



A.L.A.R.A.
As Low As Reasonably Achievable



KLIIMAMINISTEERIUM



Lääne-Harju vald



CENTER
FOR PHYSICAL SCIENCES
AND TECHNOLOGY



LITHUANIAN
ENERGY
INSTITUTE

PROJEKT „Eriplaneeringu koostamise ja mõjude hindamise aluseks olevate uuringute tellimine“

PROJEKTI OSA: RADIOAKTIIVSETE JÄÄTMETE LÕPPLADUSTUSPAIGA RAJAMISEKS VAJALIKUD UURINGUD

TEGEVUSED NR 1–3

Lõppladustuspaiga kolme optimaalseima asukoha väljaselgitamine.

Lõppladustuspaiga kolme asukoha uuringud.

Lõppladustuspaiga asukohtade omavaheline võrdlus

LÕPPARUANNE



Version 1

CPV-kood: 71240000-2, 71313400-9

Konsultandi lepingu number: 58

Klient: AS A.L.A.R.A.

Äriregistrinumber: DSP-08-3.5-EN

Koostamise kuupäev: 17. november 2023



Euroopa Liit
Ühtekuuluvusfond



Eesti
tuleviku heaks



TOETAB

KINNITUSLEHT

	NIMI	ALLKIRI	KUUPÄEV
KOOSTAJA	Stasys Motiejūnas UAB EKSORTUS		6. november 2023
RETSENSENT	Maxime Burgio ANDRA		13. november 2023
KINNITANUD	Stasys Motiejūnas Projektijuht UAB EKSORTUS		17. november 2023

VERSIOONID

Dokumendi muutmisel asendatakse terve dokument, kaasa arvatud allkirjadega tiitelleht. Üksikute lehekülgede asendamine on keelatud.

Praeguse versiooni number on kirjas kõikide lehekülgede päises.

Praeguse versiooni muutmise ja/või peamiste muudatuste põhjused ning vastavad leheküljed dokumenteeritakse alljärgnevas versiooni muudatuste tabelis.

Versioon	Muutmise põhjus	Avaldamise kuupäev
1	Originaal	17. november 2023

Sisukord

Sisukord	4
Alltegevuste vahearuannete nimekiri:.....	6
Lühendid	8
Olulised mõisted	9
Sissejuhatus.....	11
1. TEGEVUS 1. Lõppladustuspaiga kolme optimaalseima asukoha väljaselgitamine	13
1.1. Lõppladustuspaiga projekti lahendused	14
1.2. Optimaalsete asukohtade valimise meetod	16
1.3. Asukoha valiku kriteeriumid.....	18
1.3.1. Välistuskriteeriumid.....	18
1.3.2. Kaalutlus- ja järjestuskriteeriumid.....	22
1.4. Lõppladustuspaigale kolme võimaliku asukoha valimine	31
1.4.1. Valik välistuskriteeriumite alusel	31
1.4.2. Analüüs kaalutluskriteeriumite põhjal	31
1.4.3. Asukohtade hindamine ja järjestamine	32
1.4.4. Huvirühmade arvamus	32
1.5. Kokkuvõte	33
2. TEGEVUS 2. Lõppladustuspaiga kolme asukoha uuringud.....	35
2.1. Tektoonilise omapära kaardistamine.....	36
2.2. Seismiline analüüs.....	38
2.3. Maapõue geoloogilis-litoloogilise koostise analüüs	40
2.4. Maapinna reljeefi analüüs ja geodeetilised uuringud.....	42
2.5. Geomorfoloogiliste iseärasuste analüüs	44
2.6. Hüdrogeoloogiliste tingimuste analüüs.....	46
2.7. Hüdrograafilised uuringud	47
2.8. Põhja- ja pinnavee keemilise koostise ning omaduste uuringud.....	49
2.9. Pinnase ja selle sügavamate kihtide uuringud.....	50
2.10. Atmosfääriõhu seire	53
2.11. Kliimatingimuste uuring	55
2.12. Keskkonna uuring	58
2.13. Sotsiaalse olukorra uuring.....	60
2.14. Mürauring.....	64
2.15. Teede ja taristu analüüs	65

2.16.	Ohutushinnangu koostamine	67
2.16.1	Ohutuskriteeriumid	67
2.16.2	Kõrvaldatavad jäätmed: jäätmevoo allikad ja inventuur	68
2.16.3	Ehitamise, kasutamise ja sulgemise põhimõtted.....	70
2.16.4	Ehitamise, käitamise, sulgemise ja sulgemisjärgse perioodi ohutushinnangud.	72
2.16.5	Sulgemisjärgne ohutus	74
2.16.6	Jäätmete vastavusnäitajad (<i>Waste Acceptance Criteria</i>)	79
2.16.7	Esialgne sulgemiskava: sulgemise ajakava ja maksumus.....	81
2.16.8	Kokkuvõte.....	82
2.17	Keskkonna- ja kiirgusseire	84
2.18	Riskianalüüs	85
2.19	Lõppladustuspaiga võimalik mõju naaberriikidele	86
2.20	Kokkuvõte	88
3	TEGEVUS 3. Lõppladustuspaikade asukohtade võrdlus	89
	Sissejuhatus.....	89
3.16	Alternatiivide analüüs ja võrdlus.....	90
3.16.1	Nullalternatiiv: tegevus juhul, kui lõppladustuspaika ei rajata.....	90
3.1.2	Võimalike asukohtade võrdlus.....	95
3.17	Tehnilise kirjelduse kavandi koostamine lõppladustuspaiga asukoha eriuuringutele 97	
3.2.1	Geodeetiline uuring.....	97
3.2.2	Ehitusgeoloogilised uuringud	97
3.2.3	Kuivendusvõrgustiku kaardistamine.....	99
3.3	Sobivate lõppladustuspaiga tüüpide hindamine	100
3.4	Kokkuvõte	102
4.	Viited.....	103

Alltegevuste vahearuannete nimekiri:

Tegevus 1

- 1.1. Miinimum nõuded lõppladustuspaiga asukohale ja asukohavaliku kriteeriumid
- 1.2. Lõppladustuspaiga kolme optimaalseima asukoha väljaselgitamine Lääne-Harju valla territooriumil. Sobivate maa-alade kaardistamine GIS tarkvara/andmebaasi abil
- 1.3. Sotsiaalse olukorra uuring (maa kasutusotstarve, maa omandiõigus ja kultuuriloolised aspektid)
- 1.4. Teede ja taristu analüüs

Tegevus 2

- 2.1. Tektoonilise omapära kaardistamine
- 2.2. Seismiline analüüs
- 2.3. Maapõue geoloogilis-litoloogilise koostise analüüs
- 2.4. Maapinna reljeefi analüüs ja geodeetilised uuringud
- 2.5. Geomorfoloogiliste iseärasuste analüüs
- 2.6. Hüdrogeoloogiliste tingimuste analüüs
- 2.7. Hüdrograafilised uuringud
- 2.8. Põhja- ja pinnavee keemilise koostise ning omaduste uuringud
- 2.9. Pinnase ja selle sügavamate kihtide uuring
- 2.10. Atmosfääriõhu seire
- 2.11. Kliimatiliste tingimuste uuring
- 2.12. Keskkonna uuring (floora, fauna, liikide elupaigad, harjumused jne.)
- 2.13. Sotsiaalse olukorra uuring (olulised kogukonnad, maa kasutusotstarve, maa omandiõigus, majanduslikud aspektid, kultuuriloolised aspektid jne.)
- 2.14. Mürauring
- 2.15. Teede ja taristu analüüs
- 2.16. Ohutushinnangu koostamine

2.17. Keskkonna- ja kiirgusseire

2.18. Riski analüüs ja hindamine

2.19. Lõppladustuspaiga võimalik mõju naaberriikidele

2.21. Lõppladustuspaiga rajamise maksumuse hinnang kolmes lõppladustuspaiga asukohas

2.22. Lõppladustuspaiga sobivate tüüpide täiendav hindamine

Tegevus 3

3.1. Nullalternatiiv

3.2. Alternatiivide võrdlus

3.3. Lõppladustuspaiga asukoha spetsiifiliste uuringute tehnilise kirjelduse projekti koostamine

Lühendid

ALT	Altküla
BOSS	Kasutusest kõrvaldatud suletud kiirgusallikate lõppladustamine puuraukudes (<i>Borehole Disposal of Disused Sealed Sources</i>)
IAEA	Rahvusvaheline Aatomienergiaagentuur (International Atomic Energy Agency) – ÜRO agentuur, mis tegeleb kiirguskaitse, tuumaohutuse ja radioaktiivsete jäätmete haldamisega.
ICRP	Rahvusvaheline Kiirguskaitsekomisjon (International Commission on Radiological Protection)
IDDF	Keskmise sügavusega lõppladustuspaik (<i>Intermediate Depth Disposal Facility</i>)
NSDF	Maapinnalähedane lõppladustuspaik (<i>Near Surface Disposal Facility</i>)
PAL	Paldiski
PED	Pedase
DSRS	Kasutusest kõrvaldatud kinnine kiirgusallikas (<i>Disused Sealed Radioactive Source</i>)
FPNS	Paldiski endine tuumaobjekt (<i>Former Paldiski Nuclear Site</i>)
NL	Piirang puudub (arvestuslik aktiivsuse piirmäär ületab radionukliidi eriaktiivsuse). Samuti kasutatakse seda, kui konkreetset radionukliidi vaatlusaluses jäätmevoos ei leidu.
NORM	Looduslik radioaktiivne aine (<i>Naturally Occuring Radioactive Material</i>)
SAR	Ohutushinnang (<i>Safety Assessment Report</i>)
KSH	Keskkonnamõju strateegiline hindamine
WAC	Jäätmete vastavusnäitajad (<i>Waste Acceptance Criteria</i>)

Olulised mõisted

Sulgemine tähendab igasuguse tegevuse lõpetamist mingil ajal pärast radioaktiivsete jäätmete paigutamist lõppladustuspaika, kaasa arvatud insenertehnilised või muud tööd rajatise viimiseks pikaajalisse ohutusse seisundisse.

Lõppladustamine tähendab radioaktiivsete jäätmete paigutamist rajatisse ilma kavatsuseta seda sealt välja võtta.

Lõppladustuspaik tähendab iga rajatist, mille esmane otstarve on radioaktiivsete jäätmete lõppladustamine.

Tehistõke tähendab inimeste loodud või muudetud struktuuri, mis aeglustab või takistab radionukliidide levimist jäätmetest või lõppladustuspaigast ümbritsevasse keskkonda. See võib olla osa jäätmepakendist või lõppladustamiskoha konstruktsioonist.

Institutsionaalne kontroll tähendab seadusega määratud ameti või asutuse järelevalvet radioaktiivsete jäätmete objekti üle. Järelevalve võib olla aktiivne (seire, järelevalve, parandustööd) või passiivne (maakasutuse järelevalve) ning võib olla üks tegur millega arvestatakse rajatise projekteerimisel.

Sissetung (tahtmatu või tahtlik) tähendab protsessi, mille käigus elusorganismid, sealhulgas inimesed, võivad kokku puutuda ladustatud või hoiustatud jäätmetega.

Kasutuseelne periood hõlmab lõppladustuspaiga kontseptsiooni määratlemist, asukoha hindamist, ohutushinnangut ja projekteerimisuuringuid. Kasutuseelne periood hõlmab ka ehitusloa taotlemiseks ja lõppladustuspaiga töötamiseks vajalike programmide ja kordade ning seire- ja testimisprogrammide loomist.

Kasutusperiood algab siis, kui lõppladustuspaigas võetakse vastu esimesed jäätmed. Sellest hetkest peale on võimalus, et inimesed saavad jäätmekäitluse käigus kiiritada, mistõttu käituse üle teostatakse järelevalvet vastavalt kaitse- ja ohutusnõuetele. Kasutusperioodi jooksul võivad jäätmete ladustamisega samaaegselt toimuda ehitustööd ja muude rajatise osade sulgemine. Sellel ajal võidakse jäätmeid vajadusel välja võtta ning teostada jäätmete paigutamise lõpetamise ja lõplikule sulgemise tegevusi, sealhulgas rajatise tagasitaitmist.

Sulgemisjärgne periood algab siis, kui insenertehnilised sulgemis ja isoleerimis meetmed on lisatud, käitamiseks vajalikud hooned on suletud, tugiteenused lõpetatud ja kasutuselt kõrvaldatud ning rajatis on viidud lõppseisundisse. Pärast sulgemist tagatakse lõppladustuspaiga ohutus objekti ja rajatise ning jäätmepakendite passiivsete omaduste kaudu. Seire- ja jälgimisprogramm on mõeldud lõppladustuspaiga ootuspärase toimimise kontrollimiseks. Järelevalvet võidakse teostada ka lõppladustamisei usaldusvääruse tõstmiseks ja seeläbi selle heakskiitmiseks. Pinnalähedase lõppladustuspaiga puhul luuakse institutsionaalse kontrolli meetmed sissetungide vältimiseks rajatisse.

Ohutus tähendab inimeste ja keskkonna kaitsmist kiirgusega seotud riskide eest ning rajatiste ja kiirgusohtrlike tegevuste ohutust.

Stsenaarium tähendab sündmuste võimalikku jada või tingimusi, millega kirjeldatakse inimsissetungi või muu kontakti võimalusi hoiustatud jäätmetega pärast objekti sulgemist ja institutsionaalse kontrolli perioodi.

Jäätmete vastavusnäitajad tähendavad reguleeriva asutuse või käitaja kehtestatud ja reguleeriva asutuse heakskiidetud kvantitatiivseid või kvalitatiivseid kriteeriume jäätmete vormile ja pakenditele, mida käitaja tohib jäätmekäitlusrajatisse vastu võtta. Jäätmete vastuvõtukriteeriumites kirjeldatakse jäätmepakendite ja jäätmete radioloogilisi, mehhaanilisi, füüsikalisi, keemilisi ja bioloogilisi omadusi.

Jäätmete sobivale kujule viimine tähendab protsessi, mille käigus viiakse jäätmed pakendamise, transportimise ja hoiustamise jaoks sobivasse kontsentratsiooni ja stabiilsesse vormi. Protsessi käigus jäätmed tahkestatakse ja/või ümbritsetakse stabiilse maatriksiga, näiteks betooniga.

Töötaja tähendab mistahes isikut, kes töötab täisajaga, osalise ajaga või ajutiselt tööandja heaks või kellel on tööalase kiirusohutusega seotud õigused ja kohustused.

Sissejuhatus

Euratori leping, millega asutati Euroopa Aatomienergiaühendus, sätestab harmoniseeritud ohutusstandardite kehtestamise töötajate ja üldsuse tervise kaitseks. Selle põhimõtte rakendamise tagamiseks võttis Euroopa Liidu Nõukogu vastu direktiivi 2011/70/Euratom, millega luuakse ühenduse raamistik kasutatud tuumkütuse ja radioaktiivsete jäätmete vastutustundlikuks ja ohutuks käitlemiseks. Direktiivi põhieesmärk on tagada, et liikmesriigid kehtestaksid radioaktiivsete jäätmete käitlemisele kohased riiklikud kõrgetasemelised ohutusmeetmed töötajate ja üldsuse kaitsmiseks ioniseeriva kiirguse eest ning väldiks tulevaste põlvkondade liigset koormamist. Liikmesriigid peavad looma riiklikud programmid kõikide radioaktiivsete jäätmekäitlusmeetmete õigeaegse rakendamise tagamiseks jäätmete tekkest lõppladustamiseni.

Eestis plaanitakse lõppladustuspaik avada 2040. aastal. Jäätmete lõppladustamisega tegeletakse vähemalt 2050. aastani, kui plaanitakse lõpule viia endise Paldiski tuumaobjekti kahe reaktorisektsiooni dekomisjoneerimine. Pärast jäätmekäitlustegevuse lõpetamist lõppladustuspaik suletakse. Käesoleva projekti lõppeesmärk on valida sobivaim asukoht Eestisse kogunenud radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga rajamiseks.

IAEA soovib radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga rajamisel järgida samm-sammulist lähenemist. Lõppladustuspaiga rajamine, kasutamine ja sulgemine toimub etappidena. Radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga asukohavaliku protsess koosneb neljast etapist: (i) kontseptsiooni loomise ja planeerimise etapp; (ii) piirkonna uurimise etapp; (iii) asukoha uuringute etapp; (iv) asukoha üksikasjaliku iseloomustamise etapp, mille tulemusena kinnitatakse lõppladustuspaiga rajamise asukoht. Igat etappi toetavad asukohas korduvalt läbi viidavad uuringud, projekteerimise tehnilised lahendused ning lõppladustussüsteemi töökindlus ja ohutus.

Lõppladustuspaiga asukoht määratakse etapilise meetodi abil. Asukoha sobivusele esitatud nõuete ja valikukriteeriumite määramine on oluline osa kontseptsiooni loomise ning planeerimise etapist. Piirkondlike uuringute etapis tuginetakse omadustele ja piirangutele, et keskenduda huvialuses piirkonnas asuvate võimalike asukohtade valimisele. Asukoha valimiseks tuleb huvipakkuvat piirkonda vähendada ja keskenduda sobivate omadustega aladele. See samm peaks välistama lõppladustuspaiga rajamiseks sobimatud alad ja tuvastama võimalikud sobivad asukohad. **Tegevuse 1** eesmärk on leida kolm optimaalset asukohta lõppladustuspaigale.

Võimalikke sobivaid asukohti tuleb piisava informatsiooni saamiseks kirjeldada sobiva üksikasjalikkusega, tagamaks, et lõppladustuspaik vastaks plaanitud jäätmetüübi lõppladustamisele esitatud ohutusnõuetele. Objekti tuleb üksikasjalikult hinnata konkreetsete andmete saamiseks, millele tuginedes on võimalik koostada lõppladustuspaiga kohta jäätmete pikaajalise ladustamise ja isoleerimise ohutushinnang. **Tegevuse 2** põhieesmärk on uurida eelnevalt tuvastatud võimalikke asukohti ja koguda vajalikke andmeid, et teha põhimõtteline otsus lõppladustuspaiga asukoha kohta, ehk teisisõnu – pakkuda alusandmeid lõppladustuspaiga rajamise keskkonnamõjude strateegilisele hindamisele ja eriplaneeringu koostamisele. Erosiooni, üleujutuste, seismilise tegevuse ja muude häirivate protsesside võimalikud mõjud peavad olema piisavalt mõistetavad. Arvesse tuleb võtta tulevaste häiringute tõenäosust ja inimeste kiirguskaitset, keda võivad mõjutada

lõppladustuspaigast lekkida võivad radionukliidid. Lõppladustuspaigad peavad vastama keskkonnakaitse nõuetele. Objekt peaks asuma sellises kohas, kus keskkond oleks rajatise terve eluea jooksul piisavalt kaitstud ja võimalikke kahjulikke mõjusid oleks võimalik vastuvõetavale tasemele viia, kui võtta arvesse tehnilisi, majanduslikke, sotsiaalseid ja keskkonna alaseid tegureid.

Asukohavalik peab vastama kohaliku omavalitsuse kehtestatud eriplaneeringule ja seotud mõjuhindangule, sealhulgas hoidla rajamise keskkonnamõjude strateegilisele hindamisele. Tegevuse 2 („Lõppladustuspaiga kolme asukoha uuringud“) rakendamise tulemusena koguti vajalikud andmed, mille alusel koostada nimetatud dokumendid ja langetada põhimõtteline otsus.

Tegevuse 3 eesmärk on analüüsida ja võrrelda võimalusi, võttes arvesse tegevuste 1 ja 2 käigus kogutud andmeid, ning pakkuda välja kõige sobivam asukoht. Lisaks tuleb valitud lõppladustuspaiga asukoha jaoks koostada järgmiste üksikasjalike uuringute kava, et valmistuda hoidla planeerimiseks ning lõpliku ohutushinnangu ja -põhjenduste koostamiseks, mida on vaja kasutusloa taotlemiseks. Asukohta uuritakse, et mõista sealseid looduslikke iseärasusi, nähtusi ja protsesse. Asukohauuringud pakuvad teavet selle kohta, millist mõju avaldab looduskeskkond radionukliidide ladustamisele ja isoleerimisele.

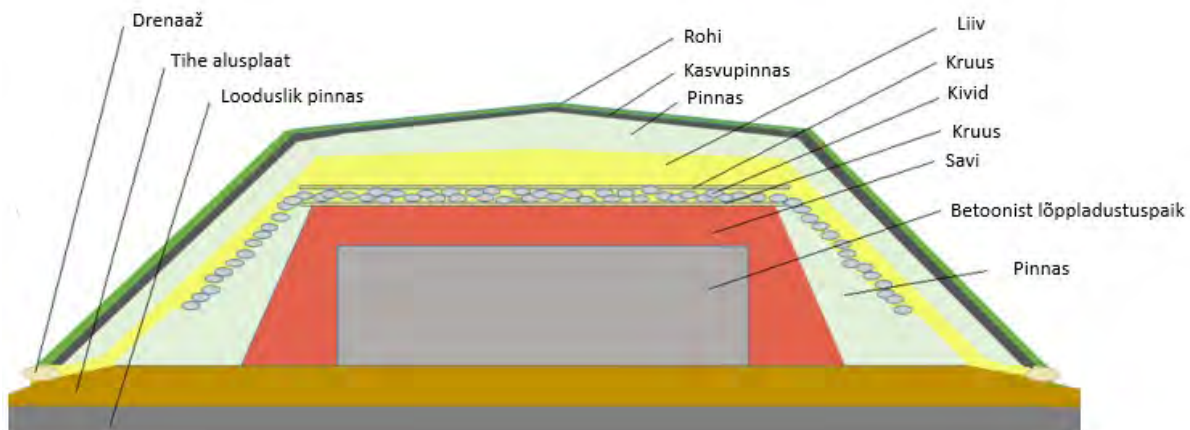
1. TEGEVUS 1. Lõppladustuspaiga kolme optimaalseima asukoha väljaselgitamine

Kuna lõppladustuspaiga asukoht määratakse mitme etapiga, hõlmab tegevus 1 esialgseid uuringuid mitme võimaliku asukoha kindlaks tegemiseks, mis võivad sobida radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga rajamiseks. Uuringute eesmärk on Lääne-Harju vallas kindlaks teha kolm kohta, mis võivad lõppladustuspaiga asukohaks sobida ja mille sobivust tuleb hinnata edasiste uuringute käigus. Valikuprotsessi üksikasjalikke tulemusi on kirjeldatud 2022. aastal lõpetatud tegevuse 1 vahearuandes.

1.1. Lõppladustuspaiga projekti lahendused

Ladustamist vajavate jäätmete äärmiselt erinevate omaduste tõttu (peamiselt radioaktiivsete ainete ülimalt erineva sisalduse tõttu jäätmetes) järgitakse Eestis kahte erinevat lõppladustamiskontseptsiooni. Mõlemad lõppladustamiskontseptsioonid on paindlikud ja neid saab hõlpsasti kohandada erinevatele jäätmemahitudele ja -pakenditele ning lõppladustuspaiga asukoha iseloomulikele keskkonnatingimustele. Võttes arvesse jäätmete väikest hulka ja püüdes leida lõppladustuspaiga kõige tõhusamat kasutamise ja hoolduse viisi, otsustati rajada mõlemad lõppladustuspaigad samasse kohta [1]. Otsus vähendab lõppladustuspaigaks vajalikku kogupindala ja seeläbi nende üldist keskkonnamõju, kuid muudab asukoha valikuprotsessi keeruliseks, sest see peab vastama mõlemale rajatisele esitatud nõuetele.

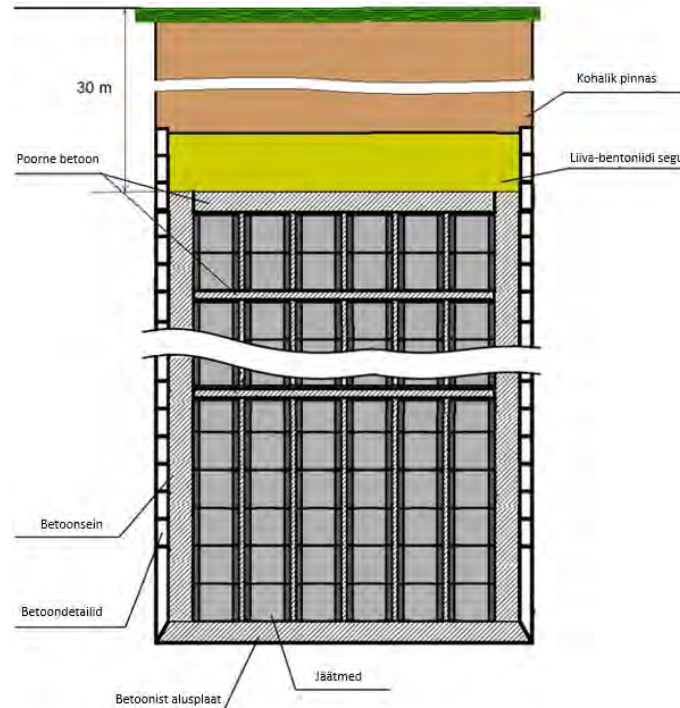
Sobivasse vormi viidud madalaktiivsed jäätmed tuleb lõppladustada maapinnalähedases lõppladustuspaigas, mis koosneb ülespoole põhjavee kihti rajatud raudbetoonist sektsioonidest, mida ümbritseb savist kaitsekiht (joonis 1.1). Rahvusvahelise kogemuse kohaselt toimivad sellised rajatised paremini, võrreldes sarnaste rajatistega veega küllastunud tsoonides. Rajatise jaoks on vajalik madala niiskusega ja hea radionukliidide imavusega geoloogiline keskkond, kust on võimalik vett tõhusalt ära juhtida. Maapinnalähedase lõppladustuspaiga tarbeks võib kasutada erinevaid geoloogilisi pinnatüüpe, näiteks moreeni, liiva, kruusa, lubjakivi, savi. Kui jäätmed on paigutatud lõppladustuspaika, suletakse sektsioonid mitmekihilise kattega. Mitmekihiline kate on mõeldud selleks, et kaitsta ladustuspaiga sisu vee sisse imbumise, erosiooni ja (inimeste, loomade või taimede) sissetungi eest [2].



Joonis 1.1. Maapinnalähedase lõppladustuspaiga kontseptuaalne projekt: suletud betoonsektsioon ja mitmekihilise sulgemissüsteemi peamised tehiskõkked

Maapinnalähedane lõppladustuspaik on sobiv variant jäätmetele, mis sisaldavad piisaval hulgal radioaktiivset materjali, et vajavad tõhusat varjestamist ja isoleerimist kuni mõnesaja aasta pikkuse perioodi jooksul. Ladustuspaiga ohutus sõltub eelkõige piisavast varjestamisest ja keskkonnast isoleerimisest ajal, mil jäätmetes toimub radioaktiivne lagunemine. Varjestuse ja isoleerimise tagavad tehiskõkked, asukoht ja institutsionaalse kontrolli meetmed. Aktiivse ja passiivse institutsionaalse kontrolli kestus pärast maapinnalähedase lõppladustuspaiga sulgemist on vastavalt 100 ja 200 aastat (kokku 300 aastat).

Keskaktiivsed radioaktiivsed jäätmed sisaldavad pikaealisi radionukliide koguses, mis nõuab suuremat varjestamist ja isolatsiooni biosfäärist, kui pakub maapinnalähedane lõppladustuspaik. Selliste jäätmete lõppladustamiseks sobib rajatis, mis on mõnekümne kuni mõnesaja meetri sügavusel [3]. Võttes arvesse keskmise sügavusega lõppladustamist vajavate jäätmete väikest kogust, on sobiv šaht-tüüpi keskmise sügavusega lõppladustuspaik (joonis 1.2) [4].



Joonis 1.2. Keskmise sügavusega lõppladustuspaiga kontseptsioon: suletud šaht-tüüpi lõppladustuspaiga ristlabilõige [4]

Keskmise sügavusega lõppladustuspaigale ettenähtud minimaalne sügavus on 30 m. Sellist sügavust peetakse inimtegevuse tavapärase sissetungi tsooni alumiseks piiriks (sellest sügavusest madalamal piirdub inimsekkumine puurimise ja suuremahuliste kaevetöödega, näiteks kaevandamise, tunnelite rajamise ja karjääridega), mistõttu seda piiri kasutatakse maapinnalähedase ja keskmise sügavusega lõppladustamise eristamiseks. Sellisel sügavusel lõppladustamine pakub pikka isolatsiooniperioodi ümbritsevast keskkonnast. Täpsemalt puuduvad sellisel sügavusel lühikeses ja keskmises perspektiivis erosiooni ja muude maapinnaga seotud protsesside kahjulikud mõjud. Keskmisel sügavusel lõppladustamise teine oluline eelis on märkimisväärselt väiksem tahtmatu sissetungi tõenäosus. Seetõttu ei sõltu keskmise sügavusega lõppladustuspaikade pikaajaline ohutus institutsionaalsete kontrollide rakendamisest.

1.2. Optimaalsete asukohtade valimise meetod

Lääne-Harju valla territoorium, kuhu jääb ka endise Paldiski tuumaobjekti ala, on juba Eesti radioaktiivsete jäätmete käitlemise riiklikus tegevuskavas määratud Eesti radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga tulevaseks asukohaks. Seega viiakse kõik piirkonnas asuvad võimalikud asukohad järgmisse asukoha valiku etappi, mis hõlmab erinevaid uuringuid antud piirkonnas. Lääne-Harju vallavalitsus algatas 28. jaanuaril 2020 kohaliku omavalitsuse eriplaneeringu ja keskkonnamõju strateegilise hindamise.

Endine Paldiski tuumaobjekt eelvaliti hindamiseks ühena kolmest sobivast asukohast. Ala peetakse sobivaks peamiselt seetõttu, et seda juba kasutatakse jäätmekäitluse korraldamiseks ja see kuulub (osaliselt) jäätmekäitlusorganisatsioonile, mistõttu puudub jäätmete transportimise vajadus, olemasolev taristu juba toetab seda ja kohalik kogukond on harjunud tuumarajatise olemasoluga.

Praeguse valikuprotsessi eesmärk on leida veel kaks kandidaati edasiseks hindamiseks. Tulevase lõppladustuspaiga sobivad asukohad tuleb leida Lääne-Harju vallas, tuginedes Eesti riikliku poliitikaga tehtud valikutele, kohaliku omavalitsuse arengukavadele, riiklikele ja kohalikele andmebaasidele, avalikele teabeallikatele ja varasemate tehniliste uuringute tulemustele. Kaks võimalikku asukohta tuleb määrata järgmiste sammudega:

1. kõrvale tuleb jätta alad, kuhu seadusandlus, ohutusnõuded ja omavalitsuse üldplaneering ei pruugi lubada lõppladustuspaiga rajamist. Tuvastada tuleb sobivad alad edasisteks uuringuteks;
2. välistamismeetodiga leitud alade uuringud. Olemasolevate andmete põhjal analüüsitakse järgmisi omadusi: topograafia, geomorfoloogia, hüdroloogia, kliima, tektoonika, seismilised omadused, maavarad, hüdrogeoloogiline struktuur, keskkonnaningimused, sotsiaalne olukord, teed ja taristu;
3. mitme võimaliku asukoha leidmine uuritavas piirkonnas. Valik peab tuginema ekspertarvamustele, võttes arvesse olemasolevat teavet ja hõlpsasti hinnatavaid kaalutluskriteeriume (näiteks maakasutuse andmeid, rahvastikutihedust, juurdepääsuteede olemasolu). Edasiseks kaalumiseks valitakse geoloogiliste uuringute teostamiseks kergesti ligipääsetavad alad, mida on võimalik üksikasjalikult iseloomustada;
4. võimalike asukohtade pingerida luuakse kaalutluskriteeriumite põhjal, mida peetakse asukoha valimisel oluliseks, et leida kaks kõige sobivamat asukohta lisaks Paldiski tuumaobjekti alale.

Võimalike lõppladustuspaikade valimisel tuginetakse välistus- ja kaalutluskriteeriumitele. Need määratletakse IAEA dokumentide ning õigusnõuete analüüsi ja Lääne-Harju valla üldplaneeringu põhjal. Mõned kriteeriumid määratakse tuginedes ekspertarvamustele.

Esimene asukoha määramise etapp Lääne-Harju valla territooriumil viiakse läbi geoinfosüsteemi ning keskkonna ja taristu alast avalikku teavet koguvate Eesti riiklike ja kohalike andmebaaside põhjal. Seejärel hinnatakse vastavust igale kaalutluskriteeriumile, järjestades sobivad asukohad kahe kõige sobivama leidmiseks (lisaks Paldiski objekti alale). Hindamine toimub peamiselt eksperthinnangute põhjal.

Võimalikke sobivaid asukohti tuleb kirjeldada piisava detailsusega, tagamaks, et lõppladustuspaiga asukoht vastaks plaanitud jäätmetüüpide lõppladustamisele esitatud ohutusnõuetele. Alasid tuleb piisavalt üksikasjalikult hinnata konkreetsete andmete saamiseks, millele tuginedes on võimalik koostada lõppladustuspaiga kohta jäätmete lõppladustamise ohutushinnang.

Lõplik asukoht kinnitatakse Lääne-Harju valla eriplaneeringu kehtestamise avaliku protsessi käigus. Planeerimisprotsessi esimeses etapis toimub omavalitsuse eriplaneeringu eelvalik.

