



LIETUVOS ENERGETIKOS INSTITUTAS

S/14-1889.19.23/PAVP/R:1

BRANDUOLINĖS INŽINERIJOS PROBLEMŲ LABORATORIJA

**IAE BITUMUOTŲ RADIOAKTYVIŲJŲ ATLIEKŲ SAUGYKLOS
REKONSTRAVIMO IR PERTVARKYMO Į ATLIEKYNĄ POVEIKIO
APLINKAI VERTINIMAS**

POVEIKIO APLINKAI VERTINIMO PROGRAMA

1 versija

Habil. dr. P. Poškas

Kaunas, 2023



Ataskaitos pavadinimas: IAE bitumuočių radioaktyviųjų atliekų saugyklos rekonstravimo ir pertvarkymo į atliekyną poveikio aplinkai vertinimas. PAV programa.		Išleidimo data: 2023 m. vasario 6 d.
Etapas ir pavadinimas: 1 versija (teikiama PAV subjektams išvadoms gauti, apie programą informuojama visuomenė ir atsakingoji institucija)		
Autoriai: A. Šmaižys; R. Kilda; E. Narkūnas; A. Šimonis; A. Sirvydas; P. Poškas; A. Narkūnienė; V. Ragaišis	Vadovas: Habil. dr. P. Poškas	Psl. sk./ Priedų psl. sk.: 56 / -
Užsakovas: VĮ Ignalinos atominė elektrinė	Sutarties data: 2019-02-01	Ataskaitos identifikatorius: S/14-1889.19.23/PAVP/R:1
Sutarties pavadinimas: IAE bitumuočių radioaktyviųjų atliekų saugyklos rekonstravimo ir pertvarkymo į atliekyną poveikio aplinkai ir saugos vertinimas		Sutarties Nr.: S/14-1889.19.23
Santrauka: Ataskaitoje pateikta planuojamos ūkinės veiklos – bitumuočių radioaktyviųjų atliekų saugyklos pertvarkymo į atliekyną – poveikio aplinkai vertinimo (PAV) programa. Programoje pateikti paviršinių barjerų įrengimo inžineriniai sprendimai ir alternatyvos, aprašytos veiklos metu galimai susidarysiančios atliekos bei aplinkos komponentai, kurie dėl planuojamos ūkinės veiklos gali būti potencialiai paveikti. Nurodyti metodai, priemonės ir vertinimo apimtys, kurie bus pateikti poveikio aplinkai vertinimo ataskaitoje.		
Reikšminiai žodžiai: Poveikio aplinkai vertinimas, radioaktyviosios atliekos, bitumuočių RA saugykla, RA atliekynas, radionuklidų sklaida, radiacinė sauga.		
Ataskaita perduota: Užsakovui, PAV subjektams, visuomenės susipažinimo vietoms, Branduolinės inžinerijos problemų laboratorijos saugyklai	Bylos saugojimo vieta ir pavadinimas: \\sigute\biblioteka\Sutartiniai_darbai\B20_(Bitumuočiu RAS pavertimas į atliekyną)\...	
Branduolinės inžinerijos problemų laboratorija Lietuvos energetikos institutas Breslaujos g. 3 LT-44403 Kaunas	Telefonas: E-paštas: Tinklapis:	+370 (37) 401891 Povilas.Poskas@lei.lt http://www.lei.lt

Patikrinta:

Branduolinės inžinerijos problemų
laboratorijos vadovas

P. Poškas

Patvirtinta:

Lietuvos energetikos instituto
direktorius

S. Rimkevičius



RENGĖJŲ SĄRAŠAS

Autorius	Telefonas	Parengti skyriai	Parašas
Dr. A. Šmaižys	8 37 401890	1, 2, 8, 10	
Dr. R. Kilda	8 37 401992	2, 7, 9	
Dr. E. Narkūnas	8 37 401890	3, 4	
Dr. A. Šimonis	8 37 401902	4, 6	
Dr. A. Sirvydas	8 37 401888	1, 4	
Habil. Dr. P. Poškas	8 37 401891	2, 5	
Dr. A. Narkūnienė	8 37 401886	4, 5	
Dr. V. Ragaišis	8 37 401889	4, 7	

VERSIJŲ LENTELĖ

Versija	Išleista	Aprašymas
0	2023 m. sausio 24 d.	Pateikta Užsakovo peržiūrai.
1	2023 m. vasario 6 d.	Teikiama PAV subjektams išvadoms gauti, apie parengtą programą informuojama visuomenė ir atsakingoji institucija.

TURINYS

1 BENDRIEJI DUOMENYS.....	9
1.1 PLANUOJAMOS ŪKINĖS VEIKLOS ORGANIZATORIUS	9
1.2 PAV PROGRAMOS RENGĖJAS	9
1.3 PLANUOJAMOS ŪKINĖS VEIKLOS PAVADINIMAS IR APRAŠYMAS.....	9
1.4 VEIKLOS ETAPAI IR PLANUOJAMOS ŪKINĖS VEIKLOS ĮGYVENDINIMO LAIKOTARPIS	10
1.5 MEDŽIAGŲ IR RESURSŲ POREIKIS	11
1.6 POTENCIALŪS APLINKOS TARŠOS ŠALTINIAI	11
1.7 AIKŠTELĖS STATUSAS IR TERITORINIO PLANAVIMO DOKUMENTAI	17
1.8 GRAFINĖ INFORMACIJA	18
2 PAGRINDINIAI ĮRENGINIAI IR TECHNOGINIAI PROCESAI	22
2.1 GRAFINĖ INFORMACIJA	24
3 ATLIEKŲ SUSIDARYMAS IR TVARKYMAS	25
4 APLINKOS KOMPONENTAI, KURIEMS PLANUOJAMA ŪKINĖ VEIKLA GALI DARYTI POVEIKĮ	26
4.1 VANDUO	26
4.2 APLINKOS ORAS	36
4.3 DIRVOŽEMIS	40
4.4 ŽEMĖS GELMĖS (GEOLOGIJA)	41
4.5 BIOLOGINĖ ĮVAIROVĖ	44
4.6 KRAŠTOVAIZDIS	44
4.7 SOCIALINĖ IR EKONOMINĖ APLINKA	44
4.8 ETNINĖS IR KULTŪRINĖS SĄLYGOS, KULTŪROS PAVELDAS	45
4.9 VISUOMENĖS SVEIKATA	45
5 ALTERNATYVŲ ANALIZĖ.....	47
6 MONITORINGAS	49
7 RIZIKOS ANALIZĖ IR JOS VERTINIMAS.....	50
8 POVEIKIS KAIMYNINĖMS ŠALIMS.....	51
8.1 GRAFINĖ INFORMACIJA	52
9 PROBLEMŲ APRAŠAS	53
10 LITERATŪROS SĄRAŠAS	54

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS

ALARA	As Low As Reasonably Achievable (radiacinės saugos optimizavimo principo „tik mažai, kiek įmanoma pasiekti protingomis priemonėmis“ santrumpa anglų k.)
BEO	Branduolinės energetikos objektas
AE	Atominė elektrinė
IAE	Ignalinos atominė elektrinė
ISAM	Improvement of Safety Assessment Methodologies for Near Surface Disposal Facilities (metodologijos, TATENA rekomenduojamos radioaktyviųjų atliekų paviršinių atliekynų saugos analizei, pavadinimo santrumpa anglų k.)
LEI	Lietuvos energetikos institutas
PAV	Poveikio aplinkai vertinimas
RA	Radioaktyviosios atliekos
Stat.	Statinys
TATENA	Tarptautinė atominės energetikos agentūra
UAB	Uždaroji akcinė bendrovė
VATESI	Valstybinė atominės energetikos saugos inspekcija

ĮŽANGA

Planuojama ūkinė veikla – Ignalinos atominės elektrinės bitumuočių radioaktyviųjų atliekų saugyklos (158 statinio) pertvarkymas į paviršinį atliekyną.

Kadangi planuojama ūkinė veikla pagal savo pobūdį ir mastą gali turėti reikšmingą poveikį aplinkai, todėl poveikio aplinkai vertinimas (PAV) yra privalomas (žiūr. dokumento [1] 1 priedo 3.5 ir 3.7 straipsnius).

PAV programos struktūra ir turinys parengti pagal [2] dokumente nustatytus reikalavimus. PAV programa rengiama siekiant [2]:

- 1) nustatyti PAV ataskaitos turinį ir apimtį bei joje nagrinėjamus klausimus;
- 2) užtikrinti, kad PAV ataskaitoje bus išsamiai nagrinėjamas reikšmingas poveikis aplinkai ir bus pateikta informacija, reikalinga priimti motyvuotą sprendimą, ar planuojama ūkinė veikla, įvertinus jos pobūdį ir poveikį aplinkai, leistina pasirinktoje vietoje;
- 3) skatinti neigiamo poveikio prevencijos ir sumažinimo priemonių bei alternatyvių priemonių planavimą ir svarstymą ankstyvojo veiklos planavimo metu;
- 4) numatyti, kokie metodai bus taikomi planuojamos ūkinės veiklos poveikiui aplinkai prognozuoti, jo svarbai nustatyti ir įvertinti;
- 5) palengvinti planuojamos ūkinės veiklos organizatoriui (užsakovui) tolesnes planavimo (projektavimo) procedūras, užtikrinti planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo subjektų dalyvavimą ir jų išvadų pateikimą laiku.

Bitumuočių radioaktyviųjų atliekų (RA) saugykla (158 pastatas) yra IAE pramoninės aikštelės šiaurės-vakarų dalyje. Saugykla skirta bitumuočių RA, gaunamų iš eksploatavimo ir eksploatavimo nutraukimo skystųjų radioaktyviųjų atliekų, saugojimui.

Užbaigus saugyklos pildymą bitumuočiomis atliekomis, pagal RA tvarkymo reikalavimus [3] ilgalaikės saugos užtikrinimui atliekas būtina patalpinti į atliekyną. Įvertinus RA talpinimo į atliekyną galimybes [4] buvo padaryta prielaida, kad pagal RA šalinimo technologijas bei sukaupą patirtį, paviršinių inžinerinių barjerų įrengimas virš esamos saugyklos ilgalaikėje perspektyvoje geriausiai užtikrintų jos saugą. Siūlomi keli 158 pastato pertvarkymo į atliekyną sprendimai, susiję su inžinerinių barjerų įrengimu.

Pagal [1] įstatymo 4 straipsnį rengiamam PAV nustatyti tokie tikslai:

- 1) nustatyti, apibūdinti ir įvertinti galimą tiesioginį ir netiesioginį planuojamos ūkinės veiklos poveikį šiems aplinkos elementams: dirvožemiui, žemės paviršiui ir jos

gelmėms, orui, vandeniui, klimatui, kraštovaizdžiui ir biologinei įvairovei, ypatingą dėmesį skiriant Europos Bendrijos svarbos rūšims ir natūralioms buveinėms, taip pat kitoms pagal Saugomų gyvūnų, augalų ir grybų rūšių įstatymą saugomoms rūšims, materialinėms vertybėms, nekilnojamosioms kultūros vertybėms ir šių elementų tarpusavio sąveikai;

- 2) nustatyti, apibūdinti ir įvertinti galimą tiesioginį ir netiesioginį planuojamos ūkinės veiklos sukiamų biologinių, cheminių ir fizikinių veiksnių poveikį visuomenės sveikatai, taip pat aplinkos elementų ir visuomenės sveikatos tarpusavio sąveikai;
- 3) nustatyti galimą planuojamos ūkinės veiklos poveikį šios dalies 1 punkte nurodytiems aplinkos elementams ir visuomenės sveikatai dėl planuojamos ūkinės veiklos pažeidžiamumo rizikos dėl ekstremaliųjų įvykių ir (ar) galimų ekstremaliųjų situacijų;
- 4) nustatyti priemones, kurių numatoma imtis siekiant išvengti numatomo reikšmingo neigiamo poveikio aplinkai ir visuomenės sveikatai, jį sumažinti ar, jeigu įmanoma, jį kompensuoti;
- 5) nustatyti, ar planuojama ūkinė veikla, įvertinus jos pobūdį, mastą, vietą ir (ar) poveikį aplinkai, atitinka aplinkos apsaugos, visuomenės sveikatos, nekilnojamojo kultūros paveldo apsaugos, gaisrinės ir civilinės saugos teisės aktų reikalavimus, ar ji nedarys reikšmingo neigiamo poveikio šios dalies 1 punkte nurodytiems aplinkos elementams, visuomenės sveikatai ir jų tarpusavio sąveikai.

SANTRAUKA

Poveikio aplinkai vertinimo duomenų ir rezultatų santrauka bus pateikta PAV ataskaitoje.

1 BENDRIEJI DUOMENYS

1.1 Planuojamos ūkinės veiklos organizatorius

Planuojamos ūkinės veiklos organizatorius yra **Valstybės įmonė Ignalinos atominė elektrinė**:

Adresas: Ignalinos AE, Drūkšinių k., Visagino sav., LT-31500 Visaginas, Lietuva
Kontaktinis asmuo: Maksim Koliada
Telefonas: 8 386 24382
Faksas: 8 386 24396
El. paštas: koliada@iae.lt

1.2 PAV programos rengėjas

PAV programos rengėjas yra **viešoji įstaiga „Lietuvos energetikos institutas“**:

Adresas: Lietuvos energetikos institutas,
Breslaujos g. 3, LT-44403 Kaunas, Lietuva
Kontaktinis asmuo: Povilas Poškas
Telefonas: 8 37 401 891
El. paštas: povilas.poskas@lei.lt

1.3 Planuojamos ūkinės veiklos pavadinimas ir aprašymas

Planuojamos ūkinės veiklos pavadinimas: **Ignalinos AE bitumuotų radioaktyviųjų atliekų saugyklos rekonstravimas ir pertvarkymas į atliekyną.**

Bitumuotų radioaktyviųjų atliekų saugykla (158 statinys) yra IAE pramoninės aikštelės šiaurės vakarų dalyje (žiūr. 1.1 pav.): apie 200 m į vakarus nuo 1-ojo reaktoriaus bloko ir apie 600 m nuo Drūkšių ežero pietinės pakrantės. Bitumutos RA yra gaunamos iš bitumo ir druskų koncentrato, kuris gaunamas išgarinus IAE eksploatavimo bei eksploatavimo nutraukimo skystąsias radioaktyvias atliekas.

158 statinio statyba pradėta 1981 metais, o pildymas bitumutomis atliekomis vyko 1987 – 2015 metais. Saugykla – tai antžeminis dviaukštis stačiakampis statinys (~74×75 m) su nešančiomis sienomis ir betoniniais biologinės apsaugos blokais (1.2 pav.). Pirmajame aukšte yra 11 kanjonų (sekcijų), kurių kiekvieno talpa po 2500 m³ (darbinis tūris – 2000 m³) ir vienas kanjonas 1000 m³ talpos (darbinis tūris – 800 m³). Trys kanjonai yra neužpildyti ir vienas – dalinai užpildytas.

Antrajame aukšte yra vamzdiniai komunikaciniai kanalai su vamzdynais, technologinės įrangos patalpos, taip pat pagalbinės tarnybinės patalpos. Saugyklos statinį su skystųjų atliekų apdorojimo statiniu (150 pastatas) jungia galerija su trimis komunikaciniais kanalais bei vamzdynais, skirtais bitumuočių RA transportavimui.

Vienas pagrindinių uždavinių bitumuočių RA saugyklą (158 pastatą) pertvarkant į atliekyną yra inžinerinių barjerų, apsaugančių atliekyną nuo vandens (lietaus, tirpstančio sniego ir pan.) patekimo, galimų atsitiktinių ar sąmoningos žmogaus veiklos sukeltų išorinių poveikių ir ribojančių jonizuojančiosios spinduliuotės poveikį bei radionuklidų patekimą į aplinką, įrengimas. Statant atliekynus yra naudojami trys barjerų tipai: 1) paviršiniai (kaupai), atskiriantys ir izoliuojantys radioaktyviąsias atliekas nuo paviršinių procesų, 2) vertikalūs (atkertančios sienos, kurios įrengiamos reikiamame gylyje aplink aikštelę), ribojantys horizontalų radionuklidų pasklidimą bei galimą įsibrovimą į atliekų zoną iš šono, ir 3) perdengimai (dugnai), įrengiami po atliekomis tam, kad būtų ribojama radionuklidų sklaida žemyn į gruntinius vandenis, arba priešingai, būtų išvengta gruntinio vandens prasisunkimo į atliekų zoną. Dugnai paprastai įrengiami kartu su vertikaliais barjeriais. Antrasis ir trečiasis barjerų tipai yra naudojami, kai atliekos yra imobilizuojamos ir atliekynas įrengiamas žemiau žemės paviršiaus. Ignalinos AE bitumuočių atliekų saugyklą (158 pastatas), kuri įrengta virš žemės paviršiaus, planuojama pertvarkyti į atliekyną, įrengiant paviršinius inžinerinius barjerus. Paviršinių barjerų įrengimas yra gerai išanalizuotas ir plačiai pasaulinėje praktikoje taikomas radioaktyviųjų atliekų izoliavimo nuo aplinkos būdas.

1.4 Veiklos etapai ir planuojamos ūkinės veiklos įgyvendinimo laikotarpis

PAV programa ir PAV ataskaita yra rengiamos planuojamai ūkinei veiklai, apimančiai šiuos Ignalinos AE bitumuočių RA saugyklos pertvarkymo į atliekyną etapus:

- 1) Saugyklos visų neužpildytų kanjonų užpildymas (preliminariai 2026 – 2027 m.).
- 2) Saugyklos 2-ojo aukšto demontavimas (preliminariai 2026 – 2027 m.).
- 3) Saugyklos visos perdangos ir visų išorinių sienų padengimas hidroizoliacine danga (preliminariai 2026 – 2027 m.).
- 4) Saugyklos konservavimas ir jos priežiūra (preliminariai 2027 – 2039 m.).
- 5) Būsimo atliekyno inžinerinio barjero atramų ant statinio 158 perdangos įrengimas (preliminariai 2039 – 2040 m.).
- 6) Atliekyno inžinerinio barjero (kaupo) įrengimas (preliminariai 2039 – 2040 m.).
- 7) Laikotarpį po atliekyno uždarymo, t.y., institucinės priežiūros (aktyvios – 100 metų ir pasyvios – 200 metų) laikotarpį.

Prieš įrengiant atliekyno inžinerinius barjerus bus atliekami parengiamieji darbai, kurių metu bus demontuoti šalia esantys 150, 151, 156 ir 158/2 pastatai (žr. 1.3 pav.). Demontavimo darbų poveikis aplinkai bus vertinamas kitų IAE eksploatavimo nutraukimo projektų apimtyje arba parengiamieji darbai pagal savo pobūdį ir mastą neturės reikšmingo poveikio aplinkai, todėl jų poveikis aplinkai nebus vertinamas.

