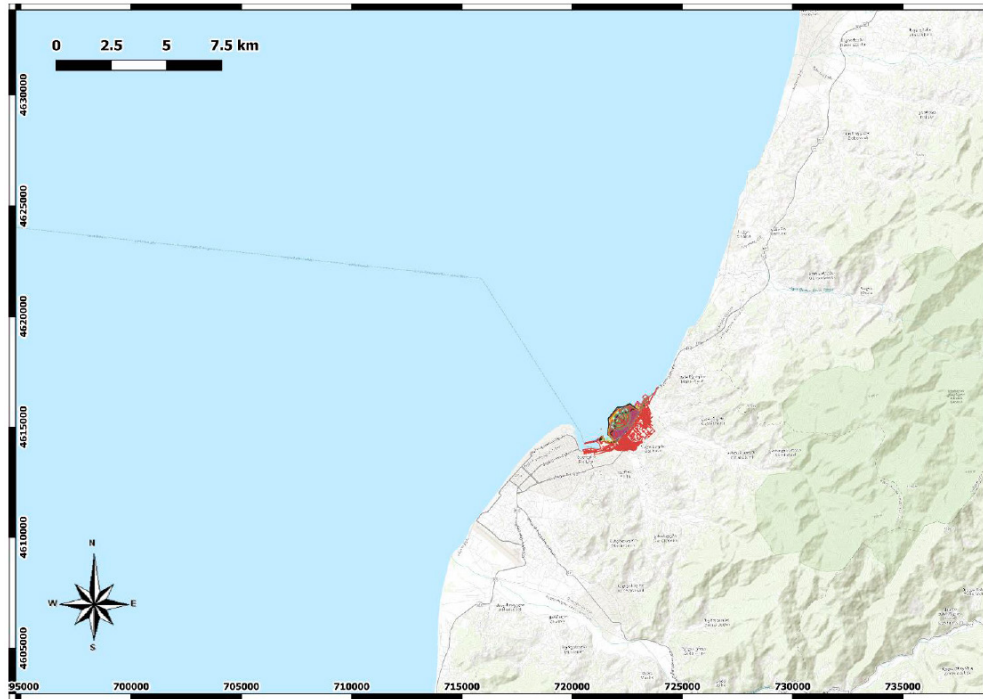
ნახაზი 3. ელექტრონული სანავიგაციო რუკა GE310300 “საქართველოს სანაპირო, შავი ზღვა” .....	3
ნახაზი 4. ელექტრონული სანავიგაციო რუკა GE510110 “ბათუმის პორტი” .....	4
ნახაზი 5. დამკვეთის მიერ მოწოდებული ბათიმეტრიული კვლევის შედეგები .....	4
ნახაზი 6. RCP-ის აღწერა (მარცხნივ) და SSP (მარჯვნივ), გამოიყენება IPCC AR6-თვის.....	6
ნახაზი 7. ზღვის დონის ევსტატიკური აწევის პროგნოზი 2070 წლისთვის 1995-2014 წლების ფონურ მონაცემებთან შედარებით სცენარისთვის SSP2- 4.5.....	7
ნახაზი 8. ზღვის დონის მოსალოდნელი აწევა 1995-2014 წლების ფონურ მონაცემებთან შედარებით სცენარისთვის SSP2-4.5 ფოთის ტერიტორიაზე .....	7
ნახაზი 9. ღია ზღვაში არსებული პირობების წარმოქმნის საანგარიშო დომენი .....	9
ნახაზი 10. ქარის ველის მაგალითი ზღვის საანგარიშო დომენზე (2008/02/20 09Z).....	10
ნახაზი 11. ზღვის საანგარიშო დომენში სიმაღლის გაზომვის ჩანაწერები.....	10
ნახაზი 12. ქარის სიჩქარის განსაზღვრის გაზომვის და კვანტილურ-კვანტილური დიაგრამა.....	11
ნახაზი 13. ზღვის საანგარიშო დომენის ბათიმეტრია .....	12
ნახაზი 14. ზღვის მდგომარეობის დადასტურებისთვის გამოყენებული სიმაღლეზრები (ალტიმეტრიული) მონაცემები .....	13
ნახაზი 15. ზღვის მდგომარეობის დადასტურებისთვის საჭირო გაზომვის და კვანტილურ-კვანტილური დიაგრამები სანაპირო დომენის საზღვრებთან .....	14
ნახაზი 16. სანაპირო ტალღის გავრცელების მოდელის საზღვრების გასწვრივ არსებული ზღვის მდგომარეობის მიმართული სპექტრის უზრუნველყოფისთვის საჭირო გამომავალი წერტილების მდებარეობა .....	14
ნახაზი 17. ბათუმის ქარის ვარდი .....	17
ნახაზი 18. ბათუმის ქარის სიჩქარის/ქარის მიმართულების გაზომვის დიაგრამა .....	17
ნახაზი 19. ბათუმის ტალღის ვარდი .....	18
ნახაზი 20. გაზომვის დიაგრამა $H_{m0} / T_p$ - ბათუმი.....	18
ნახაზი 21. ტალღის სიმაღლის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი ბათუმიდან, დაყოფილია მიმართულების სექტორის მიხედვით.....	19
ნახაზი 22. ბათუმის $H_{m0}$ -ის თვითური ცვალებადობის დიაგრამები.....	19
ნახაზი 23. ბათუმი - ზღვის ექსტრემალური მფგომარეობები, დასავლეთი-ჩრდილო-დასავლეთი (WNW) სექტორი.....	20
ნახაზი 24. საანგარიშო ბადეების (რეგიონული (ზედა) და ადგილობრივი (ქვედა)) დაფარვის ზონა და ბათიმეტრია .....	22
ნახაზი 25. ადგილობრივი ბადის გამომავალი წერტილები.....	24
ნახაზი 26. ტალღის რუკა რეგიონულ ბადეზე - 1999-02-20 13:00 UTC.....	25
ნახაზი 27. ტალღის რუკა ადგილობრივ ბადეზე - 1999-02-20 13:00 UTC .....	25
ნახაზი 28. ტალღის ვარდი ნავმისადგომის წინ (წერტილი PC02).....	26
ნახაზი 29. გაზომვის დიაგრამა $H_{m0}/T_p$ ნავმისადგომის წინ (წერტილი PC02) .....	26
ნახაზი 30. ნავმისადგომის წინ $H_{m0}$ -ის თვითური ცვალებადობის დიაგრამები (წერტილი PC02) .....	27
ნახაზი 31. ნავმისადგომის წინ ტალღის მნიშვნელოვანი ექსტრემალური სიმაღლის ექსტრაპოლაცია (წერტილი PC02).....	29
ნახაზი 32. პიკური პერიოდების დიაპაზონის კავშირი ზღვის ექსტრემალურ პირობებთან ნავმისადგომის წინ (წერტილი PC02).....	30
ნახაზი 33. დაგეგმილი კონსტრუქციის გასწვრივ ზღვის ექსტრემალური პირობების ევოლუცია (მნიშვნელობების ზღვის საშუალო მუდმივ დონეზე) .....	31

### კვლევის მიზანი

ხელოვნური კუნძულის მშენებლობა განიხილება ბათუმში, საქართველოში (იხ. ნახაზი 1).

წინამდებარე დოკუმენტი არის ქარისა და ტალღის კლიმატური კვლევის ტექნიკური ანგარიში. მასში წარმოდგენილია კვლევისას გამოყენებული მეთოდოლოგია და მიღებული შედეგები. ანგარიშში ასევე განხილული და ინტერპრეტირებულია აღნიშნული შედეგები.

ნახაზი 1. საკვლევი არეალის მდებარეობა



### განმარტებები, აბრევიატურები და სიმბოლიკები

#### ფიზიკური რაოდენობები

კვლევაში გამოყენებულია შემდეგი განმარტებები:

- ზღვის დონე:
  - $Z_0$  (მ მონაცემი): საშუალო ზღვის დონე,
  - $Z_T$  (მ მონაცემი): ასტრონომიული მოქცევის დონე,
  - $S$  (მ): ატმოსფერული მოვლენებით გამოწვეული ზღვის დონის მერყეობა,
  - $Z$  (მ მონაცემი): მთლიანი ზღვის დონე,
- ზღვის მდგომარეობა:
  - $H_{m0}$  ან  $H_s$  (მ): სპექტრული მნიშვნელობის ტალღის სიმაღლე განისაზღვრება როგორც  $H_{m0} = 4\sqrt{m_0}$ , სადაც  $m_0$  არის სპექტრული სიმკვრივის ნულოვანი (0) მომენტი,
  - $T_p$  (s): პიკური პერიოდი, განისაზღვრება როგორც ტალღის სპექტრის ყველაზე ძლიერი სიხშირის ურთიერთმიმართება მიმართულების შეჯამების შემდეგ,
  - $\theta_p$  ან  $Dir_p$  ( $^{\circ}N$ ): პიკური მიმართულება, განისაზღვრება როგორც სიხშირის ინტერვალის ყველაზე მაღალი მიმართულება, რომელიც შეესაბამება  $T_p$ ,
  - $\sigma$  ( $^{\circ}$ ): მიმართული გავრცელება ან ექვივალენტურად, გავრცელების პარამეტრი (კოსინუსის ფინქციის ექსპონენტი)  $s$  (-),

- $\gamma$  (-): სიხშირის სპექტრის პიკური გაძლიერების კოეფიციენტი, გამოითვლება JONSWAP-ის ტიპის სპექტრით,
- ქარი:
  - $W_s$  (მ/წმ): ქარის სიჩქარე 10 მ სიმაღლეზე, გასაშუალებული 10 წუთზე,
  - $W_{dir}$  (°N): ქარის მიმართულება დაკავშირებულია  $W_s$ .

საზღვაო კონვენციის მიხედვით, მიმართულებები შემდეგია:

- მიმართულება, საიდანაც მოდის ტალღები;
- მიმართულება, საიდანაც ქარი უბერავს;

#### კოორდინატების სისტემა და ვერტიკალური მონაცემები

ამ კვლევაში გამოყენებული კოორდინატების სისტემა არის სისტემა WGS84 UTM 37N (EPSG:32637).

ალტიმეტრიული მონაცემები შეიძლება იყოს:

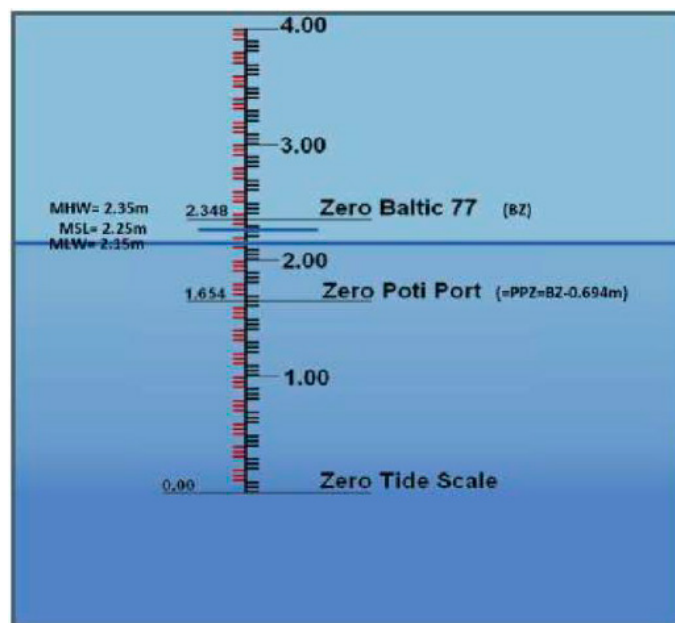
- ხმელეთის მონაცემები;
- ადგილობრივი საზღვაო მონაცემები;
- საზღვაო მონაცემები, რომელიც დაკავშირებულია გლობალურ ელიფსოიდთან.

ამ ეტაპზე, სხვადასხვა სახის მონაცემებს შორის კავშირი უცნობია და ბათუმში არჩეულია **Chart Datum -ის (CD) (ნულოვანი სიღრმე)** გამოყენება.

თუმცა, მსგავსი კავშირები ცნობილია ფოთის პორტის შემთხვევაში, რომელიც ბათუმის ჩრდილოეთით, 55 კილომეტრში მდებარეობს და როგორც მოსალოდნელია იქ არსებული მოქცევები მსგავსია ბათუმში არსებულისა.

ფოთში ნულოვანი სიღრმე სავარაუდოდ შეესაბამება „ფოთის პორტის ნულოვან დონეს“ (PPZ), რომელიც მდებარეობს 0.694 მ-ზე, „ბალტიის ნულოვანი დონის ქვემოთ“ (BZ), რომელიც თავის მხრივ მდებარეობს 2.348 მ-ზე, „ნულოვანი მოქცევის მასშტაბის“ (ZTS) ზემოთ (ნახაზი 2).

**ნახაზი 2.** საცნობარო დონეები ფოთში (საქართველო)



რეკომენდირებულია, რომ დამკვეთმა მოიპოვოს მსგავსი ინფორმაცია ბათუმის პორტთან დაკავშირებითაც, რათა შემცირდეს ვერტიკალურ დონეზე არსებული გაურკვევლობები.



იმავედროულად, აღნიშნული კვლევის მიხედვით, ზღვის საშუალო დონე დაახლოებით არის 0.6 მ CD-ის ზემოთ.

### სტატისტიკური განმარტებები

**გაზნევის დიაგრამა** აჩვენებს ორი ცვლადის მნიშვნელობებს მონაცემთა ნაკრებისთვის, როგორც ქულების კრებული, რომელთაგან თითოეული შეესაბამება მოცემულ დროს და აქვს ერთი ცვლადის მნიშვნელობა, რომელიც განსაზღვრავს პოზიციას ჰორიზონტალურ ღერძზე და მეორე ცვლადის მნიშვნელობა, რომელიც განსაზღვრავს პოზიციას ვერტიკალურ ღერძზე.

**კვანტილურ-კვანტილური დიაგრამა** არის ალბათობის დიაგრამა ორი ალბათობის განაწილების შედარებისთვის მათი კვანტილების ერთმანეთის წინააღმდეგ გამოსახვით. პირველ რიგში, ირჩევა კვანტილებისთვის ინტერვალების ნაკრები (ჩვეულებრივ, 1/100). წერტილი ( $x$ ,  $y$ ) დიაგრამაზე შეესაბამება მეორე განაწილების ( $y$ -კოორდინატი) ერთ-ერთ კვანტილს, რომელიც გამოსახულია პირველი განაწილების ( $x$ -კოორდინატი) იგივე კვანტილის საწინააღმდეგოდ.

## 1. ეკოლოგიური მონაცემების შეგროვება

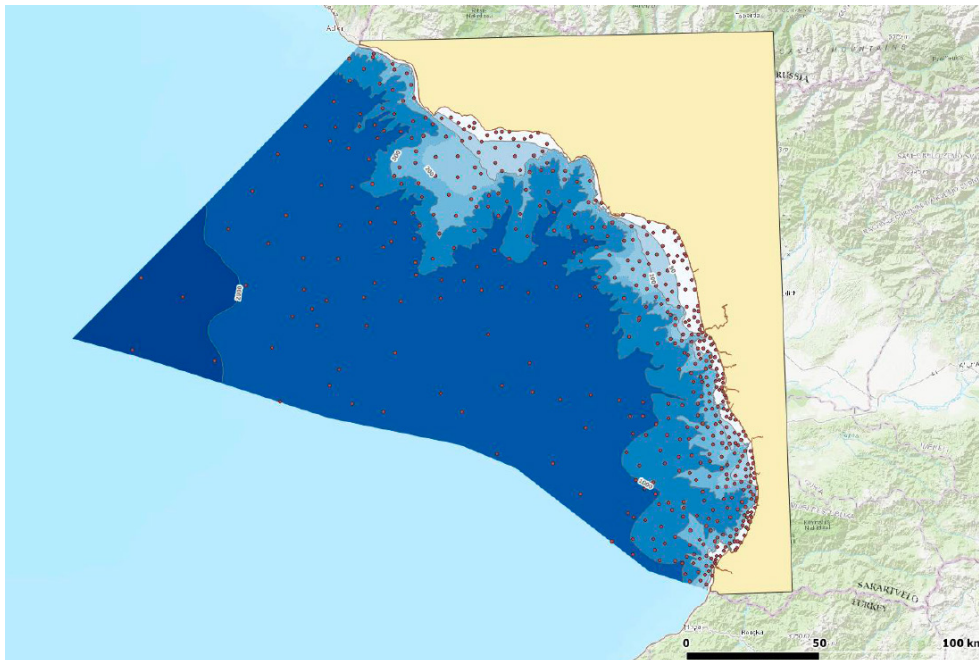
### 1.1 ბათიმეტრია

შეგროვდა შემდეგი საზღვაო რუკები (ელექტრონული სანავიგაციო რუკები ENC):

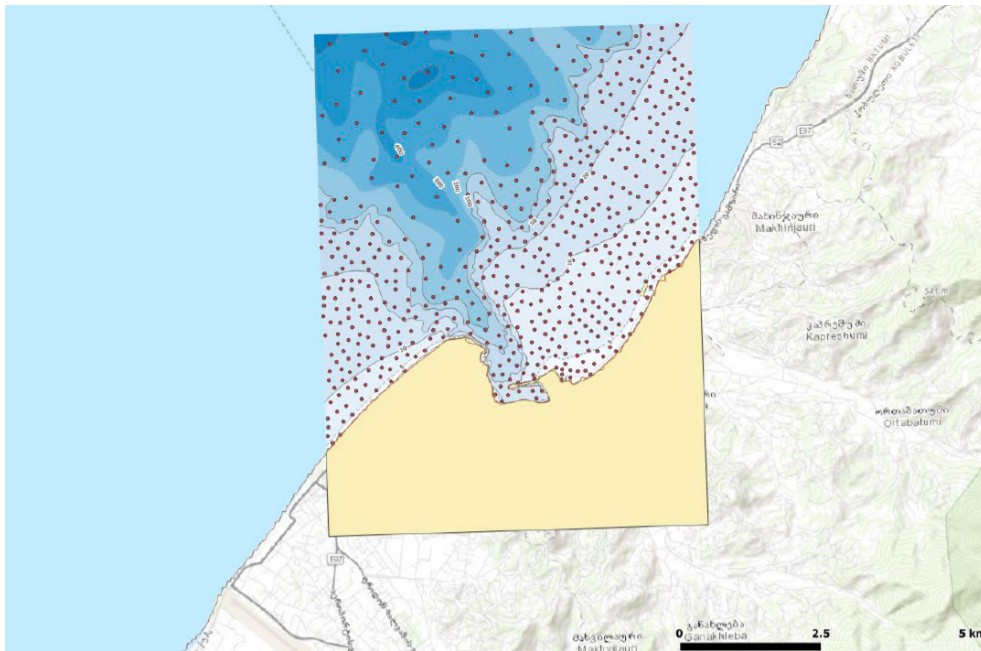
- ENC GE310300 “საქართველოს სანაპირო, შავი ზღვა”;
- ENC GE510110 “ბათუმის პორტი”.

გაზომილი სიღრმე და სიღრმის კონტურები მითითებულია ნულოვან სიღრმესთან მიმართებით, თუმცა ხმელეთის მონაცემებთან კავშირი უცნობია.

**ნახაზი 3.** ელექტრონული სანავიგაციო რუკა GE310300 “საქართველოს სანაპირო, შავი ზღვა”



## ნახაზი 4. ელექტრონული სანავიგაციო რუკა GE510110 “ბათუმის პორტი”



ნახაზი 4 გვიჩვენებს, რომ სანაპირო ზოლში გაზომვის წერტილების სიმკვრივე საკმაოდ უხეშია, განსაკუთრებით ისტორიული ნავსადგურის წინ ციცაბო, ღრმა კანიონში. შემდგომ კვლევებში რეკომენდირებულია კანიონის და ზოგადად სანაპირო წყლების (არანაკლებ 25 მ სიღრმისა) შესახებ მაღალი გარჩევადობის კვლევის შედეგების მიღება, რაც წინამდებარე ანგარიშში ვერ მოხერხდა.

გარდა ამისა, დამკვეთმა მოგვარა Autocad ფაილი, მათ შორის კონტურის სიღრმეები და ბათიმეტრიული ბადე 10 მ გარჩევადობით შემოთავაზებული საპროექტო არეალის გარშემო (ნახაზი 5). ვერტიკალური მონაცემები უცნობია; როგორც ამ ეტაპზე ვარაუდობენ, ეს უნდა იყოს ნულოვანი სიღრმე (Chart Datum (CD)).

## ნახაზი 5. დამკვეთის მიერ მოწოდებული ბათიმეტრიული კვლევის შედეგები



**1.2 ზღვის დონეები****1.2.1 ზოგადი მიმოხილვა**

ზღვის დონე წარმოადგენს შემდეგი კომპონენტების ჯამს:

- ზღვის საშუალო დონე (მ.ზ.დ.), რომელიც იცვლება დროის სხვადასხვა მონაკვეთებში (სეზონური, წლიური...) და, ზოგადად, გლობალური დათბობის გამო, არსებობს გრძელვადიანი ზრდის ტენდენცია;
- ასტრონომიული მოქცევა;
- მეტეოროლოგიური დაწევა (უარყოფითი ან დადებითი), ზღვის დონის მატება ან კლება ატმოსფერული პირობების გამო (ძირითადად წნევის და ქარის ზემოქმედება);
- სხვა კომპონენტები, როგორიცაა ტალღების მოდინება, ცუნამი და სხვა.

**1.2.2 ზღვის საშუალო დონე****1.2.2.1. ზღვის ამჟამინდელი საშუალო დონე**

პროექტის მოცემულ ეტაპზე, კონკრეტული ინფორმაციის არარსებობის პირობებში ზღვის ამჟამინდელი სავარაუდო საშუალო დონე არის + 0.6 მ CD (დასადასტურებელია).

**1.2.2.2. კლიმატური ცვლილებით (ეკსტატიკური კომპონენტი) გამოწვეული ზღვის დონის მატება**

კლიმატური ცვლილების გამო, ზღვის დონის მაჩვენებლებს უნდა დაემატოს ზღვის დონის მოსალოდნელი მატების გრძელვადიანი კომპონენტი ზღვის დონის მატების მოსალოდნელი ტემპი უცნობია, ვინაიდან ის დამოკიდებულია მომავალში სათბური აირების ემისიების მაჩვენებელზე; თუმცა აღნიშნული მატების შესაფასებლად შესაძლებელია შეიქმნას 21-ე საუკუნის განმავლობაში მოსალოდნელი სცენარები

კლიმატის ცვლილების მთავრობათაშორისი პანელი (IPCC) მე-6 შეფასების ანგარიშში (AR6) თავის პროგნოზებში ეყრდნობა შემდეგი სცენარების კომბინაციას:

- RCP (კონცენტრაციების რეპრეზენტატიული ტრაექტორია): სათბური აირების კონცენტრაციების სხვადასხვა ტრაექტორიები, რადიაციული ზემოქმედების შემდეგ, რომელსაც ისინი გამოიწვევენ 2100 წელს (მეხუთე შეფასების ანგარიშში განხილული იყო ოთხი RCP 2.6, 4.5, 6.0 და 8.5; მას შემდეგ დაემატა ახალი ტრაექტორიები: RCP1.9, RCP3.4 და მალე დაემატება RCP7.0);
- SSP (ზოგადი სოციალურ-ეკონომიკური სცენარები): მასში ერთიანდება 2100 წლამდე მოსალოდნელი სოციალურ-ეკონომიკური გლობალური ცვლილებების ხუთი ოჯახი:
  - SSP1 „მდგრადობა“: მსოფლიო თანდათან, მაგრამ საყოველთაოდ გადადის უფრო მდგრად ეტაპზე, სადაც ხაზგასმულა უფრო ინკლუზიური განვითარება, რაც გულისხმობს აღქმული ბუნებრივი გარემოს საზღვრების პატივისცემას;
  - SSP2 "გზის შუაგული": მსოფლიო მიუყვება გზას, რომელშიც სოციალური, ეკონომიკური და ტექნოლოგიური ტენდენციები მნიშვნელოვნად არ უხვევს ისტორიულ მოდელებს. განვითარება და შემოსავლის ზრდა არათანაბრად მიმდინარეობს, ზოგი ქვეყანა შედარებით კარგ პროგრესს აღწევს, ზოგი კი მოლოდინს ვერ ამართლებს
  - SSP3 “რეგიონული მეტოქეობა”: გამოცოცხლებული ნაციონალიზმი, წუხილი კონკურენციასა და უსაფრთხოების შესახებ და რეგიონული კონფლიქტები

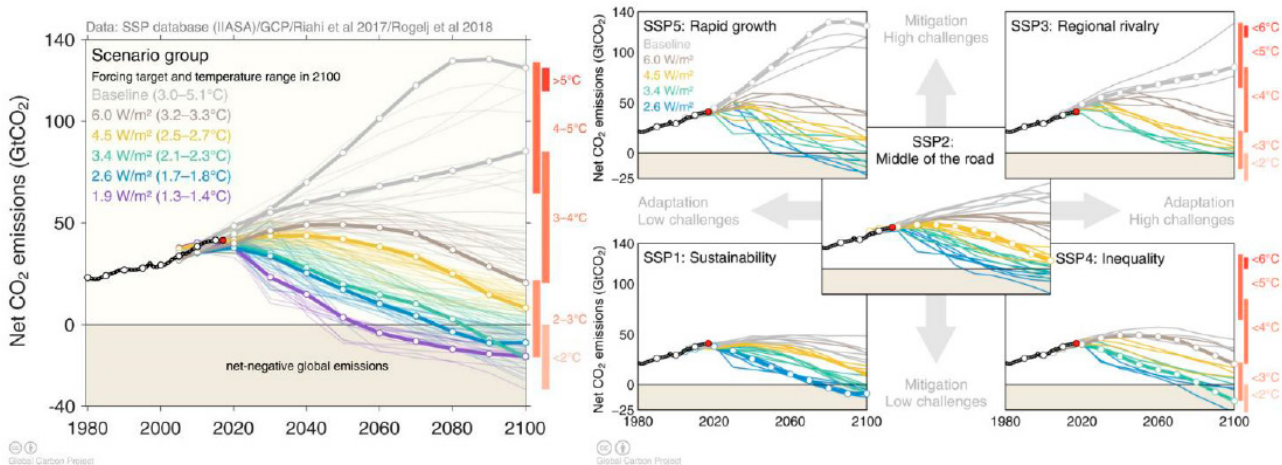


ქვეყნებს უბიძგებს ყურადღება გამახვილონ შიდა ან მაქსიმუმ რეგიონულ საკითხებზე;

- SSP4 “უთანასწორობა”: უთანასწორო ინვესტიციები შრომით რესურსებში ეკონომიკურ შესაძლებლობებსა და პოლიტიკურ ძალაუფლების მზარდ უთანასწორობასთან ერთად იწვევს უთანასწორობის ზრდას და მის გავრცელებას როგორც ქვეყნის გარეთ, ისე ქვეყნის შიგნით;
- SSP5 “წიაღისეული საწვავის განვითარება”: მსოფლიოს მზარდი ნდობა აქვს კონკურენტული ბაზრების, ინოვაციებისა და თანამონაწილეობრივი საზოგადოებების მიმართ, რათა მოხდეს სწრაფი ტექნოლოგიური პროგრესი და შრომითი რესურსების განვითარება.

აღნიშნული სცენარები RCP და SSP წარმოდგენილია ნახაზზე 6.

**ნახაზი 6.** RCP-ის აღწერა (მარცხნივ) და SSP (მარჯვნივ), გამოიყენება IPCC AR6-თვის



აქედან გამომდინარე, ტემპერატურის ან ზღვის დონეების სავარაუდო ევოლუცია, რომელიც გლობალური კლიმატური მოდელებიდან გამომდინარეობს, შეესაბამება SSP და RCP-ის კომბინაციას.

რაც შეეხება ზღვის დონის ევსტატიკურ აწევას, AR6-ში განხილული კომბინაციები შემდეგია:

- SSP1-1.9 (ყველაზე ოპტიმისტური სცენარი);
- SSP1-2.6;
- SSP2-4.5;
- SSP3-7.0;
- SSP5-8.5;
- SSP5-8.5 დაბალი ნდობა (მიუთითებს დაბალი ალბათობის პოტენციურ ევექტზე, ყინულის საფარის წარმოქმნის მაღალ ზემოქმედებაზე, რასაც ვერ გამოვრიცხავთ).

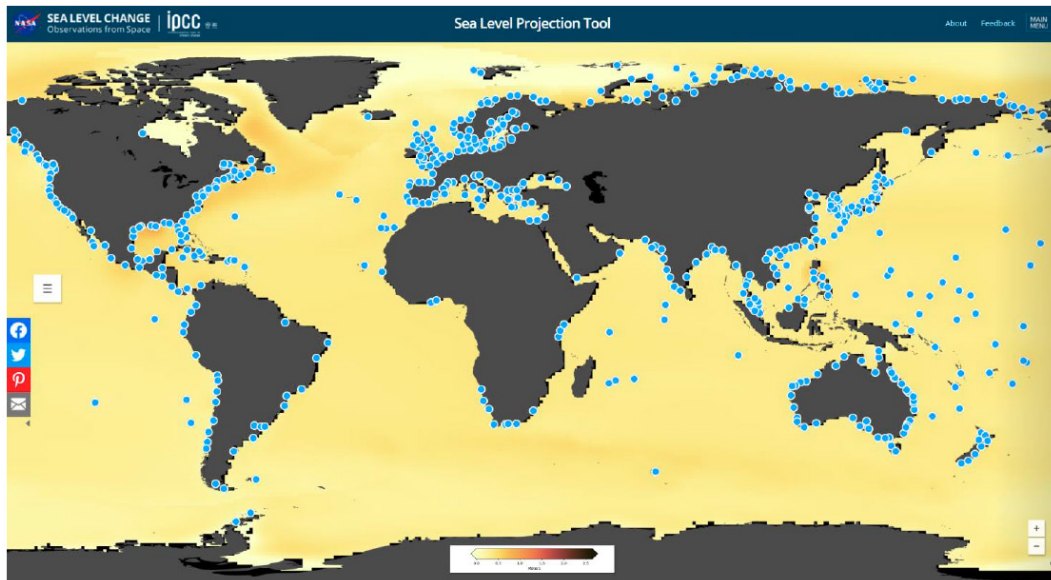
ზღვის დონის აწევის გრძელვადიანი კომპონენტის შესაფასებლად, აუცილებელია განვსაზღვროთ:

- განსახილველი სცენარი;
- განსახილველი თარიღი, რომელიც დამოკიდებულია პროექტის ხანგრძლივობაზე.

ამ ეტაპზე მიზანშეწონილია განვიხილოთ SSP2 (“გზის შუაგული”) შედარებით პესიმისტურ RCP4.5-თან ერთად კომბინაციაში: შედეგად მივიღებთ სცენარს: SSP2-4.5. რაც შეეხება პროექტის ხანგრძლივობას, სავარაუდოდ შეადგენს 50 წელს: პროგნოზები აღებულია 2070-2075 წლების პერიოდისთვის.

ზღვის დონის აწევის პროგნოზები, რომლებიც დაკავშირებულია ზემოთ აღწერილ კომბინაციებთან, შეიძლება ვიზუალურად იყოს წარმოდგენილი NASA-ს მიერ IPCC-თან თანამშრომლობით შემუშავებული ონლაინ ინსტრუმენტის წყალობით, რომელიც ხელმისაწვდომია ვებ-გვერდზე: <https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6> ზღვის დონის პროგნოზირების ინსტრუმენტი. ეს ინსტრუმენტი წარმოდგენილია ნახაზზე 7 სცენარი SSP2-4.5-თვის 2070 წლისთვის.

**ნახაზი 7.** ზღვის დონის ევსტატიკური აწევის პროგნოზი 2070 წლისთვის 1995-2014 წლების ფონურ მონაცემებთან შედარებით სცენარისთვის SSP2- 4.5



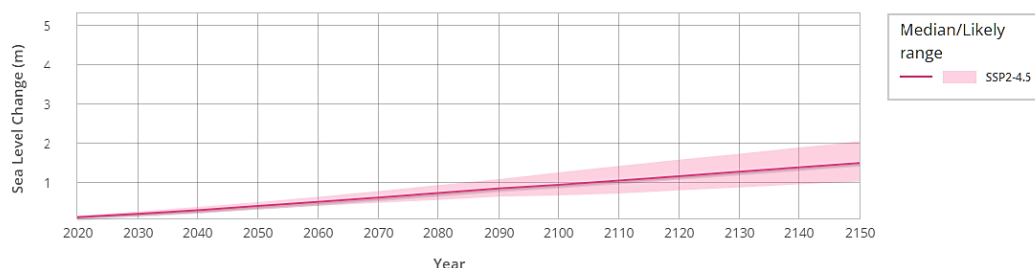
გარდა ამისა, აღნიშნული ინსტრუმენტი გვიჩვენებს რუკაზე ლურჯი ფერით მონიშნულ ადგილებში ზღვის დონის მოსალოდნელ დროებით ევოლუციას და მასთან დაკავშირებულ გაურკვევლობებს. ნახაზზე 8 მოცემულია ზღვის დონის მოსალოდნელი მატება ფოთის სადგურთან 2020-2150 წლებისთვის SSP2-4.5 სცენარის მიხედვით.

**ნახაზი 8.** ზღვის დონის მოსალოდნელი აწევა 1995-2014 წლების ფონურ მონაცემებთან შედარებით სცენარისთვის SSP2-4.5 ფოთის ტერიტორიაზე

## POTI

### Projected Sea-Level Rise Under Different SSP Scenarios

Sea-level change for SSP scenarios resulting from processes in whose projection there is *medium confidence*. Two *low-confidence* scenarios, indicating the potential effect of low-likelihood, high-impact ice sheet processes that cannot be ruled out, are also provided. Shaded ranges show the 17th-83rd percentile ranges. Projections are relative to a 1995-2014 baseline. The plot below shows the projection and uncertainties for 'Total Sea Level Change'. Data for the individual contributions can be downloaded under 'Get Data'.



აღნიშნული პროგნოზების გათვალისწინებით, მოცემული კვლევისთვის კლიმატის ცვლილება აღირიცხება გრძელვადიანი კომპონენტის დამატებით - + 0.5 მ.

### 1.2.3. ასტრონომიული მოქცევა

საქართველოში მოქცევა ნახევარდღიურია დღიური უთანასწორობით და მოქცევის დიაპაზონი 0.2 მ-ზე ნაკლებია.

### 1.2.4. ტალღები

შტორმის დროს ქარის და ატმოსფერული წნევის ერთობლივი მოქმედების შედეგად წარმოიქმნება ტალღები (ზვირთები).

თუმცა, ტერიტორია არ არის მიდრეკილი მნიშვნელოვანი ტალღების წარმოქმნისკენ:

- შავი ზღვა ძალიან ღრმაა და მის აღმოსავლეთ სანაპიროზე კონტინენტური შელფი ძალიან ვიწროა (ბათუმის გარშემო 2-3 კმ);
- გაბატონებული ქარები ქრის ხმელეთიდან (იხ. ნაწილი 2.2.2).

საქართველოში ადრე განხორციელებული კვლევების მიხედვით, ძლიერი ქარიშხლის დროს ტალღების სიმაღლემ შეიძლება მიაღწიოს 0.6 მ.

## 2. ღია ზღვაში არსებული პირობები (მდგომარეობა)

### 2.1. სანაპირო ქარის და ტალღის მოდელირება

#### 2.1.1 მეთოდოლოგია

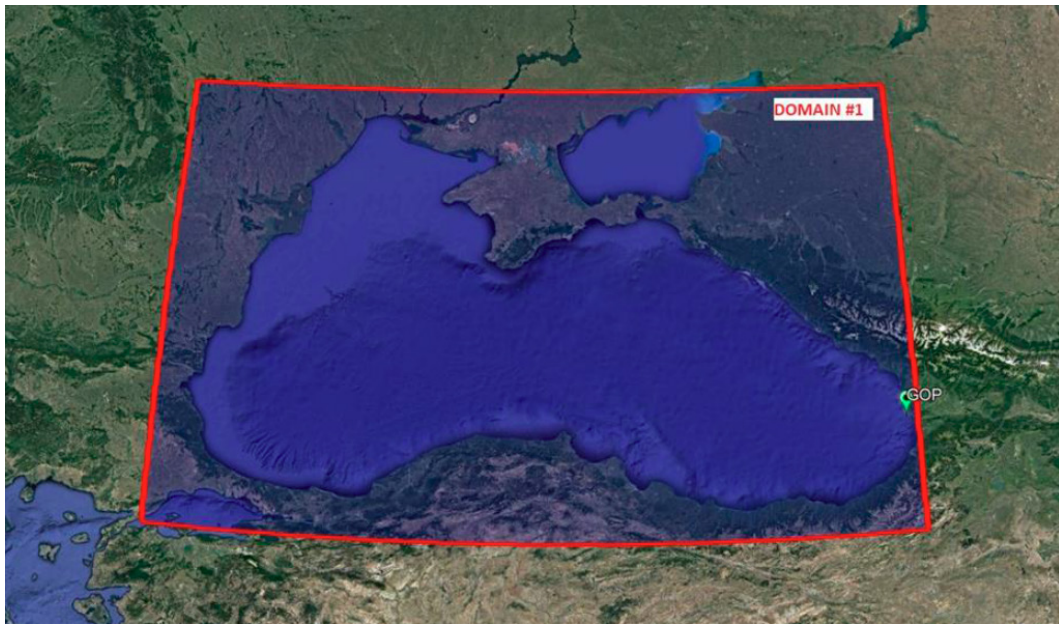
მეთოდოლოგიის ძირითადი ეტაპები, რომლებიც გამოიყენება ბათუმში ზღვაში არსებული მდგომარეობის და სანაპირო ქარის განსაზღვრისთვის შეჯამებულია შემდეგნაირად:

- მოდელირების სტრატეგიის განმარტება:
  - საანგარიშო დომენების განსაზღვრა;
  - ბათიმეტრიული მონაცემების შეგროვება და ბათიმეტრიული მოდელის შექმნა.
- ქარები:
  - ტალღის წარმოქმნის არეალზე ქარის ველების შესახებ 1989 წლის იანვრიდან 2021 წლის დეკემბრამდე არსებული მონაცემების მოპოვება გლობალური რე-ანალიზის CFSR (NCEP) სისტემიდან;
  - ქარის ველების კალიბრაცია და დადასტურება (ვალიდაცია) ქარის სიჩქარის სატელიტური გაზომვებით ტალღის წარმოქმნის ზონაში.
- ზღვის პირობები:
  - მე-3 თაობის ქარის მოდელის - WaveWatch III (v5.16)დაყენება ზღვის პირობების წარმოქმნისა და გავრცელების სიმულაციის მიზნით;
  - 1986 წლის იანვრიდან 2021 წლის დეკემბრამდე ღია ზღვაში (შავ ზღვაში) წარმოქმნილი პირობების სიმულაცია;
  - ზღვის პირობების განსაზღვრა გავრცელების დომენების საზღვრებთან ტალღის სიმაღლის სატელიტური გაზომვებით.

შავ ზღვაზე დაყენებულია ერთი საანგარიშო დომენი, რომელიც ნაჩვენებია ნახაზზე 9.



ნახაზი 9. ღია ზღვაში არსებული პირობების წარმოქმნის საანგარიშო დომენი



## 2.1.2 ქარის ველები

### 2.1.2.1. ატმოსფერული მოდელი

წინამდებარე ანგარიშში გამოყენებული ქარის ველები, რომელიც საჭიროა ტალღის წარმოქმნისთვის ტალღის წარმოქმნის არეალში (შავ ზღვაში) აღებულია ამერიკის ატმოსფერული მოდელის CFSR<sup>1</sup> რე-ანალიზის NCEP<sup>2</sup>-დან. ქარის ველები აღიწერება შემდეგი ორი პარამეტრით:

- ქარის სიჩქარე (მ/წმ), 10 მ სიმაღლეზე საანგარიშო დონიდან (ზღვის საშუალო დონე) და გასაშუალებული 10 წთ-ზე;
- ქარის მიმართულება (°N) - დაკავშირებულია საშუალო სიმაღლესთან.

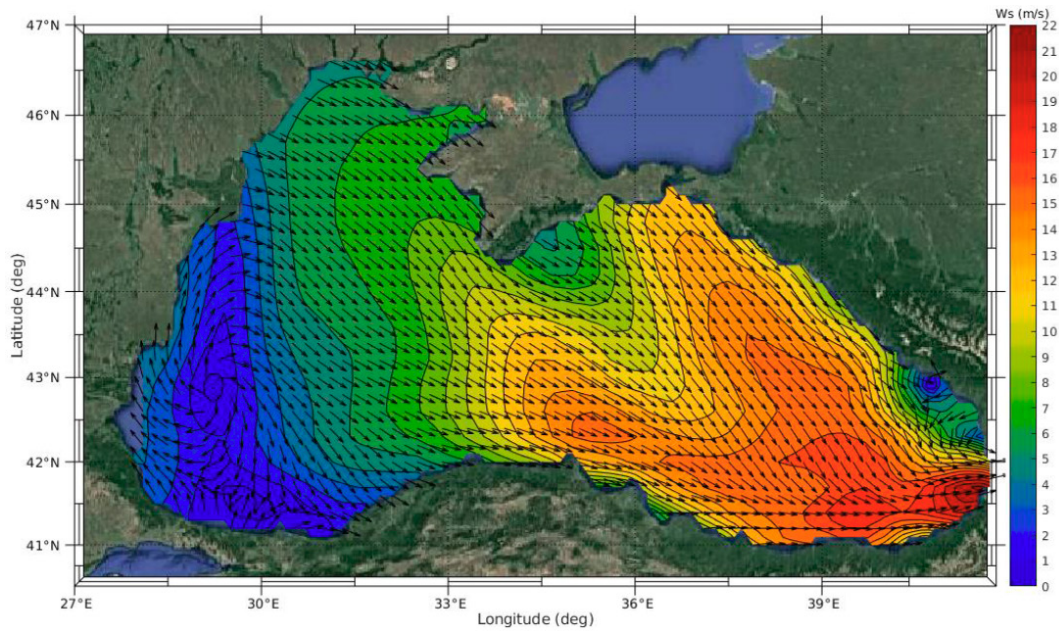
1986 – 2010 წლებში სივრცული გარჩევადობა შეადგენს  $0.3^\circ \times 0.3^\circ$ , ხოლო 2011 – 2021 წლების შუალედში -  $0.2^\circ \times 0.2^\circ$ . დროის ბიჯი არის 1 საათი. მონაცემების სიზუსტე შეადგენს 0.1 მ/წმ სიჩქარის შემთხვევაში, ხოლო  $1^\circ$  - მიმართულების შემთხვევაში.

ნახაზზე 10 წარმოდგენილია ქარის ველის მაგალითი საანგარიშო დომენზე #3 (1992/02/19 18:00 UTC).

<sup>1</sup> კლიმატის პროგნოზის სისტემის რე-ანალიზი (Climate Forecast System Reanalysis)

<sup>2</sup> გარემოსდაცვითი პროგნოზის ეროვნული ცენტრები (National Centers for Environmental Prediction)

ნახაზი 10. ქარის ველის მაგალითი ზღვის საანგარიშო დომენზე (2008/02/20 09Z)

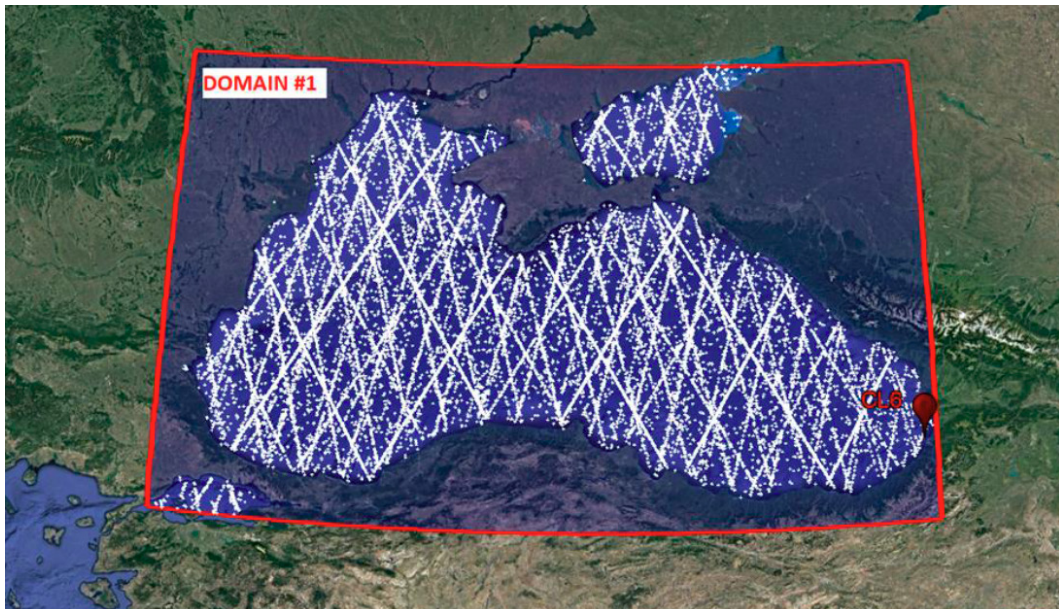


#### 2.1.2.2. ქარის ზემოქმედების განსაზღვრა

##### მეთოდოლოგია

ქარის სიჩქარის სატელიტური გაზომვები გამოიყენება ქარის ველების განსაზღვრის მიზნით საანგარიშო დომენზე, რომელიც მოწყობილია ტალღის წარმოქმნის/გავრცელების მოდელისთვის (იხ. ნახაზი 11. სიცხადისთვის 50-დან მხოლოდ 1 ჩანაწერია დატანილი).

ნახაზი 11. ზღვის საანგარიშო დომენში სიმაღლის გაზომვის ჩანაწერები



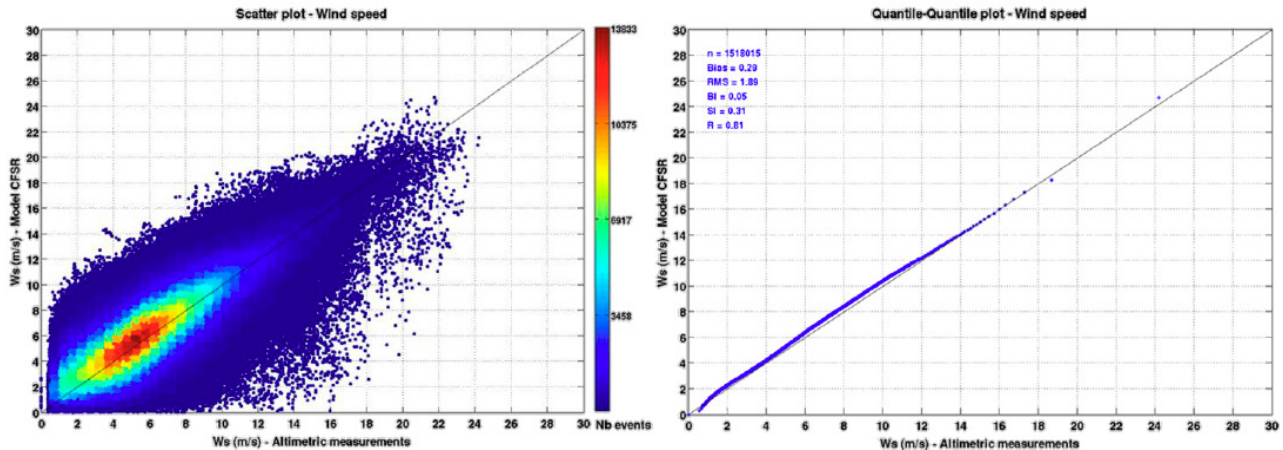
საანგარიშო მონაკვეთის ფარგლებში ხელმისაწვდომი სატელიტური მონაცემები შედარებულია ქარის ველების მოდელთან დაკავშირებულ მნიშვნელობასთან (უახლოესი მნიშვნელობა სივრცესა და დროში). გაზნევის დიაგრამა და კვანტილურ-კვანტილური დიაგრამა გაკეთებულია გაზომილი და მოდელირებული ქარის სიჩქარეების განაწილებებს შორის



არსებული სხვაობის ვიზუალიზაციის მიზნით. თუ ორ განაწილებას შორის უკიდურესად მნიშვნელოვანი შეუსაბამობაა, განისაზღვრება კალიბრაციის კოეფიციენტი და გამოიყენება ქარის ველის ზოგად სქემაში დომენის ფარგლებში.

ნახაზზე 12 წარმოდგენილია გაბნევის და კვანტილურ-კვანტილური დიაგრამები ზღვის სანაპირო დომენში, ქარის სიჩქარის ზოგად სქემაში (CFSR) შესწორების გამოყენების შემდეგ.

**ნახაზი 12.** ქარის სიჩქარის განსაზღვრის გაბნევის და კვანტილურ-კვანტილური დიაგრამა



დიაგრამები გვიჩვენებს მოდელსა (ზოგად სქემას) და დაკვირვებებს შორის კარგ თანხვედრას და ძალიან მცირე გადახვევას: ქარის ველები დადასტურებულია ღია ზღვის საანგარიშო დომენში.

### 2.1.3. ზღვის მდგომარეობის (ღელვის) მოდელირება

#### 2.1.3.1. მოდელირების პროგრამული უზრუნველყოფა

ზღვის მდგომარეობის სიმულაცია განხორციელდა ტალღის წარმოქმნის და გავრცელების მოდელირების პროგრამული უზრუნველყოფის - **WaveWatch III v5.16** გამოყენებით. ეს ყველაზე თანამედროვე, მე-3 თაობის კოდია, რომელიც შემუშავებულია NOAA/NCEP-ში, განკუთვნილია ტალღის წარმოქმნისა და გავრცელების სიმულაციისთვის, რომელიც აღრიცხავს შემდეგ მოვლენებს:

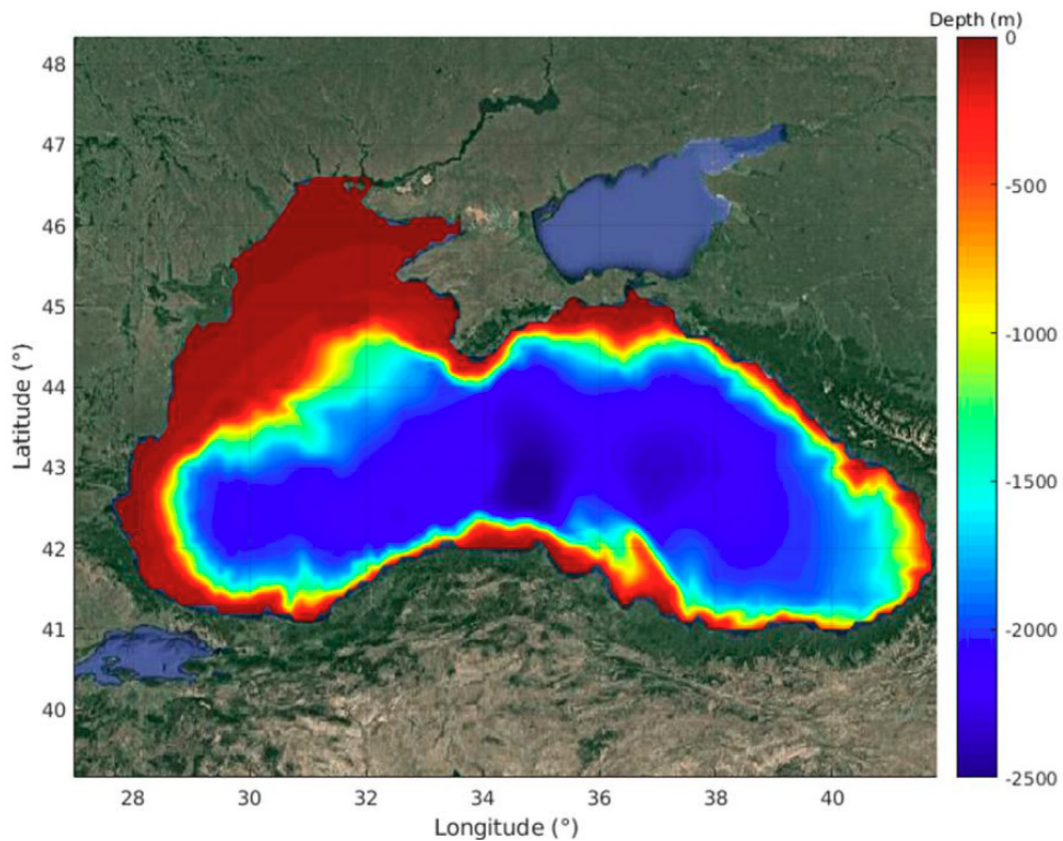
- ენერგიის გაფანტვა;
- ქარის-ტალღის ურთიერთქმედებები;
- ტალღების ერთმანეთთან ურთიერთქმედებები;
- ფსკერის-ტალღის ურთიერთქმედებები.

დაყენებულია სხვადასხვა საანგარიშო ბადეები: ტალღის სასაზღვრო პირობები დომენი 2-სთვის (resp. 3,) გამოდის დომენი 1-დან (resp. 2).

#### 2.1.3.2. ბათიმეტრია

ღია ზღვის დომენისთვის გამოყენებული ბათიმეტრია აღებული იქნა GEBCO3 გლობალური ბათიმეტრიული მონაცემთა ბაზიდან „1 ბაზის გარჩევადობით. ბათიმეტრია შემდგომში ინტერპოლირებული იქნა იმავე გარჩევადობით, როგორც მოდელის სიმულაციებში (იხ. ცხრილი 1). შედეგად მიღებული ბათიმეტრია მოცემულია ნახაზზე 13.

ნახაზი 13. ზღვის საანგარიშო დომენის ბათიმეტრია



### 2.1.3.3. მოდელის პარამეტრების განსაზღვრა

მოდელის კონფიგურაცია დეტალურად მოცემულია ცხრილში 1.

ცხრილი 1. ზღვის სანაპირო ტალღის მოდელირებისთვის პარამეტრების განსაზღვრა

დასახელება		ოფშორული დომენი
პროგრამული უზრუნველყოფა		WaveWatch III v5.16
<b>ბადეები</b>		
პროექცია		WGS84 DMS
სამხრეთის ზღვარი		WGS 84 DMS
ჩრდილოეთ ზღვარი		47°00' N
დასავლეთ ზღვარი		40°30' N
აღმოსავლეთ ზღვარი		27°00' E
სივრცული გარჩევადობა		41°48' E
<b>პარამეტრიზაცია</b>		
დროის ბიჯი		1 სთ
მიმართული გარჩევადობა		10° (36 მიმართულება)
სიხშირე	რაოდენობა	27
	დიაპაზონი (ჰერცი)	0.05 - 0.5959 ჰც
ზვირთცემის ჩაქრობა	დიაპაზონი (s)	1.7 - 20 s
	ფორმულირება	Battjes & Janssen, 1978
ფსკერული ხახუნი	პარამეტრები	$\alpha = 1, \gamma = 0.73$
		SHOWEX

შესავანი მონაცემები		
მოდელირების პერიოდი	1986 წლის იანვარი - 2021 წლის დეკემბერი (36 წელი)	
	GEBCO	
ბათიმეტრია	ზღვის მუდმივი საშუალო დონე	
	NCEP CFSR	
ზღვის დონე	0.3° x 0.3° (1986 - 2010) -> 0.2° x 0.2° (2011 - 2021)	
	1 სთ	
ქარი	წყარო	
	გარჩევადობა	
	დროის ბიჯი	

#### 2.1.3.4. ზღვის მდგომარეობის (ღელვის) დადასტურება

ზღვის მდგომარეობის დადასტურებისთვის გამოიყენება ტალღის სიმაღლის სატელიტური გაზომვები.

სანაპირო დომენის საზღვრების გარშემო არსებული სატელიტური მონაცემები (იხ. ნახაზი 14) შედარებულია მოდელიდან აღებულ შესაბამის მონაცემებთან (უახლოესი მნიშვნელობა სივრცესა და დროში). გაბნევის დიაგრამა და კვანტილურ-კვანტილური დიაგრამა გაკეთებულია გაზომილ და მოდელირებულ  $H_{m0}$ -ის განაწილებას შორის არსებული სხვაობის ვიზუალიზაციის მიზნით. თუ ორ განაწილებას შორის უკიდურესად მნიშვნელოვანი შეუსაბამობაა, განისაზღვრება წრფივი კალიბრაციის კოეფიციენტი და გამოიყენება დომენში შემავალი ზღვის მსგომარეობის სპექტრული ენერგიებისთვის.

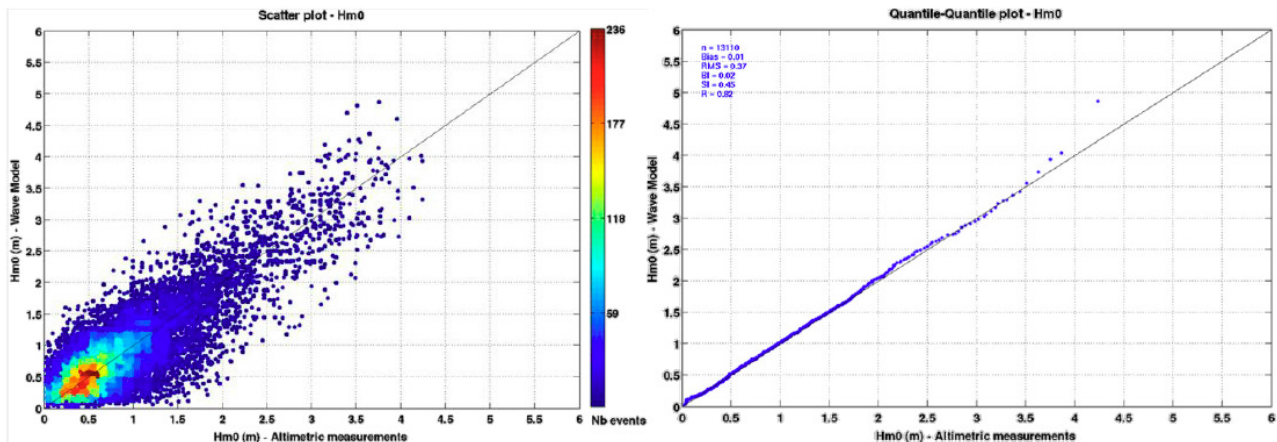
**ნახაზი 14.** ზღვის მდგომარეობის დადასტურებისთვის გამოყენებული სიმაღლებრივი (ალტიმეტრიული) მონაცემები



ნახაზზე 15 მოცემულია გაბნევის და კვანტილურ-კვანტილური დიაგრამები სანაპირო დომენის საზღვრების გასწვრივ.



**ნახაზი 15.** ზღვის მდგომარეობის დადასტურებისთვის საჭირო გაზნევის და კვანტილურ-კვანტილური დიაგრამები სანაპირო დომენის საზღვრებთან

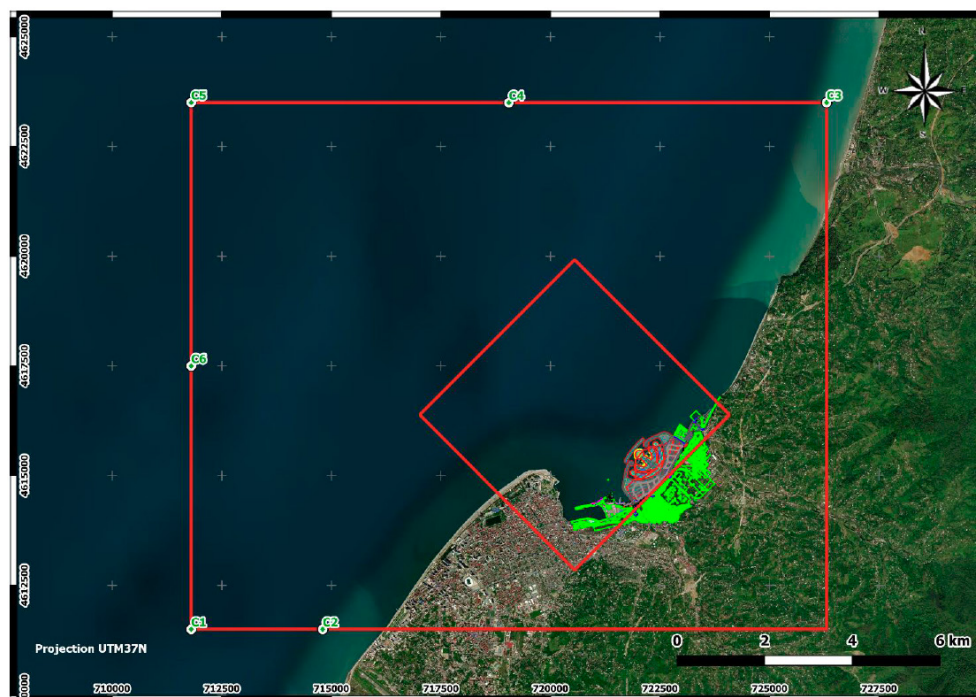


დიაგრამები გვიჩვენებს მოდელსა და დაკვირვების მონაცემებს შორის კარგ თანხვედრას: ღია ზღვის დომენზე წარმოქმნილი ზღვის მდგომარეობის მაჩვენებლები დადასტურებულია სანაპირო დომენის საზღვრების გასწვრივ.

#### 2.1.3.5. მოდელის გამომავალი მონაცემები

მოდელის გამომავალი მონაცემები მოიცავს ზღვის მდგომარეობის სპექტრის (სპექტრული სიმკვრივე როგორც მიმართულების და სიხშირის ფუნქცია) საათობრივ დროის სერიებს, რომელიც გამოითვლება ბადეების თითოეულ წერტილში და ინახება ტალღის გავრცელების მოდელის საზღვარზე (იხ. თავი 3), როგორც ეს მოცემულია ნახაზზე 16.

**ნახაზი 16.** სანაპირო ტალღის გავრცელების მოდელის საზღვრების გასწვრივ არსებული ზღვის მდგომარეობის მიმართული სპექტრის უზრუნველყოფისთვის საჭირო გამომავალი წერტილების მდებარეობა



1986 წლის იანვრიდან 2021 წლის დეკემბრამდე (36 წელი) პერიოდის სპექტრული ტალღის პარამეტრების საათობრივი დროის სერიების მოსაპოვებლად ზღვის მდგომარეობის (ღელვის) სპექტრები მუშავდება გამომავალ წერტილში - C6 (კოორდინატები: 41.5447°E, 41.6811°N, წყლის სიღრმე: 270 მ)

- სპექტრალური მნიშვნელოვანი ტალღის სიმაღლე  $H_{m0}$  (მ);
- პიკური პერიოდი  $T_p$  (s);
- პიკური მიმართულება  $\theta_p$  (°N);
- მიმართული გავრცელება  $\sigma$  (°) ან ექვივალენტურად გავრცელების პარამეტრი (კოსინუსური ფუნქციის ექსპონენტი)  $s$  (-);
- პიკური გამძლიერების კოეფიციენტი  $\gamma$  (-) JONSWAP-ტიპის სპექტრის ვარაუდზე დაყრდნობით.

გარდა ამისა, ხორციელდება ზღვის მდგომარეობების სპექტრული დაყოფა, რათა მოხდეს ტალღის სხვადასხვა სისტემის (ქარისმიერი ტალღა, ზვირთი) განცალკევება და შესაბამისი სპექტრული პარამეტრები განისაზღვრება ტალღის თითოეული სისტემისთვის.

და ბოლოს, ქარის სიჩქარე და მიმართულება ინტერპოლირებულია CFSR-დან C6 გამომავალი წერტილისთვის, რომელსაც შემდგომში უბრალოდ ეწოდება ოფშორული წერტილი.

## 2.2. ღია ზღვაში არსებული (ოფშორული) ქარების და ტალღების ანალიზი

### 2.2.1. ექსტრემალური მნიშვნელობებისთვის განსაზღვრული მეთოდოლოგია

განხორციელდება შემდეგი მეთოდოლოგია:

- ტალღების ერთგვაროვანი (იდენტურად განაწილებული) პოპულაციების განსაზღვრა მიმართულების ან სხვა კრიტერიუმების საფუძველზე (მაგ. ტალღის ციცაბოობა);
- დროის სერიების დეკლასტერიზაცია ( $K$ -წლის ხანგრძლივობაზე) „Peaks-Over-Threshold“-ის (უმაღლესი ზღვრული წერტილი) (POT) მიდგომის გამოყენებით:
  - იმ ქარიშხლების იდენტიფიკაცია და დროის სერიებიდან ამოღება, რომლებიც აღემატება „ფიზიკურ ზღვარს“  $u_p$ , ისე რომ საშუალოდ წელიწადში მივიღოთ  $\lambda_p = 5-10$  ქარიშხლის მოვლენა;
  - პიკური ქალიშხლების შერჩევა, ისე რომ მივიღოთ  $N_p$  ნიმუშის დამოუკიდებელი და თანაბრად განაწილებული (i.i.d.) მონაცემები ( $\lambda_p = N_p/K$ )
- i.i.d. ნიმუშისთვის გამოიყენება სტატისტიკური ექსტრემალური მნიშვნელობის ანალიზი:
  - „სტატისტიკური ზღვრის“  $u_s$  განსაზღვრა: პიკური  $N$  მაჩვენებლები, რომლებიც აღემატება აღნიშნულ ზღვარს, განიხილება როგორც ექსტრემალური მნიშვნელობები (წელიწადში საშუალოდ  $\lambda = N/K$  პიკი);
  - სტატისტიკური განაწილებების მორგება (GPD, Weibull, Gamma, Exponential) აღნიშნულ ექსტრემალურ პიკურ მაჩვენებლებზე;
  - საუკეთესოდ მორგებული განაწილების განსაზღვრა სტატისტიკური ტესტის გამოყენებით (როგორიცაა  $\chi^2$  ან კოლმოგოროვი-სმირნოვი)
  - კვანტილების გამოთვლა (განმეორებადობის მნიშვნელობები) განმეორებადობის პერიოდების ნაკრებისთვის (მაგ. 1, 5, 10, 50, 100 წელი),
  - 90%-იანი ნდობის ინტერვალების გამოთვლა თვითუზრუნველყოფის (ბუთსტრეპინგი) მეთოდის გამოყენებით.

ეს უახლესი მეთოდოლოგია წარმოდგენილია საერთაშორისო კონგრესებზე გამოტანილ რამდენიმე პრეზენტაციაში (როგორც სანაპირო ინჟინერიაზე, ასევე სტატისტიკაზე ორიენტირებული პრეზენტაციები) და რამდენიმე ნაშრომში, რომლებიც გამოქვეყნდა

საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალებში (იხ. წყარო. [1] -[6]). საბოლოო ჯამში, აღნიშნული მეთოდოლოგია სრულყოფილად იქნა გამოტანილი და დასაბუთებული სადოქტორო ნაშრომში (იხ. წყარო [7]).

პიკური პერიოდების დიაპაზონი  $T_p$  დაკავშირებულია  $H_{m0}$  -ის ექსტრემალურ მნიშვნელობებთან (თითოეული მიმართულების სექტორისთვის) პარაბოლური კანონების  $H_{m0} = a \times T_p^2 + b$  მორგებით  $H_{m0}/T_p$  გაზნევის დიაგრამების ზედა და ქვედა მხარეებზე. პარაბოლური კანონის არჩევა დასაბუთებულია იმ თეორიული ურთიერთკავშირებით, რომელიც არსებობს  $H_{m0}$  და  $T_p$  შორის პირსონ-მოსკოვიცის სპექტრისა (Pierson-Moskowitz spectrum) და JONSWAP-ის სპექტრისთვის. ქარისმიერი ტალღებისთვის ვალიდური ურთიერთკავშირები ეფუძნება ღია ზღვაში არსებული ტალღის ციკაბობას, რაც არის  $H_{m0}/T_p^2$ -ის ფუნქცია.

თუმცა, ქარისმიერი ტალღების და ზვირთების ერთობლივად არსებობისას, ქარისმიერი ტალღის ფორმულირება არარელევანტურია ზედა ზღვარისთვის. ასეთ შემთხვევაში, ერთობლიობის ზედა ზღვარი განისაზღვრება შემდეგნაირად: ქარისმიერი ტალღის ტიპი ( $H_{m0} = a_1 \times T_p^2 + b_1$ ,  $a_1 > 0$ ) გამოიყენება ყველაზე მაღალი განმეორებადობის პერიოდებისთვის, ხოლო ზვირთის ტიპის ტალღა ( $H_{m0} = a_2 \times T_p^2 + b_2$ ,  $a_2 < 0$ ) - ყველაზე დაბალი განმეორებადობის პერიოდებისთვის.

და ბოლოს, მოდალური მნიშვნელობა (ყველაზე სავარაუდო)  $T_p$ , რომელიც დაკავშირებულია ექსტრემალურ  $H_{m0}$  მნიშვნელობასთან, ემატება ქვედა და ზედა მნიშვნელობებს, პიკური ქარიშხლების  $H_{m0}$  და  $T_p^2$  შორის წრფივი რეგრესიის მორგებით.

## 2.2.2. ქარი

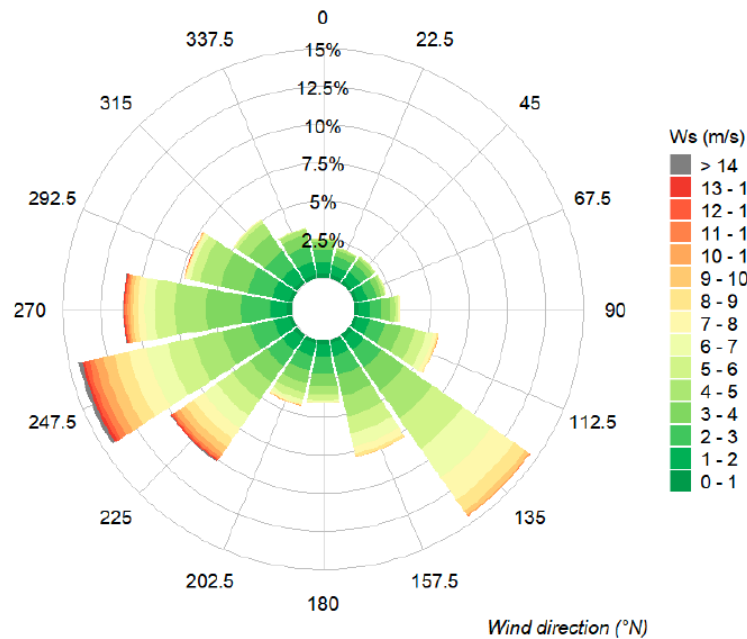
### 2.2.2.1. ღია ზღვაში არსებული (ოფშორული) ქარის კლიმატი

ღია ზღვაში არსებული კლიმატი დეტალურად არის წარმოდგენილი დანართში A შემდეგი დიაგრამების სახით:

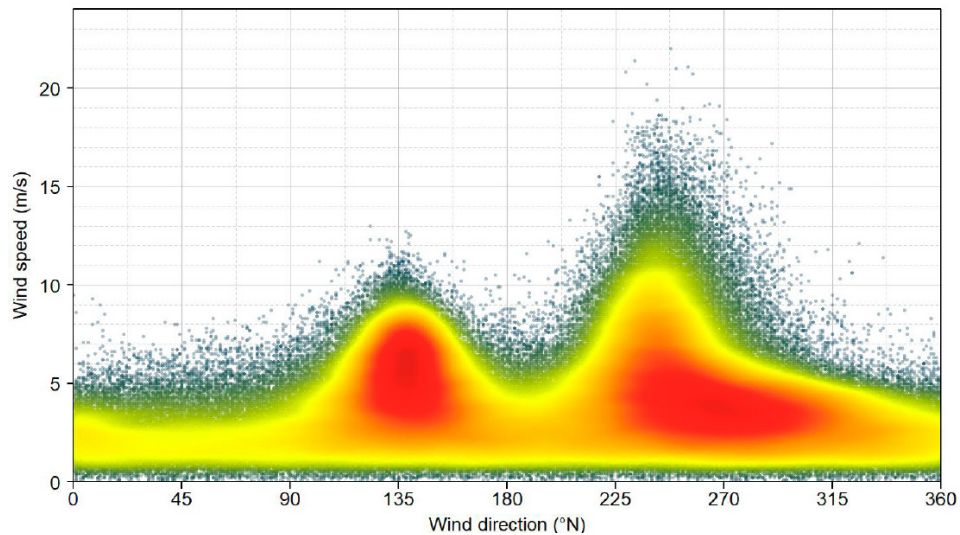
- დროის სერიები, გადაჭარბების სიხშირის მრუდები,  $W_s$  სიხშირის ჰისტოგრამა;
- მიმართული ტალღის ვარდი  $W_s$ -ში;
- გაზნევის დიაგრამები და კოლეროგრამული ცხრილები  $W_s/W_{dir}$  ;
- $W_s$ -ის სეზონური და თვიური გადაჭარბების სიხშირის მრუდები;
- $W_s$ -ის ყოველწლიური, სეზონური და თვიური ცვალებადობის დიაგრამები

ქარის ვარდი და ქარის სიჩქარის/მიმართულების (ბათუმიდან) გაზნევის დიაგრამა მოცემულია ნახაზზე 17 და ნახაზზე 18. შესაძლებელია ორი ძირითადი სექტორის გამოყოფა: გაბატონებული სექტორი სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან (SE) (მოდის ხმელეთიდან) და დასავლეთ-სამხრეთ-დასავლეთის (WSW) ღია ზღვის ქარები, რომლებიც ყველაზე დიდ მნიშვნელობებს მოიცავს.

ნახაზი 17. ბათუმის ქარის ვარდი



ნახაზი 18. ბათუმის ქარის სიჩქარის/ქარის მიმართულების გაბნევის დიაგრამა



### 2.2.3. ზღვის მდგომარეობა

#### 2.2.3.1. ღია ზღვაში არსებული ტალღის კლიმატი

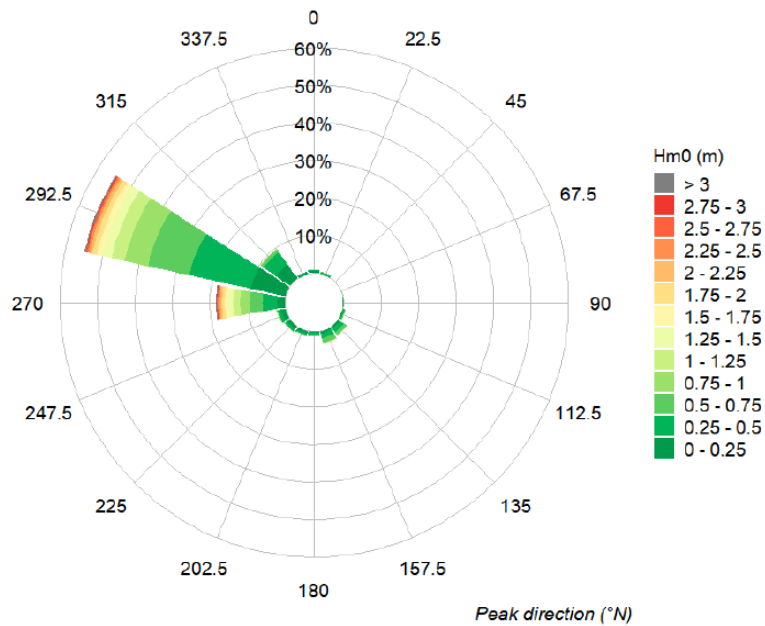
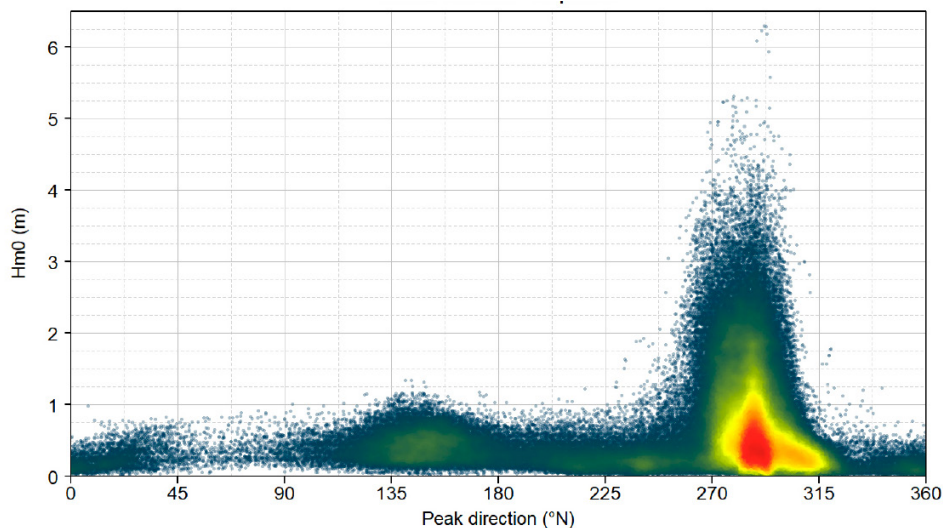
ადგილობრივი ტალღის კლიმატი დეტალურად წარმოდგენილია დანართში A შემდეგი დიაგრამების სახით:

- დროის სერიები, გადაჭარბების სიხშირის მრუდები,  $H_{m0}$  and  $T_p$  სიხშირის ჰისტოგრამა;
- მიმართული ტალღის ვარდი  $H_{m0}$  and  $T_p$  -ში;
- გაბნევის დიაგრამები და კოლეროგრამული  $H_{m0}/\theta_p$ ,  $H_{m0}/T_p$  და  $T_p/\theta_p$  ;
- $H_{m0}$  and  $T_p$  -ის სეზონური და თვიური გადაჭარბების სიხშირის მრუდები;
- $H_{m0}$  and  $T_p$  -ის ყოველწლიური, სეზონური და თვიური ცვალებადობის დიაგრამები

ტალღის ვარდი და ბათუმიდან ტალღის სიმაღლის/მიმართულების გაბნევის დიაგრამა მოცემულია ნახაზზე 19 და 20.



ნახაზი 19. ბათუმის ტალღის ვარდი

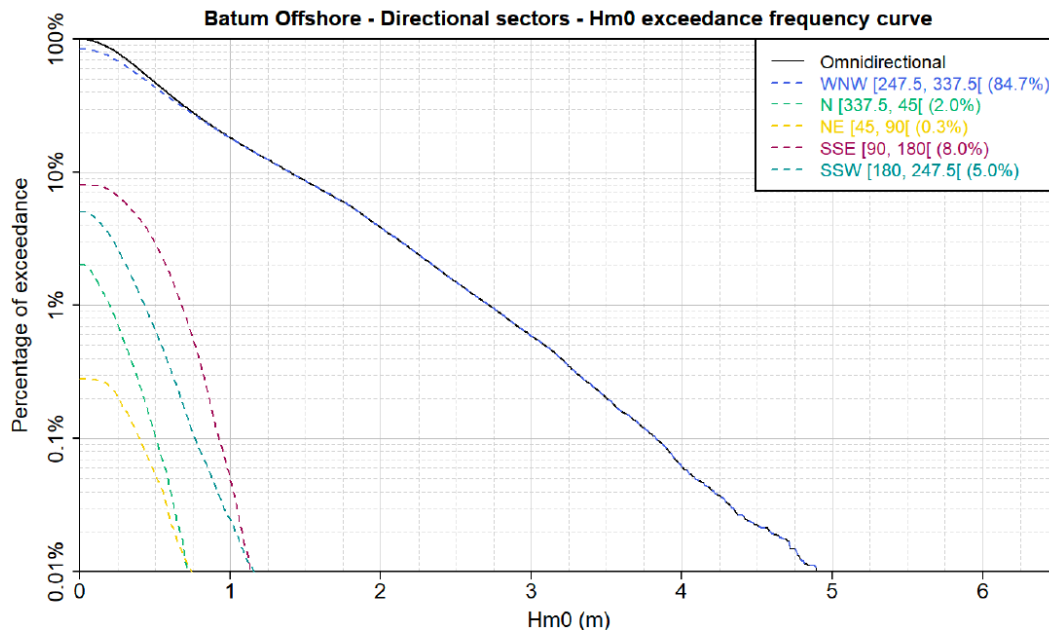
ნახაზი 20. გაბნევის დიაგრამა  $H_{m0} / T_p$  - ბათუმი

შესაძლებელია შემდეგი მიმართულების სექტორების იდენტიფიცირება (ნახაზი 21):

- **დასავლეთი-ჩრდილო-დასავლეთის სექტორი (WNW) [247.5°N, 337.5°N]:** ზღვაზე არსებული მდგომარეობის 84.7%, რომელიც შეესაბამება შავ ზღვაზე წარმოქმნილ ტალღებს, მათ შორის ქარიშხალს, რაც გავლენას ახდენს ბათუმზე;
- **ჩრდილოეთ (N) სექტორი [337.5°N, 45°N]:** ზღვაზე არსებული მდგომარეობის 2.0%, შეესაბამება ადგილობრივ ტალღებს;
- **ჩრდილო-აღმოსავლეთი (NE) სექტორი [45°N, 90°N]:** ზღვაზე არსებული მდგომარეობის 0.3%, შეესაბამება ხმელეთის ბრიზის მიერ წარმოქმნილ მცირე ტალღებს;
- **სამხრეთი-სამხრეთ-აღმოსავლეთი (SSE) სექტორი [90°N, 180°N]:** ზღვაზე არსებული მდგომარეობის 8.0%, შეესაბამება ხმელეთიდან მომავალ სამხრეთ-აღმოსავლეთის ქარებით წარმოქმნილ ქარისმიერ ტალღებს;

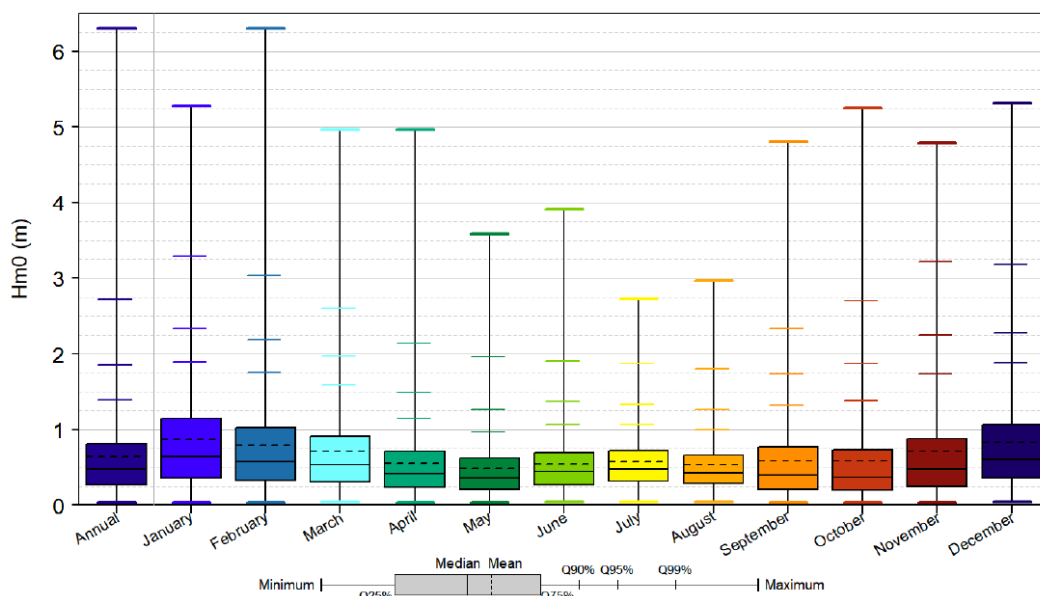
- სამხრეთი-სამხრეთ-დასავლეთი (SSW) სექტორი [180°N, 247.5°]: ზღვაზე არსებული მდგომარეობის 5.0%, შესაბამემა თურქეთის სანაპირო ზოლის სიახლოვეს, შავი ზღვის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილიდან მომავალ ქარისმიერ ტალღებს.

**ნახაზი 21.** ტალღის სიმაღლის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი ბათუმიდან, დაყოფილია მიმართულებების სექტორის მიხედვით



ნახაზზე 22 დახასიათებულია ზღვაზე არსებული მდგომარეობების თვიური ცვალებადობა. საშუალოდ, ტალღის სიმაღლე ყველაზე დაბალი არის მაისში, უფრო ზოგადად, აპრილიდან აგვისტომდე, ყველაზე მაღალი კი არის დეკემბერ-იანვარში. ყველაზე ძლიერი ქარიშხლები ფიქსირდება ნოემბრიდან თებერვლამდე.

**ნახაზი 22.** ბათუმის  $H_{m0}$  -ის თვიური ცვალებადობის დიაგრამები



### 2.2.3.2. ექსტრემალური ტალღები

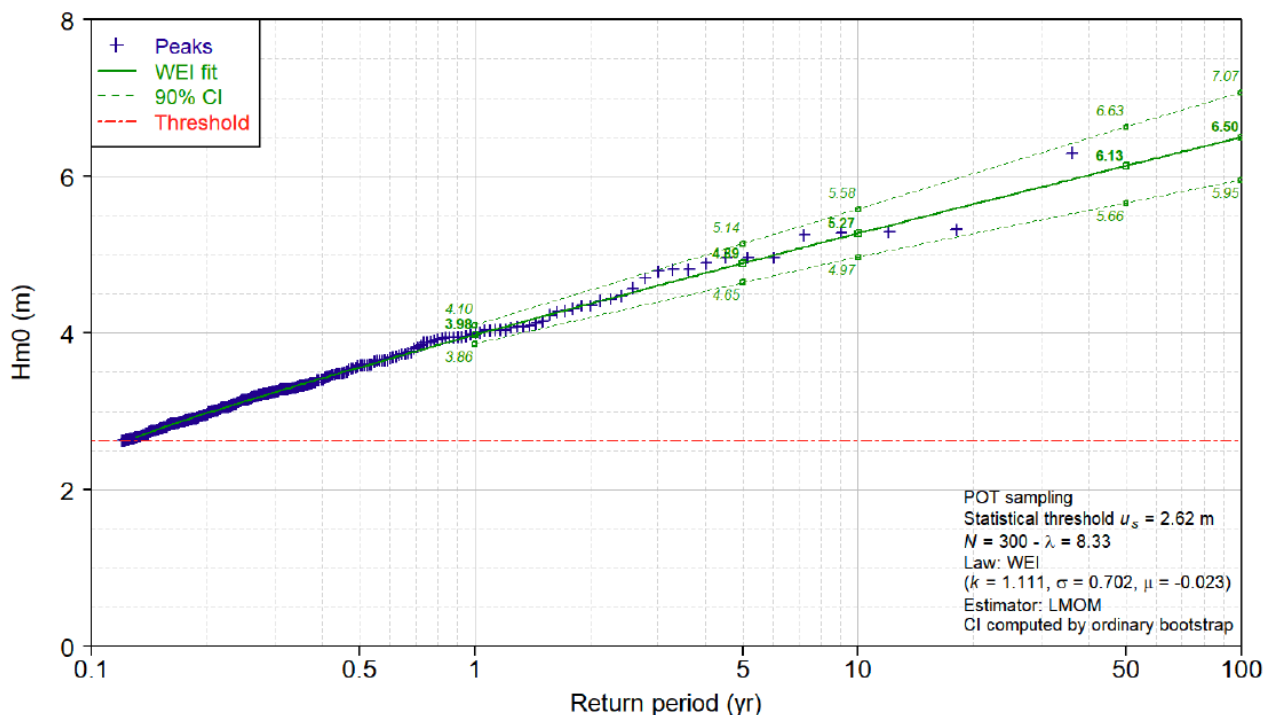
ტალღების ექსტრემალური სიმაღლეები ექსტრაპოლირებულია 2.2.1 თავში წარმოდგენილი მეთოდოლოგიის მიხედვით ზემოთ მოყვანილი დასავლეთი-ჩრდილო-დასავლეთის (WNW) მიმართულების სექტორისთვის. ექსტრაპოლაციის დიაგრამები მოცემულია დანართში A შედეგები შეჯამებულია ცხრილში 2. პიკური პერიოდის  $T_p$  მნიშვნელობები შეესაბამება ქვედა ზღვარს, მოდალურ მნიშვნელობას და  $T_p$ -ის ზედა ზღვარს, რომელიც დაკავშირებულია ექსტრემალურ  $H_{m0}$ -თან (აღწერილის თავში 2.2.1.).

**ცხრილი 2.** ღია ზღვაში არსებული ტალღის ექსტრემალური სიმაღლეების სტატისტიკური ექსტრაპოლაციის შედეგები

სექტორი	განმეორებადობის პერიოდი	$H_{m0}$ (m)		$T_p$ (s)
		საუკეთესო შეფასება	90% სანდოობის ინტერვალი	
დასავლეთი- ჩრდილო- დასავლეთი (WNW) [247.5°N, 337.5°N]	1	3.98	3.86 - 4.10	8.0 - 9.6 - 13.0
	5	4.89	4.65 - 5.14	9.5 - 10.5 - 13.0
	10	5.27	4.97 - 5.58	9.5 - 10.8 - 13.0
	50	6.13	5.66 - 6.63	10.5 - 11.6 - 13.5
	100	6.50	5.95 - 7.07	11.0 - 11.9 - 13.5

აღსანიშნავია, რომ დასავლეთ (W) სექტორისთვის შერჩეული ყველაზე მაღალი ქარიშხლის პიკი, რომელიც შეესაბამება 1999 წლის 20 თებერვალს მომხდარ შტორმს, მნიშვნელოვნად აღემატება მეორეს (6,30 მ 5,32 მ-ის წინააღმდეგ). შედეგად, გაურკვევლობა გაზრდილია.

**ნახაზი 23.** ბათუმი - ზღვის ექსტრემალური მფგომარეობები, დასავლეთი-ჩრდილო-დასავლეთი (WNW) სექტორი



### 3. სანაპირო ტალღები

#### 3.1. სანაპირო ტალღის მოდელირება

##### 3.1.1. მეთოდოლოგია

ღია ზღვაში არსებული პირობები ვრცელდება ბათუმის პორტის და დაგეგმილი საპროექტო ტერიტორიის მიმართულებით. ტალღის გავრცელების მოდელირება სრულდება ორ საანგარიშო ბადეზე, რომელიც ფარავს ნავსადგურის სანაოსნო ზონას და რომელზეც მოქმედებს ღია ზღვაში არსებული ტალღის მოდელირებიდან და კალიბრირებული ქარის ველებიდან გაცემული ტალღის მიმართულების სპექტრები (თავი 2).

##### 3.1.2. მოდელირების პროგრამული უზრუნველყოფა

ღია ზღვაში არსებული პირობების სანაპირო არეალში გავრცელების სიმულაცია ხდება ტალღის წარმოქმნისა და გავრცელების მოდელირების პროგრამული უზრუნველყოფით **SWAN** (სანაპირო ტალღების სიმულაცია) v41.31. ეს თანამედროვე, მე-3 თაობის კოდი, რომელიც შემუშავებულია დელფტის უნივერსიტეტში (ნიდერლანდები), სპეციალურად განკუთვნილია სანაპირო წყლებში ტალღის გავრცელებისთვის, რომელიც აღრიცხავს ნაკლებად ღრმა წყლებში ტალღის ტრანსფორმაციასთან დაკავშირებულ მოვლენებს, კერძოდ:

- გარდატეხა;
- წყალმარჩხოვა;
- დიფრაქცია;
- არეკვლა;
- ტალღის ჩაქრობა.

##### 3.1.3. საანგარიშო დომენები

ორი ჩადგმული საანგარიშო დომენის საშუალებით ხდება ბადის ზომის თანდათანობით სრულყოფა ღია ზღვიდან სანაპირომდე. მათი დაფარვის ზონა მოცემულია ნახაზზე 24.

რეგიონული ბადის პარამეტრებია 14,500 მ x 12,000 მ, რომლის უჯრედის ზომაა 100 მ. მისი განფენილობა სრულიად საკმარისია, რომ დაფაროს სანაპირო არეალი, სადაც ტალღები ურთიერთქმედებენ ზღვის ფსკერთან (დაახლოებით, 150 მ-ზე ნაკლებ სიღრმეზე), კერძოდ პორტის შესასვლელის სამხრეთით, დიდ წყალქვეშა პლატოსთან.

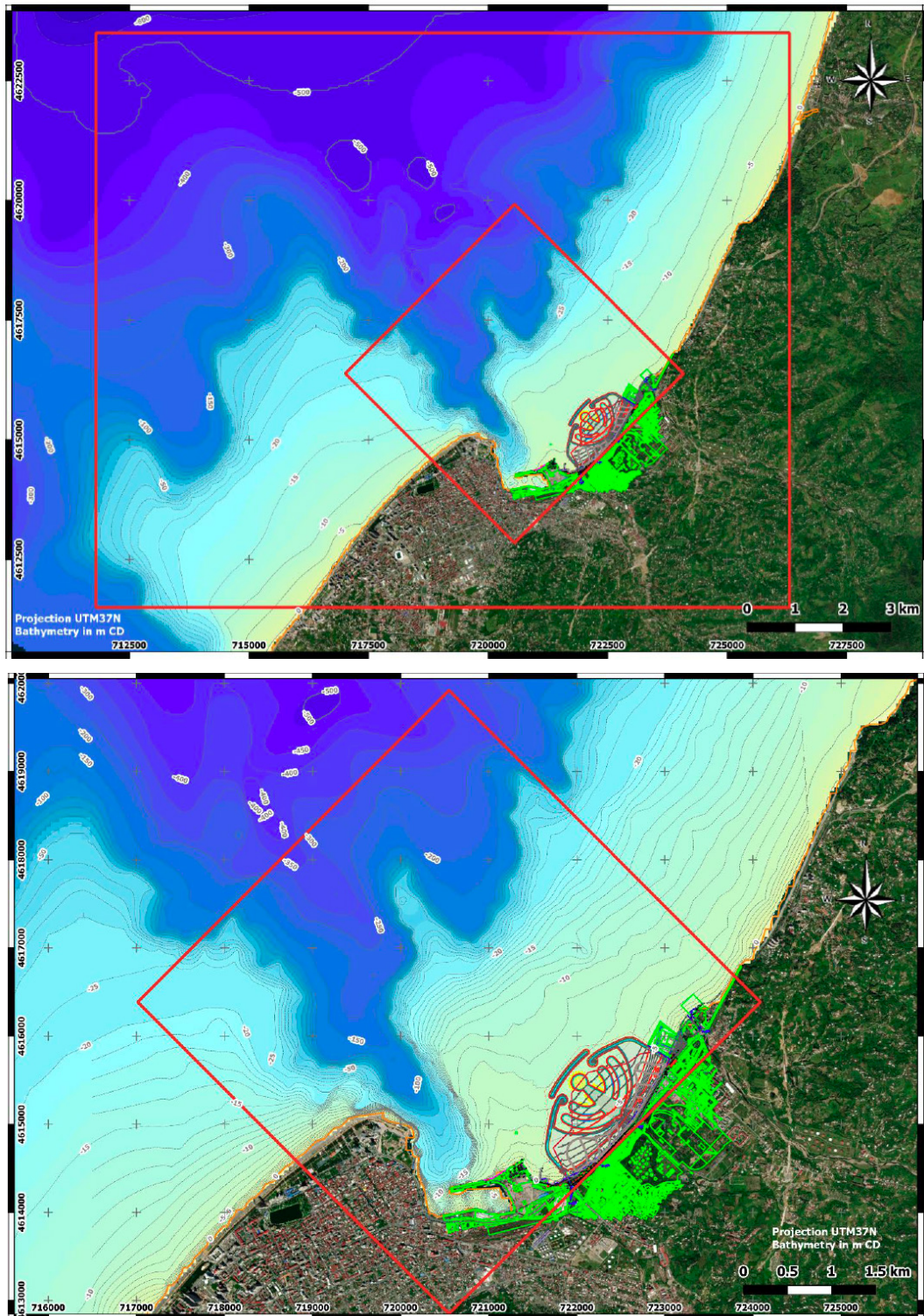
ადგილობრივი ბადის პარამეტრებია 5,000 m x 5,000 m, მისი უჯრედის ზომა შემცირებულია 25 მ-მდე; ის ფარავს ბათუმის პორტის სანაოსნო ზონას და დაგეგმილი საქმიანობის არეალს, კერძოდ, პორტის წინ არსებულ ღრმა კანიონს, რომელიც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სანაპირო ტალღების გავრცელებაზე, წარმოქმნის ტალღის ენერგიის კონცენტრაციის არეალებს.

##### 3.1.4. ბათიმეტრია

ბათიმეტრია შედგენილია 1.1 თავში აღწერილი წყაროდან. ორივე ბადის ბათიმეტრია წარმოდგენილია ნახაზზე 24.



ნახაზი 24. საანგარიშო ბადეების (რეგიონული (ზედა) და ადგილობრივი (ქვედა)) დაფარვის ზონა და ბათიმეტრია



### 3.1.5. მოდელის შექმნა

მოდელის კონფიგურაცია და პარამეტრიზაცია დეტალურად მოცემულია ცხრილში 3.

## ცხრილი 3. სანაპირო ტალღის მოდელირების ნიმუშის პარამეტრიზაცია

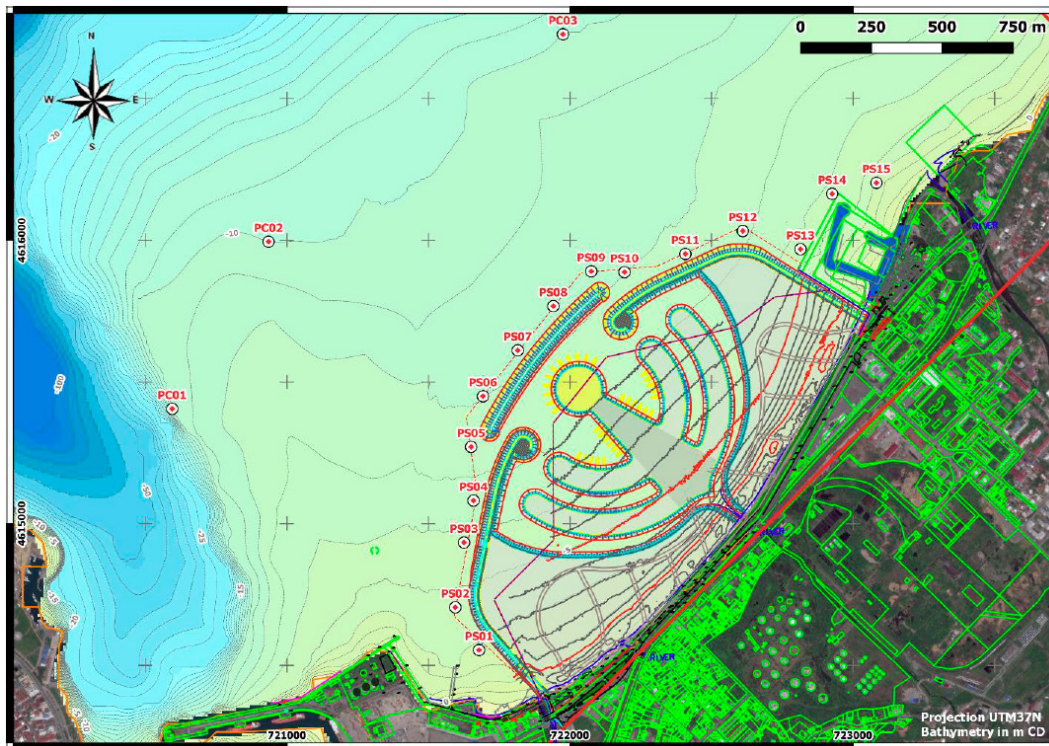
დასახელება		რეგიონული ბადე	სანაპირო ბადე
პროგრამული უზრუნველყოფა		SWAN v 41.31	
ბადეები			
პროექცია		UTM37N	
სამხრეთი საზღვარი		4 611 500	4 612 850
ჩრდილოეთი საზღვარი		4 623 500	4 919 921
დასავლეთი საზღვარი		711 800	717 014
აღმოსავლეთი საზღვარი		726 300	724085
ბრუნვის კუთხე		0°	45°
სივრცული გარჩევადობა		100 მ	25 მ
პარამეტრიზაცია			
დროის ბიჯი მიმართულების გარჩევადობა		1 h	
		10° (36 მიმართულება)	
სიხშირე	რაოდენობა	42	
	დიაპაზონი (ჰც)	0.031 - 1.000 ჰც	
	დიაპაზონი (s)	1.0 - 32.3 s	
ზვირთების ჩაქრობა	ფორმულირება	Battjes & Janssen, 1978	
	პარამეტრები	$\alpha = 1, \gamma = 0.73$	
შესაყვანი მონაცემები			
მოდელირების პერიოდი ბათიმეტრია ზღვის დონე		1986 წლის იანვარი - 2021 წლის დეკემბერი (36 წელი)	
		საზღვაო სანავიგაციო რუკები + დამკვეთის კვლევა	
		ზღვის მუდმივი საშუალო დონე	
ქარი	წყარო	NCEP CFSR	
	გარჩევადობა	0.3° x 0.3° (1986 - 2010) -> 0.2° x 0.2° (2011 – 2021)	
	დროის ბიჯი	1 სთ	

## 3.1.6. მოდელის გამომავალი მონაცემები

მოდელის გამომავალი მონაცემები მოიცავს ზღვის მდგომარეობის საათობრივ დროის სერიებს, რომელიც გამოითვლება ბადეების თითოეულ წერტილში და ინახება გამომავალ წერტილებთან, რომელთა მდებარეობა მოცემულია ნახაზზე 25, ხოლო კოორდინატები წარმოდგენილია ცხრილში 4.



## ნახაზი 25. ადგილობრივი ბადის გამომავალი წერტილები



წერტილები PC01, PC02 და PC03 მდებარეობს იზობათიური ხაზის გასწვრივ - 10 მ CD. ისინი გამოიყენება შემოთავაზებული ნავმისადგომის წინ არსებული ტალღის პირობების შესაფასებლად. წერტილები PS01-დან PS15-მდე განაწილებულია კონსტრუქციის გასწვრივ, დაგეგმილი ტალღამტეხების ძირში არსებული ექსტრემალური პირობების შესაფასებლად.

## ცხრილი 4. ტალღის გამომავალი წერტილების კოორდინატები

წერტილი	აღმოსავლეთი UTM37N	ჩრდილოეთი UTM37N	ზღვის ფსკერის ღონე მ CD	წერტილი	აღმოსავლეთი UTM37N	ჩრდილოეთი UTM37N	ზღვის ფსკერის ღონე მ CD
PC01	720 595	4 615 405	- 10	PS07	721 815	4 615 611	- 8.2
PC02	720 935	4 615 995	- 10	PS08	721 941	4 615 768	- 8.3
PC03	721 975	4 616 727	- 10	PS09	722 075	4 615 890	- 8.3
PS01	721 679	4 614 554	- 3.7	PS10	722 192	4 615 888	- 8.0
PS02	721 595	4 614 705	- 4.7	PS11	722 407	4 615 952	- 7.6
PS03	721 626	4 614 933	- 5.7	PS12	722 611	4 616 033	- 7.1
PS04	721 659	4 615 081	- 6.5	PS13	722 814	4 615 969	- 5.6
PS05	721 651	4 615 271	- 7.4	PS14	722 926	4 616 164	- 5.7
PS06	721 693	4 615 450	- 8.0	PS15	723 082	4 616 203	- 3.7

და ბოლოს, ორი საანგარიშო ბადის დაფარვის არეალის ტალღის რუკები წარმოდგენილია იმ მოვლენების ერთობლიობისთვის, რომელთა შერჩევაც მოხდა ზღვის მდგომარეობის (პირობების) ანალიზიდან გამომდინარე.

## 3.2. სანაპირო ტალღების ანალიზი

## 3.2.1. ტალღის რუკები

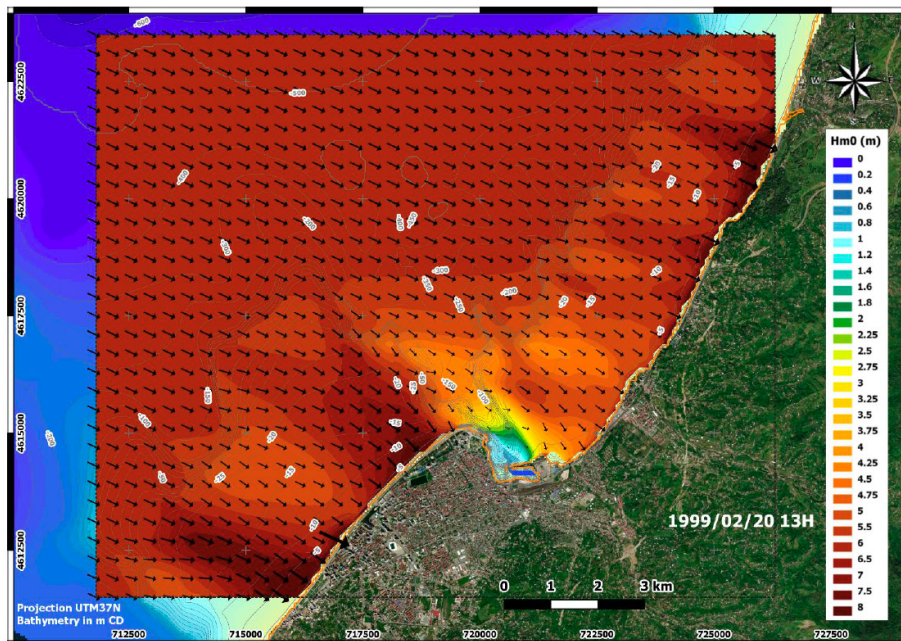
მოვლენათა ერთობლიობისთვის ტალღის რუკები წარმოდგენილია დანართში B. რუკებზე წარმოდგენილია თუ როგორ ვრცელდება ტალღები ღია ზღვიდან ნავმისადგომისკენ დასავლეთი-ჩრდილო-დასავლეთი სექტორიდან. ნახაზებზე 26 და 27 წარმოდგენილია დროის სერიების ყველაზე მძლავრი ქარიშხალი, რომელიც მოხდა 1999 წლის 20 თებერვალს.



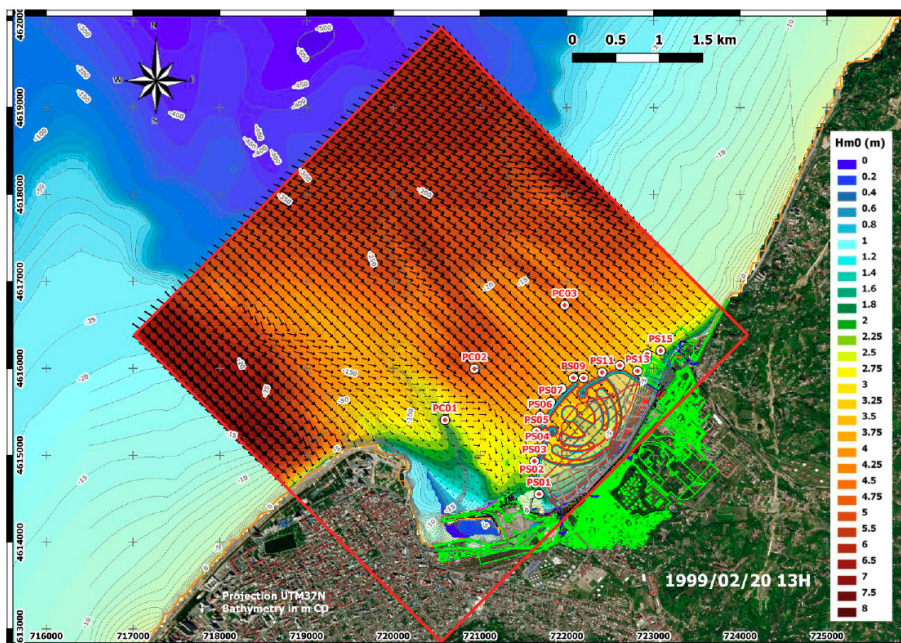
ბათიმეტრიის ცვალებადობით გამოწვეული ტალღის გარდატეხის ეფექტები და განსაკუთრებით, ციკაბო კანიონის არსებობა ცალსახად ხილულია. ბათუმის სანაპიროს გასწვრივ, კანიონი და კონცხი არსებული ნავსადგურის წინ წარმოქმნის დაფარულ არეალს, ხოლო დაგეგმილი ნავსადგურის წინ კი უფრო გაშლილ სივრცეს.

მნიშვნელოვანია ხაზგასმით აღინიშნოს, რომ ყველაზე ღია არეალების ზუსტი მდებარეობები დამოკიდებულია ბათიმეტრიის სიზუსტეზე, რომელიც განსაზღვრულია არსებულ მონაცემებზე დაყრდნობით და აღნიშნული მონაცემები არ იძლევა კანიონის ზუსტად წარმოჩენის შესაძლებლობას (იხ. თავი 1.1). ამდენად, შესაძლებელია მოხდეს აღნიშნული არეალების გადანაცვლება თუ სიმულაცია ხელახლა ჩატარდება უფრო ზუსტი ბათიმეტრით.

ნახაზი 26. ტალღის რუკა რეგიონულ ბადეზე - 1999-02-20 13:00 UTC



ნახაზი 27. ტალღის რუკა ადგილობრივ ბადეზე - 1999-02-20 13:00 UTC

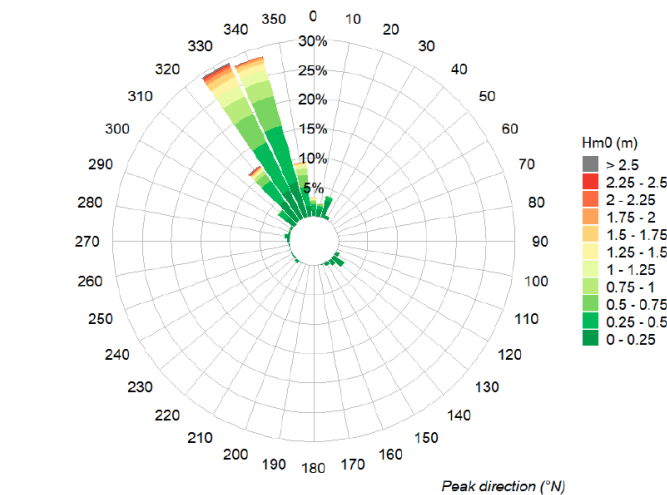


### 3.2.2. სანაპირო ტალღის კლიმატი

ტალღის კლიმატი სამ გამოშვალ წერტილზე დეტალურად არის წარმოდგენილი დანართში „გ“. განხილულია დაგეგმილი ნავმისადგომის წინ განთავსებული წერტილი PC02.

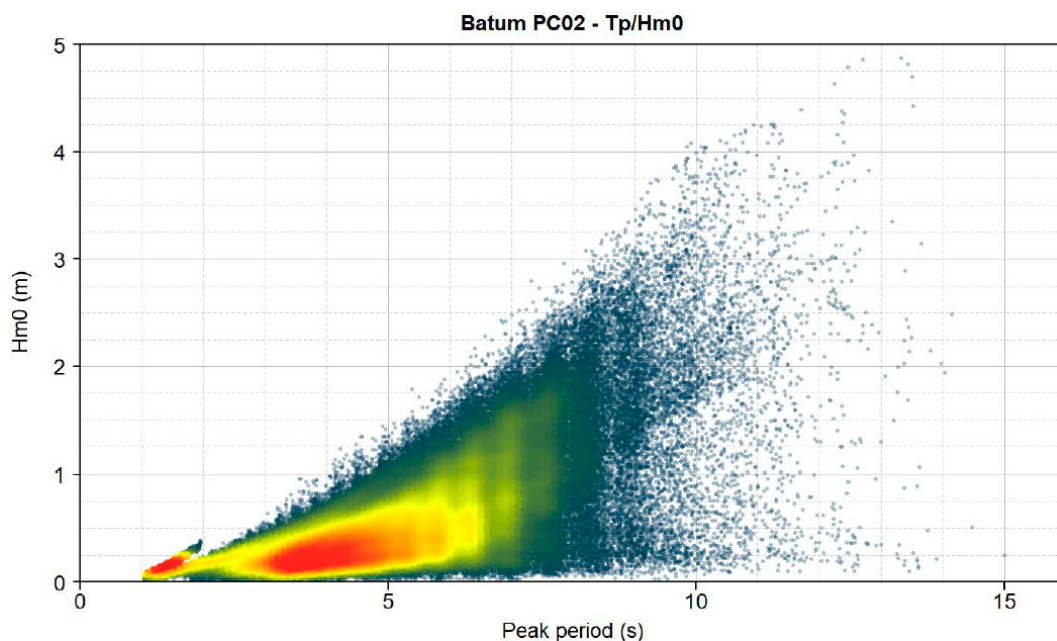
ქვემოთ მოცემული სქემის მიხედვით, ძირითადი მიმართულება დასავლეთი-ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულებიდან შებრუნდა ჩრდილოეთ-ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულებით ადგილობრივი გარდატეხის გამო.

**ნახაზი 28.** ტალღის ვარდი ნავმისადგომის წინ (წერტილი PC02)



ნახაზზე 29 მოცემული გაბნევის დიაგრამა  $H_{m0}/T_p$  გვიჩვენებს, რომ ზღვის პირობებიდან ძირითადად აღსანიშნავია ქარისმიერი ტალღები, ტალღის პირობებსა და პიკურ პერიოდს შორის მნიშვნელოვანი კორელაციით. ასევე აღსანიშნავია ხმელეთიდან წარმოქმნილი ადგილობრივი ტალღები ძალიან მცირე პერიოდებით (1 - 2 s). ზვირთების ძალიან შეზღუდული რაოდენობა ასევე გვხვდება მაღალი პერიოდით და ტალღის დაბალი სიმაღლით (კერძოდ, ყველაზე მაღალი პიკური პერიოდისთვის 15 s, რაც ასოცირდება ~ 0.25 მ ტალღის სიმაღლესთან).

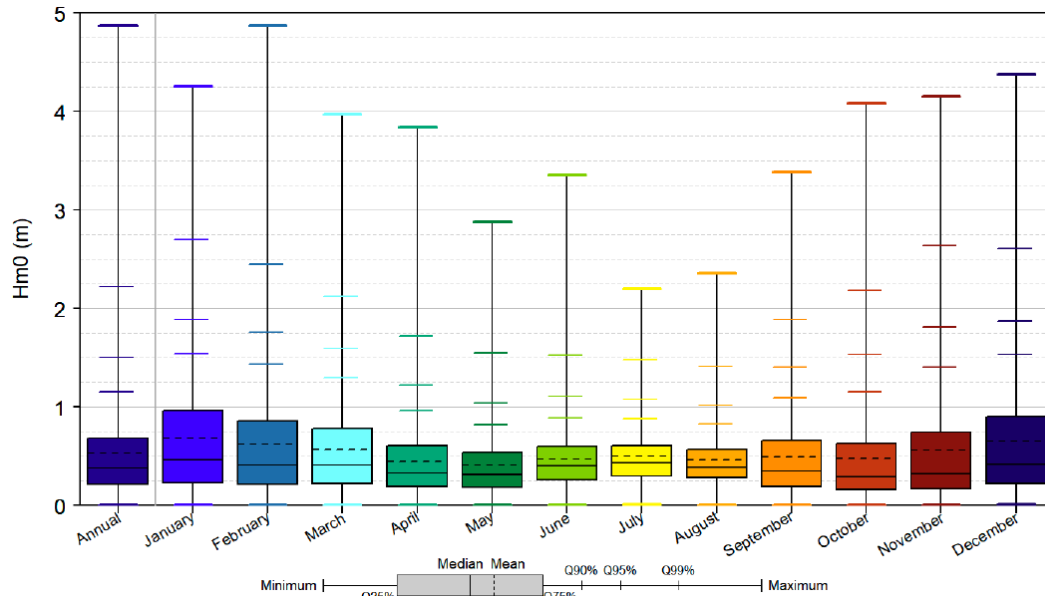
**ნახაზი 29.** გაბნევის დიაგრამა  $H_{m0}/T_p$  ნავმისადგომის წინ (წერტილი PC02)





და ბოლოს, ტალღის მნიშვნელოვანი სიმაღლის თვიური ცვალებადობა რჩება ღია ზღვაში არსებული ცვალებადობის მსგავსი: ტალღის ყველაზე დაბალი სიმაღლე ფიქსირდება მაისში, უფრო ზოგადად კი აპრილიდან-აგვისტომდე, ხოლო ყველაზე მაღალი ტალღა - დეკემბერ-იანვარში. ყველაზე ძლიერი ქარიშხლები ფიქსირდება ნოემბრიდან-თებერვლამდე.

**ნახაზი 30.** ნავმისადგომის წინ  $H_{m0}$ -ის თვიური ცვალებადობის დიაგრამები (წერტილი PC02)



ტალღის სიმაღლისა და ტალღის პერიოდის პროცენტული მაჩვენებლები გამომავალ წერტილებში მოცემულია ცხრილში 5 და ცხრილში 6.

**ცხრილი 5.** სანაპიროს გამომავალ წერტილებში ტალღის სიმაღლის  $H_{m0}$  (მ) პროცენტული მაჩვენებლები

წერტილი	საშუალო	მინიმალური	მედიანა	Q75%	Q90%	Q95%	Q99%	მაქსიმალური
PC01	0.44	0.00	0.35	0.58	0.91	1.12	1.49	2.52
PC02	0.53	0.00	0.38	0.68	1.15	1.50	2.22	4.87
PC03	0.50	0.00	0.37	0.65	1.06	1.35	1.91	4.41
PS01	0.25	0.00	0.20	0.33	0.52	0.68	1.07	1.97
PS02	0.34	0.00	0.27	0.45	0.72	0.92	1.35	2.35
PS03	0.39	0.00	0.30	0.51	0.83	1.07	1.59	2.84
PS04	0.44	0.00	0.33	0.58	0.96	1.24	1.84	3.13
PS05	0.50	0.00	0.36	0.65	1.11	1.44	2.13	3.45
PS06	0.51	0.00	0.36	0.66	1.14	1.50	2.21	3.68
PS07	0.51	0.00	0.36	0.65	1.12	1.47	2.21	3.84
PS08	0.50	0.00	0.36	0.64	1.10	1.44	2.14	3.80
PS09	0.49	0.00	0.36	0.64	1.07	1.39	2.03	3.69
PS10	0.48	0.00	0.35	0.63	1.06	1.37	1.98	3.62
PS11	0.49	0.00	0.36	0.63	1.07	1.39	2.05	3.69
PS12	0.48	0.00	0.36	0.64	1.07	1.38	1.98	3.43
PS13	0.48	0.00	0.35	0.63	1.06	1.38	2.00	3.13
PS14	0.48	0.00	0.35	0.63	1.06	1.37	1.97	3.08
PS15	0.48	0.00	0.35	0.64	1.08	1.40	1.97	2.72

**ცხრილი 6.** სანაპიროს გამომავალ წერტილებში პიკური პერიოდის  $T_p$  (s) პროცენტული მაჩვენებლები

წერტილი	საშუალო	მინიმალური	მედიანა	Q75%	Q90%	Q95%	Q99%	მაქსიმალური
PC01	4.9	1.0	4.8	6.0	7.0	7.6	8.7	14.0
PC02	5.0	1.0	4.9	6.3	7.3	8.0	9.5	15.0
PC03	4.9	1.0	4.8	6.1	7.2	7.9	9.4	14.9
PS01	5.0	1.0	4.9	6.2	7.3	7.9	10.2	15.3
PS02	5.1	1.0	5.0	6.2	7.2	7.8	9.3	15.3
PS03	5.1	1.0	5.0	6.2	7.2	7.8	9.5	15.2

PS04	5.1	1.0	5.1	6.3	7.2	7.9	9.5	15.0
PS05	5.1	1.0	5.1	6.3	7.3	8.0	9.5	15.0
PS06	5.1	1.0	5.1	6.3	7.4	8.0	9.5	15.0
PS07	5.1	1.0	5.0	6.3	7.4	8.1	9.6	15.0
PS08	5.1	1.0	5.0	6.3	7.4	8.1	9.5	15.0
PS09	5.0	1.0	4.9	6.3	7.3	8.0	9.3	14.4
PS10	5.0	1.0	4.9	6.3	7.3	8.0	9.2	14.4
PS11	5.1	1.0	5.0	6.3	7.4	8.0	9.5	14.1
PS12	5.1	1.0	5.0	6.3	7.3	7.9	9.2	14.4
PS13	5.1	1.0	5.0	6.3	7.3	7.9	9.3	14.9
PS14	5.1	1.0	5.0	6.3	7.2	7.9	9.5	14.3
PS15	5.1	1.0	5.0	6.3	7.2	7.9	9.4	15.0

### 3.2.3. ზღვის ექსტრემალური პირობები

#### 3.2.3.1. მეთოდოლოგია

ზღვაზე არსებული ექსტრემალური პირობები (მდგომარეობები) ექსტრაპოლირებულია სანაპიროს გამომავალ წერტილებთან შემდეგი მეთოდოლოგიის გამოყენებით:

- დროის სერიების დეკლასტერიზაცია ( $K$ -წლის ხანგრძლივობაზე) „Peaks-Over-Threshold“-ის (უმაღლესი ზღვრული წერტილი) (POT) მიდგომის გამოყენებით:
  - იმ ქარიშხლების იდენტიფიკაცია და დროის სერიებიდან ამოღება, რომლებიც აღემატება „ფიზიკურ ზღვარს“  $u_p$ , ისე რომ საშუალოდ წელიწადში მივიღოთ  $\lambda_p = 5-10$  ქარიშხლის მოვლენა;
  - პიკური ქალიშხლების შერჩევა, ისე რომ მივიღოთ  $N_p$  ნიმუშის დამოუკიდებელი და თანაბრად განწილებული (i.i.d.) მონაცემები ( $\lambda_p = N_p/K$ );
- i.i.d. ნიმუშისთვის გამოყენებული სტატისტიკური ექსტრემალური მნიშვნელობის ანალიზი:
  - „სტატისტიკური ზღვრის“  $u_s$  განსაზღვრა: პიკური  $N$  მაჩვენებლები, რომლებიც აღემატება აღნიშნულ ზღვარს, განიხილება როგორც ექსტრემალური მნიშვნელობები (წელიწადში საშუალოდ  $\lambda = N/K$  პიკი);
  - სტატისტიკური განაწილებების მორგება (GPD, Weibull, Gamma, Exponential) აღნიშნულ ექსტრემალურ პიკურ მაჩვენებლებზე;
  - საუკეთესოდ მორგებული განაწილების განსაზღვრა სტატისტიკური ტესტის გამოყენებით (როგორიცაა  $\chi^2$  ან კოლმოგოროვი-სმირნოვი);
  - კვანტილების გამოთვლა (განმეორებადობის მნიშვნელობები) განმეორებადობის პერიოდების ნაკრებისთვის (მაგ. 1, 5, 10, 50, 100 წელი);
  - 90%-იანი ნდობის ინტერვალების გამოთვლა თვითუზრუნველყოფის (ბუთსტრეპინგი) მეთოდის გამოყენებით.

ეს უახლესი მეთოდოლოგია წარმოდგენილია საერთაშორისო კონგრესებზე გამოტანილ რამდენიმე პრეზენტაციაში (როგორც სანაპირო ინჟინერიაზე, ასევე სტატისტიკაზე ორიენტირებული პრეზენტაციები) და რამდენიმე ნაშრომში, რომლებიც გამოქვეყნდა საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალებში (იხ. წყარო. [1] -[6]). საბოლოო ჯამში, აღნიშნული მეთოდოლოგია სრულყოფილად იქნა გამოტანილი და დასაბუთებული სადოქტორო ნაშრომში (იხ. წყარო [7]).

28-ე ნახაზზე მოცემული ნაჩვენები ზღვის მდგომარეობების მიმართულების განაწილების სივიწროვის გამო, ზღვის ექსტრემალურ მდგომარეობათა ექსტრაპოლაცია განხორციელდა ყველა მხარეს მიმართულ მონაცემთა ნაკრებზე.

პიკური პერიოდების დიაპაზონი  $T_p$  დაკავშირებულია  $H_{m0}$  -ის ექსტრემალურ მნიშვნელობებთან პარაბოლური კანონების  $H_{m0} = a \times T_p^2 + b$  მორგებით  $H_{m0}/T_p$  გაზნევის დიაგრამების ზედა და ქვედა

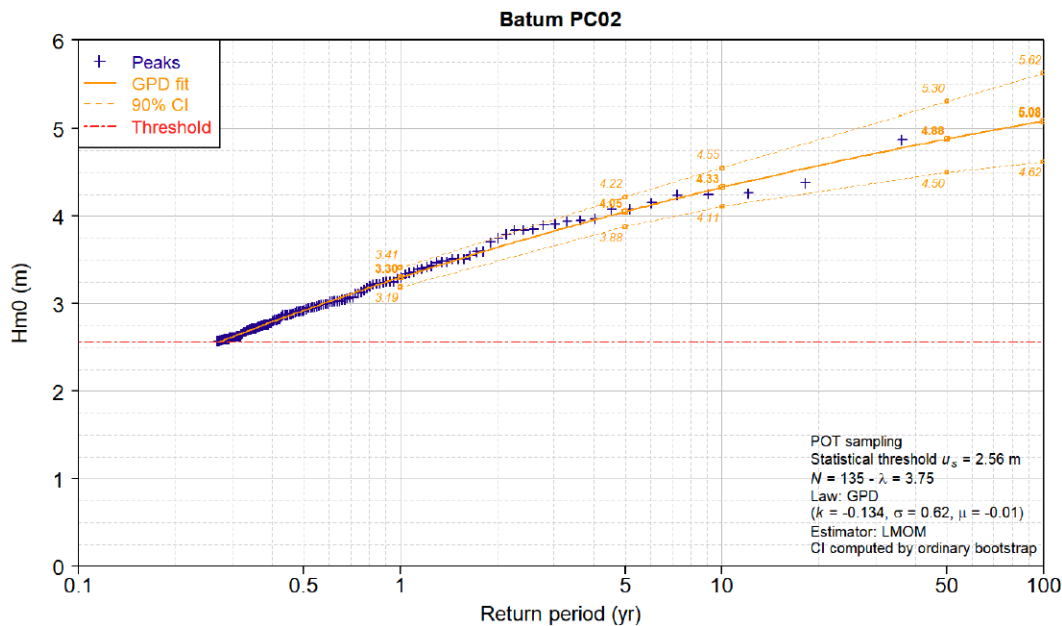
მხარეებზე. პარაბოლური კანონის არჩევა დასაბუთებულია იმ თეორიული ურთიერთკავშირებით, რომელიც არსებობს  $H_{m0}$  და  $T_p$  შორის პირსონ-მოსკოვიცის სპექტრის (Pierson-Moskowitz spectrum) და JONSWAP-ის სპექტრისთვის. ქარისმიერი ტალღებისთვის ვალიდური ეს ურთიერთკავშირები ეფუძნება ღია ზღვაში არსებული ტალღის ციცაბოობას, რაც არის  $H_{m0}/T_p^2$ -ის ფუნქცია.

თუმცა, ქარისმიერი ტალღების და ზვირთების ერთობლივად არსებობისას, ქარისმიერი ტალღის ფორმულირება არარელევანტურია ზედა ზღვარისთვის. ასეთ შემთხვევაში, ერთობლიობის ზედა ზღვარი განისაზღვრება შემდეგნაირად: ქარისმიერი ტალღის ტიპი ( $H_{m0} = a_1 \times T_p^2 + b_1$ ,  $a_1 > 0$ ) გამოიყენება ყველაზე მაღალი განმეორებადობის პერიოდებისთვის, ხოლო ზვირთის ტიპის ტალღა ( $H_{m0} = a_2 \times T_p^2 + b_2$ ,  $a_2 < 0$ )- ყველაზე დაბალი განმეორებადობის პერიოდებისთვის.

### 3.2.3.2. ზღვის ექსტრემალური პირობები ნავმისადგომის წინ

ზღვის ექსტრემალური პირობების ექსტრაპოლაციის შედეგად PC02 გამომავალ წერტილში, რომელიც მდებარეობს ნავმისადგომის წინ - 10 მ CD, ვიღებთ 5 მ-მდე 100 წლიან ტალღის სიმაღლეს  $H_{m0}$  (ნახ. 31). აღსანიშნავია, რომ 1999 წლის თებერვლის ქარიშხალი შეფასებულია როგორც 50 წლიანი განმეორებადობის მოვლენა.

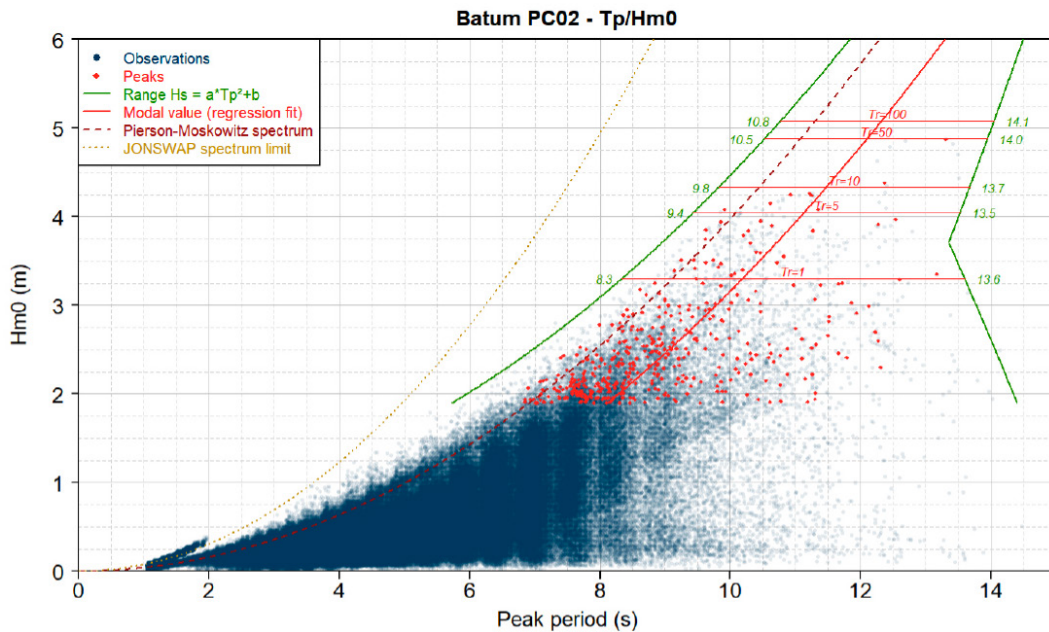
**ნახაზი 31.** ნავმისადგომის წინ ტალღის მნიშვნელოვანი ექსტრემალური სიმაღლის ექსტრაპოლაცია (წერტილი PC02)



$H_{m0}/T_p$  კორელაციის მიხედვით პერიოდები, რომლებიც ასოცირდება 100 წლიან  $H_{m0}$  პიკთან, მიახლოებულია 12 ს-თან და შეიძლება მერყეობდეს 11-14 ს შორის.



ნახაზი 32. პიკური პერიოდების დიაპაზონის კავშირი ზღვის ექსტრემალურ პირობებთან ნავმისადგომის წინ (წერტილი PC02)



ზღვის ექსტრემალური პირობების შედეგები 1-100 წლიანი განმეორებადობის პერიოდებისთვის დეტალურად არის წარმოდგენილი ცხრილში 7.

ცხრილი 7. ზღვის ექსტრემალური პირობები ნავმისადგომის წინ (წერტილი PC02)

წერტილი	განმეორებადობის პერიოდი (წელი)	Hm0 (მ)		Tp (s)
		საუკეთესო შეფასება	90% სანდოობის ინტერვალი	
PC02	1	3.30	3.19 - 3.41	8.5 - 10.2 - 13.5
	5	4.05	3.88 - 4.22	9.5 - 11.1 - 13.5
	10	4.33	4.11 - 4.55	10.0 - 11.5 - 13.5
	50	4.88	4.50 - 5.30	10.5 - 12.1 - 14.0
	100	5.08	4.62 - 5.62	11.0 - 12.3 - 14.0

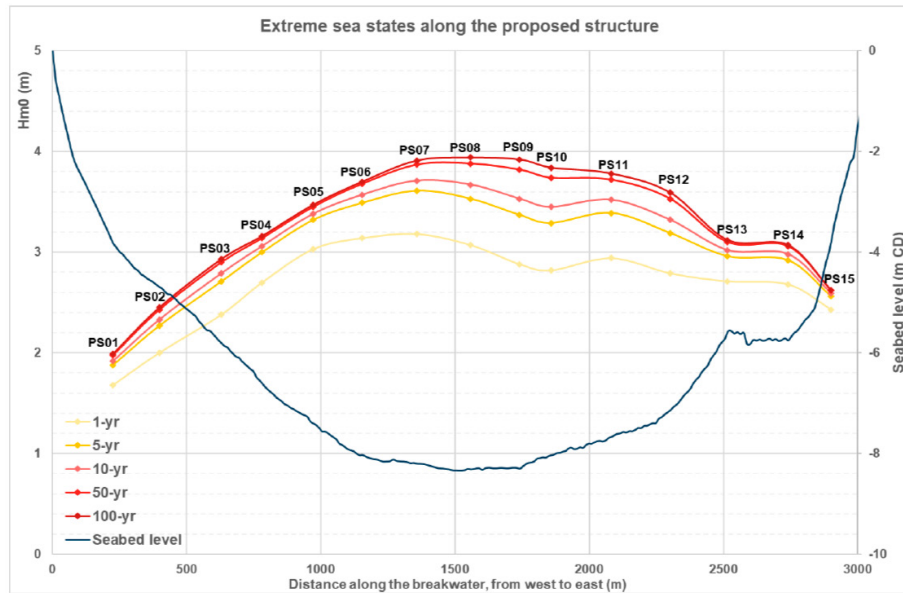
### 3.2.3.3. ზღვის ექსტრემალური პირობები დაგეგმილი კონსტრუქციის გასწვრივ

ზღვის ექსტრემალური პირობების დეტალური შესწავლა განხორციელდა დაგეგმილი კონსტრუქციის გასწვრივ (დამკვეთის მიერ წარმოდგენილი სქემის მიხედვით). PS01 და PS15 წერტილებში შესრულდა 36 წლიანი დროის სერიების ექსტრაპოლაცია. შედეგები მოცემულია ნახაზზე 33.

მნიშვნელოვანი შენიშვნა: ამ ეტაპზე ექსტრაპოლაცია შესრულებულია სიმულაციიდან გამომავალ დროის სერიებზე ზღვის მიმდინარე და მუდმივ საშუალო დონეზე (იგულისხმება + 0.6 მ CD). ასტრონომიული მოქცევის (0.2 მ-ზე ნაკლები, იხ. თავი 1.2.3), შტორმული ტალღის (არ არის კარგად ცნობილი, მაგრამ სავარაუდოდ არის 6 მ, შტორმული ტალღების ერთობლივად წარმოქმნის მითითების გარეშე, იხ. თავი 1.2.4) და პროექტის სასიცოცხლო ციკლის ბოლოს ზღვის დონის აწევის გამო (ამ ეტაპზე გათვალისწინებულია + 0.5 მ), ის არ ითვალისწინებს ზღვის დონის ცვალებადობას. ამდენად, პროექტის ბოლოს შტორმულ ტალღებთან დაკავშირებული ზღვის დონე შეიძლება იყოს 0.5 - 1.1 მ-ით მაღალი, რაც გამოიწვევს ტალღის ექსტრემალურ

ზრდას ყველაზე ნაკლებად ღრმა არეალებში (წერტილები PS01, PS02, PS15). შედეგად, უშუალოდ კონსტრუქციის დიზაინისთვის არ უნდა იქნას გამოყენებული შემდეგი შედეგები.

**ნახაზი 33.** დაგეგმილი კონსტრუქციის გასწვრივ ზღვის ექსტრემალური პირობების ევოლუცია (მნიშვნელობების ზღვის საშუალო მუდმივ დონეზე)



100 წლიანი განმეორებადობის პერიოდის ტალღის ექსტრემალური სიმაღლეები სავარაუდოდ იქნება 4 მ-ზე ოდნავ ნაკლები ყველაზე ღრმა და გამოკვეთილ წერტილებში, კერძოდ, PS07 - PS10 წერტილებში. სრული შედეგები მოცემულია ცხრილში 8.

**ცხრილი 8.** ზღვის ექსტრემალური პირობები დაგეგმილი კონსტრუქციის გასწვრივ

წერტილი	განმეორებადობის პერიოდი (წელი)	Hm0 (m)		Tp (s)
		საუკეთესო შეფასება	90% სანდოობის ინტერვალი	
PS01	1	1.68	1.63 - 1.72	7.0 - 10.5 - 14.0
	5	1.88	1.84 - 1.92	7.5 - 11.0 - 14.0
	10	1.92	1.88 - 1.97	8.0 - 11.1 - 14.0
	50	1.98	1.91 - 2.06	8.0 - 11.3 - 14.0
	100	1.99	1.92 - 2.08	8.0 - 11.3 - 14.0
PS02	1	2.00	1.95 - 2.05	7.5 - 10.1 - 14.0
	5	2.27	2.22 - 2.31	8.0 - 10.8 - 14.0
	10	2.33	2.28 - 2.39	8.0 - 10.9 - 14.0
	50	2.43	2.34 - 2.52	8.5 - 11.1 - 14.0
	100	2.45	2.35 - 2.56	8.5 - 11.2 - 14.0
PS03	1	2.38	2.32 - 2.44	8.0 - 10.2 - 13.5
	5	2.71	2.65 - 2.76	9.0 - 10.8 - 13.5
	10	2.79	2.72 - 2.86	9.0 - 11.0 - 13.5
	50	2.90	2.80 - 3.01	9.0 - 11.2 - 14.0
	100	2.93	2.81 - 3.06	9.0 - 11.2 - 14.0
	1	2.70	2.64 - 2.76	8.0 - 10.3 - 13.0
		3.00	2.94 - 3.05	8.5 - 10.8 - 13.5

PS04	5	3.06	3.00 - 3.12	8.5 - 10.9 - 13.5
	10	3.14	3.05 - 3.24	9.0 - 11.1 - 13.5
	50	3.16	3.06 - 3.27	9.0 - 11.1 - 13.5
	100			
PS05	1	3.03	2.97 - 3.09	8.5 - 10.3 - 13.0
	5	3.32	3.26 - 3.37	9.0 - 10.8 - 13.5
	10	3.38	3.32 - 3.44	9.0 - 10.9 - 13.5
	50	3.45	3.36 - 3.55	9.0 - 11.0 - 13.5
	100	3.47	3.37 - 3.58	9.0 - 11.0 - 13.5
PS06	1	3.14	3.07 - 3.20	8.5 - 10.2 - 13.0
	5	3.49	3.42 - 3.55	9.0 - 10.7 - 13.5
	10	3.57	3.49 - 3.65	9.0 - 10.8 - 13.5
	50	3.68	3.56 - 3.81	9.0 - 10.9 - 13.5
	100	3.70	3.57 - 3.85	9.0 - 11.0 - 13.5
PS07	1	3.18	3.11 - 3.26	8.5 - 10.2 - 13.0
	5	3.61	3.52 - 3.68	9.0 - 10.8 - 13.0
	10	3.71	3.61 - 3.81	9.5 - 10.9 - 13.0
	50	3.87	3.72 - 4.03	9.5 - 11.2 - 13.5
	100	3.91	3.74 - 4.10	9.5 - 11.2 - 13.5
PS08	1	3.07	2.99 - 3.15	8.5 - 10.0 - 13.0
	5	3.53	3.43 - 3.63	9.0 - 10.5 - 13.0
	10	3.67	3.55 - 3.78	9.5 - 10.7 - 13.0
	50	3.88	3.70 - 4.08	9.5 - 11.0 - 13.5
	100	3.94	3.73 - 4.17	10.0 - 11.0 - 13.5
PS09	1	2.88	2.80 - 2.95	8.0 - 9.7 - 13.0
	5	3.37	3.26 - 3.47	8.5 - 10.3 - 13.5
	10	3.53	3.40 - 3.65	9.0 - 10.5 - 13.5
	50	3.82	3.61 - 4.04	9.0 - 10.9 - 13.5
	100	3.92	3.67 - 4.20	9.5 - 11.0 - 13.5
PS10	1	2.82	2.74 - 2.89	8.0 - 9.6 - 13.0
	5	3.29	3.19 - 3.39	8.5 - 10.3 - 13.5
	10	3.45	3.33 - 3.57	8.5 - 10.5 - 13.5
	50	3.74	3.54 - 3.96	9.0 - 10.9 - 14.0
	100	3.84	3.60 - 4.11	9.5 - 11.0 - 14.0
PS11	1	2.94	2.86 - 3.02	8.0 - 10.0 - 13.0
	5	3.39	3.30 - 3.47	8.5 - 10.6 - 13.5
	10	3.52	3.41 - 3.62	9.0 - 10.8 - 13.5
	50	3.72	3.55 - 3.90	9.0 - 11.1 - 13.5
	100	3.78	3.58 - 4.00	9.0 - 11.2 - 13.5
PS12	1	2.79	2.72 - 2.85	7.5 - 9.6 - 13.0
	5	3.19	3.11 - 3.27	8.5 - 10.2 - 13.5
	10	3.32	3.22 - 3.41	8.5 - 10.4 - 13.5
	50	3.53	3.37 - 3.69	9.0 - 10.7 - 13.5
	100	3.59	3.41 - 3.80	9.0 - 10.8 - 13.5
		2.71	2.67 - 2.76	7.5 - 9.9 - 13.5

PS13	1	2.96	2.91 - 3.01	8.0 - 10.3 - 13.5
	5	3.02	2.96 - 3.09	8.0 - 10.4 - 13.5
	10	3.10	3.01 - 3.20	8.5 - 10.6 - 13.5
	50	3.12	3.01 - 3.23	8.5 - 10.6 - 13.5
	100			
PS14	1	2.68	2.63 - 2.72	7.5 - 9.9 - 13.5
	5	2.92	2.87 - 2.97	8.0 - 10.3 - 13.5
	10	2.98	2.92 - 3.04	8.0 - 10.4 - 13.5
	50	3.06	2.97 - 3.16	8.5 - 10.6 - 13.5
	100	3.07	2.98 - 3.19	8.5 - 10.6 - 13.5
PS15	1	2.43	2.40 - 2.46	7.5 - 9.9 - 13.5
	5	2.56	2.53 - 2.59	7.5 - 10.3 - 13.5
	10	2.59	2.55 - 2.63	7.5 - 10.4 - 13.5
	50	2.62	2.57 - 2.68	7.5 - 10.5 - 13.5
	100	2.62	2.57 - 2.69	7.5 - 10.5 - 13.5

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. Mazas, F. & Hamm, L., 2010. Théorie statistique du renouvellement pour la détermination des houles extrêmes. Partie 1 : le point sur les méthodes disponibles. La Houille Blanche, 4, 96-102.
2. Hamm, L.; Mazas, F.; Garcia, N. & Bailly, B., 2010. Réconcilier théorie et pratique dans la détermination des houles extrêmes. European Journal of Environmental and Civil Engineering, 14(2), 127-148.
3. Mazas, F., Hamm, L., 2011. A multi-distribution approach to POT methods for determining extreme wave heights. Coastal Engineering, 58, 385-394.
4. Bernardara, P., Mazas, F., Kergadallan, X., Hamm, L., 2014. A two-step framework for over-threshold modelling of environmental extremes. Nat Hazards Earth Syst Sci 14, 635-647.
5. Mazas, F., Garat, P., Hamm, L., 2014. Questioning MLE for the estimation of environmental extreme distributions. Ocean Engineering 92, 44-54.
6. Mazas, F., Hamm, L., 2017. An event-based approach for extreme joint probabilities of waves and sea levels. Coastal Engineering 122, 44-59.
7. Mazas, F., 2017. Evènements météo-océaniques extrêmes. Paris Est.