1.3. Asukoha valiku kriteeriumid

1.3.1. Välistuskriteeriumid

Välistuskriteeriumid on nõuded, mis välistavad asukohad, mille kasutamine pole võimalik kehtivate juriidiliste, keskkondlike, sotsiaalsete ja demograafiliste piirangute tõttu või mille omadused ei vasta lõpladustuspaiga tehnilistele nõuetele ja ohutusnõuetele. Välistuskriteeriumite abil jäetakse kõrvale sellised võimalikud asukohad, mis on seotud probleemide, sündmuste, nähtuste või ohtudega, millele puuduvad praktilised insenertehnilised lahendused. Valitud jäätmete lõpladustuspaik peab vastama järgmistele üldistele nõuetele:

1. rajatud jäätmete lõpladustuspaik peab olema ohutu;
2. huvirühmad peavad asukohaga nõustuma;
3. lõpladustuspaika peab olema võimalik ehitada, kasutada ja sulgeda ilma liigsete raskusteta.

Välistavate kriteeriumite abil tehtav valik aitab ebasobivad piirkonnad edasisest kaalutlusest kõrvale jätta. Välistavad kriteeriumid on loetletud tabelis 1.1. Kriteeriumid tuginevad: (i) rahvusvahelistele ja riiklikele õiguslikele piirangutele; (ii) üldplaneeringuga kehtestatud nõuetele; (iii) ekspertide teadmistele ja teiste riikide kogemustele.

Tabel 1.1. Välistavad kriteeriumid, millele territooriumit uurides tugineti

Omadus	Välistamise põhjus	Seadusega kehtestatud kaitsevöönd	Lõpladustuspaigale pakutud puhvertsoon
Looduskaitsealad: 1. kaitsealad 2. hoiualad 3. liikide kaitsealad 4. kaitstavad loodusobjektid 5. ELi Natura 2000 võrgustikku kuuluvad alad 6. kohaliku omavalitsuse tasandil kaitstavad loodusobjektid 7. kaitstud liigid 8. plaanitud kaitsealad	Looduskaitseadus, ELi direktiiv 2009/147/EÜ, direktiiv 92/43/EÜ	Kaitsealad puuduvad	Võidakse kehtestada KSH käigus kohalike eritingimuste alusel
Olulised elupaigad metsades: 1. olulised elupaigad riigimaal 2. olulised elupaigad vallamaadel ja eramaadel, mille kohta kehtivad lepingud	Metsaseadus	Kaitsealad puuduvad	Võib kaaluda, võttes arvesse asukohapõhiseid tingimusi

Omadus	Välistamise põhjus	Seadusega kehtestatud kaitsevöönd	Lõppladustuspaigale pakutud puhvertsoon
Kultuurimälestiste territooriumid ja objektid: 1. ajaloomälestised 2. arheoloogilised mälestised 3. arhitektuurimälestised 4. kunstimälestised 5. tehnikamälestised 6. ajaloolised looduslikud pühapaigad	Muinsuskaitseadus	50 kuni 100 m, olenevalt mälestise tüübist	Võib eriplaneeringus kaaluda ja vajaduse korral teostada KSH
Miljöalad: kohalikud kaitsealused kultuurmaastikud	Lääne-Harju üldplaneering	Kaitsealad puuduvad	Võib eriplaneeringus kaaluda ja vajaduse korral teostada KSH
Kalmistud	Muinsuskaitseadus: kaitsealused kalmistud kui kultuurimälestised Lääne-Harju üldplaneering: tavalised surnuaiad	50 m	Võib eriplaneeringus kaaluda ja vajaduse korral teostada KSH
Veekogud: meri, järved, jõed, ojad, allikad, maaparandussüsteemide eesvoolud	Looduskaitseadus	Piiranguvöönd: - 200 m Läänemere kallastel; - kuni 100 m järvede ja muude veekogude kallastel (olenevalt suurusest).	Võib eriplaneeringus kaaluda ja vajaduse korral teostada KSH
Märgalad: sood ja soolaadsed märgalad, soometsad, turbarikkad piirkonnad, roostikud	Välistamine tugineb eksperthinnangutele, võttes arvesse ohutusega seotud kaalutlusi.	-	Ühtsed kaugused puuduvad; äravoolutingimusi tuleb hinnata igal üksikul juhul eraldi.
Üleujutusohhtlikud alad	Maa-ameti andmed	–	–
Elurajoonid: tiheda asustusega alad ja muud märkimisväärse elanikkonna arvuga elupiirkonnad (praegused ja üldplaneeringus ettenähtud)	Lääne-Harju üldplaneering	–	700 m sissetungiriski välistamiseks ja üldsuse usalduse võitmiseks.
Tööstus- ja kaubandus-/äripiirkonnad: Maakasutus ärilistel ja kaubanduslikel eesmärkidel,	Lääne-Harju üldplaneering	–	Võib eriplaneeringus kaaluda ja vajaduse korral teostada KSH

Omadus	Välistamise põhjus	Seadusega kehtestatud kaitsevöönd	Lõppladustuspaiigale pakutud puhvertsoon
maa segakasutus, tööstuslik maakasutus päikesepargi tarbeks, maa kasutamine kaevandamiseks			
Puhkealad ja ühiskondlike hoonete territooriumid: haljasalad ja parkmetsad, kaitstud metsaalad, kohalikud kaitstud metsaalad, looduslikud haljasalad, puhkealad, avalikud hooned, avalikud alad	Lääne-Harju üldplaneering	–	Võib eriplaneeringus kaaluda ja vajaduse korral teostada KSH
Kaevanduspiirkonnad ja väärtuslikke maavarasid sisaldavad maa-alad	Maapõueseadus	Kaitsealad puuduvad	Võib eriplaneeringus kaaluda ja vajaduse korral teostada KSH
Sõjalised ja riigikaitsega seotud alad	Kaitseministri määrus Lääne-Harju üldplaneering	25–2000 m	Võib eriplaneeringus kaaluda ja vajaduse korral teostada KSH
Lennuväljad	Lennundusseadus	Kaitseala sõltub lennuvälja suurusest	–
Vee- ja kanalisatsioonisüsteemid: olemasolevad ja plaanitud vee- ja kanalisatsioonitorustikud, üldkasutatavad kaevud	Ehitusseadustik	Vahemikus 2–5 m	Ei plaanita
Gaasipaigaldised ja -torustikud: olemasolevad ja plaanitud	Ehitusseadustik	Vahemikus 1–10 m	Ei plaanita
Elektripaigaldised: elektriliinid jms	Ehitusseadustik	Vahemikus 2–40 m	Ei plaanita
Kommunikatsioonipaigaldised: olemasolevad ja plaanitud mastid ja liinid	Ehitusseadustik	1 m	Ei plaanita
Teed ja raudteed (olemasolevad ja plaanitud)	Ehitusseadustik Lääne-Harju üldplaneering	Teede puhul vahemikus 10–50 m Raudteed: 30 kuni 50 m	Võib eriplaneeringus kaaluda ja vajaduse korral teostada KSH
Ohtlikud ettevõtted: bensiinijaamad, ohtlike kaupade terminalid,	Kemikaaliseadus	Vahemikus 50–2000 m olenevalt ettevõttest	Võib eriplaneeringus kaaluda ja vajaduse korral teostada KSH

Omadus	Välistamise põhjus	Seadusega kehtestatud kaitsevöönd	Lõppladustuspaigale pakutud puhvertsoon
külmhooned, teraviljakuiivad, karusloomakasvandused jne			
Erilised geoloogilised pinnavormid: tektoonilise tekkega murdude piirkonnad, karstialad	Ekspert hinnang	–	1 km laiune tsoon kaardistatud murre mõlemast servast
Inimtegevus: pump-hüdroakumulatsioonijaama ehitus Paldiskis	Ekspert hinnang	–	Võib eriplaneeringus kaaluda ja vajaduse korral teostada KSH
Väike maakrunt: pindalaga alla 5 ha või sobimatu geomeetriaga (krundi laius on alla 220 m)	Huvirühmade ja kohalike ekspertide arvamus	–	–

Välistada tuleb kaitsealad, kultuurimälestiste piirkonnad, veekogud, märgalad ja ülejutusohelikud alad, elamupiirkonnad, puhke- ja tööstusalad ning nendega seotud taristu alad, kaevandusalad ja väärtuslike maardlate piirkonnad, sobimatud geoloogilised vormid (tektooniliste murdude piirkonnad, karstialad), sõjaliseks kasutuseks mõeldud maa-alad, lennuväljad ja riigipiirilähedased alad. Tavaliselt ümbritsevad välistatavaid alasid ja objekte seadusega kehtestatud kaitsevööndid. Samas tunnistavad eksperdid, et sellised seadusega kehtestatud vööndid on sageli liiga väikesed [16]. Suurte kaitsevööndite (või puhvertsoonide) rajamiseks on mitu põhjust:

- lõppladustuspaiga ohutuse ja turvalisuse suurendamine;
- ioniseeriva kiirguse mõju vähendamine miinimumini, mis võib jäätmekäitlusega seotud tegevuste tõttu kiirgusega kokku puutuda võivatele kriitilise rühma liikmetele mõju avaldada;
- üldsuse heakskiidu suurendamine.

Väljapakutud puhvertsoonide mõõtmed (tabel 1) tuginevad peamiselt ekspertide arvamusele, võttes arvesse asukoha määramise programmide kogemust teistes riikides.

Eesti tingimustes mitte kohalduvaid nähtusi ja protsesse (näiteks tsunamid, vulkaanipursked) ei peeta välistuspõhjusteks. Eesti kontekstis pole ka seismiline oht välistav tegur. Samas tuleks hilisemates lõppladustuspaiga arenguprogrammi etappides arvesse võtta vastupidavust maapinna liikumisele, mis on tekkinud võimalike maavärinate põhjustatud erinevat tüüpi seismiliste lainete tagajärjel.

Sobimatu geomeetriaga vähem kui 5-hektarilised alad tuleb samuti välistada. Turvakaalutlustel tuleb lõppladustuspaiga territoorium ümbritseda tara või aiaga. Lisaks peab olema piisavalt ruumi lõppladustuspaika ümbritseva piirangutsooni kehtestamiseks, kui selline tsoon otsustatakse luua. Krundi optimaalne kuju on nelinurk, mille lühim külg on vähemalt pikkusega 220 m.

1.3.2. Kaalutus- ja järjestuskriteeriumid

Välistus-kriteeriume täiendavad mittekohustuslikud kaalutuskriteeriumid. Viimased on seotud probleemide, sündmuste, nähtuste, ohtude või muude kahjulike teguritega seotud omadustega, mille jaoks on olemas insenertehnilised lahendused, näiteks saab muuta rajatise projekti. Põhieesmärk on vähendada võimalike asukohtade arvu, kui neid on liiga palju, võrrelda neid omavahel ning luua pingerida. Kui võimalike asukohti on palju, siis peaksid kriteeriumid valikuprotsessi toetama vähem sobilike asukohtade välistamisega.

Kaalutuskriteeriumid (mis on esitatud tabelis 1.2) määrati rahvusvaheliste soovitude ja kogemuste ning ekspertteadmiste põhjal. Kaalutuskriteeriumid hõlmavad järgmisi tingimusi: geoloogilised, hüdrogeoloogilised, geokeemilised ja tektoonilised tingimused, maapinnas toimuvad protsessid, meteoroloogilised tingimused, inimtegevus, jäätmete transport, maakasutus ja -omand, rahvastik, keskkonnakaitse, ajaloopärandi olulisus. Samade omaduste põhjal loodi pingerida (tabelis 1.3), mida kasutati kahe võimaliku asukoha lõplikuks valimiseks. Samad omadused olid kahe võimaliku asukoha otsustamisel pingerea määramise aluseks. Kaalutus- ja järjestuskriteeriume kirjeldatakse üksikasjalikult tegevuse 1 esimese osa vahearuandes.

Tabel 1.2. Kaalutuskriteeriumid Lääne-Harju territooriumi analüüsimiseks

Omadus	Põhjused	Kaalutuskriteeriumid	Märkused
Geoloogia	Ladustamispaiga asukoha geoloogia peab toetama jäätmete isoleerimist ja piirama radionukliidide vabanemist biosfääri. See peab toetama lõppladustussüsteemi stabiilsust ja pakkuma ladustamiseks piisavat mahtu ja soodsaid tingimusi (geoloogilisi, mehhaanilisi, geokeemilisi, hüdrogeoloogilisi jms).	Geoloogiliste omaduste prognoositavus	Eelistatakse lihtsat, prognoositavat ja hõlpsasti iseloomustatavat geoloogiat
Hüdrogeoloogia	Asukoha hüdrogeoloogilised omadused peaksid hõlmama madalat põhjavee taset ja pikki vooluteid, et piirata radionukliidide edasikandumist. Inimkasutuseks mõeldud vee saastumise võimalused tuleb välistada. Hinnata tuleb looduslike protsesside ja lõppladustuspaiga rajamise põhjustatud ootuspäraseid muutusi olulistest hüdrogeoloogilistest tingimustes (näiteks	Lihne geoloogiline keskkond, mis muudab hüdrogeoloogilise süsteemi iseloomustamise ja modelleerimise lihtsamaks ja usaldusväärsemaks. Madal ja stabiilne põhjaveepind. Looduslike protsesside või inimtegevuse põhjustatud muutusi olulistest	Eelistatakse lihtsat geoloogilist keskkonda, mida on kerge kirjeldada ja modelleerida Eelistatakse madalat ja stabiilset põhjaveepinda

Omadus	Põhjused	Kaalutluskriteeriumid	Märkused
	hüdraulilises gradiendis).	hüdrokeoloogilistes tingimustes oodata pole	
Geokeemia	Põhjavee ja geoloogiliste keskkondade keemiline koostis peab toetama radionukliidide vabanemise tõkestamist lõppladustuspaigast ning ei tohi oluliselt mõjutada tehistõkete pikaajalisust. Analüüsida tuleb keemilisi vastasmõjusid lõppladustussüsteemis (näiteks põhjavee võimalikku korrodeerivat toimet tehistõketele).	Mõõduka pH- ja Eh-tasemega keskkond (tavalisele betoonile mitteagressiivne) Keemiliste tingimuste puudumine, mis soodustaksid radionukliidide kiiret leket Vähese kandejõuga pinnasetüüpide puudumine, pinnase stabiilsus vastab ehitusnõuetele	Eelistatakse mitteagressiivset keemilist keskkonda, mis ei soodusta radionukliidide liikumist Asukoha iseloomustamise etapis tuleb uurida keemilisi vastasmõjusid lõppladustussüsteemis
Tektoonika	Asukoht peaks olema madala tektoonilise aktiivsusega piirkonnas, mis ei ohusta lõppladustussüsteemi isolatsiooni. Lõppladustuspaiga projekt peab arvestama asukoha tektoonilise stabiilsuse ja seismilise aktiivsusega, mis võib väljapakutud lõppladustussüsteemi kahjustada.	Kahjulike tektooniliste protsesside vähene tõenäosus; hiljutiste või ajalooliste tõendite puudumine aktiivsete murrangute ja tektooniliste protsesside kohta.	Eelistatakse piirkondi, mida iseloomustab madal tektooniline oht
Pinnaprotsessid	Maapinnalähedase lõppladustuspaiga asukoht peab olema hea drenaažiga, seal ei tohi olla üleujutuspiirkondi, samuti ei tohi vesi sageli ühte kohta koguneda. Hinnata tuleb vee kogunemist ülesvoolu drenaažipiirkonnas sademete või lume sulamise tagajärjel ja veejuhtimiseks mõeldud süsteemide rikkeid, kanalite ummistusi või maalihkeid ning võimalusi nende oht miinimumini viia, et vähendada veevoolu hulka, mis võiks rajatist rikkuda või selle üle	Topograafilised ja hüdrooloogilised omadused, mis välistavad üleujutuste võimaluse ja piiravad erosiooni, st maapinna kalle on mõõdukas. Vähese kandejõuga pinnasetüüpide puudumine, pinnase stabiilsus vastab ehitusnõuetele.	Eelistatakse ühtlast topograafiat ja mõõdukat maapinna kallet

Omadus	Põhjused	Kaalutluskriteeriumid	Märkused
	<p>ujutada.</p> <p>Pinnaprotsessid, näiteks maalihked, lõppladustuspaigas toimuvad üleujutused või erosioon ei tohi toimuda sellise sageduse või intensiivsusega, mis saaks mõjutada lõppladustuspaiga vastamist ohutusnõuetele.</p>		
Meteoroloogia	<p>Objekti piirkonna meteoroloogiat tuleb kirjeldada nii, et ootamatuid ja äärmuslike ilmastikutingimusi on võimalik lõppladustuspaiga projekteerimisel ja ehitus- ja kasutusloa väljastamisel piisavalt arvesse võtta. Hinnata tuleb äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise võimalust.</p> <p>Suletud maapinnalähedane lõppladustuspaik võib olla tundlik äärmuslike ilmastikutingimuste (näiteks tugeva vihmajärgu, põudade, äärmiselt külmade temperatuuride) suhtes, mida pole rajatise projekteerimisel ette nähtud</p>	Äärmuslike ilmastikutingimuste sagedus ja mõju.	Eelistatakse asukohti, kus äärmuslikud ilmastikutingimused saavad vähe mõju avaldada
Inimtegevus	<p>Asukoht tuleb valida selliselt, et praeguste või tulevaste põlvkondade tegevus objektile või selle lähedal ei mõjutaks tõenäoliselt lõppladustuspaiga isoleerivaid omadusi.</p> <p>Väga ohtlike rajatiste, lennujaamade või suurte koguste ohtlike materjalide transportimiseks kasutatavate teede vahetus läheduses olevaid alasid tuleb analüüsida, et hinnata nende sobivust jäätmete lõppladustuspaiga asukohaks.</p> <p>Samuti tuleb hinnata alal leiduvaid väärtuslikke</p>	<p>Kaugus ohtlikust rajatisest</p> <p>Kaugus lennujaamadest</p> <p>Kaugus suurtest teedest, mida kasutatakse sageli ohtlike materjalide transpordiks</p> <p>Ala tulevase arendamise väike tõenäosus</p> <p>Väike kaevandamise</p>	<p>Eelistatakse asukohti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - mis asuvad ohtlikest rajatistest, lennujaamadest, suurtest teedest ja arendamiseks ettenähtud piirkondadest eemal; - mille potentsiaal arendamiseks, kaevandamiseks ja põhjavee kasutamiseks on väike.

Omadus	Põhjused	Kaalutluskriteeriumid	Märkused
	maavarasid või võimalikke tulevase ressursse, sealhulgas joogiks või kastmiseks sobiliku põhjavee leidumist, mis võib viia sekkuvate tegevusteni, mille tagajärjel vabaneks keskkonda lubatud piirväärtusi ületav radionukliidide kogus.	tõenäosus Põhjavee kasutuse vähene potentsiaal	
Jäätmete transport	Objekt peab asuma sellises kohas, kuhu on võimalik juurdepääsuteede kaudu jäätmeid transportida inimesi võimalikult vähe ohtu seades	Sobivate teede olemasolu	Eelistatakse kõige väiksemat transpordi kaugust
Maakasutus	Üldplaneeringus ¹ määratud arendamiseks mõeldud alasad võidakse laiendada objekti naabrusesse	Võimalikku tulevast piirkonna arendustegevust hinnatakse kauguse põhjal praeguste ja teadaolevate ettevõtete ning tööstus-, elu- ja avalike hooneteni jne	Eelistatakse asukohti, kus tulevikus teostatava arendustegevuse tõenäosus on väike
	Matkarada E9	Võimalikku mõju hinnatakse KSHs	Vajalikke ennetavaid meetmeid võib välja pakkuda KSH käigus
	Üldplaneeringus ¹ määratud väärtuslik põllumajandusmaa	Võimalik asukoht väärtuslikul põllumajandusmaal	Eelistatult kasutatakse neid alasid põllumajanduseks, kuid kui riigi ja omavalitsuse huvides on sinna midagi muud ehitada, võib seda kaaluda
	Täiendavad riigikaitsealad , mis pole määratletud Lääne-Harju üldplaneeringus, kuid on olemas kinnistusraamatus ²		Eelistatakse asukohti, mida ei kasutata kaitseesmärkidel
Maomand	Jurisdiktsioon maa üle ehk maa omandiõigus, mis on seotud lõppladustuspaiga rahalise teostatavuse ja üldsuse heakskiiduga.	Riigimaa ja reformimata riigimaa praegused võimalused	Hoidla ehitamine riigimaaale on kõige lihtsam variant. Reformimata riigimaa kasutus tähendaks keerulisemaid protseduure. Omavalitsuse maa kasutamiseks on vaja omavalitsuse

Omadus	Põhjused	Kaalutluskriteeriumid	Märkused
			nõusolekut. Eramaale hoidla plaanimine ja ehitamine tooks kaasa keerukaid protseduure: koostöö omanikuga, võimalik sundvõõrandamine.
Elanikkond	Tuleb mõelda suure rahvastikutihedusega alade vältimisele	Kaaluda tuleb praegust rahvastikutihedust ja võimalikku rahvastiku juurdekasvu	Eelistakse asukohti, mis on tihedalt asustatud aladest kõige kaugemal
Keskkond	Objekt peaks asuma sellises kohas, kus keskkond oleks rajatise terve eluea jooksul piisavalt kaitstud ja võimalikke kahjulikke mõjusid oleks võimalik vastuvõetavale tasemele viia, kui võtta arvesse tehnilisi, majanduslikke, sotsiaalseid ja keskkondlikke tegureid. Maapinnalähedane lõppladustuspaik peab vastama keskkonnakaitse nõuetele.	Rangelt kaitstud alad jäetakse kõrvale, võimalikku mõju hinnatakse KSH käigus	Teatud tegevused (näiteks hoidla rajamine) võivad looduslikke elupaiku mõjutada, mistõttu võib KSH ajal määrata puhvertsoonid või kehtestada ennetavad/leevendavad meetmed.
	Looduskaitsealad: 3. kategooria liigid	Looduskaitsealad (3. kategooria liigid)	Teatud tegevused (näiteks hoidla rajamine) võivad looduslikke elupaiku mõjutada, mistõttu võib KSH ajal määrata puhvertsoonid või kehtestada ennetavad/leevendavad meetmed. Puhvertsoone tuleb arutada Keskkonnaametiga, kes peab need ka heaks kiitma.
	Rohevõrgustiku ala (määratud üldplaneeringus)	Olemasolevad rohevõrgustiku alad	Rohevõrgustiku alad on määratud üldplaneeringus. Üldiselt ei kiideta jäätme hoidla rajamist sellisele alale heaks, kuid erandid on võimalikud. Olenevalt asukohast võivad tara püstitamisele kehtida piirangud, näiteks ei tohi

Omadus	Põhjused	Kaalutluskriteeriumid	Märkused
			plaanitud objekt mõjutada kahjulikult rohevõrgustiku toimimist.
	Üldplaneeringus märgitud väärtuslikud maastikud	Olemasolevad väärtuslikud maastikud	Kaitsta tuleb traditsioonilist küla miljöomaastikku. Plaanitud objekt peab sobituma ümbritsevaga ja ei tohi kaitstud väärtusi negatiivselt mõjutada.
	Olulised elupaigad metsades (Metsaseaduse kohaselt)	Rangelt kaitstud alad jäetakse kõrvale, võimalikku mõju hinnatakse KSH käigus	Teatud tegevused (näiteks hoidla rajamine) võivad looduslikke elupaiku mõjutada, mistõttu võib KSH ajal määrata puhvertsoonid või kehtestada ennetavad/leevendavad meetmed.
Ajaloopärand	Kohalikud kaitstud kultuuripärandi objektid: pärandkultuuri objektid, eelmise sajandi arhitektuuripärandi objektid, taluarhitektuuri objektid, militaarpärandi objektid, muinasajaloo objektid, pühapaigad	Rangelt kaitstud alad jäetakse kõrvale, võimalikku mõju hinnatakse KSH käigus	Eelistatult ei tohi avaldada nimetatud objektidele kahjulikku mõju, kuid teatud kombinatsioonides on hoidla rajamine võimalik. Objekte tuleb täiendavalt analüüsida.

Tabel 1.3. Kolme võimaliku asukoha valimisel kasutatud järjestuskriteeriumid

Kaalutluskriteeriumid	Järjestuskriteeriumid		
	Minimaalne tulemus 0 punkti	Keskmine tulemus 1 punkt	Maksimaalne tulemus 2 punkti
Geoloogia			
Proгноositav geoloogia	Piiratud teave	Suur ebakindlus geoloogilise struktuuri tõlgendamisel	Lihtsa struktuuriga settestruktuur
Võimalik kirjeldada geoloogiliste uurimismeetoditega	Uuritavale alale on keeruline füüsiliselt juurde pääseda	Juurdepääs on mõõdukalt keeruline	Uuritavale alale on lihtne füüsiliselt juurde pääseda
Hüdroteoloogia			
Lihtne geoloogiline keskkond, mis muudab	Vett sisaldavad kihid ja hüdroteoloogilised	Teave hüdroteoloogiliste	Üks ja teadaolev vett sisaldav kiht;

Kaalutluskriteeriumid	Järjestuskriteeriumid		
hüdrokeoloogilise keskkonna iseloomustamise ning modelleerimise lihtsamaks ja usaldusväärsemaks	omadused on teadmata, läheduses puuduvad hüdrokeoloogilised vaatluskaevud	omaduste kohta on piiratud	põhjaveekihtide omadused on hästi teada; modelleerimine on teostatud (teaduslikel, tööstuslikel või veevarustuse eesmärkidel), läheduses on kaevud või puurkaevud
Madal ja stabiilne põhjaveekiht. Looduslike protsesside või inimtegevuse poolt põhjustatud muutusi olulistes hüdrokeoloogilistes tingimustes oodata pole	Kõrge ja ebastabiilne põhjaveekiht. Muutused hüdrokeoloogilistes tingimustes on võimalikud	Põhjaveekiht on üsna stabiilne, selle sügavus on u 1 m Muutused hüdrokeoloogilistes tingimustes on vähetõenäolised	Madal (vähemalt 3 m sügavune) ja stabiilne põhjaveekiht Looduslike protsesside või inimtegevuse poolt põhjustatud muutusi olulistes hüdrokeoloogilistes tingimustes oodata pole
Geokeemia			
Mõõduka pH- ja Eh-tasemega geo- ja hüdrokeemiline keskkond (tavalisele betoonile mitteagressiivne)	Keemilisi tingimusi ei teata	Teadaolevalt või prognoositult esineb keemilist agressiivsust tavapärasel kasutusel betooni suhtes, kuid mõju saab vastupidava betooni kasutamisega vähendada miinimumini	Teadaolevalt või prognoositult on keskkonna keemiline agressiivsus tavalise betooni suhtes madal
Keemiliste tingimuste puudumine, mis soodustaksid radionukliidide kiiret leket	Keemilisi tingimusi ei teata		Eeldatakse asjakohaste radionukliidide leviku tõkestamist (st kõrge pH, saviosakeste olemasolu)
Tektoonika			
Kahjulike tektooniliste protsesside esinemise tõenäosus	Asub vahetult väljaspool välistuspiiri. Hiljutised või ajaloolised tõendid aktiivse murrangu ja tektooniliste protsesside kohta	Aktiivsest murrangust mõõdukalt kaugusel	Aktiivsest murrangust kõige kaugem asukoht Kahjulike tektooniliste protsesside madal tõenäosus; hiljutiste ja ajalooliste tõendite puudumine aktiivse murrangu kohta
Võimalikud seismilised nähtused	Ajalooliselt on esinenud nii tugevaid ja intensiivseid maavärinaid, et kordumisel võib selline maavärin kahjustada	Ei kohaldu	Puuduvad tõendid pinnase veeldumise kohta seismilise koormuse korral ja märgid kõrge veeldumispotentsiaaliga pinnase esinemise kohta

Kaalutluskriteeriumid	Järjestuskriteeriumid		
	jäätmete isoleeritust		
Pinnaprotsessid			
Topograafilised ja hüdrooloogilised omadused, mis välistavad üleujutuste võimaluse ja piiravad maalihkeid ja erosiooni	Kalded üle 10% või alla 2%	Kalle erineb piirväärtustest ainult veidi	Mõõduka külje kaldega kungas
Vähese kandejõuga pinnase puudumine	Aluskivimite omadused on teadmata	Ei kohaldu	Jäik aluskivim
Meteoroloogia			
Äärmuslikud ilmastikutingimused	Äärmuslikke ilmastikutingimusi esineb harva	Äärmuslikke ilmastikutingimusi esineb mõõdukalt	Äärmuslikud ilmastikutingimused on tavapärased
Inimtegevus			
Kaugus ohtlikust rajatisest	Asub välistuspiiri vahetus läheduses	Keskmisel kaugusel	Lähemal kui 2 km raadiuses pole ühtegi rajatist
Kaugus lennujaamadest	Asub lennujaama välistuspiiri vahetus läheduses	Keskmisel kaugusel	Asukoht on lennujaamast kõige kaugemal
Kaugus suurtest teedest, kus veetakse sageli ohtlikke materjale	Asub välistuspiiri vahetus läheduses	Keskmisel kaugusel	Ohtlikke materjale lähemal kui 2 km kaugusel ei transpordita
Jäätmete transport			
Sobivate teede olemasolu	Olemas piiratud juurdepääsutee	Praegused teed vajavad remonti	Teed sobivad jäätmete transpordiks ja hädaolukorras kasutamiseks
Maakasutus ja maaomand			
Ala tulevase arendamise väike tõenäosus	Asub välistuspiiri vahetus läheduses	Mõõdukas arendustegevuse võimalus piirkonnas	Piirkonnal puudub potentsiaal tulevasteks arendusteks
Väike kaevandamise tõenäosus	Asub välistuspiiri vahetus läheduses	Keskmisel kaugusel	Kõige kaugemal võimalikest tuvastatud kaevanduspiirkondadest ja väärtuslikest maardlatest
Põhjavee kasutuse vähene potentsiaal (kaevude rajamise väike võimalus)	Potentsiaal on olemas	Mõõdukas võimalus, et tulevikus hakatakse vett kasutama	Potentsiaal puudub
Väärtuslik põllumajandusmaa	Asukoht on väärtuslikul põllumajandusmaal	Ei kohaldu	Asukoht on väljaspool väärtuslikku

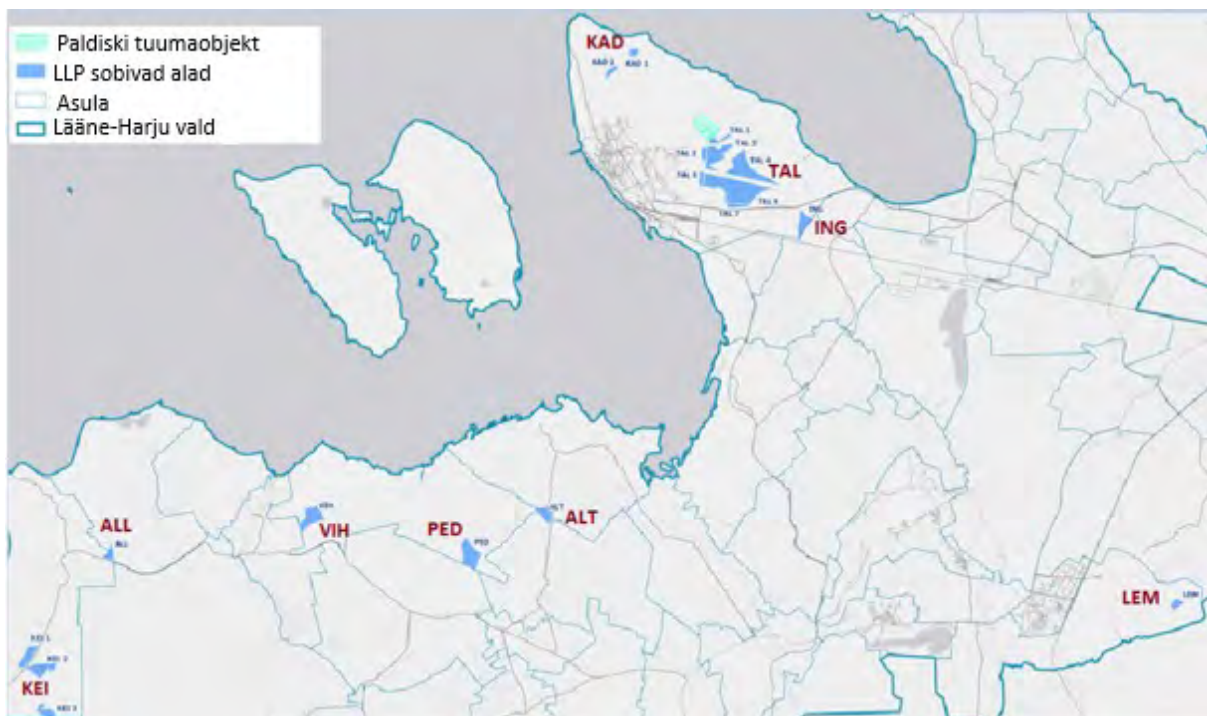
Kaalutluskriteeriumid	Järjestuskriteeriumid		
			põllumajandusmaad
Maaparandussüsteemides t kaugemal	Asub välistuspiiri vahetus läheduses	Keskmisel kaugusel	Asukoha läheduses puudub drenaažisüsteem
Maaomand	Omavalitsuse maa ja reformimata riigimaa	Ei kohaldu	Riigimaa
Elanikkond			
Tiheda asustusega piirkonnad	Asukoht asub tiheda asustusega piirkonna kõrval	Asukoht asub tiheda asustusega piirkonnast keskmisel kaugusel	Asukoht on tiheda asustusega piirkonnast kaugel
Keskkonnakaitse			
Looduskaitsealad (3. kategooria liigid)	Asukoht on kaitsealal	Ei kohaldu	Asukoht on väljaspool kaitseala
Rohelise võrgustiku ala	Asukoht on rohelise võrgustiku tuumikalal	Asukoht on rohelise võrgustiku koridoris	Asukoht on väljaspool rohelise võrgustiku ala
Väärtuslik maastik	Asukoht asub väärtuslikul maastikul	Asukoht asub väärtusliku maastiku kõrval	Läheduses pole väärtuslikke maastikke
Ehitusvõimalused			
Maakrundi suurus	Alla 6 ha	Üle 6 ha, kuid vähem kui 10 ha	Üle 10 ha

1.4. Lõpladustuspaigale kolme võimaliku asukoha valimine

1.4.1. Valik välistuskriteeriumite alusel

Lääne-Harju valla territooriumi uuringud tuginesid peamiselt praegustele õiguslikele piirangutele ja plaanidele, kasutades välistuskriteeriume. Alad, kuhu oli geoloogiliste uuringute teostamiseks keeruline juurde pääseda ja mis seetõttu ei sobinud üksikasjalikuks iseloomustamiseks, jäeti samuti kõrvale.

