



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

APLINKOS APSAUGOS KATEDRA

Oksana Survilaitė

**KRAŠTOVAIZDŽIO PAŽEIDIMŲ BŪKLĖS TYRIMAI IR VERTINIMAS  
GAIŽIŪNŲ IR KAIRIŲ KARINIUOSE POLIGONUOSE**

**RESEARCH OF THE CONDITION OF LANDSCAPE TRANSGRESSIONS AND  
ITS EVALUATION AT THE MILITARY AREAS OF GAIŽIŪNAI AND KAIRIAI**

Baigiamasis magistro darbas

Aplinkos inžinerijos studijų programa

Aplinkos apsaugos inžinerijos specializacija

Aplinkos inžinerijos ir kraštotvarkos mokslo kryptis

Vadovas doc. R. Idzelis

Katedros vedėjas prof. P. Baltrėnas

Vilnius, 2004

Magistrantūros baigiamasis darbas (tezės)

## KRAŠTOVAIZDŽIO PAŽEIDIMŲ BŪKLĖS TYRIMAI IR VERTINIMAS GAIŽIŪNŲ IR KAIRIŲ KARINIUOSE POLIGONUOSE

Oksana Survilaitė

Kalba:  
lietuvių

### Anotacija

Okupacinės kariuomenės Lietuvoje vykdyta karinė veikla padarė neatitaisomą žalą aplinkai. Išeidama sovietų kariuomenė paliko milžiniškus nuniokotus plotus, pažeistą ir užterštą gruntą, sunaikintus miškus ir degradavusią augalijos dangą. Todėl buvusių karinių teritorijų ekologinės būklės įvertinimas ir jų renovacija – šiuo metu yra viena aktualesnių aplinkos apsaugos problemų.

Tyrimams buvo pasirinkti Gaižiūnų ir Kairių kariniai poligonai, kaip aplinkosauginiu požiūriu labiausiai pažeisti, problematiškiausi, tebenaudojami pagal paskirtį poligonai Lietuvoje.

Pirmuosiuose darbo skyriuose yra apžvelgiami karinės gamtonaudos mastai ir ekologinės pasekmės Lietuvoje sovietmečiu, užsienio patirtis.

Eksperimentinėje – tiriamojoje dalyje įvertintas Gaižiūnų ir Kairių karinių poligonų kraštovaizdžio mechaninis pažeidimas, augalijos bei gyvūnijos būklė, saugotinos buveinės. Remiantis tuo, kad eroduoto, bei paveikto defliacijos dirvožemio poringumas sumažėja, buvo atlikta dirvožemio poringumo analizė.

Parentant dirvožemio apsaugos nuo defliacijos priemonės, atliktas situacijos modeliavimas. Pagal gautus rezultatus rekomenduojamas užtvarų statymas skersai vyraujančios vėjų krypties, kaip pakankamai efektyvi dirvožemio apsaugos nuo defliacijos priemonė, padedanti gerinti aplinkos būklę ir užtikrinti jos stabilumą.

Gauti tyrimų rezultatai ir padarytos išvados – tai svarbi informacija apie karinio poligono augalijos gyvūnijos, dirvožemio būklę, bei dėl karinės veiklos pakitusių natūralių ekosistemų pažeidimo laipsnį

Reikšminiai žodžiai: karinė veikla, karinis poligonas, kraštovaizdis, dirvožemis, erozija, dirvožemio poringumas

Master degree final work (thesis)

## THE TRANSGRESSIONS' CONDITION OF THE LANDSCAPE ANALYSIS AND EVALUATION IN THE GAIŽIŪNAI AND KAIRIAI MILITARY RANGES

Oksana Survilaite

Language:  
English

### Summary

Almost for 50 years Lithuania was under the military power of occupational army which made a harm which cannot be rebuilt. After the soviet army left it left huge harmed areas, the injured and polluted the soil, the destroyed forests, the depredated surface of the vegetation behind it. That is why the evaluation and renovation of the ecological shape of the military areas lately has been one of the most actual problems of environment protection. In defining the impact of the military activities on the ecosystem stability in the Lithuania Gaižiūnai and Kairiai military ranges was chosen for the investigation.

On the first chapters of this thesis it is made a review on the scale of the military use of the nature and ecological consequences in Lithuania during Soviet times, the experience of foreign.

The landscape mechanical transgression, the condition of the plants and the animals, the preserve abode of the Gaižiūnai and Kairiai military ranges were evaluated in the experimental analytical part.

Using the PHOENICS software a model of the situation was formed to determine an influence of walls on the wind velocity and soil protection from the deflation. According to the results, protective walls can be recommended as one of the most effective means of decreasing the wind velocity which also helps to improve the environmental state and ensure its stability

The results and conclusions are received – is important information on the vegetation's shape on the military grounds and the degree of disturbances of altered natural ecosystems which are choused by military activities.

Key words: military activity, military range, landscape, soil, erosion, soil porosity

## LENTELIŲ SARAŠAS:

|                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1 lentelė. Karinių teritorijų pasiskirstymas pagal dydį .....                                                                                           | 20 |
| 1.2 lentelė. Dirvožemio degradacijos kategorijos ir veiksniai .....                                                                                       | 27 |
| 1.3 lentelė. Eroduojami žemės ūkio naudmenų plotai .....                                                                                                  | 28 |
| 1.4 lentelė. Reljefo paviršiaus granuliometrinės sudėties pokyčiai dėl eolinių procesų poveikio.....                                                      | 32 |
| 1.5 lentelė. Tankios želdinių juostos (16 - 18 m aukščio) poveikis vėjo greičiui 1,5 m aukštyje, procentais, atstumu H, palyginti su atvira vietoje ..... | 34 |
| 2.1 lentelė. Įvairių teritorijų mechaniniai pažeidimai Gaižiūnų kariniame poligone .....                                                                  | 44 |
| 2.2 lentelė. Mechaniniai pažeidimai Kairių kariniame poligone .....                                                                                       | 55 |
| 2.3 lentelė. Reti varliagyviai Gaižiūnų kariniame poligone.....                                                                                           | 61 |
| 2.4 lentelė. Reti paukščiai Gaižiūnų kariniame poligone.....                                                                                              | 61 |
| 2.5 lentelė. Reti žinduoliai Gaižiūnų kariniame poligone.....                                                                                             | 62 |
| 2.6 lentelė. Svarbios botaniniu požimiū buveinės Gaižiūnų poligone.....                                                                                   | 64 |
| 2.7 lentelė. Grėsmės retoms varliagyvių rūšims Gaižiūnų poligone.....                                                                                     | 64 |
| 2.8 lentelė. Grėsmės retoms paukščių rūšims Gaižiūnų poligone.....                                                                                        | 65 |
| 2.9 lentelė. Grėsmės retoms žinduolių rūšims Gaižiūnų poligone.....                                                                                       | 65 |
| 2.10 lentelė. Retos varliagyvių rūšys Kairių kariniame poligone .....                                                                                     | 68 |
| 2.11 lentelė. Retos paukščių rūšys Kairių poligone .....                                                                                                  | 68 |
| 2.12 lentelė. Retos žinduolių rūšys Kairių kariniame poligone .....                                                                                       | 69 |
| 2.13 lentelė. Svarbios botaniniu požimiū buveinės Kairių poligone .....                                                                                   | 70 |
| 2.14 lentelė. Grėsmės retoms varliagyvių rūšims Kairių poligone .....                                                                                     | 71 |
| 2.15 lentelė. Grėsmės retoms paukščių rūšims Kairių poligone .....                                                                                        | 71 |
| 2.16 lentelė. Grėsmės retoms žinduolių rūšims Kairių poligone .....                                                                                       | 71 |
| 3.1 lentelė. Vėjo greičio skirtinguose aukščiuose sumažėjimas dėl apsauginių sienelių.....                                                                | 83 |

## PAVEIKSLŲ SARAŠAS:

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1 pav. Gaisrai Pleistoceninė Lowland kariniame poligone Vokietijoje.....                                                 | 14 |
| 1.2 pav. Aplinkos pažeidimų skaičius karinėse teritorijose .....                                                           | 15 |
| 1.3 pav. Amerikos mokslininkų eksperimentiniai tyrimai, nagrinėjant eroziją, dykumosekosistemose. ...                      | 16 |
| 1.4 pav. Harrisburg'o miestelis, Paramint 'o kalnuose Death Valley nacionaliniame parke. ....                              | 16 |
| 1.5 pav. Stambiausių Lietuvos karinių poligonų plotai .....                                                                | 21 |
| 1.6 pav. Vėjo sukelta erozija smėlio dirvožemiuose.....                                                                    | 32 |
| 2.1 pav. Dirvožemio mėginių ėmimo taškai šarvuotųjų trasoje. ....                                                          | 39 |
| 2.2 pav. Dirvožemio mėginių ėmimo žemėlapis mažajame tankodrome .....                                                      | 39 |
| 2.3 pav. Mechaniniai pažeidimai Gaižiūnų poligone .....                                                                    | 45 |
| 2.4 pav. Mechaniniai dirvožemio pažeidimai šarvuotųjų važinėjamoje trasoje.....                                            | 46 |
| 2.5 pav. Mechaniniai dirvožemio pažeidimai mažajame tankodrome.....                                                        | 47 |
| 2.6 pav. Ruderalinės zonos Gaižiūnų poligone.....                                                                          | 48 |
| 2.7 pav. Mechaniniai pažeidimai buvusiam darbininkų miestelyje .....                                                       | 48 |
| 2.8 pav. Mechaniniai pažeidimai sprogdinimų teritorijose.....                                                              | 49 |
| 2.9 pav. Sunkiųjų kulkosvaidžių šaudymo poligonas .....                                                                    | 50 |
| 2.10 pav. Dirvožemio poringumas koeficiento pasiskirstymas šarvuotųjų trasoje .....                                        | 52 |
| 2.11 pav. Dirvožemio poringumo priklausomybė nuo atstumo iki šarvuotųjų trasos.....                                        | 52 |
| 2.12 pav. Dirvožemio poringumo koeficiento pasiskirstymas mažajame tankodrome, priklausomai nuo mėginio ėmimo vietos ..... | 53 |
| 2.13 pav. Dirvožemio poringumo koeficiento pasiskirstymas mažajame tankodrome .....                                        | 53 |
| 2.14 pav. Apgriuvę pastatai Kairių poligone .....                                                                          | 55 |
| 2.15 pav. Išlikę senų rūšių griuvėsiai.....                                                                                | 56 |
| 2.16 pav. Mechaninių pažeidimų vietos Kairių poligone .....                                                                | 57 |
| 2.17 pav. Smėlio dykuma "Sachara" Gaižiūnų poligone .....                                                                  | 60 |
| 2.18 pav. Gaižiūnų poligono saugomos buveinės.....                                                                         | 63 |
| 2.19 pav. Saugotinos buveinės Kairių poligone.....                                                                         | 67 |
| 2.20 pav. Gaižiūnų ir Kairių karinių poligonų plotai 1993 metais ir 2000 metais.....                                       | 73 |
| 2.21 pav. Gaižiūnų ir Kairių karinių poligonų teritorijos paskirtis, ha .....                                              | 73 |
| 2.22 pav. Saugotinių gyvūnų bei buveinių pasiskirstymas Gaižiūnų ir Kairių kariniuose poligonuose.....                     | 74 |
| 2.23 pav. Gaižiūnų ir Kairių karinių poligonų teritorijų mechaninis pažeidimas, procentais .....                           | 74 |
| 2.24 pav. Mechanškai pažeistų teritorijų plotai Gaižiūnų ir Kairių kariniuose poligonuose.....                             | 75 |
| 2.25 pav. Gaižiūnų karinio poligono teritorijų pasiskirstymas, pagal pažeidimo laipsnį.....                                | 75 |
| 2.26 pav. Kairių karinio poligono teritorijų pasiskirstymas, pagal pažeidimo laipsnį.....                                  | 75 |
| 3.1 pav. Smėlio dalelių (0,05 ir 0,1 mm) pasiskirstymas, vėjo greičiui esant 15m/s, kuomet nėra apsauginių sienelių. ....  | 81 |
| 3.2 pav. Vėjo greičių pasiskirstymas pastačius apsauginę sienelę (medžių ar krūmų juosta) .....                            | 82 |
| 3.3 pav. Vėjo greičio pasiskirstymas prieš apsauginę sienelę ir už apsauginės sienelės .....                               | 82 |
| 3.4 pav. Stambių ( 0,1mm) smėlio dalelių pasiskirstymo grafinis vaizdas.....                                               | 84 |
| 3.5 pav. Stambių (0,1mm) smėlio dalelių pasiskirstymas, kylant aukštynei .....                                             | 85 |
| 3.6 pav. Smulkių smėlio dalelių (0, 05mm) pasiskirstymo grafinis vaizdas .....                                             | 86 |
| 3.7 pav. Smulkių smėlio dalelių (0,05 mm) pasiskirstymas prieš sienelę ir už sienelės.....                                 | 87 |

## TURINYS

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>ANOTACIJA</i> .....                                                                                     | 2  |
| <i>SUMMARY</i> .....                                                                                       | 3  |
| <i>LENTELIŲ SARAŠAS</i> .....                                                                              | 4  |
| <i>PAVEIKSLŲ SARAŠAS</i> .....                                                                             | 5  |
| <i>IVADAS</i> .....                                                                                        | 8  |
| <b>1 POLIGONAI – LIETUVOJE IR PASAULYJE</b> .....                                                          | 10 |
| 1.1 Kraštovaizdžio būklė bei apsauga Lietuvoje .....                                                       | 10 |
| 1.2 Karinė veikla ir jos poveikis aplinkai .....                                                           | 12 |
| 1.3 Aplinkos karinė digresija .....                                                                        | 16 |
| 1.4 Karinė gamtonauda iki sovietmečio.....                                                                 | 19 |
| 1.5 Karinės teritorijos Lietuvoje Sovietmečiu .....                                                        | 19 |
| 1.6 Karinių teritorijų būklė išvedus Sovietų kariuomenę .....                                              | 21 |
| 1.7 Gaižiūnų-Ruklos karinis poligonas. Gamtinė, geografinė, istorinė rajono charakteristika ....           | 22 |
| 1.7.1 Reljefas, klimatas, hidrografija .....                                                               | 22 |
| 1.7.2 Gaižiūnų poligono istorija.....                                                                      | 22 |
| 1.7.3 Augmenija ir gyvūnija .....                                                                          | 23 |
| 1.7.4 Gaižiūnų karinio poligono dirvožemių charakteristika.....                                            | 24 |
| 1.8 Kairių karinis poligonas. Gamtinė, geografinė rajono charakteristika .....                             | 24 |
| 1.8.1 Reljefas, klimatas, hidrografija .....                                                               | 24 |
| 1.8.2 Augalija ir gyvūnija .....                                                                           | 25 |
| 1.8.3 Kairių karinio poligono dirvožemių charakteristika .....                                             | 25 |
| 1.9 Dirvožemiai, jų savybės bei degradacija.....                                                           | 26 |
| 1.9.1 Dirvožemis ir jo savybės.....                                                                        | 26 |
| 1.9.2 Dirvožemio degradacija, erozija .....                                                                | 27 |
| 1.9.3 Priemonės prieš vėjo eroziją .....                                                                   | 33 |
| 1.9.4 Suslėgimo įtaka dirvožemio savybėms .....                                                            | 34 |
| 1.9.5 Dirvožemio – reljefo sąveika .....                                                                   | 36 |
| 1.10 Išvados .....                                                                                         | 36 |
| <b>2 EKSPERIMENTINIAI TYRIMAI GAIŽIŪNŲ IR KAIRIŲ KARINIUOSE POLIGONUOSE</b> .....                          | 38 |
| 2.1 Aplinkos pažeidimų poligonuose nustatymo metodikos .....                                               | 38 |
| 2.1.1 Atskirų mokomųjų laukų mechaninio pažeidimo įvertinimas .....                                        | 38 |
| 2.1.2 Dirvožemio poringumo nustatymo metodika .....                                                        | 38 |
| 2.1.3 Saugotinių buveinių nustatymo metodika.....                                                          | 43 |
| 2.2 Aplinkos pažeidimų poligonuose nustatymas.....                                                         | 44 |
| 2.2.1 Mechaniniai pažeidimai Gaižiūnų kariniame poligone .....                                             | 44 |
| 2.2.2 Dirvožemio poringumo tyrimų analizė Gaižiūnų poligone .....                                          | 51 |
| 2.2.3 Mechaninių pažeidimų Kairių poligone nustatymas.....                                                 | 55 |
| 2.2.4 Saugotinių buveinių Gaižiūnų poligone nustatymas.....                                                | 60 |
| 2.2.5 Saugotinių buveinių Kairių kariniame poligone nustatymas .....                                       | 66 |
| 2.2.6 Gaižiūnų ir Kairių karinių poligonų biologinės įvairovės, bei mechaninio pažeidimo palyginimas ..... | 73 |

|     |                                                                                                      |    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3   | <i>DIRVOŽEMIO DEFLIACIJOS MAŽINIMO MATEMATINIO MODELIO PARINKIMAS</i> .....                          | 77 |
| 3.1 | Algebrinis slinkties modelis.....                                                                    | 77 |
| 3.2 | Apsauginių sienelių įtaka smėlio dalelių sulaikymui, bei dirvožemio defliacijos sumažinimui<br>..... | 80 |
|     | <i>IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS</i> .....                                                               | 88 |
|     | <i>LITERATŪROS SARAŠAS</i> .....                                                                     | 90 |
|     | <i>PRIEDAI</i> .....                                                                                 | 93 |

## IVADAS

Paskutiniuosius 50 metų karinėse teritorijose vykdyta niekieno nekontroliuojama karinė – ūkinė veikla nepraėjo be pasekmių. Įvairaus pobūdžio militaristinė veikla padarė didžiulės žalos gamtai, palikdama užterštą gruntą ir požeminį vandenį, iškirstus miškus, suardytą kraštovaizdį, pažeistą dirvožemį. Nepataisomą žalą aplinkai padarė jos teršimas specifinėmis cheminėmis ir radioaktyviosiomis medžiagomis. Daugelyje vietų buvo sunaikinti rekreaciniai ištekliai, nuskurdintos saugomos gamtinės teritorijos. Aplinka kentėjo ir tebekenčia nuo įvairiausių teršalų, kuriuos galima pavadinti uždelsto veikimo bomba. Ir nors nuo sovietinės kariuomenės išvedimo praėjo jau daugiau kaip dešimtmetis, buvusios karinės teritorijos iki šiol yra viena iš skaudžiausių ekologinių problemų Lietuvoje.

Gaižiūnų ir Kairių kariniai poligonai militaristiniams tikslams buvo naudojami visą praėjusį šimtmetį, tai vieni iš nedaugelio iki šiol naudojamų karinių teritorijų. Suprantama, kad šie kariniai kompleksai aplinką ir gamtą žalojo taip pat kompleksiškai. Siekiant optimizuoti poligonų aplinkosauginę būklę, pirmiausia būtina atlikti detalius teritorijos aplinkos tyrimus, nustatyti taršos šaltinius ir jų atsiradimo priežastis, taršos mastus ir kt.

### **Darbo tikslas:**

Nustatyti Gaižiūnų ir Kairių poligonuose esančius mechaninius kraštovaizdžio pažeidimus, jų pobūdį ir mastą, pateikti rekomendacijas, esamai būklei pagerinti. Nustatyti poligonuose esančias, zoologiniu ir botaniniu požiūriu, svarbias buveines, jų biologinę įvairovę, pasiūlyti rekomendacijas retų ir nykstančių gyvūnų apsaugai.

### **Darbo naujumas:**

Pagal ankstesnį ekologinės būklės ištirtumą Lietuvos kariuomenės Gaižiūnų ir Kairių poligonai buvo įvertinti kaip vieni iš labiausiai pažeistų. Be to juose nebuvo atlikti dirvožemio mechaninių pažeidimų tyrimai, o dažniausiai būdavo apsiribojama tik vizualiniu pažeidimų stebėjimu. Dėl toliau nuolatos vykstančių karinių pratybų poligonų būklė per pastaruosius metus galėjo pablogėti. Todėl šiame darbe pateigta dabartinė poligonų kraštovaizdžio būklė, atliktas jo įvertinimas.

### **Temos aktualumas:**

Gaižiūnų ir Kairių kariniai poligonai yra įsikūrę itin neatsparioje antropogeninei apkrovai teritorijoje, todėl ypač svarbu įvertinti, kokią žalą padarė čia vykdyta ir tebevykdoma karinė veikla. Kraštovaizdžio, o ypač jo komponento, dirvožemio pažeidimai greitai pastebimi bei gerai parodo aplinkos sąlygų pakitimus ir gali būti aplinkos sąlygų kokybės atspindys.

Svarbu ir tai, kad karinių poligonų teritorijose dėl jų specifinio karinio – apsauginio režimo yra išlikusių gamtosauginiu požiūriu svarbių buveinių su unikalia gyvūnija bei augalija.

Taigi būtina žinoti šias vietas, jas kartografuoti, paruošti vertingų teritorijų ir biologinės įvairovės išsaugojimo planus.

**Darbo praktinė reikšmė:**

Darbe atliktas Gaižiūnų bei Kairių karinių poligonų pažeidimo įvertinimas, svarbių gamtosauginiu požiūriu buveinių nustatymas. Pateiktos rekomendacijos, padėsiančios išsaugoti nykstančias gyvūnų ir augalų rūšis, bei atkurti kraštovaizdžio vaizdingumą.

# 1 POLIGONAI – LIETUVOJE IR PASAULYJE

## 1.1 Kraštovaizdžio būklė bei apsauga Lietuvoje

Kraštovaizdis – tai nepastovi gamtinių ir antropogeninių tarpusavyje susijusių komponentų – reljefo, klimato, oro, vandens, dirvožemio, augalijos, gyvūnijos ir kultūrinio rūbo visuma. Pagal vyraujančių kraštovaizdžio komponentų kilmę skiriamas natūralus ir antropogeninis kraštovaizdis. Natūralus kraštovaizdis formuojasi vykstant įvairiems gamtiniams procesams ir yra nepaveiktas žmogaus ūkinės veiklos.

Lietuvos paviršiaus reljefą daugiau formavo paskutinio ledynmečio ledynai. Natūralių žmogaus veiklos nepalietusių kraštovaizdžių Lietuvoje beveik nėra, net rezervatus veikia žmogaus veikla, užteršto oro pernašos, melioracija [1].

Ankstyvojo antropogeninio kraštovaizdžio pavyzdžių galime aptikti olose, kur slėpėsi pirmą kartą žmogus. Vėliau žmonės ėmė kilnotis, keisti kraštovaizdį, tačiau daug kur pradėtą formuoti antropogeninį kraštovaizdį sunaikindavo ar iš pagrindų pakeisdavo gamtoje vykstantys procesai. Bėgant laikui žmogus vis aktyviau keitė aplinką, nepaliaujamai skverbėsi į nepalankiausių gyvenimui žemių pakraščius. Tačiau pažeidus gamtinę pusiausvyrą, tekdavo trauktis. Sacharos dykuma palaidojo žemę dirbusių žmonių gyvenvietes, iškirtus mišką, smėlis užpustė Kuršių nerijos kaimus [2].

Antropogeninis kraštovaizdis skirstomas į agrarinį ir urbanizuotą kraštovaizdį. Didesnėje agrarinio kraštovaizdžio dalyje auginama kultūrinė augalija, pakeitusi natūraliąją. Jam būdingi dideli monokultūrų laukai. Lietuvoje agrarinis kraštovaizdis su natūralių komponentų intarpais sudaro virš 70%. Neretai į agrarinį kraštovaizdį įsiterpia agresyvios urbanizuoto kraštovaizdžio detalės. Urbanizuotas kraštovaizdis Lietuvoje užima 4,5 %.

Lietuvos kraštovaizdžių tipai:

- Moreninių lygumų (didelė dalis šiaurės Lietuvos, Vidurio žemuma ir dalis pajūrio žemumos);
- Priedyninių ežerinių lygumų (išsidėstęs abipus Nemuno, užima Šešupės ir Karšuvos žemumas, dalį šiaurės Lietuvos);
- Senovinės aliuvinės lygumos susidariusios senuose upių slėniuose (šalia Nemuno, Neris);
- Mažai žmogaus pakeistos, miškingos lygumos (smėlio sancaupų lygumos palei Žeimenos ir Merkio upes);
- Kalvuotos moreninės ežerotos aukštumos (Baltijos ir Žemaičių aukštumos);
- Labai nedideli kalvotų moreninių raguvų plotai esti Švenčionių ir Ašmenos aukštumose;

- Jūros pakrantės lygumos (apima Kuršių neriją ir žemyninę pajūrio dalį );
- Deltinės lygumos (žemiau dešinio Nemuno intako);
- Gilūs ir seklūs slėniai palei upes.

Labiausiai pakeisti moreninių, prieledyninių ežerinių, deltinių lygumų plotai ir upių slėniai. Čia įsikūrę daug pramonės įmonių, intensyvus žemės ūkis ir kt.

Kiekvienas kraštovaizdis turi skirtingą estetinę vertę. Kraštovaizdžio estetinei vertei nustatyti vartojama 10 balų sistema. Vertinant atsižvelgiama į reljefo išraiškingumą, vandens plotų gausą, augalijos įvairovę. Lietuvoje estetiškai vertingi Kuršių ir pajūrio kopų bei kalvoti pilni ežerų Molėtų, Zarasų, Ignalinos, Rokiškio rajonų kraštovaizdžiai.

Antropogeninio poveikio intensyvumas atvirkščiai proporcingas kraštovaizdžio estetinei vertei – kuo kraštovaizdis mažiau pakeistas žmogaus veiklos – tuo jis vertingesnis. Tačiau estetiškai vertingi kraštovaizdžiai yra gerokai jautresni fiziniam ir cheminiam poveikiui, todėl siekiant juos išsaugoti reikia taikyti griežčiausias aplinkos apsaugos priemones [1].

### **Dabartinė kraštovaizdžio struktūra**

Pastaruoju metu Lietuvoje žemėnaudos struktūra kinta vykdamas žemės reformai. Tuo pačiu keičiasi ir kraštovaizdžio struktūra. Pavyzdžiui, per 1995 m. žemės ūkio naudmenų sumažėjo 6249 ha, o miškų plotas padidėjo tik 1404 ha. Galima pastebėti, kad pakitimai yra kur kas didesni, nei 1990 - 1994 metais.

Natūralaus ar pusiau natūralaus kraštovaizdžio teritorijos prarandamos, urbanizuojant (užstatant, įrengiant kelius ir kt.), paverčiant intensyvios žemdirbystės naudmenomis. Per 1995 m. Lietuvoje užstatyta 2262 ha (1994 m. 409 ha ) iš jų - didžiausiuose miestuose 97 ha (1994 m. 147 ha), nusausinga 1227 ha žemių (1994 m. 6742 ha). Iš šių duomenų analizės galima pastebėti, kad urbanizacijos lygis per 1995 m. išaugo daugiau kaip 5 kartus. Ypač plečiasi mažesni miestai. Per 1995 m. daugiau nei 5 kartus sumažėjo nusausingam žemių plotas. Urbanizacijos plėtrai įvertinti atskirose savivaldybėse skaičiuojamas natūralių ir pusiau natūralių teritorijų santykis su urbanizuotomis teritorijomis (natūralių, pusiau natūralių teritorijų plotas padalinamas iš urbanizuotų teritorijų ploto). Lietuvoje šių teritorijų santykis keičiasi natūralių teritorijų mažėjimo linkme. 1995 m. Lietuvoje šis santykis buvo lygus 7,93 (1994 m. santykis buvo lygus 7,99).

Pastaruoju metu nuolat didėja privačiai žemei priskiriamų žemės naudmenų dalis, apleistų naudmenų plotų ir naudmenų susiskaidymo laipsnis. Lietuvoje kuriasi smulkiasklypė žemėvalda. Ypač ją suskaido asmeninio ūkio žemių (2-3 ha) privatizavimas. Didelis žemėvaldos susiskaidymas ekonomiškai neracionalus, kita vertus, jis sudaro prielaidas formuoti ekologinių naudmenų struktūrai pagal žemėvaldų ribas, o kartu ir gamtinio karkaso teritorijų struktūrai optimizuoti. Žemėnaudos struktūros optimizavimas sudaro pagrindą subalansuotam šalies vystymuisi, išsaugant šalies kraštovaizdį ir biologinę įvairovę, leidžia padidinti šalies miškingumą, užtikrinti šalies ir jos regionų kraštovaizdžio ekologinę pusiausvyrą, sureguliuoti urbanizacijos plėtrą.

Pastaraisiais metais kraštovaizdžio ir biologinės įvairovės apsaugos srityje sudėtingiausios problemos - kraštovaizdžio degradavimas, gamtinio karkaso bei saugomose teritorijose, taip pat miestuose bei miesteliuose dėl neoptimalios žemėnaudos struktūros ir vykstančios žemės reformos bei privatizacijos procesų, biologinės įvairovės mažėjimas dėl intensyvėjančio miškų naudojimo, vertingų gamtinių kompleksų bei objektų žalojimas ir naikinimas, gamtinių išteklių mažėjimas dėl neracionalaus jų naudojimo ir kt. [3].

Kraštovaizdžio ir biologinės įvairovės apsaugos prioritetiniai tikslai yra šie:

- bendras žemėnaudos struktūros optimizavimas;
- gamtinio kraštovaizdžio degradavimo gamtinio karkaso ir saugomose teritorijose, taip pat miestuose ir miesteliuose sustabdymas;
- dirvožemių dangos struktūros degradavimo sustabdymas;
- karstinio ir pelkinio kraštovaizdžio degradavimo sustabdymas;
- saugomų teritorijų tinklo optimizavimas;
- augalų, gyvūnų ir grybų rūšių bei populiacijų nykimo sustabdymas;
- miškų struktūros optimizavimas;
- gyvosios gamtos išteklių naudojimo optimizavimas;
- upių slėnių ir ežerų duburių bei jūrinių biocenozų degradavimo sustabdymas, rekreacinės agrarinės aplinkos, pajūrio paplūdimių ir kopų bei kitų vaizdingiausių gamtinių vietovių degradavimo dėl gamtinių teritorijų užstatymo sustabdymas;
- pajūrio gamtinės aplinkos niokojimo dėl naujų uostų ir terminalų statybos išvengimas;
- išeksploatuotų karjerų rekultivavimas;
- neigiamo poveikio aplinkai dėl naftos gavybos sumažinimas bei neigiamo poveikio aplinkai naudojant geotermine energiją išvengimas;
- neigiamo poveikio aplinkai, eksploatuojant kitas naudingąsias iškasenas, išvengimas [4].

## **1.2 Karinė veikla ir jos poveikis aplinkai**

Poligonai buvo įkurti įvairiuose Lietuvos kraštovaizdžiuose, o dažniausiai - retai apgyvendintuose pelkėtuose miškuose. Spygliuočių miškai buvo intensyviai kertami, o pelkėtosios vietovės - žemapelkės, aukštapelkės ar užliejamos pievos - išliko ir pasižymi didele rūšių įvairove. Milžiniškuose atviruose plotuose susiformavo specifinės augalų ir gyvūnų bendrijos, kurias irgi vertėtų išsaugoti. Tyrimų metu karinėse teritorijose rasta net 33 rūšys, įtrauktos į Raudonąją knygą, tarp jų žvyrė ir gyvatėdis, pas mus laikomi išnykusiais.

### *Karinės veiklos poveikis dirvožemiui*

Karinė veikla poligone daro įvairiapusišką įtaką aplinkai. Ardomas, suslegiamas, po dirbtinėmis dangomis sunaikinamas dirvožemis, sukuriamas dirbtinis reljefas. Karinių bazių statybos metu, atliekami milžiniškos apimties karinio ūkio darbai, ypač statant požeminius statinius. Poligonuose dėl suardyto paviršiaus kyla dirvožemio erozijos grėsmė. Pavyzdžiui rytų Vokietijos Jutenburgo poligone dėl šimtmetį trunkančio karinio poveikio, visiškai sunaikinus augaliją 120 km<sup>2</sup> plote klaidžioja iki 20 m aukščio kontinentinės kopos [5].

Ypatingai giliai paviršius pažeidžiamas karo veiksmų metu. Teigiama, kad Vietnamo karo metu bombų sprogimai permetė 2.5 mlrd. m<sup>3</sup>. grunto. Po karo liko 10 mln. duobių, kurių gylis 6-9 metrai. Daugelį užliejo vanduo.

Kursko mūšio (1943 m) lauke apkasų ilgis siekė 5000 km., išrausta ir įtvirtinta buvo 300 km. pločio zona. Militariniai paviršiaus pakitimai yra ilgalaikiai dariniai.

Didžiausia fizinį poveikį patiria bombardavimo poligonai ir tankodromai. Juose sprogimai ir technika išmaišo kelių m. storio sluoksnį, teritoriją paverčia dykviete.

Viena iš didžiausių Europos dykviečių 250 km<sup>2</sup> ploto tankų poligonas į vakarus nuo Magdeburgo (Vokietijoje). Nuo sprogdinimų nukenčia ir teritorija už poligono ribų. Nevados valstijoje (JAV) ties bombardavimo poligonu, už jo ribų rasta virš 28000 sprogimo vietų. Pietų Kalifornijos dykumoje dar ryškūs 40-ųjų metų tankų manevrų pėdsakai, Libijoje dar neatsistatė dykumų gamta po antrojo pasaulinio karo tankų mūšių.

Intensyvi karinė gamtonauda lėmė gilius paviršiaus pažeidimus, fizinę kraštovaizdžio degradaciją. Ištirtose teritorijose yra daug pažeistų žemių. Daugiausia jų yra poligonuose, aerodromuose, raketinėse bazėse. Buvęs gyvybingas paviršinis dirvožemio sluoksnis sumaltas su dulkėmis arba yra suniokotas po dirbtinėmis dangomis.

Pažeistose plotuose plinta dirvožemio erozija, kai kuriuose poligonuose vyksta intensyvi defliacija [5].

### *Augalijos, gyvūnijos pažeidimai bei trikdymas*

Karinė veikla žaloja unikalius biotopus, saugomas teritorijas. Pavyzdžiui dalį Kiskunsago nacionalinio parko Vengrijoje sovietinė kariuomenė naudojo kaip šaudyklą ir sprogmenų atliekų laidojimo vietą. Palei kariniu objektus įsikuria nebūdingos kraštovaizdžiui augalų bendrijos. Sutrikdoma gyvūnų ramybė, pažeidžiami jų migracijos keliai. Gyvūnus žaloja kariniai įrengimai miškuose.

