

საქართველოს სახელმწიფო ელექტროსისტემა



საქართველოს გენერაციის
საშუალოვადიანი და გრძელვადიანი
ადეკვატურობა
2025-2035
(ვერსია 2 – 12/2023)

თბილისი

2023



სარჩევი

1. შემაჯამებელი რეზიუმე.....	3
1.1 გენერაციის ადეკვატურობის მიზნები.....	3
1.2 გენერაციის ადეკვატურობის სცენარები.....	3
1.3. გენერაციის ადეკვატურობის ძირითადი შედეგები.....	5
2. შესავალი.....	6
2.1 საკანონმდებლო საფუძვლები.....	6
2.2 გამოყენებული პროგრამები.....	6
3. საქართველოს არსებული ელექტროენერგეტიკული სისტემა და მისი გამოწვევები.....	7
3.1 ზოგადი ინფორმაცია.....	7
3.2 მოხმარება.....	7
3.3 გენერაცია.....	9
4. მოხმარების პროგნოზირების მეთოდოლოგია.....	13
4.1 ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდა.....	13
4.2 სისტემის ოპტიმიზაციის მეთოდოლოგია.....	14
4.3 სიმპლავრის რეზერვები, მათი ტიპები და გამოყენების მიზნები.....	17
5. გაანგარიშებები და მოდელირების შედეგები.....	22
5.1 მოხმარების პროგნოზირება.....	22
5.2 2018 წლის მოდელი შექმნა და ვერიფიკაცია (შემოწმება).....	23
5.3. ჰიდროლოგიის ანალიზი და ახალი ჰესების მოდელირება.....	30
5.4 2021-2035 წლების ოპტიმიზაციის შედეგები.....	35
5.4.1 სადგურების დადგმული სიმპლავრე.....	35
5.4.2 დამატებით ასაშენებელი სიმპლავრე.....	42
5.4.3 გამომუშავება თვის და წლის ჭრილში.....	45
5.4.4 მიუწოდებელი ენერჯია - საათი.....	52
5.4.5 მიუწოდებელი ენერჯია - გვტ.სთ.....	53
5.4.6 საწვავის ხარჯი (ბუნებრივი აირი) – 1 000 000 მ3.....	54
5.4.7 რეზერვების მოთხოვნა - მგვტ.სთ.....	57
5.4.8 რეზერვების დეფიციტი - საათი/ენერჯია.....	60
5.4.9 თბოსადგურების საჭირო მოქნილობა - მგვტ.....	68



6. დასკვნები და რეკომენდაციები..... 72

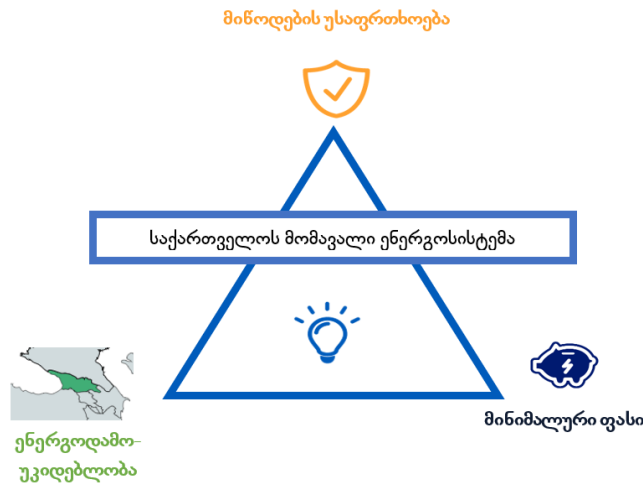
დანართი-1. გენერაციის განვითარების ყველა ნაანგარიშები სცენარი..... 73



1. შემაჯამებელი რეზიუმე

1.1 გენერაციის ადეკვატურობის მიზნები

საშუალოვადიანი და გრძელვადიანი ადეკვატურობის შეფასების მიზანია განისაზღვროს საკმარისია თუ გენერაციის ინფრასტრუქტურის მოსალოდნელი (ან დაგეგმილი) ხელმისაწვდომობა საშუალოვადიან და გრძელვადიან პერსპექტივაში ენერგოსისტემის მოხმარების დასაკმაყოფილებლად. აღნიშნული ანგარიში საშუალებას იძლევა ადეკვატურობის შეფასების საშუალებით დადგინდეს ელექტროენერგეტიკული კრიზისის ალბათობა.



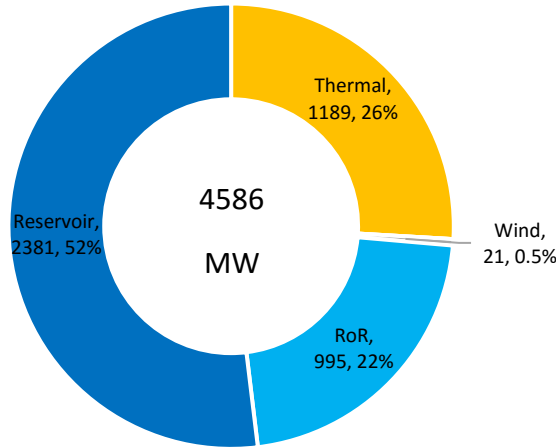
1.2 გენერაციის ადეკვატურობის სცენარები

განალიზებული იქნა ელექტროენერგეტიკული სისტემის განვითარების შემდეგი სცენარები:

1. G1L1-ის (თავისუფალი ოპტიმიზაცია, მოხმარების 3% ზრდა);
2. G2L1 -ის (თავისუფალი ოპტიმიზაცია + აუცილებლად ასაშენებელი გენერაციის წყაროები, მოხმარების 3%-იანი ზრდა) შედეგები;
3. სცენარი G2L2 -ის (თავისუფალი ოპტიმიზაცია + აუცილებლად ასაშენებელი გენერაციის წყაროები, მოხმარების 4.5%-იანი ზრდა) შედეგები;
4. G1L2-ის (თავისუფალი ოპტიმიზაცია, მოხმარების 4.5%-იანი ზრდა) შედეგები;
5. G0L1-ის (ენერგოდამოუკიდებლობის გაუარესების სცენარი, მოხმარების 3% ზრდისას);
6. G0L2-ის (ენერგოდამოუკიდებლობის გაუარესების სცენარი, მოხმარების 4.5% ზრდისას);



დღეისათვის საქართველოს გენერაციის შემადგენლობა ტექნოლოგიების მიხედვით, ასეთია:



გენერაციის განვითარების გეგმა მოიცავს შემდეგ საფეხურებს და ამოცანებს:

- ❖ **ეტაპი I დასაწყისი** მოიცავს მონაცემთა შეგროვებებს, არსებული და პერსპექტიული ელექტროსადგურების, მშპ-ის, მოსახლეობის რაოდენობის და ტურიზმის ზრდის პროგნოზების შესახებ; ასევე შეთანხმებებს ძირითადი დაშვებების შესახებ, ხორციელდება წინასწარი სცენარების შედგენა.
- ❖ **ეტაპი II - მონაცემთა ანალიზი, 2023 PLEXOS მოდელი.** ამ ეტაპზე ხდება ისტორიული ჰიდროლოგიის ანალიზი და სამი ჰიდროლოგიური სცენარის - მშრალის, საშუალო წყალუხვის - გამოვლენა; ხორციელდება ელექტროენერჯის ისტორიული მოხმარების ანალიზი და მისი სხვადასხვა ფაქტორებზე (მშპ, ტურიზმი, ხელფასები, ელექტრომანქანები და ა.შ.) დამოკიდებულების გამოვლენა; ბოლო წლების განმავლობაში სიმძლავრის რეზერვების ანალიზს; ამ ყველაფრის საფუძველზე ხორციელდება საქართველოს ელექტროენერჯეტიკული სისტემის მათემატიკური მოდელის შექმნა პროგრამაში PLEXOS და ამ მოდელის შემოწმებას (ვერიფიკაციას)
- ❖ **ეტაპი III - 2025-2035 წლების გაანგარიშებები.** დატვირთვის პროგნოზირება, მეორე ეტაპზე გამოვლენილი დამოკიდებულების საფუძველზე, სხვადასხვა ფაქტორების ცვლილების შემთხვევაში დგინდება როგორ შეიცვლება ელექტროენერჯის მოხმარება; ხორციელდება 2025-2035 წლებისთვის საქართველოს მათემატიკური მოდელის შექმნა პროგრამაში PLEXOS, რაც მოიცავს მოხმარების პროგნოზს 2025-2035 წლებისთვის, არსებულ გენერაციის წყაროებს, დაგეგმილ გენერაციის წყაროებს და კანდინატ პროექტებს, ასევე საჭირო რეზერვებს და ჰესების კასკადებს; პროგრამა PLEXOS- ში ხორციელდება საათობრივი ოპტიმიზაცია, როდესაც პროგრამა დაგეგმილი სადგურების გარდა აშენებს კანდინატი სადგურებიდან ისეთ პროექტებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ 1 - მიწოდების უსაფრთხოებას, 2 - ენერგოდამოუკიდებლობას და 3 - ელექტროენერჯის ხელმისაწვდომობას, ხორციელდება ფინანსური ანალიზი, რომელიც უზენაეს რა ჯდება სისტემის ფასი და როგორია მისი კომპონენტები.



- ❖ ეტაპი IV შედეგების დამუშავება, რაც გულისხმობს წინა ეტაპზე გაანგარიშებებით მიღებული ელექტროსადგურის მშენებლობის ოპტიმალური სიის და გენერაციის ოპტიმალური შემადგენლობის გამოვლენას, გეწ ინტეგრაციის დონეების დადგენას, გენერაციის ადეკვატურობის მაჩვენებლების, რეზერვების და სისტემის ხარჯების დადგენას.
- ❖ ეტაპი V დოკუმენტის დასრულება, მოიცავს გენერაციის განვითარების გეგმის დრაფტი დოკუმენტის შედგენას და მის განხილვას ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტროსთან, ასევე სხვა დაინტერესებულ მხარეებთან. დოკუმენტის კორექტირებებს, ხოლო საჭიროების შემთხვევაში დამატებითი სცენარების გაანგარიშებებს და გენერაციის განვითარების გეგმის საბოლოო დოკუმენტის შექმნას. გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, განიხილება საკანონმდებლო ცვლილება, რომლის საფუძველზეც გადამცემი სისტემის ოპერატორი ყოველ ორ წელიწადში ერთხელ შეიმუშავებს გენერაციის განვითარების გეგმას და მას დაამტკიცებს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტრო.

1.3. გენერაციის ადეკვატურობის ძირითადი შედეგები

თავისუფალი ოპტიმიზაციით ანგარიშის დროს (G1), როდესაც პროგრამა PLEXOS-ს ეძლევა საშუალება, რომ გამოავლინოს ასაშენებელი სადგურები, ხდება ძირითადად ქარის სადგურების, მზის სადგურებისა და მოდინების ჰესების მშენებლობა და შედარებით მცირეა ახალი წყალსაცავიანი ჰესების წილი. აღნიშნულის ძირითადი მიზეზია, რომ ჯამში მზისა და ქარის სადგურების გამომუშავება თვეების ჭრილში უფრო სტაბილურია, ვიდრე მოდინების ჰესების.

ყველა ზემოთმოყვანილ სცენარში სისტემის ადეკვატურობის მაჩვენებლები დამაკმაყოფილებელია. განახლებადების ინტეგრირების სცენარებში G1 და G2 გენერაციის ხვედრითი ფასი ერთნაირია, და ვინაიდან G2 უზრუნველყოფს წყალსაცავიანი ჰესების ინტეგრირებას, რომლებიც სისტემის მოქნილობას მკვეთრად ამაღლებენ, ამიტომ G2 სცენარი უპირატესია. რაც შეეხება G0 სცენარებს, როდესაც მოხმარების დაფარვა ხდება თბოსადგურებით.

აქედან გამომდინარე, ენერგეტიკული უსაფრთხოების, ენერგოდამოუკიდებლობის და ელექტროენერჯის ხელმისაწვდომობის ამოცანის გადაწყვეტა ყველაზე ოპტიმალურად ხორციელდება G2 სცენარებში, როდესაც წყალსაცავიანი ჰესების კვალდაკვალ შენდება მზისა და ქარის ელექტროსადგურები, რომლების უზრუნველყოფენ სისტემის საკუთარი წყაროებით თანაბარ გენერაციას წლის განმავლობაში. მათი საათური და წუთობრივი არასტაბილურობის დაფარვა კი ხორციელდება წყალსაცავიანი ჰესებით.



2. შესავალი

2.1 საკანონმდებლო საფუძვლები

გენერაციის განვითარების გეგმა ეფუძნება „საქართველოს კანონის ელექტროენერგეტიკისა და წყალმომარაგების შესახებ“ თავი XXXIII-ს. „ელექტროენერჯის მიწოდების უსაფრთხოება“ მუხლი 138-ს. „ელექტროენერჯის მიწოდების უსაფრთხოების ზედამხედველობა“ და ამავე კანონის 132-ე მუხლის მე2 პუნქტის „დ“ ქვეპუნქტის, ასევე 167-ე მუხლის მე-3 პუნქტის საფუძველზე მომზადებულ „ელექტროენერჯის მიწოდების უსაფრთხოების წესებს“.

2.2 გამოყენებული პროგრამები

ალბათური გაანგარიშებებისთვის (მათ შორის გენერაციის ადეკვატურობა და მოქნილობა) გამოყენებული იქნა ენერგოსისტემის მოდელირების პროგრამა PLEXOS.



3. საქართველოს არსებული ელექტროენერგეტიკული სისტემა და მისი გამოწვევები

3.1 ზოგადი ინფორმაცია

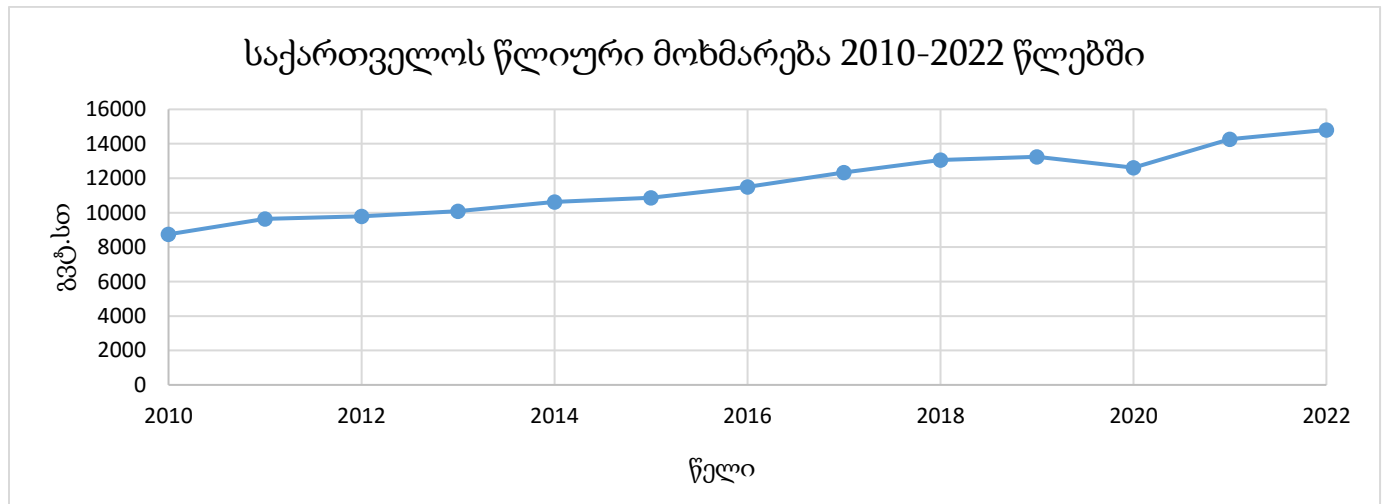
საქართველოს ენერგოსისტემა წარმოადგენს მცირე ზომის ენერგოსისტემას, რომელიც ძირითადად ხასიათდება დიდი ჰიდროგენერაციით და მოხმარების სწრაფი ზრდის ტემპით. უდიდეს მოხმარების პუნქტს ქვეყნის აღმოსავლეთ ნაწილში დედაქალაქი წარმოადგენს, რომლის მიმართულებითაც საქართველოს დასავლეთ ნაწილიდან, მძლავრი ჰიდროგენერაციის მქონე რეგიონიდან, გადამცემი ქსელით გაედინება სიმძლავრე.

საქართველოს გადამცემი ქსელი ძირითადად ხასიათდებოდა რადიალური ხაზებით, ხოლო საქართველოს გენერაცია - ქვეყნისთვის არაპროპორციულად დიდი ენერგო აგრეგატებით. შედეგად უმეტესი გადამცემი ხაზის ან გენერაციის ობიექტის ავარიულად გამორთვის იზოლირებულ რეჟიმში პრაქტიკულად ყოველთვის მოჰყვებოდა მოხმარებლის სრული ან ნაწილობრივი ჩაქრობა.

უკანასკნელი ორი ათწლეულის განმავლობაში საქართველოს მოხმარება მნიშვნელოვნად გაიზარდა, ასევე განხორციელდა გადამცემი სისტემის რეაბილიტაცია და გაძლიერება მიწოდების საიმედოობის ასამაღლებად. მოწყო რთული სასისტემო ავტომატიკები, რომლებიც მყისიერად ახორციელებენ ავარიის ლიკვიდირებას და ამცირებენ ავარიულად გათიშული მოხმარებლის თუ გენერაციის ოდენობას. მიუხედავად აღნიშნული ქმედებებისა დღეის ვითარებით მაინც.

3.2 მოხმარება

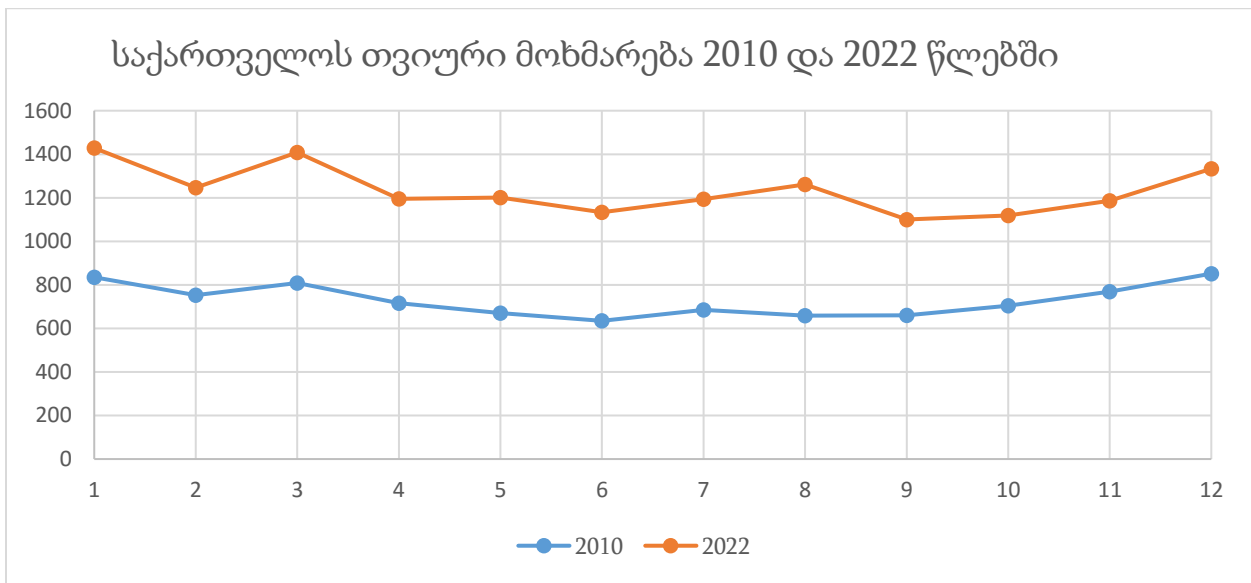
საქართველოს ელექტროენერჯის ჯამური მოხმარება გასული ათწლეულის განმავლობაში მნიშვნელოვნად გაიზარდა. ამ ზრდაში მნიშვნელოვანი წილი ქვეყნის ეკონომიკურმა განვითარებამ და ტურიზმმა შეიტანა. ბოლო ათი წლის სტატისტიკაზე დაყრდნობით შეიძლება ითქვას, რომ მოხმარება საშუალოდ 4.5%-ით იზრდება წელიწადში.





ნახ. 3.1 - საქართველოს წლიური მოხმარება 2010-2019 წლებში

საქართველოს ჯამური მოხმარება არათანაბრად არის განაწილებული სეზონურობისა და თვეების მიხედვით. მოსახლეობისა და მრეწველობის მხრიდან კონდიციონების სისტემების მასობრივმა შექმნამ განაპირობა თვიური მოხმარების უთანაბრობის კიდევ უფრო მეტად ზრდა. განსაკუთრებით აღსანიშნავია ზაფხულის მოხმარების ყველაზე სწრაფი ზრდა. მოხმარება ყველაზე მეტია ზამთარსა და ზაფხულში, გათბობისა და გაგრილების სისტემების ამუშავების გამო. გაზაფხულსა და შემოდგომაზე კი, როდესაც ტემპერატურა ადამიანისთვის კომფორტულ ზღვრებში მერყეობს, მოხმარება ყველაზე მეტად მცირდება. კლიმატური პირობებიდან გამომდინარე ე.წ. „გაზაფხულის“ და „შემოდგომის“ პერიოდი ენერგო მოხმარების პროფილზე ყველაზე უფრო ხანმოკლეა, რადგან ზამთრის დაბალ ტემპერატურებს ძალიან მალევე ცვლის ზაფხულის მაღალი ტემპერატურები და პირიქით.



ნახ. 3.2 - საქართველოს თვიური მოხმარება 2010 და 2019 წლებში

საქართველოს თვიურ მოხმარებასთან ერთად ასევე მნიშვნელოვანი ცვლილება განიცადა მოხმარების საათურმა პროფილმა. შუადღის პიკური მნიშვნელობის ზრდა უფრო სწრაფი ტემპით აღინიშნება ვიდრე საღამოს მოხმარების. შედეგად შუადღის პიკსა და საღამოს პიკს შორის სხვაობა უფრო და უფრო მცირდება.

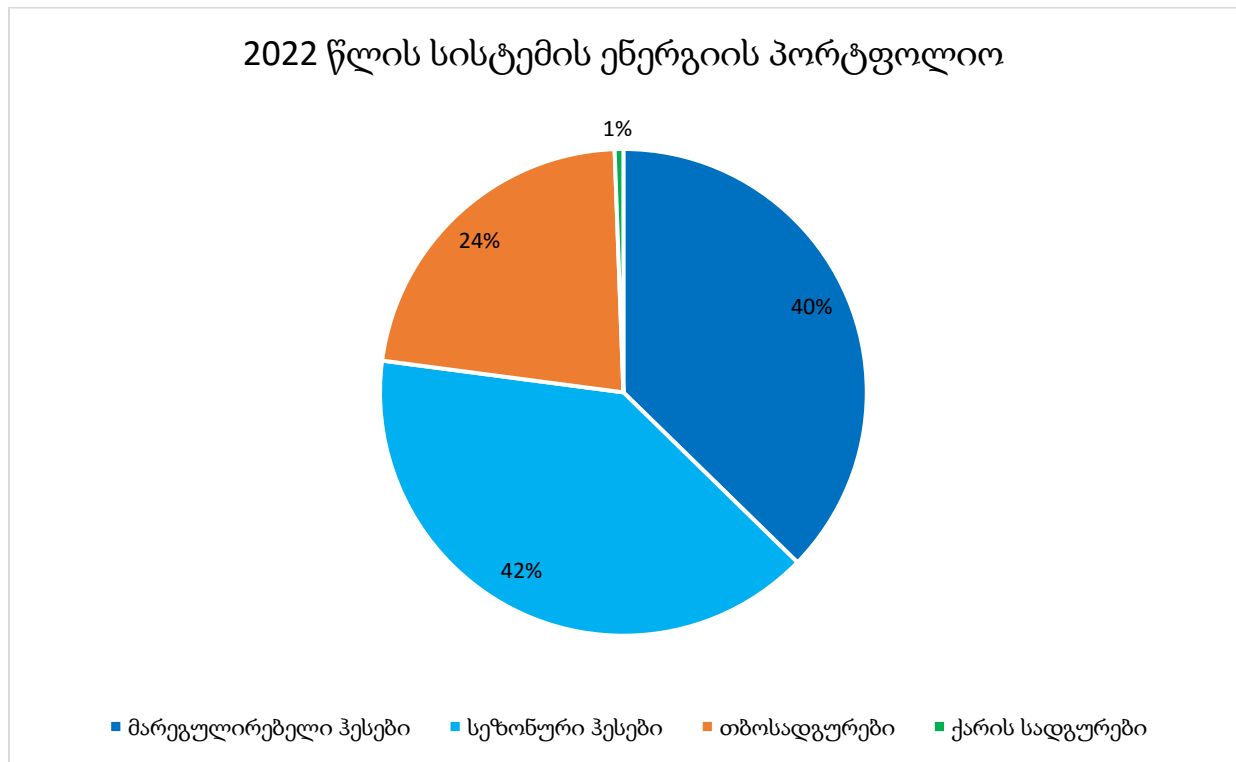
მოხმარების ანალიზი სხვადასხვა დროის ჭრილში მნიშვნელოვანია და აუცილებელია მომავალი გამოწვევების დეტალური კვლევისთვის და გადამჭრელი ღონისძიებების მოძებნისთვის. წლიური მოხმარების ზრდა აუცილებელია დამატებით გენერაციის მოძიების საჭიროების გამოსავლენად. თვიური პროფილი თავისმხრივ მკვლევარს ეხმარება იმ ტიპის გენერაციის ობიექტების გამოვლენაში, რომლებსაც ყველაზე დიდი დადებითი გავლენა მოაქვს სისტემაზე გენერაციის ნაკლებობის პერიოდებში. სიმძლავრის რეზერვების, სადგურისა და სისტემის მოქნილობის მიმართ წაყენებულ მოთხოვნების შემუშავებაში კი მნიშვნელოვანი წვლილი შეაქვს მოხმარების საათური პროფილის და მცისიერი



ცვალებადობის ანალიზს. სწორედ ამ მიზეზებიდან გამომდინარე კვლევაში გათვალისწინებულია მოხმარების ისტორიული ანალიზი დროის უდიდესი და უმცირესი მასშტაბებით.

3.3 გენერაცია

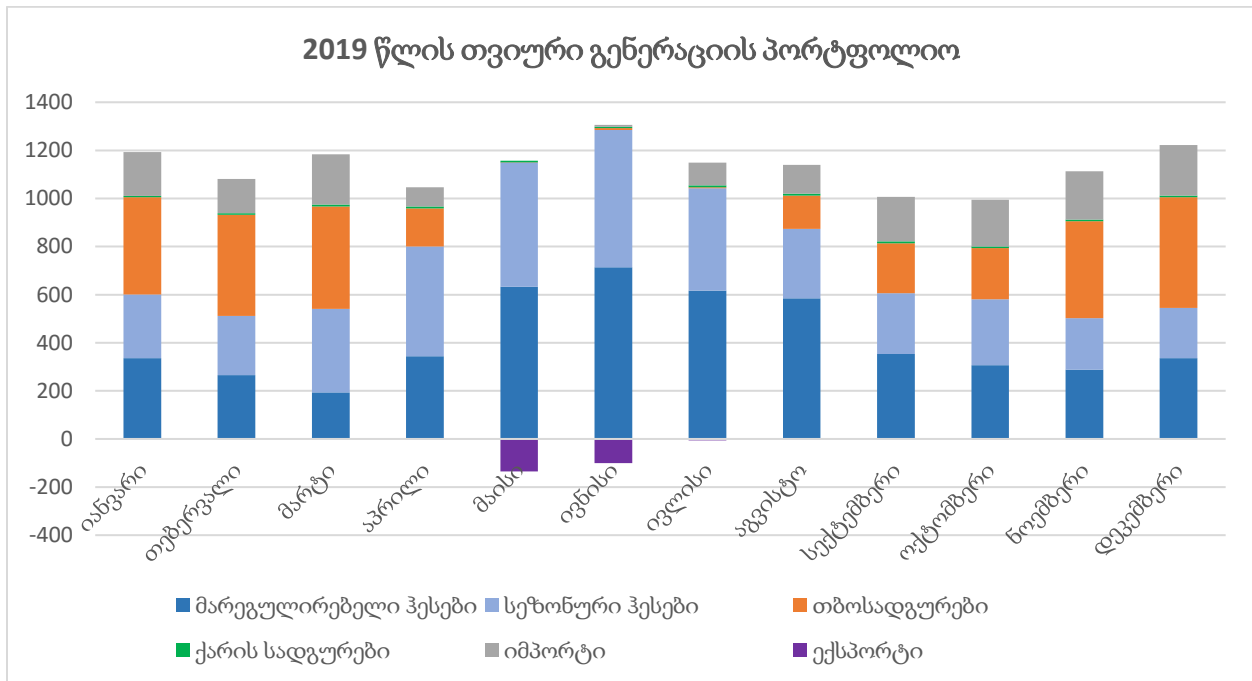
საქართველო განსაკუთრებით მდიდარია ჰიდრო რესურსებით და შესაბამისად ჰიდროგენერაცია ძირითად ენერჯის წყაროდ მიიჩნევა. წლის განმავლობაში გენერაციის მაქსიმალურ სიდიდეს გამოიმუშავენ მარეგულირებელი ჰესები, რომლებსაც აქვთ საშუალება თვეების განმავლობაში შეინახონ წყალი რეზერვუარებში. 2022 წლის მონაცემებით ამ ტიპის ჰესების ჯამური დადგმული სიმძლავრეა 2381 მგვტ და მათმა წლიურმა გამოიმუშაებამ შეადგინა 5658,34 გვტ.სთ რაც სისტემის სრული გენერაციის 40% შეადგენს. ენერგობალანსში ასევე მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია მოდინებაზე მომუშავე ჰესებსაც 995 მგვტ ჯამური დადგმული სიმძლავრით. ამ ტიპის სადგურებმა 2022 წელს გამოიმუშავეს 6030 გვტ.სთ რამაც სისტემის წლიური გენერაციის 42% შეადგინა. მარეგულირებელმა და სეზონურმა ჰესებმა ჯამში სრული გენერაციის 82% შეადგინა, რაც კიდევ ერთხელ ხაზს უსვამს ამ ტიპის სადგურების მნიშვნელობაზე.



ჰიდრორესურსების სიჭარბე და სიმცირე ძლიერად გამოირჩევა სეზონურობით. ყველაზე ჭარბი ჰიდრორესურსებით ხასიათდება გაზაფხულის და შემდგომ შემოდგომის პერიოდი. ყველაზე მცირე შემოდინებები აღინიშნება ზამთარში და შედარებით მეტი ზაფხულში. ზოგადად ჰესების, განსაკუთრებით კი მოდინებაზე მომუშავე სადგურების გენერაციის მკვეთრად გამოხატული სეზონურობა დიდ უბალანსობას ქმნის გენერაციის თვიურ



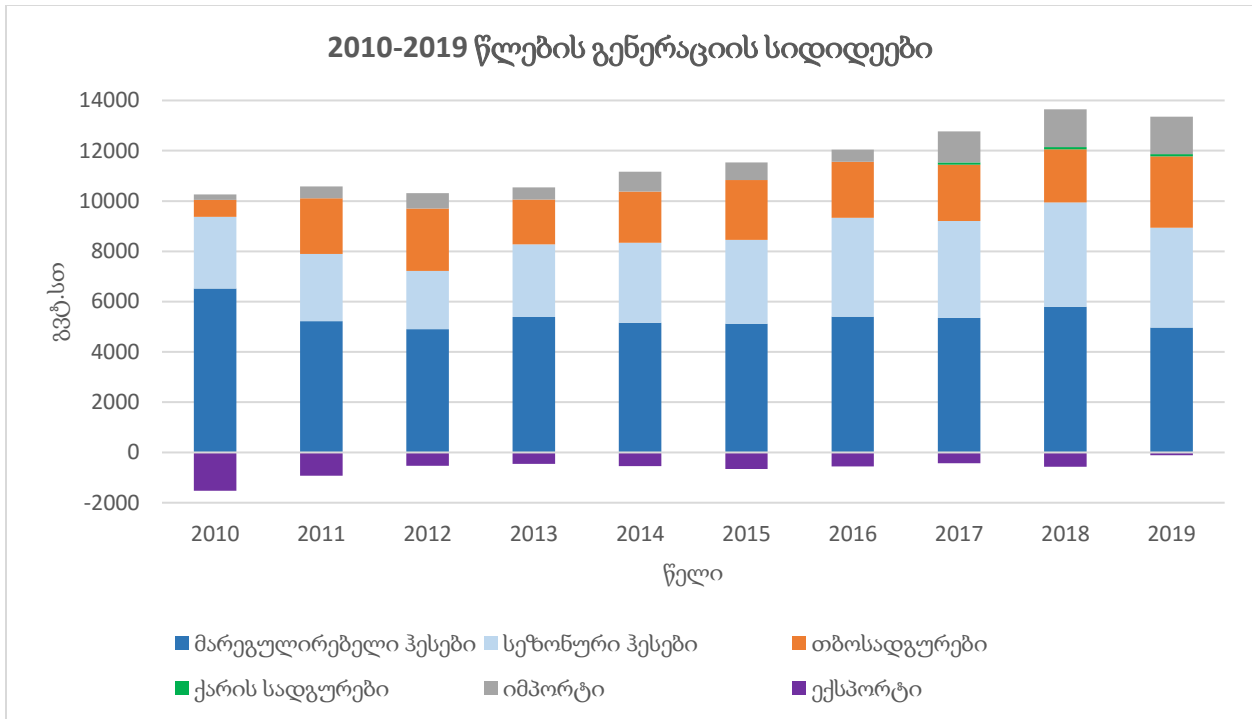
პორტფოლიოში. მაისსა და ივნისში, როდესაც შემოდინება მაქსიმალურია, ფიქსირდება ყველაზე დიდი ჰიდრო გენერაცია. აღნიშნული აჭარბებს საქართველოს მოხმარებასაც და საჭიროებს ექსპორტს. გაზაფხულზე ხშირად შემოდინება იმდენად მაღალია, რომ ჰიდრორეზერვუარები ვეღარ ახორციელებენ ჭარბი შემონადენის შენახვას და თუ ექსპორტი არ განხორციელდა წყლის დაღვრა გარდაუვალი ხდება.



ნახ. 3.6 – 2019 წლის თვიური გენერაციის პორტფოლიო

ჰიდრო გენერაციის სეზონური ხასიათი მოხმარების ზრდასთან ერთად პრობლემას ქმნის თვიურ ჭრილში გენერაციის ადეკვატურობის თვალსაზრისითაც. ზამთარში ჰიდრო გენერაცია იმდენად მცირდება, რომ მოხმარების დასაკმაყოფილებლად გარდაუვალი ხდება თბოსადგურების ჩართვა და იმპორტის განხორციელება. თბოგენერაცია და იმპორტი ავსებს გენერაციის იმ ნაწილს, რაც წყალმცირობის გამო შემცირებულია ჰიდრო ელექტრო სადგურებზე.

ნახაზ N7-ზე გამოსახულია 2010-2019 წლების წლიური გენერაციის პორტფოლიოები. ნახაზზე ჩანს, რომ ბოლო ათი წლის განმავლობაში სეზონური სადგურების გენერაცია მნიშვნელოვნად გაიზარდა, თუმცა მიუხედავად ამისა ასევე გაიზარდა თბოგენერაცია + იმპორტი, რაც სწორედ წყალმცირობის პერიოდში ჰიდროგენერაციის სიმცირის გამო აიხსნება.



ნახ. 3.7 – 2010-2019 წლების გენერაციის სიდიდეები

გარდა თვითონ გენერაციის ანალიზისა, ასევე აუცილებელია უფრო მცირე დროის მასშტაბით ანალიზიც, სადაც უფრო მკაფიოდ იხატება სისტემის არასაკმარისი მოქნილობის გამო წარმოქმნილი პრობლემები. სისტემაში როგორც სიმძლავრის რეზერვებს, ასევე ღამის მინიმუმიდან დღის მაქსიმუმამდე სწრაფად მზარდი მოხმარების დაკმაყოფილებასაც მარეგულირებელი ჰესები უზრუნველყოფენ. მათი აგრეგატების გაშვებას და გაჩერებას სჭირდება რამოდენიმე წუთი, ასევე არაა შეზღუდული გაშვების რაოდენობები, მარტივად ხორციელდება მათზე სიმძლავრის ცვლილება და ძალიან დაბალია დასაშვები მინიმალური ოპერირების ზღვარი.

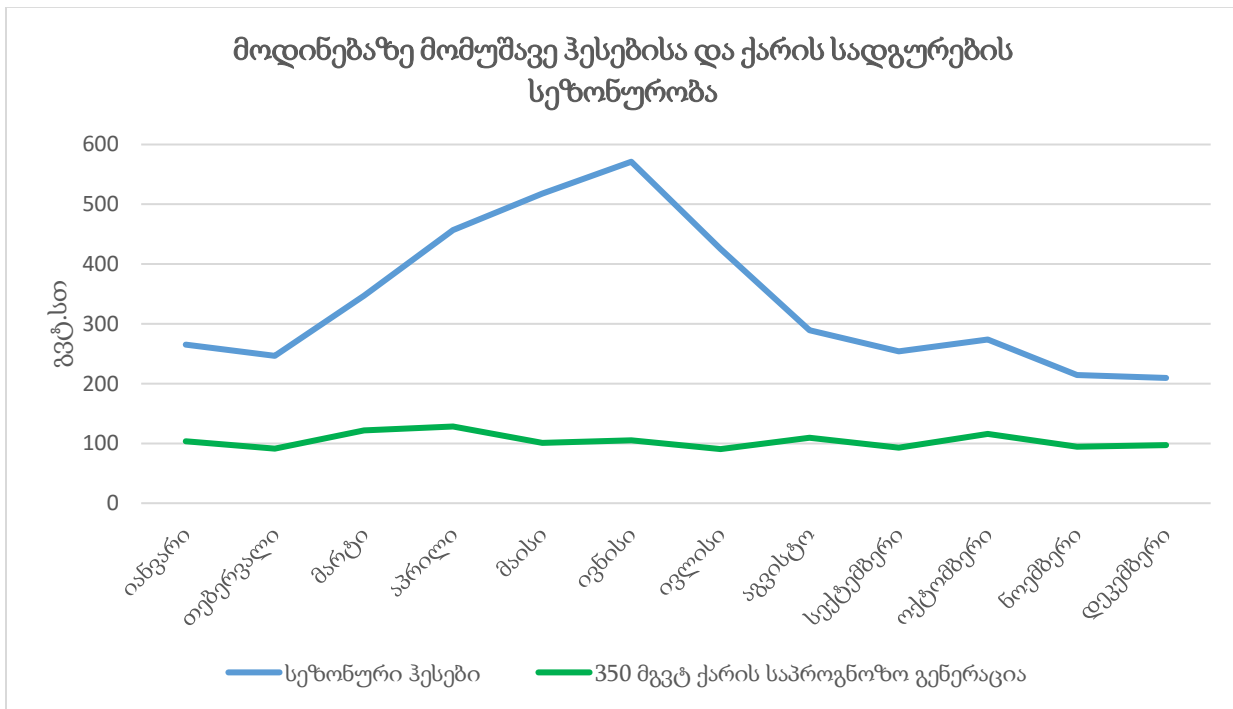
მსგავსი დადებითი მხარეებით ნაკლებად გამოირჩევა თბოსადგურები. მათ რამოდენიმე საათი სჭირდებათ გაშვებისთვის. მათზე სიმძლავრის ცვლილება ხდება ძალიან მდორედ და ასევე შეზღუდულია როგორც მინიმალური დასაშვები სიმძლავრე, ასევე აგრეგატების გაშვების რაოდენობები. მიუხედავად იმისა, რომ ტექნოლოგია დროდადრო იხვეწება და თანამედროვე თბოსადგურები შედარებით უფრო მოქნილები არიან, მათი მოქნილობის გაზრდა დამატებით ხარჯებთანაა დაკავშირებული და მაინც ისინი ამ თვალსაზრით მარეგულირებელ ჰესებს კონკურენციას ვერ უწევენ.

სისტემის დაბალი მოქნილობა განსაკუთრებულად უშლის ხელს განახლებადი ენერჯის წყაროების ინტეგრირებას. სწრაფი აგრეგატები საჭიროა როგორც გეწ. სადგურების სიმძლავრის ცვალებადობის დასაბალანსებლად, ასევე მათ მიერ გამომუშავებული ენერჯის ასათვისებლად. აღნიშნული პრობლემა ყველაზე უფრო მწვავედ შეიძლება გამოიხატოს ღამის მინიმუმის პერიოდში. მაშინ როდესაც დღის მოხმარების საათური პროფილი გადის ბაზისურ



მნიშვნელობას, ხშირად ამ საათებში გენერაციის უდიდესი ნაწილი მოდის თბოსადგურებზე და მოდინებაზე მომუშავე ჰესებზე. ამ დროს იმდენადაა შეზღუდული მარეგულირებელი ჰესების გამომუშავება, რომ შეუძლებელი ხდება მათი კიდევ უფრო მეტად შეზღუდვა და ქარის ამოვარდნის შემთხვევაში ქარის სადგურებიდან ჭარბად გამომუშავებული ენერჯის ათვისება.

მოდინებაზე მომუშავე ჰიდრო სადგურებთან შედარებით საქართველოში ქარის სადგურების გენერაცია სეზონურობით ნაკლებად, თითქმის არც კი გამოირჩევა. გენერაცია დაახლოებით თანაბარია წლის ყველა სეზონსა და თვეში. ეს საქართველოში ქარის სადგურების ძალიან დიდ დადებით მხარედ მიიჩნევა. ამ ტიპის სადგურების ფასი ყოველ წელს უფრო და უფრო მეტად კლებულობს, სწრაფად არის შესაძლებელი მათი მშენებლობა და ასევე დაბალია ექსპლუატაციის ხარჯები. ქარის სადგურები ასევე ლიბერალიზირებული ბაზრის პირობებში მნიშვნელოვნად ამცირებენ ენერჯის საბაზრო ღირებულებას.



ნახ. 3.8 - მოდინებაზე მომუშავე ჰესებისა და ქარის სადგურების სეზონურობა

ქარის სადგურებს დადებით მხარეებთან ერთად აქვთ ასევე უარყოფითი მხარეები, რომელთა გამოც ქსელში ამ ტიპის სადგურების ინტეგრაცია გართულებულია. უპირველეს ყოვლისა აღსანიშნავია მათი სიმძლავრის ცვალებადობა როგორც საათობრივ, ასევე წუთობრივ და წამობრივ ჭრილში. ქარის სადგურები ასევე სისტემასთან არაპირდაპირ, კონვერტორული სისტემებით არიან ჩართულები, რაც ამცირებს სისტემის მდგრადობის მაჩვენებლებს და ზრდის ავარიების შედეგად გამოსართავი მომხმარებლების ოდენობას. საქართველოს სისტემის სპეციფიკის გათვალისწინებით 2018 წელს განხორციელდა სისტემაში ქარისა და მზის სადგურების ინტეგრაციის კვლევა, რამაც გამოავლინდა დასაშვები ინტეგრაციის



ზღვრები. კვლევის თანახმად 2021 წლისთვის დასაშვებია ჯამურად ქარის 350 მგვტ და მზის სადგურების 150 მგვტ-ის ინტეგრაცია. ნახაზ N8-ზე გამოსახულია 350 მგვტ ქარის სადგურების ინტეგრაციის შემთხვევაში მათი თვითური გამომუშავებების შედარება მოდინებაზე მომუშავე ჰესების გამომუშავებებთან.

4. მოხმარების პროგნოზირების მეთოდოლოგია

4.1. ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდა

ელექტროენერჯეტიკის სისტემაში, დატვირთვის გრძელვადიანი პროგნოზირება, პოლიტიკური დაგეგმვისა და ბიუჯეტირების თვალსაზრისით მნიშვნელოვან როლს ასრულებს. მიუხედავად ეკონომიკურ ანალიზში მოხმარების პროგნოზირების მთავარი როლისა, მოხმარების პროგნოზირება ხშირ შემთხვევაში უბრალო წყაროებზე დაყრდნობით ხორციელდება, მაგალითად, ერთ ცვლადზე დაფუძნებული პროგნოზირება, რომელსაც ხშირ შემთხვევაში მთლიანი შიდა პროდუქტი (მშპ) წარმოადგენს. ამიტომ ასეთი ტიპის პროგნოზირებისას, პროექტმა შესაძლოა წარუმატებლობა განიცადოს, რომელიც გამოწვეულია პოლიტიკურ-ეკონომიკური ოპტიმიზმითა და მონაცემებისა და ცვლადების უკმარისობით. ამიტომ გენერაციის განვითარების გეგმის პროექტისთვის მოხმარების პროგნოზირება ხორციელდება რამდენიმე დაკავშირებულ ცვლადზე დაყრდნობით. ძირითადი ცვლადებია:

- მთლიანი შიდა პროდუქტი
- ტურიზმი
- მოსახლეობა
- ელექტრომობილუბი

მოხმარების გრძელვადიანი პროგნოზირება შესაძლებელია განხორციელდეს „Top – Bottom“ ან „Bottom – up“ მეთოდოლოგიით. „Top – bottom“ მეთოდოლოგია გულისხმობს თავდაპირველად ჯამური მოხმარების პროგნოზირებას და შემდგომ მის ქვეჯგუფებად ჩაშლას, ხოლო „Bottom – up“ მეთოდოლოგია აბსოლიტურად საპირისპიროდ, თითოეული მოხმარებლის ანალიზით, სრული მოხმარების პროგნოზირებას მოიცავს.

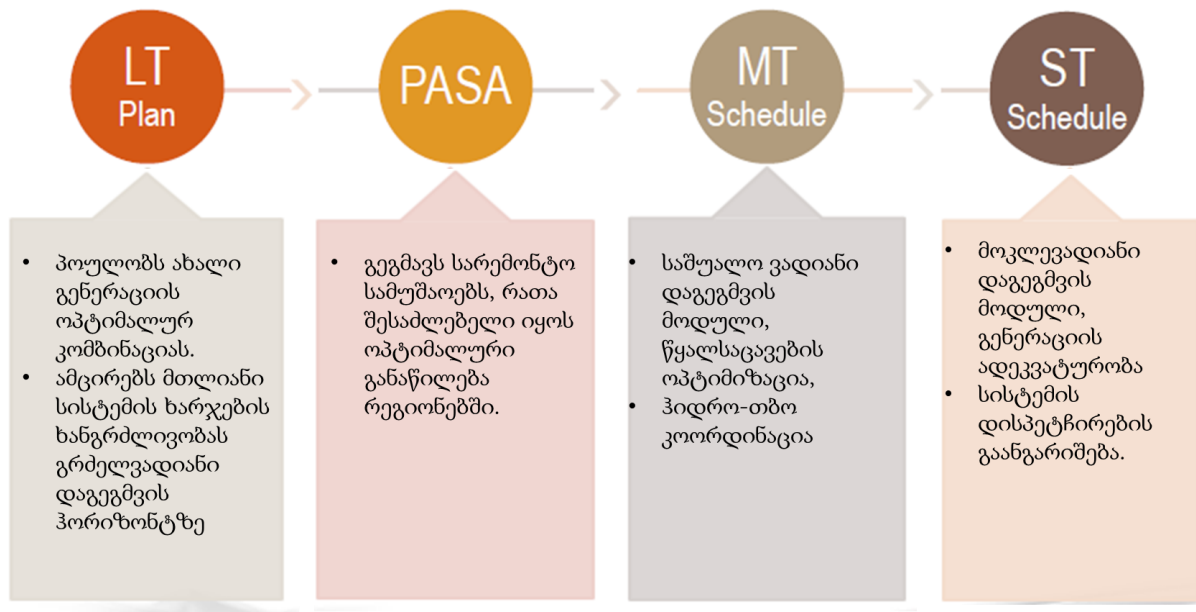
როგორც ფრანგული, ასევე საუკეთესო საერთაშორისო გამოცდილება აღიარებს „bottom – up“ მიდგომას, რომელიც ითვალისწინებს თითოეული ოჯახის შემოსავლის, საყოფაცხოვრებო ტექნიკის, ენერგოეფექტურობისა და შესაბამისად მოხმარების ცვლილებას. აღნიშნული მეთოდოლოგიის პირდაპირ დანერგვა საკმაოდ რთულ და კომპლექსურ საქმეს წარმოადგენს, რომლის იმპლემენტაციისთვისაც საჭიროა თითოეული ოჯახის დონეზე დეტალური სტატისტიკური მონაცემების მოძიება და ანალიზი. მოთხოვნის პროგნოზირება განსაკუთრებით რთულია განვითარებად ქვეყნებში, სადაც მონაცემები ხშირ შემთხვევაში რთულად ხელმისაწვდომია. შეზღუდული დროის, რესურსებისა და გამოცდილების გათვალისწინებით ქართული რეალობისთვის უმჯობესად ჩაითვალა „Bottom-up“ და „Top-bottom“ მეთოდის „ჰიბრიდული“ ვერსიის გამოყენება. კერძოდ ზემოაღნიშნული ცვლადები დაჯგუფებულ იქნა რეგიონალურ ჭრილში. თითოეული ცვლადის მოხმარებაზე



დამოკიდებულება ისაზღვრება რეგრესიის მეთოდის დახმარებით, რომელიც ითვალისწინებს 11 წლიან პერიოდს 2020-დან 2030 წლის ჩათვლით. თითოეული ჯგუფის მოხმარების პროგნოზირების შემდგომ, ხორციელდება მოხმარების დაჯამება ჯერ რეგიონული, ხოლო შემდგომ - ქვეყნის მასშტაბით. უნდა აღინიშნოს ის ფაქტიც, რომ მსოფლიოში არსებული პანდემიის გამო, რომელიც „კოვიდ 19“-ს უკავშირდება, შეფერხდა და გადაიდო, როგორც მთლიანად პროექტის მსვლელობა, ასევე დასრულების თარიღი. აღნიშნულმა თავის მხრივ საშუალება მოგვცა 2020 წლის დიდი ნაწილის ფაქტობრივი მოხმარება აგვესახა სიმულაციებში, რაც მიმდინარე მოვლენების ფონზე, ნაპროგნოზებ სიდიდეზე მცირე მოცულობას წარმოადგენს. ასევე, პროექტის ინტერესებიდან გამომდინარე, ზემოხსენებული მეთოდოლოგიით 2030 წლის ჩათვლით ნაპროგნოზებ მოხმარებას, დაემატა 2031-2035 პერიოდი, რომელიც 2021-2030 წლების შედეგებზე დაყრდნობით წრფივად გაიზარდა სამივე განვითარების სცენარში.

4.2 სისტემის ოპტიმიზაციის მეთოდოლოგია

საქართველოს გენერაციის განვითარების გეგმის ანგარიში განხორციელდა პროგრამა PLEXOS-ის მეშვეობით. პროგრამა იყენებს “Xpress-MP solver”-ს, რომელიც ახორციელებს მთელ რიგ ალგორითმებს მათემატიკური პროგრამირების პრობლემების ოპტიმიზაციისთვის. აღნიშნული ალგორითმი ეფუძნება „mixed – integer programming problem“-ს, რომელიც გულისხმობს მიზნობრივ ფუნქციებს, სადაც თითოეული ცვლადის (უცნობის) სიდიდე და რაოდენობა შეზღუდულია და განისაზღვრება ურთიერთდამოკიდებული შემთხვევითი ცვლადების ანგარიშზე. ანგარიშების ჩატარებისას გამოყენებულ იქნა დაგეგმვის სხვადასხვა მოდულები.



ნახ - 4.2



LT - ნაბიჯის ხანგრძლივობა 1-30+ წელი. - ანგარიშის ქრონოლოგია არის 1 დღე, ხოლო 1 დღე დაყოფილია სხვადასხვა რეჟიმში 3, 6 ან 12 ნაწილად/ბლოკად. აღნიშნული მოდული გამოიყენება ოპტიმალური ინვესტიციის დაგეგმვისთვის, გრძელვადიანი დაგეგმვისას პერსპექტიული სადგურების სიიდან პოულობს ახალი გენერაციის ოპტიმალურ კომბინაციას, რათა მიღწეულ იქნას გენერაციის ყველაზე ნაკლები ღირებულება. არ ითვალისწინებს გენერატორების ზოგიერთ ტექნიკურ შეზღუდვებს, მაგალითად: სიმძლავრის გაზრდის და შემცირების სიჩქარეს.

PASA - ნაბიჯის ხანგრძლივობა 1 წელი, ანგარიშობს საშუალოვადიან პერიოდში გამორთვების ხელსაყრელ დროს. აღნიშნული მოდული გამორთვებს გეგმავს სისტემაში არსებული რეზერვიდან გამომდინარე და არ ითვალისწინებს გენერაციის ფასს, აქედან გამომდინარე მიღებული შედეგი შესაძლოა არ იყოს ზუსტი.

MT - ნაბიჯის ხანგრძლივობა 1 წელი, ანგარიში ქრონოლოგია არის 1 დღე, ხოლო 1 დღე დაყოფილია სხვადასხვა რეჟიმში 3-6 ან 12 ნაწილად. გამოიყენება არსებული რესურსების განაწილების და დაგეგმვისთვის, ჰიდრო და თბო ოპტიმიზაციისათვის.

ST - ნაბიჯის ხანგრძლივობა 5 წუთი - 1 კვირა, მოდულის ქრონოლოგია არის დეტერმინისტული. ითვალისწინებს მოდელში შეტანილ ყველა შეზღუდვას. აღნიშნული მოდული გამოიყენება გენერაციის ადეკვატურობის საანგარიშოდ. გენერაციის და რეზერვების ოპტიმიზაცია.

გრძელვადიანი საინვესტიციო გადაწყვეტილებების ანგარიშისას გამოყენებული იქნა გრძელვადიანი დაგეგმვის მოდულები (LT-PASA), რომლი საშუალებითაც გაანგარიშებულ იქნა, გენერაციის განვითარების გეგმა, ინვესტიციების ანალიზი, განახლებადი ენერჯის ინტეგრაცია, სისტემის გათიშვების დაგეგმვა. აღნიშნული ანგარიშები ჩატარდა მშრალი ჰიდროლოგიის და მოხმარების დაახლოებით 3% და 4.5% ზრდის შემთხვევაში.

ანგარიშის შემდეგ ეტაპზე გამოყენებულ იქნა საშუალო და მოკლე ვადიანი მოდულები (MT-ST). აღნიშნული მოდულებით გაანგარიშებულ იქნა: ჰიდრო-თბო კოორდინაცია, კვირის/დღის/საათის სისტემის დისპეტჩირება, რეზერვების, გეგმიური და ავარიული გამორთვების ინტეგრაცია, ადეკვატურობის მაჩვენებლების ანგარიში, ტექნიკური შეზღუდვების გათვალისწინება (საწვავის ლიმიტი, მინიმალური ტვირთის შესაძლებლობა, სიმძლავრის გაზრდის და შემცირების სიჩქარეები, და ა.შ.).

საქართველოს გენერაციის გრძელვადიანი გეგმა ჩატარდა სხვადასხვა ჰიდროლოგიის, მოხმარების ზრდის და სადგურების ინტეგრაციის სცენარებში.

გენერაციის განვითარების ანგარიშის პირველ ეტაპზე, H1-მშრალი ჰიდროლოგიისას და მოხმარების 3% ზრდის შემთხვევაში, LT-PASA მოდულების გამოყენებით, მოხდა ანგარიშების ჩატარება, ამის შემდეგ მიღებული ინფორმაცია, რომელიც შეიცავდა, ტიპების მიხედვით, პერსპექტიული სადგურების სისტემაში ინტეგრაციის თარიღებს და სიმძლავრეებს, გადატანილ იქნა საშუალო და მოკლევადიანი დაგეგმვის მოდელში (ST-MT), როგორც არსებული სადგურები, რომელიც იქნა გაშვებული ანგარიშზე ერთი წელი/თვე/დღე/საათი ბიჯებით. აღნიშნული ანგარიშები ჩატარდა სამივე, H1 - მშრალ, H2 - ზომიერ და H3 - წყალუხვ სცენარებში.

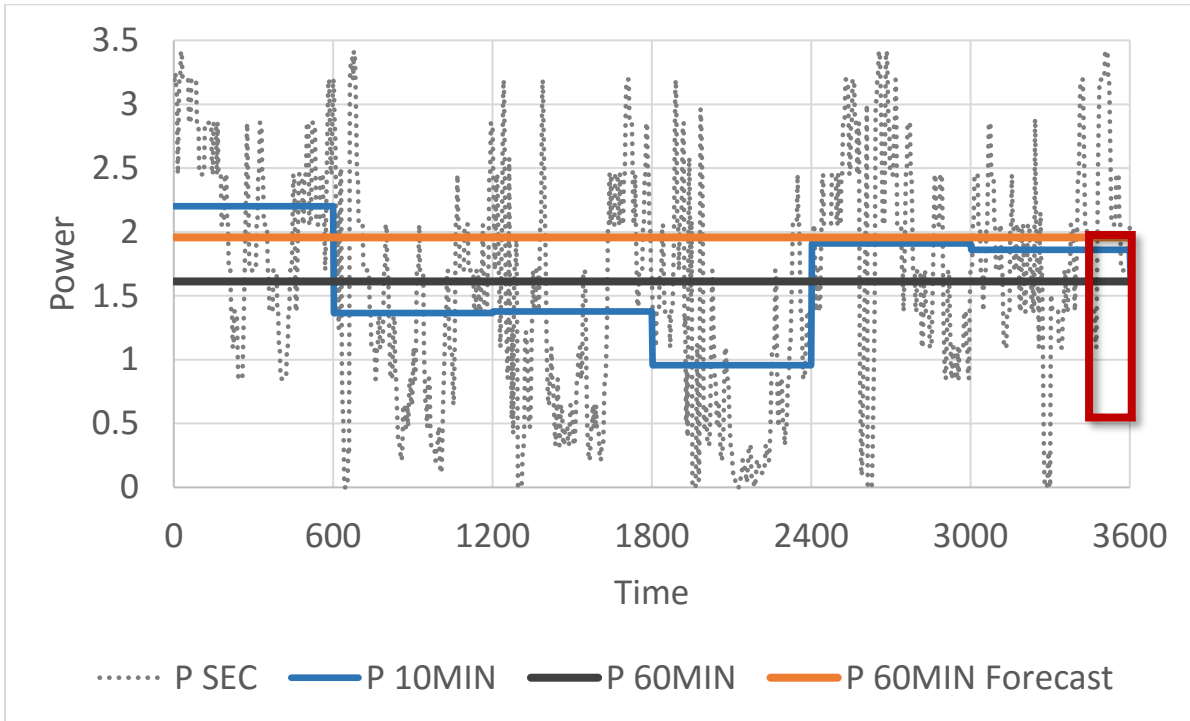


დანარჩენი სცენარების ანგარიშისთვისაც გამოყენებულ იქნას ზემოთაღნიშნული მიდგომა.



4.3 სიმძლავრის რეზერვები, მათი ტიპები და გამოყენების მიზეზები

სიმძლავრის რეზერვი, როგორც ცნობილია, წარმოადგენს მზადყოფნაში არსებულ გამოუყენებელ სიმძლავრეს, რომელმაც უნდა დაფაროს განსხვავება მოხმარება-მიწოდებას შორის. ეს უბალანსობა შეიძლება გამოწვეული იყოს დიდი სიმძლავრის გენერაციის ან მოხმარების ობიექტის გამორთვით, სისტემათაშორისი დაურეზერვებელი ხაზის გამორთვით, მოხმარების ცვალებადობით, მზის და ქარის გენერაციის ცვალებადობით და მოხმარების, მოდინებაზე მომუშავე ჰესების, ქარისა და მზის გენერაციის პროგნოზების უზუსტობით.



ნახ.-4.3

რეზერვების გააქტიურების მიზეზებიდან გამომდინარე განასხვავებენ რამდენიმე ტიპს:

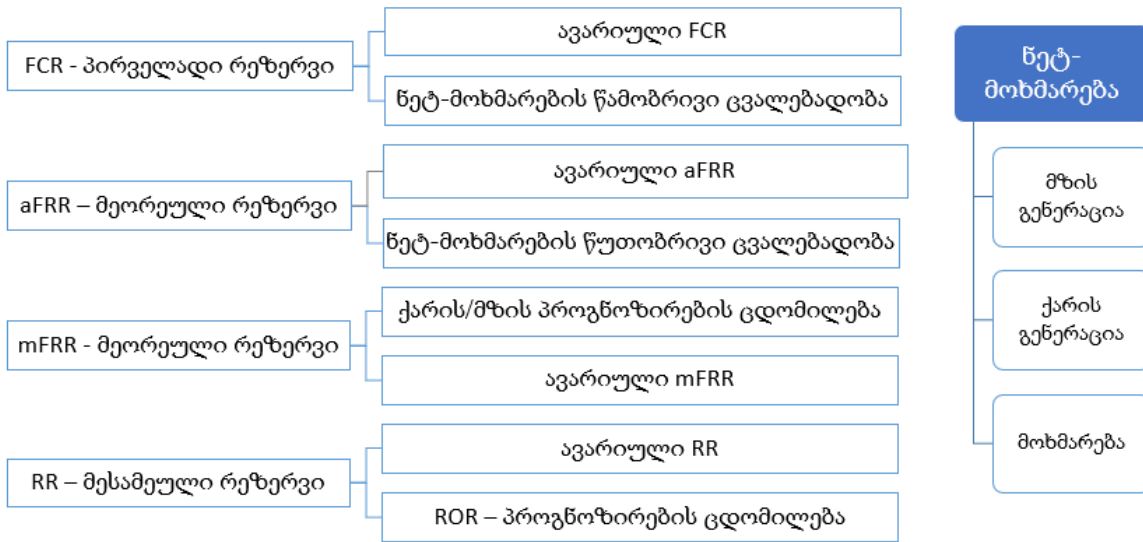
- პირველადი რეზერვი - სიხშირის შენარჩუნების რეზერვი [FCR], რომლის დანიშნულებაა სიმძლავრის მყისიერი დანაკარგის და სიმძლავრის უბალანსობის წამიერი ცვალებადობის დაბალანსება;
- მეორეული რეზერვი - სიხშირის აღდგენის რეზერვი [FRR], რომელიც იყოფა ავტომატურ [aFRR] და ხელით მართვად [mFRR] მეორეულ რეზერვებად. aFRR-ის დანიშნულებაა ავარიული FCR-ის გამოთავისუფლება და მოხმარება-მიწოდების (ნეტ-მოხმარების) წუთობრივი ცვალებადობის დაბალანსება, ხოლო mFRR-ის დანიშნულებაა ავარიული aFRR-ის და ნეტ-მოხმარების წუთობრივი ცდომილების დაფარვა;



- მესამეული რეზერვი - ჩანაცვლების რეზერვი [RR], რომლის დანიშნულებაც ავარიული დანაკარგის დასაფარად გამოყენებული რეზერვის (mFRR-ის) ჩანაცვლება და მოდინებაზე მომუშავე ჰესების პროგნოზირების ცდომილების კომპენსირება.

ნეტ-მოხმარებაში იგულისხმება ელექტრულ მოხმარებას გამოკლებული ქარის და მზის გენერაციები.

ქვემოთ მოცემულია რეზერვების კონცეპტუალური ნახაზი:



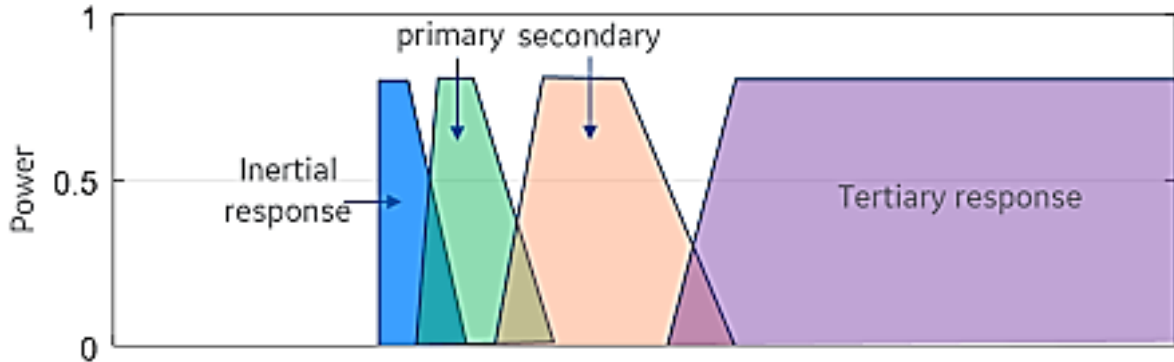
ნახ.-4.4

ნახაზი 3-დან ჩანს, რომ არსებობს სხვადასხვა მიზეზი, რაც იწვევს კონკრეტული ტიპის რეზერვის გააქტიურებას.

განვიხილოთ ავარიული რეზერვების გამოთვლის მეთოდოლოგია. ევროპის ქვეყნებში მიღებულია, რომ უდიდესი გენერაციის ობიექტის გამორთვა უნდა დაკომპენსირდეს სისტემაში არსებული პირველადი, მეორეული და მესამეული რეზერვებით. ეს ყველაფერი განაპირობებს, რომ საქართველოს შემთხვევაში უდიდესი გენერაციის ობიექტის დადგმული სიმძლავრეა 250 მგვტ. აქედან გამომდინარე, სამივე რეზერვი უნდა იყოს 250 მგვტ-ის ტოლი. აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ ამხელა გენერაციის ობიექტის გამორთვის შემდეგ სიხშირის შემცირებას ეწინააღმდეგება სისტემის ინერცია, თუმცა, რადგანაც საქართველოს ინერცია არ არის საკმარისი, რომ FCR-ის (სიჩქარის რეგულატორების) გააქტიურებამდე შეაკავოს სიხშირის შემცირება. შედეგად, სიხშირე იწყებს ვარდნას და კონკრეტულ სიდიდემდე მიღწევისას აქტიურდება ავტომატიკა სიხშირით ავტომატური განტვირთვა (საგ), რაც მიზნად ისახავს მოხმარებლის გამორთვას. დღესდღეობით, საქართველოს სისტემას გააჩნია პირველადი რეზერვის სახით 60 მგვტ, როცა, თუნდაც, ენგურის ყველაზე დიდი გენერატორია 250 მგვტ-იანი, რომლის ავარიული გამორთვაც იწვევს მოხმარებლის ელ. ენერგიით შეზღუდვას. აქედან გამომდინარე, გვაქვს 60 მგვტ aFRR-ც, რომელმაც უნდა



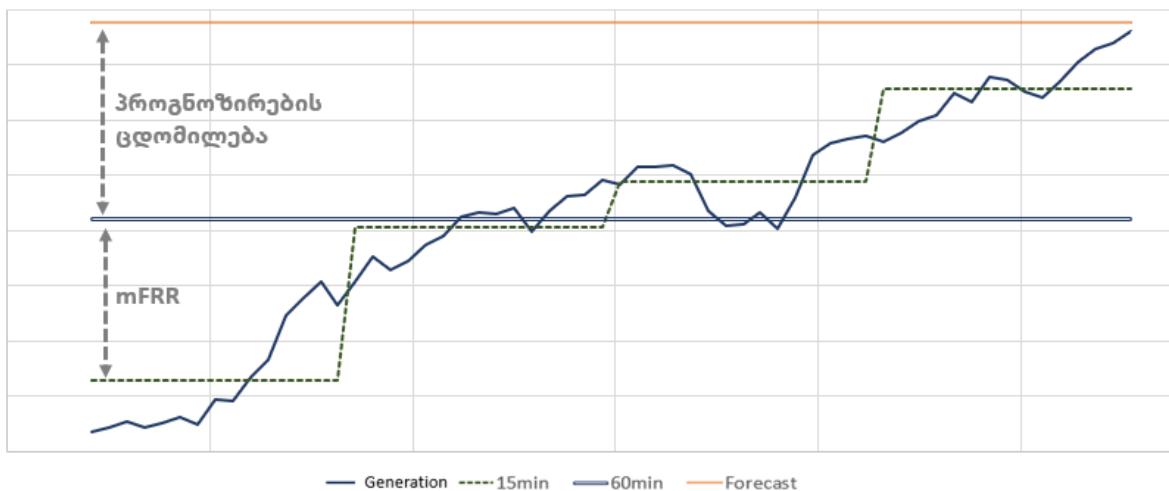
გამოათავისუფლოს FCR. mFRR-ის აქტივაციის დროა 15 წუთი, რაც საკმარისია შეზღუდული მომხმარებლის აღსადგენად და, ასევე, aFRR-ის ჩასანაცვლებლად (ნახ.4).



ნახ.-4.5

განვიხილოთ ნეტ-მომხმარებლის ცვალებადობის რეზერვების გამოთვლა. ქარის გენერაციის რეზერვების გამოთვლისას საჭიროა პირდაპირ ტურბინების მიერ გამოძუშავებული სიმძლავრეების ცოდნა ან მეტეოანძმებისგან მიღებული ქარის სიჩქარეების ინფორმაციის სიმძლავრეში გადაყვანა. რაც უფრო მცირე დროის ინტერვალით იქნება ამ ინფორმაციის ანათვლები აღებული, მით უფრო ზუსტი იქნება საბოლოო შედეგებიც.

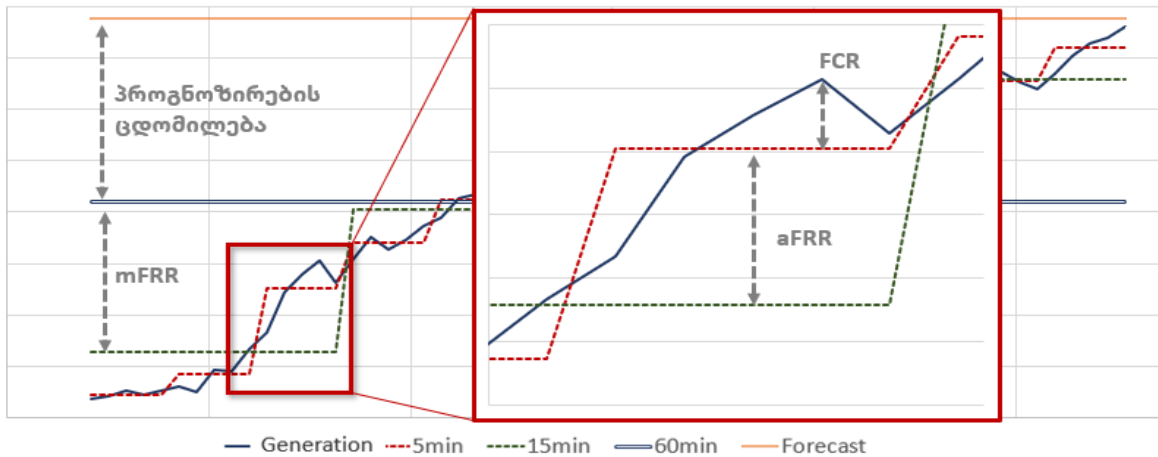
მიღებული ინფორმაცია დაიყოფა საშუალო საათურ პროფილად, გამოითვლება ამ საშუალოდან ის გადახრა, რაც უნდა დააბალანსოს პირველადმა და მეორეულმა რეზერვებმა ერთად. შემდეგ ეს საათური ჭრილის ინფორმაცია დაიყოფა საშუალო 15 წუთიან ინტერვალებად, რათა გამოვთვალოთ, თუ რა რეზერვები იქნება საჭირო mFRR-ის სახით (ნახ.5).



ნახ.- 4.6



შედეგად, გავიგებთ, რა იქნება დარჩენილი უბალანსობა, რომელსაც დავყოფთ საშუალო 5 წუთიან ინტერვალებად, გავიგებთ aFRR-ის რეზერვებს და შემდეგ უკვე დარჩენილი უბალანსობა იქნება FCR-ის მიერ დასაბალანსებელი (ნახ.6).



ნახ-4.7

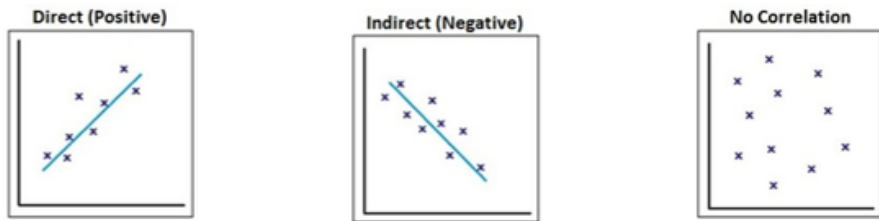
მივიღეთ რეზერვების რაოდენობა ისტორიულ ინფორმაციაზე დაყრდნობით. შედეგებიდან გამომდინარე ვითვლით ალბათური განაწილების საშუალოს, სტანდარტული გადახრის, სიმეტრიულობის და ექსცესის კოეფიციენტებს. ამ პარამეტრებით ვაგებთ ალბათური განაწილების სიმკვრივის მრუდს და ვაგენერირებთ 100,000 სიდიდეს. რაღა თქმა უნდა, ეს ყველაფერი ხდება FCR-ისთვის ცალკე, aFRR-ისთვის ცალკე და mFRR-ისთვის ცალკე. ამ სამ პროდუქტს პირობითად დავარქვათ არაკორელირებული FCR, aFRR და mFRR. გარდა ამისა, ვითვალისწინებთ პროგნოზირების ცდომილებას შემთხვევითი პრინციპით, რაც თავის მხრივ გათვალისწინდება mFRR-ში. ამ პრინციპით ვითვლით სხვა ქარის სადგურების, მზის გენერაციის და მოხმარების შემთხვევებს ცალ-ცალკე. საბოლოოდ, ამ 100,000-ობით სიდიდეებს მოვუყრით თავს ერთად.

ორიოდე სიტყვა ვთქვათ კორელაციის კოეფიციენტზეც, რომელსაც მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია ნეტ-მოხმარების რეზერვების გამოთვლაში. კორელაციის კოეფიციენტი შეიძლება სამი სახის იყოს (ნახ.7). ქარის სადგურთა სიმძლავრეთა კორელაცია პირდაპირია (დადებითია), როცა ერთ გეოგრაფიულ ადგილას ქარის სადგურის გაზრდილი გამომუშავებული სიმძლავრე იწვევს მეორე ადგილას გაზრდას. უნდა აღინიშნოს, რომ, როცა ეს ორი გეოგრაფიული ადგილი ერთმანეთისგან დაშორებულია რაღაც ლოგიკური სიდიდით, ქარს სჭირდება დრო, რომ გადაადგილდეს მეორე ადგილას. აქედან ის დასკვნა შეიძლება გამოვიტანოთ, რომ რაც უფრო ნაკლები ბიჯითაა ადებული მეტეოანძმებისგან ადებული სიჩქარის ანათვლები, მით უფრო ნაკლები იქნება კორელაციის კოეფიციენტებიც და პირიქით. ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე ლოგიკურია, რომ კორელაციის კოეფიციენტები უნდა გამოითვალოს თითოეული რეზერვისთვის ცალკე, მაგალითად aFRR-ისთვის 5 წუთიანი ბიჯებით უნდა გამოითვალოს, ხოლო mFRR-ისთვის - 15 წუთიანით. კორელაცია არაპირდაპირია (უარყოფითია), როცა გვაქვს პირდაპირი კორელაციის საწინააღმდეგო ეფექტი, ანუ თუ



ერთგან სიდიდე იზრდება, ეს გამოიწვევს მეორეგან შემცირებას. მესამე სახესხვაობაა, როცა არ გვაქვს კორელაცია, ანუ ერთი მეორეზე არ ზემოქმედებს.

აღსანიშნავია, ლოკაციებზე არსებული მეტეოანძებისგან მიღებული 10 წუთიანი ქარის სიჩქარეები დაკონვერტირდა ქარის სიმძლავრეებად. კონვერტირებული საპროგნოზო სიმძლავრეების ანალიზის შედეგად გამოვლინდა პოტენციური სადგურების ურთიერთკორელაციის კოეფიციენტები. ინფორმაციის სიმცირის და დროში აცდენების გამო გამოითვალა რამდენიმე სადგურის კორელაციის კოეფიციენტი, ხოლო დანარჩენებს მიენიჭათ სავარაუდო კოეფიციენტები გეოგრაფიული ლოკაციების გათვალისწინებით (ნახ.7).



