

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

მაგისტრანტი გოჩა ხორავა

დიდი ინფრასტრუქტურული პროექტების ეკონომიკური
რისკებისა და განუზღვრელობის მოდელირება

**Modeling economic risk and uncertainties of large
infrastructure projects**

ინფორმაციული სისტემები

Information Systems

ნაშრომი შესრულებულია ინფორმაციული სისტემების

მაგისტრის ხარისხის მოსაპოვებლად

სამაგისტრო ნაშრომის ხელმძღვანელი:

თეიმურაზ მანჯაფარაშვილი,

Phd, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული

პროფესორი

თბილისი, 2019

ანოტაცია

ჩვენი ნაშრომი ეძღვნება დიდი ინფრასტრუქტურული პროექტების საფინანსო-ეკონომიკური რისკებისა და შესაბამისი განუზღვრელობების მოდელირებისადმი ახალი, თანამედროვე (მათ შორის ფაზი) მიდგომების მიმოხილვას. ძირითადად განხილულია ორი ნაშრომი:

1. HANS SCHJÆR-JACOBSEN, MODELLING OF ECONOMIC RISK AND UNCERTAINTY IN LARGE INFRASTRUCTURE PROJECTS. Copenhagen University College of Engineering, 15 Lautrupvang DK-2750 Ballerup, Denmark.
2. KIM BANG SALLING, STEEN LELEUR, MODELLING OF TRANSPORT PROJECT UNCERTAINTIES: FEASIBILITY RISK ASSESSMENT AND SCENARIO ANALYSIS. European Journal of Transport and Infrastructure Research, 12(1), 2012.

ამ ნაშრომების გამოჩენა განაპირობა იმან, რომ დანიის ტრანსპორტირების სამინისტრომ ახალი მოთხოვნები ჩამოაყალიბა ბიუჯეტირების, რისკებისა და განუზღვრელობის მენჯმენტისათვის დიდი ინფრასტრუქტურული პროექტებისათვის. ეს ნაშრომები იძლევა ახალ მიდგომას, რომელიც აყალიბებს ზოგიერთ ცენტრალურ მოთხოვნას. შემოტანილია შესაბამისი ღირებულებითი მოდელები, რომლებიც საშუალებას იძლევა თვალყური ვადევნოთ სარისკო ხდომილებების ზემოქმედებას განუზღვრელობაზე ერთეულის ფასების, რაოდენობის, საბოლოო ღირებულების ცვლილების და ასევე პროექტის მთლიანი ღირებულების ცვლილების ტერმინებში. განუზღვრელობა მოდელირებულია ორი ძირითადი პრინციპის, „ალბათობისა“ და „შესაძლებლობის“ შესაბამისად, ასევე მოცემულია დაანგარიშების მეთოდები და შესაბამისი გამოთვლითი განხორციელებულია რიცხვითი მაგალითის საფუძველზე.

ძირითადი სიტყვები: რისკების რაოდენობრივი ანალიზი, სცენარის ანალიზი, სოციო-ეკონომიკური ანალიზი, ტრანსპორტის ინფრასტრუქტურის შეფასება, საბაზისო კლასის პროგნოზირება, საბაზისო სცენარის პროგნოზირება.

annotation

Our work is dedicated to reviewing new, modern (fuzzy) approaches to the financing of major infrastructure projects and financial implications. Two works are mainly discussed:

1. HANS SCHJÆR-JACOBSEN, MODELLING OF ECONOMIC RISK AND UNCERTAINTY IN LARGE INFRASTRUCTURE PROJECTS. Copenhagen University College of Engineering, 15 Lautrupvang DK-2750 Ballerup, Denmark.
2. KIM BANG SALLING, STEEN LELEUR, MODELLING OF TRANSPORT PROJECT UNCERTAINTIES: FEASIBILITY RISK ASSESSMENT AND SCENARIO ANALYSIS. European Journal of Transport and Infrastructure Research, 12(1), 2012.

The Appearance of these papers led to the Danish Transport Ministry set new requirements for budgeting, risk and uncertainties for large infrastructural projects. These papers provide a new approach that sets some central demands. The relevant value models are introduced to enable the impact of risk factors to limit the price, number, final value of the unit price, that change of the total value of the project. The uncertainties are modeled according to two basic principles, "probability" and "possibilities", as well as the calculation methods and the corresponding computation is based on a numerical example.

Key Words: Quantitative analysis of risk, scenario analysis, socio-economic analysis, assessment of transport infrastructure, prediction of base class, prediction of baseline scenario.

შინაარსი (სარჩევი)

Contents

2.1.1	შეფასების ოპტიმიზმი (Optimism Bias), საბაზისო კლასის პროგნოზირება და ახალი მოთხოვნები	18
	ცხრილი 1. ალბათობების განაწილების შესაბამისი ფუნქციები (Salling and Banister, 2009)	20
2.1.2	გრელანდიის მაგალითი და შესაბამისი ღირებულების მოდელი	22
	ცხრილი 2. ასაფრენ-დასაფრენი ზოლების ალტერნატიული სიგრძე, ღირებულება და შესაძლო თვითმფრინავები	24
	ცხრილი 3. ალბათობების შესაძლო განაწილება და მათი მახასიათებლები (ადაპტირებულია Back et al-დან, 2000)	30
	ცხრილი 4. CBA დეტერმინირებული მოდელის გადაწყვეტილების მიღების კრიტერიუმები „ნუუკი 2200მ“-სთვის (Salling and Banister, 2009)	35
2.1.8	რისკებისა და სცენარის ანალიზი: საბაზისო სცენარის პროგნოზირება რისკებისა და განუზღვრელობის შემოტანა ხარჯების მოდელში	41
	რისკებისა და განუზღვრელობის დაანგარიშება ალტერნატიული მიდგომებით	51
	დასკვნა	55

1. შესავალი

რისკის არსი. საფინანსო-ეკონომიკურ სფეროში რისკების ძირითადი სახეები.

ეკონომიკაში მართვის ნებისმიერ დონეზე გადაწყვეტილების მიღების პროცესი მიმდინარეობს გარე და შიგა გარემოს მუდმივად თანმხლებ განუსაზღვრელობის პირობებში, რომელიც ძირითადად განსაზღვრავს საქმიანობის საბოლოო შედეგის ნაწილობრივ ან სრულ განუსაზღვრელობას. ეკონომიკაში განუსაზღვრელობის (unsertainty) ქვეშ იგულისხმება სამეწარმეო საქმიანობის შესახებ ინფორმაციის არასრულობა ან არაზუსტობა, მათ შორის დანახარჯის და მიღებული შედეგების შესახებ. განუსაზღვრელობის მიზეზს წარმოადგენს სამი ძირითადი ფაქტორი: უცოდინარობა, შემთხვევითობა და უკუქმედება. კერძოდ, განუსაზღვრელობა აიხსნება იმით, რომ ეკონომიკური პრობლემები დაიყვანება ალტერნატივების რაღაც რაოდენობიდან ამორჩევის ამოცანამდე, ამასთან ეკონომიკურ აგენტებს – ორგანიზაციებს და ინდივიდებს – არ გააჩნიათ ოპტიმალური არჩევისათვის სიტუაციის შესახებ სრული ცოდნა, ასევე არ აქვთ საკმაო სიძლიერის გამოთვლითი ტექნიკა მათ ხელთარსებული მთელი ინფორმაციის ადეკვატური აღწერისათვის.

თანამედროვე ეკონომიკურ თეორიაში განუსაზღვრელობის `ინდიკატორად` გამოდის კატეგორია რისკი. რისკსა და განუსაზღვრელობას შორის ძირითადი განსხვავება იმაში მდგომარეობს, ცნობილი არის თუ არა გადაწყვეტილების მიმღები სუბიექტისათვის გარკვეული ხდომილობების დადგომის რაოდენობრივი ალბათობები. თუ რისკი დამახასიათებელია მასობრივი, განმეორებადი ხდომილობების მქონე საწარმო-ეკონომიკური სისტემებისათვის,

განუსაზღვრელობა, როგორც წესი, არსებობს იმ შემთხვევებში როცა შედეგების ალბათობების განსაზღვრა ხდება სუბიექტურად წინა პერიოდების სტატისტიკური მონაცემების არ ქონის გამო. რისკის და განუსაზღვრელობის კატეგორიების ინტერპრეტაციის ასეთი მიდგომა მიღებულია ეკონომიკური მეცნიერების ნეოკეინსიანული მიმართულებებში, მაშინ როცა ნეოკლასიკური სკოლა თვლის, რომ ეს ცნებები ტოლფასია. (Downward P. Risk, uncertainty and inference in post-Keynesian economy. A realist commentary. Paper presented at the INEM-ROPE conference, University of New Hampshire, June 15-17, 1998. 14).

რაოდენობრივ მიმართებაში განუსაზღვრელობა გულისხმობს შედეგის მოსალოდნელისაგან, ანუ საშუალოსაგან, როგორც ნაკლებ ისე მეტ მხარეს გადახრის შესაძლებლობას. ასეთ განუსაზღვრელობას ჰქვია `სპეკულაციური`, `წმინდასაგან` განსხვავებით, რომელიც გულისხმობს საქმიანობის საბოლოო შედეგიდან მხოლოდ უარყოფითი გადახრის შესაძლებლობას. შესაბამისად ლიტერატურაში რისკის ცნება შეიძლება შეესაბამებოდეს როგორც სპეკულაციურ განუსაზღვრელობას და მოიცავდეს როგორც დადებით, ისე უარყოფით შედეგებს (მაგალითად, ფინანსურ ბაზარზე ოპერაციების მიმართ), ისე წმინდა განუსაზღვრელობას (ამ აზრით რისკი მოსაზრება სადაზღვევო საქმეში). ფინანსურ რისკ-მენეჯმენტში რისკის (risk) ქვეშ უპირატესად მოიაზრება საკუთარი სახსრების ნაწილის დაკარგვის შესაძლებლობა, შემოსავლების მიუღებლობა ან დამატებითი ხარჯების წარმოშობა საწარმოო საქმიანობის განხორციელების შედეგად, რომელიც შეესაბამება წმინდა განუსაზღვრელობის ცნებას. განუსაზღვრელობისაგან განსხვავებით, რისკი ზომად სიდიდეს წარმოადგენს; მის რაოდენობრივ ზომად გვევლინება არახელსაყრელი შედეგის ალბათობა. უფრო ვიწრო გაგებით ეკონომიკური რისკი განისაზღვრება როგორც მიუღებელი სარგებლის ან ფინანსური აქტივების პორტფელის ღირებულების დანაკარგის, საინვესტიციო პროექტებიდან შემოსავლის მიუღებლობის და ა.შ. გაზომადი ალბათობა. მაგრამ ნებისმიერი რისკისთვის, რომლის გავლენის ქვეშაც იმყოფებიან ფინანსური ორგანიზაციები, არ არის შესაძლებელი ალბათობის განსაზღვრა იმ მოსაზრებით როგორც ის შემოღებულია საბაზრო

რისკისთვის. რისკის მართვის პრობლემა არსებობს ეკონომიკის ნებისმიერ სექტორში – სოფლის მეურნეობიდან და წარმოებიდან დაწყებული ვაჭრობამდე და ფინანსებამდე დამთავრებული, რაც ხსნის მის მუდმივ აქტუალობას. რამდენადაც ეკონომიკის ყველა დარგი დაკავშირებულია ერთმანეთთან ფინანსური სფეროს წყალობით.

ამჟამად, ფინანსურ თეორიაში ჯერ არა არის შემუშავებული რისკების ზოგადად მიღებული და ამომწურავი კლასიფიკაცია. ეს იმასთანაა დაკავშირებული, რომ პრაქტიკაში სხვადასხვა რისკის გამოვლენის ძალიან დიდი რაოდენობა არსებობს, ამასთან ტრადიციულად რისკის ერთიდაიგივე სახე შეიძლება აღნიშნული იყოს სხვადასხვა ტერმინით და ხშირად, ძალიან ძნელია რისკის ცალკეული სახის გარჩევა, მაგალითად, პორტფელურის და საბაზროსი.

მიუხედავად ამისა, გარკვეული დარგობრივი კონსესუსი რისკის იმ ძირითად კლასებსა და ტიპებს შორის, რომლებსაც აწყდებიან ფინანსური შუამავლები, მაინც მიღწეულია. ამჟამად მიღებული სტანდარტული კლასიფიკაციის მიხედვით ფინანსური ინსტიტუტების კეთილდღეობის მთავარ საფრთხეს წარმოადგენენ საბაზრო, საკრედიტო და ოპერაციული რისკები, ლიკვიდურობის რისკები და ხდომილობათა რისკები.

საბაზრო რისკი (market risk) – ეს არის საპროცენტო განაკვეთების, სავალუტო კურსის, აქციათა ფასის, ობლიგაციის და კონტრაქტების რხევის შედეგად აქტივების ღირებულების შეცვლის შესაძლებლობა. საბაზრო რისკის ნაირსახეობას წარმოადგენს, კერძოდ, სავალუტო და საპროცენტო რისკები.

საკრედიტო რისკი (credit risk) ანუ კონტრაგენტის რისკი (counterparty risk) – ეს არის კონტრაგენტების მიერ თავისი ვალდებულებების შესრულების უუნარობით გამოწვეული დანაკარგი, კერძოდ პროცენტების და ვალის ძირითადი თანხის საკრედიტო ხელშეკრულებით გათვალისწინებულ ვადაში გადაუხდელობის გამო. საკრედიტო რისკს მიეკუთვნება ასევე დეფოლტის რისკი და ვადამდელი დაფარვის რისკი.

განმარტების სირთულის მიუხედავად, საკრედიტო რისკი, საბაზრო რისკისაგან განსხვავებით, თავისი ბუნებით ასიმეტრიულია. ეს ნიშნავს, რომ დაკრედიტების

ოპერაციების დროს პოტენციური მოგება შეზღუდულია შედარებით მცირე დადებითი შემოსავლიანობით (ცხადია არც ერთი კრედიტორი ბანკს არ გადაუხდის ხელშეკრულებით გათვალისწინებულზე მეტს), მაგრამ ბანკის პოტენციური დანაკარგი შეიძლება მერყეობდეს გაცილებით მეტ დიაპაზონში: განთავსებული სახსრების 0-დან 100%-მდე (ყველაზე უარეს შემთხვევაში დანაკარგმა შეიძლება გადააჭარბოს სესხის ნომინალურ მნიშვნელობას ვალის დაბრუნების თაობაზე სასამართლო ხარჯების, მიუღებელი სარგებლის, ასევე პოტენციური ჯარიმების, მათ მიერ დაკრედიტებისათვის მოსაზიდი სახსრების კრედიტორების მიერ გადავადების ან დაუბრუნებლობის გამო). ამის გარდა, არსებობს კიდევ მთელი რიგი რისკი, რომლებიც არ წარმოადგენენ სპეციფიურს მხოლოდ ფინანსური სფეროსათვის, მაგრამ, მიუხედავად ამისა, მათი მნიშვნელობის გადაფასება შეუძლებელია. მათ მიეკუთვნებიან:

ლიკვიდურობის რისკი (liquidity risk): ა) საბაზრო ლიკვიდურობის რისკი (market liquidity risk) – ეს არის დანაკარგის შესაძლებლობა, რომელიც გამოწვეულია აქტივების საჭირო რაოდენობით ყიდვა-გაყიდვასთან დროის შედარებით მოკლე პერიოდში საბაზრო კონიუნქტურის გაუარესების გამო; ბ) საბალანსო ლიკვიდურობის რისკი (funding liquidity risk) – ეს არის კონტრაგენტების წინაშე ვალდებულებების შესასრულებლად ნაღდი სახსრების ან სხვა მაღალლიკვიდური აქტივების დეფიციტის წარმოქმნის შესაძლებლობა; ოპერაციული რისკი (operational risk) – ეს არის ოპერაციების ჩატარების დროს პერსონალის მიერ განზრახ თუ უნებლიედ დაშვებული ტექნიკური შეცდომების, ავარიული სიტუაციების, აპარატურის გაუმართაობის, ინფორმაციულ სისტემებზე არასანქცირებული შეღწევის შედეგად მიღებული გაუთვალისწინებელი დანაკარგების შესაძლებლობა. ოპერაციულ რისკებს ხშირად მიაკუთვნებენ იმ ხარჯებსაც, რომელიც გამოწვეულია რისკების შეფასების და მართვისათვის გამოყენებული მეთოდების და მოდელების არაადეკვატურობასთან; ბიზნეს-ხდომილობის რისკი (business event risk) – ფორსმაჟორული გარემოებების, კანონმდებლობის ცვლილების, სახელმწიფო ორგანოების ქმედებების და ა.შ. შედეგად გამოწვეული გაუთვალისწინებელი დანაკარგების შესაძლებლობა. ხდომილობის

რისკს ჩვეულებრივ მიეკუთვნება იურიდიული, საბუღალტრო და საგადასახადო რისკები, რეპუტაციის რისკი, მარეგულირებელი ორგანოები ქმედებების რისკი და სხვა.

უნდა აღინიშნოს, რომ რისკის ბოლო ორი სახეობის ფორმალიზაცია და რაოდენობრივი შეფასება ყველაზე ძნელად შესასრულებელია. ეს იმით აიხსნება, რომ ოპერაციული რისკები და ხდომილობის რისკები ბევრადაა განპირობებული ე.წ. `ადამიანური ფაქტორით`. ჩამოთვლილ რისკებს სხვადასხვა ორგანიზაციისათვის სხვადასხვა მნიშვნელობა გააჩნიათ. მაგალითად, საბანკო საქმეში ყველაზე მეტი დანაკარგი ხდება საკრედიტო და საბაზრო რისკების შედეგად, ხოლო კლირინგული ორგანიზაციებისათვის წინა პლანზე იწევს ოპერაციული რისკი და კონტრაგენტის რისკი. ბოლოს, სამრეწველო საწარმო, ვაჭრობა და მომსახურების სფერო (ფინანსურის გარდა) განიცდის ასევე სპეციფიურ რისკებსაც, რომლებიც გამოწვეულია მათი დარგობრივი კუთვნილებით და წარმოების პროცესის თავისებურებებით. ასეთ რისკებს ჩვეულებრივ უწოდებენ ტექნოლოგიურ ანუ საწარმოო რისკებს და ცდება ნაშრომის ჩარჩოებს.

რისკის მართვის ხერხები.

რისკის დაწვევის ძირითად ხერხებს ეკონომიკაში მათი დარგობრივი კუთვნილების მიუხედავად წარმოადგენენ დაზღვევა, რეზერვირება (თვითდაზღვევა), ჰეჯირება, განაწილება, დივერსიფიკაცია, მინიმალიზაცია (აქტივების და პასივების მართვა) და თავის არიდება (რისკთან დაკავშირებულ ოპერაციებზე უარის თქმა). ჩამოთვლილი ხერხები პირველ რიგში განსხვავდებიან თავიანთი კონომიკური არსით, რომელიც მდგომარეობს რისკის მესამე პირზე გადაცემაში (დაზღვევის, გარანტირების, ჰეჯირების და განაწილების დროს), ან მისი საკუთარ განკარგულებაში დატოვებაში (აქტივების ან პასივების მართვის გზით რეზერვირების, დივერსიფიცირების ან მინიმიზაციის დროს). კლასიფიკაციის სხვა კრიტერიუმად შეიძლება გამოდგეს მართვის ობიექტი, რომელადაც გვევლინება რისკის დადგომის ალბათობა ან რისკის ქვეშ ყოფნა (ჰეჯირების, განაწილების, დივერსიფიკაციის და აქტივების და პასივების

მართვის დროს), ან რისკის გამოვლენის შედეგად ზარალი (რეზერვირების და დაზღვევის დროს).

