



Latvijas Lauksaimniecības universitāte  
Ekonomikas fakultāte  
Ekonomikas katedra

Latvia University of Agriculture  
Faculty of Economics  
Department of Economics

*Mg. env.* Līgas Brūniņas

**EROZIJAS IETEKME UZ PIEJŪRAS  
REĢIONA ATTĪSTĪBU**

**IMPACTS OF COASTAL EROSION ON THE  
DEVELOPMENT OF THE COASTAL REGION**

Promocijas darba  
**KOPSAVILKUMS**  
Ekonomikas doktora (*Dr.oec.*) zinātniskā grāda iegūšanai

**RESUME**  
of the PhD. Paper  
for the Scientific Degree of Dr.oec.

Jelgava, 2012

## Informācija

**Promocijas darbs izpildīts** Latvijas Lauksaimniecības universitātes Ekonomikas fakultātē.

**Doktora studiju programma** – Agrārā un reģionālā ekonomika, apakšnozare Reģionālā ekonomika.

**Promocijas darba zinātniskais vadītājs** –

Dr.habil.sc.ing. Pēteris Rivža, Latvijas Lauksaimniecības universitātes prorektors.

Promocijas darba zinātniskā aprobācija noslēguma posmā:

- apspriests un aprobēts LLU EF Ekonomikas katedras, Uzņēmējdarbības un vadības katedras, Ekonomikas katedras, Grāmatvedības un finanšu katedras un ITF Vadības sistēmu katedras akadēmiskā personāla pārstāvju sēdē 2012.gada 1.jūnijā;
- atzīts par pilnībā sagatavotu un pieņemts 2012.gada 15.jūnijā.

Oficiālie recenzenti:

1. Dr.oec. Ingrīda Jakušonoka, Latvijas Lauksaimniecības universitātes profesore;
2. Dr.habil. oec. Regimijs Počs, Rīgas Tehniskās universitātes profesors;
3. Dr.oec. Bartosz Mickiewicz, West Pomeranian University of Technology /Polija.

**Promocijas darba aizstāvēšana** notiks LLU Ekonomikas nozares Agrārās un Reģionālās ekonomikas apakšnozaru promocijas padomes atklātā sēdē 2012.gada 2.novembrī, Jelgavā, Svētes ielā 18, Ekonomikas fakultātes 212. auditorijā plkst. 13:00.

Ar promocijas darbu var iepazīties LLU Fundamentālajā bibliotēkā, Lielā ielā 2, Jelgavā un <http://lufb.llu.lv/llu-theses.htm>.

**Atsauksmes** sūīt Promocijas padomes sekretārei – Svētes iela 18, Jelgava, LV-3001, tel.63025170, efuzn@llu.lv. Atsauksmes vēlams sūīt skenētā veidā ar parakstu.

**Padomes sekretāre** – LLU asoc. profesore, Dr.oec. Anita Auziņa.

## Information

**Doctoral Thesis** has been compiled within the study programme in the Faculty of Economics of the Latvia University of Agriculture.

**Doctoral study programme** – Agrarian and Regional Economics, sub-programme – Regional Economics.

### **Scientific supervisor of the Doctoral Thesis** –

Dr.habil.sc.ing. Pēteris Rivža, pro-rector of Latvia University of Agriculture.

Scientific endorsement of the Doctoral Thesis at the finalisation stage: discussed and endorsed at the meeting of academic management of the Department of Economics, Department of Entrepreneurship and Business Management, Department of Financial Management of the Faculty of Economics and Department of Management systems of the Faculty of Information Technologies of the Latvia University of Agriculture on June 1<sup>st</sup>, 2012;

- Approved as finalised and accepted on June 15<sup>th</sup>, 2012.

Official reviewers:

1. Dr.oec. Ingrīda Jakušonoka, professor at Latvia University of Agriculture
2. Dr.habil. oec. Regimijs Počs, professor at Riga Technical University
3. Dr.oec. Bartosz Mickiewicz, professor at West Pomeranian University of Technology, Poland

**The final oral defence of the Doctoral Thesis** will take place during the open session of the Doctorate Board of the Agrarian and Economic sub-programmes of the Faculty of Economics of the Latvia University of Agriculture on 2<sup>nd</sup> of November, 2012, 13.00, at 18 Svētes Street, Jelgava, Auditorium No 212, Faculty of Economics, Latvia University of Agriculture.

The Doctoral Theses **can be accessed** at the Fundamental Library of the Latvia University of Agriculture at 2 Lielā Street, Jelgava, as well as via <http://lufb.llu.lv/llu-theses.htm>.

**References will be accepted** by the secretary of the Doctorate Board – 18 Svētes Street, Jelgava, LV-3001, phone: 63025170, e-mail: [efuzn@llu.lv](mailto:efuzn@llu.lv). It is recommended to submit references in writing, signed and scanned.

**Secretary of the Doctorate Board** –associated professor, Dr.oec. Anita Auziņa

## Saturs

<b>INFORMĀCIJA</b> .....	2
<b>PUBLICITĀTE</b> .....	6
<b>IEVADS</b> .....	10
<b>1. JŪRAS KRASTU EROZIJAS TEORĒTISKIE ASPEKTI UN CĒĻŅI</b> .....	15
1.1. Erozijas jēdziena raksturojums un vēsturiskais izvērtējums.....	15
1.2. Erozijas ietekme uz Latvijas jūras krasta orientāciju un procesiem.....	17
1.3. Pamatprincipi krasta aizsardzībai pret eroziju.....	19
1.4. Erozijas riska teritorijas un to apsaimniekošanas pieredze ārvalstīs. .....	20
<b>2. PIEJŪRAS REĢIONA SOCIĀLEKONOMISKĀS UN TIESISKĀS VIDES NOVĒRTEJUMS</b> .....	21
2.1. Piejūras reģiona definīcija un tā apgabalarobežu noteikšana Latvijā.....	22
2.2. Latvijas piejūras reģiona ekonomiskās attīstības raksturojums.....	23
2.3. Piekrastes reģiona iesaistīto pušu un nozīmīgāko sociālekonomisko nozaru izvērtējums.....	24
2.4. Piekrastes plānošanas tiesiskā bāze un tās analīze.....	26
2.5. Integrētā piekrastes zonas pārvaldīšana un apsaimniekošana.....	27
<b>3. EROZIJAS IETEKME UZ PIEKRASTES SOCIĀLEKONOMISKO ATTĪSTĪBU</b> .....	28
3.1. Erozijas izraisītie ekonomiskie riski un to izvērtējums.....	28
3.2. Ekonomiskās metodes piekrastes vērtību izteikšanai monetāros lielumos.....	29
3.3. Ekonomiskās metodes un to heuristiskā loma politikā.....	30
3.4. Latvijas piekrastes vērtību noteikšanas metodika un tās..... pamatojums.....	33
3.5. Liepājas krastu aizsardzības risinājumu ekonomiskā analīze.....	37
<b>4. PIEKRASTES APSAIMNIEKOŠANAS ATTĪSTĪBAS IESPĒJAS PIEJŪRAS REĢIONOS</b> .....	41
4.1. Ārvalstu ekspertu intervijas.....	42
4.2. Piekrastes apsaimniekošanas iespējas iesaistīto personu skatījumā.....	42
4.3. SVID un PEEST analīze erozijas novēršanas attīstībai piejūras reģionā.....	43
4.4. Piekrastes apsaimniekošanas scenāriji.....	45
4.5. Piekrastes zonas apsaimniekošanas scenāriju hierarhiju analīze....	46
<b>SLĒDZIENI</b> .....	48
<b>GALVENIE SECINĀJUMI</b> .....	48
<b>PROBLĒMAS, PRIEKŠLIKUMI TO RISINĀŠANAI</b> .....	51

INFORMATION.....	3
PUBLICITY.....	8
INTRODUCTION .....	53
1. THEORETICAL ASPECTS AND CAUSES OF COASTAL EROSION .....	59
1.1. Definition of erosion and historical evaluation.....	59
1.2. Impact of erosion on Latvian coastal orientation and processes ...	61
1.3. Basic principles of coastal protection against erosion .....	63
1.4. Threatened areas and international experience in coastal management .....	64
2. EVALUATION OF THE SOCIAL, ECONOMIC AND LEGAL ENVIRONMENT OF THE COASTAL REGION .....	66
2.1. Definition of the coastal region and identification of the border areas within the territory of Latvia.....	66
2.2. Characterisation of the economic development of the Latvian coastal region .....	67
2.3. Assessment of stakeholders and chief socio-economic sectors of the coastal region .....	69
2.4. Analysis of the legal basis of the coastal planning.....	70
2.5. Integrated Coastal Management.....	71
3. IMPACTS OF COASTAL EROSION ON THE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE COASTAL REGION .....	73
3.1. Evaluation of the economic risks caused by erosion.....	73
3.2. Economic methodology for the assessment and interpretation of the coastal values as monetary quantities.....	74
3.3. Economic methodologies and their hierarchical role in politics ....	76
3.4. Methodology for assessment of Latvian coastal values and its substantiation .....	78
3.5. Economic analysis of the solution to the coastal protection in Liepāja .....	83
4. POSSIBILITIES FOR THE DEVELOPMENT OF COASTAL MANAGEMENT IN THE COASTAL REGION.....	88
4.1. Interviews with international experts .....	88
4.2. Possibilities for coastal management from the point of view of local stakeholders.....	89
4.3. SWOT and PEEST analysis for the prevention of coastal erosion risks .....	90
4.4. Coastal management scenarios.....	92
4.5. Hierarchical analysis of the scenarios of coastal management .....	93
CONCLUSIONS.....	95
KEY CONCLUSIONS .....	96
IDENTIFIED PROBLEMS AND RECOMMENDATIONS .....	99

## PUBLICITĀTE

Promocijas darba rezultāti publicēti 7 zinātniskos rakstos starptautiskos, ārvalstu un citos Latvijas Zinātnes Padomes atzītajos izdevumos:

1. *Rivža P., Brūniņa L. (2009) Problem of the Baltic Coastal Erosion in Latvia. In: Economic Science for Rural Development: Proceedings of the international scientific conference, No 19. Jelgava: LLU, pp. 52-58. Indeksēts EBSCO.*
2. *Brūniņa L. (2010) Problems of Coastal Erosion Prevention in Latvia. Coastal Evolution Studies:Traditions and Modern Concepts: Proceedings of International Coastal Conference. Saint-Petersburg: RSHU, Russia, pp.1-7.*
3. *Brūniņa L., Rivža P., Skinke P. (2011) Coastal Protection in Latvia. Adapting to global change at the coast: Leadership, Innovation, and Investment: Proceedings of Littoral 2010. London, UK, pp.05005-pp. 1- 8.*
4. *Brūniņa L., Rivža P., Konstantinova E. (2011) Coastal Spatial Planning in Latvia. Journal of Coastal Research ICS2011 Proceedings. Szczecin, Poland, pp.1224-1227. Indeksēts SCOPUS.*
5. *Brūniņa L. (2011) Measurement Methodology of Losses Due Erosion of Coastal Area in Latvia. Journal "Economics and Rural Development", Latvia University of Agriculture, Faculty of Economics, Jelgava, Latvia, pp.3-11.*
6. *Brūniņa L. (2012) Coastal Erosion Management and Implementation Models. LLU zinātnisko rakstu krājums, Jelgava, Latvia, p.14*

pieņemts publicēšanai:

7. *Brūniņa L., Konstantinova E.(2012) Estimation of potential impact of coastal erosion protection in Latvia. Conference proceedings Research for Rural Development, Jelgava, Latvia p.8.*

Promocijas darbu autore ir KF līdzfinansētā projekta „Konsultantu pakalpojumu pret eroziju Liepājas pilsētā” (2007-2009) projekta vadītāja vietniece.

Par Promocijas darba saturu autore ir ziņojusi 5 zinātniskās konferencēs un 1 starptautiskā konferencē:

1. *Economic Science for Rural Development, Jelgava: LLU. 23.-24. aprīlis, 2010.*
2. *Research for Rural Development, Jelgava: LLU. 19.-21. maijs, 2010.*

3. *XXIII International Coastal Conference in commemorating of the 100'th Anniversary of professor Vsevolod Zenkovich "COASTAL EVOLUTION STUDIES: TRADITIONS AND MODERN CONCEPTS" A contribution to the Celebration of the 50'th Anniversary of the Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC of UNESCO), RSHU Sankt-Pēterburga, Krievija, 5.-9.oktobris, 2010.*
4. *Littoral 2010 – an international conference for researchers and practitioners "Adapting to global change at the coast: Leadership, Innovation, and Investment", Londona, Lielbritānija, 21.-23.septembris, 2010.*
5. *ICS2011 - 11th International Coastal Symposium, Szczecin, Polija, 9-14.maijs, 2011.*
6. *Final conference of EU cofinanced project INTERREG Baltic Climate Change; Rīga, 15-17.novembris, 2011.*

Pētījuma rezultātu aprobācija notikusi:

1. Sniegta informācija un veiktas apmācības par erozijas zaudējumu aprēķina modeļa pielietošanu Latvijas Pašvaldību savienības seminārā. Ir pozitīva atsauce.
2. Saulkrastu pašvaldības teritorijas plānotāji modeli aprobējuši Saulkrastu Baltās kāpas krastu aizsardzībai pret eroziju. Ir pozitīva atsauce.
3. Darba rezultāti tiek ņemti vērā, Rīgas plānošanas reģiona un Kurzemes plānošanas reģiona plānu izstrādē 2014.- 2020.gadam.

## PUBLICITY

The results of the Doctoral Thesis have been published as 7 scientific articles in international and other sources acknowledged by Latvian Scientific Board:

1. *Rivža P., Brūniņa L. (2009) Problem of the Baltic Coastal Erosion in Latvia. In: Economic Science for Rural Development: Proceedings of the international scientific conference, No 19. Jelgava: LLU, pp. 52-58. Source: EBSCO*
2. *Brūniņa L. (2010) Problems of Coastal Erosion Prevention in Latvia. Coastal Evolution Studies: Traditions and Modern Concepts: Proceedings of International Coastal Conference. Saint-Petersburg: RSHU, Russia, pp.1-7.*
3. *Brūniņa L., Rivža P., Skinke P. (2011) Coastal Protection in Latvia. Adapting to global change at the coast: Leadership, Innovation, and Investment: Proceedings of Littoral 2010. London, UK, pp.05005-p.1-p.8.*
4. *Brūniņa L., Rivža P., Konstantinova E. (2011) Coastal Spatial Planning in Latvia. Journal of Coastal Research ICS2011 Proceedings. Szczecin, Poland, pp.1224-1227. Source: SCOPUS.*
5. *Brūniņa L. (2011) Measurement Methodology of Losses Due Erosion of Coastal Area in Latvia. Journal "Economics and Rural Development", Latvia University of Agriculture, Faculty of Economics, Jelgava, Latvia, pp.3-11.*
6. *Brūniņa L. (2012) Coastal Erosion Management and Implementation Models. LLU compilation of scientific articles, 2012, Jelgava, Latvia, p.14.*

*Accepted for publication*

7. *Brūniņa L., Konstantinova E. (2012) Estimation of potential impact of coastal erosion protection in Latvia Conference proceedings Research for Rural Development, Jelgava, Latvia p.8.*

The Author of the Doctoral Thesis is the assistant to the project manager within the project "Consultations for the prevention of erosion in the city of Liepāja" (2007-2009), co-financed by EU Cohesion Fund).

The Author of the Doctoral Thesis has reported on the contents of the Thesis in 5 scientific conferences and 1 international conference:



1. *Economic Science for Rural Development, Jelgava: LLU. April 23<sup>rd</sup>-24<sup>th</sup>, 2010.*
2. *Research for Rural Development, Jelgava: LLU. May 19<sup>th</sup> -21<sup>st</sup>, 2010.*
3. *XXIII International Coastal Conference in commemorating of the 100<sup>th</sup> Anniversary of professor Vsevolod Zenkovich "COASTAL EVOLUTION STUDIES: TRADITIONS AND MODERN CONCEPTS" A contribution to the Celebration of the 50<sup>th</sup> Anniversary of the Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC of UNESCO), RSHU St-Petersburg, Russia, October 5<sup>th</sup>-9<sup>th</sup>, 2010.*
4. *Littoral 2010 – an international conference for researchers and practitioners "Adapting to global change at the coast: Leadership, Innovation, and Investment", London, United Kingdom, September 21<sup>st</sup>-23<sup>rd</sup>, 2010.*
5. *ICS2011 - 11th International Coastal Symposium, Szczecin, Poland, May 9<sup>th</sup>-14<sup>th</sup>, 2011.*
6. *Final conference of EU co-financed project INTERREG Baltic Climate Change; Riga November 15<sup>th</sup>-17<sup>th</sup>, 2011.*

The approbation of the results of the research:

1. Information provided and knowledge-sharing organised on the application of the methodology for the calculation of the losses due to coastal erosion during the seminar for the Latvian coastal municipalities. Positive references received.
2. The methodology has been endorsed by the spatial planners of Saulkrasti Municipality for the protection of the White Dune from the coastal erosion. Positive references received.
3. The results of the research have been taken into account within the development of the 2014 – 2020 regional planning efforts for Kurzeme and Riga region.

## IEVADS

Viens no Latvijas uzdevumiem ir ilgtspējīga ekonomiskā attīstība, kas sekmē iedzīvotāju dzīves līmeņa celšanos un valsts izaugsmi. Promocijas darba autore uzskata, ka jebkuras ilgtspējīgas ekonomiskās attīstības pamatā ir valsts teritorijas efektīva apsaimniekošana un integrēta reģionālā attīstība.

Visā pasaulē 20. gs. nogalē kļuva aktuāla tendence – iedzīvotāju pakāpeniska migrēšana tuvāk piekrastes joslai, kas saistīta ar jaunu dzīves vietas izvēli, kā arī atpūtas un rekreācijas mērķiem. Arī Latvijas piekrastē vēsturiskajai noslodzei, kas sākotnēji lielākoties izrietējusi tieši no konkrētu tautsaimniecisku nozaru aktivitātēm piekrastē, pievienojusies ievērojama antropogēnā slodze, ko rada pastāvīgā un pieaugošā cilvēku klātbūtne saistībā ar dzīvesvietas izvēli un atpūtu. Šādas tendences rezultātā neizbēgami pieaugusi arī saistītās infrastruktūras būvniecība un līdz ar to arī kopējā piekrastes apbūves intensitāte un blīvums. Pieaugošās cilvēku klātbūtnes radītā slodze ir atzīstama par nozīmīgu ietekmes avotu, kas ir bijis par pamatu, lai valstī noteiktu stingru normatīvo aktu regulējumu attiecībā uz saimnieciskās darbības ierobežojumiem Baltijas jūras un Rīgas līča piekrastes joslā. Cilvēku saimnieciskā darbība piekrastē tiek vērtēta kā neatkarīgs faktors ģeoloģisko procesu veicināšanā, kas ietekmē arī krasta struktūras veidošanos, tādēļ piekrastes zonai ir noteikts īpašas aizsardzības statuss ar vispārējiem aizliegumiem cilvēku darbībai un saimnieciskajām aktivitātēm. Līdztekus citiem mērķiem šāda statusa noteikšana Aizsargjoslu likumā (1997) pamatota tieši ar nolūku novērst erozijas procesu attīstību.

Baltijas jūras piekrastes problēmas erozijas kontekstā vienmēr ir bijušas aktuālas, un to cēlonība kopš seniem laikiem bijusi saistīta ar grūti prognozējamiem un faktiski nekontrolējamiem dabiskiem faktoriem, piemēram, vētrām. Laika gaitā šo problēmu aktualitāte ir saasinājusies saistībā ar klimata pārmaiņām un no tām izrietoša vētru spēka pieauguma, globālā ūdens līmeņa celšanos, intensīvāku smilšu izskalošanos utt. Šī ietekme kombinējas ar cilvēku saimnieciskās darbības tiešās iedarbības faktoriem – būvniecību jūras piekrastes akvatorijā un sauszemē, sanešu deficītu un jūras bagarēšanu, kā arī rekreācijas tūrisma pieaugumu un ar to saistīto slodzi uz piekrastes augāju un kāpu reljefu. Iepriekš minēto nelabvēlīgas ietekmes faktoru rezultātā pēdējo 50-100 gadu laikā tiek novērota periodiska un intensīva vētru izraisītās jūras ūdens masas ieplūde krasta zonā, ievērojami noskalojot sauszemes teritorijas krasta joslā.

Jāatzīmē, ka Latvijas piekrastes teritorijas kopējais garums veido aptuveni trešo daļu no valsts kopējās robežlīnijas (aptuveni 26%) un jau šobrīd 5-10 km platā krasta joslā koncentrētā apdzīvotība sasniedz gandrīz 1 miljonu iedzīvotāju. Pamatojoties uz pagājušā gadsimtā veiktajiem monitoringa datiem, tiek secināts, ka, noskalojoties pamatkrastam līdz pat 200 m platumā, jūra ir bīstami pietuvojusies pat sākotnēji droši celtajiem ciemiem, viensētām un pilsētām. Aptuveni 65% no jūras krasta atrodas dažādu pakāpju erozijas ietekmē. Latvijas piekrastes iedzīvotāji tiek pakļauti erozijas riskam, kas faktiski nozīmē draudus palikt bez viņiem piederošās zemes, uz tās esošās apbūves un infrastruktūras, tai skaitā tūrisma, pilsētbūvniecības vai kultūrvēsturiskajiem pieminekļiem. Šobrīd nav veiktas reālas aplēses tiem ekonomiskajiem zaudējumiem, kuri tautsaimniecībā rodas Baltijas jūrai nosacīti „apēdot” lielas sauszemes teritorijas, vai aplēses šo zaudējumu mazināšanas iespējām ar atbilstoši piekrastes teritoriju aizsardzības no noskalšanas pasākumiem.

Neskatoties uz problēmas aktualitāti, Latvijā nav pieejamas sistēmiski apkopotas datu un informācijas bāzes par Baltijas jūras „zaudētajām” teritorijām, šo teritoriju parametriem un raksturojumu, teritoriju īpašniekiem un summārajiem zaudējumiem gan saistībā ar ietekmi uz cilvēku dzīves vidi un dabas vidi, gan materiālajām vērtībām un kultūras mantojumu. Problēmas risinājumu sarežģī fakts, ka liela daļa piekrastes teritorijas, jo īpaši teritorijas, kas atrodas LR Finanšu ministrijas valdījumā, nav uzskaitītas, līdz ar to ne tikai nav iespējams efektīvi izmantot valstī iedibināto zemes informācijas sistēmu kā datu avotu, bet arī noteikt kadastrālās vai tirgus vērtības šīm zemēm un līdz ar to zaudējumus. Papildus jāuzsver arī atbilstošas metodoloģijas trūkums, ar kuras palīdzību būtu iespējams novērtēt sociālekonomiskos zaudējumus, kuri rodas, zaudējot kultūrvēsturiskos pieminekļus un valstij nozīmīgu infrastruktūru. Zaudējumi, to starp arī izdevumu formā, veidojas ne tikai zaudējot esošas materiālās, kā arī dabas vērtības un ieguldot investīcijas krasta aizsardzībā, bet arī no neiegūtās potenciālās peļņas, piemēram, mežsaimniecībā, lauksaimniecībā, tūrismā u.c. nozarēs. Apkopojot savstarpējās ietekmes šādā kopskatā, zaudējumi šobrīd netiek modelēti ne Latvijā, ne arī citās Baltijas valstīs, jo nav izstrādāta atbilstīga metodika to aprēķinam.

Iepriekš minētās problēmas aktualitāte šobrīd tiek novērtēta arī valsts pārvaldes līmenī, jo tiek demonstrēts tās nolūks definēt turpmāko virzību problēmas risināšanā, proti, 2008. gadā tika apstiprināta koncepcija par Baltijas jūras un Rīgas līča piekrastes joslas ierakstīšanu zemesgrāmatā uz valsts vārda. Tomēr jāatzīst, ka tas ir tikai sākums iespējamai problēmas risināšanai, jo faktiski nav vērsta uz erozijas

kompleksās un pat starpdisciplinārās ietekmes mazināšanu vai novēršanu, bet ir tikai pirmais solis, lai radītu instrumentu problēmas pilnīgai definēšanai un pamatu no tā izrietošai risinājuma iespēju modelēšanai. 2011. gadā ir apstiprināta koncepcija „Piekrastes telpiskās attīstības pamatnostādnes 2011.-2017. gadam”, kurā ir uzsvērti krastu erozijas nozīme kā ilgtspējīgu attīstību traucējošs spēks.

Latvija 20. gs. erozijas ietekmē ir zaudējusi vairāk kā 1000 ha no savas platības, kā arī šobrīd Latvijas piekrastē augstai erozijas ietekmei tiek pakļauti nozīmīgi infrastruktūras objekti, radot ne tikai ekonomiskus riskus, bet arī nozīmīgus avāriju un vides riskus, tādējādi apdraudot gan cilvēku veselību, drošību un no to tā izrietošo labklājību un darba spēju, gan dabas vidi būtiska piesārņojuma veidā. Kā uzskatāmu piemēru var minēt Liepājas notekūdeņu attīrīšanas iekārtas, kas šobrīd intensīvas krasta noskalošanās rezultātā atrodas vairs tikai 30 m attālumā no ūdens līnijas. Tas, kurā mirklī iekārtas tiks noskalotas Baltijas jūrā, ir atkarīgs tikai no nākamās vētras stipruma un atkārtojamības biežuma. Pie šādas situācijas, apvienojot ekonomisko, sociālo un vides kaitējumu, pavisam īsā laika posmā stāvoklis Liepājas pilsētā būtu raksturojams kā katastrofa. Līdzīgs uzskatāms piemērs ir Rīgas – Tallinas šosejas posms Saulkrastu pilsētas teritorijā, kas pie noteiktiem apstākļiem un jūras līmeņa jau robežojas ar jūras ūdeni.

Problēmas sociālekonomisko aktualitāti papildina arī grūti izmērāms, bet nozīmīgs nelabvēlīgas ietekmes lauks, kas ir saistīts ar piekrastes iedzīvotāju emocijām – bailēm zaudēt savu īpašumu un no tā izrietošas dabiskas vēlmes to aizsargāt jebkuriem līdzekļiem, tā rezultātā veidojot krasta un kāpu stiprinājumus savstarpēji nekoordinēti, nepārdomāti un pat neefektīvi, bez stratēģiski plašāka skatījuma. Šāda lokāla plašākas problēmas risināšanas pieeja situāciju neuzlabo, un pat veicina krastu nenoturību. Individuālās piekrastes stiprinājumu konstrukcijas, no vienas puses, īslaicīgi risina jautājumu lokālā mērogā, bet, no otras puses, vienmēr ir saistītas ar negatīvu blakus apstākli – tie rada augstāku erozijas intensitāti piegulošajos īpašumos, pakļaujot noskalošanai plašāku zonu. Preterozijas pasākumi, tai skaitā atbilstošas konstrukcijas būve, būtu ne tikai uzdevums, kuras vadību lokālajā mērogā būtu jāuzņemas vietējās pašvaldības pārvaldei, bet tie būtu ietverami arī piekrastes pagastu un pilsētu teritorijas plānojumos, kas, savstarpēji koordinēti, veidotu kopēju stratēģiju. Valsts intereses trūkums, neizrādot iniciatīvu uzņemties problēmu risināt centralizēti, ir uzskatāms par vienu no faktoriem, kādēļ līdzšinējos problēmas risināšanas centienos nav gūti panākumi vai pat ir palielinājušies tautsaimnieciskie zaudējumi.

Piekrastes ilgtspējīgai attīstībai ir nepieciešams izstrādāt sistēmu, kas būtu balstīta uz straumju, sanešu, vēju un citu ietekmju monitoringa

datiem visai Latvijas piekrastei, un līdz ar to tā varētu kļūt par pamatu efektīvai esošās problēmsituācijas risināšanai, izvēloties ekonomiski izdevīgāko variantu. Izveidojot vienotu monitoringa sistēmu un iegūstot kvantitatīvi un kvalitatīvi analizējamu, kā arī ticamu datu kopumu, tiktu izveidota kopējā krasta izmaiņu dinamika.

Promocijas darba **pētījuma objekts** ir jūras krastu erozija, bet **pētījuma priekšmets** – efektīva un sociālekonomiski pamatota aizsardzība pret eroziju Latvijas piejūras reģionā.

**Hipotēze:** efektīva piekrastes apsaimniekošana mazinās erozijas ietekmi un veicinās piejūras reģiona ilgtspējīgu attīstību.

Hipotēzes pierādīšanai ir izvirzīts promocijas **darba mērķis** – izstrādāt metodiku erozijas radīto zaudējumu aprēķināšanai Latvijas piejūras reģionā un izstrādāt piekrastes apsaimniekošanas scenārijus.

Mērķa sasniegšanai tiek izvirzīti četri darba uzdevumi.

1. Izpētīt Latvijas jūras krastu vēsturisko attīstību, nosakot erozijas cēloņus un veicinošos faktorus, kā arī analizēt ārvalstu pieredzi erozijas novēršanā un pārvaldīšanā.
2. Izvērtēt piejūras reģiona lomu un nozīmību Latvijas ekonomikā, apkopot piekrastes monitoringa datus un izanalizēt piekrastes plānošanas tiesisko bāzi.
3. Salīdzinoši izvērtēt erozijas draudus, izstrādāt un izmantot metodiku krastu erozijas zaudējumu aprēķināšanai piejūras reģionā.
4. Izstrādāt un salīdzinoši izvērtēt piekrastes apsaimniekošanas scenārijus.

