Igaunijas – Latvijas pārrobežu sadarbības programmas 2007.-2013. gadam
līdzfinansēts projekts EU43084 "Piekrastes un jūras telpiskā plānošana
Pērnavas līča teritorijā Igaunijā un Latvijas piekrastes pašvaldībās"

Metodiskais materiāls

„Vadlīnijas jūras krasta erozijas seku mazināšanai"

(identifikācijas Nr.: KPR 2013/12/EU43084)

Izpildītājs:
Latvijas Universitātes
Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte

Reģ. Nr. IZM Izglītības iestāžu reģistrā 3341000218
PVN reģ. Nr.: LV 90000076669

Adrese: Raiņa bulvāris 19, Rīga, LV-1586
Informācijas telefons: 67034444
Fakss: 67225039
E-pasts: lu@lu.lv

Rīga,
2014.

SATURS

Lietotie saīsinājumi 4
Terminu skaidrojumi 4
Ievads 6
Izpildītāju saraksts 8
1 Jūras krasta pētījumi Latvijā 9
2 Dabas apstākļi jūras krastā Latvijā 11
2.1 Baltijas jūras Latvijas piekrastes ģeoloģiskā un ģeomorfoloģiskā vēsture 11
2.2 Jūras krastu daudzveidība 12
2.3 Jūras krasta erozijas riska līmenis un riska klases 13
2.4 Krasta procesu mūsdienu tendences 18
2.4.1 Plūdu un erozijas riska teritorijas Latvijā 18
2.4.2 Pamatkrasta atkāpšanās 18
2.4.3 Priekškāpu degradācija un smilšu pārpūšana 19
2.4.4 Krasta eroziju veicinoši apstākļi 21
2.4.4.1 Antropogēni traucējumi krasta sistēmā 21
2.4.4.2 Dabas apstākļu izmaiņas 24
2.5 Krasta erozijas prognoze „nulles" scenārija gadījumā 25
2.6 Krasta erozijas prognoze un riska teritorijas (2014.-2025.-2060.) 27
2.6.1 Rucavas novads 28
2.6.2 Nīcas novads 29
2.6.3 Liepājas pilsēta 30
2.6.4 Grobiņas novada Medzes pagasts 32
2.6.5 Pāvilostas novada Vērgales pagasts 32
2.6.6 Pāvilostas novada Sakas pagasts 32
2.6.7 Pāvilosta 32
2.6.8 Ventspils novada Jūrkalnes pagasts 33
2.6.9 Ventspils novada Užavas pagasts 34
2.6.10 Ventspils novada Vārves pagasts 34
2.6.11 Ventspils pilsēta 35
2.6.12 Ventspils novada Tārgales pagasts 36
2.6.13 Dundagas novada Kolkas pagasts 37
2.6.14 Rojas novads 38
2.6.15 Mērsraga novads 39
2.6.16 Engures novada Engures pagasts 40
2.6.17 Engures novada Lapmežciema pagasts 41
2.6.18 Jūrmala 42
2.6.19 Rīga 43
2.6.20 Carnikavas novads 43
2.6.21 Saulkrastu novads un Saulkrasti 43
2.6.22 Limbažu novada Skultes pagasts 44
2.6.23 Salacgrīvas novada Liepupes pagasts 45
2.6.24 Salacgrīva un bij. Salacgrīvas lauku terit. 46
2.6.25 Salacgrīvas novada Ainaži 47
3 Vispārēji pieņemtie rīcības modeļi krasta erozijas problēmsituācijās pasaulē 48
3.1 Stratēģijas un rīcības izvēle 50
3.2 Ārvalstu pieredze ar krasta eroziju saistīto problēmu risināšanā 50

3.2.1 Krasta „piebarošana", „zaļie" risinājumi un neiejaukšanās stratēģija Lietuvā 51
3.2.2 Krasta preterozijas risinājumu piemēri Igaunijā 53
3.2.3 Ilgstoši veiktas krasta nostiprināšanas ar masīvām aizsargbūvēm pieredze Baltijas jūras dienvidu daļā 54
3.2.4 Krasta preterozijas risinājumi Itālijā 56
3.3 Krasta preterozijas risinājumu pamattipi, kas būtu izmantojami Latvijā 58
3.3.1 "Zaļie" pasākumi 59
3.3.2 Bezkonstrukciju risinājumi 61
3.3.3 Masīvas hidrotehniskas būves (konstrukcijas) 61
4 Uz jūras krasta zonu un piekrasti attiecināmais likumdošanas un plānošanas ietvars Latvijā 62
4.1 Starptautiskās konvencijas un attīstības plānošanas dokumenti 62
4.2 Likumdošanas ietvars un institūciju kompetence jūras krasta erozijas jautājumos 64
4.3 Nacionāla līmeņa plānošanas dokumenti 65
4.4 Pašvaldību līdzšinējā pieredze plānošanā un pārvaldībā saistībā ar jūras krasta erozijas problemātiku 66
5 Esošie preterozijas pasākumi Latvijā 69
5.1 Krasta nostiprināšanas pieredze Latvijā – Liepājas NAI teritorijas piemērs 72
5.2 Krasta nostiprināšanas pieredze Latvijā – priekškāpu atjaunošana un masīvas krasta aizsargbūves Jūrmalā 73
5.3 Situācija projekta pilotteritorijās 76
5.3.1 Pāvilosta 76
5.3.2 Engures novads 81
6 Rekomendācijas 90
Izmantoto informācijas avotu saraksts 93
Pielikumi 96

Lietotie saīsinājumi

- ANO – Apvienoto Nāciju Organizācija
- ASV – Amerikas Savienotās Valstis
- DAP – dabas aizsardzības plāns
- EK- Eiropas Komisija
- ĢIS – ģeogrāfiskās informācijas sistēmas
- ĪADT – īpaši aizsargājama dabas teritorija
- IPCC – klimata maiņas ekspertu starpvaldību grupa
- IVN – ietekmes uz vidi novērtējums
- IVSI - ietekmes uz vidi sākotnējais izvērtējums
- KPR – Kurzemes plānošanas reģions
- LIAS – Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija līdz 2030. gadam „Latvija 2030"
- LJKĢPM – Latvijas jūras krastu ģeoloģisko procesu monitorings
- LKS – Latvijas koordinātu sistēma
- LU ĢZZF - Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte
- MK – Ministru Kabinets
- NAI – notekūdeņu attīrīšanas iekārtas
- NAP – Nacionālās attīstības plāns 2014-2020. gadam
- NVO – nevalstiskās organizācijas
- PSRS – Padomju Sociālistisko Republiku Savienība
- SIA – sabiedrība ar ierobežotu atbildību
- SHP – ĢIS programmatūrā izmantots ģeotelpisko vektordatu formāts
- TIAN – teritorijas izmantošanas un apbūves noteikumi
- UNESCO – Apvienoto Nāciju Izglītības, zinātnes un kultūras organizācija
- VPP – Vides politikas pamatnostādnes 2014-2020. gadam
- VPP KALME – Valsts Pētījumu programma „Klimata maiņas ietekme uz Latvijas ūdeņu vidi"
- VPVB – Vides pārraudzības valsts birojs

Terminu skaidrojumi

- alūvijs – upju sanesti nogulumi
- deflācija – vēja erozijas rezultātā notikusi kāpu fragmentācija un reljefa pārveidošanās
- devona nogulumieži – paleozoja ēras ceturtajā ģeoloģiskajā periodā veidojušies un uzkrājušies nogulumieži, kas lielākajā Latvijas daļā atrodas tieši zem kvartāra nogulumiem
- erozijas kāple – erozijas epizodes laikā izveidojusies zema kāple akumulatīvos krasta nogulumos (piemēram priekškāpas frontālajā daļā)
- garkrasta sanešu plūsma – dominējošais smalkgraudaino sanešu (g.k. smilšu) pārvietošanās virziens krasta zonā garkrasta griezumā (to nodrošina kustīgas ūdens masas kinētiskā enerģija (viļņi un straumes))
- glacigēnie nogulumi – ledāja ģeoloģiskās darbības rezultātā veidojušies un uzkrājušies nogulumi
- ģeomorfoloģija - zinātne, kurā tiek pētītas Zemes virsmas reljefa formas un tās radījušie procesi

- holocēns – pēcleduslaikmets, kas sākās pirms aptuveni 12000 gadiem un turpinās joprojām
- jūras krasta sistēma – dabas procesu un fenomenu kopums, kuru mijiedarbības rezultātā veidojas krasta reljefs (cita starpā)
- jūras krasta erozija – grunts (smilšu, grants, māla uc.) noskalošanās no krasta nogāzes augšējās daļas (sauszemes) un pamatkrasta krasta nogāzes zemākā daļā vai baseina dziļūdens daļā
- krasta atkāpšanās – hroniskas krasta erozijas rezultātā notiekoša krasta līnijas un pamatkrasta robežas pārvietošanās iekšzemes virzienā
- krasta nogāzes „atjaunošanās" – krasta nogāzi veidojošo sanešu pārvietošanās viļņu un vēja darbības rezultātā pa nogāzi uz augšu atjaunojot pirms erozijas epizodes laikam raksturīgo reljefu
- krasta nogāzes augšējā daļa – josla starp vidējā ūdenslīmeņa krasta līniju un krasta zonas iekšzemes robežu, vietu līdz kurai mūsdienās izplatās jūras reljefveidojošā darbība (parasti sastāv no pludmales un priekšāpas vai stāvkrasta nogāzes)
- kvartāra nogulumi – jaunākā ģeoloģiskās laika skalas perioda laikā veidojušies un uzkrājušies nogulumi (smiltis, māls, grants, smilšmāls uc.), kas veido ģeoloģiskā griezuma augšējo daļu gandrīz visā Latvijas teritorijā
- litomorfodinamika – reljefa pārveidošanās un sanešu pārvietošanās kādā ģeoloģiskā procesā
- Litorīnas jūra - jūras baseins Baltijas jūras ieplakā pirms aptuveni 7500-4500 gadiem
- m^3/m – sanešu apjoms jūras krasta zonā izteikts kubikmetros uz vienu metru platu (garkrasta griezumā) krasta iecirkni
- morfometriskie parametri – reljefa formas izmēri (piem., platums, augstums, tilpums, nogāžu slīpums utt.)
- ostas ārējās hidrotehniskās būves – ostas moli un kuģu ceļa padziļinājums
- pāržmauga/nērija - gara jūras krasta sanešu josla jeb strēle, kas atdala lagūnu no jūras baseina pamatdaļas
- piebarošana – krasta sistēmas mākslīga papildināšana ar smalkgraudainu sanešu materiālu
- pludmale - krasta zonas (joslas) virsūdens daļa, kas epizodiski pakļauta viļņu iedarbībai, iekšzemes pusē tā robežojas ar stāvkrasta piekāji vai priekšāpu
- preterozijas būves/aizsargbūves/aizsargkonstrukcijas/invazīvas metodes – agresīvas darbības krasta erozijas ierobežošanā, kas ietver tādus pasākumus/būves, kuras mazina pienākošo viļņu enerģiju, vai tādas, kas stiprina/nosedz krasta nogāzes augšējo daļu veidojošos iežus, būtiski izmainot apstākļus krasta sistēmā.
- priekšāpa – primārā vējnesto pludmales smilšu uzkrāšanās valņveida reljefa forma
- rip-rap – vienkāršots krasta preterozijas risinājums (būve), ko veido nesastiprinātu būvelementu (laukakmeņu, betona bloku, ķieģeļu uc.) uzbērums
- sanešu deficīts jūras krastā – apstākļi, kuros krasta iecirknim pieplūstošo sanešu apjoms ir mazāks par noskaloto apjomu
- stāvkrasts (jūras) – galvenokārt jūras krasta ģeoloģisko procesu (hroniskas erozijas) rezultātā izveidojusies reljefa forma ar stāvu nogāzi
- transgresija – relatīvā ūdenslīmeņa paaugstināšanās ūdens baseinā
- varbūtība <5%/gadā – notikums iespējams retāk kā vidēji vienu reizi 20 gados

Ievads

Šī metodiskā materiāla „Vadlīnijas jūras krasta erozijas seku mazināšanai" (identifikācijas Nr.: KPR 2013/12/EU43084) izstrāde notika uz līguma Nr. 8-5/ EU43084/02 pamata, kas noslēgts starp KPR kā pasūtītāju no vienas puses un LU kā izpildītāju, no otras puses. Vadlīnijas tika izstrādātas Igaunijas – Latvijas programmas 2007-2013 līdzfinansētā projekta EU43084 "Piekrastes un jūras telpiskā plānošana Pērnavas līča teritorijā Igaunijā un Latvijas piekrastes pašvaldībās" (Piekrastes un jūras plānošana) ietvaros.

Mērķis

Metodiskā materiāla izstrādes virsmērķis ir sniegt teorētisku un praktisku atbalstu piekrastes pašvaldībām un zemes īpašniekiem lēmumu pieņemšanā, teritorijas apsaimniekošanā un attīstības plānošanā, lai mazinātu jūras krasta erozijas seku ietekmi Baltijas jūras un Rīgas līča piekrastē. Vadlīniju mērķa grupas ir: piekrastes pašvaldības, teritorijas attīstības plānotāji, zemes īpašnieki un lietotāji, vides speciālisti, valsts institūcijas, un atbilstošā izpētes teritorija: Baltijas jūras un Rīgas līča piekraste Kurzemes un Rīgas plānošanas reģionos.

Metodiskajā materiālā ietvertā informācija balstīta plaša spektra darba materiāla un datu kopu analīzē, starp kuriem nozīmīgākie:

- mūsdienu ģeoloģiskie jūras krasta procesi Latvijā;
- krasta erozijas izplatība un intensitāte;
- ārvalstu pieredze ar krata eroziju saistītu problēmu risināšanā;
- esošā pieredze krasta preterozijas risinājumu pielietošanā Latvijā, tostarp divās pilotteritorijās Engures un Pāvilostas novados.

Izstrādājot metodisko materiālu, tiek pieņemts, ka piekrastes teritoriju izmantotājiem un apsaimniekotājiem būs iespējams pilnveidot savu izpratni par galvenajiem kritērijiem apsaimniekošanas pasākumu izvēlē.

Vadlīniju izstrādes nepieciešamības pamatojums

Neskatoties uz relatīvi mazo iedzīvotāju blīvumu, piekrastes teritorijās Latvijā ievērojama iedzīvotāju daļa izmanto dabas resursus, kas tieši saistīti ar jūras krasta zonu vai piekrasti. Ņemot vērā to, ka piekrastei un, jo īpaši šaurajai aktīvajai krasta joslai ir raksturīga izteikta jutība pret dažādiem ārējiem faktoriem, un līdz ar to - mainība un nepastāvība daudzviet ir izveidojusies savdabīga konfliktsituācija, pretnostatot krasta resursu tiešo patēriņu un šo resursu/dabas vērtību ilgtspēju. Citiem vārdiem – piekrastes resursu izmantošana vai neatbilstoša „cīņa" ar krasta eroziju vietām rada un pastiprina dabas riskus, kas, savukārt, nākotnē var novest pie nepieciešamības pielietot dārgus un sarežģītus pasākumus mūsdienās aizsākto problēmu risināšanai. Krasta apsaimniekošanas problemātikas kontekstā krasta līniju agrāk bieži uzskatīja par dabisku robežu – vietu, kur satiekas tik atšķirīgā jūra un sauszeme. Tomēr šāds idejas uzstādījums ir statisks un līdz ar to – nepilnīgs. Diemžēl, cilvēku apziņā bieži vien nostiprinās tieši statiskā dabas procesu uztvere, kas likumsakarīgi noved pie problēmām, iestājoties jebkādai antroposfēras (cilvēku darbības) un dabas vides sadursmei. Jūras krastu erozija un viss ar to saistītais arī ir viena no šādām „problēmām".

Krasta erozija vai applūšana ir tikai daļa no procesiem, kas notiek komplicētajā un nepārtraukti evolucionējošajā vidē – krasta zonā. Būtiski ir saprast, ka krasts nav vien svītra kartē, bet dinamiska vide, kurā dažādu ārēju faktoru iedarbībā nepārtraukti notiek izmaiņas gan laika, gan telpas griezumā.

Daudzviet pasaulē piekrastes teritorijās jau ilgstoši tiek veikti mēģinājumi radīt un ieviest optimālu apsaimniekošanas un attīstības plānošanas sistēmu. Krasta erozija, kā arī citi saistītie procesi, kas izmaina teritoriju un ierobežo tās izmantošanas iespējas, tiek uzskatīta par vienu no būtiskākajiem aspektiem, kas jāņem vērā plānojot piekrastes teritoriju attīstību un tās izmantošanas prioritātes. Ir pašsaprotami, ka krasta erozijas un applūšanas riska vietās dzīvojošie vēlas, lai to īpašums tiktu pasargāts. Šādai vēlmei ir šķietami nozīmīgs arguments – tā ir tradīcija jau gadsimtiem reaģēt uz „nepiemērotā vietā" notikušu krasta eroziju, veidojot konstrukcijas, kas novērstu erozijas draudus. Tomēr mūsdienās izpratne par krastos notiekošajiem procesiem ir ievērojami uzlabojusies un krastu aizsardzības jēdziens tāpēc ir kļuvis plašāks, ietverot sevī tādus komponentus, kā:

- piekrastes teritoriju apsaimniekošanas atvieglošana;
- piekrastes dabas procesu nepārtrauktības un ekoloģiskās kvalitātes nodrošināšana;
- rekreācijas teritoriju kvalitātes saglabāšana;
- krastam tuvā ūdens kvalitātes saglabāšana;
- zemo piekrastes teritoriju aizsardzība pret sasāļošanos;
- sauszemes teritorijas aizsardzība pret noskalošanu un applūšanu.

Doto vadlīniju izstrādes nepieciešamību apliecina arī fakts, ka tādu krasta posmu kopējais garums Latvijā, kur mūsdienās krasta līnija atkāpjas vērā ņemamā ātrumā, ir aptuveni 120 km, tostarp aptuveni 60 km kopgarumā krasta atkāpšanās notiek ar ātrumu, kas pārsniedz 0,6 m/gadā. Latvijā ir vairāki īsi krasta iecirkņi, kuros novērotais ilggadīgais vidējais krasta atkāpšanās ātrums pārsniedz 3,0 m/gadā. Būtiski piebilst, ka kopējās attīstības tendences pēdējo 20 gadu laikā norāda uz krasta procesu aktivizēšanos – notiek erozijai pakļauto krasta iecirkņu garuma palielināšanās un erozijas intensitātes un atbilstoši – krasta atkāpšanās ātruma pieaugums. Tiek uzskatīts, ka krasta erozijas un jo īpaši tās intensitātes palielināšanās divi galvenie iemesli ir: krasta sistēmā arvien pieaugošais sanešu deficīts (galvenokārt antropogēns) un dažādas ar klimata mainību saistītas izmaiņas (siltākas ziemas, vētrainības režīma izmaiņas, ūdenslīmeņa kāpums uc.).

Par nozīmīgākajām vēsturiski pārmantotām problēmām, kas attiecināmas ne vien uz Latviju, bet lielākā mērā skar daudzas citas Eiropas un Pasaules valstis, ir daudzviet neveiksmīgie krasta erozijas "apsaimniekošanas" risinājumi, kas pielietoti 20. gs. gaitā un daļēji arī mūsdienās. Erozijas radīto problēmu novēršana daudzviet tikusi balstīta šauri lokālā redzējumā un motivācijā, daļēji vai pilnībā ignorējot ārējas izcelsmes faktorus un nevērtējot krastu kā kompleksu sistēmu. Šo pieeju kļūdainumu apliecina tas, ka krasta erozija ir viena no kompleksa procesa izpausmēm, tās klātbūtni un parametrus nosaka ļoti plašs dažādu faktoru spektrs. Erozija var būt ilgstoša vai hroniska, arī epizodiska un kompensēta vai atgriezeniska. Atkarībā no tipa un citiem parametriem pieejai risinājumu meklēšanā ir būtiski jāatšķiras.

Ir pārliecinoši skaidrs, ka ideālu vai universālu risinājumu krasta erozijas problēmām nav. Izvēle ir iespējama vien starp negatīvo ietekmju veidiem, minimizējot tos, kuri konkrētā situācijā tiek novērtēti kā būtiskākie. Ir jāņem vērā arī tas, ka no kopējā krasta erozijai pakļauto iecirkņu garuma Latvijā gandrīz 40 % gadījumu erozijas iemesls ir antropogēns (lielās ostas, vecās preterozijas būves, upju aizsprosti, pārmērīga rekreācijas slodze).

Izvēloties piemērotākos risinājumus ir jāņem vērā ne vien erozijas intensitāte, bet arī tās sagaidāmā „ietekme". **Tāpēc mūsdienās krasta erozija tiek vērtēta kā "kritiska" vai "problemātiska" tikai tad, ja tā rada tiešus draudus tautsaimniecībai, pastiprina ar vides un dabas aizsardzību saistītas problēmas**

un apdraud cilvēku drošību nozīmīgā apmērā. Tad preterozijas pasākumu realizācija tiek uzskatīta par pieļaujamu.
Riska uztvere dažādās piekrastes un krasta izmantotāju grupās būtiski atšķiras. Šīs atšķirības ietekmē krasta preterozijas risinājumu izvēli un tā pamatojuma kritērijus. Baltijas jūras dienvidaustrumu piekrastē (arī Latvijā) pēdējo 20 gadu laikā notikuši daudzi mēģinājumi "cīnīties" ar krasta eroziju privātā kārtā. Pētījumi liecina, ka bieži tas noticis izmantojot neatbilstošus risinājumus, novedot pie problēmas pārvietošanas uz blakus iecirkņiem un pat pastiprināšanās.
Var uzskatīt, ka Latvijā, pretstatā lielākajai daļai Eiropas valstu, piemērošanās un pretošanās krasta erozijai izmaksās relatīvi lēti, pateicoties samērā mazajam neveiksmīgu veco preterozijas būvju daudzumam un samērā nelielajam apdraudēto teritoriju un objektu skaitam.
Vadlīniju izstrādē tika izmantota visa nozīmīgākā pieejamā informācija, tomēr ir jānorāda, ka kļūdu un neatbilstību risks apsaimniekošanas lēmumu pieņemšanā, izmantojot šajā metodiskajā materiālā sniegtās atziņas, joprojām saglabāsies augsts. To nosaka neskaidrības par dažādu faktoru nozīmi erozijas attīstībā. Vidēja un liela mēroga procesu ilgtermiņa modelēšana krasta evolūcijas gadījumā ļoti bieži ir nesekmīga. Līdzšinējā ārvalstu pieredze arī liecina par samērā zemu pozitīvo piemēru īpatsvaru. Iespējamo ar eroziju saistīto zaudējumu novērtēšanā arī pastāv nozīmīgi kļūdas uzkrāšanas riski, tāpēc lēmuma par kādas rīcības uzsākšanu vai neiejaukšanos pieņemšana var izrādīties problemātiska.
Doto vadlīniju izstrādē tika izmantoti dati par krasta procesiem Latvijā, kas iegūti, balstoties uz laika periodā no 1988. līdz 2014. gadam veikto empīrisko pētījumu rezultātiem. Šo datu kvalitāte un blīvums (reprezentativitāte) ir salīdzināma ar citās Baltijas jūras reģiona valstīs pieejamajiem datiem, kas tiek izmantoti līdzīga rakstura plānošanas instrumentu izstrādē.

Pateicības
LU ĢZZF vārdā un personiski pateicos par pretimnākšanu, atbalstu un konstruktīvajām diskusijām visiem Vadlīniju sagatavošanā iesaistītajiem cilvēkiem. Vadlīniju tapšana kļuva iespējama tikai pateicoties KPR projektu vadītājām Ligitai Laipeniecei un Evitai Taupmanei, VARAM TPD vecākajiem ekspertiem Dacei Grantai un Mārtiņam Grelam, kā arī visu piekrastes pašvaldību pārstāvju atbalstam.

Izpildītāju saraksts

Dr. geol. Jānis Lapinskis	Pētījuma vadītājs – ģeologs, LU ĢZZF
Dr. geogr. Ineta Grīne	ĢIS speciālists, LU ĢZZF

1 Jūras krasta pētījumi Latvijā

Pirmie, kas jau divdesmitā gadsimta vidū savos pētījumos pievērsās tieši mūsdienu krastu procesiem, sanešu kustības jautājumiem un detāli analizēja jaunākās krasta reljefa formas, bija Viktors Ulsts, Eduards Grīnbergs un Rūdolfs Knaps.
R. Knapa pētījumi par ostu hidrotehnisko būvju ietekmi uz sanešu kustību un dažādu dabisku faktoru nozīmi sanešu garkrasta kustības nodrošināšanā, neskatoties uz atsevišķām neprecizitātēm, joprojām bieži tiek citēti mūsdienu publikācijās par Latvijas jūras krastiem.
E. Grīnberga sastādītās paleoģeogrāfiskās shēmas un pētījumi par akumulācijas un erozijas reljefa formām liecina par Holocēnā notikušu intensīvu krasta līnijas iztaisnošanos, kā arī rada pamatu vēlāko pētnieku ievērojami detālākai izpratnei jautājumos par „tradicionālajām", līdz mūsdienām pārmantotām sanešu deficīta un akumulācijas zonām[1].
V. Ulsts pievēries ļoti plašam ar jūras krastiem saistītu jautājumu spektram. Viņš analizējis krasta reljefa formu attīstības likumsakarības, eolo un jūras nogulumu litoloģiskās īpatnības[2]. V. Ulsta monogrāfija „Baltijas jūras Latvijas krasta zona" (1998) ir viens no nozares plašākajiem un vispusīgākajiem apkopojošajiem darbiem.
I. Veinberga vadībā ir tapusi Latvijas krasta zonas morfoloģijas un dinamikas karte. Tas faktiski bija pirmais detālais mūsdienu krasta procesiem veltītais darbs, kas aptvēra visu Latvijas jūras krasta zonu[3],[4].
Kopš divdesmitā gadsimta astoņdesmitajiem gadiem gan pēc apjoma, gan kvalitātes ļoti ievērojamu pienesumu jūras krastu izpētē ir devis Guntis Eberhards. Sākot ar 1987. gadu Rīgas līcī un 1992. gadu Kurzemes rietumu krastā notiek Gunta Eberharda un Baibas Saltupes aizsāktais jūras krastu ģeoloģisko procesu monitorings. G. Eberharda pētījumi skar Litorīnas laika lagūnu pāržmaugu veidošanās likumsakarības, piekrastes eolo veidojumu morfoloģiju un ģenēzi un jo īpaši problēmas, kas saistītas ar krasta noskalošanu[5],[6],[7]. 2003. gadā publicētā monogrāfija „Latvijas jūras krasti" ir plašākais apkopojoša rakstura darbs, kurā ietverts arī ievērojams apjoms līdz šim citur nepublicētas informācijas[8]. Pēdējais plašākais pētījums par krastu attīstību, pielietojot

[1] Grinbergs, E., 1957. *Pozdnyelednikovaya i poslelednikovaya istorya poberezhya Latvijskoi SSR*. Izdatelstvo Akademii Nauk LSSR, Riga, 122 lpp.

[2] Ul`st, V., 1965. Diferenciacy`a peschanogo materyala po forme zeren v pribrezhno-morskyh uslovyah. *Baltica*, 2, s 167-180.

[3] Veinbergs, I., Grinbergs, E., Danilans, I., Ulst, V., 1974. Pozdnelednikovaya i poslelednikovaya istorya Baltiki po materiālam izuchenya Latviyskogo poberezya. *Baltica* 5, s 89-93.

[4] Veinbergs, I., Danilans, I., 1992. Evolycija sovremmenogo morskogo berega Latviy. *Evolycija beregov v uslovijah podnyatya urovnya okeana*. Nauka, Moskva, s 116-121.

[5] Saltupe, B., Eberhards, G., 1990. Metodika sozdanya i expluotacii sistemy` regional`nogo monitoringa plyazhei (na primere Rizhskogo zaliva). *Exodinamicheskye procesy i metodi ih isledovanya*, 574, s 7-17.

[6] Eberhards, G., 2000. Jūras stāvkrasta noskalošana Jūrkalnē un prognozes. *LU 58. Zinātniskā konference. Referātu tēze*s. Latvijas Universitāte, Rīga, lpp.39-41.

[7] Eberhards, G., Saltupe, B., Lapinskis, J., 2004. Jūras krasta ģeoloģisko procesu monitorings. *Latvijas Universitātes 62. zinātniskā konference. Referātu tēzes*. Latvijas Universitāte, Rīga, lpp.198-199.

[8] Eberhards, G., 2003. *Latvijas jūras krasti.* Latvijas Universitāte, Riga, 259 lpp.

1930-to gadu kartogrāfiskos informācijas avotus un apkopojot agrāku pētījumu rezultātus, ir publicēts 2008. gadā[9].
Laika posmā starp 2006. un 2009. gadu VPP KALME[10] ietvaros balstoties uz iepriekšēji iegūtiem datiem un vienkāršotiem modelēšanas paņēmieniem, tika sagatavota krasta erozijas prognoze 15 un 50 gadu periodam.
Kopš 2009. gada jūras krasta procesu pētījumi Latvijā notiek samērā ierobežotā apjomā. LU Jūras krastu laboratorijā tiek veikti monitoringa tipa pētījumi par sanešu apjoma izmaiņām krasta nogāzes virsūdens daļā, eolā reljefa attīstības likumsakarībām un esošo krasta preterozijas risinājumu efektivitāti atsevišķiem krasta posmiem.

[9] Eberhards, G., Lapinskis, J., 2008. Baltijas jūras Latvijas krasta procesi. Atlants. Processes on the Latvian Coast of the Baltic Sea. Atlas. Latvijas Universitāte, Rīga, 64 lpp.

[10] Noslēguma pārskats par Valsts pētījumu programmu „KALME" (2010.)

2 Dabas apstākļi jūras krastā Latvijā

2.1 Baltijas jūras Latvijas piekrastes ģeoloģiskā un ģeomorfoloģiskā vēsture

Mūsdienu Latvijas krasta līnijas konfigurācija ir ilgstošas jūras ģeoloģiskās darbības rezultāts, kad, mijoties sanešu akumulācijai un erozijai, no pēdējā leduslaikmeta mantotais reljefs tika pārveidots gan Baltijas baseina iepriekšējo attīstības stadiju laikā, gan arī turpinās mūsdienās samērā stabila ūdenslīmeņa apstākļos. Pēcleduslaikmetā Baltijas jūras krastu attīstība Latvijā notika visai komplicēti – reģionā aktivizējās Zemes garozas vertikālās kustības, mainījās klimats un ūdens apmaiņa ar Pasaules okeānu, kas noveda pie salīdzinoši biežām un straujām ūdenslīmeņa svārstībām. Krasta procesu intensitāte Baltijas ledus ezera pastāvēšanas laikā bija ievērojami augstāka nekā tā ir mūsdienās.

Pamatieži ir pārklāti ar dažāda biezuma (līdz 60 m) kvartāra nogulumu segu. Kvartāra nogulumus veido galvenokārt pēdējā apledojuma morēnas smilšmāls. To pārsedz un vietām aizvieto Baltijas ledus ezera aleirīts, smilts un grants (biezums vidēji 2-8 m). Secīgi virs tiem novietojas Joldijas jūras, Ancilus ezera un Litorīnas jūras nogulumi. Visplašāk (praktiski visā piekrastē) izplatīti tieši Litorīnas jūras nogulumi, kas bieži atsegti virspusē un iesaistās mūsdienu krasta procesos.

Par mūsdienu krastu veidošanās sākumu tiek pieņemts laiks[11], kad ūdenslīmenis pazemājās aptuveni līdz pašreizējam stāvoklim (pirms ~2800 gadiem). Ūdenslīmenim stabilizējoties, notika ļoti intensīva Litorīnas laika akumulatīvo krasta formu pārveidošana un pielāgošana jaunajiem apstākļiem. Kopējā krastu procesu intensitāte bija sevišķi augsta – īsā laikā praktiski tika noskalota Nidas pāržmauga un sāka veidoties sevišķi intensīvas eolās akumulācijas liecības – vaļņveida kāpas (Mietragā, Bernātos, Užavā)[11]. Var uzskatīt, ka mūsdienu krasti ir ļoti jauni un to pārveidošanās vēl turpinās, kaut arī, neapšaubāmi, ar daudz mazāku intensitāti nekā Litorīnas transgresiju laikā.

Pēclitorīnas laika krasta zonas nogulumi ievērojamā apjomā izplatīti Kurzemes ziemeļos Irbes šauruma krastā, kur tie līdztekus ar senākiem (jo īpaši Litorīnas laika) nogulumiem veido savdabīgu akumulatīvu krasta virsūdens terasi[11]. Šajā posmā kopumā notikusi ievērojama sauszemes pieaugšana un Kurzemes pussalas virsotnē ir izveidojies Kolkas rags. Raga kontūras ir vairākkārt mainījušās un mūsdienās tā virsotnē notiek krasta atkāpšanās. Mūsdienu jūras krastu dinamikā būtiska loma ir arī Litorīnas transgresīvo fāžu laikā erodētajiem zemūdens nogāzes apgabaliem, kuros smalkas smilts frakciju praktiski nav un to veido oļi, grants un laukakmeņi. Daudzviet (Liepājā–Šķēdē, Pāvilostā–Užavā) mūsdienu krasta zemūdens nogāzes daļa sakrīt ar šo rupjo frakciju izplatības areāliem. Tāpēc zemūdens nogāzes erozija šajos iecirkņos ir ļoti apgrūtināta un sanešu deficīta gadījumā tā kompensējas uz krasta virsūdens nogāzē esošo sanešu rēķina[8].

Relatīvi līdzeno piekrasti daudzviet saposmo piekrastes kāpas, kas stiepjas vairāku desmitu km garumā un kuru augstums vietām sasniedz 30-40 m vjl. Litorīnas jūras laika un mūsdienu krasta kāpas sastopamas lielākajā piekrastes daļā, izņemot aptuveni 20% no tās kopgaruma. Litorīnas jūras laikā no jūras norobežotās lagūnas mūsdienās

[11] Ulsts, V., 1998. *Baltijas jūras Latvijas krasta zona*. Valsts Ģeoloģijas Dienests, Rīga, 96 lpp.

[8] Eberhards, G., 2003. *Latvijas jūras krasti.* Latvijas Universitāte, Riga, 259 lpp.

ir pārtapušas par sekliem, aktīvi aizaugošiem ezeriem (Papes, Liepājas, Babītes, Engures uc) vai ir daļēji noskalotas, krastu sistēmai pielāgojoties mūsdienu apstākļiem. Vairākos lagūnu ezeros ūdenslīmenis ir ticis mākslīgi pazemināts.

2.2 Jūras krastu daudzveidība

Krasta sistēmā pastāv nepārtraukta mijiedarbība starp ģeoloģiskajiem reljefveidojošajiem faktoriem un to darbības rezultātu – reljefu. Tas nozīmē, ka krasta nogāzes reljefa attīstība izmaina ģeoloģisko procesu attīstību nākotnē.
Latvijas jūras krasti pēc savas ģeoloģiskās uzbūves un morfoloģijas ir visai dažādi, tomēr tiem piemīt arī vairākas kopīgas īpašības:

- krasti galvenokārt veidoti irdenos kvartāra nogulumos;
- krasti ir samērā zemi un lēzeni (vairumā gadījumu to augstums nepārsniedz 15 metrus);
- krasta zemūdens nogāze ir lēzena, tajā lielākā vai mazākā apjomā atrodas sanešu materiāls;
- visur ar atsevišķiem īsiem izņēmumiem veidojas pludmale;
- krasta sistēmu ļoti nozīmīgi deformē antropogēni traucējumi (g.k. ostas)
- visā teritorijā krasta nogāzes attīstību nosaka sanešu garkrasta kustība.

Tas norāda, ka dažādo krastu tipu miju nosaka tās atšķirības, kas pastāv krasta sistēmai pieejamo sanešu apjoma sadalījumā, kas, savukārt, ir daudzu faktoru noteikts, no kuriem galvenie ir Litorīnas jūras laika mantojums, krasta līnijas orientācija attiecībā pret valdošajiem vējiem, antropogēnie faktori un blakus esošo krasta iecirkņu īpašības[12], [13], [8], [14]).
Neskatoties uz samērā viendabīgo teritorijas ģeoloģisko uzbūvi, mūsdienās joprojām ir izplatīti gan lēzeni krasti, kuros ilgstoši notikusi sanešu uzkrāšanās (aptuveni 140 km kopgarumā), gan jūras erozijas posmi, kur sastopami dažāda augstuma un dažādas ģeoloģiskās uzbūves stāvkrasti (kopumā aptuveni 150 km) (2.1. att.). Pārējos krasta iecirkņos (aptuveni 200 km) apstākļi mūsdienās ir relatīvi stabili. Vietām sanešu materiāla apmaiņa notiek ļoti niecīgā apjomā (Rīgas līča ZA un ZR).

[12] Eberhards, G., Saltupe, B., 2002. Latvijas jūras krastu jūtīgums pret noskalošanu vētrās un riska zonas. *Latvijas Universitātes 60. Zinātniskā konference. Referātu tēzes*. Latvijas Universitāte, Rīga, lpp.144-147.

[13] Lapinskis, J., 2002. Shore erosion on the Latvian open Baltic coast associated with 1999 and. 2001 storm events. NorFA seminar. *Environment and Setling along the Baltic Sea coasts throgh time.* Abstracts. Pärnu, pp.11-12.

[8] Eberhards, G., 2003. *Latvijas jūras krasti.* Latvijas Universitāte, Riga, 259 lpp.

[14] Lapinskis, J., 2003. Atklātas Baltijas jūras Latvijas pludmales kā jūras krastu mūsdienu dinamiskās attīstības indikators. *Latvijas Universitātes 61. zinātniskā konference*. Referātu tēzes. Rīga, lpp.158-160.

2.1. att. Dažāda augstuma, ģeoloģiskās uzbūves un litomorfodinamiskās piederības krasti Jūrkalnē, Bērzciemā, Lembužos un Mazirbē.

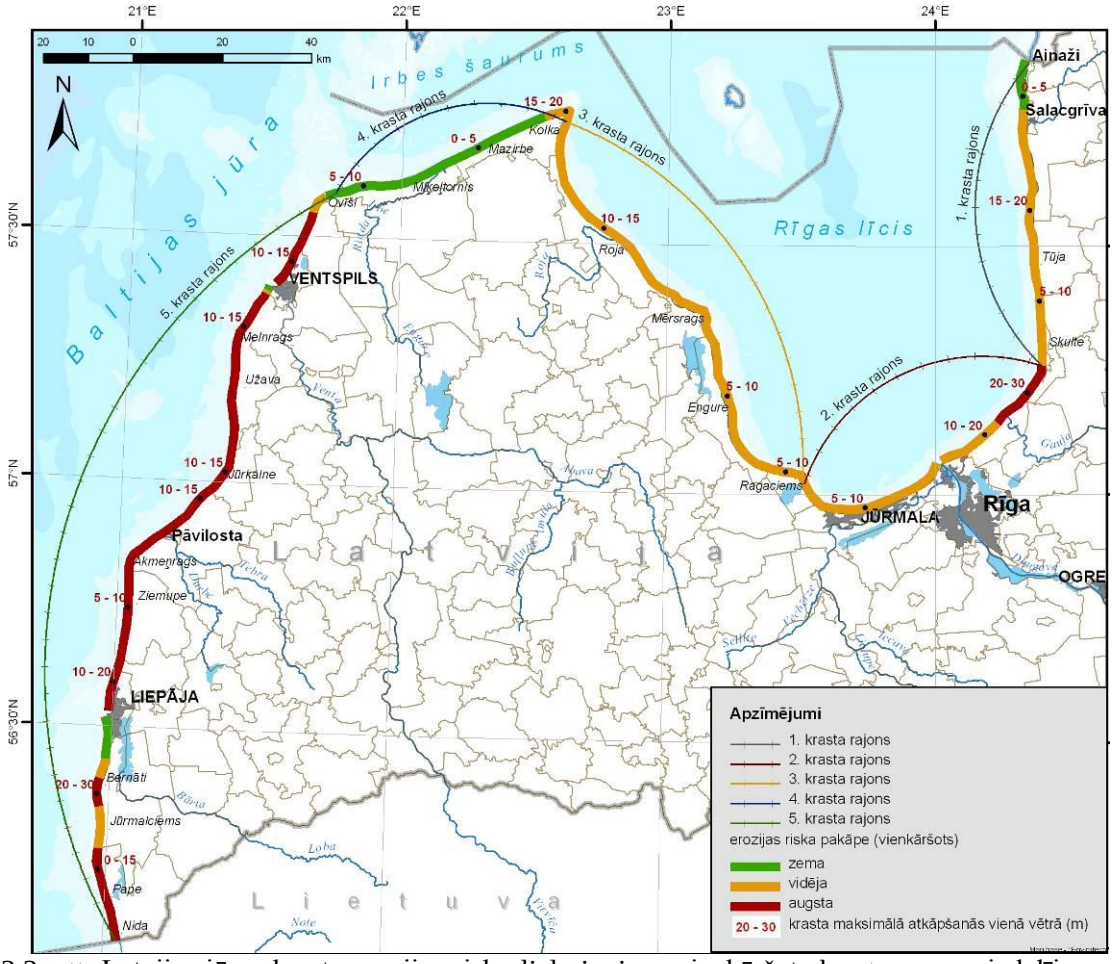
2.3 Jūras krasta erozijas riska līmenis un riska klases

G. Eberhards savā monogrāfijā „Latvijas jūras krasti" (2003) piedāvā klasifikācijas shēmu, kura balstās uz atšķirībām krasta ģeoloģiskajā uzbūvē, sanešu materiāla sastāvā, krasta izskatā un augstumā un mūsdienu krastu procesu raksturā un intensitātē pēdējo 10-30 gadu laikā, izdalot vairākus tipus un apakštipus. Šāda tipa klasifikācijas shēmas daudzviet pasaulē tiek lietotas krastu apsaimniekotāju un „krastu inženieru" komunikācijas uzlabošanai. Tomēr arī šāda pieeja nav pilnīga un atstāj vietu pārpratumiem, jo zemas hierarhiskās pakāpes krasta iecirkņu raksturošanā apvieno dažādus principus.

VPP KALME notikušo pētījumu rezultātā tika sagatavota vienkāršota un ģeneralizēta erozijas riska rajonēšanas shēma, kas ļauj iedalīt krastu piecos lielrajonos pēc tiem apstākļiem, kuriem realizējoties sagaidāma ievērojama līdz katastrofāla apjoma krasta erozija (2.2. att.)[9] :

- 1. Rajons (Vidzemes krasts) – R, ZR un DR vētras ar vēja ātrumu >28 m/s un vējuzplūdu līmeni >+2,0 m >8 stundas;
- 2. Rajons (dienvidu krasts) – R, ZR un Z vētras ar vēja atrumu >25 m/s un vējuzplūdu līmeni >+1,7 m >8 stundas;
- 3. Rajons (Kurzemes krasts) – ZR un Z vētras ar vēja ātrumu >25 m/s un vējuzplūdu līmeni >+1,5 m >5 stundas;
- 4. Rajons (Irbes šauruma krasts) – R, ZR un Z vētras ar vēja ātrumu >32 m/s un vējuzplūdu līmeni >+2,2 m >8 stundas;
- 5. Rajons (atklātas Baltijas jūras krasts) – DR, R, ZR un Z vētras ar vēja ātrumu >25 m/s un vējuzplūdu līmeni >+1,2 m >5 stundas.