დანართი „ა“



ოფშორული ქარები და ტალღები

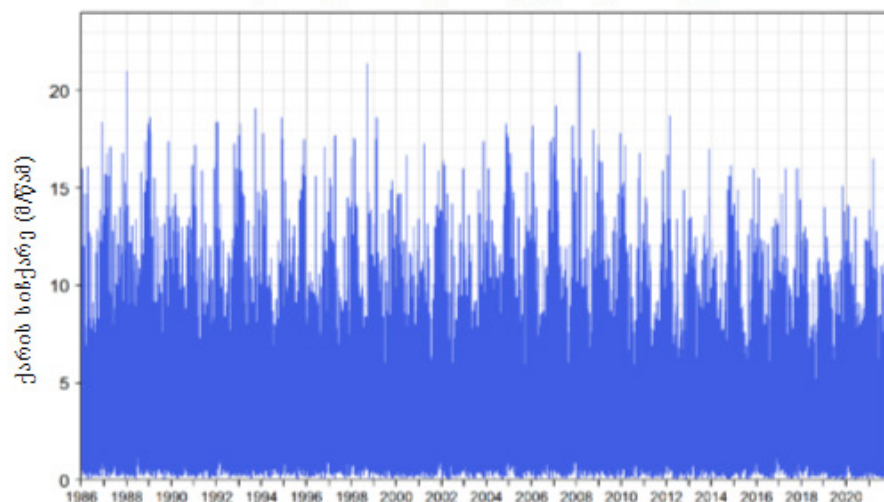
---

# Hydrodynamic studies for artificial island in Batumi, Georgia

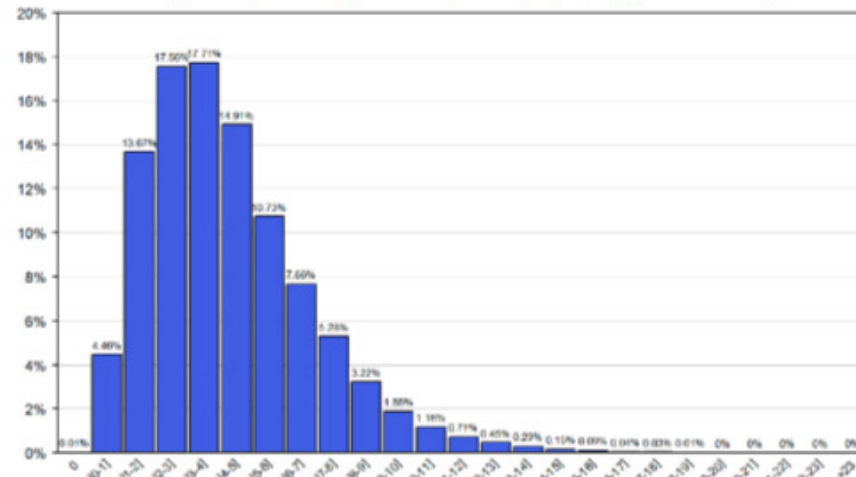
## *Appendix A - Offshore winds and waves*

---

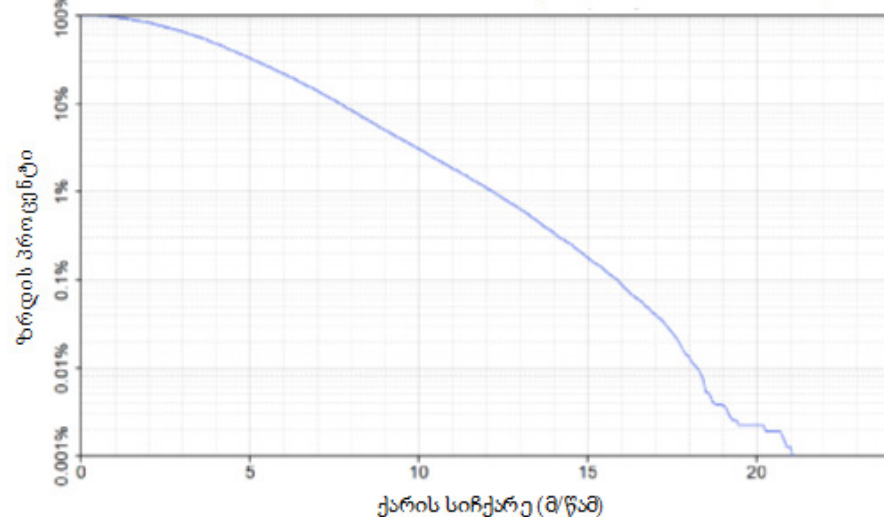
ბათუმის ოფშორი – დროში დაკვირვების რიგები



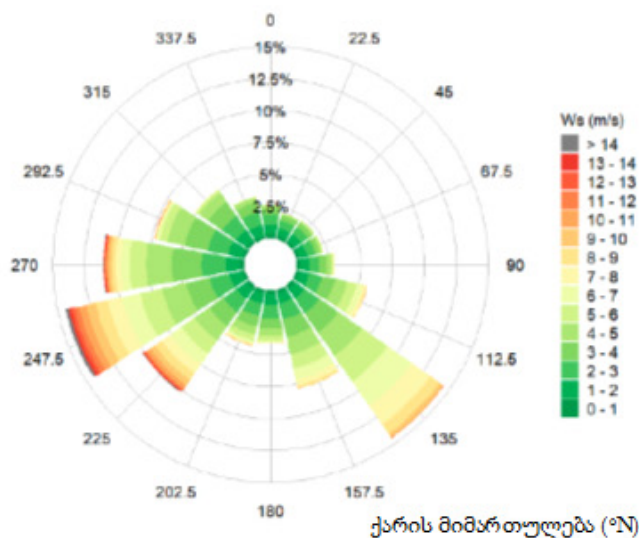
ბათუმის ოფშორი – ქარის სიჩქარის (მ/წმ) მატების სიხშირე



ბათუმის ოფშორი – ქარის სიჩქარის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი

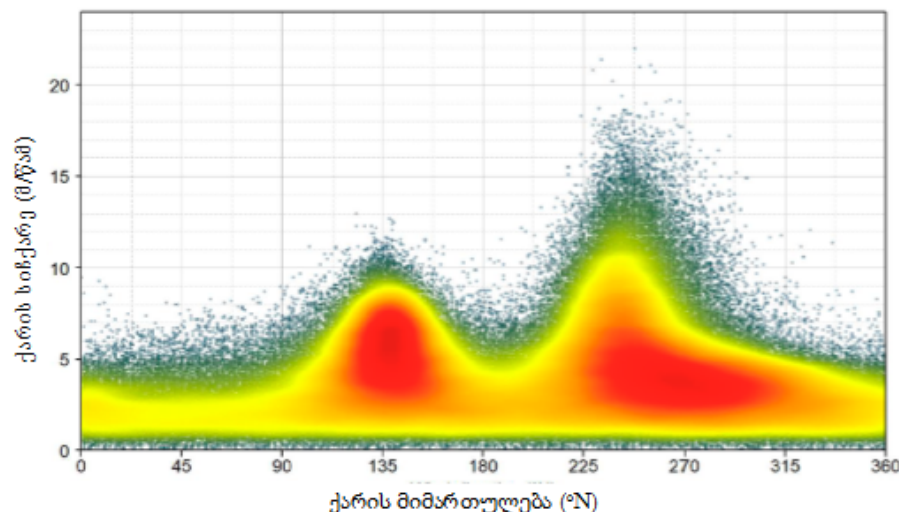


ბათუმის ოფშორი

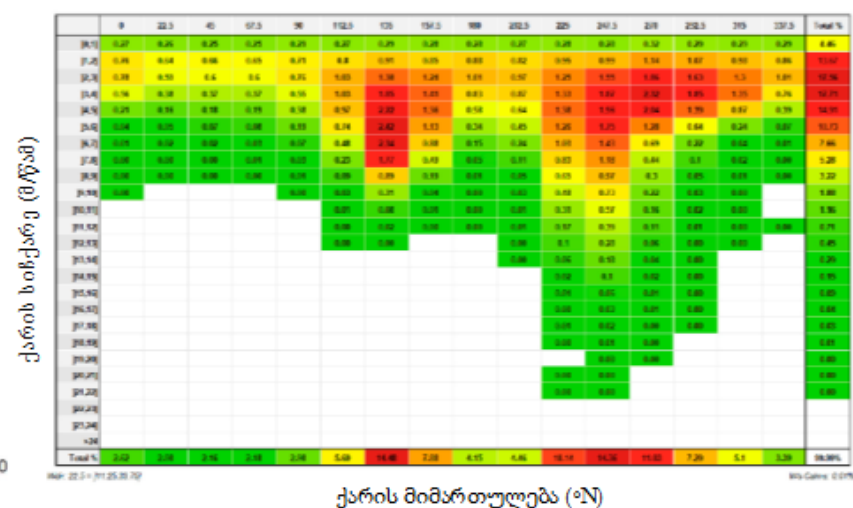




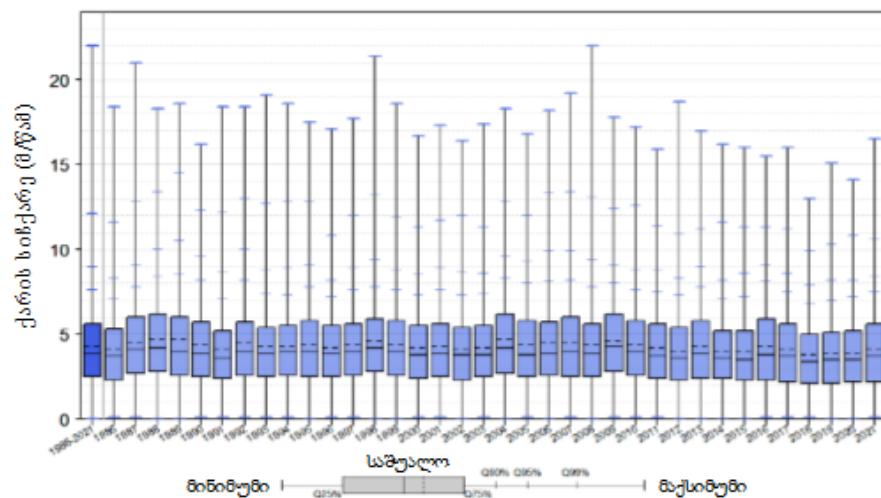
ბათუმის ოფშორი – ქარის მიმართულება და სიჩქარე



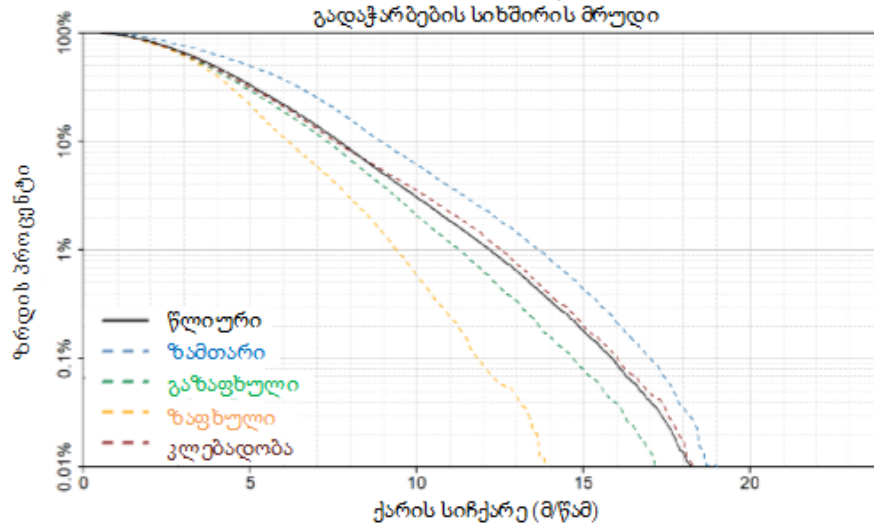
ბათუმის ოფშორი – ქარის მიმართულება და სიჩქარე - კორელოგრამა



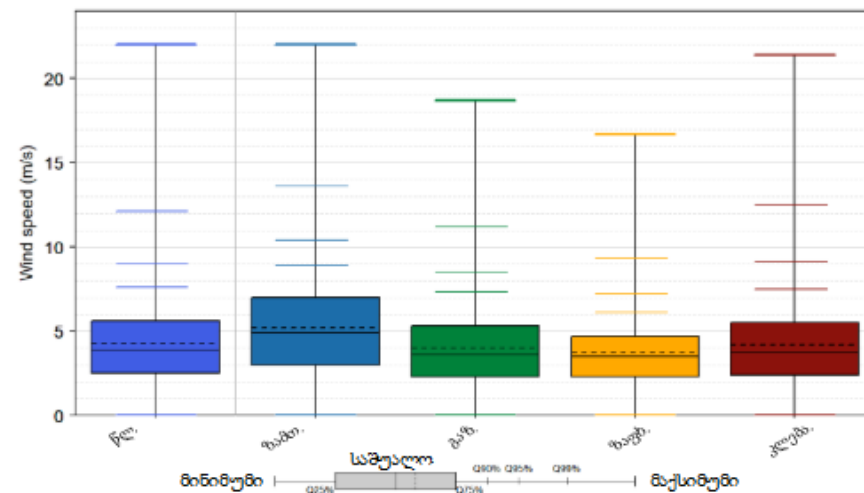
ბათუმის ოფშორი – ქარის მიმართულება და სიჩქარე – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა



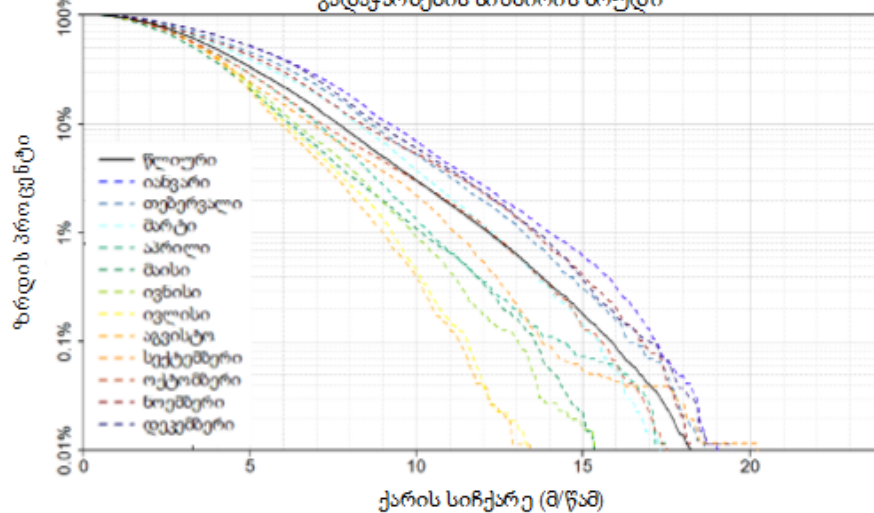
ბათუმის ოფშორი – სეზონური ანალიზი – ქარის სიჩქარის  
გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



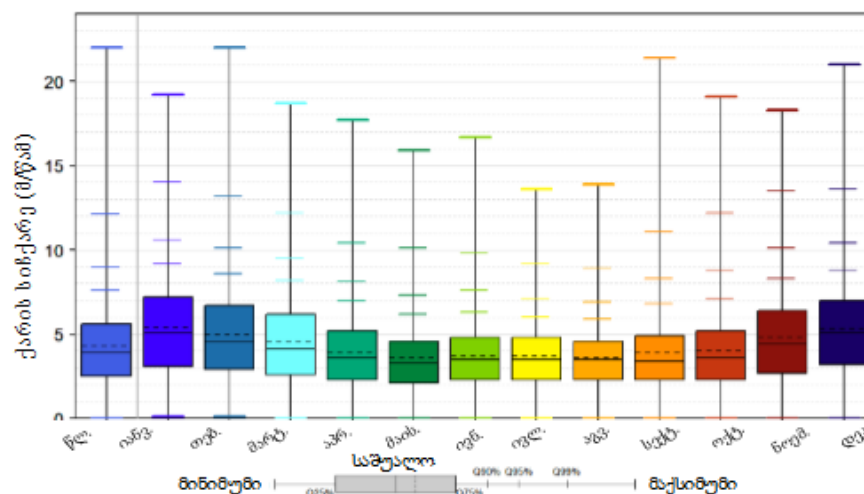
ბათუმის ოფშორი – ქარის სიჩქარე – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა

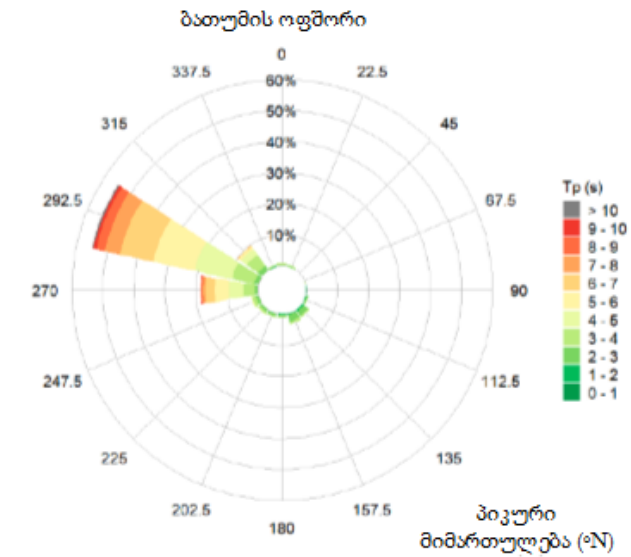
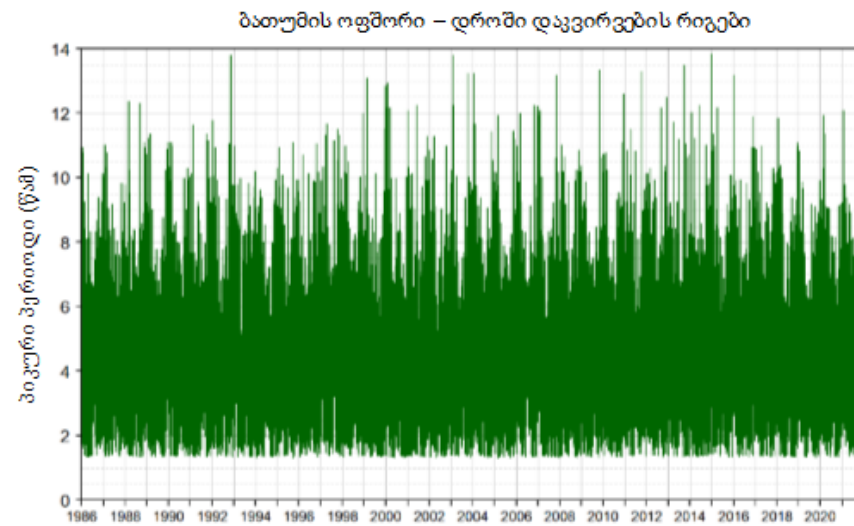
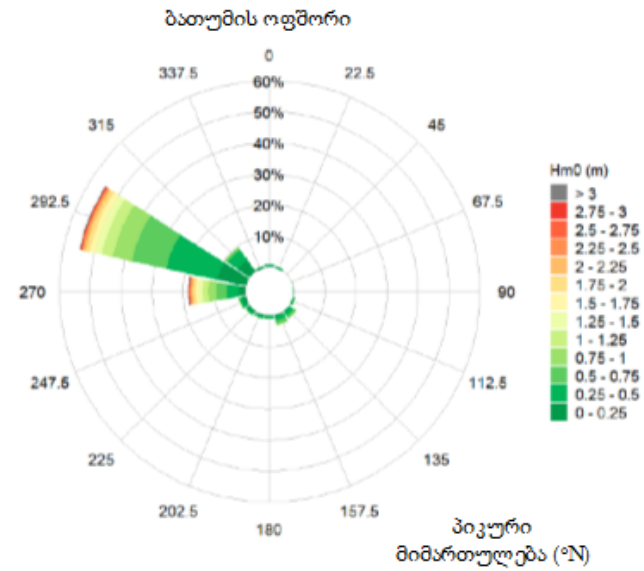
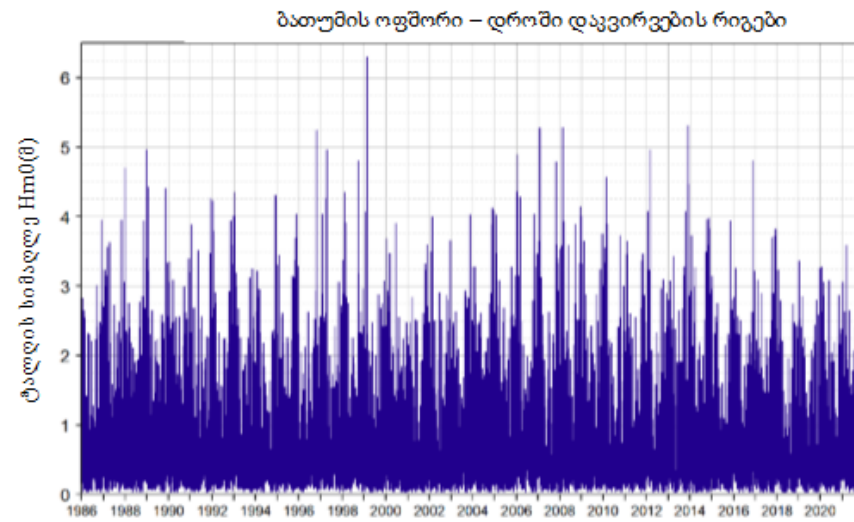


ბათუმის ოფშორი – თვიური ანალიზი – ქარის სიჩქარის  
გადაჭარბების სიხშირის მრუდი

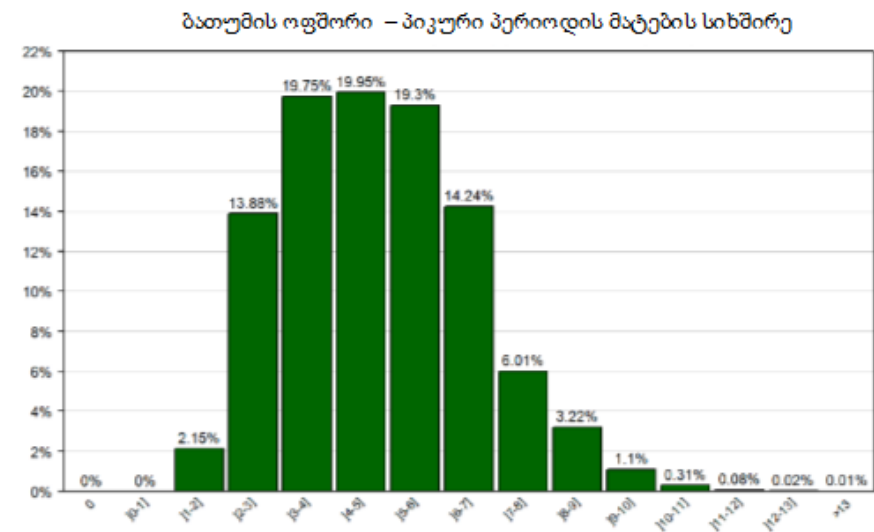
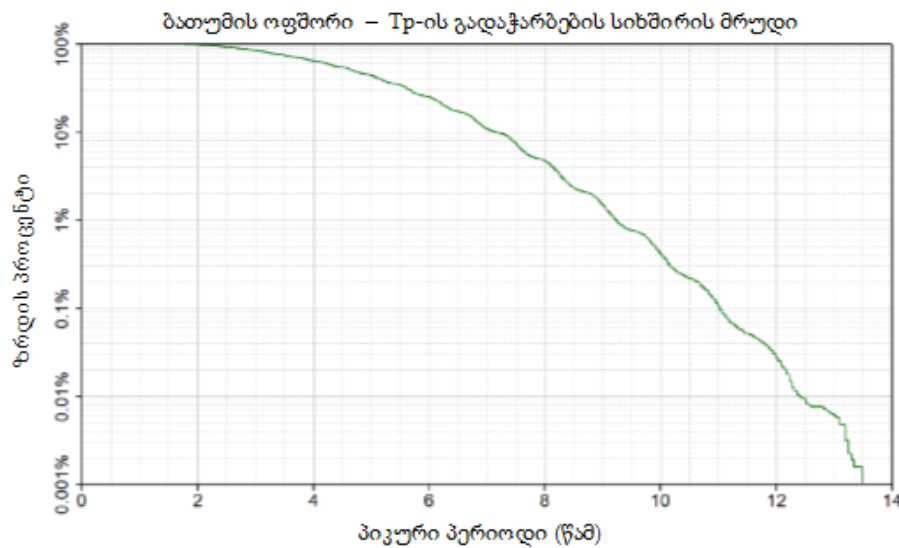
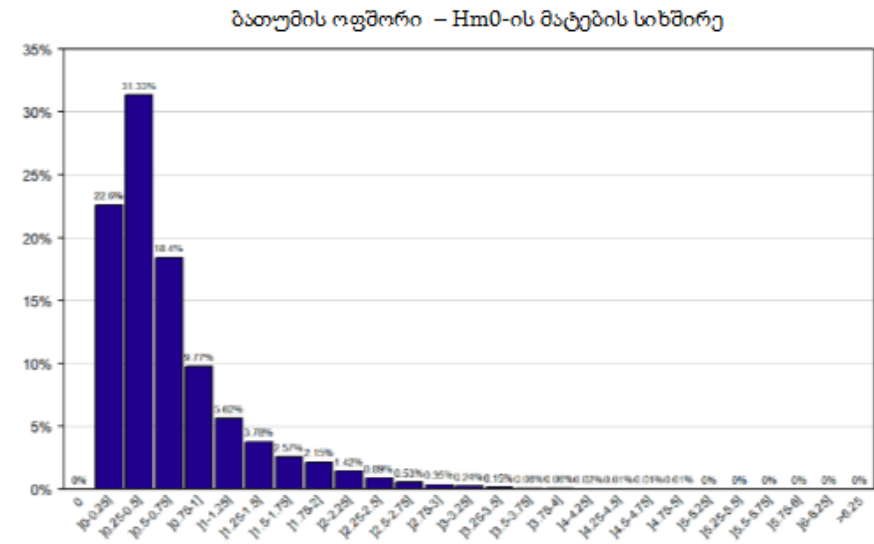
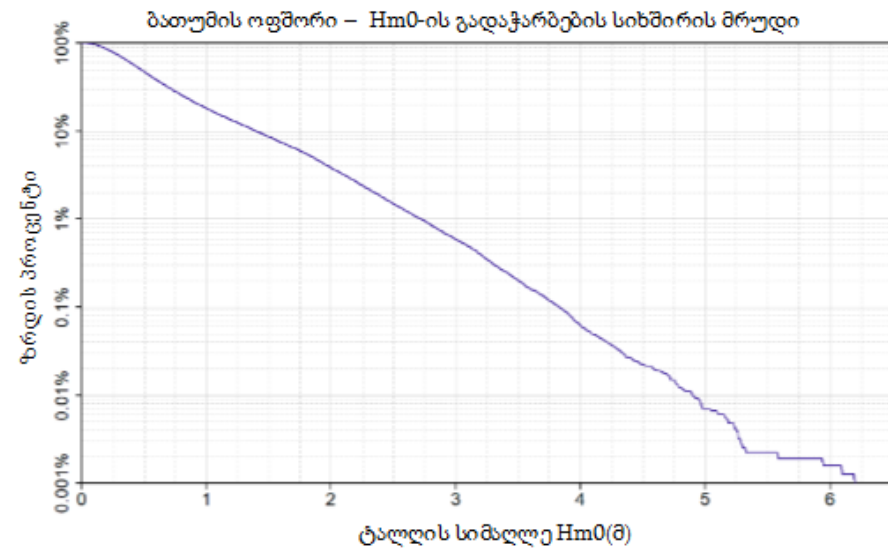


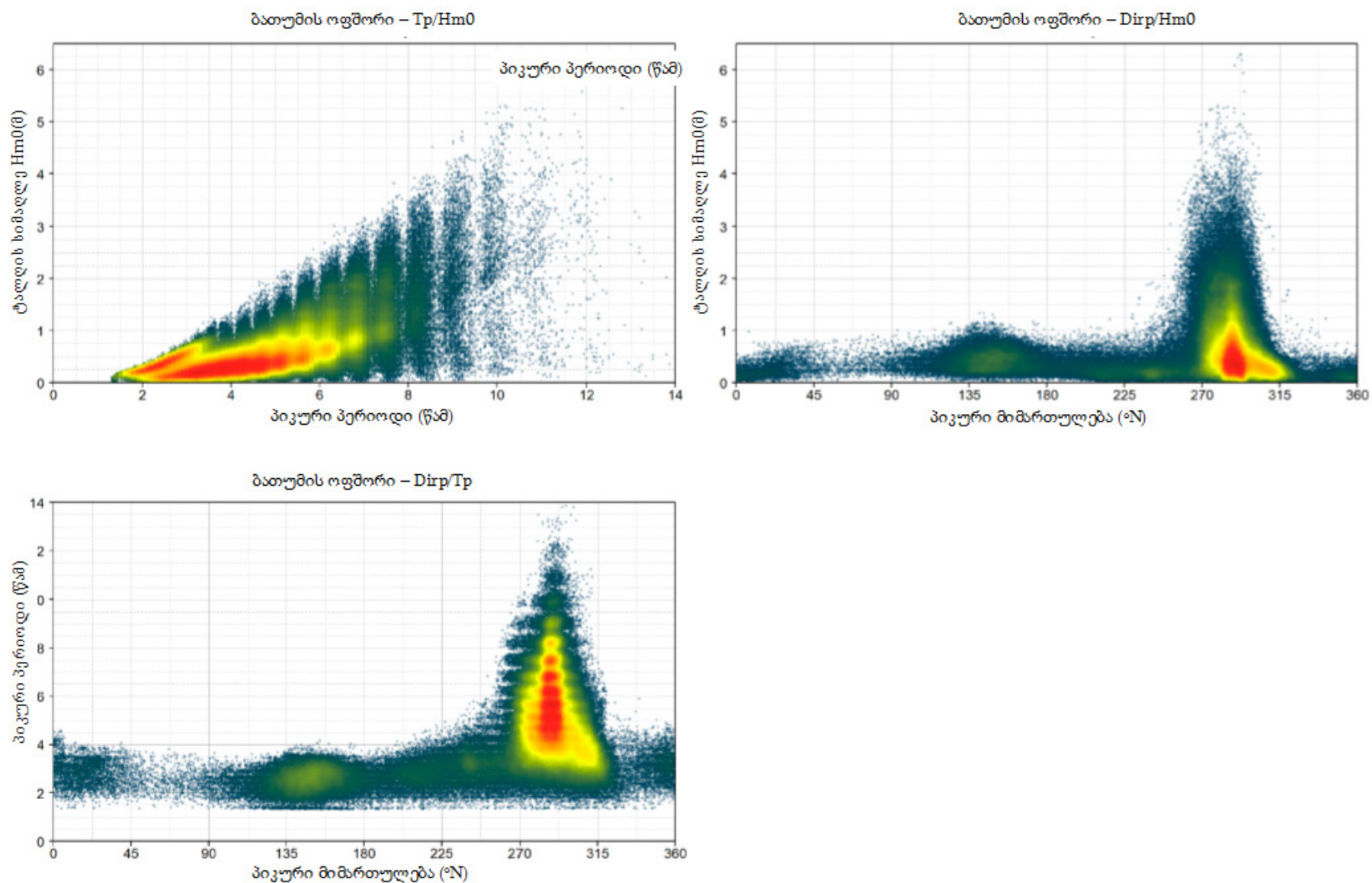
ბათუმის ოფშორი – ქარის სიჩქარე – თვიური ცვალებადობის დიაგრამა











ბათუმის ოფშორი – Tp/Dirp - კორელოგრამა

[illegible]

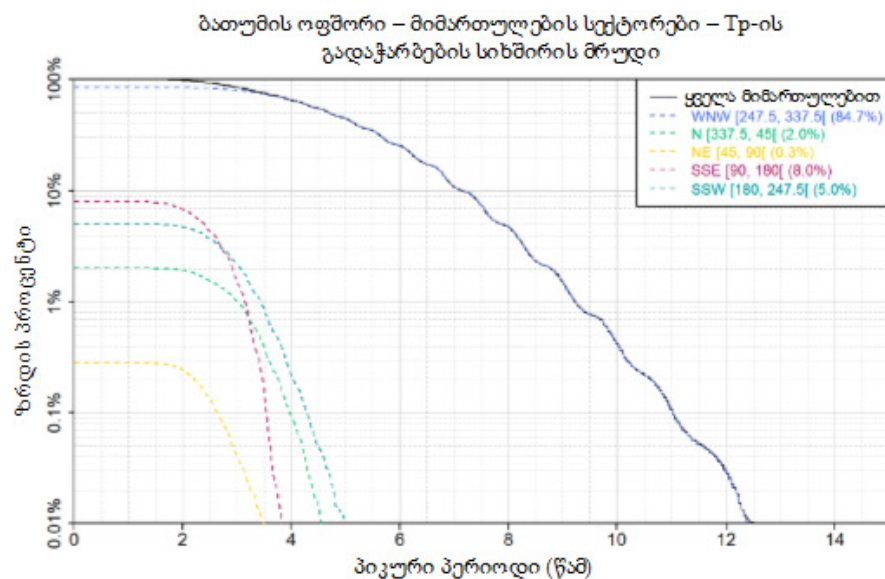
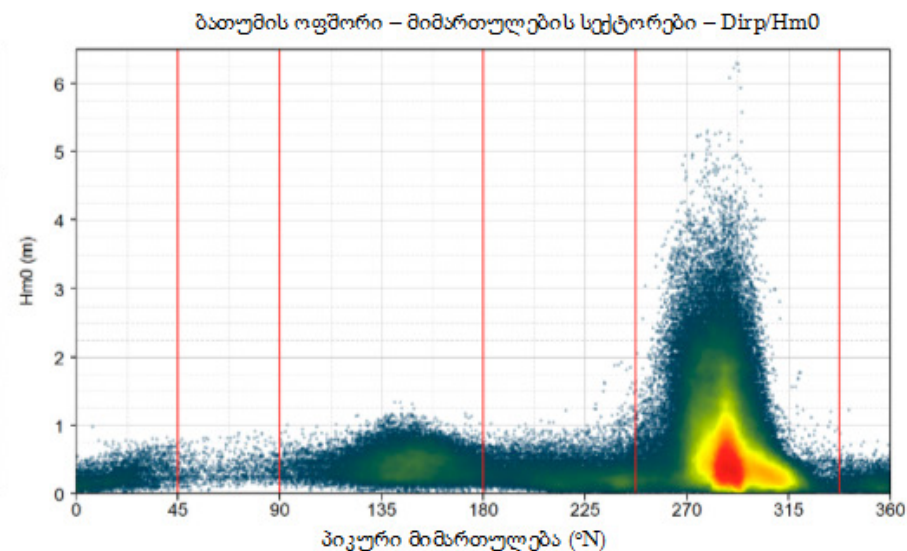
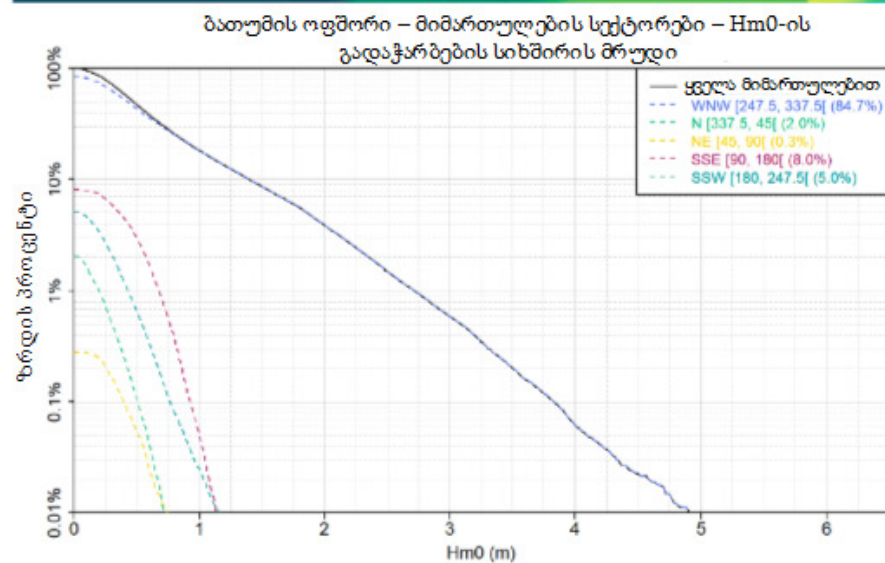
A4A-2

პიკური მიმართულება (°N)

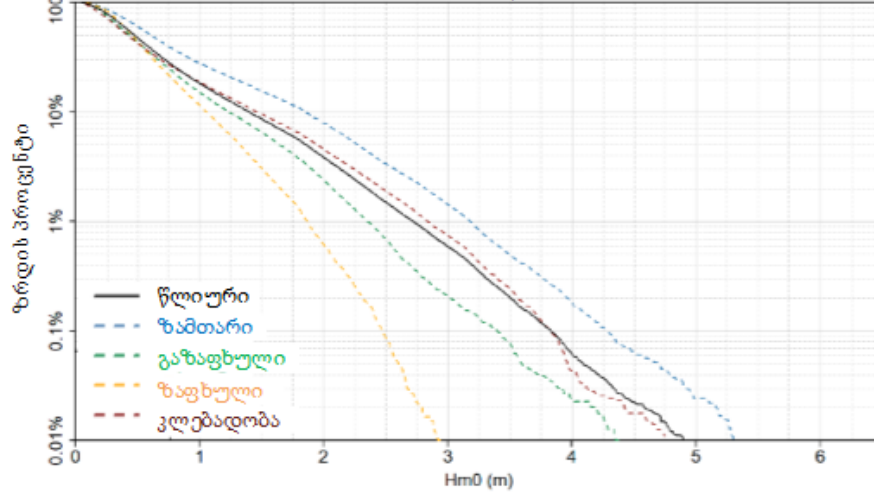
ბათუმის – Hm0/Tp - კორელოგრამა

პიკური პერიოდი (წმ)

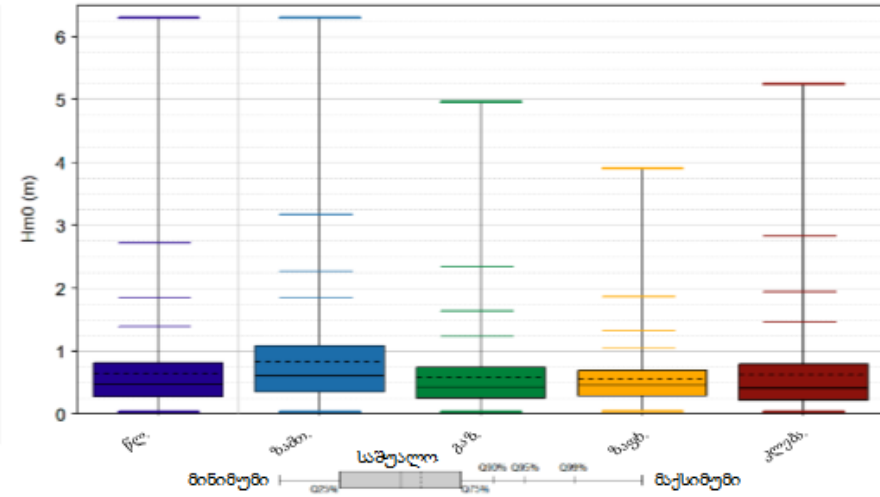




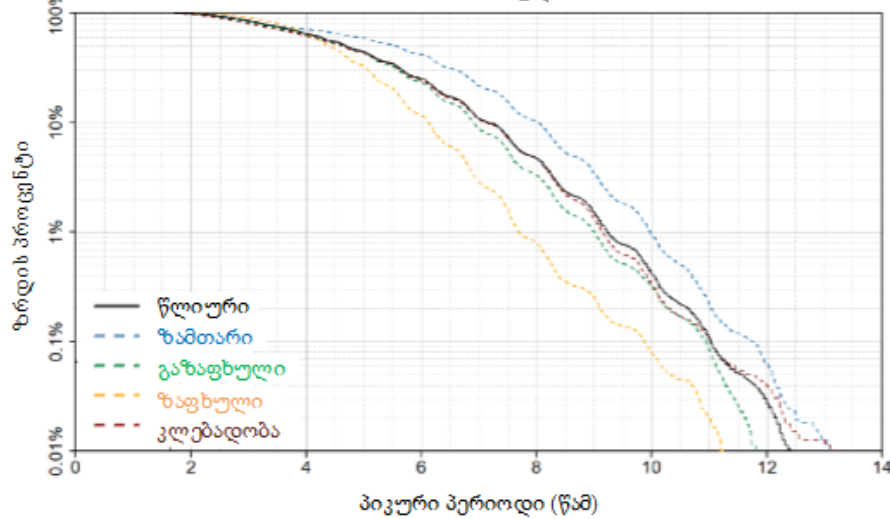
ბათუმის ოფშორი – სეზონური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



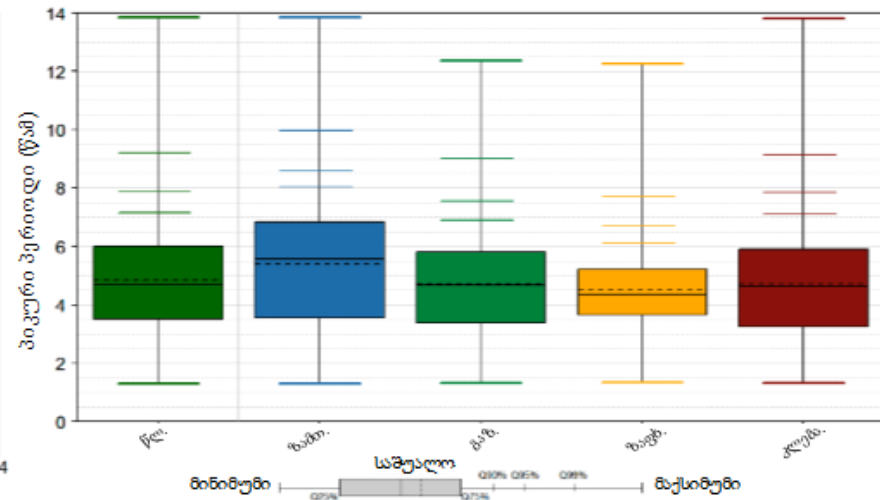
ბათუმის ოფშორი – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



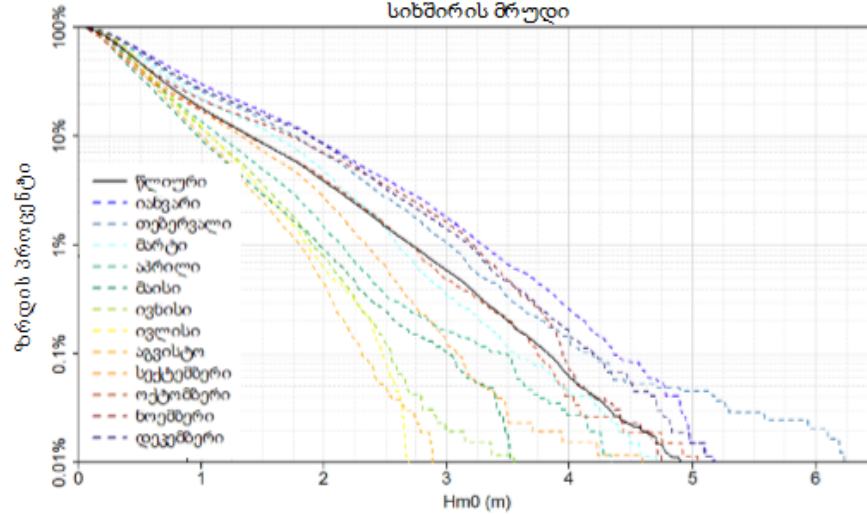
ბათუმის ოფშორი – სეზონური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



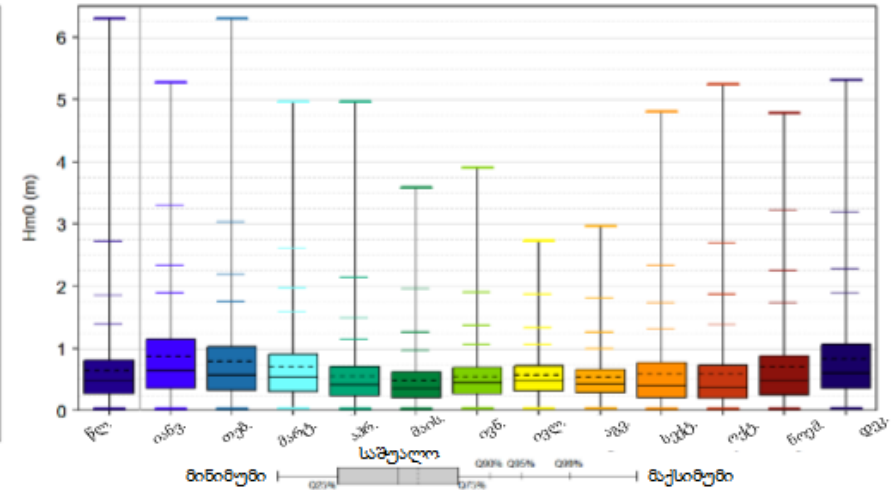
ბათუმის ოფშორი – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



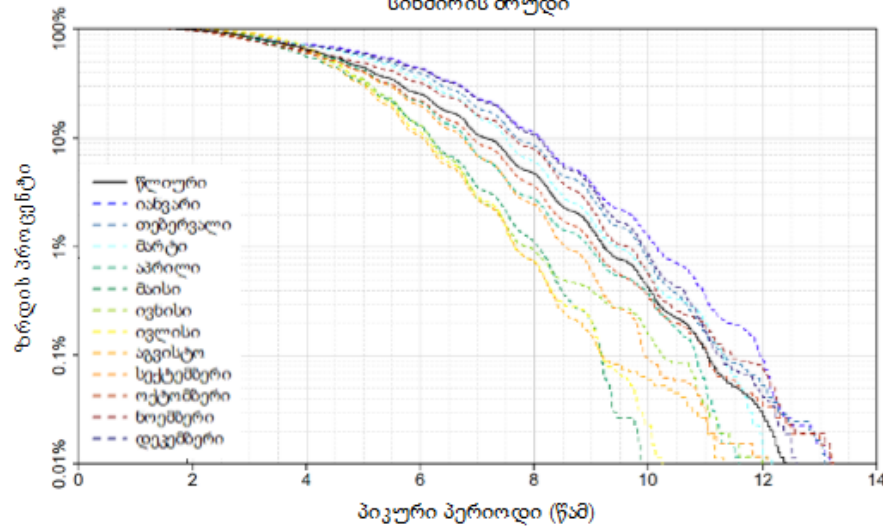
ბათუმის ოფშორი – თეიური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების  
სიხშირის მრუდი



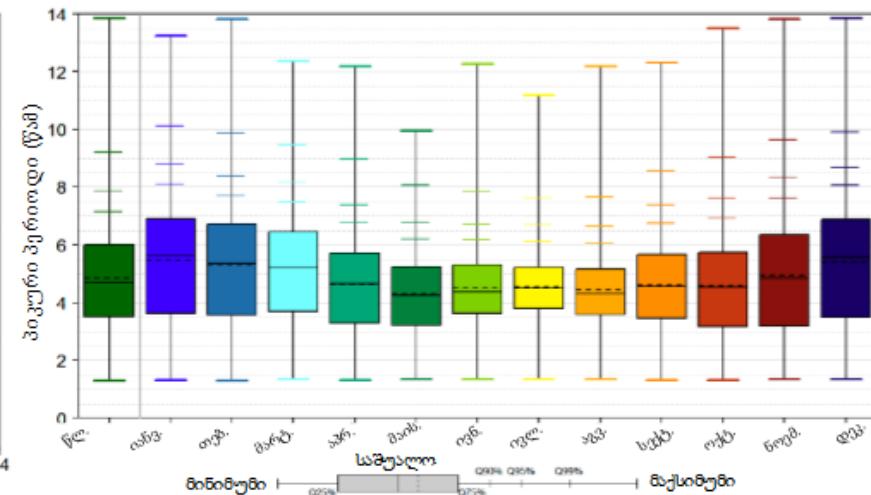
ბათუმის ოფშორი – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



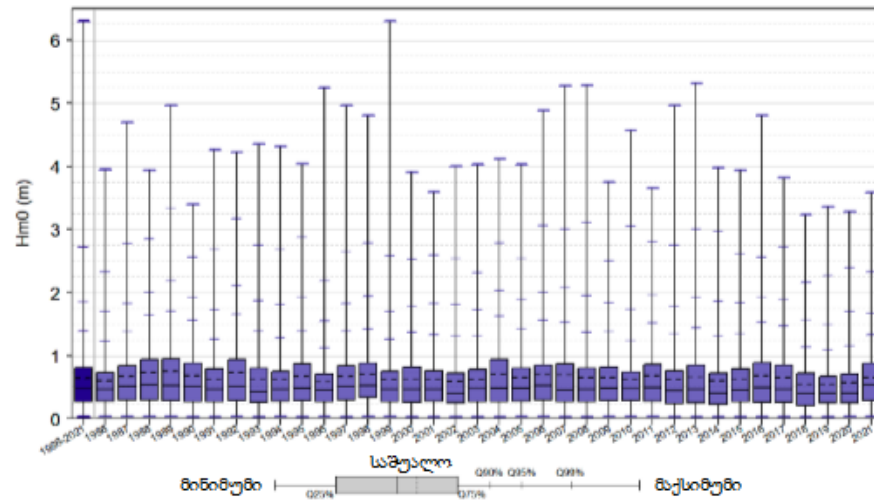
ბათუმის ოფშორი – თეიური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების  
სიხშირის მრუდი



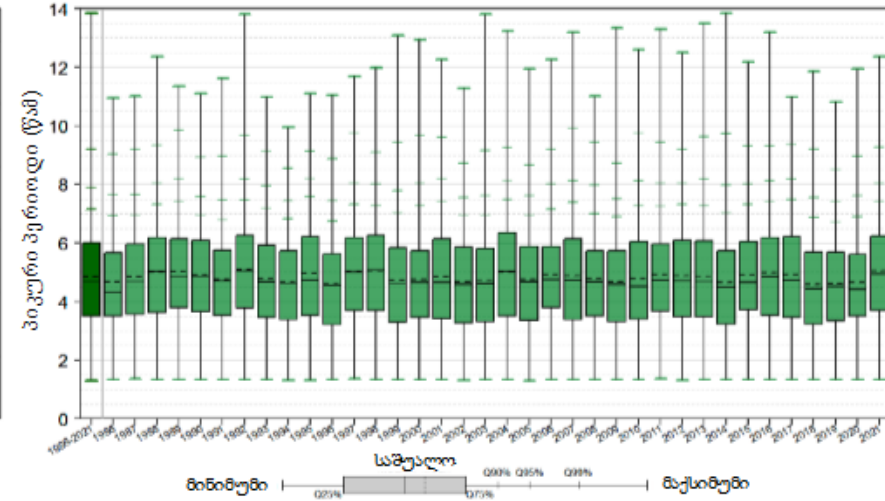
ბათუმის ოფშორი – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმის ოფშორი – Hm0 – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმის ოფშორი – Tp – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა

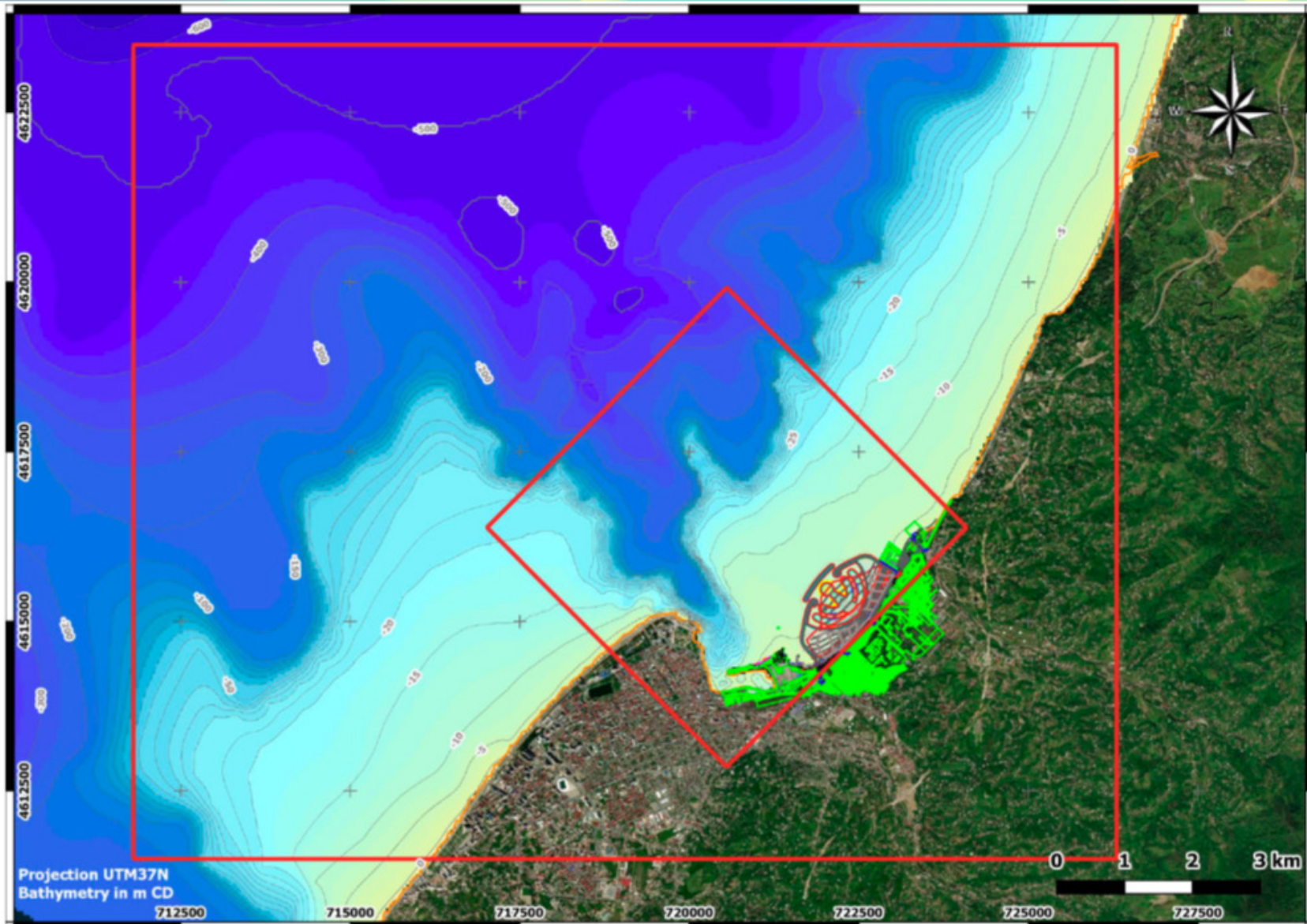




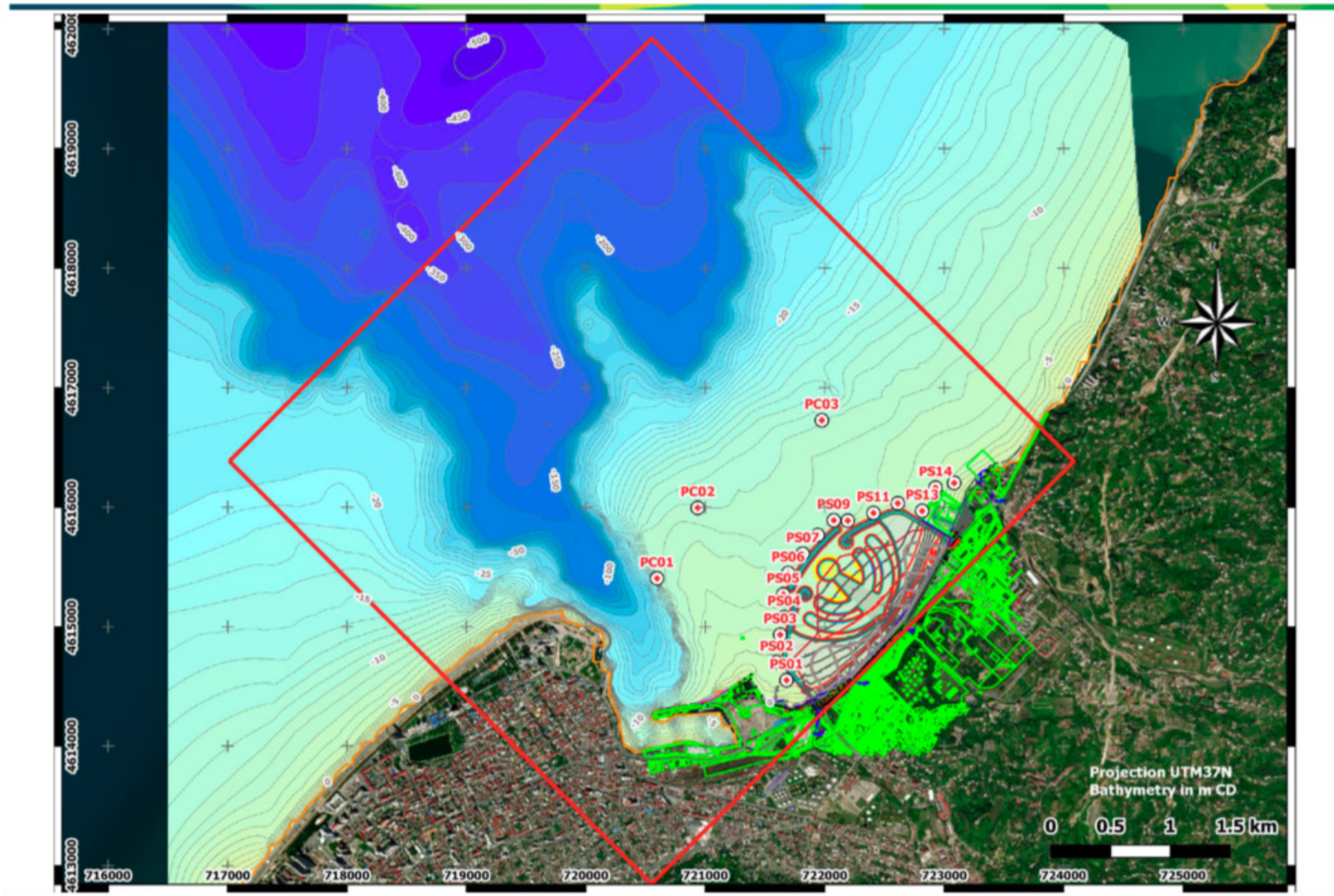
დანართი „ბ“



სანაპირო ტალღების მოდელი  
და ტალღების რუკები



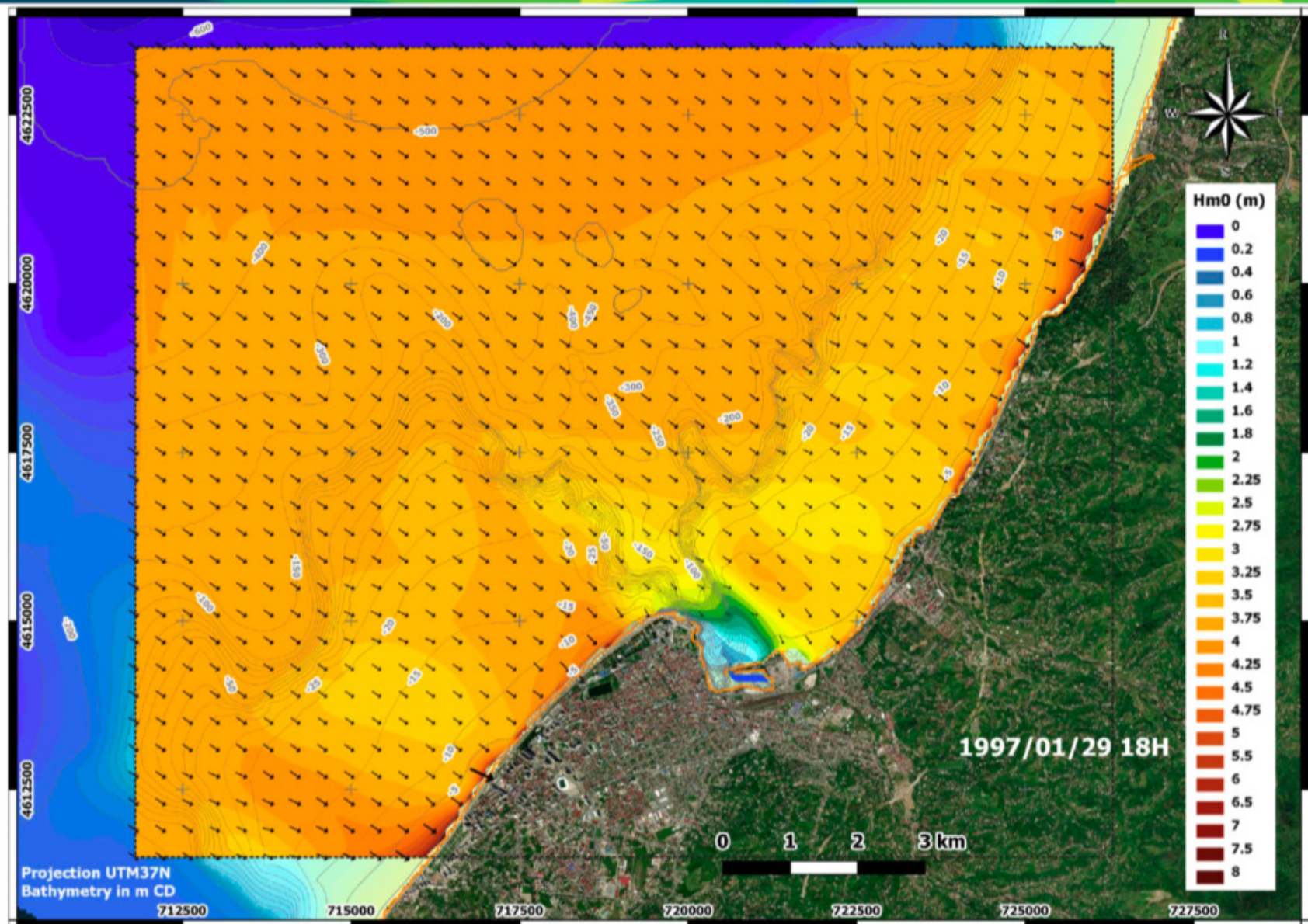




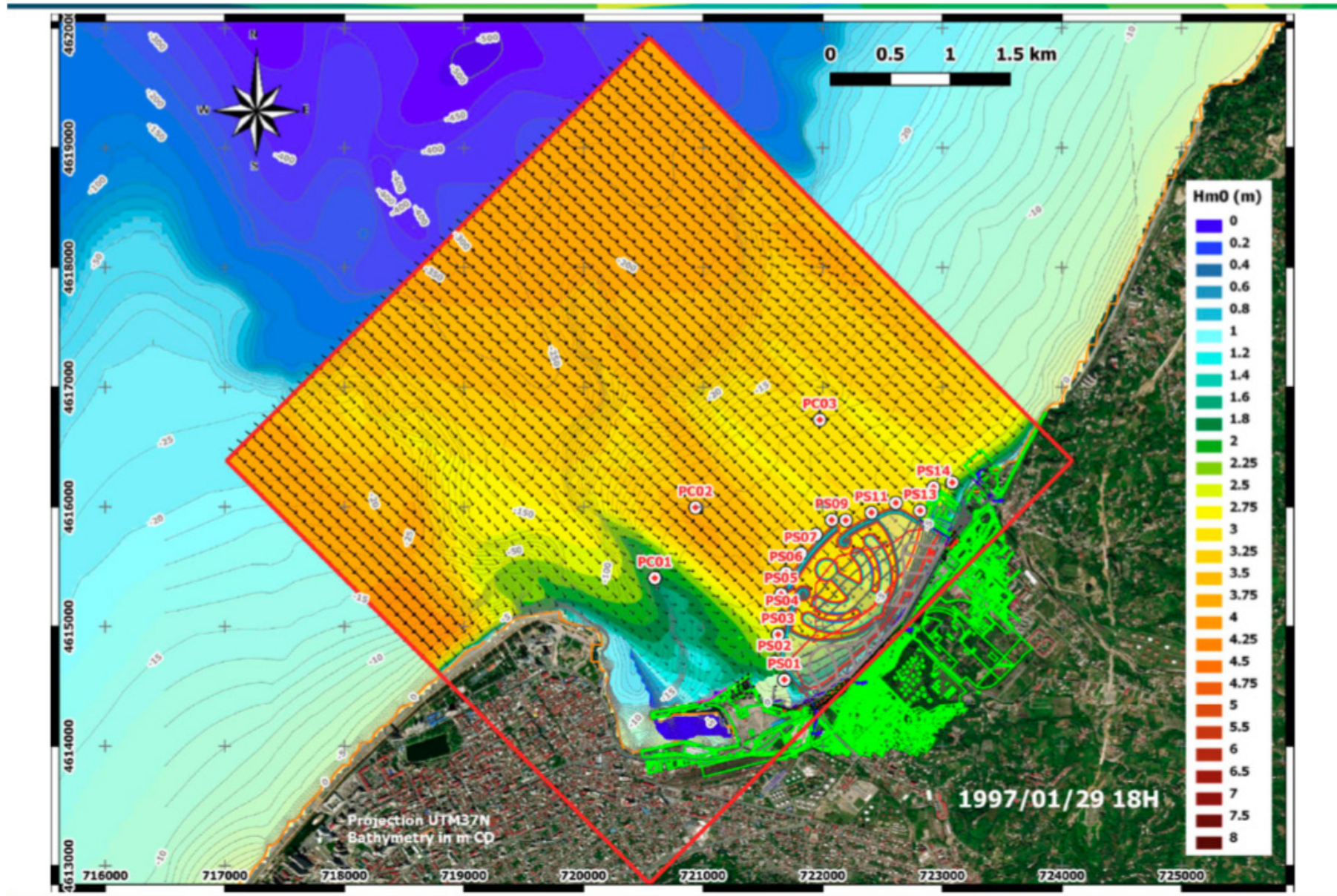




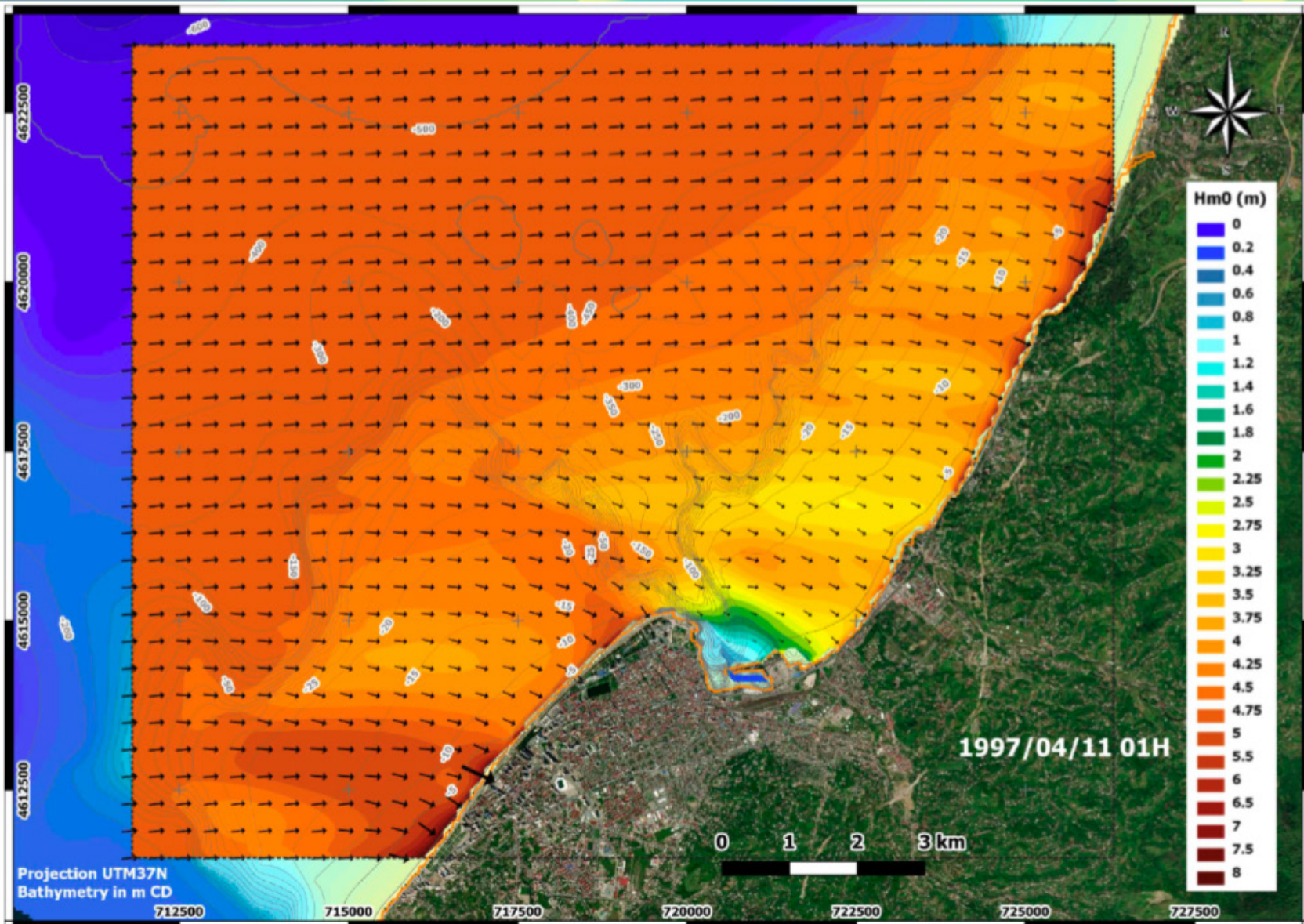




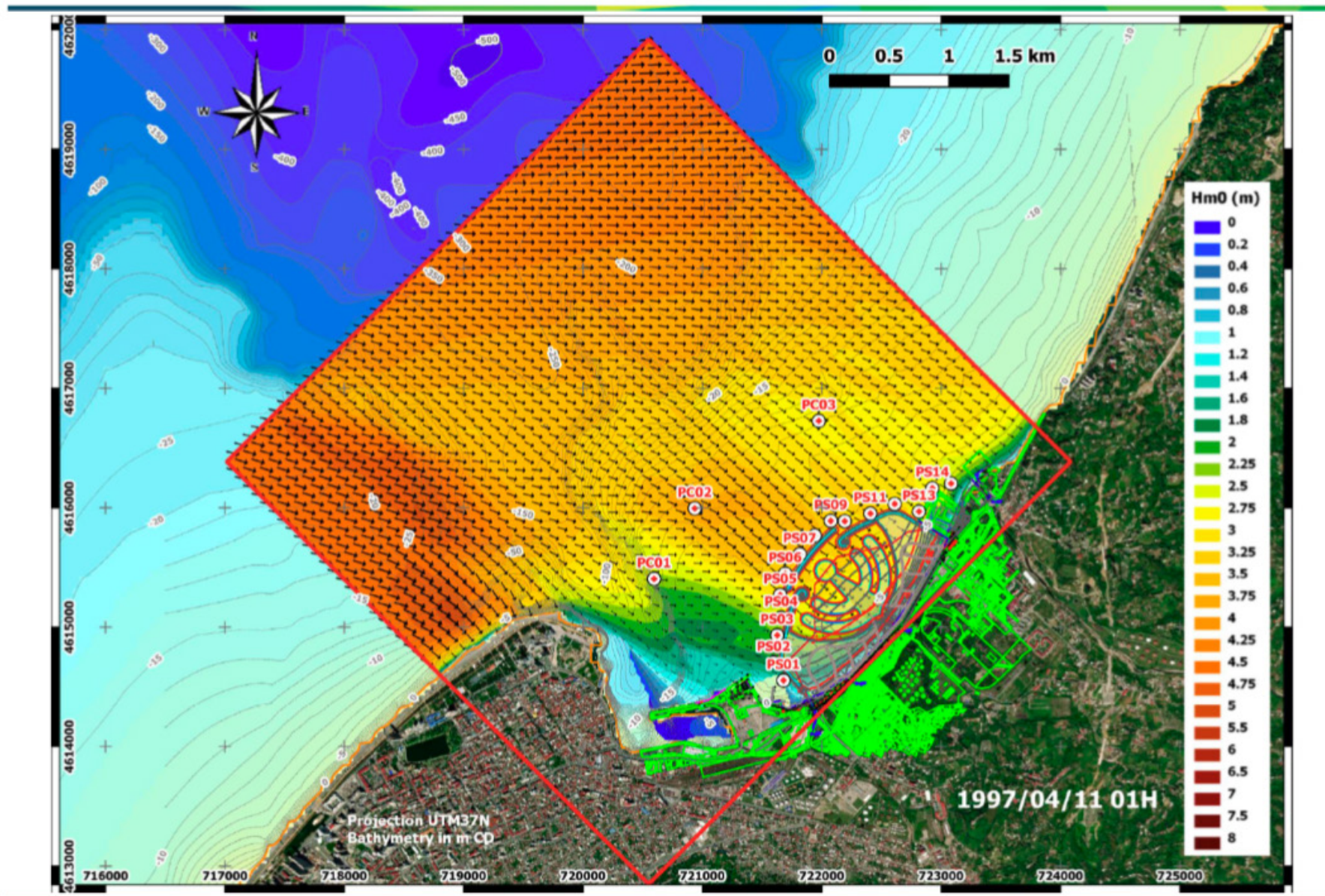




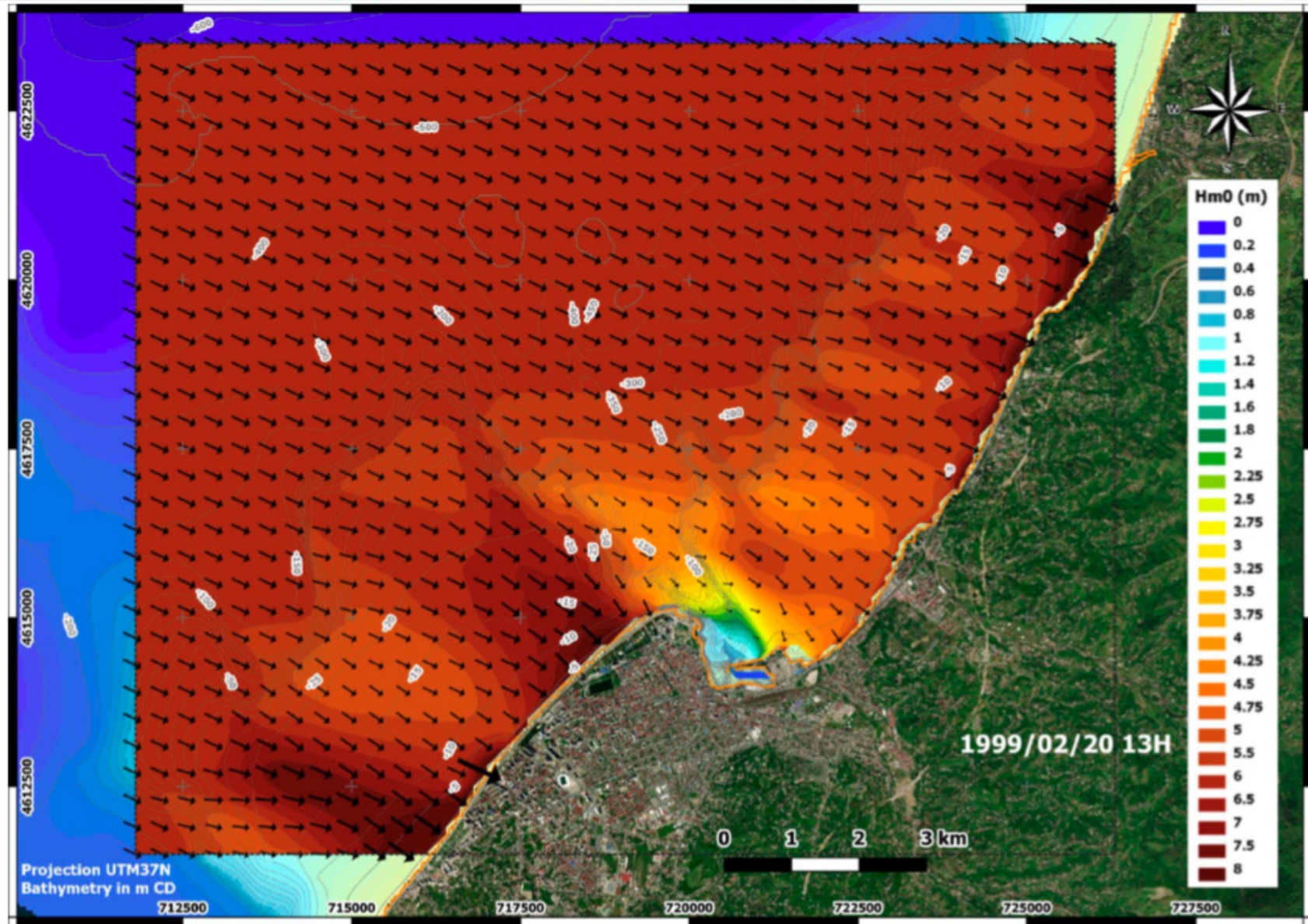




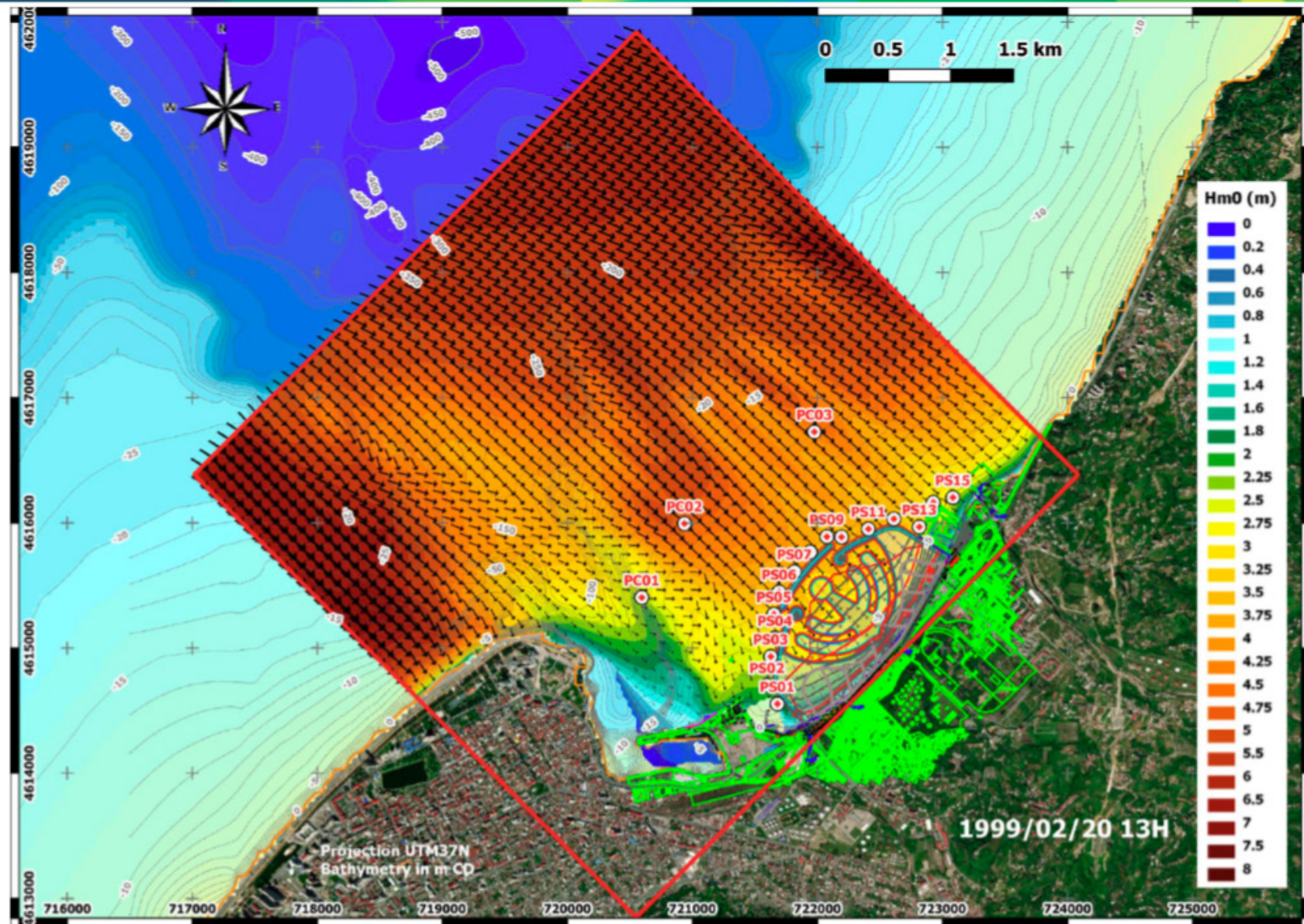




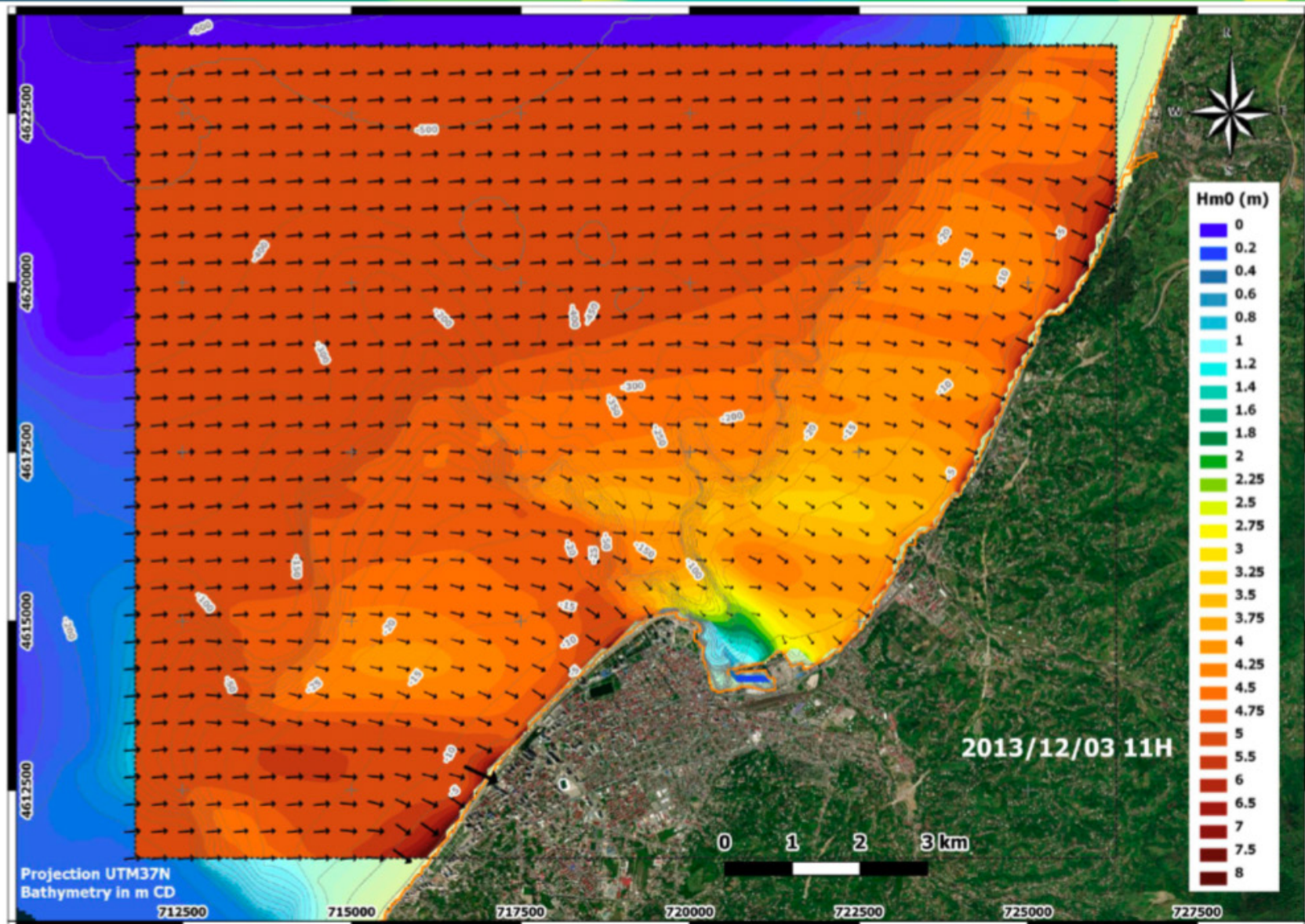




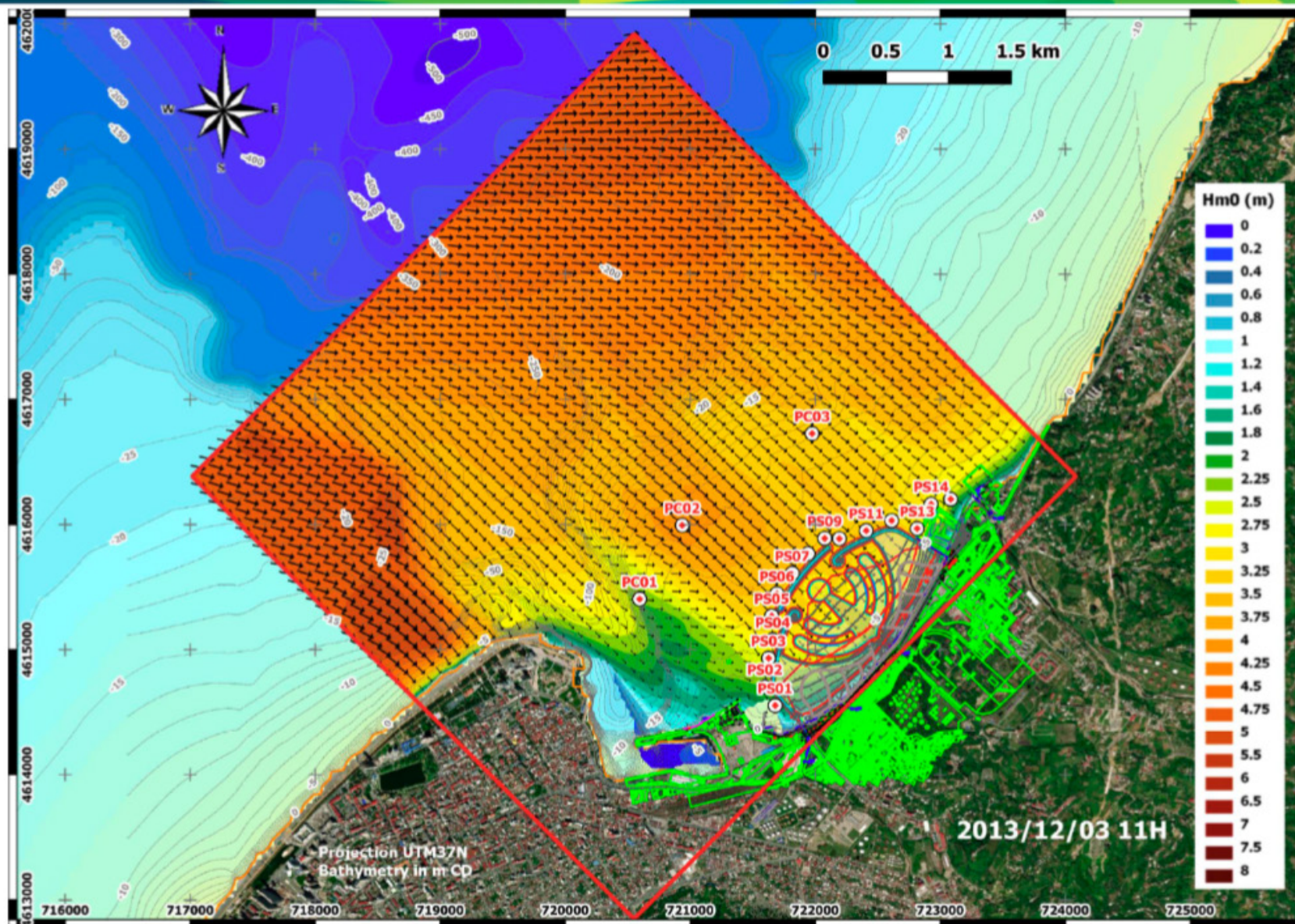










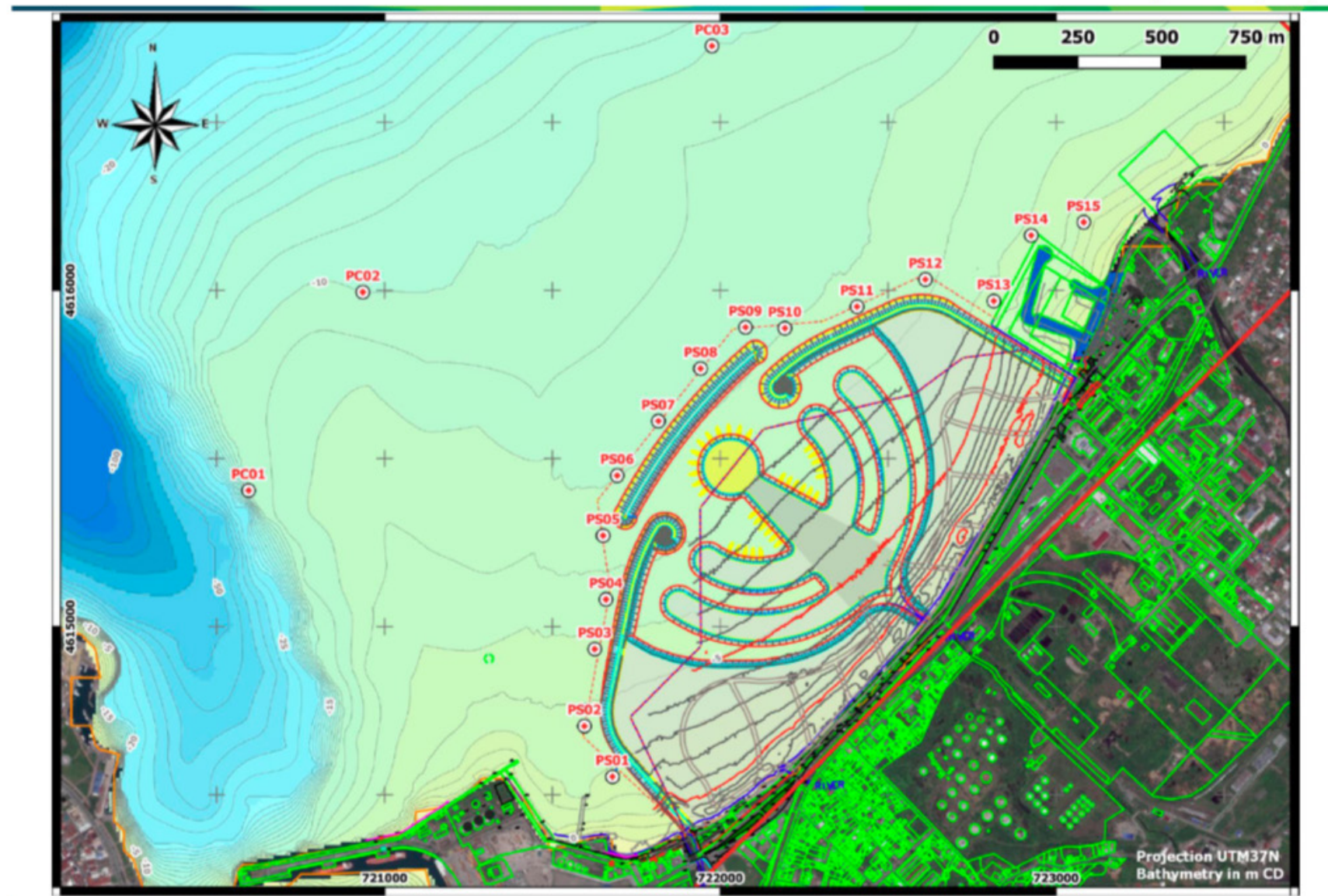




დანართი „გ“

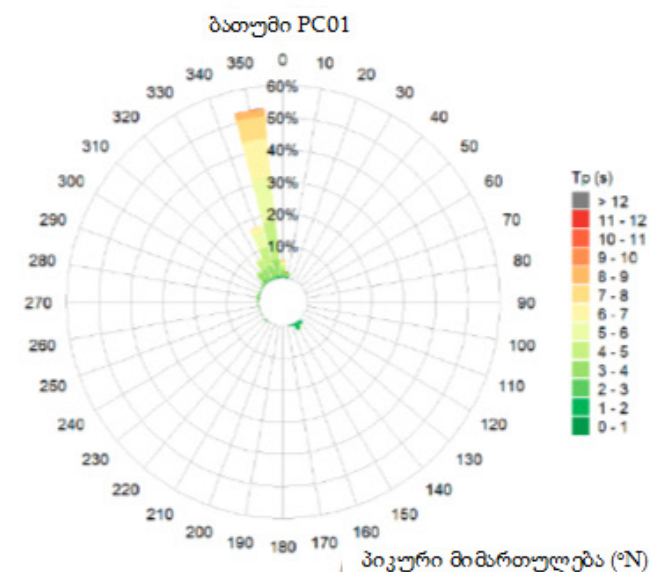
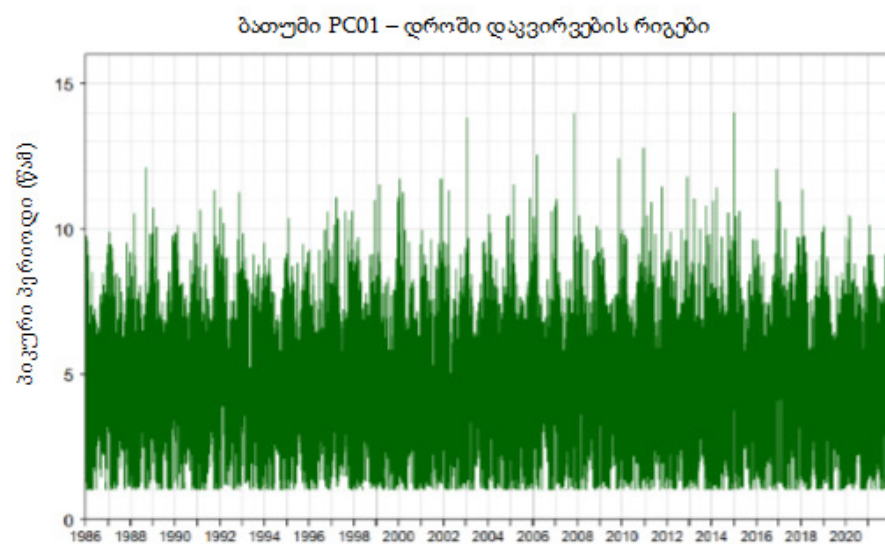
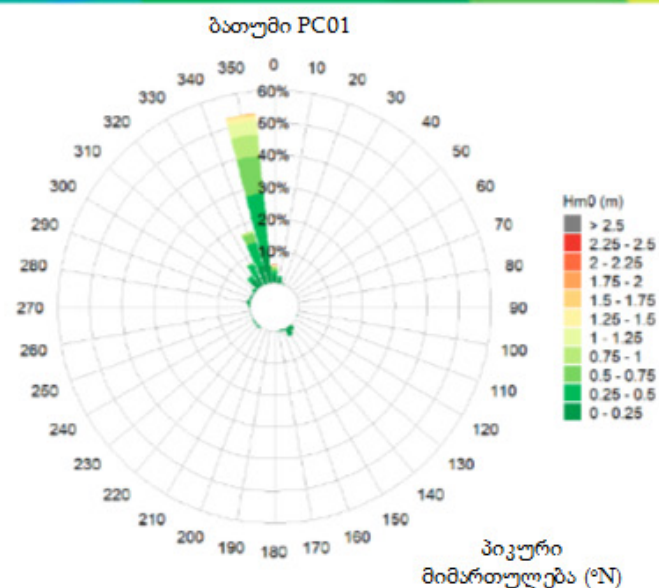
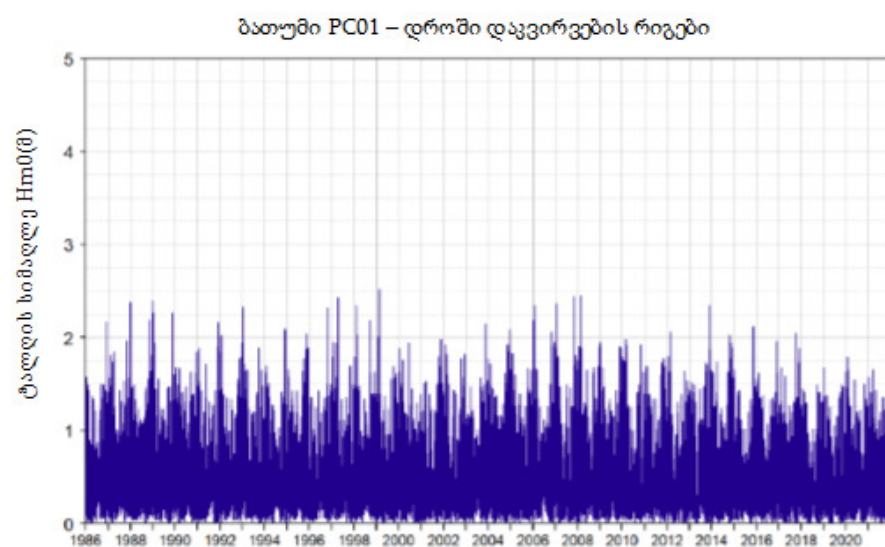


სანაპირო ტალღები

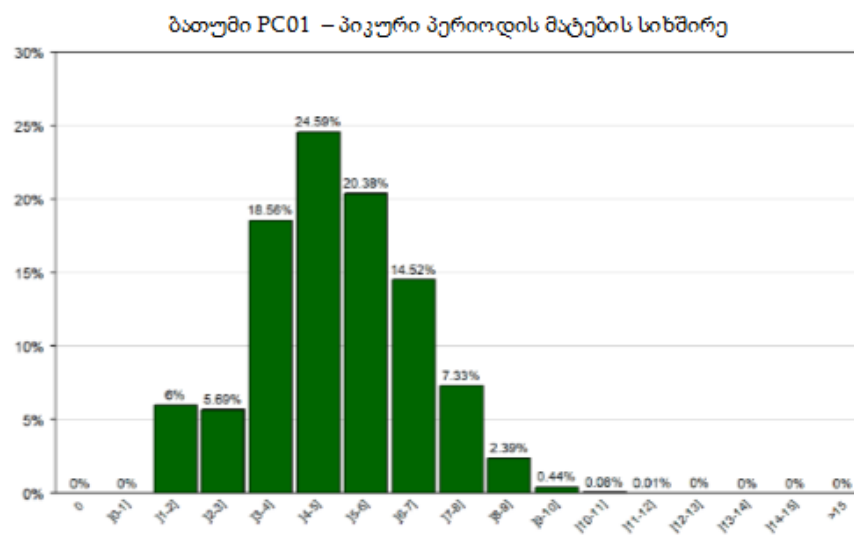
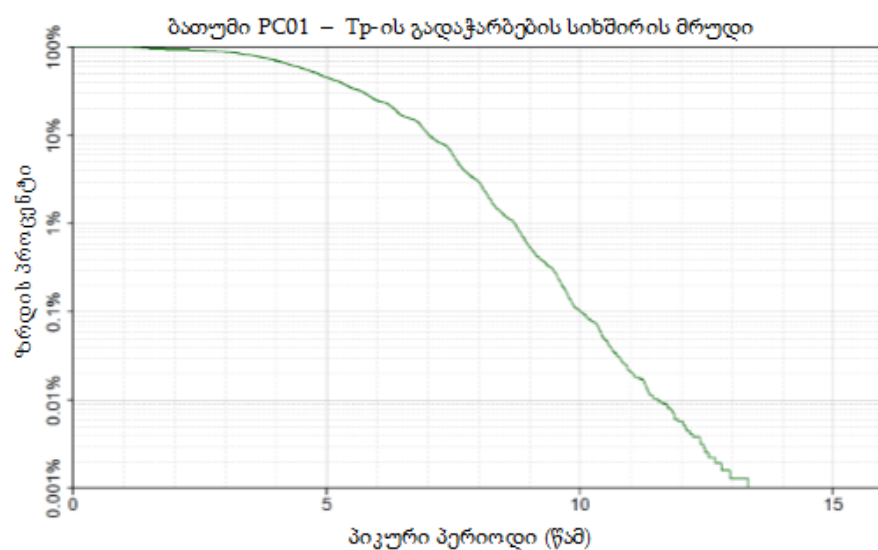
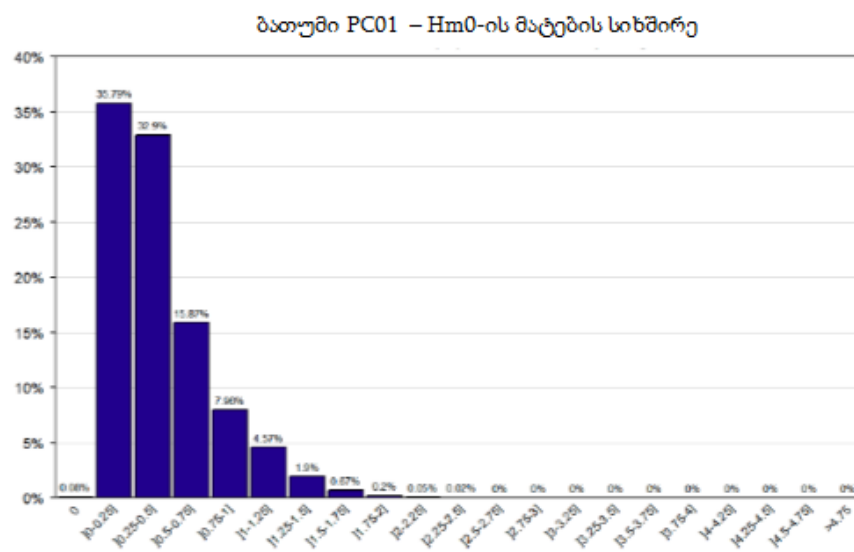
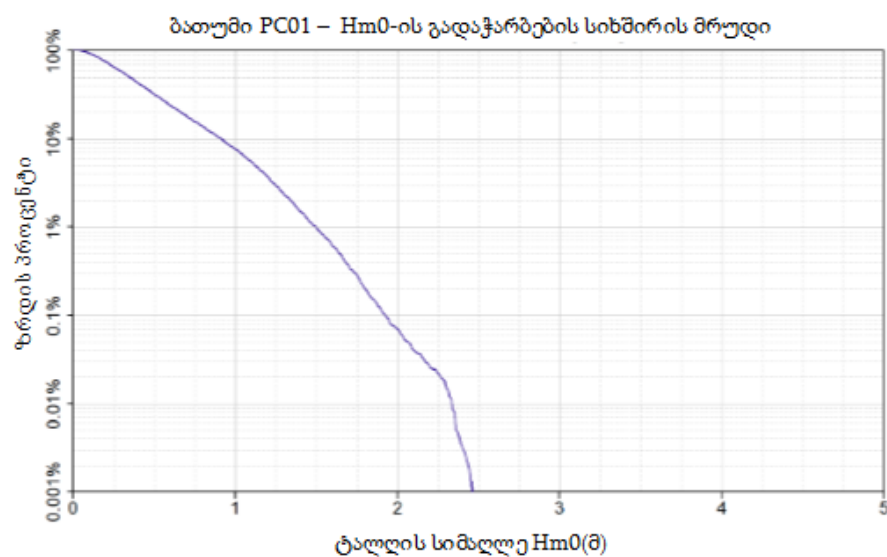


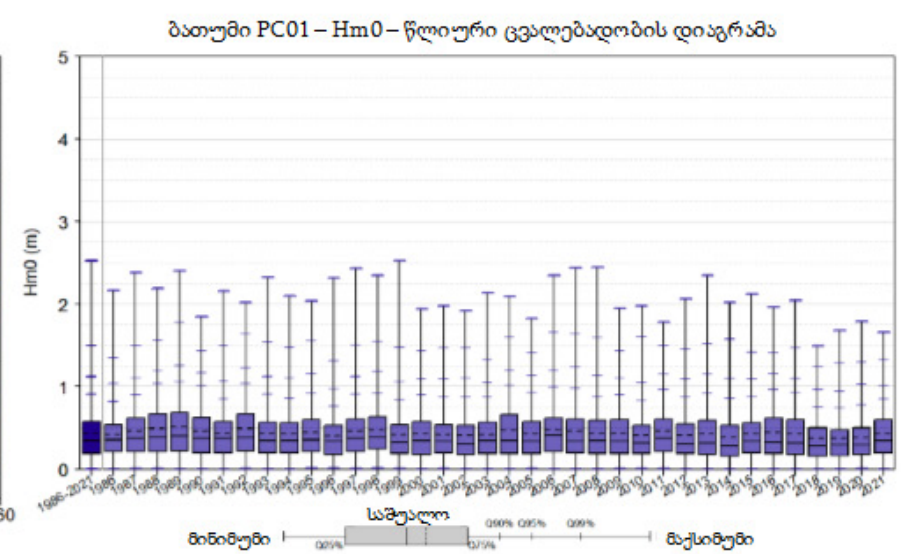
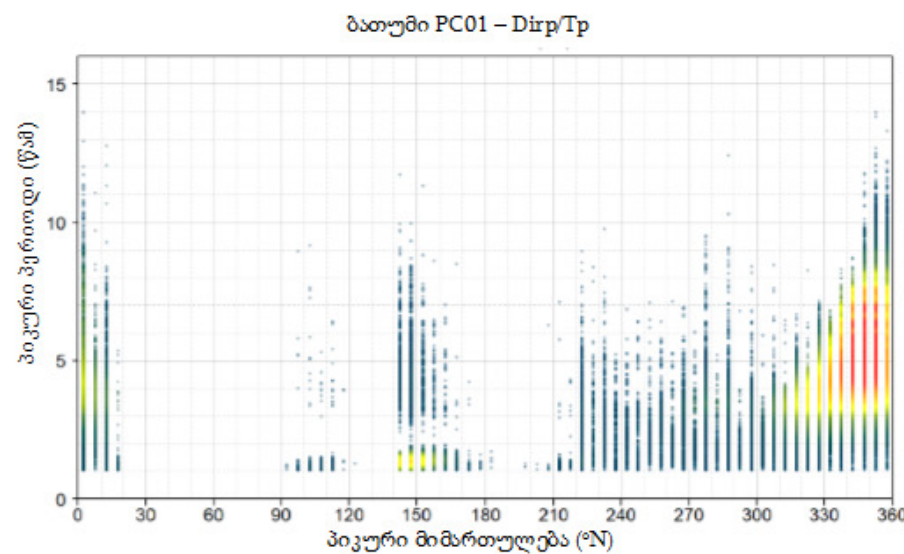
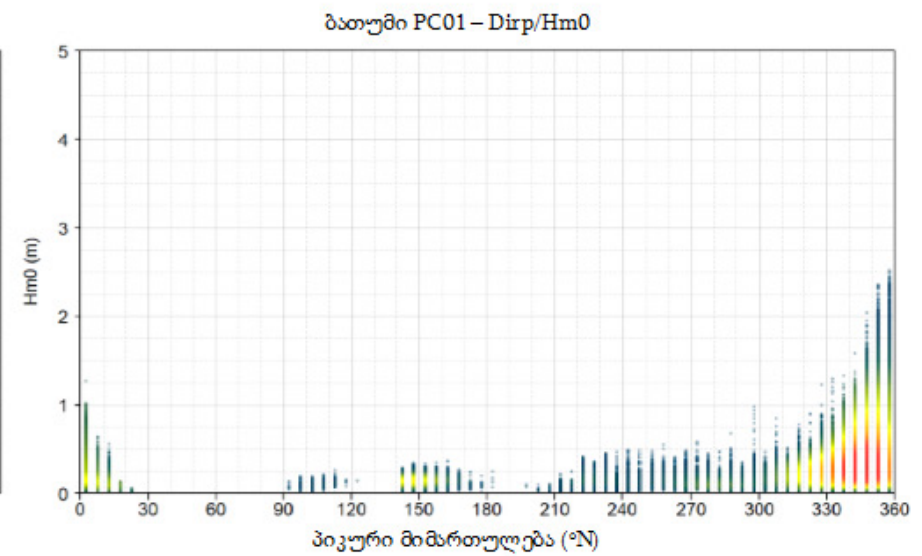
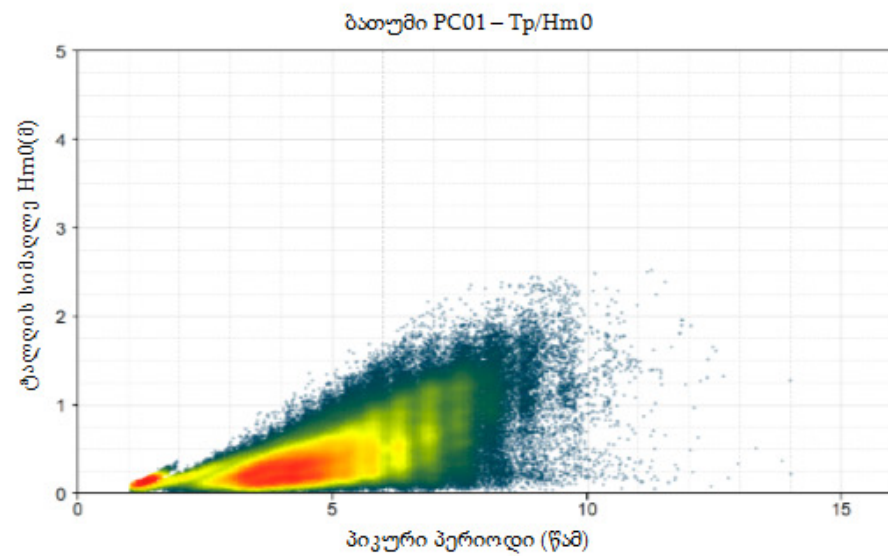


წერტილი PC01

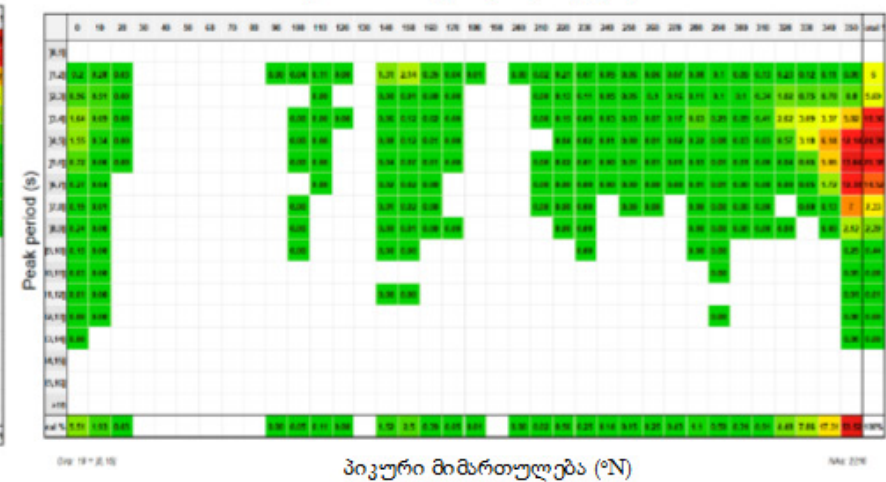
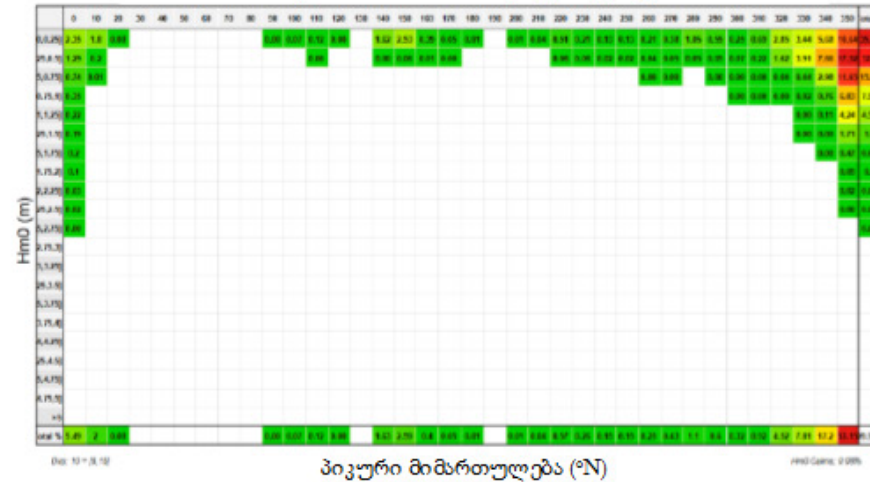




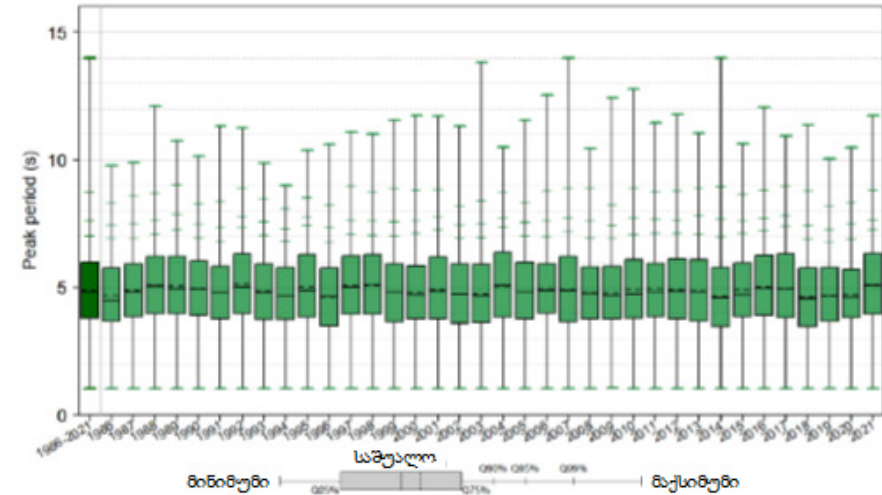
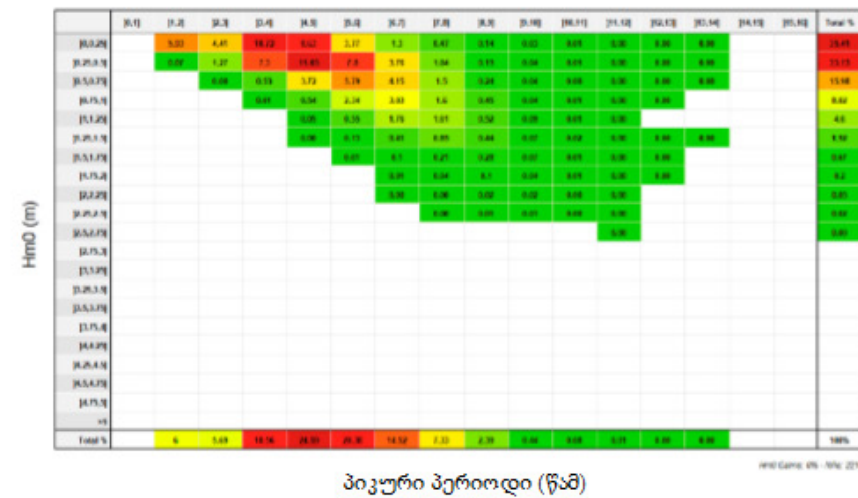




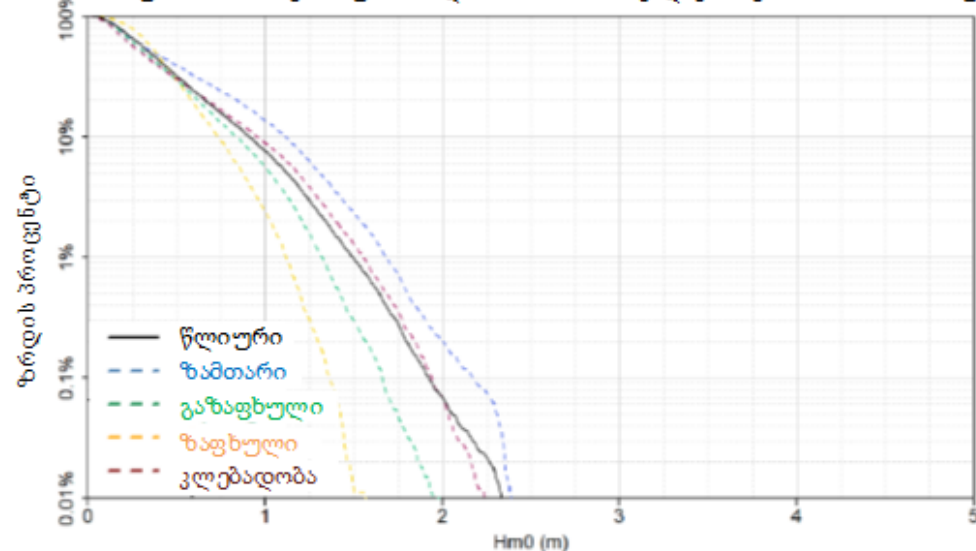
ბათუმი PC01 – Tp/Dirp - კორელოგრამა



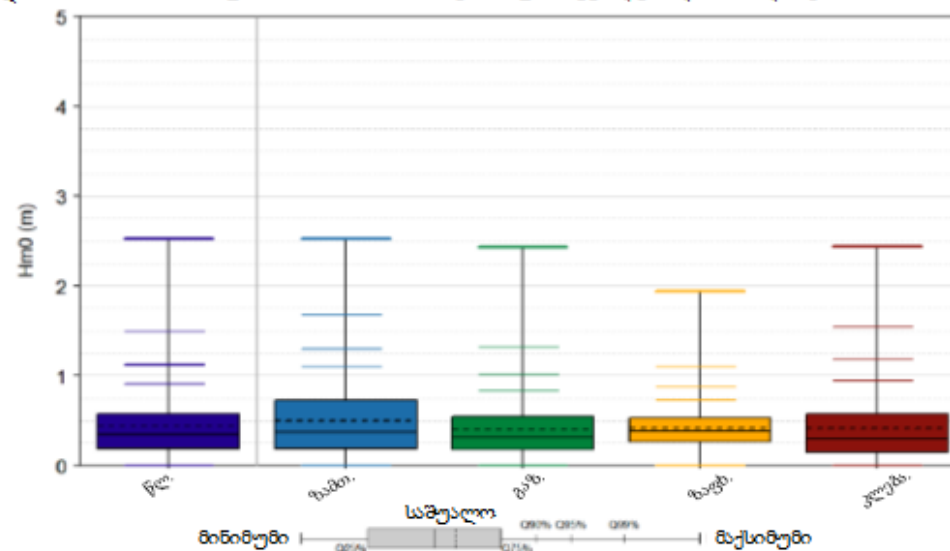
ბათუმი PC01 – Hm0 – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა



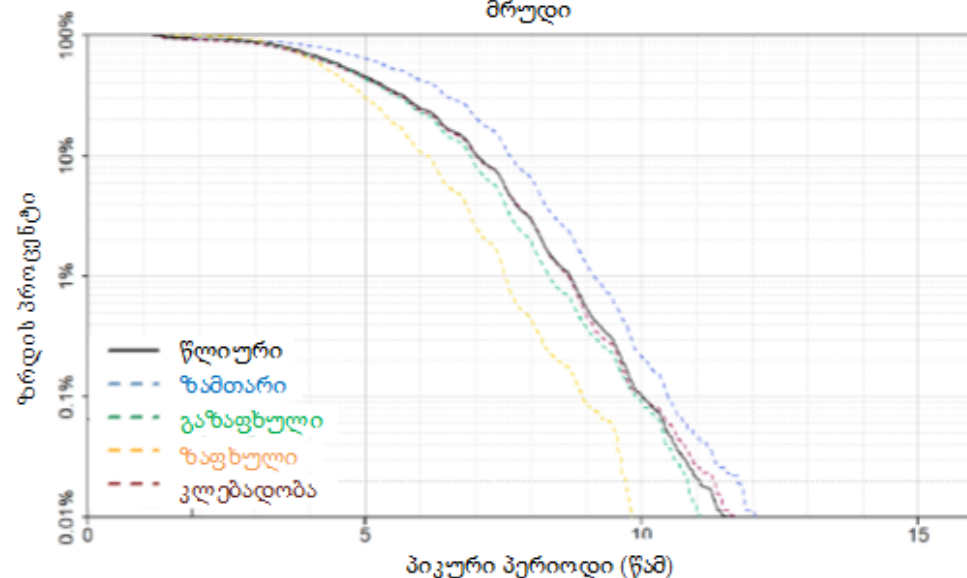
ბათუმი PC01 - სეზონური ანალიზი - Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



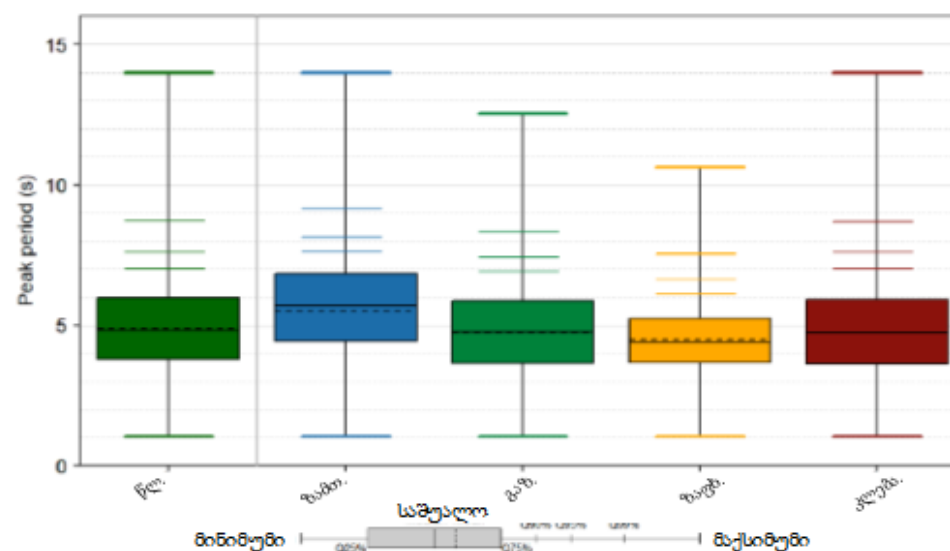
ბათუმი PC01 - Hm0 - სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PC01 - სეზონური ანალიზი - Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი

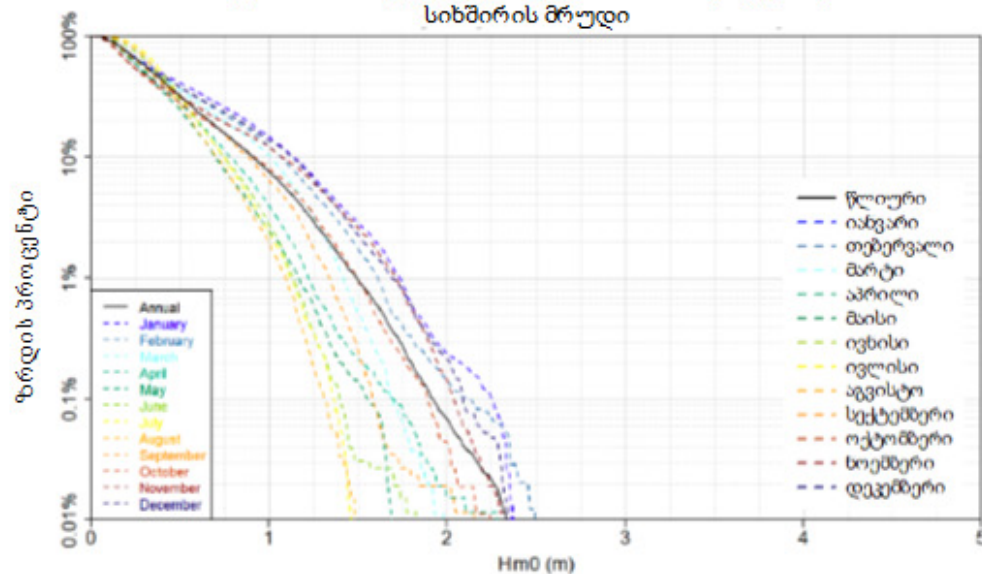


ბათუმი PC01 - Tp - სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა

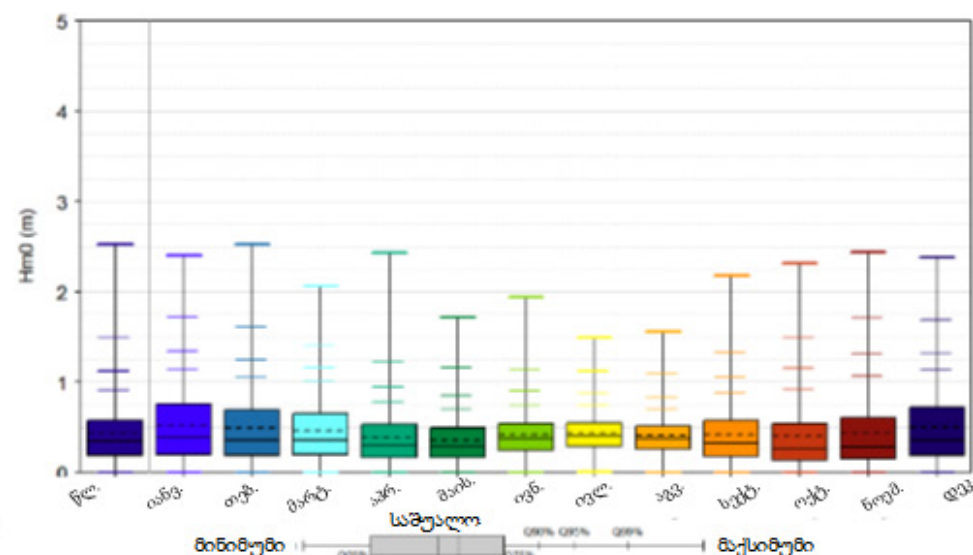




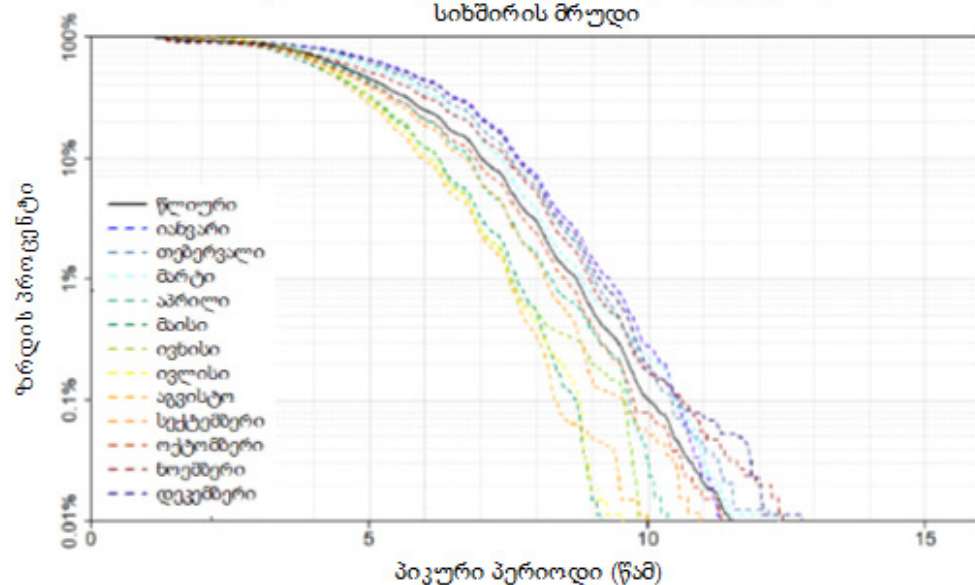
ბათუმი PC01 – თვიური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების  
სიხშირის მრუდი



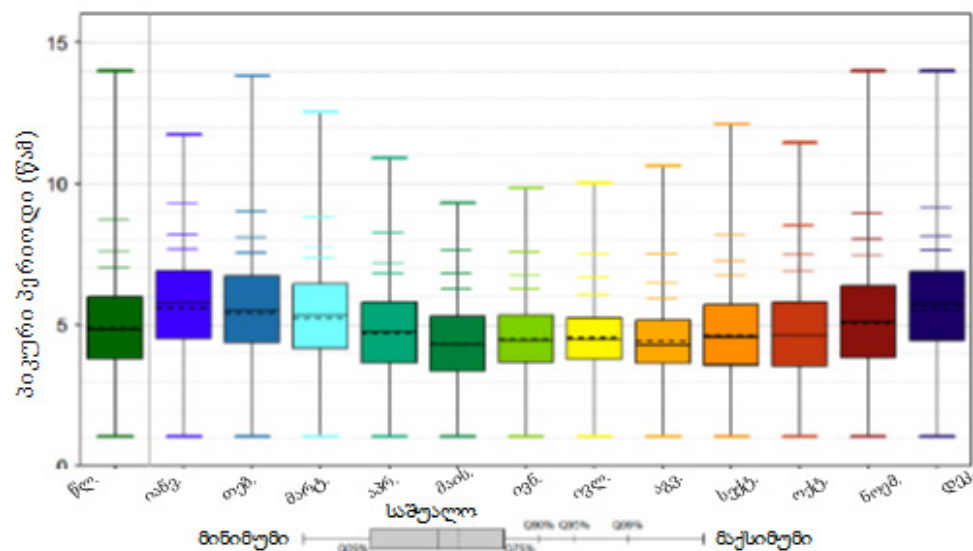
ბათუმი PC01 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PC01 – თვიური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების  
სიხშირის მრუდი



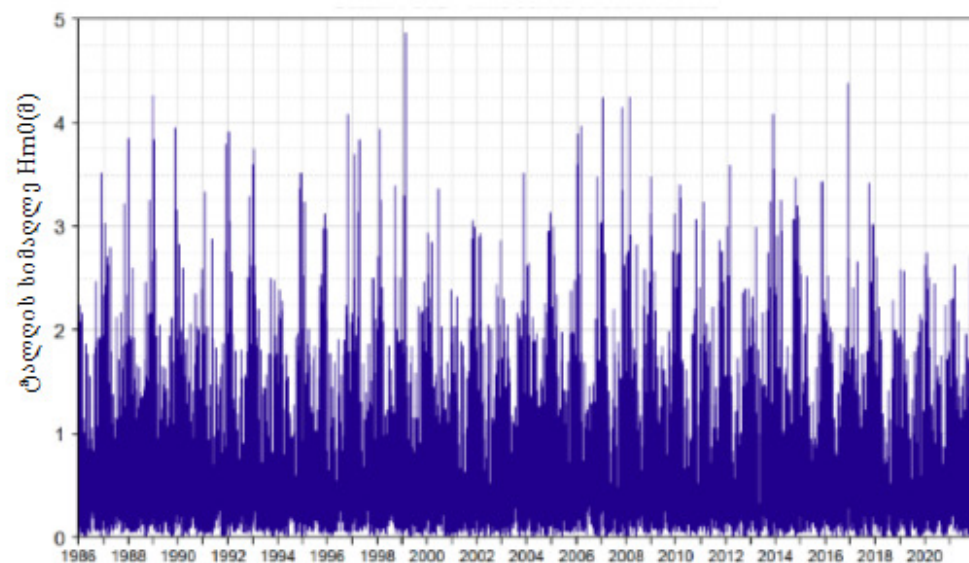
ბათუმი PC01 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