### **Pētījuma ierobežotība**

Darba ierobežotā apjoma un nepietiekošu monitoringa datu dēļ visā Latvijas piekrastē, detalizēts aprēķins erozijas zaudējumiem veikts Liepājas pilsētas NAI teritorijas erozijas ietekmes zonai.

Darba mērķa sasniegšanai, uzdevumu izpildīšanai un izvirzītās hipotēzes pierādīšanai izmantoti šādi informācijas avoti:

- LR likumi, MK noteikumi;
- Centrālās statistikas pārvaldes dati;
- LR Ekonomikas ministrijas, LR Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijas, LR Labklājības ministrijas, LR Finanšu ministrijas, Valsts Reģionālās attīstības aģentūras, Nodarbinātības Valsts aģentūras dati, programmas, pētījumi un statistiskā informācija;
- Latvijas un ārvalstu zinātnieku publicētie pētījumu rezultāti par promocijas darba tēmu;
- teorētiskā un analītiskā literatūra;

- citi informācijas avoti, kuri norādīti literatūras sarakstā.

Monogrāfiskā jeb aprakstošā metode izmantota, lai, pamatojoties uz esošajām zinātniskajām atziņām un teorijām, būtu iespējams interpretēt pētījuma rezultātus. Analīzes un sintēzes metodes izmantotas, lai atsevišķi izpētītu problēmu elementus un formulētu sakarības. Zinātniskās indukcijas metode izmantota, lai no atsevišķiem elementiem vai faktiem izveidotu zinātniskus pieņēmumus un kopsakarības. Lai sistematizētu un izskaidrotu empīriskos datus, izmantota loģika un dedukcija.

Erozijas zaudējumu analīzei intervēti piekrastes eksperti, ekonomisko ieguvumu aprēķinam izmantota izmaksu–ieguvumu metode, juftīguma analīze un multikritēriju metode, ieguvumu pārneses metode izmantota vides pakalpojumu noteikšanā, ceļojumu izmaksu metode un hedoniskā metode izmantotas piekrastes īpašumu vērtību noteikšanai.

Krastu erozijas aizsardzības iespēju noskaidrošanai Latvijas piekrastes reģionos izmantota ekspertu interviju metode, iesaistīto pušu analīze, SVID un PEEST analīze, pāru metode un hierarhijas analīzes metode.

### **Promocijas darba novitātes**

1. Promocijas darba ietvaros pirmo reizi izvērtēti erozijas radītie sociālie, ekonomiskie un ekoloģiskie zaudējumi Latvijas piekrastē.
2. Balstoties uz citu valstu pieredzi un praksi, kā arī autores veikto pētījumu, izstrādāti un novērtēti iespējamie attīstības scenāriji, kā arī izstrādāti metodiski priekšlikumi zaudējumu aprēķinam un aizsardzībai pret eroziju Latvijas piejūras reģionā.
3. Apzinātas krastu erozijas izraisītās problēmas un riska cēloņfaktori, strukturējot zaudējumus Latvijas piejūras reģionā, tiek sekmēta riska vadības ieviešana un efektīvāka piekrastes pārvaldīšana.

### **Promocijas darba zinātniskais nozīmīgums**

Promocijas darbā ietverto pētījumu un rezultātu oriģinalitāte būtiski papildinājusi reģionālās ekonomikas un piekrastes apsaimniekošanas pret krastu eroziju teorētisko bāzi – izanalizēta ārvalstu pieredze aizsardzībā pret eroziju, novērtēti un aprēķināti erozijas radītie zaudējumi Latvijas piejūras reģionā, kā arī pamatots piemērotākais attīstības scenārijs piekrastes apsaimniekošanai.

Pētījuma **tautsaimnieciskais nozīmīgums** – promocijas darba rezultāti veido erozijas zaudējumu aprēķinu metodiku piekrastes ilgtspējīgai attīstībai, novērtējot sociālos, ekonomiskos un vides faktorus, kā arī

pieāvājot to savstarpējo sabalansētību dažādām interešu grupām. Tiek pamatotas tautsaimniecības kopprodukta pieaugums efektīvi ieguldot līdzekļus piekrastē.

Darba hipotēze tiek pierādīta ar četrām **aizstāvamām tēzēm**.

1. Bez integrētas piekrastes pārvaldības notiek nepārdomāta saimnieciskā darbība, kas pastiprina eroziju un tās izraisītās sekas.
2. Piekrastei ir nozīmīga loma pasaulē, bet Latvijā tās sniegtie vides pakalpojumi un iespējamais attīstības potenciāls netiek pienācīgi novērtēti sekmējot erozijas destruktīvo ietekmi uz piejūras reģiona attīstību.
3. Erozijs rada gan sociālus, gan ekonomiskus zaudējumus piejūras reģiona ekonomiskajā attīstībā.
4. Kopīgs valsts, nevalstiskā un privātā sektora fonds ir viens no piemērotākajiem piekrastes apsaimniekošanas scenārijiem.

## 1. JŪRAS KRASTU EROZIJAS TEORĒTISKIE ASPEKTI UN CĒĻI

*Nodaļā 31 lapa, 8 tabulas un 7 attēli.*

Nodaļā izvērtēti erozijas cēloņi un ar to saistītie faktori, erozijas vēsturiskā attīstība un ietekme uz jūras krastu Latvijā, kā arī analizētas ārvalstu autoru sniegtās erozijas definīcijas un jēdzieni, īpaši apskatot erozijas novēršanas principus un krastu apsaimniekošanas paņēmienus. Nodaļā ietverts pārskats par ārvalstu piekrastes apsaimniekošanas pieredzi, apskatot Amerikas Savienotās Valstis, Lielbritāniju, Igauniju, Lietuvu un Kanādu; apkopota informācija un vērtētas arī Latvijas veiktās aktivitātes krastu aizsardzībai pret eroziju.

### 1.1. Erozijs jēdziena raksturojums un vēsturiskais izvērtējums

Vārds „**erozijs**” ir cēlies no latīņu valodas vārda *erosio*, un tā nozīme latviešu valodā dabas zinātnēs ir *dēdēšana* (vēja ietekmē), *izskalošana* (augšnes) un *sairšana* (iežu); termins erozijs tiek lietots arī kā dabas aizsardzības termins jēdzienam *vides pasliktināšanās*. Papildu tam termins **erozijs** medicīnās vārdnīcā tiek definēts kā virsčūla un izgrauze (*no vārda izgrauzties*), bet finanšu vārdnīcā kā „īpašuma vērtības pakāpeniski zudumi” (Eberhards, 2003).

Zinātniskajā literatūrā un lietišķajās jūras piekrastes inženierzinātnēs jūras krastu noārdīšanās un atkāpšanās sarežģīto procesu apzīmēšanai

lieto terminu „erozija”, bet latviešu valodā šim vārdam nav atbilstoša nacionāla tulkojuma; arī citās valodās tiek lietots apzīmējums „erozija”: *Erosion* – angļu valodā; *Erosion* – vācu valodā; *эрозия* – krievu valodā; *Érosion* – franču valodā. ***Tādēļ arī promocijas darbā tiek izmantots internacionālais un pasaulē vispārpieņemtais jēdziens erozija.***

Ar vārdu „erozija” ir pieņemts apzīmēt procesu, kurā notiek iežu vai augsnes izskalošanās ūdens vai vēja iedarbībā. Zinātnieks un piekrastes pētnieks G.Eberhards (2003) uzskata, ka jūras krasta joslas erozijas procesa apzīmēšanai, kas saistās ar krauju veidojošo iežu noārdīšanu viļņu darbības un nogāžu procesu (noslīdeņi, noplūdeņi, nobiras) rezultātā, pareizi lietot terminu jūras krasta noskalošana (un atkāpšanās). Krasta noskalošana un atkāpšanās ir komplicēts dažādu procesu kopuma rezultāts, kas aptver:

1. zemūdens nogāzes seklūdens zonu un pludmali, kur tieši izpaužas krastā pienākošo viļņu ārdošā (erodējošā) darbība, vēja un jūras straumju irdeno drupu iežu materiāla transportējošā, šķirojošā un akumulējošā darbība;
2. pamatkrastu, kura noārdīšanā bez viļņu darbības vienmēr būtiska loma ir dažādiem nogāžu procesiem, tekošo virszemes un pazemes ūdeņu darbībai, vējam u.c. meteoroloģiskajām parādībām, reizēm bioloģiskajam faktoram.

Analizējot erozijas vēsturisko attīstību, to var apskatīt saistībā ar piekrastes inženierijas attīstību. Piekrastes inženierija sāka attīstīties seno laiku vēstures periodā, izveidojoties ostām un jūras tirdzniecībai, iespējams, jau 3500 g.p.m.ē. Ostu pietātņu un viļņlaužu būvniecība tika veikta ar rokām un liela mēroga apjomos. Lielākā daļa antīko ostu ir izzudušas reizē ar Romas impērijas krišanu. Pētījumi liecina, ka senatnē krastu apbūve ostu infrastruktūras attīstībai, tomēr ir arī sastopami pilsētvides krasta aizsardzības izņēmumi, piemēram, Venēcija un tās lagūnas (McLean et al., 2001).

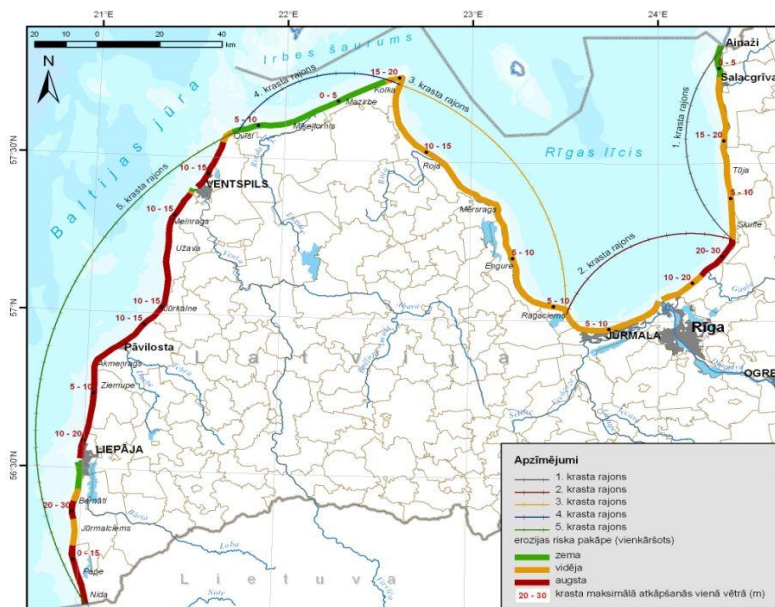
Krasta aizsardzība 20. gs. laikā evolucionē no krasta aizsargbūvēm uz pludmales piebarošanu. Vēl 1950. gadu sākumā krasta aizsardzībai pret eroziju un vētru postījumiem prioritāri bija cietie risinājumi, pārsvarā dambji un viļņlauži. 1920.-30. gadu laikā privātu vai vietējo komūnu interešu dēļ daudzas piekrastes platības šādi tika speciāli aizsargātas, lai nodrošinātu piekrastes rekreācijas izmantošanu, tomēr pludmales tika zaudētas. Piekrastes zinātnieki vairs nepaļāvās uz cieto krasta aizsargbūvju celtniecību un tika izstrādātas metodes, balstoties uz dabisko kāpu un pludmaļu raksturojumu. Rezultātā tika radītas mākslīgās pludmales un nostiprinātas kāpas, kas tika uzskatītas par ekonomiski izdevīgāku un videi draudzīgāku inženiertehnisko risinājumu viļņu spēka izkliedēšanā un krasta aizsardzībā.



Pēdējo simts gadu laikā vietējo iedzīvotāju un varasvīru ierobežotās zināšanas par krasta sanešu transporta procesiem ir novedušas pie nepiemērotu līdzekļu izvēles krasta erozijas novēršanā. Daudzos gadījumos krasta erozija tiek atrisināta lokāli, bet saasina problēmas blakus apgabalos pat vairāk nekā 10 km attālumā vai arī rada citas vides problēmas.

## 1.2. Erozijas ietekme uz Latvijas jūras krasta orientāciju un procesiem

Latvijā, tāpat kā citu Eiropas valstu piekrastēs, ir vērojama jūras krasta erozijas procesu pastiprināšanās, īpaši 20. gs. beigās un 21. gs sākumā, kas izraisa teritorijas zaudēšanu, ēku un infrastruktūras apdraudējumu. Kartogrāfiskie dati par visu Latvijas piekrasti pieejami, sākot ar periodu, kas aptver 20. gs. 20.–30. gadus. Jūras pamatkrasta izmaiņu karte par pēdējiem 60–70 gadiem ir veidota, balstoties uz šīm kartēm.



Avots: G.Eberhards, J.Lapinskis "Baltijas jūras Latvijas krasta procesi", 2009.

### 1.1. attēls Rajoni ar erozijas riska apstākļiem, Latvijas jūras krasta erozijas risku noteicošie apstākļi.

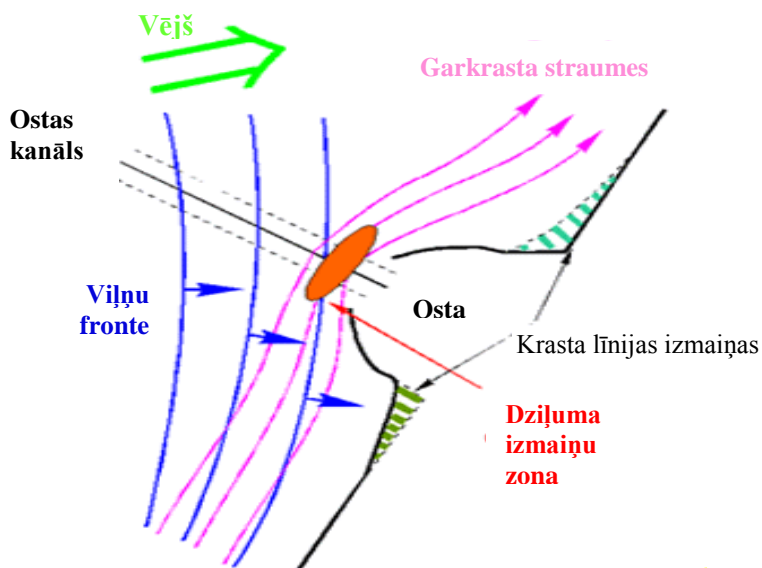
1.1. attēlā ir attēloti piecu dažādu jūras krastu rajoni Latvijā un norādīta krasta erozijas pakāpe to iecirkņos. Šajā attēlā ar sarkano krāsu ir atzīmēta augsta riska erozijas iecirkņi un ar zaļo – zema. Tiek prognozēts, ka turpmāko 50 gadu laikā tieši Baltijas jūras piekrastē un Rīgas līča Kurzemes krastā tiks noskalotas vislielākās platības – vidēji par trīs reizēm vairāk nekā Rīgas līča Dienvidu un Vidzemes krastos. Latvijas Valsts pētījumu programmas „**Klimata maiņas ietekme uz Latvijas ūdeņu vidi**” (KALME) (2009) pētījumu rezultātā ir iegūti šādi dati:

- vidējais un maksimālais krasta erozijas ātrums pārsniegs līdzšinējo ātrumu par 30-100%;
- erozija galvenokārt sagaidāma vietās, kur tā novērota pēdējās desmitgades laikā ar apdraudēto krasta posmu kopgaruma pieaugumu par 10-20%;
- erozijas apdraudēto posmu kopgarums galvenokārt pieaugs uz iepriekš stabilu krasta iecirkņu rēķina, koncentrējoties krasta līnijas izciļņos (ragos un sikragos), kā arī antropogēni traucētos posmos (ostu hidrotehnisko būvju ietekme);
- līdz 2060. gadam Latvijas teritorija krasta atkāpšanās dēļ samazināsies par aptuveni 10 km<sup>2</sup>.

Jūras krasta ģeoloģisko procesu raksturu, intensitāti un slodzi uz krastu, tā stāvokli un izmaiņām nosaka dabiskie un cilvēka radītie (antropogēnie) faktori (Lapinskis, 2010.). Jāatzīmē, ka krasta evolūcijā nav iespējams skaidri izdalīt viena faktora ietekmi, jo krasta uzbūve ir komplicēta, savstarpēji saistītu faktoru mijiedarbības rezultātā veidojusies struktūra, līdz ar to antropogēnā ietekme ir jāskata kontekstā ar dabisko faktoru ietekmi un to savstarpējo sinerģētiku.

Kopumā var secināt, ka Latvijā krasta erozijas pastiprināšanās tieši saistās arī ar maksimālo jūras vējuzplūdu ūdens līmeņa celšanās tendenci pēdējo 30 gadu laikā kā atklātās Baltijas jūras, tā Rīgas līča piekrastē. (Meier, 2007).

Nozīmīgākais Latvijas krastu eroziju veicinošais dabiskais faktors ir vētras, kas, antropogēno faktoru ietekmē (ostu darbību un molu būvniecību utt.) būtiski pastiprinās, ir pierādīts, ka krastu erozija pēdējo 20 gadu laikā ir seškārtīgi palielinājusies un akumulatīvās zonas ir četrkārtīgi samazinājušās.



Avots: Martin Associates. *Dziļūdēns ostu sistēmas ietekme uz lokālo un reģionālo ekonomiku*, 2008.

### 1.2. att. Garkrasta sanešu transporta attīstība.

1.2. attēlā ir redzams ostas kuģu ceļu kanāls ar molu, kas izslēdz garkrasta straumes nogulumus no aktīvās krasta procesus darbības zonas.

### 1.3. Pamatprincipi krasta aizsardzībai pret eroziju

Vēsturiski cilvēki ir reaģējuši uz eroziju, būvējot krasta aizsargstruktūras, lai ilgstoši saglabātu nemainīgu robežu starp sauszemi un jūru. Tas ir veikts uz pieņēmumu pamata, ka krasta līnija vienmēr ir bijusi esošajā stāvoklī un nekad nav mainījies. Ar laiku, pieaugot cilvēku zināšanām par krasta procesiem, šis uzskats ir radikāli mainījies, un līdz ar to - arī viedokļi par to, kā jāveic krasta aizsardzības darbi (French, 2001).

Dabiskās piekrastes aizsardzības funkcijas veic pludmale, jūras seklūdēns josla un pludmalē saglabājušies oļu un lielu laukakmeņu kopumi, kāpu veģetācija, kā arī sasaluma un ledus apstākļi ziemas periodā.

Krasta aizsardzības mākslīgos risinājumus var iedalīt divās grupās: smagās, masīvās būves jeb „**cietie**” aizsargrisinājumi (moli, viļņlauži,

aizsargsienas, gabioni utt.) un „mīkstie” aizsargpasākumi (kāpu nostiprināšana, pludmales piebarošana ar smiltīm u.c. zaļie risinājumi), mazāk masīvās būves un konstrukcijas. Izvēloties konkrētu krasta aizsardzības risinājuma veidu, svarīgi ir zināt būvju vai konstrukciju “dzīves” ilgumu, efektivitāti konkrētajā krasta zonā, projektēšanas, celtniecības un ekspluatācijas izmaksas, kas savukārt nav universāls rādītājs un var būtiski atšķirties dažādos krasta posmos atkarībā no krasta procesu specifikas un citiem rādītājiem.

#### **1.4. Erozijas riska teritorijas un to apsaimniekošanas pieredze ārvalstīs**

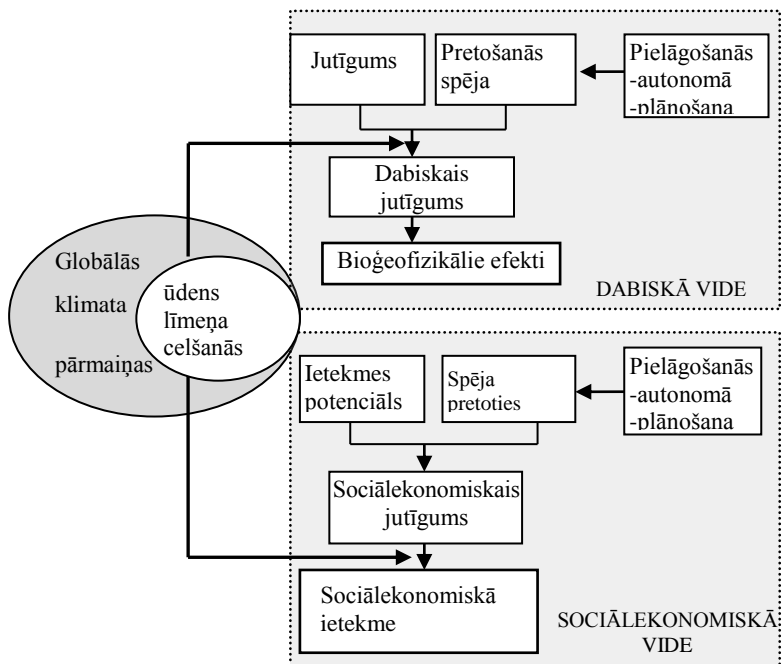
Piekrastes zona ietver trīs savstarpēji saistītas un dinamiskas sistēmas: **ekonomiku, ekoloģiju un ģeomorfoloģiju**, kas savā starpā mūsdienās konkurē (Green, 1999).

Globālo klimata pārmaiņu ietekme uz dabisko vidi un tās bioģeofizikālo efektu ietekmes potenciāla noteikto sociālekonomisko jutīgumu ir atainota 1.2.attēlā. Jutīguma mazināšanai var piemērot plānošanu vai autonomās darbības jeb veikt piekrastes apsaimniekošanu, kas ir vērsta uz lokālu piekrastes aizsardzību jeb konkrētu vietu krasta nostiprināšanu ar krasta aizsargbūvju būvniecību.

Termins *piekrastes apsaimniekošana* pirmo reizi tika pieminēts 1950. gados, izveidojot Amerikas Savienoto Valstu Virdžīnijas salā aizsargājamo dabas teritoriju. Nākamreiz tas parādās 1969. gada ziņojumā „Mūsu nācija un jūra”, likumdošana piekrastes apsaimniekošanu apstiprināja ar 1972. gada ASV Piekrastes zonas apsaimniekošanas aktu. ASV ir vislielākā pieredze piekrastes apsaimniekošanā un krastu aizsardzībā pret eroziju.

Ārvalstu pieredze pierāda, ka, ievērojot sarežģīto jūras krasta litodinamisko procesu, lai noteiktu erozijas faktoru attīstības cēloņus un savstarpējo mijiedarbību, ir nepieciešams veikt jūras ikgadējo litodinamisko monitoringu (straumes, vējš utt.). Latvijā ir veikti Vides aizsardzības fonda finansēti monitoringa pētījumi, tomēr tie nav regulāri un ilgtermiņā pārdomāti.

Pasaulē pagājušā gadsimta vidū plaši izmantoja cieto aizsargbūvju stiprinājumus, bet mūsdienās pieeja tiek būtiski mainīta un aizsardzībai pret eroziju tiek izvēlēti mīkstie risinājumi – pludmaļu piebarošana, kāpu stiprināšana un citi zaļie risinājumi. Kā visefektīvākais aizsarglīdzeklis pret krasta eroziju tiek atzītas dabiskās aizsardzības funkcijas, ko veic pludmale ar tās dabisko reljefu un papildu apstākļiem (kāpas, akmeņi, izgāztie koki, ziemā – ledus sasalums).



Avots: Landscape-scale socio-economics of sea-level rise (Knogge et al., 2004)

### 1.3. att. Mijiedarbība starp dabisko un sociālekonomisko vidi globālā klimata pārmaiņu kontekstā.

Ekonomiski attīstītākās valstis, piemēram, ASV, Lielbritānija un Nīderlande ir izveidojušas fondus krastu erozijas un piekrastes plūdu riska minimizēšanai, kā arī kompensācijas mehānismu lietošanai. Krasta erozijas aizsardzības infrastruktūras izveidošanas projektu novērtēšanai ārvalstīs tiek izmantota izmaksu-ieguvumu analīzes metode.

## 2. PIEJŪRAS REĢIONA SOCIĀLEKONOMISKĀS UN TIESISKĀS VIDES NOVĒRTĒJUMS

Nodaļā 35 lapa, 6 tabulas un 8 attēli.

Šajā nodaļā autore pamato terminu – piejūras reģions un sniedz tā teritorijas definīciju. Piekrastes raksturojums un tā analīze sniedz informāciju par būtiskākajām sociālajām un ekonomikas nozarēm piejūras reģionā. Šajā nodaļā tiek analizēts piekrastes attīstības

potenciāls un salīdzināti piejūras reģiona sociālekonomiskie rādītāji Latvijas novados un valstī kopumā. Nodaļas ietvaros veikta tiesiskās vides analīze visiem ar piekrasti saistītajiem normatīvajiem aktiem.

## **2.1. Piejūras reģiona definīcija un tā apgabalrobežu noteikšana Latvijā**

Jūras krasta josla jeb precīzāk latviešu zinātniskajā terminoloģijā akceptētā piekraste ietver tagadējās un senās jūras krasta un zemūdens reljefa veidojumus un nogulumus sauszemē un jūrā. Piekraste ir šaurāka vai platāka josla, kurā norisinās mijiedarbība starp divām atšķirīgām vidēm ar specifiskiem procesiem, nogulumiem un ekosistēmām. Ikvienā jūras vai okeāna piekrastē izšķir divas galvenās daļas: sauszemes daļu jeb Piejūru un jūras malas daļu, kas piekļaujas un apskalo sauszemi – Jūrmalu. Latvijas piekrastes dabiskā robeža pēc piejūras ģeomorfoloģiskās robežas noteikšanas varianta iezīmē Piejūras zemieni, kuras robežu identificē pēc senā Baltijas ledus ezera vecākā krasta līnijas. Pamatojoties uz literatūras analīzi un skaidri saprotamu terminu pielietojumu, autore *piejūras reģionu definē kā piejūras zemienē esošos piekrastes novadus un pilsētas, kuriem ir krasta zonas iekšējā un ārējā robeža jeb robeža ar jūru*. Šāda krasta zonas noteikšana ir dabisko, ekonomisko un administratīvo kritēriju apvienojums definējot piejūras daļu, kas ir tieši iesaistīta krasta zonas saimnieciskajās aktivitātēs.

Piejūras reģions Latvijā ietver 17 piekrastes novadu un piekrastes republikas pilsētu kopumu:

**Carnikavas novads;**

**Dundagas novads;**

**Engures novads;**

**Grobiņas novads;**

**Jūrmala;**

**Liepāja;**

**Limbažu novads;**

**Nīcas novads;**

**Pāvilostas novads;**

**Rīga;**

**Rojas novads;**

**Mērsraga novads;**

**Rucavas novads;**

**Salacgrīvas novads;**

**Saulkrastu novads;**

**Ventspils;**

**Ventspils novads.**

Piejūras reģiona kopplatība ir 8100 km<sup>2</sup> (12.5% Latvijas teritorijas) un 12% no tās aizņem četras republikas pilsētas. Jēdziena *Piejūras reģions* vai *piekraste* juridiskais definējums sociālu un politisku iemeslu dēļ dažādās valstīs dažkārt atšķiras. Piejūras reģions promocijas darbā tiek saprasts kā administratīvo teritoriālo vienību apkopojums ar būtiskākajiem saimnieciskās darbības virzieniem – ostu darbību, zvejniecību, tūrisma pakalpojumu sniegšanu, kā arī vietējiem iedzīvotājiem un tūristiem.

## 2.2. Latvijas piejūras reģiona ekonomiskās attīstības raksturojums

Piejūras reģionu ir sarežģīti raksturot tā nevienmērīguma un atšķirīgo mērķgrupu redzējuma dēļ. Proti, atbilstoši ES regulai (EK) Nr. 1059/2003, - piekrastes pašvaldības pēc NUTS III, līmeņa ietilpst statistisko reģionu iedalījuma 3 statistiskajās teritoriālajās vienībās: Rīga, Pierīga un Kurzeme. Turpretim piejūras reģions ietilpst Rīgas un Kurzemes plānošanas reģionos, turklāt statistikas dati laika posmā līdz 2008. gadam aptver tikai rajonus un lielās pilsētas, bet piejūras novadi vai pašvaldību administratīvās teritorijas atsevišķi netika izdalītas.

Rīgas un Pierīgas reģionā vidējais apdzīvotības blīvums ir 105 cilv. km<sup>2</sup>, bet reģiona centrālajā daļā (Rīga, Jūrmala, Pierīga) – 280 cilv. km<sup>2</sup>, kas ir trīs reizes vairāk kā vidēji valstī Kurzemē, tas ir: 23.3 iedz. km<sup>-2</sup>. Bez Liepājas un Ventspils šis rādītājs pazeminās līdz 13.9 iedz. km<sup>-2</sup>, padarot Kurzemi par vismazāk apdzīvoto reģionu Latvijā. Piekrastes pašvaldībās 2010. gada sākumā pavisam dzīvoja 989.5 tūkst. iedzīvotāju (44% Latvijas iedzīvotāju), no tiem 90% bija deklarējušies Rīgā, Liepājā, Ventspilī vai Jūrmalā.

Pierobežu novadu rādītāji ir atainoti 2.1. tabulā.