Kadangi planuojamą ūkinę veiklą numatoma pradėti ne anksčiau kaip po 15 metų, tai per visą šį laikotarpį bus atliekami būtini saugyklos remonto darbai, tinkamos techninės būklės palaikymas, aplinkos monitoringas, periodinis saugos vertinimas.

1.5 Medžiagų ir resursų poreikis

Preliminarūs medžiagų ir resursų, reikalingų paviršinių inžinerinių barjerų įrengimui pagal pasirinktą technologinį sprendimą, kiekiai bus pateikti PAV ataskaitoje. Įrengiant inžinerinius barjerus bus naudojamos poveikio aplinkai požiūriu inertiškos medžiagos (gelžbetonis, betonas, molis, smėlis, žvyras, velėna ir kt.).

1.6 Potencialūs aplinkos taršos šaltiniai

Planuojamos ūkinės veiklos potencialūs aplinkos taršos šaltiniai apibendrinti 1.1 lentelėje.

1.1 lent. Galima aplinkos tarša, susijusi su planuojama ūkine veikla

Taršos pobūdis	Taršos šaltinis	Pastabos
Jonizuojančioji spinduliuotė	Galima papildoma jonizuojančioji spinduliuotė dėl: - tiesioginės (išorinės) apšvitos nuo 158 pastate esančių radioaktyviųjų atliekų; - radionuklidų prasiskverbimo pro atliekyno barjerus ir patekimo į aplinkos vandenį; - netyčinio įsibrovimo į atliekyną atveju; - greta atliekyno aikštelės esančių BEO.	Reprezentanto apšvitos dozių vertės bus lyginamos su projektavimo kriterijumi, kuris planuojamam atliekynui yra nustatytas 0,1 mSv per metus, t. y. mažesnis nei gyventojų apribotosios metinės efektinės dozės vertė 0,2 mSv, kuri yra nustatyta eksploatuojant ir nutraukiant BEO eksploatavimą Lietuvos higienos normos reikalavimuose [5]. Netyčinio įsibrovimo į atliekyną scenarijų analizei 10 mSv ribinė metinė dozė yra nurodyta VATESI dokumente [6]. Pagal Lietuvos higienos normos reikalavimus [5], vertinant poveikį turi būti įvertinti ir tie greta atliekyno aikštelės esantys ir planuojami BEO, kurie galėtų sąlygoti analizuojamos reprezentanto gaunamą metinę efektinę dozę.

Taršos pobūdis	Taršos šaltinis	Pastabos
Nejonizuojančioji spinduliuotė	Reikšmingos šio pobūdžio aplinkos komponentų taršos 158 pastato rekonstravimo ir pertvarkymo į atliekyną metu nenumatoma.	
Triukšmas	Reikšmingos šio pobūdžio aplinkos komponentų taršos 158 pastato rekonstravimo ir pertvarkymo į atliekyną metu nenumatoma.	
Biologinė tarša	Nenumatoma.	Galima kontroliuojama mažų apimčių tarša, dėl išvalytų buitinių nuotekų išleidimo į aplinką.
Kita aplinkos gamtinių komponentų tarša	Reikšminga kitokio pobūdžio aplinkos tarša 158 pastato rekonstravimo ir pertvarkymo į atliekyną metu nenumatoma.	Galima oro tarša iš mobiliųjų šaltinių 158 pastato rekonstravimo ir pertvarkymo į atliekyną metu. Nežymi aplinkos tarša galima dėl transporto priemonių ir kitų mechanizmų kuro nuotėkių bei sandėliuojant statybines medžiagas.

Taigi, pagrindinis planuojamos ūkinės veiklos taršos šaltinis, kurio poveikis aplinkos komponentams išsamiai bus vertinamas PAV ataskaitoje, yra 158 pastate esančios radioaktyviosios atliekos ir greta atliekyno aikštelės esantys BEO.

1.6.1 Radioaktyviosios atliekos 158 pastate

158 pastatą pertvarkius į atliekyną jame bus šalinamos bitumuotos radioaktyviosios atliekos (t. y. devyniuose kanjonuose jau patalpintos atliekos), o į likusius tris tuščius (7-9 kanjonus, žr. 1.4 pav.) planuojama patalpinti smėlio-žvyro radioaktyviąsias atliekas (montažinės erdvės užpildas) iš IAE reaktoriaus R3 zonos ar kitokias inertines medžiagas (galutinis sprendimas bus priimtas Techninio projekto rengimo metu), kurių tankis būtų artimas bitumuotų RA tankiui, tokiu būdu tolygiau apkraunant pastato konstrukcijas ir sumažinant likutinės drėgmės neigiamą poveikį. Nesant galutiniam sprendimui, kitokių radioaktyviųjų atliekų ar inertinių medžiagų šalinimas tuščiuose kanjonuose nėra nagrinėjamas ir žemiau pateiktas tik planuojamų šalinti bitumuotų ir smėlio-žvyro RA savybių aprašymas.

1.6.2 Bitumuotos radioaktyviosios atliekos

Pagal atliekų klasifikavimo sistemą [3] bitumuotos RA priskiriamos B ir C klasių kietosioms radioaktyviosioms atliekoms [7], t.y. trumpaamžėms mažo ir vidutinio aktyvumo radioaktyviosioms atliekoms. Pagal radioaktyviųjų atliekų tvarkymo reikalavimus [3], B ir C klasių

RA turi būti šalinamos paviršiniame atliekyne. Tikimasi, kad bitumuočios IAE eksploatavimo nutraukimo atliekos priklausys C klasės radioaktyviosioms atliekoms. Tai yra konservatyvi prielaida.

Bitumuočių RA fizinės savybės pateiktos 1.2 lentelėje. Bitumas turi cheminių ir fizinių savybių, tinkamų radioaktyviųjų atliekų įtvirtinimui. Radionuklidų difuzija bitume yra nereikšminga, vandens garų difuzija bitume taip pat yra lėta. Tačiau laikino saugojimo metu ar po bitumo atliekų šalinimo atliekyne bitumo savybės gali pasikeisti. Tai gali daryti įtaką bitumo matricos ar kitų barjerų raidai atliekyne ir tai bus išnagrinėta saugos analizės ataskaitoje. Dažniausiai yra nagrinėjami šie procesai: radiolizė, biologinis irimas, senėjimas, vandens sugėrimas, išplovimas, dujų susidarymas.

1.2 lent. Bitumuočių RA fizinės savybės [9]

Parametras ir jo matavimo vienetai	Vertė
Druskų dalis atliekose, %	35 – 45
Drėgnis, %	0,5 – 2 (1 ^{a)})
Tankis, kg/m ³	1 155 – 1 215
Darbinė temperatūra (transportavimo temperatūra), °C	100 – 129
Užsidegimo temperatūra, °C, ne mažiau	200 ^{a)}
Užsiliepsnojimo temperatūra, °C, ne mažiau	250 ^{a)}
Savaiminio užsiliepsnojimo temperatūra, ne mažiau, °C	400 ^{a)}
Darbinis slėgis, kg/cm ²	1 – 2

a) – Pagal dokumento [10] reikalavimus.

Bitumuočių atliekų kiekiai 158 pastato kanjonuose ir jų užpildymo laikotarpiai pateikti 1.3 lentelėje. 1987 – 2015 m. laikotarpiu saugykloje iš viso sukaupta apie 14 422 m³ bitumuočių RA.

1.3 lent. Kanjonų (žr. 1.4 pav.) užpildymo eiga ir atliekų kiekiai [11]

Kanjono Nr.	Užpildymo laikotarpis	Tūris, m ³	Masė, kg
1	1987 – 1989	1 963	2,34E+06
2	1989 – 1990	2 054	2,47E+06
12	1991	844	1,01E+06
3	1992 – 1994	1 964	2,36E+06
4	1994 – 1996	1 745	2,09E+06
5	1996 – 2001	2 002	2,40E+06
6	2001 – 2006	1 862	2,25E+06

Kanjono Nr.	Užpildymo laikotarpis	Tūris, m ³	Masė, kg
10	2007 – 2014	1 950	2,34E+06
11	2015	38	3,96E+04
Iš viso:		~14 422 ¹⁾	1,73E+07

¹⁾ įskaitant bitumo tūrį, naudojamą apsauginiams apatiniams ir viršutiniams sluoksniams.

Duomenys apie bitumuočių radioaktyviųjų atliekų nuklidinę sudėtį bei jų aktyvumą, pagal dokumentų [11–14] informaciją, pateikti 1.4 lentelėje. Iš lentelės matyti, kad bendrąjį atliekų aktyvumą 2019 m. daugiausiai lemia ¹³⁷Cs aktyvumas (2,85E+14 Bq). Aktyvumas įvertintas 2025 metų sausio mėn. 1 d., t.y. kai planuojama pradėti saugyklos rekonstravimo darbus; tuomet dėl radioaktyviojo skilimo ¹³⁷Cs aktyvumas sumažės iki 2,52E+14 Bq.

1.4 lent. Bitumuočių atliekų aktyvumai planuojamame atliekyne

Radionuklidas	Bendras aktyvumas, Bq			
	Įvertintas 2019-09-01	Įvertintas 2025-01-01 (rekonstrukcijos pradžiai)	Įvertintas 2125-01-01 (pasibaigus aktyviai institucinei atliekyno priežiūrai)	Įvertintas 2325-01-01 (pasibaigus pasyviai institucinei atliekyno priežiūrai)
¹⁴ C	4,18E+12	4,18E+12	4,13E+12	4,03E+12
³⁶ Cl	4,85E+09	4,85E+09	4,85E+09	4,84E+09
⁵⁵ Fe	4,72E+11	1,20E+11	8,52E-01	4,29E-23
⁶⁰ Co	2,02E+12	1,00E+12	1,94E+06	7,30E-06
⁵⁹ Ni	3,63E+09	3,63E+09	3,62E+09	3,62E+09
⁶³ Ni	5,93E+12	5,70E+12	2,77E+12	6,54E+11
⁹⁰ Sr	1,23E+11	1,08E+11	1,00E+10	8,55E+07
⁹⁴ Nb	2,54E+10	2,54E+10	2,53E+10	2,52E+10
⁹⁹ Tc	1,15E+11	1,15E+11	1,15E+11	1,15E+11
¹²⁹ I	1,87E+08	1,87E+08	1,87E+08	1,87E+08
¹³⁴ Cs	3,91E+12	6,50E+11	1,58E-03	9,41E-33
¹³⁷ Cs	2,85E+14	2,52E+14	2,50E+13	2,46E+11
²³⁴ U	1,03E+06	1,03E+06	1,03E+06	1,03E+06
²³⁵ U	2,49E+04	2,49E+04	2,49E+04	2,49E+04
²³⁸ U	3,02E+05	3,02E+05	3,02E+05	3,02E+05
²³⁷ Np	4,06E+04	4,06E+04	4,06E+04	4,06E+04
²³⁸ Pu	1,59E+08	1,53E+08	6,92E+07	1,42E+07

Radionuklidas	Bendrasis aktyvumas, Bq			
	Įvertintas 2019-09-01	Įvertintas 2025-01-01 (rekonstrukcijos pradžiai)	Įvertintas 2125-01-01 (pasibaigus aktyviai institucinei atliekyno priežiūrai)	Įvertintas 2325-01-01 (pasibaigus pasyviai institucinei atliekyno priežiūrai)
²³⁹ Pu	1,45E+08	1,45E+08	1,45E+08	1,44E+08
²⁴⁰ Pu	1,83E+08	1,83E+08	1,81E+08	1,77E+08
²⁴¹ Pu	1,11E+10	8,60E+09	6,98E+07	4,60E+03
²⁴¹ Am	3,48E+08	3,45E+08	2,94E+08	2,13E+08
Suma:	3,02E+14	2,64E+14	3,21E+13	5,08E+12

Laikotarpiui po atliekyno uždarymo konservatyviai priimti tokie patys bitumuotose RA deklaruojamų radionuklidų aktyvumai, kaip ir rekonstrukcijos laikotarpio pradžioje, neatsižvelgiant į radioaktyvųjų skilimą, kuris labiau reikšmingas būtų kai kuriems trumpaamžiams radionuklidams.

1.6.3 Smėlio-žvyro RA

Pagal atliktus 1-ojo ir 2-ojo bloko radiologinius matavimus [16, 17] ir IAE pateiktą informaciją [15] smėlio-žvyro RA, pagal naująją atliekų klasifikavimo sistemą [3], klasifikuojamos:

- 1-ajame bloke, kaip sąlyginai neradioaktyvios atliekos (90%), kas atitiktų 0 klasę, o likę 10% priskiriamos A klasei [3];
- 2-ajame bloke visos smėlio-žvyro atliekos priskiriamos 0 klasei.

Nebekontroliuojamos atliekos (0 klasės) tvarkomos ir šalinamos vadovaujantis reikalavimų nuostatomis [18].

Labai mažai radioaktyvios atliekos (A klasės) šalinamos paviršiniame atliekyne (LMAA).

Bendrieji aktyvumai smėlio-žvyro atliekoms įvertinti remiantis šiomis prielaidomis:

- bendra IAE 1-jame ir 2-jame blokuose esančių smėlio-žvyro radioaktyviųjų atliekų masė yra 8 300 tonų;
- IAE 1-jame bloke paviršiniame 0,5 m smėlio sluoksnyje (apie 5% nagrinėjamų IAE 1-ojo bloko smėlio-žvyro atliekų) esančio ⁶⁰Co maksimali savitojo aktyvumo vertė 2012 m. siekė 28 060 Bq/kg;
- smėlio-žvyro RA esančio ⁶⁰Co 2012 m. radiologinių tyrimų IAE 1-jame bloke metu nustatyta maksimali savitojo aktyvumo vertė yra lygi 12,71 Bq/kg;
- smėlio-žvyro RA esančio ⁶⁰Co 2018 m. radiologinių tyrimų IAE 2-jame bloke metu nustatyta (iš 47 bandinių) vidutinė savitojo aktyvumo vertė – 12,25 Bq/kg;
- smėlio-žvyro RA deklaruojamų radionuklidų aktyvumai įvertinti remiantis atraminio

radionuklido ^{60}Co aktyvumu, nustatytu IAE atliktų radiologinių tyrimų metu, bei proporcingumo koeficientais, nustatytais IAE 1-ojo bloko smėlio-žvyro RA;

- smėlio-žvyro RA tankis yra lygus $1\,650\,\text{kg/m}^3$ [8], poringumas – 0,4 [19].

Bendrieji deklaruojamų radionuklidų smėlio-žvyro RA aktyvumai yra pateikti 1.5 lentelėje. PAV ataskaitoje nagrinėjant įvairius galimų poveikių scenarijus radionuklidų aktyvumai bus perskaičiuojami pagal atitinkamą datą.

1.5 lent. Smėlio-žvyro atliekų aktyvumas

Radionuklidas	Bendrasis aktyvumas, Bq		
	Įvertintas 2025-01-01 (rekonstrukcijos pradžia)	Įvertintas 2125-01-01 (pasibaigus aktyviai institucinei atliekyno priežiūrai)	Įvertintas 2325-01-01 (pasibaigus pasyviai institucinei atliekyno priežiūrai)
^{14}C	2,15E+07	2,12E+07	2,07E+07
^{36}Cl	2,19E+06	2,19E+06	2,19E+06
^{54}Mn	2,62E+05	1,50E-30	4,96E-101
^{55}Fe	2,61E+09	1,85E-02	9,33E-25
^{60}Co	8,72E+08	1,69E+03	6,37E-09
^{59}Ni	2,41E+08	2,41E+08	2,40E+08
^{63}Ni	2,50E+10	1,21E+10	2,86E+09
^{65}Zn	8,75E-03	7,59E-48	5,70E-138
^{90}Sr	6,49E+07	5,99E+06	5,11E+04
$^{93\text{m}}\text{Nb}$	4,29E+08	2,63E+06	9,83E+01
^{94}Nb	2,41E+07	2,40E+07	2,38E+07
^{93}Zr	2,41E+07	2,41E+07	2,41E+07
^{99}Tc	3,51E+05	3,50E+05	3,50E+05
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	4,02E-02	4,21E-46	4,60E-134
^{129}I	5,26E+03	5,26E+03	5,26E+03
^{134}Cs	3,53E+05	8,61E-10	5,11E-39
^{135}Cs	8,32E+03	8,32E+03	8,32E+03
^{137}Cs	1,60E+09	1,59E+08	1,57E+06
^{234}U	1,12E+03	1,12E+03	1,12E+03
^{235}U	2,85E+01	2,85E+01	2,85E+01
^{238}U	3,29E+02	3,29E+02	3,29E+02

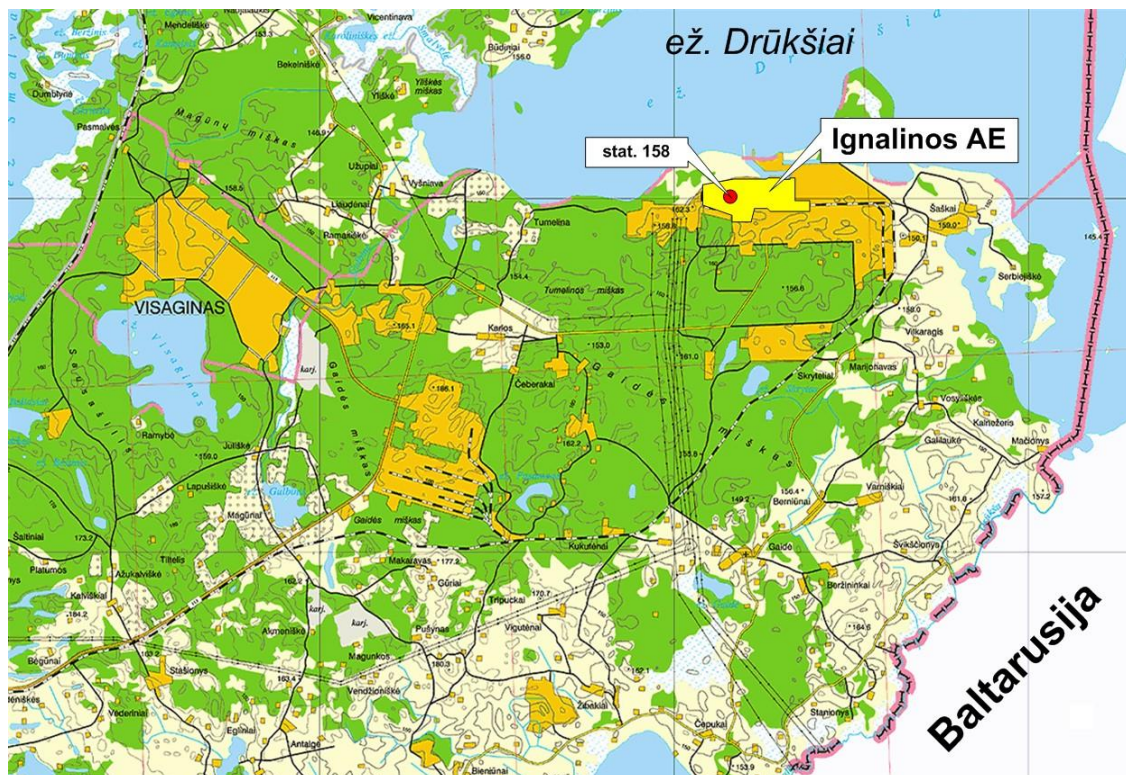
Radionuklidas	Bendrasis aktyvumas, Bq		
	Įvertintas 2025-01-01 (rekonstrukcijos pradžia)	Įvertintas 2125-01-01 (pasibaigus aktyviai institucinei atliekyno priežiūrai)	Įvertintas 2325-01-01 (pasibaigus pasyviai institucinei atliekyno priežiūrai)
²³⁷ Np	5,04E+01	5,04E+01	5,04E+01
²³⁸ Pu	2,49E+05	1,13E+05	2,32E+04
²³⁹ Pu	1,42E+05	1,42E+05	1,41E+05
²⁴⁰ Pu	1,84E+05	1,82E+05	1,78E+05
²⁴¹ Pu	1,19E+07	9,65E+04	6,36E+00
²⁴¹ Am	1,06E+06	9,04E+05	6,56E+05
²⁴⁴ Cm	4,69E+05	1,02E+04	4,81E+00
Suma:	3,09E+10	1,26E+10	3,18E+09