Nustatyta, kad augalinė danga Lietuvos poligonuose yra degradavusi (60%, t.y. keturis kartus stipriau nei vidutiniškai Lietuvos miškuose).

Dėl antropogeninio poveikio, karinėse teritorijose, iškirtus miškus ir atsivėrus plynėms, tose vietose pradėjo plisti svetimi toms vietoms augalai. Atvirose vietose pradėjo augti šiukšlynų, dykviečių augalai..

Karinė veikla sumažino gyvūnų populiacijų pastovumą, atsparumą, pablogino gyvenimo, mitybos ir dauginimosi sąlygas. Karinio poveikio zonose kuriasi neatsparios, Lietuvai nebūdingos ir neilgalaiškės

gyvūnų populiacijos, o tipingų ir genetinio fondo apsaugos požiūriu svarbių gyvūnų populiacijos nyksta [5].

Neatsargus įvairių sprogmenų naudojimas gali sukelti gaisrus. Po gaisro pasikeičia vietovės kraštovaizdis, sunaikinama augmenija, bei smulkioji fauna (1.1pav.)



1.1 pav. Gaisrai Pleistoceninė Lowland kariniame poligone Vokietijoje. [6]

#### *Tarša poligonuose*

Karinė veikla riboja miestų plėtrą, užimdama brangią miestų žemę, ribodama civilinę statybą, pažeisdama optimalią miestų struktūrą. Pavyzdžiui, Farlando kariniame miestelyje (Vokietija) veikęs didelis skalbimo fabrikas užteršė tris Postdamo miesto vandenvietes, todėl tapo komplikotas miesto aprūpinimas vandeniu [5].

Vienas pavojingiausių karinio poveikio aplinkai būdų radioaktyvi aplinkos tarša. Radioaktyvus poveikis gamtai dėl karinės veiklos yra didesnis nei dėl civilinės. Radioaktyvios taršos šaltinių karinėje veikloje yra daug. Tai branduolinio ginklo gamybos įmonės ir saugyklos, laivų reaktoriai prietaisai ir specialiosios medžiagos su radioaktyviais elementais. Daug radioaktyvių medžiagų patenka į atmosferą. Fernaldo komplekse (Ohajo valstija), gaminančiame metalizuotą uraną, į aplinką patenka iki 1500 t. urano oksido, cezio, tonio. Po didelio gaisro Rocky Flats branduoliniame centre (JAV, Kolorado valstija), Denverio regione aplinkos užterštumas plutoniu buvo didesnis, nei Nagasakyje. Ypatingai dideli pavojų kelia branduoliniai sprogimai, laivų avarijos. Nuo 1961 m. jų užregistruota 28. Avarijų metu buvo pažeisti reaktoriai, į aplinką pateko arba gali patekti radioaktyviosios medžiagos.

Estijoje iš buvusio Tapos karinio aerodromo sklindantys naftos produktai pasiekė Laachemma nacionalinį parką. Pavasario polaidžio metu jie iškyla į paviršių, užlieja mišką.

Teršalų sklaidimo požiūriu, pavojingiausios naftos bazės, įsikūrusios vandenskyrose, netoli miestų vandenviečių, prie upių. Jos kelia didelį potencialų pavojų paviršinio ir požeminio vandens ištekliams.

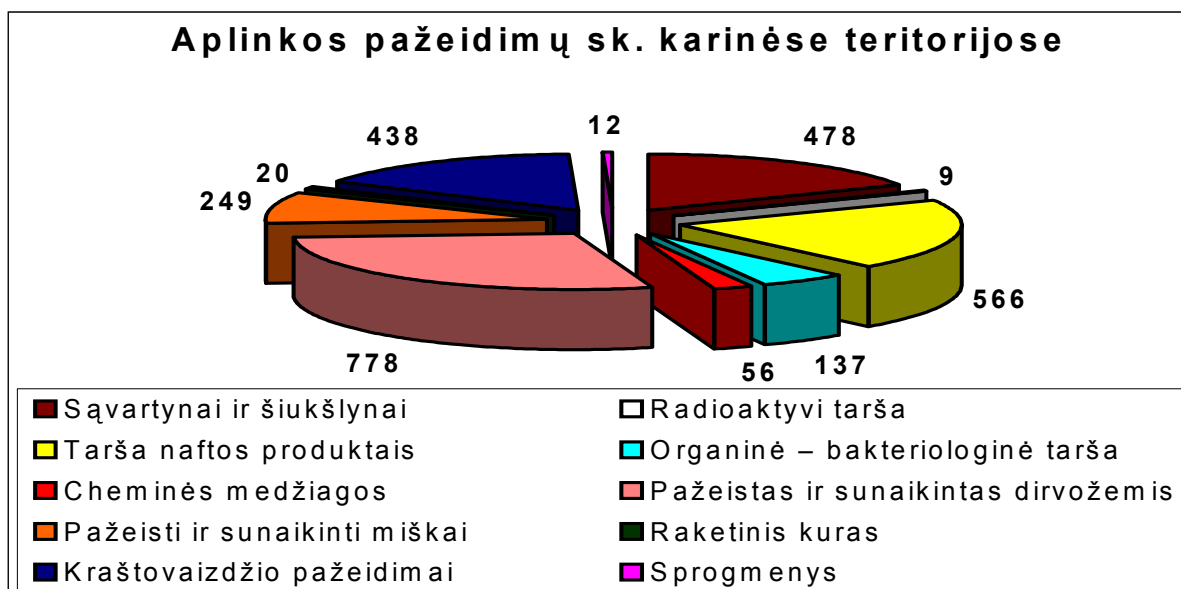
Daugelyje buvusių karinių bazių gruntinis vandeningasis horizontas daugiausia užterštas tose teritorijose, kur buvo naudojami vienokie ar kitokie naftos produktai.

Būdingą karinėms teritorijoms užterštumą naftos produktais padidino tai, kad, ardant kuro saugyklas, buvo išpilti naftos likučiai. Be to, buvo palikti atviri rezervuarų liukai ir kranai, todėl lietaus vandenys, praplaunantys rezervuarus, pateko ant žemės. Taip pat tyrinėtuose daliniuose yra palikta nemaža požeminių talpų, rezervuarų su naftos produktų ir vandens mišiniu, naftos nuotekomis, taip pat plovyklų, nusėdintuvų.

#### *Atliekos*

Visose tirtose karinėse teritorijose buvo rasta buitinių, statybinių atliekų, metalo laužo, šlako. Šaudyklų plotai prižiurkšlinti statinių ir sprogmenų liekanomis, metalo laužu (1.2 pav.)

Karinėse teritorijose esančių sąvartynų ir šiukšlynų sanavimą apsunkina tai, kad jie yra neįrengti, atliekos sumaišytos, pasitaiko chemikalų ir sprogmenų likučių. Būdingas reiškinys– gretimų teritorijų užšiukšlinimas.



1.2 pav. Aplinkos pažeidimų skaičius karinėse teritorijose [7]

Iš grafiko matyti, kad karinėse teritorijose gausu kraštovaizdžio pažeidimų, daug paliktų šiukšlynų, didelis skaičius suniokoto dirvožemio sklypų [5].

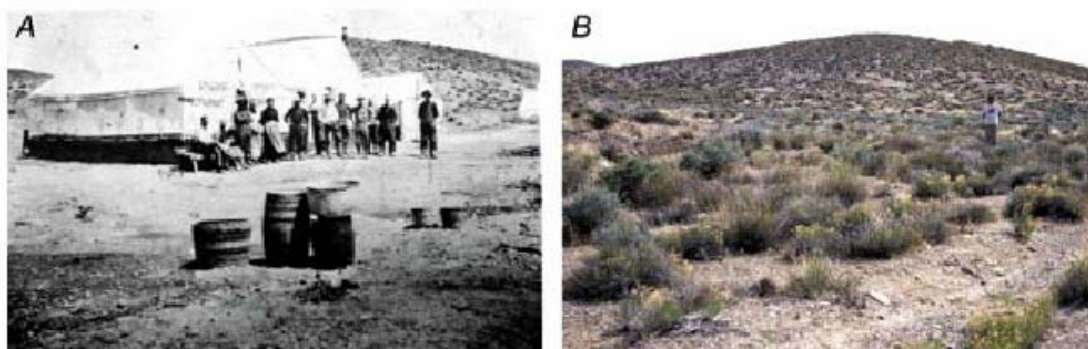
#### *Užsienio valstybių patirtis kovojant karinių teritorijų ekosistemų pažeidimais*

Jungtinėse Amerikos valstijose buvo atliktas dykumų ekosistemų pažeidžiamumo ir atsistatymo projektas, kurio tikslas padėti išsaugoti, bei rekonstruoti pažeistas dykumų ekosistemas (1.3 pav.). Dykumos ekosistemų mokslinis tyrimas atliktas 125,000 km<sup>2</sup> plote ir apima dalį pietinės Nevados valstijos, vakarinę Arizoną bei pietrytinę Kaliforniją. Šioje teritorijoje yra randama daug nykstančių gyvūnų ir augalų rūšių, yra net keturi nacionaliniai parkai, šešios karinės bazės bei privačios teritorijos.



**1.3 pav. Amerikos mokslininkų eksperimentiniai tyrimai, nagrinėjant vėjo eroziją, dykumos ekosistemose [8]**

Minėtą projektą atliekantys mokslininkai nagrinėjo praeityje apleistas teritorijas, tokias kaip kariniai poligonai, apleisti miesteliai, keliai, bei sėkmingą jų atsinaujinimą.



**1.4 pav. Harrisburg'o miestelis, Paramint 'o kalnuose Death Valley nacionaliniame parke. A, 1908 ir B, 1999**

Amerikos mokslininkų atliktas eksperimentas parodo skirtingą pažeistų ekosistemų atsistatymą bėgant laikui ir gali būti naudojamas parenkant vietovę, bei naudojimo laiką karinei veiklai vykdyti [8].

### **1.3 Aplinkos karinė digresija**

Norint įvertinti karinės gamtonaudos padarytą ekologinę žalą bei ekonominius nuostolius ir numatyti kelius ir priemones šių teritorijų sutvarkymui, yra apibrėžiama karinės digresijos samprata.

Aplinkos karinė digresija – natūralios aplinkos būklės pakitimai dėl tiesioginės karinės veiklos ir jos sukeltų pavojingų gamtinių procesų.

Kai kurių šalių specialistai karinei digresijai priskiria tik cheminėmis bei organinėmis medžiagomis užterštą dirvožemį bei vandenį, pamestas bei nesaugomas sprogstamas medžiagas ir šaudmenis. Kitose šalyse, pavyzdžiui, Vokietijoje, karinei digresijai priskiriamas ir atmosferos užteršimas, sąvartynai,

grėsmę žmogui sukeliantys statiniai ir komunikacijos, iškasos bei sampylos ir pan. Šių šalių specialistai digresiją vertina pagal tiesioginės žalos žmogui tikimybę [5].

Kalbant apie karinę digresiją, pirmiausia reikia apibrėžti jos objektą. Galima išskirti du pagrindinius karinės digresijos objektus – sociumą ir gamtinę aplinką. Žmogus yra viena iš gamtinės aplinkos sudedamųjų dalių. Aplinkos karinę digresiją galima suskirstyti į du etapus:

- tiesioginio karinio poveikio etapas;
- netiesioginio karinio poveikio etapas (karinio poveikio sukelti pavojingi gamtiniai procesai).

Aplinkos karinės digresijos įvertinimui, priklausomai nuo kraštotvarkos keliamų uždavinių ir esamų techninių ir intelektualinių galimybių, naudojami trys pagrindiniai metodai: teritorinis, komponentinis ir impaktinis (pagal poveikio rūšį). **Teritorinis metodas.** Teritorinis metodas apima skirtingo dydžio teritorijų aplinkos karinės digresijos komponentinį arba kompleksinį įvertinimą, jos galimo poveikio gretimoms teritorijoms nustatymą. Galima išskirti keturis teritorinio tyrimo lygmenis: taškinį, arealinį, regioninį ir globalinį.

Taškinis lygmuo apima pavojingų židinių, esančių vienoje ar keliuose karinėse teritorijose ir nesudarančių vientiso arealo, tyrimus.

Arealinis lygmuo apima tam tikrų karinių teritorijų, sudarančių vientisą arealą, komponentinius ar kompleksinius tyrimus. Šiame lygmenyje dažniausiai atliekami kompleksiniai skirtingų karinių dalinių ar jų grupių, apjungtų į vieningą teritoriją, digresijos tyrimai.

Regioninis lygmuo apima tam tikro regiono kompleksinius tyrimus, įjungdamas regione esančių karinių teritorijų aplinkos digresiją. Šiame lygmenyje karinė digresija yra vienas regiono aplinkos digresijos elementų.

Globalinis lygmuo apima karinės digresijos įtaką globaliniams procesams. Jam priskiriama radioaktyvaus spinduliavimo bei atominio, cheminio ir bakteriologinio ginklo panaudojimo poveikį augalų, gyvūnų, žmogaus egzistencijai.

**Komponentinis metodas.** Komponentinis metodas apima skirtingų gamtos komponentų arba jų grupių pasikeitimų dėl karinės veiklos įvertinimą. Galima išskirti šešis pagrindinius aplinkos komponentus: atmosferą, vandenį, dirvožemį, reljefą, fitocenozes ir zoocenozes.

Atmosferos digresija apima tik kokybinius pasikeitimus: tai atmosferos temperatūriniai ir akustiniai pasikeitimai, užteršimas cheminėmis medžiagomis, radioaktyvus spinduliavimas, elektromagnetiniai laukai bei klimato pasikeitimai dėl karinės veiklos [5].

Vandens digresija vertinama kokybiniais ir kiekybiniais parametrais. Atliekant vandens digresijos vertinimą, hidrosfera dažniausiai padaloma į paviršinį ir požeminį vandenį. Prie kiekybinių vandens digresijos rodiklių priskiriami vandens resursų ir vandens balanso elementų pasikeitimai. Kokybinė vandens digresija – tai hidrocheminiai, hidroterminiai ir hidrodinaminiai pokyčiai aplinkoje.

Dirvožemio digresija yra taip pat vertinama kiekybiniais ir kokybiniais parametrais. Kiekybinė dirvožemio digresija – pažeisto ir sunaikinto dirvožemio plotai, o kokybinė – tai dirvožemio užteršimas cheminėmis, organinėmis ir radioaktyviomis medžiagomis bei dirvožemio mechaninių, cheminių, biologinių ir hidrologinių savybių pakitimai.

Reljefo digresija – ji taip pat yra kokybinė ir kiekybinė. Kiekybinė reljefo digresija apima iškasų, griovių, sampylų, kanalų ir kitokių reljefo pažeidimų visumą bei jų turinę išraišką. Kokybinė digresija – sunaikinta reljefo įvairovė.

Fitocenozių kokybinė digresija – augalų įvairovės, retų ir nykstančių rūšių mažėjimas karinėse teritorijose. Fitocenozių kiekybinė digresija – tai pažeistas ir sunaikintas miško plotas, uogienojai, vaistiniai augalai ir kt. augalija.

Zoocenozių kiekybinė digresija – žuvų išteklių, medžiojamosios faunos ir kitokios faunos praradimas dėl karinės veiklos. Kokybinė zoocenozių digresija – gyvūnų įvairovės, nykstančių ir retų rūšių išnykimas karinėse teritorijose.

***Impaktinis metodas.*** Impaktinis metodas apima karinės digresijos tyrimus pagal poveikio rūšį. Jame galima išskirti keturias pagrindines poveikio rūšis: mechaninį, cheminį – bakteriologinį, energetinį ir biologinį.

Mechaniniam poveikiui priskiriama dirvožemio ir reljefo mechaniniai pažeidimai, dirvožemio ir unikalių reljefo formų netektis, miškų pažeidimai ir sunaikinimas, išmėtyti sprogmenys bei kita karinė amunicija, pavojingi statiniai ir komunikacijos.

Cheminiam – bakteriologiniam poveikiui priskiriama vandens, dirvožemio, augalinės ir gyvulinės produkcijos ir atmosferos cheminis ir bakteriologinis užteršimas. Aplinkos karinės digresijos tyrimuose ypatingai akcentuojami naftos produktais, raketiniu kuru ir jo komponentais paveiktos aplinkos tyrimai, bakteriologinės bei galimos infekcinės ir organinės taršos šaltiniai.

Energetiniam poveikiui priskiriama radioaktyvus spinduliavimas, elektromagnetiniai laukai, terminiai ir akustiniai pasikeitimai aplinkoje.

Biologiniam poveikiui priskiriama bioįvairovės sunaikinimas, retų ir nykstančių rūšių sunaikinimas arba jų populiacijos pažeidimai.

Yra įvairiausių digresijos intensyvumo vertinimų. Vertinimui naudojama kiekybiniai, kokybiniai ir kokybiniai – kokybiniai aplinkos digresijos intensyvumą apibūdinantys parametrai. Šių vertinimų metodiką dažniausiai lemia praktiniai uždaviniai, priklausantys nuo penkių pagrindinių aplinkybių: politinės situacijos, socialinių – ekonominių sąlygų, aplinkosaugos koncepcijos, specialistų kompetencijos ir techninių galimybių [5].

## **1.4 Karinė gamtonauda iki sovietmečio**

Kada Lietuvoje prasidėjo kryptingo ir ilgalaikio teritorijų panaudojimo militariniams tikslams epocha, nustatyti sunku. Pirmieji ryškūs kryptingos karinės gamtonaudos požymiai sietini su pilių ir kitų stambesnių gamybinių įtvirtinimų statybomis. Pilių ir kitų gamybinių įtvirtinimo statymo laikotarpiu karinė gamtonauda buvo daugiausiai sietina su reljefo pakeitimais, dirvožemio sunaikinimu ir hidrografinio tinklo bei natūralaus vandens režimo kaita. Įtvirtinimų statybai dažniausiai buvo pasirenkamas natūralus landšaftas su sunkiai prieinamomis ir patogiomis gynybai teritorijomis. Dažnai šių teritorijų landšaftas buvo iš dalies pakeičiamas. Karinė gamtonauda ir jos padariniai tyrimų objektu tapo tik XX a. antroje pusėje. Tokį pavėluotą susidomėjimą šia problema galėjo lemti kelios priežastys:

- mažas karinės gamtonaudos intensyvumas;
- nereikšminga karinės gamtonaudos įtaka aplinkai ir žmogui;
- žinių apie karinę gamtonaudą ir jos sukeltus padarinius trūkumas, ir kt.

Tuometinė karinė gamtonauda buvo susijusi su gigantiškais tam laikmečiui projektais, lėmusiais reikšmingus, netgi katastrofiškus, aplinkos pasikeitimus. Vienas iš ankstyvos karinės gamtonaudos pavyzdžių yra Biržų pilis ir šalia jos esantis pirmasis Lietuvoje dirbtinis tvenkinys - Širvėnos ežeras. Apie 1576-1589 metus, užtvėnkus Apaščios ir Agluonos upes, susidarė seklos vandens tvenkinys, dabar vadinamas Širvėnos ežeru, taip buvo užlieta 329 ha teritorija. Tvenkinys buvo padarytas tik gynybiniais tikslais, upių santakoje pastačius bastioninę pilį. Pilis saugojo šiaurines Žečpospolitos sienas ir tarnavo atramos baze Livonijos ir kitų į šiaurę esančių teritorijų puldinėjimui. Stebina gamtonaudos apimtys, pasiektos statant šią pilį. Be Širvėnos ežero, kuris atitvėrė priėjimą prie pilies iš šiaurės ir vakarų, buvo iškasti ir užpildyti vandenių gynybiniai kanalai, supilti gynybiniai pylimai. Biržų apylinkėse vyrauja lyguminis landšaftas. Todėl tenka manyti, kad dabartinis reljefas pilies teritorijoje yra tik technogeninis. Toks teritorijos pertvarkymas, visai neatsižvelgus į teritorijos gamtinius ypatumus, galėjo turėti katastrofinio pobūdžio padarinius. Aukščiau užtvankos pakilo gruntinio vandens lygis. Žemiau užtvankos taip pat buvo pažeisti hidrodinaminiai procesai, tai galėjo lemti nespūdinio požeminio vandens lauko susidarymą ir paskatinti karstinio proceso suaktyvėjimą šioje teritorijoje [5].

## **1.5 Karinės teritorijos Lietuvoje Sovietmečiu**

Lietuvos Respublikoje buvo 277 Sovietų Sąjungos (vėliau Rusijos Federacijos) karinės teritorijos, su jose dislokuotais 462 kariniais daliniais. Jų bendras plotas – 67 762 hektarai, arba 1,04 % Lietuvos teritorijos (1.1 lentelė) [9].

### 1.1 lentelė. Karinių teritorijų pasiskirstymas pagal dydį

| Dydis (ha)         | Teritorijų skaičius | Bendrasis plotas |
|--------------------|---------------------|------------------|
| Mažiau kaip 1      | 60                  | 17               |
| 1-10               | 78                  | 309              |
| 10-100             | 80                  | 2718             |
| 100-1000           | 45                  | 13594            |
| 1000-10 000        | 13                  | 37262            |
| Daugiau kaip 10000 | 1                   | 13862            |
| Iš viso:           | 277                 | 67762            |

Pirmosios sovietinės karinės teritorijos buvo įkurtos senųjų karinių dalinių vietose. Naujų karinių teritorijų atsiradimas vyko dviem kryptimis:

- prie senųjų teritorijų buvo prijungiami papildomi plotai;
- buvo įsavinamos dar karinei gamtosaugai nenaudotos teritorijos.

Plečiantis karinės gamtosaugos teritorijoms, jokių ekologinių reikalavimų nebuvo keliama. Į teritorijų ekologines sąlygas nebuvo kreipiamas dėmesys. Nėra žinoma atvejų, kad kariškiai būtų pasiūlę keletą alternatyvių teritorijų variantų.

Daugiausia karinių objektų buvo didžiuosiuose miestuose; Vilniuje – 26 (293,58 ha), Kaune – 79 (667,05 ha), Klaipėdoje – 29 (74 ha). Didžiausios teritorijos buvo miškingame landšafte. Miškuose buvo įsikūrę beveik visi poligonai. Devyni didžiausi poligonai užėmė 54519 ha plotą, tai sudaro 76 % visų karinių teritorijų ploto. (1.5 pav.) Aštuoniuose poligonuose (Pariečės, Rūdninkų, Pabradės, Kazlų Rūdos, Gaižiūnų, Kalvių, Kairių ir Nemirsetos) vyrauja smėlingi dirvožemiai. Taigi, 75% karinei gamtosaugai skirtų plotų buvo teritorijose labai neatspariose gruntinio vandens užterštumui ir defliacijai. Karinių poligonų eksploatacija buvo pavojinga keliais ekologiniais aspektais:

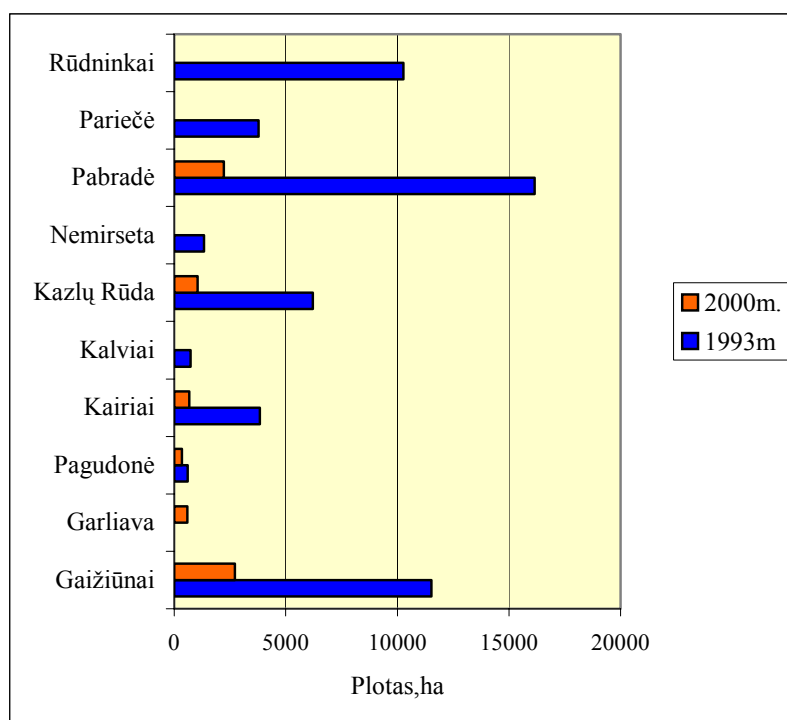
- Dirvožemio, paviršinio ir gruntinio vandens tarša naftos produktais ir sunkiaisiais metalais;
- Dirvožemio sluoksnio pažeidimas arba visiškas sunaikinimas;
- Augalijos pažeidimas arba sunaikinimas;
- Natūralių biotopų sunaikinimas.

Beveik visi didieji poligonai buvo teritorijose, mažiausiai atspariose šiais ekologiniais aspektais. Iš viso sovietmečiu Lietuvoje buvo įkurti 9 poligonai didesni nei 500 ha [5].

## 1.6 Karinių teritorijų būklė išvedus Sovietų kariuomenę

1993 metų rugsėjo 1 dieną Lietuvoje neliko nei vieno Rusijos kareivio. Būtent tada ir buvo pradėta rūpintis paliktų karinių teritorijų aplinkosaugine būkle, pradėti organizuoti ekologinės būklės tyrimai. Jie buvo atlikti 1993 – 1994 metais [10].

Detalesni tyrimai apėmė 38 988 ha karinių teritorijų, apžvalginiai – dar 27 380 ha. Tai sudaro 29 % 1992 - 1993 metais buvusių karinių objektų skaičiaus ir 93% ploto. Buvo nustatyta miškų ekologinė būklė, žemių fizinė degradacija, aplinkos teršimas naftos produktais, sunkiaisiais metalais (Mn, Cu, Zn, Ni, Pb, Cd, Co, Cr), specifinėmis cheminėmis medžiagomis, atliekomis, radioaktyviomis medžiagomis.



1. 5 pav. Stambiausių Lietuvos karinių poligonų plotai, 1993 metais ir 2000 metais

Atlikti atrankiniai augalijos ir gyvūnijos būklės bei išteklių pokyčių tyrimai, rekreacinių išteklių pokyčių apskaičiavimai, surinkta informacija apie kitus konkrečių teritorijų ekologinės būklės požymius.

Militaristinė įtaka aplinkai buvo nagrinėjama įvairiais aspektais: pagal teršiančių medžiagų koncentracijas, kiekius grunte ir vandeninguose sluoksniuose, pagal užteršto grunto plotą, tūrį, pavojingumą aplinkai, pažeidimo laipsnį ir atstatymo galimybes [10, 11].

## **1.7 Gaižiūnų-Ruklos karinis poligonas. Gamtinė, geografinė, istorinė rajono charakteristika**

### ***1.7.1 Reljefas, klimatas, hidrografija***

Gaižiūnų karinis poligonas yra įsikūręs prie Ruklos - Gaižiūnų gyvenviečių miškingoje smėlio lygumoje. Apylinkių reljefas banguotas su daubomis, dirvožemis jautrus mechaniniam poveikiui. Rytinėje ir pietinėje dalyje poligonas pereina į mokymo teritoriją kur vyksta įvairios karių taktinės ir kitokios pratybos. Pietose ši teritorija ribojasi su Poloraisčio telmologiniu draustiniu, rytinė mokymo teritorijos riba eina Lomenos upės pakrante ir apie 40% yra užėmusi Lomenos kraštovaizdžio teritorijos. Pietvakariuose poligonas ribojasi su didžiule miškinga teritorija, vietomis užpelkėjusiais plotais. Šiaurės vakarinėje dalyje Gaižiūnų poligonas siekia Ruklos miesto prieigas, šiaurės vakaruose- Gaižiūnų gyvenvietę su geležinkelio stotimis.

Per poligoną teka keletas nedidelių upelių: Ruklelė, Verkstinė, Lankis, Glitinė, yra keli nedideli ežerėliai. Poligono pakraščiuose yra užpelkėjusių plotų Centrinėje dalyje tęsiasi didžiuliai atviri, primenantys kopų kraštovaizdį, pustomo smėlio plotai. Šiaurine dalimi smėlynai jungiasi su Gaižiūnų miško masyvu, o pietuose, vakaruose ir rytuose juos supa pušų jaunuolynai su nedidele lapuočių priemaiša. Šiaurės vakarinėje dalyje yra išlikusi aukšto našumo pusamžių, pribrestančių medynų (pušynai, beržynai, eglynai).

Poligono (Jonavos rajone) klimatinės sąlygos būdingos vidurio žemumos regionui. Sausio vidutinė temperatūra  $-5,0^{\circ}\text{C}$ , liepos  $17,4^{\circ}\text{C}$ . Šalnos prasideda vidutiniškai rugsėjo 28, baigiasi gegužės 15 dieną (136 dienos be šalnų). Kritulių per metus iškrenta 676 mm. Pastovi sniego danga susidaro vidutiniškai gruodžio 23, išnyksta kovo 15 dieną. Jos vidutinis storis 18 cm. Jonavos rajono miškingumas 38,9%. Gaižiūnų miškai yra vienas iš didžiausių rajone [9].

### ***1.7.2 Gaižiūnų poligono istorija***

Gaižiūnų poligono istorija prasidėjo tarpukaryje. Literatūriniuose šaltiniuose minima, kad Lietuvos kariuomenė dėl administracijos linijos artumo ir lenkų protestų nebegalėjo naudotis senuoju Varėnos poligonu, ji išpirko iš savininkų nenaudingą Gaižiūnų žemę, apie 6-9 km pločio ir iki 16 km ilgio, iš viso iki  $80\text{ km}^2$  plotą ir 1931 m. įsteigė čia kelias kariuomenės mokomąsias stovyklas-poligoną, paprastai vadinamą Gaižiūnų poligono vardu. Į šią teritoriją įėjo keletas kaimų ir atskirų vienkiemių, Ruklos ir Šilasėdžių dvarai. Buvo pastatyta visa eilė pastatų, kareivinių, įruošti didžiuliai mokomojo šaudymo laukai aerodromas, geležinkelio šaka. Šiam reikalui dalis miško buvo iškirsta. Kiekvienais metais, ypač gegužės - rugsėjo mėnesiais, Gaižiūnai susilaukdavo gausių kariuomenės dalinių ir tikrosios tarnybos karių ir atsarginių, kurie čia buvo apmokomi.

Prieš Antrąjį pasaulinį karą (apie 1939 m) jau buvo susiformavęs didžiulis, plataus profilio karinės veiklos kompleksas. Tačiau konkrečių duomenų apie tuometinę poligono vykdomą karinę veiklą, jos integruotumą ir panašiai nepavyko rasti. Todėl sunku spręsti apie tuo metu buvusios aplinkos būklę.

Sovietų kariuomenei perėmus poligoną ypač jo prieigose buvo pastatyta daugybė svarbios paskirties pastatų, įrenginių, karinių miestelių ir pan. Poligone nuolat buvo vykdomi intensyvūs kariniai mokymai, kuriuose dalyvaudavo svarbios paskirties kariuomenės daliniai su šarvuotąja technika, aviacija.

Intensyvių karinių pratybų teritorijose, ypač kovinių šaudymų bombardavimo, bei mokymo laukuose labai nukentėjo reljefas ir ypač dirvožemis. Daug aplinkos pažeidimų buvo padaryta ir kitose poligono vietose.

Atgavus Lietuvos nepriklausomybę, Gaižiūnų karinis poligonas buvo perduotas atkurtos Lietuvos kariuomenės žinion. Dalis poligono teritorijos (pagrindinai miškai) 1992 m. buvo perduota Jonavos, Kaišiadorių, Kauno ir Prienų urėdijoms, o dabartinis kitų vietų naudotojas (1995 m) – Krašto apsaugos ministerija.

Gaižiūnų karinio poligono plotas Sovietų kariuomenės buvimo metu literatūriniuose šaltiniuose nurodomas skirtingai. Vienuose teigiama, kad jo plotas 12877 ha, kituose – 11523 ha.

Pagal dabartinę kartografinę medžiagą (poligono žemėlapi) galima spręsti, jog didelė dalis anksčiau buvusių poligono žinioje unikalių gamtosauginiu požiūriu teritorijų, nebepatenka į poligono ribas. Pietinėje dalyje, pavyzdžiui, esanti Palaraisčio aukštapelkė, Romato durpynas ir kai kurios kitos reta augalija ir gyvūnija pasižyminčios vietovės dabar jau yra už dabartinių poligono ribų. Dėl to poligono teritorija yra gerokai mažesnė nei buvusi anksčiau [9].

### ***1.7.3 Augmenija ir gyvūnija***

Įdomi ir savotiška poligono augmenija, bei gyvūnija. Pagrindinės miško augmeniją sudarančios rūšys: karpotasis beržas (*Betula pendula*), paprastoji pušis (*Pinus sylvestris*). Pomiškyje ir trake auga: paprastasis ąžuolas (*Quercus robur*), paprastasis kadagys (*Juniperus communis*), paprastasis šermukšnis (*Sorbus aucuparia*). Vietomis, ypač prie vandens telkinių, kur drėgmės daugiau auga įvairūs karklai (*Salix*), baltalksniai (*Alnus inkana*), drebulės (*Populus tremula*).

Likusią poligono dalį užima atviri, mišku neapaugę plotai (pvz. prie pakilimo tako). Čia augantys pavieniai medžiai nedideli, neaukšti. Jų lajos ovalios, kūgiškos, dengia apytiksliai 5-10% teritorijos.

Žolinę augmeniją sudaro bendrijos su vyraujančiais viržinių šeimos augalais. Jos susiformuoja kontinentiniuose rūgščiuose ir sausuose smėlynuose. Viržynų buveinės priskiriamos Europinės svarbos buveinėms, kurias siekiama išsaugoti ateities kartoms. Vyrauja šilinis viržis (*Calluna vulgaris*), miltinė meškauogė (*Arctostaphylos urva-ursi*), gumulinė viksva (*Carex pilulifera*), pagulusioji tridantė (*Danthonia decum*), raudonasis eraičinas (*Festuca rubra*), vietomis auga bruknės (*Vaccinium vitis idaea*), paprastoji šunažolė (*Dactylis glomerata*). Iš kerpių vyrauja šiurė (*Cladonia*). Žolinė augmenija dengia

poligono plotą gana skirtingai nuo 3 iki 90%. Vietomis ji gana tankiai sužėlusi, tačiau galima aptikti nedidelius beveik visai augmenija nepadengtus plotus, panašius į mažas dykumas.

