



**CEĻA KARTE LIMBAŽU NOVADA PAŠVALDĪBAI
JŪRAS KRASTA STIPRINĀŠANAI UN EROZIJAS MAZINĀŠANAI**

2024. gads

Ceļa karte Limbažu pašvaldībai jūras krasta stiprināšanai un erozijas mazināšanai izstrādāta Pētījuma "Iespējamo risinājumu kopuma izstrāde jūras krasta erozijas mazināšanai" ietvaros.

Pētījuma mērķis ir izstrādāt iespējamo risinājumu kopumu jūras krasta erozijas mazināšanai, lai sniegtu atbalstu jūras piekrastes teritoriju attīstības plānošanā un apsaimniekošanā, kā arī lai ierobežotu jūras krasta eroziju un tās sekas klimata pārmaiņu ietekmē.

Izstrādātājs – Biedrība "Baltijas krasti"

Pasūtītājs – LR Klimata un enerģētikas ministrija

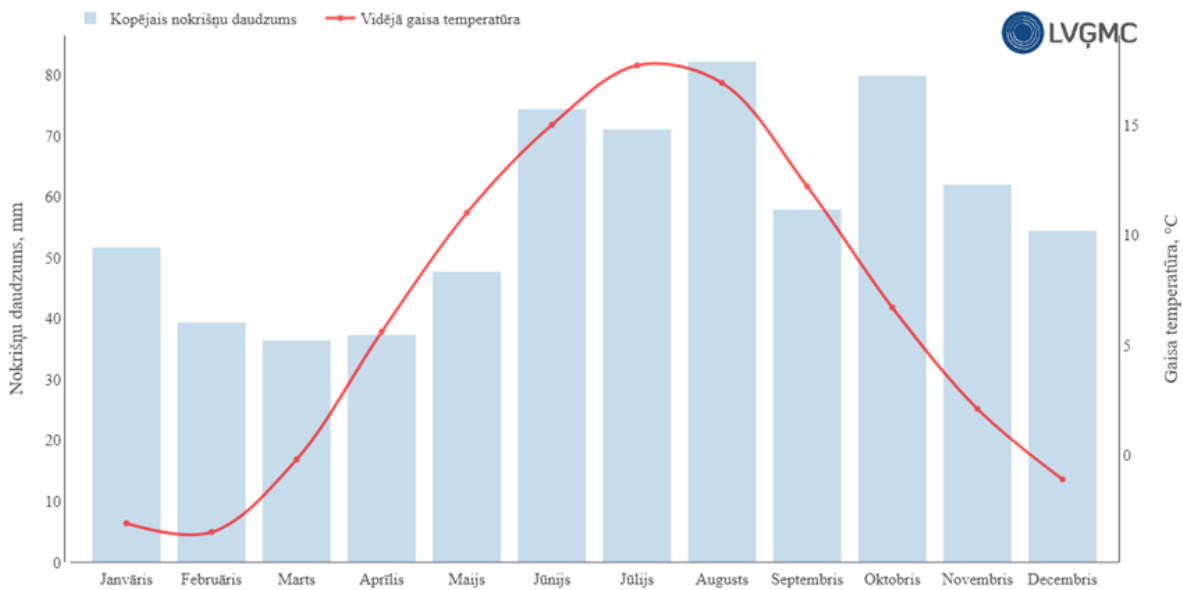
KLIMATA PĀRMAIŅU IETEKME UN EROZIJAS RISKI LIMBAŽU NOVADA PAŠVALDĪBAS TERITORIJĀ

NOVADA APRAKSTS UN KLIMATA PĀRMAIŅU IETEKME

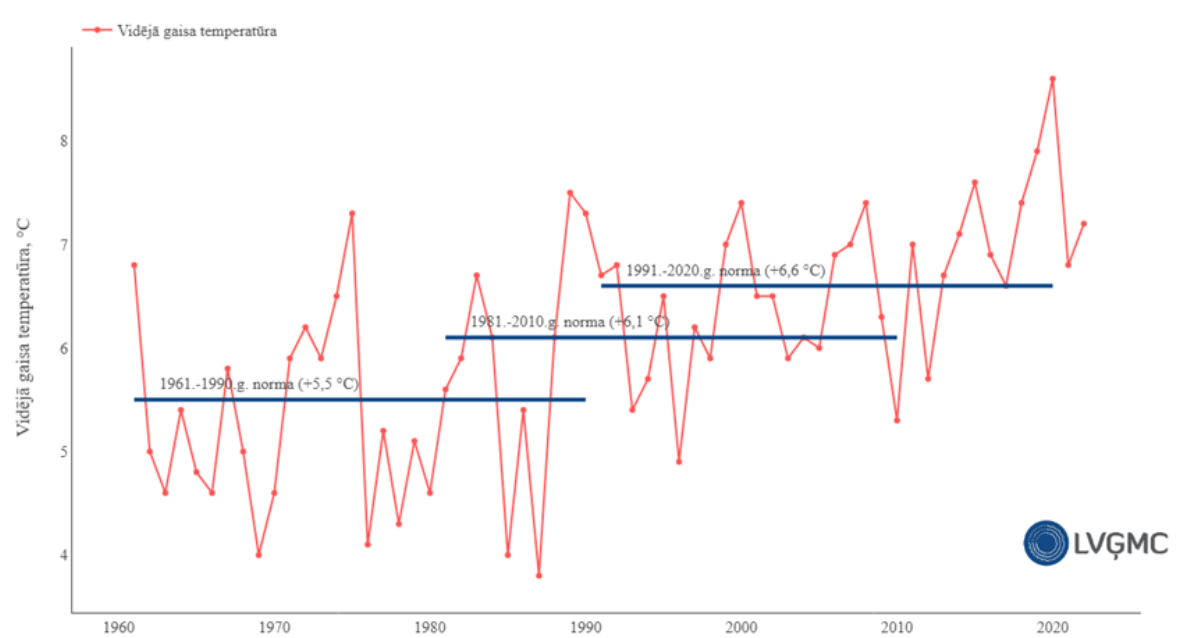
Limbažu novads atrodas Latvijas austrumu daļā, Baltijas jūras Rīgas līča austrumu piekrastē. Novada teritorijas klimatiskos apstākļus ietekmē gan valsts austrumu daļai raksturīgās valsts mērogā salīdzinoši kontinentālās klimatisko apstākļu iezīmes (piemēram, attiecībā uz gaisa temperatūras un atmosfēras nokrišņu izpausmēm), gan arī jūras akvatorijas tuvums. Hidrometeoroloģisko un klimatisko apstākļu raksturošanai Limbažu novadā izmantojama informācija no Ainažu novērojumu stacijas, kurā novērojumi tiek veikti jau kopš 1906. gada un Lagastes novērojumu stacijas, kura darbojas kopš 1926. gada. Savukārt piekrastes hidroloģisko apstākļu raksturošanai pieejama informācija no Salacgrīvas novērojumu stacijas, kurā novērojumi tiek veikti kopš 1921. gada. Papildu vēsturiskā hidrometeoroloģisko novērojumu informācija var tikt izgūta arī no Tūjas, Ķītas, Alojās, Pociema un Limbažu novērojumu staciju datu arhīviem.

Gaisa temperatūras izmaiņu gaita gada griezumā atbilst pārējā valsts teritorijā novērotajai, un gada vissiltākais mēnesis ar vidējo gaisa temperatūru $+17,7^{\circ}\text{C}$ ir jūlijs, savukārt visaukstākais mēnesis ar vidējo gaisa temperatūru $-3,5^{\circ}\text{C}$ ir februāris (1. attēls). Vēsturiski visaugstākā gaisa temperatūra reģistrēta 2018. gada 30. jūlijā, kad tā sasniedza $+33,7^{\circ}\text{C}$, savukārt viszemākā – 1978. gada 31. decembrī, kad gaiss atdzisa līdz $-37,1^{\circ}\text{C}$. Limbažu novada piekrastes teritorijas ir vienas no saulainākajiem Latvijas apgabaliem. Ilggadīgajā laika periodā novadā novērota būtiska gaisa temperatūras vērtību paaugstināšanās (2. attēls), un kopš 1961. gada vidējā gaisa temperatūra paaugstinājusies par vairāk nekā 1°C .

Nozīmīgākais gaisa temperatūras pieaugums novērots janvārī, periodā no marta līdz maijam, kā arī jūlijā un augustā. Gaisa temperatūras vidējo vērtību pieaugums sekmējis izmaiņas arī ekstremālu gaisa temperatūru izplatībā. Laika periodā no 1961. līdz 2010. gadam novadā gada laikā novērotas vidēji 12,5 vasaras dienas, 130 sala dienas, savukārt karstuma viļņi bijuši vidēji 13,2 dienas ilgi, bet aukstuma viļņi – 11 dienas ilgi. Šī perioda gaitā vasaras dienu skaits novadā palielinājies par vairāk nekā 1 dienu gadā, sala dienu skaits samazinājies par 6 dienām gadā, savukārt karstuma viļņu ilgums palielinājies pat par gandrīz 10 dienām, bet aukstuma viļņu ilgums sarucis par vienu dienu.

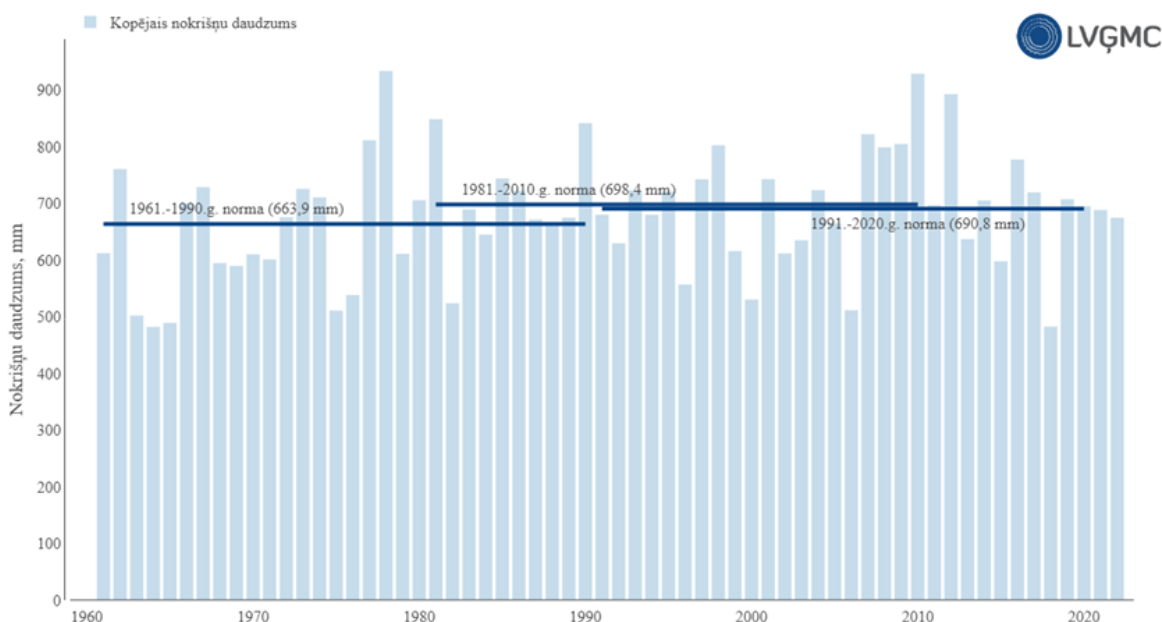


1. attēls. Mēnešu vidējās gaisa temperatūra un kopējais nokrišņu daudzums Limbažu novadā laika periodā no 1991. līdz 2020. gadam (LVGMC, 2023)