საბაზრო ეკონომიკაში საწარმოს რისკის დონის შესახებ გადაწყვეტილებას იღებენ მფლობელები და მართველები, ხოლო სახელმწიფოს ძალისხმევა მიმართულია ძირითადად მიღებული რისკის რეალიზაციის შედეგების მინიმიზაციისაკენ.

ანალიზის და სინთეზის ანალოგიურად შეიძლება მოვიყვანოთ განსხვავება რისკის დეკომპოზიციასა და აგრეგირებას შორის. რისკის დეკომპოზიციის (risk disaggregation) ქვეშ იგულისხმება ისეთი რისკის დაშლა ცალკეულ კომპონენტებად, რომლის საბაზრო ღირებულების განსაზღვრა უშუალოდ შეუძლებელია, ხოლო ამ გზით შესაძლებელი ხდება ზოგიერთი მათგანის შეფასება საბაზრო მონაცემებით. რისკის დეკომპოზიცია შეიძლება განისაზღვროს როგორც ანალიტიკური შეფასება ბაზარზე არასავაჭრო ინსტრუმენტების ღირებულებებისა სხვა ინსტრუმენტების საბაზრო დაკვირვებად ღირებულებათა საფუძველზე მათი სწორი ფასწარმოქმნის მიზნით. დეკომპოზიციის მაგალითად შეიძლება გამოდგეს `ფუტ` ოფციონის წარმოადგენა `ქოლ` ოფციონს პლუსს პოზიცია საბაზისო აქტივის მიხედვით. რისკის აგრეგირება (risk aggregation), პირიქით, გულისხმობს ისეთი პორტფელის შექმნას რომლის ელემენტებს შორის კორელაცია ერთზე ნაკლებია, რაც რისკის დაწვევის საშუალებას იძლევა მისი დივერსიფიკაციის გზით. რისკის აგრეგირების მაგალითს წარმოადგენენ VaR მაჩვენებელი და სტრეს-ტესტირება პორტფელის დონეზე. რისკის აგრეგირება და დეკომპოზიცია არ უნდა განვიხილოთ როგორც ურთიერთგამომრიცხავი ხერხები, რამდენადაც აგრეგირებაც ასევე ეყრდნობა საბაზრო რისკის შეფასებას, რომლის გარეშეც შეუძლებელია რისკების გამოვლენებს შორის ალბათობების და კორელაციების ობიექტური შეფასებები, რომელიც აუცილებელია პორტფელური მიდგომის რეალიზაციისათვის.

საბანკო საქმეში რეზერვირება წარმოადგენს იმ რისკების ერთობლიობის მართვის ერთ-ერთ ძირითად საშუალებას, რომელიც არ შეიძლება გადაცემული იყოს მზღვეველზე ან თავმდებზე (დაზღვევის ან თავდებობის საშუალებით) ან საფინანსო ბაზრის მონაწილეებზე (წარმოებული ინსტრუმენტებით ჰეჯირების გზით).

მოსალოდნელი დანაკარგის კომპლექსაციის მიზნით ბანკები ახდენენ საკუთარი სახსრების – კაპიტალის, ასევე აუცილებელი რეზერვების ფორმირებას ბანკის სხვადასხვა სესხზე და აქტივებზე შესაძლო დანაკარგებისათვის, რომელიც მიეკუთვნება ბანკის ხარჯებს (ფაქტობრივად ეს ნიშნავს კლიენტზე რისკის გადაცემას მისი მომსახურების ფასში ჩართვის გზით, მაგალითად, კრედიტის). კაპიტალის რეზერვირება დევს საბანკო სისტემის რისკების სახელმწიფო რეგულირების საფუძველში. დაზღვევა, ისევე როგორც რეზერვირება, არ ისახავს მიზნად რისკის გამოვლენის ალბათობის შემცირებას, არამედ მიმართულია მისი წარმოშობის შემთხვევაში მატერიალური ზარალის ანაზღაურებაზე. დაზღვევისათვის ვარგისია რისკის მასობრივი სახეობები, რომელსაც მრავალი ეკონომიკური აგენტი განიცდის, რომელთა გამოვლენა ერთმანეთთან ძალიან არ არიან კორელირებულნი და ცნობილი არიან დიდი სიზუსტით. რისკის ზემოთ განხილული სახეებიდან ყველაზე მეტად ამ მოთხოვნებს აკმაყოფილებენ ოპერაციული და საკრედიტო რისკები.

ჰეჯირება წარმოადგენს შესაძლო დანაკარგებიდან დაცვის საშუალებას გაწონასწორებული გარიგების გზით (ფასის ცვლილების რისკის ერთი პირიდან მეორეზე გადატანა). ჰეჯირება განკუთვნილია საბაზრო რისკების გავლენის შედეგად ჩადებული სახსრების შესაძლო დანაკარგის შესამცირებლად და, იშვიათად, საკრედიტო და ხდომილების რისკის შესამცირებლად. ისევე როგორც დაზღვევის შემთხვევაში, ჰეჯირება მოითხოვს დამატებითი რესურსების მოცდენას (მაგალითად, საოფციონო პრემიის გადახდას ან მარჟის შეტანას). სრულად ჰეჯირება გულისხმობს რაიმე სარგებლის ან ზარალის მიღების გამორიცხვას მოცემულ პოზიციის მიხედვით საწინააღმდეგო ან კომპესირებადი პოზიციის გახსნის ხარჯზე. ამგვარი `ორმაგი გარანტია` როგორც სარგებლისაგან, ისე წაგებისაგან განასხვავებს სრულ ჰეჯირებას კლასიკური დაზღვევისაგან. საბაზრო რისკების ჰეჯირება ხორციელდება წარმოებული ინსტრუმენტების დასაბალანსებელი ოპერაციების განხორციელების გზით – ფორვარდებით, ფუჩერებით, ოფციონებით და სვოპებით. ბოლო წლებში გამოჩნდა ჰეჯირების ინსტრუმენტები საკრედიტო რისკების და ხდომილობების რისკების, რომლებსაც

მიეკუთვნებიან, მაგალითად, საკრედიტო სვოპები და პროგნიზირებაზე წარმოებულები. რისკის დაწევა შეიძლება მიღწეული იყოს ასევე მისი გარიგების მონაწილეთა შორის განაწილებით (რისკის შეტანით პროდუქციის ან მომსახურების ღირებულებაში, გარანტიების მიცემით, ქონების გირავნობით, ურთიერთსაჯარიმო სისტემით). რისკის განაწილება გულისხმობს პოტენციური ინვესტორების ან პროექტის მონაწილეთა რაოდენობის გაფართოებაზე (შემცირებაზე) გადაწყვეტილების მიღებას.

დივერსიფიკაცია წარმოადგენს რისკის ერთობლივი ზემოქმედების შემცირების საშუალებას დაბანდებების და/ან ვალდებულებების განაწილების გზით. ყველაზე ხშირად დივერსიფიკაციის ქვეშ იგულისხმება ფინანსური აქტივების ერთზე მეტი სახის აქტივში განთავსება, რომელთა ფასები ან შემოსავლიანობები სუსტადაა კორელირებული ერთმანეთთან. დივერსიფიკაციის სხვა ფორმას წარმოადგენს სახსრების მოზიდვა სხვადასხვა, ერთმანეთთან სუსტად დამოკიდებული წყაროებიდან. დივერსიფიკაციის არსი მდგომარეობს ერთ ხდომილობაზე მაქსიმალურად შესაძლო დანაკარგების შემცირებში, მაგრამ ამ დროს ერთდროულად იზრდება იმ რისკების რაოდენობა, რომლის კონტროლირება აუცილებელია, რაც იწვევს ტრანსაქციური ხარჯების ზრდას. დივერსიფიკაცია წარმოადგენს საბაზრო და საკრედიტო რისკების დაწევის ერთ-ერთ ყველაზე პოპულარულ მექანიზმს ფინანსური აქტივების პორტფელის, საბანკო სესხების ან პასივების ფორმირების დროს. უნდა აღინიშნოს, რომ დივერსიფიკაცია მხოლოდ არასისტემატური რისკების (კონკრეტულ ინსტრუმენტთან დაკავშირებული რისკების) დაწევის საშუალებას იძლევა, მაშინ როცა ყველა განხილული ინსტრუმენტისათვის (მაგალითად, ეკონომიკის ციკლური ვარდნის რისკი) საერთო სისტემატური რისკები, არ მცირდება პორტფელის სტრუქტურის შეცვლის გზით.

მინიმიზაცია მიზნად ისახავს აქტივების და ვალდებულებების დაწვრილებით დაბალანსებას, იმისათვის რომ მინიმუმამდე დაიყვანოს პორტფელის წმინდა ღირებულების რხევები. ამ შემთხვევაში თეორიულად არ წარმოიშობა რეზერვის შესაქმნელად ან კომპენსირებაში პოზიციის გახსნისთვის სახსრების მოზიდვის

საჭიროება. აქტივების და პასივების მართვა მიმართულია დიდი რისკის თავიდან ასაცილებლად პორტფელის ძირითადი პარამეტრების დინამიური რეგულირების გზით. სხვა სიტყვებით, ეს მეთოდი, ჰეჯირებისაგან განსხვავებით, რომელიც რისკის წინასწარ ნეიტრალიზაციაზეა დაფუძნებული, მიმართულია თვითონ საქმიანობის პროცესში რისკის თავიდან აცილებაზე. აქტივების და პასივების მართვა ყველაზე ფართოდ საბანკო საქმეში გამოიყენება საბაზრო, ძირითადად

სავალუტო და საპროცენტო რისკების გასაკონტროლებლად. რისკების მართვის ზემოთ ჩამოთვლილი ყველა ხერხი შეადგენს სწორედ ფინანსური მენეჯმენტის არსენალს, რომლის საშუალებითაც ხდება მთავარი ამოცანის – კონკურენციის პირობებში გადარჩენის, ცალკეული საწარმოს დონეზე საბაზრო ღირებულების აწევის და ცალკეული ქვეყნის დონეზე, და ზოგადად, მსოფლიო ეკონომიკის დონეზე ფინანსური სისტემის ფუნქციონირების სტაბილურობის გადაწყვეტა.

2. ძირითადი ნაწილი

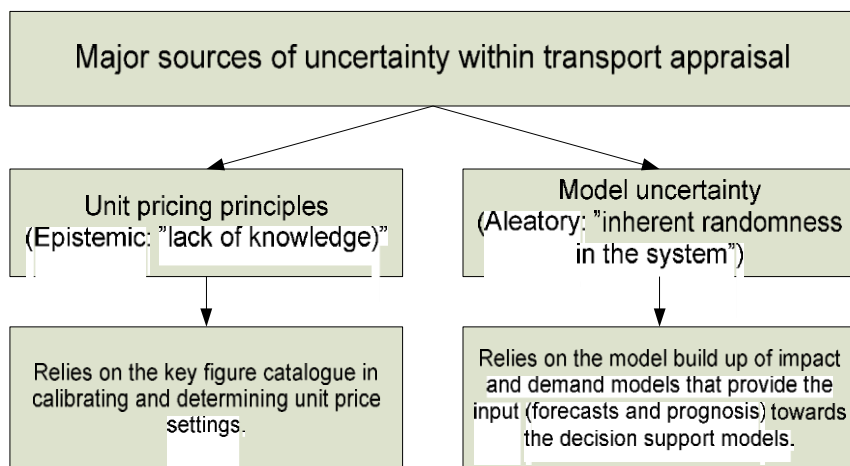
დიდი ინფრასტრუქტურული პროექტების ეკონომიკური რისკებისა და განუზღვრელობის მოდელირება

2.1 აეროდრომის მოდელი

ამ სტატიაში წარმოდგენილია განუზღვრელობის შესწავლის ახალი მეთოდოლოგია, რომელიც ეხება ინფრასტრუქტურის შეფასებაზე დაფუძნებულ ტრანსპორტთან დაკავშირებული გადაწყვეტილებების მიღებას. ეს მიდგომა ეფუძნება შეფასების ოპტიმიზმის (Optimism Bias) პრინციპის გაერთიანებას, რომელიც ასახავს ტრანსპორტთან დაკავშირებული სარგებელის გადაჭარბებული შეფასების ისტორიულ ტენდენციებს და საინვესტიციო ხარჯების სათანადოდ ვერშეფასებას, რისკის რაოდენობრივ ანალიზს, მონტე-კარლოს სიმულაციის საფუძველზე და კვლევითი სცენარების კომპლექტის გამოყენებას. ანალიზი ხორციელდება CBA-DK-ის მოდელის გამოყენებით, რომელიც წარმოადგენს დანიის სტანდარტის მიდგომას

ხარჯებისა და სარგებელის სოციალურ-ეკონომიკურ ანალიზთან. კერძოდ, სტატიაში შემოთავაზებულია შეფასების ოპტიმიზმისა (Optimism Bias) და მასთან დაკავშირებული საბაზისო კლასის პროგნოზირების ახალი მეთოდის ახალ მეთოდთან დამატება, რომელიც იყენებს სცენარის ქსელს. ჩვენ ექსპერიმენტის სახით ვწარგავთ და მივაკუთვნებთ მას საბაზისო სცენარის პროგნოზირებას (RSF). მეთოდოლოგია წარმოდგენილია გრელანდიის დედაქალაქში, ნუუკში ახალი აეროდრომის შეფასების მაგალითის სახით. მასში წარმოდგენილია ინფრასტრუქტურის შეფასებაზე დაფუძნებული სატრანსპორტო გადაწყვეტილებების მიღებასთან დაკავშირებული განუზღვრელობის შემცირების ახალი გზა. დოკუმენტში შემოთავაზებულია შეფასების ოპტიმიზმის (Optimism Bias) პრინციპის გაერთიანება, რომელიც ასახავს ტრანსპორტთან დაკავშირებული სარგებელის გადაჭარბებული შეფასებისა და საინვესტიციო ხარჯების სათანადოდ ვერშეფასების ზოგად ტენდენციებს, რისკის რაოდენობრივ ანალიზს, რომელიც ეფუძნება მონტე-კარლოს სიმულაციას, და კვლევითი სცენარების ნაკრების გამოყენებას. ანალიზი ხორციელდება CBA-DK-ის მოდელის გამოყენებით, რომელიც წარმოადგენს დანიის სტანდარტის მიდგომას ხარჯებისა და სარგებელის სოციალურ-ეკონომიკურ ანალიზთან. კერძოდ, სტატიაში შემოთავაზებულია შეფასების ოპტიმიზმის (Optimism Bias) და მასთან დაკავშირებული საბაზისო კლასის პროგნოზირების ახალი მეთოდის ახალ მეთოდთან დამატება, რომელიც იყენებს სცენარის ქსელს. ჩვენ ექსპერიმენტის სახით ვწარგავთ და მივაკუთვნებთ მას საბაზისო სცენარის პროგნოზირებას (RSF). CBA-DK-ს მოდელიდან მიღებული RSF-ის საბოლოო შედეგი შედგება სცენარზე დაფუძნებული გრაფიკების ნაკრებისგან, რომლებიც ასრულებენ რისკთან დაკავშირებული გადაწყვეტილების მიღების მხარდამჭერ ფუნქციას შეფასებული სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის პროექტთან დაკავშირებით. RSF-ის პრეზენტაცია წარმოდგენილია გრელანდიის დედაქალაქში, ნუუკში ახალი აეროდრომის შეფასების მაგალითის გამოყენებით.

ტრანსპორტის ინფრასტრუქტურის შეფასებაში განუზღვრელობის არსებობა წარმოადგენს საყოველთაო განხილვის საგანს ლიტერატურაში (Back et al., 2000; Flyvbjerg et al., 2003; Priemus et al., 2008; Salling, 2008). ამ სტატიაში, რისკების რაოდენობრივი ანალიზის მიდგომის ნაწილის სახით, განხილულია განუზღვრელობები რომელიც მოიცავს ტრანსპორტთან დაკავშირებულ ზემოქმედებას, როგორცაა სამშენებლო ხარჯები და ტრანსპორტით გადაადგილებასთან დაკავშირებული სარგებელი, რომელსაც გააჩნია ალბათობის განაწილების ფუნქცია, რომელიც იყენებს მონტე-კარლოს სიმულაციას განუზღვრელობების ერთმანეთთან შეთანხმების მიზნით. შესაბამისად, მოხდა განუზღვრელობის ხასიათთან დაკავშირებული ქვედანაყოფის გათვალისწინება, რომელიც შემთხვევით (სტოქასტიურ) განუზღვრელობებს და ეპისმეტიკურ განუზღვრელობებს ყოფს ეგრედწოდებულ ცვალებადობად და განუზღვრელობად (Salling and Banister, 2010). სქემატური გამოსახულება წარმოადგენილია დიაგრამაზე 1, რომელიც აჩვენებს სხვაობას აღნიშნული განუზღვრელობის ორ ძირითად წყაროს შორის.



ტრანსპორტის ინფრასტრუქტურის შეფასების ფარგლებში არსებული განუზღვრელობის ძირითადი წყაროები	
ერთეულის ფასის დადგენის პრინციპები (ეპისტემიკური: „არასაკმარისი ცოდნა“)	მოდელში არსებული განუზღვრელობა ალეატორული: „სისტემაში არსებული უწყესრიგობა“)
ეყრდნობა მაჩვენებლების ძირითად კატალოგს ერთეულის ფასის განსაზღვრისას	ეყრდნობა ზემოქმედების და მოთხოვნის მოდელებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ გადაწყვეტილების მიღების მხარდამჭერ მოდელებში ინფორმაციის შეყვანას (პროგნოზებს)

დიაგრამა 1. სქემატური მიმოხილვა, რომელიც ტრანსპორტის ინფრასტრუქტურის შეფასების ფარგლებში გვიჩვენებს სხვაობას განუზღვრელობის ორ ძირითად წყაროს შორის (ადაპტირებული Vose (2002; 2008))-დან.

¹ Bygningstorvet 115, 2800 Kgs. Lyngby, Denmark, T: +4545251548, F: +4545256493, E: kbs@transport.dtu.dk

² Bygningstorvet 115, 2800 Kgs. Lyngby, Denmark, T: +4545251530, F: +4545256493, E: sl@transport.dtu.dk

დიაგრამა 1, პირველ რიგში, გვიჩვენებს ძირითად განუზღვრელობებს, რომლებიც ჩადებულია ნებისმიერი სახის მოთხოვნად ან ზემოქმედების მქონე მოდელში და მეორე რიგში, განუზღვრელობებს, რომელიც დამახასიათებელია CBA-ის ნებისმიერი ფასწარმოების სტრატეგიისთვის (ფასწარმოების სტრატეგია მიეკუთვნება დანიის ფინანსთა სამინისტროს მიერ განსაზღვრული ფასწარმოების პრინციპებს, რომლებიც განსაზღვრავენ და შესაბამისად ადგენენ სატრანსპორტო საშუალებებთან დაკავშირებული სხვადასხვა ზემოქმედების ერთეულის ფასს).