Žolinė augmenija labai skiriasi prie pakilimo tako (kur smėlynai ir nepadengti augmenija plotai), bei prie iškastų griovių, kuriose yra vandens. Čia drėgmės pakankamai, vyrauja pievų augmenija. Auga meldai, karklai, juodalksniai.

Gaižiūnų kariniame poligone gana gausi gyvūnų ir paukščių rūšinė įvairovė. Čia veisiasi stirnos, pilkieji kiškiai, šernai, įvairūs peliniai graužikai. Vietiniai gyventojai yra pastebėję ir baltųjų kiškių, tauriųjų elnių, vilkų. Saulės apšviestose vietose šildosi vienintelė Lietuvoje nuodinga gyvatė – paprastoji angis.

#### ***1.7.4 Gaižiūnų karinio poligono dirvožemių charakteristika***

Gaižiūnų Ruklos poligonas yra Nemuno ir Neries žemupio plynaukštėje, Pravieniškių – Užusalių mikrorajone.

Čia vyrauja glėjiški velėniniai jauriniai ir menkai nujaurėję velėniniai jauriniai priemoliai priesmėliai bei smėliai. Rajono reljefas menkai banguotas, išraižytas upių ir jų intakų. Dirvodarinės uolienos labai įvairios, vyrauja moreniniai priemoliai. Nemaži limnaglacialiniai priemolio ir molio plotai [12].

Pravieniškių – Užusalių mikrorajonui priskiriama žemesnės plaštakinės dubumos lyguma, esanti Nemuno ir Neries tarpuslėnyje. Didesnė jos dalis užpilta senovinės deltas smėliais ir žvirgždais. Vakarinėje dalyje, kur limnoglacialinių priemolių nedengia nei smėliai, nei žvirgždai, žymius plotus takoskyrose užima miškingas vietovaizdis. Artėjant prie Nemuno ir Neries upių kur lyguma suraižyta erozijos [13].

Tačiau didesnė mikrorajono dalis yra užpilta smėliais, slūgsančiais ant juostuotųjų molių. Takoskyrose truputį banguota smėlinga lyguma labai pelkinga ir sudaro stambiai banguotosios pelkingosios smėlingosios lygumos vietovaizdį. Mikrorajone plyti Didžiojo Raisto pelkė, atsiradusi, supelkėjus keliems ežerams ir pelkėjimui pasklidus po aplinkinį sausažerį.

Didesnę senovinės deltas dalį užima žvirgždais ir smėliais apklota smulkiai banguota lyguma, nupustyta vėjo, pakeista termokarstinių įdubimų. Ties Gaižiūnais sekiose latakuose pasitaiko nedidelių raistų. Šiame mikrorajone lygumas kai kur įvairina iš po sąnašų dangos išnyrančios moreninės priemolio salos, turinčios stambiai banguotą reljefą [13].

### **1.8 Kairių karinis poligonas. Gamtinė, geografinė rajono charakteristika**

#### ***1.8.1 Reljefas, klimatas, hidrografija***

Kairių karinis poligonas yra prie Kuršių marių apie 7 km į Pietus nuo Klaipėdos miesto centro.

Sovietmečiu Klaipėdos rajone, neskaitant Neringos ir Palangos, buvo 16 karinių objektų su 2246.41 ha teritorija. Didžiausios karinės teritorijos buvo į pietus ir šiaurę nuo Klaipėdos miesto. Piečiau Klaipėdos, ant Kuršių marių kranto, buvo 1946 metais įkurtas Kairių poligonas ir keletas čia pastoviai dislokuotų dalinių. Dabartinė karinio poligono teritorija yra apie 3700 ha. Poligonas yra jūrinės terasos lygumoje, priskiriamoje Nemuno deltos fiziniam geografiniam rajonui. Šiaurinė poligono dalis smėlinga ir kiek iškilesnė, pietinėje dalyje telkšo didelė Tyro pelkė. Kiek pakilesnė yra pietrytinė poligono dalis. Tyro pelkėje ir jos aplinkoje yra keletas pakilių smėlingų salų. Pietinė dalis driekiasi per Kliošių kraštovaizdžio draustinį ir baigiasi ties Kliošių upeliu. Vakarinėje dalyje yra įsteigtas Lūžijos botaninis draustinis. Jame nėra vykdoma jokia karinė veikla.

Šiaurės vakaruose, ties Žardės ir Laistų kaimais, poligonas apima nedidelę dalį moreninio gūbrio vakarinės atšlaitės. Poligoną kerta Klaipėdos (Karaliaus Viliaus) kanalas. Kariniai objektai įsikūrę jautrioje antropogeniniam poveikiui smėlingoje lygumoje, ties miesto riba, prie vandens telkinių [9].

### ***1.8.2 Augalija ir gyvūnija***

Augalijos kompleksą sudaro nedideli lapuočių ir spygliuočių medžių guotai ir krūmai bei atvirų pievų plotai. Dažni čia miško sumedėję augalai. Auga: karpotasis beržas (*Betula pendula*), paprastoji pušis (*Pinus silvestris*), paprastasis klevas (*Acer platanoides*). Pomiškis ir trakas negausus. Čia auga: paprastoji eglė (*Picea abies*), paprastasis šermukšnis (*Sorbus aucuparia*), drebulė (*Populus tremula*), karpotasis ožekšnis (*Euonymus verrucosus*), paprastasis lazdynas (*Corylus ovellana*), ir kiti. Miškai dengia 40% teritorijos.

Likusią teritorijos dalį užima mišku neapaugę plotai - pievos. Žolinė augmenija auga visoje teritorijoje, neapaugusių plotų, dykynių, nėra. Čia auga: asiūkliai (*Equisetum*), keturbriaunė jonažolė (*Hypericum maculatum*), paprastoji miglė (*Poa trivialis*), paprastoji žemuogė (*Fragaria viridis*), paprastoji šunažolė (*Dactylis glomerata*), smulkioji rūgštyinė (*Rumex acetosella*), siauralapis gyslotis (*Plantago lanceolata*), viržiai, kietys.

Vietomis landšaftas yra sukultūrintas, pasodintos paprastosios alyvos (*Syringa vulgaris*). Gana didelis plotas apsodintas pušelių sodinukais. Tarp sodinukų vietomis auga savaiminukai – berželiai, viena kita drebulė.

### ***1.8.3 Kairių karinio poligono dirvožemių charakteristika***

Kairių poligonas yra Pajūrio žemumos ir Nemuno deltos lygumoje, Kintų mikrorajone. Čia vyrauja glėjiškieji velėniniai jauriniai smėliai ir priemėliai, o aukštesnėse vietose – velėniniai jauriniai smėliai. Jų rūgštingumas ( $\text{pH}_{\text{KCl}} -4,5 - 5,5$ ), humusingesni už kitų rajonų. Nemuno žemupyje ir deltoje paplitę įvairūs aliuviniai dirvožemiai.

Kintų mikrorajonas apima moreninį gūbrį nuo Ventės rago iki Lankupių. Gūbrys turi stambiai banguotą paviršių, kai kur palaidotą po „šilų smėliais“. Mikrorajone vyrauja stambiai banguotosios priemolingosios lygumos vietovaizdis [13].

## 1.9 Dirvožemiai, jų savybės bei degradacija

### 1.9.1 Dirvožemis ir jo savybės

*Dirvožemis* – viršutinis, fizikinio ir cheminio dūlėjimo labiausiai išpurentas Žemės plutos sluoksnis per daugelį tūkstančių metų susidaręs iš dirvodarinės uolienos, klimato, augalijos ir gyvūnijos, reljefo ir paties dirvožemio amžiaus sąveikos. Tai svarbiausias gyvybės substratas, gebantis duoti augalų derlių. Dirvožemis yra palyginti plona, bet labai aktyvi sausumos paviršiaus danga, dažnai vadinama pedosfera, kurioje vyksta dirvodara. Pedosferoje be paliovos akumuluojasi ir transformuojasi Saulės energija, gaminasi ir vėl mineralizuojasi organinės medžiagos.

Dirvožemį sudaro kietoji, skystoji, dujinė ir gyvoji dalys – fazės:

- Kietojoje fazėje vyrauja mineralinės medžiagos, kurios pagal jų dalelių dydį skirstomos į šias frakcijas: akmenis, žvirgždą, smėlį, dulkes, dumblą, koloidus;
- Skystoji dirvožemio fazė – tai dirvožemio tirpalas, kitaip sakant, dirvožemio vanduo su ištirpusiomis organinėmis, mineralinėmis medžiagomis ir dujomis;
- Dujinė dirvožemio fazė – tai dirvožemio oras, esantis vandens neužimtose porose. Optimalus oro kiekis dirvožemyje sudaro 10 – 20 procentų viso dirvožemio tūrio;
- Gyvąją dirvožemio fazę sudaro jame esantys mikroorganizmai, bestuburiai gyvūnai, dumbliai, augalų šaknys.

*Dirvožemio tirpalu* vadinama jo skystoji fazė, iš esmės dirvožemio vanduo kuriame yra ištirpę mineraliniai, organiniai junginiai. Dirvožemio tirpalo reakcija (šarmingumas arba rūgštingumas) įvairiose dirvožemiuose nevienoda nuo 2,5 iki 8 – 9 (gali būti ir daugiau) pH. Ji labai svarbi augalų gebėjimui pasisavinti maisto medžiagas, dirvožemyje vykstantiems mikrobiologiniams ir cheminiams procesams.

*Dirvožemio drėgmė* – apibūdinama vandens, esančio dirvožemyje  $H_2O$  molekulių forma kiekiu.

*Dirvožemio oras* – dujų ir lakių organinių junginių mišinys, užimantis neužpildytas dirvožemio poras. Dirvožemio oro sudėtis skiriasi nuo atmosferos oro čia azoto 78 – 80% , deguonies 0,1 - 20%,  $CO_2$  0,1 – 5%. Dirvožemio oro sudėtis nuolat kinta.

*Dirvožemio kietosios fazės tankiu* – vadinamas sauso dirvožemio kietosios fazės (be oro tarpelių) tūrio vieneto masę. Kietosios fazės tankis priklauso nuo dirvožemį sudarančių mineralų ir organinių medžiagų kiekio, kuo jo daugiau, tuo mažesnis dirvožemio kietosios fazės tankis. Todėl durpinių horizontų jis lygus  $1,4 - 1,8 \text{ g/cm}^3$ , o mineralinių – nuo 2,1 iki  $4,0 - 5,18 \text{ g/cm}^3$ .

*Dirvožemio tankiu* – vadiname natūraliai susiklojusio sauso dirvožemio (su oro tarpais) tūrio vieneto masę. Jis reiškiamas  $\text{g/cm}^3$  ir priklauso nuo dirvožemio poringumo, struktūringumo, mineralinės sudėties. Dirvožemio tankiui didelės įtakos turi žemės dirbimas ir žemės ūkio mašinų važinėjimas. Neseniai įdirbto dirvožemio ariamo horizonto tankis 1,0 – 1,1, augalų vegetacijos pabaigoje 1,3 – 1,4, ryškaus iliuvinio horizonto 1,5 – 1,6, gilesnio užmirkusio glėjinio horizonto 1,9  $\text{g/cm}^3$ . Kuo gilesni, mažiau humusingi, sunkesnės granulimetrinės sudėties dirvožemio horizontai, tuo jie tankesni ir nepalankesni augalų šaknims vystytis. Optimumas daugeliui augalų 1,0 – 1,2  $\text{g/cm}^3$ .

*Dirvožemio poringumu* – vadiname bendrą visų porų ir tarpų tarp kietosios fazės dalelių turį natūralioje būklėje. Poringumas priklauso nuo granulimetrinės sudėties, struktūringumo, susiklojimo, humusingumo. Poros susidaro tarp atskirų mechaninių elementų, agregatų ir agregatų viduje, nes jie liečiasi ne plokštuma, o taškais ir briaunomis. Ta dalis dirvožemio porų kuri užpildyta drėgme, esant mažiausiam lauko drėgnumui vadinama kapiliariniu poringumu. Visos didesnės už 8 mm skersmens poros sudaro nekapiliarinį poringumą, kuris būdingas smėlio dirvožemiui [14].

### **1.9.2 Dirvožemio degradacija, erozija**

Nuo XIX a. pabaigos vis labiau pasireiškė antropogeninis neigiamas poveikis dirvožemiui. Nustatyta, kad: dėl augalijos nykimo, dirvožemio išsekimo ir nuovargio sutrinka bioenergetinis dirvožemio režimas; tiesiant kelius, statant pastatus, eksploatuojant žemės gelmių turtus, mažėja žemės ūkio naudmenų, daugėja apleistų plotų; dėl technogeninio poveikio kinta dirvožemio fizinės ir cheminės savybės.

Procesas, kurio metu dėl antropogeninio fizinio bei cheminio poveikio dirvožemis praranda savo, kaip gamtinio kūno savybes, vadinamas dirvožemio degradacija.

1.2 lentelė. Dirvožemio degradacijos kategorijos ir veiksniai

| Kategorija | Degradaciją sukeliantys veiksniai                                                                          |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pirmoji    | Urbanizacija, transportas, komunikacijos, erozijos, užpelkėjimas, druskėjimas, organinės atliekos.         |
| Antroji    | Miestų šiukšlės ir nutekamieji vandenys, pramonės neorganinės atliekos, atviri karjerai, sunkieji metalai. |
| Trečioji   | Trašų perteklius, biocidai, detergentai.                                                                   |

*Fizinę dirvožemio degradaciją* sąlygoja mechaninis poveikis, nuo kurio daugiau ar mažiau kenčia antropogeninių vietovių dirvožemis: čia jį suslegia sunkios mašinos, jis trypiamas, mindžiojamas, be to pažeisto dirvožemio degradaciją spartina vėjas ir erozija. Literatūroje teigiama, kad vieną kartą įdirbant žemę traktoriumi, šis suslegia 15 - 20% dirvožemio ploto, o jei įdirbame devynis kartus, tai pusė lauko

suslegiama 2-3 kartus. Suslėgus storą dirvožemio ir podirvio sluoksnį, jie praranda aktyvumą, blogiau sugeria vandenį.

*Cheminę dirvožemio degradaciją* dažniausiai sukelia įvairios organinės ir mineralinės atliekos, trąšų, cheminių medžiagų perteklius.

*Dirvožemio erozija* - paviršinių dirvožemio sluoksnių (dažnai ir dirvodarinių uolienu) irimas, sukeliamas vandens ir vėjo, išnešiojančių dirvožemio daleles į kitas vietas [14].

Nereguliuojamas paviršinis vandens nuotėkis gali mechaniškai ardyti dirvožemį ir gruntą. Tekėdamas žemės paviršiumi, kritulių ar sniego tirpsmo vanduo jungiasi į stiprius srautus ir išplauna gilius griovus ir raguvus. Upėse ir vandens telkiniuose vanduo ardo krantus (abrazija). Kalnuose vanduo sukelia seles, sniego lavinas, o įsisunkęs į gruntą – nuošliaužas. Erozija pagal ją sukeliančius veiksnius skirstoma į vandens, vėjo ir mechaninę. Pagal proceso intensyvumą ji skirstoma į normaliąją ir aktyviąją. Normalioji vyksta žmogaus veiklos nepalietuose plotuose, aktyvioji – žmogaus neteisingai eksploatuojamose plotuose. Kuomet dirva sistemingai nuplaunama nuo plokštumos, lygiagrečios dirvos paviršiui, ardymo būdas vadinamas plokštumine dirvos erozija. Reiškinys, kai dirvožemį ardo stipri tekančio vandens srovė, vadinamas linijine erozija.

Atlikus daugiamečių vandens ir mechaninės erozijos tyrimų analizę, buvo sudaryta Lietuvos dirvožemių mechaninės ir vandens erozijos esamo ir perspektyvinio išplitimo kartoschema. Lentelėje pateikiami eroduojami Lietuvos žemės ūkio naudmenų plotai.

1.3 lentelė. Eroduojami žemės ūkio naudmenų plotai

| Nr. | Erozijos mastai*                                     | Plotas, % |
|-----|------------------------------------------------------|-----------|
| I   | Neeroduojami ir labai silpnai eroduojami dirvožemiai | 44        |
| II  | Silpnai eroduojami dirvožemiai                       | 22        |
| III | Vidutiniškai eroduojami dirvožemiai                  | 18        |
| IV  | Stipriai eroduojami dirvožemiai                      | 16        |

\* Erozijos mastai nustatomi atsižvelgiant į žemės ūkio naudmenų eroduojamų dirvožemių procentą: I - 0-4; II - 4-14; III - 14-40; IV - > 40

Vėjo (eolinė) erozija intensyvi lengvos mechaninės sudėties dirvose. Tačiau kai dirvos paviršius sausas ir be augalų, ši erozija gali pasireikšti ir sunkesnėse dirvose.

Reljefą keičiantys fluvialiniai, defliaciniai, eroziniai ir kiti procesai aktyviai vyksta Lietuvos teritorijoje. Atlikti denuduojamų ir akumuliuojamų nuogulų balanso skaičiavimai rodo, kad vyrauja denudaciniai procesai, dėl kurių Lietuvos paviršius kasmet pažemėja apie 0,5 mm [15]. Geodinaminių procesų poveikis Lietuvos paviršiaus pokyčiams nėra vienodas. Pripažįstama, kad šalyje itin išplitę ir smarkiausiai reljefą keičia akvaliniai procesai. Be jų, dar vyksta ir kiti procesai, kurie gali būti irgi

svarbūs ir net vyrauti kai kuriuose landšaftuose. Vienas jų būtų eolinis procesas, susijęs su vėjo veikla ir modifikuojantis dažniausiai smėlingą paviršių. Mišriųjų miškų landšaftuose eoliniai procesai nėra labai išplitę ir vyraujantys. Lokalūs reljefo išpustymai galimi jūrų ir ežerų pakrantėse, upių salpose, slėniu šlaituose ir kituose be augalijos dangos paviršiuose, o vidutine reljefo eoline denudacija neviršija 0,1 mm per metus. Lietuvoje realiai eoliniai procesai vyksta kasmet, ir ne tik jūros pakrantėje, bet ir žemyninėje dalyje, taip pat agrolandšafte. Be to, šie procesai nėra šių laikų reiškinys, nes įvairiose Lietuvos dalyse plytintys kopų masyvai, kopagūbrių grandinės bei pavienės kopos liudija ir praeityje vykusią eolinę reljefo modifikaciją. Kokį plotą užima eolinis reljefas, tiksliai nežinoma, nes, įvairių šaltinių duomenimis, jis svyruoja ir apima nuo 1 iki 1,7% šalies teritorijos [15, 16]. Dabar aktyviausiai turėtų būti išpustomos eolines kilmes nuogulos, tačiau taip yra tik iš dalies. Žemyninėje dalyje esantys eoliniai dariniai dažniausiai būna „užkonservuoti“ juos apaugusiu mišku. Veiklios yra ir jūros kranto kopos.

Apžvelgiant dabartinius eolines reljefo modifikacijos ypatumus preliminarai reikėtų išskirti tris šio reiškinio atmainas, nulemtas landšaftinės aplinkos bei proceso specifikos. Vieni procesai – eoline reljefo modifikacija – vyksta jūros pakrantėje. Antri išryškėja žemyninėje dalyje esančio eolinio reljefo masyvuose; čia vietomis yra lokalių išpustymų, nes procesus stabilizuoja augalijos danga, nors, dėl įvairių priežasčių pažeidus ar sunaikinus miškus, eoliniai procesai atsinaujina. Trečio pobūdžio eoliniai procesai vyksta agrolandšafte.

Literatūroje aprašomi vėjo morfogenetinės veiklos tyrimai atlikti vakarinėje Lietuvos dalyje – Pajūrio žemumoje. Intensyviausiai ir dažniausiai eoliniai procesai vyksta senoviniu upių deltose, priedyniniu baseinu suklostytuose smėlinguose dariniuose.

Eolinės reljefo modifikacijos tyrimai apėmė tik lyguminius įvairaus dydžio (plotas svyravo nuo keliolikos iki 70–120 ha) laukus, išsidėsčiusius buvusių senovinių upių deltose, limnoglacialinėse lygumose, ir buvo vykdomi pavasari. Buvo atlikti instrumentiniai eolinio proceso matavimai, stebėta eiga, matuoti reljefo pokyčiai. Reljefo paviršiaus medžiaginės sudėties tyrimai buvo tęsiami laboratorijoje, nustatyta jų granuliometrinė sudėtis. Dirva buvo išpustoma pučiant įvairaus greičio (5–16 m/s) vėjui, t.y. eolinių procesų intensyvumas buvo įvairus.

Eolinį procesą, kaip ir daugelį kitų geodinaminių procesų, sudaro vienalaikės grandys – erozija (denudacija) ir akumuliacija, kurios reljefą veikia skirtingai.

Eolinei denudacijai būdinga reljefo išlyginimo tendencijos bei neigiamu formų kūrimas išlygintuose paviršiuose. Dirvų išpustymas, žoline augalija nepadengtuose plotuose, gali vykti apskritus metus. Kasmetinė dirvų eolinė denudacija dėl įvairių priežasčių išryškėja tik dalyje jų ir įvairiai įdirbtuose plotuose, t.y. skirtinguose nanoformų paviršiuose.

Procese išpustomos ne visos grunto dalelės, o tik dalis jų – smulkausios, mažiausiai atsparios vėjo poveikiui. Pernešamų dalelių skersmuo priklauso nuo vėjo greičio: pastarajam didėjant į oro srautą įtraukiama daugiau didesnio skersmens dalelių. Žinoma, kad dažniausiai išpustoma <1 mm skersmens

smulkiagrūdė medžiaga. Stambesniems grumstams išjudinti reikalingi stiprūs vėjai. Pavyzdžiui, 1–3 mm dydžio dalelės pradeda judėti pučiant 11–13,6 m/s greičio ir stipresniam vėjui. Išpustant smulkžemi dirvos paviršiuje palaipsniui didėja stambaus smėlio, žvyro dalelių, stambesnių grumstų, augalu liekanų, t.y. inertiškų elementų, kurių vėjas nepajėgia išjudinti. Dėl selektyvaus išpustymo denudacinis paviršius pasidengia grubesne medžiaga, tampa šiurkštesnis ir kartu atsparesnis vėjo denudacijai. Išpustant smulkžemi tarpagregatiniai tarpai užsipildo smulkiais dulkėmis, o esant silpnai defliacijai pavėjinėje nepustomų elementų pusėje susidaro miniatiūriniai šleifai. Taigi vėjo denuduojami plotai vietomis pasidengia plonu nešmenų sluoksneliu, tiksliau –nešmenų pėdsakais.

Išvelgti paviršiaus mikroreljefo pokyčius denudacijos paveiktuose arealuose sudėtinga dėl vykstančio plokštuminio išpustymo, kada gruntas pustomas tolygiai. Pagal paviršiuje liekančių inertiškų grumstų, smulkių akmenukų atsidengimo laipsnį galima preliminariai įvertinti nupustomo sluoksnio storį. Pajūrio žemumoje tirtuose laukuose pagal minėtus požymius nupustyto sluoksnio storis keitėsi nuo 0,5 cm iki 1–2 cm. Tačiau žemumos agrolandsaifte eoline denudacija gali būti ir didesnė. Yra duomenų, kad per stiprius išpustymus atpustomi pasėti javai ir netenkama iki 2–5 cm storio armens sluoksnio [17]. Nesant ilgalaikių ir tikslų instrumentinių reljefo paviršiaus pokyčių matavimų, tenka remtis ne tokiais tiksliais matavimais ir konstatuoti, kad dėl eolines denudacijos volutas paviršius kasmet gali pažemėti 0,5–5,0 cm. Be to, dėl vėjo selektyvios veiklos denudacijos paveiktų plotų paviršiuje stambiu frakcijų (>1mm) medžiagos kiekis padidėja 1,3–2,5 karto, palyginus su giliau esančiu vėjo nepaveiktu sluoksniu. Pustomų mikropylimėlių paviršiuje atsidengia grubesnė medžiaga, kurios vejas nepajėgia nupūsti. Didžioji dalis pustomos medžiagos nugula į gretimas vageles ir jas užpildo, kartu išlyginami ir sumažinami paviršiaus mikronelygumai.

Eolinė akumuliacija reljefą taip pat gali lyginti (dažniausiai proceso pradžioje), sąnašoms kaupiantis neigiamose paviršiaus formose, tačiau procesui tęsiantis gali pradėti formotis teigiami akumuliaciniai reljefo dariniai. Tolesnė jų evoliucija priklauso nuo perpustomos medžiagos kiekio, proceso intensyvumo, trukmės ir kitų aplinkybių. Išskirti proceso dedamąsias (denudaciją ir akumuliaciją) labai sudėtinga dėl nuolatinės jų kaitos bei proceso erdvių ribų neapibrėžtumo. Apie denudacijos ir akumuliacijos veikiamų plotų išsidėstymą, klostomos medžiagos balansą tarp šių grandžių galima spręsti tik baigus tirti visą proceso vyksmą. Pažymėtina, kad išpustytų plotų rekognoskuotės duomenys atspindi ne tik galutinį eolines veiklos rezultatą, bet ir baigiamąją tuo metu vykusio proceso fazę.

Vėjo pernešamų nešmenų akumuliacija vyksta įsisotinusiame smėliu vėjo srautui susilpnėjus ties kliūtimis. Jau buvo minėta, kad pustomuose laukuose, be denudacijos, vyksta išpustomos medžiagos akumuliacija, įvairių neigiamų paviršiaus formų užnešimas nešmenimis, reljefo išlyginimas. Eolines akumuliacijos plėtra, jos mastas priklauso nuo denudacijos veikiamo ploto, proceso intensyvumo, trukmės, paviršiaus nanoreljefo ir daugelio kitų sąlygų.

Pavieniai sąnašų ploteliai susidaro nedideliuose reljefo pažemėjimuose bei ties nepustomų dirvožemių arealais. Nusėdusių nešmenų sluoksnio storį, kuris dažniausiai neviršija 0,5–1,0 cm, lemia paviršiuje esančių agregatų didumas. Nešmenims pripildžius tarpus tarp agregatų, smulkius įdubimus, išsilyginus paviršiui, smulkžemis nebeužsilaiko ir pernešamas toliau. Voluotuose paviršiuose smulkžemio pernaša dažniausiai nutrūksta pavėjiniame lauko pakraštyje, kur susikaupia daugiau išpustomo grunto. Per visą pustomo lauko ploti formuojasi iki 5–8 m pločio ir 5–15 cm aukščio nešmenų šleifai. Sąnašų šleifo paviršių dažniausiai dengia smulkios (0,5–1,5 cm aukščio) ruzgos. Ruzgų orientacija ne visada sutampa su nešmenų šleifo orientacija, o tai rodo, kad palaukėje susikaupę nešmenys vėliau ne kartą buvo perpustyti kitos krypties vėju.

Kultivuotame lauke išpustomi plotai ir nešmenų akumuliacijos vietos išsidėsto šalia vieni kitų. Nuo mikromasto gubrių keterų nupustytas smulkžemis nusėda į greta esančias vageles ir čia kaupiasi iki jas pripildo. Gūbriuotas paviršius labai riboja išpustomos medžiagos judėjimą saltacijos bei kripo būdu, todėl iki pavėjinės lauko pusės daug nešmenų nenukeliauja. Ploni (0,5–1 cm) nešmenų sluoksneliai kultivavimo vagelėse, sąnašų šleifo nebuvimas pavėjiniame lauko pusėje rodo, kad šiuose laukuose paviršiaus eoline modifikacija nėra didelė, nes vagelių nešmenys nepripildo. Kultivuotų laukų paviršiuje vidutiniškai akumuliuojama iki 0,005–0,01 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> eolines kilmes nešmenų.

Nedidele nešmenų akumuliacija vyksta ir eroduojamuose plotuose, kuomet dėl denudacijos atsidengia abraziškai atsparus grumstai, akmenys, augalų liekanos ir jų pavėjiniame pusėje formuojasi nešmenų nanomasto šleifai. Jų didumas – nuo kelių iki keliolikos centimetrų ir priklauso nuo kliūties aukščio ir pločio. Išmatavus įvairaus didumo nanomasto šleifus, paaiškėjo, kad jų aukštį, plotį ir ilgį galima apibūdinti pastoviu santykiu – 1:3:7. Vadinas, nanomasto šleifu didumas mažai priklauso nuo vėjo greičio, vėjo ir smėlio srauto koncentracijos, pustymo trukmės ir kitų rodiklių. Panašūs rezultatai gauti ir smėlio dykumose matuojant nešmenų šleifus ties vėjo prapučiamais augalais.

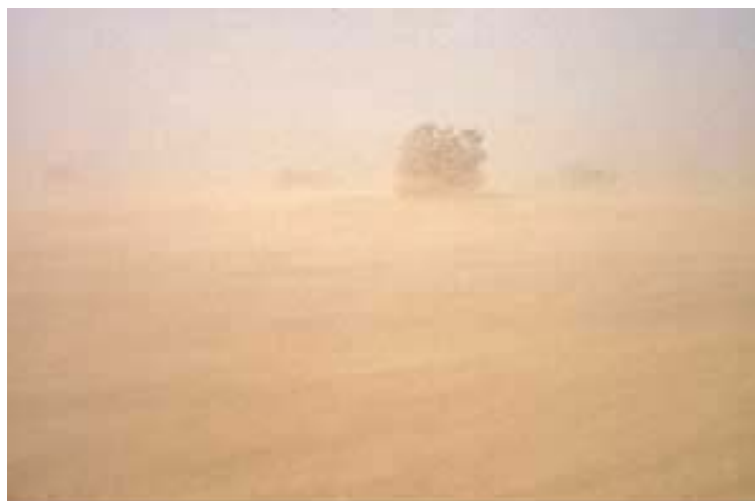
Denudacijos veikiamose smėlio ir priesmėlio dirvose susidarančių nanomasto šleifų aukštis retai viršija 3–5 cm. Vykstant eoliniam procesui, pažemėjimus pripildę nešmenys bei palaukėse susidarę sąnašų šleifai yra dinamiškos būklės: jų paviršiuje formuojasi elementariausios eolines formas – ruzgos. Susikaupus maždaug 2 cm storio ar storesniam nešmenu sluoksniui, pradeda formotis ruzgos ir tęsiasi medžiagos eoline diferenciacija. Dirbamuose laukuose susiformavusiu ruzgu aukštis siekia 0,5–2 cm, atstumas tarp ruzgų keterų svyruoja nuo 7–10 cm iki 12–20 cm. Vykstant eoliniams procesams, panašaus didumo smėlio ruzgos susidaro ir kitose gamtinėse zonose. Tačiau didesnių ir sudėtingesnių eolinių darinių formavimąsi lemia vietos landšaftas. Pavyzdžiui, stepėse reljefo eoline modifikacija gerokai stipresnė ir išraiškingesnė, palyginus su mišriųjų mišku zonoje vykstančiais paviršiaus perpustymais. Stepėse formuojasi įvairių konfigūracijų ovaliniai kauburiai, nešmenų šleifai, įvairaus pobūdžio barchanai ir kitos eolines formas. Tai gana ryškios eolines formas, kurių aukštis siekia iki 0,7–1,5 m, o ties apsauginėmis juostomis eoliniu nešmenų kauburiu aukštis siekia 2–3 m.

Dėl eolinių procesų poveikio keičiasi ne tik reljefo paviršiaus morfometrijos, bet ir granulimetriniai duomenys. Eolines denudacijos veikiamą paviršių lyginant su defliacijos nepaveiktu gruntu matyti, kad jame padaugėję (1,1–2,5 karto) rupaus ir vidutinio rupumo smėlio, smulkaus žvyro bei rupiu dulkiu dalelių. Eolines akumuliacijos vietose, atvirkščiai, minėtų granulimetrinių dalelių sumažėję, o dalis jų (didesniu negu 1 mm) net nepernešamos į palaukes. Eoliniu sąnašų sudėtyje, kaip ir pustomuose plotuose, vyrauja smulkus smėlis –94,7%, todėl santykinis jo pagausėjimas nėra didelis (1.4 lent.).

1.4 lentelė. Reljefo paviršiaus granulimetrinės sudėties pokyčiai dėl eolinių procesų poveikio

| Eolinių procesų poveikio pobūdis        | Grunto dalelių didumas (mm) ir kiekis (%) |        |           |           |            |             |        |       |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------|--------|-----------|-----------|------------|-------------|--------|-------|
|                                         | 10–1                                      | 1–0,25 | 0,25–0,05 | 0,05–0,01 | 0,01–0,005 | 0,005–0,001 | <0,001 | <0,01 |
| Eoliniu procesu nepaveiktas paviršius   | 0,3                                       | 4,2    | 90,9      | 0,8       | 0,8        | 0,5         | 2,8    | 4,1   |
| Eolinės denudacijos paveiktas paviršius | 0,7                                       | 4,8    | 89,5      | 2,0       | 0,4        | 0,5         | 2,8    | 3,7   |
| Eolinės sąnašos palaukėje               | -                                         | 1,4    | 94,7      | 0,8       | 0,4        | 0,4         | 2,5    | 3,3   |

Kitų autorių atlikti tyrimai rodo, kad panašus eolines diferenciacijos dėsningumai būdingi ne tik įvairesnes granulimetrinės sudėties paviršiams, bet ir sudėtingesnės sąskaidos banguotam bei kalvotam reljefui.[18, 19, 20] Dėl eolines diferenciacijos poveikio keičiasi pirminė reljefo paviršiaus medžiagine sudėtis (mažėja stambiagrūdžių ir itin smulkiagrūdžių dalelių), paviršiuje kaupiasi geresnio rūšiutumo smėliai, sudėti artimi eoliniams.



1.6 pav. Vėjo sukelta erozija smėlio dirvožemiuose [21]

Didelę žalą gamtai daro vėjo erozija ir dulkių audros, dar vadinamos juodosiomis. Jos kyla, kai vėjo greitis didesnis negu 12-15 m/s. Dulkių audros gali kilti bet kuriuo metų laiku, bet dažniausiai jos kyla pavasarį, esant nedidelei dirvos drėgmei (1.6 pav.). Pirmiausiai jos paliečia smėlio dirvas ir nusausintus durpynus. Mokslininkai teigia, kad 0,06-0,10 mm skersmens dulkių daleles vėjas nuneša kelis kilometrus,

0,03-0,06 mm – daugiau kaip 300 kilometrų, 0,01 – 0,03 mm – daugiau kaip 1500 km, o mažesnės negu 0,01mm gali būti apnešamos apie žemės rutulį. Dulkės pakyla iki 80-120 m aukščio, nors kartais jos gali pasiekti ir 2,0 km ir didesnę aukštį [22].