2.1. tabula

### Pierobežu novadu demogrāfiskie un sociālekonomiskie rādītāji

Rādītāja nosaukums	Piekrastes novadi	Latvijā	Novadi
Iedzīvotāju skaita izmaiņas (2005./2010.), %	-1.84	-2.1	-1.6
Iedzīvotāju blīvums 2010. gada sākumā cilv. km <sup>-2</sup>	12.4	34.9	17.3
Demogrāfiskās slodzes indekss	531.1	513.8	513
Iedzīvotāju skaits līdz darbības vecumam 2010. gada sākumā, %	13.7	13.7	14.3
Iedzīvotāju skaits darba spējas vecumā 2010. gada	65.3	66.1	66.1

Rādītāja nosaukums	Piekra <span>st</span> es novadi	Latvijā	Novadi
sākumā, %			
Iedzīvotāju skaits virs darba spējas vecuma 2010. gada sākumā, %	21	20.2	19.8
Iedzīvotāju ienākumu nodokļa ieņēmumi pašvaldības budžetos 2008. gadā, Ls	299.8	367.3	286.5
Iedzīvotāju ienākumu nodokļa ieņēmumi pašvaldības budžetos 2009. gadā, Ls	212.1	265.9	207.5
Bezdarba līmenis 2009. gadā, %	4.4	5.1	5.7
Bezdarba līmenis 2010. gadā, %	10.6	12	13.4
Ekonomiski aktīvo individuālo komersantu un komercsabiedrību skaits uz 1000 iedz. (2008. gadā)	19.8	30.8	18.3

*Avots: Reģionu attīstība Latvijā 2009, 2010.*

Pēc reģionu demogrāfisko un sociālekonomisko rādītāju novērtējuma autore apskatīja piekrastes novadu vidējos rādītājus, ņemot vērā to, ka šajā grupā iekļautajiem novadiem piekrastes teritorijas un nozīmības īpatsvars ir ļoti atšķirīgs. Analizējot 2.1. tabulā atainotos novadu sociālekonomiskos un demogrāfiskos datus, var secināt, ka ekonomiskie rādītāji attiecībā uz ienākumu līmeni piekrastes novados ir labāki nekā kopumā Latvijā, bet zemāki attiecībā uz iedzīvotāju skaitu darbspējas vecumā. Bezdarba līmenis piekrastes novados 2009. gadā bija 4.4% un 2010. gadā – 10.6% un ir zemāks nekā novados un Latvijā kopumā, taču pastāvīgo iedzīvotāju skaits piekrastes novados sarūk nedaudz straujāk nekā vidēji visos novados. To varētu skaidrot ar piekrastes vides aizsardzības politiku un augstāku piekrastes īpašumu tirgus cenu. Salīdzinot iedzīvotāju ienākumu nodokli ar vidējo Latvijā, var secināt, ka piekrastes pašvaldībām tie ir par 67.5 Ls zemāki nekā Latvijā vidēji, bet tajā pašā laikā tie ir par 13.3 Ls augstāki 2008. gadā un par 4.6 Ls – 2009. gadā nekā novados. Kā būtiskākais rādītājs ir jāuzsver bezdarba līmenis, kas 2009. un 2010. gadā bija mazāks par vidējo Latvijā. Tas liecina par piekrastes novadu ekonomisko potenciālu, kurš, spriežot pēc ienākumu nodokļa un ekonomiski, aktīvo individuālo komersantu skaita uz 1000 iedzīvotājiem, netiek pilnvērtīgi izmantots.

### **2.3. Piekrastes reģiona iesaistīto pušu un nozīmīgāko sociālekonomisko nozaru izvērtējums**

Piekrastes reģions tiek uzskatīts par svarīgu gan nacionālā, gan arī starptautiskā mērogā gan dabas, gan ekonomisko un kultūras resursu dēļ. Eiropas Savienība ir atzinusi piekrastes teritorijas nozīmību un arī Latvijā piekrastei ar tās iedzīvotājiem, dabas un ekonomiskajām



vērtībām ir ļoti liela loma kopējā sistēmā, kas dažādos līmeņos joprojām nav pietiekami novērtēta (Cooper, 2008).

Latvijas Baltijas jūras piekrastes teritorijas ir īpaši jutīgas ekosistēmas ar floras un faunas daudzveidību, kā arī ir uzskatāmas par ekonomiski ļoti aktīvu zonu – tur atrodas tirdzniecības centri un ostas, kā arī piekrastes teritorijas visbiežāk izvēlas par tūrisma galamērķi. Tas ietekmē ne tikai ekonomiskos aspektus, bet arī piekrastes vietējo iedzīvotāju dzīves kvalitāti. Kopumā Latvijas piekrastes reģionā var izdalīt šādas galvenās iesaistītās puses, kuras savstarpēji mijiedarbojas un kuru intereses saskaras piekrastes attīstības jautājumos: piekrastes iedzīvotāji, piekrastes uzņēmēji – ostas, zivsaimniecības uzņēmumi, vēja parki, utt., piekrastes dabas vērtības un piekrastes tūrisms.

Ar Latvijas piekrasti ir saistītas šādas nozīmīgākās nozares – transports (ostu darbība), zvejniecība un zivsaimniecība, tūrisms, piekrastes dabas vērtības, mežsaimniecība, lauksaimniecība un enerģijas pakalpojumi (vēja elektrostacijas). Tūrisma un transporta nozares sniedz ekonomiski vislielāko devumu Latvijas IKP, kā arī rada vislielāko slodzi uz piekrasti. Zivsaimniecības nozarei ir nozīmīga loma Latvijas reģionu attīstībā un nodarbinātības nodrošināšanas jomā. Zivsaimniecības aktivitātes būtiski neietekmē krastu eroziju (izņemot molu celtniecība), turpretim krasta erozijas apkarošanas rezultātā tiek nodarīti zaudējumi zivju resursiem.

Lauksaimniecības un mežsaimniecības aktivitātes Latvijas piekrastē ir minimālas, tomēr ir novērojama mežu izciršana jaunu ēku būvniecībai vai dabas pārveidošana, labiekārtojot privātīpašumus.

No Eiropā aizsargājamiem biotopiem Latvijā jūras krastā sastopami 23, kas aizņem aptuveni 90% krasta kāpu aizsargjoslas un pludmales. 20 apdraudētākie piekrastes biotopi apstiprināti kā īpaši aizsargājami Latvijā. Īpaši aizsargājamās dabas teritorijas aizņem aptuveni 45% no krasta kopējā garuma. Šajās teritorijās tiek ierobežota saimnieciskā darbība, kas labvēlīgi ietekmē erozijas novēršanu, jo piekrastes veģētācija ir primārā, kas pasargā krastu no noskalšanās, tomēr aizliegumi bez pārdomātas saimnieciskās darbības iespējām, atbilstīgām vadlīnijām un finanšu resursiem aizsardzības plānos paredzēto pasākumu realizēšanai nav efektīvi. Piemēram, laika posmā kopš 2005. gada Piejūras dabas parkā ir zaudētas plašas vērtīgu biotopu teritorijas, tai skaitā tādēļ, ka parkā trūkst pārdomātas un pievilcīgas infrastruktūras, kas ļautu organizēt un kontrolēt tūrisma plūsmu un noslodzi.

## 2.4. Piekrastes plānošanas tiesiskā bāze un tās analīze

Atbilstīgi izvirzītajiem pētījuma uzdevumiem, veikta piekrastei saistošās tiesiskās un normatīvās bāzes izpēte. Tiesiskās vides analīze visiem ar piekrasti saistītajiem normatīvajiem aktiem liecina, ka nacionāla līmeņa politikas dokumentos trūkst vienota skatījuma uz piekrastes attīstības jautājumiem. Nav atbalsta politikas piekrastes potenciāla ilgtspējīgai izmantošanai, plānošanas dokumentos ir noteikts piekrastes vērtību kopums, definēts piekrastes attīstības mērķis un trīs apakšmērķi, kā arī noteikti rīcības virzieni un būtiskākie uzdevumi piekrastes ilgtspējīgas attīstības nodrošināšanai. Tomēr prasības, kas attiecas uz dabas aizsardzību un teritorijas plānošanu un noteiktas Latvijas tiesību aktos, ir sarežģīti ievērot, nepietiekamā finansējuma dēļ. Esošie pārvaldības instrumenti neveicina sadarbību piekrastes attīstības plānošanā, nesekmē koordinētu un racionālu finanšu piesaisti un izlietošanu.

Attīstības plānošana piekrastē ir sadrumstalota un vāji koordinēta. Līdzšinējos nozaru politikas plānošanas dokumentos piekraste kā vienota telpa izdalīta netika. Valsts institūciju savstarpējā sadarbība piekrastes attīstības plānošanā, tai skaitā ar vietējām pašvaldībām un sabiedrību ir neregulāra, nav instrumenta sadarbības uzlabošanai. Spēkā esošā Baltijas jūras un Rīgas jūras līča piekrastes aizsargjoslas noteikšanas metodika katrai vietai raksturīgos un atšķirīgos jūras krasta procesus un piekrastes savdabību ietekmējošos apstākļus ņem vērā nepietiekami. Esošais normatīvais regulējums par zemes īpašumtiesībām piekrastes joslā, valsts, pašvaldību un citu zemes īpašnieku kompetenci piekrastes joslas apsaimniekošanā un krastu erozijas ierobežošanā, privātās zemes izmantošanu sabiedrības vajadzībām publiskās infrastruktūras veidošanai, lai nodrošinātu piekrastes pieejamību, kā arī kūrortu statusu un zemūdens kultūras mantojuma objektu noteikšanu, nesekmē racionālu un koordinētu finansējuma piesaisti piekrastes attīstībai. Nosacījumi par teritorijas izmantošanu un apbūvi, ievērojot klimata pārmaiņu negatīvās sekas, kā arī nosacījumi, kas vērsti uz piekrastes raksturīgo apbūves principu ievērošanu vietās, kur tādi ir identificējami, piekrastes pašvaldību teritorijas izmantošanas un apbūves noteikumos ietverti nepietiekami.

Rīcības krastu erozijas ierobežošanai nereti ir zinātniski nepamatotas un neefektīvas, jo praktiski ieteikumi jūras krasta un upju grīvu erozijas ierobežošanai, kas ir ietverti atsevišķu projektu un konsultāciju materiālos, nav apkopoti un netiek popularizēti. Aizsargjoslu likumā izdarītās izmaiņas, kas atļauj individuālu krasta stiprinājumu būvniecību kāpās, ir pretrunā ar VARAM līdzšinējo vides politiku, - nepārdomāta

un nepareiza krastu aizsardzība radīs draudus piekrastes resursiem. Šāda likuma atkāpe varētu būt uzskatāma par korektu, ja tā tiktu iestrādāta kopā ar vadlīnijām vai rekomendācijām, kurus VARAM līdz šim nav izstrādājusi.

## 2.5. Integrētā piekrastes zonas pārvaldīšana un apsaimniekošana

Integrētā piekrastes zonas pārvaldība un apsaimniekošana (IPZA) tiek definēta kā ir dinamisks, daudzdisciplinārs un atkārtots process, ar kura palīdzību veicināt piekrastes zonu ilgtspējīgu pārvaldību.

**Latvijā** IPZA principi līdz šim nav plaši izmantoti, lai gan dažkārt integrēta plānošanas notiek arī neatsaucoties uz IPZA principiem, bet daļēji, iespējams intuitīvi, tomēr šādu pieeju izmantojot.

Latvija neplāno izveidot atsevišķu institūciju, kas būtu atbildīga par IPZA, uzsverot, ka tiks palielināta jau esošo institūciju kapacitāte un izglītoti eksperti par IPZA aspektiem. IPZA rekomendācijas ieviešana šobrīd daļēji tiek īstenota arī INTERREG III projektā “Integrēta piekrastes attīstība Baltijas jūras reģionā/BALTCOAST” ietvaros, kurā piedalījās septiņas Baltijas jūras reģiona valstis.

Lai gan sabiedrības un dažādu interešu grupu iesaiste šajā ziņojumā tiek minēta gan kā nepieciešama, gan kā aktīvi jau pielietota, - bieži tā tomēr ir formāla un nav efektīva.

IPZA procesos kā priekšnoteikums svarīga ir visu iespējamo iesaistīto un ieinteresēto pušu līdzdalība, efektīva to komunikācija gan horizontālā, gan vertikālā līmenī, šāda procesa un tā rezultātu publiskums.

Autore apskata integrētās piekrastes apsaimniekošanas atdeves aprēķinus ASV un Ķīnā, kas noteikti, balstoties uz 10 gadu perioda datiem, proti – pirmo piecu gadu periodam (bez Integrētās piekrastes zonas apsaimniekošanu-IPZA) aprēķināts nozaru vidējais pieaugums, ko pieņem kā nozaru ikgadējo standarta pieaugumu, attiecīgi – nozaru ikgadējā pieauguma starpība, kāda tika aprēķināta pēdējiem pieciem gadiem (ar IPZA), tika uztverta kā integrētās piekrastes apsaimniekošanas izmaksu atdeve. Aprēķini tika veikti pēc 2.1., 2.2. un 2.3.formulām.

$$\Delta v = v_1 - v_0 \quad (2.1.)$$

$$v_1 = \sum_{t=1}^T \frac{\sum_{i=1}^n (b_{it}^1 - c_{it}^1)}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{\sum_{j=1}^m e_{jt}^1}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{\sum_{k=1}^x d_{kt}}{(1+r)^t} \quad (2.2.)$$

$$v_0 = \sum_{t=1}^T \frac{\sum_{i=1}^n (b_{it}^0 - c_{it}^0)}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{\sum_{j=1}^m e_{jt}^0}{(1+r)^t}, \quad (2.3.)$$

kur  $v_1; v_0$  – ieguvumi kā tūrā tagadnes vērtība diviem scenārijiem ar/bez IPZA;

b – ieguvumi/atdeve no ekonomiskā sektora, Ls;

c – izmaksas saistītas ar ekonomisko sektoru, Ls;

e – ārējās izmaksas, Ls;

d – integrētās piekrastes apsaimniekošanas izmaksas, Ls;

i – ietvērto ekonomisko nozaru indeksi (1,2,...,n);

j – ietvērto ārējo izmaksu indeksi (1,2,...,m);

k – integrētās piekrastes apsaimniekošanas ietvērto izmaksu indeksi (1,2,...,x);

r – diskonta likme.

Integrētās piekrastes apsaimniekošanas izmaksu efektivitāte tika pierādīta palielinoties ikgadējam nozaru pieaugumam no 23% līdz 49%.

### 3. EROZIJAS IETEKME UZ PIEKRASTES SOCIĀLEKONOMISKO ATTĪSTĪBU

*Nodaļā 40 lapas, 13 tabulas, 21 formula un 12 attēli.*

Promocijas darbā šī nodaļa veltīta krasta erozijas radīto ekonomisko risku izvērtējumam Latvijas piekrastē un to ietekmes noteikšanai. Krastu aizsardzības projektu atdeves noteikšanai autore pielieto izmaksu –ieguvumu analīzi.

#### 3.1. Erozijas izraisītie ekonomiskie riski un to izvērtējums

Lai izvērtētu krasta erozijas radītos ekonomiskos riskus Latvijas piekrastē un to iespējamo ietekmi uz piekrastes sociālekonomisko vidi, ir nepieciešams apzināt Latvijas situācijai atbilstīgus indikatorus.

Izvērtējot klasiskās risku teorijas, autore uzskata, ka krastu erozija atbilst ekonomiskā riska definīcijai, tādējādi uzskatāma par tautsaimniecisko risku Latvijas piekrastē, kā arī secina, ka erozijas riska faktori rada multiplikatora efektu piekrastes sociālekonomiskajām grupām.

Darbā iegūtie dati un starptautiskā pieredze tika izmantota, lai objektīvi novērtētu krastu erozijas draudus un piedāvātu piekrastes risku vadību.

Atbilstīgi pētījumā noteiktajiem riska novērtējuma indikatoriem, piejūras reģiona novadi un pilsētas iedalās šādās riska grupās:

- **augstam riskam** atbilst Jūrmala, Liepāja, Rīga, Ventspils pilsēta, Salacgrīvas novads;
- **vidējam riskam** atbilst Saulkrastu, Rojas un Nīcas novads;

- **zemam riskam** atbilst Pāvilostas, Carnikavas, Limbažu, Mērsraga, Engures, Dundagas, Grobiņas, Ventspils un Rucavas novads.

Lai varētu veikt aprēķinus Latvijas piekrastei, bija nepieciešams noteikt visas piekrastes vērtības un iedalīt tās aprēķinu klasēs, kā arī noteikt to vērtības. Tas tika veikts, balstoties uz sociālekonomiskajiem indikatoriem, Latvijas piekrastes analīzi, ieguvumu pārneses analīzi un autoreis izstrādāto metodiku vērtību noteikšanai, kas aprakstīta turpmākajās nodaļās.

### 3.2. Ekonomiskās metodes piekrastes vērtību izteikšanai monetāros lielumos

Vides aizsardzības un apsaimniekošanas politikai attīstoties ES, pieaug nepieciešamība pēc vides ekosistēmu ekonomiskās novērtēšanas. Par ekonomiskās novērtēšanas galveno virzītājspēku iespējams uzskatīt Ūdeņu struktūrdirektīvu, kas tieši ieintegrē ekonomiskos apsvērumus un ievieš ekonomiskos aspektus ūdeņu aizsardzības un apsaimniekošanas politikas izstrādē. ES Ūdens struktūrdirektīvas ietvaros noteikts, ka aizsargājamas teritorijas zaudēšanas gadījumā kompensācija jāveic pēc līdzvērtības principa, kā arī noteic situācijas, kad ūdeņu aizsardzībai nepieciešamo lēmumu pieņemšanā ņemami vērā sociālekonomiskie apstākļi, izmaksu un ieguvumu aplēses attiecinot arī uz politikas pasākumiem.

Pētījumā piekrastes vērtību noteikšanai tika pielietota **izmaksu un ieguvumu analīze (IIA)**, aprēķinot, pie kādiem nosacījumiem projekta visu pozitīvo ietekmju summa ir lielāka par negatīvo ietekmju summu, kad tās tiek izteiktas vienībās – visbiežāk naudā (DG Regional Policy, 2005).

Pētījumā tika pielietota **ieguvumu pārneses metode**, kuras definīcija skaidro ieguvumu pārnesi kā *ieguvumu vērtējumu no vides sistēmas izmaiņām pārnesi uz jaunu situāciju, kas ir atšķirīga no tās situācijas, kurā vērtības tika iegūtas*. Pēc būtības ieguvumu pārnese ir eksistējošu vides labumu novērtējumu pārnese no vienas situācijas uz otru. Īpaši pēdējās dekādēs ieguvumu pārneses metode tiek samērā plaši lietota politikas praksē.

Ar **hedonisko metodi** tiek noteikta to ieguvumu cena, kuriem nav tirgus vērtības, tā, piemēram, netieši tiek novērtēta tīra gaisa un klusas apkārtnes vērtība. Tas iespējams, novērtējot īpašumu vērtības dažādos rajonos un noskaidrot iedzīvotāju vēlmi maksāt par skaistu dabas skatu un svaigu gaisu. Tomēr pastāv varbūtība, ka ar šādu pētniecības metožu

palīdzību iegūtajiem rezultātiem ir liela kļūda. **Ceļošanas izmaksu metode** izvērtē vidējās ceļa izmaksas vienam apmeklētājam, tādējādi iegūstot „ieejas biļetes cenu” jeb personas vēlni maksāt par objekta apskati.

**Meta-analīzes** pieejas gadījumā tiek pārnesta ieguvumu funkcija kopumā, taču tā ir balstīta uz daudzu pētījumu datiem (kas veido modeļa izveides izlasi). Meta-analīzes pieeja ir precīzāka par ieguvumu pārneses metodi, tādēļ, ka modelī iespējams iekļaut papildu mainīgos, kas ļauj izskaidrot variācijas vērtējumos un uzlabo precizitāti. Saskaņā ar Martinez (2007) pētījumu par Pasaules krastu ekoloģisko, ekonomisko un sociālo svarīgumu Latvijas ekosistēmas pakalpojumu produkcijas apjoms globālā līmenī tiek lēsts kā 155.74 milj. LVL piekrastes (līdz 100 km no ūdens līnijas) sauszemes dabas vērtībām, 2.48 milj. LVL ūdens akvatorijām, kopā veidojot 158.22 milj. LVL.

Autore uzskata, ka ieguvumu pārneses metodei ir būtiskas priekšrocības salīdzinājumā ar citām monetārās novērtēšanas metodēm. Lietojot ieguvumu pārneses metodi, nav nepieciešama primāro datu vākšana, jo tā balstās uz informāciju no pētījumiem, kuros izmantotas citas (iepriekš raksturotās) novērtēšanas metodes. Ieguvumu pārneses metode ļauj iegūt ekonomisko novērtējumu vides „precēm un pakalpojumiem”, un novērtējumu izmaiņām gan izmantošanas, gan neizmantošanas vērtībā (ja ieguvumu pārnesei izmantoti pētījumi, kuri sniedz šādus novērtējumus).

### **3.3. Ekonomiskās metodes un to heirstiskā loma politikā**

Piekrastes aizsardzībā pret krastu eroziju būtiski jāizvērtē ieguldītās izmaksas attiecībā pret ieguvumiem, jo ekonomiskās efektivitātes princips paredz, ka publiskie līdzekļi, par kādiem uzskatāmi arī ieguldījumi erozijas novēršanā, tiek tērēti mērķtiecīgi un racionāli.

Investīciju darbības plānošanu un īstenošanu nav iespējams veikt bez konkrētas un detalizētas to lietderīguma un efektivitātes ekonomiskās analīzes, t.i., rentabilitātes līmeņa noteikšanas kapitālieguldījumu apjomam, ievērojot naudas vērtības laika aspektu. Piekrastē (atkarībā no īpašuma formas) tiek ieguldītas gan privātās, gan valsts un kopīgās tiesās reālās investīcijas. Lai tās varētu būt uzskatāmas par ilgtermiņa investīcijām, tām jābūt orientētām uz noteiktu ekonomisko rezultātu, ar kuru, saprot noteiktu ekonomiskā efekta ienākuma līmeni. Šo efektu nosaka kā starpību starp ienākumiem investīciju resursu izmantošanas periodā un naudas līdzekļu izdevumiem tā paša perioda ietvaros

(kopējās izmaksas, visu līmeņu nodokļi). Šī starpība var būt gan pozitīva, gan negatīva.

Piekrastes aizsardzības investīciju projektu ekonomisko efektivitāti autore aprēķināja, izmantojot izmaksu-ieguvumu analīzes metodi.

Erozijas izmaksu-ieguvumu aprēķināšanai tiek noteikta tīrā tagadnes vērtība konkrētam iecirknim, kurā plānotā krasta aizsardzība, tiek aprēķināta pēc 3.1. formulas.

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{L_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{Z_t}{(1+r)^t}, \quad (3.1.)$$

kur  $Z$  – krasta aizsardzības izmaksas un krasta aizsardzības rezultātā zaudētās zemes platības vērtība, Ls;

$t$  – laika periods;

$r$  – diskonta likme;

$L$  – kopējās nosargātās platības vērtība (Ls), ko aprēķina:

$$L = E + G_{ka} \quad (3.2.)$$

kur  $G_{ka}$  – krasta aizsardzības rezultātā akumulētās platības vērtība, Ls;

$E$  – erodēto zemju vērtība, Ls

Promocijas darbā aprēķins veikts 50 gadu perspektīvai, ar mērķi noteikt projekta ietekmi un investīciju apmēru, izteikt to monetārā izteiksmē, kā arī noteikt tīros projekta ieguvumus un diskontēt tos 2012. gada vērtībās.

Autore uzskata, ka pētījuma ietvaros jāpieņem diskonta likme  $r=3\%$ , kas ir samērojama ar inflācijas rādītāju, bet neiekļauj tiešu investoru peļņas faktoru. Salīdzinoši zemā diskonta likme ir izskaidrojama arī ar krasta stiprinājumu izveides nepieciešamību – naudai nav līdzvērtīgas ieguldīšanas alternatīvas. Šāda diskonta likme nosaka, kāda summa ir jāsaņem šodien, lai nākotnē nosegtu visus paredzētos maksājumus, pieņemot, ka banka noguldījumiem dos vismaz  $3\%$  likmi.

Promocijas darbā tiek izvērtēta politikas ietekme uz piekrastes sociālekonomisko un kultūras vidi, kā arī definēti soļi ilgtermiņa politikas lēmumu pieņemšanai, proti, sabiedrības vajadzības vai problēmas vienmēr jāizvērtē ar pielietojamības un ilgtspējas rādītājiem (*sociālais taisnīgums piekrastē*), kas apmierina makro-ekonomikas rezultātus, un tikai pēc tam definē pakārtotu mērķi (*attīstīta, līdzsvarota piekraste*). Tā kā promocijas darba mērķis nav vērsti tikai uz krastu aizsardzību, bet līdzsvarotas piekrastes attīstību (kas t.s. ietver arī aizsardzības pasākumus prioritāte tiek piešķirta sociālajam taisnīgumam, nodrošinot ieguldījumu veikšanu tikai pēc kvalitātes rādītāju izpildes. Tādējādi ieguldījumi ir efektīvi (*samazinās erozija,*

*apmierināta sabiedrība*) un ekonomiski (*vislielākā atdeve*), to darbības rezultāti uzrāda ilgtspējīgas politikas rezultātus.

Tradicionāli izmaksu un ieguvumu analīzei ir šādi posmi: finansiālā analīze, sociāli ekonomiskā analīze, jutīguma analīze un vajadzības gadījumā – multikritēriju analīze. Sociāli ekonomiskās analīzes mērķis ir noteikt, kādas izmaksas un kādus ieguvumus sabiedrībai radīs pasākuma īstenošana salīdzinājumā ar situāciju, kad pasākumu neīsteno. Analīzē tradicionāli cenšas ietvert arī to iedarbību, kas ir netieša vai kuru tirgus darījumi atspoguļo tikai daļēji. Analīzi var izmantot, lai labāk izprastu to, kā izmaksas un ieguvumi sadalās pa dažādām ietekmētajām sabiedrības grupām, un to, vai no sabiedrības viedokļa konkrēts pasākums ir vēlams.

Specifiskiem projektiem, kas saistīti ar vides aizsardzības pasākumu realizāciju un projektiem, kuriem var būt būtiska ietekme uz vidi, papildus jāveic multikritēriju analīzē ietvertās komponentes „piesārņotājs maksā” izsvērumus vai jāveic ietekmes uz vidi analīze. Balstoties uz ekspertu intervijās iegūto informāciju un visu piekrastes resursu un nozaru izvērtējuma analīzi, autore ir izstrādājusi kritērijus un to nozīmīguma pakāpi multikritēriju analīzei.

<b>Kritēriji</b>	<b>Nozīmīguma pakāpe</b>
Sociālkulturālo vērtību aizsardzība	0,8
Dabas ainavas un paaudžu mantojums	0,5
Ikgadējo uzturēšanās izmaksu ietaupījums pašvaldības vai uzņēmēju budžetā	0,6
Pašvaldību administratīvās kapacitātes celšana, iedzīvotāju zināšanu pilnveidošana	0,3
Saimnieciskās darbības diversifikācija un ilgtspējīga apsaimniekošana piejūras reģionos	0,4
Ekosistēmas ekoloģiskie pakalpojumi	0,2
Zemes platību pozitīva bilance	0,4
Sociālais taisnīgums	0,5
Vienādas iespējas	0,2
Vides aizsardzība	0,4

*Avots: autores veidots attēls*

### 3.1.attēls **Multikritēriji krastu aizsardzības alternatīvu salīdzinājumam**

Kritēriji multidisciplināras pieejas un integrētas piekrastes attīstības nodrošināšanai atspoguļoti 3.1. attēlā. Kritērija „Ikgadējo uzturēšanās izmaksu ietaupījums pašvaldības vai uzņēmēju budžetā” ietvaros cita



starpā vērtēts ietaupījums vai zaudējumi no ostu bagarēšanas, pludmales infrastruktūras atjaunošanas, u.c. krasta aizsardzības pasākumiem.

Promocijas darbā izdevumu un ieguvumu analīzes un multikritēriju analīzes metodika piemērota ekonomisko ieguvumu aprēķināšanai no piekrastes aizsardzības Liepājas pilsētā. Piekrastes aizsardzības ekonomisko ieguvumu aprēķināšanai izmantota izdevumu un ieguvumu analīze 50 gadu ilgai nākotnei ar mērķi noteikt projekta ietekmi, tā apmēru un aprēķināt to monetārā izteiksmē, diskontējot tīros ieguvumus 2012.gadā.

### 3.4. Latvijas piekrastes vērtību noteikšanas metodika un tās pamatojums

Izvērtējot krasta aizsardzības projektu ar IIA, iespējams ne tikai noteikt projekta rezultātā ietaupītos resursus, bet, balstoties uz finansiālo analīzi, arī aprēķināt potenciālo ieguvumu iekšzemes kopproduktam no nosargātajām krasta platībām jeb ekonomiskajiem resursiem.

**Ražošanas faktori jeb ekonomiskie resursi** ir viss, kas tiek izmantots, lai ražotu preces un pakalpojumus. Pamatojoties uz šo ekonomikas pamatprincipu, autore izstrādāja piekrastes zaudējumu metodikas aprēķinu ievērtējot šādus ekonomiskos resursus:

- materiālie resursi (dabas resursi (zeme) un kapitāls);
- cilvēku resursi (darbs, uzņēmējspējas un informācija – resurss, kas ļauj uzlabot ražošanu.