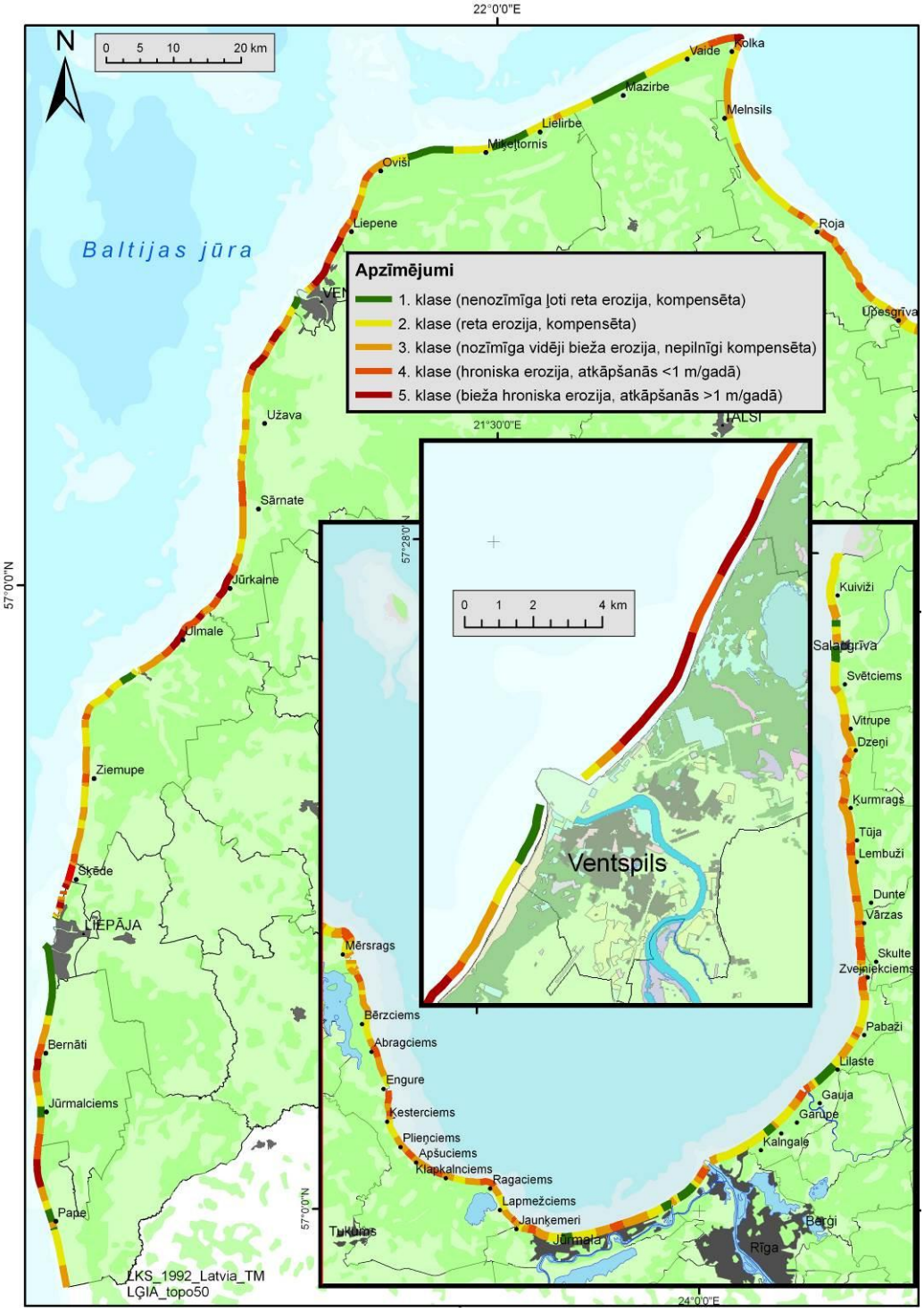
[9] Eberhards G., Lapinskis J., 2008. Baltijas jūras Latvijas krasta procesi. Atlants. LU Akadēmiskais apgāds, Rīga, 64 lpp.



2.2. att. Latvijas jūras krasta erozijas riska lielrajoni un vienkāršots krasta posmu iedalījums erozijas riska klasēs[9].

Ņemot vērā to, ka šādas izšķirtspējas krastu riska rajonēšanas shēmas praktiskās pielietošanas iespējas ir ļoti ierobežotas, jo tā sniedz tikai vispārēju priekšstatu par dominējošām tendencēm katrā lielrajonā, Vadlīniju izstrādes ietvaros, uz iepriekš aprakstītās riska rajonēšanas shēmas bāzes, aktualizējot un interpretējot esošos datus, tika sagatavota detāla krasta iecirkņu iedalījuma shēma atbilstoši esošajiem, un pētījuma periodam atbilstoši sagaidāmajiem, krasta erozijas parametriem: intensitātei, atkārtojamībai un kompensācijas pakāpei (2.3. att.). Rajonēšanas shēmas un piekrastes pašvaldībām nodoto vektordatu izšķirtspēja atkarībā no konkrētas vietas aptuveni atbilst 50-100 m dabā.

[9] Eberhards G., Lapinskis J., 2008. Baltijas jūras Latvijas krasta procesi. Atlants. LU Akadēmiskais apgāds, Rīga, 64 lpp.



2.3. att. Latvijas jūras krasta erozijas riska iedalījums piecās klasēs ar izšķirtspēju dabā 50-100 m (Piekrastes pašvaldībām atbilstošās kartes-shēmas tālāk nodaļas tekstā)).

Erozijas riska klasifikācijas shēmas izstrāde šādā detalizācijas pakāpē Latvijā tiek veikta pirmo reizi. Atšķirīgo erozijas riska pakāpi katrā iecirknī nosaka tādi faktori kā:

- krasta līnijas ekspozīcija pret tipiskajiem vēja virzieniem vētru laikā,
- krasta zemūdens nogāzes morfometriskie parametri,
- krasta nogāzes virsūdens daļas noturība pret vētras viļņu hidrodinamisko iedarbību,
- tipiskais vējuzplūdu augstums,

- esošā akumulācijas reljefa apjoms aktīvajā krasta zonā (priekšāpas un plašas pludmales klātbūtne),
- krasta (malas) ledus saglabāšanās ilgums,
- krasta nogāzes nepārtrauktību traucējoši apstākļi (ceļi, mazo upju grīvas, intensīva rekreācijas slodze, uc.),
- krasta augstums,
- krasta preterozijas būvju klātbūtne,
- vēsturiskā sanešu akumulācijas intensitāte „bezvētru" periodos,
- rekreācijas slodze,
- veģetācijas klātbūtne aktīvajā krasta zonā.

Atbilstoši visu uzskaitīto parametru kumulatīvajai ietekmei uz krasta nogāzes evolūciju tika izdalītas piecas klases, kuras katra raksturo atšķirīgu erozijas riska pakāpi/līmeni.

1. klase (nenozīmīga epizodiska un kompensēta erozija) atbilst tiem krasta iecirkņiem, kuros raksturo ļoti labi attīstīts jaunākais kāpu reljefs un plaša apjomīga pludmale. Vētru laikā parasti notiek priekšāpas frontālās daļas paskalošana un samazinās pludmales augstums. Pēc vētras epizodes dažu gadu laikā krasta profils atjaunojas un ilgtermiņā ir vērojams izteikts akumulācijas pārsvars pār eroziju.
Nākotnē sagaidāma krasta erozijas izplatība vienā epizodē par 5-10-15 m (atkarībā no konkrēta iecirkņa specifikas) dziļumā iekšzemes virzienā aiz mūsdienu priekšāpas frontes līnijas. Krasta erozijas epizodes iespējamas tikai ļoti spēcīgu vētru/orkānu laikā (varbūtība <5%/gadā), īpaši nelabvēlīga vēja virziena apstākļos. Paliekoša pamatkrasta robežas atkāpšanās ir galēji mazvarbūtīga.

2. klase (epizodiska kompensēta erozija) atbilst tiem krasta iecirkņiem, kurus raksturo samērā labi attīstīts eolais reljefs un, kur pludmales platums parasti pārsniedz 30 m, kā arī tiem krasta iecirkņiem, kuros akumulatīvā reljefa apjoms ir relatīvi neliels, bet to kompensē citi labvēlīgi apstākļi (novietojums vētru „aizvēja" zonās, ļoti lēzena krasta zemūdens nogāze. Atjaunošanās pēc katastrofālas vētras epizodes notiek ilgstoši (3-6 gadi), krasta profils parasti pilnībā neatjaunojas iepriekšējo parametru robežās, bet kopējais krasta nogāzi raksturojošais sanešu apjoms, kas bijis raksturīgs pirmserozijas periodam tiek sasniegts. Ilgtermiņā nav vērojams pārliecinošs akumulācijas vai erozijas pārsvars, tomēr pamatkrasta robežās pārvietošanās iekšzemes virzienā nenotiek.
Nākotnē sagaidāma krasta erozijas izplatība vienā epizodē par 5-10-20 m (atkarībā no konkrēta iecirkņa specifikas) dziļumā iekšzemes virzienā aiz mūsdienu priekšāpas frontes līnijas. Krasta erozijas epizodes iespējamas spēcīgu nelabvēlīga virziena vētru laikā (atkarībā no krasta rajona varbūtība 5-20%/gadā). Paliekoša pamatkrasta robežas atkāpšanās par 5-10 m iespējama perioda beigās, realizējoties nelabvēlīgākajiem klimata maiņas scenārijiem.

3. klase (nozīmīga epizodiska erozija, kuras kompensācija nenotiek pilnā apmērā) atbilst tiem krasta iecirkņiem, kurus mūsdienās raksturo zemas un fragmentāras priekšāpas, rupjgraudaina vai jaukta materiāla pludmales un hronisks bet vāji izteikts sanešu deficīts zemūdens nogāzē. Šo var uzskatīt par biežāk izplatīto krasta erozijas riska līmeni Latvijā, tomēr neskatoties uz piederību vienai klasei, to pārstāvošie iecirkņi var būt morfoloģiski ļoti atšķirīgi. Daudzviet erozijas zemo intensitāti nodrošina krasta nogāzes ģeoloģiskā uzbūve – laukakmeņu izplatība un relatīvi grūti izskalojamu iežu klātbūtne krasta griezumā vai arī krasta iecirkņa novietojums

„aizvēja" zonā, kur erozijas nodrošināšanai nepieciešamā viļņošanās intensitāte ir sastopama ļoti reti. Atjaunošanās pēc erozijas parasti notiek ļoti lēni un ilgtermiņā ir vērojama ļoti lēna (0,1-0,3 m/gadā) pamatkrasta robežās atkāpšanās.
Nākotnē sagaidāma krasta erozijas izplatība vienā epizodē par 5-10 m (atkarībā no konkrēta iecirkņa specifikas) dziļumā iekšzemes virzienā aiz mūsdienu pamatkrasta robežas. Krasta erozijas epizodes iespējamas nelabvēlīga virziena vētru laikā (atkarībā no krasta rajona varbūtība 10-20%/gadā). Pamatkrasta robežas atkāpšanās ātruma palielināšanās līdz 0,3-0,8 m/gadā iespējama perioda beigās, realizējoties nelabvēlīgākajiem klimata maiņas scenārijiem.

4. klase (hroniska erozija, kas netiek kompensēta un rezultējās pamatkrasta recesijā ar ātrumu zem 1 m/gadā) atbilst tiem krasta iecirkņiem, kuros mūsdienās nav jaunākā eolās akumulācijas reljefa, vai tas veidojies notiekot erozijas kāples pārpūšanai. Pludmales šādos krasta iecirkņos parasti sastāv no dažāda rupjuma materiāla un to platums reti pārsniedz 25 m. Virspludmales reljefa robežu un arī pamatkrasta robežu iezīmē stāvkrasts vai erozijas kāple. 4. erozijas riska klases iecirkņi sastopami galvenokārt Rīgas līča piekrastē gan Vidzemes, gan Kurzemes pusē. Periodos starp vētrām krasta nogāzes virsūdens daļas atjaunošanās praktiski nenotiek, bet nogāžu procesu darbības rezultātā erozijas kāples slīpums pakāpeniski samazinās un var notikt tās pilnīga vai daļēja pārklāšanās ar veģetāciju. Vidējais pamatkrasta robežas atkāpšanās ātrums sasniedz 0,3-0,7 m/gadā).
Nākotnē sagaidāma krasta erozijas izplatība vienā epizodē par 2-5 m (atkarībā no konkrēta iecirkņa specifikas) dziļumā iekšzemes virzienā aiz mūsdienu pamatkrasta robežas. Krasta erozijas epizodes iespējamas tipisku vētru laikā (atkarībā no krasta rajona varbūtība 10-30%/gadā). Īpaši spēcīgu vētru laikā (varbūtība <5%) erozijas izplatība var sasniegt 10 un vairāk m. Pamatkrasta robežas atkāpšanās ātruma palielināšanās līdz 0,5-1,2 m/gadā iespējama perioda beigās, realizējoties nelabvēlīgākajiem klimata maiņas scenārijiem.

5. klase (hroniska erozija, kas netiek kompensēta un rezultējās intensīvā pamatkrasta recesijā ar ātrumu virs 1 m/gadā) atbilsts tiem krasta iecirkņiem, kuros mūsdienās novērojams ļoti izteikts smalkgraudaino sanešu deficīts, neveidojas priekškāpas, virspludmales reljefa robežu iezīmē stāvkrasts, un kuru novietojums ir labvēlīgs biežāk novēroto virzienu vētru iedarbībai. Pludmales šādos krasta iecirkņos parasti sastāv no jaukta dažāda rupjuma materiāla un to platums reti pārsniedz 20 m. 5. erozijas riska klases iecirkņi sastopami galvenokārt atklātas Baltijas jūras Kurzemes piekrastē. Periodos starp vētrām krasta nogāzes virsūdens daļas atjaunošanās praktiski nenotiek (ar izņēmumiem Bernātu ragā, Kolkas ragā un Mietragā), bet nogāžu procesu darbības rezultātā erozijas kāples slīpums pakāpeniski samazinās un var notikt tās pārklāšanās ar veģetāciju (apaugšana). Pilnīga nogāzes apaugšana 5. klases iecirkņos vērojama reti. Vidējais pamatkrasta robežas atkāpšanās ātrums sasniedz 1,0-1,7 m/gadā).
Nākotnē sagaidāma krasta erozijas izplatība vienā epizodē par 2-5-10 m (atkarībā no konkrēta iecirkņa specifikas) dziļumā iekšzemes virzienā aiz mūsdienu pamatkrasta robežas. Krasta erozijas epizodes iespējamas tipisku vētru laikā (atkarībā no krasta rajona varbūtība 20-50%/gadā). Īpaši spēcīgu vētru laikā (varbūtība <10%) erozijas izplatība var sasniegt 10 un vairāk m. Pamatkrasta robežas atkāpšanās ātruma palielināšanās līdz 1,5-2,5 m/gadā iespējama perioda beigās, realizējoties nelabvēlīgākajiem klimata maiņas scenārijiem.

2.4 Krasta procesu mūsdienu tendences

2.4.1 Plūdu un erozijas riska teritorijas Latvijā

Visu pieejamo materiālu analīze liecina, ka laika posmā no 1935. līdz 1992. gadam krasta atkāpšanās (ar vidējo ātrumu 0,5-2 metri gadā) daudzviet notikusi Kurzemes rietumos, bet Rīgas līcī tikai atsevišķos īsos posmos.

Kurzemes piekrastes centrālajā daļā atrodas lielākais hroniskas erozijas posms, kur galvenokārt teritorijas ģeoloģiskās uzbūves īpatnību dēļ krasts atkāpjas vismaz pēdējos dažus tūkstošus gadu.

Atbilstoši pasaules praksē izmantotām gradācijas metodēm jūras krasti Latvijā pēc ilggadīgajiem vidējiem atkāpšanās ātrumiem atbilst krastiem ar spēcīgu (>1 m/gadā) līdz vāju (<0,5 m/gadā) eroziju. Pēdējo 24 gadu laikā dabā veikti instrumentāli mērījumi, kā arī vēsturiskā kartogrāfiskā materiāla analīze liecina, ka pie galvenajām krasta erozijas un ilgtermiņā – atkāpšanās riska joslām ir pieskaitāmas tās teritorijas, kur krasta nogāzes atjaunošanās pēc vētras nenotiek vai notiek ļoti nepilnīgi. Respektīvi nodaļā 2.3. aprakstītās erozijas riska klases 5., 4. un 3.

Ilgstošas erozijas rezultātā 20. gadsimta laikā pamatkrasta robeža vietām ir pietuvojusies apbūvētām piekrastes teritorijām, kur atrodas dzīvojamās un saimniecības ēkas, ražotnes, infrastruktūras objekti, kā arī citas materiālās un dabas vērtības.

Neskatoties uz to, ka krasta nogāzes atjaunošanās krasta iecirkņos ar riska klasi 1 vai 2 līdz šim notiek pilnā apmērā, arī tur jāņem vērā krasta erozijas varbūtība, kas, iespējams realizēsies ļoti reti, un pēc kuras nenotiks paliekoša pamatkrasta robežas atkāpšanās. Tomēr vērā ņemamas izmaiņas virspludmales reljefā ir iespējamas arī šajos iecirkņos.

Nosakot (definējot) krasta erozijas riska iecirkņus, ir jāņem vērā arī erozijai pakļautās teritorijas specifika. Paaugstinātu riska pakāpi nosaka apbūves vai citu nozīmīgu objektu klātbūtne apdraudētajā krasta joslā (Pāvilosta, Saraiķi, Liepājas NAI, Kolkas rags, Roja, Valgalciems, Kaltene, Engure, Lapmežciems, Bigauņciems, Jūrmala, Daugavgrīva, Zvejniekciems, Tūja, uc.). Lielākajā daļā pārējo krasta posmu, kur sagaidāma atkāpšanās vai vismaz pastāv epizodiskas erozijas risks, atrodas dabas teritorijas (krasta kāpas un citi, tostarp arī ĪADT).

Par nozīmīgākajām ar vējsadzinumu plūdu risku saistītajām teritorijām Latvijā var uzskatīt visas zemās bijušo lagūnu teritorijas ap piejūras ezeriem un jūrā ieplūstošo upju ielejas. Ņemot vērā, ka ūdenslīmeņa kāpums vētras sadzinumu dēļ atkarībā no teritorijas var sasniegt 1,0 līdz 2,5 m virs Baltijas Sistēmas „0" atzīmes, kopējā apdraudēto teritoriju platība nav liela. Kā papildus applūšanas risku veicinošs apstāklis jāmin krasta erozija, kas atsevišķos gadījumos var radīt plūdu risku arī tādās teritorijās, kas no jūras puses ir norobežotas ar krasta kāpu reljefu. Erozijas rezultātā notiekot kāpu degradācijai, to dabiskās „barjeras" funkcija var samazināties, pieļaujot aiz tām esošo zemo teritoriju applūšanu (Daugavgrīva, Nida-Pape, uc.).

2.4.2 Pamatkrasta atkāpšanās

Kopējais krasta iecirkņu garums, kuriem tika piešķirta 5., 4. un 3. erozijas riska klases visā Latvijā sastāda 280,4 km, turklāt sadalījums starp Rīgas līča un Baltijas jūras piekrasti ir samērā līdzīgs – attiecīgi 142 km un 138,4 km. Pretēji tam kopējais krasta iecirkņu garums, kuros krasta atkāpšanās notiek vērā ņemamā tempā, respektīvi 5. un 4. riska klases iecirkņi atklātas Baltijas jūras piekrastē sastopami ievērojami biežāk –

attiecīgi 70,8 km un 37 km. Rīgas līča piekrastē 5. klases iecirkņi vispār netika izdalīti.
Mērījumu dati, kas iegūti kopš 1992. gada uzsākto monitoringa tipa pētījumu laikā visā Latvijas piekrastē liecina, ka pamatkrasta atkāpšanās process praktiski visās riska teritorijās notiek lēcienveidīgi, spēcīgu vētru laikā intensīvas viļņošanās apstākļos. Neatkarīgi no stāvkrasta augstuma tā atkāpšanās tālums vienā vētrā var sasniegt pat 20 m. Pamatkrasta atkāpšanās ātrumu nozīmīgi ietekmē konkrēta krasta nogāzes ģeoloģiskā uzbūve. Tā piemēram, Rīgas līča Vidzemes piekrastē esošajos morēnas smilšmāla un devona perioda smilšakmens stāvkrastos eroziju ierobežo iežu relatīvi labā noturība.

2.4.3 Priekškāpu degradācija un smilšu pārpūšana

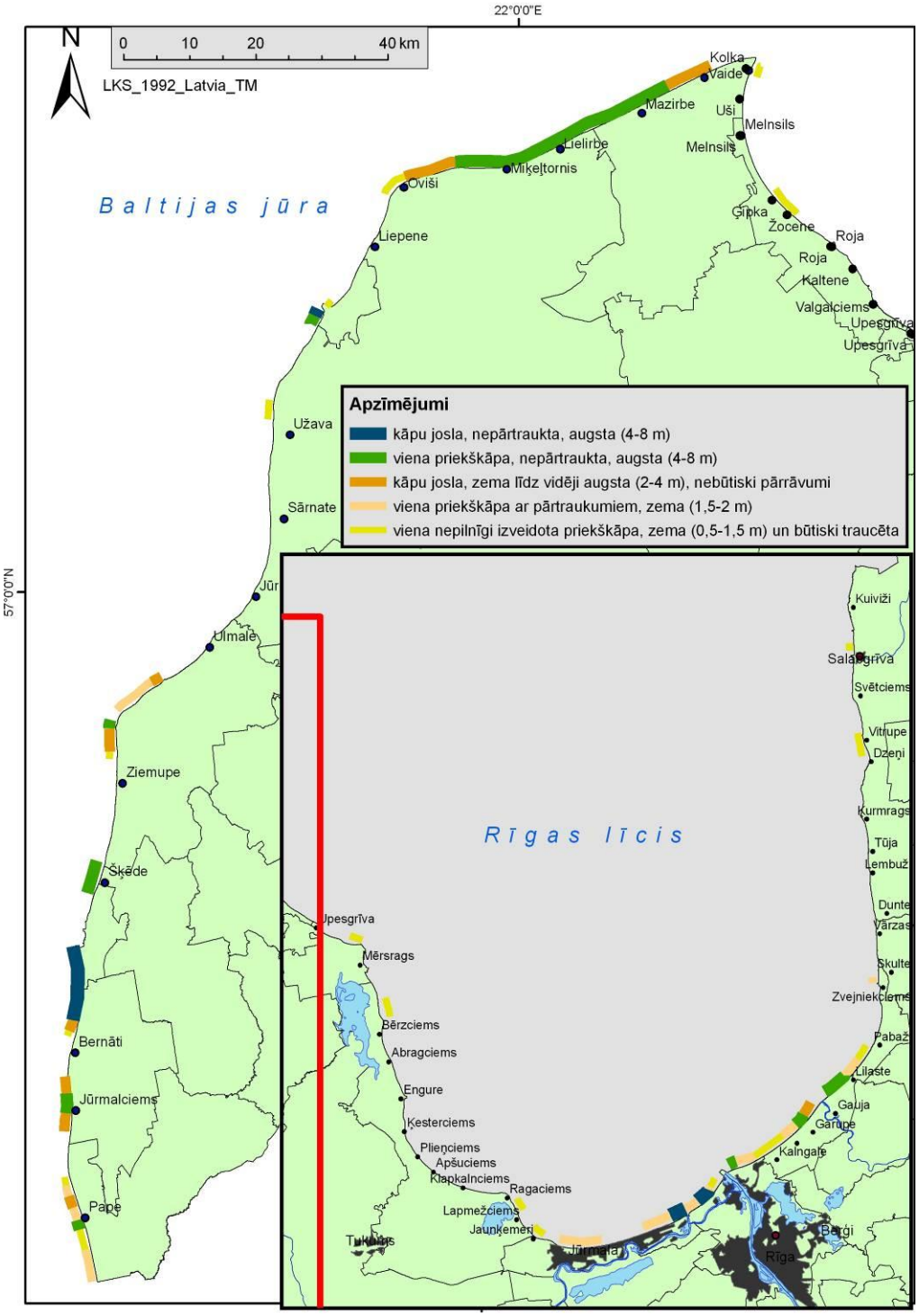
Priekškāpa ir jūras krastā notiekošās smilšu akumulācijas rezultātā izveidojušās krasta līnijai paralēlas vaļņveida formas. To veidošanās notiek vējam pārvietojot smiltis no pludmales iekšzemes virzienā. Kāpu attīstību veicina videi atbilstošas veģetācijas (kāpu graudzāles, kārkli) klātbūtne. Priekškāpu klātbūtne krasta joslā ir viens no drošākajiem krasta stabilitāti apliecinošajiem indikatoriem.
Priekškāpa ir uzskatāma par „trauslu" dabas vides elementu, kam raksturīga īpaši strauja mainība jūras viļņu un vēju iedarbības dēļ. Kāpu kā ģeomorfoloģiska objekta trauslums ir skaidrojams ar to, ka tās sastāv no nesaistītām smiltīm, to sedzošā veģetācija parasti nav blīva un tās bieži ir pakļautas pārmērīgai „rekreācijas slodzei". Kāpas nozīme pilsētas tuvumā un citās aktīvi izmantotās teritorijās ir nepārvērtējama – ilgākā laika periodā krasta kāpas darbojas kā dabisks „amortizators" – vētru laikā tās tiek noskalotas, bet periodos starp vētrām – atjaunojas. Krasta kāpas valnis ierobežo jūras viļņu, kā arī vēja brāzmu un pludmales smilšu nonākšanu apbūvētās teritorijās. Tās funkcionē kā ļoti nozīmīga morfoloģiska un ekoloģiska pārejas zona starp jūru un sauszemi.
Īpaši intensīva eolā akumulācija iespējama tādos krasta iecirkņos, kur zemūdens nogāzē un pludmalē atrodas ievērojami smalko frakciju sanešu apjomi.
G. Eberhards norāda, ka Latvijā dominē stabilo priekškāpu tips, īpaši reti sastopamas progresējošas un mazliet biežāk – regresējošas priekškāpas[8]. Pēdējo gadu laikā Latvijas piekrastē priekškāpas bija sastopamas aptuveni 170 km kopgarumā, tajā skaitā aptuveni 65 km posmā tās ir labi attīstītas (2.4. att.).
Krasta posmos, kur vismaz 10-15 gadus pastāv kopumā pozitīva sanešu bilance, priekškāpu attīstība notiek atbilstoši šādam ciklam[15], [16]:

- bezvētru periodā galvenā eolās akumulācijas zona atrodas priekškāpas frontālajā daļā, mazākā mērā virsotnē un pludmales augšējā daļā;
- spēcīgu vētru laikā pludmales augšējā daļā un daļēji arī priekškāpas frontālajā daļā esošās smiltis nonāk krasta zemūdens nogāzē;
- sekojošā miera perioda sākumā notiek ļoti intensīva eolā akumulācija priekškāpas piekājē un aiz priekškāpas virsotnes (pēc īpaši spēcīgām vētrām

[8] Eberhards, G., 2003. *Latvijas jūras krasti.* Latvijas Universitāte, Riga, 259 lpp.
[15] Torklere, A., 2008. *Latvijas mūsdienu lēzeno jūras krastu virsūdens daļas dinamika*. Promocijas darba kopsavilkums, Latvijas Universitāte, Rīga, 72 lpp.

[16] Eberhards G., Grīne I., Lapinskis J., Purgalis I., Saltupe B., Torklere A., 2009. Changes in Latvia's Baltic seacoast (1935-2007). *Baltica,* 22 (1), 11-22.

iespējama jaunas eolās akumulācijas joslas izveidošanās pludmales augšējā daļā un īsā laikā attīstās jauna priekšāpa, turpretī vecajā akumulācija vairs nenotiek).



2.4. att. Priekšāpu izplatība un morfoloģija Latvijas piekrastē 2000.-2014. gados ([9] ar papildinājumiem).

Latvijas piekrastē izveidojušās priekšāpas ir ļoti mainīga un dinamiski aktīva vide. Pateicoties augstāk aprakstītajiem apstākļiem priekšāpu josla daudzviet ir kļuvusi

[9] Eberhards G., Lapinskis J., 2008. Baltijas jūras Latvijas krasta procesi. Atlants. LU Akadēmiskais apgāds, Rīga, 64 lpp.

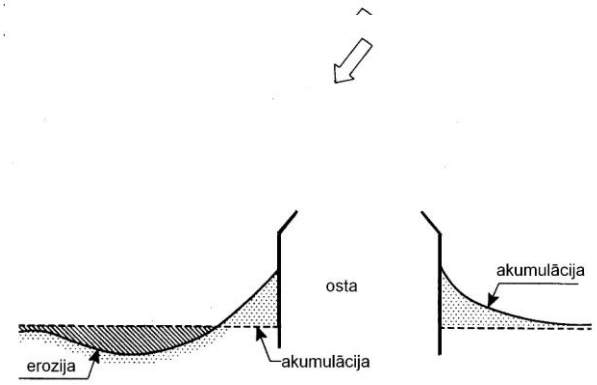
par īpaši pievilcīgu tūrisma un rekreācijas objektu, kas cita starpā rada vairākus gan īstermiņa, gan ilgtermiņa traucējumus un ierobežojumus:

- deflācijas bedru, „vējrāvju" un ieplaku veidošanās vietās, kur mākslīgi ticis izmainīs kāpu veģetācijas segums un/vai traucēta priekškāpas reljefa nepārtrauktība (gājēju laipas un takas, kā arī apsaimniekošanas vajadzībām ierīkoti caurrakumi);
- pagaidu infrastruktūras objektu (laipu, soliņu, zīmju uc.) apbēršana eolās akumulācijas rezultātā;
- esošās un aktīvi augošās priekškāpas uzvirzīšanās aiz tās esošajiem stacionārajiem infrastruktūras objektiem;
- zemo teritoriju applūšanas riska pieaugšana kāpu degradācijas un noskalošanas rezultātā.

2.4.4 Krasta eroziju veicinoši apstākļi

2.4.4.1 Antropogēni traucējumi krasta sistēmā

Garkrasta sanešu kustība gandrīz vienmēr kļūst par problēmu tad, kad tās ceļā tiek radīti mākslīgi šķēršļi, no aprites tiek izņemta daļa materiāla vai tiek ierobežota jauna materiāla nonākšana apritē. Ja normāla sanešu pārvietošanās gar krastu tiek pārtraukta vai būtiski ierobežota, notiek materiāla uzkrāšanās „pretstraumes" pusē, un kā sekas – materiāla deficīta izraisīta krasta noskalošana aiz šķēršļa (2.5., 2.8. att.)[17]. Ārvalstu pieredzē netrūkst gadījumu[18], kad ostas vēsturiskā attīstība rada situāciju, kurā, lai varētu nodrošināt kuģniecību un tālāku ostas pastāvēšanu, nepieciešams atkal un atkal iejaukties normālās krasta procesu norisēs, stiprinot krastu vienā un cīnoties ar lieko sanešu materiālu citā vietā. Līdzīgi apstākļi ir izveidojušies arī abās Kurzemes lielajās ostās – Liepājā un Ventspilī.



2.5. att. Ostas ārējo hidrotehnisko konstrukciju ietekme uz krasta procesiem.

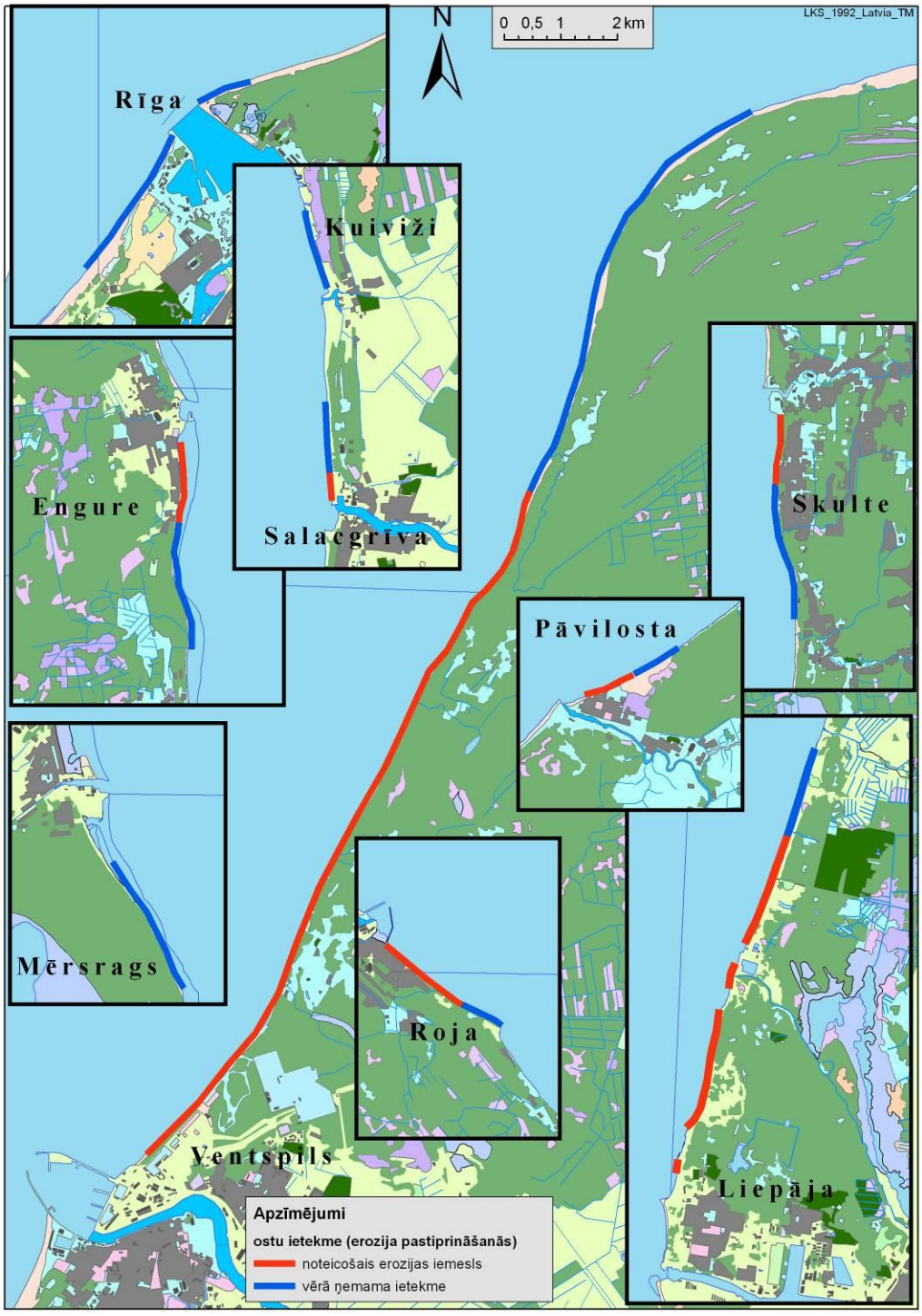
Kopējais krasta posmu garums Kurzemes rietumos, kur jūras ārdošā darbība pastiprinājās pateicoties ostu izbūvei, pārsniedz 22 kilometrus[8]. Pirms ostu izbūves un

[17] Žilinskas, G., Jarmalavičus, D., Pupienis, D., 2003. The influence of nearshore sediment supplies on the coast. *The Geographical Yearbook*, XXXVI, pp. 99-109.
[18] French, P.W., 2001. Coastal Defences: processes, problems and solutions. Routledge, London, 325 p.

[8] Eberhards, G., 2003. *Latvijas jūras krasti.* Latvijas Universitāte, Riga, 259 lpp.

vēl vairākus gadu desmitus vēlāk uz ziemeļiem no Liepājas un Ventspils netika novērota krastu erozija[2] un jādomā, ka sanešu bilance šajos posmos bija tuva neitrālai. Latvijas piekrastē, ieskaitot lielās un mazās ostas, pēdējo 23 gadu laikā jūras izgāztuvēs apglabāti >40 milj. m^3 sanešu materiāla. Uz ziemeļiem no lielajām Kurzemes ostām noskalotās krasta joslas platums vietām sasniedz 200 m, savukārt uz dienvidiem no tām pieauguma joslas platums sasniedz 350 m (Liepāja) un 800 m (Ventspils). Jāpiezīmē, ka ostas ietekmē radušos pieauguma krastu kopējais garums un platība ir ievērojami mazāks kā atkāpjošos krastu atbilstošie parametri. Piemēram, var minēt, ka aptuvenais sanešu deficīta apjoms uz ziemeļiem no Ventspils ostas pārsniedz 50 milj.m^3. Lai krasta virsūdens daļas erozija spētu pilnībā to kompensēt, tai 15 km garā posmā būtu jāatkāpjas vidēji par 200 metriem[8]. Arī Rīgas līcī ostu nozīme krasta dinamikā ir būtiska, tomēr tās skar ievērojami mazāku krasta kopgarumu (2.6. att.).

[2] Ul`st, V., 1965. Diferenciacy`a peschanogo materyala po forme zeren v pribrezhno-morskyh uslovyah. *Baltica*, 2, s 167-180.
[8] Eberhards, G., 2003. *Latvijas jūras krasti.* Latvijas Universitāte, Riga, 259 lpp.



2.6. att. Latvijas ostu ārējo hidrotehnisko būvju radītie un ietekmētie pastiprinātas krasta erozijas iecirkņi.

Latvijas piekrastē ar masīvām un daļēji masīvām jeb konstrukciju metodēm ārpus ostu teritorijām kopumā krasti ir nostiprināti apmēram 5,3 km garumā (2.7. att.). Tā kā katra ar krasta preterozijas aizsargbūvēm segtā posma garums ir mazs, tad to ietekme ir novērojama galvenokārt kā erozijas intensitātes palielināšanās īsos blakus iecirkņos, un konstrukciju piekājē esošā materiāla erozija, pieaugot atstarotajai viļņu enerģijai[19].

[19] Lapinskis, J., 2009. Preterozijas pasākumi Baltijas jūras Latvijas krastā. *Latvijas Universitātes 67. zinātniskā konference*. Referātu tēzes. Rīga, lpp. 211-212.

2.7. att. Jūras krasta aizsargkonstrukcijas Baltijas jūras Kurzemes piekrastē (piemēri). Kreisajā pusē – būvgružu un laukakmeņu krāvums Bernātos. Labajā pusē – ar akmeņiem pildītu slīpu stiepļu grozu konstrukcijas pie Liepājas NAI.

Būtiski antropogēnie traucējumi ar noteiktu negatīvu ietekmi ilgākā laika periodā ir arī:

- Laukakmeņu izvākšana no pludmales un zemūdens nogāzes (Rīgas līča rietumu puses centrālā daļā un Rīgas līča dienvidaustrumu daļā ar nolūku nostiprināt krasta nogāzes augšējo daļu);
- Priekškāpu izbradāšanai ar sekojošu deflāciju pārmērīgas rekreatīvās slodzes rezultātā (Rīgas līča dienvidu daļā);
- Latvijas lielāko upju (Daugavas, Lielupes, Ventas un Gaujas) aluviālo nogulumu izneses apsīkums lejtecēs pagājušā gadsimta otrajā pusē, izsmeļot smilts-grants iegulas saimnieciskām vajadzībām, ierīkojot hidroelektrostaciju aizsprostus un meliorējot to sateces baseinus, ir novedis pie krasta erozijas pastiprināšanās aptuveni piecu km kopgarumā.

2.8. att. Pa kreisi – Krasta erozijas pastiprināšanās blakus Liepājas NAI preterozijas stiprinājumiem. Pa labi – sanešu deficīta rezultāts uz ziemeļiem no Liepājas ostas – krasta atkāpšanās ar ātrumu 2-2,5 m/gadā.

2.4.4.2 Dabas apstākļu izmaiņas

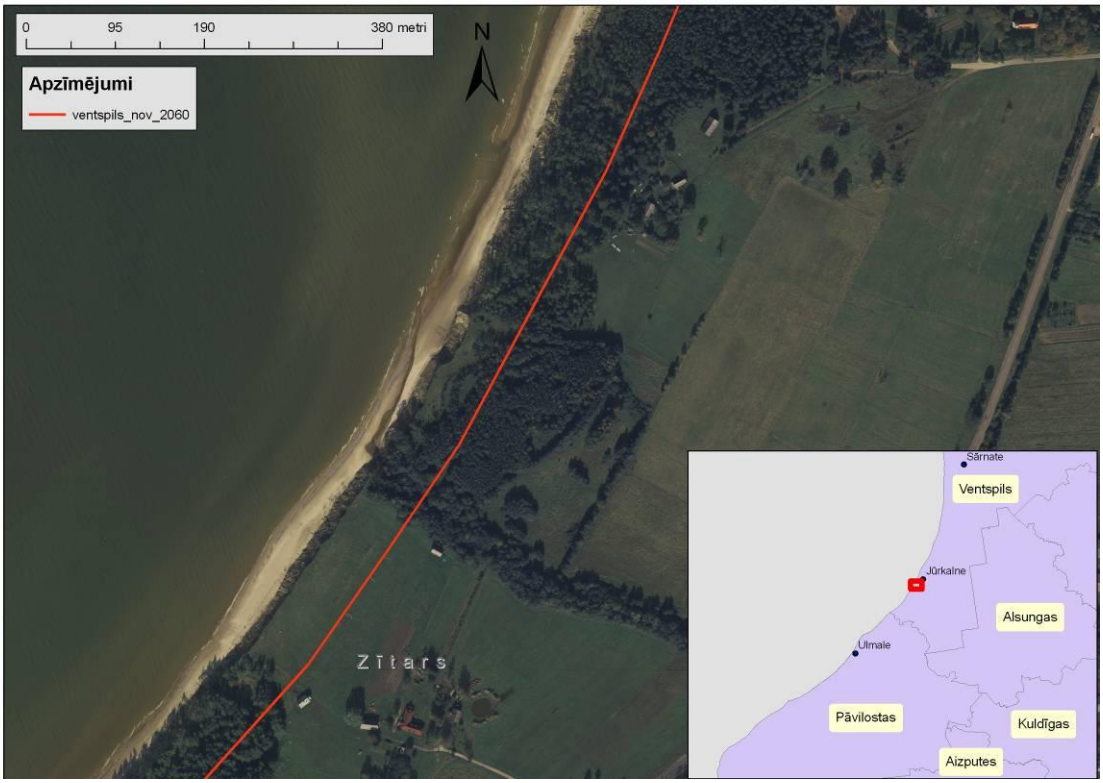
Krasta sistēma ir vides apstākļu kopums, kur nemitīgi mainās viss – gan ūdens līmenis, gan viļņu augstums, gan ūdenslīnijas atrašanās vieta un sanešu mehāniskais sastāvs, gan veģetācija, gan arī pats stabilākais elements – reljefs.

Tā piemēram, ilggadīgajām ūdenslīmeņa izmaiņām ir raksturīga kāpjoša tendence, tomēr pieaugums nepārsniedz 10-15 cm kopš 19. gs. beigām[20].
Aprēķini, kas veikti izmantojot dažādus klimata mainības modeļus, paredz, ka līdz 2100. gadam sagaidāma Pasaules okeāna vidējā ūdenslīmeņa celšanās par 0,09-0,88 m. Globālās eistatiskās – ar ledāju kušanu saistītās – okeāna līmeņa svārstības tiek uzskatītas par galveno jūras krastu izmaiņu ietekmējošo faktoru ilgtermiņā. Ceļoties vidējam ūdenslīmenim, krasta līnijas atkāpšanos izraisīs gan piekrastes teritoriju applūšanu, gan krasta nogāzes profila pielāgošanās jaunajam ūdenslīmenim. Ūdenslīmeņa izmaiņas dažādās Baltijas jūras daļās bez globālajām tendencēm ietekmēs arī vietējas un reģionālas norises.
Jūras krasti Latvijas teritorijā pārsvarā ir lēzeni, veidoti no irdena materiāla (visbiežāk – smiltīm), tāpēc katram ūdenslīmenim ir savs krasta līdzsvara šķērsprofils no priekškāpu joslas līdz viļņu gāzumu zonas ārējai malai un, ja vien nenotiek sanesu materiāla pieplūde vai zudumi, tas saglabājas samērā stabils. Ja, klimatam mainoties, paaugstināsies ūdenslīmenis, palielināsies jūras dziļums krasta seklūdens zonā un radīsies sanesu materiāla deficīts. Lai atjaunotu šo līdzsvaru (kompensētu deficītu), smiltis tiek noskalotas no pludmales un priekškāpu joslas vai stāvkrasta un nonāk seklūdens zonā.
Piekrastes sasalums un ledus sega jūrā ierobežo krasta noskalošanu stipro ziemas vētru laikā. Tiem uzskatīts, ka 2005. gada janvāra vētras postījumi būtu daudz mazāki, ja Rīgas līča piekrastē būtu bijis ledus, jo tad pludmalē izveidotos ledus krāvumu josla, kas mazinātu krastā pienākošo viļņu enerģiju. Siltās ziemas krasta noskalošanu veicina arī tādēļ, ka neveidojas noturīgs piekrastes grunts sasalums. Vidējais dienu skaits ar ledu jūrā salīdzinājumā ar 20. gadsimta vidu ir ievērojami sarucis, tomēr jāņem vērā, ka Baltijas jūras ledus režīmam ir raksturīgs izteikts starpgadu mainīgums. Tiek prognozēts, ka 21. gs. beigās Baltijas jūras Kurzemes piekrastē un Rīgas līcī ledus praktiski vairs neveidosies.
Latvijas apstākļos jārēķinās ar ciklisku vētru un starpvētru kluso periodu miju. Vidējā vēja stipruma un „vētrainības" attīstības nākotnes prognozes pagaidām gan nespēj sniegt viennozīmīgi interpretējamus rezultātus, tomēr lielākā daļa aprēķinu liecina, ka ziemā, kas ir Latvijai raksturīgā vētru sezona, vidējais vēja ātrums var pieaugt par 18%. Nākotnē tiek prognozētas par 5-20% biežākas ziemas un pavasara vētras, kā arī tas, ka vēja sadzinumu izraisītie plūdi Latvijas piekrasti ietekmēs daudz vairāk nekā globālā vidējā jūras līmeņa celšanās.