კორელაციის კოეფიციენტი	ქართლი	ნიგოზა	იმერეთი	კასპი	თბილისი	ჯესტაფონი	რიკოთი	ფონა
ქართლი	1	0.87	0.55	0.65	0.5	0.2	0.55	0.53
ნიგოზა	0.87	1	0.47	0.6	0.55	0.2	0.55	0.53
იმერეთი	0.55	0.47	1	0.35	0.3	0.55	0.64	0.71
ჯესტაფონი	0.65	0.6	0.35	1	0.7	0.1	0.4	0.4
თბილისი	0.5	0.55	0.3	0.7	1	0.01	0.25	0.25
ჯესტაფონი	0.2	0.2	0.55	0.1	0.01	1	0.7	0.7
რიკოთი	0.55	0.55	0.64	0.4	0.25	0.7	1	0.92
ფონა	0.53	0.53	0.71	0.4	0.25	0.7	0.92	1

ნახ.-4.8

კორელაციის კოეფიციენტებისგან მიღებული მატრიცა გადაგვყავს Cholesky-ის მატრიცაში, რომლის გათვალისწინებითაც ვღებულობთ მზის და ქარის სადგურების ურთიერთკორელირებულ რეზერვებს. მათი დაჯამებით კი მივიღებთ 100,000 თითოეული სახის რეზერვს, რის შემდეგაც, იმის მიხედვით, თუ შემთხვევათა რა რაოდენობა გვინდა რომ იყოს დაკმაყოფილებული, ვითლით პირველადი და მეორეული რეზერვების სიმძლავრეებს. მაგალითად, ENTSO-E-ის მიხედვით, FCR უნდა აკმაყოფილებდეს შემთხვევათა 99.9%-ს, ხოლო FRR – 99%-ს.



5. გაანგარიშებები და მოდელირების შედეგები

5.1 მოხმარების პროგნოზირება

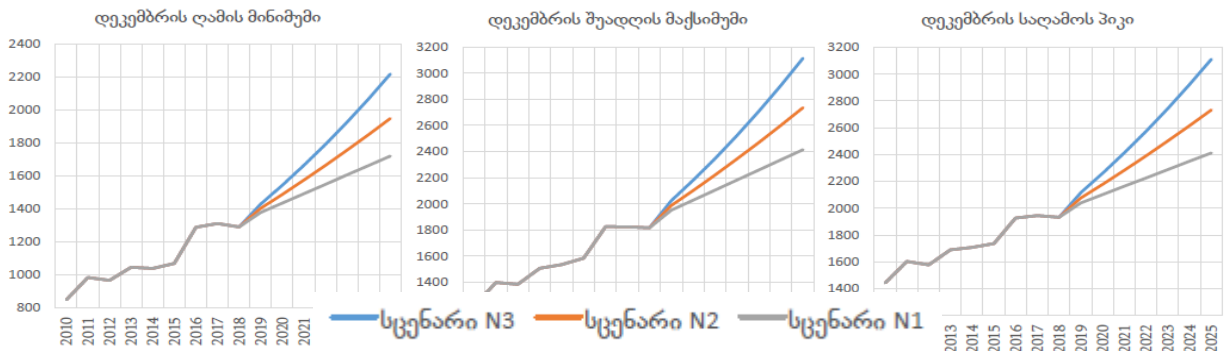
მოხმარების პროგნოზირება ხორციელდება პროგრამა Excel-ში წრფივი რეგრესიის გამოყენებით, რომელიც სტატისტიკურ მონაცემებზე დაყრდნობით განსაზღვრავს ცნობილი ცვლადების (მშპ, მოსახლეობა, ტურიზმი) მოხმარებაზე დამოკიდებულების კოეფიციენტს და შესაბამის საპროგნოზო მონაცემებზე გამრავლებით, ისაზღვრება ელექტროენერჯის საპროგნოზო მოხმარება (ნახ. 5.1).

Regression for Georgia						
Load=f(GDP, POP, Tourism) 2010-2030						
year	Actual Load	GDP (constant prices, USD)	POP	Tourism (Nights)		Estimate Load (GWh)
2010	8744.1	13309055329	3799832	8368550		8908.8
2011	9646.5	15053611864	3773558	9727010		9398.0
2012	9784.1	16328986867	3739323	11307279		9781.1
2013	10093	16857976361	3718424	13154394		10189.0
2014	10619.4	16554329459	3716911	15292668		10666.0
2015	10871.8	13301657166	3721916	17725490		10807.7
2016	11493.6	13156925463	3728636	20738980		11421.5
2017	12342.6	13000897182	3726374	27039551		12429.0
2018	13068.7	13493055126	3729633	30183344		13010.9
2019	13247.8	14208187047	3723464	31741402		13295.0
2020		14847555464	3699485	35662968		13687.8
2021		15589933238	3689232	39468567		14175.7
2022		16369429900	3684979	43219264		14694.2
2023		17269748544	3677725	48068912		15289.8
2024		18143597820	3670472	54196409		15969.8
2025		19061663870	3663218	59990210		16577.8
2026		20026184062	3655965	65427509		17124.1
2027		21039508975	3648712	70585361		17624.3
2028		22104108130	3641458	75590325		18094.4
2029		23222576001	3634205	78673343		18401.1
2030		24397638347	3626952	81782958		18705.3

ნახ.- 5.1

იქიდან გამომდინარე, რომ პროექტი ითვალისწინებს ქსელის დისპეტჩირების ანალიზს საათობრივი ბიჯებით, საქართველოს ჯამური მოხმარების გათვალისწინებაც სწორედ საათური ბიჯებით ხდება. მოხმარების ყოველსაათური მნიშვნელობები ასევე ითვალისწინებს ღამის მინიმუმის, შუადღის მაქსიმუმის და საღამოს მაქსიმუმის ზრდის განსხვავებულ ტემპებს და პიკურ მნიშვნელობებს, რაც საშუალებას იძლევა უკეთ განისაზღვროს სისტემის მოქნილობა და პრობლემატური პერიოდები (ნახ.-5.2).

ნახ. – 5.





5.2 2018 წლის მოდელი შექმნა და ვერიფიკაცია (შემოწმება)

საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სისტემის მოდელი პროგრამა PLEXOS-ში ითვალისწინებს შემდეგ ელემენტებსა და პარამეტრებს:



სადგურები

- გენერატორების რაოდენობა
- მინიმალური სიმძლავრე
- მაქსიმალური სიმძლავრე
- გაშვების ხანგრძლივობა
- სიმძლავრის მომატება/შემცირების სიჩქარე
- წყლის/საწვავის ხარჯი
- მქკ-ს სიმძლავრეზე დამოკიდებულება
- მაქსიმალური დასაშვები საწვავის წლიური ხარჯი
- სიმძლავრის საათური მნიშვნელობები
- აშენების ფასი
- ოპერირების ფიქსირებული ფასი
- ოპერირების ცვლადი ფასი

ჰიდრო რეზერვუარები

- მინიმალური მოცულობა
- მაქსიმალური მოცულობა
- ხარჯის მოცულობაზე დამოკიდებულება
- შემოდინება

მოხმარება

- საათური მნიშვნელობა

რეზერვები

- პირველადი
- მეორეული
- მესამეული

კასკადები

1. ენგურჰესი → ვარდნილჰესი
2. ხრამჰეს 1 → ხრამჰესი 2
3. შაორჰესი → ძეგრულჰესი
4. ლაჯანურჰესი → გუმათი 1 → გუმათი 2 → რიონჰესი → ვარციხეჰესი

ხელშეკრულებები

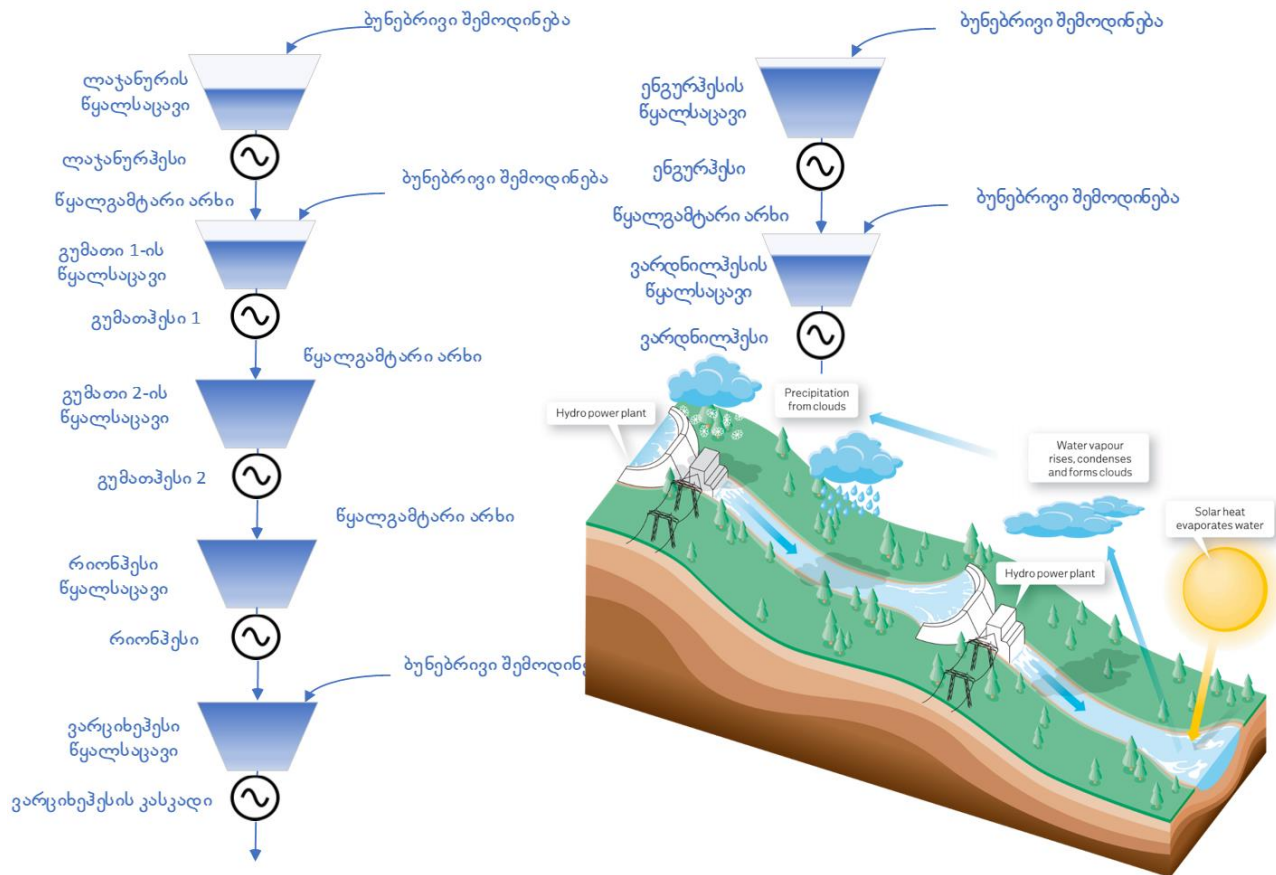
- თვის გამომწვევები
- გარანტირებული სიმძლავრეები

კასკადების დამაკავშირებელი არხები

- გამტარუნარიანობა
- ჩადინების ხანგრძლივობა

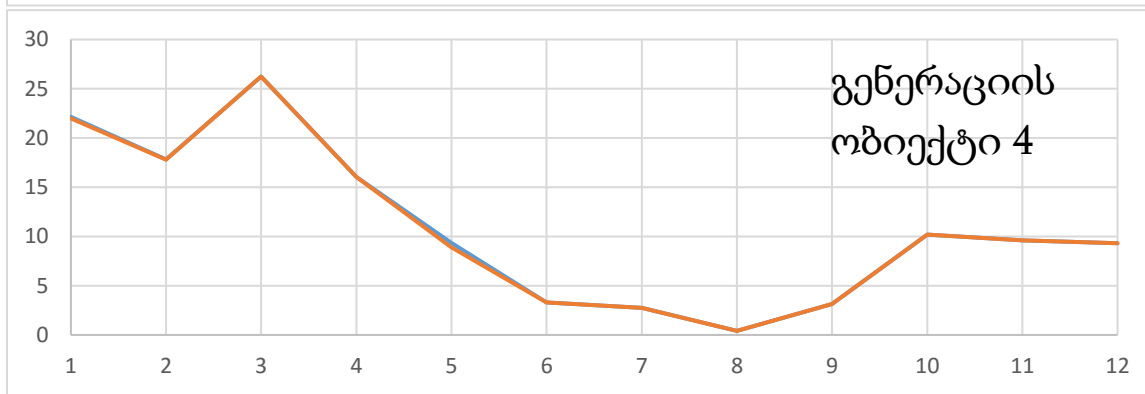
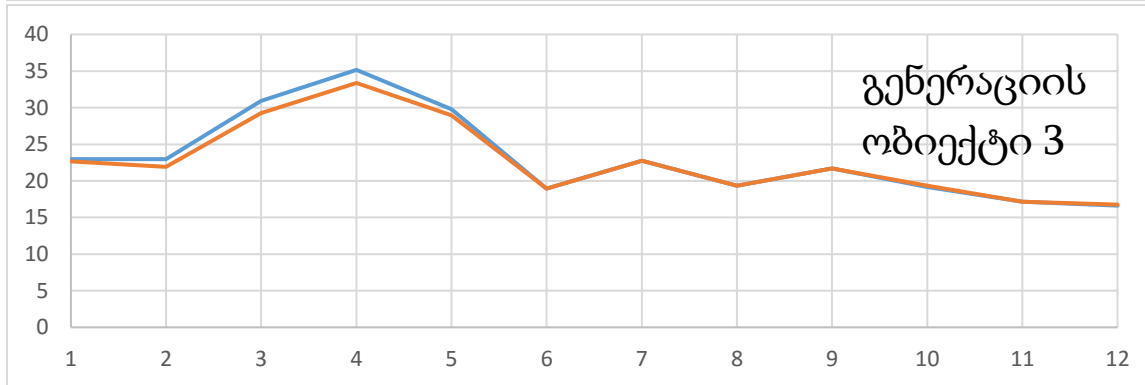
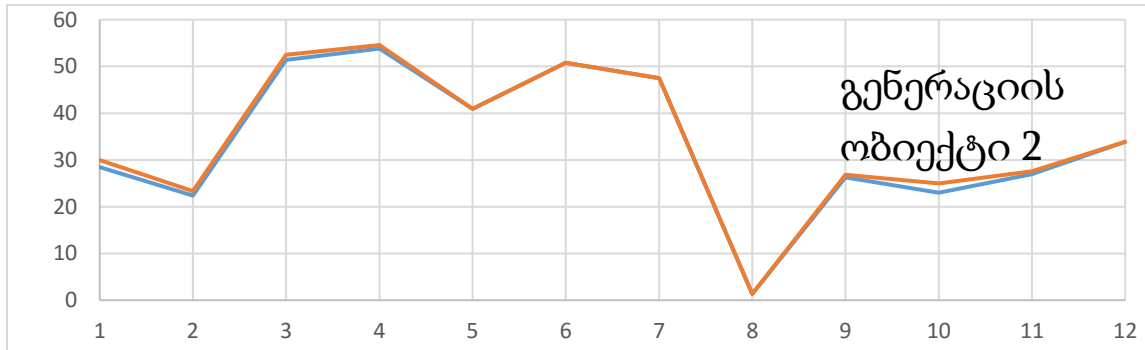
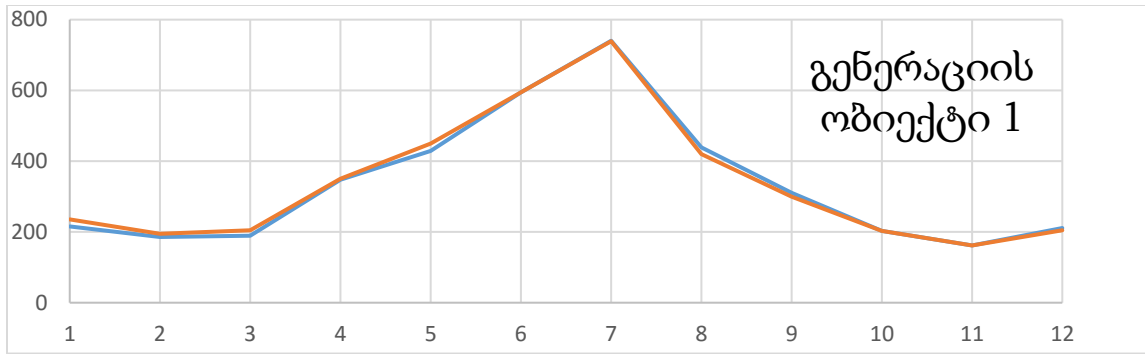


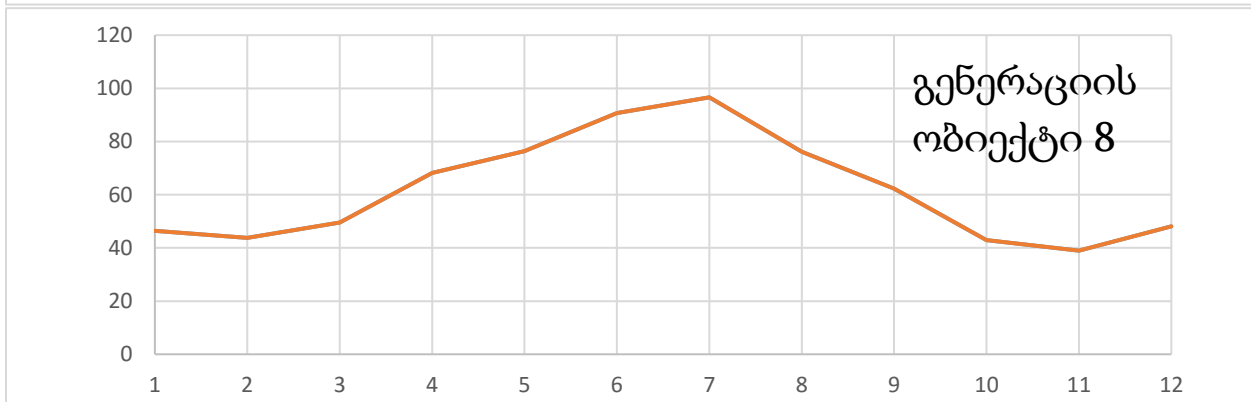
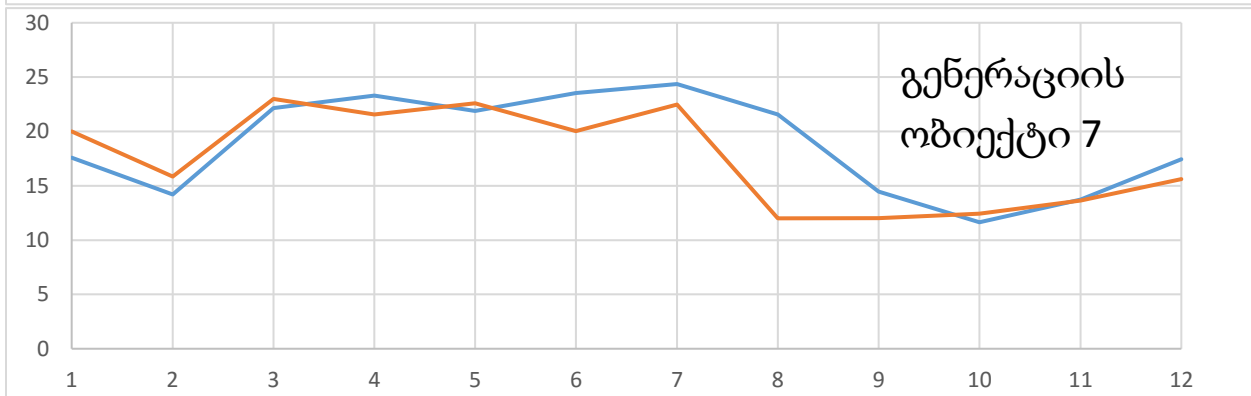
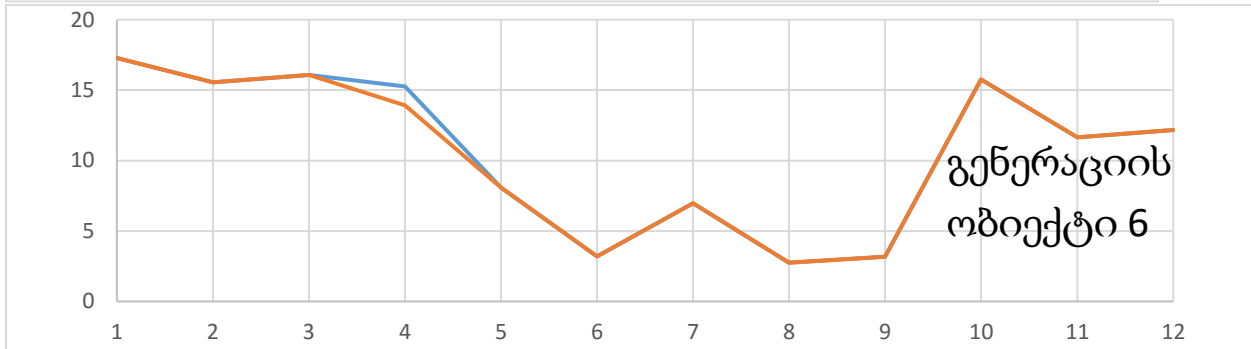
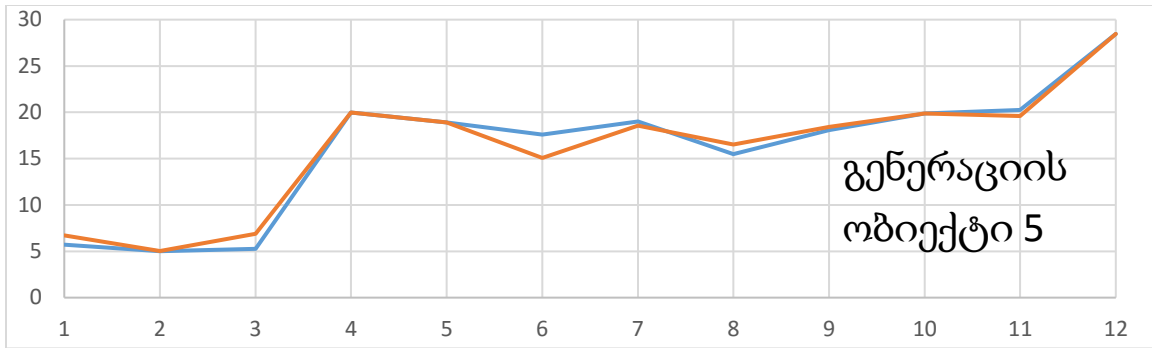
მოდელის ვერიფიკაციის (შემოწმების) მიზანი იყო პროგრამა PLEXOS-ში გათვალისწინებული გენერაციის წყაროების სიმულირებული შედეგების შედარება რეალურ ქცევასთან, რაც დაფიქსირდა 2018 წელს. სიმულაციისას ასევე გათვალისწინებული იქნა 2018 წლის საათური მოხმარება. მოდელირება განხორციელდა წყალსაცავიანი სადგურების კასკადურობის გათვალისწინებით, რომლის კონცეპტუალური სქემა, მოცემულია შემდეგ ნახატზე.



ნახ. - 5.38

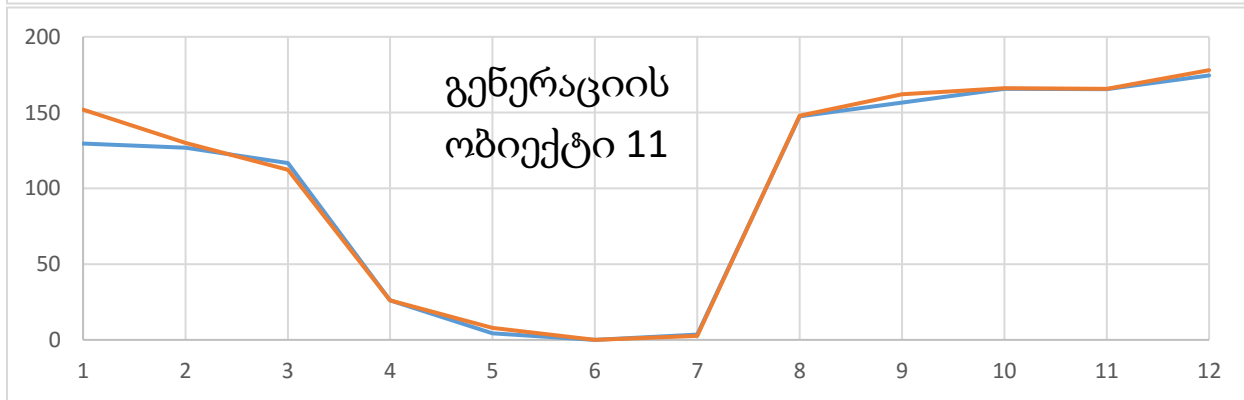
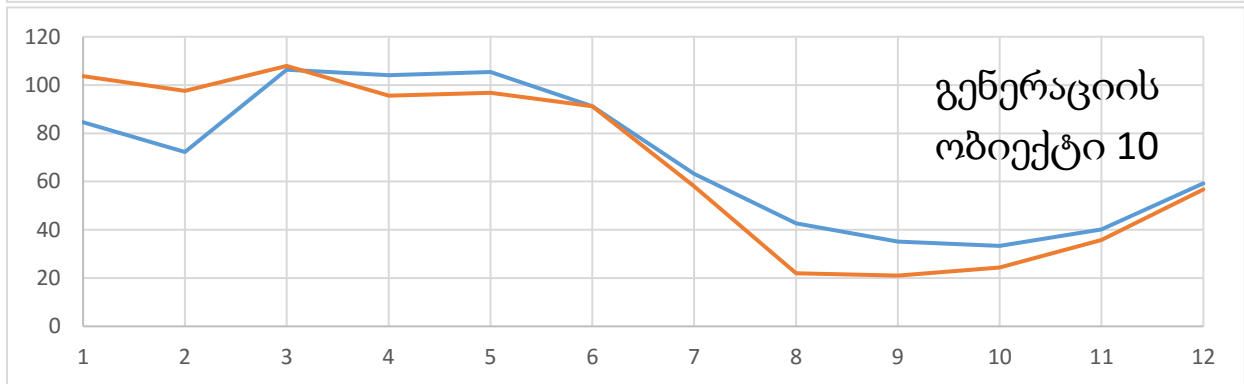
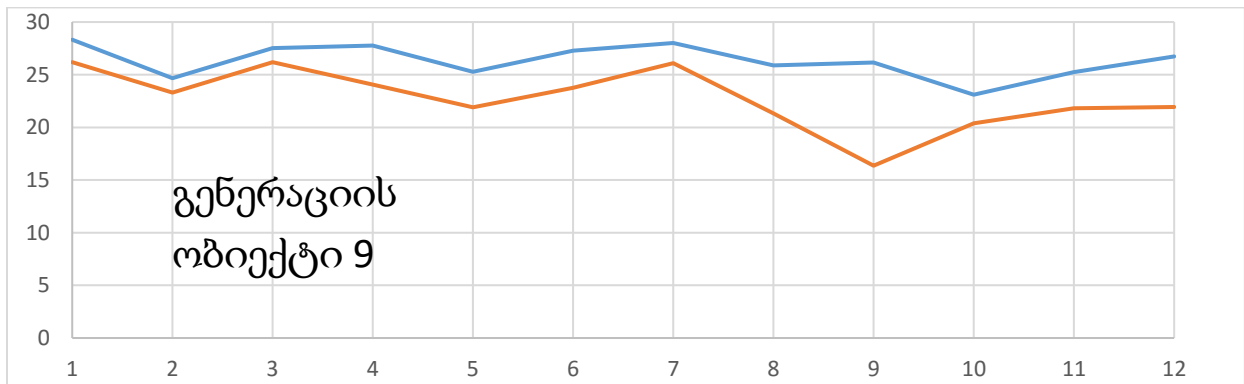
ქვემოთ მოცემულია წყალსაცავიანი სადგურების და თბოელექტროსადგურების სიმულირებული გამოიმუშავებების შედარება რეალურ გამოიმუშავებებთან, თვეების ჭრილში.

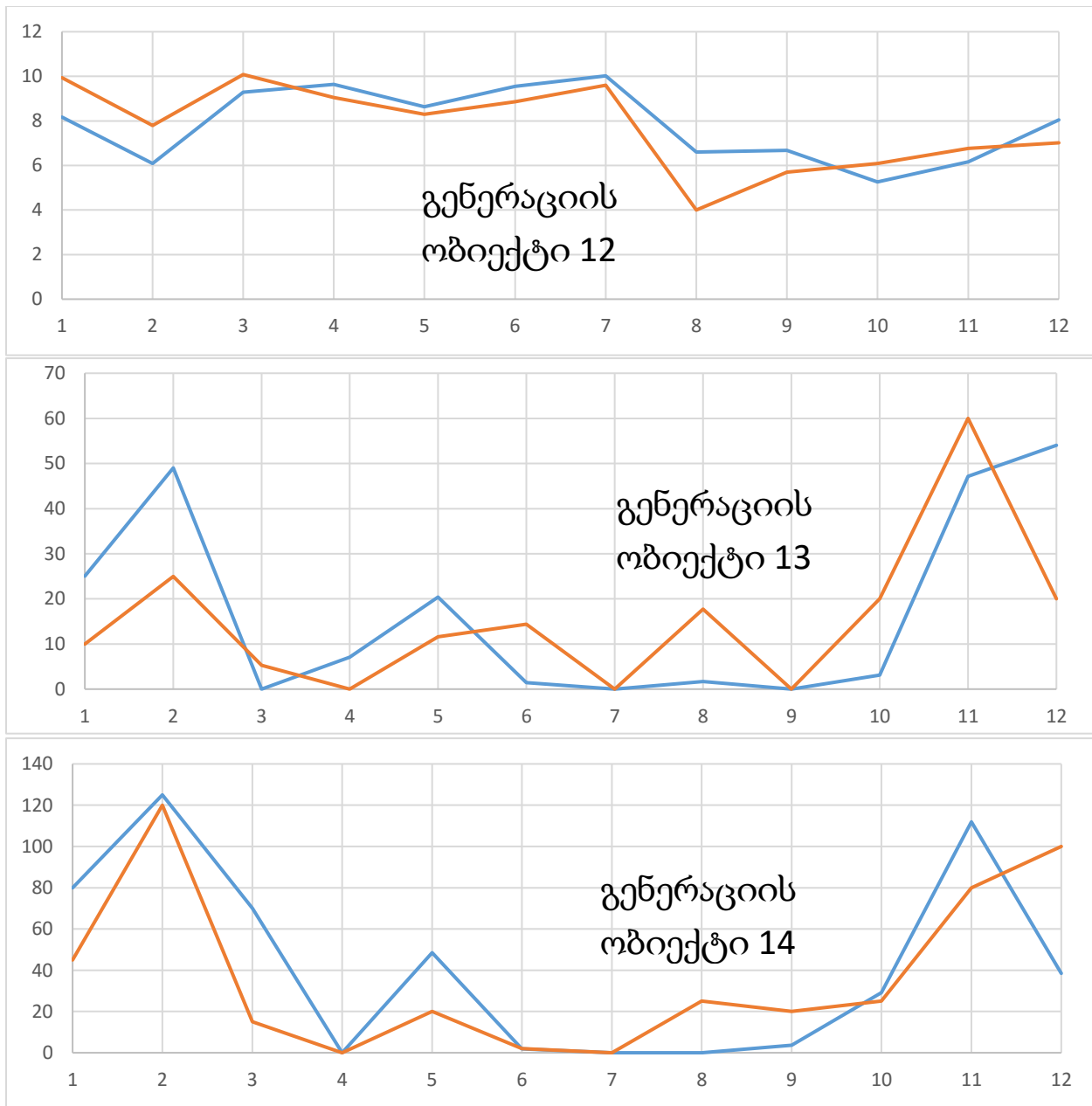






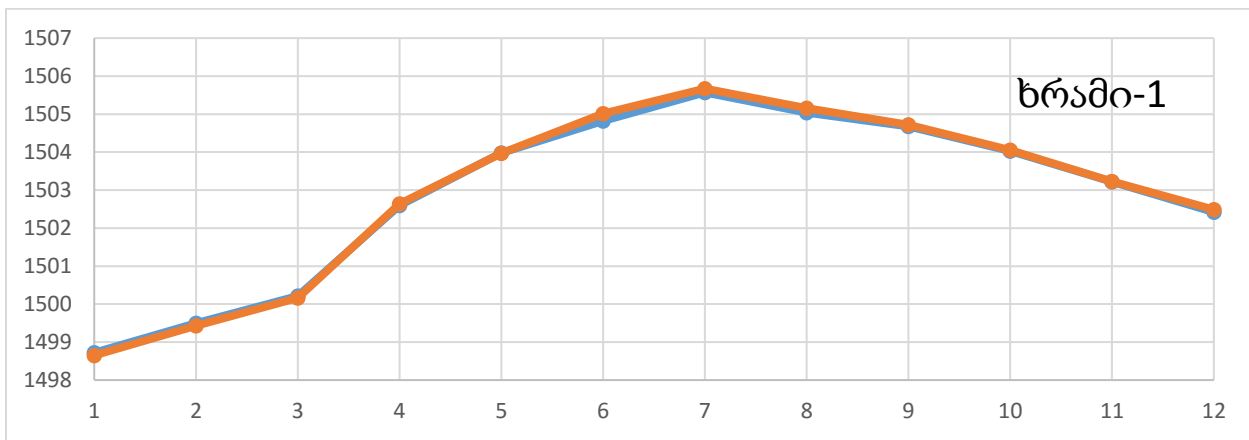
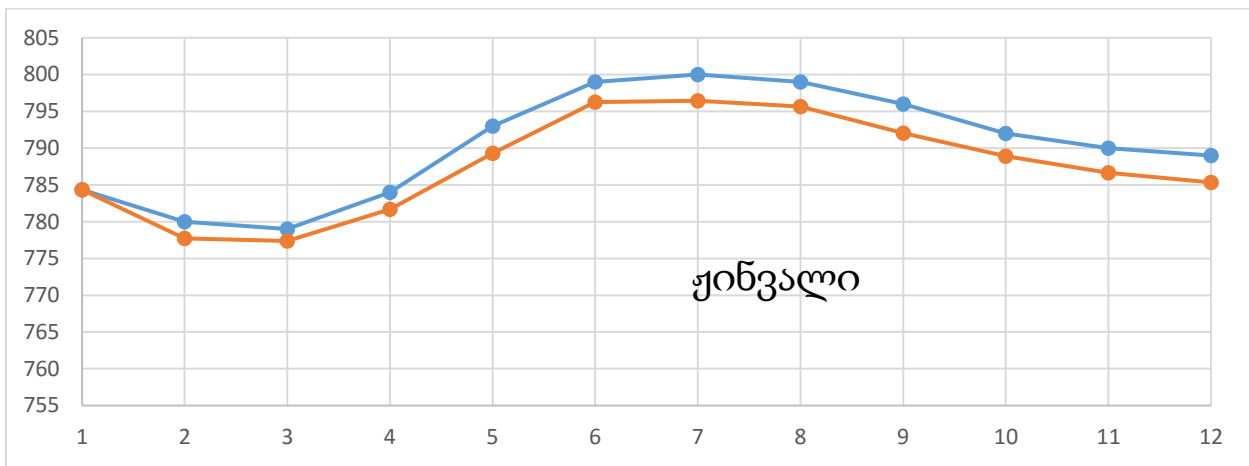
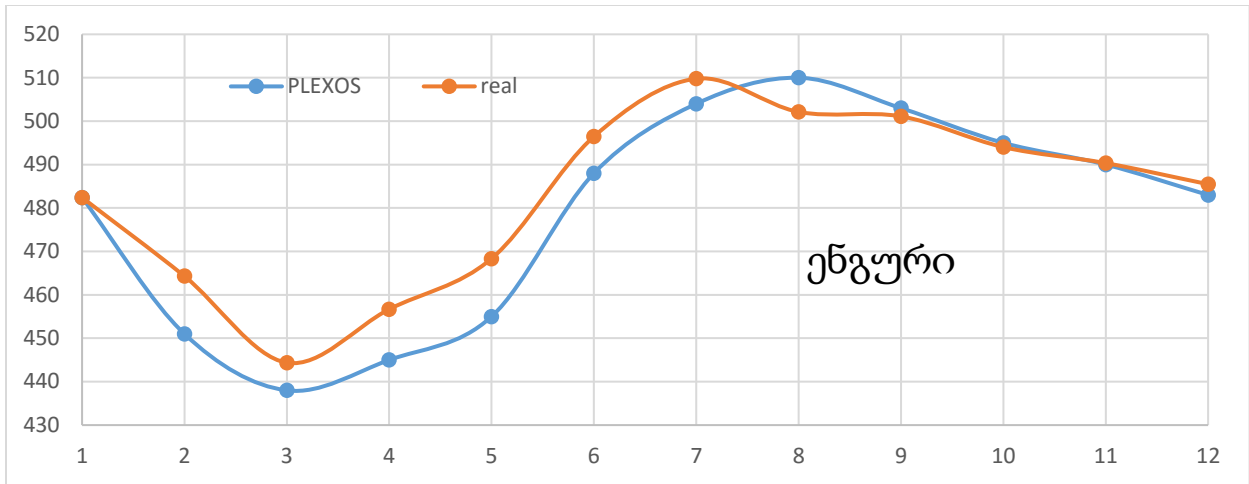
— ისტორიული ინფორმაცია
— PLEXOS-ით მიღებული

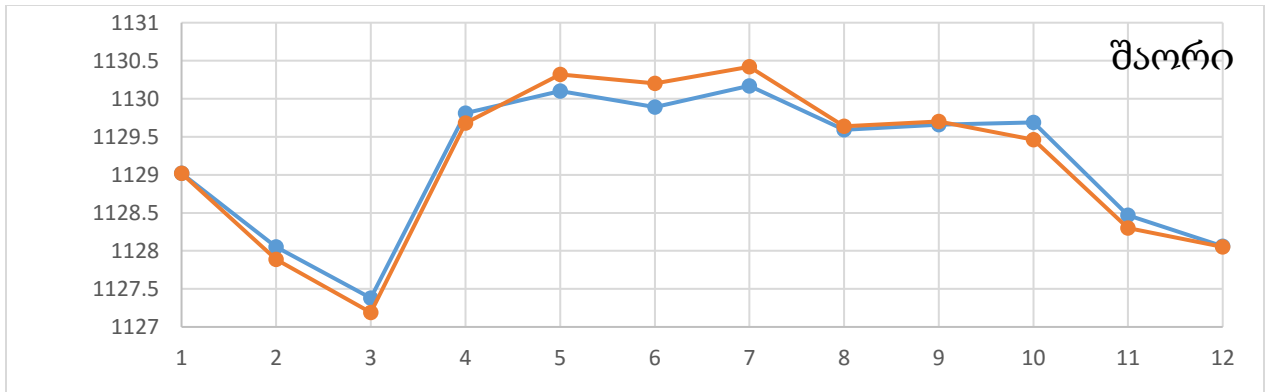




ნახ. - 5.39 სადგურების ფაქტიური გამომუშავების შედარება მოდელირების შედეგად მიღებულ სიდიდესთან.

— ისტორიული ინფორმაცია
— PLEXOS-ით მიღებული





ნახ - 5.41. ელექტროსადგურების მოდელირებული და რეალური შევსება-დამუშავება

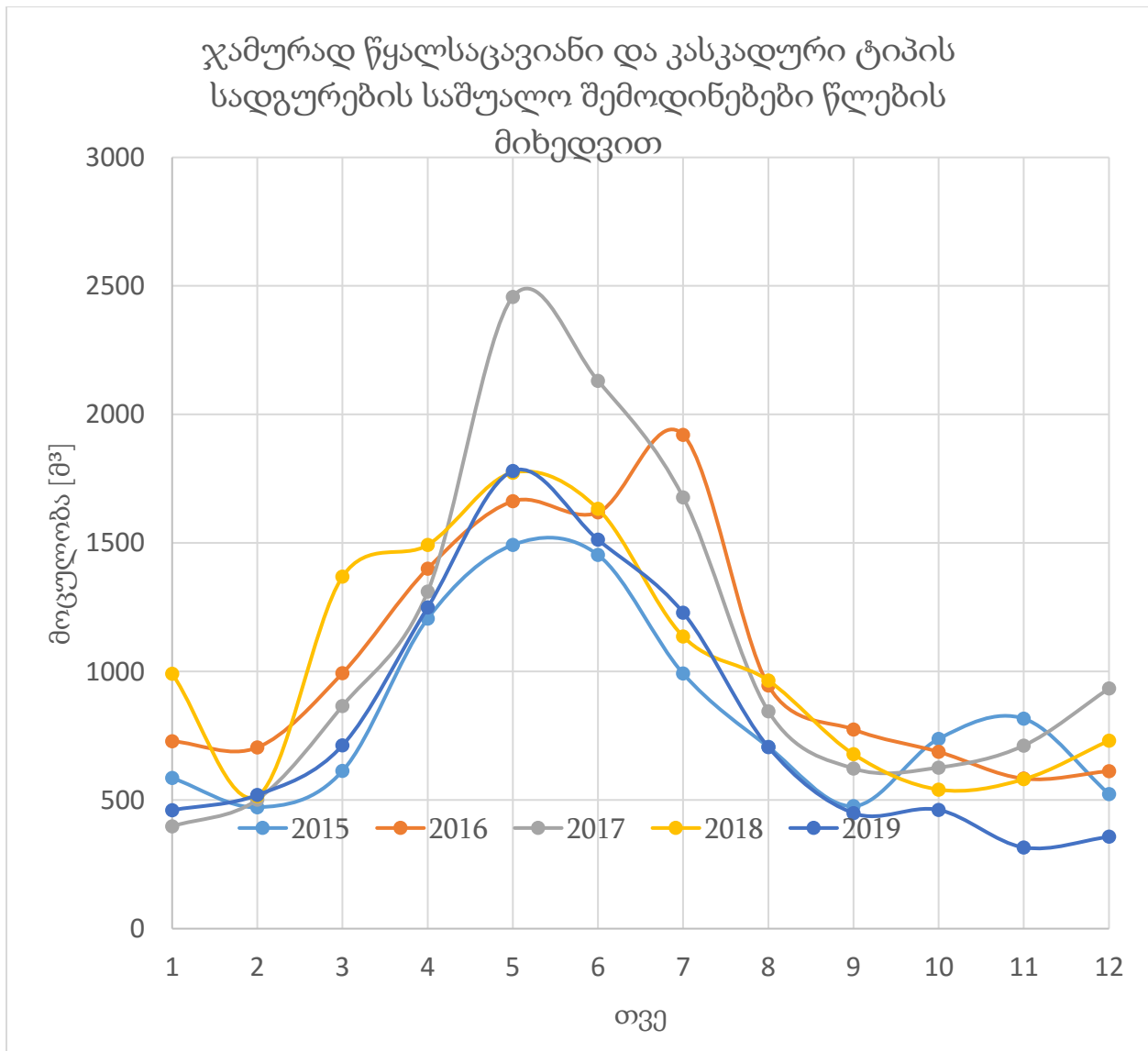
როგორც აღინიშნა, მოდელის ვერიფიკაციისთვის, ცალკეული სადგურების გარდა მოხდა მთლიანი ელექტროენერგეტიკული სისტემის ოპერირების მოდელირება 2018 წლისთვის, 8760 საათის განმავლობაში, რომლის ჯამური შედეგები მოცემულია ქვემოთ მრუდების სახით.

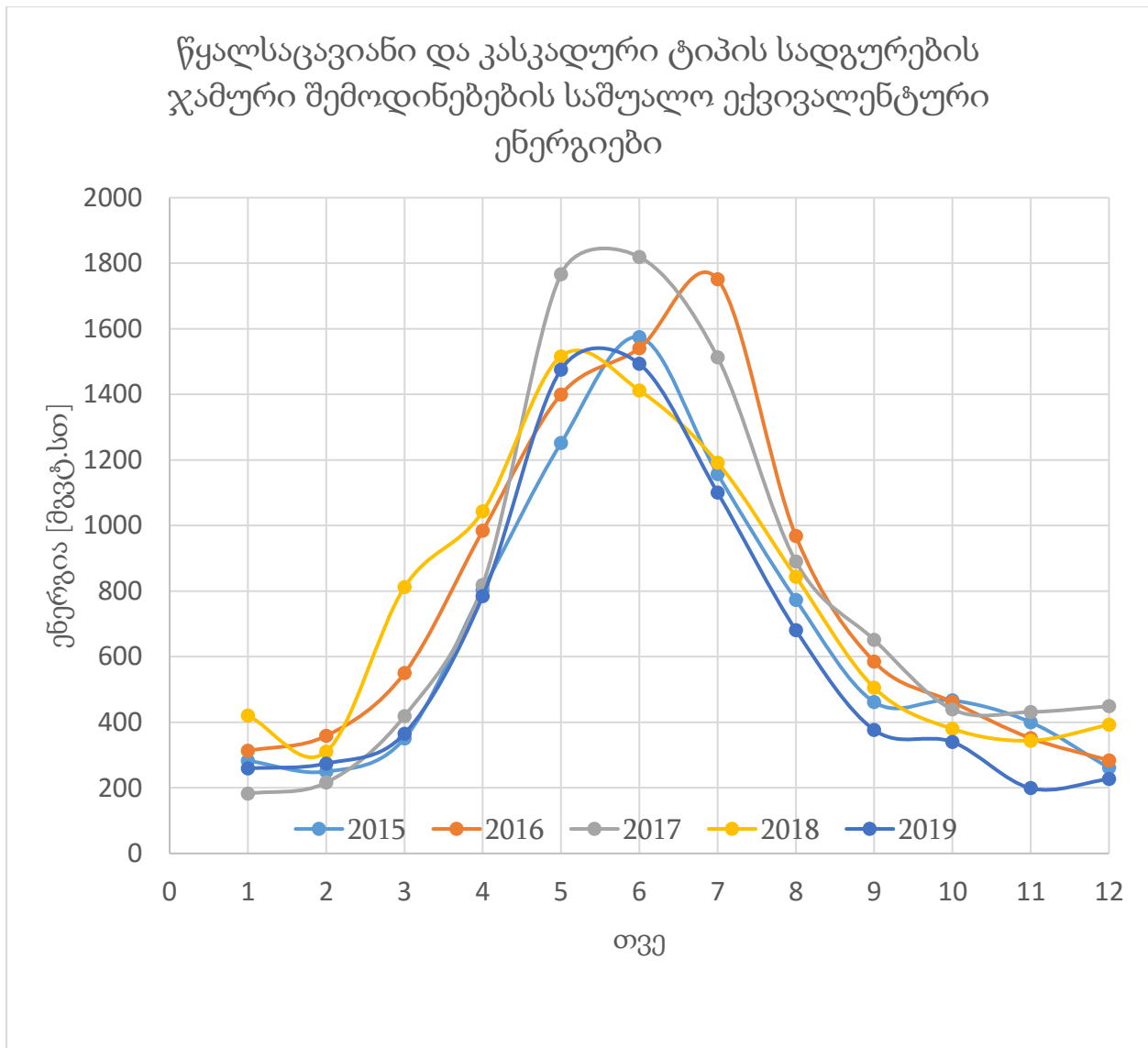
თბოსადგურების მიერ მოხმარებული ჯამური გაზის მოცულობა 2018 წელს რეალურად იყო 493'600 მლნ მ³, ხოლო მოდელირებით მიღებული იქნა 460'345 მლნ მ³, რასაც მივიჩნევთ საკმაოდ კარგ მიახლოებას რეალობასთან.

5.3. ჰიდროლოგიის ანალიზი და ახალი ჰესების მოდელირება

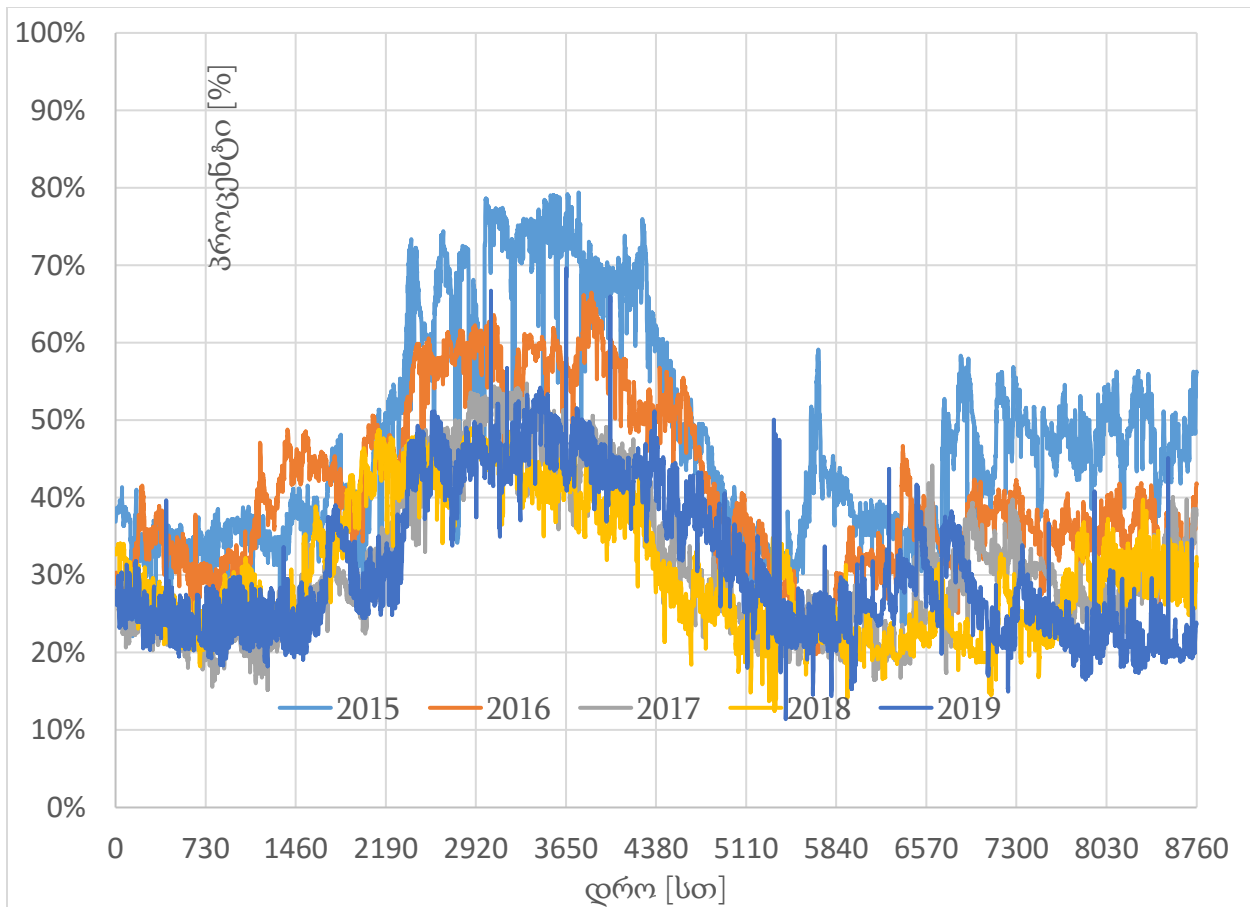
გარდა გენერაციის განვითარების სცენარებისა, რაც გულსხმობდა, ჰესების ოპერირებაში შესვლის პესიმისტურ, ოპტიმისტურ და ზომიერ სცენარებს, უნდა იქნას განხილული ჰიდროლოგიის სამი სცენარი: წყალმცირე “H1”, ზომიერი “H2” და წყალუხვი “H3”.

აღნიშნულისთვის განხილული იქნა 2015-დან 2019 წლების ჩათვლით. გაანალიზებული იქნა ცალკე წყალსაცავიანი და კასკადური ტიპის ჰესების შემოდიანებები და ცალკე მოდინების ჰესების შემოდიანებები.





ნახ - 5.45



ნახ - 5.46

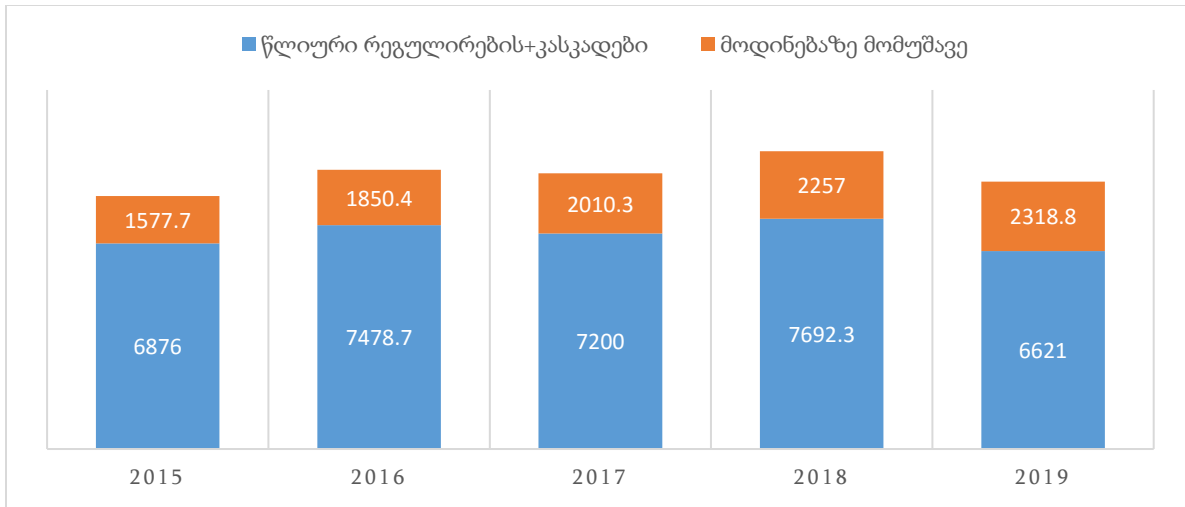
წყალსაცავიანი და კასკადური სადგურებისთვის შემოდინებისა და ენერჯის მრუდზე დაკვირვებით ჩანს, რომ:

- 2017 წყალუხვობის წელია
- 2019 წყალმცირობის წელია
- 2018 ზომიერი წელია

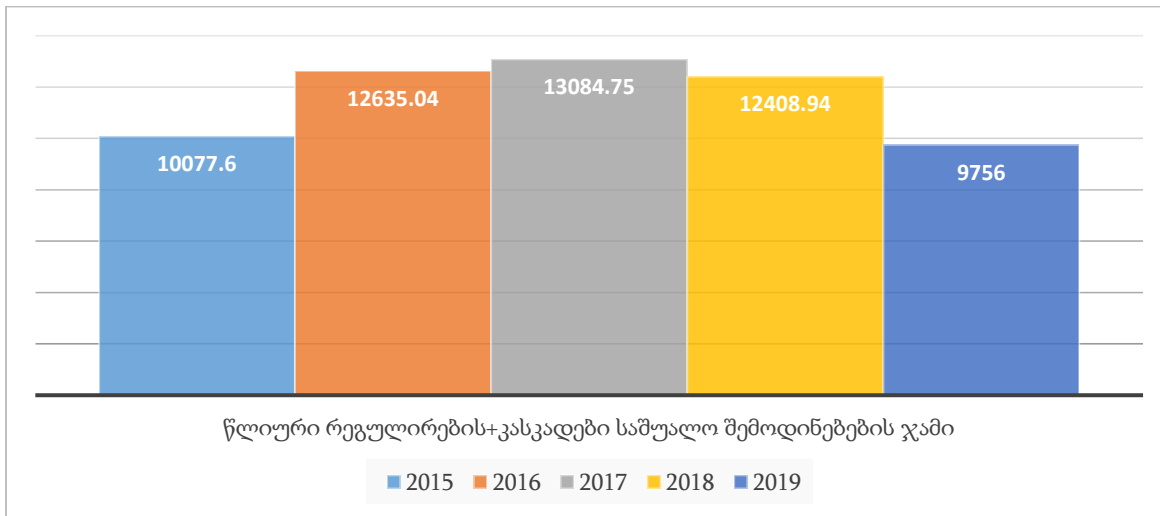
მოდინებაზე მომუშავე სადგურების ანალიზმა აჩვენა, რომ:

- 2015 წყალუხვობის წელია
- 2017 წყალმცირობის წელია
- 2016 ზომიერი წელია

რადგან წყალსაცავიანი და კასკადური სადგურების გამომუშავება რამოდენიმეჯერ აჭარბებს მოდინებაზე მომუშავე სადგურებისას, ჰიდროლოგიის სცენარები მიღებული იქნა მხოლოდ წყალსაცავიანი და კასკადური სადგურების ინფორმაციაზე დაყრდნობით.

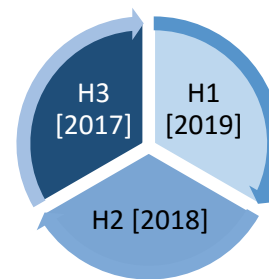


ნახ - 5.47



ნახ - 5.48

რადგან წყალსაცავიანი და კასკადური სადგურების გამომუშავება რამოდენიმეჯერ აჭარბებს მოდინებაზე მომუშავე სადგურებისას, ჰიდროლოგიის სცენარები მიღებული იქნა წყალსაცავიანი და კასკადური სადგურების ინფორმაციაზე დაყრდნობით:



- 2017 წყალუხვობის წელია, სცენარი H3
- 2019 წყალმცირობის წელია, სცენარი H1
- 2018 ზომიერი წელია, სცენარი H2

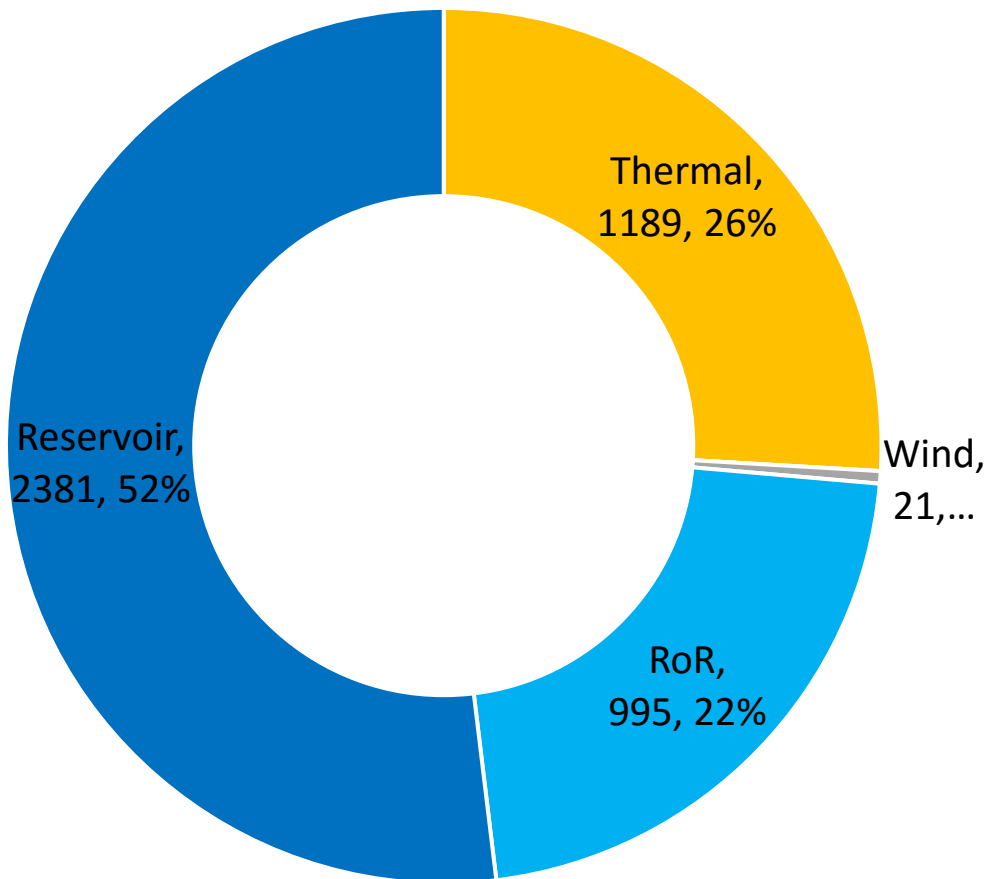


5.4 2021-2035 წლების ოპტიმიზაციის შედეგები

ამ ქვეთავში განხილული იქნება თითოეულ სცენარში თითოეული წლისთვის რა სიმძლავრის გენერაციის წყაროები უნდა აშენდეს ტექნოლოგიების მიხედვით, როგორი იქნება ენერჯის წლიური და თვის ბალანსები, გენერაციის ადეკვატურობის მაჩვენებლები (LOLE და ENS), თბოსადგურების მიერ გამოყენებული გაზის მოცულობები, თბოსადგურების საჭირო მოქნილობის მაჩვენებლები, მოთხოვნები სიმძლავრის რეზერვებზე და ამ მოთხოვნების შესრულების მაჩვენებლები (რეზერვის დეფიციტის სიდიდე და ხანგრძლივობა).

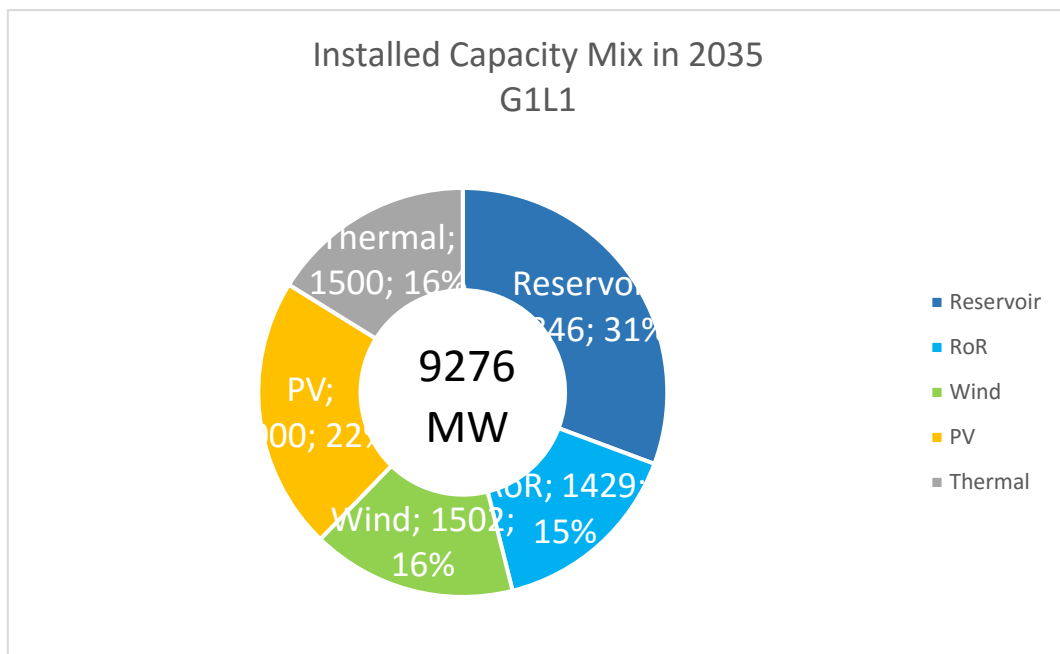
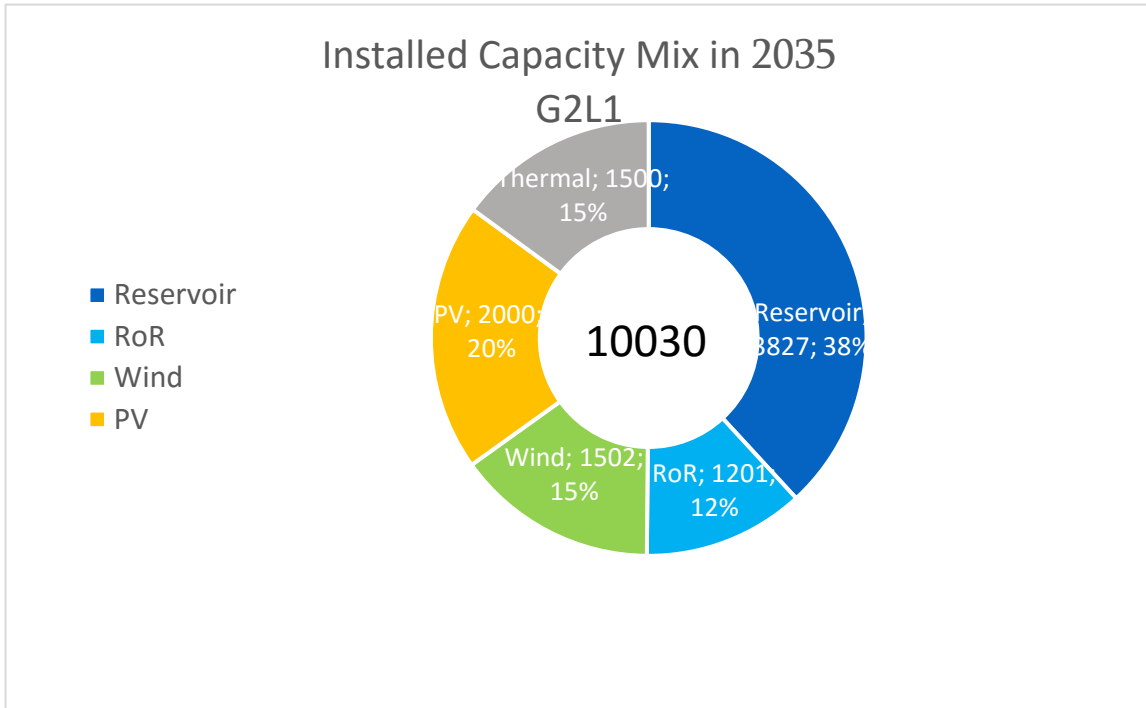
5.4.1 სადგურების დადგმული სიმძლავრე

ნახ - 5.49– სადგურების ტიპების მიხედვით 2023 წლის სადგურების დადგმული სიმძლავრეები

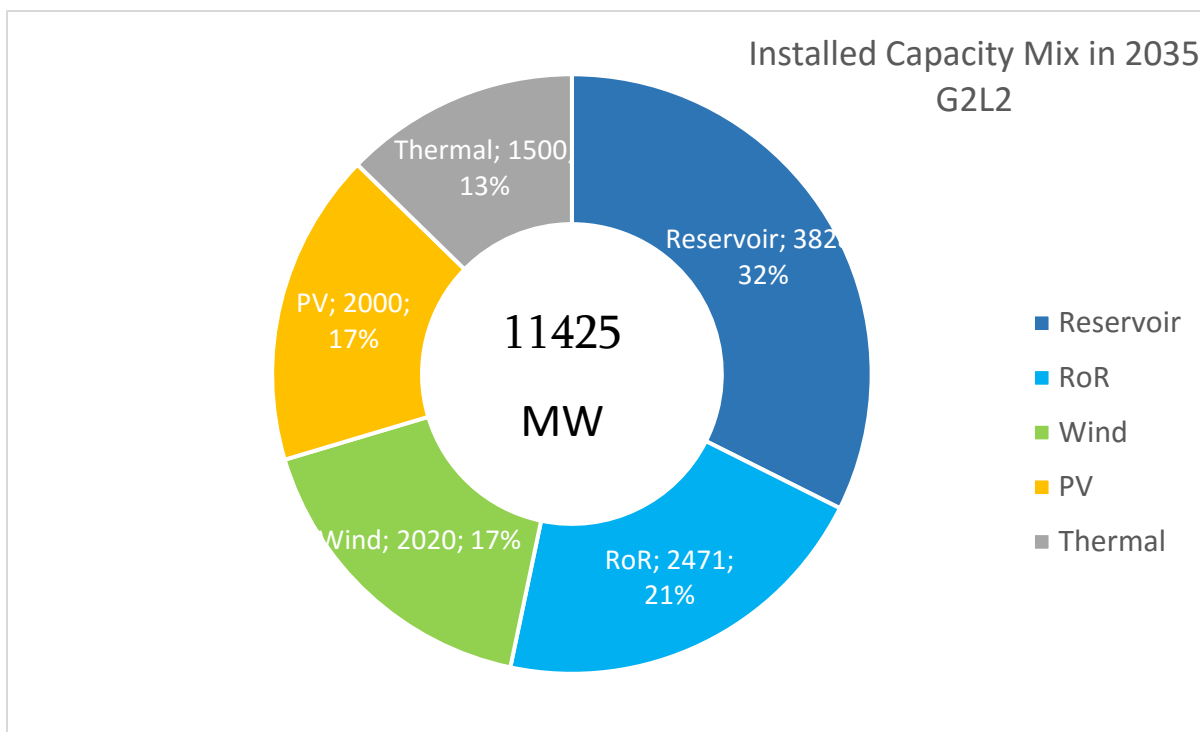




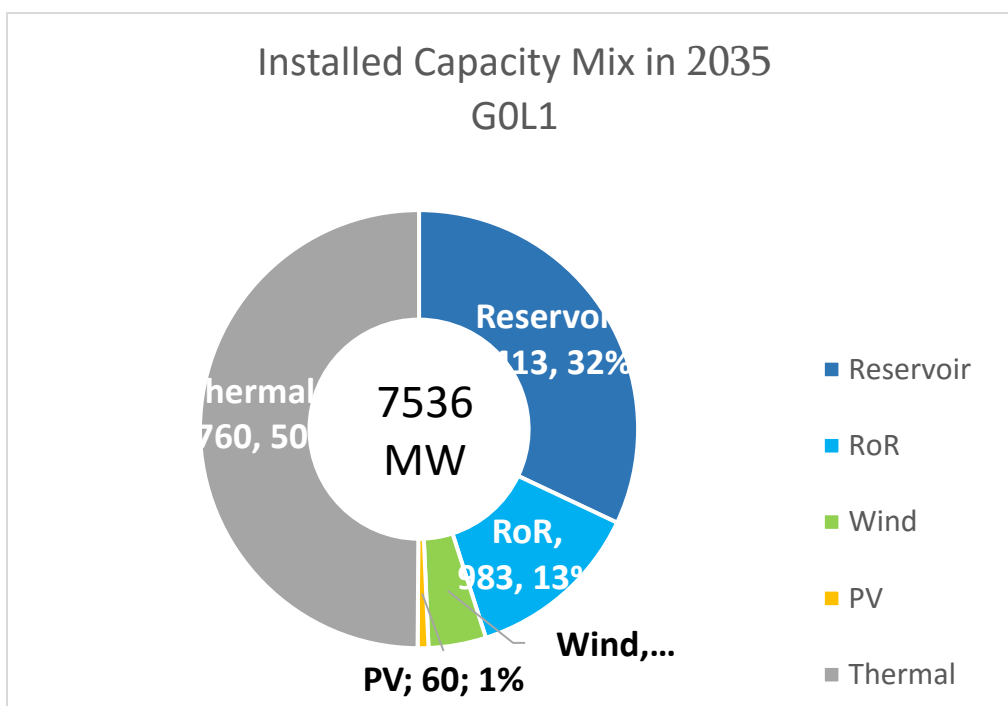
ნახ - 5.50 – სადგურების ტიპების მიხედვით 2035 წლის სადგურების დადგმული სიმძლავრეები (სცენარი G1L1)



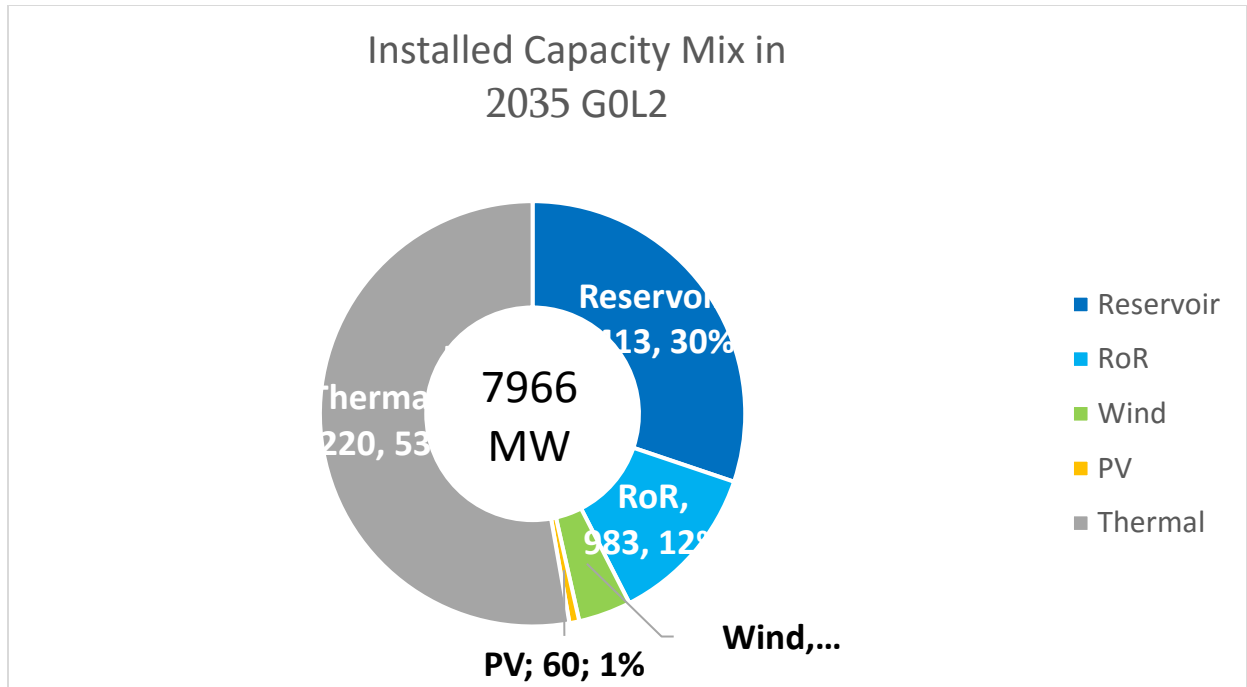
ნახ - 5.51 – ტიპების მიხედვით 2035 წლის სადგურების დადგმული სიმძლავრეები (სცენარი G2L1).