*Zaudējumu aprēķinos kā pamatprincips tika ievērota maksa par ražošanas faktoriem:*

- zeme – rente;
- kapitāls – procenti;
- darbs – alga;
- uzņēmējspējas – peļņa;
- informācija – samaksa.

Balstoties uz ekonomikas ražošanas pamatlikumiem un iekšzemes kopprodukta aprēķinu pēc ienākumu metodes, autore izstrādāja piekrastes vērtību noteikšanas metodiku. Piekrastes izmaksu-ieguvumu noteikšanai autore ir izstrādājusi aprēķina metodiku Latvijas piekrastes tipiem, ievērojot tiem raksturīgo vidi un ekosistēmu, kā arī izvērtējot sociālekonomiskajiem indikatoriem.

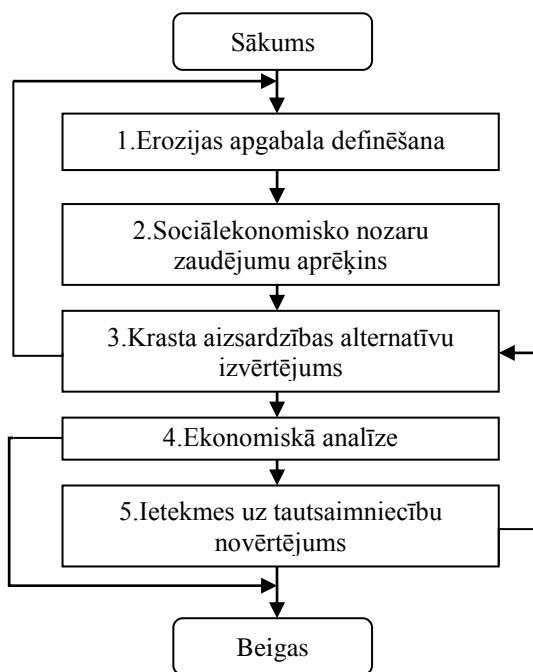
Latvijas noskaloto krastu bilance tiek aprēķināta no krastu erozijas apdraudēto platību summas atņemot akumulēto krastu summētās platības (3.3. formula).

$$T = \sum_{j=i}^m E - \sum_{j=i}^m G \quad (3.3.)$$

kur  $T$  – krastu erozijas balance visai Latvijas piekrastei, noteiktā laika periodā, ha;  
 $E$  – krastu erozijas apdraudētās platības konkrētā iecirknī, noteiktā laika periodā, ha;  
 $G$  – akumulētās platības konkrētā iecirknī, noteiktā laika periodā, ha.

Autore pētījuma ietvaros izstrādāja Latvijas piekrastes vērtību aprēķināšanas metodiku un erozijas zaudējumu aprēķinu modeli.

3.2.attēlā uzrādīts metodikā paredzēto darbību kopums. Katram iterācijas uzdevumu blokam ir apakšbloku iterācijas ar skaidrojumiem un praktiskajiem erozijas aprēķina modeļa pielietojumiem.



*Avots: autores veidots attēls*

### 3.2.attēls **Erozijas izvērtējuma darbību secība**

Izmantojot KALME pētījumu rezultātus, tika aprēķināta erozijas/akumulācijas balance Latvijai, un kopējie zemes platības minimālie zaudējumi tiek lēsti 1084 ha, skatīt 3.1. tabulu.

**Latvijas piekrastes erozijas un akumulācijas prognozes. platība  
2030. un 2060. gadā, ha**

<b>Bilance</b>	<b>2030. gadā</b>	<b>2060. gadā</b>
Erodētā platība (E)	310	1072
Akumulētā platība (G)	73	225
Zaudētā platība (T)	237	847

*Avots: autores veidota tabula, balstoties uz KALME pētījumu (2009).*

Pirmais uzdevums paredz dabā noteikt erozijas apdraudēto apgabalu balstoties uz KALME projekta prognozēm un konsultējoties ar zinātniekiem. Metodikas otrais uzdevums paredz piekrastes erozijas apdraudēto vērtību noteikšanu, ko aprēķina pēc 3.4. formulas.

$$E = A + F + N + P + R + I + H + B, \quad (3.4.)$$

- kur E – erozijas noskaloto krastu kopējā vērtība, Ls;  
 A – lauksaimnieciskā vērtība, Ls;  
 F – mežsaimnieciskā vērtība, Ls;  
 N – dabas vērtības, Ls;  
 P – privātās zemes apbūves vērtības, Ls;  
 R – rūpnieciskās un komercdarbības vērtības, Ls;  
 I – inženierbūvju vērtība, Ls;  
 H – kultūrvēsturiskā vērtība, Ls;  
 B – pludmales zaudējumi, Ls;

Katrai nozarei ir sava aprēķinu formula, piemēram, lauksaimnieciskā vērtība (A) tiek aprēķināta pēc 3.5.formulas.

$$A_i = S_A^i * C_A^i + \sum_{t=1}^{yrk} t * \frac{S_A^i(A_r^i * a_r + A_p^i * a_p + C_{taxA}^i)}{yrk} + S_A^i(A_r^i * a_r + A_p^i * a_p + C_{taxA}^i)(yr - yrk - T) + \sum_{j=1}^m S_{BN}^{ij} * C_{taxB}^{ij}(yr - yrk - T) + C_B^{ij}(2 \sum_{j=1}^m S_B^{ij} + \sum_{j=1}^m S_{BN}^{ij}) \quad (3.5.)$$

- A<sub>i</sub> – lauksaimnieciskā vērtība konkrētam iecirknim, Ls  
 S<sub>A</sub> – lauksaimniecībā izmantojamās zemes platība kvadrantā, m<sup>2</sup>  
 C<sub>A</sub> – kadastra vērtība lauksaimniecības zemēm, Ls m<sup>-2</sup>  
 t – gadskārtas skaitļi pieaugošā secībā, kurā tiek noskalota kvadranta zeme no noskalotās pirmā gada skaitot, t=1,2,..., yrk  
 A<sub>r</sub> – no kvadrātmetra iegūstamā raža, kg m<sup>-2</sup>  
 a<sub>r</sub> – vidējā ražas cena, Ls kg<sup>-1</sup>  
 A<sub>p</sub> – pļavas, no kvadrātmetra iegūstamais siens, kg m<sup>-2</sup>

- $a_p$  – siena cena, Ls  $kg^{-1}$   
 $C_{taxA}$  – kadastra nodoklis, Ls  $m^{-2}$   
 $S_B$  – lauksaimnieciski izmantojamo ēku platība,  $m^2$   
 $S_{BN}$  – lauksaimnieciski izmantojamo ēku platība, kas netiks uzbūvētas citā vietā,  $m^2$   
 $C_B$  – kadastra vērtība lauksaimniecības ēkām, Ls  $m^{-2}$   
 $C_{taxB}$  – kadastra nodoklis ēkām, Ls  $m^{-2}$   
 $yr$  – laika periods plānošanas periodam, gadu skaits  
 $yrk$  – laika periods, kādā tiks noskalots konkrētais kvadrants, gadu skaits  
 $T$  – plānošanas perioda gadskārta, kurā uzsākas konkrētā kvadranta noskalošanās

Autore aprēķinu modeļi ir atsevišķi ietvērusi visus piekrastes nozaru saimnieciskos un sociālekonomiskos labumus, tomēr kopējā zaudējumu aprēķinā atsevišķi nav izdalīta zivsaimniecības nozare. Tas tiek pamatots ar pieņēmumu, ka zivsaimniecības uzņēmumiem erozijas radītos zaudējumus aprēķina pie rūpniecības un komercdarbības nozares, kā arī pētījuma ierobežotības dēļ (statistikas datu nepieejamība un neobjektīva izvērtēšana) būtu grūti aprēķināt erozijas zaudējumus individuālajiem zvejniekiem. Tomēr tiek izvērtēts, ka erozija vislielākos zaudējumus nodara zivju resursiem gadījumā, ja tiek veikta krasta aizsardzība – zemūdens būvniecības vai krasta piebarošanas rezultātā tiek apdraudēta zemūdens flora un fauna.

Aprēķini tiek veikti modeļi, konkrētās sociālekonomiskās nozares tabulā aizpildot ailes, par kurām ir pieejami dati. Kopējie aprēķini parādīsies pirmajā darba lapā ( E). Ja dati nav pieejami, tabulas ailes ir jāaizpilda ar 0 vai jāatstāj tukšas, skatīt piemēru 3.3.attēlā.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Varianti, to variācijas	$N_i$	pakalpojumu īpatsvars %	$S_N$	$C_N$	SUM(t)	$V_N$	yr	yrk	T
1										
6	1084 ha -1	13766800	97	10840000	0.04	13333200	0.06	50	40	10
7	1084 ha -2	175933200	8	10840000	15.00	13333200	0.06	50	40	10
8	1084 ha -3	45853200	29	10840000	3.00	13333200	0.06	50	40	10
9	1084 ha -4	607040000	73	10840000	15.00	444440000	2.00	50	40	10
10	1084 ha -5	476960000	93	10840000	3.00	444440000	2.00	50	40	10
11	1084 ha -6	370430442	100	10840000	0.00	370430442	1.34	50	50	0
12	1084 ha -7	386571202	96	10840000	1.489	370430442	1.34	50	50	0
13	1084 ha -8	515697282	72	10840000	13.401	370430442	1.34	50	50	0
14	...	#DIV/0!	#DIV/0!	0	0	#DIV/0!	0.00	0	0	0
15	...	#DIV/0!	#DIV/0!	0	0	#DIV/0!	0.00	0	0	0
16	...	#DIV/0!	#DIV/0!	0	0	#DIV/0!	0	0	0	0
17	...	#DIV/0!	#DIV/0!	0	0	#DIV/0!	0	0	0	0

Avots: autores veidots attēls

### 3.3.attēls Erozijas aprēķinu modeļa vizuālais noformējums, dabas vērtību aprēķinu darba lapā

Attēlotajā piemērā ir uzrādītas piekrastes dabas un dzīvotņu vērtības, kas tiek aprēķinātas pēc formulas:

$$N_i = S_N^i * C_N^i + \sum_{t=1}^{yrk} t * S_N^i * \frac{V_N}{yrk} + S_N^i * V_N (yr - yrk - T) \quad (3.6)$$

kur  $N_i$  – dabas un dzīvotņu vērtība, Ls;  
 $S_N$  – biotopu platība, m<sup>2</sup>;  
 $t$  – gadskārtas skaitļi pieaugošā secībā, kurā tiek noskalota kvadranta zeme no noskalošanās pirmā gada skaitot,  $t=1,2,\dots$ , yrn;  
 $V_N$  – biotopu vērtība, Ls m<sup>-2</sup>;  
 $C_N$  – kadastra vērtība, Ls m<sup>-2</sup>;  
 $yr$  – laika periods plānošanas periodam, gadu skaits  
 $yrk$  – periods, kādā tiks noskalots konkrētais kvadrants, gadu skaits  
 $T$  – plānošanas perioda gadskārta, kurā uzsākas konkrētā kvadranta noskalošanās.

Piemērā aprēķini veikti, pamatojoties uz pētījumā iegūtajām izmaksu pārneses vērtībām, piemēram, minimālā piekrastes biotopu pakalpojumu gada vērtība ir 0.06 Ls m<sup>-2</sup>, bet vidēji aritmētiskā – 1.34 Ls m<sup>-2</sup>. Zemes izmaksas tiek noteiktas pieņemot kadastra vērtības no 0.04 līdz 3.00 Ls m<sup>-2</sup>, tirgus cenu – 15.00 Ls m<sup>-2</sup>, kā arī balstoties uz klasiskās ekonomikas pamatprincipiem, ka kapitāla vērtība ir 10-90% lielāka par tā saražotajiem pakalpojumiem, t.i. no 1.489-13.401 Ls m<sup>-2</sup>. Rezultāti uzrāda, ka 2060.gadā zaudējumu apmērs Latvijas piekrastei, pieņemot, ka zemes vērtība ir 1.489 Ls m<sup>-2</sup> ir 370.43 milj. Ls jeb 7.41 milj. Ls ikgadēji. Šī vērtība ir aprēķināta bez plūdu draudu, ražošanas dīkstāves, piekrastes noplicināšanās u.c. risku novērtējuma.

Metodikas 3. uzdevums paredz krasta aizsargbūves piemērotības – spējas veikt aizsardzību novērtēšanu, tā radīto sekū jeb zaudēto blakus teritoriju prognožu aplēses.

### 3.5. Liepājas krastu aizsardzības risinājumu ekonomiskā analīze

Lai aprobētu izstrādāto metodiku, autore izvēlējās Liepājas notekūdeņu attīrīšanas iekārtu teritorijas piemēru, jo 2007.-2009. gadā darbojās kā eksperte ES līdzfinansētajā KF projektā „Konsultantu pakalpojumi krasta aizsardzībai pret eroziju Liepājā” un secināja, ka nepastāv metodika visu projekta ietvaros radīto zaudējumu novērtēšanai un salīdzināšanai. Ietekmes uz vidi novērtējuma pieteikuma izstrādāšanas laikā jau VVPB uzdeva jautājumu, vai plānotā mola ietekmes zonā neatrodas privātpašumi un svarīgi stratēģiskie objekti. Tomēr, zinot, ka aizsargājamo dabas teritoriju 20 gadu laikā pēc būnas izbūves noskalos

aptuveni 40 ha platībā, tika pieņemts lēmums par labu mola (būnas) variantam. Liepājas pilsētas notekūdeņu attīrīšanas iekārtas (NAI) ir izvietotas Baltijas jūras krastā, aptuveni 7 km uz ziemeļiem no pilsētas. Piekrastes līnijas posmā pie NAI krasti tiek pakļauti erozijai un šobrīd NAI darbība ir nākotnē apdraudēta, iespējams, pat divu vētru seku rezultātā. Pirms aptuveni 15 gadiem tika uzstādīti provizoriski krasta nostiprinājumi, tomēr spēcīgas vētras 1999. gada janvārī, 2005. gada janvārī un 2007. gadā aizskaloja lielāko daļu šo konstrukciju un izskaloja ievērojamu kāpu posmu aiz tām.

Pētījuma rezultātā tika noteikti iespējamie krasta aizsargrisinājumi – 500 m garas būnas būvniecība jūrā vai pludmales piebarošana ar smiltīm. Pludmales piebarošanas variantam tika piedāvāti divi atšķirīgi varianti – piebarošana no krasta un piebarošana no jūras (kuģa) pārceļot ostas izbagarēto zemūdens smilšu izgāztuvi tuvāk krastam iepretim NAI. Krasta piebarošana paredzēja alternatīvas – pievedot smilti ar autotransportu vai izbūvējot estakādi. Trim galvenajiem variantiem bija atšķirīgas krasta līnijas attīstības prognozes.

3.2.tabula

**Vērtība krasta aizsardzības variantu īstenošanās rezultātā iegūtajām-  
zaudētajām platībām, Ls**

Variants	Būna		Krasta piebarošana		Zemūdens piebarošana	
	G <sub>ka</sub>	E <sub>ka</sub>	G <sub>ka</sub>	E <sub>ka</sub>	G <sub>ka</sub>	E <sub>ka</sub>
Nozares	G <sub>ka</sub>	E <sub>ka</sub>	G <sub>ka</sub>	E <sub>ka</sub>	G <sub>ka</sub>	E <sub>ka</sub>
A – sausnējas plāvas	-	370 125	-	-	-	-
F – priežu mežs	-	227 370	-	51 675	-	-
N – pelēkā kāpa, Medzes dabas parks	-	80 000	-	5100	-	10 200
P – 3 privātmājas	-	122 500	-	-	-	-
I – ceļš	-	20 000	-	-	-	-
B – pludmale	350 000	157 500	875 000	24 500	1 330 000	24 500
<b>Kopā, Ls</b>	<b>350 000</b>	<b>977 495</b>	<b>875 000</b>	<b>81 275</b>	<b>1 330 000</b>	<b>34 700</b>

Avots: autore veidota tabula

Atbilstīgi promocijas darbā izstrādātajai metodikai un erozijas aprēķinu modelim autore novērtēja katra varianta iespējamus ieguvumus un zaudējumus, skatīt 3.2.tabulu.

Autore uzskata, ka Liepājas pētījumā tika neprecīzi veikta izmaksu-ieguvumu analīze, jo tā izvērtēja tikai krasta alternatīvu savstarpējās izmaksas, neievērtējot citu nozaru un vides zaudējumus, kas radīsies konkrētās alternatīvas izvēlē.

Izmaksu-ieguvumu analīzi autore promocijas darba ietvaros veic būnas un krasta piebarošanas alternatīvām, piemērojot metodikas 1.-3.uzdevumā noteiktās vērtības, dažādus atmaksāšanās periodus un diskonta likmes, rezultātus skatīt 3.3. tabulā.

3.3.tabula

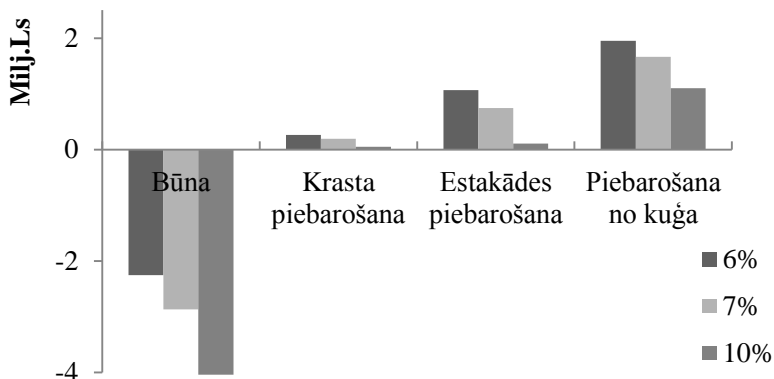
**Krasta aizsardzības variantu izmaksu-ieguvumu analīzes rezultāti**

Alternatīvas un to variācijas pie dažādiem faktoriem	Tīrā tagadnes vērtība	
	Diskonta likme 3%	Diskonta likme 5%
0 alternatīva – ienākumi vidēji, zaudējumi vidēji	-5 833 185.62	-4 155 868.25
0 alternatīva – ienākumi uzreiz kā ietaupītās izmaksas, zaudējumi vidēji	-2 607 301.09	-419 405.39
Būna – ienākumi vidēji	<b>728 974.07</b>	-1 533 637.58
Būna – ienākumi pēc 10 gadiem	-1 226 436.89	-3 457 442.72
Būna – ienākumi pēc 20 gadiem	-2 153 453.14	-4 785 008.22
Piebarošana (krasta) – ienākumi vidēji	<b>263 357.37</b>	<b>353 709.46</b>
Piebarošana (krasta) – ienākumi pēc 10 gadiem	-944 749.66	-1 568 474.11
Piebarošana (krasta) – ienākumi pēc 20 gadiem	-2 209 274.23	-2 895 044.11
Piebarošana pa estakādi – ienākumi vidēji	<b>2 678 758.23</b>	<b>1 470 709.66</b>
Piebarošana pa estakādi – ienākumi pēc 10 gadiem	<b>1 111 097.23</b>	-2713 383.08
Piebarošana pa estakādi – ienākumi pēc 20 gadiem	-3 280 622.86	-1 778 043.92
Piebarošana no kuģa – ienākumi vidēji	<b>3 388 928.40</b>	<b>2 312 872.67</b>
Piebarošana no kuģa – ienākumi pēc 10 gadiem	<b>1 821 267.40</b>	<b>390 689.09</b>
Piebarošana no kuģa – ienākumi pēc 20 gadiem	<b>390 689.09</b>	-935 880.91

*Avots: autores veidota tabula*

Izmaksu-ieguvumu analīze ļauj secināt, ka visizdevīgākie varianti ir krasta piebarošana, pārceļot smilšu izgāztuvi iepretim Liepājas NAI (piebarošana no kuģa), bet neizdevīgākie ir būnas būvniecība un pludmales piebarošana no krasta. Būnas un krasta piebarošanas variantiem ir piecas negatīvas tīras tagadnes vērtības un tikai pie  $r=3\%$ , un ieguvumu atdevi proporcionāli izdalot visiem gadiem (ienākumi vidēji). Turpretim piebarošanas no kuģa variantam ir pozitīvas tīras tagadnes vērtības pie  $r=3\%$  un tikai pie  $r=5\%$  un vispesimistiskākā scenārija, proti, ienākumi tiek atgūti tikai pēc 20 gadiem ir negatīva reducētā vērtība. Zemāki ir estakādes piebarošanas varianta rezultāti - negatīva reducētā vērtība pie  $r=3\%$  (ienākumi tiek atgūti tikai pēc 20

gadiem), bet optimistiskajā variantā (ienākumi tiek atgūti katru gadu vidēji) pie  $r=5\%$  ir pozitīva vērtība. Lai precizētu rezultātus un to iespējamās svārstības, alternatīvu lietderīguma izvērtēšanai tika pielietota jutīguma analīze (attēls 3.4.).



Avots: Autores veidots attēls

Attēls 3.4. Jutīguma analīzes rezultāti krasta aizsardzības variantiem pie diskonta likmes  $r=6\%$ ,  $r=7\%$ ,  $r=10\%$

Jutīguma analīze uzrāda, ka vismazākais jutīgums pret diskonta likmes un ieņēmumu atguves izmaiņām ir pludmales piebarošana no kuģa; vislielākās – būnas celtniecībai. Tas nozīmē, ka alternatīva būna ir projekts ar vismazāko jeb nenoturīgāko dzīvotspēju. Papildu tika veikta multikritēriju analīze, kas uzrāda par 4.6 lielāku pārsvaru piebarošanas alternatīvu ieviešanai. Būnas vislielākā vērtība 1.8. punkti bija ikgadējo uzturēšanas izmaksu kritērijam, turpretim piebarošanas alternatīvai 2 kritēriji pārsniedz 1.8 robežu, proti, sociālkulturālo vērtību aizsardzība ar 3.2 un dabas ainavas un paaudžu mantojums ar vērtību 2. Multikritēriju analīzes rezultātā tiek ieteikts īstenot piebarošanas no kuģa variantu.

Izvērtējot pašreizējo situāciju, proti, SIA „Liepājas ūdens” negūst valsts atbalstu ostas zemūdens izgāztuves pārceļšanai tuvāk seklūdens joslai, autore uzskata, ka estakādes piebarošanas variants ir tālredzīgāks par būnas risinājumu, ne tikai krasta sarežģīto procesu, bet arī ekonomiskās analīzes rezultātu dēļ.

Autore papildu veica izmaksu efektivitātes rādītāju aprēķinu, skatīt 3.4.tabulu.



**Izmaksu efektivitāte krasta aizsardzības variantiem Liepājas NAI**

<b>Pozīcija</b>	<b>Būna</b>	<b>Krasta piebarošana</b>	<b>Piebarošana pa estakādi</b>	<b>Zemūdens piebarošana</b>
Kopējie ieguvumi, Ls	18 891 842.00	19 416 842.00	19 871 842.00	19 871 842.00
Kopējās izmaksas, Ls	9931495.00	17 931 275.00	13 321 900.00	13 034 700.00
Izmaksu efektivitātes rādītāji	1.90	1.08	1.49	1.52

*Avots: autores veidota tabula.*

Autore norāda, ka noteiktība piekrastes apsaimniekošanas aprēķinos norādīja uz nepieciešamību izstrādāt erozijas zaudējumu noteikšanas metodiku piekrastes teritorijas plānotājiem un citiem valsts pārvaldes ierēdņiem, lai pamatotu, ka 1 m<sup>2</sup> vērtība nav tikai platība un ieži, bet tā ietver arī ekosistēmas pakalpojumu, sociālekonomisko un tautsaimniecības nozaru radīto pakalpojumu pievienotās vērtības.

Analizējot piemēru par Liepājas notekūdeņu attīrīšanas iekārtu aizsardzību pret krastu eroziju, var secināt, ka Latvijā ir nepieciešams nodrošināt sanešu materiāla pārvietošanu garām šķērslim, tādējādi novēršot mākslīgi radušos deficītu. Tas būtu izmantojams ostas molu smilšu aiztures novēršanai un bagarētās smilts deponēšanai piekrastes seklajos ūdeņos – līdz 5 m.

#### **4. PIEKRASTES APSAIMNIEKOŠANAS ATTĪSTĪBAS IESPĒJAS PIEJŪRAS REĢIONOS**

*Nodaļā 30 lapas, 2 tabulas un 17 attēli.*

Šajā promocijas darba nodaļā tiek apskatītas piekrastes apsaimniekošanas politikas modeļu attīstības iespējas Latvijas piejūras reģionos. Balstoties uz ārvalstu un vietējo ekspertu intervijām, kā arī iesaistīto pušu, SVID un PEEST analīzi, - izvirzīti piemērotākie piekrastes apsaimniekošanas politikas modeļi un veikts to novērtējums, izmantojot hierarhiju analīzes metodi.

#### 4.1. Ārvalstu ekspertu intervijas

Promocijas darba ietvaros tika veiktas dziļās intervijas ar 6 valstu piekrastes erozijas zinātniskajiem pētniekiem (ASV, Lielbritānija, Bulgārija, Lietuva, Igaunija, Krievijas Federācija). Interviju mērķis bija salīdzināt un analizēt krasta erozijas problēmas un apsaimniekošanas politiku, kā arī noteikt aktuālos problēmjautājumus un risku draudus piekrastei dažādās valstīs.

Ārvalstu ekspertu pieredze ataino, ka nepareizi izvēlēti krastu aizsardzības pasākumi uzskatāmi pierāda, ka bez ilgtspējīgas stratēģijas un apsaimniekošanas plāna investīcijas piekrastes infrastruktūrā rada ekonomiskus zaudējumus. Balstoties uz ārvalstu ekspertu sniegtajām atbildēm var secināt, ka tieši integrēta pieeja piekrastes apsaimniekošanā, saskaņojot visu piekrastes „spēlētāju” intereses, ir virzītājspēks šīs teritorijas attīstībai nākotnē.

Kopumā no veiktajām ekspertu intervijām var secināt, ka lielākā daļa piekrastes apsaimniekošanā iesaistīto speciālistu vērtē erozijas efektīvas apsaimniekošanas politikas sistēmas izstrādi kā ļoti nepieciešamu tagad vai tuvā nākotnē. Ārvalstu pieredze uzsver arī zinātniskā potenciāla nozīmīgumu piekrastes erozijas jautājumu risināšanā.

#### 4.2. Piekrastes apsaimniekošanas iespējas iesaistīto personu skatījumā

Pētījuma ietvaros tika veikta vietējo piekrastes ekspertu aptauja. Aptaujas metode bija tieša (*face-to-face*), daļēji strukturēta intervija. Intervijas tika veiktas respondenta darbavietā vai pēc telefoniskas vienošanās vietā, kas ir pieejamāka vai ērtāka respondentam. Interviju vidējais ilgums ~20-30 minūtes. Interviju norises laiks 2009. gada decembris – 2010. gada jūnijs.

Interviju mērķis bija:

1. noskaidrot esošo situāciju un viedokli par nepieciešamām izmaiņām piekrastes apsaimniekošanas politikā, lai efektīvi novērstu krastu eroziju un neierobežotu saimniecisko darbību;
2. noskaidrot iespējamās piekrastes apsaimniekošanas politikas modeļus iesaistīto ekspertu skatījumā.

Kopumā tika veiktas intervijas ar 32 respondentiem no tiem 16 visu piekrastu būvvalžu eksperti, trīs Vides pārraudzības valsts biroja darbinieki, trīs Vides aizsardzības un reģionu attīstības ministrijas eksperti, trīs – nevalstisko organizāciju pārstāvji, trīs – uzņēmēji, trīs – piekrastes eksperti, viens – pašvaldības pārstāvis.

Kopumā no veiktajām intervijām var secināt, ka lielākā daļa piekrastes apsaimniekošanā iesaistīto speciālistu vērtē erozijas efektīvas apsaimniekošanas politikas sistēmas izstrādi kā ļoti nepieciešamu tagad vai tuvā nākotnē.

Kā esošās piekrastes apsaimniekošanas trūkumi tiek atzīmēti: vienotas pieejas neesamība rīcībai draudu gadījumā; sistēma tiek balstīta uz aizliegumiem, nevis kopīgiem ieguvumiem; pieeja ir multidisciplināra, nav integrēta; esošā sistēma neveicina iedzīvotāju izpratnes un apziņas celšanu; nav definētas reģiona intereses. Kā lielākais trūkums tiek atzīta krastu erozijas aizsargstiprinājumu būvniecības atļaušana bez detalizētas rekomendācijas.

Ieguvumus no piekrastes efektīvas apsaimniekošanas pret eroziju var nosacīti iedalīt trīs līmeņos – uzņēmēju/iedzīvotāju, reģiona un nacionālā līmenī. Pie privātā sektora ieguvumiem respondenti visbiežāk min drošas vides radīšanu; sociālo taisnīgumu, jaunas ekonomiskās telpas attīstību. Reģiona līmenī kā galvenie ieguvumi tiek atzīti: cilvēku aktivitātes veicināšana piekrastes reģionā; kultūrvēsturiskās ainavas saglabāšana; līdzsvarota reģionālā attīstība; tūristu pieplūdums; piekrastes resursu efektīva izmantošana. Nacionālā līmenī: kultūrvēsturiskā mantojuma saglabāšana, IKP pieaugums, starptautiskā tēla veidošana.