Vose (2002; 2008) გვთავაზობს ამ ორი საკითხის გაყოფას ცვალებადობის განუზღვრელობად (ალეატორული) და განუზღვრელობად (ეპისტემიკური), კონკრეტული პრობლემის მთლიანი გაურკვევლობის მოცვის მიზნით. ეპისტემიკური განუზღვრელობა ჩნდება მაშინ, როდესაც ფასწარმოების სტრატეგიები განისაზღვრება არასრულყოფილი ცოდნის სახით, რომელიც შეიძლება შემცირდეს მეტი კვლევის ჩატარებისას და ემპირიული ანალიზის გზით. ალეატორული განუზღვრელობა

(მოდელირების დეფიციტი) გამოწვეულია სისტემისთვის დამახასიათებელი ცვალებადობით, რომელიც განსაკუთრებით გამოიყენება ადამიანურ და ბუნებრივ სისტემებში, რომელიც ეხება სოციალურ, ეკონომიკურ და ტექნოლოგიურ განვითარებას (Salling and Leleur, 2011).

დიაგრამა 1 აშკარად არ მოიცავს სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის შეფასებაში არსებული განუზღვრელობის სრულ ჩამონათვალს; არსებობს განუზღვრელობის ბევრი სხვა ჯგუფი, როგორცაა, მაგალითად განსაზღვრა იმისა, თუ რომელი ხარისხობრივი და რაოდენობრივი ზემოქმედება უნდა იქნეს შეტანილი, გადაწყვეტილების მიღების პროცესთან მეთოდოლოგიური მიდგომის შერჩევა, ზემოქმედების, მოთხოვნისა და ტრანსპორტის მოდელში შესაყვანი სხვადასხვა პარამეტრები, და ა.შ. თუმცა, ამ დოკუმენტში შემოთავაზებული მიდგომა, რომელიც ეხება ტრანსპორტთან დაკავშირებულ გადაწყვეტილების მიღებას, უბრალოდ ორიენტირებულია განუზღვრელობის ორ ძირითად წყაროზე. Mackie and Preston (1998); Vose (2002); de Jong et al. (2005) და Vose (2008) გთავაზობთ ამ საკითხის სიღრმისეულ განხილვას.

სტატია აგებულია შემდეგი ფორმით. ნაწილში 2 მოცემულია შეფასების ოპტიმიზმის (Optimism Bias) და საბაზისო კლასის პროგნოზირება. ნაწილი 3 ეხება გრენლანდიის საქმის კვლევას და CBA-DK მოდელის მიხედვით ჩატარებულ გამოთვლებს, ყველა ცხრა სცენართან ერთად. საბაზისო სცენარში 5, აღწერილია RCF-ზე დაფუძნებული ალბათობის შეყვანის განაწილება და მოცემულია მოდელის მუშაობის შედეგები. მე-4 ნაწილში წარმოდგენილია საბაზისო სცენარის პროგნოზირების პრინციპები და ილუსტრირებულია მოდელის მუშაობა. წარმოდგენილი RSF შედეგები შედგება სცენარზე დაფუძნებული გრაფიკების ნაკრებისგან, რომლებიც ასრულებენ მხარდამჭერ ფუნქციას გადაწყვეტილების მიღებისას, რომელიც დაკავშირებულია ტრანსპორტის ინფრასტრუქტურის შეფასებული პროექტის რისკთან. ბოლო ნაწილში 5 წარმოდგენილია დასკვნა და შემდგომი კვლევის პერსპექტივა.

ახლა მიმოვიხილოთ მეორე სტატია სხვა მიდგომით

დოკუმენტი [1]-ის გამოყენებით, დანიის ტრანსპორტის სამინისტრომ დიდი ინფრასტრუქტურული პროექტების ბიუჯეტების ახალი მიდგომა შეიმუშავა. ეს ინიციატივა ითვალისწინებდა რამდენიმე მსხვილი ინფრასტრუქტურული პროექტის გამოცდილებას, რომლებმაც საკმაოდ გადააჭარბეს თავიანთ ბიუჯეტს, რამაც პოლიტიკური შეშფოთება გამოიწვია ცენტრალურ ადმინისტრაციში. პოლიტიკურ ინიციატივას მოჰყვა დოკუმენტი (2), რომლითაც შემუშავდა მთელი რიგი მოთხოვნები, რომელიც უნდა შესრულებულიყო სამომავლო პროექტებში, რათა თავიდან აეცილებინათ ან შეემცირებინათ პროექტების საბიუჯეტო გადახარჯვა.

სამინისტრომ დიდი პროექტებისადმი ახალი მიდგომის გამოყენება წამოიწყო, ახალი სასიგნალო და დაცვითი სისტემების დანერგვისას, რომლებსაც ანხორციელებს დანიის რკინიგზა.

ეკონომიკური განუზღვრელობის მოდელირების ალტერნატიული მიდგომები შეიძლება გაიყოს ორ განსხვავებულ კატეგორიად - მეთოდებით დაფუძნებული შესაძლებლობით და ალბათობით მიდგომებზე, [3]-[8]. ამ ნაშრომში ჩვენ ვიყენებთ სამმაგ შეფასებით და სამკუთხა ალბათობი განაწილებებს.

2.1.1 შეფასების ოპტიმიზმი (Optimism Bias), საბაზისო კლასის პროგნოზირება და ახალი მოთხოვნები

შეფასების ოპტიმიზმის (Optimism Bias) მიდგომა ხორციელდება კარგად შექმნილი მეთოდის გზით - საბაზისო კლასის პროგნოზირებით (RCF). შეფასების ოპტიმიზმი (Optimism Bias) განსაკუთრებით გამოიყენება ტრანსპორტის პროექტის შეფასების სქემებში და მოიცავს სარგებელის გადაჭარბებული შეფასების და ხარჯების სათანადოდ ვერშეფასების ზოგად ტენდენციებს. შესაბამისად, ეს პერსპექტივა ქმნის საფუძველს მცდარი გადაწყვეტილების მიღების თვალსაზრისით,

კერძოდ, როდესაც საქმე ეხება ტრანსპორტის პროექტის შეფასებას. ამგვარად, ტრანსპორტთან დაკავშირებულმა რამოდენიმე პროექტმა გადააჭარბა ღირებულებას და / ან შემცირდა ტრანსპორტზე მოთხოვნა (Flyvbjerg et al., 2003).

თეორიული საფუძველი შედგება პერსპექტივის თეორიისგან, რომელიც შეიმუშავეს კანემანმა და ტვერსკიმ 1979 წელს(დანიელ კანემანმა 2002 წელს მიიღო ნობელის პრემია ეკონომიკის დარგში, სადაც მუშაობდა ამოს ტვერსკისთან ერთად(1937-1996)). პერსპექტივების თეორია აღწერს ალტერნატივებს შორის გადაწყვეტილებების მიღებას, რომლებიც დაკავშირებულია რისკთან, ანუ, ალტერნატივებს, სადაც საერთო შედეგი გაურკვეველია, მაგრამ მასთან დაკავშირებული ალბათობები ცნობილია. დადასტურებულია, რომ გადაწყვეტილების მიღების დროს დაშვებული შეცდომები ხშირად სისტემურია და შესაბამისად პროგნოზირებადი, და არა შემთხვევით გაპარული შეცდომა ან ხარვეზი. ამდენად, ადამიანის მიერ მიღებული გადაწყვეტილება, მათ შორის პროგნოზირება, მაგ. მშენებლობის ღირებულების სქემებთან დაკავშირებით, სისტემურია. ამიტომ, პერსპექტივის თეორიის თეორიული საფუძველი ითარგმნა ეგრეთწოდებულ საბაზისო კლასის პროგნოზირებად, რომელიც, ზოგადად წარმოადგენს მიუკერძოებელი პროგნოზების მეთოდს ან სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ადამიანის გადაწყვეტილებებით გამოწვეული შეცდომების აღმოფხვრას (Kahneman and Tversky, 1979; Flyvbjerg, 2006). საბაზისო კლასი აღნიშნავს წარსული პროექტების ნაკრებს, რომელიც არის მიმდინარე შეფასების მსგავსი. ამ შემთხვევაში, მთელი რიგი პროექტებისთვის შეგროვებულია წარსული შეცდომების სისტემური ნაკრები, რომელიც ახდენს არსებული ხარვეზების შედარებას დაგეგმვის ეტაპზე (Flyvbjerg et al., 2003). შემდეგ ხდება წარსული პროექტებით მიღებული გამოცდილების შეჯამება და შედარება იმისათვის, რომ შესაძლებელი იყოს „დაგეგმვასთან დაკავშირებული შეცდომების“ თავიდან აცილება (Buehler et al., 2003; Koole and Spijker, 2000).

საბაზისო კლასის პროგნოზირების (RCF) შექმნა ხდება მსგავსი პროექტებიდან მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე. საბაზისო კლასის კლასიფიკაციის შესწავლა

მოხდა Flyvbjerg და COWI-ში (2004), გვ. 13-14, სადაც პროექტების სამი ძირითადი ჯგუფი სტატისტიკურად შემოწმდა მსგავსებაზე, კერძოდ, საავტომობილო გზები (ავტომაგისტრალები), სარკინიგზო (მეტრო, ჩვეულებრივი სარკინიგზო და ჩქაროსნული სარკინიგზო გზები) და ფიქსირებული მაკავშირებელი საშუალებები (ხიდები და გვირაბები). შესაბამისად, RCF არ ცდილობს იმ კონკრეტული გაურკვეველი მოვლენების პროგნოზირებას, რომელიც გავლენას მოახდენს კონკრეტულ პროექტზე, არამედ მეთოდოლოგია პროექტის შესაფასებლად იყენებს ამ კლასის საბაზისო პროექტების შედეგების სტატისტიკურ განაწილებას. Flyvbjerg et al. (2003) შექმნა საბაზისო კლასის პროექტების მთელი ნაკრები, რომელიც დაყოფილი იყო სამი სახის სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის ინვესტიციებად, კერძოდ, გზის, რკინიგზისა და ფიქსირებული დამაკავშირებელი საშუალებების პროექტებად. უკანასკნელზე დაყრდნობით, Salling (2008) ჩაატარა მონაცემთა ანალიზი და აღმოაჩინა ალბათობების განაწილების ნაკრები, რომელიც შეესაბამება Flyvbjerg et al. (2003) მონაცემებს, რომლებიც დაკავშირებულია ტრანსპორტის ინფრასტრუქტურის შეფასებებთან, იხილეთ ცხრილი 1.

ცხრილი 1. ალბათობების განაწილების შესაბამისი ფუნქციები (Salling and Banister, 2009)

ზემოქმედება	განაწილება
მომხმარებელთა სარგებელი სამშენებლო ხარჯები	Beta-PERT Erlang

ცხრილში 1 გამოსახული ორი განაწილების შედარება მოხდა საბაზისო კლასის პროექტებთან, ტრანსპორტზე მოთხოვნის პროგნოზირებასთან მიმართებაში,

რომელსაც საბოლოო ჯამში მივყავართ მომხმარებლის მიერ მიღებულ სარგებელამდე გზაში დროს დაზოგვის, ბილეთებიდან მიღებული შემოსავლის და ა.შ. და სამშენებლო ხარჯების თვალსაზრისით (Flyvbjerg et al., 2003). ეს ორი ზემოქმედება, ტრანსპორტის შეფასების სქემების უმეტესობაში, ქმნის მთავარ კომპონენტს (Leleur, 2000), ამიტომ ქვემოთ მოყვანილი მაგალითი ეხება რისკების შეფასების ანალიზის განაწილებას გრენლანდიაში.

საბაზისო კლასის პროგნოზირება და ახალი მოთხოვნები

ჩვენ ყურადღებას ვაქცევთ ზოგიერთ ახალ მოთხოვნას, რომლებიც განსაკუთრებით ცენტრალურია რისკისა და განუზღვრელობის მართვაში და მოუწოდებს შემდეგი ახალი მიდგომებისაკენ:

1) პროექტის ბიუჯეტი ცალსახად უნდა გაკეთდეს ერთეულის ფასებისა და რაოდენობების მიმართებაში. ერთეულის ფასები და რაოდენობები შეფასებულია შედარებადი პროექტების გამოცდილებაზე დაფუძნებით.

2) საბიუჯეტო კონტროლი ხორციელდება სტანდარტიზებული ბიუჯეტებით და შემდგომი შედეგების რეგისტრაციით. პროექტის ყველა ფაზის ბოლოს ბიუჯეტის ვერსია რეგისტრირდება. ფაქტობრივ და ადრეულ ბიუჯეტებს შორის განსხვავებების დანახვა ხდება ხელმისაწვდომი.

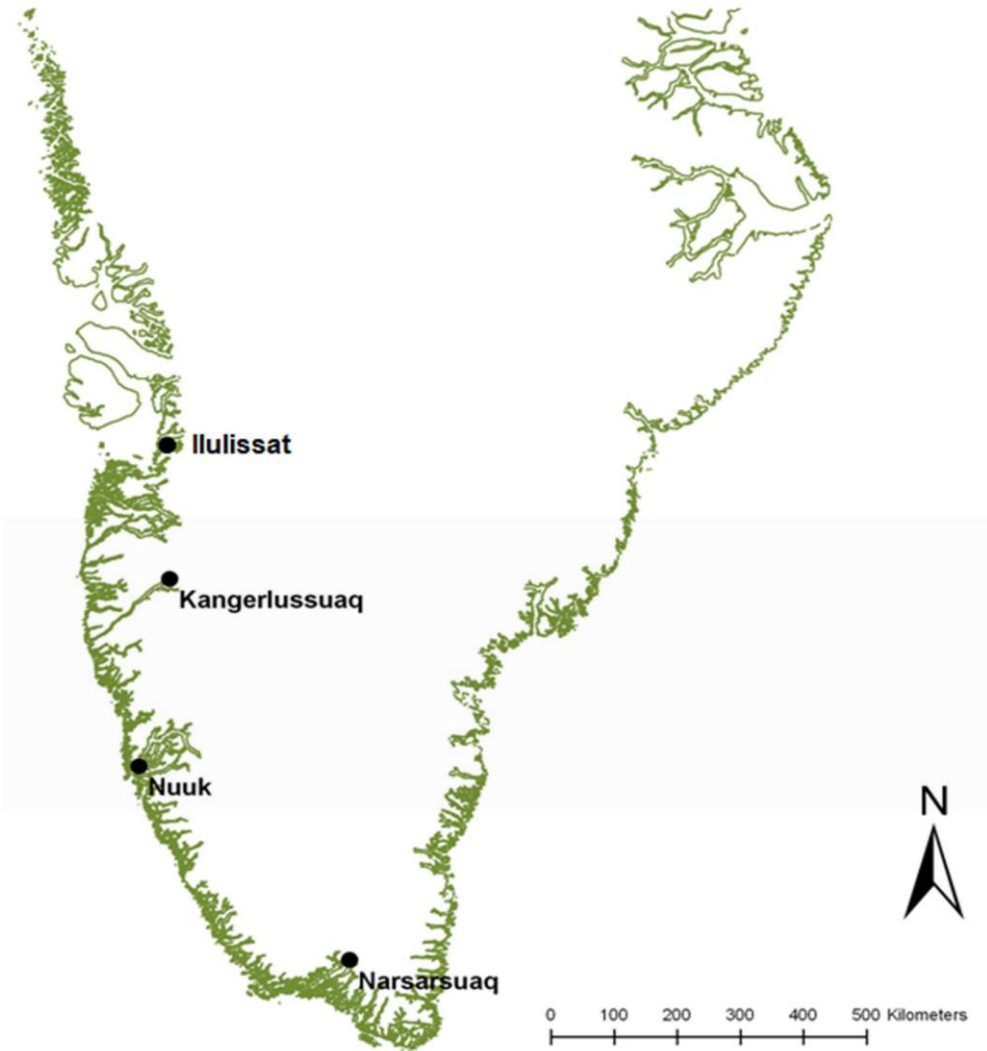
3) რისკის და განუზღვრელობის მართვა მთელი პროექტის განმავლობაში ტარდება. კეთდება რისკების და განუზღვრელობის ცვლილებების განუწყვეტელი ანგარიშები.

პროექტის პირველ ფაზაში მიახლოებული ბიუჯეტის შეფასება ეფუძნება ერთეულის ფასების, რაოდენობებისა და კონკრეტული რისკების შეფასებებს. დამატებითი, გამოცდილებაზე დაფუძნებული დამატებითი ბიუჯეტი, მიახლოებითი ბიუჯეტის 50%-ის ერთი მესამედის ოდენობით, გამოიყოფა ძირითად ბიუჯეტად, მაშინ როდესაც

დანარჩენი ორი მესამედი გადაირიცხება ცენტრალურ სარეზერვო ფონდში მიმდინარე პროექტების პორტფოლიოს მთლიანი რისკის დასაფარავად.

2.1.2 გრელანდიის მაგალითი და შესაბამისი ღირებულების მოდელი

სტატიაში გამოყენებულია Leleur et al. (2007), Salling (2008) და Salling და Banister (2009)-დან აღებული ინფორმაცია, რომელშიც ნუუკის ახალი საერთაშორისო აეროპორტის ანალიზი წარმოდგენილია პროექტის სამი ალტერნატივის სახით. პირველ რიგში საჭირო იყო ტრანსპორტირების ახალი საერთო გეგმის შემუშავება იმისათვის, რომ დაეკმაყოფილებინათ ტურისტების მზარდი მოთხოვნა და მეორე რიგში, მოემზადებინათ გრელანდია ავიაკომპანიის კონკურენციის თვალსაზრისით (ამჟამად, გრელანდიას ემსახურება მხოლოდ სკანდინავიის ავიახაზები, SAS და AirGreenland) და ბოლოს, ყველაზე სასწრაფო იყო, გამკლავებოდნენ Dash 7 თვითმფრინავების ეტაპობრივ შემცირებას. არსებული ასაფრენ-დასაჯდომი ზოლები იქნებოდა ძალიან მოკლე უფრო ახალი თვითმფრინავებისთვის, როგორცაა Dash 8. მაგალითად, ნუუკში არსებული ასაფრენ-დასაჯდომი ზოლი 1200 მეტრია, მაშინ როდესაც, Dash 8-400 სჭირდება მინიმუმ 1600 მეტრი დასაჯდომად. ასევე, ამ თემატურ კვლევაში განხილულია საერთაშორისო აეროპორტის კანგერლუსუაკიდან გრელანდიის დედაქალაქ ნუუკში გადატანის შესაძლებლობა. ბუნებრივია, რომ ბევრი დაინტერესებული მხარე დაინტერესებულია თავიანთი სარგებლის მაქსიმალურად გაზრდაში, რამაც გამოიწვია რამდენიმე საპროექტო წინადადების შეთავაზება გრელანდიის ინფრასტრუქტურაში ახალი ინვესტიციების ჩადების თვალსაზრისით.