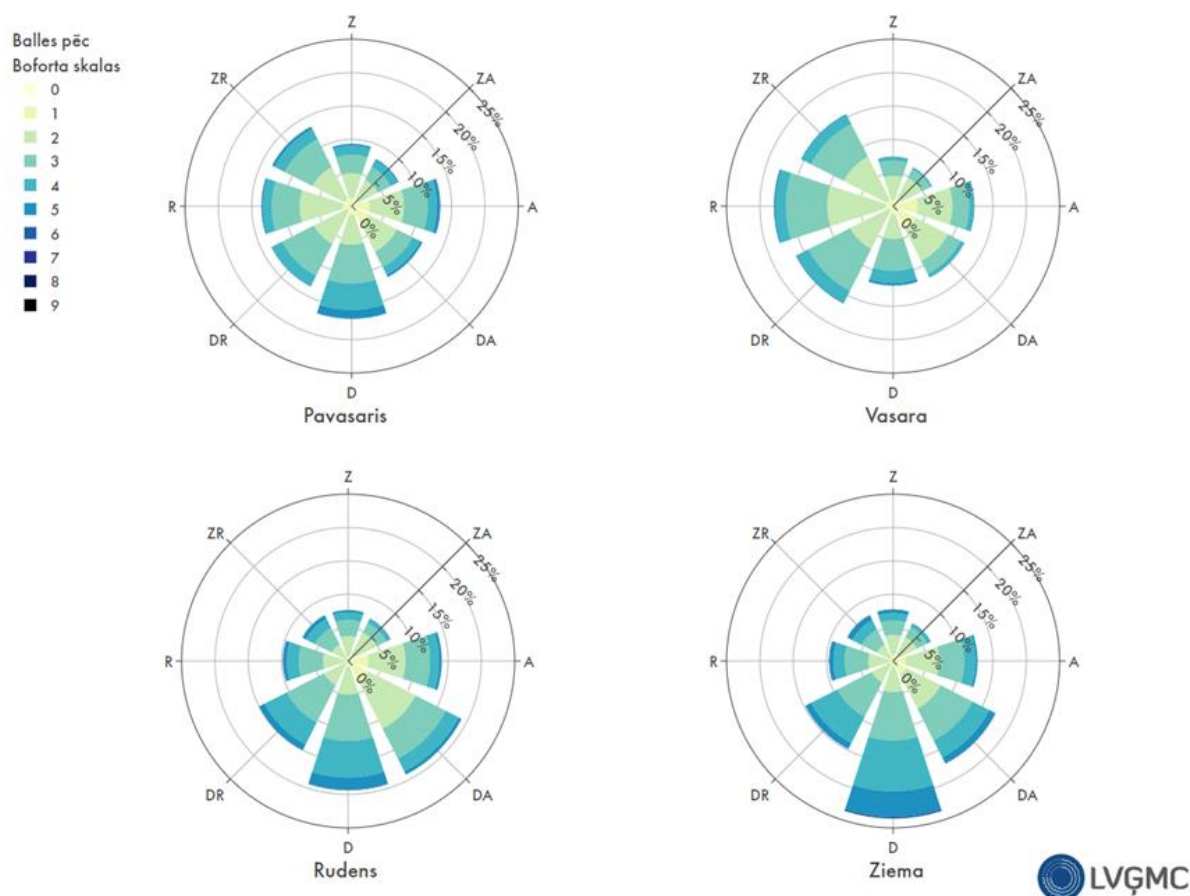
2. attēls. Gada vidējās gaisa temperatūras izmaiņas Limbažu novadā laika periodā no 1961. līdz 2022. gadam. Ar zilās krāsas līnijām norādītas klimatiskā references perioda (1961.–1990. gads) un divu secīgu klimatiskās normas periodu (1981.–2010. gads un 1991.–2020. gads) gada vidējās gaisa temperatūras vērtības. (LVGMC, 2023)

Laika periodā no 1961. līdz 2010. gadam atmosfēras nokrišņu izplatība novadā nav bijusi vienmērīga, un kopējais nokrišņu daudzums no vidēji 627 mm gadā piekrastes rajonos pieaug līdz vidēji 734 mm gadā iekšzemes rajonos – tāpat novada ietvaros atmosfēras nokrišņu daudzuma amplitūda ir ap 100 mm gadā, bet vidēji novadā gada laikā izkrīt ap 690 mm nokrišņu. Mēnešu griezumā vislielākais nokrišņu daudzums parasti ir augustā, kad vidējais nokrišņu daudzums sasniedz 82,2 mm, savukārt vismazāk nokrišņu parasti ir martā, kad vidējais nokrišņu daudzums ir 36,4 mm (1. attēls). Salīdzinot ar klimatiskās references perioda vidējām vērtībām, mūsdienās Limbažu novadā gada kopējais atmosfēras nokrišņu daudzums pieaudzis par 26,9 mm (3. attēls). Laika periodā no 1961. līdz 2010. gadam nepārtraukta sausuma periodi bijuši vidēji 22,5–25 dienas ilgi, bet nepārtrauktu nokrišņu periodi ilguši vidēji 7,1–8,1 dienu. Gada laikā novērotas vidēji 14,6–18,8 dienas ar stipriem un 2,5–3,6 dienas ar ļoti stipriem atmosfēras nokrišņiem, savukārt maksimālais vienā dienā izkritušo nokrišņu daudzums bijis vidēji 30,7–35,4 mm. Sniega segas biežums novadā ir no vidēji 3,7 cm Rīgas līča piekrastē līdz vidēji 8,8 cm iekšzemes rajonos, bet gada laikā maksimālais sniega segas biežums bijis attiecīgi vidēji no 19 cm līdz 39,6 cm liels. Kopumā vidēji gada laikā novērotas 77–99 dienas ar sniega segu, bet 31–62 dienas ar sniega segu, kuras biežums bijis vismaz 10 cm, un 3–21 diena ar vismaz 30 cm biezu sniega segu. Līdz ar novēroto gaisa temperatūras paaugstināšanos, gan dienu skaits ar sniega segu, gan novērotais sniega segas biežums novadā ir samazinājies, un šī tendence īpaši izteikta ir bijusi tieši novada piekrastes teritorijās. Tomēr būtiski ir ņemt vērā, ka Rīgas līča piekrastes teritorijas labvēlīgu hidrometeoroloģisko nosacījumu apstākļos ziemas sezonā var tikt pakļautas tā dēvētā līča efekta ietekmei, kad šaurā piekrastes joslā tiek novērota intensīva un ilgstoša snigšana no mākoņiem, kas veidojas virs atklātās Rīgas līča akvatorijas.



3. attēls. Gada kopējā atmosfēras nokrišņu daudzuma izmaiņas Limbažu novadā laika periodā no 1961. līdz 2022. gadam. Ar zilās krāsas līnijām norādītas klimatiskā references perioda (1961.–1990. gads) un divu secīgu klimatiskās normas periodu (1981.–2010. gads un 1991.–2020. gads) vidējā gada kopējā nokrišņu daudzuma vērtības. (LVĢMC, 2023)

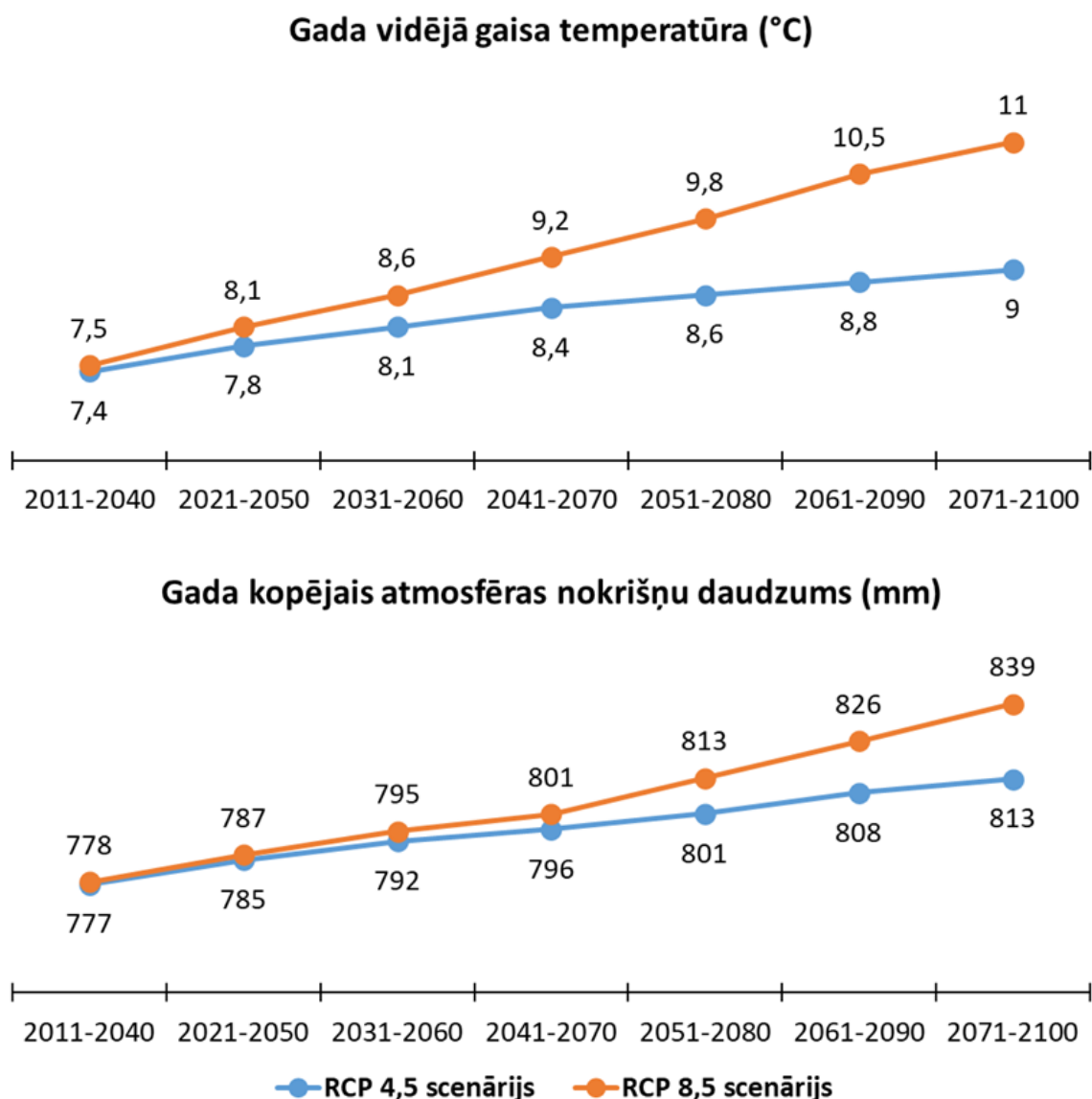
Vēja ātruma un virziena raksturošanai Limbažu novadā pieejami novērojumi no Ainažu hidrometeoroloģisko novērojumu stacijas (4. attēls). Gada vidējais vēja ātrums šajā novērojumu punktā ir 3,9 m/s, bet vējainākais mēnesis ar vidējo vēja ātrumu 4,8 m/s ir decembris un arī kopumā visvējainākā sezona ir ziema, kad vidējais vēja ātrums ir 4,5 m/s. Ap 1,6% gada Ainažos novērojams bezvējš, un kopumā mēnesis ar vislēnākajiem vējiem gada laikā ir jūlijs, kad vidējais vēja ātrums ir 3,2 m/s. Maksimālais vēja brāzmu spēks Ainažos sasniedz vidēji 22,6 m/s, un gada laikā ir vidēji 29,6 dienas ar vismaz 15 m/s spēcīgām vēja brāzmām. Spēcīgākās vēja brāzmas Ainažos novērotas 1969. gada 1.–4. novembra vētras laikā, kad to spēks sasniedza 40 m/s. Laika periodā no 1966. līdz 2010. gadam vidējais vēja ātrums Ainažos ir būtiski samazinājies, savukārt attiecībā uz maksimālo vēja brāzmu spēku novērota vērā ņemama pieauguma tendence. Latvijā kopumā valda rietumu, dienvidrietumu un dienvidu vēji, un arī Ainažu meteoroloģisko novērojumu stacijā dominē šie vēja virzieni. Tomēr rudenī un ziemā, kad teritorijai raksturīga vētru aktivitāte un līdz ar to arī lielāks vēja ātrums, Ainažos valdošie vēji iegriežas vairāk no dienvidiem, dienvidaustrumiem. Šāda spēcīgāko vēju virziena izplatības specifika ir faktors, kas jāņem vērā, vērtējot dabas norišu, tostarp krasta procesu, izpausmes piekrastē, kā arī plānojot un izstrādājot risinājumus piekrastes teritoriju aizsardzībai un ilgtspējīgai izmantošanai.