Piekrastes apsaimniekošanas scenāriju ieviešana nākotnē lielā mērā ir atkarīga no finansējuma, pašvaldības atbalsta un uzņēmēju intereses iesaistīties programmā. Eksperti uzsver, ka savu ieguldījumu piekrastes apsaimniekošanas scenārija ieviešanā jādod gan valstij, gan pašvaldībām, gan nevalstiskajam un privātajam sektoram. Aptaujas rezultāti liecina, ka būtisks faktors ir arī būvvalžu speciālistu un iedzīvotāju izglītošana krasta erozijas un aizsardzības jautājumos. Vietējie iedzīvotāji baidās no birokrātijas un saista to ar lielu laiku un finanšu līdzekļu ieguldījumu, tādēļ daudzos gadījumos cilvēki izvēlas krasta stiprinājumus veikt pašrocīgi bez saskaņojuma procedūras vai nedarīt neko.

Efektīvai piekrastes apsaimniekošanai pret eroziju ir nepieciešama zinātnieku piesaiste un izejas dati, kurus iegūst jūras litodinamiskā monitoringa rezultātā, veicot visu piekrastes vērtību inventarizāciju.

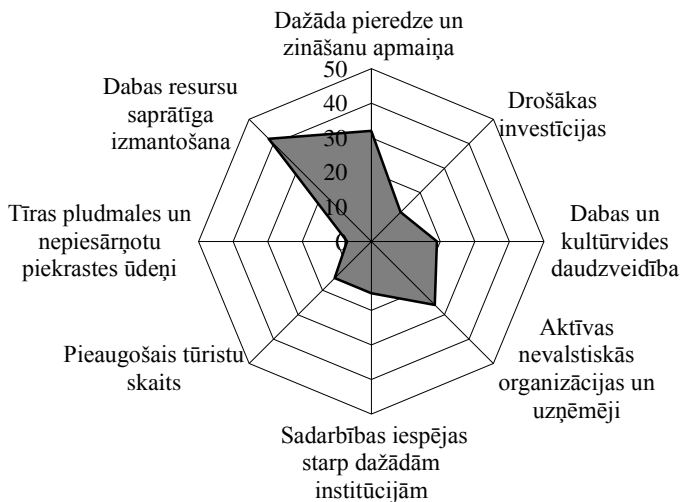
### **4.3. SVID un PEEST analīze erozijas novēršanas attīstībai piejūras reģionā**

Pētījuma rezultāti un no ekspertu intervijām apkopotie viedokļi sniedza pamatojumu piekrastes apsaimniekošanas SVID (stipro, vājo pušu, iespēju un draudu) analīzes izstrādei. SVID analīze veikta, lai pilnvērtīgāk izvērtētu erozijas novēršanu ietekmējošos faktorus piejūras

reģionā un noteiktu iespējamus modeļus piekrastes apsaimniekošanai pret eroziju.

Piekrastes apsaimniekošanas faktoru SVID un PEEST analīzē dominē sociālie, ekonomiskie un politiskie faktori, kas saistīti ar valsts atbalstu un ES finansējuma piesaisti piekrastes apsaimniekošanas sistēmai. Lai noteiktu būtiskākos SVID analīzes faktorus, tika izmantota ekspertīzes metode. Nozīmīgāko SVID faktoru noteikšanai tika izmantota pāru salīdzināšanas metode.

Apvienojot visus ekspertu vērtējumus pa kritēriju grupām un tos summējot, iegūtos rezultātus autore apkopojusi diagrammās un tajās uz koordinātu asīm atliktas pēc pāru metodes izvērtētās komponentes, norādot, cik bieži eksperti tām devuši priekšroku salīdzinājumā ar citām komponentēm.



*Avots: autore veidots attēls, balstoties uz ekspertu vērtējumiem*

#### 4.1. attēls **Stiprās puses piekrastes aizsardzībai pret eroziju.**

4.1. attēlā redzams, ka eksperti kā būtiskākās stiprās puses piekrastes apsaimniekošanas attīstībai piejūras reģionā ir atzīmējuši dabas resursu saprātīgu izmantošanu, kam seko pieredze un zināšanu apmaiņa, aktīvas NVO un uzņēmēju sektors, kā arī dabas un kultūrvides aizsardzība. Interesanti, ka drošas investīcijas netiek uzskatītas par vienu no stiprākajām pusēm.

PEEST analīzē dominē sociālie, ekonomiskie un politiskie faktori, kas saistīti ar valsts atbalstu un ekonomisko stratēģiju ilgtspējīgai piekrastes attīstībai.

#### **4.4. Piekrastes apsaimniekošanas scenāriji**

Ņemot vērā erozijas teorētisko bāzi, piekrastes apsaimniekošanas pieredzi ārvalstīs, iesaistīto pušu analīzi un esošo situāciju Latvijā, autore izvēlējās šādus piekrastes apsaimniekošanas scenārijus Latvijas piejūras reģionā:

##### **1. scenārijs - Piekrastes apsaimniekošanas politiku un noteiktus pasākumus piejūras reģionos īsteno valsts un reģiona atbalsta programma un institūcijas**

Šis scenārijs paredz, ka piekrastes apsaimniekošana tiek īstenota valsts vai reģiona izveidotās un finansētās organizācijās, kā piemēru var atzīmēt Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministriju vai tās pārraudzībā esošās iestādes un Reģionu plānošanas aģentūras. Šāds scenārijs tiktu īstenots, izmantojot valsts un pašvaldību finansējumu. Piekrastes apsaimniekošanas programmas ietvaros ikgadēji tiktu veikts lītdinamiskais monitorings, lai noteiktu krastu erozijas cēloņus un vietās, kurās tas ir iespējams un vēlams, pēc iespējas efektīvāk veikta tās novēršana.

##### **2. scenārijs - Piekrastes apsaimniekošanas politiku īsteno uzņēmēji un iedzīvotāji**

Šajā scenārijā piekrastes apsaimniekošanas politikas ieviešana tiek īstenota piekrastes uzņēmējiem un iedzīvotājiem apvienojoties nevalstiskajās organizācijās, un piesaistot personiskos, kā arī ES struktūrfondu un EK programmu finanšu resursus. Scenārijā nevalstiskās organizācijas veic piekrastes apsaimniekošanas plāna izstrādi un izglīto iedzīvotājus, bet piekrastes uzņēmēji un iedzīvotāji veic krastu aizsardzību, ieviešot noteiktus projektus konkrētā teritorijā. Valsts vai pašvaldību institūcijas potenciāli var būt iespējamais partneris šādos projektos, piedaloties gan saturiski, gan sniedzot līdzfinansējumu. Piekrastes aizsardzības programma tiek īstenota periodiski atkarībā no finansējuma piesaistes iespējām.

##### **3. scenārijs – Piekrastes zonas apsaimniekošanas tiek īstenota kā Kopīgs fonds starp valsts, reģiona, uzņēmēju un iedzīvotāju sektoru**

Piekrastes zonas apsaimniekošanai tiek nodibināts kopīgs piekrastes fonds un tā administrācija. Fonda valdei tiek uzdoti 1.scenārijā aprakstītie politiskie uzdevumi, kas tiek īstenoti, balsoties uz valsts, nevalstiskā un privātā sektora kopīgu finansējumu sadarbības projektu

ietvarā, ietverot gan publiskā, gan privātā kapitāla un ES struktūrfondu un EK programmu finansējuma piesaisti programmu realizācijā. Finansējuma sadalījums ir atkarīgs no piekrastes aizsardzības mērķa un katras organizācijas iesaistes projektā. Fonda valdē atrodas visu nozaru pārstāvji gan no valsts, gan privātā sektora, kā arī zinātniskajām institūcijām. Piekrastes zonas apsaimniekošana tiek īstenota mērķtiecīgi, risinot konkrētas vietas problēmas, kas traucē ilgtspējīgu attīstību, sekmē piekrastes plūdus un apdraud infrastruktūru vai ēkas.

#### **4.5. Piekrastes zonas apsaimniekošanas scenāriju hierarhiju analīze**

Lai izvērtētu piekrastes zonas apsaimniekošanas politikas ieviešanas modeļus, promocijas darbā autore izvēlējusies veikt hierarhijas analīzi, pieaicinot ekspertus. Kritēriju grupu komponentu salīdzināšanai izmantota pāru metode.

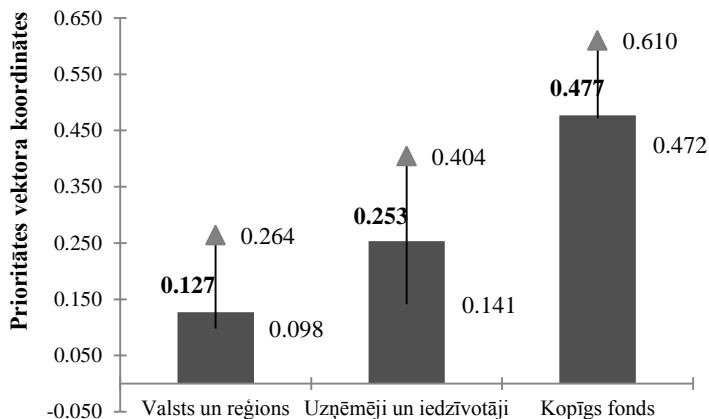
Hierarhijas analīzes metode ir sistemātiska procedūra problēmas elementu hierarhiskai sakārtošanai. Problēma pakāpeniski tiek sadalīta arvien vienkāršākās daļās – dekompozīcijās. Eksperti salīdzina daļas pa pāriem, novērtējot problēmas elementu mijiedarbību un tās hierarhisko intensitātes pakāpi (sintēzi).

Ekspertu analīzes pamatā ir amerikāņu matemātiķa T.Saati hierarhiju analīzes metode (*The Analytic Hierarchy Process*). Tā izmantota, lai zinātniski pareizi organizētu ekspertu darbu un veiktu ekspertu vērtējumu rezultātu apstrādi (Saati, 1980).

Eksperti kā nozīmīgāko kritēriju grupu ir novērtējuši reģiona intereses, kur vidējais prioritātes vektors ir 0.405. Tas nozīmē, ka piekrastes efektīvas apsaimniekošanas scenārijam jābūt virzītam uz reģionālo politiku un reģionālās ekonomikas mērķiem ilgtspējīgas un līdzsvarotas attīstības nodrošināšanu, piekrastes apsaimniekošanu un iedzīvotāju izglītošanu.

Pēc nozīmīgākās interešu grupas – reģiona interesēm kā piemērotākais piekrastes apsaimniekošanas attīstības scenārijs tik atzīts kopīgs fonds. Reģiona interešu grupā, kopīga fonda apsaimniekošanas scenārijam nav liels diapazons, par ko liecina minimālā prioritātes koordinātas vērtība 0.178 un maksimālā vērtība 0.290. Kopīga fonda modeļa pārsvars reģiona interešu grupā liecina, ka piekrastes apsaimniekošana ar vienotām valsts, reģiona, nevalstiskā un privātā sektora mērķtiecīgām darbībām atbilstu reģiona noteiktajām vērtībām ekonomikas attīstīšanai piekrastē.

Ņemot vērā hierarhijas analīzē izvirzītos kritērijus, kopīgs fonds arvalsts, reģiona, uzņēmējdarbības sektoru un iedzīvotāju iesaistīšanos ir atzīts par vispiemērotāko visās piecās kritēriju grupās. Šāds piekrastes apsaimniekošanas scenārijs būtu salīdzinoši efektīvi ieviešams, īstenojot ES intereses, kā arī atbilstu uzņēmēju, valsts, reģiona un iedzīvotāju interesēm – nodrošinot efektīvāku resursu apsaimniekošanu, veicinot iedzīvotāju izglītošanu, attīstot sadarbības iespējas, kā arī sekmējot sociālā taisnīguma jautājumu risināšanu.



*Avots: autores veidots attēls, balstoties uz hierarhiju analīzes rezultātiem*

#### 4.2.attēls **Hierarhiju analīzes metodes rezultāti piekrastes apsaimniekošanas scenārijiem**

Fonda nodibinājums nodrošinātu savstarpējo sadarbību, piesaistītu ES un starptautisko projektu finansējumu, kā arī visu interešu grupu pārstāvēniecību. Šī politikas modeļa galvenais pozitīvais aspekts būtu privāto partneru/uzņēmēju iesaiste piekrastes apsaimniekošanā, kā arī elastīgums, jo apsaimniekošana tiktu īstenota mērķtiecīgi, risinot noteiktas reģiona problēmas. Tādējādi varētu tikt veicināta ilgtspējīga attīstība, uzņēmējiem iesaistoties piekrastes vides efektīvāku resursu izmantošanā. Piekrastes apsaimniekošanas scenāriju tiek plānots attīstīt, pielietojot principu „piesārņotājs maksā”, kā arī valsts un reģiona atbalsta mehānismus ilgtspējīgai un integrētai uzņēmējdarbībai, privāto īpašnieku atbalstu un projektu veidā. Izmantojot apvienotu finansējuma vai atbalsta modeli, netiktu uzlikts administratīvs vai finansiāls slogs vienai institūcijai vai organizācijai.

## SLĒDZIENI

1. Promocijas darbam izvirzītie uzdevumi izpildīti, darba mērķis sasniegts un hipotēze – *Efektīva piekrastes apsaimniekošana mazinās erozijas ietekmi uz tautsaimniecību un veicinās ilgtspējīgu attīstību* – pierādīta.
2. Autores veiktie pētījumi ir teorētiski un praktiski nozīmīgi, ar iegūtajiem rezultātiem būtiski papildināta reģionālās ekonomikas un piekrastes apsaimniekošanas teorētiskā bāze – analizēta erozija kā piekrastes attīstību traucējošs spēks ārvalstīs, novērtēti un aprēķināti erozijas radītie zaudējumi Latvijas piejūras reģionā, kā arī pamatots piemērotākais attīstības scenārijs piekrastes apsaimniekošanai.
3. Pētījuma ietvaros pirmo reizi praktiski izvērtēti Latvijas piekrastes erozijas radītie sociālie, ekonomiskie un ekoloģiskie zaudējumi.
4. Pētījumu rezultātā salīdzinātas Liepājas notekūdeņu attīrīšanas iekārtu alternatīvas, lai pamatotu iepriekš izvēlētas alternatīvas – būnas ekonomisko neizdevīgumu salīdzinājumā ar pludmales piebarošanu.
5. Izmantojot hierarhiju analīzes metodi, pamatots piemērotākais erozijas ietekmes novēršanas attīstības scenārijs piekrastes reģionā.

## GALVENIE SECINĀJUMI

1. Erozijas cēloņi ir dabiskie un antropogēnie faktori, palielinoties antropogēnajai slodzei, būtiski pieaug tās ātrums. Irbes šaurums ir vienīgā vieta, kur krastu antropogēnās ietekmes loma erozijas procesu attīstībā ir niecīga; pārējiem Latvijas jūras krastiem antropogēnās ietekmes nozīme veido būtisku apjomu – aptuveni vienu trešo daļu. Krasta noskalojumu ātrums laika periodā no 1992. līdz 2007. gadam salīdzinājumā ar 1935.-1992. gadu ir paātrinājies līdz pat 6 reizēm.
2. Klimata izmaiņu ietekmē tiek prognozēts, ka jūras ūdens līmenis līdz šī gadsimta beigām celsies par 0.5m. Tā rezultātā Latvijas noskalotā krastu platība sasniegs no 1084 līdz 2000 ha.
3. Ekonomiski attīstītākās valstis, piemēram, ASV, Lielbritānija, Nīderlande ir izveidojušas fondus krastu erozijas un piekrastes plūdu riska minimizēšanai un kompensācijas mehānismu pielietošanai. Valstīs ar zemāku attīstības līmeni cilvēku labsajūtai, vides ekosistēmai, ekoloģisko pakalpojumu kvalitātei un



- kultūrvēsturiskā mantojuma saglabāšanai netiek piešķirta tik būtiska nozīme.
4. Piekrastei visā pasaulē ir ievērojama vides, ekonomiskā, sociālā, kultūras un rekreatīvā nozīme. ES piejūras reģioni veido aptuveni 40% iekšzemes bruto kopprodukta un tajos dzīvo gandrīz 40% ES iedzīvotāju. Piekraste ir ievērojama priekšrocība, taču tās pievilcība un nākotne ir apdraudēta, jo pieaug slodze uz ekosistēmām un novērojamas klimata pārmaiņu sekas.
  5. Latvijā 496 kilometrus garā Baltijas jūras piekraste ar lielām un mazām ostām un Baltijas jūras reģionā garākajām smilšu pludmalēm ir būtiska valsts tēla komponente un nozīmīgs attīstības resurss, kas daudzu gadsimtu garumā ir pozitīvi ietekmējis Latvijas attīstību un starptautisko atpazīstamību.
  6. Latvijas piekraste atrodas 17 vietējo pašvaldību administratīvajās teritorijās, no kurām četras ir republikas pilsētas Rīga, Jūrmala, Ventspils, Liepāja, bet pārējās 13 – pašvaldību novadi.
  7. Piekrastes pašvaldību kopplatība ir 8100 km<sup>2</sup> (12.5% Latvijas teritorijas), 12% no tās aizņem četras republikas pilsētas. 2010.gada sākumā piekrastes pašvaldībās pavisam dzīvoja 989.5 tūkst. iedzīvotāju.
  8. Ar Latvijas piekrasti ir saistītas šādas nozīmīgākas nozares – transports (ostu darbība), zvejniecības un zivsaimniecība, tūrisms, piekrastes dabas vērtības, mežsaimniecība, lauksaimniecība un enerģijas pakalpojumi (vēja elektrostacijas).
  9. Attīstības plānošana piekrastē ir sadrumstalota un vāji koordinēta. Līdzšinējos nozaru politikas plānošanas dokumentos piekraste kā vienota telpa izdalīta netika. Valsts institūciju savstarpējā sadarbība un sadarbība ar vietējām pašvaldībām un sabiedrību piekrastes attīstības plānošanā ir neregulāra, nav instrumenta sadarbības uzlabošanai.
  10. Esošais normatīvais regulējums par zemes īpašumtiesībām piekrastes joslā, valsts, pašvaldību un citu zemes īpašnieku kompetenci piekrastes joslas apsaimniekošanā un krastu erozijas ierobežošanā, kā arī privātās zemes izmantošanu sabiedrības vajadzībām publiskās infrastruktūras veidošanai ir nepilnīgs.
  11. Kā galvenais trūkums esošajai piekrastes aizsardzības sistēmai ir iesaistīto pušu šaurais nozares skatījums (uzņēmējiem, vides ekspertiem, būvvaldes speciālistiem, iedzīvotājiem u.c.), nevēlēšanās mainīt ierasto kārtību, atšķirīgs zināšanu līmenis un pieredze, savstarpējā neuzticība un sava viedokļa pozicionēšana, kā arī aizlieguma nevis kopīga labuma principi neveicina ilgtspējīgu attīstību. Valsts līmenī ir nepieciešams atzīt, ka ekonomiskā

- attīstība var notikt tikai uz vides rēķina un nebaudoties no tā, šo pamatprincipu vajag akceptēt, kā arī izstrādāt caurspīdīgus nosacījumus uzņēmējiem, lai resursu izmantošana notiktu efektīvi un veicinātu ilgtspējību.
12. Rīcības krastu erozijas ierobežošanai nereti ir zinātniski nepamatotas un neefektīvas, jo praktiski ieteikumi jūras krasta un upju grīvu erozijas ierobežošanai, kas ir ietverti atsevišķu projektu un konsultāciju materiālos, nav apkopoti un netiek popularizēti.
  13. Sabiedrības izpratne par piekrastes attīstības jautājumiem ir vienpusīga un līdzdalība lēmumu pieņemšanā ir kampaņveidīga, jo informācija par piekrastes jautājumiem ir sadrumstalota, neregulāra un nav pieejama vienuviet.
  14. Kopumā piekrastes apsaimniekošanā vai attīstīšanā iesaistīto ekspertu skatījumā krastu erozijas integrēta novēršana ir efektīvs process, kuram ir ieguvumi un būtisks pozitīvs efekts gan uzņēmēju, gan reģiona un nacionālā līmenī.
  15. Piekrastes apsaimniekošanas scenāriju ieviešana nākotnē lielā mērā ir atkarīga no finansējuma, pašvaldības atbalsta un uzņēmēju intereses iesaistīties programmā. Eksperti atzīmē, ka savu ieguldījumu piekrastes apsaimniekošanas scenārija ieviešanā jādod gan valstij un pašvaldībām, gan nevalstiskajam un privātajam sektoram.
  16. Ārvalstu pieredze uzrāda jūras zinātnisko institūtu uzturēšanu visās valstīs. Erozijs novēršanu veic centralizēti valsts vai speciālas programmas ASV, UK, Bulgārijā un daļēji Krievijā. Igaunija ir nolēmusi nefinansēt krastu aizsardzību, bet Lietuvā ir izveidots kopīgs fonds, sadarbojoties valsts, privātajam un zinātniskajam sektoram.
  17. Krasta stiprinājuma oficiāla atļaušana pierāda valsts stratēģijas trūkumu un savstarpējās darbības pretrunas, kā arī veicina nepareizi izvēlētu krasta stiprinājumu būvniecību piekrastē, tādējādi dažu gadu laikā saasinot problēmu vēl vairāk.
  18. Ja tiek pieņemta pati mazākā vērtība par 1 m<sup>2</sup> zaudētās zemes jeb 1 LVL m<sup>2</sup>, tad 50 gadu laikā minimālie zaudējumi LR sastāda 8 470 000 LVL. Šie zaudējumi aptver tikai zemes kadastrālo vērtību, neņemot vērā iespējamo pievienoto vērtību, augļus, nozaru mijiedarbību un ekoloģiskos pakalpojumus. Saskaņā ar Martinez (2007) pētījumu par Pasaules krastu ekoloģisko, ekonomisko un sociālo svarīgumu Latvijas ekosistēmas pakalpojumu produkcijas apjoms globālā līmenī tiek lēsts kā 155.74 milj. LVL piekrastes (līdz 100 km no ūdens līnijas) sauszemes dabas vērtībām, 2.48 milj. LVL ūdens akvatorijām, kopā sastādot 158.22 milj. LVL.

19. Izmaksu-ieguvumu analīzes rezultāti rāda, ka būnas izbūves un krasta piebarošanas tīrās tagadnes vērtības ir pozitīvas, pie diskonta likmes  $r=3\%$  un ikgadēji proporcionālas ienākumu ieguves.
20. Ekonomiski visizdevīgākā alternatīva ir pludmales piebarošana no kuģa, kam pozitīva tīrā tagadnes vērtība ir pie diskonta likmes  $r=3\%$  visos gadījumos un pie  $r=5\%$ , rēķinot ienākumu atdevi vidēji un pēc 10 gadiem.
21. Izmaksu-ieguvumu un multikritēriju analīzes rezultātā tiek ieteikts īstenot alternatīvu piebarošana no kuģa.
22. Piekrastes apsaimniekošanas attīstībai izvirzāmi trīs attīstības scenāriji:
  - piekrastes apsaimniekošanas scenāriju piejūras reģionā īsteno valsts un reģiona programmas;
  - piekrastes apsaimniekošanas politiku piejūras reģionā uztur uzņēmēji un iedzīvotāji;
  - piekrastes apsaimniekošanas scenāriju īsteno ar valsts, reģiona, uzņēmēju un iedzīvotāju kopīga fonda līdzekļiem..
23. Kā piemērotākais attīstības scenārijs, ņemot vērā hierarhiju analīzē izvirzītos kritērijus, novērtēts kopīgs fonds starp valsti, reģionu, uzņēmējiem, iedzīvotājiem un nevalstisko sektoru. Fonda nodibinājums nodrošinātu savstarpējo sadarbību, piesaistītu ES un starptautisko projektu finansējumu, kā arī nodrošinātu visu interešu grupu pārstāvniecību.

## **PROBLĒMAS, PRIEKŠLIKUMI TO RISINĀŠANAI**

**1. problēma** – Krastu erozijas ietekmes rezultātā tiek ierobežota saimnieciskā darbība piekrastes reģionā, vienlaicīgi netiek nodrošināta efektīva piekrastes apsaimniekošana aizsardzībai pret eroziju.

### ***Priekšlikumi problēmas risinājumam***

- Efektīvai erozijas novēršanai ir nepieciešami izejas dati, kurus iegūst jūras litodinamiskā monitoringa rezultātā, veicot visu piekrastes vērtību inventarizāciju.
- Atbilstoši zinātniskajiem pētījumiem Latvijā, - nepieciešams nodrošināt sanešu materiāla pārvietošanu garām šķērslim, tādējādi novēršot mākslīgi radušos deficītu. Tas būtu pielietojams ostas molu smilšu aiztures novēršanai un bagarētās smilts deponēšanai piekrastes seklajos ūdeņos – līdz 5 m.

- Ekonomikas ministrijai ir jāveic prognozes piekrastē ieguldīto līdzekļu atdevei, kā to dara citas valstis saskaņā ar nozaru atdeves aprēķina formulām.
- Kopīga fonda izveide starp valsti, reģionu, uzņēmējiem, iedzīvotājiem un nevalstisko sektoru, nodrošinātu savstarpējo sadarbību, piesaistītu ES un starptautisko projektu finansējumu, kā arī nodrošinātu visu interešu grupu pārstāvniecību.

**2. problēma** – Attīstības plānošana piekrastē ir sadrumstalota un vāji koordinēta. Līdzšinējos nozaru politikas plānošanas dokumentos piekraste kā vienota telpa izdalīta netika. Valsts institūciju savstarpējā, kā arī sadarbība ar vietējām pašvaldībām un sabiedrību piekrastes attīstības plānošanā ir neregulāra, nav instrumenta sadarbības uzlabošanai.

***Priekšlikumi problēmas risinājumam:***

- Nepieciešams izstrādāt speciālu Integrētās piekrastes zonas apsaimniekošanas likumu.
- Nepieciešams izveidot atsevišķu piekrastes reģionu, kurā - atbilstīgi dabiskajām un ekonomiskajām priekšrocībām tiktu plānota līdzsvarota attīstība. Nepieciešams izstrādāt vienādus saistošos noteikumus piekrastes reģiona līmenī, kurus ieviest piekrastes reģiona pašvaldībās, lai nodrošinātu dabas un vides aizsardzību, veicinātu ekonomisko attīstību un novērstu nepareizu piekrastes apsaimniekošanu (Saulkrastu Baltās kāpas; privātā apbūve kāpu teritorijā u.c. piemēri).
- Ekonomiskās attīstības pasākumus piekrastē nepieciešams līdzsvarot ar vides kvalitātes nodrošināšanu. Lai jutīgajā piekrastes joslā saglabātu piekrastes dabisko noturību pret riska faktoriem un mazinātu klimata pārmaiņu izraisīto apdraudējumu iedzīvotājiem un būvēm, ekonomisko darbību vēlams koncentrēt esošajās pilsētu un ciemu robežās. Nepieciešamības gadījumā jaunu apbūvi plānot virzienā uz iekšzemi. Zvejas laivu un jahtu piestātnes, naktsmītnes un citus tūrismam nepieciešamos pakalpojumus vēlams koncentrēt arī ārpus pilsētām un ciemiem – vietās, kur jau ir izveidota atbilstoša infrastruktūra, vai uzsākta tās attīstīšana, nosakot šādas vietas gan nacionāla, gan vietēja līmeņa teritorijas attīstības plānošanas dokumentos
- Teritorijas plānotājiem ir jāstrādā pēc autores izstrādātās metodikas, lai noteiktu vislielāko sociālekonomisko atdevi piekrastes apsaimniekošanā pret eroziju.

**3.problēma** – Latvijā ir jānodrošina sociālais taisnīgums piekrastes teritorijā, proti, nedrīkst pieļaut, ka indivīdam ir jācieš citas personas nepārdomātas vai savtīgas darbības rezultātā.

***Priekšlikumi problēmas risinājumam:***

- Latvijā būtu jāizstrādā tiesību akts, kas precīzē piekrastes joslas piederību valstij un nodod lietošanas tiesības pašvaldībām. Ir jābūt atrunātiem kompensācijas mehānismiem erozijas gadījumā – nedrīkst pieļaut, ka privātīpašums atrodas piekrastes joslā (attālumā no ūdenslīnijas līdz augstākajām viļņu bangām). Ir jāparedz jūras litodinamiskais monitoring, lai varētu noteikt, kurās vietās un kāda veida krasta aizsardzība ir pieļaujama, kuru īstenošanu var veikt noteikti visā erodējamā zonā ar speciāli izdotu MK rīkojumu. Šai programmai ir jābūt caurspīdīgai un skaidri definējamai.
- Neizstrādājot integrētu piekrastes apsaimniekošanas programmu, kas paredzētu ostām kompensēt smilšu deficītu, netiek ievēroti ilgspējīgi attīstības principi. Nepieciešams veikt šādus pasākumus valsts mērogā, lai samazinātu pludmales piebarošanas izmaksas.
- Erozijas apdraudētā zeme un nekustamais īpašums, kas iegūts īpašumā līdz 1991. gadam jākompensē ar līdzvērtīgu zemes īpašumu līdz 10 km attālumā no jūras un/vai jānodrošina dzīvojamās ēkas pārvešana/kompensēšana. Privāta krastu aizsardzība ir jāaizliedz sociālā taisnīguma dēļ, privātīpašumu krasta aizsardzību drīkst veikt tikai ar speciāli izdotu MK rīkojumu, pašvaldībai un privātajiem investoriem apvienojoties, lai vienotos par visa erodētā krasta un blakus zonu aizsargstiprinājumu/-iem, kura/-u izvēle tiek pamatota ar litodinamisko monitoringu un zinātnisku pētījumu.
- Latvijā piekrastes apsaimniekošanas programmas ietvaros jāizglīto iedzīvotāji par erozijas jautājumiem un jāveido apzinīga sabiedrība.

