



RĪGAS TEHNISKĀ
UNIVERSITĀTE

Andrea Jonathan Pagano

ANTROPOGĒNO UN DABISKO APDRAUDĒJUMU MAZINĀŠANA AR VIEDĀS APDROŠINĀŠANAS LĪGUMIEM

Promocijas darba kopsavilkums



RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE

Dabaszinātņu un tehnoloģiju fakultāte
Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts

Andrea Jonathan Pagano

Doktora studiju programmas “Vides inženierija” doktorants

**ANTROPOGĒNO UN DABISKO
APDRAUDĒJUMU SAMAZINĀŠANA
AR VIEDAJIEM APDROŠINĀŠANAS LĪGUMIEM**

Promocijas darba kopsavilkums

Zinātniskie vadītāji

profesors *Dr. sc. ing.*

FRANCESCO ROMAGNOLI

asociētais profesors *Dr. sc. oec.*

EMANUELE VANNUCCI

docents *Dr. sc. ing.*

MAKSIMS FEOFILOVS

RTU Izdevniecība

Rīga 2024

Pagano, A. J. Antropogēno un dabisko apdraudējumu mazināšana ar viedās apdrošināšanas līgumiem. Rīga: RTU Izdevniecība, 2024. 49 lpp.

Iespiests saskaņā ar promocijas padomes “RTU P-9” 2023. gada 26. jūnija lēmumu, protokols Nr. 173.

Vāka attēls veidots, izmantojot *ChatGPT*.

<https://doi.org/10.7250/9789934370366>

ISBN 978-9934-37-036-6 (pdf)

PROMOCIJAS DARBS IZVIRZĪTS ZINĀTNES DOKTORA GRĀDA IEGŪŠANAI RĪGAS TEHNISKAJĀ UNIVERSITĀTĒ

Promocijas darbs zinātnes doktora (*Ph. D.*) grāda iegūšanai tiek publiski aizstāvēts 2024. gada 27. martā plkst. 14.00 Rīgas Tehniskās universitātes Dabaszinātņu un tehnoloģiju fakultātē, Āzenes ielā 12/1, 115. auditorijā.

OFICIĀLIE RECENZENTI

Profesore *Ph. D.* Sara Landini,
Florences Universitāte, Itālija

Profesors *Ph. D.* Fausto Marincioni,
Markes Politehniskā universitāte, Itālija

Profesors *Dr. sc. ing.* Gatis Bažbauers,
Rīgas Tehniskā universitāte

APSTIPRINĀJUMS

Apstiprinu, ka esmu izstrādājis šo promocijas darbu, kas iesniegts izskatīšanai Rīgas Tehniskajā universitātē zinātnes doktora (*Ph. D.*) grāda iegūšanai. Promocijas darbs zinātniskā grāda iegūšanai nav iesniegts citā universitātē.

Andrea Jonathan Pagano (paraksts)

Datums:

Promocijas darbs ir uzrakstīts angļu valodā. Tajā ir ievads, trīs nodaļas, secinājumi, 23 attēli, 21 tabula, 10 pielikumi, kopējais lappušu skaits ir 112, neskaitot pielikumus. Literatūras sarakstā ir 217 nosaukumi.

SATURS

Ievads	5
Promocijas darba mērķis un uzdevumi	6
Promocijas darba hipotēze	6
Promocijas darba zinātniskā nozīme	7
Promocijas darba praktiskā nozīme	7
Pētījumu ietvars	8
Promocijas darba zinātniskā aprobācija	9
Citas zinātniskās publikācijas	10
Zinātniskajās konferencēs nolasītie (prezentētie) referāti	10
1. Metodoloģija	11
1.1. Apdrošināšanas prēmiju aprēķināšanas metode	12
1.2. Konceptuāls ietvars ceļā uz jaunu riska apdrošināšanas mehānismu	14
1.3. Teorētiskās un praktiskās atziņas gadījuma izpētē	15
1.4. Dinamikas modelis, kas ievieš viedo līgumu slēgšanu	16
2. Rezultāti un diskusija	20
2.1. Apdrošināšanas prēmiju aprēķināšanas metodes. Galvenās atziņas	20
2.2. Jaunā apdrošināšanas instrumenta konceptuālie pamati. Galvenie atradumi	24
2.3. Gadījuma izpēte	34
2.4. Viedā apdrošināšanas mehānisma analīze ar sistēmdinamikas pieeju	37
Secinājumi un ieteikumi	45
Atsauces	48

Ievads

Klimata pārmaiņas ir pastiprinājušas dabas katastrofu biežumu un smagumu, ietverot arvien pieaugošu ekstrēmu klimatisko parādību tendenci un radot būtiskus draudus pasaules kopienām, ekosistēmām un ekonomikai. Šajā kontekstā urbanizācijas un klimata pārmaiņu mijiedarbība, kas ietekmē sabiedrības un ekonomikas dimensijas, rada galvenos izaicinājumus Eiropas pilsētu centriem paredzamā nākotnē.

Ja antropogēnajiem un dabiskajiem apdraudējumiem netiek pievērsta pienācīga uzmanība, tie var pāraugt katastrofālos notikumos, pakļaujot kopienas smagiem fiziskiem un finansiāliem zaudējumiem. Pēdējo 15 gadu laikā katastrofu skaits ir pieaudzis par 2 %, kas rada ekonomiski nozīmīgus zaudējumus [2] un mudina zinātniekus un profesionāļus meklēt jaunas apdrošināšanas metodes noturības riska mazināšanai.

Savā 2021. gada ziņojumā [1] *Swiss Re* novērtēja vairāk nekā 50 lielus plūdus visā pasaulē, kuros gāja bojā gandrīz 26 000 cilvēku ES mērogā. Kopumā pasaule cieta ekonomiskus zaudējumus 80 miljardu ASV dolāru apmērā, no kuriem aptuveni 50 % sedza apdrošināšanas maksājumi [3].

2021. gadā globālie dabas katastrofu radītie apdrošinātie zaudējumi sasniedza 100 miljardus eiro, kas ir ceturtais dārgākais gads kopš 1970. gada [4]. Paredzams, ka šī pieauguma tendence, kas turpinās jau 40 gadu, pastiprināsies līdz ar klimata pārmaiņām, jo globālā sasilšana veicina ar vidi saistītas katastrofas.

Lai finansētu projektus, kas mazina bīstamo ietekmi uz kopienām, ir izveidots finanšu instrumentu spektrs, kas ir spēcīgs un daudzpusīgs instruments dabas katastrofu finansiālo seku pārvaldībai. Piemēram, **katastrofu obligācijas** var izmantot, lai ar iespējamām katastrofām saistītos riskus nodotu finanšu tirgiem, savukārt **noturības obligācijas** ir ieviestas, lai atbalstītu noturīgas infrastruktūras iniciatīvas, mazinot iespējamu katastrofu radīto liela mēroga risku esamību.

Apdrošināšanas sabiedrības, ņemot vērā klimata pārmaiņu ietekmi, koriģē etalonskaitļus, paredzot lielāku zaudējumu potenciālu un īsākus augstas intensitātes atkārtšanās periodus [5]. Novēršanas un pielāgošanās stratēģiju mērķis ir ierobežot negatīvās sekas, uzsverot apdrošināšanas nozares aktīvas pieejas nepieciešamību.

Sendai pamatprogramma katastrofu riska mazināšanai [6] norāda, ka apdrošināšanai ir izšķiroša nozīme izturētspējas nodrošināšanā, atbalstot atveseļošanās centienus un stimulējot riska samazināšanas pasākumus. Lai izstrādātu visaptverošas riska samazināšanas stratēģijas, ir svarīgi sadarboties, ieskaitot valdības, privātos sektorus un kopienas.

Katastrofu riska mazināšanas politika ir ļoti svarīga sabiedrības labklājībai, ekonomikas izaugsmei un vides labklājībai. Apdrošināšanai ir izšķiroša nozīme finansiālās ietekmes mazināšanā, saskaņojot to ar katastrofu riska mazināšanas (KRM; angļu val. – *Disaster Risk Reduction, DRR*) stratēģijām Sendai sistēmā.

Ir izstrādāta integrēta pieeja, kurā iesaistīta apdrošināšanas nozare, valdības, donori, NVO un akadēmiskās aprindas, pētot dinamisko saikni starp sociālajiem un dabas apdraudējumiem, apdrošināšanu un tehnoloģiskajām inovācijām [7]. Viedie apdrošināšanas līgumi, izmantojot inovatīvus tehniskos risinājumus, piemēram, piedāvājot reāllaika datu analīzi un adaptīvus apdrošināšanas iespējas. Šie līgumi uzlabo potenciālo zaudējumu aprēķināšanas robustumu, racionalizē apdrošināšanas procesus un veicina elastīgu praksi un infrastruktūru [8].

Ņemot vērā iepriekš minēto, ir skaidrs, ka katastrofu riska mazināšanas politikai ir izšķiroša nozīme sociālās labklājības veicināšanā, ekonomiskās izaugsmes sekmēšanā un vides labklājības nodrošināšanā. Šajās stratēģijās apdrošināšana kļūst par būtisku un elastīgu instrumentu, lai efektīvi mazinātu sociālu un dabas katastrofu radīto ievērojamo finansiālo ietekmi. Palielinājusies apdrošināšanas nozīme kopienai un pilsētu noturības veicināšanā. Šajā perspektīvā apdrošināšanas mehānismi kļūst par būtisku virzītājspēku ar klimata pārmaiņām saistīto risku pārvaldībā.

Promocijas darba mērķis ir analizēt un izpētīt apdrošināšanas lomu saistībā ar antropogēniem un dabiskiem apdraudējumiem un katastrofu riska mazināšanas stratēģiju atbalstam, kas ne tikai pārnes risku, bet arī aktīvi to samazina. Turklāt šis promocijas darbsiedziņlīnās uzvedības ekonomikas jomā, pētot viedo apdrošināšanas līgumu spēj stimulēt uzvedības izmaiņas, kas veicina sagatavotību katastrofām, sekmē riska mazināšanu un uzlabo sabiedrības pielāgošanos.

Šajā promocijas darbā ir aplūkota apdrošināšanas daudzpusīgā un daudzdisciplinārā loma indivīdu, kopienai un sabiedrību aizsardzībā pret antropogēno un dabisko katastrofu radīto finansiālo slogu.

Pētījuma mērķis ir sniegt vispusīgu izpratni par dinamiskajiem mehānismiem, ar kuru palīdzību apdrošināšana darbojas kā riska pārvarēšanas un riska mazināšanas instruments. Darbā analizēts arī tās potenciāls ietekmēt sagatavotību katastrofām, noturību un pilsētu un sabiedrības pielāgošanos tām. Apvienojot empīriskos pierādījumus, teorētiskās atziņas un gadījuma izpēti, šajā promocijas darbā tiek pētīta katastrofu apdrošināšanas mainīgā loma, tostarp problēmas un iespējas, ko tā rada arvien neprognozējamākos klimata apstākļos, lai atbalstītu pilsētu politikas plānošanu, pētot apdrošināšanas mehānismu lomu aizsardzībā pret klimata pārmaiņu radītiem riskiem.

Promocijas darba mērķis un uzdevumi

Darba mērķis ir izstrādāt kvantitatīvu novērtējuma modeli, kas var palīdzēt apdrošināšanas sabiedrībām un pilsētplānotājiem veidot pilsētu noturību pret antropogēnajiem un dabiskajiem apdraudējumiem vietējā līmenī, ieviešot inovatīvus apdrošināšanas mehānismus. Galvenie uzdevumi mērķa sasniegšanai ir šādi:

- izpētīt kvantitatīvo metodoloģiju, ko apdrošināšanas sabiedrības parasti izmanto riska prēmiju novērtēšanai;
- identificēt galvenos jēdzienus, modeļus un sistēmas, ko izmanto riska novērtēšanā apdrošināšanas polisēs, apzināt un izpētīt jaunākos sasniegumus, kā arī inovācijas vai jaunās tendences riska prēmiju kvantitatīvajā novērtēšanā apdrošināšanas nozarē;
- izvērtēt iespējamus trūkumus tehnoloģiju attīstībā, datu analizē un riska prēmiju novērtēšanā;
- izstrādāt jaunu konceptuālo ietvaru jaunam riska apdrošināšanas mehānismam, novērtējot apdrošināšanas sistēmu, tās spēju katastrofu risku mazināšanā un ierobežošanā, sniedzot ieskatu par viedo līgumu izmantošanu kā adaptīvu un noturīgu apdrošināšanas shēmu, īpašu uzmanību, pievēršot plūdiem;
- iekļaut noteiktus pētījumus, kas ilustrē izstrādātās sistēmas piemērošanu, nosakot riska prēmijas saistības ar antropogēnajiem un dabiskajiem apdraudējumiem;
- galvenos secinājumus, kas gūti gadījuma izpētē, integrēt modelī, kas izstrādāts Latvijas pilsētvides kontekstā attiecībā uz īpašumiem un kopienām, kas pakļautas plūdu riskiem, izstrādājot sistēmdinamikas modeli;
- sniegt ieteikumus tālākai tēmas izpētei un izstrādātā rīka ieviešanai.

Promocijas darba hipotēze

Ņemot vērā vispārējās bažas par klimata pārmaiņām un nepieciešamību mazināt antropogēno un dabisko apdraudējumu radītos riskus, būtiska nozīme var būt jauniem un aktīviem apdrošināšanas instrumentiem. Tomēr pētījumi par noturīgu finanšu instrumentu izmantošanu un ieviešanu apdrošināšanas nozarē ir ierobežoti. Šis ierobežojums rada bažas, jo, palielinoties ar klimatu saistīto katastrofu draudiem, varētu pieaugt ilgtermiņa zaudējumu izmaksas.

Lai aizpildītu šo zināšanu trūkumu un novērtētu jaunu apdrošināšanas instrumentu lietderību un efektivitāti, kas, ietverti apdrošināšanas nozares proaktīvā lomā kā riska mazināšanas un novēršanas pasākumu virzītājspēks, ierosinātā gadījuma pētījuma galvenais jautājums, ir šāds: **cik lielā mērā jauna, apdrošināšanas mehānisma lietojumu var izmantot, lai līdzfinansētu katastrofu seku mazināšanas un pielāgošanās stratēģijas, kas palielina sabiedrības noturību pret laikapstākļu radītiem apdraudējumiem.**

Promocijas darba hipotēze – viedo apdrošināšanas līgumu integrācija, ko veicina progresīvas tehnoloģijas, datu analītisks un reāllaika riska novērtējums, var ievērojami uzlabot kopienu noturību un samazināt dabas katastrofu sociāli ekonomisko ietekmi, kā rezultātā tiek izstrādātas ilgtspējīgākas un adaptīvākas katastrofu riska pārvaldības stratēģijas. Šī hipotēze apgalvo, ka viedo apdrošināšanas līgumu dinamiskais un proaktīvais raksturs, ja tos efektīvi īsteno, uzlabo finanšu riska pārņemšanu, veicina uzvedības izmaiņu, veicina gatavību katastrofām un uzlabo sabiedrības pielāgošanos, lai mazinātu šādu apdraudējumu sociālās un vides sekas. Pārbaudāmā hipotēze balstās postulātā, ka daudznozaru pieeja, kas ietver inženiertehnisko perspektīvu, likumdošanas ieviešanu un apdrošināšanas nozares dinamiku, var būt vērtīgs rīks tradicionālo ierobežojumu pārvarēšanai katastrofu riska mazināšanā.

Promocijas darba zinātniskā nozīme

Antropogēnie un dabiskie apdraudējumi nepārtraukti apdraud kopienu un ekosistēmu noturību visā pasaulē, tāpēc ir steidzami vajadzīgas jaunas perspektīvas, inovatīvi risinājumi un praktiskas pieejas katastrofu riska mazināšanai. Šis pētījums ir modernāko tehnoloģiju, uzvedības zinātnes, un vides pielāgošanās, sniedzot unikālu skatījumu par to, kā viedie apdrošināšanas līgumi var veicināt katastrofu riska pārvaldību.

Izmantojot daudznozaru prizmu kura centrā ir apdrošināšanas galvenā loma KRM mehānismos, šis pētījums, ir uzlabojums, lai izprastu iespējas un izaicinājumus, kas ir sagaidāmi, lai padarītu mūsu sabiedrību noturīgāku, adaptīvāku un ilgtspējīgāku, ņemot vērā antropogēnos un dabiskos apdraudējumus.

Pētījuma zinātnisko aktualitāti uzsvēr apdrošināšanas nozares pašreizējais sniegums saistībā ar klimata pārmaiņu izraisītām katastrofām, kas apdraud ilgtspējīgu attīstību visā pasaulē. Faktiski ir sagaidāms, ka nelabvēlīga klimata pārmaiņu ietekme ievērojami palielinās antropogēno un dabisko apdraudējumu biežumu, intensitāti, telpisko apmēru un ilgumu. Turklāt apdrošināšanas tirgus vēl nav atradis derīgu pieeju, lai risinātu klimata pārmaiņu sekas kopā ar pieaugošajiem dabas apdraudējumu draudiem. Tas rada lielu katastrofu notikumu risku, īpašu uzmanību pievēršot seku mazināšanas instrumentiem.

Pētījuma unikālā pieeja sarežģīto un savstarpēji saistīto problēmu risināšanai, ko rada antropogēnie un dabiskie apdraudējumi, veido tā zinātnisko novitāti. Šis promocijas darbs veicina pētījumu uzlabošanu vairākos novatoriskos veidos.

1. Viedo līgumu slēgšana un IT risinājumu lietošana apdrošināšanas sektorā, lai padarītu katastrofu pārvaldību noturīgāku, efektīvāku un produktīvāku.
2. Proaktīvas risku pārvaldības galvenā loma apdrošināšanas ietvaros, nodrošinot finansiālu atlīdzību pēc katastrofās, ieviešot viedos apdrošināšanas līgumus, lai aktīvi samazinātu risku un ievainojamību, bojātā īpašuma atkopšanas laiku.
3. Izpētīt, kā viedie apdrošināšanas līgumi var uzlabot pilsētu plānošanu, ja tās ir pakļautas riskam, liekot uzsvāru uz plūdiem, atbalstot sagatavotību katastrofām un veicinot riska samazināšanas pasākumus.

Tādējādi promocijas darba zinātniskā novitāte ir tā novatoriskajā viedo apdrošināšanas līgumu izpētē kā jaunā pieejā, lai risinātu sarežģītās antropogēno un dabisko apdraudējumu problēmas. Novērtējot progresīvu tehnoloģiju, uzvedības stimulu integrācijas ietekmi proaktīvā riska pārvaldībā, kurā cieši iesaistās apdrošināšanas sabiedrības un visaptverošas pilsētas pielāgošanās stratēģijas, šis pētījums paver jaunus veidus efektīvākai, ilgtspējīgākai un adaptīvākai katastrofu riska mazināšanai.

Promocijas darba praktiskā nozīme

Promocijas darba rezultāti ir nozīmīgi pilsētplānotājiem un riska samazināšanas vadītājiem, sniedzot zināšanas un pierādījumus par to, kā apdrošināšanas proaktīvā loma var veicināt pilsētu noturības stiprināšanu saskaņā ar Sendai rīcības plānu 2015.–2030. gadam pret antropogēnajiem un dabiskajiem apdraudējumiem. Turklāt tā ir potenciāli jauna paradigma apdrošināšanas nozarē

Promocijas darbā izstrādātajās pieejās un metodēs ir novērstas nepilnības, ar kurām saskaras pilsētas, izstrādājot un ieviešot KRM rīcības plānus.

Kopienas visā pasaulē cīnās ar pieaugošo neaizsargātību pret plūdiem, tāpēc pētījumā aplūkoti ieguvumi un lietojumi, ko sniedz novatorisku apdrošināšanas risinājumu izmantošana. Integrējot progresīvas tehnoloģijas un riska mazināšana stratēģijas, pētījums sniedz praktisku ieskatu par to, kā viedajiem apdrošināšanas līgumiem var būt galvenā nozīme noturības uzlabošanā, zaudējumu samazināšanā un ilgtspējīgas un noturīgākas pieejas plūdu pārvaldības veicināšanā.

Pētījuma atklājumi palīdz labāk izprast viedo apdrošināšanas mehānismu izmantošanas efektivitāti, lai mazinātu plūdu ietekmi uz kopienām un to sociāli ekonomisko vidi. Darbā ir aprakstīta viedo apdrošināšanas līgumu nozīme, kas atbalsta dinamisku un proaktīvu apdrošināšanas lomu, veidojot

labāku lēmumu pieņemšanas stratēģiju antropogēno un dabisko apdraudējumu pārvarēšanā, īpašu uzmanību pievēršot plūdiem.

Izstrādātais rīks, kas realizēts sistēmdinamikas modelī, aizpilda esošās un aktuālās zinātniskajā literatūrā konstatētās zināšanu nepilnības, nodrošinot jaunu pieeju katastrofu riska samazināšanas mehānismos un apdrošināšanā pret antropogēnajiem un dabiskajiem apdraudējumiem.

Izstrādāto modeli var izmantot apdrošināšanas uzņēmumi valsts un vietējā pilsētu kontekstā, lai izstrādātu stratēģijas pret dabas apdraudējumiem un pielāgotus uzņēmējdarbības modeļus.

Līgumu un rekursīvo rīku struktūru ietver apdrošināšanas sistēmas sociālos, ekonomiskos, vides un infrastruktūras aspektus un katastrofu samazināšanas pilsētas noturības novērtējumu. Tādējādi izstrādātā instrumenta izmantošana atbalsta arī saikni starp katastrofu riska mazināšanas jomu un citu nozaru politikas plānošanu, piemēram, pilsētplānošanu, uzlabojot valsts ieguldījumus riska mazināšanas pasākumos un sniedzot atvieglojumus nekustamo īpašumu sektorā.

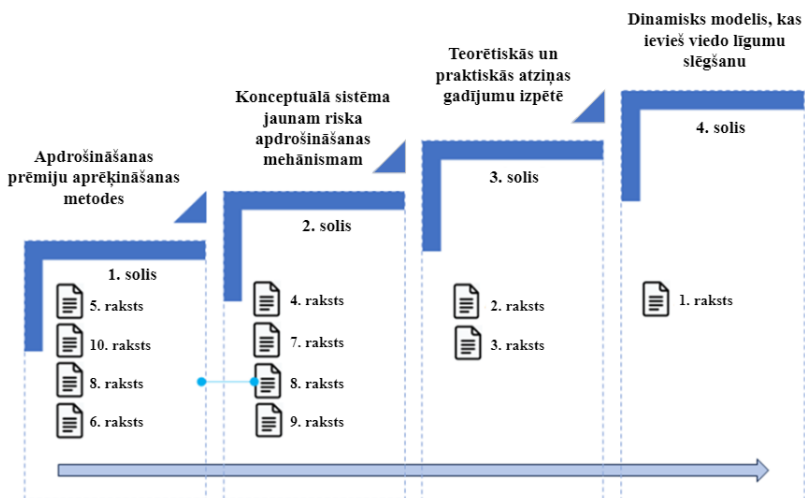
Pētījums ietver gadījuma izpēti un piedāvā apdrošināšanas līgumu praktiskos lietojumus, empīriskus pierādījumus un praktiskus ieskus, kas var sniegt informāciju par politikas un nozares lēmumiem. Tas mazina plaisu starp teoriju un praksi, padarot secinājumus atbilstošus nozarē ieinteresētajām personām.

Pētījumā izstrādātos ieteikumus un ietvarus var integrēt esošajā pilsētplānošanā ES, valsts un reģionālā līmenī. Ierosinātais modelis nodrošina noderīgu lēmumu atbalsta rīku katastrofu pārvaldībai, virzoties uz atšķirīgu apdrošināšanas sabiedrību proaktīvu lomu noturīgākas, ilgtspējīgākas un drošākas nākotnes virzienā.

Pētījumu ietvars

Promocijas darbs piedāvā galīgu sistēmdinamikas modeli, kura pamatā ir jauna Beiesa adaptīvā apdrošināšanas shēma. Šis mehānisms ietver viedos līgumus un tiek tālāk izmantots, izstrādājot īpašu dinamisku pilsētvides novērtējumu antropogēnajiem un dabiskajiem apdraudējumiem, īpašu uzmanību pievēršot plūdiem Latvijas kontekstā.

Modelis izstrādāts, lai novērtētu apdrošināšanas potenciālu, kam ir proaktīva loma katastrofu riska mazināšanā saistībā ar antropogēniem un dabiskiem apdraudējumiem (1. att.), salīdzinot to ar parastajiem apdrošināšanas mehānismiem. Lai sasniegtu šo mērķi, pārbaudītas dažādas metodes apdrošināšanas prēmiju aprēķināšanai par aktīviem, kas pakļauti antropogēnajiem un dabiskajiem apdraudējumiem. Šīs metodes tiek tālāk integrētas jaunās konceptuālās sistēmas izstrādē, veidojot jaunu riska apdrošināšanu definīciju un ieviešanu. Šis process ir izskaidrots 1. attēlā (pētījuma 1.–3. solī).



1. att. Promocijas darba pētījuma ietvars.

Promocijas darbā izmantota sistēmdinamikas modelēšanas pieeja, lai novērtētu jaunā apdrošināšanas mehānismu, kas balstīts viedo līgumu noslēgšanā pilsētās un kopienās, kas pakļautas antropogēnajiem un dabiskajiem riskiem, potenciālās priekšrocības. Šī pieeja pievēršas katastrofu pamatā esošajiem riskiem atšķirībā no tradicionālās katastrofu apdrošināšanas stratēģijas, kas galvenokārt koncentrējas uz finanšu nodrošinājuma līdzekļu atgūšanai. Darbs izstrādāts un apstiprināts, balstoties 10 zinātniskajās publikācijās, tajā pētīti dažādi inženierzinātņu aspekti, juridiskie apsvērumi un kvantitatīvās, teorētiskās un praktiskās sistēmas. Tās ievieš inovatīvu instrumentu antropogēno un dabisko risku mazināšanas stratēģiju īstenošanai, uzsverot apdrošināšanas proaktīvo lomu.

Darba pārskats redzams 1. attēlā, iezīmējot četrus soļus un tiem atbilstošus iepriekš definētus mērķus. 1. attēlā ir parādīti četri primārie savstarpēji saistītie pētījumi un to detalizētie rezultāti, kas ir atspoguļoti attiecīgajās darba nodaļās.

Pamatojoties uz 10 recenzētiem zinātniskiem rakstiem (aprobācijas nodaļā 1.–19. raksts), kas prezentēti starptautiskās zinātniskās konferencēs un publicēti starptautiskos zinātniskos žurnālos, pētījuma ietvars ir izmantots konkrētu pētniecības mērķu un jautājumu risināšanai. Šajos rakstos ir detalizēti aprakstīti atsevišķi gadījuma pētījumi, kuros izmantotas dažādas metodoloģijas, kas integrētas dinamiskā pilsētvides noturības novērtēšanas rīkā attiecībā uz dabas apdraudējumiem.

Promocijas darbs ietver ievadu un četras nodaļas: literatūras apskats; pētījuma metodoloģijas; rezultāti un diskusijas, kā arī gala secinājumi. Ievadā izklāstīts promocijas darba mērķis, izstrādātā instrumenta zinātniskā un praktiskā nozīme, kā arī par darba tēmu publicētie zinātniskie raksti. Aprobētie rezultāti balstīti starptautiskajās zinātniskajās konferencēs prezentētajās publikācijās.

Promocijas darba zinātniskā aprobācija

Autora pētījumu rezultāti prezentēti un apspriesti vairākās zinātniskās konferencēs, un publicēti 10 recenzētos zinātniskajos žurnālos.