1.7 Aikštelės statusas ir teritorinio planavimo dokumentai

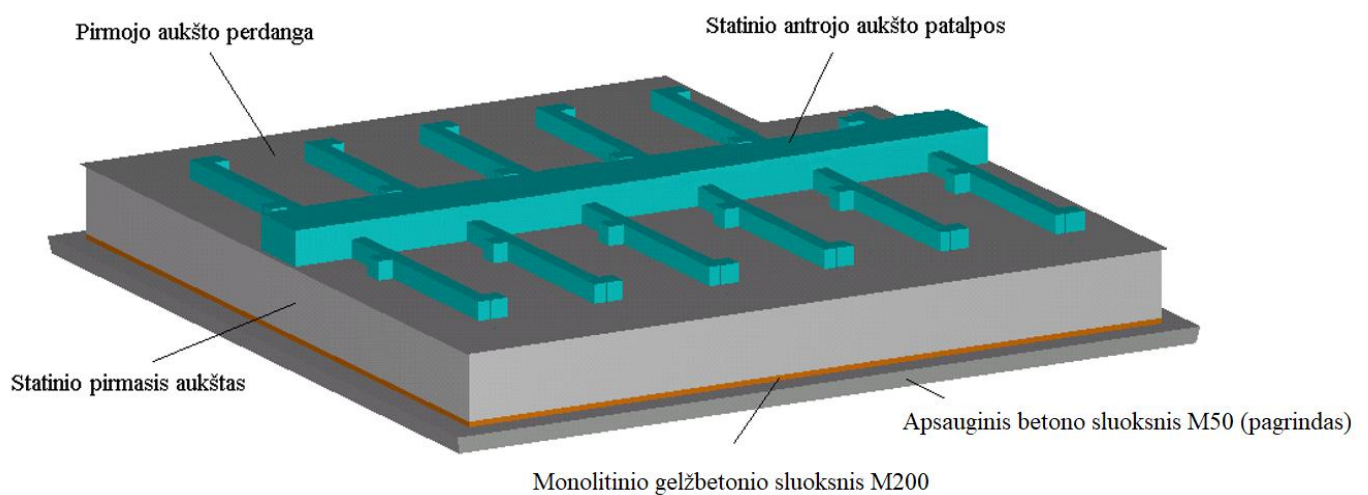
Visagino savivaldybės administracijos 2010 m. gegužės 19 d. įsakymu Nr. IV-460 „Dėl detaliojo plano patvirtinimo“ patvirtintu VI „Ignalinos atominė elektrinė“ žemės sklypų (kadastriniai Nr. 4535/0002:5 ir 4535/0003:2), esančių Visagino savivaldybėje, Drūkšinių kaime, detaliuoju planu suformuoti 25 žemės sklypai. Ignalinos AE reikmėms perduoti 12 sklypų, kurių bendras plotas – 419.1762 ha (žr. 1.5 pav.). Kiti sklypai perduoti UAB „Visagino AE“ ir AB „Lietuvos energija“, 2 sklypai gražinti į Laisvos valstybinės žemės fondą. 158 statinys yra pramoninėje teritorijoje, priklausančioje valstybės įmonei Ignalinos AE

Pagrindinis plano pakeitimo tikslas – žemės panaudojimo optimizacija. Naujos detalaus plano versijos pakeitimai neturėjo įtakos IAE pramoninės aikštelės statusui. Planuojamos ūkinės veiklos metu žemė bus naudojama pagal nustatytą paskirtį.

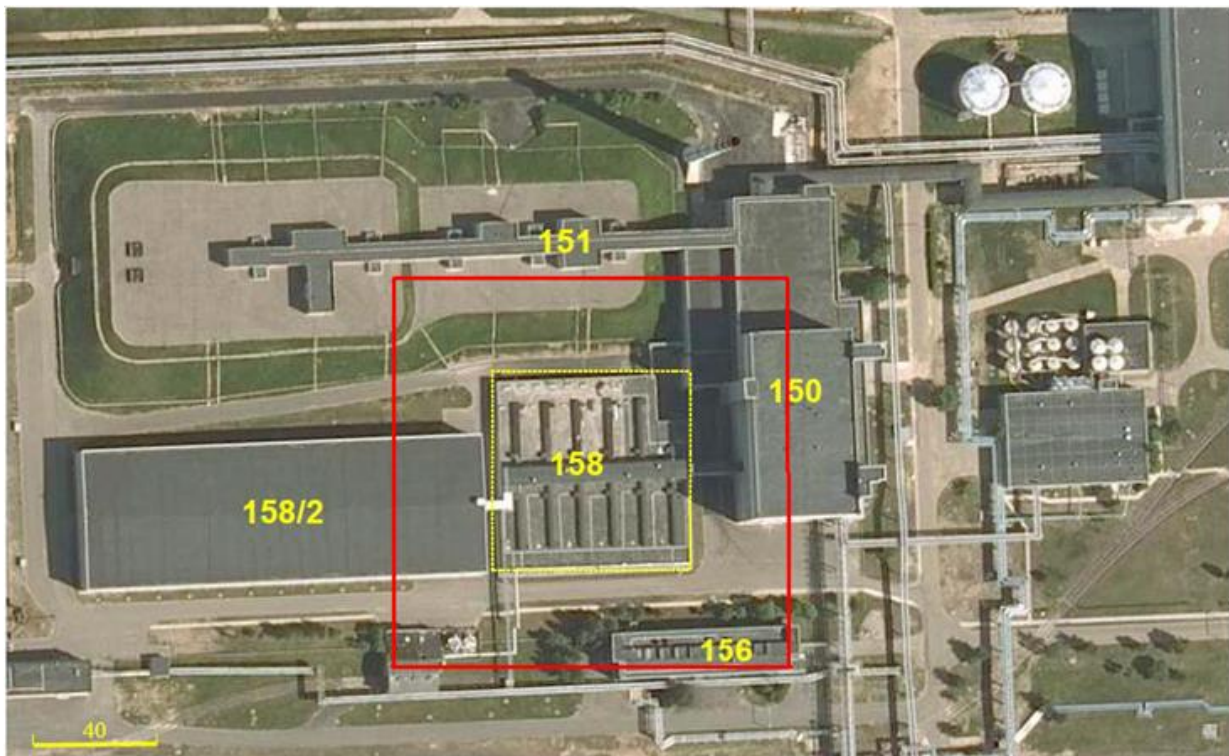
1.8 Grafinė informacija



1.1 pav. 158 statinio vieta Ignalinos AE teritorijoje

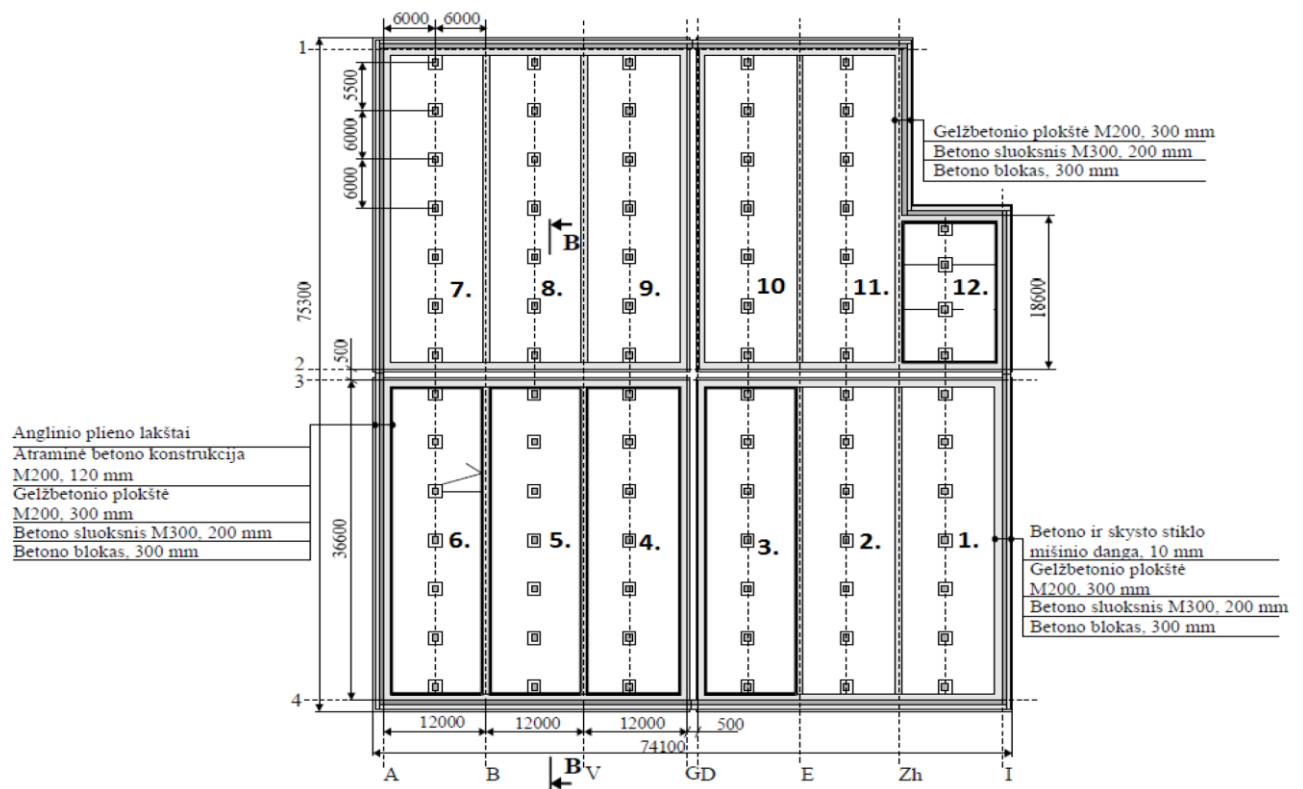


1.2 pav. IAE statinio 158 supaprastinta schema

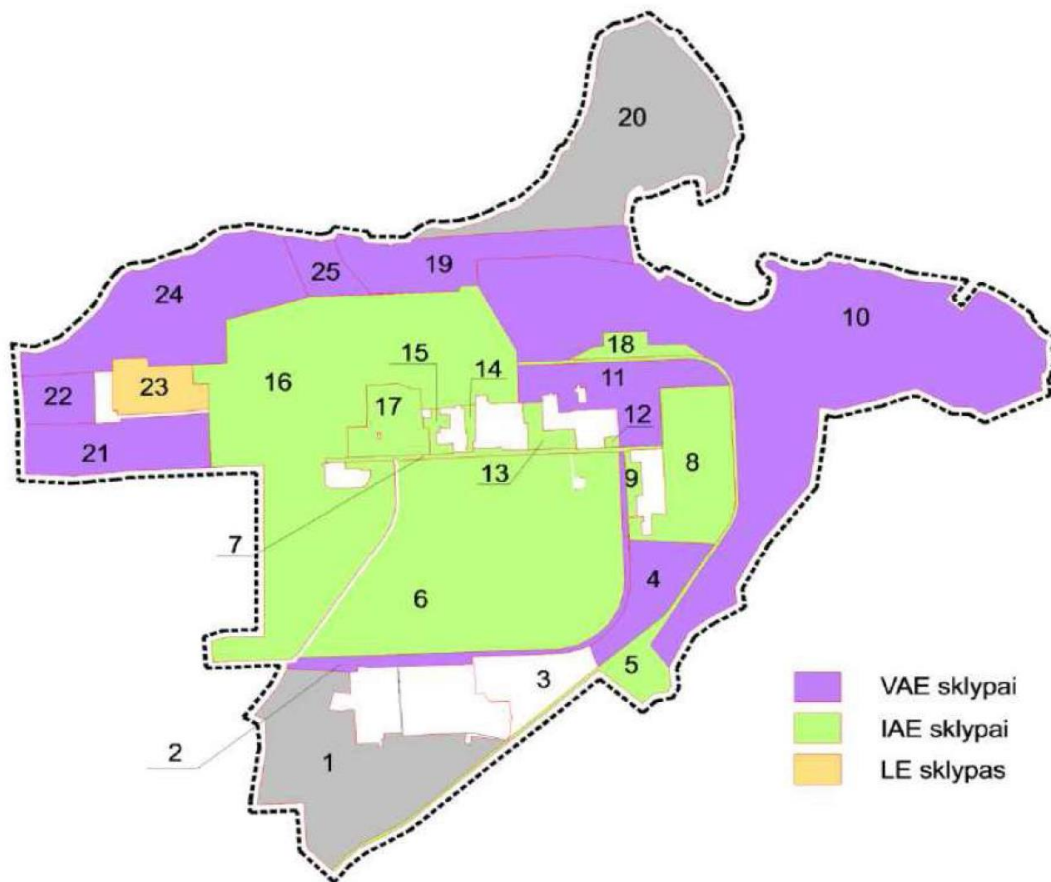


1.3 pav. Bitumuočių RA saugyklos (158 pastatas) pertvarkymas į atliekyną. Raudona linija pažymėta 36 m pločio zona aplink statinį, kurią užims inžinierinis barjeras (daugiasluoksnis kaupas)

150 past. – skystų radioaktyviųjų atliekų apdirbimo ir bitumavimo statinys; **151 stat.** – nuotekų vandenų surinkimo talpos; **156 past.** – speciali skalbykla; **158 stat.** – bitumuočių radioaktyviųjų atliekų saugykla; **158/2 past.** – cementuočių RA laikino saugojimo pastatas



1.4 pav. 158 pastato kanjonų išdėstymo planas



1.5 pav. Naujai suformuoti VĮ IAE žemės sklypai bei jų paskirstymas pagal priklausomybę, remiantis naująja detaliojo plano versija

2 PAGRINDINIAI ĮRENGINIAI IR TECHNOLOGINIAI PROCESAI

Planuojamos ūkinės veiklos metu numatoma IAE bitumuotų radioaktyviųjų atliekų saugyklą (158 pastatą) pertvarkyti į atliekyną įrengiant paviršinius inžinerinius barjerus – t. y. pritaikyti radioaktyviųjų atliekų šalinimo vietoje (*in situ*) būdą [20]. Reikia pažymėti, kad 158 pastate esančios bitumuotos radioaktyviosios atliekos yra biologiškai ir mechaniškai stabilios ir, be poveikio (spaudimo) į gruntą, joms nebūdingi nusėdimo arba kokie kiti persislinkimo procesai, kurie keltų pavojų saugyklos inžineriniams barjerams.

Pagrindiniai paviršinių barjerų įrengimo tikslai yra šie:

- paviršinės drėgmės (lietaus, tirpstančio sniego ir pan.) infiltracijos į atliekyną ribojimas, ir tuo pačiu atliekų tirpimo ir radionuklidų pasklidimo gruntiniu vandeniu sumažinimas iki minimumo;
- apsauga nuo tiesioginio kontakto su galimais recipientais (žmonėmis, gyvūnais, augalais);
- dujų, kurios gali būti generuojamos atliekose, išsiskyrimo reguliavimas.

Gali būti įrengiami vienasluoksnės arba daugiasluoksnės konstrukcijos paviršiniai barjerai. Konstrukcija ir medžiagos parenkamos pagal tai, kokie keliami reikalavimai atliekyno tarnavimo trukmei bei barjerų funkcionavimui. Jie įvairiose šalyse gali būti skirtingi, tačiau pagrindinis reikalavimas visur yra toks, kad per visą laiką, kol atliekos kelia pavojų, jų funkcionavimas turi būti patikimas ir adekvatus. Priklausomai nuo inžinerinių barjerų konstrukcijos ir šalinamų atliekų tipo, dėl galimų nusėdimų, erozijos, klimato veiksnių ir giliašaknių augalų ar rausiančių gyvūnų įsiskverbimo, atliekyno institucinės priežiūros laikotarpiu reikalaujama periodiškai tikrinti paviršinių barjerų būklę.

Vienasluoksnės konstrukcijos barjerai dažniausiai naudojami kaip laikina priemonė trumpalaikiam atliekų izoliavimui, kol bus priimtas sprendimas dėl jų šalinimo. Šiuo atveju vienasluoksnio kaupo formavimui gali būti naudojamas dirvožemis, asfaltas, betonas ar sintetinės medžiagos. Molis, kuris naudojamas daugiasluoksnėse konstrukcijose, šiuo atveju nėra, tinkamas, nes veikiamas temperatūros (šaltis/karštis) bei drėgmės (lietus/sausra) pokyčių jis sutrūkinėja ir praranda savo hidroizoliacines savybes.

Daugiasluoksnės konstrukcijos barjerai įrengiami tuomet, kai planuojama šalinti ilgaamžes atliekas ir jas reikia izoliuoti nuo aplinkos. Šiuo atveju barjerai šimtą metų ar ilgesnį laikotarpį turi atlaikyti eroziją ir neprarasti savo hidroizoliacinių savybių.