## INTRODUCTION

One of the main objectives for prosperity in Latvia is sustainable economic development that would contribute to the increase of the standard of living for the citizens and overall growth of the country. The Author of the Doctoral Thesis is of the opinion that the efficient territorial management and integrated regional development is the primary path to sustainable economic development of any kind.

By the end of the 20<sup>th</sup> century, a new tendency came into focus all over the world – migration of the population towards the coastline when choosing the new residential areas closer to the recreational destinations. In Latvian coastal area, where the main load historically comes from specific economic sectors (including fishery and related human activities), a significant anthropogenic load has been added from persistent and increasing human presence that is related to the choice of location for residency and recreation. As a result, the intensity and density of construction has inevitably increased; therefore the stress from human activities on the coastal area has to be considered as a significant source of impact and is a reason why strict normative regulations have been passed regarding the restrictions of the economic activities within the coastal area of the Baltic Sea and the Gulf of Riga. Human economic activities within the coastal area are considered as an independent factor for stimulation of geologic processes and influencing the formation of the coastal structure, therefore the coastal area has been granted a status of special protection area with general restrictions for human economic and other activities, justified by the Law on Protection Belts with the objective to prevent the processes of coastal erosion.

Coastal erosion has always been a sensitive issue along the Baltic Sea and the reason is unpredictability and uncontrollability of the natural forcing factors – intense storms. Over time, the problem has become even more topical, especially in the context of climate change and subsequent increase of the frequency and intensity of the storms, slight rise of the sea level, intensity of beach erosion, etc. These impacts are combined with the direct impacts of human activity – construction within the offshore and coastal areas, deficiency of the drift residues and dredging of the sea, as well as the increase of the load of the growing tourism sector on the coastal vegetation and relief of coastal sand dunes.

Due to the aforementioned factors of unfavourable impacts, a periodic and intensive inflow of seawater into coastal areas has been observed over the past 50-100 years, causing significant erosion and retreat.

It is worth noting that the total length of the Latvian coastline is nearly 1/3 (26%) of the state borderline and already the population in the coastal area, which is considered as a territory 5-10 km from the coast, have reached 1 million inhabitants. Based on the monitoring data from the previous century, it is established that due to the coastal retreat of up to 200 m, the sea has dangerously approached the farms, villages, and towns that had been built in formerly safe locations. Around 65% of the sea coasts are influenced by different stages of erosion. Almost 50% of inhabitants of the coastal areas of Latvia, a number of which tend to increase during the tourism season, are exposed to the risk caused by erosion – meaning that they can lose their lands, buildings, and infrastructure, including important objects from the point of view of tourism, urban, cultural, and historical monuments. At present, no robust calculations have been carried out for identification of the economic losses caused by damage to extensive land areas of the Baltic Sea, or calculations of options for diminishing of those losses with respective measures of coastal protection.

Despite the urgency of the issue and the success that has already been reached in order to tackle it, there does not exist a united and systematic information database about the “lost” territories to the Baltic Sea, the parameters and characterisations of those territories, information about the ownership, nor the summary of losses both from the impacts to the human and natural environment and material and cultural values. The situation is even more complicated because of the fact that great part of the coastal area, especially territories that lie in the possession of the Ministry of Finances of the Republic of Latvia, are not registered in the Land Register, and therefore it is not possible not only to use the official information system as a data source, but also to determine the losses of cadastral or market value for the land losses. In addition, a lack of appropriate methodology for the calculation of socio-economic losses of cultural and historical monuments and infrastructure of state importance has to be pointed out. The losses, including in a form of costs, occur not only due to loss of existing material and natural values and investments in coastal protection, but also from the profit that is not derived, for instance, in forestry, agriculture, tourism, and other sectors. At present, calculations by summarising the mutual impacts are not practiced either in Latvia or other Baltic States, since the appropriate methodology for the calculation of such losses has not been developed.

The urgency of the aforementioned issue has been also acknowledged at the state level and a solution has been put forward – in 2008 the concept for registering state land properties on the coast of the

Baltic Sea and the Gulf of Riga has been approved. Still, it has to be pointed out that this is only the beginning of addressing the problem, as this action is not aimed at diminishing or prevention of the complex and multidisciplinary impacts of erosion per se, but can only be considered as a first step towards the creation of the set of instruments for the fundamental definition of the problem and development of the modelling of subsequent possibilities for tackling of it. In 2011, the “Guidelines for the spatial planning of coastal area for 2011 – 2017” have been endorsed, highlighting the importance of coastal erosion as obstructive to sustainable development.

It is even added to the socio-economic urgency of the issue due to the indistinguishable but essential area of unfavourable impacts related to the emotions of the coastal inhabitants – fear of property loss and subsequent natural urge to protect it by any ways and means, resulting in uncoordinated and inefficient coastal protection measures without any strategic planning. Such local approach for solving of a global problem does not improve the situation and even adds to the inconsistency of the coasts. Individual coastal protection and fortification constructions solve the problem in short term and locally and always involve a negative side effect of causing erosion of higher intensity in adjacent properties and bringing more lands to threatened areas. Countermeasures, including construction of appropriate protective structures, are not only tasks to be managed by local governments, but also to be included in the territorial plans of the coastal towns and rural municipalities, becoming a united strategy by common coordination. Lack of interest in taking the initiative and centralised tackling of the issue on the state level is one of the reasons why the previous attempts of solving the problem have not been successful or even resulted in increasing economic losses.

The **object of the research** within the Doctoral Thesis is coastal erosion but the **subject of the research** – efficient and economically justified protection against erosion in the Latvian coastal region.

**Hypothesis:** *Efficient coastal management strategies will decrease the impact of the coastal erosion on the national economy and will contribute to the sustainable development of the coastal region.*

To address the above hypothesis, the objective of the Thesis is to develop a methodology for calculating the losses due to coastal erosion within the coastal area of Latvia, as well as to assess the scenarios for coastal management and selection of the most appropriate strategy.

In order to achieve these objectives, the following tasks have been performed:



1. Study of the historical development of the Latvian coastal area and defining the causes and coefficients of coastal erosion, as well as analysis of the international experience in prevention and management of erosion.
2. Evaluation of the role and importance of the coastal region in the Latvian economy, survey of the coastal monitoring data, and analysis of the legal basis for coastal planning.
3. Evaluation of threatened areas, elaboration and application of the methodology to the calculation of the losses due to erosion in the coastal region.
4. Elaboration and comparative assessment of the **coastal management scenarios**.

### **Limitations of the research**

Due to a limited amount of the research literature and insufficient monitoring data for the entire coastal area within the territory of Latvia, detailed calculations of the losses due to erosion are performed for the area of sewage treatment plant of Liepāja city.

In order to achieve the objectives, perform the tasks and prove hypothesis, the following data and sources were used:

- Laws of the Republic of Latvia, regulations of the Cabinet of ministers;
- data of Central Statistical Bureau;
- data, researches, programmes and statistical information of the Ministry of Economics, Ministry of Environment and Regional Development, Ministry of Welfare, Ministry of Finance, State Regional Development Agency, State Employment Agency;
- published research results of Latvian and international scientists on the related topic;
- theoretic and analytic literature;
- other information sources stated in the list of source.

Monographic or descriptive methodology was used for interpretation of research results based on existing scientific viewpoints. Methodology of analysis and synthesis was used for individual study of elements of the problem and formulation of the coherency. Methodology of scientific induction was used for formation of scientific assumptions and interconnections between separate elements. In order to systemitise and explain empirical data, logic and deduction were utilized.

For the analysis of the losses due to erosion the interviews were performed, for calculation of the economic benefits the methodologies of cost-benefit analysis, sensitivity analysis and multi-criteria were used, for identification of environmental services a methodology of

benefit transfer was employed, for the determination of the value of the coastal properties a hedonic methodology was applied.

For the identification of the options of the coastal protection against the erosion in Latvia, the interviews of the experts in the field were performed, stakeholder analysis, SWOT and PEEST analysis, methodologies of pairing and hierarchical analysis.

### **Innovativeness of the Doctoral Thesis**

1. Within the Doctoral Thesis, the evaluation of the socio-economic and ecologic losses due to coastal erosion in Latvia was carried out for the first time.
2. Based on international experience and research performed by the Author, the plausible development scenarios were elaborated and evaluated, as well as methodological recommendations proposed for the calculation of the losses and coastal region protection against erosion.
3. Problems and risk factors of the coastal erosion were surveyed, as well as introduction of risk management approaches and efficient coastal management was promoted by structuring of the losses for the Latvian coastal area.

The originality of the research and results included in the Doctoral Theses has significantly contributed to the theoretical basis of the regional economics and coastal management – coastal erosion has been analysed as detrimental to the coastal development, international experience assessed, calculation of losses for the Latvian coastal region performed, as well as the most appropriate development scenario for the Latvian coastal management selected and justified.

The **economic significance** of the research – the results of the Doctoral Thesis form a methodology for sustainable development of the coastal region by evaluation of the socio-economic and environmental factors, as well as by offering integrated balance for the different target groups. The growth of economic gross product is justified by efficient investments in the coastal development.

Four **defence theses** were used for the proving of the hypothesis.

1. Erosion and its consequences is an impediment to the development of the coastal regions in the case of an inefficient coastal management.
2. Coastal regions have important role and economic development potential, therefore sustainable and integrated development of coastal areas is essential.
3. Erosion causes social, as well as economic losses on local, regional, and even national scales.

4. Establishment of the common state, non-governmental and private foundation is one of the most appropriate approaches for the prevention and mitigation of coastal erosion.

## 1. THEORETICAL ASPECTS AND CAUSES OF COASTAL EROSION

*The Chapter is compiled of 31 pages, 8 tables and 7 figures.*

In this Chapter, the causes and related factors of coastal erosion are evaluated, historical development and impacts of coastal erosion on the Latvian coastline assessed, as well as definitions and concepts of international researchers analysed, focusing on the principles of prevention of erosion and coastal management measures. International coastal management experience is presented, particularly of the United States of America, United Kingdom, Estonia, Lithuania, and Canada, as well as the activities related to coastal protection against erosion that have been carried out in Latvia.

### 1.1. Definition of erosion and historical evaluation

The term “**erosion**” is derived from Latin *erosio*, and its meaning in Latvian in natural sciences is weathering (as a result of wind) and transport, erosion and retreat (of soil) and rupture or decomposition (of rock); the term “erosion” is also used in the field of nature protection referring to *deterioration of environment*. Additionally, the term **erosion** is used in medicine referring to superficial ulcers, and “**the gradual loss of property value**” in the financial Thesaurus.

In scientific literature and official terminology of coastal engineering the complex process of deterioration and retreat of sea coasts is referred to as “erosion”, but in Latvian there is no acknowledged national translation. The designation “erosion” is used also in other languages: *Erosion* – in English; *Erosion* – in German; *эрозия* – in Russian; *Érosion* – in French. *Therefore this internationally and generally adopted term – Erosion – is used throughout the Doctoral Thesis.*

The term “erosion” conventionally refers to the process of erosion and retreat of soil or rock base caused by the influence of water or wind forces. The scientist and coastal researcher G. Eberhards is of the opinion that for the designation of the process of erosion related to the deterioration of the coastal rock base caused by impact of waves and as

a result of coastal slope processes (landslides, landfalls, leaks) it is correct to use the term “erosion and retreat of the sea coast”.

The erosion and retreat of the sea coast is a complex set of processes comprising the following:

- shallow underwater and beach zones which are under the direct and destructive (weathering) impact of approaching waves, as well as transportation, sorting, and accumulation of the loose sedimentary material caused by the impacts of wind force and sea currents;
- the basic coast, deterioration of which is influenced not only by wave activity but also the coastal slope processes, current movement of surface and groundwater, wind force and other meteorological occurrences, even by biological factors.

Analysis of the historical development of the coastal erosion can be reviewed along with the development of coastal engineering, which has originated as early as 3500 BC as a result of early port activities and establishment of maritime trading traditions. Construction of port berths and moles was performed by manual labour and on a large scale. In several contemporary ports, historically built infrastructure still exists, but it appears as a subject of research mainly of underwater archaeologists. Most of the ancient ports have vanished after the fall of the Roman Empire. The remaining evidence shows that engineering activities were chiefly aimed at development of port infrastructure but there are exceptions of coastal protection structures in urban areas, for instance, in Venice.

During the 20<sup>th</sup> century, the practices of coastal protection evolve from protective measures to beach nourishment or sand replenishment. Even as recently as the 1950s, the hard solutions for coastal protection against erosion and destructive storm impacts were mostly dams and breakwater moles. Suggested by private interests or local communities, these solutions were widely used for coastal protection in order to ensure the use of the coastal area for recreation during the period of 1920-1930, but nevertheless many beaches were eroding. Coastal scientists could not continue to rely on the efficiency of hard protective measures, therefore initiating development of methodologies grounded on natural characterisations of sand dunes and beaches. As a result artificial beaches and fortifications for the sand dunes were created – engineering solutions for dispersion of the wave force and protection of the coastline that were considered as more economically beneficial and environmentally friendly.

Limited knowledge of coastal inhabitants and municipalities on the subject of transportation processes of coastal sediments have resulted in inappropriate choices of coastal protection and erosion prevention measures. In numerous cases, the issue of coastal erosion is being solved locally causing aggravation of the situation or inducing other environmental problems in adjacent or remote sites (within 10 km).

## 1.2. Impact of erosion on Latvian coastal orientation and processes

As in other European countries, in Latvia the intensification of coastal erosion processes can be observed, particularly toward the end of the 20<sup>th</sup> and beginning of the 21<sup>st</sup> century, causing losses of territories and exposing buildings and infrastructure to danger. Cartographic data for the entire Latvian coastal area have been registered since the 1920-30s and was used as a basis for maps representing the modification of the basic coastline within the previous 60–70 years.



Source: G.Eberhards, J.Lapinskis “Coastal processes of the Baltic Sea in Latvia” (“Baltijas jūras Latvijas krasta procesi”), 2009.

Figure 1.1: **Threatened areas with erosion risk conditions; key risk conditions of coastal erosion in Latvia.**

In Figure 1.1, five different coastal areas of Latvia are displayed, as well as the level of coastal erosion within the particular sectors indicated – the sectors with high-level erosion risks are marked with red and the sectors with low level erosion risks - in green. The most

significant retreat of coastline has occurred north of Ventspils city (150–200 m), as well as in Jūrkalne (80–130 m), Nida (120–130 m), and near Ragaciems (100–120 m). The most significant increase in the coastal volume has been registered in the area of Irbe Strait (100–200 m), south of Ventspils city (100–200 m), and at Mērsrags (200 m). It is expected that within the following 50 years the Latvian coastal areas of the Baltic Sea and Gulf of Riga in Kurzeme will suffer the most from coastal erosion, losing three times as many territories as Southern part of the Gulf of Riga and Vidzeme region. The following data has been obtained within the project KALME (2009):

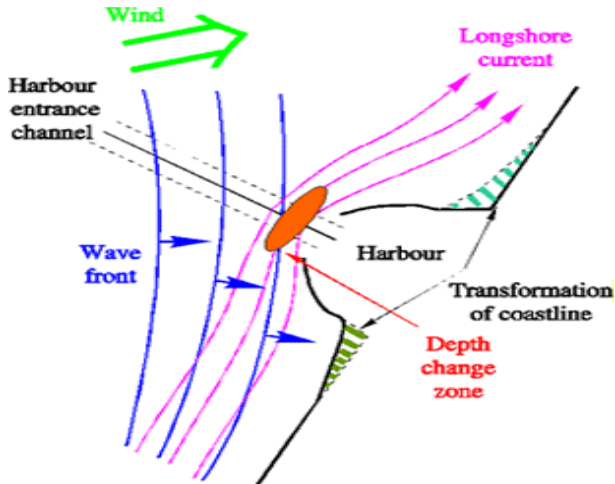
- the average and maximum rate of coastal erosion will exceed the current rate by 30-100%;
- erosion is expected to occur in locations where it has been observed within the previous 10 years with the increase in total length of threatened coastline by 10-20%;
- the total length of threatened coastline will mainly increase by adding previously stable coastal sectors to the risk area, focusing on points and capes of the coastline, as well as sectors of anthropogenic stress caused by hydro-technical constructions of the ports;
- by 2060, the territory of Latvia will decrease by ca. 10 km<sup>2</sup> as a result of the coastline retreat.

The characteristics and intensity of the geological processes, stress on the coastal areas, as well as the coastal conditions and modifications are determined by natural and anthropogenic factors (Lapinskis, 2010). It has to be pointed out that in terms of coastal evolution it is not possible to isolate the impact of a single, particular factor, as the complex structure of the sea coasts has formed as a result of various interrelated and reciprocal (feedback) processes and factors, therefore the anthropogenic impact should be reviewed within a context of the impacts of natural factors, as well as the synergy of all aforementioned.

In general it can be concluded that the intensification of coastal erosion in Latvia is directly related to the trend of the maximum storm surge water level increase during the previous 30 years within the coastal area of the open Baltic Sea as well as the Gulf of Riga, with remaining insignificant positive and recurrent (cycles of 4-5 years and 20-21 years) changes in the average sea level within the coastal areas. The key factors for long-term changes of the average (relative) water level of the Baltic Sea were vertical movements of the Earth crust (rising/sinking), eustatic rise of the sea level (*eustatic* - denoting or relating to worldwide changes in sea level, caused by the melting of ice sheets, movements of the ocean floor, sedimentation, etc.) and changes

in water balance in the Baltic Sea that caused a rise of the sea level of 1.5 mm per year on average in the 20<sup>th</sup> century (Meier, 2007).

The key natural coefficient of coastal erosion is storms, the intensity of which is significantly increasing influenced by anthropogenic factors (port activities and construction of breakwaters and jetties into the sea). It has been proven that the intensity of coastal erosion has increased six times during the last 20 years, but the area of accumulative lands has decreased four times.



Source: Martin Associates. *The Local and Regional Economic Impacts of the Deepwater Port Systems*, 2008.

Figure 1.2. **Development longshore current sediment transportation**

The Figure 1.2 shows the shipping route channel with a jetty preventing the accumulation of longshore current sediments from the active coastal processes.

### **1.3. Basic principles of coastal protection against erosion**

Historically, people have always responded to the threats of erosion by constructing coastal fortifications and protective installations in order to maintain a constant buffer zone between the land and the sea. This has been carried out based on the assumptions that the coastline has always been in the existing condition and has never changed. As the knowledge on the coastal processes increased, this viewpoint has changed radically, and subsequently the opinions regarding the coastal protection measures have evolved (French, 2001).

Coastal protection functions are naturally appointed to the beaches, stacks of pebbles and rocks in the shallow water and on the shore, coastal vegetation, conditions of freezing and ice formation.

Artificial coastal protection solutions can be divided into two groups: heavy, massive constructions or “**hard**” solutions (jetties, breakwaters, protective walls, gabions, etc.) and “**soft**” protective solutions (dune fortification, beach nourishment with sand and “green” solutions) – less massive structures and installations. It is essential to determine the usage time, efficiency, design, construction and maintenance costs of the installations when choosing the solution for coastal protection, even though neither of the aforementioned can be expressed as universal indicator and can vary for different coastal sectors depending on specifications of coastal processes and other aspects.

#### **1.4. Threatened areas and international experience in coastal management**

The coastal area is comprised of three interrelated and dynamic systems: **economy, ecology, and geomorphology**, and currently there is a standing competition among them (Green, 1999).

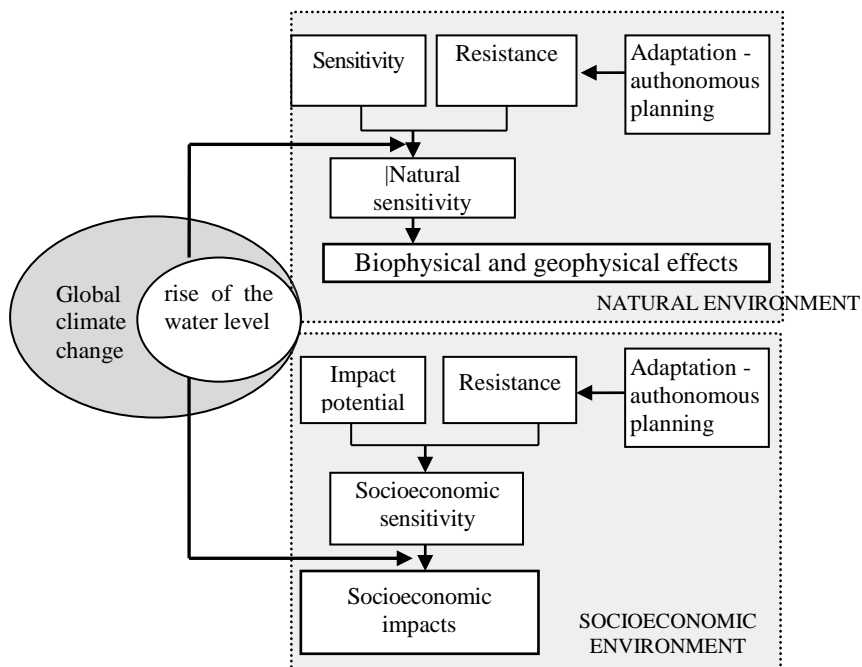
The global climate change impacts on the natural environment and socio-economic sensitivity of this environment, determined by the potential of biophysical and geophysical effects are presented in the Figure 1.3. For the mitigation of the sensitivity such measures as planning and autonomous actions can be implemented, otherwise described as coastal management focused on local coastal protection or coastal fortification and installation of protective constructions in specific locations.

The term *coastal management* was first used after 1950 in the United States when a natural protection area in Virginia was established. Next time it appears in the report “Our Nation and the Sea” in 1969, and coastal management was acknowledged by the law with the “Federal Coastal Zone Management Act” in 1972. The United States thus have extensive experience in coastal management and protection against erosion.

In the middle of the previous century the hard coastal defence measures were globally widely used, whereas at present the approach has significantly changed and soft solutions are selected instead – nourishment of beaches, fortification of sand dunes and other “green” solutions.



The most efficient asset for the prevention of and protection against coastal erosion is the beach with its natural relief and supplementary agents (dunes, rocks, fallen trees, as well as frost and ice formations during the winter periods).



Source: *Landscape-scale socio-economics of sea-level rise (Knogge et al., 2004)*

Figure 1.3 **Interactions of natural and socioeconomic environment in a contexts of global climate change.**

International experience shows that it is required to perform an annual monitoring of complex litho-dynamic processes within the coastal area (sea currents, wind, etc.) in order to identify the causes of development and interrelations of the erosion factors. In Latvia several monitoring research studies have been carried out, co-financed by Environmental Protection Fund, but these studies are neither regular nor based on long-term strategic planning.

Economically more developed countries, for instance, the United States of America, the United Kingdom, and the Netherlands, have established foundations for the minimisation of the risks of coastal erosion and flooding, as well as application of compensatory measures.

For the evaluation of the projects for protective infrastructure development against the coastal erosion, a methodology of cost-benefit analysis has been used internationally.

## **2. EVALUATION OF THE SOCIAL, ECONOMIC AND LEGAL ENVIRONMENT OF THE COASTAL REGION**

*The Chapter is compiled of 35 pages, 6 table and 8 figures.*

In this Chapter the Author presents substantiation for the term “coastal region” and defines the scope of the concept. Characterisation and analysis of the coastal region provides information on key socio-economical sectors within the coastal region. In this Chapter the development potential of the coastal region is analysed and socio-economic indicators compared against indicators of the country in general as well as of various regions separately. Within this Chapter, the analysis of legal environment is provided for all regulatory acts and documents related or applicable to the coastal region.

### **2.1. Definition of the coastal region and identification of the border areas within the territory of Latvia**

The coastal area or more precisely and as acknowledged in Latvian scientific terminology – coastal region – comprises the present and historical formations of the coastline, underwater relief, as well as the sediments on the shore and in the sea. The coastal region is an area of interaction of two different environments with specific processes, sediments and ecosystems. For the coastal regions of every sea or ocean two key areas are distinguished: the land area with a seaward limit or the coast (*Piejūra*) and the area of the water body with a landward limit - the shore (*Jūrmala*).

The natural borderline of the Latvian coastal region, according to the geomorphologic identification, marks the Coastal Lowland, the limits of which can be distinguished by the oldest coastline of the ancient Baltic Ice Lake. Based on the literature analysis and use of clearly defined terms the Author *defines the coastal region as municipalities, towns and cities within the Coastal Lowland with the seaward limit of the land area corresponding to the border of the administrative territory*. This definition of the coastal area is a combination of natural, economic and administrative criteria, determining a coastal area directly influenced by economic activities. The coastal region in Latvia comprises the following municipalities, towns, and cities:

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>1. Municipality of Carnikava;</b> | <b>10. City of Rīga;</b>               |
| <b>2. Municipality of Dundaga;</b>   | <b>11. Municipality of Roja;</b>       |
| <b>3. Municipality of Engure;</b>    | <b>12. Municipality of Mērsrags;</b>   |
| <b>4. Municipality of Grobiņa;</b>   | <b>13. Municipality of Rucava;</b>     |
| <b>5. City of Jūrmala;</b>           | <b>14. Municipality of Salacgrīva;</b> |
| <b>6. City of Liepāja;</b>           | <b>15. Municipality of Saulkrasti;</b> |
| <b>7. Municipality of Limbaži;</b>   | <b>16. City of Ventspils;</b>          |
| <b>8. Municipality of Nīca;</b>      | <b>17. Municipality of Ventspils.</b>  |
| <b>9. Municipality of Pāvilosta;</b> |  |

The total area of the coastal region covers 8100 km<sup>2</sup> (12.5% of the territory of Latvia) and 12% of the area is formed by the republican-level cities. The legal definition of the terms referring to the coastal region or coastal area may vary in different countries, the reasons being political or social. The coastal region within the Thesis is understood as a combination of administrative and territorial units with the key economic fields – port activities, fishery, tourism services, as well as with the local inhabitants and tourists, but the term “coastal area” refers to the identification of the natural borders of the coastal zone – existing natural and cultural values. At present, the approximate area of the coastal territory is 1651.5 ha.

## **2.2. Characterisation of the economic development of the Latvian coastal region**

It is complicated to characterise the coastal region because of its heterogeneity and varying viewpoints of the different target groups. Namely, according to the statistical regional classification of the Regulation No. 1059/2003 (EC), the coastal municipalities correspond to 3 statistical territorial units of NUTS III level – Rīga, Pierīga and Kurzeme, whereas the coastal region administratively and territorially lies within Rīga and Kurzeme planning regions, but the statistical data for the time period until 2008 is registered for former administrative units - districts and larger cities, without distinguishing among particular coastal municipalities or civil parishes.

In the region of Rīga and Pierīga the average density of population is 105 pers./km<sup>2</sup>, bet in the central part of the region (Rīga, Jūrmala, Pierīga) – 280 pers./km<sup>2</sup>, which is three times as many as the average in the country. In Kurzeme region the density is 23.3 pers./km<sup>2</sup> and without cities

of Liepāja and Ventspils this indicator decreases till 13.9 pers./km<sup>2</sup>, therefore showing the Kurzeme region as the least populated in Latvia

In the beginning of 2010 the population of coastal municipalities was 989.5 thousand inhabitants (44% of the population of Latvia), and 90% had declared Rīga, Liepāja, Ventspils or Jūrmala as the place of residence.

Taking into account the different sizes and levels of importance of the coastal territories, the Author has evaluated the average demographic and socio-economic indicators of the coastal municipalities included in this group. The indicators are presented in the Table 2.1.

Table 2.1

**Demographic and socio-economic indicators of the coastal municipalities**

<b>Indicator</b>	<b>Coastal municipalities</b>	<b>Latvia</b>	<b>Municipalities</b>
Changes in population (2005./2010.), %	-1.84	-2.1	-1.6
Density of population in the beginning of 2010 (pers./km <sup>2</sup> )	12.4	34.9	17.3
Index of demographic stress	531.1	513.8	513
Number of citizens below working age in the beginning of 2010 (%)	13.7	13.7	14.3
Number of citizens of working age in the beginning of 2010 (%)	65.3	66.1	66.1
Number of citizens past working age in the beginning of 2010 (%)	21	20.2	19.8
Income tax revenues in municipal budgets in 2008 (LVL)	299.8	367.3	286.5
Income tax revenues in municipal budgets in 2009 (LVL)	212.1	265.9	207.5
Unemployment level in 2009 (%)	4.4	5.1	5.7
Unemployment level in 2010 (%)	10.6	12	13.4
Number of economically active individual entrepreneurs and enterprises per 1000 citizens in 2008	19.8	30.8	18.3

*Source: Regional development in Latvia 2009, 2010.*

The analysis of the demographic and socio-economic data of the coastal municipalities leads to a conclusion that economic indicators

regarding the income level in the coastal municipalities are higher if compared against the level in Latvia in general, but lower regarding the number of citizens of working age. The level of unemployment in the coastal municipalities was 4.4% in 2009 and 10.6% in 2010, which is lower if compared against the situation in other regions and Latvia in general, while the number of permanent residents is decreasing more rapidly in the coastal municipalities than in the rest of the country on average. This can be explained by the coastal environmental protection policies and higher estate market value. Comparing the income tax indicators it can be concluded that in coastal municipalities this indicator is lower by 67.5 LVL than average in Latvia, but at the same time it is higher by 13.3 LVL in 2008 and by 4.6 LVL if compared against the indicators of inland municipalities. As the key indicator the unemployment level should be pointed out, which was lower in 2009 and 2010 than average in Latvia. These data represent economic potential of the coastal municipalities, which are not fully used according to the income tax levels and number of economically active individual entrepreneurs and enterprises per 1000 citizens.