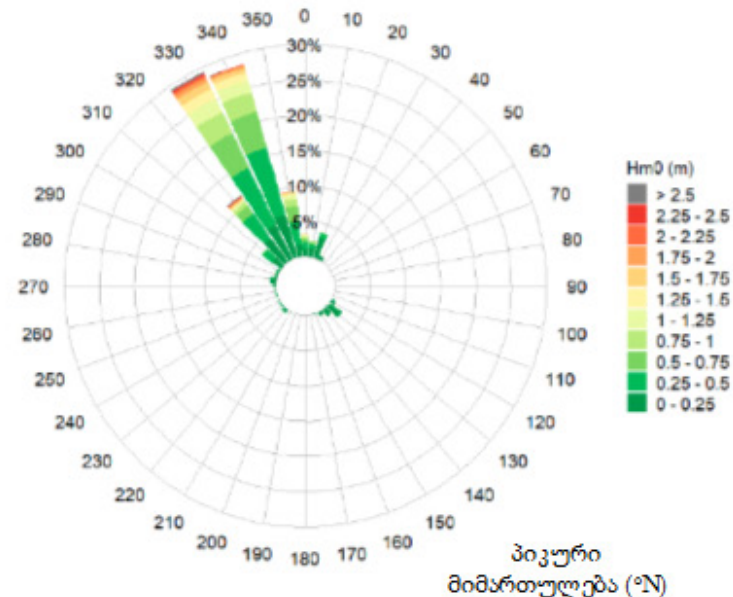


წერტილი PC02

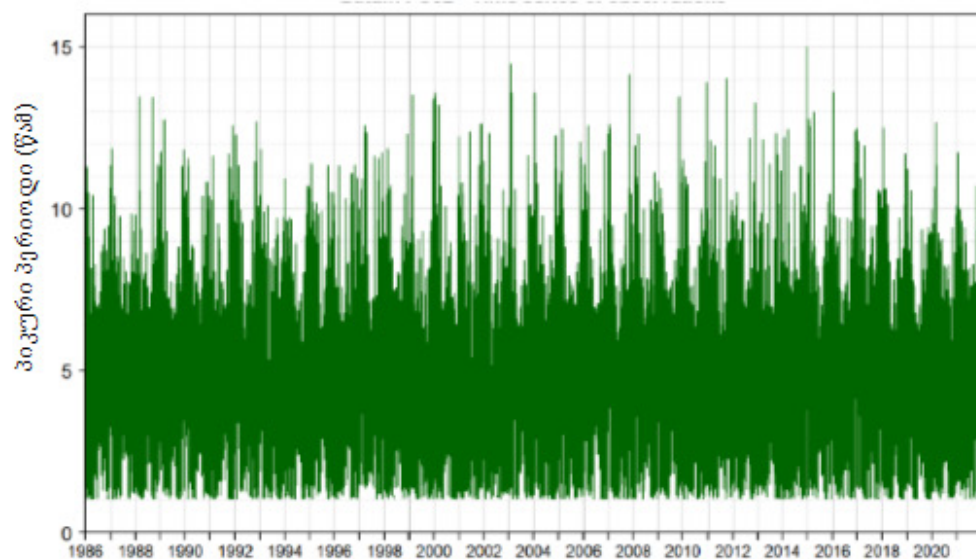
ბათუმი PC02 – დროში დაკვირვების რიგები



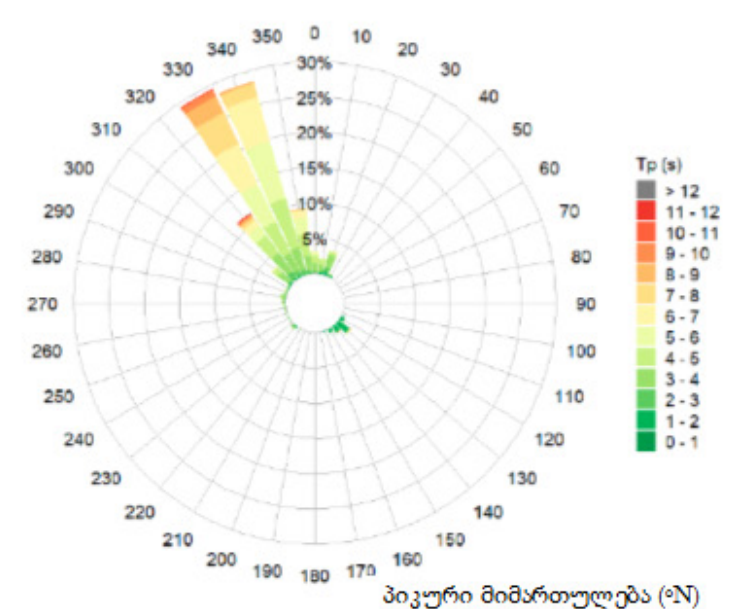
ბათუმი PC02



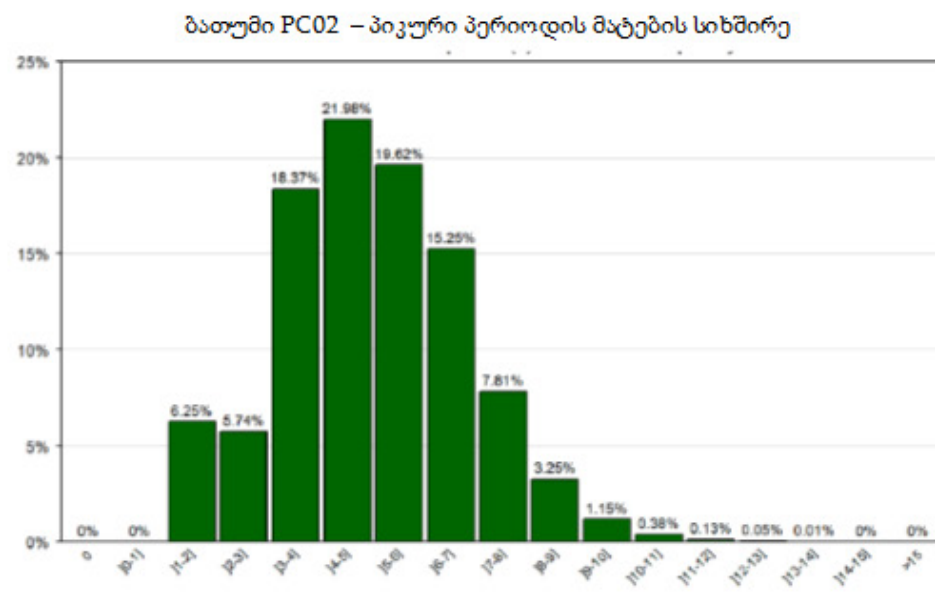
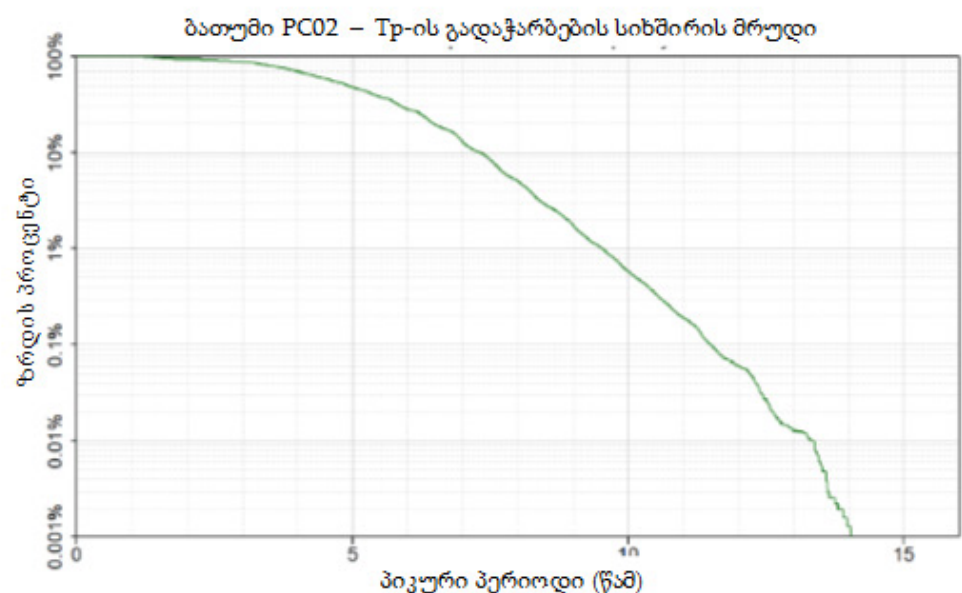
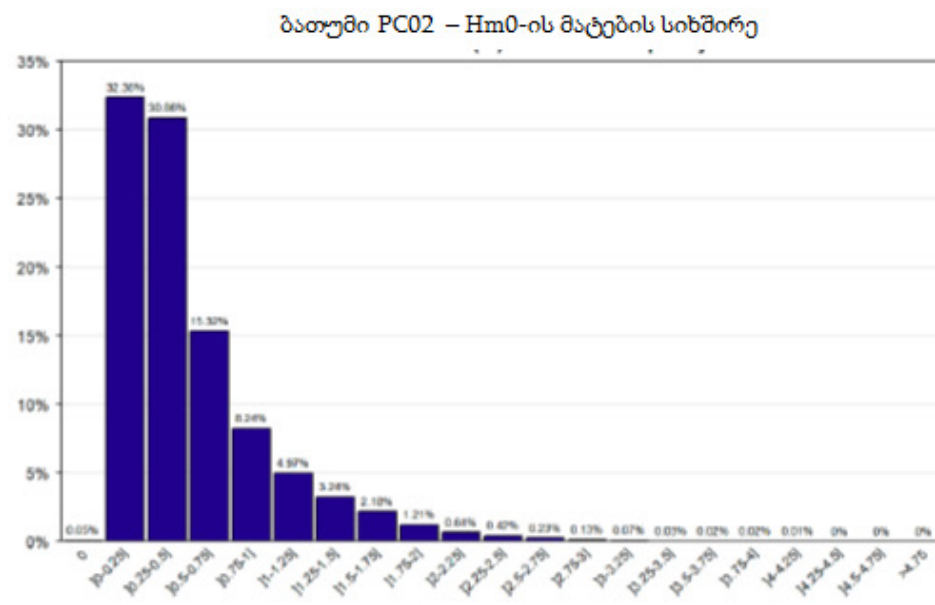
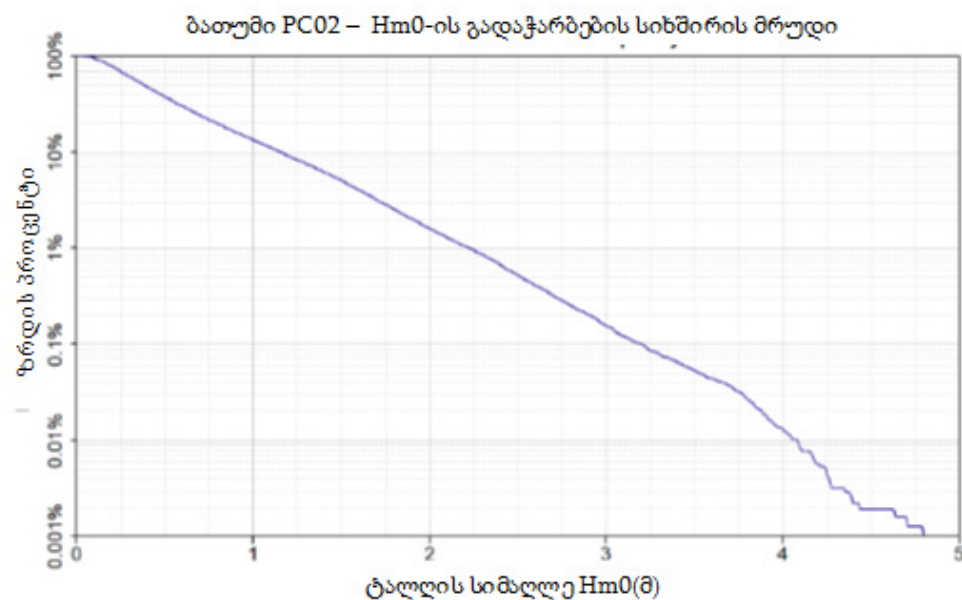
ბათუმი PC02 – დროში დაკვირვების რიგები



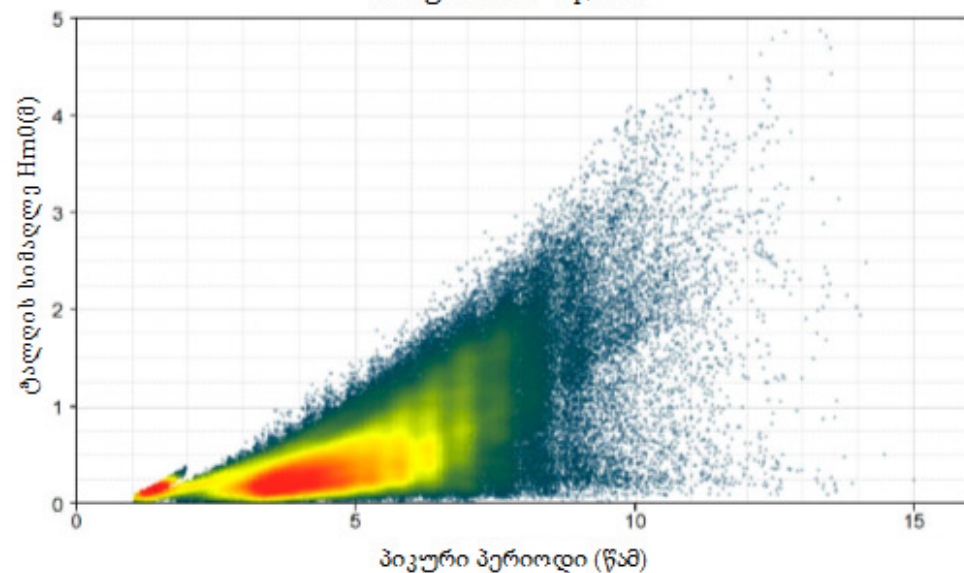
ბათუმი PC02



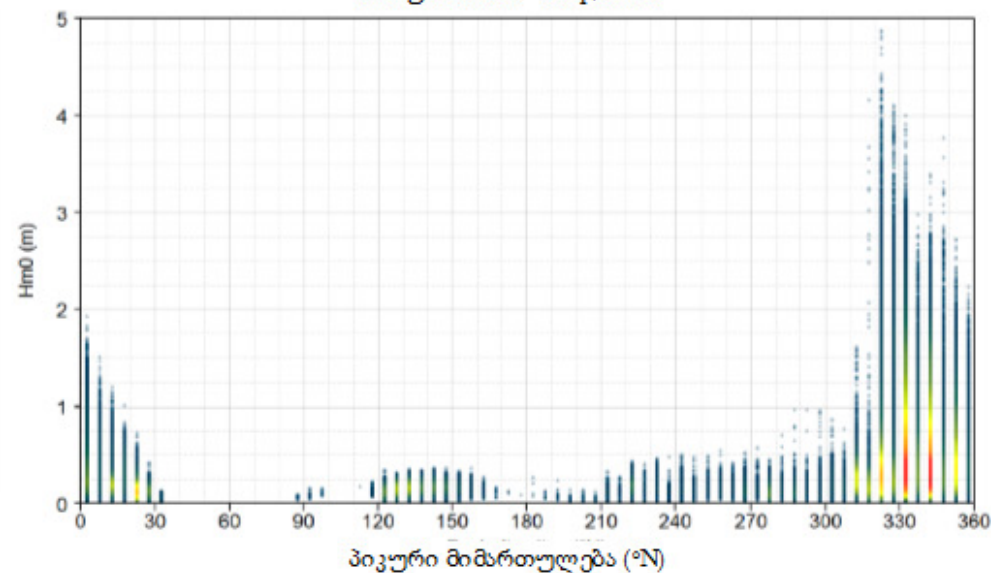




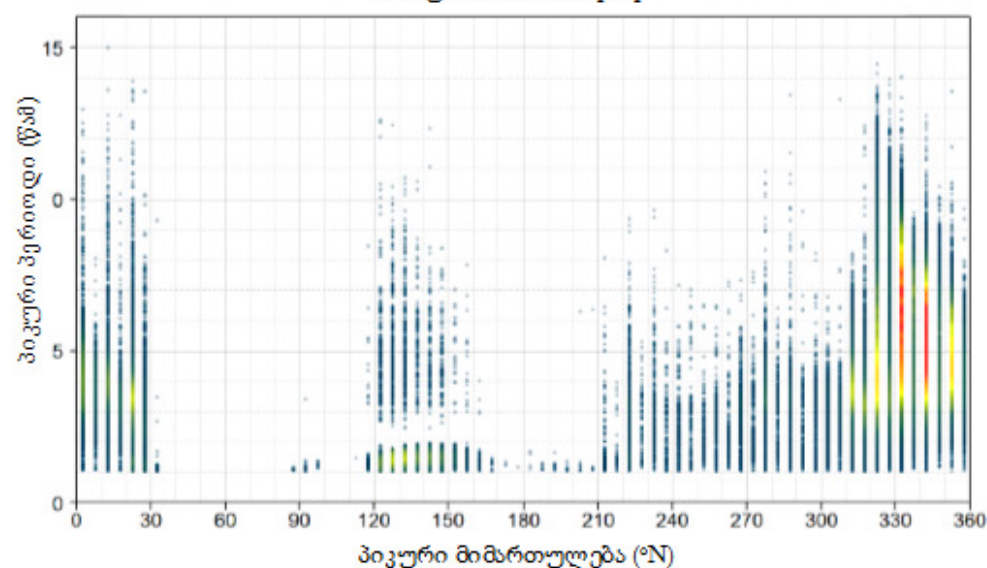
ბათუმი PC02 – Tp/Hm0



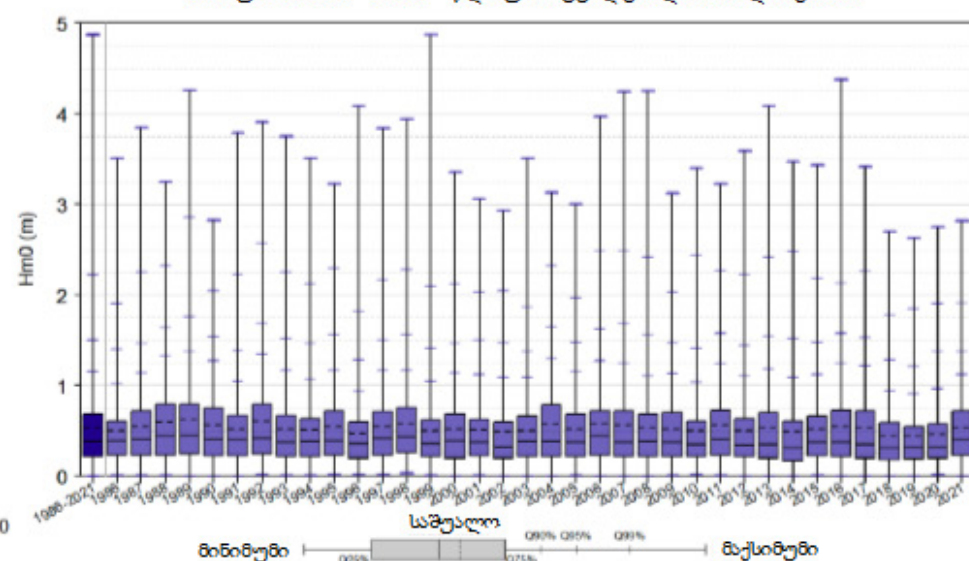
ბათუმი PC02 – Dirp/Hm0



ბათუმი PC02 – Dirp/Tp



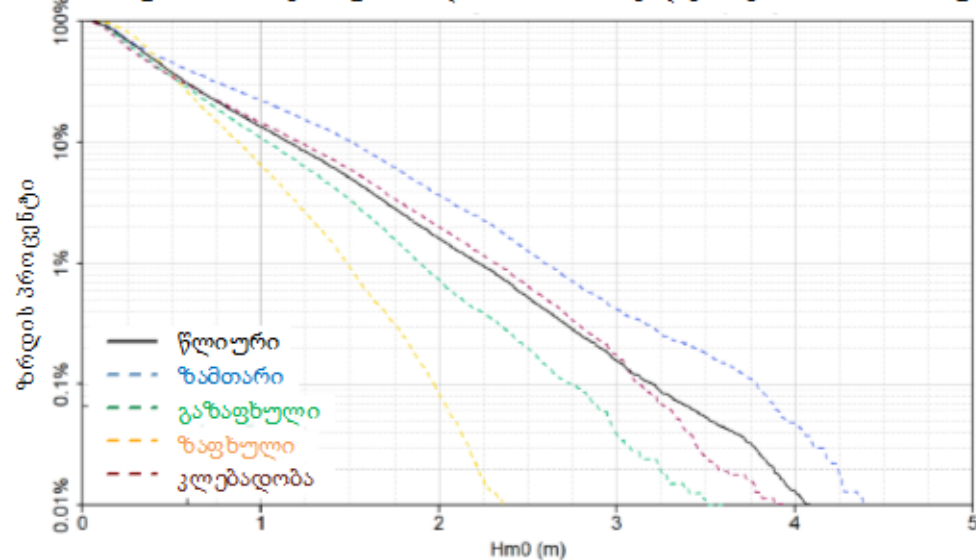
ბათუმი PC02 – Hm0 – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა



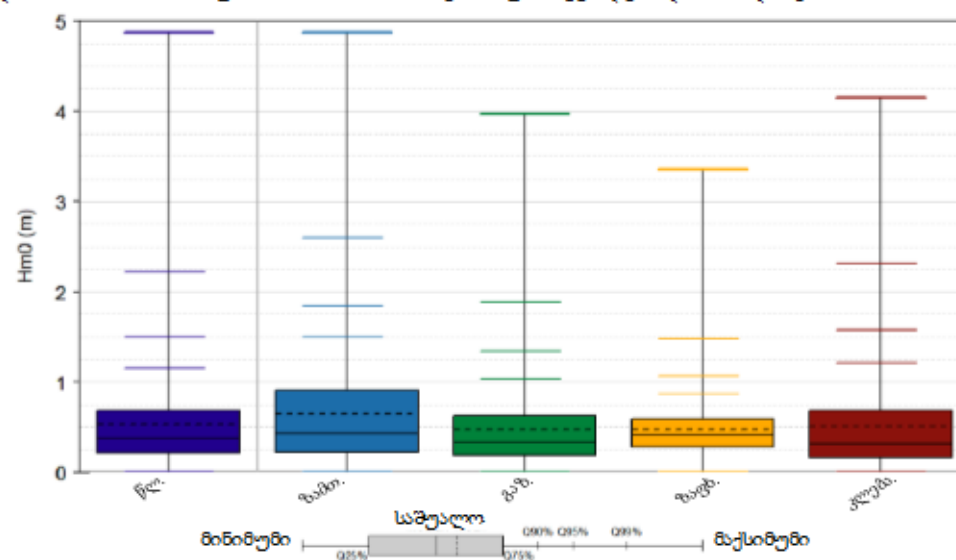




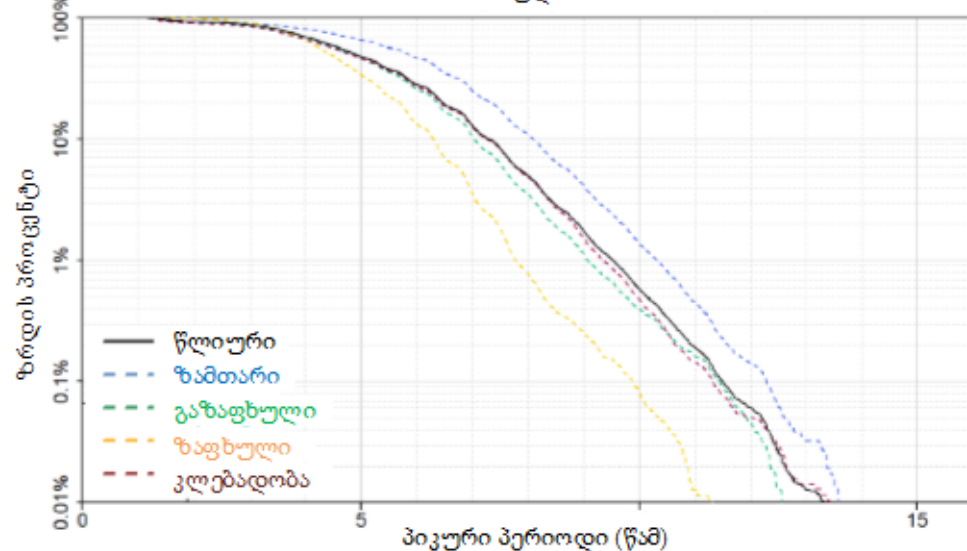
ბათუმი PC02 – სეზონური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



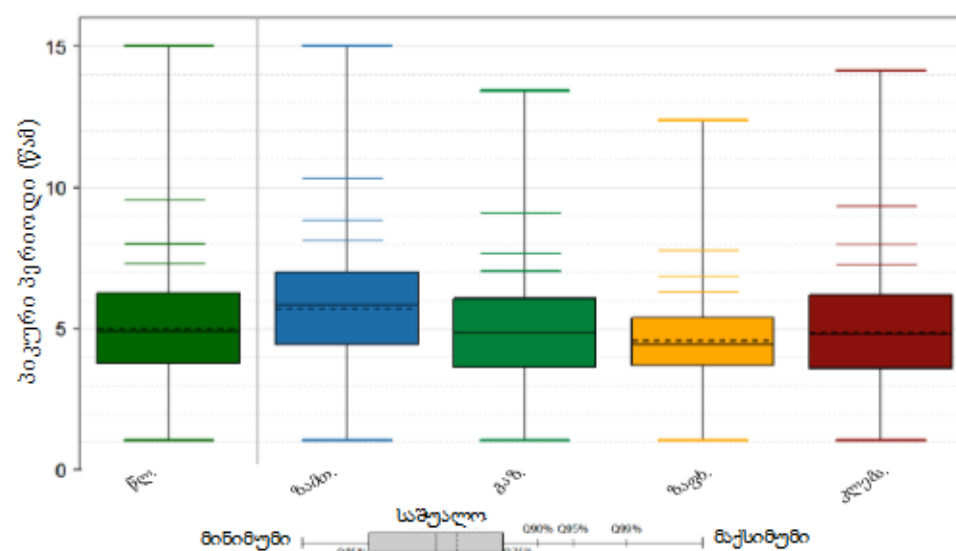
ბათუმი PC02 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



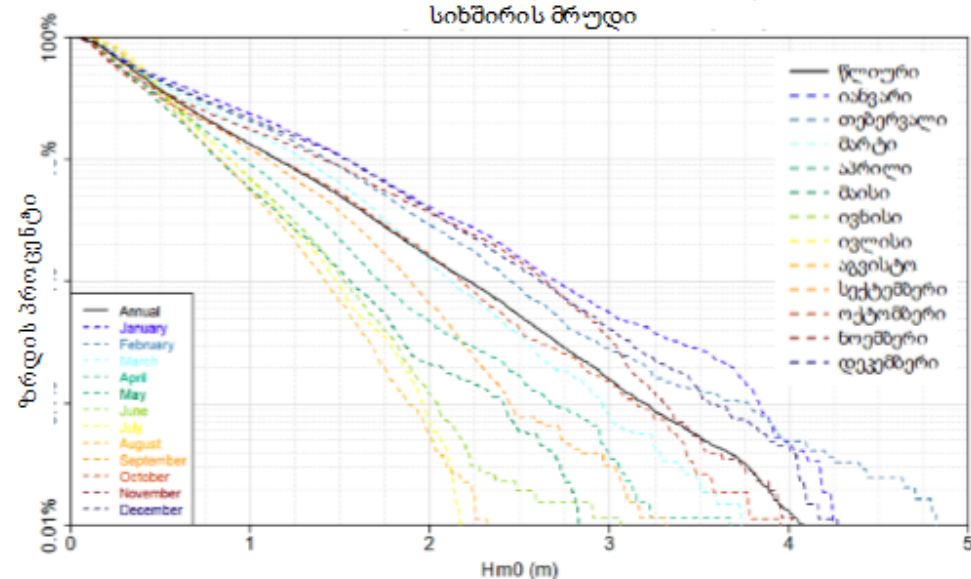
ბათუმი PC02 – სეზონური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



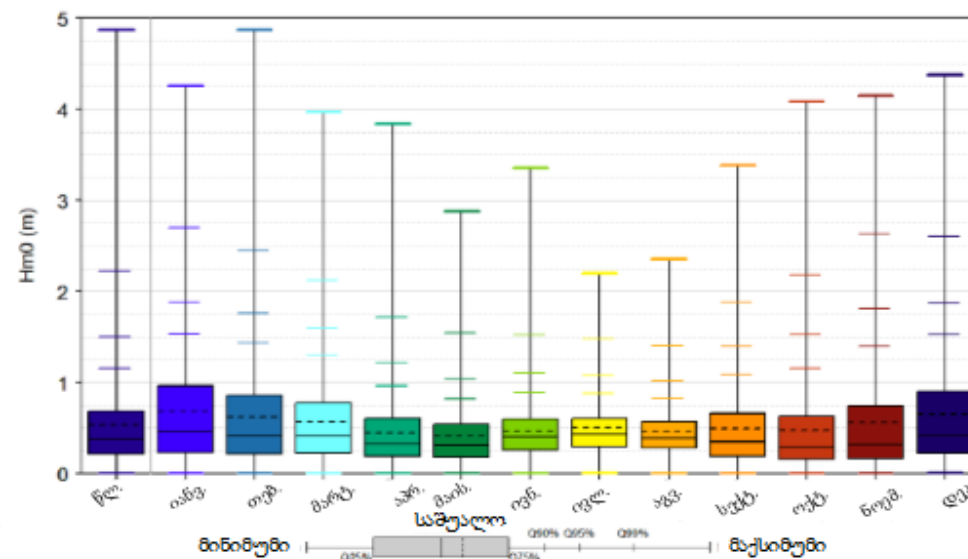
ბათუმი PC02 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



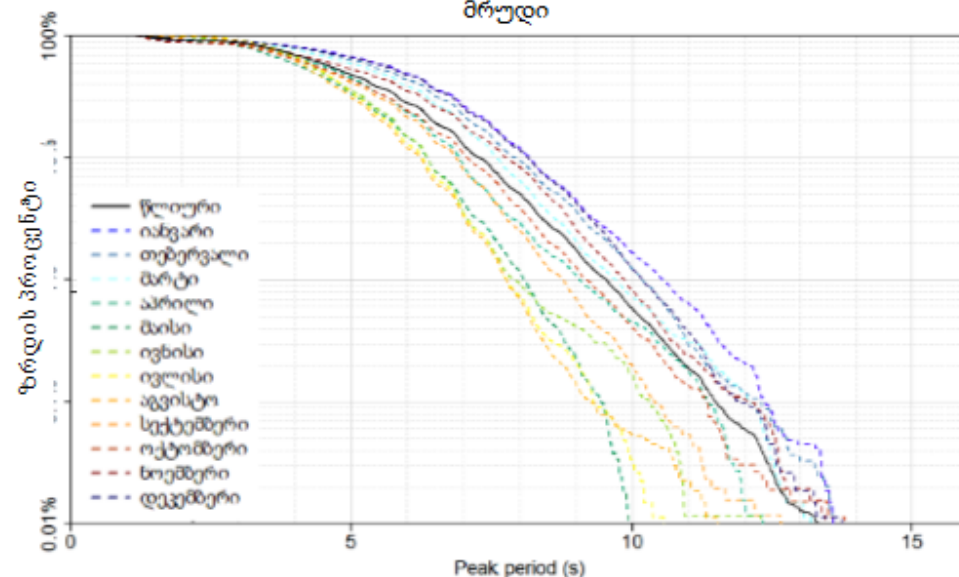
ბათუმი PC02 – თვიური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



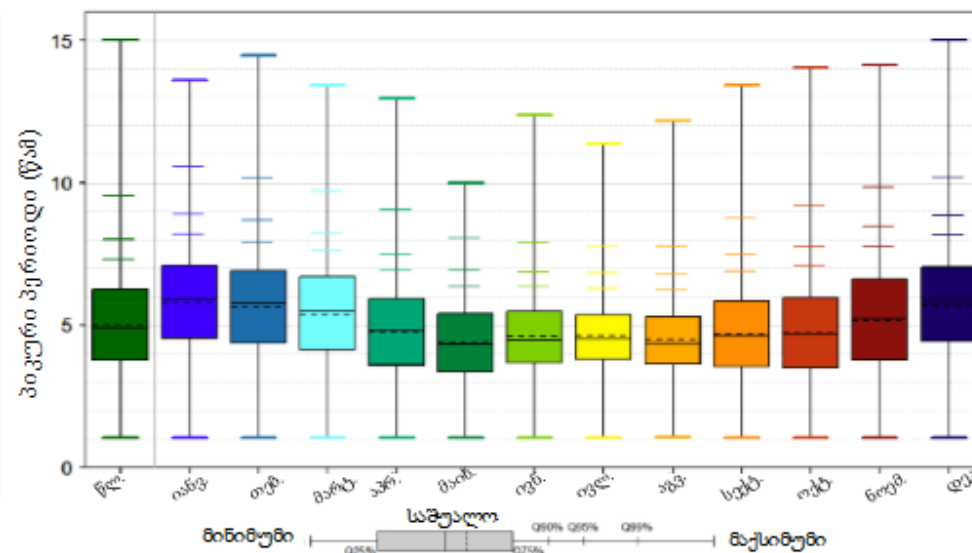
ბათუმი PC02 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PC02 – თვიური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



ბათუმი PC02 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა

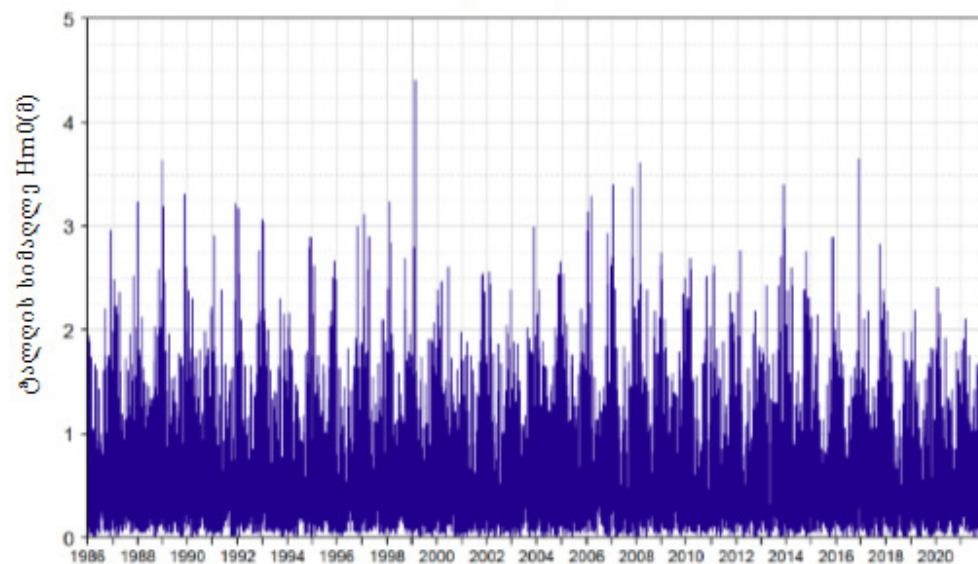




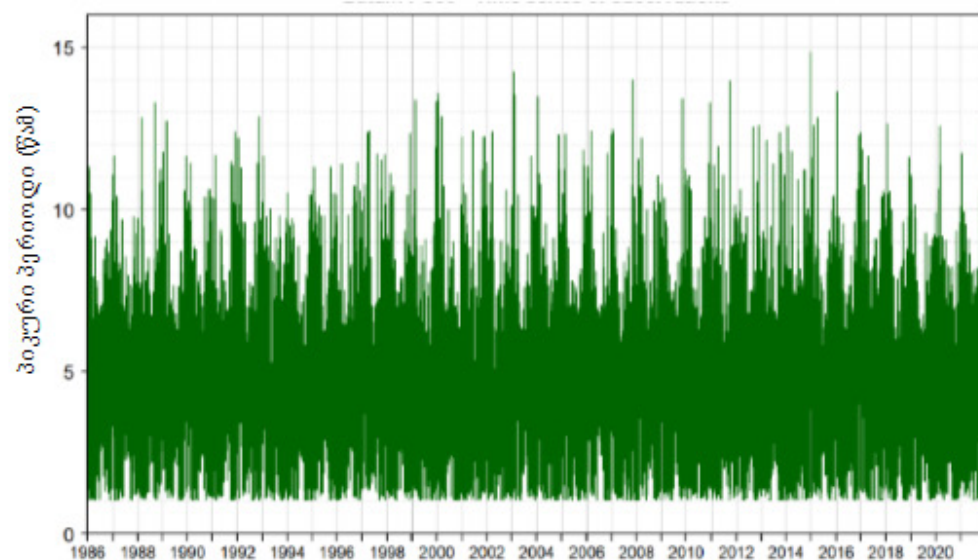
წერტილი PC03



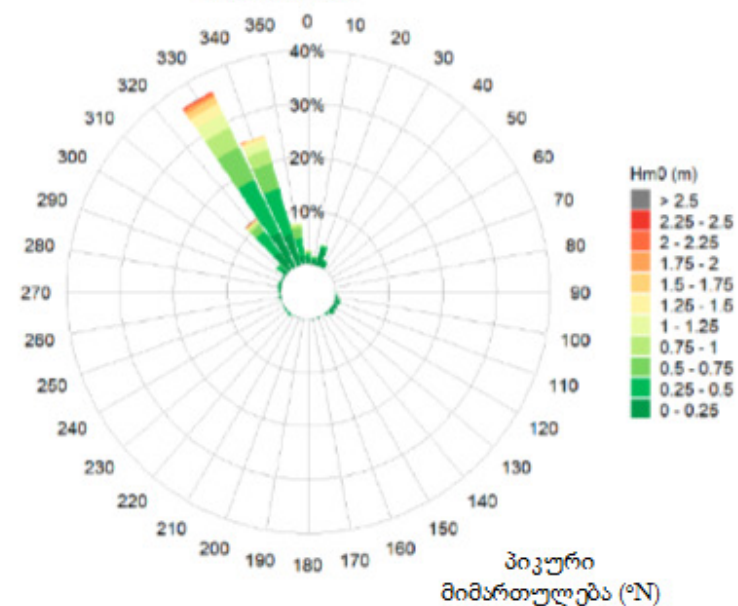
ბათუმი PC03 – დროში დაგვირგვინების რიგები



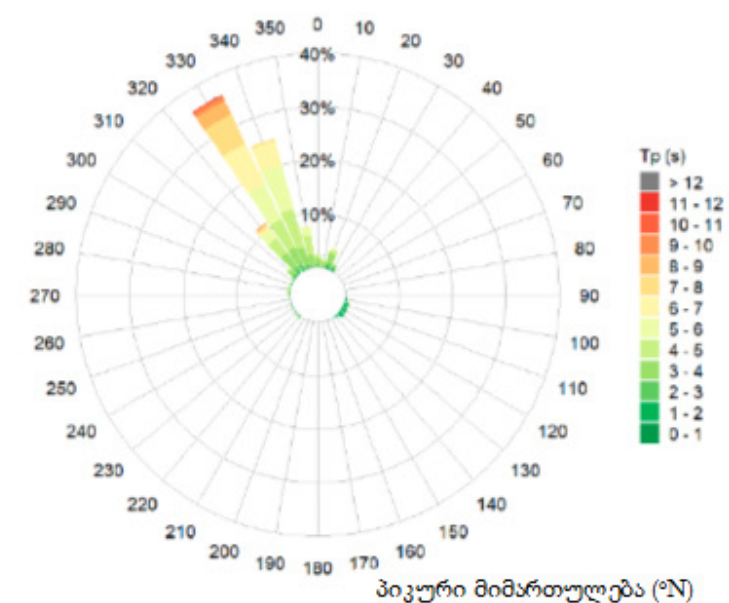
ბათუმი PC03 – დროში დაგვირგვინების რიგები

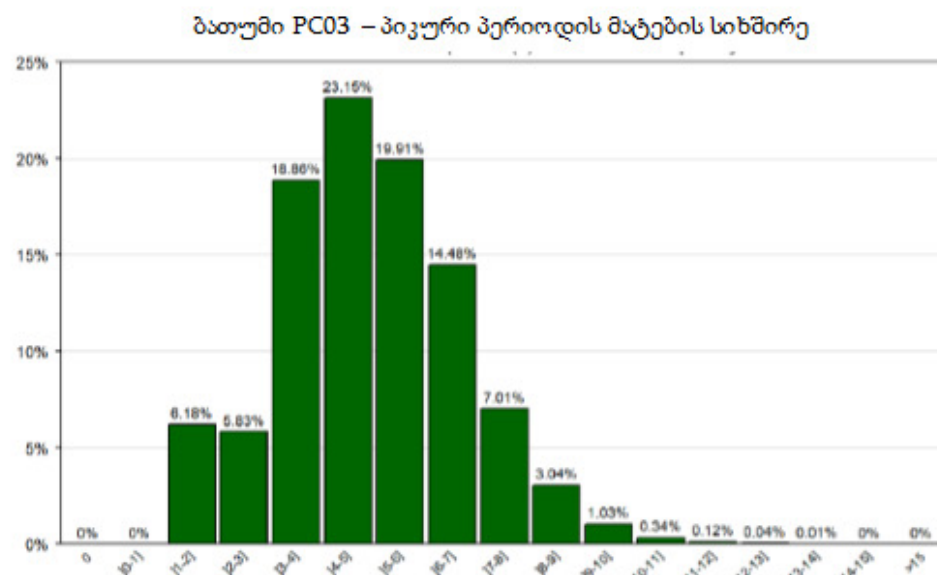
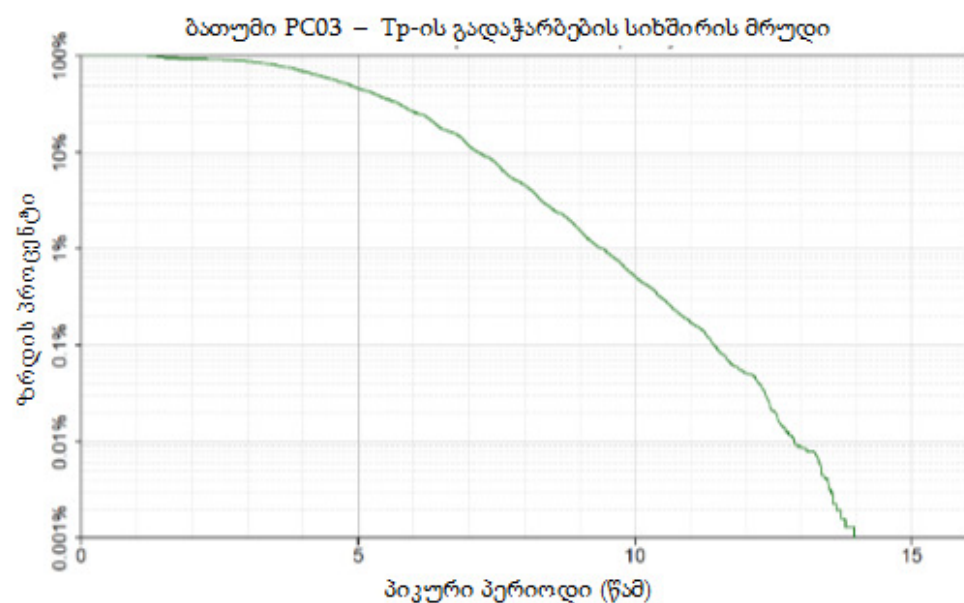
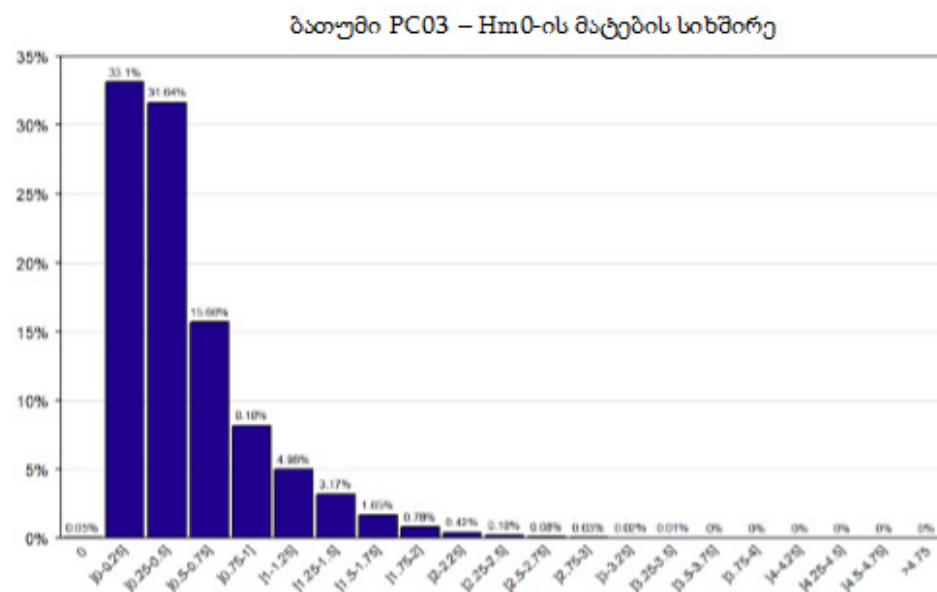
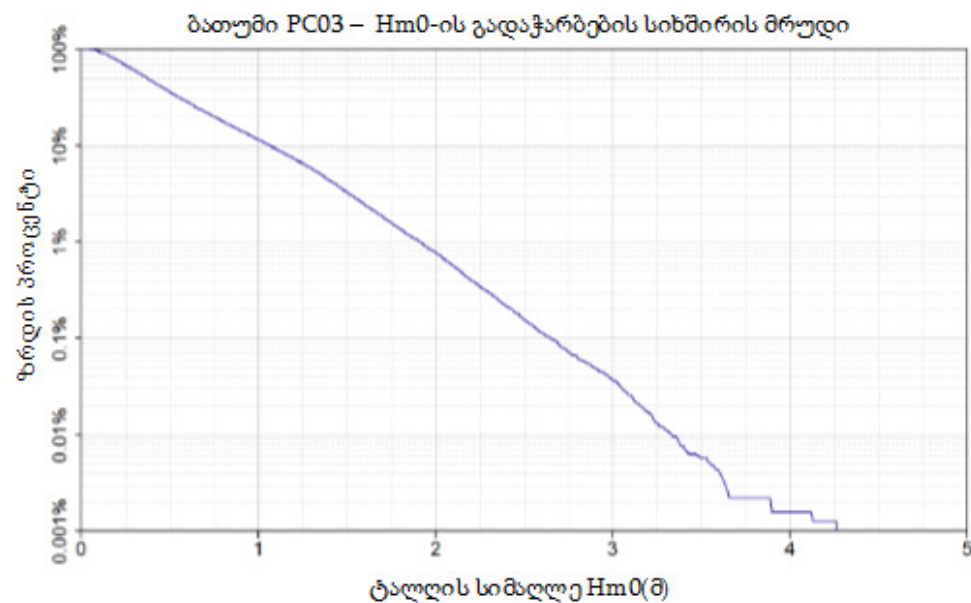


ბათუმი PC03

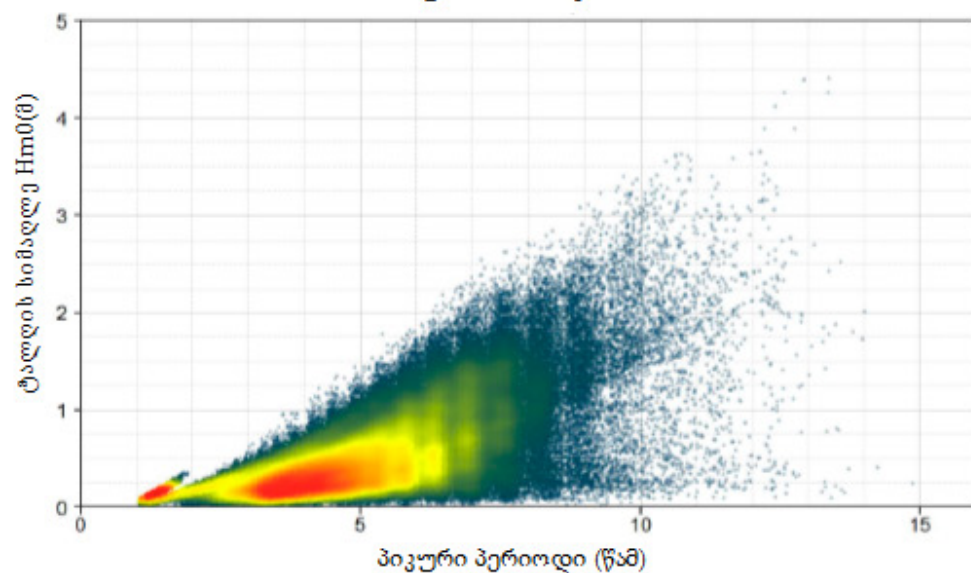


ბათუმი PC03

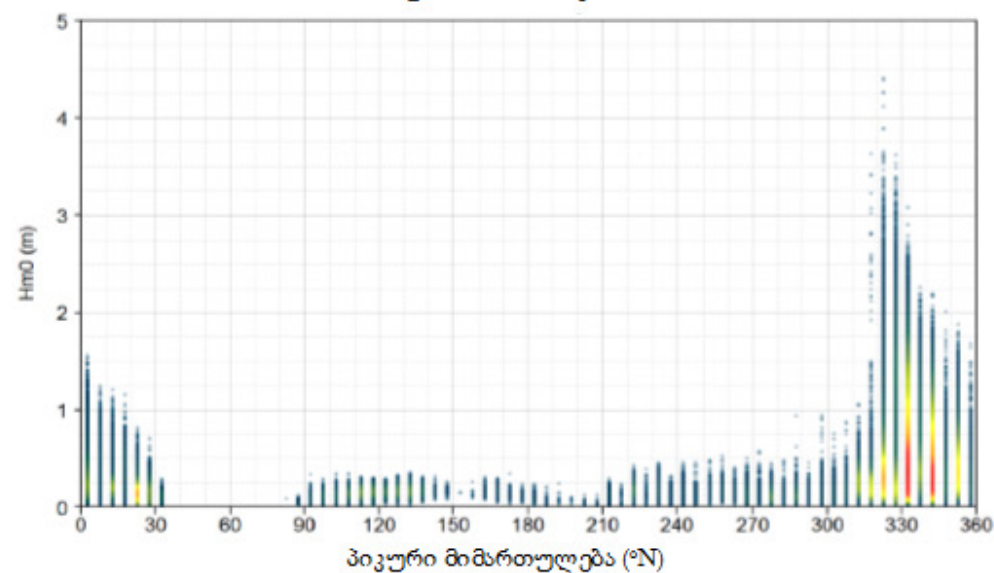




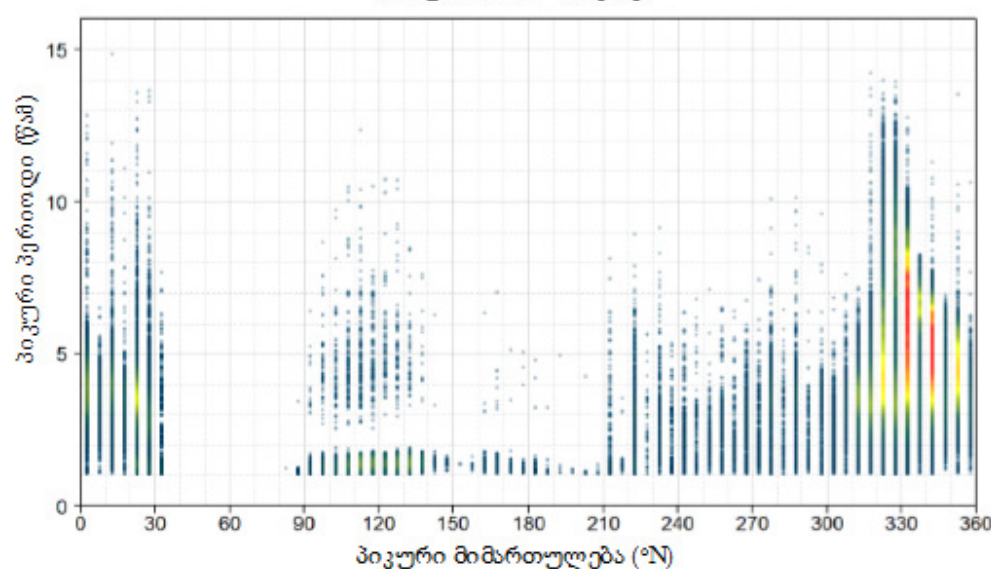
ბათუმი PC03 – Tp/Hm0



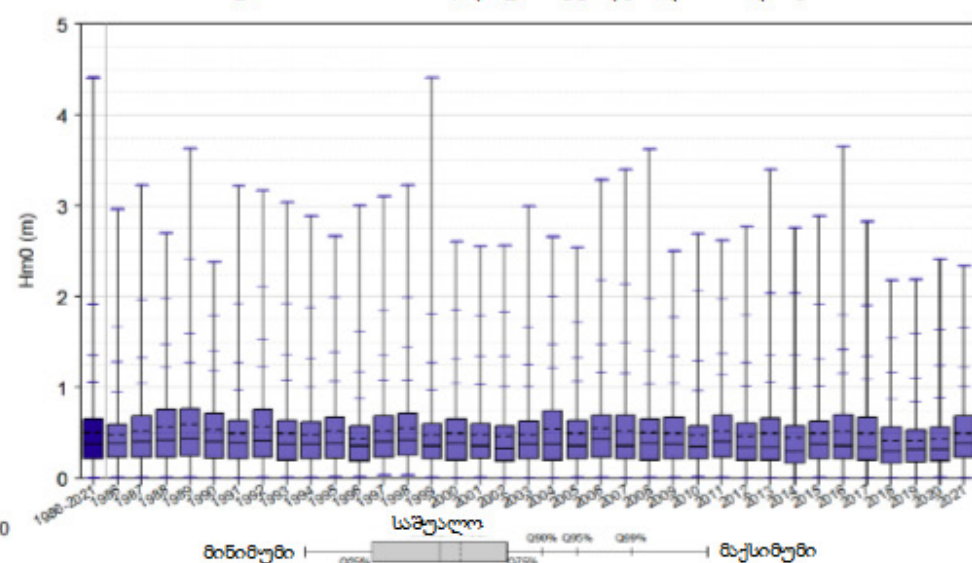
ბათუმი PC03 – Dirp/Hm0



ბათუმი PC03 – Dirp/Tp

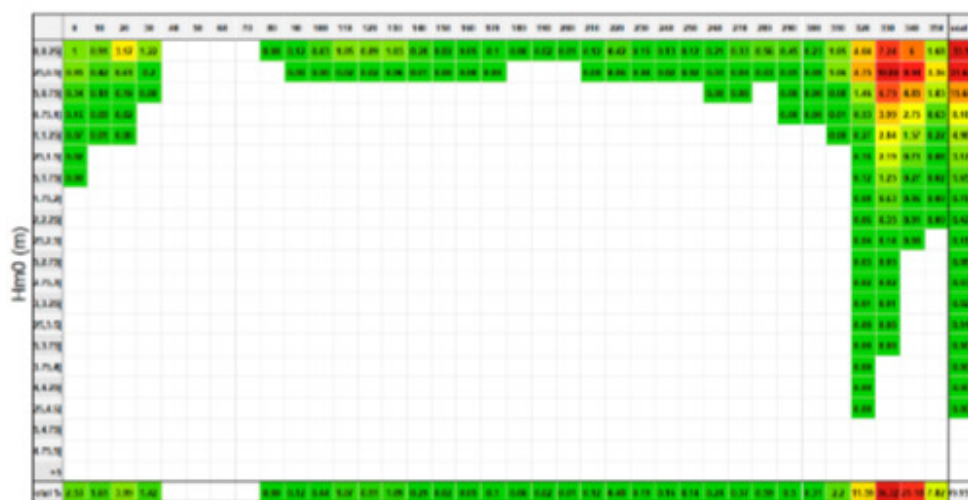


ბათუმი PC03 – Hm0 – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა



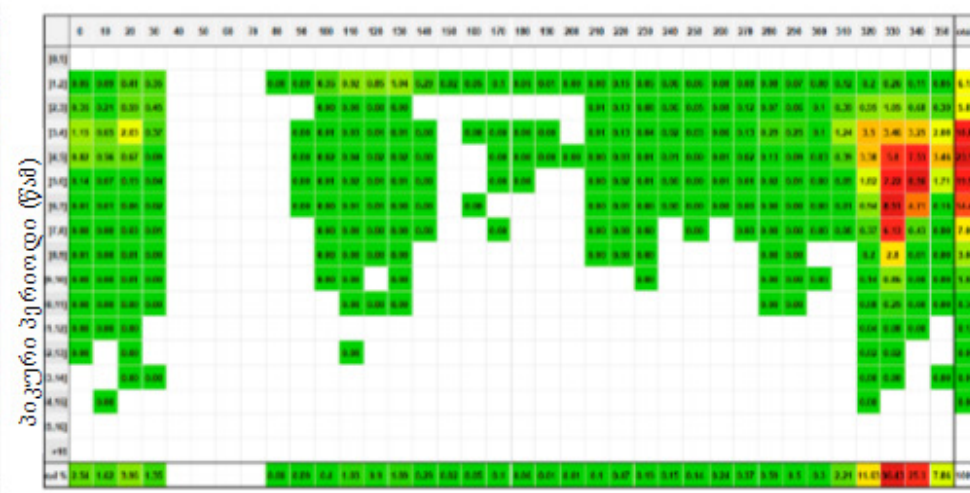


ბათუმი PC03 - Hm0/Dirp - კორელოგრამა



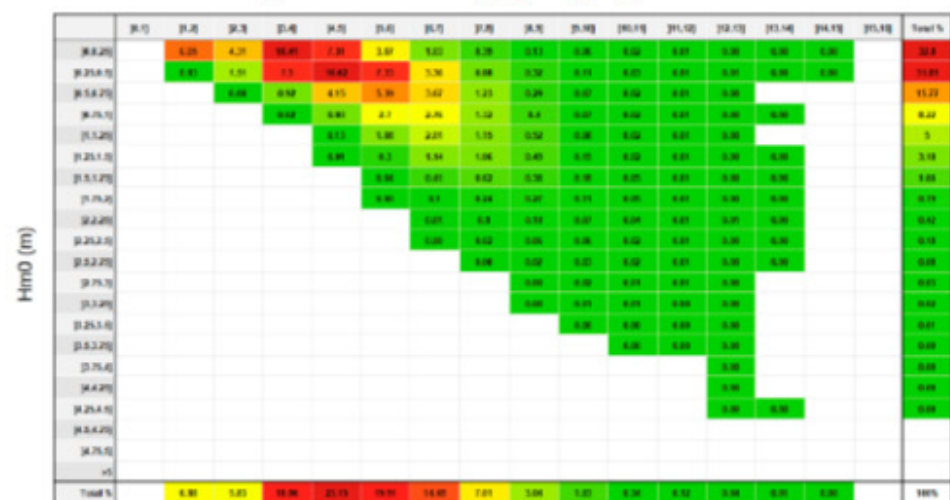
პიკური მიმართულება (°N)

ბათუმი PC03 - Tp/Dirp - კორელოგრამა



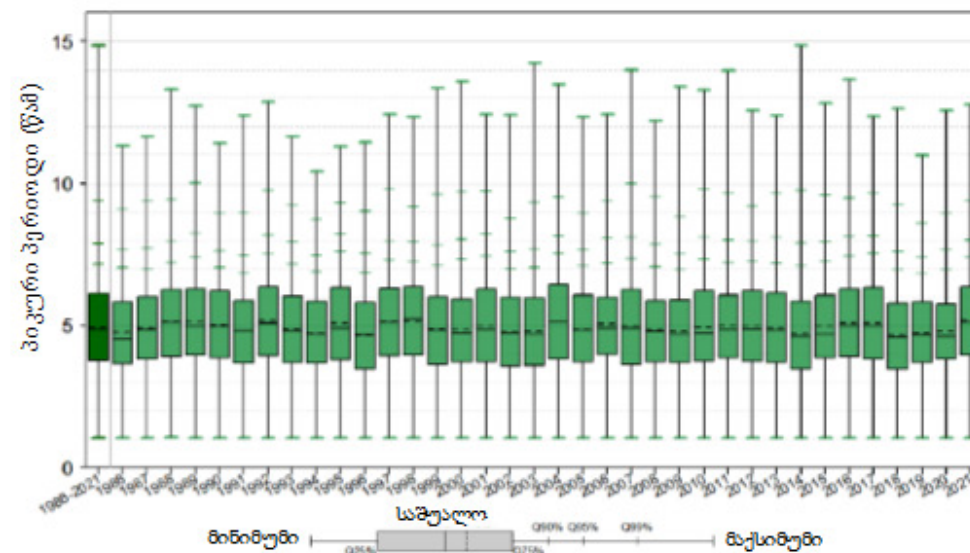
პიკური მიმართულება (°N)

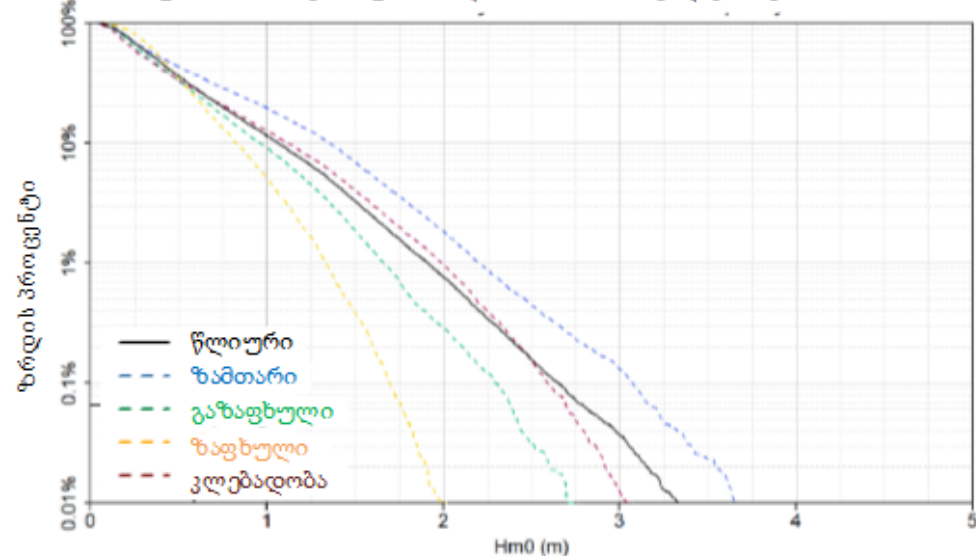
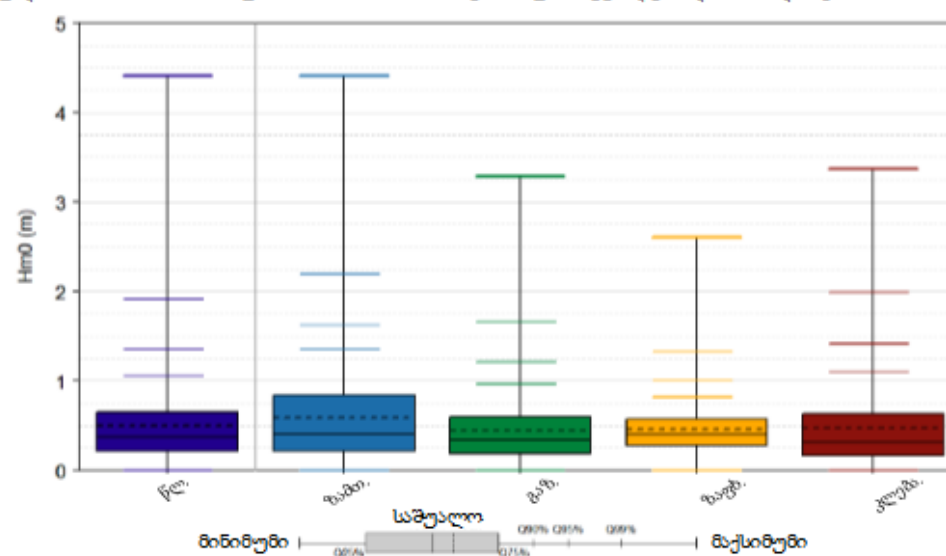
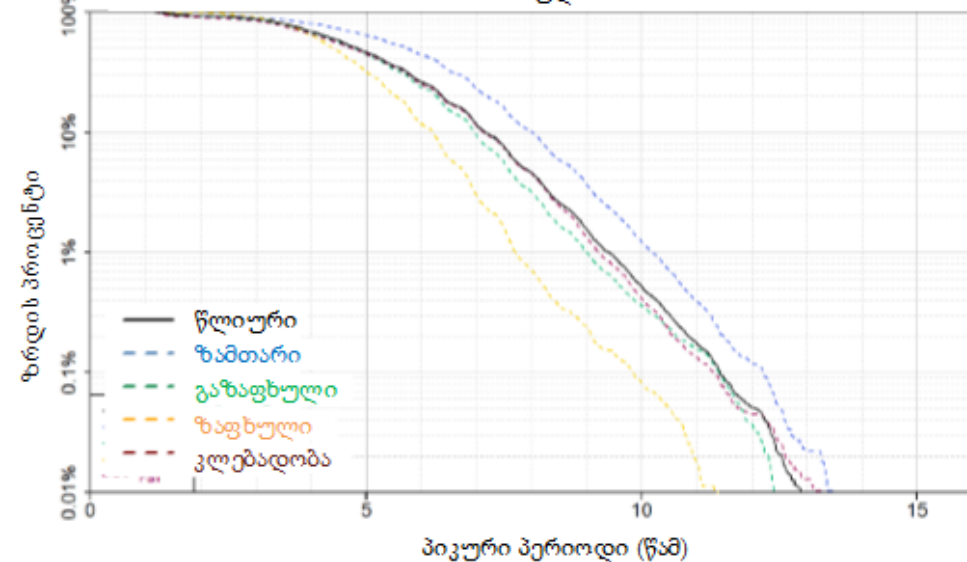
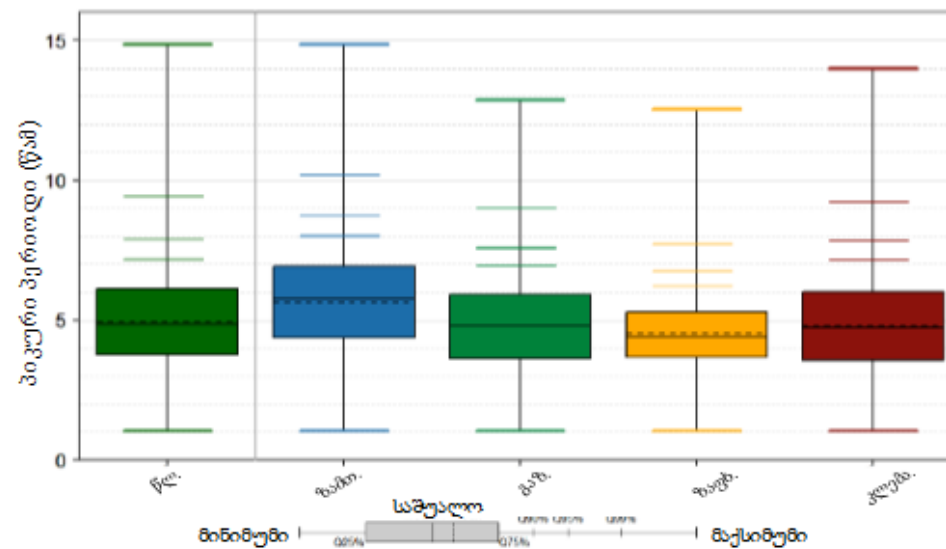
ბათუმი PC03 - Hm0/Tp - კორელოგრამა



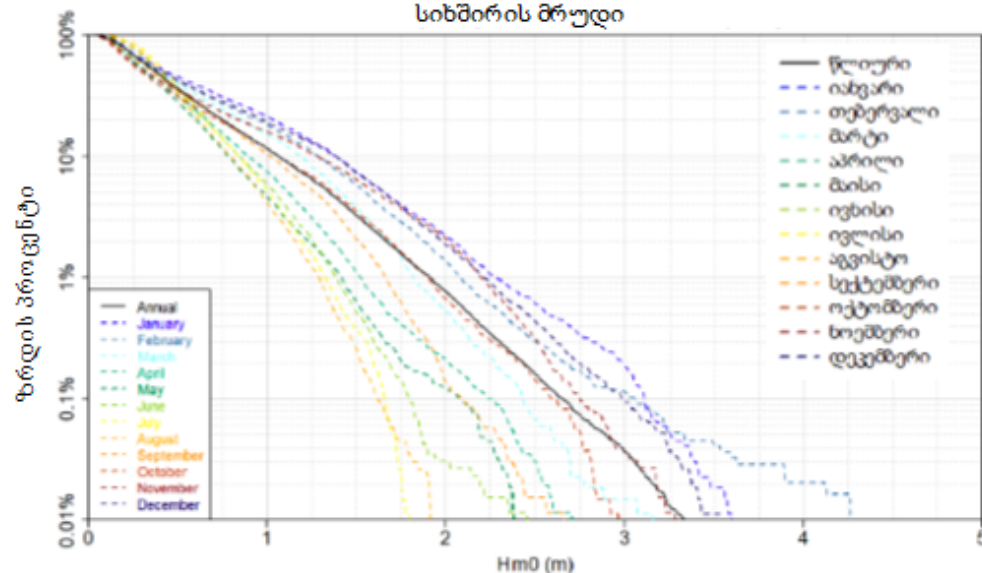
პიკური პერიოდი (წმ)

ბათუმი PC03 - Hm0 - წლიური ცვალებადობის დიაგრამა

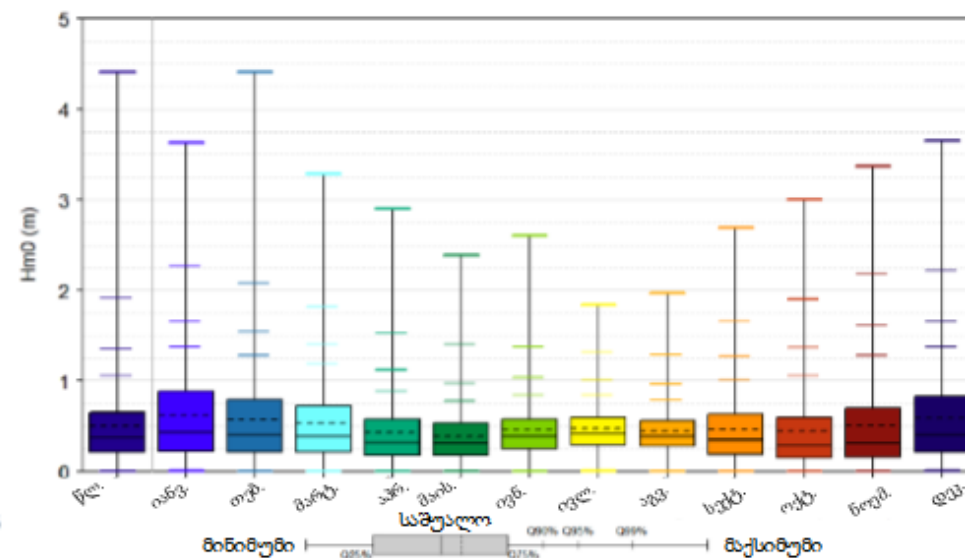


ბათუმი PC03 – სეზონური ანალიზი –  $H_m0$ -ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდიბათუმი PC03 –  $H_m0$  – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამაბათუმი PC03 – სეზონური ანალიზი –  $T_p$ -ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდიბათუმი PC03 –  $T_p$  – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა

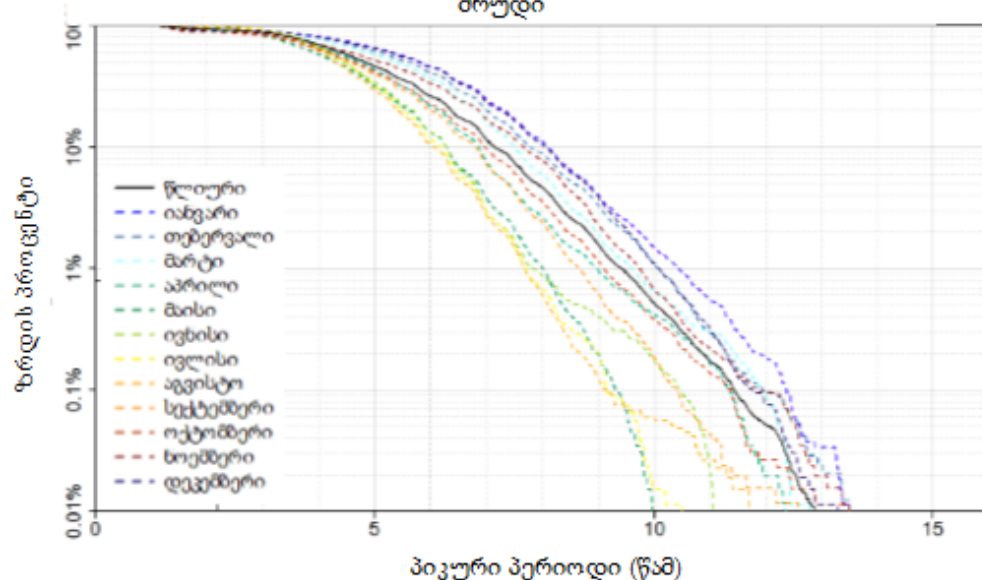
ბათუმი PC03 – თვიური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



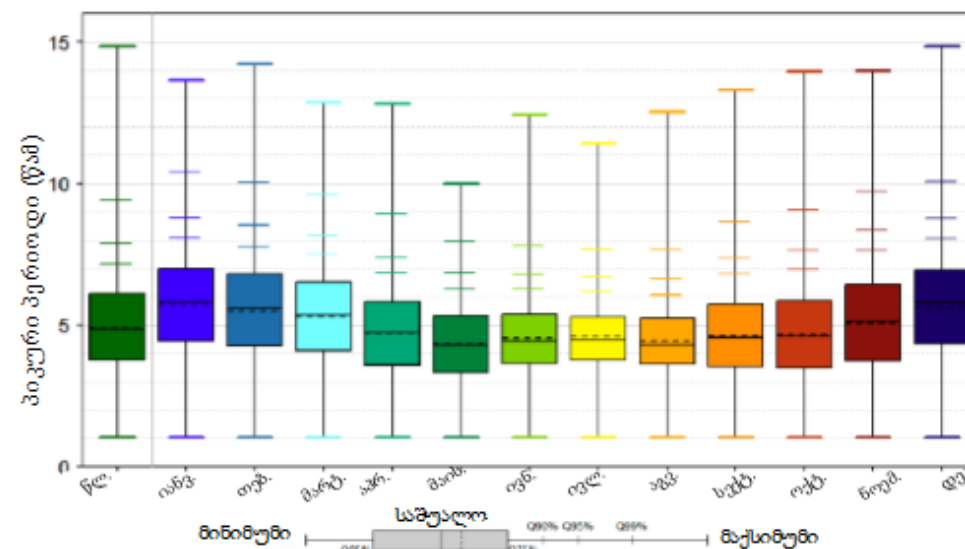
ბათუმი PC03 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PC03 – თვიური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



ბათუმი PC03 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა

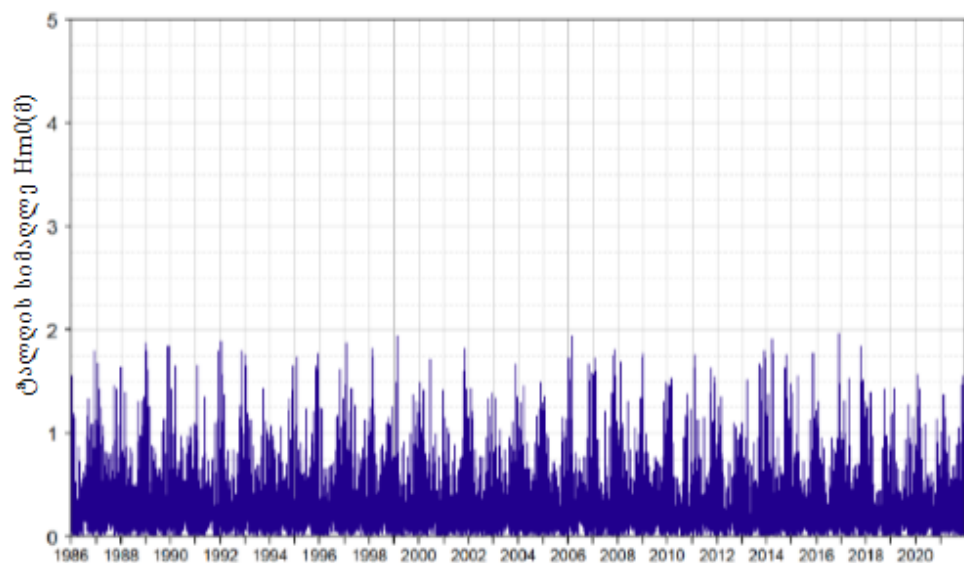




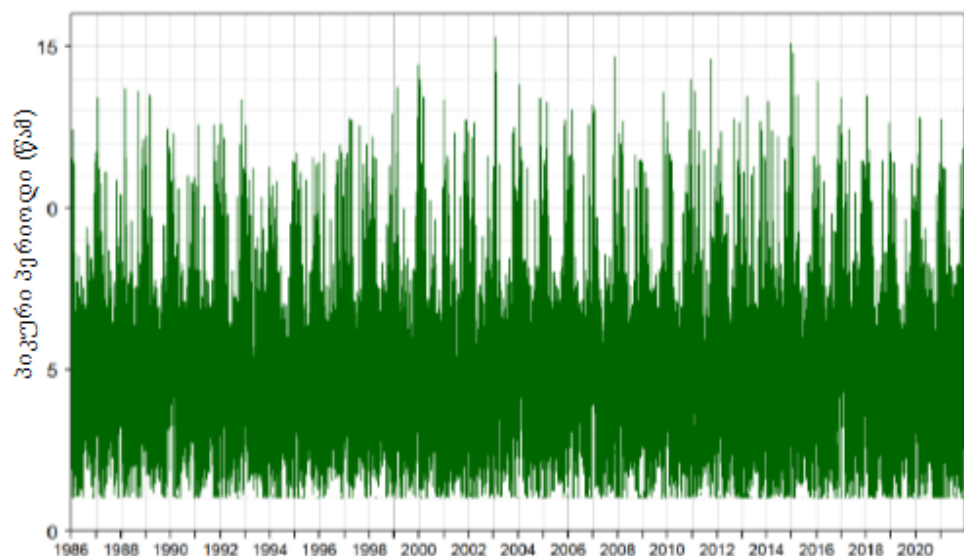


წერტილი PS01

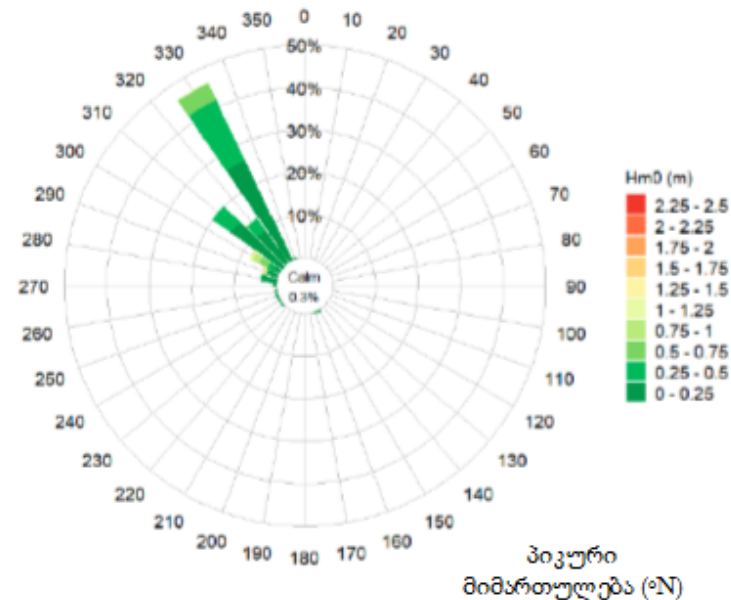
ბათუმი PS01 – დროში დავიკრების რიგები



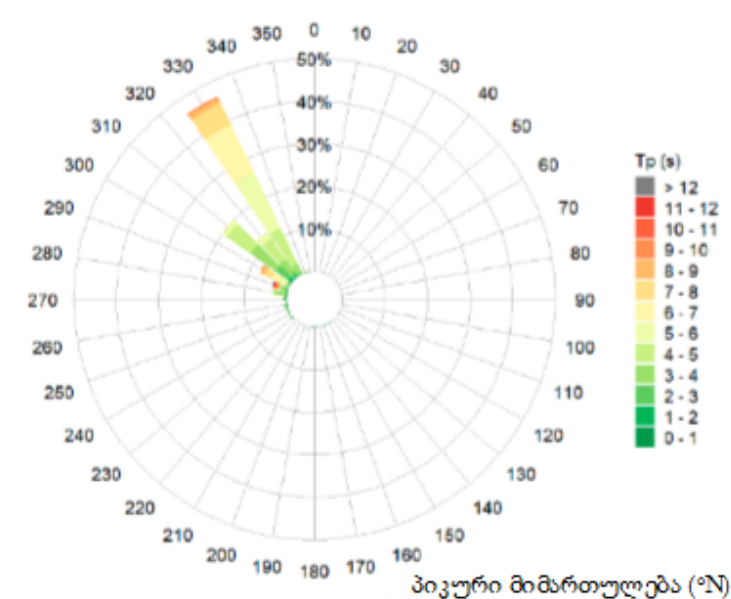
ბათუმი PS01 – დროში დავიკრების რიგები

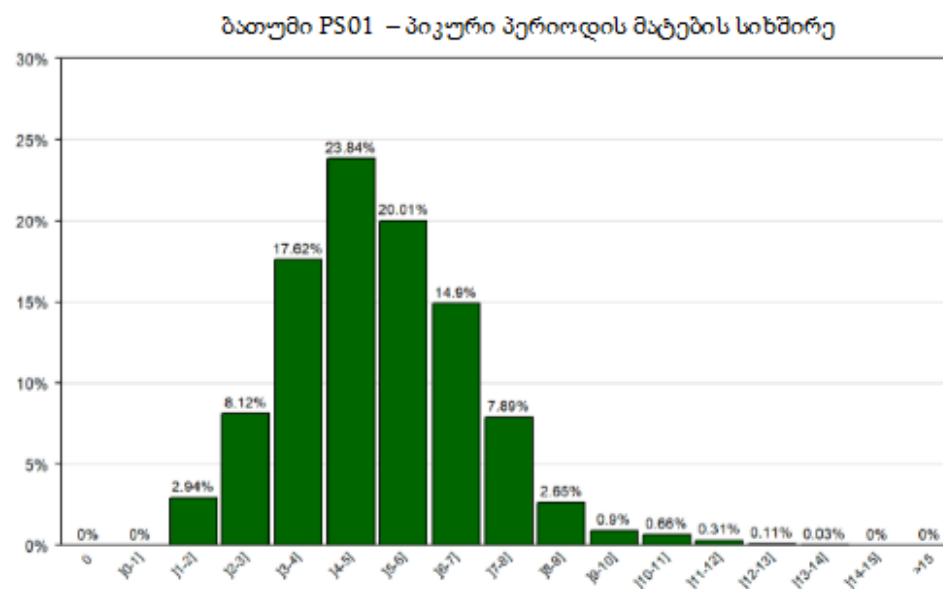
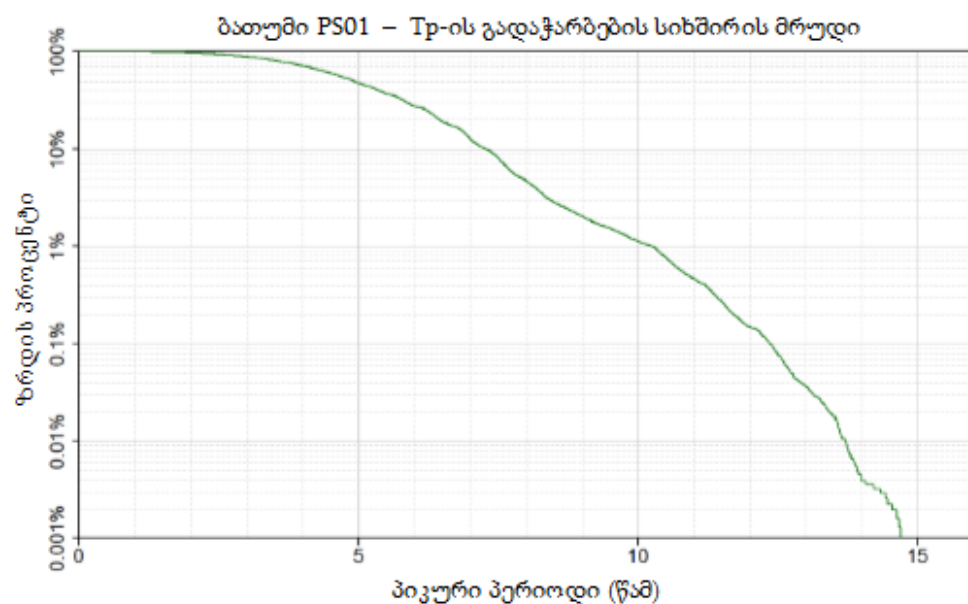
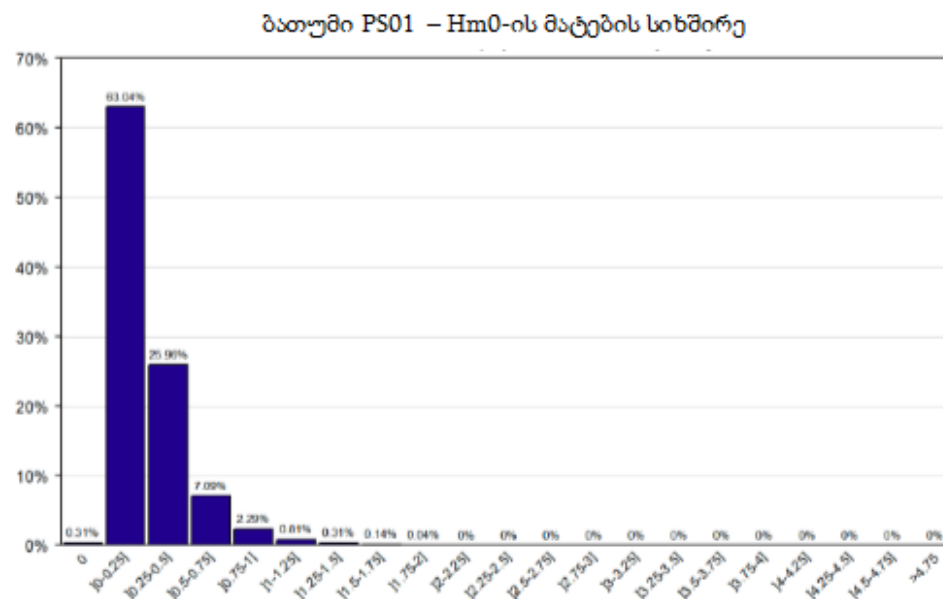
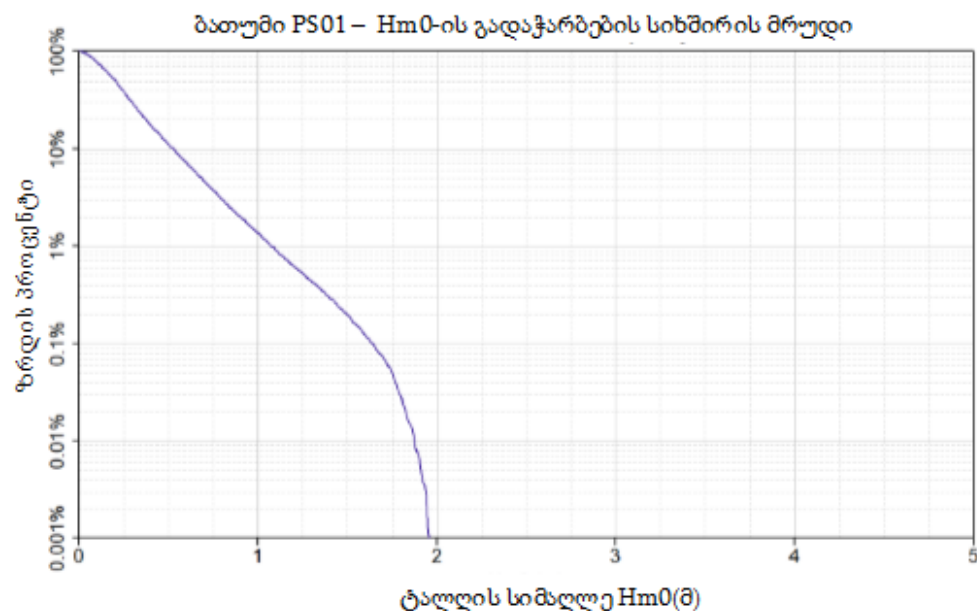


ბათუმი PS01



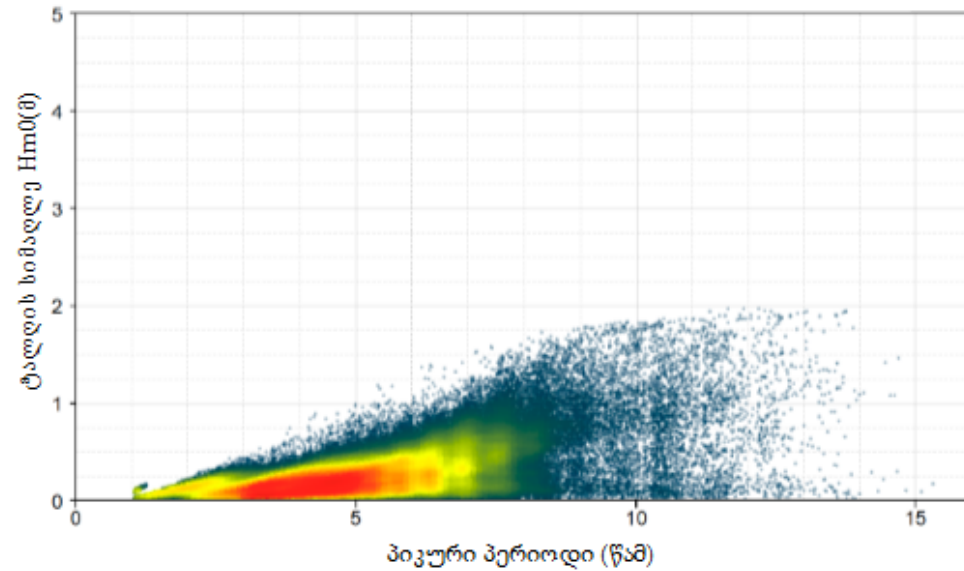
ბათუმი PS01



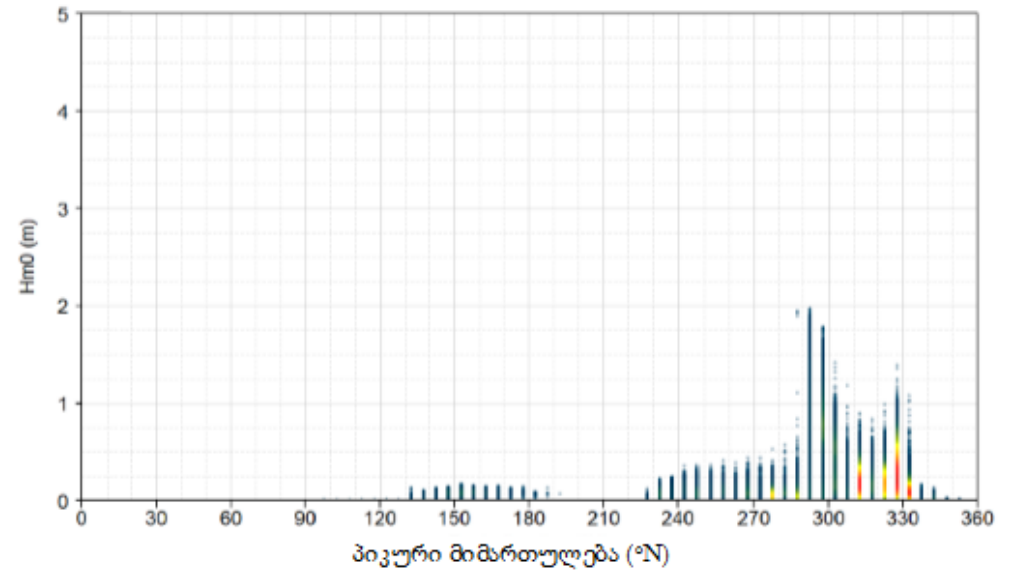




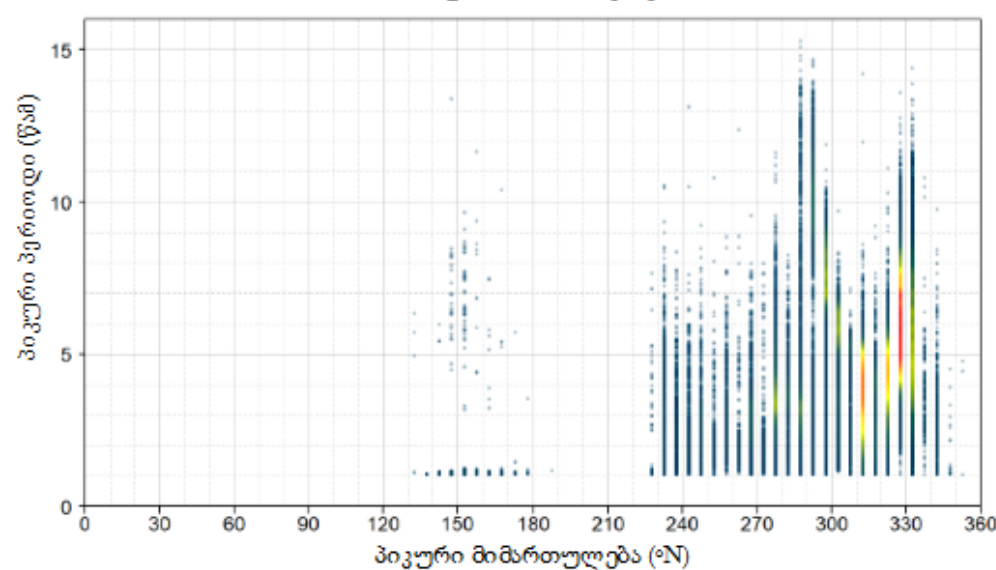
ბათუმი PS01 – Tp/Hm0



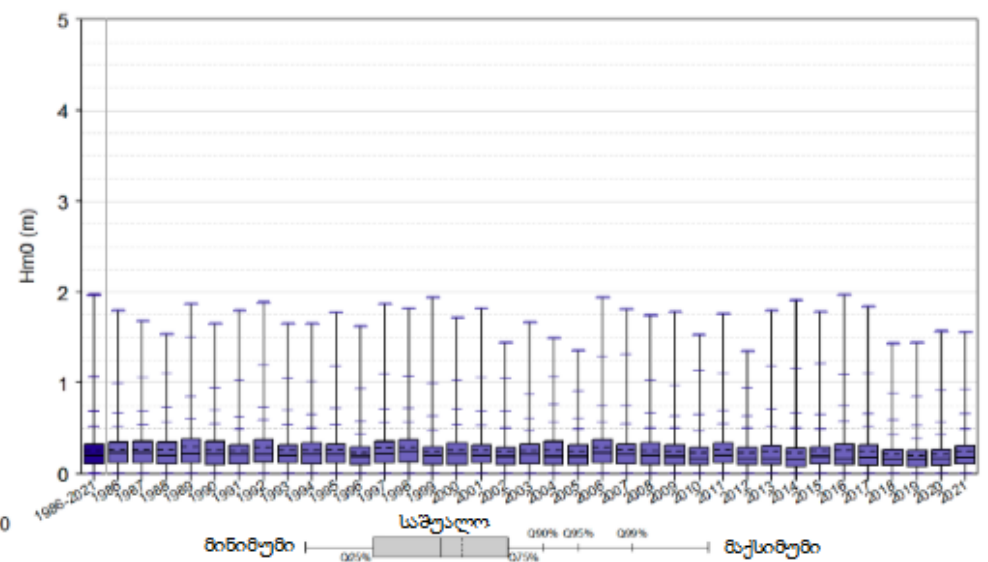
ბათუმი PS01 – Dirp/Hm0



ბათუმი PS01 – Dirp/Tp



ბათუმი PS01 – Hm0 – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა

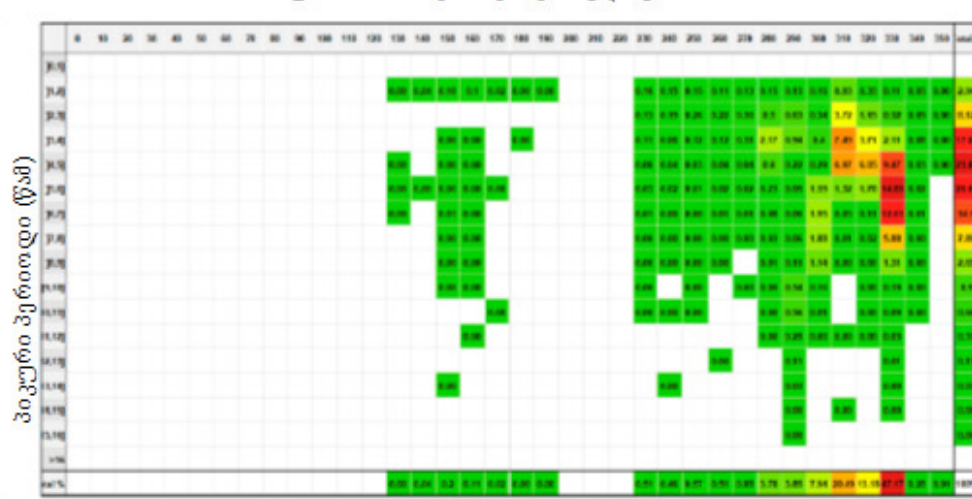


ბათუმი PS01 – Hm0/Dirp - კორელოგრამა



პიკური მიმართულება (°N)

ბათუმი PS01 – Tp/Dirp - კორელოგრამა



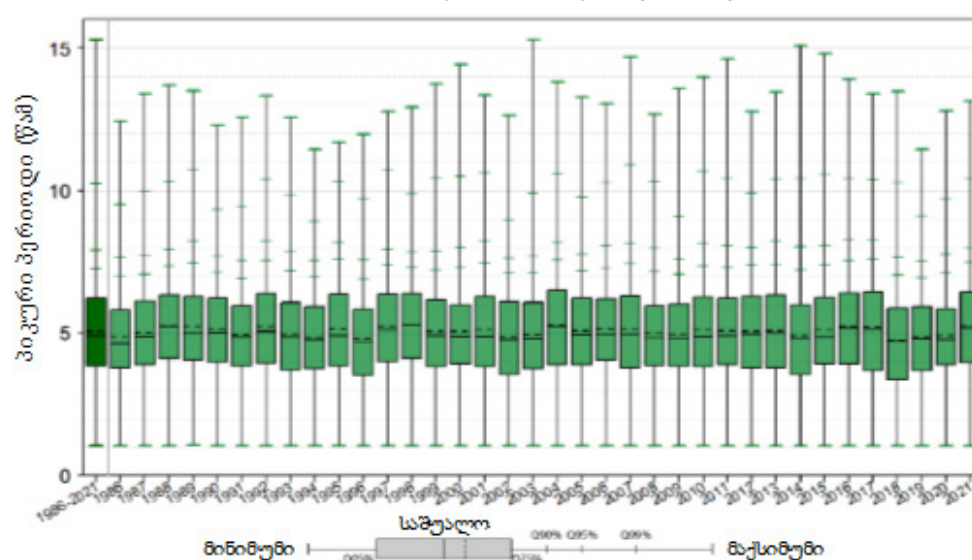
პიკური მიმართულება (°N)

ბათუმი PS01 – Hm0/Tp - კორელოგრამა

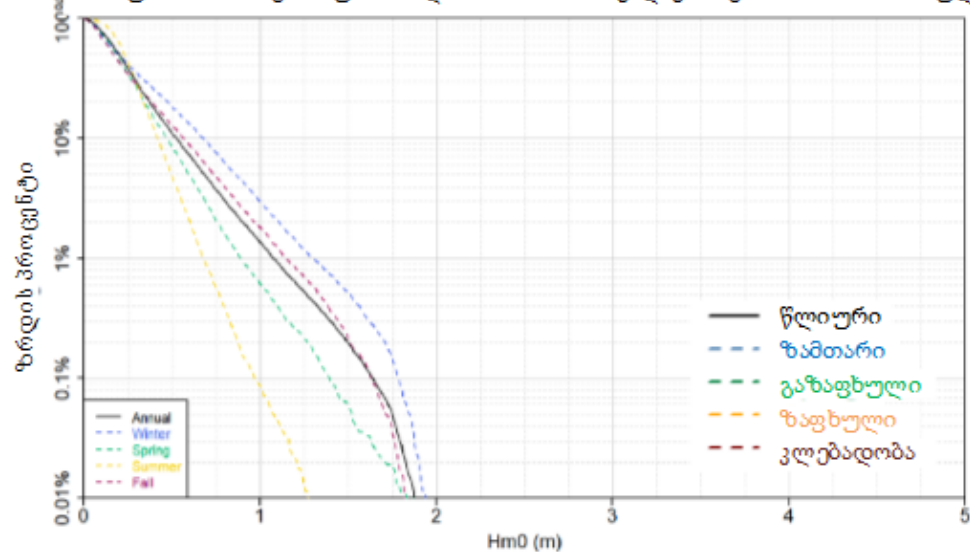


პიკური პერიოდი (წამ)

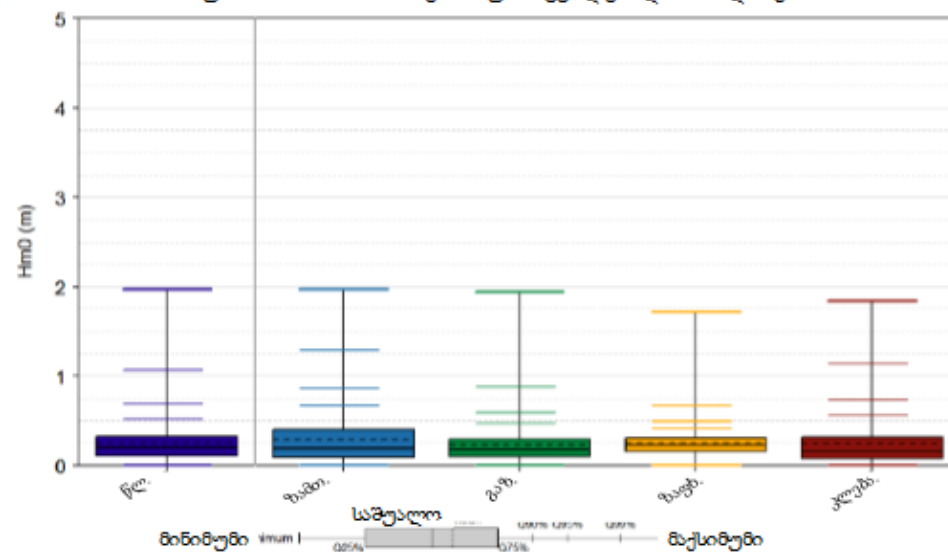
ბათუმი PS01 – Hm0 - წლიური ცვალებადობის დიაგრამა



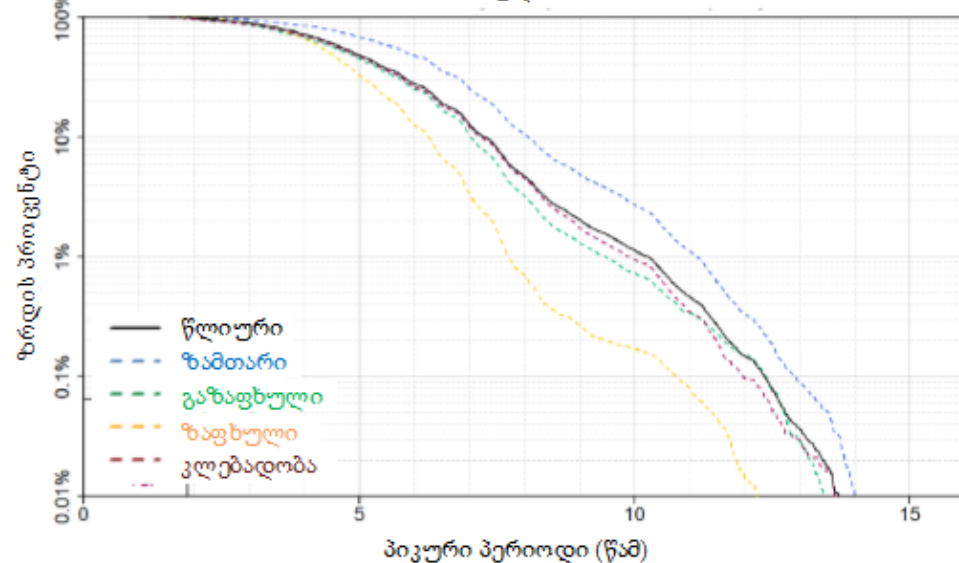
ბათუმი PS01 – სეზონური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



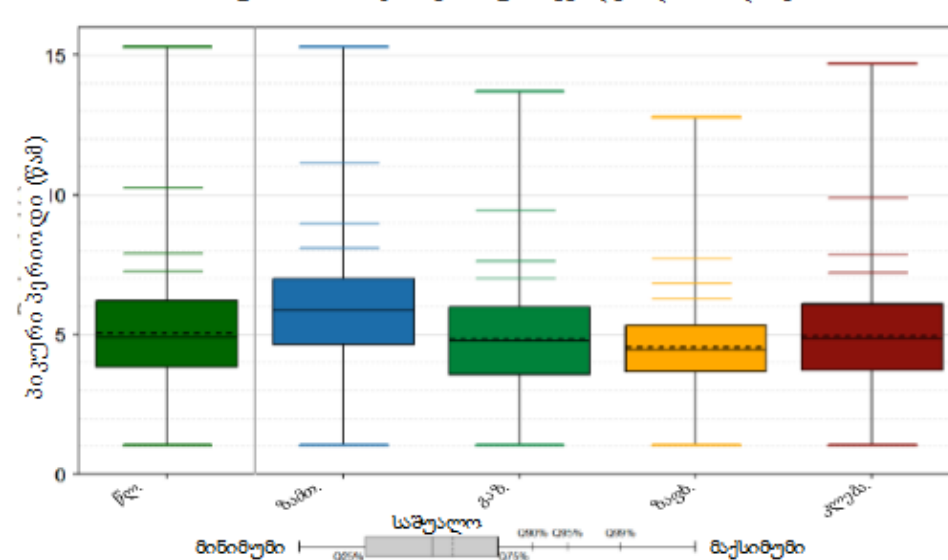
ბათუმი PS01 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PS01 – სეზონური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი

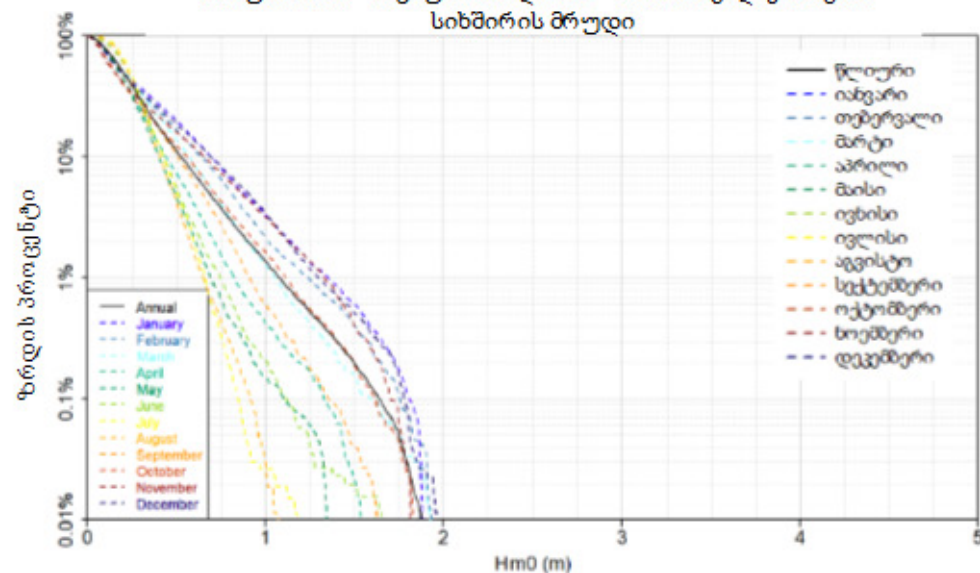


ბათუმი PS01 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა

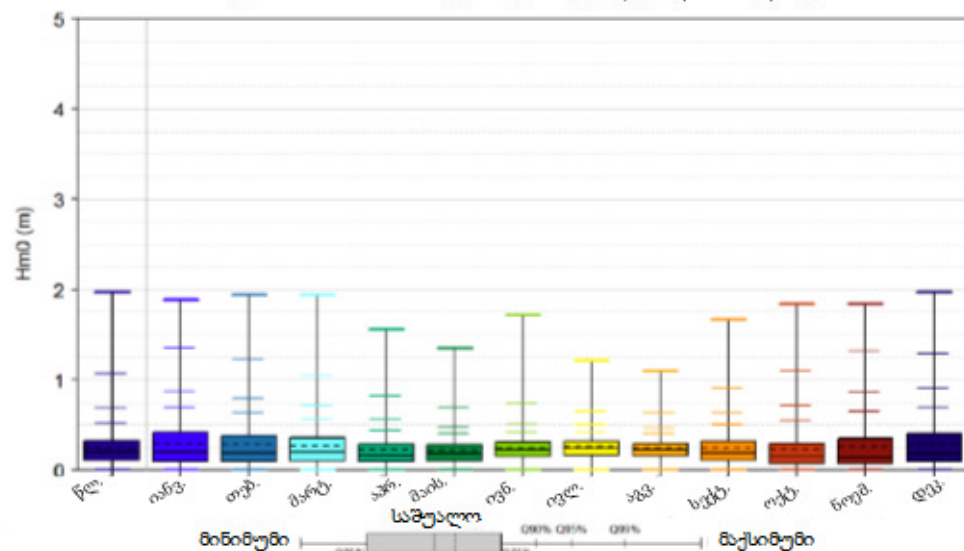




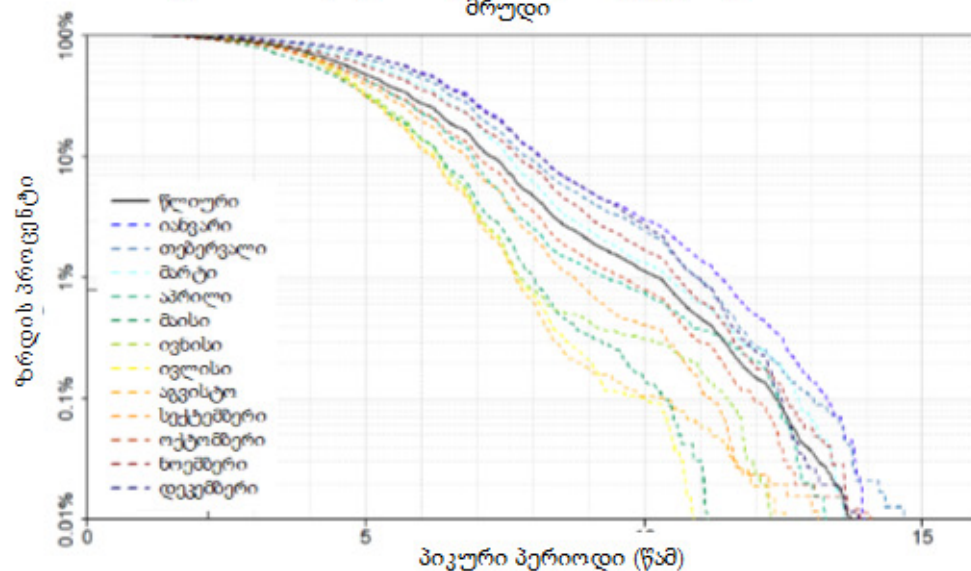
ბათუმი PS01 – თვიური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



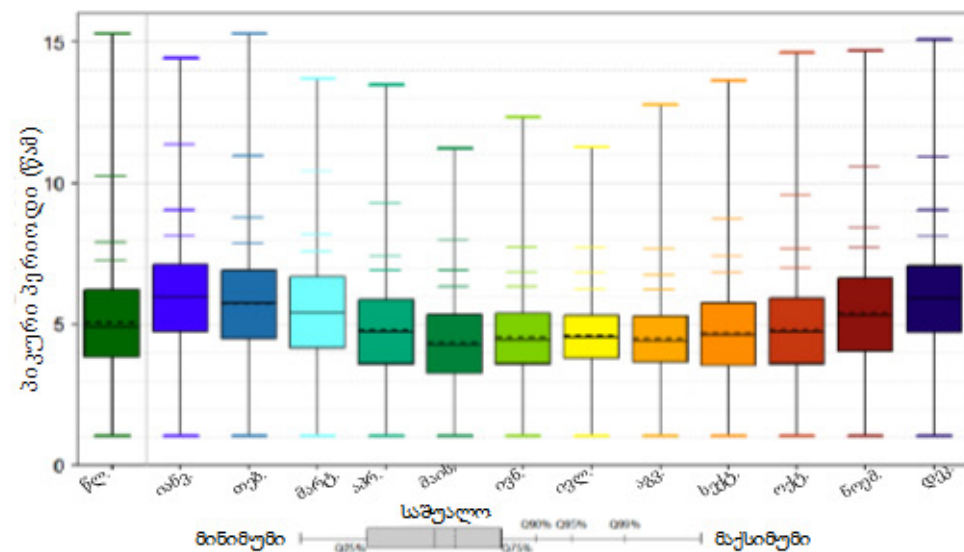
ბათუმი PS01 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PS01 – თვიური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



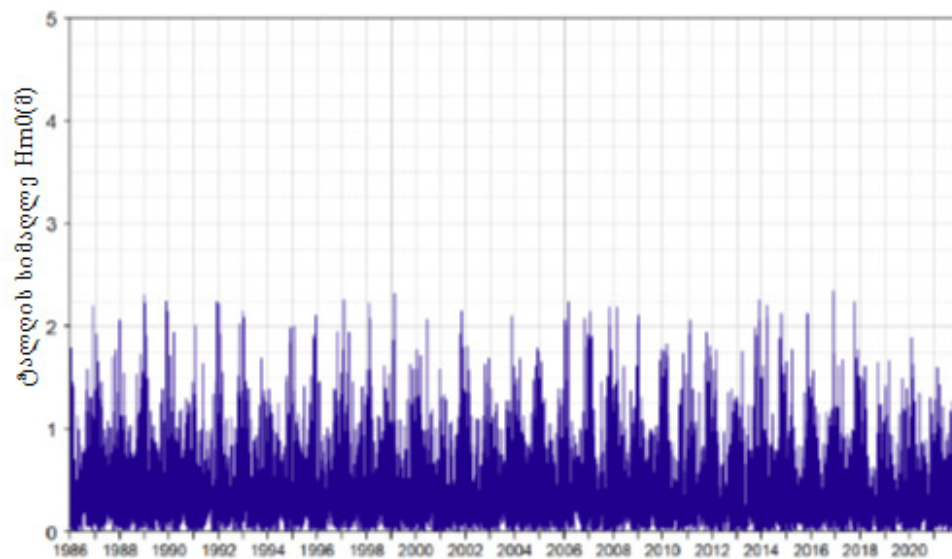
ბათუმი PS01 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



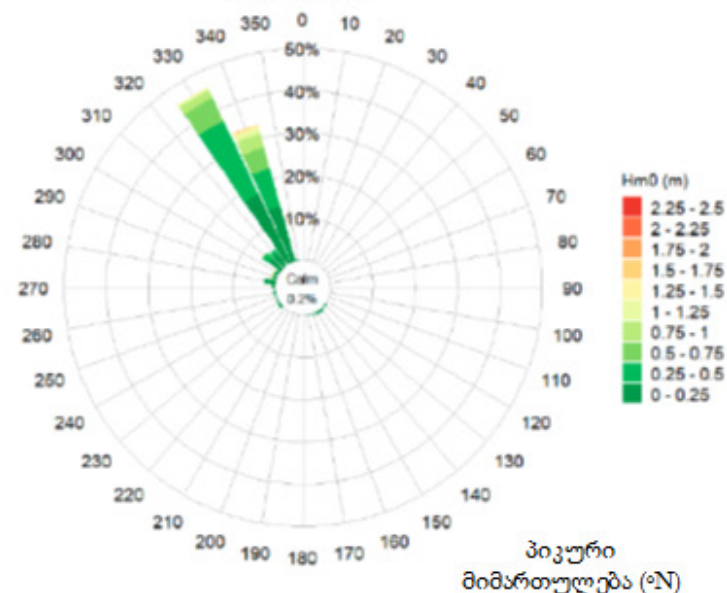


წერტილი PS02

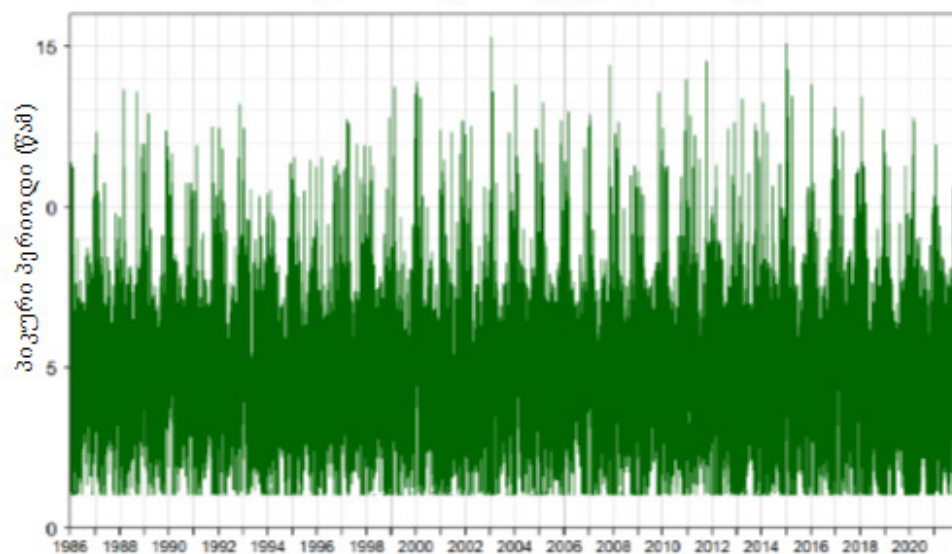
ბათუმი PS02 – დროში დაკვირვების რიგები



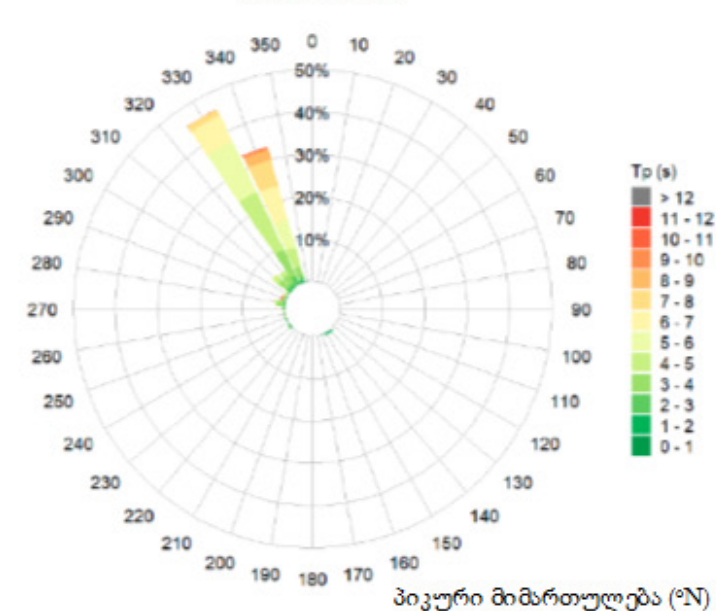
ბათუმი PS02



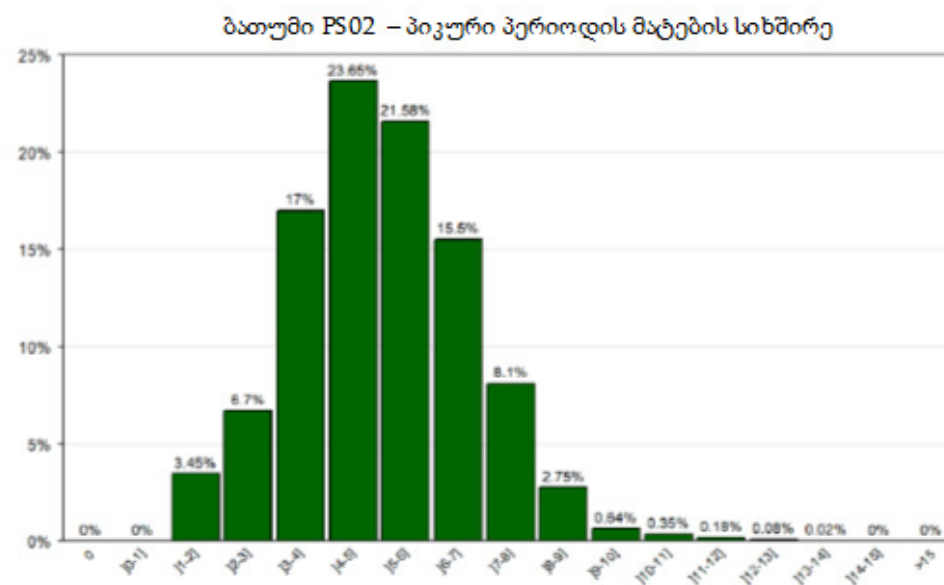
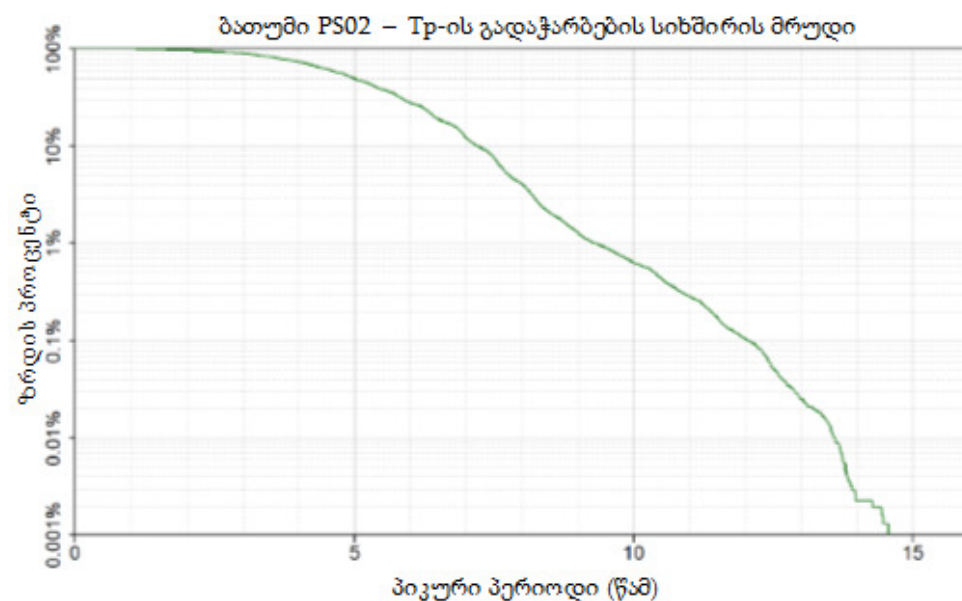
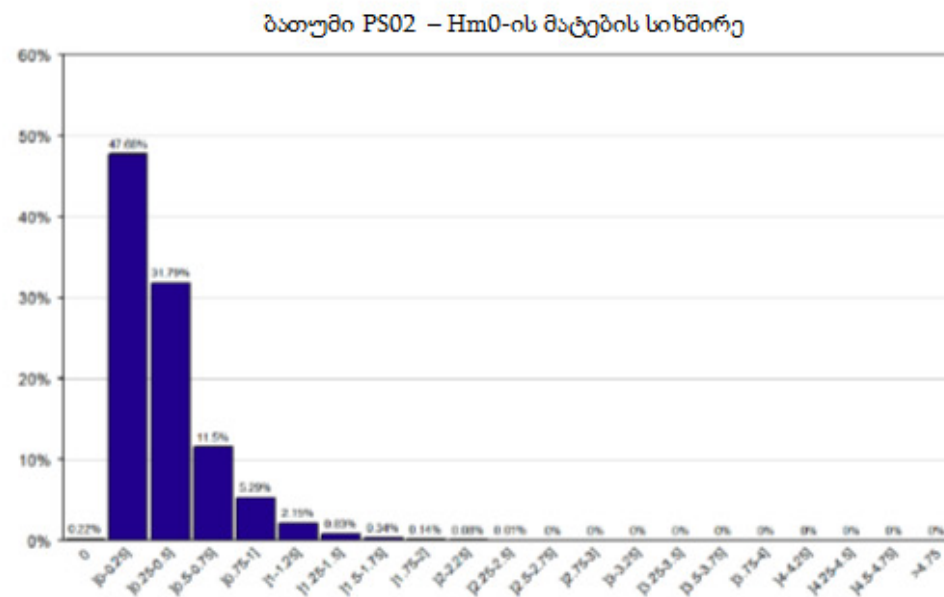
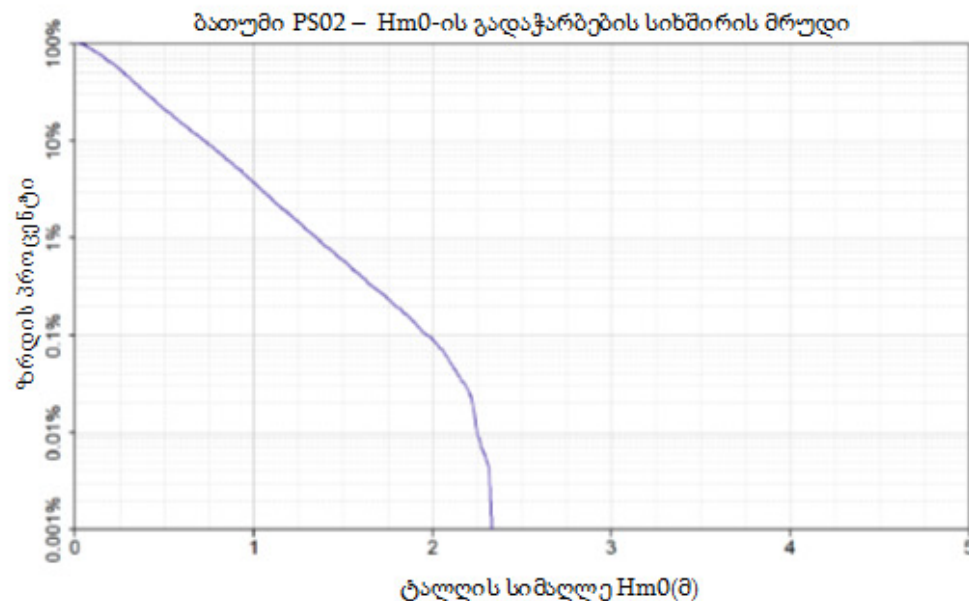
ბათუმი PS02 – დროში დაკვირვების რიგები



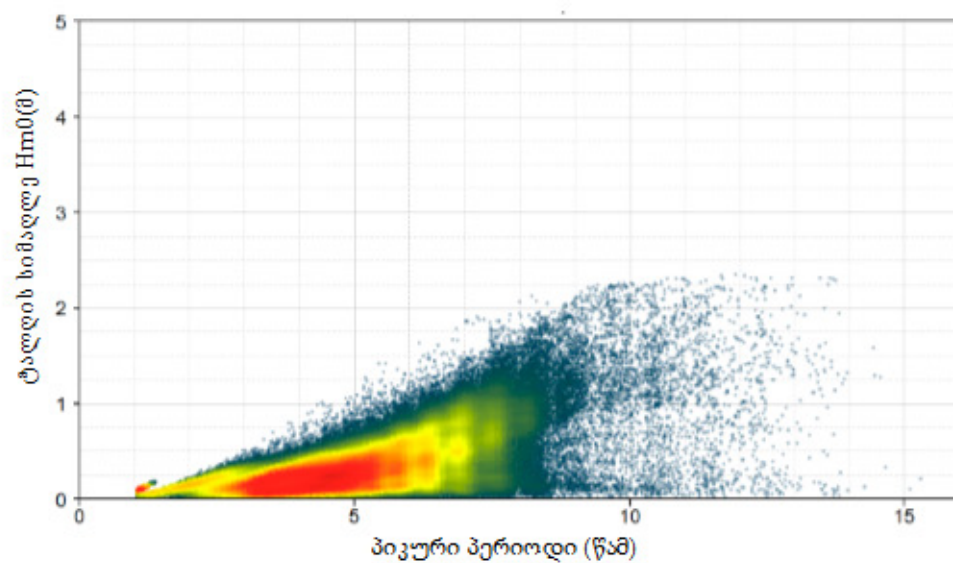
ბათუმი PS02



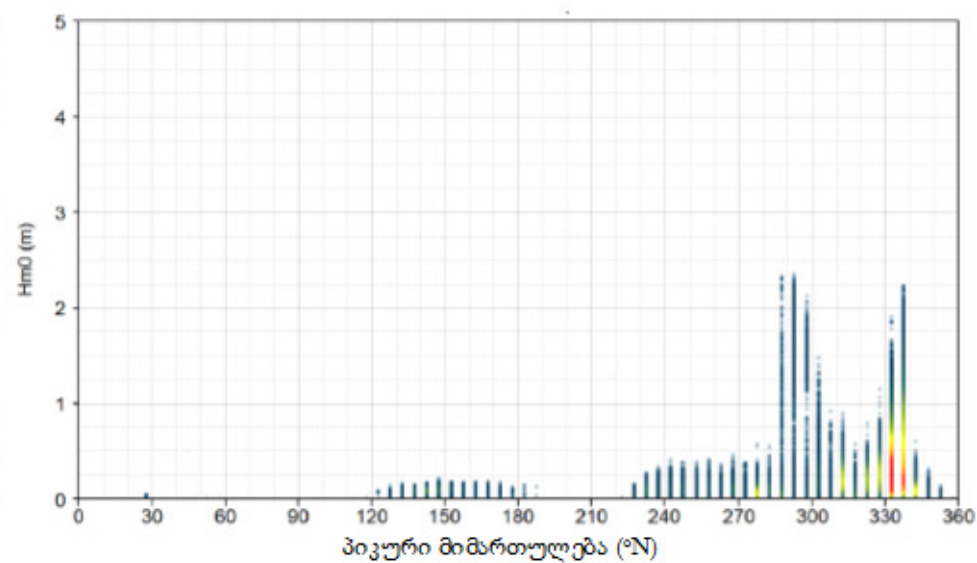




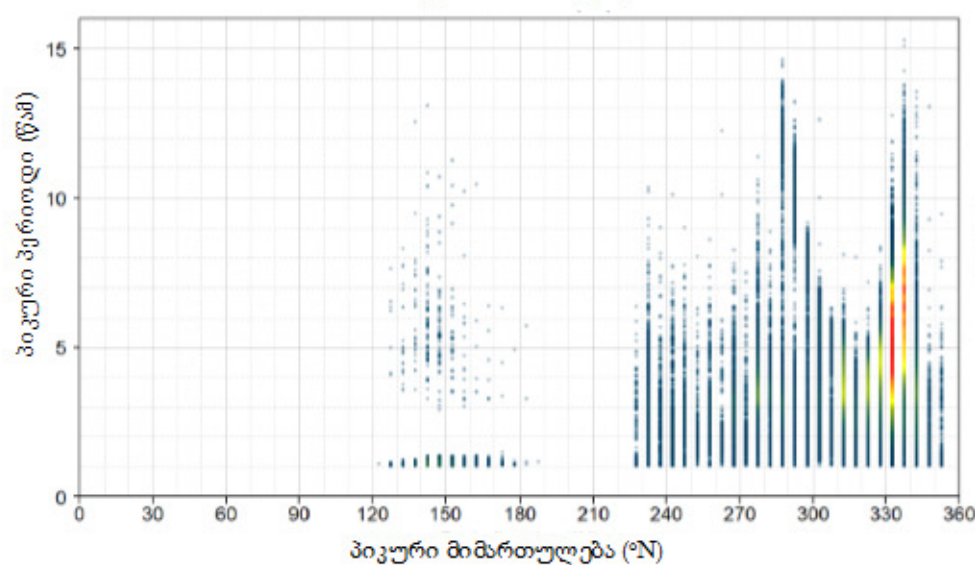
ბათუმი PS02 - Tp/Hm0



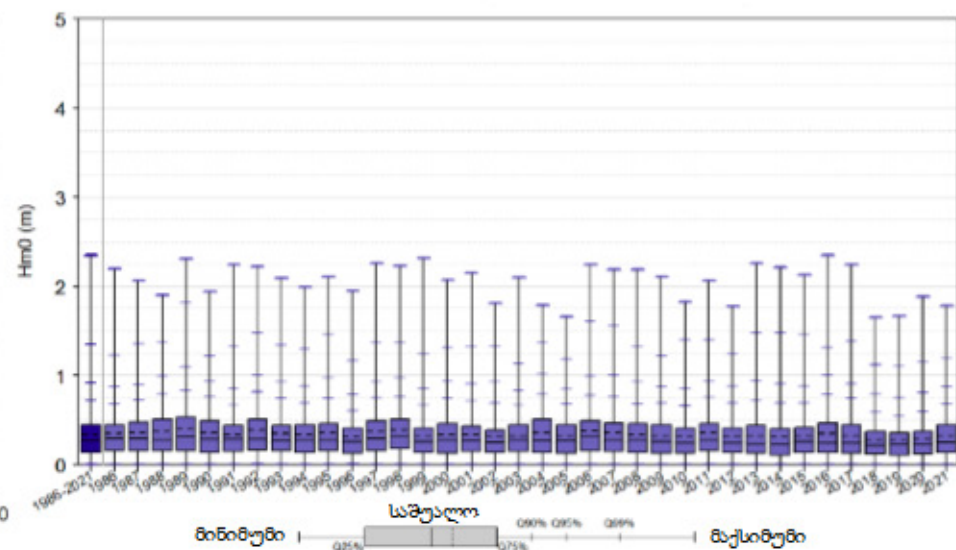
ბათუმი PS02 - Dirp/Hm0



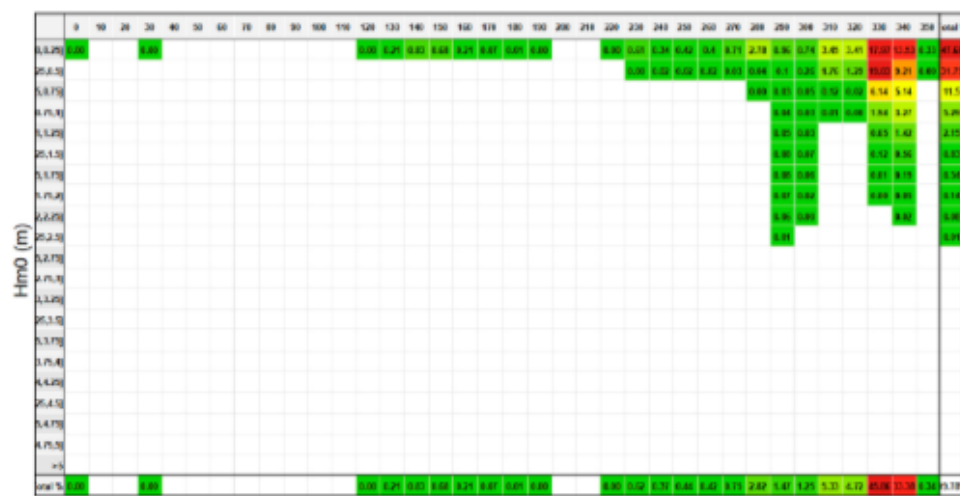
ბათუმი PS02 - Dirp/Tp



ბათუმი PS02 - Hm0 - წლიური ცვალებადობის დიაგრამა

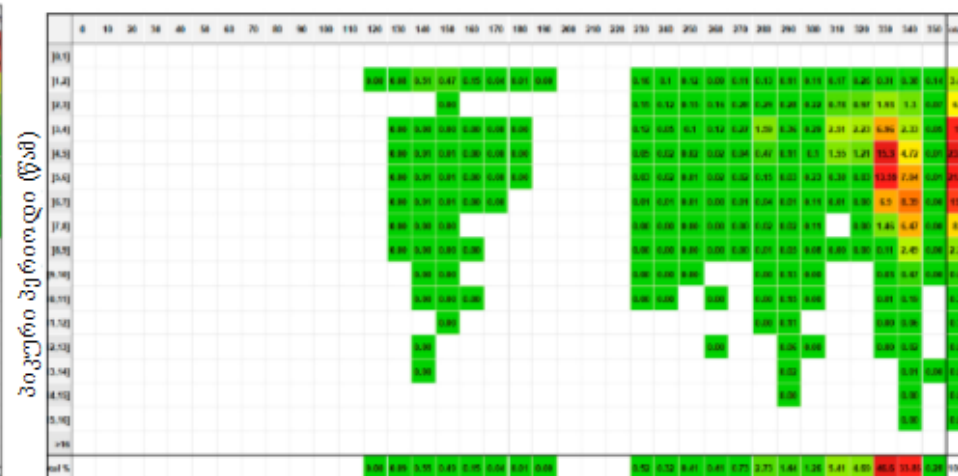


ბათუმი PS02 – Hm0/Dirp - კორელოგრამა



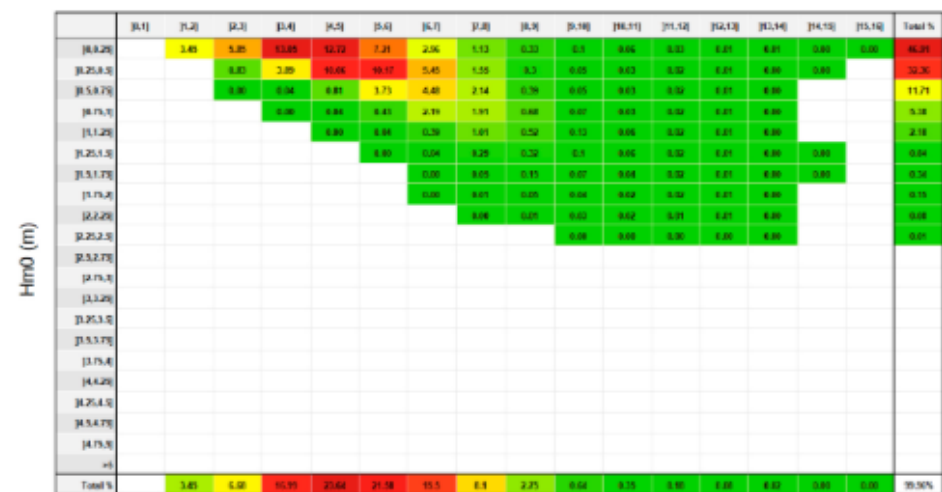
პიკური მიმართულება (°N)

ბათუმი PS02 – Tp/Dirp - კორელოგრამა



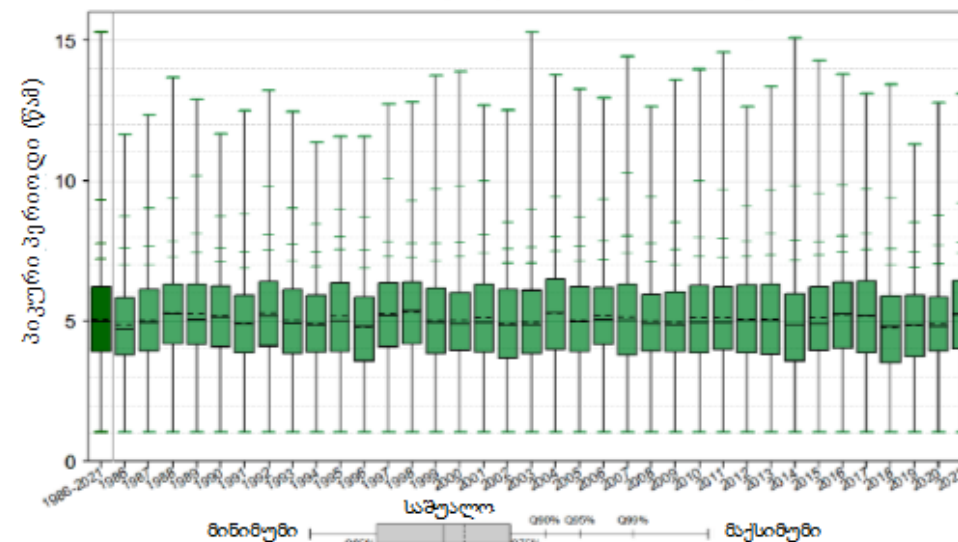
პიკური მიმართულება (°N)

ბათუმი PS02 – Hm0/Tp - კორელოგრამა



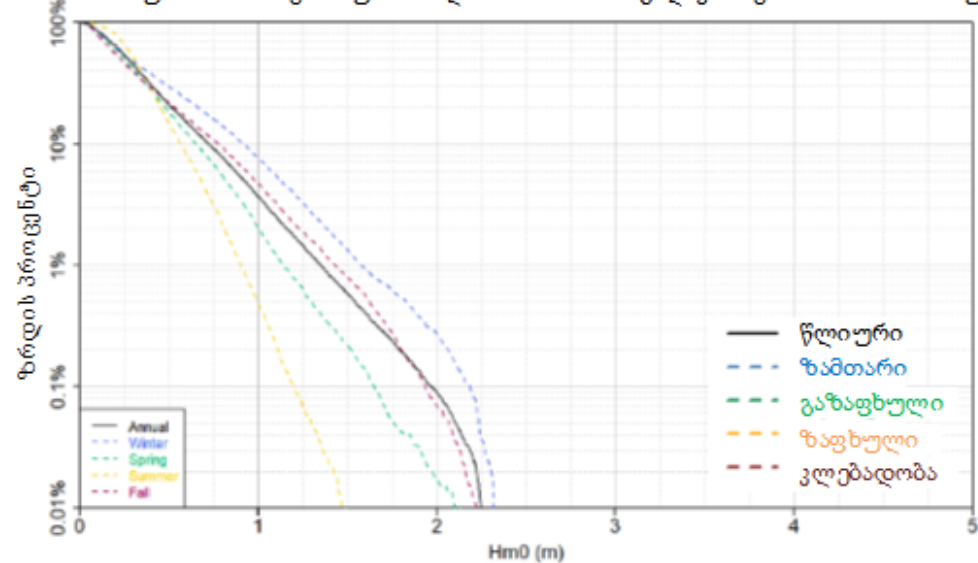
პიკური პერიოდი (წმ)