### ***1.9.3 Priemonės prieš vėjo eroziją***

Smėlio plotai iš prigimties yra labai trapūs ir daugelyje šio tipo dirvožemių suardžius apsauginį sluoksnį pastebima vėjo bei vandens erozija. Aprašant dirvožemio pažeidžiamumą reikalinga analizė. Analizė apima geografinių informacinių sistemų modelio panaudojimą, vėjo greičio, krypties ir trukmės matavimus konkrečioje teritorijoje. Siekiant sumažinti vėjo ir vandens eroziją iki minimumo rekomenduojama apsauginė danga [21].

Išardytos apsauginių kopų vietos gali būti tvirtinamos:

- a) sodinant žolę ir sumedėjusius augalus;
- b) klojiniais;
- c) tvorelėmis ir visų minėtų būdų galimais deriniais.

Pigiausia smėlynus tvirtinti sodinant pajūrinę smiltlendrę, smiltyninę rugiaveidę, smiltyninį lendrūną ir kt. Žolės sodinamos rudenį, iškasus jas iš jų augaviečių. Jos sodinamos specialiu kastuvu kuokštais po 4-5 daigus su šakniastiebiais. Sodinti galima šachmatine tvarka 40cm atstumais, eilėmis (tarp eilių 2,0 m ir tarp kuokštų 25cm) arba kitaip.

Iš sumedėjusių augalų geriausiai tinka karklai (pajūrinis, smailialapis, gulsčiasis ir žilvitkarklis). Karklai sodinami eilėmis kas 0,3 m tarp augalų ir 1,0 m tarp eilių. Daugiausia 40-50 cm ilgio gyvašakėmis. Ten, kur pustoma dažnai ir smarkiai biologinės priemonės nepadeda, tvirtinama mechaniniu būdu. Paprasčiausias tvirtinimas – užklojimas eglišakėmis, nendrėmis, šiaudais. Šakos ir nendrės klojamos drūtgaliais prieš vėją ištisai, eilėmis arba langais. Klojinys prispaudžiamas kartelėmis ir prikalamos kuolais. Tarp klojinių galima prismaigstyti karklų šakelių.

Ardomos kopų vietos gali būti tvirtinamos įvairaus aukščio ir įvairių medžiagų tvorelėmis. Paprasčiausios – tarp sukaltų kuolų išpintos šakos arba žabai. Tvorelės tveriamos skersai ardymo krypties arba kvadratais, rombais. Tarp tvorelių arba kvadratuose šachmatine tvarka sodinami žolių kuokštai. Sutvirtintas kopas reikia saugoti, kad jų paviršius, žolė, kiti sutvirtinimai nebūtų ardomi. Pažeistas ar praardytas vietas, ypač nuo jūros pusės reikia tuoj pat sutvirtinti ir apželdinti. Silpniau pustomi ir drėgnesni smėlynai apsodinami mišku. Čia tinka paprastoji, kalninė ar Bankso pušys, karpotasis beržas, europinis maumedis, baltoji akacija. Iš krūmų patartina sodinti smailialapius ir pajūrinius karklus, auksuotąjį serbentą, karpotąjį ožekšnį ir kitus [22].

### ***Vėjo greičio priklausomybė nuo želdinių***

Šalies teritorijoje vidutiniai metiniai vėjų greičiai nevienodi (2,9 - 5,6 m/s); didžiausi vėjų greičiai būna pajūrio rajonuose. Pagal vėdinimosi sąlygas, Lietuvos teritoriją galima suskirstyti į 4 zonas:

- pirma zona - labai gerai vėdinama, vidutinis metinis vėjo greitis didesnis kaip 4,5 m/s;
- antra zona - gerai vėdinama, vidutinis metinis vėjo greitis 4,1 – 4,5 m/s;
- trečia zona - patenkinamai vėdinama, vidutinis metinis vėjo greitis 3,1 - 4,0 m/s;
- ketvirta zona - silpnai vėdinama, vidutinis metinis vėjo greitis 3,0 m/s ir mažesnis.

Želdinių įtaka vėjo greičiui priklauso nuo želdinių rūšies, dydžio ir konstrukcijos. Literatūroje aprašyti tyrimai, kurie parodo kad įvairių rūšių želdiniai skirtingai mažina vėjo greitį. Didžiausią taką vėjui, turi masyvai, neperpučiamos juostos ir tankios, didelės medžių ir krūmų grupės. Vėjo greitis pavėjinėje medžių ir krūmų grupių pusėje, palyginti su atviros vietovės vėjo greičiu, tesiekia 40 %, o už neperpučiamos želdinių juostos jis iš viso nurimsta. Pavieniui augantys medžiai (1.5 lentelė) ir mažos medžių grupės sumažina vėjo greitį labai nedaug.

1.5 lentelė. Tankios želdinių juostos (16 - 18 m aukščio) poveikis vėjo greičiui 1,5 m aukštyje, procentais, atstumu H, palyginti su atvira vietove

| Juostos priešvėjinėje pusėje, esant atstumui, atitinkančiam želdinių aukštį H |    |    |    |    | Juostos viduryje | Juostos pavėjinėje pusėje, esant atstumui H |    |    |    |    |    |    |     |     |  |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|------------------|---------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|--|
| 10                                                                            | 8  | 5  | 3  | 1  | 0                | 1                                           | 2  | 3  | 5  | 8  | 10 | 15 | 20  | 25  |  |
| 103                                                                           | 97 | 81 | 69 | 48 | 0                | 0                                           | 12 | 20 | 39 | 58 | 69 | 92 | 108 | 103 |  |

Įvairių želdinių efektyvumas priklauso nuo medžių bei krūmų rūšies ir metu laiko. Juo tankesnis medis arba krūmas, tuo daugiau jis pasipriešina vėjo jėgai. Šiuo požiūriu efektingi tankialapiai paprastieji skroblai, paprastieji klevai ir kai kurie kiti medžiai, taip pat vienapiestės gudobėles, skėstašakės slyvos, paprastieji lazdynai ir kiti aukšti, tankūs krūmai. Nukritus lapams, lapuočių medžių ir krūmų lajos išretėja, jų pasipriešinimas vėjui sumažėja per pusę. Žiemą iš kitų lapuočių medžių mūsų šalyje išsiskiria paprastieji skroblai ir ąžuolai, nes išsilaikę ant šakų sudžiuovę lapai sutankina jų lajas. Visada žaliuojančių spygliuočių lajos vienodai tankios visą laiką [23].

#### 1.9.4 Sūslėgimo įtaka dirvožemio savybėms

Dirvą sudaro kietosios įvairaus dydžio dalelės, tarpai tarp kurių vadinami poromis. Slegiant dirvą kietosios dalelės sugula glaudžiau viena prie kitos. Poros tarp jų susiaurėja. Nuo slėgimo dalis dirvos dalelių suyra. Susiformavusios smulkesnės dalelės subyra į poras ir dalį jų užkemša [24].

Tokiu būdu, užsikimšusios poros mažina vandens infiltraciją ir didina paviršinių nuotėkį. Nuotėkis iš aukštesnių topografinių bei mikrotopografinių sričių gali sąlygoti dalelių pernešimą bei nusodinimą žemesnėse vietovėse.

Tikimybė, kad slegiant dirvos paviršių bus suardytos poros (sumažinant jų tūrį arba suskaidant jas į smulkesnes), priklauso nuo porų kiekio, esančio veikiamos dirvos tūryje poveikio metu. Tokiu atveju dirvožemio poringumas sumažėja priklausomai nuo porų tūrio, esamo to momentu [25].

Natūraliai dirvos susislegia nuo stipraus lietaus, prasisunkiančio vandens, o gilesni sluoksniai - nuo viršutinių svorio. Paprastai dirvos tankį mažinantys ir didinantys veiksniai persipina, veikia vieni kitus, todėl dirvos tankis tam tikruose ribose svyruoja. Sunkiosios technikos pernelyg suspausta dirva tampa tanki ir praranda savybę savaime išsipurenti, dėl to mažėja ir jos derlingumas, nyksta augalija, didėja erozija. Nuo virpesių žūsta dirvožemyje gyvenantys organizmai, yra struktūra [21].

Literatūroje dažnai nurodomas neigiamos dirvožemio suslėgimo pasekmės, kaip pavyzdžiui, derliaus sumažėjimas bei dirvožemio erozija [26]. Dirvožemio suslėgimas, sąlygotas sunkų transporto priemonių, turi svarbias ekonomines ir ekologines pasekmes. Suslėgtoje dirvoje stipriai kinta derliaus produktyvumas (nežiūrint į dideles tręšimo normas), susijęs su apsunkintu šaknų plėtojimu bei augalų išitvirtinimu bei didėjančia paviršiaus erozija ir apsunkinta vandens filtracija.

Dirvožemio suslėgimas kinta priklausomai nuo:

- Dirvožemio drėgmės kiekio;
- Naudojamos technikos.

**Dirvožemio drėgmės kiekis.** Visuminė dirvožemio drėgmės įtaka dirvos suslėgimui priklauso nuo dirvožemio polinkio deformuotis, spaudimo perdavimo bei kontakto taip pat padangų ir dirvos paviršiaus ploto. Kuo dirvožemis sausesnis, tuo mažesnis dirvos polinkis deformuotis, tuo geriau dirva perduoda spaudimą gilyn ir tuo mažesnis kontaktinis paviršius.

Dirvožemio poringumas mažėja didėjant dirvožemio drėgmės kiekiui bei spaudimui [26].

Didėjant dirvožemio drėgmės kiekiui stipriai suslėgtos sritys padidėja tiek į plotį, tiek į gylį, todėl padidėjus dirvožemio drėgmei stiprus suslėgimas gali siekti žymiai gilesnius sluoksnius.

**Naudojama technika.** Labiausiai dirvožemis suslegiamas apdirbant žemę sunkiausia technika. Nuo važiavimo ta pačia vieta traktoriaus T-150K 0-10 cm storio tankis padidėja 36,8 %, 10-20 cm 23,7 %, 20-30 –16,8 %, ir 30-40 cm –10,4 %. Tankas vidutiniškai sveria apie tris kartus daugiau nei minėtas traktorius, todėl galima manyti, kad tanko poveikis dirvožemio suslėgimui taip pat žymiai didesnis.

Dirvos suslėgimas priklauso nuo padangų pločio - siauros padangos turi didesnę neigiamą poveikį. Didesnis dirvožemio suslėgimas stebimas ne pačiame dirvos paviršiuje (0,05 m), bet gilesniame – poarmeniniame sluoksnyje. Tai siejama su slėgio pasiskirstymo dėsniniais po padangomis [26]. Vikšrinė technika dirvožemį suspaudžia mažiau nei ratinė.

Pakartotinis dirvožemio suslėgimas gali sumažinti dirvos poringumą labiau nei tokiu pačiu svoriu slegiama puri dirva pirmą kartą.

Porų tūrio ir diametro pasikeitimai turi didelės įtakos vandens režimui dirvoje. Tas pats vandens kiekis po suslėgimo užima didesnę porų tūrio dalį. Suslėgtose dirvose didelę dalį porų užima augalams nenaudingas vanduo, mažai, o kartais ir visai nepalikdamas vietos augalams prieinamam vandeniui ir orui.

Susiaurėjus poroms, vanduo jose darosi mažiau judrus, sulėtėja jo kėlimosi greitis kapiliarais. Iš siaurų porų augalams sunku paimti vandenį, nes jį laikančios jėgos siaurose porose gali viršyti šaknų siurbiamąsias jėgas. Suslėgtos dirvos sukaupia ir išlaiko savyje 3-4% mažiau vandens nei purios. Dėl viso to suslėgtose dirvose augalams greičiau trūksta vandens nei puriose, jie greičiau vysta ir labiau nukenčia nuo sausrų [24].

Suslėgimui atsparesnės humusingos, gerą struktūrą turinčios dirvos. Manoma, kad esant humuso mažiau nei 3 %, kyla suslėgimo pavojus.

Gera dirvą nuo suslėgimo saugo daugiametės žolės. Jos turi gausią ir stiprią šaknų sistemą, galinčią sudaryti ir atstatyti patvarią dirvos struktūrą, taip pat gerai išpurenti ne tik armens, bet ir poarmeninį sluoksnį. Daugiamečių žolių lauke padaugėja sliėkų ir kitų dirvą purenančių organizmų [27].

### ***1.9.5 Dirvožemio – reljefo sąveika***

Kaip žinia, dirvožemio būklei didelę reikšmę turi paviršiaus reljefas, kaip vienas iš svarbiausių dirvožemio raidą sąlygojančių veiksnių. Dirvožemis savo ruožtu taip pat sąlygoja reljefo tolimesnę genezę. Suardžius svarbų paviršiaus sluoksnį dirvožemį prasideda paviršiaus erozija bei defliacija, ardanti kalvų šlaitus bei užpilanti daubas. Mechanškai pažeidus reljefą – formuojant sampilas, kasant griovius ir kitaip antropogeniškai pažeidžiant, veikiant paviršių, stipriai o kartais ir visiškai suardomas natūralus dirvožemio sluoksnis. Dirvožemis ir reljefas, yra labai glaudžiais ryšiais susietos ekosistemos grandys, turinčios esminę įtaką kitų grandžių, tokių kaip mikroklimato, drėkinimo režimo, augalijos ir gyvūnijos raidai.

Reljefas – vienas pagrindinių kraštovaizdžio elementų, kurių struktūra ir įvairovė nulemia minėtus ekologinius procesus, taip pat suteikia kraštovaizdžiui estetinę ir istorinę vertę. Deja, šis kiekybinis gamtosauginės vertės nustatymo kriterijus nėra taip plačiai naudojamas kaip kiti 9 rūšių gausumas, jų įvairovė ir retumas, biotopų įvairovė).

## **1.10 Išvados**

1. Remiantis užsienio bei Lietuvos autorių literatūra galime teikti kad karinė veikla daro poveikį poligonų kraštovaizdžiui, teritorijos ekosistemoms. Pastebimas gyvūnų trikdymas, bei teritorijos tarša.
2. Lietuvoje esančių karinių poligonų plotai sumažėję, lyginant su Sovietiniais metais, kai kurie nebenaudojami plotai apsodinti mišku;

3. Gaižiūnų ir Kairių kariniai poligonai unikalūs kraštovaizdžio kompleksai, juose išlikę daug vertingų augalų ir gyvūnų rūšių, saugotinų buveinių;
4. Veikiant intensyviai kariniai veiklai teritorijose galima dirvožemio degradacija (dirvožemio erozija, poringumo sumažėjimas), reljefo deformacijos;
5. Dirvožemis ir reljefas, yra labai glaudžiais ryšiais susietos ekosistemos grandys, turinčios esminę įtaką kitų grandžių, tokių kaip mikroklimato, drėkinimo režimo, augalijos ir gyvūnijos raidai.

## **2 EKSPERIMENTINIAI TYRIMAI GAIŽIŪNŲ IR KAIRIŲ KARINIUOSE POLIGONUOSE**

### **2.1 Aplinkos pažeidimų poligonuose nustatymo metodikos**

#### ***2.1.1 Atskirų mokomųjų laukų mechaninio pažeidimo įvertinimas***

Dėl intensyvios žmonių ūkinės veiklos tam tikrose teritorijose žymiai pablogėja aplinkos būklė, suardyta arba smarkiai pažeista per tūkstantmečius susiformavusi gamtos harmonija. Dideli natūralaus kraštovaizdžio sunaikinimai ir pažeidimai vyko buvusiose sovietinės kariuomenės poligonuose, o jų padariniai išlikę iki šiol.

Mechaninių aplinkos pažeidimų poligonuose tiriamieji darbai buvo vykdomi 2002 m. liepos, rugsėjo ir lapkričio mėnesiais.

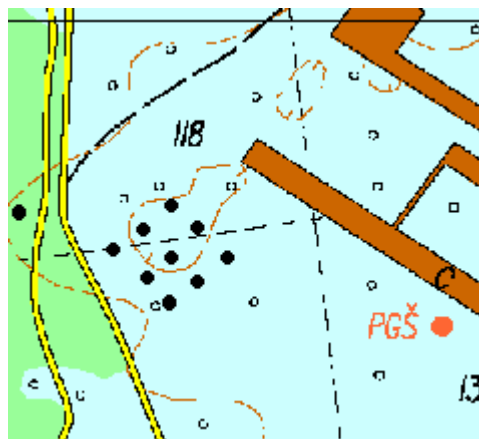
Tyrimų tikslas. – nustatyti poligonuose esančius mechaninius aplinkos pažeidimus, jų pobūdį ir mastą, pateikti rekomendacijas, esamai būklei pagerinti.

Tyrimų metodika. Mechaninių pažeidimų tyrimai buvo atliekami atskiruose teritorijose, kurios naudojamos karinėms reikmėms pagal jų paskirtį: šaudyklos, šarvuočių vairavimo mokymo laukai, buvusi gyvenvietė ir panašiai. Tiriamose teritorijose išmatuotas plotas pagal žemėlapi ir vizualiai patikslintas vietoje, vizualiai įvertinta kiekviena teritorija pagal jos pažeidimo laiką (Sovietinės ar Lietuvos kariuomenės), pobūdį ir pažeidimo laipsnį: silpnai pažeista, vidutiniškai, stipriai, labai stipriai. Taip pat buvo įvertintas reljefo pažeidimas: kalvų nukasimas ar supylimas, įvairūs kasimai, pagilinimai ir kt. Atskiruose teritorijose įvertintas augalijos pažeidimo pobūdis ir mastas: pažeidimai technika važinėjant ne keliais, intensyvus ištrypimas, žolinės augalijos suvažinėjimas, suslėgimas ar kitoks augalijos pažeidimas, ar sunaikinimas.

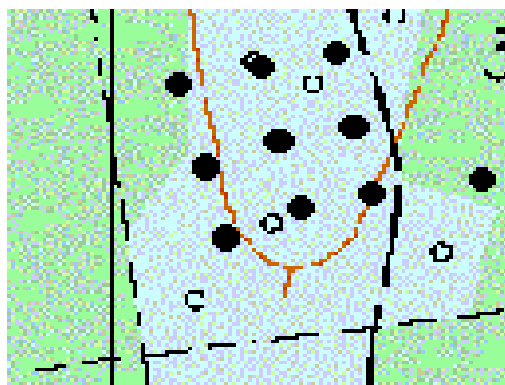
Teritorijų užstatymas įvairios paskirties pastatais, paviršiaus padengimas betono ar asfalto danga, griuvėsiai, statybinis laužas ir kt., buvo analizuojami pagal objekto pastatymo (įrengimo) laiką, būklę, užimantį plotą.

#### ***2.1.2 Dirvožemio poringumo nustatymo metodika***

Tiek gamtinės (vėjo pustymas), tiek antropogeninės (suslėgimas sunkiąja karo technika) kilmės dirvožemio pažeidimai mažina dirvos poringumą. Tam, kad būtų galima pagrįsti lauko tyrimais nustatytus dirvožemio pažeidimus bei įvertinti karinės veiklos neigiamą poveikį tankodromo dirvožemio poringumui, iš kiekvieno iškasto profilio, pagal iš anksto numatytą schemą, buvo imami mėginiai laboratorinei dirvožemio poringumo analizei atlikti.



2.1 pav. Dirvožemio mėginių ėmimo taškai šarvuočių trasoje.



2.2 pav. Dirvožemio mėginių ėmimo žemėlapis mažajame tankodrome

Viršutinis tankodromo dirvos sluoksnis (iki 25 cm) yra veikiamas karinių pratybų metu. Per trumpą laiko tarpą tos teritorijos paviršius smarkiai pakeičiamas – nukasamas, užpilamas, išvažinėjamas ir pan. Dėl šios priežasties netikslinga tirti A horizonto dirvožemio poringumą, nes paviršiaus padengimas A horizontu nėra ištisinis, daugelyje vietų šio horizonto iš vis nėra. Todėl paėmus mėginius iš paties paviršiaus, nežiūrint koks horizontas, jų laboratorinės analizės rezultatai skirtųsi jau vien dėl skirtingų horizontų savybių. Tokiu būdu, gautų duomenų negalima būtų lyginti tarpusavyje, todėl dirvožemio mėginiai poringumo tyrimams buvo imami iš B horizonto (25 – 30 cm gylio). Tikėtina, kad B horizonto dirvožemio poringumo tyrimai atspindės ilgalaikes poringumo pokyčių tendencijas.

Nustatyti dirvožemio defliacijos lauko eksperimentu, pavyzdžiui, statant graduotas užtvargas, ties kuriomis kauptųsi pustomas smėlis, praktiškai nebuvo galimybių dėl nuolatinių lauko karinių pratybų bei mokymų poligone.

Pagal N. Kamenskį, natūralus uolienos poringumas gali būti:

1. grūdėtų ir nuolaužinių uolienų poringumas, priklausantis nuo porų dydžio ir formų (žvirgždas, gargždas, smėlis);
2. uolienų poringumas, priklausantis nuo struktūrinių ypatumų (liosas, priemolis, priesmėlis);
3. kietų ir puskiečių uolienų plyšiuotumas, dažniausiai litogeninės, tektoninės arba egzogeninės kilmės.

4. mišrus porinis ir plyšiuotas, būdingas įvairioms kietoms uolienoms (kreida, poringi smiltainiai, klintys ir kt.)

Kiekybiškai poringumas išreiškiamas uolienos visų porų ir plyšių tūrio ( $V_p$ ) santykiu su bandinio visu tūriu ( $V_b$ )

$$n = \frac{V_p}{V_b} \quad (2.1);$$

čia  $n$  - uolienos poringumas;

$$e = \frac{n}{1 - n} \quad (2.2);$$

čia  $e$  - poringumo koeficientas.

Dažniausiai poringumas išreiškiamas procentais, o poringumo koeficientas – vieneto dalimis.

Skiriamos tokios poringumo rūšys:

1. bendras ( $n_b$ ), apimantis visas uolienos poras nepriklausomai nuo jų dydžio ir ryšio su kitomis poromis bei bandinio paviršiumi;
2. atviras ( $n_a$ ), apimantis visa tarpusavyje susisiekiančias poras ir turinčias ryšį su bandinio paviršiumi;
3. dinaminis ( $n_d$ ) arba efektyvusis ( $n_e$ ), priklausantis tik nuo tų porų tūrio, kuriomis gali judėti gravitacinių jėgų ar hidrodinaminio spūdzio veikiamas požeminis vanduo.

Uolienų poringumas nustatomas tokiais būdais:

1. laboratorijoje (porozimetrais, įsotintu arba ultragarso sklaidimo greičio matavimus kietose uolienose);
2. apskaičiuojamas pagal formules, nustačius įvairius fizinius bandinio parametrus;
3. lauko sąlygomis tiesiai matuojant atodanguose (plyšiuotumas), pagal hidrogeologinių išbandymų duomenis ir geofiziniais metodais.

Grunto suslėgimo identifikavimui laboratorijoje buvo atliekamas smėlio bendrojo poringumo ir poringumo koeficiento nustatymas įsotinimo būdu (tinka birioms uolienoms).

Darbo priemonės:

- graduota 200 – 250 cm<sup>3</sup> tūrio stiklinė;
- biuretė su pritvirtinimo įtaisu;
- pipetė;
- elektroninės svarstyklės;
- duomenų užrašymo žurnalas.

Darbo eiga:

1. Pasverinama stiklinė ( $g_1$ ), į ją supilamas sausas smėlis, ir nustatomas jo tūris  $V$  (duotosiomis sąlygomis  $250 \text{ cm}^3$ ) Stiklinė su smėliu pasverinama ( $g_2$ );
2. Biuretė pritvirtinama prie stovo, į ją įpilama vandens, užfiksuojamas pradinis vandens tūris. Į smėlį stiklinėje iki pat dugno įsmeigiama pipetė, kad sotinimas vyktų iš apačios ir visas smėlio porose esantis oras būtų išstumiamas į viršų;
3. Stiklinė statoma po biurete, iš jos leidžiamas pipete vanduo ir stebimas smėlio sotinimas pagal patamsėjusią smėlio spalvą. Būtina, kad tiesiogiai iš biuretės nepatektų vandens ant smėlio. Kai smėlio paviršiuje susidaro plona vandens plėvelė, sotinimas baigiamas (paviršius pradeda blizgėti šviesoje). Užsukamas biuretės vandens čiaupas ir, užspaudus pipetės viršų pirštu, ji atsargiai ištraukiama iš stiklinės;
4. Pagal biuretės parodymus apskaičiuojame, kiek sunaudota vandens įsotinimui ( $V_v$ );
5. Stiklinė su įsotintu smėliu pasverinama ( $g_3$ ). Patikriname, kad svorių  $g_3 - g_2$  skirtumas maždaug atitiktų sunaudoto įsotinimui vandens tūrį  $V_v$ ;
6. Pradiniai eksperimento duomenys surašomi į žurnalą.

Smėlio poringumo nustatymo išotinio būdu žurnalo grafos:

| Svoris, g                  |                          |                             | Vandens tūris $\text{cm}^3$             | Uolienos tankis $\text{g/cm}^3$ |                           |                     | Poringumas ir poringumo koeficientas |               |           |
|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------|-----------|
| Tuščios stiklinės<br>$g_1$ | Su sausu smėliu<br>$g_2$ | Su išotintu smėliu<br>$g_3$ | Vandens tūris<br>$\text{cm}^3$<br>$V_v$ | Uolienos skeleto $p_d$          | Išotinto smėlio $p_{sat}$ | Kietų dalelių $p_s$ | $n=V_v/V$                            | $n=1-p_d/p_s$ | $e=n/1-n$ |
|                            |                          |                             |                                         |                                 |                           |                     |                                      |               |           |

7. Apskaičiuojamas uolienos skeleto ( $p_d$ ), išotinto smėlio ( $p_{sat}$ ) ir kietų dalelių ( $p_s$ ) tankius pagal formules:

$p_d$  - uolienos skeleto tankis, apskaičiuojamas pagal stiklinės su sausu smėliu svorio ( $g_2$ ) ir stiklinės svorio ( $g_1$ ) skirtumo santykį su sauso smėlio tūriu ( $V$ ):

$$p_d = \frac{g_1 - g_2}{V} \quad (2.3);$$

$p_{sat}$  - išotinto smėlio tankis, apskaičiuojamas pagal stiklinės su išotintu smėliu svoris ( $g_3$ ) ir stiklinės svorio ( $g_1$ ) skirtumo santykį su sauso smėlio tūriu ( $V$ ):

$$p_{sat} = \frac{g_3 - g_1}{V} \quad (2.4);$$

$p_s$  - kietųjų dalelių tankis, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$p_s = \frac{p_d \times p_w}{p_w + p_d - p_{sat}} \quad (2.5);$$

$p_w$  – vandens tankis.

8. Toliau bendrasis smėlio poringumas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$n = \frac{1 - p_d}{p_s} \quad (2.6);$$

Nustatomas atviras poringumas pagal tūrinių matavimų duomenis:

$$n = \frac{V_v}{V} \quad (2.7);$$

čia  $V_v$  - sunaudoto sotinimui vandens tūris

Poringumas  $n$  išreiškiamas procentais, o poringumo koeficientas  $e$  – vieneto dalimis. Pastarasis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$e = \frac{V_p}{V_s} \quad (2.8);$$

arba

$$e = \frac{n}{n-1} \quad (2.9);$$

Tankodromo teritorijos grunto poringumas lyginamas su gretimų, intensyviai nenaudotų plotų grunto (kontrolinių mėginių) poringumu [28].

### ***2.1.3 Saugotinių buveinių nustatymo metodika***

Natūrali buveinė reiškia sausumos arba vandens plotus su jiems būdingais geografiniais, abiotiniais ir biotiniais, visiškai natūraliais ar pusiau natūraliais požymiais. Buveinių direktyva (oficialus pavadinimas – Tarybos direktyva 92/43/EEB dėl natūralių buveinių ir laukinės floros bei faunos apsaugos) yra svarbiausias biologinę įvairovę saugantis Sąjungos aktas. Jos svarbiausias tikslas – suformuoti teisinį pagrindą Europos Sąjungos valstybėse išsaugoti tam tikras (Sajungai svarbias) natūralias buveines, gyvūnų bei augalų rūšis. Svarbiomis laikomos tos buveinės, kurioms dėl antropogeninio veiklos arba riboto paplitimo yra kilusi išnykimo natūralaus paplitimo areale grėsmė. Svarbiomis laikomos ir tipiškos buveinės, reprezentuojančios vieną ar kelis Europos biogeografinius regionus. Svarbiomis laikomos tokios gyvūnų ir augalų rūšys, kurios nyksta yra lengvai pažeidžiamos, paplitusios nedidelėje teritorijoje, bei kai kurios kitos rūšys, kurioms reikalingas išskirtinis dėmesys.

Kad būtų išsaugotos rūšys ir buveinės šia direktyva Sąjungos narės įsipareigoja steigti specialias saugomas teritorijas. Jose be išlygų privalomas arba sutarčių sąlygojamas specialus pakankamai ekologiškas ūkininkavimas. Kur reikalinga, sudaromi specialūs teritorijų tvarkymo planai, kuriama subalansuota plėtros strategija. Daugelio rūšių populiacijų nykimas yra susijęs su jų gyvenimui būtinų natūralių buveinių pokyčiais. Todėl būtina mažinti antropogeninį poveikį, išsaugoti svarbias buveines jų bioįvairovę.

Tyrimų tikslas – nustatyti poligone svarbias buveines, nustatyti jų bioįvairovę, pasiūlyti rekomendacijas retų ir nykstančių gyvūnų apsaugai.

Tyrimų metodika. Tiriamieji darbai atlikti 2002 m liepos ir rugsėjo mėnesiais. Tyrimų pagrindu panaudotas maršrutinis metodas. Maršrutai apėmė įvairius poligone esančius biotopus. Maršrutų metu, tiriamojoje teritorijoje, nustačius jos plotą, registruoti reti ir nykstantys varliagyviai, paukščiai ir žinduoliai, gamtosauginiu požiūriu svarbios buveinės. Gyvūnų rūšys nustatytos vizualiai juos stebint arba iš jų veiklos požymių: maitinimosi, veisimosi (urvai, lizdai ir kt.) vietos, pėdsakai, ekskrementai, rasti

negyvi individai ir pan. Sudarytas gyvūnų teritorinio pasiskirstymo žemėlapis, nustatytos buveinių ribos, dienyne suregistruotos gyvūnų ir buveinių apsaugos problemos.

## 2.2 Aplinkos pažeidimų poligonuose nustatymas

### 2.2.1 Mechaniniai pažeidimai Gaižiūnų kariniame poligone

Karinė technika važinėja ne keliais, todėl Gaižiūnų kariniame poligone pastebimas intensyvus militaristinis poveikis kraštovaizdžiui: žolinės augalijos suvažinėjimas, suslėgimas ir kitoks augalijos pažeidimas, o kartais ir sunaikinimas – tai mechaniniai gamtinės aplinkos pažeidimai.

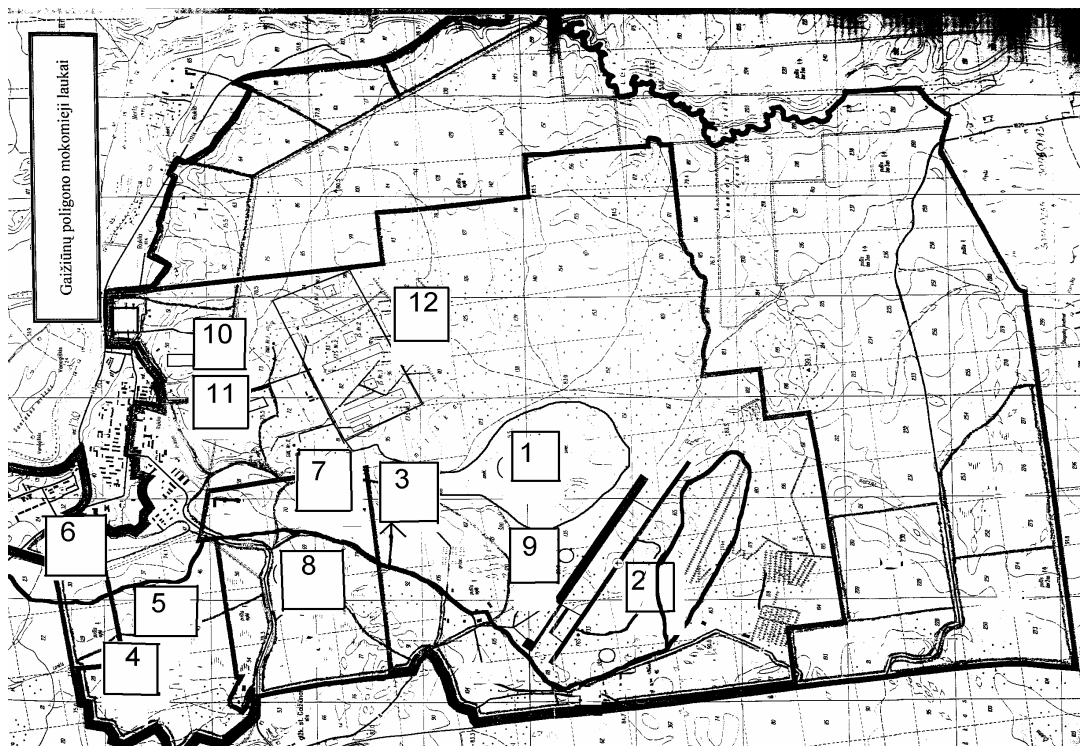
Teritorijų užstatymas įvairios paskirties pastatais, paviršiaus padengimas betono ar asfalto danga, griuvėsiai, statybinis laužas ir kt., buvo analizuojami pagal objekto pastatymo (įrengimo) laiką, būklę, užimamą plotą.

Atlikti poligono mechaninių pažeidimų tyrimai leidžia teigti, kad labiausiai dirvožemis mechaniškai pažeistas ten, kur važinėja šarvuotoji technika, kur vykdomi bombardavimai, sprogdinimai. Tokiose teritorijose buvo visiškai sunaikintas arba pažeistas pirmykštis dirvožemis. Jis palaipsniui menkėdavo, degraduodavosi jo struktūra ir derlių lemiančios savybės, pavyzdžiui kapiliaringumas, nyko smulkioji dirvos fauna, mikroorganizmai.