### **2.3. Assessment of stakeholders and chief socio-economic sectors of the coastal region**

Coastal region is considered as important on a national, as well as international, level due to its natural, economic, and cultural resources. European Union has acknowledged the significance of the coastal territories within the common system, including the Latvian coastal area, which is still underestimated on many levels nationally (Cooper, 2008). The coastal territories of Baltic Sea in Latvia are particularly sensitive. Coastal ecosystems are rich in biological diversity of flora and fauna, the area is economically active as a location for trading centres and ports, as well as frequent tourist destination points. However, these aspects influence not only the regional economy but also the quality of living of the local residents. Generally, the following interactive groups of stakeholders can be distinguished within the Latvian coastal region, the interests of which come into contact with respect to the issues of coastal development: coastal inhabitants, coastal entrepreneurs (ports, fishery businesses, wind parks, etc.), coastal natural values and coastal tourism.

The principal economic sectors related to the coastal area in Latvia are – transport and logistics (port activities), fishing and fishery industries, tourism, coastal natural values, forestry, agriculture, energy production

(wind power). The sectors of tourism and transport provide the greatest contribution to the GDP of the state, as well as cause the biggest stress on the coastal area. Fishery industries have important role in Latvian regional development by providing the jobs and decreasing the level of unemployment. Economic activities of the sector do not cause significant impacts on the coastal erosion (except the constructions of breakwaters, groins, and jetties), whereas the measures for the coastal protection against the erosion cause losses to the fish resources.

Agricultural and forestry activities within the coastal area are minimal, but nevertheless the local clear cutting and deforestation take place in order to free the space for new residential houses or improvement of the condition of existing buildings, therefore causing environmental changes.

Within the Latvian coastal area there are 23 biotopes that have been acknowledged by European Union as under protection, covering 90% of the coastal area of protection – the dunes and the beach. 20 of the coastal biotopes have been listed as the most endangered – areas of specific protection comprise 45% of the total length of the coastline. Economic activities within these territories are limited, thus having a positive impact on the prevention of the coastal erosion as the biotopes function as a primary defence against the erosion and retreat of the coast lands. Nevertheless the restrictions without considering alternative possibilities for the economic activities and appropriate guidelines may cause the opposite effect – for instance, Piejūra Nature Park does not fulfil the assigned functions and vast areas of valuable biotopes have been lost since 2005 as it is not possible to control the stress from the tourism sector.

#### **2.4. Analysis of the legal basis of the coastal planning**

According to the objectives of the Thesis the analysis of the applicable legal and regulatory documents has been carried out. The results show that there is a lack of a unified viewpoint on the issues of the coastal development on the level of national politics. There are no support measures for the sustainable use of the coastal potential, even though the coastal planning documents provide a definition of total coastal values, the overall objective of the coastal development and three sub-objectives, as well as a specification of required actions and main tasks in order to ensure the sustainable development of the coastal region. However, the observation of the regulations of Latvian legal acts regarding both nature protection and territorial planning is complicated by insufficient financing.

Existing management tools do not contribute neither to the cooperation for the coastal development planning, nor coordinated and rational attraction and use of financing.

The coastal development planning is fragmented and poorly coordinated. In the previous planning documents for sectoral policies, the coastal region was not marked out as a single and united space. Internal cooperation of governmental institutions, as well as cooperation with coastal municipalities and general public for the coastal development is irregular and there are no existing tools for the improvement of the cooperation and mutual understanding. The present methodology for identification of the areas of protection considers the variable characterisations of the areas and differences in coastal processes insufficiently. The current regulations on land property rights within the coastal area, competence of the state, municipality and other land owners regarding the coastal area management and limitation of the impacts of the erosion, use of private lands for public infrastructure development therefore providing accessibility of coastal territories, as well as granting a resort status to the underwater objects of cultural heritage, do not stimulate a rational and coordinated attraction of financing for the coastal development. The requirements for the territory use and construction with consideration of the negative impacts of climate change, as well as ensuring the observation of characteristic design and construction principles, where identified, are incorporated in the regulations of coastal municipalities insufficiently.

Actions taken in order to tackle with coastal erosion are frequently carried out without any scientific grounds and prove to be inefficient, as the practical recommendations for the limitation of coastal erosion on the seaside and river estuaries resulting from single project or researches are not summarised and promoted. The Law on Protected Belts has been amended, allowing the construction of coastal fortifications in the dunes, contradicting with the former environmental policies of the Ministry of Environment and Regional Development and causing threats to the coastal resources by inappropriate coastal defence structures. The aforementioned amendment of the law is only accurate in combination with respective and binding guidelines or recommendations that currently have not been issued by the Ministry.

## **2.5. Integrated Coastal Management**

Integrated Coastal Management (ICM) is defined as dynamic, multidisciplinary and repeated process, which can be used for stimulation of the sustainable development of the coastal areas.

In Latvia the principles of ICM have not been applied widely, even though sometimes integrated planning takes place without reference to the ICM, but according to the principles on the intuitive level.

The establishment of a separate institution for implementation of ICM has not been planned in Latvia, but increasing the capacity of existing institutions and providing training for the experts on ICM aspects instead. Currently the implementation of ICM recommendations is being carried out within the INTERREG III project “Integrated coastal development in the Baltic Sea Region/BALTCOAST” with participation of seven Baltic Sea Region countries.

Although the involvement of general public and representatives of various target groups is mentioned as necessary and already actively practiced, it frequently occurs as a formality and the results are inefficient. As possible forms of cooperation the examples of Association of Local Governments and Association of Coastal Municipalities can be given.

Key preconditions within the processes of ICM are the involvement of all the possible stakeholders and target groups, transparency of vertical and horizontal communication as well as ICM implementation.

The Author reviews the estimation of results for the integrated coastal management returns in USA and China, where the estimations were carried out in a 10-year perspective. For the first five years period (without ICM) the average increase in the economic sectors was calculated and the results attributed as annual standard increase. Then the difference between the standard increase and annual increase that was calculated for the next five year period (with ICM) therefore was considered as the return of integrated coastal management costs

The following formulae were used for the estimations: 2.1, 2.2 and 2.3.

$$\Delta v = v_1 - v_0 \quad (2.1)$$

$$v_1 = \sum_{t=1}^T \frac{\sum_{i=1}^n (b_{it}^1 - c_{it}^1)}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{\sum_{j=1}^m e_{jt}^1}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{\sum_{k=1}^x d_{kt}}{(1+r)^t} \quad (2.2)$$

$$v_0 = \sum_{t=1}^T \frac{\sum_{i=1}^n (b_{it}^0 - c_{it}^0)}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{\sum_{j=1}^m e_{jt}^0}{(1+r)^t}, \quad (2.3)$$

where

- $v_1; v_0$  – benefits as net present value for the two scenarios with and without integrated coastal management;
- $b$  – benefits /return from economic sector, LVL;
- $c$  – costs related to the economic sector, LVL;
- $e$  – external expenses, LVL;
- $d$  – costs of integrated coastal management, LVL;



- i – indexes of included economic sectors (1,2,...,n);
- j – indexes of included external expenses (1,2,...,m);
- k – indexes of included costs of integrated coastal management 1,2,...,x);
- r – discount rate.

Efficiency of the integrated coastal management costs was proven where the yearly growth of the economic sectors increased by 23% to 49%.

### **3. IMPACTS OF COASTAL EROSION ON THE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE COASTAL REGION**

*The Chapter is compiled of 40 pages, 13 tables, 21 formulae and 12 figures.*

This Chapter is devoted to the evaluation of the economic risks of coastal erosion within the Latvian coastal region and identification of the impacts. For the estimation of the return of the projects tackling with coastal protection, the Author has used a cost-benefit analysis.

#### **3.1. Evaluation of the economic risks caused by erosion**

In order to evaluate the economic risks caused by erosion in Latvian coastal region and their possible impact on the socio-economic environment, it is required to acknowledge all appropriate indicators specific to Latvia.

Having reviewed the classical theories of risks, the Author is of the opinion that the coastal erosion corresponds to the definition of the economic risks, therefore it can be considered as an economic risk for the Latvian coastal region. The Author concludes that the erosion risk factors cause a multiplying effect on the socio-economic groups of the coastal region.

Data obtained within the research and international experience was used in order to develop a system of indicators for the Latvian coastal region.

According to the risk assessment indicators defined within the research, the coastal regions can be divided into following risk categories:

- *regions of **high risk** – municipalities of Jūrmala, Liepāja, Rīga, Ventspils, Salacgrīva;*

- *regions of **average risk** - municipalities of Saulkrasti, Roja and Nīca;*
- *regions of **low risk** – municipalities of Pāvilosta, Carnikava, Limbaži, Mērsrags, Engure, Dundaga, Grobiņa, Ventspils and Rucava.*

In order to perform estimations for the Latvian coastal region, identification of all the coastal values is required, as well as classification of the values by calculation classes, assessment and interpretation of the values as monetary quantities. This was performed based on identified socio-economic indicators, Latvian coastal region analysis, benefit transfer analysis, as well as the methodology developed by the Author for the assessment of the values, which is described in the following chapters.

### **3.2. Economic methodology for the assessment and interpretation of the coastal values as monetary quantities**

As the policies for environmental protection and management are developing in the EU, the necessity for economic evaluation of the environmental ecosystems is increasing. The key driving force for the economic evaluation is Water Framework Directive, which is particularly notable as it introduces the economic aspects in the development of policies for water protection and management. Within the Water Framework Directive it is provided that the compensatory measures in cases of loss of protected territories have to be based on the principle of equivalence, for instance, defining the situations when socio-economic aspects can be taken into account within the decision-making process regarding required actions for the water protection, including the application of the results of cost-benefit analysis to the political processes and resolutions.

For the assessment of the coastal values the **cost benefit analysis was carried out (CBA)**, providing the calculation for the condition when the sum of all positive impacts of the project increases the sum of all negative impacts, with values of all the impacts being estimated - most often interpreted as monetary quantities (DG Regional Policy, 2005). For the cost benefit analysis the economical evaluation concept is frequently used, known as “*willingness to pay*” – determination of the maximum amount of money that a person is ready to pay in order to receive a benefit. The economic benefit is not related to the changes in amount of money or price, the aim is to interpret the value of the individual benefit in monetary terms.

Additionally the **benefit transfer methodology** was used within the research, which defines the transfer of benefits as *transfer of the estimated values from changes in environmental system to a new study, which is different from the study where the values were originally estimated*. Environmental value transfer can be defined practically as the transfer of existing economic values estimated in one context to estimate economic values in a different context. During the last decades the benefit transfer methodology has been widely used in politics.

The **hedonic pricing methodology** is used for estimation of the value for the benefits without market value, for instance, by indirect estimation of the value of fresh air of calm neighbourhood. This method can be used for estimations of the real estate prices in different neighbourhoods and determining the price people are ready to pay for attractive scenery and fresh air. However, there is a possibility that the results obtained by application of these methodologies are inaccurate or even largely incorrect.

The **travel cost methodology** evaluates the mean travel costs per one visitor, therefore estimating the price for the “entrance fee” or amount of money the person is willing to pay in order to see the object or visit a place.

In the case of **Meta-analysis** the complete transfer of the function of benefits is performed, but it is based on the data and results from numerous researches providing a selection for the model development. The approach of meta-analysis is much more precise than benefit transfer methodology as it is possible to include additional variables in the model, enabling the explanation of the variations in the results and improving the accuracy of the estimates. According to the study by Martinez (2007) on ecologic, economic and social importance of the coasts, the value of the Latvian Ecosystem Service Product on a global scale is estimated at 155.74 mil LVL for the coastal ecosystems (up to 100 km from the coastline) and terrestrial natural values, 2.48 mil LVL for offshore, totalling 158.22 mil LVL.

The Author is of the opinion that the benefit transfer methodology has substantial advantages in comparison against other methods of monetary evaluation. Application of the benefit transfer methodology does not require survey of primary data, as it is based on information resulted from researches where other (previously described) evaluation methods were used. Benefit transfer methodology enables the economic assessment for the environmental “goods and services”, as well as the changes in the estimates for use values and non-use or passive use values (in case the studies providing the mentioned estimates were used for the benefit transfer).

### 3.3. Economic methodologies and their hierarchical role in politics

For the coastal protection against erosion it is essential to evaluate the investments against the benefits, as the principle of economic efficiency provides the purposeful and rational use of public resources, which include the investments for protection against the coastal erosion.

Investment planning and implementation is not possible without detailed economic analysis of benefits and efficiency, namely determination of the level of profitability for the particular amount of capital investment, considering the time aspect of the monetary value.

Within the coastal region, the investments can be classified according to the form of ownership – state, municipal, private as well as common direct and real investments, considered as long term projects by all investors. All investments have to be aimed at a certain economic result, respectively, certain level of income. This effect is estimated as the difference between the income during the period of use of investment resources and costs within the same period (general spending, taxes of all levels). This difference can be either positive or negative.

The Author has calculated economic efficiency for the coastal protection investment project by applying the methodology of cost benefit analysis.

For the calculation of costs and benefits of the coastal erosion a pure present value is determined for the specific coastal sector, where the coastal; protection measures are to be applied, according to the formula No 3.1.

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{L_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{Z_t}{(1+r)^t}, \quad (3.1)$$

where

- Z – coastal protection costs and value of the lost land area due to coastal erosion, LVL;
- t – time period;
- r – discount rate;
- L – total value of the protected land area (LVL), which is calculated according to:

$$L = E + G_{ka} \quad (3.2)$$

where

- $G_{ka}$  – value of the land area accumulated as a result of coastal protection, LVL;
- E – value of the eroded lands, LVL

The analysis was performed for a time period in a 50 year perspective, and defining the following objectives: to estimate the impact of the project, amount of investments, as well as to calculate the net profit and adjust the discounting to the values 2012.

The Author is of the opinion that a discount rate of  $r=3\%$  should be applied within this research, which is commensurable to the inflation index, but does not include direct factor of profit. Comparatively low discount rate can be explained by the required installation of the coastal fortification structures – there is no equal alternative of investment for the money. The discount rate therefore defines the required amount to be received at a present day in order to cover all the payments in the future assuming that the bank will offer a deposit rate of at least 3%.

In the Doctoral Thesis the political impacts on the socio-economic and cultural environment within the coastal region are evaluated, as well as the main steps towards the sustainable long term political decision making defined, respectively, the public needs and requirements have to be evaluated against the indicators of usability and sustainability (*social justice in the coastal region*), first of all satisfying the macro-economical results and defining a subsequent objective afterwards (*developed and balanced coastal region*). As the objective was never the coastal protection, but a balanced development of the coastal region, including coastal protection measures, the priority is the social justice, providing the investments only after a qualitative accomplishment of the set indicators. Therefore the investments are efficient (*decrease of erosion, content society*) and economic (*major return*), and the outcome of the activities demonstrate efficient political results.

Traditionally the cost benefit analysis includes the following stages: financial analysis, socio-economic analysis, vulnerability analysis, and multicriteria analysis if required. The aim of the socio-economic analysis is to determine the costs and benefits the implementation of the activity will provide to the society if compared against the situation when activity is not implemented. The usual practice is to include in the analysis also the indirect impacts or impacts that are disclosed by the market activities insignificantly or partially. The analysis can be used for better understanding of distribution of the costs and benefits by various influenced social groups, as well as if the particular activity is supported according to the public point of view.

Additionally the “polluter pays” analysis, which is included as a component of multicriteria analysis or the environmental impact assessment should be performed for the specific projects of environmental protection and projects of environmental impacts.

Based on the information from the interviews with experts as well as the evaluation of the economic sectors of coastal region, the Author has selected the following criteria for the multicriteria analysis.

<b>Criteria</b>	<b>Relevance</b>
Protection of socio-cultural values	0,8
Natural scenery and historical heritage	0,5
Savings of the annual maintenance costs for municipalities or entrepreneurs	0,6
Increase of the administrative capacity, improvement of the public knowledge level	0,3
Diversification of economic activities and sustainable management	0,4
Evaluation of the Ecosystem Service Product	0,2
Balance of land areas and added value	0,4
Social justice	0,5
Equal opportunities	0,2
Environmental protection	0,4

*Source: Figure developed by the Author*

**Figure 3.1.** Multicriteria for comparison of coastal protection alternatives

The criteria for the multidisciplinary approach and integrated coastal management are laid out in the Figure 3.1. Savings or losses from port dredging, beach infrastructure renovation, and other coastal protection measures were estimated as annual occurrences.

Within the Thesis, the methodologies of multicriteria analysis, as well as cost benefit analysis were applied in order to calculate the economic benefits from the coastal protection in Liepāja city.

For the estimation of economic benefits from coastal protection the cost benefit analysis was applied in a 50 year perspective and with an objective to determine the impacts and amounts of the project, as well as to calculate the net profit by discounting to the present value of 2012.

### **3.4. Methodology for assessment of Latvian coastal values and its substantiation**

Evaluation of the coastal protection project with cost benefit analysis methodology allows estimating not only the saved resources as a result of the project, but also the potential income for the GDP from the saved coastal areas or economic resources based on the financial analysis.

**Production factors or economic resources** refer to all materials used in the production of goods and services. According to this basic

economic principle the Author has developed a methodology for the calculation of losses of the coastal region by taking into account the following economic resources:

- material resources (nature resources (land) and a capital);
- human resources (employment, business opportunity and information – resource that adds to the improvement of the production).

*For the calculation of losses the costs of production factors were considered as basic principle:*

- land – rent;
- capital – percentage;
- employment – salary;
- business ability – profit;
- information – payment.

According to the basic economic and production laws, as well as the calculations of GDP following the methodology of income, the Author has developed a methodology for the estimation of coastal values. In order to identify the costs and benefits for the coastal region the methodology was adopted for Latvian coastal area, considering the characteristic environment and ecosystems, as well as the evaluated socio-economic indicators.

The balance for the eroded lands is calculated by subtraction of the summed areas of accumulated coasts from the sum of all areas threatened by erosion (Formula 3.3).

$$T = \sum_{j=i}^m E - \sum_{j=i}^m G, \quad (3.3.)$$

where

- T– total losses of the coastal erosion within all the coastal area of Latvia, in a definite period of time, ha;
- E– lands threatened by erosion in a specified area, in a definite period of time, ha;
- G– accumulated lands in a specified area, in a definite period of time, ha.

According to the results of the research programme “KALME”, the balance of erosion and accumulation for the most optimistic scenario in a 50 year perspective was calculated. The results are displayed in Table 3.1.

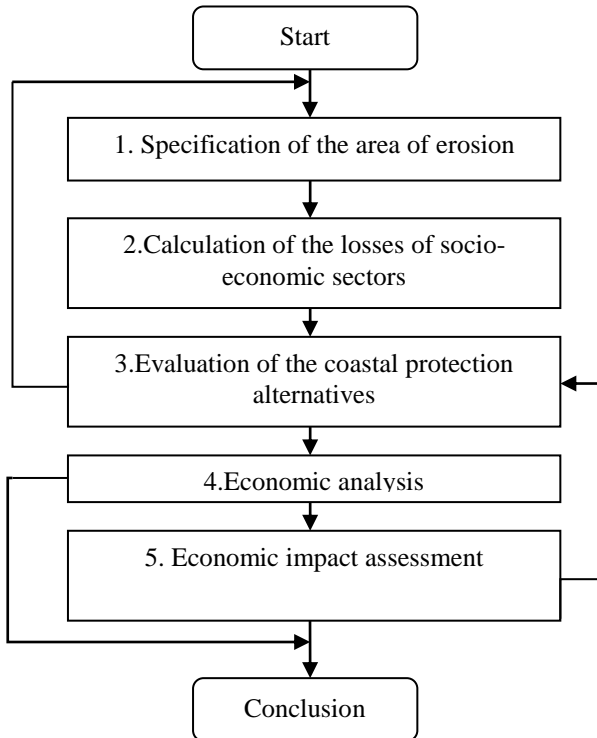
Table 3.1

**Prognoses for the Latvian coastal erosion and accumulation.  
Areas in 2030 and 2060, ha**

<b>Summary balance</b>	<b>2030</b>	<b>2060</b>
Eroded area (E)	310	1072
Accumulated area (G)	73	225
Lost area (T)	237	847

*Source: Table developed by the Author based on KALME research results (2009).*

The Author has developed a methodology for the calculation of the coastal values and losses due to coastal erosion, specifically adopted for the Latvian coastal situation.



Source: Flowchart developed by the Author.

**Figure: 3.2: Sequence of actions for the evaluation of erosion**



In the Figure 3.2 the whole set of actions to be performed within the methodology is displayed. For each of the packages of iterations there are subpackages of iterations with explanations and recommendations for the application of the methodology for the calculation of losses. The first task provides identification of the areas threatened by coastal erosion according to the prognoses of the research of KALME project and scientific consultations.

The second task provides the calculation of the total values of the coastal erosion are according to the formula 3.4.

$$E = A + F + N + P + R + I + H + B, \quad (3.4)$$

where

- E – total added value of eroded coastlands, LVL;
- A – agricultural value, LVL;
- F – forestry value, LVL;
- N – natural values, LVL;
- P – values of constructions on private land properties, LVL;
- R – values of industrial and business activities, LVL;
- I – values of engineering constructions, LVL;
- H – cultural and historical values, LVL;
- B – beach losses, Ls;

where A – agricultural value are calculated according to the formula 3.5

$$A_i = S_A^i * C_A^i + \sum_{t=1}^{yrk} t * \frac{S_A^i (A_r^i * a_r + A_p^i * a_p + C_{taxA}^i)}{yrk} + S_A^i (A_r^i * a_r + A_p^i * a_p + C_{taxA}^i) (yr - yrk - T) + \sum_{j=1}^m S_{BN}^{ij} * C_{taxB}^{ij} (yr - yrk - T) + C_B^{ij} (2 \sum_{j=1}^m S_B^{ij} + \sum_{j=1}^m S_{BN}^{ij}) \quad (3.5)$$

- A<sub>i</sub> – agricultural value for a specified area, LVL
- S<sub>A</sub> – lands of agricultural use per specified area, m<sup>2</sup>
- C<sub>A</sub> – cadastral value of agricultural lands LVL m<sup>2</sup>
- t – years of erosion and retreat of the lands in the specified area in increasing succession starting with the first, t=1,2,..., yrk
- A<sub>r</sub> – crop yield per m<sup>2</sup>, kg m<sup>-2</sup>
- a<sub>r</sub> – average yield price, LVL kg<sup>-1</sup>
- A<sub>p</sub> – meadows, amount of hey from 1m<sup>2</sup>, kg m<sup>-2</sup>
- a<sub>p</sub> – hay price, LVL kg<sup>-1</sup>
- C<sub>taxA</sub> – cadastral tax, LVL m<sup>-2</sup>
- S<sub>B</sub> – total space of buildings of agricultural use, m<sup>2</sup>
- S<sub>BN</sub> – total space of buildings of agricultural use that will not be transferred to other locations, m<sup>2</sup>

- $C_B$  – cadastral value of buildings of agricultural use, LVL  $m^{-2}$
- $C_{taxB}$  – cadastral tax of buildings, LVL  $m^{-2}$
- $\varphi$  – possibility of erosion % per year
- yr – time period for the planning, number of years
- yrk – time period for the erosion and retreat of the lands in the specified area, number of years
- T - year of the planning period when the erosion and retreat of the lands have begun, starting with the year of the beginning of the planning period as first.

The Author has included all the possible benefits for the sectors of social and economic activities in the calculation, except the related factors of the fishery sector. This is justified with an assumption that the losses caused by coastal erosion are being estimated under the classification of industry and business sectors, as well as due to the limitations of research (lack of statistical data, biased evaluation), therefore the calculation of losses caused by coastal erosion to individual fishermen were not included. Nevertheless it has been assessed that installations of protective measures and fortifications against coastal erosion and even beach nourishment cause losses to the fish resources and endangerment to the underwater flora and fauna.

The calculations are performed according to the template by filling in the available data of the socioeconomic sectors. The results of the calculations will be presented in the first worksheet (E). If the data are not available, the tables are to be filled with (0) or left blank. See the example in the Figure 3.3.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Varianti, to variācijas	$N_i$	pakalpojumu īpatsvars %	$S_N$	$C_N$	SUM(t)	$V_N$	yr	yrk	T
6	1084 ha -1	13766800	97	10840000	0.04	13333200	0.06	50	40	10
7	1084 ha -2	175933200	8	10840000	15.00	13333200	0.06	50	40	10
8	1084 ha -3	45853200	29	10840000	3.00	13333200	0.06	50	40	10
9	1084 ha -4	607040000	73	10840000	15.00	444440000	2.00	50	40	10
10	1084 ha -5	476960000	93	10840000	3.00	444440000	2.00	50	40	10
11	1084 ha -6	370430442	100	10840000	0.00	370430442	1.34	50	50	0
12	1084 ha -7	386571202	96	10840000	1.489	370430442	1.34	50	50	0
13	1084 ha -8	515697282	72	10840000	13.401	370430442	1.34	50	50	0
14	...	#DIV/0!	#DIV/0!	0	0	#DIV/0!	0.00	0	0	0
15	...	#DIV/0!	#DIV/0!	0	0	#DIV/0!	0.00	0	0	0
16	...	#DIV/0!	#DIV/0!	0	0	#DIV/0!	0	0	0	0
17	...	#DIV/0!	#DIV/0!	0	0	#DIV/0!	0	0	0	0

Source: Figure developed by the Author

Figure 3.3: Erosion calculation model visualisation, worksheet for calculation of natural values

In this example the coastal values are displayed, calculated according to the formula:

$$N_i = S_N^i * C_N^i + \sum_{t=1}^{yrk} t * S_N^i * \frac{V_N}{yrk} + S_N^i * V_N (yr - yrk - T) \quad (3.6)$$

where

- N<sub>i</sub> – natural value and habitat value, LVL;
- S<sub>N</sub> – biotope area, m<sup>2</sup>;
- t – number of the year, in which the erosion of the land occurs in the specific quadrant, starting with the first year and in succession, t=1,2,..., yrn;
- V<sub>N</sub> – biotope value, LVL m<sup>-2</sup>;
- C<sub>N</sub> – cadastral value, LVL m<sup>-2</sup>;
- yr – time period for the planning period, number of years
- yrk – period in which the specific quadrant will be eroded, number of years
- T – number of the year within the planning period when the erosion in the specific quadrant begins.

The calculations within the example are performed according to the values of the benefit transfer, for instance, the minimal annual service value of the coastal biotope is 0.06 LVL m<sup>-2</sup>, but average mathematical – 1.34 LVL m<sup>-2</sup>. The land costs are determined according to the cadastral values from 0.04 till 3.00 LVL m<sup>-2</sup>, the market price – 15.00 LVL m<sup>-2</sup>, as well as according to the basic economic principles that the capital value is 10-90% more than the produced services, respectively 1.489-13.401 LVL m<sup>-2</sup>. The results show that the amount of losses in Latvian coastal area by 2060 will be 1.489 LVL m<sup>-2</sup> - 370.43 mil LVL or 7.41 mil. annually. These values are calculated without consideration of flood risks, production work stoppage, coastal depletion and other risks.

The third task of the methodology provides the assessment of the suitability of the coastal protection constructions as well as the calculations of the future losses of adjacent territories caused by the these constructions.

### **3.5. Economic analysis of the solution to the coastal protection in Liepāja**

In order to endorse the developed methodology, the Author has chosen the example of sewage treatment plant in Liepāja city. In 2007-2009, while working as an assistant to the project manager within the project co-financed by the EU Cohesion Fund “Consultations for the prevention of erosion in the city of Liepāja”, the Author observed that there is no existing methodology for calculation and assessment of all the

losses that incurred during the project time. During the process of preparation of the application for the environmental impact assessment the State Environment Bureau requested information regarding the possible locations of private properties, roads and other principal infrastructure objects within the planned construction site of the mole. However, knowing that the protected area of at least 40ha will be washed off within 20 years after the construction of the mole, the decision was made to choose this solution from the proposed. The sewage treatment plant of Liepāja city is located on the coast of the Baltic Sea, ca. 7 km north of the city. The coastal area is exposed to erosion and the future operation of the plant is threatened. Approximately 15 years ago the provisional coastal fortifications were installed which consisted of two “walls” formed by old tyres, bound together by wooden planks and metal wires, but during the storms of 1999, 2005 and 2007 these constructions were washed off as well as a vast area of sand dunes.

As a result of the research the potential coastal protection solutions were identified – construction of a mole 500 m of length into the sea and beach nourishment with sand. For the latter two alternative solutions were offered – nourishment from the beach and nourishment from the sea (ship) by relocating the deposition pit of the dredged underwater sand and sediments closer to the beach opposite to the existing water treatment plant. The beach nourishment provided alternatives – to transport the sand with vehicles of construction of the trestle bridge. As a result three different prognoses were developed for the changes in the coastal line for the three main alternatives.

According to the methodology and model of calculations developed within the Thesis the Author assessed the potential benefits and losses for each alternative.