1. M. Feofilovs, **A. J. Pagano**, E. Vannucci, M. Spiotta, and F. Romagnoli. Climate change-related disaster risk mitigation through innovative insurance mechanism: a System Dynamics model application for a case study in Latvia International. *Risks*, 2024 (in review).
2. **A. J. Pagano**, F. Romagnoli, and E. Vannucci. Non-incomes risk mitigation mechanisms for cultural heritage: role of insurances facing Covid-179. *Environ. Clim. Technol.*, 2022, Vol. 26, no. 1, pp. 871–882.
3. **A. J. Pagano**, F. Romagnoli, and E. Vannucci. COVID-19 Effects on Cultural Heritage: The Case of Villa Adriana and Villa D'Este. *Environ. Clim. Technol.*, 2021, Vol. 25, no. 1, pp. 1241–1252.
4. **A. J. Pagano**, F. Romagnoli, and E. Vannucci. Climate change management: a resilience strategy for flood risk using Blockchain tools. *Decis. Econ. Financ.*, 2021, Vol. 44, pp. 177–190.
5. **A. J. Pagano**, F. Romagnoli, and E. Vannucci. Quantitative and Financial Aspects of Resilience Bonds in the Context of Recursive Insurance Contracts. A Cost Benefit Analysis. *Environ. Clim. Technol.*, 2020, Vol. 24, no. 3, pp. 387–402.
6. **A. J. Pagano**, F. Romagnoli, and E. Vannucci. Insurance against Natural Hazards: Critical Elements on the Risk Premium Evaluation in the Italian Context. *Environ. Clim. Technol.*, 2020, Vol. 24, no. 3, pp. 373–386.
7. **A. J. Pagano**, E. Vannucci, and F. Romagnoli. Flood risk: financing for resilience using insurance adaptive schemes. *International Journal of Plant Chemistry, Soil Science and Plant Nutrition of the University of Pisa, The Effects of Climate Change Agrochimica – Special Issue*, 2019, pp. 305–322.
8. A. Bellieri dei Belliera, M. Galeotti, **A. J. Pagano**, G. Rabitti, F. Romagnoli, and E. Vannucci. Flood risk insurance: the Blockchain approach to a Bayesian adaptive design of the contract. In *Afir ERM*, 2019, pp. 1–19.
9. **A. J. Pagano**, F. Romagnoli, M. Spiotta, and E. Vannucci. Implementation of Blockchain Technology in Insurance Contracts against Natural Hazards: A Methodological Multi-Disciplinary Approach. *Environ. Clim. Technol.*, 2019, Vol. 23, no. 3, pp. 211–229.

10. **A. J. Pagano**, M. Feofilovs, and F. Romagnoli. The relationship between insurance companies and natural disaster risk reduction: overview of the key characteristics and mechanisms dealing with climate change. *Energy Procedia*, 2018, Vol. 147, pp. 566–572.

Citas zinātniskās publikācijas

1. M. Feofilovs, A. Gravelins, **A. J. Pagano**, and F. Romagnoli. Increasing resilience of the natural gas system with implementation of renewable methane in the context of Latvia: A system dynamics model. *Energy Procedia*, 2019, Vol. 158, pp. 3944–3950.

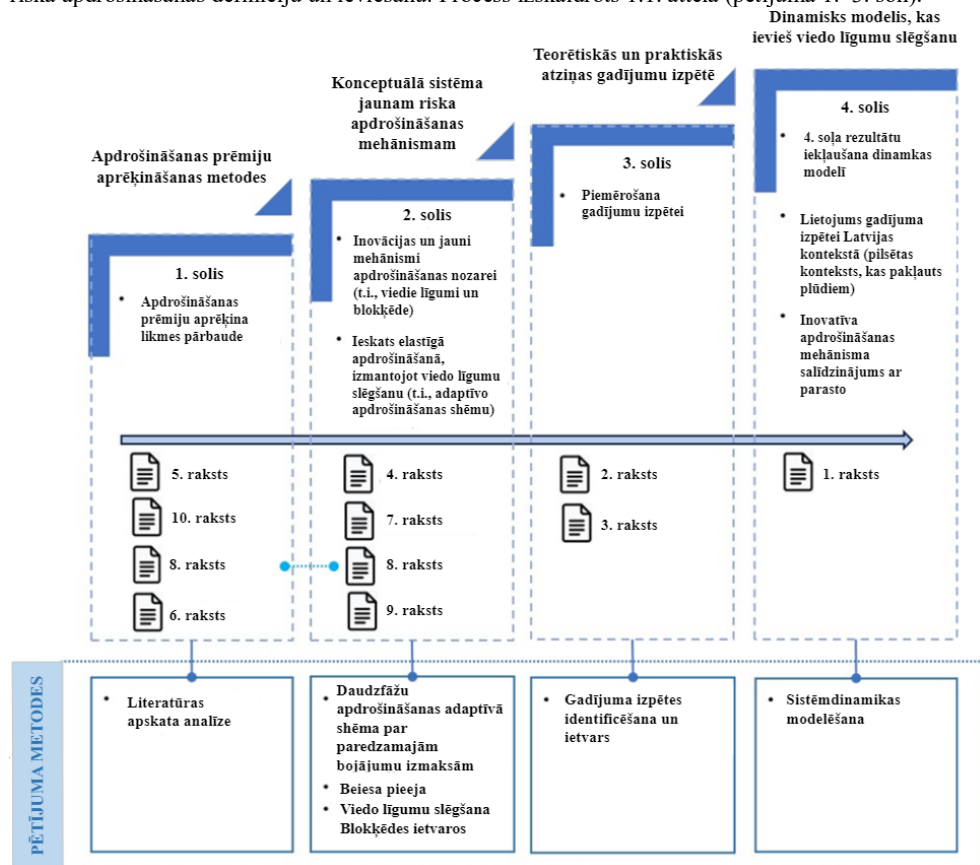
Zinātniskajās konferencēs nolasītie (prezentētie) referāti

1. A. J. Pagano, F. Romagnoli, and E. Vannucci. Non-incomes risk mitigation mechanisms for cultural heritage: role of insurances facing Covid-19. International scientific conference of Environmental and Climate Technologies, CONECT 2021. Riga, Latvia, May 11–13, 2022.
2. A. J. Pagano, F. Romagnoli, and E. Vannucci. COVID-19 Effects on Cultural Heritage: The Case of Villa Adriana and Villa D’Este. International scientific conference of Environmental and Climate Technologies, CONECT 2021. Riga, Latvia, May 11–13, 2021.
3. A. J. Pagano, F. Romagnoli, and E. Vannucci. Quantitative and Financial Aspects of Resilience Bonds in the Context of Recursive Insurance Contracts. A Cost Benefit Analysis. International scientific conference of Environmental and Climate Technologies, CONECT 2020. Riga, Latvia, May 13–15, 2020.
4. A. J. Pagano, E. Vannucci, and F. Romagnoli. Flood risk: financing for resilience using insurance adaptive schemes. Giornata di studio, Le attività dell’Università di Pisa sul tema degli effetti del cambiamento climatico. Pisa, Italy, December 6, 2019.
5. A. Bellieri dei Belliera, M. Galeotti, A. J. Pagano, G. Rabitti, F. Romagnoli, and E. Vannucci. Flood risk insurance: the Blockchain approach to a Bayesian adaptive design of the contract. AFIR-ERM Colloquium 2019, Innovating Actuarial Research on Financial Risk and ERM. Florence, Italy, May 21–24, 2019.
6. A. J. Pagano, F. Romagnoli, and E. Vannucci. Implementation of Blockchain Technology in Insurance Contracts against Natural Hazards: A Methodological Multi-Disciplinary Approach. International scientific conference of Environmental and Climate Technologies, CONECT 2019. Riga, Latvia, May 15–17, 2019.
7. A. J. Pagano, M. Feofilovs, A. Gravelins, and F. Romagnoli. Increasing Resilience of the Natural Gas System with Implementation of Renewable Methane in the Context of Latvia: A System Dynamics Model. 10th International Conference on Applied Energy “ICAE2018”. Hong Kong, China, August 22–25, 2018.
8. A. J. Pagano and O. Tumule. Comparative bankruptcy procedural law aspects of cross-border and domestic avoidance action. XIX International Scientific Conference: Latvia 100: Expectations, Achievements and Challenges. Riga, Latvia, April 19, 2018.
9. A. J. Pagano, M. Feofilovs, and F. Romagnoli. The relationship between insurance companies and natural disaster risk reduction: overview of the key characteristics and mechanisms dealing with climate change. International scientific conference of Environmental and Climate Technologies, CONECT 2018. Riga, Latvia, May 16–18, 2018.
10. M. Feofilovs, A. J. Pagano, and F. Romagnoli. Market development and support schemes for biomethane: SWOT analysis in context of Latvia. International scientific conference of Environmental and Climate Technologies, CONECT 2018. Riga, Latvia, May 16–18, 2018.

1. METODOLOĢIJA

Saskaņā ar galvenajiem pētījuma jautājumiem, kas norādīti pētījuma hipotēzē un mērķos, un, uzsvērot tā zinātnisko nozīmi, promocijas darbā formulēti pārliecinoši priekšlikumi sistēmdinamikas modelim, kura pamatā ir jauna Beiesa adaptīvā apdrošināšanas shēma. Šis mehānisms ietver viēdo līgumus, kas tiek uzskatīti par dinamisku pilsētvides antropogēno un dabisko apdraudējumu novērtēšanas rīku, īpašu uzmanību pievēršot plūdiem Latvijas kontekstā.

Šis modelis izstrādāts, lai novērtētu apdrošināšanas potenciālu, kam ir proaktīva nozīme katastrofu riska samazināšanā (1.1. att.), salīdzinot to ar parastajiem apdrošināšanas mehānismiem. Lai sasniegtu šo mērķi, pārbaudītas dažādas metodes apdrošināšanas prēmiju aprēķināšanai par aktīviem, kas pakļauti apdraudējumiem. Šīs metodes tālāk integrētas jaunās konceptuālās sistēmas izstrādē, veidojot jaunu riska apdrošināšanas definīciju un ieviešanu. Process izskaidrots 1.1. attēlā (pētījuma 1.–3. solī).



1.1. att. Promocijas darba pētījuma ietvars un metodes.

Pēdējā pētījuma posma mērķis ir konsolidēt īpašos rezultātus, kas iegūti 1.–3. pētījuma posmā. Šie atklājumi tiks iekļauti, novērtējot apdrošināšanas sabiedrību proaktīvo lomu, ieguldot riska mazināšanas projektos. Modelis tiek pārbaudīts, izmantojot gadījuma izpēti, kas vērsta uz pilsētvides kontekstu Latvijā, kas pakļauta plūdiem. Visaptverošs pētījuma metodoloģijas pārskats redzams 1.1. attēlā, kas ietver četrus soļus, kas saskaņoti ar promocijas darba mērķiem.

Pamatojoties uz 10 recenzētiem zinātniskajiem rakstiem (1.–10. raksts), kas tika prezentēti starptautiskās zinātniskās konferencēs un publicēti starptautiskajos zinātniskajos žurnālos, pētījuma ietvars ir izmantots konkrētu pētniecības mērķu un jautājumu risināšanai. Šajos rakstos detalizēti

aparakstīti atsevišķi gadījuma pētījumi, kuros izmantotas dažādas metodoloģijas, kas integrētas dinamiskā pilsētvides noturības novērtēšanas rīkā attiecībā uz dabas apdraudējumiem.

Promocijas darbs ietver ievadu un četras nodaļas: literatūras apskats, pētījuma metodoloģijas, rezultāti un diskusijas, kā arī gala secinājumi. Ievadā izklāstīts promocijas darba mērķis, izstrādātā instrumenta zinātniskā un praktiskā nozīme, kā arī par darba tēmu publicētie zinātniskie raksti. Aprobētie rezultāti balstīti starptautiskajās zinātniskajās konferencēs prezentētajās publikācijās.

1. nodaļā ir sniegts literatūras apskats, kurā tiek analizēts, kā apdrošināšanas nozare risina antropogēnos un dabiskos apdraudējumus. Šajā sadaļā ir aplūkota pašreizējā pētniecības jomas atbilstība, specifiskā terminoloģija, koncentrējoties uz tendencēm, kas saistītas ar klimata pārmaiņām saistītu katastrofu biežuma palielināšanos. Tajā ir definēti antropogēno un dabisko apdraudējumu veidi, apskatīta apdrošināšanas loma pie mainīgiem katastrofu riskiem un apspriesta viedo līgumu slēgšanas un blokķēdes tehnoloģijas vieta noturības uzlabošanas stratēģijās apdrošināšanas nozarē. Tiek sniegts arī tradicionālais katastrofu riska samazināšanas novērtējums apdrošināšanas nozarē.

Promocijas darba 2. nodaļā ir sīki aprakstīts katrs promocijas darba metodoloģijas posms, kas apraksta zinātniskos rakstus, kas apstiprina pētījuma mērķus. Promocijas darba 3. nodaļa ir vērsta uz sasniegtajiem rezultātiem, īpaši akcentējot inovatīva apdrošināšanas mehānisma dinamiska novērtējuma rīka izstrādi un pielietošanu.

Pēdējā nodaļā sniegti vispārīgi secinājumi un ieteikumi instrumenta izmantošanai politikas plānošanā.

1.1. Apdrošināšanas prēmiju aprēķināšanas metode

Šis posms ietver plašu literatūras apskatu, lai identificētu esošos prēmiju aprēķināšanas modeļus, analizētu vēsturiskos datus un gadījuma izpēti, lai izprastu pašreizējo apdrošināšanas nozares praksi, izmantojot statistikas un aktuāra metodes, lai novērstu riska faktoros un to ietekmi uz prēmiju aprēķiniem. Mērķis ir izpētīt un novērtēt dažādas apdrošināšanas prēmiju aprēķināšanas metodoloģijas, īpašu uzmanību pievēršot aktīviem, kas pakļauti antropogēnajiem un dabiskajiem apdraudējumiem (5., 8. un 10. aprobācijas publikācijās).

Apdrošināšanas aprēķina metodes portfelis

Ņemot vērā apdrošināšanas specifiku, pirmais metodiskais solis ir raksturīgo prēmiju likmju aprēķināšana (5., 6., 8. un 10. aprobācijas publikācijās). Autors izceļ standarta soļus, lai izskaidrotu mehānismus, kas saistīti ar vispārējo likmi apdrošināšanas ietvaros.

Apdrošināšanas portfeļa galveno rādītāju kopsavilkums sniegts 1.1. tabulā.

1.1. tabula

Apdrošināšanas portfeļa galvenie rādītāji [9]

Galvenie rādītāji	Raksturīgās iezīmes
Portfeļa apdrošināšanas diversifikācija	Augstais portfeļa diversifikācijas līmenis un atkarības trūkums no lielajiem klientiem pozitīvi ietekmē apdrošināšanas operāciju galīgo finanšu rezultātu.
Apdrošināšanas portfeļa stabilitāte	Apdrošināšanas portfeļa stabilitātes līmeni ietekmē, pirmkārt, augsti apdrošināšanas līgumu pagarināšanas līmeņi. Stabils apdrošināšanas portfelis pozitīvi ietekmē apdrošināšanas operāciju rentabilitāti.
Nerentabilitāte pēc darbības	Grupas zaudējumu koeficients atspoguļo maksājuma pareizību, ko sedz apdrošināšana.
Tehniskais rezultāts atbilst biznesa virzienam	Raksturo nopelnītās prēmijas attiecību pret uzņēmējdarbības virzienu izmaksām, ir nepieciešams noteikt uzņēmuma rentabilitāti.
Uzņemto risku relatīvais lielums	Uzņemto risku relatīvais lielums attiecībā pret pašu kapitāla lielumu nosaka katastrofu risku iespējamību.

Portfeļa prognozēšana un esošās un turpmākās apdrošināšanas operāciju rentabilitātes izvērtēšana ir iespējama, rūpīgi pārbaudot līgumos ietverto apdrošināšanas portfeli (apdrošināšanas veidu kopumā

vai blakusproduktus). Apdrošināšanas portfeļa kvalitātes novērtējums ir galvenais faktors uzņēmuma galīgajā novērtējumā. Pilnīga esošā apdrošināšanas portfeļa pārbaude ir nepieciešama, lai noteiktu mērķus vidēja un ilgtermiņa periodam pa biznesa līnijām (produktiem un/vai apdrošināšanai) un nodrošinātu apdrošināšanas sabiedrības finansiālo drošību un maksātspēju [10].

Izpētot portfeļa subjektīvās īpašības, atklājas problemātiskie aspekti. Šīs īpašības ir patvaļīgas, jo klientu un apdrošināšanas uzņēmumu skaits ietekmē klienta un uzņēmuma attiecību un uzņēmuma reputāciju. Turklāt regulējošo iestāžu sūdzību daudzums un nopietnība (salīdzinot ar līgumu apjomu) liecina par neapmierināto klientu skaitu un par to, cik lielā mērā klients pilnībā sedz katra klienta apdrošināšanas produktus.

Detalizētāka informācija – promocijas darba 2.1. apakšnodaļā.

Statiskās metodes apdrošināšanas sabiedrībā. Portfeļa analīze

Aprēķinot apdrošināamo zaudējumus, tiek izmantota pieeja, kas sniedz visvairāk informācijas. Nerentabilitāte apdrošināšanas operācijās ir mērs, cik labi apdrošinātājs veic savas darbības, kas nav dzīvības apdrošināšana. Šo pasākumu var aprēķināt visiem apdrošināšanas veidiem vai katram veidam atsevišķi. Aprēķinu secību nosaka aprēķina pamats, kas var būt apdrošināmo darbības gads vai pirmais zaudējuma rašanās laiks (apdrošināšanas gadījums).

Apdrošināšanas maksājumu proporcija pret uzkrātajām (samaksātajām vai nopelnītajām) prēmijām apdrošināšanas gada beigās ietver rezerves nepieciešajām atlīdzībām apdrošināšanas izmaksām, kā arī paredzamo uzkrājumu zaudējumiem.

Kalendārā gada beigās koeficientus nosaka no saucēja, kurā iekļautas kalendārā gada laikā samaksātās prēmijas, atņemot rezerves apdrošināšanas maksājumiem (zaudējumiem), no skaitītāja, kuriem iekļautas rezerves apdrošināšanas maksājumi (zaudējumi) kalendārā gada beigās. Aprēķinot gada zaudējumu gadījumus, kā redzams 1. vienādojumā, saucējs ir kalendārā gada laikā saņemtā prēmija, skaitītājs – apdrošināšanas izmaksas par apdrošināšanas gadījumiem, kas notikuši kalendārā gada laikā, plus apdrošināšanas rezerves zaudējumiem, kas radušies kalendārā gada laikā [11].

$$\begin{aligned} \text{Zaudējumu attiecība} &= \frac{\text{Zaudējumu korekcijas}}{\text{Nopelnītā prēmija}} \text{ Izdevumu attiecība} = \\ &= \frac{\text{Apdrošināmo izdevumi}}{\text{Izrakstītā neto prēmija}} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\text{Kombinētā attiecība} = (\text{Zaudējumu attiecība} + \text{Izdevumu attiecība})$$

Zaudējumu attiecība, ko bieži aprēķina kā samaksātos zaudējumus no apdrošināšanas parakstīšanas gadā saņemtajām prēmijām, nodrošina ātru rezultātu, bet var neņemt vērā segmenta zaudējumus, kavējot visaptverošu tarifu politikas pārskatīšanu [12].

Daži uzņēmumi izmanto naudas norēķinu zaudējumus ātrai portfeļa novērtēšanai, korelējot samaksātos zaudējumus noteiktā periodā ar tajā pašā periodā saņemtajām prēmijām. Tomēr šī metode neņem vērā segmenta zaudējumus un novērš rūpīgu tarifu politikas pārskatīšanu.

Vidējās apdrošināšanas prēmijas aprēķināšana un komisijas maksājumu analīzes veikšana ir būtiska tarifu pārskatīšanai un rentabla portfeļa veidošanai. Statistiskie dati par uzkrātajiem zaudējumiem un vidējo bojājumu lielumu palīdz noteikt lielāko apdrošināšanas gadījumu iespējamību. Katastrofu scenāriji, īpaši tie, kas saistīti ar dabas apdraudējumiem, tiek izvērtēti, ņemot vērā vidējo gada zaudējumu (angļu val. – *Average Annual Loss, AAL*) un pārsniegšanas varbūtības (angļu val. – *Exceedance Probability, EP*) līknes. Šīs līknes palīdz apdrošinātājiem izprast iespējamo zaudējumu lielumu un sadalījumu.

Pārsniegšanas varbūtības līknes palīdz noteikt iespējamās maksimālās zaudējumus (angļu val. – *Probable Maximum Loss, PML*) portfelim noteiktā laika posmā dabas apdraudējumu dēļ. Tas ļauj apdrošinātājiem novērtēt kopējo zaudējumu summu konkrētam varbūtības līmenim, palīdzot pieņemt lēmumus par risku pārvaldību.

Lai veicinātu diskusiju, autoram teorētiskie jautājumi jāsniedz tabulas un grafika formā. Šis vizuālais attēlojums precīzē, kā apdrošināšanas sabiedrības nosaka risku un cenas, pamatojoties uz skaitlisko bāzi, jo īpaši attiecībā uz pārsniegšanas varbūtības procentuālo daļu [13].

Detalizēta informācija – promocijas darba 2.1. apakšnodaļā.

1.2. Konceptuāls ietvars ceļā uz jaunu riska apdrošināšanas mehānismu

Otrā metodiskā soļa mērķis ir izveidot un novērtēt konceptuālo ietvaru jaunam riska apdrošināšanas mehānismam, iekļaujot atziņas, kas gūtas no prēmiju aprēķināšanas metodēm (4., 7.–9. publikācija).

Šī pētījuma metode ir solis, lai sintezētu prēmiju aprēķinu izpētes rezultātus, identificējot esošo apdrošināšanas mehānismu nepilnības un trūkumus, lai turpinātu piedāvāt novatoriskas koncepcijas un struktūras risku apdrošināšanai, ņemot vērā gan teorētiskos pamatus, gan praktiskos rezultātus.

Virzoties uz jaunu paradigmu, kas ietver apdrošināšanas mehānismu katastrofu riska mazināšanas stratēģijas, tiek uzsvērts noturības starpdisciplinārais raksturs, kas ietver sociālo, ekonomisko, institucionālo, infrastruktūras/inženierijas un kopienas struktūras un visus ar tiem saistītos datus.

Daudzfāžu līgumi un blokkēde. Itālijas konteksts

Vairāku periodu ieviešana viedos apdrošināšanas līgumos balstās līgumu struktūras periodiskās izmaiņās, ko veicina blokkēdes tehnoloģija un informācija no sertificētiem ārējiem avotiem. Galvenie šī daudzfāžu līguma aspekti ietver divpusējus noteikumus, nejausību, informācijas tehnoloģiju izmantošanu, blokkēdes integrāciju, reāllaika datu plūsmu un automatisku atkārtotu pārrunu veikšanu.

Divpusējie noteikumi paredz, ka apdrošinātais maksā iepriekš noteiktus apdrošināšanas prēmiju intervālus, bet, iestājoties apdrošināšanas gadījumam, apdrošināšanas sabiedrība izmaksā kompensāciju. Neskatoties uz standarta apdrošināšanas līgumu shēmas pieņemšanu, tas var būt apgrūtināši [14]. Nejausību aspekts norāda, ka apdrošināšanas gadījuma iestāšanās paliek nezināma arī pēc identifikācijas un dokumentēšanas, uzsverot informācijas tehnoloģijas [15].

Informācijas tehnoloģijām ir liela nozīme, un līguma noteikumi tiek saskaņoti, izmantojot tiešsaistes platformu un blokkēdes tehnoloģiju. Elektroniskais paraksts kas ir daļa no šī procesa, veicina piekrišanas mehānismus [16]. Blokkēdes tehnoloģija, kas strukturēta mezglos un lokos ir pielāgojama parastajam piegādes ķēdes modelim, aptverot organizatoriskos un tīkla riskus.

Reāllaika datu plūsma ļauj blokkēdes līguma struktūrai saņemt un iekļaut datus par apdrošināto aktīvu un tā vidi, ļaujot regulāri mainīt līguma sākotnējos nosacījumus [13]. Automātiskas atkārtotas sarunas vai automātiska vienprātība dod līgumam tiesības regulāri pielāgot tā noteikumus, pamatojoties uz ienākošajiem datiem [17].

Metodiskais posms ietver Itālijas apdrošināšanas likumdošanas izpēti, sadarbojoties ar vietējām apdrošināšanas kompānijām. Raksturojot tipisko apdrošināšanas līgumu Itālijas civilkodeksā, kā norādīts 1882. pantā, uzsvērtā apdrošinātāja piekrišana kompensēt zaudējumus vai nodrošināt vienreizēju maksājumu vai mūža atlīdzību konkrētu incidentu gadījumā [18].

Alea risks ir saistīts ar hipotētisku destruktīva notikuma iespējamību, kas ietekmē subjekta intereses, paliekot latentā stāvoklī, līdz tiek realizēta hipotētiskā iespēja. Riskam jābūt objektīvi nenoteiktam, ārējo faktoru radītam un aizsargātajām interesēm kaitējošam. Tā esamība latentā stāvoklī pirms realizācijas padara tās būtību sarežģītāku [19].

Ab origine stadijas neesamība nosaka līguma *ex tunc* spēkā esamību iemesla trūkuma dēļ (1895. pants). Līguma izbeigšana rada attiecību izbeigšanos, izceļot objektīvās un absolūtās nenoteiktības stāvokli, kas ir būtiska to funkcijām. Politikas ievērošanas laikā ir jāpastāv iespējamības prognozei par kaitīgu faktu – gan cilvēku radītu, gan dabisku. Šīs funkcijas iekļaušana jaunajā līgumā nav liegta.

IT aspekti, kas saistīti ar blokkēdi un reāllaika datu plūsmu, ietver datu plūsmas pārbaudi, saņemto datu sertificēšanu un maksājumu nodrošināšanu kavēšanās gadījumā [20]. Viedais līgums, kas iccerēts kā daudzfāžu līgums, atbilst elastīgās metodes ietekmes mazināšanas procesam [21].

Process ietver sākotnējo datu vākšanu par klimatiskajām parādībām un to ietekmi uz plūdiem, savukārt blokkēde apliecina datu ticamību. Tas ietver līguma nosacījumus par apdrošināšanu un seku mazināšanas darbu finansēšanu, būvniecības grafika apliecināšanu un seku mazināšanas darbu pabeigšanu [22].

Lielo datu jauno vākšanas iespēju sinerģija, kas aptver veselības, braukšanas, klimata un seismiskos riskus, kā arī blokķēdes nozīmivalidācijā, rada ideālus apstākļus viedo līgumu plašai ieviešanai apdrošināšanas nozarē. Detalizēta informācija – promocijas darba 2.2. apakšnodaļā.

Kvantitatīvā un Beiesa pieeja

No potenciālajiem Beiesa adaptīvās shēmas izmantošanas daudzperiodu apdrošināšanas seguma jomām, proti, risku, kas saistīts ar ekstremāliem klimatiskajiem notikumiem, viena no patlaban interesantākajām jomām ir plūdu riska izpēte.

Lai veiktu šāda veida pētījumus, ir nepieciešams izmantot daudzdisciplināru pieeju, jo iesaistītās makro-jomas ietver aktuāro zinātni kvantitatīvai analīzei, inženiertehniskās zināšanas plūdu riska novērtēšanai konkrētā teritorijā, juridisko perspektīvu, lai nodrošinātu pienācīgu juridisko atbalstu viedajiem līgumiem daudzperiodiskā scenārijā, un informācijas pārziņāšana, lai aprakstītu procesu, ko nodrošina blokķēdes tehnoloģija [23].