Joonis 1.3 kujutab välistavate kriteeriumite põhjal tehtud valla territooriumi uuringute tulemusi. Pärast uuringuid jäi Lääne-Harju valla territooriumil alles 18 võimalikku asukohta. Üksteisele suhteliselt lähedal olevad asukohad rühmitati üheks alaks ja nimetati küla või katastriüksuse järgi ning lisati kolmetähelised lühendid: Keibu (KEI), Alliklepa (ALL), Vihterpalu (VIH), Pedase (PED), Altküla (ALT), Lemmaru (LEM), Ingeri (ING), Tallinn (TAL) ja Kadaka (KAD).



Joonis 1.3. Välistuskriteeriumitele tuginenud negatiivse valimisprotsessi tulemused

Selle tulemusena pakuti võrdlemiseks ja kahe kõige optimaalsema hoidla asukoha väljaselgitamiseks välja üheksa ala Lääne-Harju valla territooriumil. Kolmas ala (Paldiski tuumaobjekti ala) on juba eelnevalt valitud. Kolm asukohta pakutakse välja edasiseks planeerimisprotsessiks ja KSHks.

1.4.2. Analüüs kaalutluskriteeriumite põhjal

Analüüs ja hindamine näitasid, et praeguste teadmiste kohaselt on kõik võimalikud asukohad oma omaduste poolest paljuski sarnased. Kirjanduse põhjal ja ilma täiendavate uuringuteta on asukohad on prognoositava geoloogia ja lihtsa struktuuriga settekihtide järjestusega ning kõigis kohtades on maapinnalähedase lõpladustuspaiga aluskivim jääk

lubjakivi. Kõikides väljapakutud asukohtades on teada vett sisaldavad kihid, põhjaveekihtide omadused on teada ja nagu ka läheduses asuvad kaevud või puurkaevud. Kõik asukohad on sarnaste geo- ja hüdrokeemiliste omaduste ning mõõduka pH- ja Eh-tasemega. Prognoositult esineb keemilist agressiivsust tavapärase betooni suhtes, kuid selle mõju saab vastupidava betooni kasutamisega vähendada miinimumini. Seismiliste protsesside toimumise tõenäosus on kõigis asukohtades sarnane. Puuduvad tõendid pinnase veeldumise kohta seismiliste koormuste puhul ja märgid, mis osutaksid kõrge veeldumispotentsiaaliga pinnase esinemisele. Kahjulike tektooniliste protsesside esinemise tõenäosus on väike. Üksikasjalikud andmed on ära toodud tegevuse 1 teise osa vahearuandes.

1.4.3. Asukohtade hindamine ja järjestamine

Lääne-Harju valla piirkondliku iseloomustuse, välja töötatud kaalutluskriteeriumite ja Lääne-Harju valla kohta käivate ning avalikult kättesaadavate andmete põhjal järjestati asukohad, mis jäid järele pärast välistuskriteeriumite kohaldamist. Järjestuse tulemused on esitatud tabelis 1.2. Asukohtade hindamisprotsessi on üksikasjalikult kirjeldatud tegevuse 1 teise osa vahearuandes. Järjestuse eesmärk on pakkuda välja kaks võimalikku asukohta, mida ruumilise planeerimise eelvaliku etapis kaaluda ja võrrelda, et valida lõppladustuspaiga jaoks kaks parimat asukohta. Protsessi tulemusena said VIH ja PED alad kõige parema üldtulemuse (vastavalt 46 ja 44 punkti); neile järgnesid ALT (43 punkti) ja ALL (42 punkti).

Tabel 1.4. Asukohtade järjestamise tulemused

Asukoht:	VIH	PED	ALT	ALL	KEI	TAL	ING	KAD	LEM
Tulemus	46	44	43	42	41	40	40	38	35

1.4.4. Huvirühmade arvamus

Tuumarajatiste asukoha valimisel on huvirühmade arvamus oluline. Kohaliku, Lääne-Harju valla, omavalitsuse arvates peeti VIH, ALL ja KEI alasid jäätmete lõppladustuspaigana sobimatuteks, sest läheduses asuvate Vihterpalu, Alliklepa ja Keibu külade puhul on suur avalik huvi kasutada neid puhkealadena. Omavalitsuse nägemuses jäetakse need alad kohalikeks puhkealadeks. Lähedal olevad metsad on mõeldud kaitsmiseks ja säilitamiseks ning mererannikut tuleb pidada väärtuslikuks puhkealaks. Seega ei vasta jäätmete lõppladustamine piirkonna maakasutuskavale.

Arvestades kohaliku omavalitsuse seisukohta ja negatiivsele avalikule arvamusel osutavate märkidega, tunnistati VIH, ALL ja KEI piirkonnad jäätmete lõppladustuspaiga rajamiseks sobimatuteks ja jäeti edasisest asukoha määramise protsessist kõrvale. Seega pakutakse võimalike lõppladustuspaiga rajamise asukohtadena (joonised 1.4 ja 1.5) välja teise ja kolmanda tulemuse saavutanud alad (vastavalt PED ja ALT), mida edasi uurida. Lisaks praegusele eelvalitud asukohale Pakri poolsaarel võrreldakse edasises planeerimise ja KSH protsessis võimalike asukohtadena PED objekti Harju-Risti ja Padise külade läheduses ja ALT objekti Altküla territooriumil.



Joonis 1.4. Juurdepääs PED alale.



Joonis 1.5. ALT ala pärast lume sulamist.

1.5. Kokkuvõte

1. Radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga asukoht peab vastama põhilistele nõuetele:

- lõppladustuspaik peab olema ohutu;
- huvirühmad peavad asukohaga nõus olema;
- lõppladustuspaika peab olema võimalik liigsete raskusteta rajada, kasutada ja sulgeda.

2. Geoloogilisele keskkonnale esitatud peamised nõuded on kivimi piisav kandevõime ja keskkonna madal keemiline agressiivsus betoonrajatiste suhtes. Lisaks tuleb arvesse võtta muid omadusi, näiteks vee läbilaskvus, veevoolu tugevust, radionukliidide leviku tõkestamine, põhjavee voolu kaugust väljalaskealast.

3. Valitud jäätmekäitluse kontseptsioonid madal- ja keskaktiivsetele jäätmetele on äärmiselt paindlikud. Neid on võimalik kergesti erinevatele geoloogilistele keskkondadele ja erinevatele jäätmekompositsioonidele kohaldada.

4. Pärast praeguse teabe põhjalikku analüüsi alltegevuste 1.2, 1.3 ja 1.4 rakendamise abil otsustati, et erinevatel põhjustel ei sobi suurem osa Lääne-Harju vallast radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga rajamiseks. Leiti ainult umbes kümme võimalikku vastuvõetavat asukohta, sealhulgas endine Paldiski tuumaobjekt.

5. Pärast võrdlemist alategevuses 1.1 loodud meetodi abil ja konsultatsiooni kohaliku omavalitsusega eelistatakse kahte võimalikku asukohta (PED ja ALT), mis asuvad valla keskel.

Need pakutakse välja edasisteks uuringuteks, et määrata sobivus jäätmete hoiustamiseks lisaks endisele Paldiski tuumaobjektile. On põhjust arvata, et kõigis kolmes võimalikus asukohas saab tavapäraste meetodite abil ehitada ohutu radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga, kusjuures inimsekkumise ja ohtlike tegevuste põhjustatud kahjude tõenäosus oleks madal.

6. Asukohaspetsiifilised uuringud (tegevus 2) peaksid pakkuma teavet, mis mõjutab jäätmete lõppladustuspaiga projekti, ehitamist ja seeläbi maksumust.

7. Lõppjärelused konkreetsete alade sobivuse kohta radioaktiivsete jäätmete lõppladustamiseks saab teha pärast asukohaspetsiifiliste tingimuste üksikasjalikke uuringuid ning põhjalikke ohutus- ja riskihinnanguid (tegevuse 2 osad). Lõppladustuspaiga asukoha valiku otsus tuleb langetada arvestades nii praeguste kui ka tulevaste põlvkondade ja keskkonnakaitset ning kaasates valikuprotsessi aktiivselt kohalikke elanikke.

2. TEGEVUS 2. Lõppladustuspaiga kolme asukoha uuringud

Tegevuse 1 („Lõppladustuspaiga kolme optimaalseima asukoha väljaselgitamine“) tulemusena valiti tulevasele lõppladustuspaigale kaks võimalikku asukohta (Altküla (ALT) ja Pedase (PED) aladd). Huvirühmad on juba varasemalt valinud võimalikuks lõppladustuspaigaks Paldiski tuumaobjekti ala (PAL). Kolme võimalikku asukohta iseloomustati selle projekti tegevuse 2 käigus. Tegevuse 2 põhieesmärk on anda sisend lõppladustuspaiga rajamise keskkonnamõjude strateegilisele hindamisele ja eriplaneeringu koostamisele, st teha põhimõtteline otsus lõppladustuspaiga asukoha kohta.

See hõlmab põhjalikke geoloogilisi, hüdrogeoloogilisi, hüdroloogilisi, geokeemilisi, keskkondlikke ja sotsiaalseid uuringuid ning praeguse taristu ülevaatamist. Lisaks süveneti võimalikesse ohutuskaalutlustesse, sealhulgas radioloogilisele mõjule naaberriikidele võimalike asukohtade iseloomulike joonte valguses. Teostatud uuringud võib tinglikult jagada nelja rühma: geoloogilised tingimused, keskkonnatingimused, sotsiaalne keskkond ja taristu olemasolu ning kiirguskaitse ja -ohutus.

Tegevuse 2 tulemuste alusel võrreldakse kolme võimalikku lõppladustuspaiga asukohta. Võrdluse tulemused moodustavad lõppladustuspaiga rajamise ruumilise planeerimise ja keskkonnamõju hindamise aluse.

2.1. Tektoonilise omapära kaardistamine

Alategevuse 2.1 [5] eesmärk oli saada andmeid piirkonna geoloogilise ajaloo, struktuuriliste geoloogiliste tingimuste, neotektooniliste protsesside ja tulevase lõppladustuspaiga kolmele võimalikule asukohale (PAL, ALT ja PED) kõige lähemal toimunud vulkaanilise tegevuse kohta.

Eesti asub Ida-Euroopa platvormil, mille eelkambriumist pärit kristalset aluskorda katab paleosoikumist pärit settekivimiline kiht ja kvaternaarist pärit sete, mille paksus jääb 100 kuni 780 meetri vahele. Kõik kolm võimalikku asukohta on Lääne-Eesti struktuurses tsoonis, mis kuulub Svekofenni (1.9–1.77 Ga) ning rabakivi riftistumise ja kristalsesse aluskorda tungimise ajastusse. Kolme asukoha all olev kristalne aluskord koosneb amfiboliitsetest gneissidest ja amfiboliitidest. Kristalse aluskorra ja seda katva settekivimilise kihi vaheline piir on umbes 160 meetri sügavusel meretasemest (PAL) ja umbes 190 meetri sügavusel meretasemest (PED ja ALT).

Aluskorra geoloogiline kaart kujutab Lääne-Harju valla territooriumil nelja murrangut. Kaks murrangut, mis määrati kindlaks geofüüsikaliste andmete põhjal, on seotud Svekofenni või rabakivi ajastul toimunud deformatsioonidega ja ei mõjuta settekivimilist pealiskihti.

Ükski tulevase lõppladustuspaiga kolmest võimalikust asukohast ei asu geoloogilise kaardistuse käigus määratud mattunud orgudes. PAL ja PED alad asuvad suhteliselt õhukese kvaternaarist pärit sedimentatsiooniga piirkonnas. Samas asub ALT ala vana ja suure nõo kohal, mille tekitas pärast jää sulamist piirkonnas pikalt asunud jääpaisjärv ja -meri.

Hilis-Devoni ajastul algas aluspõhja topograafiline kujunemine. Pikaajaliste maakoore liikumiste ja erinevate mandril toimunud kulutusprotsessidega samaaegselt mõjutas topograafia lõplikku kujunemist pleistotseeni aegne jää poolt põhjustatud erosioon. Hiljutine maakoore tõus Loode-Eestis annab tunnistust glatsioisostaatilisest korrektsioonist. Vertikaalsete liikumistega samal ajal toimusid väiksemad horisontaalsed maakoore deformatsioonid, mis täpsemalt esinesid Eestis maakoore laamade vaheliste ulatuslike horisontaalsuunaliste liikumistena loode-kagu suunas kiirusega umbes 1,15 mm aastas. Suurem osa horisontaalsest liikumisest on seotud maakoore laamade tektoonika tõttu. Maakoore laamade ja laamadevaheliste liikumiste kombineeritud summa on umbes 23–24 mm/aastas, mille tulemus on piirkonna nihe kirde suunas.

Eesti asub laamade vahel, kus lähimad aktiivsed laamade servad on üle 2000 km kaugusel Põhja-Itaalias (Alpi mäestik) ja Atlandi ookeanis (Islandil). Seetõttu pole Eestis olnud vulkaanilist aktiivsust kristalse aluskorra tekkest saadik.

Uuringu peamised leiud [5]:

1. Kolm asukohta on üksteisele suhteliselt lähedal – PAL ja PED on üksteisest umbes 14 km kaugusel ning ALT ja PED vahele jääb ainult 2,5 km. Seega on maakoore sügavam struktuur kõigil kolmel alal peaaegu identne.

2. Kõik kolm asukohta on jäätmete lõppladustamiseks sobivate omadustega:

- **Alade lähedal puuduvad teadaolevad aktiivsed murrangud. Maakoore liikumise kiirus ja suund on peaaegu sama ja ei tekita peaaegu mingit tektoonilist survet.**
- **Lähim kaasaegne aktiivne vulkaan asub Islandil umbes 2100 km kaugusel.**
- **Settekivimiline kattekiht on ühtlane ja prognoositava iseloomuga.**

2.2. Seismiline analüüs

Alategevuse 2.2 eesmärk oli anda ülevaade tulevase lõppladustuspaiga kolme võimaliku asukohta ümbritsevas piirkonnas toimuvatest teadaolevatest seismilistest protsessidest. See kirjeldas seismiliste ohtude hindamise tausta [6]. Samuti analüüsiti inimtegevusega seotud võimalikke seismilisi nähtusi.

Maapinna vibratsioon ning pump-hüdroakumulatsioonijaama ehituse ja kasutuse tekitatud võimalik seismilisus vajavad erilist tähelepanu PAL alal, sest plaanitud asukoht on umbes 2 km kaugusel PAL alast. Kaugus teiste võimalike asukohtadeni on ALT alal umbes 10 km ja PED alal umbes 12 km, mistõttu eelmainitu mõjutab neid väiksema tõenäosusega.

Pump-hüdroakumulatsioonijaama ehituse tekitatud vibratsiooni keskkonnahinnang on teostatud. Eraldi uuriti võimalikku esile kutsuvat seismilist aktiivsust ning ennetus- ja leevendusmeetmeid. Võimalikke probleeme on võimalik prognoosida ja ennetada või leevendada pump-hüdroakumulatsioonijaama maa-aluse süsteemi hoolika planeerimise ja kasutamisega.

Uuritava ala (50 km raadiuses kõikidest radioaktiivsete jäätmete võimalikest lõppladustuspaikadest ehk PAL, ALT ja PED oaladest) seismiliste andmete kogum on peaaegu 200 aasta vanune. Samas on esimest umbes 180 aastat katvas maavärinate nimekirjas märkimisväärsed andmelüngad. Kõikide sündmuste tuvastamine magnituudiga kuni ~ 1 on tegelikult olnud võimalik ainult kahe viimase aastakümne jooksul. Teadaoleva seismilise aktiivsuse statistiline analüüs on suure veamääraga.

Uuritaval alal esineb mõõdukat seismilisust. Oodata on juhuti esinevaid väiksemaid maavärinaid (magnituudiga < 3). Osmussaare maavärin magnituudiga 4,5 näitab, et välistada ei saa maavärinate esinemist, mis võivad tundlikke rajatise kahjustada. Samas on nende kordumise vaheline ajavahemik tõenäoliselt pikk: mitusada aastat maavärinate puhul magnituudiga 4 ja rohkem. Praeguste andmete põhjal pole võimalik tulevikus esinevat seismilist aktiivsust täpsemalt prognoosida.

Seismilise aktiivsuse tingimused on kõigis kolmes võimalikus asukohas sarnased ja maavärina risk on väike. Seega pole seismiline aktiivsus lõplikus asukoha valikus otsustav tegur. Osmussaare maavärina epitsenter on kõigist aladest rohkem kui 30 km kaugusel. Minevikus toimunud maavärinad magnituudiga ≥ 3 on toimunud vähemalt 40 km kaugusel, kusjuures PAL jääb toimumiskohtadest kõige kaugemale.

Hapra maakoore murrang on tõenäoline varasemast nõrgenenud piirkondades. Ükski kolmest võimalikust asukohast ei asu teadaolevate rike lähedal. See vähendab suure maavärina toimumise tõenäosust nende läheduses olenemata sellest, kas põhjus on looduslik või inimtekkeline, sealhulgas esile kutsutud maavärinate tõenäosust. Madal looduslik seismilisus võib olla kasulik tegur, mis osutab tuntavate või kahju tekitavate esile kutsutud protsesside väikesele tõenäosusele. Seega kui maavärinad (looduslikud või inimtekkelised) nendes asukohtades toimuvadki, on need tõenäoliselt väikese magnituudiga ja ei kahjusta rajatiste struktuuri.

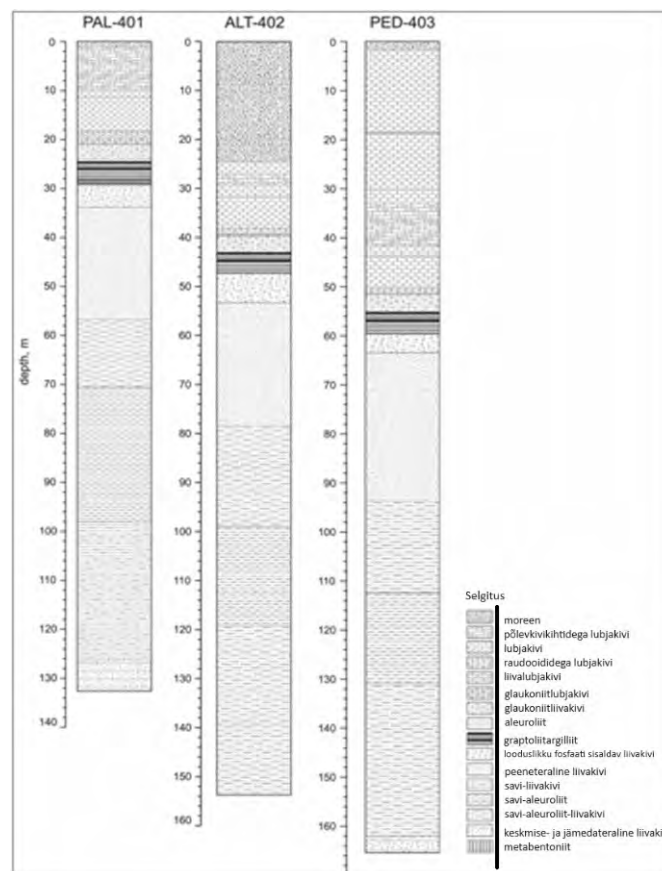
Seismilise analüüsi lõpptulemus [6]: **madal looduslik seismiline aktiivsus on kõigis asukohtades kasulik näitaja.** Selles poolest on kõik kolm ala enam-vähem võrdsed.

2.3. Maapõue geoloogilis-litoloogilise koostise analüüs

Alltegevuse eesmärk oli täpsustada lõppladustuspaiga rajamiseks välja pakutud kolme asukoha geoloogilise ehituse järgmisi tahke [7]:

- analüüsida litoloogiat, mineraalset ja geokeemilist koostist ning settekivimitest võetud puursüdamike loomuliku gammakiirguse varieeruvust;
- testida iseloomulike settekivimite mineraalset lahustuvust;
- kaardistada võimalike savikihtide asukohad;
- hinnata võimalikes asukohtades esineda võivate maavarade iseloomu, kogust ja asukohta.

Litoloogilise koosseisu uuringute tulemused on ära toodud joonisel 2.1. Uuritavates asukohtades puuduvad väärtuslikud aktiivselt kaevandatavad maavarad, samuti pole neid registreeritud tõestatud ja arvatavate maagivarude asukohana ega uuritud seoses võimalike kasulike maavaradega. Samas osutavad tulevikuprognosid sellele, et PAL puuraugust saadud Kõrgekalda ja Vão kihistute lubjakivi puhul võib täheldada, et tegemist on võimaliku lubjakivist ehituskivide ja täitematerjali toormaterjali varuga. Lisaks on kõigil kolmel uuritud alal 4–5 m paksune Türisalu kihistu must kiltkivitsoon, mis sisaldab rikkalikult uraani (U), molübdeeni (Mo) ja vanaadiumi (V), mis esinevad 25 kuni 60 meetri sügavusel maapinnas. Musta kiltkivi hetkel ei uurita, kuid see võib olla võimalik tulevane metalliresurss.



Joonis 2.1. Puursüdamike litoloogiline koosseis

Uuringu peamised leiud:

1. Võimalikes asukohtades olev maapõu ei sisalda hetkel väärtuslikke kaevandatavaid maavarasid, samuti ei uurita neid võimalike väärtuslike maavarade sisalduse suhtes. Samas osutavad tulevikuprognosid sellele, et PAL ala lubjakivi võib pidada võimalikuks ehituslubjakivi varuks. Sajanditesse ulatuvates tulevikuprognosides pole võimalik hüpoteetiliselt välistada, et arvestades kõrge kvaliteediga lubjakivivarude nappust Põhja-Eestis, muutub lubjakivi kaevandamine kasumlikuks, kui sügavus ületab 10 m, nagu on PAL alal, nii et seda piirkonda tuleb pidada tulevaste lubjakivivarude asukohaks.

2. Lisaks on kõigis kolmes uuritud piirkonnas 25 kuni 60 m sügavusel maapõues 4–5 m paksune musta kiltkivi kiht, mis sisaldab rikkalikult uraani (U), molübdeeni (Mo) ja vanaadiumi (V). Musta kiltkivi hetkel ei uurita, kuid see võib olla võimalik tulevane metalliressurs.

3. Eesti aluspõhja piirkondliku geoloogilise struktuuri tõttu erinevad kolme asukoha geoloogiliste üksuste sügavused. Kõige märkimisväärsem ja paksem savisisaldusega lõik, mida tuntakse Lontova kihistuna ja mis sobib kõige paremini kesksügava lõppladustuspaiga rajamiseks, on PAL, ALT ja PED aladel vastavalt sügavusel 57–98 m, 78–119 m ja 93–131 m. PAL alal on üleminek liivakivirikkalt kihistult savirikkale kihistule järsk ning üldine kihi paksus on sama, mis PED ja ALT aladel.

4. Lisaks esineb kõigil kolmel alal savirikas kiht:

- erinevates uuritud puursüdamikes leidus 25 kuni 60 m sügavusel kihi ülemises osas 4–5 m paksune rohkesti orgaanilisi ühendeid sisaldav kiltkivi;
- 40–45 m paksune savilõik, mis koosnes kokku 14–12 m paksusest savi ja kiltkivi kihtidest, mis vaheldusid peeneteralise liivakivimiga; eelnevale järgnes 60 kuni 100 m sügavusel 18 kuni 27,5 m paksune savikivimi kiht;
- erinevates uuritud puursüdamikes umbes 20 m paksune savine liivakivi 104 kuni 160 m sügavusel.

Need tekitavad vettpeidavate kivimite kogumid, mis kaitsevad vee vertikaalse liikumise eest.

5. Eelistatuimal alal (PAL) on kõige paksem savirikas kiht maapinnale kõige lähemal, sealjuures on see ka homogeensem ja parimini väljajoonistunud litoloogiliste piiridega. Vähemeelistatud ALT ja PED aladel on üldine litoloogiline pilt sarnane ja mõlemas on näha kõige rikkalikumalt savi sisaldavas kihis järkjärgulist üleminekut liivakivirikkalt litoloogiliselt koostiselt savikivimile, mis oli PAL alaga võrreldes sügavamal.

Maapõue geoloogilis-litoloogilise koostise analüüsi peamine tulemus [7]: **eelistatakse PAL ala, millel on kõige paksem savirikas kiht maapinnale kõige lähemal ja on kõige homogeensem.**

2.4. Maapinna reljeefi analüüs ja geodeetilised uuringud

Pinnavormide analüüsi (alltegevus 2.4) eesmärk oli uurida pinnavorme, mis võivad mõjutada jäätmete lõppladustuspaiga ohutust [8]. Maapinna kalle ja karstide esinemine tehti kindlaks LIDARi põhiste andmete digitaalsete kõrgusmudelitega. Lisaks kaaluti meretaseme tõusu riski ja sellega seotud ohte.

Topograafiline uuring kinnitas, et maapind on ühtlane ja mõnekraadise väikese kaldega. Seetõttu puudub kõigis asukohtades maalihete oht.

Topograafiline analüüs näitab, et ALT alaga seostub tõsine probleem. See on praegusele meretasemele väga sarnasel kõrgusel, mis tähendab, et eeldatav meretaseme tõus ja tõsiste tormide sagenemine kujutavad järgneva saja aasta jooksul alale kasvavat ohtu. Samas on oluline märkida, et Põhja-Eesti on märkimisväärse isostaatilise maakerke piirkonnas, kus maapind tõuseb 3,2–3,3 mm aastas, mis aitab kaitsta üleilmse meretaseme tõusu eest. Prognoositakse, et maakerge kompenseerib 1-meetrise üleilmse meretaseme tõusu 2100. aastaks umbes 25 cm võrra. Siiski ei pruugi sellest pikaajalises perspektiivis riskide täielikuks leevendamiseks piisata.

Kuigi see asub kõrgemal, on PED ala pikemas perspektiivis ohus, kui praegused kõige negatiivsemad prognoosid ülemaailmse meretaseme tõusu kohta (+15 m 2500. aastaks) täituvad. Asukoha piirkonnas on maapind kallakuga ning ala piires ja selle ümber leidub mitmeid karstilehtreid. Karstide rohkus ja kõrguste märkimisväärne vahe põhjustavad eeldatult suurt põhjavee voolavust, mis mõjutaks lõppladustuspaika negatiivselt.

Teisalt asub PAL ala kõrgemal, mistõttu on see ohutu isegi kõige pessimistlikuma meretaseme tõusu prognoosi korral. Topograafiline analüüs ei osutanud ühelegi asukohaga seotud negatiivsele aspektile.

Drenaaži poolest on ALT ala kõige keerulisem ja riskantsem. Kuna selle asukoht on suure lameda tasandiku keskel, sõltub ala kuivendamine tehislikust kraavide võrgustikust. Samas on kuivendussüsteemi kallak madala kõrguse tõttu minimaalne ja mistahes ummistused Läänemere ja ala vahel (näiteks kopratammid) tooksid kaasa tõsiseid tagajärgi. Seevastu PED ja PAL alad asuvad kallakul või kallaku lähedal ja on üldiselt hea kuivendusega või on seal vaja minimaalset tehislikku drenaaži.

Maastiku mõju kohalikule kliimale on üsna ebaoluline, sest piirkonna pinnavormid on suhteliselt tasased. Samas on PED ala natuke rohkem valitsevatele läänetuultele avatud kõrgema asukoha ja võimaliku asukoha iseloomulike joonte tõttu.

Uuringu peamised leiud:

1. Üheski kolmest asukohast pole maalihke ohtu.
2. Järgmise saja aasta jooksul toimuv meretaseme tõus ja tõsised tormid kujutavad endast maapinnalähedasele lõppladustuspaigale tõsist ohtu, kui see rajada ALT alale. PED ala asub kõrgemal, kuid ka sellele võib pikaajalises perspektiivis kõige hullemate kliimamuutuste prognooside täitumine ohtlik olla.

3. Karstide rohkus ja oluline kõrguste vahe, mistõttu põhjavee vool on intensiivne, toob kaasa tõsise ohu maapinnalähedase lõppladustuspaiga stabiilsusele, kui see rajada PED alale.

4. Topograafiline analüüs ei osutanud ühelegi märkimisväärsele negatiivsele aspektile, mis seostuks PAL alaga. See asub kõrgemal, mistõttu on ohutu isegi kõige pessimistlikuma meretaseme tõusu prognoosi täitumise korral.

Pinnavormide analüüsi ja geodeetiliste uuringute põhitulemused [8]:

- **Võimalik meretaseme tõus kujutab endast ohtu ALT alale, kui maapinnalähedane lõppladustuspaik sinna rajada;**
- **Karstide rohkus kujutab endast ohtu maapinnalähedase lõppladustuspaiga stabiilsusele, kui see rajada PED alale.**

2.5. Geomorfoloogiliste iseärasuste analüüs

Uuringu eesmärk [9] on luua ülevaade lõppladustuspaiga kolme võimaliku asukoha pinnavormidest ja järjestada võimalikud asukohad geomorfoloogiliste eriomaduste alusel. Töö hõlmab kolme võimaliku asukoha pinnavormide ja settekivimite ülevaadet ning geoloogiliste ohtude hindamist ja asukohtade võrdlemist geomorfoloogiliste eriomaduste põhjal.

Kuna maapind aladel ja nende ümbruses on peaaegu lame, on ilmne, et praegusel maastikul kivivaringute või konsolideerimata pinnasemassi liikumiste, sealhulgas maalihete ohtu pole. Kõige aktiivsemad järsakud, kus esineb kiiret pinnasekihtide masside liikumist (kivivaringuid), asuvad u 5 km kaugusel PAL alast ja järsaku taandumise kiiruseks on mõõdetud u 25 cm aastas. Nimetatud dünaamiline geomorfoloogiline protsess lõppladustuspaigale PAL alal ohtlik pole. Mõistlikkuse piires prognoositavas tulevikus ei avalda kliimamuutused ja meretaseme tõus kirjeldatud protsessidele drastilist mõju. Mõne stsenaariumi korral väheneb aktiivne lainete põhjustatud erosioon ja mägede taandumine märkimisväärselt, kui protsess hakkab mõjutama pehme liivakivi asemel erosioonile vastupidavamat lubjakivi.

PAL ja ALT aladel puuduvad (maapinnal) karstinähtuste põhjustatud pinnavormid. PED ala asub äärmiselt õhukese settekivimite kihiga aluspõhja kõrgendikul, mis soodustab kiiret pinnavee imbumist ja liikumist sügavamatesse kivimikihtidesse. Nimetatud asukohas koguneb vesi maapinnal olevatesse karstumise tagajärjel tekkinud lohkudesse, kust liigub kitsaid lõhesid mööda sügavamale, mis osutab sügavamate kivimikihtide võimalikule karstumisele. Seega on PED ala karstumise tagajärjel tekkinud pinnavormid ohtlikud. Temperatuuri ennustatud tõus on u 2,73–4,28 °C ja keskmiste sademete kogus aastas suureneb 2100. aastaks 14–19% võrra, mis kiirendab tulevikus maapinnal toimuvat karstumist, kuid ei pruugi mõjutada sügavamaid kivimikihte. Karstumine seab küsimuse alla PED ala kui lõppladustuspaiga asukoha sobivuse.

Äärmuslike üleujutuste võimalust (u 2 m) Pakri lahe lõunarannikul asuvas Kloostri jõe suudmes tuleb arvesse võtta kui võimalikku ohtu ALT alale. Üleujutust, mille on põhjustanud veetaseme tõus rannikul või jõestikis üle kallaste tõusnud vesi, ei peeta ohuks lõppladustuspaiga võimalikes asukohtades PAL ja PED aladel. Ennustatud suhtelise meretaseme tõus 2 m võrra on ALT alale selgelt ohtlik (alal puudub дренаaz) ja suhtelise meretaseme tõus 5 m võrra (mida ennustatakse 2300. aastaks) ujutab piirkonna üle. Kliimasoojenemise stsenaariumi kohaselt, mis ennustab temperatuuri tõusu 5 °C võrra, jääb PED ala madalaim osa vee alla või ajuvee piirkonda (1,9 m Eesti Maa-ameti andmetel) 4000. aastaks maj.