Bendru atveju daugiasluoksnė konstrukcija yra sudaryta iš trijų pagrindinių sluoksnių: viršutinio sluoksnio, drenažo sluoksnio ir apatinio mažai pralaidaus sluoksnio. Kiekvienas iš šių

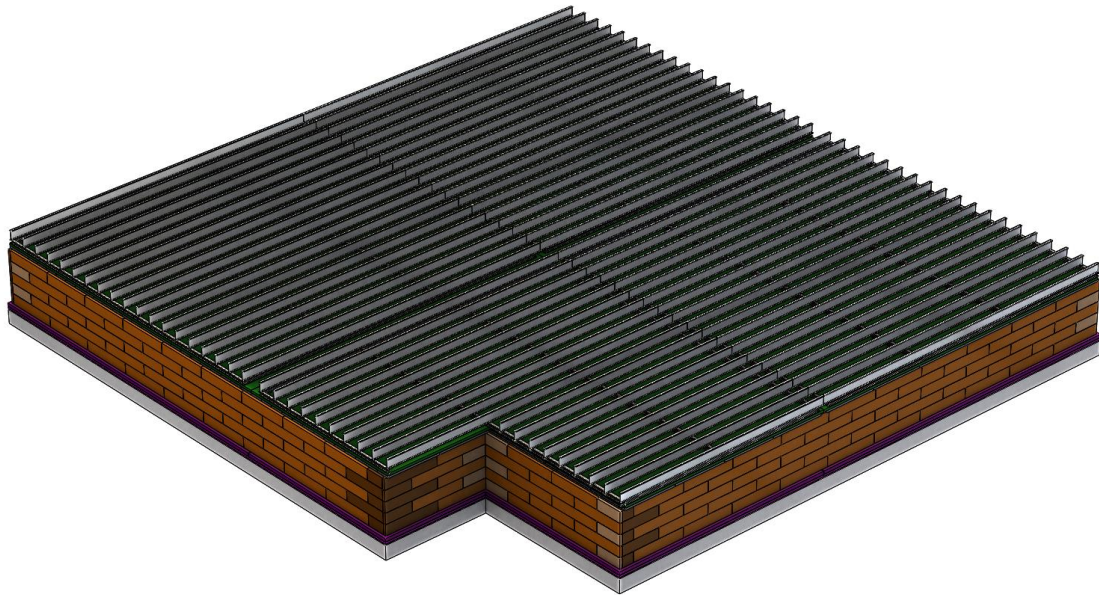
sluoksnių gali būti sudarytas iš daugelio komponentų. Viršutinis sluoksnis dažniausiai būna sudarytas iš dirvožemio ir augalų. Drenažo sluoksnį sudaro smėlis ir smulkus žvyras. Apatinis mažo pralaidumo sluoksnis, gali būti formuojamas iš sintetinės (geomembrana iš PVC, mažo ar didelio tankio polietileno ir pan.) arba iš natūralios gamtinės (molio) sutankintos medžiagos. Jei iš šalinamų RA yra numatomas dujų išsiskyrimas, tai tarp mažo pralaidumo sluoksnio ir atliekų yra klojamas didelio pralaidumo (panašus į drenažo) sluoksnis, skirtas dujų nuvedimui iš atliekyno. Kitų papildomų sluoksnių poreikis yra nustatomas priklausomai nuo atliekų charakteristikų, aikštelės ypatybių ir reikalavimų paviršinių inžinerinių barjerų funkcionavimui.

Priklausomai nuo naudojamų medžiagų savybių ir konstrukcijai keliamų reikalavimų, paviršiniai barjerai dažniausiai formuojami kaip kupolo formos įrenginiai arba mažesnio nuolydžio kaupai.

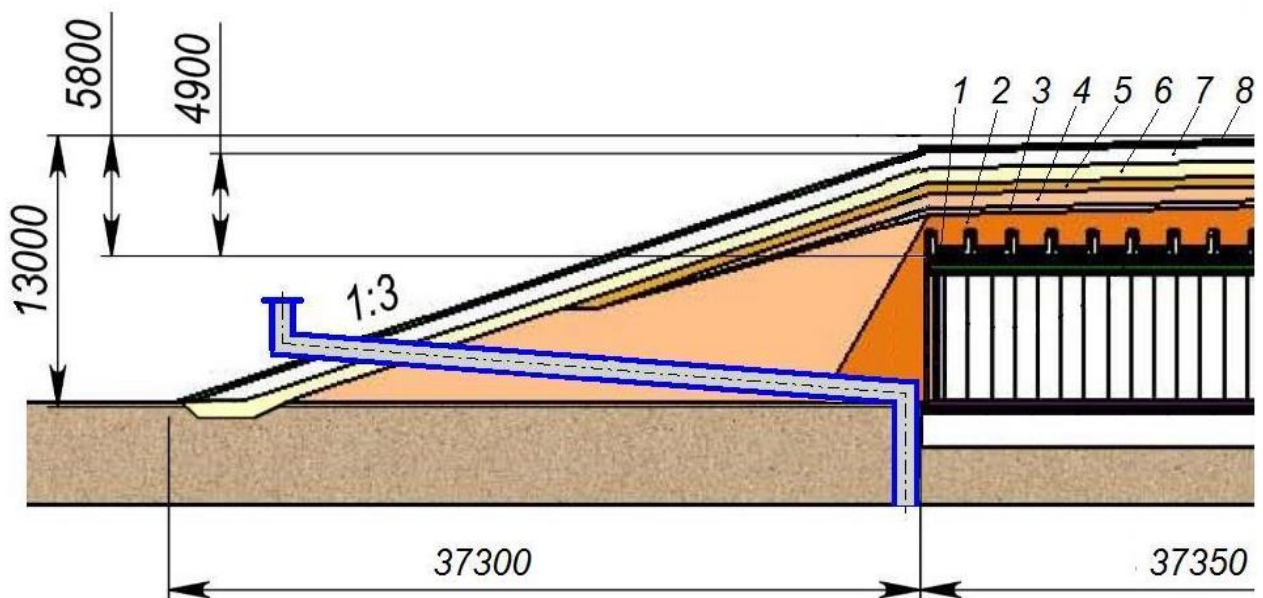
Pastačius paviršinius inžinerinius barjerus, atliekyno aikštelėje numatoma įrengti drenažo sistemą, kuri būtų skirta paviršinio gruntinio vandens drenavimui ir monitoringui bei atliekyno radiacinės kontrolės įrangą.

Inžinerinių barjerų įrengimo techninių sprendimų galimi variantai 158 pastatą pertvarkant į atliekyną aprašomi [8] ataskaitoje. Atsižvelgiant į 158 pastato konstrukcijų ypatumus, galimas inžinerinių barjerų apkrovas, radiacinės saugos užtikrinimui keliamus reikalavimus, išorinius aplinkos poveikius buvo analizuojami skirtingų storių ir sluoksnių inžineriniai barjerai. Buvo konstatuota, kad optimalus 158 pastato pertvarkymo į atliekyną variantas būtų ant gelžbetoninės statinio 158 viršutinės perdangos įrengti plieno-gelžbetonio konstrukcijos (bendras vaizdas parodytas 2.1 pav.), kurios laikytų virš statinio įrengtą 5,8 m storio inžinerinį barjerą (daugiasluoksnį kaupą). Ant minėtų laikančiųjų konstrukcijų sluoksnis po sluoksnio būtų supilamas skirtingos paskirties ir savybių grunto sluoksnius ir juos reikiamai sutankinant suformuojamas inžinerinis barjeras (daugiasluoksnio kaupo sandara parodyta 2.2 pav.). Detalus paviršinių inžinerinių barjerų bei jų funkcijų aprašymas bus pateiktas PAV ataskaitoje.

2.1 Grafinė informacija



2.1 pav. Saugyklos (statinys 158) rekonstrukcija į atliekyną: 5,8 m storio inžinerinį barjerą laikančiosios metalinės konstrukcijos bendras vaizdas [8]



2.2 pav. Saugyklos (statinys 158) pertvarkytos į atliekyną, 5,8 m storio inžinerinio barjero sandara (pjūviai):

1 – drenažo sluoksnis (0,2 m smėlio); 2 – izoliacinis molio sluoksnis (1,5-2,4 m); 3 – drenažo sluoksnis (0,3 m žvyringo smėlio); 4 – apsauginis molio sluoksnis (0,7 m); 5–7 – drenažo sluoksniai (0,6 m smėlio, 0,6 m žvyro ir 0,8 m skaldos); 8 – 0,2 m storio augalinis sluoksnis [8]

3 ATLIEKŲ SUSIDARYMAS IR TVARKYMAS

Planuojamos ūkinės veiklos metu atliekos susidarys išmontuojant 158 pastato 2-ojo aukšto statybines ir komunikacines konstrukcijas bei pašalinant nereikalingus stogo sluoksnius. Susidariusios statybinės atliekos bus surūšiuotos, charakterizuotos ir priklausomai nuo jų aktyvumo sutvarkytos pagal atliekų tvarkymo reikalavimus [3]. Išsamesnė informacija apie susidarancius atliekų kiekius ir jų tvarkymą bus pateikta PAV ataskaitoje.

4 APLINKOS KOMPONENTAI, KURIEMS PLANUOJAMA ŪKINĖ VEIKLA GALI DARYTI POVEIKĮ

4.1 Vanduo

4.1.1 Hidrologinių ir hidrogeologinių sąlygų apžvalga

158 statinys yra 600 m atstumu į pietus nuo Drūkšių ežero. Drūkšių ežeras yra didžiausias ežeras Lietuvoje, jo hidrografinio baseino schema parodyta 4.1 pav. Dabartinis visuminis ežero plotas yra apie 45 km². 37 km² šio ploto yra Lietuvos teritorijoje. Didžiausias gylis siekia 33,3 m, vidutinis gylis – 8,2 m [21]

Yra 11 intakų į Drūkšių ežerą ir viena upė (Prorva) išteanti iš jo. pagrindinės upės, įtekančios į ežerą, yra Ričianka, Smalva, Apyvardė ir Gulbinė [21].

Beveik visas paviršinis vanduo (74 %) patenka Ričankos ir Drūkšos upėmis į pietinę Drūkšių ežero dalį. Likęs paviršinis vanduo Smalvos ir Gulbinės upėmis įteka iš vakarų pusės. Iš pietinės Drūkšių ežero dalies vanduo išteka Prorvos upe. Pagrindinių Drūkšių ežero charakteristikų suvestinė pateikta 4.1 lent.[21].

4.1 lent. Pagrindinės Drūkšių ežero charakteristikos.

Parametras, vienetai	Reikšmė
Plotas, ha	4480 / 3700*
Vidutinis gylis, m	8,2
Didžiausias gylis, m	33,3
Vandens tūris, tūkst. m ³	367 650
Vandens baseino plotas, km ²	620
Vandens kaita % per metus	29

* Bendrasis / Lietuvos teritorijoje.

Vidutinis ežero vandens lygis yra apie 141,6 m virš jūros lygio, o per pavasarinius potvynius didžiausia vandens lygio vertė gali siekti 142,35 m. Drūkšių ežero vandens režimas yra sąlygojamas ir natūralios, ir antropogeninės kilmės veiksnių. Pagrindinis gamtinės kilmės veiksnys yra regiono klimatinės sąlygos, t. y. atmosferinių kritulių kiekis, patenkantis į ežerą, ir garavimas nuo ežero paviršiaus bei jo baseino. Antropogeninės kilmės veiksniams priskiriamas elektrinės hidroinžinerinio komplekso eksploatavimas bei ežero vandens cirkuliacija dėl jo poreikio elektrinės įrenginių aušinimui. 1953 metais buvo pastatytas hidroinžinerinis kompleksas (užtvanka) ant Prorvos upės prieš įtekėjimą į Obolės ežerą. Tai pakėlė vandens lygį Drūkšių ežere 0,3 m iki dabartinio 141,6 m lygio [21]. Vandens pakilimo iki 143.5 m tikimybė yra mažiau nei 2,12E-08 [21].

Drūkšių ežero baseino plotas (žr. 4.1 pav.), yra santykinai mažas – tik 620 km². Maksimalus baseino ilgis (iš pietvakarių į šiaurės rytus) yra 40 km, maksimalus plotis – 30 km, vidutinis plotis – 15 km. Ežerui būdinga palyginti lėta vandens apykaita. Pagrindinis išteklėjimas vyksta Prorvos upe (99 % visų paviršinių ištakų). Toliau ištakos iš Drūkšių ežero ilgu ir sudėtingu apie 550 km ilgio keliu pasiekia Rygos įlanką Baltijos jūroje [21].

Visagino miesto statymo metu, pramoninis kanalizacijos vanduo buvo nukreiptas į Skripkų ežerą (ežeras Skrytas). Iš ten jis teka į upę Gulbinėlę, kuri įteka į Drūkšių ežerą [21].

IAE regione veikiantys arteziniai gręžiniai, parodyti 4.2 pav., nepatenka į požeminio vandens kryptį, kuris teka nuo 158 statinio į ežero pusę [21].

IAE regione per daugelį metų buvo išgręžta daug skirtingos paskirties ir atitinkamai skirtingo gylio gręžinių (4.3 pav.), informacija apie kuriuos patalpinta LGT (Lietuvos Geologijos Tarnyba) informacinėje sistemoje. Hidrogeologinių sąlygų apibūdinimui buvo pasirinktos 2 kryptys A–B ir C–D, pagal kurias sudaryti du hidrogeologiniai pjūviai, kertantys 158 statinio aikštelę [22]. Šių pjūvių sudarymui taip pat buvo panaudoti ir naujausių IGG tyrimų metu [22, I tomas] šalia 158 statinio darytų gręžinių (Nr. 1 ir Nr. 3) gauti duomenys.

Nagrinėjamame IAE regione kvartero sistemos nuogulų geologinis pjūvis sudėtingas, storumė sudaryta iš moreninio priemolio, molio ir priesmėlio sluoksnių ir lėšių, kuriuos skiria fliuvioglacialinių ir akvaglacialinių bei limnoglacialinių nuosėdų sluoksniai, talpinantys požeminį vandenį [22].

Radionuklidų sklaidos keliams geosferoje įvertinti naudojama turima informacija iš IGG tyrimų aikštelėje bei hidrogeologinio modeliavimo rezultatai [22, 2 priedas]. Apibendrintos turimos informacijos apie hidrogeologinę situaciją aikštelėje ir jos apylinkėse bei hidrogeologinio modeliavimo rezultatus pakanka patikimam radionuklidų sklaidos kelių geosferoje įvertinimui.

Ataskaitoje [22] pažymėta, kad pagal A–B profilį (4.4 pav.) pirmą nuo žemės paviršiaus sluoksnį sudaro moreninės nuogulos gIII_{nm3}: molis (gręžinys Nr. 47857 – 44,4 m storio), dulkis (gręžinys Nr. 47860 – 1,8 m storio) bei moreninis priemolis ir priesmėlis (gręžinys Nr. 20627 – 18,4 m storio). Dėl reljefo išlyginimo statybos tikslams daug kur ant gamtinių gruntų žemės paviršiuje suformuotas technogeninis (piltinis) gruntas, kurio storis kinta nuo 1,8 m iki 10 m storio (4.4 pav.). Papildomos informacijos apie hidrogeologinę situaciją šalia 158 statinio atskleidimui UAB „Geotestus“ įrengė naujus hidrogeologinius gręžinius (atas) [22, I tomas]. Sudarant hidrogeologinius pjūvius ties 158 statiniu, be anksčiau darytų gręžinių kartu buvo panaudoti naujai išgręžtų 15 m gylio gręžinių Nr. 3 ir Nr. 1 aprašymai. Sudaryti pjūviai susikerta ties gręžiniu Nr. 3, kuriame pjūvio viršutinė dalis yra sudaryta iš piltinio grunto (tIV) (IGS1). Piltinis gruntas čia

aptiktas nuo 0,2 iki 6,2 m gylio. Taigi, šiame gręžinyje yra didžiausias piltinio grunto sluoksnio storis. Gręžinio Nr. 3 pjūvyje po piltiniu gruntu, o gręžinio Nr. 1 pjūvyje po morena (gIIIInm3) (IGS2) slūgso smėlingos vandeningos nuosėdos (fIIIInm3) (agIIIGr) (IGS3). Pirmą vandeningą sluoksnį sudaro fliuvioglacialinės nuogulos (fIIIInm3) – dažniausiai, smėlis su rupesnėmis grunto atmainomis. Šį vandeningą sluoksnį riboja moreninio priemolio (gIIIInm3) sluoksnis, kurio kraigas giliausiai yra ties gręžiniu Nr. 51795 – 18 m gylyje. Sluoksnį gIIIInm3 daugiausiai sudaro moreninis priemolis, o jo storis kinta nuo 2,6 m (Nr. 29544) iki 20,4 m (Nr. 51814). Antras vandeningas fliuvioglacialinis sluoksnis fIIImd aptinkamas 20 – 30 m gylyje. Šį sluoksnį iš apačios riboja Medininkų morenos (gIIImd) dariniai. Profilyje A-B sluoksnio gIIImd kraigas yra 18,4–22 m gylyje, o padas 25–54,4 m gylyje [22].

Pagal ataskaitos [22] duomenis, dauguma pagal C–D profilį (4.5 pav.) išsidėsčiusių gręžinių yra apie 30 metrų gylio, tik gręžinys Nr. 44000 yra gilesnis (65 m gylio). Kadangi dauguma gręžinių yra nepakankamo gylio detaliam hidrogeologinių sąlygų apibūdinimui, todėl kvarterinių nuogulų ir nuosėdų storumės dalį, slūgsančią giliau, galima apibūdinti tik labai schematiškai pagal įvairių šaltinių duomenis [22].

Hidrogeologinis pjūvis C–D (4.5 pav.) išreikštas sluoksnių ir lęšių pavidalo sturyme, kurioje vyrauja moreninis priemolis, molis ir priesmėlis (gIIIInm3). Taip pat čia paplitę vandeningų smėlingų fliuvioglacialinių (fIIIInm3) nuogulų sluoksniai ir lęšiai. Ties Drūkšių ežeru aptinkama ir limninių (IIV) nuosėdų [22].

Moreninės nuogulos (gIIIInm3) paplitę visoje nagrinėjamoje teritorijoje. Šį sluoksnį sudaro priemolis ir priesmėlis, tačiau pasitaiko ir smėlio su žvirgždu bei gargždu tarpsluoksnių. Morenos storis kinta nuo 1,8 m iki 9,5 m, o ties gręžiniais Nr. 44000 ir Nr. 44039 moreninės nuogulos išeina į paviršių, kitur jas dengia technogeninis gruntas (tIV), limninės (IIV) nuosėdos (smėlis, aleuritas) bei fliuvioglacialinės (fIIIInm3) nuogulos [22].