Lai maksimāli palielinātu kopējo teritoriālo noturību, ir jāizvērtē, kā var veikt paredzamos infrastruktūras uzlabojumus, tostarp fiziskus un/vai atvieglotus pasākumus. Šajā kontekstā ir jāizveido kvantitatīvās vai daļēji kvantitatīvās metodoloģijas, ar kuru palīdzību varētu novērtēt pilsētu sistēmas un/vai kopienas noturību definējošo jaudu optimizāciju tādā veidā, kas līdzinās izmaksu un ieguvumu analīzei. Šajā sakarā pēdējo 10 gadu laikā īpaša uzmanība ir pievērsta specializētu riska novērtēšanas metožu izvēlei, koncentrējoties uz neaizsargāto reģionu un riska kopienu mērīšanu [24].

Inženiertehniskā perspektīva, ko nodrošina šīs metodes tehniskais aspekts, uzsver kritisku infrastruktūras ievainojamības novērtējuma apsvēršanas nozīmi, jo īpaši saistībā ar pilsētu tīkliem, kas ir pakļauti dabas katastrofai, piemēram, plūdu, riskam [25].

Ņemot vērā to, ka metodoloģija var noteikt noturības raksturlielumus pilsētas mērogā un plānot stratēģijas uzlabošanas pasākumus, *Serre et al.* [26] ierosina veikt novērtējumu par iespējamo pilsētu tīklu traucējumu ietekmi uz pilsētvides noturības līmeni raksturojošo jaudu novērtējumu.

Detalizēta informācija – promocijas darba 2.2. apakšnodaļā.

1.3. Teorētiskās un praktiskās atziņas gadījuma izpētē

Trešā metodiskā soļa mērķis šajā pētījumā ir gūt teorētisku un praktisku ieskatu jauna riska apdrošināšanas mehānisma lietošanā, izmantojot gadījuma izpēti. Tas ietver izstrādātās konceptuālās sistēmas atlasīšanu un piemērošanu, lai novērtētu mehānisma efektivitāti reālās pasaules scenārijos, iekļaujot kvalitatīvos un kvantitatīvos datus, intervijas un novērojumus uz vietas.

Tika izvēlēti divi gadījuma pētījumi – *Villa Adriana* un *Villa d'Este*, kas pārstāv kultūras mantojumu, kas ir pakļauts sociāliem un dabas apdraudējumiem. Pirms padziļinātas analīzes tika apsvērti divi galvenie īstenošanas posmi. Pirmajā posmā tika veikta informācijas meklēšana nacionālajās Itālijas un *UNESCO* datubāzēs, lai atrastu ekonomiski un sociāli vērtīgas kultūras vietas. Šī pētījuma, kas tika veikts *UNESCO* tiešsaistes lapā, mērķis bija izprast pandēmijas ietekmi uz Itālijas kultūras mantojumu, atbalstot finanšu analītisko analīzi, salīdzinot datus ar *UNESCO* sarakstu.

Otrs metodoloģiskais aspekts bija vērsts uz juridisko/regulatīvo noteikumu izplatību, pētot noteikumus, kas ietekmē kultūras mantojumu nacionālā līmenī. Tas ietvēra tiesību aktu analītisko pārbaudi līdz saistošo tiesību aktu piemērošanai.

Nākamajā metodiskajā posmā tika kvantitatīvi analizēti iespējamie katastrofālie notikumi un ar tiem saistītās ekonomiskās sekas, koncentrējoties uz bilancēm, kas iegūtas attiecīgajās tīmekļa vietnēs par pēdējiem trim gadiem. Tas ļāva skalāri prognozēt galvenos rādītājus starp izmaksām un ienākumiem, nodrošinot progresīvu vēsturisko analīzi.

Pēdējā daļā tika pētītas pandēmijas sekas uz kultūras aktivitātēm, jo īpaši nacionālajām vietām, izmantojot statistikas datu un ziņojumu izpēti. Šī visaptverošā pieeja apvieno dažādas metodoloģijas, lai pilnībā izprastu jaunā riska apdrošināšanas mehānisma, lietojamību kultūras mantojuma aizsardzībā.

Detalizēta informācija – promocijas darba 2.3. apakšnodaļā.

1.4. Dinamikas modelis, kas ievieš viedo līgumu slēgšanu

Jaunākās metodoloģiskās pieejas mērķis ir izveidot sistēmdinamikas modeli, kas ietver viedo līgumu slēgšanu, lai simulētu un novērtētu piedāvāto novatorisko risku apdrošināšanas mehānismu. Sistēmdinamikas modelēšanas metožu izmantošana, lai attēlotu dinamisko mijiedarbību starp dažādiem apdrošināšanas sistēmas komponentiem, šķiet vispiemērotākais instruments sarežģītās mijiedarbības atspoguļošanai Viedās līgumu slēgšanas funkciju ieviešana modelī automatizē procesus un simulē reāllaika atbildes, kā norādīts 1. publikācijā.

Šī pieeja ir svarīga arī pilsētu katastrofu kontekstā, kur katastrofu pārvaldība joprojām ir izaicinošs jautājums, un tādēļ ir nepieciešami radoši risinājumi pilsētu noturības pasākumu izstrādei. Šī perspektīva iegūst papildu nozīmi, ja to aplūko Ilgtspējīgas enerģētikas un klimata rīcības plāni pašvaldībām (angļu val. – *Sustainable Energy and Climate Action Plans (SECAPs) for Municipalities*) [27].

Serre et al. zinātniskajā darbā [26] pilsētu noturība ir izprotama un iedalīta trīs pamatspējās: pretestības spēja, absorbcijas spēja un reģenerācijas spēja. Ieteikums ir izveidot pilsētu un inženiertīklus, kas spēj mazināt plūdu risku. Līdzīgu pieeju noturības novērtēšanai ierosināja *Bruneau et al.* [28], ieviešot “4Rs” (robustums, pārpilnība, resursi un straujums, angļu val. – *Robustness, Redundancy, Resourcefulness, and Rapidity*). Konkrētu rīku noturību raksturo sistēmas īpašības, kas atbilst šiem 4R.

Šis konceptuālais un (daļēji) kvantitatīvās modeļu metodes, kuru pamatā ir atbilstoša indikatoru kopuma izvēle, varētu būt stūrakmens, lai izveidotu sistēmu, kas spētu novērtēt konkrētu seku mazināšanas un/vai pielāgošanās paņēmieni efektivitāti. Daudzi pilsētu katastrofu piemēri uzsver pastāvīgās problēmas pilsētu plūdu pārvaldībā, jo īpaši nestabilos apstākļos. Stratēģiskām un radošām metodēm ir izšķiroša nozīme, lai izstrādātu efektīvas pilsētvides noturības stratēģijas.

Tāpēc ir skaidrs, ka riska novērtējumos [29] ir jāidentificē apdraudējumi, kā arī to rašanās iespējamība un to ietekmes uz neaizsargātām vietām kvantitatīva noteikšana. Tas atvieglo adaptīvu pārvaldības stratēģiju izveidi [24].

Sistēmdinamikas lietojums apdrošināšanas mehānismu analīzei

Šajā nodaļā aprakstīts ierosinātais viedās apdrošināšanas mehānisms, kas iegūts iepriekšējos promocijas darba pētījumos. Promocijas darbā izklāstītais jaunais viedais apdrošināšanas mehānisms ir pielāgots apdrošināšanai pret dabas katastrofām, vienlaikus veicinot apdrošināšanas kompāniju aktīvu iesaistīšanos katastrofu riska mazināšanā. Šī pieeja nozīmē progresīvu soli apdrošināšanas nozares proaktīvajā iesaistē katastrofu riska samazināšanā. Ņemot vērā to, ka izmeklējamās problēmas ir dinamiskas, nevis statistiskas, sistēmdinamikas (SD) analīzes metode tika izvēlēta viedās apdrošināšanas mehānisma analīzei. SD pieeja ļauj izpētīt sarežģītību un dinamiskas problēmas, kas saistītas ar pārbaudāmajām apdrošināšanas polisēm. Promocijas darbā veikta gadījuma izpēte, izmantojot SD pieeju, koncentrējoties uz Latvijas vietējo kopienu apdrošināšanu, kas cīnās ar klimata izraisītu katastrofu ietekmi uz viņu nekustamajiem īpašumiem.

Sistēmdinamikas metodoloģiju pagājušā gadsimta 50. gados ieviesa Dž. Foresters un kolēģi Masačūsetsas Tehnoloģiju institūtā (MIT) [30]. SD pieeja ļauj pētīt dažādas sistēmas, izmantojot atgriezeniskās saites cilpas, aizkaves un nelineāras attiecības starp sistēmas komponentiem. SD pamatprincips ir tāds, ka mijiedarbība un atgriezeniskās saites starp daudzajiem sistēmas komponentiem nosaka, kā sistēma darbojas kopumā.

Daudzās disciplīnās, sākot no korporatīvās vadības un ekonomikas līdz sabiedriskajai politikai, vides pētījumiem un inženierzinātnēm, plaši tiek izmantota sistēmdinamikas modelēšana. Šī metodoloģija dod iespēju lēmumu pieņēmējiem identificēt iespējamus šķēršļus, gūt ieskatu sarežģītu sistēmu darbībā un novērtēt politiku un taktiku pirms ieviešanas. Izpratne par dinamisko sistēmu darbību atvieglo labāku plānošanu, lēmumu pieņemšanu un problēmu risināšanu [31]. Sistēmdinamikas sistēmas ir izrādījušas efektīvas sarežģītu problēmu risināšanā dažādās ar apdrošināšanu saistītās nozarēs, liekot stabilu pamatu arī šī pētījuma mērķiem [32].

Promocijas darbā iekļautais pētījums detalizēti aprakstīts 1. publikācijā, kas apskatāma brīvpieejas žurnālā un iekļauta promocijas darba pielikumā. Cēloņsakarību diagrammu, ēku fonda un plūsmas modeļu izstrāde un apstiprināšanas process ir aprakstīts šīs nodaļas turpmākajās apakšnodaļās. Piedāvātās viedās apdrošināšanas mehānisma analīzes rezultāts vietējā gadījuma izpētē ir sniegts 2.4. apakšnodaļā.

Cēloņsakarību cilpas diagrammu izstrāde

Sākotnējais solis sistēmdinamikas (SD) modeļa izveidē ietver dinamiskās problēmas un modeļa hipotēzes definēšanu, sistēmas problemātiskās uzvedības ilustrāciju un hipotētiskā risinājuma piedāvāšanu. Šo dinamisko problēmu un hipotēzi visefektīvāk attēlo cēloņsakarības cilpas diagramma (angļu val. – *causal loop diagram, CLD*) [30].

Cēloņsakarības cilpas diagramma (*CLD*) ilustrē mainīgo mijiedarbību SD modelī, izmantojot savienojumus, ko simbolizē bultiņas. Pozitīvas attiecības starp mainīgajiem tiek apzīmētas ar plus zīmi, negatīvās attiecības – ar mīnus zīmi. Ir svarīgi atzīmēt, ka *CLD* savienoto mainīgo simboli apzīmē tikai izmaiņas saiknē starp diviem mainīgajiem, neņemot vērā visas sistēmas izmaiņas. Šie savienotie mainīgie var veidot cilpas, kas SD modelī pazīstamas kā atgriezeniskās saites cilpas. Katrs cilpas veids var pozitīvi vai negatīvi ietekmēt citas sistēmas cilpas.

- Pastiprināšanas cilpas pastiprina izmaiņas sistēmā, potenciāli izraisot eksponenciālu pieaugumu vai samazināšanos, un *CLD* ir apzīmētas ar burtu R. Sistēmā iestrādātās pastiprinošās cilpas bieži ir problemātiskas uzvedības cēlonis.
- Balansēšanas cilpām, kas CD apzīmētas ar burtu B, ir pretējs efekts nekā pastiprināšanas cilpām. Tām ir tendence atjaunot līdzsvaru vai saglabāt stabilitāti sistēmā, jo tās mijiedarbojas ar cilpas sākotnējā mainīgā lieluma izmaiņām.

Lai risinātu dinamisko problēmu un īstenotu hipotēzi SD modelī, *CLD* tiek konstruēti, pamatojoties uz literatūras apskatu un ekspertu zināšanām par izvēlēto pētāmo sistēmu. Kad galvenie mainīgie un to savstarpējās attiecības ir identificētas konceptuālajā modelī, kas izstrādāts ar *CLD*, tiek izveidota empīriskā modeļa struktūra, kas simulē sistēmas uzvedību.

Dinamiskā problēma šajā pētījumā ir definēta šādi: esošie katastrofu apdrošināšanas mehānismi sedz katastrofu izmaksas, bet nenovērš turpmāko postījumu cēloņu risku, kas pieaug klimata pārmaiņu ietekmes dēļ, kā rezultātā palielinās katastrofu biežums un nelaimes gadījumu skaits, kas notiek ekstremālu laika apstākļu intensitātes palielināšanās dēļ.

Dinamiskā hipotēze šajā pētījumā ir definēta šādi: progresīvi apdrošināšanas mehānismi, kas ieviesti, izmantojot viedo apdrošināšanas līgumu, var palīdzēt samazināt zaudējumu izmaksas, atbalstot ieguldījumus katastrofu riska mazināšanas pasākumos, tādējādi aizsargājot apdrošinātos aktīvus un vienlaikus piesaistot jaunus klientus efektīvāka apdrošināšanas shēma.

Krājumu un plūsmas modelis vietējai gadījuma izpētei

Lai empīriski analizētu dinamisko problēmu un īstenotu hipotēzi, ir izstrādāti krājuma un plūsmas modeļi. To izmantošana atvieglo sistēmas dinamiskās uzvedības izpēti laika gaitā, ļaujot noteikt galvenos politikas ieviešanas sviras punktus. Lai to panāktu, konceptuālais modelis, kas iegūts no *CLD*, tiek pārveidots par kvantitatīvu simulācijas modeli, izmantojot SD programmatūru *Stella Architect*. Šī transformācija ietver matemātisko attiecību noteikšanu starp modeļa mainīgajām vērtībām un simulācijas laika horizonta noteikšanu. Šim gadījuma pētījumam nepieciešamie dati ir iegūti no statistikas.

Gadījuma izpētei tiek apkopota empīriskā informācija par Jelgavu – pilsētu Viduslatvijā ar aptuveni 55 000 iedzīvotājiem, kas ir pakļauti pavasara plūdiem. Šajā pētījumā aplūkoti apdrošinātie aktīvi ietver dzīvojamās ēkas, kas saskaras ar pavasara plūdiem ar lielu varbūtību (10 % vai reizi 10 gados), vidējo varbūtību (1 % vai reizi 100 gados) un zemu varbūtību (0,1 % vai reizi 1000 gados), kā arī saistītie zaudējumi un atjaunošanas izmaksas, kas norādītas 1.2. tabulā.

Katastrofu iespējamība, bojājumi un atjaunošanas izmaksas [33]

Plūdu iespējamība pēc 100 gadiem, %	Applūdušo ēku zona, m ²	Restaurācijas izmaksas par m ²
10 %	103773	19,5
1 %	547400	25,8
0,5 %	695111	31,8

Šie statistikas dati ir ievades dati pavasara plūdu bīstamības notikumu stohastiskās varbūtības simulācijai, kas ieviesta SD modelī, izmantojot funkciju *RANDOM*, iekļaujot stohastiskās sastāvdaļas un piemērojot apdraudējumu varbūtības ar dažādiem atgriešanās laikiem [34]. Simulācija modelī ietver stohastisko varbūtības mainīgo un nejašu paraugu ņemšanu 1000 simulācijas ciklos. Šīs simulācijas ciklu skaits tiek uzskatīts par pietiekamu, lai aptvertu dažādas iespējamās katastrofu notikumu kombinācijas 50 gadu periodā, izmantojot sniegtos katastrofu ievades datus (1.2. tab.).

Funkciju, kas apraksta aktīvu zaudējumus, nosaka, pamatojoties uz ēku bojājumu līkni, kas iegūta no valsts plūdu riska novērtējuma un pārvaldības plāniem. Apdrošināšanas modelim to izsaka naudas vienībās (EUR), zaudējumus, definējot kā bojātā īpašuma laukumu kvadrātmetros (m²). Rezultātā iegūtā riska prēmija, kas apdrošinātajiem aktīviem ir jāmaksā uzņēmuma modeļa simulācijā, tiek aprēķināta 10 gadu periodam, izmantojot 2. vienādojumu.

$$RP = L_{\text{vidējais}} + \sigma \cdot P, \quad (2)$$

kur:

RP – riska prēmija;

$L_{\text{vidējais}}$ – zaudējumi, kas saistīti ar vidējiem gada zaudējumiem uz vienu aktīvu katastrofai pakļautajā apgabalā;

σ – ikgadējo zaudējumu svārstīgums vienam aktīvam apgabalā, kas pakļauts katastrofai;

P – piemaksas maksa, %.

Ar izstrādātā SD modeļa palīdzību simulācijā tiek salīdzināti trīs scenāriji 50 gadu laika posmā un viena gada laika solī. Scenāriji apkopoti 1.3. tabulā.

Analizētie scenāriji ar izstrādāto SD modeli

Gadījuma izpētes scenārijs	Nosaukums	Riska prēmija	KRM pasākums	Plūdu riska samazināšanas pasākumu efektivitāte, %	Plūdu riska samazināšanas pasākumu izmaksas, EUR
1.	Uzņēmējdarbība, kā parasti	Novērtēts ik pēc 10 gadiem	Nē	–	–
2.	Investīcijas katastrofu riska mazināšanai	Novērtēts ik pēc 10 gadiem	Upes gultnes tīrīšana, krasta erozijas novēršana un caurteces atjaunošana	20,5	1 200 000
3.	Viedā līguma pieceja	Fiksēts	Upes gultnes tīrīšana, krasta erozijas novēršana un caurteces atjaunošana	20,5	1 200 000

Apdrošināšanas sabiedrībām radušās izmaksas, kas aprēķinātas kā kopējās izmaksas par apdrošinātajiem aktīviem pēc bojājuma nodarīšanas un ieguldījumu atdeves, ir pamats, lai salīdzinātu kopējās izmaksas, kas rodas, pārejot no tradicionālajām apdrošināšanas shēmām uz viedajiem līgumiem

parastajā biznesa (angļu val. *business-as-usual (BAU)*) scenārijā. Salīdzinājums ietver zaudējumu summēšanu visiem aktīviem teritorijā un katastrofu riska samazināšanas pasākumu izmaksas, pamatojoties uz literatūras avotu [33].

Izstrādātais SD modelis ļauj simulēt apdrošināto aktīvu skaita izmaiņas teritorijā. Gadījuma izpētē pieņēms, ka sākotnējais apdrošināto ēku īpatsvars platībā ir 10 %. Realitātē apdrošināto aktīvu skaita svārstības ietekmē tādi faktori kā riska uztvere un gatavība maksāt par risku. Tomēr modelis neiedziļinās riska uztveres izpētē. Izmaiņas parametrā – vēlmē maksāt par risku – tiek iekļauts jutīguma analizē, lai saprastu to ietekmi uz modeļa rezultātu.

Citos modeļa pieņēmumos par uzņēmuma peļņu nav ņemti vērā maksājumi trādniekiem un citi ar administratīvajiem procesiem saistītie izdevumi. Tikai riska prēmiju maksājumi tiek uzskatīti par ienākumiem, un iznākums ir izmaksas un ieguldījumu atmaksāšanās. Starpība starp ienākumiem un izdevumiem tiek uzskatīta par apdrošināšanas sabiedrības peļņu. Pētījumā pieņemts, ka plūdu riska samazināšanas pasākumi ietekmē ne tikai apdrošinātos aktīvus, bet arī citus aktīvus teritorijā, kad šādi pasākumi tiek īstenoti.

Modeļa pārbaude un apstiprināšana

Tika veikti vairāki struktūras verifikācijas testi, lai apstiprinātu un pārbaudītu izstrādāto sistēmdinamikas modeli, kas ietvēra: i) satura validāciju; ii) ekstrēmu vērtības testu; iii) jutīguma analīzi. Satura apstiprināšanas procedūrā piedalījās klimata pārmaiņu, apdrošināšanas un sistēmdinamikas modelēšanas priekšmetu ekspertu grupa. Šī procesa laikā eksperti vairākos posmos novērtēja modeļa uzbūvi, pieņēmumus un parametrus. Sākotnējā modeļa cēloņsakarību cilpu diagramma (*CLD*) tika iesniegti ekspertiem pārskatīšanai, lūdzot atsauksmes par modeļa struktūru un pieņēmumiem. Ekspertisniedza informāciju par galvenajiem mainīgajiem lielumiem un savstarpējām attiecībām, ierosinot izmaiņas, lai uzlabotu modeļa precizitāti un robustumu. Pēc tam tika pārskatīti modeļa parametri, piedāvājot atsauksmes par to vērtībām un diapazoniem, ierosinot izmaiņas, pamatojoties uz ekspertu zināšanām un pieejamajiem datiem.

Izstrādātais krājumu un plūsmas modelis tika apstiprināts, izmantojot ekstrēmu vērtības testu. Šajā testā modelis tika kalibrēts, izmantojot vēsturiskos datus no gadījuma izpētes. Pēc tam tas tika simulēts ar ļoti augstām un zemām parametru vērtībām, lai novērtētu, vai modeļa uzvedība saskan ar pieņēmumiem, kas veikti *CLD* un SD krājumu un plūsmas modelī. Izpratne par datu nenoteiktības ietekmi un būtisku mainīgo, kas ietekmē modeļa iznākumu, noteikšana ir ļoti svarīga modeļa praktiskajā lietošanā.

Tika izmantota jutīguma analīze, lai pārbaudītu, kā sistēma reaģē uz izmaiņām nenoteiktu ievades parametru vērtībās, kas ir būtiski modeļa izvadei. Šī analīze ir būtiska, lai novērtētu modeļa stabilitāti. Ekstrēmu vērtību testa un jutīguma analīzes rezultāti detalizētāk izklāstīti 1. publikācijā.

2. REZULTĀTI UN DISKUSIJA

Šajā promocijas darba kopsavilkuma nodaļā atspoguļoti galvenie rezultāti, kas atbilst promocijas darba metodiskajam ietvaram. Šī informācija padziļināti izklāstīta 10 zinātniskajās publikācijās, uz kurām ir atsauce ievadā.

2.1. Apdrošināšanas prēmiju aprēķināšanas metodes. Galvenās atziņas

Šajā apakšnodaļā sniegti galvenie rezultāti saistībā ar aprobācijas 5., 6., 8. un 10. publikāciju. Jo īpaši tiek ziņots par galvenajiem aspektiem attiecībā uz apdrošināšanas prēmiju aprēķināšanas metodēm attiecībā uz antropogēnajiem un dabiskajiem apdraudējumiem un to iespējamo praktisko lietojumu.

Tradicionālā apdrošināšanas shēma pret noturības pieeju

5. publikācijā ir iezīmētas galvenās tā sauktās **noturības obligācijas**, jo īpaši izceļot atsaucēs vērtības, kas raksturīgas riskam, kas ietekmē apdrošināšanas prēmiju, ja tāda ir, un nenoteiktību, kas saistoša un raksturīga pašam līgumam.

Stilizētā kvantitatīvā modelī izmaksu un ieguvumu analīzei, tiek ņemts vērā tradicionālās apdrošināšanas shēmas un noturības pieejas, ar kurām var apsvērt iespēju finansēt apdraudētās infrastruktūras [35].

Analīze jāveic, ņemot vērā abus viedokļus: viens attiecas uz peļņas vai zaudējumu aprēķinu, otrs – uz bilanci, kurā apdraudētās infrastruktūras jāuzskata par aktīvu puses papildu vērtību, ņemot vērā to, ka plūdu risku var izteikt ar prasības summas sadalījumu noteiktā laika vienībā un ka ar šo risku ir jāsaskaras noteiktā laika periodā, iespējams, pat pastāvīgi, lai X ir funkcija ar zināmu blīvuma funkciju un momentiem. Aplūkojot riska novērtējumu, kas balstīts tikai pirmajos divos momentos, tiek iegūts $E[X] = m_1$ un $\text{sigma}[X] = m_2$, tā, ka apdrošināšanas prēmija P ir šo divu parametru funkcija $f(m_1, m_2) = P$. Var apsvērt ierobežotu laika periodu T (laika vienības) vai vismaz bezgalīgu laika horizontu.

Pieņemot fiksētu diskonta likmi r un relatīvo diskonta koeficientu $v = 1/r$, faktiskās kopējās plūdu riska apdrošināšanas izmaksas $C(T)$ var aprēķināt, kā norādīts 3. vienādojumā:

$$C(T) = \frac{P(1-v^T)}{r}. \quad (3)$$

Tad bezgalīga laika horizonta (t. i., pastāvīgā maksājuma) gadījumā 4. vienādojumu varētu izteikt šādi:

$$C(\infty) = \frac{P}{r}. \quad (4)$$

Tālākā darba gaitā tiek apsvērta atbildību mazinoša infrastruktūra ar izmaksām K un būvniecības ilgumu S , pieņemot, ka $S < T$. Tiek pieņemts, ka pēc šīs infrastruktūras izbūves plūdu risks samazinās, t. i., ir jauns apgalvojums Y ar pirmajiem diviem momentiem. $E[Y] = n_1$ un $\text{sigma}[Y] = n_2$, lai apdrošināšanas prēmija būtu šo divu parametru funkcija $f(n_1, n_2) = P_1$, kuriem tā ir $P_1 < P$.

Noturības obligāciju veido divas daļas, no kurām viena ir saistīta ar apdrošināšanas aspektu, otra – ar infrastruktūras finansējumu.

Var pieņemt, ka apdrošināšanas pusei emitentam ir jāatmaksā summa, kas vienāda ar P , un finansēšanas pusē papildu summa $Q = g(K)$ līdz laikam S , kas var būt obligācijas termiņš.

Tātad faktiskās kopējās izmaksas elastīgās obligācijas pieejas gadījumā, kas definētas kā funkcija D , laika gaitā var definēt šādi (5. vienādojums):

$$D(T) = \frac{(P + Q)(1 - v^S)}{r} + \frac{P_1 v^S (1 - v^{(T-S)})}{r}. \quad (5)$$

Bezgalīga laika horizonta gadījumā (t. i., pastāvīgs maksājums P_1 pēc laika S) 6. vienādojumu var izteikt šādi:

$$C(\infty) = \frac{(P+Q)(1-v^S)}{r} + v^S \left(\frac{P_1}{r} \right). \quad (6)$$

Tāpēc abu pieeju, t. i., C un D , kopējās izmaksas var salīdzināt gan ierobežotā, gan bezgalīgā laika horizontā. Tādā veidā modeļa parametru, proti, X , Y , r , K un citu, jutīguma analīzes veikšana ir vienkāršs uzdevums, pat ietverot precizēšanu, pastāvīgi atjauninot ar jauniem datiem.

Tas ļauj visaptveroši izprast izmaksu un ieguvumu analīzi, kas saistīta ar tradicionālās apdrošināšanas shēmas izmantošanu, salīdzinot ar stingrāku pieeju izdevumu finansēšanai sākotnējā laika intervālā līdz mazinošās infrastruktūras pabeigšanai, kas modelī apzīmēts kā laiks S . Šajā kontekstā noturības obligācija ar termiņu, kas atbilst infrastruktūras laika grafikam, un likme, kas atkarīga no sākotnējā riska, ko novērtē ar prēmiju P , kā arī papildu komponents, kas saistīts ar infrastruktūras izmaksām K , parādās kā divējāda mērķa instruments. Šī obligācija ir ne tikai riska seguma līdzeklis, bet arī infrastruktūras finansēšanas mehānisms, kas ietver infrastruktūru plūdu riska mazināšanai.