Eesti territooriumi tektoonilise stabiilsuse, väga lameda maastiku ja parasvöötme merelise ja kontinentaalse kliima üleminekupiirkonnas oleva asukoha tõttu esineb dünaamilisi geomorfoloogilisi aktiivseid, kiireid ja/või katastroofilisi protsesse harva. Liustikuliste ja isostaatiliste protsesside põhjustatud rannikunihe ja vastavad muutused piirkonna laineaktiivsuses on avaldanud suurt mõju geomorfoloogilistele protsessidele. Prognoositud suhtelise meretaseme tõus ja kliimamuutused on kõige olulisemad tulevased ohud geomorfoloogilistele moodustistele ja võimalikes asukohtades ehitatud rajatistele. Seega võib ennustatud suhtelise meretaseme tõus ALT ala vee alla jätta 2300.–2400. aastaks maj ja

ajuvee piirkond võib laieneda PED alani 2400. aastaks maj. Lõppladustuspaiga võimalik asukoht PAL alal jääb lõppladustuspaiga ohutusele olulises ajavahemikus ohutusse kõrgusse.

Seda põhjendatakse asukoha topograafia, settekivimite stratigraafilise koosseisu ja mullastikuga, kusjuures kõiki neid aspekte on tehnilikult mõjutatud, kuid arendustegevuse põhjustatud geomorfoloogiline negatiivne mõju alale on kõige väiksem. Kõige olulisem argument on piisava kõrgusega ala valik, mis tagab ohutuse prognoositud kliimamuutuste ja tulevase suhtelise meretaseme tõusu valguses isegi juhul, kui kõige hullemad stsenaariumid tõeks saavad.

Kõige olulisemad leiud:

1. Geomorfoloogiliste eriomaduste alusel on PAL ala lõppladustuspaikade eelistatud asukoht.

2. ALT ja PED alad ei sobi nii hästi maapinnalähedase lõppladustuspaiga rajamiseks ja on üldjoontes võrdsed, kui üleujutuste risk kõrvale jätta.

2.6. Hüdrogeoloogiliste tingimuste analüüs

Uuringus [10] keskendutakse Loode-Eesti hüdrostratigraafiliste ja hüdrogeoloogiliste tingimuste ning põhjavee voolusüsteemi kirjeldamisele valitud kolmes võimalikus lõppladustuspaiga asukohas.

Põhjavee vaatluskaevude uuringud ja hüdrogeoloogilise modelleerimise tulemused näitavad, et Leetse-Türisalu, Lükati-Lontova ja Sämi vettpidavate kivimite kogumid on looduslikes tingimustes väga heade vett isoleerivate omadustega. Kuigi kahes madalamas vettpidavate kivimite kogumis esineb sügavaid lõhesid, täidavad viirsavikihid ja muud jääjärve setted kogumites olevad lõhed. Neid leide toetab põhjavee isotoobiline ja keemiline koostis, mis näitab, et jääaja sulamisvesi on endiselt olemas ordoviitsiumi-kambriumi kihis ja sügavamates põhjaveekihtides. Samuti näitab põhjavee tekitatud vagude orgudevaheline järjepidevus, et Pakri poolsaare naabruses olevatest maetud orgudest vee väljavool puudub või on piiratud. Seega ei ohusta saasteainete imbumine ühte põhjaveekihti teisi põhjaveekihte.

Põhilised leiud:

1. Kõik kolm asukohta on võrdselt sobivad keskmise sügavusega lõppladustuspaiga rajamiseks, sest aluspõhjas olevad põhjaveekihid ja vettpidavate kivimite kogumid on sarnaste hüdrogeoloogiliste omadustega ning saasteainete võimalik edasikandumine on aeglane.

2. Maapinnalähedase lõppladustuspaiga puhul tingimused erinevad. Ükski asukohtadest ei paku looduslikke madala läbilaskvusega barjääre juhuslike saasteainete lekke vastu. Lekkinud saasteained kanduvad igal juhul edasi maapinnalähedases sügavuses, kusjuures need võivad kanduda mõnesajast meetrist kuni ühe kilomeetri kaugusele. PAL ja PED alad jäävad merepinnast kõrgemale pikemaks ajaks, samas kui ALT ala jääb tõenäoliselt vee alla mõne sajandi pärast. Seega on viimane vähem eelistatud ning PAL ja PED alad on võrdsed.

Hüdrogeoloogiliste tingimuste analüüsi põhitulemused [10]:

- **Kõik kolm asukohta sobivad võrdselt keskmise sügavusega lõppladustuspaiga rajamiseks;**
- Maapinnalähedase lõppladustuspaiga rajamiseks sobivad PAL ja PED alad võrdselt ja ALT sobib vähem.

2.7. Hüdrograafilised uuringud

Eesmärk oli iseloomustada lõppladustuspaiga kolme eelnevalt valitud võimaliku asukoha hüdrograafilist olukorda [11], viia läbi veeolude analüüsid geoinfosüsteemi tarkvara abil, tuvastada põhjavee imbumise ja väljavoolu alad, määrata karstilehtrid ja hooajaliselt üleujutatud alad, analüüsida satelliidiandmetel põhinevaid tulemusi hooajaliselt üleujutatud alade kohta, arvutada üldine veebilanss ning kindlaks teha jõgede, kraavide ja muude pinnavee vooluveekogude hüdroloogilised omadused, mis on olulised kolme asukoha drenaaži ja radionukliidide edasikandumise seisukohast.

ALT ala hüdrograafiline analüüs näitab, et asukoht kaldub pinnavee üleujutustele (joonis 2.2). Drenaaž on ala jaoks tõsine riskifaktor, sest see asub suure lameda tasandiku keskel. Praegune kuivendussüsteem tugineb tehislikule kuivendusvõrgustikule ning truupide ja kuivendussüsteemi ummistumise tõttu tõuseks veepinna tase maapinna lähedale. Lisaks esineb asukohas üleujutuste oht pideva prognoositud meretaseme tõusu tõttu, mis eeldatavalt muutub järgneva saja aasta jooksul üha ohtlikumaks (üksikasjaliku teabega saab tutvuda aruannetes 2.5 ja 2.4).



Joonis 2.2. Kevadine üleujutus Altküla objektil.

PED ala asub kõrgemal ja on seetõttu pinnavee üleujutuse eest suhteliselt kaitstud. Asukoht on järsul nõlval; mitme karstilehtri olemasolu toetab piisavat pinnavee drenaaži ja viib üleujutuste ohu miinimumini.

PAL ala hüdrograafiline analüüs osutab samuti osalisele väikesele üleujutuse ohule. Riski taset mõjutavad mitmed tegurid, sealhulgas ala osaline ümbritsemine mullatöödega, PAL alal asuv allikas ja väikese truubi kaudu toimiv ühendus kraavide võrgustikuga (joonised 2.3 ja 2.4). Truubi ummistus ja ala ümbritsevad tehisvallid võivad suure vihmajärgu ajal põhjustada vee kogunemist ala loodenuurka, mis võib viia väikese üleujutuseeni (kuni 0,4 m maapinnast) konkreetse territooriumi osas. PAL alast ülesmäge asub võimalik märgala, mida kuivendatakse truubi kaudu. Isegi truubi ummistuse korral peaks vesi loomulikult PAL alalt ära voolama üle tee lõuna poole, kui teepind samaks jääb. Lisaks vähendaks PAL ala ja märgala vaheliste vanade kraavilõikude täitmine üleujutuse ohu miinimumini.



Joonis 2.3. PAL objekti kuivenduskraav.



Foto 2.4. Ajutine märgala PAL objekti kõrval.

Uuringu leiud:

- 1. ALT ala on pinnavee üleujutuste suhtes tundlik.** Selle kuivendussüsteem tugineb suuresti tehislikule kuivendussüsteemile. Võrgustiku halb toimimine toob kaasa veetaseme tõusu alal. Lisaks on alall üleujutuse oht eeldatava meretaseme tõusu tõttu.
- 2. PED ala asub kõrgemal kallakul ja sellel on piisav looduslik pinnavee äravool,** mis vähendab üleujutuse ohu miinimumini.
- 3. PAL ala hüdrograafiline analüüs näitab osalist väikest üleujutuse ohtu.** Üleujutuse ohu minimeerimiseks **võib tarvis minna insenertehnilisi meetmeid.**

2.8. Põhja- ja pinnavee keemilise koostise ning omaduste uuringud

Uuringu põhieesmärk oli vee keemilise koostise ja omaduste uurimine [12]. Esitatakse Loode-Eesti hüdrokeoloogilised ja hüdrostratigraafilised omadused ning põhjavee keemiline koostis lõppladustuspaiga kolmes võimalikus asukohas (PAL, ALT ja PED). Alltegevuse üks eesmärk oli hinnata hüdrokeoloogiliselt või geokeemiliselt oluliste parameetrite võimalikke muutusi 1000 aasta pikkuse ajavahemiku jooksul. Tugevalt negatiivsed isotoopide väärtused kinnitavad vähemalt 10 000-aastase liustiku sulamisvee säilimist kambriumi-vendi ja ordoviitsiumi-kambriumi põhjaveekihtide süsteemides. See tähendab, et olukord jääb ilmselt järgmise 1000 aasta jooksul suuresti samaks ja sügaval asuva põhjavee keemilises koostises suuri muutusi ei oodata.

Põhilised leiud:

1. Põhjavee stabiilsete isotoopide sisalduse mõõtmine näitab, et põhjaveekihtides toimub veevahetus väga aeglaselt, mis on oluline keskmise sügavusega lõppladustuspaiga ohutuse seisukohast.
2. Põhjaveekihtid vahelduvad savikihtidega, ehk teisisõnu on põhjaveekihte moodustavad terrigeensed materjalid olemuslikult mudased või savised.
3. Pelgalt põhjavee keemilisele koostisele tuginedes pole võimalik öelda, milline väljapakutud asukohtadest on parim. Põhjavee keemilised omadused PAL, ALT ja PED aladel on enam-vähem võrdsed.

2.9. Pinnase ja selle sügavamate kihtide uuringud

Uuringu eesmärk oli uurida kvaternaarse pinnase ja aluspõhja geotehnilisi tingimusi igas lõppladustuspaiga asukohas [13]. Selgitatakse lõppladustuspaiga projekti mõjutavaid geotehnilisi tingimusi ja jagatakse soovitusi.

Üldiselt on PAL ja PED aladel soodsad geotehnilised tingimused; samas jagatakse mõningaid soovitusi:

Maapinna lähedal on tugev ja praktiliselt kokkusurutamatu lubjakivi (< 2 m), seega soovitatakse kvaternaarse pinnase eemaldamist ja maapealsete hoonete vundamendi rajamist otse lubjakivile.

Hoonete, teede ja parklate alt tuleks PAL alal eemaldada heterogeenne täitematerjal, sest selle omadused on ettearvamatud. See võib olla külmatundlik, sest täiteks on kasutatud erinevaid looduslikke pinnasetüüpe.

Klibu, kruusa- ja liivakihid tuleks tihendada enne teede ja muude rajatiste ehitamist, mis sellele kihile tuginevad, sest neil võib olla ebaühtlane suhteline tihedus, mis võib põhjustada nimetatud kihile ehitatud rajatiste ebaühtlast vajumist.

Pinnase keskmine külmumissügavus antud piirkonnas on 1,15 m (kõige rohkem 1,9 m). Moreeni tuleb pidada mõõdukalt külmatundlikuks. Samuti sisaldab jämedateraline pinnas kohati muda, mis muudab selle pisut külmatundlikuks. Jäätetekelisel moreensetel on kergelt plastilised omadused, mistõttu võib see kaevetööde käigus ilmastikutingimustega kokku puutudes pehmeneda.

Kahe ülejäänud alaga võrreldes on ALT ala geotehnilised tingimused kõige ebasoodsamad:

Kõige ülemine liivakiht (kiht nr 2) on üsna tugev, kuid mudasel liivakihil/liivasel mudakihil (kiht nr 3) on üsna väike suhteline tihedus ja see pole nii tugev.

(Viir)savi (kiht nr 4) saab üsna palju kokku suruda ja selle kohale asetatud koormus viib rajatiste vajumiseni. Kokkusurutavate pinnasetüüpide vajumine tuleb välja arvutada juhul, kui planeeritakse maapinnalähedast lõppladustuspaika. Kui see ületab lubatud vajumise piirväärtuse, siis tuleks kasutada hoopis moreen- või lubjakivikihtidele toetuvat vaivundamenti.

Kaevetööde käigus tuleb kvaternaarsest pinnast toetada tugiseintega. Liivsavi (kiht nr 3) ja savikiht (kiht nr 4) on alati vee sisseimbumisele ja vormitult liiva tuleb toetada. Moreen (kiht nr 5) on suhteliselt tugev kompaktne pinnas, mis on samas plastiline ja pehmeneb veesisalduse suurenedes.

Savine liiv/liivsavi (kiht nr 3) ja moreen (kiht nr 5) on äärmiselt külmatundlikud ja savi (kiht nr 4) on mõõdukalt külmatundlik. Samad külmumise sügavused kehtivad PAL alal (keskmiselt 1,15 m; maksimaalselt 1,9 m). Sügavamate pinnasekihtide külmatundlikkusega tuleb arvestada, kui pinnas eemaldatakse ja seda kasutatakse täitematerjalina.

Kõrge maapinnalähedase põhjavee taseme tõttu tuleb kaevekohad kuivendada. Kui kaevetööde käigus jõutakse moreenikihini, on oodata suuremat vee sissevoolu liivakihtidest, mida leidub tavaliselt väikese läbilaskvusega moreenis.

Maapinnalähedase põhjavee tasemeks on mõõdetud 1,2 kuni 1,7 m maapinnast. Praegu kontrollitakse selle taset kuivenduskraavide võrgustikuga. Kui kuivendussüsteem suletakse või saab kahjustada, on oodata veetaseme märkimisväärset tõusu, sest ala on looduslikult niiske. Laboratoorsed analüüsid näitasid, et vee pH-tase on happeline (6,0) ja agressiivse CO₂ esinemine maapinnalähedases põhjavees tähendab, et viimane on betooni suhtes mõõdukalt agressiivne.

PAL alal on kõige soodsamad geotehnilised tingimused nii maapinnalähedase kui ka kesksügava lõppladustuspaiga rajamiseks. Ala iseloomustab õhuke kvaternaarne kattekiht ja kõige sobivamad kivimikihid keskmise sügavusega lõppladustuspaiga jaoks (kambriumi savikivim) on maapinnale kõige lähemal (57 m). ALT ja PED aladel on tingimused PAL ala omadest halvemad. Mõlemal alal on kambriumi savikivimi kiht sügavamal kui PAL alal – 78 m ALT alal ja 98 m PED alal. Maapinnalähedase lõppladustuspaiga jaoks on PED ala tingimused sarnased PAL ala omadele, kuid ALT alal on tingimused halvemad. ALT ja PED alade järjestus sõltub valitud lõppladustuspaiga tüübist ja ehituskuludest, mis on praegu teadmata, ja seega peetakse neid hetkel võrdseteks.

Põhilised leiud:

1. Üldiselt on PAL ja PED alade kvaternaarse pinnasekihtide geotehnilised tingimused soodsad, sest maapinna lähedal on tugev ja praktiliselt kokkusurutamatu lubjakivi (< 2 m); seetõttu soovitatakse kvaternaarse pinnase eemaldamist ja maapealsete hoonete vundamenti rajamist otse lubjakivile. Samas võib jagada mõningaid soovitusi:
2. Soovitatakse eemaldada PAL alal asuvate hoonete, teede ja parklate all olev heterogeenne täitematerjal, sest selle omadused on prognoosimatud. See võib olla külmatundlik, sest täiteks on kasutatud erinevaid looduslikke pinnasetüüpe.
3. Klibu, kruusa- ja liivakihid PAL ja PED aladel tuleks enne teede ja muude kihile toetuvate rajatiste ehitamist tihendada, sest see võib olla ebaühtlase suhtelise tihedusega ja seetõttu põhjustada kihile ehitatud rajatiste ebaühtlast vajumist.
4. Pinnase keskmine külmumissügavus on antud piirkonnas 1,15 m ja maksimaalne sügavus 1,9 m. Tuleb silmas pidada, et moreen on mõõdukalt külmatundlik. Samuti sisaldab jämedateraline pinnas kohati muda, mis muudab selle pisut külmatundlikuks. Jäättekkelisel moreensetel on kergelt plastilised omadused, mistõttu võib see kaevetööde käigus ilmastikutingimustega kokku puutudes pehmeneda.
5. Võrreldes ülejäänud kahe alaga on ALT ala geotehnilised tingimused halvemad nõrkade ja kokkusurutavate pinnasekihtide tõttu kvaternaarses kattekihisis, mis nõuab keerulisemat rajatise projekti ja muudab ehitustöö kallimaks. Maapinnalähedast lõppladustuspaika projekteerides tuleb arvestada pinnase vajumisega ALT alal leiduva pehme pinnase tõttu (näiteks tuleb kasutada vaivundamenti, mis toetuks moreenile või lubjakivile);

6. Põhjaveetase on ALT alal maapinnale väga lähedal (1,2–1,7 m sügavusel maapinnast). Praegu kontrollitakse selle taset tehnilike kuivenduskraavide võrgustikuga. Tulevikus on oodata taseme märkimisväärset tõusu, sest piirkond on looduslikult niiske.
7. ALT alal leiduv põhjavesi on happeline ja agressiivse CO₂ sisalduse tõttu maapinnalähedases põhjavees on see betooni suhtes mõõdukalt agressiivne.
8. Geotehniliselt võib tehnilise kirjelduse kohase keskmise sügavusega lõppladustuspaiga rajada 30–50 m sügavusele liivakivisse, karbonaatkivimitesse või pinnaselisse settesse, kuid samas oleksid tingimused sügavamates kambriumi savisisaldusega kivimikihtides paremad. Seal domineerivad vähese läbilaskvusega savikivimid ja aleuoliidid, mis toimivad lõppladustuspaiga looduslike barjääradena.
9. Võimalikes asukohtades leidub savikivimeid erinevates sügavustes: PAL alal on need maapinnale kõige lähemal (algavad 57 meetri sügavusel), ALT alal on need u 78 m sügavusel ja PED alal isegi sügavamal (u 94 m maapinnast).
10. Ehituse ajal graptoliitargilliiti käsitsedes tuleb kihi isesüttivate omaduste tõttu rakendada ettevaatusabinõusid (hapniku juurdepääsu tuleb kontrollida).
11. Kui arvestada sobivust maapinnalähedase lõppladustuspaiga rajamiseks, siis tingimused PED ja PAL alal on sarnased ja ALT ala on vähemsobiv.
12. Sobivus kesksügava lõppladustuspaiga rajamiseks oleneb kaevetööde sügavusest – PAL ala on kõige sobivam ning sellele järgnevad ALT ja PED.
13. Kui tulemused kokku võtta, siis parimad geotehnilised tingimused mõlemat tüüpi rajatise ehitamiseks on PAL alal.

2.10. Atmosfääriõhu seire

Alategevuse 2.10 üldine eesmärk oli anda ülevaade praegusest õhukvaliteedist kolme võimaliku hoidla asukoha ümbruses ning hinnata hoidla rajamise erinevate etappide (ehituse, kasutamise ja sulgemise) võimalikku mõju õhukvaliteedile ning hinnata projekti vastavust kohalduvatele riiklikele õigusaktidele [14]. Uuringu ulatusse kuulub:

- praeguse õhukvaliteedi hindamine kolmes võimalikus hoidla asukohas;
- projekti kolme etapi kohta prognoositud heiteallikate ja atmosfääri heidetud saasteainete koguste hindamine;
- atmosfääri paisatavate tuvastatud saasteainete dispersiooni modelleerimine projekti ehitamise, kasutamise ja sulgemise etappide kohta;
- projekti mõju hindamine kolme võimaliku asukoha välisõhu kvaliteedile ja selle vastavuse kindlaks tegemine seadusandlusega kehtestatud riiklikele piirmääradele;
- leevendusmeetmete väljatöötamine riiklike määruste ja standardite järgimiseks, kui see on uuringutulemuste põhjal vajalik.

Praeguse õhukvaliteedi hindamiseks teostati kõigis kolmes võimalikus asukohas lühiajalised valitud saasteainete mõõtmised [SO_2 , NO_2 , CO , O_3 , NMHC, PM_{10} , BTX (benseen, toluen, ksüleen)]. Ülejäänud uuringutulemused tuginesid olemasolevatele andmetele riiklikes andmebaasides.

Projekti etapid (ehitamine, kasutamine, sulgemine) on kõigis kolmes asukohas sarnased, välja arvatud radioaktiivsete jäätmete transport, mida on vaja nende viimiseks PAL objektilt ALT ja PED aladele. Praeguse hinnangu kontekstis peetakse kohapealset ehitustööd ja vajalike materjalide transporti olulisteks saasteallikateks.

Kohapealsete mõõtmiste kohaselt on kolme ala praegune õhukvaliteet üsna hea ja kõik vaatlusaluste saasteainete kontsentratsioonid jäid kehtestatud piiridesse. Saadud tulemused osutavad erinevatest taustaallikatest (näiteks tööstusest, transpordist ja lokaalsest küttest) pärit hajutatud reostusele ning ei seostu konkreetse tegevuse või allikaga. Saasteainete mõõdetud väärtused vastavad õhukvaliteedi tavapärasele sesoonsetele muutustele.

Olemasolevate ruumilise planeerimise dokumentide põhjal ei too võimalikud tulevased arendusprojektid kaasa olulisi muutusi kolme võimaliku asukoha õhukvaliteedi tasemes.

Alade kohta arvutati ning modelleeriti saasteainete paiskumine atmosfääri lõppladustuspaiga ehitus- ja sulgemistegevuste tagajärjel. Projekti kasutusetapi mõju peeti väga väikeseks, nii et seda hinnangus arvesse ei võetud. Kuna lõppladustuspaiga praegune eskiis on alles kontseptuaalsel tasandil, tuli teha mitu oletust. Välisõhu seire kaartide põhjal oli selge, et ühegi valitud saasteaine kontsentratsioon ei ületanud riiklikku piirmäära. Aladel täheldati maksimaalseid modelleeritud väärtusi, kuid lähimates tundlikes piirkondades (kodumajapidamistes) jäi õhukvaliteet praeguse algtaseme lähedale. Kõik kolm võimalikku

asukohta on üsna kaugel lähimast tundlikust piirkonnast, mis loob soodsad tingimused saasteainete hajumiseks.

Kõik kolm võimalikku asukohta on õhusaaste poolest võrdsed. Lõppladustuspaiga ehituse ja sulgemise etappide mõju praegusele õhukvaliteedi tasemele on minimaalne ning leevendavate meetmete rakendamine pole vajalik. Kui õhusaastega seotud tegevusi projekti hilisemates etappides täpsustatakse, võib saastetaseme ümber hinnata.

Uuringu peamised leiud:

1. Kohapealsete mõõtmiste kohaselt on kolme ala praegune õhukvaliteet üsna hea ja kõik vaatlusaluste saasteainete kontsentratsioonid jäid kehtestatud piiridesse.
2. Kõik kolm võimalikku asukohta on õhusaaste poolest võrdsed. Lõppladustuspaiga ehituse ja sulgemise etappide mõju praegusele õhukvaliteedi tasemele on minimaalne ning leevendavate meetmete rakendamine pole vajalik.
3. Leiti, et ühegi valitud saasteaine kontsentratsioon ei ületanud kehtestatud piirmäärasid.
4. **Tulevased arendusprojektid võimalikes asukohtades ei põhjusta kolme võimaliku asukoha ümbruses olulist muutust õhukvaliteedis.**

2.11. Kliimatingimuste uuring

Uuringu põhieesmärgid olid määrata kolme võimaliku asukoha kliimatingimused ning kirjeldada kliimamuutuste pikaajalist mõju ja seotud riske võimalikele asukohtadele ning lõppladustuspaigale [15].

Ilmastikuga seotud riskid on uuringupiirkonnas suhteliselt väikesed ja nende mõju on insenertehniliste meetodite ja planeerimisega lihtne vähendada. Võib eeldada, et alljärgnevalt nimetatud riskid on PAL, PED ja ALT aladel samad. Põhilised riskid on järgmised:

Madal õhutemperatuur. Kuigi uuritav ala asub Eesti keskmisest veidi pehmemas kliimas, tuleb arvestada võimalusega, et talvel võib õhutemperatuur langeda ≤ -30 °C. Seega tuleb plaanitav objekt põhjalikult läbi mõelda ja aktiivne küttesüsteem peab jääma töökorda isegi pikkade külmalainete ajal. Järgnevate aastakümnete jooksul risk väheneb, kuid ei kao.

Kõrge õhutemperatuur. Kuigi uuritav ala asub Eesti keskmisest veidi pehmemas kliimas, tuleb arvestada võimalusega, et suvel võib õhutemperatuur tõusta $\geq +30$ °C. Seega tuleb plaanitav objekt põhjalikult läbi mõelda ja aktiivne jahutussüsteem peab jääma töökorda isegi pikkade kuumalainete ajal. Järgnevate aastakümnete jooksul risk suureneb.

Äärmuslikud lumetingimused. Kuigi uuritav ala asub Eesti keskmisest veidi pehmemas kliimas, tuleb kaaluda võimalust, et talvel võivad piirkonnas esineda äkilised lume- ja vihasajud, mis halvavad liikluse ja mille tagajärjel katkeb väline elektriühendus. Seetõttu peab plaanitaval objektil olema iseseisev toiteallikas, mis võimaldab tegevuse normaalset jätkumist isegi isolatsioonis ja ilma välise elektriallikata. Järgnevate aastakümnete jooksul risk väheneb, kuid ei kao.

Suvised paduvihmad. Kuigi uuritaval alal sajab vihma Eesti keskmisest suhteliselt vähem, tuleb kaaluda võimalust, et piirkonda tabab tõsine vihasadu. Seetõttu peab plaanitaval objektil olema põhjalikult läbimõeldud ja funktsioneeriv kuivendussüsteem, mis ennetaks kohapealset üleujutust. Järgnevate aastakümnete jooksul risk suureneb.

Kevadine suurvesi ja suvised üleujutused. Üldiselt puudub uuritaval alal jõgede põhjustatud üleujutuste oht, kuid objektile asukohta valides tuleb kaaluda võimalust, et kevadise suurvee ajal tõusevad jõed aasta keskmisest palju kõrgemale. Samas on üldine üleujutuste risk minimaalne. Objekti ehitamise ajal tuleb piirkonna hüdrooloogilist võrgustikku põhjalikult uurida ja rajada funktsioneeriv kuivendussüsteem. Tulevaste aastakümnete jooksul väheneb kevadise suurvee oht, kuid ei kao täielikult, ning äkiliste üleujutuste oht suureneb.

Põud. Uuritavas piirkonnas on põud tõenäolisem kui Eestis keskmiselt. See võib takistada kohaliku vee kättesaadavust – eriti juhul, kui kasutatakse pinnavett. Järgnevate aastakümnete jooksul risk suureneb.

Tormituuled. Uuritav ala on Eesti keskmisest tuulisem, keskmine tuulekiirus on seal suurem ja tormituuled sagedasemad. Keskmine tuulekiirus on 25 m/s 10 minuti jooksul ja kaaluda tuleb ≥ 30 m/s tuuleilide võimalust. Põhiline oht seisneb elektrikatkestustes ja seetõttu vajab plaanitav objekt autonoomset elektriallikat, mis võimaldab tavapärase tegevuse jätkumist isegi välise toiteallika puudumisel. Välised elektriühendused tuleks rajada maa-

aluste liinidena. Hoonete ehitamise ajal tuleb kaaluda võimalusega, et tormituuled võivad piirkonnas asuvaid hooneid kahjustada. Järgnevate aastakümnete jooksul risk suureneb.

Sademevesi. Halbade tingimuste kokku langedes võib meretase tõusta uuritavas piirkonnas kuni 2 meetri võrra, mis ujutaks üle suured rannikualad. Järgnevate aastakümnete jooksul risk suureneb. 500–1000 aasta perspektiivis mõjutab antud risk koos tõusva meretasemega suurt osa ALT ala territooriumist.

Tornaadod ja muud suvetormid. 500–1000 aasta perspektiivis on tõenäoline, et objekti tabavad suvetormid sõltumata lõppladustuspaiiga asukohast. Samas on ebatõenäoline, et need tooksid kaasa rajatiste suuri kahjustusi, kui rajatised on planeeritud vastu pidama ≥ 30 m/s tuuleiilidele.

Äikesetorm. Uuritaval alal on keskmisest madalam äikesetormide oht kui mujal Eestis. Kaasaegsete piksekaitsesüsteemidega on võimalik äikesetabamuste riski tõhusalt leevendada. Konvektiivsete pilvedega kaasnevad muud ebatavalised loodusnähtused võivad olla pisut ohtlikumad (pagid, paduvihmad, rahe).

Rahe. Uuritaval alal on Eesti keskmisest väiksem rahe oht. Samas ei saa 500–1000 aasta perspektiivis välistada, et lõppladustuspiirkonda ei taba kordagi rahe, mis võib rajatise teatud määral kahjustada.

Pinnase külmumine. Üldiselt on antud piirkonnas külmakerke oht Eesti keskmisest madalam. Samas võib 20 ja 80 cm sügavusel maapinnas esineda karmimate talvede ajal maapinna külmumise oht.

Meretaseme tõus. Kliima soojenedes hakkab Eesti meretaseme tõusmise tõttu maad kaotama. Meretaseme tõus ise on vaevumärgatav – muutus on ainult mõni millimeeter aastas. Lühikeses perspektiivis on meretaseme tõus üks rannikualade erosiooni põhjuseid. Järgnevate aastakümnete jooksul risk suureneb. Samas võib 500–1000 aasta perspektiivis territooriumi kadu meretaseme tõusu tõttu olla märkimisväärne. See võib otseselt ohustada ALT ala piirkonda.

Rannikuerosioon. Kliimamuutuste põhjustatud meretaseme tõusu tõttu muutub rannikuerosioon intensiivsemaks. Kahjulike asjaolude kokkulangemisel võib protsess teatud tormide puhul olla äärmiselt ulatuslik. Järgnevate aastakümnete jooksul risk suureneb. Lühikeses plaanis ei ähvarda see ühtegi plaanitud lõppladustuspaiika. Samas on pikas perspektiivis (500–1000 aastat) nii ALT kui ka PED alad ohus.

Uuringu peamised leiud:

- Analüüsi põhjal eelistatakse lõppladustuspaiiga asukohana PAL ala. Selles piirkonnas on kliimarisikid suhteliselt väiksemad või neid on kergem leevendada. PAL ala kasuks räägib kõige rohkem see, et ala sobib maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsanduse põhimõtetega ning see peaks vastu prognoositud meretaseme tõusule ja sellega kaasnevale.
- ALT on kolmest variandist kõige halvem. Samuti ei vasta see maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsanduse põhimõtetele. Lisaks esineb **ALT ala puhul**

mõningane üleujutuste oht. Suurim oht on meretaseme tõus, mis mõjutaks ALT ala PED või PAL aladest palju varem.

2.12. Keskkonna uuring

Uuringute eesmärk oli uurida lõppladustuspaiga jaoks välja pakutud kolme võimaliku asukoha taimestikku, loomastikku, elupaiku ja liikide harjumusi [16]. Hinnata tuleb alade keskkondlikku seisundit ja sekkumise ulatust ning keskkonnamõjude vähendamise võimalusi ehitamise, kasutamise, sulgemise ja sulgemisjärgse perioodi ajal.

Võimalik asukoht Pedases on metsamaastikul suure metsamassiivi juures. Ala lähedal pole ühtegi põllumajandusmaastikku. Ala lõunapiiril on kõrgepinge õhuliinide koridor. Ala on metsatüüpide ja taimestiku vanuserühmade poolest üsna homogeenne, domineerivad kuusk ja mänd ning lehtpuid on suhteliselt vähe. Need asjaolud pigem osutavad väiksemale oletatavale metsloomade liigirikkusele.

Piirkonna jahiloomad on iseloomulikud suurele okaspuumetsa massiivile, kuid liikide arvukus pole tõenäoliselt suur. Üsna homogeenne vanuse ja tüübiga harumetsad on mitmete ulukite jaoks suhteliselt kehvad toitumisalad. Ilmselt on sõraliste madal talvine arvukus seotud ka noorloomade vähesuse ja niiskema metsapiirkonnaga. Altkülas oleva võimaliku asukohaga võrreldes on Pedase loomastik veidi väiksema liigirikkuse ja arvukusega.