ბათუმი PS02 – Hm0 – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა

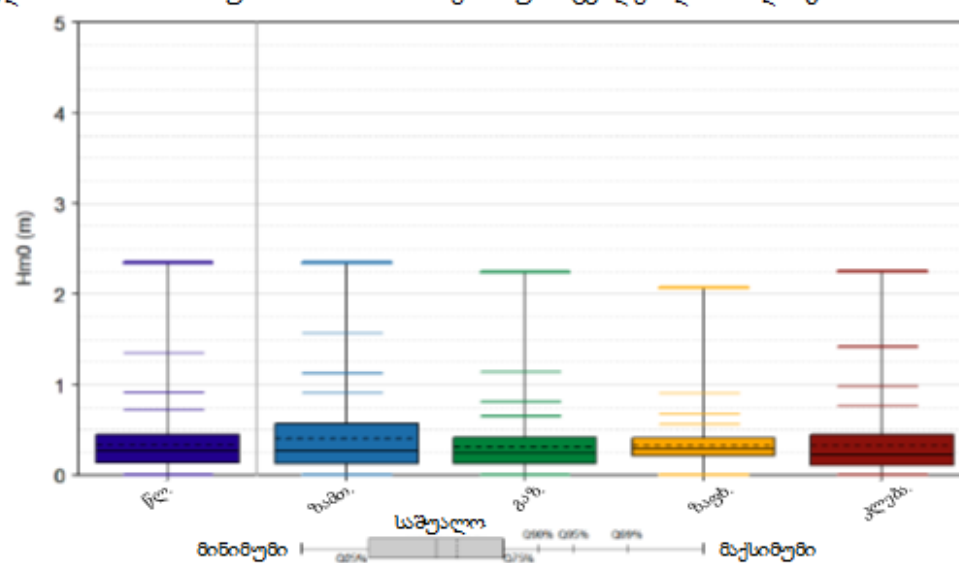




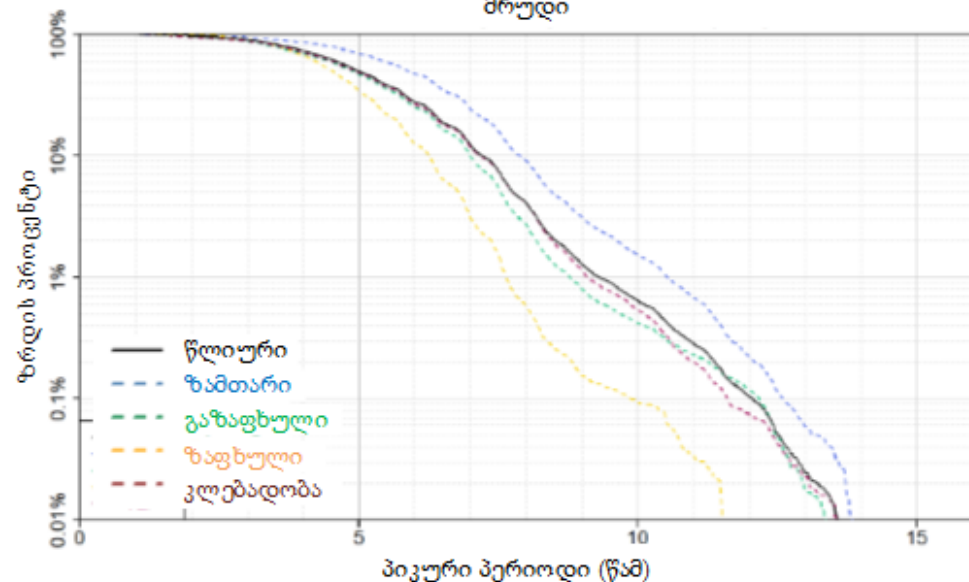
ბათუმი PS02 – სეზონური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



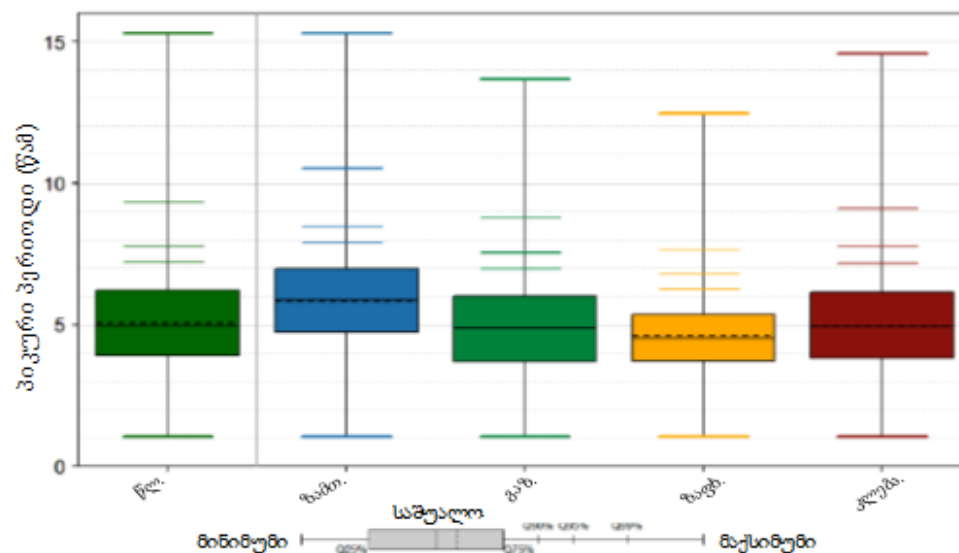
ბათუმი PS02 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



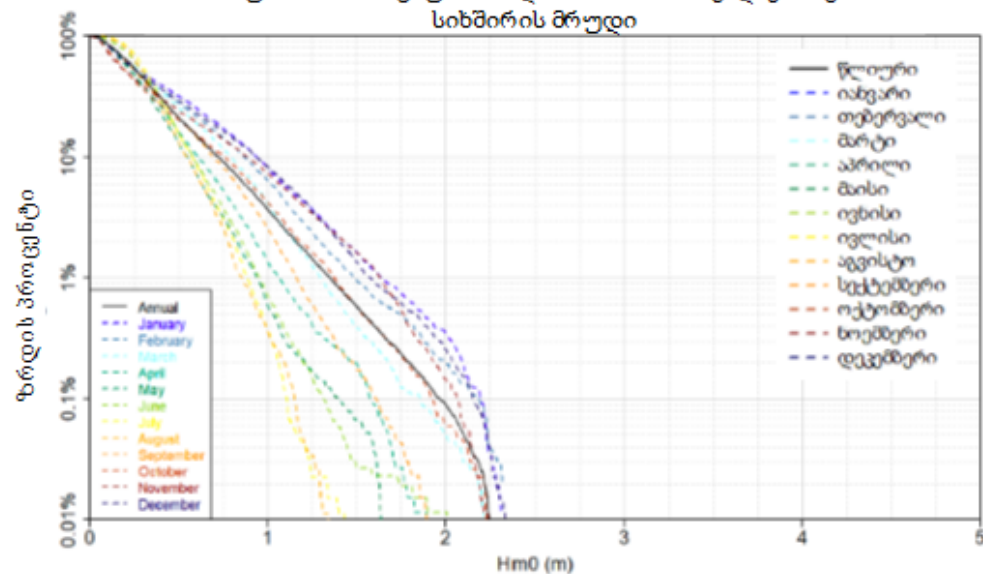
ბათუმი PS02 – სეზონური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



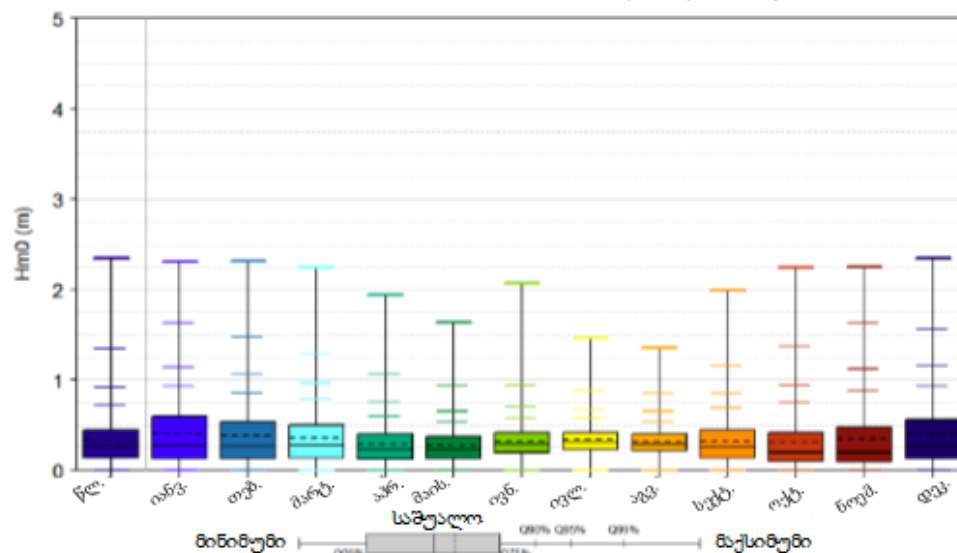
ბათუმი PS02 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



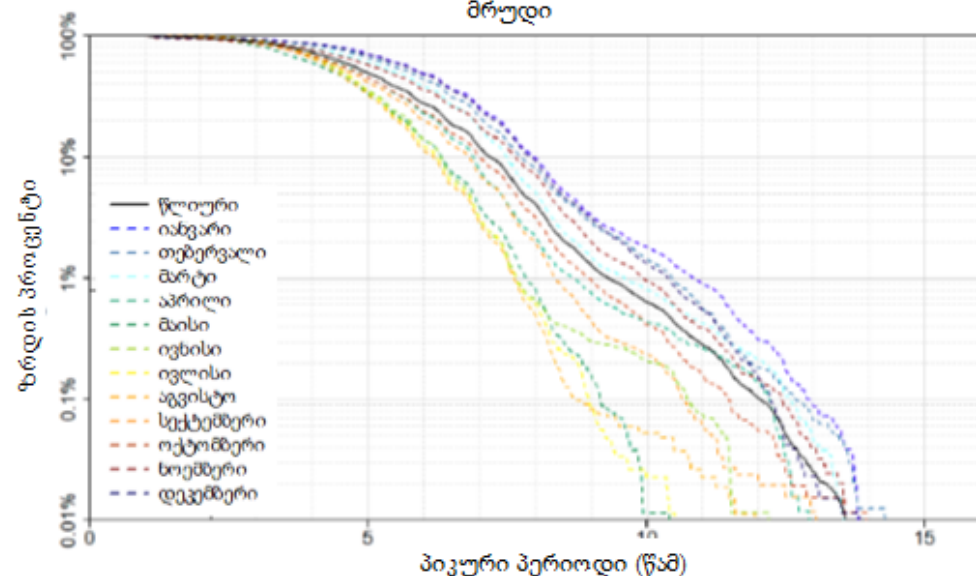
ბათუმი PS02 – თვითური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



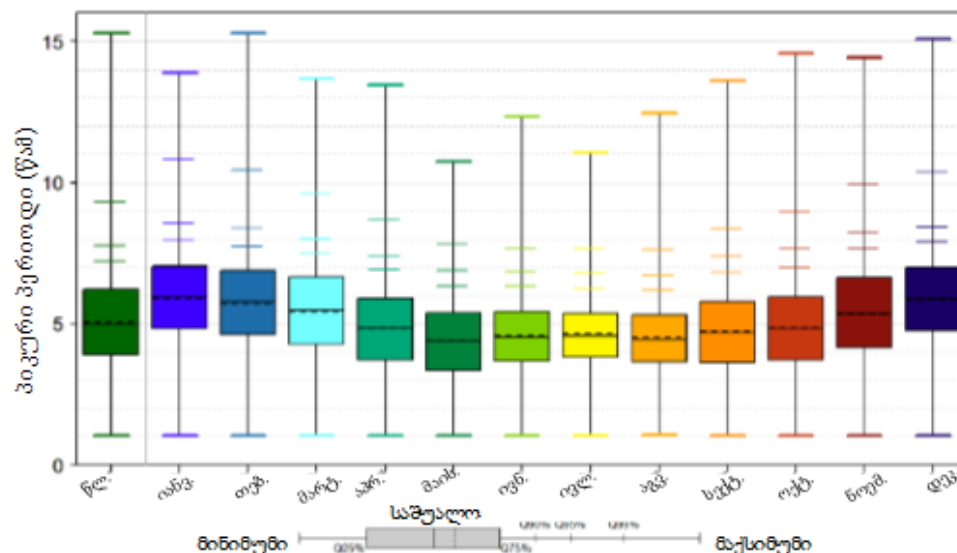
ბათუმი PS02 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PS02 – თვითური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



ბათუმი PS02 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა

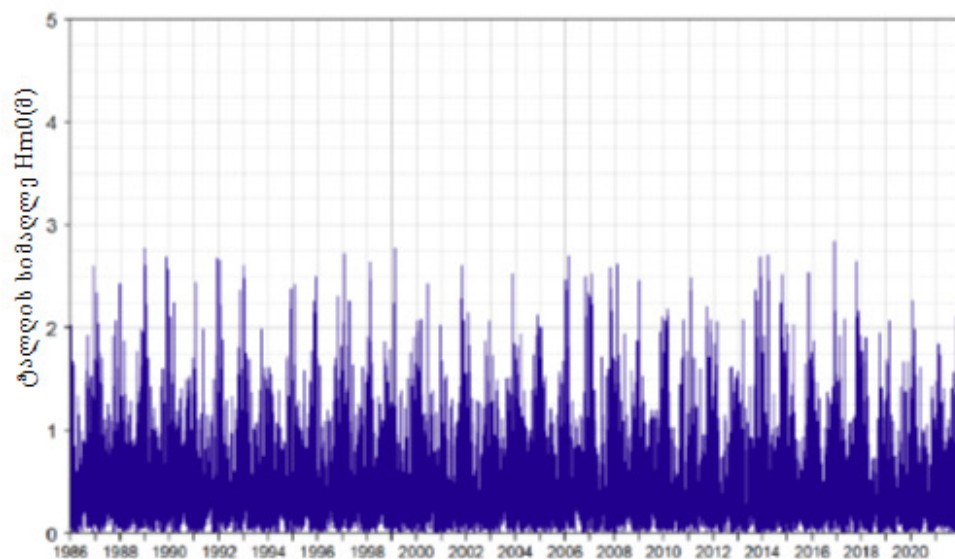




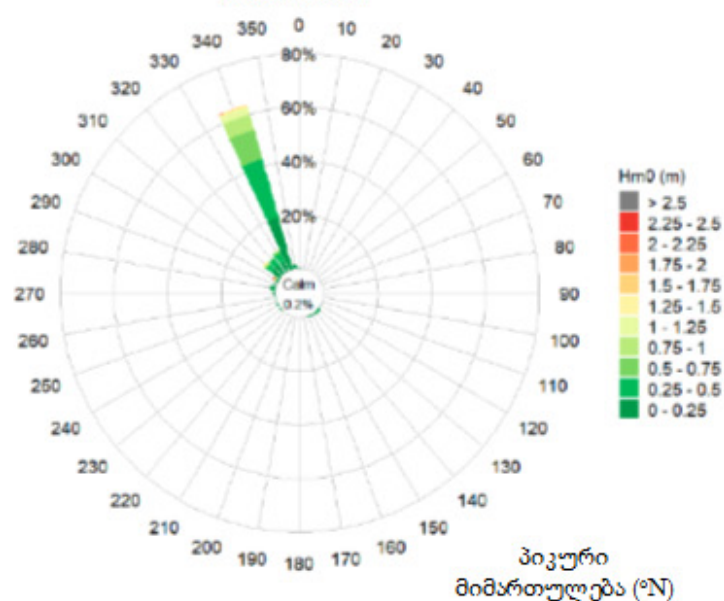
წერტილი PS03



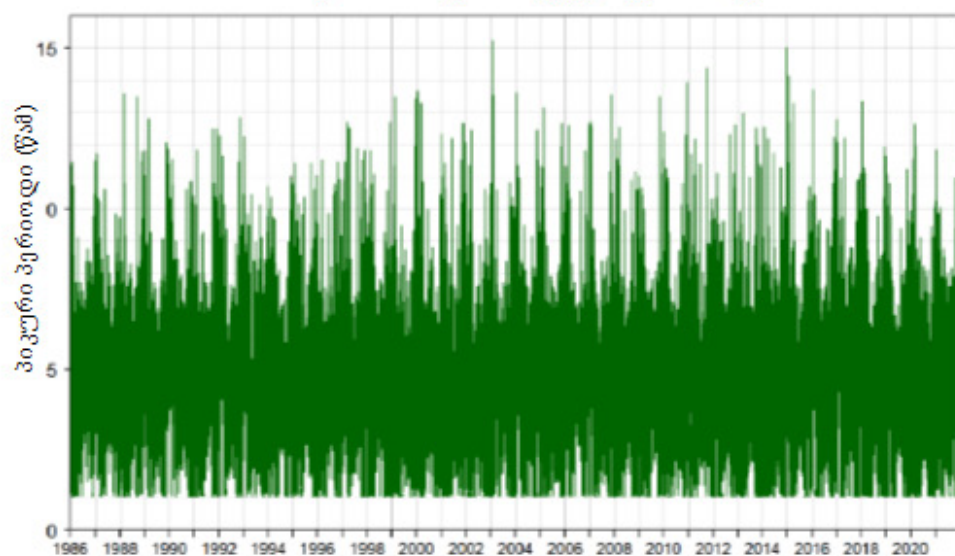
ბათუმი PS03 – დროში დაკვირვების რიგები



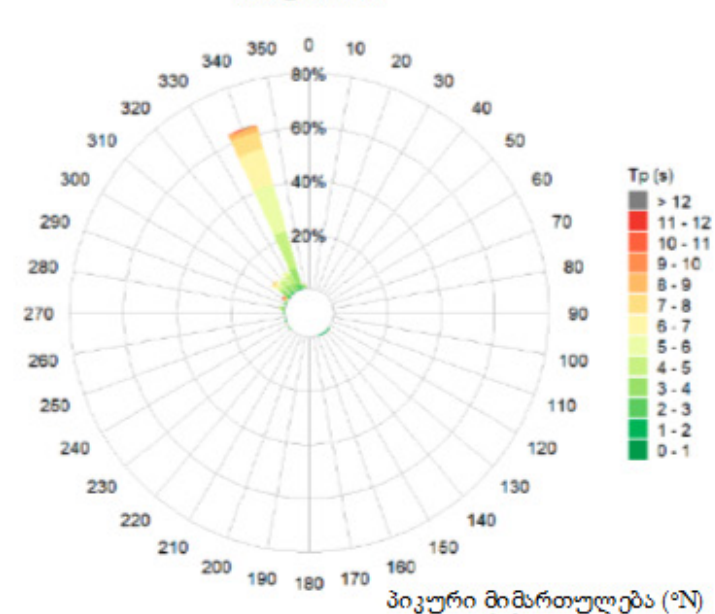
ბათუმი PS03

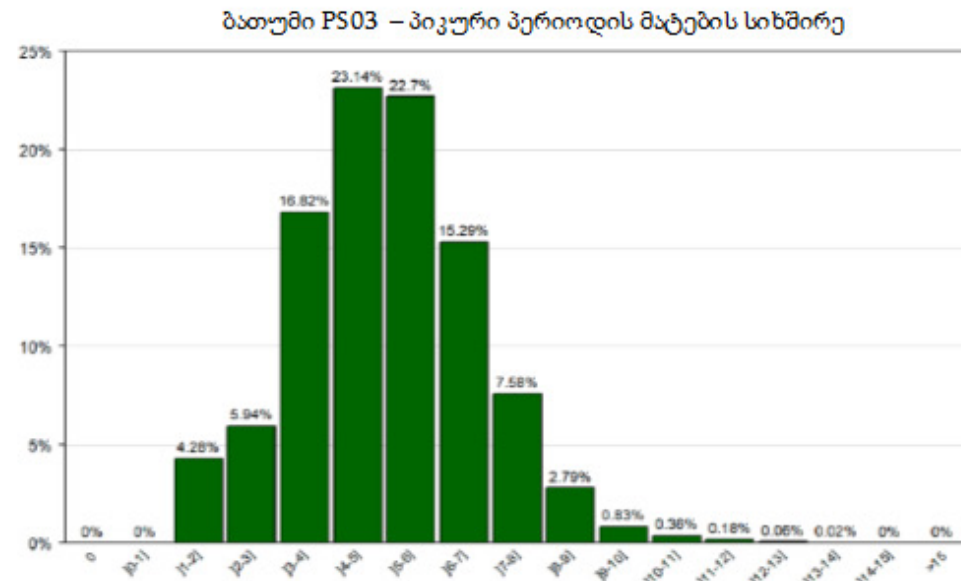
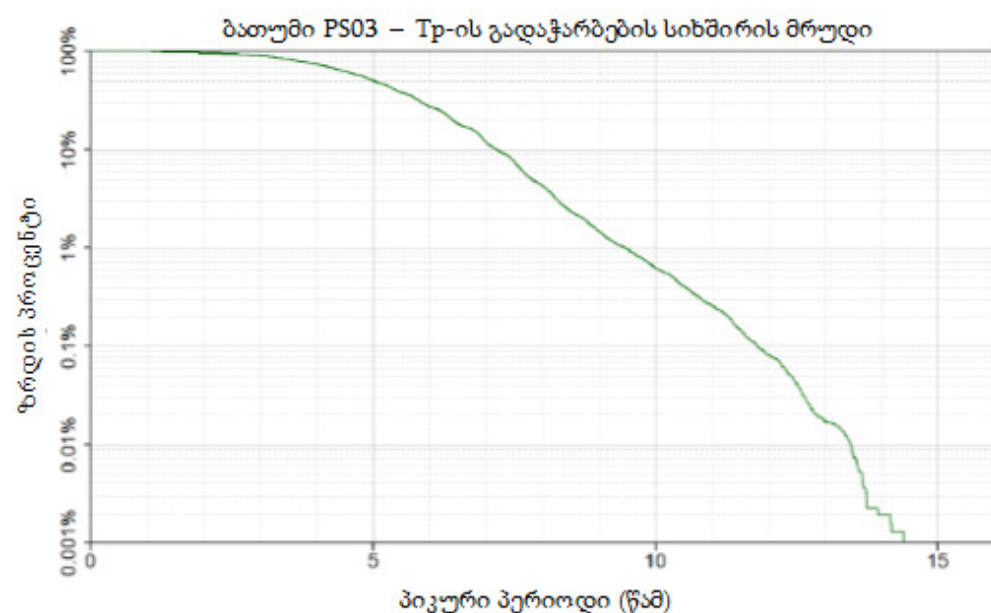
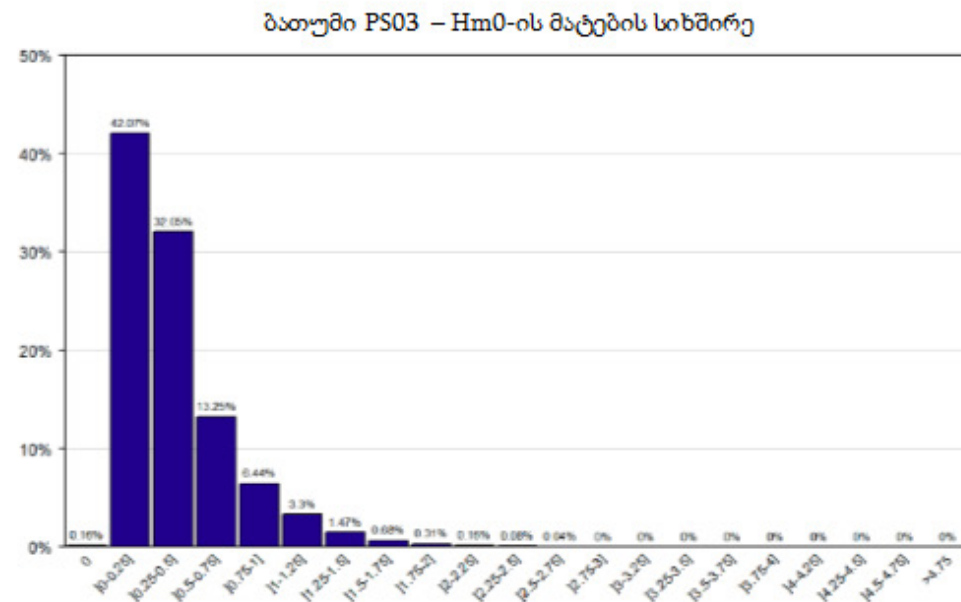
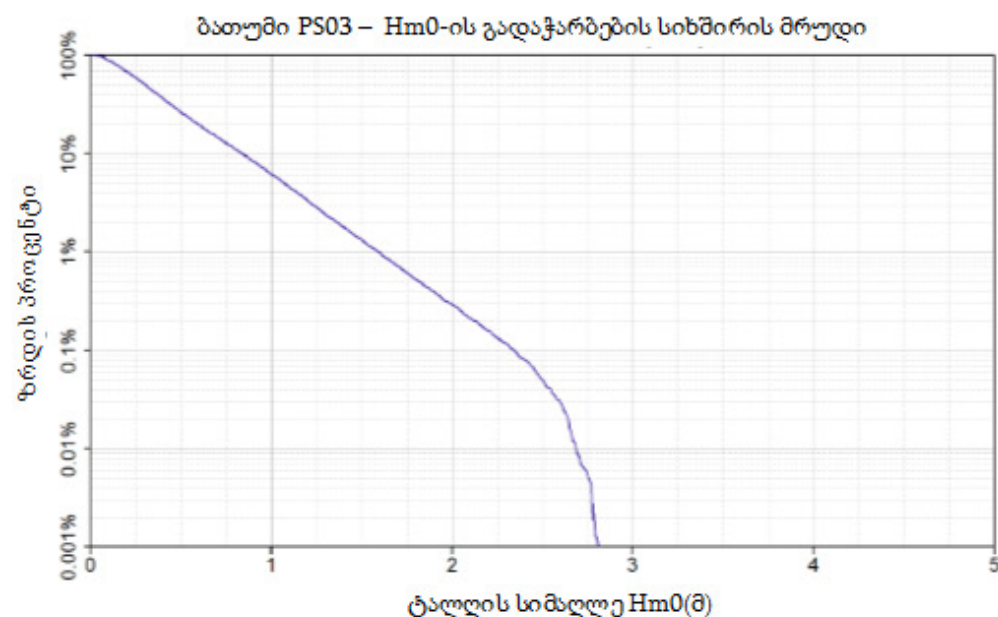


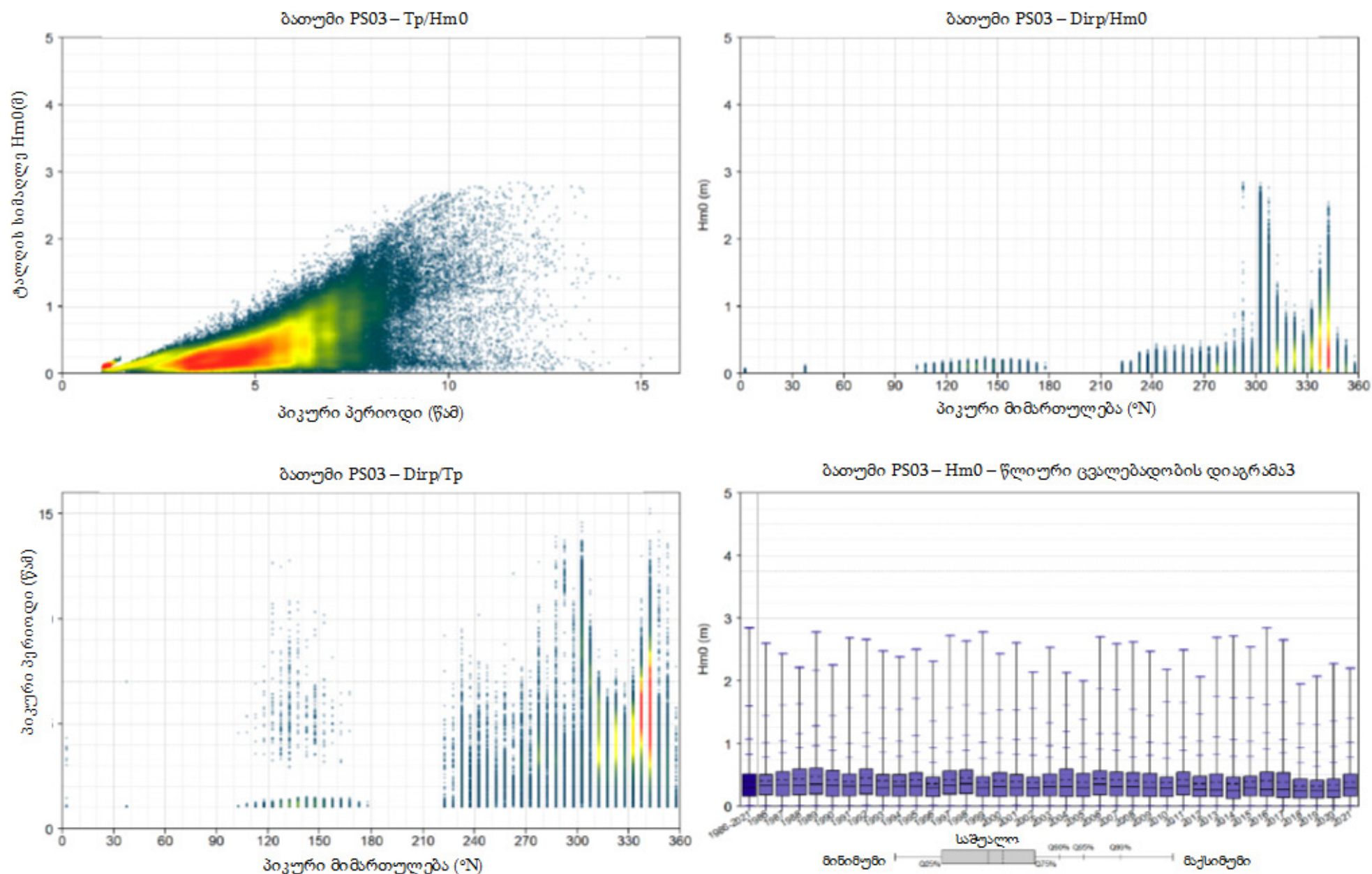
ბათუმი PS03 – დროში დაკვირვების რიგები



ბათუმი PS03

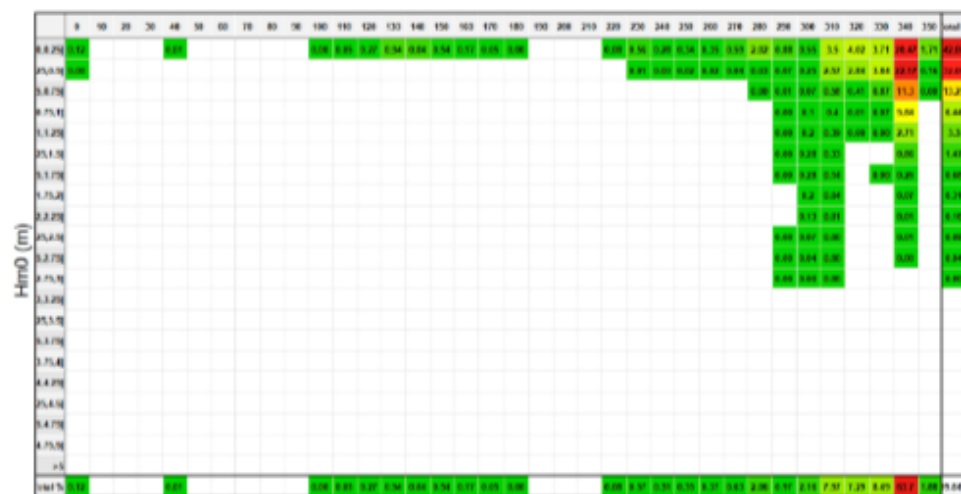






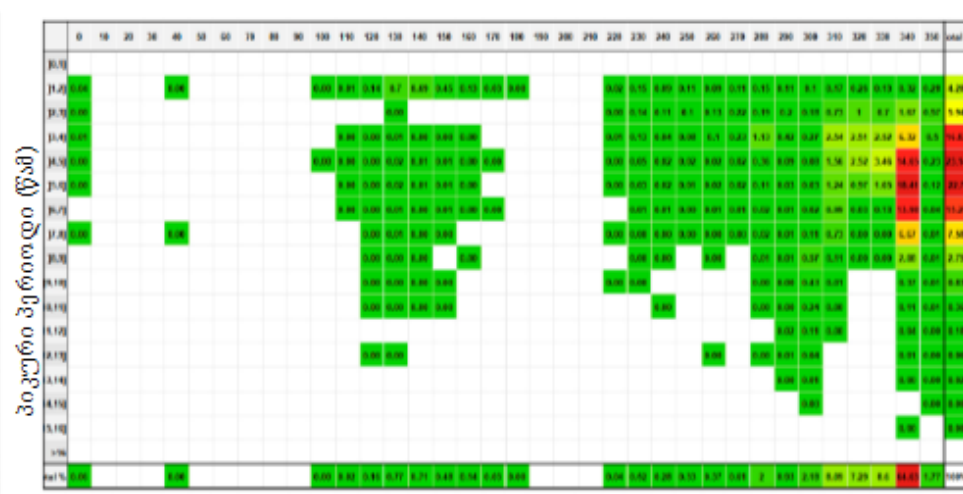


ბათუმი PS03 – Hm0/Dirp - კორელოგრამა



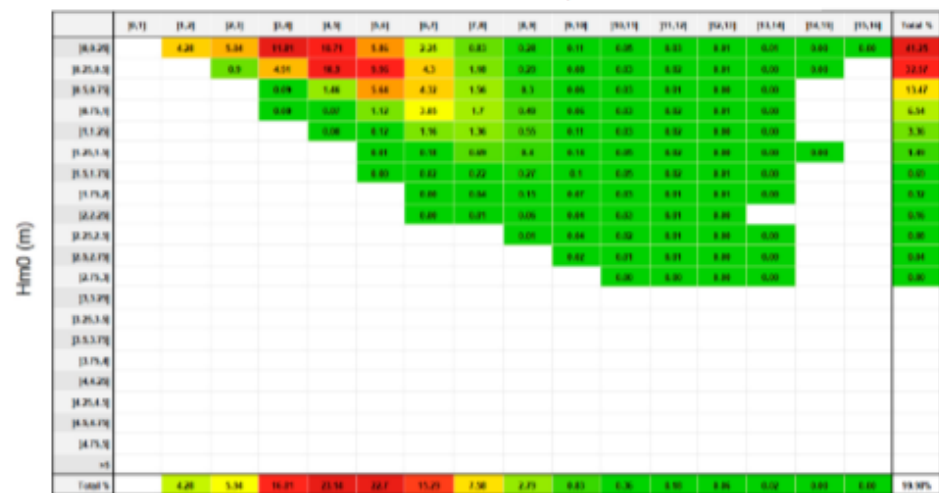
პიკური მიმართულება (°N)

ბათუმი PS03 – Tp/Dirp - კორელოგრამა



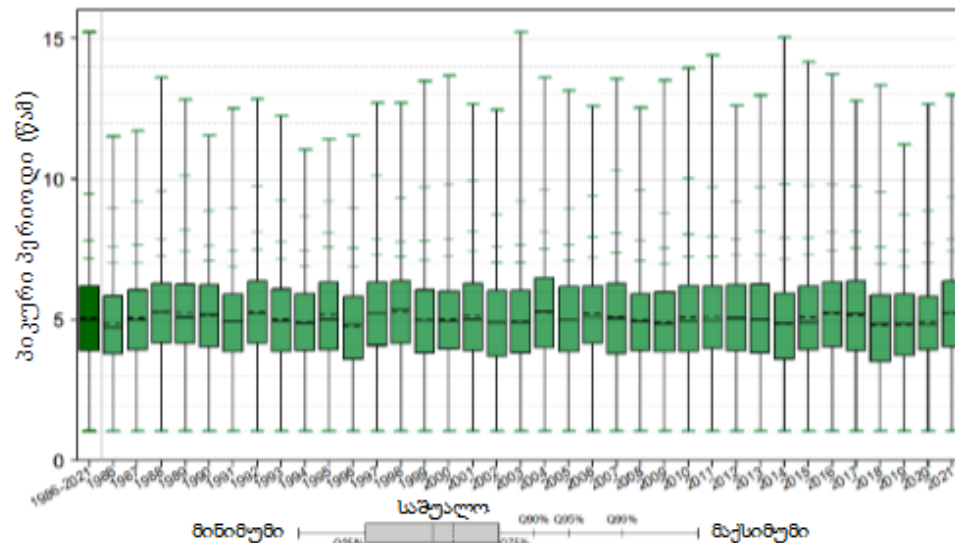
პიკური მიმართულება (°N)

ბათუმი PS03 – Hm0/Tp - კორელოგრამა

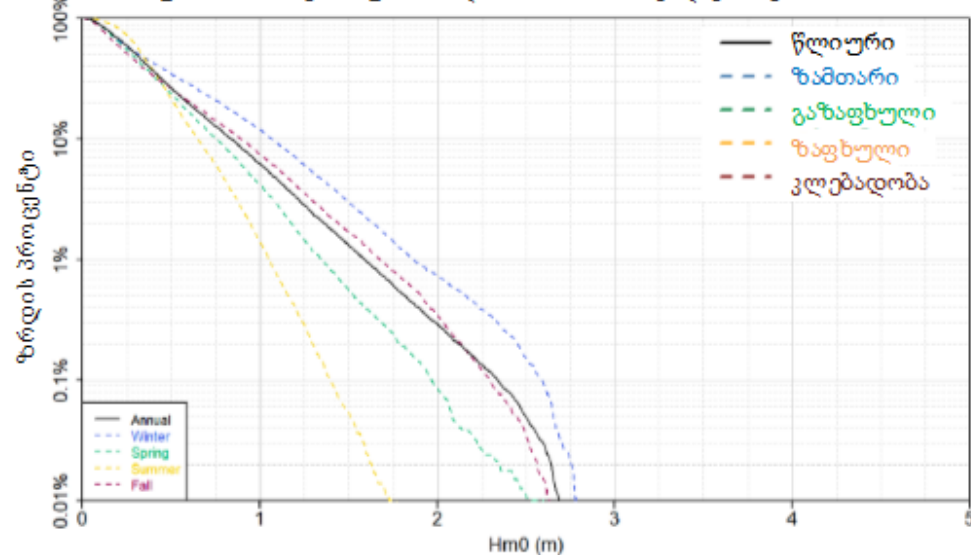


პიკური პერიოდი (წმ)

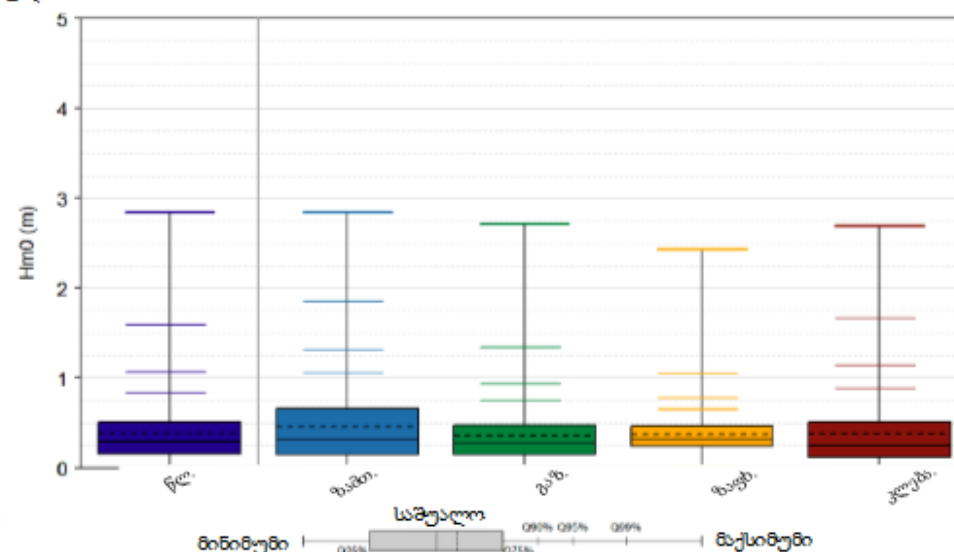
ბათუმი PS03 – Hm0 – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა



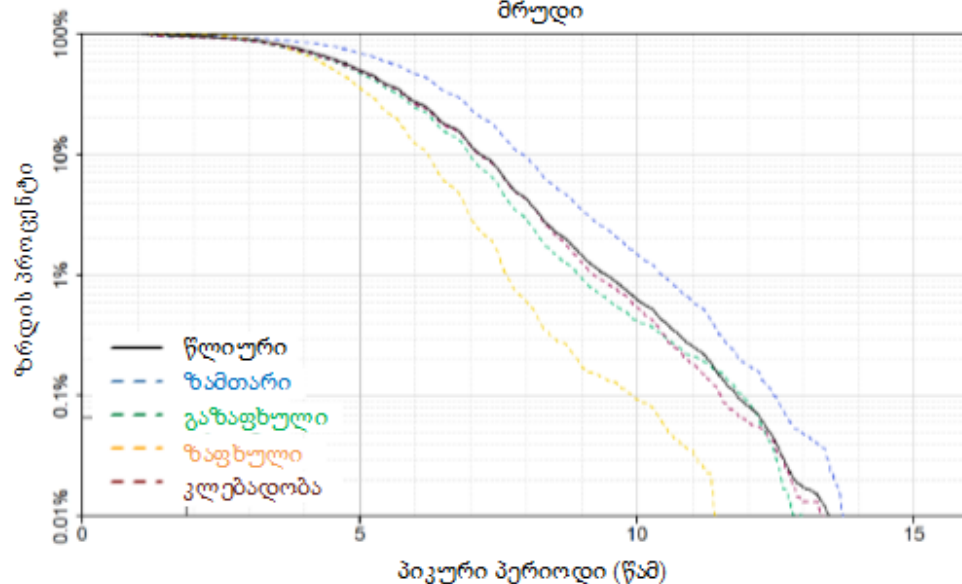
ბათუმი PS03 – სეზონური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



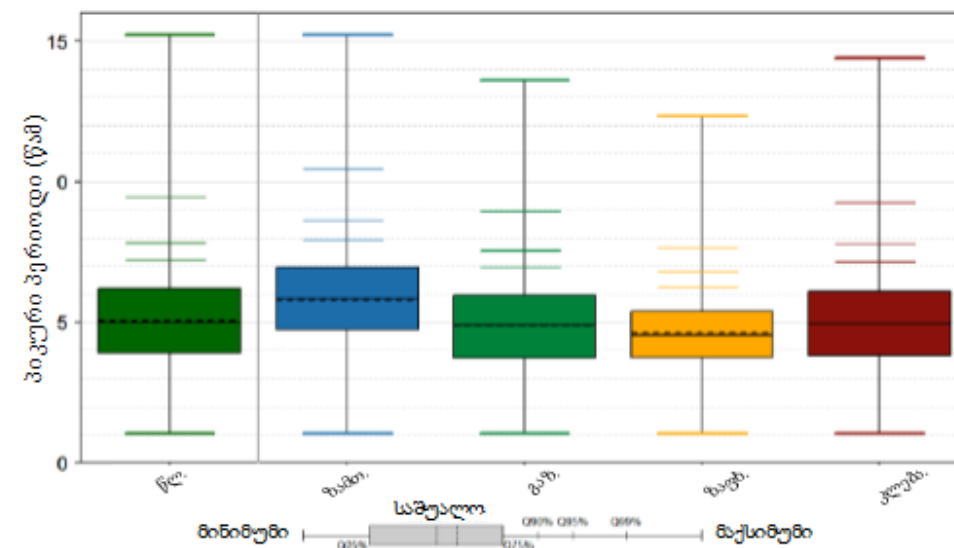
ბათუმი PS03 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



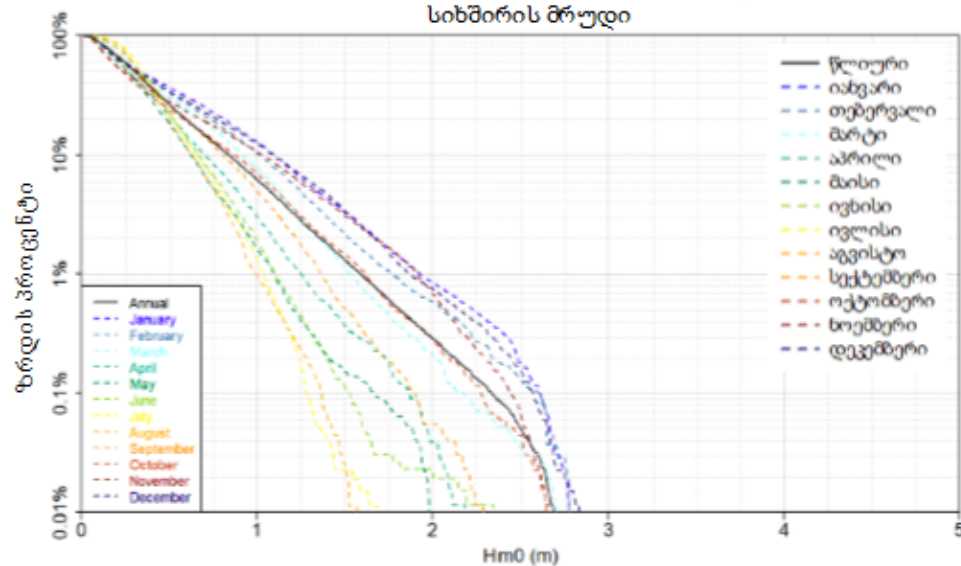
ბათუმი PS03 – სეზონური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



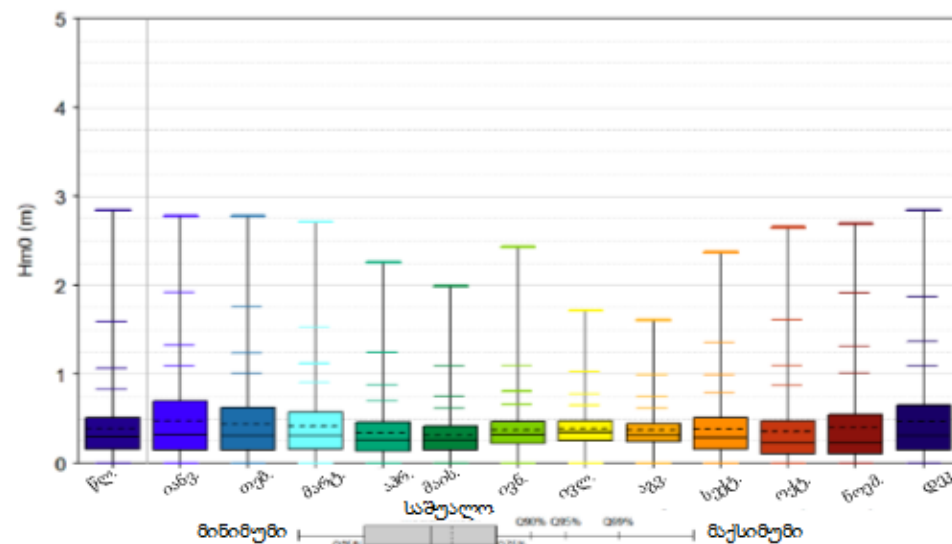
ბათუმი PS03 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



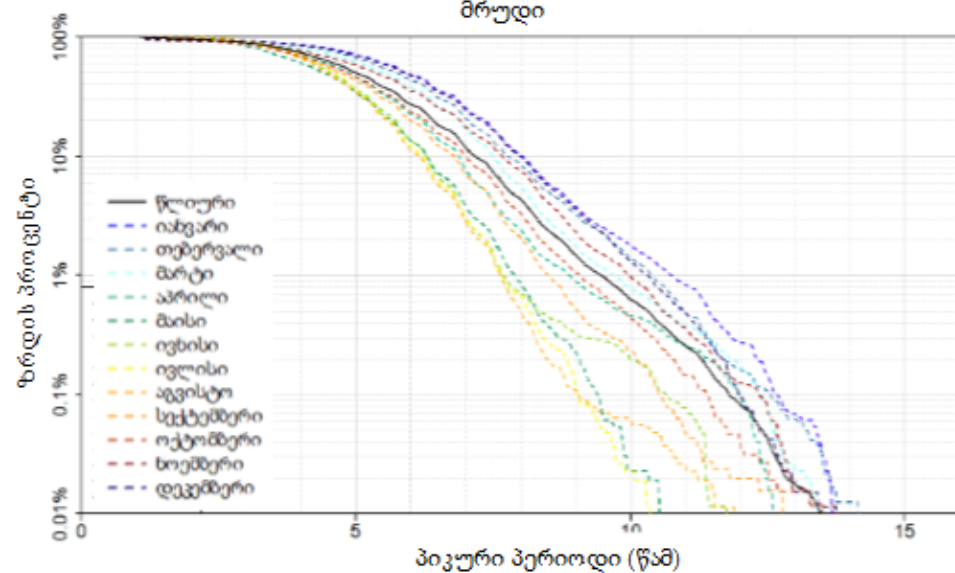
ბათუმი PS03 – თვიური ანალიზი –  $H_{m0}$ -ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



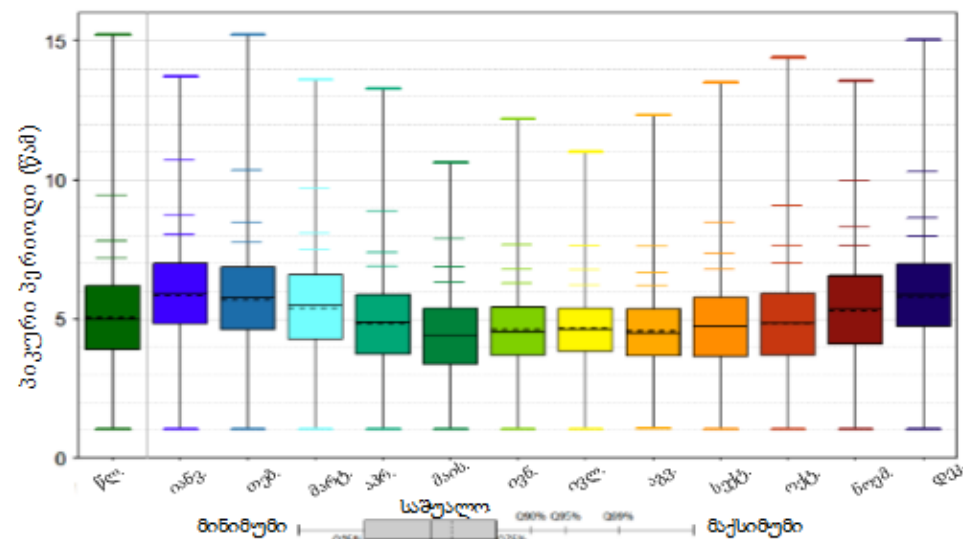
ბათუმი PS03 –  $H_{m0}$  – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PS03 – თვიური ანალიზი –  $T_p$ -ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



ბათუმი PS03 –  $T_p$  – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა

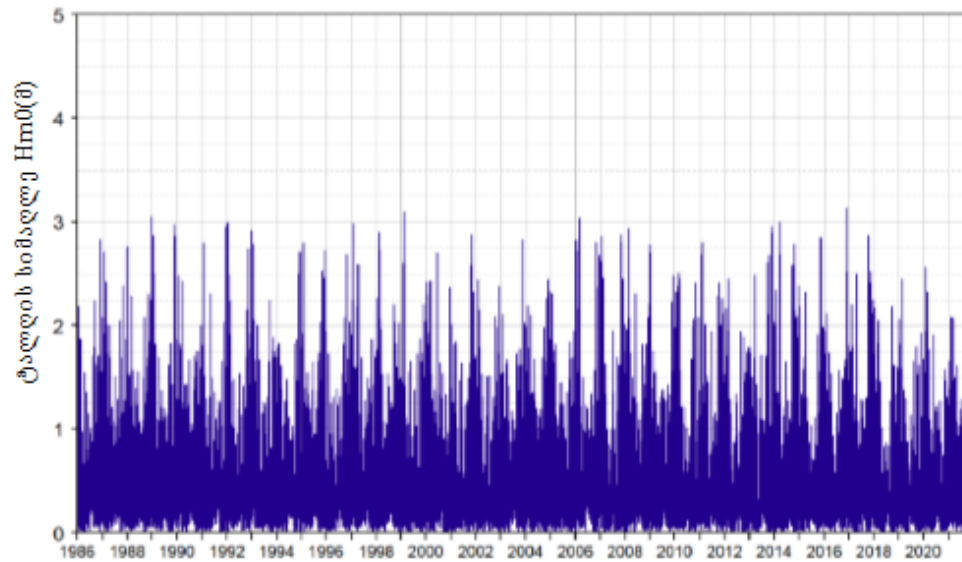




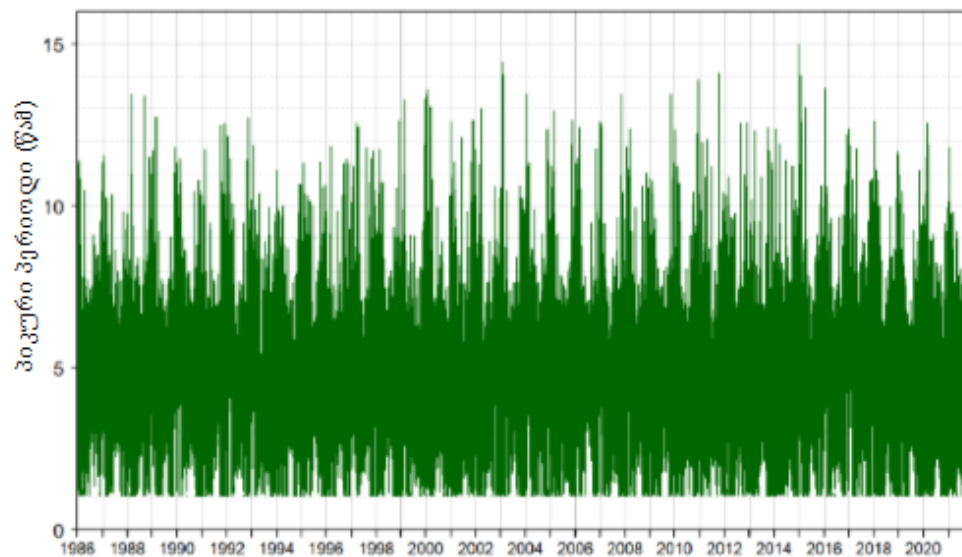


წერტილი PS04

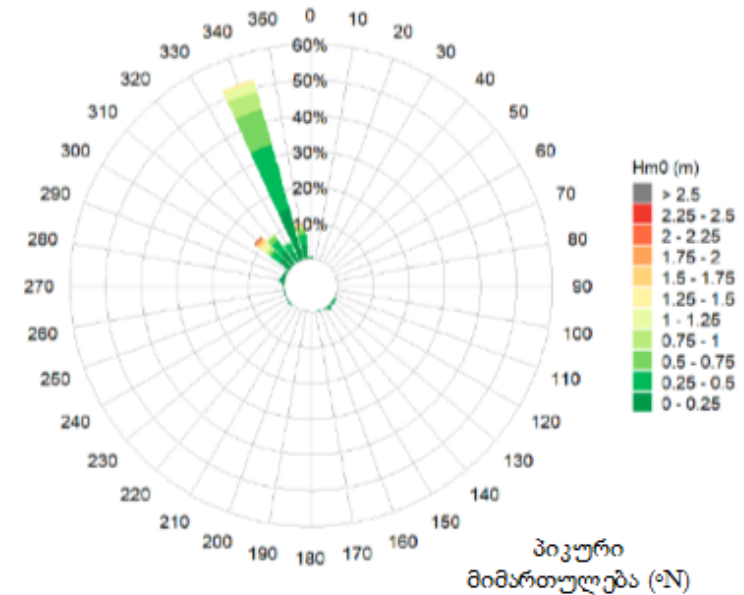
ბათუმი PS04 – დროში დაკვირვების რიგები



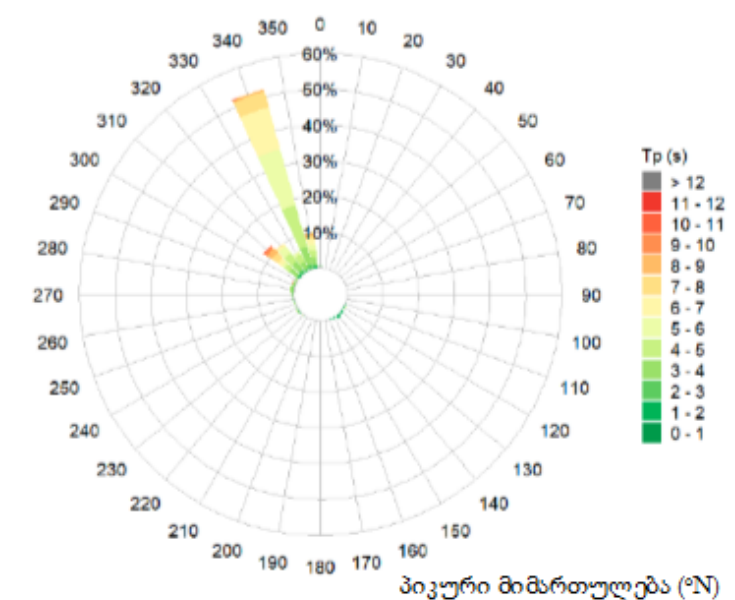
ბათუმი PS04 – დროში დაკვირვების რიგები



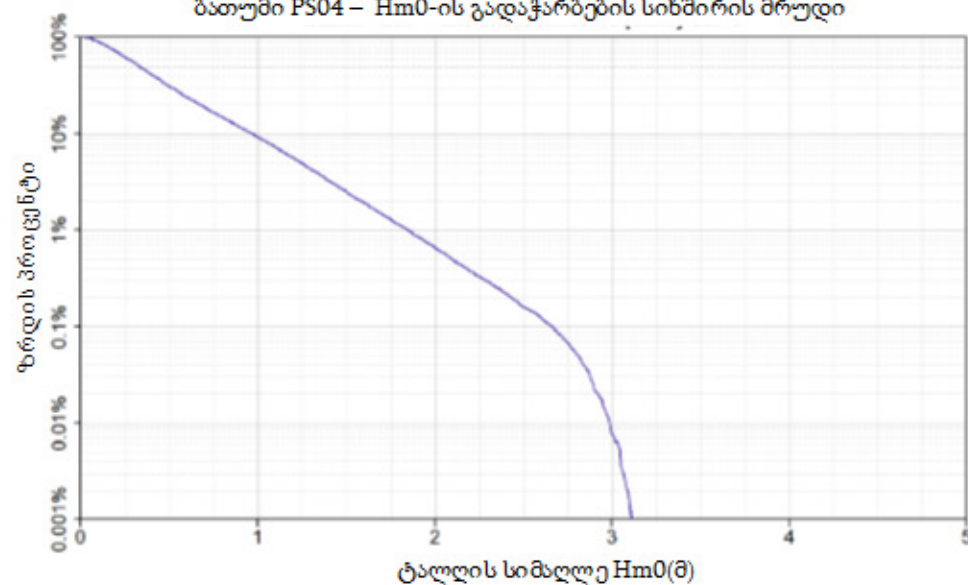
ბათუმი PS04



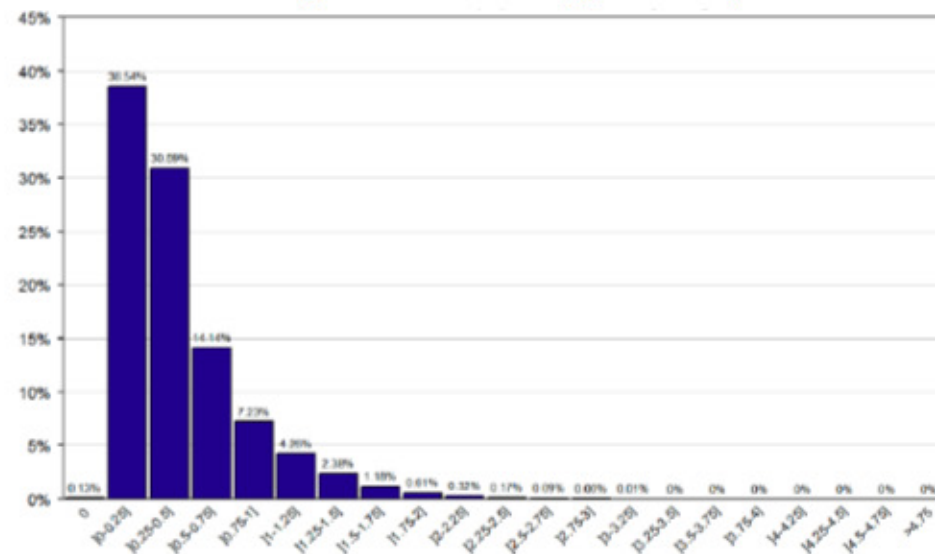
ბათუმი PS04



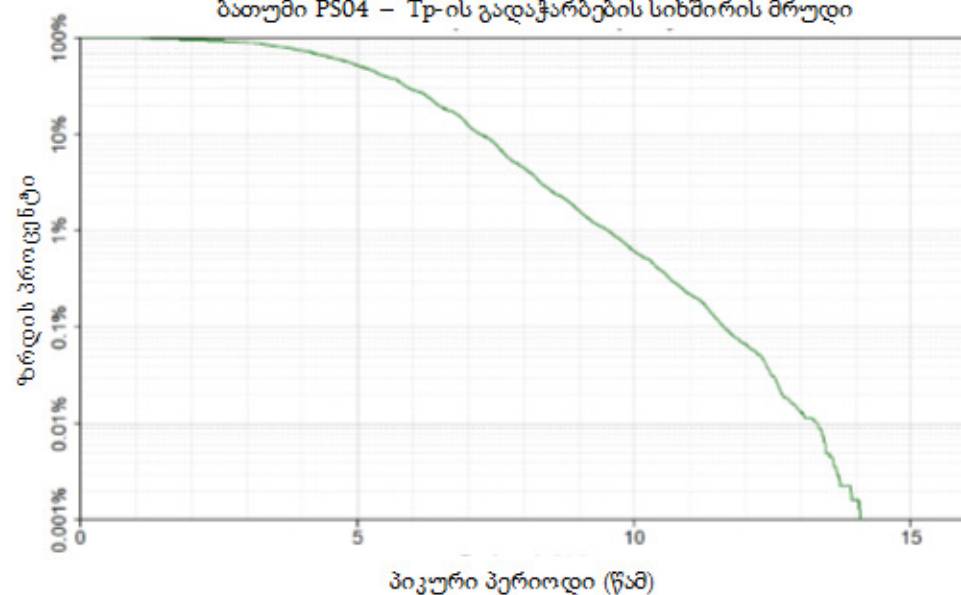
ბათუმი PS04 – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



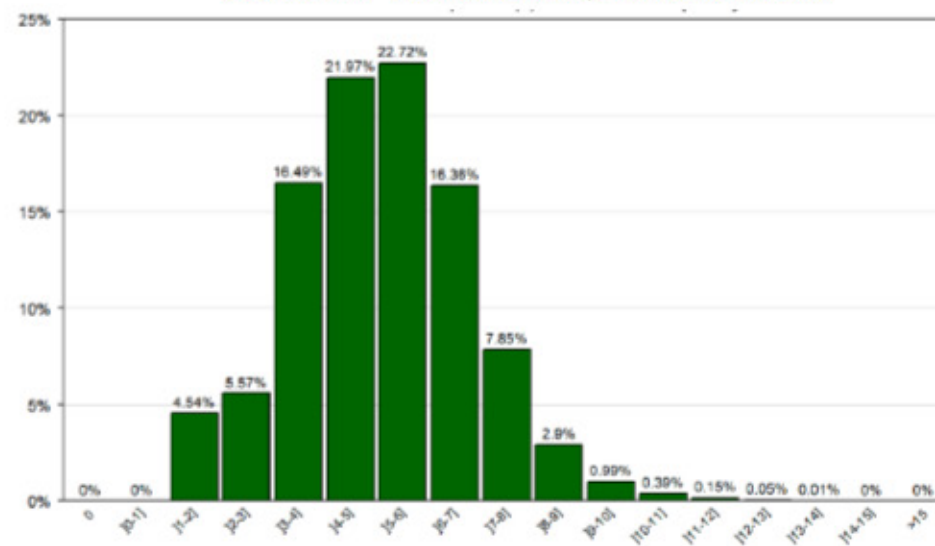
ბათუმი PS04 – Hm0-ის მატების სიხშირე



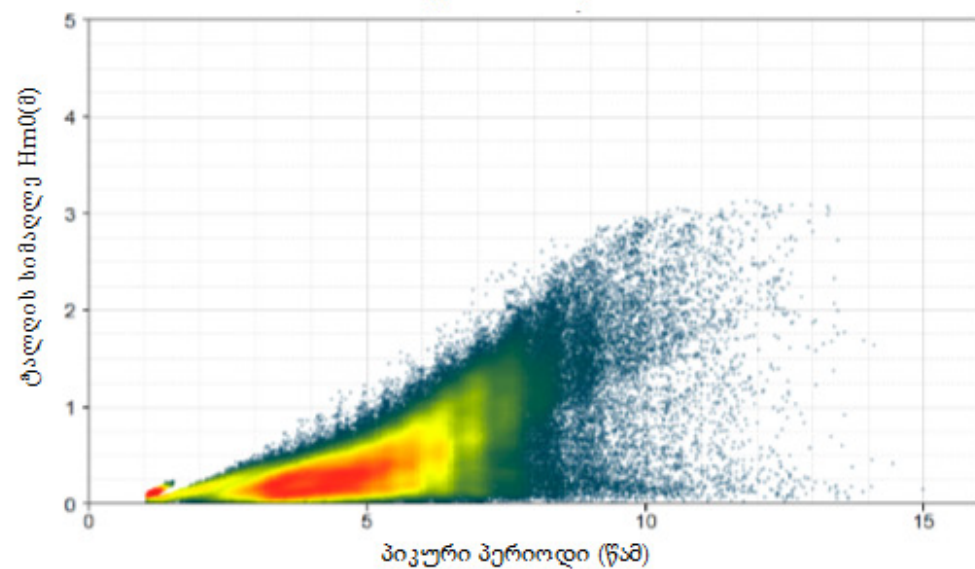
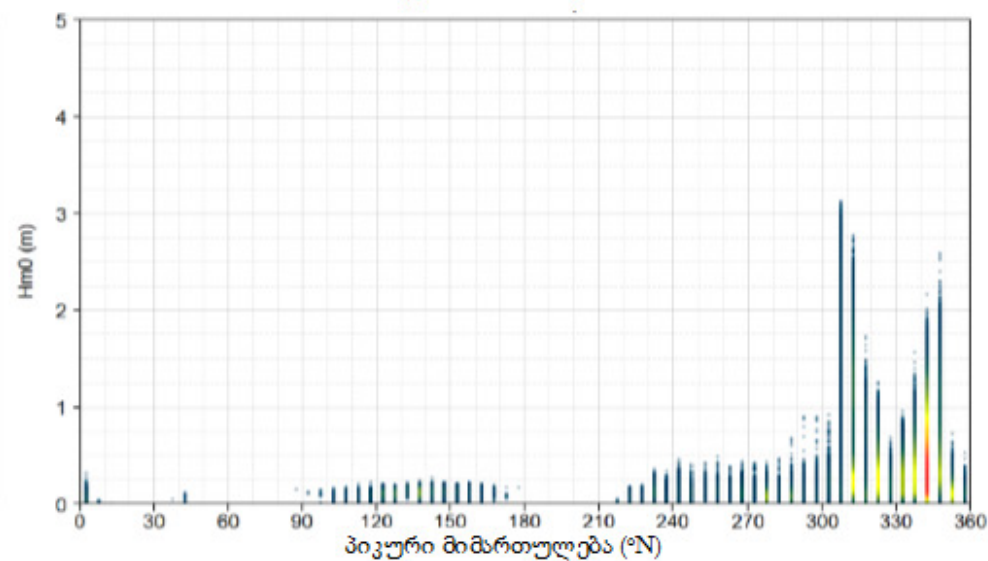
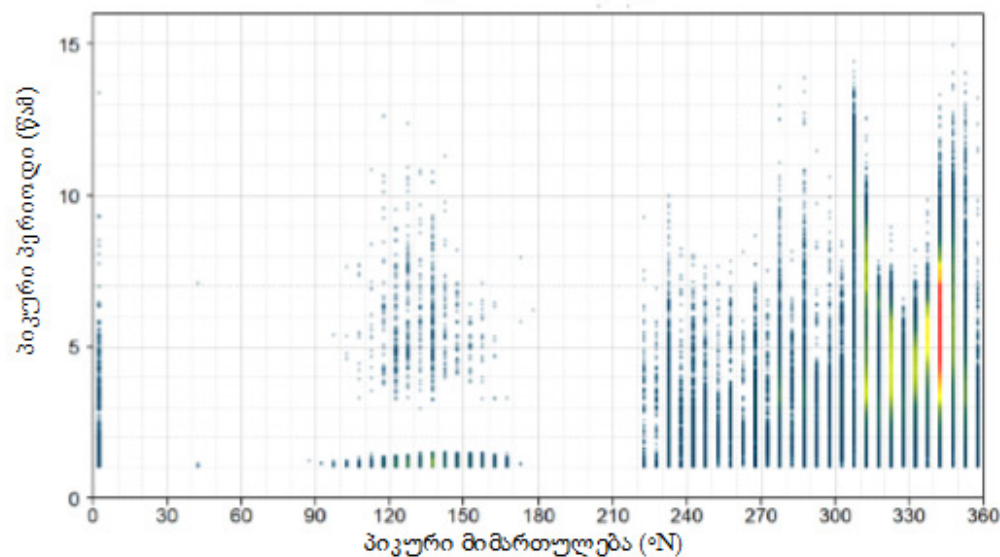
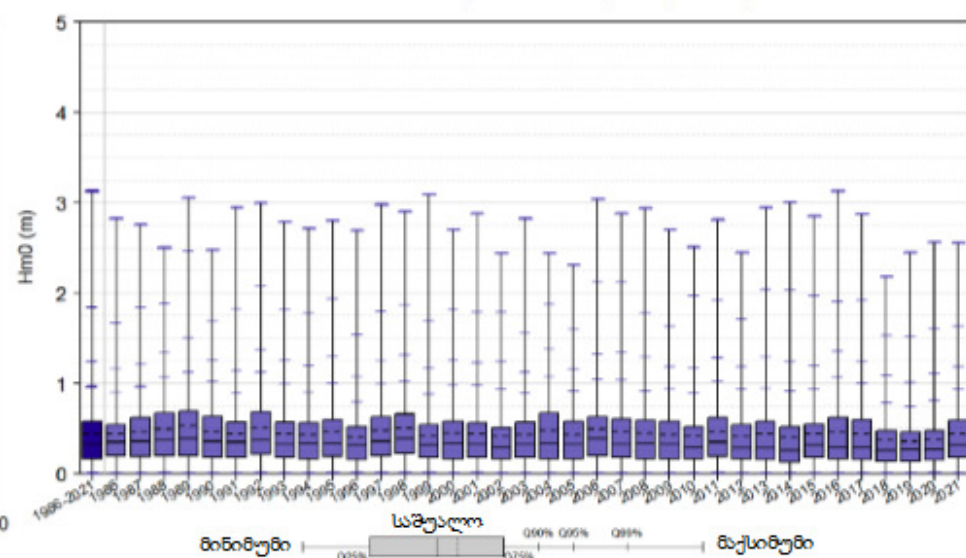
ბათუმი PS04 – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



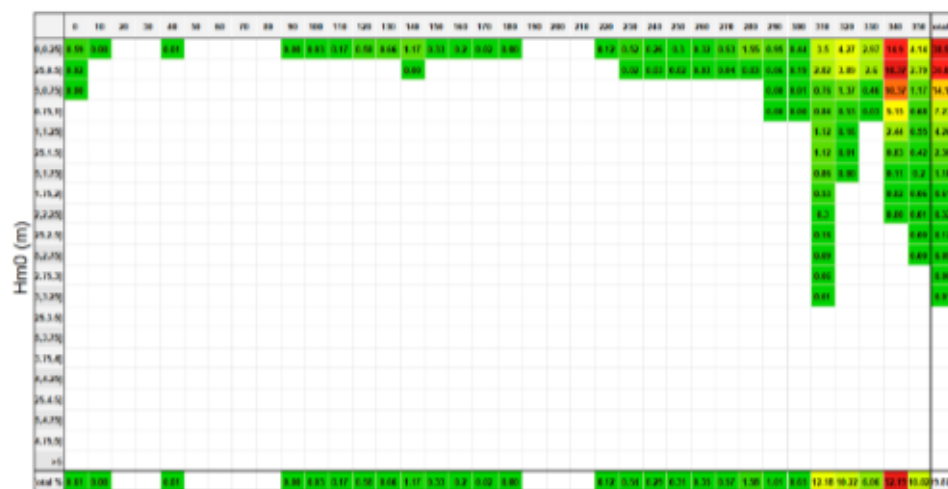
ბათუმი PS04 – პიკური პერიოდის მატების სიხშირე





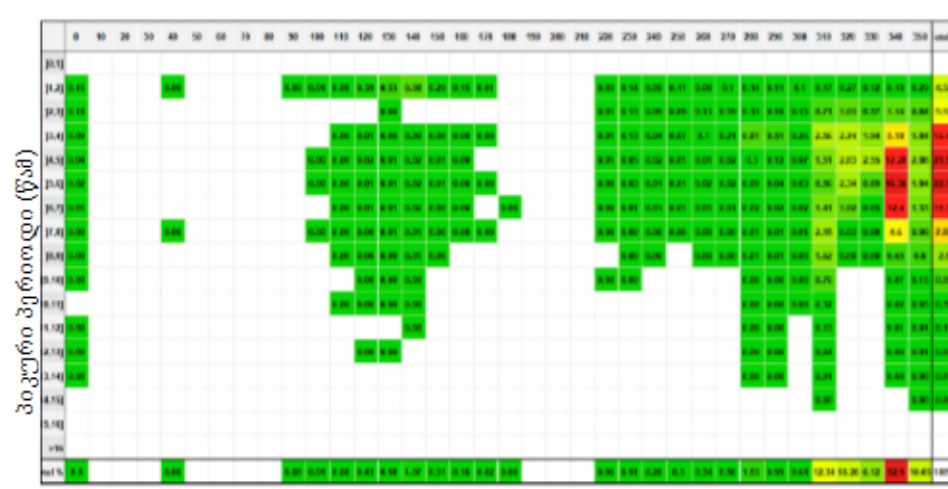
ბათუმი PS04 –  $T_p/Hm0$ ბათუმი PS04 –  $Dirp/Hm0$ ბათუმი PS04 –  $Dirp/Tp$ ბათუმი PS04 –  $Hm0$  – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა

ბათუმი PS04 - Hm0/Dirp - კორელოგრამა



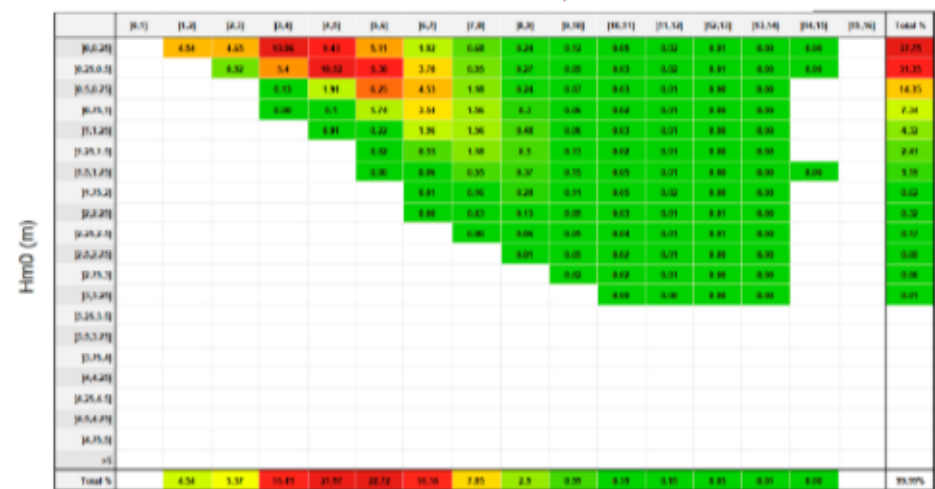
პიკური მიმართულება (°N)

ბათუმი PS04 - Tp/Dirp - კორელოგრამა



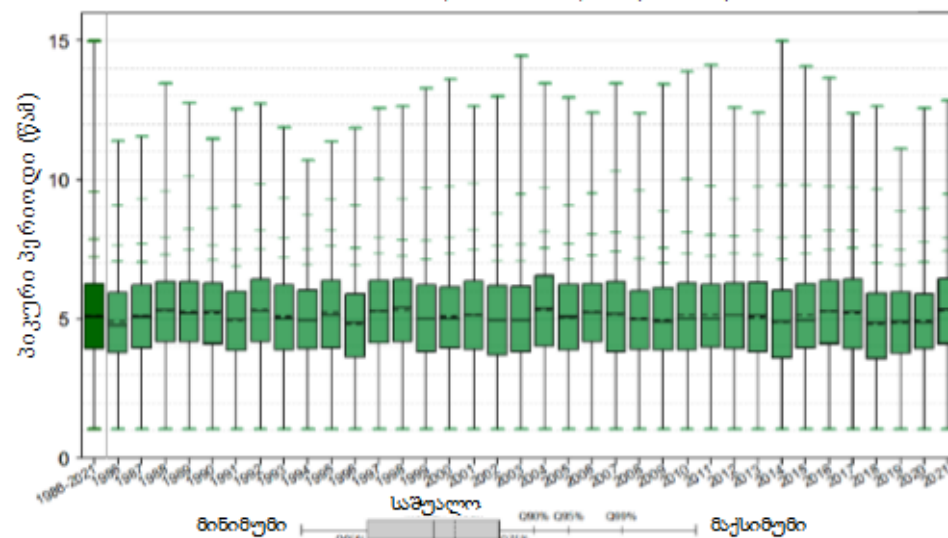
პიკური მიმართულება (°N)

ბათუმი PS04 - Hm0/Tp - კორელოგრამა

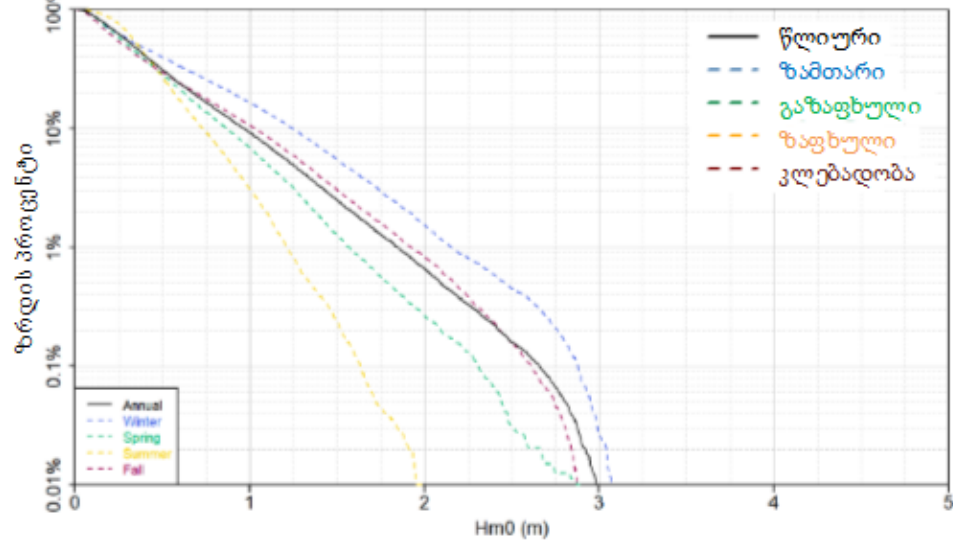


პიკური პერიოდი (წმ)

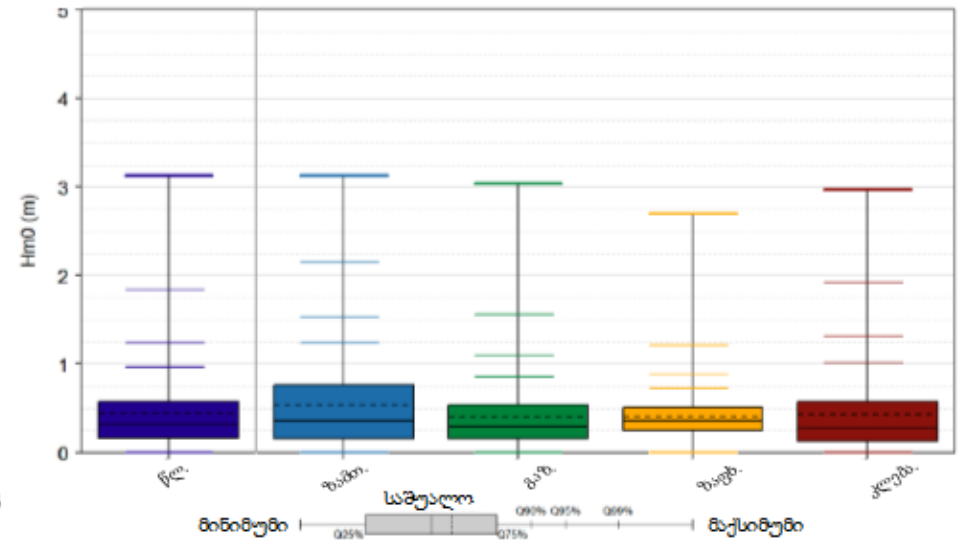
ბათუმი PS04 - Hm0 - წლიური ცვალებადობის დიაგრამა



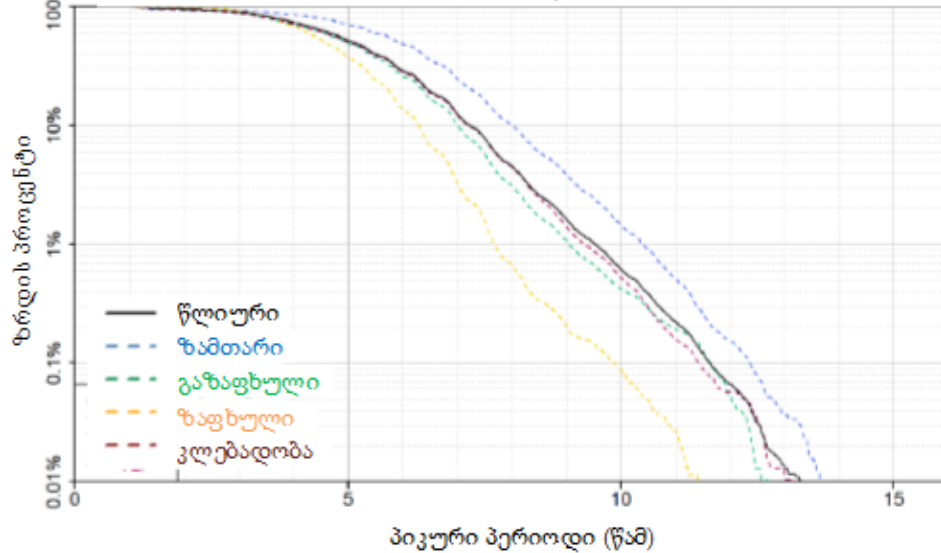
ბათუმი PS04 – სეზონური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



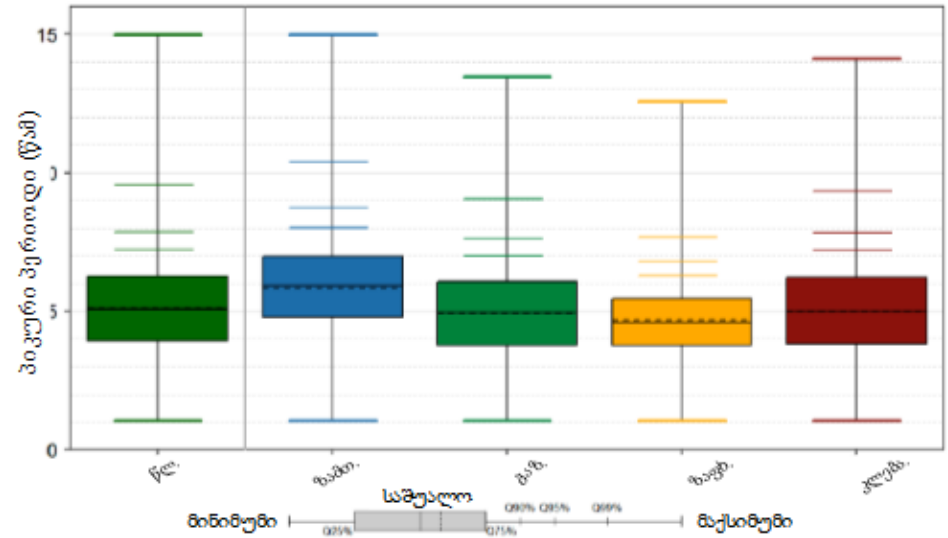
ბათუმი PS04 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PS04 – სეზონური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი

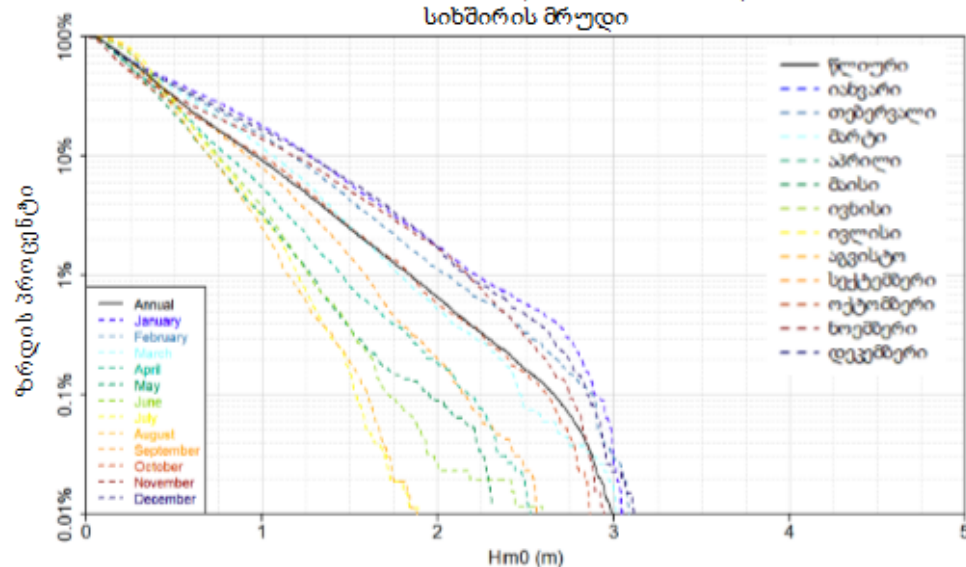


ბათუმი PS04 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა

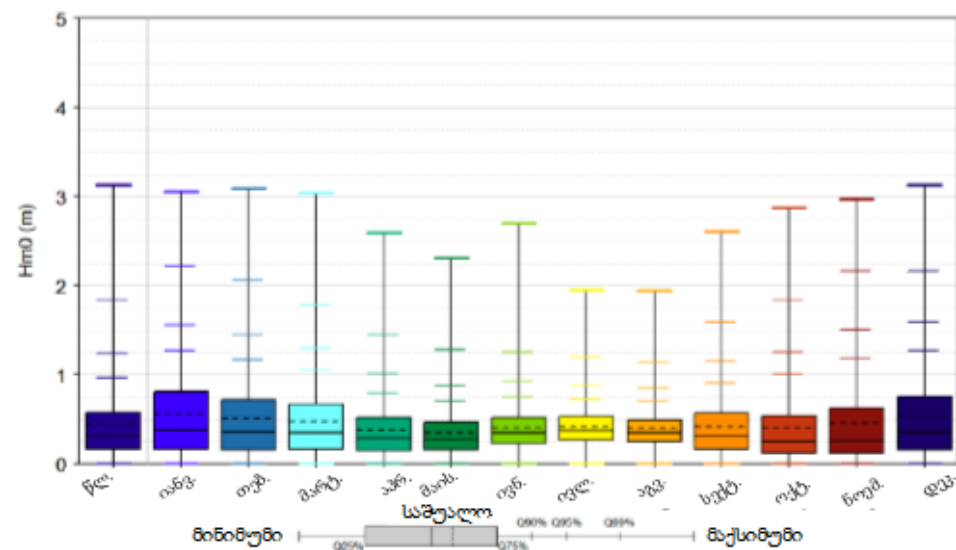




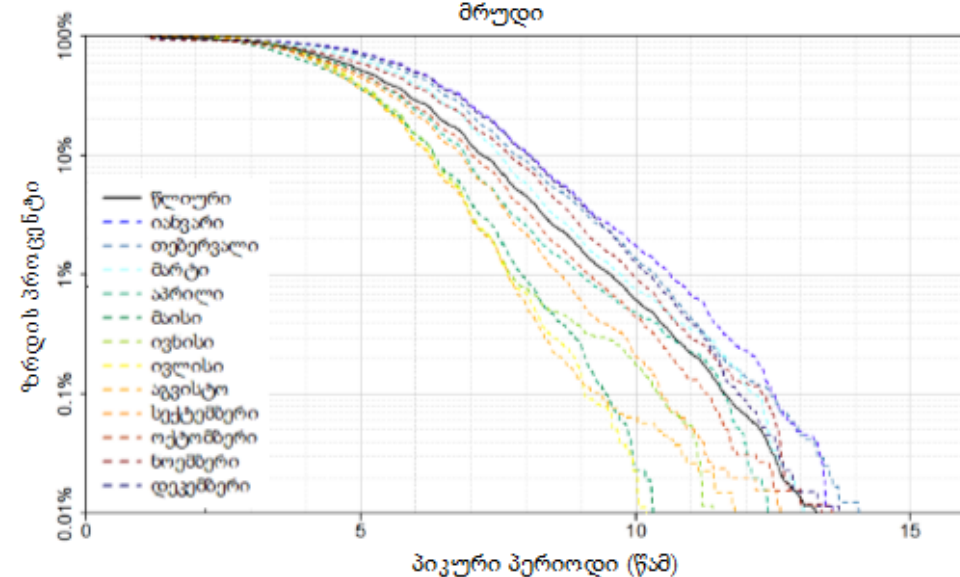
ბათუმი PS04 – თვითური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



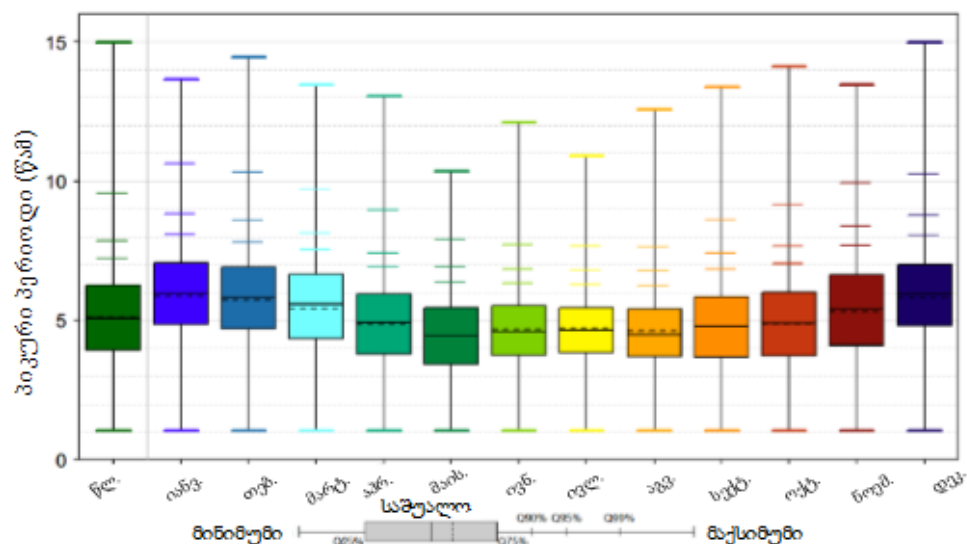
ბათუმი PS04 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PS04 – თვითური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



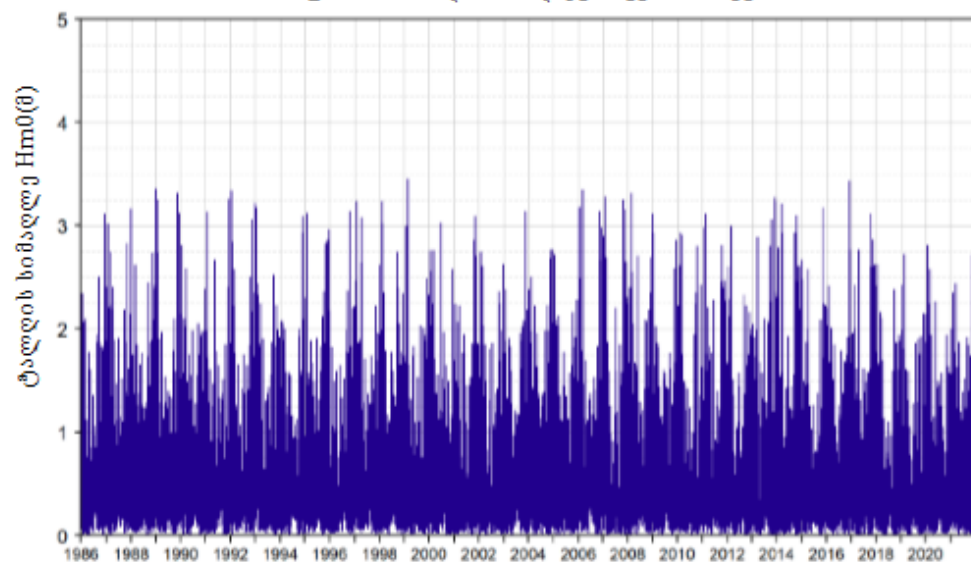
ბათუმი PS04 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



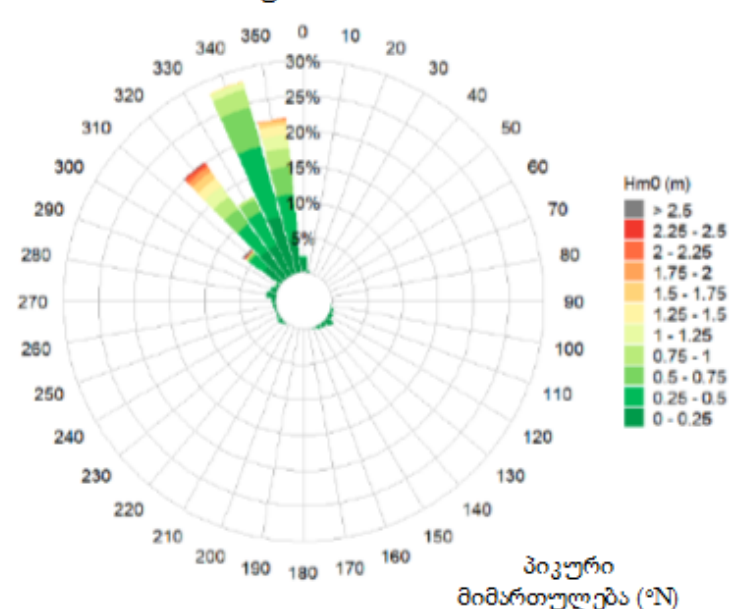


წერტილი PS05

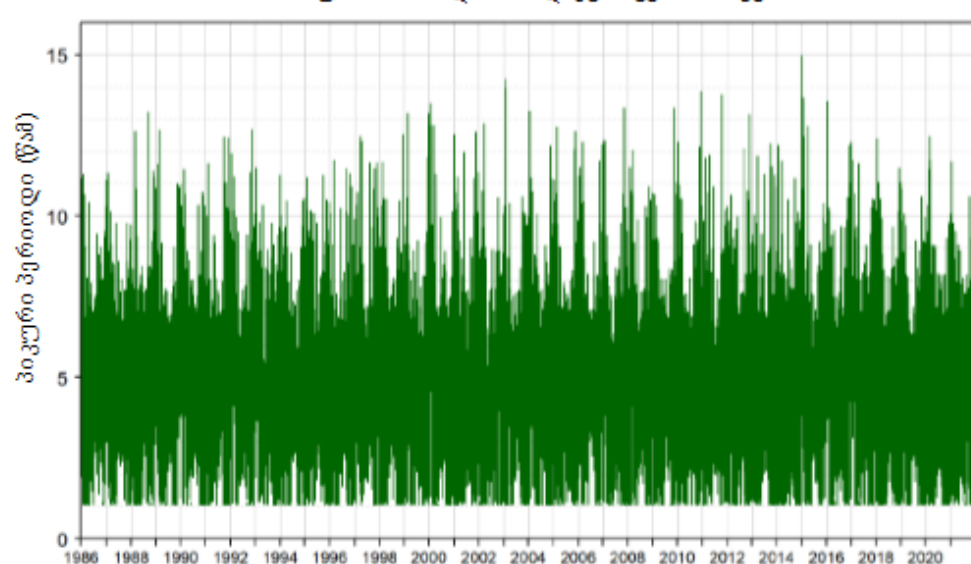
ბათუმი PS05 – დროში დაკვირვების რიგები



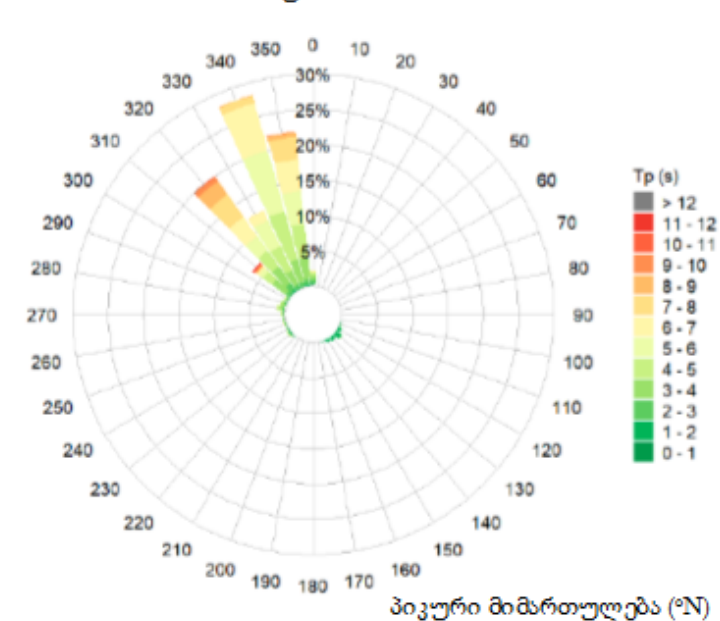
ბათუმი PS05



ბათუმი PS05 – დროში დაკვირვების რიგები

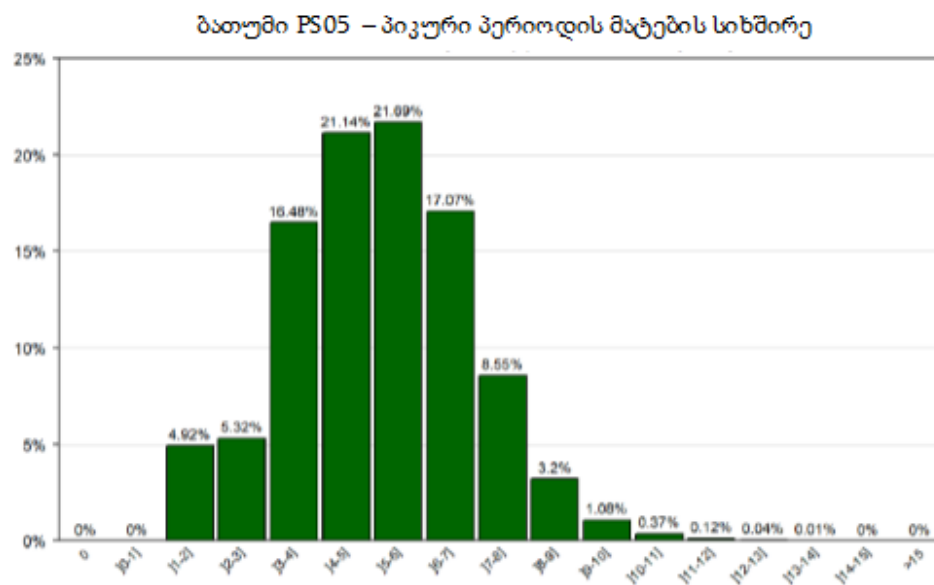
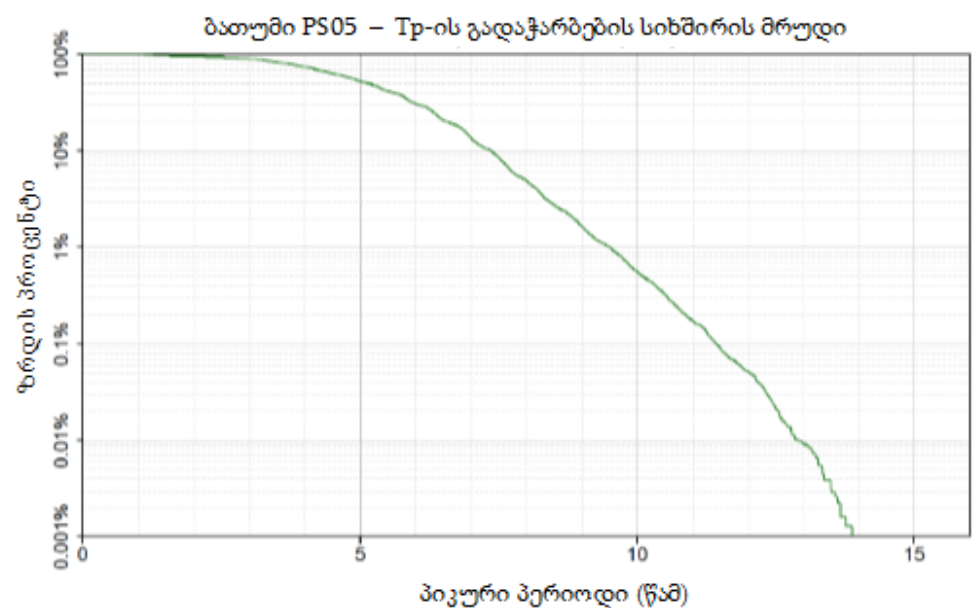
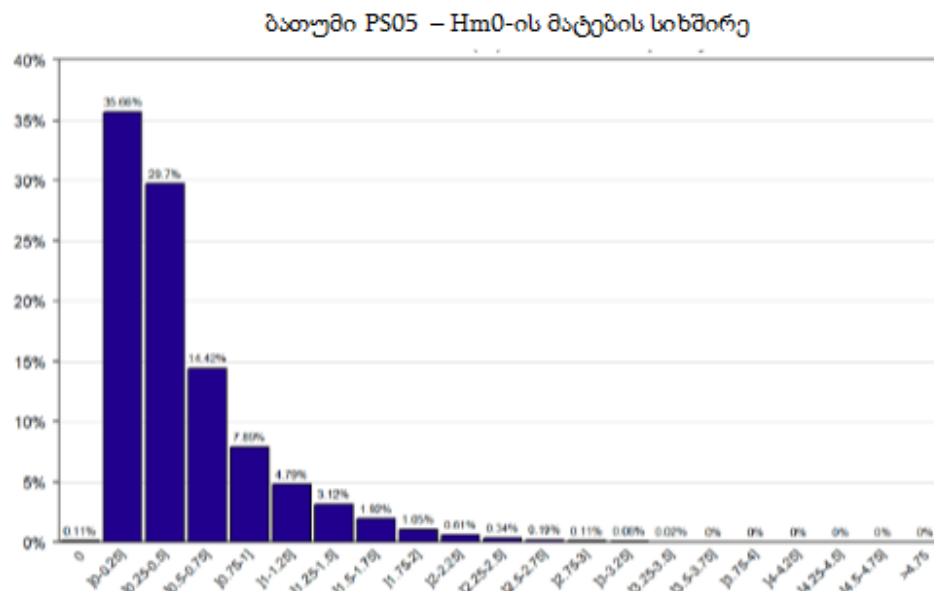
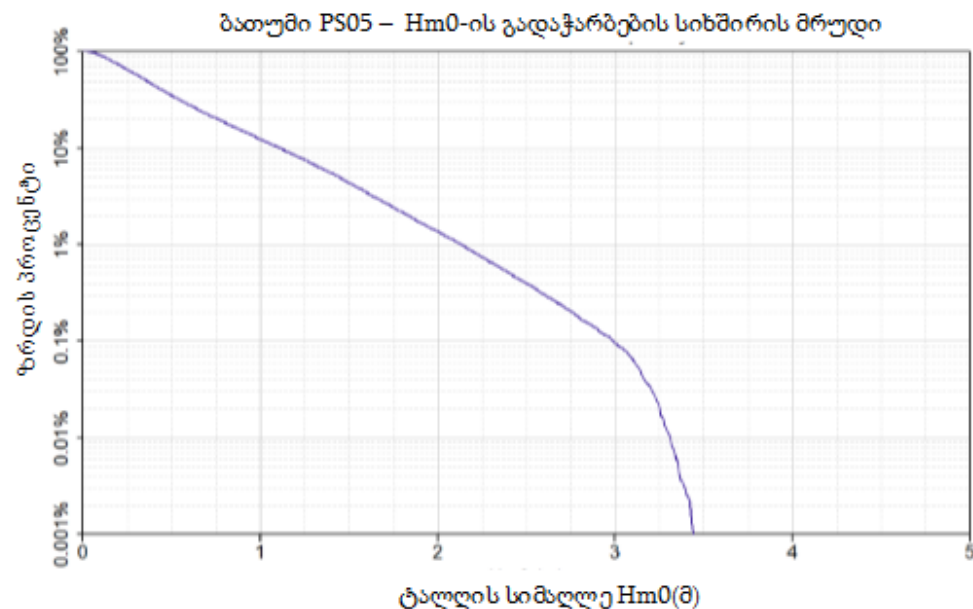


ბათუმი PS05

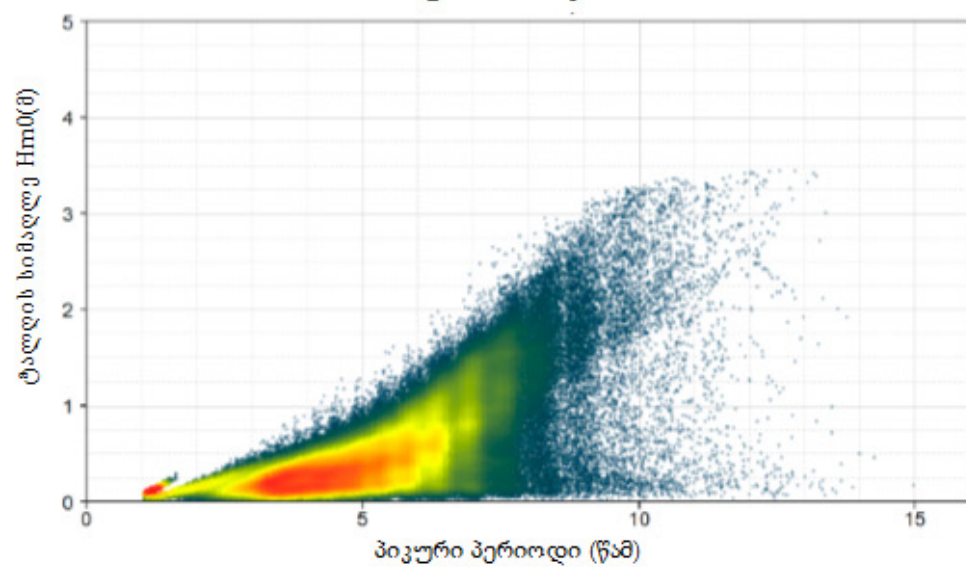


პიკური მიმართულება (°N)

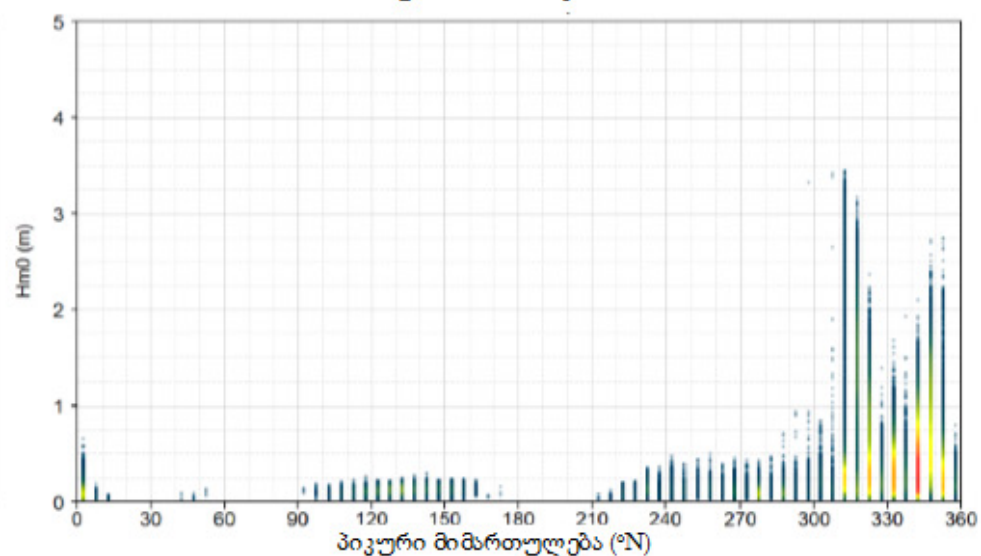




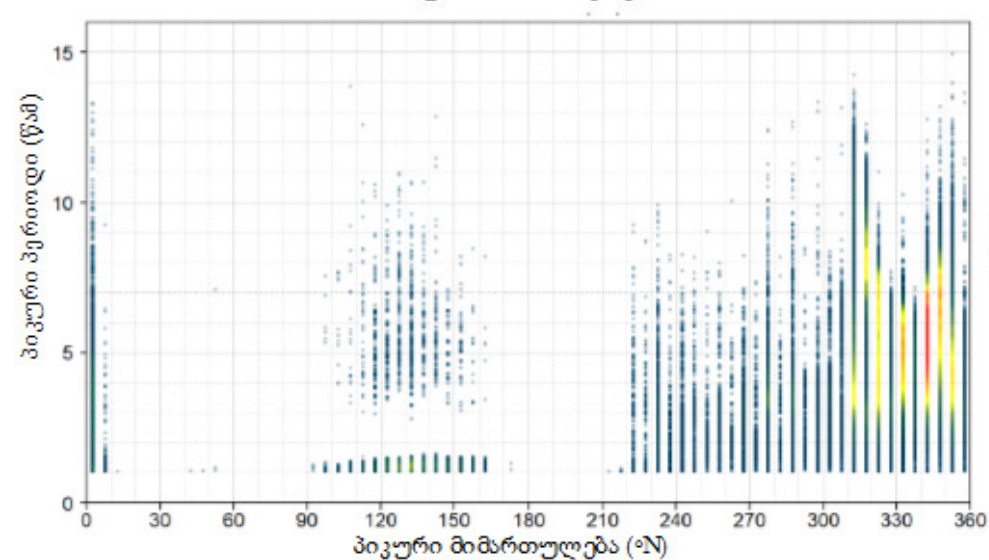
ბათუმი PS05 – Tp/Hm0



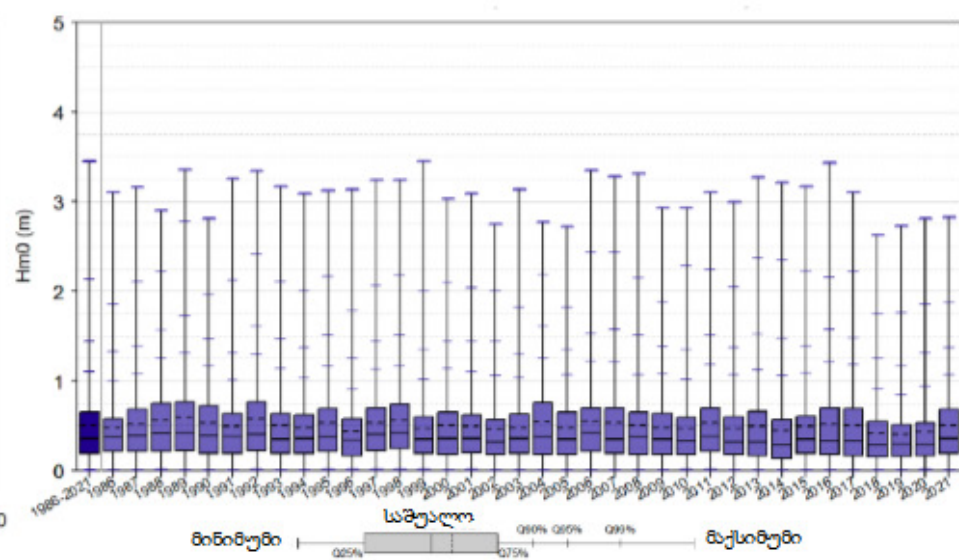
ბათუმი PS05 – Dirp/Hm0



ბათუმი PS05 – Dirp/Tp



ბათუმი PS05 – Hm0 – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა

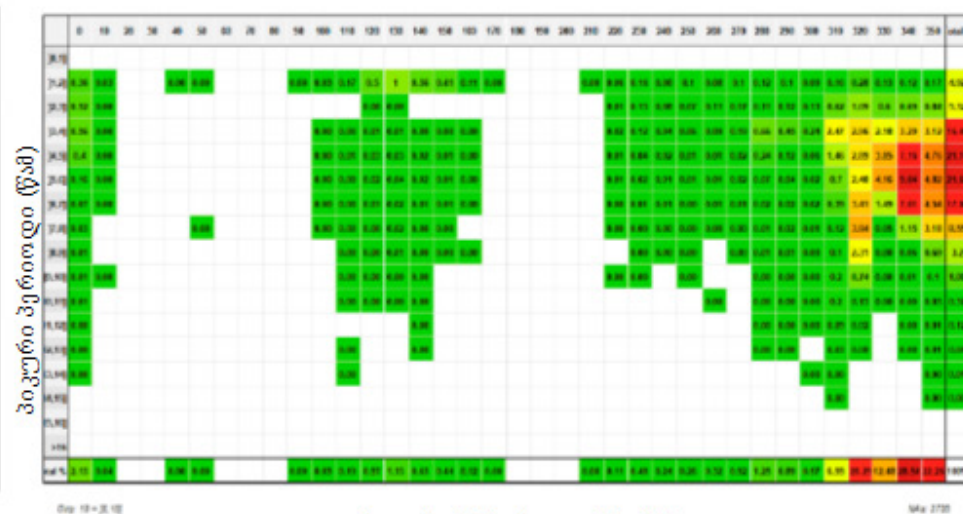


ბათუმი PS05 - Hm0/Dirp - კორელოგრამა



პიკური მიმართულება (°N)

ბათუმი PS05 - Tp/Dirp - კორელოგრამა



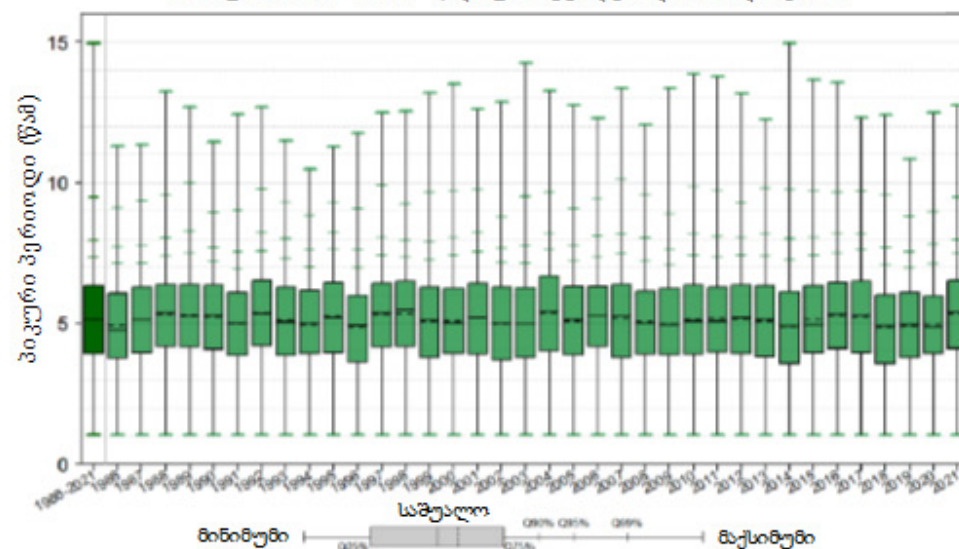
პიკური მიმართულება (°N)

ბათუმი PS05 - Hm0/Tp - კორელოგრამა



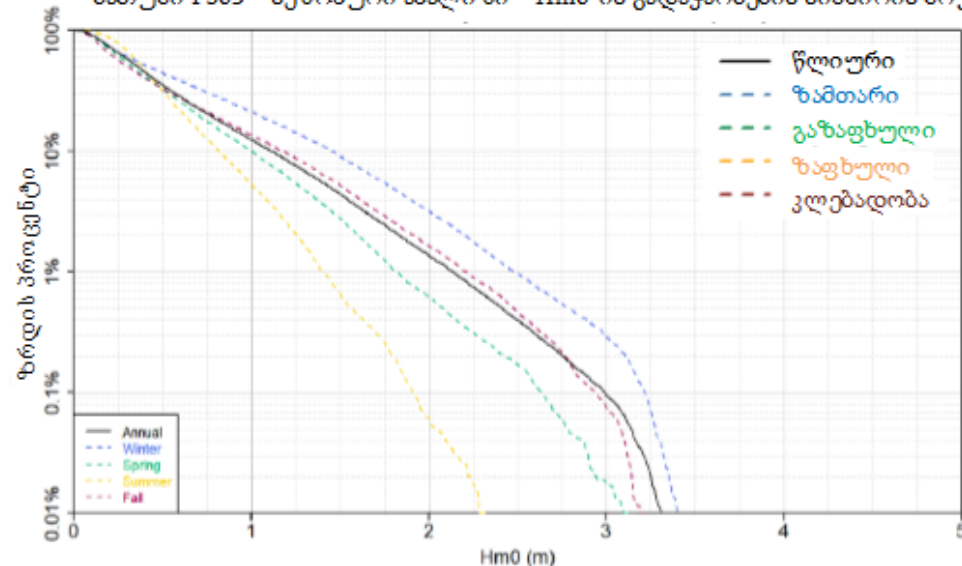
პიკური პერიოდი (წმ)

ბათუმი PS05 - Hm0 - წლიური ცვალებადობის დიაგრამა

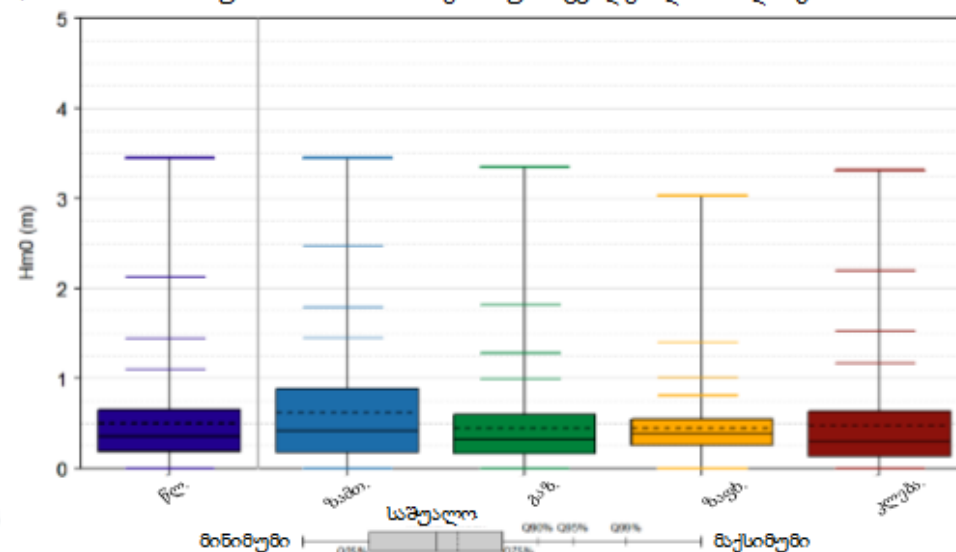




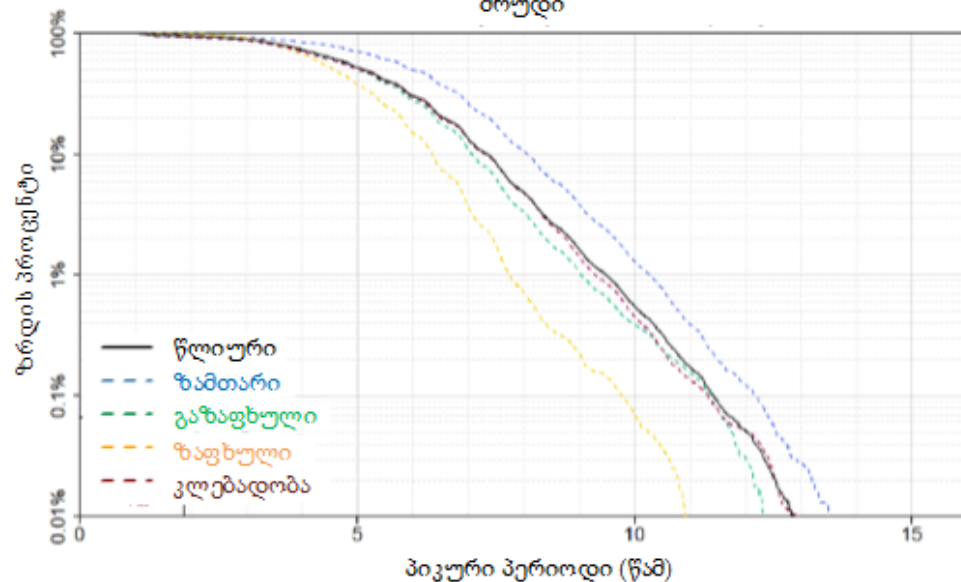
ბათუმი PS05 – სეზონური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



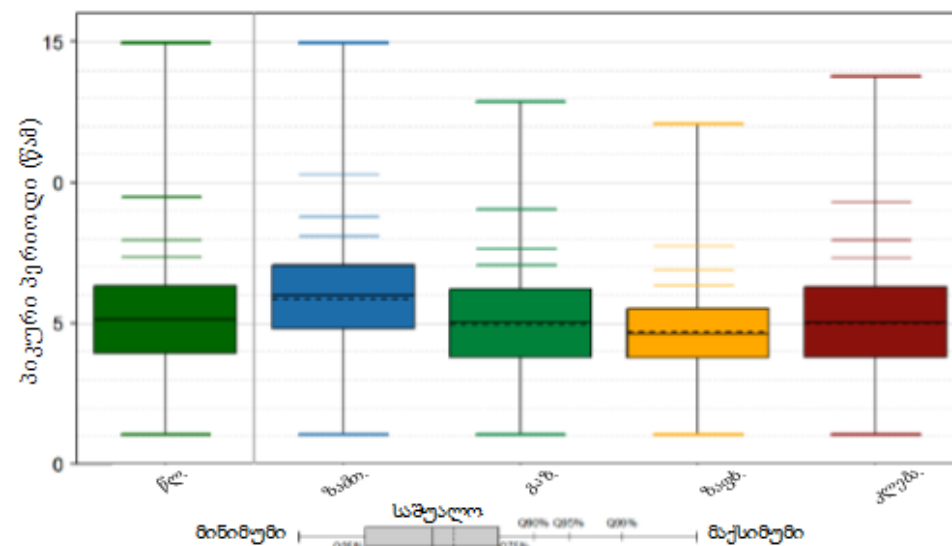
ბათუმი PS05 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



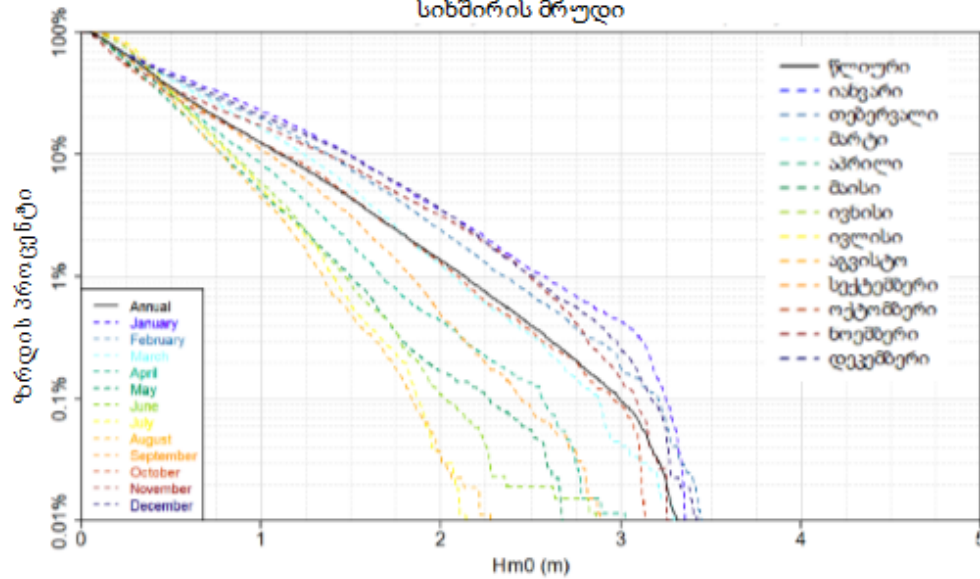
ბათუმი PS05 – სეზონური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



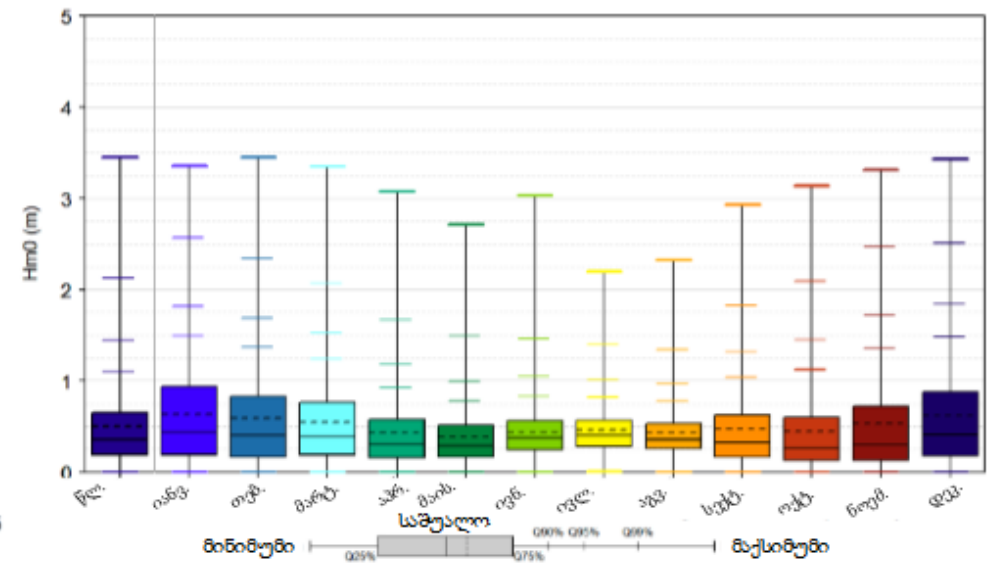
ბათუმი PS05 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



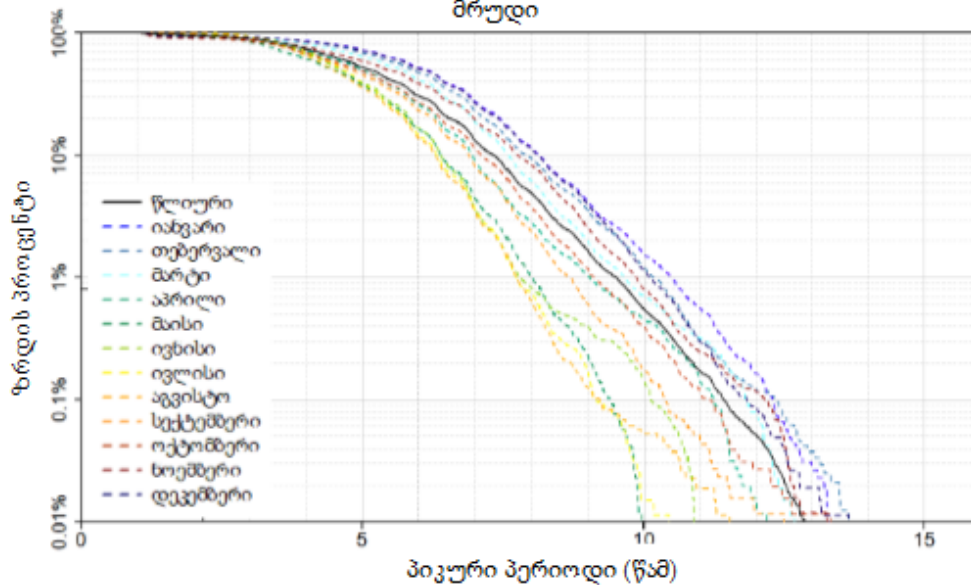
ბათუმი PS05 – თვეური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



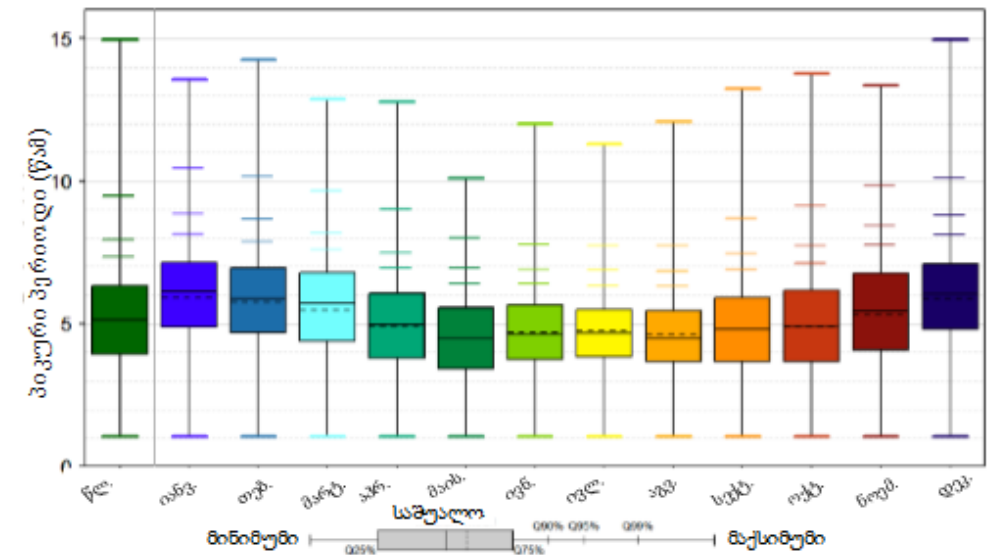
ბათუმი PS05 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PS05 – თვეური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



ბათუმი PS05 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა

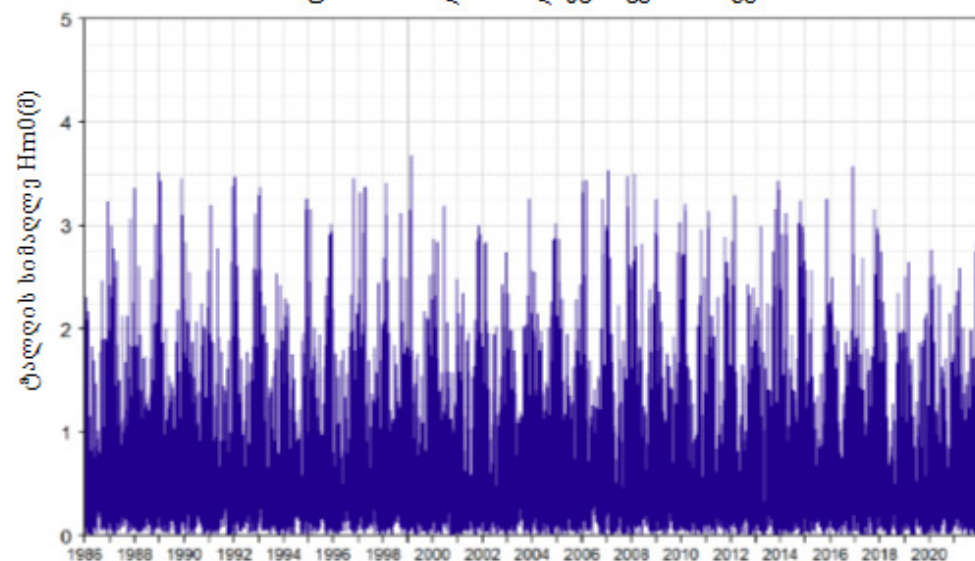




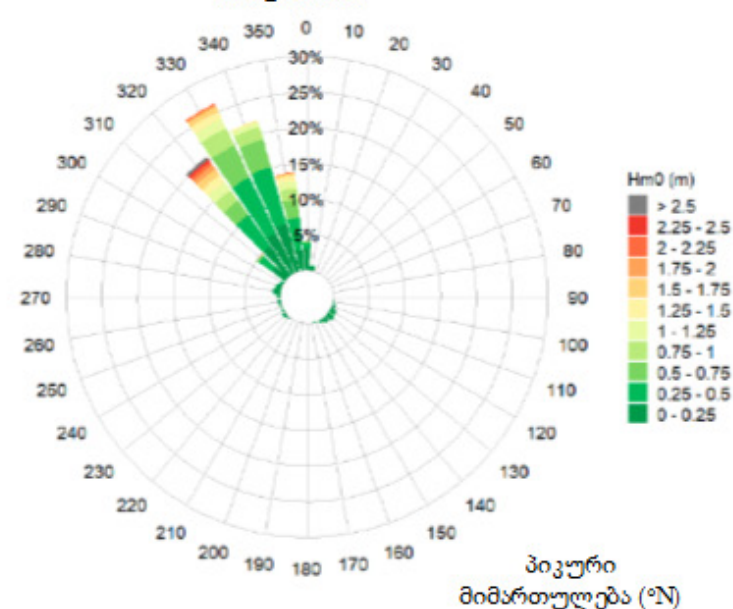
წერტილი PS06



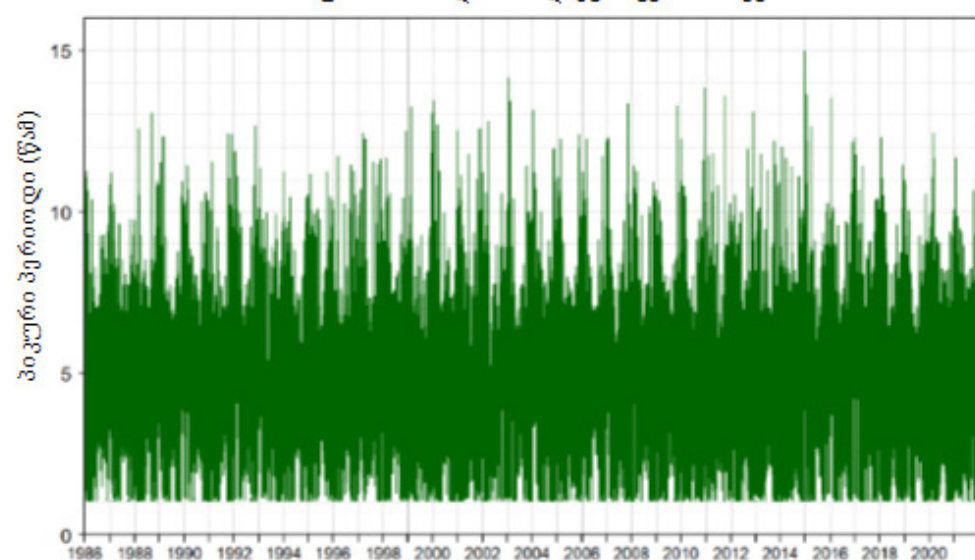
ბათუმი PS06 – დროში დაკვირვების რიგები



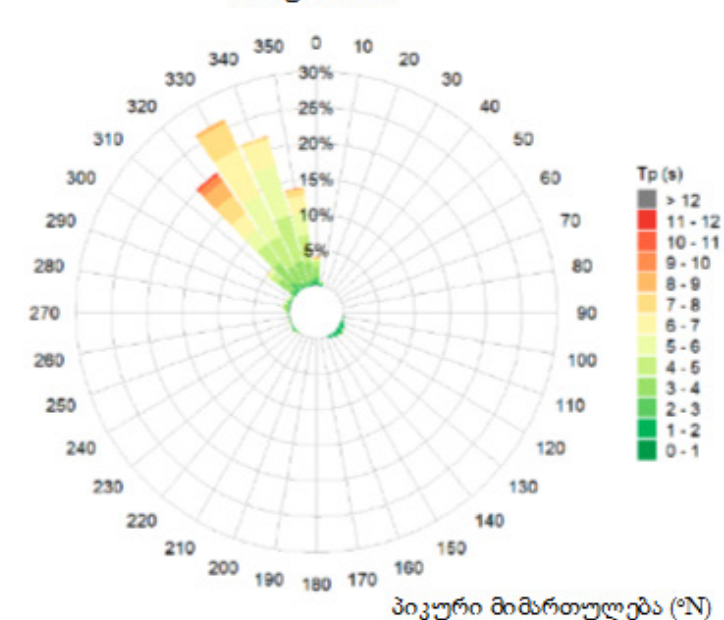
ბათუმი PS06



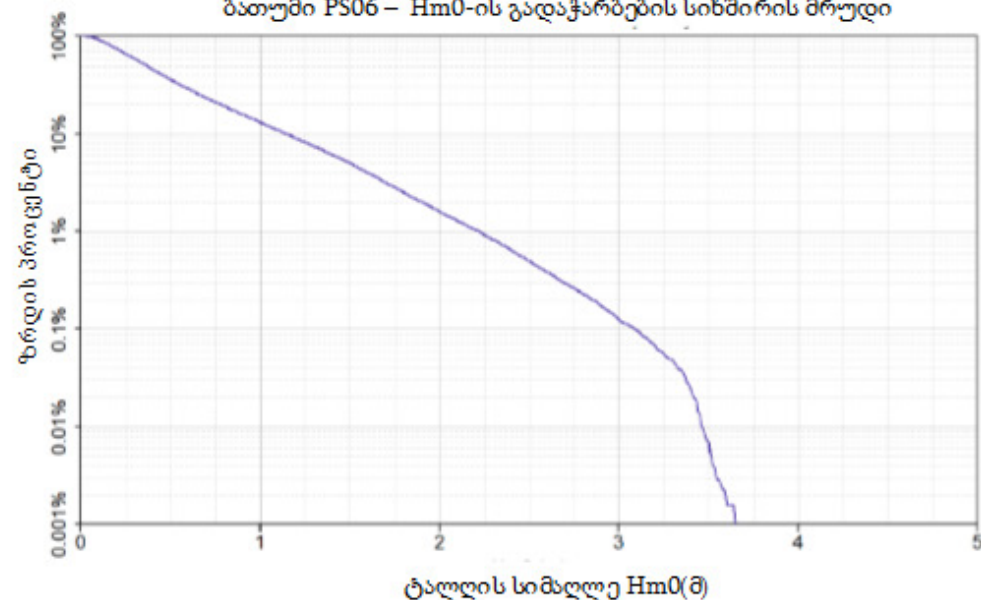
ბათუმი PS06 – დროში დაკვირვების რიგები



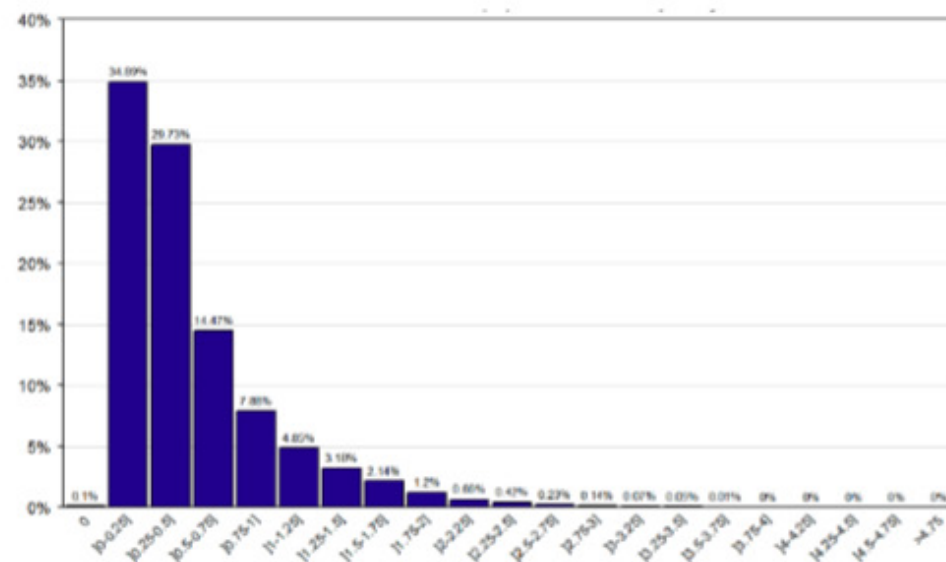
ბათუმი PS06



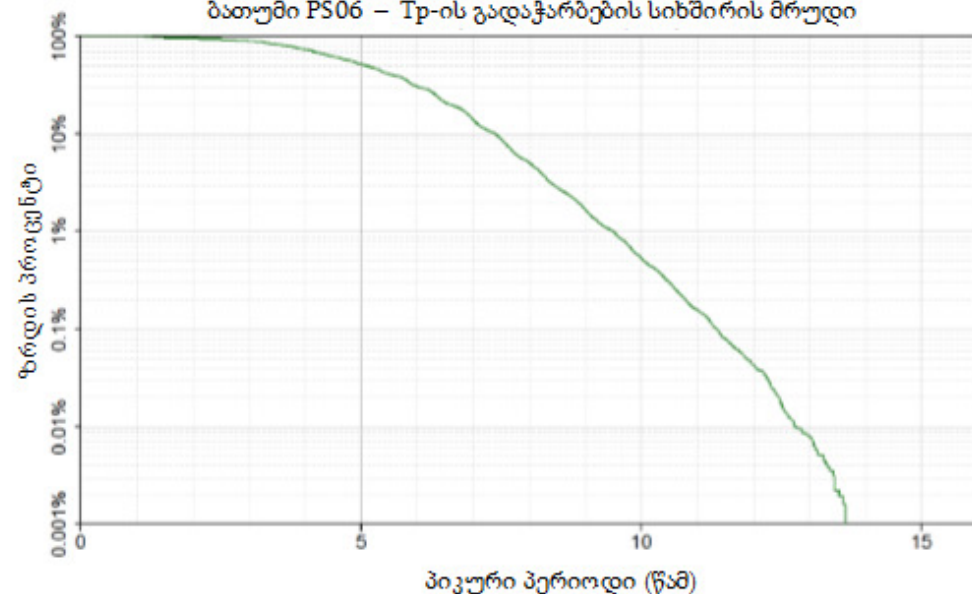
ბათუმი PS06 – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