4. attēls. Vēja virziena un ātruma atkārtotās biežums Ainažu meteoroloģisko novērojumu stacijā laika perioda no 1991. līdz 2020. gadam sadalījumā pa kalendārajiem gadalaikiem. (LVGMC, 2023)

Atbilstoši satelītu novērojumu sniegtajai informācijai laika periodā no 1993. līdz 2022. gadam vidējais jūras līmenis Baltijas jūrā pieaudzis par $4,8 \pm 0,84$ mm/gadā, un Latvijas piekrastē šis pieauguma temps bijis 3,4–4,5 mm/gadā. Līdzīgi kā citviet Baltijas jūras un Rīgas līča akvatorijā, jūras ūdens līmenis Limbažu novada jūras teritorijās ir pakļauts periodiskām svārstībām, ko nosaka valdošo vēju un līdz ar to arī ūdens masu kustība akvatorijā. Laika periodā no 2010. līdz 2022. gadam Salacgrīvā jūras ūdens līmenis maksimumu sasniedzis 2015. gada 7. decembrī, īslaicīgi pakāpjoties 143 cm virs novērojumu stacijas nulles atzīmes, savukārt zemākais ūdens līmenis reģistrēts 2014. gada 29. janvārī, kad tas īslaicīgi pazeminājies līdz -94 cm atzīmei. Latvijas piekrastē vējuzplūdu augstums 1–1,5 m apmērā ir ierasta parādība, bet atsevišķos gadījumos, pārsvarā spēcīgu vētru ietekmē, īslaicīga ūdenslīmeņa paaugstināšanās var būt vēl izteiktāka. Augstākie vējuzplūdi var tikt novēroti Rīgas līča dienvidu un austrumu daļā, kur to augstums var pārsniegt 2,5 m. Rīgas līcis ir tā Baltijas jūras akvatorijas daļa, kurā kopumā novērojamas vislielākās ūdens līmeņa svārstības. Līdz ar novēroto vidējā ūdens līmeņa paaugstināšanos pieaudzis arī maksimālo vējuzplūdu augstums. Laika periodā no 1961. līdz 2005. gadam tas Rīgas līča austrumu piekrastē pieaudzis par 8–10 mm/ gadā. Piekrastes rajoni ir pakļauti arī viļņu postošajai ietekmei, un vētru laikā augstākie viļņi Rīgas līča ziemeļaustrumu daļā sasniedz 2,5–4 m augstumu.

Laika periodā no 1949. līdz 2013. gadam novērotas vidēji 64 dienas gadā, kad Rīgas līča ūdeņus Salacgrīvas piekrastē klāja jūras ledus. Līča ziemeļaustrumu piekraste ir tā akvatorijas daļa, no kuras tipiski laikā ap decembra mēneša vidu aizsākas jūras ledus veidošanās procesi Latvijas piekrastē. Šī ir arī teritorija, kurā ledus sezona ir visilgākā un jūras ledus izplatība – visplašākā. Intensīvākā jūras ledus veidošanās novērojama janvārī un februārī, kad labvēlīgos apstākļos ledus var pilnībā pārklāt visu Rīgas līča akvatoriju. Tomēr līdz ar gaisa un ūdens temperatūras paaugstināšanos, Salacgrīvā dienu skaits ar jūras ledu šajā periodā samazinājies par vidēji 2,7 dienām katrus 10 gadus, un atsevišķos gados (piemēram, 2003./2004. gada, 2006./2007. gada un 2007./2008. gada ziemā) jūras ledus izplatība var būt lokāla un īslaicīga.

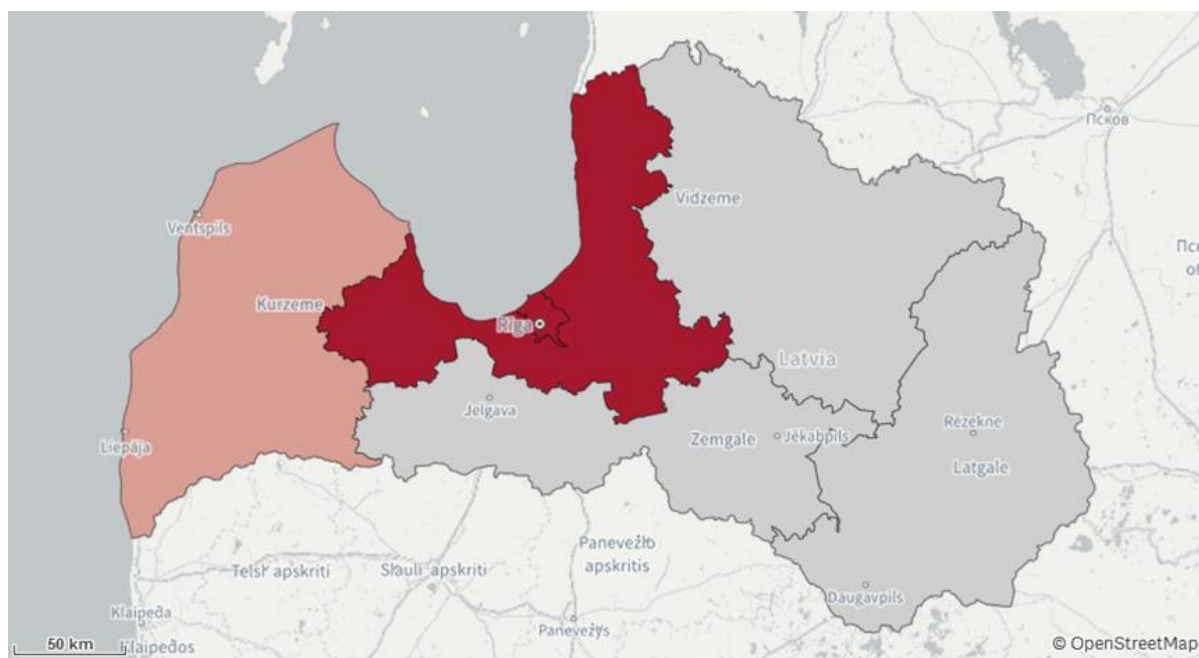


5. attēls. Gada vidējās gaisa temperatūras (°C) un kopējā atmosfēras nokrišņu daudzuma (mm) 30 gadu vidējo vērtību izmaiņas Limbažu novadā laika periodā līdz 2100. gadam atbilstoši RCP 4,5 un RCP 8,5 klimata pārmaiņu scenārijiem (izstrādājuši autori, izmantojot LVĢMC, 2023)

Nākotnes klimata projekcijas liecina, ka Limbažu novadam 21. gadsimta gaitā jāērēķinās ar turpmāku gaisa temperatūras paaugstināšanos un atmosfēras nokrišņu daudzuma palielināšanos (5. attēls). Atbilstoši RCP 4,5 un RCP 8,5 scenārijam līdz gadsimta beigām gada vidējā gaisa temperatūra novadā būs attiecīgi par 2,4°C un 4,4°C augstāka nekā aktuālajā klimatiskās normas periodā. Pieaugot gaisa temperatūras vidējām vērtībām, par 43 līdz 73 dienām samazināsies sala dienu skaits un gandrīz pilnībā izzudīs aukstuma viļņi, bet par 21–41 dienu palielināsies vasaras dienu skaits, savukārt karstuma viļņi kļūs par 63–129 dienām ilgāki. Paralēli noritošajam gaisa temperatūras vērtību pieaugumam novadā līdz gadsimta beigām palielināsies arī kopējais

nokrišņu daudzums, gadsimta beigās sasniedzot 813–839 mm jeb par 122–148 mm vairāk nekā aktuālajā klimatiskās normas periodā. Vienlaikus par 4–6 dienām pieaugs arī dienu skaits ar stipriem atmosfēras nokrišņiem, bet par 3–4 dienām – dienu skaits ar ļoti stipriem atmosfēras nokrišņiem. Savukārt vidējais sniega segas biezums saruks par vidēji 60–87%. Līdz ar turpmāku gaisa un ūdens temperatūras paaugstināšanos turpinās sarukt arī ledus sezonas ilgums piekrastes ūdeņos.

Attiecībā uz nākotnē sagaidāmajām izmaiņām vēja raksturlielumos, tostarp vētru biežumā un ar tām saistīto erozijas procesus ietekmējošo jūras hidroloģisko procesu (piemēram, vējuzplūdu un viļņu augstuma) izmaiņām, starp skaitlisko prognožu modeļu aplēsēm pastāv augsta nenoteiktība. Šo rādītāju izpausmes Baltijas jūras reģionā kopumā nosaka liela mēroga atmosfēras cirkulācijas procesi un nākotnē sagaidāmās ciklonisko vētru trajektorijas, kuras atmosfēras un okeāna termālo un dinamisko apstākļu izmaiņu ietekmē arī varētu mainīties. Tāpat šajā kontekstā svarīgi ir ņemt vērā Latvijas ģeogrāfiskā novietojuma un tās klimatiskos apstākļus ietekmējošo liela mēroga atmosfēras cirkulācijas procesu raksturu – valsts teritorija atrodas starp divām liela mēroga atmosfēras spiediena sistēmām (ciklonu darbību virs Atlantijas okeāna ziemeļu daļas un Sibīrijas anticiklonu), un laika apstākļu izmaiņas gadu no gada lielā mērā nosaka tas, kura no šīm spiediena sistēmām dominē. Tomēr attiecībā uz liela mēroga atmosfēras cirkulācijas apstākļu izmaiņām nākotnē skaitlisko klimata modeļu prognozes vēl nespēj sniegt viennozīmīgu redzējumu.