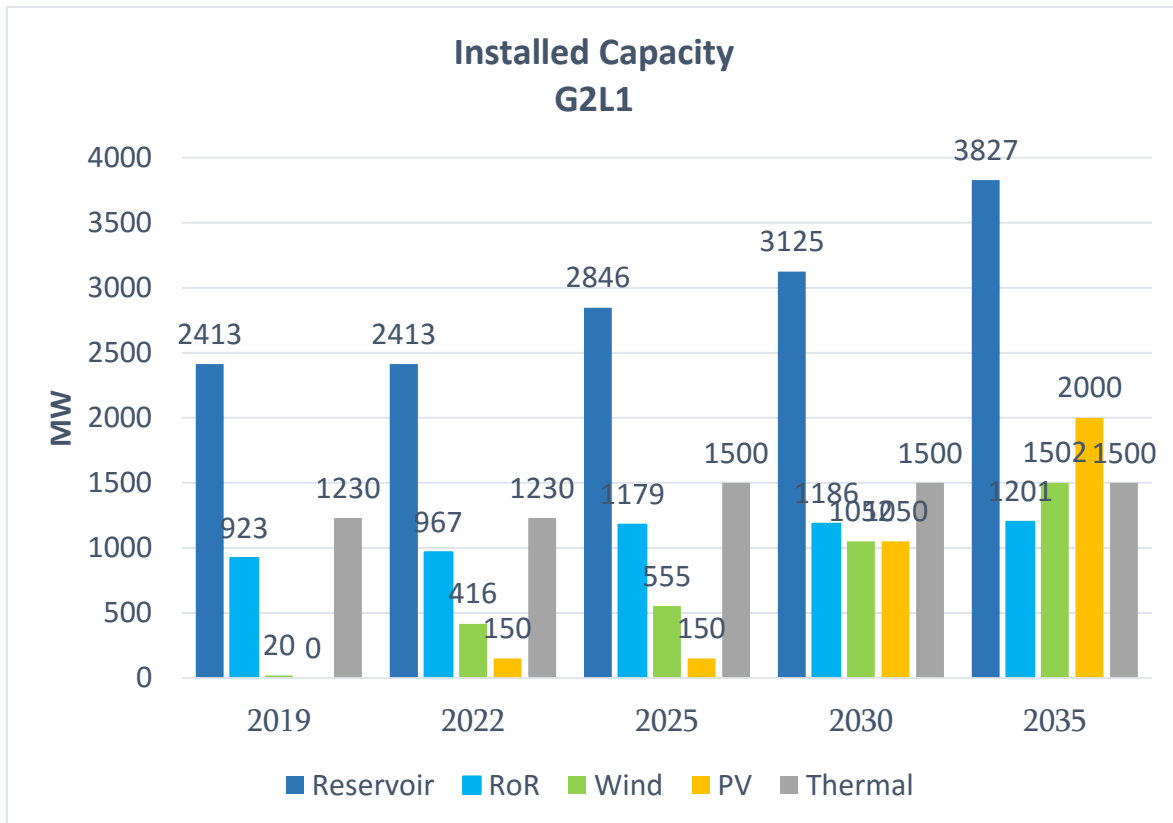
ნახ - 5.52 – ტიპების მიხედვით 2035 წლის სადგურების დადგმული სიმძლავრეები (სცენარი G2L2)



ნახ - 5.53 – ტიპების მიხედვით 2035 წლის სადგურების დადგმული სიმძლავრეები (სცენარი G0L1)

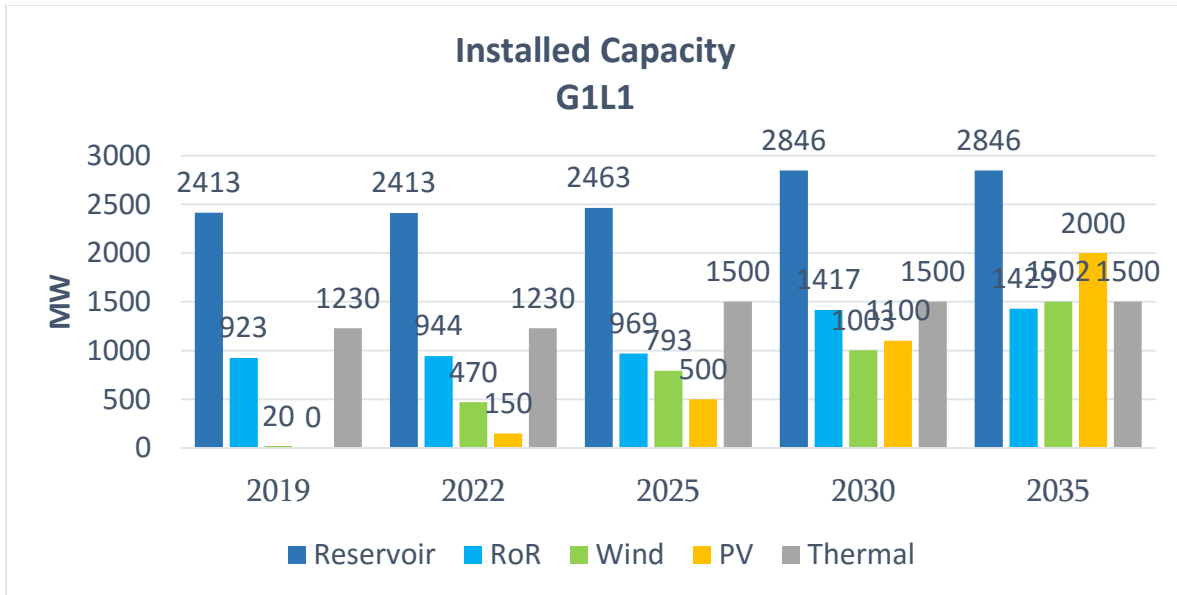


ნახ - 5.54 – ტიპების მიხედვით 2035 წლის სადგურების დადგმული სიმძლავრეები (სცენარი GOL2)

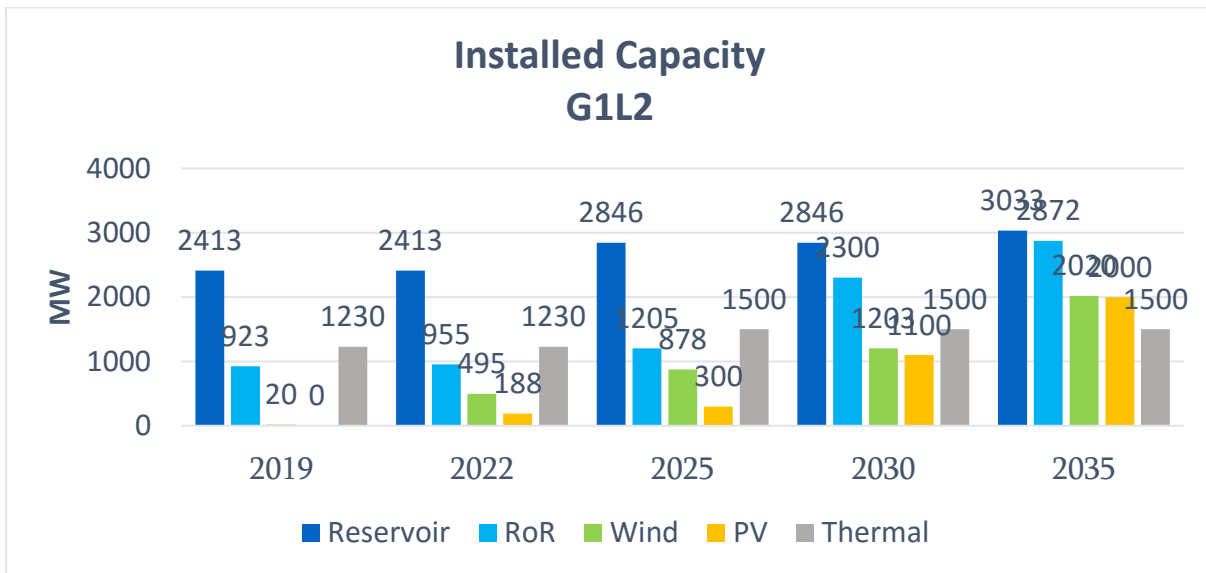




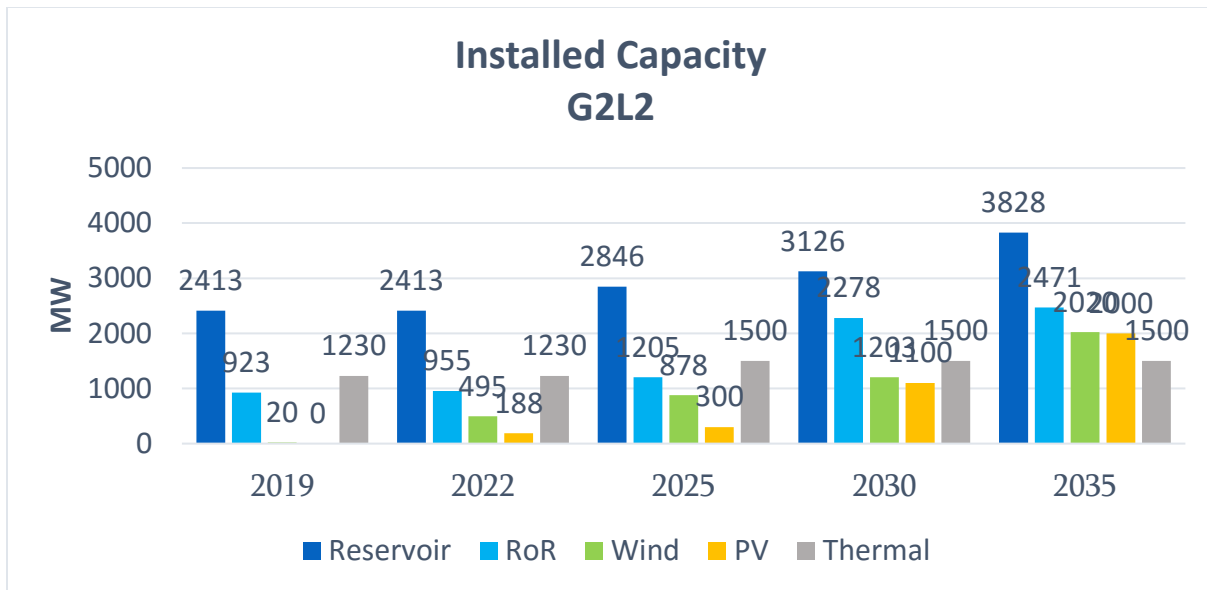
ნახ - 5.55



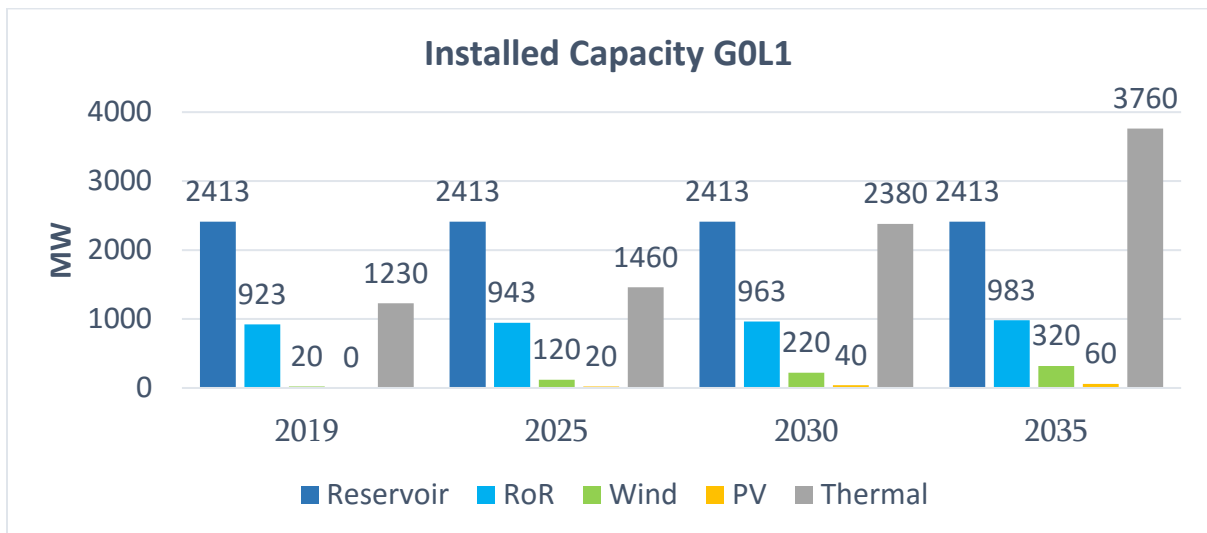
ნახ - 5.56



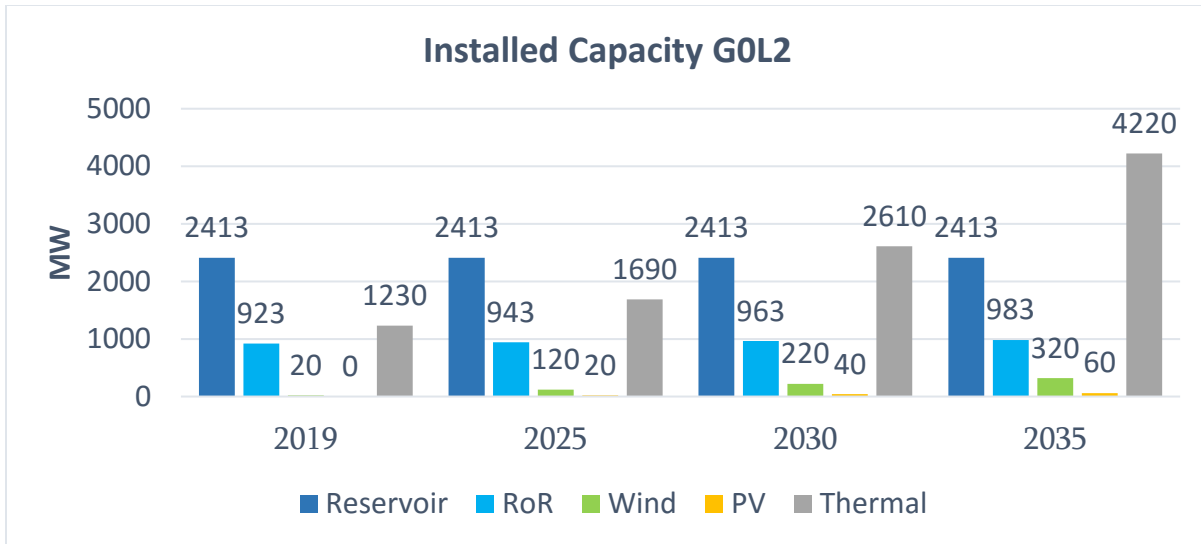
ნახ - 5.57



ნახ - 5.58



ნახ - 5.59



ნახ - 5.60

მრუდებზე მოცემულია საქართველოს ენერგოსისტემაში ჯამური დადგმული სიმძლავრეები სხვადასხვა ტიპის სადგურებისთვის 2019-2025-2030-2035 წლებში, არსებულს დამატებული ახლად აშენებული სადგურები.

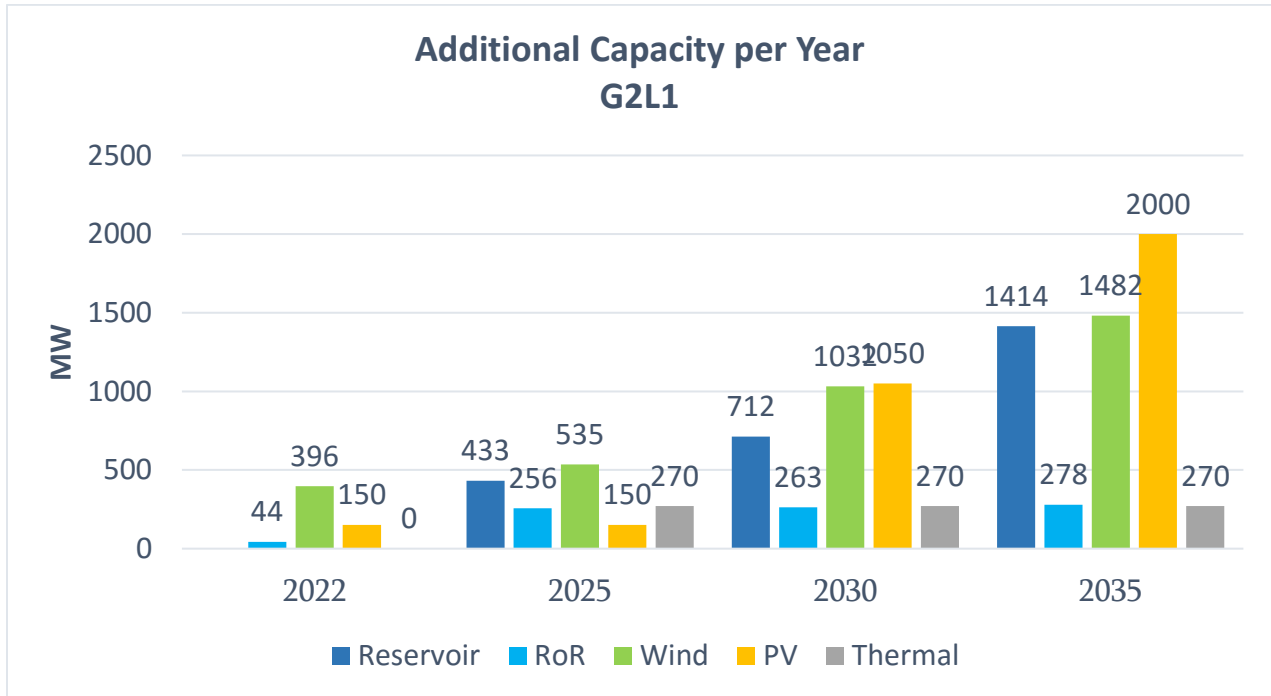
პროგრამა PLEXOS-ით მიღებული ანგარიშების შედეგად, სადაც განხილულია 5 სცენარი, ყველაზე დიდი როდენობით ხორციელდება ინტეგრაცია:

- G1L2 და G2L2 სცენარებში მზის და ქარის სადგურების.
- G2L2 და G2L1 სცენარებში მარეგულირებელი სადგურების.
- G1L2 სცენარში მოდინებაზე მომუშავე სადგურების.
- G0L1 და G0L1 სცენარებში თბოსადგურების

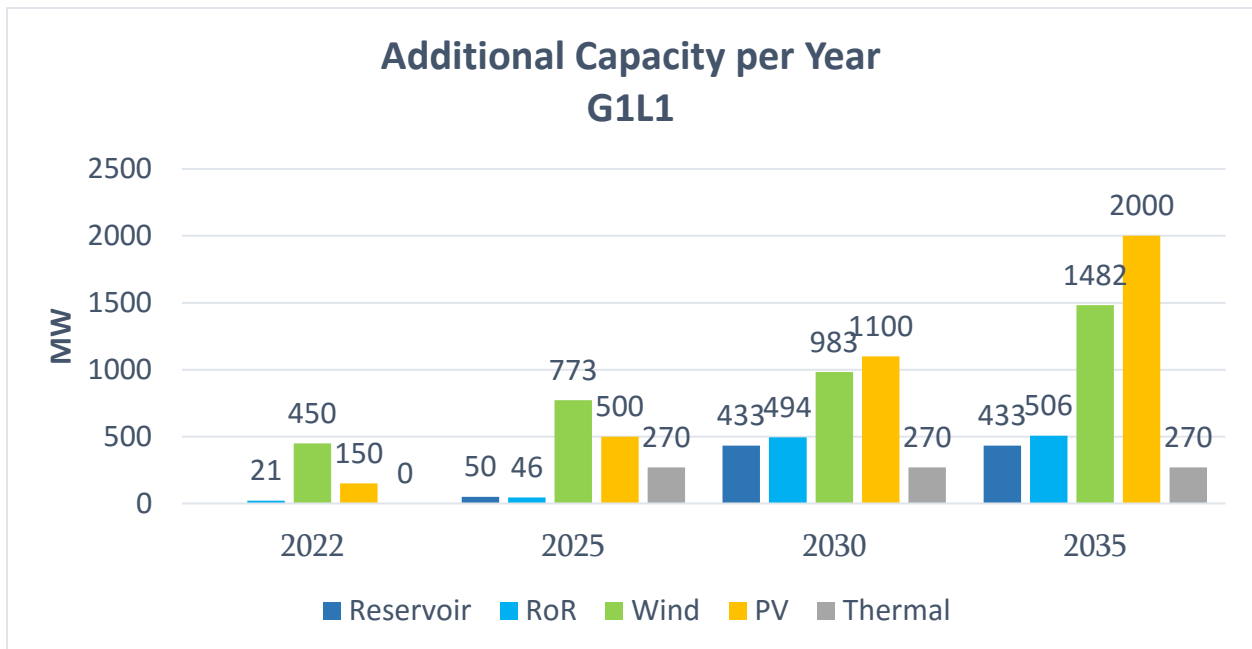
აღნიშნული მრუდების ძირითად მიზანს წარმოადგენს ენერგოსისტემის განვითარების სხვადასხვა სცენარში წარმოადგინოს ხედვა თუ რა ტიპის სადგურების აშენება იქნება ტექნიკო-ეკონომიკურად ყველაზე გამართლებული.



5.4.2 დამატებით ასაშენებელი სიმძლავრე.

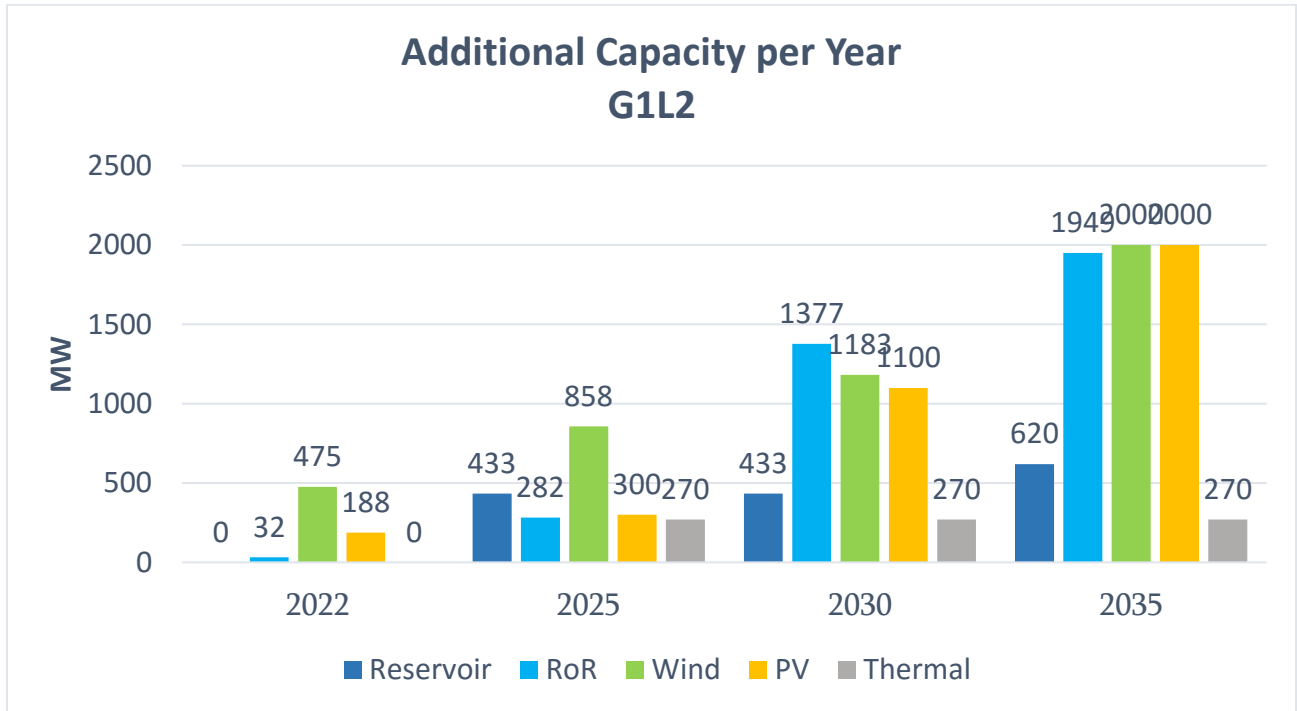


ნახ - 5.61 – ტიპების მიხედვით, 2022-2035 წლებში დამატებით ასაშენებელი სიმძლავრეები (სცენარი G2L1).

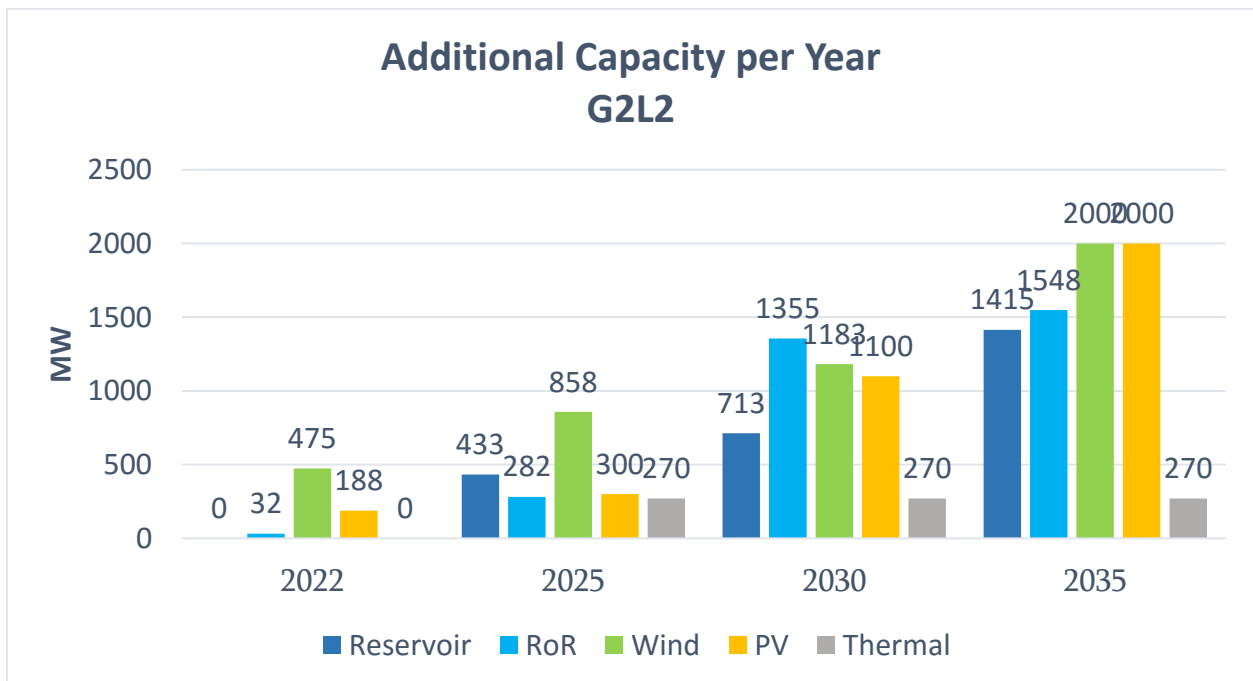




ნახ - 5.62 – ტიპების მიხედვით, 2022-2035 წლებში დამატებით ასაშენებელი სიმძლავრეები (სცენარი G1L1).

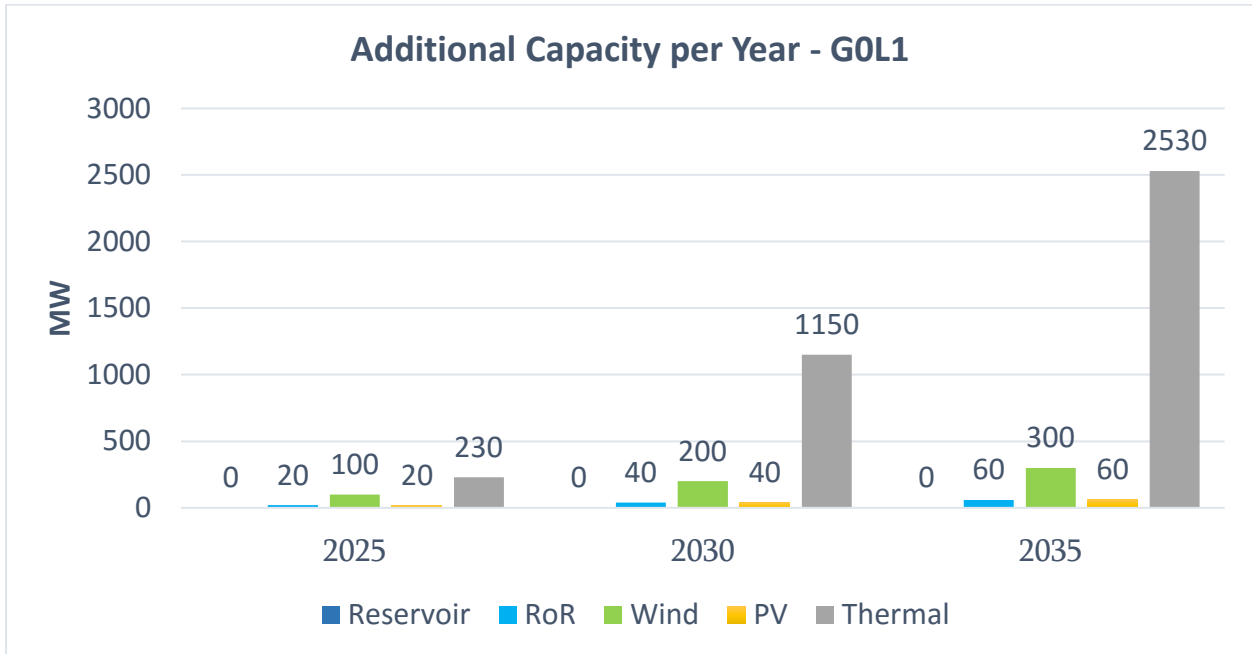


ნახ - 5.63 – ტიპების მიხედვით, 2022-2035 წლებში დამატებით ასაშენებელი სიმძლავრეები (სცენარი G1L2).

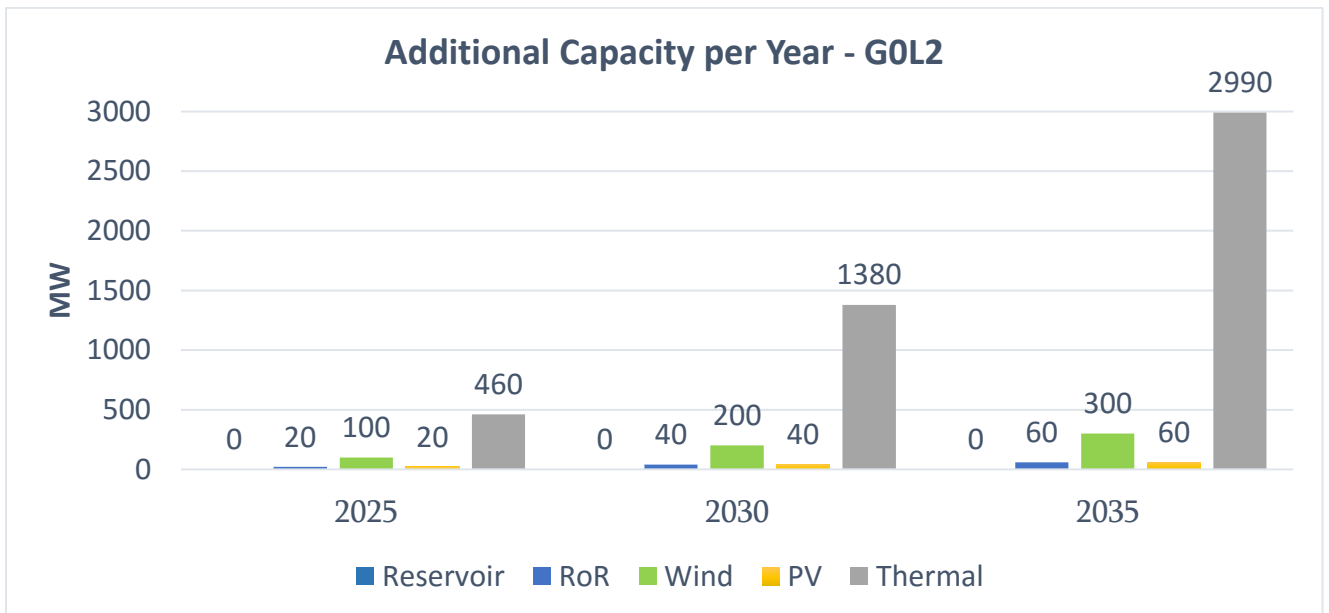




ნახ - 5.64 – ტიპების მიხედვით, 2022-2035 წლებში დამატებით ასაშენებელი სიმძლავრეები (სცენარი G2L2).



ნახ - 5.65 – ტიპების მიხედვით, 2022-2035 წლებში დამატებით ასაშენებელი სიმძლავრეები (სცენარი G0L1).



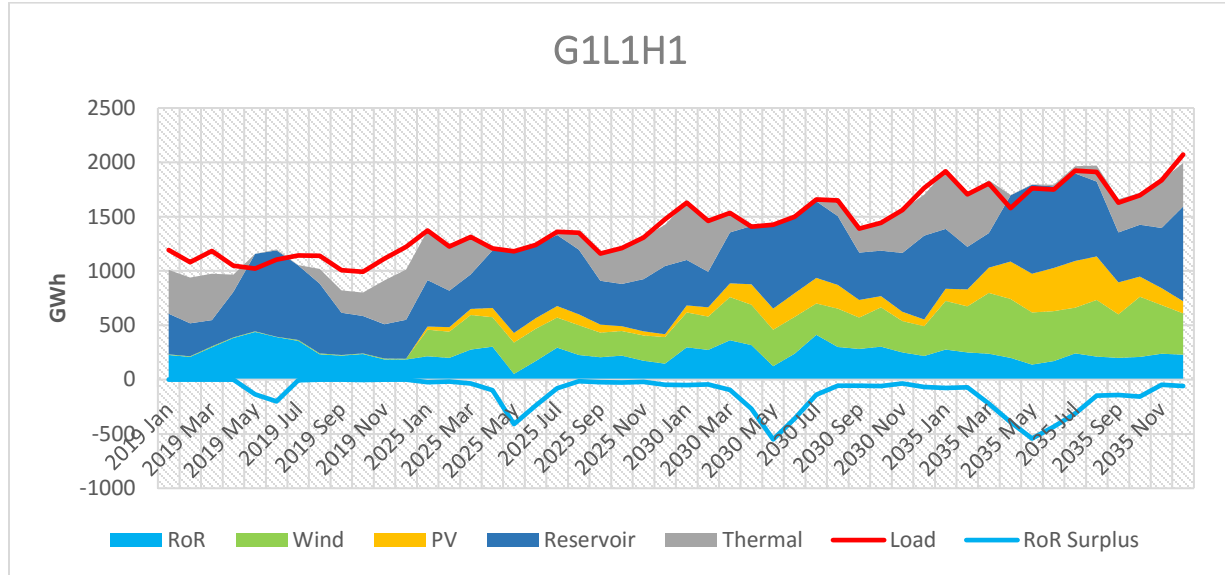
ნახ - 5.66 – ტიპების მიხედვით, 2022-2035 წლებში დამატებით ასაშენებელი სიმძლავრეები (სცენარი G0L2).



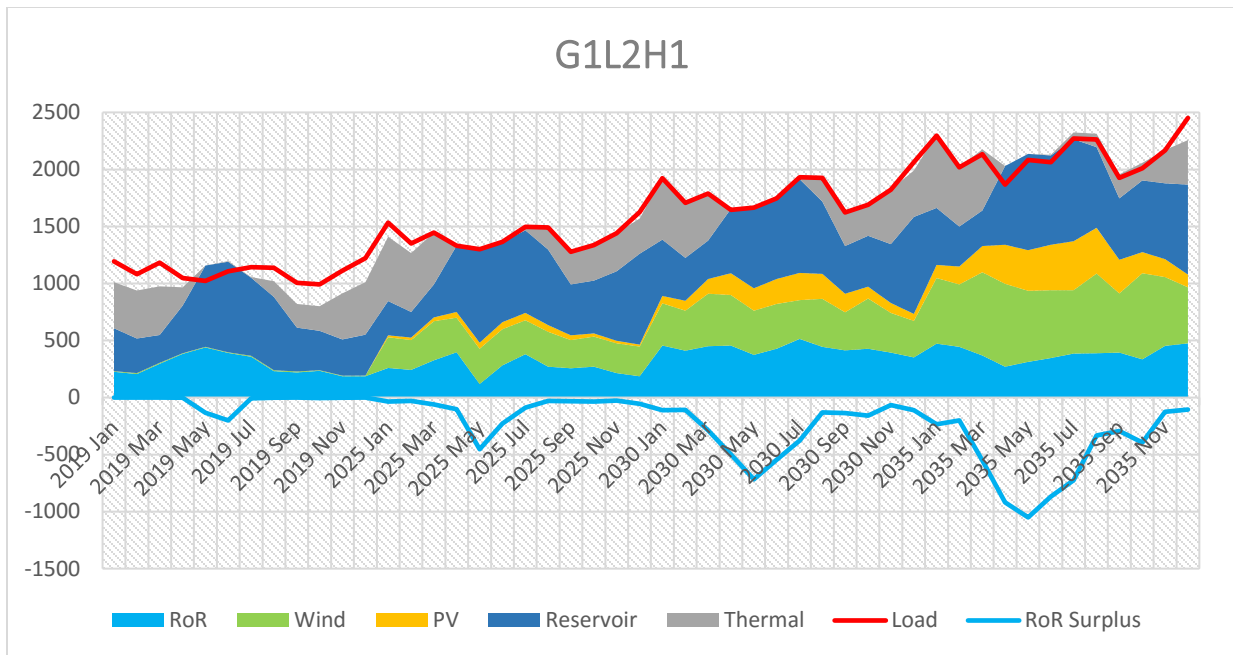
მრუდებზე მოცემულია საქართველოს ენერგოსისტემაში ასაშენებელი სადგურების დადგმული სიმძლავრეები სხვადასხვა ტიპის სადგურებისთვის 2022-2025-2030-2035 წლებში.

წინა თავისგან განსხვავებით, სადაც მოცემული იყო დადგმული სიმძლავრეები როგორც არსებული ასევე ახალი სადგურების, აღნიშნული მრუდებზე წარმოდგენილია მხოლოდ ახლად ასაშენებელი სადგურების სიმძლავრეები, სხვადასხვა სცენარში.

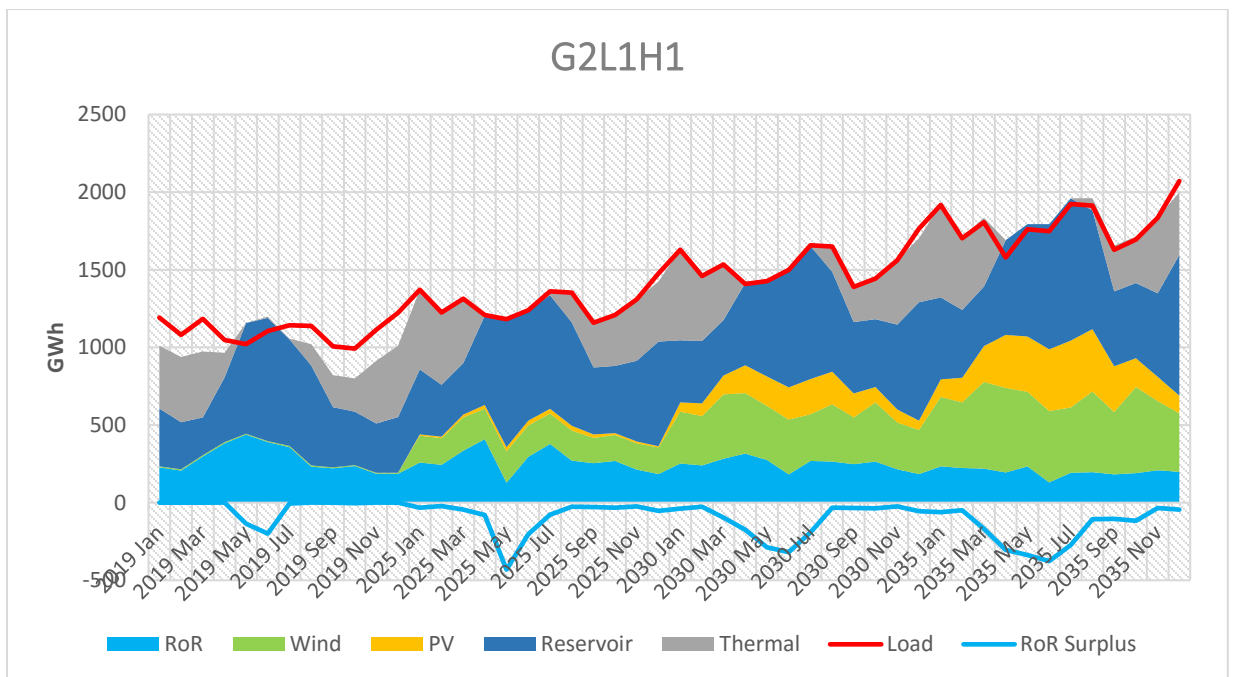
5.4.3 გამომუშავება თვის და წლის ჭრილში.



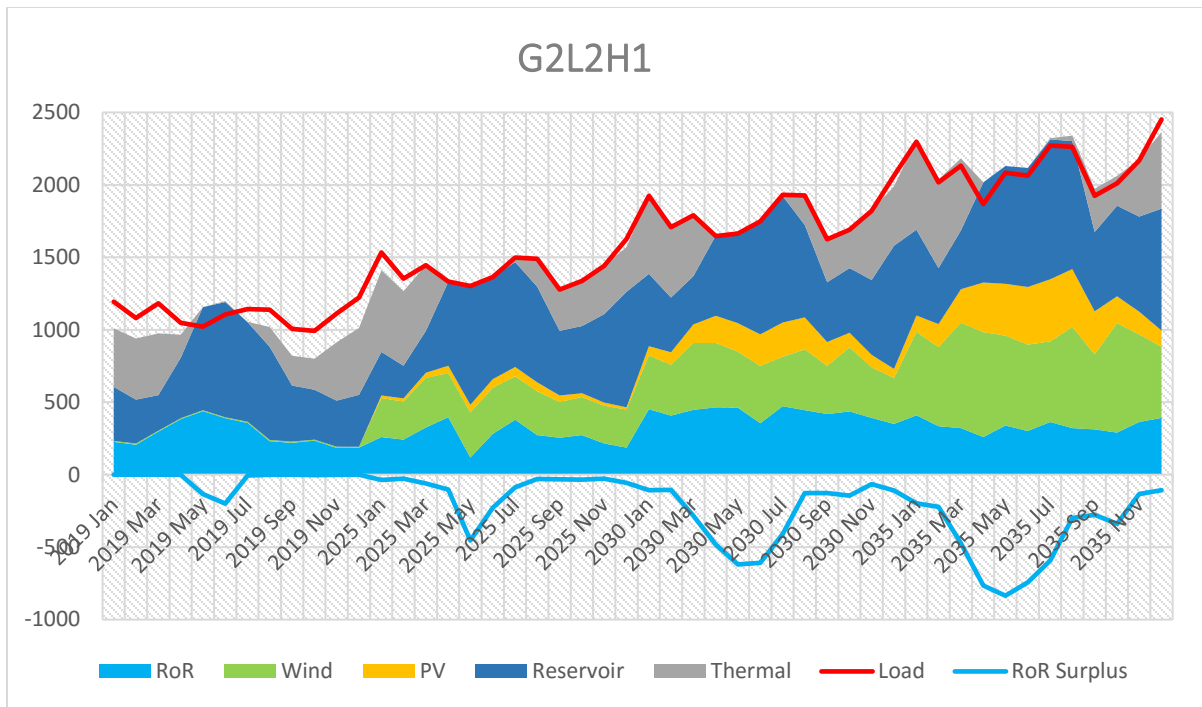
ნახ - 5.67 – ტიპების მიხედვით, 2019-2035 წლებში სადგურების გამომუშავებები (სცენარი G1L1).



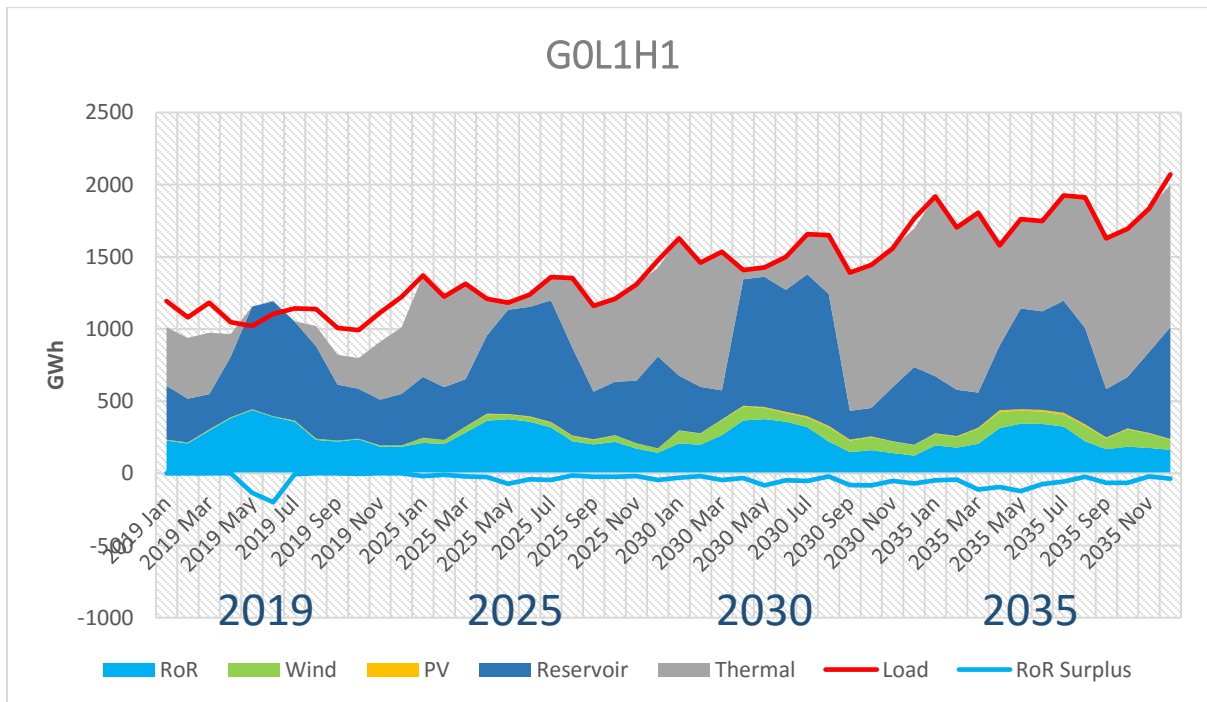
ნახ - 5.68 – ტიპების მიხედვით, 2019-2035 წლებში სადგურების გამომუშავებები (სცენარი G1L2).



ნახ - 5.69 – ტიპების მიხედვით, 2019-2035 წლებში სადგურების გამომუშავებები (სცენარი G2L1).

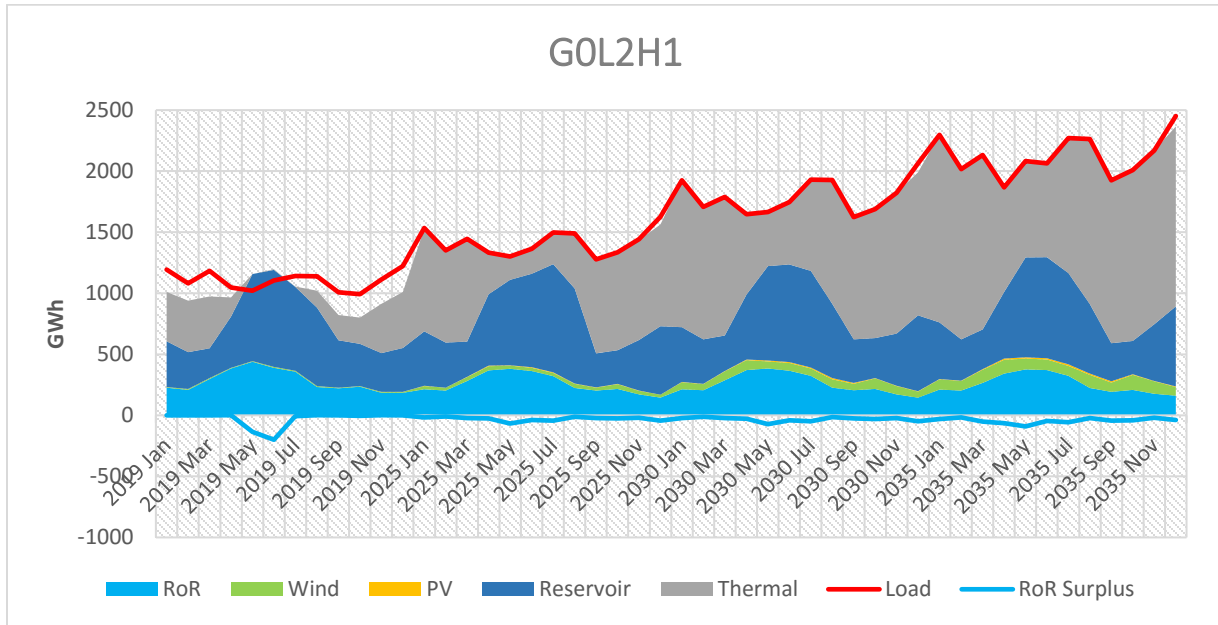


ნახ - 5.70 – ტიპების მიხედვით, 2019-2035 წლებში სადგურების გამომუშავებები (სცენარი G2L2).

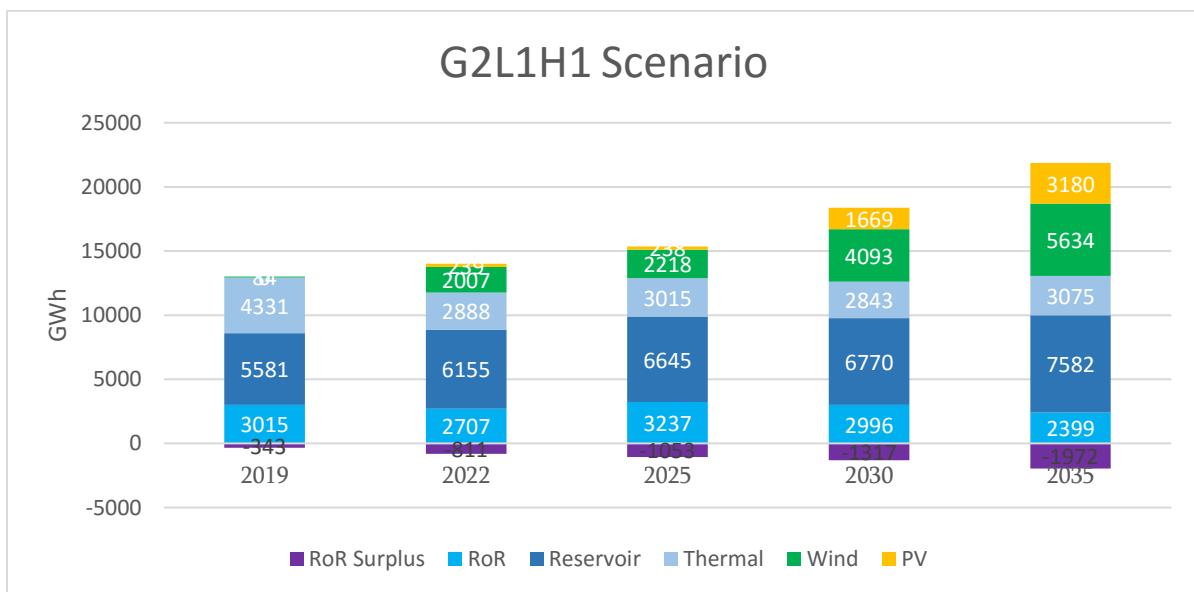




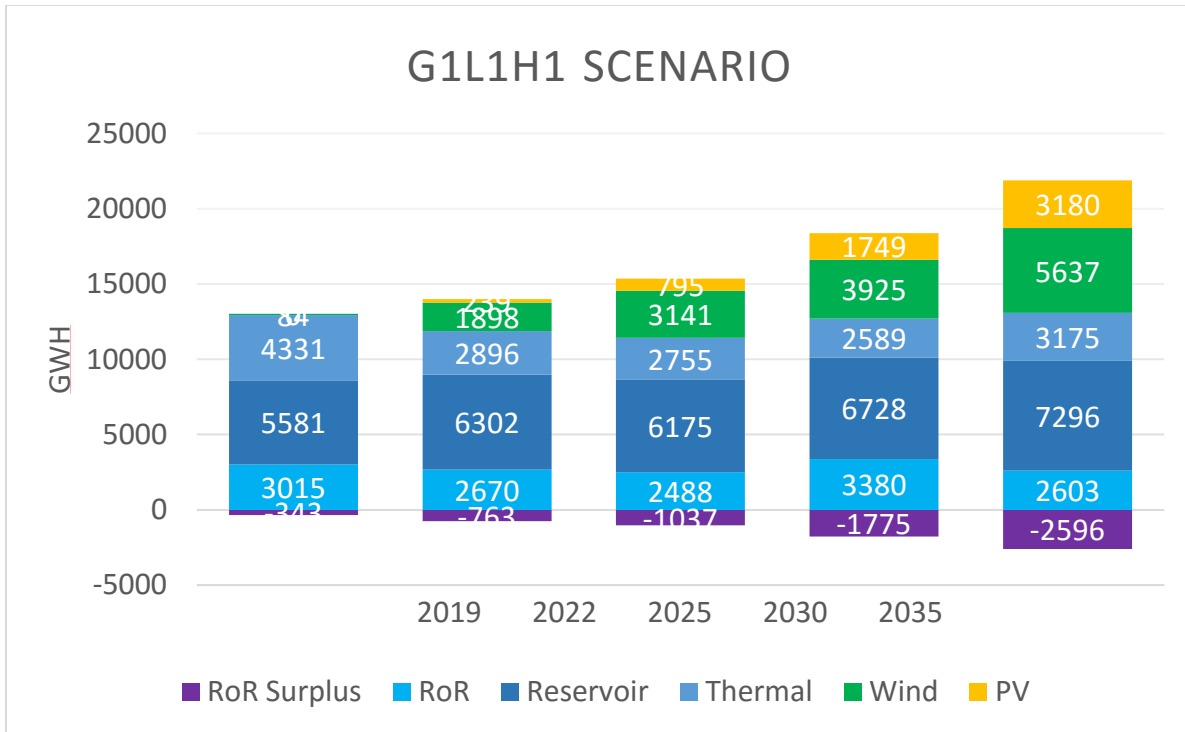
ნახ - 5.71 – ტიპების მიხედვით, 2019-2035 წლებში სადგურების გამომუშავებები (სცენარი GOL1).



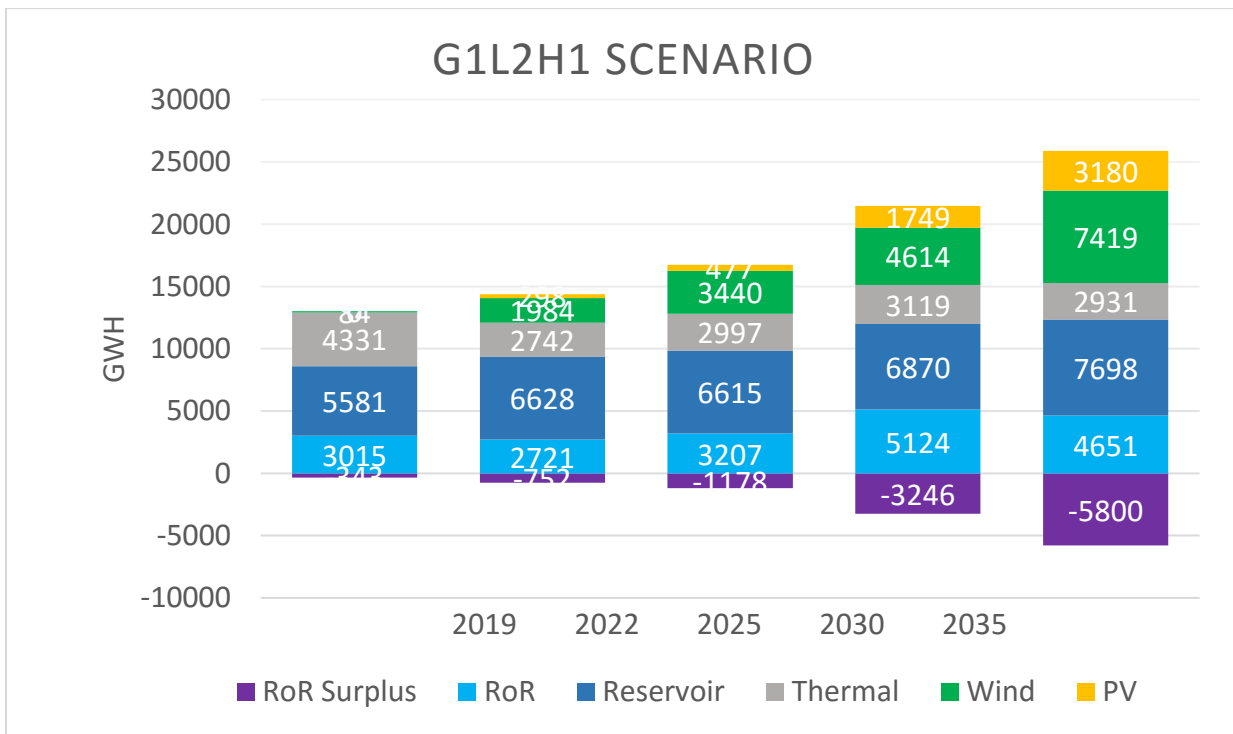
ნახ - 5.72 – ტიპების მიხედვით, 2019-2035 წლებში სადგურების გამომუშავებები (სცენარი GOL2).



ნახ - 5.73 – ტიპების მიხედვით, 2019-2035 წლებში სადგურების გამომუშავებები (სცენარი G2L1).

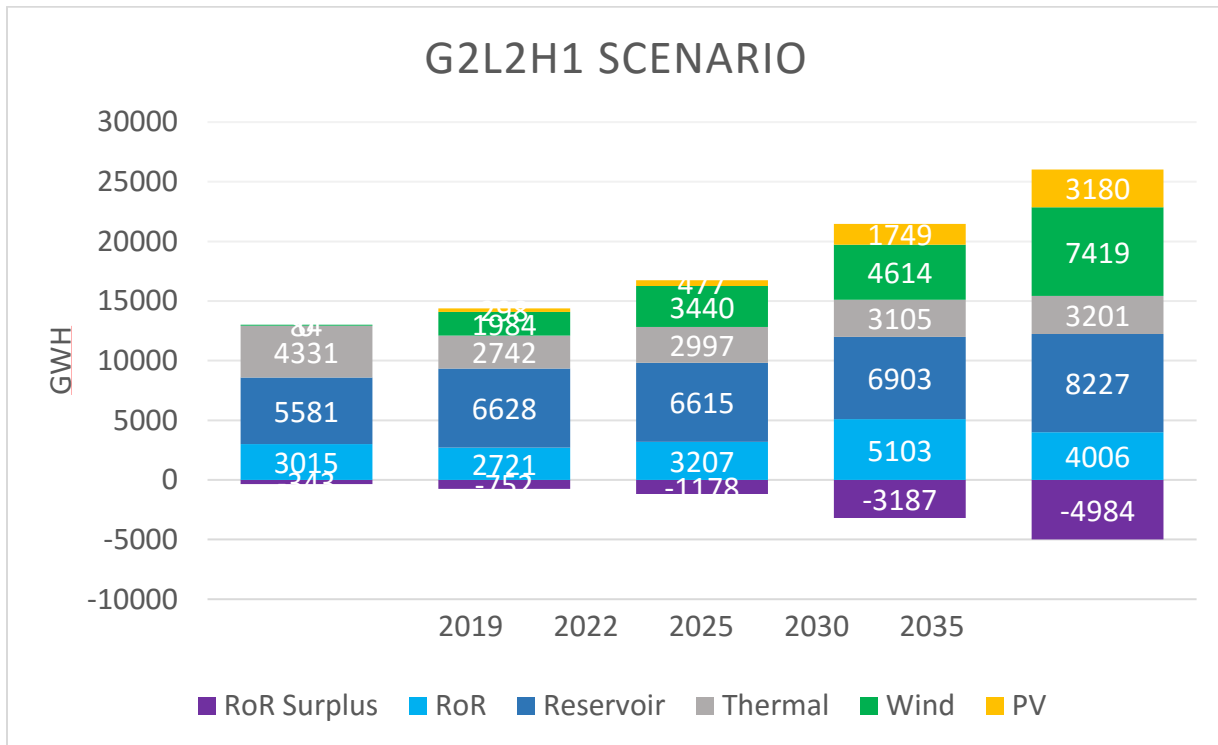


ნახ - 5.74 – ტიპების მიხედვით, 2019-2035 წლებში სადგურების გამოძუმწავლები (სცენარი G1L1).

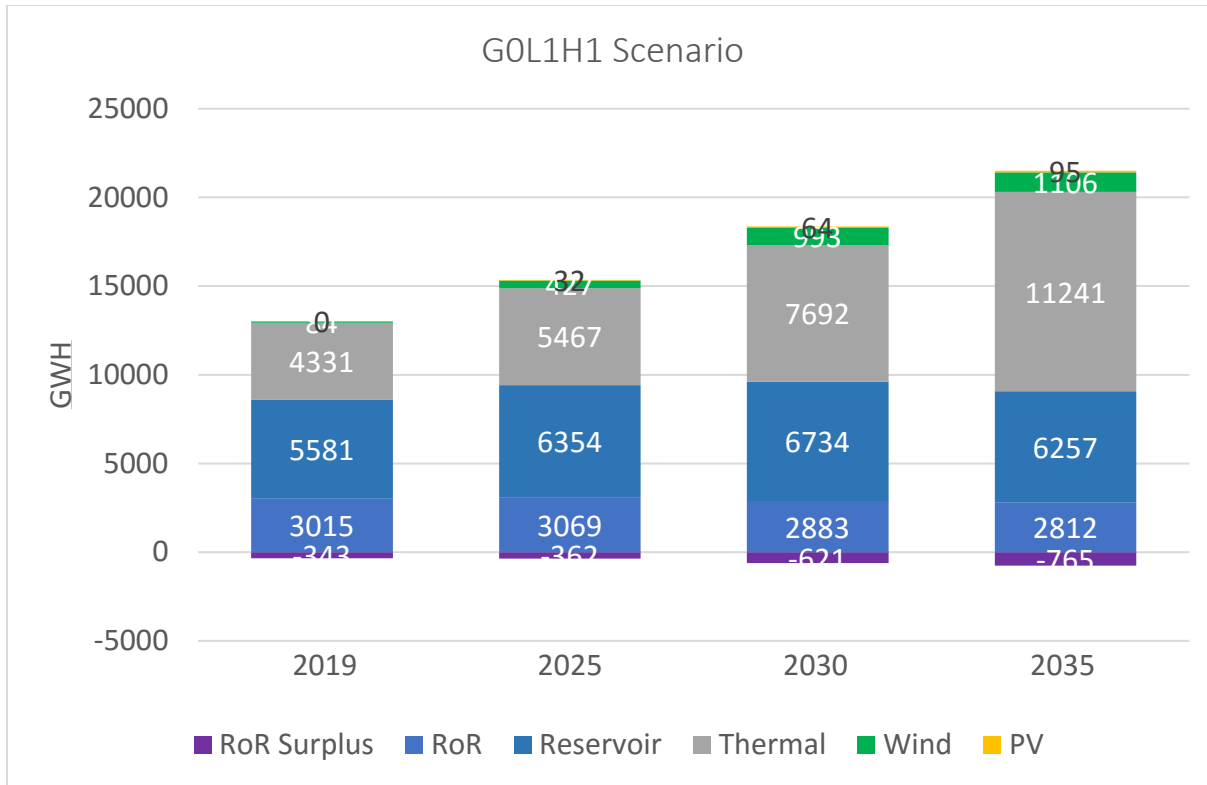




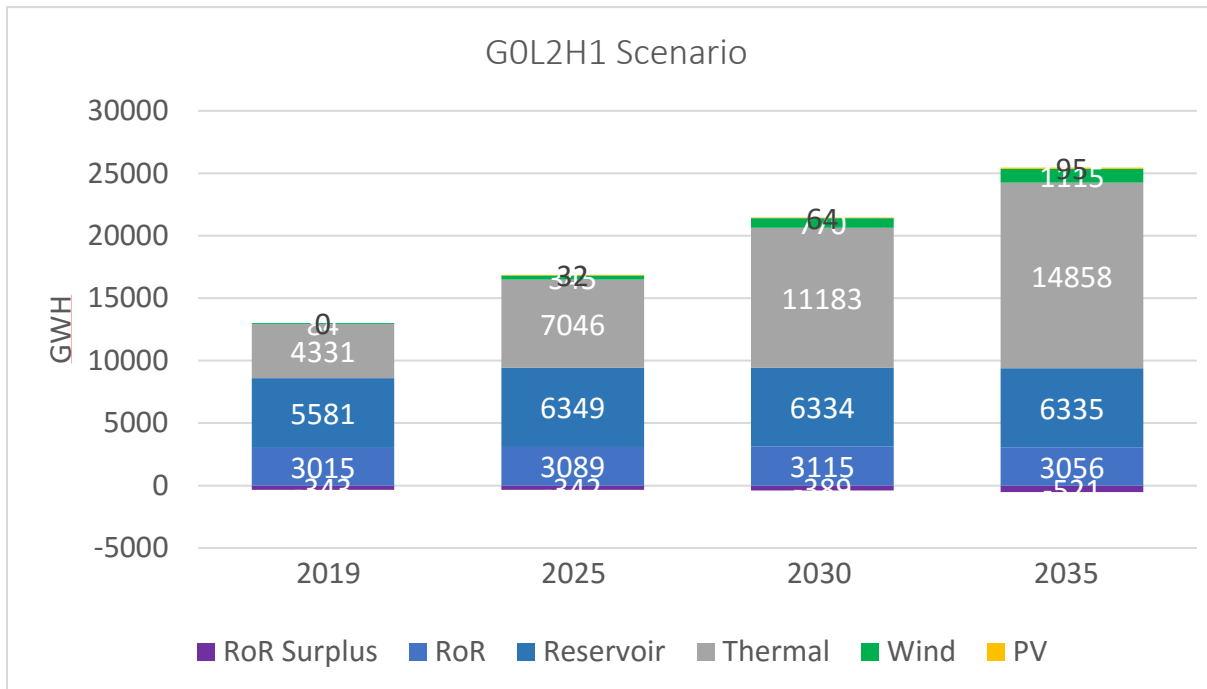
ნახ - 5.75 – ტიპების მიხედვით, 2019-2035 წლებში სადგურების გამომუშავებები (სცენარი G1L2).



ნახ - 5.76 – ტიპების მიხედვით, 2019-2035 წლებში სადგურების გამომუშავებები (სცენარი G2L2).



ნახ - 5.77 – ტიპების მიხედვით, 2019-2035 წლებში სადგურების გამომუშავებები (სცენარი GOL1).





ნახ - 5.78– ტიპების მიხედვით, 2019-2035 წლებში სადგურების გამომუშავებები (სცენარი GOL2).

აღნიშნულ თავში მოცემულია არსებული და პროგრამა პლექსოსის ანგარიშის შედეგად მიღებული ამენებული სადგურების გამომუშავებები თვეების და წლების მიხედვით.

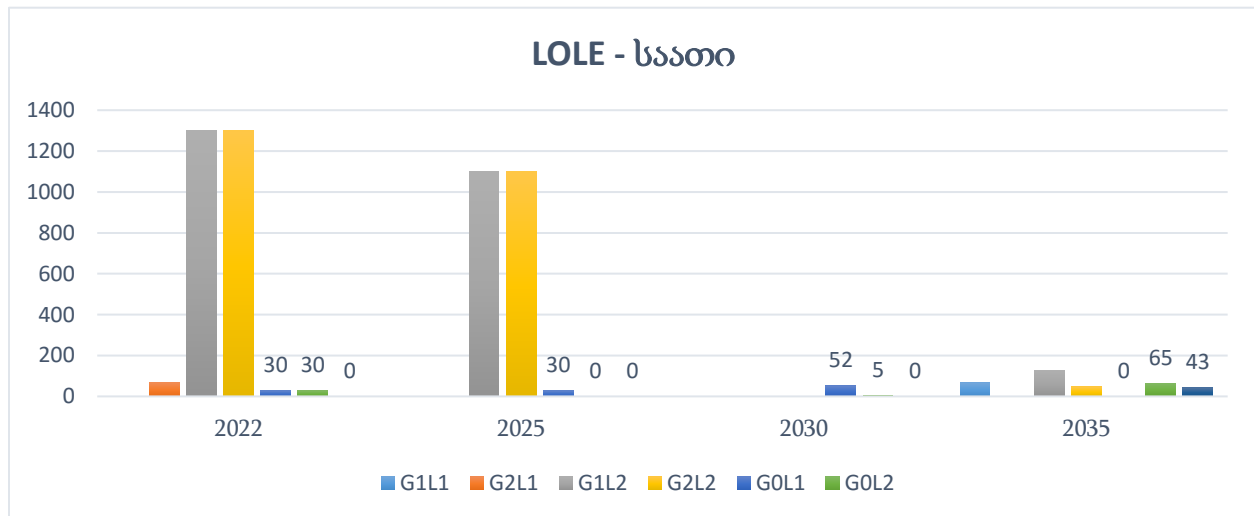
მოცემული ანალიზის ძირითად მიზანს წარმოადგენს ენერგოსისტემის განვითარების სხვადასხვა სცენარებში, სხვადასხვა ტიპის სადგურების გამომუშავებული ენერჯის მოცულობების ჩვენება წლების და თვეების ჭრილში.

მოცემული მრუდებიდან, ჩანს რომ ყველაზე დიდი გამომუშავება:

- ქარის და მზის სადგურებს აქვთ G1L2 და G2L2 სცენარებში.
- მარეგულირებელ სადგურებს აქვთ G2L2 და G2L1 სცენარებში.
- მოდინებაზე მომუშავე სადგურებს აქვთ G1L2 სცენარში.
- თბო სადგურებს კი აქვთ G0L1 და G0L2 სცენარებში.

ზემოთაღნიშნულ სცენარებში, სხვადასხვა პერიოდში, ადგილი აქვს მოდინებაზე მომუშავე სადგურების ნაჭარბ გენერაციას, რაც თავის მხრივ შეიძლება გამოყენებულ იქნას ექსპორტზე გასატანად.

5.4.4 მიუწოდებელი ენერჯია - საათი.



ნახ - 5.79 – სხვადასხვა სცენარში, 2022-2035 წლებში მიუწოდებელი ენერჯია - საათი.

აღნიშნულ თავში მოცემულია სხვადასხვა სცენარში პროგრამა PLEXOS-ით გაანგარიშებული დროის ის ოდენობა (საათი) წლის განმავლობაში, რა დროსაც დაფიქსირდა მიუწოდებელი ენერჯია.

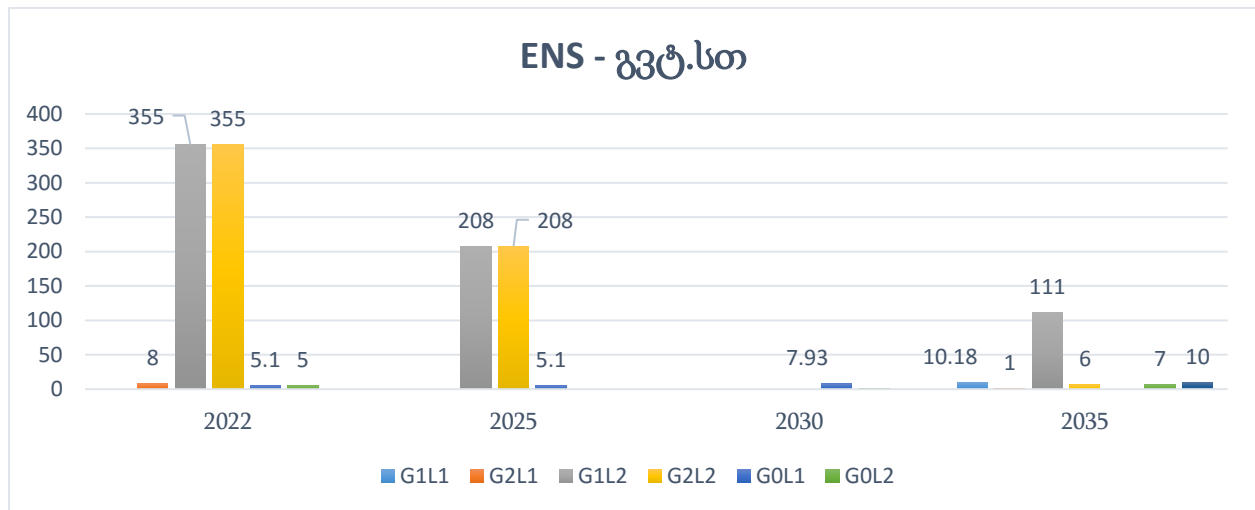


ამ თავის დანიშნულებაა წარმოდგენილ იქნას ენერგოსისტემის განვითარების სხვადასხვა სცენარში დეფიციტის შესაძლო ხანგრძლივობა. როგორც მრუდიდან ჩანს, მიუწოდებელი ენერგიის ყველაზე დიდი ხანგრძლივობა არის G2L2 და G1L2 სცენარებში 2022 და 2025 წლებში.

5.4.5 მიუწოდებელი ენერგია - გვტ.სთ

აღნიშნულ თავში მოცემულია, სხვადასხვა სცენარში პროგრამა PLEXOS-ით გაანგარიშებული მიუწოდებელი ენერგიის ჯამური ოდენობა (გვტ.სთ).

ამ თავის დანიშნულებაა წარმოდგენილ იქნას განვითარების სხვადასხვა სცენარში, თუ ენერგიის რა ოდენობის დეფიციტი შეიძლება შეიქმნას ენერგოსისტემაში. როგორც მრუდიდან ჩანს, მიუწოდებელი ენერგიის ყველაზე დიდი რაოდენობა არის G1L2 და G2L2 სცენარებში 2022 და 2025 წლებში.

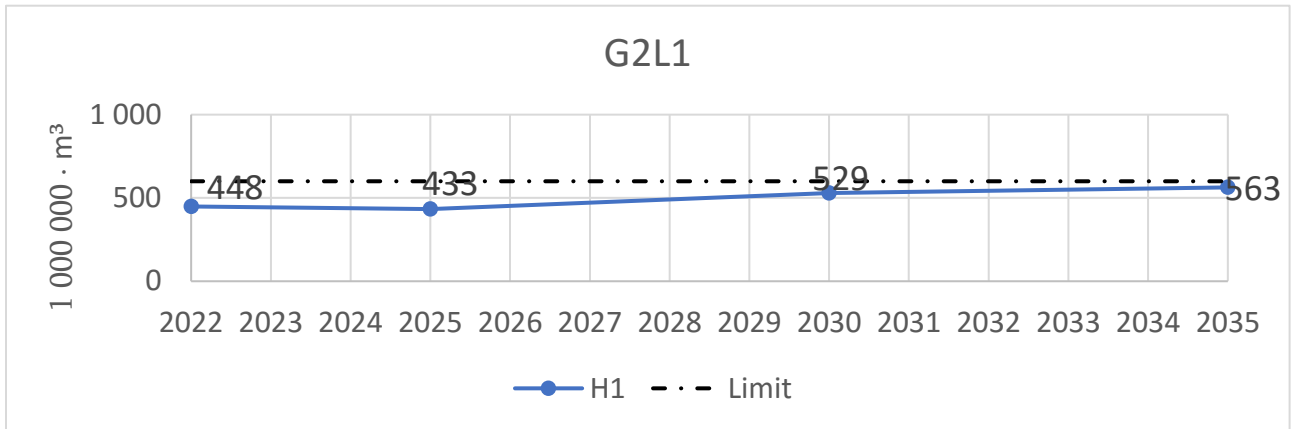


ნახ - 5.80– სხვადასხვა სცენარში, 2022-2035 წლებში მიუწოდებელი ენერგია - გვტ.სთ.

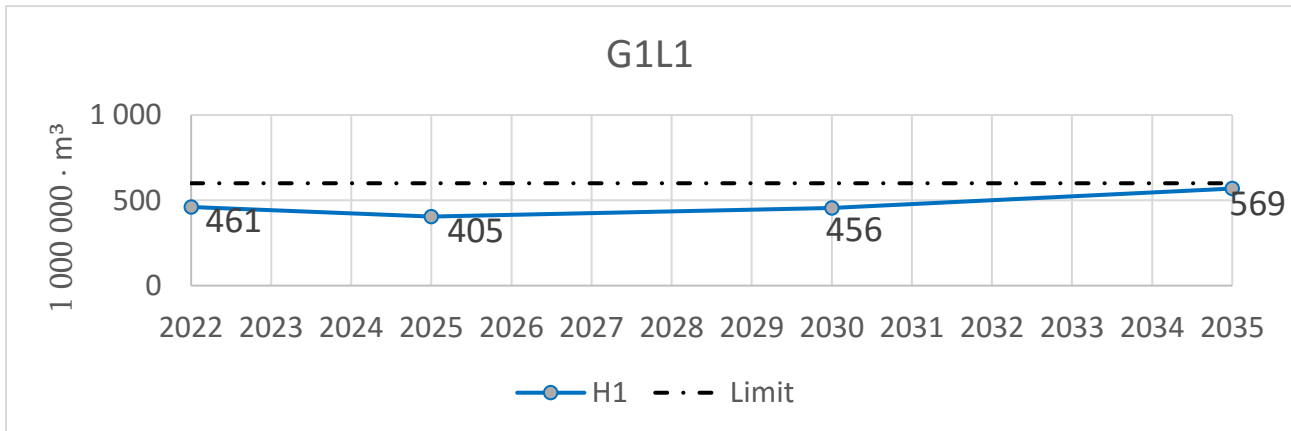


5.4.6 საწვავის ხარჯი (ბუნებრივი აირი) – 1 000 000 მ3.

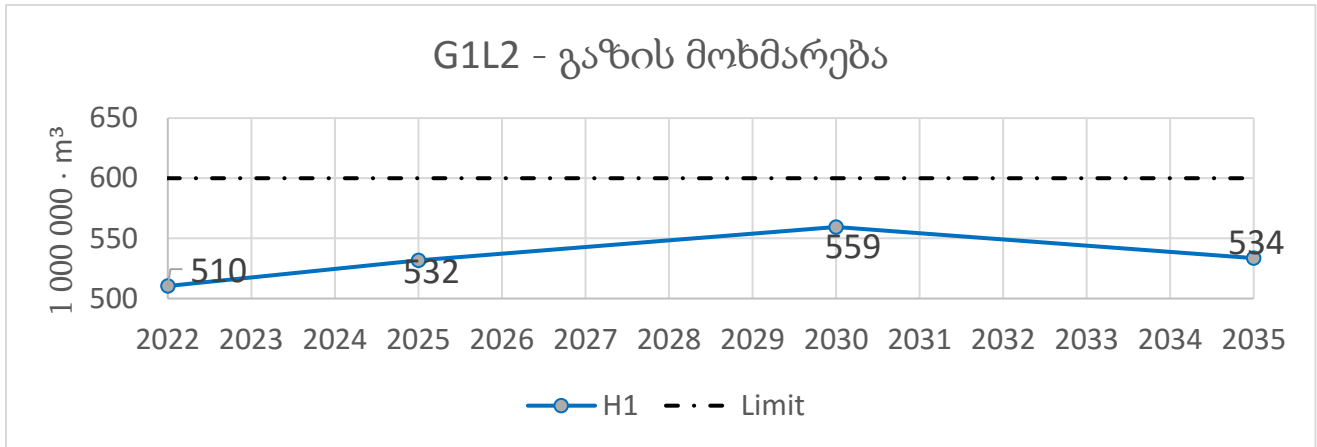
აღნიშნულ თავში წლების მიხედვით, მოცემულია PLEXOS-ით გაანგარიშებული თბოსადგურების მიერ მოხმარებული გაზის ოდენობები, სადანაც ჩანს, რომ G0L1 და G0L2 სცენარებში გაზის ხარჯი სხვა სცენარებთან შედარებით არის მეტი. ამ თავის მიზანს წარმოადგენს, რომ ენერგოსისტემის განვითარების სხვადასხვა სცენარის შემთხვევაში წარმოდგენილ იქნას წლების მიხედვით თბოსადგურების გაზის მოხმარების სიდიდეები. G0L1 და G0L2 სცენარებში მოცემულია, რომ თბოსადგურების მიერ მოხმარებული გაზის ოდენობა არის რეალურ ლიმიტზე მეტი.