2.5 Krasta erozijas prognoze „nulles" scenārija gadījumā

Vadlīniju izstrādes gaitā ir sagatavoti ģeotelpiski piesaistīti vektordati par krasta erozijas maksimālās izplatības prognozi (projekciju) „nulles" scenārija gadījumā 2025. un 2060. gadā (2.9. att.). Sagatavots datu slānis, kura detalizācijas pakāpe atbilst teritorijas plānošanas mērogam vietējās pašvaldībās, un kas ir piesaistīts LKS-92-TM koordinātu sistēmai vektordatu (SHP) formātā.

[20] Eberhards, G., Purgalis, I., 2008. Pieaugošo Latvijas jūras krastu eroziju sekmējošie faktori. *Klimata mainība un ūdeņi.* Latvijas Universitāte, Rīga, lpp. 40-48.



2.9. att. Krasta erozijas maksimālās izplatības prognoze (projekcija) 2060. gadam Ventspils novada Jūrkalnes pagasta centrālajā daļā pie „Zītaru" mājām (vektordatu vizualizācijas piemērs).

Sagaidāmā ietekme uz piekrastes rekreācijas teritoriju kvalitāti

Ņemot vērā Latvijas teritorijā raksturīgo jūras krastu attīstības likumsakarību, kas paredz, ka smiltis un cits smalkgraudains pludmales materiāls sistēmā galvenokārt nonāk, erodējot jūras stāvkrastiem un krasta zemūdens nogāzei, var paredzēt, ka būtiskas pludmaļu platuma un sanešu mehāniskā sastāva izmaiņas lielākajā daļā Latvijas piekrastes pludmaļu nav sagaidāmas. Vērā ņemamas izmaiņas var skart pludmales sanešu mehānisko sastāvu tikai tajos krasta iecirkņos, kuri pieder pie ceturtās un piektās erozijas riska klases (2.3 att.). Šajos iecirkņos pludmaļu sastāvā pieaugs vidējais grants un oļu īpatsvars, samazinoties smilšu apjomam. Jāpiebilst, ka šajos krasta iecirkņos pludmaļu sastāvs sezonāli var būtiski mainīties.

Līdzšinēji akumulatīvajos krasta posmos (pirmā un otrā erozijas riska klase), pateicoties aktīvākai krasta nogāzē notiekošai šķērseniskajai sanešu kustībai, pludmales platums palielināsies uz krasta zemūdens nogāzes un priekškāpas frontālās daļas rēķina, taču samazināsies vidējais pludmales augstums un sekojoši samazināsies sauso smilšu joslas platums pludmalē.

Priekškāpu un embrionālo kāpu attīstība vietās, kur tās līdzšinēji ir izplatītas, būtiski nemainīsies, tomēr ir iespējama vēja deflācijas pastiprināšanās. Atsevišķās teritorijās, kur kombinēsies epizodiskas krastu erozijas un pieaugošas pludmales apmeklētāju plūsmas radītā slodze, iespējama priekškāpas joslas pārmērīga fragmentācija un degradācija.

Pateicoties pieaugošai krasta erozijas epizožu atkārtojamībai un jaunu nekompensētas krasta erozijas iecirkņu izplatībai, sagaidāma esošo aprimušo un daļēji aprimušo (apaugušo) jūras stāvkrastu reaktivizācija, kas ietekmēs piekrastes ainavas kvalitāti, to padarot „mežonīgāku" un, iespējams – pievilcīgāku.

Nulles scenārija gadījumā (neiejaucoties krasta procesos ārpus iecirkņiem, kur krasts ir nostiprināts jau šobrīd), nav sagaidāma antropogēni izraisīta pludmaļu zonas sašaurināšanās un izzušana tālāk kā dažu desmitu m attālumā no stiprinājumiem, jo līdzšinēji uzstādīto krasta preterozijas būvju ietekme realizējas ļoti lokāli.

2.6 Krasta erozijas prognoze un riska teritorijas (2014.-2025.-2060.)

Baltijas jūras un Rīgas līča erozijas apdraudējuma un saistīto seku novērtējums izstrādāts, ņemot vērā VPP KALME (2006.-2009.) rezultātus[10] un aktualizēts, balstoties uz instrumentāli noteiktām krasta izmaiņām laika posmā no 2010. līdz 2014. gadam, jaunāko pieejamo aerofotoainu, kā arī uz piekrastē ilgstoši veiktas fotodokumentācijas analīzi.

Par būtiskākajām krasta dinamikā sagaidāmajām izmaiņām laika posmā līdz 2025. gadam ir uzskatāma:

- Ilggadīgā vidējā krasta atkāpšanās ātruma nebūtiska (<10%) palielināšanās krasta iecirkņos, kur līdzšinēji vētras viļņu izraisītas hroniskas un nekompensētas erozijas dēļ tā notikusi ar ātrumu, kas lielāks par 0,5 m/gadā;
- Nepilnīgi kompensētas un hroniskas krasta erozijas izplatības nebūtisks (<5%) pieaugums (sasniedzot 271,4 km kopgarumu);
- Krasta erozijas trešā riska klases iecirkņu (skaidrojums nod. 2.3.) izplatības pieaugums uz otrā riska līmeņa iecirkņu rēķina par 20 līdz 30 km, galvenokārt koncentrējoties krasta līnijas izciļņos (sīkragos);
- Rīgas līča krasta iecirkņos ar epizodisku un kompensētu eroziju (pirmā un otrā riska klase) sagaidāma sanešu šķērskrasta apmaiņas intensitātes nebūtiska palielināšanās, kas traucēs pludmales augšējā daļā esošās veģetācijas attīstību un pastiprinās eolo aktivitāti kopumā (tostarp smilšu pārpūšanu iekšzemes virzienā aiz priekškāpas frontes).

Tomēr par būtiskākajām perioda beigās (līdz 2060. gadam) krasta dinamikā sagaidāmajām izmaiņām ir uzskatāma:

- Ilggadīgā vidējā krasta atkāpšanās ātruma ievērojama (>30%) palielināšanās krasta iecirkņos, kur līdzšinēji vētras viļņu izraisītas hroniskas un nekompensētas erozijas dēļ tā notikusi ar ātrumu, kas lielāks par 0,5 m/gadā;
- Nepilnīgi kompensētas un hroniskas krasta erozijas izplatības ievērojams (>15%) pieaugums ārpus vietām, kur tā novērota pēdējās desmitgades laikā;
- Krasta erozijas trešā riska līmeņa iecirkņu izplatības pieaugums uz otrā riska līmeņa iecirkņu rēķina par 40 līdz 60 km, galvenokārt koncentrējoties krasta līnijas izciļņos (sīkragos);
- Maksimālā krasta atkāpšanās ātruma palielināšanās atklātas Baltijas jūras piekrastē atsevišķos posmos (kopgarums 3-5 km) līdz 4-5 m/gadā;
- Pastiprinoties vispārējai krastu attīstības intensitātei (gan erozijai, gan akumulācijai un sanešu tranzītam), ievērojami pieaugs arī vējnesto smilšu pārvietošanās līdzšinēji akumulatīvajos (pirmā un otrā erozijas riska klase) krasta posmos.
- Krasta atkāpšanās sagaidāma aptuveni 80% no krasta līnijas kopgaruma, tomēr tās ātrums lielākoties būs zems, nepārsniedzot 0,1-0,5 m/gadā;
- Sagaidāms, ka līdz 2060. gadam Latvijas teritorija krasta atkāpšanās dēļ samazināsies par aptuveni 9,2 km^2.

[10] Noslēguma pārskats par Valsts pētījumu programmu „KALME" (2010.)

Tabula. Erozijas riska iecirkņu sadalījums un maksimāli iespējamā krasta erozijas izplatība Latvijas piekrastes pašvaldībās (izvērsts skaidrojums tālāk tekstā)

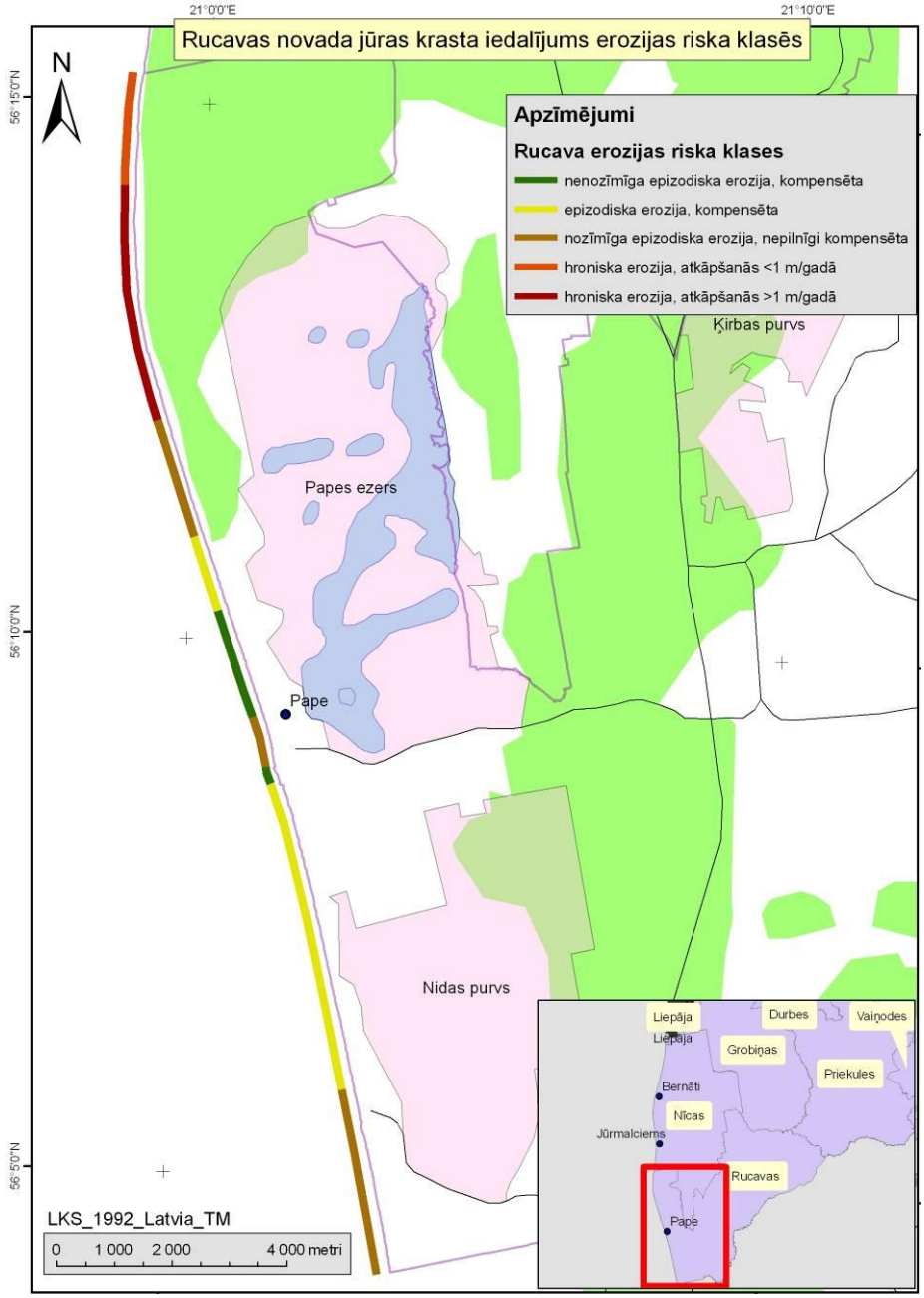
Piekrastes teritorija		Augstāko erozijas riska klašu kopgarums mūsdienās (km)			Līdz 2025. g. erozijas riskam pakļauto posmu kopgarums (km)	Maksimālā erozijas izplatība līdz 2025. g. (m)	Līdz 2060. g. erozijas riskam pakļauto posmu kopgarums (km)	Maksimālā erozijas izplatība līdz 2060. g. (m)
		5. klase	4. klase	3. klase				
Rucavas nov.		4,1	3,0	5,0	12,3	7-12	19,0	40-80
Nīcas nov.		1,8	5,9	6,8	14,9	20-30	15,4	100-200
Liepājas pilsēta		1,6	1,7	1,3	4,8	15-20	5,1	100-180
Grobiņas nov.		-	2,4	0,4	2,8	15-20	2,8	30-60
Pāvilostas nov.	**Vērgales p.**	-	2,8	10,7	13,5	4-9	13,5	30-40
	Sakas p.	4,1	5,6	7,7	17,5	7-10	18,0	40-80
	Pāvilosta	-	-	0,7	0,7	10-15	1,0	40-50
Ventspils nov.	**Jūrkalnes p.**	4,1	3,6	2,6	10,9	8-22	13,0	90-110
	Užavas p.	-	3,9	13,2	17,6	8-15	23,2	25-50
	Vārves p.	4,7	2,6	3,2	10,7	15-20	11,4	70-110
	Tārgales p.	1,1	5,4	8,4	15,3	5-12	17,0	60-90
Ventspils pilsēta		5,3	2,1	0,6	8,0	10-25	8,3	60-110
Dundagas nov.		1,0	4,8	8,0	14,3	10-30	17,0	15-100
Rojas nov.		-	5,7	22,4	28,9	8-12	32,3	25-50
Mērsraga nov.		-	1,4	7,0	9,0	5-12	9,9	30-50
Engures nov.	**Engures p.**	-	8,1	16,5	25,8	10-15	28,0	30-40
	Lapmežciema p.	-	3,9	7,0	11,5	10-15	13,1	30-60
Jūrmalas pilsēta		-	3,2	9,3	12,9	10-15	15,0	30-60
Rīgas pilsēta		-	1,6	2,9	4,8	3-8	5,5	20-100?
Carnikavas nov.		-	2,2	2,7	5,3	20-30	6,8	50-90
Saulkrastu nov.		-	4,6	5,7	11,5	7-15	14,0	25-60
Limbažu nov.		-	2,3	3,6	5,9	2-6	5,9	10-25
Salacgrīvas nov.	**Liepupes p.**	-	3,8	13,7	17,5	3-10	17,5	20-50
	Salacgrīva, l. t.	-	1,1	12,1	16,2	5-10	18,5	10-40
	Ainaži	-	-	-	0	?	0?	0-10?
Kopā:		**27,8**	**81,7**	**171,5**	**292,6**		**331,2**	

2.6.1 Rucavas novads

2014.-2025. Nidas ciemā krasta atkāpšanās riska zonas platums – 7-12 m. Apdraudētas 3 – 4 dzīvojamās mājas. Vētrās ar vējuzplūdu līmeni virs 2,0 m paredzama krasta barjeras (pārpūstās erozijas kāples) pārraušana un plašu (>500 ha) zemo Nidas – Papes paleolagūnas līdzenuma teritoriju applūšana (t.sk. Papes ciems, Ķoņuciems). Pagasta ziemeļu daļā Melnraga apkārtnē sagaidāmās nekompensētās

krasta erozijas dēļ tiks zaudētas „Nature 2000" teritorijas (Papes dabas parka krasta kāpu aizsargjoslas meži).

2014.-2060. Maksimālā krasta erozija sagaidāma Nidasciemā pie Lietuvas robežas (35-50 m) un Mietragā (40-80 m). Riska joslā atrodas 6 ēkas (2.10. att.).



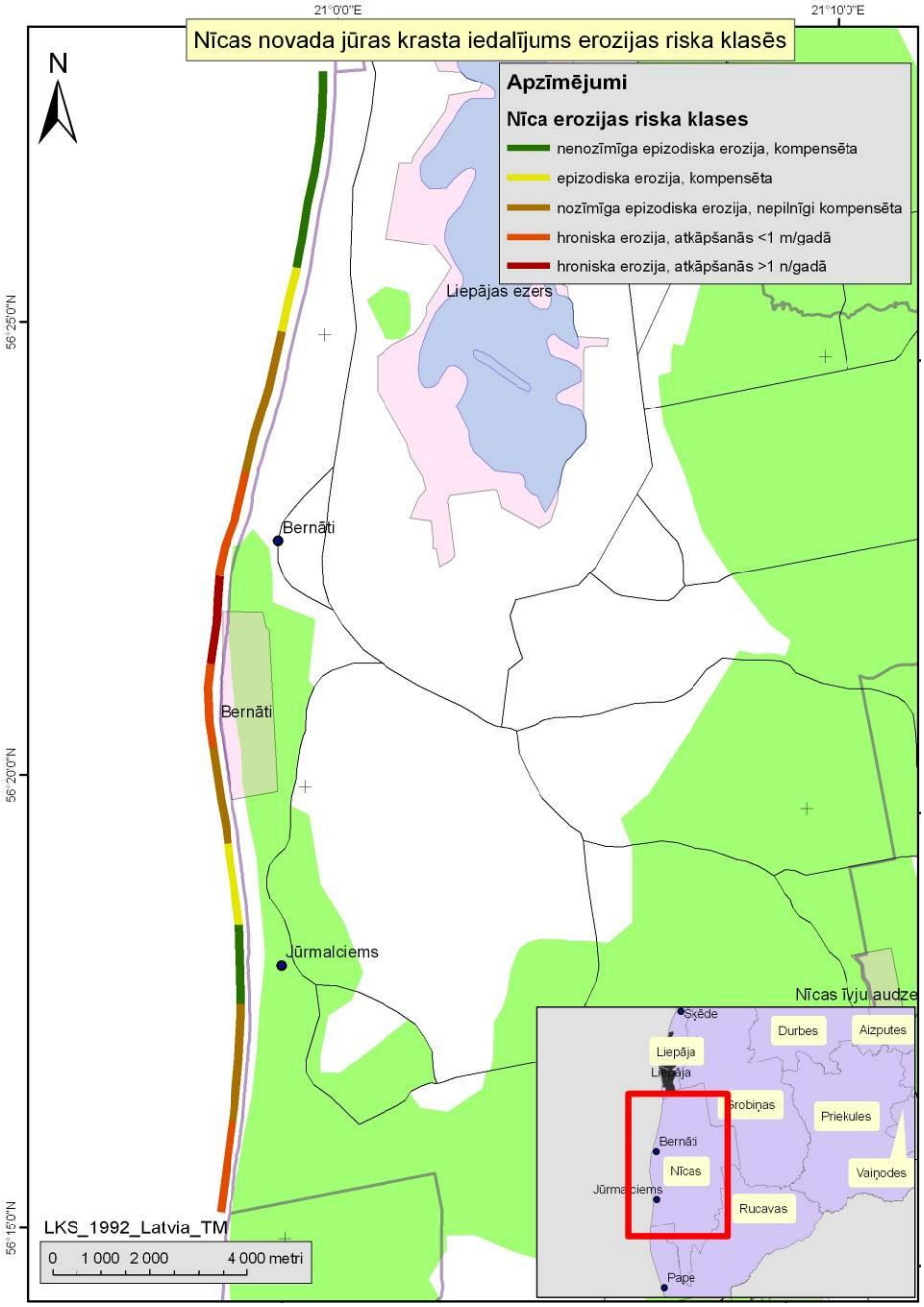
2.10. att. Rucavas novada jūras krasta iedalījums erozijas riska klasēs.

2.6.2 Nīcas novads

2014.-2025. Krasta erozijas risks galvenokārt attiecināms uz „Natura 2000" un Bernātu dabas parka teritorijām (meži un sausieņu pļavas). Bernātu raga centrālajā daļā un ziemeļu spārnā (5,5 km kopgarumā) turpināsies ļoti intensīva senkāpu stāvkrasta atkāpšanās maksimumu sasniedzot posma vidusdaļā, kur tiks noskaloti 20-30 m pamatkrasta.

2014.-2060. Krasta erozijas posms Mietraga ziemeļu spārnā pagarināsies par 1,0-2,0 km. Bērnātu raga virsotnē un tā dienvidu spārnā apmēram 2,2 km garā posmā krasta

erozijas ceļā tiks zaudēti 150-200 m pamatkrasta, bet ziemeļu spārnā 40-60 m. Riska joslā atrodas Veckrūmu mājas Bernātos (2.11. att.).



2.11. att. Nīcas novada jūras krasta iedalījums erozijas riska klasēs.

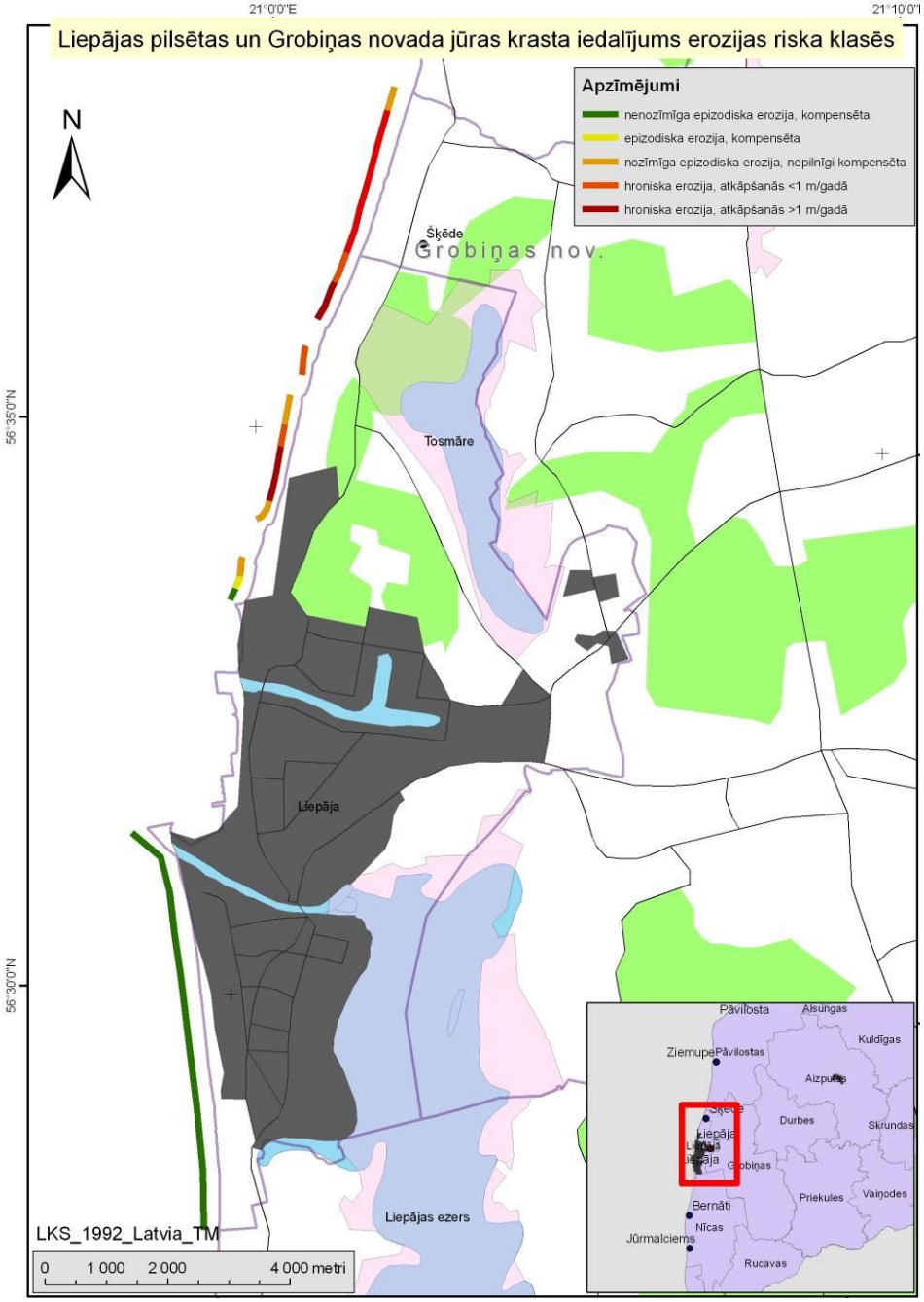
2.6.3 Liepājas pilsēta

2014.-2025. Krasta posmā no Liepājas dienvidu mola līdz pilsētas administratīvajai robežai ar Nīcas novadu krasta erozijas varbūtība vērtējama ļoti zemu. Krasta posmā uz ziemeļiem no ostas ziemeļu mola, starp 3. baterijas drupām un Ziemeļu fortu drupām (1,8 km Karaostas teritorijā) krasta erozija pastiprināsies, krasta maksimālā atkāpšanās par 15-20 m. Krasta posmā pie Liepājas NAI krasta stiprinājumiem erozija sākotnēji realizēsies galvenokārt kā intensīva zemūdens nogāzes padziļināšanās un sevišķi aktīvu krasta erozijas iecirkņu izveidošanās abos nostiprinātā krasta posma galos. Nulles scenārija gadījumā (neveicot papildus preterozijas pasākumus) šajā iecirknī iespējama esošo konstrukciju (gabionu) daļēja vai pilnīga sagrūšana tuvāko 5-

10 gadu laikā. Apdraudētajā, 20-30 m platajā joslā (uz ziemeļiem no esošajiem NAI krasta stiprinājumiem – 30-50 m) atrodas Liepājas NAI, Otrā pasaules kara upuru masu apbedījuma vieta un memoriāls. Sagaidāma ostas pieejas kanāla (kuģu ceļa) piesērēšanas pastiprināšanās.

2014.-2060. Krasta posmā no Liepājas dienvidu mola līdz pilsētas administratīvajai robežai ar Nīcas novadu krasta erozija (priekškāpu noskalošana) ir iespējama, tomēr tās kompensēšanās turpinās notikt pilnā apjomā.

Krasta posmā starp 3. baterijas drupām un Ziemeļu fortu drupām (1,8 km Karaostas teritorijā) krasta erozija pastiprināsies, krastam atkāpjoties par 50-80 m. Krasta posmā pie Liepājas NAI krasta stiprinājumiem nulles scenārija gadījumā erozijas riskam tiks pakļautas NAI teritorijā esošas būves un iekārtas. Pie Otrā Pasaules kara upuru masu apbedījuma vietas un memoriāla riska joslas platums ir 100-120 m, bet 500 m uz ziemeļiem no NAI riska joslas platums sasniedz maksimumu – 130-180 m (2.12. att.).



2.12. att. Liepājas pilsētas un Grobiņas novada jūras krasta iedalījums erozijas riska klasēs.

2.6.4 Grobiņas novada Medzes pagasts

2014.-2025. Sagaidāmā krasta atkāpšanās 15-20 m robežās, daļēji tiks noskalota pamatkrastā esošā pelēkā kāpa.
2014.-2060. Visā jūras krasta robežas garumā ir sagaidāmā krasta atkāpšanās 30-60 m robežās, tiks noskalota pamatkrastā esošā pelēko kāpu josla (2.12. att.).

2.6.5 Pāvilostas novada Vērgales pagasts

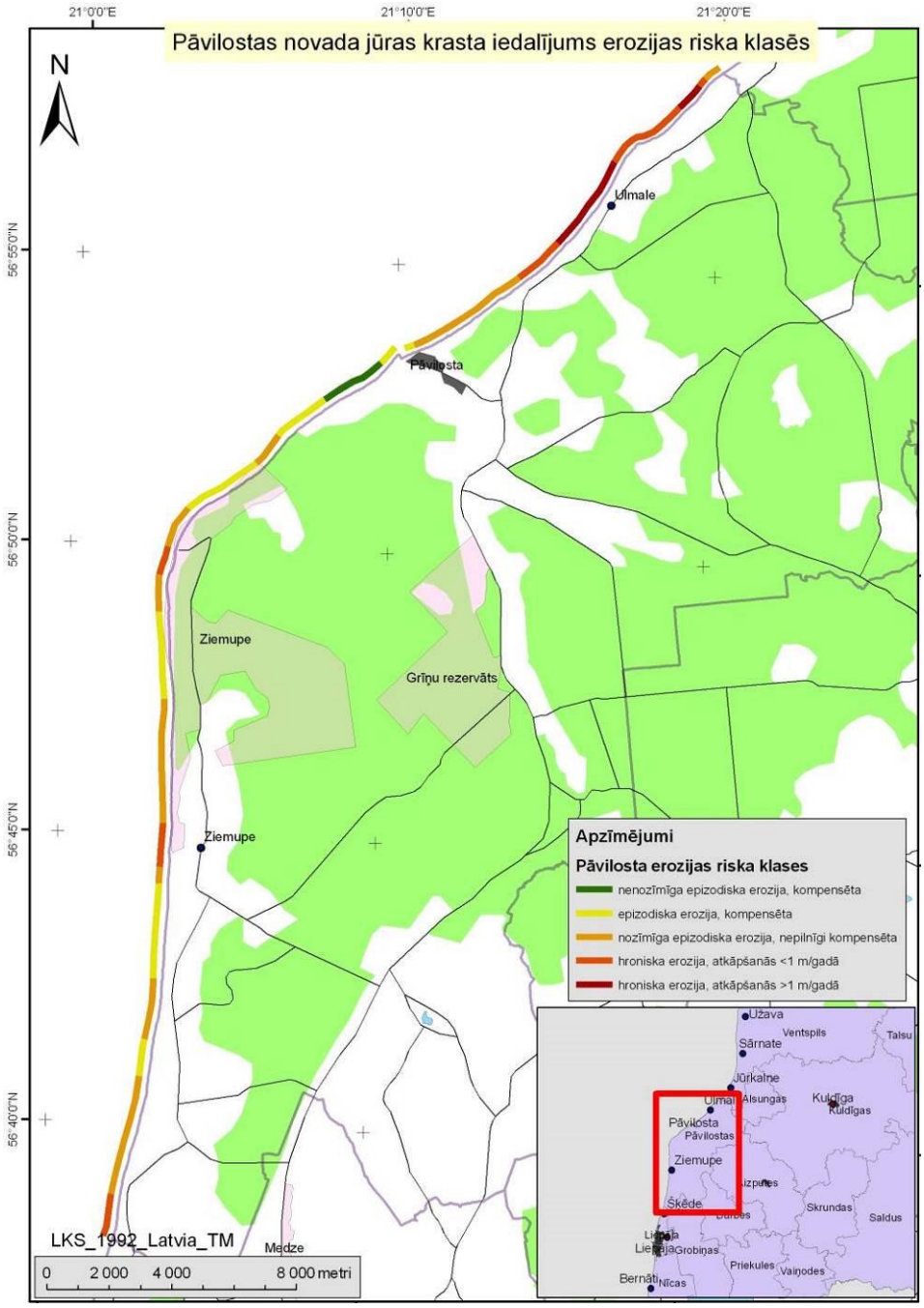
2014.-2025. Ceturtās erozijas riska klases iecirknī (pie Ziemupes, 1,8 km) sagaidāmās krasta atkāpšanās joslas platums 4-9 m. Apdraudēta Ziemupes kapu vecākā daļa (paredzamais zaudētās joslas platums – 6-10 m). Epizodiska nepilnīgi kompensēta krasta erozija notiks arī Ziemupes dabas lieguma teritorijā starp Ziemupi un Griguļupi, pie Saraiķiem un Kāpmaļiem.
2014.-2060. Vidējais zaudētās krasta joslas platums 15-30 m. Maksimālā erozija pagasta robežās sagaidāma pie Ziemupes un Saraiķiem (posmu kopgarums 3,5 km), kur apdraudēta Ziemupes kapu vecākā daļa, kā arī vairākas ēkas (paredzamais zaudētās joslas platums – 30-40 m). Krasta erozijas epizodes pagasta ziemeļu daļā kļūs biežākas, krasta nogāzei pārkārtojoties iekšzemes virzienā par 10-20 m.

2.6.6 Pāvilostas novada Sakas pagasts

2014.-2025. Akmeņraga virsotnē pie bākas krasta erozija apdraudēs jūrai tuvākās bākas kompleksa ēkas. Pagasta ziemeļu daļas piekrastē esošajā stāvkrasta posmā krasta atkāpšanās ātrums saglabāsies tuvs pēdējo 15 gadu laikā novērotajam, maksimumu sasniedzot Ulmales un Kaļķuvalka rajonā (vidēji 0,5-1,2 m/gadā). Stāvkrasta atkāpšanās var paātrināties saistībā ar noslīdeņu, nogruvumu un noplūdeņu attīstību (siltākas ziemas). Krasta erozijas dēļ tiks traucēta piekļuve pludmalei un jūrai. Dzīvojamo ēku erozijas riska joslā nav.
2014.-2060. Akmeņraga virsotnē pie bākas riska joslas platums sasniedz 25-35 m. Krasta erozija apdraudēs lielāko daļu bākas kompleksa ēku un mobilo sakaru torni. Pagasta ziemeļu daļas piekrastē esošajā stāvkrasta posmā krasta atkāpšanās ātrums par 30-50 % pārsniegs pēdējo 15 gadu laikā novēroto un riska joslas platums sasniegs 40-80 m. Stāvkrasta atkāpšanās var paātrināties saistībā ar noslīdeņu, nogruvumu un noplūdeņu attīstību (siltākas ziemas). Krasta erozijas dēļ tiks traucēta piekļuve pludmalei un jūrai. Dzīvojamo ēku erozijas riska joslā nav (2.13. att.).

2.6.7 Pāvilosta

2014.-2025. Pāvilostā uz ziemeļaustrumiem no ostas mola krasta erozija pastiprināsies, paredzams, ka 2004. gadā ierīkotās preterozijas būves (gabioni) savu funkcionalitāti daļēji saglabās, bet pilnīgu pamatkrasta nodrošinājumu nesasniegs. Erozijas riska joslā (10-15 m) atrodas četras dzīvojamās mājas. Vētrās ar vējuzplūdu līmeni virs 1,6 m paredzama krasta erozijas kāples pārraušana un zemāko pilsētas teritoriju applūšana. Sagaidāma ostas pieejas kanāla (kuģu ceļa) piesērēšanas pastiprināšanās.
2014.-2060. Pāvilostā uz ziemeļiem no ostas mola krasta erozija turpinās pastiprināties. Erozijas riska joslā (40-50 m) atrodas septiņas dzīvojamās mājas. Vētrās ar vējuzplūdu līmeni virs 1,6 m paredzama zemāko pilsētas teritoriju applūšana (2.13. att.).



2.13. att. Pāvilostas novada jūras krasta iedalījums erozijas riska klasēs.

2.6.8 Ventspils novada Jūrkalnes pagasts

2014.-2025. Stāvkrasta atkāpšanās turpināsies līdz šim aktuālajās vietās un paplašināsies uz ziemeļiem. Riska joslas platums – 8-15 m, vietām (pret Jūrkalnes centru) sasniedzot 22 m. Noskalošanas riska joslā atrodas „vecais" Ventspils-Liepājas ceļa posms ap 200 m garumā. Dzīvojamo ēku erozijas riska joslā nav. Stāvkrasta atkāpšanās var paātrināties saistībā ar noslīdeņu, nogruvumu un noplūdeņu attīstību (siltākas ziemas). Krasta erozijas dēļ tiks traucēta piekļuve pludmalei un jūrai.

2014.-2060. Stāvkrasta atkāpšanās turpināsies līdz šim aktuālajās vietās un paplašināsies uz ziemeļiem. Lielākajā daļā (8,0 km) no erozijas izplatības posmiem riska joslas platums ir 40-70 m, bet vietām (pret Jūrkalnes centru, starp Muižupīti un Mārka grāvi, pie Zaķiem) sasniedzot 90-110 m. Noskalošanas joslā atrodas „vecais"

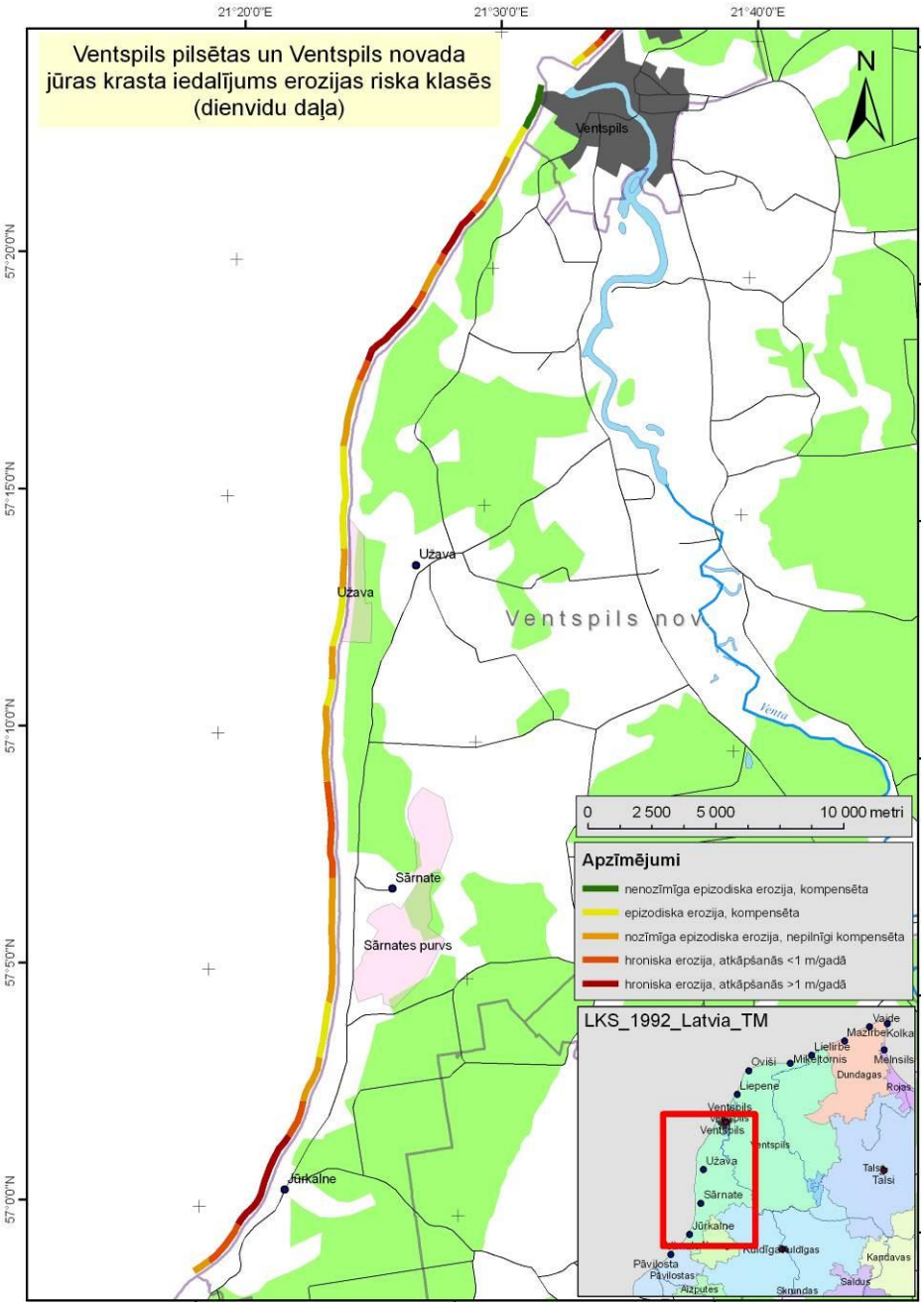
Ventspils-Liepājas ceļa posms ap 250 m garumā, vietējas nozīmes ceļi, auto stāvlaukumi ar pagaidu būvēm un daļa degradēto teritoriju bijušo PSRS robežsargu bāzēs, kā arī vairāku kempingu un atpūtas vietu pagaidu būves. Stāvkrasta atkāpšanās var paātrināties saistībā ar noslīdeņu, nogruvumu un noplūdeņu attīstību (siltākas ziemas). Krasta erozijas dēļ tiks traucēta piekļuve pludmalei un jūrai. Dzīvojamo ēku erozijas riska joslā nav (2.14. att.).

2.6.9 Ventspils novada Užavas pagasts

2014.-2025. Maksimālā krasta atkāpšanās robežās no 8 līdz 15 m sagaidāma Sārnatē, tikmēr atsevišķos posmos Užavas dabas liegumā, kā arī pie pagasta ziemeļu robežas krasta atkāpšanās var sasniegt 3-8 m. Vērā ņemamam riskam ir pakļautas trīs dzīvojamās mājas un vairākas saimniecības ēkas Sārnatē, vietējas nozīmes ceļš pagasta ziemeļu daļā.
2014.-2060. Mērena krasta atkāpšanās 5-15 m robežās sagaidāma praktiski visā pagasta piekrastē (>23,0 km). Tikmēr atsevišķos relatīvi īsos posmos (kopumā 3,5 km) pie Sārnates, Užavas bākas, Užavas ietekas un pagasta ziemeļu daļā riska joslas platums maksimāli sasniedz 25-50 m. Apdraudētas trīs dzīvojamās mājas un vairākas saimniecības ēkas Sārnatē, vietējas nozīmes ceļš pagasta ziemeļu daļā un Užavas dabas lieguma teritorijā esošas pelēkās kāpas (2.14. att.).

2.6.10 Ventspils novada Vārves pagasts

2014.-2025. Maksimālos apmērus (15-20 m) krasta atkāpšanās sasniegs Melnraga virsotnē un krasta posmā pretim Grigaļciemam (Litorīnas akumulatīvā terase). Dzīvojamo ēku erozijas riska joslā nav.
2014.-2060. Maksimālais riska joslas platums (70-110 m) ir pie Melnraga virsotnes un krasta posmā pretim Grigaļciemam bijušajā PSRS armijas teritorijā (Litorīnas akumulatīvā terase). Pārējos iecirkņos riska joslas platums ir robežās no 20 līdz 40 m (2.14. att.).

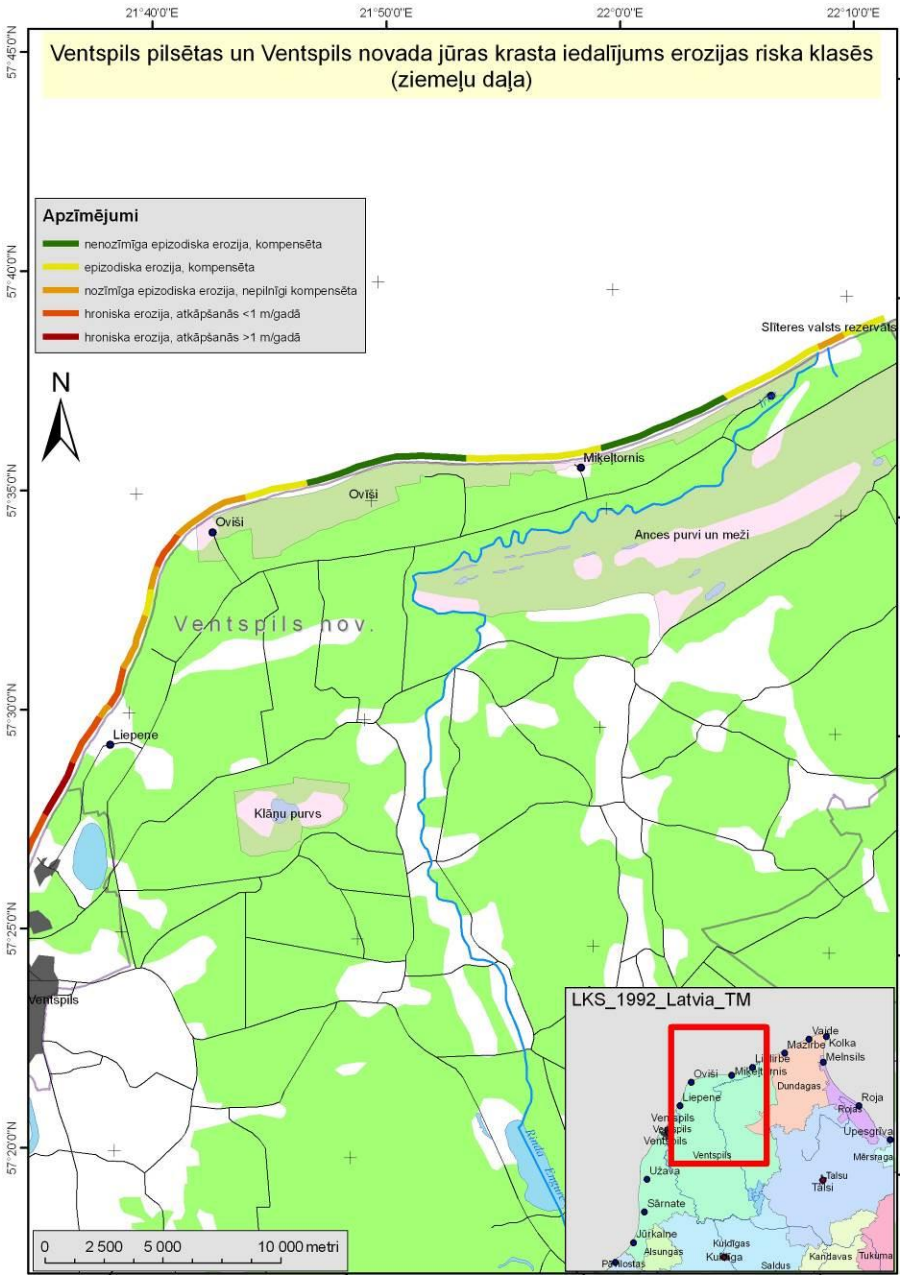


2.14. att. Ventspils pilsētas un Ventspils novada dienvidu daļas jūras krasta iedalījums erozijas riska klasēs.