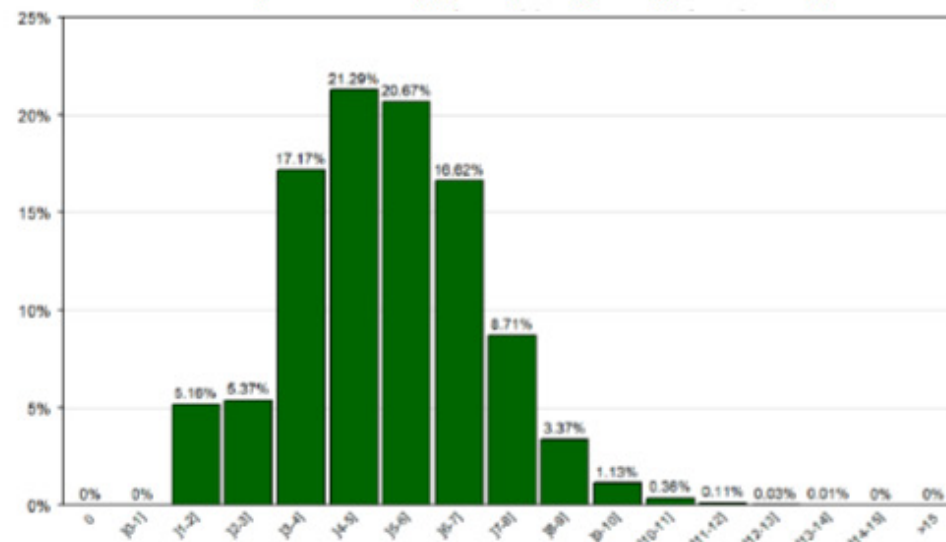
ბათუმი PS06 – Hm0-ის მატების სიხშირე



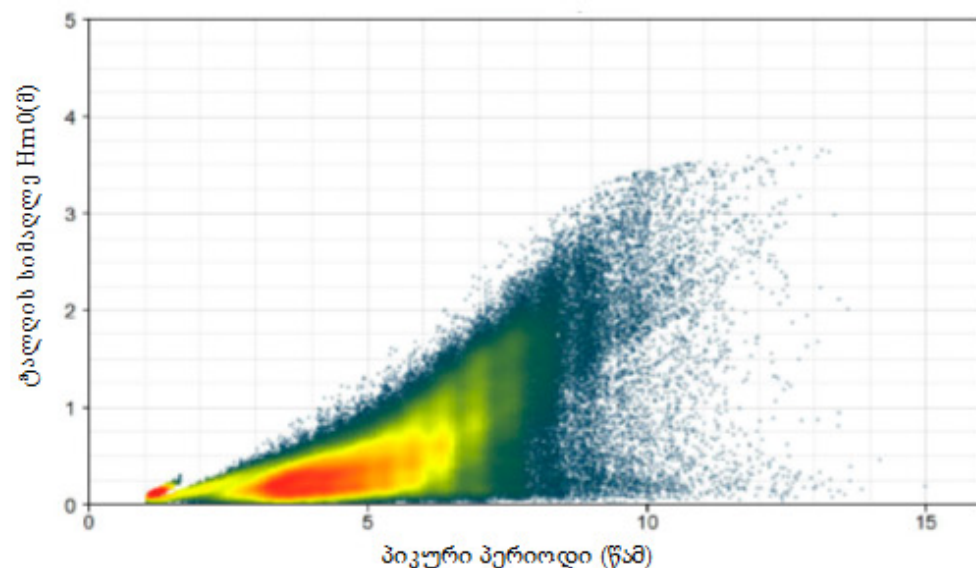
ბათუმი PS06 – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



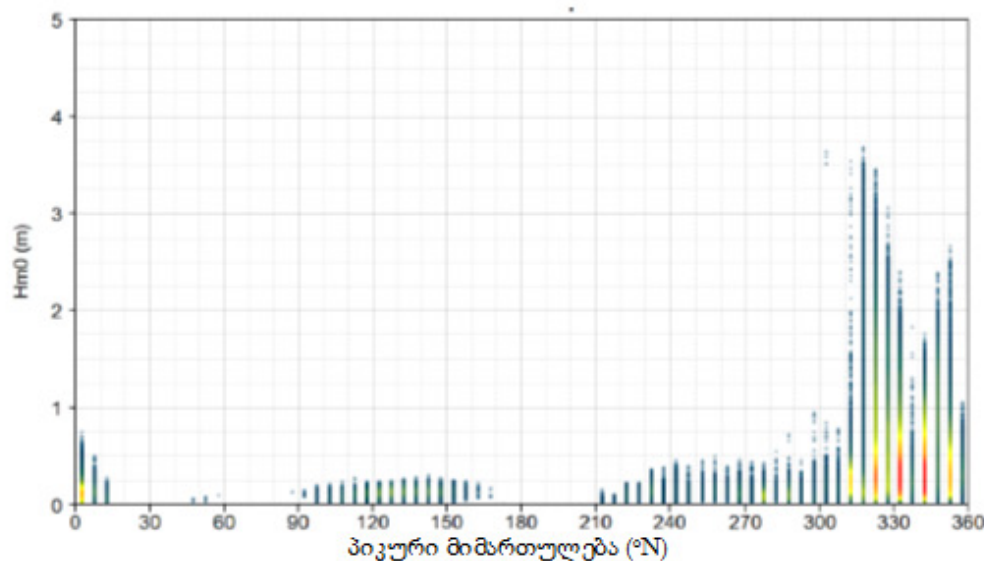
ბათუმი PS06 – პიკური პერიოდის მატების სიხშირე



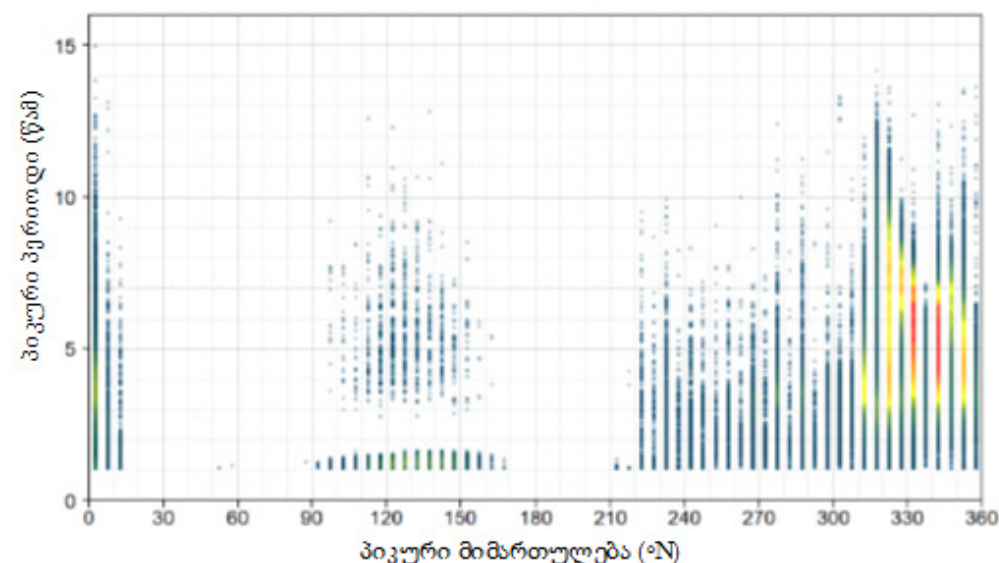
ბათუმი PS06 – Tp/Hm0



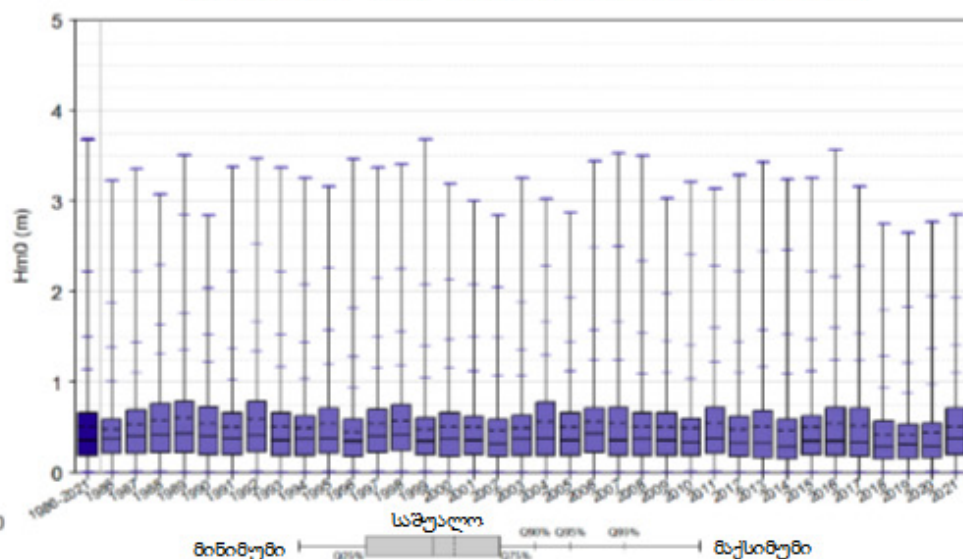
ბათუმი PS06 – Dirp/Hm0



ბათუმი PS06 – Dirp/Tp

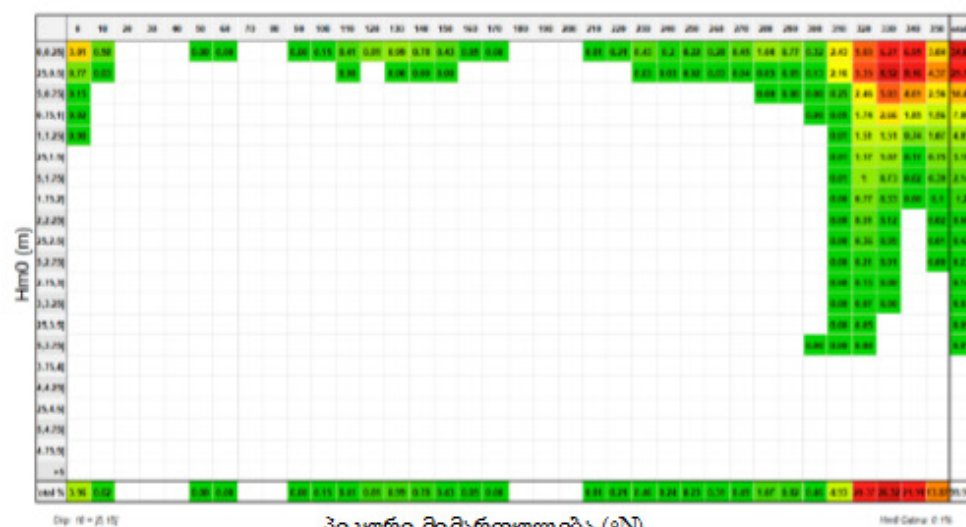


ბათუმი PS06 – Hm0 – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა

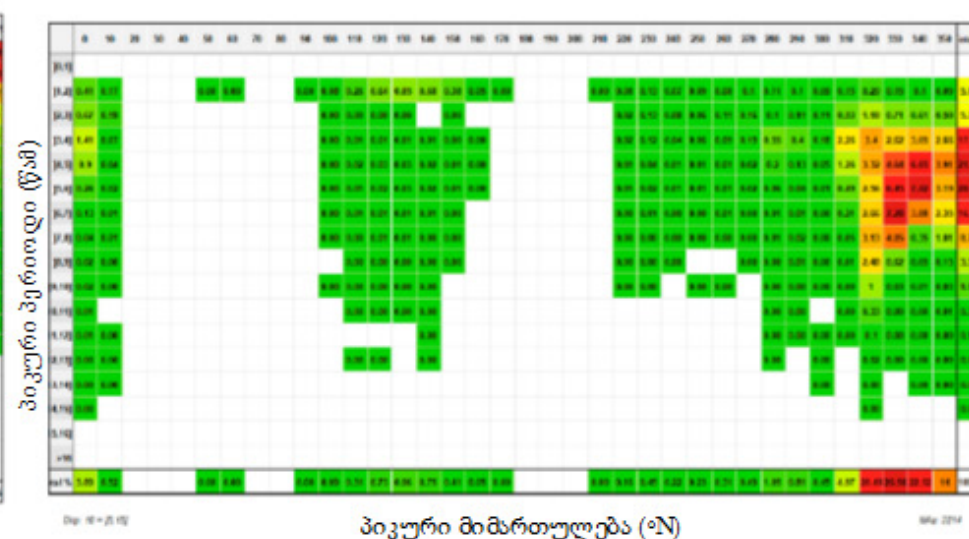




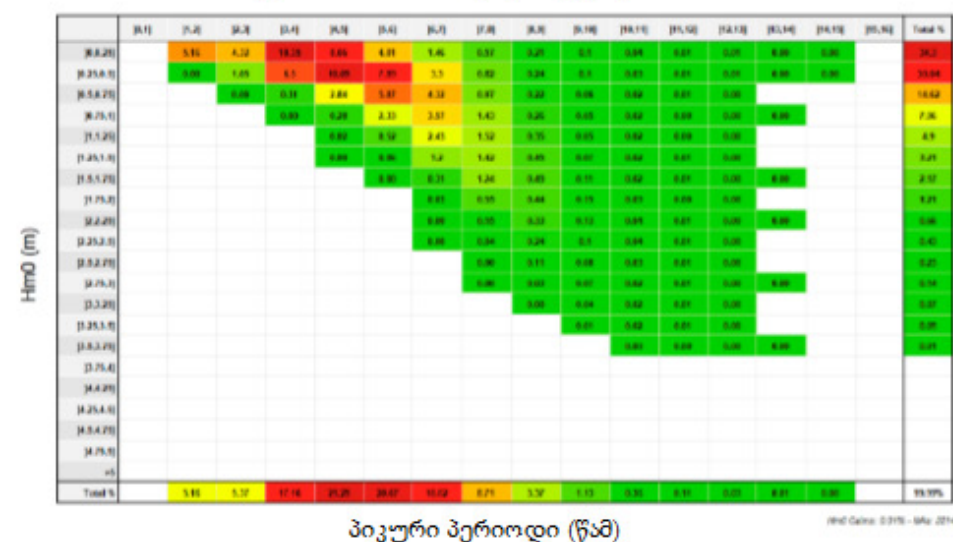
ბათუმი PS06 – Hm0/Dirp - კორელოგრამა



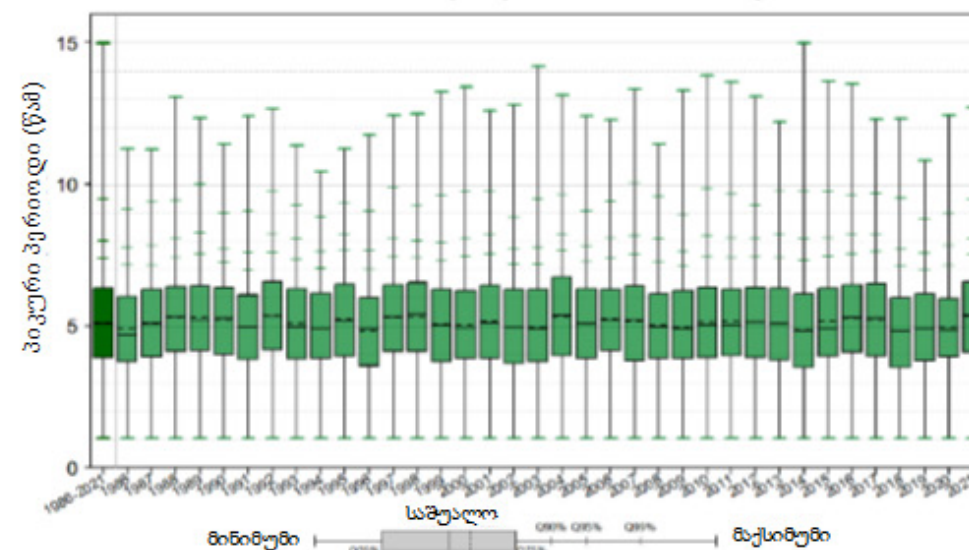
ბათუმი PS06 – Tp/Dirp - კორელოგრამა



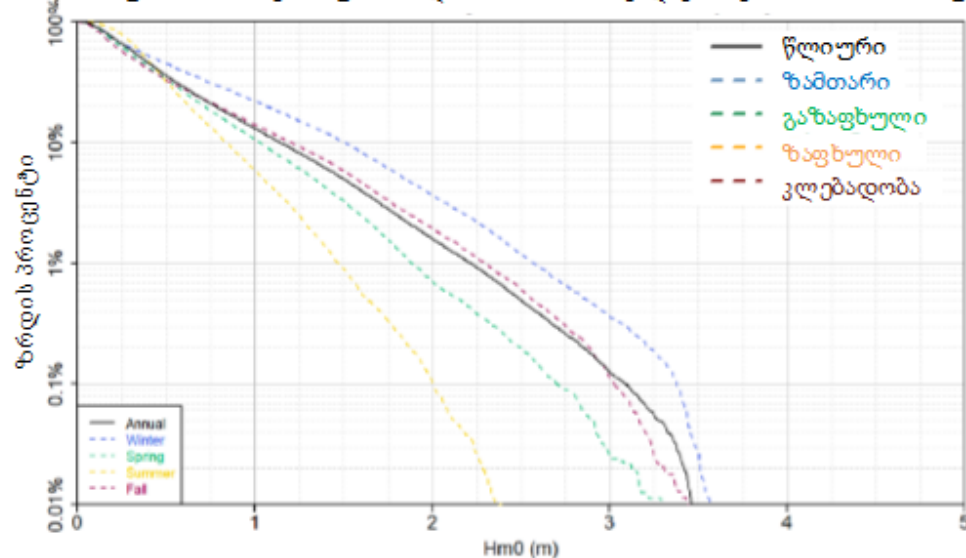
ბათუმი PS06 – Hm0/Tp - კორელოგრამა



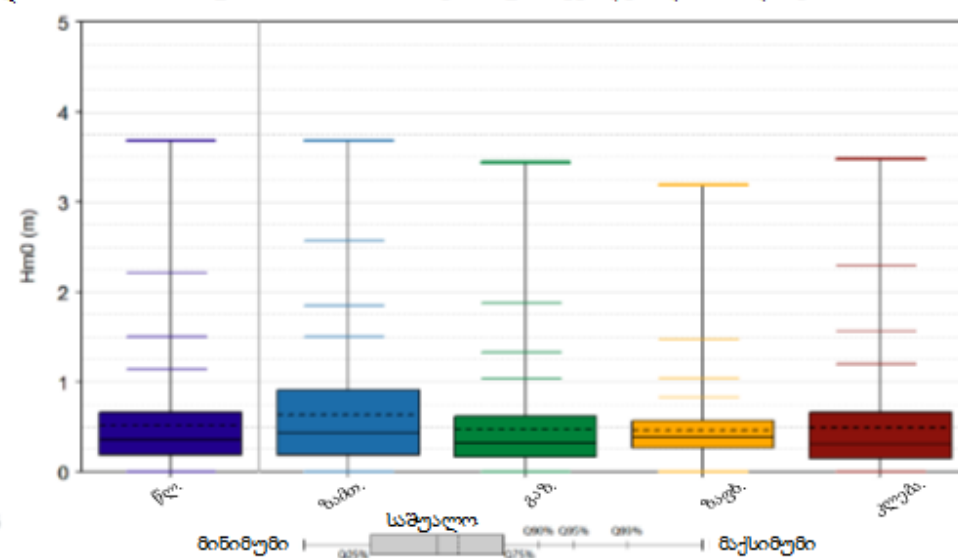
ბათუმი PS06 – Hm0 - წლიური ცვლადობის დიაგრამა



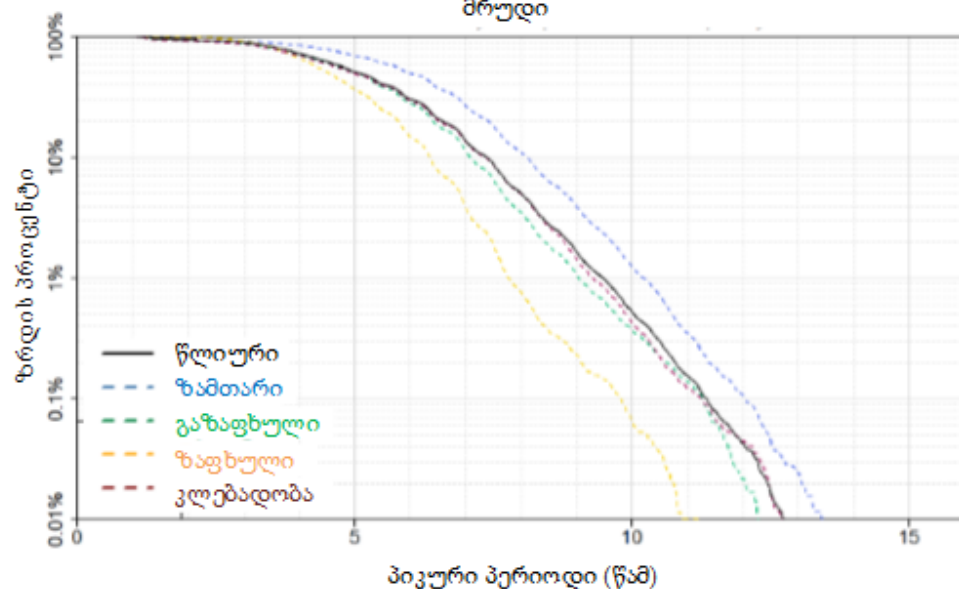
ბათუმი PS06 – სეზონური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



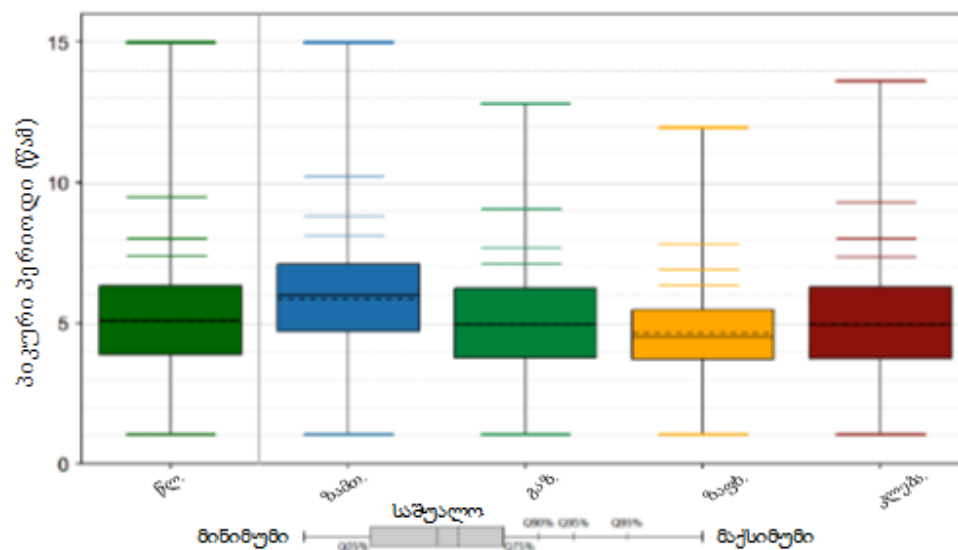
ბათუმი PS06 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



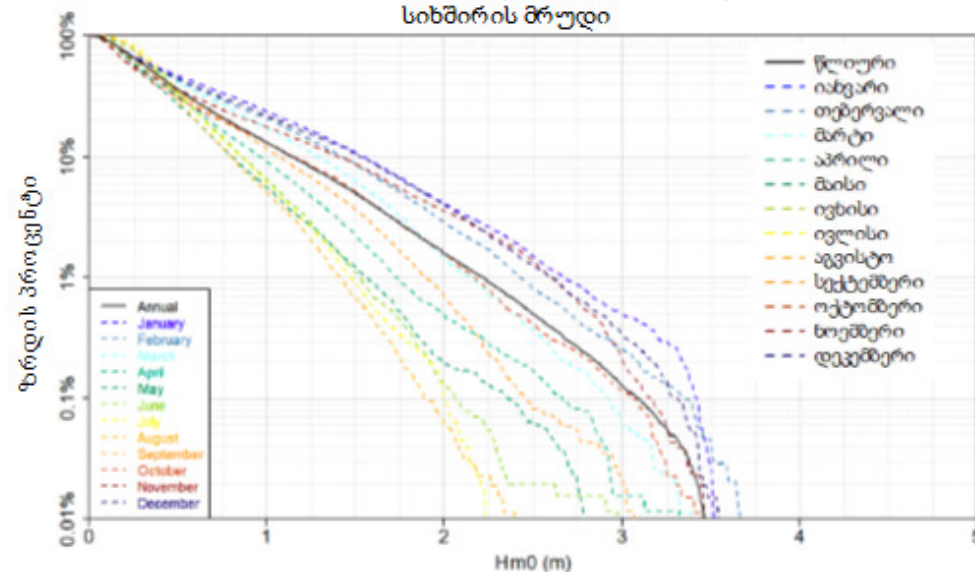
ბათუმი PS06 – სეზონური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



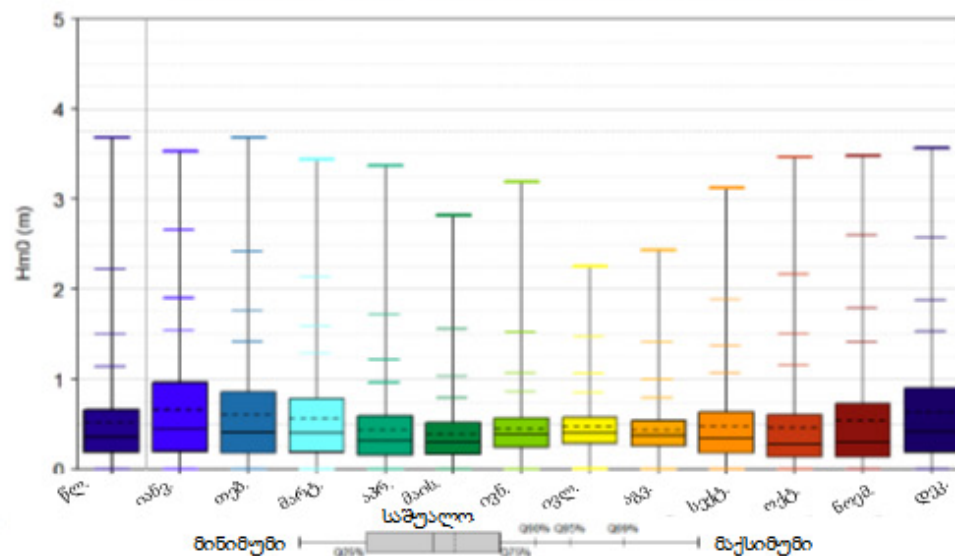
ბათუმი PS06 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



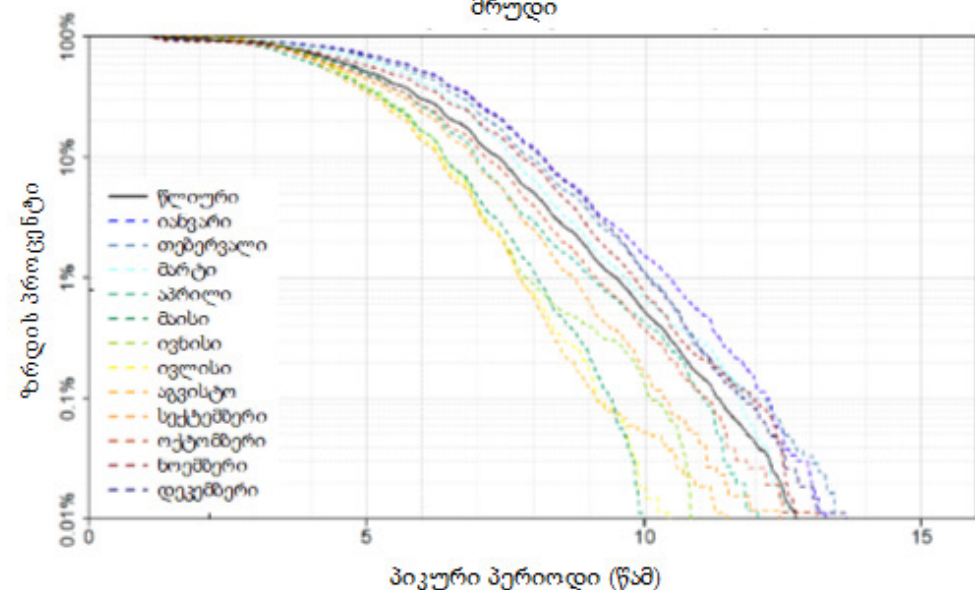
ბათუმი PS06 – თვიური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



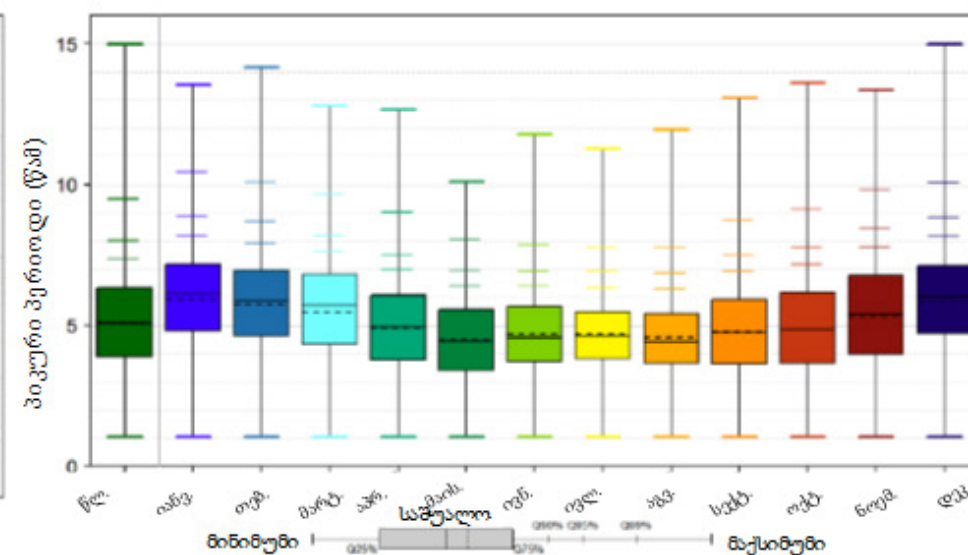
ბათუმი PS06 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PS06 – თვიური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



ბათუმი PS06 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა

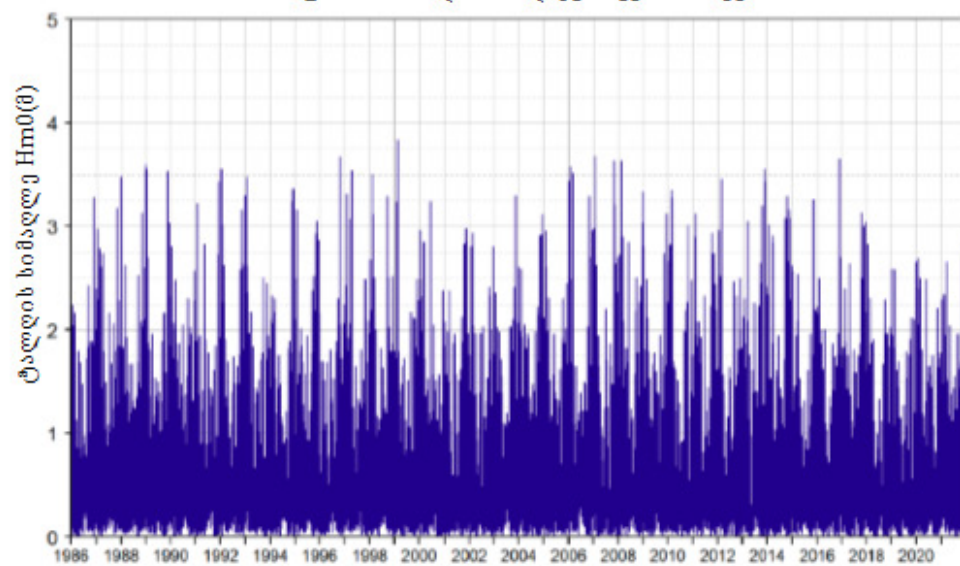




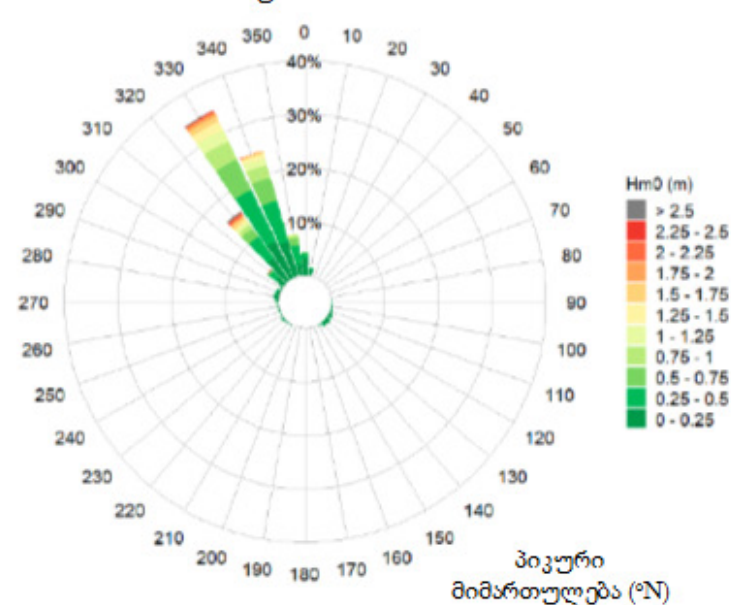


წერტილი PS07

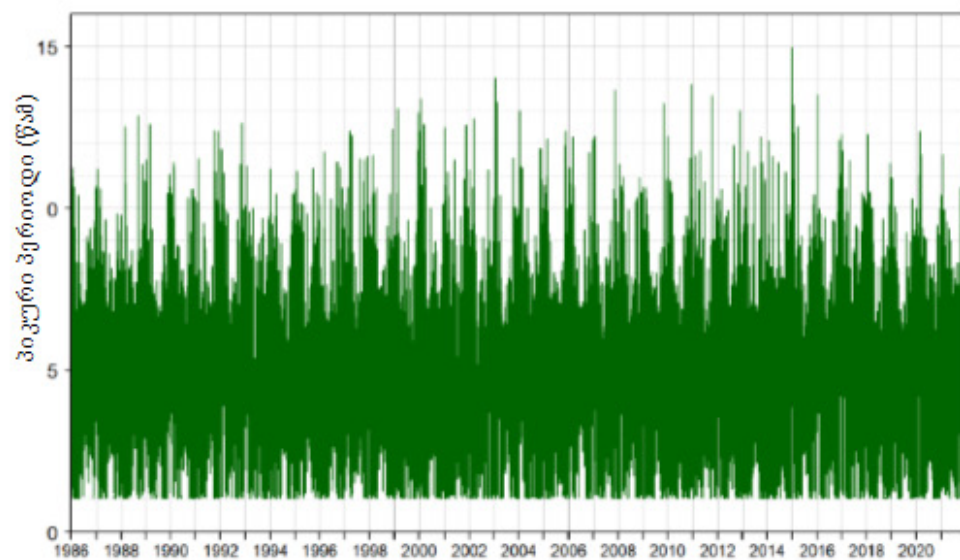
ბათუმი PS07 – დროში დაკვირვების რიგები



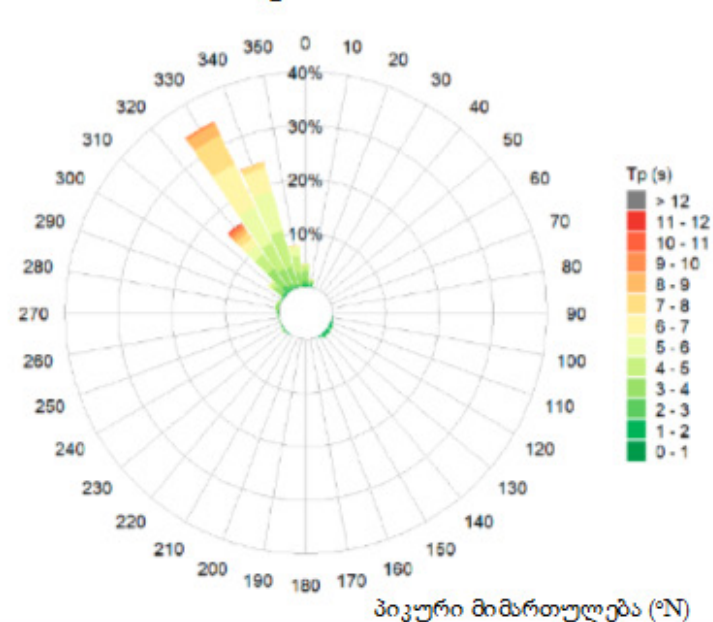
ბათუმი PS07



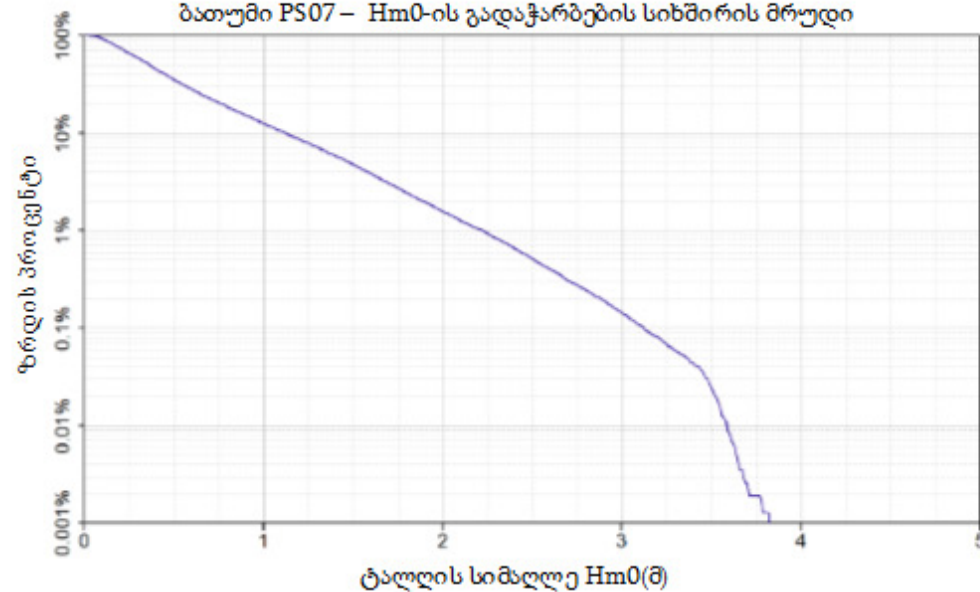
ბათუმი PS07 – დროში დაკვირვების რიგები



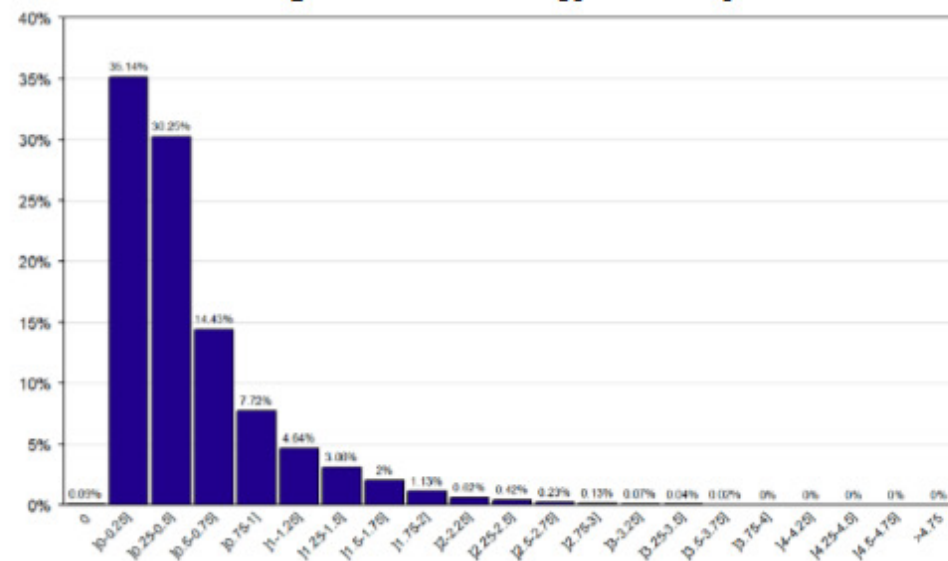
ბათუმი PS07



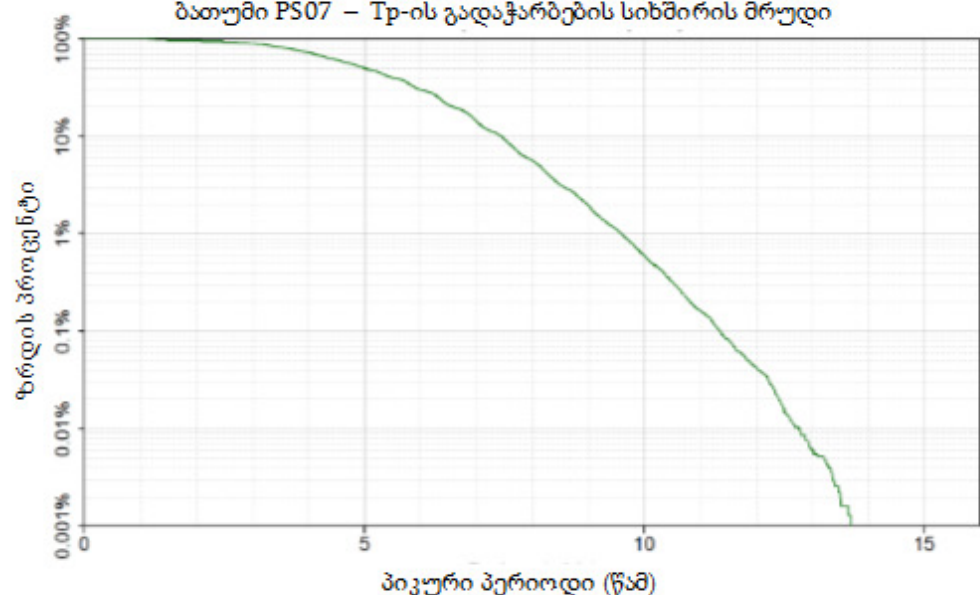
ბათუმი PS07 – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



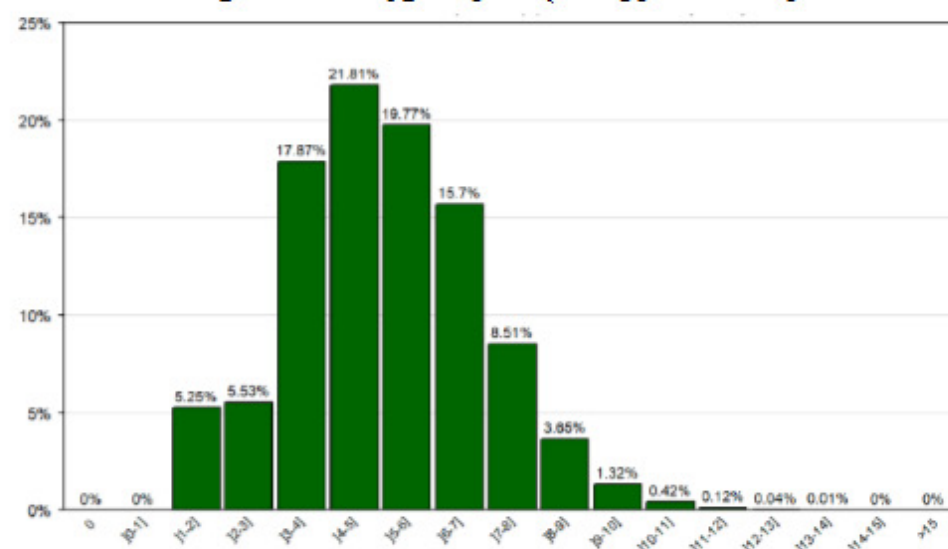
ბათუმი PS07 – Hm0-ის მატების სიხშირე



ბათუმი PS07 – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი

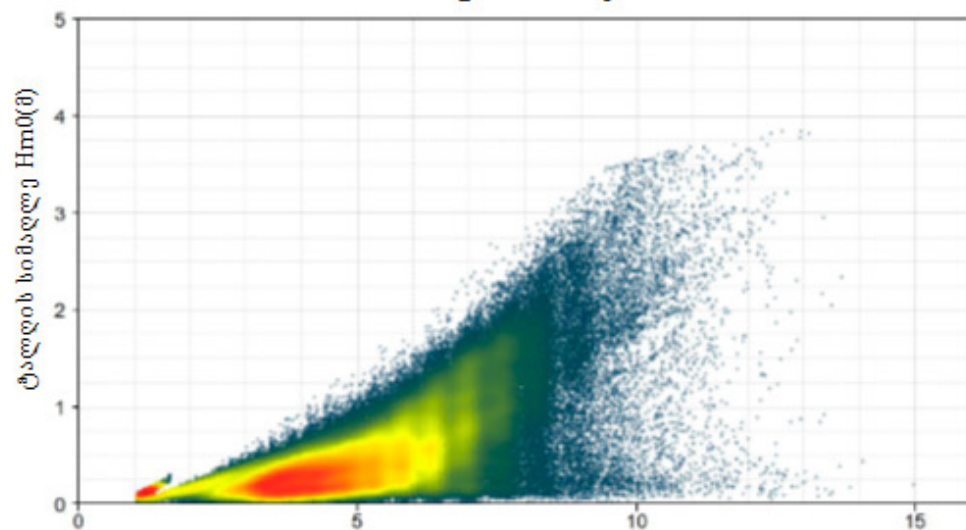


ბათუმი PS07 – პიკური პერიოდის მატების სიხშირე



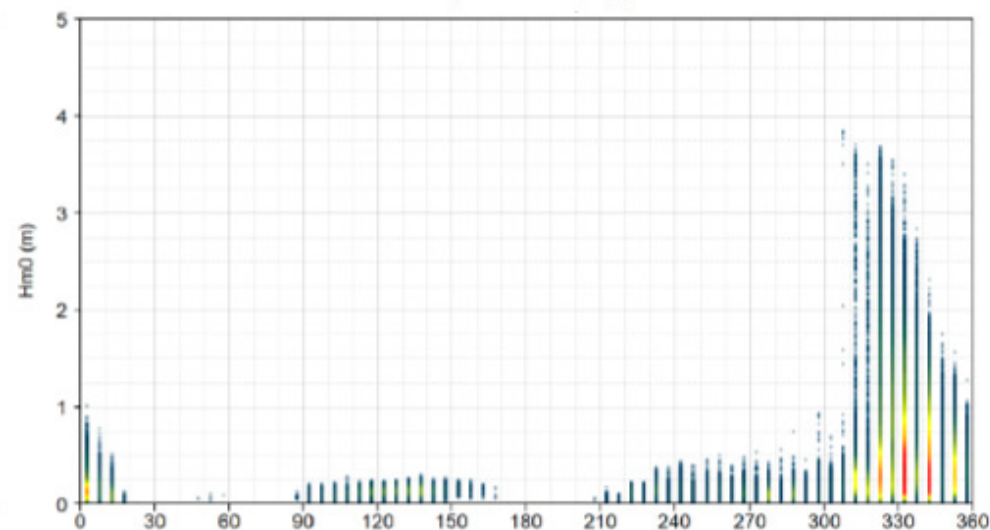


ბათუმი PS07 – Tp/Hm0



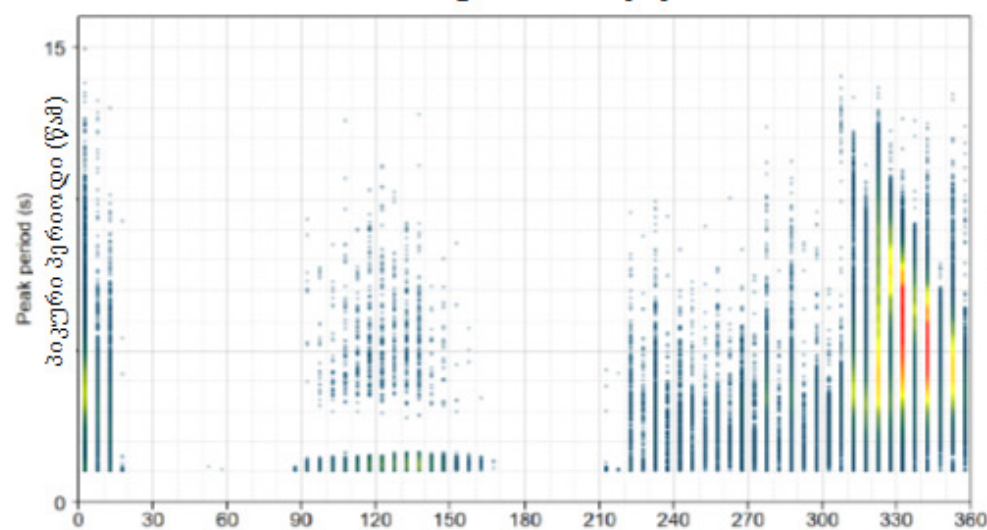
პიკური პერიოდი (წმ)

ბათუმი PS07 – Dirp/Hm0



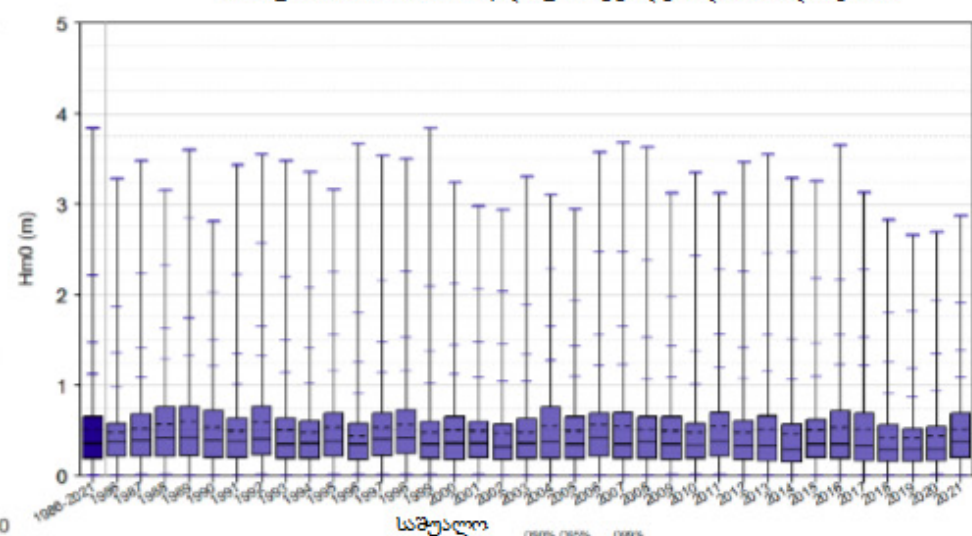
პიკური მიმართულება (°N)

ბათუმი PS07 – Dirp/Tp



პიკური მიმართულება (°N)

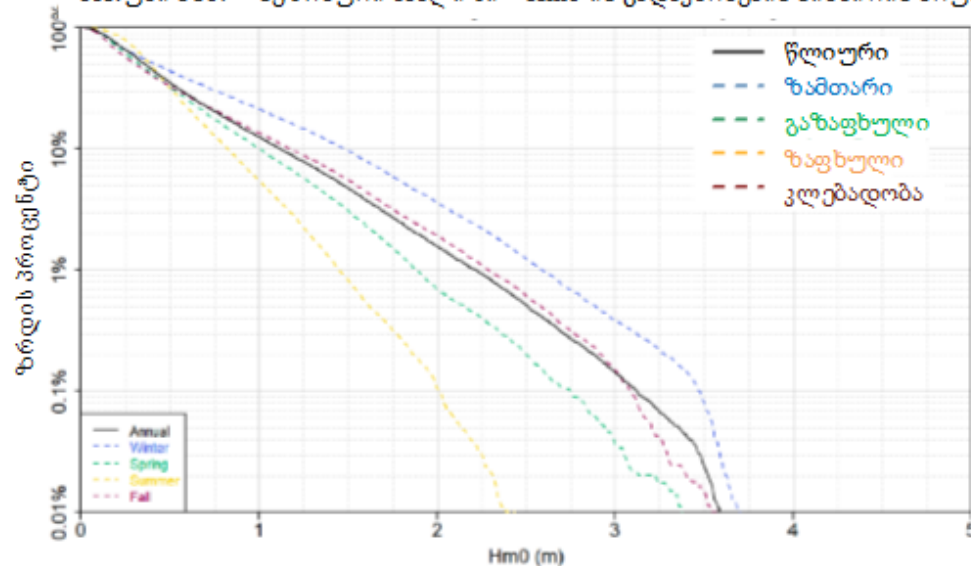
ბათუმი PS07 – Hm0 – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა



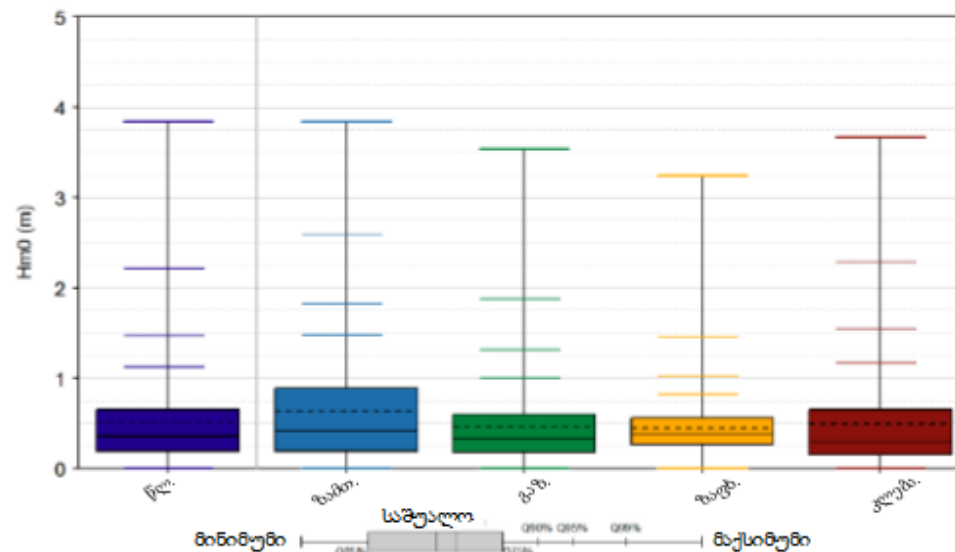
საშუალო  
მინიმუმი  
მაქსიმუმი



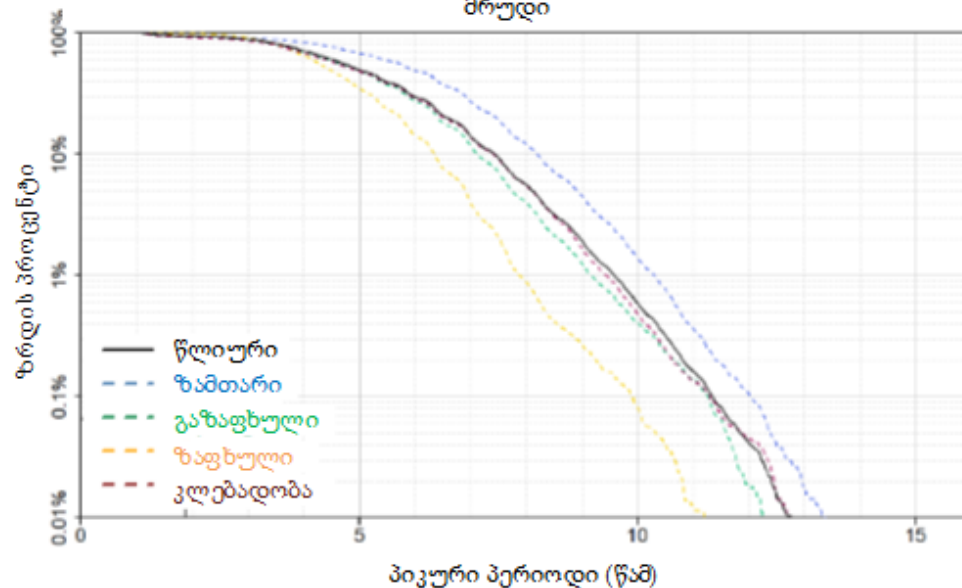
ბათუმი PS07 – სეზონური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



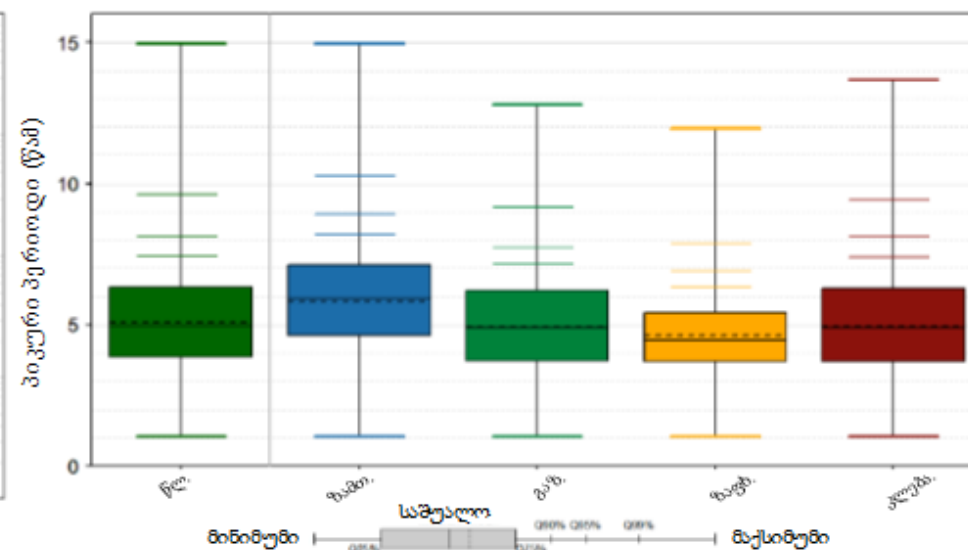
ბათუმი PS07 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PS07 – სეზონური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი

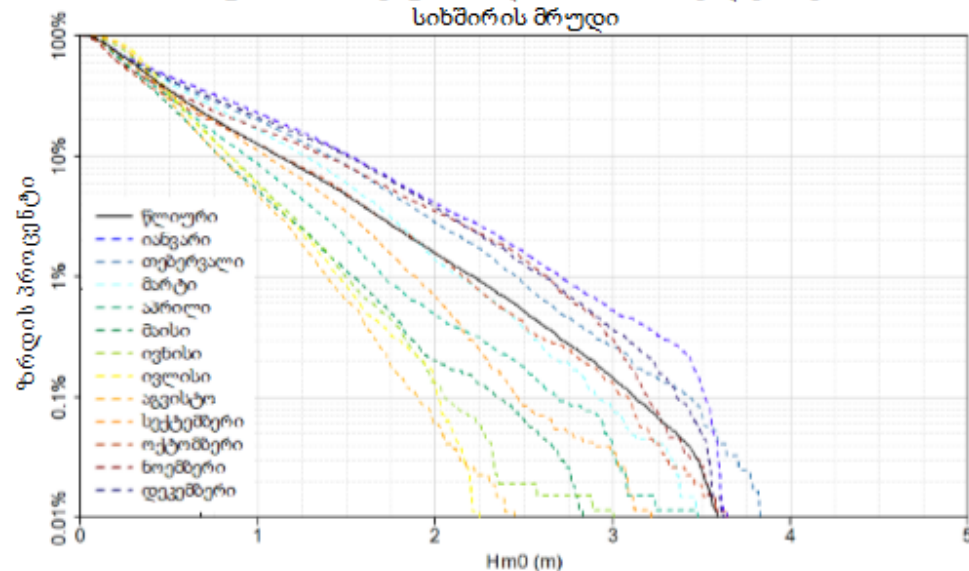


ბათუმი PS07 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა

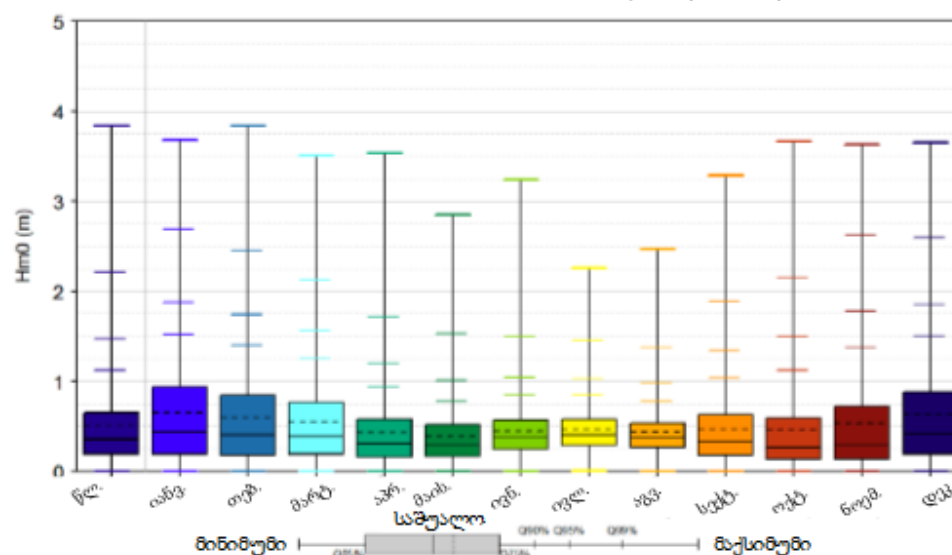




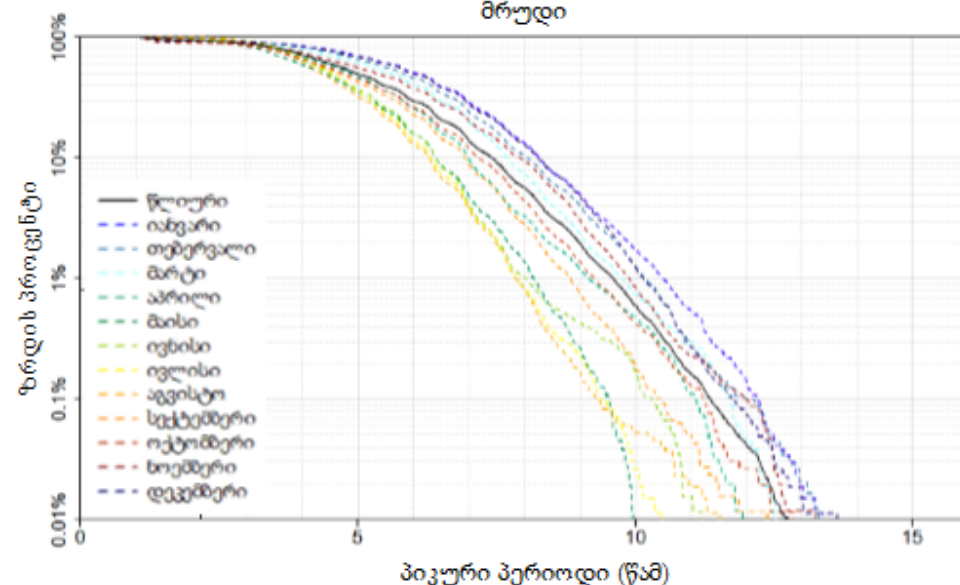
ბათუმი PS07 – თვიური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



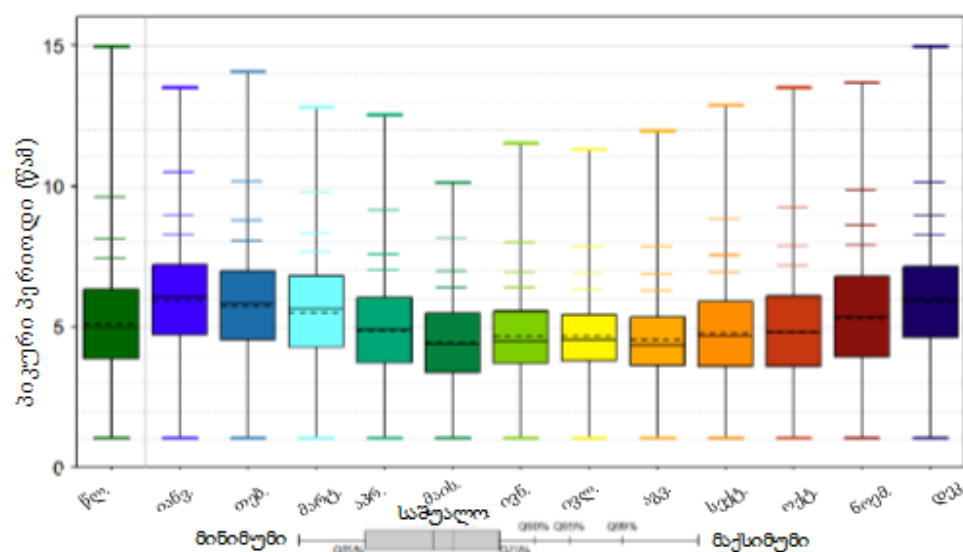
ბათუმი PS07 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PS07 – თვიური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



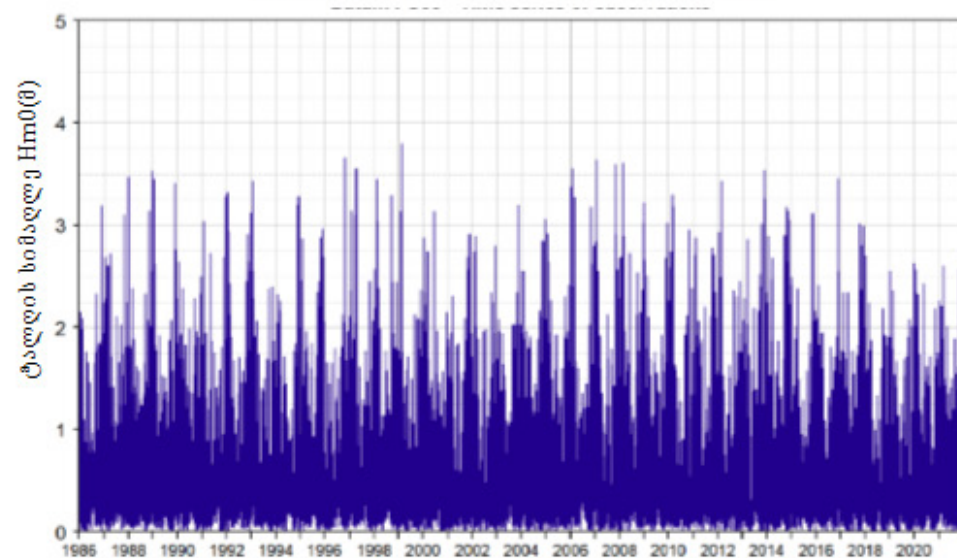
ბათუმი PS07 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



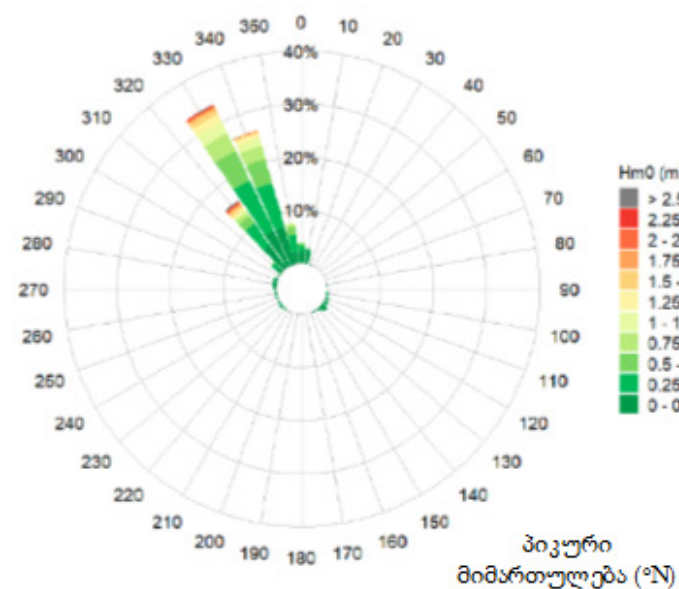


წერტილი PS08

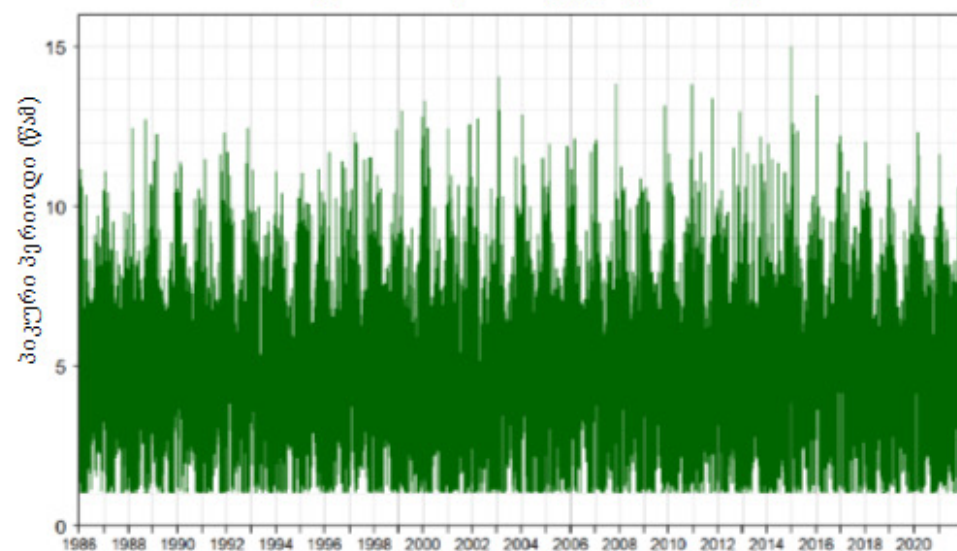
ბათუმი PS08 – დროში დაკვირვების რიგები



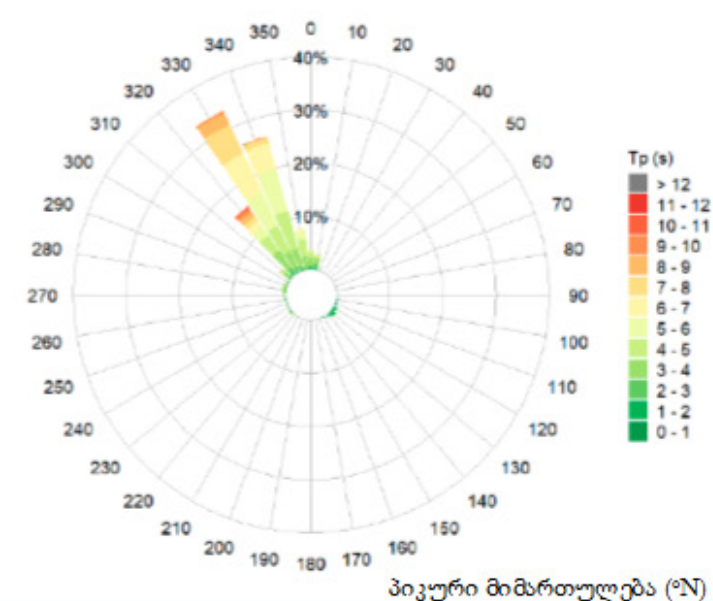
ბათუმი PS08



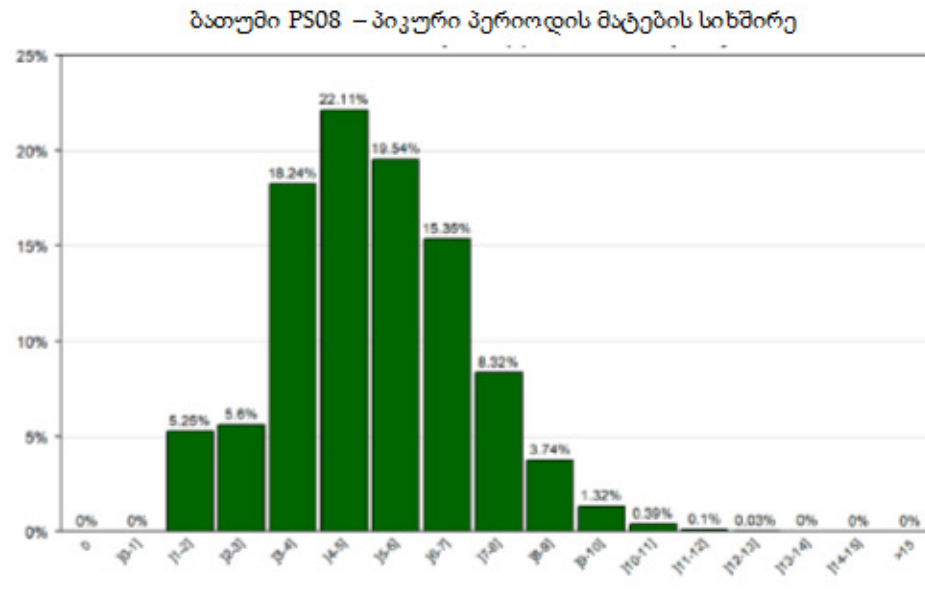
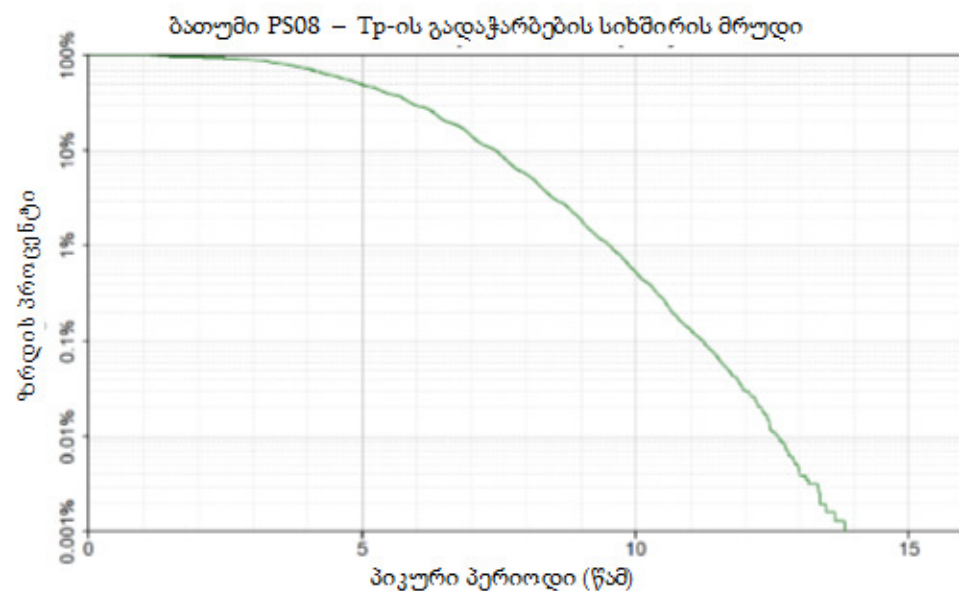
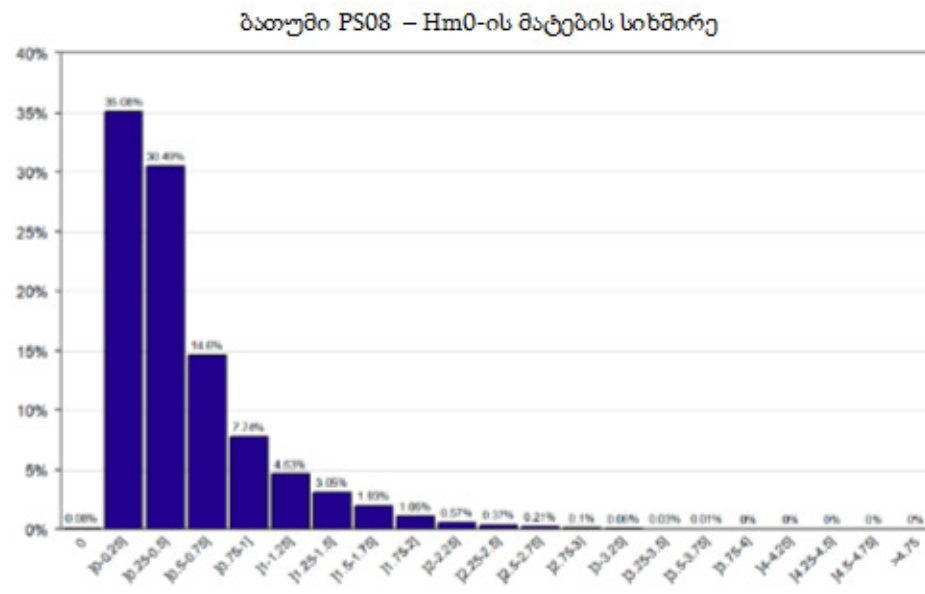
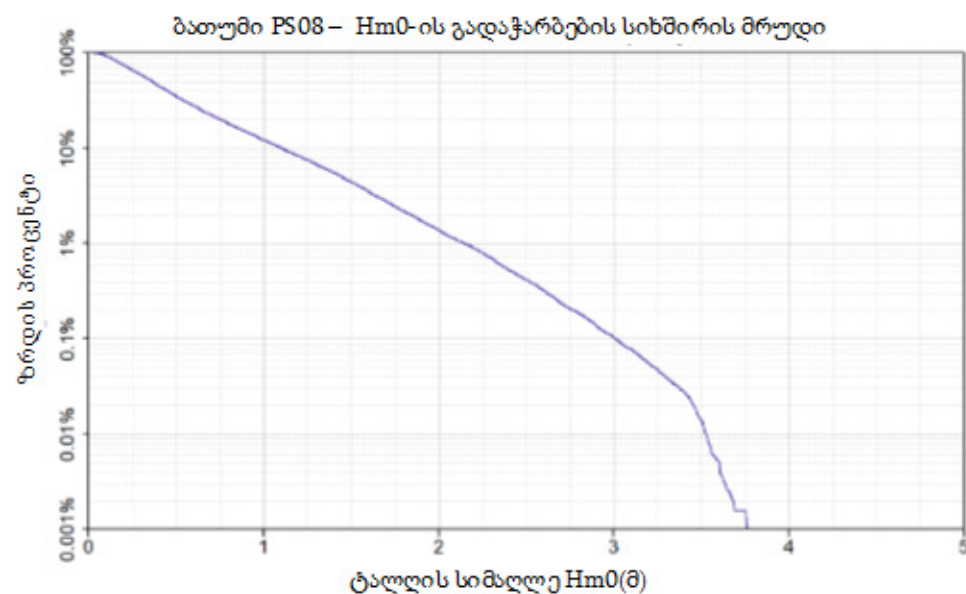
ბათუმი PS08 – დროში დაკვირვების რიგები



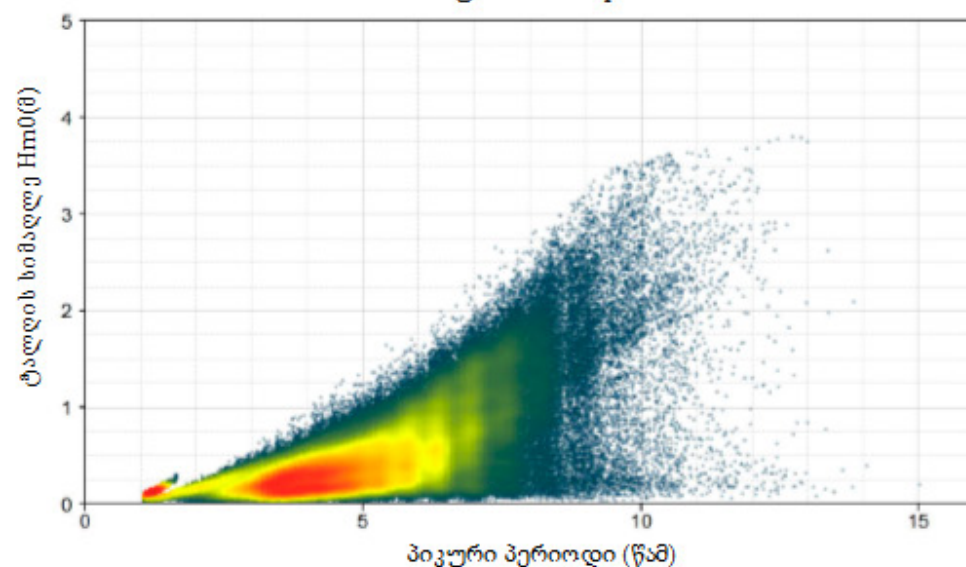
ბათუმი PS08



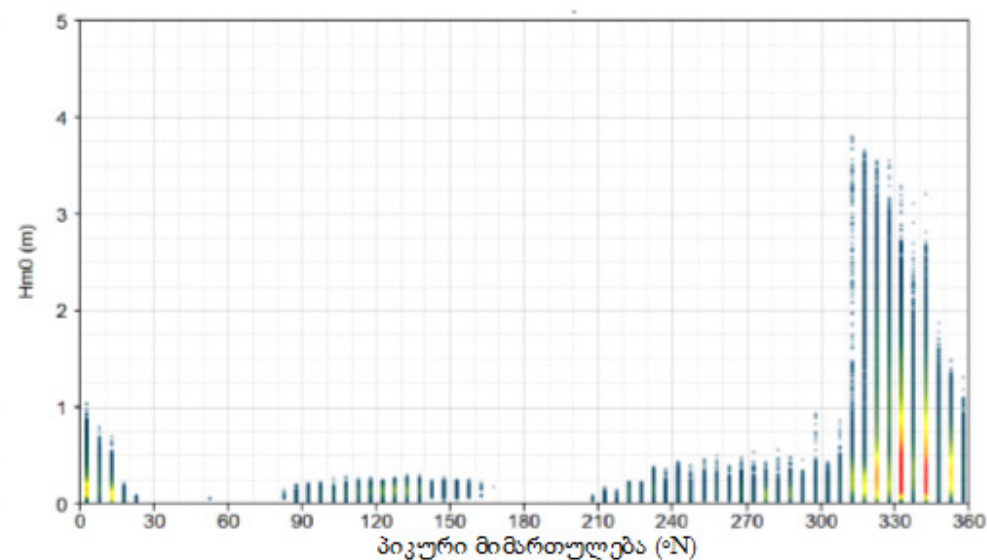




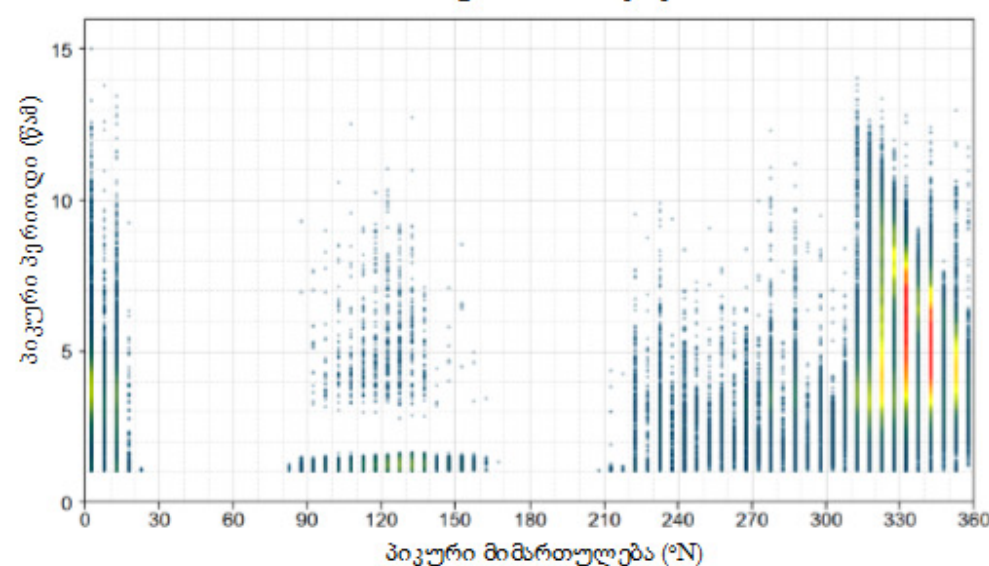
ბათუმი PS08 –  $T_p/Hm0$



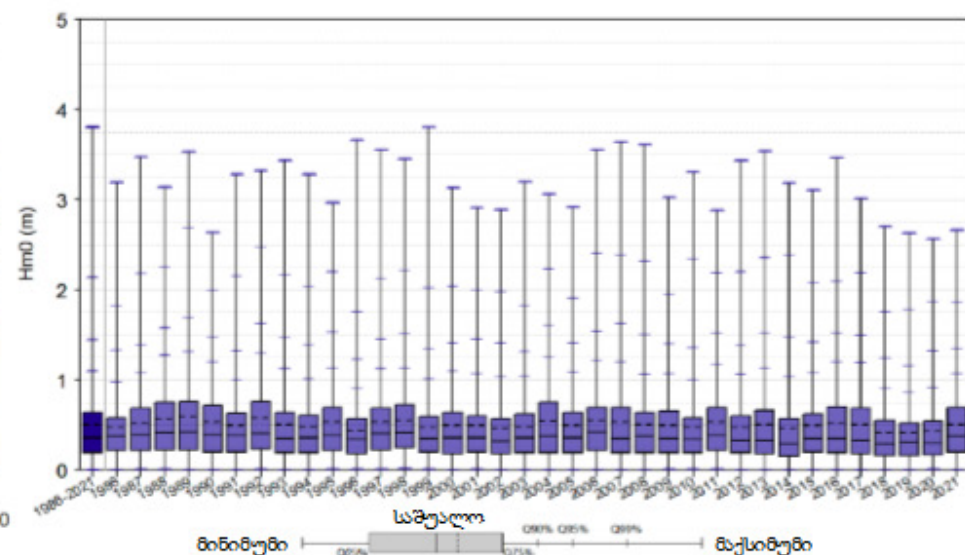
ბათუმი PS08 –  $Dirp/Hm0$



ბათუმი PS08 –  $Dirp/Tp$

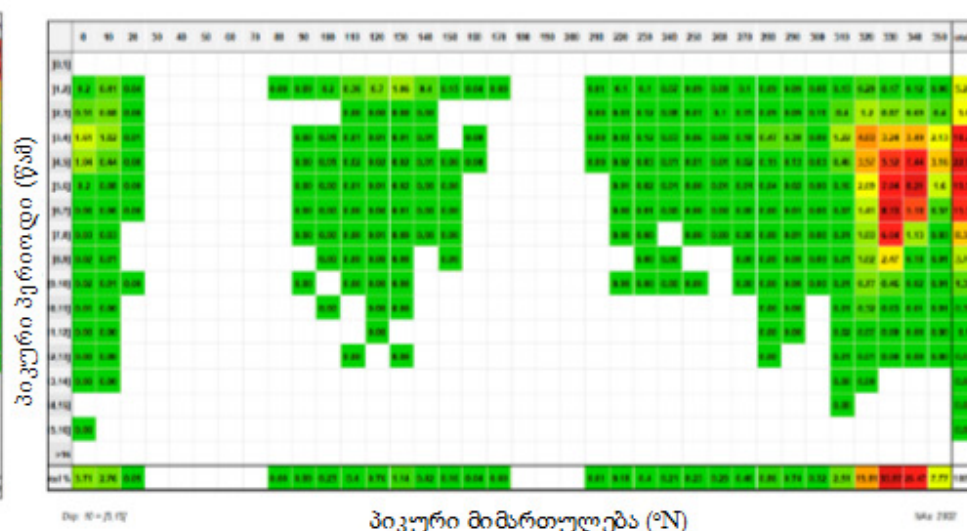
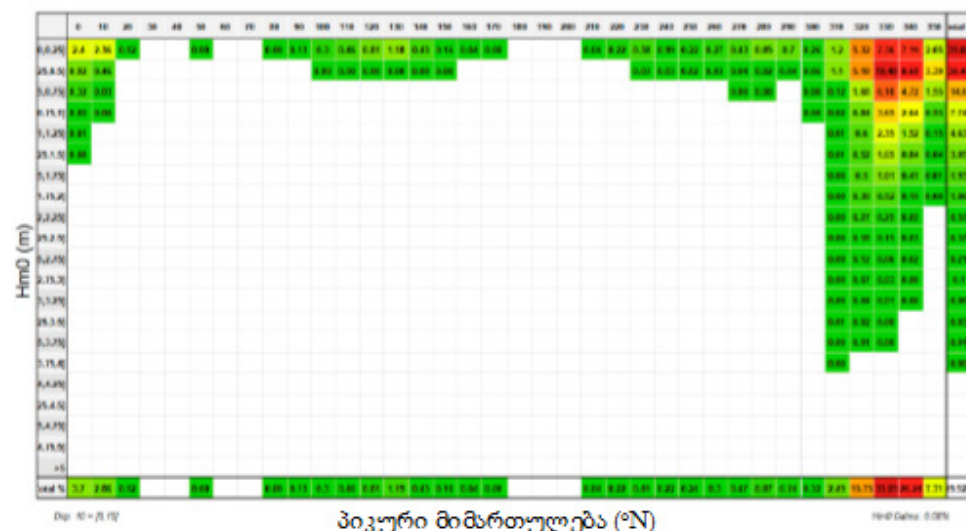


ბათუმი PS08 –  $Hm0$  – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა



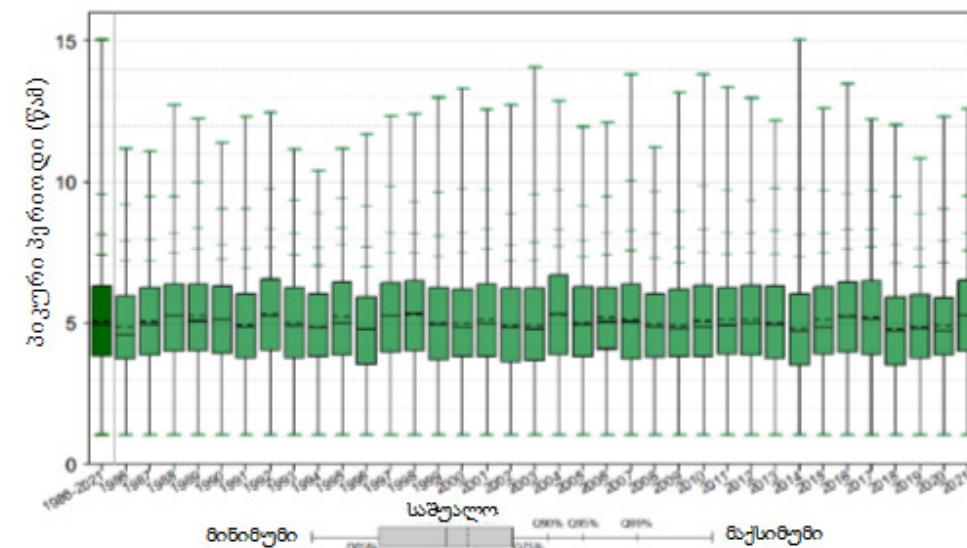
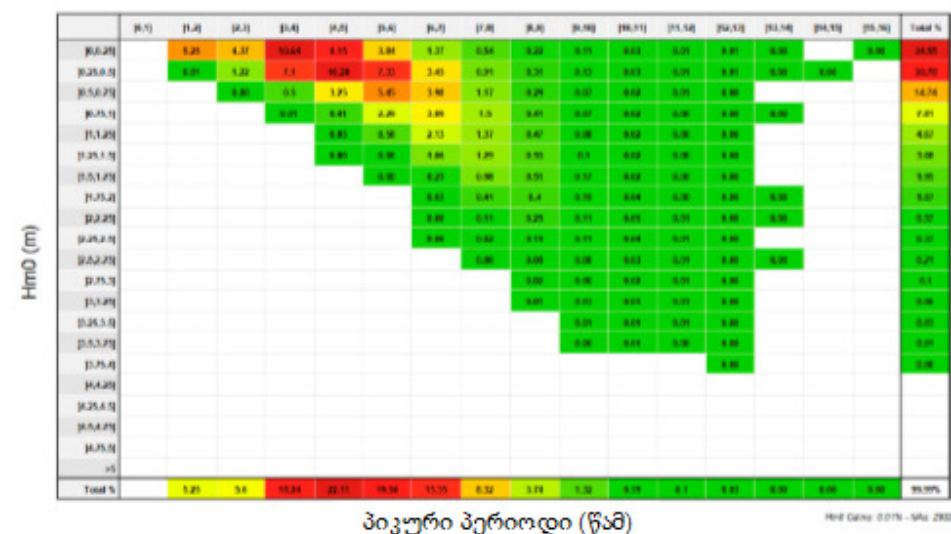
ბათუმი PS08 – Hm0/Dirp - კორელოგრამა

ბათუმი PS08 – Tp/Dirp - კორელოგრამა



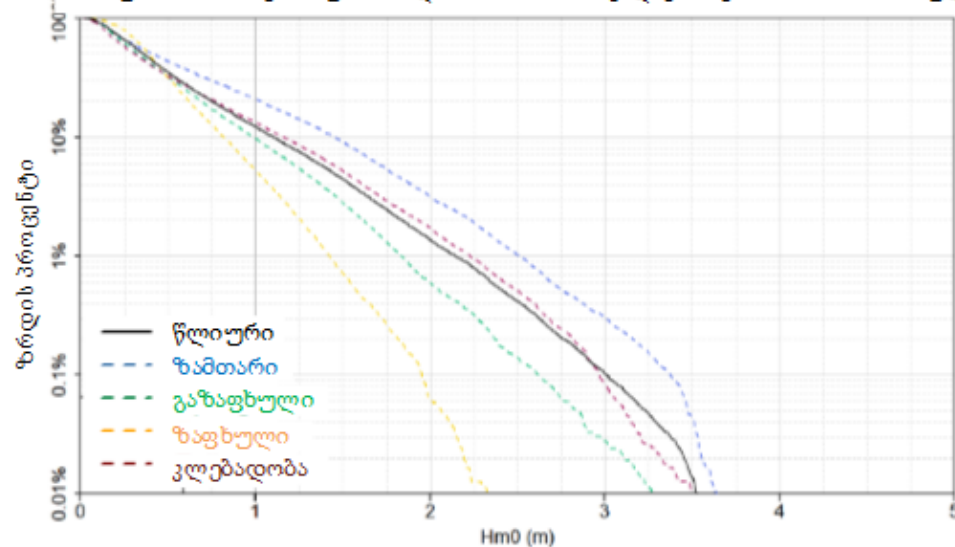
ბათუმი PS08 – Hm0/Tp - კორელოგრამა

ბათუმი PS08 – Hm0 – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა

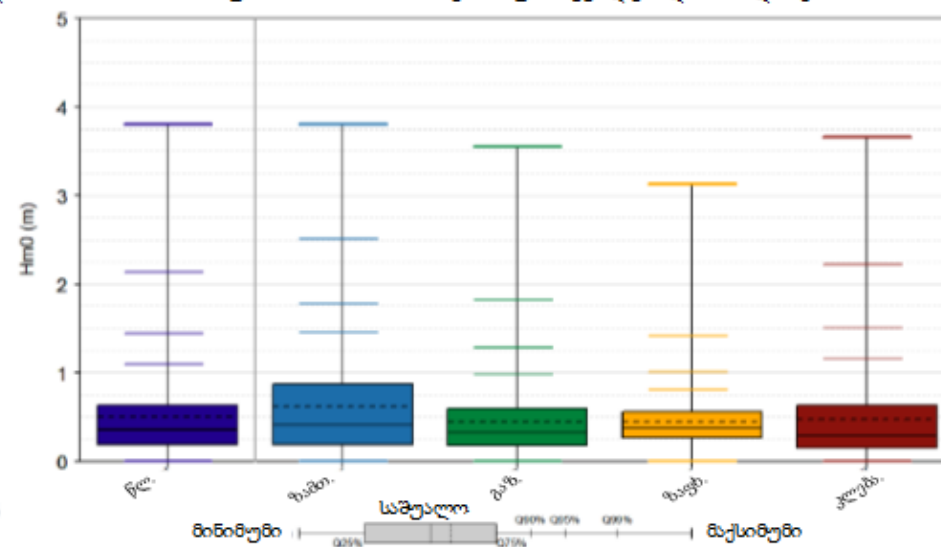




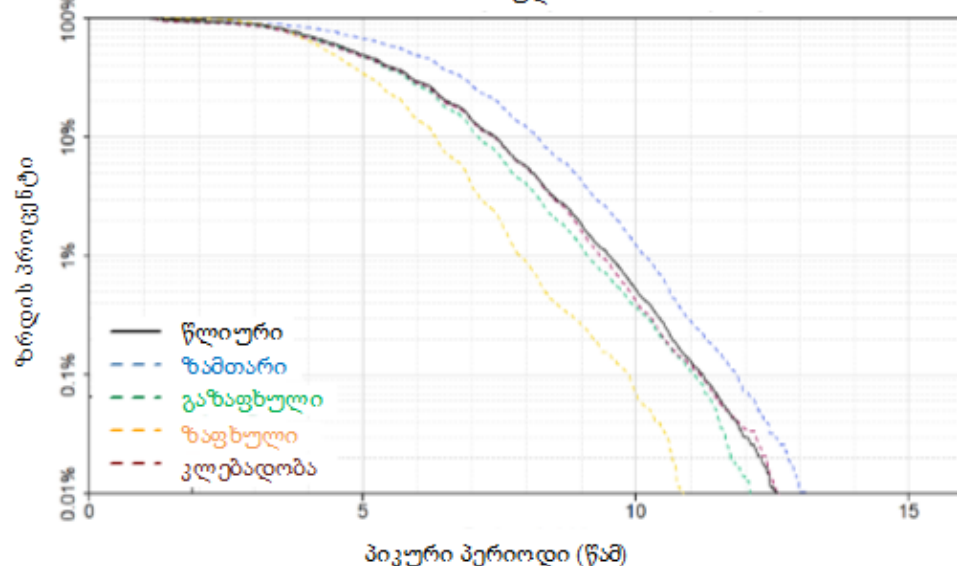
ბათუმი PS08 - სეზონური ანალიზი - Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



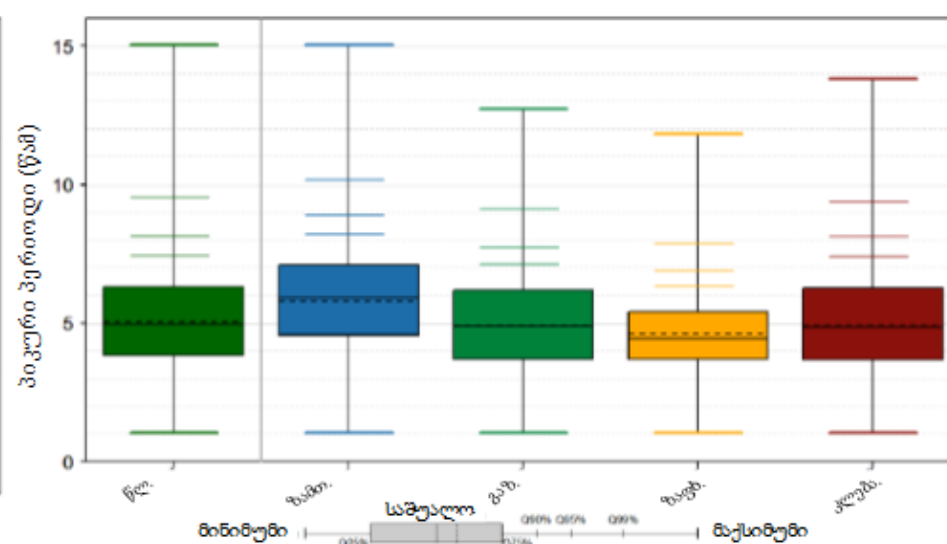
ბათუმი PS08 - Hm0 - სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



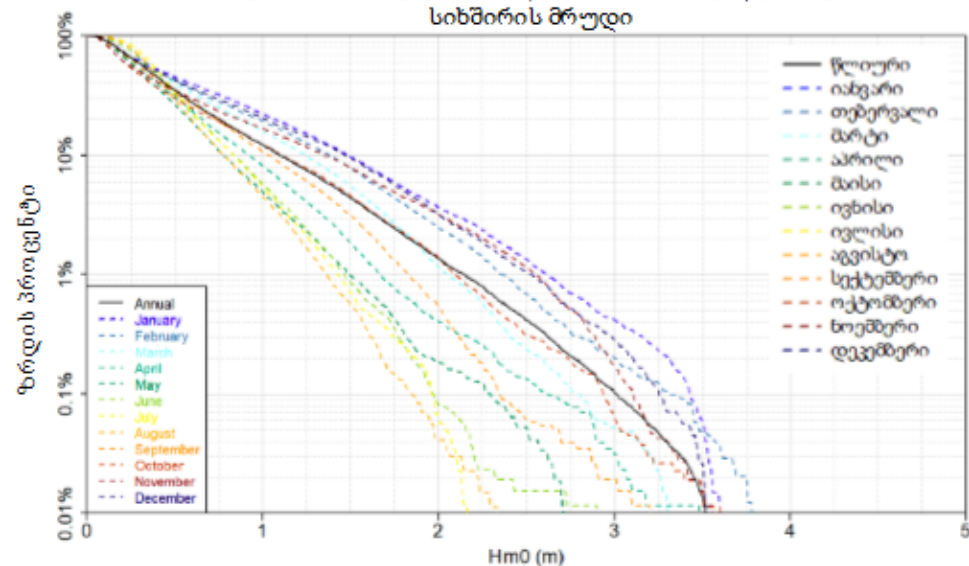
ბათუმი PS08 - სეზონური ანალიზი - Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



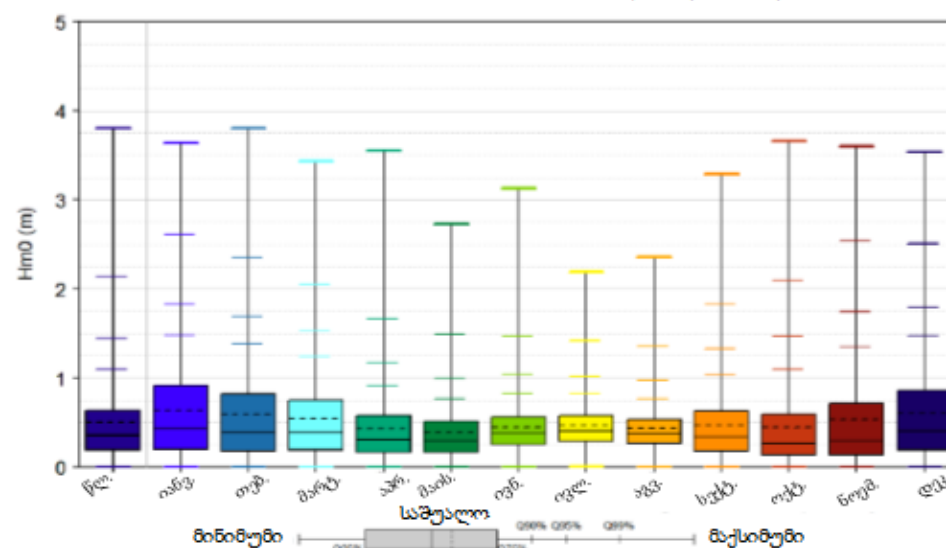
ბათუმი PS08 - Tp - სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



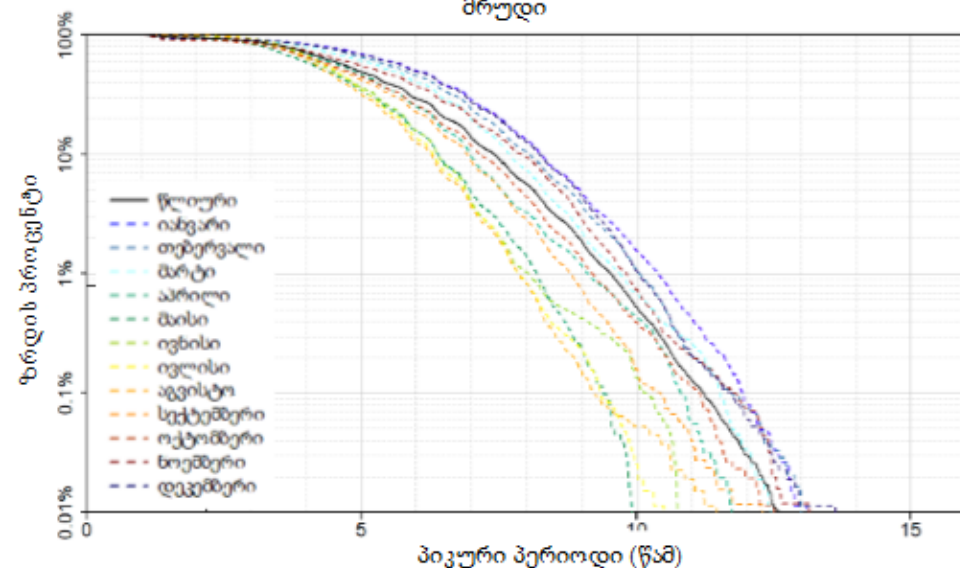
ბათუმი PS08 – თვიური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების  
სიხშირის მრუდი



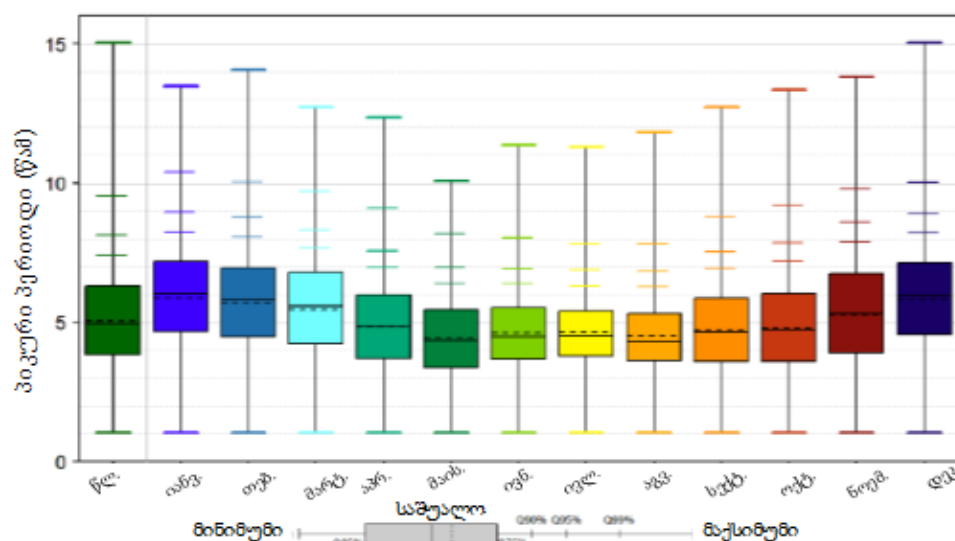
ბათუმი PS08 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PS08 – თვიური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის  
მრუდი



ბათუმი PS08 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა

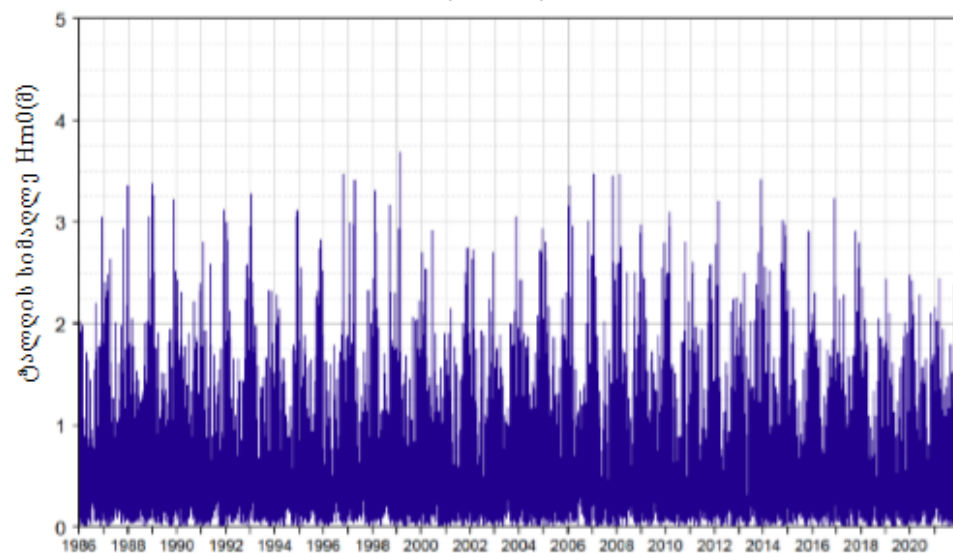




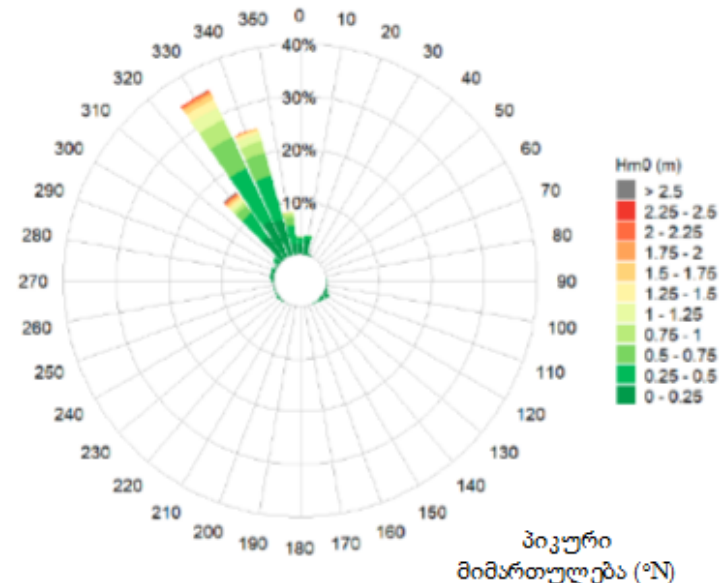
წერტილი PS09



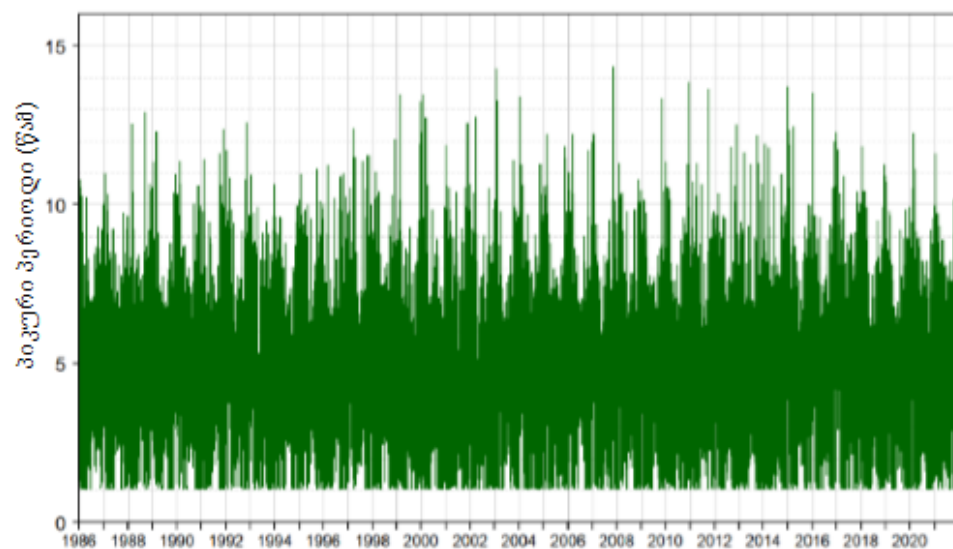
ბათუმი PS09 – დროში დაკვირვების რიგები



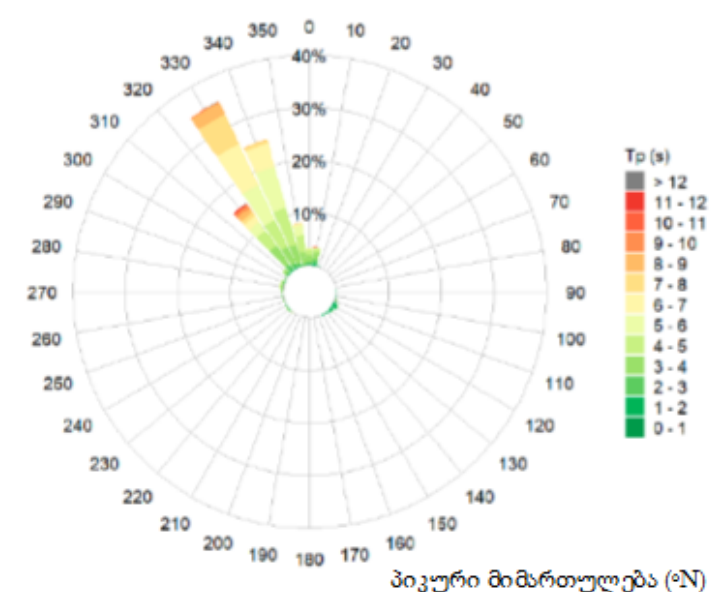
ბათუმი PS09



ბათუმი PS09 – დროში დაკვირვების რიგები

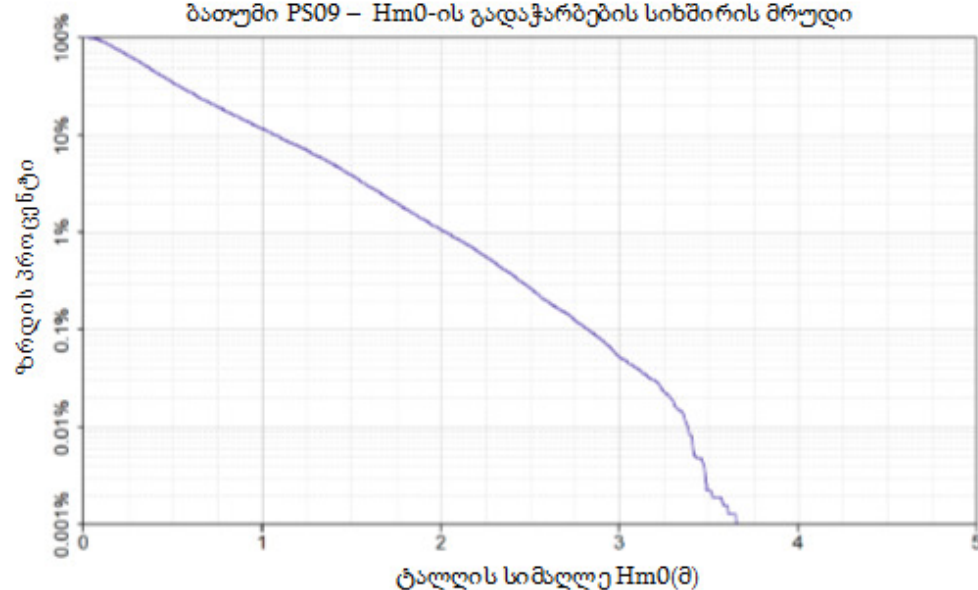


ბათუმი PS09

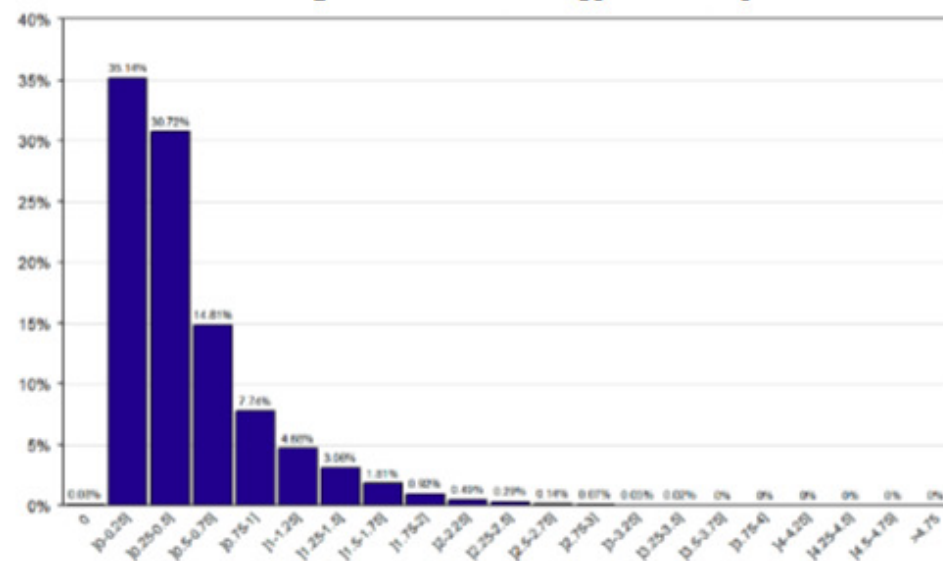


პიკური მიმართულება (°N)

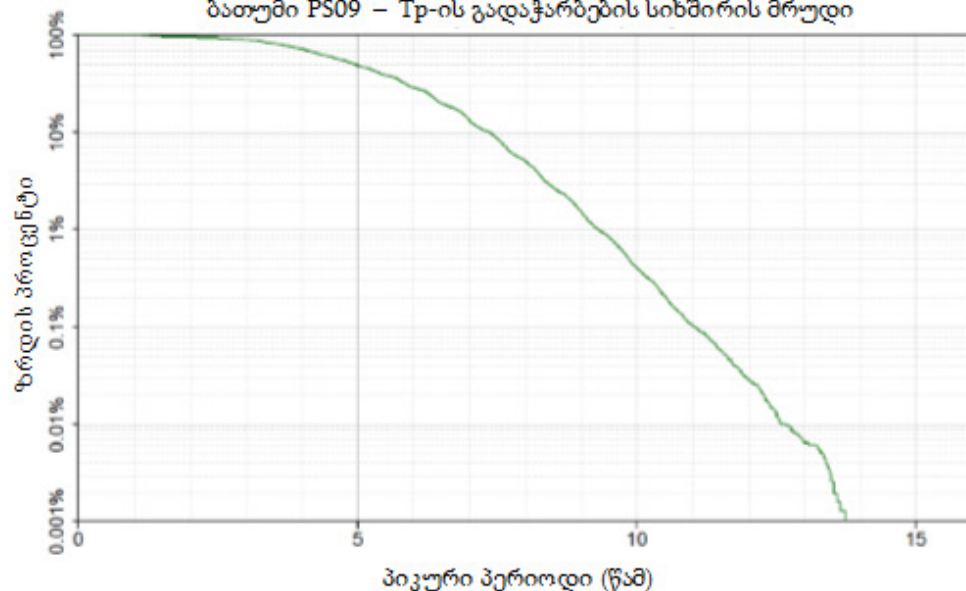
ბათუმი PS09 – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



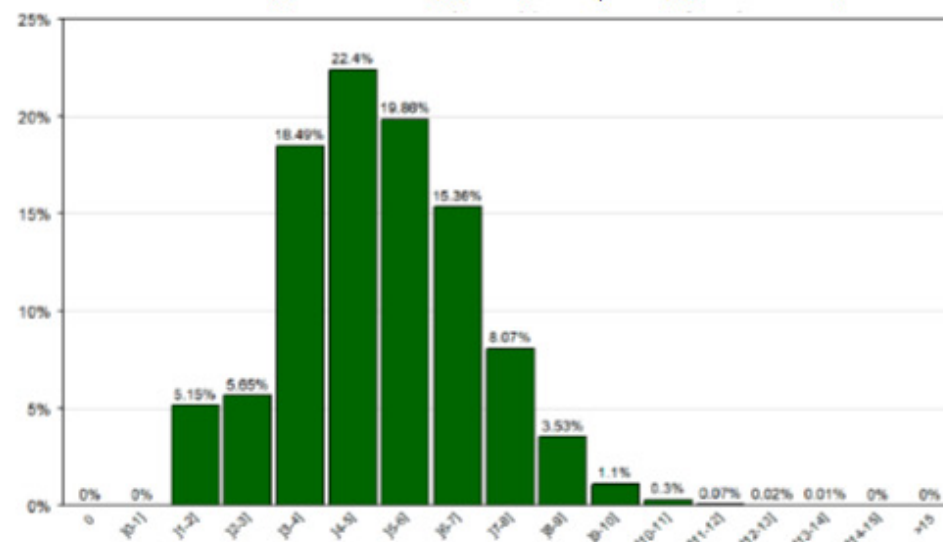
ბათუმი PS09 – Hm0-ის მატების სიხშირე



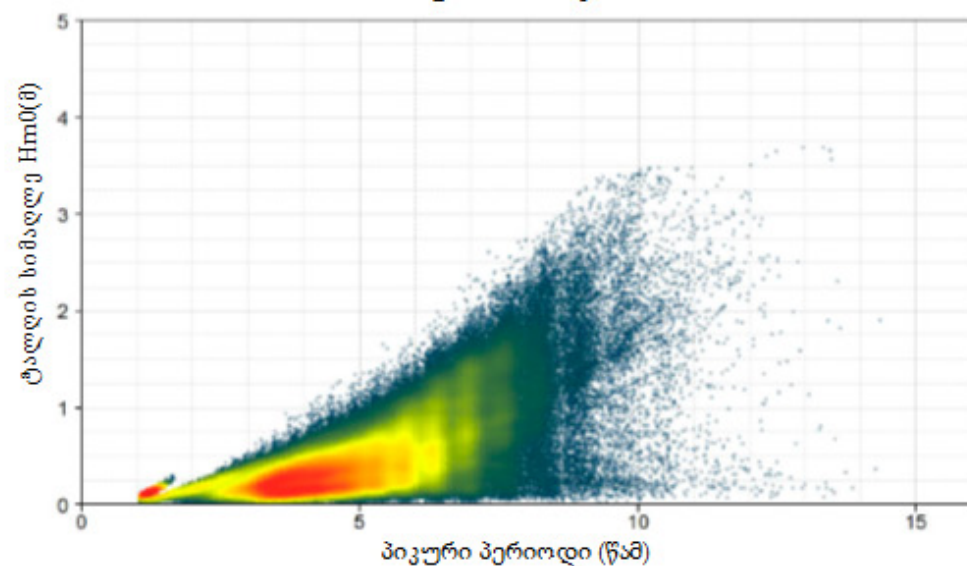
ბათუმი PS09 – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



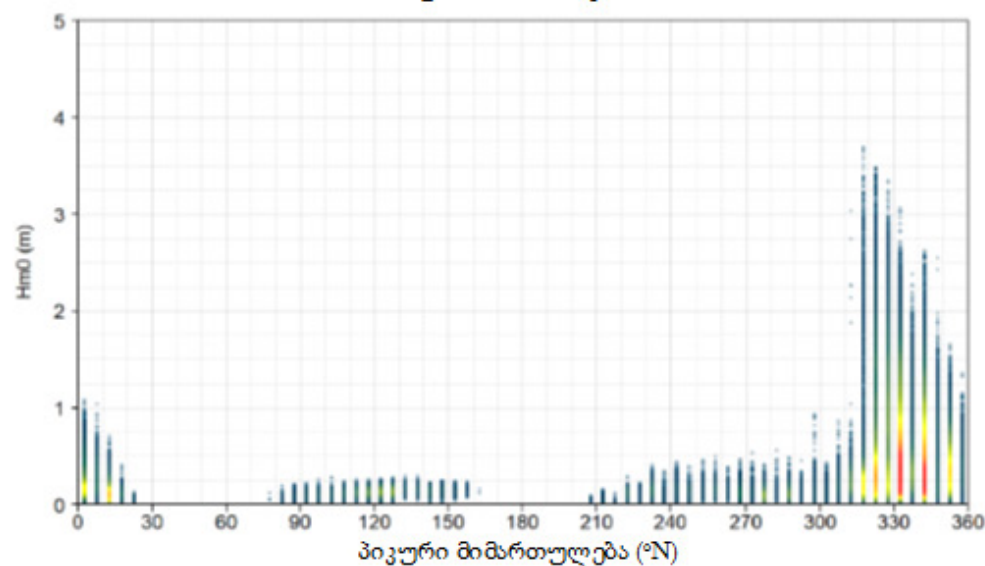
ბათუმი PS09 – პიკური პერიოდის მატების სიხშირე



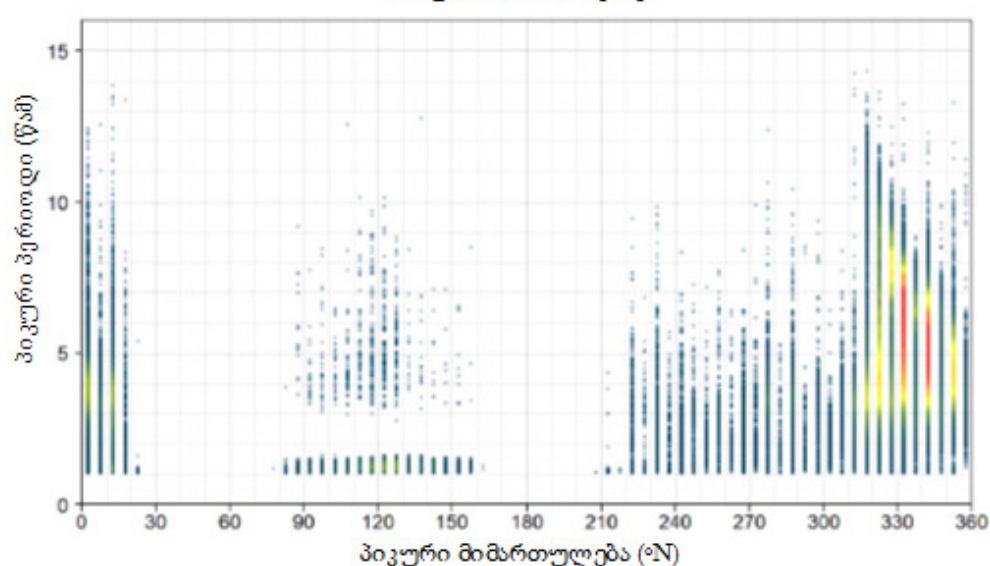
ბათუმი PS09 – Tp/Hm0



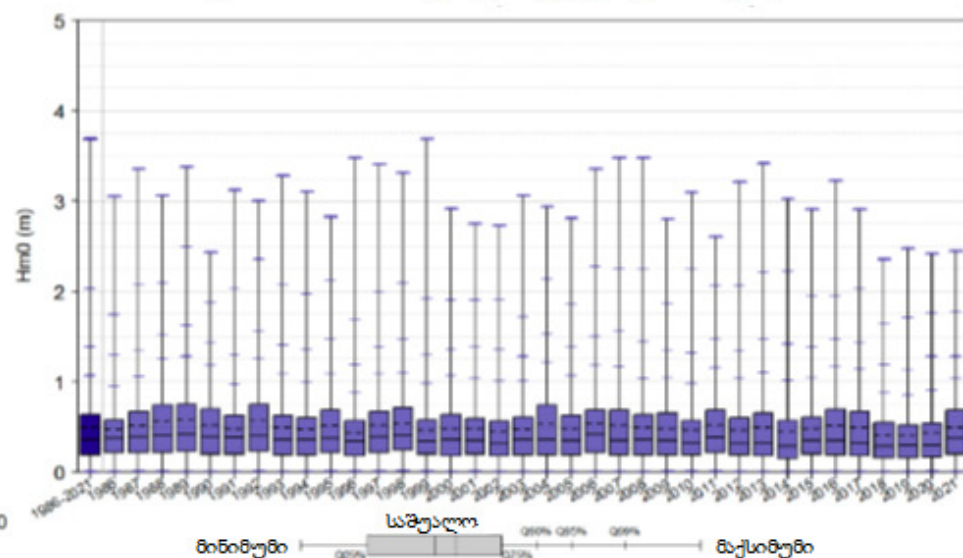
ბათუმი PS09 – Dirp/Hm0



ბათუმი PS09 – Dirp/Tp

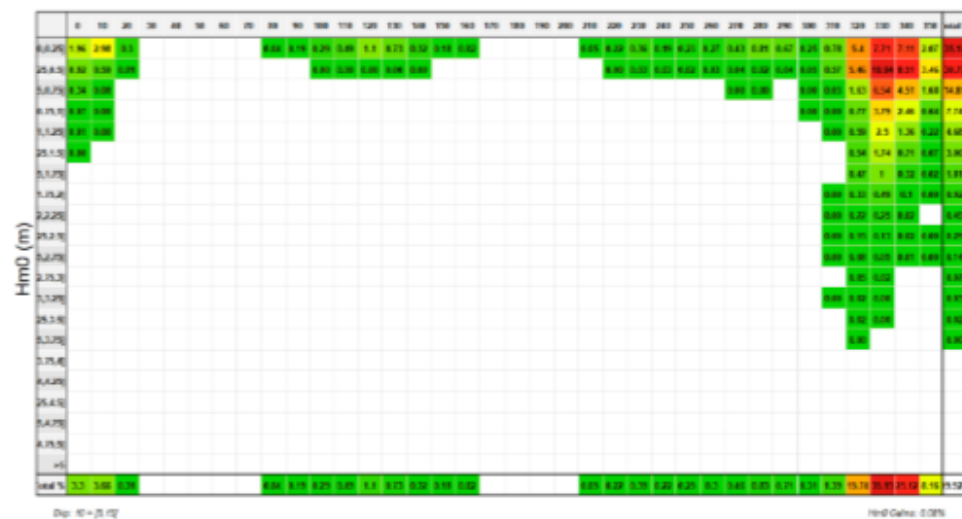


ბათუმი PS09 – Hm0 – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა



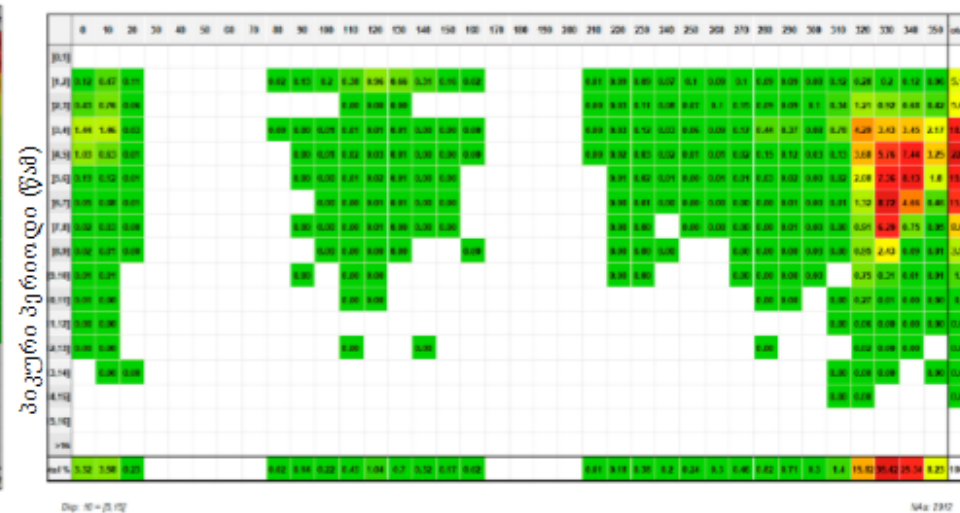


ბათუმი PS09 – Hm0/Dirp - კორელოგრამა



პიკური მიმართულება (°N)

ბათუმი PS09 – Tp/Dirp - კორელოგრამა



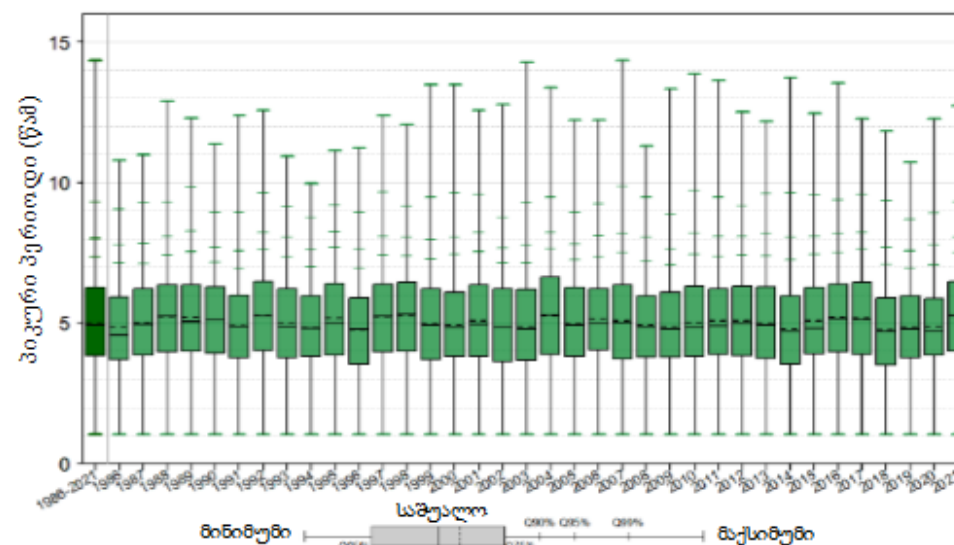
პიკური მიმართულება (°N)

ბათუმი PS09 – Hm0/Tp - კორელოგრამა

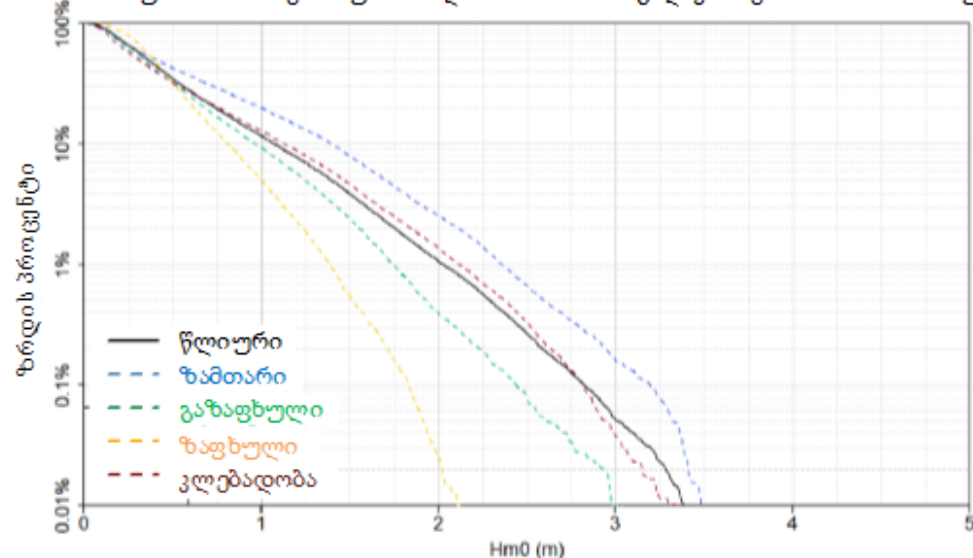


პიკური პერიოდი (წმ)

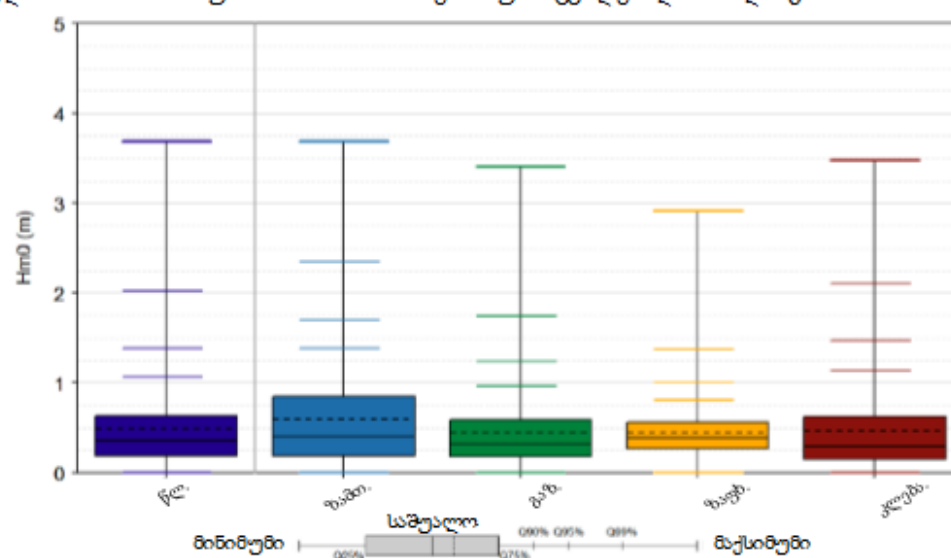
ბათუმი PS09 – Hm0 - წლიური ცვალებადობის დიაგრამა



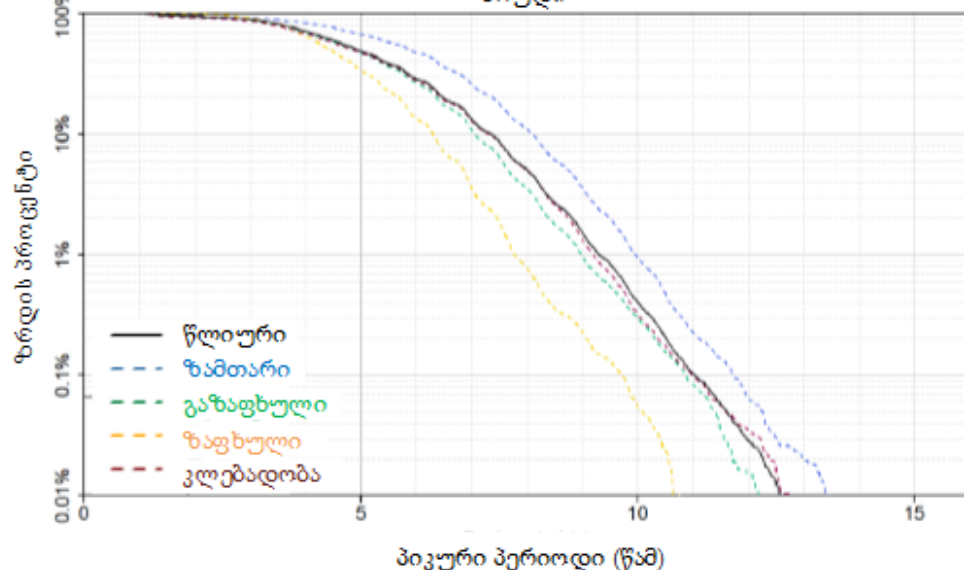
ბათუმი PS09 – სეზონური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