Po moreninių nuogulų sturyme slūgso smėlingos, vandenį talpinančios fliuvioglacialinės (fIIIInm3) nuosėdos. Fliuvioglacialinės nuosėdos aptinkamos 2–5,6 m gylyje. Antras vandeningas sluoksnis fIIImd aptinkamas ribotai, iš apačios šį, daugiausia iš smėlio sudarytą sluoksnį, 16–21,8 m gylyje riboja limnoglacialinių nuogulų lgIIImd sluoksnis, kuris ties gręžiniais Nr. 44000 ir Nr. 43995 sudarytas iš smėlio, molio, priesmėlio bei priemolio persisluoksniavimų (lgIIImd). Šį sluoksnį iš apačios riboja gIIImd vandenspara, kuri gręžinyje Nr. 44000 aptinkama 28 m gylyje ir čia sudaro 18 m storio priesmėlio ir priemolio sluoksnį [22].

Tarpmoreninius vandeninguosius sluoksnius vieną nuo kito skiria vandeniui pusiau laidūs įvairaus (nuo 0,5–1,0 iki 50–70 m), dažniausiai nuo 10–15 iki 25–35 m storio moreninių smulkių

nuogulų sluoksniai. Šios nuogulos yra plyšiuotos, jose yra smėlio bei žvyro lęšių, todėl per juos vyksta vertikali vandens apykaita tarp tarpmoreninių vandeningųjų sluoksnių. Tose vietose, kur moreninių nuogulų sluoksnių nėra (dažniausiai paleoįrėžiuose) gretimi tarpmoreniniai sluoksniai turi glaudų hidraulinį ryšį. Tokiais atvejais glaudus hidraulinis ryšys yra taip pat tarp gruntinio vandens bei žemiau slūgsančių tarpmoreninių vandeningų sluoksnių [22].

Ataskaitoje [22] konstatuota, kad šalia 158 statinio gruntinio vandens lygis 2012–2018 m. dažniausiai buvo 3–5 m gylyje nuo žemės paviršiaus. Prie 158 statinio abiejų sluoksnių požeminio vandens lygis per penkmetį (2012–2016 m.) sumažėjo, 2017 m. vėl stebima vandens lygio kilimo tendencija, o 2018 m. – vandens lygio mažėjimas. Bendros vandens lygio kaitos tendencijos atitinka metinio kritulių kiekio variacijas.

4.1.2 Vandens poreikis

Didelio vandens kiekio poreikis, kuris turėtų kokią nors poveikį aikštelės aplinkai planuojamos ūkinės veiklos metu nėra lauktinas. Numatoma, kad vandens poreikio statybiniam darbams (daugiausia betonavimui) nebus, kadangi į aikštelę bus pristatomas jau paruoštas naudojimui betonas. Darbuotojų poreikiai (geriamas vanduo) bus patenkinami tiekiant vandenį maisto pramonėje gaminamomis pakuotėmis (buteliai ir pan.).

4.1.3 Planuojama tarša

Planuojamos ūkinės veiklos laikotarpiu, t. y. neužpildytų kanjonų užpildymo, saugyklos 2-ojo aukšto demontavimo, inžinerinių barjerų įrengimo ir kitų veiklų (žr. 1.4 skyrių) metu bei vėliau vykdomos institucinės priežiūros metu nekontroliuojamų išmetimų į vandenį nesitikima, kadangi operatorius priežiūrės atliekyno būklę ir, esant būtinumui, atliks pataisomuosius darbus.

4.1.4 Galimas poveikis

Pasibaigus institucinės priežiūros laikotarpiui (aktyviajam jo etapui), galima numatyti du atliekyno raidos scenarijus: 1) kai jo inžinerinių barjerų irimas vyksta natūraliu būdu ir 2) kai dėl nenumatytų aplinkybių gali įvykti staigus inžinerinių barjerų suirimas.

Pagal hidrologines ir hidrogeologines aikštelės ir jos aplinkos charakteristikas potencialus poveikis dėl radionuklidų sklaidos požeminiu vandeniu gali būti Drūkšių ežerui.

Tačiau Visagino miesto vandenvietę, kurios 3-ios sanitarinės apsaugos zonos riba yra apie 500 metrų atstumu nuo 158 statinio, galima išbraukti iš potencialių taršos gavėjų sąrašo, kadangi pagal planuojamo atliekyno zonoje pratekančių požeminių ir gruntinių vandenų srauto kryptį ji yra priešingoje pusėje.

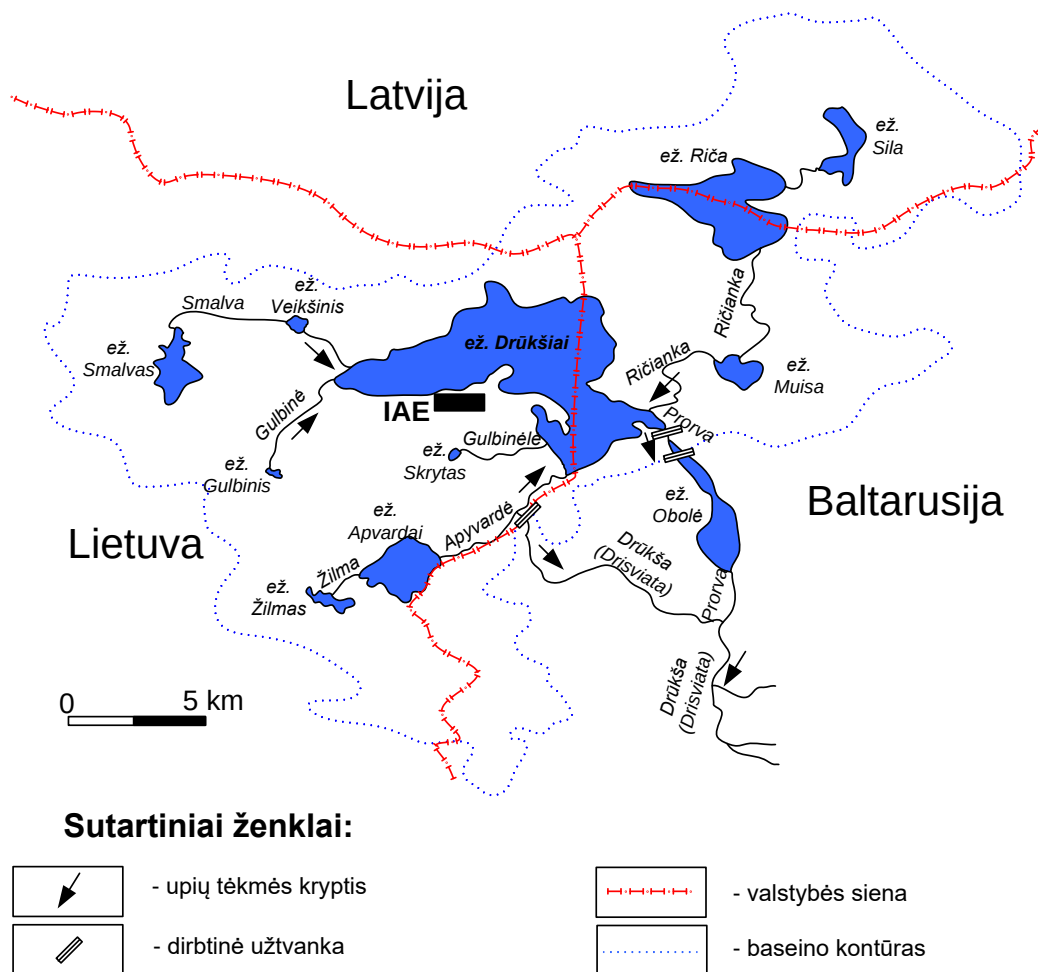
Atliekyno raidos (inžinerinių barjerų evoliucijos) scenarijai, kurių pasekmėje galėtų atsirasti

radionuklidų sklaida iš atliekyno, o vėliau ir aikštelės aplinkos vandens užteršimas, bus pateikti ir išnagrinėti PAV ataskaitoje. Analizei bus pritaikyta ISAM metodologija [19] ir naudojamos kompiuterinės programos, pavyzdžiui, AMBER [23], COMSOL[24] ar kt., kurių pagalba galima modeliuoti vandens srautų, o kartu ir radionuklidų sklaidą per atliekyno inžinerinius barjerus, o taip pat ir geosferoje.

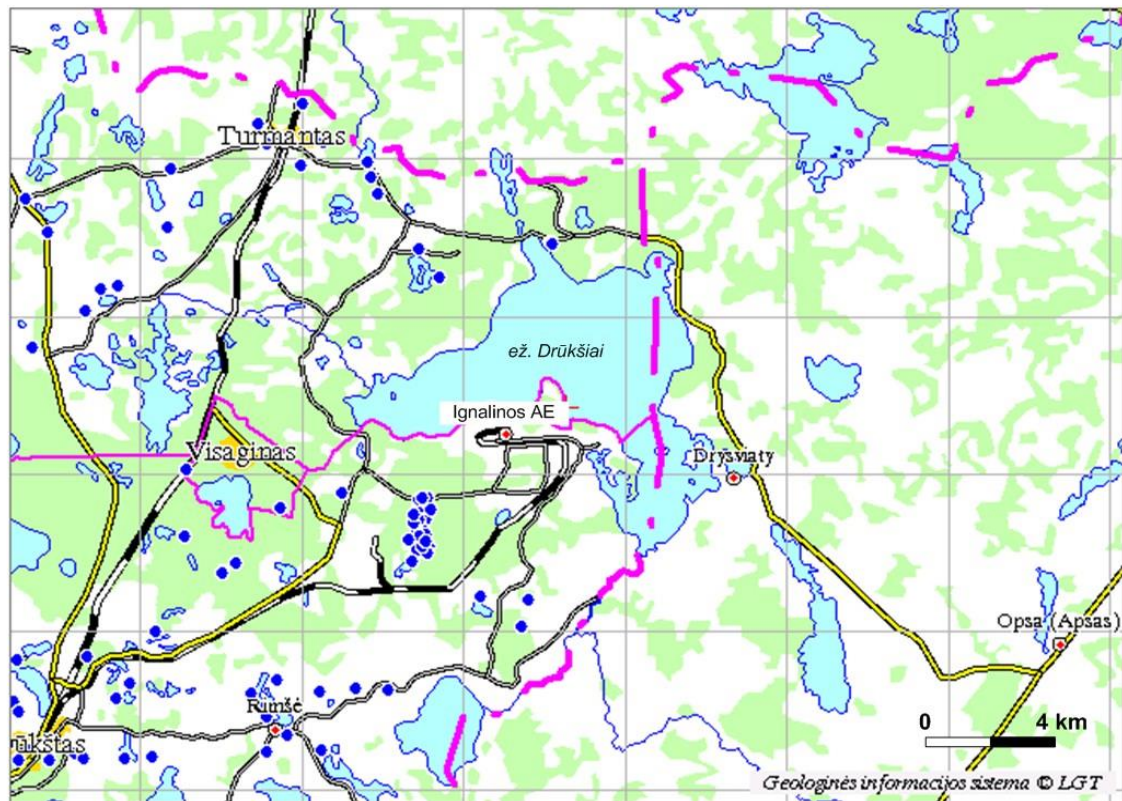
4.1.5 Poveikio sumažinimo priemonės

Pagrindinės prevencinės priemonės prieš galimą vandens užteršimą planuojamos ūkinės veiklos metu, sąlygojamą galimos atliekų sklaidos iš atliekyno, bus atliekyno inžinerinių barjerų būklės stebėseną ir, esant būtinybei, jų pataisomieji darbai bei drenažo sistemos atliekyno teritorijoje funkcionavimo užtikrinimas ir jos nuolatinė priežiūra, iki kol baigsis aktyvios institucinės priežiūros laikotarpis.

4.1.6 Grafinė informacija



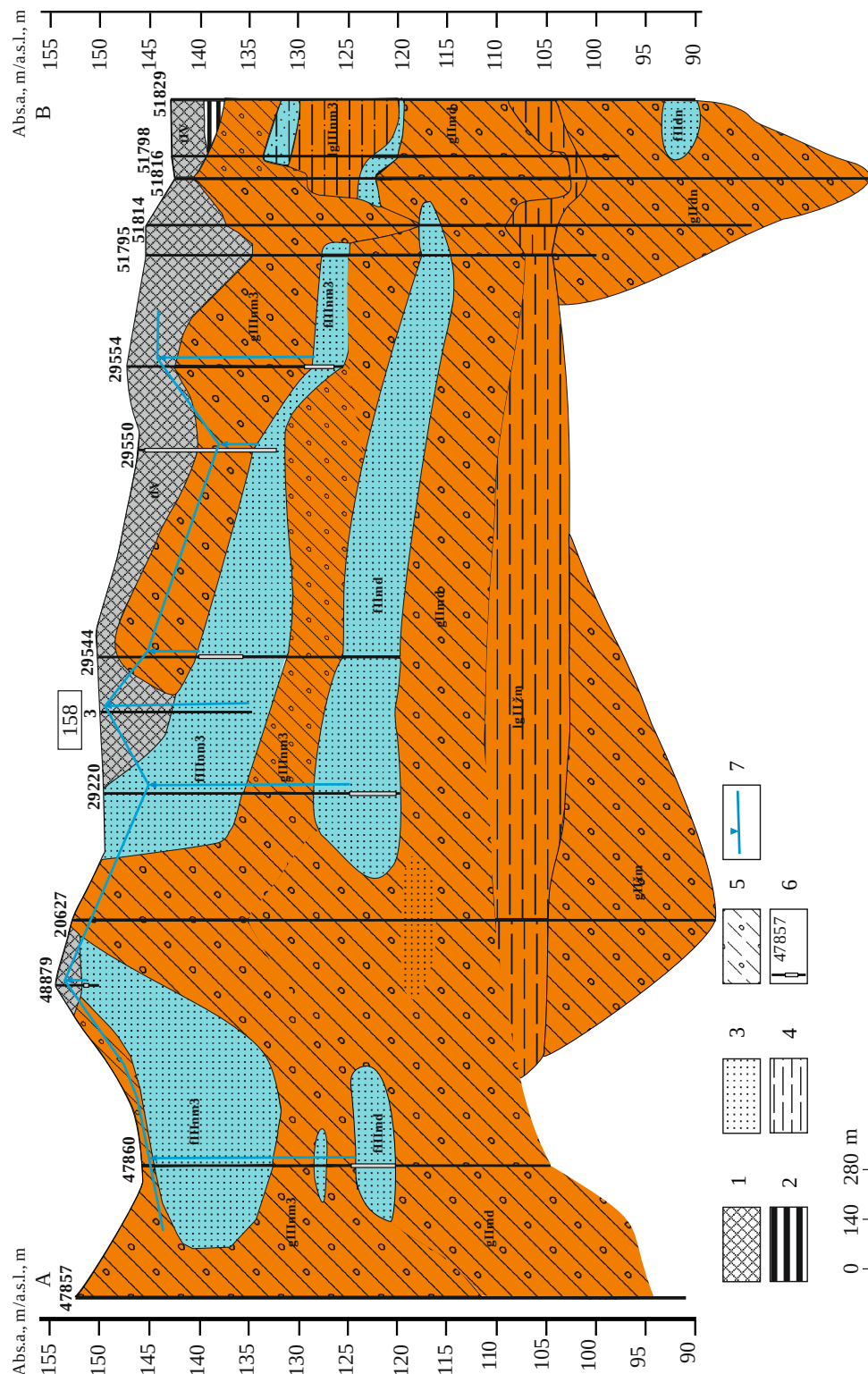
4.1 pav. Drūkšių ežero hidrografinio tinklo schema [21]



4.2 pav. Veikiantys arteziniai gręžiniai (pažymėti mėlynais skritulėliais) [21]

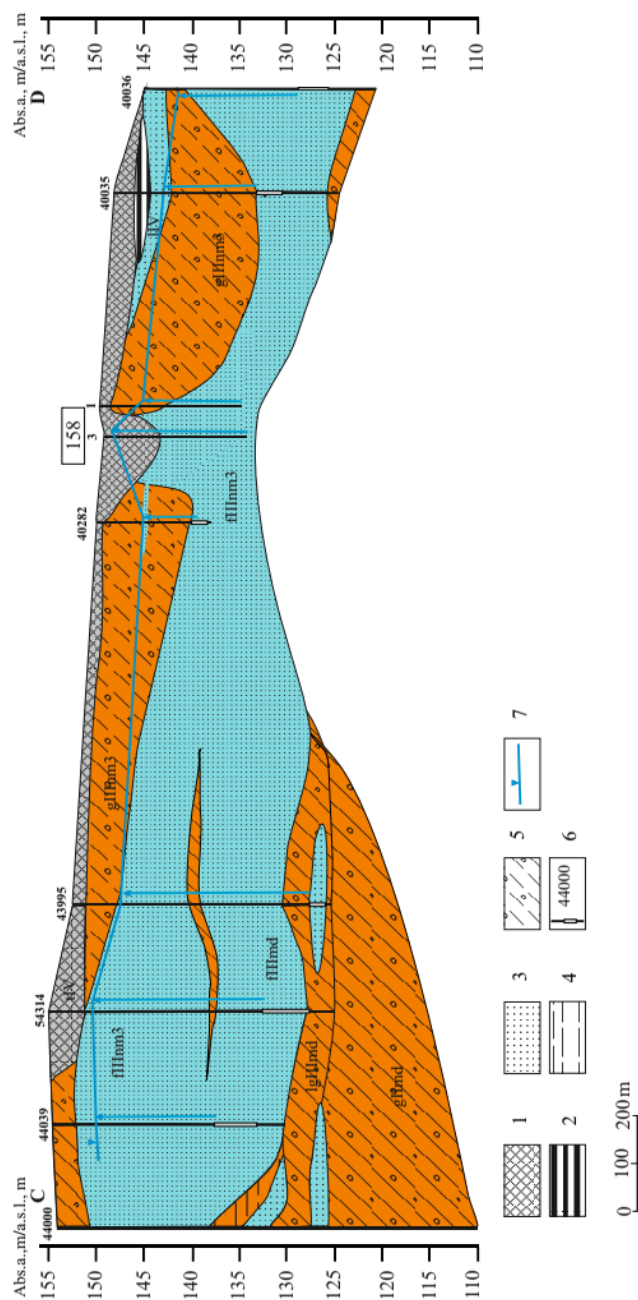


4.3 pav. Hidrogeologinių pjūvių (A–B ir C–D) linijos (raudonu stačiakampiu pažymėtas plotas, iš kurio surinkti gręžinių duomenys, patalpinti LGT duomenų bazėje) [22]



4.4 pav. Hidrogeologinis pjūvis (mėlynai pažymėta vandeningi sluoksniai; rudai – vandensparos) pagal A–B liniją (žr. 4.3 pav.): 1 – technogeninis gruntas; 2 – pelkių nuogulos; 3 – įvairūs smėlis; 4 – molis; 5 – priesmėlis ir priemolis; 6 – gręžinio numeris ir filtro intervalas; 7 – požeminio vandens lygis [22]

Pastaba: Šalia 158 statinio ties gręžiniu Nr. 3 iki 15 m gylio aptinkami du sluoksniai: piltinis gruntas (IV) (IGS1) ir smėlingos vandeningos nuogulos (fIIIInm3) (agIIIgr) (IGS3 – tankus smulkus smėlis su vidutinio rupumo ir dulkingo smėlio tarpsluoksniais)



4.5 pav. Hidrogeologinis pjūvis (mėlynai pažymėta vandeningi sluoksniai; rudai - vandensparos) pagal C–D liniją (žr. 4.3 pav.): 1 – technogeninis gruntas; 2 – pelkių nuogulos; 3 – įvairus smėlis; 4 – molis; 5 – priemolis ir priemolis; 6 – gręžinio numeris ir filtro intervalas; 7 – požeminio vandens lygis [22]

Pastaba: Šalia 158 statinio ties gręžiniu Nr. 3 iki 15 m gylio aptinkami du sluoksniai: piltinis gruntas (IV) (IGS1) ir smėlingos vandeningos nuogulos (fIIInm3) (agIIIGr) (IGS3 – tankus smulkus smėlis su vidutinio rupumo ir dulkingo smėlio tarp sluoksniais). Šalia 158 statinio ties gręžiniu Nr. 1 iki 15 m gylio aptinkami trys sluoksniai: piltinis gruntas (IV) (IGS1), IGS2 – mažo plastiškumo, vidutinio stiprumo moreninis smulkus gruntas, kur vyrauja smėlingas dulkingas molis, persiluoksniuojantis su smėlingu moliu ir smėlingu moliu dulkiu, ir smėlingos vandeningos nuogulos (fIIInm3) (agIIIGr) (IGS3 – tankus smulkus smėlis su vidutinio rupumo ir dulkingo smėlio tarp sluoksniais)

4.2 Aplinkos oras

4.2.1 Meteorologinių ir klimatinių sąlygų apžvalga

Lietuvos klimatas yra tipiškas vidutinės klimatinės zonos klimatas. Kadangi jūrinių ir žemyninių oro masių pasikeitimas vyksta dažnai, regiono klimatas yra pereinamasis – nuo Vakarų Europos jūrinio klimato iki Eurazijos žemyninio klimato.