Põhilised leiud:

- Taimestiku vaatenurgast on kõige eelistatum asukoht PAL ala, sest inimtegevus on piirkonda juba tugevasti mõjutanud ja ümber kujundanud ning alal kujunenud teine taimestik on olulise loodusväärtusega.
- Paremuselt teine valik on ALT ala, kus on laienemas majandatud metsamaastik, millest suur osa koosneb hiljutisest lageraiealast ja metsalagendikust. Piirkond on tänu soistele ja metsastunud aladele teatud loodusväärtusega. Metsakooslused ja kaitsealused orhideed, mis alal kasvavad, tõstavad ala väärtust mõnevõrra PAL alternatiiviga võrreldes, kuid see on endiselt madalam kui PED alal, sest viimase metsad on vanemad ja neid on raietegevus vähem mõjutanud.
- Kõige halvem ehk viimane valik on PED ala, sest piirkonnas leiduvaid metsakooslusi on raietegevus vähem mõjutanud ja seega on need natuke suurema väärtusega, kui metsakooslused ALT alal, mida on rohkem majandatud. PED ala puhul võib mõju taimestikule olla raadamise tõttu kõige suurem.
- Loomastiku vaatenurgast on kõige eelistatum asukoht kõige madalama väärtusega loomastiku elupaik, kus radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga rajamine avaldaks kõige vähem mõju.
- Kõige eelistatum variant on praegune PAL ala, sest inimtegevus on piirkonnale kui elupaigale juba suurt mõju avaldanud ja seda ümbritseb tara, mis ei lase ulukitel alale pääseda. Seega on alal kõikide võimalike asukohtade seast kõige vaesem loomastik.
- Paremuselt teine on PED ala, kus loomastik on mõnevõrra vaesem ALT ala omast, sest viimase fauna on rikkalikum tänu maastikule ja metsatukkade liigirikkusele. Samas on PED ala piirkond palju väärtuslikum loomade elupaik kui PAL piirkond.

- Kõige vähem sobib ALT ala, sest selle asukoht metsamassiivi ääres ja põllumajanduslik maastik koos metsa vanuselise ja liigilise eripalgelisusega tähendavad, et loomastik on PED alast liigirikkam.
- Üldiselt on **PAL ala tänu palju väiksemale taimestiku ja loomastiku väärtusele tunduvalt parem variant kui teised võimalikud asukohad** ja siin oleks arendustegevuse negatiivne mõju elurikkusele kõige väiksem.
- ALT ja PED alad on enam-vähem võrdsed, sest ALT ala taimestik on vähem väärtuslik ja loomastik suurema väärtusega, kui PED alal. Seega on nende alternatiivide puhul mõju loodusele peaaegu võrdne.

2.13. Sotsiaalse olukorra uuring

Uuringu eesmärk oli teha kindlaks võimalikel aladel valitsev sotsiaalne olukord, et hinnata, millist eelvalitud ala kõige rohkem eelistada [17]. Uuring jagunes laias laastus kahte ossa: (i) Lääne-Harju valla profiili koostamine; (ii) elanikkonna hoiakute määramine. Eelistatud asukoha kohta saab öelda järgmist:

Olemasoleva vaheladustuspaiga asukoht (PAL):

- Uuringus osalenud eesti keelt emakeelena rääkivad inimesed eelistasid kolm korda tõenäolisemalt praegust vaheladustuspaiga asukohta kui venekeelsed vastajad.
- Mehed eelistavad praegust vaheladustuspaiga asukohta 1,2 korda tõenäolisemalt kui naised.
- Eramajades või taludes elavad inimesed eelistavad suurema tõenäosusega seda varianti.
- Vastajad, kes hindasid madalamalt vajadust leida lähitulevikus lahendus radioaktiivsete jäätmete lõppladustamisele, eelistavad suurema tõenäosusega seda valikut.

Üle 20 km minu elukohast:

- Alla 40-aastased inimesed (noored) eelistavad sellist asukohta 1,7 korda tõenäolisemalt, võrreldes vanemate vanuserühmadega. Vanuseline muutuja on statistiliselt oluline ainult selles mudelis ja selle kirjeldav omadus on väike.
- Kõrgharidusega inimesed eelistavad seda varianti tõenäolisemalt kui kõrghariduseta inimesed.
- Selles mudelis ei selgita teadlikkuse ega suhtumise kohta käivad küsimused asukoha eelistust.

Asukoht pole oluline seni, kuni ohutus on täielikult garanteeritud:

- Uuringus osalenud eesti keelt emakeelena rääkivad inimesed eelistasid sellist asukohta 1,59 korda tõenäolisemalt kui venekeelsed vastajad.
- Naised eelistavad seda varianti 1,3 korda tõenäolisemalt kui mehed.
- Kõik rühmad, välja arvatud palgatöötajad, eelistavad seda võimalust 1,4 korda tõenäolisemalt.
- Kõrghariduseta vastajad eelistavad 1,5 korda suurema tõenäosusega seda asukoha varianti kui kõrgharidusega vastajad.

Kusagil mujal:

- Venekeelsed vastajad eelistasid seda varianti 1,5 suurema tõenäosusega kui eesti keelt emakeelena kõnelevad vastajad.
- Muude tööhõiverühmadega võrreldes eelistasid ettevõtjad (sealhulgas FIED) 1,6 korda tõenäolisemalt sellist asukoha valikut.
- Kõrgharidusega inimesed eelistavad seda varianti tõenäolisemalt kui kõrghariduseta inimesed. Samas ei tähenda kõrghariduse kõrgem tase (magistri- ja doktorikraad) valiku suuremat eelistamist (magistri- ja doktorikraadist madalama haridustasemega inimesed eelistavad seda valikut suurema tõenäosusega).
- Kõrgema subjektiivse teadlikkusega vastajad eelistavad seda varianti suurema tõenäosusega (samas objektiivne teadlikkus asukohavaliku eelistusi ei selgita).

Fookusrühmade intervjuude peamised tulemused võib kokku võtta järgmiselt:

- Radioaktiivsete jäätmete alased teadmised on üsna ebaühtlased. Tuumkütust ei eristata radioaktiivsetest jäätmetest. Selle teemaga kursis olevaid inimesi on vähe.
- Praeguseid jäätmeid peetakse äärmiselt ohtlikeks. Samuti olda kindlad, et väljapakutud lõppladustuspaika ei tooda teiste riikide jäätmeid.
- Radioaktiivsete jäätmetega seoses kasutatakse järgmisi mõisteid: õudne, ohtlik, ebameeldiv, saastav, mürgine.

Valla territooriumile radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga rajamise plaan tekitab teatud segadust. Esimene küsimus on, et miks kaalutakse asukohti ainult Lääne-Harju vallas ja mitte terves riigis. Mitu osalejat väljendas, et tundsid end infosulus olevat, ja kardeti, et otsused tehakse elanike selja taga. Ainult osad inimesed teadsid võimalike alade täpseid asukohti või arvu. Mõned ei suhtu tõsiselt asukohtadesse, mis on mujal kui praegune asukoht – kui jäätmed on praegu Paldiskis, siis on loogiline kindlustada praegust asukohta.

Lääne-Harju põhiväärtusteks peetakse loodust, sealhulgas metsa, merekallast, vaikust, kuvandit. Samuti ollakse äärmiselt rahulolematud seniste arengutega – langetatud on palju metsa jne. Kardetakse, et edasine arendustegevus muudab olukorra halvemaks.

Põhilised vaba aja veetmise harjumused, muu hulgas Paldiski elanike seas, on seotud loodusega. Põhilised lõppladustuspaiga rajamisega seotud hirmud erinevad mõnevõrra piirkonniti. Paldiskis kardetakse endiselt, et olemasolev objekt hakkab mingil hetkel lekkima. Samuti kardeti kinnisvara väärtuse langust. Ettevõtjate vaatenurgast ei põhjusta lõppladustuspaiga rajamine Paldiskisse probleeme – lekke oht on kindlasti viidud miinimumini. Samas kardab Harju-Risti elanikkond oma elukorralduse tõsist häirimist, muu hulgas kaasneva taristu suuremahuliste ehitustööde tõttu. Lisaks kardetakse looduskeskkonna ja piirkonna kuvandi hävinemist.

Harju-Risti piirkonna elanikud ei nõustu mingil juhul lõppladustuspaiga rajamisega oma kodukohta. Paldiski elanikud olid mõnevõrra vastutulelikumad – lõppladustuspaiga ehitamist nähti vahendina, millega saada riigilt lisainvesteeringuid. Samas tuleb mõlemal

juhul arvesse võtta, et fookusrühmades osalenud inimesed ei esinda kogu piirkondade elanikkonda, vaid väljendasid eelkõige oma arvamust.

Seega ei sõltu asukoha eelistus üldiselt vastaja taustast, vaid muudest teguritest. Samuti ei osuta analüüs konkreetse asukoha eelistamisele, vaid erinevatele argumentidele ja takkudele, millega arvestada. Põhilised on alljärgnevalt ära toodud, võttes arvesse uuringu ja fookusrühmade intervjuude tulemusi:

- Lääne-Harju vald on suhteliselt madala rahvastikutihedusega piirkond. Samas on üks võimalikest asukohtadest alal (Paldiskis), kus umbes kolmveerand elanikkonnast elab 10 km raadiuses. Teised kaks asuvad hõreda asustusega aladel. Sellest vaatenurgast lähtudes tuleks eelistada viimaseid, sest otseselt mõjutatud inimeste arv on märgatavalt väiksem;
- teisalt on Paldiski puhul tegu tööstuspiirkonnaga, kuhu lõppladustuspaik sobiks ala iseloomu arvestades paremini. Lisaks pole Paldiski puhul vaja hakata rajama juurdepääsuteid jms. Harju-Risti piirkonna elanikud kardavad väga ehitustööde mahtu. Kui otsus langetatakse Paldiski kasuks, siis tähendab see, et olemasolevaid jäätmeid pole vaja mujale transportida.
- Harju-Risti elanikud on täielikult vastu lõppladustuspaiga rajamisele. Kui objekt otsustatakse rajada ühte lähikonnas asuvatest paikadest, on oodata suurt rahulolematust. Samas tuleb arvesse võtta, et sarnane olukord võib tekkida ka Paldiskis, kus puhkealade (Laulasmaa, Kloogaranna jne) elanikud samuti tunneksid, et objekt mõjutab neid.

Ainult uuringutulemuste põhjal saab öelda, et kõige rohkem eelistatakse lõppladustuspaiga asukohana praegust ala (selle variandi valis 27% vastanutest). Samas tuleb arvesse võtta, et peamiselt peegeldub siin nende inimeste arvamus, kes Paldiskis ei ela. Viimased eelistaksid asukohta, mis on kas kusagil mujal või rohkem kui 20 km kaugusel nende elukohast.

Mitmed küsimused olid seotud inimeste teadlikkusega:

- 40% vastanutest pole radioaktiivsete jäätmete teemaga üldse tuttavad või teavad sellest väga vähe. Enne sisulise arutelu alustamist tuleb tõsta teadlikkust.
- Keskmiselt arvab kolmveerand vastanutest, et kõik radioaktiivsed jäätmete tüübid on äärmiselt ohtlikud. Ilmselge on, et mida vähem teemast teatakse, seda suurem on igal pool vastuseis.
- Umbes pool vastanutest ei usu, et lõppladustuspaik on ohutu. Usaldusväärsete osaliste (teadlaste, rahvusvaheliste organisatsioonide) tehtud lisateavitustöö aitaks tõenäoliselt pingeid leevendada.
- Elanikud ei tundu olevat täielikult kursis protsessiga (sündmustega), tulemusega jms. Samuti väljendasid nad, et projekti nimi „Rajala“ ei väljenda üheselt ja selgelt selle sisu.

Uuringu peamised leiud:

Aladede erinevate tahkude võrdlemisega on jõutud üsna vastukäivatele järeldustele.

1. Kui eelistada asukohti, mille läheduses elab vähem inimesi ja kus on vähem teenuseid, siis eelistatakse ALT ja PED alasid PAL alale.
2. Kui eelistada asukohti, mille profiil sobib suuremahuliseks ehitustööks ja kus on olemas korralikud juurdepääsuteed ja transpordiühendused, siis eelistatakse PAL ala ja teised kaks on enam-vähem võrdsed.
3. Kui eelistada asukohti, mis uuringu käigus rohkem esile kerkisid, siis on järjestus: PAL ala, millele järgnevad ALT ja PED.

2.14. Mürauuring

Müra ja vibratsiooni hindamise eesmärk oli hinnata praegust müra ja vibratsiooni taset kolmes võimalikus lõppladustuspaiga asukohas ning hinnata projekti vastavust kehtivatele riiklikele standarditele ning projektipõhiste ehitamis-, kasutamise- ja sulgemisetapile kehtestatud nõuetele [18].

Kuna distants erinevate lõppladustuspaiga asukohtade ja lähimate elumajadeni on suur ($\geq 700 \dots 2200$ m), siis eeldatavalt ei ületata ehitusetapis Eestis kehtestatud müra piirväärtusi.

PAL ala. Elumajad asuvad 700 m kaugusel edelas võimalikust PAL ehitusplatsist. Arvestuslik müratase on lähimate elumajade puhul päeval ja öösel vastavalt ≤ 45 ja ≤ 45 dB.

ALT ala. Kuna Altküla alale lähimad elumajad asuvad ≥ 1600 m kaugusel põhjas (Männiku elumaja) ja ≥ 2200 meetri kaugusel lõunas (Kotka elumaja), siis on arvestuslik müratase nende hoonete puhul päeval ≤ 40 dB ja öösel ≤ 40 dB.

PED ala. Arvestuslik müratase on lähimate elumajade puhul (Tuipalu ja Laane) päeval ≤ 45 dB ja öösel ≤ 45 dB. Elumajad asuvad alast ≥ 800 m läänes ja idas.

Põhilised leiud:

- Kõik kolm võimalikku asukohta on suhteliselt väikese taustamüra ja vibratsioonitasemega. Samas võib olukord muutuda, kui lõppladustuspaikade lähedal olevaid piirkondi arendama hakatakse (näiteks uute tuuleparkide rajamine, pump-hüdroakumulatsioonijaam Paldiskis või teised arendusprojektid).
- Kõige hiljutisema Lääne-Harju valla üldplaneeringu kohaselt asub PAL objekt otse tööstuspiirkonna kõrval. Praegu on see piirkond enamjaolt tühi, kuid tulevikus see plaanide teostumisel tõenäoliselt muutub.
- Lõppladustuspaiga projekt peab vastama kõigile müra- ja vibratsioonitaseme piirväärtustele lõppladustuspaiga jaoks valitud asukohast olenemata. See tähendab, et kõiki variante tuleb pidada müra ja vibratsiooni mõju poolest võrdseks.
- ALT ja PED alad asuvad kõrvalistes piirkondades ning ei külgne tulevaste tööstus- ja elamurajoonidega vms. Teadaolevaid suuremahulisi arendusprojekte läheduses pole. Alad on võrdsed, sest mõlemad asuvad kõrvalises piirkonnas ja aruande koostamise ajal alade läheduses uusi müra ja vibratsiooni allikaid rajada ei plaanita. See tähendab, et müra ja vibratsiooni mõju vaatenurgast eelistatakse ALT ja PED alasid.

2.15. Teede ja taristu analüüs

Alategevuse 2.15 eesmärk oli koguda andmeid võimalike jäätmekäitluskohtade praeguste ühenduste kohta, mis sobivad nii kõrvaldatavate jäätmete kui ka rajatise ehitamiseks ja sulgemiseks vajalike materjalide transportimiseks [19]. Taristu ja heade ühenduste olemasolu on tähtis radioaktiivsete jäätmete lõppladustusprogrammi igas etapis: asukoha iseloomustamisel, ehitamisel, kasutamisel, sulgemisel ja sulgemisjärgsel perioodil. Sellel on suur mõju lõppladustamise maksumusele, kuid ka ohutus on tähtis. Ühendused on olulised ka hädaolukorras.

Vaadeldi erinevaid transpordiviise (vesi, raudtee ja maantee). Maanteetransporti (joonis 2.5) peeti ainukeseks sobivaks jäätmete transportimise meetodiks.



Joonis 2.5. Radioaktiivsete jäätmete transportimiseks sobivad optimaalsed ja alternatiivsed marsruudid endiselt Paldiski tuumaobjektilt võimalikele aladele Pedases ja Altkülas

Analüüsis keskenduti radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga kolmele võimalikule asukohale (olemasolev objekt Paldiskis, võimalikud variandid Pedases ja Altkülas). Pedase ja Altküla alade puhul tuleb radioaktiivsed jäätmed praeguselt Paldiski objektilt kohale tuua. Radioaktiivsete jäätmete transportimise optimaalne marsruut määrati kindlaks pikkusega umbes 30 km (mõlemasse asukohta peaaegu sama). Enamik marsruute mõlemale alale kattuvad. Kui lõppladustuspaik rajatakse Paldiski alale, siis pole vaja radioaktiivseid jäätmeid avalikel teedel transportida, alast eemal olevaid teid remontida ja vastavaid kulutusi teha ning jäätmeid on võimalik vedada sama katastriüksuse sees.

Erinevalt radioaktiivsetest jäätmetest tuleb lõppladustuspaiga ehitusmaterjalid kõigile kolmele alale kohale toimetada. Sellest vaatenurgast on kõik kolm asukohta peaaegu võrdsed.

Olemasolevate teede (joonis 9) kasutamine viib miinimumini vajaduse teid ehitada ja remontida ning vähendab liiklustiheduse negatiivset mõju ega sega muude ohtlike kaupade vedu. Teatud teetööd on siiski vajalikud, kuid nende hinna täpsustamiseks on vaja edasisi kohapealseid uuringuid.

Lisaks optimaalsetele marsruutidele pakuti välja neli alternatiivset marsruuti.

Maanteetranspordi, praeguse olukorra ja meretranspordi tulevikuplaanide (sadamataristu) analüüsile lisaks vaadeldi ka raudteid ja lennujaamu. Praegu ei sega ega mõjuta lõppladustuspaiga kolm võimalikku asukohta transporditaristut. Ruumilise planeerimise dokumentide kohaselt ei plaanita uuritavasse piirkonda uusi lennujaamu rajada ega praegusi lennuvälju märkimisväärselt laiendada. Mõningaid plaane on tehtud praeguse raudteevõrgustiku suhtes, kuid need on endiselt ebamäärased ja ei mõjuta radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaigaga seotud plaanitud tegevusi. Samuti plaanitakse ehitada uusi sadamaid Lääne-Harju valla rannikule, täpsemalt kavatakse rajada vedelgaasiterminal/kaubasadam Pakrineemele. Arengukavad ei mõjuta oluliselt Paldiski radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaika ega võimalikke transpordimarsruute.

Põhilised leiud:

1. **PAL ala on kõige paremini juurdepääsetav.** Ehitustehnika ja -materjalid võib alale transportida merd, raudteed ja maanteed pidi. Radioaktiivsed jäätmed tekivad alal, nii et nende transportimine pole üldse vajalik. **PAL alal pole teedehitust vaja.**

2. Teised kaks võimalikku asukohta (PED ja ALT) on juurdepääsetavad ainult maad mööda. Jäätmed tuleb nendele aladele toimetada üldkasutatavaid teid pidi. Alad asuvad praeguse teedevõrgu lähedal, nii et pole vaja rajada uusi juurdepääsuteid, välja arvatud alal endal asuvad teed. Asukohad on juurdepääsetavuse ning jäätmete ja ehitusmaterjalide transportimise hõlpsuse suhtes võrdsed.

2.16. Ohutushinnangu koostamine

Ohutushinnangu (alategevus 2.16) abil uuritakse plaanitud lõppladustuspaiga rajamise võimalusi eelnimetatud asukohtades [20]. Ohutushinnang koostati asukoha valiku etapis ning selle põhieesmärk on võrrelda lõppladustuspaiga kolme võimaliku asukoha sobivust ja uurida välja pakutud kontseptsiooni sobivust asukohale iseloomulike tingimustega.

Ohutushinnang tugineb eelmainitud kolme asukoha iseloomustamise tulemustele. Iseloomustamise programm hõlmas tektoonilist, seismilist, geoloogilist, geodeetilist, geomorfoloogilist, hüdrogeoloogilist, hüdrograafilist, keemilist, kliima, keskkonna ja sotsiaalset uuringut ning teede ja taristu analüüsi. Väärrib märkimist, et andmete puudumise tõttu on siinne ohutushinnang ainult esialgset laadi. Seda tuleb põhjalikult uuendada pärast asukoha täpsemate iseloomustuse tulemuste ja rajatise tehnilise projekti omaduste arvesse võtmist, ehk teisisõnu tuleb kasutusloa saamiseks koostada lõplik ohutushinnang.

Üksikasjaliku ohutushinnanguga saab tutvuda alategevuse 2.16 aruandes.

2.16.1 Ohutuskriteeriumid

Eesti Vabariigi kiirgusseadus ning muud seadusandlikud dokumendid määratlevad põhimõtted ja põhilised ohutusnõuded inimeste ning keskkonna kaitsmiseks ioniseeriva kiirguse kahjuliku mõju eest. Kehtestatud on järgmised kiirguskaitse põhimõtted:

- Kiirgustegevuse põhjendamine: kavandatavat kiirgustegevust tuleb põhjendada, tõendades, et see on kiirgustegevuse põhjustatava võimaliku tervisekahjustuse suhtes majanduslike, sotsiaalsete või muude hüvede poolest parim.
- Kiirguskaitse optimeerimine: iga kiiritus tuleb hoida nii väikesena, kui on majandus- ja sotsiaaltegureid mõistlikult arvesse võttes võimalik.
- Dooside piiramine: kiiritusel saadavate dooside summa ei tohi ületada kehtestatud piirmäärasid.

Kehtivad järgnevad efektiivdoosi piirmäärad:

- 20 mSv aastas kutsekiirituse puhul (töötajad);
- 1 mSv aastas elanikkonnale.

Rahvusvaheline Kiirguskaitsekomisjon on kirjeldanud kiirguskaitse optimeerimise meetodeid radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaikadele. Komisjon soovib kõrgeima doosina doosipiirangut, mis on 0,3 mSv aastas tavapärasel kiirgusega kokkupuutumise olukorras. Doosipiirang on põhiline meetod jäätmete kõrvaldamise võimaluse radioloogilise sobivuse hindamiseks.

Doosipiirang ei kehti inimsissetungi olulisuse hindamisel. Komisjoni soovitusel kohaselt võib 10 mSv suurust aastast doosi kasutada võrdlustasemena, millest madalama doosi puhul pole sekkumine tõenäoliselt õigustatud, ning 100 mSv suurust aastast doosi võib kasutada võrdlustasemena, millest suurema doosi puhul tuleb kaaluda sekkumist.

2.16.2 Kõrvaldatavad jäätmed: jäätmevoo allikad ja inventuur

Riikliku strateegiaga on kehtestatud tehnilised haldusmeetmed kõigile kolmele jäätmevoo allikale: vanade jäätmete hoiustamine, praegu tekkivad institutsioonilised jäätmed ning tulevikus tekkivad jäätmed Paldiski reaktorite kasutusest kõrvaldamisest. Riikliku programmi käigus hallatavad jäätmed jagatakse kolme põhikategooriasse:

1. madal- ja keskaktiivsed lühiealised jäätmed (üle 90% jäätmete kogusest);
2. madal- ja keskaktiivsed pikaealised jäätmed (paar protsenti);
3. NORM-jäätmed (saastunud vanametall), mis moodustavad mõne protsendi.

Enamus praegustest radioaktiivsetest jäätmetest Eestis on pärit desaktiveerimise ja kasutusest kõrvaldamise projektidest. Üldisest jäätmete mahust on 50 protsenti juba iseloomustatud ja selle koguaktiivsus on hinnanguliselt u 900 TBq. Iseloomustamata jäätmed on peamiselt madalaktiivsed ja nende panus üldisesse aktiivsusesse on väike. Enamik radionukliide on kontsentreerunud kasutatud kinnistesse kiirgusallikatesse, mis sisaldavad Sr-90, Cs-137, Co-60 ja Pu-Be ja moodustavad ainult u 10% jäätmete koguhulgast. Juba konditsioneeritud jäätmete koguhulk on umbes 460 m³. Lisaks on Paldiski objektil umbes 1180 m³ konditsioneerimata jäätmeid.

Kasutusest kõrvaldamise jäätmete kogus on 2040. aastaks ehk plaanitud kasutusest kõrvaldamise tegevuse alguseks hinnanguliselt u 395 m³. Samuti arvatakse, et kiirgustegevuse jäätmevoog jääb ka tulevikus samaks (alla 1 m³ aastas) ja suuri muutusi oodata ei ole.

Institutsionaalsete jäätmete kõrvaldamiseks kasutati 1960. aastast 1995. aastani Tammiku jäätmete ladustuspaika. Seejärel võeti jäätmed välja. Suur osa vanadest jäätmetest (endisest Tammiku ladustuspaigast ja Paldiski lammutustegevusest) on juba konditsioneeritud ja iseloomustatud.

Jäätmeid iseloomustati enne betoneerimist gammaspetsimeetriga. Beeta- ja alfakiirgavate radionukliidide olemasolu ei kontrollitud. Betoneerimisprotsess dokumenteeritakse nõuetekohaselt – igal sobivale kujule viidud jäätmete konteineril on individuaalne pass. Samuti on olemas iseloomustatud ja iseloomustamata jäätmed Tammiku objekti kasutusest kõrvaldamisest, mis on suletud standardsetesse betoonkonteineritesse. Varasemate kasutusest kõrvaldamise tegevuste täielikult iseloomustamata jäätmed on betoneeritud allveelaevade esimesse ja teise reaktorisektsiooni ja hoiustatud konditsioneerimata vormis 200-liitristes tünnides.

Hetkel kasutatakse jäätmete konditsioneerimiseks ja hoiustamiseks mitut erinevat tüüpi konteinerit. Eeldatakse, et neid kasutatakse ka lõppladustamiseks.

Standardsed betoonkonteinerid. Studsvik Nuclear AB projekteeritud betoonkonteiner välismõõtmetega 1,2 m × 1,2 m × 1,2 m ja seinapaksusega 10 cm (joonis 2.6) on kõige levinumat tüüpi konteiner (edaspidi „standardne betoonkonteiner“). Konteinerite ülemine 10 cm täidetakse „puhta“ betooniga, et kaitsta jäätmeid levimise eest. Lisaks kinnitatakse poltidega konteinerite ülemisse otsa 10 cm paksune betoonkaas.



Joonis 2.6. Betoneeritud jäätmeid sisaldavad standardsed betoonkonteinerid on kõige levinum konteineri tüüp

Metallkonteinerid. Betoneeritud jäätmete hoiustamiseks kasutatakse metallkonteinereid 5 mm paksuste seinte ja välismõõtmetega 1,2 m × 1,2 m × 1,2 m. Jäätmete levimise vältimiseks valmistatakse 10-sentimeetrine ülemine kiht „puhtast“ betoonist.

Silindrid. Kui esimeses reaktoris kütust vahetati, siis asendati ka kontrollvardad. Kasutatud vardad viiakse sobivale kujule silindrilistes konteinerites. Konteinerid on valmistatud metalltorudest diameetriga 1,2 m ja pikkusega 2 m. Kontrollvardad asetati sinna sisse ja kinnitati betooniga paigale.

Suured betoonkonteinerid. Kolme meetri kõrgused betoonkonteinerid on valmistatud raudbetoonist. Konteinerite mõõtmed: kõrgus 3,0 m, laius 1,2 m ja sügavus 1,2 m; minimaalne seinapaksus on 25 cm; kaal 8640 kg. Seda tüüpi konteinereid kasutatakse enamiku aktiivsete jäätmete puhul, mis saadi Tammiku objektilt (sealhulgas kasutatud kinnised kiirgusallikad).

Maapinnalähedase lõppladustuspaiga ja kesksügava lõppladustuspaiga hinnanguline radioaktiivne inventuur on ära toodud vastavalt tabelites 2.1 ja 2.2. Reaktorinumad kõrvaldatakse terviklikult, neid ei tükeldata. Kõik ülejäänud seadmed lõigatakse väikesteks tükkideks ja pakendatakse sobivatesse konteineritesse.

Tabel 2.1. Radionukliidide aktiivsus maapinnalähedases lõppladustuspaigas (2041. aastal)

Radionukliid	Aktiivsus, Bq	Radionukliid	Aktiivsus, Bq
H-3	6,2E+10	Pu-239	5,0E+05
Co-60	9,3E+09	Pu-240	1,4E+05
Ni-59	4,7E+07	Am-241	5,9E+09

Ni-63	2,2E+9	Ba-133	5,1E+05
C-14	6,1E+08	Ra-226	3,9E+09
Sr-90	1,3E+12	Ra-228	9,0E+03
Nb-94	3,8E+07	Th-232	1,4E+05
Cs-137	2,4E+13	U-234	2,2E+03
Eu-152	5,9E+08	Kr-85	6,7E+09
Eu-154	9,4E+07	U-238	5,8E+08
Pu-238	2,3E+05		

Tabel 2.2. Radionukliidide aktiivsus keskmise sügavusega lõppladustuspaigas (2041. aastal)

Radionukliid	Aktiivsus, Bq	Radionukliid	Aktiivsus, Bq
H-3	6,7E+10	Eu-154	1,2E+12
Co-60	3,8E+12	Pu-238	4,6E+12
Ni-59	1,3E+12	Pu-239	2,7E+11
Ni-63	8,1E+13	Pu-240	8,1E+07
C-14	1,4E+13	Am-241	2,1E+11
Sr-90	6,9E+14	U-238	4,6E+12
Nb-94	1,1E+11	Ra-226	2,6E+10
Cs-137	1,0E+14	Kr-85	1,1E+10
Eu-152	6,9E+12	Th-232	2,6E+05

2.16.3 Ehitamise, kasutamise ja sulgemise põhimõtted

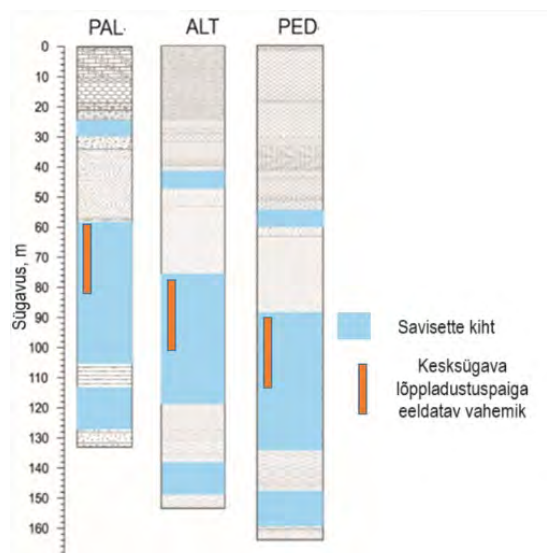
Võttes arvesse jäätmete väikest hulka ja püüdes leida kõige tõhusamat kasutamise ja hoolduse viisi, otsustati rajada mõlemat tüüpi lõppladustuspaigad samasse kohta. Mõlemad lõppladustamiskontseptsioonid on piisavalt paindlikud, st neid saab hõlpsasti kohandada erinevatele jäätmemahitudele ja -pakenditele ning konkreetse ala iseloomulikele tingimustele.

Konditsioneeritud madalaktiivsed jäätmed tuleb lõppladustada betoonseksioonidesse, mida ümbritseb savist kaitsekiht. Maapinnalähedane lõppladustuspaik koosneb kahest ladustamissektsioonist, mis asuvad maapinnal ja mille mõõtmed on u 15 × 12,5 × 6 m. Pärast jäätmete ladustamistegevuse lõpetamist (käitamisetappi) maapinnalähedases lõppladustuspaigas suletakse see mitmekihilise katteehitisega, mis kaitseb vee sisseimbumise, inimeste ja bioloogiliste organismide sissetungi ning erosiooni eest (joonis 1). Soovitatakse rohuga kaetud künkakujulist katet (joonis 16.2). Taimne kate on odav, kuid äärmiselt tõhus lõppladustuspaiga katteehitise kiht. Taimede juured tugevdavad külgi ning kaitsevad tuule ja vee põhjustatud erosiooni eest. Rohuga kaetud külgi on kõige kergem hooldada. Samuti sobituvad rohu või põõsastikuga kaetud nõlvad kõige paremini Põhja-Eesti

maastikuga. Samas ei ole „künkjal“ kasvavad puud soovitatavad, sest puude sügavale tungivad juured võivad tungida lõppladustuspaika.

Keskaktiivsed radioaktiivsed jäätmed on jäätmed, mis sisaldavad pikaealisi radionukliide koguses, mis nõuab tõhusamat varjestamist ja isolatsiooni biosfäärist, võrdluses maapinnalähedase lõppladustuspaigaga. Keskaktiivsete radioaktiivsete jäätmete lõppladustamiseks soovitatakse rajatist, mis on mõnekümne kuni mõnesaja meetri sügavusel. Sellisel sügavusel lõppladustamine võib pakkuda pikka isolatsiooniperioodi ümbritsevast keskkonnast, kui lõppladustuspaigale valitakse sobivad looduslikud ja tehistõkked. Täpsemalt puuduvad sellisel sügavusel lühikeses ja keskmises perspektiivis erosiooni ja muude maapinnaga seotud protsesside kahjulikud mõjud. Võttes arvesse keskmise sügavusega lõppladustamist vajavate jäätmete väikest kogust, pakuti välja šaht-tüüpi keskmise sügavusega lõppladustuspaik (joonis 16.3). Keskmise sügavusega lõppladustuspaigale on ettenähtud vähemalt 30-meetrine sügavus. Šahti eeldatav välisdiameeter on umbes 10,5 m, jäätmeid sisaldava osa kõrgus on kuni 20 m, kuid geomeetrilisi parameetreid on kerge jäätmete koguse alusel kohandada.