2.6.11 Ventspils pilsēta

2014.-2025. Krasta posmā no Ventspils dienvidu mola līdz pilsētas administratīvajai robežai ar Ventspils novadu nekompensētas krasta erozijas varbūtība vērtējama ļoti zemu. Apdraudētais posms sākas uz ziemeļiem no ostas teritorijas krasta stiprinājumiem un nepārtraukti turpinās līdz pilsētas ziemeļu robežai Būšniekos. Atkarībā no krasta nogāzes ģeoloģiskās uzbūves un citiem lokāliem faktoriem, riska joslas platums sasniedz 10-25 m. Riska joslā atrodas vietējas nozīmes ceļi un zvejnieku saimniecība Staldzenē. Sagaidāma ostas pieejas kanāla (kuģu ceļa) piesērēšanas pastiprināšanās.

2014.-2060. Riska joslas platums pilsētas ziemeļu daļā sasniedz 60-110 m. Apdraudēta augstsprieguma elektropārvades līnija, vietējas nozīmes ceļi, trīs ēkas Staldzenes ziemeļu daļā un zvejnieku saimniecība Staldzenē (2.14. un 2.15. att.).



2.15. att. Ventspils pilsētas un Ventspils novada ziemeļu daļas jūras krasta iedalījums erozijas riska klasēs.

2.6.12 Ventspils novada Tārgales pagasts

2014.-2025. Krasta atkāpšanās maksimums sagaidāms Būšnieku-Liepenes posmā, kur atsevišķos īsos iecirkņos riska joslas platums ir 20 m, pārējā erozijai pakļautā posma daļā – 5-12 m. Epizodiska nepilnīgi kompensēta krasta erozija aktivizēsies Ovīšu raga virsotnē un dienvidu spārnā, kā arī posmā Irbes ieteka-Jaunciems. Dzīvojamo ēku erozijas riska joslā nav.

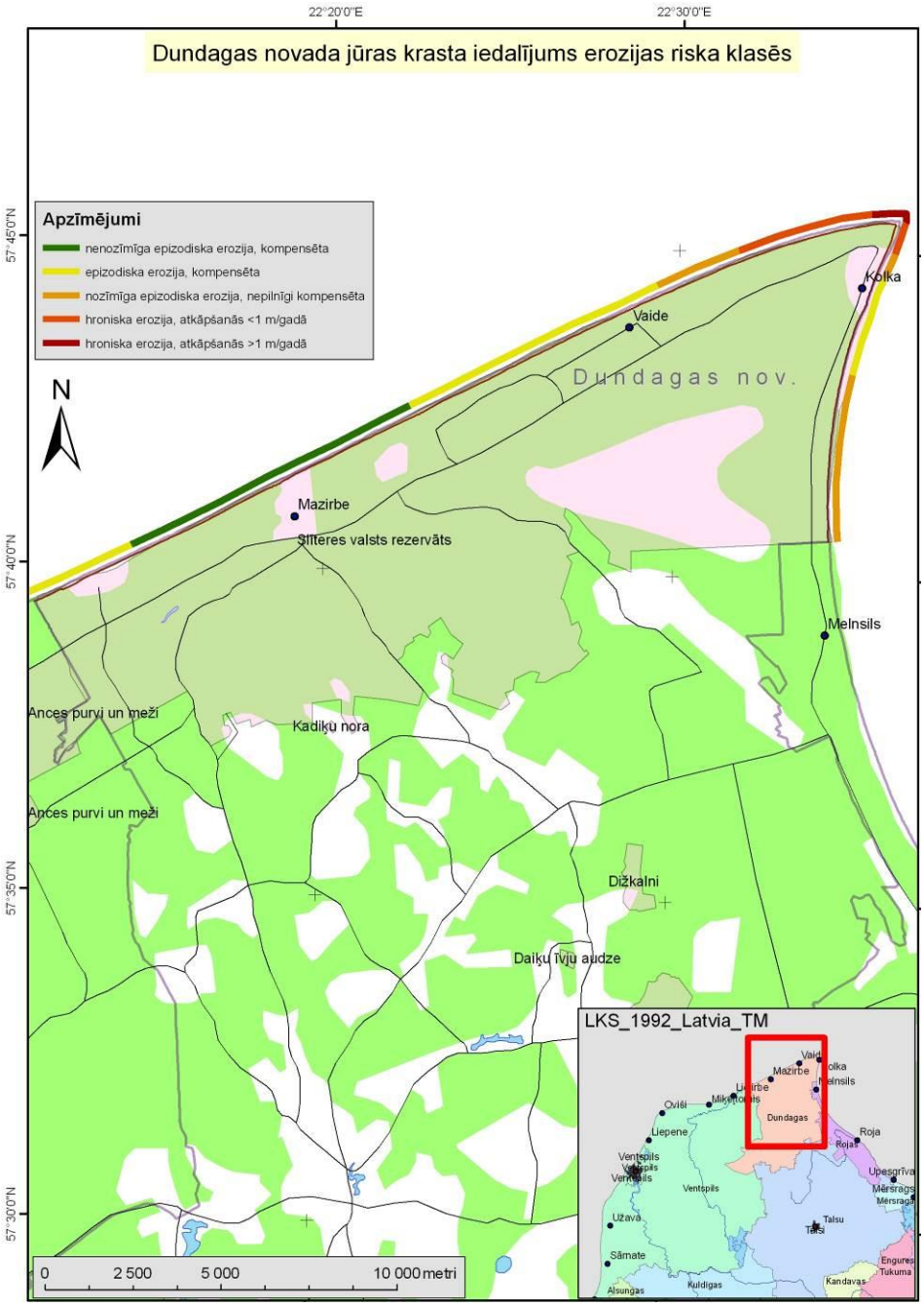
2014.-2060. Krasta atkāpšanās maksimums sagaidāms Būšnieku-Liepenes posmā uz ziemeļiem no Ventspils robežas, kur atsevišķos iecirkņos riska joslas platums

sasniedz 60-90 m, Liepenes–Jaunupes posmā – 25-55 m, kur pastiprināsies iepriekš akumulatīvā krasta noskalošana. Epizodiski krasta erozija aktivizēsies Ovīšu raga virsotnē un dienvidu spārnā (30-50 m) un posmā Irbes ieteka-Jaunciems (15-40 m). Dzīvojamo ēku erozijas riska joslā nav (2.15. att.).

2.6.13 Dundagas novada Kolkas pagasts

2014.-2025. Nozīmīgam erozijas riskam pakļauto krasta posmu kopgarums pieaugs Kolkasraga abos spārnos, sasniedzot apmēram 7,0 km Irbes šauruma pusē (līdz Vaidei) un 1,6 km Rīgas līča pusē, kā arī Ušos, Ēvažos un Aizklāņos pie Rojas novada robežas (4,6 km). Sagaidāma krasta erozijas ievērojama pastiprināšanās Kolkas raga virsotnē, maksimāli sasniedzot 20-30 m ap 700 m garā posmā tieši uz dienvidiem no raga virsotnes. Raga virsotnē riska joslā atrodas vietējas nozīmes ceļš, piemineklis, vecās Kolkas bākas drupas un krasta robežsardzes punkta ēkas. Vidējais riska joslas platums Irbes šauruma pusē ir 7-15 m. Dzīvojamo ēku erozijas riska joslā nav.

2014.-2060. Sagaidāma krasta erozijas ievērojama pastiprināšanās Kolkas raga virsotnē, sasniedzot maksimālos 60-100 m ap 1 km garā posmā tieši uz dienvidiem no raga virsotnes un 40-80 m ap 1,5 km garā posmā uz rietumiem no virsotnes. Raga virsotnē riska joslā atrodas vietējas nozīmes ceļš, piemineklis, vecās Kolkas bākas drupas un krasta robežsardzes ēkas un iekārtas. Posmā no Ušiem līdz Aizklāņiem krasta erozija atjaunosies ilgstoši aprimušajā senkrasta posmā (riska joslas platums – 15-25 m). Kolkas ciemā esošu dzīvojamo ēku nonākšana erozijas riska joslā ir mazvarbūtīga (2.16. att.).

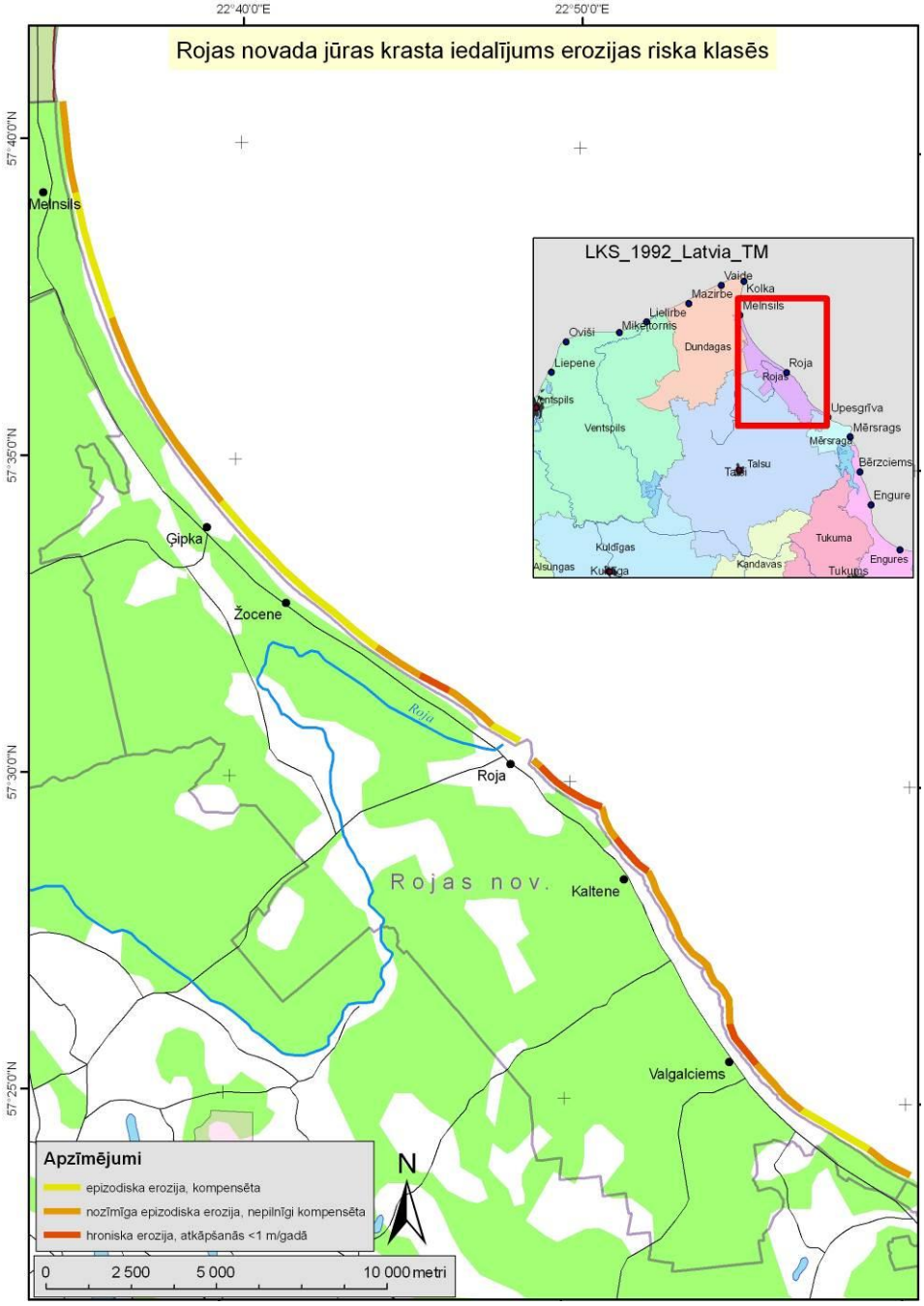


2.16. att. Dundagas novada (Kolkas pagasta) jūras krasta iedalījums erozijas riska klasēs.

2.6.14 Rojas novads

2014.-2025. Krasta atkāpšanās maksimums sagaidāms Pūrciemā, Rojas dienvidu daļā, Ķirķu ragā un Valgalciemā (10-12 m) (posmu kopgarums – 6,0 km), pārējā nekompensētai erozijai pakļautā posma daļā – 2-7 m. Riska joslā atrodas māju piebraucamie ceļi un vietējas nozīmes koplietošanas ceļi Rojā, posmā Ķirķu rags-Rojnieki, Kaltenē un Valgalciema Beķerkrogā, kā arī 10 dzīvojamās un saimniecības ēkas. Īpaši spēcīgu ZR virziena vētru laikā iespējama atsevišķu zemāko teritoriju aplūšana. Sagaidāma ostas pieejas kanāla (kuģu ceļa) piesērēšanas pastiprināšanās.
2014.-2060. No Aizklāņiem līdz Melnsilam atjaunosies un pastiprināsies ilgstoši neaktīvā jūras senkrasta erozija (riska joslas platums – 20-30 m) Krasta atkāpšanās maksimums sagaidāms Pūrciemā, Rojas dienvidu daļā, Ķirķu ragā un Valgalciemā

(25-50 m), pārējā erozijai pakļautā posma daļā – 10-15 m. Riska joslā atrodas elektropārvades līnija, māju piebraucamie ceļi un vietējas nozīmes koplietošanas ceļi Rojā, posmā Ķirķu rags-Rojnieki, Kaltenē un Valgalciema Beķerkrogā, kā arī kopumā 30 dzīvojamās un saimniecības ēkas. Īpaši spēcīgu ZR virziena vētru laikā iespējama zemāko teritoriju aplūšana (2.17. att.).

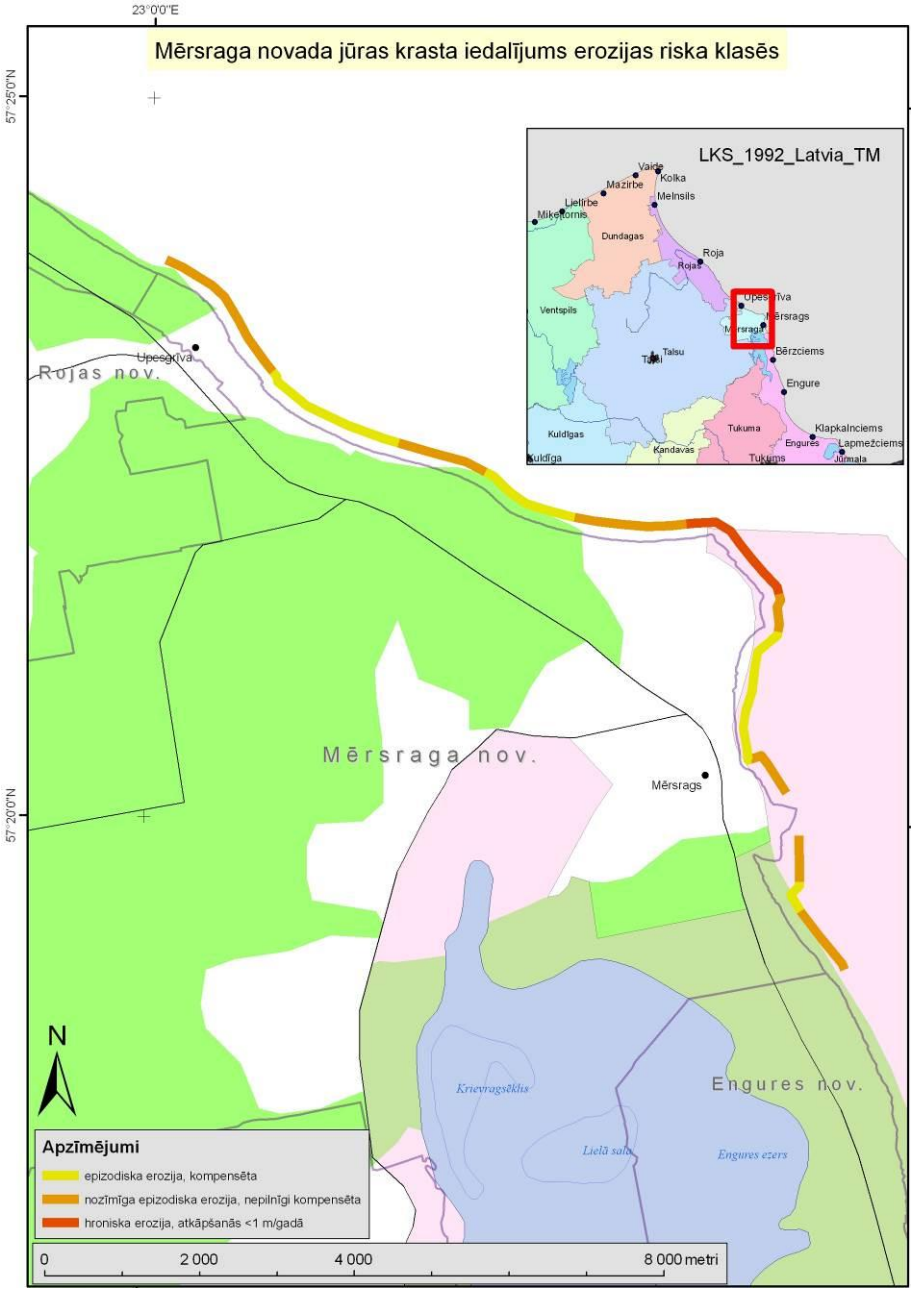


2.17. att. Rojas novada jūras krasta iedalījums erozijas riska klasēs.

2.6.15 Mērsraga novads

2014.-2025. Vairākos līdz 1 km garos krasta iecirkņos posmā Upesgrīva-Mērsrags sagaidāma pamatkrasta atkāpšanās par 5-12 m. Pastāv mazvarbūtīgs risks, ka erozija sasniedz Upesgrīvas piekrastē esošu dzīvojamo un saimniecības ēku grupu.
2014.-2060. Upesgrīvas zemesragā pamatkrasta atkāpšanās sagaidāma 30-50 m robežās. Vairākos līdz 1 km garos krasta iecirkņos posmā Upesgrīva-Mērsrags

sagaidāma pamatkrasta atkāpšanās par 30-40 m. Upesgrīvas ziemeļu daļā erozijas riska joslā atrodas astoņas ēkas (2.18. att.).



2.18. att. Mērsraga novada jūras krasta iedalījums erozijas riska klasēs.

2.6.16 Engures novada Engures pagasts

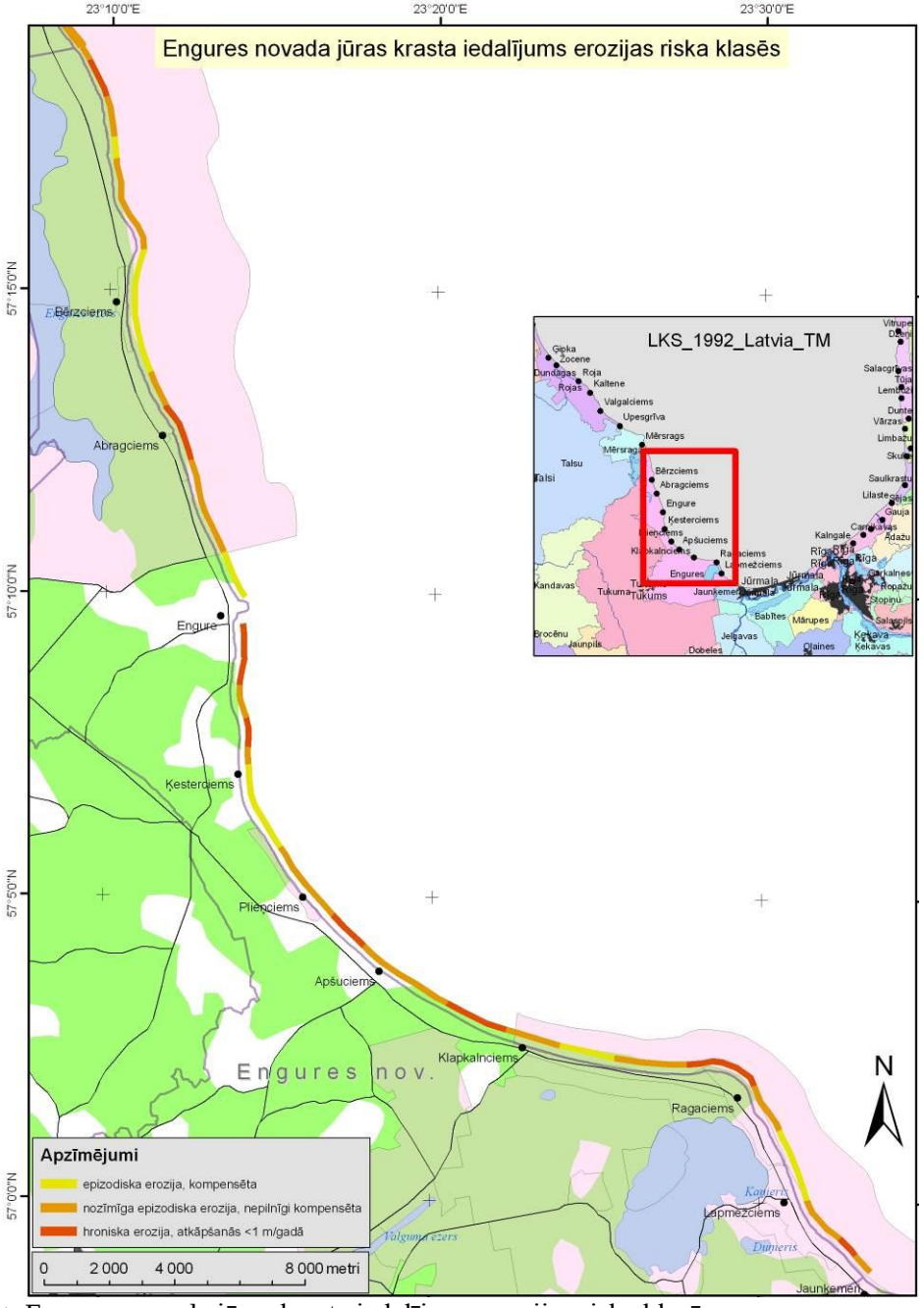
2014.-2025. Vidējais riska joslas platums ir 2-6 m, bet maksimāli 10-15 m (Bērzciemā, Abragciemā un krasta posmā ap 1 km uz dienvidiem no Engures ostas). Krasta erozija apdraud piecas ēkas Bērzciema dienvidu daļā, vietējas nozīmes ceļu Abragciemā, kapus un septiņas ēkas Engurē. Pastāv mazvarbūtīgs risks, ka erozija sasniedz ēkas un vietējas nozīmes ceļu Klapkalnciema ziemeļu daļā, kā arī trīs ēkas Apšuciemā.

2014.-2060. Vidējais riska joslas platums ir 8-20 m, bet maksimāli 30-40 m (Bērzciemā, Abragciemā, krasta posmā ap 1 km uz dienvidiem no Engures ostas un Plieņciemā). Krasta erozija apdraud deviņas ēkas Bērzciema dienvidu daļā, vietējas nozīmes ceļu un sešas ēkas Abragciemā, kapus un 12 ēkas Engurē, sešas ēkas

Apšuciemā, kā arī divas ēkas un vietējas nozīmes ceļu Klapkalnciema ziemeļu daļā (2.19. att.).

2.6.17 Engures novada Lapmežciema pagasts

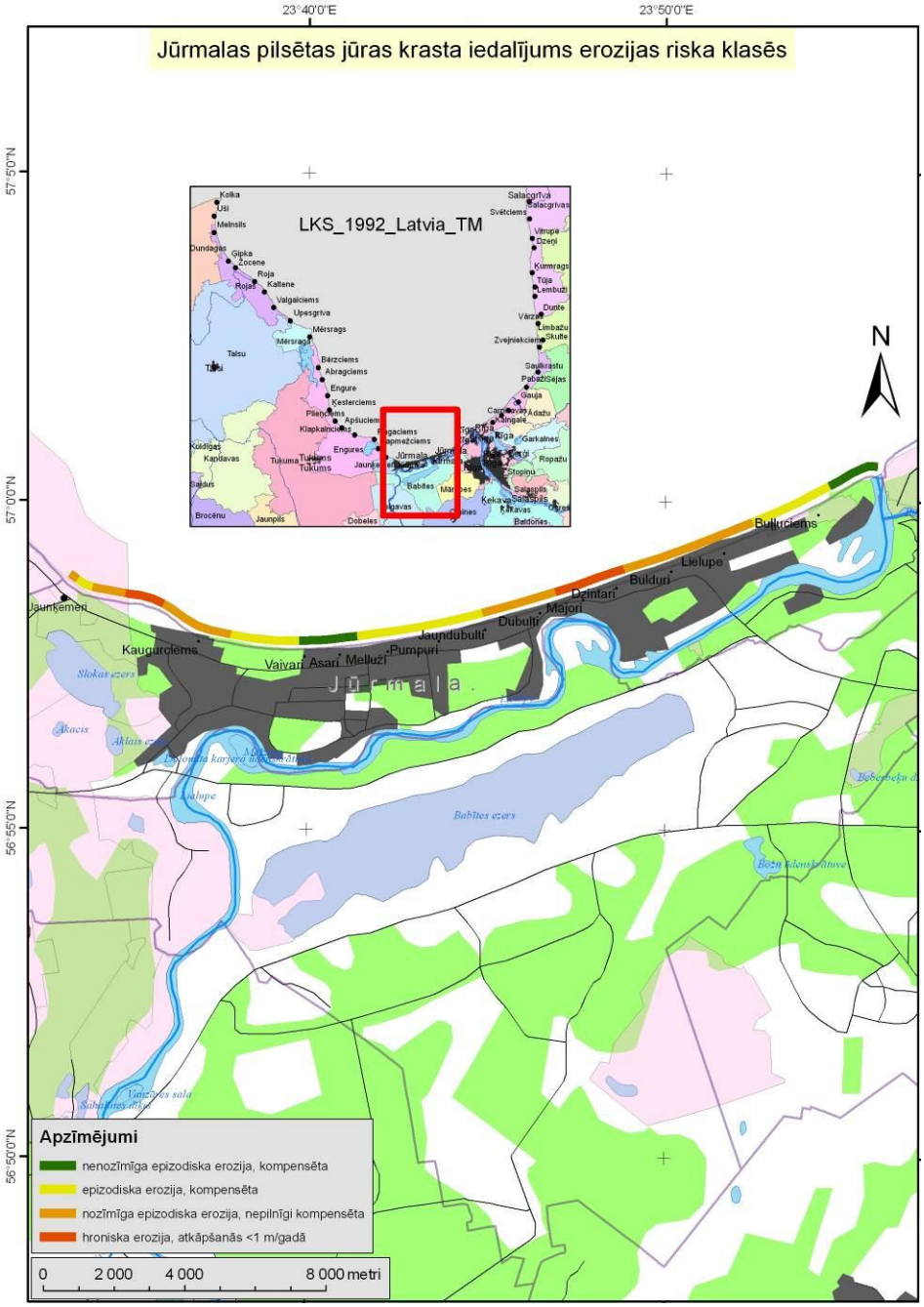
2014.-2025. Posmā no Lāčupītes ietekas līdz Bigauņciemam riska joslas platums ir 3-7 m, kamēr Ragaciema raga virsotnē un ziemeļu spārnā – 10-15 m. Bigauņciemā īpaši spēcīgu ZR virziena vētru laikā iespējama zemāko teritoriju aplūšana. Nelabvēlīgos apstākļos riska joslā nonāk piecas ēkas Bigauņciemā.
2014.-2060. Posmā no Lāčupītes ietekas līdz Bigauņciemam riska joslas platums ir 10-25 m, kamēr Ragaciema raga virsotnē un ziemeļu spārnā – 40-60 m. Bigauņciemā riska joslas platums ir 30-45 m, turklāt īpaši spēcīgu ZR virziena vētru laikā iespējama zemāko teritoriju aplūšana. Riska joslā atrodas 18 ēkas Bigauņciemā, Lapmežciemā un Ragaciemā (2.19. att.).



2.19. att. Engures novada jūras krasta iedalījums erozijas riska klasēs.

2.6.18 Jūrmala

2014.-2025. Lielākajā apdraudēto posmu daļā (9,4 km) erozijas riska joslas platums nepārsniedz 3-5 m. Krasta erozijas augstākais risks (10-15 m) ir Kauguru ragā apmēram 1 km garā posmā, kā arī Jūrmalas centrālajā daļā no Jaundubultiem līdz Bulduriem, kur apdraudētas vairākas kāpu joslā esošas sabiedriski nozīmīgas ēkas.
2014.-2060. Krasta erozijas risks augstāks Kauguru ragā (30-60 m) apmēram 1,8 km garā posmā, kur apdraudētas 5 ēkas, kā arī Jūrmalas centrālajā daļā no Jaundubultiem līdz Bulduriem (25-40 m), kur apdraudētas ne mazāk kā sešas kāpu joslā esošas ēkas. Citos posmos krasta atkāpšanās vai nozīmīga epizodiska erozija sagaidāma līdz 20 m attālumam aiz mūsdienu pamatkrasta robežas (2.20. att.).



2.20. att. Jūrmalas pilsētas jūras krasta iedalījums erozijas riska klasēs.

2.6.19 Rīga

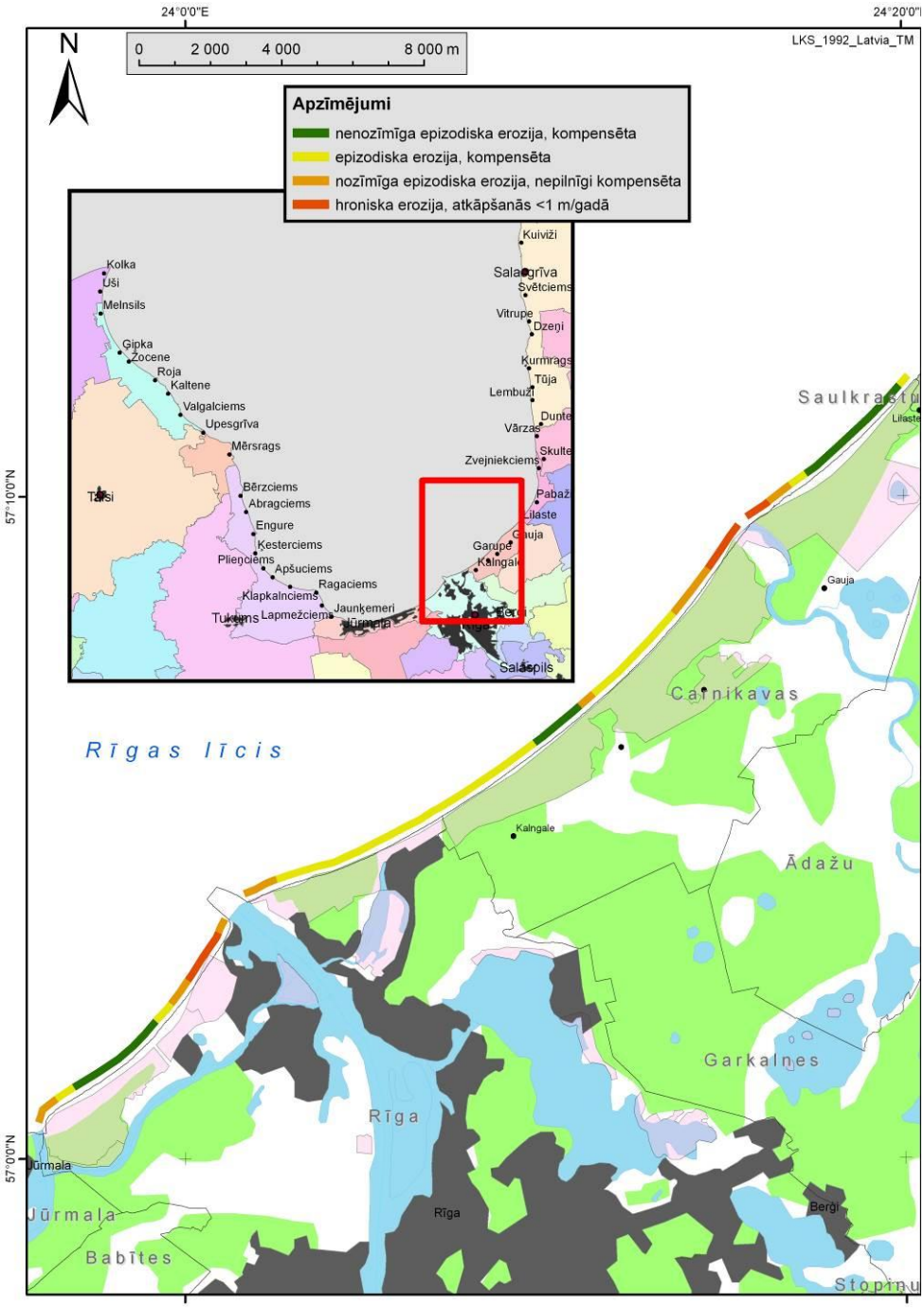
2014.-2025. Krasta erozija turpinās pastiprināties Daugavgrīvas salas austrumu daļā ap 1,5 km garā posmā, kur spēcīgu vētru laikā iespējama esošās priekškāpas barjeras pārraušana un sekojoša Daugavgrīvas dabas lieguma teritorijas, kā arī Vakarbuļļu un Rītabuļļu daļēja aplūšana. Nepilnīgi kompensēta erozija sagaidāma arī Mangaļu pussalā 1,1 km garā posmā cieši pie Daugavas austrumu mola. Vidējais erozijas riska joslas platums – 3-8 m. Dzīvojamo ēku erozijas riska joslā nav.
2014.-2060. Krasta erozija turpinās pastiprināties Daugavgrīvas salas austrumu daļā ap 2,5 km garā posmā (20-50 m), kur spēcīgu vētru laikā iespējama Daugavgrīvas dabas lieguma teritorijas, kā arī Vakarbuļļu un Rītabuļļu daļēja applūšana. ņemot vērā esošās priekškāpu barjeras mazo apjomu un aiz tās esošo zemo teritoriju lielo platību, ir iespējama to veidojošo smilšu pilnīga ieskalošana lagūnu joslā, kas var novest pie ievērojami lielākas pamatkrasta robežas atkāpšanās (80-100 m). Krasta erozija (15-30 m) sagaidāma arī Mangaļu pussalā 1,5 km garā posmā cieši pie Daugavas austrumu mola. Mangaļu pussalā pie Vecdaugavas pieaugs plūdu risks (2.21. att.).

2.6.20 Carnikavas novads

2014.-2025. Erozija sagaidāma galvenokārt abpus Gaujas ietekai. Erozijas riska joslas platums 1,4 km garā posmā uz DR no Gaujas grīvas sasniedz 20-30 m. Īsā krasta iecirknī (400 m) Eimuru kanāla ziemeļaustrumu pusē sagaidāma epizodiskas erozijas pastiprināšanās. Dzīvojamo ēku erozijas riska joslā nav.
2014.-2060. Erozijas riska joslas platums 1 km uz DR no Gaujas grīvas pārsniedz 80 m. Turpināsies Gaujas ietekas pārvietošanās virzienā uz ZA noskalojot ievērojamu (50-100 m) joslu upes un Rīgas līča saskares zonā (2.21. att.).

2.6.21 Saulkrastu novads un Saulkrasti

2014.-2025. Vidējais erozijas riska joslas platums 3-7 m (posmā Lilaste-Pabaži un posmā Laudurga-Dūčurga), bet ap 1,5 km garā posmā uz dienvidiem no Inčupes ietekas jūrā un Zvejniekciemā – 7-10 m. No Skultes ostas uz dienvidiem ap 1,5 km garā posmā riska joslas platums pārsniedz 15 m. Riska joslā atrodas trīs auto stāvlaukumi un četras ēkas. Sagaidāma Skultes ostas pieejas kanāla (kuģu ceļa) piesērēšanas pastiprināšanās.
2014.-2060. Vidējais erozijas riska joslas platums 10-30 m (posmā Lilaste-Pabaži un Skultes osta-novada ziemeļu robeža), bet ap 1,5 km garā posmā uz dienvidiem no Inčupes ietekas jūrā un Zvejniekciemā – 25-40 m. No Skultes ostas uz dienvidiem ap 1,5 km garā posmā riska joslas platums pārsniedz 60 m. Riska joslā atrodas Saulkrastu-Zvejniekciema satiksmes maģistrāle, trīs auto stāvlaukumi un 23-27 ēkas. Inčupes un Pēterupes palienēs un vairākās vietās Zvejniekciemā sagaidāmi biežāki plūdi vētru laikā (2.22. att.).



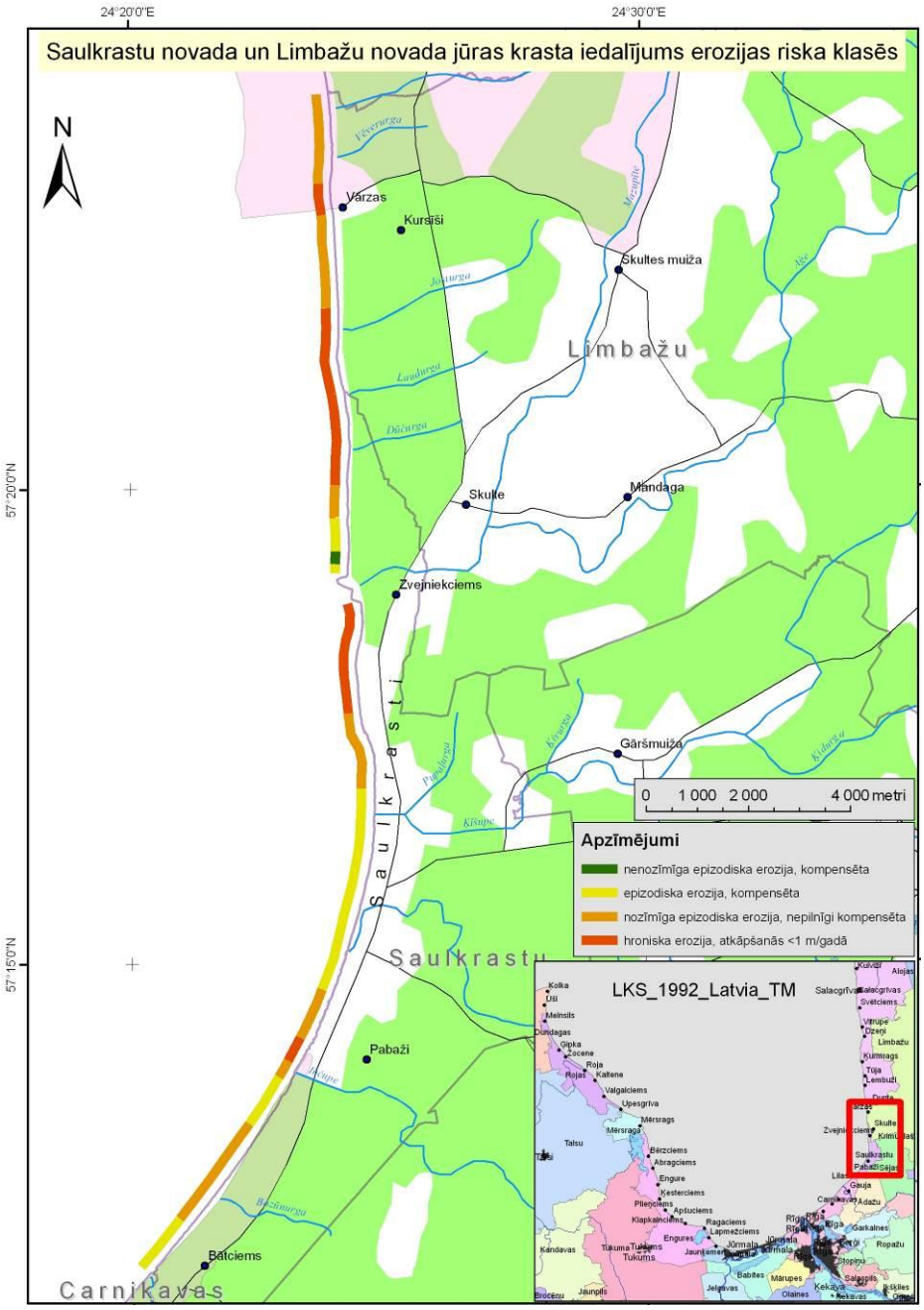
2.21. att. Rīgas pilsētas un Carnikavas novada jūras krasta iedalījums erozijas riska klasēs.

2.6.22 Limbažu novada Skultes pagasts

2014.-2025. Riska joslas platums lielākoties nepārsniedz 2-3 m. Atsevišķos īsos iecirkņos pie Ārņiem, Laučiem un Vārzām, mazvarbūtīgas īpaši spēcīgas vētras laikā var tikt noskaloti līdz 6 m.
2014.-2060. Riska joslas vidējais platums līdz 10-25 m. Riska joslā atrodas vietējas nozīmes ceļi un 5-8 ēkas (2.22. att.).

2.6.23 Salacgrīvas novada Liepupes pagasts

2014.-2025. Lielākajā posma daļā riska joslas platums nepārsniedz 3 m, kamēr Ķurmraga apkārtnē līdz 10 m un posmā Tūja-Lembuži – 3-7 m. Riska joslā atrodas piecas ēkas un vietējas nozīmes ceļš.
2014.-2060. Lielākajā posma daļā riska joslas platums nepārsniedz 10-15 m, kamēr Ķurmraga apkārtnē līdz 50 m un posmā Tūja-Lembuži – 20-40 m. Riska joslā atrodas 7-10 ēkas, ievērojams daudzums kempingu un atpūtas teritorijās izvietotu pagaidu būvju un objektu, kā arī vietējas nozīmes ceļi (2.23. att.).