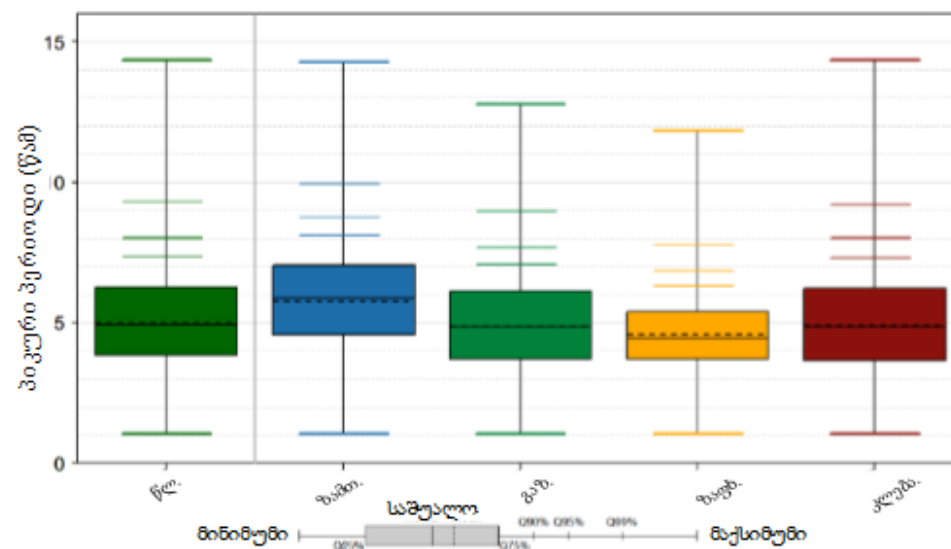
ბათუმი PS09 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



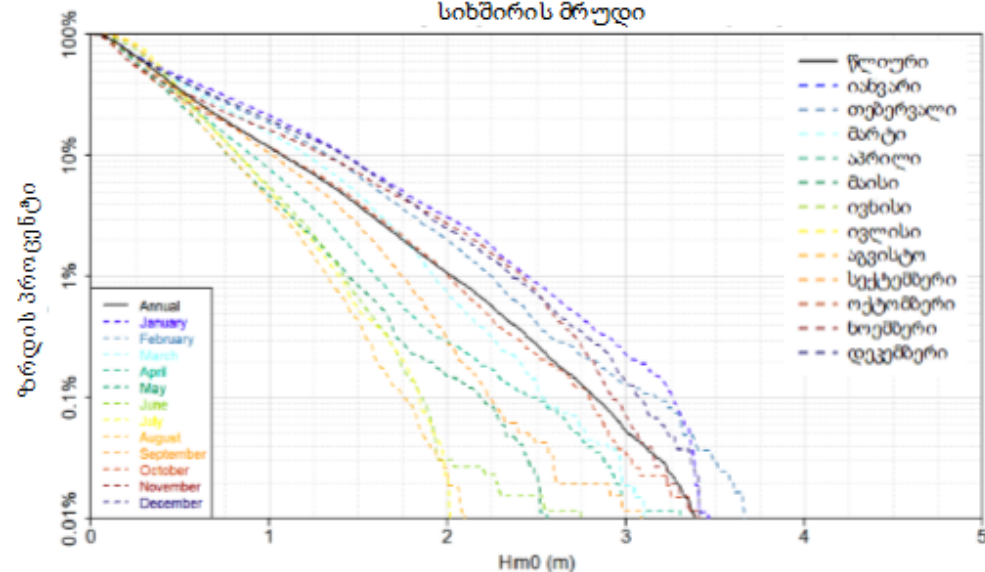
ბათუმი PS09 – სეზონური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



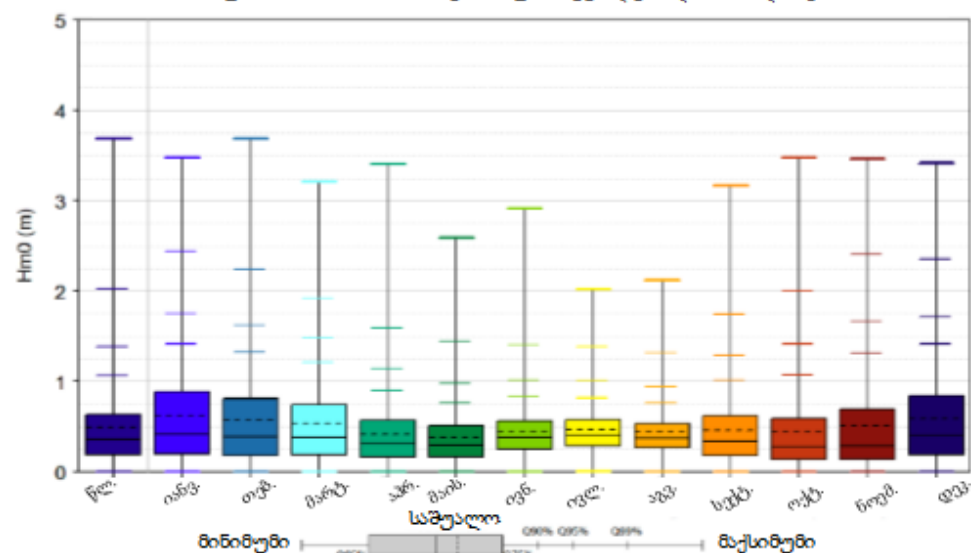
ბათუმი PS09 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



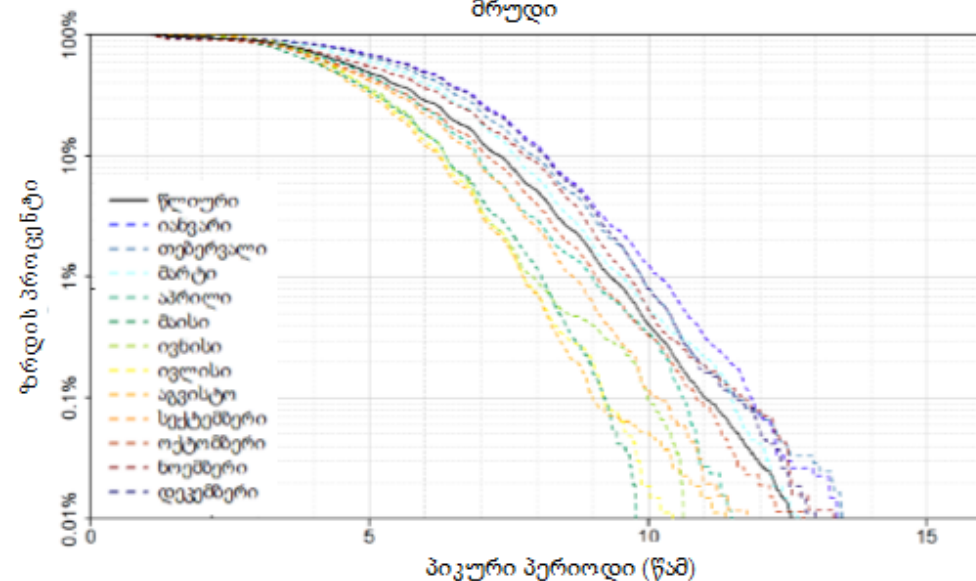
ბათუმი PS09 – თვიური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



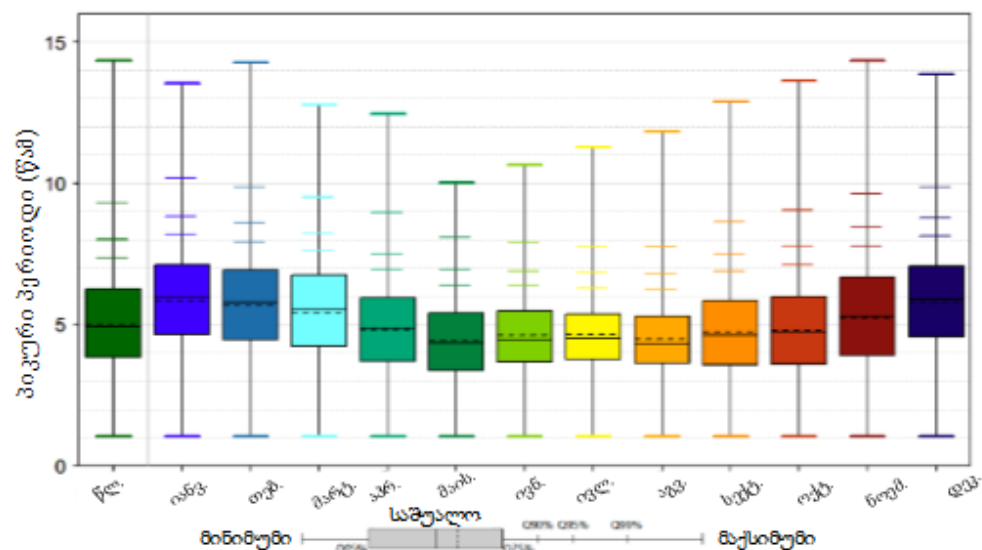
ბათუმი PS09 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PS09 – თვიური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



ბათუმი PS09 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა

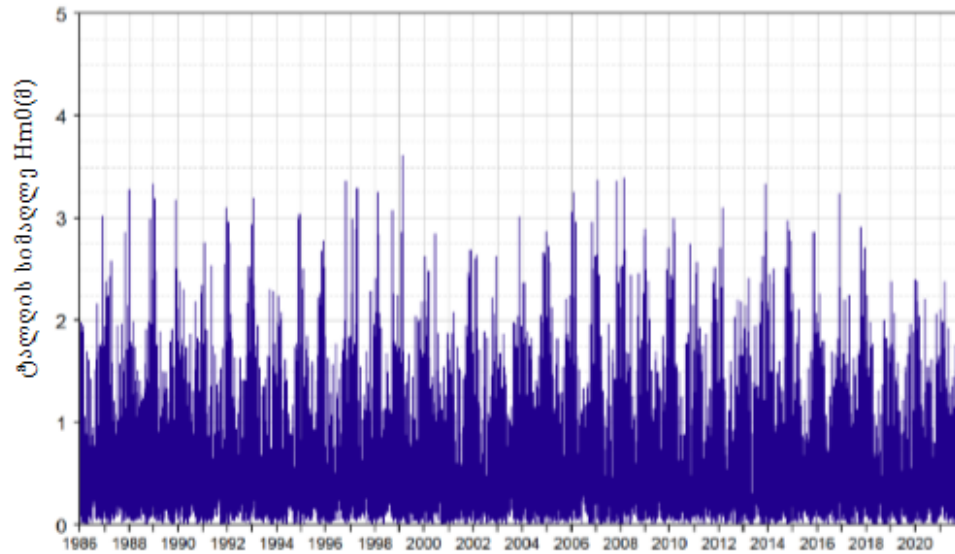




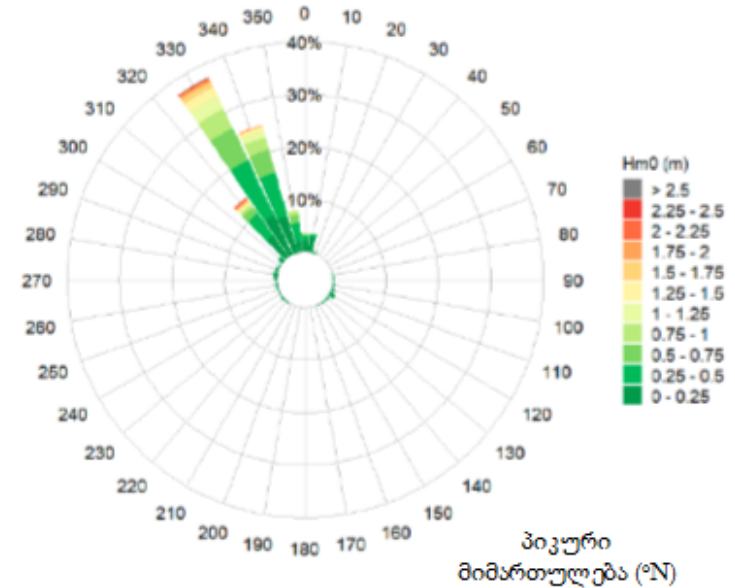


წერტილი PS10

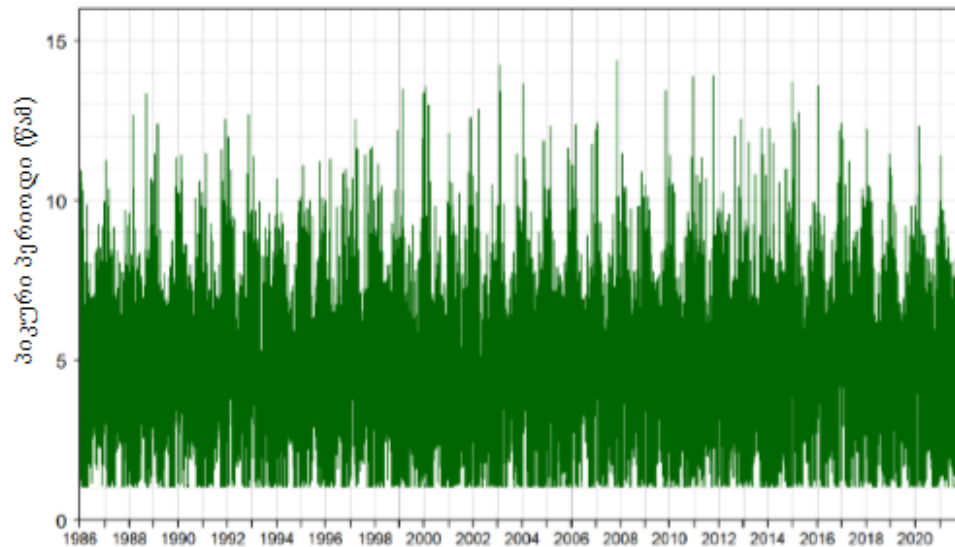
ბათუმი PS10 – დროში დაგვირგვინების რიგები



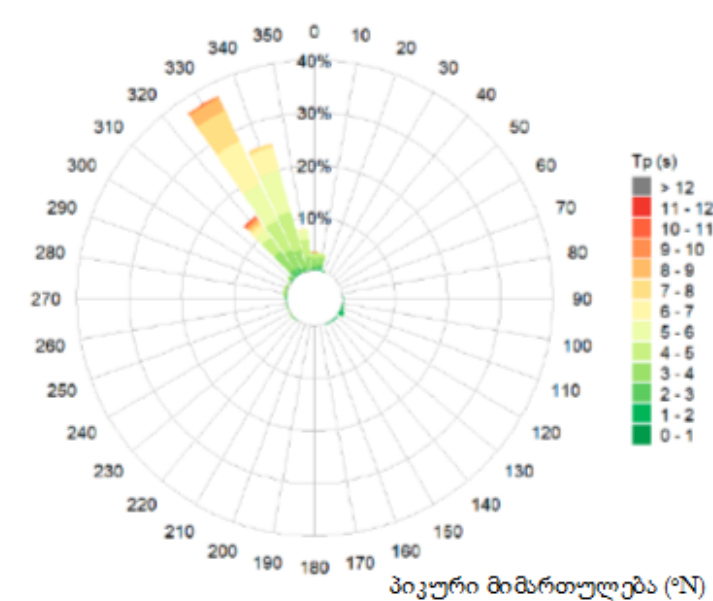
ბათუმი PS10

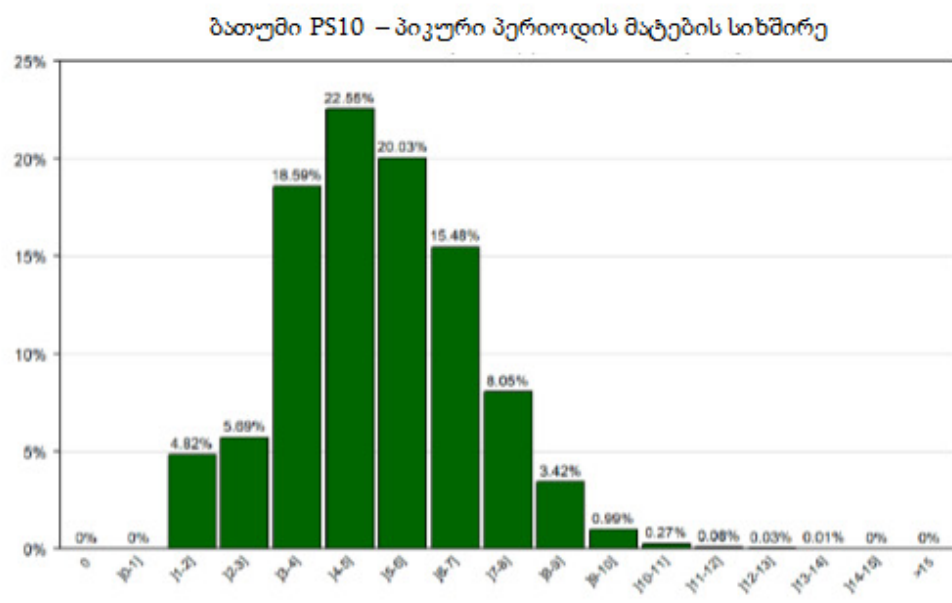
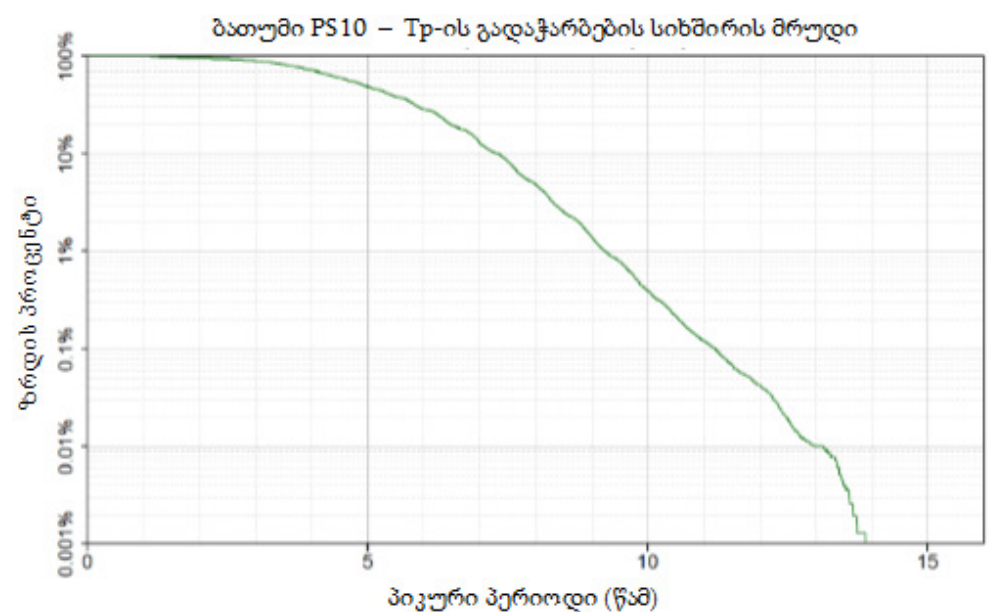
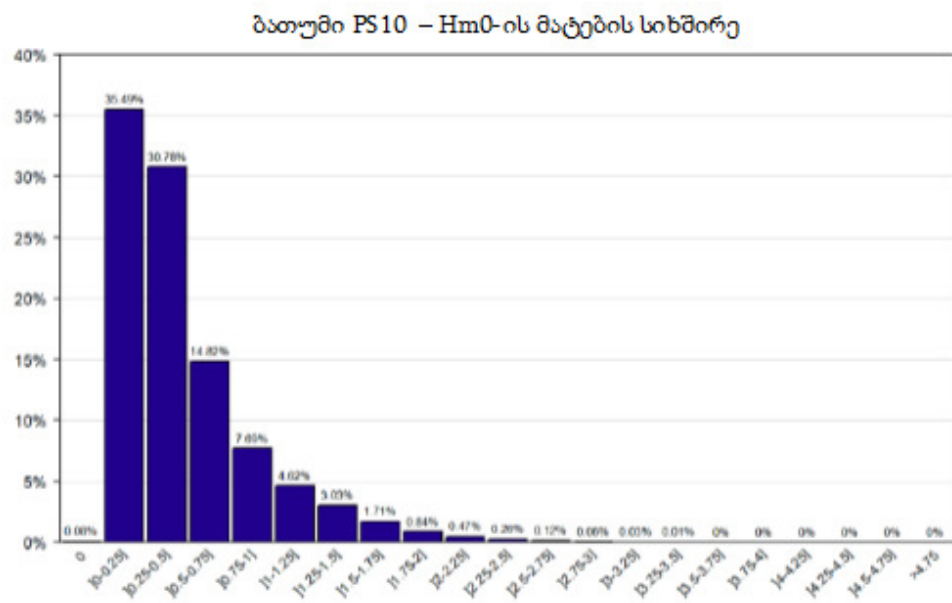
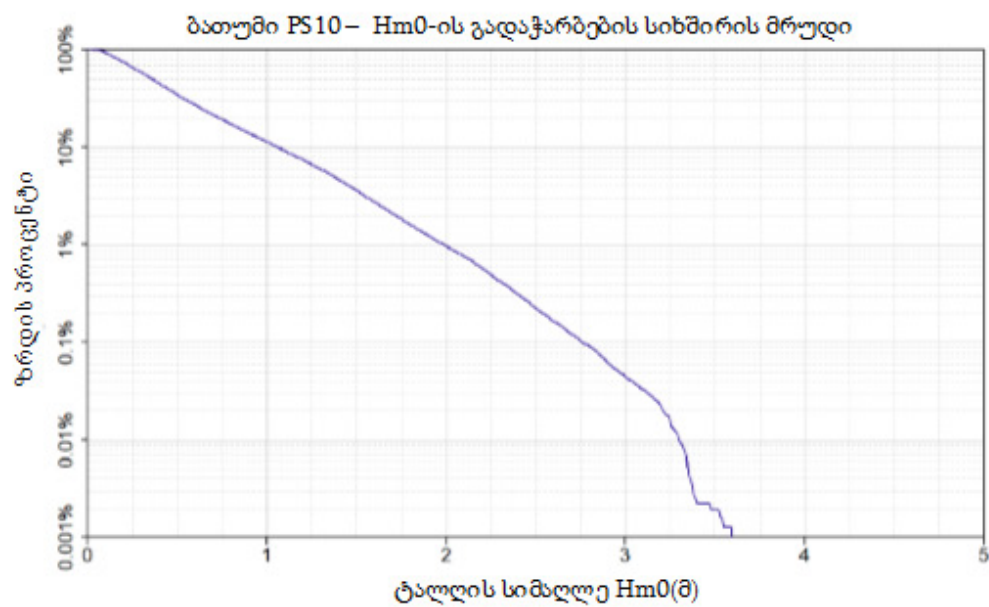


ბათუმი PS10 – დროში დაგვირგვინების რიგები



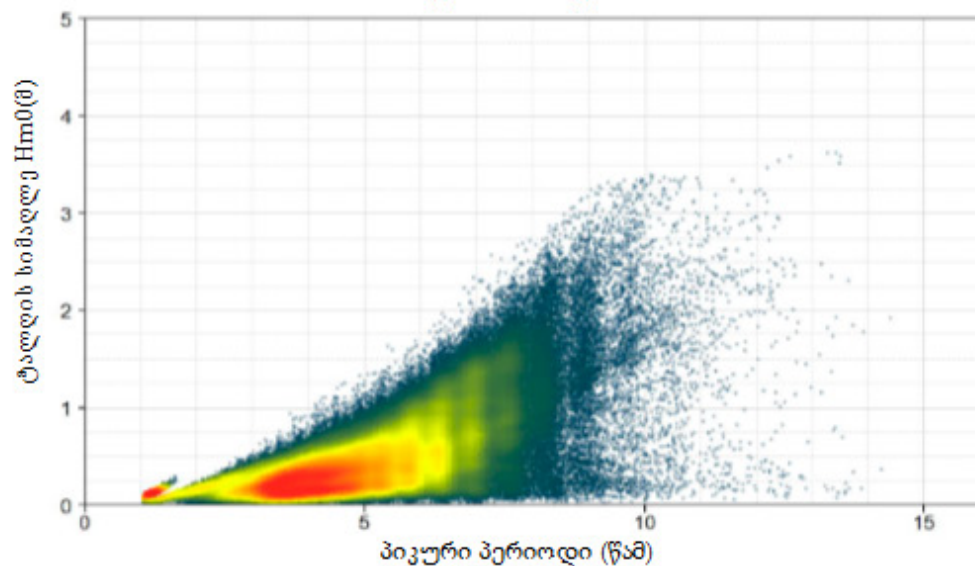
ბათუმი PS10



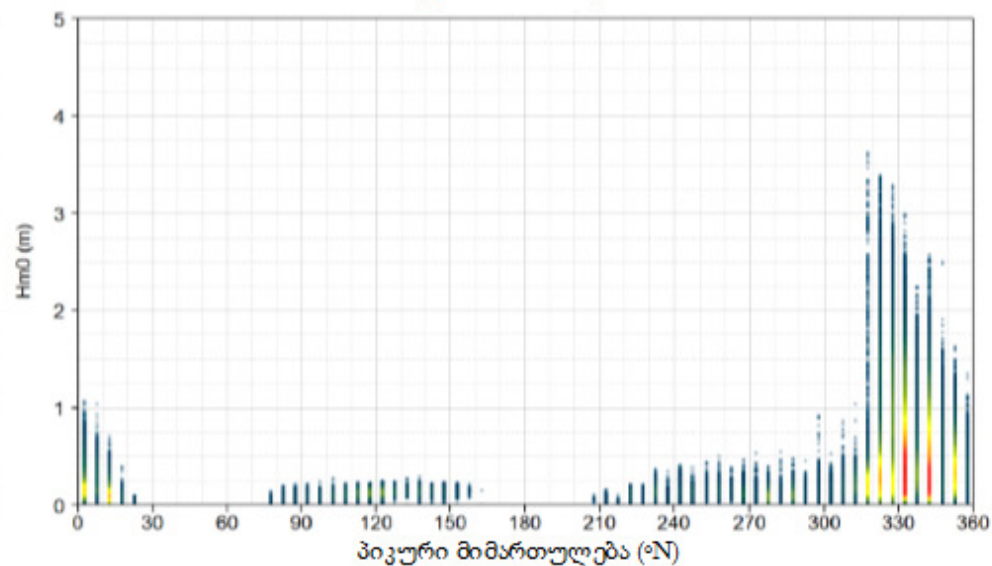




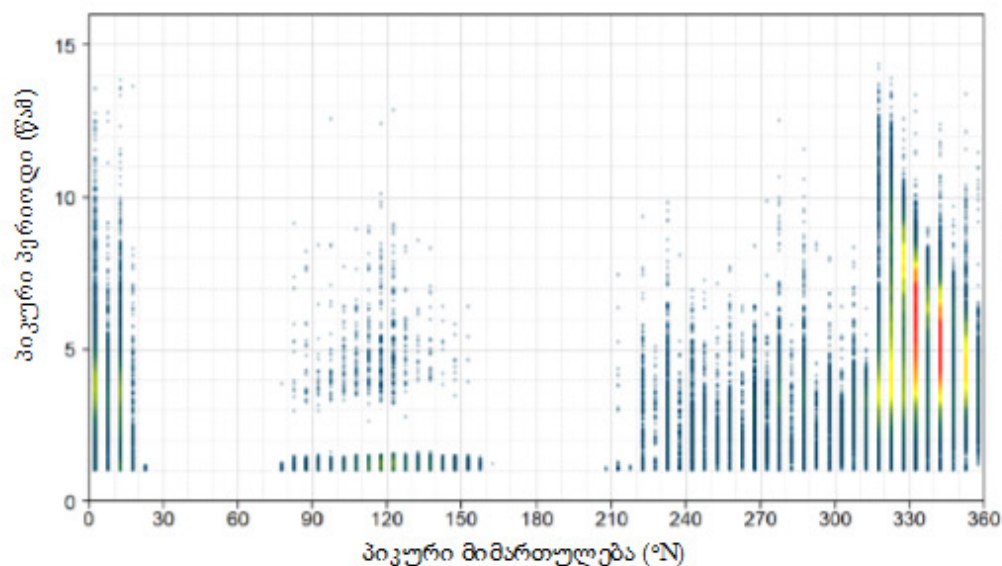
ბათუმი PS10 – Tp/Hm0



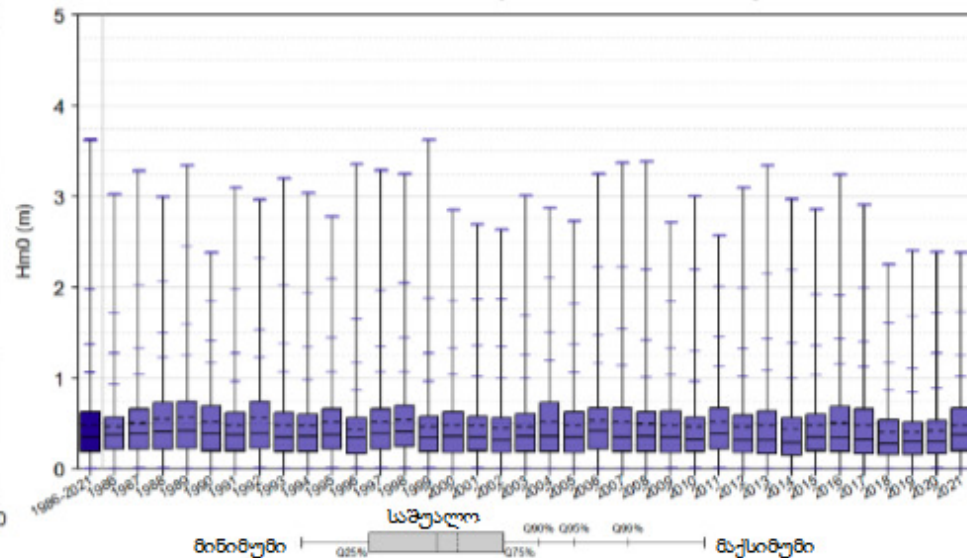
ბათუმი PS10 – Dirp/Hm0



ბათუმი PS10 – Dirp/Tp



ბათუმი PS10 – Hm0 – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა

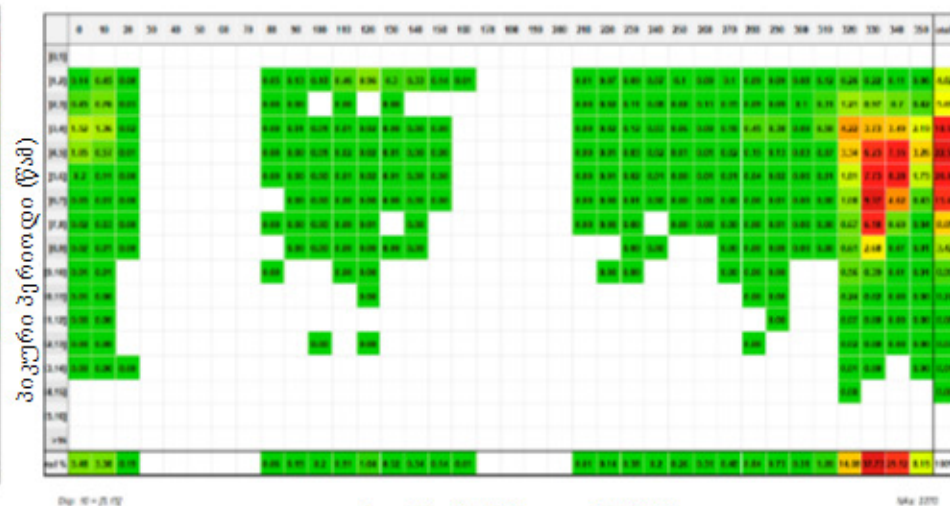


ბათუმი PS10 – Hm0/Dirp - კორელოგრამა



პიკური მიმართულება (°N)

ბათუმი PS10 – Tp/Dirp - კორელოგრამა



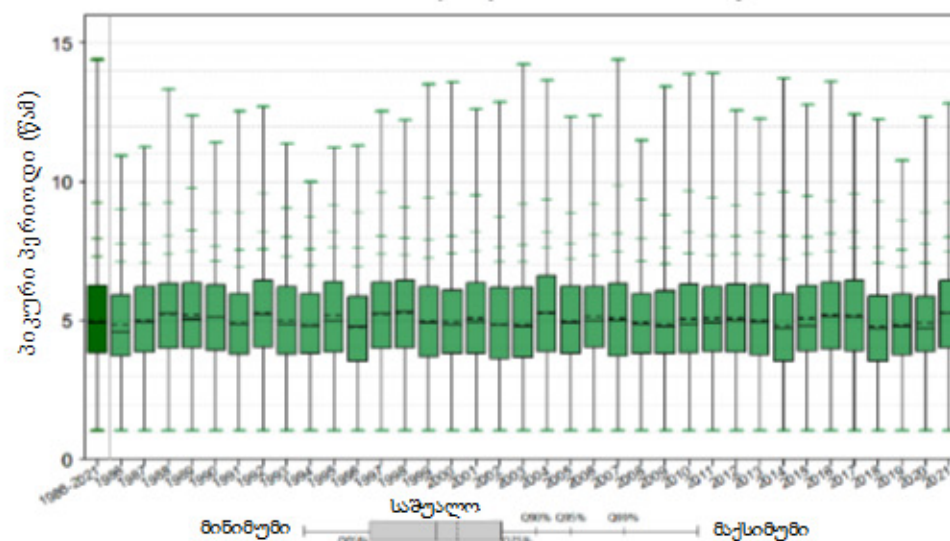
პიკური მიმართულება (°N)

ბათუმი PS10 – Hm0/Tp - კორელოგრამა

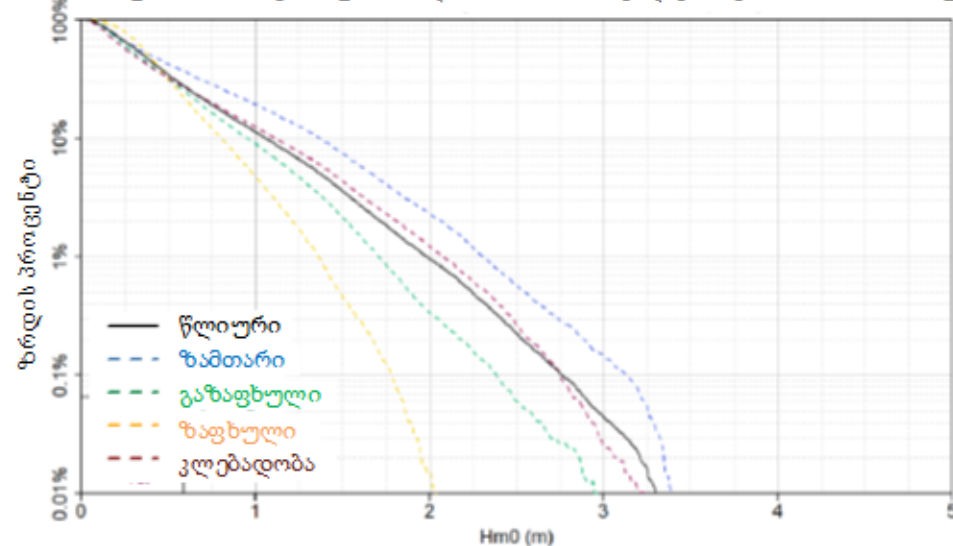


პიკური პერიოდი (წამ)

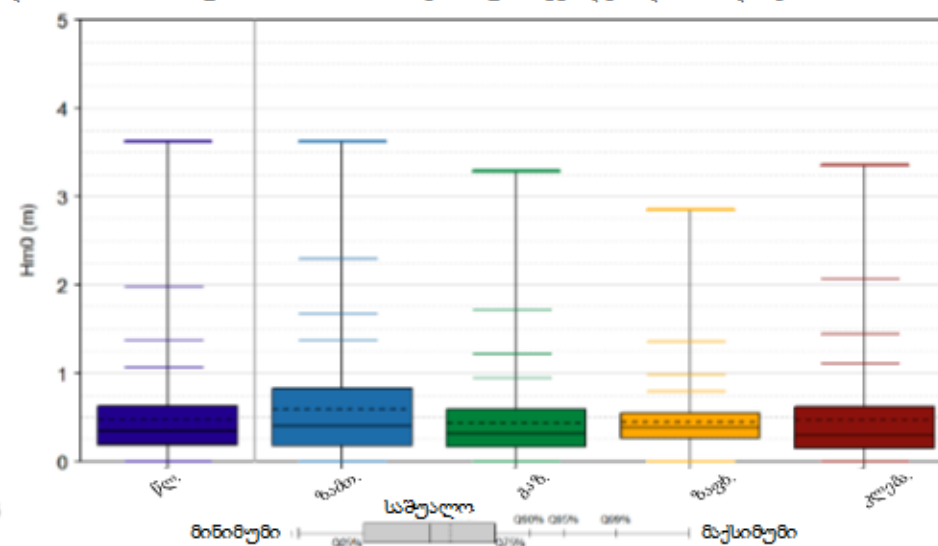
ბათუმი PS10 – Hm0 – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა



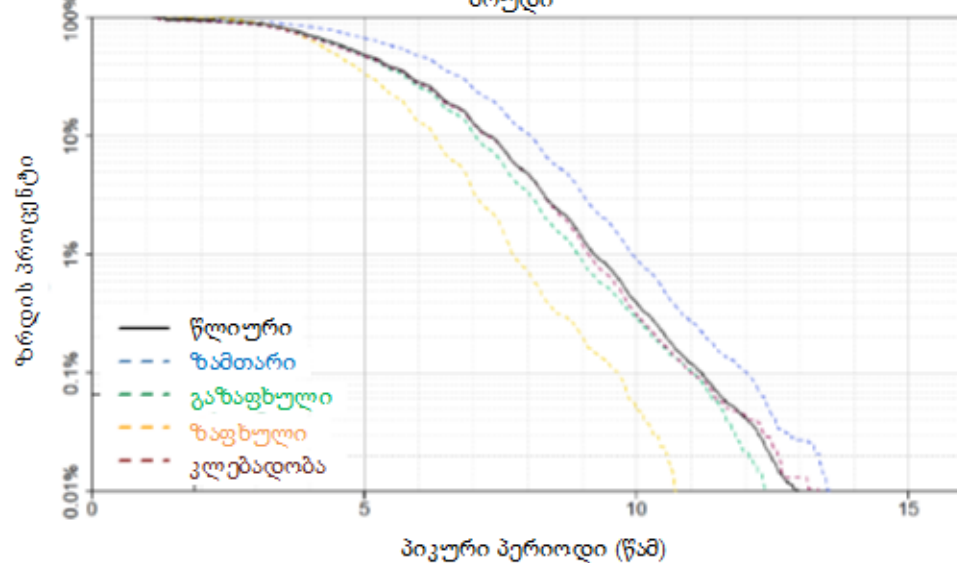
ბათუმი PS10 - სეზონური ანალიზი - Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



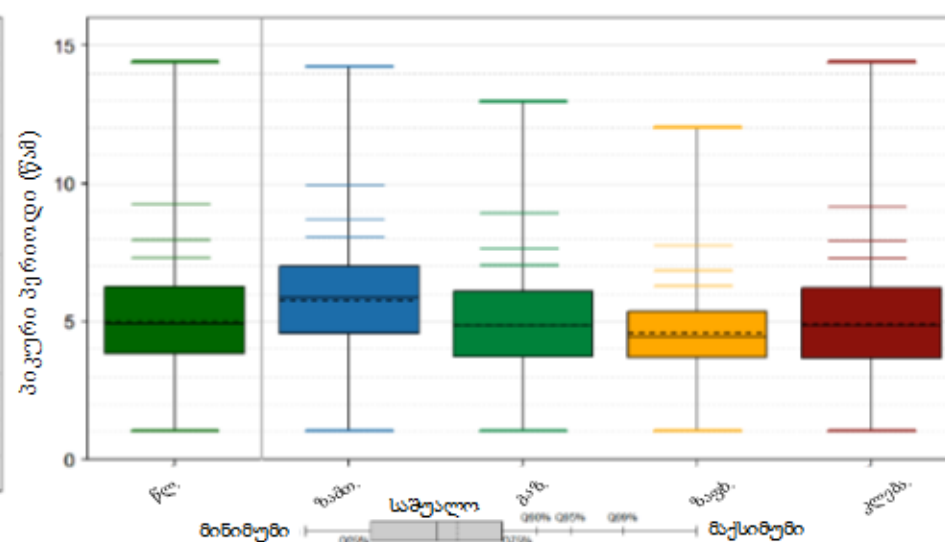
ბათუმი PS10 - Hm0 - სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



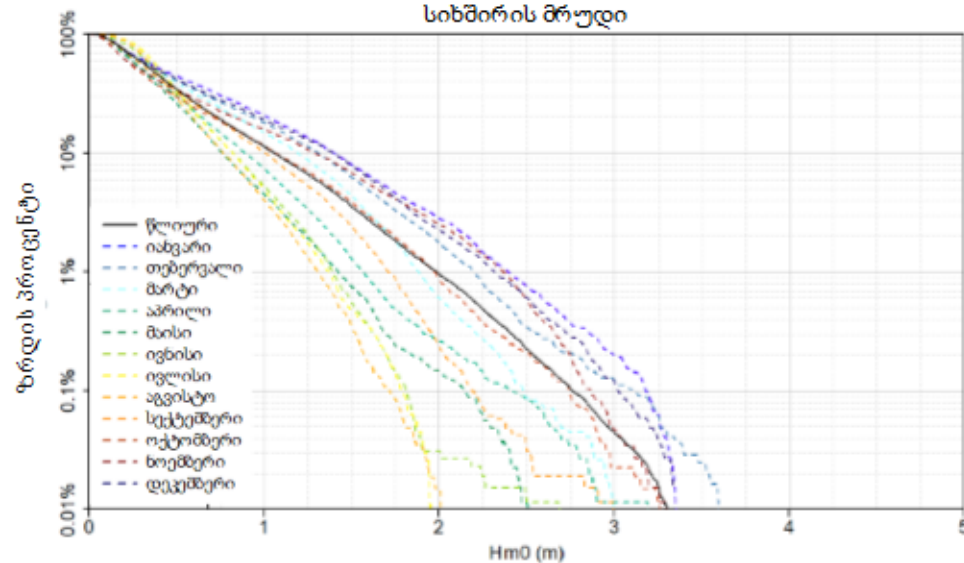
ბათუმი PS10 - სეზონური ანალიზი - Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



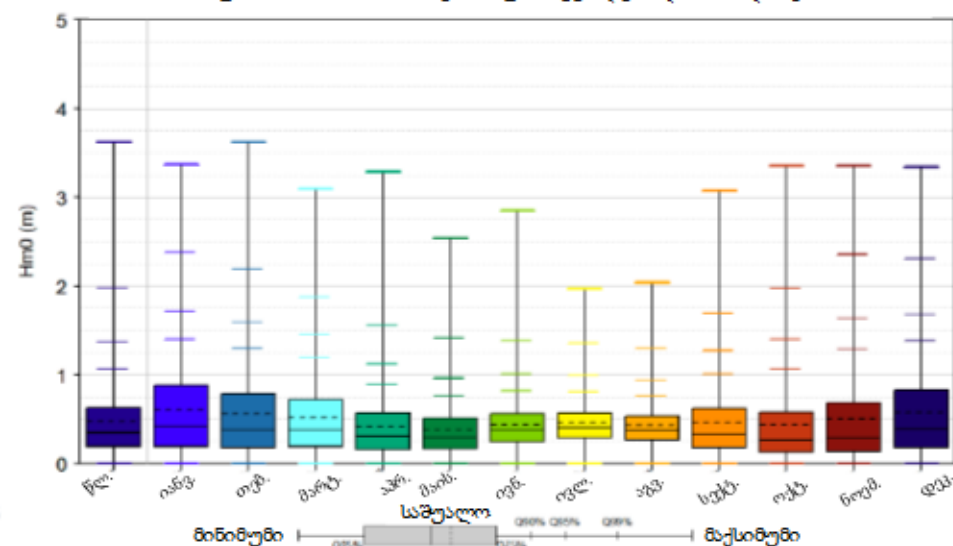
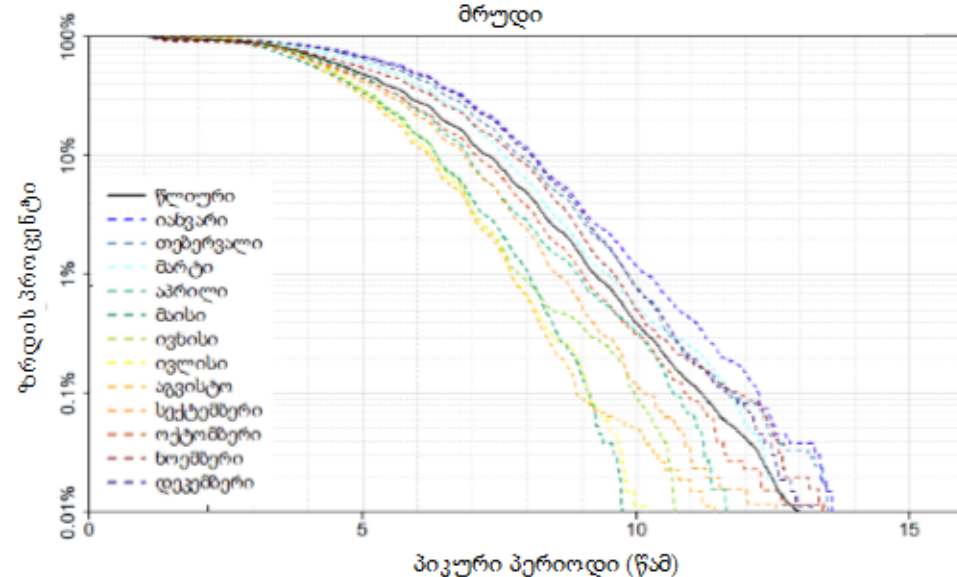
ბათუმი PS10 - Tp - სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



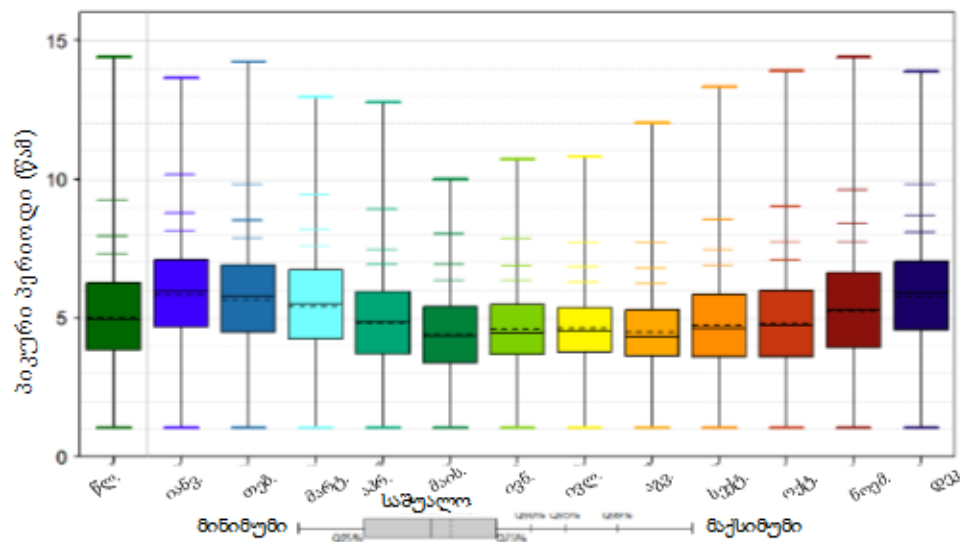


ბათუმი PS10 – თვეური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების  
სიხშირის მრუდი

ბათუმი PS10 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა

ბათუმი PS10 – თვეური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის  
მრუდი

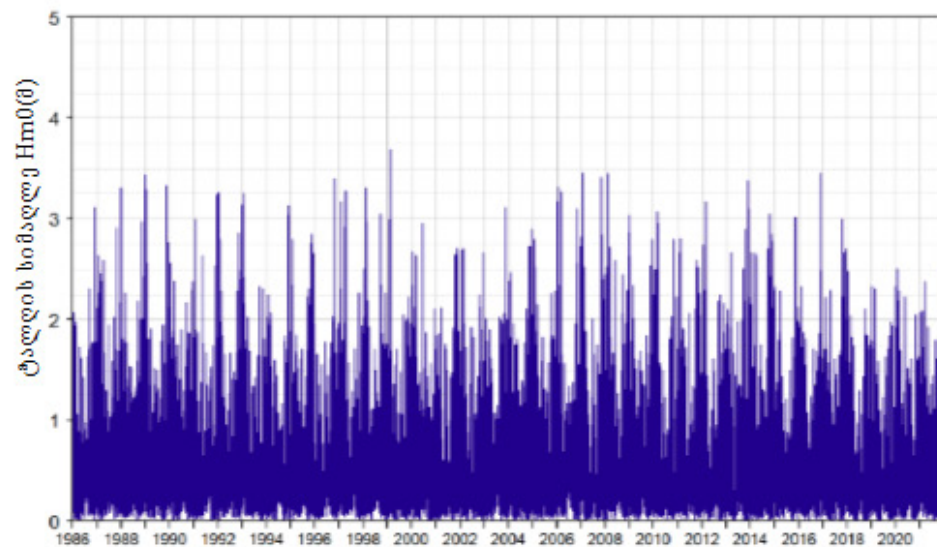
ბათუმი PS10 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



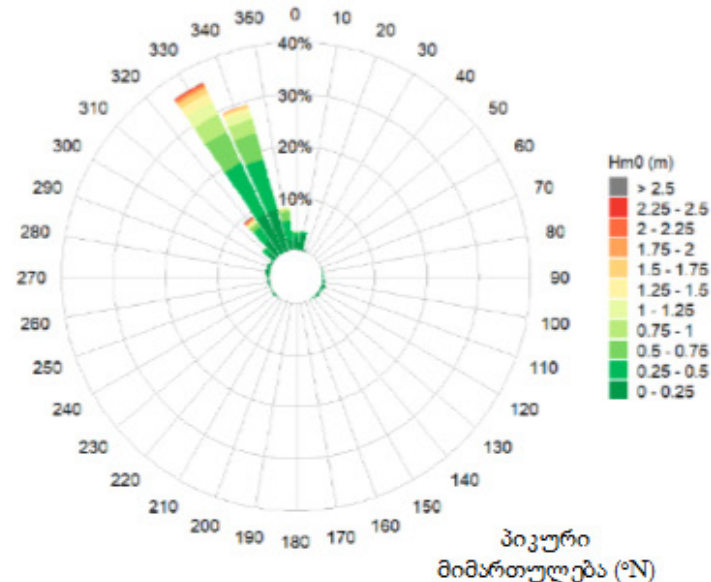


წერტილი PS11

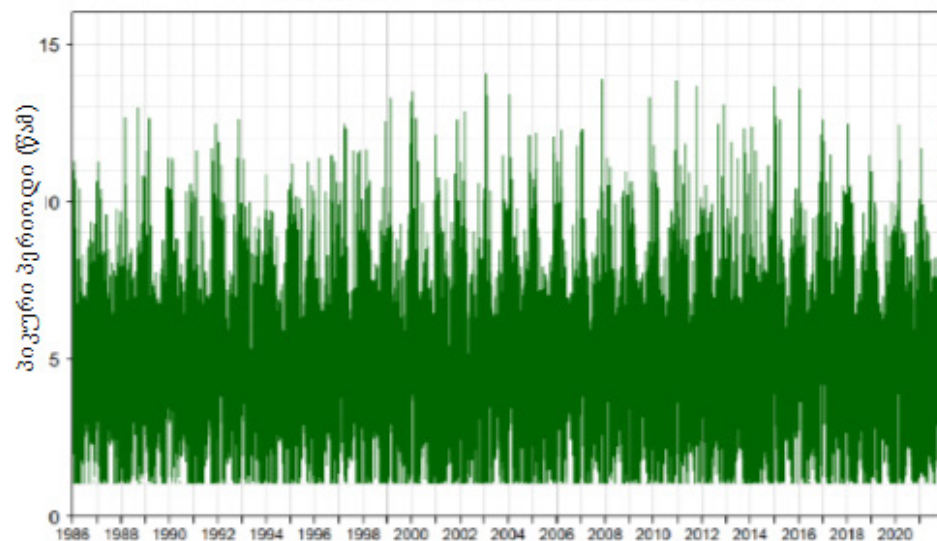
ბათუმი PS11 – დროში დაკვირვების რიგები



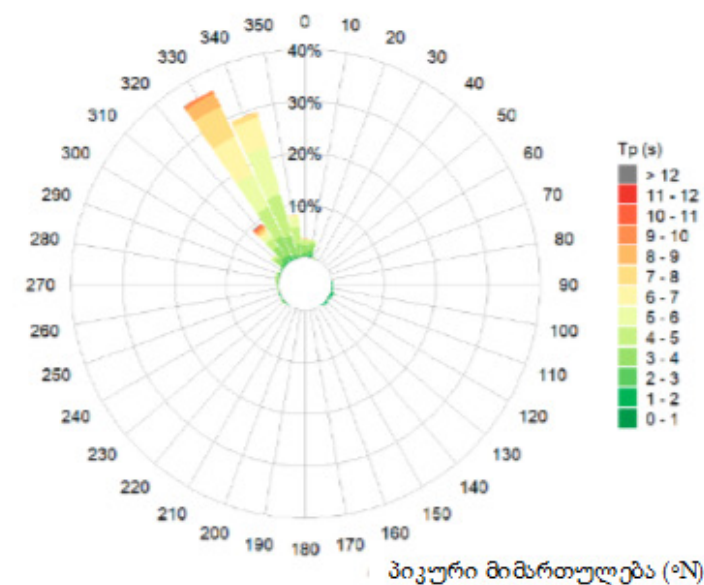
ბათუმი PS11



ბათუმი PS11 – დროში დაკვირვების რიგები

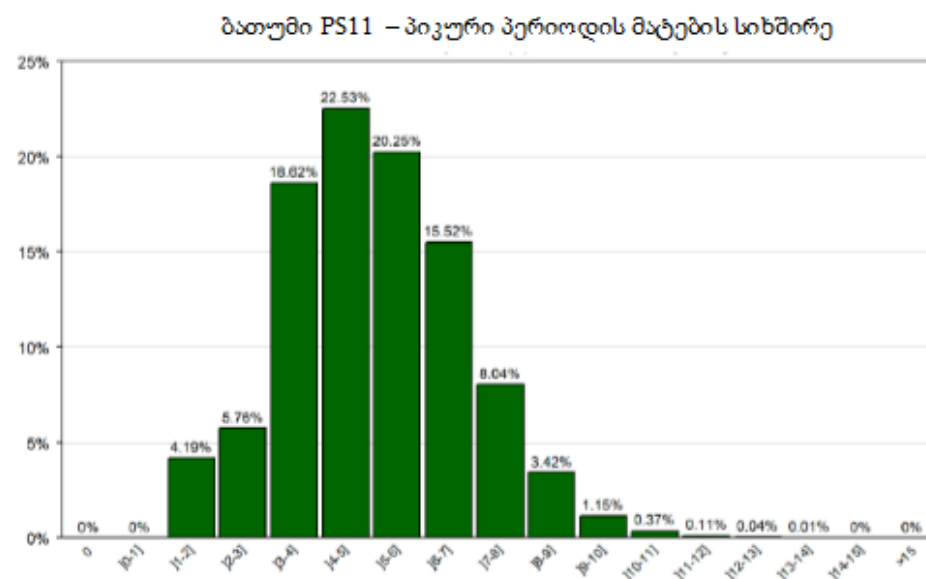
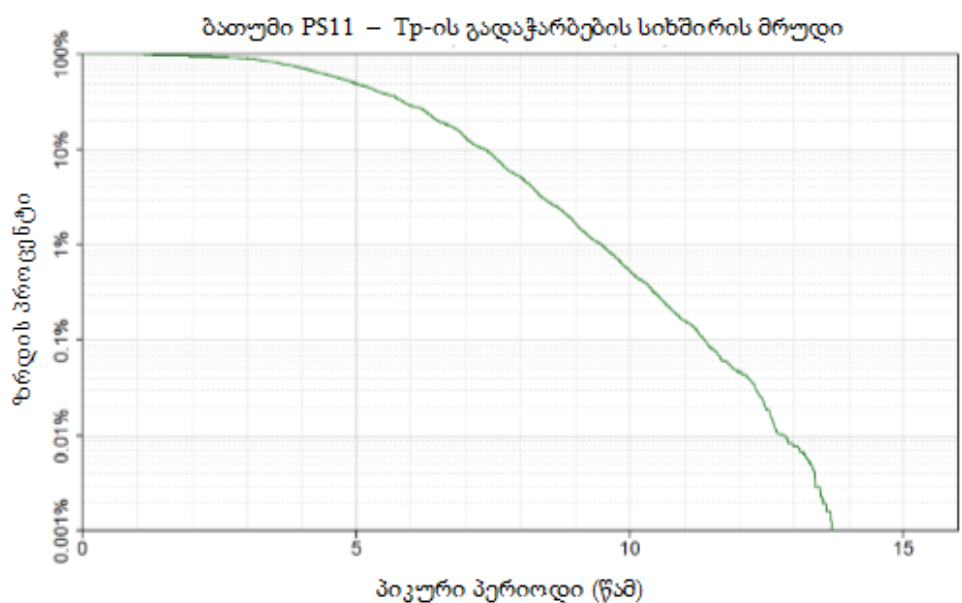
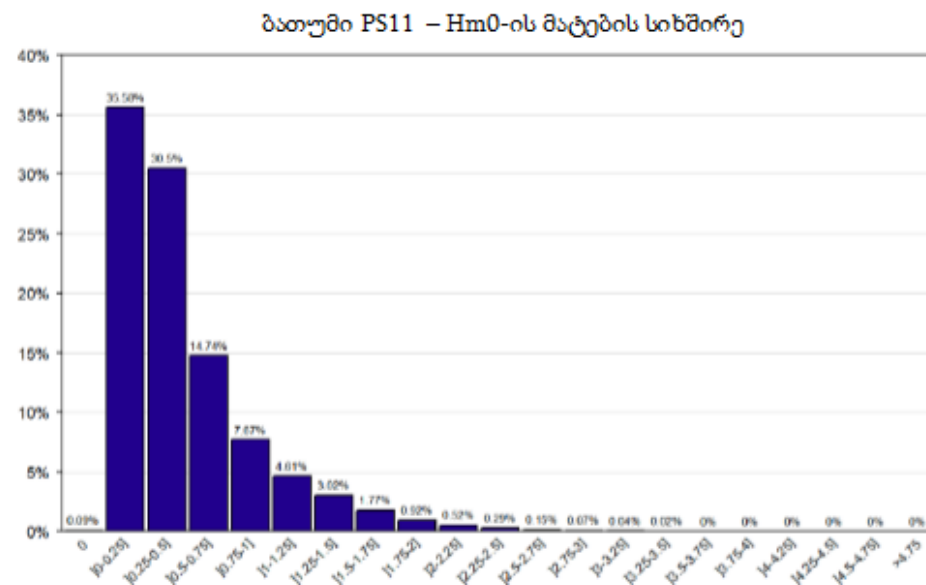
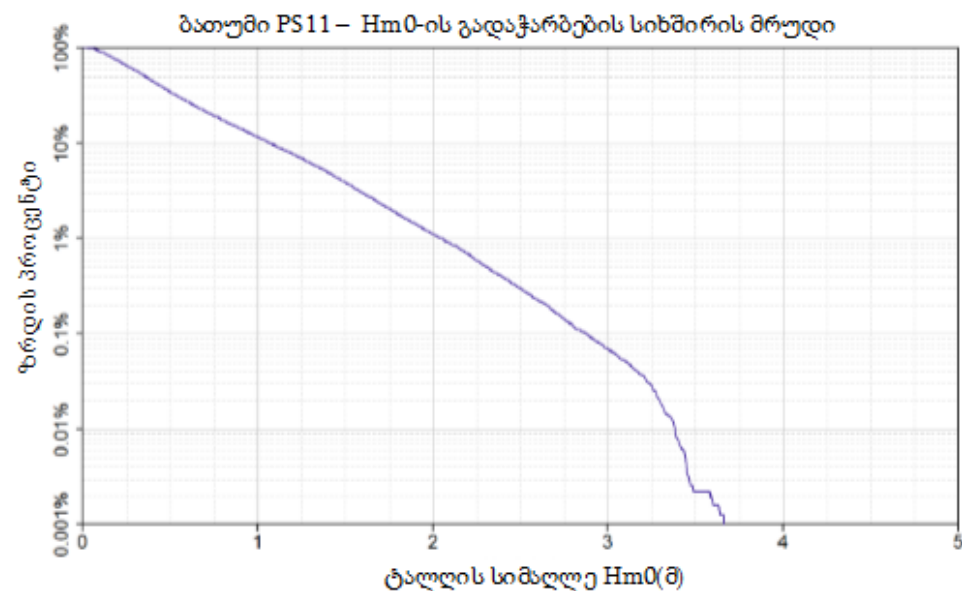


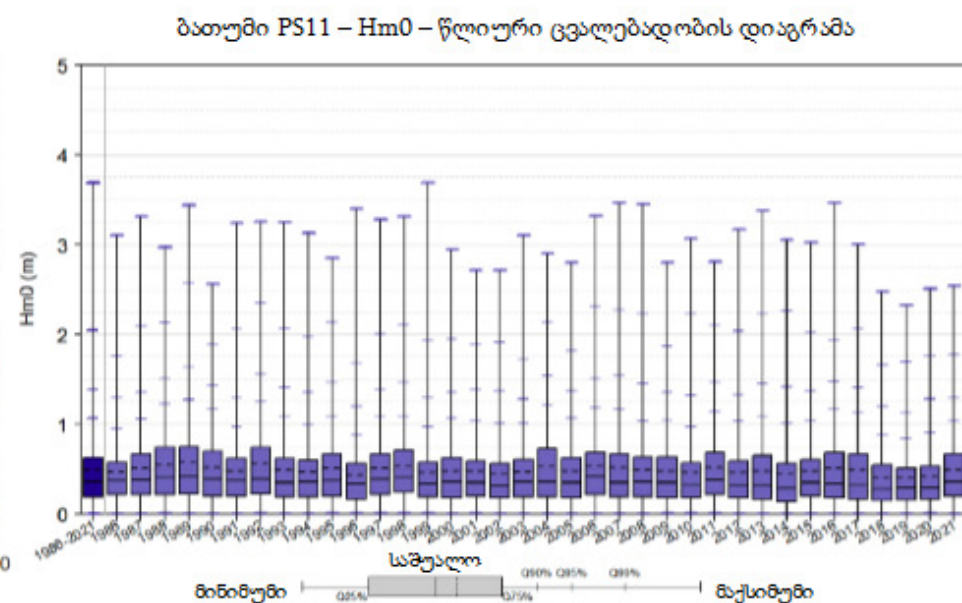
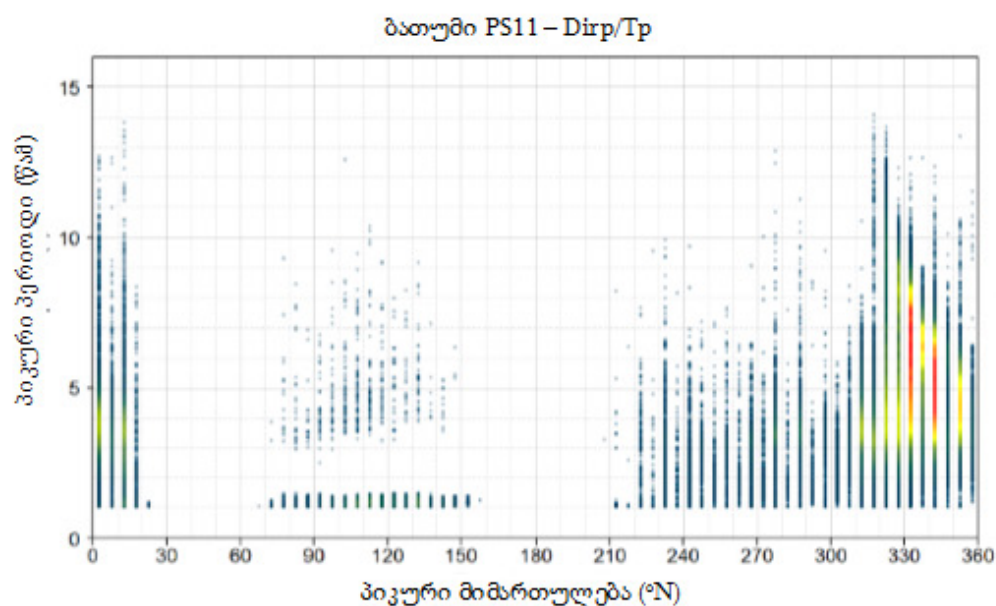
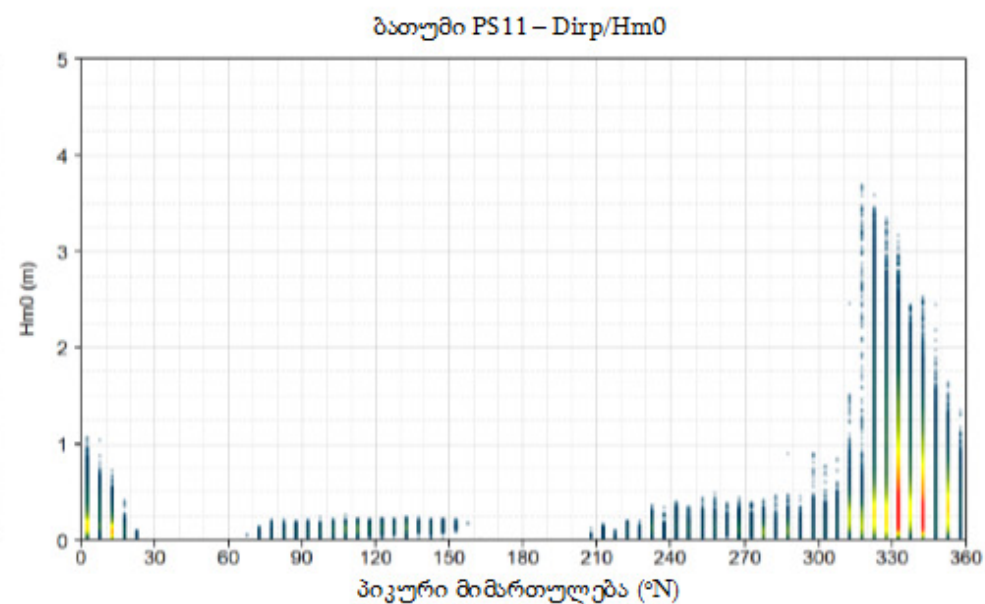
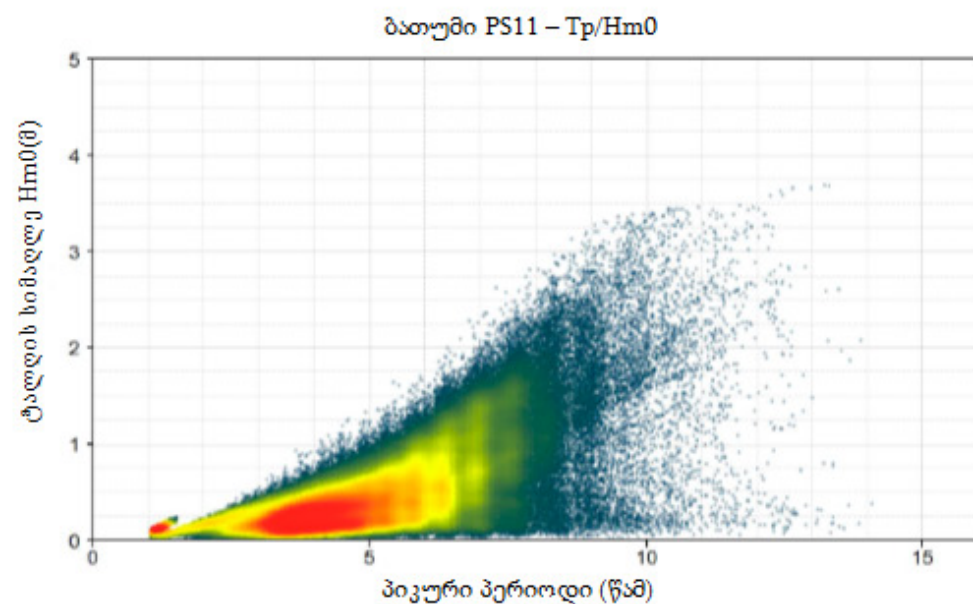
ბათუმი PS11



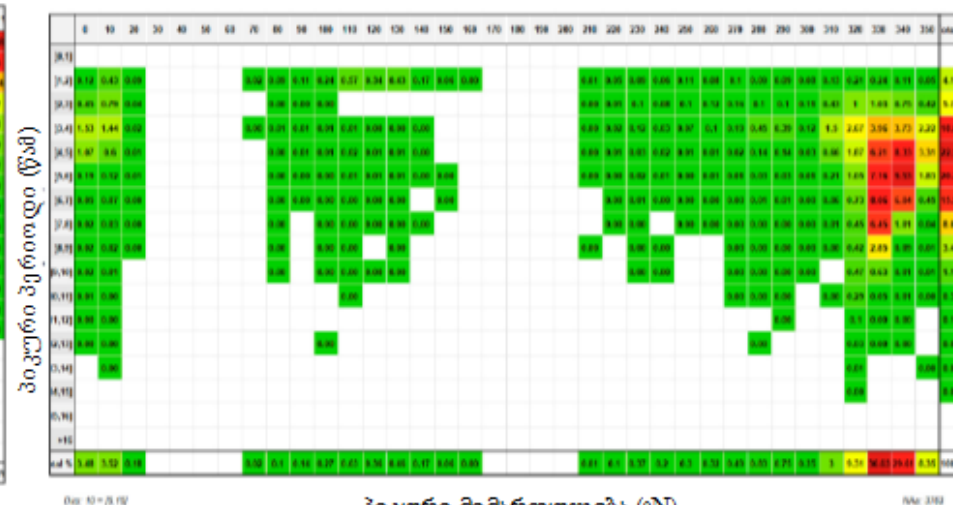
პიკური მიმართულება (°N)



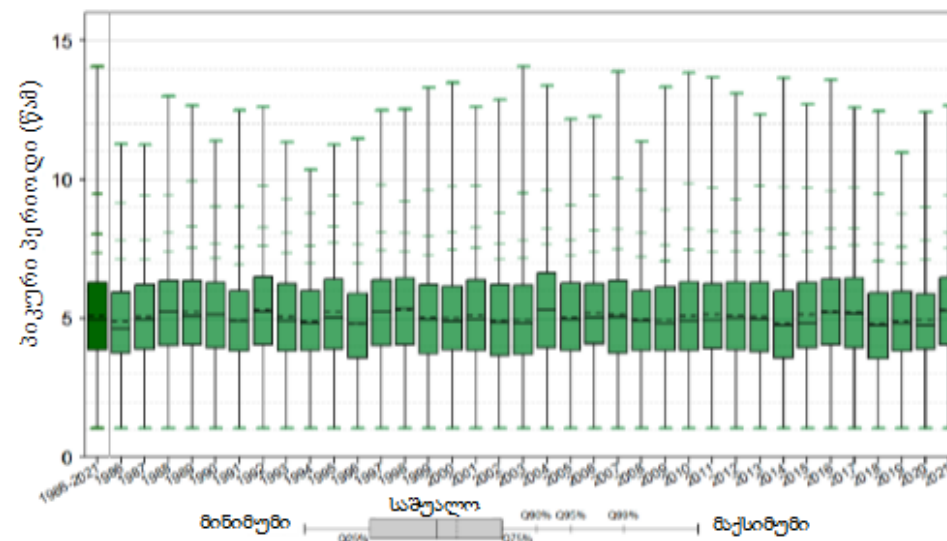




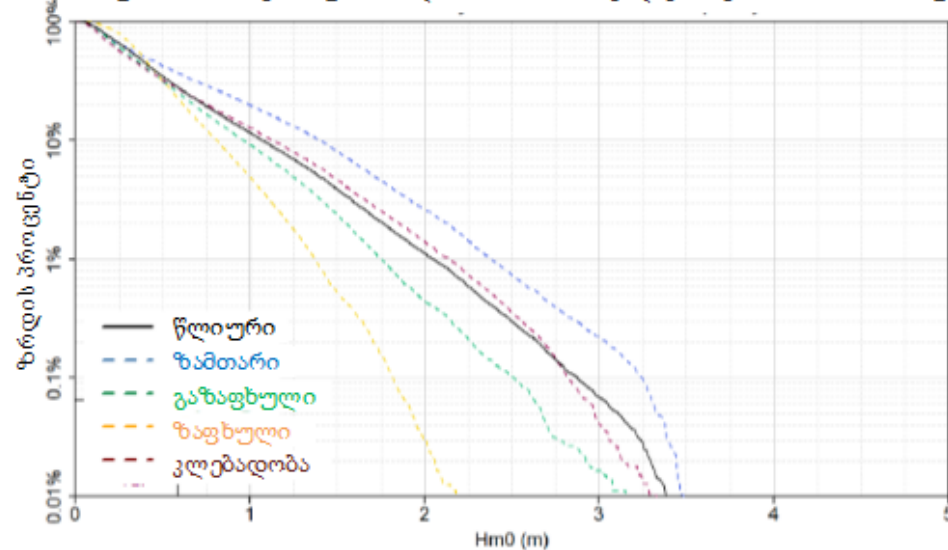
ბათუმი PS11 – Tp/Dirp - კორელოგრამა



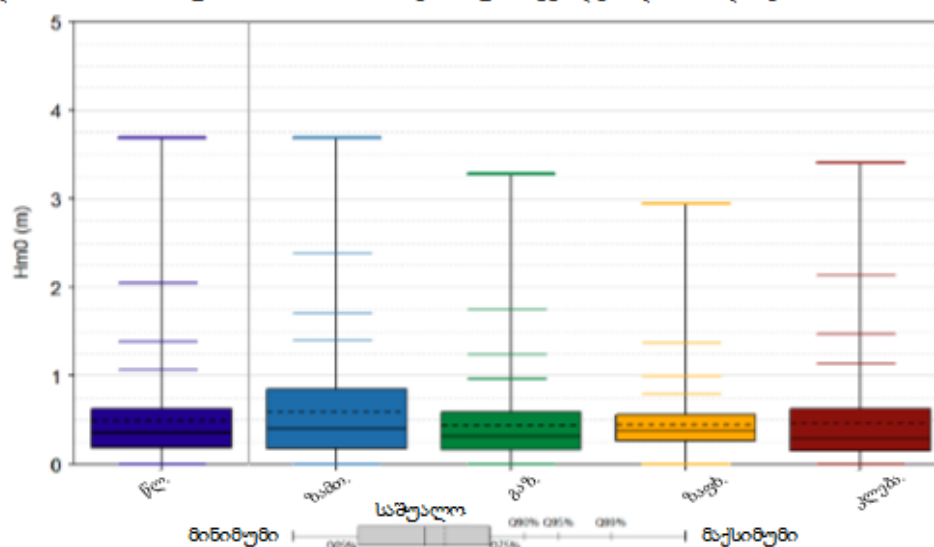
ბათუმი PS11 – Hm0 – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა



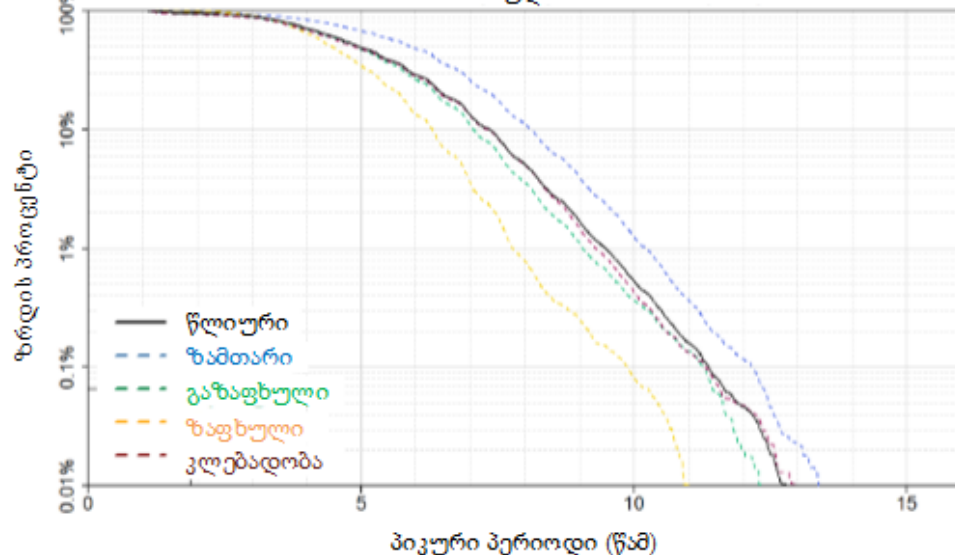
ბათუმი PS11 – სეზონური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



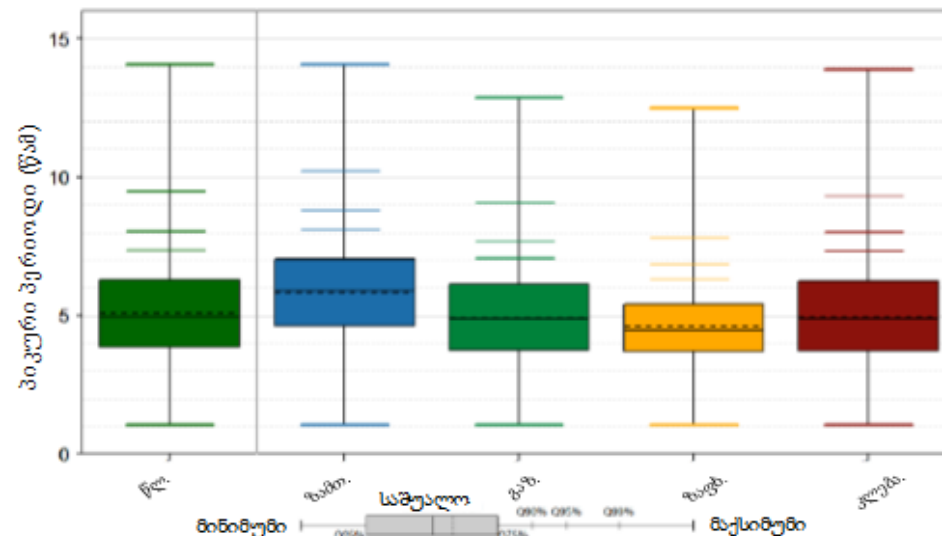
ბათუმი PS11 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PS11 – სეზონური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი

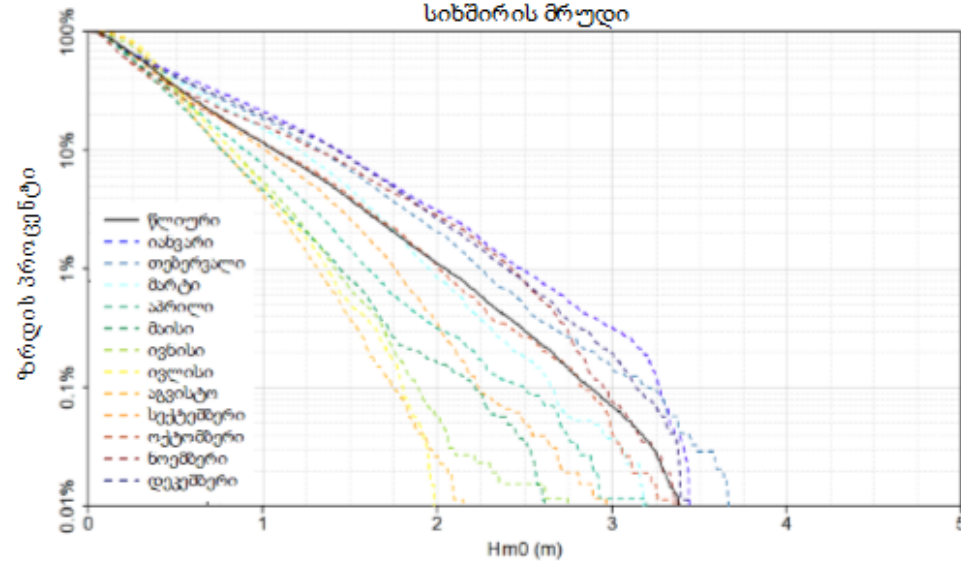


ბათუმი PS11 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა

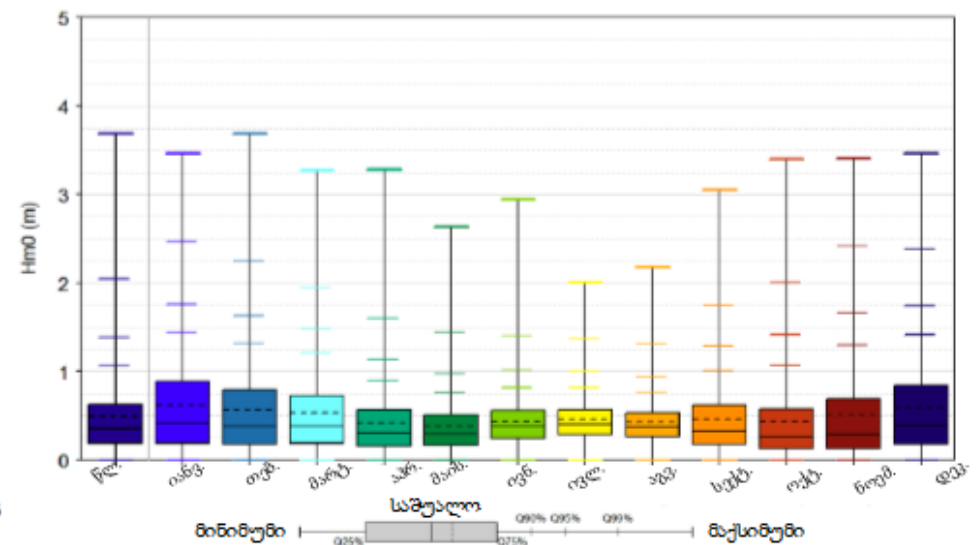




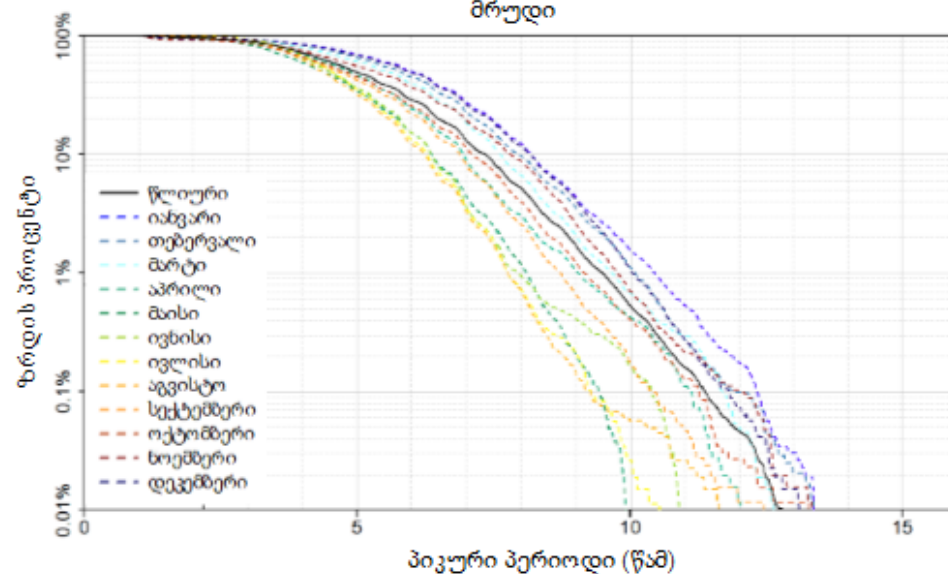
ბათუმი PS11 – თვითური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების  
სიხშირის მრუდი



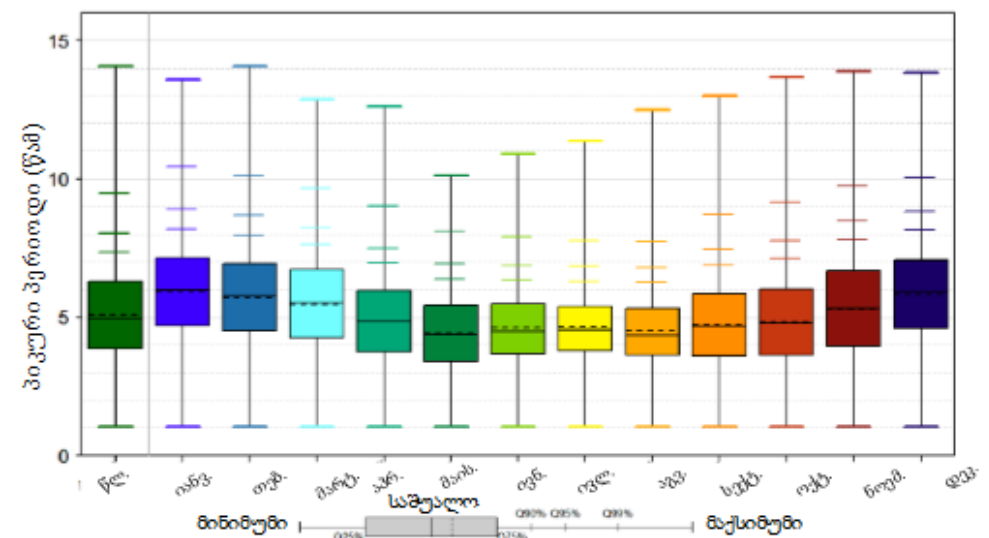
ბათუმი PS11 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PS11 – თვითური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის  
მრუდი



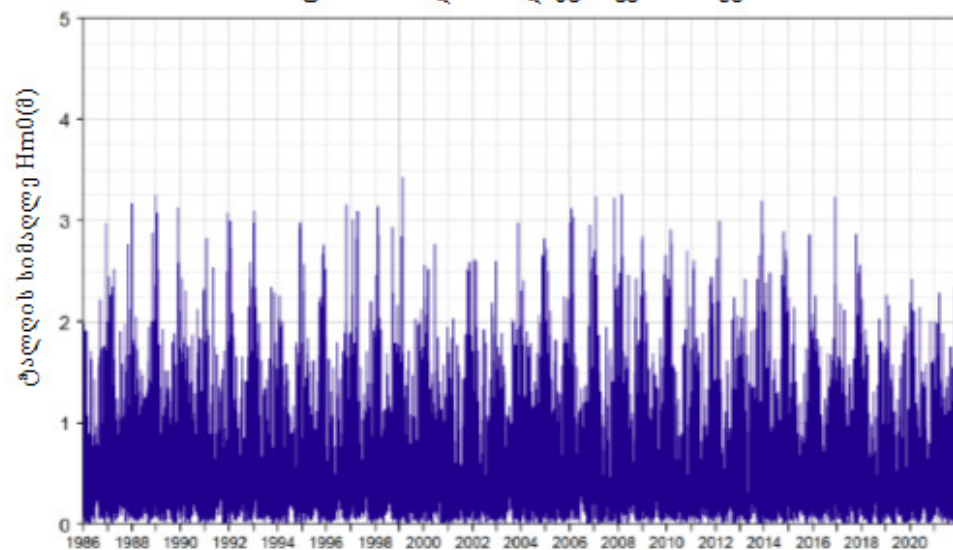
ბათუმი PS11 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



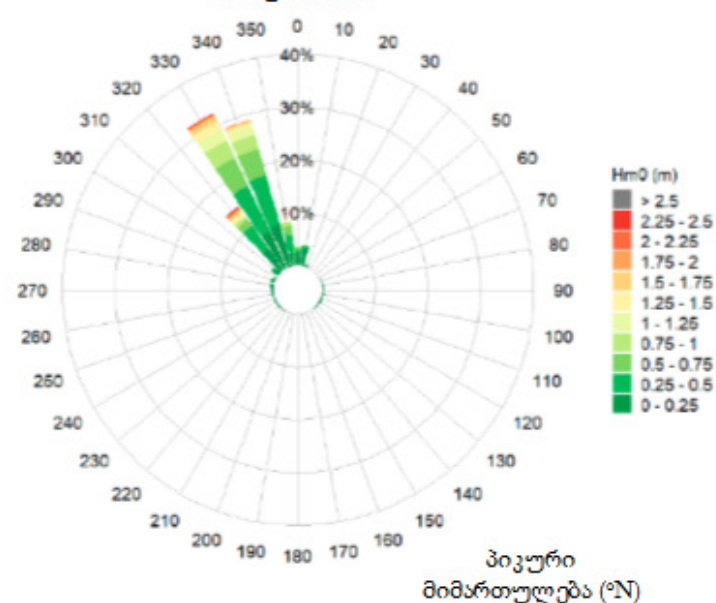


წერტილი PS12

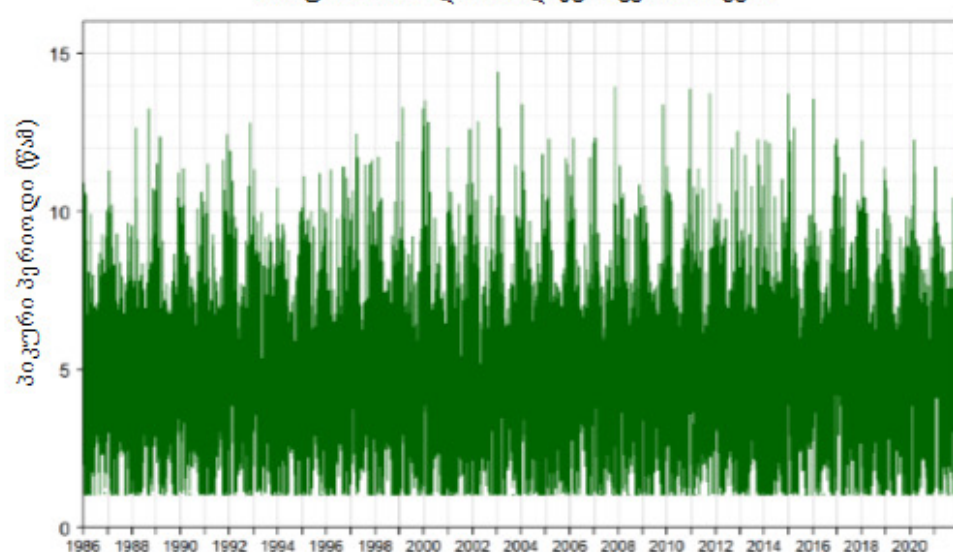
ბათუმი PS12 – დროში დაგვირგვინების რიგები



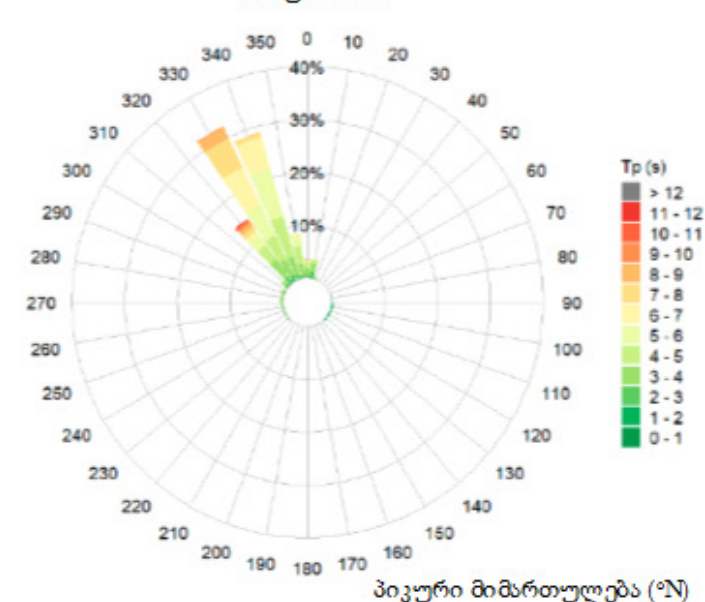
ბათუმი PS12



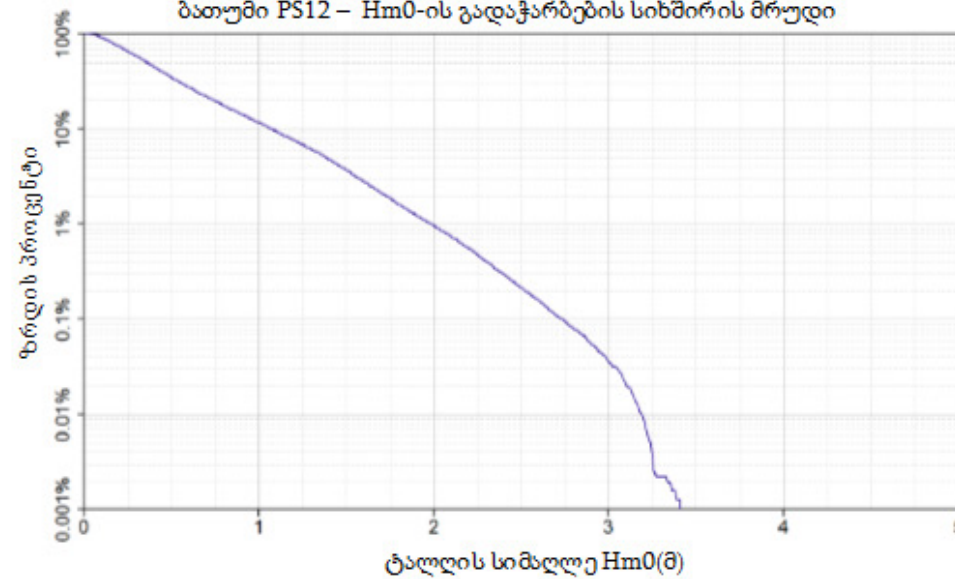
ბათუმი PS12 – დროში დაგვირგვინების რიგები



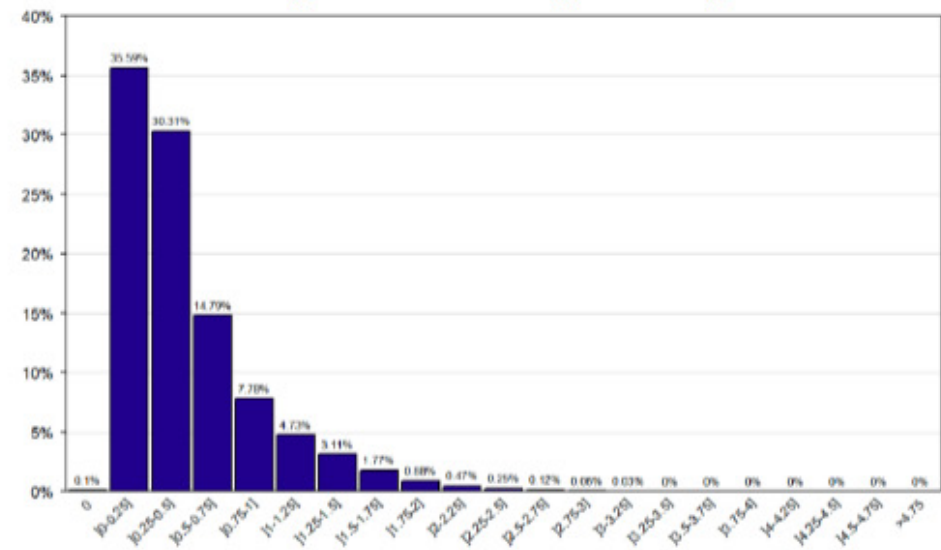
ბათუმი PS12



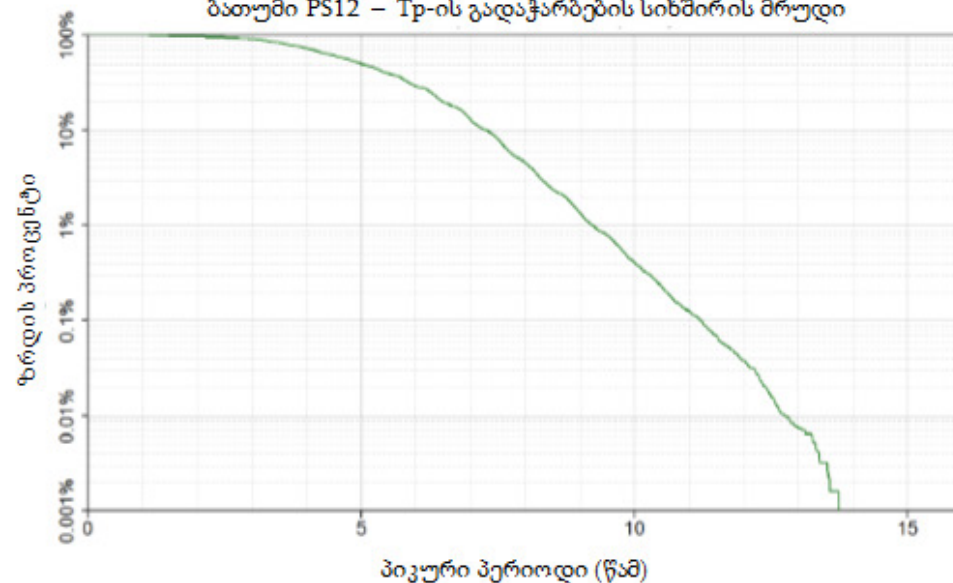
ბათუმი PS12 – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



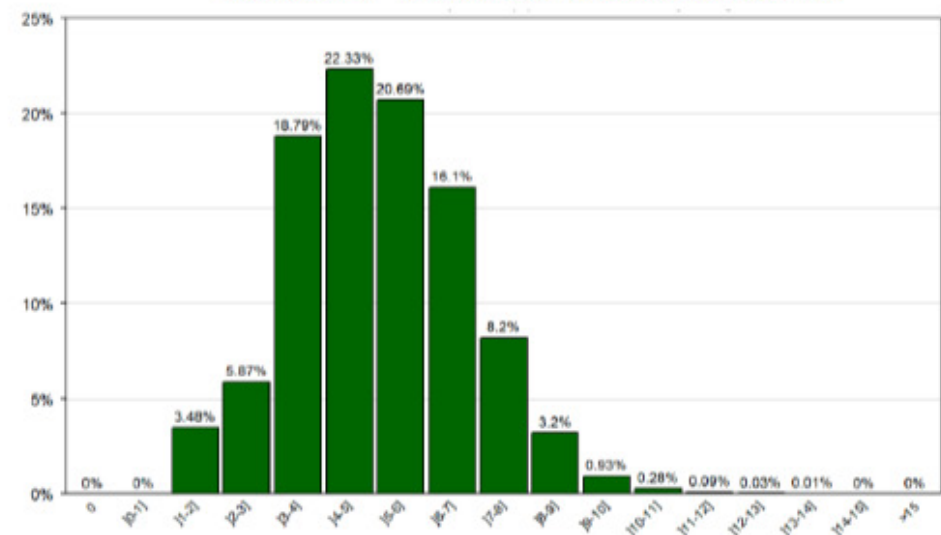
ბათუმი PS12 – Hm0-ის მატების სიხშირე



ბათუმი PS12 – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი

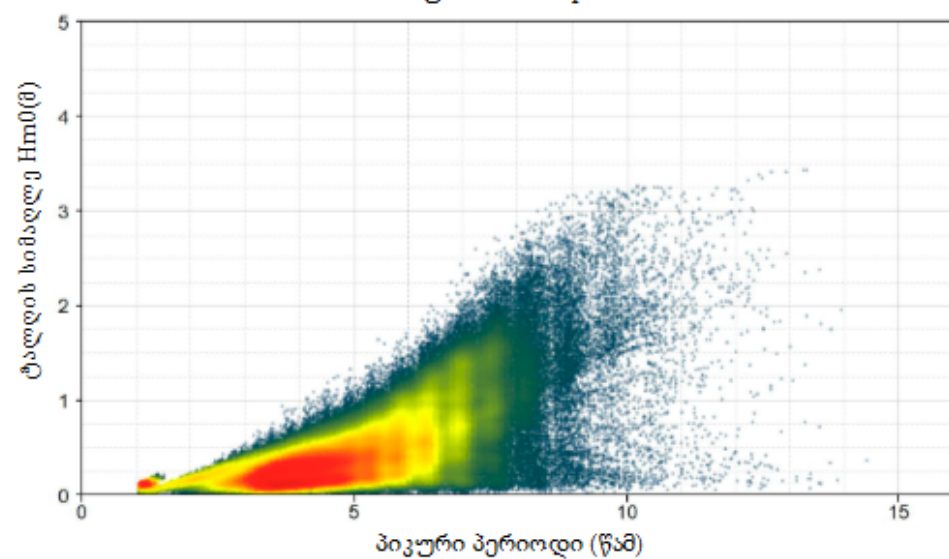


ბათუმი PS12 – პიკური პერიოდის მატების სიხშირე

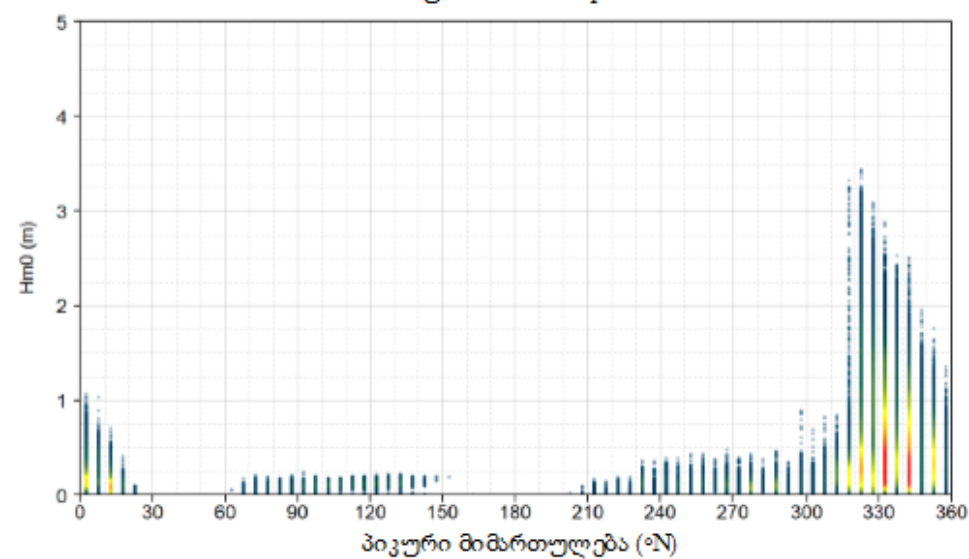




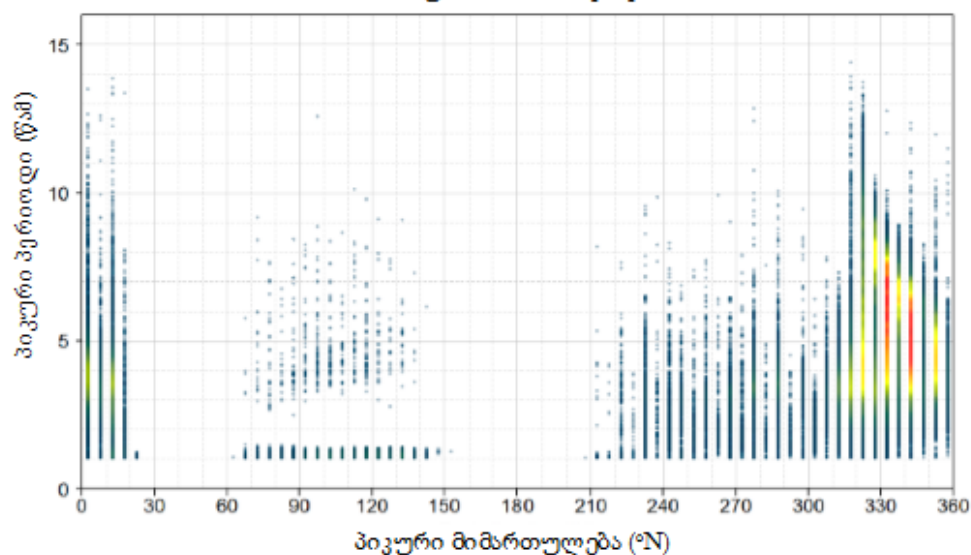
ბათუმი PS12 – Tp/Hm0



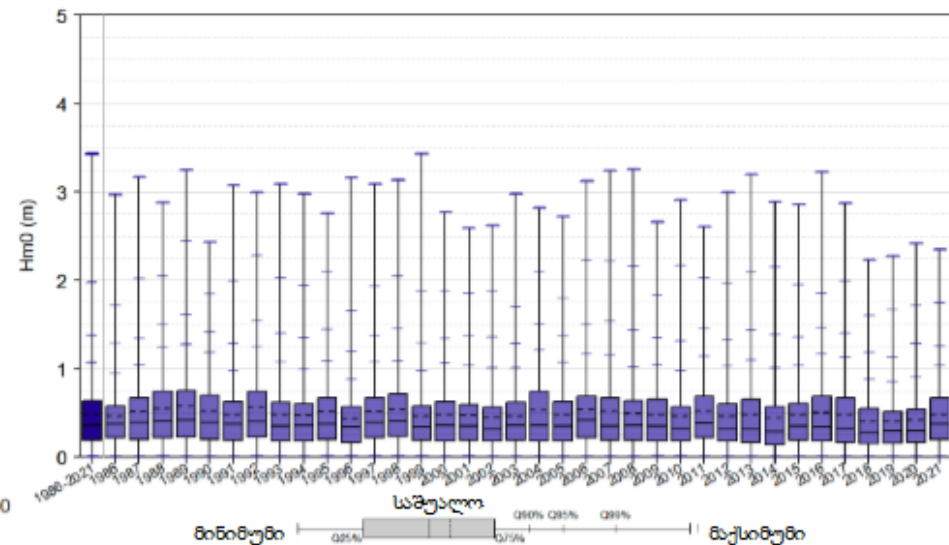
ბათუმი PS12 – Dirp/Hm0



ბათუმი PS12 – Dirp/Tp



ბათუმი PS12 – Hm0 – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა

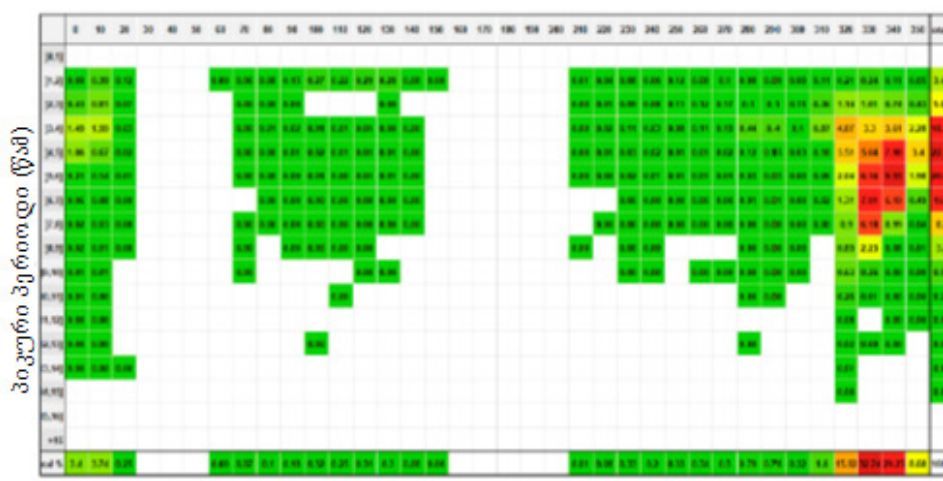


ბათუმი PS12 – Hm0/Dirp - კორელოგრამა



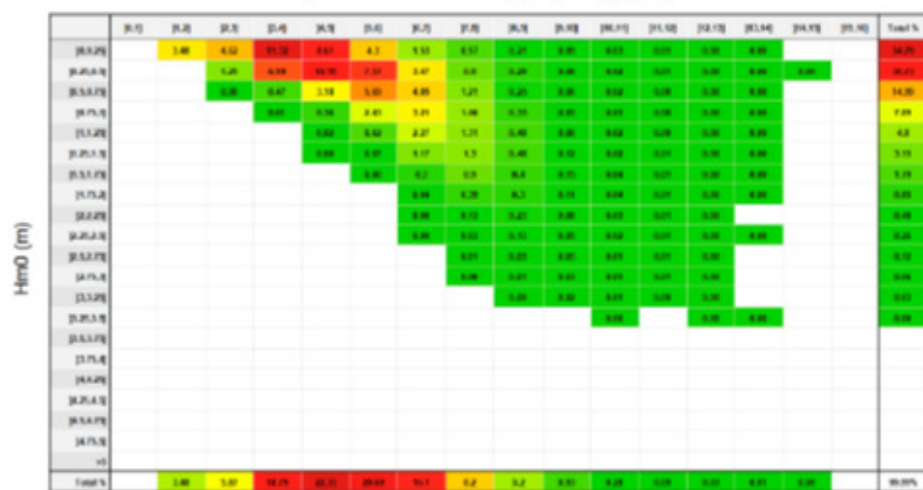
პიკური მიმართულება (°N)

ბათუმი PS12 – Tp/Dirp - კორელოგრამა



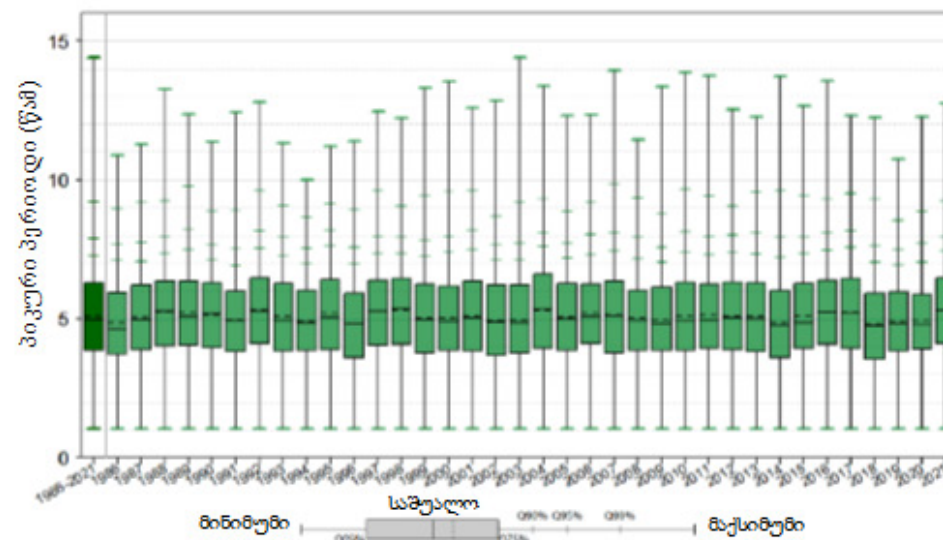
პიკური მიმართულება (°N)

ბათუმი PS12 – Hm0/Tp - კორელოგრამა

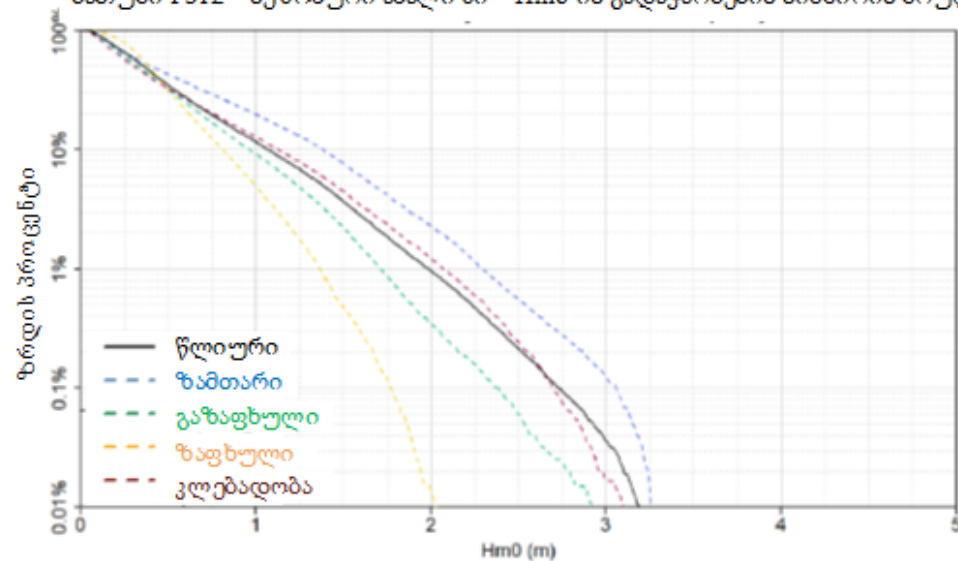


პიკური პერიოდი (წმ)

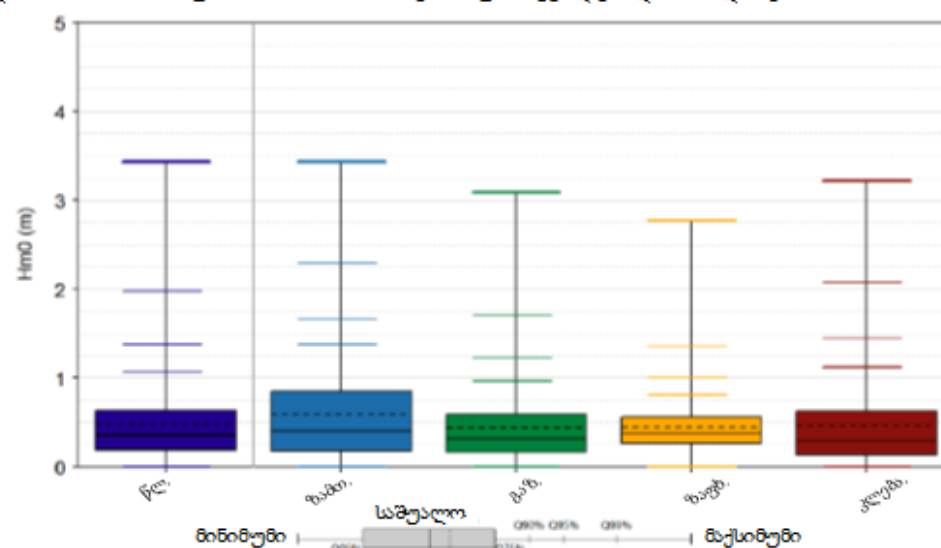
ბათუმი PS12 – Hm0 – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა



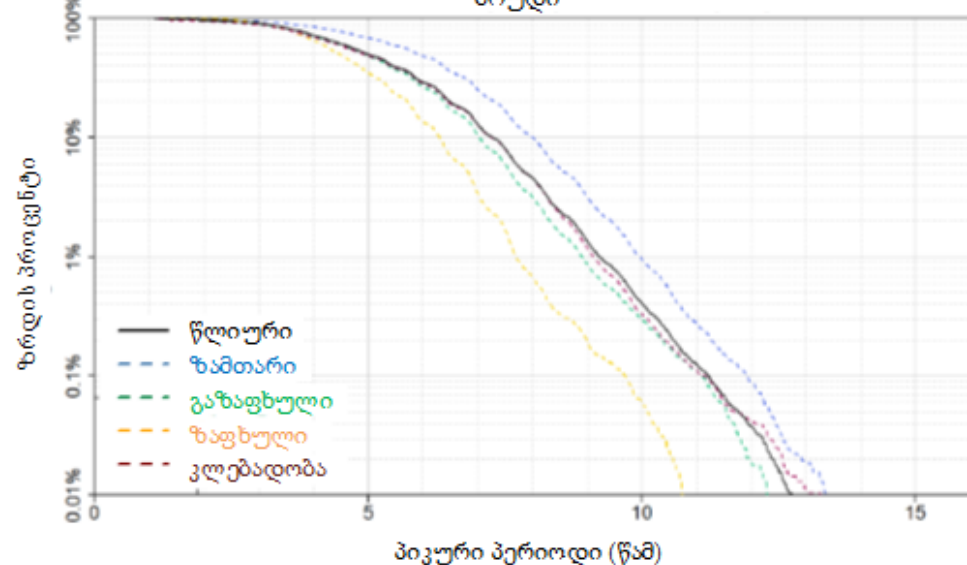
ბათუმი PS12 – სეზონური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



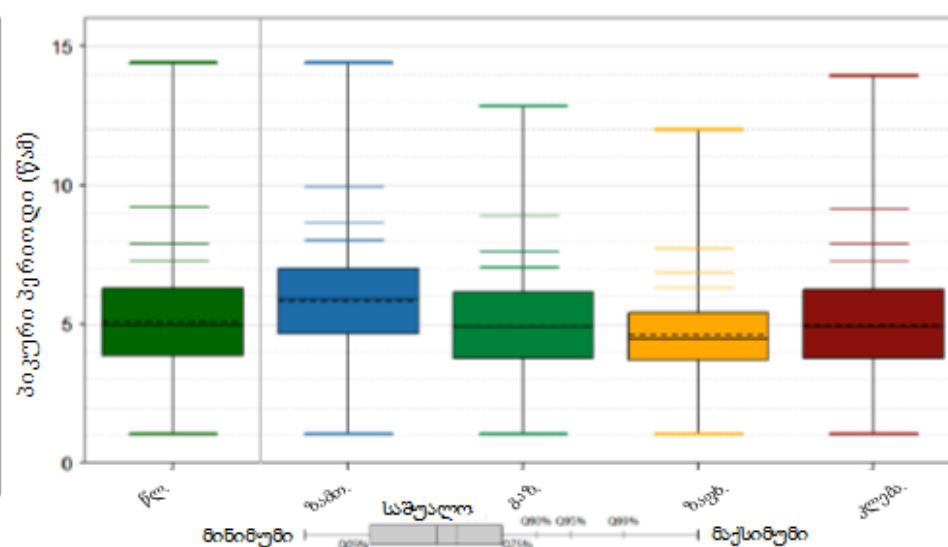
ბათუმი PS12 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PS12 – სეზონური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი

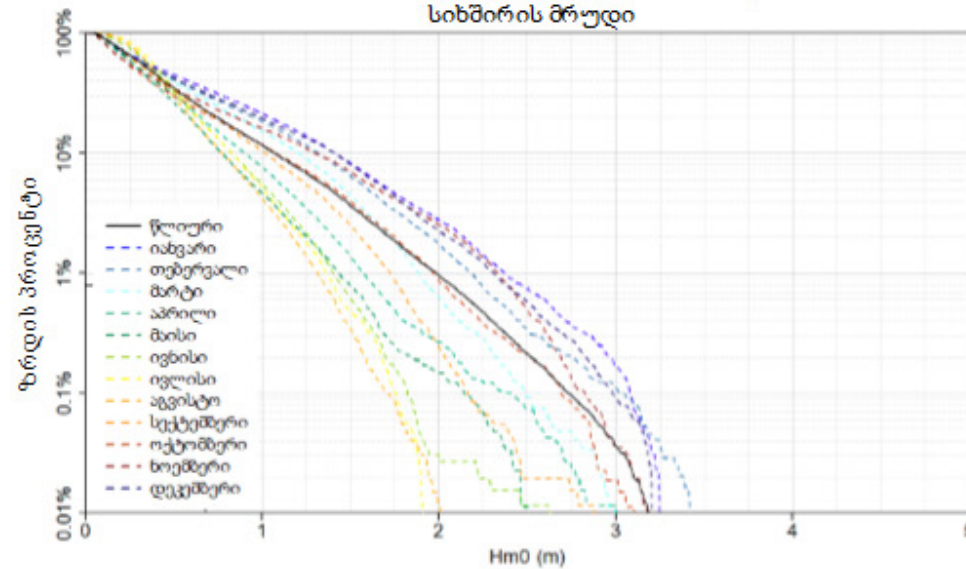


ბათუმი PS12 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა

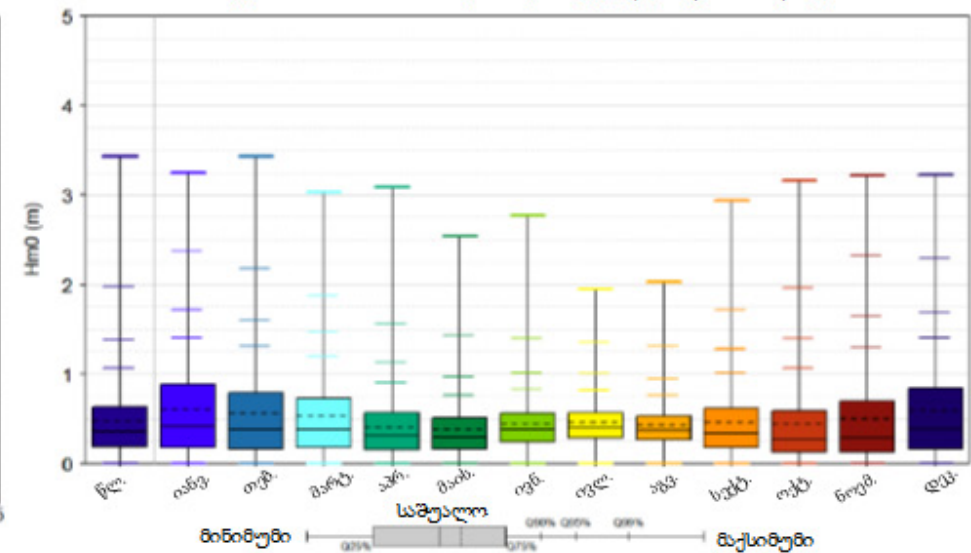




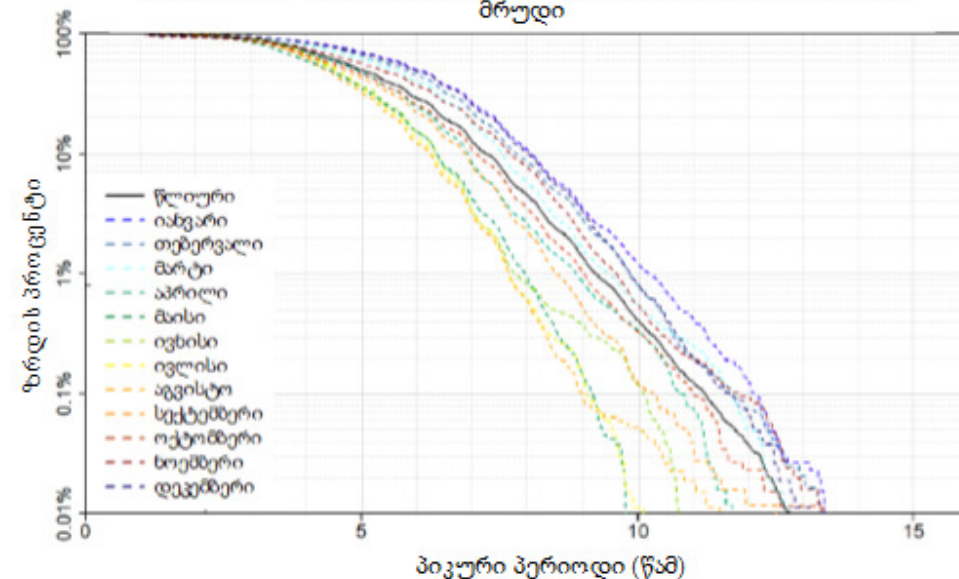
ბათუმი PS12 – თვიური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



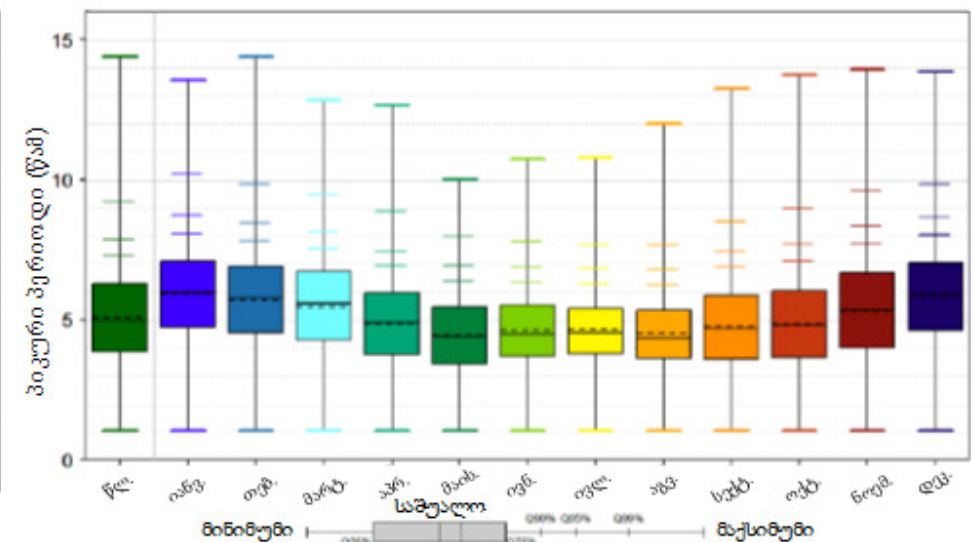
ბათუმი PS12 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PS12 – თვიური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



ბათუმი PS12 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა

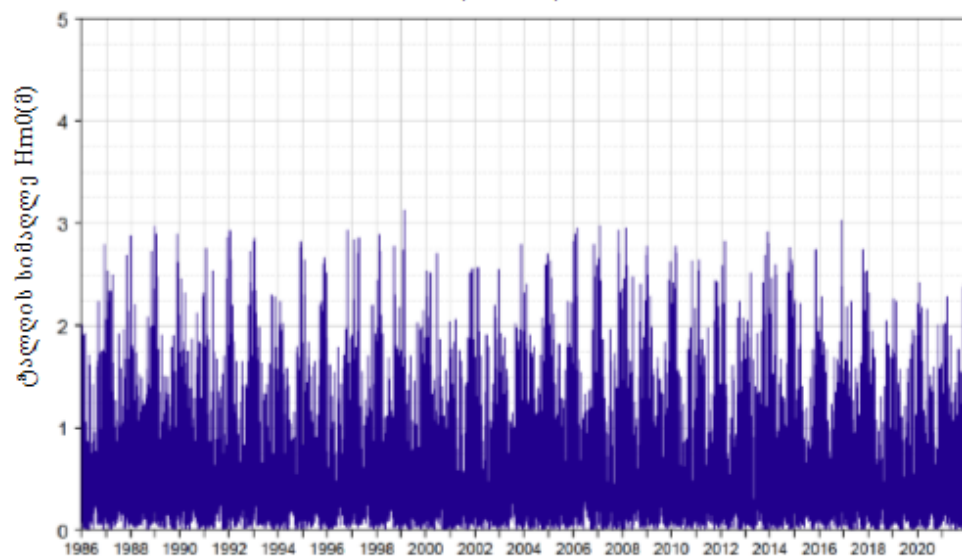




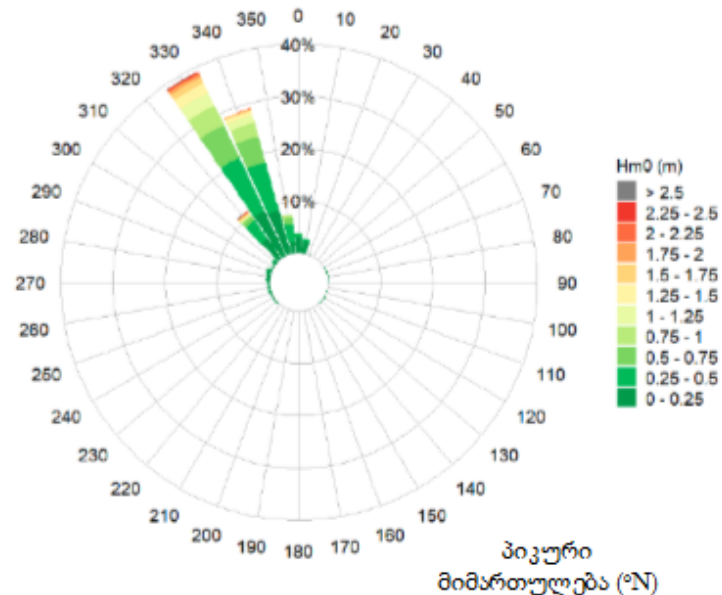


წერტილი PS13

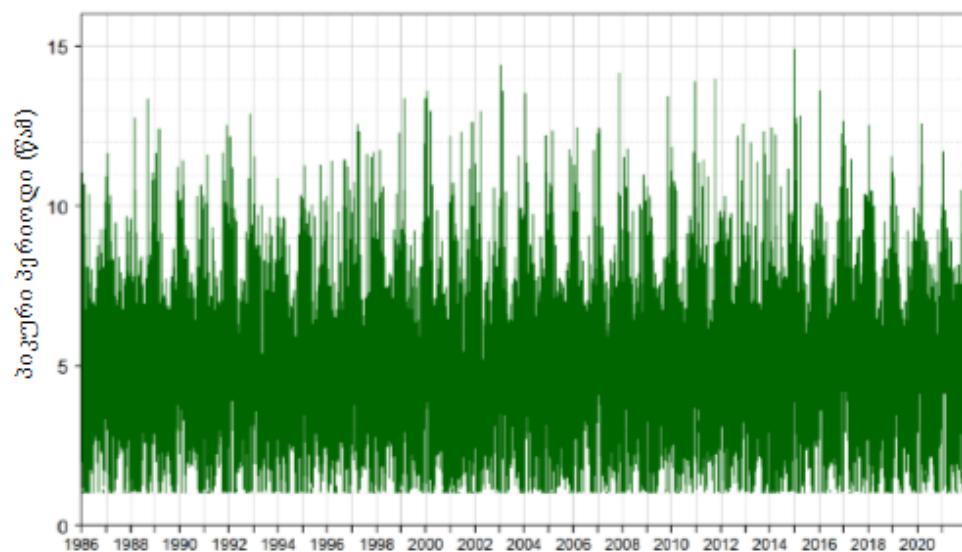
ბათუმი PS13 – დროში დაკვირვების რიგები



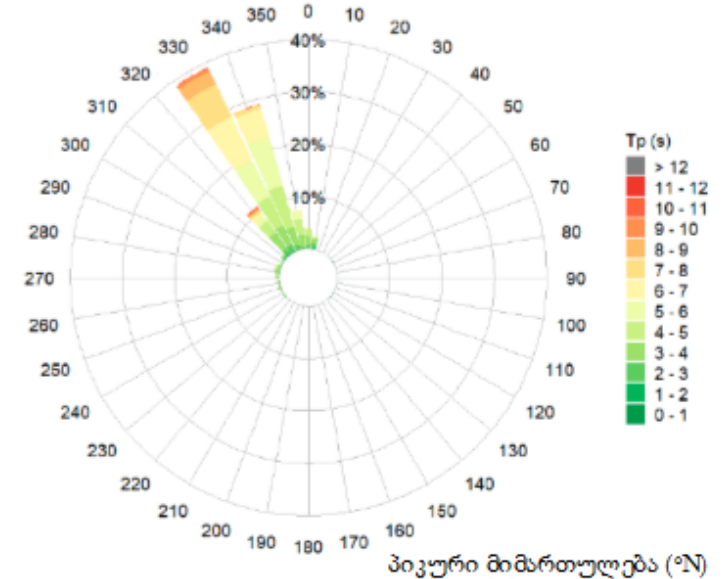
ბათუმი PS13



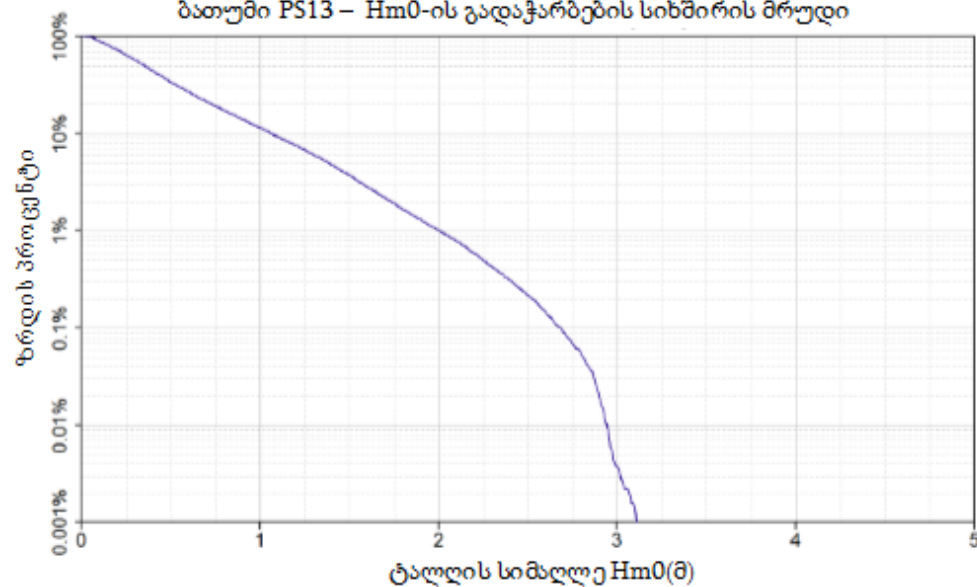
ბათუმი PS13 – დროში დაკვირვების რიგები



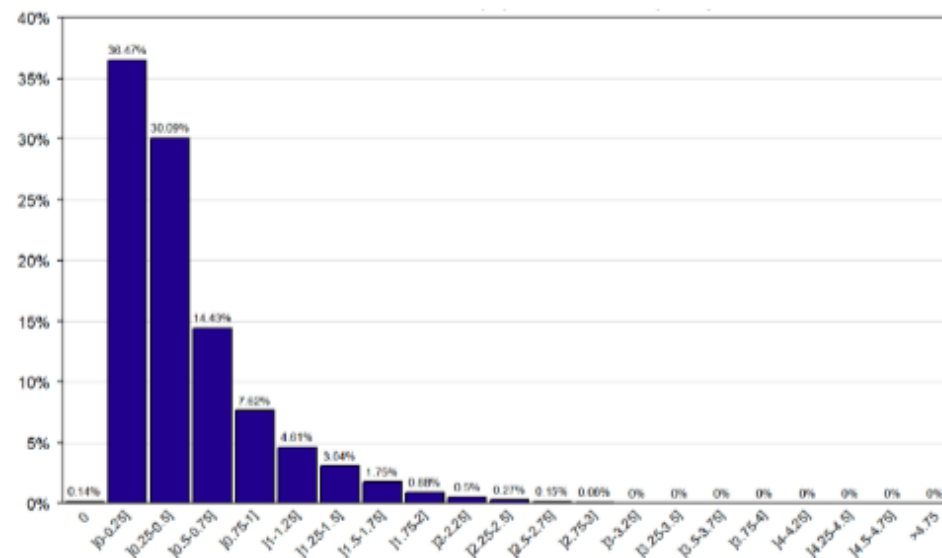
ბათუმი PS13



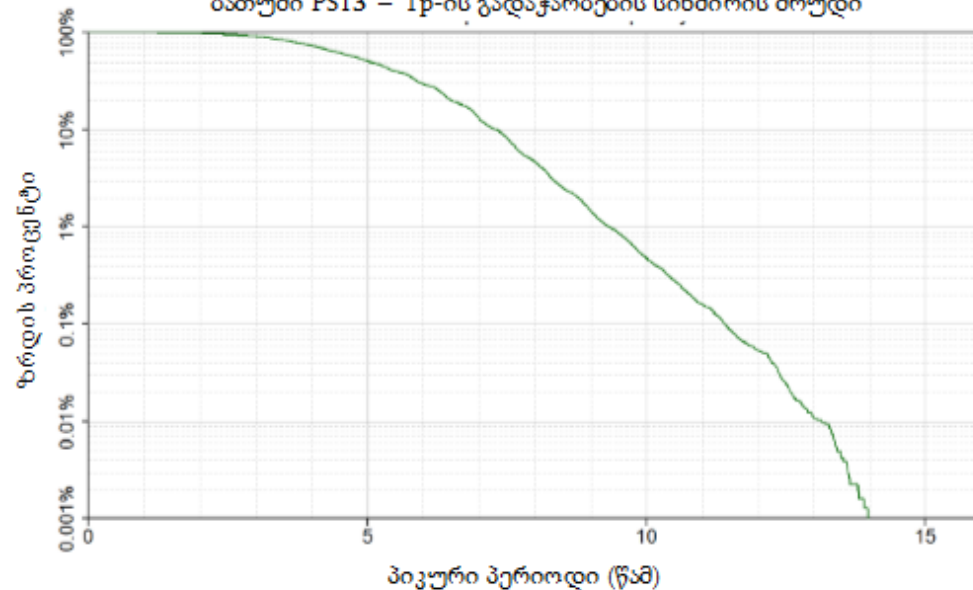
ბათუმი PS13 – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



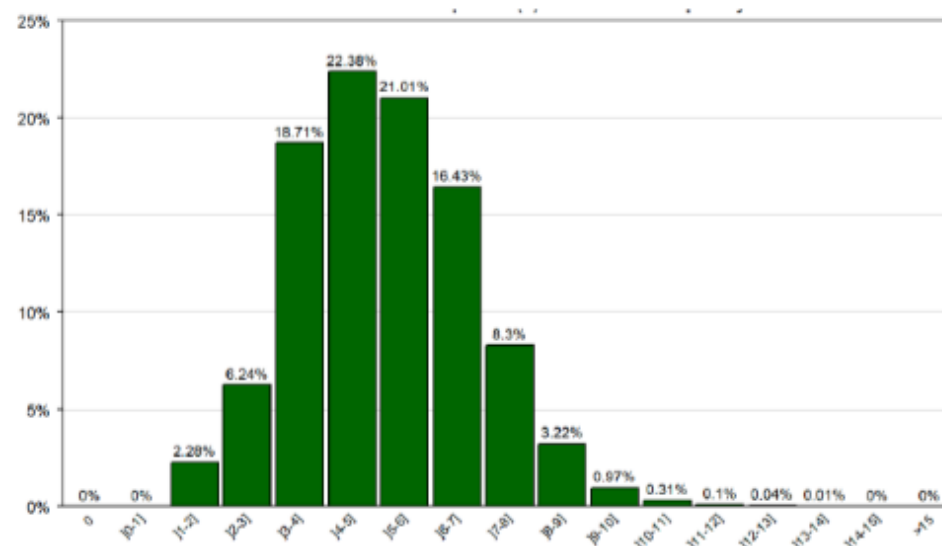
ბათუმი PS13 – Hm0-ის მატების სიხშირე



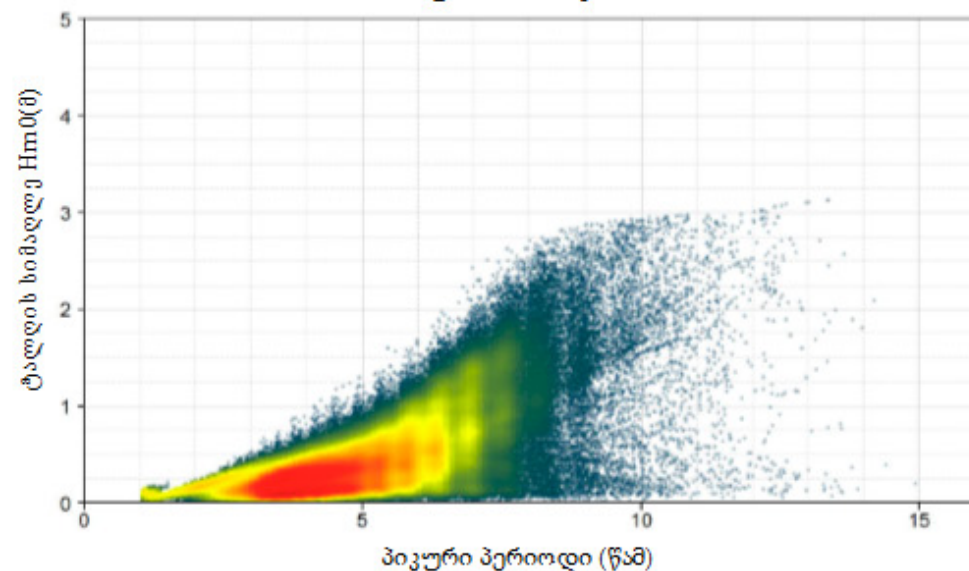
ბათუმი PS13 – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