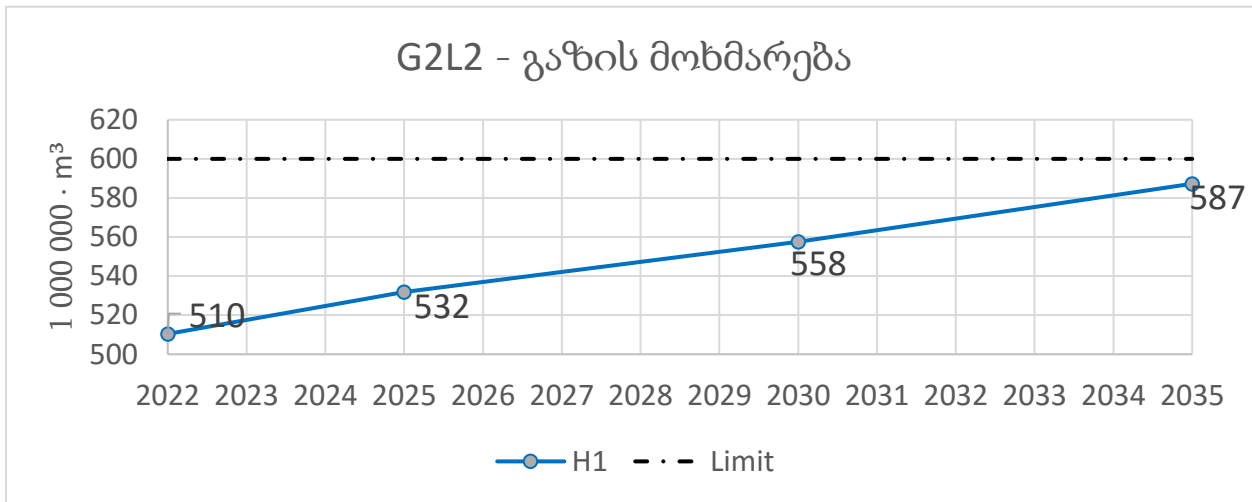
ნახ - 5.81– 2022-2035 წლებში თბოსადგურების მიერ მოხმარებული გაზის ოდენობები. (სცენარი G2L1).



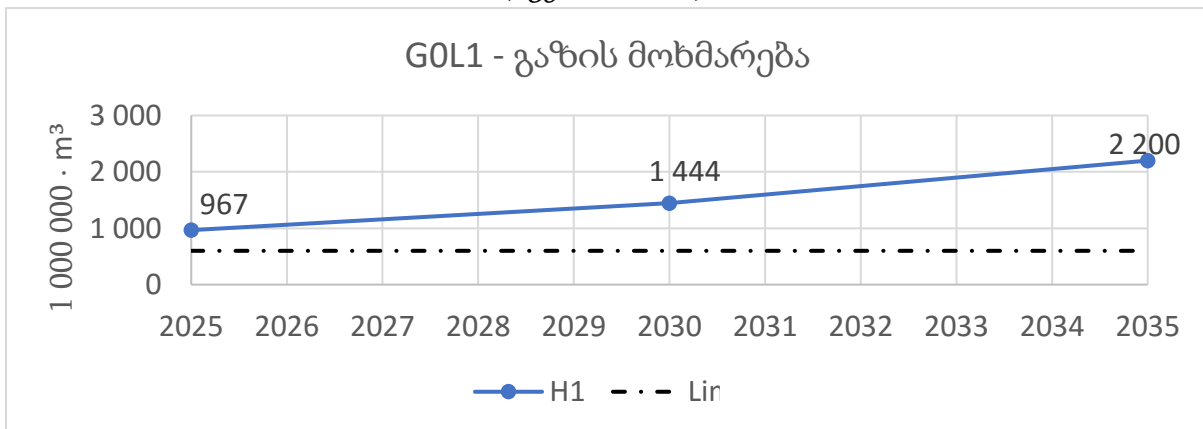
ნახ - 5.82– 2022-2035 წლებში თბოსადგურების მიერ მოხმარებული გაზის ოდენობები. (სცენარი G1L1).



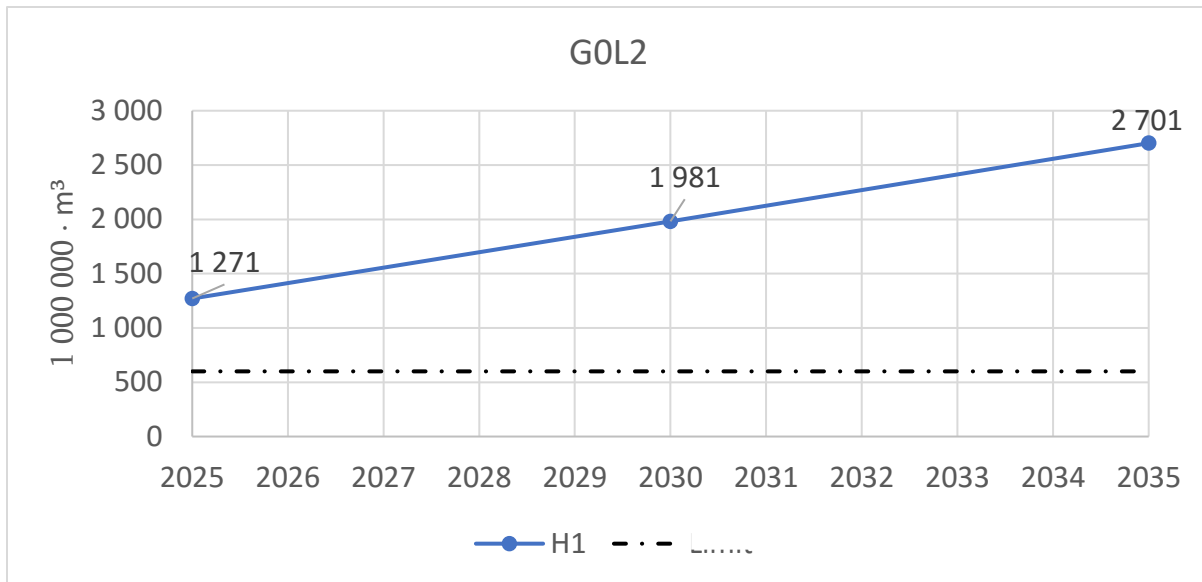
ნახ - 5.83– 2022-2035 წლებში თბოსადგურების მიერ მოხმარებული გაზის ოდენობები. (სცენარი G1L2).



ნახ - 5.84– 2022-2035 წლებში თბოსადგურების მიერ მოხმარებული გაზის ოდენობები. (სცენარი G2L2).



ნახ - 5.85– 2022-2035 წლებში თბოსადგურების მიერ მოხმარებული გაზის ოდენობები. (სცენარი G0L1).

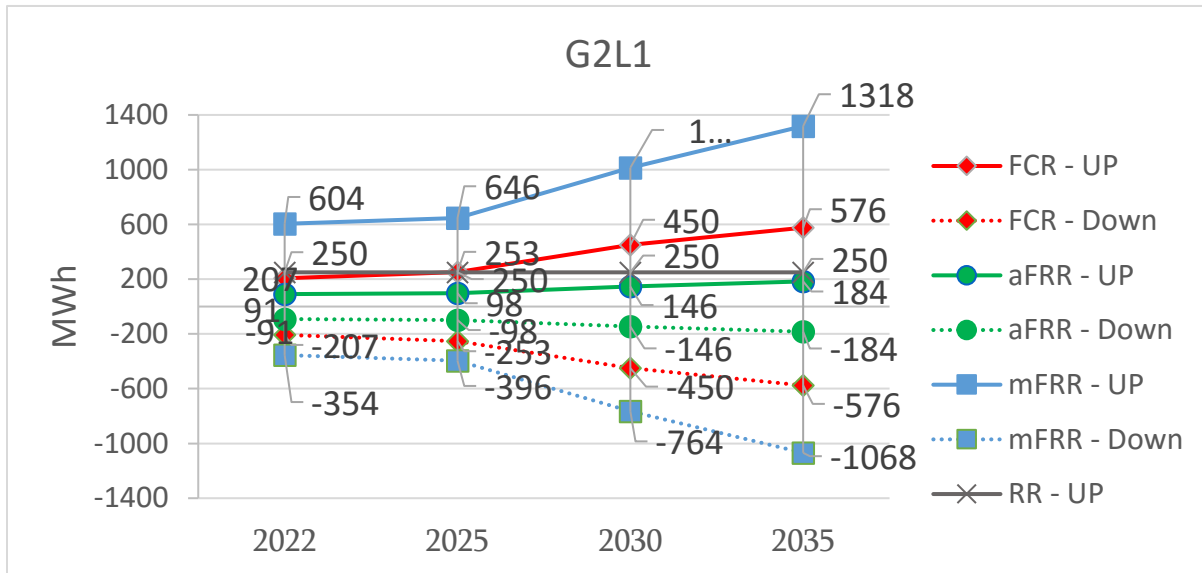


ნახ - 5.86- 2022-2035 წლებში თბოსადგურების მიერ მოხმარებული გაზის ოდენობები.
(სცენარი GOL2).

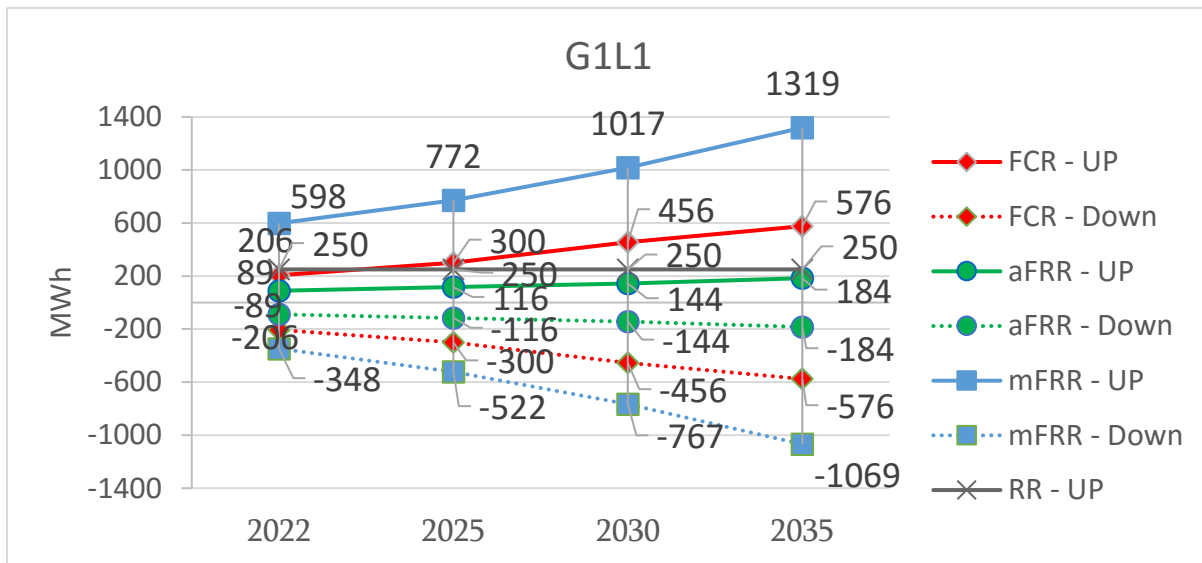


5.4.7 რეზერვების მოთხოვნა - მგვტ.სთ.

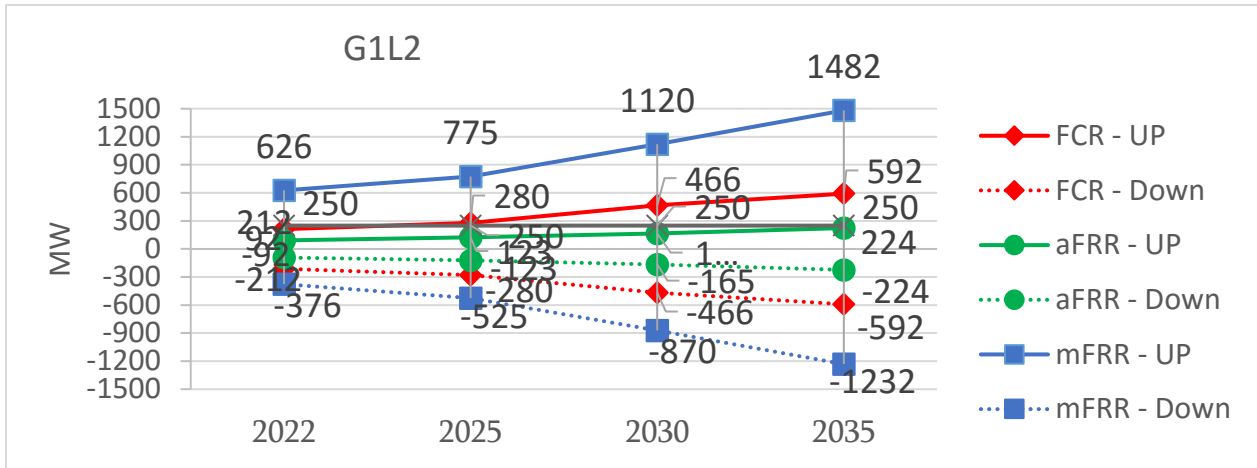
ამ თავში მოცემულია სხვადასხვა ტიპის რეზერვებზე მოთხოვნის ოდენობები. ამ მრუდების ძირითადი დანიშნულებაა წლების მიხედვით, ენერგოსისტემის განვითარების სხვადასხვა სტენარში წარმოდგენილ იქნას საჭირო რეზერვის ოდენობები.



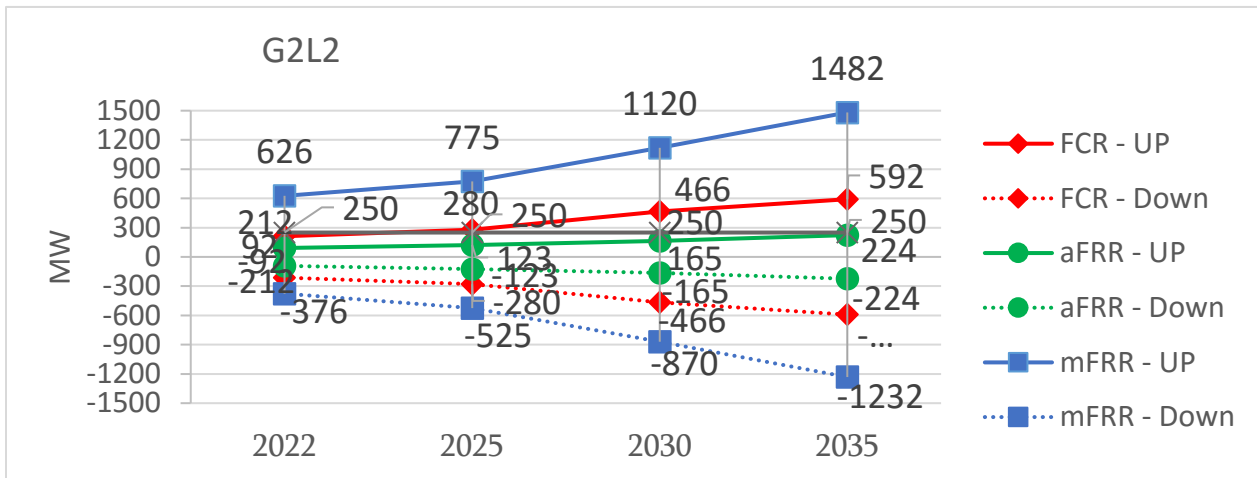
ნახ - 5.87 – 2022-2035 წლებში სისტემაში საჭირო რეზერვის ოდენობები (სტენარი G2L1).



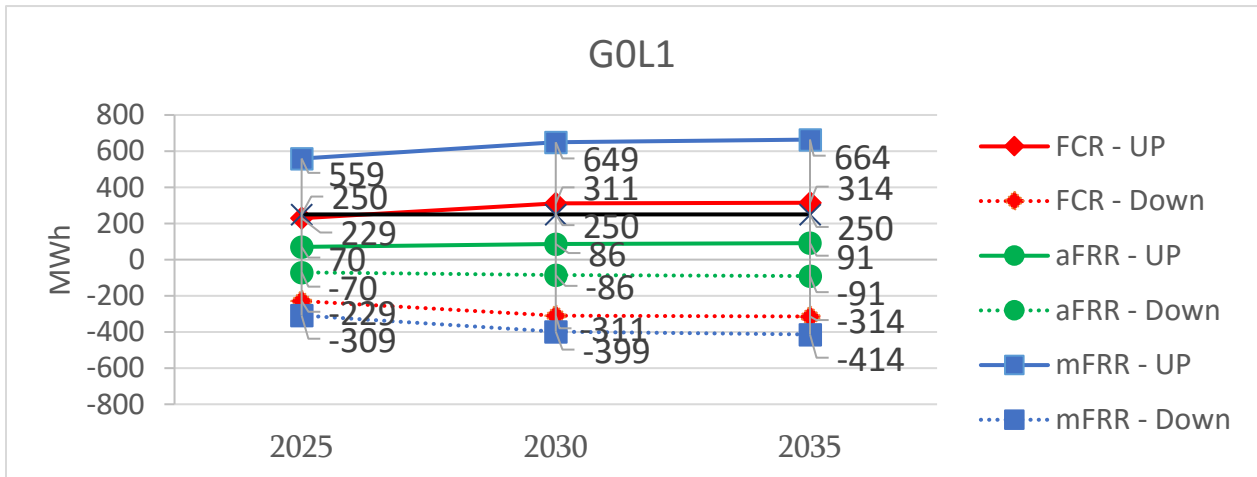
ნახ - 5.88 – 2022-2035 წლებში სისტემაში საჭირო რეზერვის ოდენობები (სტენარი G1L1).



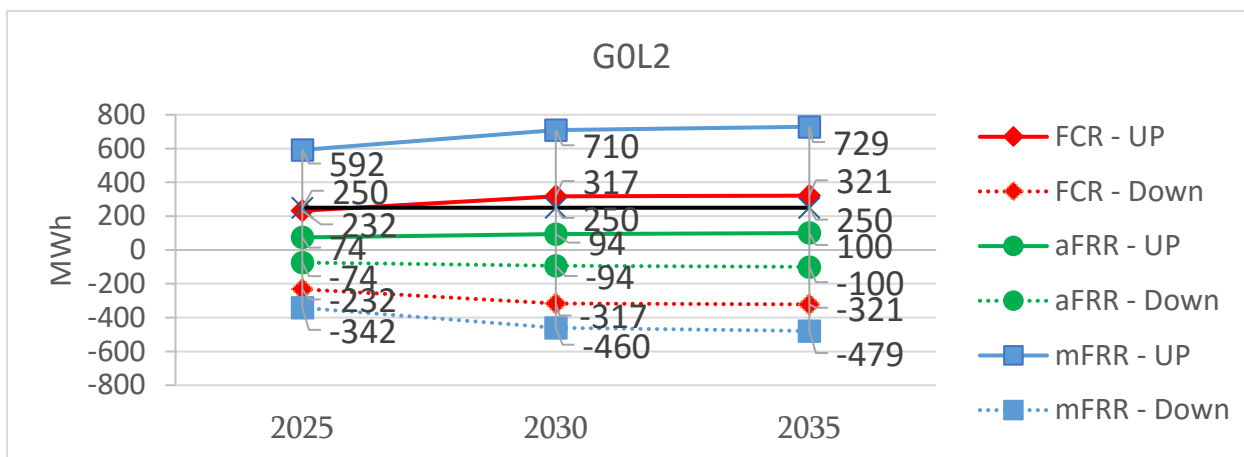
ნახ - 5.89 – 2022-2035 წლებში სისტემაში საჭირო რეზერვის ოდენობები (სცენარი G1L2).



ნახ - 5.90 – 2022-2035 წლებში სისტემაში საჭირო რეზერვის ოდენობები (სცენარი G2L2).



ნახ - 5.91 – 2022-2035 წლებში სისტემაში საჭირო რეზერვის ოდენობები (სცენარი G0L1).

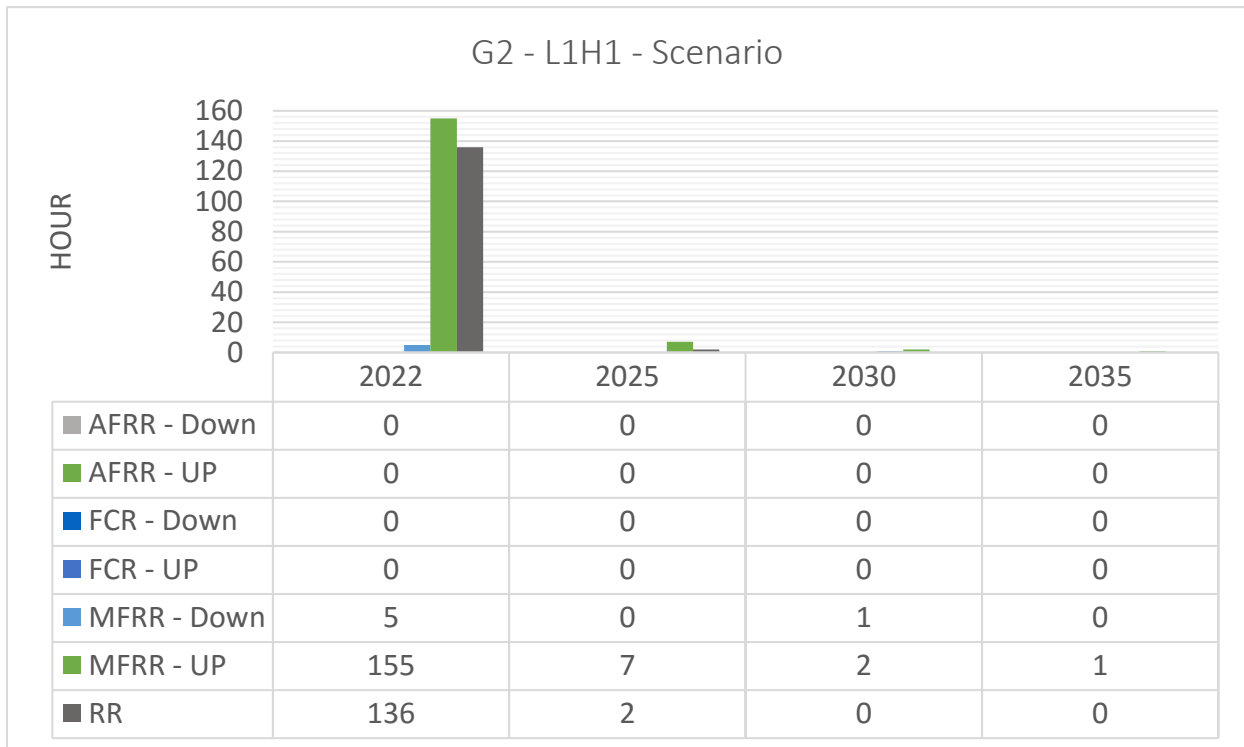


ნახ - 5.92 – 2022-2035 წლებში სისტემაში საჭირო რეზერვის ოდენობები (სცენარი GOL2).

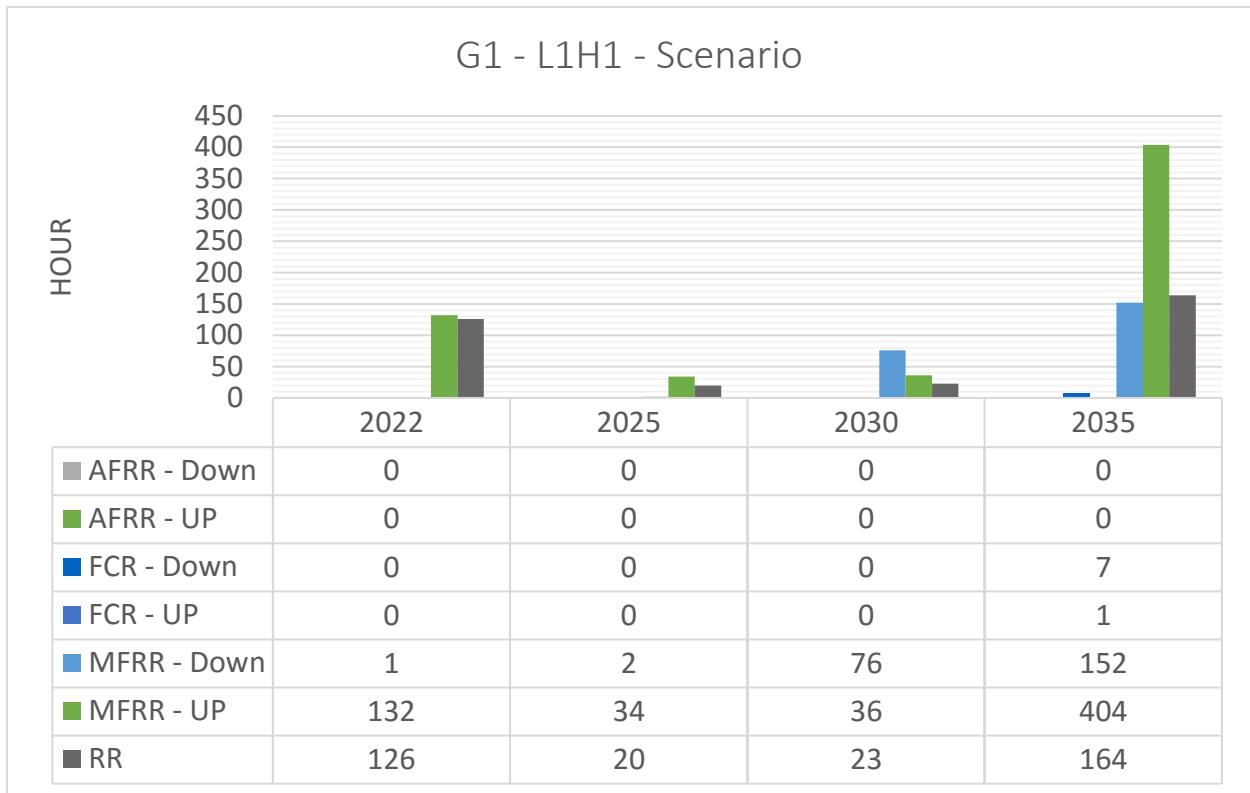


5.4.8 რეზერვების დეფიციტი - საათი/ენერჯია.

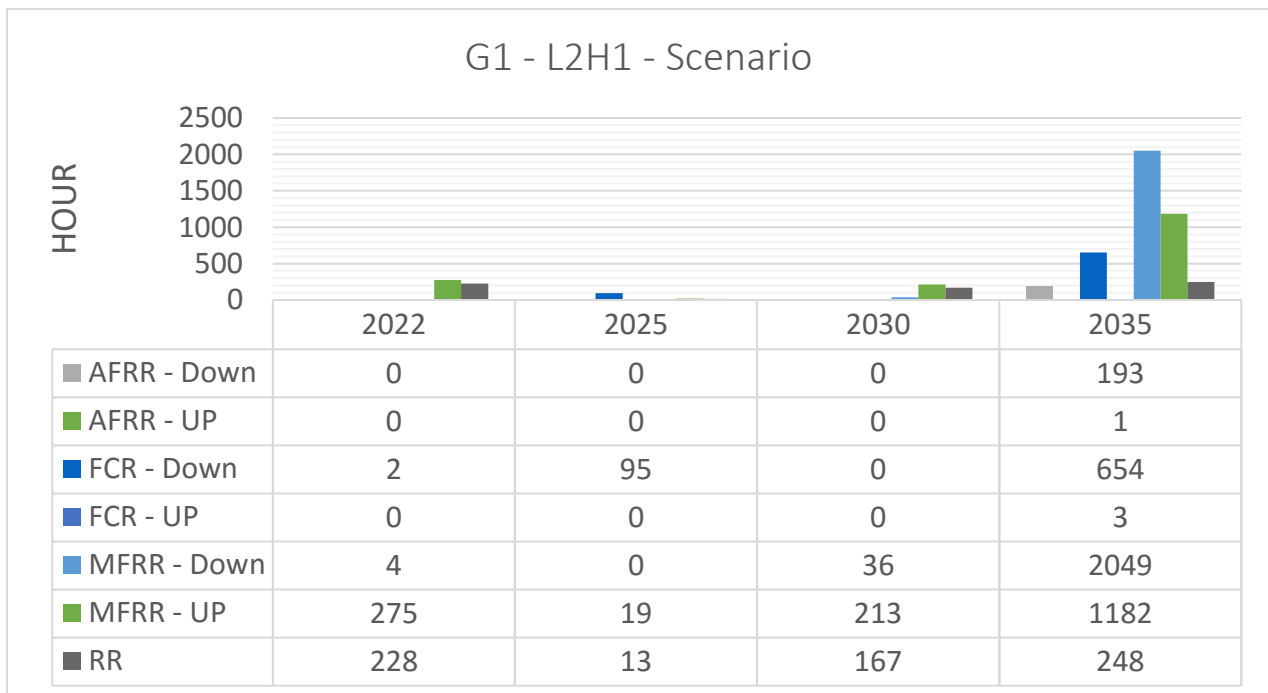
ამ თავის დანიშნულებას წარმოადგენს ენერგოსისტემის განვითარების სხვადასხვა სცენარში, განისაზღვროს რეზერვების დეფიციტის ოდენობა და ხანგრძლივობა. პროგრამა PLEXOS-ში ანგარიშის შედეგად, მრუდებზე წარმოდგენილია, რომ რეზერვების ყველაზე დიდი დეფიციტი ფიქსირდება G1L2 სცენარში 2035 წელს.



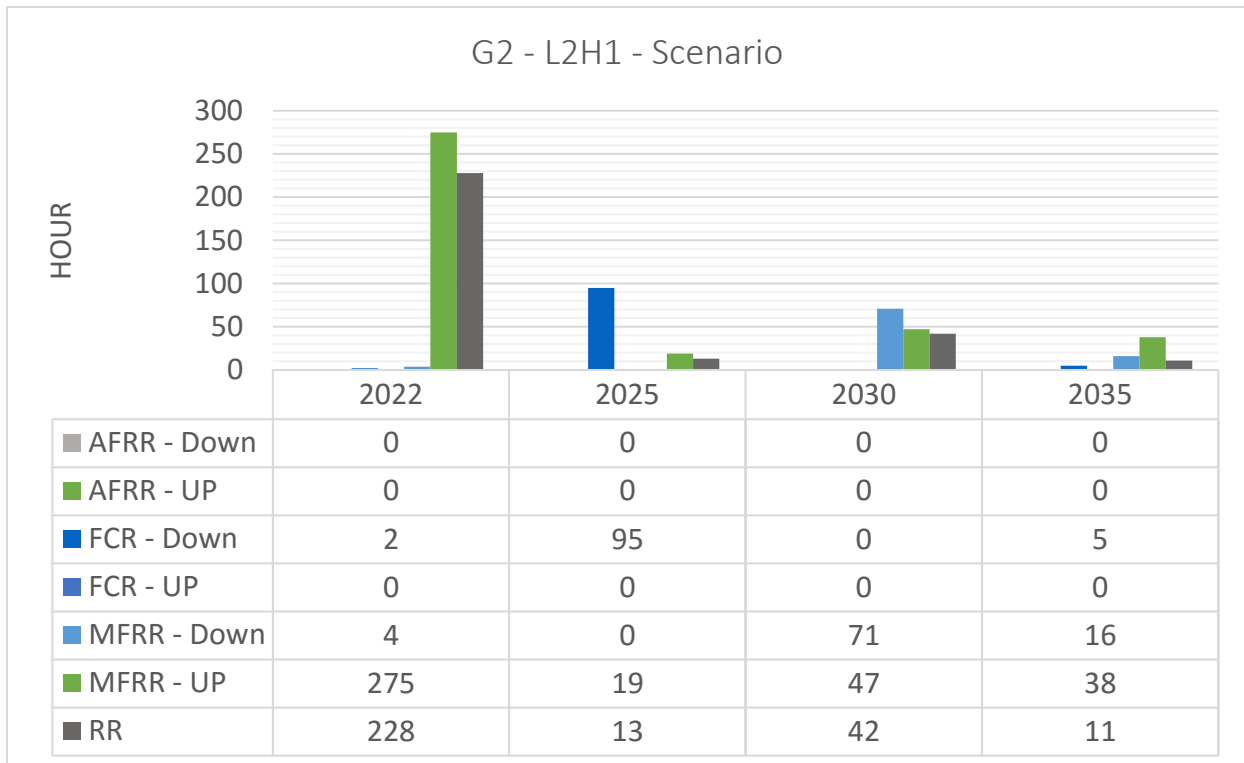
ნახ - 5.93 – 2022-2035 წლებში, სხვადასხვა ტიპის რეზერვის დეფიციტის ოდენობები-საათი. (სცენარი G2L1).



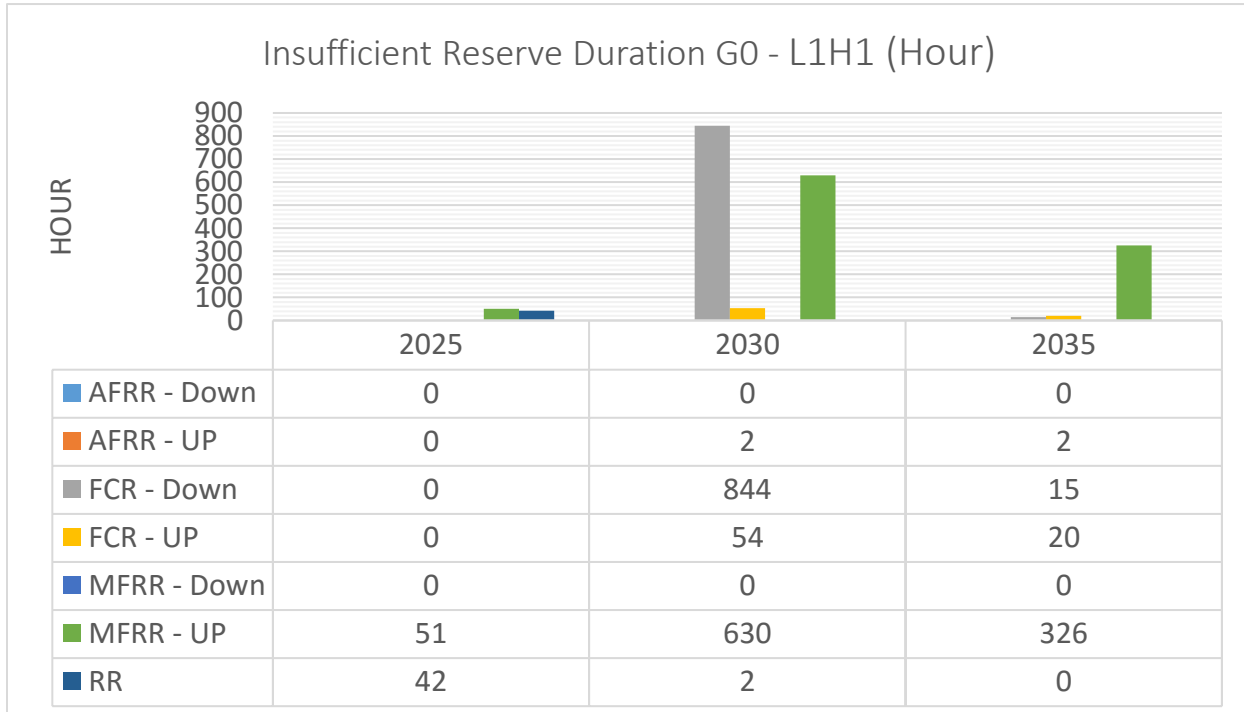
ნახ - 5.94 – 2022-2035 წლებში, სხვადასხვა ტიპის რეზერვის დეფიციტის ოდენობები-საათი. (სცენარი G1L1).



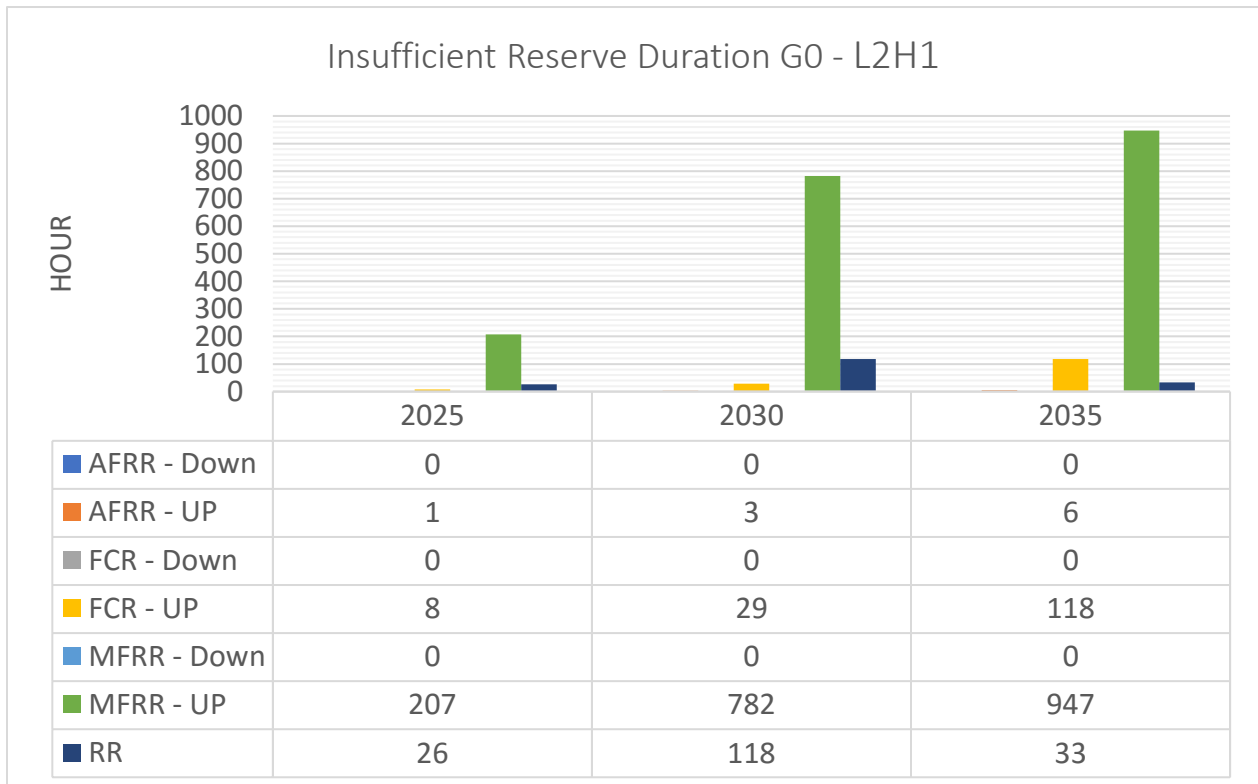
ნახ - 5.95 – 2022-2035 წლებში, სხვადასხვა ტიპის რეზერვის დეფიციტის ოდენობები-საათი. (სცენარი G1L2).



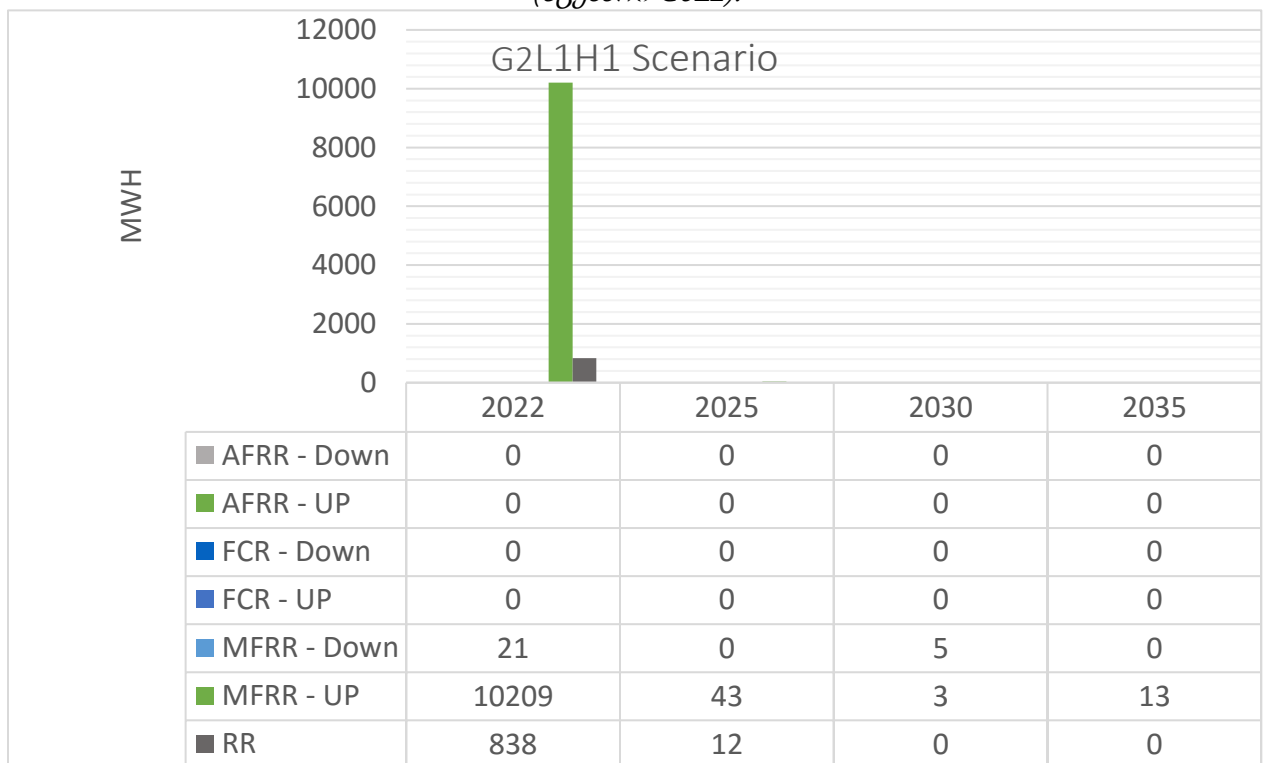
ნახ - 5.96 – 2022-2035 წლებში, სხვადასხვა ტიპის რეზერვის დეფიციტის ოდენობები-საათი. (სცენარი G2L2).



ნახ - 5.97 – 2022-2035 წლებში, სხვადასხვა ტიპის რეზერვის დეფიციტის ოდენობები-საათი. (სცენარი G0L1).

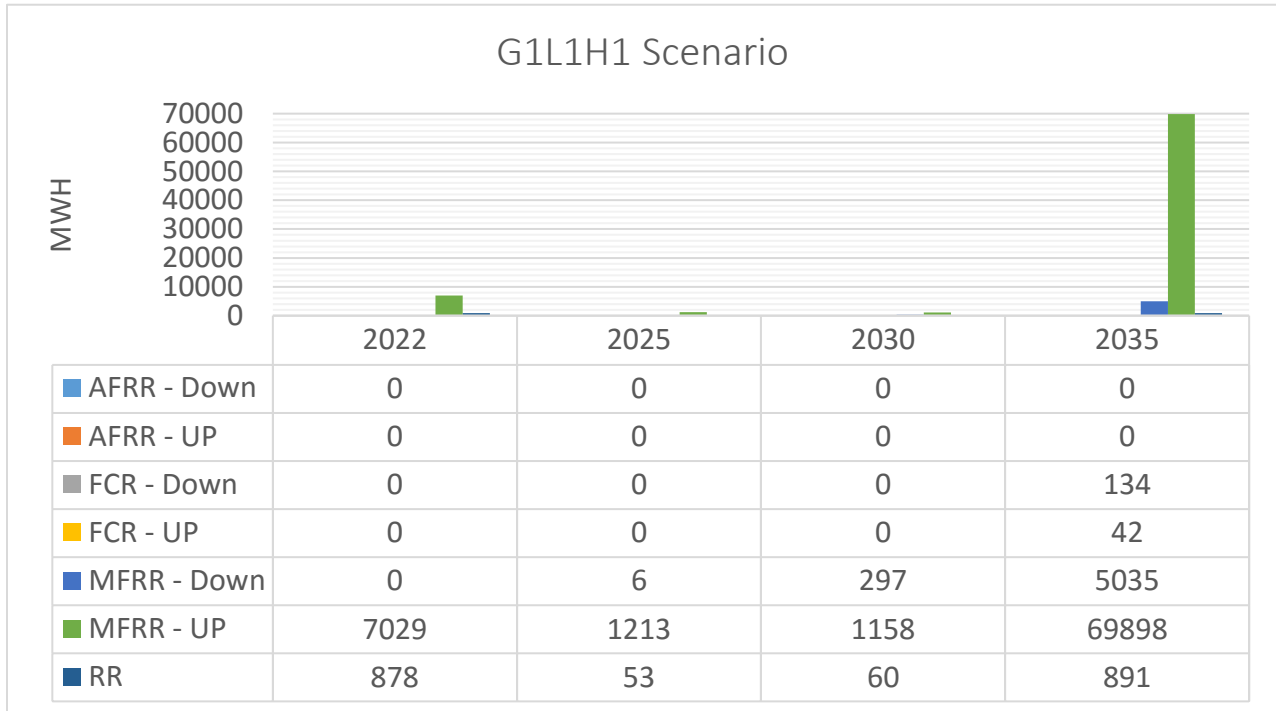


ნახ - 5.98– 2022-2035 წლებში, სხვადასხვა ტიპის რეზერვის დეფიციტის ოდენობები-საათი. (სცენარი G0L2).

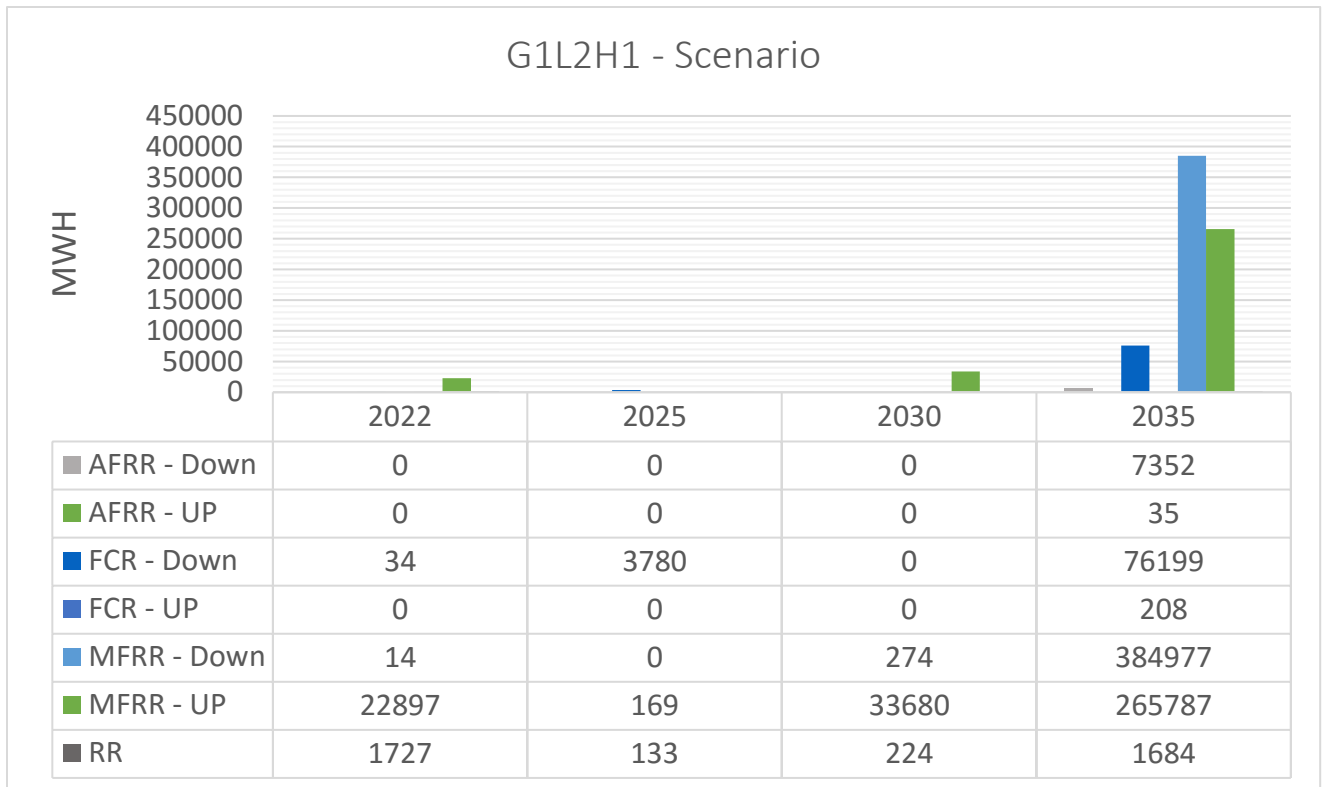




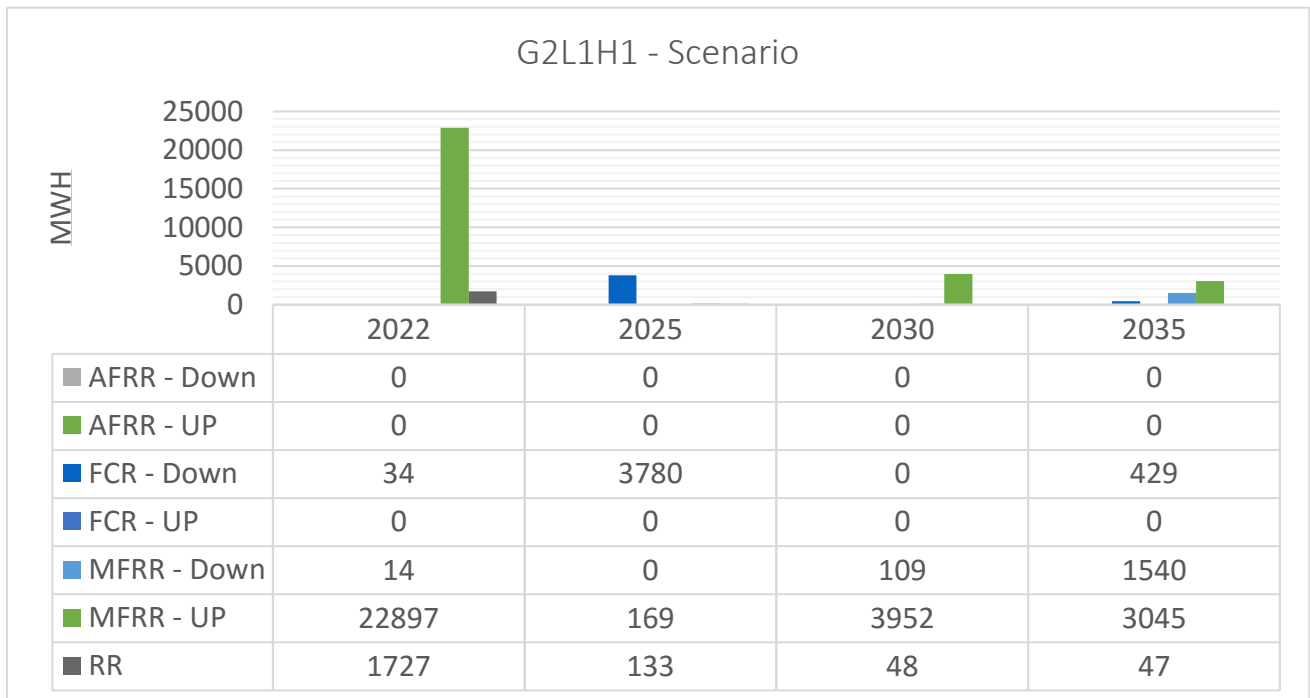
ნახ - 5.99 – 2022-2035 წლებში, სხვადასხვა ტიპის რეზერვის დეფიციტის ოდენობები-მვტ.სთ. (სცენარი G2L1).



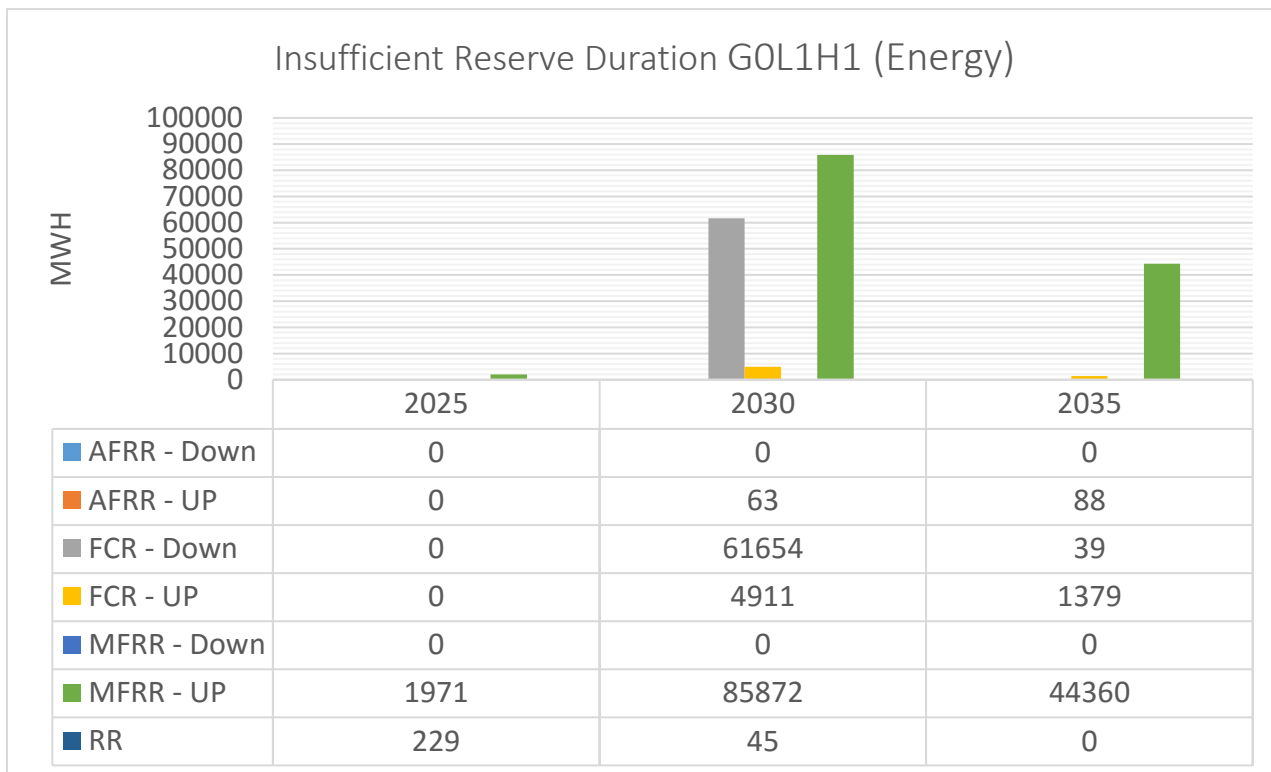
ნახ - 5.100 – 2022-2035 წლებში, სხვადასხვა ტიპის რეზერვის დეფიციტის ოდენობები-მვტ.სთ. (სცენარი G1L1).



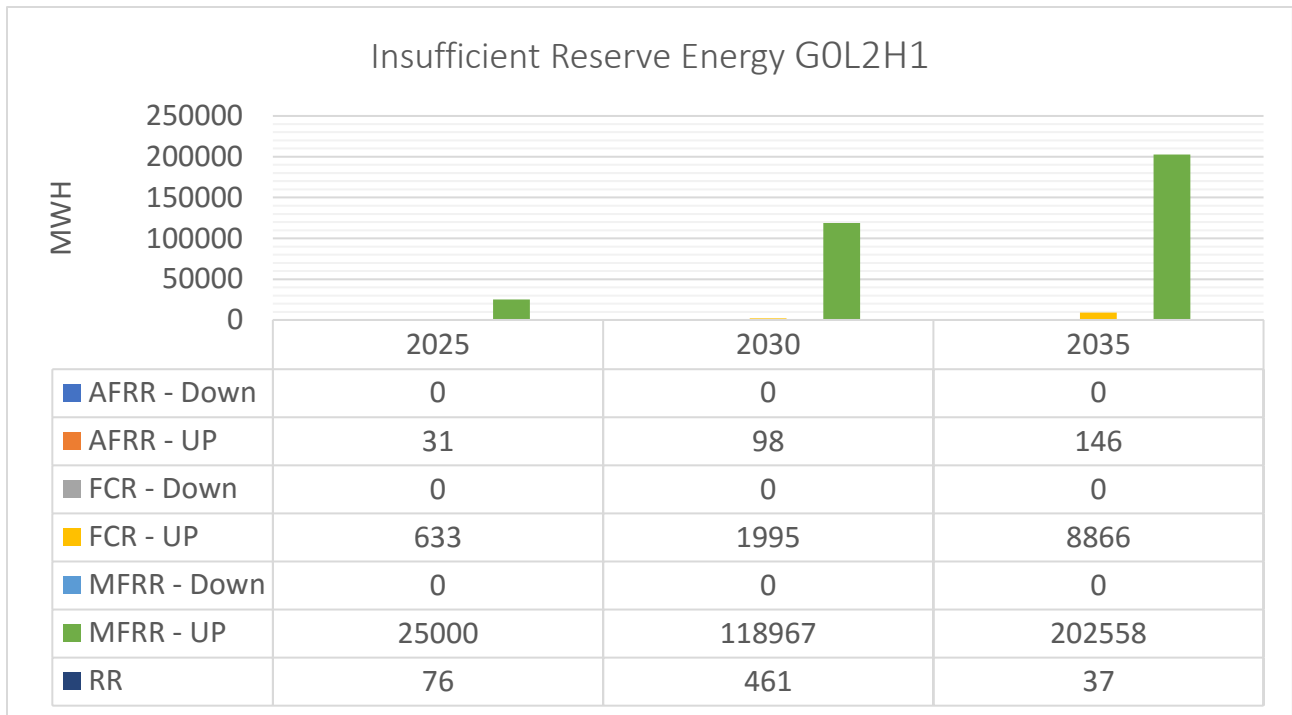
ნახ - 5.101 – 2022-2035 წლებში, სხვადასხვა ტიპის რეზერვის დეფიციტის ოდენობები-მვტ.სთ. (სცენარი G1L2).



ნახ - 5.102– 2022-2035 წლებში, სხვადასხვა ტიპის რეზერვის დეფიციტის ოდენობები-მვტ.სთ. (სცენარი G2L1).



ნახ - 5.103- 2025-2035 წლებში, სხვადასხვა ტიპის რეზერვის დეფიციტის ოდენობები-მვტ.სთ. (სცენარი GOL1).

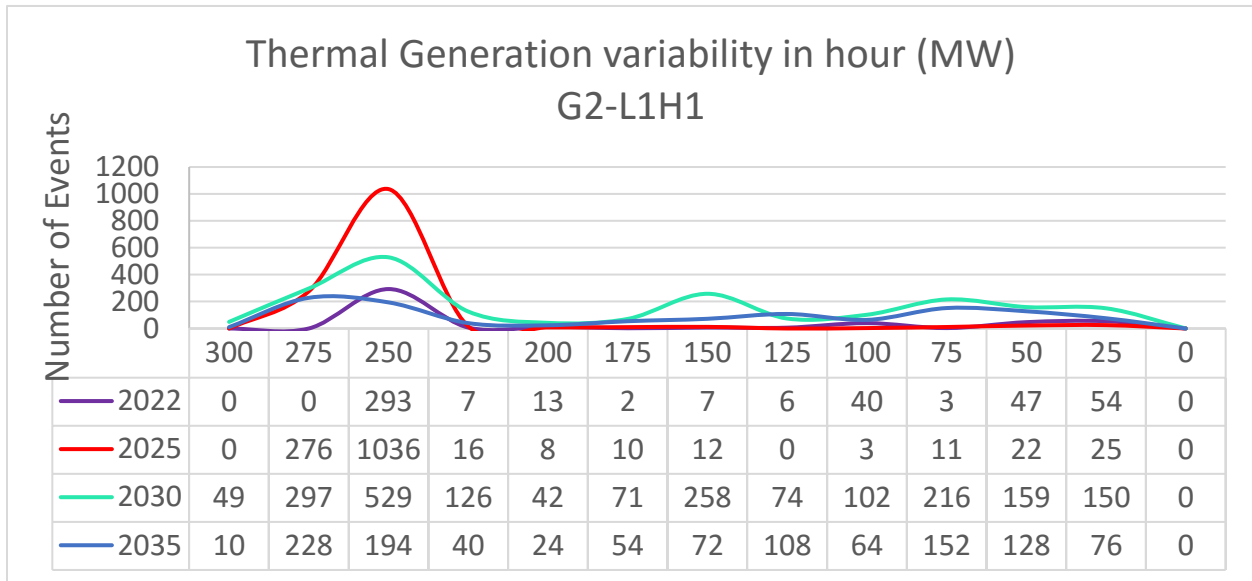


ნახ - 5.104 – 2025-2035 წლებში, სხვადასხვა ტიპის რეზერვის დეფიციტის ოდენობები-
მვტ.სთ. (სცენარი GOL2).

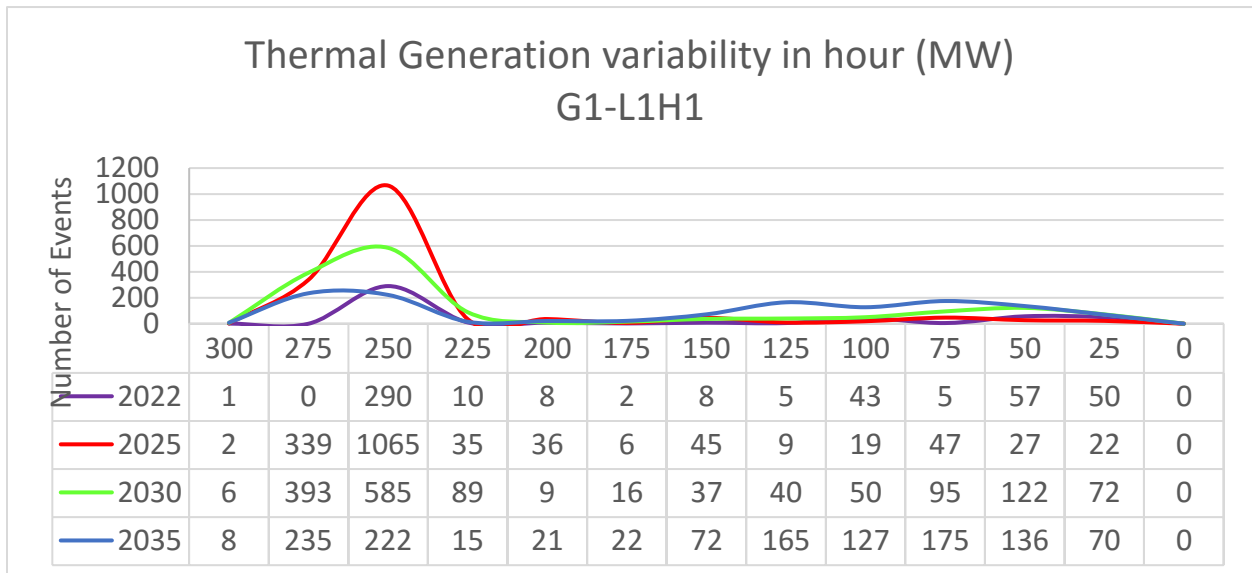


5.4.9 თბოსადგურების საჭირო მოქნილობა - მგვტ.

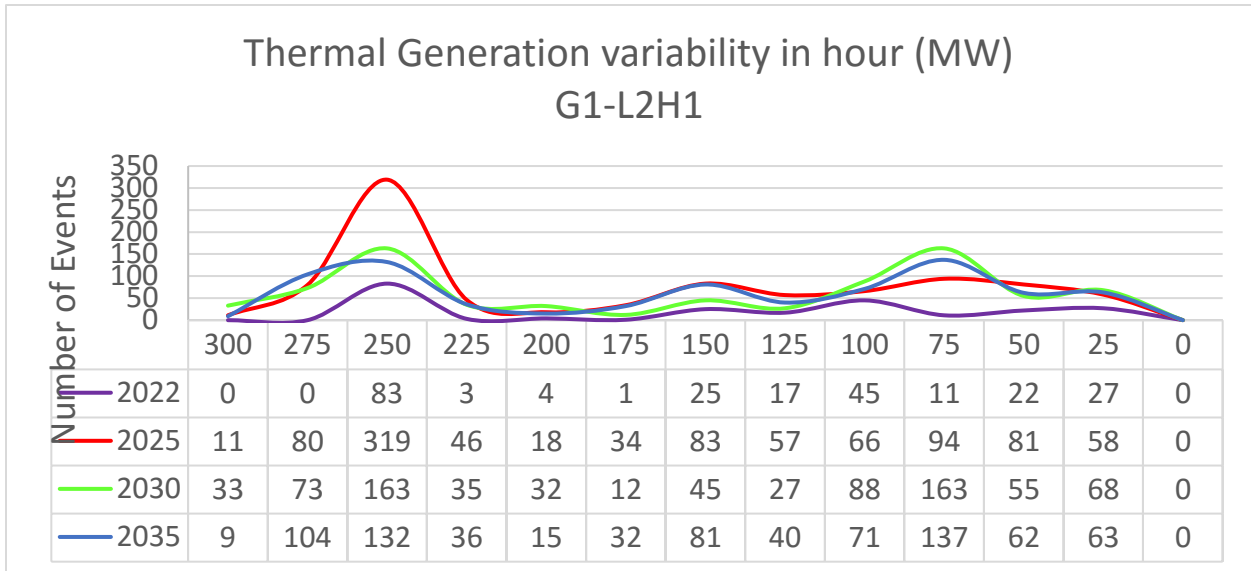
ამ თავში მოცემულია თბოსადგურების მოქნილობა, ანუ სხვადასხვა სცენარებში, თბოსადგურების მიერ სიმძლავრის ცვლილების რაოდენობა. პროგრამა PLEXOS-ში ანგარიშების შემდეგ მიღებულია, რომ მზის და ქარის ინტეგრაცია მოითხოვს სისტემაში სწრაფი და მოქნილი თბოსადგურების აშენებას.



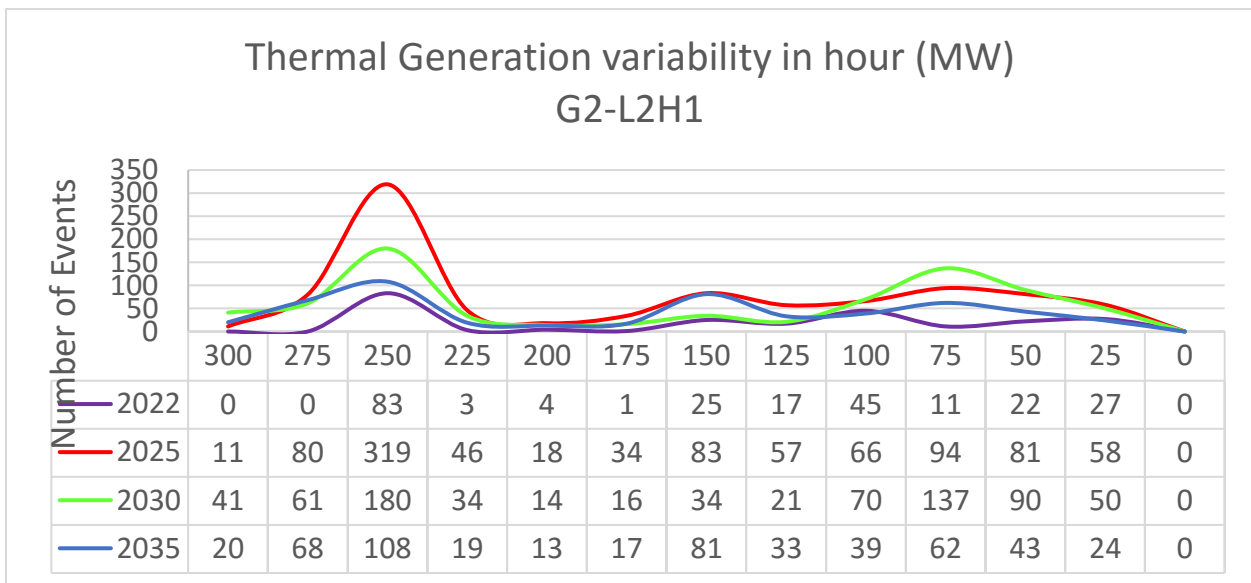
ნახ - 5.105 – 2022-2035 წლებში, თბოსადგურების საჭირო მოქნილობები. (სცენარი G2L1).



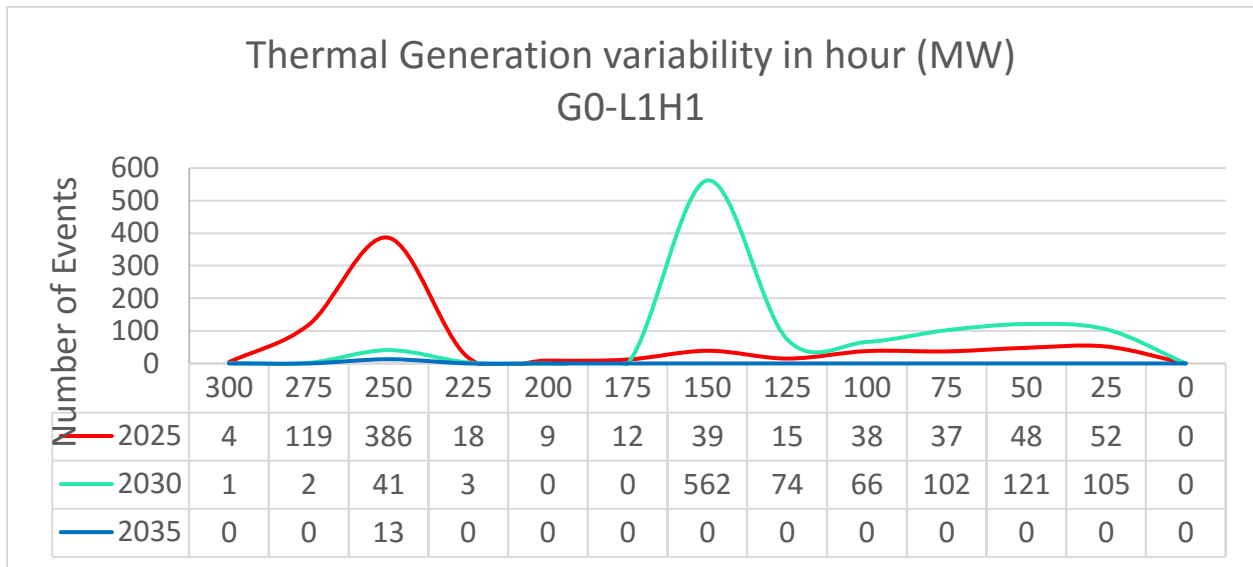
ნახ - 5.106 – 2022-2035 წლებში, თბოსადგურების საჭირო მოქნილობები. (სცენარი G1L1).



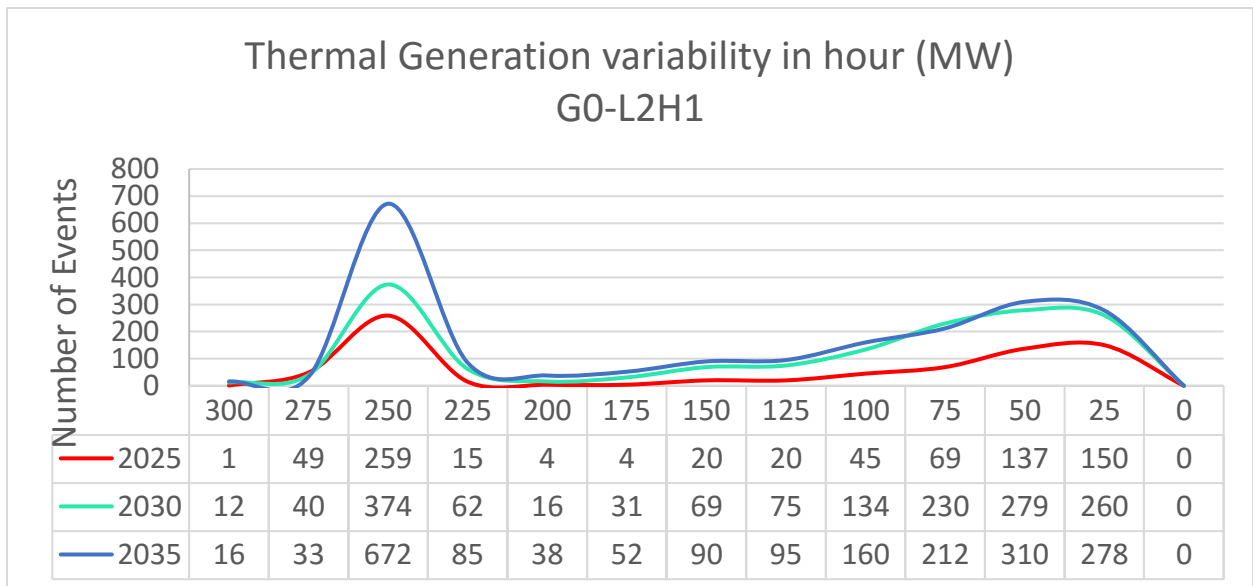
ნახ - 5.107 – 2022-2035 წლებში, თბოსადგურების საჭირო მოქნილობები. (სცენარი G1L2).



ნახ - 5.108 – 2022-2035 წლებში, თბოსადგურების საჭირო მოქნილობები. (სცენარი G2L2).



ნახ - 5.109 – 2025-2035 წლებში, თბოსადგურების საჭირო მოქნილობები. (სცენარი G0L1).



ნახ - 5.109 – 2025-2035 წლებში, თბოსადგურების საჭირო მოქნილობები. (სცენარი G0L2).



6. დასკვნები და რეკომენდაციები

1. გენერაცია-მოხმარების ყველა განხილულ სცენარში სისტემის ადეკვატურობის მაჩვენებლები დამაკმაყოფილებელია. განახლებადების ინტეგრირების სცენარებში G1 და G2 გენერაციის ხვედრითი ფასი ერთნაირია, და ვინაიდან G2 უზრუნველყოფს წყალსაცავიანი ჰესების ინტეგრირებას, რომლებიც სისტემის მოქნილობას მკვეთრად ამაღლებენ, ამიტომ G2 სცენარი უპირატესია.
2. ენერგეტიკული უსაფრთხოების, ენერგოდამოუკიდებლობის და ელექტროენერჯის ხელმისაწვდომობის ამოცანის გადაწყვეტა ყველაზე ოპტიმალურად ხორციელდება G2 სცენარებში, როდესაც წყალსაცავიანი ჰესების კვალდაკვალ შენდება მზისა და ქარის ელექტროსადგურები, რომლების უზრუნველყოფენ სისტემის საკუთარი წყაროებით თანაბარ გენერაციას წლის განმავლობაში. მათი საათური და წუთობრივი არასტაბილურობის დაფარვა კი ხორციელდება წყალსაცავიანი ჰესებით.

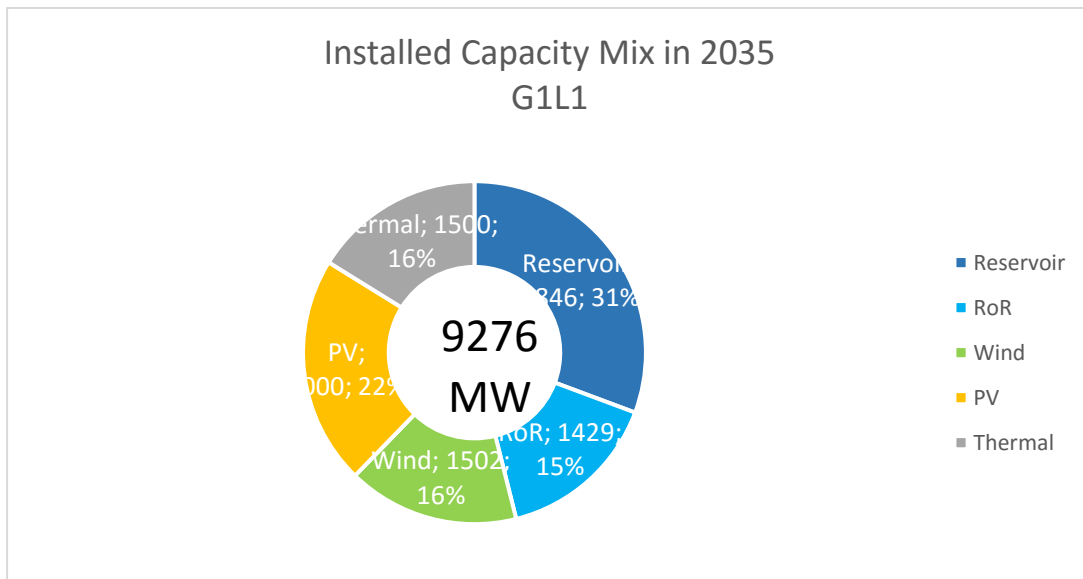
შენიშვნა: მიმდინარეობს არსებული დოკუმენტის განახლება, რომელიც 2024 წლის პირველი ნახევრისთვის გამოქვეყნდება.