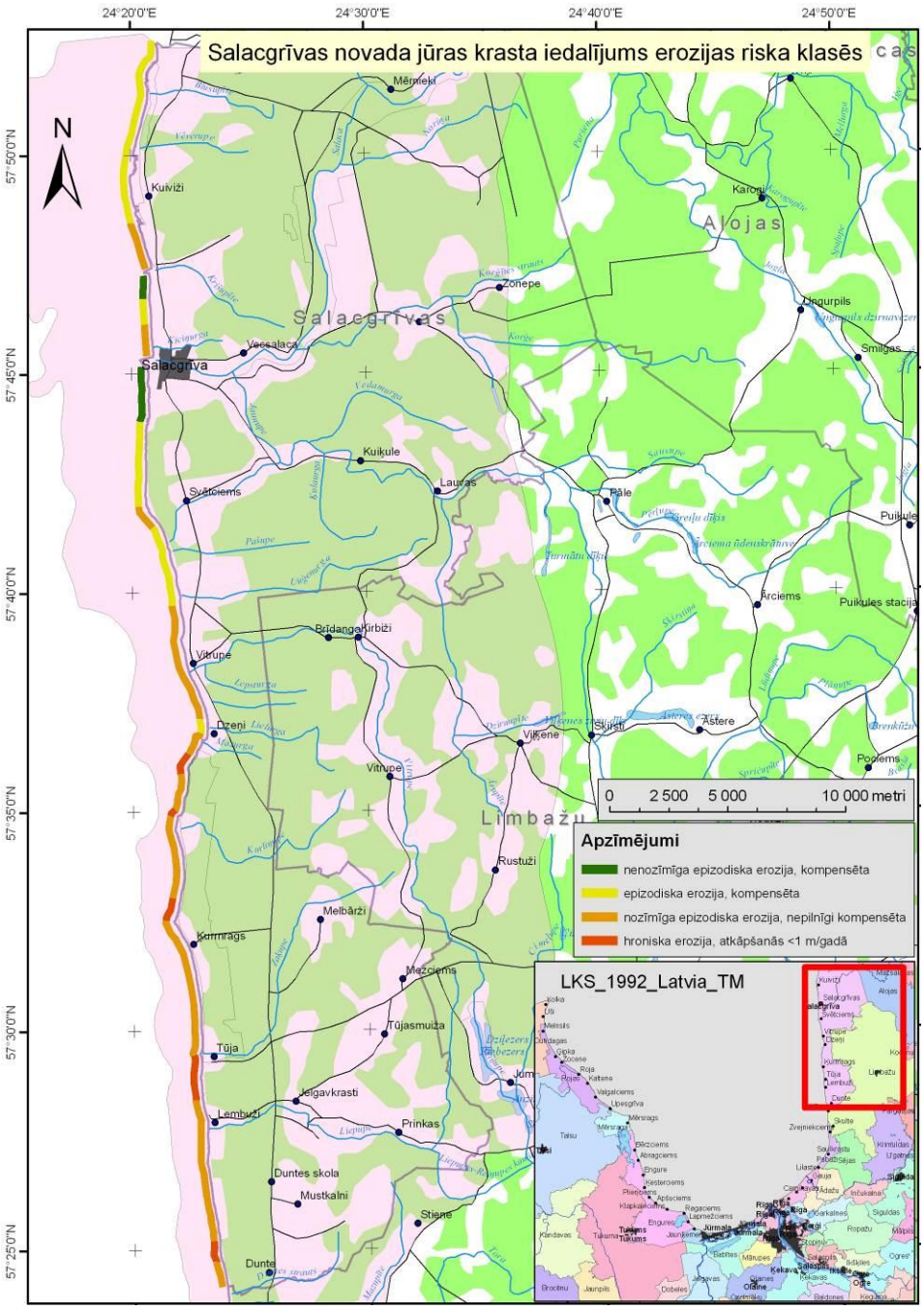
2.22. att. Saulkrastu un Limbažu novada jūras krasta iedalījums erozijas riska klasēs.

2.6.24 Salacgrīva un bij. Salacgrīvas lauku terit.

2014.-2025. Maksimālo platumu riska josla sasniedz posmā Melēkas-Vitrupes ieteka un uz ziemeļiem no Salacgrīvas ostas (5-10 m). Pārējos erozijas apdraudētajos posmos riska joslas platums nepārsniedz 3-4 m. Dzīvojamo ēku erozijas riska joslā nav.

2014.-2060.

Lielākajā daļā erozijai pakļautā krasta riska joslas platums nepārsniedz 10 m. Krasta posmā Ežurgas-Kutkāju rags riska joslas platums ir 10-25 m. Maksimālo platumu riska josla sasniedz posmā Melēkas-Vitrupes ieteka (30-40 m) un uz ziemeļiem no Salacgrīvas ostas (20-30 m). Riska joslā atrodas auto stāvlaukumi Vitrupē un šoseja ViaBaltica 1000 m uz dienvidiem no Vitrupes ietekas (2.23. att.).



2.23. att. Salacgrīvas novada jūras krasta iedalījums erozijas riska klasēs.

2.6.25 Salacgrīvas novada Ainaži

2014.-2025. Nozīmīga krasta erozija nav sagaidāma. Ilgstošu vētru laikā iespējama plašu zemo teritoriju (Randu pļavu) applūšana ar izskalojumu un smilšu saskalojumu veidošanos. Dzīvojamo ēku erozijas riska joslā nav.
2014.-2060. Ilgstošu vētru laikā iespējama plašu zemo teritoriju (Randu pļavu) applūšana ar izskalojumu un smilšu saskalojumu veidošanos. Dzīvojamo ēku erozijas riska joslā nav. Krasta erozijas attīstība ievērojamā apjomā nav pārliecinoši prognozējama, tomēr krasta reljefa nebūtiska pārveidošanās ir iespējama ļoti plašā joslā (2.23. att.).

3 Vispārēji pieņemtie rīcības modeļi krasta erozijas problēmsituācijās pasaulē

Jūras krastu erozija ar tās „otru pusi" – akumulāciju ir pastāvējušas un „darbojušās" kopš pastāv pašas jūras, bet mūsdienās cilvēka radošums un saprāts tiecas atstāt savu „nospiedumu" šajā mūžam mainīgajā un svārstīgajā vidē. Ne vienmēr šis nospiedums rodas pozitīvu impulsu virzīts, reizēm tā ir nezināšana, dažkārt mantkārība vai vienaldzība. Tam ir sekas. Rezultātā šo seku „mantiniekiem" ir jāpieņem lēmums par tālāku rīcību – vai cilvēku „pēdas" krasta joslā ir jāsargā, vai, varbūt, jāļauj „dabai paņemt savu"?
EK virzītā projektā 2004. gadā[21] rezultātos tika formulētas galvenās konceptuālās rekomendācijas mūsdienu krastu apsaimniekotājiem:

- atjaunot dabisko sanešu apmaiņu un līdzsvaru, nodrošinot iespējami brīvu krasta procesu norisi;
- iekļaut krasta erozijas radītās izmaksas un riskus plānošanas un investīciju lēmumos;
- reaģēt uz erozijas epizodēm atbildīgi;
- uzlabot zināšanas par krasta erozijas nozīmi piekrastes teritoriju attīstības plānošanā.

Pasaules pieredzi rīcību stratēģiju izvēlē ir iespējams apvienot trīs principiāli atšķirīgās pieejā[21]:

1. Pasīva neiejaukšanās vai organizēta atkāpšanās;
2. Pasīvas darbības, kas vērstas uz "pielāgošanos" krasta erozijai/recesijai (apdraudēto objektu pārcelšana iekšzemes virzienā, krasta "aizsargjoslu" paplašināšana ar atbilstošiem ierobežojumiem attīstībā un apsaimniekošanā;
3. Agresīvas (invazīvas) darbības krasta erozijas/recesijas ierobežošanai un jūras teritoriju apgūšanai.

Jūras krasti pasaulē bijuši apdzīvoti daudzus tūkstošus gadu un ir ticams, ka ūdenslīmeņa svārstības, vētru postījumus un citas izmaiņas krastu zonā cilvēki ir ievērojuši un mēģinājuši veikt šo parādību interpretāciju atbilstoši tā laika izpratnei par pasaules uzbūvi. Iekļaujot dabas parādības atbilstošo kosmoloģisko teoriju rāmjos, un, klasificējot pēc tiem kritērijiem, kuri bija nozīmīgi izdzīvošanai un dzīvesveida saglabāšanai, tās bija iespējams padarīt mazāk biedējošas un vieglāk pieņemamas. Ar terminu „krasta aizsardzība" vēl līdz 20. gadsimta vidum galvenokārt saprata krastā esošu objektu pasargāšanu no tām nevēlamajām sekām, ko rada dabas procesu netraucēta norise[22]. Līdz ar to, kā vēsturiska tradīcija, tipiskākā rīcība, saskaroties ar krasta atkāpšanos, bija masīvu aizsargbūvju ierīkošana un „frontes līnijas" turēšana par katru cenu. Šodien ir skaidrs, ka daudzas no šīm „frontēm" nebija jātur. Tolaik lietotie krasta aizsardzības „klasiskie" risinājumi gandrīz vienmēr izraisīja jaunas problēmas, vai, gluži vienkārši, pārnesa esošo problēmu uz citu vietu un, pateicoties radītajai šķietamajai drošībai, palielināja apdraudēto objektu skaitu. Esošo aizsargbūvju uzturēšana izmaksāja neparedzēti dārgi, daļēji tika zaudētas krasta zonas rekreatīvās funkcijas, tika degradēta ainava utt.

[21] EUROSION (Living with Coastal Erosion in Europe). 2004. European Commision

[22] Nordstrom, K. F., 1994. Developed coasts. In: Carter R.W.G., Woodroffe C.D. (eds) *Coastal evolution*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 477-511.

Varētu teikt, ka „cīņa" ar krastu eroziju ir relikts no tiem laikiem, kad vilki, vārnas un odi bija tikai „kaitīgi", bet upes plūda cilvēkaprāt nepareizajā virzienā.
Kopš šis bija aktuāli, uzkrājoties pieredzei un uzlabojoties zināšanām, uzskati ir mainījušies. Tā piemēram, ASV jau pirms gandrīz 40 gadiem, pamatojoties uz to, ka zaudējumi (visplašākajā izpratnē) var pārsniegt ieguvumus, tika pieņemts lēmums, cik vien iespējams izvairīties no krastu nostiprināšanas[23].
Mūsdienās veiksmīgas un ar mazāku kļūdas risku saistītas piekrastes teritoriju apsaimniekošanas pamatā ievērojamā daļā Eiropas valstu ir šādi atslēgas kritēriji un principi[21], [24], [25]:

- Nepieciešama saistīto piekrastes teritoriju attīstības ierobežojumu noteikšana (buferzonas).
- Veicama regulāra situācijas kontrole (krasta izmaiņu monitorings).
- Jāizslēdz vai stingri jāierobežo jebkādu ar ostu darbību vai krasta preterozijas būvēm nesaistītu būvdarbu/zemes darbu veikšana aktīvā krasta zonā.
- Piekrastes biotopiem jāpiešķir īpašs aizsardzības statuss.
- Nepieciešama sistēmiska pieeja krasta erozijas problēmu risināšanā maksimāli izvairoties no fragmentācijas ("*no-peacemeal fashion"*).
- Jāveic padziļināta un iespējami vispusīga zaudējumu un ieguvumu analīze preterozijas risinājumiem.
- Daudzviet erozijas apdraudētajos krasta posmos par piemērotāko ir novērtēta neiejaukšanās stratēģija, meklējot principiāli citu risinājumu.
- Invazīvu (agresīvu) preterozijas pasākumu uzsākšana pieļaujama vien izšķiroši nozīmīgu objektu aizsardzībai (No tām preterozijas būvēm, kas ierīkotas Baltijas jūras dienvidu daļas valstīs 20. gs. pirmajā pusē, aptuveni 80% ir atzītas par neefektīvām vai erozijas problēmu pastiprinošām. Arī funkcionējošām būvēm izmaksu/ieguvumu novērtējums bieži ir negatīvs).
- "Zaļo" un/vai ar krasta zonas piebarošanu saistīto pasākumu īstenošana ir uzskatāma par vēlamāku no kopējā ietekmes uz vidi viedokļa. Tomēr ir jāņem vērā arī šiem pasākumiem raksturīgā iespējamā nelabvēlīgā ietekme uz vidi kad, piemēram smilšu piebēršana var izraisīt zivju nārsta vai barošanās teritoriju degradāciju, vai kāpu apstādīšana var veicināt vietai neatbilstošu augu sugu ieviešanos, utt.
- Daudzu īpaši aizsargājamu dabas teritoriju un objektu ekoloģiskā integritāte un spēja funkcionēt ir tiešā veidā atkarīga no netraucētas erozijas/akumulācijas procesu norises.
- Klimata mainības konteksts krasta erozijas un zemo teritoriju applūšanas riskus padara aktuālus arī līdzšinēji "drošās" teritorijās. Baltijas jūras reģiona valstu pieredze liecina, ka krastu "piebarošana" (ārējas izcelsmes smilšu izvietošana pludmalē vai seklūdens daļā) ir piemērotākais risinājums vietās, kur problēmas rada antropogēni pārrāvumi garkrasta smilšu kustībā (ostas).
- Visur, kur tas iespējams krasta erozijas jautājumiem ir jābūt integrētiem valsts un reģiona līmeņa plānošanas dokumentos, kam jābalstās detalizētos datos par

[23] Reeve, D. E., Fleming, C. A., 1997. A statistical–dynamical method for predicting long term coastal evolution. *Coastal Engineering*, 30, pp. 259-280.
[21] EUROSION (Living with Coastal Erosion in Europe). 2004. European Commision
[24] Gulbinskas, S., Mileriene, R., Žaromskis, R., 2009. Coastal management measures in Lithuanian Baltic coast. In: Coastal Engineering 2008, Proceedings of the 31st International Conference, Vol. 5, Singapore, pp. 4042-4052.
[25] Pranzini, E.; Williams, A., (Ed.) 2013. Coastal erosion and protection in Europe. Routledge: London, New York, 457 pp.

krasta ģeoloģiju un ģeomorfoloģiju, kā arī ir jāņem vērā pastāvošās mijiedarbības starp ekoloģiskajiem, ekonomiskajiem un nedzīvās dabas procesiem.

Ņemot vērā augstāk aprakstīto krasta erozijas problemātikas komplicētību, vides un dabas aizsardzības aspektus, kā arī plānošanas riskus, kas saistīti ar daudzajām nenoteiktībām vērtību noteikšanā, iespējamās stratēģijas prioritizējamas šādi [8], [21], [25]:

1. Neiejaukšanās (pielāgošanās);
2. Neinvazīvi vai mazinvazīvi preterozijas pasākumi ("zaļie" risinājumi, "piebarošana", bezkonstrukciju risinājumi;
3. Invazīvi (agresīvi) preterozijas pasākumi ar relatīvi īsu ekspluatācijas laiku un iespējami mazu skartā krasta posma garumu;
4. Invazīvi pasākumi ar ilgu ekspluatācijas laiku un augstu invāzijas pakāpi.

3.1 Stratēģijas un rīcības izvēle

Neskatoties uz kopumā vērojamo progresu izpratnē par krasta procesiem, lēmuma pieņemšana par to, vai kādā konkrētā vietā krasts jānostiprina vai jāļauj tam netraucēti pārveidoties, reducējas līdz vienam jautājumam – „Cik vērta ir apdraudētā teritorija?". Izmaksu, kā veiksmīga atslēgas parametra iekļaušana lēmumu pieņemšanas krasta erozijas gadījumā saskaras ar vairākiem izaicinājumiem:

- Jānosaka plānošanas perioda ilgums (tam jābūt iespējami lielākam);
- Atbilstīgi erozijas riskam un plānošanas perioda ilgumam jānosaka riska teritorijas robežas, iedalot to pēc zemes lietojuma veida vai citādi;
- Jādefinē un jāpieņem turpmākai lietošanai krasta atkāpšanās riskam pakļauto objektu indikatīvās vērtības;
- Jāņem vērā, ka iespējamo zaudējumu aprēķina stadijā pastāv nozīmīgi kļūdas uzkrāšanas riski un lēmuma pieņemšanā var nākties saskarties ar nereducējamas nenoteiktības problēmu, kuru izraisa:
    - Kvalitatīvu datu trūkums vai nepietiekamība vairākās teritorijas kapitāla un iespējamo augļu monetārās vērtības pozīcijās,
    - Nepieciešamība noteikt vērtību objektiem ar kultūrvēsturisku, emocionālu vai citādi nemateriālu vērtību,
    - Teritoriju attīstības plānu un definēto prioritāšu termiņiem ir jāatbilst erozijas riska plānošanas perioda ilgumam.

Rīcības alternatīvu salīdzināšanu var veikt novērtējot to ietekmes uz katru saistīto dabas vai sociālekonomisko elementu relatīvo nozīmīgumu, tomēr:

- Jāņem vērā, ka šāds novērtējums nav uzskatāms par kvantitatīvu absolūto monetāro vērtību salīdzinājumu;
- Šāda pieeja parasti tiek izmantota ietekmes uz vidi novērtējumos visā pasaulē, kā arī citos gadījumos, kuros ir nepieciešama alternatīvu salīdzināšana kvantitatīvu datu trūkuma apstākļos.

3.2 Ārvalstu pieredze ar krasta eroziju saistīto problēmu risināšanā

[8] Eberhards, G., 2003. *Latvijas jūras krasti.* Latvijas Universitāte, Riga, 259 lpp.
[21] EUROSION (Living with Coastal Erosion in Europe). 2004. European Commision
[25] Pranzini, E.; Williams, A., (Ed.) 2013. Coastal erosion and protection in Europe. Routledge: London, New York, 457 pp.

3.2.1 Krasta „piebarošana", „zaļie" risinājumi un neiejaukšanās stratēģija Lietuvā

Jaunāko pētījumu rezultāti liecina, ka pēdējo gadu desmitu laikā krasta erozijas izplatība Lietuvā ir palielinājusies[26]. Galvenie iemesli ir antropogēnas dabas – krasta nostiprināšana ar masīvām būvēm Sambijas pussalā (Kaļiņingradas apg.) un Klaipēdas ostas ietekme. Klaipēdas osta pastiprina sanešu deficītu Klaipēdas – Palangas posmā. Kombinējoties dažādiem cēloņiem, Lietuvas piekrastē notiek relatīvā ūdenslīmeņa celšanās ar vidējo ātrumu 6,5 mm/gadā (nedaudz vairāk par Latvijai raksturīgajiem 3-5 mm/gadā). Ūdenslīmeņa celšanās likumsakarīgi noved pie krasta profila pārkārtošanās iekšzemes virzienā. Šāda ūdenslīmeņa celšanās tendence arī ir viens no iemesliem kāpēc Latvijā Bernātu ragā notiek krasta atkāpšanās.
Lietuvā Vides ministrijas kompetencē ir ietverti:

- likumu un normatīvo dokumentu par krasta apsaimniekošanu sagatavošana;
- krasta attīstības un apsaimniekošanas programmu izstrāde (piesaistot nozares speciālistus);
- konkrētu projektu izstrāde (piesaistot NVO, jomas ekspertus, zinātniskās institūcijas);
- krasta apsaimniekošanas pasākumu organizācija.

Atbilstoši Lietuvas likumdošanai, par krasta zonu tiek uzskatīta josla līdz 100-300 m dziļi iekšzemē un līdz 20 m izobatai zemūdens nogāzē[24]. Šīs zonas apsaimniekošanu regulē likumi un ilgtermiņa krasta attīstības programmas, kurās ir iekļauti dažādi krasta aizsardzības pasākumu projekti. Lietuvā ir apstiprināta kopējā krasta aizsardzības stratēģija, kas paredz:

- preterozijas pasākumi ir pieļaujami tikai vietās, kur apdraudētas būves, ĪADT un kultūras vērtības;
- prioritizējamas tādas metodes, kas pieļauj dabas procesu un ainavas saglabāšanu;
- krasta resursu lietotājiem ir jābūt līdzatbildīgiem par ietekmi uz krastu un par to „jāmaksā";
- krasta izmantošana un aizsardzība ir jākoordinē un lēmumi ir jāpieņem atbildīgi;
- ja tiek pieņemts lēmums veikt krasta preterozijas pasākumus, tie jāizvēlas atbilstoši konkrētā krasta posma lietojumam (apbūve, rekreācija, daba, tautsaimniecība).

Pirms lēmumu pieņemšanas tiek veikta erozijas intensitātes, krasta iecirkņu funkciju un rekreācijas potenciāla identifikācija, kas kopumā ļauj izdalīt riska teritorijas[27].
Lietuvā līdzīgi kā Latvijā ir sena un apjomīga pieredze brīvo ceļojošo piekrastes smiltāju apturēšanā, tomēr tā nav tieši piemērojama mūsdienu krasta erozijas problēmu risināšanā. Līdzīgi kā Latvijā, arī Lietuvā ir ļoti maz vecu masīvu preterozijas būvju. Mūsdienās par ļoti izplatītu preterozijas pasākumu kopumu kļuvušas „zaļās" metodes. Ļoti plaši tiek izmantotas kārklu pinumu sētiņas, kā arī

[26] Žaromskis, R., Gulbinskas, S., 2010. Main patterns of coastal zone development of the Curonian Spit, Lithuania. Baltica, 23(2), pp. 146-156.
[24] Gulbinskas, S., Mileriene, R., Žaromskis, R., 2009. Coastal management measures in Lithuanian Baltic coast. In: Coastal Engineering 2008, Proceedings of the 31st International Conference, Vol. 5, Singapore, pp. 4042-4052.
[27] Žaromskis, R., 2007. Impact of harbour moles and acces channels on the South-East Baltic shore zone. Geography, 43(1), pp. 12-20.

zaru un niedru kūlīšu pārklājumi priekškāpas frontē smilšu akumulācijas veicināšanai. Daudzviet tikušas stādītas kāpu graudzāles. Lai mazinātu antropogēno slodzi vietās ar augstu rekreācijas potenciālu, tiek ierīkotas laipas, žogi un citi infrastruktūras elementi, kas regulē atpūtnieku pārvietošanos kāpu zonā.

Atbilstoši šodienas vērtējumam 1998. gadā krasta apsaimniekošanā tika pieļauta nopietna kļūda. Pie Palangas tika nojaukts vecais sanešu necaurlaidīgais mols, kā rezultātā atjaunojās pirms vairāk kā 100 gadiem pārtrauktā sanešu garkrasta kustība. Pretēji gaidītajam, uz ziemeļiem no mola erozija nemazinājās, bet uz dienvidiem – ļoti būtiski pastiprinājās. Lai ierobežotu erozijas risku un uzlabotu Palangas pludmales rekreācijas potenciālu, laika posmā no 2005. līdz 2012. gadam tika veikti vairāki pludmales piebarošanas pasākumi, izlietojot aptuveni 570 000 m^3 smilšu. 2006. un 2008. gadā veiktā piebarošana deva ļoti īslaicīgu efektu, jo iecirknī bija izveidojies ļoti izteikts sanešu deficīts un piebarotā materiāla apjoms nespēja to kompensēt[24]. Pēdējā krasta piebarošanas epizode beidzās 2012. gadā, kad 2300 m garā pludmales posmā tika izvietoti 424 000 m^3 smilšu no krasta zemūdens nogāzes dziļūdens daļas. Monitorings, kas tiek veikts piebarošanas vietā un tās tuvumā, liecina, ka pludmales platums saglabājas 60-80 m robežās, notiek intensīva vējnesto smilšu akumulācija kāpu joslā un pamatkrastā (arī pilsētas apbūves zonā).

Lai kompensētu Klaipēdas ostas nelabvēlīgo ietekmi uz Melnrages iecirkni (4 km garumā uz Z no ostas), laika posmā kopš 2000. gada zemūdens nogāzes seklajā daļā (<5 m) izvietots aptuveni viens milj. m^3 smilšu, kas iegūts kuģu ceļa padziļināšanas darbos. Tiek uzskatīts, ka pasākumu efektivitāte ir augsta un erozijas risks ir būtiski mazinājies, turklāt smilšu ņemšanas Baltijas jūrā iespējamā ietekme uz krasta erozijas procesiem Latvijā ir novērtēta kā izzūdoši niecīga, jo smilšu ņemšanas vietas atrodas tādā dziļumā, kas krasta sistēmā mūsdienās vairs neietilpst[24].

Saskaņā ar Lietuvā veiktu eksperimentu rezultātiem mainīgu un spēcīgu vēju gadījumā lielāku platību nostiprināšanai paredzēti stādījumi veicami „rūtīs", respektīvi, stādījumu rindām jākrustojas. Stipru vēju gadījumā (izteikti klajās vietās) stādījumi ierīkojami ar 2-3 reizes augstāku blīvumu. Lietuvā, Kuršu kāpas deflācijai pakļauto fragmentu nostiprināšanai ir izmantotas kārklu stādījumu un zemu kārklu pinumu sētiņu kombinācijas – sētiņas veic smilšu aizturēšanas funkciju līdz brīdim, kamēr kārklu spraudeņi ir apsakņojušies un sākuši intensīvi augt (3.1. att.).

3.1. att. Zemu kārklu zaru pinumu/sētiņu, kārklu spraudeņu un zaru pārklājumu izmantošana Lietuvā eolās akumulācijas veicināšanai un deflācijas novēršanai kāpas frontālajā daļā

[24] Gulbinskas, S., Mileriene, R., Žaromskis, R., 2009. Coastal management measures in Lithuanian Baltic coast. In: Coastal Engineering 2008, Proceedings of the 31st International Conference, Vol. 5, Singapore, pp. 4042-4052.

(kreisajā pusē) un deflācijas mazināšana/atpūtnieku plūsmas organizēšana starpkāpu ieplakās (labajā pusē). 2007. Gads. Foto D. Pupienis

Īpaši atpūtnieku apmeklētās vietās vērā ņemama rezultāta sasniegšanai „smilšu ķērājiem" jābūt „masīvākiem", kombinējot sētiņas vai skujkoku zaru stirpas ar kārklu/graudzāļu stādījumiem par pamatu izmantojot jau esošos stādījumus.
Kā vēlamākais vējrāvju un kailu smiltāja lauku nostiprināšanas risinājums tika izvirzīta zaru stirpu un aizpildījumu veidošana. Piedāvātie risinājumi daudzviet tikuši ļoti sekmīgi izmantoti. Tā piemēram, starpkāpu ieplakās vairākas ilgstoši pastāvējušas deflācijas ieplakas ir praktiski aizpildītas un kāpu lauks ir kļuvis viengabalaināks. Ir uzlabojušās dabīgā kāpu augāja nostiprināšanās sekmes, kas stabilizāciju veicina vēl vairāk.
Lietuvā plaši izmantotie deflācijas perēkļu aizpildīšanas pasākumi ir pierādījuši savu efektivitāti tādos krasta iecirkņos, kur erozijas intensitāte ir zema vai tā atkārtojas reti. Pasākums uzskatāms par resursu ziņā vismazprasīgāko (3.2. att.).

3.2. att. Vidēji liela vējrāve priekškāpas frontālajā daļā aizpildīta ar lielu kārklu un bērzu zaru daudzumu. Lietuva, Kuršu strēle, 2008. gads (skats no pludmales puses). Foto D. Pupienis

3.2.2 Krasta preterozijas risinājumu piemēri Igaunijā

Neskatoties uz to, ka Igaunijas jūras krasta līnijas kopgarums pārsniedz 3750 km, nozīmīgām krasta reljefa izmaiņām ir pakļauta relatīvi neliela tās daļa. To nosaka gan ievērojamas krastu daļas ģeoloģiskā uzbūve – tie veidojušies cietos iežos, kas viļņu iedarbībai pakļaujas lēni, gan krastu novietojums – daudzie līči, salas un pussalas ierobežo vētras viļņu izplatību. Igaunijā novērojama arī Zemes garozas pacelšanās, kas notiek ar ātrumu 1-3 mm/gadā un daļēji kompensē klimata maiņas izraisīto ūdenslīmeņa celšanos Baltijas jūrā. Līdzīgi kā Latvijā, Igaunijā vēsturiski nav bijusi sevišķi attīstīta piekrastes infrastruktūra. Līdz Otrā Pasaules kara beigām Igaunijā tiešā krasta erozijas riska joslā atradās ļoti nedaudzi pastāvīgi būvobjekti un krasta preterozijas pasākumi nebija vajadzīgi. Padomju okupācijas laikā potenciāli krasta erozijas apdraudēti objekti vietām tika izbūvēti galvenokārt armijas un robežsardzes vajadzībām, bet civilā apbūve un infrastruktūra piekrastē bija ļoti ierobežota. Pēc neatkarības atgūšanas krasta josla vietām sāka piesaistīt cilvēkus kā potenciāla vasarnīcu un dzīvojamo privātmāju jaunbūvju zona. Tomēr atbilstoši Igaunijas likumdošanai, krasta erozijas radītie postījumi un apdraudējumi īpašumiem tiek atzīti par nepārvaramu varu, tā atbrīvojot valsti no nepieciešamības kompensēt radītos

privātos zaudējumus. Tiek uzskatīt, ka šis fakts attur lielāko daļu potenciālo piekrastes riska teritoriju attīstītājus no iesaistīšanās krasta joslas „apguvē".
Šādi apstākļi ļauj krasta attīstībai norisināties gandrīz netraucēti, ar izņēmumiem pie ostu teritorijām. Padomju okupācijas laikā vietām Somu līča krastā tika veikta krasta nostiprināšana ar tradicionālajām metodēm (atbangošanas siena Piritā). Būvju klātbūtnes dēļ samērā plašā iecirknī izzuda pludmale un bija nepieciešama tās vairākkārtīga mākslīga atjaunošana[28]. Mūsdienās pludmales piebarošana netiek veikta un pie atbangošanas sienas pludmales nav.
Par krasta joslas apsaimniekošanas iespējami sliktāko piemēru var uzskatīt iecirkni pie Sillemae ostas (Igaunijas ZA daļa). Pateicoties ostas radītam pārrāvumam garkrasta sanešu kustībā, pagājušā gs. 30-tajos gados sākās pastiprināta krasta erozija, kas neveiksmīgi tika ierobežota ar dažādiem dambjiem. Vēlāk, 80-to gadu sākumā tiešā jūras tuvumā esošam ķīmijas un metalurģijas uzņēmumam tika ierīkota ražošanas atkritumu glabātava. Daļa atkritumu un ražošanas pārpalikumu tika novietoti jūras seklūdens daļā, kas būtiski izmainīja krasta evolūciju blakus iecirkņos – pretī bīstamo atkritumu novietnei sākās intensīva erozija. Lai apturētu šo eroziju, tika nojaukts vecais Sillemae ostas mols. Sistēmā nonākušie saneši pārvietojās uz citu krasta iecirkni, bet erozija dramatiski pastiprinājās iepriekš drošajā bīstamo atkritumu novietnes daļā. Rezultātā krasta erozija radīja bojājumus atkritumu novietnes dambī un Somu līcī nonāca vairāki desmiti tūkstoši tonnu amonjaka, kā arī citi bīstami ķīmiski savienojumi, par kuriem detāla informācija nav pieejama [28],[29]. Turpmākie haotiskie krasta nostiprināšanas darbi arī izrādījās neefektīvi, līdz 2008. gadā tika pabeigts vērienīgs ar bijušās izgāztuves slēgšanu saistīts projekts, kura ietvaros tika izveidots masīvs dambis.

3.2.3 Ilgstoši veiktas krasta nostiprināšanas ar masīvām aizsargbūvēm pieredze Baltijas jūras dienvidu daļā

Polija

Latvijas apstākļiem samērā tuvi ir Polijas krasti, kur līdzīgi kā Latvijā krasta sistēmā saneši nonāk galvenokārt no stāvkrastu erozijas, ir līdzīga krasta nogāzes ģeoloģiskā uzbūve un notiek lēna (1-3 mm/gadā) Zemes garozas grimšana.
Jau 19. gs. beigās vietām Polijas piekrastē tika izmantotas dažādas mūsdienās par „zaļajām" dēvētās metodes (žogi, niedru kūlīšu fašinas, graudzāļu stādījumi), kas veicināja kāpu stabilizāciju un eolās smilts uzkrāšanos vispār. Krastu nostiprināšana ar masīvām aizsargbūvēm Polijas teritorijā ir sākusies jau 18. gadsimtā, bet deviņpadsmitā gadsimta 70-tajos un 80-tajos gados tika nostiprināti jau vairāki desmiti km.
Krasta erozijas apsaimniekošanu Polijā 1920. gadā deleģēja Zvejas un Jūras tirdzniecības departamentam. Pēc 2. Pasaules kara likumdošanā tika nostiprināts „krasta joslas" jēdziens. Krasta joslas platumu noteica 10 līdz 1000 m platumā

[28] Orviku, K., Tonisson, H., Aps, R., Kotta, I., Martin, G., Suursaar, U., Tamsalu, R., Zalesny, V., 2008. *Environmental impact of port construction*: Porto f Sillamae case study. In: 2008 IEEE/OES US.EU-Baltic International Symposium, 350-359.

[29] Tonisson, H., Suursaar, U., Orviku, K., Jaagus, J., Kont, A., Willis, D., Rivis, R., 2011. Changes in coastal processes in relation to changes in large-scale atmospheric circulation, wave parameters and sea levelsin Estonia. *Journal of Coastal Research*, SI 64, 701-705.

atkarībā no konkrētā iecirkņa zemes lietojuma veida un citiem apstākļiem. Krasta josla tika noteikta tikai valstij piederīgajā teritorijā. Jau 2003. gadā Polijas parlamentā tika apstiprināta ilgtermiņa krasta aizsardzības programma, kuras darbība paredzēta līdz 2050. gadam. Programmā ir noteiktas krasta preterozijas metodes, kas piemērojamas katram riska iecirknim, kā arī ir identificēti nepieciešamo darbību finansēšanas veidi.
Līdz 1990. gadam ar masīvām būvēm nostiprināto posmu kopgarums turpināja pieaugt un sasniedza 137 km, jeb 27 % no kopējās Polijas krasta līnijas. Līdzīgi kā Latvijā, arī Polijā ostu ārējo hidrotehnisko būvju loma krasta dinamikā ir ļoti nozīmīga. Summējoties ostu ietekmei un nostiprināto (no sanešu aprites izslēgto) krasta posmu ietekmei, sanešu apmaiņa krastu sistēmā ir ļoti apgrūtināta un krastu stabilitāte nepārtraukti pasliktinās. Par sevišķi nozīmīgu problēmu mūsdienu krastu pētnieku vērtējumā ir uzskatāmas vecās atbangošanas sienas, kas izraisa viļņu enerģijas „atstarošanos" un rezultējās pilnīgā pludmales smilšu aizskalošanā[30]. Praktiski visas vecās masīvās būves ilgtermiņā ir radījušas efektu, kas pretējs vēlamajam. Mūsdienās tiek uzskatīts, ka masīvo preterozijas būvju ierīkošana nav bijusi pamatota, tā prasījusi neparedzēti lielus uzturēšanas izdevumus un radījusi nepieciešamību ierīkot arvien jaunas būves, lai kompensētu iepriekšējo radītās negatīvās sekas. Ņemot vērā nomācoši negatīvo pieredzi ar būnu tipa krasta stiprinājumiem, pēdējo 30 gadu laikā tās praktiski vairs netiek uzturētas un atjaunotas. Kopš 1985. gada, bet jo īpaši pēdējo 15 gadu laikā, arvien plašāk tiek izmantota krasta zemūdens nogāzes un pludmales piebarošana. Šiem darbiem tiek izmantotas smiltis no dziļjūras atradnēm, kā arī no ostu kuģu ceļiem izņemtais smilšu materiāls. Vairumā krasta posmu, kur tiek izmantota piebarošana, darbi ir jāatkārto ik pēc 2-3 gadiem. Neskatoties uz metodes trūkumiem, sabiedriskā doma un vietējo speciālistu vērtējums par to ir vienlīdz pozitīvs, jo tā tiek uzskatīta par „draudzīgu" tūrisma industrijai un nodrošina relatīvi netraucētu dabas procesu norisi. Pēdējos gados ar „piebarošanu" aizstājot vecās likvidētās masīvās būves, tiek uzturēti aptuveni 33 km krasta[25].
Atbilstoši Polijas kūrortpilsētās veiktām sabiedriskās domas aptaujām atpūtnieku viedoklis par tradicionālajām atbangošanas sienām ir pozitīvs tikai pie nosacījuma, ka tās ierīkotas pilsētu centrālajā daļā un apvienotas ar pastaigu promenādi.

Vācija

Arī Baltijas jūras galējos dienvidrietumos (Vācijā) ir ļoti daudz ar masīvām būvēm nostiprinātu krasta posmu. Laika posmā kopš 18. gadsimta beigām ierīkotas kopumā ap 2300 krastam šķērsenisku dažāda materiāla, garuma un konfigurācijas būnu. Pētījumi, kas balstīti šo būnu izmantošanas un uzturēšanas pieredzē liecina, ka nav iespējams droši paredzēt (modelēt) krasta morfoloģijas ilgtermiņa izmaiņas būnas ietekmē. Kopējais krasta masīvas nostiprināšanas radītais ieguvumu un zaudējumu apjoms mūsdienās ir aktīvs nozares speciālistu diskusiju objekts. Daudzviet vecāko būnu lietderība ir tik zema, ka to uzturēšana tiek pārtraukta un tiek meklēti citi krasta preterozijas risinājumi – galvenokārt pludmales piebarošana[25].

Zviedrija

[30] Furmanczyk, K., Gudzinska-Nowak, J., 2009. Extreeme storm impact to the coastline changes: South Baltic example. Journal of Coastal Research, SI56, pp. 1637-1640.
[25] Pranzini, E.; Williams, A., (Ed.) 2013. Coastal erosion and protection in Europe. Routledge: London, New York, 457 pp.

Zviedrijā Skones pss. dienvidu daļā arī ir sastopami atsevišķi krasta posmi, kas uzskatāmi par ģeomorfoloģiski un ģeoloģiski salīdzināmiem ar Latvijas krastiem. Krastu nostiprināšanas vēsture Zviedrijā ir pārsteidzoši līdzīga Latvijas pieredzei:

- nostiprināšana uzsākta tikai pagājušā gadsimta 50-tajos un 60-tajos gados;
- nostiprināšanā galvenokārt izmantoti laukakmeņu un būvgružu vai betona prizmu krāvumi (rip-rap);
- nostiprināti samērā īsi krasta posmi;
- nostiprināšana ir veikta bez pietiekamas izpētes un bieži vien nav tikusi saskaņota ar atbildīgajām iestādēm.

Atšķirībā no Latvijas kopējais nostiprināto krasta posmu garums Zviedrijā pārsniedz 20 km un vietās, kur nepārtraukto nostiprinājumu garums pārsniedz 300-500 m, tie radījuši tipiskās negatīvās sekas – izzudusi pludmale un erozija būtiski pastiprinājusies blakus iecirkņos[31].

Atšķirībā no lielākas daļas Eiropas valstu no Zviedrijas atbildīgo institūciju puses joprojām pastāv ievērojama pretestība pret „mīkstajām" metodēm. Līdz šim tās ir pielietotas vien atsevišķos nelielos eksperimentos. Galvenais krasta piebarošanas projektu noraidīšanas iemesls ir to dārdzība un nespēja garantēt pilnīgu „drošību". Neskatoties uz to, 2012. gadā ir uzsākts un daļēji realizēts lielāks krasta piebarošanas projekts, kura laikā smiltis no krasta zemūdens nogāzes seklūdens daļas tika mehāniski pārvietotas pludmalē. Izmatotās metodes piemērotība un tās iespējamās sekas publikācijās tiek vērtētas neviennozīmīgi[25].

Par nozīmīgu Zviedrijai specifisku problēmu ir uzskatāma neskaidrība atbildības par krasta joslu sadalījumā. Zviedrijā nav noteiktas institūcijas, kas atbildīga par krasta erozijas „apsaimniekošanu". Preterozijas pasākumu realizācija un citi krasta apsaimniekošanas projekti valstiskā līmenī netiek finansēti.

.

3.2.4 Krasta preterozijas risinājumi Itālijā

Atšķirībā no Baltijas jūras dienvidu daļas, Itālijā ir relatīvi maz izteikti smilšainu krastu ar kāpām. Liela daļa seno krasta kāpu ir nolīdzinātas un apbūvētas, bet krasta posmi ar sākotnēji dabiskām smilšu pludmalēm pēc to antropogēnās pārveidošanas (galvenokārt atbangošanas sienu izbūves rezultātā) smilšu izzušanas dēļ ir kļuvuši nepieejami[32].

Itālijā krasta preterozijas pasākumi ir veikti tādā apjomā, ka to noteikti var iekļaut starp pasaules līderiem šajā jomā. Atbilstoši dažādiem vērtējumiem ar masīvām aizsargbūvēm Itālijā ir nostiprināti 600 līdz 620 km krasta. Kopējais būvju skaits pārsniedz 9000[33].

Lielākā daļa Itālijas krastu ir samērā labi pasargāta no lielākajiem Vidusjūras viļņiem, tāpēc tipiskais gada maksimālais viļņu augstums lielākajā daļā Itālijas piekrastes

[31] De Mas, C., Sodergren, J., 2010. Modeling Coastal Erosion in Bjarred, Lomma Municipality. Long Term Evolution and Protective Measures, Masters thesis TVVR 10/5024.

[25] Pranzini, E.; Williams, A., (Ed.) 2013. Coastal erosion and protection in Europe. Routledge: London, New York, 457 pp.

[32] Valloni, R., Ferretti, O., Barsanti, M., Ugolott, M., 2003. The morpho-sedimentological types of Italian coasts and their suspectibility to sea-level rise: Afirst approximation. Quaternary Coastal Morphology and Sea Level Changes, Puglia, v-vi.

[33] Aminiti, P., Cipriani, L.E., Pranzini, E., 2002. Beach erosion control along the Golfo di Follonica: Actual hard protections vs. potential soft solutions. *Littoral 2002, 6th International Symposium*, Portugal, 355-363.

līdzīgi kā Latvijas Baltijas jūras piekrastē sasniedz 4-5 m. Arī gravitācijas paisuma izraisītas ūdenslīmeņa svārstības Latvijā un Itālijā ir ļoti līdzīgas – 0,1-0,3 m.
Tiek uzskatīts, ka krasta erozija Itālijā ļoti pastiprinājusies 19. gs. otrā pusē. Pēc šodienas autoru atzinuma tas galvenokārt notika, pateicoties piekrastes mitrāju iznīcināšanai, upju pārveidošanai (dambju un aizsprostu būvniecība, smilšu ieguve gultnēs, upju krastu „betonizācija"), pazemes ūdeņu pārtēriņam (grunts kompaktācija un nosēšanās), ostu hidrotehnisko būvju ierīkošanai, kā arī aktīvās krasta joslas apbūvēšanai. Rezultātā daudzviet radās nepieciešamība pēc preterozijas būvēm, jo erozijas ātrums vietām sasniedza 5-10 m/gadā. 19. gs. beigās un 20. gs. sākumā krastu nostiprināšana tika veikta sevišķi aktīvi un šo darbību sekas joprojām rada vērienīgas apsaimniekošanas problēmas un ierobežo piekrastes izmantošanas iespējas. Problēmas, ko rada krasta nostiprināšana ar atbangošanas sienām un to atvasinājumiem, piekrastes apsaimniekotājiem bija pazīstamas jau sen, tāpēc 1907. gadā tika izveidota īpaša institūcija, kas noteica ierobežojumus jaunu būvju ierīkošanai. Krasta nostiprināšana tika pieļauta tikai vietās, kur erozija apdraud esošās mājas un ceļus. Neskatoties uz ierobežojumiem, Itālijai tik raksturīgās preterozijas sienas, rip-rap krāvumi un slīpās uzskalošanās sienas, kas izvietotas krastam paralēli virs pludmales vai kāpu piekājē, praktiski vienmēr ir novedušas pie pludmales izzušanas gadu līdz gadu desmitu ilgā laikā. Ievērojami ir pastiprinājusies blakus posmu erozija[25].
Arī mūsdienās aptuveni 42 % Itālijas lēzeno smilšaino krastu atkāpjas. Rezultātā krasta erozijas problemātika un iespējamo rīcību stratēģijas tiek aktīvi diskutētas sabiedrībā, NVO un administratīvajā sektorā[34].
Pēc Otrā Pasaules kara ņemot vērā nomācoši negatīvo pieredzi ar agrāk pielietotajiem risinājumiem, par preterozijas aktualitāti kļuva aktīvie, krastam šķērseniskie vai zemūdens nogāzē izvietotie risinājumi. Šīs būves ļāva izveidoties īsiem pludmales posmiem to radītajā „ēnas" zonā, tomēr blakus iecirkņu erozija attīstījās vēl lielākā tempā kā atbangošanas sienu gadījumā, kas, savukārt, lika šādu būvju pasargātos posmus nepārtraukti pagarināt. Pie Pescara pilsētas (Adrijas jūra) ierīkots krasta stiprinājums ar 243 viļņlaužiem 23 km kopgarumā.
Krastam šķērsenisko būnu izbūve visaktīvāk notika 20 gs. vidū. Pie Lido de Rivoli (Adrijas jūra) 20 km garā iecirknī izbūvētas 206 būnas. Līdzīgi kā citas masīvas būves, to radītā erozijas pastiprināšanās ir proporcionāla to efektivitātei. Par citiem būtiskiem šādu risinājumu trūkumiem mūsdienu Itālijā tiek uzskatīta ainavas kvalitātes pazemināšanās un riski peldētājiem, ko rada spēcīgas straumes pie būnu „galvām". Tomēr, neskatoties uz minētajiem trūkumiem, vietējo iedzīvotāju un atpūtnieku skatījumā šis ir labākais iespējamais risinājums, jo padara krasta izmantošanas iespējas daudzveidīgākas, turklāt par risinājuma ietekmi uz ainavas kvalitāti pastāv ļoti atšķirīgi viedokļi[21].
Reaģējot uz kopumā joprojām negatīvo pieredzi tradicionālo būvju izmantošanā, pēdējos gadu desmitos ir veikti vairāki mēģinājumi risināt erozijas problēmu ar inovatīviem un eksperimentāliem pasākumiem. Dažādās Itālijas daļās tika uzsākti pludmales atūdeņošanas (drenāžas) projekti, kas pēc dažiem gadiem tika pārtraukti sakarā ar efekta trūkumu un augstajām izmaksām[25]. Ir notikuši eksperimenti ar daļēji

[25] Pranzini, E.; Williams, A., (Ed.) 2013. Coastal erosion and protection in Europe. Routledge: London, New York, 457 pp.
[34] Pranzini, E., 2009. Protection studies at two recreational beaches: Poetto and Cala Gonone beaches, Sardinia, Italy. In *Beach Management*, eds. Williams, A., Micallef, A., Earthscan, London, 287-306.
[21] EUROSION (Living with Coastal Erosion in Europe). 2004. European Commision

caurlaidīgām seklūdens joslā sadzītu pāļu rindām, kuru rezultāti ir neviennozīmīgi – risinājuma efektivitāte ir augsta, bet tam raksturīgs ļoti zems kalpošanas laiks un tas apdraud piekrastes izmantotājus. Zaudējumu dēļ eksperimenti tika pārtraukti. .
Atbilstoši tam, kā daudzviet pasaulē popularitāti pamazām iekaroja bezkonstrukciju „mīkstie" preterozijas risinājumi, arī Itālijā kopš pagājušā gadsimta 70-tajiem gadiem krasta piebarošana ir kļuvusi par rutīnu. Pirmais vērienīgais krasta piebarošanas projekts tika veikts Savannas provincē (Ligūrijas jūra) 50-tajos gados, kur pirms tam notikušā vietējo iedzīvotāju organizētā vērienīgā protestu kampaņā tika noraidīts krasta stiprināšanas projekts ar zemūdens viļņlaužu izmantošanu.
Līdz mūsdienām visās Itālijas provincēs kopumā piebarošanas projektos ir izlietoti 100-150 milj. m^3 smilšu, grants un oļu materiāla. Sabiedrības viedoklis par šo metožu grupu ir pozitīvs, jo tās izmantošana ir būtiski palielinājusi tūrisma nozares ieņēmumus. Lielākajā daļā gadījumu piebarošanai ir tikusi izmantota rupja smilts un grants, jo tajos krasta posmos, kas tikuši dramatiski degradēti ar iepriekš izbūvētajām masīvajām būvēm, smilšu piebarošana nav efektīva – vecās aizsargbūves ir radījušas tik izteiktu sanešu deficītu, ka viegli izskalojamās smiltis no piebarotajiem posmiem „pazūd" pārāk ātri.
Neskatoties uz krasta piebarošanas augsto efektivitāti un citiem tās plusiem, saistītās izmaksas nepārtraukti pieaug, bet pieejamā materiāla rezerves ir ierobežotas. Vairāku Itālijas provinču plānošanas dokumentos tiek iekļauti adaptācijas pasākumi, kas vērsti uz pielāgošanās un atkāpšanās stratēģijas pielietošanu[25] .