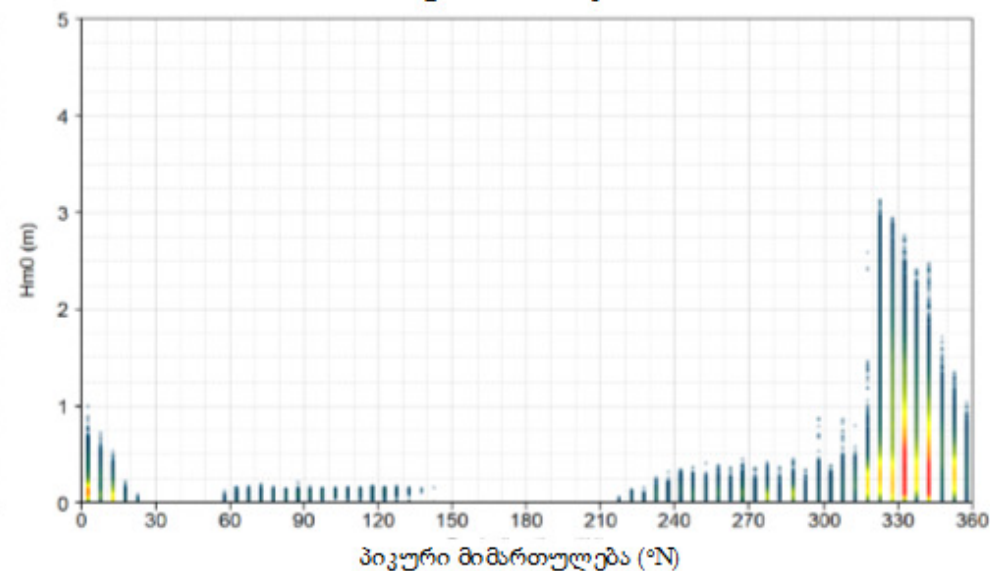
ბათუმი PS13 – პიკური პერიოდის მატების სიხშირე



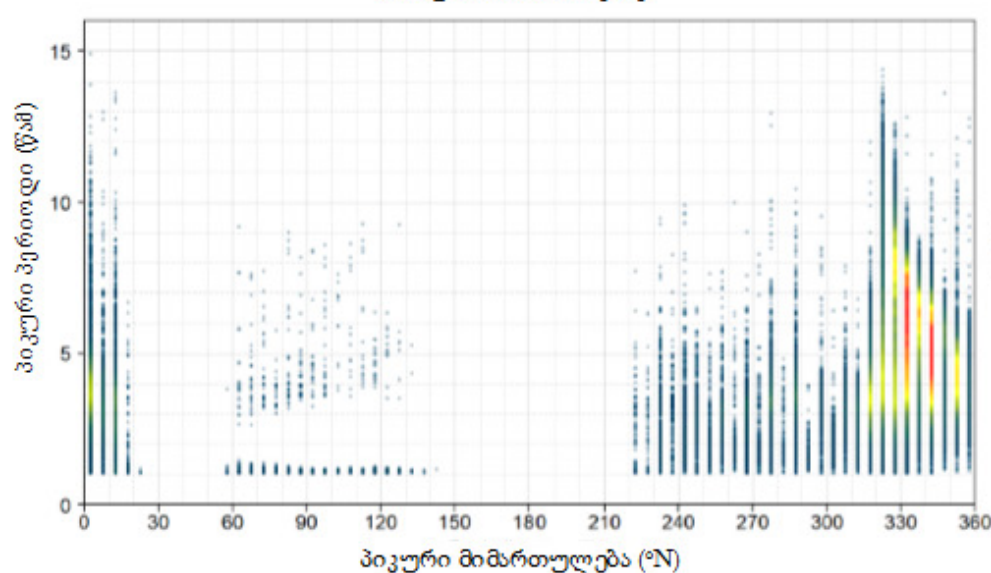
ბათუმი PS13 – Tp/Hm0



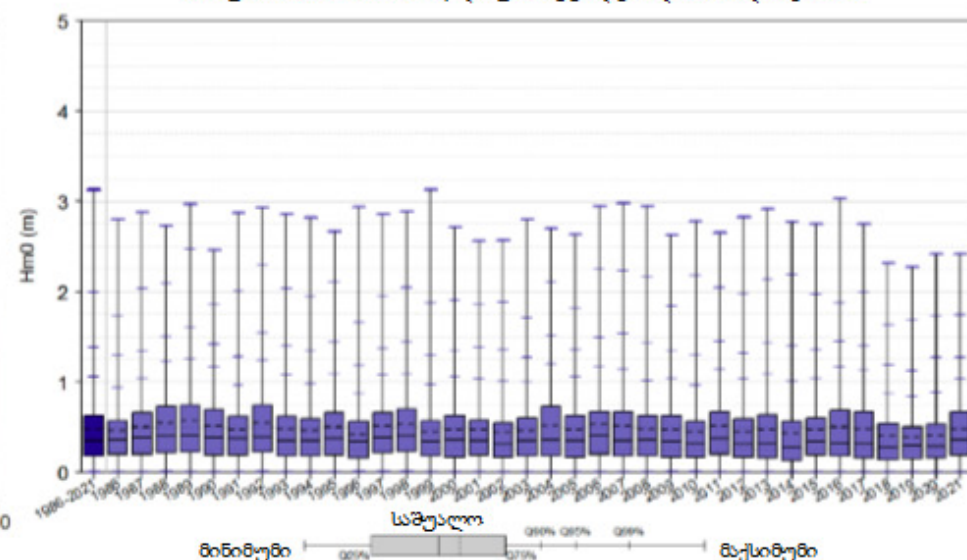
ბათუმი PS13 – Dirp/Hm0



ბათუმი PS13 – Dirp/Tp



ბათუმი PS13 – Hm0 – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა





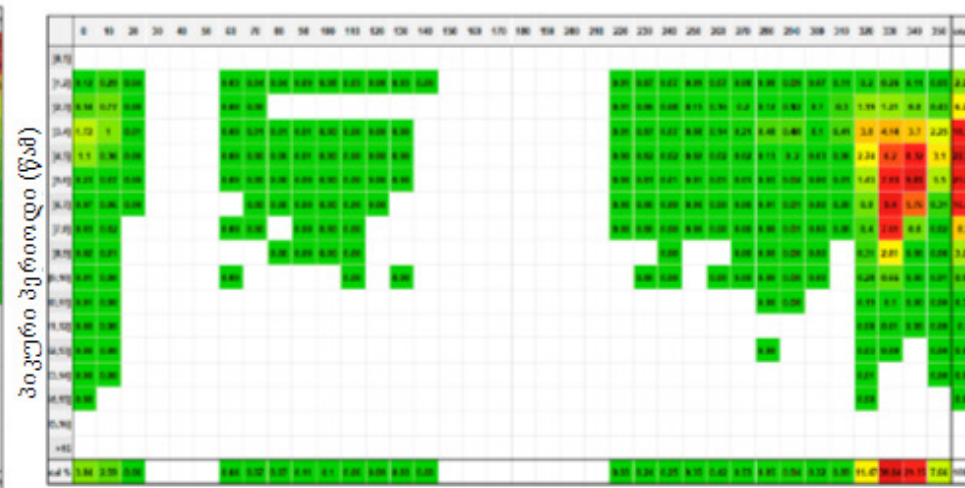
ბათუმი PS13 – Hm0/Dirp - კორელოგრამა



პიკური მიმართულება (°N)

Hm0/Dirp 0.14%

ბათუმი PS13 – Tp/Dirp - კორელოგრამა



პიკური მიმართულება (°N)

Tp/Dirp 0.00%

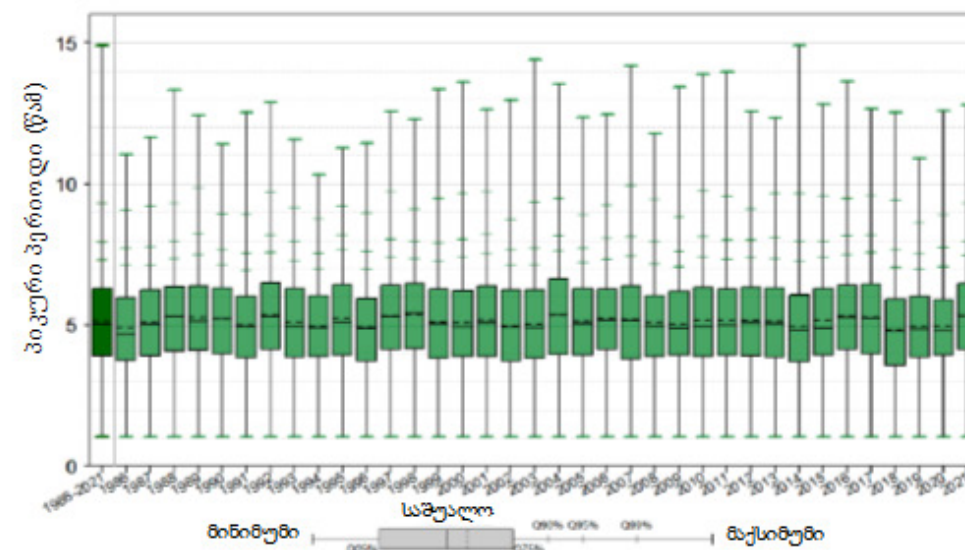
ბათუმი PS13 – Hm0/Tp - კორელოგრამა



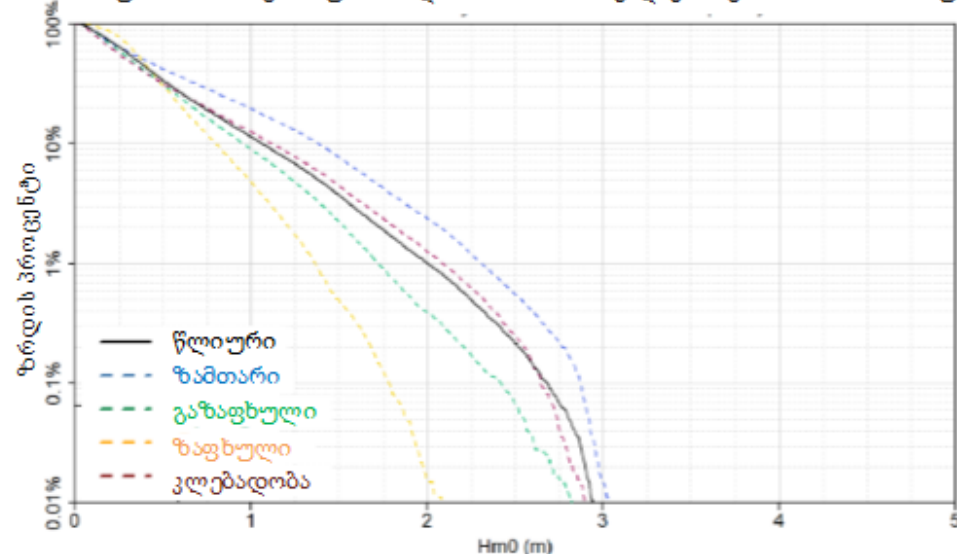
პიკური პერიოდი (წმ)

Hm0/Tp 0.02% - 100%

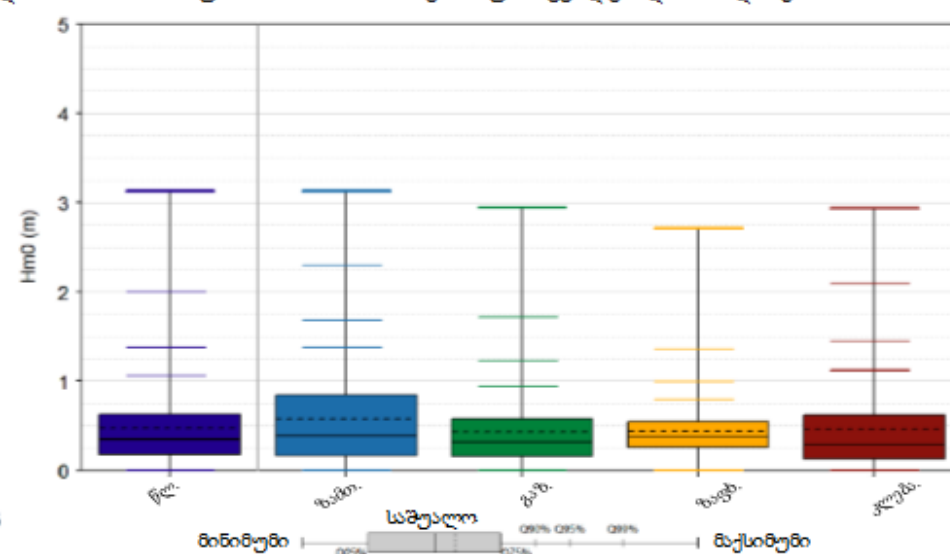
ბათუმი PS13 – Hm0 – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა



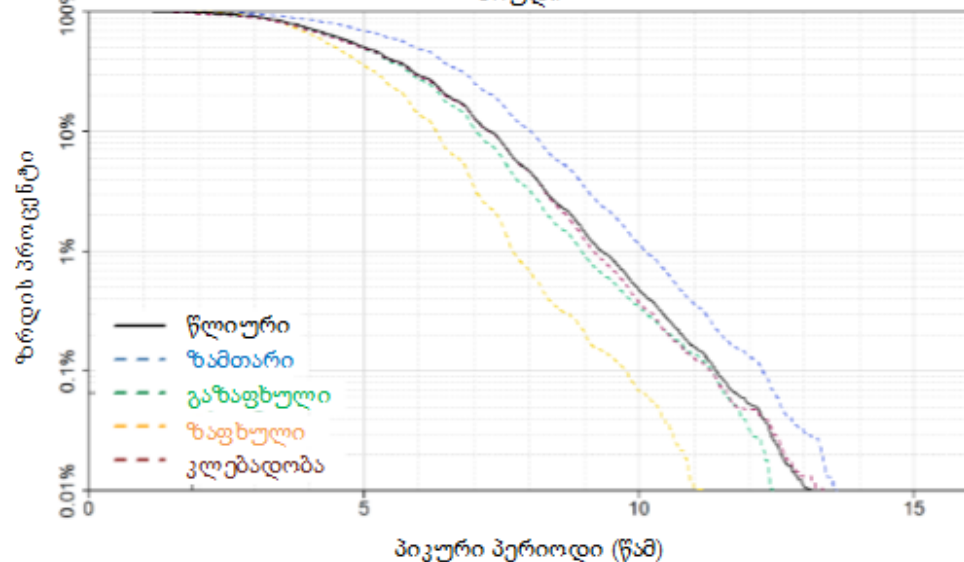
ბათუმი PS13 – სეზონური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



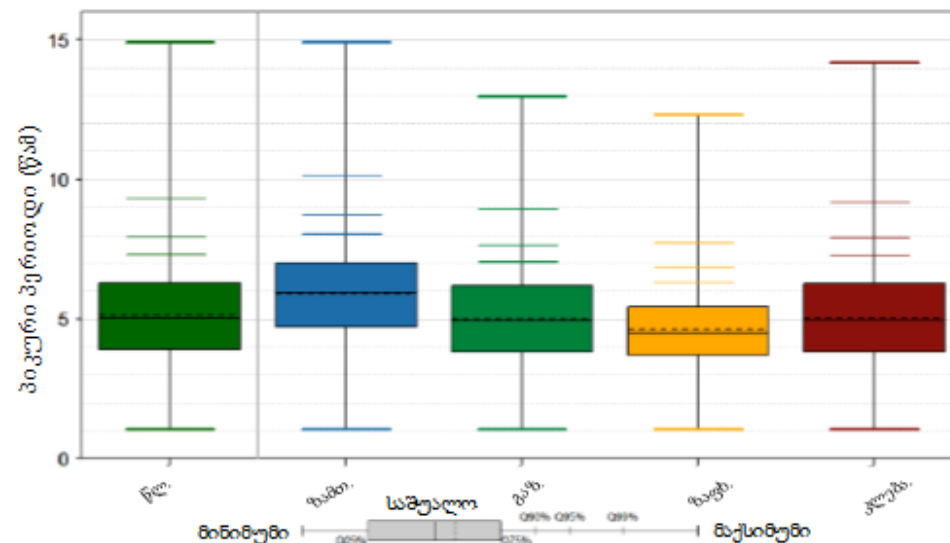
ბათუმი PS13 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



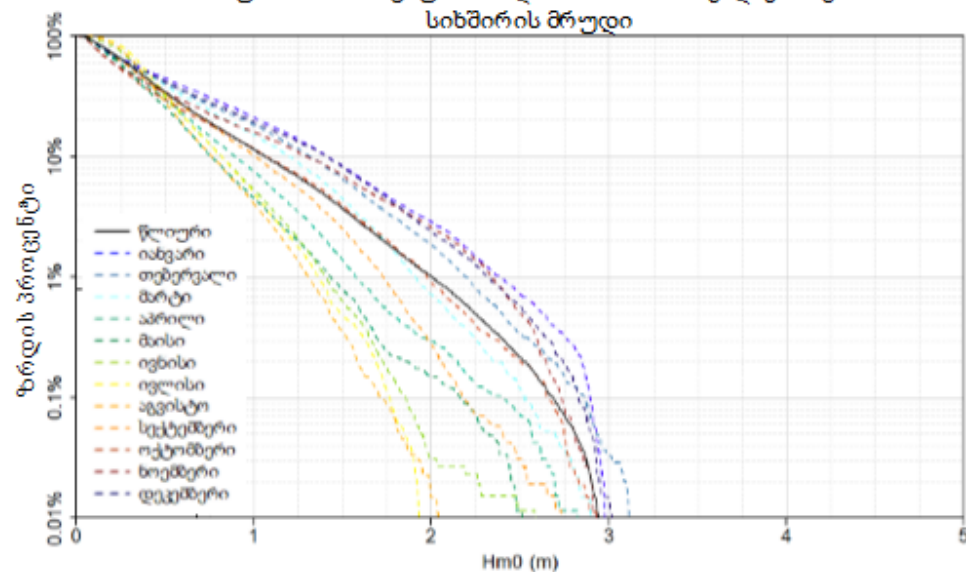
ბათუმი PS13 – სეზონური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



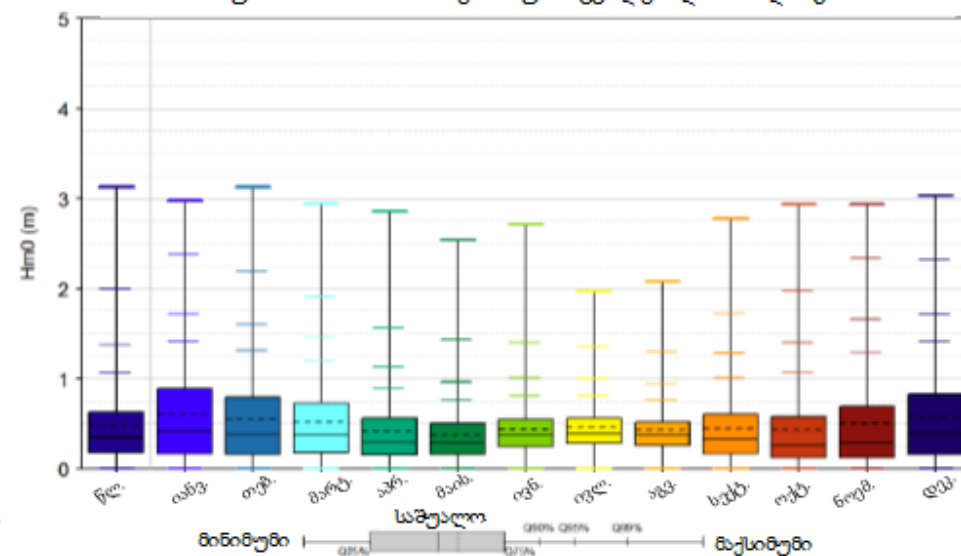
ბათუმი PS13 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



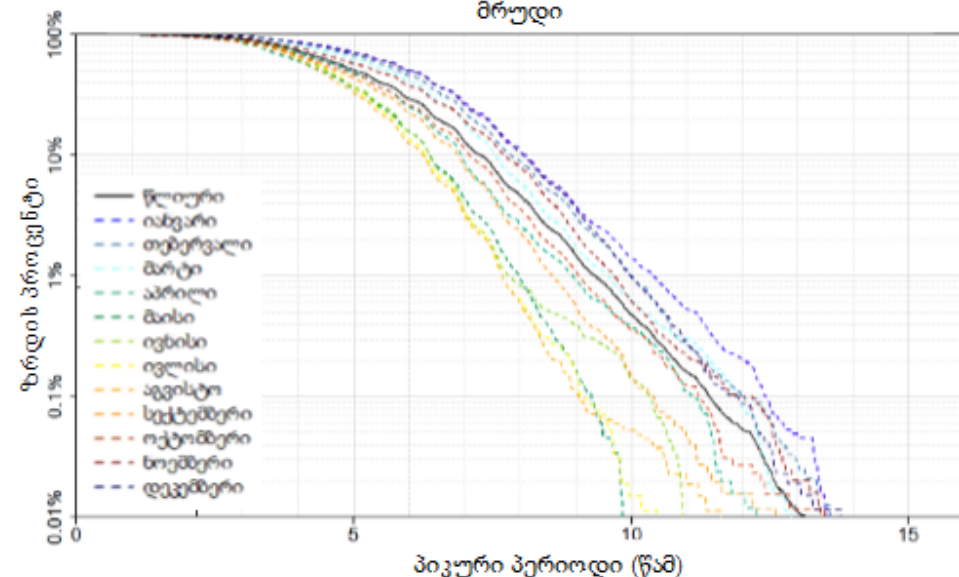
ბათუმი PS13 – თვითური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების  
სიხშირის მრუდი



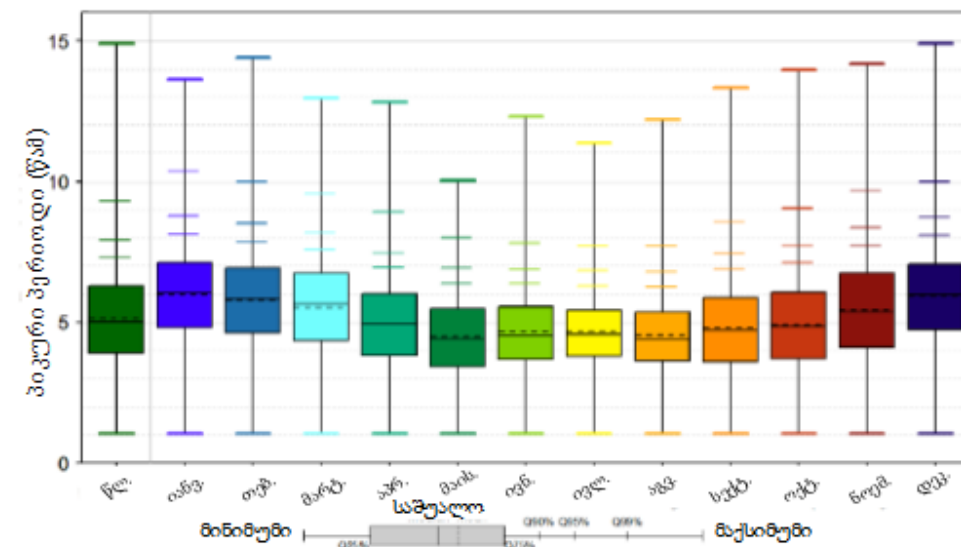
ბათუმი PS13 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PS13 – თვითური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის  
მრუდი



ბათუმი PS13 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა

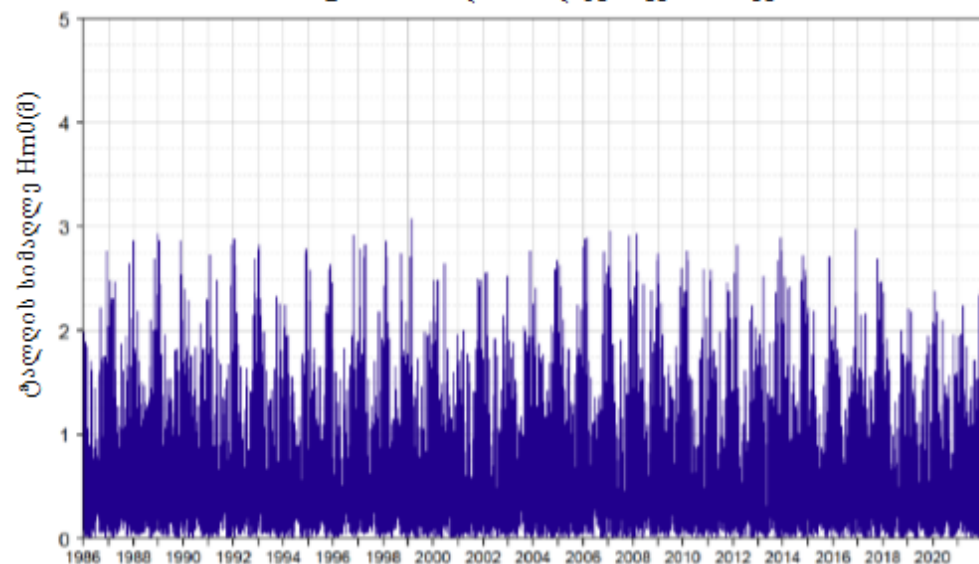




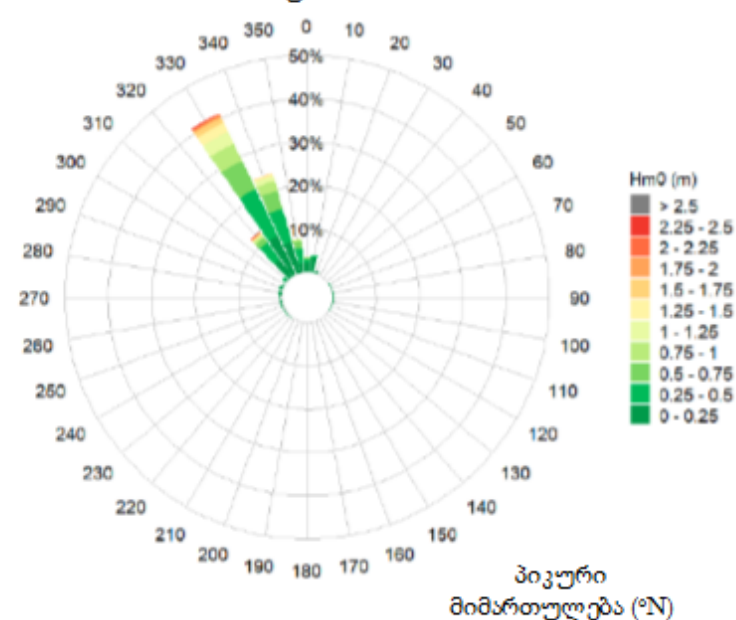
წერტილი PS14



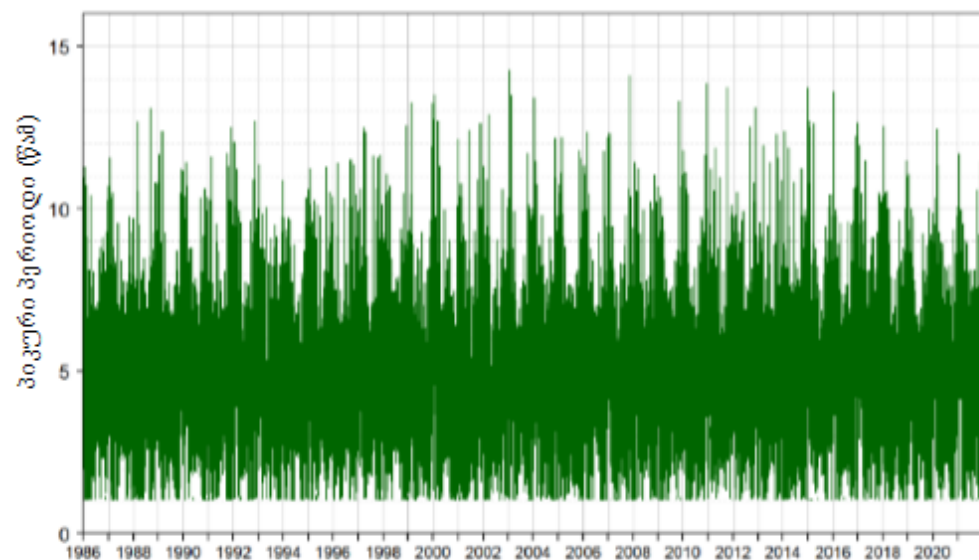
ბათუმი PS14 – დროში დაკვირვების რიგები



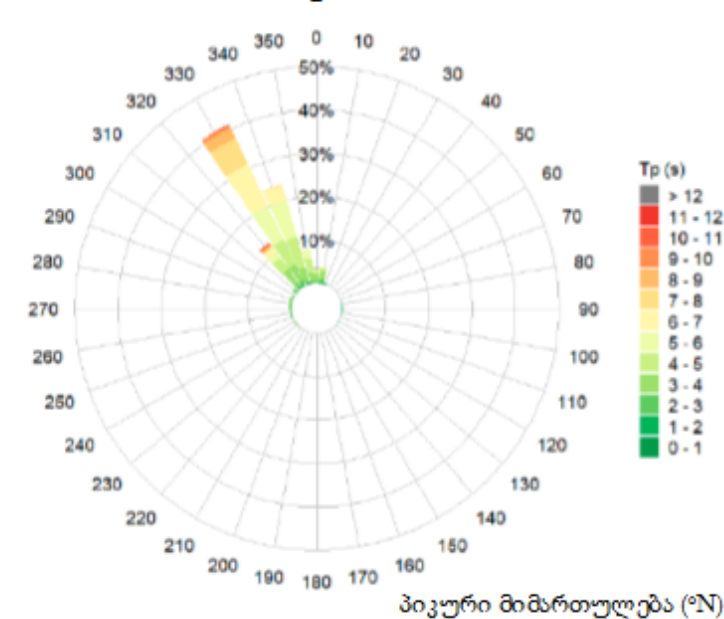
ბათუმი PS14



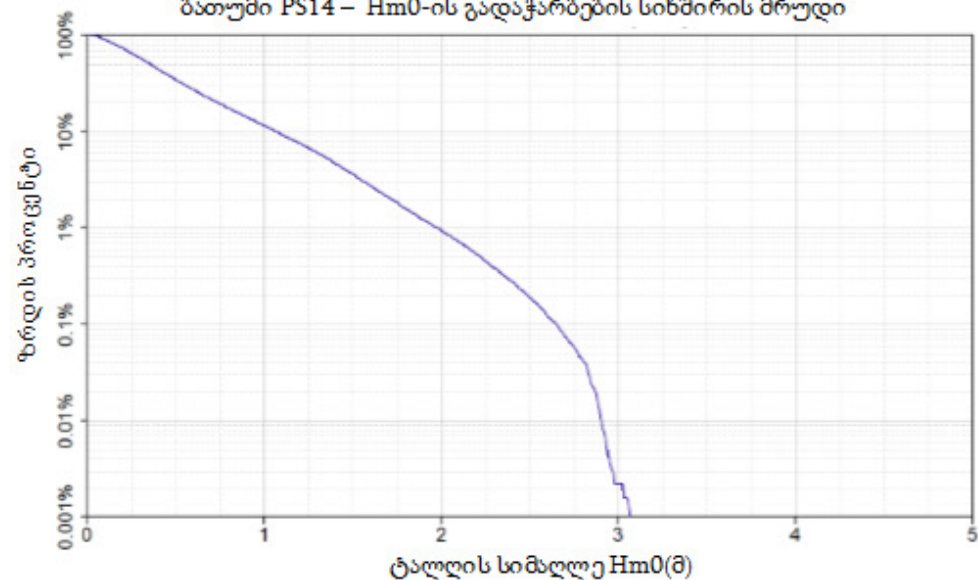
ბათუმი PS14 – დროში დაკვირვების რიგები



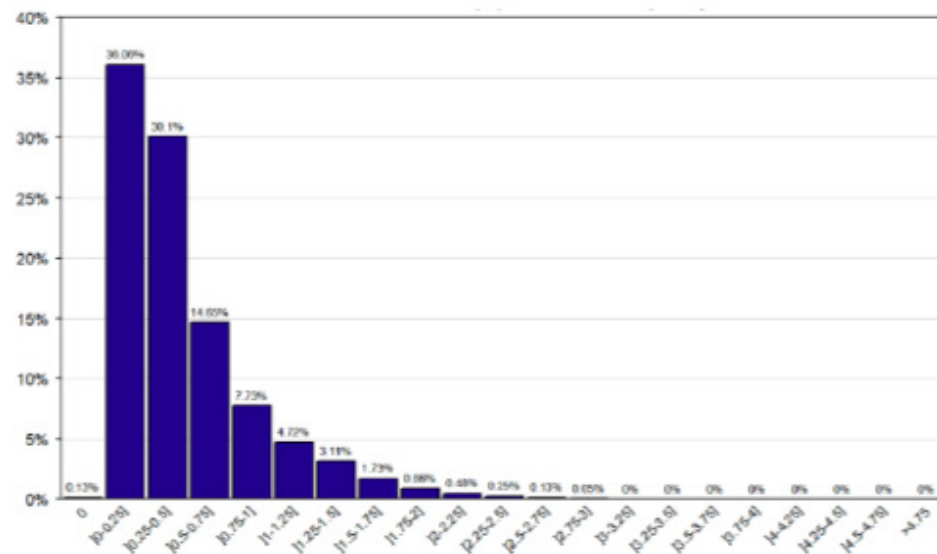
ბათუმი PS14



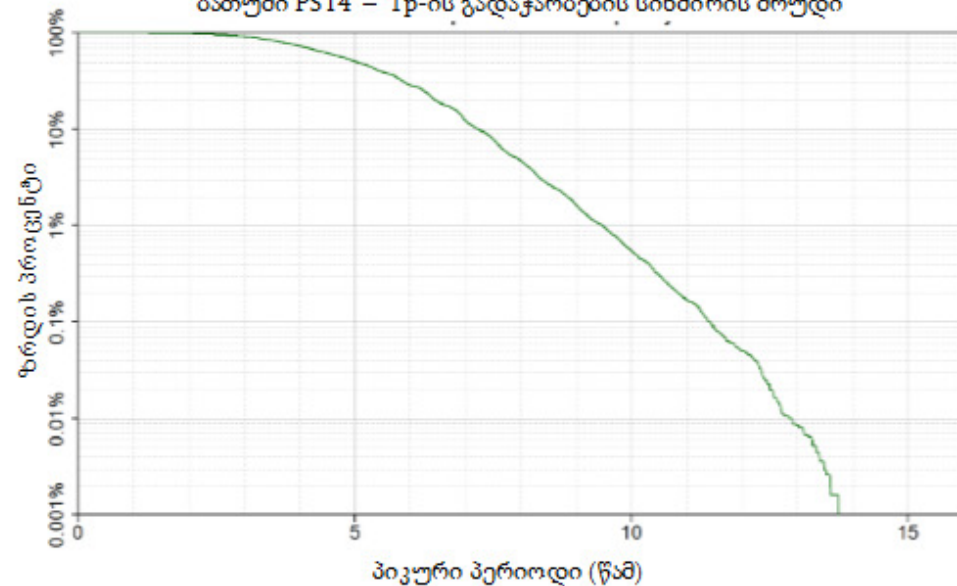
ბათუმი PS14 – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



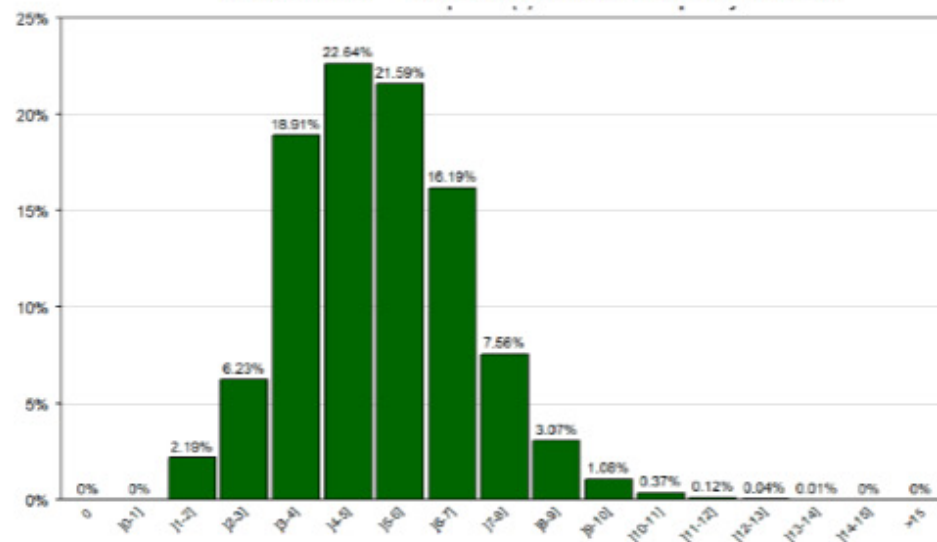
ბათუმი PS14 – Hm0-ის მატების სიხშირე



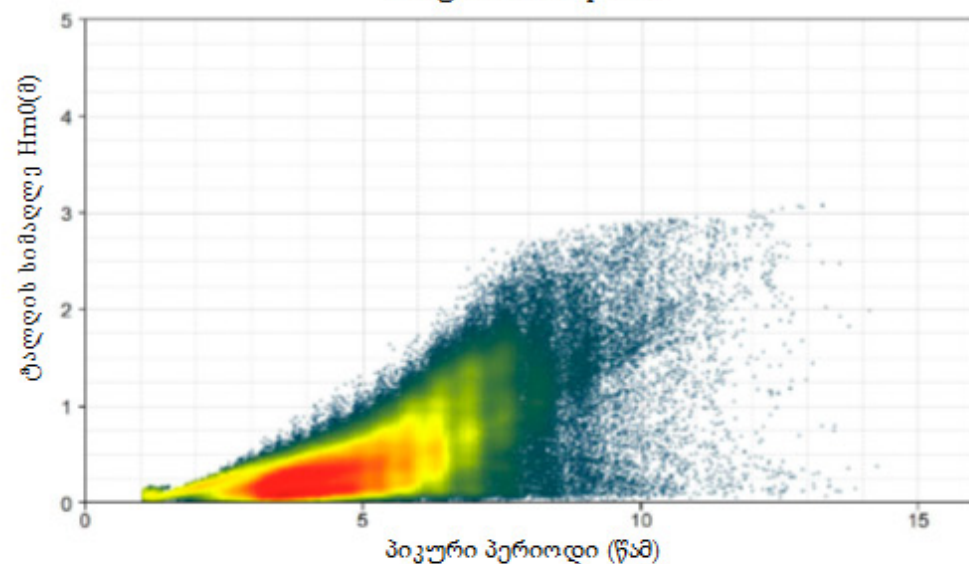
ბათუმი PS14 – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



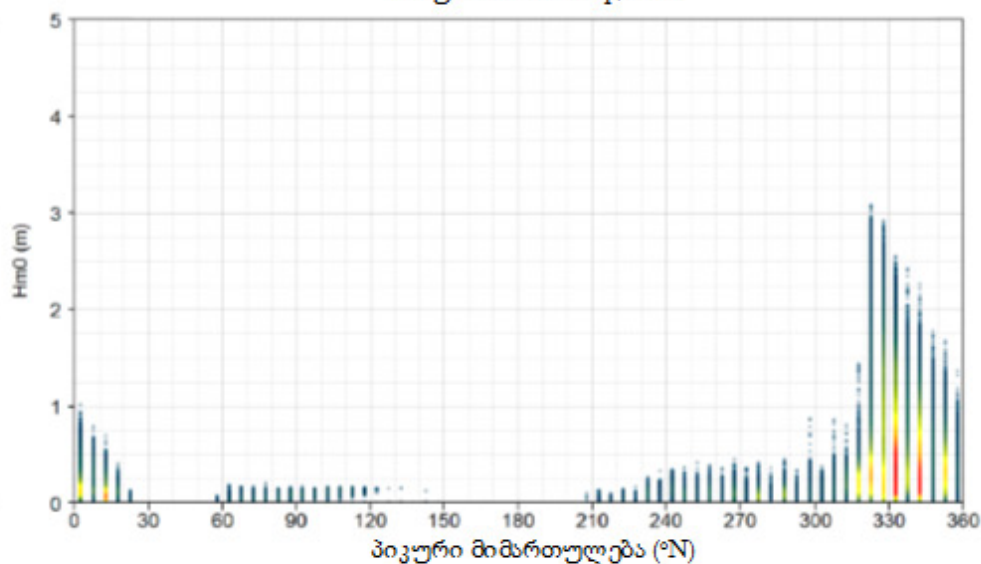
ბათუმი PS14 – პიკური პერიოდის მატების სიხშირე



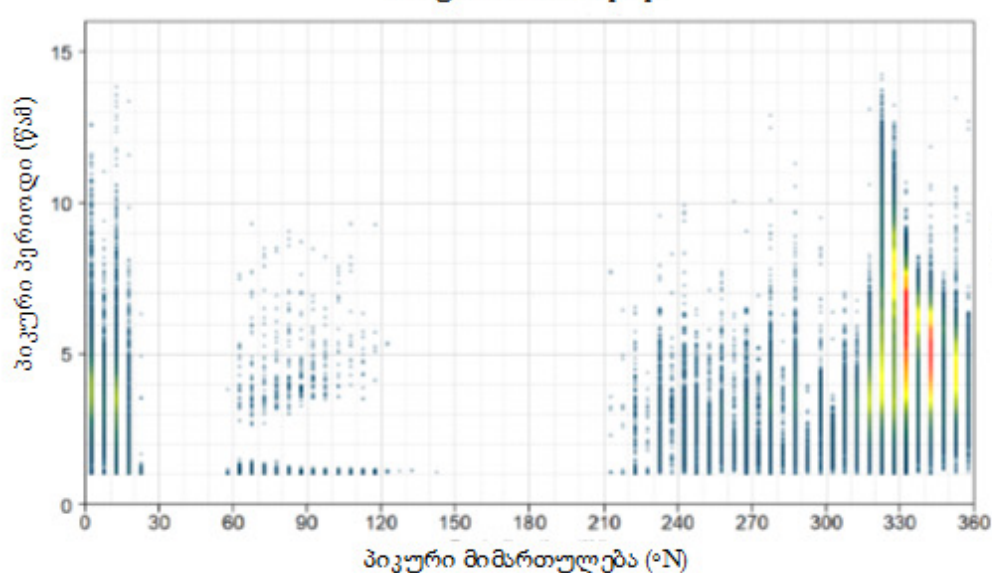
ბათუმი PS14 – Tp/Hm0



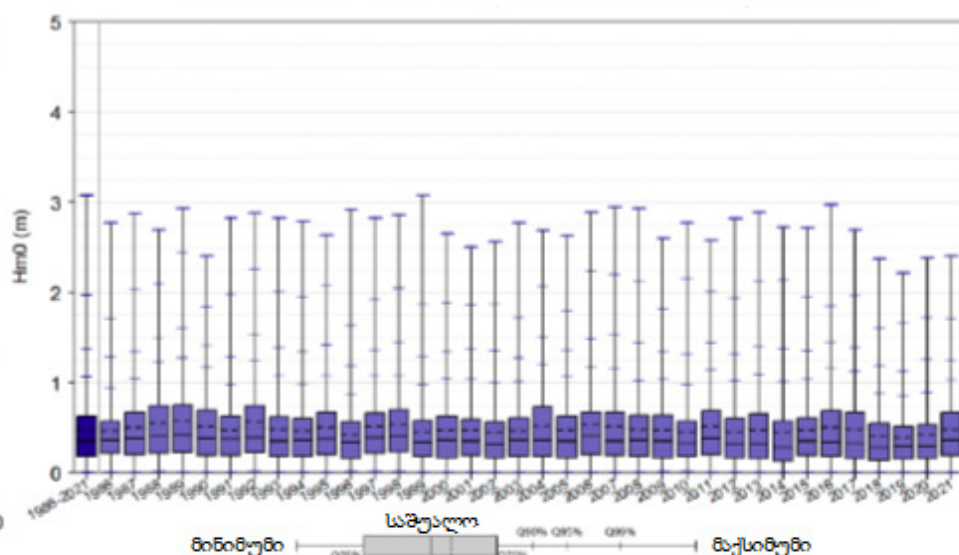
ბათუმი PS14 – Dirp/Hm0



ბათუმი PS14 – Dirp/Tp



ბათუმი PS14 – Hm0 – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა





ბათუმი PS14 - Hm0/Dirp - კორელგრამა



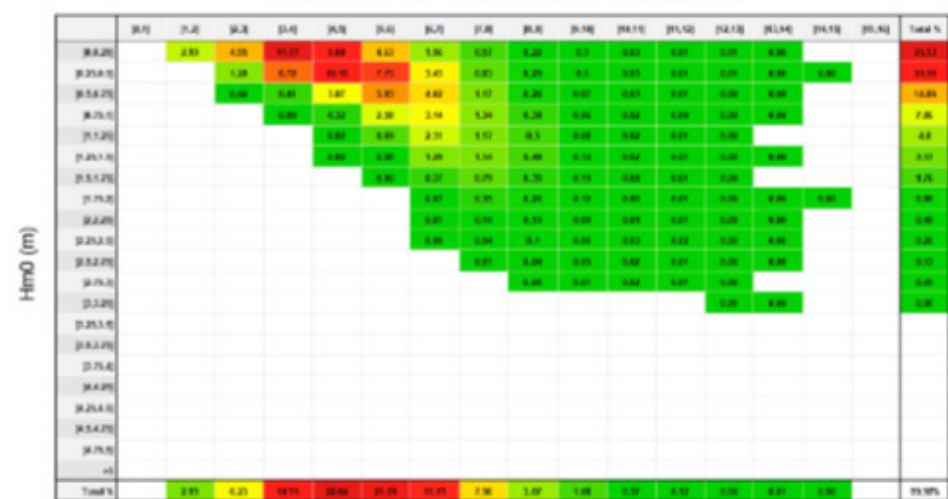
პიკური მიმართულება (°N)

ბათუმი PS14 - Tp/Dirp - კორელგრამა



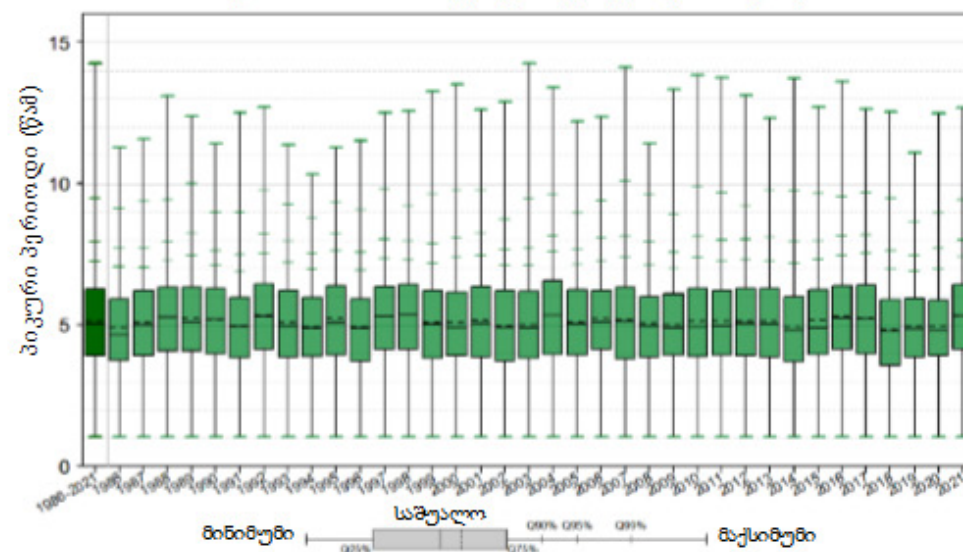
პიკური მიმართულება (°N)

ბათუმი PS14 - Hm0/Tp - კორელგრამა



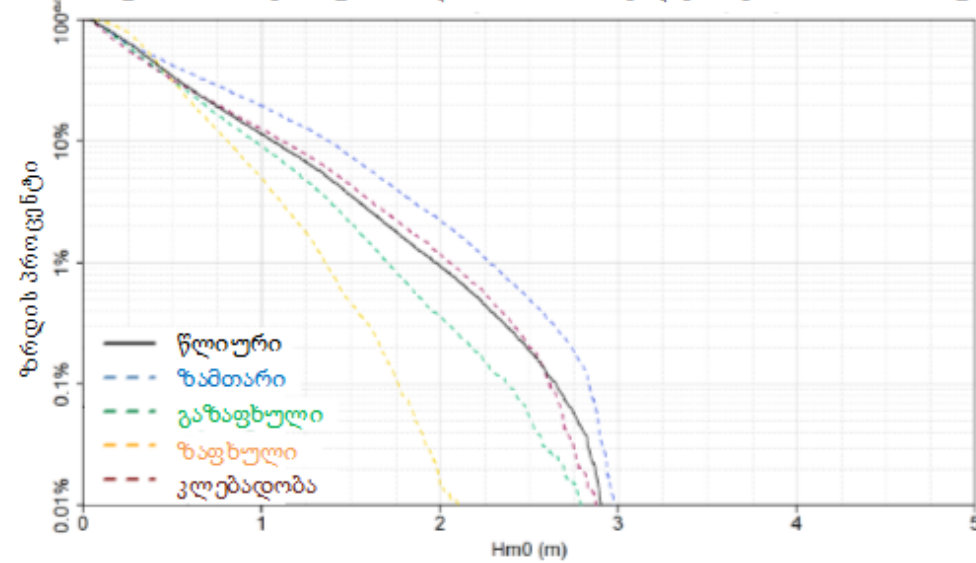
პიკური პერიოდი (წამ)

ბათუმი PS14 - Hm0 - წლიური ცვალებადობის დიაგრამა

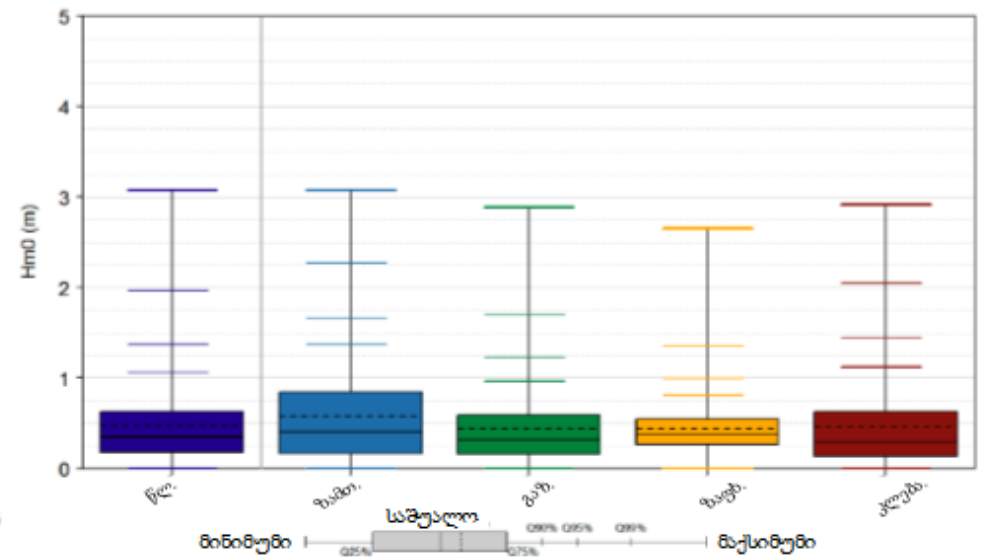




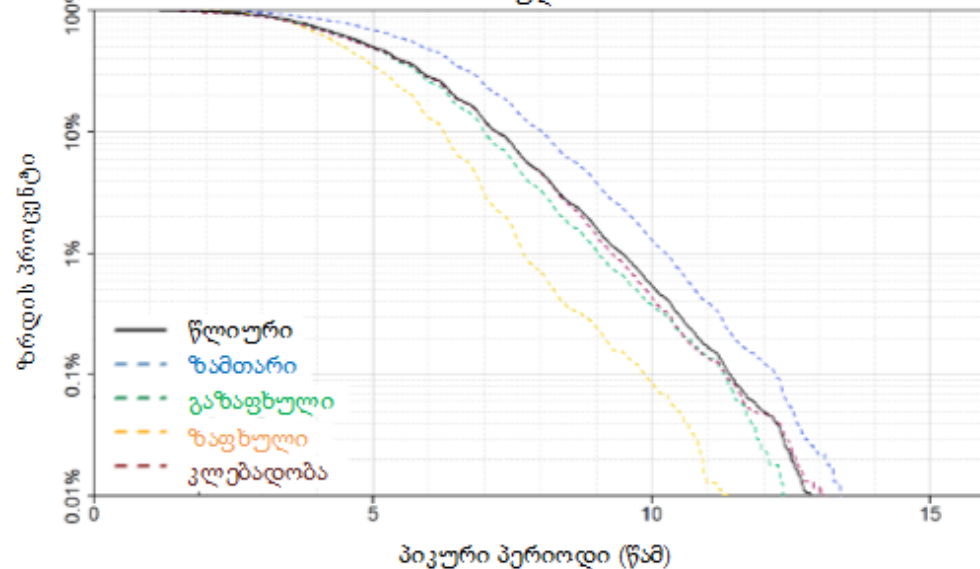
ბათუმი PS14 – სეზონური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



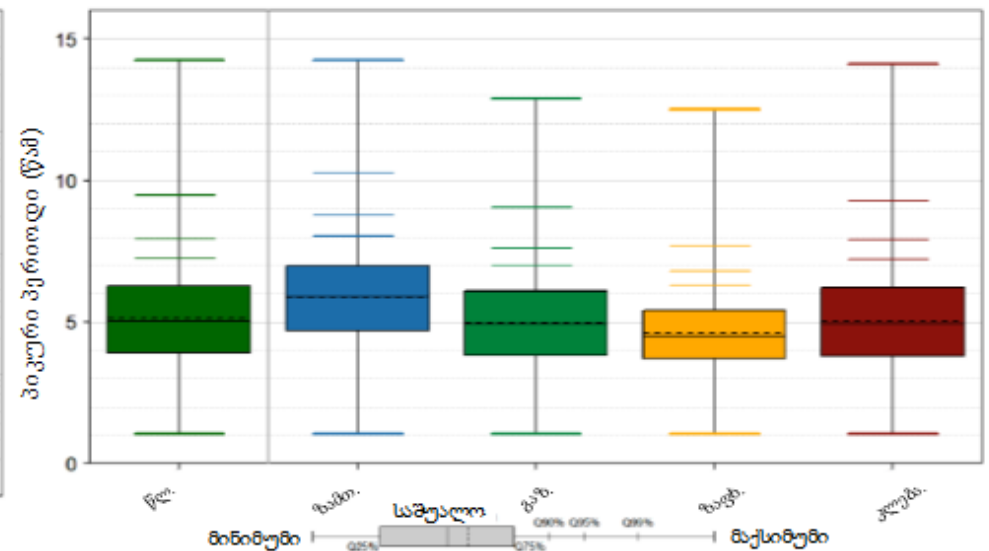
ბათუმი PS14 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



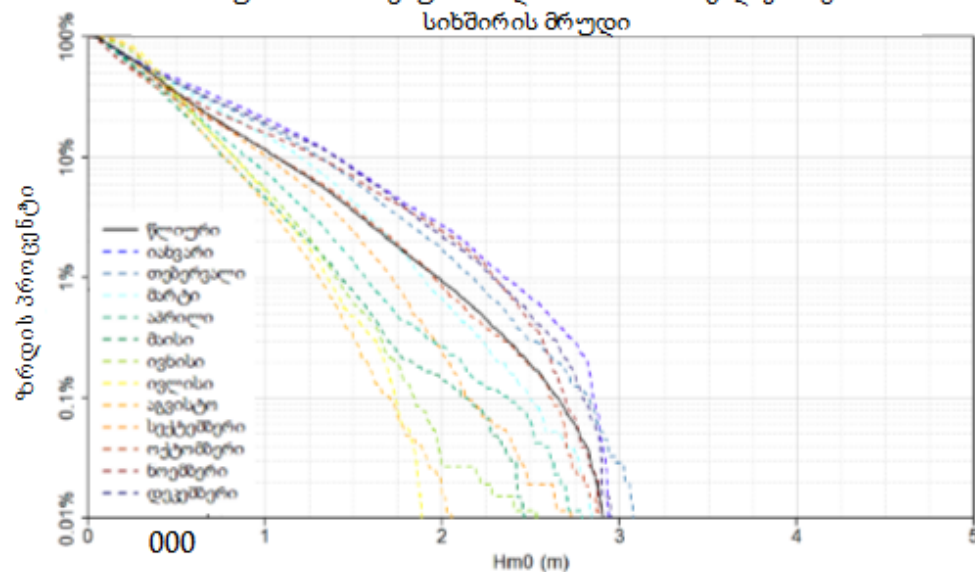
ბათუმი PS14 – სეზონური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



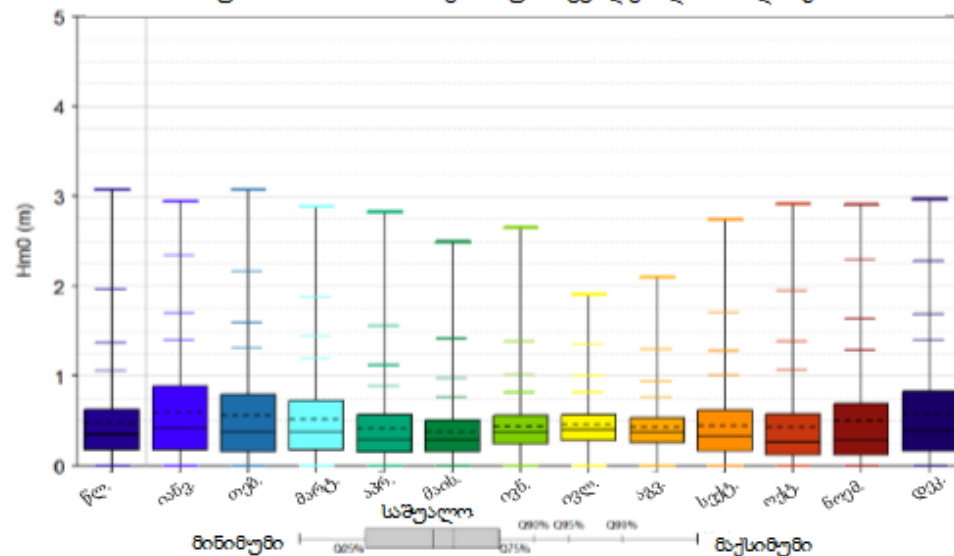
ბათუმი PS14 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



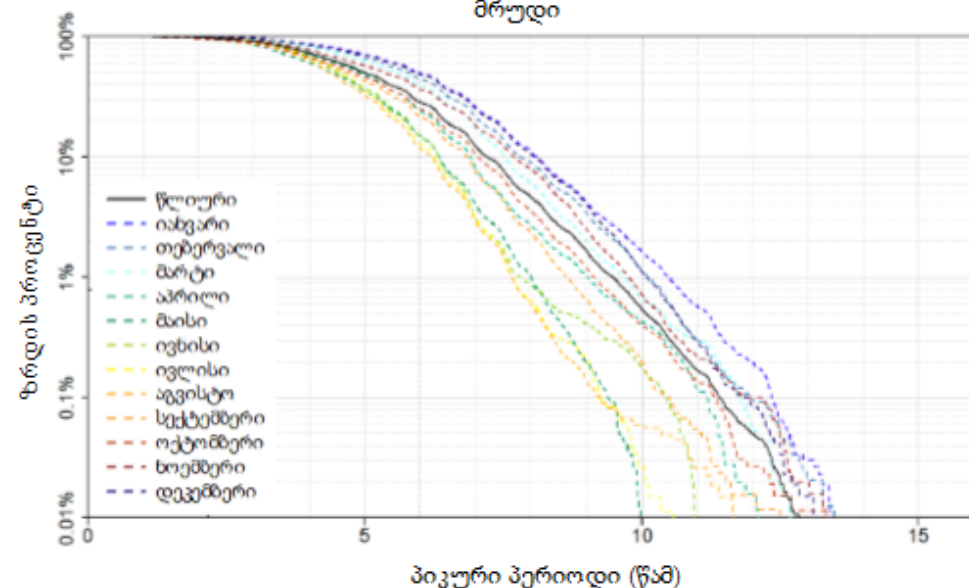
ბათუმი PS14 – თვიური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



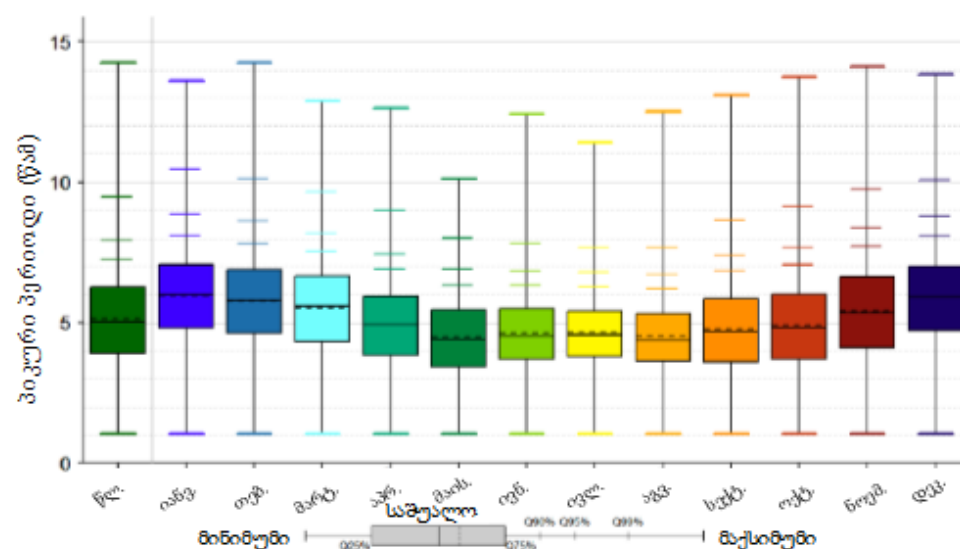
ბათუმი PS14 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PS14 – თვიური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



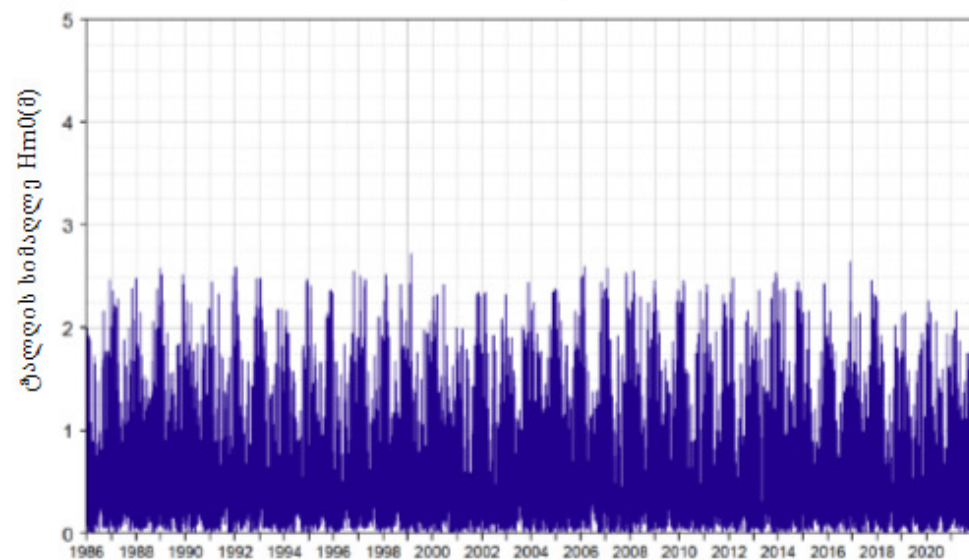
ბათუმი PS14 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



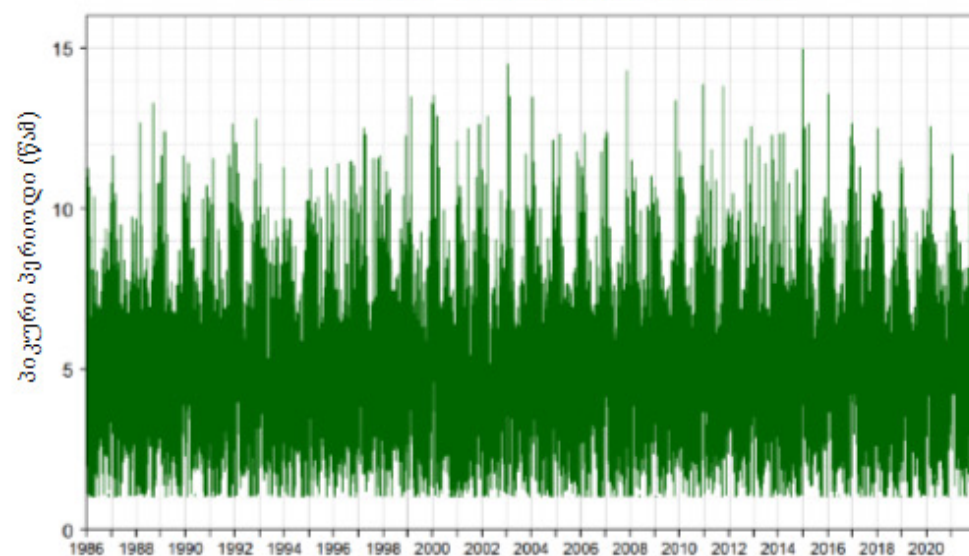


წერტილი PS15

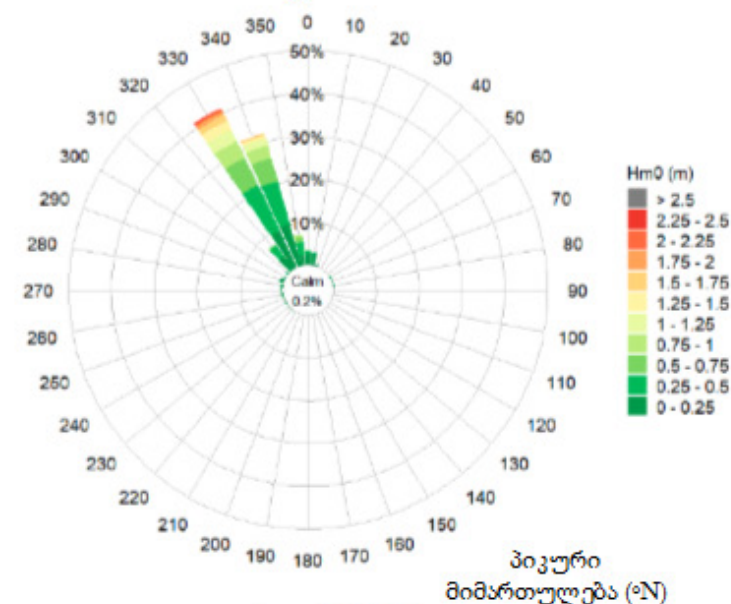
ბათუმი PS15 – დროში დაკვირვების რიგები



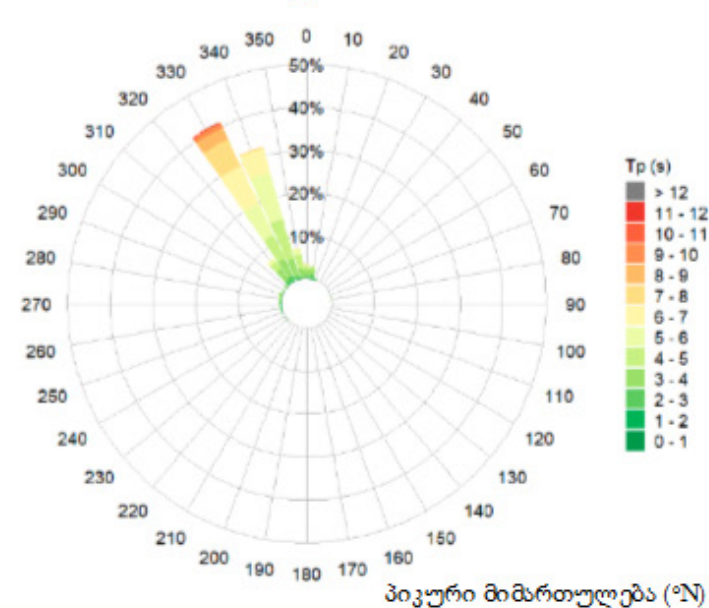
ბათუმი PS15 – დროში დაკვირვების რიგები



ბათუმი PS15

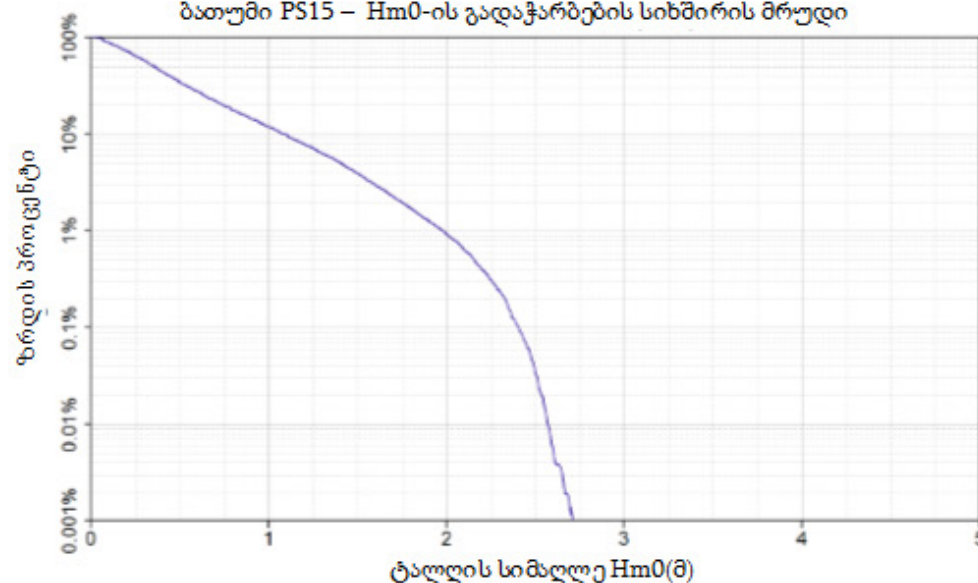


ბათუმი PS15

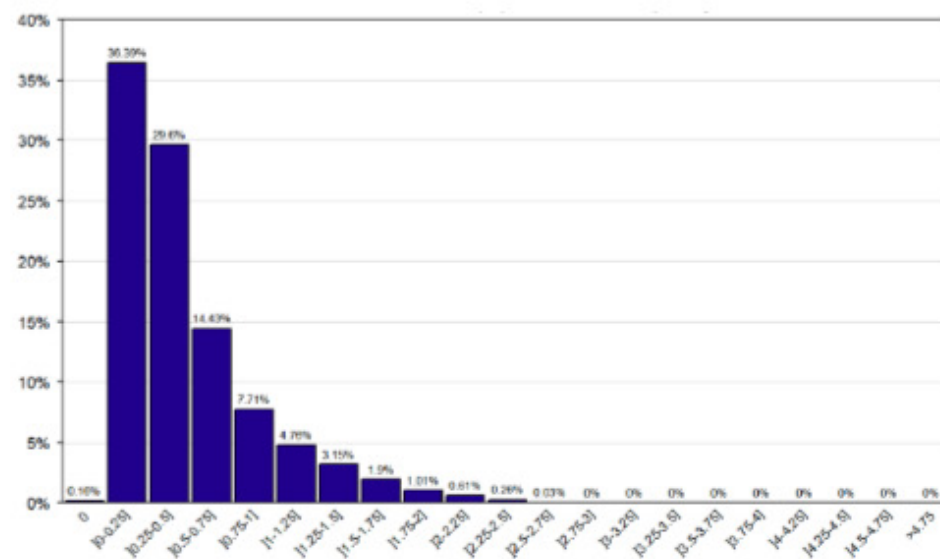




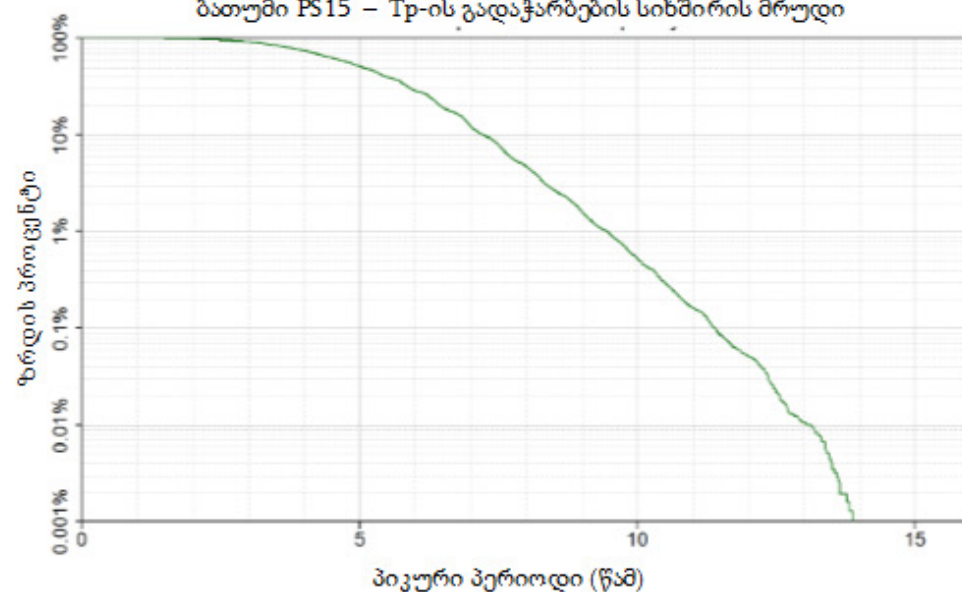
ბათუმი PS15 – Hm0-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



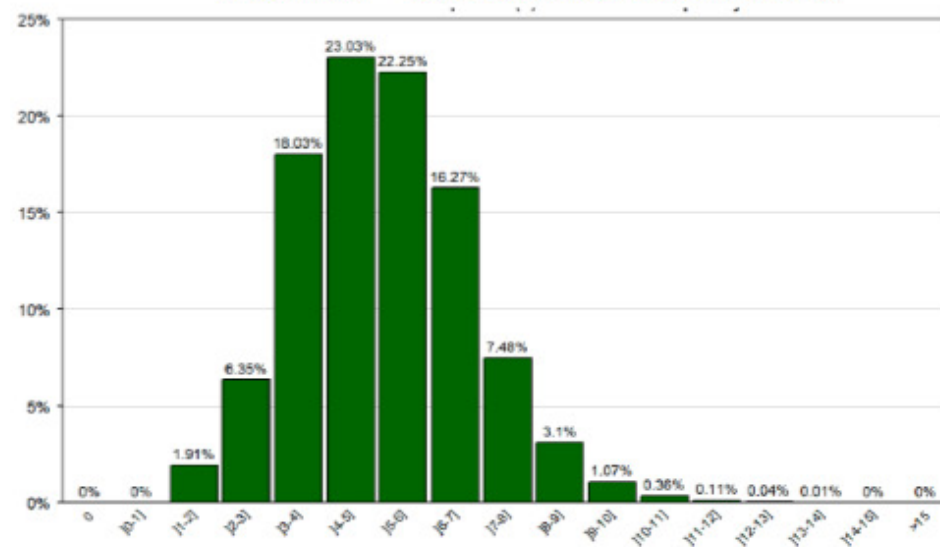
ბათუმი PS15 – Hm0-ის მატების სიხშირე



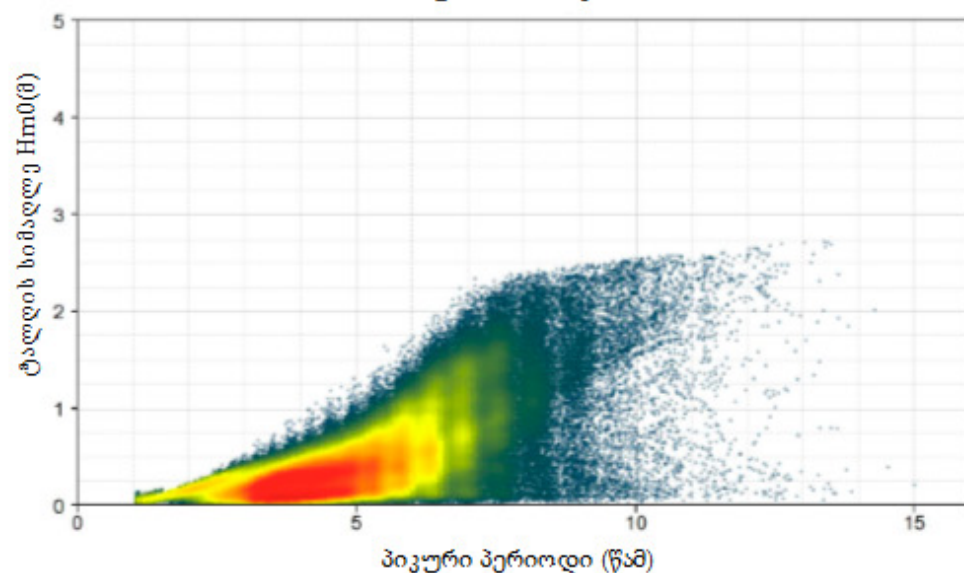
ბათუმი PS15 – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდი



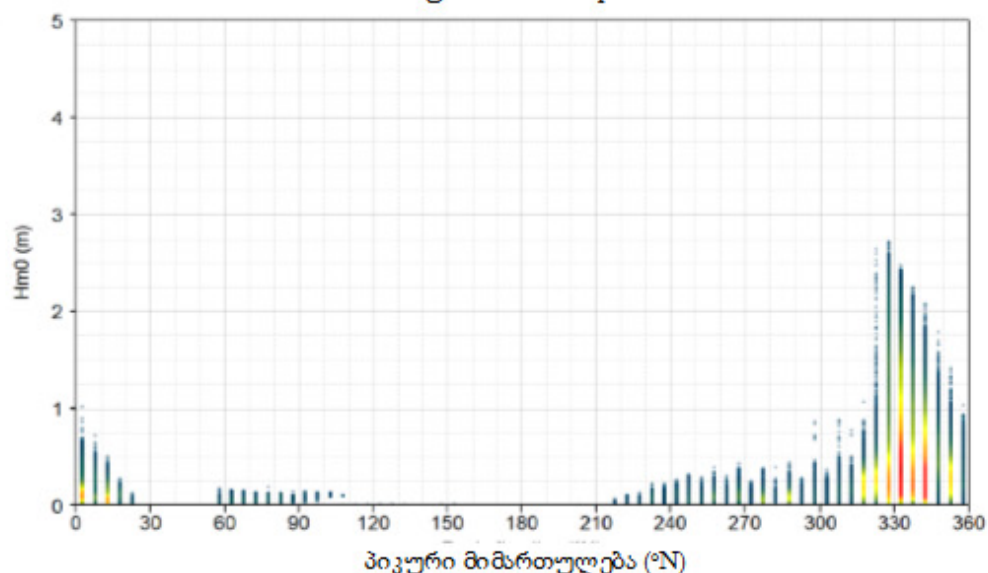
ბათუმი PS15 – პიკური პერიოდის მატების სიხშირე



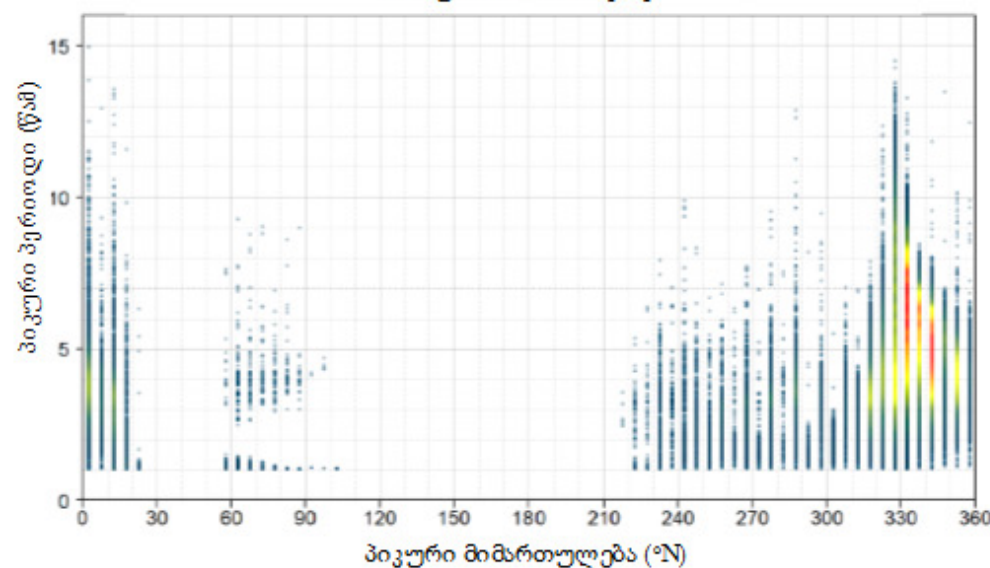
ბათუმი PS15 – Tp/Hm0



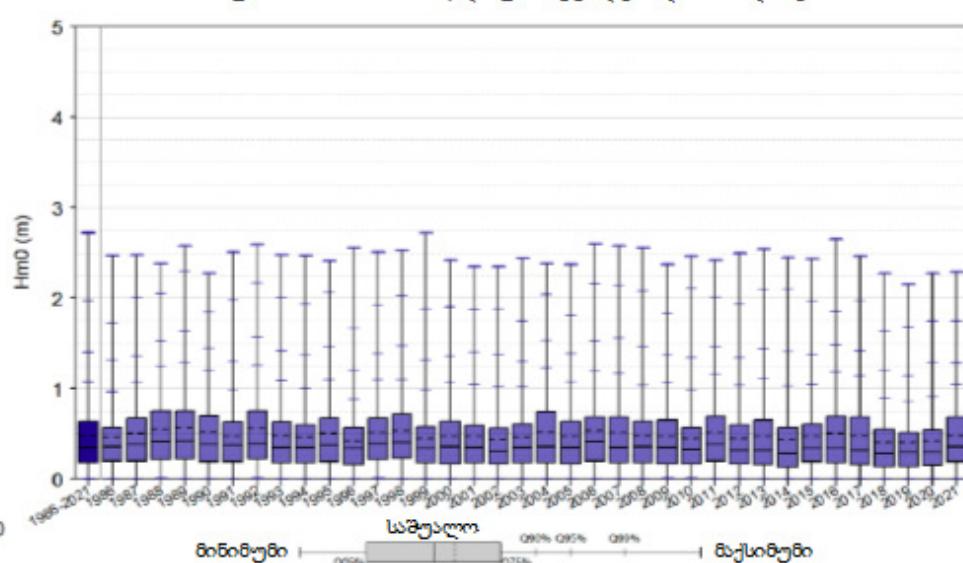
ბათუმი PS15 – Dirp/Hm0



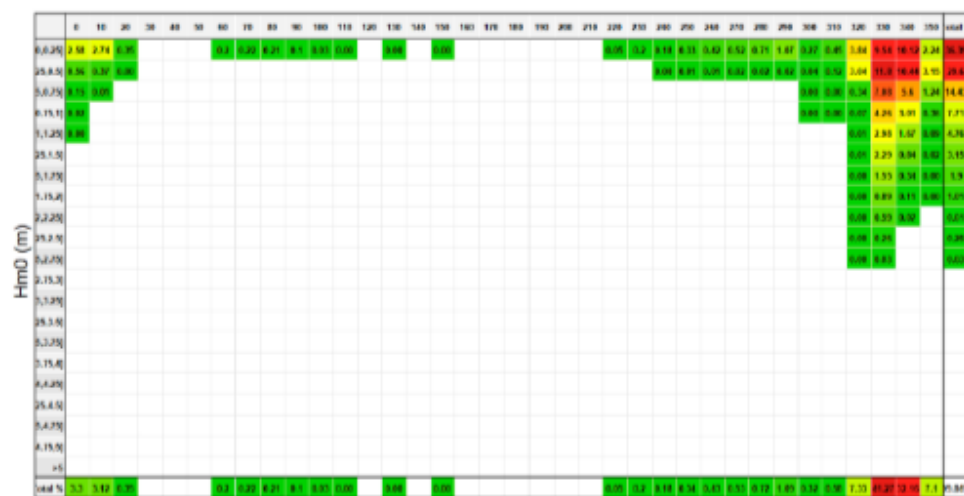
ბათუმი PS15 – Dirp/Tp



ბათუმი PS15 – Hm0 – წლიური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PS15 – Hm0/Dirp - კორელოგრამა



პიკური მიმართულება (°N)

Hm0/Dirp: 0.18%

ბათუმი PS15 – Tp/Dirp - კორელოგრამა



პიკური მიმართულება (°N)

Tp/Dirp: 0.18%

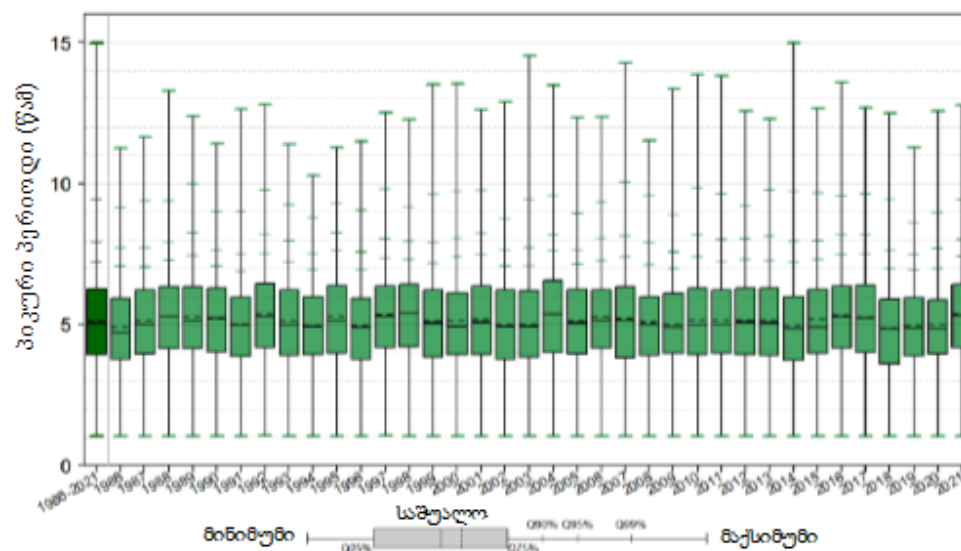
ბათუმი PS15 – Hm0/Tp - კორელოგრამა

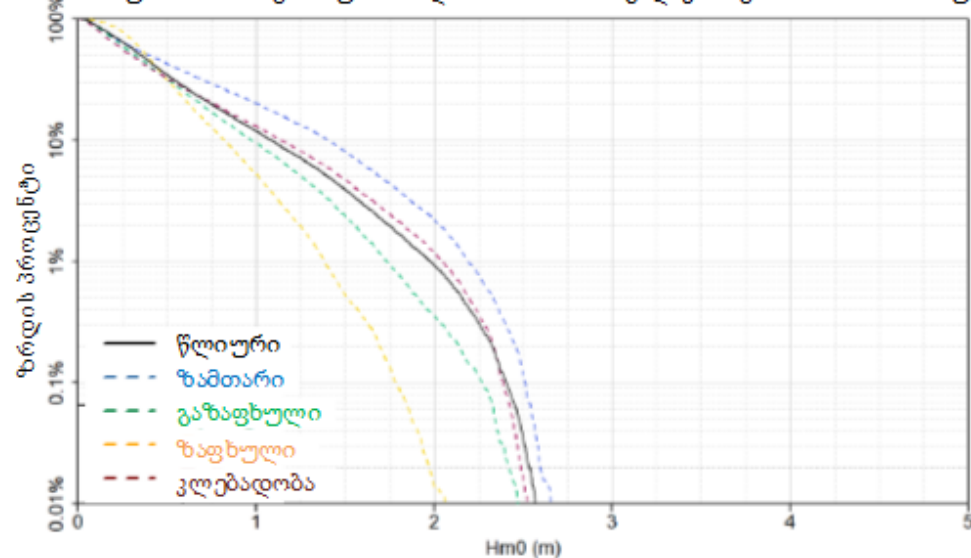
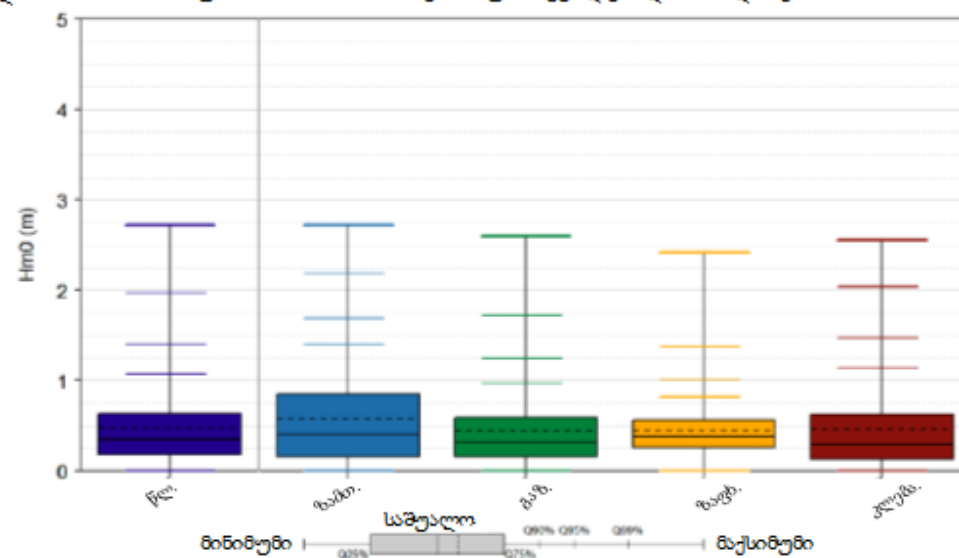
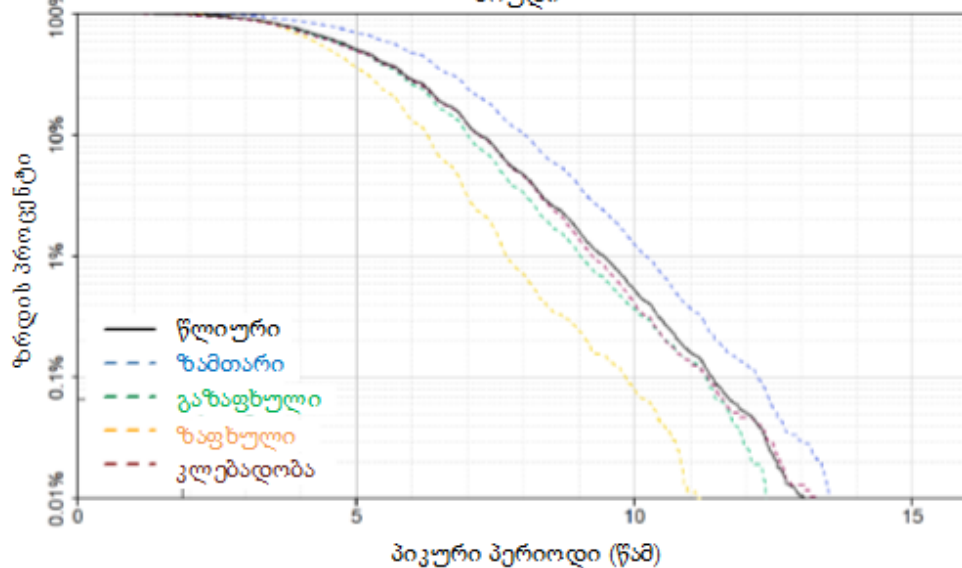
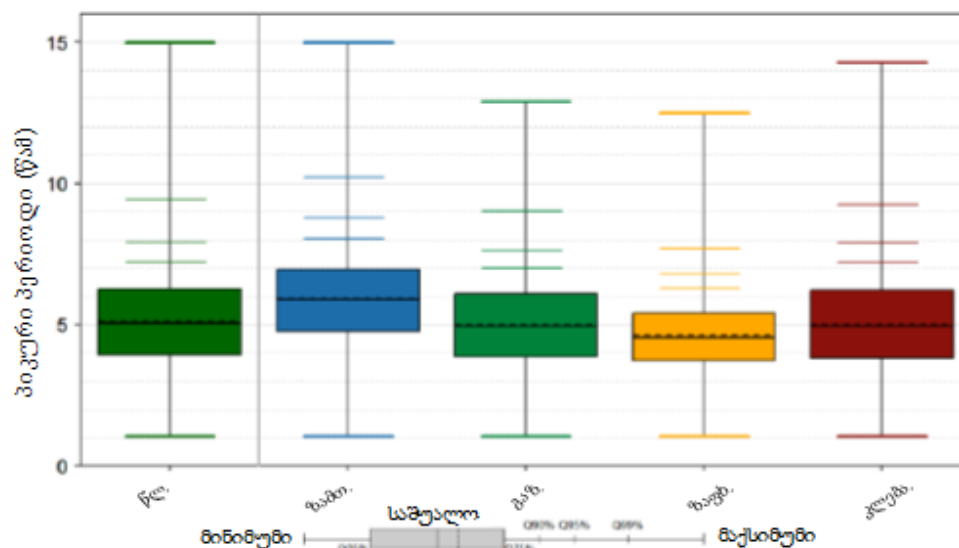


პიკური პერიოდი (წმ)

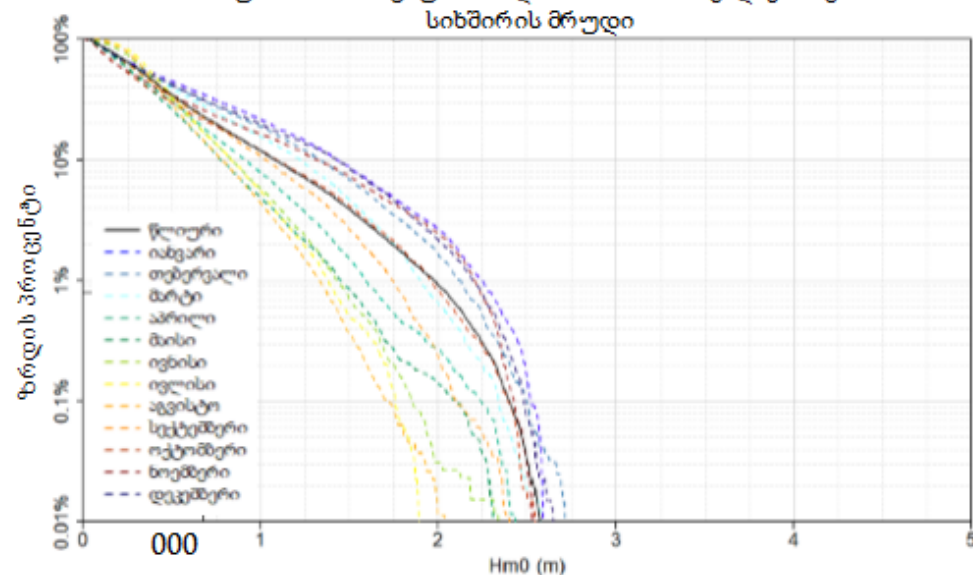
Hm0/Tp: 0.18%

ბათუმი PS15 – Hm0 - წლიური ცვალებადობის დიაგრამა

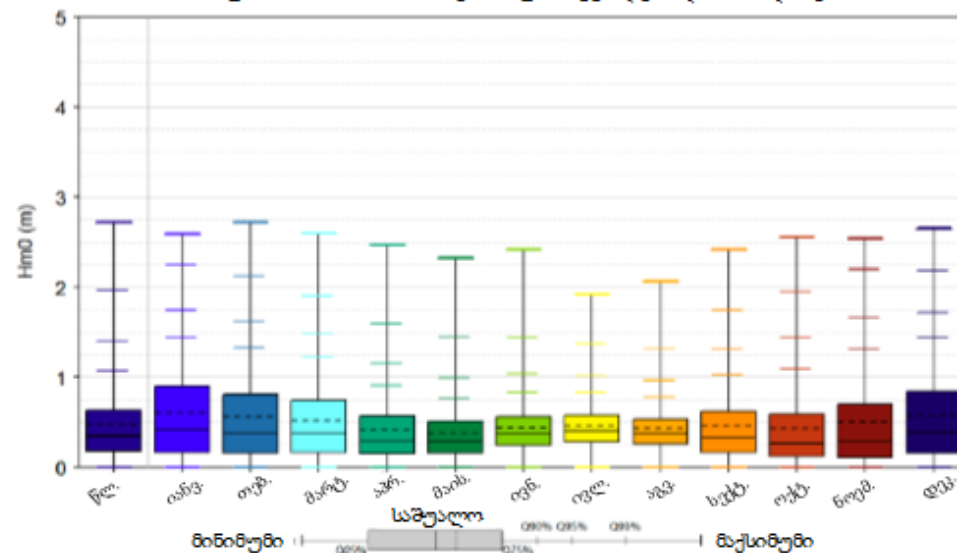
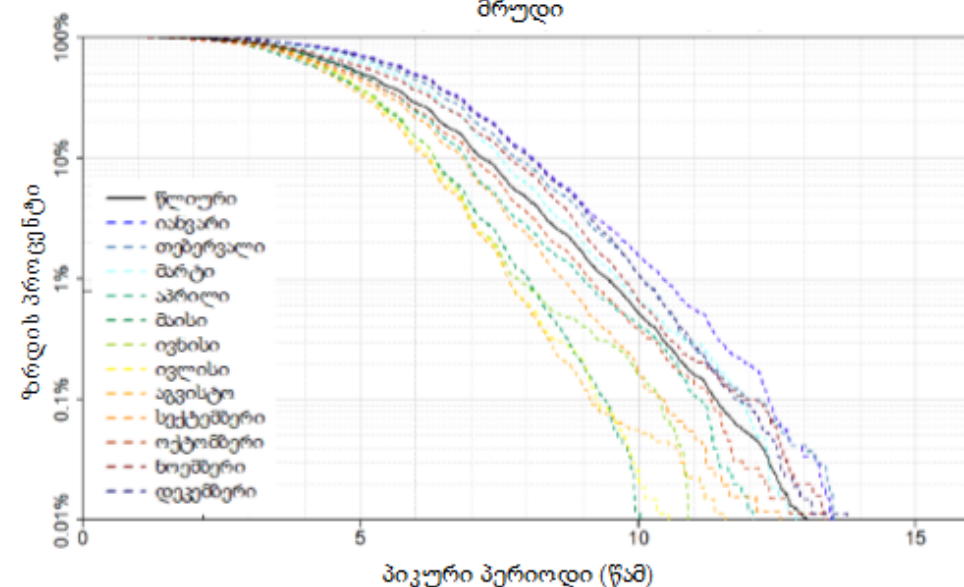


ბათუმი PS15 – სეზონური ანალიზი –  $H_{m0}$ -ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდიბათუმი PS15 –  $H_{m0}$  – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამაბათუმი PS15 – სეზონური ანალიზი –  $T_p$ -ის გადაჭარბების სიხშირის მრუდიბათუმი PS15 –  $T_p$  – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა

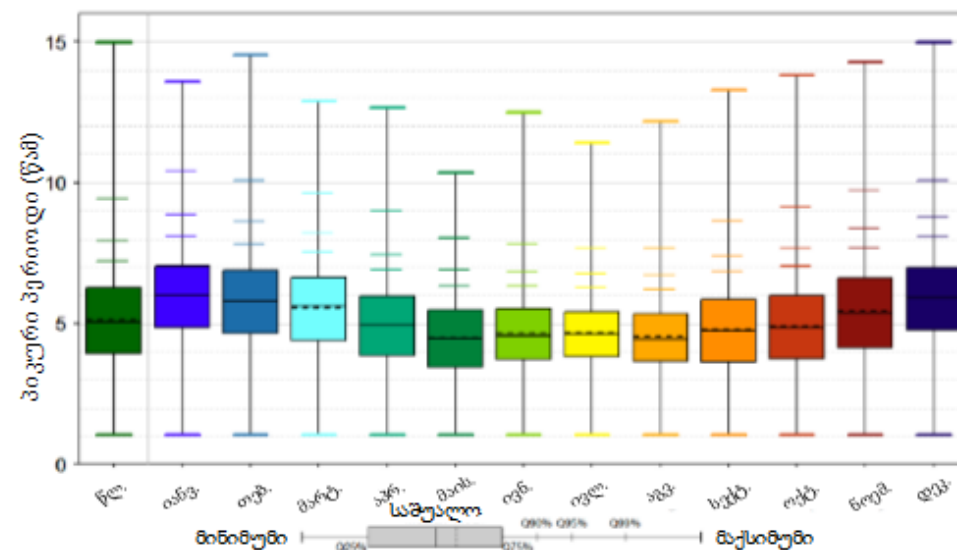


ბათუმი PS15 – თვიური ანალიზი – Hm0-ის გადაჭარბების  
სიხშირის მრუდი

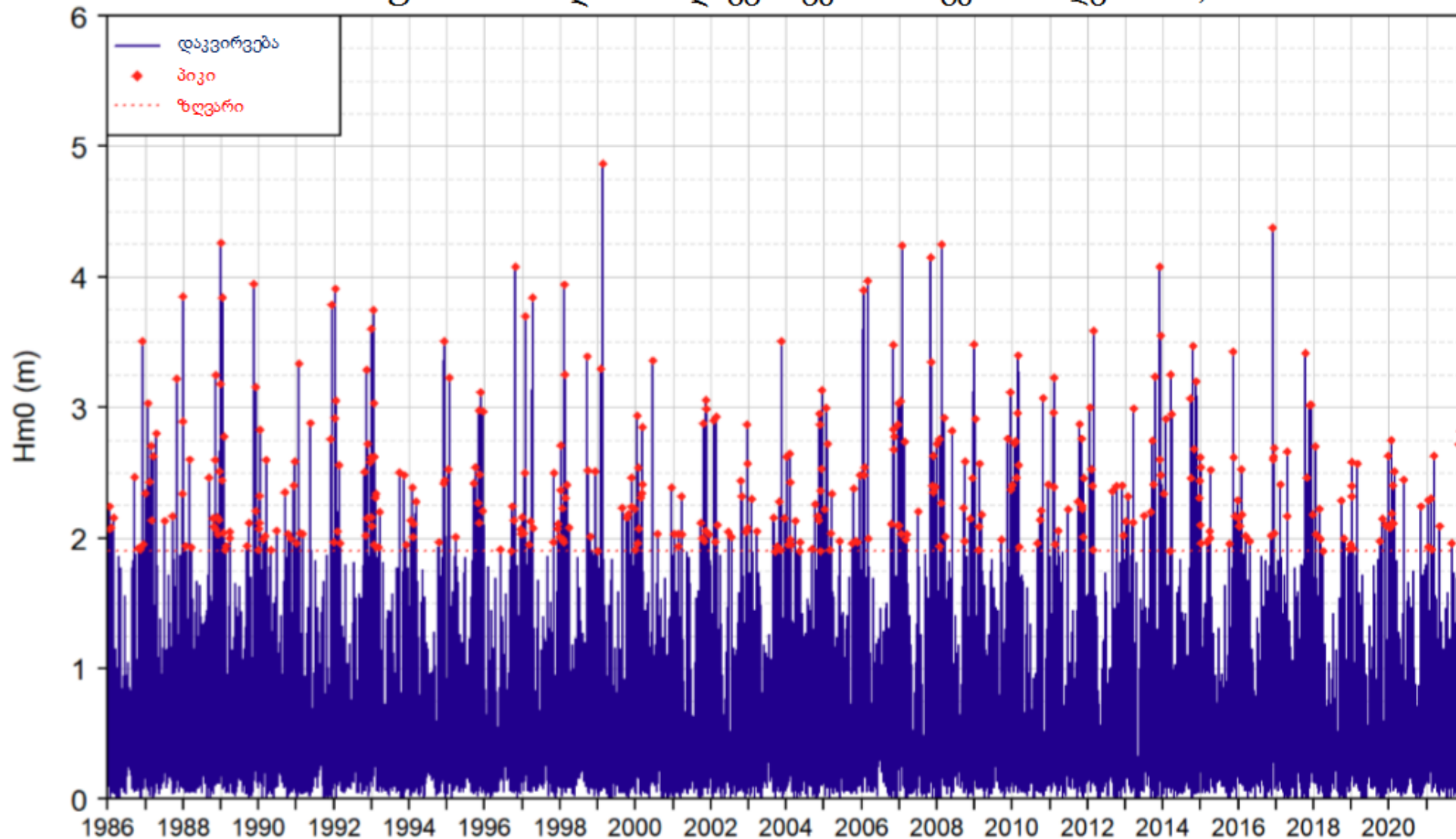
ბათუმი PS15 – Hm0 – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა

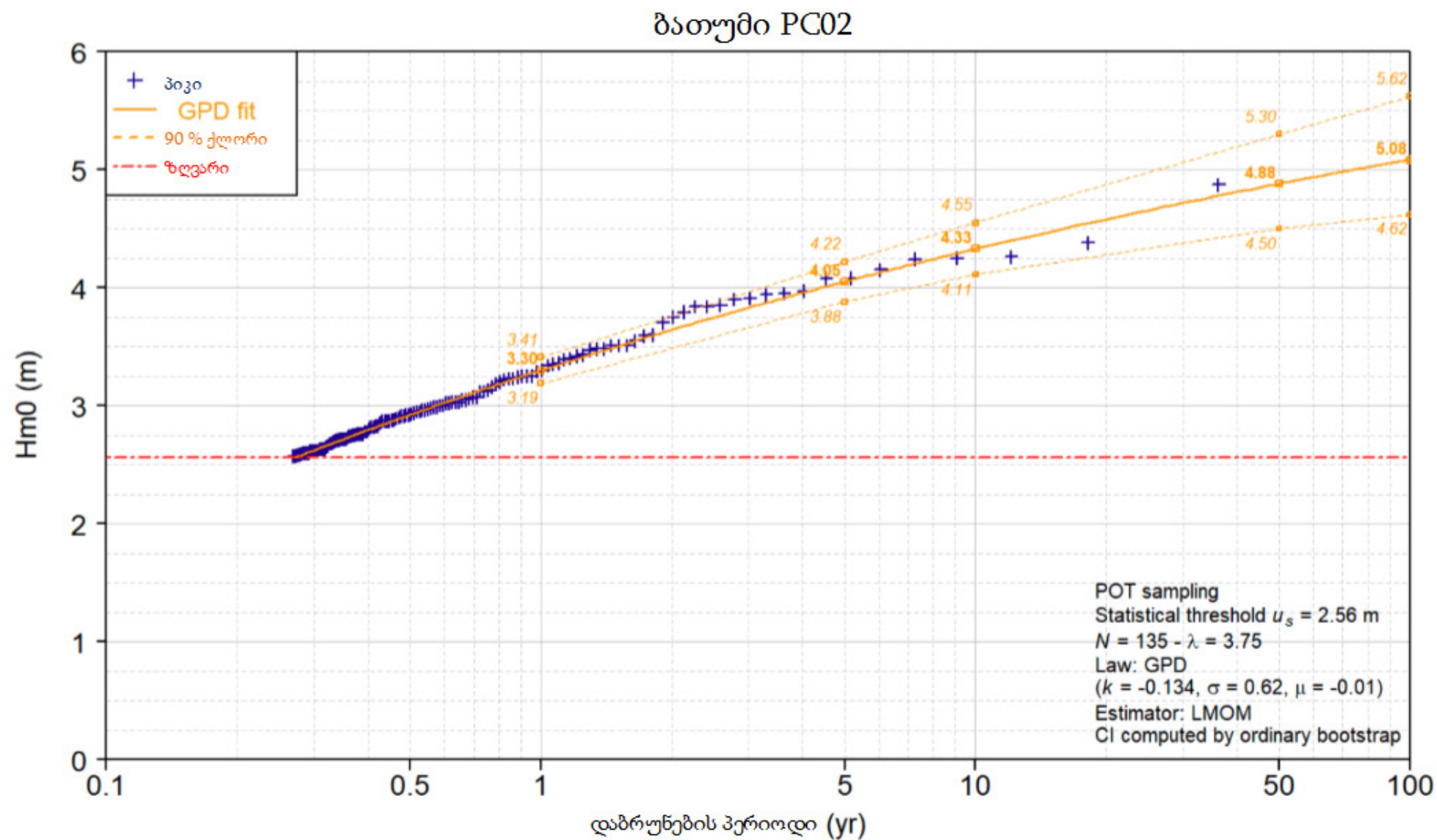
ბათუმი PS15 – თვიური ანალიზი – Tp-ის გადაჭარბების სიხშირის  
მრუდი

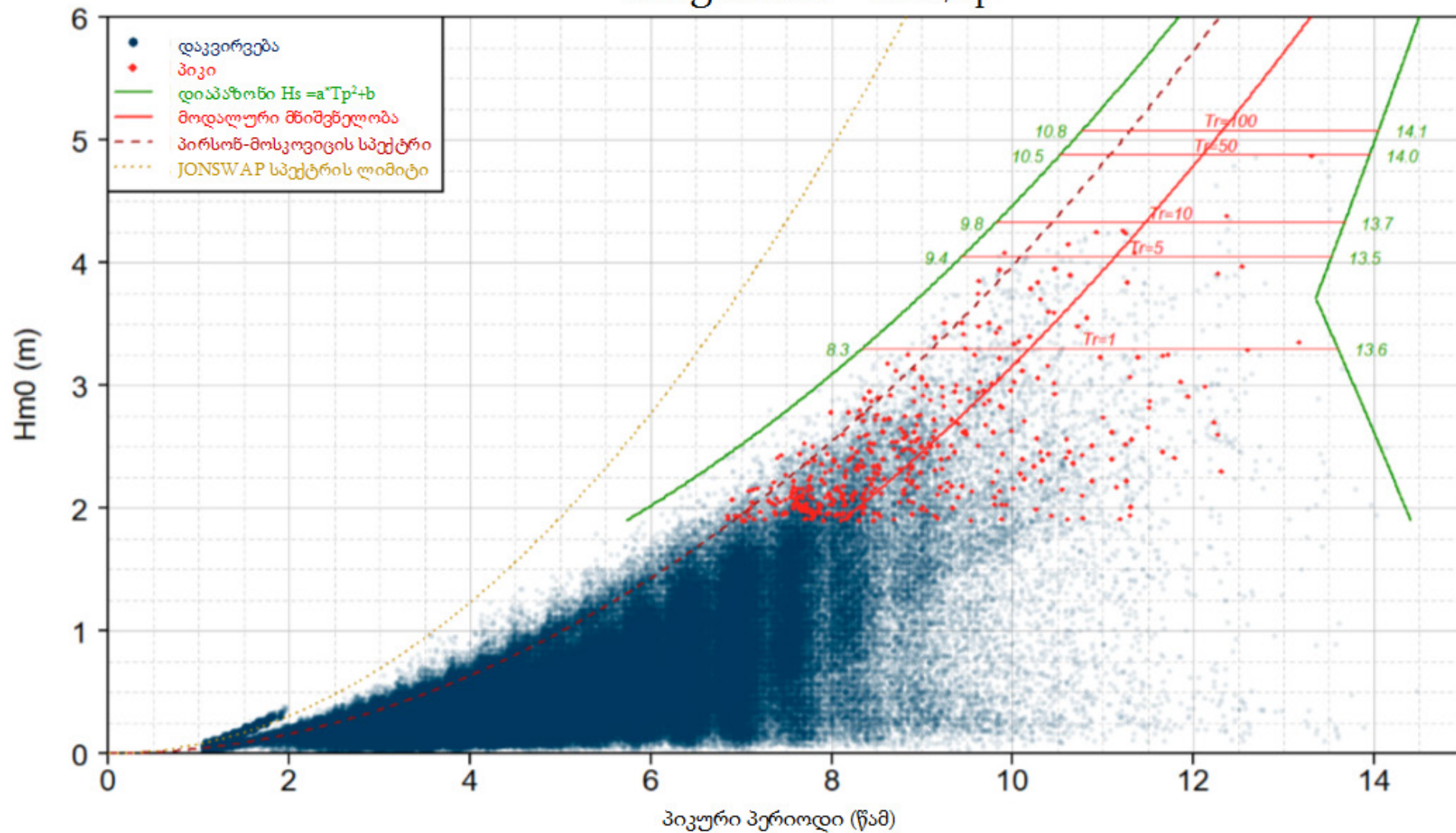
ბათუმი PS15 – Tp – სეზონური ცვალებადობის დიაგრამა



ბათუმი PC02 – დროში დაკვირვების რიგები – ზღვარი: 1,9 მ

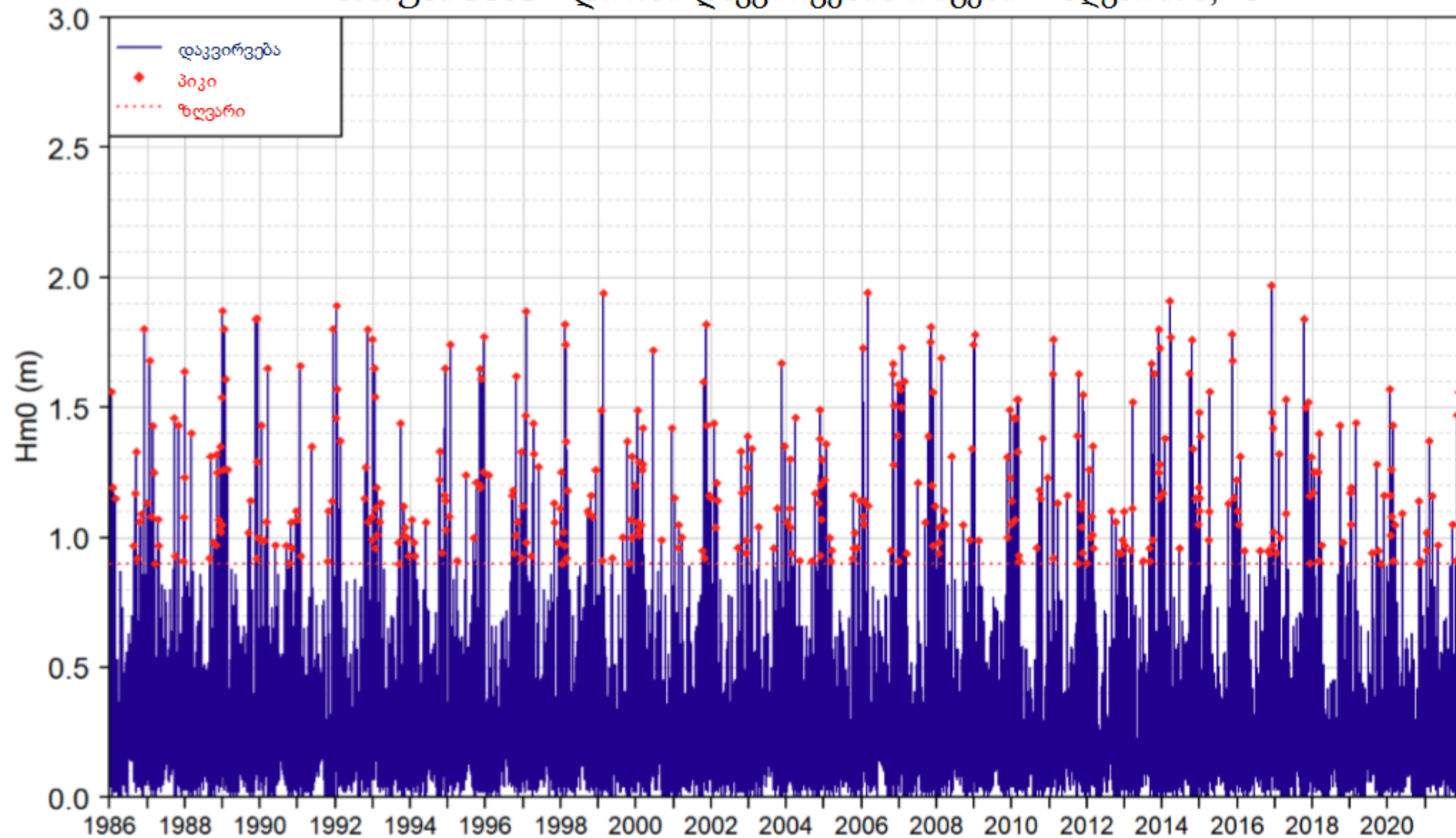




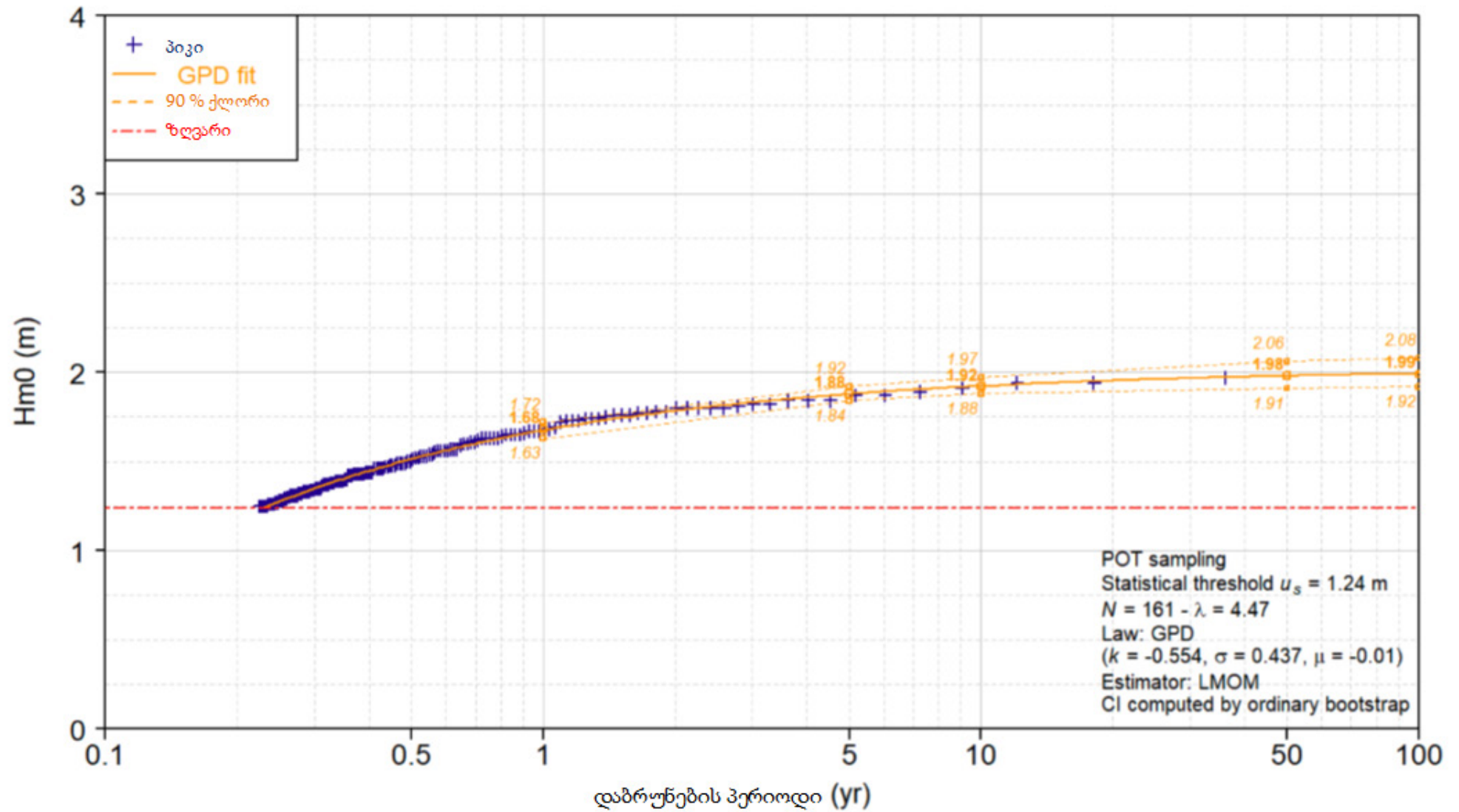
ბათუმი PC02 -  $H_m0/T_p$ 

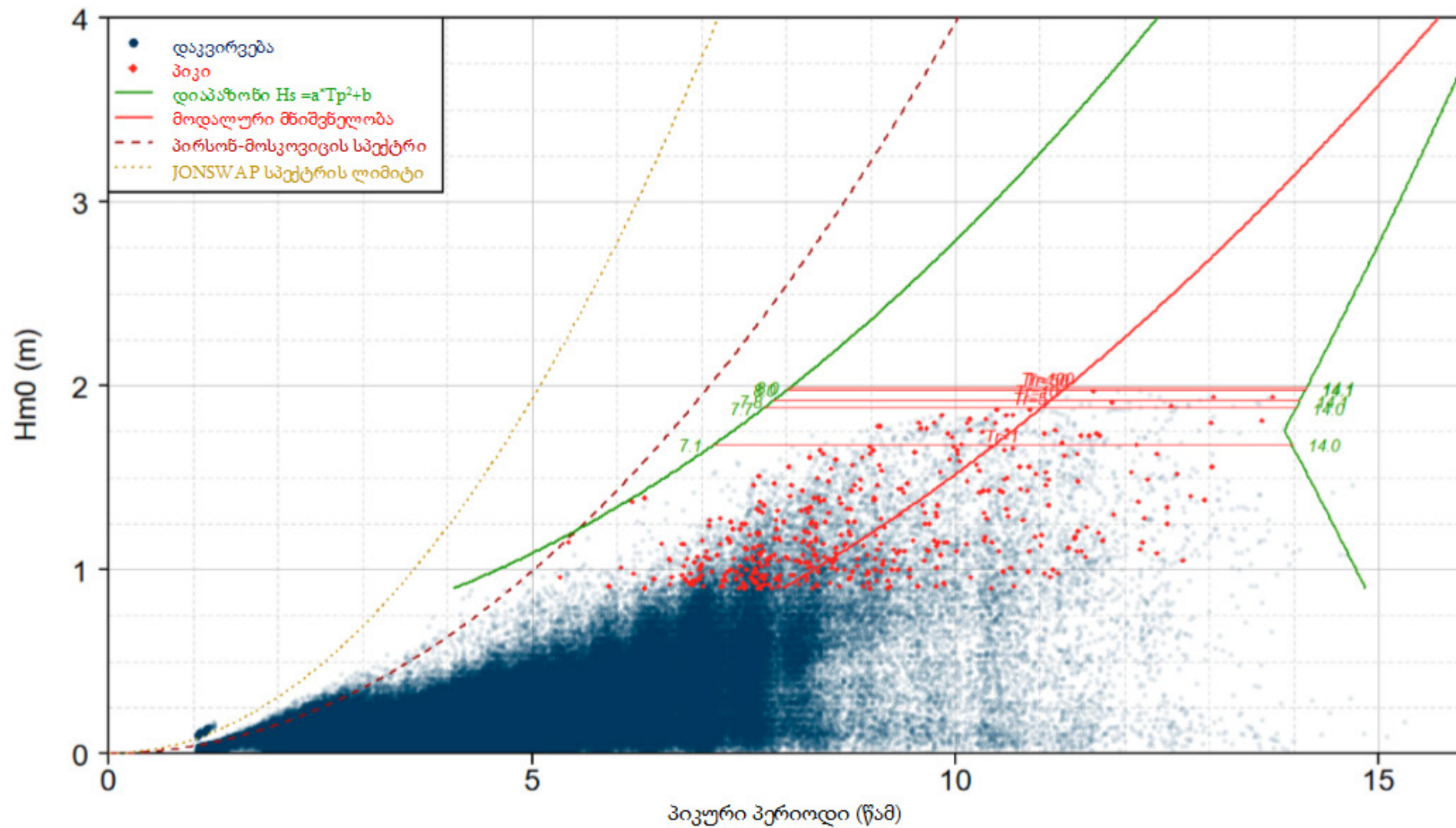


ბათუმი PS01 – დროში დაკვირვების რიგები – ზღვარი: 0,9 მ

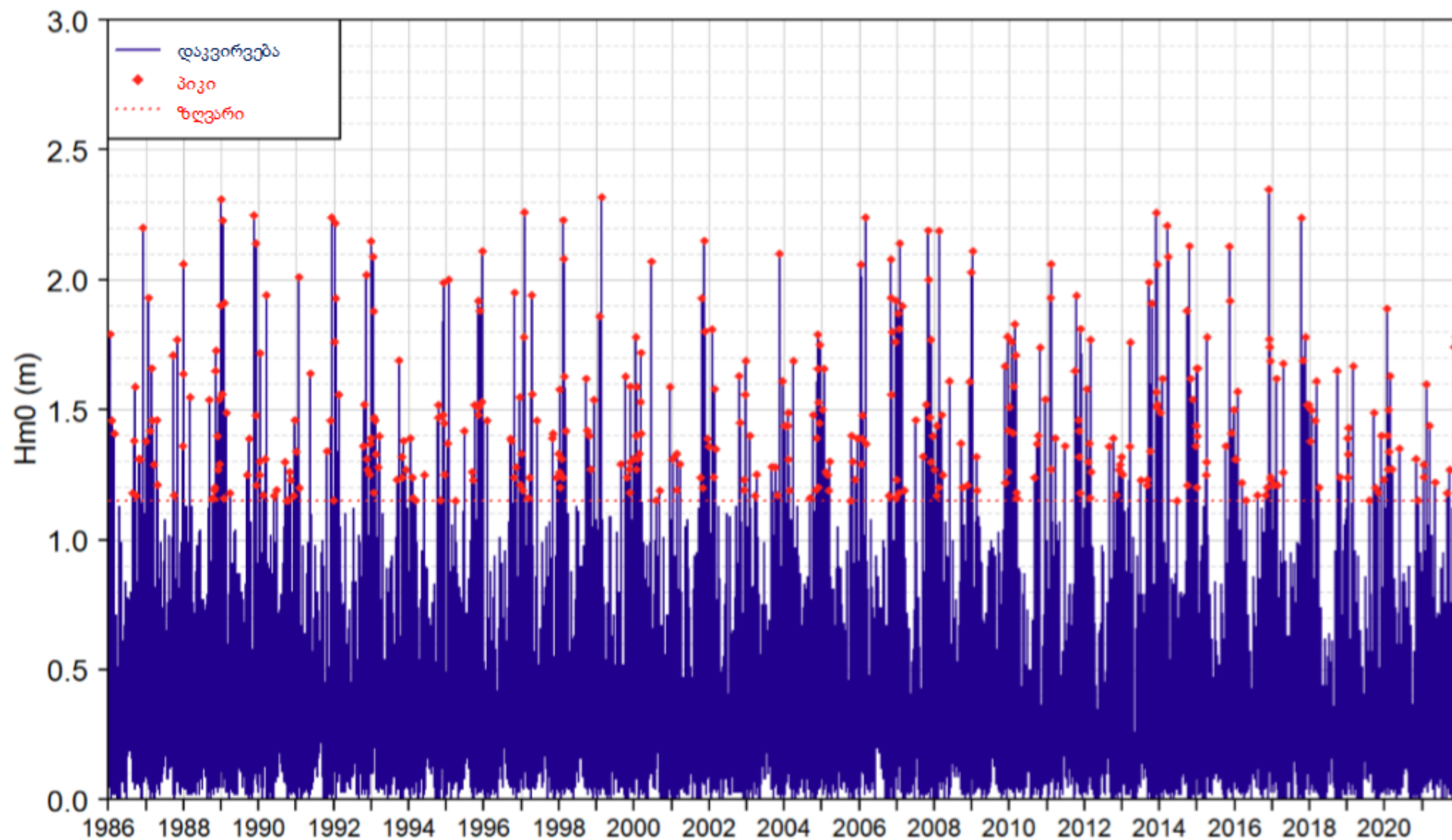


## ბათუმი PS01



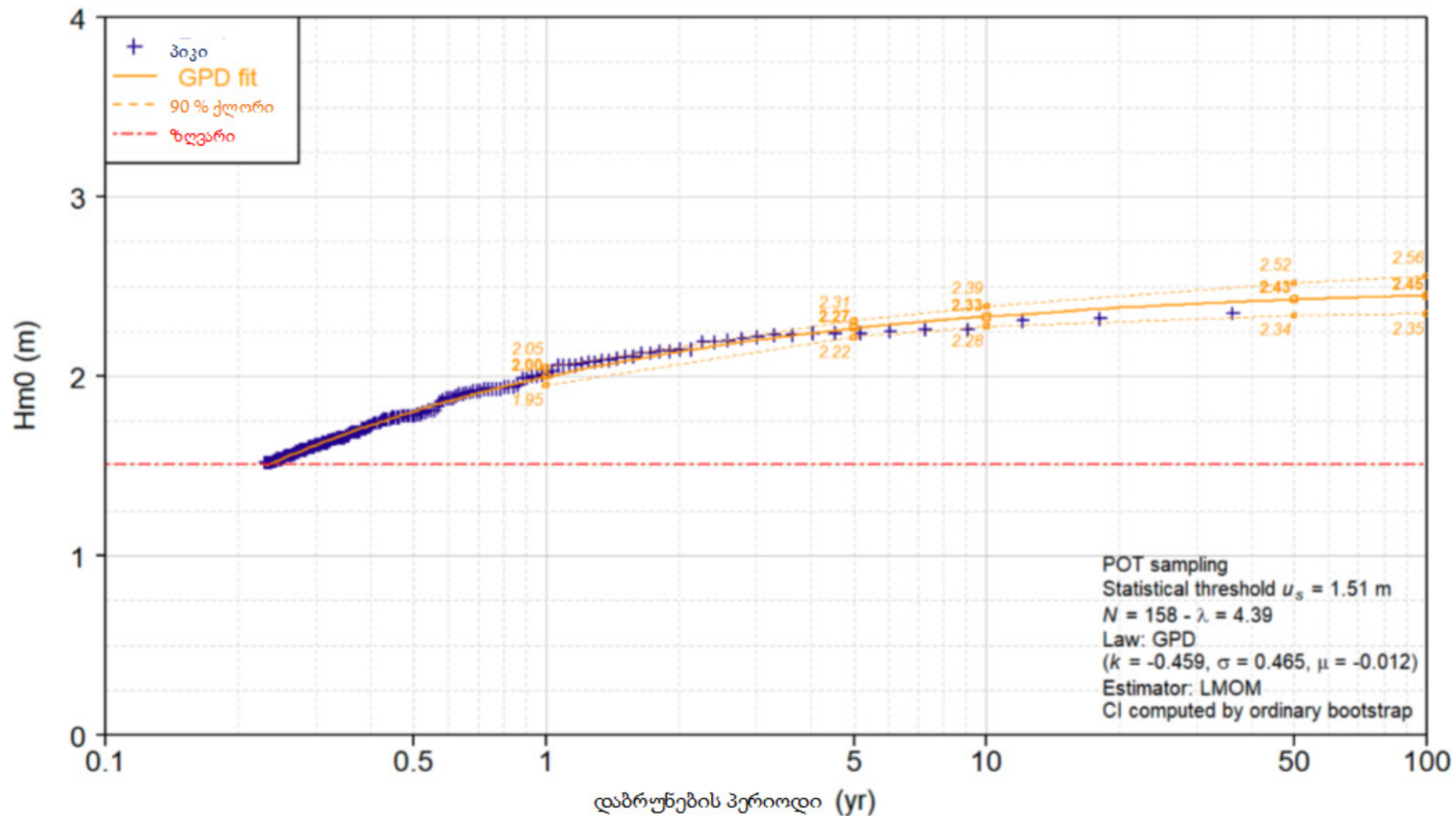
ბათუმი PS01 -  $H_m0/T_p$ 

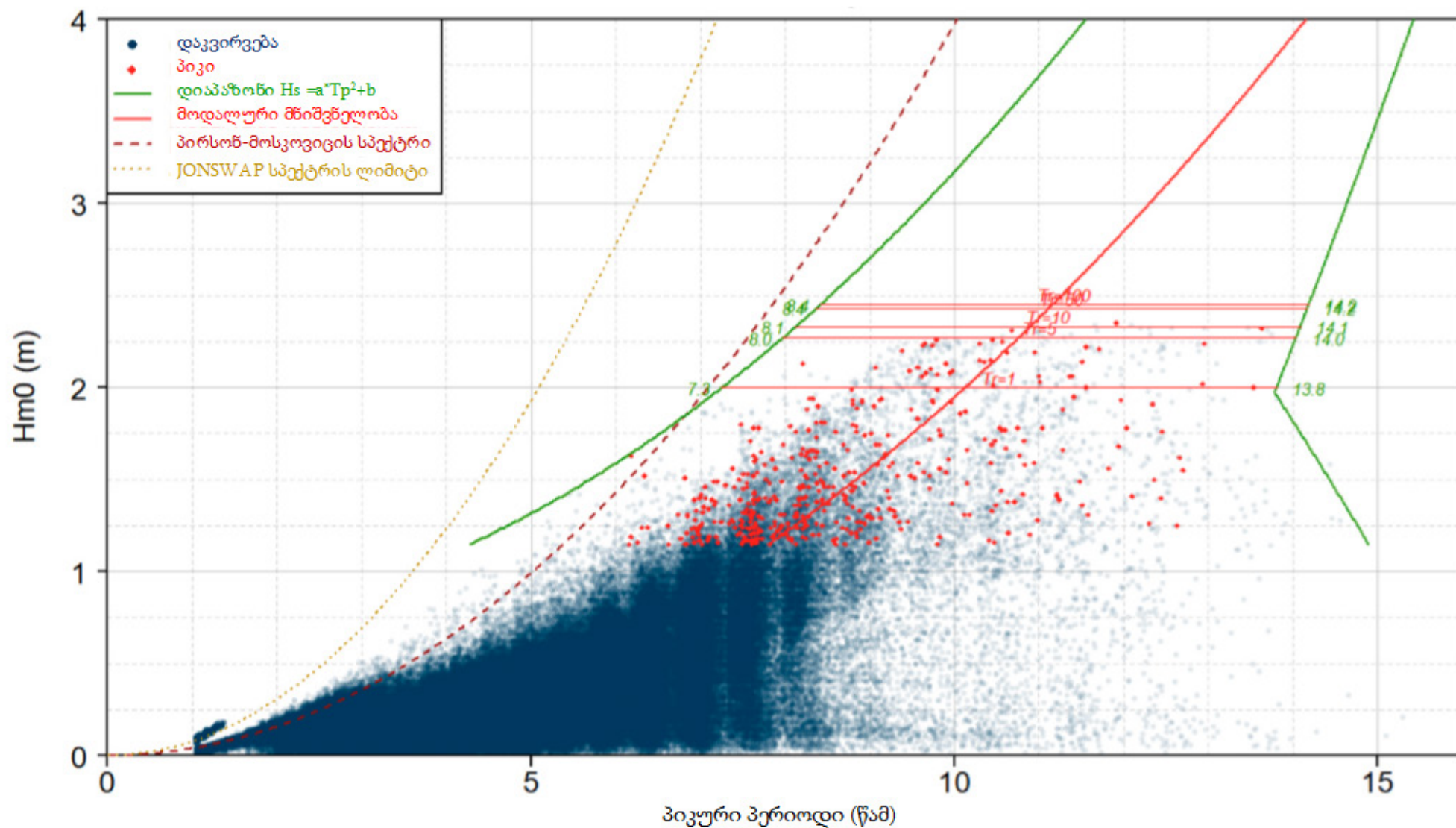
ბათუმი PS02 – დროში დაკვირვების რიგები – ზღვარი: 1.15 მ