დიაგრამა 2. ოთხი ძირითადი აეროპორტის ადგილმდებარეობა გრენლანდიაში (Salling and Banister, 2009)

ტრანსპორტის საერთო გეგმა მოიცავდა მთელ რიგ სცენარებსა და ალტერნატივებს (Leleur et al., 2007); ასევე ასაფრენ-დასაფრენი ზოლების სიგრძის სამ სხვადასხვა ვარიანტს ნუუკის, ილულისატისა და კანგერლუსუაკის ქალაქებში. ყველა უცხოელი ტურისტის (და ადგილობრივის) დაახლოებით 70% დანიშნულების პუნქტად ირჩევს ნუუკს; თუმცა, რადგან ერთადერთი საერთაშორისო აეროპორტი მდებარეობს კანგერლუსუაკიში, ყველა მოგზაური იძულებული გაჩერდეს აქ (Nielsen et al., 2007).

დიაგრამაზე 2 გამოსახულია ქალაქები, სადაც კანგერლუსუაკი არის ძირითადი საერთაშორისო აეროპორტი, რომელიც ააშენეს ამერიკელებმა მეორე მსოფლიო ომის დროს და მის შემდგომ პერიოდში.

ამ სტატიაში გამოყენებული კონკრეტული მაგალითი განიხილავს მხოლოდ ნუუკის ალტერნატივას. ის მოიცავდა ნუუკში არსებული ასაფრენ-დასაფრენი ზოლების შეცვლის ორ ალტერნატივას (1200 მეტრი), ანუ, არსებული ასაფრენ-დასაფრენი ზოლების სიგრძის გაზრდას 1800 ან 2200 მეტრამდე, ხოლო მესამე ალტერნატივა იყო ახალი აეროპორტის აშენება სამხრეთით, 3000 მეტრის მქონე ასაფრენ-დასაფრენი ზოლებით, რაც შესაბამისად გამოიწვევდა არსებული აეროპორტის დაკეტვას. კონკრეტული კვლევის და ასაფრენ-დასაფრენი ზოლების ალტერნატივის შესახებ უფრო დეტალური ინფორმაცია შეგიძლიათ იხილოთ Leleur et al. (2007). ცხრილში 2 მოცემულია ასაფრენ-დასაფრენი ზოლების სიგრძის სამი ტიპი, მათი მშენებლობის სავარაუდო ხარჯები შესაძლო თვითმფრინავებთან ერთად (ძველი Dash-7-ის გარდა), რომელთაც შეუძლიათ ასაფრენ-დასაფრენი ზოლების გამოყენება.

ცხრილი 2. ასაფრენ-დასაფრენი ზოლების ალტერნატიული სიგრძე, ღირებულება და შესაძლო თვითმფრინავები

ასაფრენ-დასაფრენი ზოლების ტიპები	1800 მეტრი	2200 მეტრი	3000 მეტრი
ღირებულება (DKK 2006 წლის ფასებით)	496 mDKK	733 mDKK	2169 mDKK
რეინვესტიცია (2006 წლის ფასები)	97 mDKK	119 mDKK	169 Mdkk
თვითმფრინავების ტიპები	Dash-8 (100 PAX) Boeing 757 (180 PAX) Boeing 737 (120 PAX)	Dash-8 (100 PAX) Boeing 757 (180 PAX) Boeing 737 (120 PAX) Airbus 330-200 (245 PAX)	Dash-8 (100 PAX) Boeing 757 (180 PAX) Boeing 737 (120 PAX) Airbus 330-200 (245 PAX)

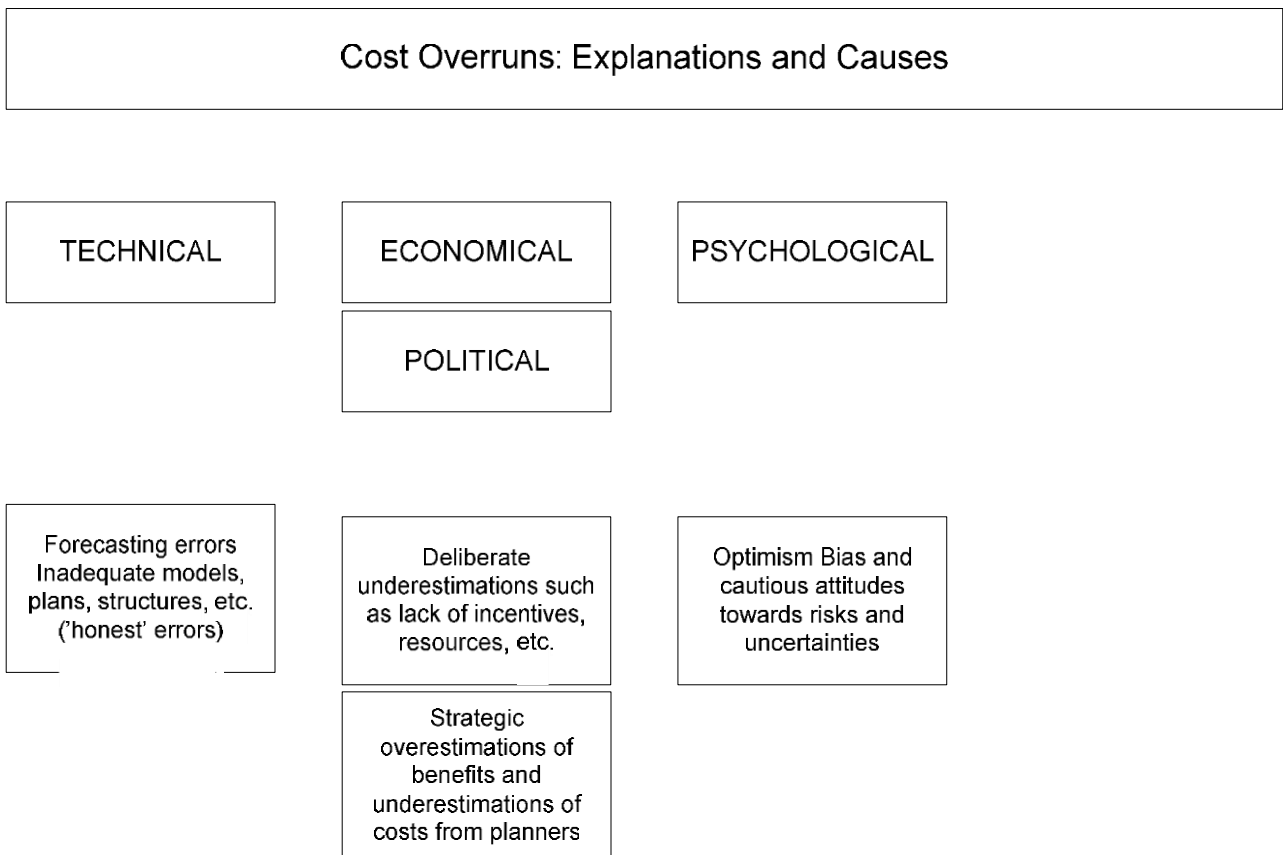
ამ კვლევის შედეგები მიუთითებს ასაფრენ-დასაფრენი ზოლების 1800 ან 2200 მეტრამდე გაფართოების ალტერნატივაზე (Leleur et al., 2007; Salling and Banister, 2009), ამიტომ, ამ ინფორმაციის გათვალისწინებით, ქვემოთ განხილულია 2200 მეტრიანი ალტერნატივის მდგრადობა რისკის ანალიზის სცენარებისა და შეფასების ოპტიმიზმის (optimism bias) გაერთიანების შემთხვევაში.

2.1.3 მშენებლობის ღირებულების შეფასება

ზემოქმედება, რომელსაც გააჩნია ყველაზე დიდი მნიშვნელობა ნებისმიერ მოცემულ შეფასების კვლევასთან დაკავშირებით არის მშენებლობის ღირებულება. ტრანსპორტის სამმართველოსთვის, ტრანსპორტის ფარგლებში არსებული პროექტებისთვის ზუსტი მომავალი საბიუჯეტო პროგრამები მომზადდება და სანდო და ეფექტური ღირებულებითი შეფასებები ძალიან მნიშვნელოვანია. მომავალი დაფინანსება არასოდეს არ არის ცნობილი, რადგან ეს დამოკიდებულია მთავრობის შეცვლაზე და ა.შ. ამ თვალსაზრისით არსებული სირთულეები ხშირად სათანადოდ არ არის შეფასებული და ჩვეულებრივ ახსნილია, მაგალითად, როგორც ტექნიკური პრობლემები ან შეფერხებები. ზოგიერთი ავტორის აზრით, სამშენებლო ხარჯები ზოგადად სათანადოდ არ ფასდება დაგეგმვის ეტაპზე, მაგალითად სტრატეგიული მიზეზების გამო (თეორია სტრატეგიაში არსებული ხარვეზების შესახებ), ა.შ. (Wilmot and Cheng, 2003; Osland and Strand, 2010). Cantarelli et al. (2010) ჩაატარა ლიტერატურის მიმოხილვა, რომელმაც გამოავლინა მიზეზები და განმარტებები, რომელიც ეხება სამშენებლო ხარჯების გადაჭარბებას. ავტორები ამტკიცებენ, რომ ხარჯების გადაჭარბების მიზეზი შეიძლება დაიყოს ოთხ კატეგორიად, როგორც ეს ნაჩვენებია დიაგრამაზე 3.

მიუხედავად იმისა, რომ მე-3 დიაგრამაზე გამოსახული ახსნა-განმარტებები აშკარად აჩვენებს და შესაბამისად ხსნის ხარჯების გადაჭარბების ოთხ სხვადასხვა მიზეზს, არ ყოფილა ფორმულირებული არანაირი შემოთავაზება მოდელირებასთან და

გადაჭარბებულ სამშენებლო ხარჯების შემცირებასთან დაკავშირებით. ქვემოთ მოყვანილია მცდელობა იმასთან დაკავშირებით, რომ პირველ რიგში მოგვარდეს ხარჯების გადაჭარბების ტექნიკური მიზეზი ალბათობის გადანაწილების ადეკვატური ფუნქციების ფორმულირების გზით და მეორე, განხილულ იქნეს და ხარისხობრივად მიეთითოს ბოლო სამი „სტრატეგიული“ მიზეზი, წარსული მონაცემებიდან საბაზისო კლასის გამოყენების თვალსაზრისით. ამგვარად, სტატის მიზანია შეამციროს როგორც შეფასების ოპტიმიზმის (optimism bias), ასევე სარგებელის გადაჭარბებით შეფასებისა და ხარჯების არასათანადო შეფასების ალბათობა.



გადაჭარბებული ხარჯები: ახსნა-განმარტებები და მიზეზები			
ტექნიკური	ეკონომიკური	ფსიქოლოგიური	პოლიტიკური
შეცდომების პროგნოზირება არაადეკვატური მოდელები, გეგმები, კონსტრუქციები, ა.შ. („პატიოსანი“ შეცდომები)	განზრახ შეუფასებლობა, როგორცაა სტიმულის, წყაროების ნაკლებობა, ა.შ.	შეფასების ოპტიმიზმი და ფრთხილი დამოკიდებულება რისკებისა და განუზღვრელობის მიმართ	სარგებელის მიღების გადაჭარბებული შეფასება და ხარჯების სათანადოდ ვერ შეფასება მგეგმავების მხრიდან

დიაგრამა 3. ხარჯების გადაჭარბებისა და მისი გამომწვევი მიზეზების ოთხი ტიპის ახსნა-განმარტებების კატეგორიებად განაწილება (ადაპტირებულია Cantarelli et al. (2010)-დან.

2.1.4 ალბათობის განაწილების შესაფერისი ფუნქციის მიღება (შექმნა)

დამგეგმავები, დაგეგმვის ეტაპზე ხარჯების სათანადოდ ვერ შეფასებას ხსნიან დროთა განმავლობაში პროექტის დინამიკური განვითარებით. მშენებლობის დაწყებამდე პროექტები ჩვეულებრივ დაფუძნებულია სამშენებლო სამუშაოების ტრადიციულ შედეგებზე, მაგალითად ახალი გზის მშენებლობის დროს, და ა.შ. თუმცა, ძალიან ხშირად განხორციელების პერიოდში ახალი და უკეთესი ვარიანტები ხდება ხელმისაწვდომი, მაგალითად როგორცაა ხმაურისგან დაცვა, გზის გასწორება და ა.შ. ასეთი ხარჯების წინასწარ გათვალისწინება შეუძლებელია, რადგან ისინი დამოკიდებულია სპეციალურ გადაწყვეტილებებზე სამუშაოების მიმდინარეობისას - განსაკუთრებით როცა საქმე ეხება დიდ პროექტებს (ტექნიკური მიზეზები მოცემულია მე-3 სურათზე). მთლიანი სამშენებლო ხარჯები უმეტესწილად იზრდება

პროექტის განხორციელების პერიოდში. მიმდინარე კვლევებმა აჩვენა, რომ მომავალი ხარჯების არასწორად შეფასებამ 100%-ით გადააჭარბა ბიუჯეტის ლიმიტს (Flyvbjerg et al., 2003). ბიუჯეტის ასეთი გადაჭარბება მიუღებელია. ამისათვის, საჭიროა სამშენებლო ხარჯების უფრო ზუსტი შეფასება იმისათვის, რომ გაიცეს ეფექტური რეკომენდაციები და უზრუნველყოფილი იყოს სანდო გადაწყვეტილების მხარდაჭერა.

ტრადიციულად, ასეთი ხარჯთაღრიცხვები ორიენტირებულია დეტერმინაციულ მიდგომაზე, რომელიც არ ითვალისწინებს რეალური პრობლემების დამახასიათებელ ცვალებადობას, როგორც ეს აღწერილია ზემოთ. ამგვარად, სტოქასტური მიდგომა უფრო მეტად შეეფერება იმ რისკებსა და განუზღვრელობებს, რომლებიც გათვალისწინებულია ხარჯების შეფასების სტანდარტული დეტერმინაციულ მიდგომებში. Back et al. (2000) გვთავაზობს შეფასების მეთოდის გამოყენებას, რომლებიც დაფუძნებულია ალბათობის განაწილების ფუნქციებსა და მონტე-კარლოს სიმულაციაზე. ალბათობების განაწილების არჩევანი შესწავლილ იქნა დიდ ყურადღებით და განისაზღვრა ქვემოთ ჩამოთვლილი მახასიათებლების შესაბამისად:

1. მოცემული მშენებლობის ხარჯების შესაფასებლად არსებობს ზედა და ქვედა ზღვარი - საიდანაც გონივრული იქნება ვივარაუდოთ, რომ ღირებულება არ გადასცდება ამ შეფასებებს. შესაბამისად, სასურველია მოხდეს დახურული ტიპის განაწილება
2. განაწილება უნდა იყოს უწყვეტი. უნდა ვივარაუდოთ, რომ მშენებლობის ღირებულების შეფასებას შეიძლება ქონდეს ნებისმიერი მნიშვნელობა წინასწარ განსაზღვრულ ზედა და ქვედა ზღვარის ფარგლებში.
3. დადგინდა, რომ ღონისძიების დაწყების ალბათობა (სამშენებლო ხარჯების შეფასება) მცირდება ზედა და ქვედა ზღვართან მიღწევის შემთხვევაში. ამგვარად, სასურველია რომ ალბათობების განაწილება იყოს ამოზნექილი ვიდრე ჩაზნექილი

4. განაწილება უნდა იყოს უნიმოდალური. ეს განსაკუთრებით ეხება მშენებლობასთან დაკავშირებულ ხარჯებს, რადგან სავარაუდოა, რომ მას გააჩნია ყველაზე მეტი სავარაუდო მნიშვნელობა

5. ვინაიდან ფაქტიური ხარჯები სავარაუდოდ იქნება უფრო მაღალი, ვიდრე როგორც ვარაუდობდნენ დაბალი, მოსალოდნელია, რომ ასიმეტრია გავლენას იქონიებს ალბათობების განაწილებაზე.

პუბლიკაციების 5 პუნქტიდან ჩანს, რომ განაწილების ფუნქციების სამი ტიპი შესაფერისია ხარჯების შესახებ მონაცემთა განუზღვრელობის აღმოსაფხვრელად, კერძოდ სამკუთხა (Back et al. (2000), Beta-PERT (Vose, 2008) ან Erlang განაწილებები (Lichtenberg 2000). Back et al. (2000) ჩატარდა თეორიული მიმოხილვა და სტატისტიკური ტესტები, რომლებიც მხარს უჭერენ სამკუთხა განაწილების გამოყენებას ასიმეტრიასთან, თუმცა, როგორც ნაჩვენებია ცხრილში 3, ალბათობების განაწილების ფუნქციების სხვა სამი ტიპი გამოიყენება ზემოთაღნიშნული 5 კრიტერიუმის შესასრულებლად.

ცხრილი 3. ალბათობების შესაძლო განაწილება და მათი მახასიათებლები (ადაპტირებულია Back et al-დან, 2000)

უწყვეტი განაწილება (2)	შეზღუდული (1)	სასურველი მახასიათებლები უნიმოდალური (4)	ასიმეტრია (5)
ნორმალური	არა	კი	არა
ლოგნორმალური	ერთ ბოლოში	კი	კი
თანაბარი	კი	არა	არა
გამა	ერთ ბოლოში	კი	კი
სამკუთხა	კი	კი	კი
ბეტა	კი	კი (უმეტეს შემთხვევებში)	კი

Salling (2008) ამტკიცებს, რომ გამოყენებულ უნდა იქნეს გამა (Erlang) განაწილება იმისათვის, რომ განუზღვრელობები მოხვდეს სამშენებლო ხარჯების შეფასების

ფარგლებში. ამასთან დაკავშირებით გამოითქვა მოსაზრება, რომ ეხელმძღვანელათ წინა ლიტერატურით, რომელიც ეხებოდა თანმიმდევრულ გამოთვლას და სამმაგ შეფასებას (Lichtenberg, 2000), სადაც დამტკიცებული იყო, რომ Erlang-ის განაწილება სავსებით გამოყენებადია ხარჯების შეფასების გაუკვევლობების გამოსახვით მიზნით.

2.1.4 მგზავრობის დროის დაზოგვა და ბილეთიდან მიღებული შემოსავალი (TTS-TR)

მგზავრობის დროს დროის ეკონომია (TTS) წარმოადგენს პირდაპირი სარგებელის წყაროს ტრანსპორტის ფარგლებში არსებული ნებისმიერი პროექტისთვის. ამ კატეგორიიდან წარმოშობილი სარგებელი ხშირად შეადგენს მომხმარებლის საერთო სარგებლის დაახლოებით 70-90% -ს (Mackie et al., 2001). კერძოდ, საზოგადოებრივი ტრანსპორტის ფარგლებში, როგორცაა საჰაერო ტრანსპორტის ინფრასტრუქტურული პროექტები, გაყიდული ბილეთიდან მიღებული შემოსავლები (TR) მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ საზოგადოების სარგებლის შეფასებაში. ეს უკანასკნელი მოიაზრება მომხმარებლის მიერ მიღებული სარგებელით, დაბალი საჰაერო მგზავრობის ბილეთების გამო. შესაბამისად, ნუკში ახალი საერთაშორისო აეროპორტის გადატანის გამო, მოსალოდნელია მგზავრობის ღირებულებისა და ტვირთის ფასის დაწევა უფრო პირდაპირი მარშრუტისა და სხვადასხვა ავიაკომპანიებს შორის კონკურენციის გაზრდის გამო. ამჟამად, სხვა ქვეყნებში მოგზაურობისას მგზავრებს უწევთ ალტერნატიულ მარშრუტებზე გადაჯდომა კანგერლუსუაკში, რაც იწვევს მგზავრობის ღირებულებისა და დროის გაზრდას.