6. attēls. Iedzīvotāju pakļaušanas piekrastes applūšanas riskam 25 gadu projekcija. Risku vērtējuma skalā no 0 (riska nav) līdz 10 (augstākais risks) Limbažu novadā pastāv augsts risks (7 pēc risku skalas) nelabvēlīgai ietekmei uz iedzīvotājiem un būvēm, kā arī neliels risks (1–3 pēc risku skalas) nelabvēlīgai ietekmei uz vidi un kritiskajiem pakalpojumiem (EC DRMKC, n.d.)

Projekcijas liecina, ka nākotnē Baltijas jūras piekrastes rajonus skars arī saliktu apdraudējumu ietekme, ko radīs vienlaicīga vidējā jūras līmeņa paaugstināšanās, pieaugoša upju notece ziemas sezonā, kā arī pieaugošs intensīvu atmosfēras nokrišņu biežums. Tādējādi jāpārskatās, ka tuvāko 25 gadu laikā piekrastes apgabalus skars saliktu plūdu gadījumu ietekme (6. attēls), un īpaši izteikta tā būs tieši Rīgas līča dienvidu un austrumu piekrastē, kur nākotnes risku aplēses uzrāda valsts mērogā visplašāko negatīvo ietekmi.

NOVADA JŪRAS KRASTA DABAS APSTĀKĻU APRAKSTS UN KRASTA EROZIJAS UN APPLŪŠANAS IETEKMES RAKSTUROJUMS

Jūras krasts Limbažu novadā galvenokārt aptver ainaviski ļoti daudzveidīgo Rīgas līča ZA daļas piekrasti. Kopējais krasta līnijas garums posmā no Ārņiem (Saulkrastu novada robežas) grīvas līdz robežai ar Igauniju ir 60,5 kilometri (ieskaitot kopumā aptuveni 0,6 km starp ostu moliem), no tiem tikai aptuveni 0,9 kilometri ir mākslīgi krasti vai krasti ar būtiskiem pārveidojumiem (ieskaitot ostu teritorijas). Pārējā krasta zona ir uzskatāma par nebūtiski traucētu un krasta sistēmas pašregulācijas procesi tur notiek pilnā apmērā. Aptuveni 4,5 km kopgarumā novada jūras krasta ģeoloģiskos procesus ietekmē Salacgrīvas un Kuivižu ostu ārējās hidrotehniskās būves, tā rezultātā aptuveni 1,8 km kopgarumā ir notiksi akumulācijas pastiprināšanās, bet 2,7 km kopgarumā ir notikusi erozijas pastiprināšanās.

Piekrastes sauszemes daļa atrodas Piejūras zemienes Vidzemes piekrastes ziemeļu daļā. Sanešu garkrasta kustības atšķirīgais vērsums un atšķirības krasta zonas ģeoloģiskajā uzbūvē ļauj sadalīt novada krastu divos atšķirīgos posmos (1.tabula) (7. – 9. attēls). Krasta līnija kopumā ir vērsta gandrīz tieši meridionāli, tomēr tā ir samērā stipri saposmota un robaina. Ziemeļu daļā krasta līnijā ir vairāki samērā ievērojami lēzeni izvērījumi (pret Svētciemu, Ainažu-Kuivižu posmā un pret Šķīsteriem), turpretim dienvidu krasta posmam ir raksturīga ļoti sīku zemesragu un ielīču mija (jo īpaši posmā no Mazurgas līdz Ķurmragam). Novadā ir Latvijas vissavdabīgāko krasta posmu parāde: vidusdevona smilšakmens stāvkrasti, pļavu (randu) krastu posms, kā arī akmeņaino (dabas “bruģēto”) krastu iecirkņi. Garkrasta sanešu kustībā ir novērojama savdabīga likumsakarība – Ķurmraga virsotni var uzskatīt par diverģences zonu, jo uz dienvidiem no tās sanešu gar krastu galvenokārt ceļo dienvidu virzienā, bet uz ziemeļiem – ziemeļu virzienā. Sanešu garkrasta plūsmas piesātinājums un jauda nav liela – sasniedz tikai dažus desmitus tūkstošu kubikmetru gadā. Ļoti ievērojamās atšķirības krasta zonas ģeoloģiskajā uzbūvē un no iepriekšējām Baltijas jūras attīstības stadijām pārmantotās krasta sistēmas elementu iezīmes ļoti ievērojami ietekmē krasta izskatu, slīpumu, kā arī krastam raksturīgo mūsdienu attīstības tendenci (eroziju vai akumulāciju). Kopumā Novada krasta posms Latvijas mērogā izceļas ar ļoti raksturīgo smalkgraudaino sanešu trūkumu, rupjgraudaino nogulumu ievērojamo lomu krasta uzbūvē, ļoti lēno mainību un vislēzenāko krasta nogāzi (ziemeļu daļā).

1. tabula

Krasta līnijas orientācija (vērsums) un ģeomorfoloģiskās īpašības Limbažu novadā		
Krasta posms (bez starpmolu iecirkņiem)	Krasta līnijas azimuts, posma garums	Krasta zonas ģeomorfoloģijas galvenās iezīmes
Ārņi (novada dienvidu robeža) – Mazurgas grīva (Meleki)	30,5 km 355° +/- 10 °	Samērā zems lēzens, pēc izcelsmes erozijas krasts. Nepilnīgi, vāji vai ļoti vāji izveidots krasta zonas reljefs, šauras pludmales un primāro krasta kāpu trūkums. Sanešu kustība garkrasta griezumā notiek galvenokārt uz dienvidiem, tomēr nozīmīga ir

		arī uz ziemeļiem vērstā komponente. Mūsdienu dinamikā gandrīz visā posmā pastāv sanešu apmaiņas dinamiskais līdzsvars, bet aptuveni 20% no krasta posma pārsvarā ir erozija. Krasta nogāzē izteikti trūkst smalkgraudaino sanešu. Krastā daudzviet izveidojies mazaktīvs un samērā zems stāvkrasts vai erozijas kāple.
Mazurgas grīva (Meleki) – Robeža ar Igauniju	30,0 km 350 ° +/-25 °	Zems vai ļoti zems un ļoti lēzens mazmainīgs (stagnējošs) krasts. Krasta reljefs ievērojamā daļā krasta posma ir izveidots ļoti vāji vai nav izveidots vispār, šaura vai ļoti šaura pludmale, vāji attīstīts primāro kāpu reljefs, sevišķi lēzena krasta zemūdens nogāze. Garkrasta sanešu kustība notiek galvenokārt uz ziemeļiem, tomēr tās ietilpība ir neliela. Mūsdienu dinamikā dominē mērenas un epizodiskas erozijas posmi, sanešu deficīta un sanešu tranzīta apstākļi, bet ir sastopami arī vājas akumulācijas dominēti krasta iecirkņi.



7. attēls. Limbažu novada jūras erozijas krasts pie Ķurmruga virsotnes.



8. attēls. Limbažu novada lēzenais un mazmainīgais krasts pie Kuivižu ostas. Krasta erozija un akumulācija ostas būvju tiešā tuvumā ir pastiprinājusies.

Novada krasta līnijas konfigurācija un to raksturojošās reljefa formas ir ilgstošas jūras ģeoloģiskās darbības rezultāts, kad, mijoties sanešu akumulācijai un erozijai, no pēdējā leduslaikmeta mantotais glacigēnais un glacioakvālais reljefs tika pārveidots gan Baltijas baseina iepriekšējo attīstības stadiju laikā ievērojami atšķirīga ūdenslīmeņa apstākļos, gan arī turpinājās pēdējos 2-3 tūkst. gadus salīdzinoši stabila ūdenslīmeņa apstākļos.

Krasta līnijas orientācija (vērsums pret teritorijai tipisko vēju un vētru virzienu), tās sarežģītības pakāpe un ģeoloģiskā uzbūve lielā mērā nosaka aktīvo krasta sanešu pārvietošanās virzienus un krasta procesu kopējo intensitāti. Novada krasta posms ir atklāts viesiem rietumu rumbu vējiem un vētrām, tāpēc viļņošanās intensitāte var būt arī samērā augsta. Neskatoties uz to, krasta posmā ir ļoti daudz tāda vietu un iecirkņu, kuri ļoti ilgstoši saglabājas praktiski nemainīgi, un kuros vētru laikā gandrīz nenotiek erozija. Šādus apstākļus nodrošina krasta zonas ģeoloģiskā uzbūve un tai raksturīgais ļoti niecīgais kopējais slīpums – viļņu enerģija tiek tērēta vēl relatīvi tālu no krasta sauszemes daļas, bet pašu krasta nogāzi veido relatīvi noturīgi ieži. Sastopami arī tādi krasta iecirkņi, kuri vētru laikā applūst, tomēr erozijas izpausmes tajos var būt visai daudzveidīgas. Abas mazās ostas, kuru ārējās hidrotehniskās būves būtiski ietekmē ģeoloģiskos procesus krasta zonā, arī ir relatīvi nozīmīgs krastu stabilitāti mazinošs cilvēkfaktors, tomēr to ietekme skar tikai relatīvi īsu krasta posmu.

Krasta nogāzes zemūdens daļa gandrīz visā posmā ir ļoti lēzena, bet novada ziemeļu daļā sevišķi lēzena. Zemūdens nogāzes profils līdz 8-10 m dziļumam parasti ir ieliekts ar kopumā lielāku slīpumu tā sākumā un mazāku beigās, bet sastopami arī atšķirīgi apstākļi. Lielākajā daļā novada

krasta zemūdens nogāzes reljefs un tās virsu veidojošie nogulumi liecina par ļoti ilgstošu krasta eroziju un sanešu deficītu.