3.3 Krasta preterozijas risinājumu pamattipi, kas būtu izmantojami Latvijā

Neiejaukšanās:

- Stratēģija paredz esošo ģeoloģisko procesu netraucētu norisi un/vai to norises „dabiskuma" atjaunošanu, gadījumā ja tā ir bijusi antropogēniu traucēta. Netraucēta ģeoloģisko procesu (erozijas un akumulācijas periodu mijas, reljefa pārveidošanās u.c.) norise tajos krasta iecirkņos, kur antropogēno traucējumu loma nav būtiska ļauj nodrošināt augstāko iespējamo krastu stabilitāti un ļauj visdrošāk prognozēt to nākotnes attīstību (piemēram erozijas tempu un izplatību). Ņemot vērā, ka Latvijā jūras krasta procesos iesaistītie saneši galvenokārt nonāk sistēmā erodējot jūras stāvkrastiem, netraucēta erozijas norise visur, kur vien tas ir iespējams, ir izšķiroši svarīga kopējās sistēmas stabilitātes saglabāšanas vārdā,
- Neiejaukšanās stratēģija tiek uzskatīta par piemērotu arī tajos krasta posmos, kuros krasta erozija notiek antropogēnas ietekmes dēļ, piemēram kompensējoties ostu ārējo hidrotehnisko būvju radītajam garkrasta sanešu kustības deficītam, bet deficīta mākslīga kompensācija (sanešu plūsmas „protezēšana") nav iespējama.

Neinvazīvi vai mazinvazīvi preterozijas pasākumi, "zaļie" pasākumi:

- Esošo mitrāju un kāpu veģetācijas saglabāšana, ierobežojot antropogēnos traucējumus,
- Sanešu eolo akumulāciju veicinošu stādījumu ierīkošana.

Bezkonstrukciju risinājumi jeb manipulācijas ar sanešu materiālu:

- Kompensējošie (nodrošina krasta procesu nepārtrauktību, novēršot mākslīgi radušos traucējumus (pie ostām)),

[25] Pranzini, E.; Williams, A., (Ed.) 2013. Coastal erosion and protection in Europe. Routledge: London, New York, 457 pp.

- Pārveidojošie (izmaina krasta sistēmā esošo sanešu apjomu, papildinot to no ārpussistēmas avotiem).

Invazīvi (agresīvi) preterozijas pasākumi (masīvas hidrotehniskas būves):
- Aktīvās (veicina sanešu uzkrāšanos mērķa teritorijā un mazina viļņošanās ietekmi uz pamatkrastu),
- Pasīvās (mazina vai novērš eroziju, nepieļaujot viļņu iedarbību uz pamatkrastu).

3.3.1 "Zaļie" pasākumi

Par „zaļajiem" risinājumiem ir pieņemts dēvēt pasākumu kopu, kas paredz pludmales un kāpu veģetācijas stādījumu ierīkošanu, rekreācijas radītās antropogēnās slodzes mazināšanu, kā arī darbības esošās dzīvās dabas komponenšu un procesu saglabāšanai krasta joslā. Parasti tiek pozicionēts un sabiedrībā uztverts kā vienkāršākais, "dabiskākais", "videi draudzīgākais" un resurstaupīgākais erozijas problēmas risinājums. To darbības principa pamatā galvenokārt ir vēja nesto smilšu akumulāciju veicināšana mērķa teritorijā, kas sekundāri samazina erozijas epizožu laikā iespējamo pamatkrasta apdraudējumu. Vērā ņemama efektivitāte tiek sasniegta tikai krasta posmos ar ievērojamiem smilšaino sanešu krājumiem, kā arī gadījumos, kad erozijas epizodes atkārtojas ļoti reti.

Kāpveidojošu žogu/sietu sistēmas
Žoga/sieta funkcija ir vējnesto smilšu aizturēšana abās tā pusēs pateicoties vēja ātruma kritumam. Minēto metodi var izmantot gan nelielu (<5 m^3), gan plašu vējrāvju un ieplaku aizpildīšanai tādos gadījumos, kad mehāniska aizpildīšana nav iespējama. Par būtiskākajiem metodes trūkumiem var uzskatīt salīdzinoši augstās izmaksas un sarežģītību, vandālisma risku, īslaicīgo negatīvo ietekmi uz ainavas kvalitāti un garantijas trūkumu, ka metode sevi pilnībā attaisnos. Arī laika nogrieznis, kas var būt nepieciešams gaidītā efekta sasniegšanai, ir grūti prognozējams. Tā kā žogu/sietu sistēma tiek aprakta eolajos nogulumos, pastāv risks, ka vēlāk tā daļēji tiks atsegta, iespējams apdraudot atpūtniekus. Žogu uzstādīšana jāveic pēc veģetācijas perioda beigām un pēc vēlamā smilšu apjoma uzkrāšanās tas jānostiprina ar stādījumiem (pavasarī) un/vai īslaicīgas darbības pretdeflācijas materiālu.
Kā ievērojami lētāku un vienkāršāku risinājumu, ir iespējams izmantot arī sētiņas, kas ir izgatavotas no dēlīšiem, līstēm, vai kārklu klūgu pinumiem. Dēlīšu vai klūgu orientācijai (vertikāli/horizontāli) nav nozīmes.

Vējrāvju malu, atjaunotu kāpu un „ceļojošu" smilšu stabilizācija
Šo var uzskatīt par pasākumu minimumu lielāku problēmu nepieļaušanai un profilaksei. Lai stabilizācijas pasākumu efektivitāte būtu iespējami augsta, tā parasti tiek veikta divos etapos: sākotnēji tiek izmantoti dažādi pagaidu risinājumi, kurus vēlāk aizstāj ar paliekošiem (veģetācija, labiekārtotas laipas un laukumi uc.). Īslaicīgās smilšu stabilizācijas metodes var tikt pielietotas kamēr stādījumi nostiprinās un izveido pietiekošu seguma blīvumu: zaru, skujkoku mežizstrādes atlikumu, mulčas, izskalotu jūraszāļu un oļu klājumi.
Ja tiek izmantoti zari, to garumam nevajadzētu pārsniegt 0,7-1,0 m no kura aptuveni 0,2 m jāierok/jāiesprauž vai citādi jānostiprina smiltīs. Kopējam zaru nodrošinātajam virsmas segumam intensīvas deflācijas vietās vajadzētu pārsniegt 50 %, bet tikai deflācijai pakļautās platības frontālajā daļā. Apstrādājamās platības distālās daļas nosegšana parasti nav nepieciešama. Ja deflācijai pakļautās teritorijas platums

(virzienā pa vējam) pārsniedz izmantoto zaru garumu vairāk kā četras reizes, jāveido zaru joslas (pilnīga pārklāšana nav nepieciešama). Zari jānovieto slīpi ar galotni „pa vējam" ar vidējo slīpumu 10-25^0 (atkarībā no izmantotā materiāla izmēriem) Ja tiek izmantoti kupli zari ar lapām vai skujkoku zari, uzkrāto smilšu apjoms var būt ievērojams un šo zaru vēlāka aizvākšana var izrādīties problemātiska.

Mehāniska kāpu vaļņa atjaunošana

Īpašos gadījumos kāpu atjaunošana ar smagās būvtehnikas palīdzību ir ātrākais un efektīvākais veids kā nodrošināties pret problēmsituācijas tālāku eskalāciju un novērst postījumus, kas ir radušies sakarā ar ekstrēmiem hidrometeoroloģiskiem apstākļiem. Jāņem vērā, ka kāpas atjaunošana ir veicama pirms veģetācijas perioda sākuma un ne vēlāk kā nedēļu pēc darbu veikšanas, kāpas frontālajā daļā un virsotnē jāveic kompleksi nostiprināšanas pasākumi. Atjaunotajam kāpas fragmentam ir iespējami precīzi jāsakrīt pēc augstuma un nogāzes slīpuma ar blakus esošo „netraucēto" kāpas daļu.

Pagaidu infrastruktūras objektu (laipu, soliņu, zīmju uc.) ierīkošana antropogēnās slodzes mazināšanai un kontrolēšanai

Ierīkojot gājēju laipas, atkritumu urnas un citus objektus kāpas virsotne vai nogāzēs ir jāņem vērā eolās akumulācijas ātrums konkrētajā vietā. Izvēloties laipas materiālu jāņem vērā tā noturība pret vides iedarbību, antifrikcijas īpašības, cilvēku drošība un estētiskās īpašības, turklāt materiāliem ir „videi draudzīgiem".

Viens no galvenajiem uzdevumiem gājēju laipu ierīkošanā ir kāpas reljefa nepārtrauktības saglabāšana. Šāds apgalvojums tiek izteikts un pamatots visos pētījumos un nepublicētajos informācijas avotos. Tas nozīmē, ka materiāliem un tehniskajiem risinājumiem, kas tiks izmantoti ierīkojot laipas, ir jābūt viegli pielāgojamiem smilšu akumulācijas un erozijas rezultātā mainīgajai kāpas virsmai. Kā cits iespējamo risinājumu variants ir tādu augstu paceltu tiltveida laipu ierīkošana, kas neietekmē un neizmaina dabiskā reljefa veidošanās procesus.

Eolās akumulācijas veicināšana problēmzonās

Par vienu no efektīvākajiem „smilšu slazdu" variantiem tiek uzskatītas „porainas" sētiņas, kas nodrošina vēja ātruma samazināšanos, bet neizraisa pastiprinātu turbulenci un tā saucamo „robeždeflāciju", kad pie šķēršļa galiem vēja ātrumam pieaugot veidojas bedres. Sētiņu optimālais augstums kāpu korē, kur eolie procesi aktivizējas tikai „bezlapu" periodā un stipra vēja apstākļos, ir 0,2-0,5 m. Piemērotākais materiāls ir kārklu klūgas vai citu koku zari, kas pinumā veido režģi ar aptuveno 50 % caurlaidību. Efektīvāk un vieglāka vēja apstākļos darbojas sētiņas, kas izgatavotas no smalkāka materiāla. Jāņem vērā, ka sētiņu kalpošanas laiks nepārsniedz 3-5 gadus.

Šeit un iepriekš aprakstīto smilšu slazdu izmantošanu var uzskatīt par piemērotu tajos kāpas un pludmales saskares laukumos, kur esošā situācija ir uzskatāma par būtiski traucētu un neatbilstošu. Smilšu aizturēšana ar sētiņu metodi pludmales vidusdaļā atsevišķu zemu, izolētu „salu" veidā netiek rekomendēta. Smilšu apjoms, ko šādās efemērās mākslīgi veidotās kāpās ir iespējams aizturēt ļoti tālu atpaliek no tā smilšu apjoma, kas vēja nests pārvietojas minētajā krasta nogāzes daļā. Tas nozīmē, ka ļoti īsā laikā pēc barjeru novākšanas smiltis tiks pārpūstas tālāk, iespējams radot papildu apgrūtinājumus citviet.

3.3.2 Bezkonstrukciju risinājumi

Par bezkonstrukciju vai „mīkstajiem" risinājumiem ir pieņemts saukt pasākumu kopu, kurā manipulējot ar sanešu materiālu, mākslīgi tiek papildināts tā apjoms deficīta zonās (kompensēt mākslīgi radušos deficītu). Šos pasākumus parasti iedala pēc krasta nogāzes joslas, kurā tie tiek veikti – attiecīgi zemūdens nogāzē, pludmalē, vai kāpu zonā. Par būtiskākajiem šo pasākumu kopas trūkumiem tiek uzskatīta[18]:

- nepieciešamība veikt nepārtrauktu situācijas kontroli,
- ilgtermiņā izmaksas var pārsniegt masīvo (tradicionālo) risinājumu izmaksas,
- iztrūkst masīvajiem risinājumiem raksturīgā "šķietamā pilnīgās drošības sajūta",
- ietekme uz piekrastes ekosistēmām tiek vērtēta neviennozīmīgi un bieži rada riskus saistībā ar bioloģiskās daudzveidības apdraudējumu.

Kā būtiskākās priekšrocības, savukārt tiek minētas:

- parasti īslaicīga un nebūtiska ietekme uz vides estētiskajiem aspektiem,
- nav negatīvu izmaiņu sanešu bilancē,
- erozijas mazināšanās arī ārpus mērķa teritorijas,
- uzlabojas rekreācijas iespējas.

3.3.3 Masīvas hidrotehniskas būves (konstrukcijas)

Pasīvie risinājumi[18]

Atbangošanas sienas – vienkāršākā un populārākā no tradicionālajām metodēm, mūsdienās uzskatāma par „pēdējās iespējas" metodi, paredzēta *bāzes līnijas* noturēšanai, parasti pie tās izzūd pludmale, pie problēmām jāpieskaita izmaksu un estētiskās kvalitātes jautājums.

Gultnes pārklājumi – paredzēti zemūdens nogāzes erozijas apturēšanai, parasti tiek izmantoti kā palīglīdzeklis pie atbangošanas sienām,

Gabioni (stiepļu un akmeņu „matrači") – funkcionāls atbangošanas sienas analogs, uzskatāms par "atvieglotu" (lētāku) tās variantu, izskatās „dabiskāk", kalpošanas laiks parasti zemāks kā monolītām atbangošanas sienām.

Rip-rap, banketes (laukakmeņu, būvgružu, betona prizmu/tetrapodu u.tml. krāvumi) – izvieto kraujas vai priekšāpas piekājē, funkcionāls atbangošanas sienas analogs, atkarībā no izmantotā materiāla izmaksas un ilgtspēja būtiski variē.

Aktīvie risinājumi

Krastam paralēlie viļņlauži – izvieto zemūdens nogāzē, parasti pilnībā zem ūdens, ierobežo krastā pienākošo viļņu enerģiju un veicina sanešu uzkrāšanos, augstas celtniecības un uzturēšanas izmaksas, piemēroti smilšainiem krastiem, nemazina vietas estētisko vērtību, veidojas "rifu" ekosistēmas, pastiprina eroziju blakusiecirknī.

Moli (būnas) – perpendikulāri krasta līnijai no pamatkrasta līdz 2–5 (8) m dziļumam, parasti 1 – 2 metrus augstāki par vidējo ūdenslīmeni, piemēroti grants/oļu krastiem, darbojas kā sanešu materiāla uzkrājēji, palielina pludmales un priekšāpu apjomu, aktuāls estētiskās kvalitātes jautājums, ievērojami pastiprina eroziju blakusiecirknī.

[18]French, P.W., 2001. Coastal Defences: processes, problems and solutions. Routledge, London, 325 p.

4 Uz jūras krasta zonu un piekrasti attiecināmais likumdošanas un plānošanas ietvars Latvijā

Izstrādājot „Vadlīnijas", tiek ievērota to atbilstība svarīgākajām starptautiskajām konvencijām, kā arī ES un LR attīstības plānošanas un vides politikas dokumentiem. Krasta apsaimniekošana tiek skatīta arī saistībā ar Latvijas normatīvo regulējumu, kas attiecināms uz jūras krasta zonas attīstību.

4.1 Starptautiskās konvencijas un attīstības plānošanas dokumenti

UNESCO konvencija par pasaules kultūras un dabas mantojuma saglabāšanu
Konvencija ir pieņemta 1972. gadā, un tās mērķis ir veicināt kultūras un dabas mantojuma saglabāšanu. Konvencija cita starpā definē „dabas mantojumu", arī kā

- dabas pieminekļus, kas radušies no fizikāliem vai bioloģiskiem veidojumiem vai šādu veidojumu grupām, kam ir īpašas nozīmes universāla vērtība no estētikas vai zinātnes viedokļa;
- ģeoloģiskus vai fizioģeogrāfiskus veidojumus un stingri noteiktas zonas, kas ir kādas apdraudētas dzīvnieku vai augu sugas dzīves vieta, kam ir īpašas nozīmes universāla vērtība no zinātnes vai saglabāšanas viedokļa;
- ievērojamas dabas vietas vai ierobežotas dabas teritorijas, kam ir īpašas nozīmes universāla vērtība no zinātnes, saglabāšanas vai dabas skaistuma viedokļa.
- Dalībvalstīm ir jānodrošina kultūras un dabas mantojuma identifikācija, aizsardzība, konservācija, popularizācija un nodošana nākamajām paaudzēm, cita starpā, īstenojot atbilstošu politiku un veicot atbilstošus juridiskus, zinātniskus, tehniskus, administratīvus un finanšu pasākumus, lai atklātu, aizsargātu, konservētu, popularizētu un atjaunotu šo mantojumu.

Helsinku konvencijas par Baltijas jūras reģiona jūras vides aizsardzību
Konvencijas (pieņemtas 1974. un 1992. gadā) cita starpā iekļauj nosacījumus (HELCOM Rekomendācijas 15/1, kas atjaunotas 2013. gadā), kas attiecināmi uz krasta erozijas apsaimniekošanas jautājumiem. Turklāt HELCOM Rekomendācijas par dabisko krasta morfodinamisko procesu saglabāšanu 16/3, kas pieņemtas 1995. gadā, iesaka:

- krasta preterozijas pasākumus neveikt ārpus agrāk apbūvētām teritorijām;
- krasta erozijas zonas ir saglabājamas kā dabisks krasta sistēmu papildinošu sanešu avots;
- krasta zemajās teritorijās ārpus apdzīvotām vietām ir jāatjauno dabiskās plūdmaiņas ja tādas ir tikušas pārtrauktas;
- gadījumos, kas krasta nostiprināšana ir nepieciešama, to ierīkošanai ir jāizvēlas vietējie dabas materiāli.

EP un Parlamenta Rekomendācijas (2002/413/EC) par Integrētās piekrastes zonas pārvaldības ieviešanu Eiropā – uzsver, ka jūras-zemes mijiedarbības pārvaldībā jāuzlabo visu iesaistīto institūciju veikto rīcību koordinācija.

Eiropas Komisijas projektā EUROSION, 2004. gadā tika formulētas galvenās rekomendācijas mūsdienu krastu apsaimniekotājiem:

- atjaunot dabisko sanešu apmaiņu un līdzsvaru, nodrošinot iespējami brīvu krasta procesu norisi;

- iekļaut krasta erozijas radītās izmaksas un riskus plānošanas un investīciju lēmumos;
- reaģēt uz erozijas epizodēm atbildīgi;
- uzlabot zināšanas par krasta erozijas nozīmi piekrastes teritoriju attīstības plānošanā.

ANO EEK konvencija par pieeju informācijai, sabiedrības dalību lēmumu pieņemšanā un iespēju griezties tiesu iestādēs saistībā ar vides jautājumiem (Orhūsas konvencija)

Orhūsas konvencija ir pieņemta 1998. gadā ar mērķi aizsargāt ikvienas personas tiesības dzīvot vidē, kas atbilstu personas veselības stāvoklim un labklājībai, tādēļ katrai valstij, kas parakstījusi konvenciju, saskaņā ar šīs konvencijas noteikumiem ir jāgarantē tiesības piekļūt informācijai, sabiedrības dalība lēmumu pieņemšanā un iespēja griezties tiesu iestādēs saistībā ar vides jautājumiem. Latvijā šī prasība ir iekļauta Satversmē, kuras 115.pants nosaka, ka valsts aizsargā ikviena tiesības dzīvot labvēlīgā vidē, sniedzot ziņas par vides stāvokli un rūpējoties par tās saglabāšanu un uzlabošanu.

Ceļvedis jūras teritoriālajai plānošanai: kopēju principu sasniegšana Eiropas savienībā (COM (2008) 791) nosaka jūras telpiskās plānošanas pamatprincipus.

Eiropas ainavu konvencija

Eiropas ainavu konvencija (Latvijā pieņemta ar likumu „Par Eiropas ainavu konvenciju" 2007. gada 29. martā) definē ainavu šādi: „ainava" nozīmē teritoriju tādā nozīmē, kā to uztver cilvēki, un kas ir izveidojusies dabas un/vai cilvēku darbības un mijiedarbības rezultātā.

Konvencijā ir norādīts, ka ainava ir Eiropas dabas un kultūras mantojuma pamatkomponents, iedzīvotāju dzīves kvalitātes svarīga sastāvdaļa un saimnieciskajai darbībai labvēlīgs resurss, kas var dot ieguldījumu darba vietu radīšanā.

Vairākām citām konvencijām (Riodežaneiro konvencija par bioloģisko daudzveidību, ANO konvencija par cīņu pret pārtuksnešošanos, Apvienoto Nāciju Organizācijas Vispārējā konvencija par klimata pārmaiņām, Bonnas konvencija par migrējošo savvaļas dzīvnieku aizsardzību, Bernes konvencija par Eiropas dzīvās dabas un dabisko dzīvotņu saglabāšanu) arī ir netieša saistība ar piekrastes teritoriju apsaimniekošanu un tostarp ar preterozijas pasākumiem.

Stratēģija „Eiropa 2020"

Eiropa 2020 ir ES izaugsmes stratēģija. Cita starpā, viens no Eiropa 2020 pamatmērķiem ir orientēts uz ieguldījumiem pētniecībā un attīstībā, kā arī vides izglītības veicināšanā. Caur šo pamatmērķi paredzēts arī apturēt bioloģiskās daudzveidības samazināšanos un mazināt arī citas nevēlamas ietekmes uz vidi.

Atjaunotā ES Ilgtspējīgas attīstības stratēģija

Ilgtspējīga attīstība ir visaptverošs ES mērķis, kas jāņem vēra, izstrādājot virkni politikas plānošanas dokumentu un normatīvo aktu. Viens no 2006. gadā pieņemtās stratēģijas galvenajiem mērķiem ir vides aizsardzība, kas nosaka nepieciešamību „saglabāt Zemes spēju nodrošināt dzīvību visā tās daudzveidībā, ievērot, ka planētas dabas resursi ir ierobežoti, un nodrošināt augsta līmeņa vides aizsardzību, kā arī uzlabot vides kvalitāti. Nepieļaut un mazināt vides piesārņojumu un veicināt

ilgtspējīgu patēriņu un ražošanu, lai likvidētu saikni starp ekonomikas izaugsmi un vides degradāciju.”

ES Bioloģiskās daudzveidības stratēģija 2011. – 2020. gadam
ES Bioloģiskās daudzveidības stratēģija paredz līdz 2020. gadam apturēt bioloģiskās daudzveidības izzušanu un ekosistēmu pakalpojumu degradāciju Eiropas Savienībā un atjaunot tos, ciktāl reāli iespējams, vienlaikus palielinot ES ieguldījumu, lai novērstu bioloģiskās daudzveidības izzušanu visā pasaulē. Stratēģija sastāv no 6 galvenajiem mērķiem un 20 pasākumiem, kas orientēti uz bioloģiskās daudzveidības stāvokļa uzlabošanu. Stratēģijas mērķi cita starpā paredz nodrošināt zivsaimniecības resursu ilgtspējīgu izmantošanu un apkarot invazīvo sugu nonākšanu un izplatīšanos vidē. Krasta erozijas apsaimniekošanā Latvijā ir (vai nākotnē būs) aktuālas abas šīs pozīcijas.

4.2 Likumdošanas ietvars un institūciju kompetence jūras krasta erozijas jautājumos

Analizējot Latvijas tiesību aktus attiecībā uz krasta preterozijas aizsardzības stratēģiju un ar uz krastu apsaimniekošanu attiecināmo tematiku vispār, ir jāsecina, ka tā ir saistīta ar plašu un dažādu jomu likumu spektru, starp kuriem nozīmīgākie ir:

- Aizsargjoslu likums (1.03.2014.):
    - Likuma 5. pantā ir formulēts vides un dabas resursu aizsardzības aizsargjoslu mērķis: samazināt vai novērst antropogēnās negatīvās ietekmes uz objektiem, kas atbilstoši 6. pantam attiecas arī uz Baltijas jūras un Rīgas līča piekrastes aizsargjoslu,
    - Saskaņā ar Likuma 59. panta pirmo daļu 2004. gadā tika pieņemti MK noteikumi Nr. 86 „*Baltijas jūras un Rīgas jūras līča piekrastes aizsargjoslas noteikšanas metodika*”,
- Zvejniecības likums (26.06.2014.);
- Jūras vides aizsardzības un pārvaldības likums (3.07.2014.);
- Teritorijas attīstības plānošanas likums (12.03.2014.);
- Reģionālās attīstības likums (16.04.2014.);
- Zemes pārvaldības likums (stāsies spēkā 1.01.2015.);
- Likums par īpaši aizsargājamām dabas teritorijām (11.01.2014.).

Tomēr vienīgā nozare, kas definējusi sasniedzamos mērķus, kuri nosacīti attiecināmi arī uz krastu apsaimniekošanu ir vides aizsardzība. Vispārīgi mērķi ir noteikti šādos normatīvajos aktos:

- Jūras vides aizsardzības un pārvaldības likums (sasniegt labu vides stāvokli līdz 2021. gadam.);
- Likums par īpaši aizsargājamām teritorijām (izveidot jūras aizsargājamās dabas teritorijas jūras ekosistēmas aizsardzībai);
- Aizsargjoslu likums (saglabāt Baltijas jūras un Rīgas līča krasta kāpu joslu un piekrastes jūras joslu līdz 10 m izobatai.).

Krasta aizsardzība visbiežāk tiek apskatīta caur Aizsargjoslu likuma prizmu, kura 36. pantā ir norādīts, ka: „Krasta kāpu aizsargjoslā un pludmalē aizliegts celt jaunas ēkas un būves un paplašināt esošās, izņemot gadījumus, kad (cita starpā): tiek veikta krastu nostiprināšana esošo būvju un infrastruktūras aizsardzībai, ja: 1) veikts paredzētās

darbības ietekmes uz vidi sākotnējais izvērtējums un saņemts Vides pārraudzības valsts biroja atzinums par noslēguma ziņojumu, novērtējuma ziņojumu vai izdoti tehniskie noteikumi saskaņā ar likuma "Par ietekmes uz vidi novērtējumu" prasībām; 2) attiecīgā apbūve paredzēta vietējās pašvaldības teritorijas plānojumā. Tas nozīmē, ka lēmuma pieņemšanā par krasta preterozijas būvju ierīkošanu vienlīdz svarīgs ir gan IVN process, tostarp VPVB atzinums par noslēguma ziņojumu, gan vietējās pašvaldības teritorijas plānojuma nosacījumi.

4.3 Nacionāla līmeņa plānošanas dokumenti

Hierarhiski augstākais ilgtermiņa attīstības plānošanas dokuments ir Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija 2030 (LIAS 2030), ko 2010.gadā apstiprināja Saeima.
Tajā Baltijas jūras un Rīgas līča piekraste ir definēta kā viena no četrām nacionālo interešu telpām. Turklāt tiek noteikta nepieciešamība izstrādāt gan piekrastes telpiskās attīstības pamatnostādnes, gan jūras telpisko plānojumu. LIAS 2030 uzsver arī nepieciešamību investēt zvejas un jahtu ostu infrastruktūrā, kas jāskata ciešā sasaistē ar jūras krasta procesiem, ierobežojot antropogēni izraisītas erozijas attīstību. LIAS 2030 ir valsts galvenais plānošanas instruments ar likuma spēku. Visiem valsts stratēģiskās plānošanas un attīstības dokumentiem, kas tiek izstrādāti pēc LIAS 2030 stāšanās spēkā, ir jābūt veidotiem saskaņā ar stratēģijā noteiktajiem virzieniem un prioritātēm. LIAS 2030 cita starpā iekļauj tādus mērķus kā:

- būt ES līderei dabas kapitāla saglabāšanā, palielināšanā un ilgtspējīgā izmantošanā;
- saglabāt Latvijas savdabību – daudzveidīgo dabas un kultūras mantojumu, tipiskās un unikālās ainavas.

Augstākminētie mērķi iezīmē arī piekrastes ilgtspējīgas izmantošanas nozīmi, izstrādājot specializētus politikas plānošanas dokumentus.
Latvijas piekrastes telpiskās attīstības pamatnostādnes 2011.-2017.gadam Ministru kabinetā tika pieņemtas 2011.gadā. Tajās uzsvērts, ka piekrastes infrastruktūra nav pielāgota klimata mainības sekām, kas piekrastē izteiktas lielākā mērā kā iekšzemē. Tāpēc jāveido atbilstoša infrastruktūra un infrastruktūras izveidei jāizstrādā nacionāla līmeņa ilgtermiņa tematiskais plānojums par piekrastes publisko infrastruktūru. Šī plānojuma izstrāde ir uzsākta 2014.gadā.
Nozīmīgākais vidēja termiņa attīstības plānošanas dokuments ir Nacionālais attīstības plāns 2014.-2020.gadam (NAP 2020). NAP 2020 kā vienīgo tiešo ar Baltijas jūras piekrasti saistīto rīcību nosaka mazo ostu un uzņēmējdarbību veicinošas infrastruktūras attīstību, taču mazo ostu attīstība šajā ES fondu piesaistes periodā tiks atbalstīta tikai daļēji. Saistībā ar Baltijas jūras piekrasti tiek atzīmēti arī rekreācijas resursi, kas dod iespēju attīstīt uzņēmējdarbību.
Katrai no NAP 2020 prioritātēm ir identificēti būtiskākie rīcības virzieni un viens no rīcības virzieniem ir minēta „Dabas un kultūras kapitāla ilgtspējīga apsaimniekošana", kura ietvaros ir veicami tādi uzdevumi kā „stimulēt zemes un citu dabas resursu ilgtspējīgu izmantošanu un bioloģisko daudzveidību, pielietojot vidi saudzējošas tehnoloģijas".

Vides politikas pamatnostādnes 2014.-2020.gadam (VPP)
VPP virsmērķis ir nodrošināt iedzīvotājiem iespēju dzīvot tīrā un sakārtotā vidē, īstenojot uz ilgtspējīgu attīstību veiktas darbības, saglabājot vides kvalitāti un bioloģisko daudzveidību, nodrošinot dabas resursu ilgtspējīgu izmantošanu, kā arī sabiedrības līdzdalību lēmumu pieņemšanā un informētību par vides stāvokli.

Starp aktuālākajām problēmām pielāgošanās klimata pārmaiņām kontekstā ir minēta arī jūras krastu un iekšzemes ūdeņu krastu erozija, kas negatīvi ietekmē piekrastes infrastruktūras objektus. Tāpēc plānojot turpmākās rīcības VPP2020 paredz pretplūdu un krasta erozijas riska mazināšanas pasākumu ieviešanu sabiedriski nozīmīgu infrastruktūras objektu aizsardzībai, vienlaikus saglabājot dabisko ekosistēmu funkciju uzturēšanu un izmantojot ekosistēmu pakalpojumus mērķa sasniegšanai.
Arī plānojot sasniedzamos mērķus augsnes, zemes dzīļu un otrreizējo izejvielu jomā ir paredzēts nodrošināt teritorijas attīstības plānotājus ar nepieciešamo ģeoloģisko informāciju, tai skaitā ar kartogrāfisko materiālu (derīgo izrakteņu krājumi, mūsdienu ģeoloģiskie procesi, inženierģeoloģiskie apstākļi), kā arī veicināt šīs informācijas ņemšanu vērā, plānojot teritorijas attīstību.

Plūdu riska novērtēšanas un pārvaldības nacionālā programma 2008.-2015.gadam
Programmas mērķis sasaistās ar Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīvas 2000/60/EK (2000.gada 23.oktobris), ar ko izveido sistēmu Kopienas rīcībai ūdens resursu politikas jomā, ANO EEK konvencijas "Par robežšķērsojošo ūdensteču un starptautisko ezeru aizsardzību un izmantošanu" un Direktīvas 2007/60/EK mērķiem – izveidot tādu ūdeņu aizsardzības sistēmu, kas sekmētu plūdu ietekmes samazināšanu, ka arī tādu plūdu radītu apdraudējumu izvērtēšanas un pārvaldības sistēmu, lai mazinātu ar Kopienā notikušiem plūdiem saistītu nelabvēlīgo ietekmi uz cilvēku veselību, vidi, kultūras mantojumu un saimniecisko darbību.
Lai sasniegtu izvirzīto mērķi, programma koncentrējas uz praktiskiem un minētajā laika periodā realizējamiem pasākumiem, uzstādot sekojošus apakšmērķus un uzdevumus:

- Plūdu apdraudēto teritoriju detāla izpēte atbilstoši plūdu riska kritērijiem.
- Plūdu riskam pakļauto teritoriju sākotnējais plūdu riska izvērtējums un tālāko rīcību plānošana.
- Prioritāro plūdu riskam pakļauto teritoriju precizēšana un konkrēto pasākumu plūdu riska novēršanai vai samazināšanai noteikšana.
- Veicamo pasākumu īstenošana plūdu riska novēršanai un plūdu apdraudējuma samazināšanai prioritārajās teritorijās.

Starp plānotajiem programmas politikas rezultātiem minēta arī tādu pasākumi veikšana, kas ierobežo jūras un upju krastu erozijas ietekmi uz iedzīvotāju un apkārtējās vides drošību.

4.4 Pašvaldību līdzšinējā pieredze plānošanā un pārvaldībā saistībā ar jūras krasta erozijas problemātiku

Pašvaldībām ir noteiktas pilnvaras un pienākums lemt par teritoriju attīstību savās administratīvajās teritorijās un ar teritorijas plānojumu regulēt apbūves vai cita veida izmantošanas kārtību, tostarp arī krasta erozijas „apsaimniekošanu". Lemšana, bez šaubām, ir iespējama vien esošo tiesību normu ietvaros, ko kontrolē atbildīgās ministrijas.
Krasta erozijas problemātika Latvijas piekrastes pašvaldību plānošanas dokumentos ir tikusi aktualizēta relatīvi nesen. Tā piemēram, Rucavas novada ilgtspējīgas attīstības stratēģijā 2013.-2038. gadam starp citiem ilgtermiņa stratēģiskajiem mērķiem ir izvirzīts mērķis „ilgtspējīgi un harmoniski attīstīta Baltijas jūras piekraste". Stratēģijā krasta erozijas problemātika nav pieminēta. Rucavas novada teritorijas plānojumā

2013.-2025. gadam savukārt minēts, ka: „Ievērojot dabas parka „Pape" TIAN noteiktās prasības, jūras krasta erozijas ierobežošanai atļauts būvēt un ierīkot krasta nostiprinājumus". TIAN noteikts, ka krasta nostiprinājuma risinājumu izstrādei veic kompleksu izpēti, ietverot erozijas procesu un novērtējumu un prognozes, bioloģiskās daudzveidības izpēti u.c. aspektus, risinājumu izstrādā saskaņā ar dabas parka „Pape" ilgtermiņa mērķiem un saskaņojot ar Dabas aizsardzības pārvaldi."
Līdzīga situācija ir arī Nīcas novadā. Ilgtspējīgas attīstības stratēģija 2014.-2030. gadam cita starpā paredz stratēģisko mērķi: „Sabalansēta, konkurētspējīga ekonomiskā attīstība un ilgtspējīga vides resursu izmantošana". Stratēģijā krasta erozijas problemātika nav pieminēta. Nīcas novada teritorijas plānojumā 2013.-2025. gadam ir pieminēts, ka: „(krasta erozijas) Riska zonā atrodas teritorijas, kurās saskaņā ar iepriekšējā perioda teritorijas plānojumu bija atļauta jauna būvniecība. Ņemot vērā teritorijas plānošanas procesu pēctecības principu, aktuālajā plānojumā ir saglabātas noteiktās tūrisma un rekreācijas objektu attīstības teritorijas Nīcas novada piekrastes ciemu teritorijās, vienlaicīgi nosakot papildus ierobežojumus būvniecībai Baltijas jūras piekrastes krasta erozijas riska zonā. Noteikta Baltijas jūras piekrastes krasta erozijas riska zona 100 m platumā, kurā pirms būvniecības procesu veikšanas obligāti jāizstrādā teritorijas detālplānojums un kurā ieteicams izvietot tikai īslaicīgas lietošanas ēkas un būves."
Arī Liepājas pilsētas teritorijas attīstības plānošanas dokumentos krasta erozijas problemātika ir konstatēta. Liepājas Ilgtermiņa attīstības stratēģijā 2030. gadam un Attīstības programmā 2014.-2020. gadam (izstrādes procesā) komunālās infrastruktūras pilnveidošanas kontekstā ir minēta nepieciešamība: „mazināt krasta erozijas procesus pilsētas ziemeļu daļā pie Liepājas NAI". Liepājas pilsētas teritorijas plānojumā 2011.-2023. gadam bez papildus tēmas detalizācijas ir noteikta atļauja būvēt un ierīkot krasta nostiprinājumus jūras krasta erozijas ierobežošanai erozijas riska zonā.
Ventspils pilsētas ilgtspējīgas attīstības stratēģijā līdz 2030.gadam ir norādīts, ka: „Ventspilī kā piejūras pilsētā īpaša uzmanība tiek pievērsta jūras piekrastes teritorijai, attīstot to kā kvalitatīvu publisko ārtelpu Ventspils iedzīvotājiem, kā arī tūristu piesaistes un atpūtas zonu, nenodarot kaitējumu apkārtējai videi un tās unikālajam raksturam." Ventspils pilsētas teritorijas plānojumā 2006.-2018. gadam krasta aizsargbūvju nepieciešamība tiešā veidā nav minēta, bet uzsvērta augstā krasta erozijas intensitāte Staldzenē, kur ir nepieciešams veikt detālplānojuma izstrādi „..lai mazinātu vides degradācijas procesu Baltijas jūras piekrastē, tiešā krasta tuvumā, kā arī, lai veicinātu šīs teritorijas attīstību."
Arī citu piekrastes pašvaldību līdzīga rakstura dokumentos attiecīgā jautājuma detalizācija ir tuva vai salīdzināma.

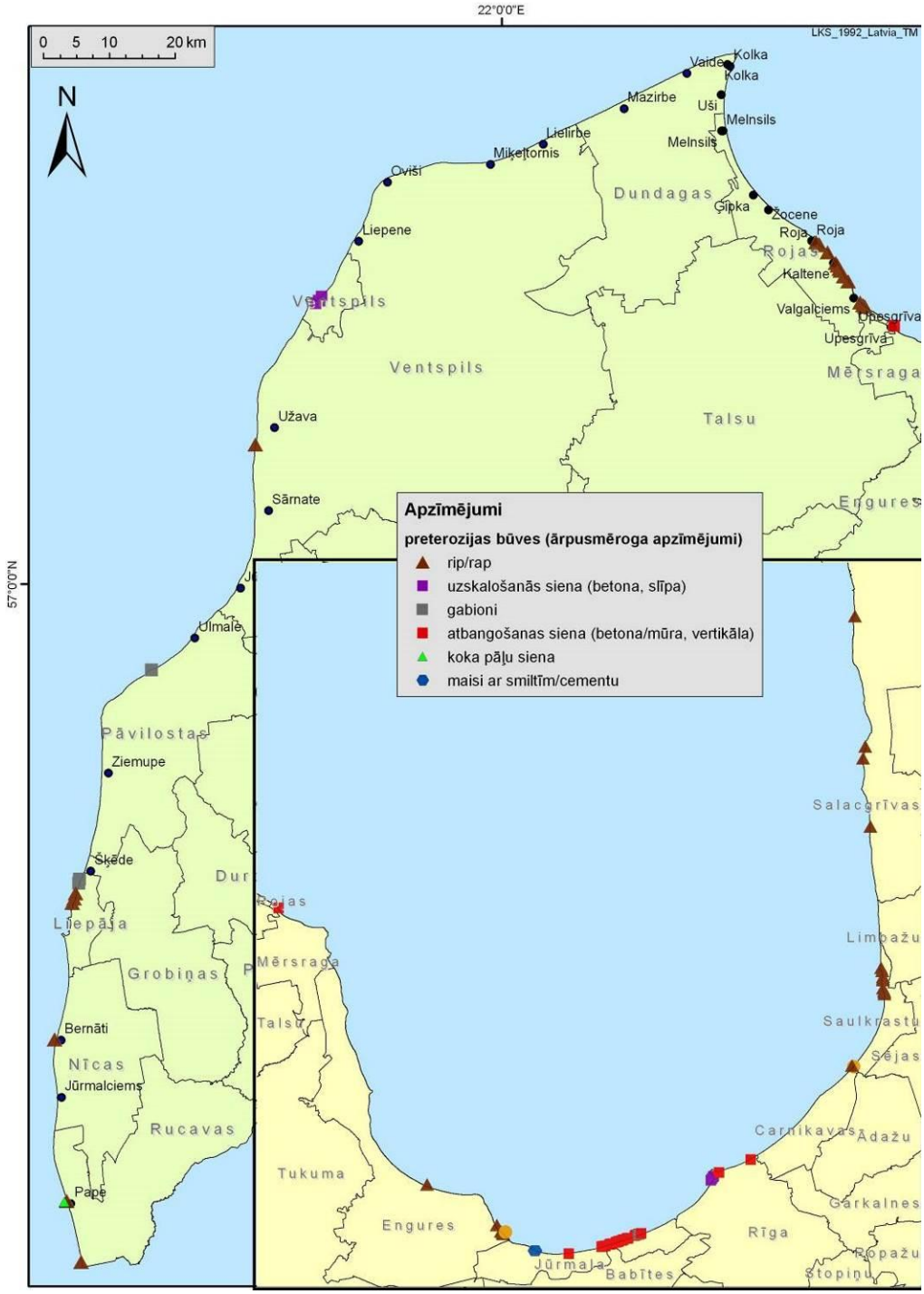
Vadlīniju izstrādes gaitā notikusī sadarbība ar piekrastes pašvaldībām

Vadlīniju izstrādes ietvaros 2014. gada jūlijā, augustā un septembrī notika konsultācijas ar jūras piekrastes apsaimniekošanā iesaistītiem piekrastes pašvaldību pārstāvjiem un pašvaldību plānošanas dokumentu izstrādātājiem, nododot to rīcībā ģeotelpiski piesaistītu informāciju par krasta erozijas maksimālas izplatības prognozi 2025. un 2060. gadam, kā arī, šī projekta kontekstā īpaši nozīmīgo informāciju par krasta iecirkņu sadalījumu atbilstoši tajos pastāvošajam erozijas riskam, kas tiks izmantots par noteicošo kritēriju pieļaujamo un ieteicamo krasta erozijas apsaimniekošanas pasākumu izvēlē. Par Vadlīniju starprezultātiem un konstatēto problemātiku klātienē prezentācijas un diskusijas formā tika informēti Rucavas, Pāvilostas, Ventspils, Dundagas, Rojas, Mērsraga, Engures, Carnikavas un

Salacgrīvas novadu, kā arī Ventspils, un Jūrmalas pilsētu pārstāvji. Ar elektroniskās saziņas starpniecību projekta informācija tika nodota arī pārējo piekrastes pašvaldību par plānošanu un teritoriju attīstību atbildīgajām amatpersonām.
Diskusiju gaitā bija iespējams konstatēt, ka piekrastes pašvaldību amatpersonu un speciālistu kompetences līmenis jautājumos par krasta eroziju un tās ierobežošanu ir ļoti augsts. Iegūtā informācija tika izmantota Vadlīniju rekomendējošās sadaļas papildināšanai un precizēšanai.