ასეთი სარგებელი ჩვეულებრივ ფასდება ტრანსპორტის მოდელების გამოყენებით, რომლებიც ახდენენ მომავალი სატრანსპორტო ნაკადების სიმულაციას კონკრეტული პროგნოზის გათვალისწინებით. სავარაუდოდ, TTS-TR ეყრდნობა ორ ტიპის ქვემოდელს: მოთხოვნის მოდელს და საგზაო მოდელს, რომლებიც ერთად

ახდენენ ინდუცირებული მოთხოვნის პროგნოზირებას (მოგზაურთა რაოდენობის გაზრდა). Naess (2011) იკვლევს ბუნებრივ გარემოზე ზემოქმედების შეფასების (EIA) ანგარიშებს, რომლებშიც ფაქტიურად დადგენილია, რომ ტრანსპორტის ზოგიერთი მოდელი არ შეიცავს ინდუცირებულ ტრანსპორტს. ამ დაკვირვებებს მივყავართ ეგრეთ წოდებულ „შეფასების ოპტიმიზმის“ მიღებასთან

არა-ალტერნატივის ფონზე. ამიტომ პოლიტიკოსები „დაარწმუნეს“ საგზაო სქემის მიღებაში, რომელიც დაფუძნებული იყო მცდარ ვარაუდებზე ინდუცირებულ ტრანსპორტთან (მოძრაობასთან) დაკავშირებით. ეს ასევე შესწავლილ იქნა Nielsen და Fosgerau-ის მიერ (2005), რომლებიც ამტკიცებდნენ, რომ საუკეთესო შემთხვევაში, არ ხდება ინდუცირებული მოძრაობის სათანადოდ შეფასება ან სრულიად იგნორირებულია, როდესაც საუბარი ეხება დანიის ავტომაგისტრალის შემთხვევას.

საგზაო მოდელის კვლევა ძალიან ფართოა, განსაკუთრებით მოდელების განუზღვრელობასა და შეფასების სფეროში. ამდენად, ცოტა ხნის წინ ჩატარებული კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ დროის დაზოგვის ძირითადი განუზღვრელობები, რომლებიც იზომება საათებში წლის მანძილზე, შეესაბამება ნორმალურ განაწილებას (de Jong et al., 2005). სამწუხაროდ, საგზაო მოდელის შედეგებთან დაკავშირებული განუზღვრელობების რეალური მასშტაბები არ იქნა შემოწმებული გრენლანდიის შემთხვევაში. აქედან გამომდინარე გადაწყდა, რომ საგზაო მოდელის გამოთვლებიდან არ შესულიყო გადაცემული შეფასება.

მეორეს მხრივ, მოთხოვნის პროგნოზირების მოდელებმა, რომლებიც საფუძველს უყრიან საგზაო მოდელებს, დაამტკიცა, რომ ისინი აჭარბებენ მომავალ საგზაო მოთხოვნებს, რაც ვერ უზრუნველყოფს სარგებელის მიღებას (Flyvbjerg et al., 2003). აქედან გამომდინარე, ჩვენ სათანადოდ ვერ ვაფასებთ TTS-TR ზემოქმედებას რამაც საბოლოო ჯამში შეიძლება გამოიწვიოს არასწორი გადაწყვეტილებების მიღება.

საგზაო პროექტებთან დაკავშირებით პროგნოზირებაზე მოთხოვნა საკმაოდ ზუსტია, რომლის საშუალო ცდომილების მაჩვენებელი არის მხოლოდ 9%, რომელიც გამოითვლება შემდეგი ფორმულის მიხედვით (Ibid.):

$$U = ((X_a - X_f) * 100) / X_f,$$

სადაც U არის პროცენტული ცდომილება, X_a არის ფაქტიური მოძრაობა პროექტის დაწყების შემდეგ

და X_f არის პროგნოზირებული მოძრაობა მშენებლობის შესახებ გადაწყვეტილების მიღების შემთხვევაში.

გარდა ამისა, ბოლო კვლევამ, რომელიც ჩატარდა ნორვეგიის საგზაო პროექტებისთვის, დაამტკიცა, რომ განსაკუთრებით ფასიანი გზების პროექტების შემთხვევაში, გზების დამგეგმავების მიერ შედგენილი გეგმა არის ზუსტი, რომლის საშუალო ცდომილება არის -2,5% (ეს ნიშნავს, რომ რეალურად მოძრაობა საშუალოდ 2.5% -ით ნაკლებია წინასწარ გაკეთებული პროგნოზისგან განსხვავებით). მიუხედავად ამისა, ფასიან გზებზე ცდომილება იზრდება 19%-მდე რაც ნიშნავს იმას, რომ რეალური მოძრაობა არის საშუალოზე 19%-ით მაღალი) (Welde and Odeck, 2011). მეორეს მხრივ, რკინიგზის ფარგლებში არსებული პროექტები უჩვენებს ძალიან მაღალ ცდომილებას, რომლის საშუალო მნიშვნელობა არის $U = 39%$ (Flyvbjerg et al., 2003, p. 26).

სამწუხაროდ, არანაირი კვლევა არ ჩატარებულა საჰაერო ტრანსპორტის პროექტებთან და მგზავრთა ნაკადების უზუსტობებთან დაკავშირებით. ამგვარად, გრენლანდიის პროექტში არსებულ განუზღვრელობებთან დაკავშირებით ზომების მიღების მიზნით, გონივრული იქნება რკინიგზის პროექტის ფარგლებში არსებული უზუსტობების მონაცემების გათვალისწინება (Salling and Banister, 2009). მიუხედავად იმისა, რომ რკინიგზის ფარგლებში არსებული პროექტის გამოყენებას მაგალითის სახით შეაქვს ცვლილებები შესაყვან მონაცემებში, მაინც შეიძლება მსგავსების დადგენა საჰაერო

ტრანსპორტის პროექტებსა და ინფრასტრუქტურის პროექტებს შორის, მაგალითად პროექტის ორივე ტიპი არის „საკმაოდ არატრადიციული“ (იშვიათი) და ფართომასშტაბიანია (რაც ხსნის მსგავსებას ხარჯების გადამეტების თვალსაზრისით). გარდა ამისა, სარგებელის რაოდენობრივი შეფასება, რომელიც არ არის დაკავშირებული ტრანსპორტთან (ანუ, რომელიც არ შედის სტანდარტულ CBA-ში), როგორცაა ქსელი, მობილობა, ხელმისაწვდომობა, მიწათსარგებლობა და ა.შ. ძირითადად დამახასიათებელია ორი ტიპის პროექტისთვის (Leleur et al., 2004; Leleur et al., 2007; Banister and Thurstain-Goowin, 2011). ასევე, პროექტების ორივე ტიპი იყოფა დაინტერესებული მხარეების/მონაწილეების სხვადასხვა ჯგუფებად, კერძოდ მომხმარებლები (მგზავრები), ოპერატორები (ავიაკომპანიები) და მიმწოდებლები (მთავრობა, მუნიციპალიტეტები და ა.შ.), რაც ხსნის პროგნოზებში არსებულ ხარვეზებს მოთხოვნასთან დაკავშირებით.

ბოლო ორი განუზღვრელობის ასპექტის დეტალურად შემუშავების მიზნით მიღებულ იქნა გადაწყვეტილების მიღების მხარდაჭერის მოდელი ტრანსპორტის ფარგლებში არსებული პროექტის შესაფასებლად, კერძოდ, CBA-DK მოდელი (Salling, 2008).

2.1.5 CBA-DK მოდელი

CBA-DK მოდელი აერთიანებს დეტერმინირებულ გამოთვლას, რომელიც ეფუძნება ჩვეულებრივი ხარჯების და სარგებელის ანალიზს (CBA) სტოქასტური გაანგარიშებით, რისკების რაოდენობრივი ანალიზის საფუძველზე (QRA). ეს მოდელი შეესაბამება დანიის სამინისტროს მიერ მოწოდებული სოციალურ-ეკონომიკური ანალიზის სახელმძღვანელო პრინციპებს (DMT 2003). იგი შემუშავებულია Microsoft Excel პლატფორმაზე, რომელიც ქმნის CBA საფუძველს ხოლო QRA ხორციელდება დამატებითი პროგრამული უზრუნველყოფის Palisade-ის საშუალებით, სახელად @RISK, რომელიც ასრულებს მონტე-კარლოს მეთოდის სტანდარტიზირებულ სიმულაციას (Palisade 2007; Salling 2008). CBA-DK დეტერმინირებული გამოთვლა

იძლევა გადაწყვეტილების მიღების შემდეგ კრიტერიუმებს ნუჟკის მაგალითთან დაკავშირებით, რომელიც მოცემულია ცხრილში 4.

ცხრილი 4. CBA დეტერმინირებული მოდელის გადაწყვეტილების მიღების კრიტერიუმები „ნუჟკი 2200მ“-სთვის (Salling and Banister, 2009)

სამშენებლო ხარჯები	1,059 mDKK
ხარჯებისა და სარგებელის თანაფარდობა (BCR)	2.5
მოგების შიდა ნორმა (IRR) სუფთა დაყვანილი ღირებულება (NPV)	13.8%
	1,706 mDKK

კრიტერიუმის მნიშვნელობები ნათლად აჩვენებს, რომ 2200 მეტრიანი ალტერნატივა იძლევა ძალიან კარგ სოციალურ შედეგებს, რომლის მაგალითია მაღალი NPV (1€ ≈ 7.6 დანიური კრონა (DKK)). თუმცა, შედეგები ასახავს შესაძლო შედეგების მხოლოდ ერთ ვარიანტს. სტრატეგიული გადაწყვეტილების მიღების უზრუნველსაყოფად CBA-DK მოდელი გამოიყენება საკვლევ სცენარებში, რომელიც ასახავს გარე ეკონომიკურ ფაქტორებს, მაგალითად, დერეგულირების რეჟიმის გაერთიანებას კონკრეტულ სოციალურ-გეოგრაფიული განვითარებასთან, მაგალითად: ნუჟკი ხდება ძალიან მნიშვნელოვანი ცენტრის სახით. მეთოდების გაუმჯობესების მიზნით ჩატარდა სამუშაო, რომლის მეშვეობით ჩვენ ვახდენთ ტრანსპორტის ინფრასტრუქტურაში განხორციელებული ინვესტიციების შეფასებას. პირველი ნაბიჯები გადაიდგა 1990-იანი წლების ბოლოს, როდესაც მაგისტრალური გზებია შემფასებელმა მუდმივმოქმედმა საკონსულტაციო კომიტეტმა (SACTRA) ცხადყო, რომ ხარჯებისა და სარგებელის სტანდარტიზებული მეთოდებს აკლიათ ეკონომიკურ გავლენა (სარგებელი), და შესაბამისად, არ ხდება საერთო ეკონომიკური სარგებელის სათანადოდ შეფასება (SACTRA 1999). რამოდენიმე ავტორი ცდილობდა შეექმნათ მარეგულირებელი კვლევითი სცენარების (რეჟიმი) ნაკრები, ყურადღებას ამახვილებდნენ რა უფრო ფართოდაა ეკონომიკურ სარგებელზე, რომელიც

დაკავშირებული იყო ტრანსპორტის ინფრასტრუქტურაში ინვესტიციების ჩადებასთან (Venables, 2007; Vickerman, 2007; 2009).

2.1.6 ძირითადი ბიუჯეტი

ამ დოკუმენტის მიზნებისათვის, ჩვენ ვფოკუსირდებით პროექტის სასიცოცხლო ციკლზე ძირითადი ბიუჯეტის შემდეგ. რათა თვალყური ვადევნოთ როგორ იცვლება ღირებულება განსახილველი საპროექტო პერიოდის განმავლობაში, ჩვენ ვითვლით ძირითად ბიუჯეტს დროის მომენტში $t = 0$. ძირითადი ბიუჯეტის ყველა შემდგომი ცვლილება აღინიშნება მოდიფიკაციის დროით t , ასე, რომ შედარება ძირითად ბიუჯეტთან, ადრე გაკეთებული ცვლილებები და/ან რეალიზებული დანახარჯები შეიძლება დადგენილი იქნას ნებისმიერ დროს.

ცენტრალური მოთხოვნა არის, რომ პროექტების ბიუჯეტები შენარჩუნებულია ერთეულის ფასისა და მოცულობის ტერმინებში. მოდით მთელი პროექტის აქტივობები ავლნიშნოთ n -აქტივობით A_i , $i=1,2, \dots, n$. პროექტის i -ური აქტივობის ღირებულებისათვის აუცილებელია სავარაუდო სიდიდე q_i ერთეულის სავარაუდო ფასი p_i , რასაც მივყავართ დანახარჯებამდე დროის მომენტში $t=0$

$$C_i = p_i \cdot q_i. \quad (1)$$

სულ n აქტივობისათვის ეს გვაძლევს მთლიანი ღირებულების ფუნქციას ძირითადი ბიუჯეტისთვის $C(t=0)$

$$C = p_1 \cdot q_1 + p_2 \cdot q_2 + \dots + p_i \cdot q_i + \dots + p_n \cdot q_n. \quad (2)$$

სიმარტივისათვის ამ ნაშრომში ვთვლით, რომ აქტივობის ღირებულება ადეკვატურად აღწერილია მხოლოდ ერთეული ფასის და რაოდენობის მხოლოდ ერთი სიმრავლით. თუმცა წარმოდგენილი პრინციპებისა და შედეგების განზოგადება ადვილადაა შესაძლებელი უფრო რეალისტური სიტუაციისათვის აქტივობების სიმრავლის ნებისმიერი რაოდენობისათვის.

აღვნიშნოთ, რომ ზოგიერთი სიდიდეები შეიძლება იყოს ნულის ტოლი. ეს იმიტომ რომ რისკის მომდევნო ანალიზებმა შესაძლოა შექმნას ახალი ტიპის აქტივობები ძირითად ბიუჯეტში არსებულებთან შედარებით. სიმარტივისათვის ჩვენ ავღნიშნავთ n -ით აქტივობების საერთო რაოდენობას, რომლებიც შესაბამისია დასრულებული პროექტის. ეს ნიშნავს, რომ n სიდიდის მნიშვნელობა ფორმალურად შეიძლება ცნობილი არ იყოს დროისთვის $t=0$ ძირითადი ბიუჯეტისათვის, რადგანაც მისი აქტივობების რაოდენობა შესაძლოა ნაკლები იყოს n -ზე.

2.1.7 რისკის ხდომილებების გავლენის ანალიზი

ბუნებრივად, რისკის ანალიზი შეიძლება განსხვავებული გამოვიდეს სხვადასხვა დროს პროექტის სიცოცხლის განმავლობაში. ეს იმიტომაა განპირობებული, რომ რომ მცდელობები შეიძლება იყო გაკეთებული რისკის შესამცირებლად და შეძენილი იქნას ახალი ცოდნა (შესაძლებელია დამატებით ხარჯებზეც). გარდა ამისა, პროექტით გათვალისწინებული დიზაინის სპეციფიკაციების შეცვლა პროექტის განმავლობაში ახალი აქტივობების და მიღებული ხარჯების ხშირი მიზეზია. შესაბამისად სასურველია დროის ცვლილებაზე ყურადღების მიქცევა ყველა გათვლებში, რათა გვეჩვენოს შესაძლებლობა არსებობდეს დროითი სკალა მითითებებისა ცვლად პირობებსა და დასკვნებზე, როდესაც პროექტი უახლოვდება დასასრულს. ბუნებრივია, თუ ოპერაცია დასრულებულია, გათვლებში აიღება რეალიზებული ფასი ერთეულზე და რაოდენობა, რადგან ისინი უკვე აღარ განიცდიან რისკის გავლენასა და ცვლილებებს.

ანალიზისას $t = \tau$ დროის მომენტში პროექტის განმავლობაში m შესაძლო რისკების ხდომილებების E_j , $j = 1, \dots, m$ ზემოქმედების შედეგები დაწვრილებითი ანალიზის საფუძველზე იქნებიან მეტად ან ნაკლებად მნიშვნელოვანი. ზოგადად, ნებისმიერ რისკის ხდომილებას შეუძლია გავლენა მოახდინოს აქტივობის როგორც ერთეულ ფასზე, აგრეთვე რაოდენობაზეც. j რისკის ხდომილება ზეგავლენას მოახდენს i -ურ ფასზე Δp_{ij} თანხით და i -ურ რაოდენობაზე Δq_{ij} -თი. დეტალები შეიძლება იყოს

დადებითი ან უარყოფითი, გამოხატავს ერთეულის ფასისა და რაოდენობის ზრდას ან კლებას.