Keskmise sügavusega lõppladustuspaiga täpne sügavus sõltub asukoha geoloogilistest tingimustest. Geoloogiliste uuringute ajal, mille tulemused on ära toodud alategevuste 2.3 ja 2.9 aruannetes, leiti kõigis kolmes võimalikus asukohas paks savisette kiht. Loodusliku savibarjääri kasutamine vähendab vajadust rajada tehislik betoonist lisabarjäär. Väljapakutud jäätmete lõppladustamise sügavused on PAL, ALT ja PED aladel vastavalt umbes 60–80, 78–98 ning 90–110 m (joonis 2.7). Šahti sulgemiseks pärast lõppladustamise lõppu soovitatakse tihendatud liiva ja bentoniidi segu või looduslikku savi. Varjestava barjääri põhifunktsioon on kaitsta objekti põhjavee vertikaalse sisseimbumise eest. Veekindla kihi eeldatav paksus on umbes 5 m. Varjestava barjääri kohale jääv maht täidetakse kohaliku pinnasega ja tihendatakse.



Joonis 2.7. Keskmise sügavusega lõppladustuspaiga vertikaalne asend kolmes võimalikus asukohas. Negatiivse mõju vähendamiseks atmosfäärile paigaldatakse lõppladustuspaiga sektsioonide ja šahti kohale ajutised katted.

2.16.4 Ehitamise, käitamise, sulgemise ja sulgemisjärgse perioodi ohutushinnangud

Lõppladustuspaiga asukoha määramise etapis, kui rajatise täpne lahendus pole veel teada, tuginevad ohutushinnang ja riskianalüüs esialgsele kontseptsioonile ja teatud üldistele eeldustele radioaktiivsete jäätmete üldiste omaduste ning rajatiste omaduste, struktuuri ja kasutamise kohta. Kuna uuringu eesmärk on võrrelda asukohtade alternatiive, siis pööratakse tähelepanu pigem asukohtade erinevatele omadustele ja sellele, kuidas need ohutust mõjutavad, kui kasutuse konkreetsetele peensustele. Projekti hilisemates etappides, kui selguvad rajatiste üksikasjad, uuendatakse ohutushinnangut ja riskianalüüsi konkreetsete detailide täpsema taseme alusel.

2.16.4.1 Ehitusetapp

Eesti mullad sisaldavad rikkalikult uraani ja raadiumi. Raadiumi lagunemissaadus radoon (Rn-222) võib akumulieruda šahti õhus, mistõttu töötajad puutuksid kiirgusega kokku. Konservatiivse hinnangu kohaselt võivad töötajad kokku puutuda kiirgusega kuni 0,03 millisiivertit tunnis. Töötajate kiirgusdoosid võivad ületada doosi piirmäära (1 millisiivertit aastas) olenevalt aja pikkusest, mille jooksul inimesed peavad šahtis töötama. Seega tuleb šahtis töötamise ajal kaaluda kaitsemeetmeid, näiteks sundventilatsiooni.

2.16.4.2 Jäätmete transport

ALT ja PED alade puhul tuleb radioaktiivsete jäätmete konteinereid vedada avalikel teedel. Seda tuleb teha kooskõlas ohtlike veoste rahvusvahelise autoveo Euroopa kokkuleppega. Vedu võib põhjustada elanikkonna kokkupuudet kiirgusega. Hinnanguliselt on kiirgusdoosid, millega elanikkond radioaktiivsete jäätmete transpordi tõttu kokku puutuks, väga madalad – umbes 0,036 mSv ehk tunduvalt väiksemad aastasest doosipiirangust (0,3 mSv). Jäätmete vedamine avalikel teedel peab vastama nõuetele ning ei tohi ületada elanikkonnale ja sõidukite juhtidele kehtivaid piirmäärasid. PAL ala positiivne omadus on, et jäätmeid pole vaja üldkasutatavatel teedel vedada.

2.16.4.3 Lõppladustuspaiga tavapärase kasutus ning eeldatavad kasutusega seotud sündmused ja õnnetused

Maapinnalähedases lõppladustuspaigas jäätmete lõppladustamisega seotud tavalisi töid teostavate töötajate kiirgusdoose hinnati konservatiivselt. Maapinnalähedases lõppladustuspaigas tavapärasest tööd tegeva töötaja prognoositud maksimaalne doos terve jäätmete kõrvaldamise protsessi jooksul on 5,44 mSv. See ei sõltu hoidla asukohast. Hinnanguline maksimaalne doos on silmatorkavalt väiksem aastasest doosi piirmäärast, mis on 20 mSv.

Konservatiivsete arvutuste põhjal on PAL alal rajatud kesksügava lõppladustuspaiga töötaja maksimaalne kiirgusdoos ainult umbes 0,74 mSv. Töötajate kiirgusdoosid oleksid ALT või PED aladel isegi madalamad, kuid veokite juhtide kiirgusdoosid oleksid sellisel juhul sarnased (umbes 0,6 mSv). Hinnangulised doosid on palju madalamad kehtestatud piirmääradest.

Eeldatakse, et prognoositavad kasutusega seotud sündmused ja projektis ennustatavad õnnetused seostuvad peamiselt sisemiste ohtudega, aga ka väliste ohtudega (maavärin). Samas võivad projektist sõltumatud õnnetused toimuda väliste sündmuste tagajärjel,

näiteks suure lennuki kukkumine lõppladustuspaika ja plahvatamine. Võimalike eeldatavate kasutusega seotud sündmuste, projektis ennustatavate õnnetuste ja projektist sõltumatute õnnetuste nimekiri vaadati läbi, valiti sobivad stsenaariumid ja analüüsiti tagajärgi. Tabel 2.3 sisaldab töötajate, avariitöötajate ja võrdlusalusena kasutatud elanikkonna kiirgusdooside kokkuvõtet valitud stsenaariumite puhul.

Tabel 2.3. Tuvastatud kasutusaegsed sündmused ja õnnetused lõppladustuspaigas ning eeldatavad kutsekiirguse doosid. Tuvastatud kasutusaegsed sündmused ja õnnetused lõppladustuspaigas ning eeldatavad elanikudoosid.

Sündmus	Elanikkonna kiirgusdoos, mSv			Avariitöötajate kiirgusdoos, mSv		
	PAL	PED	ALT	PAL	PED	ALT
Õnnetusjuhtum maapinnalähedases lõppladustuspaigas toimuva liikumise ajal	0			1,13E-03		
Veoki rike teel maapinnalähedasse lõppladustuspaika	0	4,92E-04	1,33E-04	0	4,68E-03	4,68E-03
Saasteainete levimine maapinnalähedases lõppladustuspaigas	4,97E-10	8,32E-10	3,11E-10	2,04E-04		
Jäätmete kehva paigutuse korrigeerimine maapinnalähedases lõppladustuspaigas	0			1,58E+00		
Õnnetusjuhtum kesksügavas lõppladustuspaigas toimuva liikumise ajal	0			8,00E-3		
Veoki rike teel kesksügavasse lõppladustuspaika	0	4,00E-03	2,00E-03	0	1,65E-02	1,65E-02
Saasteainete levik keskmise sügavusega lõppladustuspaigas	3,90E-09	6,55E-09	2,44E-09	1,99E-04		
Kesksügava lõppladustuspaiga probleemide kõrvaldamine	0			1,63E-02	6,28E-03	8,34E-03
Maavärina mõju maapinnalähedasele lõppladustuspaigale	1,74E-02			1,09E+01		
Õnnetus lõppladustuspaiga sektsiooni ettevalmistamisel käitamise ajaks	0,00E+00	9,99E-05	9,99E-05	1,06E-02	6,36E-02	6,36E-02
Jäätmete transport maapinnalähedasse lõppladustuspaika praegusest määratud doosikiirusest kõrgema doosikiirusega	0	1,10E-06	1,10E-06	2,33E-04	1,40E-03	1,40E-03
Õnnetus jäätmete transportimise ajal maapinnalähedasse lõppladustuspaika	0	1,03E-03	4,18E-04	1,31E-02	1,44E-02	1,44E-02
Jäätmepakendite kukkumine ja kahjustumine maapinnalähedases lõppladustuspaigas	5,70E-06			2,98E-02		
Jäätmepakendite rippuma jäämine maapinnalähedases lõppladustuspaigas	5,63E-06			1,58E+00		
Tulekahju maapinnalähedases lõppladustuspaigas	2,92E-09			1,29E-03		
Jäätmepakendite kukkumine ja lõppladustussektsiooni kahjustumine	1,74E-02			1,09E+01		
Maavärina mõju kesksügavale lõppladustuspaigale	2,05E-05			2,09E+00		
Õnnetus jäätmete transportimise ajal kesksügavasse lõppladustuspaika	–	9,08E-01	6,24E-01	3,22E+00	3,22E+00	3,22E+00
Tsementeeritud jäätmepakendi kukkumine ja kahjustumine kesksügava lõppladustuspaiga juures maapinnal	2,05E-05			2,09E+00		

Jäätmepakendi kukkumine šahti ja selle kahjustumine	2,73E-05	2,73E-05	2,73E-05	4,23E+00	2,79E+00	3,14E+00
Konteineri rippuma jäämine kesksügavas lõppladustuspaigas	6,43E-05			6,46E-01	6,36E-01	6,38E-01
Tulekahju kesksügavas lõppladustuspaigas	1,0E-05			1,87E+00		
Pakendite kahjustumine lõppladustussektiooni sees (lennuõnnetus)	2,44E-05	3,40E-05	1,80E-05	3,30E+01		
Pakendite kahjustumine šahtis (lennuõnnetus)	1,24E-03	1,24E-03	1,24E-03	3,55E+01	2,36E+01	2,66E+01

Maapinnalähedases lõppladustuspaigas ja kesksügavas lõppladustuspaigas ei ületa võimalike projektis ennustatavate õnnetuste hinnanguline doos vastavalt 11 mSv ja 2,1 mSv. Doosid jäävad aastase kutsekiirituse doosi piirmäära (20 mSv) sisse.

Samas on projektist sõltumatute õnnetuste puhul (nagu suure lennuki alla kukkumine ja plahvatamine) eeldatavad kutsekiirituse doosid suuremad ja võivad olla isegi 36 mSv, kuid ei ületa avariitöötajate aastaseid võrdlustasemeid (100 mSv). Kiirgusdoos ei sõltu eriti asukohast. Lähimate elanike prognoositud doosid on äärmiselt väikesed (alla 1 µSv).

Ühelgi võimalikul alal rajatud maapinnalähedases lõppladustuspaigas ja kesksügavas lõppladustuspaigas pole sulgemisperioodil oodata õnnetusi ega elanikkonna ulatuslikku kokkupuudet kiirgusega. Sulgemisperioodi jooksul puutuvad töötajad kokku väikeste doosidega (0,24 mSv maapinnalähedases lõppladustuspaigas ja 0,028 mSv kesksügavas lõppladustuspaigas) alast olenemata.

2.16.5 Sulgemisjärgne ohutus

2.16.5.1 *Hindamise stsenaariumid*

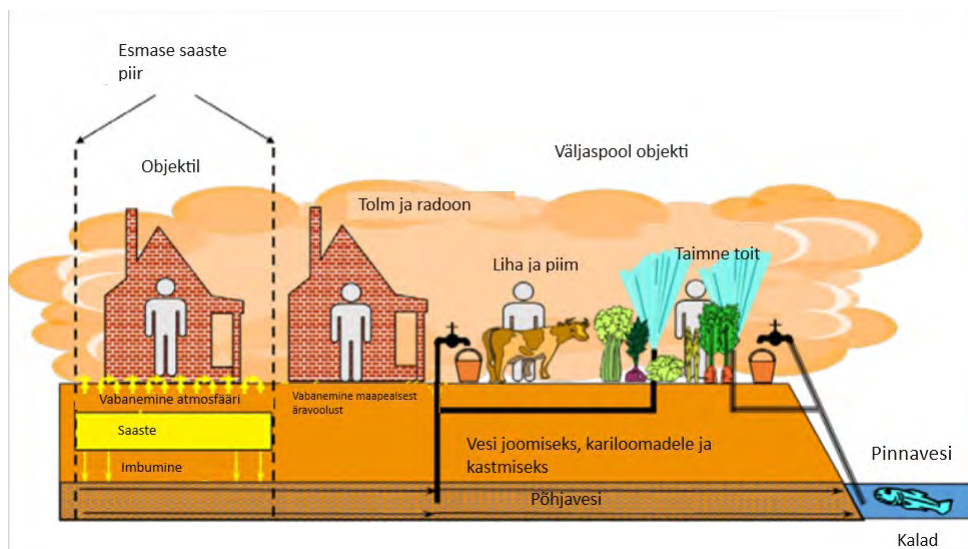
Radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga sulgemisjärgne ohutushinnang koostatakse tavaliselt kinnitusena huvirühmadele (näiteks valitsusele, regulaatorile, üldsusele ja teistele tehnilistele/teaduslikele rühmadele), et rajatise asukoht on määratud või määratakse ja et see projekteeritakse, ehitatakse, seda kasutatakse ja see suletakse viisil, mis tagab inimeste ja keskkonna kaitse pika aja jooksul.

Jäätmete lõppladustuspaiga ohutuse hindamisel võetakse arvesse pikka ajavahemikku ja stsenaariumit, milles protsesside ja sündmuste hüpoteetiline järjestus luuakse jäätmete lõppladustuspaiga erinevate tulevaste sündmuste ja olekute illustreerimiseks ohutusjuhtumi koostamise eesmärgil. Ohutushinnangu analüüsi erinevate etappidega seostub teatud ebakindlus, mis on oluline tegur, mille põhjal tehnilised sihtrühmad, sealhulgas regulaatorid, ohutushinnangu heaks kiidavad. Stsenaariumite ebakindlus on seotud kiirgusjuhtumite stsenaariumite määratlusega ning on sageli oluline lõppladustuspaiga pikaajalise käitumisega seotud ebakindluse põhjus.

Plaanitud maapinnalähedase lõppladustuspaiga ja kesksügava lõppladustuspaiga võimaliku põhjavee kaudu avalduva mõju hindamiseks kasutatakse võrdlusrühma. Võrdlusstsenaariumi kohaselt võivad jäätmed lekkida tõketest läbi tunginud vee tõttu. Nõrgvees leiduvad saasteained võivad jõuda põhjavette. Maapinnalähedase lõppladustuspaiga puhul toimub põhiline radionukliidide liikumist soodustav vee kulgemine läbi põhjavee, kui vihmavesi imbub läbi küllastumata tsooni ja varjestava kihi poolenisti

suletud põhjaveekihi alla ning liigub horisontaalse põhjavee voolu kaudu Läänemerre. Kesküsava lõppladustuspaiga puhul on võimalik radionukliidide laialivalgumine šahtist ja saastunud põhjavee kerkimine läbi lõhede ja murrangute kaevudesse ja Läänemerre. Kaevuvee kasutamine kodumajapidamises tähendab, et saasteained võivad jõuda toiduahelasse ja kiiritada võrdlusalust isikut saastunud toidu söömise ja tolmu sissehingamise kaudu.

Sulgemisjärgsetes stsenaariumites hinnati kodumajapidamise veekaevu, kust pumbatakse 510 liitrit aastas ja mis asub umbes 200 m kaugusel lõppladustuspaigast (ala piiril), kasutades RESRAD-Offsite'i mudeli 4. versiooni. Mudelit kasutatakse radionukliidide kontsentratsiooni ja seotud dooside hindamiseks võrdlusrühmas, võttes arvesse lahjenduse, dispersiooni, lagunemise ja imendumise mõju radionukliidide liikumisele, kusjuures simuleeritakse mitut radionukliidi ning erinevaid hüdrogeoloogilisi tingimusi ja käitumisstsenaariume. Mudel tugineb radionukliidide eriomastele siirde koefitsientidele, mis iseloomustavad radionukliidide siiret ühest keskkonnast teise, näiteks kui taimed omastavad radionukliide mullast (joonis 2.8). Siirde koefitsientide väärtused tuginevad empiirilistele andmetele ja kirjandusallikatele ning on tabeldatud IAEA poolt. Inimsekkumise simuleerimiseks kasutati dokumendis IAEA-TECDOC-1380 soovitatud mudelit.



Joonis 2.8. Mudelis kasutatud inimeste keskkondlikud kokkupuute võimalused kiiritusega, mis simuleerivad kiirgusega kokkupuudet vee, taimset päritolu toidu, liha, piima ja mereandide tarbimise kaudu.

Kaaluti üheksat erinevat lõppladustuspaiga sündmuste stsenaariumit (tabel 2.4). Need hõlmasid tavapärasid sündmuste kulgu lõppladustuspaigas (võrdlusstsenaariumi), tõkete järsku lagunemist ja võimalikku inimsekkumist.

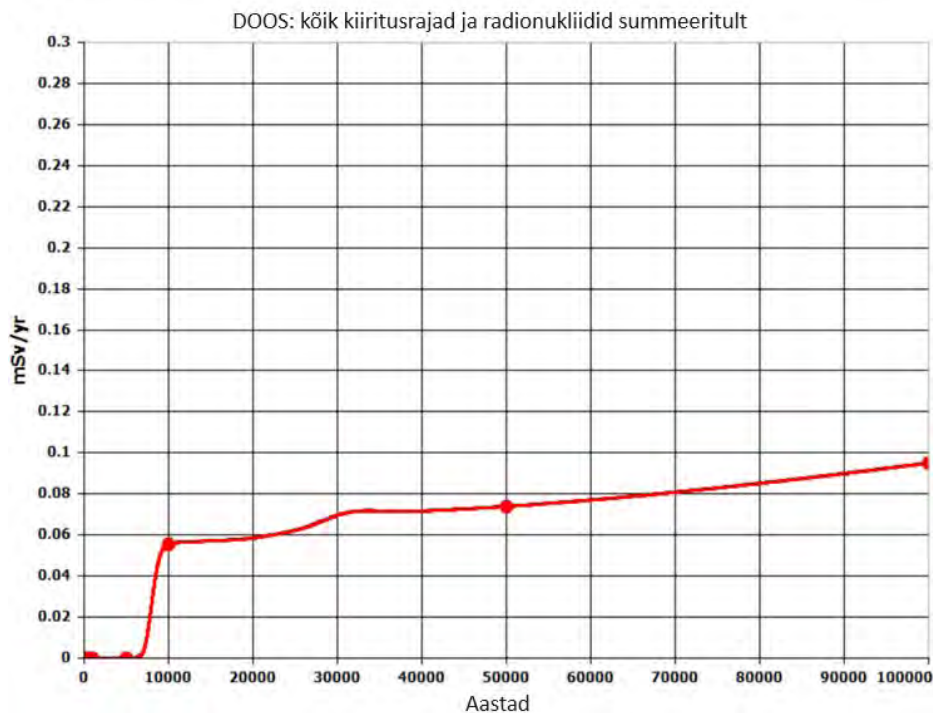
Tabel 2.4. Sulgemisjärgse ohutushinnangu stsenaariumid

Stsenaarium	Simulatsiooni kirjeldus
„Etalonmudel“ – tavapärane sündmuste kulgu	Võrdlusstsenaariumi kohaselt toimuvad muutused lõppladustussüsteemis ainult lõppladustussüsteemi sisemise dünaamika tõttu. Simuleerimiseks kasutati RESRAD-Offsite'i mudelit.

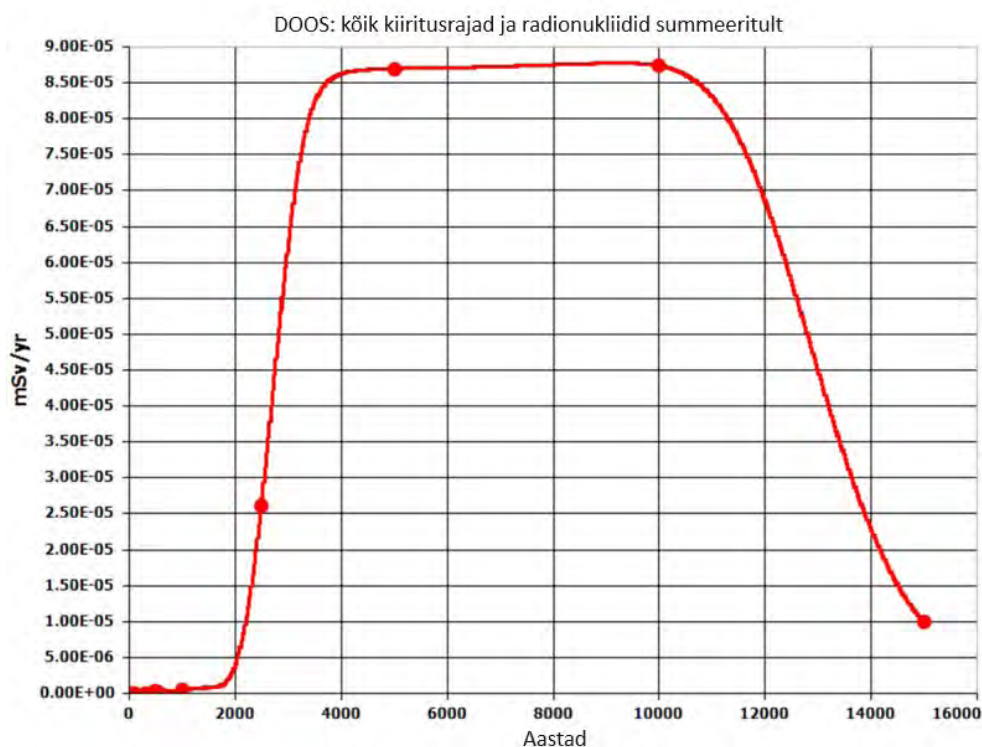
„Maavärin“ – kesksügava lõpladustuspaiga enneaegne lagunemine	Maavärina stsenaariumit on võimalik simuleerida RESRAD-Offsite'i mudeliga, kasutades tõkete varajase füüsilise lagunemise tulemusel silmapilkset vabanemist 300 aasta pärast.
„Üleujutus“ – maapinnalähedase lõpladustuspaiga enneaegne lagunemine	Asjakohane ALT ala puhul. Meretaseme võimaliku tõusu tõttu võib vesi hakata lõpladustuspaika mõjutama. Alltegevuses 2.19 simuleeritud kiiritusrada merevee kaudu. Samas on ka teisi kiiritusradu, näiteks objektiiväline kokkupuude lagunemise protsessi ajal paljastunud jäätmetega merekaldal viibimise tõttu, mis on ühtlasi kõige kriitilisem stsenaarium. Mõjutatud isikud on näiteks kalamehed, betoonseintel ronijad või linnuvaatlejad, ehk vabaajaharrastustega tegelevad inimesed.
„Vanniefekt“ (nn <i>bathtubbing</i>) – maapinnalähedast lõpladustuspaika puudutav enneaegne lagunemine	Stsenaarium simuleeriti mudeli IAEA-TECDOC-1380 põhjal ajavahemikuks 0 kuni 1000 aastat.
„Tee-ehitus“ – maapinnalähedast lõpladustuspaika mõjutav inimsekkumine	Stsenaarium simuleeriti mudeli IAEA-TECDOC-1380 põhjal ajavahemikuks 0 kuni 1000 aastat.
„Puurauk“ – keskmise sügavusega lõpladustuspaika mõjutav inimsekkumine	Tervete tõkete korral puuraugu puurimine 300 aasta pärast läbi kesksügava lõpladustuspaiga, et jõuda selle all oleva põhjavee kihini, mida simuleeriti RESRAD-Offsite'i mudeliga.
„Objektile ehitatud elamu“ – inimsekkumine, mis puudutab maapinnalähedast lõpladustuspaika	Stsenaarium simuleeriti mudeli IAEA-TECDOC-1380 põhjal ajavahemikuks 0 kuni 1000 aastat.
„Plahvatus“ – inimsekkumine maapinnalähedases lõpladustuspaigas	Plahvatuse stsenaariume hinnatakse projektist sõltumatute õnnetustena sulgemisjärgse aasta jooksul.
„Mis siis, kui“ – kohene radioaktiivse saaste vabanemine kesksügavast lõpladustuspaigast ja maapinnalähedasest lõpladustuspaigast	Saasteainete kohest vabanemist 100 aasta pärast simuleeriti RESRAD-Offsite'i mudeliga

2.16.5.2 Hindamise tulemused

Lähtepunktiks oli võrdlusstsenaarium, milles kujutatakse lõpladustuspaigas ja selle lähipiirkonnas toimuvaid arenguid ning konservatiivseid prognoose insener-tehniliste tõkete lagunemise kohta. Geosfääri ja biosfääriga seotud teave tugineb praegusele ettekujutusele ning konservatiivsetele eeldustele inimkäitumise ja toitumise kohta. Teostatud doosisimulatsioonide tulemuste näited on esitatud joonistel 2.9 ja 2.10. Erinevate stsenaariumite modelleerimisega saadud võrdlusaluste isikute maksimaalsete dooside võrdlus on esitatud tabelis 2.5.



Joonis 2.9. Simuleeritud aastane doos keskmise sügavusega lõppladustuspaigas leiduvate nukliidide tõttu PAL alal ja vabanemine 500 aasta pärast üha kiireneva mittelineaarse lagunemiskiirusega.



Joonis 2.10. Simuleeritud aastane doos maapinnalähedases lõppladustuspaigas leiduvate nukliidide tõttu PAL alal ja vabanemine 300 aasta pärast üha kiireneva lineaarse lagunemiskiirusega

Tabel 2.5. Maksimaalsed doosid ja nende ilmumise aeg vaatlusalustes stsenaariumites

Stsenaarium	Kõige suurema mõjuga kiiritusrada	Maksimaalne annus joogivee ja sekkumise tõttu, mSv/a	Tipp, pärast lõppladustuspaiiga sulgemist
Võrdlusstsenaarium/tavapärane sündmuste kulg: - kesksügavas lõppladustuspaiigas 500 aasta pärast - maapinnalähedases lõppladustuspaiigas 300 aasta pärast	Joogivesi	0,00008 0,877E-04	100 000 aasta pärast 9100 aasta pärast
Kesksügava lõppladustuspaiiga kiirenev lagunemine: - lineaarselt 500 aasta pärast - etapiliselt 500 aasta pärast	Joogivesi	0,094 0,095	100 000 aasta pärast 100 000 aasta pärast
Üleujutus / enneaegne lagunemine / asjakohane maapinnalähedases lõppladustuspaiigas ALT alal	Väline kokkupuude	60,7	100 aasta pärast
Vanniefekt / maapinnalähedast lõppladustuspaiika puudutav enneaegne lagunemine	Joogivesi	6,7E-03	510 aasta pärast
Tee-ehitus / inimsekkumine / asjakohane maapinnalähedases lõppladustuspaiigas	Joogivesi	5,3E-03	310 aasta pärast
Puuraugu puurimine läbi kesksügava lõppladustuspaiiga 300 aasta pärast	Joogivesi	0,1789	100 000 aasta pärast
Maapinnalähedase lõppladustuspaiiga alal rajatud elamu	Joogivesi	1,4	310 aasta pärast
„Mis siis, kui“ silmapilkne saasteainete vabanemine: - kesksügavas lõppladustuspaiigas 100 aasta pärast - kesksügavas lõppladustuspaiigas 300 aasta pärast - maapinnalähedases lõppladustuspaiigas 100 aasta pärast - maapinnalähedases lõppladustuspaiigas 300 aasta pärast	Joogivesi	0,0949 0,0945 0,0024 0,877E-04	100 000 aasta pärast 100 000 aasta pärast 330 aasta pärast 8500 aasta pärast

Enneaegse lagunemise ja inimsekkumise mõjude uurimiseks oletati, et inimsekkumine võib lõppladustuspaigas toimuda pärast institutsionaalse kontrolli lõppu. Näiteks võib kesksügavat lõppladustuspaika lõhkuda puuraugu puurimine 300 pärast lõppladustuspaiga rajamist. Dokumendis IAEA-TECDOC-1380 kirjeldatud mudelit kasutati kolme enneaegse lagunemise ja inimsekkumise stsenaariumi simuleerimiseks (vanniefekt, tee-ehitus ja lõppladustuspaiga alal rajatud elamu) maapinnalähedases lõppladustuspaigas ajavahemikus 0 kuni 1000 aastat.

Kliimasoojenemise kiirenemisega seotud protsessid ähvardavad kaasa tuua olulise merevee taseme tõusu. Merevee taseme tõus ja ägenevad tormid kujutavad järgmise saja aasta jooksul tõsist ohtu ALT alal, sest piirkonna isostaatiline maakerge ei kompenseeri potentsiaalset merevee taseme tõusu. Seda võimalikku olukorda analüüsitakse üleujutuse stsenaariumis. Kliimasoojenemise stsenaariumi kohaselt eeldati konservatiivselt, et maapinnalähedases lõppladustuspaigas võib toimuda tõsine tulvavetest tingitud lagunemine sada aastat pärast objekti sulgemist ehk pärast aktiivse institutsionaalse järelevalve perioodi. Oletatakse, et esimese saja aasta jooksul leevendavad aktiivsed järelevalvemeetmed meretaseme tõusu mõju. Kõrge meretaseme ja sagedaste tormide tõttu võib intensiivne lainete põhjustatud erosioon hävitada maapinnalähedase lõppladustuspaiga katteehitise ja viia soolase merevee otsese kokkupuuteni insener-tehniliste tõketega. See kiirendaks märkimisväärselt sektsioonide betoonseinte ja -katuse lagunemist, mille tagajärjel võivad paljastuda betoneeritud jäätmed. Alltegevuses 2.19 tehti konservatiivne oletus, et kogu kõrvaldatud jäätmete inventar lahustub Paldiski lahe vees. Sellist olukorda peeti piisavalt ohutuks isegi lõppladustuspaiga lähedal elavatele inimestele. Siiski võib insener-tehnilise tõkke (sealhulgas jäätmematriksi) lagunemise ja radionukliidide lekke protsess kesta mitu aastakümnet. Selle aja jooksul eksisteerib äärmiselt saastunud „tulipunkt“ ning inimeste kohalolu piirkonnas muutub väga tõenäoliseks. Konservatiivne hinnanguline kiirgusdoos viiteisiku objektivalise kokkupuute korral kiirgusega võib olla kuni umbes 60 millisiivertit aastas (tabel 16.8). Võimaliku kokkupuute puhul on doos sadu kordi kõrgem doosipiirangust (0,3 millisiivertit aastas) ja seega vastuvõetamatu.

2.16.6 Jäätmete vastavusnäitajad (*Waste Acceptance Criteria*)

Suure pikaajaliste radionukliidide sisaldusega radioaktiivsete jäätmete ja kasutatud kinniste kiirgusallikate lõppladustamiseks mõeldud šaht-tüüpi kesksügava lõppladustuspaiga ja maapinnalähedase kontseptsiooni kohta koostati radionukliidide aktiivsuse piirmäära hinnangud. Jäätmete vasutvõtukriteeriumite loomine sellistele rajatistele hõlmab stsenaariumite analüüsi ja radionukliidide hajumise kalkulatsioone, mille tulemusena saadakse rajatise töötajaid ja üldsust mõjutavad hinnangulised doosikiirused. „Mis siis, kui“ tüüpi stsenaariume ei võeta jäätmete vastuvõtukriteeriumite aktiivsuspääsude tuletamisel arvesse, kuid need esitatakse ohutuspiiride ja eelduste usaldusväärsuse demonstreerimiseks. Samuti kaalutakse mitteradioloogilisi vastavusnäitajaid.

Lõppladustamiseks mõeldud pakendite radioaktiivsuse piirmäärad tuletati kõiki analüüsitud stsenaariume arvesse võttes, välja arvatud ebarealistlik „mis siis, kui“ stsenaarium. Kalkulatsioonide tulemused on esitatud tabelites 2.6 ja 2.7. Kesksügavale lõppladustuspaigale

tuletatud piirmäärad kehtivad ala valikust sõltumata, kuid maapinnalähedase lõppladustuspaiga piirmäärad kehtivad ainult PAL ja PED aladel, sest ALT ala jäeti merevee taseme tõusust tingitud üleujutusohu tõttu edasisest kaalutlusest kõrvale. Jäätmete täpsustatud vastuvõtukriteeriumid määravad mõlemat tüüpi lõppladustuspaigas maksimaalse koguaktiivsuse ja aktiivsuskontsentratsioonid, mis jäävad riikliku ja rahvusvahelise seadusandlusega kehtestatud kiirguskaitse piirmäärade sisse. Kui stsenaariumiks on „Kukkumine ja kahjustumine“ või „Tee-ehitus“, siis kehtib aktiivsuskontsentratsiooni piirmäär igale üksikule pakendile, st pakendis sisalduvate radionukliidide aktiivsus jagatud massiga ei tohi piirmäära ületada. Muul juhul (stsenaariumid „Maavärin“ ja „Vanniefekt“) on oluline jääda lõppladustuspaiga koguaktiivsuse piiresse. Sellisel juhul võib konkreetse pakendi radionukliidide aktiivsuskontsentratsioon vähesel määral ületada kehtestatud piirmäära, kuid ei tohi ületada terve rajatise koguaktiivsuse piirmäära.