Regioniniu mastu klimato sąlygos priklauso nuo atstumo iki Baltijos jūros. Dėl oro srautų įsiveržimo iš artimiausių geografinių zonų rytiniai Lietuvos regionai (t. y. IAE regionas), palyginus su vakarinėmis dalimis, apibūdinami didesniais metiniais temperatūrų pokyčiais, šaltesnėmis ir ilgesnėmis žiemomis su gausesne sniego danga ir šiltesnėmis, bet trumpesnėmis vasaromis.

IAE regiono vidutinė metinė temperatūra 2009–2018 m. laikotarpiu kinta nuo 6,3 °C 2010 ir 2012 metais iki 7,6 °C 2018 metais. Vidutinė temperatūra -11,9 °C sausio mėn. 2010 m. mažiausia registruota per aprašomą laikotarpį. Vidutinė temperatūra +22,5 °C liepos mėn. 2010 m. yra didžiausia [28].

Vidutinės paskaičiuotos oro temperatūros šalčiausiuoju 5 dienų laikotarpiu yra -27 °C. Absoliutus užregistruotos temperatūros maksimumas yra 36 °C, o absoliutus minimumas yra -40 °C. Skaičiuojamos temperatūros absoliutus maksimumas skaičiuotas su dažniu 1 per 10000 metų yra 40,5 °C ir absoliutus temperatūros minimumas skaičiuojamas 1 per 10000 metų yra -44,4 °C [21].

2009–2018 m. laikotarpiu [28, 29]:

- mažiausia santykinės oro drėgmės reikšmė 46,2 % buvo užregistruota 2009 m. balandžio mėn.;
- didžiausia oro santykinės drėgmės reikšmė yra 92,5 % registruota 2012 m. spalio mėn.;
- metinė vidutinė oro santykinė drėgme yra 76,9 % ir kinta nuo 66,7 % 2011 metais iki 82,8 % 2017 metais.

Ilgalaikis (1987–2018 m.) vidutinis metinis kritulių kiekis yra 688,2 mm. 47 % kritulių iškrenta vasarą (balandžio – spalio mėn.) 53 % nuo lapkričio iki kovo. Mažiausias kritulių kiekis registruotas 2006 sausio mėn. (10 mm), didžiausias (227,8 mm) liepos mėn. 2010 m. Didžiausias metinis kritulių kiekis (1054 mm) registruotas 2017 metais, mažiausias (529,4 mm) registruotas 2008 metais [28, 29].

Žemiau pateikti pagal [30, 31] apibendrinti sniego dangos vertinimai:

- **Sniego dangos trukmė.** 1981–2010 m. per šaltąjį laikotarpį sniego danga Lietuvos teritoriją dengė vidutiniškai 82 dienas. Vidutinis dienų su sniego danga skaičius atskiruose Lietuvos regionuose 1981–2010 metais buvo 50-120 dienų. Daugiausia dienų

su sniego danga buvo rytinėje Lietuvos dalyje, pvz. Dūkšte (Ignalinos regione) vidutiniškai 112 dienų. Pajūrio krašte vidutinis dienų su sniego danga skaičius buvo pats mažiausias – vos 59 dienos. 1961–2010 metų laikotarpiu sniego dangos trukmė Lietuvos teritorijoje vidutiniškai sutrumpėjo 17 dienų.

- **Sniego dangos storis.** Vidutinis didžiausias sniego dangos storis atskiruose Lietuvos regionuose 1981–2010 m. buvo 10–26 cm. Didžiausios vidutinės maksimalaus sniego dangos storio reikšmės fiksuotos Rytų Lietuvoje (daugiausia Dūkšte (Ignalinos regione) – 25 cm) bei Žemaičių aukštumose (Laukuvoje – 26 cm). Analizuojamais metais pačiomis mažiausiomis vidutinio maksimalaus sniego dangos storio reikšmėmis išsiskyrė Klaipėda – 12 cm. 1961–2010 metų laikotarpiu vidutinis didžiausias sniego dangos storis Lietuvos teritorijoje sumažėjo 3,5 cm.
- **Sniego dangos tankis.** Vidutinis žiemos meto sniego tankis yra 0,2–0,25 g/cm³. Sniego dangoje yra daug oro, todėl jos tankis vos iškritus sniegui nėra labai didelis ir dažniausiai kinta nuo 0,04 iki 0,1 g/cm³. Toks purus sniegas pasižymi ypač mažu šiluminiu laidumu, todėl sniego danga silpnina šilumos apykaitą tarp dirvos ir oro. Sniegu padengta dirva išlaiko aukštesnę temperatūrą, kuri labai priklauso nuo sniego dangos storio. Sniego dangos tankiui didelę įtaką daro vėjo greitis sniego kritimo metu. Žiemos sezonui artėjant į pabaigą, sniego tankis didėja ir gali siekti 0,3–0,6 g/cm³.

Regione vyrauja vėjai, kurių greitis mažesnis nei 7 m/s, tai iliustruoja užregistruoti įvykiai, kurie sudaro daugiau nei 90 % visų stebėtų atvejų. Užregistruoti atvejai, kai vėjo greitis didesnis nei 10 m/s nėra dažni – mažiau nei 10 atvejų per metus [21]. Pagal regioninius vėjo matavimus, darytus 2009–2018 metais, žr. 4.6 pav., nustatyta, kad dominuoja vakarų ir pietvakarių vėjai. Vyraujančios kryptys nekito žymiai matavimo periodu. Egzistuojančios atmosferos sąlygos yra palankios IAE išmetimų išsklaidymui atmosferoje [21].

2009–2018 metais kontroliuojamoje IAE zonoje registruoti šie stiprūs vėjai [21, 28, 29]:

- trys įvykiai su vėjo greičiu didesniu nei 30 m/s: 2012 m. spalio mėn. – 35,9 m/s, 2015 m. sausio mėn. – 31,1 m/s, 2017 m. spalio mėn. – 34,6 m/s;
- keturi įvykiai su vėjo greičiu didesniu nei 25 m/s: 2014 m. kovo mėn. – 25,5 m/s, 2016 m. spalio mėn. – 25,1 m/s, 2017 m. kovo mėn. – 25,9 m/s, 2017 m. gruodžio mėn. – 27,4 m/s.

Kontroliuojamoje IAE zonoje 2009–2018 m. laikotarpyje registruotas vidutinis vėjo greitis nuo 2,5 iki 4,8 m/s. Stiprūs vėjai, kurių greitis didesnis nei 30 m/s sudaro 1,5 %, daugiau nei 25 m/s – 3 %, daugiau nei 20 m/s – 20 % [21, 28, 29].

4.2.2 Planuojama tarša

Bitumuotos atliekos yra sukietėjusios RA, todėl jokių dujinių radionuklidų išlakų planuojamos ūkinės veiklos metu nesitikima. Numatomo vandenilio ar kitų dujų (neradioaktyviųjų) išsiskyrimo vertinimas bus pateiktas PAV ataskaitoje.

Potencialus radiologinis atmosferos oro užteršimas numatomas netyčinio įsibrovimo į atliekyną metu, pasibaigus institucinės kontrolės laikotarpiui bei potencialių avarijų atvejais. Planuojama, kad į aplinkos orą išmestų radionuklidų sklaidos ir nusėdimo ant žemės paviršiaus vertinimas bus atliekamas naudojant AERMOD modeliavimo sistemą [33] bei Lakes Environmental Consultants Inc. sukurtą AERMOD View vartotojo sąsają [34].

Ne radiologinės oro taršos galima tikėtis saugyklos rekonstrukcijos darbų bei būsimos atliekyno inžinerinių barjerų statybos metu iš mobilių šaltinių: sunkvežimių, buldozerių ir pan., kurie bus naudojami transportuojant statybines medžiagas ir inžinerines konstrukcijas bei formuojant paviršinius inžinerinius atliekyno barjerus.

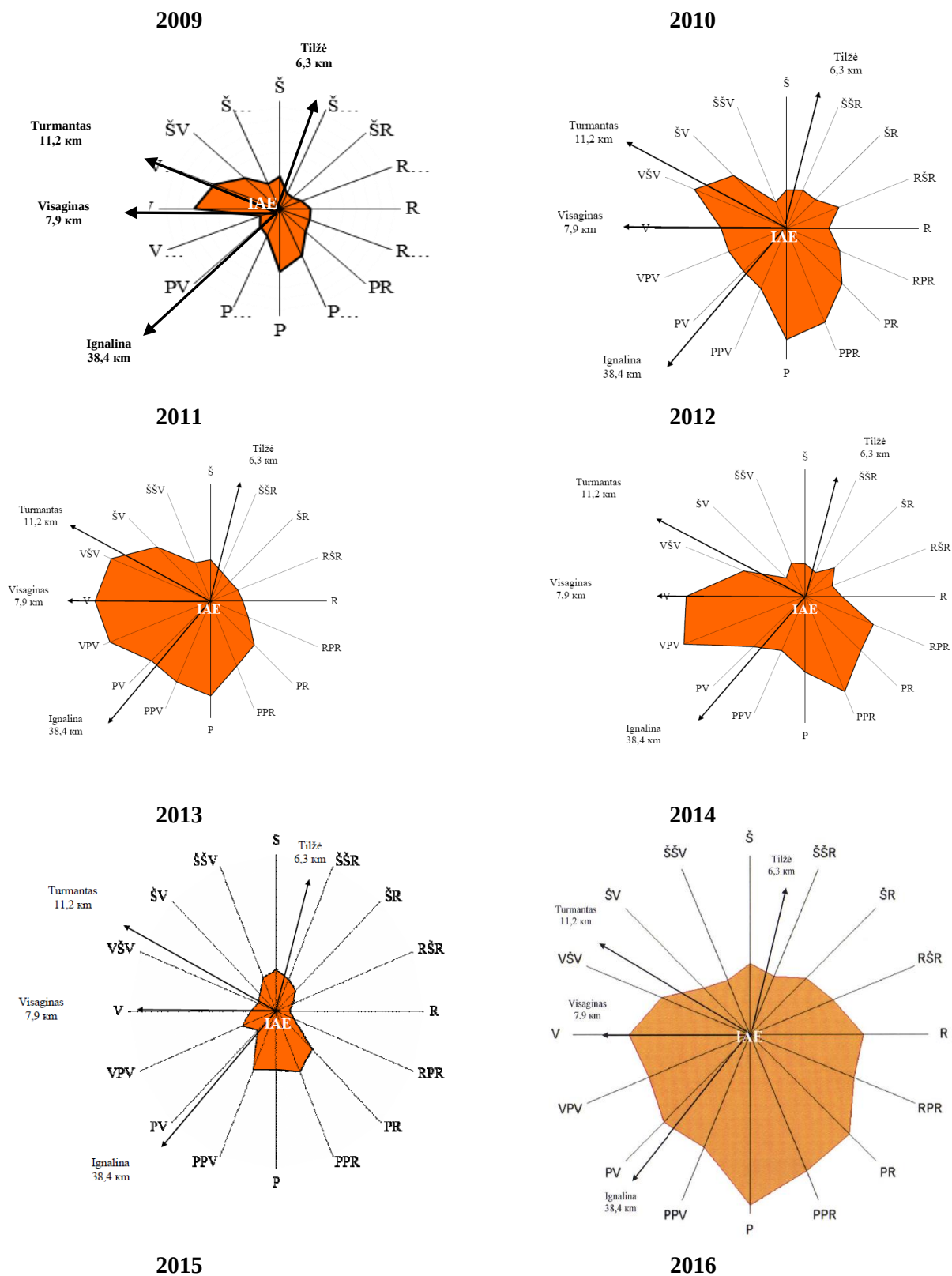
4.2.3 Galimas poveikis

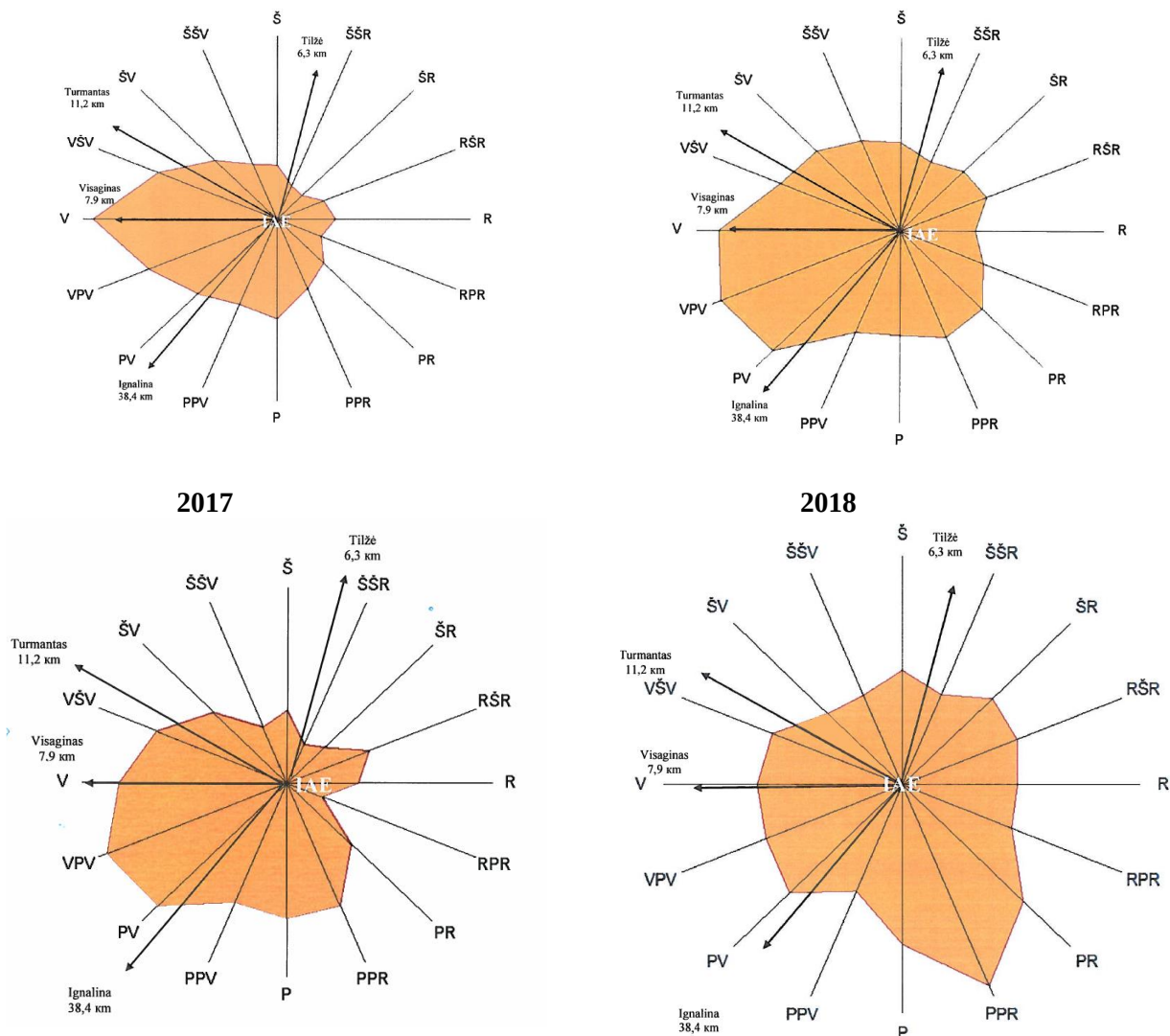
PAV ataskaitoje bus vertinamas galimas radiologinis ir neradiologinis aplinkos oro užteršimas.

4.2.4 Poveikio sumažinimo priemonės

Neigiamo poveikio orui sumažinimo priemonės bus pateiktos PAV ataskaitoje.

4.2.5 Grafinė informacija





4.6 pav. IAE regione vyraujančios vėjų kryptys (vėjo kryptis – nuo IAE) [28, 29]

4.3 Dirvožemis

IAE teritorija, kurioje yra 158 statinys ir kurioje planuojami paviršiniai inžineriniai barjerai užims dalį esamų 158/2, 150 ir kt. statinių bei nutiestų kelių vietų, yra paveikta statybų bei IAE veiklos ir beveik visa padengta piltiniu gruntu, taigi natūralaus dirvožemio sluoksnio nėra. Piltinis gruntas sudarytas iš priemolio, žvirgždo, žvyro, smėlio ir vietomis organinių liekanų mišinio. Išsamesnis dirvožemio sluoksnio aprašymas bus pateiktas PAV ataskaitoje.