5 Esošie preterozijas pasākumi Latvijā

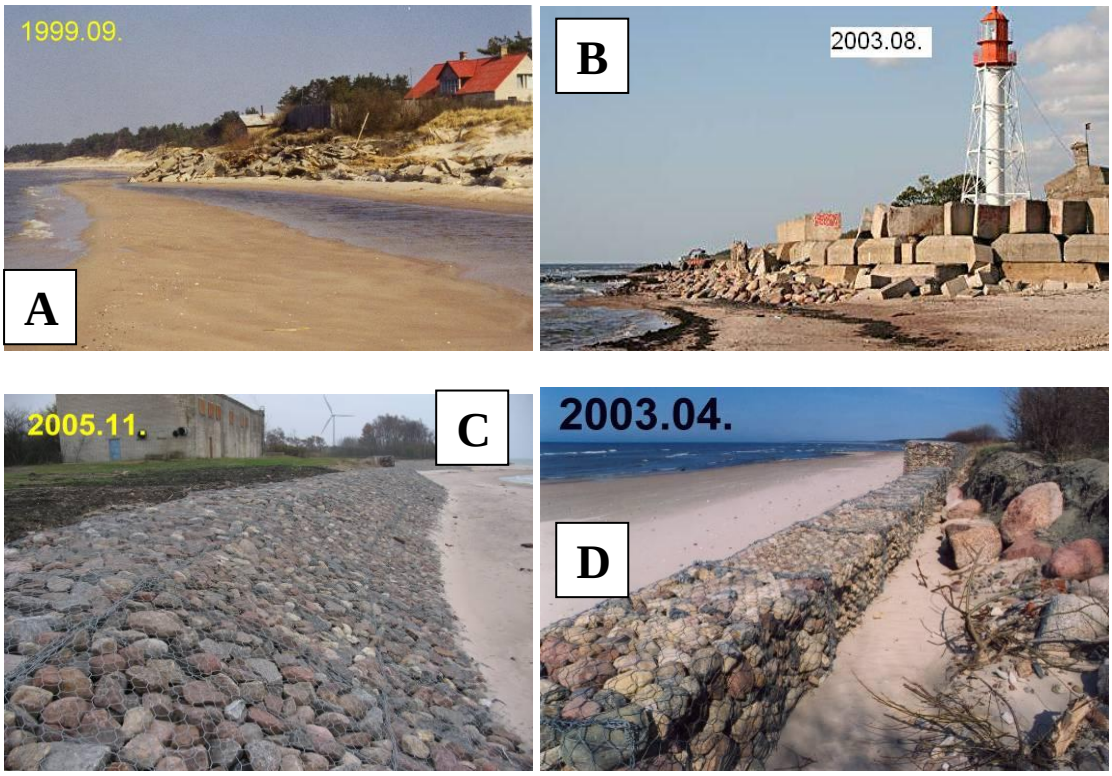
Latvijas piekrastē ar masīvām un daļēji masīvām jeb konstrukciju metodēm ārpus ostu teritorijām kopumā krasti ir nostiprināti apmēram 5,3 km garumā (5.1. att.). Precīzs nostiprināto posmu garums nav pārliecinoši nosakāms, jo vairākos gadījumos esošo preterozijas būvju tehniskais stāvoklis un funkcionalitāte ir vērtējama kā neatbilstošs.



5.1. att. Esošās (2014. gada jūnijs) jūras krasta preterozijas būves Latvijā.

Latvijas pieredze mērķtiecīgi lietojot krasta aizsardzības bezkonstrukciju jeb elastīgās metodes (piebarošanu) ir ļoti ierobežota. Par dažiem izņēmumiem var uzskatīt epizodiskus gadījumus, kad no mazo ostu akvatorijas, upju grīvām un kuģu ceļa

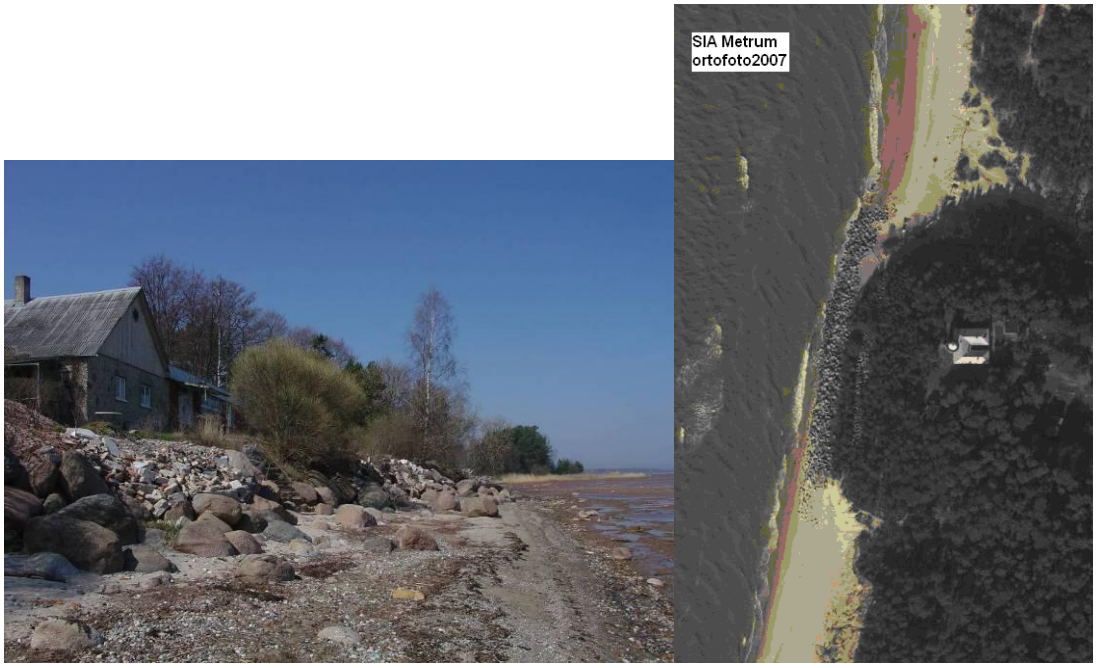
izņemtais materiāls ticis uzskalots vai novietots pludmalē tiešā veicamo rakšanas/padziļināšanas darbu tuvumā.
Dažādu objektu aizsardzība un krasta nogāzes virsūdens daļas erozijas ierobežošana, izmantojot masīvas vai daļēji caurlaidīgas būvkonstrukcijas, notiek atsevišķos īsos posmos, izmantojot galvenokārt pasīvā tipa objektus (5.2. att.).
Tā kā katra ar krasta preterozijas aizsargbūvēm segtā posma garums ir mazs un visas būves (izņemot Papes kanāla būnas) pieder pie pasīvā tipa, tad to ietekme ir novērojama galvenokārt kā erozijas intensitātes palielināšanās īsos blakus iecirkņos, kompensējoties sanešu garkrasta plūsmā radītajam deficītam un koncentrējoties vētras straumju enerģijai, kā arī kā pastiprināta konstrukciju piekājē esošā materiāla erozija, pieaugot atstarotajai viļņu enerģijai[35], [19].



5.2. att. Jūras krasta aizsargkonstrukcijas Baltijas jūras Kurzemes piekrastē:
A – būvgružu un laukakmeņu krāvums Bernātos pie Veckrūmu mājām, B – kombinētas būvgružu, betona bloku un koka pāļu konstrukcijas pie Papes bākas, C – ar akmeņiem pildītu slīpu stiepļu grozu konstrukcijas pie Liepājas NAI, D – ar akmeņiem pildītu stiepļu grozu konstrukcijas Pāvilostā 450 m uz ZA no ostas ziemeļu mola

Latvijas piekrastē esošajiem nostiprinātajiem krasta posmiem nav raksturīgu īpaši augstas koncentrācijas vietu – tie ir izkliedēti visā piekrastē. Visbiežāk krasta nostiprinājumi Latvijā ir tikuši veidoti no vietējiem dabas materiāliem. Tā piemēram, daudzviet Rīgas līča zvejniekciemos ir sastopami garkrasta laukakmeņu krāvumi (5.3. att.).

[35] Nepublicēti LU ĢZZF Jūras krastau laboratorijas dati (2010.-2014.)
[19] Lapinskis, J., 2009. Preterozijas pasākumi Baltijas jūras Latvijas krastā. *Latvijas Universitātes 67. zinātniskā konference*. Referātu tēzes. Rīga, lpp. 211-212.



5.3. att. Kreisajā pusē – laukakmeņu un būvgružu krāvums (rip-rap) apbūves aizsardzībai Valgalciemā. Labajā pusē – masīvu betona tetrapodu rip-rap pie Užavas bākas.

Pēc funkcijas līdzīgi, taču masīvāki un veidoti no dzelzsbetona prizmām vai tetrapodiem, šādi krāvumi izvietoti arī pie vairākām bākām Baltijas jūras Kurzemes piekrastē (5.3. att.). Vairumā gadījumu, krastam paralēlo rip-rap krāvumu ierīkošana pat tikai dažu simtu metru garos posmos ir novedusi pie pludmales izzušanas un erozijas pastiprināšanās blakus iecirkņos.
Kā īpašs objekts krasta erozijas kontekstā noteikti jāpiemin masīvās fortifikācijas būves, kas 20. gadsimta sākumā izbūvētās uz ziemeļiem no esošās Liepājas ostas. Tās, lai arī daļēji sagrautas, turpina funkcionēt kā savdabīgs krasta stiprinājums, noturot krasta līniju un radot likumsakarīgās sekas – pludmales izzušanu un erozijas pastiprināšanos tālāk uz ziemeļiem (5.4. att. kreisajā pusē).

5.4. att. Kreisajā pusē – Liepājas Ziemeļu fortu drupas. Labajā pusē – kārklu un kāpu graudzāļu stādījumi kāpu stabilizācijai Ventspils dienvidu daļā.

Krastam perpendikulāri „aktīvie" objekti, kuru primārā funkcija būtu saistīta ar erozijas ierobežošanu, Latvijā nav būvēti. Piekrastē ir saglabājušies apmēram desmit no koka pāļiem veidoti zvejnieku steķi, kuru ietekme uz krasta procesiem ir niecīga.
Vairākos relatīvi blīvi apdzīvotos un atpūtnieku aktīvi apmeklētos krasta posmos ar augstu antropogēno slodzi, kur krasta nogāzē ir pieejami vērā ņemami smilšaino sanešu krājumi (Ventspils, Jūrmala, Rīgas līča D un DR zvejniekciemi), atkārtoti,

sākot no 20. gs. 60-tajiem gadiem, ir veikta kāpu veģetācijas atjaunošana, stādot kārklus, kāpu graudzāles u.c. augus (5.4. att. labajā pusē). Tas ticis darīts, lai veicinātu eolo akumulāciju priekškāpas joslā un paātrinātu krasta nogāzes atjaunošanos pēc erozijas epizodēm, kā arī, lai novērstu smilšu pārpūšanu iekšzemē un uzlabotu pludmales rekreācijas kvalitāti.

5.1 Krasta nostiprināšanas pieredze Latvijā – Liepājas NAI teritorijas piemērs

Viens no vērienīgākajiem preterozijas objektiem Latvijā 500 m garumā 2006. gadā tika ierīkots pie Liepājas NAI (5.5. att.). Izvēlētais risinājums – slīpa gabionu siena, kas līdz šim vēl daļēji saglabājusi savu funkcionalitāti no vienas puses aizsargājot NAI, taču no otras puses ir izraisījusi ievērojamu krasta erozijas pastiprināšanos uz ziemeļiem no nostiprinātā posma.

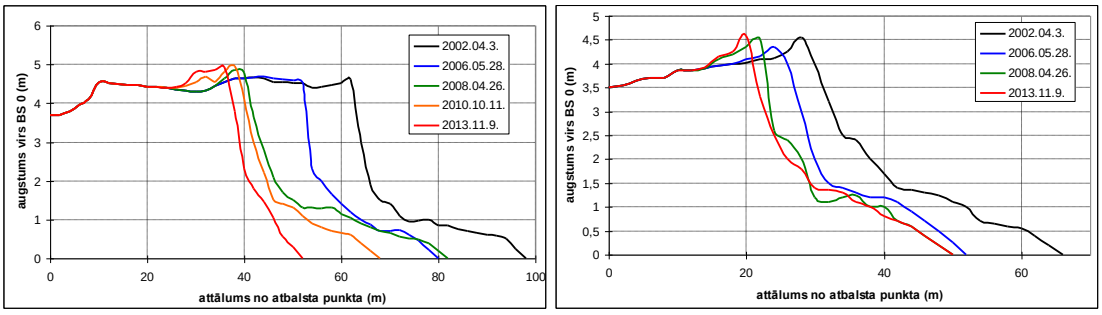
5.5. att. Kreisajā pusē – stiepļu grozos pildītu oļu uzskalošanās siena (gabioni) – garkrasta stiprinājums Liepājas NAI aizsardzībai (2006. gads). Labajā pusē – 1982. gadā ierīkoto un pilnībā sabrukušo preterozijas būvju atliekas pie Liepājas NAI 2013. gadā. (uz koka pāļiem novietotu autoriepu hibrīdkonstrukcija)

Saskaņā ar dažādu iepriekšēji veiktu pētījumu rezultātiem Liepājas ostas negatīvā ietekme uz krasta sanešu bilanci sniedzas 5-9 km tālu uz ziemeļiem[8]. Dominē viedoklis, ka mūsdienās ostas un fortu drupu radītā ietekme uz krasta sistēmu visaktīvāk izpaužas aptuveni 4 km garā posmā no „dienvidu drupām" līdz Šķēdei.
Instrumentālu mērījumu dati, kā arī vēsturiskā kartogrāfiskā materiāla analīze ļauj apgalvot, ka laika posmā kopš 20. gs. 30-tajiem gadiem aptuveni 4 km garajā krasta iecirknī starp „dienvidu drupām" un Šķēdi krasts ir atkāpies par 70-150 m, bet atsevišķos īsos iecirkņos krasta atkāpšanās pārsniedz pat 240 m. Būtiski piebilst, ka lielākā daļa no šiem 240 m ir noskaloti tieši pēdējo 30-40 gadu laikā.
Kopš 2007. gada janvāra krasta erozija ietekmē tikai to krasta iecirkni, kas atrodas tiešā Liepājas NAI krasta stiprinājumu tuvumā, kā arī uz ziemeļiem no tā. Pateicoties spēcīgu vētru trūkumam, gandrīz nekur citur Latvijā šo pēdējo septiņu gadu laikā krasta erozija vērā ņemamā apjomā nav notikusi[35], taču pie Liepājas NAI tā turpinās un ir daļēji iznīcinājusi 2006. gadā ierīkotos krasta preterozijas stiprinājumus. Līdz ar to var apgalvot, ka aizsargbūves ierīkošanas rezultātā sanešu deficīts pastiprinās to piekājē un uz ziemeļiem no tās (5.6. att.).

[8] Eberhards, G., 2003. *Latvijas jūras krasti.* Latvijas Universitāte, Riga, 259 lpp.
[35] Nepublicēti LU ĢZZF Jūras krastau laboratorijas dati (2010.-2014.)

5.6 att. Liepājas NAI gabionu ziemeļu daļa 2013. gadā. Aizsargbūves pastiprinātās erozijas rezultātā notikusi tās daļēja sabrukšana, kas tikusi kompensēta ar laukakmeņu uzbērumu (rip-rap). Būves piekājē pludmale ir pilnībā noskalota.

Uz ziemeļiem no Liepājas NAI teritorijas ir izvietoti vairāki LJKĢPM sistēmas stacionāri, kuros iegūtie dati ļauj secināt, ka, daļēji pateicoties krasta stiprinājumu radītajam sanešu apmaiņas pārtraukumam, pēdējo desmit gadu laikā īss krasta iecirknis 100 m garumā ir atkāpies par 25-30 m un zaudējis aptuveni 70 m^3/m sanešu materiāla. Tālāk virzienā uz ziemeļiem, aptuveni 500 m attālumā no nostiprinātā krasta posma erozijas intensitāte ir bijusi ievērojami zemāka. Aptuveni vienu km uz ziemeļiem no Liepājas NAI teritorijas krasta atkāpšanās praktiski nav notikusi (5.7..att.).



5.7. att. Kreisajā pusē – krasta nogāzes virsūdens daļas šķērsprofila izmaiņas 40 m uz Z no Liepājas NAI krasta stiprinājumiem. Labajā pusē – krasta nogāzes virsūdens daļas šķērsprofila izmaiņas 500 m uz ziemeļiem no NAI.

Ņemot vērā krasta erozijas augsto intensitāti un esošo gabionu relatīvi īso sagaidāmo ekspluatācijas periodu, jau 2007. gadā tika veikts dažādu preterozijas būvju alternatīvu izvērtējums, starp kuriem par piemērotāko tika atzīta vienas aptuveni 700 m garas krastam subperpendikulāras masīvas būnas izbūve 100 m uz ziemeļiem no esošā gabionu stiprinājuma. Pagaidām (2014. gada oktobris) aizsargbūves ierīkošana nav uzsākta.
Sagaidāms, ka krasta atkāpšanās ātrums 500 m garā posmā uz ziemeļiem no NAI būs par 20-25% lielāks par fona ātrumu, ja esošie Liepājas NAI krasta stiprinājumi tiks uzturēti esošajā garumā un netiks pieļauta to sabrukšana.

5.2 Krasta nostiprināšanas pieredze Latvijā – priekškāpu atjaunošana un masīvas krasta aizsargbūves Jūrmalā

Pretstatā Liepājas ziemeļu daļai, tādas intensitātes viļņošanās, kuras laikā Jūrmalas pilsētā ūdens erodē pludmales augšējo daļu un eolā reljefa piekāji, ir novērojamas samērā reti – vidēji reizi piecos gados. Līdzšinējie novērojumi liecina, ka tādas vētras, kuras apdraud pamatkrastu un var pilnībā erodēt tur esošās embrionālās kāpas, novērojamas vidēji tikai reizi 10-15 gados, kad relatīvais ūdenslīmenis piekrastē paaugstinās vairāk kā par 1,7 m. Mūsdienās Jūrmalā ir izplatīti zemi, smalku un ļoti smalku smilšu veidoti krasti, kas atbilstoši Latvijas jūras krasta erozijas riska novērtējumam pieder pie pirmās līdz ceturtajai klasei, un tikai vietām raksturojas ar hronisku eroziju, kuras kompensācija starpvētru periodos praktiski nenotiek. Nākotnē, realizējoties nelabvēlīgākajām klimata maiņas prognozēm, nulles scenārija gadījumā (neveicot nekādus krasta eroziju ierobežojošus pasākumus), Jūrmalas pilsētā sagaidāma riska klašu paaugstināšanās.

Daļēji pateicoties sistemātiski veiktajiem reaktīvajiem krasta erozijas seku novēršanas un ierobežošanas pasākumiem, krasta nogāzes augšējās daļas atjaunošanās pēc erozijas epizodēm Jūrmalā parasti notiek pilnā apjomā ar diviem nozīmīgiem izņēmumiem – trešās un ceturtās erozijas riska klases iecirkņos Kaugurciemā ar garumu 1,5-2,0 km, un Majoru-Dubultu iecirknī ar garumu 2,0-2,5 km. Šeit dabiskā atjaunošanās pēc vētrām notiek ļoti lēni dažādu dabisku un antropogēnu iemeslu dēļ:

- pludmali veido un starpvētru periodos nelielā apjomā papildina ļoti smalkas smiltis, kas nodrošina gruntsūdens kapilāro pacelšanos līdz pat pludmales virsmai, „neļaujot" smilšu virskārtai nožūt un tikt pārpūstai kāpu joslā (2. att.);
- notiek lēna vidējā ūdenslīmeņa paaugstināšanās;
- krasta nogāzes dabisko pārveidošanos un erozijas-akumulācijas ciklu traucē masīvas krasta aizsargbūves (atbangošanas sienas un gabioni) – to piekājē vētru laikā pastiprināti veidojas izskalojumi;
- ziemā arvien retāk veidojas ledus, kas varētu ierobežot vētras viļņu iedarbību uz krastu;
- biežāk novērojamo vēju virziens nav labvēlīgs kāpu augšanai;
- pludmales augšējā daļā un embrionālo kāpu zonā ir ļoti augsta antropogēnā slodze (veģetācijas izbradāšana) (5.8. att.)

5.8. att. Kreisajā pusē – pludmales augšējā daļa ar ļoti intensīvas „rekreācijas" slodzes pazīmēm Kaugurciemā. Veģetācijas dabiska atjaunošanās nav iespējama. Labajā pusē – smilšu un organiskas izcelsmes jūras sapludu sajaukuma pārvietošana no pludmales zemās daļas priekškāpas zonā Kaugurciemā.

Jau pagājušā gada 60-tajos un 70-tajos gados Jūrmalas pilsētā pēc 1967. un 1969. gadu orkānu izraisītās katastrofālās krasta erozijas epizodēm tika veikti mēģinājumi „piebarot" krasta nogāzes augšējo daļu, izmantojot smilšu materiālu no pludmales

zemās daļas un seklūdens (<0,5 m dziļumā) joslas[36]. Šādu pasākumu pielietošanas lietderība un ar to saistītie riski ir ļoti diskutabls jautājums, jo to rezultātā sanešu apjoms krasta profilā netiek palielināts, bet ūdenslīnija pietuvojas pamatkrastam, palielinot nākotnē iespējamo erozijas epizožu magnitūdu. Visbiežāk izmantotie pēcvētru „sanācijas" pasākumi ir smilts un organogēnā (sapludu) materiāla pārvietošana priekškāpas zonā, lai veicinātu tās pašatjaunošanos un aizpildītu erozijas radītos pārrāvumus. Šo aizsardzības pasākumu veikšana norisinās daudzviet Jūrmalas robežās. Vairākkārt pēdējo 40 gadu laikā ir veikta arī kārklu un kāpu graudzāļu stādīšana, arī ar mērķi veicināt eolo akumulāciju un priekškāpas atjaunošanos (5.8. att.).

Divdesmitā gadsimta astoņdesmito gadu beigās M. Buša vadībā tika izstrādāts un realizēts maza apjoma „zaļais" krasta nostiprināšanas projekts Majoru-Dubultu posmā. Tiešā pasākuma ilgtermiņa efektivitāte ir grūti novērtējama, jo to ietekmes un lietderības monitorings nenotika. Neskatoties uz to, tika secināts, ka kāpu niedres stādījumi ir jāpapildina ar kārklu mietu sētiņām un zaru pinumiem, kuru loma ir izbradāšanas novēršana un papildus eolās akumulācijas veicināšana. Sētiņu (arī salīdzinoši masīvu) loma tiešas viļņu erozijas ierobežošanā ir niecīga, tāpēc tās jāveido zemas un vieglas. Tika secināts arī, ka vēlamais sētiņu augstums ir 0,5-0,7 m, tās ierīkojamas vienā līdz divās rindās, iedzenot stabiņus smiltīs līdz 0,6-0,8 m dziļumam.

Kopš divdesmitā gadsimta pirmās puses Jūrmalas centrālajā daļā fragmentāri ir tikušas ierīkotas krasta preterozijas būves, kas pieder pie Latvijā un pasaulē par tradicionālu uzskatītu vienkāršu, krasta līnijai subparalēlu, pasīvu konstrukciju tipa. Analoģiska ietekme uz krasta procesiem ir arī krasta zonā esošo ēku pamatiem (5.9. att.). Epizodiski novērojumi un mērījumi, kas veikti kopš pagājušā gadsimta astoņdesmitajiem gadiem, ļauj secināt, ka ilgākā laika periodā, abpus nostiprinātajiem krasta iecirkņiem, vētru laikā nebūtiski pastiprinās erozija, bet to frontē samazinās pludmales joslā esošo sanešu apjoms. Līdzšinēji tāda apmēra negatīva ietekme, kas skartu plašāku krasta posmu (tālāk par 100-200 m no būvēm), nav viennozīmīgi apstiprināma. Jāpiebilst, ka krastam subparalēlo aizsargbūvju ietekme uz krasta procesiem blakus esošajos iecirkņos vistiešākajā veidā ir atkarīga no nostiprinātā posma kopējā garuma. Jūrmalas gadījumā atsevišķu aizsargbūvju garums nepārsniedz 100-150 m.

[36] Eberhards, G., Saltupe, B., 1993. Latvijas jūras krastu monitorings. *Vides monitorings Latvijā 3*, Rīga, 46 lpp.

5.9. attēls. Traucēta krasta nogāzes augšējās daļas atjaunošanās – paaugstināta erozijas riska cēlonis. Majori (2010. gads)

5.3 Situācija projekta pilotteritorijās

5.3.1 Pāvilosta

Detalizēta mūsdienu krasta evolūcijas analīze

Pilotteritroija atrodas Piemares līdzenuma krasta joslā, Pāvilostas ziemeļu daļā aptuveni 500 m uz ziemeļaustrumiem no ostas mola. Krasta joslā ierīkoti vairāki LJKĢPM nivelēšanas profili. Secinājumi par krasta izmaiņām un esošo preterozijas būvju ietekmi uz to balstīti galvenokārt nivelēšanās profilu analīzē. Teritorija atbilst trešajai erozijas riska klasei (2.13. att.).

Pludmale parasti ir 25-40 m plata, to veido grantainas smalkas smiltis ar oļiem (dominē smiltis). Laika posmā kopš 2007. gada februāra vētras pludmales platums un apjoms palielinās. Pludmales augšējā daļā parasti dominē smalko smilšu frakcija, kas tur uzkrājas arī eolās akumulācijas dēļ. Virspludmales reljefu veido zema (relatīvais augstums 1 m) erozijas kāple, kas izveidota senākā eolās akumulācijas ķermenī – iespējams bijušajā priekškāpā. Mūsdienu eolo procesu intensitāte virspludmales reljefā ir ļoti zema. Laika periodā no 2006. līdz 2014. gadam vidējais vējnesto smilšu akumulācijas temps ir bijis mazāks par 0,02 m^3/m gadā. Krasta posma novietojumam tiešā Pāvilostas ostas tuvumā ir liela nozīme tajā notiekošo eksodinamisko procesu intensitātē. Baltijas reģionam tipiskās dienvidrietumu virziena vētras teritoriju ietekmē relatīvi maz, jo tā atrodas tā saucamajā molu „ēnas zonā". Krasta nogāzes virsūdens daļas erozija notiek samērā reti un mazā apjomā. Var pat uzskatīt, ka Pāvilostas ostas ietekmē notikušās sākotnēji straujās krasta zonas izmaiņas pakāpeniski stabilizējas. Pēdējie erozijas gadījumi konstatēti 1993., 1999., 2001. un 2005. gada vētrās, kad tika noskaloti attiecīgi 1 – 8 m^3/m materiāla (5.10. att.). Krasta nogāzes virspludmales daļas atjaunošanās notiek ļoti ierobežotā apjomā. Pirms gabionu ierīkošanas virspludmales reljefa robežas (pamatkrasta robežas) pārvietošanās iekšzemes virzienā notika ar daudzgadīgo vidējo ātrumu 0,4 m/gadā.

5.10. att. Krasta erozija Pāvilostas pilotteritorijā pirms gabionu izbūves. 2000. gada janvāris.

Pāvilostas pilotteritorija aptuveni iezīmē vietu, no kuras sākas Latvijas piekrastē plašākā un izteiktākā ilgstošas jūras krasta noskalošanas (erozijas) zona.

Pilotteritoriju raksturojošajam krasta iecirknim piemīt sanešu deficīts. Vētru laikā notiekošā pamatkrasta erozija vēlākajos pēcvētras gados nekompensējas. Bezvētru gados sanešu uzkrāšanās nelielā apjomā notiek tikai pludmalē. Ņemot vērā augsto gruntsūdens līmeni pludmalē, ko nodrošina tās smalkgraudainais sastāvs un tuvu apakšā iegulošie glacigēnie ūdens mazcaurlaidīgie nogulumi, sausas vēja pārnesei piemērotas smiltis iecirknī pieejamas tikai vasaras mēnešos. Epizodiski pludmalē ir novērojama vējnestu smilšu ceļošana ZA virzienā subparalēli krasta līnijai – eolais tranzīts.

Iepriekšēji veiktie preterozijas pasākumi, to ietekme

Pilotteritorijas ziemeļu daļā, aptuveni 50 m uz ZA no tagadējo gabionu novietojuma, pagājušā gadsimta deviņdesmitajos, kā arī īsi pēc gadsimtu mijas ir notikuši vairāki mēģinājumi nostiprināt pamatkrasta robežu ar tradicionālām „vieglā tipa" metodēm. Erozijas kāples priekšā ir tikuši novietoti laukakmeņi un būvgruži (5.11. att.). Konkrēto krasta stiprinājumu funkcionalitāte ir izrādījusies neatbilstoša, tāpēc vētras viļņu ietekmē strauji notika to sagrūšana. Galvenie iemesli bija[19]:

- izmantotā rip-rap materiāla nelielie izmēri un svars,
- uzbēruma nelielais apjoms,
- uzbēruma pamatnes trūkums.

5.11. att. Kreisajā pusē – būvgružu uzbērums (rip-rap) nākamo gabionu ierīkošanas vietā. 2000. gada oktobris. Labajā pusē – gabionu otrās kārtas centrālā daļa pēc to ierīkošanas 2003. gada pavasarī.

[19] Lapinskis, J., 2009. Preterozijas pasākumi Baltijas jūras Latvijas krastā. *Latvijas Universitātes 67. zinātniskā konference*. Referātu tēzes. Rīga, lpp. 211-212.

5.12. att. Krasta nostiprinājumi (gabioni) Pāvilostas ZA daļā.

Ņemot vērā 2001. gadā notikušo vētru radītos nozīmīgos izskalojumus Pāvilostas ziemeļu daļā, pilotteritorijā 100 m garumā pludmales augšējā daļā tika ierīkots pasīvs krasta līnijai subparalēls stiprinājums ar laukakmeņiem pildītu stiepļu grozu (gabionu) formā (5.11. un 5.12. att). Konstrukcijas centrālo daļu 35 m garumā veido masīvs vairāku gabionu krāvums ar vertikālu frontālo daļu aptuveni 2,0 m augstumā, stiprinājuma spārnos novietoto gabionu augstums ir aptuveni 1,0 m.
2005. gada janvārī orkāna „Katrīna" laikā viļņošanās intensitāte un vējsadzinumu līmenis bija atbilstošs vētrai ar 2-5 % varbūtību. Vētras laikā būtiski tika deformēta krasta nostiprinājumu zemāka daļa. Papildus tam notika atplūstošā ūdens izraisīta dziļumerozija nostiprinājumu piekājē, kuras rezultātā pasliktinājās grunts nestspēja un gabionu jūrup vērstā puse iegrima par 0,3-1,1 m. Nostiprinājumu ZA daļā notika daļēja gabiona sabrukšana un tā funkcionalitātes dramatiska samazināšanās, kā rezultātā vētras viļņu iedarbība skāra pamatkrastu aiz gabionu frontes (5.13. att.). Deformācijas skāra arī gabionu masīvāko daļu, kuras pamatne iegrima pludmales smiltīs par 0,3-0,6 m. Neskatoties uz to, būve pilnībā saglabāja savu funkcionalitāti.

5.13. att. Pāvilostas krasta stiprinājumu (gabionu) pirmā kārta. 2005. gada janvāra vētrā konstrukcija sagāzusies rotējot uz priekšu un funkcionējusi tikai daļēji (foto – 2005.03.).

Laika posmā kopš 2007. gada janvāra Kurzemes rietumu piekrastē nav tikusi reģistrēta neviena nozīmīga erozijas epizode. Neskatoties uz to, krasta nogāzes augšējās daļas atjaunošanās pilotteritorijā ir notikusi ļoti lēni. Šobrīd lielākā daļa gabionu zemākās daļas ir pārklāta ar eolās akumulācijas ceļā uzkrātām smiltīm (5.14. att.). Gabiona masīvākas daļas piekājē vējnesto smilšu akumulācija nenotiek, arī smilšu pārvietošanās pāri un uzkrāšanās aiz gabiona augstās daļas nav iespējama.
Ilgstoši novērojumi dabā, iepriekšēji veikti pētījumi[37] un nivelēšanas profilu dati liecina, ka krasta stiprinājuma ietekme uz kopējo krasta stabilitāti īsā un vidējā termiņā (5-20 gadi) ir vērtējama pozitīvi. To nosaka:

- nostiprinātā krasta posma nelielais garums (nostiprinātajā posmā radītais dabiskās smilšu apmaiņas iztrūkums līdzšinēji sasniedz tikai 300-500 m^3 un pagaidām tiek pilnībā kompensēts uz zemūdens nogāzē un blakus iecirkņos esošo sanešu rēķina),
- zemākajā gabionu daļā ir iespējama ierobežota sanešu apmaiņa starp pludmali un virspludmales reljefu,
- viens no nozīmīgākajiem pastiprinātas krasta erozijas cēloņiem pilotteritorijā ir saistāms ar ostas hidrotehnisko būvju klātbūtni un tās radīto pārtraukumu garkrasta sanešu apmaiņā, kas novedis pie deficīta apstākļu izveidošanās Pāvilostas ZA daļā.

[37] Lapinskis J., 2010. Dynamic of the Kurzeme coast of the Baltic proper. *Summary of doctoral thesis*. University of Latvia press, Rīga, 69 p.

5.14. att. Kreisajā pusē – krasta stiprinājumi pilotteritorijā 2014. gada augustā. Labajā pusē – krasta erozijas pastiprināšanās vētras laikā virs fona līmeņa pie nostiprinājumu ZA gala. (2005.03.)

Jāpiebilst, ka esošajiem krasta stiprinājumiem piemīt arī visas šāda tipa konstrukcijām raksturīgās negatīvās īpašības, kuru izpausmes intensitāte ir relatīvi nenozīmīga, pateicoties objekta nelielajam garumam un nesenajai vēsturei. Kā nozīmīgākais trūkums ir uzskatāma erozijas pastiprināšanās pie nostiprinājuma galiem, un īpaši – pie tā ZA gala (5.14. att.)

Pāvilostas erozijas riska iecirkņiem pielietojamo nākotnes risinājumu alternatīvas, to izvērtējums

Izvērtējot nodaļās 8.1.1. un 8.1.2. aprakstītos apstākļus, ir iespējams apgalvot, ka Pāvilostas ZA daļas krasta iecirknī ir pieļaujama un ieteicama krasta preterozijas pasākumu realizācija, kuru galvenais mērķis būtu erozijas riska mazināšana esošajās problēmvietās un krasta procesu nepārtrauktības saglabāšana.

Iespējamo krasta preterozijas pasākumu kontekstā pilotteritorijā ir svarīgi šādi aspekti:

- nepieciešams saglabāt rekreācijas iespējas pludmalē;
- viens no būtiskākajiem krasta erozijas cēloņiem ir antropogēns (ostas ārējās hidrotehniskās būves);
- krasta atkāpšanās ilgtermiņā var apdraudēt vairākas dzīvojamās ēkas un citus objektus;
- nav viennozīmīgi vērtējama krasta erozijas ietekme uz krastā esošajiem dabas objektiem un vērtībām;
- teritorijas novietojums un krasta līnijas orientācija ir atbilstoša intensīvai krasta procesu attīstībai;
- garkrasta sanešu kustības komponente ir nozīmīga;
- teritorijā jau ierīkoti krasta preterozijas objekti.

Atbilstoši šim var secināt, ka krasta procesu modifikācija, izmantojot tradicionālās masīvās pasīvā vai aktīvā tipa krasta aizsargbūves nav optimāla, tomēr ir pieļaujama ierobežotā apjomā, prioritizējot vieglākas būves ar īsāku ekspluatācijas laiku.

Sanešu akumulāciju veicinošu „zaļo" pasākumu (kārklu, priežu, kāpu graudzāļu stādījumu u.c.) pielietošana nav ieteicama un to efektivitāte būs zema hroniska, izteikta un pieaugoša smalkgraudaino sanešu deficīta krasta nogāzē dēļ (materiāla nav pietiekami, lai starpvētru periodos varētu izveidoties vērā ņemamas eolās akumulācijas reljefa formas).

Lai nodrošinātu teritorijai raksturīgo ar krasta attīstību saistīto ģeoloģisko procesu nepārtrauktību, kā arī, lai uzlabotu kāpu joslas stāvokli (papildus uzlabojot rekreācijas resursu kvalitāti), par Pāvilostai vispiemērotāko ir uzskatāma krasta sistēmas „piebarošana". Piemērota granulometriskā sastāva smiltis ir ieteicams izvietot pludmales vidējā un augšējā daļā aptuveni 300 m garā posmā. Tas ļautu samazināt vētras viļņu koncentrēšanās sekas esošajā zemajā pludmalē, kā arī veicinātu embrionālās kāpas veidošanos un nostiprināšanos tajā krasta iecirkņa daļā, kur tā ir fragmentēta un iznīcināta. Kopējais vēlamais pieberamo smilšu apjoms ir nosakāms tikai, veicot atbilstošu procesu matemātisko modelēšanu. Tomēr, ņemot vērā vides apstākļu ziņā salīdzināmas teritorijas, var pieņemt, ka kopējais krasta stabilitātes nodrošināšanai nepieciešamo smilšu apjoms nepārsniegs 100000 m^3 desmit gadu periodā. Būtiski piebilst, ka izmantojot smilšu piebarošanu, ir kategoriski

nepieciešams papildināt to ar dažādiem eolo akumulāciju veicinošiem un atpūtnieku plūsmu regulējošiem papildpasākumiem. Ilgtermiņā krasta piebarošanas stratēģija var dot papildus ieguvumus, samazinot krasta atkāpšanās intensitāti arī tālāk uz ZA ārpus Pāvilostas.

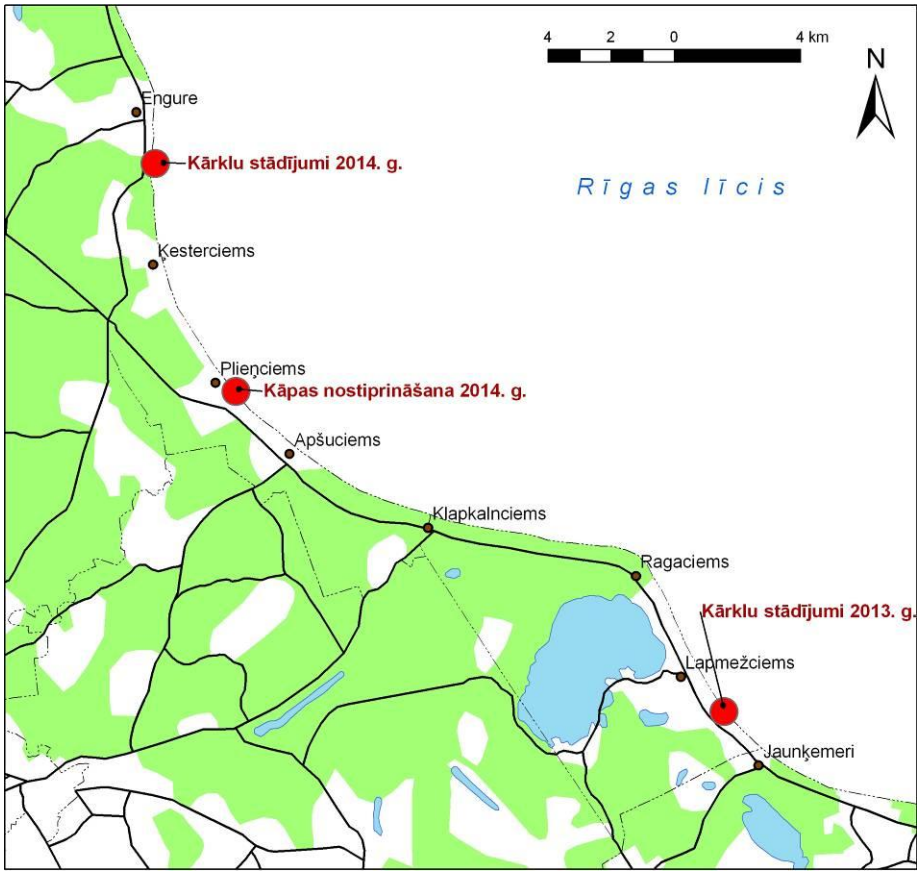
5.3.2 Engures novads

Detalizēta mūsdienu krasta evolūcijas analīze

Pilotteritorija atrodas Rīgas līča rietumu krastā, Piejūras zemienes Engures līdzenumā Engures novada teritorijā (Engurē, Plieņciemā un Bigauņciemā) (2.19., 5.15. un 5.16. att.). Trīs pilotteritorijas objektu tiešā tuvumā atrodas 16 LJKĢPM nivelēšanas profili.

5.15. att. Labajā pusē – trešās-ceturtās erozijas riska klases krasta iecirknis 1,8 km uz dienvidiem no Engures. Labajā pusē – otrās-trešās erozijas riska klases krasta iecirknis pie Plieņciema baltās kāpas ĪADT.

Pludmale visos pilotteritorijas objektos ir šaura un sezonāli mainīga. Tās platums svārstās robežās no 10 līdz 35 m. Engures objektā pludmali veido slāņu un lēcu veidā sakārtots dažāda rupjuma smilts/grants un oļu materiāls, tai piemīt liels slīpums. Zemākajā pludmales daļā, apmēram 2-4 m platā joslā ir augstāka rupjo frakciju koncentrācija, turpretī pludmales augšējā daļa ir pārklāta ar smiltīm. Ap ūdenslīniju bieži ir novērojami atmirušu jūras augu un aļģu saskalojumi. Plieņciemā un Bigauņciemā pludmalē dominē smalkas smiltis (5.17. att.).



5.16. att. Pilotteritoriju izvietojums Engures novada piekrastē.

5.17. att. Kreisajā pusē – Bigauņciema krasta iecirknis ar 2013. gada kārklu stādījumiem. Labajā pusē – Bigauņciema iecirknis 2014. gada ziemā, fonā – Siliņupītes mols.

Eolo procesu intensitāte virspludmales reljefā visos iecirkņos ir ļoti zema. Laika periodā no 1990. līdz 2014. gadam vidējais vējnesto smilšu akumulācijas temps ir bijis mazāks par 0,05 m^3/m gadā (izņemot Plieņciemu). Tas uzskatāms par tipisku Rīgas līča Kurzemes krastam. Krasta posma novietojumam ir liela nozīme tajā notiekošo eksodinamisko procesu intensitātē. Baltijas reģionam tipiskās dienvidrietumu un rietumu virziena vētras pilotteritoriju parasti neietekmē, tāpēc krasta nogāzes virsūdens daļas erozija notiek ļoti reti un, neskatoties uz sanešu materiāla deficītu iecirknī, kopējais erozijas temps nav liels. Pēdējie nozīmīgie erozijas gadījumi konstatēti 1993., 1999. un 2001. gada vētrās, kad tika noskaloti 2-8 m^3/m materiāla. Krasta nogāzes atjaunošanās notiek, profilam pakāpeniski pārkārtojoties iekšzemes virzienā. Virspludmales reljefa robežas (pamatkrasta robežas) pārvietošanās iekšzemes virzienā kopš 90-to gadu sākuma notikusi par 2-10

m. Atbilstoši dalījumam pēc erozijas riska Engures novadā izplatīti pirmās līdz ceturtās klases iecirkņi (2.19. att.). Visos pilotteritorijas objektos, izņemot Plieņciemu, faktiski nav priekšāpas, virspludmales reljefu veido jūras erozijas/akumulācijas terase.
Plieņciemā pēdējo 20 gadu laikā saglabājas jūras krasta erozijas (noskalošanas) un akumulācijas (nogulumu uzkrāšanās) procesu dinamisks līdzsvars ar ļoti vāji izteiktu akumulācijas pārsvaru. Tomēr krasta šķērsprofilu analīze liecina, ka zemūdens nogāzē samazinās sanešu apjoms un turpmāko iespējamo vētru laikā priekšāpa var tikt erodēta un smilšu pārpūšana dabas lieguma „Plieņciema kāpa" robežās turpināsies/atjaunosies.
Atpūtnieku radītie veģetācijas bojājumi priekšāpas frontālajā un kores daļā (taciņas) Plieņciema objektā rada labvēlīgus apstākļus vēja erozijas attīstībai. Priekšāpas aizvēja nogāzē novērojama vāja smilšu akumulācija (0,1-0,2 m^3/m gadā)[35].