Novada piekrastē un mūsdienu aktīvajā krasta zonā (arī stāvkrastu atsegumos) ir sastopami Baltijas ledus ezera nogulumi. Starp Melekiem un Lembužiem vietām mūsdienu krasta nogāzē ir atsegti pirmskvartāra nogulumieži – vidusdevona smilšakmeņi. Lielākajā novada krasta joslas daļā pirmskvartāra pamatiežu virsma atrodas tuvu jūras līmenim (novada ziemeļos mazliet dziļāk), bet Ķurmraga apkārtnē tā paceļas virs jūras līmeņa. Visi zemkvartāra virsmas pamatieži pieder vidusdevonam, bet novada lielākajā daļā sastopami Burtnieku svītas smilšakmeņi. Tikai uz ziemeļiem no Salacgrīvas zemkvartāra virsmā atsedzas Arukilas svītas smilšakmeņi. Pamatiežu virsmas tuvums jūras līmenim novada vidus un dienvidu daļā ir ļoti būtiski ietekmējis ledāja darbību, kā rezultātā arī glacigēno nogulumu slānis šajā krasta posmā ir ļoti plāns un vēlāko Baltijas jūras stadiju līmeņa svārstību rezultātā ticis būtiski pārveidots. Mūsdienu jūras krastā un tā tuvumā pēdējā apledojuma glacigēnos nogulumus vietām pārsedz Baltijas ledus ezera laikā pārskaloti un šķīroti nogulumi – aleirīts, smilts, grantaina smilts, oļi un laukakmeņi. Vietām virs pamatiežiem uzguļ atlikušo (pārskaloto) glacigēno nogulumu rupjatlūzu slānis. Virs glacigēnajiem nogulumiem lielākajā daļā novada dienvidu daļas piekrastes uzguļ Baltijas ledus ezera nogulumi, ko pārstāv g.k. smalkgraudaina smilts un aleirīti, kā arī grants un rupjgraudaina smilts. Virs šiem nogulumiem tiešā mūsdienu krasta tuvumā ir sastopami arī Litorīnas jūras smilšainie nogulumi, kā arī mūsdienu Baltijas jūras un eolie nogulumi. Kopumā holocēna nogulumu apjoms un izplatība ir ļoti ierobežota. Litorīnas jūras krasta zonas nogulumi vietām mūsdienu krastā (novada ziemeļu daļā) atsedzas zemes virspusē un iesaistās mūsdienu krasta ģeoloģiskajās norisēs. Atbilstoši novada dienvidu daļas krasta attīstībai pleistocēna beigās un holocēnā, to ir iespējams pēctecīgi iedalīt noteiktās joslās vai elementos (virzienā prom no ūdenslīnijas):

- galvenokārt oļu-grants-smilts mūsdienu krasta pludmale ar vietām sastopamām vāji izteiktām mūsdienu eolo procesu pazīmēm un iecirkņiem, kuros pludmale praktiski neveidojas (joslas platums – 5-40 m);
- mūsdienu jūras krasta erozijas veidotas reljefa formas – jūras stāvkrasts, kas izskalots gan devona nogulumiežos, gan vēlākos pleistocēnā, Baltijas ledus ezera vai Litorīnas jūras nogulumos (joslas platums – 2-10 m, kraujas augstums 2-6 m);
- senākā piekrastes daļa virs stāvkrasta nogāzes, kurā vietām izveidojušies no glacigēnajiem nogulumiem izskaloto laukakmeņu „koncentrāti”, un kuras izlīdzinātajam reljefam ir raksturīgas samērā mazas augstumu atšķirības (joslas platums – >1 km).

Novada teritorijā jūras krasts un jūras krastam tuvākā iekšzemes josla ir ļoti līdzena ar raksturīgo nelielo kritumu uz līča pusi, kuru tikai dažās vietās sarežģī Litorīnas beigu un mūsdienu Baltijas jūras piekrastes kāpu grēdas. Novada ziemeļu daļas piekrastē ir sastopamas savdabīgas mitrāju teritorijas, kuras līdzīgas agrāk Baltijas jūras un Rīgas līča piekrastē pastāvējušajām lagūnām (jomiem), tomēr to mērogi ir krietni pieticīgāki un vecums mazāks.

Novada piekrastē sastopami daudzi īpatnēji vai tieši pretēji, – ļoti tipiski un raksturīgi ģeoloģiski un ģeomorfoloģiski objekti, no kuriem daļa ir iekļauta Latvijas īpaši aizsargājamo dabas objektu sarakstā: Vidzemes akmeņainā jūrmala, Randu plavas.

Novada jūras krastā ir pārstāvēti visu četru erozijas riska līmeņu posmi, ļoti ierobežotā apmērā ir sastopama arī mākslīgo krastu papildklase. Vairāki īsi iecirkņi ar augstāko erozijas riska līmeni ir sastopami novada vidusdaļā – starp Ķurmragu un Vitrupi. Ļoti stabili un “droši” krasta iecirkņi kuros dominē akumulācija un erozijas risks ir ļoti zems, nelielā apjomā ir sastopami novada ziemeļu daļā (uz dienvidiem no abām ostām). Lielākajā daļā pārējās novada krasta daļas ir ar vidēju vai zemu erozijas risku. Ņemot vērā to, ka novada jūras krasta ģeoloģiskā uzbūve un citas tā fizikālģeogrāfiskās īpašības nepieļauj ļoti aktīvu krasta reljefa pārkārtošanos, kopējā mūsdienu krasta procesu intensitāte nav augsta. Krasta posmi no Igaunijas robežas līdz Kuivižiem un no Salacgrīvas līdz Svētupei ir īpaši ar to, ka tiem piemīt dažas upju palienei radniecīgas īpašības, bet vājās mainības dēļ jūras krastam tipiskā biotopu sukcesija tajos notiek tikai daļēji. Krasta vājās mainības dēļ, ļoti vāji ir izveidotas krastam raksturīgās reljefa formas, kuru trūkums, savukārt, nozīmē samērā vāju krasta sistēmas pašregulācijas spēju. Tas nozīmē, ka šādā krasta posmā jebkuras izmaiņas pastāvošajā sanešu bilancē, jūras ūdenslīmenī vai vēja režīmā var radīt ļoti būtisku ietekmi uz jūras krasta procesiem un paaugstināt krasta erozijas risku.

Erozijas un krasta atkāpšanās riska zonas maksimālais platums līdz 2043. gadam novada lielākajā daļā ir no 5 līdz 30 m ar vairākiem izņēmumiem – ļoti zemo un lēzeno krastu izplatības vietās, vētru laikā reljefa pārveidošanās var notikt arī ļoti ievērojamā attālumā (300 – 450 m) iekšzemes virzienā no mūsdienu ūdenslīnijas un/vai veģetācijas joslas sākuma. Jāpiebilst, ka šāda notikuma varbūtība ir vērtējama kā zema vai ļoti zema. Krasta atkāpšanās (paliekoša krasta zonas pārkārtošanās nekompensētu erozijas epizožu rezultātā) šajos zemo krastu iecirkņos nav sagaidāma (10. attēls).

Tajos novada ziemeļu daļas krasta iecirkņos, kuros krasta reljefs ir labāk izveidojies un krasta nogāzes augšējā daļa nav tik ļoti lēzena, vētru laikā ir iespējama intensīva erozija un atsevišķās vietās ir sagaidāma pat paliekoša krasta joslas atkāpšanās iekšzemes virzienā. Šajās vietās minētās erozijas riska zonas platums ir no 10 līdz 40 m, bet parasti nepārsniedz 15 m. Novada dienvidu daļas krasta posmā vislielākais riska zonas platums ir Tūjā un uz dienvidiem no Tūjas (10-30 m), bet lielākajā daļā tas nepārsniedz 10 m, jo krasta ģeoloģiskā uzbūve ir nepiemērota straujas erozijas attīstībai (11. attēls).



10. attēls. Īpaši lēzens pļavu krasts ar efemēru jomu joslu uz dienvidiem no Ainažiem.



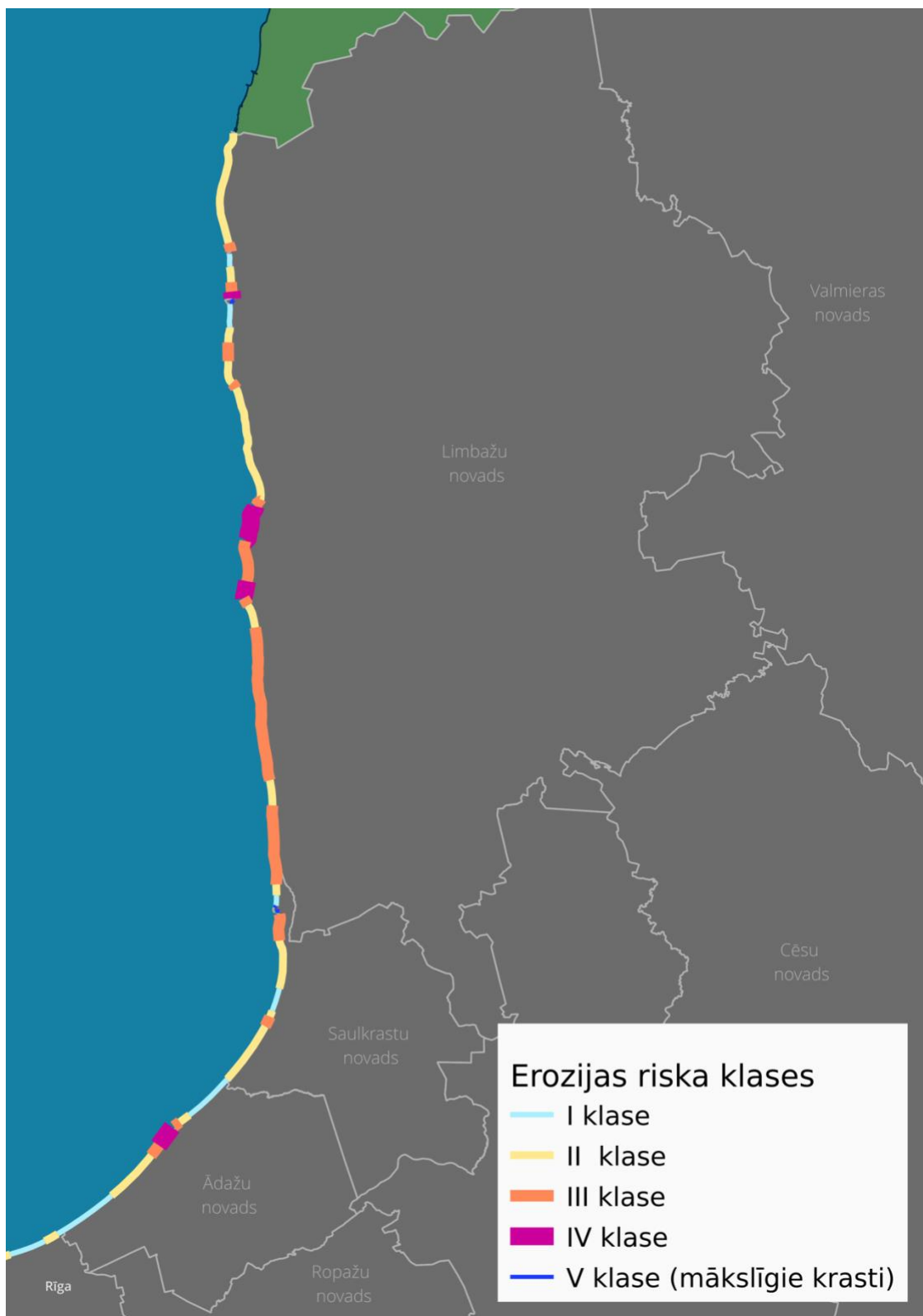
11. attēls. Krasta nogāzē atsegts vidusdevona smilšakmens, kura erozija vētrās notiek samērā lēni.

No lielākās daļas pārējās Latvijas piekrastes Limbažu novada situācija vietām mazliet atšķiras ar to, ka mūsdienā Rīgas līča krasta tiešā tuvumā, tostarp arī erozijas riska zonā un tās tuvumā, ir izvietots relatīvi liels skaits dažādu ēku, transporta infrastruktūras un citu objektu.

Limbažu novada jūras krasta erozijas apdraudēto teritoriju platības un jūras krasta līnijas posmu kopgarumi novadu un erozijas riska klašu dalījumā apkopotas 2. tabulā un grafiski atainotas 12. attēlā.

2. tabula

Erozijas klases Platība, m²				
<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
323681	3427773	1214005	222520	25
Erozijas klases: Garums, m				
<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
2911	26891	25287	4984	



12. attēls. Limbažu novada erozijas riska klases

PASĀKUMI UN RISINĀJUMI JŪRAS KRASTA STIPRINĀŠANAI UN EROZIJAS MAZINĀŠANAI

Rekomendācijas risinājumu izvērtēšanai Limbažu novada piekrastē esošo apdraudēto objektu aizsardzībai un/vai pielāgošanās pasākumiem, balstoties uz vairākiem faktoriem – krasta ģeomorfoloģiskais tips un nozīmīgākās fizikālās īpašības, erozijas riska klases, erozijas veicinošie faktori, erozijas riskam pakļauto objektu kategorija/krasta teritorijas tips.