Table 3.2

**Value of accumulated-eroded lands in the result of developed coastal erosion protection, LVL**

Alternative	Mole		Beach nourishment from coast		Beach nourishment by feeding from the ship	
	G <sub>ka</sub>	E <sub>ka</sub>	G <sub>ka</sub>	E <sub>ka</sub>	G <sub>ka</sub>	E <sub>ka</sub>
A – dry meadows	-	370 125	-	-	-	-
F – pine forest	-	227 370	-	51 675	-	-

Alternative	Mole		Beach nourishment from coast		Beach nourishment by feeding from the ship	
N – grey dune, Medzes natural park	-	80 000	-	5100	-	10200
P – 3 private hoses	-	122 500	-	-	-	-
I - road	-	20 000	-	-	-	-
B – beach	350 000	157 500	875 000	24 500	1 330 000	24500
Total, Ls	<b>350 000</b>	<b>977 495</b>	<b>875 000</b>	<b>81 275</b>	<b>1 330 000</b>	<b>34700</b>

Source: Table developed by the Author

The Author is of the opinion that in 2009 the cost benefit analysis within the Liepāja case study was inaccurate as it evaluated and compared only the possible costs of proposed alternatives, not taking into account the losses to be incurred on other socio-economic sectors, as well as environmental losses for each of the alternative.

The Author therefore performed the cost-benefit analysis for the mole construction and beach nourishment alternatives by applying the values determined in the tasks No 1-3 of the developed methodology, considering different return periods and discount rates. The results are presented in the Table 3.3.

Table 3.3

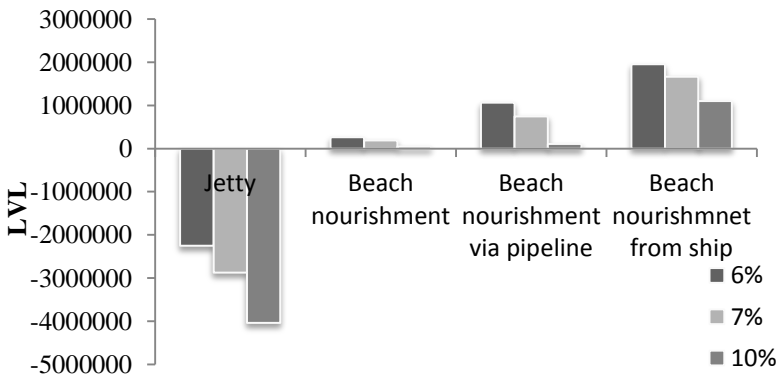
**Results of the cost-benefit analysis for the coastal protection alternatives**

Alternatives and variations according to the different factors	Pure present value	
	Discount rate 3%	Discount rate 5%
0 alternative – average income, average losses	-5 833 185.62	-4 155 868.25
0 alternative – instant income as saved losses, average losses	-2 607 301.09	-419 405.39
Mole – average income	<b>728 974.07</b>	-1 533 637.58
Mole – income after 10 years	-1 226 436.89	-3 457 442.72
Mole – income after 20 years	-2 153 453.14	-4 785 008.22
Nourishment from coast – average income	<b>263 357.37</b>	<b>353 709.46</b>
Nourishment from coast – income after 10 years	-944 749.66	-1 568 474.11
Nourishment from coast – income after 20 years	-2 209 274.23	-2 895 044.11
Nourishment from trestle bridge – average income	<b>2 678 758.23</b>	<b>1 470 709.66</b>
Nourishment from trestle bridge – income after	<b>1 111 097.23</b>	-2713 383.08

Alternatives and variations according to the different factors	Pure present value	
	Discount rate 3%	Discount rate 5%
10 years		
Nourishment from trestle bridge – income after 20 years	-3 280 622.86	-1 778 043.92
Nourishment from ship – average income	<b>3 388 928.40</b>	<b>2 312 872.67</b>
Nourishment from ship – income after 10 years	<b>1 821 267.40</b>	<b>390 689.09</b>
Nourishment from ship – income after 20 years	<b>390 689.09</b>	-935 880.91

Source: Table developed by the Author

From the results of the analysis it can be concluded that the alternative of beach nourishment is the most beneficial if the sand deposition pit is relocated to the position in front of the sewage treatment plant (for the feeding from the ship), with more disadvantageous alternatives being mole construction and beach nourishment from the coast. The alternatives of the mole and beach nourishment have five negative pure present values and only at  $r=3\%$  with the benefit return divided proportionally by all years (average income). The alternative of beach nourishment from ship has positive pure present value at  $r=3\%$  and only at  $r=5\%$  and the most pessimistic scenario (income after 20 years) reaches a negative reduced value. The results for the nourishment with trestle bridge are lower – negative reduced value at  $r=3\%$  (income return after 20 years), but in the optimistic scenario (income return expected after 10 years), the positive value is at  $r=5\%$ . In order to define more precisely the results and their fluctuations, the vulnerability analysis was performed in order to evaluate of the suitability of the alternatives (Figure 3.4).



Source: Table developed by the Author

Figure 3.4: The results of vulnerability analysis for the coastal protection alternatives at discount rates  $r=6\%$ ,  $r=7\%$ ,  $r=10\%$

The vulnerability assessment shows that the least sensitivity against the changes of the discount rate and income return occurs for the alternative of beach nourishment by feeding from the ship, but the most sensitive is the alternative of the construction of the mole. Therefore it can be concluded that this alternative has the least possible operation and exploitation term. The results of multicriteria analysis show that the alternative of beach nourishment has the prevalence of 4.6 if compared to the other alternatives. The highest value for the mole alternative of 1.8 was registered for the criteria of annual maintenance costs, but the nourishment alternative has two criteria that exceed the level of 1.8 – protection of social and cultural value protection (3.2.), natural scenery and historical heritage (2). Based on the results of the multicriteria analysis the recommendation can be given to choose the implementation of the alternative of the beach nourishment by feeding from the ship.

Evaluating the current situation when the water supply company SIA „Liepājas ūdens” is no longer receiving the state aid for the underwater sand deposition pit closer to the shallow water area, the Author is of the opinion that the alternative with the beach nourishment is more optimal than the mole alternative, not only due to complicated coastal processes, but also considering the results of the economical analysis.

The Author carried out the analysis for the efficiency of the economic indicators, see the Table 3.4.

Table 3.4  
**Efficiency of costs for the coastal protection alternatives for Liepāja water treatment plant**

<b>Position</b>	<b>Mole</b>	<b>Beach nourishment</b>	<b>Nourishment with trestle bridge</b>	<b>Underwater nourishment</b>
Total income, LVL	18 891 842.00	19 416 842.00	19 871 842.00	19 871 842.00
Total costs, LVL	9 931 495.00	17 931 275.00	13 321 900.00	13 034 700.00
Cost efficiency indicators	1.90	1.08	1.49	1.52

*Source: Table developed by the Author*

The Author points out that the uncertainty in the calculations for the coastal management indicates to the necessity to develop a methodology for determination of the losses due to erosion for the coastal spatial planners and other governmental service employees in order to justify the opinion that the value of 1 m<sup>2</sup> coastal land is not only that of the area and mineral rocks, but includes also the Ecosystems Service Product, as well as the added values from socioeconomic and sectors.

Analysis of the above described example of Liepāja sewage treatment plant protection against the coastal erosion it can be concluded that it is necessary to ensure the transportation of the sediment material along the impediment, therefore dealing with an artificially created deficient. This approach can be used in ports for prevention of obstructive sand formations by the moles and deposition of the dredged sand in the shallow coastal waters – up to 5 m of depth.

## **4. POSSIBILITIES FOR THE DEVELOPMENT OF COASTAL MANAGEMENT IN THE COASTAL REGION**

*This Chapter is compiled of 30 pages, 2 tables and 17 figures.*

In this Chapter of the Doctoral Thesis, the possible models for the development of coastal management policies are reviewed for the coastal region of Latvia. According to the data gathered from the interviews with international and local experts and stakeholders, as well as SWOT and PEEEST analysis, the most appropriate models for the development of coastal management policies were selected and evaluated by application of a methodology of hierarchical analysis.

### **4.1. Interviews with international experts**

As a part of the research within the Doctoral Thesis detailed interviews with coastal erosion experts from 6 countries were performed (USA, United Kingdom, Lithuania, Bulgaria, Estonia, and Russian Federation).

The objective was to compare and analyse the problems related to coastal erosion and aspects of coastal management policies in different countries.

International experience shows that by inaccurate choice of the coastal protection measures occur when no long-term strategy and management plans are developed and applied, causing economic losses for the coastal region.

From the answers to the question given by the experts it can be concluded that integrated coastal management scenario that provides involvement of the interests of all the stakeholders within the coastal region contributes to the sustainable development and sound stewardship of the region in the future.



In general, the interviews show that most of the experts consider the development of coastal management policies including the coastal protection measures as an urgent task to be performed in the near future, and highlight the importance of scientific potential in tackling of the issue of the coastal erosion.

#### **4.2. Possibilities for coastal management from the point of view of local stakeholders**

The interviews with local coastal experts that were performed within the research were carried out by employing the direct *face-to-face* method, with partially structured questions (Kroplijs, 2004). The interviews were performed at the work places of the respondents, with the average length of 20-30 minutes during the time period of the interviews from December 2009 to June 2010.

The objectives of the interviews were as follows:

1. to clarify the current situation and determine the necessary changes in coastal management policies in order to prevent the coastal erosion without suspending economic activity in the coastal region;
2. to identify the possible models for the development of coastal management policies from the point of view of the experts.

In total 32 interviews were performed, 16 (50%) of which represented the construction boards of all the coastal municipalities, 3 represented State Environmental Bureau, 3 - the Ministry of Environment and Regional Development, 3 experts were from NGO sector, 3 were entrepreneurs, 3 - independent coastal experts and one representative from municipality. Similar to the international experts, the local specialists also consider the development of coastal management policy system as an urgent task for efficient coastal protection against erosion.

As the main disadvantages of the existing management practices the following were mentioned: lack of common approach to how to react in urgent cases of coastal degradation, the system is based on restrictions, not solutions, multidisciplinary approach is practiced instead of integrated, existing system does not contribute to the knowledge and awareness of the general public, particularly coastal inhabitants, the interests of the coastal region are not defined. As a major shortage, the permission for individual coastal fortification construction without any detailed recommendations was mentioned.

The benefits from the efficient coastal management for the protection against erosion can be classified on the level of local businesses/inhabitants, as well as regional and national levels. The

respondents acknowledge creation of a safe environment, social justice and development of a new economic space as benefits for the private sector. On the regional level as the main benefits are mentioned the increase of the level of human activities within the coastal region, preservation of the cultural and historical heritage and natural scenery, balanced regional development, attraction of tourists, and efficient use of the coastal resources. Representatives of the national level also stressed the preservation of the cultural and historical heritage, growth of the GDP and creation of the international image.

Implementation of the coastal management approach in the future is principally dependant on the available financing, municipal support and interest of the local entrepreneurs in participation in the programme. The experts emphasize that for the implementation of the coastal management approach the input should be provided from all the groups of stakeholders - state, municipal, non-governmental as well as the private sector. The results of the interviews show that education of the officers of municipal construction boards as well as local inhabitants on the issues of coastal protection and erosion processes is essential. Coastal inhabitants are put off by the bureaucracy and relate the official processes to the considerable investments in terms of time and finances, therefore in many cases people choose to implement the coastal protection measures on their own, or opposite - do nothing.

For the development of the efficient coastal management approach the involvement of scientific experience and knowledge is required, as well as initial data that can be obtained by performing the morphodynamic monitoring and a general inventory of all the values within the coastal region.

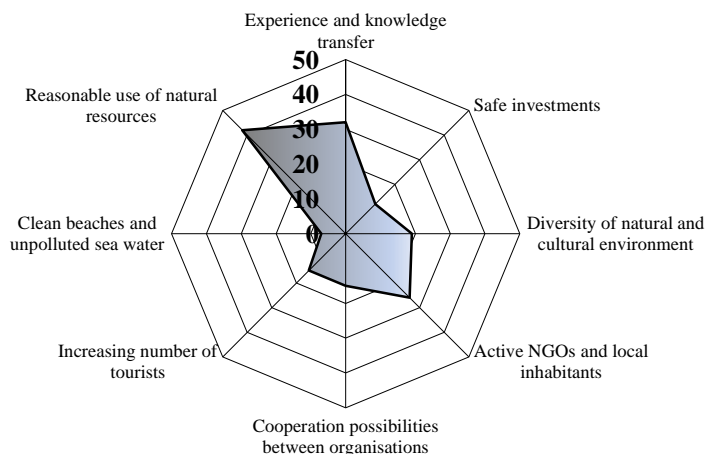
### **4.3. SWOT and PEEST analysis for the prevention of coastal erosion risks**

The results of the research and summarised opinions from the expert interviews provided the information for the SWOT (strengths, weaknesses, opportunities, threats) analysis, which was performed in order to evaluate the preventive factors of the erosion within the coastal area and to define the possible scenarios for the coastal management more thoroughly.

Within the SWOT and PEEST analyses for the coastal management factors the dominant are social, economic, and political factors, that are related to the attraction of state aid and EU financing for the development of the system of coastal management.

In order to determine the key factors for the SWOT analysis the methodologies of expertise was applied. For the further selection of principal factors the pairing and comparison methodologies were employed.

The Author has summarised assessments of the experts according to the criteria groups and generalised the results in the diagrams of Venn, which are presented in the next pages as figures. In the diagrams the components evaluated according to the pairing methodology are marked on the coordinate axes, as well as the frequency of acknowledgements received from the experts if compared to other components.



*Source: Figure developed by the Author based on the expert evaluation*

**Figure 4.1 Strengths and weaknesses of the coastal management against erosion.**

As it is shown in the Figure 4.1 the experts have recognised a reasonable use of natural resources as a principal strength factor for the development of the coastal management scenarios, which is followed by knowledge and experience exchange, active involvement of non-governmental and business sectors, as well as protection of the cultural environment. Peculiarly, but safe investments is not considered among the key factors.

Within the PEEST analysis the social, economical and political factors are dominant, related to the state aid and economic strategy for the sustainable coastal development.

#### **4.4. Coastal management scenarios**

Considering the theoretical basis of the coastal erosion, international coastal management experiences, analysis of the stakeholders and current situation in Latvia, the Author has chosen the following coastal management scenarios for the coastal region of Latvia:

**1<sup>st</sup> scenario – Coastal management policies and specific activities within the coastal region are implemented by the state and regional support programme, as well as related institutions.**

This scenario provides that the functions of coastal management implementation lies within the responsibility of organisations formed and financed on state or regional level, for instance, Ministry of Environment and Regional Development and various subordinate institutions or Regional Planning Agencies. This scenario would be implemented with state and regional co-financing. Within the coastal management programme, the litho-dynamic monitoring would be performed annually in order to determine the causes for efficient prevention of the impacts of the coastal erosion.

**2<sup>nd</sup> scenario - Coastal management policies are implemented by local entrepreneurs and inhabitants**

According to this scenario the coastal management is a subject of individual initiative when local entrepreneurs and inhabitants unite in non-governmental organisations and attract personal resources, as well as funding of EU and EC programmes. The development of the coastal management plan and public education is performed by NGOs, entrepreneurs and inhabitants of the coastal region participate in the coastal protection as planned activities of the projects in specific and predefined territories. State or municipal organisation potentially can become a project partner by assisting in the activities or providing co-financing. The coastal management programme is implemented periodically depending on the financing possibilities.

**3<sup>rd</sup> scenario – Coastal management is implemented by a common foundation established by the representatives of the state, regional level, entrepreneurs, local inhabitants and non-governmental organisation.**

For the joint management of the coastal area, a foundation is established with administration and managing board. The political tasks described in the 1<sup>st</sup> scenario are assigned to the board and are being implemented with the common financing of state, non-governmental and private sectors and cooperation projects, including the financing from the private capital, EU structural funds and EC programmes. Distribution of the financing depends on the objective of the coastal protection and involvement of each party in the particular project. The management board of the foundation is represented by delegates of all socio-economic sectors both from governmental and private organisations. Coastal management is implemented in a purposeful way, by tackling the problems of coastal erosion in each location specifically and at the same time considering the sustainable development of the entire coastal region.

#### **4.5. Hierarchical analysis of the scenarios of coastal management**

In order to evaluate the approaches for the development of the coastal management policies the hierarchical analysis was applied and experts involved. For the comparison of the criteria component groups the pairing methodology was used.

Hierarchical analysis methodology is a systematic procedure for the hierarchic ordering of the elements of any problem - decompositions. These parts are compared in pairs by experts, who evaluate the intensity level of the mutual interaction of the problem elements in the hierarchy (synthesis).

This methodology is based on the *Analytic Hierarchy Process* developed by the American mathematic T.Saati, and it is used for accurate organisation of the work of experts and processing of the results of the evaluation. (Saati, 1980).

As the key criterion the regional interests was selected by the expert group with a mean priority vector of 0.396, meaning that the efficient approach of the coastal management has to be aimed at contribution to the development of regional policies and regional economics for sustainable and balanced development, coastal management, and education within local communities.

According to the principal target group – the regional interests, the common foundation appears to be the most appropriate scenario. The prevalence of the common foundation model in the regional interest group shows that the coastal management implemented by joint efforts of state, regional, non-governmental, business and private sector correspond to the regionally defined values for the economic development.

Taking into account the criteria that were selected for the hierarchical analysis, a common foundation has been acknowledged as the most convenient among all five criteria groups, giving reason to the assumption that this approach and legal form would be comparatively efficiently applicable for implementing EU interests in form of international projects, as well as it would correspond to the state and regional interests, as well as to the interests of local entrepreneurs, and inhabitants – providing the efficient use and management of resources, promoting the public education, developing the cooperation possibilities, as well as contributing to the social justice issues.



Source: Figure developed by the author, based on the results of the hierarchical analysis

**Figure4.2: Results of the hierarchical analysis for the coastal management approaches**

The foundation would ensure the cooperation of all the involved target groups and attraction of the financing of the EU and international projects and programmes.

The principal positive aspect of this political model is involvement of the private partners in the coastal management processes, as well as flexibility – management is carried out in a purposeful way, by tackling the problems of a specific region as a whole and therefore contributing to the sustainable development and efficient use of resources. The coastal management scenario can be even further developed by application of the “polluter pays” principle, as well as state and regional support mechanisms and compensations for the sustainable and integrated entrepreneurship, support for private owners, distribution of the financing and administrative stress among all the involved partners.

## CONCLUSIONS

6. The objectives set forward in the Doctoral Thesis have been achieved, the tasks implemented, and the hypothesis – *Efficient coastal management strategies will decrease the impact of the coastal erosion on the national economy and will contribute to the sustainable development of the coastal region* – has been tested and accepted.
7. The research carried out by the Author is theoretically and practically substantiated, the obtained results will significantly contribute to the theoretical basis of the regional economy and coastal monitoring – coastal erosion has been analysed as an impediment to development in other countries, losses due to coastal erosion in the coastal region of Latvia were evaluated and calculated, and the most appropriate scenario for the coastal management development has been selected.
8. For the first time, the evaluation of the social, economic, and ecological losses along the Latvian coastal region due to coastal erosion have been carried out.
9. Coastal protection alternatives for the Liepāja sewage treatment plants were compared and analysed in order to justify economic disadvantages of the previously selected alternative – economic disadvantage of mole construction versus the beach nourishment.
10. By application of the methodology of hierarchical analysis, the most appropriate scenario for the coastal management development against erosion was evaluated and selected.

## KEY CONCLUSIONS

24. Causes of coastal erosion are both natural and anthropogenic, and consequently an increase in anthropogenic stress accelerates erosion. Only for the area of Irbe Strait the anthropogenic stress is minimal, whereas for other coastal territories this particular stress causes ca. 1/3 of the total. The speed of erosion and retreat of the coasts showed a six-fold increase during the period of 1992-2007 when compared to the period of 1935-1992,
25. Due to climate change, the sea level is predicted to rise 0.5 m by the end of the 21<sup>st</sup> century and as a result, the erosion-prone area of the territory of Latvia will reach 900-2000 ha.
26. Economically more developed countries, for instance, United States of America, United Kingdom, and the Netherlands, have established foundations for the mitigation of the risks of coastal erosion and flooding, as well as application of compensatory mechanisms. In countries with lower standards of life, the welfare of the citizens, ecosystem health, and preservation of cultural and historical heritage is not a priority.
27. Worldwide, the coastal regions have significant economic, environmental, social and cultural importance. In EU, they provide ca. 40% of GDP and almost 40% of inhabitants have established a place of residence in the coastal area. Coastal regions have advantages, but their attractiveness in the future is threatened due to increasing stress on the ecosystems, as well as the projected climate change impacts.
28. In Latvia, the coastline forms 496 km along the open Baltic Sea and the Gulf of Riga. The coastal area of Latvia has the longest stretch of sandy beaches in the Baltic States, which is a principal component of the image of the country, as well as an important resource for development.
29. There are 17 local governments along the coastline, including 4 republican cities - Rīga, Jūrmala, Ventspils, Liepāja, with the remaining 13 being the rural parishes.
30. The total area of the coastal municipalities is 8100 km<sup>2</sup> (12.5% of the territory of Latvia), 12% are the territories of 4 republican cities. In the beginning of 2010 the population of coastal municipalities was 989.5 thousand inhabitants (44% of the population of Latvia), and 90% had declared Rīga, Liepāja, Ventspils or Jūrmala as the place of residence. In the coastal regions 93,800 citizens have been registered as permanent residents, but during the summer the number increases substantially.



31. The following key sectors are related to the coastal area in Latvia – transport and logistics (port activities), fishing and fishery industries, tourism, coastal natural values, forestry, agriculture, and energy production (wind power).
32. The coastal development planning is fragmented and poorly coordinated. In the previous planning documents for sectoral policies, the coastal region was not designated as a single and united space. Internal cooperation of governmental institutions, as well as cooperation with coastal municipalities and general public for the coastal development is irregular and there are no existing tools for the improvement of the cooperation and mutual understanding.
33. The existing regulations on land property rights within the coastal area, competence of the state, municipality and other land owners regarding the coastal area management and limitation of the impacts of the erosion, use of private lands for public infrastructure development.
34. As the main shortage for the existing coastal management system, the narrow view of the experts is frequently mentioned (entrepreneurs, environmental specialists, construction board representatives) – unwillingness to change, different levels of knowledge and experience, trust issues, and positioning of the opinion, as well as predominant principles of restriction, not assistance. It is necessary to acknowledge on governmental level that the economic growth can be achieved only considering the environmental issues. This basic principle has to be accepted, consequently developing transparent requirements for the entrepreneurs that would promote sustainable use of resources.
35. Actions taken in order to tackle with coastal erosion are frequently carried out without any scientific background and prove to be inefficient, as the practical recommendations for the limitation of coastal erosion on the seaside and river estuaries resulting from a single project or research initiative are not summarised or promoted.
36. Public understanding of the coastal development issues is one-sided and participation in the decision making irregular due to fragmentation and poor accessibility of the available information.
37. Generally the experts are of a unified opinion that integrated prevention of erosion is an efficient process with benefits and positive impact on entrepreneurial, regional, and state level.
38. Implementation of the coastal management scenarios in the future is principally dependant on the available financing, municipal support and interest of the local entrepreneurs in participation in the programme. The experts emphasize that for the implementation of

the coastal management scenarios the input should be provided from all the groups of stakeholders - state, municipal, non-governmental, as well as the private sector.

39. International experience demonstrates that marine institutes are common in many countries. The prevention of erosion is implemented in special programmes in USA, UK, Bulgaria, and partially in Russia. Estonia has decided to stop financing of the coastal protection, but in Lithuania a common foundation has been established with participation of state, private, and scientific sectors.
40. The practice of an official permission to install coastal fortifications without appropriate permits underscores the lack of a common strategy in the state or inter-institutional contradictions, as well as stimulates establishment of inappropriate coastal protection measures and causes the deterioration of the situation in adjacent areas.
41. If the lowest price per 1 m<sup>2</sup> of lost land in Latvia is assumed, or 1 LVL/m<sup>2</sup>, then the minimal losses in 50 years will be 8 470 000 LVL. These losses are calculated from the pure cadastral value, not taking into account any other values of various sectors, their interconnections and added value. According to the study by Martinez (2007) on ecologic, economic and social importance of the coasts, the value of the Latvian Ecosystem Service Product on a global scale is estimated at 155.74 mil LVL for the coastal ecosystems (up to 100 km from the coastline) and terrestrial natural values, 2.48 mil LVL for offshore, amounting to 158.22 mil LVL in total.
42. Application of the cost benefit analysis leads to a conclusion that the net present values for the alternative of mole construction and the alternative of beach nourishment from the coast are positive by dividing the income proportionally for the next 50 years and only at a discount rate  $r=3\%$ .
43. As economically most advantageous the alternative of beach nourishment from the ship is considered, showing positive net present values at a discount rate  $r=3\%$  and  $r=5\%$ , calculating the income on average as well as at a discount rate  $r=3\%$ , and assessing the income only after 10 years.
44. As a result of cost benefit analysis and multidisciplinary analysis, it has been recommended to choose the alternative No 3.5 - beach nourishment from the ship.
45. Three coastal management scenarios for the coastal region of Latvia has been proposed:

- Coastal management policies and specific activities within the coastal region are implemented by the state and regional support programme, as well as related institutions;
  - Coastal management policies are implemented by local entrepreneurs and inhabitants;
  - Coastal management is implemented by a common foundation established by the representatives of the state, regional level, entrepreneurs, local inhabitants and non-governmental organisation.
46. As a result of hierarchical analysis the most appropriate scenario for the development of the coastal management a common foundation model was selected with participation of state, regional, non-governmental, business and private sector corresponding to the regionally defined values for the economic development. The foundation would ensure the cooperation of all involved target groups and attraction of funding from the EU and international projects and programmes.

## **IDENTIFIED PROBLEMS AND RECOMMENDATIONS**

**1<sup>st</sup> problem** – As a result of coastal erosion impacts, the economic activities within the coastal region are limited, and at the same time no efficient management against erosion is provided.

### ***Recommendations***

- For the development of the efficient coastal management scenario, the involvement of scientific experience and knowledge is required, as well as initial data that can be obtained by performing the litho-dynamic monitoring and a general inventory of all the values within the coastal region.
- According to the scientific researches it is necessary to ensure the transportation of the sediment material along the impediment therefore dealing with an artificially created deficient. This approach can be used in ports for prevention of obstructive sand formations by the moles and deposition of the dredged sand in the shallow coastal waters – up to 5 m of.
- The Ministry of Economics should estimate the prognoses for the return of the investments in the coastal areas similar to those practiced in other countries according to the formulae for calculation of the sectoral returns .
- Establishment of a common foundation with participation of state, regional, non-governmental, business and private sector would ensure

the cooperation of all the involved target groups, as well as attraction of the financing of the EU and international projects and programmes

**2<sup>nd</sup> problem** – Coastal development planning is fragmented and poorly coordinated. In previous planning documents for sectoral policies, the coastal region was not marked out as a single and united space. Internal cooperation of governmental institutions, as well as cooperation with coastal municipalities and general public for the coastal development is irregular and there are no existing tools for the improvement of the cooperation and mutual.

### ***Recommendations***

- Issue of a Law on Integrated Coastal Management is required.
- It is required to establish a separate coastal region where, according to the natural and economical advantages and needs, a sustainable and balanced development could be planned. There is a necessity for a common regulatory acts for all the coastal municipalities in order to ensure the specific environmental protection, promote the economical growth and prevent the inaccurate protective measures against the erosion, as well as to prevent inappropriate management (Saulkrasti White Dune, private residences in the protective area, etc.).
- Balancing of economic activities with environmental quality. To maintain the sensitive coastal area protected against the risks and climate change impacts, it is recommended to move the economic activities towards the centres of towns, cities or villages and in case of construction of new buildings, to plan the location towards the inland. Fishing vessels, yacht berths, and other equipment and services for tourists could be concentrated outside the cities and towns – in places with appropriate infrastructure either existing or in a planning stage, as well as defining these areas in the planning documents of local, regional and national level.
- Spatial planners should use the methodology developed by the Author in order to identify the most socio-economic return in the coastal management against the erosion.

**3<sup>rd</sup> problem** – it is necessary to ensure the solving of the issues of social justice within the coastal region. It is not acceptable when an individual has to suffer losses because of the unreasoned or selfish actions of another person.

### ***Recommendations***

- A regulatory act should be passed that would define the state ownership of the coastal area and the rights of use of coastal lands by the municipalities. Compensatory mechanisms for the land losses due to erosion should be clearly explained - it cannot be allowed to have a property on the coast (within the distance from the shoreline to the highest storm surge). The litho-dynamic monitoring of the sea has to be performed in order to see where and what kind of protective measures can be allowed, and which zones can be protected without any restrictive measures if the necessity occurs. The program has to be transparent and clearly defined.
- Because there does not exist an integrated coastal management program that would foresee the compensation for the deficiency of the sands to the ports, it can be considered that the principles of sustainable development are not being observed. Additionally, the introduction of similar practice on state level would significantly decrease the costs of beach nourishment.
- In the opinion of the Author a residential building threatened by coastal erosion and that had become into a property before 1991 (resided in already before) has to be compensated with an equal area of land within 5 km of distance from the sea, additionally providing the transportation and reconstruction of the house to the new area. Private coastal defence measures should be banned because of the social justice principle, and it has to be stated in the law that the coastal protections can be performed only with the regulation of the Cabinet of Ministers or municipality, or by joining of private investors in a common foundation for agreeing on the best, justified and strategically planned actions for the protection against of erosion.
- It is essential to organise educational and awareness rising campaigns for the public on the topics of coastal erosion as a part of the integrated coastal management approach.