Līdz 2013. gadam veiktie preterozijas pasākumi, to ietekme
Engures novada teritorijā preterozijas vai erozijas seku novēršanas pieredze ir samērā sena. Kopumā visus pielietotos risinājumus ir iespējams iedalīt divās grupās: kārklu stādījumi un vienkāršu krastam subparalēlu pasīvu nostiprinājumu ierīkošana, izmantojot galvenokārt dabas materiālus – laukakmeņus vai koka pāļus[8] (5.18. att.).
Minēto preterozijas būvju ierīkošana ir notikusi Lapmežciemā, Ragaciemā un Klapkalnciemā. Savukārt eolās akumulācijas veicināšana ar kārklu stādījumiem ir veikta vairākās vietās Apšuciema, Ragaciema, Bigauņciema teritorijā. Vairākos iecirkņos Lapmežciemā un Bigauņciemā ir ierīkoti gan laukakmeņu rip-rap krāvumi pludmales augšējā daļā, gan stādīti kārkli.
Pie Siliņupītes grīvas esošais mols, kura funkcija sākotnēji nav bijusi saistīta ar krasta erozijas ierobežošanu, šobrīd samazina erozijas intensitāti aptuveni 200 m garā posmā galvenokārt Z virzienā. Savukārt uz dienvidiem no tās, kombinējoties ilglaicīgai mola ietekmei un Siliņupītes radītā pludmales pazemināuma ietekmei, ir izveidojusies aptuveni 200 m gara pastiprinātas erozijas zona.

5.18. att. Kreisajā pusē – krasta preterozijas būve (laukakmeņu rip-rap) Lapmežciemā pie Starpiņu mājām (2010. gads). Labajā pusē – pie „veco" krasta nostiprinājumu gala notikusi krasta erozijas pastiprināšanās Bigauņciemā 2001. gada novembra vētrās.

Pielietoto risinājumu efektivitāte variē ļoti plašā diapazonā – un galvenokārt ir bijusi atkarīga no sākotnējās krasta erozijas intensitātes konkrētajā vietā. Ņemot vērā, ka pirms vairākiem desmitiem gadu ierīkoto laukakmeņu krāvumu tehniskais izpildījums bija neatbilstošs krasta nostiprinājumu funkcionalitātes sasniegšanai vietās ar augstu

[35] Nepublicēti LU ĢZZF Jūras krastau laboratorijas dati (2010.-2014.)
[8] Eberhards, G., 2003. *Latvijas jūras krasti.* Latvijas Universitāte, Riga, 259 lpp.

erozijas intensitāti, tie lielākoties ir sabrukuši, deformēti un funkcionē tikai daļēji (Lapinskis, 2010). Pretēji tam, krasta iecirkņos, kas atbilst otrajai un trešajai erozijas riska klasei, minēto risinājumu efektivitāte un sagaidāmā ilgtspēja ir apmierinoša.
Līdzīgi kā daudzviet citur Latvijas piekrastē atsevišķu Engures novadā esošo krasta stiprinājumu garums ir neliels (50-200 m) un kopējais skaits – mazs, tāpēc to negatīvā ietekme (pārtraukta sanešu apmaiņa starp krasta nogāzes daļām) uz krasta sistēmas kopējo stabilitāti ir nenozīmīga. Tomēr lokālas dabas izmaiņas krasta procesu tendencēs ir novērojamas un vietās ar jau sākotnēji augstāku erozijas intensitāti, ir novērojama tās tālāka pastiprināšanas īsos (50-100 m) iecirkņos blakus nostiprinātajam posmam. Nivelēšanas profilu analīze norāda uz lokālu pludmales sanešu apjoma samazināšanos, kas, savukārt, paaugstina pamatkrasta erozijas risku ilgtermiņā (5.18. att.).
Kārklu stādījumu efektivitāte vairākos Engures novada piekrastes iecirkņos joprojām ir aktīvas diskusijas objekts. Ņemot vērā, ka atsevišķu stādījumu vecums pārsniedz 20-30 gadus, ir iespējams izdarīt secinājumus par to vidēja termiņa efektivitāti, salīdzinājumā ar fona teritorijām. Vairumā gadījumu vērā ņemamas eolās akumulācijas reljefa veidošanās nav notikusi. Arī tajos krasta posmos, kur sākotnēji krasts bijis stabils un pakļauts tikai retām erozijas epizodēm, kārklu stādījumu ierīkošana (kas parasti notikusi īsi pēc šādām erozijas epizodēm kā sanācijas forma) nav veicinājusi krasta līnijas izvirzīšanos jūrup. Praktiski visur krasta līnija ir saglabājusies stabila un sanešu apjoms krasta nogāzes augšējā daļā ilgtermiņā ir mainījies maz. Neskatoties uz to, krasta iecirkņos ar kārklu stādījumiem sanešu apjoms virspludmales reljefā ir lielāks kā blakus esošos, par fona situāciju uzskatāmos, iecirkņos. Tas ļauj secināt, ka iecirkņi ar stādījumiem katastrofālas vētras gadījumā lokāli spēs nodrošināt labāku aizsardzību pamatkrastam.
Pretēji minētajam lokālam ieguvumam, var apgalvot, ka kārklu stādījumi līdzīgi masīvām aizsargbūvēm, bet mazākā apjomā, pasliktina kopējo krasta sistēmas stabilitāti, netiešā veidā paaugstinot erozijas risku blakus iecirkņos. Kā viens no šādas negatīvas ietekmes mehānismiem ir minama kārklu stādījumu radītā pludmales augšējās daļas un virspludmales reljefa aizaugšana (ilgākā termiņā – pat apmežošanās) ar priekškāpai neraksturīgām, tostarp arī invazīvām, augu valsts sugām. Papildus tam, šādas „aizaugušas" priekškāpas nav pievilcīgas pludmales apmeklētājiem un netieši koncentrē to plūsmu neaizaugušajās piekrastes daļās. No krasta sistēmas stabilitātes viedokļa piekrastes apmeklētāju augsta koncentrācija īsos iecirkņos nav vēlama.
Nākas secināt, ka dabas procesiem jūras krasta zonā ir raksturīgs savdabīgs pseidocikliskums, kura acīmredzamākā izpausme ir erozijas/migrācijas/degradācijas un atjaunošanās/stabilizācijas periodu mija. Vairumā gadījumu tas nozīmē, ka apsaimniekošanas un aizsardzības pasākumu kopums, kas, iespējams, ilgstoši ir bijis piemērots kādai teritorijai, minētā pseidocikla ekstrēmu gadījumā vairs nav pilnībā atbilstošs.

2013. un 2014. gadā ierīkoto eolo akumulāciju veicinošo „zaļo" risinājumu tiešās ietekmes un efektivitātes novērtējums pētījuma periodā

Bigauņciems (5.19. att.):

- erozijas risks iecirknī atbilst 3 klasei,
- stādījumu ierīkošana notika 2013. gada maijā,
- kopgarums – 700 m,
- stādījuma joslas (rindas) platums – 0,6-0,8 m,

- stādījumu novietojums – subparalēli krasta līnijai, pludmales augstākajā daļā pie robežas ar esošās veģetācijas fragmentiem,
- stādāmais materiāls – kārklu zari 3-5 cm diametrā (> 5 gadus veci dzinumi), 1,5-1,7 m garumā (0,5 m ieraktā daļa),
- attālums starp stādiem – 0,8-1,0 m,
- suga – smilšu kārkls (*Salix daphnoides*)
- apsakņošanās sekmes 2013. gada rudenī – 93 % (5.19. att.),
- postījumi un augu bojāeja 2014. gada rudenī – 12-15 %.

5.19. att. Kreisajā pusē – kārklu stādījumu rinda Bigauņciema pludmalē trīs mēnešus pēc darbu veikšanas (2013. 08.). Labajā pusē - kārklu stādījumi Bigauņciemā 2014. gada jūlijā.

Novērojumu periodā turpinās bezvētru apstākļi un vērā ņemamas ar viļņošanos saistītas krasta nogāzes pārveidošanās nav notikušas ne fona teritorijā, ne stādījumu zonā. Stādījuma efektivitātes novērtēšanai tika ierīkoti četri nivelēšanas šķērsprofili, kuros līdz 2014. gada oktobrim atkārtoti mērījumi tika veikti sešas reizes. Nivelēšanas profilos iegūtie dati ļauj secināt, ka vējnesto smilšu akumulācija pastiprinājusies ļoti nebūtiski. Profila augstums stādījumu zonā salīdzinot ar fona situāciju divu sezonu laikā ir pieaudzis par 0,02-0,19 m. Kopējais aprēķinātais efektīvais akumulācijas apjoms visā stādījumu rindas garumā veido 10-20 m^3 (5.20. att).

5.20. att. Vējnesto smilšu uzkrāšanās Bigauņciema kārklu stādījumu rindas ietekmē (2014. gads).

Neskatoties uz pagaidām ļoti zemo pasākuma tiešo efektivitāti, atsevišķos kārklu rindas posmos, pateicoties atpūtnieku plūsmas virzībai tai apkārt, ir vērojama citu pludmales smiltājiem raksturīgu augu sugu nostiprināšanās, kas smilšu akumulāciju veicina ievērojami labāk. Turklāt palielinoties kārklu stādījuma blīvumam (parādoties jauniem dzinumiem), ir sagaidāma eolās akumulācijas ievērojama pastiprināšanās.

Tomēr pateicoties smilšu aizturēšanai stādījumu joslā, aiz tiem var sākties pastiprināta aizaugšana un krasta joslai raksturīgo biotopu degradācija.
Par neviennozīmīgi vērtējamu pielietotā erozijas riska mazināšanas risinājuma īpašību var uzskatīt to iespējamo „īslaicību". Spēcīgas vētras gadījumā kārklu stādījumu rinda var tikt pilnībā noskalota, tā radot zaudējumus piekrastes apsaimniekotājam. Tomēr jāņem vērā, ka minētā iespējamā „īslaicība" ir arī šīs metodes galvenā priekšrocība – tā netraucē krasta nogāzes dabisko pārveidošanos, ļauj notikt sanešu migrācijai pa nogāzi no augšas uz leju un atpakaļ.

Engure (5.21. att.):

- erozijas risks iecirknī atbilst 3-4 klasei,
- stādījumu ierīkošana notika 2014. gada aprīlī,
- kopgarums (vairāki posmi) – 700 m,
- stādījuma joslas (rindas) platums – 0,6-0,7 m,
- stādījumu novietojums – subparalēli krasta līnijai, pludmales augstākajā daļā pie erozijas kāples pamatnes,
- stādāmais materiāls – kārklu zari 2-4 cm diametrā (3-7 gadus veci dzinumi), 1,0-1,2 m garumā (0,5 m ieraktā daļa),
- attālums starp stādiem – 0,6-0,7 m,
- suga – smilšu kārkls (*Salix daphnoides*)
- apsakņošanās sekmes 2014. gada rudenī – 88 % (apsakņošanās sekmes ievērojami mazākas bija tiem kārklu spraudeņiem, kuriem stādīšanas laikā bija daudz zaru),
- postījumi un augu bojāeja – nenozīmīgi.

Stādījuma efektivitātes novērtēšanai tika ierīkoti četri nivelēšanas šķērsprofili, kuros līdz 2014. gada oktobrim atkārtoti mērījumi tika veikti trīs reizes. Vērā ņemamas ar viļņošanos saistītas krasta nogāzes pārveidošanās nav notikušas ne fona teritorijā, ne stādījumu zonā. Vējnesto smilšu akumulācijas pastiprināšanās pirmajā gadā pēc stādījumu ierīkošanas praktiski nav notikusi. Profila augstums stādījumu zonā, salīdzinot ar fona situāciju, ir mainījies robežās no -0,05 līdz +0,08 m. Kopējais aprēķinātais efektīvais akumulācijas apjoms veido tikai 3-8 m^3 (5.21. att.).
Pagaidām ļoti zemo stādījumu efektivitāti var uzskatīt par pašsaprotamu, jo stādījumu blīvums sākotnēji ir ļoti zems un neveicina smilšu uzkrāšanos. Domājams, ka trīs līdz piecu gadu periodā smilšu akumulācijas temps varētu būtiski palielināties un pārsniegt fona situāciju par 0,1-0,2 m^3/m/gadā. Jāņem vērā arī, ka Engures iecirknī krasta zonā ir ļoti maz „brīvo" smilšu.
Engures objektā, kur erozijas riska pakāpe ir augstāka kā Bigauņciemā, ilglaicīga stādījumu saglabāšanās arī ir mazvarbūtīga, tomēr, ņemot vērā šim krasta iecirknim raksturīgo zemo vētru atkārtojamību (kopš 2005. gada vērā ņemamas krasta erozijas epizodes nav reģistrētas), risinājuma pielietošana uzskatāma par pamatotu arī no investīciju riska viedokļa.

5.21. att. Kārklu stādījumu rinda un saistītā eolā akumulācija Engures pilotteritorijā (1,6 km attālumā uz D no Engures ostas) 2014. gadā.

Deflāciju mazinošo un piekrastes apmeklētāju pārvietošanos organizējošo risinājumu tiešās ietekmes un efektivitātes novērtējums pētījuma periodā

Plieņciema pilotteritorijā

Epizodiski novērojamā jūras krasta erozija Plieņciema kāpas lieguma krasta joslas daļā, izmainot stabilizējušos krasta nogāzes šķērsprofilu (noārdot priekškāpas frontālo daļu), īslaicīgi (uz 2-3 gadiem) palielina brīvo vējnesto smilšu apjomu un tās daļēji tiek pārpūstas arī aiz priekškāpas frontes esošajā pelēko kāpu un „tuksnešaino" smiltāju zonā. Šādi apstākļi veicina īpašo liegumam raksturīgo jūras krastam tuvo, neaizaugušo smiltāju zonas saglabāšanos. Turklāt ir jāņem vērā, ka nenozīmīga fragmentācija priekškāpas frontē un korē veicina augāja bioloģiskās daudzveidības saglabāšanos. Tas nozīmē, ka ārpus pludmales apmeklētāju koncentrācijas vietām nav vēlama pārmērīgu ar krasta nostiprināšanu saistītu pasākumu veikšana (ieskaitot „zaļos" risinājumus). Kāpu graudzāļu vai kārklu stādījumu ierīkošana var veicināt smilšu uzkrāšanos priekškāpas frontālajā daļā, bet negatīvā ietekme (galvenokārt kā apmežošanās ātruma palielināšanās) vērtējama kā nozīmīgāka. Turklāt, ņemot vērā specifisko situāciju, krasta erozijas zemo riska līmeni iecirknī (2-3 klase), kā arī draudu trūkumu apbūvei un infrastruktūras objektiem, krasta erozijas mazināšana un kāpas stabilizācijas veicināšana nav vēlama.

2014. gada maijā Plieņciema centrālajā daļā lieguma „Plieņciema kāpa" robežās tika veikta 2006. gadā ierīkoto un savu laiku nokalpojušo vēja eroziju ierobežojošo un atpūtnieku plūsmu regulējošo nožogojumu atjaunošana un jaunu posmu ierīkošana. Ierīkošanai tika izmantoti neimpregnēti skujkoku mieti un kārklu klūgas/zari. Vidējais nožogojumu augstums ir 0,4-0,6 m. Pasākuma mērķis primāri bija vērsts uz atpūtnieku un piekrastes apmeklētāju plūsmas organizēšanu, nepieļaujot stihisku pārvietošanos atsevišķās lieguma daļās (5.22. att.).

5.22. att. Kreisajā pusē – vēja erozijas ierobežojošajai paredzēts žogs 2014. gada jūlijā. Labajā pusē – kāpu reljefa apmežošanās ar priedi Plieņciema pilotteritorijā.

Lai novērtētu pasākumu efektivitāti un citas iespējamās izmaiņas, veikto darbu zonā tika ierīkoti trīs dažādi vērsti nivelēšanas profili un mērījumi tajos tika atkārtoti trīs reizes. Mērījumu dati un atkārtoti vizuālie novērojumi ļauj secināt, ka priekškāpas joslā ir notikusi nebūtiska smilšu akumulācijas pastiprināšanās (salīdzinot ar laika periodu no 2000. līdz 2013. gadam). Aiz priekškāpas frontes iekšzemes virzienā esošajā krasta reljefa daļā reljefa izmaiņas 2014. gada vasarā bija mazākas par iespējamo mērījumu kļūdu un ir uzskatāmas par nebūtiskām. Vizuālie novērojumi un fotodokumentācija liecina, ka daļā klajās lieguma zonas turpina pastiprināties aizaugšana un apmežošanās ar priedi, kas ir pretrunā ar lieguma DAP[38] (5.22. att.). Iespējams nožogojumu un taku izvietojums ir jāpārskata tā, lai traucējumi daļēji apmežotajā kāpas zonā pastiprinātos un daļēji atjaunotos smilšu ceļošana.

Engures novada erozijas riska iecirkņiem pielietojamo nākotnes risinājumu alternatīvas, to izvērtējums

Izvērtējot aprakstītos apstākļus, ir iespējams apgalvot, ka Engures novada teritorijā ir pieļaujama un ieteicama vienkāršotu krasta preterozijas un sanācijas pasākumu realizācija, kuras galvenais mērķis būtu krasta procesu nepārtrauktības atjaunošana pie „vecajām" krasta aizsargbūvēm un priekškāpu atjaunošanās/jaunveidošanās veicināšana.

Iespējamo krasta preterozijas pasākumu kontekstā pilotteritorijā ir svarīgi šādi aspekti:

- nepieciešams saglabāt rekreācijas iespējas pludmalē;
- lielākajā teritorijas daļā krasta erozijas cēloņi nav saistīti ar antropogēniem traucējumiem (izņēmums – pie vecajām preterozijas būvēm);
- krasta atkāpšanās rada tiešus draudus >10 dzīvojamām ēkām un infrastruktūras objektiem;
- šķietami paradoksālā kārtā netraucēta krasta erozija ir viens no dabas lieguma „Plieņciema kāpa" dabas vērtību saglabāšanas nosacījumiem;
- teritorijas novietojums un krasta līnijas orientācija ir atbilstoša relatīvi vājai krasta procesu attīstībai;
- garkrasta sanešu kustības komponente ir nozīmīga;
- teritorijā senāk ierīkotu krasta preterozijas objektu ietekme novērojama tikai lokāli.

Var secināt, ka krasta procesu modifikācija, izmantojot tradicionālās masīvās pasīvā vai aktīvā tipa krasta aizsargbūves, ir pieļaujama tikai izņēmuma gadījumā, prioritāšu skalā novietojot tās viszemāk.

Sanešu akumulāciju veicinošu „zaļo" pasākumu (kārklu, priežu, kāpu graudzāļu stādījumu u.c.) pielietošana ir ieteicama, neskatoties uz sagaidāmo zemo efektivitāti. Apsaimniekošanas pasākumi, kas vērsti uz Plieņciema kāpas īpašo dabas vērtību saglabāšanu, var būt arī šķietamā pretrunā ar universāli atbalstāmo „labo praksi" – krasta reljefa un veģetācijas dabiskās viengabalainības (nepārtrauktības un „sukcesijas dabiskuma") atjaunošanu. Plieņciema kāpas gadījumā atpūtnieku plūsmas organizēšanai un deflācijas ierobežošanai paredzēto pasākumu apjoms nedrīkstētu

[38] Dabas lieguma „Plieņciema kāpa" dabas aizsardzības plāns (2005-2015).

pārsniegt zināmu robežu – tam būtu jāpieļauj arī esošās veģetācijas traucējumi un erozija.

Rīgas līča Kurzemes piekraste kopumā un Engures novada pilotteritorija jo īpaši, ir ļoti labi piemērota tā saucamo bezkonstrukciju preterozijas pasākumu (piebarošanas) īstenošanai. Ņemot vērā to, ka erozijas riska teritorijas ir izveidojušās ļoti lēnā un ilgstošā sanešu deficīta apstākļos notikušā krastu evolūcijas procesā, sistēmas papildināšana ar relatīvi nelielu (pretstatā citām Latvijas piekrastes daļām) ārpussistēmas smilšu apjomu ļautu ievērojami uzlabot gan vairāku senāk neveiksmīgi īstenotu preterozijas objektu dēļ degradētu pludmales posmu rekreācijas kvalitāti, gan sasniegt tiešo mērķi – nodrošināt krastu stabilitāti nozīmīgi ilgā termiņā.

Piemērota granulometriskā sastāva smiltis ir ieteicams izvietot pludmales vidējā un augšējā daļā ceturtajai erozijas riska klasei atbilstošajos posmos. Kopējais vēlamais pieberamo smilšu apjoms ir nosakāms tikai, veicot atbilstošu procesu matemātisko modelēšanu. Tomēr, ņemot vērā vides apstākļu ziņā salīdzināmas teritorijas, var pieņemt, ka kopējais visa novada erozijas riskam pakļauto krasta iecirkņu stabilitātes nodrošināšanai nepieciešamo smilšu apjoms nepārsniegs 70000 m^3 desmit gadu periodā. Būtiski piebilst, ka, izmantojot smilšu piebarošanu, ir kategoriski nepieciešams papildināt to ar dažādiem eolo akumulāciju veicinošiem un atpūtnieku plūsmu regulējošiem papildpasākumiem. Ilgtermiņā krasta piebarošanas stratēģija var dot papildus ieguvumus, samazinot krasta erozijas risku arī citos novada iecirkņos un Jūrmalas pilsētā.

6 Rekomendācijas

Atbilstoši iepriekšējās nodaļās apskatītajai krastu apsaimniekošanas pieredzei, kas gūta gan dažādos krasta posmos Latvijā, gan dabas apstākļu ziņā salīdzināmās teritorijās kaimiņvalstīs, gan liela mēroga starptautisku pētījumu projektu ietvaros citviet pasaulē, šajā nodaļā ir apkopotas Latvijas apstākļiem atbilstošākās (ieteicamās) darbības, kuru mērķis būtu gan esošās krasta erozijas radīto nevēlamo seku mazināšana, gan tādu apstākļu, kas var novest pie erozijas pastiprināšanās un kopējās krastu stabilitātes pazemināšanās, nepieļaušana. Rekomendācijas ir strukturētas atbilstoši erozijas riska klašu dalījumam (skat. nod. 3.3.).
Uz jebkuru preterozijas būvi ir attiecināmi MK 16.03.2010. noteikumu Nr. 261 „Meliorācijas sistēmu un hidrotehnisko būvju būvniecības kārtība", 1.punkts, kas nosaka īpašu būvniecības procesa kārtību hidrotehnisko būvju celtniecībai, kā arī MK 23.08.2005. noteikumi Nr. 631 „Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 224-05 „Meliorācijas sistēmas un hidrotehniskās būves"", kas cita starpā nosaka prasības arī jaunbūvējamo, rekonstruējamo un renovējamo inženieraizsardzības būvju un hidrotehnisko būvju projektēšanai.

1. klase
Jebkādi darbi, kas vērsti uz nākotnē iespējamās viļņu erozijas ierobežošanu, kā arī uz eolās akumulācijas papildu veicināšanu **nav ieteicami**. Par izņēmumu uzskatāmas situācijas, kur saimnieciskās darbības vai augstas rekreācijas slodzes dēļ attīstās vēja deflācija un notiek vējnesto smilšu pārpūšana iekšzemē (piemērs – Ventspils dienvidu daļa), ja vien deflācijas ierobežošana nav pretrunā ar ĪADT DAP.

2. klase
Jebkādi darbi, kas vērsti uz nākotnē iespējamās viļņu erozijas ierobežošanu, kā arī uz eolās akumulācijas papildu veicināšanu **nav ieteicami**. Klasei atbilstošajos iecirkņos ar augstu rekreācija slodzi ir ieteicama atpūtnieku plūsmas regulēšana kāpu zonā (vai priekškāpā) izmantojot virs grunts līmeņa paaugstinātas laipas. Priekškāpas frontālajā daļā vēlama epizodiska (reizi 3-5 gados vai pēc erozijas epizodes) teritorijai raksturīgās veģetācijas (kāpu graudzāļu) stādīšana, kompensējot slodzes radītos traucējumus (piemērs – Jūrmala).

3. klase
Darbi, kas vērsti uz nākotnē iespējamās viļņu erozijas ierobežošanu, ir **pieļaujami** tikai tajos krasta posmos, **kur 2025. gada erozijas riska zonā vai tiešā tās tuvumā (<5 m) atrodas apbūve vai pastāvīgi infrastruktūras objekti.** Šīs klases iecirkņos, kas tiek intensīvi izmantoti rekreācijā jebkādu preterozijas būvju ierīkošana nav ieteicama.
Pielietojamie pasākumi prioritizējami sekojoši:

1. Epizodiska krasta nogāzes augšējās daļas piebarošana ar konkrētajai vietai atbilstošu smalkgraudainu materiālu (smiltīm). Optimāls rezultāts ir panākams veicot piebarošanu reizi 5-10 gados ar intensitāti 10-20 m^3/m (atkarībā no piebarojamā krasta posma garuma). Piebarošanai pakļauto krasta posmu kopgarums konkrētā riska klases iecirkņa robežās nav ierobežots;
2. „Zaļie" eolo akumulāciju veicinošie un esošās kāpu veģetācijas saglabāšanos veicinoši pasākumi (viegli vidē sadalošies nožogojumi, gājēju laipas uc.) ja vien deflācijas ierobežošana nav pretrunā ar ĪADT DAP;

3. Izņēmuma gadījumos pieļaujama vienkāršotu atvieglota tipa invazīvo preterozijas pasākumu (laukakmeņu rip-rap uc. no nesaistītiem elementiem veidotas būves) pielietošana ļoti īsos (<100 m) iecirkņos, nosakot par obligātu veikt kompensējošus 1. un 2. prioritātes pasākumus gadījumā, ja būves ietekmē tās tuvumā notiek fonam neatbilstošas krasta nogāzes izmaiņas (erozijas pastiprināšanās). Segto krasta posmu īpatsvars konkrētajā erozijas riska klases iecirknī ir jāierobežo līdz 5% (aprēķinot blīvumi ir jāņem vērā iecirknī jau esošas „vecās" preterozijas būves). **Pieņemot lēmumu par invazīvu pasākumu īstenošanu (attiecināms arī uz IV un V erozijas riska klasi) jāparedz risinājuma ietekmes uz krasta stabilitāti monitorings. Monitorings nepieciešams arī jau esošajām preterozijas būvēm.** Monitoringa ietvaros nosakāmas ikgadējās pludmales sanešu apjoma izmaiņas tiešā būves piekājē/tuvumā, 20-100 m attālumā no būves segtā krasta iecirkņa (abos spārnos), kā arī fona situācijā.

4. klase

Darbi, kas vērsti uz nākotnē iespējamās viļņu erozijas ierobežošanu, ir **pieļaujami** tikai tajos krasta posmos**, kur 2025. gada erozijas riska zonā vai tiešā tās tuvumā (<5 m Rīgas līcī un <10 m Baltijas jūrā) atrodas apbūve vai pastāvīgi infrastruktūras objekti.**

Pielietojamie pasākumi prioritizējami sekojoši:

1. Piebarošana ar intensitāti 10-20 m^3/m reizi 5-8 gados Rīgas līcī un 20-40 m^3/m reizi 3-8 gados Baltijas jūrā. **Krasta iecirkņos, kur erozija pastiprinājusies galvenokārt pateicoties ostu ārējo hidrotehnisko būvju radītajiem traucējumiem (2.6. att.), par viennozīmīgi piemērotāko risinājumu no krasta procesu nepārtrauktības nodrošināšanas viedokļa ir uzskatāma ostas un kuģu ceļa uzturēšanas darbos iegūtās nepiesārņotās grunts izmantošana piebarošanā.**
2. Gadījumos, kad pludmalē un zemūdens nogāzes seklūdens daļā (līdz 2 m dziļumam) dominē smalkgraudainie saneši (piemērs – Bernātu rags, Jūrmala), ir ieteicama reaktīva pēcvētras (tuvākā gada laikā) sanācija – „zaļo" pasākumu izmantošana krasta nogāzes atjaunošanās veicināšanai. Izņēmums – piekrastē esoši ĪADT.
3. Ir pieļaujama atvieglota tipa invazīvo preterozijas pasākumu izmantošana īsos (<300 m) iecirkņos. Segto krasta posmu īpatsvars konkrētajā erozijas riska klases iecirknī ir jāierobežo līdz 10%.

5. klase

Darbi, kas vērsti uz nākotnē iespējamās viļņu erozijas ierobežošanu, ir **pieļaujami** tikai tajos krasta posmos**, kur 2025. gada erozijas riska zonā vai tiešā tās tuvumā (<10 m) atrodas apbūve vai pastāvīgi infrastruktūras objekti.**

Pielietojamie pasākumi prioritizējami sekojoši:

1. Piebarošana ar intensitāti 20-50 m^3/m reizi 2-5 gados. Ja piebarošanas darbi tiek veikti izmantojot smalkgraudainu smilšu materiālu (<0,3 mm) tie jāpapildina ar „zaļajām" smiltāju stabilizācijas metodēm. Citos gadījumos V riska klases iecirkņos „zaļās" metodes uzskatāmas par galēji nelietderīgām.
    - rekreācijas slodzes radītā ietekme uz krasta stabilitāti šīs klases iecirkņos ir vērtējama kā maznozīmīga, tāpēc atpūtnieku piekļuves pludmalei un drošības nodrošināšanai ierīkojamo pagaidu infrastruktūras objektu tipam un blīvumam nav vērā ņemamas

nozīmes. Ierīkošana veicama ņemot vērā citus, tiešā veidā ar krasta procesiem nesaistītus vides un dabas aizsardzības aspektus un apsaimniekošanas ērtības.

2. Atvieglota tipa invazīvie preterozijas pasākumi.

Tradicionālās preterozijas būves no masīviem vai savstarpēji saistītiem elementiem (gabioni, atbangošanas sienas, sanešiem necaurlaidīgas būnas, tērauda rievsienas uc.). 2. un 3. prioritātes risinājumu izmantošana pieļaujama vidēji garos (<500 m) iecirkņos. Segto krasta posmu īpatsvars konkrētajā erozijas riska klases iecirknī ir jāierobežo līdz 10%.

Izmantoto informācijas avotu saraksts

- Aminiti, P., Cipriani, L.E., Pranzini, E., 2002. Beach erosion control along the Golfo di Follonica: Actual hard protections vs. potential soft solutions. *Littoral 2002, 6th International Symposium*, Portugal, 355-363.
- Eberhards G., Lapinskis J., 2008. Baltijas jūras Latvijas krasta procesi. Atlants. LU Akadēmiskais apgāds, Rīga, 64 lpp.
- Eberhards, G., 2000b. Jūras stāvkrasta noskalošana Jūrkalnē un prognozes. *LU 58. Zinātniskā konference. Referātu tēze*s. Latvijas Universitāte, Rīga, lpp.39-41.
- Eberhards, G., Saltupe, B., Lapinskis, J., 2004. Jūras krasta ģeoloģisko procesu monitorings. *Latvijas Universitātes 62. zinātniskā konference. Referātu tēzes*. Latvijas Universitāte, Rīga, lpp.198-199.
- Eberhards G., Grīne I., Lapinskis J., Purgalis I., Saltupe B., Torklere A., 2009. Changes in Latvia's Baltic seacoast (1935-2007). *Baltica*, 22 (1), 11-22.
- Eberhards, G., 2003. *Latvijas jūras krasti.* Latvijas Universitāte, Riga, 259 lpp.
- Eberhards, G., Purgalis, I., 2008. Pieaugošo Latvijas jūras krastu eroziju sekmējošie faktori. *Klimata mainība un ūdeņi.* Latvijas Universitāte, Rīga, lpp. 40-48.
- Eberhards, G., Saltupe, B., 1993. Latvijas jūras krastu monitorings. *Vides monitorings Latvijā 3*, Rīga, 46 lpp.
- Eberhards, G., Saltupe, B., 2002. Latvijas jūras krastu jūtīgums pret noskalošanu vētrās un riska zonas. *Latvijas Universitātes 60. Zinātniskā konference. Referātu tēzes*. Latvijas Universitāte, Rīga, lpp.144-147.
- EUROSION (Living with Coastal Erosion in Europe). 2004. European Commision
- Furmanczyk, K., Gudzinska-Nowak, J., 2009. Extreeme storm impact to the coastline changes: South Baltic example. Journal of Coastal Research, SI56, pp. 1637-1640.
- French, P.W., 2001. Coastal Defences: processes, problems and solutions. Routledge, London, 325 p.
- Dabas lieguma „Plieņciema kāpa" dabas aizsardzības plāns (2005-2015).
- De Mas, C., Sodergren, J., 2010. *Modeling Coastal Erosion in Bjarred, Lomma Municipality. Long Term Evolution and Protective Measures,* Masters thesis TVVR 10/5024.
- Gulbinskas, S., Mileriene, R., Žaromskis, R., 2009. Coastal management measures in Lithuanian Baltic coast. In: Coastal Engineering 2008, Proceedings of the 31st International Conference, Vol. 5, Singapore, pp. 4042-4052.
- Grinbergs, E., 1957. *Pozdnyelednikovaya i poslelednikovaya istorya poberezhya Latvijskoi SSR*. Izdatelstvo Akademii Nauk LSSR, Riga, 122 s
- http://likumi.lv/doc.php?id=115151
- http://likumi.lv/doc.php?id=207112

- http://likumi.lv/doc.php?id=42348
- Lapinskis, J., 2002. Shore erosion on the Latvian open Baltic coast associated with 1999 and. 2001 storm events. NorFA seminar. *Environment and Setling along the Baltic Sea coasts throgh time.* Abstracts. Pärnu, pp.11-12.
- Lapinskis J., 2010. Dynamic of the Kurzeme coast of the Baltic proper. *Summary of doctoral thesis*. University of Latvia press, Rīga, 69 p.
- Lapinskis, J., 2003. Atklātas Baltijas jūras Latvijas pludmales kā jūras krastu mūsdienu dinamiskās attīstības indikators. *Latvijas Universitātes 61. zinātniskā konference*. Referātu tēzes. Rīga, lpp.158-160.
- Lapinskis, J., 2009. Preterozijas pasākumi Baltijas jūras Latvijas krastā. *Latvijas Universitātes 67. zinātniskā konference*. Referātu tēzes. Rīga, lpp. 211-212.
- *Nepublicēti LU ĢZZF Jūras krastau laboratorijas dati (2010.-2014.)*
- Nordstrom, K. F., 1994. Developed coasts. In: Carter R.W.G., Woodroffe C.D. (eds) *Coastal evolution*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 477-511.
- Noslēguma pārskats par Valsts pētījumu programmu „KALME" (2010.)
- Orviku, K., Tonisson, H., Aps, R., Kotta, I., Martin, G., Suursaar, U., Tamsalu, R., Zalesny, V., 2008. *Environmental impact of port construction*: Porto f Sillamae case study. In: 2008 IEEE/OES US.EU-Baltic International Symposium, 350-359.
- Pranzini, E., 2009. Protection studies at two recreational beaches: Poetto and Cala Gonone beaches, Sardinia, Italy. In *Beach Management*, eds. Williams, A., Micallef, A., Earthscan, London, 287-306.
- Pranzini, E.; Williams, A., (Ed.) 2013. Coastal erosion and protection in Europe. Routledge: London, New York, 457 pp.
- Reeve, D. E., Fleming, C. A., 1997. A statistical–dynamical method for predicting long term coastal evolution. *Coastal Engineering*, 30, pp. 259-280.
- Saltupe, B., Eberhards, G., 1990. Metodika sozdanya i expluotacii sistemy` regional`nogo monitoringa plyazhei (na primere Rizhskogo zaliva). *Exodinamicheskye procesy i metodi ih isledovanya*, 574, s 7-17.
- Tonisson, H., Suursaar, U., Orviku, K., Jaagus, J., Kont, A., Willis, D., Rivis, R., 2011. Changes in coastal processes in relation to changes in large-scale atmospheric circulation, wave parameters and sea levelsin Estonia. *Journal of Coastal Research*, SI 64, 701-705.
- Torklere, A., 2008. *Latvijas mūsdienu lēzeno jūras krastu virsūdens daļas dinamika*. Promocijas darba kopsavilkums, Latvijas Universitāte, Rīga, 72 lpp.
- Ul`st, V., 1965. Diferenciacy`a peschanogo materyala po forme zeren v pribrezhno-morskyh uslovyah. *Baltica*, 2, s 167-180.
- Ulsts, V., 1998. *Baltijas jūras Latvijas krasta zona*. Valsts Ģeoloģijas Dienests, Rīga, 96 lpp.
- Valloni, R., Ferretti, O., Barsanti, M., Ugolott, M., 2003. The morpho-sedimentological types of Italian coasts and their suspectibility to sea-level rise: Afirst approximation. Quaternary Coastal Morphology and Sea Level Changes, Puglia, v-vi.

- Veinbergs, I., Grinbergs, E., Danilans, I., Ulst, V., 1974. Pozdneledníkovaya i poslelednikovaya istorya Baltiki po materiālam izuchenya Latviyskogo poberezya. *Baltica* 5, s 89-93.
- Veinbergs, I., Danilans, I., 1992. Evolycija sovremmenogo morskogo berega Latviy. *Evolycija beregov v uslovijah podnyatya urovnya okeana*. Nauka, Moskva, s 116-121.
- Žaromskis, R., 2007. Impact of harbour moles and acces channels on the South-East Baltic shore zone. Geography, 43(1), pp. 12-20.
- Žaromskis, R., Gulbinskas, S., 2010. Main patterns of coastal zone development of the Curonian Spit, Lithuania. Baltica, 23(2), pp. 146-156.
- Žilinskas, G., 2005. Trends in dynamic processes along the Lithuanian Balyic coast. Acta Zoologica lituanica, 15(2), pp. 204-207.
- Žilinskas, G., Jarmalavičus, D., Pupienis, D., 2003. The influence of nearshore sediment supplies on the coast. *The Geographical Yearbook,* XXXVI, pp. 99-109.

Pielikumi

1. pielikums. Praktiska informācija nekustamo īpašumu īpašniekiem par krasta erozijas mazināšanas iespējām un sadarbību ar institūcijām

Nevajadzētu aizmirst, ka jūras krasta zona ir tāda vide, kurā izmaiņas notiek ļoti strauji – cilvēka mūža laikā krasts vietām var pieaugt vai atkāpties par vairākiem simtiem metru. Krasta kā vides stabilitātes atslēga ir tā mūžīgajā mainībā. Cenšanās apturēt šo mainību, fiksēt dabas apstākļus kādā konkrētā un tobrīd ērtā stāvoklī var izrādīties neparedzēti resursietilpīga (dārga) šī jēdziena visplašākajā izpratnē.

Varētu jautāt: „Ko tādā gadījumā darīt, ja krasta erozija tomēr rada problēmas?"

- Pirmkārt, sazinoties ar vietējo pašvaldību vai izskatot tās teritorijas plānojumu tīmekļa vietnē, nepieciešams iepazīties ar pašvaldības teritorijas plānojumā esošo informāciju par krasta erozijas riska zonas robežu un tajā atļautajām darbībām. Krasta nostiprināšanu drīkst uzsākt tikai tad, ja tāda darbība paredzēta teritorijas plānojumā. Atbilstoši šajās Vadlīnijās sagatavotajām rekomendācijām katrā krasta posmā atkarībā no to raksturojošās erozijas riska klases ieteicamo preterozijas vai krasta joslas apsaimniekošanas pasākumu klāsts ir atšķirīgs.
- Jāņem vērā, ka Aizsargjoslu likums krasta nostiprināšanu pieļauj tikai esošo būvju un infrastruktūras aizsardzībai. Krasta nostiprināšanas pasākumam obligāti jāveic ietekmes uz vidi sākotnējais izvērtējums (IVSI).
- Tālākās rīcības iespējas ir atkarīgas no VPVB atzinuma par IVSI, kurā tiek norādīts, vai plānotajai darbībai tiek piemērota IVN procedūra vai jāsaņem Valsts vides dienesta tehniskie noteikumi.
- Arī tādiem preterozijas vai erozijas seku mazināšanas pasākumiem, kas nav saistīti ar būvdarbiem piemīt ietekme uz vidi. Nav pieļaujama jebkādu darbību uzsākšana (arī kārklu, kāpu graudzāļu vai citu augu stādīšana un reljefa pārveidošana) priekškāpā un pludmalē, nepārliecinoties par šādas rīcības piemērotību konkrētā krasta posma apstākļiem un nesaskaņojot to ar konkrētās pašvaldības pārstāvjiem un attiecīgo Valsts vides dienesta reģionālo vides pārvaldi.

Pieņemot lēmumu par konkrētas darbības uzsākšanu kādā erozijas „problēmzonā" (vispārēji Vadlīnijās rekomendēto ietvaros) par atslēgas soļiem jābūt:

- ekspertu slēdziens (iespējami iekļaujot krasta procesu matemātisko modelēšanu);
- izmaksu noteikšana visās stadijās;
- iespējamo negatīvo seku un risku nozīmīguma izvērtēšana (IVSI, vai IVN).

Tomēr pirms lēmuma pieņemšanas par invazīvu preterozijas pasākumu vai krasta sistēmas piebarošanas uzsākšanu, cita starpā ieteicams sociālekonomisko ieguvumu/izmaksu novērtējums iespējami ilgākam laika periodam (skat. Polijas, Vācijas un Itālijas pieredzi). Ir jāņem vērā, ka izmaksu kā galvenā kritērija iekļaušana lēmuma pieņemšanā par krasta erozijas „apsaimniekošanu" saskaras ar virkni izaicinājumu:

- Jādefinē un jāpieņem turpmākai lietošanai krasta atkāpšanās riskam pakļauto objektu indikatīvās vērtības,
- Jāņem vērā, ka iespējamo zaudējumu aprēķina stadijā pastāv nozīmīgi kļūdas uzkrāšanās riski un lēmuma pieņemšanā var nākties saskarties ar nereducējamas nenoteiktības problēmu, kuru izraisa:
    - Kvalitatīvu datu nepietiekamība vairākās teritorijas kapitāla un iespējamo augļu monetārās vērtības pozīcijās,

- Nepieciešamība noteikt vērtību objektiem ar kultūrvēsturisku, emocionālu, bioloģiskās daudzveidības ziņā nozīmīgu vai citādi nemateriālu vērtību,
- Teritoriju attīstības plānu un definēto prioritāšu termiņiem ir jāatbilst erozijas riska plānošanas perioda ilgumam.

2. pielikums. Preterozijas pasākumu aptuvenās orientējošās izmaksas

- smilšu uzskalošana pludmalē izmantojot specializētu kuģi vai zemessmēlēju – 1-10 EUR par 1 m^3 (atkarīgs no apjoma, transportēšanas tāluma, kuģa tipa uc.);
- smilšu pārvietošana no akumulācijas zonas uz deficīta zonu (garām ostai) ar sauszemes transportu – 2-20 EUR par 1 m^3;
- zemūdens nogāzē izvietotu atklātas Baltijas jūras apstākļiem atbilstošu aktīvo krasta aizsargbūvju būvniecība – 4000-15000 EUR par segtā krasta posma m (Rīgas līcī – 3000-10000 EUR);
- vidēji masīvi gabioni bez pamatnes sagatavošanas – 500-1000 EUR par segtā krasta posma m;
- slīpu gabionu uzskalošanas siena ar apjomīgu pamatnes sagatavošanu – 1500-3000 EUR par segtā krasta posma m;
- masīva atbangošanas/uzskalošanas siena ar drenāžu un pamatnes enkurošanu – 2000-8000 EUR par segtā krasta posma m;
- vienkāršs rip-rap uzbērums no laukakmeņiem 100-1000 EUR par segtā krasta posma m;
- kārklu stādījumu ierīkošana – 5-20 EUR par m;
- pilna profila „zaļo" metožu pielietošana kombinējot kārklu stādījumus ar kāpu graudzāles stādījumiem un nodrošinot tos ar žogiem/laipām – 10-100 EUR par m.