Limbažu novada piekrastes teritorijā ietilpst ļoti plašs dažādu jūras krasta tipu spektrs, turklāt pārstāvēti ir visu erozijas riska līmeņu krasta posmi, ir ierīkotas preterozijas būves un dažādi citi krasta erozijas apsaimniekošanā izmantoti pasākumi, kuru funkcionalitāte ir ilgstoši novērota un analizēta. Novada jūras krasta posmos ir sastopami daudzveidīgi dabas apstākļi, kuri kopumā pilnībā reprezentē kopējo Latvijas situāciju.

3. tabula

Piekrastes aizsardzības risinājumu apkopojums

Faktori, kas nosaka pasākumu tipa piemērotību	Krasta ģeomorfoloģiskais tips un nozīmīgas fizikālās īpašības	Krasta erozijas iemesls/veicinošie faktori	Erozijas riska klase	Erozijas riskam pakļauto objektu kategorija / krasta teritorijas tips	Piezīmes
Krasta apsaimniekošanas (erozijas ietekmes un applūšanas mazināšanas) pasākumu tips					
1. Neiejaukšanās un pielāgošanās	Jebkurš tips neatkarīgi no krasta elementu parametriem.	Jebkurš iemesls, īpaši piemērots krastiem, kur erozija nav cilvēkfaktoru izraisīta.	1. – 4., kā arī mākslīgoto krastu palīgklase.	Nav nozīmīgu tautsaimniecības objektu. Dabas pamatnes teritorijas, rekreācijas objekti.	Labākais iespējamais risinājums no dabas un vides aizsardzības viedokļa.
1.1. Iepriekš daļēji mākslīgota krasta renaturalizācija	Jebkurš tips neatkarīgi no krasta elementu parametriem.	Cilvēkfaktoru izraisīta krasta erozijas pastiprināšanās blakusiecirkņos.	1. – 4., kā arī mākslīgoto krastu palīgklase.	Nav nozīmīgu objektu. Dabas pamatnes teritorijas, rekreācijas objekti.	
1.2. Dabisko krasta pielāgošanās spēju veicināšana	Jebkurš krasta tips, īpaši piemērots lēzeni, smilšainiem un zemiem krasta posmiem ar akumulācijas pārsvaru un labi attīstītu krasta	Rekreācijas slodzes radīti traucējumi.	1.-4.	Dabas pamatnes teritorijas, rekreācijas objekti.	

	primāro kāpu reljefu.				
1.3. Ēku un infrastruktūras pārveidošana, pielāgojot krasta mainības apstākļiem	Jebkurš krasta tips, labāk piemērots zemiem un lēzeniem krastiem, jūras vējuzplūdu apdraudētām teritorijām.	Jebkurš iemesls.	1.-4.	Zema apbūves blīvuma teritorijas, pagaidu infrastruktūras objekti.	Stacionāru objektu un būvju pielāgošanas lietderība ir diskutabla dēļ ļoti augstas pasākuma resursietilpības.
1.4. "Atkāpšanās" – ēku un infrastruktūras objektu pārvietošana iekšzemes virzienā	Jebkurš krasta tips, labāk piemērots jūras stāvkrasta posmiem, iecirkņiem ar sanešu deficīta un tranzīta apstākļiem.	Jebkurš iemesls	2.-4.	Tautsaimniecībā nozīmīgi objekti, stacionāras ēkas un infrastruktūra.	Pasākums ir uzskatāms par galveno alternatīvu invazīviem krasta erozijas ierobežošanas pasākumiem (preterozijas būvēm) vietās, kur nav iespējama "zaļo" pasākumu izmantošana.
2. Mazinvazīvie ("zaļie") pasākumi	Krasta posmi ar lielu smilšaino sanešu īpatsvaru krasta sistēmā, plašas pludmales un labi attīstīts primāro kāpu reljefs, pēc izcelsmes akumulatīvi krasti, ar akumulācijas pārsvaru vai dinamisko līdzsvaru.	Augsta rekreācijas slodze, klimata pārmaiņu rezultātā notikusi vēja erozijas pastiprināšanās un krasta applūšanas (vējuzplūdi) riska pieaugums.	1., 2.	Dabas pamatnes teritorijas, pagaidu infrastruktūras objekti, rekreācijas teritorijas, ĪADT un ĪA piekrastes biotopi	Nekur nav izmantojams kā vienīgais pamatpasākums erozijas nelabvēlīgās ietekmes mazināšanai. Ārpus 1. un 2. erozijas riska klases krasta iecirkņiem pasākums labi darbojas sinerģijā ar 3. grupas pasākumiem.
2.1. Krasta joslas raksturīgo augu pioniersugu stādījumu ierīkošana mērķtiecīgai vēja akumulācijas veicināšanai ("kāpu stādīšana")	Akumulatīvi krasti, smilšaini.	Augsta rekreācijas slodze.	1., 2.	Īpaši piemērots rekreācijas teritorijās.	
2.2. Jūras krasta rekreācijas zonu labiekārtošana orientējoties uz samazinātu slodzi	Akumulatīvi un/vai dinamiskā līdzsvara krasti, smilšaini vai ar jauktu pludmales sastāvu.	Augsta rekreācijas slodze.	1., 2. (atsevišķos gadījumos 3.)	Īpaši piemērots rekreācijas teritorijās.	

uz piekrastes biotopiem (arī traucējumus kompensējoši pasākumi)					
3. Mazinvasīvie krasta sanešu mehāniskās manipulācijas pasākumi	Jebkurš krasta tips, labāk piemērots jūras stāvkrasta posmiem, iecirkņiem ar sanešu deficīta un tranzīta apstākļiem.	Cilvēkfaktoru vai kombinēti izraisīta krasta erozijas pastiprināšanās.	3., 4.	Visi objekti un teritorijas.	Pasākumu grupa ir uzskatāma par galveno un no dabas un vides aizsardzības viedokļa vēlamāko alternatīvu masīvu pretrozijas būvju ierīkošanai.
3.1. Sanešu papildināšana ("piebarošana") pludmalē no ārpussistēmas avotiem (iekšzemes, upju bagarēšanas, dziļūdens atkrastes)	Jebkurš krasta tips, izmantoto sanešu veidam un granulometriskajām īpašībām jāatbilst mērķteritorijā raksturīgajiem dabas apstākļiem.	Cilvēkfaktoru vai kombinēti izraisīta krasta erozijas pastiprināšanās.	3., 4.	Visi objekti un teritorijas.	Piebarošana var nodrošināt krasta erozijas riska būtisku samazināšanos kā apsaimniekošanas pamatpasākums tikai tad, ja tā tiek īstenota apjomā, kas ir aptuveni vienāds ar mērķa teritorijas sanešu bilances vidējo iztrūkumu.
3.1.1. Mazā apjomā (<50000 m ³ gadā vai lokalizēti specifiskās mērķteritorijās vai epizodiski/vienreizēji)	Krasta posmi ar nenoīmīgu erozijas pārsvaru un relatīvi zemu vidējo viļņošanās intensitāti.	Cilvēkfaktoru vai kombinēti izraisīta krasta erozijas pastiprināšanās.	3.	Visi objekti un teritorijas.	
3.1.2. Lielā apjomā (>50000 m ³ gadā vai garos krasta iecirkņos (>1 km) vai ilgstoši/regulāri)	Krasta posmi ar nozīmīgu erozijas pārsvaru un dziļu sanešu deficītu. Augstāka efektivitāte krasta iecirkņos ar dabiski sastopamiem smilšu nogulumiem.	Cilvēkfaktoru vai kombinēti izraisīta krasta erozijas pastiprināšanās.	3., 4.	Visi objekti un teritorijas.	
3.2. Sanešu garkrasta plūsmas protezēšana/atjaunošana (sanešu apnešana garām mākslīgam šķērslim, izmantojot krasta	Krasta posmi, kurus tiešā veidā ietekmē ostu ārējās hidrotehniskās būves.	Cilvēkfaktoru izraisīta krasta erozija.	3., 4.	Visi objekti un teritorijas.	Pasākums ir uzskatāms par krasta sistēmu ilgtspējas nodrošināšanai vispiemērotāko, tomēr tam

sistēmas sanešus no pirmsšķēršļa akumulācijas zonas)					raksturīga ļoti augsta resursietilpība.
3.3. Krasta sanešu pārvietošana viena krasta iecirkņa ietvaros erozijas radītu reljefa pārveidojumu aizpildīšanai vai krasta kāpu vai ņa fragmentācijas novēršanai, izmantojot materiālu no krasta zemūdens nogāzes vai pludmales	Akumulatīvi vai dinamiskā līdzsvara krasta posmi, kuros ir izveidojies primāro kāpu reljefs.	Augsta rekreācijas slodze, klimata pārmaiņu rezultātā notikusi vēja erozijas pastiprināšanās un krasta applūšanas (vējuzplūdi) riska pieaugums.	1.-3.	Dabas pamatnes teritorijas, pagaidu infrastruktūras objekti, rekreācijas teritorijas, ĪADT un ĪA piekrastes biotopi.	Ļoti maza apjoma pasākums, kas paredzēts specifisku un ļoti lokālu situāciju risināšanai. Pasākumu vēlams īstenot kombinējot ar "zaļo" pasākumu grupas elementiem.
4. Invazīvie inženiertehniskie risinājumi (preterozijas būves)	Krasta posmi ar jebkādu ģeoloģisko uzbūvi, kuros pastāv sanešu deficīta apstākļi, ir izveidojies jūras stāvkrasts vai erozijas kāple.	Cilvēkfaktoru vai kombinēti izraisīta krasta erozijas pastiprināšanās.	3., 4.	Tautsaimniecībā nozīmīgi objekti, stacionāras ēkas un infrastruktūra.	Pasākumu grupa ir uzskatāma par mazāk vēlamu no dabas un vides aizsardzības viedokļa un to ietekme uz krasta sistēmu stabilitāti kopumā ir vērtējama negatīvi. Tas nozīmē, ka šo pasākumu īstenošana ir pieļaujama tikai atsevišķos izņēmuma gadījumos, samazinot segtās krasta posma garumu līdz minimumam un paredzot pasākumus nelabvēlīgās ietekmes mazināšanai.
4.1. Pasīvo preterozijas būvju grupa (barjerobjekti)	Krasta posmi ar jebkādu ģeoloģisko uzbūvi, kuros pastāv sanešu deficīta apstākļi, ir izveidojies jūras stāvkrasts vai erozijas kāple.	Cilvēkfaktoru vai kombinēti izraisīta krasta erozijas pastiprināšanās.	3., 4.	Tautsaimniecībā nozīmīgi objekti, stacionāras ēkas un infrastruktūra.	Pasīvo preterozijas būvju ietekme uz krasta sistēmas stabilitāti blakus esošajos iecirkņos parasti ir mazāka nekā aktīvā tipa