განვიხილოთ სიტუაცია, სადაც ყველა m რისკის ხდომილება ხდება, მაშინ ჩვენ შეგვიძლია დავწეროთ

i -ური რისკის ხდომილების ერთეული p_i ფასის მოდიფიცირებული შეფასებისათვის $t=\tau$ დროის მომენტში

$$p_i^\tau = p_i + \Delta p_{i1} + \Delta p_{i2} + \dots + \Delta p_{ij} + \dots + \Delta p_{im} \quad (3)$$

(აღნიშვნების სიმარტივისათვის სიმბოლო τ არა არის დაწერილი დელტებთან). შესაბამისად, ჩვენ გვაქვს i -ური რისკის ხდომილების რაოდენობის მოდიფიცირებული შეფასებისათვის

$$q_i^\tau = q_i + \Delta q_{i1} + \Delta q_{i2} + \dots + \Delta q_{ij} + \dots + \Delta q_{im} \quad (4)$$

i -ური აქტივობისათვის ჩვენ მივიღებთ შეცვლილ გათვლილ ღირებულებას C_i დროის მომენტში τ (3)-სა და (4)-ის გამრავლებით

$$\begin{aligned} C_i^\tau &= (p_i + \Delta p_{i1} + \Delta p_{i2} + \dots + \Delta p_{ij} + \dots + \Delta p_{im}) \cdot (q_i + \Delta q_{i1} + \Delta q_{i2} + \dots + \Delta q_{ij} + \dots + \Delta q_{im}) \\ &= C_i + p_i \cdot (\Delta q_{i1} + \Delta q_{i2} + \dots + \Delta q_{ij} + \dots + \Delta q_{im}) + (\Delta p_{i1} + \Delta p_{i2} + \dots + \Delta p_{ij} + \dots + \Delta p_{im}) \cdot q_i \\ &\quad + \Delta p_{i1} \cdot (\Delta q_{i1} + \Delta q_{i2} + \dots + \Delta q_{ij} + \dots + \Delta q_{im}) \\ &\quad + \Delta p_{i2} \cdot (\Delta q_{i1} + \Delta q_{i2} + \dots + \Delta q_{ij} + \dots + \Delta q_{im}) \\ &\quad + \dots \\ &\quad + \Delta p_{ij} \cdot (\Delta q_{i1} + \Delta q_{i2} + \dots + \Delta q_{ij} + \dots + \Delta q_{im}) \\ &\quad + \dots \end{aligned}$$

$$+\Delta p_{im} \cdot (\Delta q_{i1} + \Delta q_{i2} + \dots + \Delta q_{ij} + \dots + \Delta q_{im}). \quad (5)$$

τ

უფრო დაწვრილებით განხილვით (5) შეიძლება გადაწერილი იქნას ΔC_{ij} შენატანების საჩვენებლად I-ურ აქტივობის ღირებულებაში ინდივიდუალური რისკის ხდომილებებისაგან და შენატანები ყველა სხვა რისკის ხდომილებებთან ურთიერთქმედებისაგან ΔC_i :

i-ური აქტივობის ΔC_{ij} -ს ღირებულების ცვლილება j-ური რისკის ხდომილების გამო შესაძლებლობას იძლევა განვიხილოთ სამი სახის შენატანები: თავდაპირველი ფასი ერთეულზე, გამრავლებული რაოდენობის ზრდაზე; ერთეულის ფასის ზრდა, გამრავლებული თავდაპირველ მოცულობაზე (რაოდენობაზე); ერთეულის ფასის ზრდა, გამრავლებული რაოდენობის ზრდაზე. შეგვიძლია დავწეროთ:

$$\Delta C_{ij} = p_i \cdot \Delta q_{ij} + \Delta p_{ij} \cdot q_i + \Delta p_{ij} \cdot \Delta q_{ij} \quad (6)$$

ღირებულების ეს ცვლილება გამოითვლება იმ შემთხვევაში, თუ j-ური რისკის ხდომილება არის ერთადერთი შემთხვევა. თუმცა როდესაც სხვა რისკების ხდომილებები ხდება, j-ური რისკის ხდომილებით გამოწვეული ფასისა და რაოდენობის ცვლილება წარმოქმნიან i-რი აქტივობის ღირებულებაში დამატებით შენატანს იმ ცვლილებებთან ურთიერთქმედების გამო, რომლებიც წარმოქმნეს ამ სხვა რისკის ხდომილებებმა. ჩვენ შეგვიძლია დავწეროთ i-ური აქტივობის ღირებულების ცვლილებისათვის A_i რისკის ხდომილებებს შორის ურთიერთქმედების საშუალებით

$$\begin{aligned} \Delta C_i = & \Delta p_{i1} \cdot (\Delta q_{i2} + \Delta q_{i3} + \dots + \Delta q_{ij} + \dots + \Delta q_{im}) \\ & + \Delta p_{i2} \cdot (\Delta q_{i1} + \Delta q_{i3} + \dots + \Delta q_{ij} + \dots + \Delta q_{im}) \\ & + \Delta p_{i3} \cdot (\Delta q_{i1} + \Delta q_{i2} + \dots + \Delta q_{ij} + \dots + \Delta q_{im}) \\ & + \dots \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & +\Delta p_{ij} \cdot (\Delta q_{i1} + \Delta q_{i2} + \Delta q_{i3} + \dots + \dots + \Delta q_{im}) \\
 & + \dots \\
 & + \Delta p_{im} \cdot (\Delta q_{i1} + \Delta q_{i2} + \Delta q_{i3} + \dots + \Delta q_{ij} + \dots) \quad (7)
 \end{aligned}$$

ყურადღება მივაქციოთ იმას, რომ ღირებულების ცვლილება არ შეიძლება მივაკუთვნოთ რომელიმე კონკრეტულ რისკს, ის არის შედეგი i-ური აქტივობის ყველა სარისკო ხდომილებებისა და მათ მიერ განპირობებული ფასთა ცვლილებების Δc_i ურთიერთქმედებისა.

ახლა ჩვენ შეგვიძლია შევაჯამოთ i-ური აქტივობის ღირებულების მთლიანი ცვლილება ყველა m რისკის ხდომილებების დადგომის შედეგად და მივიღოთ ((5)-ის ეკვივალენტი):

$$C = C_i + \sum_{j=1}^{\tau} \Delta C_{ij} + \Delta c \quad (8)$$

2.1.8 რისკის ბიუჯეტი

ზემოხსენებული ზემოქმედების ანალიზის შედეგები ძირითად ბიუჯეტთან ერთად სათანადოდ არის ორგანიზებული მოსახერხებელი გაანგარიშების ფორმატში, რათა მოხდეს

მარტივი კომუნიკაცია როგორც ეკონომიკის, ისე მათემატიკის პროფესიონალებს შორის,

იხილეთ ცხრილი 1.

ერთეულის ფასზე, რაოდენობაზე და ღირებულებაზე ზემოქმედება შეჯამებულია ყველა აქტივობებზე და ხდომილებებზე. ეს იძლევა სრულ სურათს და კარგი გადაწყვეტილების მიღების საფუძველს დამატებითი რისკის ანალიზისთვის ან რისკის შემარბილებელი ღონისძიების დასაწყებად. ფოკუსი უნდა იყოს რისკის ხდომილებებზე და აქტივობებზე, რომლებიც წარმოშობენ უმაღლეს ფარდობით ან აბსოლუტურ ზრდას ხარჯებისა. რისკის ბიუჯეტი ყალიბდება ძირითადი ბიუჯეტის ანალოგიურად, რათა ხელი შეუწყოს ბიუჯეტის კონტროლს ყველა აქტივობაზე ნებისმიერ მოცემული დროისათვის. ზემოქმედებების მატრიცის მონაცემების

გამოყენებით ერთეულის ფასების, რაოდენობებისა და აქტივობების ღირებულებების განახლება ხდება ისე, რომ ხდომილებების ზემოქმედების მატრიცაში არსებული რეალური რისკების ანალიზი აისახა რეალური რისკების ბიუჯეტში.

Table 1. Appropriate set-up for risk and uncertainty calculations, $n=5, m=3$.

Anchor Budget at $t = 0$	Event Impact Matrix at $t = \tau$													Risk Budget at $t = \tau$			
	E_1			E_2			E_3			Inter- action	Sum	p	q	Cost			
	p	q	Cost	Δp	Δq	$\Delta Cost$	Δp	Δq	$\Delta Cost$	Δp	Δq				$\Delta Cost$	$\Delta Cost$	$\Delta Cost$
A_1	p_1	q_1	C_1	Δp_{11}	Δq_{11}	ΔC_{11}^*	Δp_{12}	Δq_{12}	ΔC_{12}^*	Δp_{13}	Δq_{13}	ΔC_{13}^*	Δc_1^*	ΔC_1^*	p_1^*	q_1^*	C_1^*
A_2	p_2	q_2	C_2	Δp_{21}	Δq_{21}	ΔC_{21}^*	Δp_{22}	Δq_{22}	ΔC_{22}^*	Δp_{23}	Δq_{23}	ΔC_{23}^*	Δc_2^*	ΔC_2^*	p_2^*	q_2^*	C_2^*
A_3	p_3	q_3	C_3	Δp_{31}	Δq_{31}	ΔC_{31}^*	Δp_{32}	Δq_{32}	ΔC_{32}^*	Δp_{33}	Δq_{33}	ΔC_{33}^*	Δc_3^*	ΔC_3^*	p_3^*	q_3^*	C_3^*
A_4	p_4	q_4	C_4	Δp_{41}	Δq_{41}	ΔC_{41}^*	Δp_{42}	Δq_{42}	ΔC_{42}^*	Δp_{43}	Δq_{43}	ΔC_{43}^*	Δc_4^*	ΔC_4^*	p_4^*	q_4^*	C_4^*
A_5	p_5	q_5	C_5	Δp_{51}	Δq_{51}	ΔC_{51}^*	Δp_{52}	Δq_{52}	ΔC_{52}^*	Δp_{53}	Δq_{53}	ΔC_{53}^*	Δc_5^*	ΔC_5^*	p_5^*	q_5^*	C_5^*
Sum			C			ΔC_1^*			ΔC_2^*			ΔC_3^*	Δc^*	ΔC^*			C_τ

2.1.8 რისკებისა და სცენარის ანალიზი: საბაზისო სცენარის პროგნოზირება რისკებისა და განუზღვრელობის შემოტანა ხარჯების მოდელში

CBA-DK-ში სცენარების გამოყენების მიზნით შეფასების ოპტიმიზმზე (Optimism Bias) დაფუძნებული საბაზისო კლასის პროგნოზირების წინა მეთოდი გაერთიანდა მონტე კარლოს (Monte Carlo) სიმულაციასთან და სცენარის ანალიზებთან (Leleur et al. 2004). ქვემოთ წარმოდგენილი ძალისხმევა (მუშაობის პროგრამა) და სცენარები ეფუძნება ნიდერლანდებისა (van Wee and van der Hoorn, 2001) დიდი ბრიტანეთის (Headicar, 2009) კვლევებს. ამგვარად, ამ კვლევის სცენარები შეიქმნა რეჟიმის ორ ძირითად ტიპთან დაკავშირებით: პირველი, რომელიც ეხება საერთაშორისო ეკონომიკურ განვითარებას მთლიანად და მეორე, რეგიონალურ / ადგილობრივ

რეჟიმს და აღწერს ნუუკის, როგორც ცენტრის, სამომავლო მნიშვნელობას (Leleur et al. (2004) და Headicar (2009, გვ. 408-431). რეჟიმები მერყეობს 3x3 ფარგლებში, როგორც ეს გამოსახულია დიაგრამაზე 4, სადაც ჰორიზონტალური ღერძი ასახავს გლობალურ ეკონომიკურ განვითარებას, ხოლო ვერტიკალური ღერძი აღნიშნავს ნუუკის, როგორც ცენტრის, მნიშვნელობას და რეგიონალური ზრდის პოლუსს გრენლანდიაში. ასევე გამოვლინდა რეჟიმებთან დაკავშირებული განუზღვრელობის ტენდენციები.

საერთო ჯამში მოხდა 9 სცენარის ფორმულირება, რომლებიც სავარაუდოდ სხვადასხვა სახის გავლენას იქონიებს ნუუკის აეროპორტში ინვესტიციის განხორციელებადობის თვალსაზრისით. სცენარების კომპლექტი ასახავს მთელ რიგ შესაძლო და სავარაუდო მოვლენებს, რომელთაგან თითოეული შეიძლება იყოს მნიშვნელოვანი კვლევითი სამუშაოების კონტექსტის სახით. ქვემოთ მოცემულია ზემოქმედების განხილვა, რომელიც ეხება CBA- DK დეტერმინირებულ და სტოქასტიურ გამოთვლებს.

2.1.9 საბაზისო სცენარი 5 (ძირითადი სცენარი)

არსებული განუზღვრელობების უკეთესად გაგების მიზნით, სრულდება მოდელირება მონტე-კარლოს მეთოდის მიხედვით (Vose 2002; Salling 2008). არსებული განუზღვრელობების ზემოქმედების დადასტურების მიზნით ალბათობების შესაბამისი განაწილების შერჩევა წარმოადგენს ამ გამოთვლების მნიშვნელოვან ნაწილს. როგორც ნაჩვენებია ცხრილში 1, ტრანსპორტთან დაკავშირებული ზემოქმედების შეფასება ხორციელდება Erlang განაწილებისა და Beta-PERT განაწილების გზით (Salling and Banister, 2009).

	სწრაფი ზრდა	ზომიერი ზრდა	სტაგნაცია
აშკარად მაღალი	Sc. 1	Sc. 4	Sc. 7
ზომიერად მაღალი	Sc. 2	Ref sc. 5	Sc. 8
იგივე	Sc. 3	Sc. 6	Sc. 9

↘
მზარდი განუზღვრელობა

↗
მზარდი გაგაურკვევლობა

დიაგრამა 4. შესაძლო და სავარაუდო მოვლენების წარმოსახვითი მომავლის ხედვის სცენარები

2.1.10 სამშენებლო ხარჯები (Erlang განაწილება)

როგორც აღინიშნა, ინფრასტრუქტურის ფარგლებში არსებული დიდი პროექტები ვერ ფასდება სათანადოდ, რაც ნიშნავს იმას, რომ სოციალური და კონომიკური ანალიზი ზედმეტად ოპტიმისტურია. Flyvbjerg et al. (2003)-დან მიღებული მონაცემების მიხედვით, რკინიგზის ფარგლებში შერჩეულმა 57 პროექტმა აჩვენა, რომ ინფრასტრუქტურის პროექტების 88%-მა ხარჯებს გადააჭარბა. მიიჩნევა, რომ სარკინიგზო პროექტების ემპირიული შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს აეროპორტის ინფრასტრუქტურის პროექტებში. Salling და Banister (2009) გამოთქვეს მოსაზრება, რომ მონაცემთა კრებული გამოყენებული ყოფილიყო რკინიგზის ინფრასტრუქტურის პროექტებში, რის შედეგადაც მიღებულ იქნა 9 ფორმის პარამეტრთან Erlang განაწილების შესაყვანი პარამეტრები (Salling and Banister 2009).

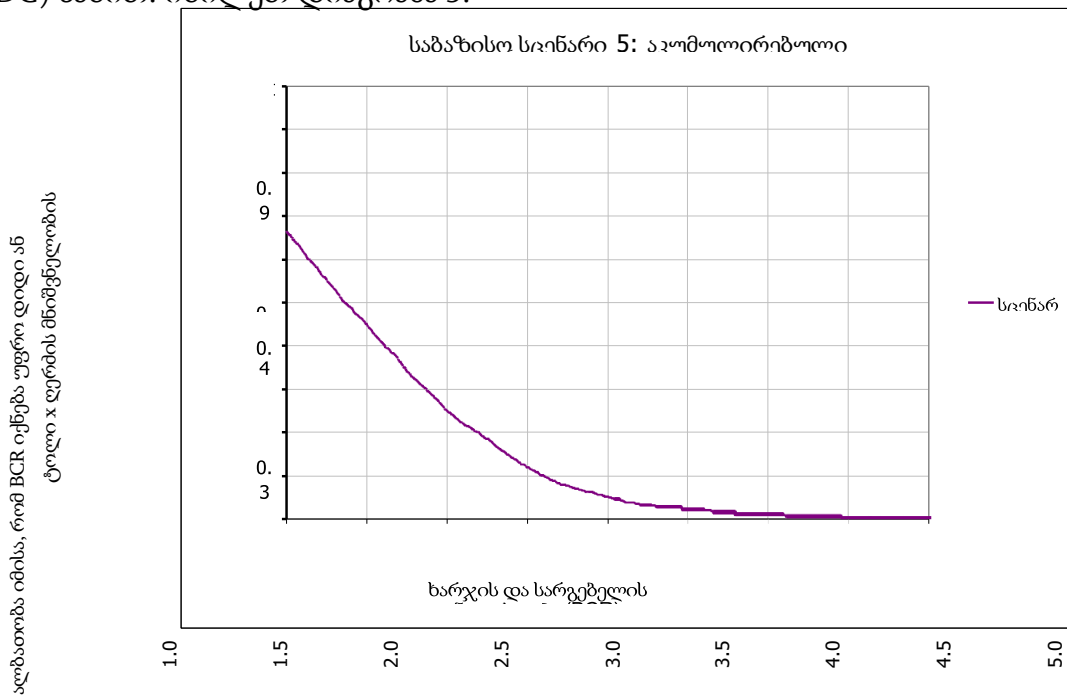
2.1.11 მგზავრობის დროის დაზოგვა და ბილეთებიდან მიღებული შემოსავალი

(Beta-PERT განაწილება)

Flyvbjerg et al. (2003) ასევე შეისწავლა რკინიგზის ფარგლებში არსებული 27 პროექტი, რომლებიც აჩვენებდნენ ტრანსპორტზე მოთხოვნასთან დაკავშირებით გაკეთებული პროგნოზის უზუსტობას. მოთხოვნასთან დაკავშირებული პროგნოზების გადაფასება, და შესაბამისად მცდარი გაანგარიშებები მომხმარებლის სარგებელის თვალსაზრისით, ხდება შემთხვევების თითქმის 85%. არჩევითი მონაცემებიდან, ქვედა ზღვარის სახით, გამოყენებული იყო ყველაზე ცუდი ვარიანტი, ანუ როდესაც მოთხოვნა იყო ძალიან დაბალი -95%, ხოლო ზედა ზღვარის სახით გამოყენებული იყო საუკეთესო ვარიანტი, ანუ მოთხოვნა იყო ძალიან დიდი - 75%. ამ კონტექსტში, -95%-ით მოთხოვნის კლება ნიშნავს, რომ წინასწარი პროგნოზი იყო არასწორი 95%-ით. Salling-მა (2008) წარმოადგინა რკინიგზის ფარგლებში არსებული 27 პროექტის მონაცემთა ანალიზი, რომელიც აჩვენებს, რომ მოთხოვნის პროგნოზებში არსებული უზუსტობები იხრება მარჯვნივ Beta განაწილების შემდეგ. გარდა ამისა, PERT (პროგრამის შეფასებისა და ანალიზის მეთოდი) განაწილება შესწავლილ იქნა დიდი ყურადღებით რამოდენიმე კვლევაში. კვლევის შედეგად დადასტურდა მისი ვარგისობა მონაცემთა მოდელირების თვალსაზრისით.

2.1.12 შედეგები

CBA-DK მოდელი იძლევა დეტერმინირებულ შედეგებს, როგორც ეს მოცემულია მე-4 ცხრილში, მათ შორის სტოქასტიურ გამოთვლებს, რაც მიღებულ შედეგებს გარდაქმნის შუალედურ შედეგებად, რაც საშუალებას აძლევს გადაწყვეტილების მიმღებებს შეაფასონ რისკის არმიღება შეფასებულ სქემასთან მიმართებაში. ეს უკანასკნელი სრულდება მონტე-კარლოს სიმულაციის მიხედვით, რომელიც დაფუძნებულია შეფასების ოპტიმიზმის შესაყვან მონაცემებზე. ძირითადი საბაზისო სცენარის 5 შედეგები წარმოდგენილია აკუმულირებული დაღმავალი დიაგრამის (ADG) სახით. იხილეთ დიაგრამა 5.