Tabel 2.6. Jäätmete aktiivsuse kalkuleeritud piirmäärad maapinnalähedases lõppladustuspaigas

Radionukliid	Aktiivsuskontsentratsiooni piirmäär, Bq/kg	Kahe sektsiooni koguaktiivsuse piirmäär, Bq	Kriitiline stsenaarium
H-3	4,7E+13	2,5E+20	Maavärin
Co-60	1,4E+06	7,5E+12	Kukkumine ja kahjustumine
Ni-59	7,9E+06	4,2E+13	Maavärin
Ni-63	6,2E+09	3,3E+16	Vanniefekt
C-14	3,8E+07	2,0E+14	Maavärin
Sr-90	3,1E+08	1,7E+15	Vanniefekt
Nb-94	1,1E+06	5,9E+12	Vanniefekt
Cs-137	7,3E+06	3,9E+13	Kukkumine ja kahjustumine
Eu-152	3,5E+06	1,9E+13	Kukkumine ja kahjustumine
Eu-154	2,9E+06	1,5E+13	Kukkumine ja kahjustumine
Pu-238	1,4E+08	7,3E+14	Tee-ehitus
Pu-239	2,6E+05	1,4E+12	Maavärin
Pu-240	1,1E+07	6,0E+13	Tee-ehitus
Am-241	2,2E+07	1,2E+14	Tee-ehitus
Ba-133	1,6E+07	8,7E+13	Kukkumine ja kahjustumine
Ra-226	7,9E+04	4,2E+11	Vanniefekt
Ra-228	NL	NL	
Th-232	1,2E+07	6,3E+13	Tee-ehitus
U-234	3,1E+05	1,6E+12	Maavärin
Kr-85	NL	NL	
U-238	3,8E+05	2,0E+12	Maavärin

Tabel 2.7. Keskmise sügavusega lõppladustuspaiga jäätmete aktiivsuse kalkuleeritud piirmäärad

Radionukliid	Aktiivsuskontsentratsiooni piirmäär, Bq/kg			Koguaktiivsuse piirmäär, Bq			Kriitiline stsenaarium
	PAL	PED	ALT	PAL	PED	ALT	
H-3	6,5E+17	9,7E+17	8,7E+17	1,0E+24	1,5E+24	1,3E+24	Kukkumine ja kahjustumine
Co-60	3,9E+14	5,8E+14	5,2E+14	6,7E+17	9,0E+20	8,0E+20	Kukkumine ja kahjustumine

Ni-59	9,0E+07	9,0E+07	9,0E+07	1,4E+14	1,4E+14	1,4E+14	Maavärin
Ni-63	6,1E+15	NL	8,1E+15	9,4E+21	NL	1,2E+22	Kukkumine ja kahjustumine
C-14	1,8E+09	1,8E+09	1,8E+09	2,8E+15	2,8E+15	2,8E+15	Maavärin
Sr-90	7,6E+13	1,1E+14	1,0E+14	1,2E+20	1,8E+20	1,2E+20	Kukkumine ja kahjustumine
Nb-94	6,0E+08	6,0E+08	6,0E+08	9,3E+14	9,3E+14	9,3E+14	Maavärin
Cs-137	3,0E+14	4,5E+14	4,0E+14	4,7E+20	7,0E+20	4,7E+20	Kukkumine ja kahjustumine
Eu-152	3,8E+14	5,7E+14	5,0E+14	5,8E+20	8,7E+20	5,8E+20	Kukkumine ja kahjustumine
Eu-154	2,5E+14	3,7E+14	3,3E+14	3,8E+20	5,8E+20	3,8E+20	Kukkumine ja kahjustumine
Pu-238	1,1E+10	1,7E+11	1,5E+11	1,7E+17	2,5E+17	1,7E+17	Kukkumine ja kahjustumine
Pu-239	5,5E+06	1,5E+11	1,3E+11	1,5E+17	2,3E+17	1,5E+17	Kukkumine ja kahjustumine
Pu-240	1,0E+11	1,5E+11	1,3E+11	1,5E+17	2,3E+17	1,5E+17	Kukkumine ja kahjustumine
Am-241	1,3E+09	1,9E+11	1,6E+11	1,9E+17	2,9E+17	1,9E+17	Kukkumine ja kahjustumine
Ba-133	NL	NL	NL	NL	NL	NL	
Ra-226	1,3E+12	1,9E+12	1,7E+12	1,9E+18	2,9E+18	2,6E+18	Kukkumine ja kahjustumine
Ra-228	NL	NL	NL	NL	NL	NL	
Th-232	NL	NL	NL	NL	NL	NL	
U-234	NL	NL	NL	NL	NL	NL	
Kr-85	NL	NL	NL	NL	NL	NL	
U-238	7,9E+06	7,9E+06	7,9E+06	4,2E+13	4,2E+13	4,2E+13	Maavärin

2.16.7 Esialgne sulgemiskava: sulgemise ajakava ja maksumus

Eesti radioaktiivsete jäätmete käitlemise riiklik tegevuskava hõlmab mitut etappi: ehitamine (2027–2040), käitamine (2041–2050) ja sulgemine (2050–2060). Kava kohaselt kestab jäätmete paigutamine kuni 10 aastat (2050. aastani). Eeldatavalt on selleks ajaks kõik reaktorite dekomissioneerimisest ja vaheladustatud jäätmed lõppladustatud. Riikliku kava põhjal eeldatakse, et maapinnalähedase lõppladustuspaiga esimene sektsioon täidetakse jäätmetega 2046. aastaks, kui teostatakse sektsiooni vahesulgemine. Teise sektsiooni vahesulgemine on plaanitud 2051. aastaks, kohe pärast reaktori dekomissioneerimist ja jäätmete lõppladustamist. Nendele eeldustele tuginedes võib maapinnalähedase lõppladustuspaiga lõplik sulgemine alata 2052. aastal. Kohe pärast reaktori dekomissioneerimise lõppu ja sobivate jäätmete lõppladustamist on 2051. aastal ette nähtud teise sektsiooni vahesulgemine. Nendele eeldustele tuginedes võib maapinnalähedase lõppladustuspaiga lõpliku sulgemisega alustada 2052. aasta kevadel. Sulgemisetappide välja pakutud järjekord on ära toodud tabelis 2.8.

Tabel 2.8. Lõppladustuspaiga etapilise sulgemise ja sulgemisjärgse perioodi ajakava

	2046	2051	2052	2070	2071	2071-2151	2151-2351
Esimese sektsiooni vahesulgemine	★						
Teise sektsiooni vahesulgemine		★					
Maapinnalähedase lõppladustuspaiga lõplik sulgemine			★				
Kesksügava lõppladustuspaiga lõplik sulgemine				★			
Üleminek järelevalve etappi					★		
Aktiivsed järelevalvemeetmed						★	
Passiivsed järelevalvemeetmed							★

Samuti eeldatakse, et kõik kesksügavat lõppladustamist vajavad dekomissioneerimise jäätmed ladustatakse samuti 2050. aastal kesksügavasse lõppladustuspaika. Samas tekib väike kogus institutsiooniliseid jäätmeid ka pärast reaktorite dekomissioneerimist. Seetõttu tuleb lõppladustamisvõimalust säilitada veel mõned aastakümned. Kuna tulevaste võimalike jäätmete omadused on teadmata, siis oleks mõistlik hoida kesksügavat lõppladustuspaika veel 20 aastat lahtisena. Rajatis on universaalsem ja sobib paljude erinevat tüüpi jäätmete jaoks. Lisaks on see vähem tundlik ilmastiku suhtes.

Pärast maapinnalähedase lõppladustuspaiga sulgemist 2052. aastal tuleb rakendada institutsionaalse järelevalve kava. Samas kattub järelevalvemeetmete rakendamine kesksügava lõppladustuspaiga tegutsemisega ja institutsionaalse järelevalve kavas tuleb sellega arvestada. Seega tuleb institutsionaalse järelevalve kava läbi vaadata pärast kesksügava lõppladustuspaiga sulgemist 2072. aastal.

2.16.8 Kokkuvõte

1. Kasutusaegse ohutuse analüüs näitab, et ohutusstandardeid (töötajatele ja elanikele kehtestatud doosi piirmäärad) ei rikuta valitud asukohast olenemata. Võimalike asukohtade vahelised erinevused on väikesed.
2. Sulgemisjärgse perioodi hindamise järeldus on, et kõik kolm võimalikku asukohta sobivad kesksügava lõppladustuspaiga jaoks. Ohutuse seisukohast on erinevused ebaolulised.
3. Maapinnalähedase lõppladustuspaiga sulgemisjärgse perioodi hindamise tulemused näitasid, et üleujutuse stsenaarium on kõige kriitilisem. Rajatise struktuuride järkjärgulisest lagunemisest tingitud kiirgusdoosid elanikele on lubamatult suured. **Kuna ainult ALT ala võib prognoositud kliimasoojenemise tõttu vee alla jääda, siis soovitatakse see edasisest kaalutlusest kõrvale jätta.** Teised kaks ala (PAL ja PED) sobivad maapinnalähedase lõppladustuspaiga rajamiseks enam-vähem võrdselt.

3. Jäätmete lõppladustamise maksumuse määrab suuresti kesksügava lõppladustuspaiiga sügavus. Keskaktiivsete jäätmete lõppladustamine PAL alal oleks maapinnale kõige lähemal ja seega palju odavam kui lõppladustamine teisel kahel alal.

4. PAL ala lisaelis on objekti olemasoleva taristu kasutamise võimalus ja jäätmete lõppladustamisega seotud protsesside optimeerimine. Jäätmete lõppladustuskava elluviimine on sellel alal kiirem.

5. Üldine järeldus on, et PAL ala on parem kui PED ala ning ALT ala saab kasutada ainult keskmise sügavusega lõppladustuspaiiga rajamiseks

2.17 Keskkonna- ja kiirgusseire

Keskkonna- ja kiirgusseire on keskkonna seisundi ja seda mõjutavate tegurite pidev järelvalve. Seirekava loodi alltegevuse 2.17 käigus. See hõlmab keskkonnaseiret, andmete kogumist, töötlemist ja säilitamist ning tulemuste talletamist [21].

Keskkonna radioaktiivsuse seire peab algama enne jäätmete lõppladustamise algust ja jätkuma aktiivse institutsionaalse järelvalve perioodi lõpuni. Aktiivse institutsionaalse järelvalve periood kestab 100 aastat. Järelevalve tulemusi tuleb säilitada passiivse järelvalve perioodi lõpuni ehk 300 aastat. Rajatise sulgemise ajal tuleb keskkonna seire kava muuta ja kohandada sulgemisjärgsete vajaduste järgi. Soovitatakse kava korrapäraselt läbivaatust, võttes arvesse järelvalve tulemusi.

Keskkonna radioaktiivsuse seire peab katma lõppladustuspaiga tavapärase tegevuse ja ka avariid.

Seiretegevused ei tohi segada lõppladustussüsteemi toimimist. Seiresüsteemi paigaldamine ja kasutamine ei tohi lõhkuda insener-tehnilisi ja looduslikke tõkkeid ega soodustada radionukliidide levikut. Kirjeldatud aspektidega tuleb lõppladustuspaiga tehnilise projekti loomisel arvestada.

Maailmas kõige levinuma lähenemise põhjal vastutab loa omanik keskkonna radioaktiivsuse seire eest. Samas sätestab Eesti Vabariigi kiirgusseadus, et Keskkonnaamet tegeleb radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga järelvalvega.

Põhilised leiud:

võttes arvesse seirekava keerukust, pole kolme uuritud ala vahel suuri erinevusi. Samas eelistatakse PAL ala, kus sama seiresüsteemiga saab teenindada nii lõppladustuspaika kui ka reaktorite dekomisioneerimist. Antud asukohas on seiresüsteemi optimeerimine võimalik. Lisaks pole vaja mereseire kava laiendada.

2.18 Riskianalüüs

Kui võimalikud lõppladustuspaiga asukohad on kindlaks tehtud, siis on järgmine ülesanne võrrelda nende erinevaid omadusi ja valida välja kõige sobivam [22]. Riskianalüüsi alusel on võimalik võrrelda tõenäosuse ja võimalike tagajärgede põhjal hädaolukordi, mida võib potentsiaalsetes asukohtades oodata. Risk – mis on sündmuse tõenäosuse ja tagajärgede kombinatsioon – võimaldab mõõta ja võrrelda soovimatuid sündmusi.

Põhilised järeldused:

- Analüüsiti kümmet hädaolukorra stsenaariumit, mis põhinesid ohutushinnangu aruandes esitatud eeldatavatel käitumisaegsetel sündmustel ning projektis ennustatavatel ja projektist sõltumatutel õnnetustel, millest seitse olid seotud objektisiseste ja kolm objektivälise olukordadega. Ükski stsenaariumitest polnud tõsine, sest kõik jäid töötajate puhul alla aastase doosi piirmäära (20 mSv/aastas) ja enamik alla elanikele kehtestatud aastase doosi piirmäära (1 mSv/aastas). Enamuse stsenaariumite tõenäosus on väga madal.
- Märkimisväärse, kõrge või väga kõrge riski kategooriasse ei kuulu ühtegi objektisisese või -välise hädaolukorra stsenaariumit. Üks objektisisene stsenaarium kuulub „keskmise“ riski kategooriasse. Üheksa stsenaariumit, millest kuus olid objektisisese ja kolm objektivälise sündmuse stsenaariumit, kuuluvad „madala“ riski kategooriasse.
- „Keskmise“ riski kategooriasse kuuluva stsenaariumi (täpsemalt „rippuv jäätmepakend“) täitumine on väga tõenäoline konservatiivsete eelduste ja elektromehhaaniliste seadmete töökindluse andmete kohaselt, mida kasutatakse sildkraana peatumise tõenäosuse hindamiseks jäätmekonteineri käsitlemise ajal.
- Kõigile analüüsitud stsenaariumitele pakuti välja riskiennetuse meetmed. Rakendamise puhul eelistatakse kõrgema kategooria riskiennetuse meetmeid.

Riskianalüüsi põhiline tulemus [22] on, et **kõik kolm asukohta on peaaegu võrdsed.**

2.19 Lõppladustuspaiga võimalik mõju naaberriikidele

Piiriülese mõju hindamine vastab rahvusvaheliste konventsioonide ja lepingute nõuetele. Kasutatud tuumakütuse ja radioaktiivsete jäätmete ohutu käitlemise ühendkonventsioon, piiriülese keskkonnamõju hindamise konventsioon ja EURATOMi leping nõuavad, et hinnataks radioaktiivsete jäätmete lõppladustamise võimalikku mõju teistele riikidele ja et kompetentne riigiasutus väljastaks radioaktiivsete jäätmete lõppladustamise loa.

Töö eesmärk on hinnata radioaktiivsete jäätmete lõppladustamise võimalikku piiriülest mõju. Võrreldakse eelnevalt välja pakutud kolme võimaliku asukoha (PAL, ALT ja PED) võimalikku mõju ja sobivust [23].

Simulatsioonides saadi väga madalad doosid, mille inimesed saaksid maapinnalähedasest ja kesksügavast lõppladustuspaigast pärit radionukliididega saastunud Soome lahe mereandide söömisest, kusjuures doosid olid palju väiksemad lubatud piirmääradest.

ALT alale rajatud maapinnalähedase lõppladustuspaiga hüpoteetilise kliimamuutuste tagajärjel tekkinud üleujutuse stsenaariumis oli inimestele mereandide söömisest tulenev maksimaalne aastane doos esimesel aastal pärast üleujutust 6,7 mikrosiivertit. Sellise doosiga puutuksid kokku Eestis ALT ala lähedal elavad inimesed. Maksimaalne aastane doos oleks Soomes elavatele inimestele 0,37 mikrosiivertit teisel aastal pärast üleujutusele järgnenud rajatise lagunemist.

Soome lahe vee, põhjasetete ja kalade radioaktiivse saaste tase ja vastavad elanikkonna doosid, mille põhjustavad radioaktiivsete ainete vabanemine lõppladustuspaigast ning nende edasikandumine põhjavee kaudu, olid Soome keskkonnale ja rahvatervisele väga väikese, peaaegu märkamatu mõjuga. Isegi kui kliimamuutus põhjustaks pärast sadat aastat sellise meretaseme tõusu, et ALT ala ujutataks üle ja kõik maapinnalähedases lõppladustuspaigas hoiustatud radionukliidid lahustuksid merevees, ei puutuks inimesed kokku nii suure kiirgusega, et see ületaks Eestis ja naaberriikides lubatud piirmäärasid. Samas viiks see ikkagi märkimisväärsel hulgal radioaktiivsuse vabanemiseni merekeskkonda.

Arvutused viidi läbi Soome inimeste näitel, kes elavad teisel pool Soome lahte 65–75 km kaugusel võimalikust saasteallikast. Kaugus saasteallikast teiste naaberriikide piirideni mööda mereteed on umbes 200 km (Läti), 280 km (Rootsi) ja 230 km (Venemaa Föderatsioon). Kauguse suurendes vähenevad radionukliidide kontsentratsioonid merekeskkonnas ja elanikkonna kiirgusdoosid. Seega on võimalik kindlalt väita, et Soome näitel tehtud arvutuste põhjal saadud järeldused elanikkonnale kehtestatud ohutuskriteeriumide täitmise kohta kehtivad veelgi enam teiste riikide puhul.

Uuringu peamised järeldused:

1. simulatsioonide tulemuste põhjal võib öelda, et ükski lõppladustuspaiga jaoks valitud asukohtadest ei avalda naaberriikidele märkimisväärselt negatiivset mõju. Kõik kolm asukohta sobivad lõppladustuspaiga rajamiseks, sest kiirguskaitse piirmäärasid ei rikuta. Samas võib otsust lõppladustada jäätmeid ALT alal tõlgendada Londoni konventsiooni rikkumisena, mis keelab radioaktiivsete jäätmete heitmise merre;

2. PAL ja PED alad on peaaegu võrdselt sobivad: nendega seotud kiirgusdoosid oleksid naaberriikides märkimisväärselt madalamad elanike doosi piirmäärast.

2.20 Kokkuvõte

1. Kolme võimaliku asukoha võrdleva analüüsi üldine järeldus on, et radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga asukohana eelistatakse PAL ala. See on selgelt PED alast parem.
2. ALT ala ei sobi radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga jaoks ja tuleks võrdlusest kõrvaldada.

3 TEGEVUS 3. Lõppladustuspaikade asukohtade võrdlus

Sissejuhatus

Tegevuse 3 eesmärkideks on eelnevalt valitud kolme kandidaatala sobivuse edasine uurimine, sh nullalternatiivi analüüsi läbiviimine, võttes arvesse Tegevuse 1 ja Tegevuse 2 uuringute tulemusi. Teine eesmärk on kaardistada tulevikus vajalikud uuringud, mis on eelduseks hoidla projekteerimisele, ehitusloa taotlemisele ja ohutushinnangu ning ohutusjuhtumi ettevalmistamisele.

3.16 Alternatiivide analüüs ja võrdlus

3.16.1 Nullalternatiiv: tegevus juhul, kui lõppladustuspaika ei rajata

Nullalternatiiv on alternatiiv radioaktiivsete jäätmete lõppladustamisele. Siinkohal kaalutakse olukorda, kus radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaika rajamata jätkatakse konserveeritud lammutatud reaktorisektsioonide ja praeguste ning tulevikus tekkivate radioaktiivsete jäätmete hoiustamist Paldiski alal. Teostatud uuringu (alltegevus 3.1) eesmärk oli ohutuse, keskkonna, majanduse ja muude tegurite analüüs ning võimalike nullalternatiivi rakendamise plusside ja miinuste hindamine võrreldes plaanikohase lõppladustuspaiga rajamisega. Variant muutub asjakohaseks, kui radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga asukohta mingil põhjusel ei valita ja rajatise loomise otsust ei langetata või see lükatakse teatud ajaks edasi. Üksikasjalikud tulemused on esitatud alltegevuse 3.1 aruandes.

Heakskiidetud kava kohaselt lammutatakse reaktorisektsioonid aastatel 2040–2050. Selleks ajaks peab Eestil olema radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaik, mis peab sobima reaktorisektsioonide dekomissioneerimisel tekkinud jäätmete lõppladustamiseks. Nullalternatiivi tähendus praeguse tegevuse raamistikus on see, et lõppladustuspaik jäetakse kavakohaselt ehitamata (st 2040. aastaks). See võib juhtuda järgmistel põhjustel:

1. asukoha määramise programmi läbikukkumine (väljapakutud asukohta ja lõppladustuskava ei suudeta huvirühmadega kokku leppida ning need jäävad kinnitamata);
2. lõppladustuspaiga rajamiseks puudub rahastus;
3. uute oluliste asjaolude ilmumine Eestis, mis mõjutavad radioaktiivsete jäätmete lõppladustusprogrammi, näiteks uute radioaktiivsete jäätmete vootekkimine, mille jaoks on vaja muid lõppladustuslahendusi.

Projekti alltegevuse 5.1 esialgsete kaalutluste kohaselt järeldati, et reaktorisektsioonide optimaalne pikaajaline ladustusperiood on 2100. aastani. Oletati, et tehnilise peahoone eluiga kestab 2100. aastani (140 aastat reaktorite kasutuselevõtu kuupäevast). Terve ladustusperioodi vältel peavad peahoone, sarkofaagid ja radioaktiivsete jäätmete vahehooldla toimima tõketena, takistamaks radioaktiivsete jäätmete võimalikku levikut ja tagamaks ohutuse. Sarnaste ehitiste vastupidavuse hindamise kogemusele tuginedes on raudbetoonist struktuuridest koosnevate tööstushoonete puhul soovituslik kestus ehitamisest amortiseerumiseni umbes 100 aastat. Vananemisprotsessi arvesse võttes tuleb teostada uus insenertehniline uuring, kui vaheladustamist otsustatakse pikendada 2100. aastani. Reaktorisektsioonide ja radioaktiivsete jäätmete turvalise hoiustamise tagamiseks pärast 2050. aastat vajab rajatis ulatuslikku rekonstruktsiooni.

Kui mingil põhjusel otsustatakse reaktorisektsioonid dekomissioneerida lõppladustuspaika rajamata, võib tekkida hoopis teistsugune olukord. Näiteks võib see juhtuda, kui otsustatakse, et reaktorid on ohtlikud ja ainuke võimalus on nende dekomissioneerimine. Sellisel juhul on vaja uut radioaktiivsete jäätmete käitluskeskust. See peab hõlmama seadmeid jäätmete käitlemiseks ja jäätmete konditsioneerimiseks ning uut vaheladustuspaika.

3.16.1.1 Vastavus ELi poliitikale

NÕUKOGU DIREKTIIV 2011/70/EURATOM, 19. juuli 2011, millega luuakse ühenduse raamistik kasutatud tuumkütuse ja radioaktiivsete jäätmete vastutustundlikuks ja ohutuks käitlemiseks, sätestab, et iga liikmesriigi moraalne kohus peaks olema vältida tulevaste põlvkondade põhjendamatut koormamist radioaktiivsete jäätmetega, sealhulgas tuumaobjektide dekomissioneerimisest tekkivate jäätmetega. Direktiivi kohaldamisega näitavad liikmesriigid, et nad on võtnud mõistlikke meetmeid selle eesmärgi saavutamiseks. Direktiivis öeldakse ka, et radioaktiivsete jäätmete ladustamine, sealhulgas pikaajaline ladustamine, on ajutine lahendus, mitte lõppladustamise alternatiiv.

Kokkuvõtteks tuleb märkida, et rahvusvahelisi kohustusi ja riiklikku poliitikat arvestades tuleb eelistada lõppladustamist pikaajalisele ladustamisele. Pikaajalist ladustamist ei peeta jätkusuutlikuks lahenduseks.

3.16.1.2 Ohutus ja turvalisus

Jäätmed varjestatakse ja isoleeritakse lõppladustussüsteemi mitme füüsilise tõkke abil. Radioaktiivsete jäätmete lõppladustussüsteemi moodustavad insenser-tehnilised ja looduslikud tõkked: jäätmete füüsiline seisukord, pakend, kaeveõnnete täide ja ümbritsev keskkond, sealhulgas geoloogiline kihistu. Füüsiliste tõkete toimimine saavutatakse erinevate füüsikaliste ja keemiliste protsesside ning võimalike juhtimismeetmetega. Ohutusfunktsioonid tagatakse füüsikaliste ja keemiliste omaduste ning varjestamisega ja isoleerimisega, näiteks vettpidavuse, radionukliidide lahustuvuse ja leostumiskiiruse piiramise, radionukliidide migratsiooni pidurdamise ja aeglustamisega. Lõppladustussüsteemi üldine toimimine ei sõltu liigselt ainsast ohutusfunktsioonist. Füüsilised elemendid ja nende ohutusfunktsioonid täiendavad üksteist ja toimivad üheskoos.

Jäätmete lõppladustamise põhiline eelis jäätmete hoiustamise ees on passiivsete ohutusmeetmete põhimõtete rakendamine. Lõppladustuspaiga pikaajaline ohutus pärast sulgemist tagatakse võimalikult suures ulatuses passiivsete vahenditega. Lõppladustatud jäätmed on tunduvalt paremini kaitstud inimese tahtmatu või tahtliku sissetungi eest. Oluline stegur on terrorismi või sabotaaži ohu märkimisväärne suurenemine viimastel aastatel. Maa-alused lõppladustuspaigad on palju turvalisemad kui maapealsed lõppladustuspaigad või suletud reaktorid. Seega eelistatakse kõrgeima ohutustaseme saavutamiseks ja riskide minimeerimiseks jäätmete lõppladustamist.

3.16.1.3 Keskkonnategurid

Võimalikke keskkonnamõjusid analüüsiti üksikasjalikult projekti Tegevuse 2 käigus. Teostatud uuringud ei osutanud märkimisväärsele mõjule. Suletud lõppladustuspaiga seireks, hoolduseks ja järelevalveks on vaja väga väikest energiaressurssi. Muude ressursside vajadus puudub. Samas on reaktorihooned ohutu seisundi säilitamiseks vaja energiaressurssi (ventilatsiooniks, niiskustaseme kontrollimiseks jms). Lõppladustamise tulemus on süsiniku- ja keskkonnajalajälje minimeerimine. Lisaks sarnaneb suletud lõppladustuspaik loodusmaastikule ega avalda negatiivset visuaalset mõju.

3.16.1.4 Teadmiste ja info järjepidevuse säilitamine

Reaktorid ehitas ja neid kasutas sellise riigi võõrvägi, mida enam ei eksisteeri. Sujuvat projekti ja kasutuse üksikasjade üleandmist ei tagatud. Samas on Eesti spetsialistid viimase

mõne aastakümne jooksul mitme rahvusvahelise projekti abil suutnud olukorra kohta omandada märkimisväärselt palju teadmisi. Kompetentsuse ja teadmiste kadu võib toimuda töötajate loomuliku vahetumise ja vananemise või praeguste institutsioonide struktuuride ümberkorralduste tõttu. Eelistatakse varajast jäätmete lõppladustamist, sest teadmiste säilimist ja edasiandmist mitme põlvkonna jooksul on keeruline tagada.

3.16.1.5 Majandustegurid

Majandustegurite hindamine on üsna keeruline ülesanne, sest tuleb võrrelda kulutusi, mis tekivad väga pika aja jooksul. Tuleviku inflatsiooni ja palgataseme muutusi on praktiliselt võimatu nii pika aja kohta prognoosida, seega oleks otsene kulude võrdlus eksitav. Seetõttu võeti arvesse ainult praegusi kulusid, neid võimaliku inflatsiooni ja hinnamuutustega korrigeerimata.

Radioaktiivsete jäätmete lõppladustamise maksumus on 2100. aastal suhteliselt madalam (inflatsiooniga korrigeerimata) kui 2040. aastal. Kulude vähenemist mõjutavad järgmised tegurid: jäätmekoguse vähenemine radionukliidide lagunemise tõttu (varasemast suuremat osa jäätmeid saab käidelda mitteradioaktiivsete jäätmetena) ja vajaliku tehnoloogia lihtsustumine. Jäätmete pikaajalise hoiustamise käigus toimub radionukliidide lagunemisprotsess. Kesküsavat lõppladustamist vajavate jäätmete koguse määrab eranditult pikaajaliste radionukliidide olemasolu ja seepärast see kogus ei muutu või on muutus väheoluline. Samas vähenevad mõnevõrra maapinnalähedases lõppladustuspaigas olevate jäätmete kogus ja seeläbi ka lõppladustuskulud.

Põhiline analüüsitud stsenaarium hõlmas reaktori dekomissioneerimist 2100. aastal ja sellele järgnevat jäätmete lõppladustamist. Kui arvestada radionukliidide lagunemise mõju reaktoriseksioonidest pärit metalljäätmete kogusele, siis on 2040. aastal kõige olulisemad radionukliidid (mille alusel määrata maapinnalähedase lõppladustuspaiga jäätmete kogust) Cs-137, Sr-90, Am-241 ja Co-60. Veel 60 lagunemisaasta järel vähenevad Cs-137 ja Sr-90 kogused neli korda ning jäävad põhilisteks jäätmeteks, samas kui Co-60 aktiivsus väheneb üle tuhande korra, mistõttu see radionukliid kaotab oma olulisuse.

Praegu on olemas ainult üsna konservatiivsed radioaktiivsete jäätmete inventari hinnangud. Osa praegustest jäätmetest on endiselt iseloomustamata, st nende radionukliidide sisaldus on teada suurusjärgudes. Reaktori kasutusest kõrvaldamisest saadud jäätmete teemal valitseb suur määratus. Seega on võimalik pakkuda ainult väga umbkaudseid jäätmete koguse vähenemise ja seetõttu ka maksumuse hinnanguid. Reaktoriseksioonide kasutusest kõrvaldamise nullalternatiivi rakendamise ülevaate kohaselt (alltegevus 5.1) väheneb kasutusest kõrvaldamise jäätmete kogus 2100. aastaks kõige rohkem 20% võrra.

Lõppladustusprogrammi maksumuse hindamisel tuleks eristada püsi- ja muutuvkulusid. Muutuvkulud on need, mis erinevad olenevalt ladustatud jäätmete kogusest ning püsikulud jäävad ladustatud jäätmete kogusele vaatamata samaks. Püsikulud tuleb tasuda täies ulatuses rajatistes olevate jäätmete kogumahule vaatamata. Maksumus hõlmab lõppladustuskava juhtimist, asukoha valimist ja iseloomustamist, tehnilise projekti ettevalmistamist, kvaliteedi tagamist, ohutushinnangut, ohutusjuhtumit ja keskkonnamõjude hindamist, jäätmete iseloomustamise ja käsitlemise seadmeid, järelevalvet, institutsioonilise järelevalve meetmeid, füüsilisi turvameetmeid, objektiivlist

taristut (sh juurdepääsuteid), elektri- ja veevarustust, telekommunikatsiooni, objektile olemaid transporditeid ja ühendusi.

Ehitamise, jäätmete lõppladustamise ja sulgemise kulud on muutuvkulud, mis on peaaegu proportsionaalsed ladustatud jäätmete kogusega. Need hõlmavad jäätmete transpordi, käsitlemise ja ladustamise, lõppladustusraja katmise, jäätmepakendite kontrolli ja radioaktiivsuse jälgimisega seotud tööjõukulusid. Ligikaudsete hinnangute põhjal ja Eesti lõppladustuspaiga väiksuse alusel moodustavad püsikulud umbes 30% kuni 40% maapinnalähedase lõppladustuspaiga kuludest. Oletatav sääst lõppladustuskulude võimalikust vähenemisest võib ulatuda 500 000–600 000 euronit.

Reaktorisektsioonide peahoone hoolduseks ja tehniliste süsteemide ohutuse tagamiseks vajalikud kulud 50 aasta jooksul on hinnanguliselt (alltegevus 5.1) kuni 34 miljonit eurot (keskmiselt u 680 000 eurot aastas). See on ligi kümme korda rohkem lõppladustuspaiga sulgemisjärgse institutsionaalse järelevalve maksumusest – suletud lõppladustuspaiga hoolduse, seire ja järelevalve hinnanguline maksumus on 60 000–65 000 eurot aastas. Lisaks on vaja 75 miljonit eurot peahoone ümberehituseks, et see kohandada reaktorisektsioonide ja radioaktiivsete jäätmete ohutuks hoiustamiseks.

Ohutuskaalutlustel võib teha reaktorisektsioonide lammutamise otsuse ilma heakskiidetud lahenduseta jäätmete ladustamiseks. See võib juhtuda näiteks siis, kui avastatakse, et reaktorite hoiustamine on ohtlik. Sellisel juhul on vaja uut radioaktiivsete jäätmete käitluskeskust. See hõlmab jäätmete käitlemiseks ja konditsioneerimiseks vajalikke seadmeid ning uut radioaktiivsete jäätmete vaheladustuspaika. Sellise rajatise maksumus on umbes 5,4–5,8 miljonit eurot (4,4 miljonit eurot jäätmekäitlusrajatise ja 1–1,4 miljonit eurot uue vaheladustuspaiga ehitamiseks). See hõlmab tehnilikku ladustamist, mis toimuks piisava varjestuse, tugeva põranda ja pakendite kontrolliks piisavate ohutusfunktsioonidega hoones, kus on olemas pakendite käitlemise seadmed, ohutusvarustus, vee lekkimise ennetamiseks rakendatud meetmed ning ventilatsiooni- ja temperatuuriohje. Tavapäraselt kasutatud ladustamisrajatiste kasulik eluiga on 50–60 aastat. Selle aja vältel tuleb iga-aastaselt tasuda ka opereerimiskulud, mis on aastas 680 000€. Seega oleks 50-60 aasta jooksul opereerimiskulud 34-41 milj eurot. Hoiuperioodi lõpus vajavad jäätmed siiski lõppladustamist.