Pēdējais galvenais uzdevums ir novērtēt, vai noturības obligācijas augstākās izmaksas, finansējot seku mazināšanas infrastruktūru, varētu būt ērtas attiecībā uz tradicionālo apdrošināšanas pieeju, t. i., tikai ar atlīdzību maksājumiem dažādos laika periodos.

Riska prēmiju novērtējums Itālijas kontekstā pēc pārsnieguma varbūtības

Aprobācijas 6. publikācijas mērķis ir noskaidrot apdrošināšanas dinamiku saistībā ar katastrofāliem notikumiem un to, kā apdrošināšanas sabiedrības sadarbības ar apdrošinātajām pusēm (t. i., līgumslēdzējiem), lai izstrādātu īpaši pielāgotus apdrošināšanas polišu līgumus. Pētījumā galvenā uzmanība pievērsta normatīvajai ainavai Itālijas kontekstā, kas ir galvenais piemērs līgumiskām problēmām saistībā ar apdrošināšanas līgumu izstrādi pret dabas apdraudējumiem.

Aprobācijas 6. publikācijā identificēti trūkumi, kas izriet no informācijas asimetrijas starp pusēm, ietverot tādas politikas līguma būtiskos elementus kā vispārējā riska definīcija, iedarbība, ievainojamība un no tā izrietošā apdrošināšanas prēmija. Pārsnieguma varbūtības (angļu val. – *Exceedance Probability, EP*) līknes izdomāts lietojums apdrošināšanas kompāniju riska un prēmiju novērtēšanai ir izskaidrots 6. publikācijā. Šī metode ir vērsta uz būtiskiem apdrošināšanas parametriem, kas nosaka prēmiju un iespējamo atlīdzību dabas apdraudējuma risku kontekstā.

Pētījums iepazīstina ar iespējamo apdrošināšanas dinamikas un jauno vides, sociālo, pārvaldības (angļu val. – *environmental, social, governance (ESG)*) parametru saistību ieviešanai finanšu tirgos.

6. publikācijā uzmanība pievērsta arī normatīvajiem aspektiem. Galvenā tēma ir sistemātiska apdrošināšanas dinamikas pārbaude no uzņēmuma viedokļa līguma izstrādes laikā. Šī analīze ir īpaši pielāgota Itālijas kontekstam, īpašu uzmanību pievēršot datu pieejamībai saistībā ar plūdiem un ārkārtējiem laikapstākļiem.

Publikācijā izklāstīts apdrošināšanas dinamikas ietvars pret dabas apdraudējumiem, jo īpaši katastrofu modeļiem, kas ietver pārsnieguma varbūtības piemērošanu. Pētījuma otrajā daļā detalizētāk aplūkota apdrošināšanas dinamikas izplatība Itālijā, īpašu uzmanību pievēršot dabas apdraudējumiem un turpinot koncentrēties uz normatīvajiem pētījumiem, izskaidrojot vispārīgās riska un prēmiju aprēķināšanas metodes, kā arī piedāvājot padziļinātu apdrošināšanas dinamikas pārbaudi no uzņēmuma viedokļa līguma noformēšanas laikā.

Turklāt 6. publikācijā uzsvērts, ka līgumos esošās informācijas pārskatāmības trūkums ir būtisks šķērslis, kas kavē piekļuvi datiem, kas ir būtiski riska aprēķiniem saistībā ar aktīviem. Šīs informācijas trūkuma novēršana ir ļoti svarīga, lai dotu indivīdiem iespēju apzināti izmantot datus.

Izdomāts gadījuma pētījums par katastrofu scenārijiem apgabalā, kurā ir plūdu draudi, izmantojot vidējo gada zaudējumu (angļu val. – *Average Annual Losses, AAL*) līknes un pārsnieguma varbūtība (*EP*) ir izklāstīta aprobācijas 6. publikācijā, *AAL*, kas pazīstama arī kā “tūrā” vai “atlīdzības ziņojuma piešķiršana”, var tikt iekļauta cenā kopā ar pielaidēm izdevumiem un kapitāla atdevei. *EP* līkne parasti tiek attēlota kā iespējamības grafisks attēlojums, ka zaudējumi, kas izriet no iespējamiem notikumiem, piemēram, dabas apdraudējumiem, pārsniedz noteiktu summu. [30]. Līknes punkti piedāvā dažādas interpretācijas attiecībā uz zaudējumu biežumu un smagumu.

Šīs līknes ir nenovērtējamas apdrošinātājiem un apdrošināmajiem, nosakot iespējamo zaudējumu apmēru un sadalījumu savos portfeļos. *EP* līkne ļauj apdrošinātājiem noteikt iespējamo maksimālo zaudējumu (angļu val. – *Probable Maximum Loss, PML*) ēku portfelim noteiktā laika posmā dabas apdraudējuma dēļ. Apdrošinātājs vispirms nosaka pieņemamu procentuālo risku un pēc tam pārbauda kopējo zaudējumu summu konkrētajam varbūtības līmenim *EP* līknē [36].

1.4. tabula

Iespējamās *EP* līknes definīcija

E_i , solis	P_i , %	L_i , €	$EP(L_i)$, %	$E[L] = p_i L_i$, €
1.	0,005	1000000	0,00500	5000
2.	0,015	750000	0,01993	11250
3.	0,02	500000	0,03953	10000
4.	0,05	300000	0,08755	15000
5.	0,1	200000	0,17880	20000
6.	0,2	100000	0,34304	20000
7.	0,25	50000	0,50728	12500
8.	0,36	10000	0,68466	3600
Kopā:	1,00			97350

Diskusijas turpinājumā autoram ir svarīgi iepriekš aprakstītos teorētiskos jautājumus risināt ar tabulas un grafika palīdzību. Šī pieceja daļēji precizētu to, kā apdrošināšanas sabiedrības nosaka risku un cenas, pamatojoties uz skaitliskiem fundamentiem, jo īpaši nosakot pārsniegšanas varbūtības procentus [32].

Piedāvātajā praktiskajā piemērā tiek pieņemts, ka pastāv katastrofu notikumu kopums (E_i), kas varētu apdraudēt nekustamo īpašumu portfeli. Katram notikumam ir ikgadējā iestāšanās varbūtība (p_i) un saistītais zaudējums (L_i). Turklāt tiek uzskatīts, ka vienā gadā var notikt vairāk nekā viens notikums. 1.4. tabulā ir pieņemti astoņi notikumi, kas sakārtoti, samazinot kopējos zaudējumus (L). Visu notikumu varbūtību summai jābūt vienādai ar 1.

1.4. tabulā iekļautos mainīgos var labāk izskaidrot šādi.

Gaidāmajiem vai paredzamajiem zaudējumiem saistībā ar konkrētu notikumu (E_i) laika posmā, kas vienāds ar gadu, ir

$$E(L) = p_i \cdot L_i. \quad (7)$$

Kopējos paredzamos zaudējumus visai notikumu kopai, kas definēta kā *AAL*, nosaka katra notikuma paredzamo zaudējumu svērtā summa un notikuma iestāšanās varbūtība (8. vienādojums).

$$AAL = \sum_{i=0}^n p_i \cdot L_i. \quad (8)$$

Ja gada laikā notiek tikai viens notikums, ir iespējams noteikt *EP* līkni, t. i., izteikto zaudējumu vērtību, kā aprakstīts 9. un 10. vienādojumā.

$$EP(L_i) = P(L > L_i) = 1 - P(L > L_i), \quad (9)$$

$$EP(L_i) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - p_i). \quad (10)$$

Turklāt apdrošinātais trūkst pārliecības, ka uz viņiem attiecas rūpīga pārbaude un ka tā aktīvi tiek veikta apdrošināšanas sabiedrībā. 6. publikācijā ir uzsvērts, cik svarīgi ir iekļaut jaunus parametrus, jo īpaši vides, sociālos un pārvaldības (angļu val. – *Environmental, Social, and Governance (ESG)*) kritērijiem [37], līgumiem un apdrošināšanas instrumentiem Itālijas kontekstā. Šīs iekļaušanas mērķis ir uzlabot informētību, produktu drošību un reitingu uzticamību, vienlaikus mazinot informācijas asimetriju, kas dominē visā promocijas darba metodoloģijā.

Daudziem uzņēmumiem trūkst visaptverošas apdrošināšanas rezerves, kas ietekmē pieejamā ieguldījumu kapitāla apjomu. Piemēram, detalizēti pārbaudot sadalījumu starp uzkrāšanas principu un naudas bāzi, lielākā daļa statistikas metožu, ko izmanto rezervju analīzei, balstās uz trijstūriem un tabulām, kas attēlo apdrošināšanas maksājumus dažādos laika periodos. Lai gan pastāv daudzas statistikas metodes, tām visām ir kopīgs pamatprincips – laika gaitā uzkrātie zaudējumi seko konsekventai shēmai.

Būtiski atzīmēt, ka nepastāv papildu uzņēmējdarbības segmentu sadalījums. Tā vietā, ja uzņēmējdarbības virziens ir sadalīts sīkāk, katram komponentam tiek piemērota tā pati statistikas metode, lai novērtētu rezultātus. Pēc tam šie atsevišķie aprēķini tiek apkopoti, lai novērtētu vispārējo uzņēmējdarbības virzienu. Tomēr šis kopējais aprēķins reti sakrīt ar aplēsi par visu uzņēmējdarbības virzienu, kas iegūta, izmantojot to pašu statistikas metodoloģiju. Saskaņā ar vienošanos uzņēmējdarbības virziena daļu kopsūma parasti pārsniedz rezervju aprēķinus, kas veikts visam uzņēmējdarbības virzienam.

Apdrošināšana plūdu riska kontekstā. Daudznozaru perspektīva

8. publikācija ir būtisks ieguldījums promocijas darbā izklāstītās metodoloģiskās pieejas īstenošanā. Tas uzsver obligātu nepieciešamību pēc daudzdisciplīnu pieejas, risinot risku, jo īpaši saistībā ar plūdu risku mazināšanu. Publikācijā aplūkoti dažādi jēdzieni, tostarp kritiskās infrastruktūras (angļu val. – *Critical Infrastructure, CI*), viedo līgumu un blokķēdes tehnoloģijas noturība. Tāiedziļinās inženierijas apsvērumos, kas saistīti ar pilsētu izturētspējas kvantitatīvu noteikšanu, un orientējas juridiskajos aspektos, kas saistīti ar viedo līgumu integrāciju, ko atbalsta blokķēdes tehnoloģija.

Paplašinot rakstā ieviestos viedo līgumu un blokķēdes jēdzienus, 8. publikācijā tiek piedāvāts novatorisks aktuāra modelis. Šajā modelī ir iekļauts Beiesa adaptīvais līguma dizains, kas rūpīgi izskatīts 2.2. apakšnodaļā. Šo progresīvo tehnoloģiju integrācija ne tikai uzlabo izpratni par risku, bet arī veicina sarežģītāku un pielāgojamāku riska mazināšanas stratēģiju izstrādi. Šī pētījuma starpdisciplinārais raksturs uzsver, cik svarīgi ir apkopot dažādu jomu ieskatus, lai visaptveroši risinātu riska pārvaldības sarežģītību, jo īpaši plūdu riska jomā.

Apdrošināšanas mehānisms, kas saskaras ar pielāgošanās pasākumiem klimata pārmaiņām

10. publikācijā aplūkoti apdrošināšanas sabiedrību pielāgošanās pasākumi pret klimata pārmaiņām, tostarp to proaktīvi ieguldījumi riska mazināšanā. Tajā ir uzsvērtā būtiskā saikne starp apdrošinātājiem un ikgadējām problēmām, ar kurām tie saskaras, uzsverot to instrumentu izstrādi apdrošināšanas un pārāpdrošināšanas nozarēs dabas katastrofu novēršanai. Publikācijā adaptācijas pasākumi ir klasificēti, atsaucoties uz autoriem Dlugolecki un Millu. Dlugolecki klasifikācijā ietilpst riska samazināšana, bojājumu kontrole, produkta cenas pielāgošana un riska pārņemšana. Mills ierosina plašāku 10 kategoriju klasifikāciju, kas ietver ekonomiskos, finanšu, tehniskos un politikas aspektus, koncentrējoties uz klimata pārmaiņām.

Milla noteiktajās kategorijās ietilpst izpratnes veicināšana par klimata pārmaiņām, izpratnes veidošana, nosacījumu saskaņošana ar risku mazināšanu uzvedību, jaunu apdrošināšanas produktu izstrāde, ieguldījumi klimata risinājumos un klientu uzlabojumu finansēšana. Šo centienu mērķis ir motivēt apdrošinājuma ņēmējus uz riska samazināšanu un piesaistīt apdrošināšanas darbības klimata pārmaiņu iespējām.

Publikācijā aplūkoti arī finanšu un ekonomikas mehānismi, reaģējot uz dabas apdraudējumiem. Tajā aplūkota mijiedarbība starp privāto apdrošināšanu un valsts iejaukšanos, segto risku veidi,

izmaksu atšķirības, zaudējumu atlīdzības apjoms un birokrātiskie procesi zaudējumu pieprasīšanā. Tajā norādīts, cik svarīgas ir finanšu rezerves un dažādas pieejas, ko valstis izmanto šo līdzekļu uzkrāšanā.

Publikācijā uzsverta arī būtiskā saikne starp dabas apdraudējumiem un apdrošināšanas sabiedrībām, pētniecības un adaptācijas klasifikācijas nozīme, kā arī kritizēta nozare par dezinformāciju un finansiālu aizspriedumu, kas daudziem liedz izmantot nozares sniegtās priekšrocības.

2.2. Jaunā apdrošināšanas instrumenta konceptuālie pamati. Galvenie atradumi

Plūdu riska apdrošināšanas stratēģijas valsts pārvaldei

Aprobācijas 4. publikācijā sniegta visaptveroša plūdu riska pārvaldības analīze, pievēršoties ekonomiskajiem un finansiālajiem aspektiem un iekļaujot hidroģeoloģiskos riskus valsts pārvaldē. Pētījumā uzsverta valsts pārvaldes atbildība plūdu mazināšanā un šādu notikumu skarto pakalpojumu un infrastruktūras, piemēram, transporta, enerģētikas, ūdensapgādes sistēmu un sakaru tīklu, atjaunošanā.

Publikācijā aplūkotas trīs plūdu riska pārvaldības stratēģijas: pasīvā pieeja (samaksāt zaudējumus, tiklīdz tie rodas), parastā apdrošināšanas shēma un novatoriska elastīga apdrošināšanas shēma. Tajā uzsverta inženiertehniskās perspektīvas nozīme plūdu riska mazināšanas kvantitatīvā noteikšanā un risinātas problēmas, kas saistītas ar šo stratēģiju ieviešanu valsts pārvaldes normatīvajā regulējumā. Tiek apspriests arī blokķēžu tehnoloģijas potenciāls riska analīzes un pārvaldības uzlabošanā.

Rakstā aplūkots, kā klimatiskās parādības ietekmē dažādus ģeogrāfiskos apgabalus un to attieksmi apdrošināšanas tirgū, tostarp tradicionālos un finanšu tirgus mehānismus, piemēram, katastrofu obligācijas. Tas norāda uz ievērojamo ekonomisko izaicinājumu valsts pārvaldei, veicot sākotnējos ieguldījumus pielāgošanā un seku mazināšanas risinājumiem.

Koncentrējoties uz upju un piekrastes plūdu riskiem, publikācijā novērtēta ietekme uz vietējiem aktīviem un infrastruktūru, ņemot vērā dažādus faktorus, piemēram, teritorijas morfoloģiju, hidroģeoloģisko risku, iedzīvotāju neaizsargātību un infrastruktūras iedarbību. Ar to tiek ieviesta finanšu shēma plūdu riska pārvaldībai, piedāvājot izvēli starp dažādām riska mazināšanas stratēģijām, tostarp pasīvo, tradicionālo apdrošināšanu un noturīgajām stratēģijām, kas ietver sākotnējos ieguldījumus riska mazināšanas vai pielāgošanās projektos.

Publikācijā sniegts šo stratēģiju salīdzinošs kvantitatīvais modelis, izmantojot stohastisku procesu turpmāko bojājumu prognozēšanai un koncentrējoties uz inženierijas lomu riska novērtēšanā un infrastruktūras izmaksu un ieguvumu analīzē. Rezultāti palīdz izprast sistēmdinamiku plūdu riska pārvaldībā, uzsverot dažādu stratēģiju efektivitātes novērtēšanas nozīmi laika gaitā un atzīstot noturīgu stratēģiju augstākās sākotnējās izmaksas, unilgtermiņa ieguvumus. Pētījumā uzsvertas arī problēmas saistībā ar plūdu riska sasaisti ar primārajiem avotiem un vēsturisko postījumu datu nozīme riska novērtējumā daudzos aktuāra modeļos. Visus turpmākos apjomus apstrādās katru gadu.

Ekspozīcijas modeli var definēt šādi.

Pieņemot, ka $X(h)$, i. i. d, ja $h = 1, 2, \dots$, tiek atspoguļots ikgadējais nejaušais maksājums par plūdu postījumiem h gadā ar sadalījuma funkciju $f(X)$, konkrēti $f(X) = f(X(h)) \forall h$, tā sadalījumu var novērtēt, izmantojot vēsturisko rindu analīzi gada bojājumu ar momentiem $E[X_r]$, ja $r = 1, 2, \dots$.

Tiek pieņemta apdrošināšanas prēmijas funkcija, kuras pamatā ir $f(X)$, kas apzīmēta kā $P = g(f(X))$, kur $g: R \rightarrow R$. Saskaņā ar standarta pieņēmumu, kas balstīts izvairīšanās no riska principos, $P > E[X]$. Tiek pieņemts, ka apdrošināšanas līgums pilnībā sedz zaudējumus.

Tiek pieņemts, ka ar izmaksām W un pabeigšanas laiku n mazināšana infrastruktūra maina nejauso mainīgo lielumu, kas apraksta ikgadējos XR zaudējumus nākamajos gados tā, ka $E[XR] < E[X]$ un $\sigma[XR] < \sigma[X]$. Līdz ar to apdrošināšanas prēmijai ar tādu pašu funkciju g , $g(f(XR)) = PR < P$.

Riska samazināšanas novērtēšana, izmantojot inženiertehniskās zināšanas, varētu būt sarežģīts uzdevums, jo to nevar novērtēt, izmantojot vēsturisku bojājumu virkni (ņemot vērā to, ka riska mazināšanas infrastruktūras iepriekš nebija).

Salīdzinājums jāveic pašreizējo vērtību izteiksmē, tāpēc ir jānosaka vispārējs gada diskontēšanas koeficients v , kas atbilst i likmei, t. i., $v = (1 + i)^{-1}$.

Pasīvajai stratēģijai (šajos simbolos apzīmēta ar apakšējo indeksu P) valsts pārvaldes kopējā maksājuma nejausā pašreizējā vērtība noteica vispārīgu m gadu laika horizontu $C_P(0, m)$, kā norādīts 11. vienādojumā.

$$C_P(0, m) = \sum_{h=1}^m X_h v^h. \quad (11)$$

X paredzamā vērtība atbilst atliktajai mūža rentes iemaksai $E[X]$, kas izteikta 12. vienādojumā.

$$E[C_P(0, m)] = \frac{1 - v^m}{i} E[X]. \quad (12)$$

Standarta apdrošināšanas stratēģijai (turpmākie simboli ir apzīmēti ar I apakšējo indeksu) valsts pārvaldes kopējo izdevumu pašreizējā vērtība, kas šajā gadījumā ir determinēta, veido atlikto ikgadējo iemaksu P , kā norādīts 13. vienādojumā.

$$C_I(0, m) = \frac{1 - v^m}{i} P. \quad (13)$$

Saskaņā ar izvairīšanās no riska principu, kur $P > E[X]$, tiek iegūts

$$E[C_P(0, m)] < C_I(0, m). \quad (14)$$

Tomēr pasīvā stratēģija var radīt tik lielu ikgadēju kompensāciju, kas apdraud valsts pārvaldes finansiālo stabilitāti. Turpretim ar apdrošināšanas stratēģiju valsts pārvalde var plānot pastāvīgu ikgadēju maksājumu, kas vienāds ar P . Ļoti lielas atbildības iespējamība palielinās līdz ar X nepastāvību, ko var secināt no vēsturiskajām sērijām, ko izmanto, lai novērtētu tās sadalījumu $f(X)$.

Elastīgā stratēģija (norādīta ar apakšējo indeksu R) nosaka nepieciešamību maksāt apdrošināšanas segumu P un finansēt seku mazināšanas infrastruktūru ar W izmaksām n gadus. Pēc pabeigšanas gada apdrošināšanas izmaksas samazinās līdz P_R . Q ir ikgadējā iemaksa n gadiem, lai finansētu mazināšanas infrastruktūru, izpildot 15. vienādojumu.

$$W = \frac{1 - v^n}{i} Q. \quad (15)$$

Tas rada kopējos izdevumus, kas šajā gadījumā ir determinēti, par pirmajiem n gadiem, kas radušies valsts pārvaldei, kā norādīts 16. vienādojumā, un sekojošo nevienlīdzību ķēdē, kā parādīts 17. vienādojumā.

$$C_R(0, m) = \frac{1 - v^n}{i} (P + Q), \quad (16)$$

$$E[C_P(0, n)] < C_I(0, n) < C_R(0, n). \quad (17)$$

Sagaidāmo vērtību ziņā pirmajos n gados pasīvā stratēģija (lai gan ar nejausu rezultātu) ir rentablāka nekā standarta apdrošināšanas stratēģija, kas savukārt ir lētāka nekā elastīgā. Līdzsvara punkta problēmas izpēte laika horizonta izteiksmē ir ļoti svarīga, lai noteiktu, kad elastīgā stratēģija

kļūst rentablāka, ņemot vērā to, ka vispārējai vērtībai $m > n$ tiek parādīta šīs stratēģijas kopējā izdevumu pašreizējā (deterministiskā) vērtība (18. vienādojums).

$$C_R(0, m) = \frac{1 - v^n}{i} (P + Q) + v^n \frac{1 - v^{m-n}}{i} P_R. \quad (18)$$

Tāad peļņas punkts attiecībā uz standarta apdrošināšanas stratēģiju būs m_I^* , laika horizonta minimālā vērtība $m(>n)$ tāds, ka

$$m_I^* = \min_{m=n+1, n+2, \dots} C_R(0, m) < C_I(0, m). \quad (19)$$

Tāad peļņas punkts attiecībā uz standarta apdrošināšanas stratēģiju būs m_P^* , laika perioda minimālā vērtība $m(>n)$, lai

$$m_P^* = \min_{m=n+1, n+2, \dots} C_R(0, m) < E[C_P(0, m)]. \quad (20)$$

Izvērtējot darbu izmaksu W , pabeigšanas laika n novērtēšana un riska samazināšanas kvantitatīva noteikšana, izmantojot inženier tehniskās zināšanas, var būt sarežģīts mērķis, jo īpaši tāpēc, ka pēc darba pabeigšanas nav reālas atsauksmes par risku. Ir jāturpina tikai ar hipotēzēm, kas apstiprinātas kontekstā ar zināmu līdzību.

Turpmākā attīstība, pamatojoties uz spēju veikt novērtējumu, izmantojot inženier tehniskās prasmes, varētu būt iespējamā ierobežojošās infrastruktūras klāsta riska novērtēšanu, ņemot vērā izmaksas un laiku, ko norāda pāri $W(j)$ un $n(j)$ vispārējam j -tajam variantam ($j = 1, 2, \dots, J$). No tā *ex-post* riska ekspozīcijas sadalījumu apraksta ar gadījuma lielumu $XR(j)$ un atbilstošo samazināto prēmiju $PR(j)$.

Šajā gadījumā problēmas, kas saistītas ar riska mazināšanas darbu izvēles optimizēšanu, varētu attiekties uz minimālo $PR(j)$, ņemot vērā maksimālo infrastruktūras izmaksu līmeni vai minimālo atlīdzības punktu, ko nodrošina dažādas izvēles, t. i., minimālais $m^*(j)$, ar $J \in \{1, 2, \dots, J\}$.

Salīdzinot dažādu stratēģiju ērtību, blokķēdes rīku loma, kas ir viedo līgumu koncepciju pamatā, ir būtiska, lai nodrošinātu automātisku līgumu pāreju no vienas fāzes uz nākamo, netērējot laiku, piemēram, no mazināšanas infrastruktūras pabeigšanas riska iedarbības samazināšanas sertifikātam. Viedo līgumu var definēt kā automātisku līguma nosacījumu atjaunināšanu, iestājoties noteiktiem nosacījumiem, kas jāpārbauda, izmantojot blokķēžu rīkus.

Ar riska mazināšanas stratēģijas izvēli saistīto lēmumu pieņemšanas problēmu izklāsts kļūst intriģējošs, ja ir zināms nejaušo bojājumu sadalījums. Lai gan nav sniegta īpaša atsauce uz faktisko plūdu radīto postījumu datubāzi, tiek pieņemts kopīgs pieņēmums aktuāra kontekstā, ņemot vērā nejaušo bojājumu lognormālo sadalījumu.

Jo īpaši autors cenšas uzsvērt noteiktu parametru iespējamo nozīmi, veicot jutīguma analīzi, lai novērtētu elastīgo stratēģiju efektivitāti salīdzinājumā ar citām. Šis novērtējums ir balstīts modelī, kas aprakstīts iepriekšējā nodaļā.

Nejaušajam lielumam, kas attēlo bojājumus, kas apzīmēts ar X , tiek pieņemts lognormāls sadalījums, ko raksturo parametri μ un σ . Darba gaitā tiek turpināts modelēt riska samazināšanu pēc mazinošu infrastruktūru pabeigšanas noteiktā laika posmā. Atlikušajam riskam XR tiek pieņemts lognormāls sadalījums ar parametriem $\mu R = (1 - d1)\mu$ un $\sigma R = (1 - d2)\sigma$.

Apdrošināšanas prēmiju slodze tiek izvirzīta kā proporcija $\alpha (> 0)$ no nepastāvības, kas saistīta ar nejaušiem bojājumiem. Līdz ar to kopējo prēmiju var izteikt šādi:

$$P = E[X] + \alpha \sigma [X]. \quad (21)$$

Līdzīgi var izteikt arī par piemaksu pēc seku mazināšanas infrastruktūras pabeigšanas.

$$P_R = E[X_R] + \alpha\sigma[X_R]. \quad (22)$$

Ņemot vērā standarta parametrizāciju, kas raksturo sākotnējo riska ekspozīciju un vienu pēc mazinošās infrastruktūras izbūves,

$$\mu = 1, \sigma = 2, d_1 = 0,1, d_2 = 0,1, \alpha = 0,05. \quad (23)$$

Ir svarīgi atzīmēt, ka

$$E[X] = 20,08, \sigma[X] = 90,01, \quad \text{no kura } P = 24,58 \quad (24)$$

un

$$E[X_R] = 12,42, \sigma[X_R] = 38,09, \quad \text{no kura } P_R = 14,33. \quad (25)$$

Par seku mazināšanas darbiem un to finansējumu ($W = 100, n = 5, i = 0,02$), no kura $Q = 21,21$ (jāmaksā plānotajos n gados). Darba gaitā tika turpināts līdzsvara punkts m_l^* , un m_p^* jutīguma analīze saskaņā ar 19. un 20. vienādojumu, pārbaudot laika periodu, kurā elastīgā stratēģija kļūst izdevīgāka, salīdzinot ar citām, ņemot vērā atšķirības svarīgākajos parametros, tostarp sākotnējā riska nepastāvību un tos, kas saistīti ar mazinošo infrastruktūru. Ņemot vērā rezultātu svārstīguma aprakstu un ņemot vērā tikai to paredzamo vērtību izteiksmē, standarta apdrošināšanas stratēģija konsekventi ir mazāk ērta nekā pasīvā stratēģija (2. vienādojums).