დიაგრამა 5. ძირითადი მე-5 სცენარი აკუმულირებული დაღმავალი დიაგრამით მიღებული შედეგი: BCR-ის y-ლერძის მნიშვნელობები = 1.0 მიუთითებს სცენარის უტყუარობის დონეზე

წარმოდგენილი ADG იძლევა ინფორმაციას BCR-ის x- ღერძის მნიშვნელობასთან უფრო მაღალი ან თანაბარი მიღწევის ალბათობის შესახებ. აქედან გამომდინარე, ADG არის მნიშვნელოვანი საშუალება იმ გადაწყვეტილების მიმღები პირების ჩასართავად, და ასევე სტრატეგიული გადაწყვეტილებების მიღების მხარდაჭერის თვალსაზრისითაც, რომელიც ეფუძნება მათ მიერ რისკის არმიღებას. მე-5 დიაგრამაზე გამოსახული ADG აჩვენებს, რომ შემთხვევის დაახლოებით 65%-სთვის მე-5 საბაზისო სცენარი იძლევა შესაძლო შედეგს $BCR > 1.0$. თუმცა, პირები რომლებიც იღებენ გადაწყვეტილებებს, მაგრამ არ იღებენ რისკებს, ალბათ გაითვალისწინებენ, რომ მე-5 სცენარის სიმულაციის 35%-ი არ იძლევა სრულ შედეგს.

დარჩენილი 8 სცენარი, საფუძველის სახით, იყენებს ძირითად საბაზისო სცენარს 5. რეჟიმის ორი სხვადასხვა ტიპის გამოყენებით, ალბათობის ორი განაწილების შესაყვანი პარამეტრები განისაზღვრება განუზღვრელობის შეფასების შესაბამისად, რადგან მათი აღქმა ხდება კონკრეტული სცენარის გათვალისწინებით. აღნიშნული სრულდება საბაზისო სცენარის პროგნოზირების პრინციპების გამოყენებით (RSF), როგორც ქვემოთ არის წარმოდგენილი.

2.1.13 საბაზისო სცენარის პროგნოზირება (RSF)

საბაზისო სცენარი 5 ქმნის საფუძველს (ძირითადი სცენარი) RSF-სთვის და შესაბამისი 8 სცენარის განსაზღვრა მოხდება მოსალოდნელი სარგებელის შეფასებით გზით, რომელიც დაკავშირებულია მგზავრობის დროსთან. ვარაუდობდნენ, რომ ფაქტობრივად მშენებლობასთან დაკავშირებული ხარჯები არ არის დამოკიდებული რეჟიმებზე, ამიტომ Erlang-ის განაწილების შესაყვანი პარამეტრები რჩება ისე, როგორც მოცემულია ნაწილში 3.5.1.

ამგვარად, ეკონომიკური განვითარების გამო, აუცილებლად მოხდება მგზავრობის დროის დაზოგვა. აშკარაა, რომ დერეგულაცია და სწრაფი ეკონომიკური ზრდა ნიშნავს, რომ უფრო მეტი ადამიანი იმოგზაურებს, იქნება ეს ტურისტი, ადგილობრივი მაცხოვრებელი თუ საქმიანი მოგზაურობა. სტატისტიკის ან ფინანსური

კრიზისის შემთხვევაში ადგილი ექნება საპირისპირო ტენდენციას. ასეთ შემთხვევაში მოგზაურობა იქნება მინიმალური, ხოლო დროის დაზოგვის ეფექტურობა შემცირდება მგზავრების მცირე რაოდენობის გამო.

სცენარებს შორის განსხვავების შესწავლა ხდება სისტემატიურად და დაკავშირებულია ბადისებრ სცენარებთან (დიაგრამა 1). კონკრეტული სცენარის შესაყვანი მონაცემები, რომელიც ეხება Beta-PERT განაწილებას, ფასდება სამმაგი შეფასების მეთოდის „უკანა მიმართულების“ გამოყენებით და მისი თავდაპირველი პამეტრების ძირითად მე-5 სცენარის მნიშვნელობებთან მიმაგრებით.

2.1.14 ძირითადი მე-5 სცენარის სამმაგი მნიშვნელობები

საბაზისო სცენარის პროგნოზირების მთავარი იდეა ეფუძნება სავარაუდო (ML), მაქსიმალური (MAX) და მინიმალური (MIN) მნიშვნელობების შეფასებას სცენარის სხვადასხვა პირობებში. შეფასება ეფუძნება ამ მნიშვნელობების ცოდნას ძირითადი სცენარის 5 ფარგლებში, სადაც დადგენილი სამმაგი მნიშვნელობები განისაზღვრება შემდეგნაირად ყველა მნიშვნელობასთან mDKK-ში (1):

$$(MIN5, ML5, MAX5) = (10, 170, 300) \quad (1)$$

შეფასება ეფუძნება ამ ძირითად ხელმისაწვდომ ინფორმაციას და იმის გაგებას, თუ როგორ შეიცვლება მნიშვნელობები შეცვლილი სცენარის პირობებში. მიზნული (წამყვანი) ინფორმაციის მნიშვნელობა განხილულ იქნა Goodwin and Wright-ის მიერ (2004, გვ. 309-325), ხოლო სამმაგი შეფასების გამოყენების მნიშვნელობა განუზღვრელობების შესწავლის მიზნით განიხილა და გამოიკვლია ლიხტენბერგმა (2000, გვ. 119-132) და ვოზმა (2002, გვ. 272-278). შემდგომში ჩვენ მოვიყვანთ ზოგიერთი განხილვის მაგალითებს, რომლებიც გამოიყენებოდა მნიშვნელობების განსაზღვრისთვის, როგორც ნაჩვენებია ცხრილში 5.

2.1.15 მე-2, მე-4, მე-6 და მე-8 სცენარების სამმაგი მნიშვნელობები

მე-2 სცენარში, ოპტიმიზმს გლობალურ ეკონომიკაში, რომელიც გამოხატულია დერეგულაციით, ML5-ის მნიშვნელობა აჭყავს $ML2 = 220$ mDKK. ამავე დროს განუზღვრელობა მცირდება, როგორც მითითებულია დიაგრამაზე 1, რაც იძლევა მეტ მინიმალურ მნიშვნელობას და მეტ მაქსიმალურ მნიშვნელობას. ამგვარად, მე-2 სცენარისთვის ვიღებთ შემდეგ სამმაგ მნიშვნელობას mDKK-ში (2):

$$(MIN2, ML2, MAX2) = (50, 220, 330) \quad (2)$$

მეტ-ნაკლებად იგივე ტენდენცია შეინიშნება მე-4 სცენართან დაკავშირებით, სადაც ნუუკის, როგორც ცენტრის მნიშვნელობა საკმაოდ იზრდება. ძირითადი მე-5 სცენარისგან განსხვავებით განუზღვრელობა იზრდება, MIN5 მეტნაკლებად უცვლელი რჩება, თუმცა იძლევა უფრო მაქსიმალურ მნიშვნელობას. აქედან გამომდინარე, მე-4 სცენარისთვის ჩვენ ვიღებთ სამმაგ მნიშვნელობას mDKK-ში (3):

$$(MIN4, ML4, MAX4) = (25, 200, 350) \quad (3)$$

სამმაგი მნიშვნელობები მე-8 სცენარისთვის მიიღება იმის გათვალისწინებით, რომ გლობალური ეკონომიკა სტაგნაციურ მდგომარეობაშია, რაც იწვევს განუზღვრელობის ზრდას და შეფასების შემცირებას ML8-დან 145 mDKK-მდე. ვარაუდობენ, რომ დროის დაზოგვით მიღებული სარგებელი ვერ იქნება 0-ზე დაბალი (ქვედა ზღვარი). ამგვარად, მე-8 სცენარისთვის მიღებულ იქნა შემდეგი სამმაგი მნიშვნელობა mDKK-ში (4):

$$(MIN8, ML8, MAX8) = (0, 145, 300) \quad (4)$$

და ბოლოს, მე-6 სცენარის სამმაგი მნიშვნელობა ფასდება განუზღვრელობის საფუძველზე, რომელიც იმაზე დაბალია, ვიდრე ირითადი სცენარის პირობებში. ნუუკი, როგორც ცენტრი და ზრდის პოლუსი რეგულირებადი ეკონომიკური მდგომარეობით, დღესდღეობით იგვეა. ამგვარად, ML6 მცირდება 150 mDKK-მდე

შემდეგი მინიმალური და მაქსიმალური მნიშვნელობებით - mDKK: (MIN6, ML6, MAX6) = (10, 150, 285) (5)

2.1.16 დარჩენილი სცენარების სამმაგი მნიშვნელობები

დარჩენილი ოთხი სცენარის მნიშვნელობები იყენებენ მე-2, მე-4, მე-6 და მე-8 სცენარების მნიშვნელობებს. როგორც ნაჩვენებია მე-4 დიაგრამაზე, ყველაზე დიდი განუზღვრელობა ეხება მე-7 სცენარს, ხოლო ყველაზე მეტად გარკვეული სცენარი არის სცენარი 3. ცხრილი 5 გვიჩვენებს ცხრა სცენარის შეფასების შედეგებს, რომელიც აღებულია მე-4 დიაგრამიდან აბსოლუტური გამოხატულების სამმაგ მნიშვნელობებთან ერთად (mDKK).

ცხრილი 5. სამმაგი მნიშვნელობების შეჯამება, რომლებიც გამოიყენება RSF-სთვის (mDKK)

სცენარები	მინ.	სავარაუდო	მაქს.
სცენარი 1	50	250	400
სცენარი 2	50	220	330
სცენარი 3	25	175	325
სცენარი 4	25	200	350
სცენარი 5 (focal)	10	170	300
სცენარი 6	10	150	285
სცენარი 7	0	170	315
სცენარი 8	0	145	300
სცენარი 9	0	100	250

ამ კონტექსტში სხვადასხვა სცენარების სამმაგი მნიშვნელობების განსაზღვრა მოხდა ავტორებს შორის განიხილვის შემდეგ და ძირითადად, RSF მიდგომის ილუსტრირების მიზნით. ზოგადად, მნიშვნელობების განსაზღვრა უნდა მოხდეს

პროექტის კარგად მცოდნე და კომპეტენტური პირების (ანუ, ადგილობრივი ხელისუფლების, დაინტერესებული მხარეების და გადაწყვეტილების მიმღები პირების-პოლიტიკოსების) მიერ, რომელიც დაფუძნებული იქნება მათ მიერ გაკეთებულ შეფასებაზე.

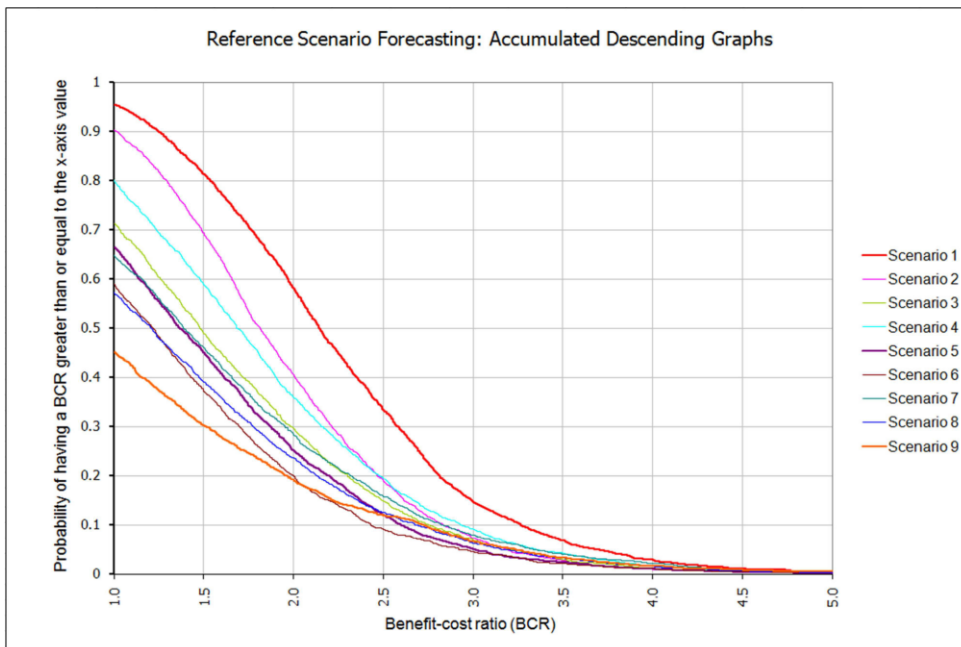
შესაბამისად, მომავალი ამოცანა ამ თვალსაზრისით მდგომარეობს იმაში, რომ ჩატარდეს სამუშაო შეხვედრები გადაწყვეტილების მიღებასთან დაკავშირებით (DC), როგორც RSF-ის მიდგომის ნაწილი. ძირითადად, DC აერთიანებს გადაწყვეტილების მიღების ანალიზს, ჯგუფურ პროცესებსა და საინფორმაციო მეთოდებს ინტენსიური ორი ან სამ დღიანი შეხვედრის ფარგლებში (Goodwin and Wright, 2004, გვ. 323-325). DC საშუალებას აძლევს სხვადასხვა დაინტერესებულ მხარეებს მონაწილეობა მიიღონ გადაწყვეტილების მიღების პროცესში. სამუშაო შეხვედრა აერთიანებს მთელ რიგ დაინტერესებულ მხარეებს, რომელთაც გააჩნიათ სხვადასხვა შეხედულებები წარმოდგენილი პრობლემის მიმართ (Phillips, 2007). ამ საჩვენებელ შემთხვევაში, დაინტერესებული მხარეები შეიძლება იყვნენ გრენლანდიის თვითმმართველი ორგანოების წარმომადგენლები, ნუუკის მუნიციპალიტეტის წარმომადგენლები, ავიაციის ექსპერტები, ეკონომისტები და სხვა. მათ მთავარ ამოცანას წარმოადგენს სხვადასხვა სცენარებში შექმნან განსაზღვრული სამმაგი მნიშვნელობები, რომელიც დაფუძნებული იქნება მათ ცოდნასა და მათ მიერ შეფასებული სცენარის პირობებზე. ამგვარად, ცხრილში 5 მოცემული სამმაგი შეფასების ნაკრები შეიძლება შეიცვალოს უფრო რეალური მნიშვნელობებით.

გადაწყვეტილების მიღებასთან დაკავშირებული სამუშაო შეხვედრების (decision conferencing) კიდევ ერთი მთავარი უპირატესობა არის სტრატეგიული შეცდომების მინიმუმამდე დაყვანა, რომელიც წარმოდგენილია შეფასების ოპტიმიზმის პოლიტიკურ ახსნაში (დიაგრამა 3). სტრატეგიული შეცდომა წარმოიქმნება, როდესაც ხდება დამგეგმავებისა და ანალიტიკოსების სამუშაოზე აყვანა, და შესაბამისად, ისინი წარმოადგენენ სხვადასხვა ტიპის ორგანიზაციებს, რომელთაც გააჩნიათ ეკონომიკური ინტერესი პროექტთან მიმართებაში. ამგვარად, ხშირად ადგილი აქვს ძლიერ

კონკურენციას არასაკმარის სახელმწიფო რესურსებთან დაკავშირებით, რის შედეგადაც ვიღებთ სტრატეგიულად ხარვეზების მქონე პროექტებს, ანუ, ეს ნიშნავს ყველაზე შეუფერებელი პროექტების გადარჩენას (Osland and Strand, 2010). მიუხედავად ამისა, თუ პროექტები ადრეულ ეტაპზე ითვალისწინებენ საბაზისო სცენარის პროგნოზირებასა (RSF) და გადაწყვეტილების მიღებასთან დაკავშირებულ სამუშაო შეხვედრებს (DC), რომელშიც მონაწილეობას იღებენ დაინტერესებული მხარეები, დამგეგმავები, ანალიტიკოსები და სხვა მთავარი მონაწილეები, მაშინ პროექტის ადრეულ ეტაპზე შესაძლებელი იქნება სტრატეგიული ხარვეზების „დაჭერა“.

2.1.17 გრენლანდიის მაგალითის RSF შედეგები

CBA-DK მოდელი, რომელიც იყენებს მე-5 ცხრილში მოცემულ მნიშვნელობებს, იძლევა 8 დამატებით აკუმულირებულ დაღმავალ გრაფიკს (ADGs), იხ. დიაგრამა 6.



დიაგრამა 6. საბაზისო სცენარის პროგნოზირების აკუმულირებული დაღმავალი გრაფიკებით ((ADGs) მიღებული შედეგი: BCR = 1.0 მიუთითებს სცენარების უტყუარობის დონეზე

საბაზისო სცენარის პროგნოზირების მთავარ შედეგს წარმოადგენს ის, რომ არცერთი სცენარი არ იძლევა აკუმულირებულ დადმავალ გრაფიკს, რომ ხარჯისა და სარგებელის თანაფარდობა 100%-იანი ალბათობით გადასცდება 1.00.-ს. 1-ლი სცენარი მიხედვით ნუჟის 2200 მეტრიანი ალტერნატივა განხორციელებადობის თვალსაზრისით არის 95%, ხოლო მე-9 სცენარის 45%. საყურადღებოა ADG-ების სცენარები, რომლებიც კვეთენ ერთმანეთს. ამგვარად, მე-8 სცენარი კვეთს მე-6 სცენარს 46%-ით, ხოლო სცენარი 7 კვეთს საბაზისო სცენარს 60%-ით. გარდა ამისა უნდა აღინიშნოს, რომ ADG-ის სიბრტყე შეესაბამება განუზღვრელობის ხარისხს, რომელიც განსაზღვრულია თითოეული სცენარისთვის, ანუ, უფრო ბრტყელი ADG უჩვენებს უფრო მეტ განუზღვრელობას.

გადაწყვეტილების მიმღები პირები, რომლებიც თავს არიდებენ სარისკო გადაწყვეტილებების მიღებას, სავარაუდოდ მიიღებენ პროექტს 1, 2 და 3 სცენარების შესაბამისად, ხოლო ისინი რომლებიც იღებენ სარისკო გადაწყვეტილებებს ასევე შეიტანენ 4, 5 და 7 სცენარებს. მე-9 სცენარის თანახმად, პროექტი სავარაუდოდ არ იქნება მიღებული, ხოლო მე-6 და მე-8 სცენარების ინტერპრეტირება უფრო რთულია. გადაწყვეტილების მიღებასთან დაკავშირებული სამუშაო შეხვედრების დანერგვა ტრანსპორტის ინფრასტრუქტურის დაგეგმვის ფარგლებში გაზრდის პრობლემის გამჭვირვალობას. სცენარების და RSF-ის გამოყენებით შესაძლებელია სავარაუდო შედეგების სრული დიაპაზონის დანახვა. შესაბამისად, ნუჟის 2200 მეტრიანი ასაფრე-დასაფრენი ზოლების შემოთავაზების შემთხვევაში, გადაწყვეტილების მიმღებ პირებს და დაინტერესებულ მხარეებს შესაძლებლობა ექნებათ თამამად მიიღონ გადაწყვეტილებები, რომელიც დაფუძნებული იქნება პროექტის განხორციელებადობის 45%-დან 95%-მდე ალბათობის დიაპაზონზე. ეს ახალი შედეგები, რა თქმა უნდა, ეჭვის ქვეშ აყენებს სარგებელის და ხარჯის თანაფარდობას (BCR) - 2.5, ნუჟის 2200 მეტრიანი ასაფრე-დასაფრენი ზოლების ალტერნატივის თვალსაზრისით.