დანართი-1. გენერაციის განვითარების ყველა ნაანგარიშები სცენარი.

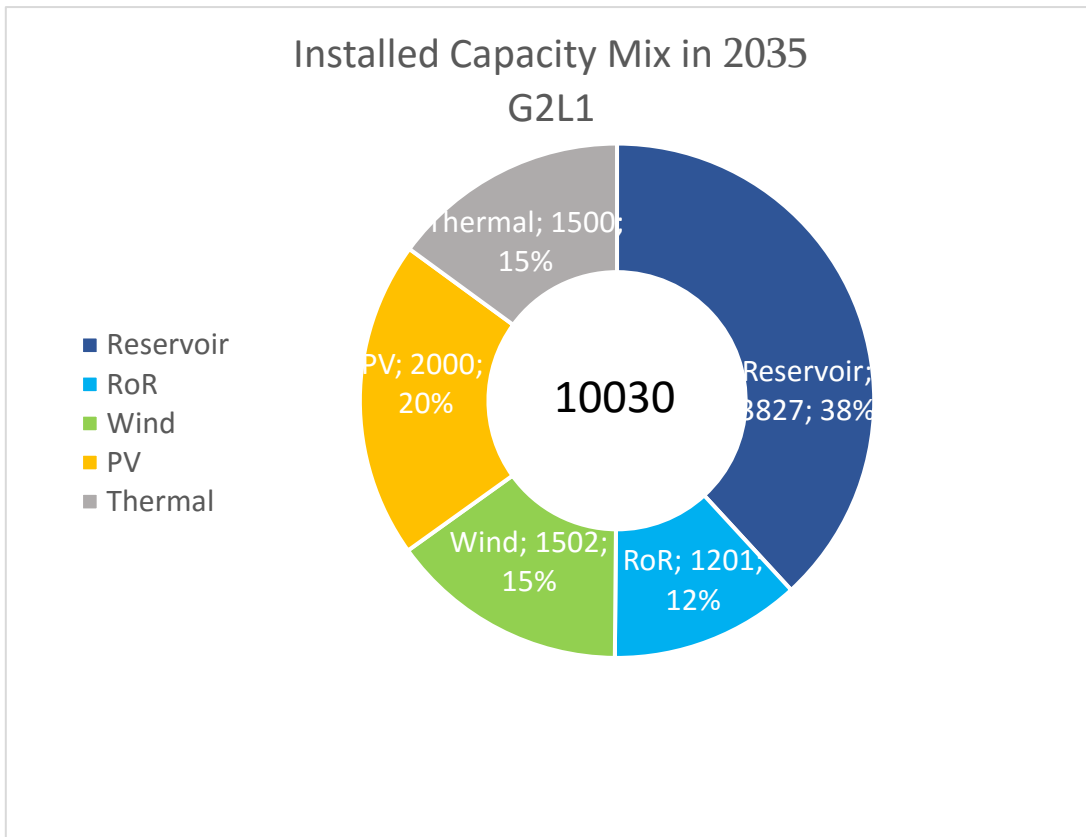
წლების მიხედვით დამატებით გენერაციის განვითარების გეგმის ყველა ნაანგარიშების სცენარი წყალუხვ (H-3), ზომიერ (H-2) და წყალმცირე (H-1) რეჟიმებში მოცემულია ქვემოთ

სადგურების ჯამური დადგმული სიმძლავრეები

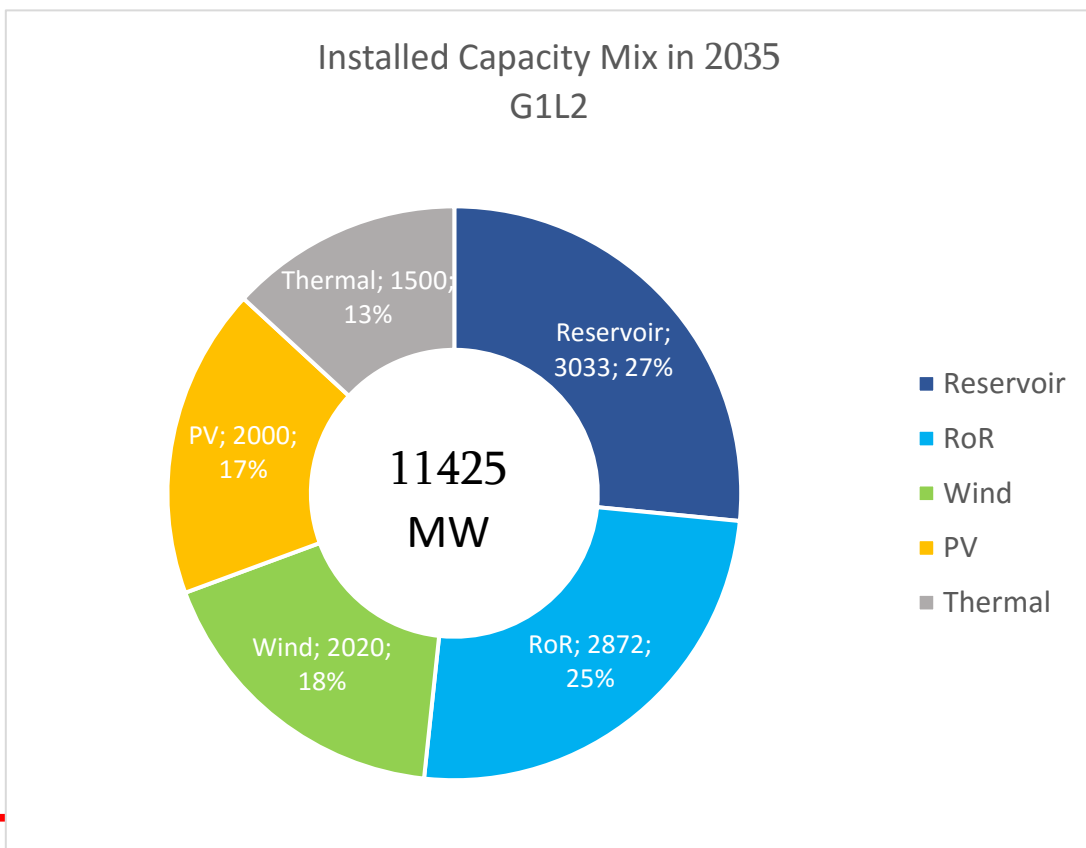
ნახ - 6.1



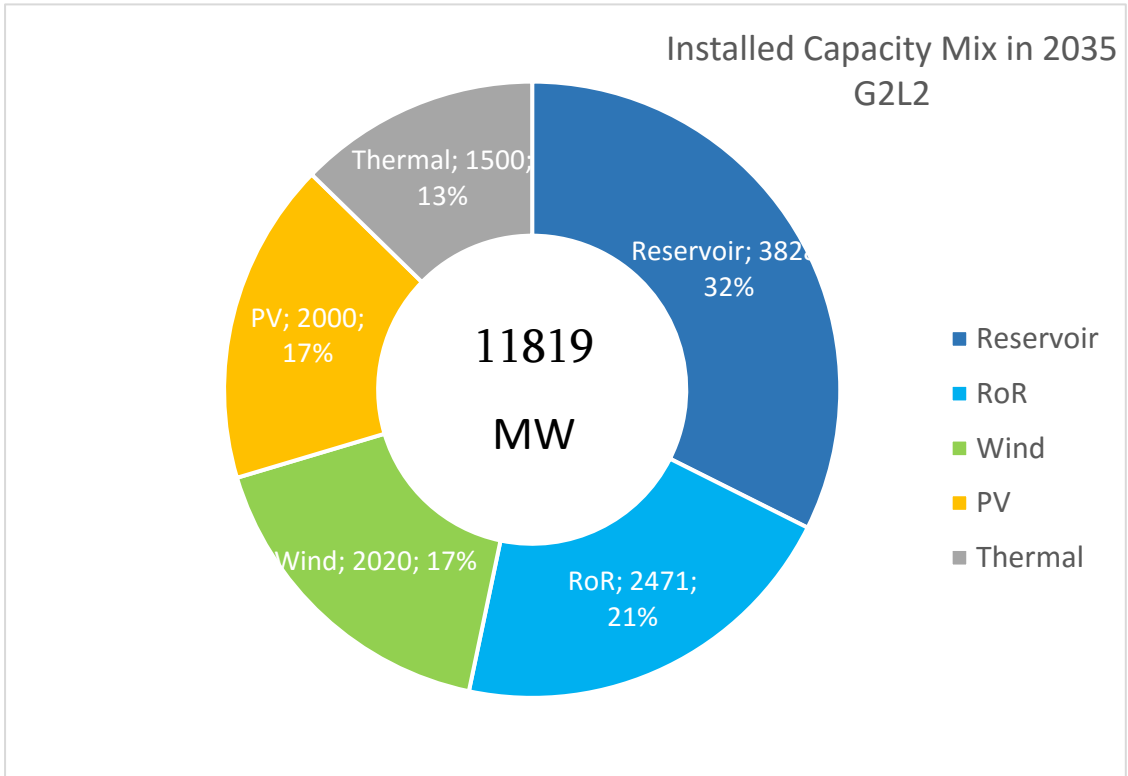
ნახ - 6.2



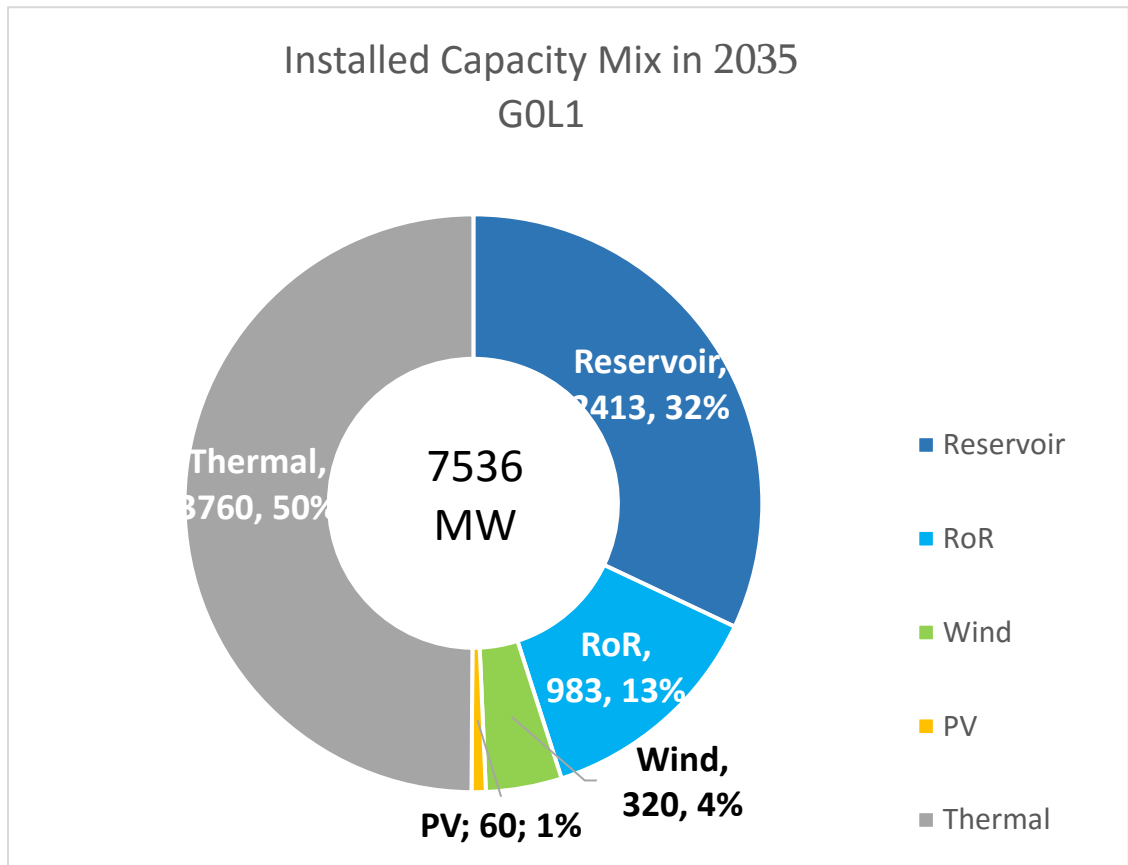
ნახ - 6.3



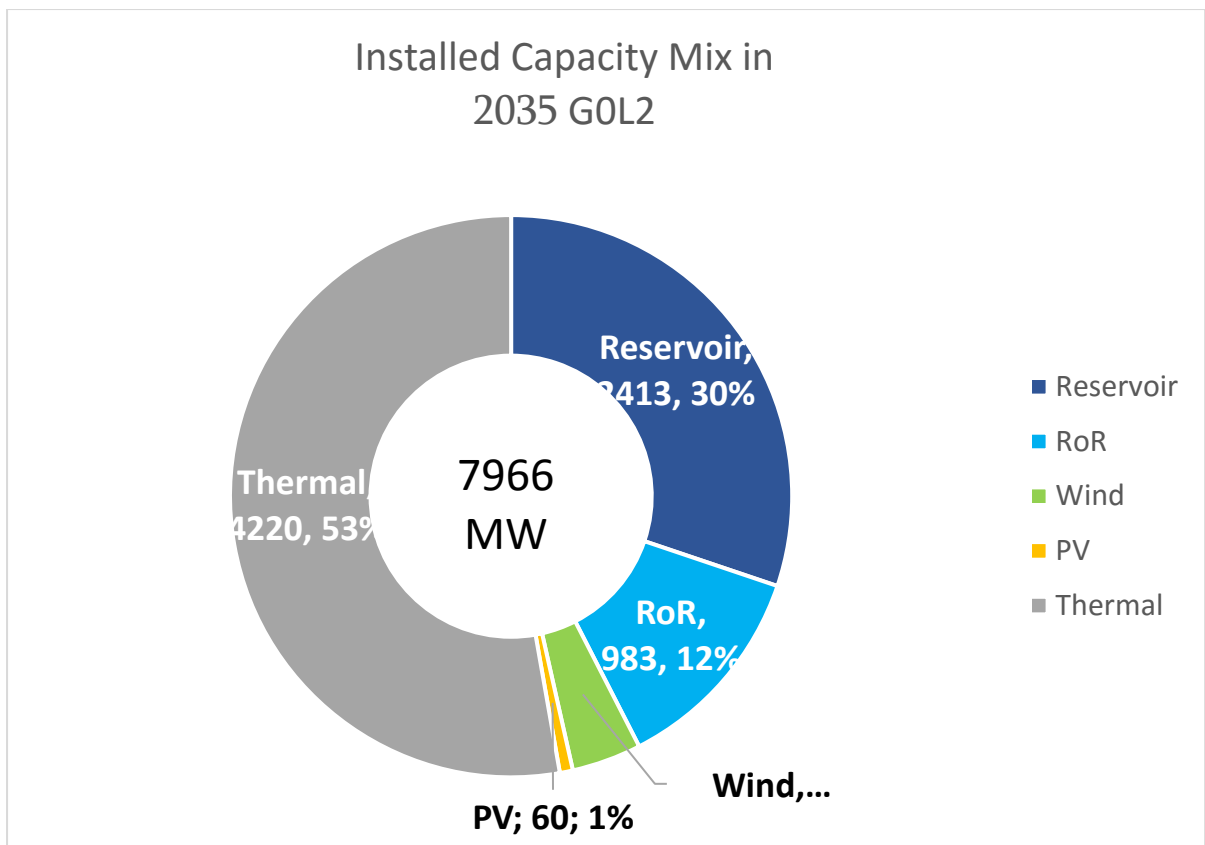
ნახ - 6.4



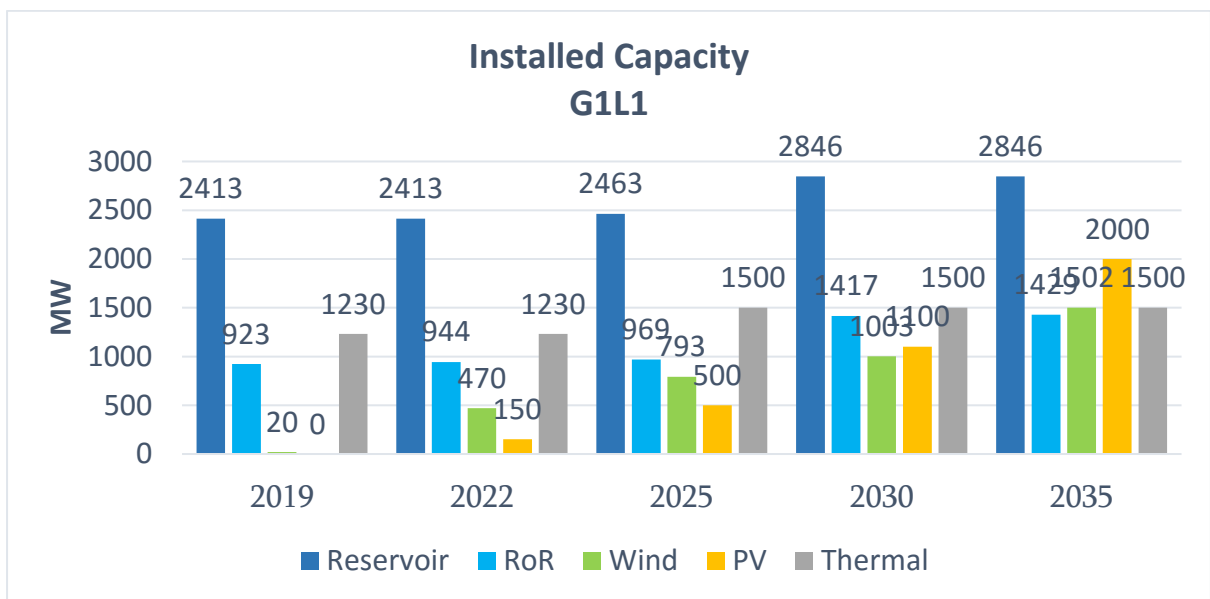
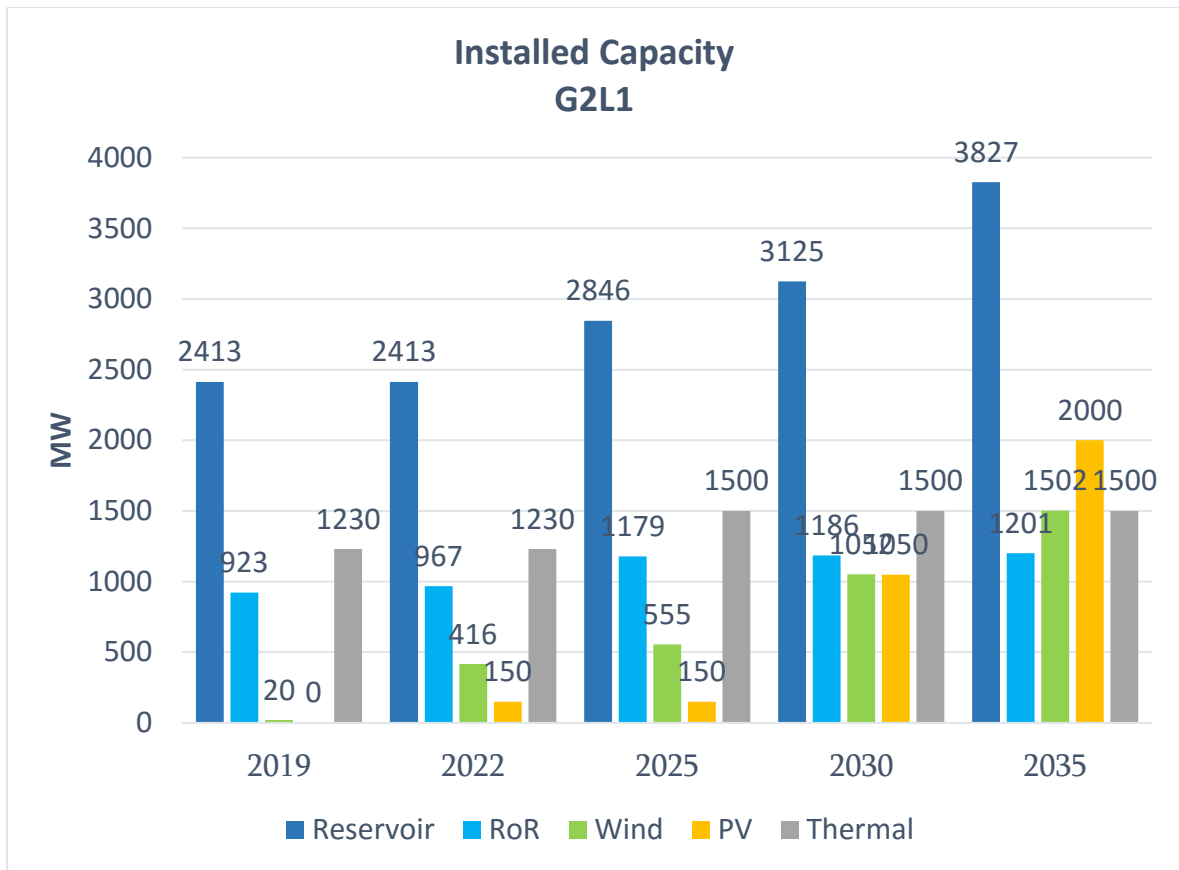
ნახ - 6.5

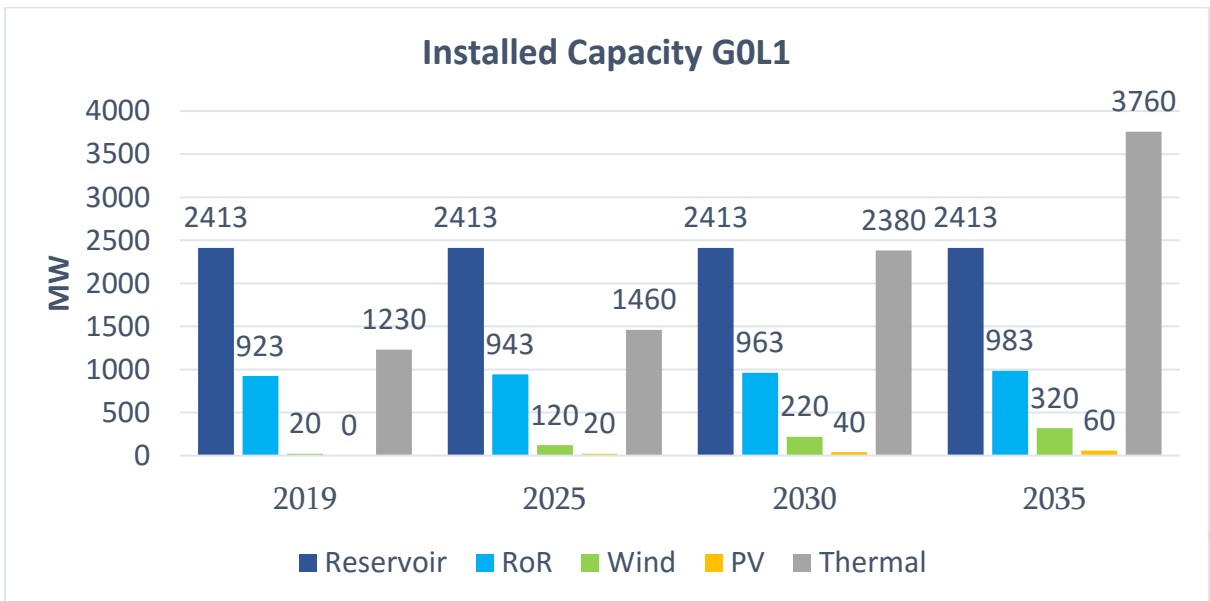
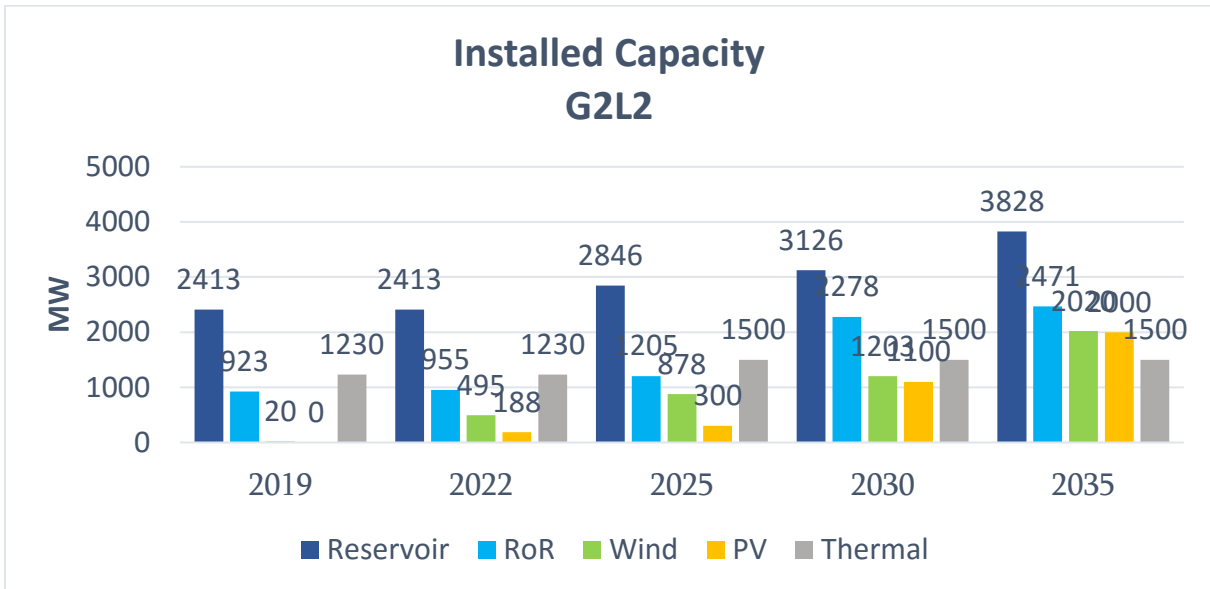
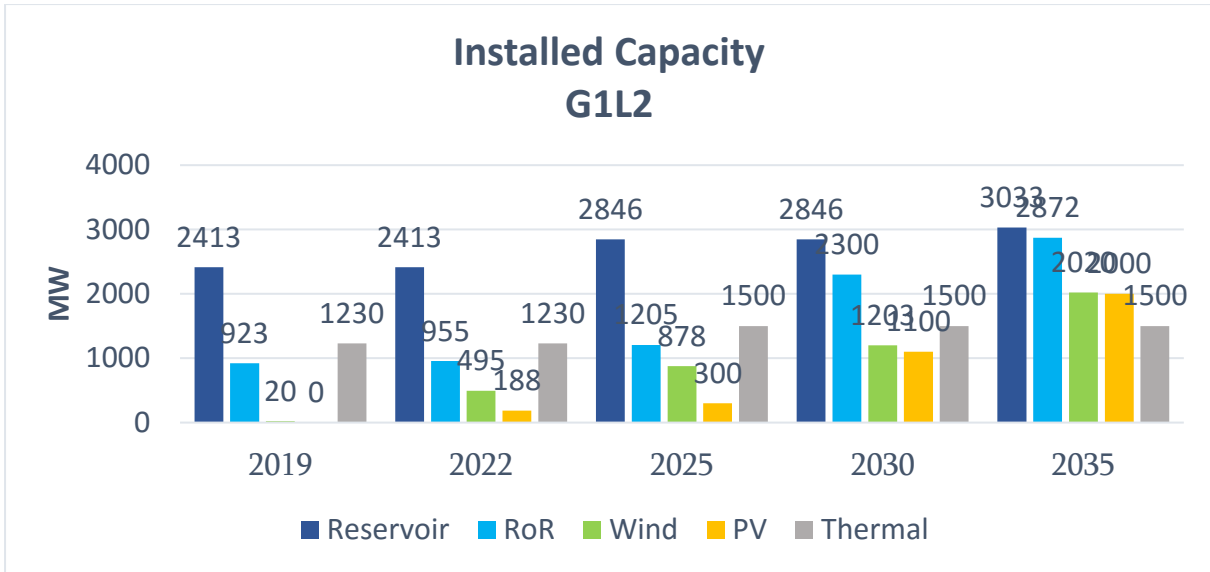


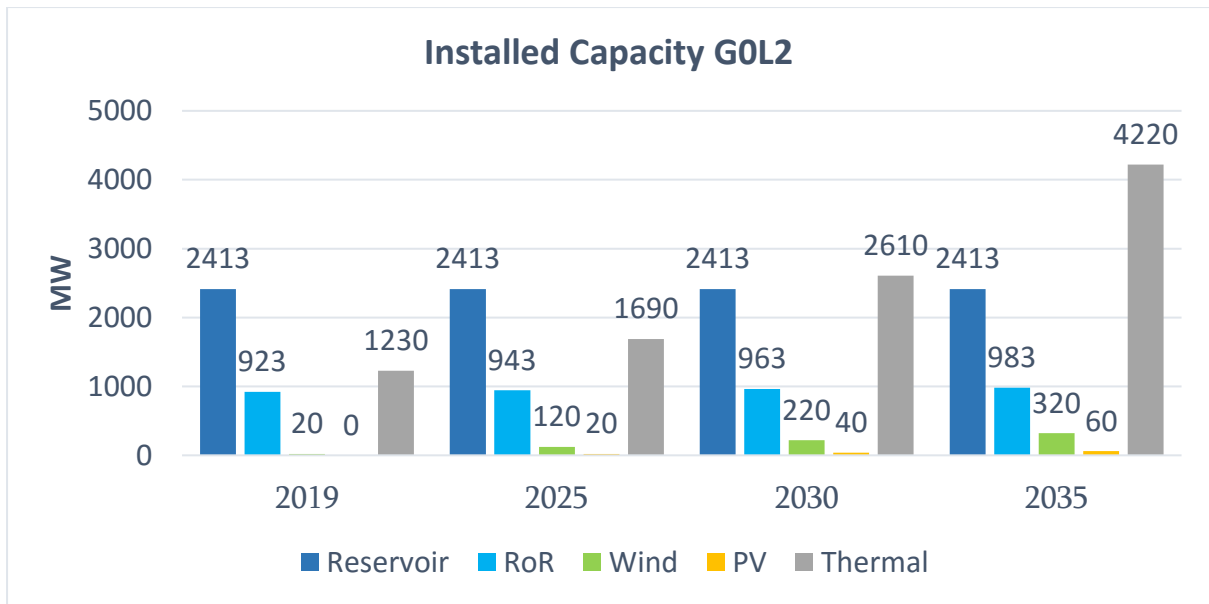
ნახ - 6.6



ნახ - 6.7







ნახ - 6.8

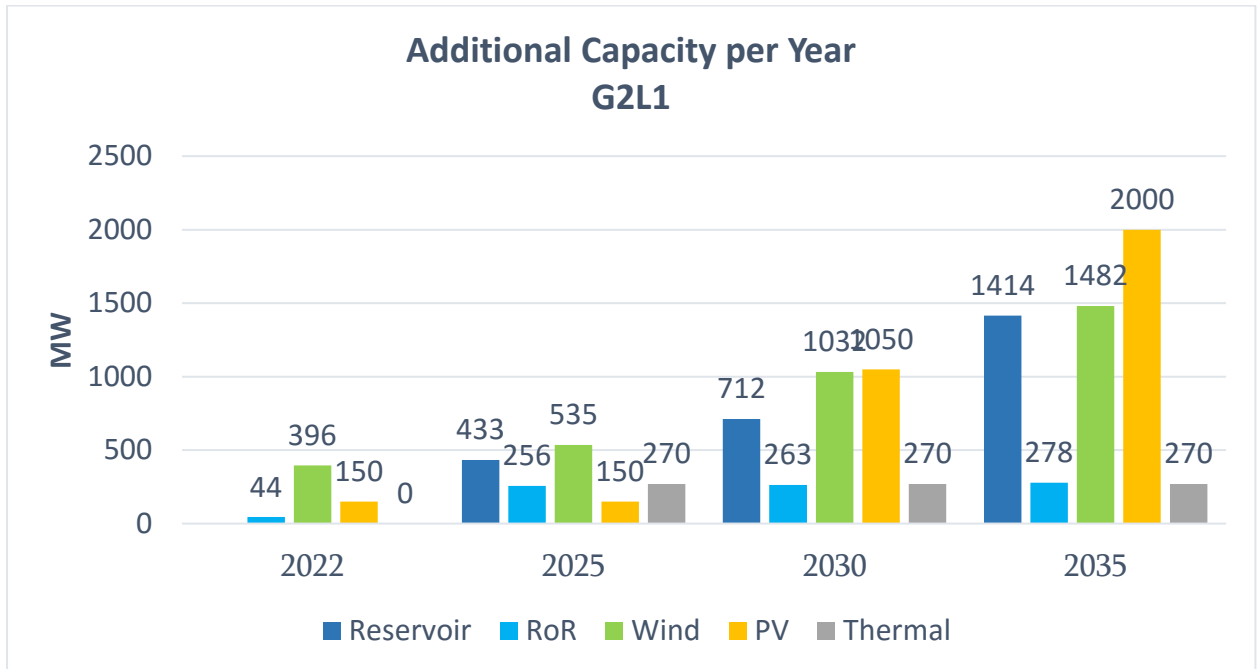
მრუდეზზე მოცემულია საქართველოს ენერგოსისტემაში ჯამური დადგმული სიმძლავრეები სხვადასხვა ტიპის სადგურებისთვის 2019-2025-2030-2035 წლებში, არსებულს დამატებული ახლად აშენებული სადგურები.

პროგრამა PLEXOS-ით მიღებული ანგარიშების შედეგად, სადაც განხილულია ექვსი სცენარი, ყველაზე დიდი რაოდენობით ხორციელდება ინტეგრაცია:

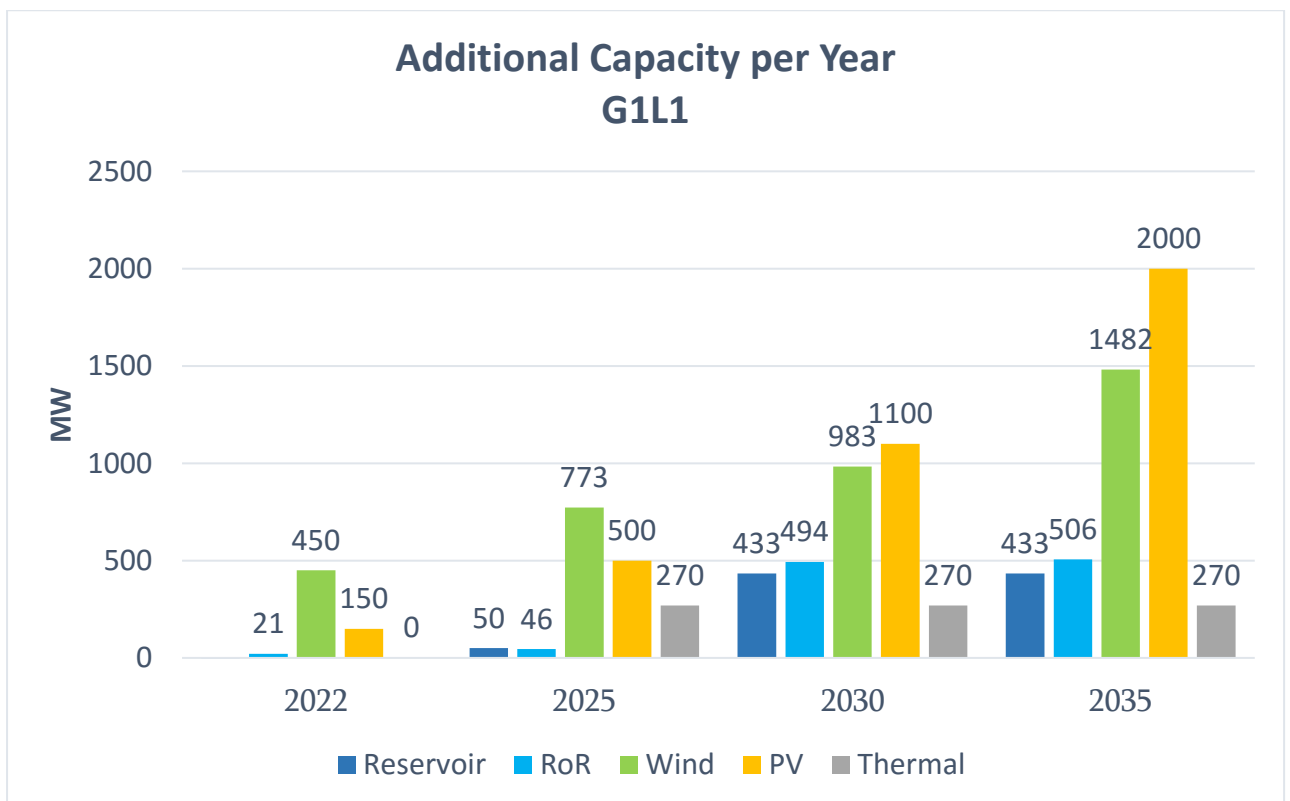
- G1L2 და G2L2 სცენარებში მზის და ქარის სადგურების.
- G2L2 და G2L1 სცენარებში მარეგულირებელი სადგურების.
- G1L2 სცენარში მოდინებაზე მომუშავე სადგურების.
- G0L1 და G0L1 სცენარებში თბოსადგურების

აღნიშნული მრუდეზების ძირითად მიზანს წარმოადგენს ენერგოსისტემის განვითარების სხვადასხვა სცენარში წარმოადგინოს ხედვა თუ რა ტიპის სადგურების აშენება იქნება ტექნიკო-ეკონომიკურად ყველაზე გამართლებული.

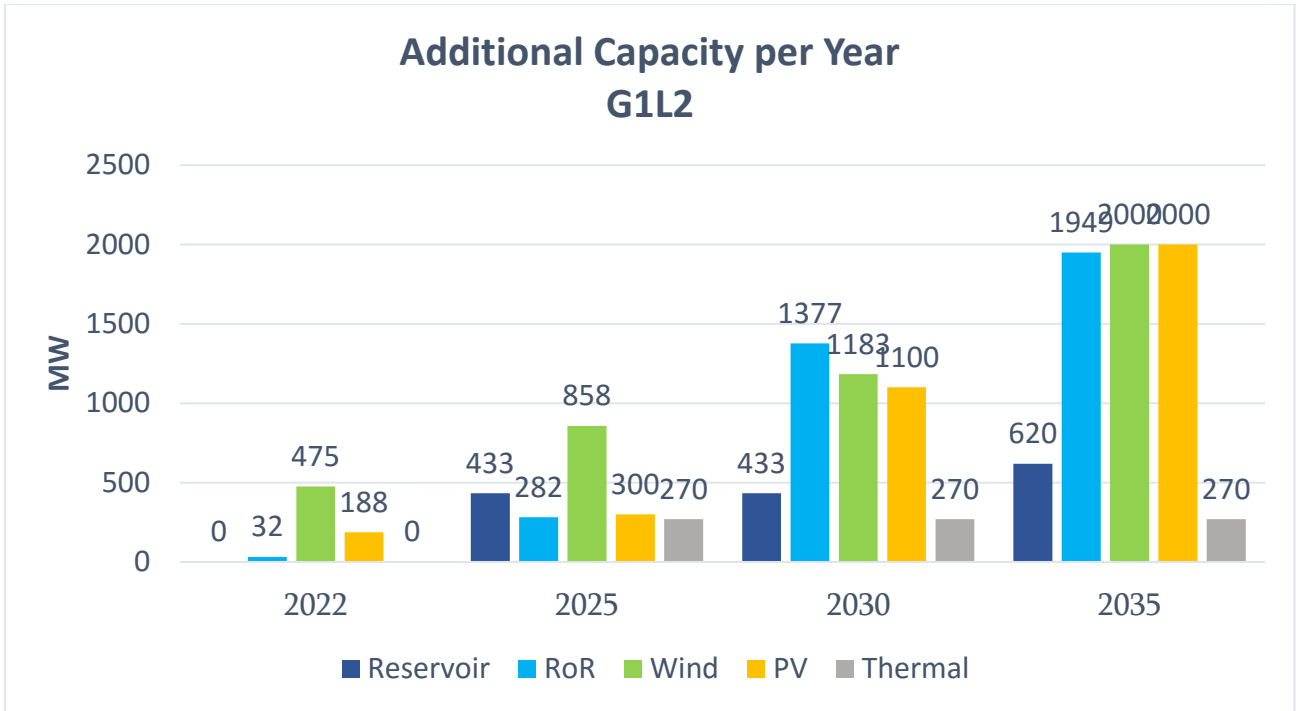
დამატებით ასაშენებელი სიმძლავრეები.



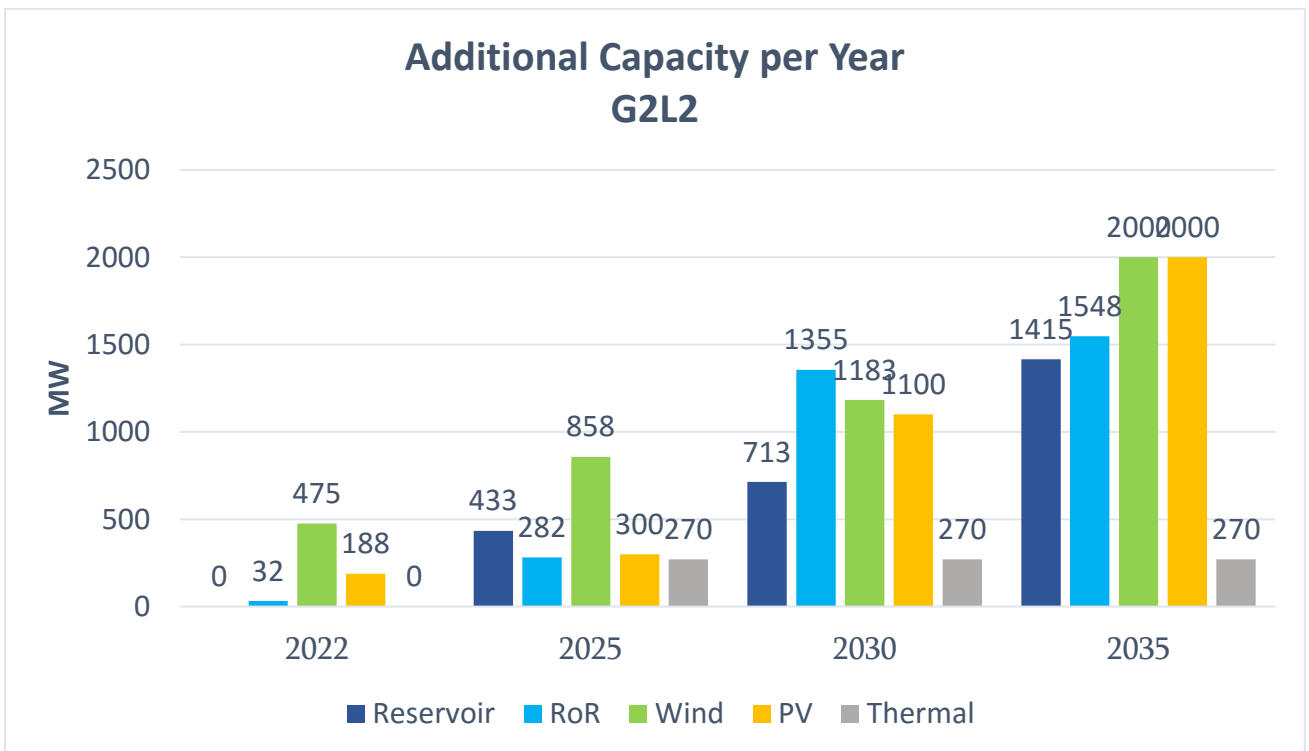
ნახ - 6.9



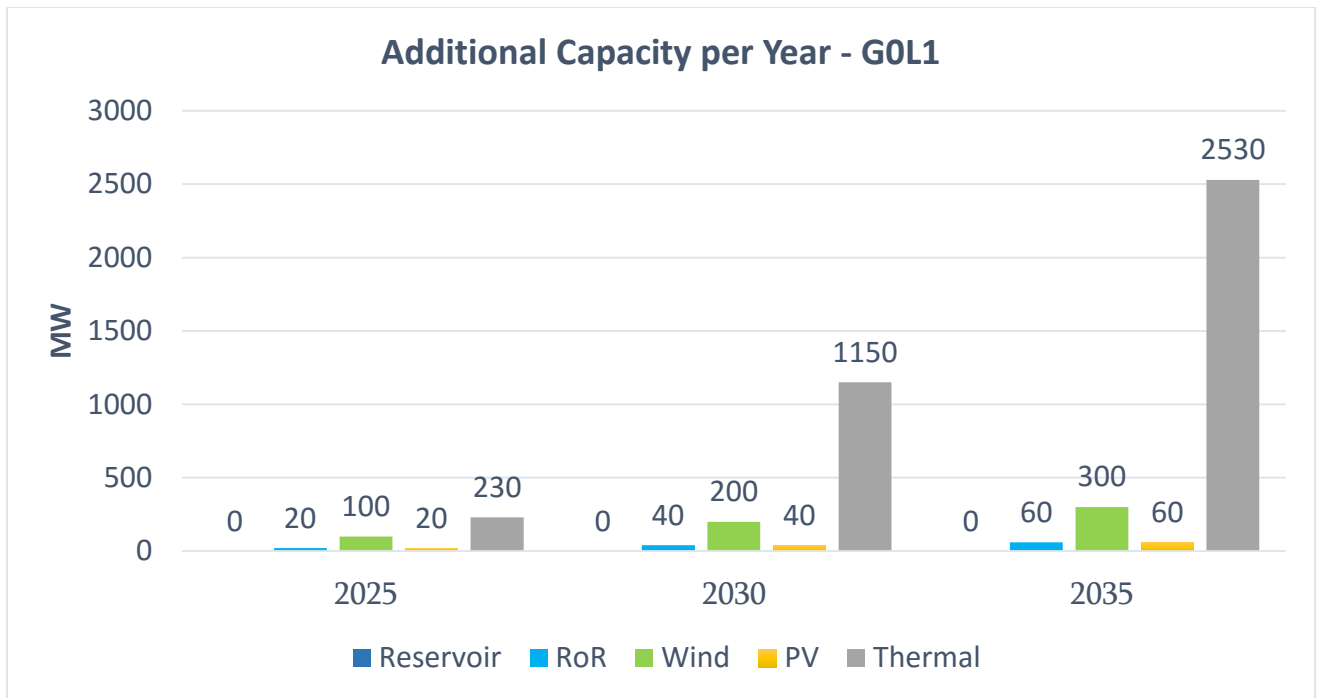
ნახ - 6.10



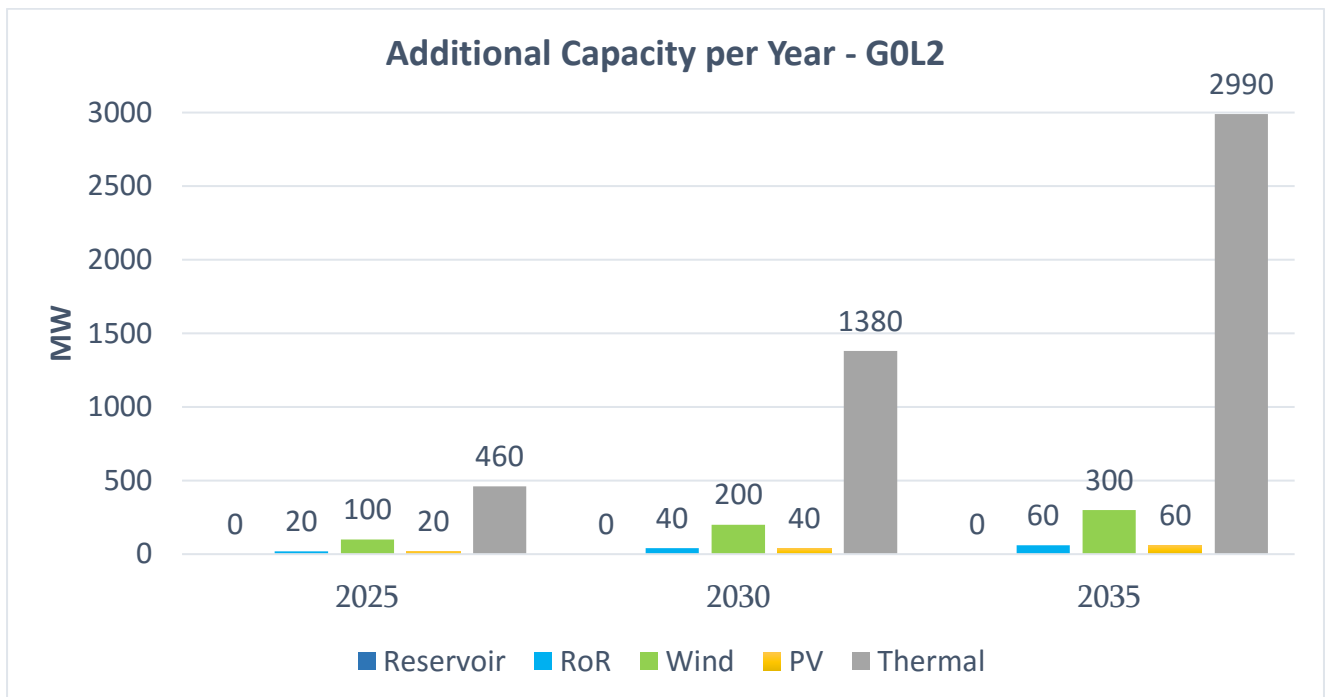
ნახ - 6.11



ნახ - 6.12



ნახ - 6.13

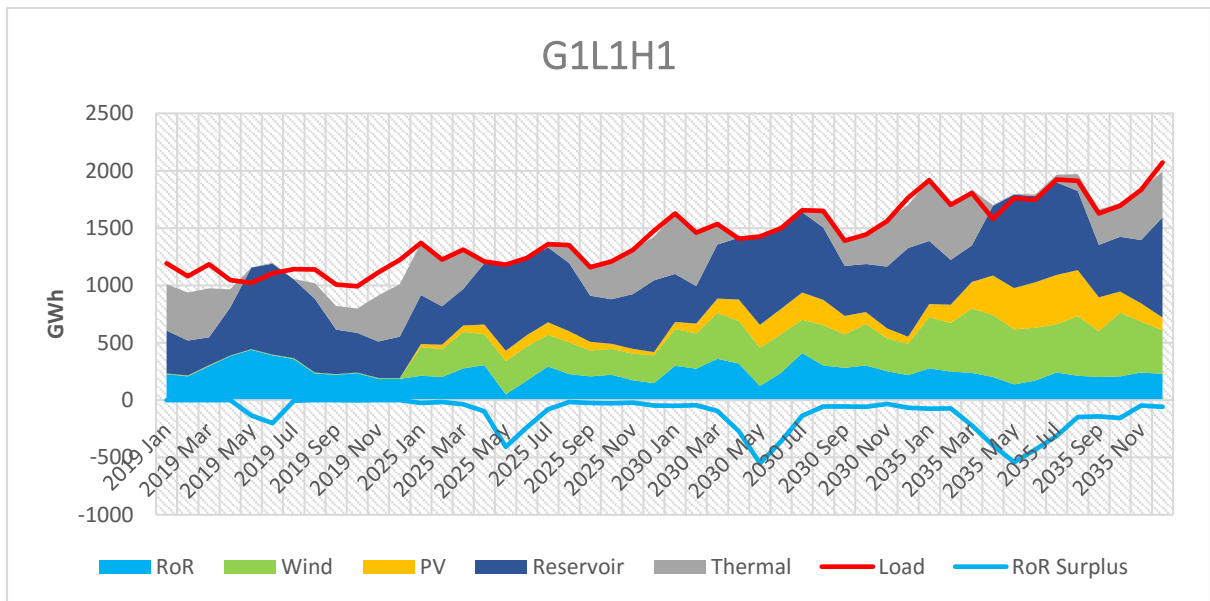


ნახ - 6.14

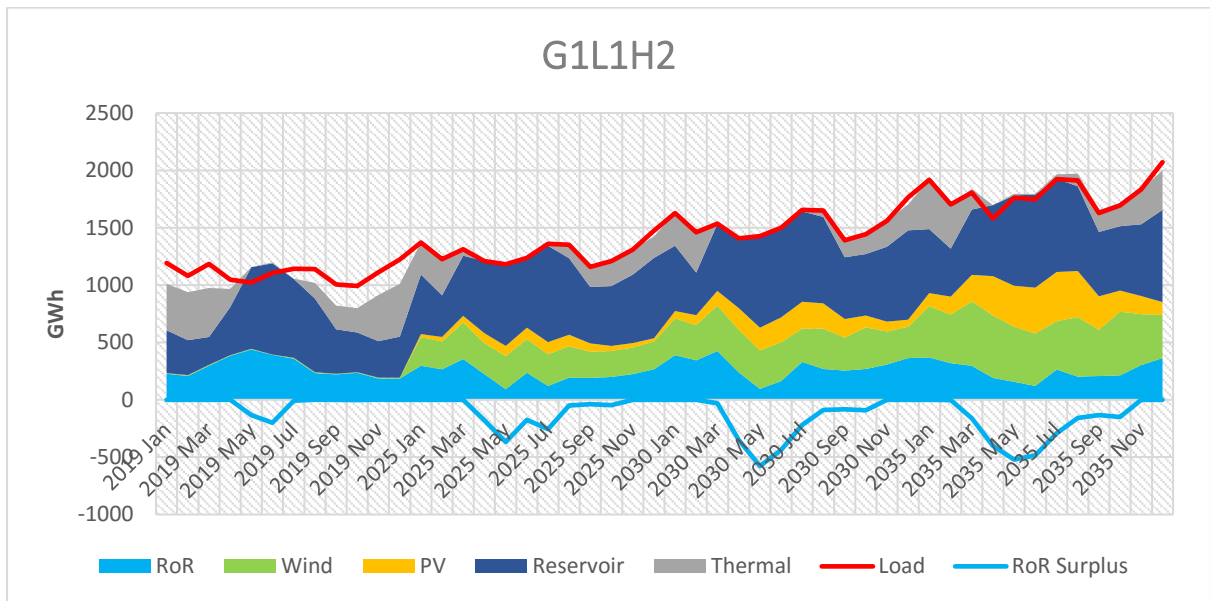
მრუდებზე მოცემულია 2025-2030-2035 წლებში, სხვადასხვა ტიპის სადგურებისთვის, საქართველოს ენერგოსისტემაში ასაშენებელი სადგურების დადგმული სიმბლავრები

წინა თავისგან განსხვავებით, სადაც მოცემული იყო როგორც არსებული ასევე ახალი სადგურების დადგმული სიმძლავრეები, აღნიშნულ მრუდეებზე წარმოდგენილია, სხვადასხვა სცენარში, მხოლოდ ახლად ასაშენებელი სადგურების სიმძლავრეები.