2.1 lentelė. Įvairių teritorijų mechaniniai pažeidimai Gaižiūnų kariniame poligone

| Teritorija                                         | Teritorijos Nr. | Mechaninis pažeidimas % |
|----------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| Šarvuočių važinėjimo trasa                         | 3               | 100                     |
| Trečiasis mokymų laukas                            | 4               | 2 - 3                   |
| Šeštasis mokymų laukas                             | 7               | 2 - 3                   |
| Antrasis mokymų laukas                             | 5               | Nuo 1 – 2 iki 40        |
| Pirmas mokymų laukas                               | 6               | 1                       |
| Septintas mokymų laukas                            | 8               | 1                       |
| Buvęs darbininkų miestelis                         |                 | 60                      |
| Griuvėsiai 13 mokymų lauke                         |                 | 55                      |
| Griuvėsiai 4 mokymų lauke                          |                 | 50                      |
| Sunkiųjų kulkosvaidžių šaudymo poligonas           | 1               | 80                      |
| Teritorija prie šaudyklos prieštankiniais ginklais | 2               | 5 (pietinė dalis)       |
|                                                    |                 | 80 (šiaurinė dalis)     |

Analizuojant lentelės duomenis galime pastebėti, kad labiausiai Gaižiūnų kariniame poligone pažeistas: sunkiųjų kulkosvaidžių šaudymo poligonas (80%), šiaurinė teritorija prie šaudyklos prieštankiniais ginklais (80%), bei šarvuočių važinėjimo trasa (100%).



2.3 pav. Mechaniniai pažeidimai Gaižiūnų poligone (teritorijų numeriai pagal 2.1 lentelę)

### Mokymų laukai

#### Šarvuočių važinėjimo trasa (teritorija Nr. 3)

Šarvuota vikšrinė technika važinėja tomis pačiomis, ilgą laiką nuolat naudojamomis trasomis. Maršrutas prasideda šiaurinėje dalyje, miško keliais ir laukymėmis tęsiasi iki aerodromo, iš vakarinės pusės aplenkia jį ir beveik pasiekia pietinį poligono pakraštį. Maršruto gale, šarvuočiai apsigręžia ir ta pačia kryptimi grįžta atgal. Šarvuotos technikos vairavimo mokymo trasa išvažinėta giliomis iki 0,5m. gylio provėžomis. Dirvožemis mechaniškai labai stipriai pažeistas, suslėgtas, viršutinis dirvožemio sluoksnis sumaišytas. Žolinė augalija visiškai sunaikinta, pažeista 100% (2.4 pav.).



2.4 pav. Mechaniniai dirvožemio pažeidimai šarvuočių važinėjamoje traseje

#### **Trečiasis mokymų laukas – didysis tankodromas (ter. Nr.4)**

Tai vienas iš pagrindinių šarvuotosios technikos taktinių mokymų laukų. Pratybos čia vyksta įvairiais metų laikais, beveik kasdien. Mokomąjį lauką juosia brandūs ir pusamžiai pušynai, vietomis beržynai. Centrinėje lauko dalyje, kur važinėja šarvuota technika, teritorija apaugusi 1.5 – 2.5 m. aukščio pušelėmis. Yra reljefo pakitimų. Apie 40% važinėjamos teritorijos padengta žoline augmenija. Žolinė augmenija sunaikinta apie 10% mokomojo lauko ploto.

Trečiojo mokomojo lauko vakarinėje dalyje, mišku apaugusioje teritorijoje (kasdien) vyksta Mokomojo pulko karių taktinės pratybos: kasami apkasai, vykdomi gynybos, žvalgybos ir kiti kariniai mokymai. Mechaninis teritorijos pažeidimas silpnas- 2–3%.

#### **Antrasis mokymų laukas – mažasis tankodromas (ter. Nr. 5)**

Čia vyksta šarvuotosios technikos taktiniai mokymai. Aplink mokymo lauką brandūs pušynai su lapuočių priemaiša. Technika smarkiai pažeidė dirvožemį, daugelyje plotų sunaikinta arba suvažinėta augalinė danga. Teritorijos mechaninis pažeidimas apie 40% ploto (2.3 pav.). Rytinėje mokomojo lauko dalyje taip pat vyksta karių taktiniai mokymai. Čia mobili karinė technika nenaudojama, kasami apkasai, ruošiamos trumpalaikės stovyklavietės. Pasibaigus karinėms pratyboms iškasti apkasai užkasami, stovyklavietės sutvarkomos. Kasant apkasus sumaišomas viršutinis dirvožemio sluoksnis, pažeidžiama augmenija. Mechaninis teritorijos pažeidimas silpnas, apie 1–2% pratyboms naudojamo ploto.



**2.5 pav. Mechaniniai dirvožemio pažeidimai mažajame tankodrome**

#### **Pirmas mokymų laukas (ter. Nr. 6)**

Jis yra prie pat mokomojo pulko teritorijos, kitoje kelio pusėje. Jame vyrauja pusiau brandūs medynai, dažniausiai pušynai. Pomiškyje – eglaitės, ievos ir kt. Šioje teritorijoje vyksta pulko karių orientavimosi, vietovės maketų darymo ir kitos taktinės pratybos. Be to, šioje teritorijoje draudžiami žemės kasimo (apkasų ir kt.) darbai. Atskirose mokomojo lauko vietose yra likę senų apgriuvusių apkasų, duobių. Čia taip pat nevažinėja sunkioji karinė technika, todėl teritorijos pažeidimas silpnas – apie 1%.

#### **Šeštas mokymų laukas (ter. Nr. 7)**

Čia vyksta karių taktinių mokymų pratybos, kaip ir anksčiau aprašytame lauke kasami apkasai, rengiamos stovyklavietės, atliekamos treniruotės. Kadangi sunkioji karinė technika šiame lauke nenaudojama, todėl teritorijos mechaninis pažeidimas silpnas – 2-3%.

#### **Septintas mokymų laukas (ter. Nr. 8)**

Čia vyksta karių taktinės pratybos. Teritorijos mechaninis pažeidimas silpnas – 2-3%.

Iš šiuo metu poligone karių mokymui naudojamų mokomų laukų, kasdien mokymai vyksta 1;2;3;6;7 laukuose. Kiti laukai – 8; 9; 10; 11; 12 naudojami pratyboms rečiau, jų antropogeninė apkrova apie 50%, o 4; 5; 15; 16; 17; 18 laukai rečiausiai naudojami taktiniams karių mokymams. Mechaniniai aplinkos pažeidimai juose nesiekia 1% teritorijos ploto.

Visuose mokymų laukuose taktinės pratybos vykdomos be kovinių šaudymų.

#### **Pastatai, ruderalinės teritorijos**

Poligone yra išlikusių teritorijų, kuriuose yra senų apgriuvusių pastatų, nereikalingo statybinio laužo. Šios ruderalinės zonos su nuniokota aplinka ne tik menkina kraštovaizdžio estetinę vertę, bet taip pat dideliuose plotuose visiškai sunaikina ar smarkiai pažeidžia dirvožemį. Kai kuriose teritorijose priaugę

dykynėms būdingų augalų, tarp griuvėsių auga krūmai. Tokių vietų yra šiaurinėje dalyje, arti Ruklos miestelio ir centrinėje poligono dalyje.



**2.6 pav. Ruderalinės zonos Gaižiūnų poligone**

*Buvęs darbininkų miestelis įsikūręs pusamžiam pušyne. Likę tik du gerokai apgriuvę pastatai ir gerai išsilaikęs vandentiekio bokštas. Kitų pastatų likę tik pamatai, kai kur išlikusios gelžbetonio kolonos. Teritorijoje yra gerai išsilaikę betono ir asfalto dangų padengti plotai (2.4; 2.5 pav.). Čia likę daug šiukšlių, senų nebenaudojamų lentų, plytų. Mechaniniai teritorijos pažeidimai sudaro apie 60% jos ploto. Ši teritorija stipriai pažeista.*



**2.7 pav. Mechaniniai pažeidimai buvusiame darbininkų miestelyje**

*Griuvėsiai 13 – tame mokymų lauke* yra besikuriančio artilerijos bataliono teritorijoje. Vyksta teritorijos tvarkymas, organizuojamos naujos statybos. Tačiau išlikę apgriuvusių pastatų, statybinio laužo, betonu padengtų dirvožemio plotų. Teritoriją būtina sutvarkyti, surinkti šiukšles, statybinį laužą, nugriauti nebenaudojamus pastatus. Kiek galima atstatyti buvusią žolinę dangą. Teritorija smarkiai mechaniškai pažeista – apie 55% ploto.

*Griuvėsiai 4-me mokymų lauke, prie kelio į poligoną*, stūkso laukymėje, apaugusioje ruderaline žoline augmenija, vietomis krūmais. Buvę pastatai visiškai sugriuvę, likusios tik atskiros jų dalys, krūvos statybinio laužo. Kai kur išlikę tik pastatų pamatai, gelžbetonio plokštės atramos ir kt.

Pastatai statyti gana kompaktiškai, todėl ir jų liekanos užima kompaktišką erdvę, jos neišsklaidytos po teritoriją. Teritorija smarkiai mechaniškai pažeista - apie 50% jos ploto.

Poligone yra ir daugiau nedideles teritorijas užimančių, po kelis, daugiausiai pavienių apleistų, apgriuvusių ar visiškai sugriautų statinių: prie 1-sios granatų mėtymų aikštelės, aerouoste ir jo prieigose ir kt. Dalis jų naudojama karių taktinėms pratyboms.

#### **Sprogdinimų teritorijos (ter. Nr. 9)**

Sprogdinimų pratybos vyksta 2-se poligono vietose. Pagrindinė vieta – sunkių kulkosvaidžių šaudyklos (smėlynų) pakraštyje, dauboje, apie 300-400m. nuo lėktuvų pakilimo tako. Kita, antroji, sprogdinimų teritorija yra apie 500-600m. į vakarus nuo aerodromo.

Sprogdinami įvairūs užtaisai – nuo 100 g iki 10 kg trotilo ekvivalento. Sprogimų vietose (priklausomai nuo užtaiso galios) susidaro įvairaus skersmens nuo 1m. iki 5-6 m. ir 20 cm.-3 m. gylio duobės. (2.8 pav.) Antrojoje sprogdinimų teritorijoje kariai mokomi sprogdinti pastatus. Tam panaudojami likę apgriuvę namai ir griuvėsiai. Sprogdinimų pratybos vyksta visais metų laikais.



**2.8 pav. Mechaniniai pažeidimai sprogdinimų teritorijose**

## **Šaudyklos**

Poligone yra 3 elektrinių taikmenų šaudyklos ir 3 atviro tipo. Šaudyklos skirtos karių mokymui šaudyti lengvaisiais koviniais ginklais į įvairiais atstumais išstatytus taikmenis. Šaudyklos įruoštos pagal tokios srities pratyboms keliamus reikalavimus: supilti pylimai, įruoštos šaudymo pozicijos. Teritorija nusausta melioracijos grioviais, periodiškai šienaujama. Jos pakankamai gerai prižiūrimos, nėra nereikalingos nebetinkamos naudoti įrangos, nėra šiukšlių. Visi padaryti reljefo pakeitimai buvo būtini šaudyklos įruošimui. Naujų reljefo pakeitimų ar kitokių aplinkos pakeitimų nėra.

### **Sunkiųjų kulkosvaidžių šaudymo poligonas (ter. Nr. 1)**

Labiausiai mechaniškai pažeista poligono teritorija, kuri sunyko ir degradavo dėl bombardavimų ir kitos intensyvios karinės veiklos (2.9 pav.).



**2.9 pav. Sunkiųjų kulkosvaidžių šaudymo poligonas**

Reljefas vietomis labai pakeistas, yra išlikusių gilių duobių iki 1,5-2 m. iškastų ruožų. Teritorijos pakraščiuose likę senų apkasų, supiltų kalvų ir kitų reljefo pakeitimų (2.9 pav.). visa didžiulė teritorija (per 400 ha) labai smarkiai mechaniškai pažeista – apie 80%. Pietinėje dalyje smėlynai pradeda apaugti 3-4 m. aukščio pušelėmis, berželiais. Šiaurinėje dalyje yra išlikusių pusamžių ir pribrestančių medynų.

Dabartinė karinė veikla šioje teritorijoje nėra tokia intensyvi nei anksčiau. Čia vyksta šaudymai sunkiaisiais kulkosvaidžiais, karių desantavimas iš oro. Taip pat organizuojami periodiškai karių, besimokančių vairuoti šarvuočius, mokymai: važiuoti išskleista rikiuote, lygiuoti ir pan. Karinė technika važinėja tais pačiais maršrutais anksčiau sunaikinto dirvožemio plotuose.

### **Teritorija prie prieštankinių ginklų šaudyklos (ter. Nr.2)**

Pietinėje dalyje smėlynas apaugęs 2-10 m. aukščio berželiais ir drebulaitėmis. Yra atvirų plotų, užžėlusių viksvynais, viržynais.

Reljefas kalvotas, išlikę senų apkasų, duobių. Ši dalis mechaniškai pažeista silpnai – apie 5% teritorijos.

Šiaurinėje dalyje, prie šaudyklos, yra dykviečių su pustomu smėliu. Ši degradavusi teritorija – neaiškos kilmės palikimas iš anksčiau. Čia apie 20 ha. Plote, mechaninis dirvožemio pažeidimas siekia apie 80% teritorijos.

Dabartinė karinė veikla – šioje teritorijoje vyksta karių mokymai šaudyti prieštankiniais ginklais (granatsvaidžiu). Šaudoma į dykvietėje įruošą taikinį. Pratybos žymesnio poveikio dirvožemiui nedaro, nes vyksta degradavusio dirvožemio plote.

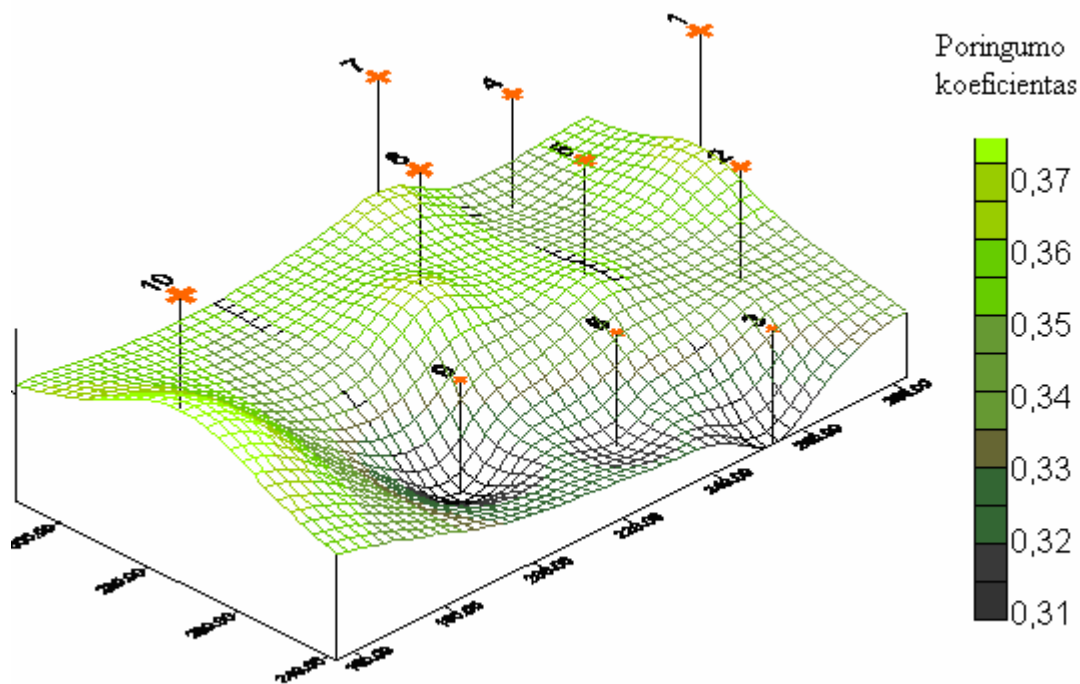
### **Išvados**

1. Poligonuose likę daug nebenaudojamų, menkinančių kraštovaizdį ruderalinių zonų- sugriuvusių pastatų, apkasų, juos artimiausiu metu būtina rekultivuoti;
2. Poligone mechaninis dirvožemio pažeidimas labai skirtingas nuo 2-3% teritorijos ploto mokymo laukuose iki 80% (sunkiųjų kulkosvaidžių šaudymo poligonas, teritorija prie prieštankinių ginklų šaudyklos) ir net iki 100% šarvuočių važinėjamoje trasoje;
3. Dėl Gaižiūnų kariniame poligone vykdomų sprogdinimų susidaro duobės, jų metu pažeidžiama augmenija, dirvožemiai. Šiuose vietose pastebima intensyvi vėjo erozija;
4. Vertinant kraštovaizdžio pažeidimus, labai dėmesį atkreipia šarvuočių išvažinėtos gilios provėžos, visiškai sunaikinusios augmeniją.

### **2.2.2 Dirvožemio poringumo tyrimų analizė Gaižiūnų poligone**

Gaižiūnų kariniame poligone atlikus laboratorinius dirvožemio poringumo tyrimus nustatyta, kad poligono teritorija dirvožemio poringumo atžvilgiu nevienalytė. Tai matyti iš poringumo koeficiento pasiskirstymo, pagal mėginių ėmimo vietą. (2.10; 2.12 pav.) Dirvožemio poringumo koeficientas svyruoja nuo 0,3 iki 0,38.

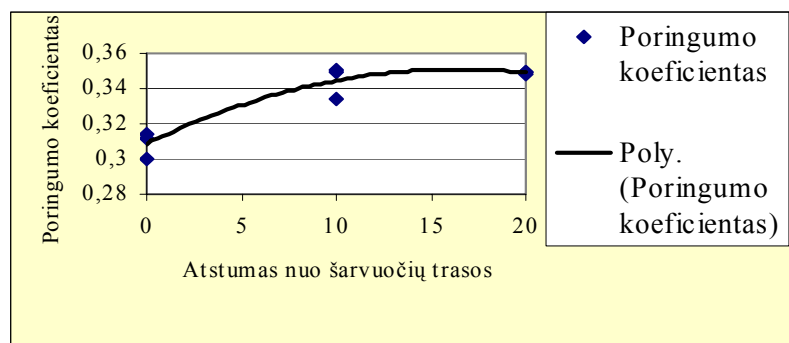
Intensyviai naudojamose poligono teritorijose – šarvuočių trasoje bei mokymo laukuose dirvožemio poringumas sumažėjęs lyginant su foniniu (foniniai mėginiai buvo imti netoliese esančiame miške, kur nėra važinėjama su šarvuota technika). 2.1 pav. pavaizduoti mėginių ėmimo taškai, šarvuočių trasoje, netoli aerodromo.



**2.10 pav. Dirvožemio poringumas koeficiento pasiskirstymas šarvuočių trasoje**

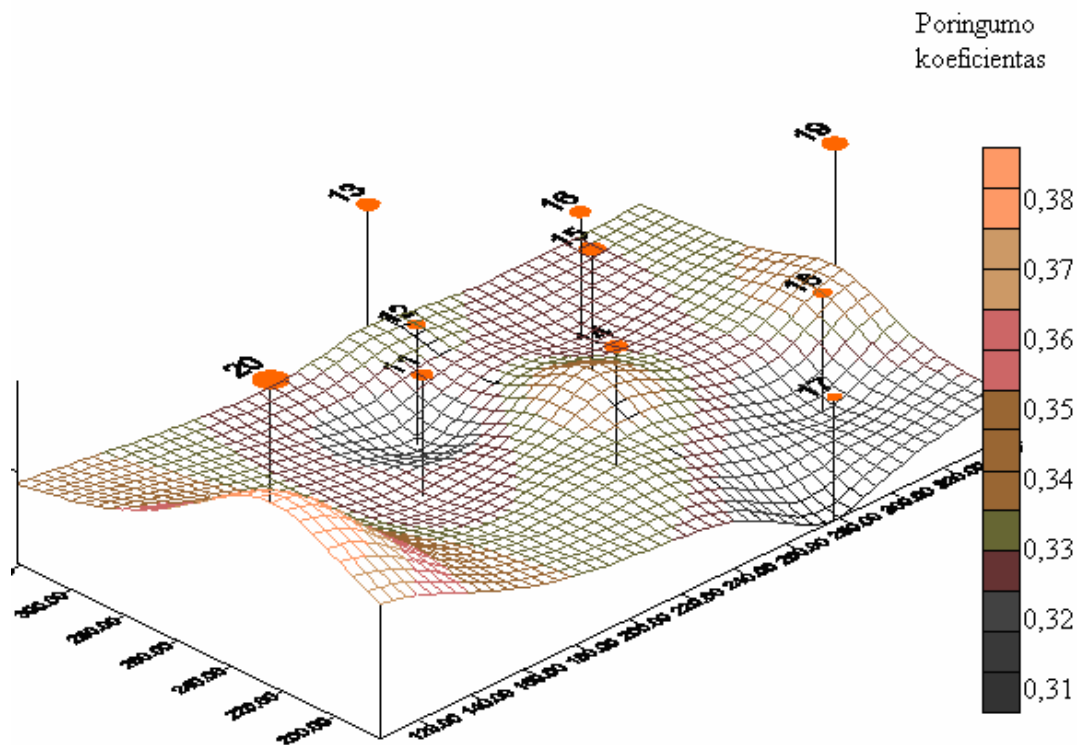
(žiūrėti 2.1; 2.3; 2.4 pav. 1-10 dirvožemio mėginių ėmimo vietos)

Paveiksle pavaizduoti mėginių paėmimo taškai, skalėje nurodytas dirvožemio poringumas. Pagal tyrimų duomenis galime teigti, kad dirvožemis labiausiai pažeistas 3, 6, 9 taškuose, t.y. ten kur šarvuotoji technika važinėja pastoviai. Dirvožemio poringumo koeficientas kinta nuo 0,3 iki 0,36.



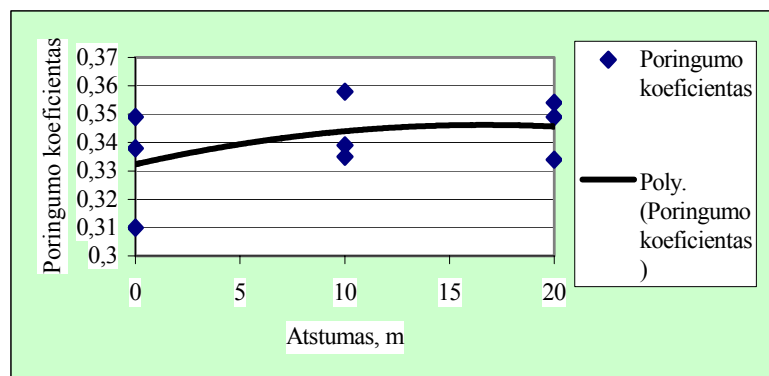
**2.11 pav. Dirvožemio poringumo priklausomybė nuo atstumo iki šarvuočių trasos**

Kiti mėginiai paimti šalia trasos esančioje teritorijoje. Taigi vietose, kuriose šarvuotoji technika važinėja nuolat dirvožemio poringumas yra labiausiai sumažėjęs. Šalia šarvuočių trasos esančio dirvožemio poringumas didesnis nei trasoje (nes čia karinė technika važiuoja labai retai), tačiau foninio lygio nesiekia. Foninis mėginys imtas šalia šarvuočių trasos esančiame miške (mėginys nr.10), kur sunkioji karo technika nevažinėja. Foninis dirvožemio poringumo koeficientas didesnis už poringumo koeficientą šarvuočių trasoje apytiksliai 14%.



2.12 pav. Dirvožemio poringumo koeficiento pasiskirstymas mažajame tankodrome, priklausomai nuo mėginio ėmimo vietos (11-20 mėginių ėmimo vietos, žiūrėti 2.2 pav.)

Paveiksle pavaizduoti mėginių paėmimo taškai, skalėje nurodytas dirvožemio poringumo koeficientas. Pagal tyrimų duomenis, bei remiantis grafiku galime teigti, kad dirvožemis pažeistas, poringumo koeficientas lyginant jį su foniniu sumažėjęs apytiksliai 8%. Foninis mėginys paimtas netoliese esančiame miške, kur šarvuotoji technika nevažinėja, neatliekamos karinės pratybos (mėginys nr. 20). Ypatingas dirvožemio poringumo koeficiento sumažėjimas pastebimas 17 mėginyje. Mėginys paimtas vietoje kur šarvuočiai važinėja intensyviau.



2.13 pav. Dirvožemio poringumo koeficiento pasiskirstymas mažajame tankodrome

Mažajame tankodrome, kur nėra pastoviam šarvuočių važinėjimui naudojamų trasų, dirvožemio poringumo koeficiento sumažėjimas tolygus.

Lyginant abu tyrinėtus plotus, galime padaryti išvadą, kad šarvuočių padarytas mechaninis poveikis panašus ir dirvožemio poringumas mažesnis nei foninėse teritorijose. Pastebima, kad dirvožemio poringumo koeficiento sumažėjimas tiesiogiai priklauso nuo šarvuotosios technikos poveikio. Didžiausias dirvožemio poringumo sumažėjimas pastebimas šarvuočių trasoje, kur šarvuočiai važinėja pastoviai.

Mažajame tankodrome, kur šarvuotoji technika važinėja ne taip intensyviai, dirvožemio poringumo koeficiento sumažėjimas žymiai mažesnis (8%). Lyginant gautą dirvožemio poringumo koeficiento pasiskirstymą su literatūros duomenimis [26], pastebimi labai panašūs rezultatai. Imant mėginius iš 25-30 cm, vietose kur važinėja šarvuotoji technika, dirvožemio poringumas sumažėja apytiksliai 12-14%.

Iš literatūros duomenų žinant, kad erozijos paveiktose dirvožemiuose poringumas sumažėja, bei nagrinėjant centrinę Gaižiūnų poligono dalį "Sacharą", galime daryti prielaidą, kad šioje poligono dalyje dirvožemis yra paveiktas defliacijos.

Pastebimas poringumo koeficiento sumažėjimas (3%) lyginant su etaloniniu mėginiu, taigi galime teigti, kad šiame plote vyksta intensyvi eolinė denutacija, kuriai būdingas smulkių grunto dalelių išpustymas, taigi ir poringumo koeficiento sumažėjimas. Teritorijos plotuose, kur vyksta minėtų smulkių smėlio dalelių nusėdimas (eolinė akumuliacija), pastebimas dirvožemio poringumo koeficiento padidėjimas (3,5%).

### **Išvados**

1. Atlikus dirvožemio poringumo tyrimus, nustatytos aiškos dirvožemio sutankėjimo zonos, sutampančios su sunkiosios karo technikos važinėjimo trasomis;
2. Palyginus šių zonų tyrimų rezultatus su foniniais mėginiais matomas ryškus dirvožemio poringumo skirtumas, rodantis ryškų sunkiosios karinės technikos poveikį dirvožemiui bei joje augančiai augmenijai;
3. Sunkioji šarvuotoji technika daro didelį poveikį (degraduoja) dirvožemius, todėl taktinės pratybos turi būti vykdomos tik pastoviose ir pratyboms skirtose vietose.
4. Centrinėje poligono dalyje "Sacharoje" dirvožemio poringumo pasiskirstymas rodo, kad šioje teritorijoje vyksta vėjo erozija.

### 2.2.3 Mechaninių pažeidimų Kairių poligone nustatymas

Atlikti poligono teritorijos mechaninių pažeidimų tyrimai parodė, kad labiausiai dirvožemis pažeistas tose vietose, kur buvo važinėjama karine technika, taip pat ir tuose plotuose, kur yra likę griuvėsiai, apgriuvę įvairios paskirties statiniai, karinės paskirties įtvirtinimai ir panašiai.

2.2 lentelė. Mechaniniai pažeidimai Kairių kariniame poligone

| Teritorija                           | Teritorijos Nr. | Mechaninis pažeidimas % |
|--------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| Zenitinis miestelis                  |                 | 50-60                   |
| Šaudyklos                            | Centrinė dalis  | 15-20                   |
| Mokymų laukas už šaudyklos           | A               | 0,5                     |
| Mokymų teritorija už Vilhelmo kanalo | B               | 15-20                   |
| Mokymų laukas                        | C               | 25                      |
| Mokymų laukas                        | D               | 20                      |

#### Pastatai, ruderalinės zonos

*Buvęs zenitinio dalinio miestelis* įsikūręs poligono šiaurinėje dalyje netoli Klaipėdos miesto prieigų. Miestelį iš trijų pusių supa pušynai, vietomis auga beržų, drebulių medynai. Likęs sulaukėjęs apie 30 vaismedžių sodas. Taip apleistų ir sugriuvusių pastatų ir karinės paskirties statinių plyti žoline augalija apaugusios dykvietės, prie pastatų išlikę kultūrinių dekoratyvinių krūmų, medelių: alyvų, vyšnaičių, erškėčių ir kt.



2.14 pav. Apgriuvę pastatai Kairių poligone



**2.15 pav. Išlikę senų rūsijų griuvėsiai**

Iš buvusių statinių dauguma sugriauti, likusieji gerokai apgriuvę arba baigiantys sugriūti. Dabartiniu metu šioje teritorijoje jokios karinės veiklos nėra vykdoma.

Miestelyje iš sovietinių laikų yra išlikusių sampylų, plačių griovių ir asfaltuotų ir betonuotų vietų ir kitokių mechaninių reljefo pažeidimų. Visos teritorijos mechaninis pažeidimas stiprus – apie 50 - 60% teritorijos ploto.

*Apleistas pastatas prie šaudyklų* išlikęs nuo sovietinės kariuomenės buvimo laikų. Pastatas dar gana geros techninės būklės. Kiemas apleistas, virtęs dykvieta, pilnas šiukšlių. Yra nenaudojamas šulinys. Ši teritorija menkina aplinkinį kraštovaizdį, tačiau jos mechaninis pažeidimas vidutinis, apie 15 - 20% teritorijos.



## **Šaudyklos**

*Lengvųjų ginklų šaudyklos* įsikūrusios centrinėje poligono dalyje, šią teritoriją supa miškai. Tai dvi atviro tipo šaudyklos, skirtos karių mokymams šaudyti lengvaisiais koviniais ginklais. Vienoje šaudykloje šaudoma į taikinius išdėstytus iki 300 metrų atstumu (galima šaudyti iki 500 metrų), kitoje šaudoma į taikinius iki 100 metrų atstumu.

Šaudyklos įruoštos pagal tos srities pratyboms keliamus reikalavimus: supilti pylimai, įruoštos taikmenų išdėstymo vietos, šaudymo pozicijos. Teritorijoje nuolat šienaujama žolė.

Šaudyklos pakankamai gerai prižiūrimos, nėra nereikalingos ir netinkamos naudoti įrangos, neprižiūklinta. Visi padaryti reljefo pakeitimai buvo būtini šaudyklų įruošimui. Naujų reljefo pakeitimų ar kitokių žymesnių mechaninių aplinkos pažeidimų nėra.

## **Mokymų laukai**

*Autodromas* įruoštas lygioje vietoje prie Vilhelmo kanalo. Iš trijų pusių jį supa miškas. Teritorija apaugusi vešlia žoline (daugiausia įvairios viksvos) augalija. Auga pavienės nedidelės pušelės (padengimas 0,5% teritorijos). Yra reljefo pažeidimų: tai dirvožemio sampyla (ji skirta technikos pratyboms) ir dvi išekspluatuotos žvyrdubės. Šios žvyrdubės gerokai eutrofizuotos, užaugusios viršvandenine augmenija.

Autodrome vyksta jaunų karių mokymai važinėti karine technika (sunkvežimiais ir kt.). Taip pat čia vykdomos karių taktikos pratybos, kasami apkasai. Po pratybų jie užkasami.

Teritorija (be žvyrdubių) silpnai mechaniškai pažeista. Bendras teritorijos pažeidimas apie 5% ploto.

*Mokymų laukas už šaudyklos (A)* yra pietvakarinėje poligono dalyje, už šaudyklų. Prižėlęs vešliais viksvynais, aplink (iš trijų pusių) auga lapuočių miškas. Teritorija taktiniams karių mokymams nebenaudojama. Yra išlikusių pavienių senų apkasų. Teritorijos mechaninis pažeidimas labai silpnas – apie 0,5% ploto.

*Mokymų teritorija už Vilhelmo kanalo (B)* yra įruoštas pelkėtoje pievoje, padengtas įvairia žoline augalija. Čia vykdomos karių taktinės pratybos, kasami apkasai. Teritorijoje yra likusių senų apkasų, mechaninis pažeidimas vidutinis apie 15 - 20% ploto.

*Mokymų laukas (C)* padengtas žoline augmenija, vietomis apaugęs krūmais. Yra likusių senų apkasų, betono luitų, betoninių įtvirtinimų. Vietomis yra karinės technikos (stebėta šių metų rugsėjo mėnesį) žolinės augalijos suvažinėtų suslėgtų plotų. Mechaninis teritorijos pažeidimas vidutinis – apie 25% ploto.

*Mokymų laukas (D)* yra nusidriekusi iš šiaurės į pietus mišku apaugusi teritorija esanti tarp autodromo ir šaudyklų. Ši miškinga teritorija dažniausiai yra naudojama(jos panaudojimas karinėms reikmėms, apie 60% visos teritorijos karinės apkrovos) karinių dalinių karių taktinėms pratyboms: vykdoma žvalgyba, orientavimosi, topografijos pratybos. Čia kasami apkasai rengiamos stovyklavietės. Teritorijoje yra išlikusių senų apkasų. Teritorijos mechaninis pažeidimas silpnas, apie 1 - 2% teritorijos ploto.

Kitos poligone esančios teritorijos taktinėms karių pratyboms retai naudojamos. Jų apkrovimas siekia 10 - 15% teritorijos apkrovos.

**Išvados:**

1. Poligone likę daug nebenaudojamų, gadinančių kraštovaizdį ruderalinių bendrijų - sugriuvusių pastatų, apkasų, juos reikia rekultivuoti;
2. Kairių kariniame poligone po pratybų teritorija sutvarkoma, užkasami apkasai. Šaudykloje periodiškai šienaujama žolė, surenkamos šiukšlės;
3. Poligone mechaninis dirvožemio pažeidimas labai skirtingas nuo 0,5% teritorijos ploto mokymo lauke už šaudyklos iki 60% teritorijos zenitiniame miestelyje.

#### **2.2.4 Saugotinių buveinių Gaižiūnų poligone nustatymas**

Poligono teritorijoje galima išskirti kelių tipų biotopus: atviri smėlynai, miškai, pievos, pelkės, ruderalinės (dykvietės) zonos. Miškuose vyrauja pušynai, yra šiek tiek eglynų, beržynų ir nedidelės teritorijos juodalksnynų. Smėlynuose auga ištisi viržynų laukai, ten kur vėjas nepusto kopų plyti kalninės austėjos laukai, auga čiobreliai, kerpės, viksvos, samanos. Vietomis auga nedidelių pušelių, berželių, krūmokšnių bendrijos. Šio tipo bendrijos yra retos ne tik Lietuvoje, bet ir ES šalyse, dėl to jos vertingos gamtosauginiu požiūriu. Jos susiformavo per ilgą laikotarpį dėl antropogeninės, karinės veiklos. Tokia didžiulį plotą (per 400 ha) užimanti teritorija kariškių vadinama “Sachara” yra centrinėje poligono dalyje (2.17 pav.). Ji atsirado dėl čia vykdytų bombardavimų, sprogdinimų, šaudymų ir važinėjimo šarvuotąja technika.