Lisateenimisvõimalus on olemas kasutamata ma taastamise ja maakasutuse sihtotstarbe muutmise näol. Praegune krunt PAL alal on peaaegu 30 ha suurune. Suletud lõppladustuspaiga ja füüsiliseks kaitseks (tarad) vajaliku ala hinnanguline jalajälg on umbes 1,7 ha. Seega on pärast reaktorisektsioonide dekomissioneerimist ja lõppladustuspaiga sulgemist võimalik ülejäänud territooriumit (umbes 28 ha) muul otstarbel kasutada. Eestis jääb keskmine metsamaa hektari hind 3000–10 000 euro vahele [24]. Õige majandamisega võib Eesti metsamaa pakkuda aastast tulu, mis jääb 3–10% vahele. Seega on praeguste hindade põhjal maa maksumus, mida pole jäätmete ja reaktorisektsioonide hoidmiseks vaja ning mida võib kasutada muuks otstarbeks, 84 000 kuni 280 000 eurot pluss aja jooksul toimuv võimalik maa hindade tõus.

On ilmne, et jäätmete lõppladustamisega viivitamine ei ole majanduslikult kasulik.

3.16.1.6 Avalikkuse heakskiit

Alltegevuse 2.13 raames läbi viidud küsitluse tulemused näitavad, et üldiselt ei olda lõppladustuspaiga rajamise vastu, samas on elanike arvamus vastuoluline, kuna Eesti elanikkond ei ole piisavalt informeeritud radioaktiivsete jäätmete käitlemise poliitikast ja meetoditest. Samas võib vastuseis ilmnedas ehitusprotsessi alustamise lähenedes.

Teisalt näitavad avaliku arvamuse esindusliku uuringu tulemused, et radioaktiivsete jäätmete lõppladustamise probleem tuleb lähitulevikus lahendada ja seda ei tohi jätta tulevastele põlvkondadele. Seega oleks lõppladustuspaiga rajamise edasi lükkamine 2100. aastasse sellise tõekspidamise vastane. Lõpetuseks tuleb mainida, et jäätmete lõppladustamise avalikku heakskiitu pole piisavalt uuritud. Soovitatakse otsida võimalusi üldsuse teadmiste taseme tõstmiseks ohutute jäätmekäitlusvõimaluste kohta.

3.1.2 Võimalike asukohtade võrdlus

Kolme võimalikku lõpladustuspaiga asukohta iseloomustati selle projekti Tegevuse 2 käigus. See hõlmab põhjalikke geoloogilisi, hüdrogeoloogilisi, hüdroloogilisi, geokeemilisi, keskkondlikke ja sotsiaalseid uuringuid ning olemasoleva taristu ülevaadet. Lisaks süveneti võimalikesse ohutuskaalutlustesse, sealhulgas radioloogilisele mõjule naaberriikidele võimalike asukohtade iseloomulike joonte valguses. Alltegevuse 3.2 peamine eesmärk on võrrelda kolme leitud asukoha sobivust ja luua alus lõpladustuspaiga rajamise keskkonnamõju strateegilisele hindamisele ja eriplaneeringu koostamisele, st teha põhimõtteline otsus lõpladustuspaiga asukoha osas.

3.16.1.7 Geoloogilised tingimused

Mitu alltegevust (täpsemalt 2.1 „Tektooniliste eriomaduste kaardistamine“, 2.2 „Seismiline analüüs“, 2.3 „Maapõue geoloogilis-litoloogilise koostise analüüs“, 2.5 „Geomorfoloogiliste eriomaduste analüüs“, 2.6 „Hüdrogeoloogiliste tingimuste analüüs“, 2.8 „Põhja- ja pinnavee keemilise koostise ning omaduste uuringud“ ja 2.9 „Pinnase ja selle sügavamate kihtide uuringud“) keskendusid kolme ala geoloogiliste, tektooniliste, seismiliste, hüdrogeoloogiliste ja geokeemiliste tingimuste uurimisele. Üksikasjalikud tulemused on esitatud vastavate alltegevuste aruandes.

Kuna vahemaa võimalike asukohtade vahel on väga väike, siis on kolme asukoha paljud omadused (näiteks seismilised, tektoonilised ja keemilised jooned) peaaegu identsed. Need sobivad lõpladustuspaiga rajamiseks. Samas eelistatakse PAL ala, sest seal on kõige paksem savirikas kiht, mis on kõige lähemal maapinnale ja savirikka lõigu koostis kõige homogeensem. Samuti on ALT ala hüdrogeoloogilised tingimused maapinnalähedase lõpladustuspaiga rajamiseks kehvemad.

3.16.1.8 Keskkonningimused

Füüsilise keskkonna põhjalikud uuringud hõlmasid järgmisi alltegevusi: 2.4 „Pinnavormide analüüs ja geodeetilised uuringud“, 2.7 „Hüdrograafilised uuringud“, 2.10 „Atmosfääriõhu seire“, 2.11 „Kliimatingimuste uuring“, 2.12 „Keskkonna ja elustiku uuring“ ja 2.14 „Mürauring“. Uuringutulemused on esitatud alltegevuste aruannetes.

Teostatud uuringud ei osutanud ühelegi märkimisväärsele negatiivsele aspektile, mis seostuks PAL alaga. Samas on ALT ala sobivus maapinnalähedase lõpladustuspaiga jaoks küsitav võimaliku kliimamuutuse põhjustatud meretaseme tõusu ja keeruliste dreanaažitingimuste tõttu. Seega on sobivusjärjestus selline: PAL, PED, ALT.

3.16.1.9 Sotsiaalne keskkond ja taristu olemasolu

Alltegevus 2.13 „Sotsiaalse olukorra uuring“ hõlmas oluliste kogukondade, maakasutuse eesmärgi, maa omandiõiguste, majanduslike aspektide, kultuuripärandiga seotud tegurite ja muude oluliste aspektide uurimist ning alltegevus 2.15 „Teede ja taristu analüüs“ keskendus teedele ja taristutele kolmes võimalikus asukohas.

Tulemused on esitatud alategevuste aruannetes. Erinevate sotsiaalsete tahkude võrdlemisega on jõutud üsna vastukäivatele järeldustele. PAL ala on natuke parem ja teised kaks peaaegu võrdsed. Samuti on PAL ala kõige hõlpsamini juurdepääsetav ja parima taristuga. Teised kaks ala on peaaegu identsed.

3.16.1.10 Kiirguskaitse ja -ohutus

Neli alltegevust olid suunatud ohutuse ja ioniseeriva kiirguse võimaliku mõju uurimisele: 2.16 „Ohutushinnangu koostamine“, 2.17 „Keskkonna- ja kiirgusseire“, 2.18 „Riskianalüüs“ ja 2.19 „Hoidla võimalik mõju naaberriikidele“.

Enamik ohutusfunktsioone on kõigil kolmel alal üsna sarnased. Samas pole ALT ala maapinnalähedase lõppladustuspaiga jaoks sobiv võimaliku üleujutusohu tõttu. PAL ala positiivne lisaomadus on, et jäätmeid pole vaja üldkasutatavatel teedel vedada. Üldiselt eelistatakse PAL ala.

3.16.1.11 Lõppladustuskulud

Alltegevuse 2.21 „Lõppladustuspaiga ehituskulude hindamine kolmes võimalikus asukohas“ eesmärk oli anda lõppladustuspaiga rajamise asukohaspetsiifiline hinnanguline maksumus.

Radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaikade ehituse ja sulgemise kulud olenevad hoidla tüübist, jäätmete omadustest ja asukohas valitsevatest tingimustest. Eesti lõppladustuspaiga hinnangulise maksumuse koostamisel arvestati praeguseid tööjõukulusid ning materjali, seadmete ja olemasoleva tehnoloogia maksumust. Samuti võeti arvesse projekti koostamise, varustuse, seadmete, materjali, masinate, transpordi ja tööjõu ettenägematuid kulusid ja üldkulusid ning ettevõtte kasumit, kusjuures käibemaksu ja inflatsiooni arvutustesse ei kaasatud. Teostatud hinnangu tulemused on esitatud tabelis 3.1. Kõige kallim on jäätmeid ladustada PED alal. ALT alal oleks jäätmete ladustamine ainult natuke odavam. Kõige odavam on ladustamine PAL alal. Rajatise ehitamine ja sulgemine oleks siin umbes 25% odavam, kui kahel ülejäänud võimalikul alal. Erinevus tuleneb Paldiski endise mereväe õppekeskuse territooriumi parematest geoloogilistest tingimustest ja sobiva taristu olemasolust.

Tabel 3.1. Lõppladustuspaiga ehitamise ja sulgemise hinnanguline maksumus eurodes

	Tegevus	PAL	PED	ALT
1	Maapinnalähedase lõppladustuspaiga ehitamine	1 836 312	1 836 312	1 842 729
2	Kesksügava lõppladustuspaiga ehitamine	6 996 643	8 737 554	8 042 200
3	Taristu	708 330	2 252 043	2 186 713
4	Maapinnalähedase lõppladustuspaiga sulgemine	2 359 597	2 359 597	2 430 893
5	Kesksügava lõppladustuspaiga sulgemine	387 289	446 009	422 521
6	Taristu lammutamine	0	700	700
	Kogumaksumus	12 288 172 €	15 632 214 €	14 925 754 €

a. Tehnilise kirjelduse kavandi koostamine lõppladustuspaiga asukoha eriuuringutele

Juba teostatud uuringud (alltegevused 1.2 kuni 2.19) loovad aluse lõppladustuspaiga rajamise keskkonnamõjude strateegilisele hindamisele ja eriplaneeringu koostamisele. Teostatud uuringute tulemustest edasiseks planeerimiseks ja projekteerimiseks ning IAEA eriohutusjuhendi nr SSG-29 „Radioaktiivsete jäätmete maapinnalähedased lõppladustuspaigad“ nõuete täitmiseks enamasti piisab, kuigi tehnilise projekti jaoks on vaja üksikasjalikumaid uuringuid. Siinses aruandes kirjeldatakse uuringuid, mida on vaja hoonestusõiguse määramiseks, rajatise tehnilise projekti koostamiseks ning lõppladustuspaiga rajamiseks vajaliku loa taotlemiseks. Aruande koostamise ajal tehti kindlaks, et vaja on topograafilis-geodeetilisi uuringuid, geotehnilisi uuringuid ja kuivendusvõrgustiku uuringuid.

3.2.1 Geodeetiline uuring

Alltegevuses 2.4 „Pinnavormide analüüs ja geodeetilised uuringud“ uuriti Paldiski ala maapinna topograafiat. Maapinna topograafilise analüüsi eesmärgid olid kirjeldada asukoha geoloogilise struktuuri olemust ja omadusi ning anda ülevaade piirkonna topograafiast. Uuring viidi läbi ohutushinnangule ja ruumilisele planeerimisele sobiva üksikasjalikkusega. Järgmises etapis on vaja üksikasjalikumaid ja täpsemaid mõõtmisi. Geodeetilise uuringu eesmärk on koostada topograafilis-geodeetiline põhikaart, mida on vaja lõppladustusrajatiste ja seotud taristu tehnilise projekti koostamiseks.

Topograafilis-geodeetilistel põhikaartidel on kujutatud maapinna reljeef, kogu maapealne olukord ja maa-alused kommunaalvõrgustikud.

Kuna geotehniliste uuringute puurimis- ja testimiskohtade koordinaadid sõltuvad rajatiste täpsest asukohast, siis soovitatakse, et tellija kinnitaks maapinnalähedase lõppladustuspaiga ja kesksügava lõppladustuspaiga lõplikud asukohad pärast topograafilis-geodeetilist uuringut. See on oluline tagamaks, et järgmise etapi geotehnilisi uuringuid saaks teostada rajatiste täpses asukohas.

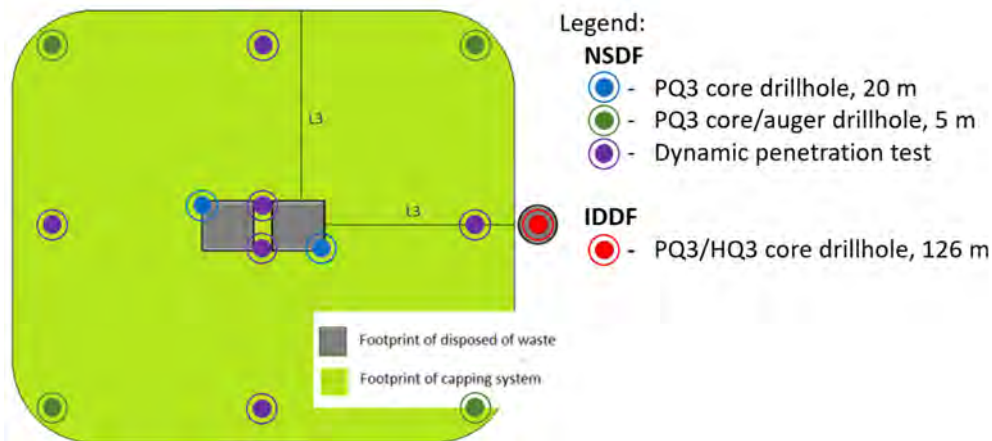
3.2.2 Ehitusgeoloogilised uuringud

Alade ehitusgeoloogilisi parameetreid kirjeldati alltegevuse 2.9 aruandes, mille tulemustest piisab asukoha valimiseks. Samas pole need järgmiste etappide tarbeks (tehniliste projekteerimisdokumentide ja ohutusjuhtumi koostamiseks) piisavalt üksikasjalikud. Lisaandmete kogumiseks, ebaselguste täpsustamiseks ja lõppladustuspaiga kivimimasside geotehniliste parameetrite kinnitamiseks on vaja põhjalikumaid geotehnilisi uuringuid. Uuringute programm tuleb koostada ja uuringud läbi viia kooskõlas Eesti riiklike õigusaktidega.

Maapinnalähedase lõppladustuspaiga ja keskmise sügavusega lõppladustuspaiga struktuurilise terviklikkuse tagamiseks tuleb geotehnilised uuringud teostada rajatiste ettenähtud asukohtades. Uuringu läbiviimise punktid soovitatakse kohandada krundi lõpliku plaani eripärade kohaselt, jättes samas uuritavate punktide arvu samaks. Seega peavad

tellijaja ja tehnilise projekti koostaja enne geotehniliste uuringute teostamist kinnitama objekti plaani, võttes arvesse varasemate alapid iseloomustavate (drenaaž, maapinna kalle ja kõrgus ning juurdepääsetavus) uuringute tulemusi, ning läbi viima geodeetilise uuringu. Kui kontseptsioonile lisatakse järgnevat etappides muid teenindusrajatisi (näiteks juurdepääsuteid ja kraanarööpaid), siis võib vaja minna lisauuringupunkte olenevalt võimalike rajatiste pindalast, mõõtmetest ja olemusest.

Keskmise sügavusega lõppladustuspaiga geotehniliste uuringute tarbeks on plaanitud puurida üks puurauk lõppladustuspaiga keskmesse (joonis 2). Alltegevustes 2.3 ja 2.9 kirjeldatud aluspõhja tingimuste ja kesksügava lõppladustuspaiga esialgse projekti (alltegevus 2.16) põhjal on kesksügava lõppladustuspaiga sügavus umbes 80 m Lontova kihistu aleuroliidis ja savikivimites. Uuringuks vajaliku puuraugu määratud sügavus on Kroodi kihikonna ülemine serv, mis alltegevuse 2.3 kohaselt on Paldiski alal umbes 126 m sügavusel maapinnast. Kroodi kihikonnani on oluline jõuda selleks, et teha kindlaks veesurvest põhjustatud hüdrostaatilise kerke võimalus rajatise ehitustööde ja radioaktiivsete jäätmete lõppladustamise ajal.



Joonis 3.2. Keskmise sügavusega lõppladustuspaigas ja maapinnalähedases lõppladustuspaigas kavandatud geotehniliste uuringupunktide asukohad

kavandatud geotehniliste uuringupunktide asukohad

Puurimiseks tuleb kasutada sertifitseeritud puurseadmeid ja trossiga varustatud kolme toru süsteemiga teemant-südamikpuurimist, et tagada puursüdamiku võimalikult suur terviklikkus ja proovi võimalikult vähene rikkumine.

Maapinnalähedase lõppladustuspaiga geotehniliste uuringute jaoks on vaja vähemalt kuut puurauku (joonis 3.2). Kahe betoonsektiooni vastasnurkades tuleb puurida kaks 20 meetri sügavust puurauku ja plaanitud katteehitise igas nurgas (kokku neli) tuleb puurida aluspõhjani ulatuvad puuraugud (kuni 5 m sügavused).

Kesksügavas lõppladustuspaigas tuleb puuraukude abil teostada loodusliku gammakiirguse logimine. Gammakiirguse võib logida pärast puuraukude puurimist, et kinnitada litostratigraafiline ja ehitusgeoloogiline pinnaseüksuste sügavus, sest selle meetodiga on võimalik täpsemalt määrata erinevad kihistused, nende mõõtmed ja kihistuste vahelised piirid.

Dünaamiline penetratsioonitest tuleb teostada aluspõhja lubjakivi sügavuseni, et saada kohapealsed alltegevuses 2.9 kirjeldatud kvaternaarse pinnase ehitusgeoloogilised parameetrid. Kuna klibu, kruus ja jäigad jäätekkelised moreensetted võivad olla liiga kõvad penetratsiooniks, siis soovitatakse siinkohal ülrasket löökpenetromeetrit (*Dynamic Probing Super Heavy*). Testid tuleb teostada juhul, kui kvaternaarse kattekihi paksus on lõppladustuspaiga asukohas > 2 m.

Veetaset tuleb mõõta pärast iga puuraugu lõpetamist. Kuna osad agressiivsuse tegurid jäid Tegevuse 2 uuringute käigus testimata, tuleb agressiivsuse testimise (HCO_3^- , pH, agressiivne CO_2 , Mg^{2+} , NH_4^+ ja SO_4^{2-}) jaoks võtta veeproove läheduses olevatest vaatluskaevudest (PAL-101, PAL-201, PAL-401), mis ulatuvad erinevate põhjaveekihtideni, mis on olulised kesksügava lõppladustuspaiga rajamisele.

3.2.3 Kuivendusvõrgustiku kaardistamine

Alltegevuse 2.7 („Hüdrograafilised uuringud“) kohaselt esineb PAL alal minimaalne üleujutuse oht. Üleujutuse riski on võimalik leevendada ja selleks tulebki kaardistada ala kuivendussüsteem, selle seisukord ning veevoolu parandamiseks ja üleujutuse ohu vähendamiseks vajalikud tööd. Uuringu eesmärk on kaardistada võimalik, liigset vett merre juhtiv kuivendusvõrgustik väliinventuuri põhjal, määrata vajalikud tööd ja võimalikud leevendavad meetmed.

3.3 Sobivate lõppladustuspaiga tüüpide hindamine

Eesmärk oli teostada uuringud sobivate lõppladustuspaiga tüüpide kohta, võttes arvesse praeguseid jäätmeid ja reaktorisektsoonide dekomissioneerimise käigus tekkivaid jäätmeid ning kasutatud kinniste kiirgusallikate lõppladustamisega seotud peamisi riske ja arengutsenaariume, et tagada lõppladustatud kiirgusallikate pikaajaline ohutus. Samuti tuleb tegeleda kõige problemaatilisemate jäätmetüüpide lõppladustamisega seotud probleemide ja võimalike tehnoloogiliste lahendustega. Üksikasjalikud tulemused on esitatud alltegevuse 2.22 „Sobivate hoidla tüüpide lisaanalüüs“ aruandes.

Geoloogiline lõppladustamine mitmesaja meetri sügavusele on tavaliselt mõeldud kõrgaktiivsete radioaktiivsete jäätmete (sealhulgas kasutatud tuumkütuse ja kasutatud kinniste kiirgusallikate) ladustamiseks. Kõik ülejäänud jäätmetüübid võib samuti lõppladustada geoloogilises lõppladustuspaigas. Kuigi tegemist on kõige ohutuma lõppladustusmeetodiga, ei õigusta see ennast meetodi kulukuse tõttu. Eriti seepärast, et Eestis puuduvad jäätmed, mis vajaksid konkreetselt sellist lõppladustust.

Kesksügav lõppladustamine (mõnekümne meetri kuni mõnesaja meetri sügavusel maapinnas) on üsna tüüpiline jäätmete lõppladustamise variant. Need on mõeldud keskaktiivsete jäätmete, sealhulgas kasutatud kinniste kiirgusallikate, lõppladustamiseks. On leitud, et 30-meetrine sügavus (selliste rajatiste puhul minimaalne) vähendab märkimisväärselt sissetungi ja sekkumise ohte. Seega pole järelevalvemeetmed sellisel sügavusel olulised.

Maailmas on kasutusel mitut erinevat tüüpi kesksügavat lõppladustuspaika: tunnelid, šaht-tüüpi hoidlaid, kuhu pääseb maapinnalt kaldega tunnelite kaudu, ja šaht-tüüpi hoidlaid, mis koosnevad suure diameetriga vertikaalsetest puuraukudest või kitsaste puuraukudega šahtidest (BOSS-süsteem ehk kasutatud kiirgusallikate lõppladustamine puuraukudes). Kõik nimetatud süsteemid sobivad võrdselt keskaktiivsete jäätmete ladustamiseks, sealhulgas kinniste allikate tarbeks, välja arvatud kitsad puuraugud, mis sobivad ainult kasutatud kinniste kiirgusallikate jaoks ja mis on loodud spetsiaalselt sellistele riikidele, kus muud tüüpi jäätmeid pole.

Šaht-tüüpi keskmise sügavusega lõppladustuspaik sobib Eesti tingimustesse hästi (asukoha ja jäätmete omadustega). See on ohutu ja majanduslikult põhjendatud lõppladustusmeetod, mis sobib pikaealistele ja kasutatud kinnistele kiirgusallikatele. Rakendatud ohutusmeetmed sobivad lõppladustamisele puuraugus. Erinevalt puuraukudele tuginevale BOSS-meetodile sobib see erinevate mõõtmete ja massiga jäätmepakenditele, sealhulgas tervetele tuumareaktorianumatele ja reaktori kasutatud kontrollvarrastele. Lisaks pole lõppladustusmeetod jäätmete iseloomustamise suhtes nii nõudlik kui maapinnalähedane lõppladustuspaik. Teatud juhtudel võib praktikas olla väga keeruline määrata jäätmete radionukliidide sisaldust, näiteks betoneeritud radioaktiivsete alfakiirgajate puhul, mille kohta puudub tootja dokumentatsioon või see pole eriti usaldusväärne.

Kokkuvõtteks võib välja tuua, et vertikaalne šaht sobib Eesti tingimustesse (asukoha ja jäätmete omadustega) väga hästi. Tegemist on majanduslikult õigustatud lõppladustuspaiga lahendusega.

Maapinnalähedane lõppladustamine on äärmiselt levinud jäätmete lõppladustamise meetod. Puuduliku isolatsiooni tõttu sobib see ainult lühiealistele madalaktiivsetele jäätmetele. See on kulutõhusus lahendus, mis Eesti tingimustes on umbes 4,5 korda odavam keskmise sügavusega lõppladustuspaigast. Suurema osa Eesti radioaktiivsetest jäätmetest võib lõppladustada maapinnalähedases lõppladustuspaigas. Samas ei saa märkimisväärset osa jäätmetest (sealhulgas kasutatud kinniseid kiirgusallikaid) sellises rajatises ladustada suhteliselt suure pikaealiste radionukliidide koguse tõttu. Pikemas perspektiivis (üle 300 aasta) ei paku see meetod piisavat kaitset maapinnal toimuvate protsesside (erosiooni) ja lõppladustussüsteemi võimalike kahjustuste eest. Meetod tugineb osaliselt aktiivsetele ohutusmeetmetele (näiteks territooriumi valvele, hooldusele), mida saab tagada suhteliselt lühikeseks ajavahemikuks.

Mahult sobib rohkem kui kaks kolmandikku Eesti jäätmetest ladustamiseks maapinnalähedases lõppladustuspaigas. Samas mahutaks see radioaktiivsuse poolest alla 3% koguaktiivsusest (kõikide radionukliidide summast).

Põhimõtteliselt võib Eesti jäätmeid hoiustada ühte tüüpi rajatises (st keskmise sügavusega lõppladustuspaigas). Ilmselt sellisel juhul ühest šahtist ei piisaks ja puurida tuleks vähemalt kaks. Kuna šahti puurimine ja paigaldamine moodustab maksumusest lõviosa, siis oleks see variant umbes 1,6 korda kallim kahte erinevat tüüpi lõppladustuspaikade rajamisest. Seetõttu peetakse maapinnalähedase lõppladustuspaiga ja keskmise sügavusega lõppladustuspaiga kombinatsiooni Eestis radioaktiivsete jäätmete lõppladustamise optimaalseks lahenduseks.

Eestis on lõppladustust vajavate radioaktiivsete jäätmete kogus väike, kuid kasutatud on palju erinevaid pakendeid. Tarvitusel on standardsed betoon- ja metallkonteinerid, suuremõdulised betoonkonteinerid, 200-liitrised kokkupressitud jäätmeid sisaldavad metallvaadid, tuumareaktorite kontrollvardaid sisaldavad silindrid ja reaktorite anumad. Paljude erinevate pakendite kasutamine muudab käsitlemise ja ladustamise protsessi keeruliseks, sest vaja on erinevaid kraanahaaratseid. Jäätmekäitluse lihtsustamiseks soovitatakse laduda 200-liitrised metallvaadid üksteise otsa metallist sõrestikesse, mis sobivad standardkonteineritele. Sõrestiku optimaalne vorm põhineb kahe standardkonteineri mõõtmetel, sest sellisel juhul mahutaks see neli vaati. Sarnaseid sõrestikke saab kasutada ka kontrollvardaid sisaldavate silindrite jaoks. Sellise variandi eelised on sama tüüpi kraanahaaratsite kasutamine kõikide konteineritüüpide puhul, lõppladustusruumi tõhus kasutamine ning jäätmete kiirem viimine lõppladustuspaika.

Üks vaatides sisalduvate orgaaniliste jäätmetega seotud ohutusküsimus on biolagunemise ajal toimuv intensiivne gaaside teke. Võimaliku gaaside akumulierimise ja sellest põhjustatud rõhuga seotud probleem tuleb lahendada lõppladustuspaiga tehnilise projekti koostamise ajal ja gaaside eemaldamiseks tuleb luua tehnilised meetmed, mis ei ohusta tökete terviklikkust.

3.4 Kokkuvõte

1. Radioaktiivsete jäätmete ladustamine on ainuke jätkusuutlik lahendus. Sellega välditakse tulevaste põlvkondade liigset koormamist radioaktiivsete jäätmete käitlemisega.
2. Radioaktiivsete jäätmete lõppladustamine on kõige ohutum ja turvalisem pikaajaline lahendus, millele puuduvad alternatiivid. Radioaktiivsete jäätmete lõppladustamise edasilükkamisel puuduvad majanduslikud, keskkondlikud või sotsiaalsed eelised. Pikaajaline vaheladustamine ei tähenda, et tulevikus pole vaja jäätmete lõppladustamisega tegeleda. Lõppladustamise edasi lükkamine võib põhjustada märkimisväärseid lisakulutusi.
3. Kolme võimaliku asukoha võrdleva analüüsi üldine järeldus on, et radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga asukohana eelistatakse PAL ala. Sellel on selged eelised PED ala ees peamiselt seetõttu, et kesksügav lõppladustuspaik oleks maapinnale kõige lähemal, olemas on asjakohane taristu ja jäätmete transport on kõige hõlpsam.
4. ALT ala ei sobi radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga rajamiseks, sest pikas perspektiivis pole võimalik ohutust tagada, seega tuleks ala edasisest võrdlusest välistada.
5. Leiti, et PAL ala üksikasjalikumaks kirjeldamiseks on vaja teostada järgmisi uuringuid ehitusloa saamiseks, tehnilise projekti koostamiseks ja lõppladustuspaiga rajamiseks vajaliku loa taotlemiseks: (i) topograafilis-geodeetiline uuring maapinna omaduste üksikasjalikuks kirjeldamiseks; (ii) ehitusgeoloogilised uuringud põhjaliku teabe kogumiseks sügavamate pinnase- ja kivimikihtide füüsikaliste omaduste kohta, et kavandada pinnasetöid ja projekteerida rajatiste struktuure; (iii) kuivendusvõrgustiku uuringud. Vajalike uuringute hinnanguline maksumus on ligi 183 400 eurot ja uuringute teostamiseks kulub umbes 24 nädalat.
7. Mitu kesksügavat lõppladustuspaika sobib radioaktiivsete kiirgusallikate ladustamiseks, kui need on rohkem kui 30 meetri sügavusel maapinnast. Kitsad puuraugud (BOSS), mis sobivad ainult kasutatud kinniste kiirgusallikate tarbeks ja mis on välja töötatud konkreetselt riikidele, kus puuduvad muud tüüpi jäätmed.
8. Šaht-tüüpi rajatis sobib Eesti tingimustesse (ala ja jäätmete omadustega) väga hästi. Eesti puhul on tegu majanduslikult õigustatud lõppladustusmeetodiga, samas kui BOSS-süsteem seda pole.
9. Maapinnalähedane ladustamine on väga levinud lõppladustamisviis, mis sobib ainult lühiealistele madalaktiivsetele jäätmetele. See on kulutõhusus lahendus, mis Eesti tingimustes on umbes 4,5 korda odavam kesksügavast lõppladustuspaigast. Suurema osa Eesti jäätmetest saab ladustada maapinnalähedases lõppladustuspaigas (üle kahe kolmandiku jäätmetest sobib ladustamiseks maapinnalähedases lõppladustuspaigas).

4. Viited

- [1] A.L.A.R.A., „Tehniline kirjeldus riigihankele „Uuringute ostmine eriplaneeringu ja mõjuhinnangu koostamiseks“,“ 2021.
- [2] IAEA, „Radioaktiivsete jäätmete maapinnalähedase lõppladustuspaiga sulgemise korrad ja meetodid, IAEA-TECDOC-1260,“ 2001.
- [3] IAEA, „Radioaktiivsete jäätmete klassifikatsioon, ohutusstandardid GSG-1,“ 2009.
- [4] „Paldiski endise sõjalise tuumaobjekti reaktoriseksioonide kasutusest kõrvaldamise ja radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga rajamise eeluuringud. Ülesande 4 aruanne,“ 2015.
- [5] J. Plado ja A. Jõelet, „Tektooniliste eriomaduste kaardistamine. Alategevuse 2.1 aruanne,“ 2023.
- [6] H. Soosalu, „Seismiline analüüs. Alategevuse 2.2 aruanne,“ 2023.
- [7] K. Kirsimäe, J. Plado ja H. Aosaar, „Maakoore geoloogilis-litoloogilise koostise analüüs. Alategevuse 2.3 aruanne,“ 2023.
- [8] M. Kohv, „Pinnavormide analüüs ja geodeetilised uuringud. Alategevuse 2.4 aruanne,“ 2023.
- [9] T. Hang ja A. Rosentau, „Geomorfoloogiliste eriomaduste analüüs. Alategevuse 2.5 aruanne,“ 2023.
- [10] A. Jõelet ja R. Paat, „Hüdrogeoloogiliste tingimuste analüüs. Alategevuse 2.6 aruanne,“ 2023.
- [11] M. Kohv ja T. Oja, „Hüdrograafilised uuringud. Alategevuse 2.7 aruanne,“ 2023.
- [12] E. Karro, „Põhja- ja pinnavee keemilise koostise ja omaduste uuringud. Alategevuse 2.8 aruanne,“ 2023.
- [13] A. Talpsep, „Pinnase ja selle sügavamate kihtide uuringud. Alategevuse 2.9 aruanne,“ 2023.
- [14] P. Kallaste, „Atmosfääriõhu seire. Alategevuse 2.10 aruanne,“ 2023.
- [15] M. Sepp, „Kliimatingimuste uuring. Alategevuse 2.11 aruanne,“ 2023.
- [16] R. Pajula, „Keskkonnauuringud. Alategevuse 2.12 aruanne,“ 2023.

- [17] J. Urb, „Sotsiaalse olukorra uuring. Alategevuse 2.13 aruanne,“ 2023.
- [18] K. Sepp ja M. Ründva, „Müra ja vibratsiooni hindamine. Alategevuse 2.14 aruanne,“ 2023.
- [19] A.-H. Purre ja A. Kendra, „Teede ja taristu analüüs. Alategevuse 2.15 aruanne,“ 2023.
- [20] E. Maceika, M. Gusyev, G. Duškesas, S. Motiejūnas ja R. Kunigēlis, „Ohutushinnangu koostamine. Alategevuse 2.16 aruanne,“ 2023.
- [21] S. Motiejūnas, „Keskkonna- ja kiirgusseire. Alategevuse 2.17 aruanne,“ 2023.
- [22] R. Voronov ja E. Babilas, „Riskianalüüs. Alategevuse 2.18 aruanne,“ 2023.
- [23] R. Bezhenar ja O. Pylypenko, „Lõppladustuspaiga võimalik mõju naaberriikidele. Alategevuse 2.19 aruanne,“ 2023.
- [24] Landinestonia, „Landinestonia müügiks olev metsa- ja põllumajandusmaa Eestis, <https://landinestonia.ee>,“ 2023.