Planuojamos ūkinės veiklos metu papildomo poveikio, didinančio esamo viršutinio grunto sluoksnio suardymą ir jo užteršimą, nesitikima ir PAV ataskaitoje nebus analizuojama.

4.4 Žemės gelmės (geologija)

Ignalinos AE geologinį pjūvį sudaro kristalinio pamato ir nuosėdinės dangos uolienos (4.7 pav. ir 4.8 pav.). Kristalinis pamatas slūgso 703–756,7 m gylyje nuo žemės paviršiaus. Jį sudaro apatinio proterozojaus uolienos – dažniausiai biotito ir amfibolo sudėties gneisas, granitas, migmatitas ir kt [22].

Nuosėdinę storymę sudaro prekvartero ir kvartero uolienos. Jos storis 703–756,7 m. Prekvartero storymėje išplitusios viršutinio proterozojaus, vendo komplekso ir paleozojaus uolienos. Vendo kompleksą sudaro gravelitas, įvairaus rupumo feldšpatinis kvarcinis smiltainis, aleurolitas ir argilitas. Paleozojaus eratemos geologinį pjūvį sudaro apatinio, vidurinio kambro, ordoviko, apatinio silūro ir vidurinio bei viršutinio devono uolienos. Apatinį kambą sudaro įvairaus rupumo, dažniausiai smulkus ir smulkutis, kvarcinis su nežymia glaukonito priemaiša smiltainis, aleurolitas ir molis; apatinį-vidurinį kambą – smulkus ir smulkutis kvarcinis smiltainis; ordoviką – klinties ir mergelio sluoksniai, apatinį silūrą – domeritas ir dolomitas, vidurinį devoną – gipsinga brekčija, domeritas, dolomitas, taip pat smulkaus ir smulkučio smiltainio, aleurolito ir molio sluoksniai; viršutinį devoną – smulkaus ir smulkučio smėlio, smiltainio, aleurolito ir molio sluoksniai. Vendo komplekso storis – 139–159 m, bendras apatinio ir vidurinio kambro uolienų storis – 93–114 m, ordoviko – 144–153 m, apatinio silūro – 28–75 m, devono uolienų storis siekia 250 m [22].

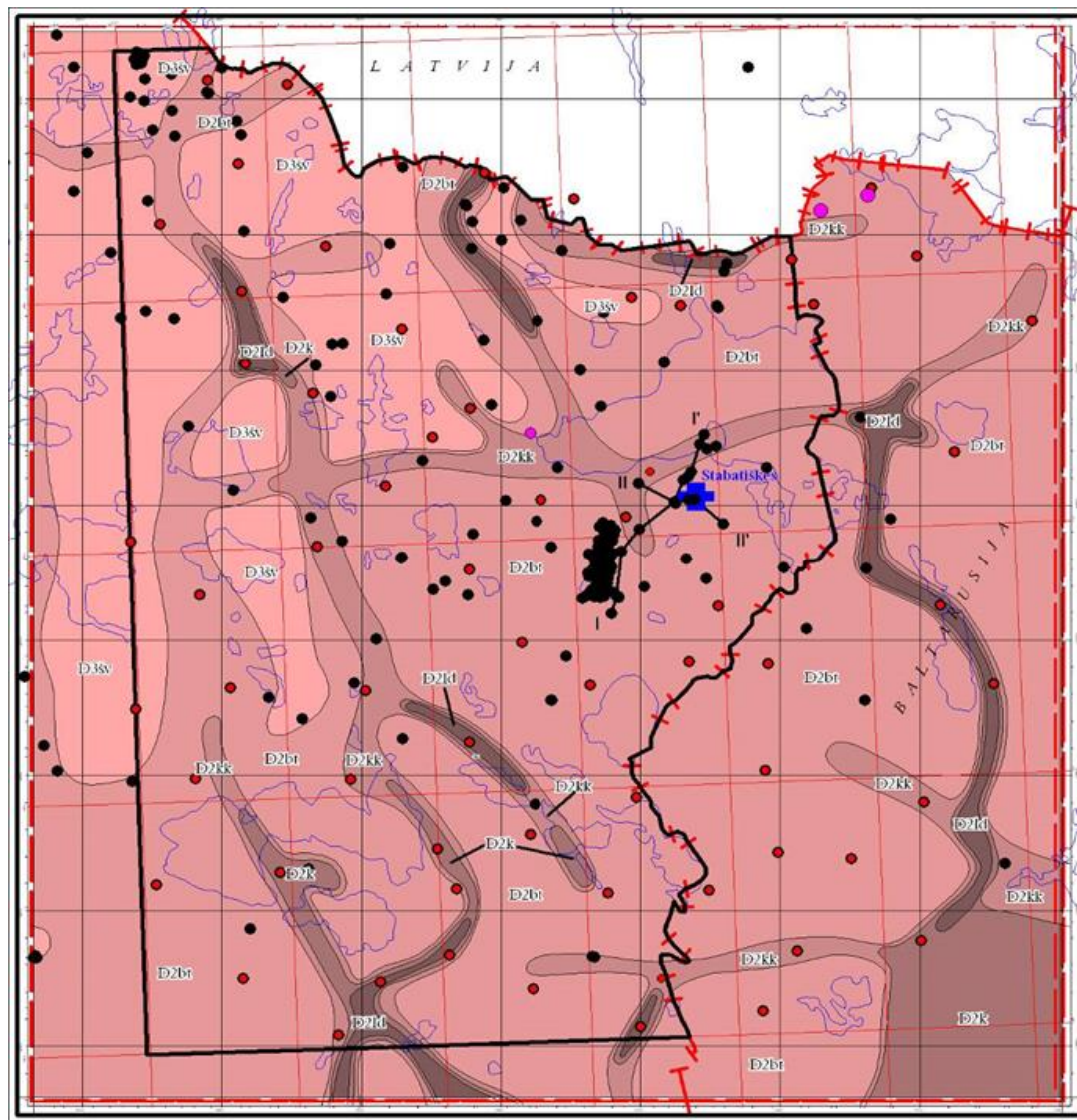
Gamtinių išteklių buvimą lemia vietinės geologinės sąlygos, kurias, savo ruožtu, sąlygojo geologiniai procesai, suformavę nuosėdinį IAE regiono sluoksnį. Regionas iš esmės buvo suformuotas paskutinio ledynmečio epochoje, todėl tipinis šio regiono ypatumas – pramoniniam naudojimui tinkami smėlio ir žvyro ištekliai [35]. Rytų kryptimi 5 km atstumu nuo IAE yra taip vadinamas Sauliakalnio žvyro-smėlio karjeras. Remiantis turima informacija ir pastarųjų metų tyrimais, IAE pramoninėje aikštelėje ir jos apylinkėse aikštelėje vertingų požeminių išteklių nerasta [36].

Planuojamos ūkinės veiklos poveikis žemės gelmių (geologiniams) komponentams nenumatomas.

Vertingų gamtinių išteklių 158 statinio aikštelėje neaptikta. Planuojama ūkinė veikla įprastomis eksploatacijos sąlygomis nedarys įtakos galimai ūkinei veiklai už aikštelės ribų.

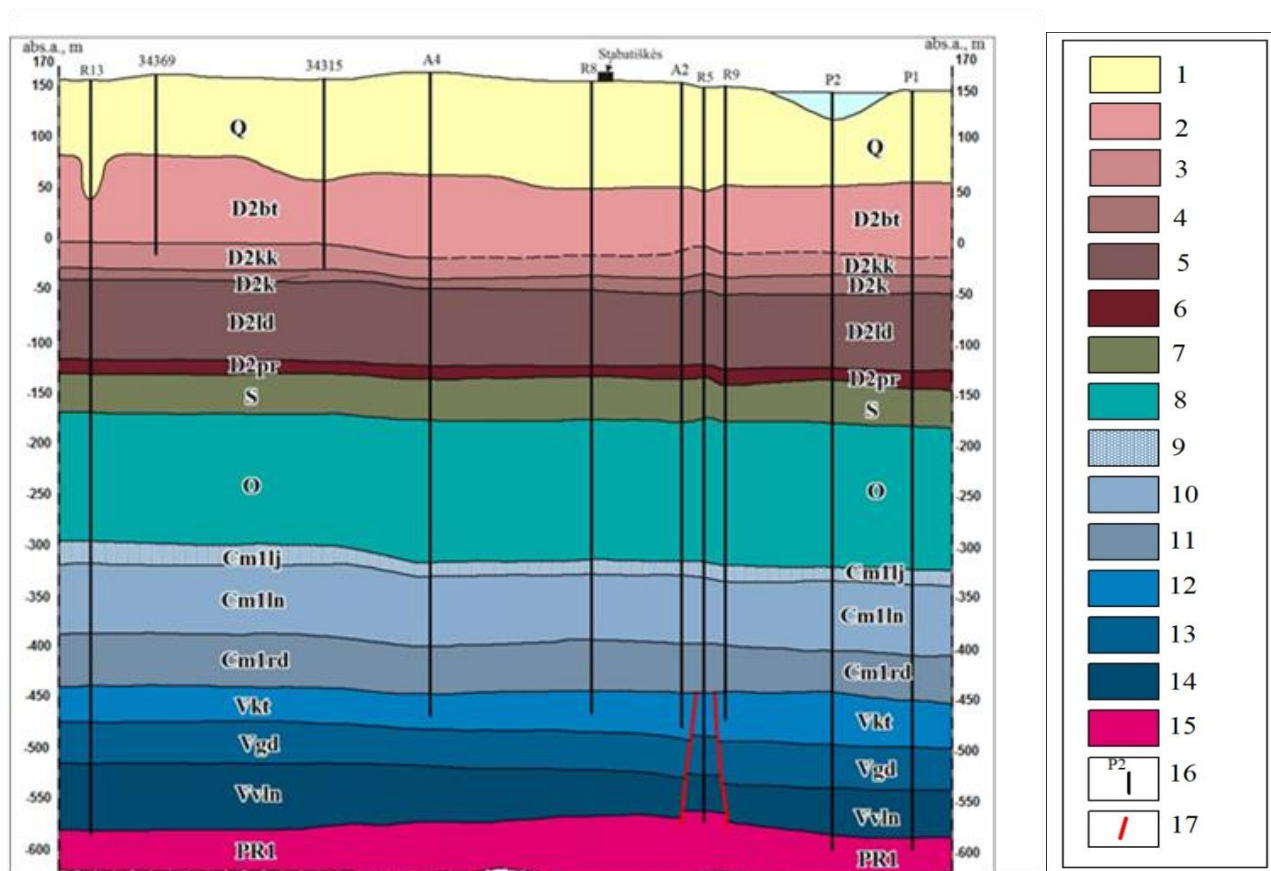
PAV ataskaitoje poveikio žemės gelmės komponentams analizė nenumatyta.

4.4.1 Grafinė informacija



4.7 pav. Patikslintas Ignalinos AE regiono prekvartero geologinis žemėlapis (aut. S. Šliaupa, 2005 [25]; originalus mastelis 1:50 000).

Raudonos trumpos linijos žymi ribas tarp Lietuvos, Latvijos ir Baltarusijos, raudonos ištisinės linijos – vietinės Lietuvos koordinatės sistemos LKS-94 koordinatės skalę



4.8 pav. IAE regiono geologinis skerspjūvis I-I' (skerspjūvio vietą žr. 4.7 pav.)

Legenda:

1 – Kvarteras: morena, smėlis, dulkis, molis.

2-8 – Vidurinis devonas:

2 – Butkūnų svita: smėlis, smiltainis su skalūno ir aleurito tarpsluoksniais;

3 – Kuklių svita: smėlis, smiltainis, aleuritas, skalūnas;

4 – Kernavės svita: dolomitinis tankus mergelis, molio tarpsluoksniai;

5 – Lėdų svita: dolomitinis tankus mergelis, dolomitas;

6 – Piarnų svita: smėlis, smiltainis, dolomitas;

7 – Apatinis Silūras: dolomitinis tankus mergelis, dolomitas, klintis;

8 – Ordovikas: klintis, smiltainis ir tankus mergelis.

9-11 – Apatinis kambras:

9 – Aisčių Grupės Lakajos svita: smiltainis su skalūno tarpsluoksniais;

10 – Baltijos Grupės Lontovos svita: skalūnas su smiltainio tarpsluoksniais;

11 – Baltijos Grupės Rudaminos svita: skalūnas su aleurito ir smiltainio tarpsluoksniais.

12-14 – Apatinis ir viršutinis vendas:

12 – Kotlino regioninis aukštas: molingas smiltainis, aleuritas, gravelitas, skalūnas;

13 – Gdovo regioninis aukštas: smiltainis, gravelitas, aleuritas;

14 – Volyniano grupė: smiltainis, gravelitas, brekčija.

15 – Apatinis proterozojus: granitas, gneisas, amfibolitas, milonitas.

16 – Grėžinys.

17 – Lūžis.

4.5 Biologinė įvairovė

Biologinė įvairovė apima planuojamos ūkinės veiklos vietovėje esančius biotipus (miškus, pievas, pelkes, vandens telkinius), augaliją, gyvūniją bei grybiją. 158 statinys yra IAE pramoninėje aikštelėje, kurioje nėra biologinės įvairovės, todėl jokio poveikio biologinei įvairovei nebus. PAV ataskaitoje bus pateikta informacija apie artimiausias 158 statiniui europinio ekologinio tinklo Natura 2000 teritorijas bei pateiktas planuojamos ūkinės veiklos potencialaus poveikio joms įvertinimas. Jei toks poveikis bus nustatytas, tai PAV ataskaitoje bus pateiktos jo sumažinimo ar išvengimo priemonės.

4.6 Kraštovaizdis

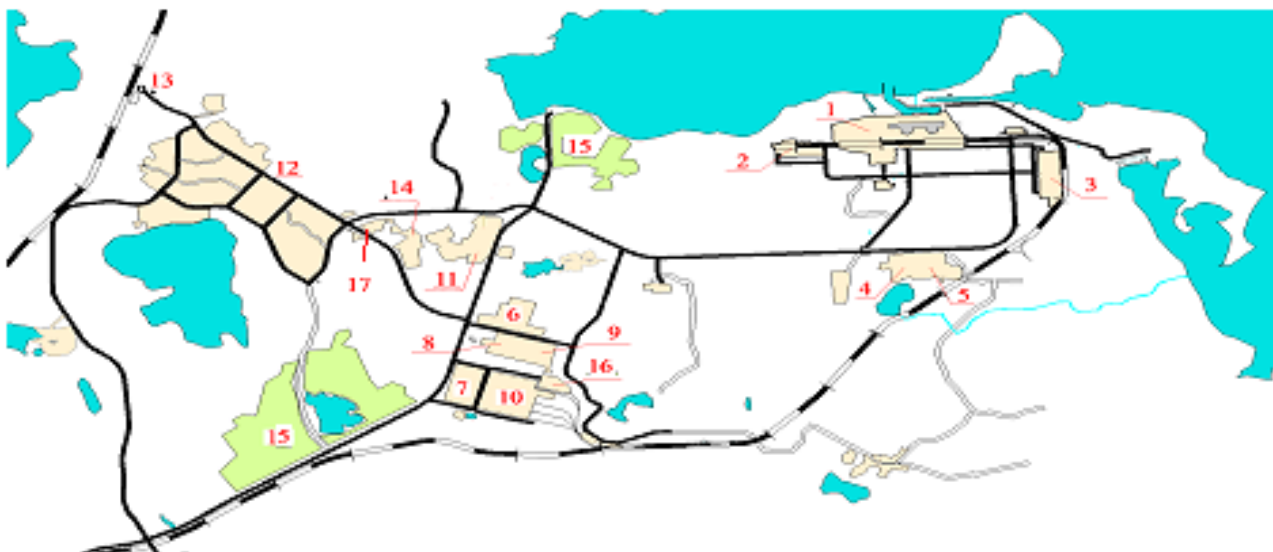
Esama saugykla yra IAE pramoninėje aikštelėje, todėl jokio kito poveikio kraštovaizdžiui nesitikima, nevertinant to, kad saugykla taps apie 13 m aukščio dirbtine kalva.

Kadangi vertingos kraštovaizdžio teritorijos, pvz. Gražutės regioninis parkas ir Smalvos hidrografinis draustinis, yra toli nuo planuojamos ūkinės veiklos vietos, tai nenumatoma, kad atliekyno įrengimas turės poveikį aplinkos kraštovaizdžiui ir tolimesnė analizė PAV ataskaitoje neplanuojama.

4.7 Socialinė ir ekonominė aplinka

Planuojama ūkinė veikla bus vykdoma IAE pramoninėje aikštelėje. Esamoje IAE sanitarinėje apsaugos zonoje nėra pastoviai gyvenančių gyventojų ir ūkinė veikla ten apribota.

Aplink IAE didelių komercinių įmonių nėra. Apytiksliai 5 km atstumu pietvakarių kryptimi nuo IAE yra buvusi karinė bazė, autotransporto skyriai, katilinė, o apytiksliai 6 km atstumu yra miesto autotransporto skyrius, statybinė bazė, baldų gamykla („Visagino linija“) bei drabužių siuvykla („Visatex“). Visagino miestas yra apytiksliai 8 km atstumu į vakarus nuo IAE žr. 4.9 pav. [21].



4.9 pav. Gyvenamųjų ir komercinių objektų panorama [21]:

1 – IAE aikštelė, 2 – atviroji paskirstymo sistema, 3 – sandėliai, 4 – nutekamųjų vandenų valymo įrenginiai, 5 – Visagino autotransporto skyrius, 6 – miesto tiekimo bazė, 7 – miesto autotransporto skyrius, 8, 9 – autotransporto skyriai, 10 – statybinė bazė, 11 – sveikatos klinika, 12 – Visagino miestas, 13 – geležinkelio stotis, 14 – miesto transformatorinė, 15 – poilsio zona, 16 – katilinė, 17 – drabužių siuvykla VISATEX.

Poveikis socialinei ir ekonominei aplinkai arba jos pasikeitimai nenumatomi.

Tolimesnė šio komponento analizė PAV ataskaitoje neplanuojama.

4.8 Etninės ir kultūrinės sąlygos, kultūros paveldas

Planuojama ūkinė veikla bus vykdoma IAE pramoninėje aikštelėje ir neturės jokio poveikio etninėms ir kultūrinėms sąlygoms, o taip pat kultūros paveldui už pramoninės aikštelės ribų.

Kadangi jokie kultūros paveldo objektai, o taip pat etniniai ir kultūriniai aspektai, kuriuos planuojama ūkinė veikla galėtų paveikti, nenustatyti, todėl tolimesnė analizė PAV ataskaitoje neplanuojama.