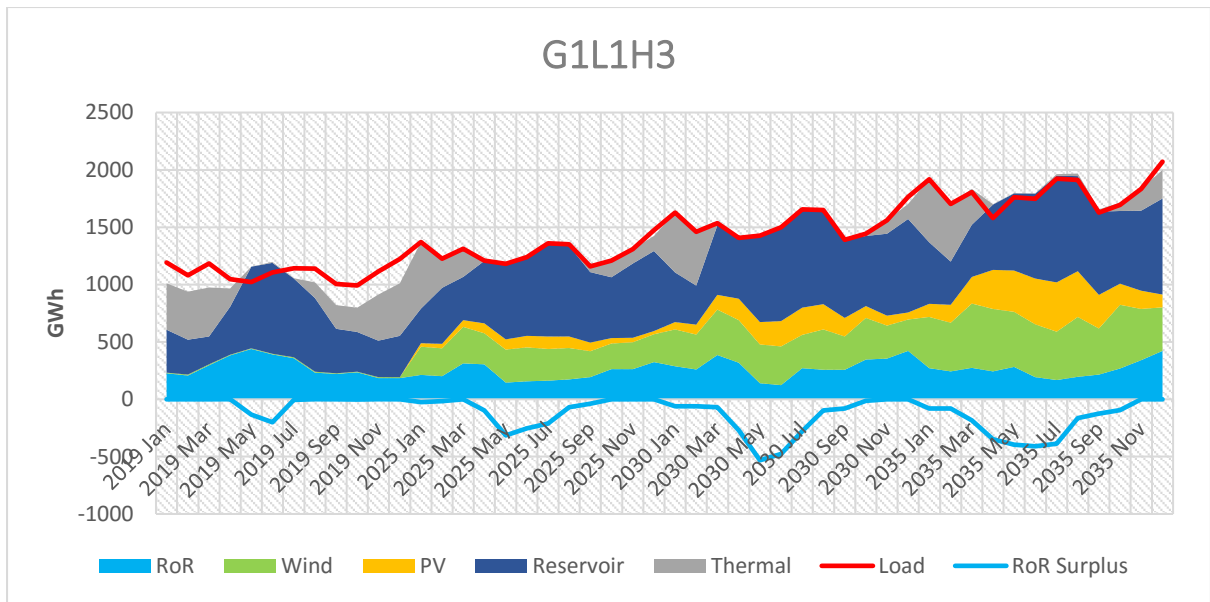
გამომუშავება თვის და წლის ჭრილში



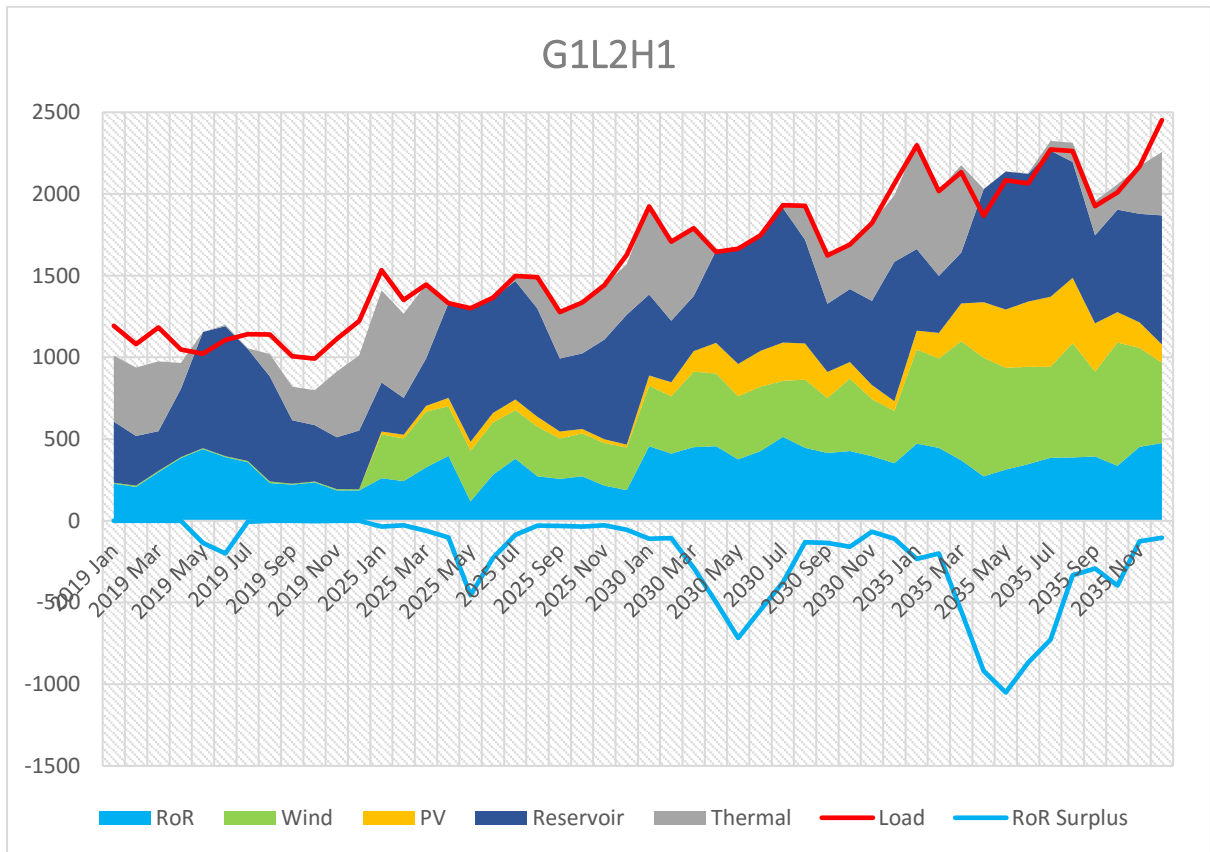
ნახ - 6.15



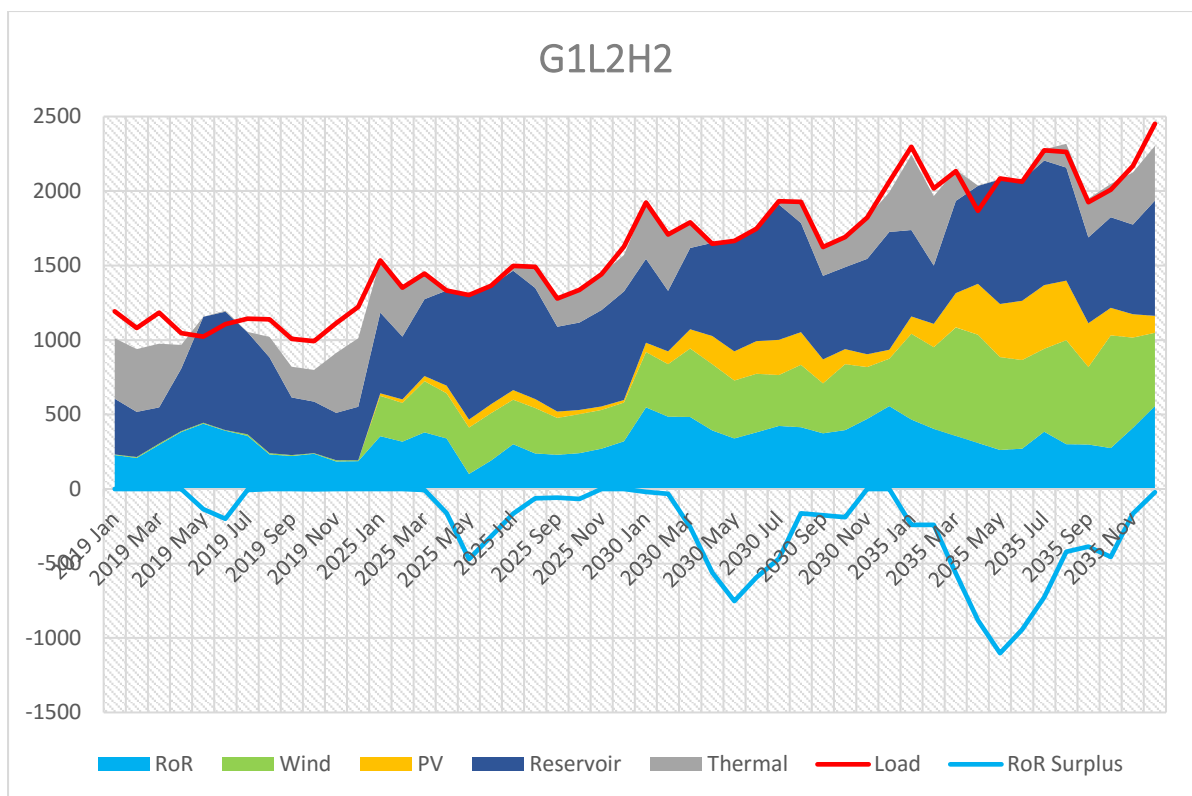
ნახ - 6.16



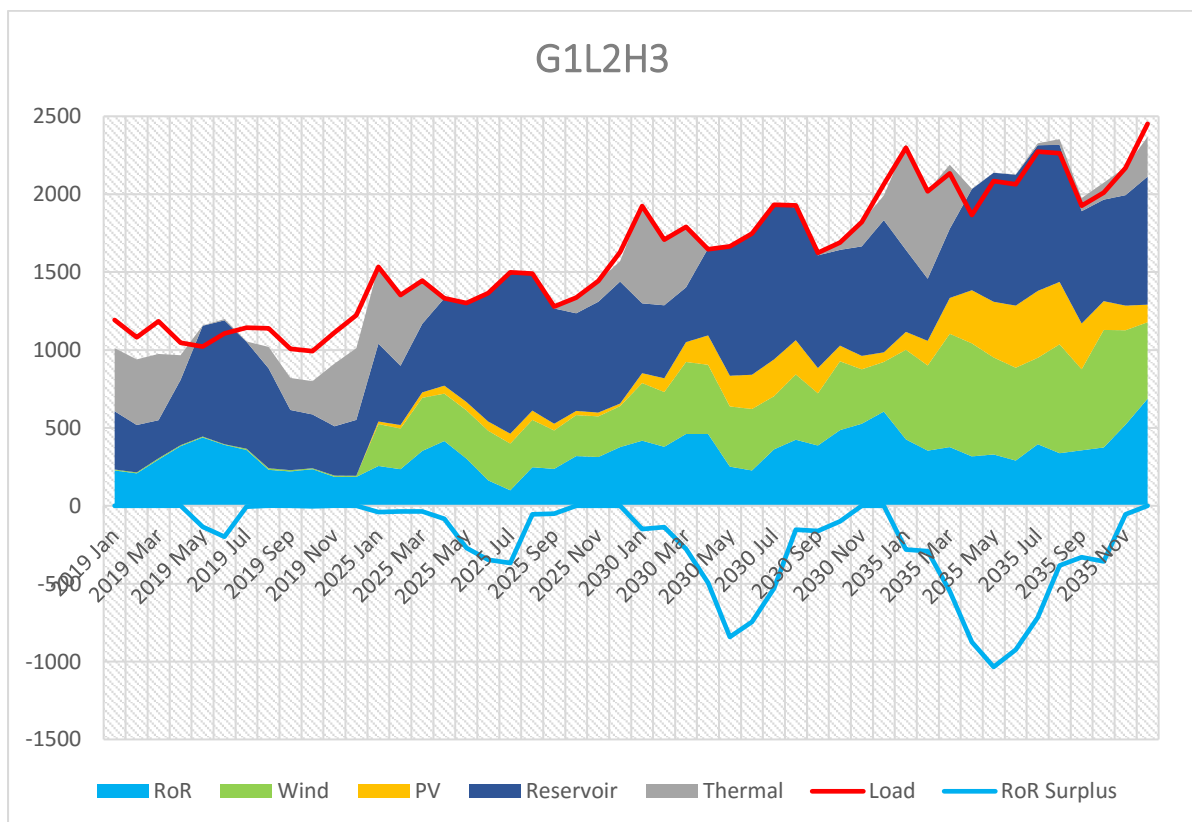
ნახ - 6.17



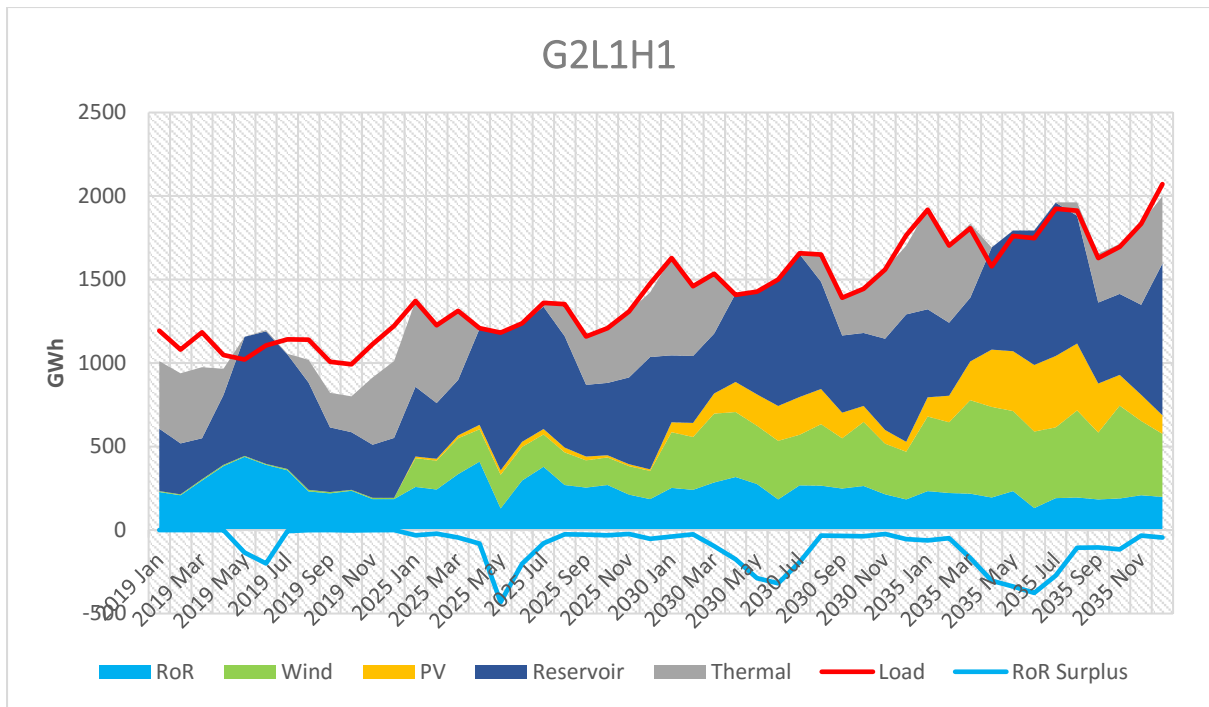
ნახ - 6.18



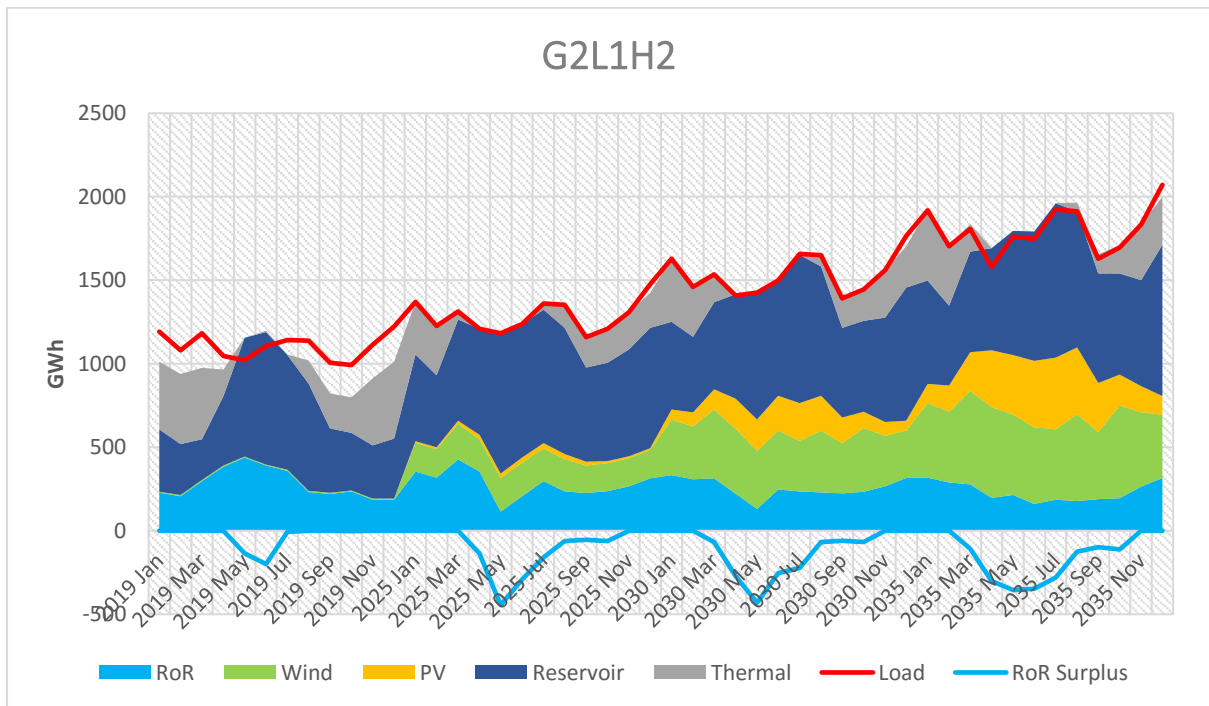
ნახ - 6.19



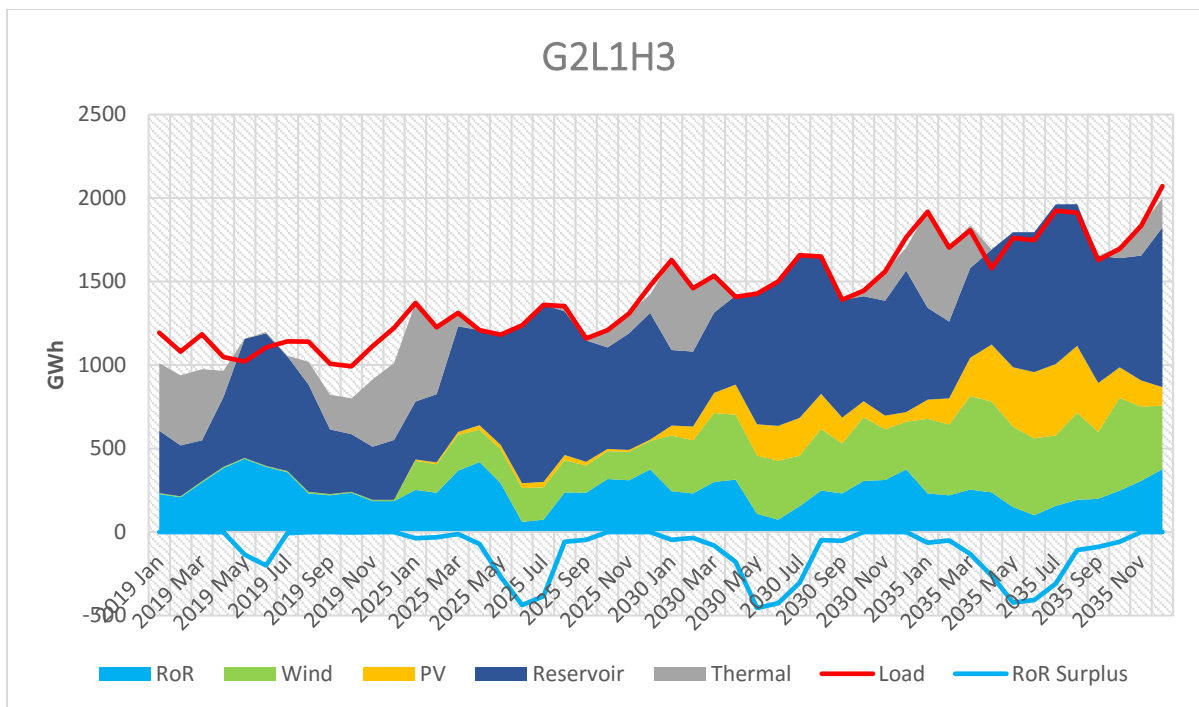
ნახ - 6.20



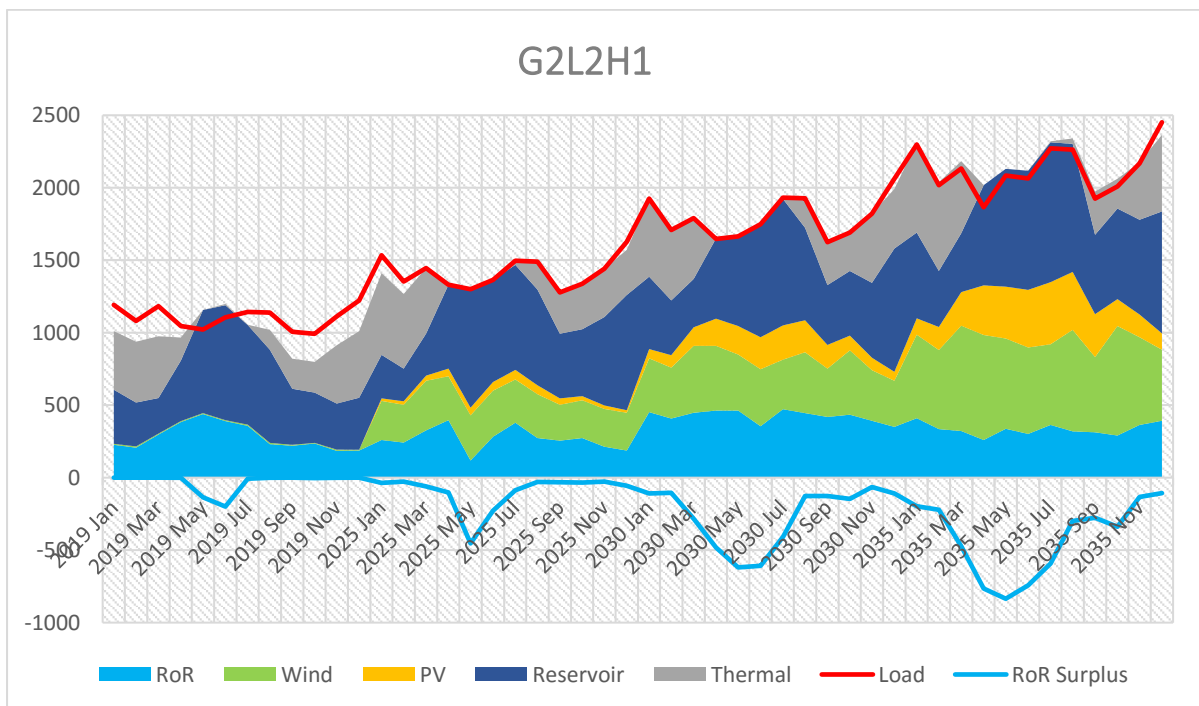
ნახ - 6.21



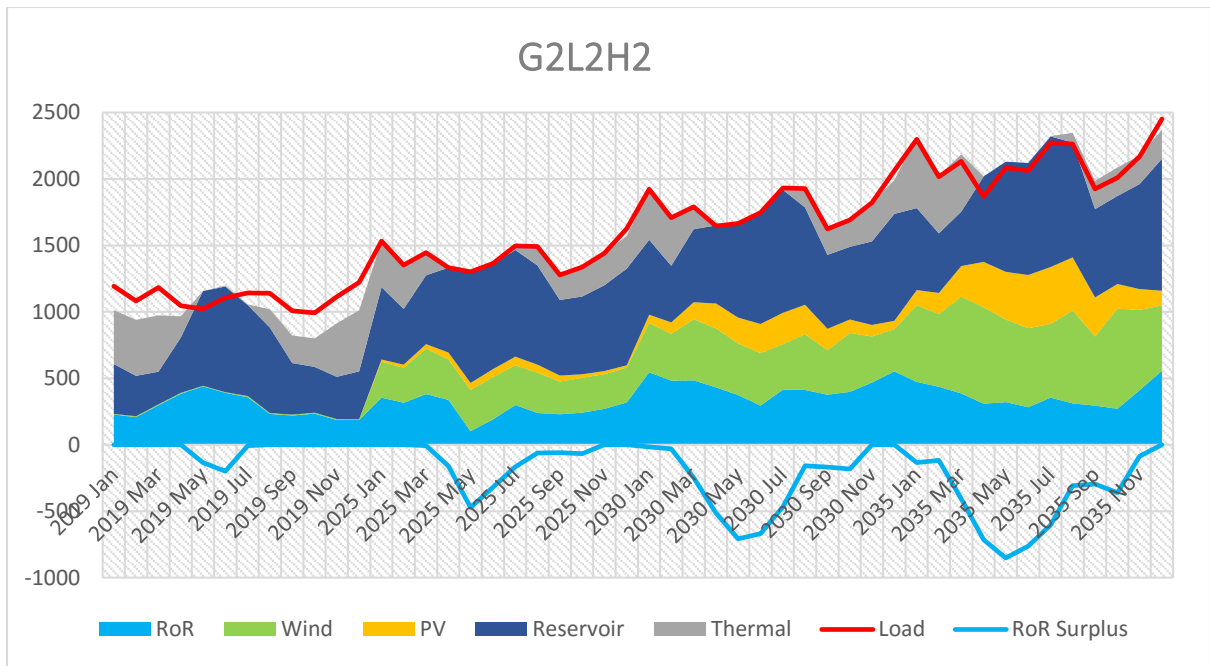
ნახ - 6.22



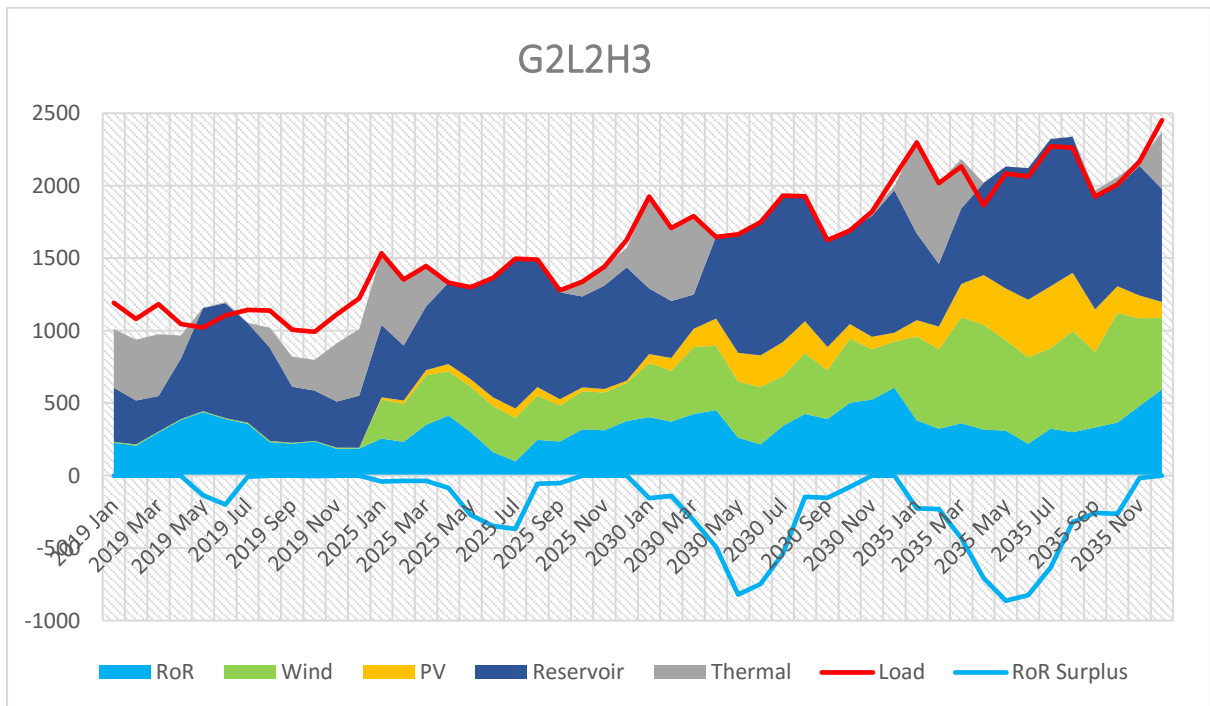
ნახ - 6.23



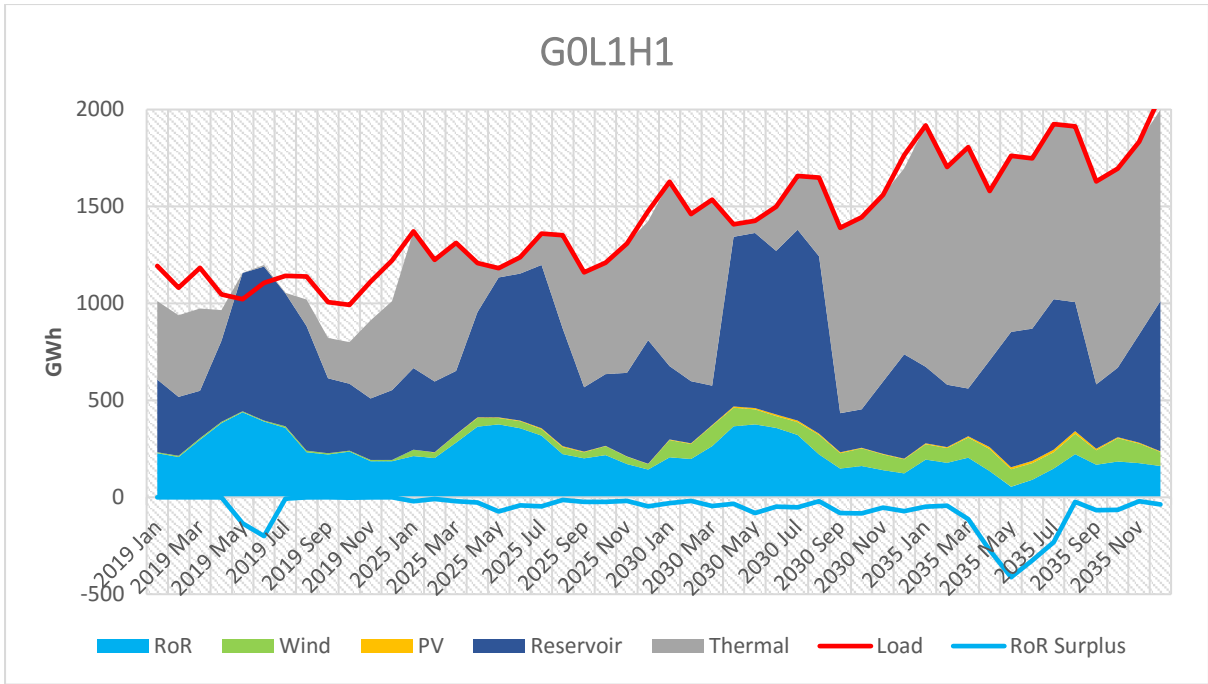
ნახ - 6.24



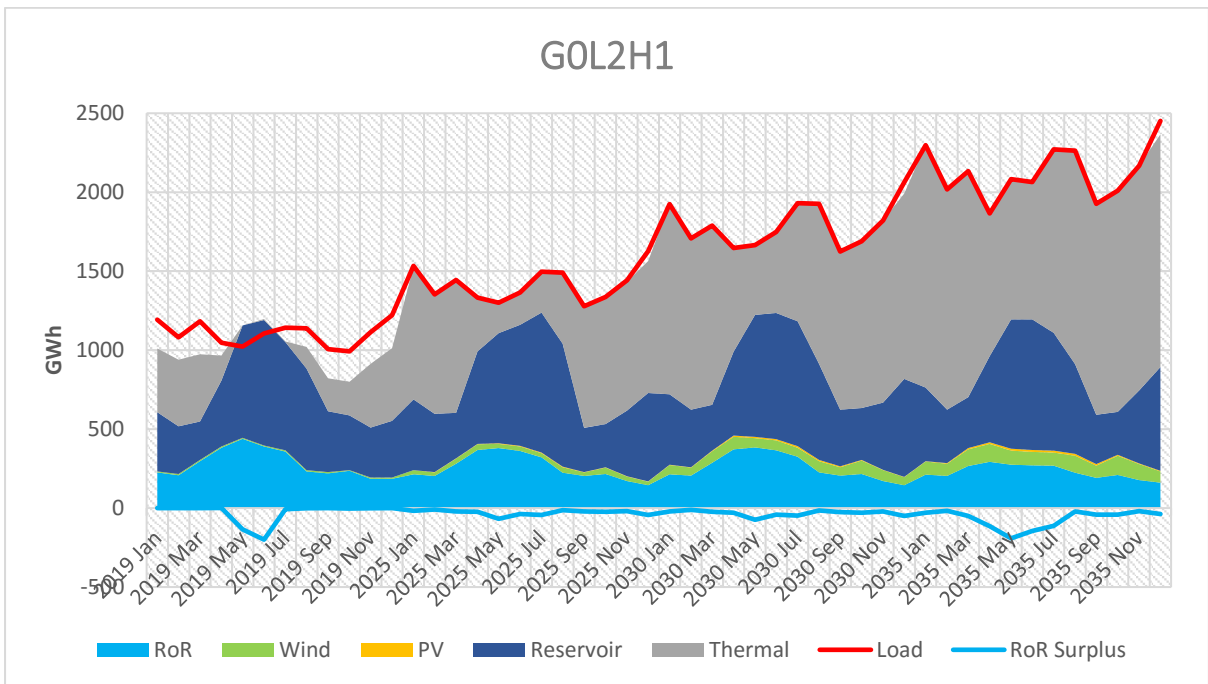
ნახ - 6.25



ნახ - 6.26

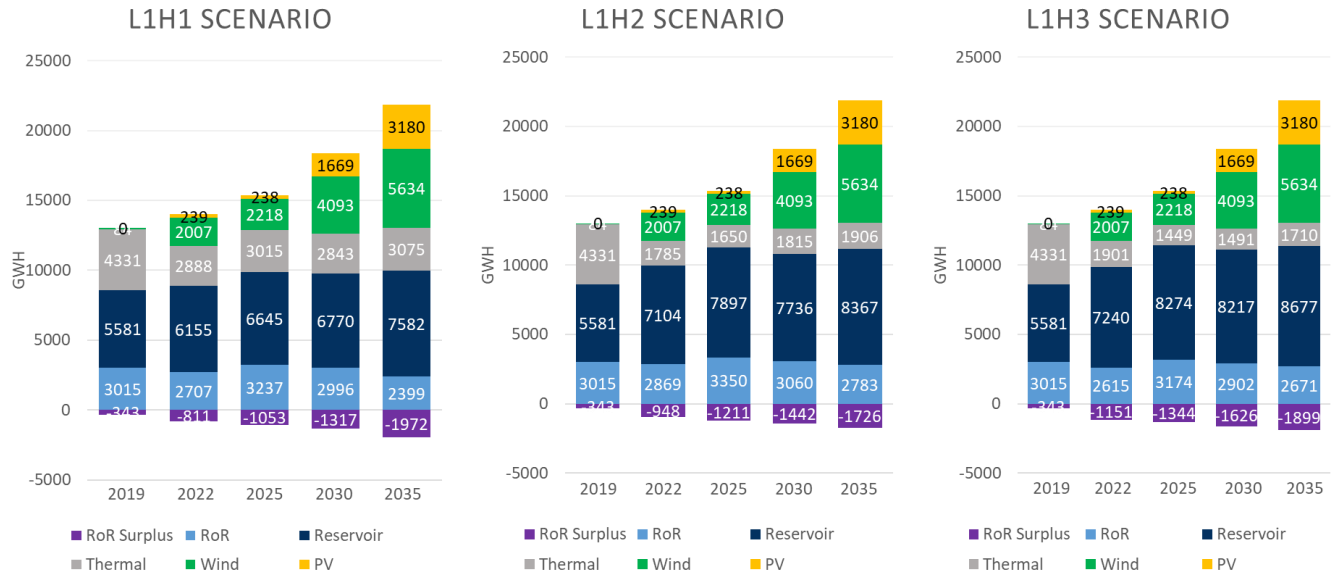


ნახ - 6.27

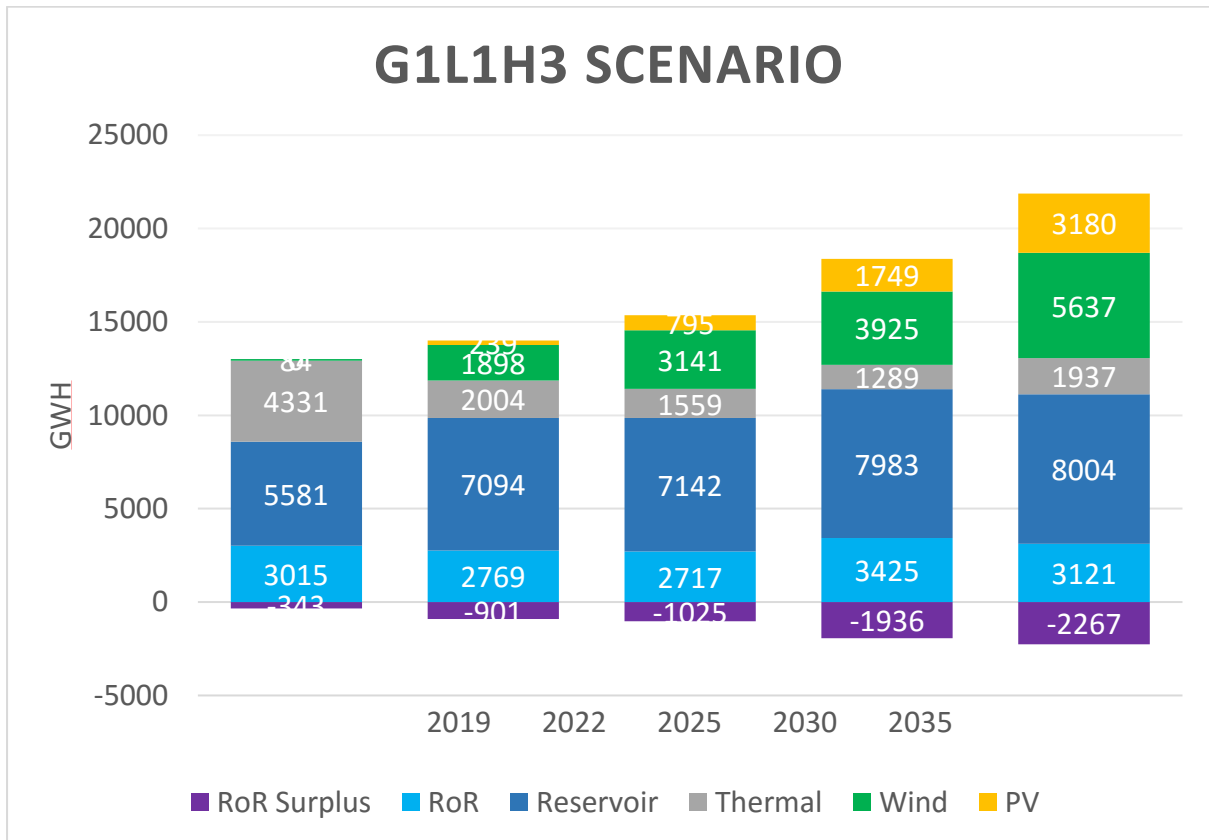


ნახ - 6.28

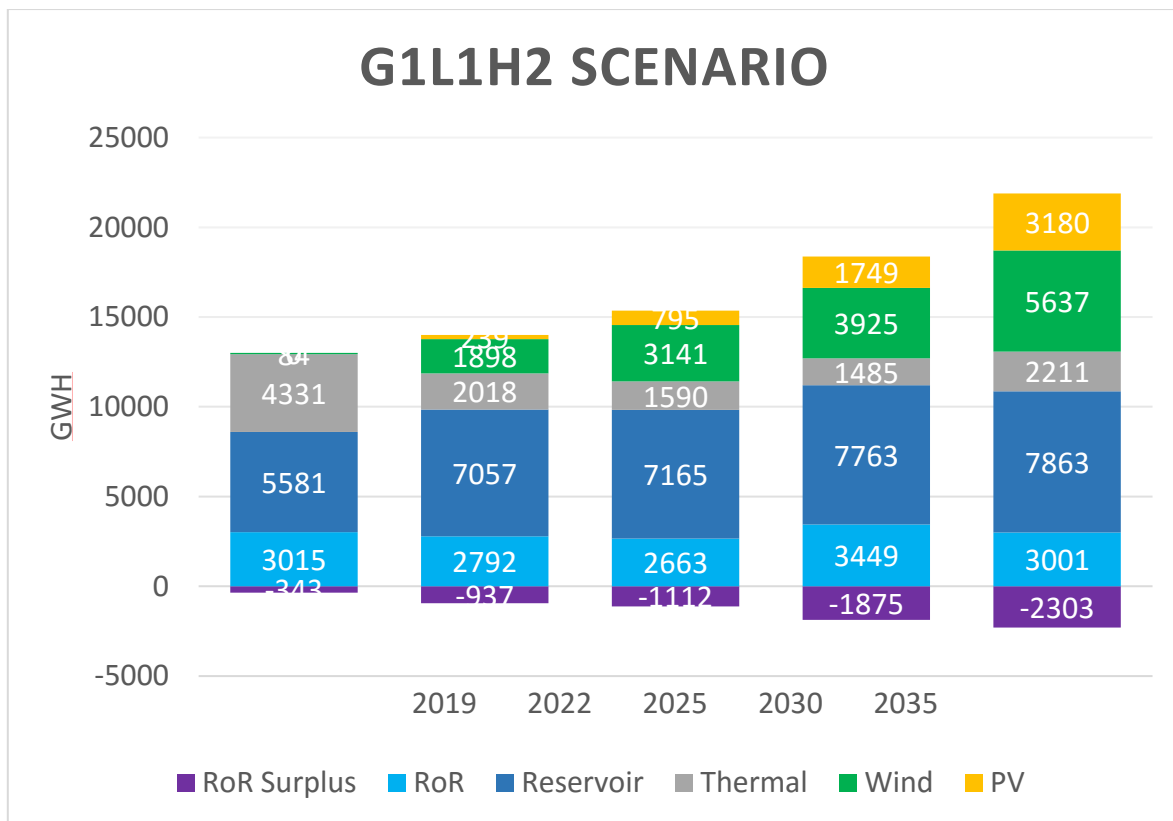
სცენარი G2.



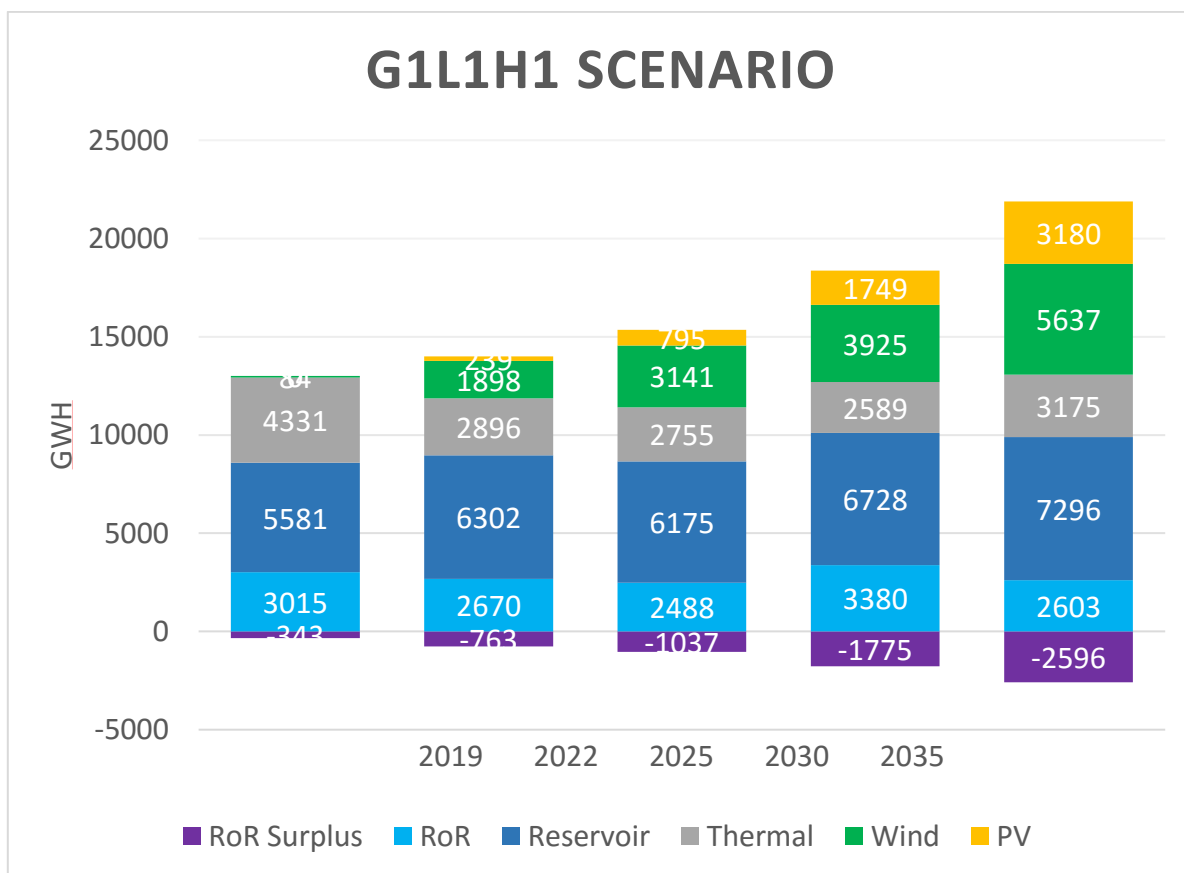
ნახ - 6.29



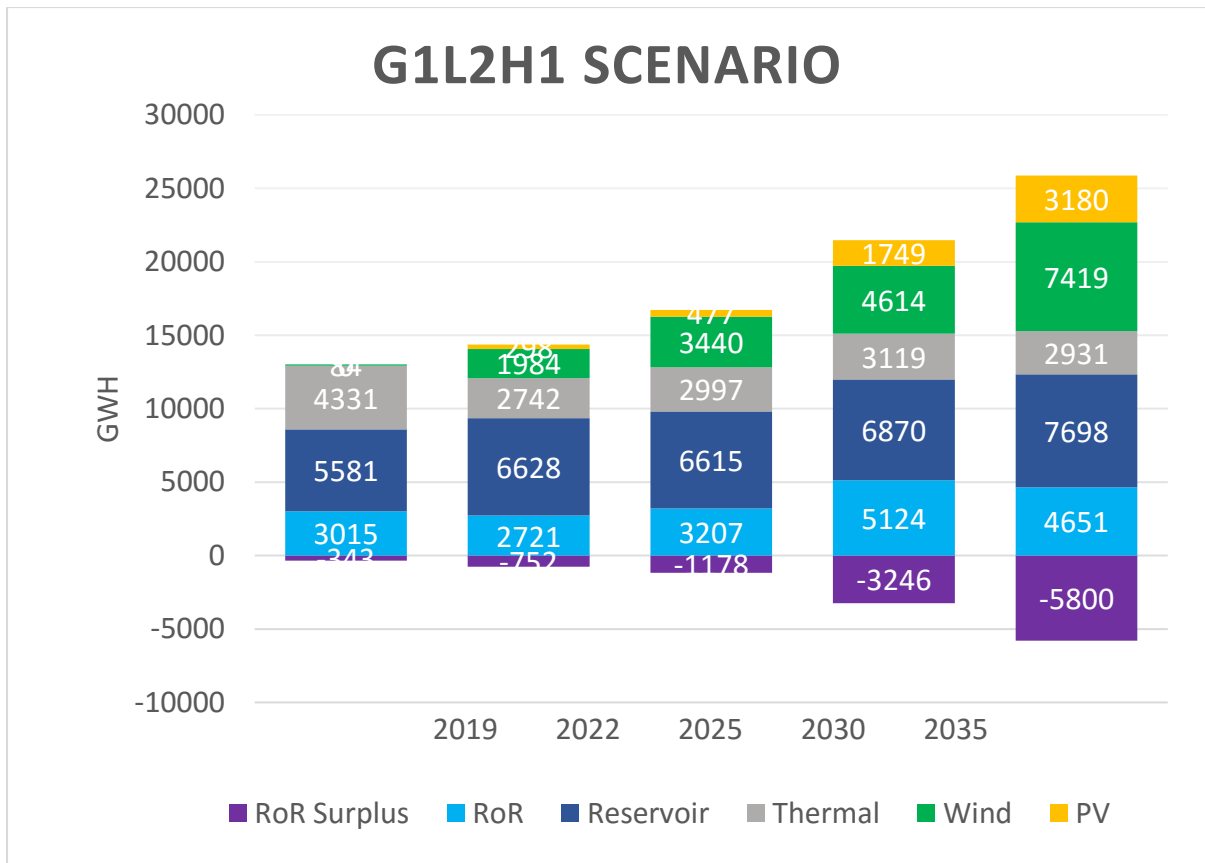
ნახ - 6.30



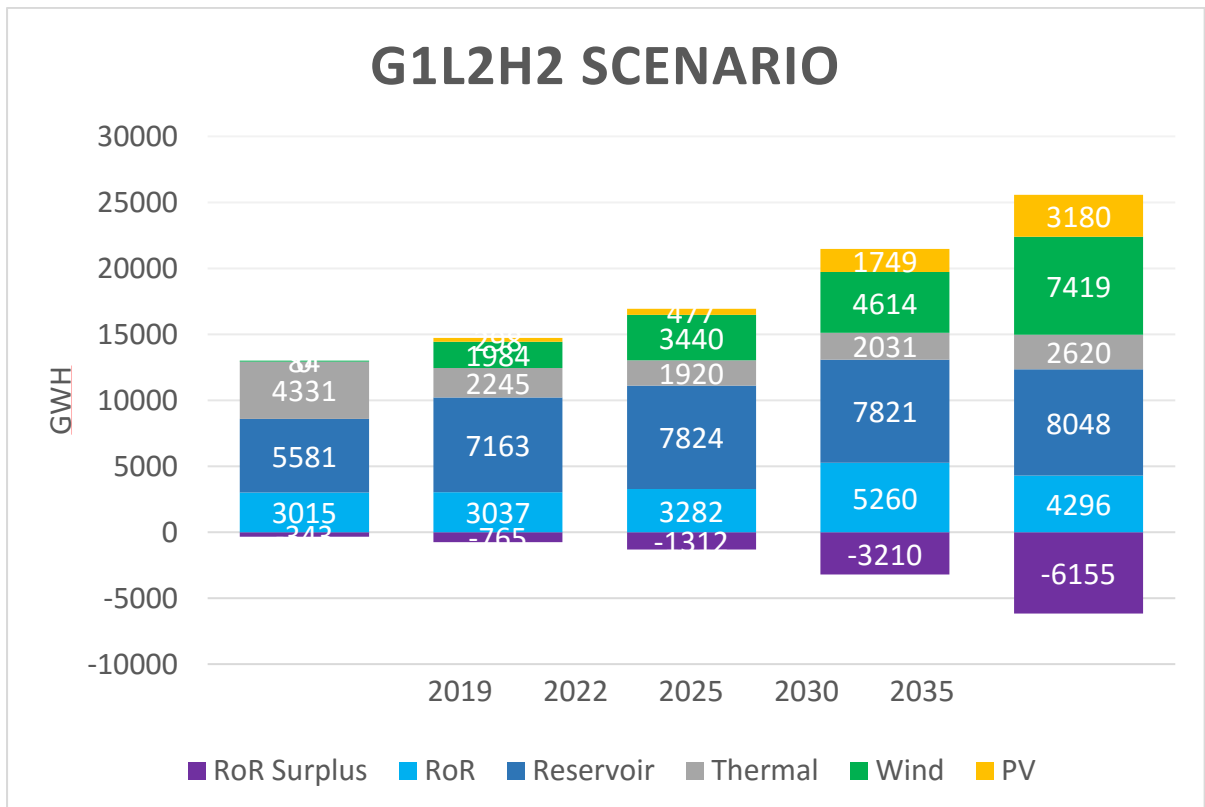
ნახ - 6.31



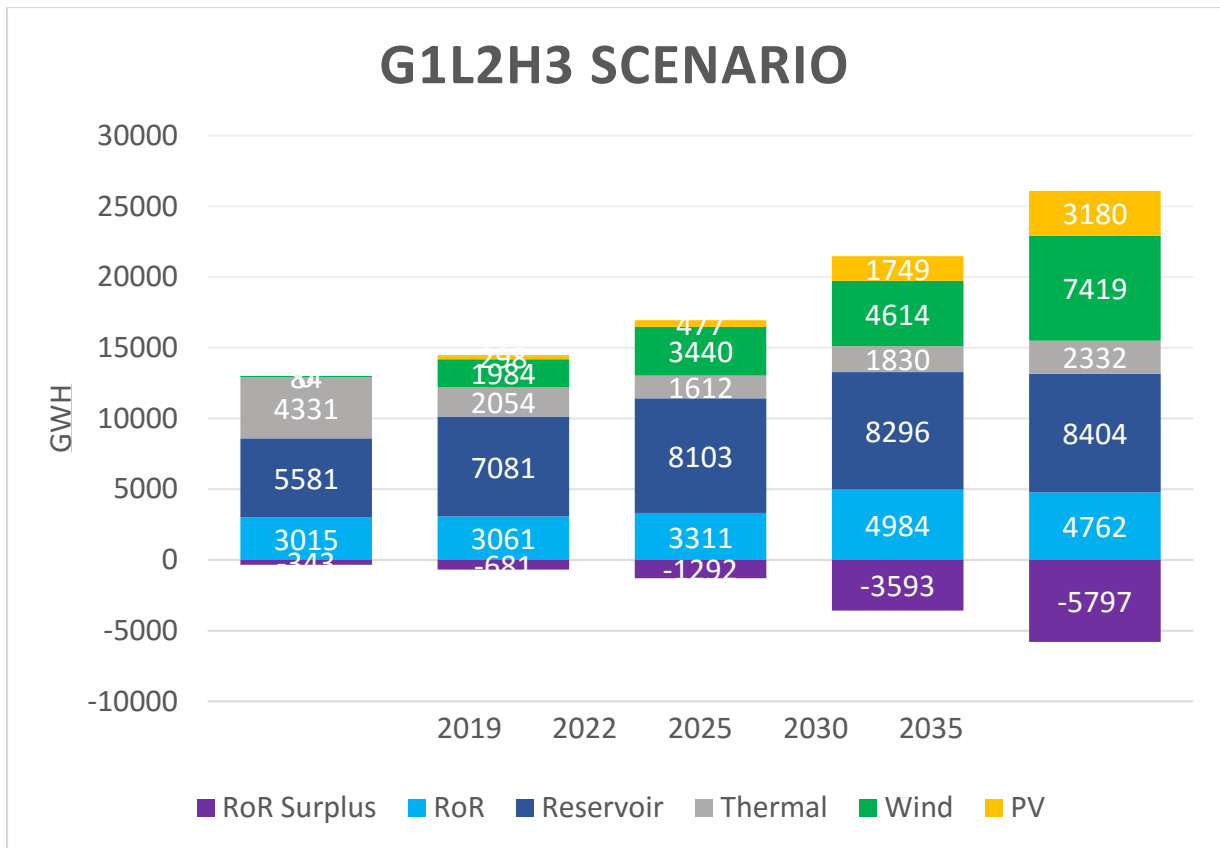
ნახ - 6.32



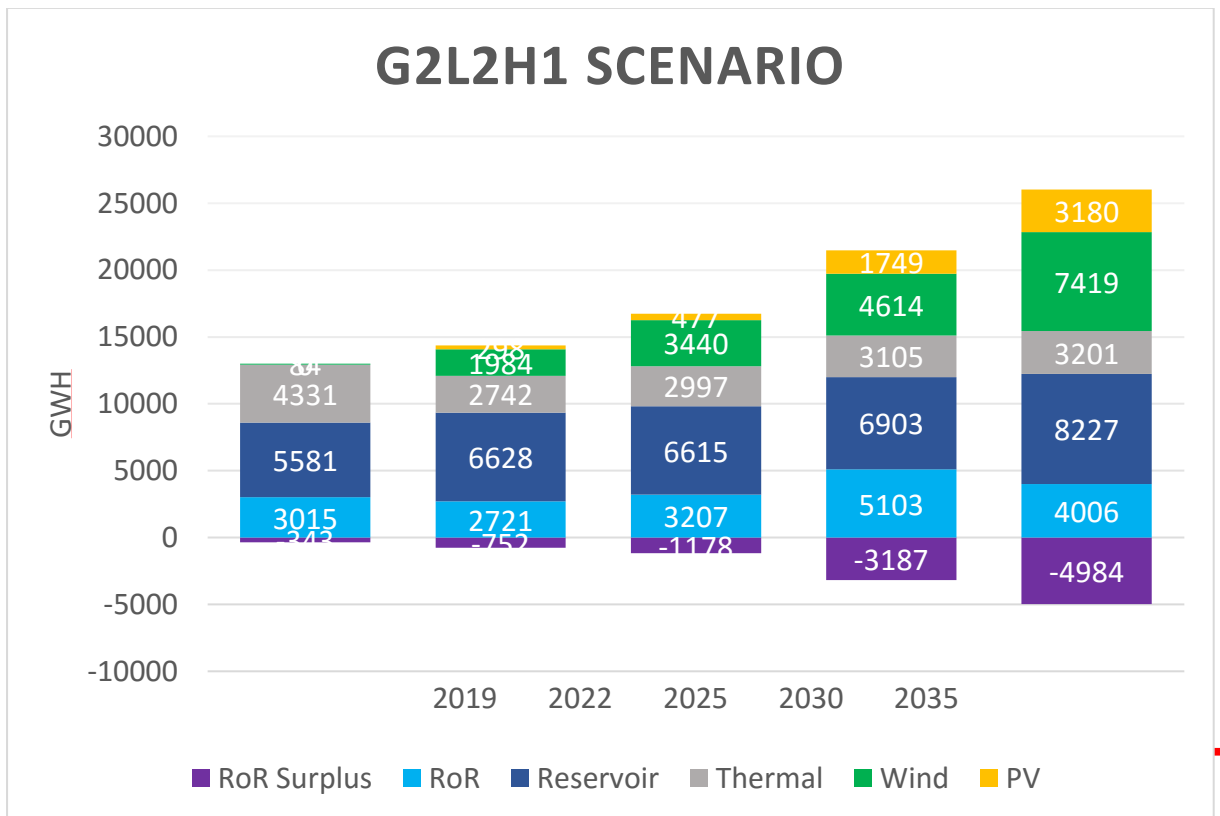
ნახ - 6.33



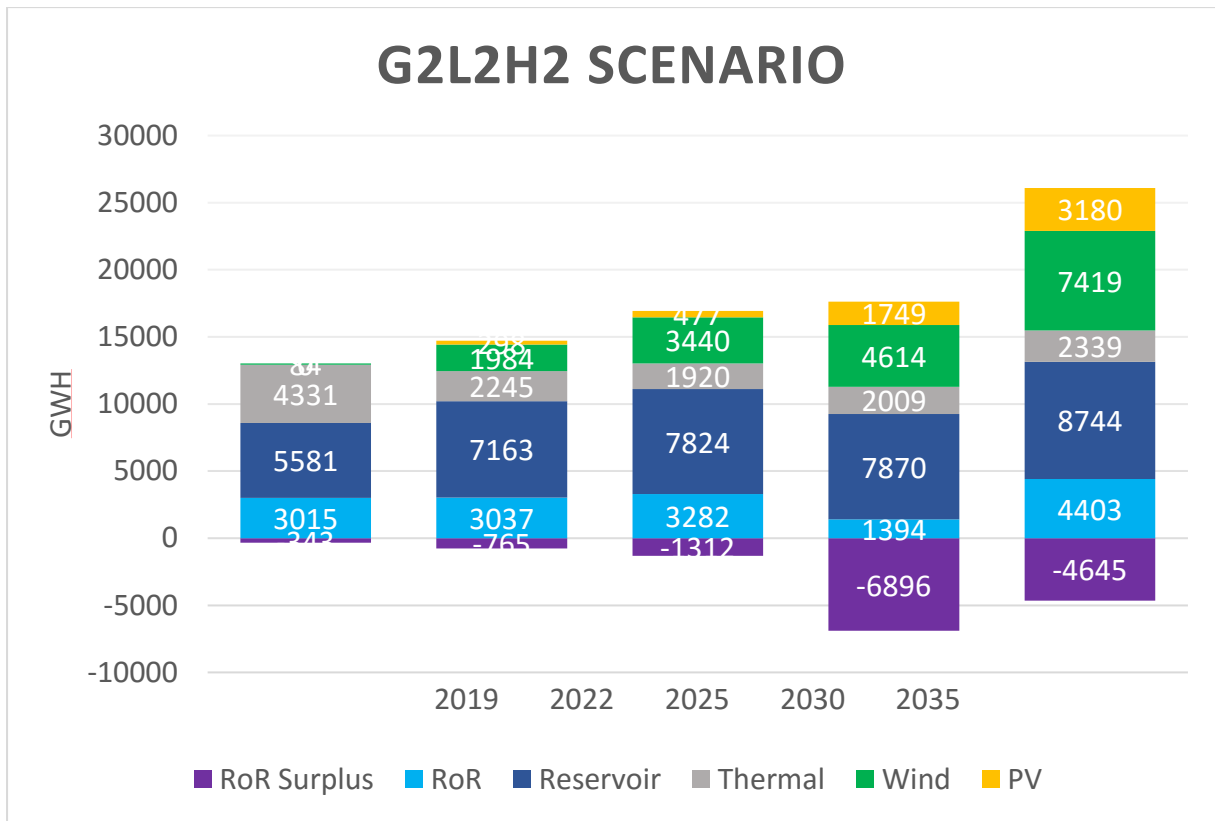
ნახ - 6.34



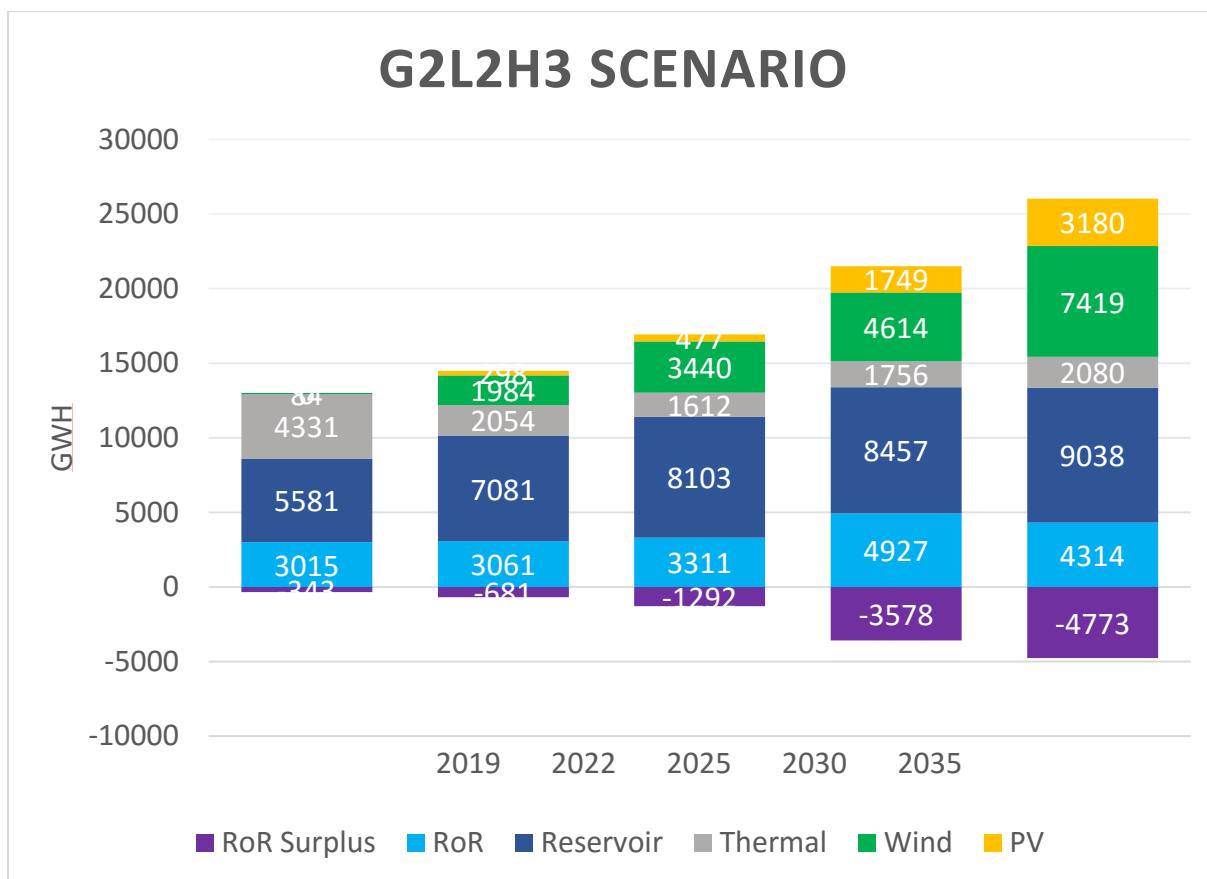
ნახ - 6.35



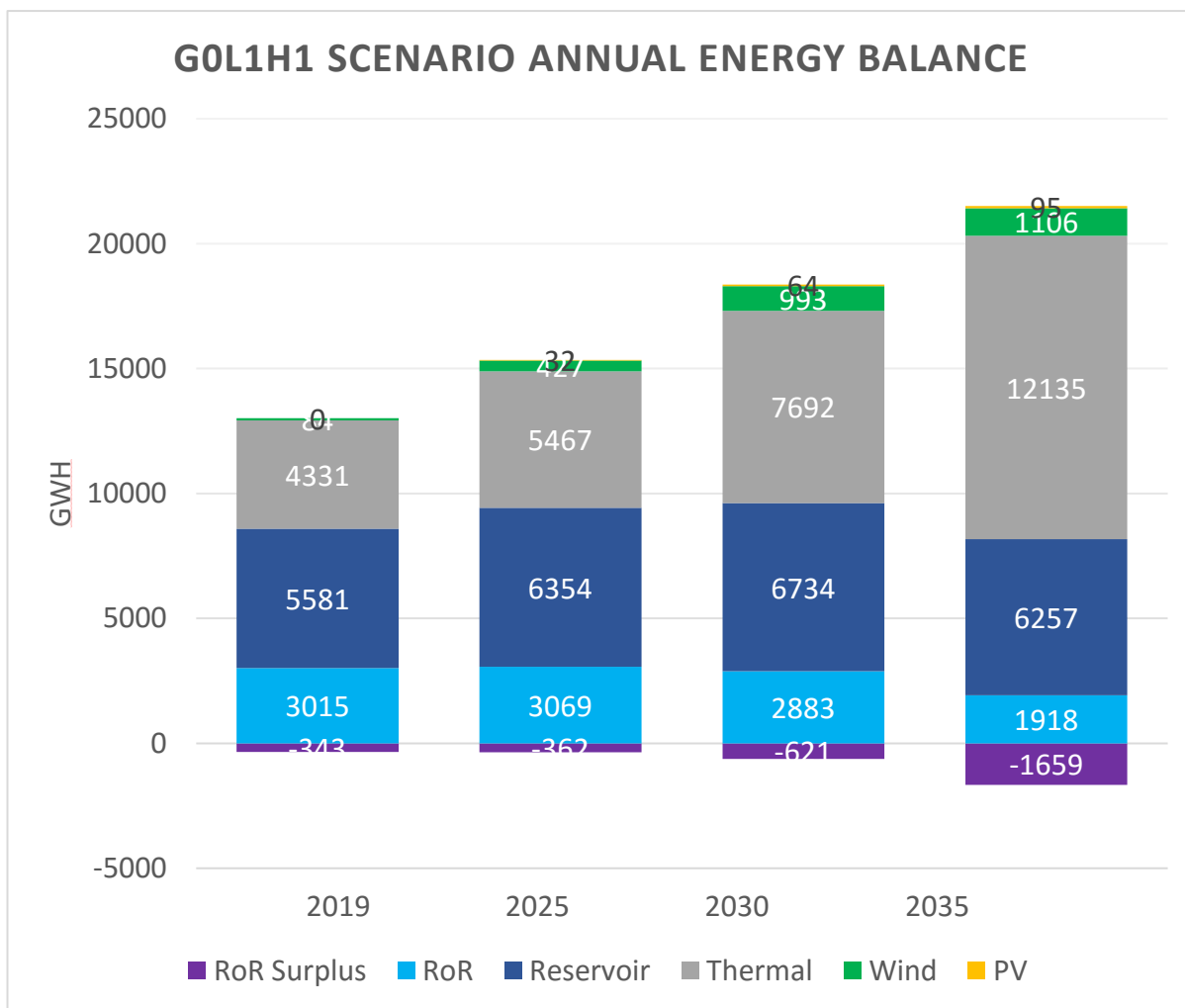
ნახ - 6.36



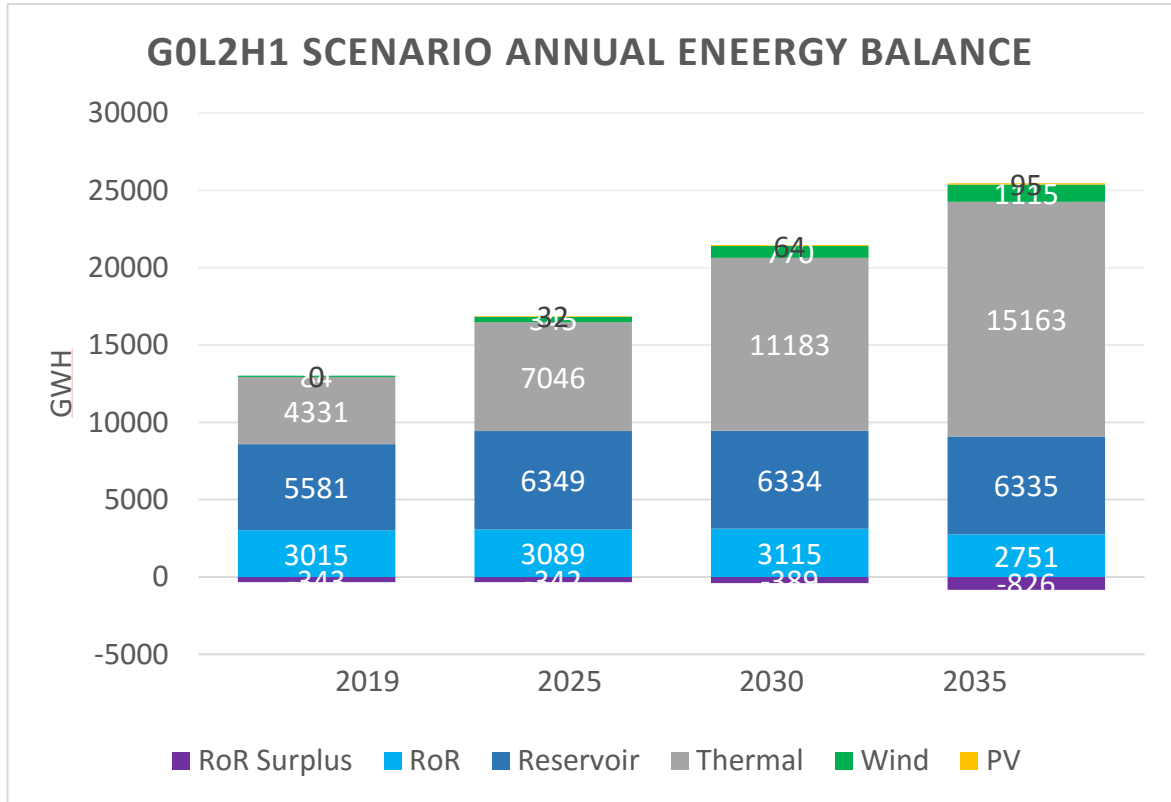
ნახ - 6.37



ნახ - 6.38



ნახ - 6.39



ნახ - 6.40

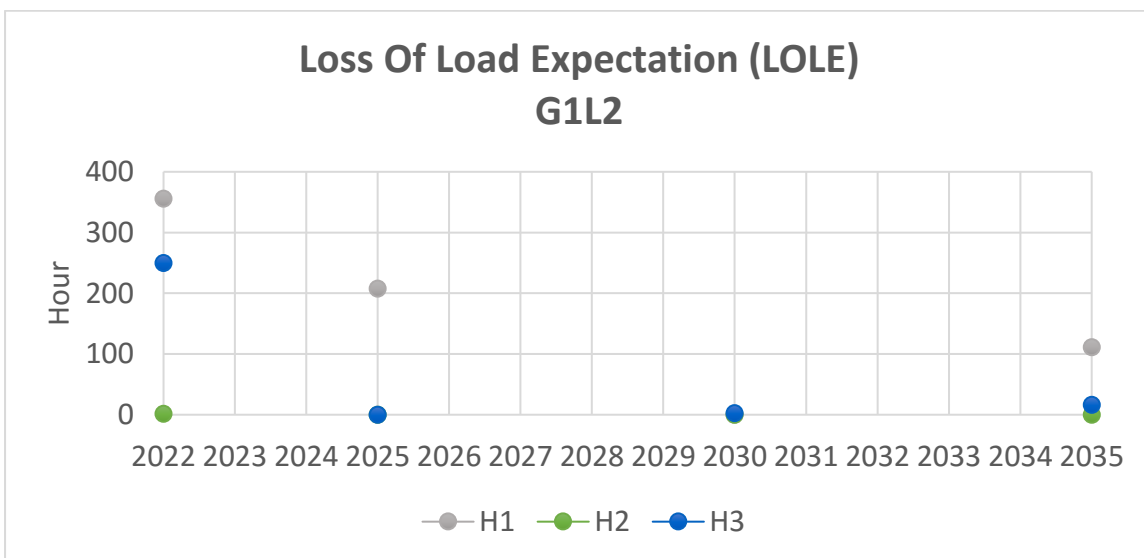
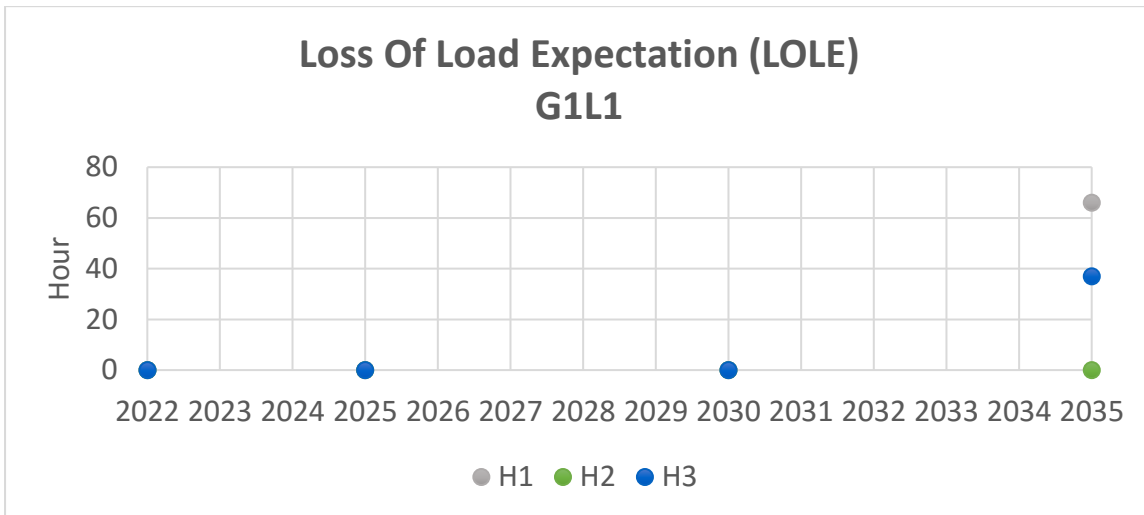
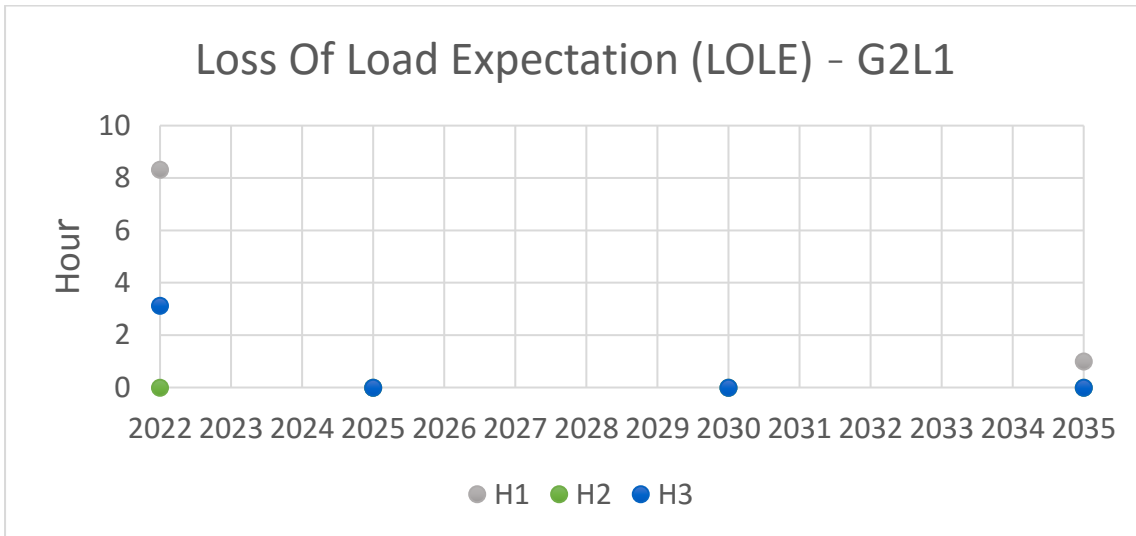
აღნიშნულ თავში მოცემულია არსებული და პროგრამა პლექსოსის ანგარიშის შედეგად მიღებული აშენებული სადგურების გამომუშავებები თვეების და წლების მიხედვით.

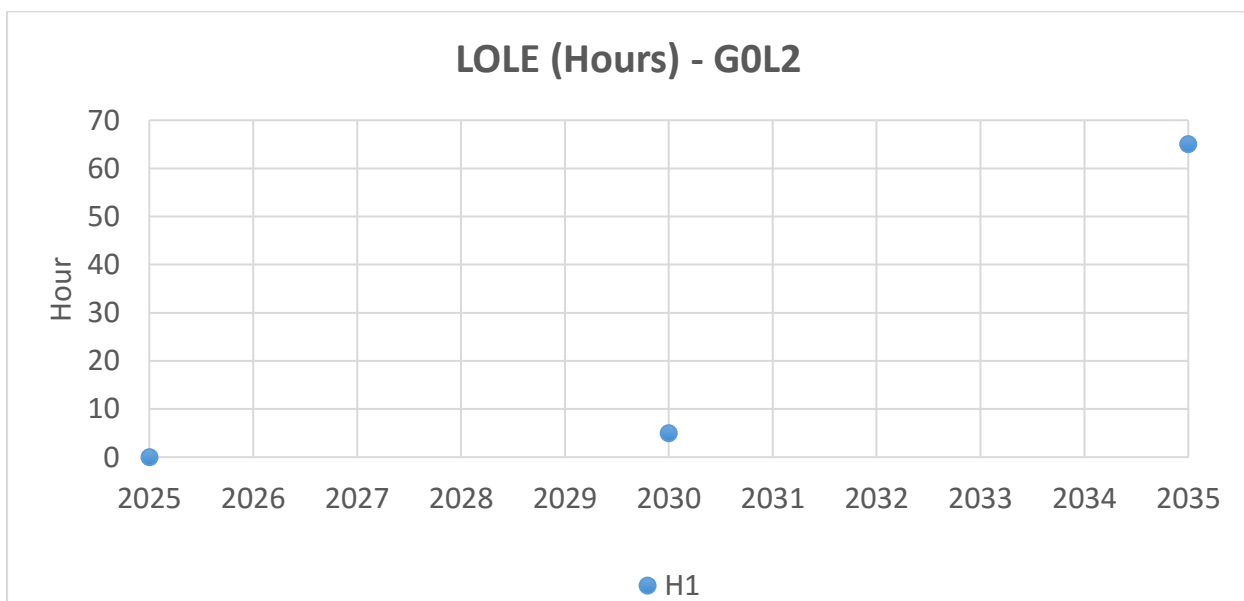
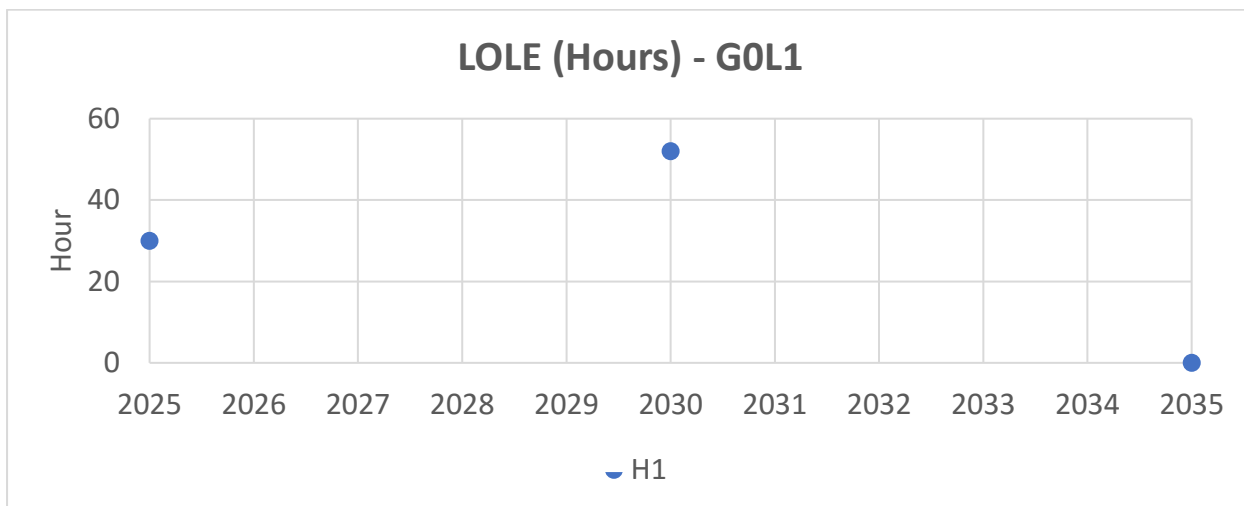
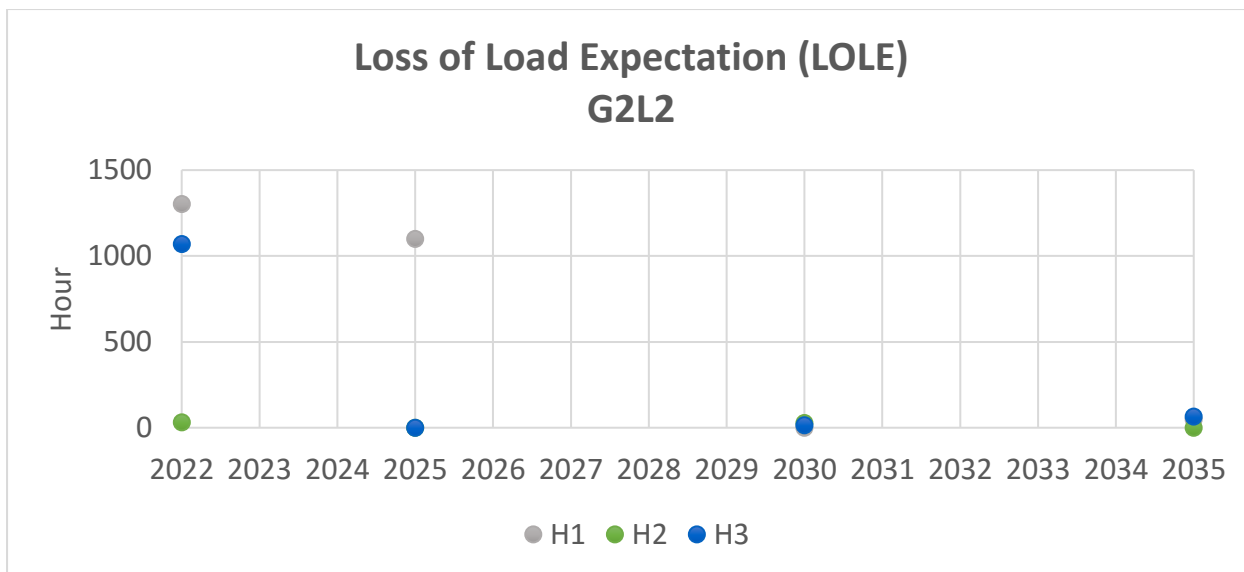
მოცემული ანალიზის ძირითად მიზანს წარმოადგენს ენერგოსისტემის განვითარების სხვადასხვა სცენარებში, სხვადასხვა ტიპის სადგურების გამომუშავებული ენერჯის მოცულობების ჩვენება წლების და თვეების ჭრილში.

მოცემული მრუდებიდან, ჩანს რომ ყველაზე დიდი გამომუშავება 2035 წლისთვის:

- ქარის და მზის სადგურებს აქვთ G2L2H1, G2L2H2, G2L2H3, G1L2H1, G1L2H2 და G1L2H3 სცენარებში.
- მარეგულირებელ სადგურებს აქვთ G2L1H3, G2L2H2 და G2L2H3 სცენარებში.
- მოდინებაზე მომუშავე სადგურებს აქვთ G1L2H3 და G1L2H1 სცენარში.
- თბო სადგურებს კი აქვთ G0L1H1 და G0L1H1 სცენარებში.

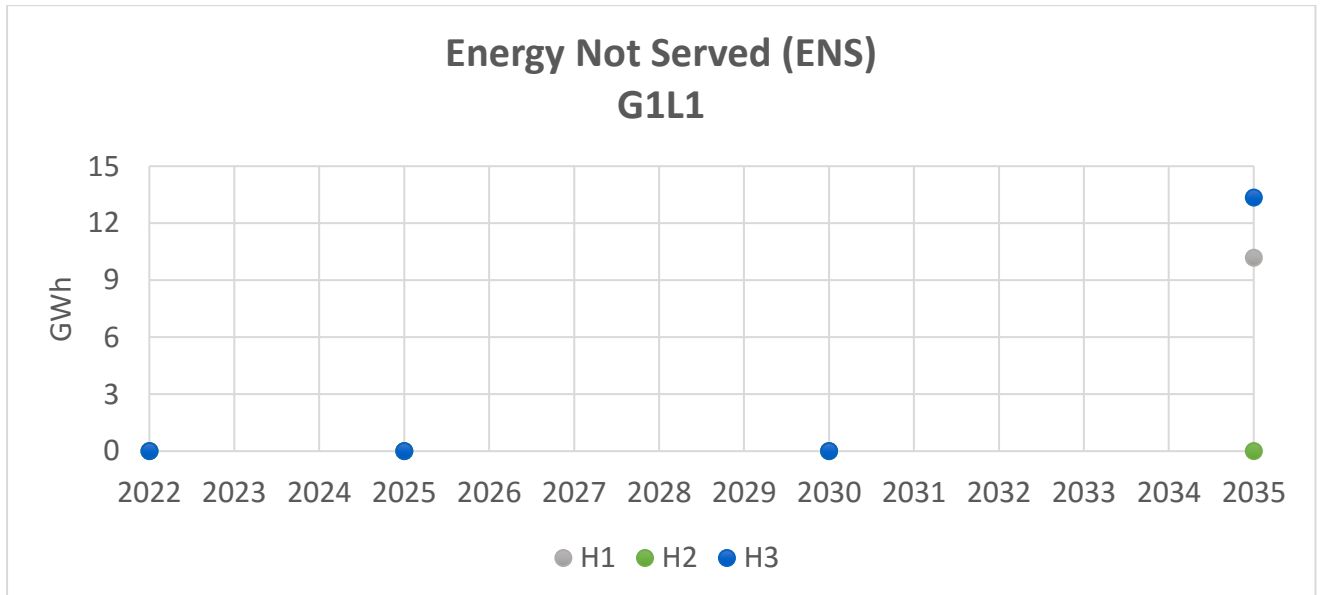
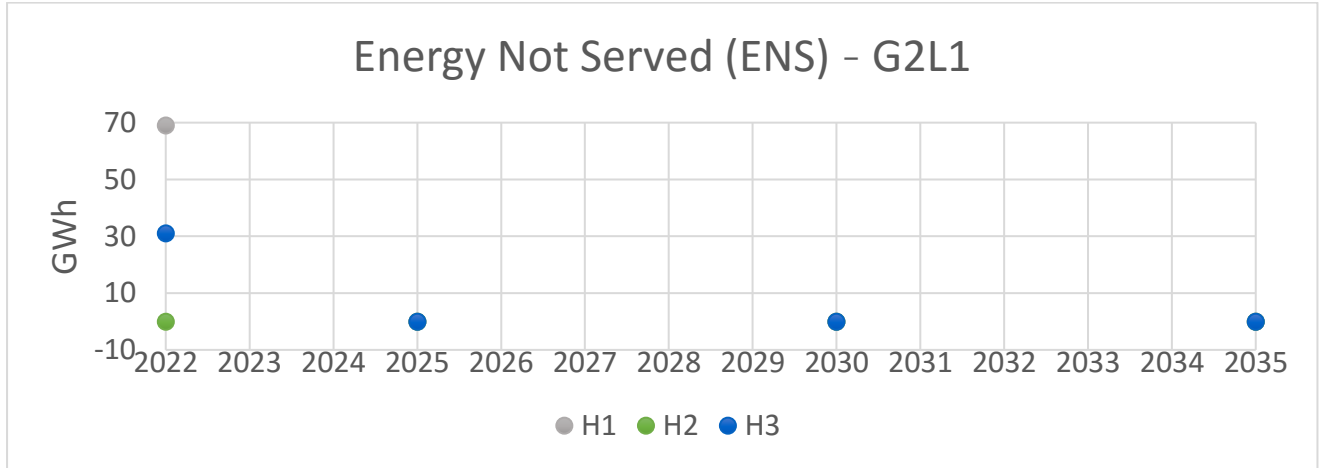
მიუწოდებელი ენერჯია - საათი.