Nedideli natūralių pievų plotai plyti prie vandens telkinių, žemapelkių, aukštapelkių, prie Lomenos upelio. Didesnę jų dalį sudaro viksvynai, mažesnius – drebulynai bei šluotsmilgynai. Sumažėjus poligono teritorijai, didesnė dalis įvairių tipų pelkių liko už jo ribų. Dabartinėse ribose yra išlikusių aukštapelkių ir tarpinio tipo pelkių pietinėje ir vakarinėje poligono dalyje.

Ruderalinės teritorijos (dykvietės) išlikusios šiaurinėje poligono dalyje. Tai apleistų sugriautų pastatų plotai. Yra išlikusių dekoratyvinių medžių ir krūmų, auga dykvietėms būdingi žoliniai augalai



**2.17 pav. Smėlio dykuma "Sachara" Gaižiūnų poligone**

Tyrimų metu poligono teritorijoje nustatytos (išskirtos) vertingiausios jautriausios teritorijos dalys, kuriose veisimosi ar kitais metų periodais gyvena reti vertingi gyvūnai, įvertinta jų būklė bei santykinis gausumas. Poligone rasta 21 stuburinių gyvūnų rūšis, įrašyta į Lietuvos Raudonąją knygą

[28] ir Europos Sąjungos Buveinių direktyvos 2 priedą, bei Laukinių paukščių direktyvos 1 priedą Varliagyvių rastos 3 rūšys, paukščių – 15, žinduolių – 3.

### 2.3 lentelė. Reti varliagyviai Gaižiūnų kariniame poligone

|                                                      |                         |                    |               |
|------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|---------------|
| Lietuvos Raudonoji knyga, 2000 [28, 29]              |                         |                    |               |
| IV(I) kategorija – retos nepakankamai ištirtos rūšys |                         |                    |               |
| 1                                                    | Raudonpilvė kūmutė      | Bombina bombina    | ESBD 2priedas |
| 2                                                    | Skiauterėtasis tritonas | Triturus cristatus | ESBD 2priedas |
| Lietuvos Raudonoji knyga, 2000                       |                         |                    |               |
| V(Rs) kategorija – išsaugotos rūšys                  |                         |                    |               |
| 3                                                    | Nendrinė rupūžė         | Bufo calamita      | ESBD 2priedas |

### 2.4 lentelė. Reti paukščiai Gaižiūnų kariniame poligone [30, 31]

|                                                                  |                      |                       |                |
|------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------|
| Lietuvos Raudonoji knyga, 2000                                   |                      |                       |                |
| II(V) kategorija – sparčiai nykstančios rūšys                    |                      |                       |                |
| 1                                                                | Kukutis              | Upupa epops           | ESPD 1priedas  |
| 2                                                                | Žalvarnis            | Coracias garrulus     | ESPD 1priedas  |
| Lietuvos Raudonoji knyga, 2000                                   |                      |                       |                |
| III(R) kategorija – retos rūšys                                  |                      |                       |                |
| 3                                                                | Dirvoninis kalviukas | Anthus campestris     | ESPD 1 priedas |
| 4                                                                | Žalioji meleta       | Picus viridis         | ESPD 1 priedas |
| 5                                                                | Gervė                | Grus grus             | ESPD 1 priedas |
| 6                                                                | Tulžys               | Acedo athys           | ESPD 1 priedas |
| Lietuvos Raudonoji knyga, 2000                                   |                      |                       |                |
| IV(I) kategorija – retos, nepakankamai ištirtos rūšys            |                      |                       |                |
| 7                                                                | Griežlė              | Crex crex             | ESPD 1 priedas |
| Europos Sąjungos Laukinių paukščių apsaugos direktyvos 1 priedas |                      |                       |                |
| 8                                                                | Didysis baublys      | Botaurus stellari     |                |
| 9                                                                | Nendrinė lingė       | Dryocopus martius     |                |
| 10                                                               | Juodoji meleta       | Circus aeruginosus    |                |
| 11                                                               | Lėlys                | Caprimulgus europaeus |                |
| 12                                                               | Ligutė               | Lullula arborea       |                |
| 13                                                               | Jerubė               | Bonasia bonasia       |                |
| 14                                                               | Mažoji musinukė      | Ficedula parva        |                |
| 15                                                               | Paprastoji medšarkė  | Lanius collurio       |                |

## 2.5 lentelė. Reti žinduoliai Gaižiūnų kariniame poligone

|                                                |        |              |           |
|------------------------------------------------|--------|--------------|-----------|
| Lietuvos Raudonoji knyga                       |        |              |           |
| V(Rs) kategorija – išsaugotos rūšys            |        |              |           |
| 1                                              | Ūdra   | Lutra lutra  | ESBD 2 pr |
| Europos Sąjungos Buveinių direktyvos 2 priedas |        |              |           |
| 2                                              | Bebras | Castor fiber |           |
| 3                                              | Vilkas | Canis lupus  |           |

Gaižiūnų poligone 6 europinės svarbos buveinės:

2330 Nesusivėrusios žemyninės smiltpievės (ter. E);

3260 Upių sausumos su kurklių bendrijomis (ter. F);

4030 Viržynai (ter. E);

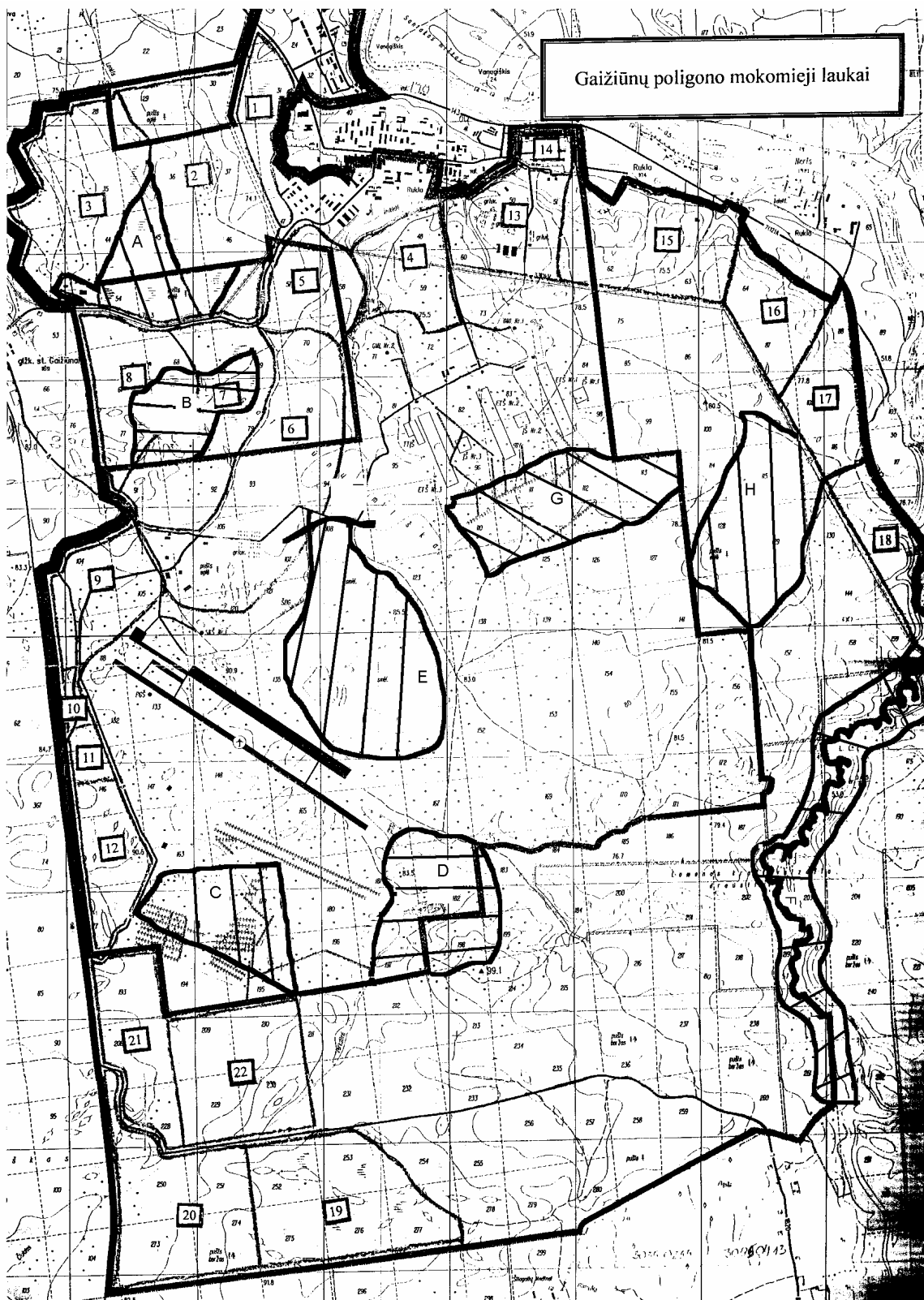
7120 Degradavusios aukštapelkės (ter. D);

7140 Tarpinės pelkės ir liūnai (ter. C ir G);

91D0 Pelkiniai miškai (teritorijos A, B, H);

### **Vertingos poligono teritorijos**

Gaižiūnų poligone atlikus biologinės įvairovės tyrimus buvo išskirtos 4 botaniniu ir zoologiniu požiūriu vertingos teritorijos. Jų išsaugojimui reikia užtikrinti dabar esamų aplinkos sąlygų išlikimą. Jos yra palankios daugelio retų rūšių gyvavimui, arba rūšių išlikimui būtina įgyvendinti specialiąsias apsaugos priemones. Detalus botaniniu požiūriu tyrimai nebuvo atlikti. Vertingos buveinės išskirtos pagal būdingas joms augalų rūšis [35, 36, 37].



2.18 pav. Gaižiūnų poligono saugomos buveinės

A-pelkiniai miškai, B-pelkiniai miškai, C-tarpinės pelkės ir liūnai, D-degradavusios aukštapelkės, E – viržynai, F – upių sausumos su kurklių bendrijomis, G – tarpinės pelkės ir liūnai, H – pelkiniai miškai

2.6 lentelė. Svarbios botaniniu požiūriu buveinės Gaižiūnų poligone

|                                                                                                                                                                                            |                                                |                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                          | Smėlynai šaudymų, bombardavimo lauke “Sachara” |                                                                                                                                                                                  |
| <u>Vertybės:</u><br>Buveinės:<br>2330 nesusivėrusios žemyninės smiltpievės;<br>4030 viržynai;<br>Retos augalų rūšys: vėjalandės šilagėlės,<br>siaurapapės smiltės, smiltyniniai gvazdikai; |                                                | <u>Problemos:</u><br><br>(1) smėlingas plotas pradeda apaugti pušimis,<br>todėl retėja ir skursta viržių sąžalynai;<br>(2) važinėjant šarvuočiams, vietomis sunaikinti viržynai; |
| 2                                                                                                                                                                                          | Pelkiniai miškai                               |                                                                                                                                                                                  |
| <u>Vertybės:</u><br>Buveinės:<br>91D0 pelkiniai miškai;<br>7140 tarpinės pelkės;                                                                                                           |                                                | <u>Problemos:</u><br><br>(1) vietomis suniokota miško danga;                                                                                                                     |
| 3                                                                                                                                                                                          | Tarpinės pelkės ir liūnai                      |                                                                                                                                                                                  |
| <u>Vertybės:</u><br>Buveinės:<br>91D0 pelkiniai miškai;<br>7140 tarpinės pelkės;                                                                                                           |                                                | <u>Problemos:</u><br><br>(1) palaikyti esamą hidrologinį režimą;                                                                                                                 |
| 4                                                                                                                                                                                          | Degradavusios aukštapelkės                     |                                                                                                                                                                                  |
| <u>Vertybės:</u><br>Buveinės:<br>7120 degradavusių aukštapelkių plotai;<br>7140 tarpinių pelkių plotai.                                                                                    |                                                | <u>Problemos:</u><br><br>(1) netaikant specialių išsaugojimo priemonių, gali išnykti retų augalų bendrijos.                                                                      |

### Gyvūnija (fauna). Retos ir nykstančios gyvūnų rūšys

2.7 lentelė. Grėsmės retoms varliagyvių rūšims Gaižiūnų poligone

|                                                                                              |                                      |                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                            | Teritorija prie 12 – to mokymų lauko |                                                                                               |
| <u>Vertybės:</u><br>Retos varliagyvių rūšys: skiauterėtasis tritonas,<br>raudonpilvė kūmutė; |                                      | <u>Problemos:</u><br>(1) atskiri plotai užauga mišku;<br>(2) gali pasikeisti vandens režimas; |
| 2                                                                                            | Tvenkinys šiaurinėje poligono dalyje |                                                                                               |
| <u>Vertybės:</u><br>Retos rūšys: nendrinė rupūžė.                                            |                                      | <u>Problemos:</u><br>(1) atskiri plotai užauga mišku                                          |

2.8 lentelė. Grėsmės retoms paukščių rūšims Gaižiūnų poligone

|                                                                                |                                               |                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                              | Teritorijos prie 12 – mokymų lauko            |                                                                                                          |
| <u>Vertybės:</u><br>Retos paukščių rūšys: griežlė, nendrinė lingė;             |                                               | <u>Problemos:</u><br>(1) vietomis plotas užauga mišku;                                                   |
| 2                                                                              | Lomenos upelio slėnis                         |                                                                                                          |
| <u>Vertybės:</u><br>Retos paukščių rūšys: tulžys, žalioji meleta, kukutis;     |                                               | <u>Problemos:</u><br>(1) paukščių trikdymas Ruklos miestelio gyventojų;                                  |
| 3                                                                              | Smėlynai, viržynai šaudymo bombardavimo lauke |                                                                                                          |
| <u>Vertybės:</u><br>Retos paukščių rūšys: dirvoninis kalviukas, ligutė, lėlys; |                                               | <u>Problemos:</u><br>(1) paukščių trikdymas lankantis kariškiams pratybų metu;                           |
| 4                                                                              | Teritorija už šaudyklą                        |                                                                                                          |
| <u>Vertybės:</u><br>Retos paukščių rūšys: gervė, nendrinė lingė;               |                                               | <u>Problemos:</u><br>(1) paukščių trikdymas pratybų metu;<br>(2) atskiri praranda buvusį vandens režimą; |
| 5                                                                              | Degradavusios aukštapelkės                    |                                                                                                          |
| <u>Vertybės:</u><br>Retos paukščių rūšys: gervė, didysis baublys.              |                                               | <u>Problemos:</u><br>(1) netaikant specialių išsaugojimo priemonių gali išnykti paukščių rūšys.          |

2.9 lentelė. Grėsmės retoms žinduolių rūšims Gaižiūnų poligone

|                                                 |                                      |                                                               |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1                                               | Lomenos upelis.                      |                                                               |
| <u>Vertybės:</u><br>Retos gyvūnų rūšys: ūdra;   |                                      | <u>Problemos:</u><br>(1) išsaugoti upelio hidrologinį režimą; |
| 2                                               | Teritorija prie 12 – to mokymų lauke |                                                               |
| <u>Vertybės:</u><br>Retos gyvūnų rūšys: bebras; |                                      | <u>Problemos:</u><br>(1) brakonieravimo atvejai;              |
| 3                                               | Teritorija prie šaudyklų             |                                                               |
| <u>Vertybės:</u><br>Retos gyvūnų rūšys: vilkas. |                                      | <u>Problemos:</u>                                             |

### **Išvados ir rekomendacijos:**

1. Gaižiūnų kariniame poligone išskiriamos 6 europinės svarbos buveinės: nesusivėrusios žemyninės smiltpievės, upių sausumos su kurklių bendrijomis, viržynai, degradavusios aukštapelkės, tarpinės pelkės ir liūnai, pelkiniai miškai.
2. Poligone esančios saugotinos buveinės, augalai bei gyvūnai yra veikiamos karinių pratybų metu, bei aplinkinių gyventojų.
3. Pasiūlymai vertingų teritorijų monitoringui:

Sekti vertingose buveinėse vykstančius kitimus, bei retų ir nykstančių rūšių gausinimo pasikeitimus. Pirmasis esamos būklės patikrinimas turėtų būti vykdomas kitais metais po rekomenduotų specialiųjų priemonių įgyvendinimo. Tolimesnius monitorinius tyrimus reikėtų kartoti kas 3 – 5 metai. Monitoringo darbus reikėtų atlikti laikantis ruošiamos valstybinės NATURA 2000 teritorijų monitoringo programos reikalavimų.

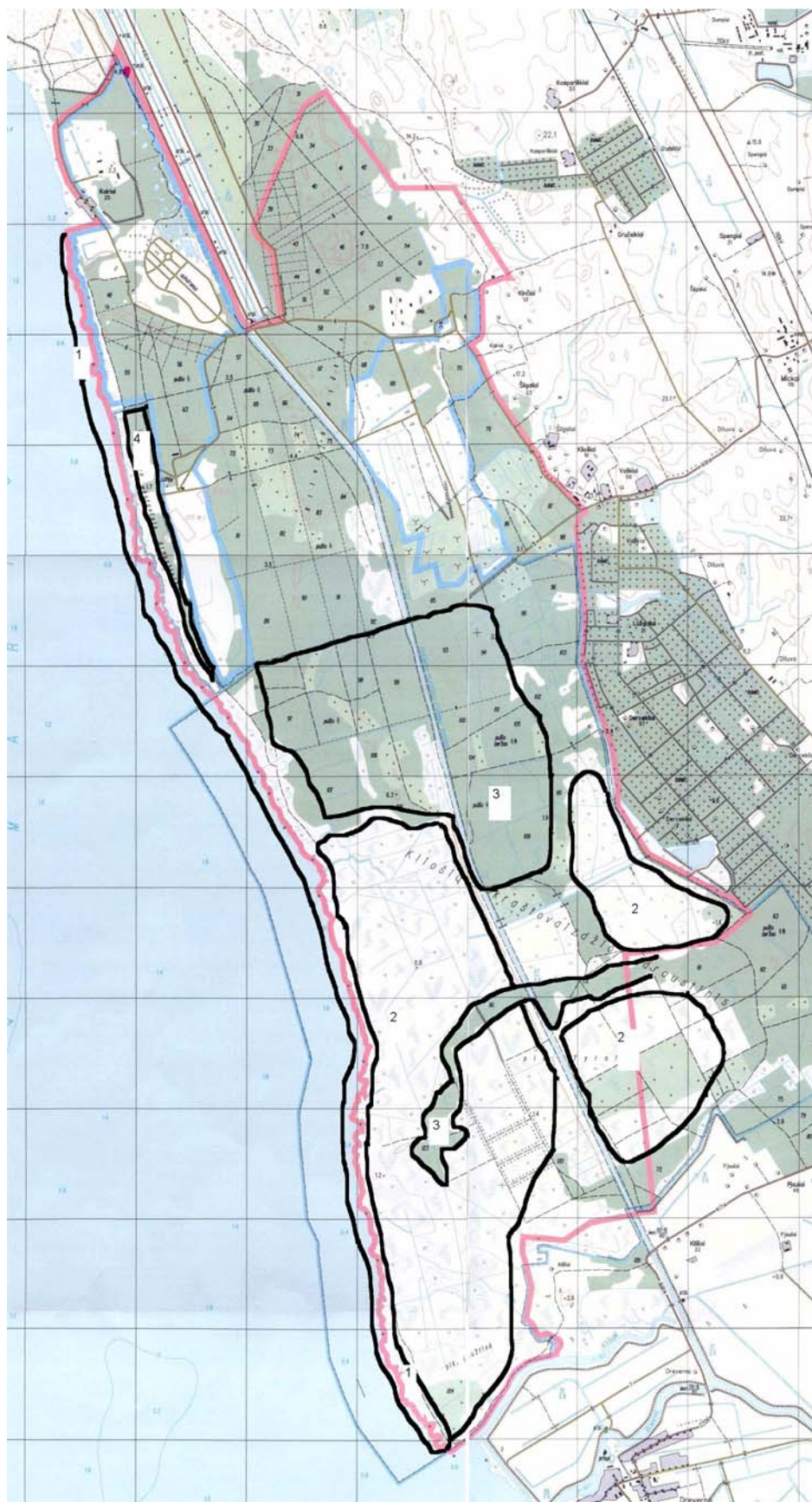
### **2.2.5 Saugotinių buveinių Kairių kariniame poligone nustatymas**

Poligono teritorijoje galima išskirti kelių tipų bendrijas: miškus, pievas, pelkes, smėlynus, ruderalines (dykvietės, griuvėsiai) zonas. Rytinėje Kuršių marių pakrantėje esančiai teritorijai būdinga didelė pievų bei pelkių bendrijų įvairovė. Marių pakraščiu tęsiasi plati vandens augalijos juosta, kurioje vyrauja nendrynai. Už nendrynų driekiasi švendrynai bei melsvųjų meldų sąžalynai. Itin didelė pievų ir pelkių įvairovė būdinga rytinei Kuršių marių pakrantei. Užliejamose pievose aptinkamos halofitinės pievoms būdingos bendrijos, didelius plotus užima viksvynai.

Didelę poligono dalį užima Kliošių valstybinis kraštovaizdžio draustinis. Jame taip pat įsteigtas Tyrų botaninis draustinis. Tyrų aukštapelkėje esanti žemė yra valstybės nuosavybė. Teritorijoje miškai priklauso Kretingos miškų urėdijai bei privatiems savininkams. Nors draustinis skirtas gamtinių vertybių apsaugai ribota ūkine veikla (žemės ūkis, miškininkystė, medžioklė, turizmas ir pan.) yra leidžiama. Be to, labai stipriai jaučiama Klaipėdos gyventojų įtaka visai teritorijai, ypač vasaros bei rudens mėnesiais. Dalyje šlapių pievų ganomi gyvuliai, šienaujama. Saugotinos teritorijos šiaurinėje dalyje ribojasi su poligono mokomųjų laukų teritorijomis.

Tyrų pelkės plotas 1130 ha, pramoninis – 800 ha. Pelkės pietinėje dalyje teka Atakos ir Klišupės upeliai. Beveik trečdalį Kliošių draustinio teritorijos apima pelkių kompleksas, kuriame vyrauja tarpinio tipo pelkės ir žemapelkės. Tyrų pelkę sausina Klaipėdos (Vilhelmo) kanalas. Pelėje vyrauja juodalksnynų bei karklynų bendrijos. Rytinės marių pakrantės miškuose vyrauja lapuočių nendrynai. Šiaurinėje ir vakarinėje poligono dalyje vyrauja pušynai.

Ruderalinės teritorijos išlikusios šiaurinėje poligono dalyje, kur yra išlikusių apleistų, sugriautų pastatų. Čia likę dekoratyviniai medžiai, krūmai, auga dykvietėms būdingi žoliniai augalai.



2.19 pav. Saugotinos buveinės Kairių poligone

1 – medžiais apaugusios pajūrio kopos, 2 – tarpinės pelkės liūnai, šarmingos žemapelkės, 3 - pelkėti lapuočių miškai, 4 – drėgnos tarpkopės

Tyrimų metu poligono teritorijoje nustatytos (išskirtos) vertingiausios, jautriausios teritorijos dalys, kuriose veisimosi ar kitais metų periodais gyvena reti vertingi gyvūnai.

Poligone rasta stuburinių gyvūnų rūšių įrašytų į Lietuvos Raudonąją knygą ir Europos Sąjungos Buveinių direktyvos 1 priedą.

### **Reti poligono gyvūnai ir jų statusas**

2.10 lentelė. Retos varliagyvių rūšys Kairių kariniame poligone

|                                      |                 |               |                |
|--------------------------------------|-----------------|---------------|----------------|
| Lietuvos raudonoji knyga, 2000 [28]  |                 |               |                |
| V (Rs) kategorija – išsaugotos rūšys |                 |               |                |
| 1                                    | Nendrinė rupūžė | Bufo calamita | ESBD 2 priedas |

2.11 lentelė. Retos paukščių rūšys Kairių poligone

|                                                       |                      |                      |                |
|-------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------|
| Lietuvos Raudonoji knyga, 2000                        |                      |                      |                |
| II(V) kategorija – sparčiai nykstančios rūšys         |                      |                      |                |
| 1                                                     | Kukutis              | Upupa epops          | ESPD 1 priedas |
| 2                                                     | Žalvarnis            | Coracias garrulus    | ESPD 1 priedas |
| 3                                                     | Juodasis peslys      | Milvus migrans       | ESPD 1 priedas |
| 4                                                     | Raudonkojis tulikas  | Tringa totanus       | ESPD 1 priedas |
| 5                                                     | Juodkrūtis bėgikas   | Calidris alpina      | ESPD 1 priedas |
| 6                                                     | Griciukas            | Limosa limosa        | ESPD 1 priedas |
| 7                                                     | Jūrinis erelis       | Haliaeetus albicilla | ESPD 1 priedas |
| Lietuvos Raudonoji knyga, 2000                        |                      |                      |                |
| III(R) kategorija – retos rūšys                       |                      |                      |                |
| 8                                                     | Pievinė lingė        | Circus pygargus      | ESPD 1 priedas |
| 9                                                     | Dirvoninis kalviukas | Anthus campestris    | ESPD 1 priedas |
| 10                                                    | Žalioji meleta       | Picus viridis        | ESPD 1 priedas |
| 11                                                    | Skėtsakalis          | Falko subbuteo       | ESPD 1 priedas |
| 12                                                    | Gervė                | Grus grus            | ESPD 1 priedas |
| 13                                                    | Tulžys               | Acedo athis          | ESPD 1 priedas |
| 14                                                    | Švygžda              | Porzana porzana      | ESPD 1 priedas |
| 15                                                    | Juodasis gandras     | Ciconia nigra        | ESPD 1 priedas |
| 16                                                    | Ūsotoji zylė         | Panurus biarmicus    | ESPD 1 priedas |
| Lietuvos Raudonoji knyga, 2000                        |                      |                      |                |
| IV(I) kategorija – retos, nepakankamai ištirtos rūšys |                      |                      |                |

## 2.11 lentelės tęsinys

|                                                                  |                     |                         |                |
|------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|----------------|
| 17                                                               | Griežlė             | Crex crex               | ESPD 1 priedas |
| 18                                                               | Balinė pelėda       | Asio flammeus           | ESPD 1 priedas |
| 19                                                               | Meldinė nendrinukė  | Acrocephalus paludicola | ESPD 1 priedas |
| Europos Sąjungos Laukinių paukščių apsaugos direktyvos 1 priedas |                     |                         |                |
| 20                                                               | Didysis baublys     | Botaurus stellari       |                |
| 21                                                               | Nendrinė lingė      | Dryocopus martius       |                |
| 22                                                               | Juodoji meleta      | Circus aeruginosus      |                |
| 23                                                               | Lėlys               | Caprimulgus europaeus   |                |
| 24                                                               | Ligutė              | Lullula arborea         |                |
| 25                                                               | Jerubė              | Bonasia bonasia         |                |
| 26                                                               | Mažoji musinukė     | Ficedula parva          |                |
| 27                                                               | Paprastoji medšarkė | Lanius collurio         |                |

## 2.12 lentelė. Retos žinduolių rūšys Kairių kariniame poligone

|                                                |        |                         |                |
|------------------------------------------------|--------|-------------------------|----------------|
| Lietuvos Raudonoji knyga                       |        |                         |                |
| V(Rs) kategorija – išsaugotos rūšys            |        |                         |                |
| 1                                              | Ūdra   | Lutra lutra             | ESBD 2 priedas |
| Europos Sąjungos Buveinių direktyvos 2 priedas |        |                         |                |
| 2                                              | Bebras | Castor fiber [32,33,34] |                |

Kairių poligone išskirtos 6 europinės svarbos buveinės:

2140 Kopų varnauogynai

2180 Medžiais apaugusios pajūrio kopos (ter. 1);

2190 Drėgnos tarpkopės (ter. 4);

7140 Tarpinės pelkės ir liūnai (ter. 2);

7240 Šarmingos žemapelkės (ter. 2);

9080 Pelkėti lapuočių miškai (ter. 3, žiūrėti 2.17 pav.).

### Vertingos poligono teritorijos

Kairių poligone atlikus biologinės įvairovės tyrimus buvo išskirtos 6 botaniniu ir 3 zoologiniu požiūriu vertingos teritorijos. Jų išsaugojimui reikia užtikrinti dabar esamų aplinkos sąlygų išlikimą. Jos yra palankios daugelio retų rūšių egzistavimui, arba rūšių išlikimui būtina įgyvendinti specialiąsias apsaugos priemones. Detalūs botaniniu požiūriu tyrimai nebuvo vykdomi. Vertingos buveinės išskirtos pagal būdingas joms augalų rūšis.

## Augalija (flora)

2.13 lentelė. Svarbios botaniniu požiūriu buveinės Kairių poligone

|                                                                                                                                                                                  |                                                        |                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                | Kuršių marių rytinė pakrantė (vakarinė poligono dalis) |                                                                                                         |
| <u>Vertybės:</u><br>Buveinės:<br>2180 medžiais apaugusios pajūrio kopos;<br>Būdingos augalų rūšys: Pinus silvestris, Betula pendula, Betula pubescens, Populus tremula;          |                                                        | <u>Problemos:</u><br><br>(1) vietomis ištrypti takai;<br>(2) kai kur išlikę šiukšlių;                   |
| 2                                                                                                                                                                                | Tyrų botaninis draustinis                              |                                                                                                         |
| <u>Vertybės:</u><br>Buveinės:<br>7140 tarpinės pelkės ir liūnai<br>Būdingos augalų rūšys:<br>Caricetum limosae, Caricetum lasiocarpae,<br>Eriophorum angustifolium, Myrica gale; |                                                        | <u>Problemos:</u><br><br>(1) pelkės užaugusios sumedėjusia augalija;<br>(2) lankytojų srauto didėjimas; |
| 3                                                                                                                                                                                | Kliošių kraštovaizdžio draustinio miškai               |                                                                                                         |
| <u>Vertybės:</u><br>Buveinės:<br>9080 pelkėti lapuočių miškai;<br>Būdingos augalų rūšys: Alnus glutinosa, Betula pubescens, Carex acutiformes, Carex cespifosa, Calla palustris; |                                                        | <u>Problemos:</u><br><br>(1) teritorijos sausinimas;<br>(2) per daug intensyvi miškininkystė;           |
| 4                                                                                                                                                                                | Lūžijos botaninis draustinis                           |                                                                                                         |
| <u>Vertybės:</u><br>Buveinės:<br>2180 medžiais apaugusios pajūrio kopos;<br>2190 drėgnos tarpkopės;<br>2140 kopų varnauogynai.                                                   |                                                        | <u>Problemos:</u><br><br>(1) vietomis ištrypti takai, suniokota žolinė danga.                           |

## Gyvūnija

2.14 lentelė. Grėsmės retoms varliagyvių rūšims Kairių poligone

|                                                               |                                                      |                                                                |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1                                                             | Kuršių marių rytinė pakrantė (Vakarų poligono dalis) |                                                                |
| <u>Vertybės:</u><br>Retos varliagyvių rūšys: nendrinė rupūžė. |                                                      | <u>Problemos:</u><br>(1) palaikyti esamą aplinkosauginę būklę. |

2.15 lentelė. Grėsmės retoms paukščių rūšims Kairių poligone

|                                                                                                                                                                                |                                                |                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                              | Rytinė Kuršių marių pakrantė (nendrynų plotai) |                                                                                         |
| <u>Vertybės:</u><br>Retos paukščių rūšys: didysis baublys, meldinė nendrinukė, tulžys, švygžda, nendrinė lingė, ūsuotoji zylė;                                                 |                                                | <u>Problemos:</u><br>(1) užaugimas sumedėjusia augalija;<br>(2) nendrių pjovimas;       |
| 2                                                                                                                                                                              | Tyrų pelkė, pievos.                            |                                                                                         |
| <u>Vertybės:</u><br>Retos paukščių rūšys: griciukas, raudonkojis tulikas, raudonkrūtis bėgikas, griezlė, balinė pelėda;                                                        |                                                | <u>Problemos:</u><br>(1) teritorijos sausėjimas;<br>(2) lankytojų srauto didėjimas;     |
| 3                                                                                                                                                                              | Kliošių kraštovaizdžio draustinio miškai.      |                                                                                         |
| <u>Vertybės:</u><br>Retos paukščių rūšys: didysis apuokas, juodasis gandrai, jūrinis erelis, juodasis peslys, juodoji meleta, jerubė, žalvarnis, skėtsakalis, mažoji musinukė. |                                                | <u>Problemos:</u><br>(1) intensyvioji miškininkystė;<br>(2) lankytojų srauto didėjimas. |

2.16 lentelė. Grėsmės retoms žinduolių rūšims Kairių poligone

|                                                       |                                                 |                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                     | Rytinė Kuršių marių pakrantė (nendrynų plotai). |                                                                                                       |
| <u>Vertybės:</u><br>Retos gyvūnų rūšys: ūdra;         |                                                 | <u>Problemos:</u><br>(1) užaugimas sumedėjusia augalija;                                              |
| 2                                                     | Tyrų pelkė, pievos.                             |                                                                                                       |
| <u>Vertybės:</u><br>Retos gyvūnų rūšys: bebras, ūdra. |                                                 | <u>Problemos:</u><br>(1) teritorijos sausėjimas;<br>(2) lankytojų srauto didėjimas, gyvūnų trikdymas. |

### **Karinio mokymo teritorija.**

Karinio mokymo teritorijoje yra biologiniu požiūriu labai vertingų teritorijų (net tarptautiniu požiūriu), kuriose karinė veikla nėra vykdoma arba ji nėra intensyvi. Tai pietinėje poligono dalyje esantys Kliošių kraštovaizdžio miškai, kuriose peri Lietuvoje ir Europoje reti paukščiai teritorija, reti ir vertingi mokslinių požiūriu pajūrio regiono augalai. Šiose vietovėse nereikėtų planuoti taktinių mokymų, ypač gyvūnų veisimosi sezonu. Ypač jautrios vertingos teritorijos yra Tyrų pelkė, aplinkinės pievos, kur randama labai retų augalų gyvūnų rūšių. Karinio mokymo teritorijoje esančiuose draustiniuose turi būti saugomi unikalūs gamtinio kraštovaizdžio kompleksai, retų ir nykstančių gyvūnų bei augalų rūšys ir buveinės. Pagal Saugomų teritorijų įstatymą draustinių teritorijose draudžiama arba ribojama ūkinė, ir karinė, statybinė, rekreacinė ir kita veikla, galinti pakenkti saugomų teritorijų kompleksams ir objektams.