4.9 Visuomenės sveikata

Planuojama ūkinė veikla bus vykdoma Ignalinos AE pramoninėje aikštelėje, t. y. esamoje 3 km spindulio IAE sanitarinėje apsaugos zonoje, kurioje nėra nuolatinių gyventojų ir ūkinė veikla apribota. Planuojamos ūkinės veiklos aikštelė yra nutolusi maždaug 10 km nuo tankiau apgyvendintų regiono vietų (Visagino miesto).

Planuojama ūkinė veikla nesąlygos ženkliaus įprasto (neradiologinio) poveikio, kuris galėtų daryti neigiamą poveikį visuomenės sveikatai. Numatomo triukšmo lygio įvertinimas ir prevencinės priemonės, jei tokios bus reikalingos, triukšmo lygiui sumažinti iki leistinų ribinių dydžių bus

išanalizuotos PAV ataskaitoje. Kiti potencialūs poveikio šaltiniai (t. y. išmetimai į orą ir kt.) bus palaikomi leistinose ribose. Ši nuostata bus pagrįsta PAV ataskaitoje, remiantis kituose ataskaitos skyriuose pateikta informacija ir duomenimis.

Galimas visuomenės sveikatos poveikio šaltinis, kurį būtina įvertinti, yra jonizuojančioji spinduliuotė. Poveikis (apšvitos dozės kritinės gyventojų grupės nariams) potencialiai galimas dėl radioaktyviųjų medžiagų išmetimų arba dėl tiesioginės apšvitos, kurią sąlygotų 158 pastate esančios radioaktyviosios atliekos. Išanalizavus vandeniu ir oru pernešamų radioaktyviųjų medžiagų galimą sklaidą įvairių scenarijų atvejais PAV ataskaitoje bus įvertintas poveikis gyventojams ir numatytos poveikį mažinančios priemonės, jeigu tokios bus reikalingos. Analizuojamas laikotarpis apims atliekyno institucinės priežiūros (aktyvios – 100 metų ir pasyvios – 200 metų) laikotarpį bei laikotarpį po institucinės priežiūros, kol galimas didžiausias poveikis reprezentantui.

Profesinė apšvita bus analizuojama preliminarioje saugos analizės ataskaitoje, ją pagrindžiant techninio projekto sprendimais. Pagal tarptautinę praktiką ir TATENA rekomendacijas, saugos analizė bus atliekama kartu su planuojamos ūkinės veiklos planavimo ir projektavimo darbais. Pagal saugos analizės rezultatus bus daromi projekto pakeitimai, siekiant užtikrinti atitinkamus saugos reikalavimus. Kadangi planuojama pritaikyti praktikoje patikrintas radioaktyviųjų atliekų tvarkymo technologijas, techninio pobūdžio problemos nėra numatomos, ir planuojama ūkinė veikla gali būti įgyvendinta užtikrinant, kad profesinė apšvita pagal ALARA principą bus sumažinta iki minimumo bei atitiks radiacinės saugos normų keliamus reikalavimus.

Galimo radiologinio poveikio žmonėms dėl galimo aplinkos užteršimo analizei bus panaudota ISAM metodologija [19], kritinės grupės nario apšvitos dozės įvertinimui bus naudojamos kompiuterinės programos (AMBER [23], VISIPLAN [37] ir kt.)

5 ALTERNATYVŲ ANALIZĖ

Planuojamos ūkinės veiklos alternatyvas galima suskirstyti į šiais grupes:

- „Nulinė“ alternatyva - t. y. bitumuotos radioaktyviosios atliekos neribotam laikui paliekamos 158 pastate, pastatas nėra rekonstruojamas, papildomi inžineriniai barjerai nėra įrengiami;
- Vietos alternatyva – atliekynas įrengiamas kitoje vietoje, bitumuotos radioaktyviosios atliekos iš 158 pastato iškraunamos, talpinamos į atitinkamas pakuotes ir transportuojamos į šalinimo vietą;
- Technologinės alternatyvos – 158 pastato transformacija į atliekyną atliekama naudojant skirtingų savybių (pvz., storio, sudėties) inžinerinius barjerus.

PAV ataskaitoje bus išsamiai aptarti nagrinėjamų alternatyvų privalumai ir trūkumai, tačiau apibendrintai galima nurodyti, kad 1998 m. buvo atlikta 158 pastatas ilgalaikės saugos analizė [4], kurios metu buvo įvertinta saugyklos konstrukcija bei aplinkos sąlygos, atliekos, jų savybės ir savybių kitimas ilgalaikėje perspektyvoje ir buvo konstatuota, kad 158 pastatas veikiamas išorinių klimatinių veiksnių, pradės degraduoti, o nustojus veikti neprižiūrimai drenažo sistemai, pakilę gruntiniai vandenys kontaktuos su saugyklos gelžbetoniniu dugnu, kurie prasisunkęs per jį išplautų bitumuotas radioaktyvias atliekas.

Taip pat reikia paminėti, kad bitumuotų atliekų iškrovimo, jų pervežimo ir šalinimo kitoje vietoje būdas šiuo metu pasaulinėje praktikoje nėra žinomas. Šiandienos požiūriu – bitumuotų RA iškrovimas iš saugyklos būtų sudėtingas kelių etapų procesas. Priešingai nei įrengiant atliekyną vietoje, būtų neišvengiamas atliekų atvėrimas ir jų perkrovimas į naują specialią pakuotę, tinkamą atliekų saugojimui, pervežimui ir šalinimui. Atliekas reikėtų transportuoti, laikinai patalpinti tarpinėje saugykloje, o po to šalinti, perkelti pakuotes į naują atliekyną. Iškovus bitumuotas atliekas liktų užterštos saugyklos statinio konstrukcijos (kanjonai), kurias reikėtų deaktyvuoti, išardyti (nugriauti) ir susidariusias atliekas sutvarkyti. 5.1 lentelėje pateikta apibendrinta vietos alternatyvos suvestinė.

5.1 lentelė. Planuojamos ūkinės veiklos vietos alternatyvų palyginimas

RA tvarkymo etapas	Atliekynas vietoje	Naujas atliekynas
Atliekų atvėrimas, iškrovimas iš kanjonų ir patalpinimas į specialias pakuotes	nėra	✓
Saugyklos technologinių bei tarnybinių patalpų bei įrengimų išmontavimas (2-asis aukštas)	✓	✓
Saugyklos kanjonų deaktyvavimas ir išmontavimas (1-asis aukštas)	nėra	✓
Atliekų transportavimas	nėra	✓
Atliekų tarpinis saugojimas	nėra	✓
Atliekų patalpinimas į atliekyną	nėra	✓
Paviršinių inžinerinių barjerų įrengimas	✓	✓
Institucinė priežiūra po atliekyno uždarymo	✓	✓

6 MONITORINGAS

PAV ataskaitoje bus pateiktas konceptualus aplinkos monitoringo aprašymas nustatytam planuojamos ūkinės veiklos laikotarpiui.

7 RIZIKOS ANALIZĖ IR JOS VERTINIMAS

PAV ataskaitoje bus apžvelgtos galimos avarinės situacijos (rizikos), galinčios paveikti aplinką, vykdant planuojamą ūkinę veiklą. Rizikos analizė, t.y. avarinių situacijų nustatymas ir įvertinimas bus atliktas vadovaujantis Lietuvos teisės aktų bei TATENA rekomendacijomis. Taip pat bus numatytos galimo poveikio sumažinimo arba išvengimo priemonės.

Šalinant bitumuotos radioaktyviąsias atliekas vietoje bus išvengta pakuočių pakrovimo transportavimui, todėl nebus avarinių situacijų, susijusių su pakuočių kritimu ir radionuklidų pasklidimu. Su transportavimu susijusios rizikos galimos tik iš Ignalinos AE reaktoriaus pastato atvežant smėlio-žvyro atliekas skirtas trijų tuščių 158 pastato kanjonų užpildymui. Kaip nurodyta 1.6.3 skyrelyje tik nedidelė dalis smėlio-žvyro atliekų yra A klasės, o didžioji dalis smėlio-žvyro atliekų yra 0 klasės. Todėl net ir kilus avarinei situacijai transportavimo metu, tokių atliekų sąlygojamos radiologinės pasekmės būtų nereikšmingos.

Paviršinių barjerų statybos metu taip pat nebus avarinių situacijų, susijusių su radionuklidų pasklidimu, nes esama 158 pastato perdanga nebus pažeista. Sunkių metalinių konstrukcijų pernešimo aukštis virš šio betoninio perdengimo bus ribojamas, kad jis nebūtų pažeistas galimo metalinių sijų kritimo atveju.

PAV ataskaitoje bus nagrinėjami šie pradiniai įvykiai, dėl kurių galimi atliekyno inžinerinių barjerų pažeidimai bei radionuklidų pasklidimas į aplinką:

- išoriniai gamtiniai, tokie kaip žemės drebėjimas, grunto sėdimas, atmosferos kritulių kiekio padidėjimas;
- išoriniai, žmogaus veiklos sąlygoti, tokie kaip lėktuvo kritimas ant atliekyno ir jo sudužimas;
- vidiniai, žmogaus veiklos sąlygoti, tokie kaip gaisras;
- įrangos ar jos komponentų, tokių kaip drenažo sistemos, gedimas.

8 POVEIKIS KAIMYNINĖMS ŠALIMS

Dvi valstybės, Baltarusija ir Latvija, yra santykinai netoli nuo planuojamos ūkinės veiklos aikštelės (žiūr. 8.1 pav.). Lietuvos ir Baltarusijos valstybinė siena yra apie 5 km atstumu į rytus ir pietryčius nuo IAE pramoninės aikštelės. Lietuvos ir Latvijos valstybinė siena yra apie 8 km į šiaurę nuo IAE pramoninės aikštelės. Kitos valstybės yra kelių šimtų kilometrų atstumu nuo IAE.

Numatoma, kad galimas didesnis radiologinis planuojamos ūkinės veiklos poveikis (radiologinis) gali būti aplinkos vandens komponentui, t. y. Drūkšių ežerui, kurio dalis yra Baltarusijos teritorijoje.

Galimo radiologinio poveikio Drūkšių ežerui, o per jį ir Baltarusijos gyventojams, įvertinimui bus panaudoti duomenys, gauti įvertinus galimą aplinkos vandens komponento užteršimą.

PAV ataskaitoje bus atliktas galimo poveikio Baltarusijai įvertinimas.

Kadangi Drūkšių ežero teritorija yra tik Lietuvos ir Baltarusijos teritorijoje, o upių (Ričiankos ir Ričos), per kurias galimas vandens ryšys su dalinai Latvijoje esančiu Ričos ežeru (žr. 4.1 pav.), kryptis yra nukreipta link Drūkšių ežero, bet ne iš jo, tai potencialaus poveikio Latvijos aplinkos komponentams bei jos gyventojams nenumatoma.

Jokio kito poveikio ir jokiems kitiems aplinkos komponentams kaimyninėse valstybėse planuojamos ūkinės veiklos metu nesitikima.

8.1 Grafinė informacija



8.1 pav. IAE pramoninės aikštelės, kurioje yra 158 statinys, padėtis kaimyninių valstybių atžvilgiu

9 PROBLEMŲ APRAŠAS

Šiame skyriuje bus pateiktas techninio ir praktinio pobūdžio problemų aprašymas, su kuriomis susidūrė rengėjai atlikdami poveikio aplinkai vertinimą ir rengdami PAV programą ir ataskaitą.

10 LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Lietuvos Respublikos planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo įstatymo Nr. I-1495 pakeitimo įstatymas. TAR, 2022-12-08, Nr. 25031.
2. Poveikio aplinkai vertinimo programos ir ataskaitos rengimo nuostatai. Patvirtini 2005 12 23 Aplinkos ministro įsakymu Nr. D1-636. (Žin., 2006, Nr. 6-225; 2008, Nr. 79-3138; 2010, Nr. 54-2663; 2010, Nr. 89-4729).
3. Branduolinės saugos reikalavimai BSR-3.1.2-2017. Radioaktyviųjų atliekų tvarkymas branduolinės energetikos objektuose iki jų dėjimo į radioaktyviųjų atliekų atliekyną. VATESI, 2017-07-31.
4. Assessment of Long Term Safety of Existing Storage Facility for Bitumenised Waste at INPP. SKB Report. Stockholm, Sweden, 1998.
5. Lietuvos higienos norma HN 73:2018. “Pagrindinės radiacinės saugos normos”. TAR 2018-08-21, i. k. 2018-13208.
6. Branduolinės saugos reikalavimai BSR-3.2.2-2016. Radioaktyviųjų atliekų atliekynai. VATESI 2016-11-30.
7. Galutinis Ignalinos AE eksploatavimo nutraukimo planas. 2018 m. leidimas, 4 versija. Patvirtintas Lietuvos Respublikos energetikos ministro 2020 m. rugpjūčio 11 d. įsakymu Nr. 1-248.
8. IAE bitumuotų radioaktyviųjų atliekų saugyklos rekonstravimo ir pertvarkymo į atliekyną projektavimo dokumentų parengimo paslaugos sutartis Nr. PST-136(13.67), Atliekyno koncepcija, Nr. S/19/669, Versija 7. I tomas Atliekyno eskizinis projektas. LEI, UAB “Svertas Group”, Visaginas 2021.
9. Safety Analysis Report for Existing buildings used as interim storage for bituminized waste. Task 13, SAR/T13/001205, SKB. 2000-12-05.
10. GOST P 50927-96. Radioactive bitumenized waste. General technical requirements. 1997-01-01.
11. 158 pastato bitumo kompaundo atliekų gama spinduliuojančių radionuklidų aktyvumo matavimo atlikimo ataskaita. At-1359, IAE 2020-04-08 (rusų k.).
12. IAE bitumuotų radioaktyviųjų atliekų saugyklos rekonstravimo ir pertvarkymo į atliekyną projektavimo dokumentų parengimo paslaugų pirkimo techninė specifikacija, 1 priedas. IAE 2017.
13. 158 pastato bitumo kompaundo atliekų sunkiai išmatuojamų radionuklidų aktyvumo

matavimo atlikimo ataskaita. At-1355, IAE 2020-04-08 (rusų k.).

14. Atliekyno koncepcijos saugos pagrindimo ataskaita. Lietuvos energetikos institutas, S/14-1889.19.23/SJR/R:8, 2022.
15. Dėl atliekų – B20 projektas; Sutartis Nr. PST-136(13.67). IAE laiškas-atsakymas 2019-10-03 Nr. JS-5366(15471).
16. ІАТ-106(3.67.25). Отчет о проведении радиологических исследований элементов (бетона, песка и серпентинита) реактора 1-го энергоблока. Радиологическая характеристика. ИАЭС, 2012-05-28.
17. PD-8(19.54). Отчет о проведении радиологических исследований элементов (бетона, песка и серпентинита) реактора 2-го энергоблока. Радиологическая характеристика. Проект 1102. ИАЭС, 2018-12-10.
18. Branduolinės saugos reikalavimai BSR-1.9.2-2018 „Radionuklidų nebekontroliuojamųjų radioaktyvumo lygių medžiagoms ir atliekoms, susidarančioms branduolinės energetikos srities veiklos su jonizuojančiosios spinduliuotės šaltiniais metu, nustatymas ir taikymas“. Patvirtinta VATESI viršininko 2018 m. vasario 7 d. įsakymu Nr. 22.3-34.
19. Safety Assessment Methodologies for Near Surface Disposal Facilities. Results of a co-ordinated research project. Vol. 1, 2. IAEA Vienna, 2004.
20. IAEA-TECDOC-972. Technologies for in situ immobilization and isolation of radioactive wastes at disposal and contaminated sites, 1997.
21. Safety analysis report for bituminised waste storage facility, building 158. Ignalina NPP, 2021 (in Russian).
22. Laikinos bitumuotų RA saugyklos rekonstrukcija Drūkšinių k., Visagino sav. III GK projektiniai inžineriniai geologiniai ir geotechniniai tyrimai. Inžinerinių geologinių ir hidrogeologinių tyrimų bendrovė „Geotestus“, GTC Branduolinės geofizikos ir radioekologijos laboratorija, UAB „Svertas Group“, 2019.
23. QUANTISCI, AMBER 4.4 Reference Guide, QuantiSci Limited, Henley-on-Thames. 2002.
24. COMSOL Multiphysics®. www.comsol.com. COMSOL AB, Stockholm, Sweden.
25. Šliaupa S., 2005. Revision of the pre-Quaternary geological maps at a scale of 1:50 000. Lithuanian Geological Survey: Annual Report 2005. Vilnius, 2006. - P. 15-17 (in Lithuanian).
26. Отчёт об инженерно-геологических работах, выполненных на промплощадке II очереди строительства ИАЭС (здания №№ 201, 2011, 2012, 2017, 235, 240, 246, 252, 260, 272, 273, 288, 157, 158) на стадии проекта. 1982 год, п/я А-7631 (ВНИПИЭТ), г.

Ленинград.

27. Marcinkevicius V., Buceviciute S., Vaitonis V., Guobyte R., Danseviciene D., Kanopiene R., Lashkov E., Marfin S., Rackauskas V., Juozapavicius G., Hydrogeological and Engineering-Geological Mapping of Ignalina NPP Area at a Scale 1:50 000 in Topographical Sheets N-35-5-G-v, g; N-35-17-B; N-35-18-A; N-35-17-G-a, v; N-35-18-V-a, b (Druksiai object). Report. Archive of Geological Survey of Lithuania, Vilnius, 1995, 4436 p. (in Russian).
28. IAE regiono 2017 m. radiologinio monitoringo rezultatų ataskaita, IAE 2018.
29. IAE regiono 2018 m. radiologinio monitoringo rezultatų ataskaita, IAE 2019.
30. https://lt.wikipedia.org/wiki/Sniego_danga.
31. Gečaitė I., Rimkus E. Sniego dangos režimas Lietuvoje // Geografija. 2010, T. 46, Nr. 1. P. 17-24.
32. Vidutinės klimatinių rodiklių reikšmės Lietuvoje 1981-2010 m. Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos, 2013 m.
33. AERMOD Model Formulation and Evaluation. U.S. Environmental Protection Agency Office of Air Quality Planning and Standards Air Quality Assessment Division Research Triangle Park, NC. EPA-454/ R-18-003, April, 2018.
34. Jesse L. The; Cristiane L. The; Michael A. Johnson. AERMOD View User Guide. Lakes Environmental Software. 1996-2018. 920 p.
35. Lietuvos geologija. Monografija. Geologijos institutas, Vilnius, 1994.
36. Project B25-1 Near-Surface Repository for Low and Intermediate Level Short-Lived Radioactive Waste (Design). Preliminary Safety Analysis Report, Revision 3 Issue 1. Lithuanian Energy Institute, 2017.
37. VISIPLAN 3D ALARA PLANNING TOOL v4.0. User's Guide. SCK·CEN, 2005.