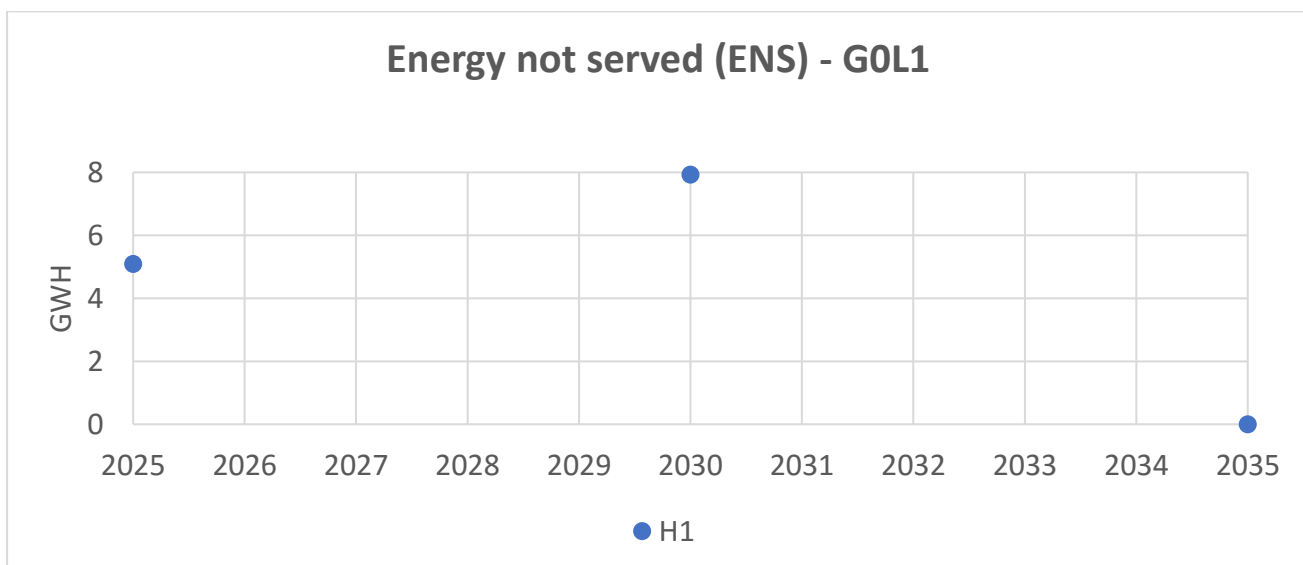
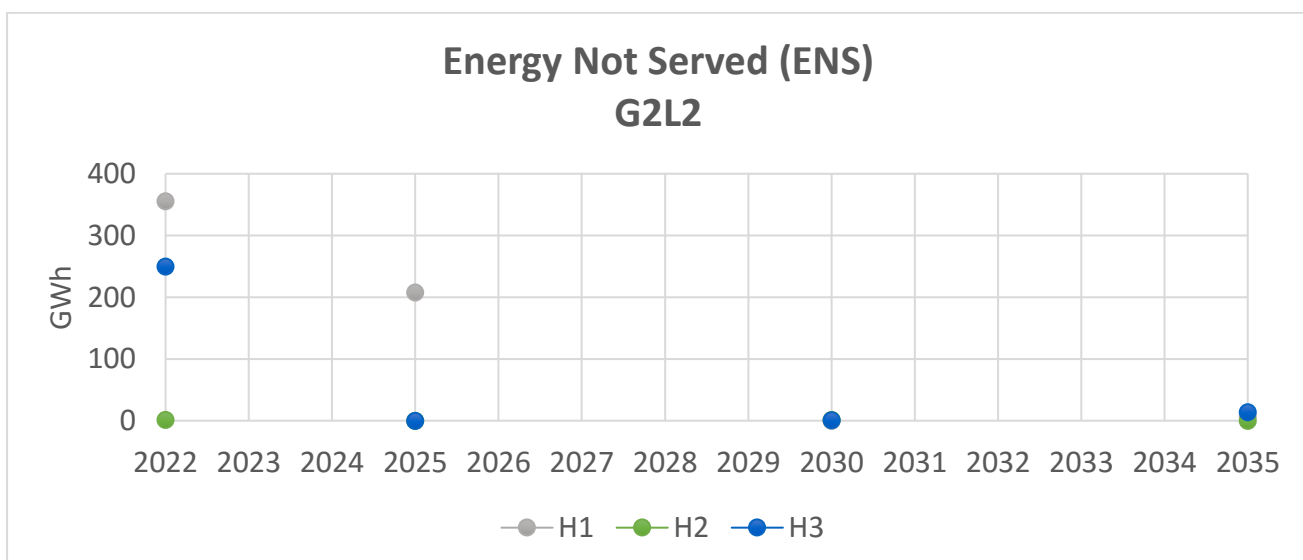
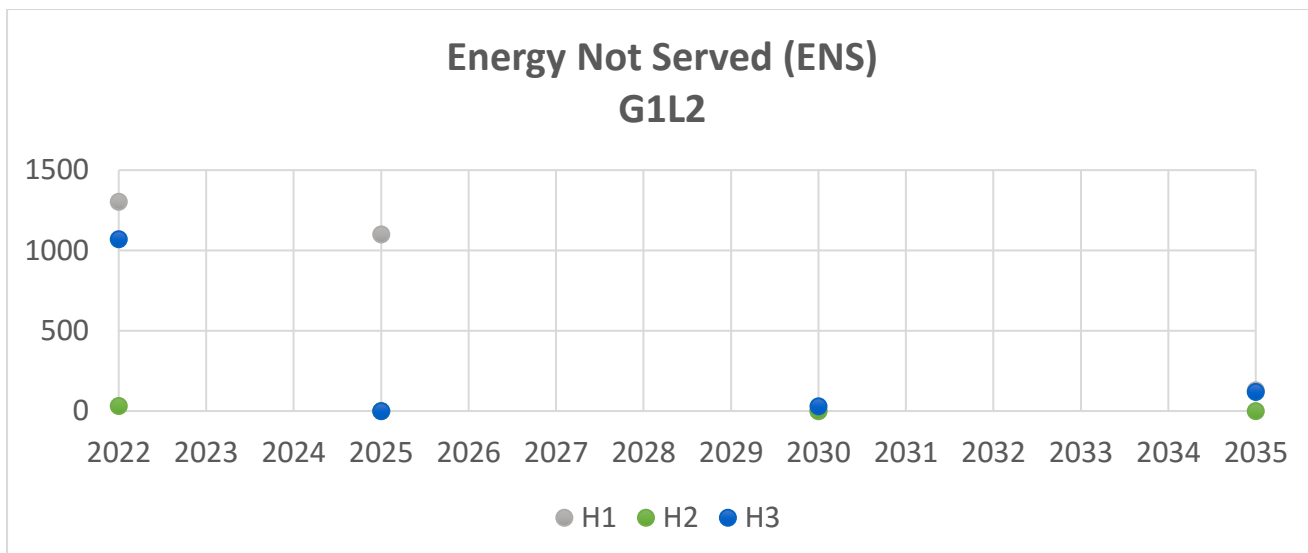


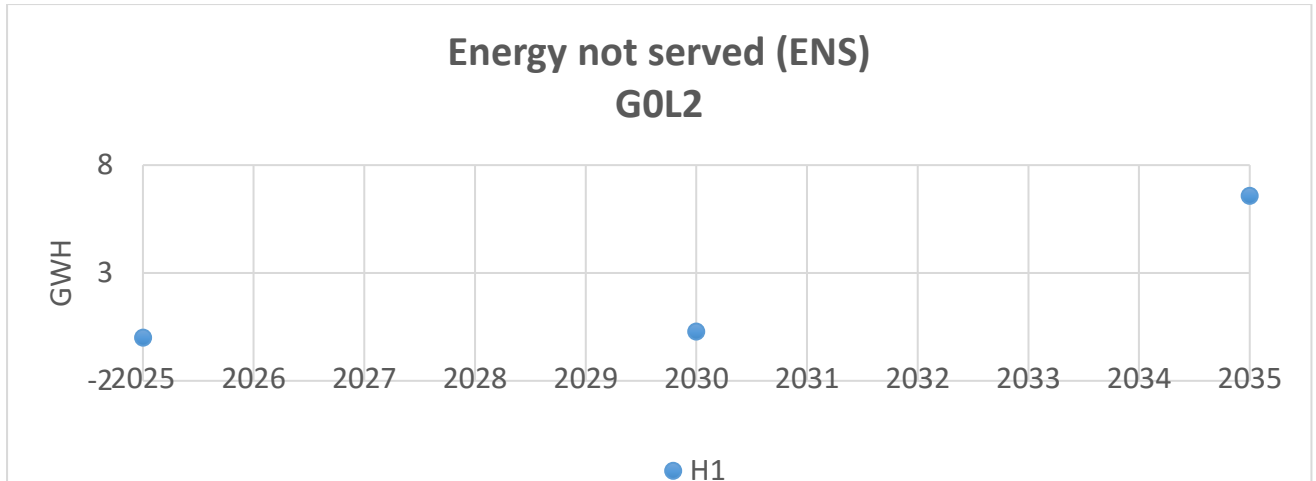


ნახ - 6.41

მიუწოდებული ენერჯია - გგვტ.სთ





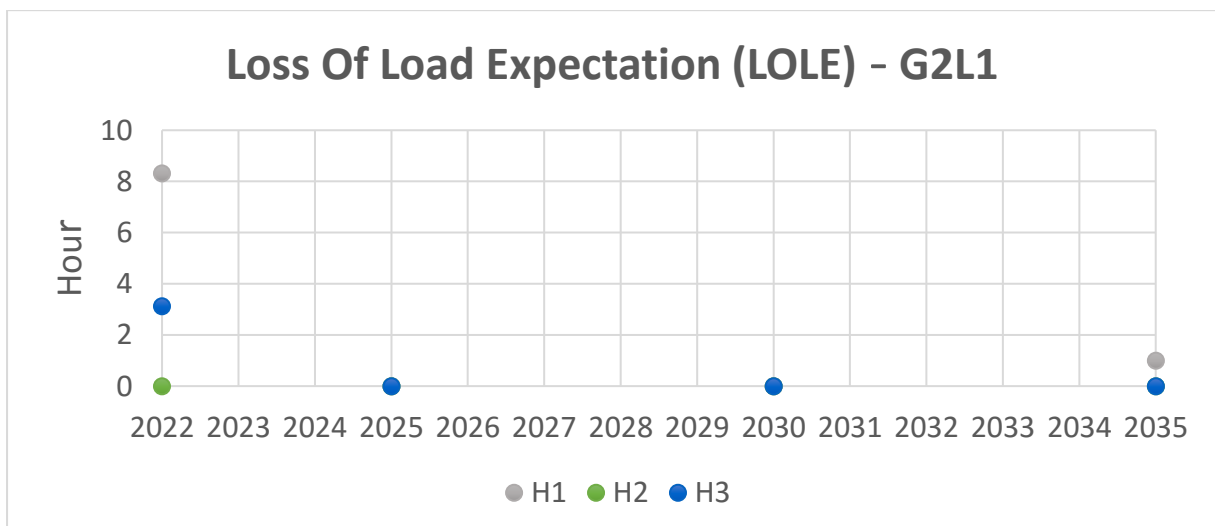


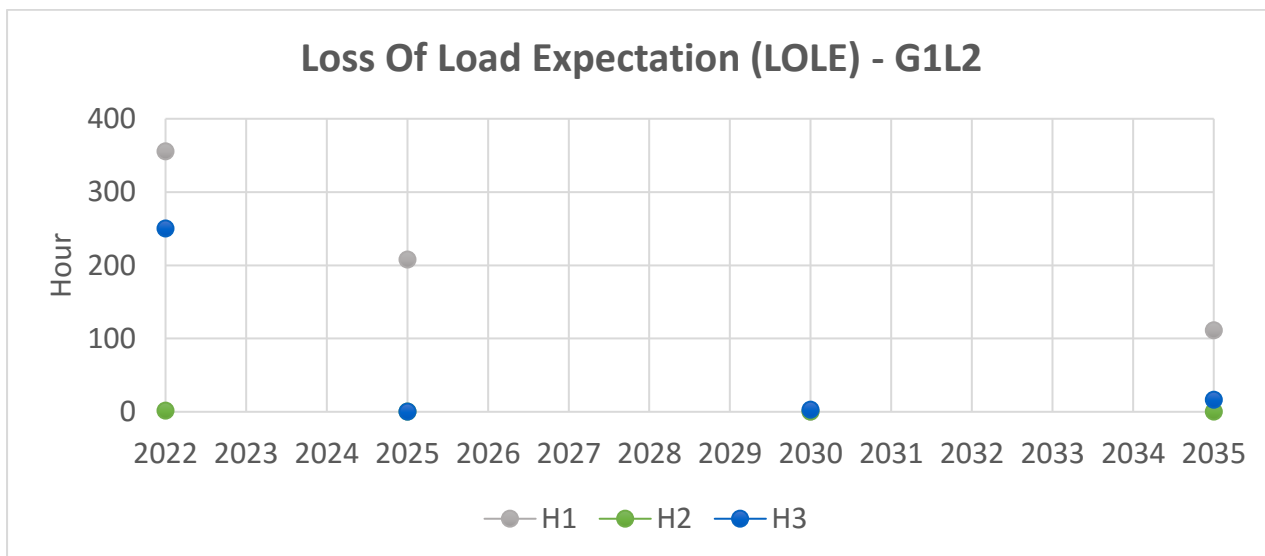
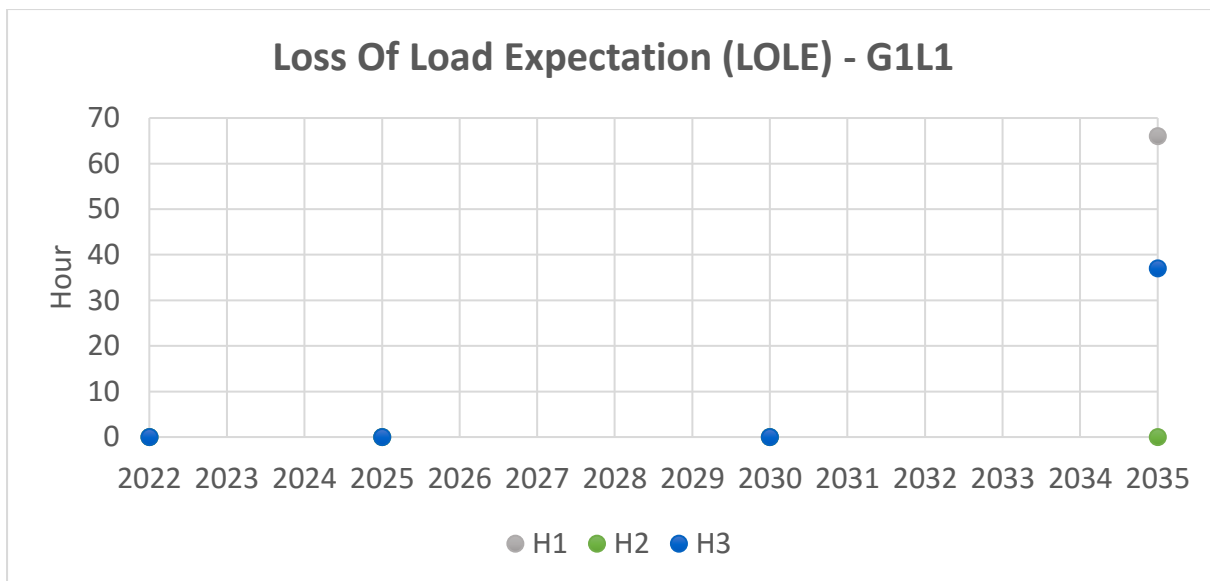
ნახ - 6.42

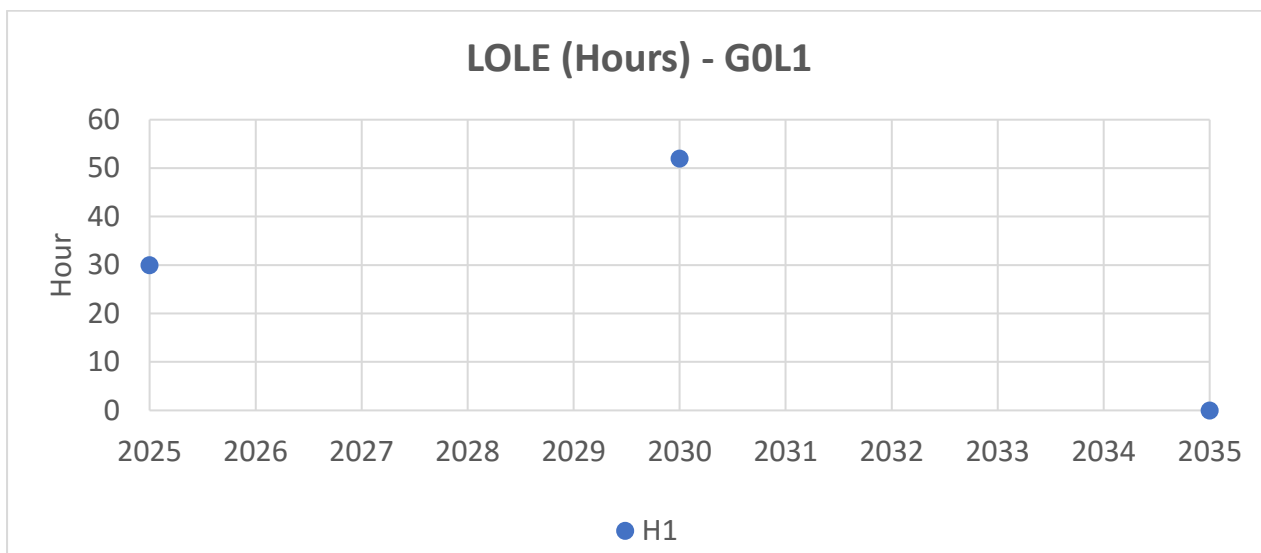
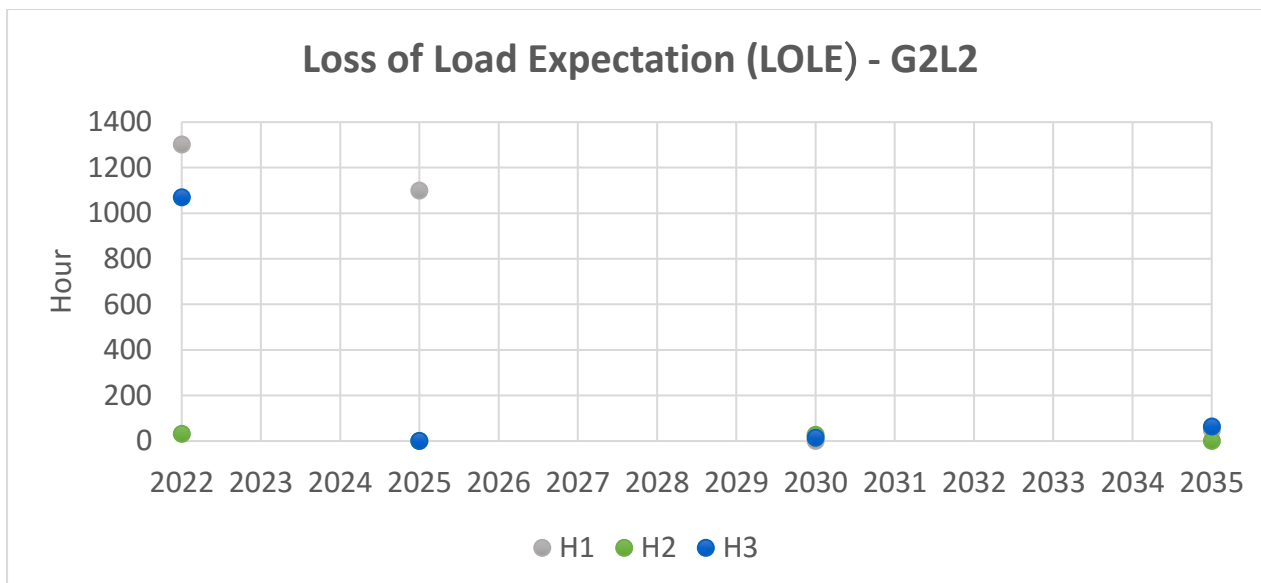
აღნიშნულ თავში მოცემულია, სხვადასხვა სცენარში პროგრამა PLEXOS-ით გაანგარიშებული მიუწოდებელი ენერჯის ჯამური ოდენობა (გგვტ.სთ).

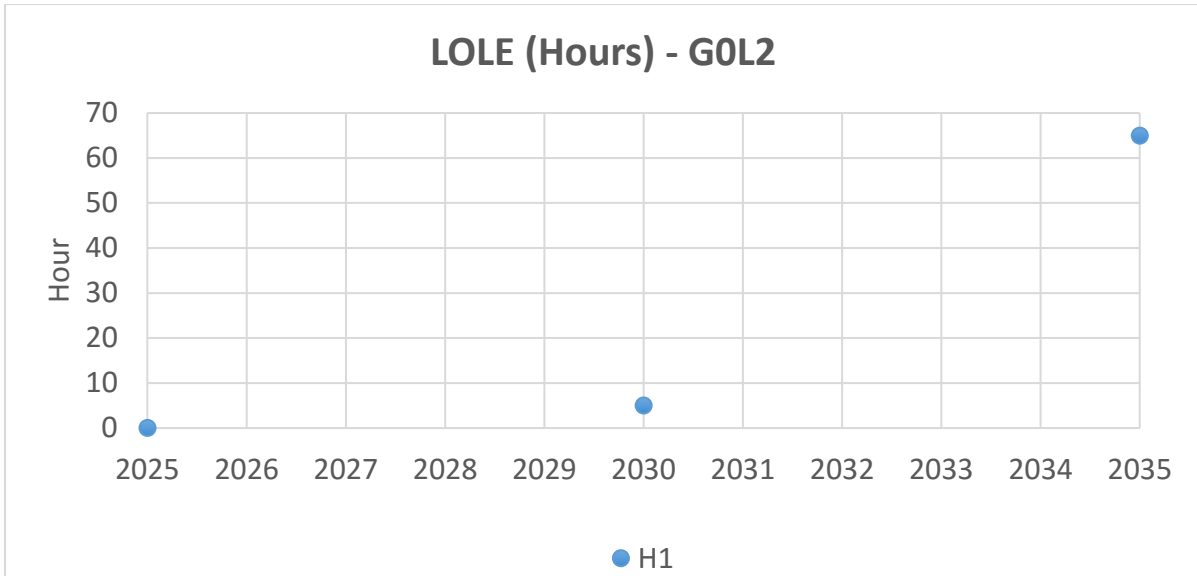
ამ თავის დანიშნულებას წარმოდგენილ იქნას განვითარების სხვადასხვა სცენარში, თუ ენერჯის რა ოდენობის დეფიციტი შეიძლება შეიქმნას ენერგოსისტემაში. როგორც მრუდიდან ჩანს, მიუწოდებელი ენერჯის ყველაზე დიდი რაოდენობა არის G1L2 და G2L2 სცენარებში 2022 და 2025 წლებში.

მიუწოდებელი ენერჯია - საათი.







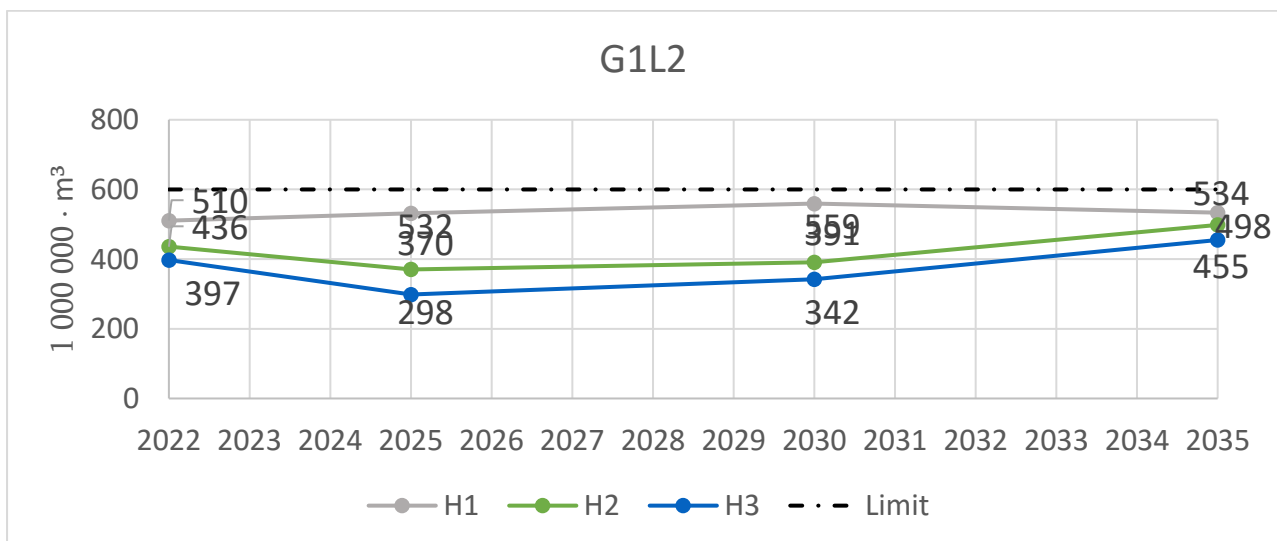
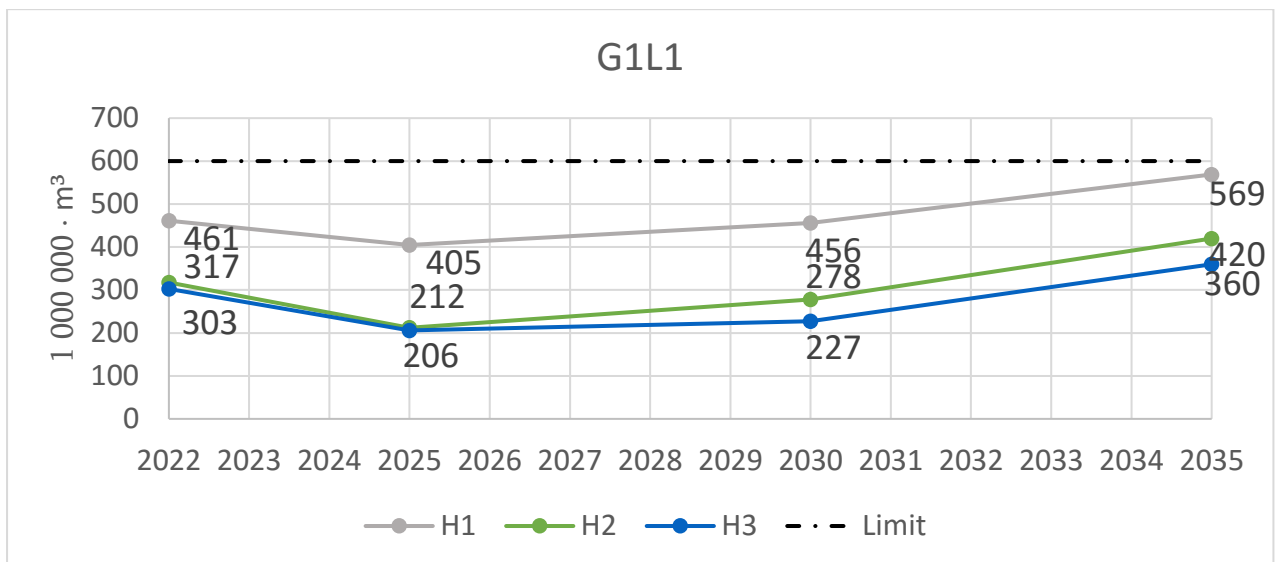
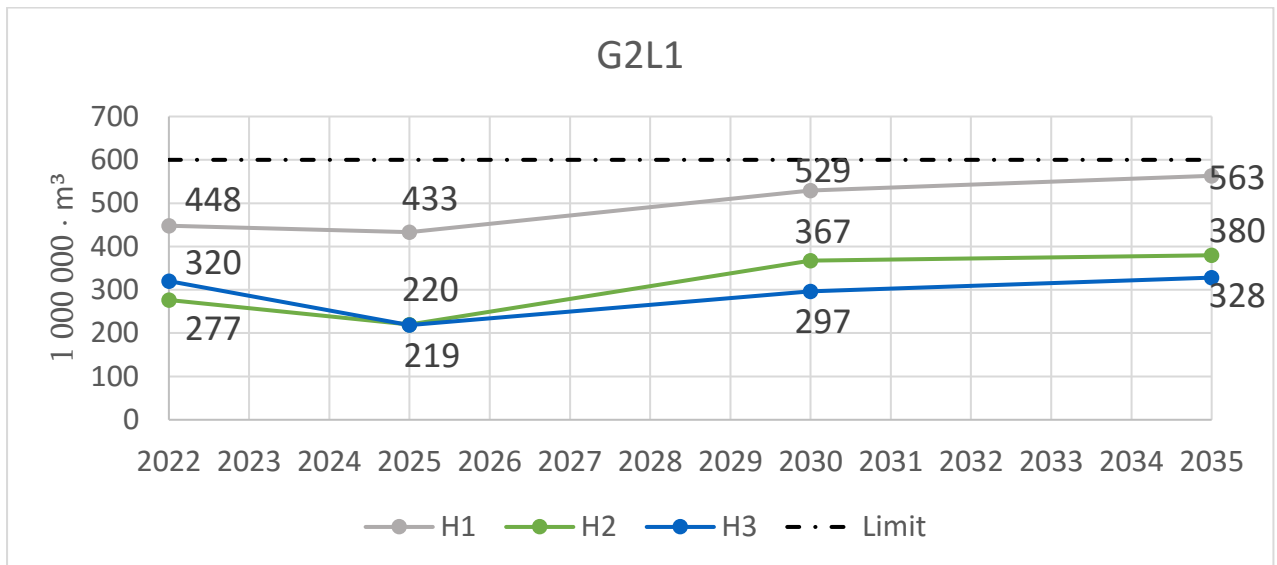


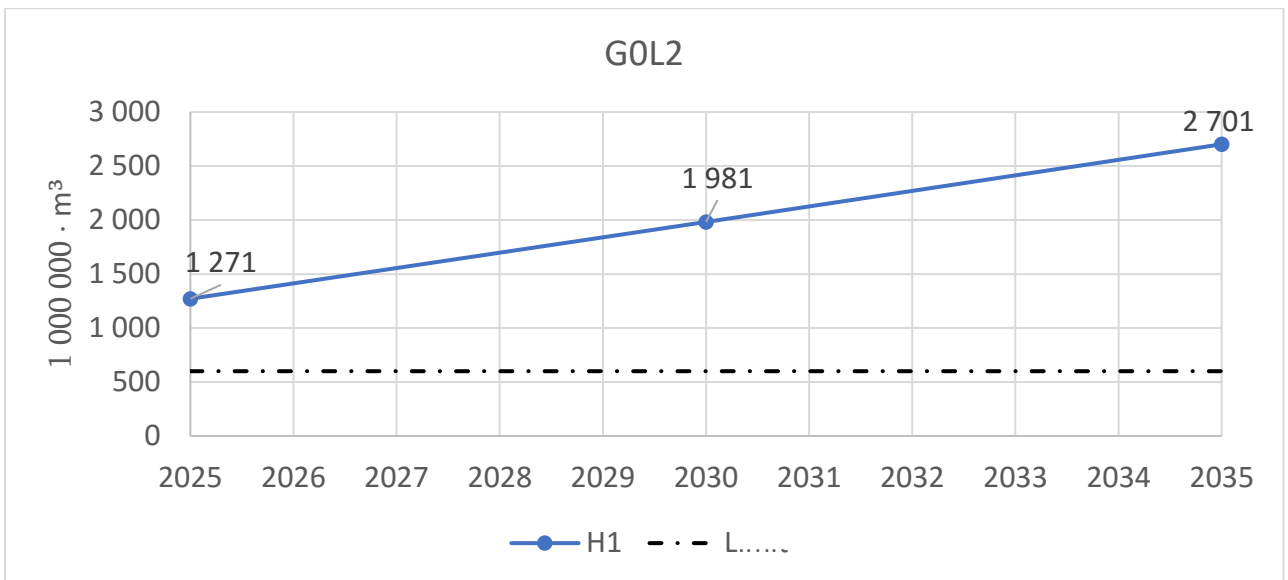
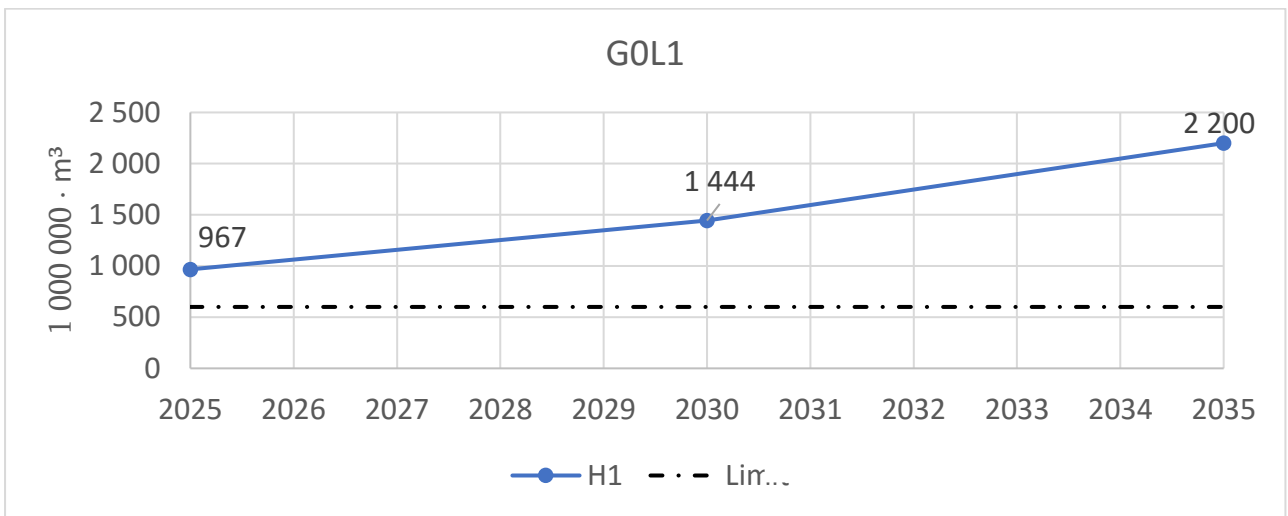
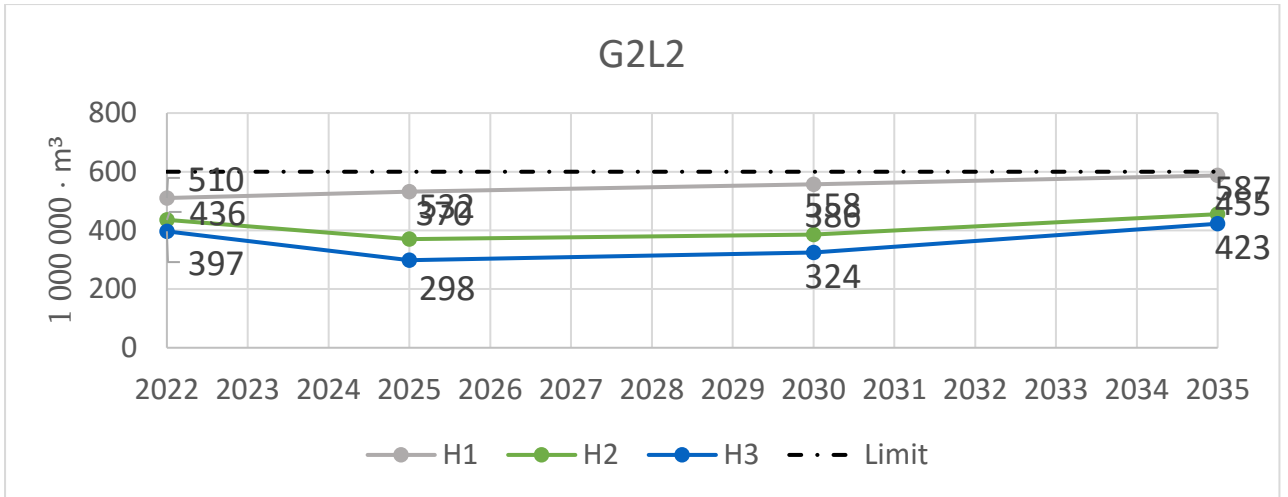
ნახ - 6.43

აღნიშნულ თავში მოცემულია სხვადასხვა სცენარში პროგრამა PLEXOS-ით გაანგარიშებული დროის ის ოდენობა (საათი) წლის განმავლობაში, რა დროსაც დაფიქსირდა მიუწოდებელი ენერგია.

ამ თავის დანიშნულებაა წარმოდგენილ იქნას ენერგოსისტემის განვითარების სხვადასხვა სცენარში დეფიციტის შესაძლო ხანგრძლივობა. როგორც მრუდიდან ჩანს, მიუწოდებელი ენერგიის ყველაზე დიდი ხანგრძლივობა არის G1L2 და G2L2 სცენარებში 2022 და 2025 წლებში.

საწვავის ხარჯი (გაზი) – 1 000 000 მ3.



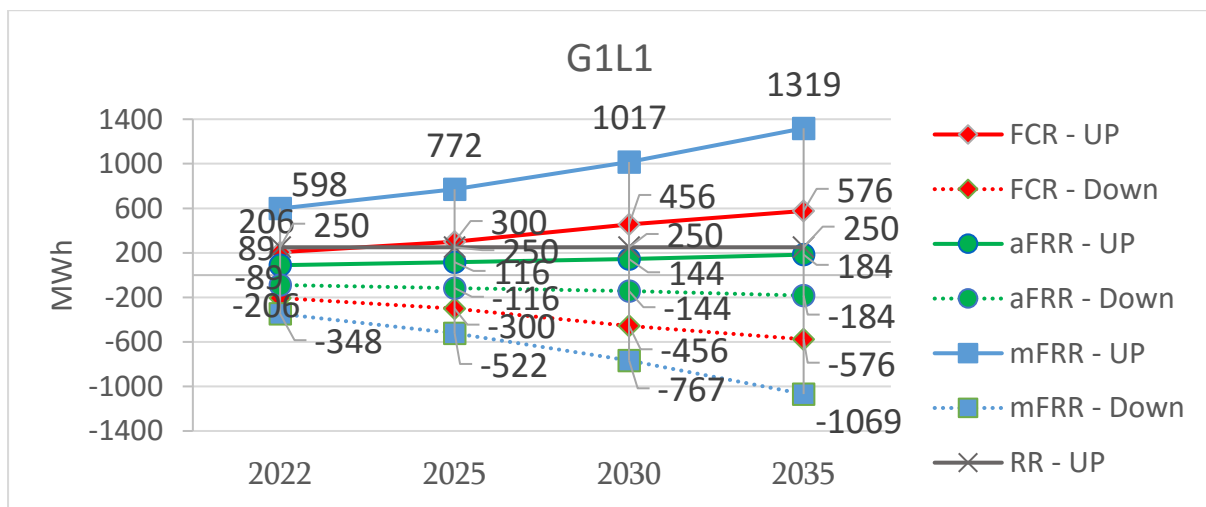
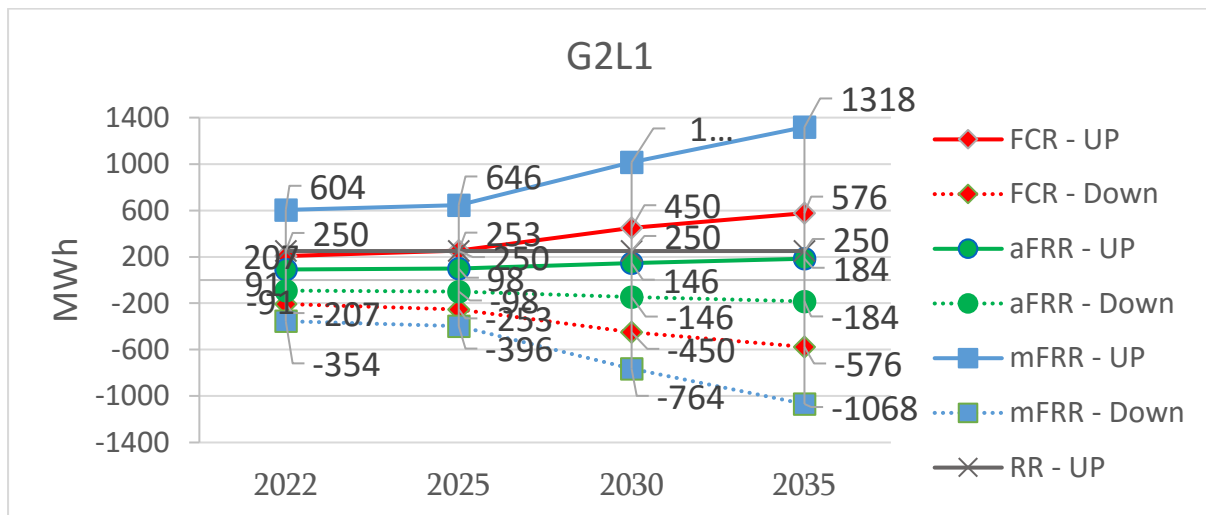


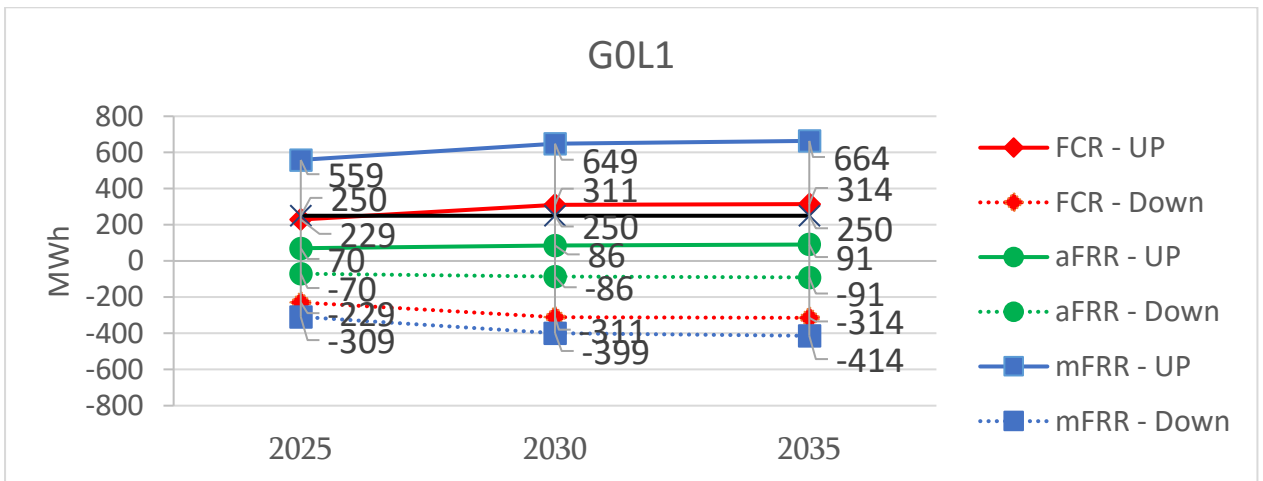
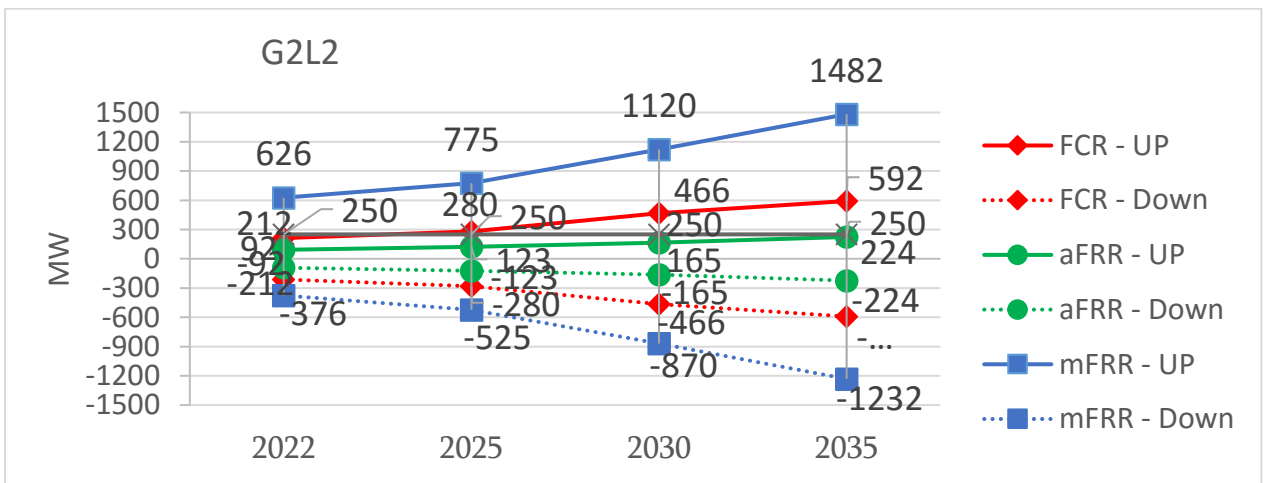
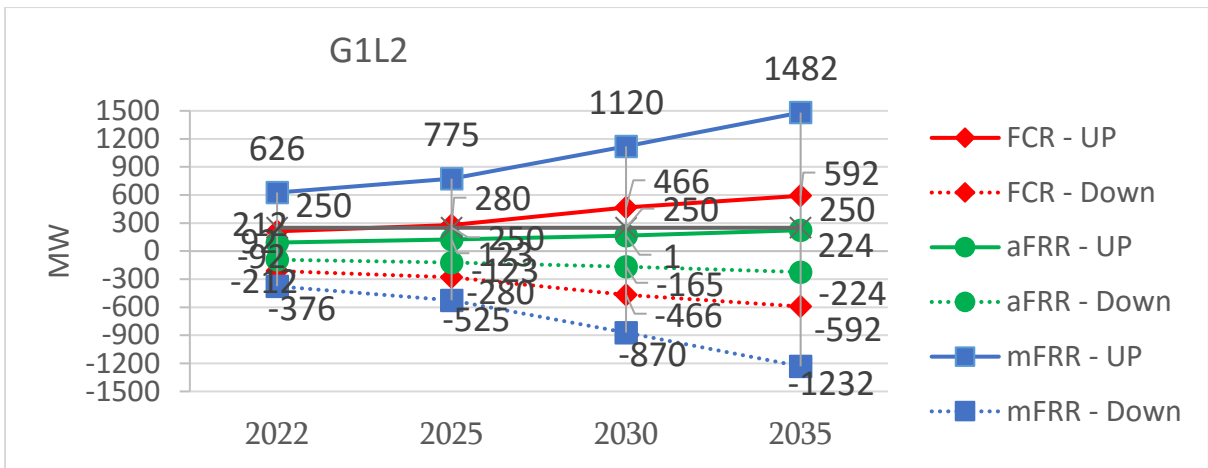
ნახ - 6.44

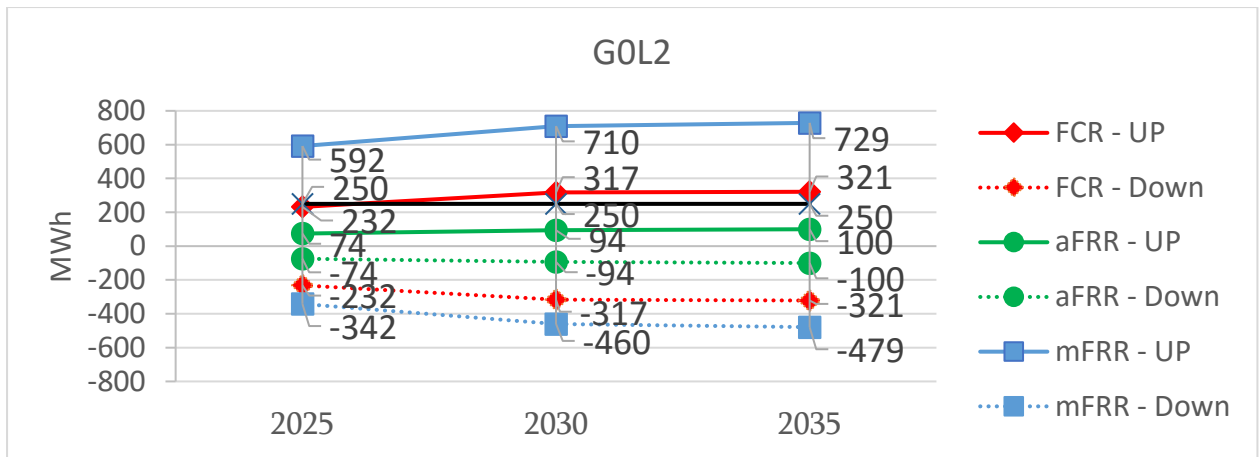
აღნიშნულ თავში წლების და ჰიდროლოგიის მიხედვით, მოცემულია PLEXOS-ით გაანგარიშებული თბოსადგურების მიერ მოხმარებული გაზის ოდენობები, სადანაც ჩანს,

რომ G0L1 და G0L2 სცენარებში გაზის ხარჯი სხვა სცენარებთან შედარებით არის მეტი. ამ თავის მიზანს წარმოადგენს, რომ ენერგოსისტემის განვითარების სხვადასხვა სცენარის შემთხვევაში წარმოდგენილ იქნას წლების მიხედვით თბოსადგურების გაზის მოხმარების სიდიდეები. G0L1 და G0L2 სცენარებში მოცემულია, რომ თბოსადგურების მიერ მოხმარებული გაზის ოდენობა არის რეალურ ლიმიტზე მეტი.

რეზერვების მოთხოვნა - მგვტ.სთ.



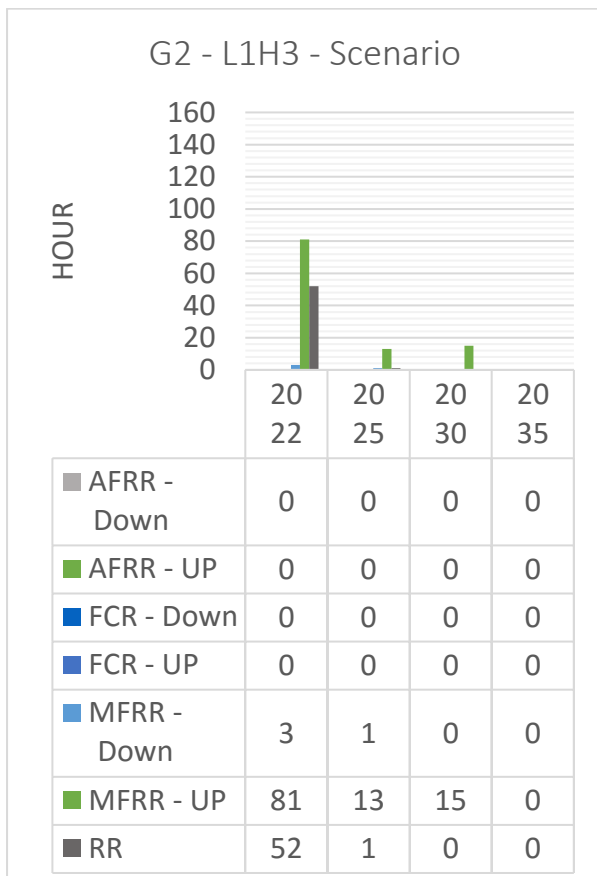
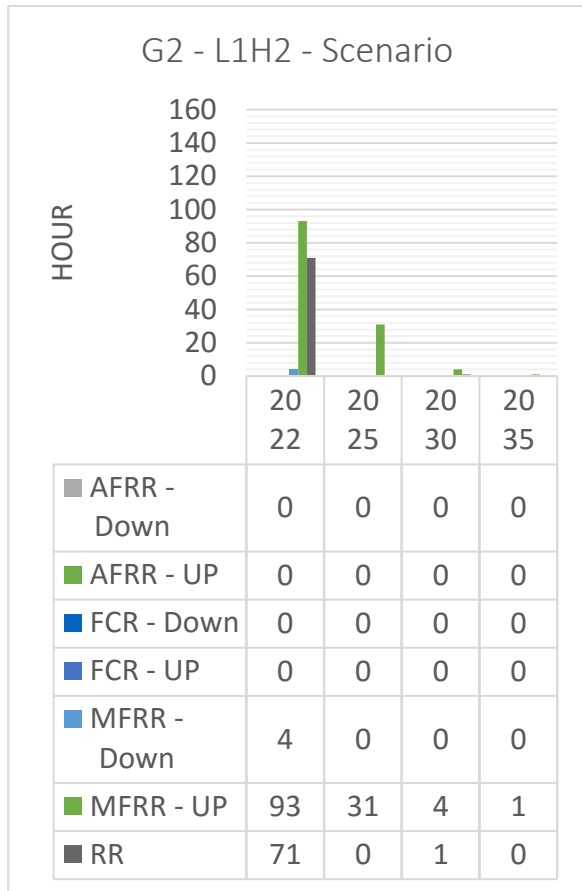
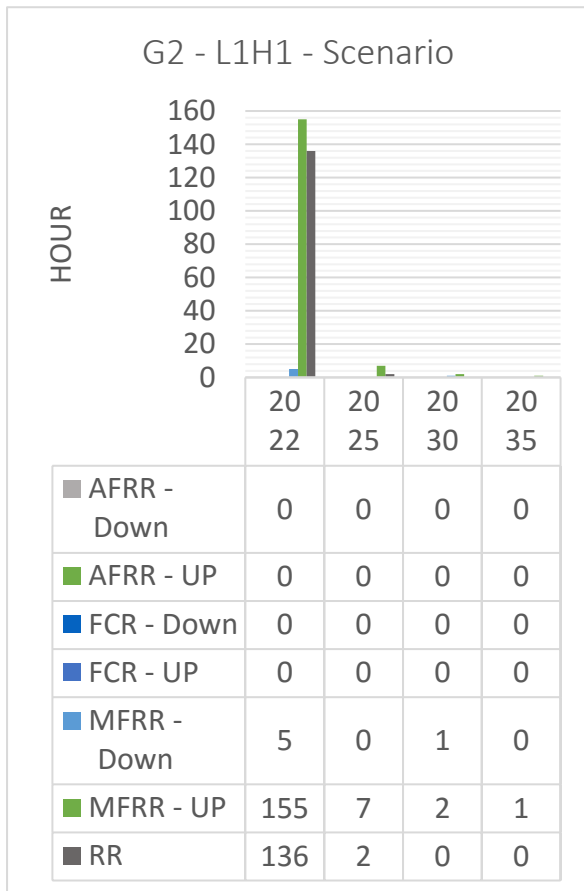


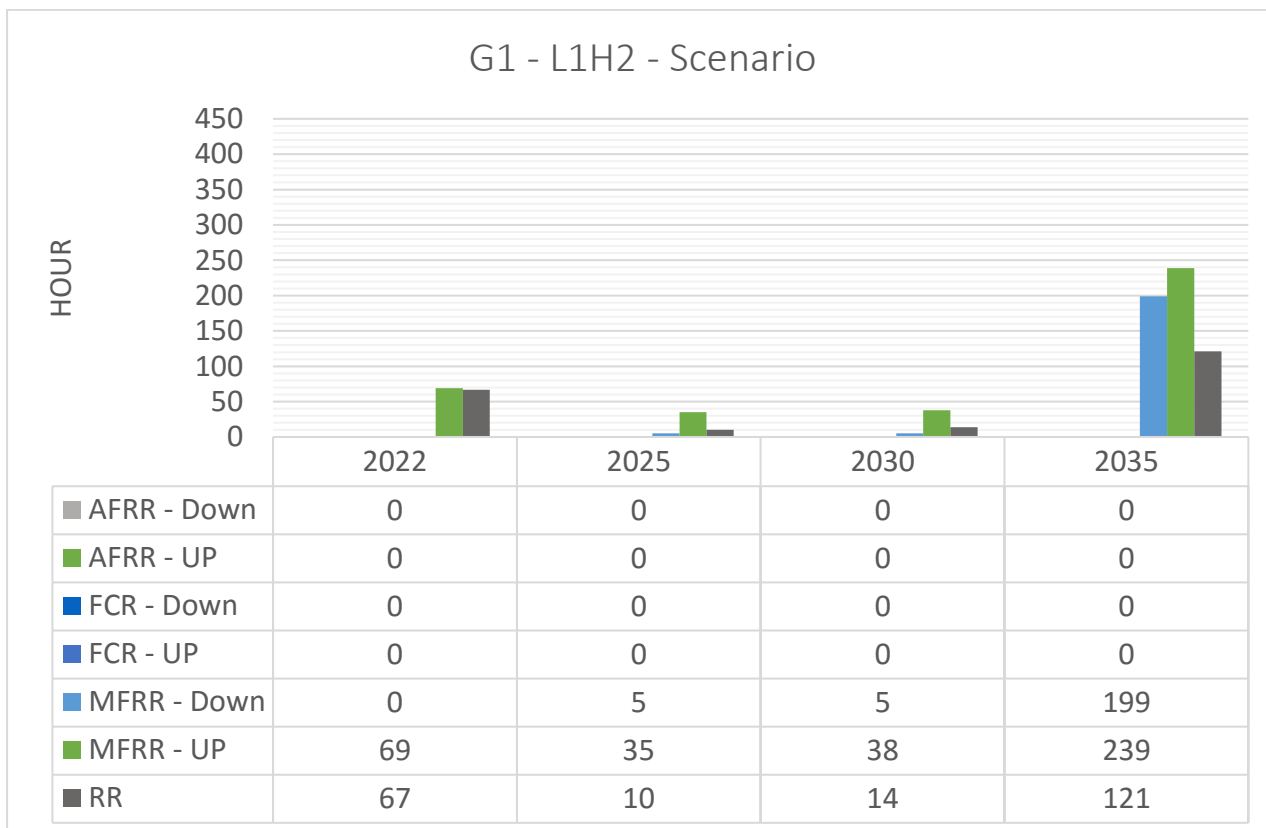
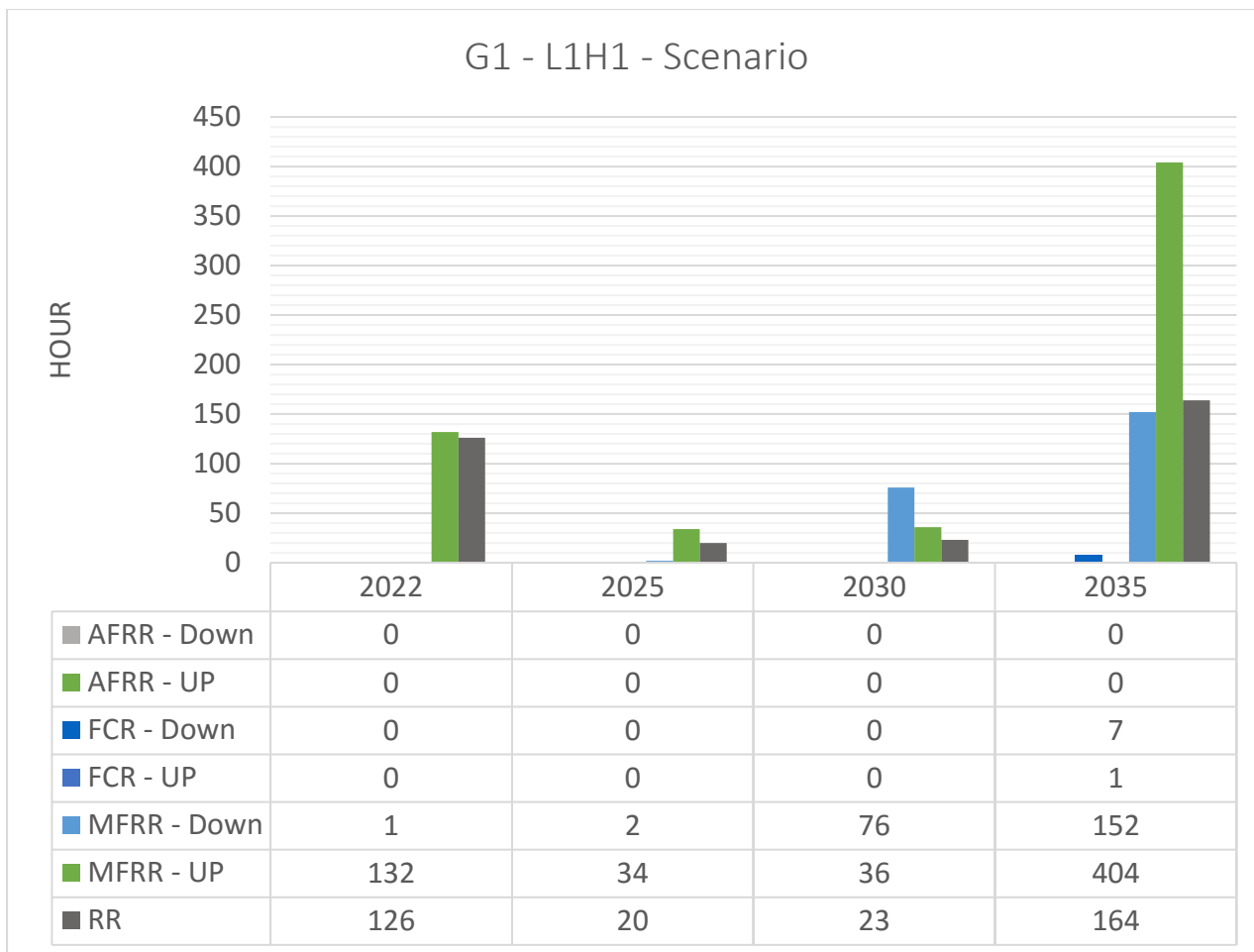


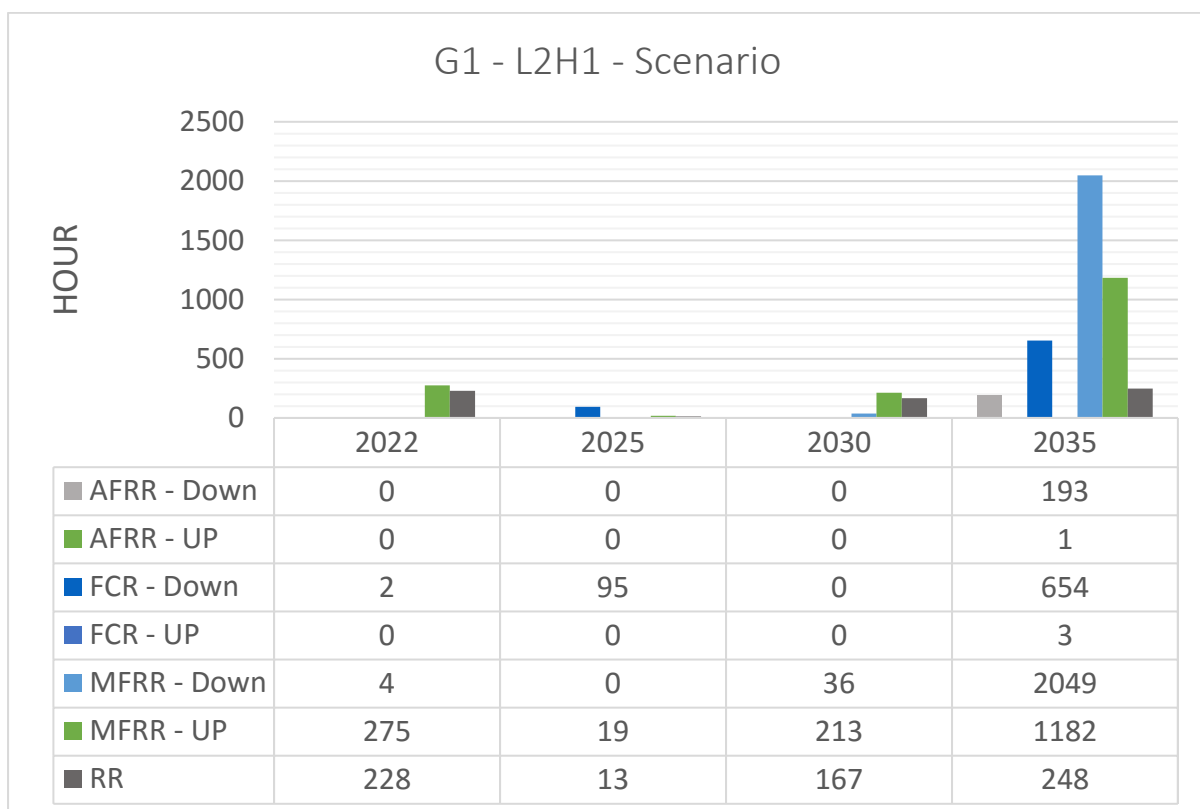
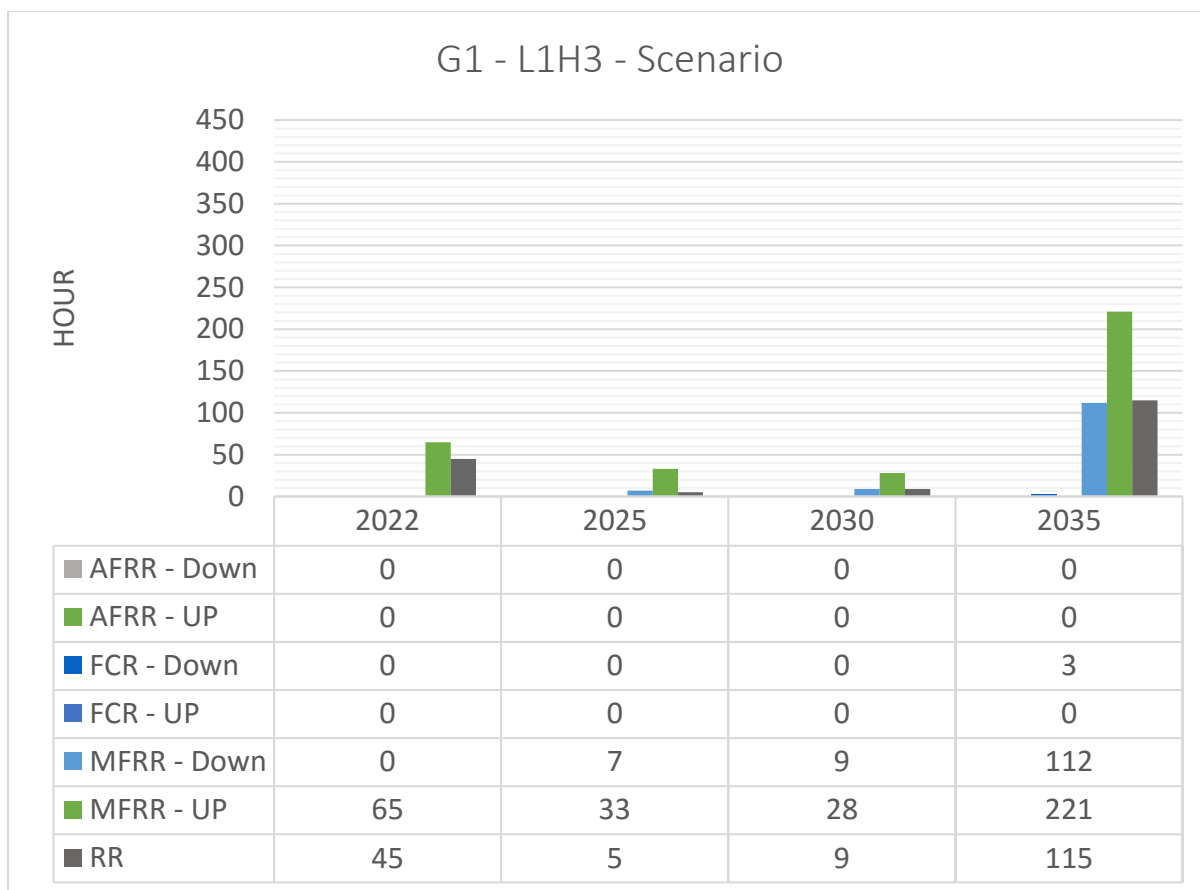
ნახ - 6.45

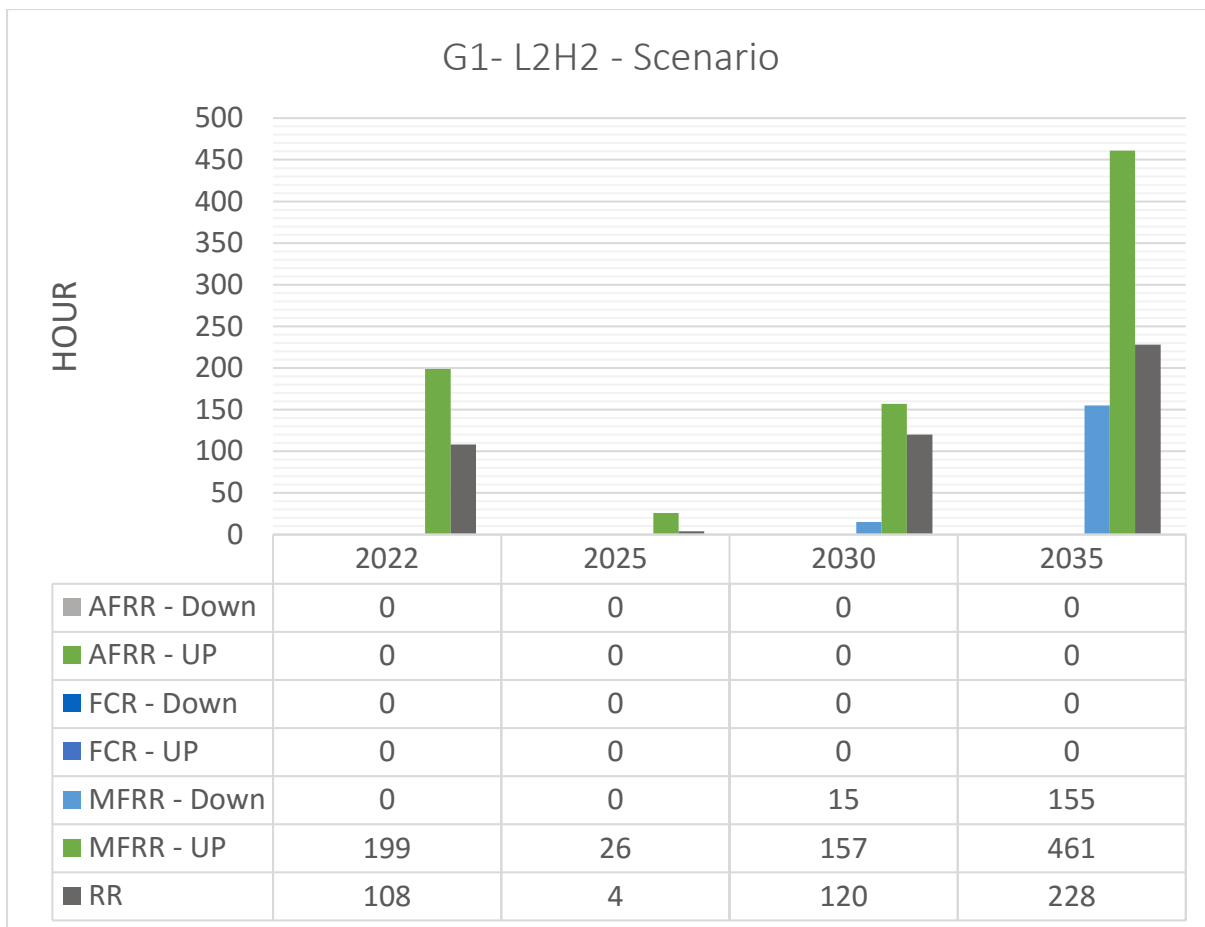
ამ თავში მოცემულია სხვადასხვა ტიპის რეზერვებზე მოთხოვნის ოდენობები. ამ მრუდების ძირითადი დანიშნულებაა წლების მიხედვით, ენერგოსისტემის განვითარების სხვადასხვა სცენარში წარმოდგენილ იქნას საჭირო რეზერვის ოდენობები.

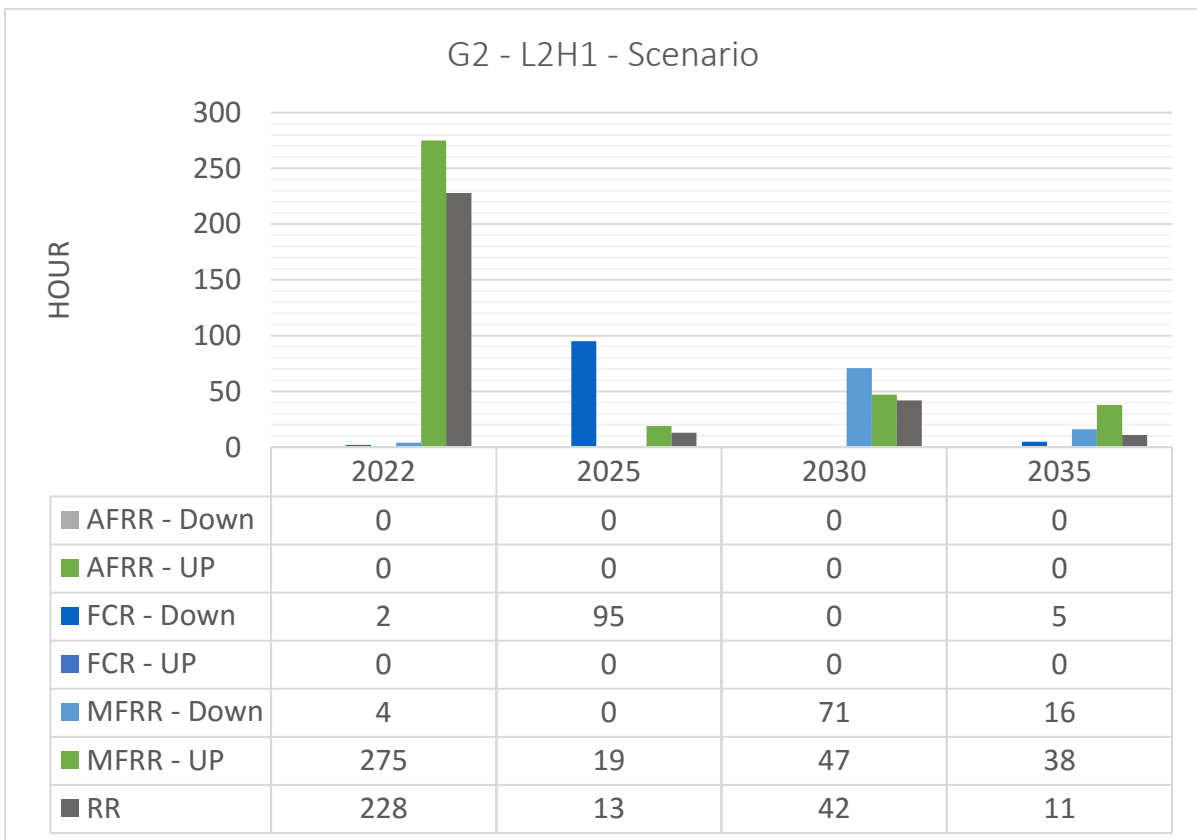
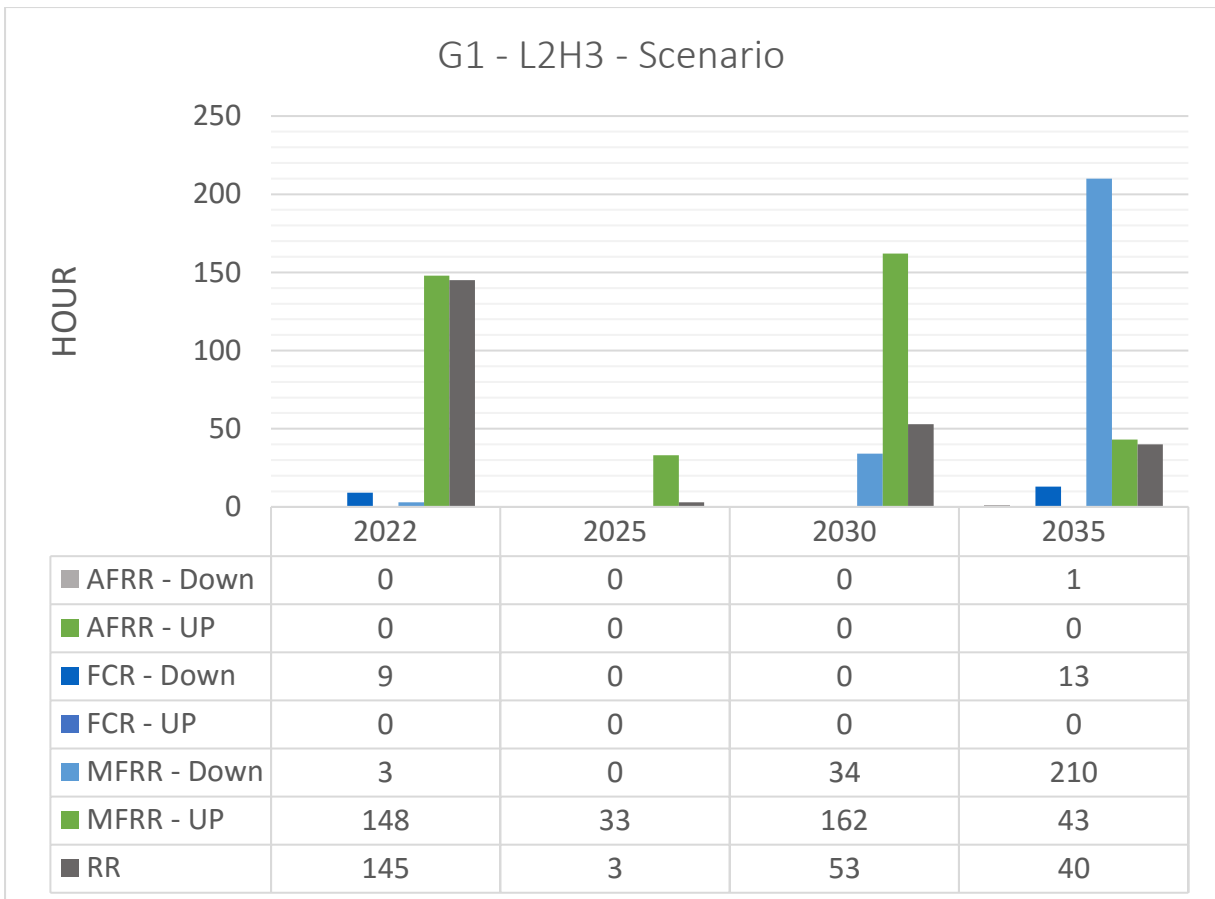
რეზერვების დეფიციტი - საათი/ენერჯია.