					preterozijas būvēm.
1.1. Atbangošanas sienas, vertikālas vai stāvas (>45°)	Krasta posmi ar jebkādu ģeoloģisko uzbūvi, kuros pastāv sanešu deficīta apstākļi, ir izveidojies jūras stāvkrasts vai erozijas kāple.	Cilvēkfaktoru vai kombinēti izraisīta krasta erozijas pastiprināšanās.	4.	Kritiski nozīmīgi infrastruktūras objekti.	Atbangošanas sienu ietekme uz krasta sistēmas stabilitāti ir ar visaugstāko negatīvo potenciālu barjerobjektu (pasīvo būvju) grupā.
4.1.2. Uzskalošanās sienas, lēzenas (<45°)	Krasta posmi ar jebkādu ģeoloģisko uzbūvi, kuros pastāv sanešu deficīta apstākļi, ir izveidojies jūras stāvkrasts vai erozijas kāple.	Cilvēkfaktoru vai kombinēti izraisīta krasta erozijas pastiprināšanās.	3., 4.	Kritiski nozīmīgi infrastruktūras objekti.	Uzskalošanās sienu ietekme uz krasta sistēmas stabilitāti ir nozīmīgi negatīva, atpaliekot tikai no atbangošanas sienu tipa.
4.1.3. Gabionu sistēmas, dinamiskas (ūdenscaurlaidīgas)	Krasta posmi ar jebkādu ģeoloģisko uzbūvi, kuros pastāv sanešu deficīta apstākļi, ir izveidojies jūras stāvkrasts vai erozijas kāple.	Cilvēkfaktoru vai kombinēti izraisīta krasta erozijas pastiprināšanās.	3., 4.	Kritiski nozīmīgi infrastruktūras objekti.	Gabionu sistēmu negatīvo ietekmi uz krasta sistēmas stabilitāti mazina to spēja daļēji slāpēt vētras viļņu enerģiju, pretstatā nedinamiskajām barjeru sistēmām, kuras viļņu enerģiju atstaro un veicina krasta eroziju.
4.1.4. Pludmales un seklūdens joslas armējums/pārklājums	Krasta posmi ar ļoti izteiktu smalkgraudaino sanešu deficītu, epizodiskiem bezpludmales apstākļiem un intensīvu krasta zemūdens nogāzes dziļumeroziju.	Cilvēkfaktoru vai kombinēti izraisīta krasta erozijas pastiprināšanās.	4.	Kritiski nozīmīgi infrastruktūras objekti.	Pasākums pasaulētīcis pielietots relatīvi nelielā skaitā situāciju, kur krasta erozijas intensitāte un risks ir ļoti augsts. Parasti pielieto kombinācijā ar citiem preterozijas būvju tipiem.
4.1.5. Ģeotekstila barjerobjekti (ar sanešiem pildīti, ūdenscaurlaidīgi)	Krasta posmi ar jebkādu ģeoloģisko uzbūvi, kuros pastāv sanešu deficīta apstākļi, ir izveidojies jūras	Cilvēkfaktoru vai kombinēti izraisīta krasta erozijas pastiprināšanās.	3., 4.	Kritiski nozīmīgi infrastruktūras objekti.	Ģeotekstila barjerobjekti ir uzskatāmi par vienkāršotu un atvieglotu pasākumu

	stāvkrasts vai erozijas kāple.				salīdzinot ar citiem preterozijas būvju tipiem. Risinājuma negatīvo ietekmi uz krasta sistēmas stabilitāti var samazināt to iedzīļinot pludmalē vai virspludmales reljefā un šādi saglabājot daļēju sanešu pārvietošanās iespēju pa karsta nogāzi.
4.1.6. Banketes un uzbērumi (vietējie rupjatlūzu materiāli, ceļu grants, prasībām atbilstoši būvgruži, betona bloki uc.)	Krasta posmi ar jebkādu ģeoloģisko uzbūvi, kuros pastāv sanešu deficīta apstākļi, ir izveidojies jūras stāvkrasts vai erozijas kāple.	Cilvēkfaktoru vai kombinēti izraisīta krasta erozijas pastiprināšanās.	3., 4.	Kritiski nozīmīgi infrastruktūras objekti.	Funkcionāls gabionu sistēmu analogs, jo nodrošina vētras viļņu enerģijas daļēju slāpēšanu. Parasti relatīvi veiksmīgi iekļaujas ainavā un daļēji saglabā funkcionalitāti arī pēc sabrukšanas. Banketes var uzskatīt par preterozijas būvju "klasiku", kas ir pazīstami jau vairākus tūkstošus gadu.
4.1.7. Pretplūdudeņu barjeras (mobīlas vai stacionāras, multifunkcionālas vai vienkāršas)	Zemi un ļoti zemi jūras krasta posmi ar jebkādu ģeoloģisko uzbūvi, kuros krasta erozijai kombinējoties ar vētras izraisītiem vējuzplūdiem var notikt plašu teritoriju applūšana.	Augsta rekreācijas slodze, klimata pārmaiņu rezultātā notikusi vēja erozijas pastiprināšanās un krasta applūšanas (vējuzplūdi) riska pieaugums.	-	Tautsaimniecībā nozīmīgi objekti, stacionāras ēkas un infrastruktūra.	
4.2. Aktīvo preterozijas būvju grupa	Krasta posmi ar jebkādu ģeoloģisko	Cilvēkfaktoru vai kombinēti	3., 4.	Tautsaimniecībā nozīmīgi objekti,	Aktīvo preterozijas būvju

	uzbūvi, kuros pastāv sanešu deficīta vai tranzīta apstākļi un raksturīga intensīva garkrasta sanešu kustība. Labāk piemēroti krasta posmiem ar jauktu vai rupjgraudainu sanešu materiālu.	izraisīta krasta erozijas pastiprināšanās.		stacionāras ēkas un infrastruktūra.	ietekme uz krasta sistēmu sniedzas arī ārpus to mērķteritorijas un parasti rezultējas erozijas intensitātes pieaugumā blakusiecirkņos. Tipiski aktīvo preterozijas būvju efektivitāte (kā metrisku izmantojot tiešo erozijas intensitātes/riska samazinājumu mērķa teritorijā) ir zemāka nekā līdzīga būvapjoma un resursietilpības pasīvajām preterozijas būvēm. Aktīvo preterozijas būvju ierīkošana ir tehniski sarežģītāka un to kalpošanas laiks parasti ir īsāks.
4.2.1. Būnas, masīvas (tehniski komplicētas, ar lielu būvapjomu un ilgu paredzamo kalpošanas laiku)	Krasta posmi ar jebkādu ģeoloģisko uzbūvi, kuros pastāv sanešu deficīta vai tranzīta apstākļi un raksturīga intensīva garkrasta sanešu kustība. Labāk piemēroti krasta posmiem ar jauktu vai rupjgraudainu sanešu materiālu.	Cilvēkfaktoru vai kombinēti izraisīta krasta erozijas pastiprināšanās.	4. (atsevišķos gadījumos 3.)	Kritiski nozīmīgi infrastruktūras objekti.	Ļoti nozīmīga negatīva un kumulatīva ietekme uz krasta sistēmas kopējo stabilitāti. Pieļaujams tikai izņēmuma gadījumos, rēķinoties ar erozijas pastiprināšanos blakus krasta iecirkņos.
4.2.2. Būnas, vienkāršas, īsas (koka pāļi, laukakmeņu krāvumi bez	Krasta posmi ar jebkādu ģeoloģisko uzbūvi, kuros pastāv sanešu deficīta vai tranzīta apstākļi un	Cilvēkfaktoru vai kombinēti izraisīta krasta erozijas pastiprināšanās.	3. (atsevišķos gadījumos 4.)	Kritiski nozīmīgi infrastruktūras objekti.	Par pasaules praksē bieži pielietotu var uzskatīt vienkāršu un relatīvi resursmazietilpīgu

pamatnes, caurules uc.)	raksturīga intensīva garkrasta sanešu kustība. Labāk piemēroti krasta posmiem ar jauktu vai rupjgraudainu sanešu materiālu.				būnu kombinēšanu ar mehānisku sanešu manipulāciju (3. pasākumu grupa)
4.2.3. Masīvi viļņlauži	Krasta posmi ar jebkādu ģeoloģisko uzbūvi, kuros pastāv sanešu deficīta vai tranzīta apstākļi un raksturīga intensīva garkrasta sanešu kustība. Labāk piemēroti krasta posmiem ar jauktu vai smalkgraudainu sanešu materiālu.	Cilvēkfactoru vai kombinēti izraisīta krasta erozijas pastiprināšanās.	3., 4.	Kritiski nozīmīgi infrastruktūras objekti.	Parasti izvietoti zemūdens nogāzē, pilnībā zem ūdens. Efekts un ietekme ir ļoti līdzīga citiem aktīvajiem krasta preterozijas risinājumiem, bet raksturīgas sevišķi augstas celtniecības un uzturēšanas izmaksas. Neietekmē vietas ainavas kvalitāti. Labvēlīgos apstākļos var izveidoties "rifu" ekosistēmas. Var radīt krasta zonas izmantošanas ierobežojumus un samazināt vietas rekreācijas resursa vērtību.
4.2.4. Mākslīgie rīfi, dinamiski un stacionāri (nostiprināti)	Krasta posmi ar jebkādu ģeoloģisko uzbūvi, kuros pastāv sanešu deficīta vai tranzīta apstākļi un raksturīga intensīva garkrasta sanešu kustība. Labāk piemēroti krasta posmiem ar jauktu vai smalkgraudainu sanešu materiālu.	Cilvēkfactoru vai kombinēti izraisīta krasta erozijas pastiprināšanās.	3. (atsevišķos gadījumos 4.)	Kritiski nozīmīgi infrastruktūras objekti.	Mākslīgo rifu konstrukcijas ir iespējams izgatavot no ļoti dažādiem materiāliem. Darbības principa pamatā ir krastā pienākošo viļņu enerģijas slāpēšana un garkrasta sanešu akumulācijas veicināšana mēģa teritorijā. Ir vienkāršots un atvieglots zemūdens

					viļņlaužu funkcionāls analogs. Parasti ierobežots (īss) darbmūžs. Var radīt krasta zonas izmantošanas ierobežojumus un samazināt vietas rekreācijas resursa vērtību.
--	--	--	--	--	--

PAŠVALDĪBAS LĪDZŠINĒJĀ RĪCĪBA UN KONSTATĒTĀS PROBLĒMAS JŪRAS KRASTA APSAIMNIEKOŠANĀ

Ievadziņojuma izstrādes laikā izpildītājs ir veicis piekrastes pašvaldību aptauju attiecībā uz **jūras krasta erozijas vai vējuzplūdu riskam pakļauti objektiem, līdzšinējo pieredzi un konstatētajām problēmām. Ir veikta arī novada pašvaldības teritorijas attīstības plānu izpēte attiecībā uz piekrastes aizsardzību.**

Plānošanas un attīstības dokumentos ietvertā informācija attiecībā uz piekrastes erozijas riska teritorijām

LIMBAŽU NOVADA ATTĪSTĪBAS PROGRAMMA

Vides pārskatā norādīts, ka klimata pārmaiņu ietekmē palielinās jūras vējuzplūdu risks, apdraudot novada teritoriju piekrastes kāpu zonā, upju ieteku un piejūras ezeru tuvumā, kā arī palielinās krasta ģeoloģisko procesu intensitāte Rīgas jūras līča piekrastē, tostarp krasta erozijas risks, kas ir izteikti novērojams Vitrupē līdz Ķurmragam un Tūjā.