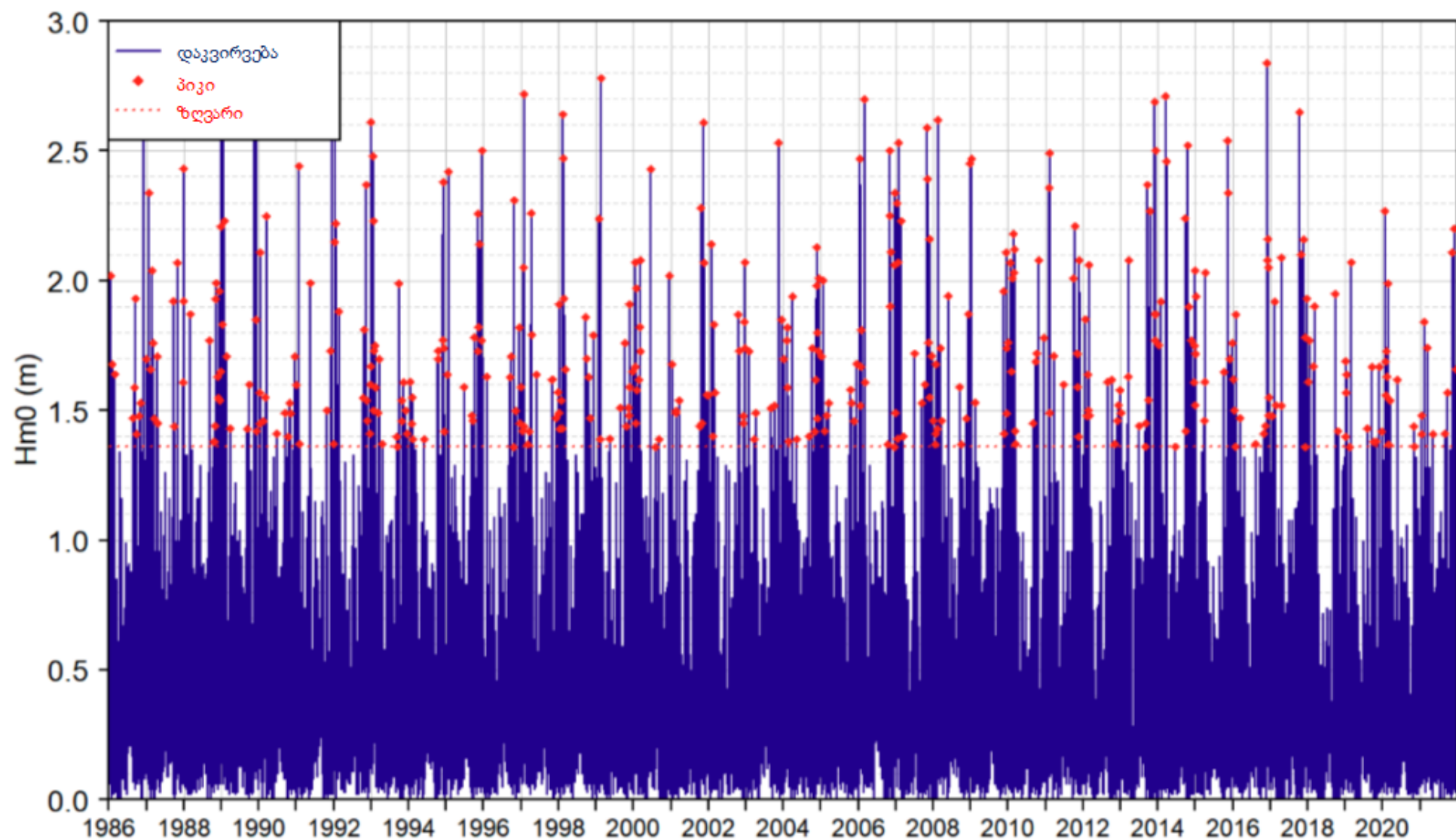


## ბათუმი PS02

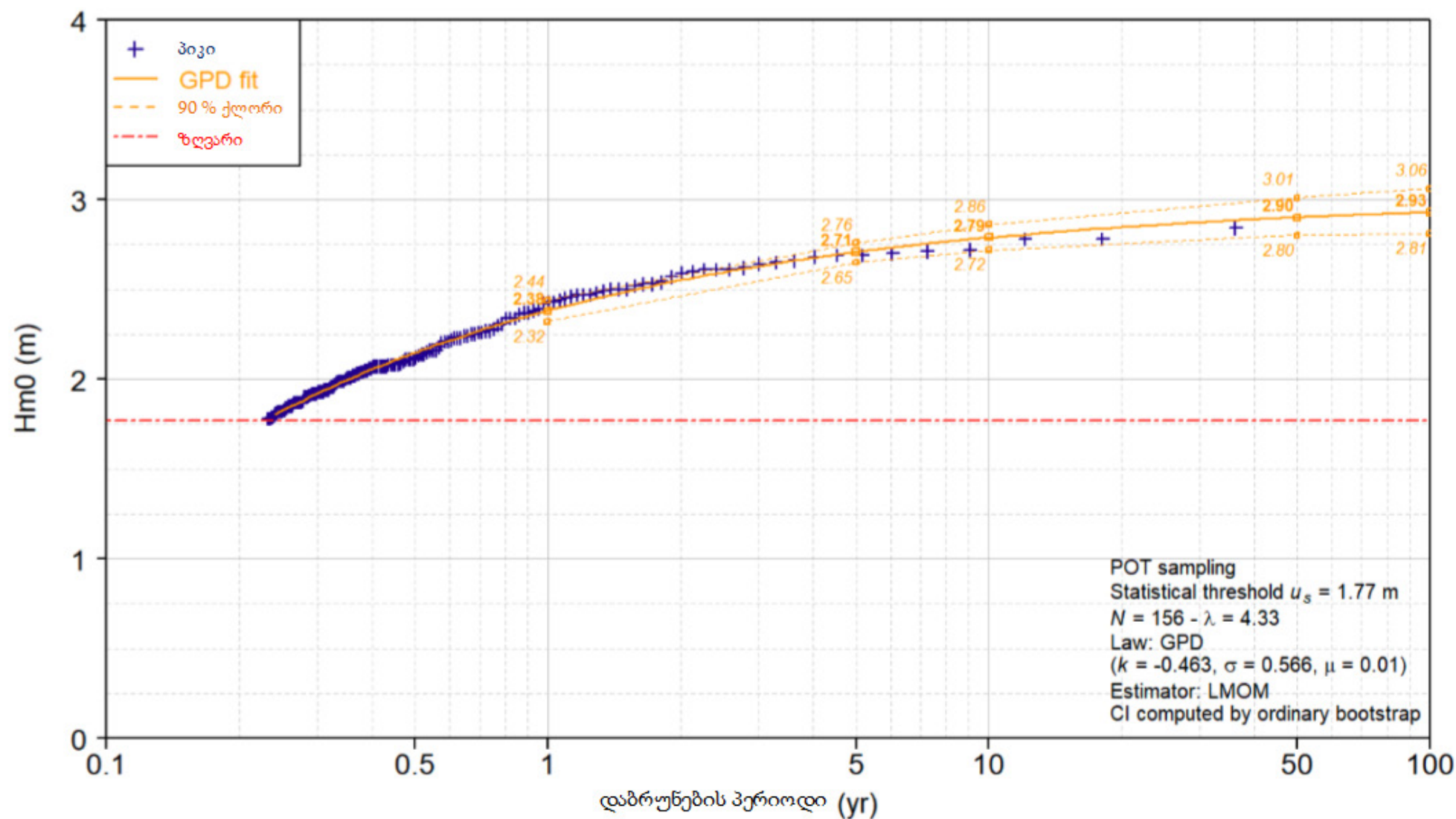


ბათუმი PS02 -  $Hm0/Tp$ 

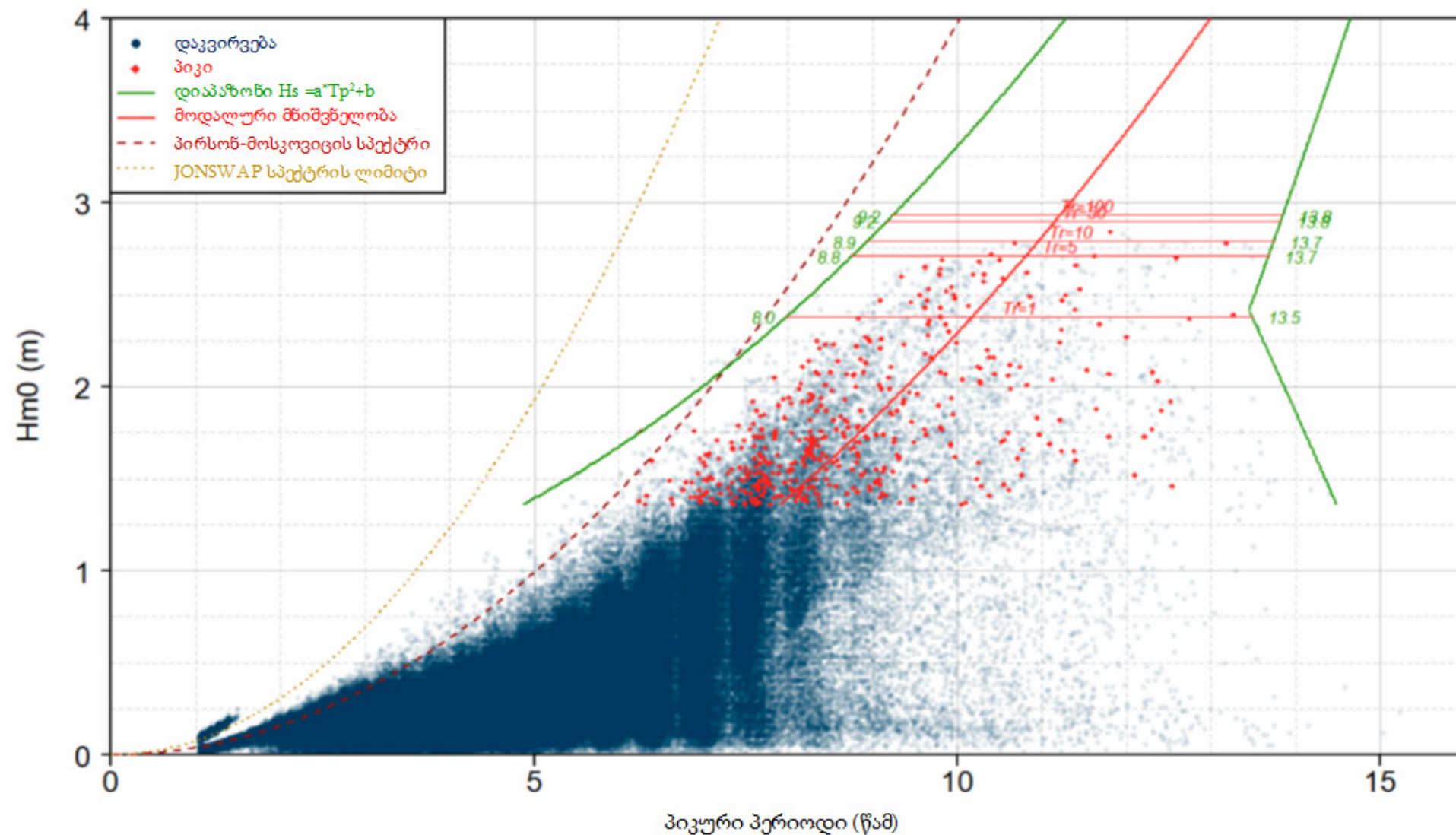
ბათუმი PS03 – დროში დაკვირვების რიგები – ზღვარი: 1.36 მ



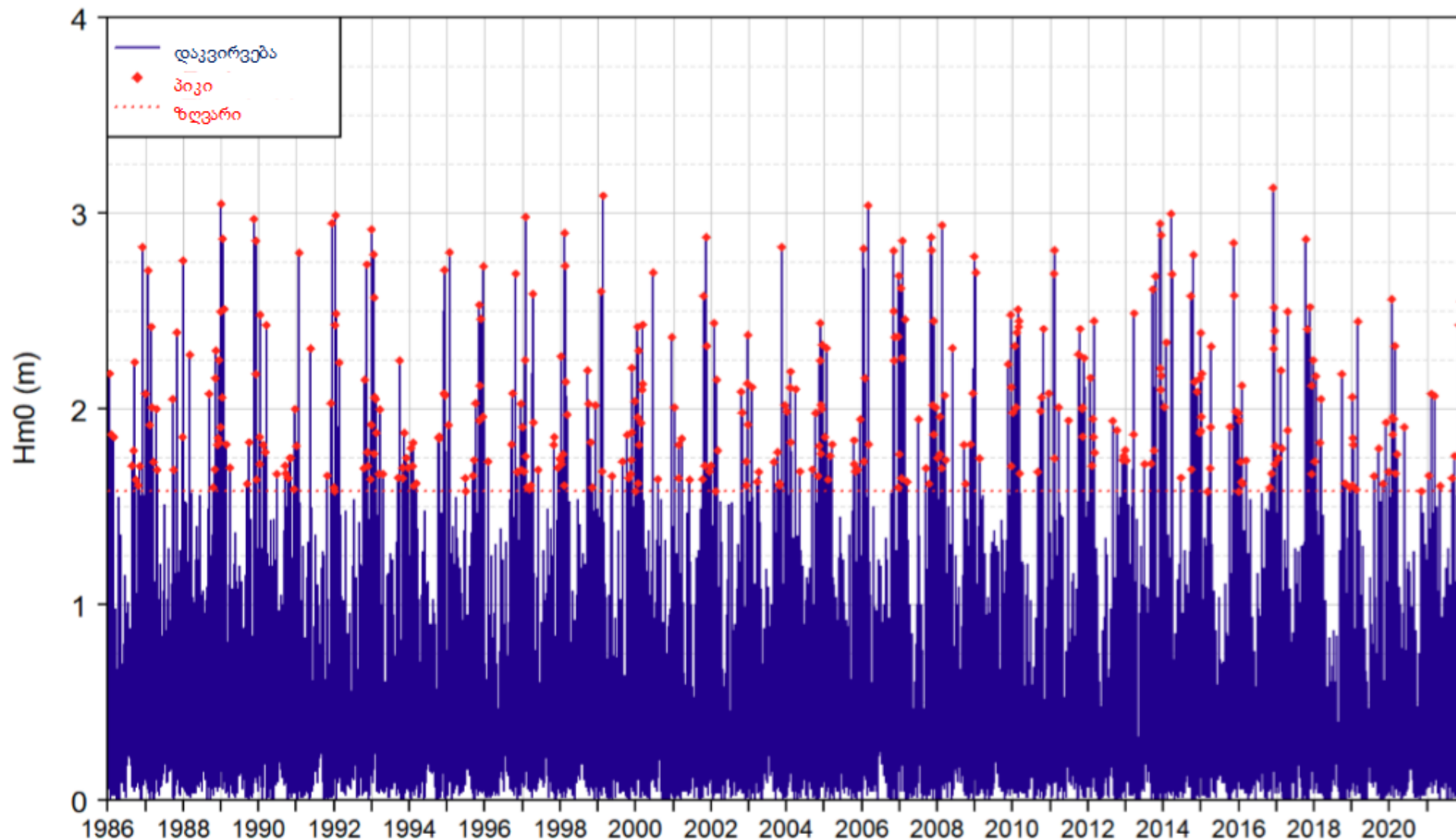
## ბათუმი PS03



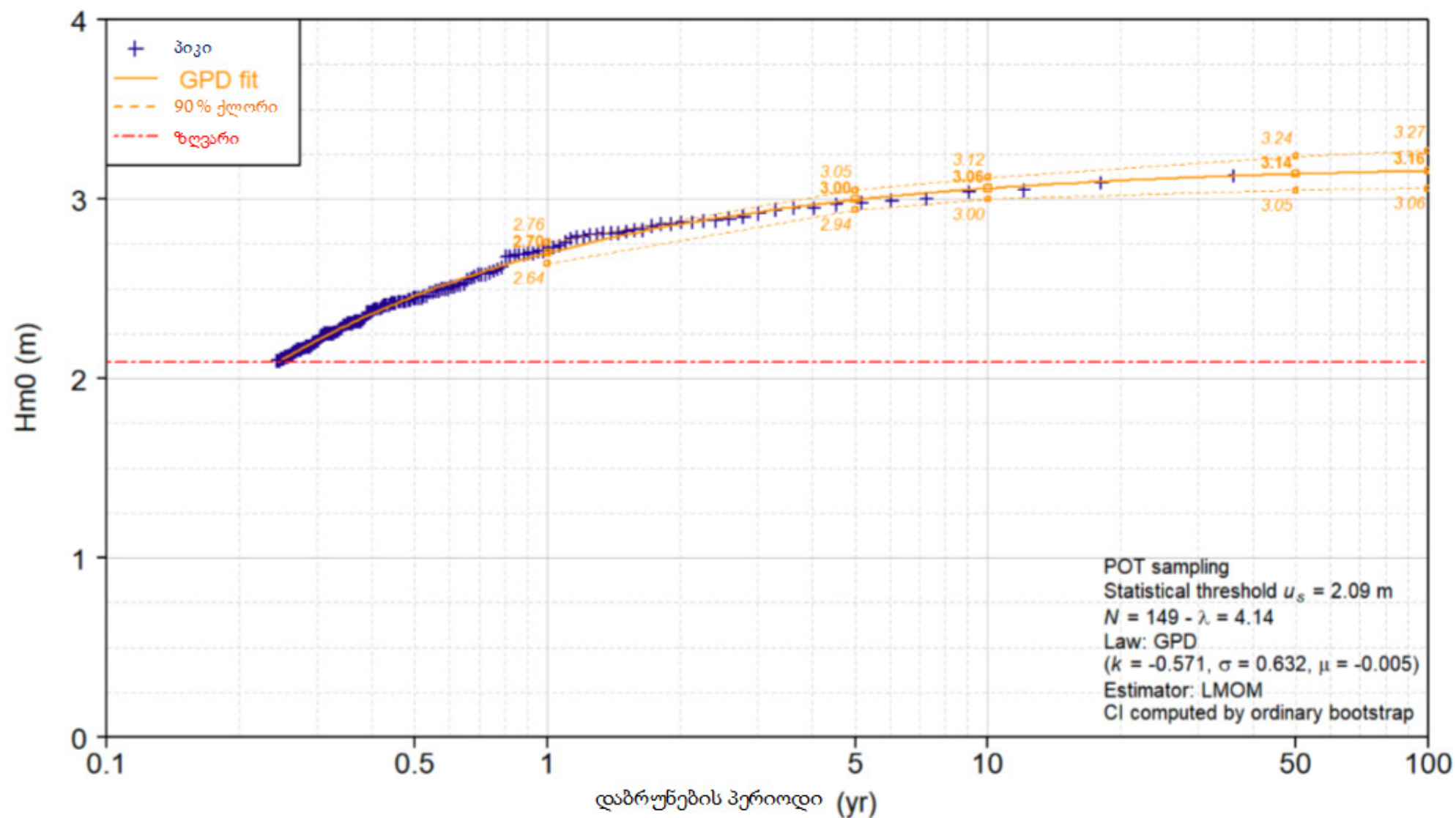


ბათუმი PS03 -  $Hm0/Tp$ 

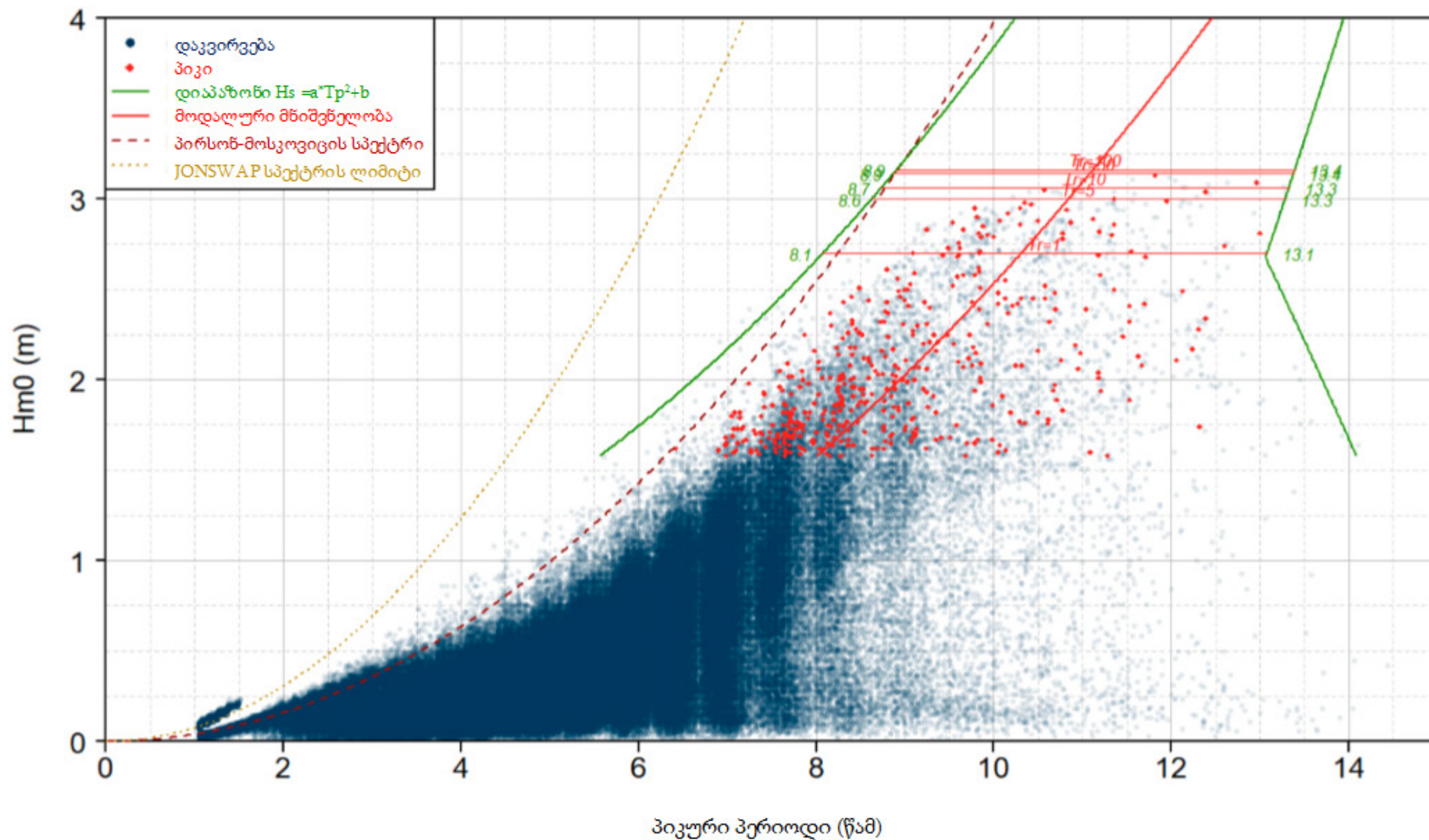
ბათუმი PS04 – დროში დაკვირვების რიგები – ზღვარი: 1.58 მ



## ბათუმი PS04

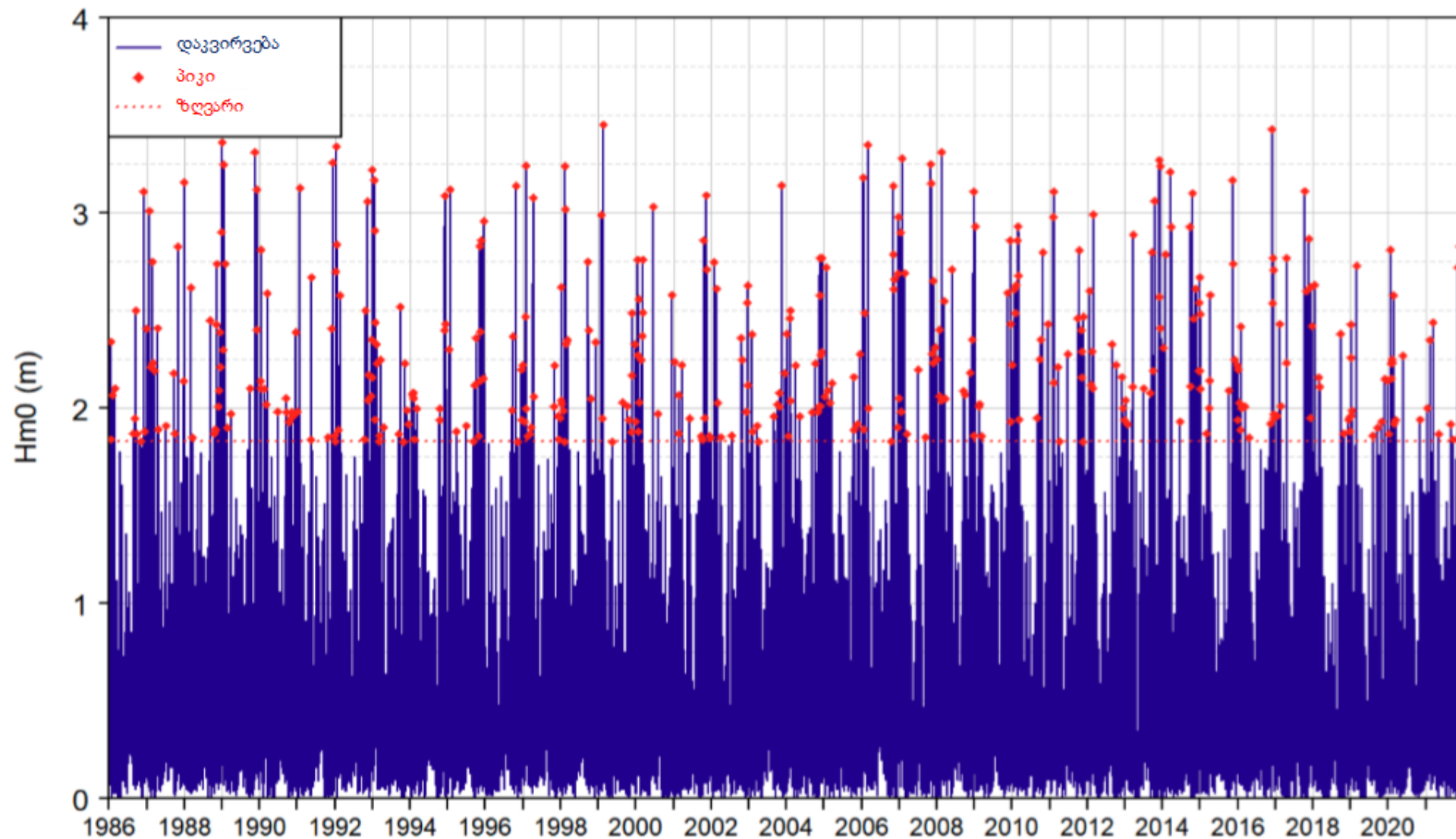




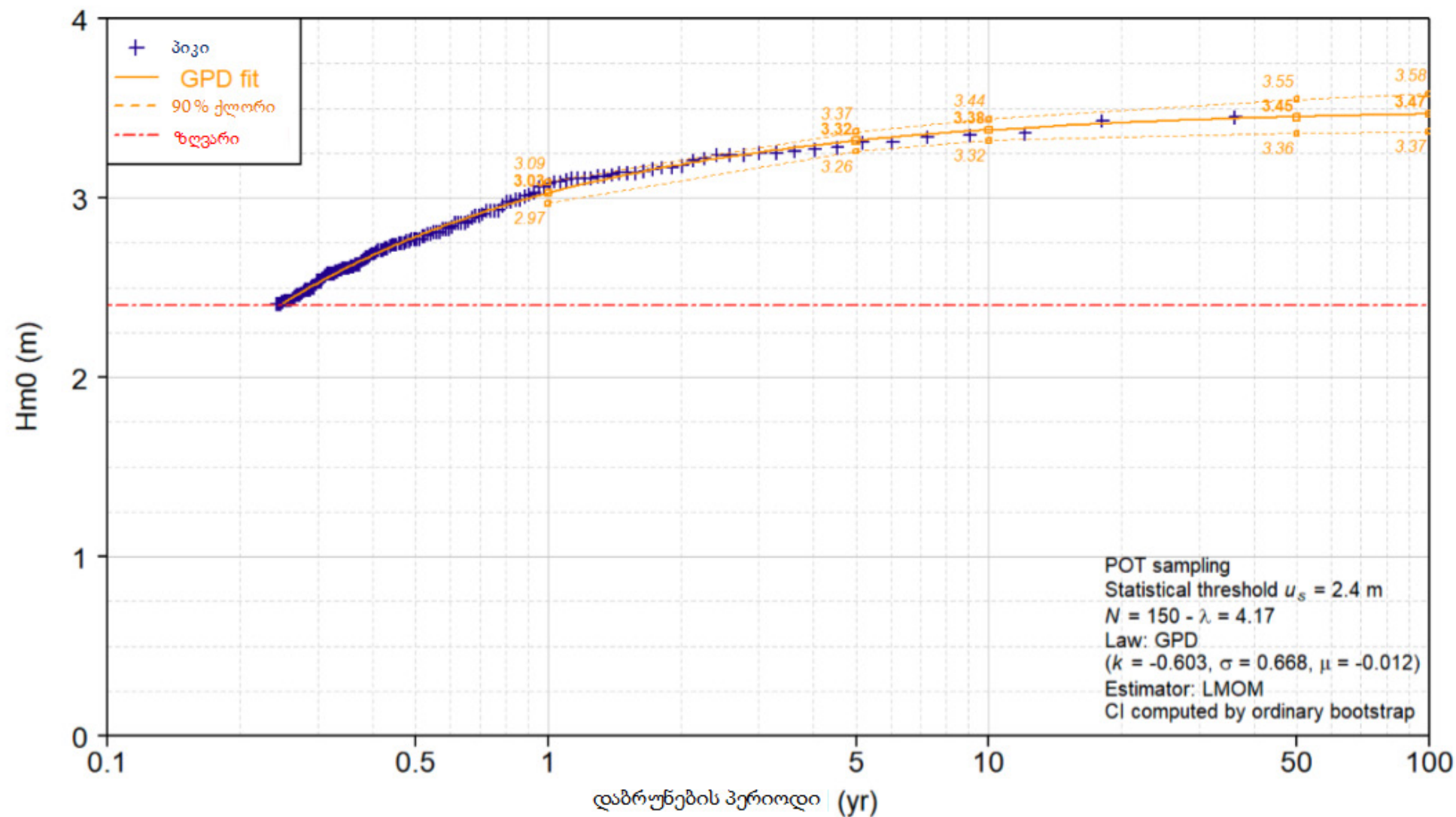
ბათუმი PS04 -  $Hm0/Tp$ 

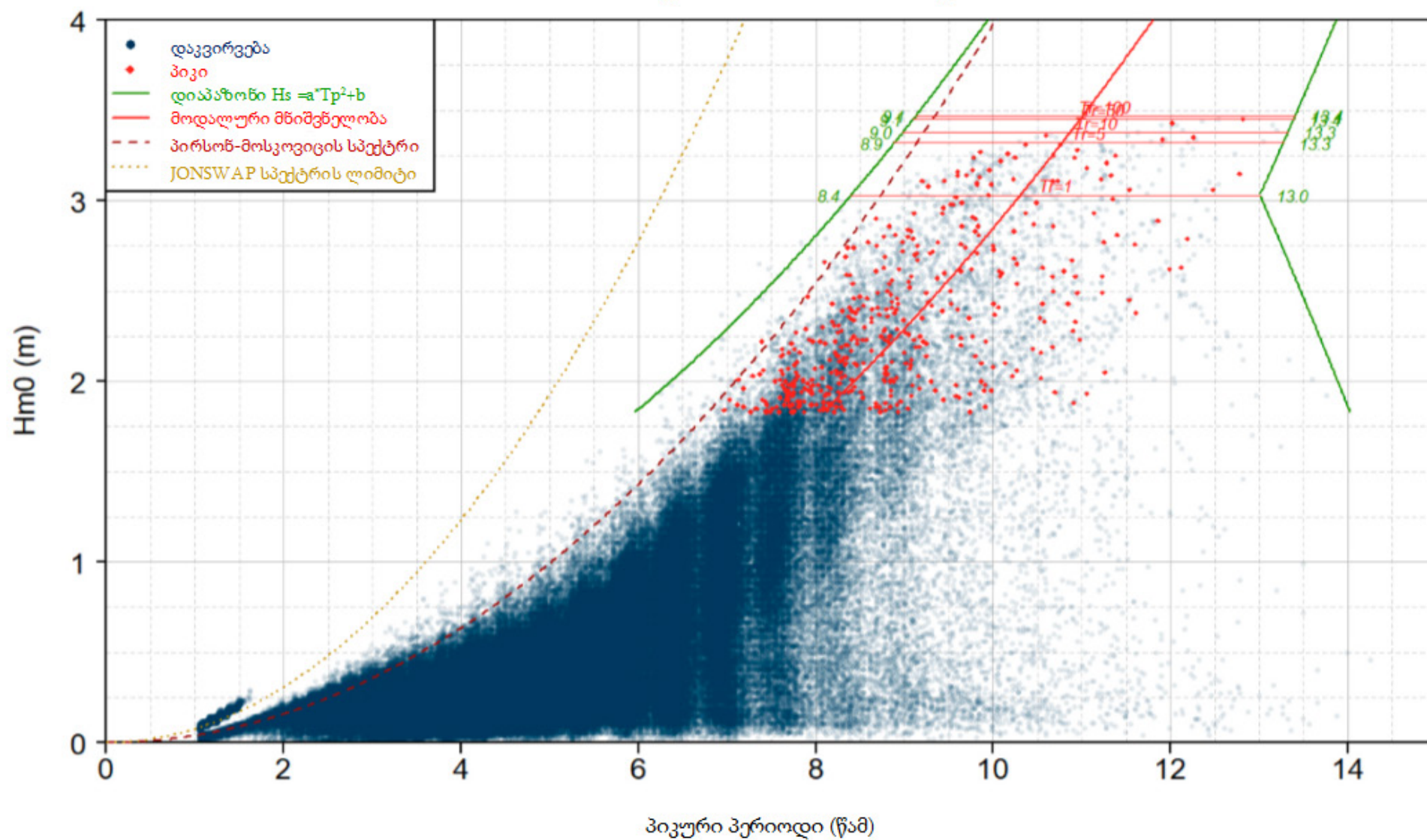


## ბათუმი PS05 – დროში დაკვირვების რიგები – ზღვარი: 1.83 მ

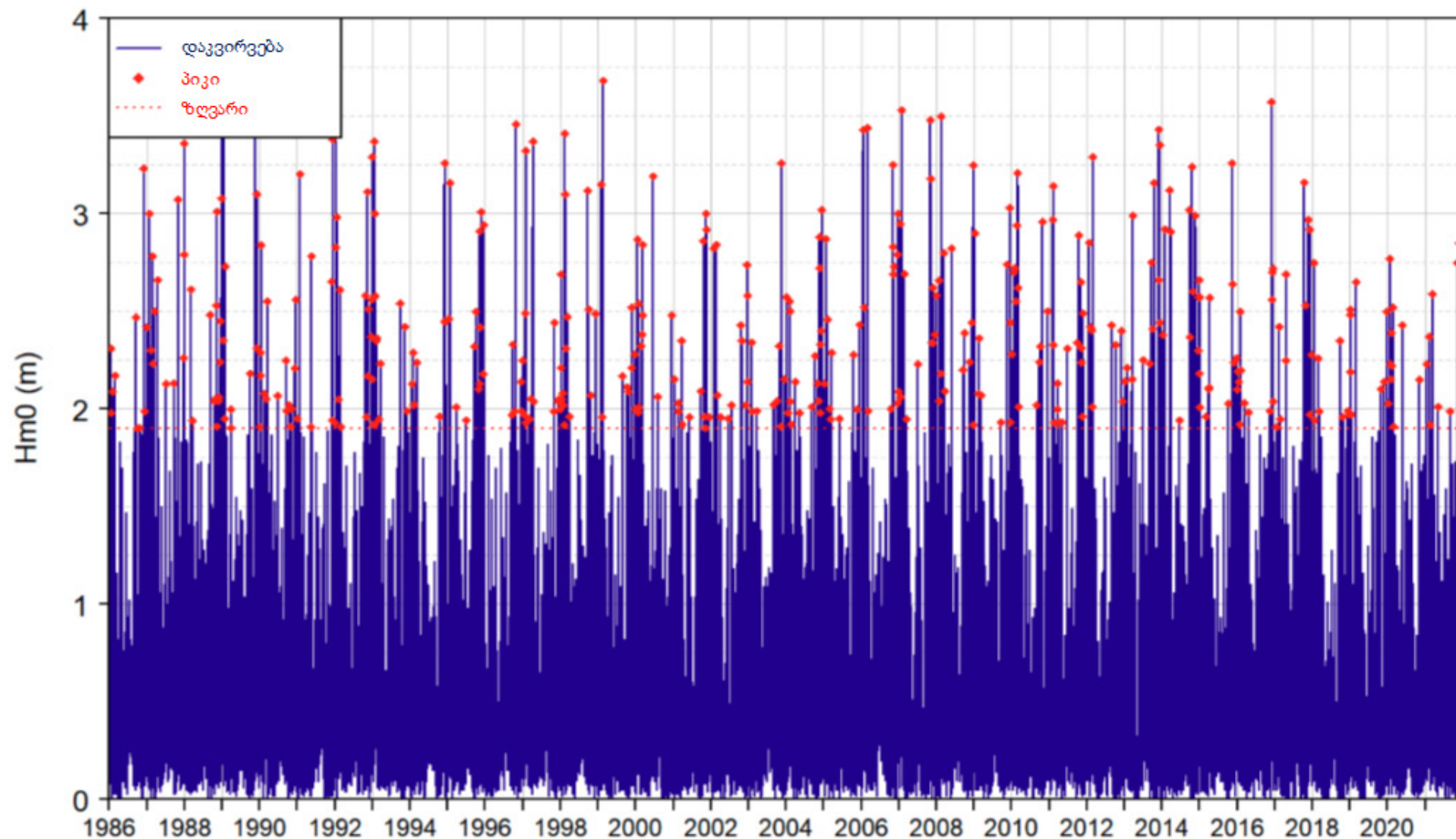


## ბათუმი PS05



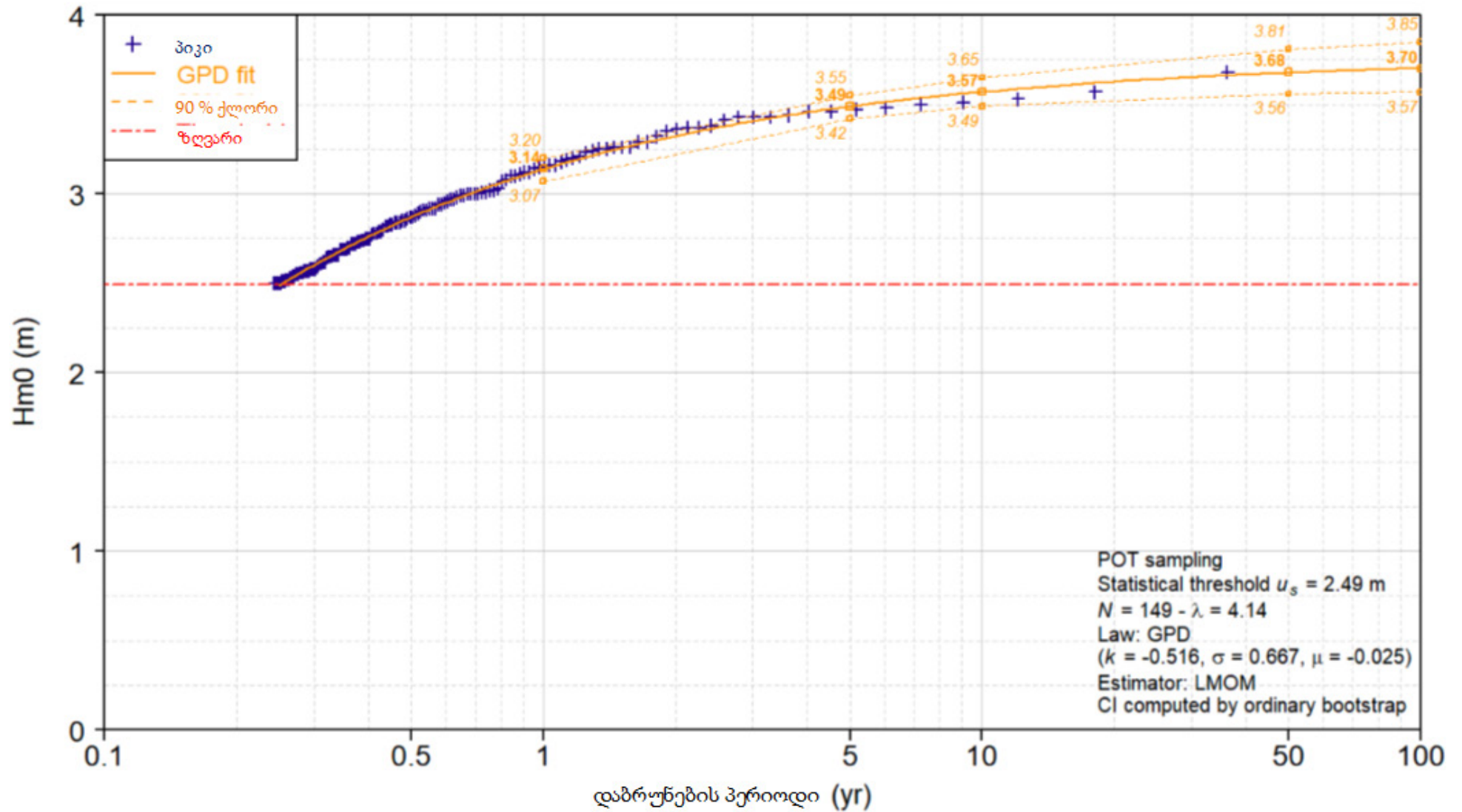
ბათუმი PS05 –  $H_m0/T_p$ 

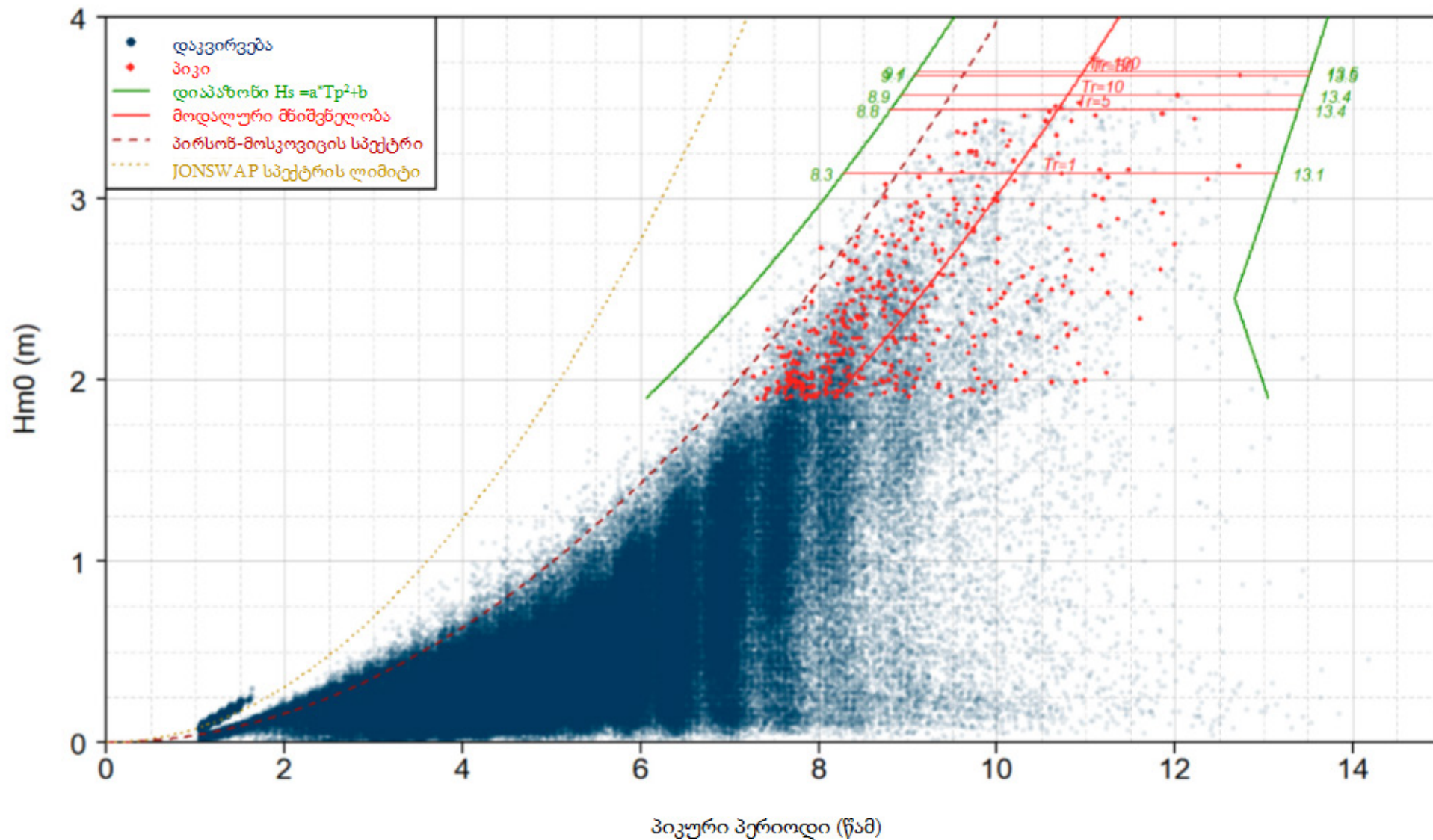
ბათუმი PS06 – დროში დაკვირვების რიგები – ზღვარი: 1.90 მ



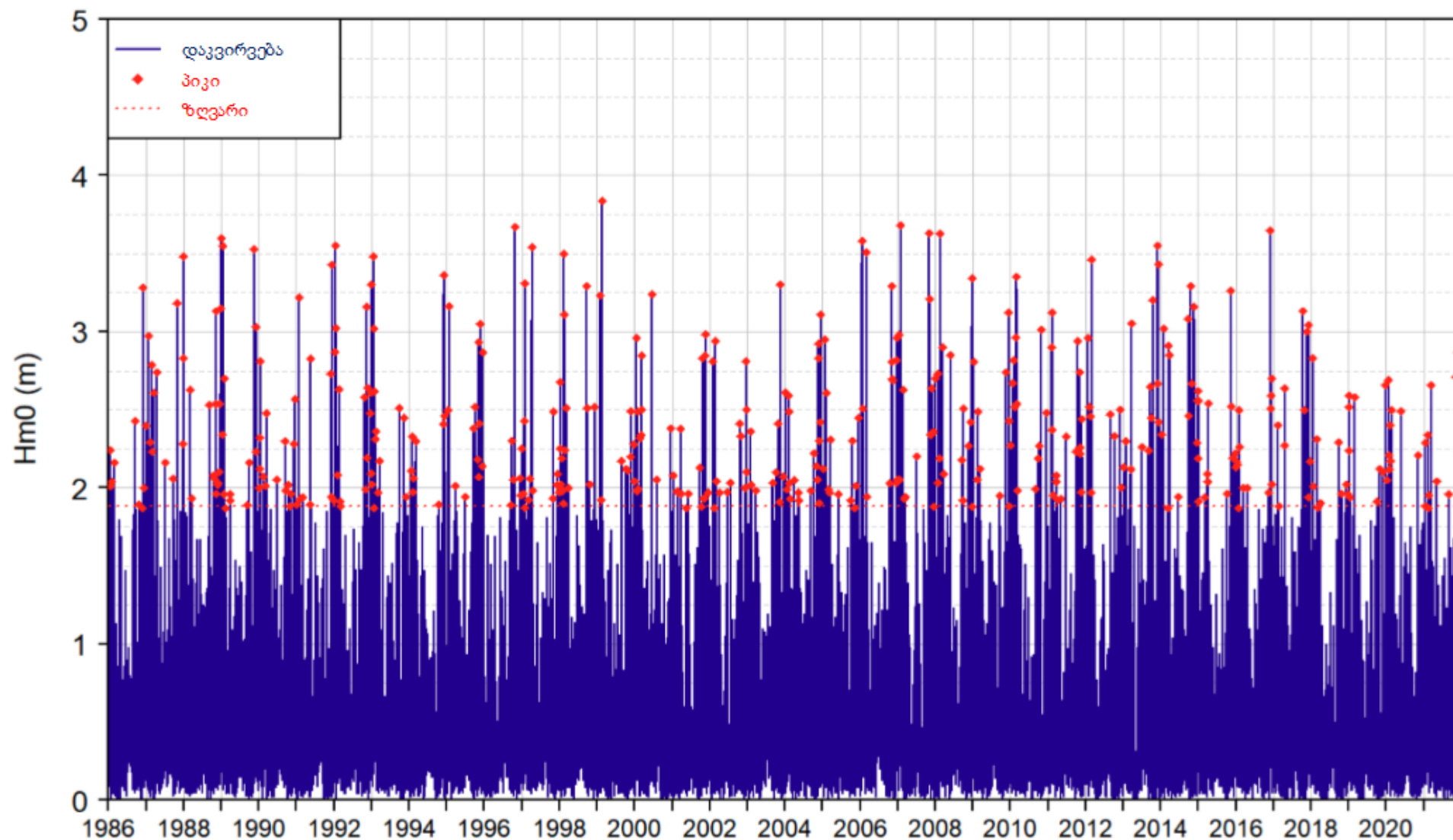


## ბათუმი PS06

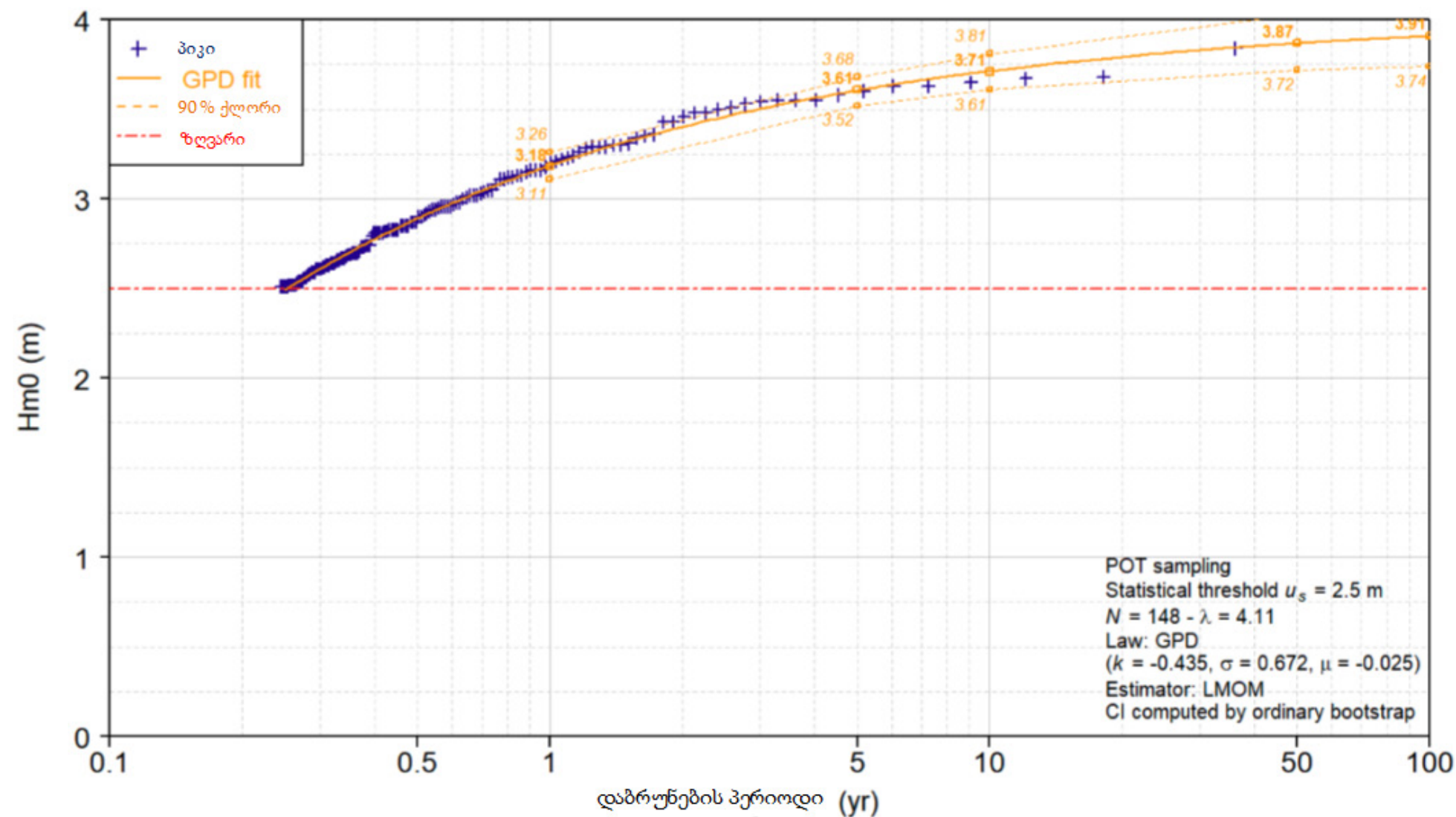


ბათუმი PS06 –  $Hm0/Tp$ 

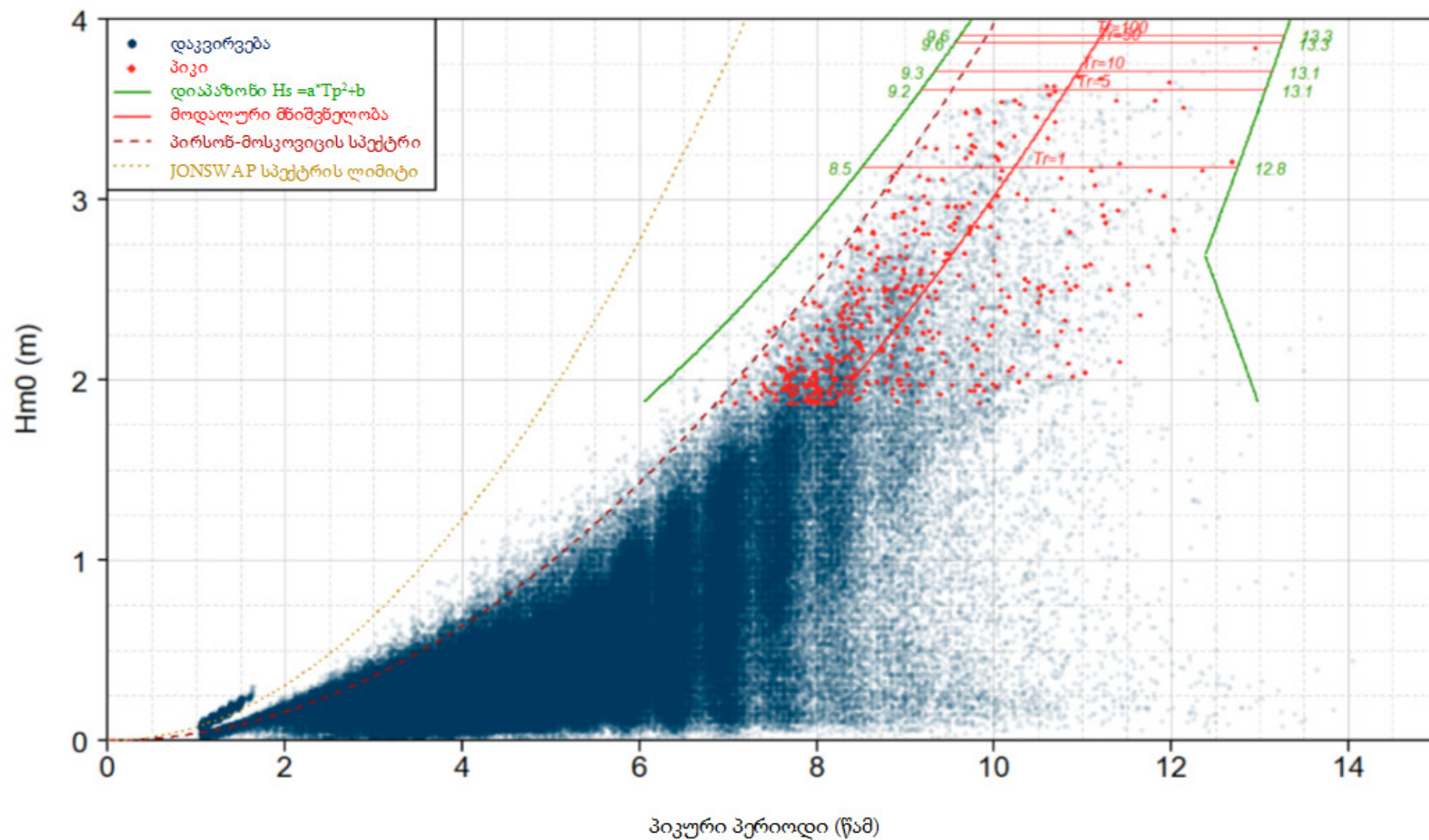
ბათუმი PS07 – დროში დაკვირვების რიგები – ზღვარი: 1.88 მ



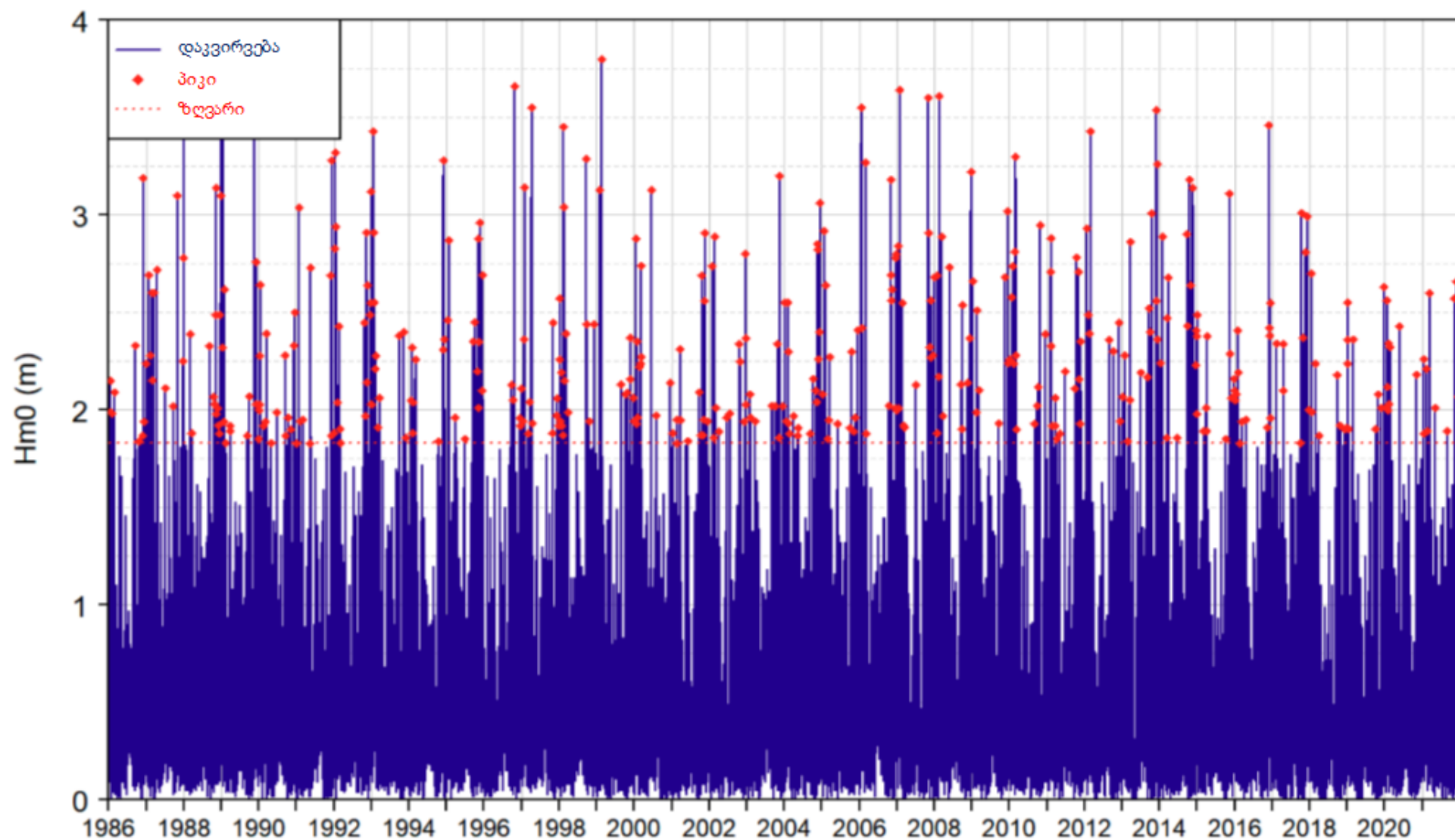
## ბათუმი PS07



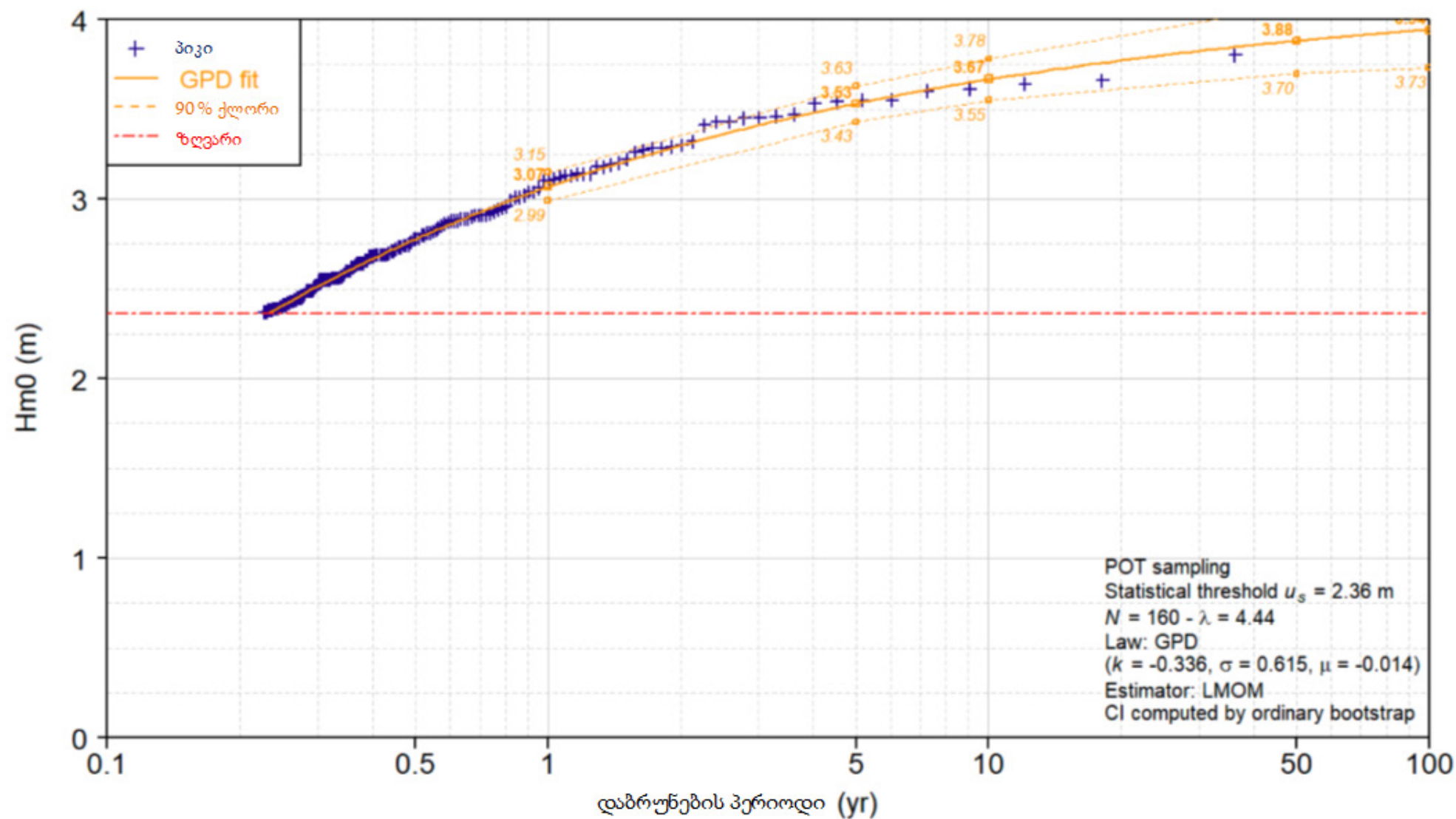


ბათუმი PS07 -  $H_{m0}/T_p$ 

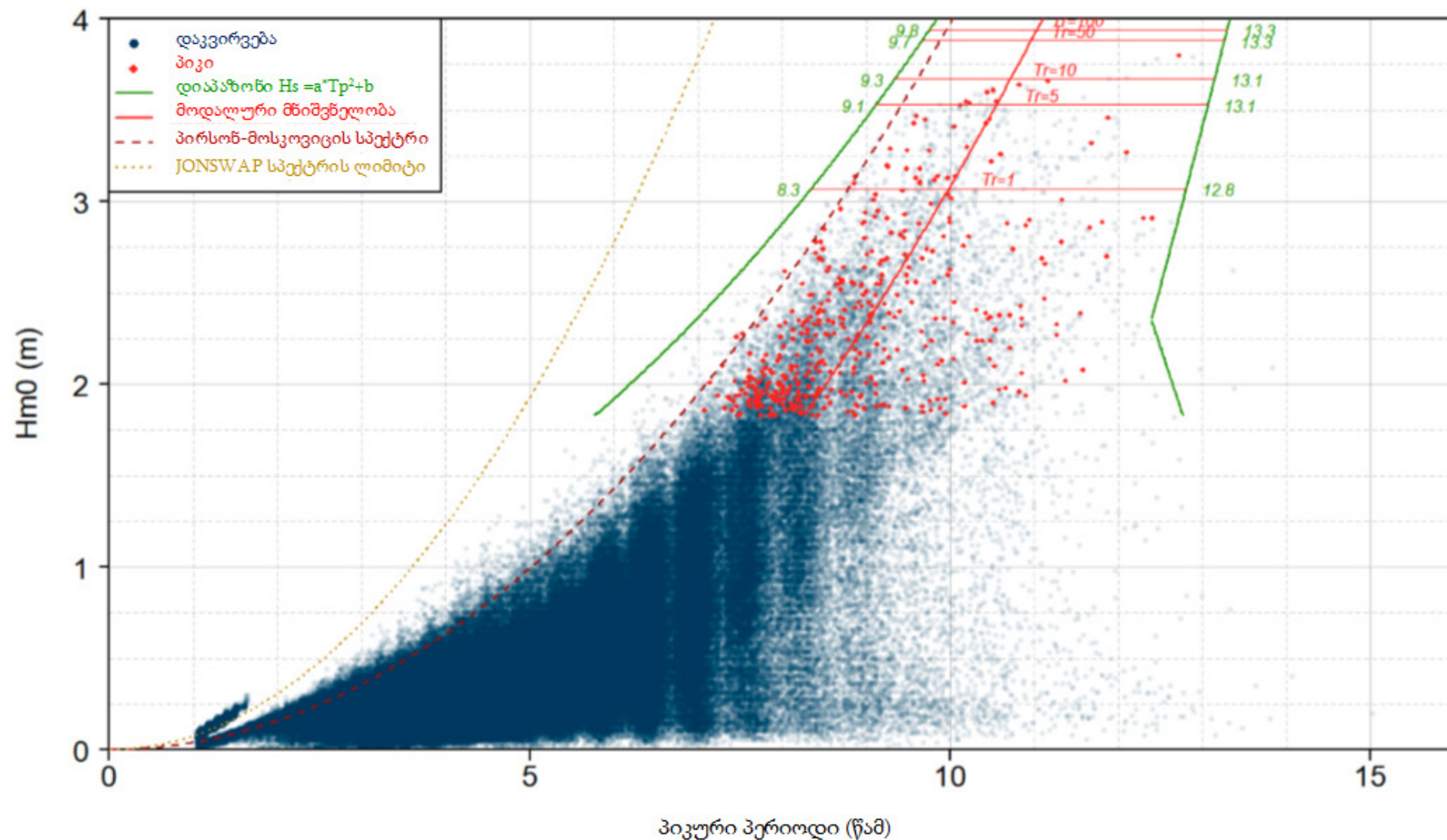
ბათუმი PS08 – დროში დაკვირვების რიგები – ზღვარი: 1.83 მ



## ბათუმი PS08

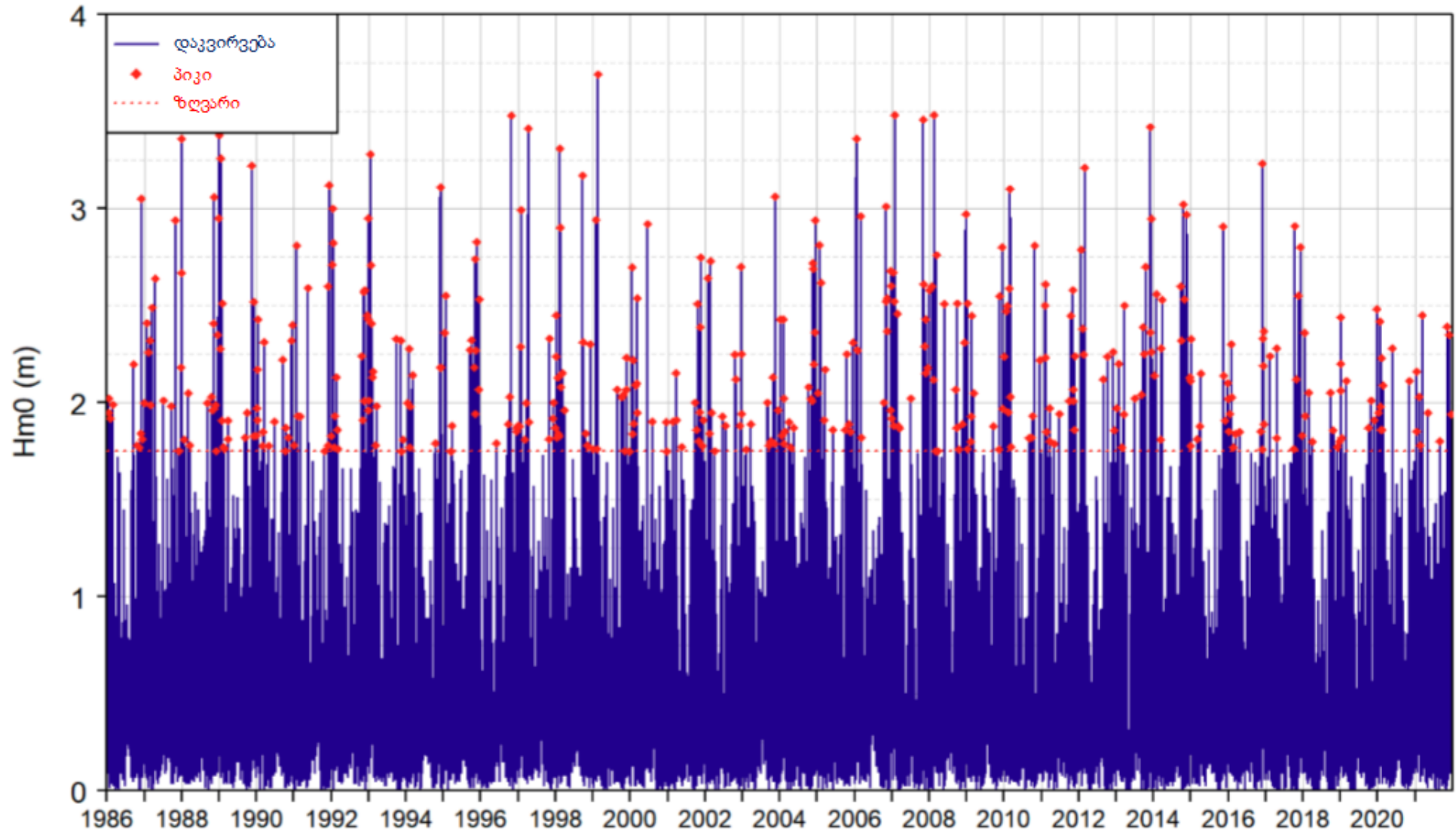




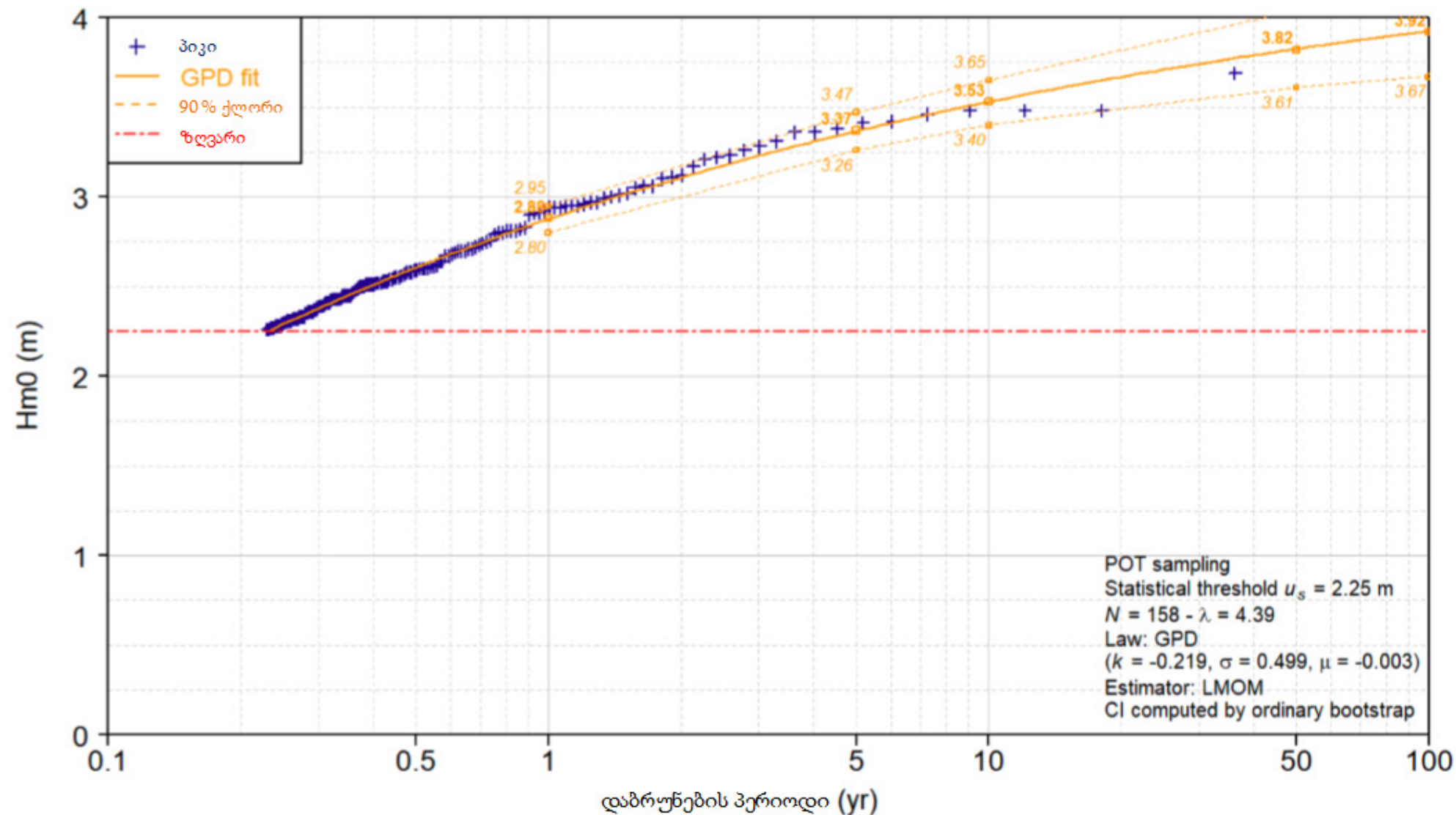
ბათუმი PS08 -  $Hm0/Tp$ 

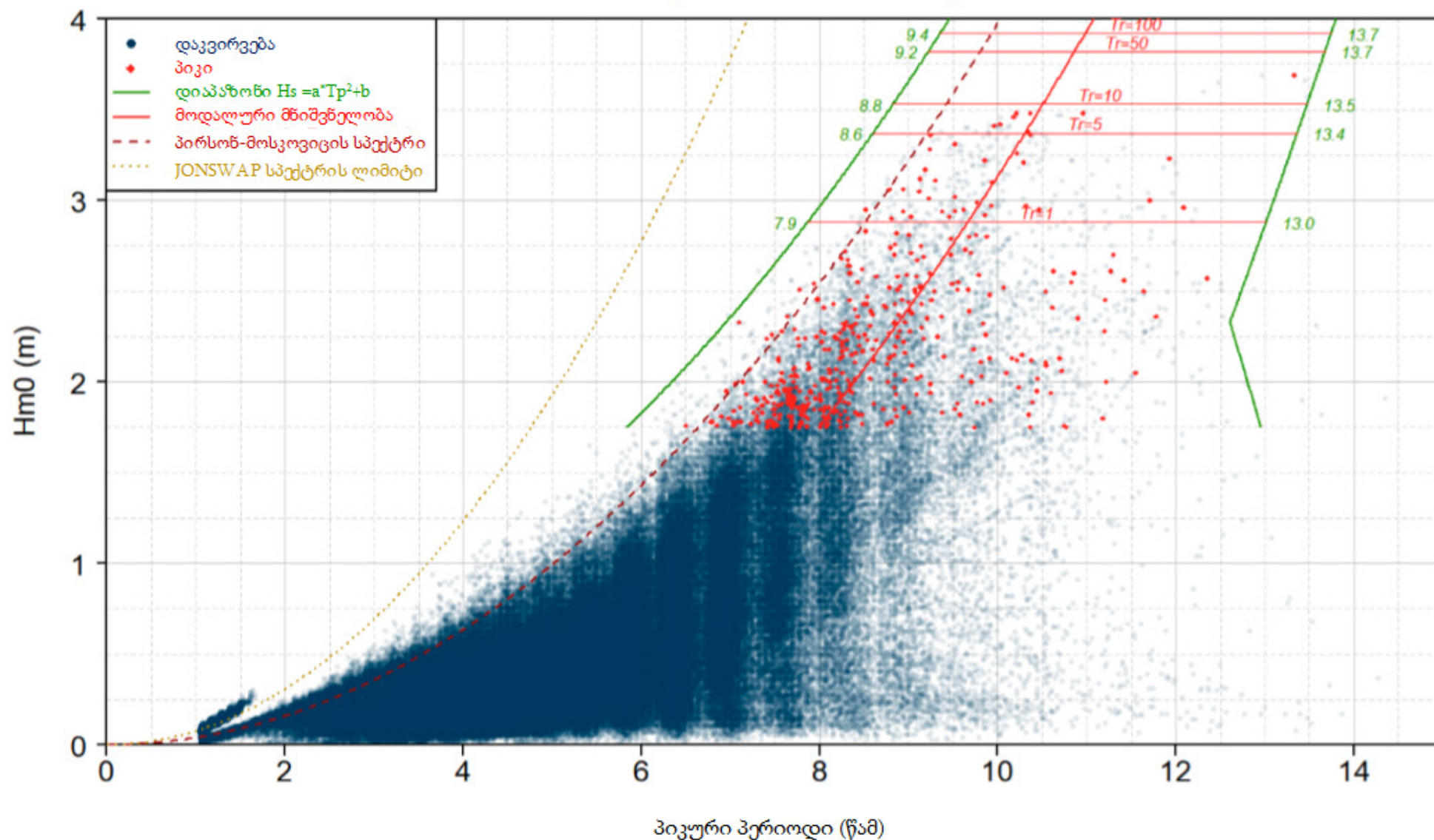


ბათუმი PS09 – დროში დაკვირვების რიგები – ზღვარი: 1.75 მ

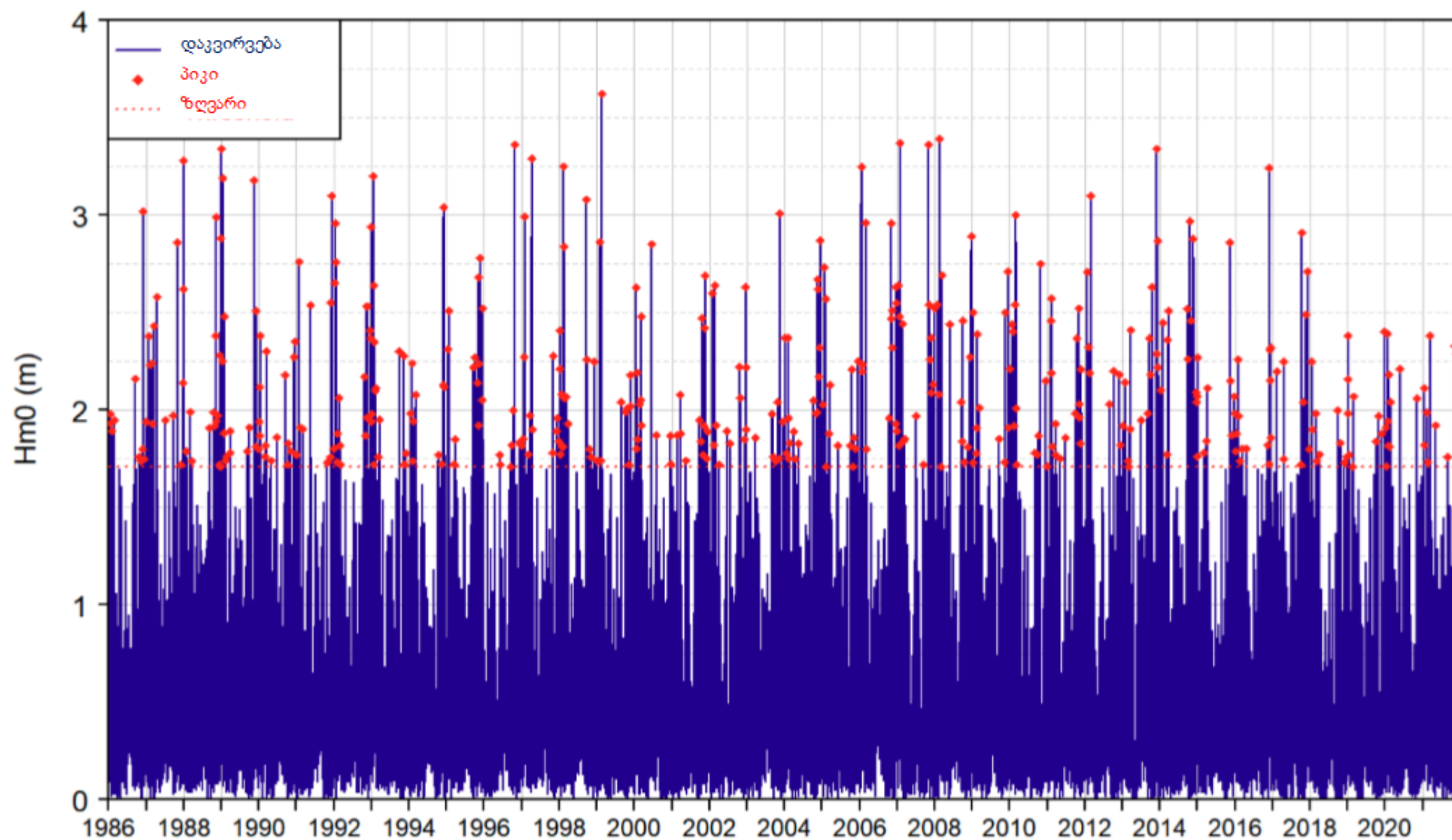


## ბათუმი PS09



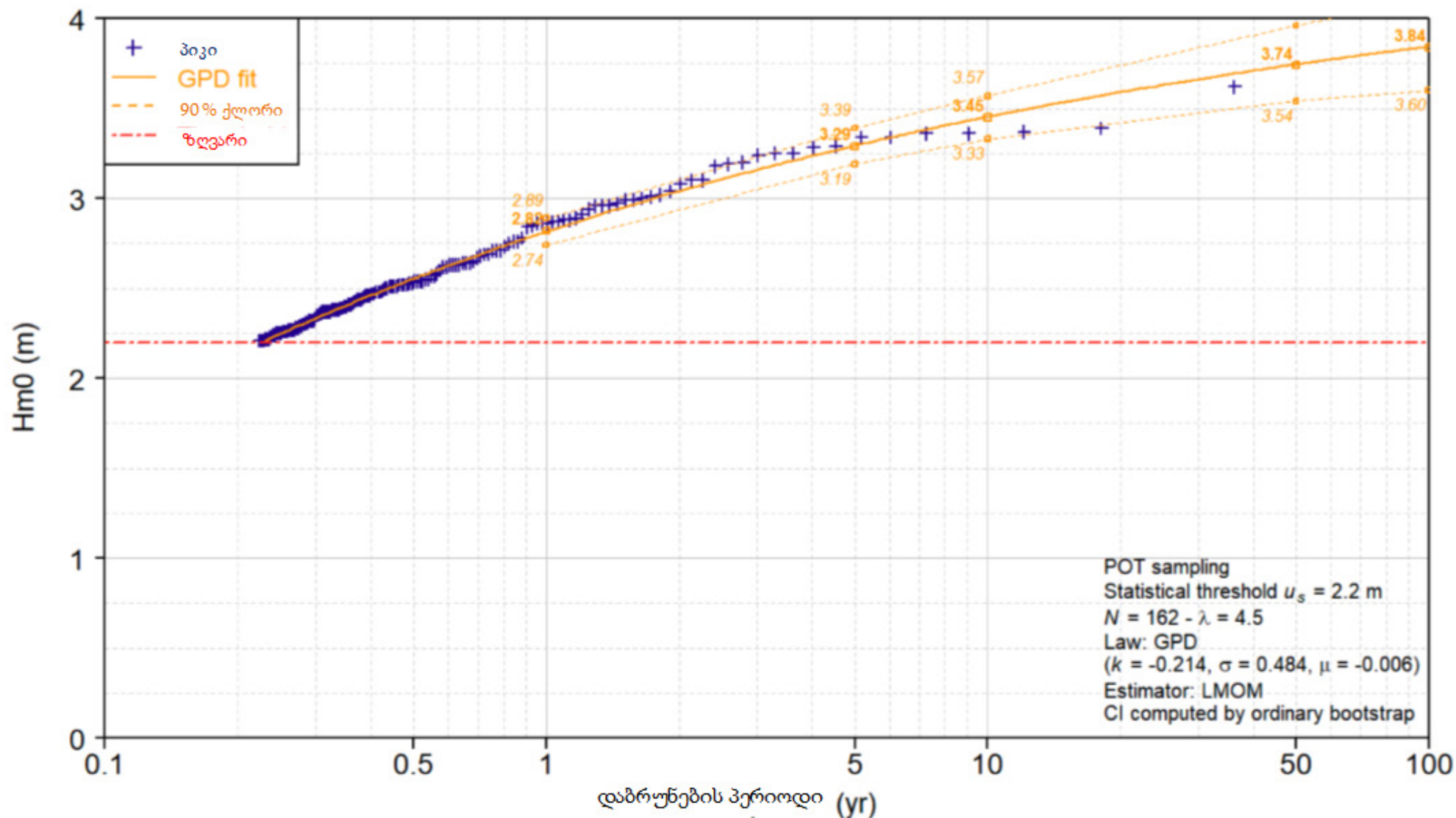
ბათუმი PS09 -  $Hm0/Tp$ 

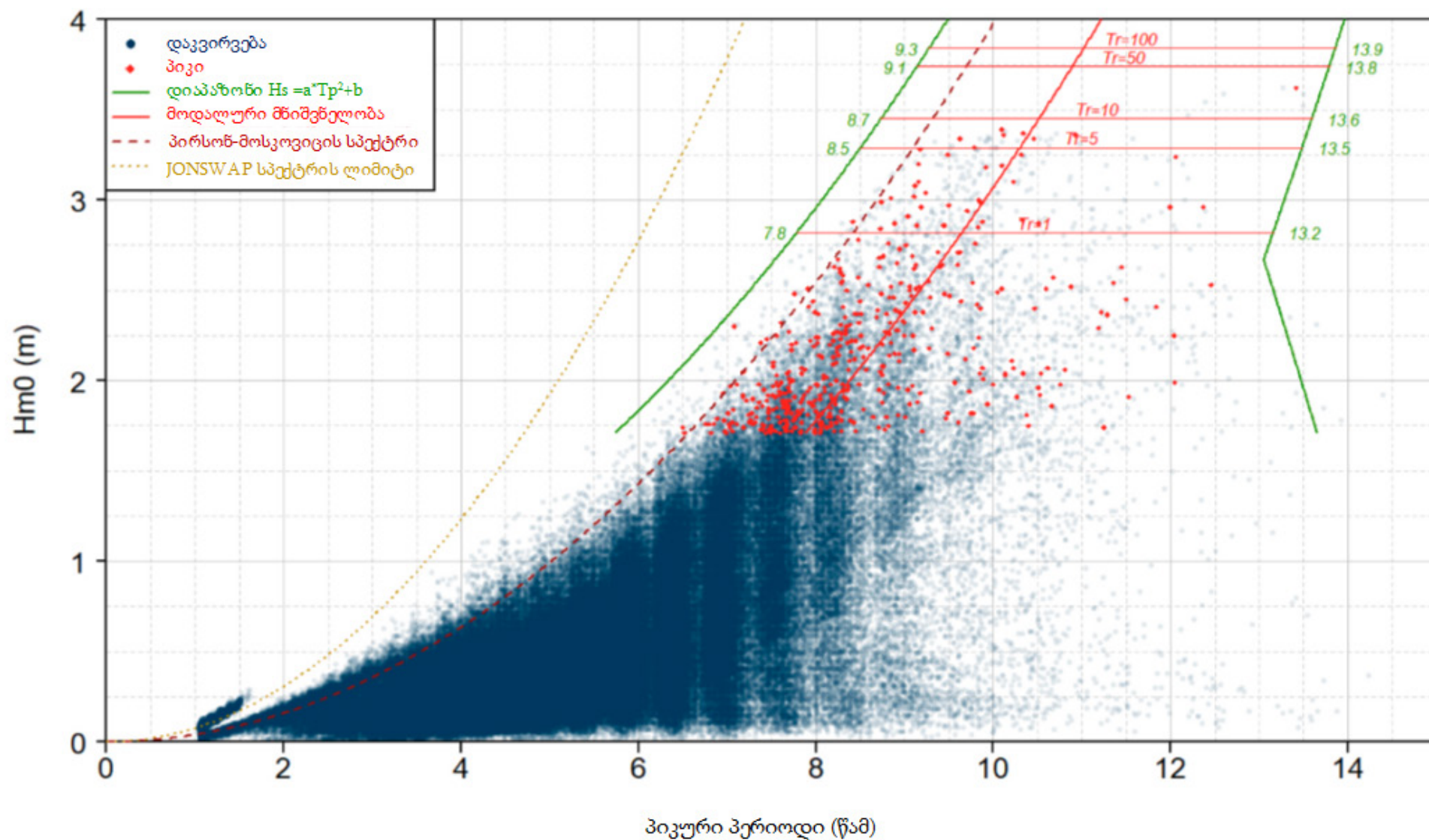
ბათუმი PS10 – დროში დაკვირვების რიგები – ზღვარი: 1.71 მ



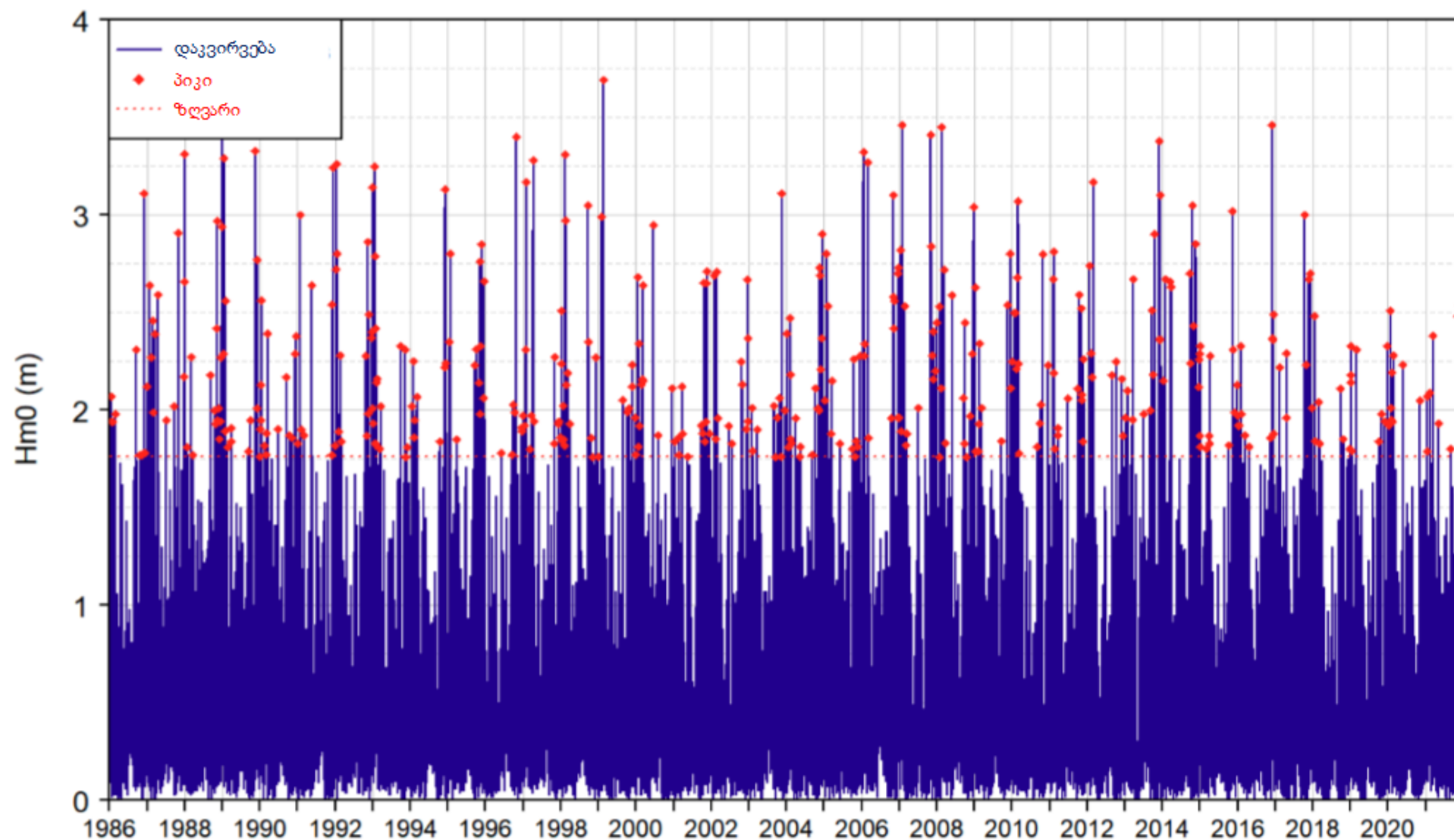


## ბათუმი PS10

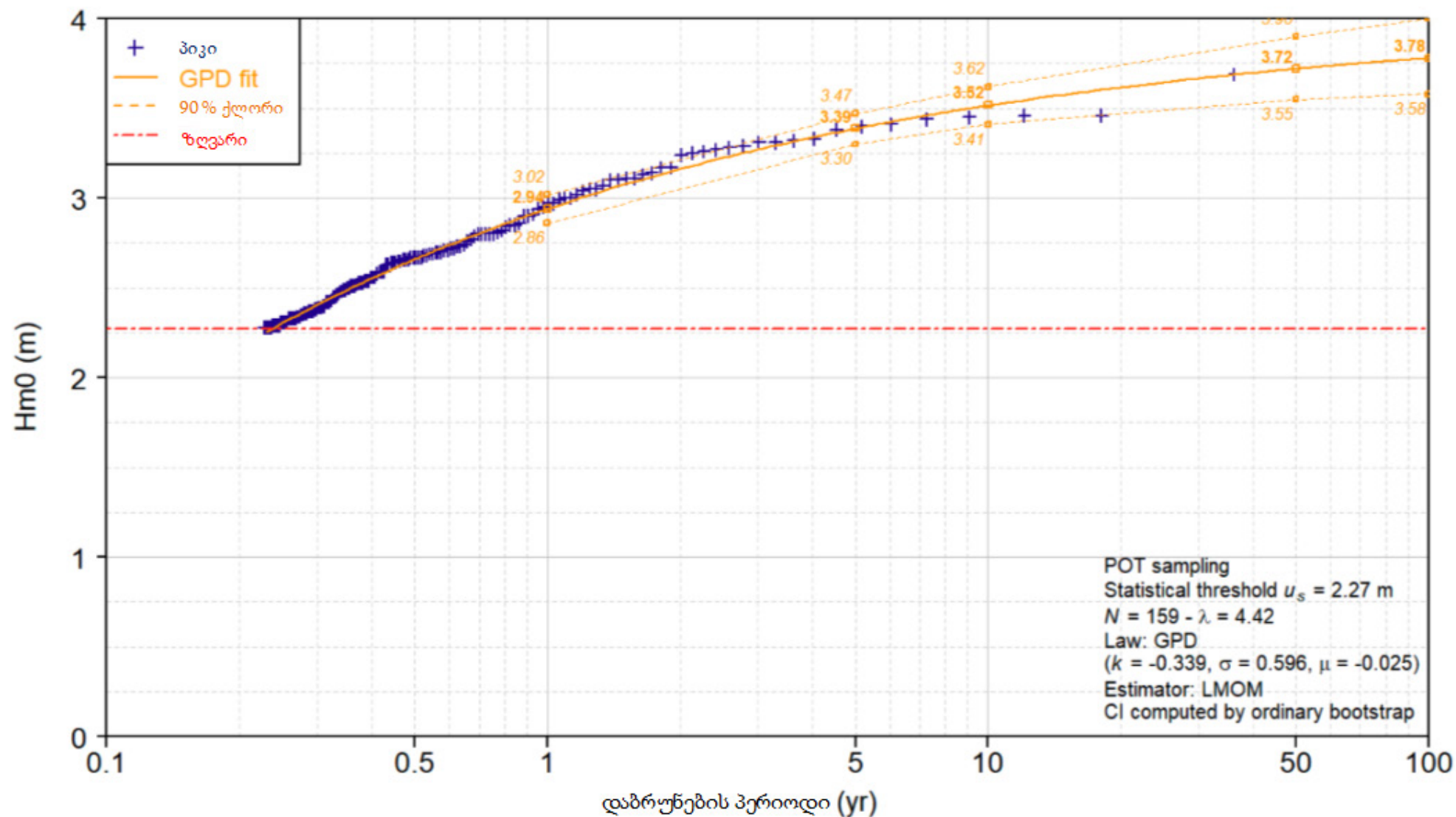


ბათუმი PS10 -  $Hm0/Tp$ 

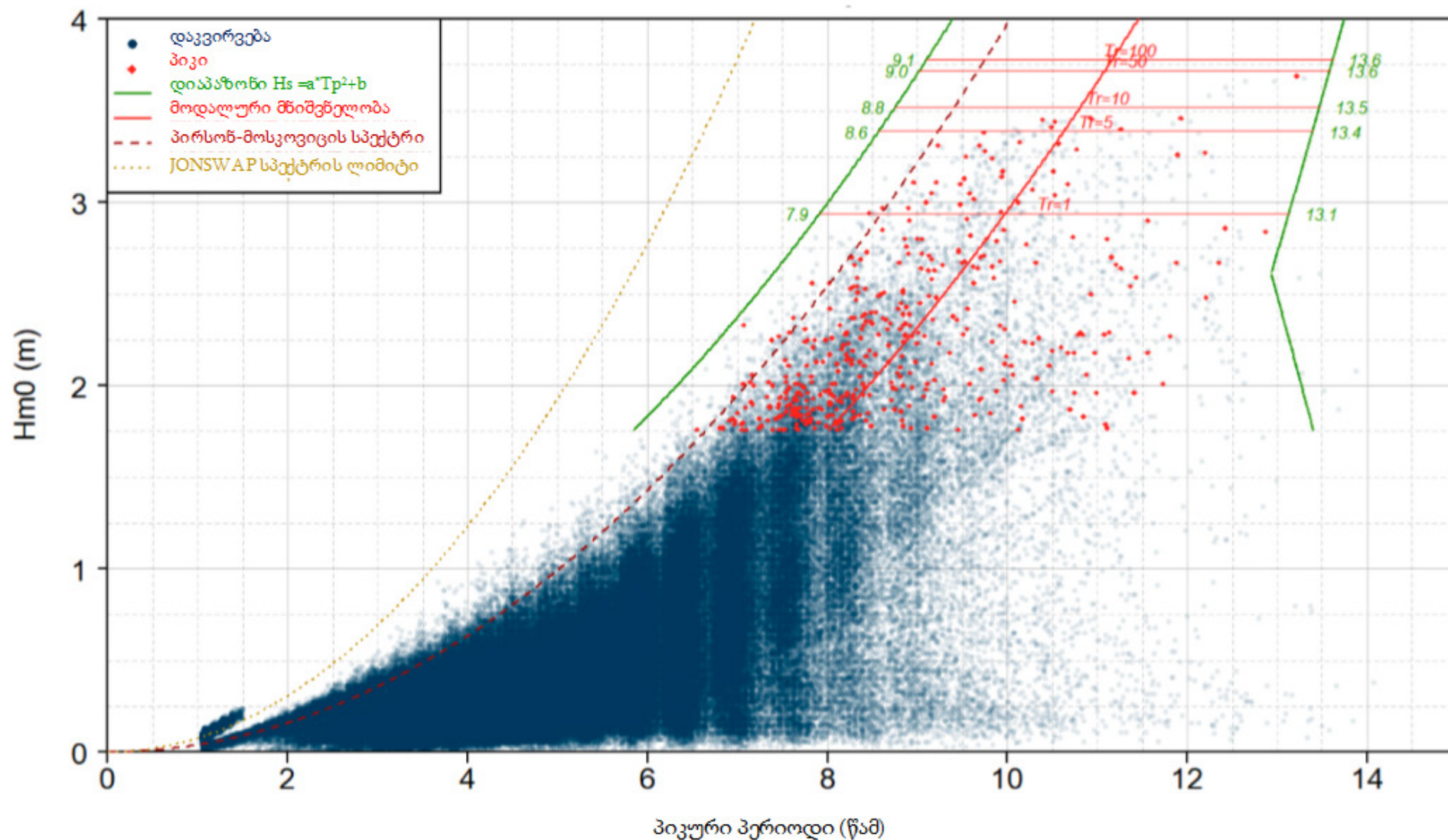
ბათუმი PS11 – დროში დაკვირვების რიგები – ზღვარი: 1.76 მ



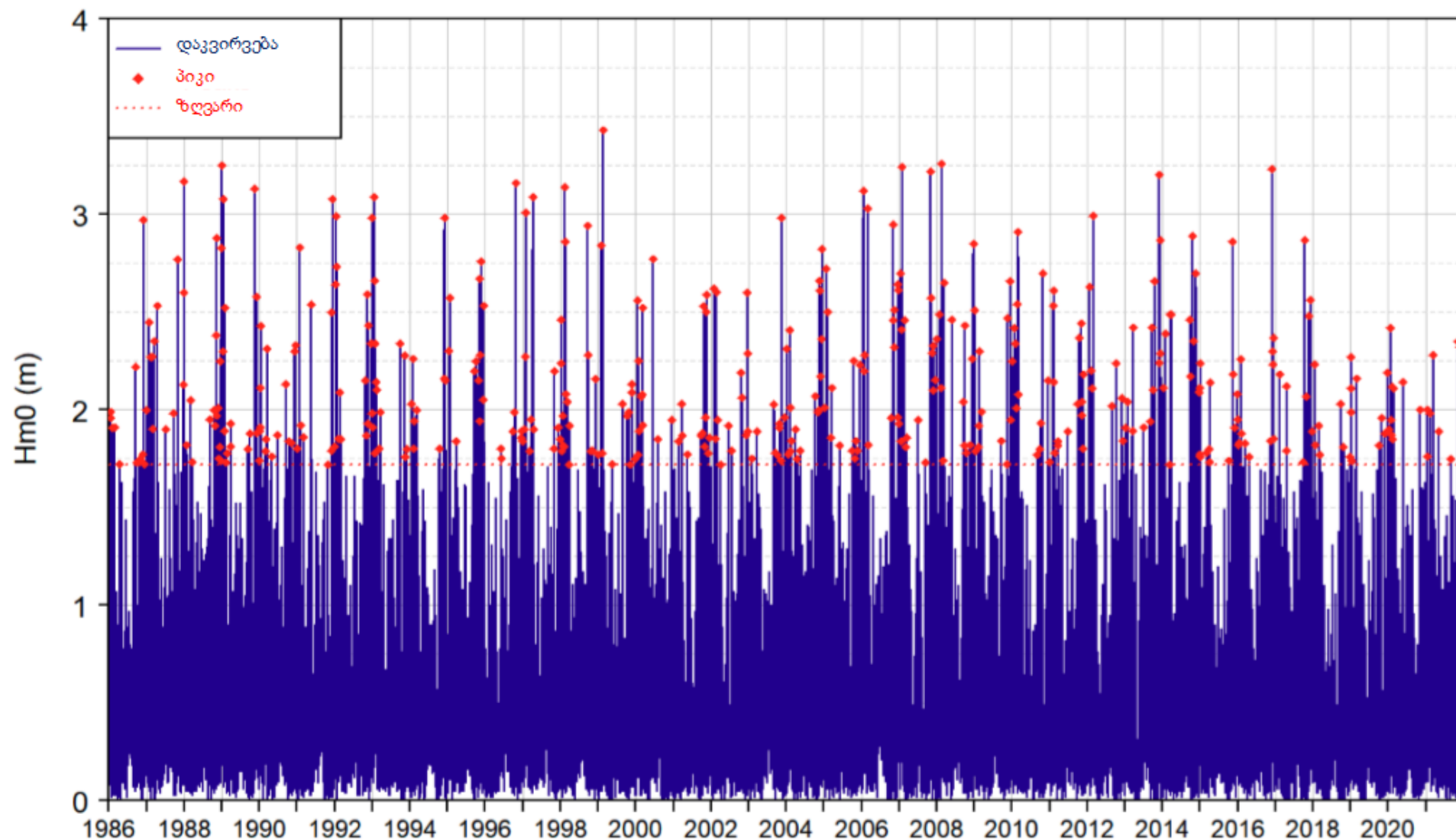
## ბათუმი PS11



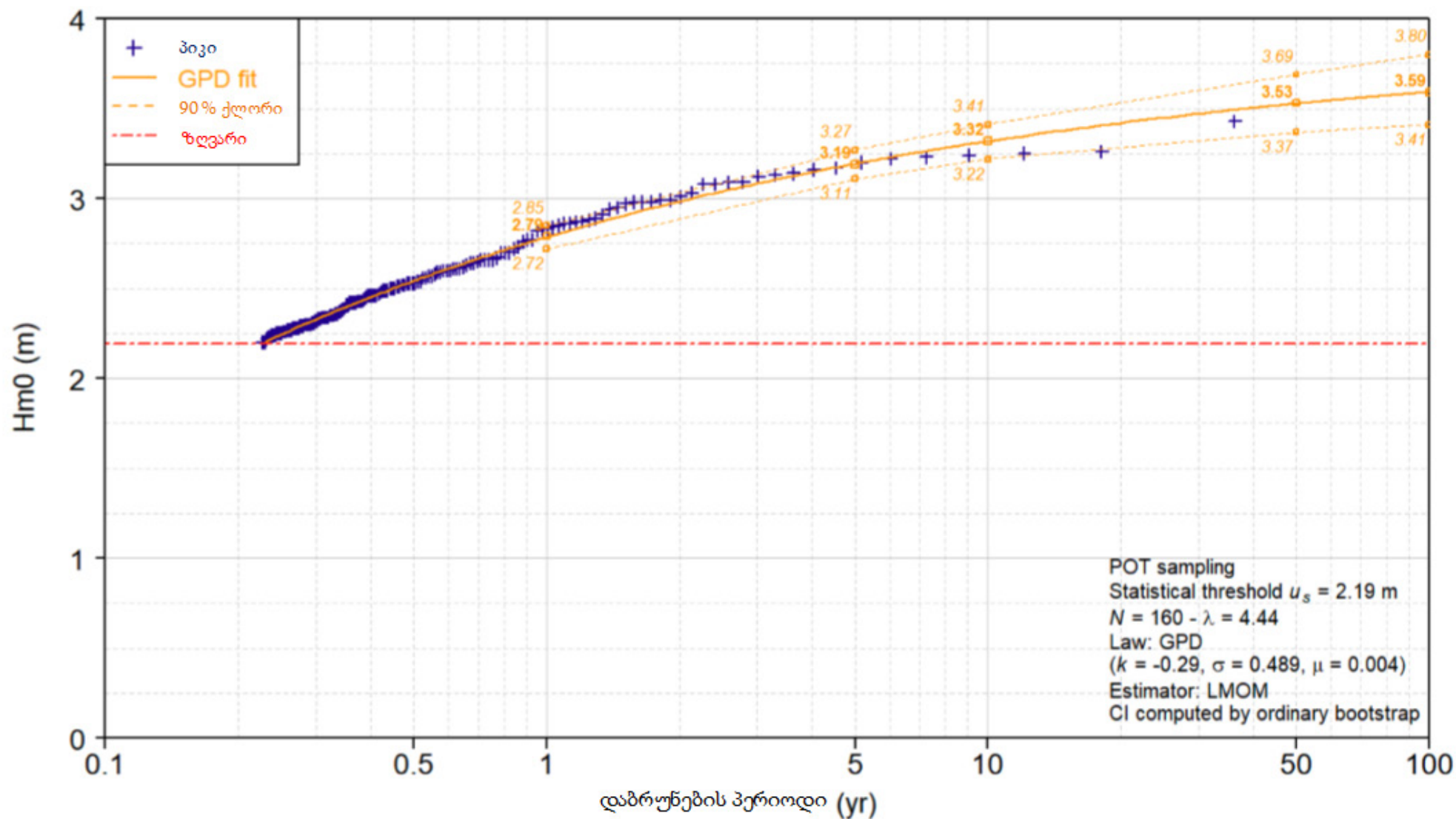


ბათუმი PS11 -  $Hm0/Tp$ 

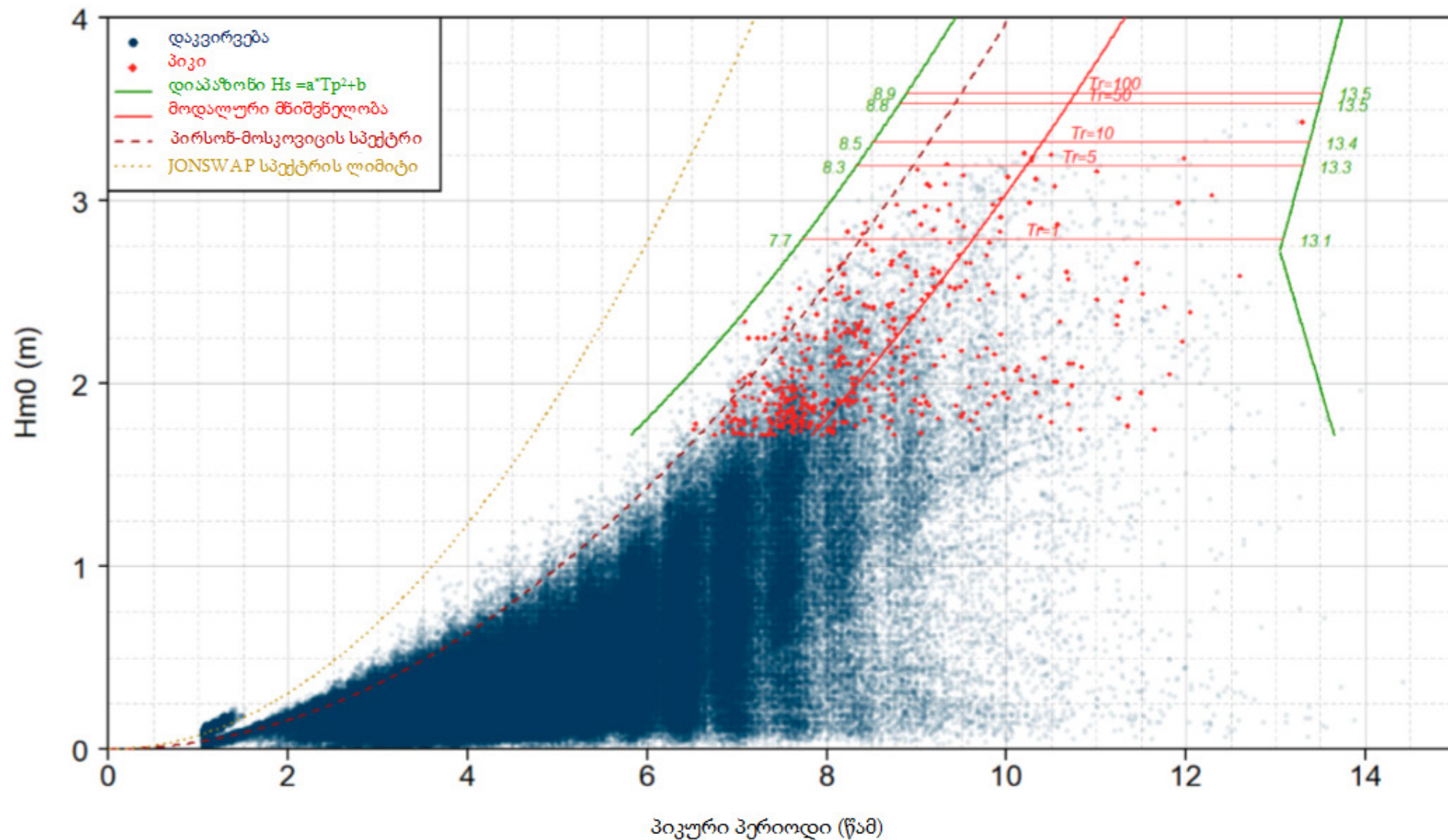
ბათუმი PS12 – დროში დაკვირვების რიგები – ზღვარი: 1.72 მ



## ბათუმი PS12

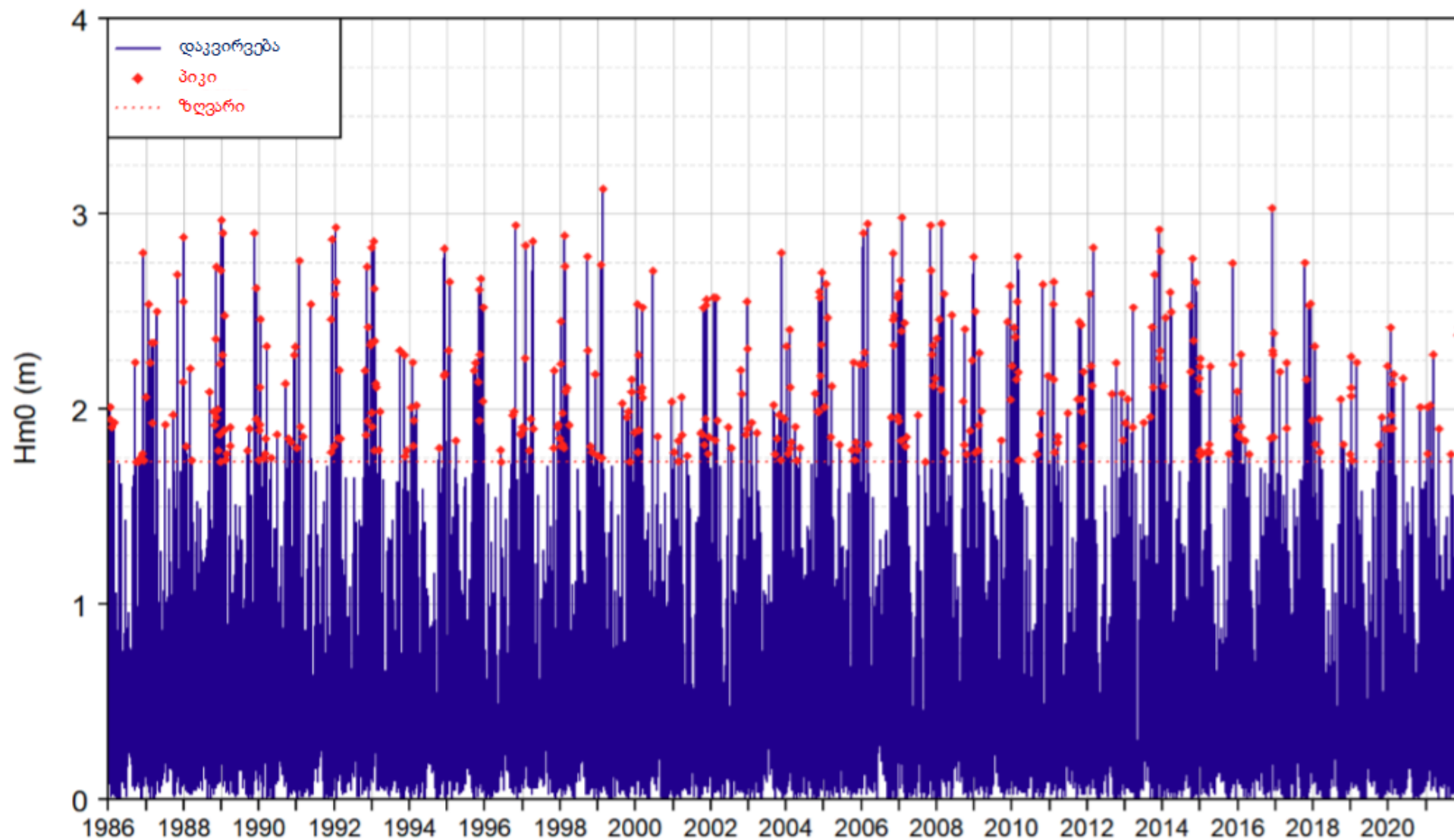




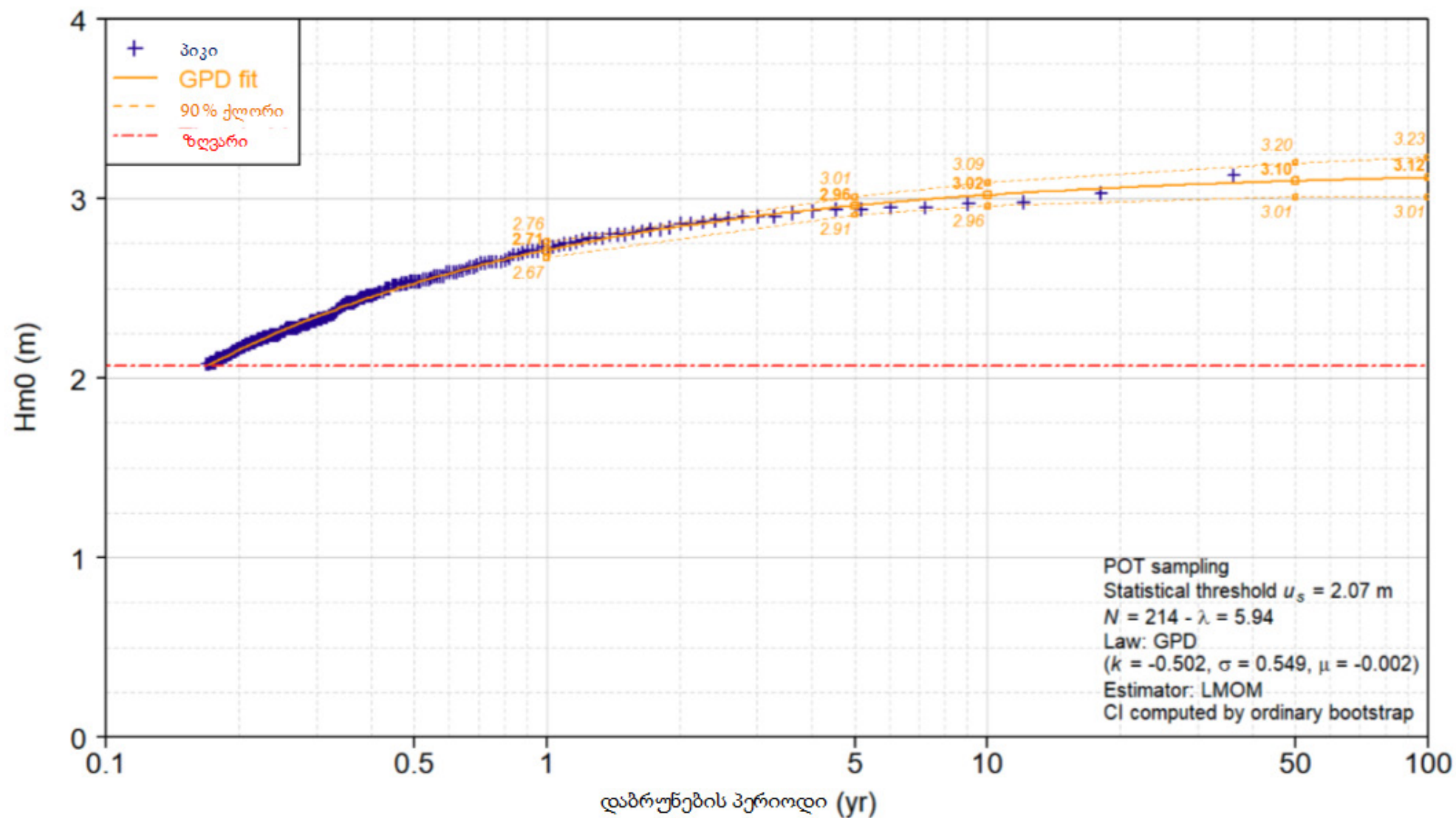
ბათუმი PS12 -  $Hm0/Tp$ 



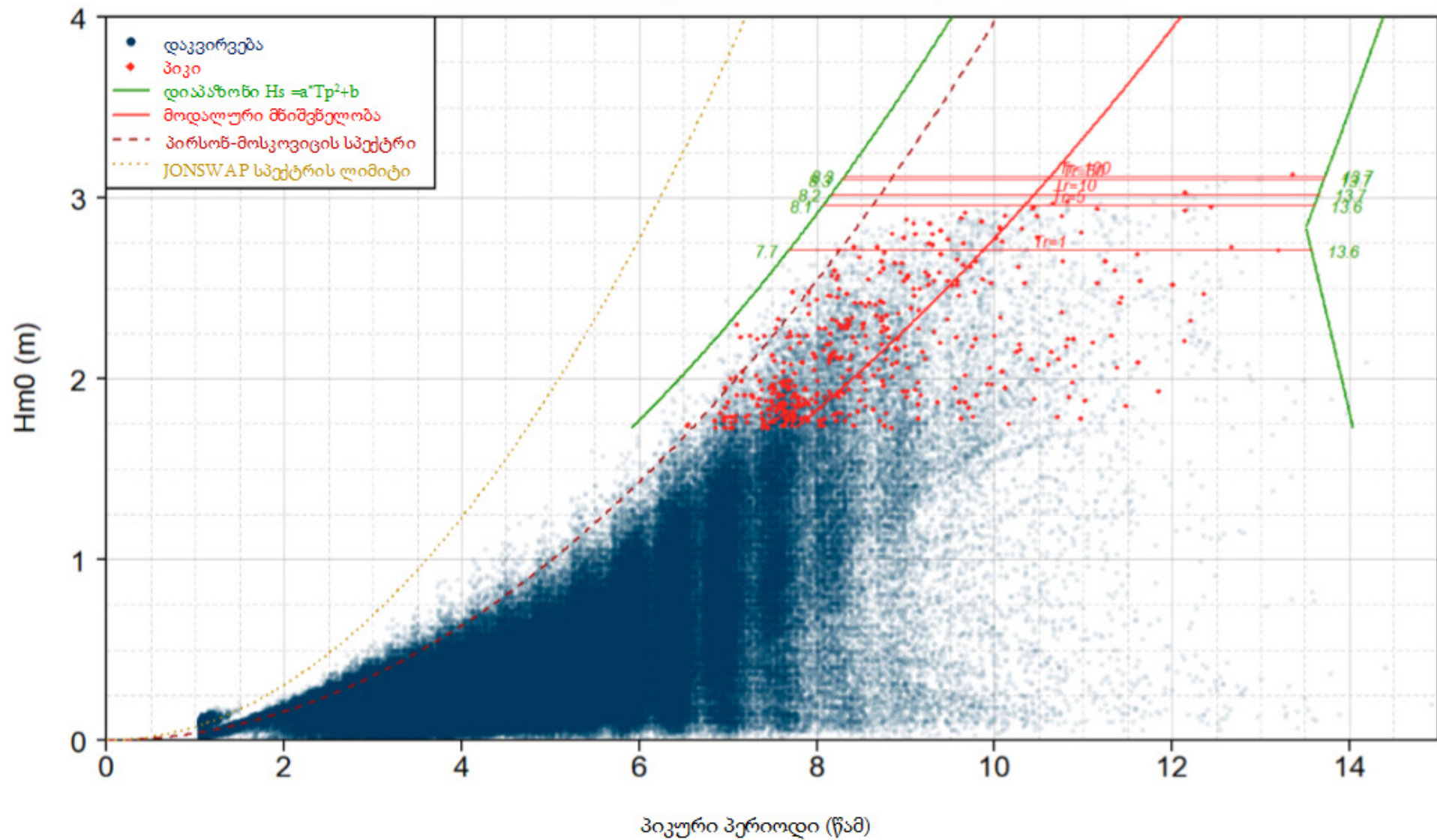
ბათუმი PS13 – დროში დაკვირვების რიგები – ზღვარი: 1.73 მ



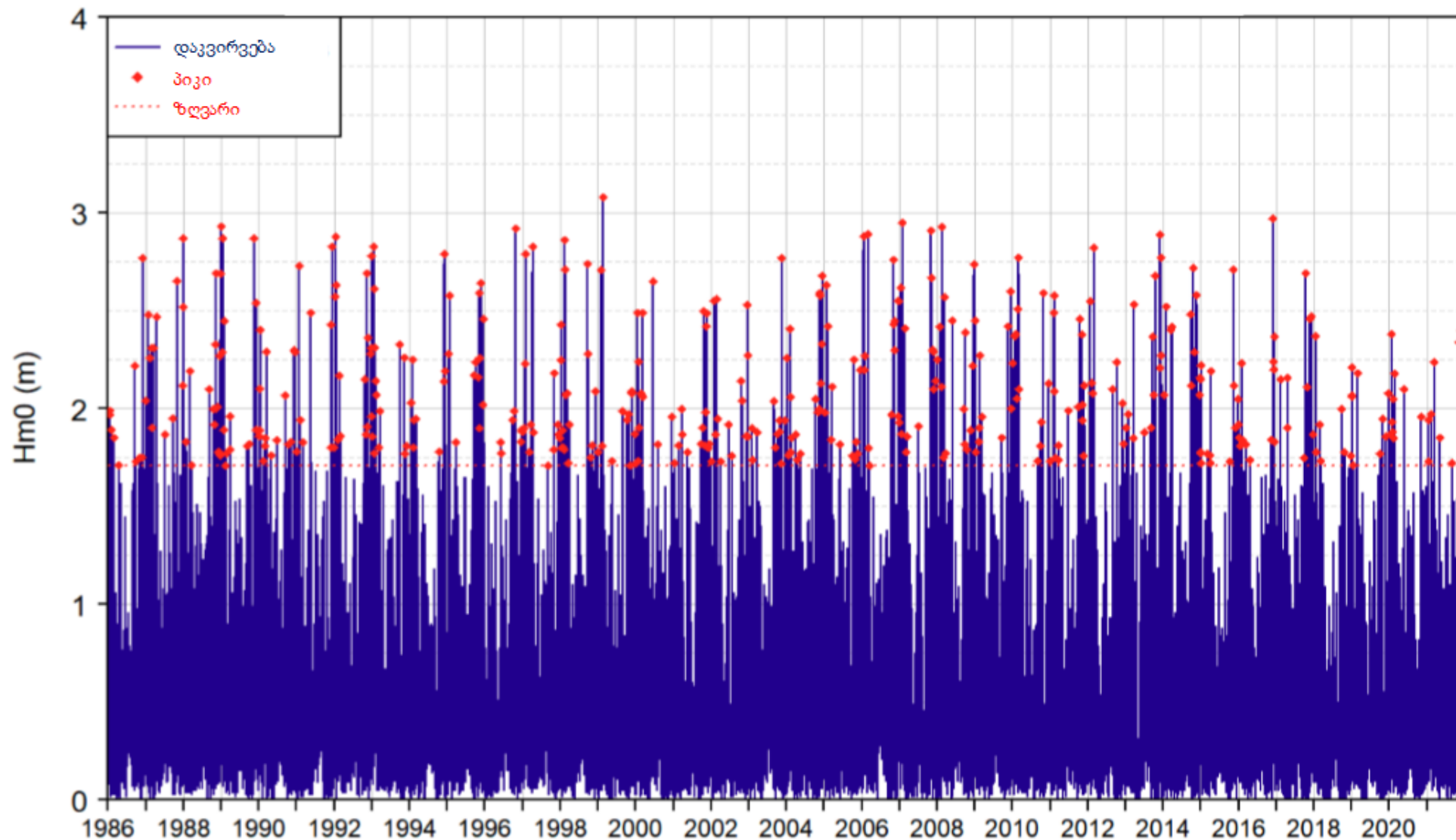
## ბათუმი PS13



ბათუმი PS13 – Hm0/Tr

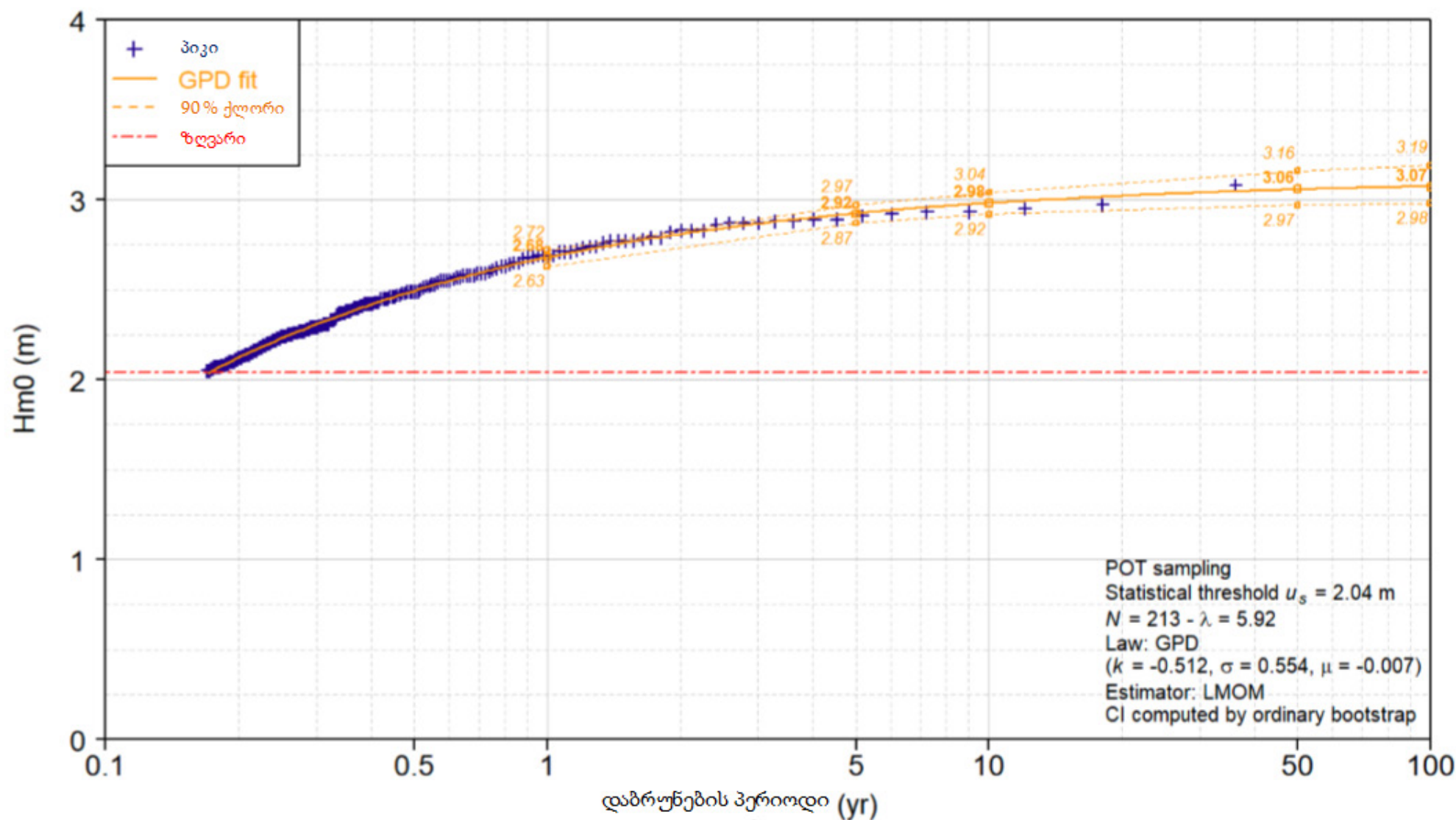


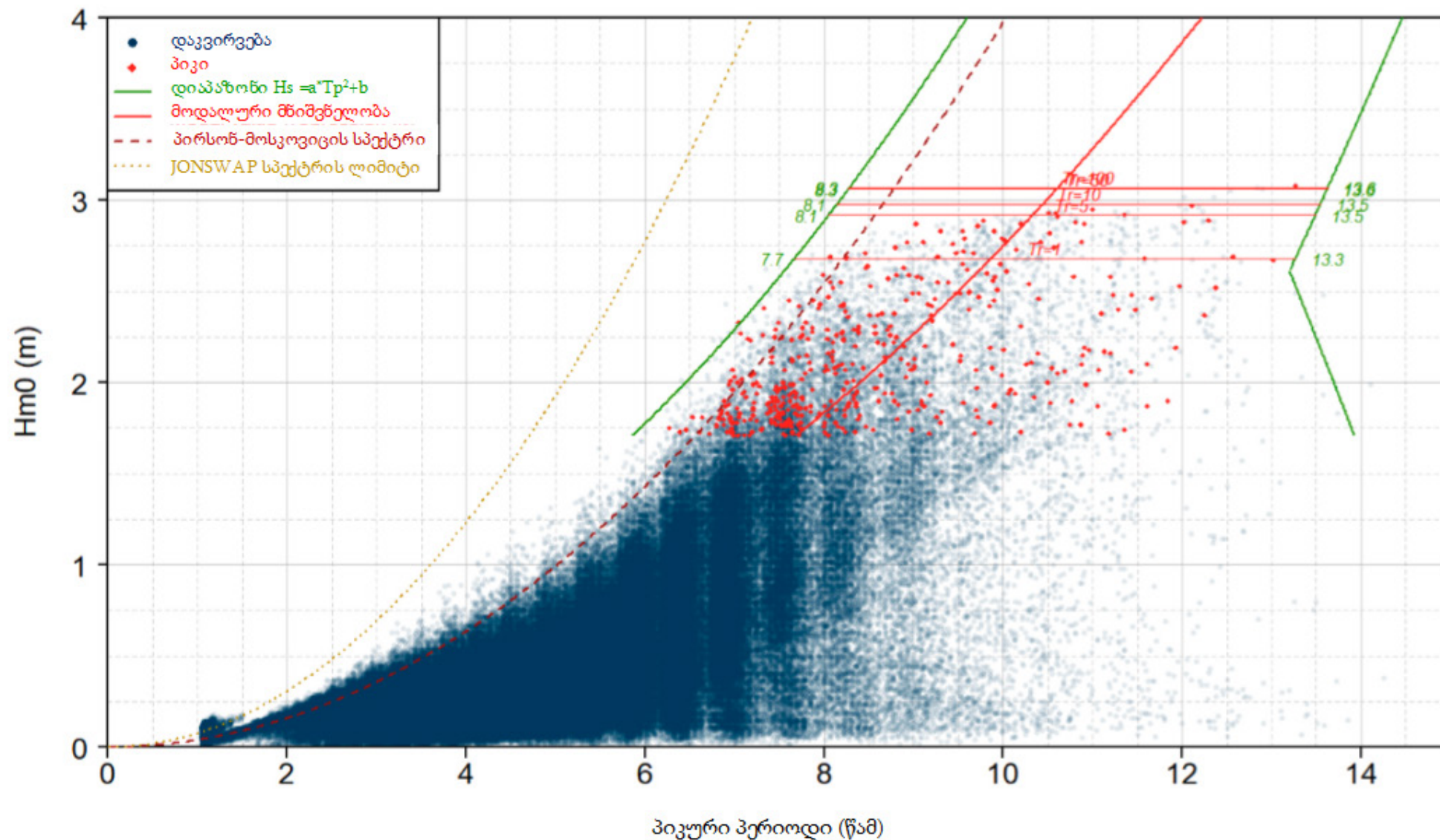
ბათუმი PS14 – დროში დაკვირვების რიგები – ზღვარი: 1.73 მ



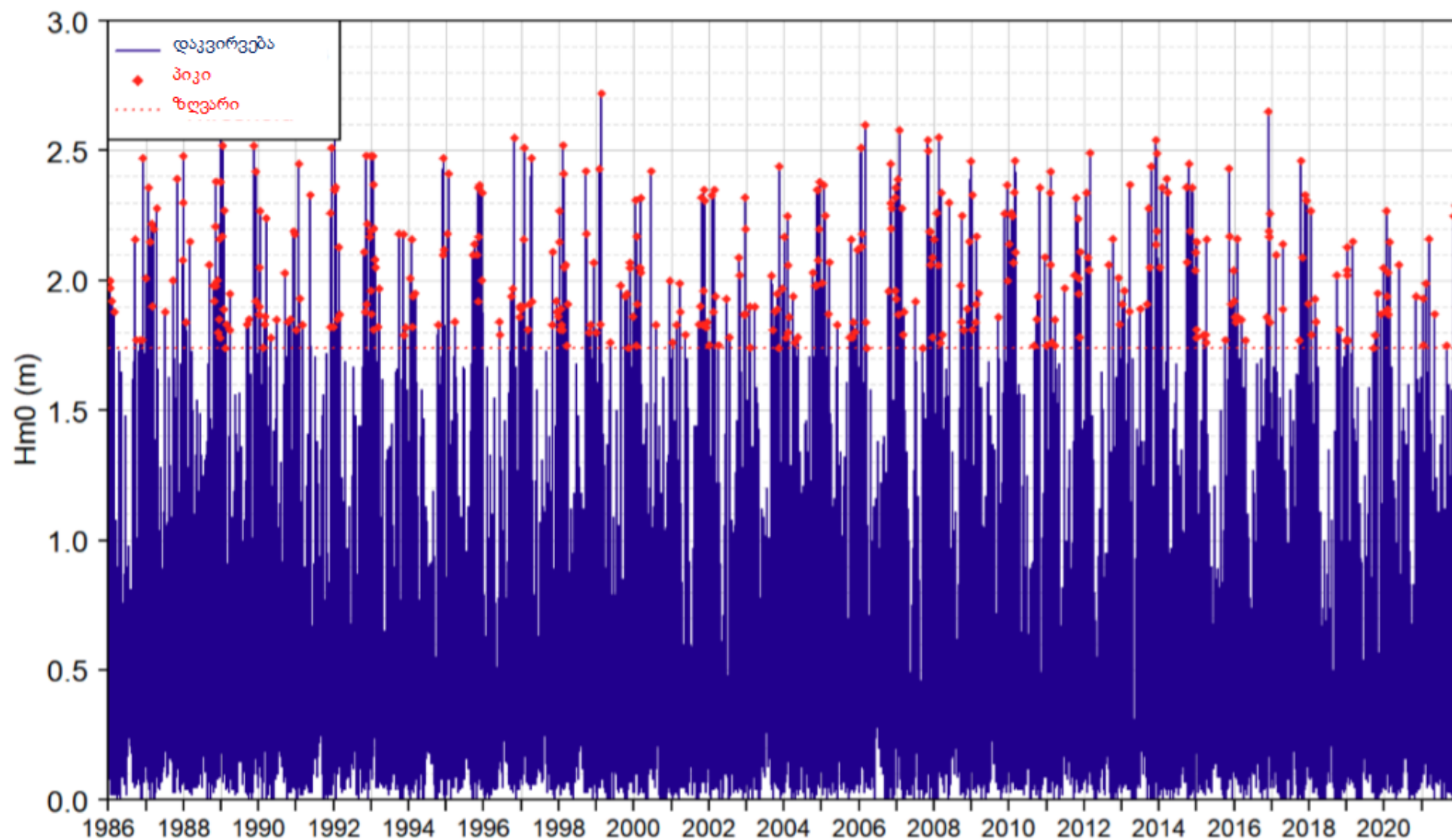


## ბათუმი PS14

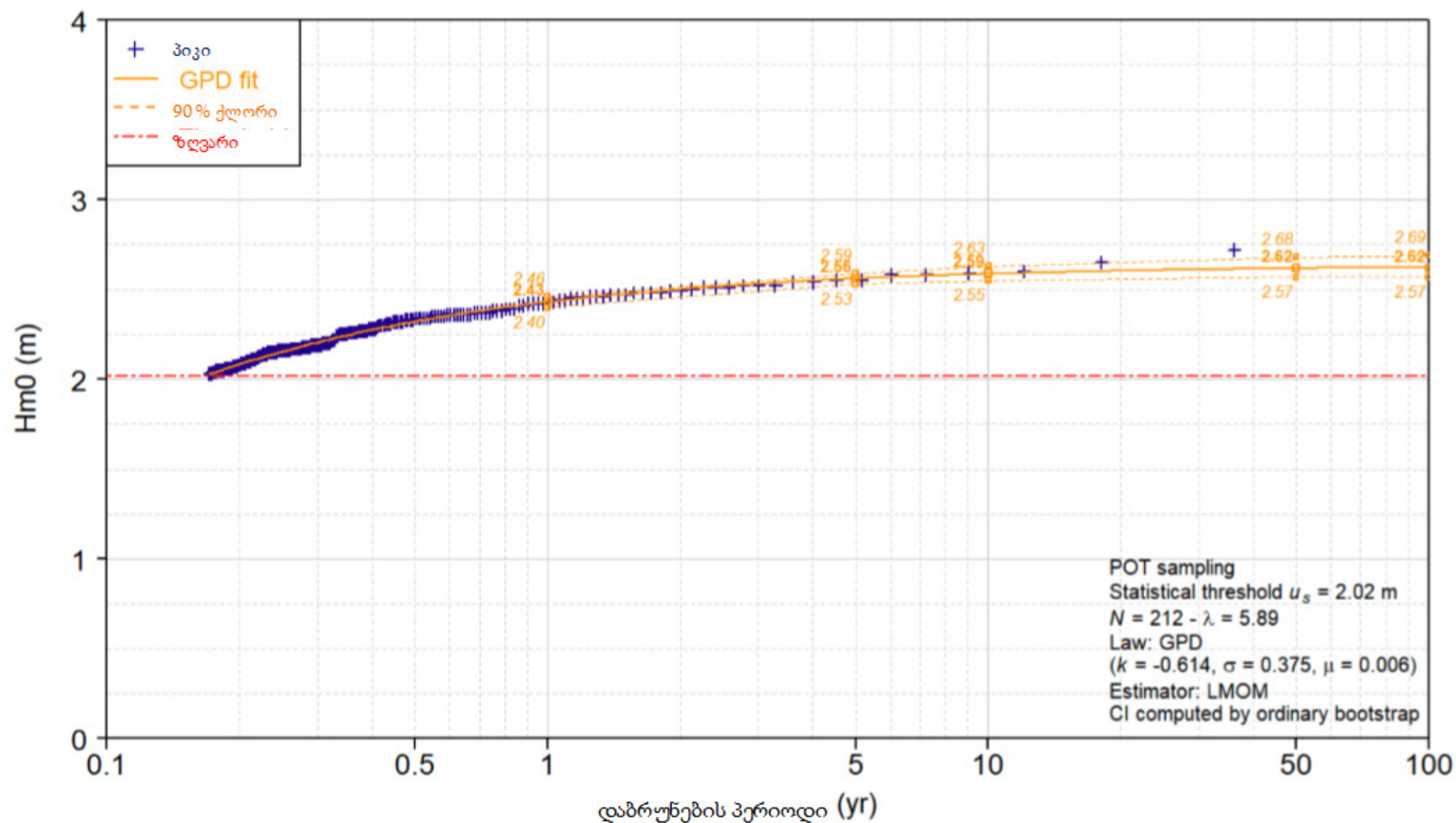


ბათუმი PS14 -  $Hm0/Tp$ 

ბათუმი PS15 – დროში დაკვირვების რიგები – ზღვარი: 1.74 მ



## ბათუმი PS15





ბათუმი PS15 -  $Hm0/Tp$ 