Jāņem vērā, ka, pieaugot sākotnējā riska svārstīgumam, standarta apdrošināšanas stratēģijai nepārtraukti tuvojas līdzsvara punkts, bet attiecībā uz pasīvo stratēģiju nav vērojama monotona tendence. Pasīvās stratēģijas tendence ir atkarīga no saistītās apdrošināšanas prēmijas slodzes līdz šim parametram, un pasīvās stratēģijas izmaksas, kas ir tikai sagaidāmās vērtības funkcija, tik būtiski necieš. Protams, jo augstāks ir sākotnējā riska svārstīgums, jo mazāk droša ir pasīvā stratēģija, jo palielinās milzīgu atlīdzību iespējamība, kas potenciāli rada nopietnas grūtības valsts pārvaldes vispārējai ekonomiskajai situācijai.

Rezultāti lielā mērā ir tādi, kā gaidīts: peļņas gūšanas punkts attālinās, pieaugot seku mazināšanas darbu izmaksām (1.5. tab.). Varētu būt interesanti analizēt modeli, kurā, pieaugot seku mazināšanas darbu izmaksām, palielinās arī to efektivitāte riska samazināšanas ziņā, izraisot nemonotonu līdzsvara punkta tendenci. Tomēr var būt nepieciešams apsvērt minimālo samazinājuma līmeni, lai izvairītos no tā, ka līdzsvara punkts kļūst par vienīgo lēmumu pieņemšanas elementu, novērtējot seku mazināšanas intervences efektivitāti.

Attiecībā uz jutīgumu pret riska samazināšanu, kas izriet no mazinošās infrastruktūras, tiek pieņemts, ka sākotnējo risku raksturojošo parametru μ un σ samazinājuma rādītājiem ir vienāda vērtība ($d1 = d2$), savukārt mazināšanas darbu ietekme varētu būt tāda pati, ietekmēt šos parametrus dažādos veidos atkarībā no iejaukšanās veida.

Interesanti ir atzīmēt, ka, palielinoties efektivitātei, saīsinās peļņas un zaudējumu sliekšnis, kas pasīvajai stratēģijai ir daudz izteiktāks nekā apdrošināšanas stratēģijai.

Ņemot vērā elastīgās stratēģijas augstākās izmaksas līdz seku mazināšanas darbu pabeigšanai, ja šis periods ir ilgāks – tas rada arī acīmredzamas peļņas gūšanas punkta izmaiņas aptuveni tādā pašā apmērā salīdzinot ar standarta apdrošināšanas stratēģiju, un vēl izteiktākas, salīdzinot ar pasīvo stratēģiju.

Līdzsvara punkta jutība attiecībā uz sākotnējā riska nepastāvību σ , izmaksām C , riska samazinājumiem, kas izriet no mazinošām infrastruktūrām, ko mēra ar $d1 = d2$, pret mazinošo infrastruktūru pabeigšanas laiku n

σ	m_I^*	m_P^*	W	m_I^*	m_P^*	$d_1 = d_2$	m_I^*	m_P^*	n	m_I^*	m_P^*
2	16	27	100	16	27	0,1	16	27	5	16	27
2,1	13	24	110	17	29	0,11	15	25	6	17	29
2,5	7	22	150	21	36	0,15	13	20	8	19	33
3	6	89	200	26	45	0,2	12	17	10	21	37

4. publikācija iepazīstina ar inovatīvu pieeju, kas apvieno sākotnējo riska samazināšanas ieguldījumu ietekmi valsts pārvaldē ar elastīgiem apdrošināšanas mehānismiem. Darba gaitā veikta daudzozaru analīze par iespējamām plūdu riska pārvarēšanas stratēģijām, piedāvājot plašāku izpratni par hidroģeoloģisko risku, kas ir arvien aktuālāka valsts pārvaldes iestāžu problēma, jo īpaši ņemot vērā pēdējos gados pastipriņošās ekstremālo klimatisko parādību izpausmes.

Tiek uzsvērts, ka kvantitatīvā modeļa izveide balstās inženierzinātnēs, kas ir būtiskas gan *ex-ante*, gan *ex-post* riska novērtējumam un izmaksu un ieguvumu attiecības ziņā visefektīvāko seku mazināšanas darbu izstrādei. Ņemot vērā seku mazināšanas darbu papildu izmaksas, atbilstošs rādītājs elastīgās stratēģijas salīdzināšanai ar citām ir rentabilitātes punkts, ko parasti izmanto ieguldījumu novērtēšanas kontekstā.

Noturības finansēšana, izmantojot apdrošināšanas adaptīvās shēmas plūdu riska pārvarēšanai

Aprobācijas 7. publikācijā aprakstīts sākotnējais mēģinājums izveidot pamatmodeli plūdu riska novēršanai, iesaistot ieinteresēto pušu (konkrēti par plūdu risku noteiktā apgabalā atbildīgo valsts administrāciju) izvēli starp tādām iespējām kā bez apdrošināšanas, apdrošināšana vai apdrošināšana kopā ar ieguldījumiem seku mazināšanas infrastruktūrās.

Šajā apakšnodaļā apskatīta pēc izvēles laika savāktās jaunās informācijas nozīme, ko varētu integrēt līguma izstrādē. Piemēram, ņemot vērā tendenci izmaiņas riska pakļautībā, reģistrētos zaudējumus un salīdzinājumu starp samaksāto prēmiju un reģistrētajiem zaudējumiem laika gaitā, varētu radīt potenciālu pārpalikumu ieguldījumiem mazinošā infrastruktūrā. Šis modelis ir pilnveidots aprobācijas 7. publikācijā un izmantots, lai formulētu pieņēmumus sistēmdinamikas modelim, kas izklāstīts 2.3. un 2.4. apakšnodaļās.

Daudzfāžu apdrošināšanas adaptīvā shēma, kas risina plūdu risku noteiktā apgabalā, sākas, ņemot vērā gadījuma lielumu Y , kas raksturo riska līmeni apdrošinātajā teritorijā. Šis mainīgais lielums var atspoguļot tādus faktorus kā nokrišņi, upju ūdens līmenis vai citi rādītāji, kas mēra primāro plūdu riska avotu. Vēsturisko sēriju novērojumi ($y, i=1,2,\dots,n$) ļauj novērtēt nejausā lieluma Y sadalījumu (t. i., $F(Y)$).

X ir gadījuma lielums, kas apraksta nejausus zaudējumus plūdu riska dēļ noteiktā laika vienībā apdrošinātajā teritorijā bez mazinošām infrastruktūrām. Vēsturisko sēriju novērojumi (x_i , ar $i=1,2,\dots,n$) ļauj novērtēt nejausā lieluma X sadalījumu (t. i., $F(X)$). Piemaksas principa piemērošana, pamatojoties uz X sadalījumu, ļauj noteikt prēmiju $P[X]$ laika vienībā.

Apdrošināšanas līguma nosacījumos ir jāņem vērā aplēses, kas saistītas ar nejausā lielumu X . Varētu būt svarīgi novērtēt regresijas modeli starp X un Y , tieši sasaistot līguma nosacījumus ar sākotnējo riska avotu, jo īpaši, ja trūkst datu par zaudējumiem. Hidrauliskās inženierijas zināšanas varētu palīdzēt novērtēt regresijas funkciju starp X un Y , kad tiek būvētas dažādas mazinošas infrastruktūras.

Pieņemot, ka C_i ar $i=1,2,\dots,m$ kā pieaugošu infrastruktūras izmaksu secību, var noteikt regresijas funkcijas li (ar $i=1,2,\dots,m$), kas apraksta riska pakļaušanas samazināšanos, ņemot vērā sadalījumu Y . Tātad, lai $P[X_i]$, $i=1,2,\dots,m$ ir piemaksa par laika vienību, ja ir uzbūvēta infrastruktūra i . No pieņēmuma par mazinošo infrastruktūru efektivitāti izriet $P[X_i] < P[X_{i+1}]$ katram i . Ja t_i ir laiks, kas

nepieciešams infrastruktūras i izveidei, var pieņemt, ka pirms infrastruktūras pabeigšanas riska ekspozīcija paliek sākotnējā. Lai gan var apsvērt detalizētāku pieņēmumu par riska ekspozīcijas attīstību būvniecības laikā, šajā promocijas darbā autors vēlas koncentrēties uz vienkāršotu versiju.

Tiek pieņemts, ka I ir regresijas funkcija starp X un Y bez jebkādam mazinošām infrastruktūrām $X=I(Y)$. Ieinteresēto personu, piemēram, valsts pārvaldes iestāžu, kas ir atbildīgas par plūdu risku, galvenās izvēles iespējas ir šādas: bez apdrošināšanas (un bez noturības pasākumiem), maksāt nejaušus zaudējumus (vidējais $E[X]$ par katru laika vienību).

1. Neapdrošināšana, noturības pasākumu veikšana, izmantojot mazinošu infrastruktūru i , un nejaušu zaudējumu apmaksu (vidējais $E[X]$ par katru laika vienību) plus nemainīgā summa c_i/t_i .

2. Apdrošināšana bez noturības darbības, maksājot nemainīgu summu $P[X]$.

3. Apdrošināšanas un noturības pasākumi, izmantojot mazinošas infrastruktūras i , maksājot nemainīgu summu $P[X] + c_i / t_i$ līdz laikam, pēc tam premium $P[X_i] < P[X]$ katrai laika vienībai.

Ņemot vērā to, ka ir m iespējamās infrastruktūras, II un IV stratēģijai ir m dažādi scenāriji, I un III salīdzinājums ir atkarīgs no nākotnes zaudējumu nejausības attiecībā pret pagātnes aplēsto vidējo vērtību. Līdzīgu salīdzinājumu var veikt starp II un IV, bet tā kā nav novērojumu par zaudējumiem attiecībā pret mainīgais X_i (katrai $i=1,2,\dots,m$), jo vēsturiskās rindas neņem vērā riska infrastruktūrām i mazināšana, novērtējums attiecībā pret mainīgais X_i galvenokārt ir balstīts uz inženiertehnisko ekspertīzi. Tādējādi autors koncentrējas uz izšķirošo izvēli starp III (vidējais ir tāds pats kā I) un IV (vidējais ir tāds pats kā II) katrai infrastruktūrai i (ar $i=1,2,\dots,m$), izvēloties starp noturības trūkumu vai noturību. Kopējo izmaksu pašreizējā vērtība (PV) ar diskonta likmi r tiek uzskatīta par noteiktu laiku T , kā rezultātā tiek iegūtas šādas izteiksmes:

$$PV(\text{III}) = \sum_{j=1}^T P[X](1+r)^{-t_j}, \quad (26)$$

$$PV(\text{IV}, i) = \sum_{j=1}^i \left(P[X] + \frac{c_i}{t_i} \right) (1+r)^{-t_j} + \sum_{j=i+1}^T P[X_i](1+r)^{-t_j}. \quad (27)$$

Iepriekšējā apakšnodalā aprakstītajā scenārijā tiek aplūkots regulārais laika režģis s_i , kur $i=0,1,2,\dots, k$, kurā attiecīgi tiek pārskatīts apdrošināšanas līgums. Process tiek iesākts bez infrastruktūras, ļaujoties uz infrastruktūras izmaksu un ar tām saistīto riska samazināšanas efektu inženiertehnisko ekspertīzi. Ja P ir nemainīga kopējā prēmija, kas samaksāta no s_i līdz s_{i+1} (ar $i=0,1,2,\dots, k-1$), un $X(i, i+1)$ apzīmē kopējos zaudējumus, kas radušies tajā pašā intervālā, parādās divi atšķirīgi gadījumi. Pirmajā gadījumā $P < X(i, i+1)$, un šādos gadījumos apdrošināšanas sistēma sedz lielākos zaudējumus. Un otrādi, otrajā gadījumā, ja ir pārpalikums $P < X(i, i+1)$, adaptīvais līguma dizains var piešķirt daļu no tā, ko apzīmē ar a diapazonā $(0,1)$, atpakaļ apdrošinātajam.

Šie pārpalikumi tiek apkopoti, un apdrošinātais, parasti valsts pārvalde, var izvēlēties, kurā infrastruktūrā ieguldīt. Ja lēmums ir ieguldīt infrastruktūrā i , ieinteresētajai personai jāgaida, lai uzkrātu kopējo pārpalikumu, kas vienāds ar tā izmaksām c_i . Noteiktajā laikā saskaņā ar iepriekš ieviesto parasto tīklu sākas jauns līgums. Apdrošinātā iemaksātā prēmija ir jāaplēš, izmantojot informāciju, kas savākta līdz šim laikam par līgumu ar turpmāko termiņu t_i , kas atspoguļo laiku, kas nepieciešams infrastruktūras izveidei i . Pēc šī papildu termiņa apdrošināšanas līgums tiek turpināts ar prēmiju $E[X_i]$, ņemot vērā paredzamos zaudējumus, kas saistīti ar infrastruktūru i .

Ir vērts atzīmēt, ka ar šo adaptīvo modeli sākuma prēmijai P ir jābūt lielāki par paredzamajiem zaudējumiem, jo tai ir jāradā pārpalikums, kas nepieciešams, lai finansētu seku mazināšanas infrastruktūru. Tikai tad, kad ir savākts nepieciešamais pārpalikums, apdrošināšanas prēmija kļūst taisnīga attiecībā pret paredzamajiem zaudējumiem. Šis dizains ar fiksētu prēmiju un pārpalikuma sadali atbilst viedo līgumu tiesiskajam regulējumam. Jaunā prēmijas definīcija prasa atkārtotas sarunas starp abiem partneriem, kā to nosaka tiesiskā vide. Šīs adaptīvās apdrošināšanas shēmas optimizācijas problēmas risināšanas mērķis ir noteikt stratēģiju, kas samazina kopējās izmaksas, kā

aprakstīts iepriekšējā apakšnodaļā. Optimālā stratēģija ir noteikta pāra P un infrastruktūras i izteiksmē. Šīs optimizācijas problēmas ietvaros ir ļoti svarīgi salīdzināt līdzvērtīgas stratēģijas, piemēram, bez apdrošināšanas vai tikai apdrošināšana (bez noturības). Stratēģijas kopējās izmaksas (P^*, i^*) izsaka ar 28. vienādojumu, kur s_i apzīmē paredzamo laiku, kurā tiek savākts nepieciešamais pārpalikums c_i .

$$PV(P^*, i^*) = \sum_{j=1}^i P(1+r)^{-s_j} + \sum_{j=i+1}^{i+t_i} P[X_j](1+r)^{-t_j} + \sum_{j=i+t_i+1}^T P[X_i](1+r)^{-t_j}. \quad (28)$$

Šis formulējums atspoguļo optimizācijas problēmas būtību adaptīvās apdrošināšanas shēmā. Tas ņem vērā ne tikai prēmijas, pārpalikumus un infrastruktūras izmaksas laika gaitā, bet arī iedziļinās apdrošināšanas sabiedrību iespējamo stratēģiju noteikšanā. Viena no šādām stratēģijām ietver daļas pārpalikumu piešķiršanu, lai veicinātu ieguldījumus katastrofu riska samazināšanas stratēģijās. Savukārt tā mērķis ir palielināt informētību un veicināt apdrošināšanas segumu palielināšanu gan aktīviem, gan civiliedzīvotājiem.

Plūdu riska apdrošināšana. No blokķēdes līdz Beiesa adaptīvā dizaina līgumam

Aprobācijas 8. publikācija iepazīstina ar adaptīvo Beiesa apdrošināšanas līgumu, kas paredzēts plūdu risku pārvaldīšanai, vairāku periodu scenārijā integrējot aktuāra, inženiertehniskās un juridiskās disciplīnas. Rakstā uzsvēta blokķēdes tehnoloģijas izmantošana viedos līgumu ietvaros, kas ļauj nemanāmi integrēt jaunu uzticamu informāciju riska pārvaldībā.

Publikācijā pētīta viedās līgumu slēgšanas un blokķēdes tehnoloģijas kombinācija ar Beiesa adaptīvo dizainu plūdu riska apdrošināšanā. Tajā uzsvērts, cik svarīgi ir kvantitatīvie rīki pilsētu noturības novērtēšanai, apjomīgu datu apstrāde no ĢIS un satelītuizmērumiem, kā arī nepieciešamība pēc elastīgiem apdrošināšanas mehānismiem ar elastīgām līgumu slēgšanas iespējām, piemēram, viedajiem līgumiem.

Pieaugošais pilsētu iedzīvotāju skaits un no tā izrietošā plūdu riska pakāpe prasa daudzdisciplīnu pieeju pētniecībā. Kritiskās infrastruktūras (angļu val. – *Critical Infrastructures, CI*), tostarp enerģētika, ūdensapgāde, transports, banku darbība un informācijas un komunikācijas sistēmas, tiek identificētas kā aktīvi, kuriem ir paaugstināts risks pilsētu sarežģītības un zemes ierobežojumu dēļ augsta riska zonās. Dokumentā ir aicināts izveidot novatoriskas riska pārvaldības sistēmas, kas risina klimata pārmaiņu ietekmi un dabas apdraudējumus, iekļaujot gan inženiertehniskos, gan sociālos apsvērumus.

8. publikācijā atzītas grūtības novērtēt atsevišķus infrastruktūras vai aktīvu riskus datu trūkuma dēļ, liekot apdrošināšanas sabiedrībām izmantot starpniekserversus. Tā atbalsta holistisku riska samazināšanas pieeju, iekļaujot sociālās, vides, finanšu un politiskās sistēmas, lai uzlabotu vispārējo noturību. Rakstā uzsvērti plūdu riska sagatavošanas, pretestības un pielāgošanās telpiskie un no laika atkarīgie aspekti, izceļot skaitļošanas un lielo datu apstrādes tehnoloģiju attīstību.

Publikācijā uzsvērts, cik svarīgi ir uzlabot plūdu riska novērtējumu, uzlabojot programmēšanas ierīču iespējas, lai apstrādātu dažādas datu kopas, un tiek atbalstīta daudznozaru pieeja, kas ietver ĢIS, varbūtības modelēšanu un zaudējumu līknes definīcijas. Blokķēdes tehnoloģija tiek prezentēta kā risinājums reāllaika riska novērtēšanai un precīzai apdrošināšanas polises cenu noteikšanai.

Blokķēde tiek definēta kā decentralizēta grāmatvedības un darījumu sistēma, kas darbojas ne tikai maksājumu un apmaiņas jomā, bet arī darbojas kā starptautisks drošs reģistrs, ko koplieto tīkls, novēršot centrālās glabātavas. Viedie līgumi tiek ieviesti kā IT protokoli, kas formalizē līguma elementus un automātiski izpilda iepriekš definētos noteikumus.

Tiek atzīmēta viedo līgumu straujā attīstība, izmantojot dažādas lietojumprogrammas, sākot no atvasinātiem finanšu instrumentiem līdz preču pārdošanai tiešsaistē bez centrālajām iestādēm. Rakstā pētīta apdrošināšanas nozares dinamika ar blokķēdi, izceļot novatoriskas apdrošināšanas formas, izmantojot viedos līgumus, piemēram, *Insure ETH un AIG, IBM un Chartered Bank* izmēģinājuma projektu.

Ievērojams trūkums ir konstatēts pārejā no uz kompensācijām balstītas uz lielo datu pārvaldības pieeju apdrošināšanā, kas ļauj noslēgt daudzperioda līgumus, izmantojot blokķēdes tehnoloģiju un ārējos datu avotus. Šī pieeja ļauj periodiski mainīt līguma elementus, nodrošinot pielāgojamību dabas katastrofu kontekstā.

Rakstā ir nošķirta viendimensijas perspektīva, kurā blokķēde pārbauda apdrošināšanas gadījumus, un daudzdimensiju perspektīva, kur blokķēde laika gaitā saglabā un maina līgumus. Šajā daudzdimensiju pieejā blokķēdē droši glabā attiecīgos apdrošināšanas datus, atvieglojot līguma parametru nepārtrauktu modifikāciju, pamatojoties uz datu plūsmu un savstarpēju piekrišanu.

Pamatojoties uz viedo līgumu un blokķēdes jēdzieniem, kas aprakstīti 8. publikācijā, tiek piedāvāts aktuāra modelis ar Beiesa adaptīvo līguma dizainu. Apsverot datu kopu, kas apzīmēta kā $H(0)$ un atspoguļo informāciju, kas savākta laikā 0 un iegūta no laika $-m$, ļaujot funkcijai W attēlot prēmiju, kas jāmaksā par vienu laika vienību līdz pirmajam atjaunināšanas laikam, kā norādīts 29. vienādojumā.

$$W(0) = f(H(-m, 0)) \equiv f(H(0)). \quad (29)$$

Šajā datu kopā iekļauj informācija par zaudējumiem, kas radušies apdrošinātā riska dēļ. Turklāt datu kopa ietver attiecīgu informāciju, kas saistīta ar plūdu risku mazinošām infrastruktūrām un citiem būtiskiem faktoriem. Šai informācijai ir izšķiroša nozīme vispusīgā riska ainavas analizē un izpratnē, ļaujot niansētāk novērtēt risku mazinošo pasākumu efektivitāti un sistēmas vispārējo noturību pret iespējamiem apdraudējumiem. Šo atšķirīgo datu punktu iekļaušana veicina visaptverošu apdrošināto risku un dažādu veicinošo faktoru kompleksās mijiedarbības pārbaudi, veicinot stingrāku un informētāku riska novērtēšanas sistēmu.

Apsverot atjaunināšanas laiku secību līgumā, kas apzīmēta kā m_1, m_2 utt. (t. i., m_i), jebkurā brīdī m_i , kur i ņem vērtības no 1, 2 un vairāk, atjauninātā prēmija tiek noteikta, izmantojot savākto informāciju, sākot no $-m$, kas apzīmēts kā $H(-m, m_i)$. Jaunās prēmijas aprēķins, kas jāmaksā līdz atjaunināšanas laikam m_{i+1} , tiek definēts ar 30. vienādojumu.

$$W(i) = f(H(-m, m_i)) \equiv f(H(i)). \quad (30)$$

Tiek pieņemts, ka apkopotā informācija $H(0)$ ietver vēsturisko bojājumu sēriju, kas apzīmēta kā $x(i)$, kur i ņem vērtības no $-m$ līdz 0 (t. i., $i = -m, -m+1, \dots, 0$), kas attēlo katru laika vienību no $-m$ līdz izdošanas datumam 0 (31. vienādojums).

$$H(-m, 0) = x(-m), x(-m+1), \dots, x(-1), x(0). \quad (31)$$

Tiek pieņemts, ka $H_r(0)$, kur $r = 1, 2, \dots$, apzīmē šī gadījuma lieluma r -to momentu novērtējumu. Ja pieņem piemaksas principu, kas balstīts uz dispersijas stila maksu, tad interese, ir tikai uz $H_1(0)$, $H_2(0)$ utt. Piemaksu par laika vienību, sākot no izejas datuma, kas apzīmēta ar $W(0)$, var izteikt ar 32. vienādojumu.

$$W(0) = f(K_1(0), K_2(0)). \quad (32)$$

Sākot no izdošanas datuma, līgums ietver piemaksas $W(0)$ maksājumus par katru laika vienību līdz pirmajam līguma atjauninājumam laikā m_1 , ko rada jaunas informācijas saņemšana, kas apzīmēta kā $H(1, m_1) = x(1); x(2) \dots x(m_1)$.

Laikā m_1 , izmantojot visu intervāla $(-m, m_1)$ ierakstīto informāciju, tiek iegūti jauni $H_1(m_1)$ un $H_2(m_1)$ aprēķini. Līdz ar to piemaksa tiek atjaunināta, kā norādīts 33. vienādojumā.

$$W(m_1) = f(K_1(m_1), K_2(m_1)). \quad (33)$$

Šī prēmija ir jāmaksā par katru laika vienību no $m_1 + 1$ līdz nākamajam atjaunināšanas laikam m_2 .

Tiek pieņemts, ka $n_i = m_i - m_{i-1}$, kur i ņem vērtības no 1, 2 utt., kas atspoguļo laika vienību skaitu starp m_i un m_{i-1} . Līdz ar to kopējā samaksātā prēmija šādā intervālā ir $n_i W(i)$. Atšķirība starp šo kopējo prēmiju un kopējo atlīdzību tajā pašā laika intervālā, kas apzīmēta ar $C(i)$, izteikta ar 34. vienādojumu.

$$n_i W(i) - C(i) = U(i). \quad (34)$$

Apdrošināšanas sabiedrībai tā ir peļņa vai zaudējumi. Līgumā var noteikt, ka peļņas gadījumā, t. i., ja $U(i)$ ir pozitīvs, daļa no uzņēmuma nopelnītā pārpalikuma tiks dalīta ar apdrošināto. Šī koplietošana var izpausties kā ieguldījumi infrastruktūrā, kas vērsti uz riska mazināšanu. Lai novērtētu izmaksas, kas saistītas ar kritiskajām infrastruktūrām un to ietekmi uz riska samazināšanu, ir nepieciešama inženiertehniskā analīze, kā iepriekš tika aprakstīts..

Infrastruktūras ieguldījumu ietekmi uz šo skaitlisko modeli var ieviest, nesamazinoties sliekšņu secībai, kas apzīmēta ar $L(i)$, kur i ņem vērtības no 1, 2 utt. intervālā (m_{i-1}, m_i) . Šie sliekšņi ietekmē bojājumus tajā pašā laika periodā – jo augstāks $L(i)$, jo mazāks ir paredzamais kopējais bojājums $C(i)$.

Pārpalikuma un sliekšņa palielinājuma attiecības novērtējums jāveic, izmantojot inženiertehniskus apsvērumus. Ir pamatoti ņemt vērā kavēšanos starp pārpalikuma rašanos un tā ietekmi uz sliekšni, ņemot vērā laiku, kas nepieciešams infrastruktūras pabeigšanai.

Blokķēdes tehnoloģijas palīdzību notiek apkopotās informācijas sertifikācija un līguma noteikumu izmaiņu (t. i., prēmijas līmeņa un pārpalikuma koplietošanas) automatizēšana katrā atjaunināšanas reizē. Šai automatizācijai ir galvenā nozīme viedās līgumu slēgšanas koncepcijā, kas ietver līguma atjaunināšanu bez jaunām abu pušu sarunām. Šī pieeja ir ļoti svarīga ieviešanai sistēmdinamikas modelī, kā aprakstīts 2.4. apakšnodaļā, un tā atbilst principiem, kas izklāstīti aprobācijas 1. publikācijā.

8. publikācijā pētīta blokķēdes tehnoloģijas integrācija apdrošināšanas nozarē, pievēršoties tās lietojumam Eiropā, īpaši Itālijā. Rakstā analizēts *Fizzy Axa* līgums kā blokķēdes potenciāla piemērs efektīvas reāllaika datu plūsmas radīšanā apdrošināšanas līgumos. Tajā apspriesta šīs tehnoloģijas atbilstība valsts pārvaldes iestādēs, uzsverot, cik svarīgi ir izvērtēt ieguldījumus seku mazināšanā un iespējamo risku segšanas izmaksu samazinājumu.

Publikācijā uzsvērtā nepieciešamība pēc Eiropas platformas aprakstīto risku pārnesei uz finanšu tirgiem, uzsverot likumdošanas harmonijas nozīmi Eiropas kontekstā. Šī saskaņošana ar starpnacionāliem līgumiem un Pilsētu Mēru pakts ir ļoti svarīga, lai izvairītos no sadrumstalotiem valstu noteikumiem. Tālāk rakstā aplūkota piedāvātā prēmiju riska aprēķina lietojamība kvantitatīvo infrastruktūras noturības modeļu izstrādē. Šī pieeja ir ļoti svarīga, lai pieņemtu apzinātus politiskus, biznesa un finanšu lēmumus, jo īpaši ietekmes mazināšanas struktūru un noturības obligāciju jomā. Diskusiju centrā ir seku mazināšanas infrastruktūru finansēšanas dzīvotspēja, izmantojot noturības obligācijas pretstatā tradicionālajām apdrošināšanas metodēm, kas galvenokārt sedz prasības.