Jūras krastu monitoringa dati liecina, ka Limbažu novada piekrastes teritorijā no Ainažiem līdz Vitrupes Kutkāju ragam dominē akumulācijas tipa krasti ar šaurām (10 – 30 m) smilšainām, daļēji apaugušām pludmalēm, posmā no Kuivižiem līdz Ainažiem vidēji platu (30 – 50 m) pļavu pludmali (Randu pļavas).

Šaurā posmā pie Salacgrīvas un Vitrupes saglabājusies zema, fragmentāra priekškāpa ar daļēji izveidotu erozijas kāpli. No Vitrupes līdz pat novada dienvidu robežai dominē stāvkrasti, kas veidojušies devona nogulumos ar kvartāra nogulumu segu vai arī kvartāra (morēnas smilšmāls) nogulumos ar šaurām grants – smilts – oļu – laukakmeņu (uz zemesragiem) pludmalēm. Citi eksodinamiskie procesi novada teritorijā nav konstatēti, tai skaitā nav konstatēti karsta procesi.

Saskaņā ar Piekrastes telpiskās attīstības pamatnostādņēm 2011.-2017. gadam Limbažu novada piekraste 7,5 km kopgarumā ir noteikta kā erozijai mēreni pakļauts krasts, kura sagaidāmā atkāpšanās laika posmā no 2009.-2023.gadam vidēji nepārsniegs 7 m. Šajā kopgarumā ir identificēti divi lokāli erozijas maksimumi, no kuriem viens ir piekraste uz ziemeļiem no Salacgrīvas ostas Kuivižu virzienā, kurā sagaidāmā maksimālā erozija ir 10-15 m, tātad maksimums nav ļoti izteikts, tikai apmēram līdz divām reizēm intensīvāks par vidējo erozijas intensitāti.

Limbažu novada piekrasti ir iespējams iedalīt zonās, kurās vērojami dažādi krasta procesi:

- teritorijas ar izteikti skartiem erozijas krastiem (piem., Vitrupe līdz Ķurmragam, Tūja),
- teritorijas ar dinamiskā līdzsvara krastiem (Tūjas piekraste),
- teritorijas, kur notiek gan priekškāpu atjaunošanās, gan to noskalošana (Ainažu piekraste),
- akumulāciju krasti (Ainažu piekraste).

Riska joslas platums laika posmā līdz 2060.gadam Liepupes pagasta lielākajā daļā tiek paredzēts platumā līdz 15 m, savukārt Ķurmjruga apkārtnē līdz 50 m, posmā Tūja – Lembuži 40 m. Salacgrīvas pagasta un pilsētas lielākajā daļā riska joslas platums nepārsniedz 10 m.

Maksimālais riska joslas platums paredzams posmā Melekas - Vitrupes ieteka (30 – 40 m), kā arī uz ziemeļiem no Salacgrīvas ostas (20 – 30 m). Augsta riska krasta erozijai pakļautās piekrastes kopgarums ~4,9 km. Riska joslā atrodas auto stāvlaukumi Vitrupē un autoceļa A1 Rīga-Igaunijas robeža 1,0 km uz dienvidiem no Vitrupes ietekas. Novada teritorijas piekrastē vairākās vietās ir izveidotas preterozijas būves - rip-rap laukakmeņu krāvums (uzbēruma pie krasta nogāzes). Ainažu pagasta teritorijā nozīmīga jūras krasta erozija nav paredzama, taču ilgstošu vētru laikā iespējama plaša zemo teritoriju applūšana ar izskalojumu un smilšu saskalojumu veidošanos.

Liepupes pagasta teritorijā stipra rietumu vējā gadījumā nozīmīgi apdraudētā jūrās piekraste ūdens līmeņa celšanās un bangu darbības rezultātā. Šādā gadījumā var applūst jūrās piekrastes teritorijas un zemes, kas atrodas upju grīvas. Novērojamā arī stāvrakstā noskalošana un sagraušana. Tā, 2005. gada janvārī tika noskalots 67 000 m³ stāvrakstā jeb 4500 m³ uz vienu piekrastes kilometru. Vairāk nekā 90% šī noskalojuma notika dabas lieguma "Vidzemes Akmeņainā jūrmalā" piekraste.

Atbilstoši Igaunijas – Latvijas pārrobežu sadarbības programmas 2007. – 2013. gadam līdzfinansētā projekta EU43084 "Piekrastes un jūras telpiskā plānošana Pērnavas līča teritorijā Igaunijā un Latvijas piekrastes pašvaldībās" ietvaros izstrādātajam metodiskajam materiālam „Vadlīnijas jūras krasta erozijas seku mazināšanai” jaundibinātā Limbažu novada teritorijā Baltijas un Rīgas jūras līča piekrastē identificētas dažādas erozijas riska klases. Lielā piekrastes daļā konstatējama arī 3. erozijas klase (nozīmīga epizodiska erozija, nepilnīgi kompensēta) un 4. erozijas klase (hroniska erozija, atkāpšanās < 1 m/gadā), kas liek vērst uzmanību uz ilgtermiņa apsaimniekošanas pasākumu nepieciešamību šajos piekrastes posmos, plānojot turpmāku Limbažu novada attīstību.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

Ahola, M., Bergström, L., Blomqvist, M., Boedeker, D., Börgel, F., Carlén, I., Carlund, T., Carstensen, J., Christensen, J.P.A., Futter, M., Gaget, E., Glibko, O., Gröger, M., Dierschke, V., Dieterich, C., Frederiksen, M., Galatius, A., Gustafsson, B., Frauen, C., Halkka, A., Halling, C., Holfort, J., Huss, M., Hyytiäinen, K., Jürgens, K., Jüssi, M., Kallasvuo, M., Kankainen, M., Karlsson, A.M.L., Karlsson, M., Kiessling, A., Kjellström, E., Kontautas, A., Krause-Jensen, D., Kuliński, K., Kuningas, S., Käyhkö, J., Laht, J., Laine, A., Lange, G., Lappalainen, A., Laurila, T., Lehtiniemi, M., Lerche, K.-O., Lips, U., Martin, G., McCrackin, M., Meier, H.E.M., Mustamäki, N., Müller-Karulis, B., Naddafi, R., Niskanen, L., Nyström Sandman, A., Olsson, J., Pavón-Jordán, D., Pålsson, J., Rantanen, M., Razinkovas-Baziukas, A., Rehder, G., Reißmann, J.H., Reutgård, M., Ross, S., Rutgersson, A., Saarinen, J., Saks, L., Savchuk, O., Sofiev, M., Spich, K., Särkkä, J., Viitasalo, M., Vielma, J., Virtasalo, J., Wallin, I., Weisse, R., Wikner, J., Zhang, W., Zorita, E., Östman, Ö., 2021. Climate Change in the Baltic Sea. 2021 Fact Sheet. Baltic Sea Environment Proceedings n°180. HELCOM/Baltic Earth 2021. Pieejams: <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2021/09/Baltic-Sea-Climate-Change-Fact-Sheet-2021.pdf>

Avotniece, Z., Aņiskeviča, S., Maļinovskis, E., 2017. Klimata pārmaiņu scenāriji Latvijai. Pieejams: <https://www4.meteo.lv/klimatariks/files/zinojums.pdf>

Avotniece, Z., Briede, A., Dravniece, A., Kalvāne, G., Kļaviņš, M., Koreļska, L. 2018. Atmosfēra. Grām.: Nikodemus, O., Kļaviņš, M., Krišjāne, Z., Zelčs, V. (red.). Rīga, Latvijas Universitātes Akadēmiskais apgāds, 225.–271. lpp.

Copernicus Climate Change Service and Copernicus Marine Service, 2023. Mean Sea Level: Baltic Sea. Pieejams: <https://marine.copernicus.eu/access-data/ocean-monitoring-indicators/baltic-sea-mean-sea-level-time-series-and-trend>

European Commission Disaster Risk Management Knowledge Centre (EC DRMKC), n.d. Dashboard – Risk. Pieejams: <https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/risk-data-hub#/dashboardrisk>

Gaile, D., 2020. Vēja brāzmu pārmaiņu scenāriji Latvijai. Pieejams: https://www4.meteo.lv/klimatariks/files/Vēja_brazmas_zinojums.pdf

Kļaviņš, M., Avotniece, Z., Rodinovs, V., 2016. Dynamics and impacting factors of ice regimes in Latvia inland and coastal waters. Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B: Natural, Exact and Applied Sciences, 70(6), pp. 400–408. Pieejams: <https://sciendo.com/it/article/10.1515/prolas-2016-0059>

LVĢMC Vides datu arhīvs. Pieejams: <https://videscentrs.lv/gmc.lv/lapas/vides-datu-arhivs>

LVĢMC Klimata pārmaiņu analīzes rīks. Pieejams: <https://www4.meteo.lv/klimatariks/>

LVĢMC, 2023. Limbažu novads. Pieejams: https://klimats.meteo.lv/pasvaldibu_apskati/novads/limbazu_novads/

LVĢMC, 2014. Saules radiācijas atlants. Pieejams: https://klimats.meteo.lv/atlanti/saules_radiacijas_atlants/

LVĢMC, 2010. Stipra snigšanas Kurzēmē 2009. gada 16.–17. decembrī. Pieejams:
https://www.meteo.lv/fs/files/CMSP_Static_Page_Attach/00/00/00/01/80/2009_12_16-17.pdf

LVĢMC, n.d. Pirms pusgadsimta Latvijā plosījās 2. spēcīgākā vētra un Rīgā tika novēroti augstākie vējuzplūdi hidrometeoroloģisko novērojumu vēsturē. PieejamsL
<https://videscentrs.lv/mc.lv/lapas/pirms-pusgadsimta-latvija-plosijas-2-specigaka-vetra-un-riga-tika-noveroti-augstakie-vejuzpludi-hidrometeorologisko-noverojumu-vesture>

LVĢMC, n.d. Visstiprākie vēji Latvijā. Pieejams: <https://videscentrs.lv/mc.lv/lapas/visstiprkie-veji-latvija>

Rutgersson, A., Kjellstrom, E., Haapala, J., Stendel, M., Danilovich, I., Drews, M., Jylha, K., Kujala, P., Larsen, X.G., Halsnaes, K., Lehtonen, I., Luomaranta, A., Nilsson, E., Olsson, T., Sarkka, J., Tuomi, L., Wasmund, N., 2022. Natural hazards and extreme events in the Baltic Sea region. Pieejams:
<https://esd.copernicus.org/articles/13/251/2022/>

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and The National Aeronautics and Space Administration (NASA), 2023. Sea Level Projection Tool. Pieejams: <https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool>

Weisse, Dailidienė, I., Hünicke, B., Kahma, K., Madsen, K., Omstedt, A., Parnell, K., Schöne, T., Soomere, T., Zhang, W., Zorita, E., 2021. Sea level dynamics and coastal erosion in the Baltic Sea region. Pieejams:
<https://esd.copernicus.org/articles/12/871/2021/>

Zandersons, V. un Aņiskeviča, S., 2018. Sniega segas biezuma pārmaiņu scenāriji Latvijai. Pieejams:
https://www4.meteo.lv/klimatariks/files/Sniegs_2018.pdf