2.2 რისკებისა და განუზღვრელობის შემოტანა ხარჯების მოდელში

ვინაიდან ჩვენ რისკის ნებისმიერი ხდომილებას, რელევანტურობის კრიტერიუმების შესაბამისად, ვრთავთ ანალიზში, ჯერ კიდევ არსებობს რისკის ხდომილების ზემოქმედების შეფასებისა და წარმოდგენის პრობლემა, რაც ჩვეულებრივ არ სრულდება არცერთ აქამდე ცნობილ სტანდარტულ პროცედურაში. ამ სტატიაში ჩვენ გამოვიყენებთ მიდგომას, რომლის თანახმადაც ასეთი ზემოქმედებები შეიძლება შეფასებული იქნას მხოლოდ განუზღვრელობით იმ ცოდნისა და გამოცდილების შესაბამისად, რომლებიც ხელმისაწვდომია გადაწყვეტილებების მიმღები პირისათვის. ნებისმიერი ასეთი შეფასება გამოსახული უნდა იქნას ღირებულების უკვე ცნობილი სტატიების ერთეულის ფასისა და რაოდენობის ცვლილებების ტერმინებში, ან ალტერნატიულად, ღირებულების იმ ახალი სტატიების ერთეულის ფასისა და რაოდენობის ტერმინებში, რომლებიც ჩართული იქნებიან რისკის ბიუჯეტში. სინამდვილეში ძირითადი ბიუჯეტიც კი შეიძლება გამოსახული იქნას განუზღვრელი ერთეულის ფასისა და რაოდენობის მიხედვით, თუ რაიმე მიზეზების გამო განუზღვრელობა ჭარბობს დროის $t = 0$ მომენტში, როდესაც ძირითადი ბიუჯეტი არის დადგენილი.

ცხადია რომ რისკების ხდომილება ბუნებრივად ხასიათდება იმით, რომ ის შეიძლება მოხდეს, ან არ მოხდეს. ჩვენ ვუშვებთ, რომ რისკის ხდომილებები არის დამოუკიდებელი და რომ j -ური რისკის ხდომილება ხდება ალბათობით pr_j , მოხდენის ალბათობების შეფასება ჩახლართული პროცესია და დამუშავება რთული პროცესია და აღნიშნულის სრული სიზუსტით გაკეთებას არ უნდა ველოდოთ.

2.2.1 რისკებისა და განუზღვრელობის დაანგარიშება ალტერნატიული მიდგომებით

განუზღვრელობის ზემოქმედება მოდელირებულია სამკუთხა რიცხვებით [7], ანუ $[a; c; b]$ ფორმის სამმაგი შეფასებით და შემდეგი ფორმის სამკუთხა ტიპის ალბათობის

განაწილებათ

{ μ ; σ }, მოლოდინით $\mu = (a + b + c) / 3$ და ვარიაციით $VAR = \sigma^2 = (a^2 + b^2 + c^2 - a \cdot b - a \cdot c - b \cdot c)$

/ 18. ორივე შემთხვევაში გამოიყენება ცხრილი 2-ის ძირითადი ბიუჯეტი.

ცხრილი 2. ძირითადი ბიუჯეტი განუზღვრელობის გარეშე.

Acti- vity	Anchor Budget at t = 0		
	p	q	Cost
A1	100	1,000	100,000
A2	50	10,000	500,000
A3	200	500	100,000
A4	500	150	150,000
A5	-	-	-
Sum			850,000

განუზღვრელობის ზემოქმედება შეაფასებულია შემდეგნაირად:

ხდომილება E1: $\Delta p_{11}=[18; 20; 25]$, $\Delta q_{11}=[95; 100; 125]$, $\Delta p_{31}=[25; 30; 45]$.

ხდომილება E2: $\Delta q_{12}=[21; 25; 31]$, $\Delta q_{42}=[7; 10; 16]$.

ხდომილება E3: $\Delta q_{23}=[-210; -200; -175]$, $\Delta p_{53}=[145; 150; 165]$, $\Delta q_{53}=[280; 300; 350]$.

შედეგად მიღებული რისკის ბიუჯეტი ნაჩვენებია ცხრილი 3-ში შესაბამისი ფაზი გამოთვლის მეთოდების გამოყენებით [7], რათა მივიღოთ სწორი შედეგები და ცხრილი 4-ში გამოყენებულია მონტე კარლოს სიმულაცია [10], რომელიც დამოუკიდებელ ცვლადებს ითვალისწინებს. ცხრილების შედარებით ადვილად ჩანს, რომ მიუხედავად იმისა, რომ საწყისი ცვლადები რიცხობრივად იდენტიფიცირებადია, სამეულით შეფასებული ხარჯები უფრო ფართოდ განსახილველია, ვიდრე შესაბამისი ხარჯები (დამოუკიდებელი) ალბათობებით.

ცხრილი 3. [a; c; b] სამეულით შეფასებული რისკის ბიუჯეტის წარმოდგენა

Acti- vity	Risk Budget at $t = \tau$		
	p	q	Cost
A ₁	[118; 120; 125]	[1,116; 1,125; 1,156]	[131,688; 135,000; 144,500]
A ₂	50	[9,790; 9,800; 9,825]	[489,500; 490,000; 491,250]
A ₃	[225; 230; 245]	500	[112,500; 115,000; 122,500]
A ₄	1,000	[157; 160; 166]	[157,000; 160,000; 166,000]
A ₅	[145; 150; 165]	[280; 200; 350]	[40,600; 54,000; 57,750]
Sum			[931,288; 945,000; 982,000]

ცხრილი 4. $\{\mu; \sigma\}$ სამეულებს ალბათობებით გამოსახული რისკის ბიუჯეტი

Acti- vity	Risk Budget at $t = \tau$		
	p	q	Cost
A ₁	{121.0; 1.47}	{1,132; 6.87}	{137,012; 1,851}
A ₂	50	{9,805; 7.36}	{490,250; 368}
A ₃	{233.3; 4.25}	500	{116,667; 2,125}
A ₄	1,000	{161.0; 1.87}	{161,000; 1,871}
A ₅	{153.3; 4.25}	{310.0; 14.7}	{47,534; 2,619}
Sum			{952,462; 4,305}

ახლა ჩვენ შემოვიტანთ რისკის ხდომილების გაჩენის შესაძლებლობებს (possibilities) და შესაბამის მთლიანი ღირებულებების (ხარჯების) განაწილებებს, რომლებიც მოყვანილია ცხრილ 5-ში. ზუსტად თუ ვიტყვით, ცხრილი უჩვენებს C-ს განაწილებას (სამეულით შეფასებისათვის) და μ -ს (ალბათობებისათვის).

ცხრილი 5. სამეულებით შეფასებებით და ალბათობებით გამოსახული C^T -ს განაწილებები

E ₁	E ₂	E ₃	Probabilities of occurrence		Cost C ^τ [a; c; b]	Cost C ^τ { $\mu; \sigma$ }
			pdf	cdf		
pr ₁ =0.6	pr ₁ =0.3	pr ₃ =0.2				
no	no	no	0.224	0.224	850,000	850,000
no	yes	no	0.096	0.320	[859,100; 862,500; 869,100]	{863,567; 1,882}
no	no	yes	0.056	0.376	[880,100; 885,000; 899,000]	{887,783; 2,642}
yes	no	no	0.336	0.712	[891,710; 897,000; 913,125]	{900,573; 2,810}
no	yes	yes	0.024	0.736	[889,200; 897,500; 918,100]	{901,350; 3,251}
yes	yes	no	0.144	0.880	[901,188; 910,000; 933,000]	{914,679; 3,380}
yes	no	yes	0.084	0.964	[921,810; 932,000; 962,125]	{938,356; 3,853}
yes	yes	yes	0.036	1.000	[931,288; 945,000; 982,000]	{952,462; 4,305}

მეხუთე ცხრილის საფუძველზე ჯამური ღირებულების რისკისა და განუზღვრელობის სხვადასხვა შეფასებები შეიძლება გაკეთდეს, მაგალითად:

- სამეულით შეფასების წარმოდგენა: ალბათობით 0.736, E2-სა და E3-ის გაჩენის შესაბამისი მაქსიმალურად შესაძლებელი ღირებულება შეიძლება ნაკლები ან ტოლი იყოს, ვიდრე 897,500. ხდომილებების ამ კომბინაციის შემთხვევაში ყველაზე ცუდი ღირებულება იქნება 918,100 და საუკეთესო შემთხვევაში კი შეიძლება იყოს 889,200.
- ალბათობით წარმოდგენა: ალბათობით 0.736, E2-სა და E3-ს გაცენის შესაბამისი სავარაუდო ღირებულება ნაკლებია ან ტოლი შეიძლება იყოს 901,350-ზე. შეესაბამისი ღირებულების სტანდარტული გადახრა კი იქნება 3,251.

3. დასკვნა

მიდგომა CBA-ის თავისებურება არის ის, რომ ის აჩვენებს შედეგს ეკონომიკური ინდექსის მნიშვნელობის სახით, მაგალითად როგორცაა სარგებელის და ხარჯის თანაფარდობა (BCR), რომელიც გამოყენებული იყო ამ სტატიაში CBA-ის გამოთვლის შედეგის წარმოდგენის მიზნით. ეს მაჩვენებელი, BCR, შეიძლება განიხილებოდეს როგორც შედეგი, რადგან იგი აჩვენებს ერთ მნიშვნელობას შეფასების შედეგების წარმოდგენის მიზნით. ტრანსპორტის ფარგლებში არსებული პროექტების შეფასებაში რისკის ფაქტორების ჩართვა მთლიანობაში ცვლის CBA-ის შედეგს შუალედური შედეგით, რომელიც გამომდინარეობს უფრო ფართო ანალიზიდან, რომელიც აერთიანებს CBA-ის და რისკის ანალიზის მეთოდებს.

მონტე-კარლოს მოდელირებისა და საბაზისო კლასის პროგნოზირების გამოყენებით, CBA-DK მოდელი იძლევა რისკის უფრო მკაფიოდ განხილვის საშუალებას, რომელიც ეხება არშესრულებადი პროექტის განხორციელების ალბათობას ან განხორციელებადის არ განხორციელებას. საბაზისო სცენარის პროგნოზირების

კონცეფცია დაინერგა სცენარების ოპერატიული გამოყენების შესაძლო საშუალების სახით, და მისი პრინციპები ნაჩვენებია იყო გრენლანდიის მაგალითის გამოყენებით.

მთლიანობაში შემუშავდა და შეფასდა ცხრა სცენარი, რომლის შედეგადაც შეიქმნა მთელი რიგი გრაფიკები, რომლებიც ასახავენ შეფასების შედეგზე ზემოქმედებას. გრაფიკების მეშვეობით გადაწყვეტილების მიმღები პირები განიხილავენ და იღებენ გადაწყვეტილებებს რისკზე ორიენტირებული მიდგომის საფუძველზე, ტრანსპორტის ინფრასტრუქტურის შეფასების ფარგლებში. დღესდღეობით, ეს ახალი RSF მიდგომა იყენებს რეჟიმის ორ ძირითად ტიპს, რომლის საშუალებით შეფასებით მიღებული შედეგი არის სანდო. შედგომ კვლევებში, სცენართან დაკავშირებულ დამატებით ინფორმაციასთან ერთად, შესწავლილი იქნება უფრო დახვეწილი სცენარების გამოყენება და ასევე, გადაწყვეტილების მიღებასთან დაკავშირებული სამუშაო შეხვედრების ორგანიზება, სხვადასხვა სცენარების სამმაგი მნიშვნელობების შეფასების მიზნით.

შესაბამისად, საზღვრებისა და ასევე მე -4 ცხრილში მოცემული სავარაუდო მნიშვნელობების განსაზღვრა ხდება ავტორების მიერ. მნიშვნელობების დიაპაზონის შეფასების ახალი გაგება მოწმობს, რომ ადამიანებს შეუძლიათ უფრო ვიწრო ინტერვალების შეფასება, განსაკუთრებით „უცნობის“ თვალსაზრისით. ლიტერატურაში, ასეთი არასწორი შეფასებები განიმარტება მეტისმეტად თვითდაჯერებულობის თეორიის სახით, რომლებიც იქნა შესწავლილი ფინანსური ბაზრების ფარგლებში, რადგან დამგეგმავები, დაინტერესებული მხარეები და ავტორები, როგორც წესი, ქმნიან პროგნოზების უფრო ვიწრო დიაპაზონებს, რასაც საბოლოო ჯამში იწვევს არაზუსტ პროგნოზირებას (de Venter and Michayluk, 2008). შესაბამისად, ტრანსპორტის პროექტების შეფასებაში არსებული განუზღვრელობების ფარგლებში ჩატარდება ახალი კვლევები მეტისმეტად თვითდაჯერებულობასთან დაკავშირებით იმისათვის, რომ მოხდეს RSF მეთოდოლოგიაში მიღებული დიაპაზონის განსაზღვრის შეფასების შესწავლა.

მიმდინარე კვლევითი პროექტის ფარგლებში - „ტრანსპორტის ფარგლებში არსებული

განუზღვრელობის შეფასება“ (2009-2012) - რომელიც ფინანსდება დანიის სტრატეგიული კვლევების საბჭოს მიერ, წარმოდგენილი მეთოდოლოგია დამტებით იქნება შესწავლილი და შემუშავებული (Leleur et al., 2011). აგრეთვე სტატიით გარკვეული წვლილია შეტანილი რისკებისა და განუზღვრელობების მენეჯმენტის მათემატიკურ საფუძვლებში დანიის ტრანსპორტის სამინისტროს ახალი მოთხოვნების შესაბამისად. ამას ჰქონდა განსაკუთრებული მნიშვნელობა გათვლების პროცედურის კონკრეტული ხერხის ასაწყობად, რათა უზრუნველყოფილი ყოფილიყო კომუნუკაციისა და ცვლილებებზე დაკვირვების სიმარტივე პროექტის მთელი სასიცოცხლო ციკლის განმავლობაში ერთეულის ფასის, რაოდენობისა და ღირებულების თვალსაზრისით. ამას გარდა, მიღებული იქნა მკაფიო წარმოდგენა რისკისა და განუზღვრელობის გავლენაზე აქტივობაზე, რისკის ხდომილებაზე, ასევე მთელ პროექტზე. დამუშავებული მიდგომა საშუალებას იძლევა გამოყენებული იქნას რისკისა და განუზღვრელობის ალტერნატიული მოდელირება. ხაზი უნდა გაესვას, რომ შესაძლებლობისა და ალბათობის ალტერნატივები გამოხატავენ განუზღვრელობის ალტერნატიულ სახეებს. პირველი მოიცავს განუზღვრელობას ცოდნის ნაკლებობის სახეში, ხოლო მეორე - მოიცავს სტატისტიკური სახის განუზღვრელობას. შესაბამისად, ის წარმოდგენა უნდა იქნას არჩეული, რომელიც მაქსიმალურად ზუსტად ასახავს ფაქტიურ განუზღვრელობას, რომელსაც ადგილი აქვს განსახილველ პრობლემაში.

დასასრულ, უნდა აღინიშნოს, რომ ამ ახალი (ფაზი) მიდგომების გამოყენების გარეშე ისეთი რთული სტრუქტურების, როგორც დიდი ინფრასტრუქტურული პროექტებია, მოდელირება რისკისა და განუზღვრელობების შეფასებისათვის პრაქტიკულად შეუძლებელია.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. HANS SCHJÆR-JACOBSEN, MODELLING OF ECONOMIC RISK AND UNCERTAINTY IN LARGE INFRASTRUCTURE PROJECTS. Copenhagen University College of Engineering, 15 Lautrupvang DK-2750 Ballerup, Denmark.
2. KIM BANG SALLING, STEEN LELEUR, MODELLING OF TRANSPORT PROJECT UNCERTAINTIES: FEASIBILITY RISK ASSESSMENT AND SCENARIO ANALYSIS. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 12(1), 2012.
3. Back, W.E., Boles, W.W. and Fry, G.T. (2000). Defining Triangular Probability Distributions from Historical Cost Data. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 126 (1), pp. 29-37, ASCE.
4. Banister, D. and Berechman, J. (2000). *Transport investment and economic development*. UCL Press, London.
5. Banister, D. and Thurstain-Goodwin, M. (2011). Quantification of the non-transport benefits resulting from rail investment. *Journal of Transport Geography*, Vol. 19 (2011), pp. 212-223.
6. Buehler, R., Dale, G. and Ross, M. (1994). Exploring the “Planning Fallacy”: Why people underestimate their task completion times. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 67 (3), pp. 366-381.
7. Mackie, P., Jara-Diaz, S.R. and Fowkes, S.R. (2001). The value of travel time savings in evaluation.
8. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 37 (2-3), pp. 91-106.
9. Næss, P. (2011). The Third Limfjord Crossing: A Case of Pessimism Bias and Knowledge Filtering. *Transport Reviews*, Vol. 31 (2), pp. 231-249.
10. Nielsen, O.A. and Fosgerau, M. (2005). Are time benefits from road projects being overestimated? Paper in Proceedings and Presented at the Conference *Traffic Days at Aalborg University*, Aalborg, Denmark, August 2005 (in Danish).
11. Nielsen, O.A., Rich, J. and Knudsens, M.A. (2007). Documentation and Validation of the TGB Traffic model in Greenland. *Technical Report prepared for the Home Rule Authorities in Greenland*, Centre for Traffic and Transport, Technical University of Denmark (in Danish).
12. Osland, O. and Strand, A. (2010). The Politics and Institutions of Project Approval – a Critical-Constructive Comment on the Theory of Strategic Misrepresentation. *European Journal of Transport Infrastructure Research*, Vol. 10 (1), pp. 77-88.
13. Palisade Corporation, (2007). *@RISK, Risk Analysis and Simulation Add-In for Microsoft Excel - Version 5.0*. User Guide, NY, USA.
14. Phillips, L.D. (2007). Decision conferencing. In Edwards, W., Miles, R.F. and von Winterfeldt D. (Eds.), *Advances in Decision Analysis*, pp. 375-399, Cambridge University Press.
15. Priemus, H., Flyvbjerg, B. and van Wee, B., Eds. (2008). *Decision-making on Mega-Projects: Cost-Benefit Analysis, Planning and Innovation*. Transport Economics, Management and Policy, General Editor: Kenneth Button, George Mason University, Edward Elgar Publishing Ltd., USA.
16. SACTRA (Standing Advisory Committee on Trunk road Assessment) (1999). *Transport and the Economy*. Stationery Office, London, UK.
17. Salling, K.B. (2008). *Assessment of Transport Projects: Risk Analysis and Decision Support*. PhD Thesis, Department of Transport, Technical University of Denmark.

18. Salling, K.B. and Banister, D. (2009). Assessment of large transport infrastructure projects: the CBA-DK model. *Transportation Research part A: Policy and Practice*, Vol. 43 (9-10), pp. 800-813.
19. Salling, K.B. and Banister, D. (2010). Feasibility Risk Assessment of Transport Infrastructure Projects: The CBA-DK Decision Support Model. *European Journal of Transport Infrastructure Research*, Vol. 10 (1), pp. 103-120.
20. Salling, K.B. and Leleur, S. (2011). Transport appraisal and Monte Carlo simulation by use of the CBA-DK model. *Transport Policy*, Vol. 18 (1), pp. 236-245.