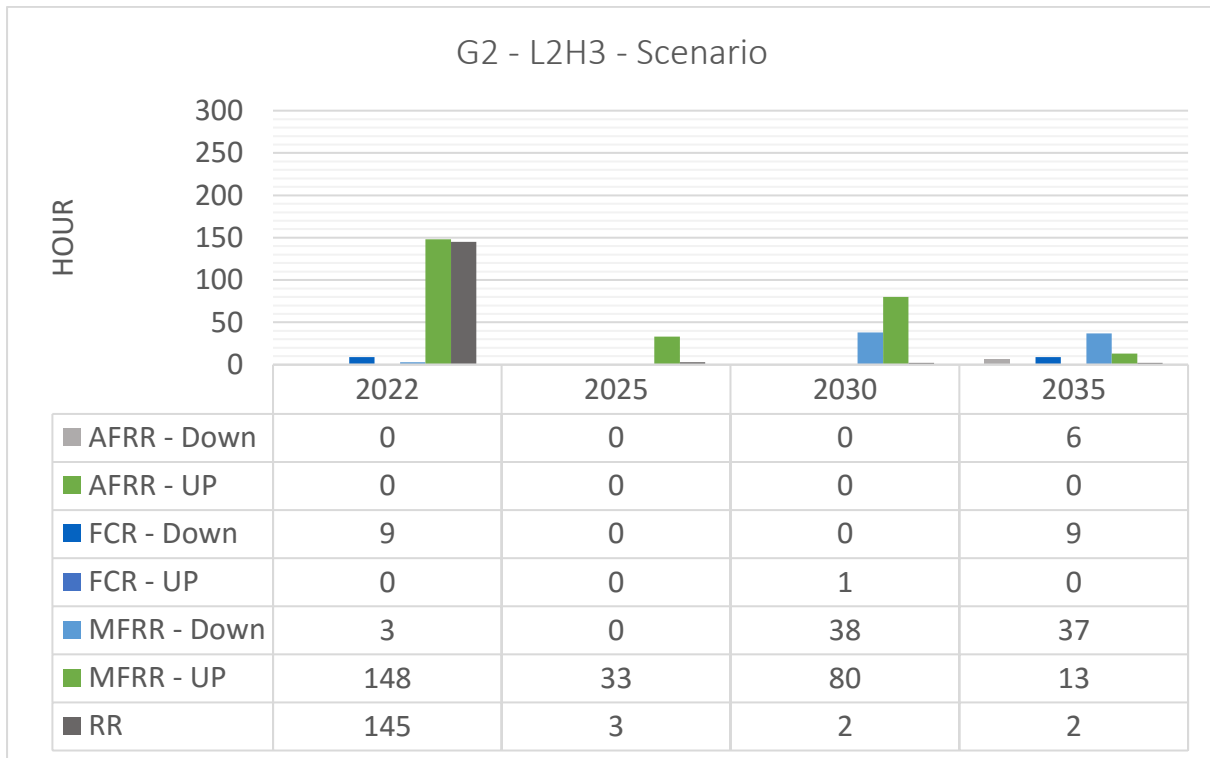
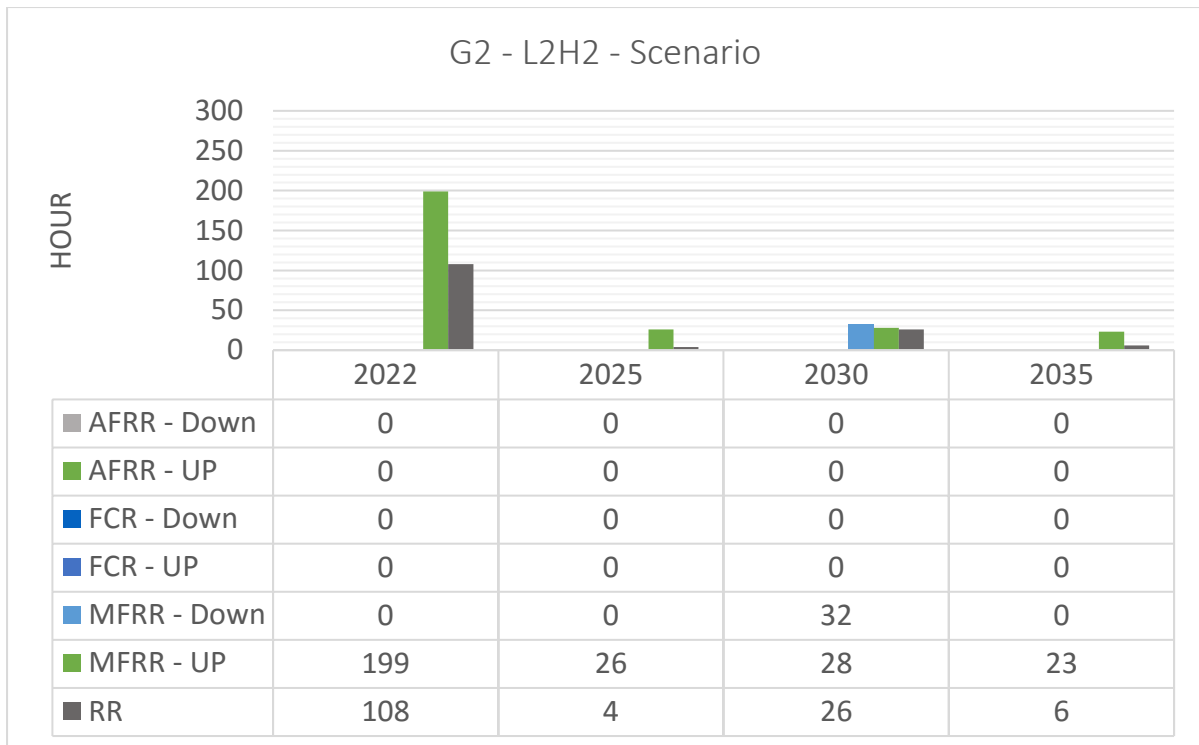


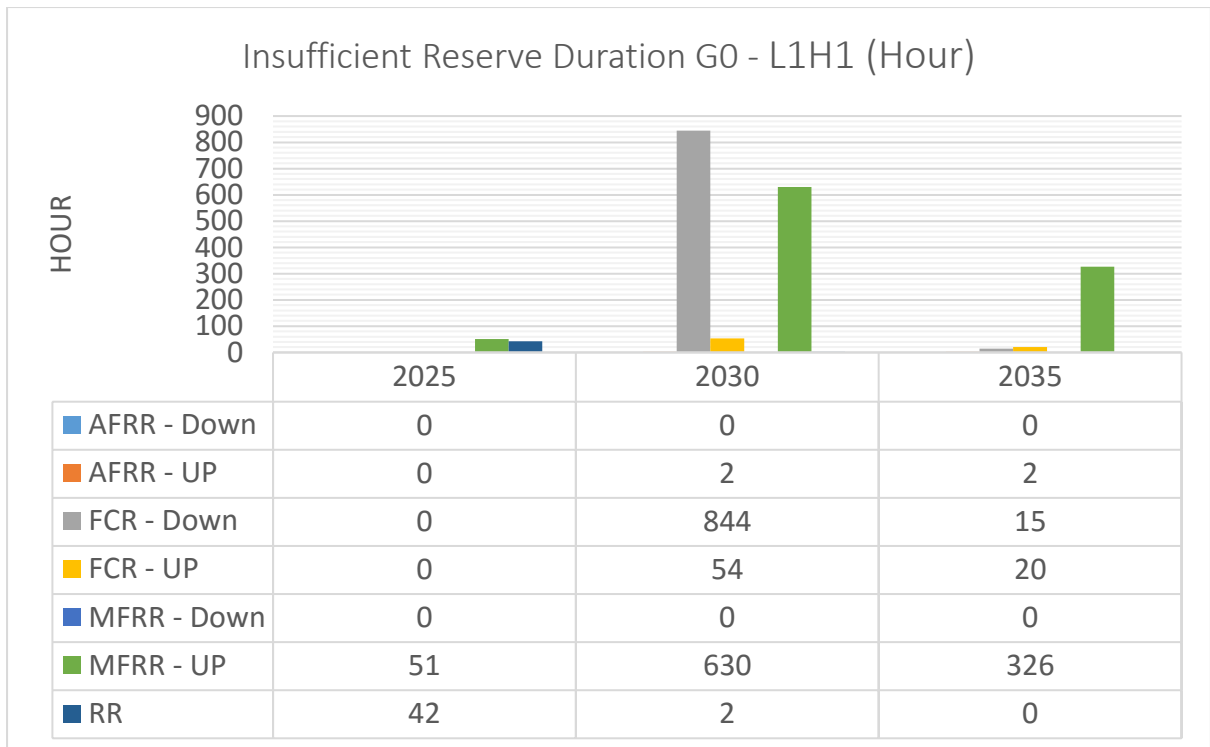


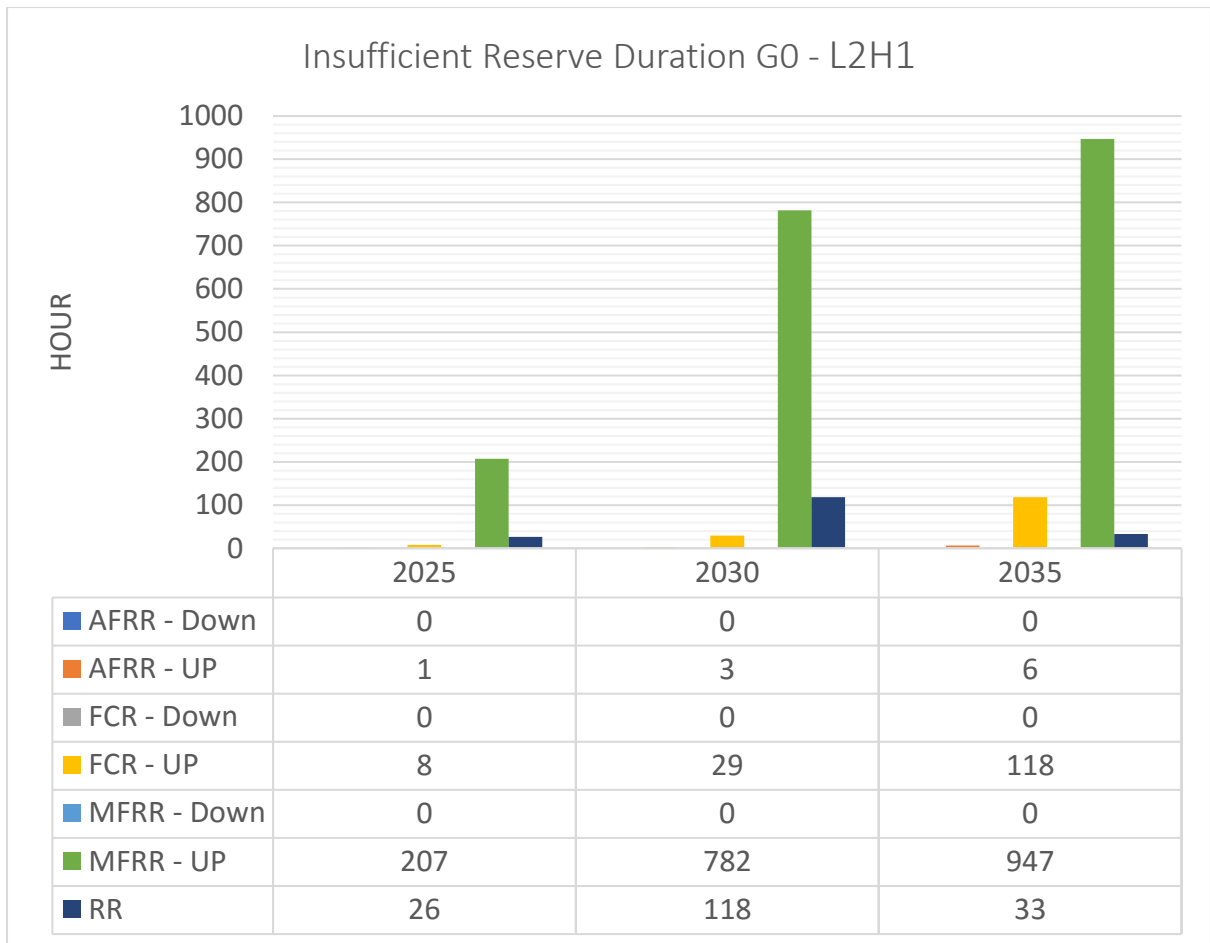


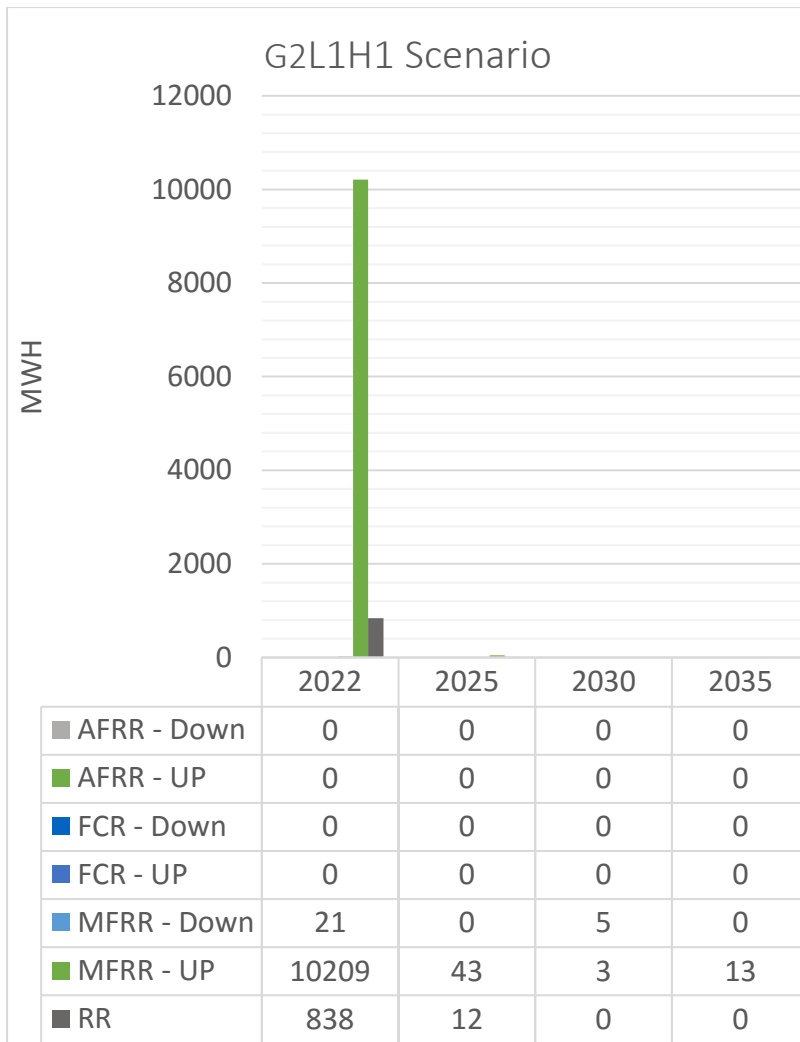


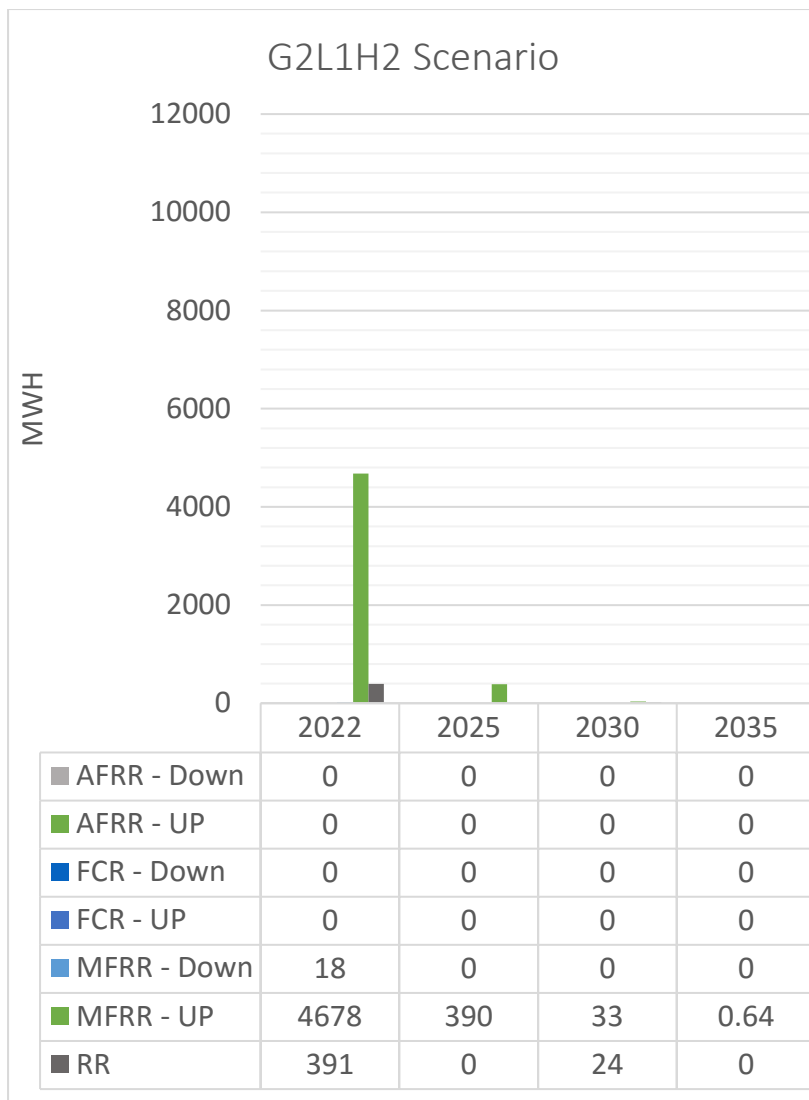


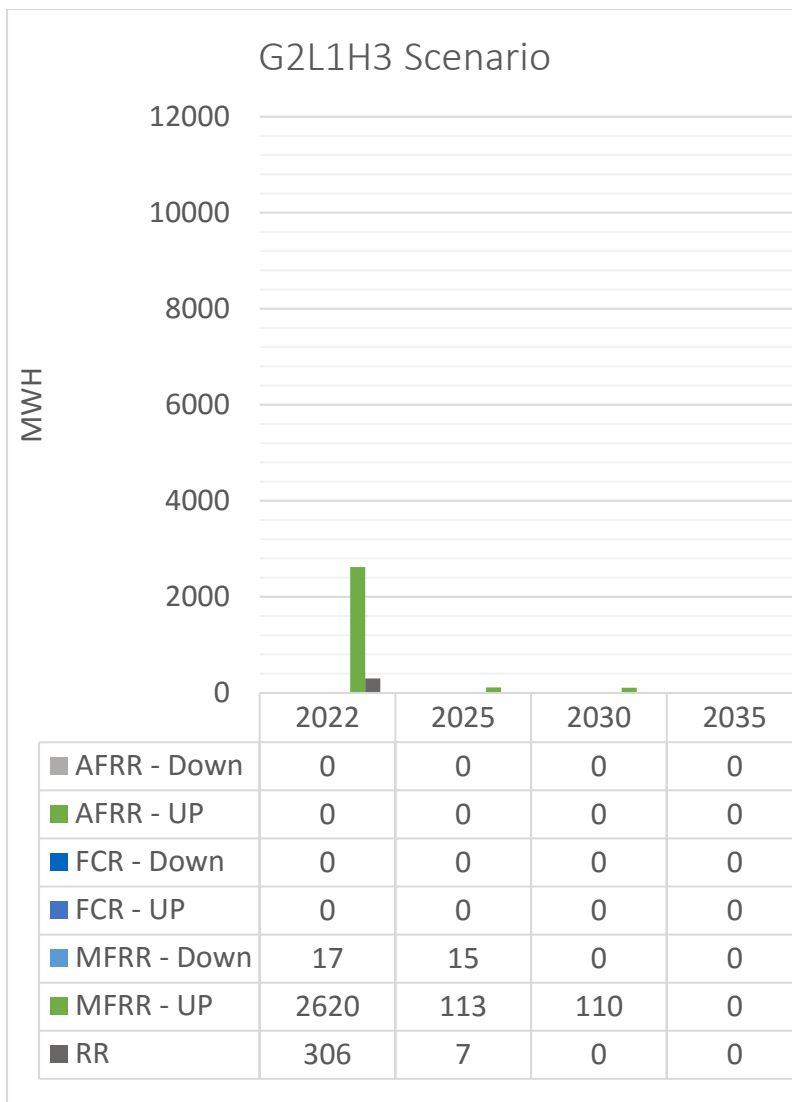


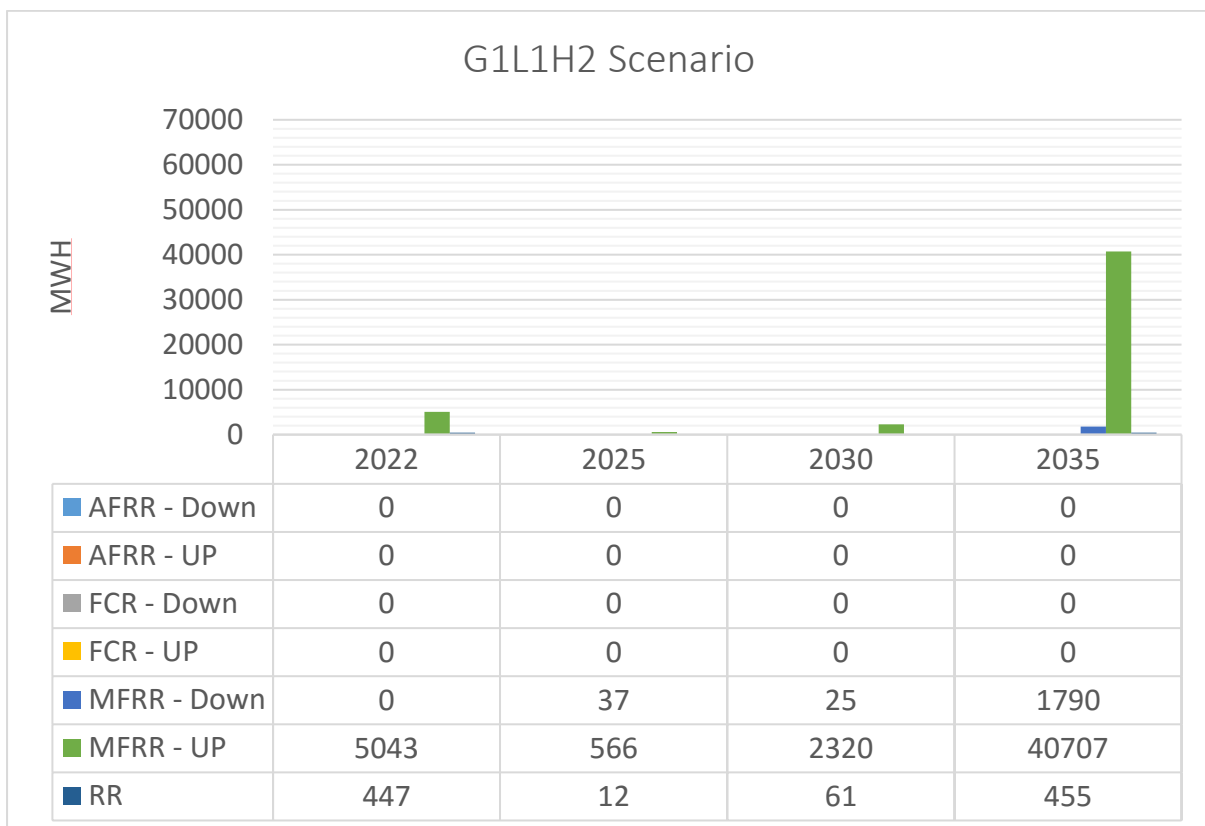
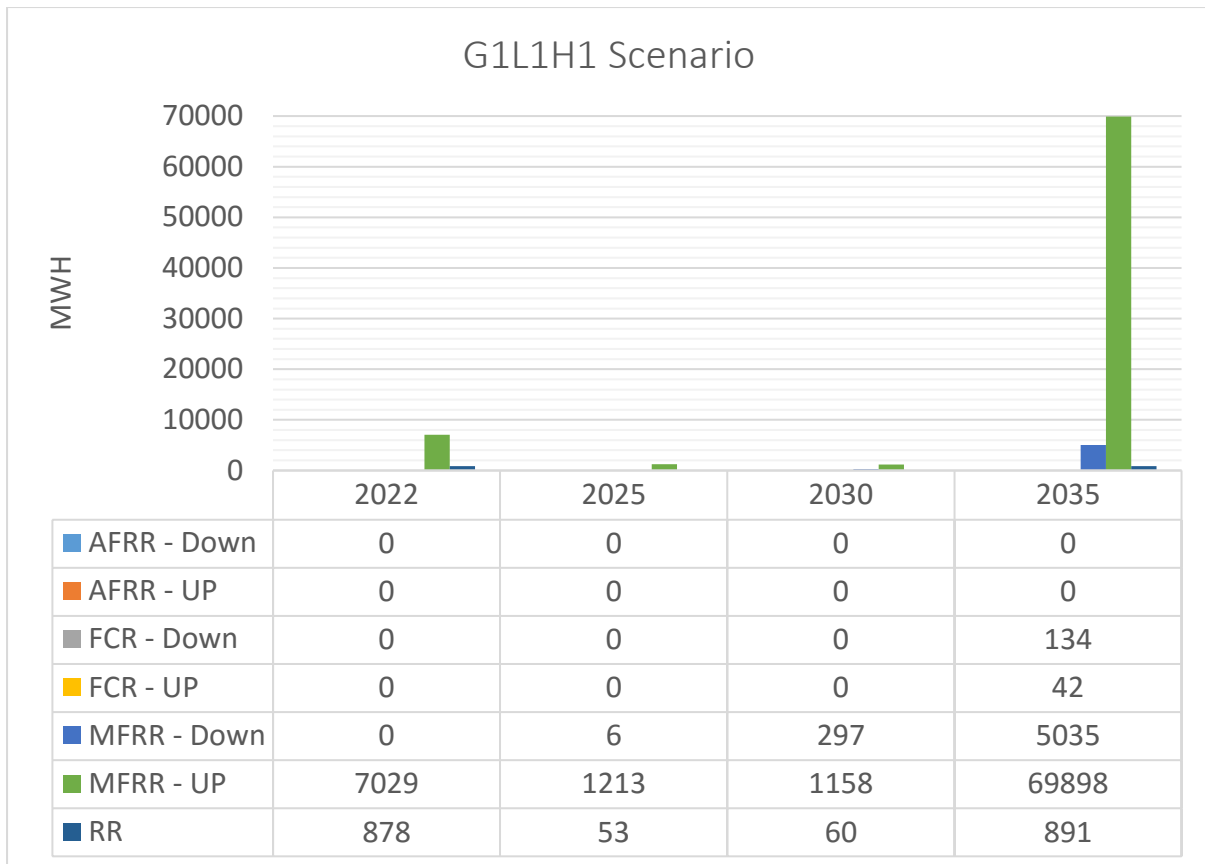


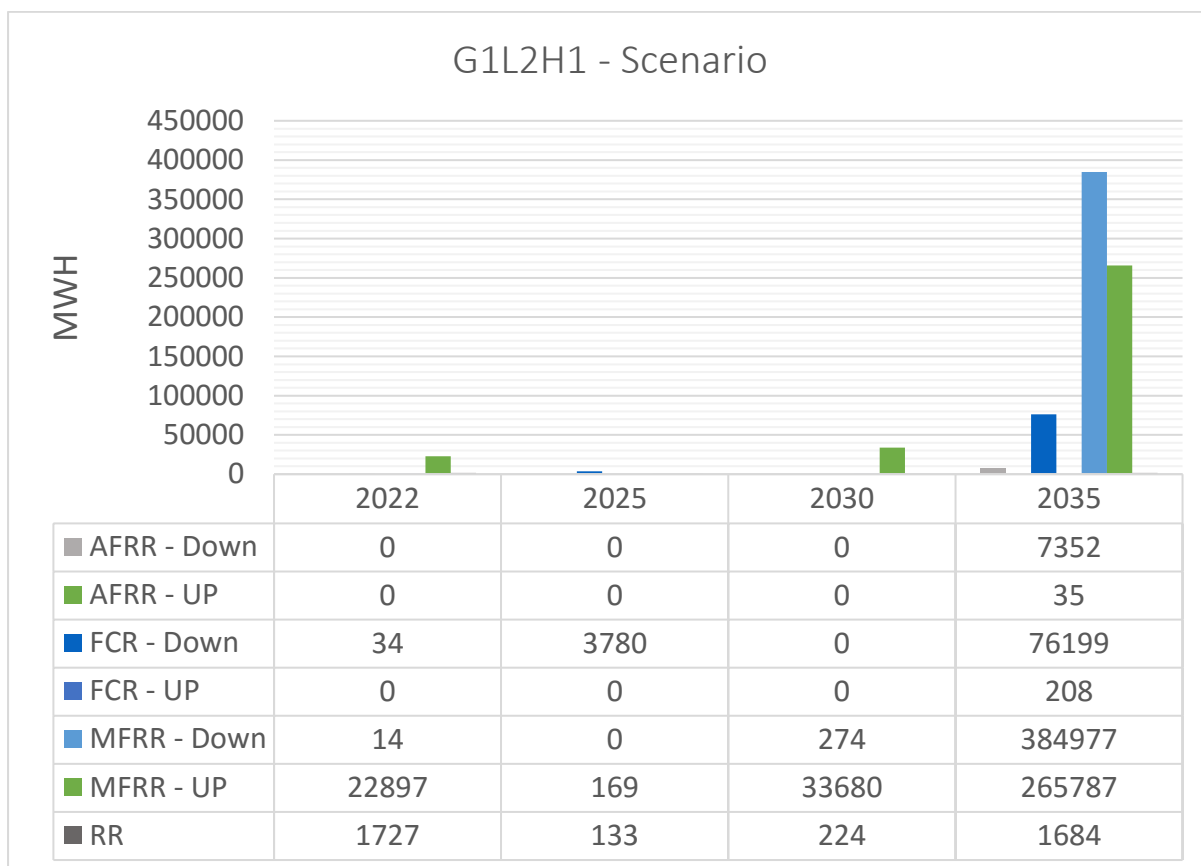


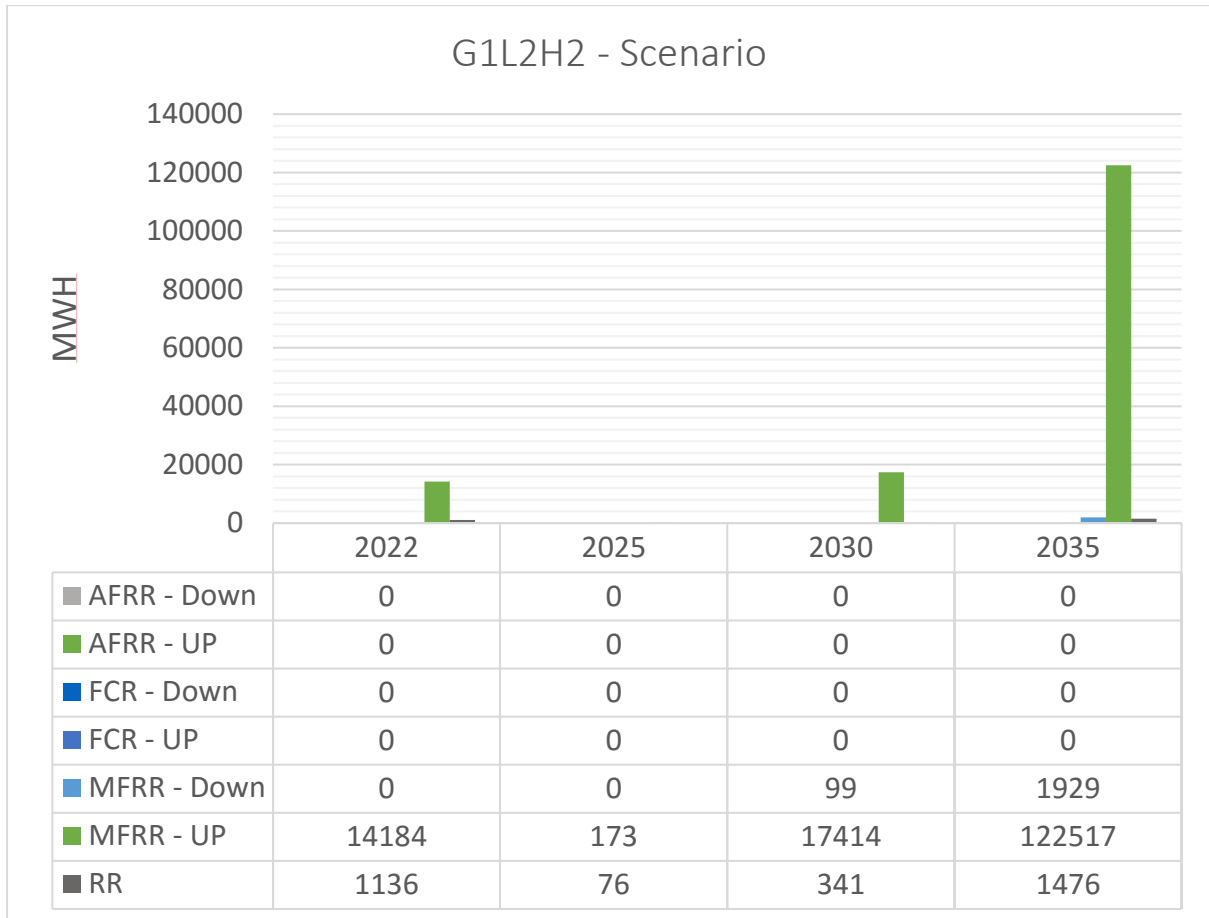


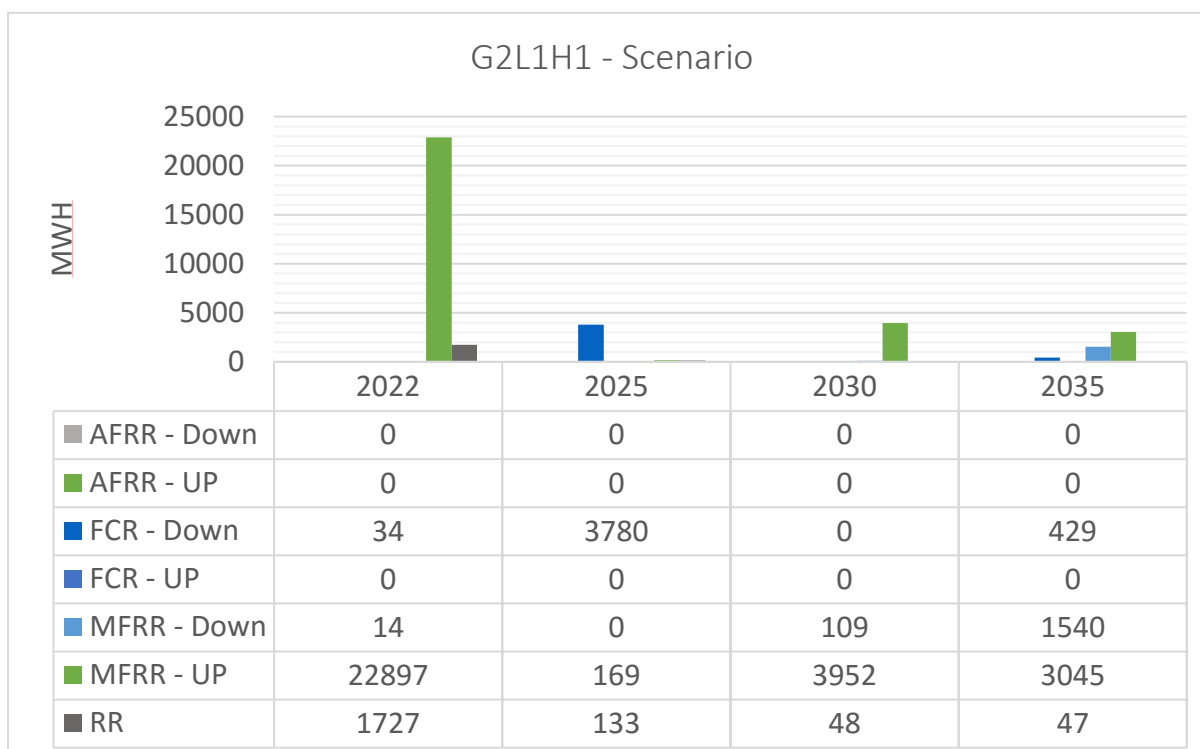
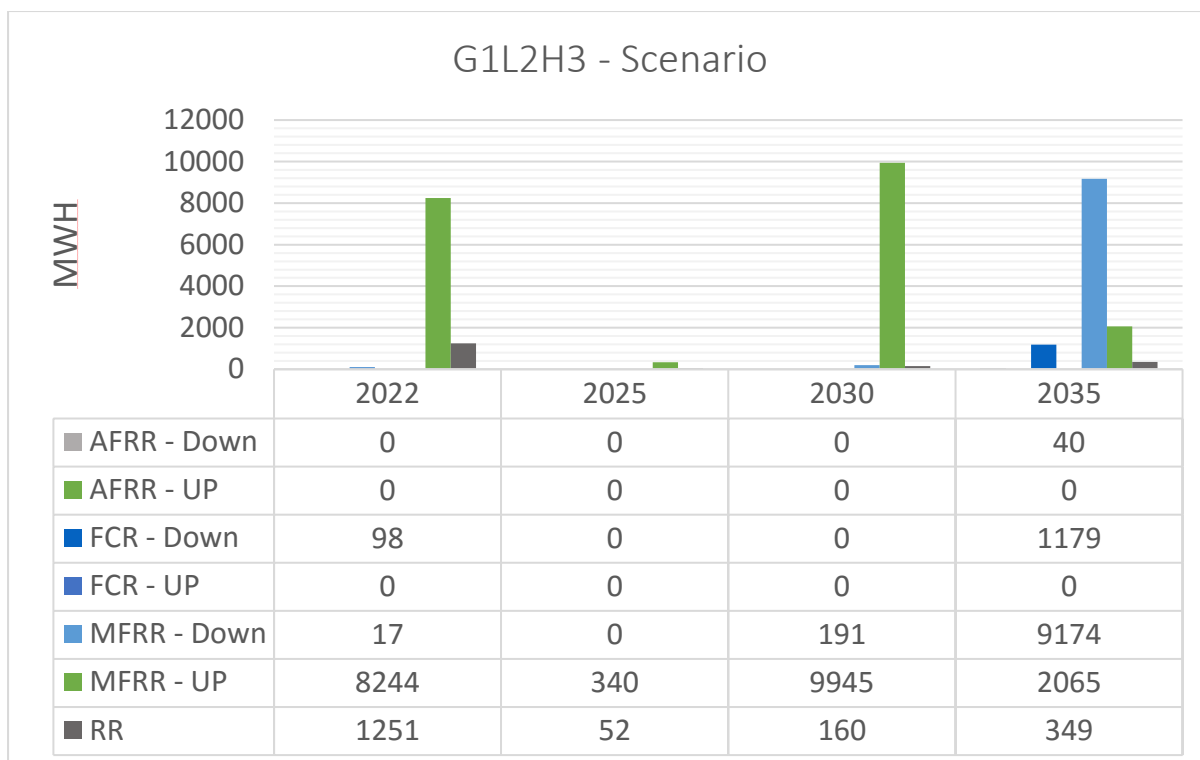


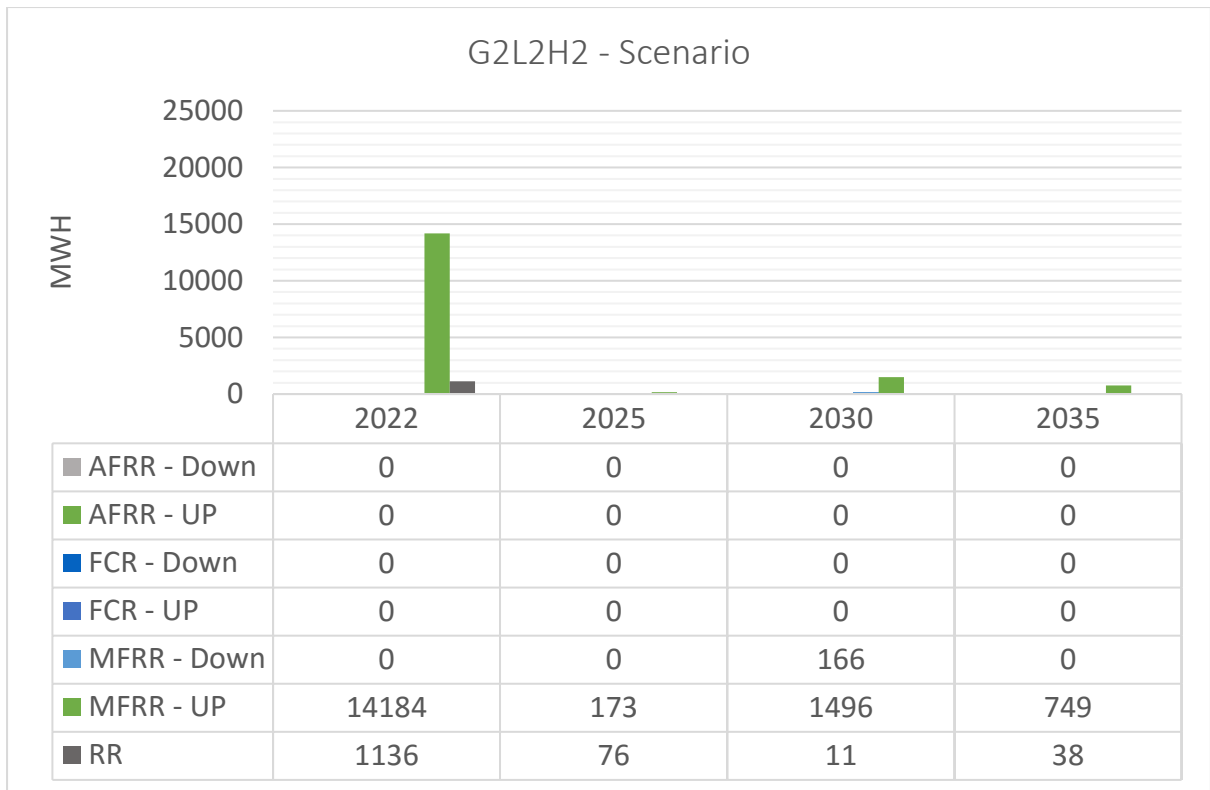


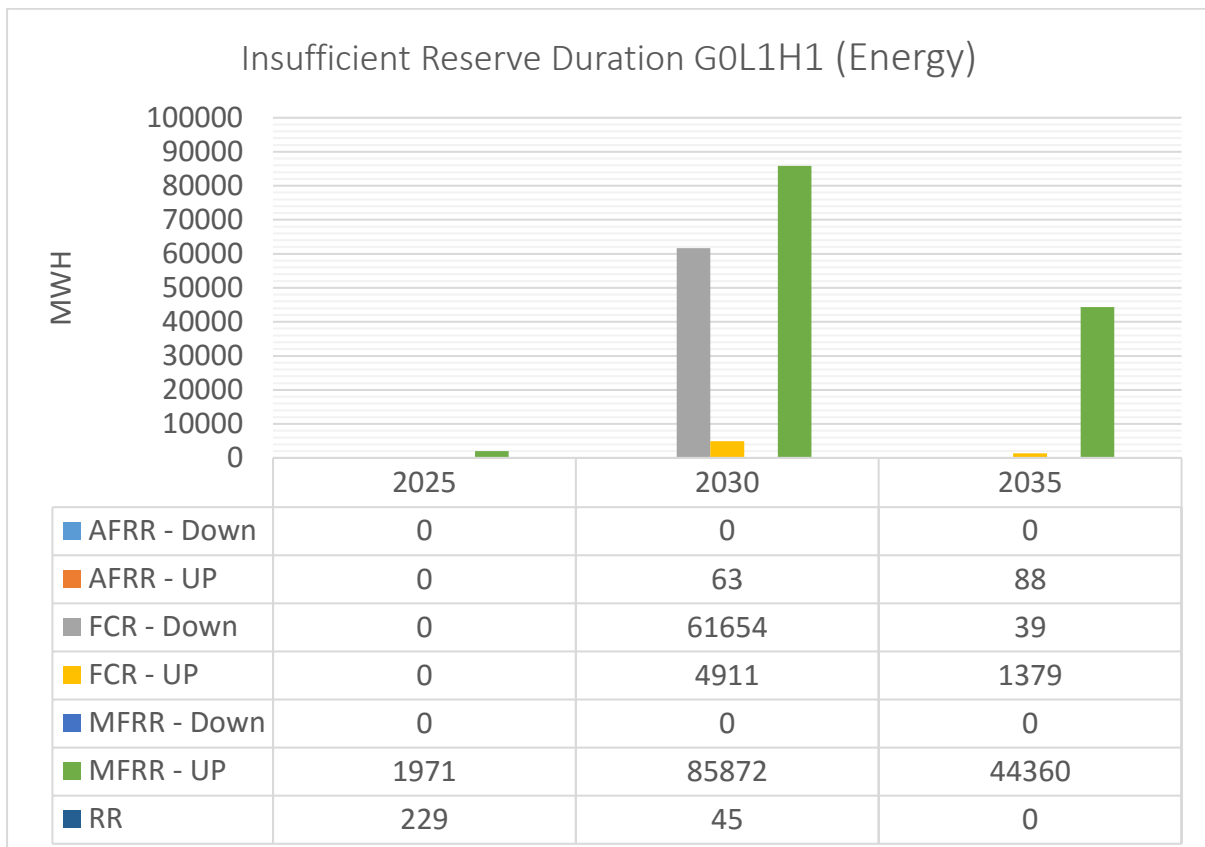
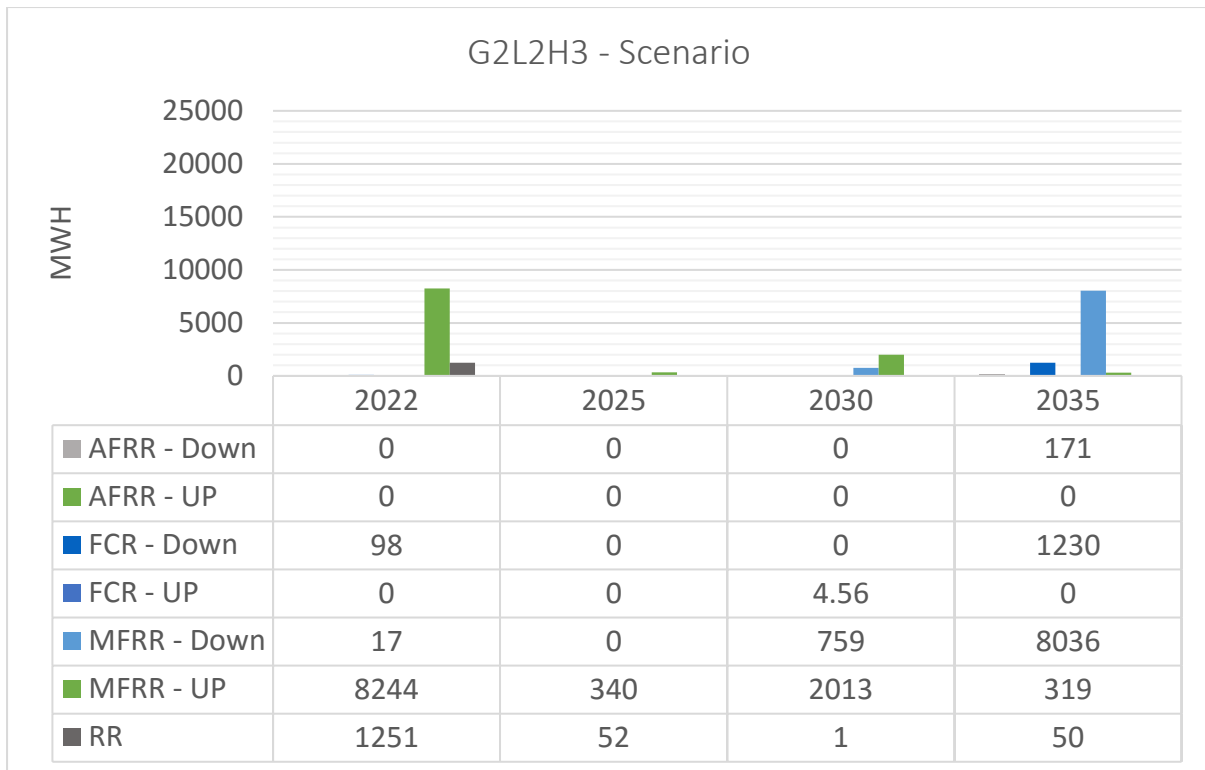


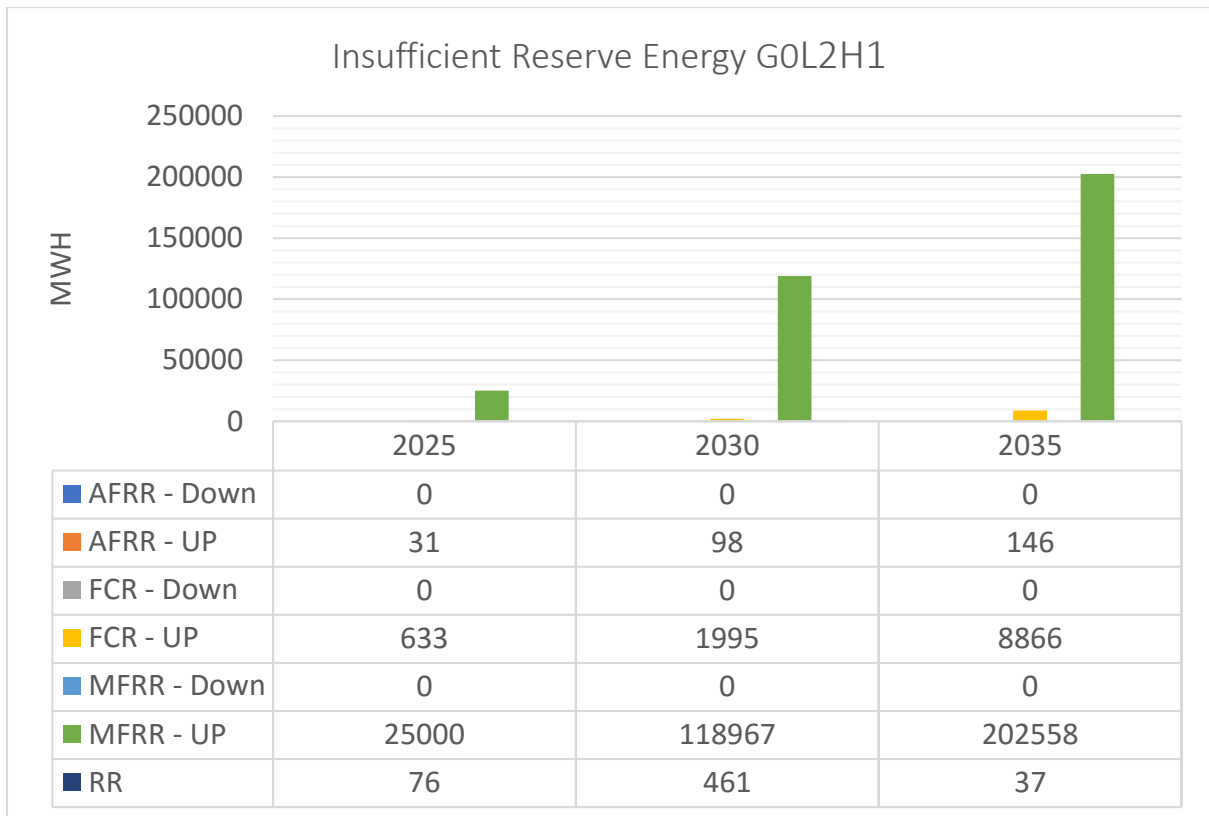








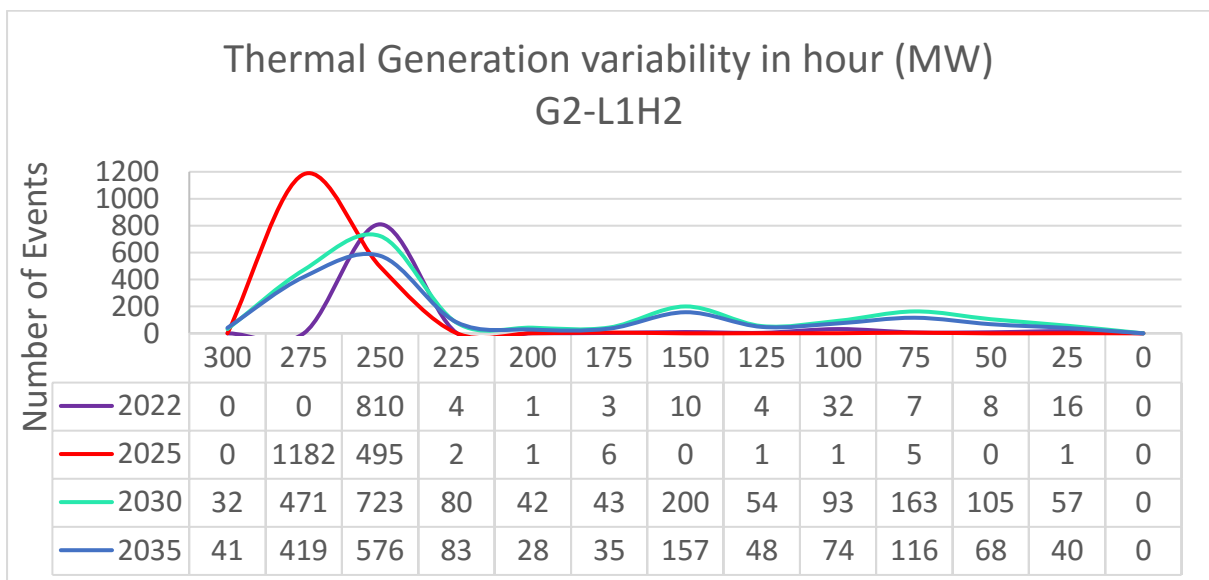
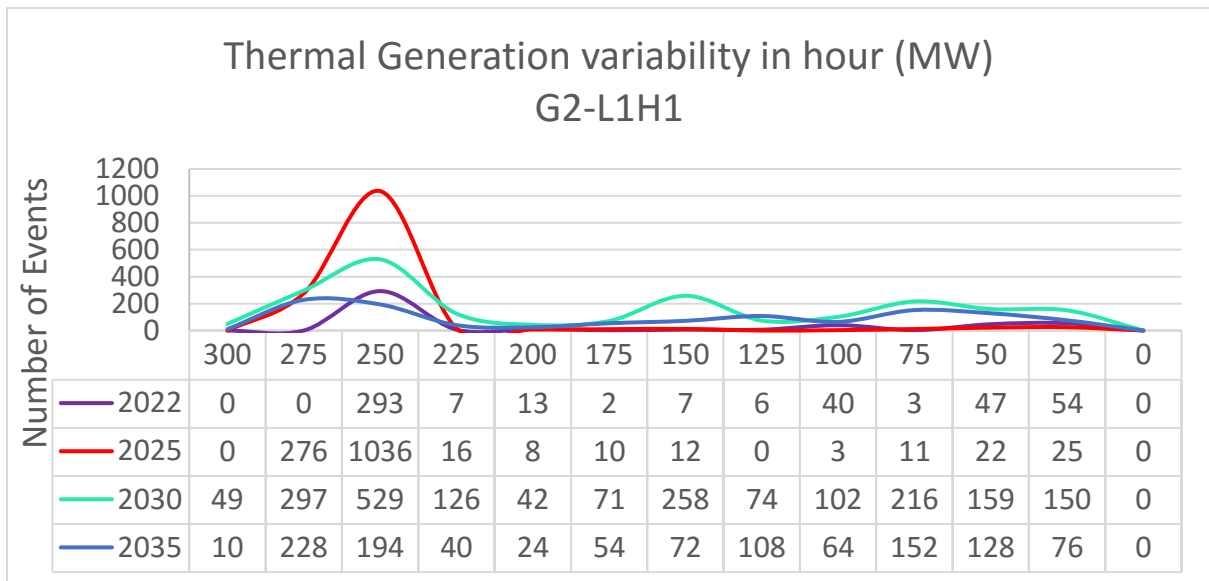


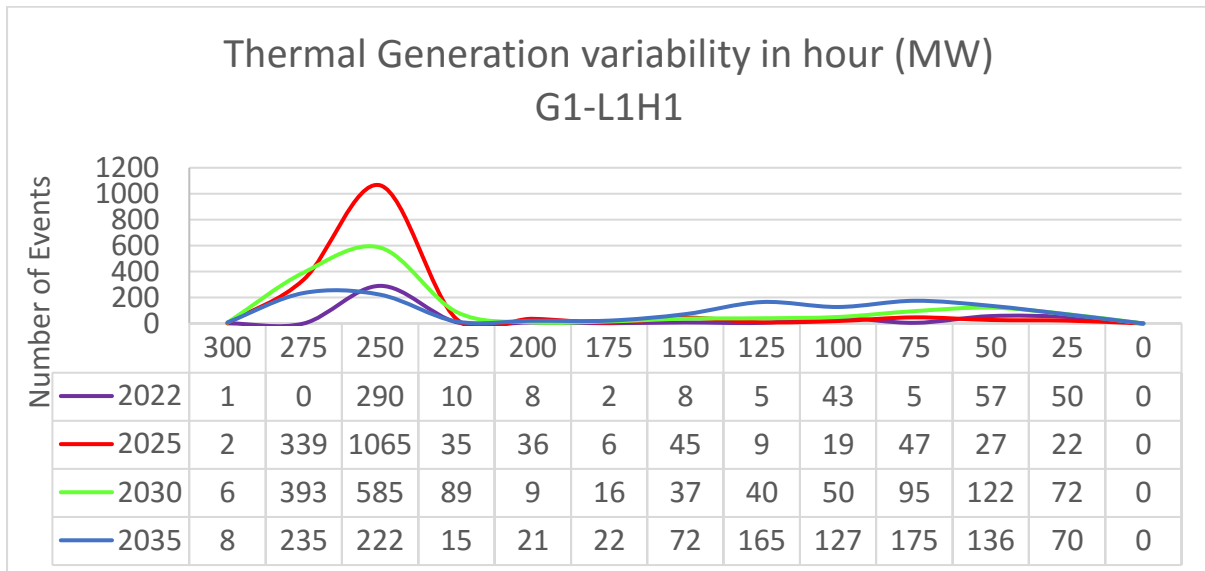
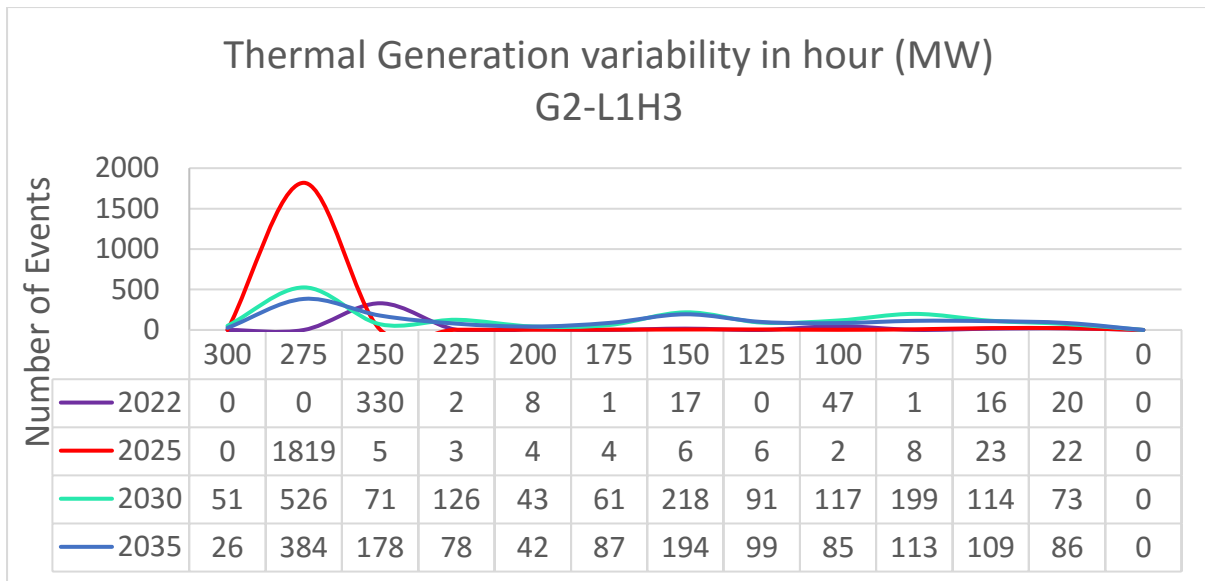


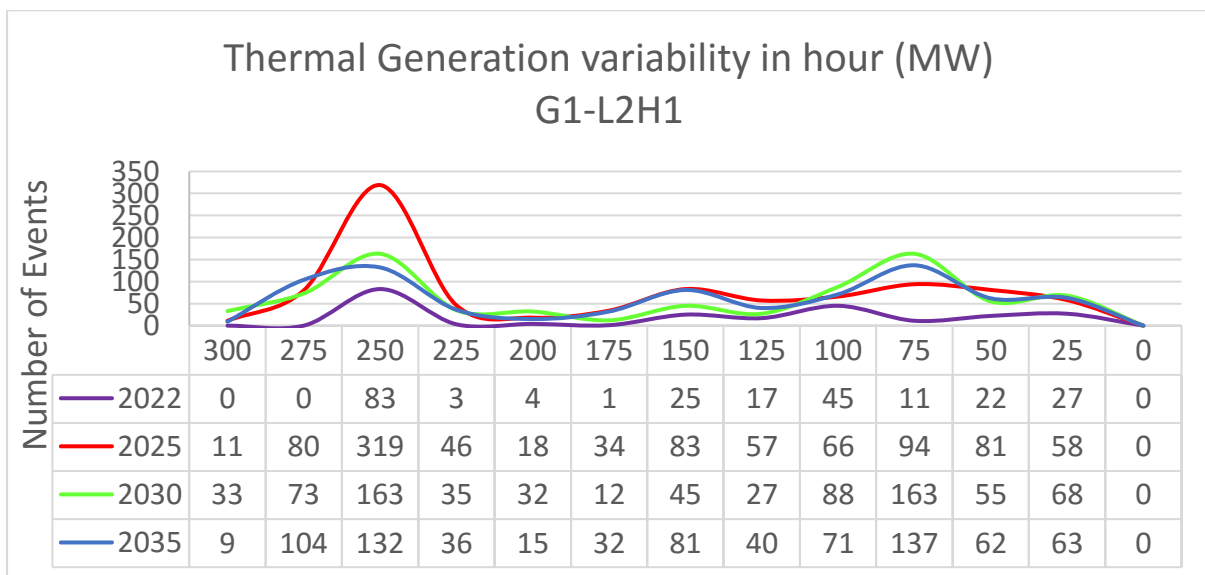
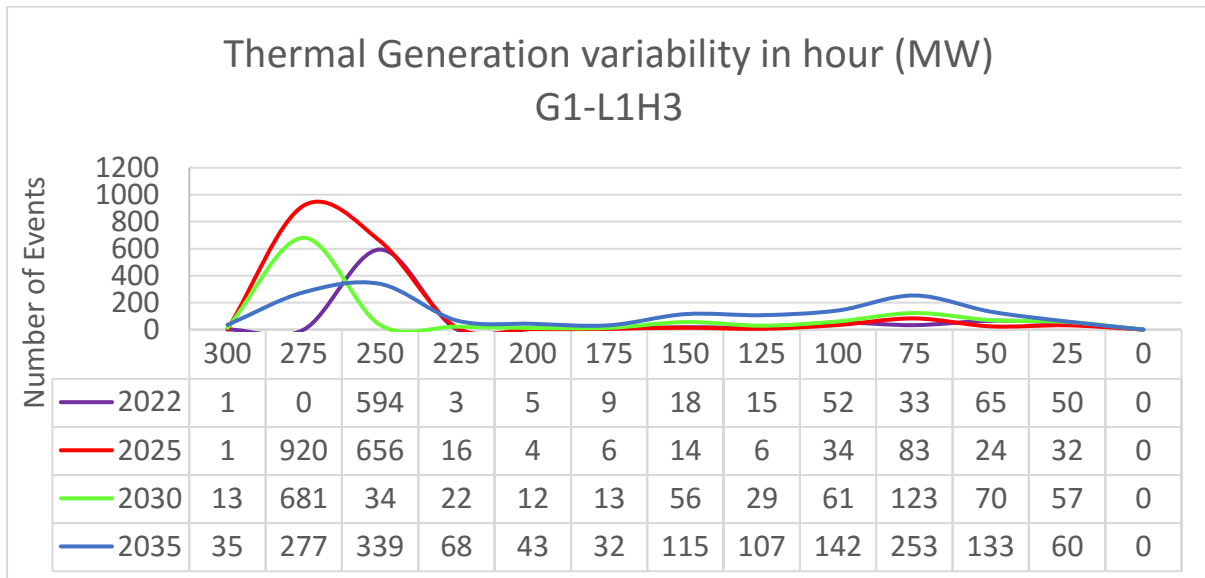
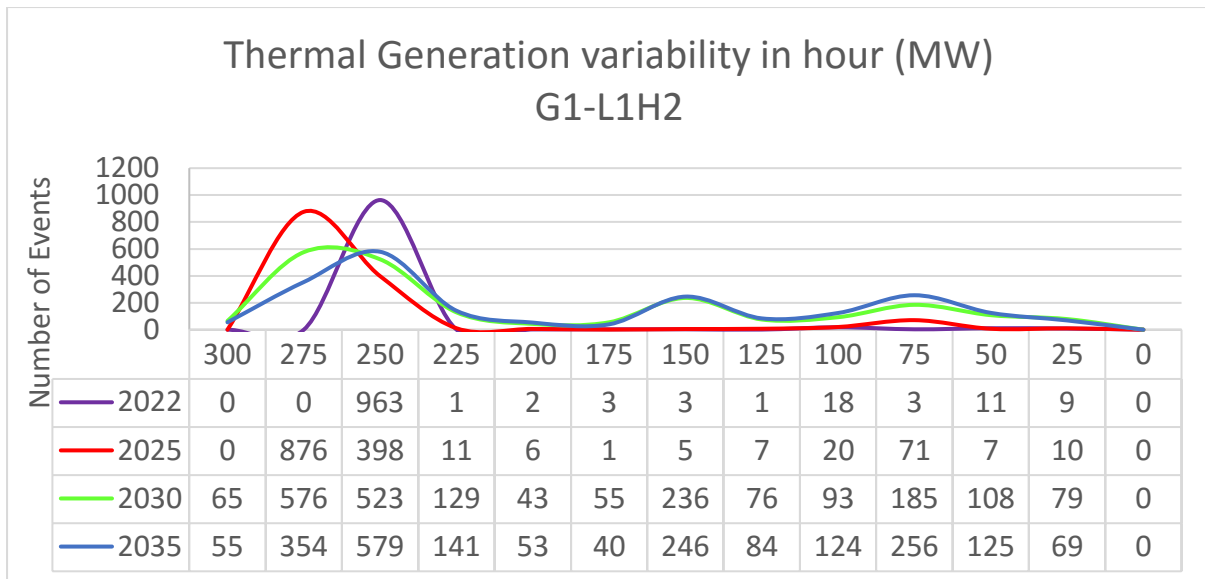
ნახ - 6.46

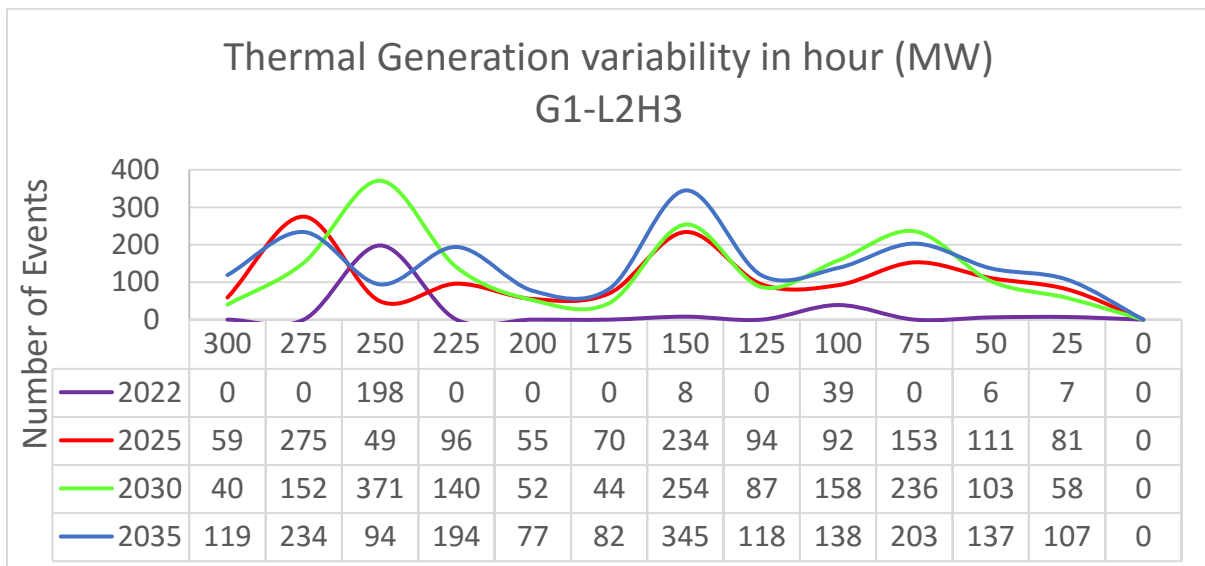
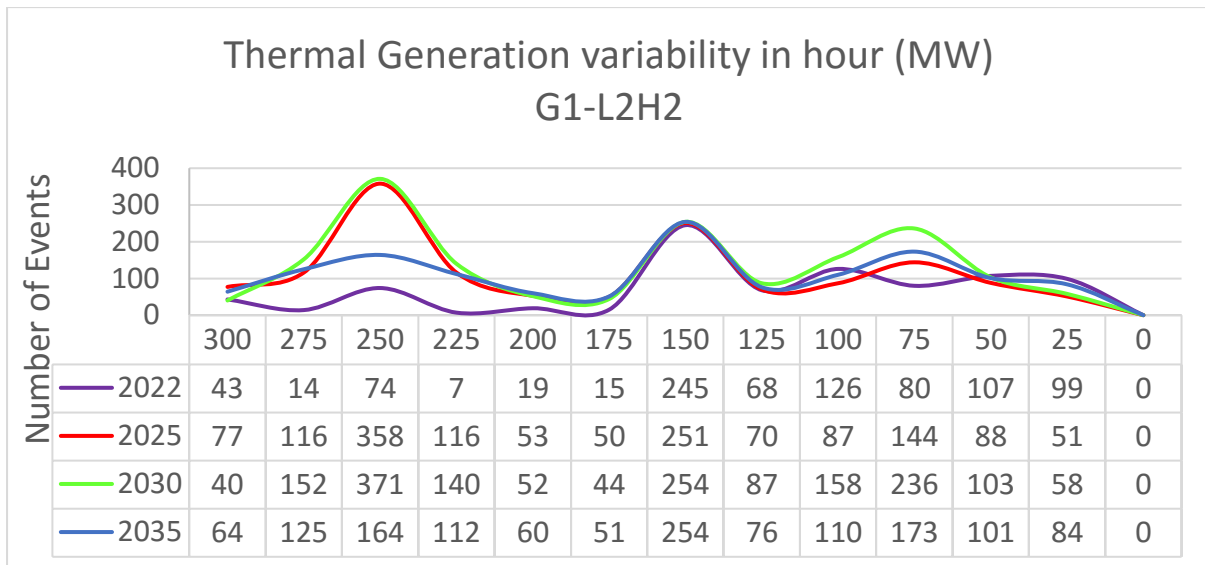
ამ თავის დანიშნულებას წარმოადგენს ენერგოსისტემის განვითარების სხვადასხვა სცენარში, განისაზღვროს რეზერვების დეფიციტის ოდენობა და ხანგრძლივობა. პროგრამა PLEXOS-ში ანგარიშის შედეგად, მრუდებზე წარმოდგენილია, რომ რეზერვების ყველაზე დიდი დეფიციტი ფიქსირდება G1L2 სცენარში 2035 წელს.

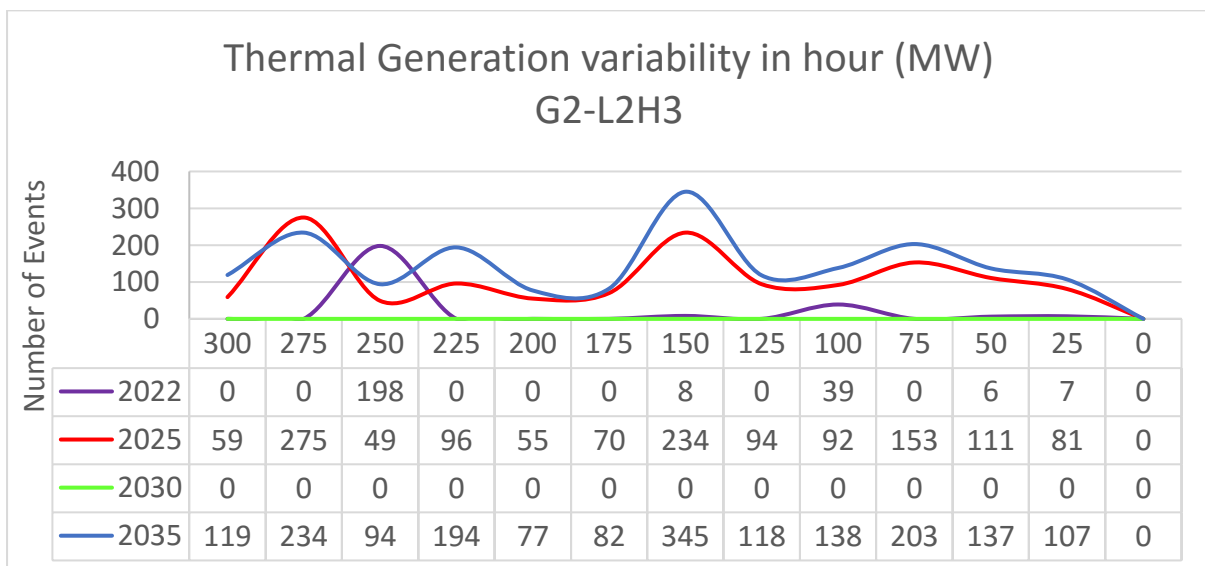
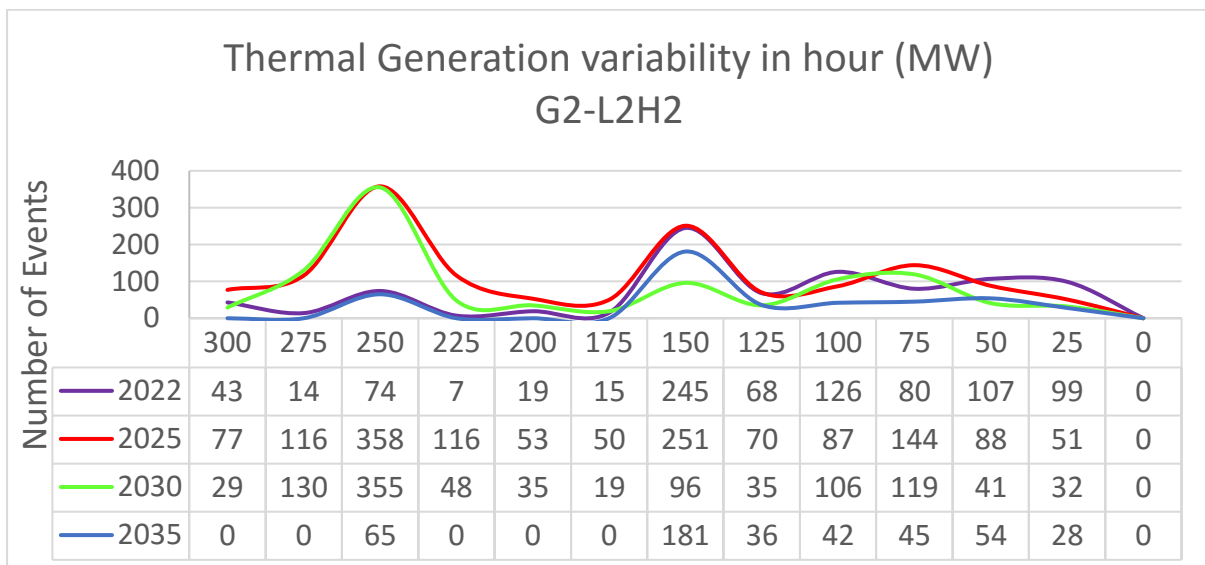
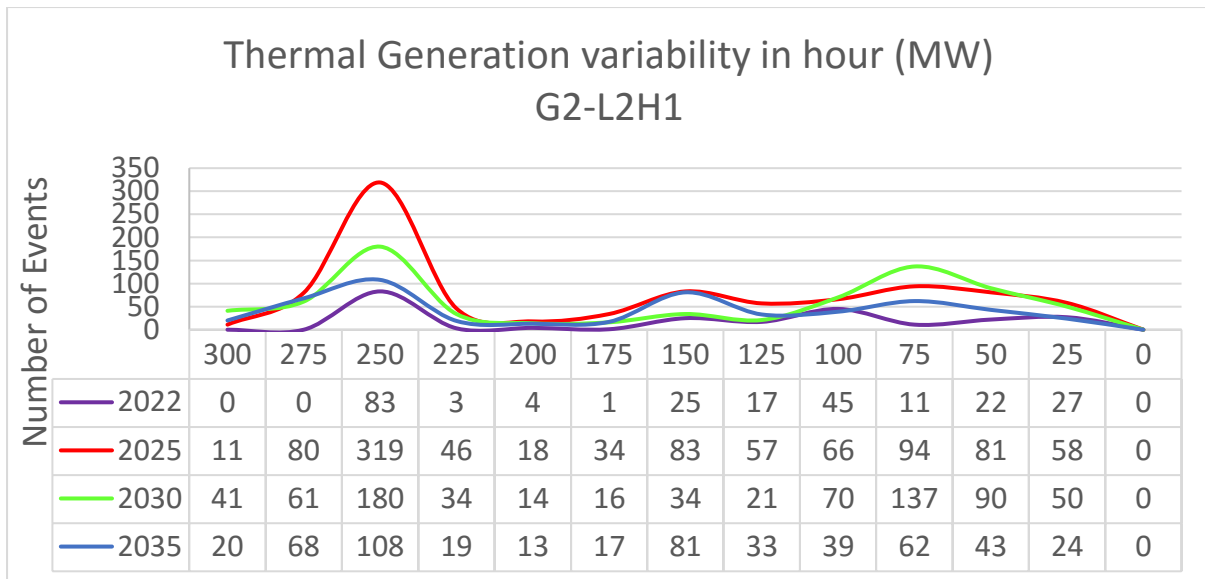
თბოსადგურების მანერულობა - მგვტ.

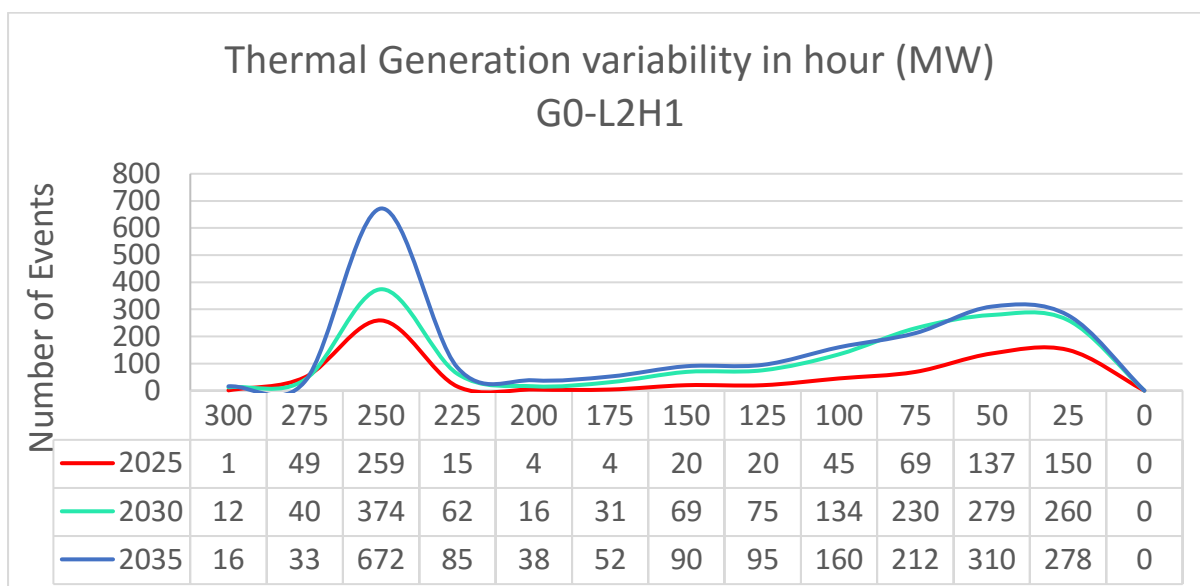
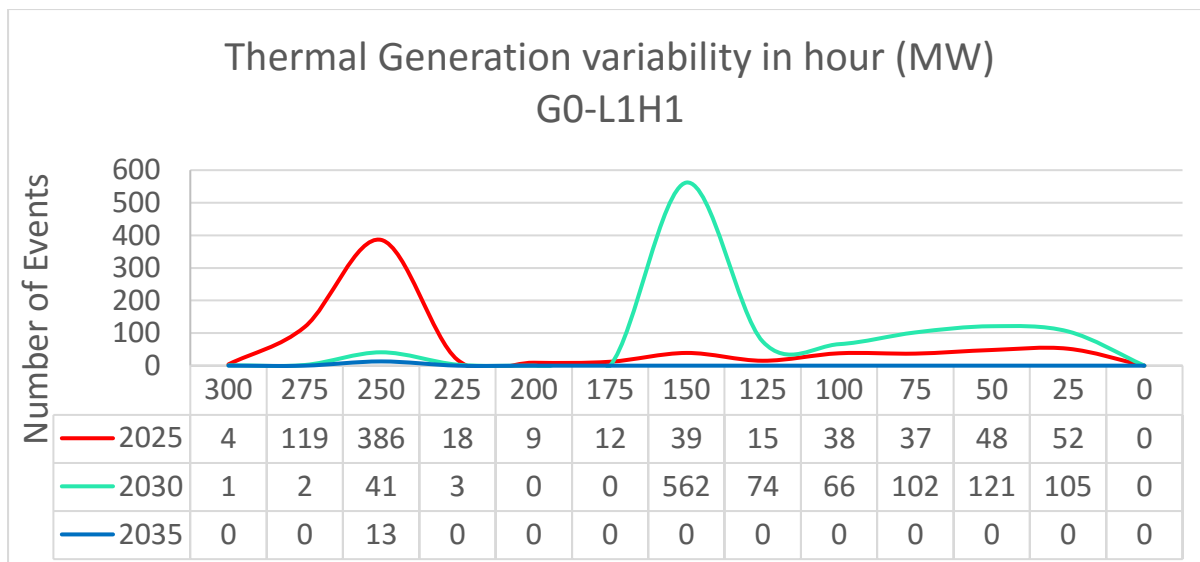












ნახ - 6.47