8. publikācijā aplūkotas arī apdrošināšanas organizāciju stratēģiskās plānošanas problēmas, atbalstot dažādu analītisko metožu izmantošanu, piemēram, rentabilitātes analīzi un ienākumu stabilitātes novērtēšanu. Noteiktās metodes ir ļoti svarīgas, lai novērstu informācijas asimetriju apdrošināšanas līgumos un uzraudzītu galvenos veiksme faktorus finanšu un ekonomikas attīstībā. Apdrošināšanas portfeļu pārbaude ir būtiska stratēģiskajai plānošanai, finanšu stabilitātes un maksātspējas nodrošināšanai. Rakstā uzsvērtas problēmas, ar kurām apdrošināšanas kompānijas saskaras, nosakot klientu prēmijas, ko ietekmē riska neskaidrība, morālais risks un citas neskaidrības. Pieprasījumu pēc katastrofu apdrošināšanas ietekmē dažādi faktori, tostarp ienākumu līmenis, zināšanas par risku un cerības uz valsts atlīdzību pēc katastrofas. Kultūras, uzvedības un izglītības faktori ietekmē arī apdrošināšanas pieprasījumu, kas nav balstīts tikai loģiskā kompromisā starp polises cenu un ieguvumiem. Konkurētspējīgai apdrošināšanas tirgus izaugsmei būtiska ir spēcīga institucionālā sistēma un skaidri noteikumi.

8. publikācijā uzsvērtā iespēja, ka līgumi tiks automātiski atjaunināti, tostarp arī aspekti, kas saistīti ar riska mazināšanas infrastruktūrām, izmantojot blokķēdes tehnoloģiju, kas atvieglo šo procesu. Darba noslēgumā tiek ieteikti turpmākie pētniecības virzieni, uzsvērtā nepieciešamība pēc

inženierzinātņu un aktuāra jomas sadarbības dialoga, kā arī juridiskās perspektīvas, lai nodrošinātu viedo līgumu efektīvu piemērošanu dažādu laika periodu scenārijos.

Daudzdisciplināra pieeja apdrošināšanas līgumos, kas saistīta ar dabas apdraudējumiem

9. publikācijā aplūkota riska apdrošināšanas kritiskā loma antropogēno un dabisko katastrofu pārvaldībā, uzsverot tās nozīmi pirms katastrofas riska samazināšanas stratēģijās, lai atvieglotu finansiālo slogu pēc katastrofas. Tas identificē trūkumus riska apdrošināšanas stratēģiju integrēšanā kopienas noturības plānošanā, uzsverot vajadzību pēc holistiskas pieejas, kas ietver seku mazināšanas pasākumus pirms katastrofas un riska novēršanas stratēģijas.

Rakstā uzsvēta apdrošināšanas tirgu nozīme dabas un klimata pārmaiņu izraisīto katastrofu ekonomiskās ietekmes mazināšanā. Tas aicina precīzāk kvantitatīvi noteikt ieguvumus un izmaksas, ko sniedz inženierijā balstīti emisiju mazināšanas risinājumi, un izveidot stingru tiesisko regulējumu aktuāra kvantitatīvā modeļa ieviešanai. Šai pieejai būtu jāintegrē daudznazaru perspektīvas, informācijas vākšanai un apstrādei izmantojot tādas platformas kā blokķēdes tehnoloģija.

Galvenā uzmanība tiek pievērsta blokķēdes tehnoloģijas lietošanai dabas katastrofu riska apdrošināšanas līgumos, piedāvājot daudznazaru metodoloģiju digitālo apdrošināšanas līgumu izstrādei blokķēdes platformā. Šīs metodes mērķis ir uzlabot katastrofu riska apdrošināšanas ietekmi uz kopienas noturību, ņemot vērā apstākļus pirms katastrofas.

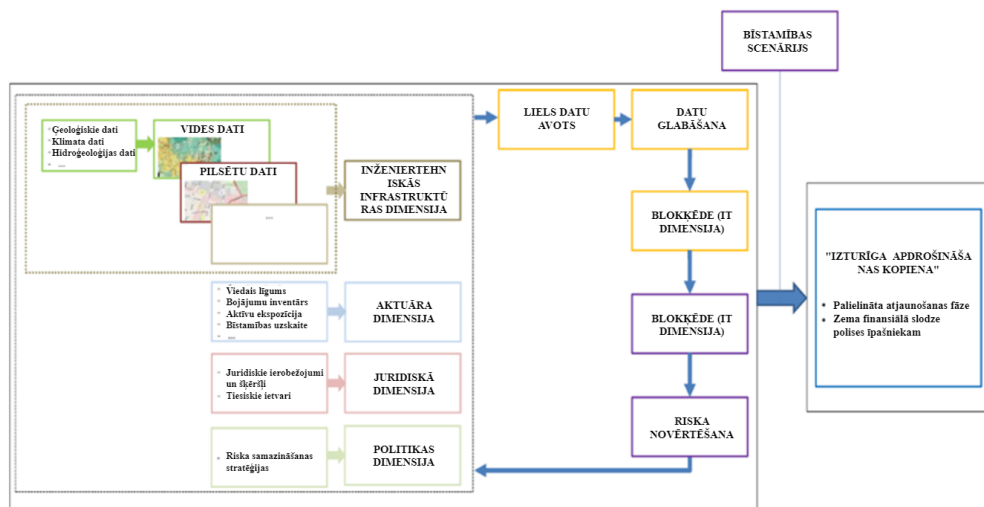
Rakstā aplūkota valdību un juridisko personu loma apdrošināšanā, īpaši plūdu apdrošināšanā, kas ir cieši saistīta ar zemes plānošanu un pielāgošanas investīcijām. Ņemot vērā katastrofu radīto ekonomisko zaudējumu pieaugumu, jo īpaši neapdrošinātos zaudējumus klimata pārmaiņu dēļ, steidzami ir jāveic precīzi riska novērtējumi, izmantojot plašu datu apstrādi. Šī pieeja ietver lielo datu piesaisti optimālai apdrošināšanas prēmiju cenu noteikšanai, kopienas noturības uzlabošanai un resursu stratēģiskai sadalei. Tiek pētīts blokķēdes tehnoloģijas potenciāls apdrošināšanas nozarē ņemot vērā tās izmantošanas iespējas tūlītējā apdrošināšanā un tās arvien plašāku izmantošanu apdrošināšanas nozarē, piemēram, vienādranga apdrošināšanā un pārapirošināšanā. Tomēr pašreizējie modeļi joprojām ir atkarīgi no tradicionālajām apdrošināšanas struktūrām, un viedie līgumi ir jauna inovācija.

9. publikācijā uzsvēta apdrošināšanā balstītu adaptācijas mehānismu attīstība, kas veicina vietējo kopienu pielāgošanos katastrofām. Blokķēdes tehnoloģija tiek uzskatīta par stabilu platformu riska un ievainojamības mazināšanai, izmantojot dažādus datu avotus, nodrošinot reāllaika riska novērtējumu un precīzāku apdrošināšanas polišu cenu noteikšanu.

Dokumentā identificēts īstenošanas trūkums, norādot uz pāreju no apdrošināšanas blokķēdēm, kas vērstas uz atmaksu, uz tādām, kas vērstas uz lielo datu pārvaldību. Nākotne var ietvert pāreju uz daudzfāžu līgumiem, kas ietver periodisku datu skenēšanu līgumu attīstībai un pielāgošanai. Rakstā ir ierosinātas daudzfāžu līguma iezīmes, tostarp aprūtinājums, nejausība, IT noteikumi, izmantojot blokķēdi, reāllaika datu plūsma un automatiskas atkārtotas sarunas. Šīs funkcijas var izveidot vērtīgu informācijas saistībā ar riska parādībām, kas ietver sākotnējo līguma parametru modifikāciju, pamatojoties uz savstarpēju piekrišanu.

Visbeidzot, rakstā ierosināta metodoloģiska pieeja, kas integrē inženiertehniskās, apdrošināšanas aktuārās, juridiskās un IT dimensijas blokķēdes atbalstītā platformā, lai optimizētu regulatīvo apdrošināšanas un inženiertehnisko mijiedarbību dabas apdraudējuma riska samazināšanas stratēģijām.

Noslēgumā 9. publikācijā piedāvā visaptverošu pieeju, kas apvieno dažādas zinātnes jomas, izmantojot blokķēdi, lai uzlabotu riska mazināšanu, noturību un optimizētu apdrošināšanas praksi. Šīs definīcijas ietvaros tiek piedāvāta pielāgota blokķēdes platforma "kopienas" riskiem un vides riskiem konkrētos ģeogrāfiskos apgabalos. Tas ietver tādas disciplīnas kā inženierzinātnes (negadījumu varbūtības novērtēšana, riska mazināšanas rīku izstrāde un potenciālā kaitējuma novērtēšana), juridiskās (tiesību aktu publiskā un privātā sektora sinerģijai un digitālās platformas uzraudzībai), aktuārās (prēmiju kvantitatīva noteikšana par iespējamo zaudējumu segšanas nodošanu) un IT (uz blokķēdes balstītas digitālās platformas izveide) (2.1. att.).



2.1. att. Jauna daudznosaru pieeja blokķēdes ieviešanai.

2.3. Gadījuma izpēte

Kultūras mantojuma apdrošināšanas mehānisms ar koriģētajiem bruto ieņēmumiem

Dabas apdraudējumi, ko pastiprina klimata pārmaiņas, arvien vairāk kaitē kultūras mantojumam. Dabas katastrofu biežuma un ekonomiskās ietekmes pieaugums ir veicinājis apdrošināšanas instrumentu kā riska pārvaldības stratēģiju izstrādi. Tomēr Itālijā atsevišķi aktīvi bieži ir nepietiekami apdrošināti pret katastrofām, savukārt ierobežotam skaitam valsts iestāžu un mazo un vidējo uzņēmumu ir īpašas polises zemestrīču un plūdu gadījumam. Pēdējā laikā ir novērots neliels apdrošināšanas izmantošanas pieaugums lielākos uzņēmumos. Apdrošināšanas zemā izplatība indivīdu vidū ir saistīta ar "katastrofu sindromu", kam raksturīgs šoks un apjukums katastrofu laikā, kas izraisa pieprasījumu novirzesun nepietiekamu resursu piegādi pēc katastrofām.

Itālijā, valstī ar daudziem antropogēnajiem un dabiskajiem apdraudējumiem, *Covid-19* ietekme uz kultūras mantojumu bija nozīmīga. Pasākumi ietvēra muzeju un kultūras objektu slēgšanu, kas nopietni ietekmēja ienākumus. Katastrofu novēršana un pēckatastrofu pārvaldības ir ļoti svarīgas kultūras mantojuma aizsardzībā. Itālijas Civilās aizsardzības departamenta un Civilās aizsardzības ministrijas pieredze, kas ietver apmācītu komandu uzvedības modeļu izstrādi pēc zemestrīces, tiek uzskatīta par efektīvu. Šie modeļi palīdz aprakstīt bojājumus, aprēķināt ievainojamību un novērtēt intervences izmaksas.

Preventīvie pasākumi apdraudējumu novēršanai var būt strukturāli vai nestrukturāli, taču strukturālie pasākumi ir sarežģīti kultūras mantojuma redzamības, traucējumu un izmaksu efektivitātes dēļ. Aprobācijas 2. publikācijā galvenā uzmanība pievērsta novatoriskām stratēģijām pirms un pēc katastrofas riska mazināšanai ekonomiskajam mantojumam, jo īpaši tiem, kas ir neaizsargāti pret tādām katastrofām kā *Covid-19* pandēmija. Pētījumā uzsvērtā *Covid-19* finansiālā ietekme uz *Villas D'Este* un *Villa Adriana Tivoli* Romā, kas ir nozīmīgas UNESCO sarakstā iekļautas kultūras vietas. Šajās vietās, kas sākotnēji tika noteiktas atsevišķi, ir daudz strūklaku, nimfeju, grotu un ūdens motīvu..

Ekonomiskā riska novērtējumā kultūras vērtībām, piemēram, *Villa Adriana* un *Villa d'Este*, jāņem vērā dažādi katastrofu veidi, tostarp vides, seismisko, ugunsgrēku vai ar veselību saistītās katastrofas. Dažādi riski atšķirīgi ietekmē ieņēmumus un izdevumus. Itālijas konteksts ilustrē pandēmijas ietekmi uz biļešu pārdošanu. 2. publikācija ir plašāka pētījuma par bioloģiskajiem apdraudējumiem un kultūras mantojumu daļa, kurā sīki, aprakstīti *Villa Adriana* un *Villa D'Este* zaudējumi pandēmijas laikā. Atšķirībā no pandēmijas ugunsgrēks vai plūdi izraisītu pagaidu slēgšanu un atjaunošanas izmaksas, ietekmējot biļešu pārdošanu. Lai novērtētu šo ietekmi, ir nepieciešama inženiertehniskā analīze un apdrošināšanas segums kā elastīga izmaksu sastāvdaļa, pamatojoties uz pastāvīgo atlīdzību pieteikumu

pieredzi. Nākamajā pētījuma daļā ir piedāvāts gadījuma pētījums, sākot ar prēmiju kvantitatīvo noteikšanu, izmantojot elastīgu apdrošināšanas pieeju.

Tālākā darba gaitā autors aplūko gadījuma lielumu X , kas raksturo teorētisko atlīdzības apmēru laika vienībā (piemēram, viens gads), no kura var aprēķināt apdrošināšanas prēmiju P . Tradicionālajā apdrošināšanā šī prēmija tiek uzskatīta par nemainīgu katram seguma periodam, un tā ir X sadalījuma funkcija. Mainīgais X ietver visus zaudējumus [11].

Elastīgā pieeja ietver piemērotas kompensācijas summas ierakstīšanu periodā, pirms pārrēķina un atkārtotas noteikšanas datuma (t) no apdrošināšanas seguma sākuma, ko var noteikt kā laiku θ , kas atspoguļo atlīdzību par t gadiem, kas apzīmēts ar $Y(0, t)$. Pārrēķina biežums līgumā jānosaka un jāiekļauj katru gadu vai citā noteiktā periodā..

$Y(0, t)$ apzīmē kopējo apdrošināšanas sabiedrības kompensēto summu, P – tajā pašā laika periodā samaksāto prēmiju summu. Elastību nodrošina *bonusa-malus* shēma, tās pamatā ir dažādi iepriekš noteikti līmeņi (35. vienādojums).

$$Y(0, t) - P = D(t). \quad (35)$$

Ja $D(t)$ pārsniedz noteiktu sliekšni, kas nozīmē lielāku kompensāciju nekā samaksātās prēmijas, elastības shēma var palielināt prēmiju līdz nākamajam pārrēķinam. No otras puses, ja $D(t)$ ir negatīvs, tad līdz nākamajam pārrēķinam vai $D(t)$ daļas retrocesijai apdrošinātajai pusei var būt prēmijas summas samazinājums, iespējams, tas saistīts ar riska mazināšanas darbiem. Konkrētāk, potenciālā riska mazināšanas darbu virzība, kas tiks finansēta neatkarīgi un/vai ar šīm hipotētiskajām apdrošināšanas retrocesijām, var pakāpeniski samazināt kopējo apdrošināšanas seguma summu, ja tiek pozitīvi ietekmēta faktiskā un faktiskā kaitējuma summa (t. i., samazināta), pretējā gadījumā šī elastības shēma radītu pozitīvus $D(t)$ līmeņus, tādējādi palielinot piemaksu.

Šajā apakšnodalā aprakstīts reāls gadījuma pētījums, kas balstīts metodikā un aprēķinu metodēs, kas saskaņotas ar promocijas darba tēmu un aprobežojas 2. publikāciju. Kā jau tika uzsvērts iepriekš, kultūras mantojums tradicionāli tiek uzskatīts par strukturāli elementu, kura vērtību raksturo to izveidošanas vērtība un rekonstrukcijas izmaksas. Laika gaitā uzņēmumi ir pieņēmuši tradicionālās riska mazināšanas un atjaunošanas apdrošināšanas formas, bet nav vēlams tik izšķiroša un sabiedrības labklājībai svarīga jautājuma izplatīšana. Sākotnēji apdrošināšanas segums bija vērst uz *ex-post* aizsardzību, kas ietver vienādu summu izmaksu teorētiski bojāto aktīvu rekonstrukcijai. Pēdējā laikā ir mēģināts nodrošināt *ex-ante* aizsardzību, ļaujot pastāvīgu apdrošināšanas prēmijas izmaksu daļu no tās novirzīt risku mazināšanai būvju celtniecībā.

Autora ideja iespējamajā citādas pieejas attīstībā balstīta atziņā, ka ekonomiskais kultūras mantojums vairs nav saprotams tikai kā publiskais īpašums, kura vērtību nosakapaša nekustamā īpašuma pašizmaksa. Kultūras mantojuma, piemēram, *Villa D'Este* un *Villa Adriana* izmantošana, ir jāuzskata par saimniecisku darbību un nozari, kas pakļauta dabas apdraudējumam un uzņēmējdarbības riskam. Lai gan valsts iestādes nav pakļautas maksātspējas noteikumiem, tās ir pakļautas tirgus noteikumiem un naudas plūsmas svārstībām. Atbrīvojoties no šaubām par ekonomiskā kultūras mantojuma sistemātisku klasificēšanu kā sabiedriskām nozarēm, šķiet, lietderīgi izvērtēt, vai kāda veida apdrošināšana, kas sākotnēji tika izmantota citās jomās, varētu būt noderīga mantojumam, kād apdraudējumi, zaudējumi un negatīvas svārstības ietekmē ienākumus.

Lai mazinātu dabas katastrofu risku saistībā ar finansiāliem zaudējumiem, autors iesaka izvērtēt iespēju pieņemt īpašu apdrošināšanas veidu, kas galvenokārt ir izplatīts ASV lauksaimniecības jomā: aizsardzība, kas iegūta no koriģētajiem bruto ieņēmumiem (angļu val. – *Adjusted Gross Revenue, AGR*). *AGR* apdrošināšana ir netradicionāls apdrošināšanas plāns, kas ļauj pārvaldīt visa uzņēmuma riskus. Tas ir pārlicecinošs produkts, ko varētu lietot par paraugu iespējamai izmantošanai Itālijā un citās Eiropas Savienības valstīs. *AGR* ir polise, kas apdrošina uzņēmuma ieņēmumus, kā atskaites parametru izmantojot lauksaimniecības uzņēmuma vēsturiskos bruto ieņēmumus, kas iegūti no pušu uzrādītajiem nodokļu datiem (pēdējo piecu gadu vidējais rādītājs). Šis apdrošināšanas produkts ir piemērojams jebkurai ražošanas nozarē.

Lai gan *AGR* polise ir cieši saistīta ar 2. publikāciju, tā piedāvā arī apdrošināšanas segumu bruto ieņēmumu zaudējumiem dabas katastrofu vai nelaimju dēļ. Izmantojot datus, kas iegūti no darba

par *Covid-19* zaudējumu aprēķinu attiecībā uz *Villa D'Este* un *Villa Adriana* mantojumu, pēc aprēķinu tabulas apdrošināšanas prēmijas un attiecīgās izmaksas aprēķināšanai ir sniegti šādi aprēķini.

Datu uzskaitē, kas nepieciešama, lai aprēķinātu *AGR* gadījuma izpēti prezentācijai, detalizēti analizēta promocijas darbā ar atsauci uz 2017.–2019. gadu (t. i., pirms *Covid-19*).

AGR ērtību pārbauda apstiprinātais apdrošināšanas pakalpojumu sniedzējs (angļu val. – *Approved Insurance Provider, AIP*), kas pēc tam to izmanto, lai aprēķinātu apdrošināšanas segumu. Apdrošināšanas programma piedāvā dažāda līmeņa ienākumu segumu. Apdrošinātā persona var izvēlēties savām vajadzībām vislabāk atbilstošo paketi. Piedāvātās paketes ietver:

- 80/75 vai 80/90 = seguma līmenis 80 % ar likmi 75 % vai 90 % apmērā;
- 75/75 vai 75/90 = seguma līmenis 75 % ar likmi 75 % vai 90 % apmērā;
- 65/75 vai 65/90 = seguma līmenis 65 % ar likmi 75 % vai 90 % apmērā.

2. publikācija paredz ieviest apdrošināšanas polisi, kas pazīstama kā lauksaimniecības risku apdrošināšana (*AGR*). Pētījums stingri atbalsta *AGR* ieviešanu, uzsverot tās iespējamus ieguvumus makroekonomisko un finansiālo seku ierobežošanā, zaudējumu mazināšanā un ar dabas katastrofām saistīto risku mazināšanā.

Lai apdrošināšanas programmām darbotos efektīvi, tām ir precīzi jānosaka riski un jānodrošina visaptverošs segums. Plaša izpratne par antropogēnajiem un dabiskajiem apdraudējumiem ir būtiska, lai izveidotu efektīvas seku mazināšanas stratēģijas pilsētu kultūras mantojuma aizsardzībai. Šī pieeja mazina dabisko apdraudējumu makroekonomisko ietekmi un riskus, saskaņojot to ar noturības un riska pārvaldības stratēģijām. *AGR* (koriģētajiem bruto ieņēmumiem) ieviešana var uzlabot apdrošināšanas tirgus dinamiku un mazināt apdraudējuma sekas, ierobežojot izmaksas un finansiālos zaudējumus. *AGR* uzlabo arī ekonomisko noturību pret dabas katastrofām, nodrošinot finansiālo drošības tīklu un mazinot ekonomiskos zaudējumus, veicinot gatavības kultūru un ilgtermiņa noturību apdrošināšanas nozarē un ekonomikā plašāk.

Antropogēno un dabas katastrofu ietekme uz kultūras mantojumu *Covid-19* laikā. Zaudējumu aplēses

Aprobācijas 3. publikācijā galvenā uzmanība pievērsta kultūras mantojumam, ko apdraud antropogēnās un dabas katastrofas, uzsverot neatgriezenisku kaitējumu, ko rada klimata ietekme. Eiropas Parlaments norāda, ka šāda ietekme var iznīcināt kultūras mantojumu, tostarp kustamos un nekustamos īpašumus Pētījumā analizēta *Covid-19* finansiālā ietekme uz *Villa D'Este* un *Villa Adriana* Romā, kas izvēlētas, ņemot vērā to ievērojamo ienākumu zaudējumu un objektu kas iekļauti *UNESCO* vēsturiskā mantojuma sarakstā dēļ. Atlase tika veikta, ņemot vērā to starptautisko nozīmību, vadības metodes, finanšu datu pieejamību no 2017. līdz 2020. gadam un *Covid-19* smago ekonomisko ietekmi. Pētījumā iekļautas tabulas, kurās analizētas budžeta pozīcijas un apdraudējumu negatīvā ietekme. Tajā uzsvērta vajadzība novērtēt kultūras vērtību ekonomisko risku, ņemot vērā izmaksu samazinājumu un vairāku apdraudējumu scenārijus, piemēram, ārkārtējus laikapstākļus vai pandēmijas, izmantojot vēsturiskos datus, lai novērtētu dažādu bilances pozīciju ekonomiskos riskuskatastrofu scenārijos.

Pamatojoties uz gadījuma izpēti, var novērtēt biļešu ieņēmumu samazināšanos katastrofālu notikumu laikā. Izmantojot dienas vidējo ienākumu b (pieņemot nemainīgu plūsmu bez sezonālātes) no iepriekšējiem gadiem, kas iegūti no gada kopējiem ieņēmumiem $B(t)$ ar $t = 2019, 2018, \dots$, un ņemot vērā m gada ieņēmumu rādītājus, var iegūt šādu aprakstošo vienādojumu

$$b = (B(2019) + B(2018) + \dots + B(2019 - m + 1)) \cdot \left(\frac{1}{m}\right) \cdot \left(\frac{1}{365}\right). \quad (40)$$

Pamatojoties uz 40. vienādojumu, varētu novērtēt piespiedu bloķēšanas ietekmi, piemēram, 2020. gadā pandēmijas dēļ, un salīdzināt savākšanas samazinājuma aplēses ar iepriekšējiem gadiem (t. i., 2017–2019). Lai to ilustrētu ar skaitlisku piemēru, izmantojot datus par kolekcijām 2017.–2019. gadā, var noteikt, ka

$$b = (3350822 + 4000000 + 4869535) \cdot \left(\frac{1}{3}\right) \cdot \left(\frac{1}{365}\right) = 11,160. \quad (41)$$

Tad, pieņemot piespiedu bloķēšanu $n = 130$ dienas 2020. gadā, tiek lēsts, ka zaudējumi būtu 1 450 818 eiro, ko pēc tam salīdzina ar starpību starp vidējiem ieņēmumiem 2017.–2019. gadā (4 073 452 EUR) un kopējo summu ieņēmumiem no biļešu iegādes 2020. gadā.

3. publikācijā uzsvērtā kultūras objektu neaizsargātība un ekonomiskā nestabilitāte, par ko liecina *Covid-19* pandēmijas ietekme uz naudas plūsmu 2020. gadā. Izmantojot vienkāršus matemātiskos vienādojumus, tiek aprēķināti vidējie ienākumu zaudējumi, ņemot vērā trīs gadu periodu (2017–2019) kā bāzes līniju un dienās, kad vietne tika slēgta.

Galvenie konstatējumi ietver nesamērīgi augstās kultūras objektu pārvaldības izmaksas, pat ja tās ir slēgtas, pakļautība riskiem bez efektīviem mazināšanas pasākumiem un apdrošināšanas seguma trūkums finanšu uzskaitē, kas saistīts ar dabas notikumiem. Pētījumā uzsvērti vairāki aspekti.

- Valsts pārvaldes iestādes, tostarp aplūkotais kultūras mantojums, ir pakļautas apdraudējumiem bez atbilstošiem preventīviem un korektīviem pretpasākumiem. *Covid-19* bīstamība atklāja pasākumu trūkumu, lai gan tas nerada tiešu kaitējumu aktīviem un cilvēkiem.
- Otrs galvenais aspekts attiecas uz nekonsekveni provizoriskajās bilancēs, kas sagatavotas pirms pandēmijas uzliesmojuma, un nespēju gan vispārīgi, gan konkrēti risināt to uzņēmējdarbības līmenī.
- Trešais aspekts izceļ to, ka saskaņā ar bilancēm nav nekādu apdrošināšanas segumu, kas saistīti ar dabas katastrofām, uzsverot nepieciešamību pēc apdrošināšanas, kas uztur naudas plūsmu, lai izvairītos no tiešo un netiešo seku pasliktināšanās.

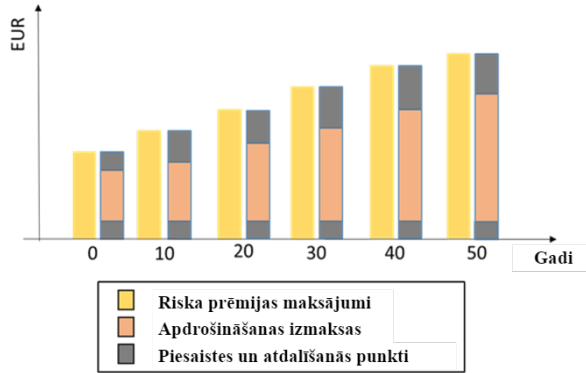
2.4. Viedā apdrošināšanas mehānisma analīze ar sistēmdinamikas pieeju

Apdrošināšanas mehānisma darbību, kas izpētīta un ieviesta sistēmdinamikas (SD) modelī definētajam gadījuma pētījumam, vislabāk var izskaidrot, izmantojot cēloņsakarības diagrammas (*CLD*). Konceptuālais modelis, kas izstrādāts ar *CLD* trīs gadījuma izpētes scenārijiem, identificē galvenos mainīgos un to savstarpējās attiecības pētītajā sistēmā. Izmantojot pastiprinošas un balansēšanas cilpas *CLD*, konceptuālais modelis ievieš sistēmdinamisku problēmu un modeļa dinamisko hipotēzi. Tas balstīts rūpīgā literatūras apskatā un ekspertu zināšanās par izvēlēto pētāmo sistēmu.