Minėtose teritorijose draudžiama naudoti sunkiąją karinę techniką ir kasti apkasus.

Draustiniuose draudžiama ir kita karinė veikla be raštiško suderinimo su Aplinkos ministerija.

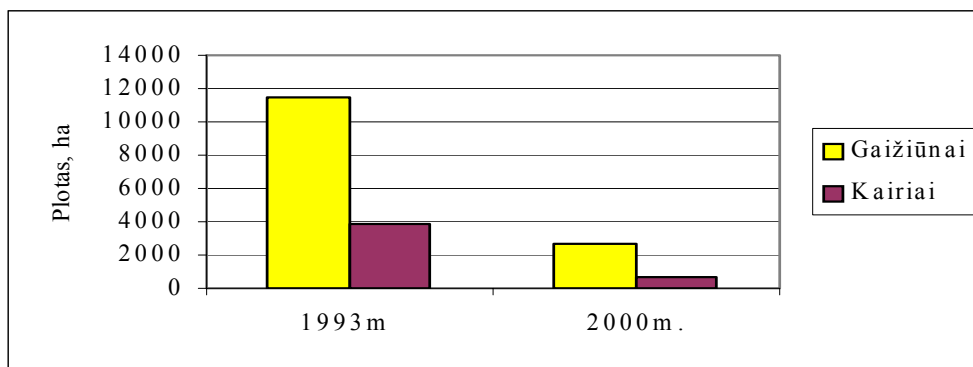
### **Išvados ir rekomendacijos:**

1. Kairių kariniame poligone išskiriamos 6 europinės svarbos buveinės: kopų varnauogynai, medžiais apaugusios pajūrio kopos, drėgnos tarpkopės, tarpinės pelkės ir liūnai, šarmingos žemapelkės, pelkėti lapuočių miškai;
2. Poligone esančios saugotinos buveinės, augalai bei gyvūnai yra veikiamos karinių pratybų metu, bei aplinkinių gyventojų. Siekiant apsaugoti gamtosauginiu požiūriu svarbias buveines rekomenduotina svarbiausiose gamtinėse teritorijose riboti (veisimosi metu) karinę veiklą, ypač karinio mokymo teritorijose esančiuose draustiniuose, kur žmogaus veiklą riboja saugomų teritorijų įstatymas;
3. Pasiūlymai vertingų teritorijų monitoringui:

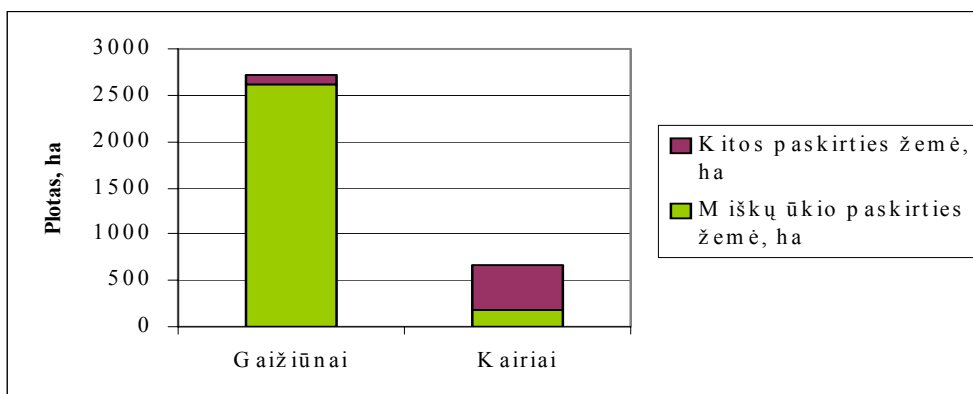
Sekti vertingose buveinėse vykstančius kitimus, bei retų ir nykstančių rūšių gausinimo pasikeitimus. Pirmasis esamos būklės patikrinimas turėtų būti vykdomas kitais metais po rekomenduotų specialiųjų priemonių įgyvendinimo. Tolimesnius monitorinius tyrimus reikėtų kartoti kas 3 – 5 metai. Monitoringo darbus reikėtų atlikti laikantis ruošiamos valstybinės NATURA 2000 teritorijų monitoringo programos reikalavimų.

### 2.2.6 Gaižiūnų ir Kairių karinių poligonų biologinės įvairovės, bei mechaninio pažeidimo palyginimas

Lyginant Gaižiūnų ir Kairių karinių poligonų plotus galime pastebėti, kad jie labai sumažėja, apie 76% Gaižiūnų karinis poligonas ir net 83% (2.20 pav.) lyginant su Sovietiniais metais. Nebenaudojami plotai atiduoti miškininkams, užsodinti mišku. Dabartinėse poligonų teritorijose gali būti išskiriami, pagal paskirtį, du teritorijų tipai: intensyviai naudojamos teritorijos, retai naudojamos teritorijos.



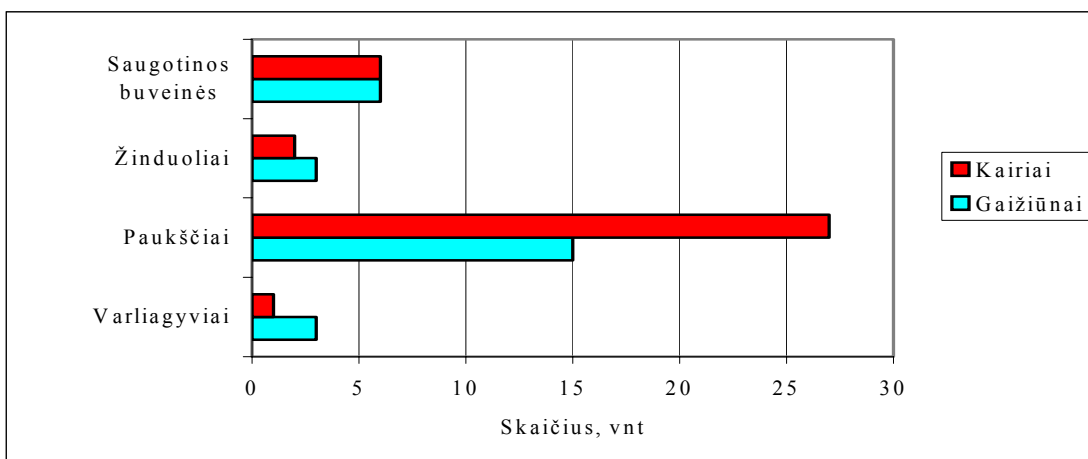
2.20 pav. Gaižiūnų ir Kairių karinių poligonų plotai 1993 metais ir 2000 metais.



2.21 pav. Gaižiūnų ir Kairių karinių poligonų teritorijos paskirtis, ha

Gaižiūnų ir Kairių teritorijos naudojamos skirtingoms reikmėms. Didžiąją Gaižiūnų poligono dalį sudaro miškų ūkio paskirties žemė, net 96% (2.21 pav.).

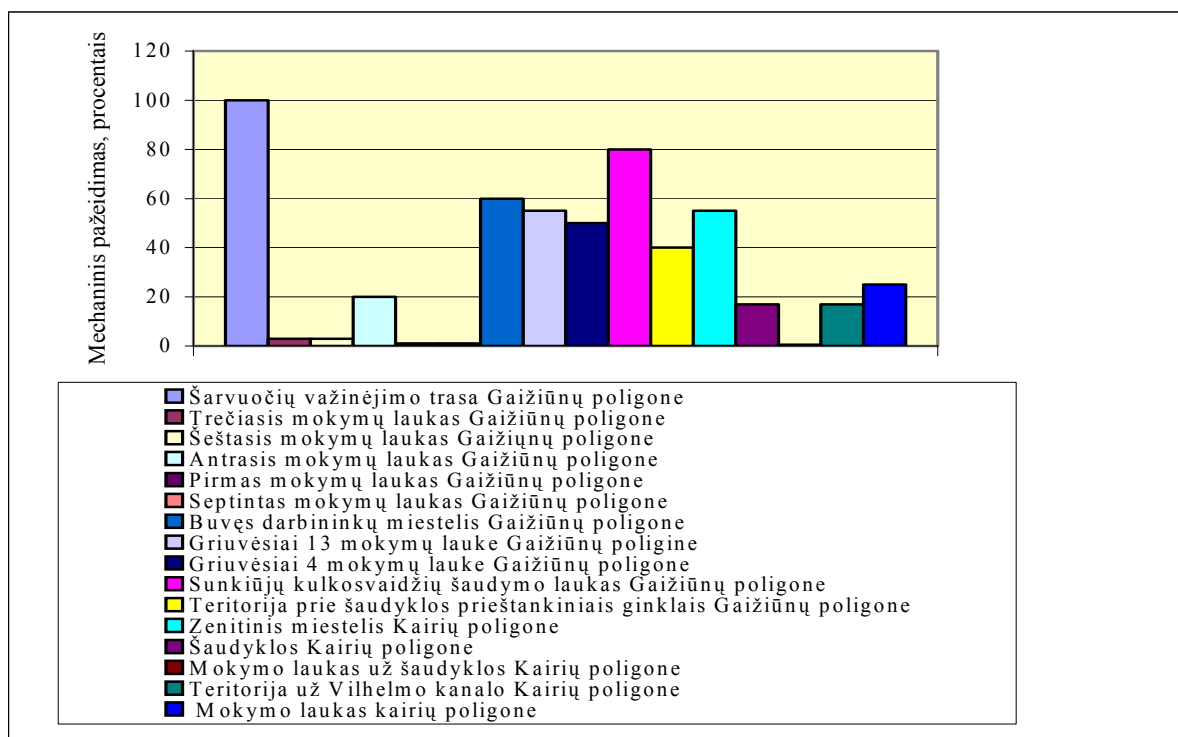
Tačiau lyginant bendrą teritorijos plotą, su įsiterpusiomis saugomomis teritorijomis galime pastebėti, kad labai didelės į Kairių karinį poligoną įsiterpusių draustinių teritorijos. Tai Kliošių valstybinis kraštovaizdžio draustinis, bei Tyrų botaninis draustinis. Kadangi poligonai įkurti nemažą gamtinę vertę turinčiuose teritorijose, Gaižiūnų ir Kairių poligonuose yra daug vertingų, įrašytų į Lietuvos Raudonąją knygą ar Europos sąjungos direktyvą augalų ir gyvūnų rūšių, bei saugomų buveinių (2.22 pav.).



2.22 pav. Saugotinių gyvūnų bei buveinių pasiskirstymas Gaižiūnų ir Kairių kariniuose poligonuose

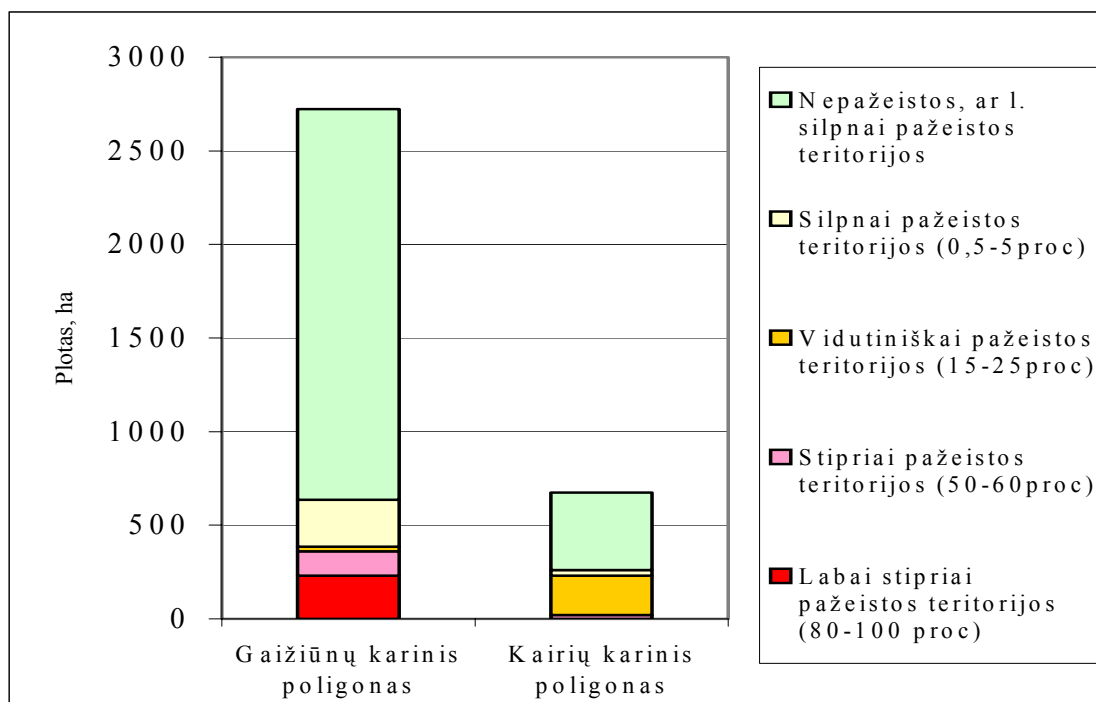
Kiekvieną buvusią karinę teritoriją galima išskirti į dvi dalis – išsaugojusią brandžius miškus, augalų bendrijas, retus gyvūnus, nepaliestus upelius ir pažeistą, aktyviai naudojamą karybai. Šiuos, intensyviai naudojamuose teritorijose išliko daug ruderalinių teritorijų, kuriuose daug šiukšlių, nebereikalingo statybinio laužo. Poligonų mokomuosiuose laukuose, šarvuočių trasoje yra pakeistas reljefas, vietomis sumaišytas, suslėgtas viršutinis dirvožemio sluoksnis, sunaikinta augalija (2.23 pav.)

Lyginant Gaižiūnų ir Kairių karinius poligonus galime pastebėti, kad Gaižiūnų poligone didesnis pažeidimo laipsnis, net iki 100% teritorijos ploto, šarvuočių važinėjimo trasoje.

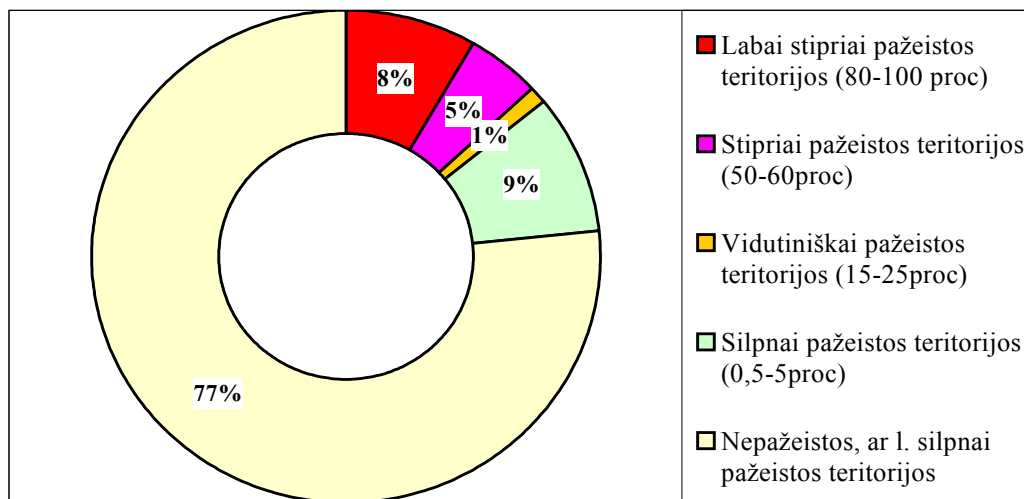


2.23 pav. Gaižiūnų ir Kairių karinių poligonų teritorijų mechaninis pažeidimas, procentais

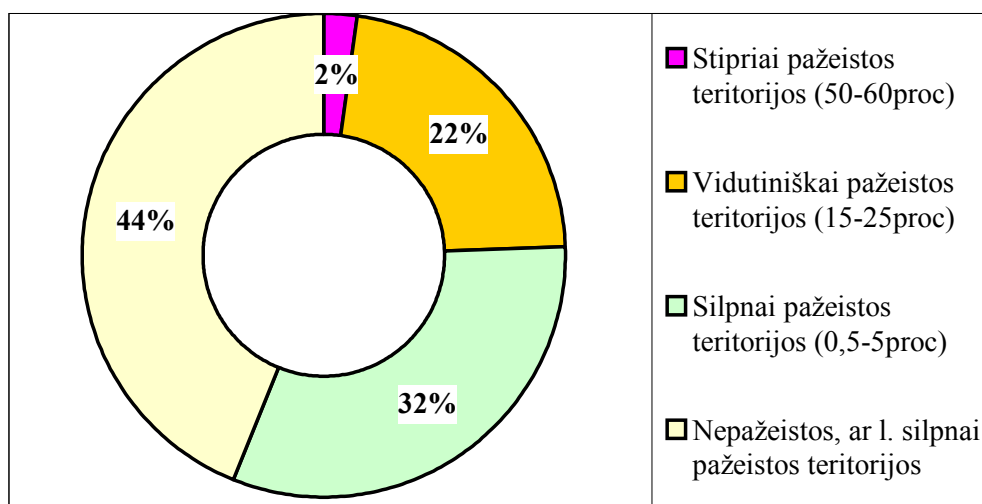
Lyginant mechaniškai pažeistas teritorijas Gaižiūnų ir Kairių poligonuose galime pastebėti kad Gaižiūnų poligone daugiau pažeistų plotų, tačiau Gaižiūnų poligone daugiau ir nepažeistos teritorijos (2.24 pav.) Paveiksle neįtraukti į Kairių poligoną įsiterpiančios draustinių teritorijos.



2. 24 pav. Mechaniškai pažeistų teritorijų plotai Gaižiūnų ir Kairių kariniuose poligonuose



2.25 pav. Gaižiūnų karinio poligono teritorijų mechaninis pažeidimas



**2.26 pav. Kairių karinio poligono teritorijų mechaninis pažeidimas**

Lyginant Gaižiūnų ir Kairių karinius poligonus pastebime, kad labai stipriai pažeistų teritorijų yra tik Gaižiūnų kariniame poligone (šarvuočių trasa, sunkių kulkosvaidžių šaudymo poligonas), šios teritorijos sudaro netgi 8% poligono ploto. Stipriai pažeistos teritorijos sudaro Gaižiūnų poligone 5% (gruivėsiai 4, 13 mokymų laukuose, buvęs darbininkų miestelis), Kairių poligone tik 2%. Vidutiniškai pažeistos teritorijos Gaižiūnų poligone sudaro tik 1%, o Kairių poligone netgi 22% teritorijos ploto (šaudyklos, teritorija už Vilhelmo kanalo, mokymų laukai).

Ir Gaižiūnų ir Kairių kariniuose poligonuose yra pažeistų teritorijų, kurias būtina rekultivuoti. Poligonuose išlikę darbininkų miesteliai, kuriuose daug šiukšlių, statybinio laužo. Poligonuose vyksta karių karinis apmokymas, kurių metu ir Gaižiūnų ir Kairių kariniuose poligonuose kasami apkasai, pažeidžiamas reljefas, vietinė augmenija. Poligonų šaudyklose supilti pylimai, visiškai pakeitę vietinį kraštovaizdį.

Tačiau lyginant abu poligonus pastebimi ir skirtumai. Kairių kariniame poligone neatliekami sprogdinimai, todėl čia nėra didelių pustomų smėlio plotų. Šarvuočiai važinėja tik specialiais, dirbtinai sukurtais keliais.

### 3 DIRVOŽEMIO DEFLIACIJOS MAŽINIMO MATEMATINIO MODELIO PARINKIMAS

#### 3.1 Algebrinis slinkties modelis

**Tikslas:** parinkti matematinį modelį bei vizualiai pavaizduoti smėlio dalelių pasiskirstymą, kuomet nėra apsauginių juostų (sienelių, krūmų) ir jas pastačius. Įvertinti priešvėjinių sienelių reikšmę, siekiant sumažinti dirvožemio defliaciją.

Daugiafazio tekėjimo modeliavimas Phoenix's'e galimas keturiais skirtingais būdais. Jie yra:

1. Tarpfazinis slinkties algoritmas (IPSA);
2. Algebrinis slinkties modelis (ASM);
3. Išsklaidyto tekėjimo modelis;

Šis metodas skirtas dviems (ir daugiau) tekėjimams kai vienas tekėjimas yra nenuoseklus (pagal tankį, klampumą).

Trys plėvenimo veikimo būdai gaunami:

- (a) HOL –skysčio metodas,
- (b) SEM –skaliarinių lygčių metodas,

4 Dalelių grupių lėkio pasiskirstymo metodas.

Sprendžiamam uždaviniui aprašyti taikomas ASM – algebrinis slinkties metodas.

ASM pateikiamas kaip alternatyva IPSA modeliui daugiafazio tekėjimo modeliavimui. Modelis parodo, kad egzistuoja vienas nuolatinis vidurkis, kuriame paplitę įvairių fazių komponentai. Tai gali būti lašeliai, aerozoliai ar kietos dalelės.

Mišinys iš ištisinės ir dispersinės fazės laikomas kaip vientisas srautas, su srauto savybėmis, kurios gali arba negali priklausyti nuo dispersinės fazės. Remiamasi tuo, kad mišinio savybės priklauso nuo mišinio tankio ir klampumo.

Kiekviena dispersinė fazė vaizduojama kaip tam tikros rūšies koncentracijos lygtis.

Pernašos lygtys kiekvienai dispersinei fazei suteikia santykinį judėjimą tarp dispersinės ir ištisinės fazių. Ši papildoma migracija ar srovė išsklaidytoje fazėje yra žinoma kaip slinkties fazė.

Priimta, kad greitis gali būti apskaičiuotas algebrinėmis lygtimis naudojant tikrai vietinius kintamuosius, o ne dalinėmis diferencialinėmis lygtimis, kaip IPSA atveju.

#### Pagrindiniai principai

Judėjimo lygtims kiekvienai dalelių grupei, kurios elgiasi kaip atskira fazė, taikome šiuos terminus:

- laikas-priklausomybė,  $ie\ d /dt$  ;

- konvekcijs, pvz. greitis  $\cdot d/dx$  ;
- difuzija, pvz.  $d(\text{pokyčio koeficientas} \cdot d/dx)/dx$  ;
- slėgio gradientas pvz.  $dp/dx$  ;
- svorio jėgos pvz. tankis  $\cdot$  gravitacija;
- tekėjimo trintis pvz. konstanta  $\cdot$  (greičio skirtumas) .

ASM priima kad paskutinės trys sąlygos yra dominuojančios, pvz. mažos dalelės ir klampus tekėjimas.

Nesvarbios  $d/dt$  ir  $d/\text{nuotolis}$  sąlygos reiškia kad santykinis greitis yra tikrai vietinio kintamojo funkcija.

Spręstinės lygtys dabar yra tokios :

- PDEs tolydumas ir inercija mišinyje;
- PDEs dalelių, grupių tvermės dėsnams su papildomais slinkties pernašos nariais;
- algebrinės lygtys įvertina ankstesnius narius.

### Taikytinos sąlygos

Prielaida: Dispersinė fazė yra laikoma kvazistacionarios būklės, nustatant pagal vietines sąlygas.

Reikalinga: laikas išreiškiamas per relaksacijos koeficientą dispersinei fazei turi būti trumpas lyginant su pasikeitimais sraute t.y. Stokso skaičius  $\ll 1$ . Stokso skaičius apibrėžiamas kaip santykis dalelių relaksacijos laiko su nešančio srauto laiku.

Sąlygų tikslumas priklauso nuo trinties sąryšių ir yra išnagrinėtas vėliau. Tai bus patenkinama, jei dalelės arba srauto klampumas aukštas.

Rekomenduojamas tokių procesų modeliavimui:

- Atitrūkimui dalelių ar lašelių, veikiant gravitacijos jėgoms, išcentrinėms jėgoms ar kitoms kūno jėgoms.
- Dujinei medžiagai sklisti.

### Slinkties greičio skaičiavimas

Dalelių trintis apskaičiuota taip

$$F_d = C_d \cdot A_p \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot (V_s)^2 \quad (3.1);$$

čia  $A_p$  projektuojamas dalelės paviršius,  $\rho$  tekančio srauto tankis ir  $V_s$  slinkties greitis.

Slinkties jėga nustatyta pagal

$$F_s = B \cdot V_p \cdot \Delta\rho \quad (3.2);$$

čia  $V_p$  dalelių tūris,  $\Delta\rho$  tankių skirtumas, ir  $B$  kūno jėga masės vienetu.

Vadinasi,

$$(V_s)^2 = K \cdot \Delta\rho \cdot d \cdot B / \rho \quad (3.3);$$

čia  $d$  dalelių diametras, koeficientas  $K=4/(3 \cdot C_d)$  gali būti slinkties Reinoldso skaičiaus funkcija nuo  $C_d$ . Slinkties Reinoldso skaičius  $Re=d \cdot V_s/\nu$ , čia  $\nu$  yra kinematinis klampis.

Kūno jėgos apima gravitacijos pagreitį, sukimosi jėgas, magnetines ar elektrines jėgas.

Slinkties greitis yra pridedamas prie mišinio greičio, kuriant dispersinės fazės konvecinius srautus.

### **Trinties koeficientas**

Trinties koeficientas yra supaprastintas modelis kuris dalina trinties kreivę į dvi dalis. Esant žemam slinkties Reinoldso skaičiui, priklausomybės išraiška:

$$C_d = 24/Re; \quad (3.4);$$

Esant aukštam slinkties Reinoldso skaičiui:

$$C_d = 0,42$$

Dabar galima parinkti naudotinas sąlygas, aprašytas anksčiau nagrinėjant dispersinės fazės jėgų balansą, esant nenuostovumo nariui:

$$M_{\text{asė}} \cdot du/dt = \text{slinkties jėga} - \text{trintis}.$$

Laiko konstanta šiai lygčiai duoda relaksacijos laiko fazei įvertinimą.

Naudojant mažus Reinoldso skaičiaus pasipriešinimo koeficientą,  $C_d = 24/Re$ , kad būtų paprasčiau, laiko konstanta imama  $d^2/18\nu$ . Tai yra pavyzdžiui, 1mm skersmens dalelei vandenyje (klampumas maždaug  $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ) relaksacijos laikas yra maždaug 0,05 s. Srautui su  $\approx 1$  s laiko skale.

### **Įgyvendinimas Fhoenics'e**

Sprendimas visoms tūrinėms dalelėms atliekamas vienu laiku iki hidrodinaminio uždavinio galutinio suskaičiavimo. Skaičiavimas kartu reikalingas dėl greito ryšio tarp lygčių. Iteracijos atliekamos kiekvienai celei ir kiekvienam srities pjūviui.

Kiekvienos ląstelės iteracijai:

1. Slinkties greitis yra skaičiuojamas skersai per kiekvienos ląstelės sienas;
2. Ištisinės fazės greičiai gaunami kiekvienos ląstelės sienoje;
3. Ląstelės disbalansas skaičiuojamas kiekvienai komponentei;
4. Tūrinės dalys yra suderintos.

### **Algebrinio slinkties modulio pagalbinės formulės**

Mišinio tankis

$$\rho_m = (1 - \Sigma(P_{T_i})) \cdot \rho_c + \Sigma(P_{T_i} \cdot \rho_i) \quad (3.5);$$

Mišinio klampis

$$\nu_m = (1 - \Sigma(P_{T_i})) \cdot \nu_c + \Sigma(P_{T_i} \cdot \nu_i) \quad (3.6);$$

Abiem atvejais  $m$  reiškia mišinį,  $c$  ištisinę fazę, ir  $i$  dispersinę fazę.

$P_{T_i}$  i-tosios fazės tūrinė dalis.

### **Tolydumo lygtis**

Vienfazė tolydumo lygtis gali būti užrašyta taip:

$$d(\rho)/dt + d(\rho \cdot u)/dx = 0 \quad (3.7);$$

Arba galima užrašyti taip:

$$D(\ln(\rho))/Dt + d(u)/dx = 0 \quad (3.8);$$

Laikant, kad visos fazės yra nespūdzios:

$$d(u)/dx = 0$$

Tuo atveju, kai srautas nespūdas, tankis darosi nematerialus, fiktyvus. Tolydumo lygtis tvermės nariuose tinkama net tada, kai tankis keičiasi.

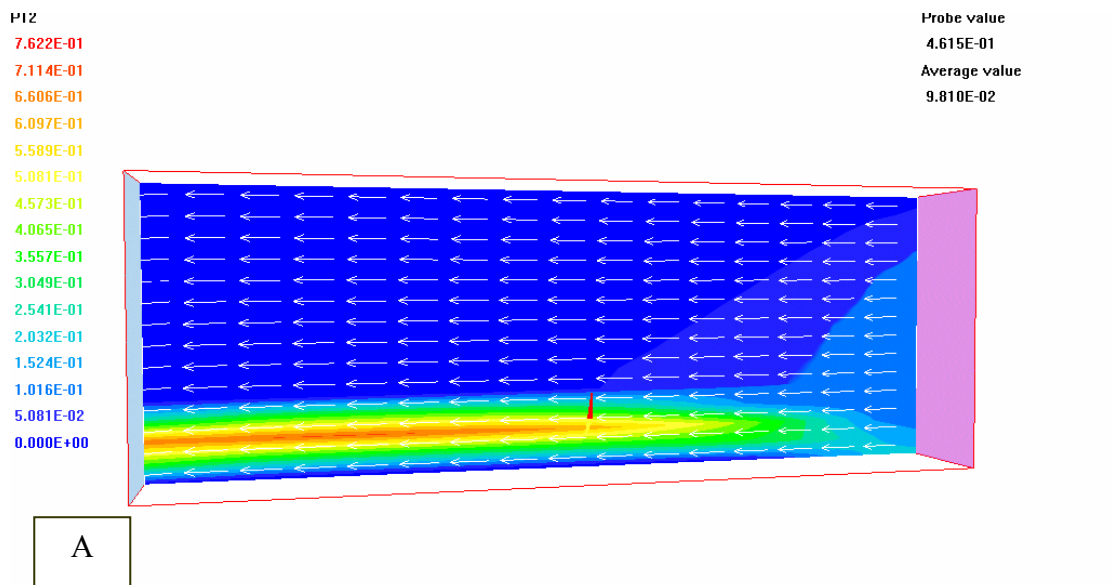
Tai yra atliekama naudojant GALA (dujų ir skysčių algoritmą), naudojamoje Phoenix's'e programinėje įrangoje [44].

## **3.2 Apsauginių sienelių įtaka smėlio dalelių sulaikymui, bei dirvožemio defliacijos sumažinimui**

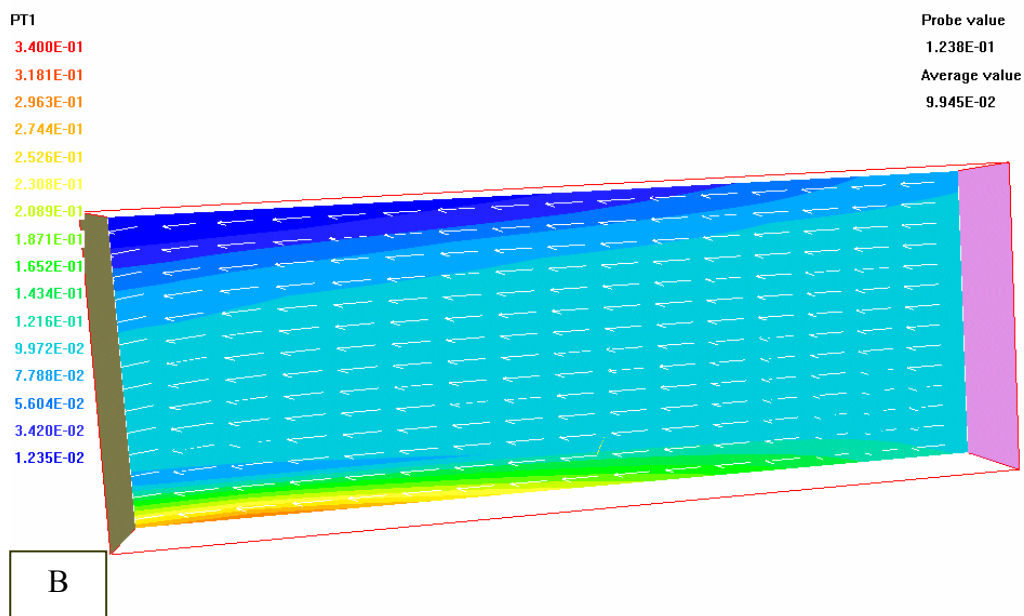
Remiantis literatūroje aprašytais tyrimais, [38, 39, 40, 41] galime teigti, kad viena iš paprasčiausių ir patikimiausių priemonių sumažinti vėjo greitį, bei sulaikyti dirvožemio pustymą ir defliaciją yra priešvėjinės užtvartos. Efektyviausiai vėją sulaiko apsauginės medžių juostos, su tankiomis bei žemomis lapuočių ir spygliuočių lajomis, iš kraštų apsodintomis krūmais, dengiančiais plikus viduryje esančių medžių kamienus. Tai gali būti želdinių juostos arba pinučiai.

Remiantis anksčiau atliktais tyrimais, kurie nagrinėja skersinių užtvartų įtaką vėjo greičio kitimui, bei vėjo srauto pasiskirstymą, [38] apskaičiuosime ir vizualiai pavaizduosime, kokios įtakos smėlio dalelių pasiskirstymui turi užtvartos, t. y. koku atstumu sienelė efektyviai mažina vėjo greitį bei kaip pasiskirsto smėlio dalelės, sutikusios kelyje kliūtį, pagal kompiuterinę matematinio modeliavimo programą PHOENICS. Pateiktų želdinių aukštis 1,2 m.

Pustomo smėlio plotuose, nesant apsauginių sienelių, bei kitų vėją stabdančių užtvartų, smėlio dalelės yra pakeliamos nuo žemės ir nešamos kartu su vėjo srautu. Paveiksluose PT2 smulkios (0,05 mm skersmens), PT1 stambios (0,1 mm skersmens) smėlio dalelės. (3.1; 3.4; 3.6 pav.) Mėlyna spalva pažymėta mažiausia dalelių tūrinė koncentracija, (3.1 pav.) mažiausias vėjo greitis (3.2 pav.) raudona spalva didžiausia tūrinė koncentracija, didžiausias vėjo greitis. Skaičiuojant suminę tūrinę koncentraciją (PT1 – stambių dalelių, PT - smulkių dalelių, PT0 – oro) prilyginta vienetui. Žiūrėti priedą.