Krājumu un plūsmas modeļa simulācijas rezultāti, kas balstās *CLD* un iezīmē trīs gadījuma izpētes scenārijus, tiek analizēti, salīdzinot modeļa mainīgos lielumus, piemēram, riska prēmiju, apdrošināto aktīvu apgabalu, apdrošināšanas sabiedrības peļņu, apdrošināšanas sabiedrību izdevumus un kopējās katastrofas izmaksas. Noteiktie mainīgie rezultāti ļauj visaptveroši salīdzināt dažādus piedāvātā viedās apdrošināšanas mehānisma darbības aspektus analizētajos scenārijos. Detalizētāka rezultātu analīze – apbācījas 1. publikācijā.

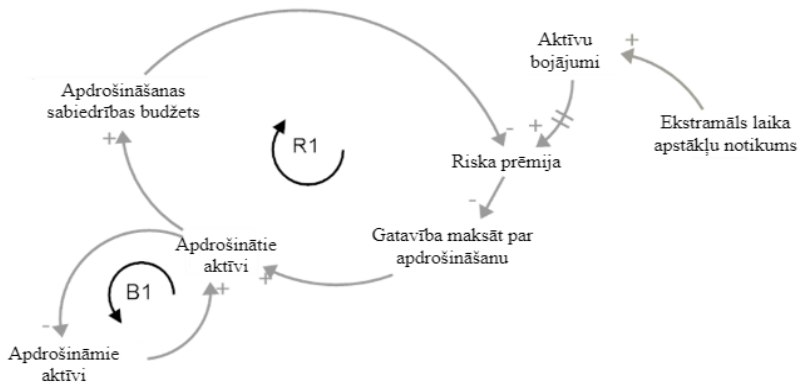
1. scenārija modelis

1. gadījuma izpētes scenārijā izpētītā problēma ir saistīta ar priekšstatu, ka apdrošināšanas mehānismā, kas darbojas kā parasti, kopējā riska prēmiju maksājumi palielinās, palielinoties apdrošināšanas līgumu skaitam, jo ir paaugstināta riska uztvere saistībā ar klimata pārmaiņām. Hipotētiskā rīcība šajā scenārijā redzama 2.2. attēlā, kas ilustrē riska prēmiju maksājumus un apdrošināšanas izmaksu plūsmas 10 gadu periodā.



2.2. att. Apdrošināšanas sabiedrību maksājumu plūsmu ilustrācija gadījuma izpētes 1. scenārijā.

Piesaistes punkts (tiek apzīmēts ar pelēku krāsu un ir norādīts posmā no nulles līdz sākas “apdrošināšanas izmaksu” posms) apzīmē zaudējumu līmeni, kurā apdrošināšanas sabiedrība iejaucas, lai segtu liekos zaudējumus, savukārt atdalīšanas punkts (tiek apzīmēts ar pelēku krāsu un ir norādīts posmā no “apdrošināšanas izmaksu” posma līdz beigu vērtībai konkrētajam gadam) norāda zaudējumu līmeni, pie kura apdrošināšanas sabiedrība pārtrauc segumu. Summa starp apdrošināšanas pieaistes un atdalīšanas punktiem tiek izmantota izmaksām par apdrošinātajiem aktīviem, norādot, ka ar šiem punktiem saistītais risks netiek segts.



2.3. att. CLD gadījuma izpētes 1. scenārijs.

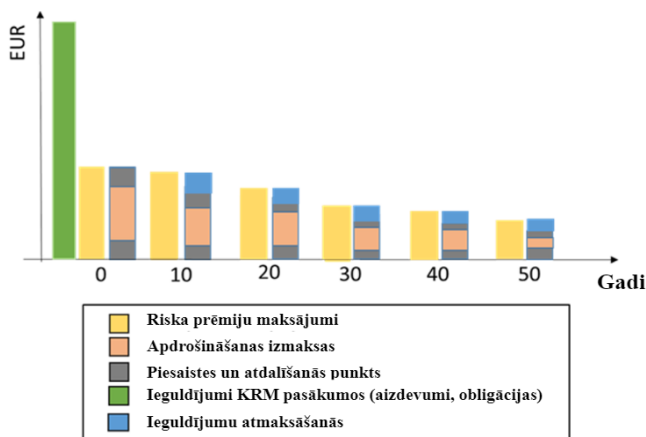
Gadījuma izpētes 1. scenārijam ir formulēta cēloņsakarības diagramma (2.3. att.). Galvenās CLD sastāvdaļas ir divas atgriezeniskās saites cilpas un mainīgie – aktīvu bojājumi un ekstremāli laikapstākļi. Mainīgo lielumu attiecības liecina, ka, pieņemot, ka visi pārējie faktori paliek nemainīgi, ārkārtējo laikapstākļu mainīgā lieluma palielināšanās izraisīs bojāto aktīvu vērtības pieaugumu. Savukārt aktīvu bojājumu pieaugums izraisīs riska prēmiju izmaksu pieaugumu pēc līguma riska prēmiju pārvērtēšanas 10 gadu laikā. Laika aizkavi starp uzskaitītajiem aktīvu bojājumiem periodā, par kuru tiek novērtēta riska prēmija, attēlo divas svītras uz savienotāja starp aktīvu bojājumu un riska prēmiju.

Riska prēmija, vēlme maksāt par apdrošināšanu, apdrošinātie aktīvi un apdrošināšanas sabiedrības budžets ir mainīgie, kas saistīti ar pastiprinošo cilpu R1. Mainīgo lielumu vērtības saistībā ar stieģrojuma cilpas R1 palielināšanos slēgtā cilpā, ievērojot stieģrojuma cilpas definīciju. Šī cilpa ilustrē dinamisko riska prēmijas pieauguma problēmu laika gaitā pieaugošo aktīvu

bojājumu dēļ, un tā rezultātā palielinās apdrošināšanas sabiedrību budžets un pēc tam samazinās riska prēmija, kā redzams 2.2. attēlā. Šajā gadījumā piedāvājuma-pieprasījuma elastības funkcija nosaka, cik lielā mērā riska prēmijas vērtība samazināsies. Aktīvu skaits apgabalā nosaka cilpas R1 pieaugumu, un *CLD* papildina balansēšanas cilpa B1, kas ietver mainīgos lielumus Apdrošinātie aktīvi un atlikušie apdrošināmie aktīvi. Empīriskā modeļa struktūra, kas pazīstama kā krājumu un plūsmas modelis, simulē sistēmas uzvedību, pamatojoties uz izstrādātajiem *CLD*. Empīriskā modeļa simulācijas rezultāti 1. gadījuma izpētes scenārijam ir prezentēti un plašāk apspriesti aprobācijas 1. publikācijā.

2. scenārija modelis

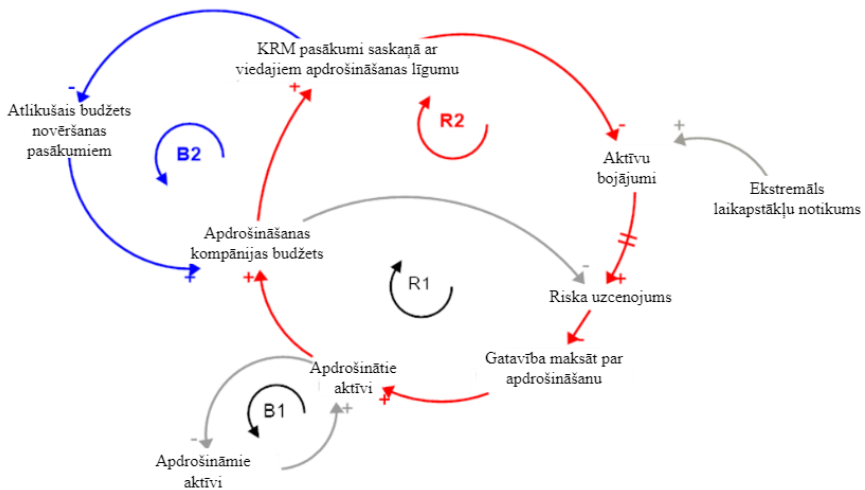
Saskaņā ar 2. un 3. scenārijā izklāstītajām pieejām valdība ieguldītu katastrofu riska samazināšanā, tādējādi uzlabojot segto aktīvu drošību. Šo scenāriju pamatkonceptija ir tāda, ka apdrošināšanas sabiedrība uzņemas atbildību atlīdzināt valdības ieguldījumus, izmantojot obligācijas, tādējādi proaktīvi pozicionējot apdrošināšanas nozari kā riska samazināšanas un preventīvu pasākumu virzītājspēku.



2.4. att. Apdrošināšanas sabiedrību maksājumu plūsmu ilustrācija ar ieguldījumu katastrofu riska mazināšanā (2. scenārijs) [38].

Valdība ir vietējā reģiona pārstāve, kas ir atbildīga par katastrofu draudu samazināšanu, tādējādi paužot interesi virzīties uz investīcijām KRM, ko atmaksā apdrošināšanas sabiedrība ar obligācijām. Šajā stratēģijā tiek pieņemts, ka efektīva katastrofu draudu samazināšana samazinās risku, kā rezultātā samazināsies apdrošināšanas izmaksas, jo ir mazāk incidentu, kas izraisa īpašuma bojājumus. 2. scenārijā šis gadījums ir aprakstīts detalizētāk (2.4. att.).

Ieguldījumi katastrofu riska mazināšanā ir viena no divām papildu atgriezeniskās saites cilpām, kas ieviestas 2. scenārijā (2.5. att.). Cilpa R2 apraksta, kā vieds līguma ieguldījums katastrofu riska samazināšanas (KRM) pasākumos var samazināt aktīvu bojājumus, samazināt riska prēmijas un palielināt apdrošināšanas vēlmi, apdrošinātos aktīvus un apdrošināšanas sabiedrību budžetu. Pastiprinošo līniju R2 līdzsvaro līnija B2, nodrošinot to, ka apdrošināšanas sabiedrību budžets neaugs bezgalīgi.

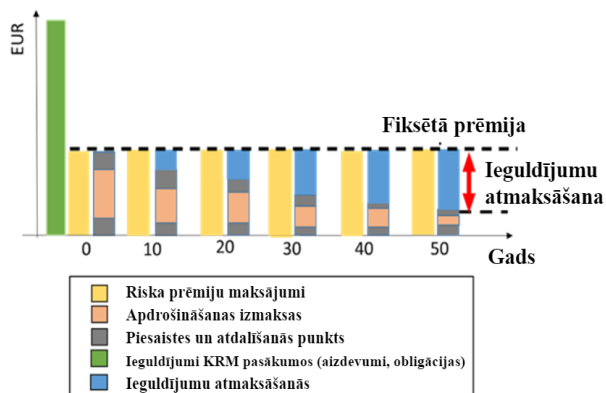


2.5. att. CLD ieguldījumiem katastrofu riska mazināšanā (2. scenārijs) [38].

Lai gan šī pieeja ir vērsta uz katastrofu riska samazināšanu, pastāv negatīva bilances iespēja apdrošināšanas sabiedrības budžetā. Tas var notikt riska prēmiju izmaksu samazināšanās dēļ, ko izraisa katastrofu gadījumu skaita samazināšanās, kas apgrūtina sākotnējo ieguldījumu atgūšanu katastrofu riska samazināšanā. Līdz ar to kļūst nepieciešama fiksētas piemaksas cenas ieviešana. Empīriskā modeļa struktūra, kas pazīstama kā krājuma un plūsmas modelis, kas simulē sistēmas uzvedību, ir izveidota, pamatojoties uz izstrādātajām cēloņsakarības cilpas diagrammām (CLD) 2. gadījuma izpētes scenārijam. Modeļa simulācijas rezultāti ir izklāstīti un izskaidroti aprobācijas 1. publikācijā.

3. scenārija modelis

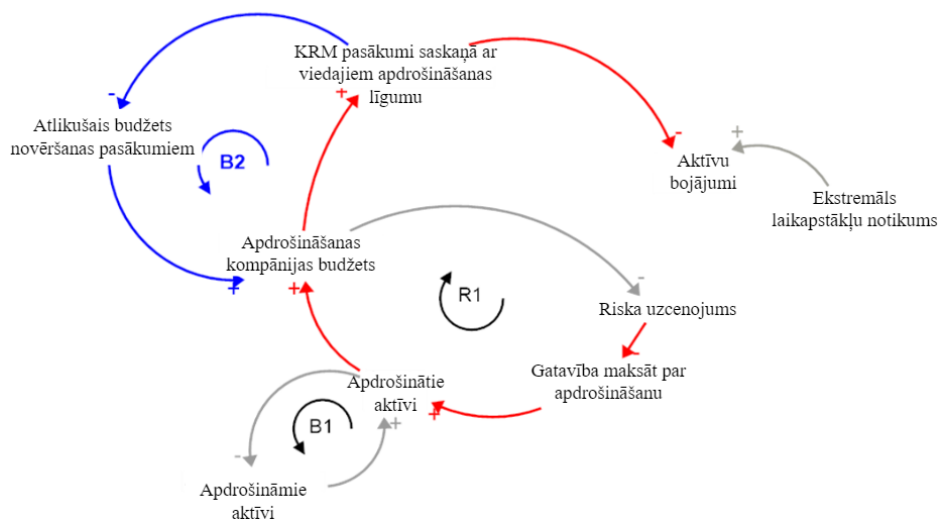
3. scenārijā, kas tiek dēvēts par viedā līguma pieeju, tiek apsvērta fiksētas piemaksas koncepcija. Saskaņā ar šo metodoloģiju atšķirība starp apdrošināšanas izmaksām un noteikto riska prēmiju vai procentuālo daļu no apdrošināšanas sabiedrības peļņas tiek izmantota, lai atmaksātu sākotnējo valsts obligāciju ieguldījumu katastrofu riska mazināšanas pasākumos.



2.6. att. Apdrošināšanas sabiedrību maksājumu plūsmu ilustrācija, izmantojot viedo līgumu pieeju (3. scenārijs) [38].

Lai neutralizētu cilpas R2 ietekmi nodrošinātajā apdrošināšanas sistēmas modelī, ir svarīgi ieviest fiksētu prēmiju, kas nav atkarīga no īpašuma bojājumiem. Šī fiksētā prēmija tiek noteikta,

pamatojoties uz vēsturiskajiem datiem fiksācijas brīdī. Līdz ar to viedā līguma tehnikas cēloņsakarības diagramma (CLD; 2.7. att.) neietver saistību starp aktīvu bojājumu un riska prēmiju. Ierosinātais CLD tika rūpīgi pārbaudīts, un SD un apdrošināšanas ekspertu grupa saņēma apstiprinājumu turpmākai izmantošanai sistēmdinamikas (SD) krājumun un plūsmas modelī.



2.7. att. CLD viedajai līguma pieejai (3. scenārijs) [38].

Uzņēmuma kopējie izdevumi 1. scenārijā atšķiras no pieejām 2. un 3. scenārijā, kur apdrošināšanas firmu izdevumi ietver gan ieguldījumu atmaksu, gan izmaksas apdrošinātajiem aktīviem pēc bojājuma nodarīšanas. Apdrošināšanas kompānijām radušās izmaksas, kas SD modelī tiek lēstas kā kopējās summas, var izmantot, lai salīdzinātu kopējās izmaksas, kas rodas, pārejot no tradicionālajām apdrošināšanas shēmām uz viedajiem līgumiem parastajā biznesa (angļu val. – *Business-As-Usual (BAU)*) scenārijā. Lai novērtētu kopējās katastrofas izmaksas, ir jāapkopo visi apgabalā esošie aktīvi un izdevumi par katastrofu riska mazināšanas (KRM) pasākumiem, lai novērtētu analizēto scenāriju vispārējo efektivitāti.

Pētījumā norādīts, ka plūdu riska mazināšanas pasākumu īstenošana var pakļaut riskam papildus apdrošinātajiem aktīviem, kas atrodas tuvumā. Ieguldot KRM, izmantojot šo stratēģiju, var samazināties risks un riska prēmijas, tādējādi palielinot cilvēku vēlmi maksāt par apdrošināšanu. Sistēmdinamikas (SD) modelis ļauj simulēt lokalizētā apdrošināto aktīvu skaita izmaiņas. Ieņēmumos un rezultātos attiecīgi tiek ierakstīti tikai maksājumi par riska prēmijām un izmaksas no ieguldījumu peļņas. Apdrošināšanas uzņēmumu peļņa tiek definēta kā starpība starp ienākumiem un rezultātiem. Simulācijas rezultāti 3. scenārijam ir prezentēti un apspriesti aprobācijas 1. publikācijā.

Scenāriju salīdzinājums

Šajā apakšnodaļā sniegta statistikas salīdzinošā analīze, kas iegūta no 1000 simulācijas veikšanas reizēm katram scenārijam. Šī statistika atklāj šādu parametru uzvedību: apdrošināto aktīvu platība; apdrošināšanas sabiedrības peļņa; apdrošināšanas sabiedrības izdevumi; kopējās katastrofu izmaksas. Salīdzinošajai analīzei izvēlētie parametri ļauj izprast katra apdrošināšanas mehānisma atšķirības un to ietekmi uz apdrošināšanas sabiedrību darbību.

Apdrošināto aktīvu apgabala statistika redzama 2.1. tabulā. 1. scenārijā vidējā apdrošinātā īpašuma platība visiem simulācijas braucieniem ir aptuveni $2,48 \cdot 10^5$ m². Minimālā apdrošinātā īpašuma platība ir $1,09 \cdot 10^5$ m², savukārt maksimālā ir ievērojami lielāka – $4,93 \cdot 10^5$ m². 2. scenārijs sniedz atšķirīgu ainu, tajā vidējā apdrošinātā īpašuma platība ir ievērojami lielāka – $5,11 \cdot 10^5$ m². Standarta novirze 2. scenārijā, kas vienāda ar $3,51 \cdot 10^4$ m², ir daudz mazāka nekā

1. scenārijā, kas liecina, ka simulācijas rezultāti apdrošinātā īpašuma laukumam ir ciešāk grupēti ap vidējo.

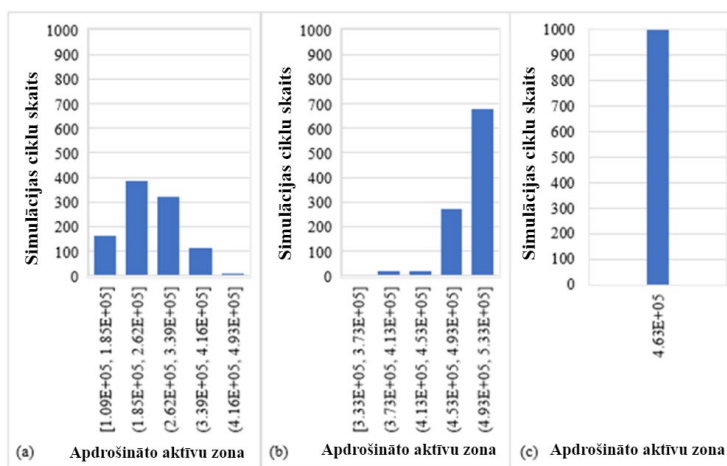
2.1. tabula

Apdrošināto aktīvu apgabala statistika

Statistikas	1. scenārijs	2. scenārijs	3. scenārijs
Apdrošināto aktīvu platības vidējā vērtība	$2,48 \cdot 10^5$	$5,11 \cdot 10^5$	N/A
Std. Izstrādātājs no apdrošināto aktīvu platības	$8,86 \cdot 10^4$	$3,51 \cdot 10^4$	N/A
Apdrošināto aktīvu platības min	$1,09 \cdot 10^5$	$3,33 \cdot 10^5$	N/A
25 % Apdrošināto aktīvu platības procentile	$2,03 \cdot 10^5$	$4,76 \cdot 10^5$	N/A
75 % Apdrošināto aktīvu platības procentile	$3,05 \cdot 10^5$	$5,33 \cdot 10^5$	N/A
Maksimālā apdrošināto aktīvu platība	$4,93 \cdot 10^5$	$5,33 \cdot 10^5$	N/A

* N/A – nav piemērojams.

Atšķirībā no citiem scenārijiem 3. scenārijam ir unikālas īpašības, jo riska prēmijas vērtība ir iestatīta nemainīga; līdz ar to apdrošinātā īpašuma platība visās simulācijās ir vienāda ar $4,63 \cdot 10^5 \text{m}^2$. 2. scenārijs parāda lielāku vidējo apdrošināto aktīvu platību, savukārt 1. scenārijs uzrāda zemāku vidējo apdrošināto aktīvu platību nekā 3. scenārijs. Šo tendenci labi atspoguļo histogrammas (2.8. att.) – 1. scenārijā grafiks ir novirzīts uz zemāku apdrošinātā īpašuma platību. 2. scenārijā diagramma ir novirzīta uz augstākām apdrošināto aktīvu apgabala vērtībām, savukārt 3. scenārijā apdrošinātā īpašuma apgabals ir vienāds visiem simulācijas cikliem.



2.8. att. Apdrošināto aktīvu apgabala histogrammas: (a) 1. scenārijā; (b) 2. scenārijā; (c) 3. scenārijā.

Apdrošināšanas sabiedrību rentabilitātes statistika trīs scenārijos apkopota 2.2. tabulā. 1. scenārijā apdrošināšanas sabiedrības vidējā peļņa ir 34,6 miljoni eiro ar standarta novirzi 13,5 miljonu eiro apmērā, kas liecina par ievērojamu peļņas līmeņu diapazonu, pamatojoties uz simulācijas izraisītiem apdraudējumiem. Mazākā peļņas vērtība ir $-34,9$ miljoni eiro, kas liecina par iespējamību, ka apdrošināšanas bizness varētu ciest zaudējumus. Aptuveni 42,4 miljoni eiro ir 75. procentile, kas liecina, ka 25 % simulācijas darbību uzrāda peļņu, kas pārsniedz šo vērtību. Lielākā peļņa no visām simulācijām ir 98,1 miljons eiro.

2. scenārijs parāda dažādas statistiskās vērtības. Salīdzinot ar 1. scenāriju, apdrošināšanas sabiedrības vidējā peļņa ir ievērojami lielāka, aptuveni 67 miljoni eiro, kas liecina par labāku rentabilitātes pakāpi. Tomēr standarta novirze ir 30,8 miljoni eiro, kas liecina, ka peļņas līmenis var ievērojami atšķirties, salīdzinot ar 1. scenāriju. Minimālā reģistrētā peļņa ir $-20,5$ miljoni eiro, kas liecina par samazinātiem apdrošināšanas kompānijas iespējamiem zaudējumiem. 25 % simulācijas

ciklos uzņēmums gūs lielākus ienākumus nekā 75. percentile, aptuveni 89,9 miljonus eiro. Visos simulācijas ciklos tika reģistrēta maksimālā peļņa 146 miljonu eiro.

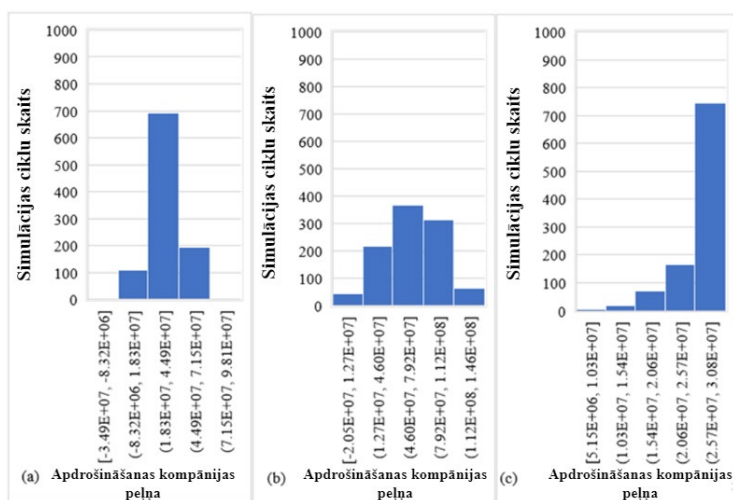
2.2. tabula

Apdrošināšanas sabiedrības peļņas statistika

Statistika	1. scenārijs	2. scenārijs	3. scenārijs
Vidēji	$3,46 \cdot 10^7$	$6,70 \cdot 10^7$	$2,79 \cdot 10^7$
Std. Dev.	$1,35 \cdot 10^7$	$3,08 \cdot 10^7$	$4,55 \cdot 10^6$
Minimālā apdrošināšanas sabiedrības peļņa	$-3,49 \cdot 10^7$	$-2,05 \cdot 10^7$	$5,15 \cdot 10^6$
25 % Apdrošināšanas sabiedrības peļņas percentile	$2,72 \cdot 10^7$	$4,55 \cdot 10^7$	$2,55 \cdot 10^7$
75 % Apdrošināšanas kompānijas peļņas percentile	$4,24 \cdot 10^7$	$8,99 \cdot 10^7$	$3,08 \cdot 10^7$
Apdrošināšanas kompānijas maksimālā peļņa	$9,81 \cdot 10^7$	$1,46 \cdot 10^8$	$3,08 \cdot 10^7$

Vidējā apdrošināšanas sabiedrības peļņa 3. scenārijā ir 27,9 miljoni eiro, kas ir mazāk nekā 2. scenārijā, bet vairāk nekā 1. scenārijā. Salīdzinot ar citiem scenārijiem, 3. scenārija standartnovirze 4,55 miljonu eiro ir salīdzinoši zema, kas liecina par mazākām peļņas svārstībām simulācijas ciklos. Minimālā reģistrētā peļņa ir aptuveni 5,15 miljoni eiro. Dokumentētā maksimālā peļņa ir 30,8 miljoni eiro, kas arī ir 75. percentile. Atbilstoši 2.2. tabulas statistikai 2.9. attēlā redzamas apdrošināšanas sabiedrības peļņas histogrammas trīs scenārijos. Vislielākā vidējā peļņa ir 2. scenārijā. Lai gan vidējā peļņa ir zemāka, 3. scenārijam ir viszemākā peļņas mainīgums, kas liecina par stabilāku un prognozējamāku apdrošināšanas sabiedrības scenāriju, savukārt 1. scenārijs parāda zemāku vidējo rentabilitāti un lielāku peļņas līmeņa mainīgumu.

Trīs atsevišķie scenāriji no uzņēmumu tēriņu viedokļa ir apkopoti 2.3. tabulā. 1. scenārijā vidējā izdevumu vērtība kopējā simulācijas ciklu skaitā ir 1,36 miljoni eiro, 2. scenārijā – 26,2 miljoni eiro, 3. scenārijā – 4,10 miljoni eiro. Lielāka standarta novirze liecina par lielāku tēriņu mainību 2. scenārijā, kas vienāda ar 12,3 miljoniem eiro, savukārt 1. un 3. scenārijā tā ir attiecīgi 1,41 miljoni eiro un 4,55 miljoni eiro. Minimālie izdevumi ir 0, savukārt 3. scenārijā tie ir 1,20 miljoni eiro.



2.9. att. Apdrošināšanas sabiedrības peļņas histogrammas: (a) 1. scenārijā; (b) 2. scenārijā; (c) 3. scenārijā.