3D flow in a channel with an obstacle:P1

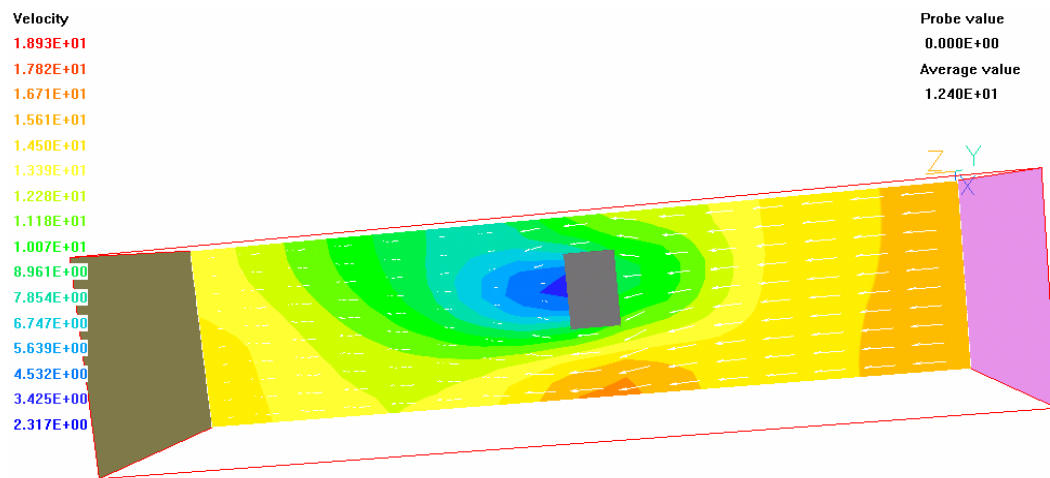


3D flow in a channel with an obstacle:P1

### 3.1 pav. Smėlio dalelių 0,05mm (A) ir 0,1 mm (B) pasiskirstymas, vėjo greičiui esant 15m/s, kuomet nėra apsauginių sienelių

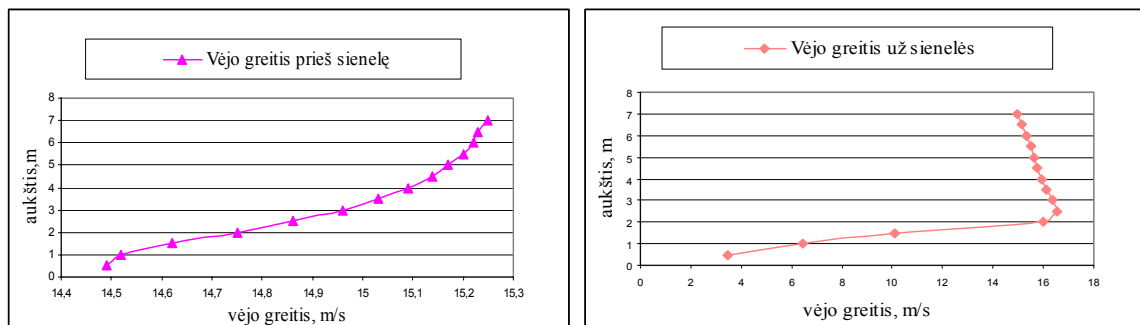
Pakeltos vėjo smėlio dalelės juda su oro srautu 0,5 - 2 m. aukštyje. Siekiant sumažinti vėjo greitį, išvengti smėlio dalelių pakėlimo nuo žemės paviršiaus, bei siekiant nusodinti ore esančias smėlio daleles pastatysime apsauginę sienelę.

Pastačius apsauginę sienelę, ties ja susidaro priešvėjinis barjeras, efektyviai mažinantis vėjo greitį, keičiantis smėlio dalelių pakėlimą nuo žemės paviršiaus, bei jų trajektorijas.



3D flow in a channel with an obstacle:P1

3.2 pav. Vėjo greičių pasiskirstymas pastačius apsauginę sienelę (medžių ar krūmų juosta)



3.3 pav. Vėjo greičio pasiskirstymas prieš apsauginę sienelę ir už apsauginės sienelės

Dėl apsauginės medžių juostos ties sieniele vėjo greitis sumažėja nuo 15 m/s iki 10 m/s. O už sienelės net iki 3,5m/s. Esant vėjo greičiui 5 m/s dėl apsauginės medžių juostos jis sumažėja iki 2,5m/s.

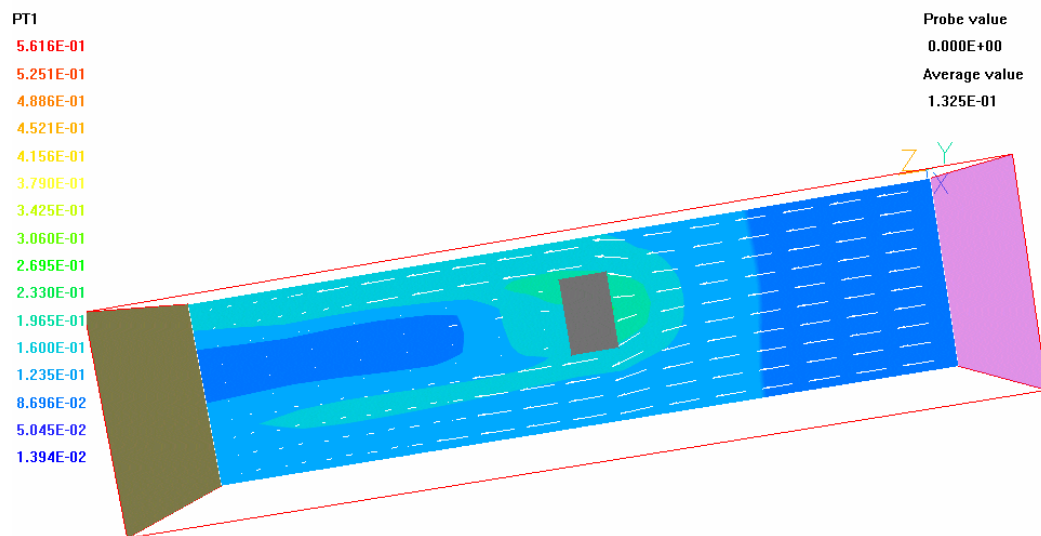
2 m aukštyje už apsauginės juostos vėjo greitis padidėja iki 15 m/s ir taip kylant aukštyn didėja.

3.1 lentelė. Vėjo greičio skirtinguose aukščiuose sumažėjimas dėl apsauginių sienelių

| Aukštis virš žemės paviršiaus, | 0,5 m   | 2 m     | 4 m      | 6 m    |
|--------------------------------|---------|---------|----------|--------|
| Vėjo greitis 15 m/s            | 3,4 m/s | 6,4 m/s | 10 m/s   | 15 m/s |
| Vėjo greitis 5m/s              | 2,3 m/s | 3,2 m/s | 5,12 m/s | 5 m/s  |

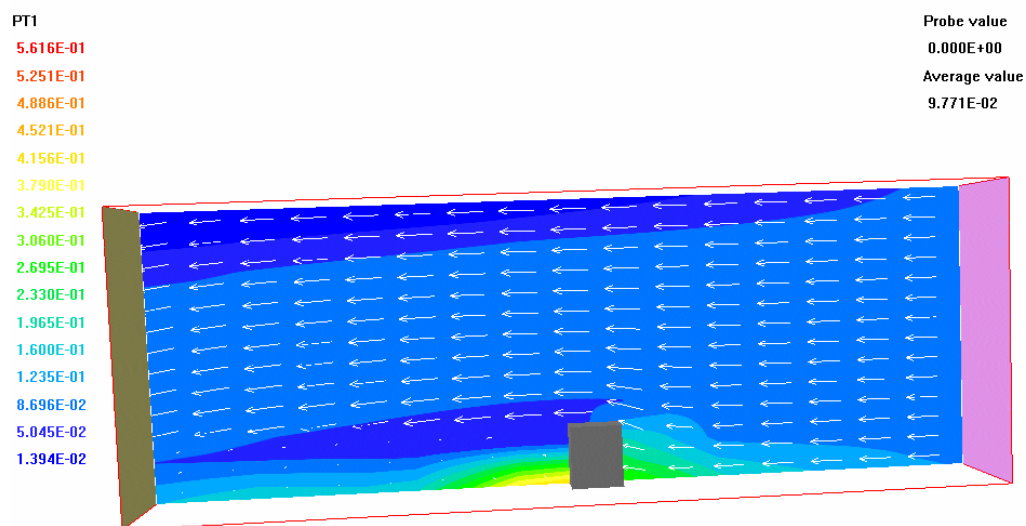
Kaip matome iš rezultatų 1,2 m želdinių juosta pakankamai mažina 15 m/s vėjo greitį. Pastebima, kad pastatytoji apsauginė sienelė mažina vėjo greitį, tuo pačiu turi įtakos smėlio dalelių pasiskirstymui, tik kelių metrų atstumu nuo sienelės. Kelių metrų atstumu nuo apsauginės sienelės vėjas įgauna pradinį greitį. Taigi sienelės įtaka nejaučiama. Lyginant vėjo greitį prieš sienelę ir už jos (3.3 pav.) pastebime, kad vėjo greitis prieš sienelę kylant aukštyr beveik nekinta (15m/s). Už suformuotos želdinių juostos matyti ryškus vėjo greičio skirtumas, iki tos vietos kur jaučiama želdinių įtaka.

Atsižvelgiant į tai reikia parinkti tinkamą atstumą tarp sienelių. Literatūroje rekomenduojamas atstumas tarp sienelių 7 m.



C

3D flow in a channel with an obstacle:P1

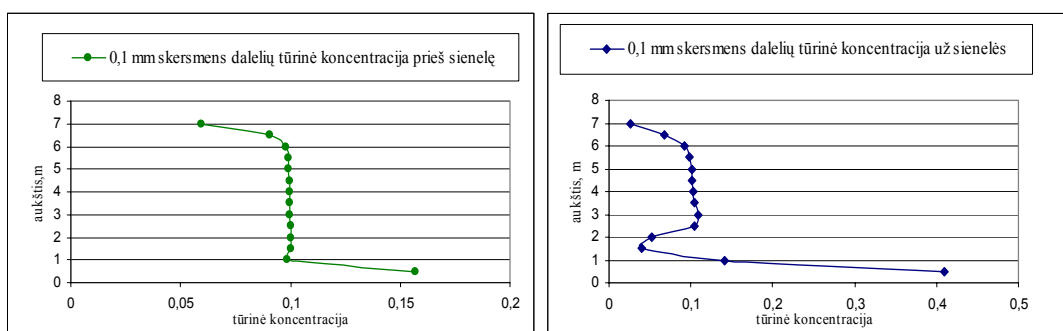


D

3D flow in a channel with an obstacle:P1

3.4 pav. Stambių ( 0,1mm) smėlio dalelių pasiskirstymo grafinis vaizdas (C - vaizdas iš viršaus, D - vaizdas iš priekio)

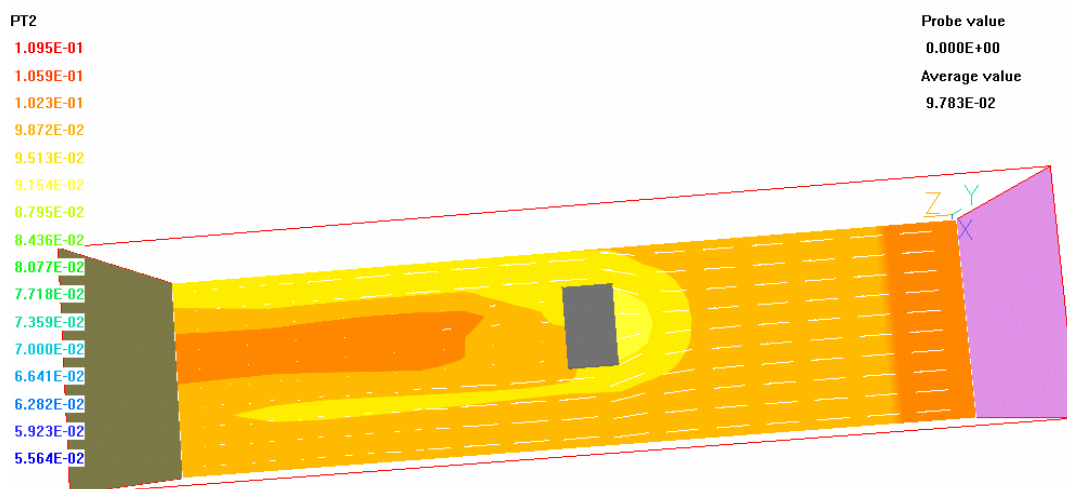
Nustatyta 0,1 mm ir stambesnės smėlio dalelės esant 15 m/s vėjo greičiui, pakeltos nuo žemės paviršiaus, juda kartu su oro srautu. Pasodinus apsauginę medžių juostą, didesnė dalis šių smėlio dalelių nusėda prieš juostą, dalis už juostos, dalis lieka ore (3.4 pav.). Didžiausia stambių smėlio dalelių tūrinė koncentracija pastebima aplink sienelę, bei iki 1,5 m aukščio. Kylant aukščiau 0,1 mm smėlio dalelių tūrinė koncentracija mažėja ir tampa lygi nuliui. Išanalizavus 0,1 mm dalelių išsidėstymą, kai pastatytos apsauginės sienelės, galime padaryti išvadą, jog sienelė turi įtakos šių dalelių išsidėstymui. Tai yra pastatytosios sienelės dėka dalis 0,1 mm skersmens smėlio dalelių yra sulaikoma ir jos nebenešamos kartu su oro srautu. Nesant apsauginių sienelių didžiausia pastebima stambių (0,1 mm) dalelių tūrinė koncentracija didesnė nei suformavus apsauginius želdinius.



**3.5 pav. Stambių (0,1mm) smėlio dalelių pasiskirstymas, kylant aukštyn**

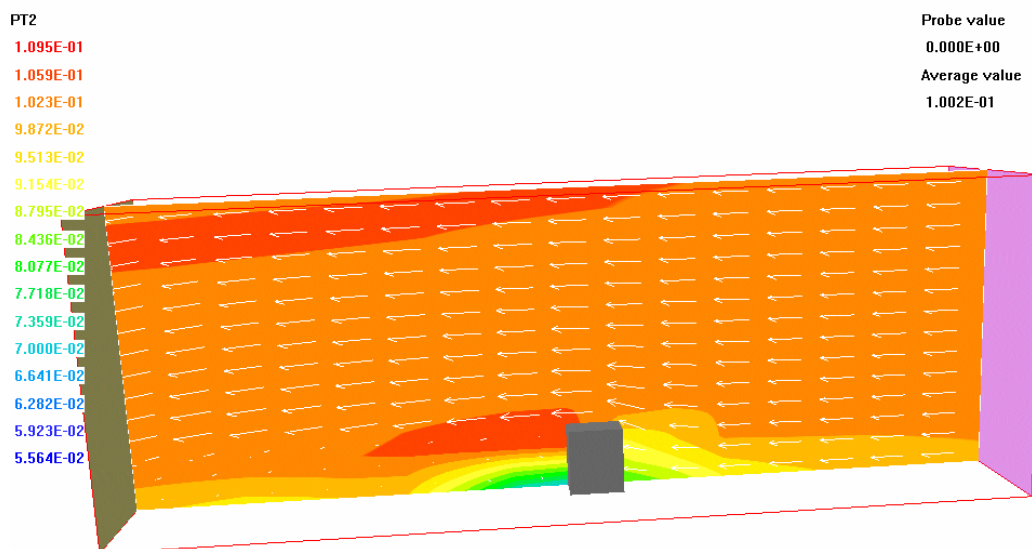
Lyginant 0,1 mm skersmens smėlio dalelių tūrinę koncentraciją prieš želdinių juostą ir už jos (3.5 pav.) pastebime, kad didžiausia šių dalelių tūrinė koncentracija yra už sienelės 0,5 – 1 m aukštyje. 0,1 mm smėlio dalelių tūrinė koncentracija prieš sienelę, kylant aukštyn, kinta gana nežymiai. Tačiau didžiausia tūrinė smėlio dalelių koncentracija prieš sienelę pastebima  $\geq 0,5$  m aukštyje. Tai rodo kad dalis smėlio dalelių yra sulaikomos ir nusėda prieš arba už apsauginių želdinių juostos.

Taigi želdinių juosta mažina nusėdusių dalelių pakėlimo nuo žemės paviršiaus galimybę, tai yra mažina vėjo eroziją (defliaciją).



E

3D flow in a channel with an obstacle:P1

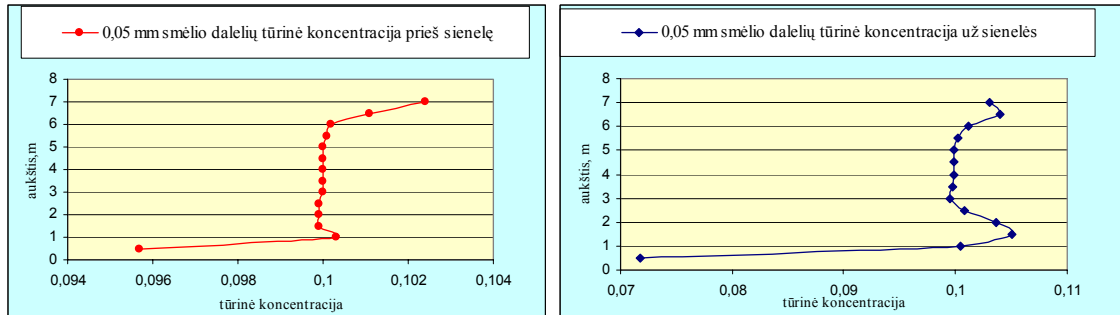


F

3D flow in a channel with an obstacle:P1

3.6 pav. Smulkių smėlio dalelių (0, 05mm) pasiskirstymo grafinis vaizdas (E – vaizdas iš viršaus, F – vaizdas iš priekio)

Nustatyta, kad 0,05 mm ir smulkesnės smėlio dalelės sunkiau nusėda ant žemės paviršiaus. Didesnė jų koncentracija bus aukštesniuose oro sluoksniuose (3.6 pav.). Pasodinta apsauginė medžių juosta turės įtakos šių dalelių nusodinimui.



3.7 pav. Smulkių smėlio dalelių (0,05 mm) pasiskirstymas prieš sienelę ir už sienelės

Didžiausia smulkių dalelių tūrinė koncentracija pastebima už apsauginių sienelių. Be to pastačius apsauginę sienelę pastebimas bendras smulkių 0,05 mm smėlio dalelių sumažėjimas, lyginant su situacija kuomet nėra apsauginių sienelių (3.1 pav.). Nesant apsauginių sienelių didžiausia pastebima smulkių dalelių tūrinė koncentracija 6,9 karto didesnė nei suformavus apsauginius želdinius. Tai yra pastatytoji apsauginė sienelė mažina 0,05 mm skersmens koncentraciją ore, tuo pačiu mažindama smulkių smėlio dalelių nupustymą, tai yra vėjo eroziją.

Rekomenduojamų apsauginių želdinių suformavimas, derinant prie Gaižiūnų karinio poligono infrastruktūros ir jų įgyvendinimas padėtų sutvirtinti poligono dirvožemį, bei padėtų užkirsti kelią tolesnei dirvožemio erozijai.

#### Išvados ir rekomendacijos:

1. Centrinėje poligono dalyje "Sacharoje" pastebimas intensyvi dirvožemio defliacija;
2. Atlikus dirvožemio poringumo tyrimus, nustatytos dirvožemio poringumo koeficiento padidėjimas, teritorijose, kuriose yra supustomos smėlio dalelės tai yra vyksta smėlio dalelių akumuliacija;
3. Labai svarbus veiksnys, įtakojantis smėlio dalelės trajektoriją, yra jos dydis. Stambios ( 0,1mm) smėlio dalelės yra sunkiau pakeliamos nuo žemės paviršiaus, bei greičiau nusėda. Smulkios ( 0,05mm ir smulkesnės) smėlio dalelės, pakeliamos net esant nesmarkiam vėjui;
4. Užtvarų statymas skersai vyraujančių vėjų krypties yra efektyvi dirvožemio apsaugos nuo defliacijos priemonė.

## IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Karinių poligonų kraštovaizdžio pažeidimų tyrimai Lietuvoje nebuvo išsamiai atliekami, todėl iki šiol nėra pakankamai duomenų apie kraštovaizdžio dabartinę būklę;
2. Gaižiūnų ir Kairių karinių poligonų teritorijos (lyginant su Sovietmečiu) sumažėję, kai kurie nebenaudojami plotai perduoti miškininkams bei apsodinti mišku. Poligonuose likę daug nebenaudojamų, menkinančių kraštovaizdžio vertę ruderalinių zonų - sugriuvusių pastatų, apkasų, juos artimiausiu laiku būtina rekultyvuoti, o buvusiuose darbininkų miesteliuose nugriauti senus pastatus, likviduoti griuvėsius, išmontuoti dirvožemį dengiančias betono plokštes, asfaltu padengtus plotus;
3. Poligonuose mechaninis dirvožemio pažeidimas labai skirtingas nuo 0,5% teritorijos ploto mokymo lauke už šaudyklos iki 80% (sunkiųjų kulkosvaidžių šaudymo poligonas, teritorija prie prieštankinių ginklų šaudyklos Gaižiūnų poligone) ir net iki 100% šarvuočių važinėjamoje trasoje Gaižiūnų poligone;
4. Dėl Gaižiūnų ir Kairių kariniuose poligonuose vykdomų sprogdinimų susidaro iki 3m gylio duobės, jų metu pažeidžiama augmenija, dirvožemiai. Šiuose vietose pastebima intensyvi vėjo erozija. Smėlynų ir viržynų buveinės išlaikymui būtina taikyti specialias priemones, rekomenduotina viržynais apaugusiose plotuose nevykdyti sprogdinimų pratybų. Pagal galimybes siekti apsaugoti viržynus nuo galimo mechaninio poveikio sunkiąja technika;
5. Vertinant poligonų kraštovaizdžio pažeidimus, pastebimos šarvuočių išvažinėtos gilios (iki 30 – 50cm gylio) provėžos, visiškai sunaikinusios augmeniją. Siekiant apsaugoti poligonų kraštovaizdį rekomenduotina naudoti esamą šarvuočių važinėjimo trasą, neplanuoti naujų maršrutų, galinčių padidinti poligonų mechaninius aplinkos pažeidimus. Taip pat rekomenduotina periodiškai tikrinti šarvuočių maršrutą, pranešti dalinio vadovybei apie gamtosauginius pažeidimus pratybų metu.
6. Visuose taktinių mokymų laukuose rekomenduotina stovyklavietes rengti tose pačiose vietose, nesant būtinumui naudoti (atkasti) senus apkasus. Nepraminti naujų takų, neištrypti žolinės dangos, neardyti miško paklotės, išsaugoti paukščių lizdaviets, balandžio - liepos mėnesiais (paukščių veisimosi metu.) riboti kariškių lankymąsi, europinės svarbos buveinėse. Lengvaisiais ginklais šaudomose šaudyklose palaikyti dabartinį aplinkosauginį režimą. Rekonstruojant jas, laikytis nustatytų aplinkosauginių reikalavimų;
7. Gaižiūnų kariniame poligone išskirtos 6, Kairių kariniame poligone 6 europinės svarbos buveinės: nesusivėrusios žemyninės smiltpievės, upių sausumos su kurklių bendrijomis, viržynai, degradavusios aukštapelkės, tarpinės pelkės ir liūnai, pelkiniai miškai, medžiais apaugusios pajūrio kopos, drėgnos tarpkopės;

8. Pelkiniuose miškuose, pelkėse, degradavusiose aukštapelkėse, prie tvenkinių, upelių, siekiant išlaikyti nepakitusį kraštovaizdį ir išsaugoti gamtosauginiu požiūriu svarbias buveines, rekomenduotina nevykdyti ir neplanuoti karinės veiklos, galinčios pakeisti esamą vandens lygį, nekasti gilių griovių, nevykdyti sausinimo darbų nekirsti miško greta esančiose plotuose, išsaugoti esančius senus medžius, palikti medžių išvartas varliagyvių žiemovietėms;
9. Atlikus dirvožemio poringumo tyrimus, nustatytos aiškos dirvožemio sutankėjimo zonos, sutampančios su sunkiosios karo technikos važinėjimo trasomis. Palyginus šių zonų tyrimų rezultatus su foniniais mėginiais matomas ryškus dirvožemio poringumo koeficiento skirtumas (nuo 0,31 intensyviausiai naudojamuose teritorijose iki 0,36 foniniame mėginyje), rodantis ryškų sunkiosios karinės technikos poveikį dirvožemiui, bei joje augančiai augmenijai. Sunkioji šarvuotoji technika daro didelį poveikį (degraduoja) dirvožemi, todėl taktinės pratybos turi būti vykdomos tik pastoviose, pratyboms skirtose, vietose;
10. Centrinėje Gaižiūnų poligono dalyje "Sacharoje" pastebimas intensyvi dirvožemio defliacija, nustatytas dirvožemio poringumo koeficiento padidėjimas, o teritorijose, kuriose yra supustomos smėlio dalelės, vyksta smėlio dalelių akumuliacija. Parinktos smėlį stabdančios kliūtys (užtvarų statymas skersai vyraujančių vėjų krypties) yra efektyvi dirvožemio apsaugos nuo defliacijos priemonė;
11. Lietuvos kariuomenės poligonuose rekomenduojame vykdyti aplinkos monitoringą. Operatyviai spręsti negatyvius aplinkos būklės pakitimus.

## LITERATŪROS SARAŠAS

1. Basalykas A. Lietuvos kraštovaizdis. Vilnius: Mokslo, 1977. 498p.
2. Lietuvos kraštovaizdžio apsauga. <http://www.ktl.mii.lt/aa/index.html>
3. Žemėveikslių dinamika. <http://neris.mii.lt/aa/kra71.htm>
4. Kraštovaizdžio apsaugos prioritetai, įgyvendinimo priemonės bei veiksmų programa. <http://www.ktl.mii.lt/aa/turs.html>
5. Baubinas R., Taminskas J. Karinė gamtonauda Lietuvoje sovietmečiu: ekologinės pasekmės. Vilnius: Geografijos institutas, 1997 – 1998. 256p.
6. Habitat Management in Military Training Areas .<http://www.fire.uni-freiburg.de/programmes/natcon/EFNCN-OFFENLAND-short%20version-GFMC.pdf>
7. Sovietų karinių pajėgų padaryta žala Lietuvos aplinkai. Lietuvos Respublikos Aplinkos Ministerija. Vilnius. 1998.
8. Recoverability and Vulnerability of Desert Ecosystems. [http://www-wmc.wr.usgs.gov/news/docs-04/RVDE\\_FS058-03.pdf](http://www-wmc.wr.usgs.gov/news/docs-04/RVDE_FS058-03.pdf)
9. Vieversiai virš poligonų. Buvusių Sovietų karinių teritorijų Lietuvoje tyrimai. Vilnius: Lietuvos gamtos fondas, 1994. 18 p.
10. Ignatavičius G., Baltrėnas P Problems of soil renovation on former military sites in Lithuania // The Utilization of Bioremediation to Reduce Soil Contamination: Problems and Solutions. Prague, 2000. p. 347-351.
11. Liužinas R., Zabulis R., Vaišnoras A. Militaristinė veikla ir gamtosauga. Lietuvos aplinkosaugos raida. Vilnius, 1995. 320 p.
12. Motūzas A.I, Buivydaite V. Dirvotyra. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidykla, 1996. 375 p.
13. Basalykas A. Lietuvos fizinė geografija. – Vilnius: Mokslo, 1958. 503p.
14. Baltrėnas P., Lygis D., Mierauskas P., Oškinis V., Šimaitis R. Aplinkos apsauga. Vilnius: Enciklopedija, 1996. 287p.
15. Česnulevičius A. Geodinaminiai procesai ir reljefo tyrimo problemos. Vilnius: Geografijos metraštis, 1999. p. 356–367
16. Česnulevičius A., Morkunaite R. Morphometrical, lithological and mineralogical traits of eolian formations in the Lithuanian coastal zone of the Baltic Sea. Baltica 10. 1997. p.52–58
17. Juodis J., Vyšniauskas J., Botyrius V. Dirvožemių vėjo erozija Lietuvos TSR Pajūrio zonoje. Mineralinių trąšų efektyvumo didinimo būdai Pabaltijo ir Baltarusijos Dirvožemiuose. Vilnius: Geografijos metraštis, 1983. p.34-36

18. Pauliukevičius G, Dilys A. Lietuvos TSR vakarinės dalies dirvos defliacija ir nešmenų akumuliacija, *Geografijos metraštis* 22–23, 1985-1986. p.146–151.
19. Morkunaite R., Paškauskas S., Račinskas A., Vekeriotiene I. Dirvožemio defliacijos veiksniai ir dėsningumai Pajūrio žemumoje, *Geografijos metraštis* 25–26. 1989-1990. p. 98–107.
20. Kai kurie dabartinės morfogenezinės vėjo veiklos pajūrio žemumos agrolandšafte aspektai. <http://www.geo.lt/metraštis/35/PDF/77-86.pdf>
21. Wind erosion. [http://wgsc.wr.usgs.gov/mojave/rvde/activ\\_wind.html](http://wgsc.wr.usgs.gov/mojave/rvde/activ_wind.html)
22. Galminas Z., Kinčius L. Melioracija. Drėkinimas. Vilnius: Petro ofsetas, 2000. 223p.
23. Miesto želdinių urbanistinė reikšmė ir jų svarbiausios funkcijos. <http://www.vtu.lt/leidiniai/elektroniniai/miestotvarka/4sk.pdf>
24. Zimkuvienė A., Kedžiuvienė G. Kai kurios suslėgtų dirvų savybės. Dirvų suslėgimas ir derlius. Vilnius: Mokslas, 1989. 10 p.
25. Panini T., Torri D., Pellegrini S. Atheoretical approach to soil porosity and sealing development using simulated rainstorms. *Caterina* 31, Amsterdam: Elsevier, 1997. 199-218 p.
26. Soane B. D., C. van Ouwerkerk. Soil compaction problems in world agriculture. *Developments in agricultural engineering*, 11, Amsterdam: Elsevier, 1994. 1-2 p.
27. Bogačiovas V., Šimanskaitė D. Dirvų suslėgimo išvengimo ir atstatymo būdai. Dirvų suslėgimas ir derlius. Vilnius: Mokslas, 1989. 52 p.
28. Lietuvos Raudonoji knyga (ats. red. K. Balevičius). – Vilnius: AAD, 1992. 342p
29. Balčiauskas L. Lietuvos žinduolių, varliagyvių ir roplių atlasas. Ekologijos institutas, 1997. 112p
30. Mačionis A. Stuburinių zoologija. Vilnius: Mokslas, 1989. 355 p
31. LR laukinės augalijos įstatymas. 1999 m. birželio 15 d. Nr. VIII-1226. “Valstybės žinios” 1999 m. Nr. 60-1944. Vilnius. [www.am.lt](http://www.am.lt)
32. Biologinės įvairovės konvencija. <http://www.am.lt/LSP/files/Bikonvencija.pdf>
33. Lietuvos aplinkos apsaugos strategija. <http://www.am.lt/LSP/files/AA-strategija.doc>
34. LR laukinės augalijos įstatymas. 1999 m. birželio 15 d. Nr. VIII-1226. “Valstybės žinios” 1999 m. Nr. 60-1944. Vilnius. [www.am.lt](http://www.am.lt)
35. Raudoni lapai. Lietuvos raudonosios knygos komisijos leidinys. <http://www.am.lt/LSP/files/Raudoni-lapai-2000.doc>
36. Purvinas E., Skirgailaitė V. Botanika. Vilnius: Mintis, 1975. 366 p.
37. Lekavičius A. Vadovas augalams pažinti. Vilnius: Mokslas, 1989. 436p.
38. Baltrėnas P., Vaitiekūnas P., Mincevič I. Automobilių išmetamų dujų poveikio atmosferai tyrimas//Aplinkos inžinerija, N 1. Vilnius: Technika, 2004. p.

39. Baltrėnas P., Oėkinis V., Ignatavičius G., Kumpienė J. Mechaniniai Lietuvos kariuomenės centrinio poligono tankodromo dirvožemio pažeidimai ir aplinkos apsaugos gerinimo galimybės//Aplinkos inžinerija, N 2.Vilnius:Technika, 2001. p.103-109.
40. Vaitiekūnas P, Špakauskas V. Šilumos ir masės pernašos procesų aplinkoje modeliavimo principai. Vilnius: Technika, 2003.194p.
41. Baltrėnas P., Špakauskas V., Vaitiekūnas P. An Analysis of Heavy Aerosols Dispersion//The Phoenix Journal, N 3., 1998, p.284-293
42. Gas/Particle two-phase flow modeling of a circulating fluidized bed using kinetic theory for granular flow. The PHOENICS Journal Computational Fluid Dynamics & its applications. Vol.12, No. 2, 1999. p.111-157
43. Baltrėnas P., Špakauskas V., Vaitiekūnas P. Sunkiųjų kalibruotųjų aerozolių dispersijos skaitinis modeliavimas. Aplinkos inžinerija. 1997. Nr.2(8).p.4-12
44. Multi-phase flow simulation in Phoenix.C:\Phoenix\d\_Polis\d\_enc\multphfl.htm

#### **AUTORĖS PUBLIKACIJOS**

1. Survilaitė O., Idzelis R. Kraštovaizdžio būklė Gaižiūnų kariniame poligone //Aplinkos inžinerija. 6 –osios jaunųjų mokslininkų konferencijos “Lietuva be mokslo – Lietuva be ateities pranešimų medžiaga [Vilnius, 2003 m. vasario 20 d.]. Vilnius, 2003, p. 274-280.
2. Survilaitė O., Idzelis R. Dirvožemio poringumo tyrimai Gaižiūnų kariniame poligone //Aplinkos inžinerija. 7 – osios jaunųjų mokslininkų konferencijos “Lietuva be mokslo – Lietuva be ateities pranešimų medžiaga [Vilnius, 2004 m. vasario 25 d.]. Vilnius, 2003, (atiduotas spausdinimui)
3. Survilaitė O., Idzelis R. Kraštovaizdžio pažeidimai ir jų vertinimas Gaižiūnų kariniame poligone//Aplinkos inžinerija, Vilnius: Technika, 2004. (atiduotas spausdinimui)

## **PRIEDAI**