Saskaņā ar 2.3. tabulā sniegto statistiku un 2.10. attēlā redzamajām histogrammām apdrošināšanas sabiedrības izdevumiem 2. scenārijā apdrošināšanas sabiedrībai ir sagaidāmi ievērojami lielāki izdevumi, salīdzinot ar 1. un 3. scenāriju. 3. scenārijā ir atšķirīgs apdrošināšanas sabiedrības izdevumu sadales modelis un peļņa. 3. scenārijā simulācijas cikliem īpatsvars ar

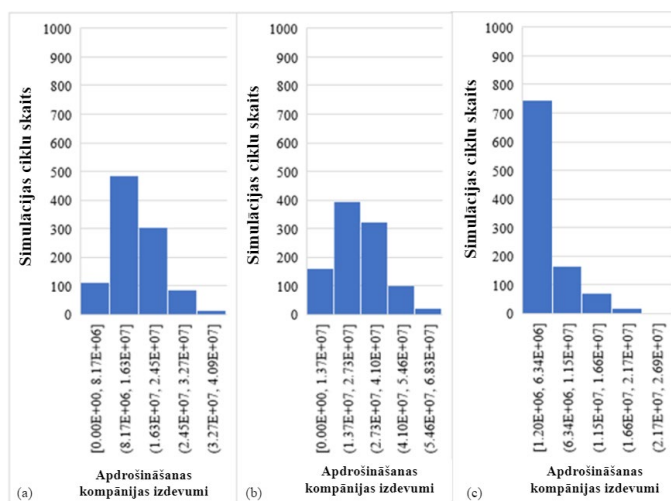
mazākiem izdevumiem ir daudz lielāks nekā 1. un 2. scenārijā, un tas parādās histogrammas grafikā kā nobīde uz zemākām vērtībām.

2.3. tabula

Apdrošināšanas sabiedrības izdevumu statistika

Statistika	1. scenārijs	2. scenārijs	3. scenārijs
Apdrošināšanas sabiedrības kopējo izdevumu vidējais rādītājs	$1,36 \cdot 10^6$	$2,62 \cdot 10^7$	$4,10 \cdot 10^6$
Std. Izstrādātājs no Kopējiem apdrošināšanas sabiedrības izdevumiem	$1,41 \cdot 10^6$	$1,23 \cdot 10^7$	$4,55 \cdot 10^6$
Minimālais kopējie apdrošināšanas sabiedrības izdevumi	0,00	0,00	$1,20 \cdot 10^6$
25 % procentile no kopējiem apdrošināšanas sabiedrības izdevumiem	0,00	$1,76 \cdot 10^7$	$1,20 \cdot 10^6$
75 % procentile no kopējiem apdrošināšanas sabiedrības izdevumiem	$1,89 \cdot 10^6$	$3,39 \cdot 10^7$	$6,49 \cdot 10^6$
Maksimālie apdrošināšanas sabiedrības izdevumi	$7,12 \cdot 10^6$	$6,83 \cdot 10^7$	$2,69 \cdot 10^7$

Darba noslēgumā ir salīdzinātas katastrofas kopējās izmaksas visos analizētajos scenārijos (2.4. tab.). 2. scenārijs un 3. scenārijs uzrāda līdzīgus statistikas rezultātus, jo šajos scenārijos aplūkotajiem katastrofu riska pasākumiem ir tāda pati ietekme uz katastrofu riska un līdz ar to arī postījumu izmaksu samazināšanu. Gan 1., gan 3. scenārijā ir ievērojami zemākas kopējo katastrofu izmaksu vidējās un maksimālās vērtības, salīdzinot ar 1. scenāriju. Šī informācija atbilst histogrammu diagrammām, kas redzamas 2.11. attēlā, kur 2. un 3. scenārijā ir līdzīgas novirzes, diagrammas uz zemākām vērtībām kopējām katastrofas izmaksām.

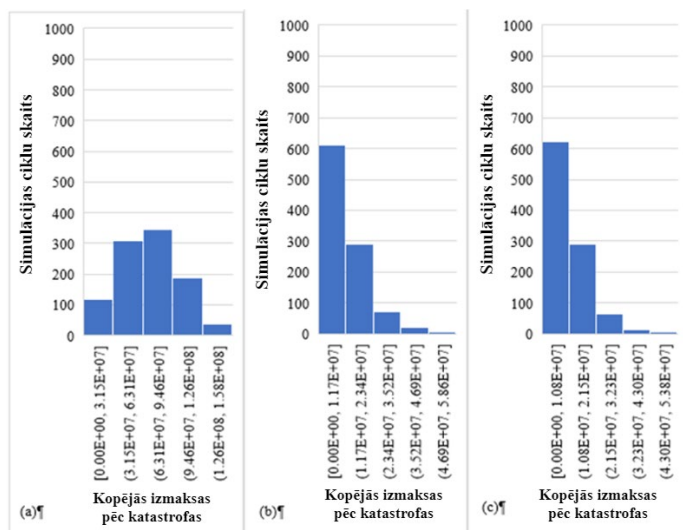


2.10. att. Apdrošināšanas sabiedrības izdevumu histogrammas: (a) 1. scenārijā; (b) 2. scenārijā; (c) 3. scenārijā.

2.4. tabula

Statistika par katastrofas kopējām izmaksām

	1. scenārijs	2. scenārijs	3. scenārijs
Vidējās kopējās katastrofu izmaksas	$6,99 \cdot 10^7$	$7,90 \cdot 10^6$	$7,34 \cdot 10^6$
Std. Izstrādātājs no kopējām katastrofu izmaksām	$3,02 \cdot 10^7$	$1,12 \cdot 10^7$	$1,05 \cdot 10^7$
Minimālās katastrofu kopējās izmaksas	0,00	0,00	0,00
25 % procentile no kopējām katastrofu izmaksām	$4,92 \cdot 10^7$	0,00	0,00
75 % procentile no kopējām katastrofu izmaksām	$8,99 \cdot 10^7$	$1,79 \cdot 10^7$	$1,36 \cdot 10^7$
Maks. no kopējām katastrofu izmaksām	$1,58 \cdot 10^8$	$5,86 \cdot 10^7$	$5,38 \cdot 10^7$



2.11. att. Katastrofas kopējo izmaksu histogrammas: (a) 1. scenārijā; (b) 2. scenārijā; (c) 3. scenārijā.

Trīs scenārijos atlasīto modeļa parametru salīdzinājuma rezultāti liecina, ka 1. scenārijā ir mazāks apdrošināto aktīvu skaits ar lielākām katastrofu kopējām izmaksām, salīdzinot ar 2. un 3. scenāriju. Tāpēc 1. scenāriju var uzskatīt par mazāk vēlamu vietējām kopienām. 2. scenārijs izrādījās visrentablākais, savukārt 3. scenārijā uzrādīja lielāku konsekvenci attiecībā uz rentabliem rezultātiem. Turklāt 3. scenārijs atšķirībā no pārējiem diviem scenārijiem neuzrādīja nevienu negatīvu peļņas vērtību gadījumu. Šādas scenāriju atšķirības redzamas arī apdrošināšanas sabiedrības izdevumu statistikā.

SECINĀJUMI UN IETEIKUMI

Promocijas darba mērķis bija aizpildīt zināšanu trūkumu par to, kā jaunus apdrošināšanas instrumentus, kas ietverti apdrošināšanas nozares proaktīvajā rīcībā, var izmantot katastrofu noturības projektu līdzfinansēšanai kā seku mazināšanas un pielāgošanās stratēģijas, kas uzlabo sabiedrības noturību pret laikapstākļiem saistītiem apdraudējumiem.

Promocijas darbā pierādīts, ka viedo apdrošināšanas līgumu integrācijas efektivitāte ir būtiska, lai uzlabotu kopienu noturību un mazinātu dabas katastrofu un antropogēno un dabisko apdraudējumu sociāli ekonomisko ietekmi, tādējādi radot ilgtspējīgākas un adaptīvākas katastrofu riska pārvaldības stratēģijas. Ir ierosināts jauns mehānisms, kura pamatā ir Beiesa adaptīvā apdrošināšanas shēma, kas novērš plūdu risku un ir vērstas uz valsts pārvaldi. Šis mehānisms ietver viedos līgumus un tiek tālāk izmantots, izstrādājot sistēmdinamikā balstītu pilsētvides novērtēšanas rīku antropogēnajiem un dabiskajiem apdraudējumiem, īpašu uzmanību pievēršot plūdiem Latvijas kontekstā.

Promocijas darba pētījums uzsvēr apdrošināšanas mehānismu nozīmi ar klimata pārmaiņām saistīto katastrofu mazināšanā un dzīvību, iztikas līdzekļu un kritiskās infrastruktūras aizsardzībā. Izmantojot visaptverošu pieeju, kas ietver stabilu riska novērtējumu, inovatīvus apdrošināšanas mehānismus, stimulus riska samazināšanai, kapacitātes palielināšanu, ieinteresēto pušu sadarbību un pastāvīgu uzraudzību un novērtēšanu, promocijas darba rezultāti ir nozīmīgi, uzlabojot kopienas noturību un veicinot ilgtspējīgu attīstību kompleksā klimata pārmaiņu radītās problēmas. Apzinoties klimata risku mainīgo raksturu, promocijas darbs demonstrē, kā inovāciju veicināšana apdrošināšanas mehānismu efektivitātes un pieejamības jomā nepārtraukti mainīgajā vidē nodrošina politikas atbalstu KRM stratēģijām un plānošanai.

Promocijas darbs ir visaptverošs pētījums, kas sniedz fundamentālas atziņas un stratēģiskus ieteikumus ieinteresētajām pusēm, īpaši valsts pārvaldes iestādēm, apdrošināšanas sabiedrībām, politikas veidotājiem un katastrofu riska pārvaldītājiem. Autors īpaši atbalstu novatorisko Beiesa adaptīvās apdrošināšanas mehānismu, kas ievieš viedos līgumus. Šis pētījums izceļ sistēmdinamikas modelēšanas pieejas lietderību, lai pārbaudītu atgriezeniskās saites cilpas, kas regulē sarežģītu sistēmu darbību, kas saistītas ar katastrofu apdrošināšanas mehānismu. Pētījuma mērķis ir atrisināt pastāvošo problēmu tradicionālajos katastrofu apdrošināšanas mehānismos, kuru mērķis ir tikai nodrošināt finansiālo drošību līdzekļu atgūšanu pēc katastrofas notikuma, nevis mazināt pašas katastrofas risku. Šī problēma kļūst īpaši aktuāla, palielinoties ar klimatu saistītu katastrofu riskam, un ilgtermiņā postījumu izmaksas var tikai palielināties.

Darba noslēgumā, balstoties rezultātu analīzē, autors definē galvenos secinājumus un piedāvā būtisku ieteikumu kopumu, saskaņojot dažādas perspektīvas efektīvai riska mazināšanai un noturības uzlabošanai.

Secinājumi

- Pētījums veicina daudzdisciplināru pieeju, apvienojot likumdošanas, inženiertehniskos un aktuāros aspektus, lai izstrādātu visaptverošu novērtējuma instrumentu apdrošināšanai pret antropogēniem un dabas apdraudējumiem.
- Promocijas darbs piedāvā finanšu shēmu plūdu riska pārvaldībai, apvienojot sākotnējās investīcijas ar apdrošināšanas mehānismiem saskaņā ar elastīguma obligāciju koncepciju.
- Pētījumā uzsvēta inženierzinātņu nozīme riska novērtēšanā, izmaksu un ieguvumu analīzē un seku mazināšanas darbu plānošanā, vadoties pēc Eiropas tiesiskā regulējuma.
- Autors iesaka integrēt blokķēžu tehnoloģiju reāllaika klimata datiem, bojājumu reģistrēšanai un viedai līgumu īstenošanai, pielāgojoties klimata tendencēm.
- Darbā īpaši uzsvēta blokķēžu tehnoloģijas izmantošana, jo tā nodrošina reāllaika riska novērtējumu un automatisku līgumu atjaunināšanu, palīdzot precīzi noteikt apdrošināšanas polises cenas.
- Autors mudina apdrošināšanas sabiedrības novirzīt pārpalikumus katastrofu riska samazināšanas (KRM) stratēģijām, uzlabojot sabiedrības mērķus un noturību pret katastrofām.
- Promocijas darbā uzsvērts, cik svarīgi ir pētīt viedo līgumu slēgšanu, blokķēdi un Beiesa adaptīvo dizainu plūdu riska apdrošināšanai, jo īpaši pilsētu teritorijās.
- Par galveno elementu sarežģītu sistēmu uzvedības analīzē ir atzīta sistēmdinamikas modelēšana, novēršot nepilnības tradicionālajā katastrofu apdrošināšanā, kas vērsta uz atkopšanos pēc katastrofas.
- Autors ierosina jaunu apdrošināšanas modeli, kurā iekļauta sistēmdinamika. Modeļa mērķis ir mazināt katastrofu risku, nevis tikai nodrošināt finanšu garantijas pēc katastrofas.
- Promocijas darbā piedāvāts jauns apdrošināšanas mehānisms, pārejot no tradicionālajiem modeļiem uz dinamiskākām un efektīvākām pieejām katastrofu riska pārvaldībā.
- Jaunais apdrošināšanas modelis atbalsta ieguldījumus katastrofu riska mazināšanā, demonstrējot ieguvumus, samazinot katastrofu izmaksas un palielinot apdrošināšanas sabiedrību ieņēmumus.
- Ierosinātais mehānisms ierosina dinamisku, viedu līgumu pieeju, kas piedāvā potenciālus uzlabojumus noturībā pret katastrofām un kopienas aizsardzību pret laikapstākļiem.
- Pētījumā ieteikts piemaksas riska aprēķins kvantitatīvu infrastruktūras noturības modeļu izstrādei, saskaņojot to ar elastīguma obligāciju noteikumiem.
- Autors iestājas par to, lai apdrošināšanas sabiedrības aktīvi iesaistītos sabiedrības labklājībā, ieguldot KRM iniciatīvās, atspoguļojot apdrošināšanas mainīgo lomu riska pārvaldībā.
- Autors uzsver vajadzību pēc holistiskas riska samazināšanas pieejas pilsētu sistēmās, iesaistot politikas veidotājus, ekonomistus, pilsētplānotājus, inženierus, apdrošināšanas kompānijas un zinātniekus.
- Metodoloģija ir saskaņota ar ilgtspējīgas attīstības plāniem un svarīga pilsētu katastrofām, uzsverot sadarbību starp apdrošināšanas sabiedrībām, politikas veidotājiem un katastrofu riska pārvaldītājiem efektīvai īstenošanai.

Ieteikumi

- Turpmākajā attīstībā jāiekļauj Montekarlo simulācijas ar reāliem datiem, lai apstiprinātu teorētiskos plūdu riska modeļus.
- Ir jāturpina attīstīt pieeju, kas piemērojama dažādiem riskiem, pamatojoties uz datu kvalitāti noturīgu procesu priekšizpētē.
- Turpmākajam darbam būtu jāveicina dialogs, starp inženiertehniskajām un aktuārām pieejām, juridiski precizējot viedo līgumu efektivitāti vairāku periodu scenārijos.
- Apdrošināšanas organizācijām jāizmanto dažādas metodes, piemēram, līdzsvara analīze stratēģiskai plānošanai, informācijas asimetrijas novēršanai un konkurētspējas uzlabošanai.
- Lai izprastu apdrošināšanas pieprasījumu, kas ietekmē gatavību maksāt, pārsniedzot polises cenu un ieguvumus, ļoti svarīgi ir kultūras, uzvedības un izglītības faktori.
- Būtiska ir nepārtraukta sadarbība starp likumdošanas, inženierzinātņu un aktuāra profesionāļiem, lai uzlabotu apdrošināšanas sektora novērtēšanas rīku, kvantitatīvi nosakot ieguvumu no riska mazināšanas pasākumiem.
- Izpētē būtu jāintegrē blokķēdē balstīti riska mazināšanas rīki ar esošajām sistēmām, piemēram, *SECAP* pašvaldībām, nodrošinot saskaņotu pilsētu noturību.
- Metodoloģijai ir nepieciešama turpmāka apstiprināšana reālajā dzīvē, iespējams, izmantojot izmēģinājuma projektus ar apdrošināšanas organizācijām, lai novērtētu blokķēdē balstītus riska mazināšanas rīkus.
- Turpmākajiem pētījumiem būtu jāapstiprina novatoriskais apdrošināšanas mehānisms dažādos kontekstos un reģionos, uzlabojot sistēmdinamikas modeli, lai palīdzētu lēmumu pieņēmējiem.

Šajā promocijas darbā tiek likti pamati transformatīviem sasniegumiem katastrofu riska pārvaldības jomā, uzsverot inovatīvu apdrošināšanas mehānismu izšķirošo nozīmi, veidojot noturīgas kopienas, ņemot vērā nepārtraukti mainīgos klimata pārmaiņu izaicinājumus.. Tajā sniegtās atziņas un metodoloģijas veicina pieaugošu zināšanu kopumu ar praktisku ietekmi uz dažādām ieinteresētajām personām, kas iesaistītas sarežģītajā katastrofu noturības un ilgtspējīgas attīstības ainavā.

Šo secinājumu un ieteikumu integrācija nodrošina ceļvedi ieinteresētajām personām, politikas veidotājiem un pētniekiem, lai orientētos plūdu riska pārvaldības sarežģītībā, izmantojot novatoriskas tehnoloģijas un sadarbības pieejas noturīgai un ilgtspējīgai nākotnei.

ATSAUCES

- [1] Swiss Re-Sigma, “Natural catastrophes and man-made disasters in 2013: large losses from floods and hail; Haiyan hits the Philippines,” *Swiss Re*, no. 1, p. 52, 2014, [Online]. Available: http://www.pacificdisaster.net/pdnadmin/data/original/SwisRe_2014_Natural_Catastrophes_sigma1_2014_en.pdf⁰Afile:///K:/guilherme.mohor/OneDrive/Referencias/Referencias-artigoMario/2014 Swiss Re sigma1_2014_en.pdf.
- [2] United Nations Office for Disaster Risk Reduction, *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022: Our World at Risk: Transforming Governance for a Resilient Future*, no. April. 2022.
- [3] S. Paleari, “Disaster risk insurance: A comparison of national schemes in the EU-28,” *Int. J. Disaster Risk Reduct.*, vol. 35, no. October 2018, p. 101059, 2019, doi: 10.1016/j.ijdrr.2018.12.021.
- [4] L. Bevere and F. Remondi, “Natural catastrophes in 2021: the floodgates are open,” *Swiss Re Inst.*, no. 1, 2022.
- [5] C. Quinto, *Insurance Systems in Times of Climate Change*, Schulthess Juristische Medien AG, Zurich. Basel – Geneva, 2011.
- [6] A. Galderisi and G. Limongi, “A comprehensive assessment of exposure and vulnerabilities in multi-hazard urban environments: A key tool for risk-informed planning strategies,” *Sustain.*, vol. 13, no. 16, 2021, doi: 10.3390/su13169055.
- [7] S. R. Chikabumbwa, N. Salehnia, R. Manzanos, C. Abdelbaki, and A. Zerga, “Assessing the effect of spatial-temporal droughts on dominant crop yield changes in Central Malawi,” *Environ. Monit. Assess.*, vol. 194, no. 2, pp. 1–16, 2022, doi: 10.1007/s10661-021-09709-4.
- [8] M. Mededjel, G. Belalem, F. Z. N. Benadda, and S. Kadakelloucha, “A Blockchain Application Prototype for the Internet of Things,” *J. Commun. Softw. Syst.*, vol. 18, no. 2, pp. 124–136, 2022, doi: 10.24138/JCOMSS-2021-0129.
- [9] D. P. Alyakina and G. F. Khisamova, “Methodology for Rating of Insurance Portfolio,” *Mediterr. J. Soc. Sci.*, no. November 2014, 2014, doi: 10.5901/mjss.2014.v5n24p137.
- [10] A. Thomas and R. Leichenko, “Adaptation through insurance: Lessons from the NFIP,” *Int. J. Clim. Chang. Strateg. Manag.*, vol. 3, no. 3, pp. 250–263, 2011, doi: 10.1108/17568691111153401.
- [11] A. J. Pagano, F. Romagnoli, and E. Vannucci, “Non-Incomes Risk Mitigation Mechanisms for Cultural Heritage: Role of Insurances Facing Covid-19 in the Italian Context,” *Environ. Clim. Technol.*, vol. 26, no. 1, pp. 871–882, 2022.
- [12] A. J. Pagano, F. Romagnoli, and E. Vannucci, “Quantitative and Financial Aspects of Resilience Bonds in the Context of Recursive Insurance Contracts. A Cost Benefit Analysis,” *Environ. Clim. Technol.*, vol. 24, no. 3, pp. 387–402, 2020, doi: 10.2478/rtuect-2020-0111.
- [13] A. J. Pagano, F. Romagnoli, and E. Vannucci, “Insurance against Natural Hazards: Critical Elements on the Risk Premium Evaluation in the Italian Context,” *Environ. Clim. Technol.*, vol. 24, no. 3, pp. 373–386, 2020, doi: 10.2478/rtuect-2020-0110.
- [14] A. J. Pagano, F. Romagnoli, and E. Vannucci, “Implementation of Blockchain Technology in Insurance Contracts against Natural Hazards: A Methodological Multi-Disciplinary Approach,” *Environ. Clim. Technol.*, vol. 23, no. 3, 2019, doi: 10.2478/rtuect-2019-0091.
- [15] W. J. W. Botzen, J. Bergh, and J. M. Van Den Bergh, “Monetary valuation of insurance against climate change risk,” *Work Manuscr. ...*, vol. 53, no. May, pp. 1–6, 2012, doi: 10.1111/j.1468-2354.2012.00709.x.
- [16] D. Petersen, “Automating governance: Blockchain delivered governance for business networks,” *Ind. Mark. Manag.*, vol. 102, no. November 2021, pp. 177–189, 2022, doi: 10.1016/j.indmarman.2022.01.017.
- [17] X. Wang, W. Yang, S. Noor, C. Chen, M. Guo, and K. H. Van Dam, “Blockchain-based smart contract for energy demand management,” *Energy Procedia*, vol. 158, pp. 2719–2724, 2019, doi: 10.1016/j.egypro.2019.02.028.
- [18] G. De Gregorio, *Il contratto di assicurazione*. Giuffrè, 1987.
- [19] S. Landini, “Reti e dell’assicurato e annullabilità del contratto,” *Resp. civ. e prev.*, 2011.
- [20] A. J. Pagano, F. Romagnoli, and E. Vannucci, “Implementation of blockchain technology in

- insurance contracts against natural hazards : a methodological multi-disciplinary approach,” *Environ. Clim. Technol.*, vol. 23, no. 3, pp. 211–229, 2019, doi: 10.2478/rtuect-2019-0091.
- [21] H. C. Kunreuther and E. O. Michel-Kerjan, “The Development of New Catastrophe Risk Markets,” *Annu. Rev. Resour. Econ.*, vol. 1, no. 1, pp. 119–137, 2009, doi: 10.1146/annurev.resource.050708.144302.
- [22] Actuaries Institute, “The Impact of Big Data on the Future of Insurance,” 2016.
- [23] A. Bellieri dei Belliera, M. Galeotti, A. J. Pagano, G. Rabitti, F. Romagnoli, and E. Vannucci, “Flood risk insurance : the Blockchain approach to a Bayesian adaptive design of the contract .,” in *Afir ERM*, 2019, no. May, pp. 1–19.
- [24] N. Kapucu, Y. ‘Gurt’ Ge, Y. Martin, and Z. Williamson, “Urban resilience for building a sustainable and safe environment,” *Urban Gov.*, vol. 1, no. 1, pp. 10–16, 2021, doi: 10.1016/j.ugj.2021.09.001.
- [25] Y. Paudel, W. J. W. Botzen, and J. C. J. H. Aerts, “Estimation of insurance premiums for coverage against natural disaster risk: An application of Bayesian Inference,” *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, vol. 13, no. 3, pp. 737–754, 2013, doi: 10.5194/nhess-13-737-2013.
- [26] D. Serre and C. Heinzllef, “Assessing and mapping urban resilience to floods with respect to cascading effects through critical infrastructure networks. International Journal of Disaster Risk Reduction,” *Int. J. Disaster Risk Reduct.*, 2018.
- [27] R. Feng, “Traditional Insurance,” 2023, pp. 85–117.
- [28] D. Bruneau, “A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities,” *EERI Spectra*, pp. 733–752, 2003.
- [29] N. R. Dalezios, “Environmental Hazards Methodologies for Risk Assessment and Management,” *Water Intell. Online*, vol. 16, no. January 2017, p. 9781780407135, 2017, doi: 10.2166/9781780407135.
- [30] A. Blumberga *et al.*, *System Dynamics for Environmental Engineering Students*, 1st editio. Riga: RTU Izdevniecība, 2011.
- [31] J. D. Sterman, “Learning in and about complex systems,” *Syst. Dyn. Rev.*, vol. 10, no. 2–3, pp. 291–330, 1994, doi: 10.1002/sdr.4260100214.
- [32] D. Kurnianingtyas, B. Santosa, and N. Siswanto, “A System Dynamics for Financial Strategy Model Assessment in National Health Insurance System,” in *Proceedings of the 2020 2nd International Conference on Management Science and Industrial Engineering*, 2020, pp. 44–48, doi: 10.1145/3396743.3396754.
- [33] G. A. M. LATVIAN CENTER FOR ENVIRONMENT, “Preliminary flood risk assessment for 2019 -2024,” 2019.
- [34] M. Feofilovs and F. Romagnoli, “Dynamic assessment of urban resilience to natural hazards,” *Int. J. Disaster Risk Reduct.*, vol. 62, p. 102328, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102328>.
- [35] B. G. Reguero *et al.*, “Financing coastal resilience by combining nature-based risk reduction with insurance,” *Ecol. Econ.*, vol. 169, p. 106487, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106487>.
- [36] S. Surminski, L. M. Bouwer, and J. Linnerooth-Bayer, “How insurance can support climate resilience,” *Nature Climate Change*, vol. 6, no. 4. 2016, doi: 10.1038/nclimate2979.
- [37] S. Cosma, S. Principale, and A. Venturelli, “Sustainable governance and climate-change disclosure in European banking: the role of the corporate social responsibility committee,” *Corp. Gov. Int. J. Bus. Soc.*, no. September 2021, 2022, doi: 10.1108/cg-09-2021-0331.
- [38] M. Feofilovs, A. J. Pagano, M. Spiotta, E. Vannucci, and F. Romagnoli, “Climate change-related disaster risk mitigation through innovative insurance mechanism : a System Dynamics model application for a case study in Latvia Climate change-related disaster risk mitigation throug,” *Int. J. Disaster Risk Reduct.*



Andrea Jonathan Pagano ieguvis maģistra grādu tiesību zinātnēs (2016) Pizas Universitātē (Itālija). Pēc absolvēšanas bijis docētājs tajā pašā universitātē, palīdzot maģistrantiem izstrādāt viņu darbus. 2018. gadā Andrea Jonathan Pagano sācis doktorantūras studijas Rīgas Tehniskās universitātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūtā (RTU VASSI). Viņa pētniecības tēmas ietver zināšanas tiesību, inženierzinātņu un vides zinātņu jomās. RTU VASSI viņš docējis kursu "Risks un noturība".

2020. un 2021. gadā Andrea Jonathan Pagano bija vieslektors Pizas Universitātes Ekonomikas un vadības katedrā. Kopš 2021. gada viņš lasa lekcijas riska vadības programmā par tēmu "Apdrošināšanas risks. Novērtēšana un vadība" Pizas Universitātē.

Andrea Jonathan Pagano ir daudzu zinātnisko publikāciju autors, kas apliecina viņa nozīmīgo ieguldījumu zinātnē.