



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



Lääne-Harju vald



KLIIAMINISTEERIUM



EKSORTUS



UNIVERSITY OF TARTU
Department of Geology

Radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga kolme asukoha uuringud

Alltegevused 2.10.-2.19.

RAJALA



Euroopa Liit
Ühtekuuluvusfond



Eesti
tuleviku heaks



TOETAB

Alltegevus 2.10. - Atmosfääriõhu seire

Käesoleva alltegevuse eesmärk on anda ülevaade atmosfääriõhu kvaliteedi hetkeseisust kolme võimaliku hoidla asukoha läheduses ning hinnata võimalikku mõju õhukvaliteedile erinevatel etappidel (ehitus, hoidla käitamine ja sulgemine) ning hinnata projektide vastavust kehtivatele riiklikele eeskirjadele. Olemasoleva õhukvaliteedi hindamiseks viidi kolmes kandidaatkohas läbi valitud saasteainete (SO₂, NO₂, CO, O₃, NMHC, PM₁₀, BTX) lühiajalised pidevad mõõtmised. Ülejäänud uuringutulemused põhinevad riiklike andmebaaside olemasolevatel andmetel.

Õhukvaliteedi hetkeseis ja heiteallikad kandidaataladel

Õhukvaliteedi olemasoleva foonitaseme hindamiseks kolme võimaliku hoidla asukoha läheduses teostas Keskkonnauuringute Keskus 2022. aasta juulis ja augustis ning jaanuaris 2023 valitud saasteainete kontsentratsioonide kohapealsed lühiajalised pidevad mõõtmised.

Mõõdetud saasteained valiti lähimates õhukvaliteedi seirejaamades (Paldiski, Õismäe) seiratavate saasteainete järgi ning mis olid järgmised:

- vääveldioksiid (SO₂)
- lämmastikdioksiid (NO₂)
- vingugaas (CO)
- osoon (O₃)
- peened tahked osakesed (PM₁₀)
- mittemetaansed süsivesinikud (NMHC)
- BTX (benseen, toluen, ksüleen)

Üldiselt hinnati tulemuste järgi välisõhu kvaliteedi hetkeseisu väga heaks. Kuna saasteainete kontsentratsioonid välisõhus võivad pärineda inimtegevusest või looduslikest protsessidest, kujutavad mõõdetud kontsentratsioonid normaalset õhukvaliteedi foonitaset, mis on segu mõlemast allikast. Paldiski alal on olemasolevate transpordi- ja tööstuspiirkondade mõju õhukvaliteedi tasemele suurem, samas kui Altküla ja Pedase aladel on peamiseks mõjuallikaks kohtküte ja transport. Kohapealsed mõõtmised ja foonkontsentratsiooni modelleerimine näitavad, et ükski võimalikest aladest ei ole õhusaaste poolt oluliselt mõjutatud.

Lõppladustuspaiigaga seotud tulevaste atmosfääriheitmete osas on kõige olulisemad ehitus- ja sulgemisfaasid. Vahepealne tööetapp, mis hõlmab peamiselt radioaktiivsete jäätmete vedu ja rajatistesse paigutamist, ei oma olulist mõju atmosfääriõhu kvaliteedile, kuna maapealsed rajatised kaetakse ilmastikukindlate varjenditega ja varustatakse jäätmepakendite laadimiseks pukk-kraanaga. Sulgemisetapis viimistletakse rajatised vastavalt ideekavandile: kesksügava lõppladustuspaiiga šaht täidetakse saviga ja maapinnaligidane lõppladustuspunkt kaetakse mitme kihiga, kasutades väljakaevatud pinnast ja ehitusmaterjale (savi, liiv, kruus, rahnud). Nende materjalide käitlemine võib sulgemistöde ajal teatud määral tekitada tahkete osakeste või tolmu heidet. Arvestades aga vajalike materjalide suhteliselt väikest kogust ja tööde ajutist kestust, ei oma need heited pikemas perspektiivis õhukvaliteedile olulist mõju. Lisaks võib vajaduse korral rakendada asjakohaseid leevendavaid meetmeid.

Arvestades ülaltoodud kirjeldust, on oodata kahte peamist heitmete allikat: hoidla ehitus- ja sulgemistöodel kasutatavate masinate kütusekulu ning ehitusmaterjalide transport.

Lisaks alal toimuvale ehitustegevusele võib saasteallikana käsitleda ka transporti. Transpordist tulenevad heitkogused sõltuvad peamiselt liikluse tihedusest, aga ka teekatte tüübist, sõidukiirusest, sõidukipargi koosseisust (sõidukite kategooriad, vanus, kütuse liik ja kulu), tee laiuusest. jne.

Kuna tehtavad ehitustööd on suhteliselt madala intensiivsusega, ei oma ehitus ja sulgemisetappide heitkogused olulist mõju õhukvaliteedile. Modelleerimise tulemused saasteainete piirväärtusi ei ületata ja need vastavad riiklikele eeskirjadele. Õhukvaliteedi tase muutub objektide ümbruses minimaalselt võrreldes olemasolevate foonkontsentratsioonidega.

Lähimad mõjutatud alad (majapidamised) asuvad kõigist alternatiivsetest aladest üsna kaugel. Seetõttu ei ole tõenäoline, et kontsentratsioonid ületaksid piirväärtusi isegi siis, kui tegelikud tingimused (nt ebasoodsast suunast tugev tuul) kalduksid modelleeritud keskmistest kõrvale.

Kõrgeimad kontsentratsioonid on seotud CO ja NO₂ emissiooniga, kuid maksimumväärtused on vastavalt vähemalt 50 korda ja 1,4 korda madalamad riiklikest piirväärtustest. SO₂ kontsentratsioonide ülimalad väärtused on tingitud madalast lubatud väävlisisaldusest diislikütuses (<0,1%). Ülejäänud kontsentratsioonid on heas korrelatsioonis õhukvaliteedi olemasoleva taustatasemega. Arvestades olemasolevaid taustatasemeid, on ehitus- ja sulgemistegevusel väga väike või olematu mõju õhukvaliteedi tasemele kandidaataladele lähimates elamupiirkondades. Seetõttu ei ole leevendusmeetmete rakendamine praegu vajalik. Juhul kui projekti erinevate etappide tegevused täpsustatakse hilisemates etappides, saab saasteainete emissiooni ümber hinnata.

Kokkuvõte

Projekti etapid (ehitus, käitamine, sulgemine) on kolme võrreldava ala puhul kõik sarnased, välja arvatud vajalik radioaktiivsete jäätmete vedu Paldiski alalt Altküla ja Pedase aladele. Praeguses hindamise kontekstis peetakse asjakohasteks saasteallikateks kohapealseid ehitustöid ja vajalike materjalide transporti.

Kohapealsete mõõtmiste tulemuste põhjal on olemasolev õhukvaliteedi tase kolmes kohas üsna hea ja ükski saasteaine kontsentratsioon ei ületa piirväärtusi. Mõõdetud tulemused näitavad erinevatest taustallikatest, nagu tööstus, transport ja kohtküte, pärinevat hajutatud saastet ega ole seotud teatud tegevuse või allikaga. Saasteainete väärtused korreleeruvad tüüpiliste hooajaliste õhukvaliteedi muutustega.

Olemasolevate ruumilise planeerimise dokumentide põhjal ei too võimalikud edasised arendused kaasa olulist õhukvaliteedi taseme muutust kolme alternatiivse asukoha ligiduses.

Hoidla ehitamisel ja sulgemisel atmosfääriõhku tekkivad heitkogused arvutati ja modelleeriti. Projekti käitamisfaasi mõju peeti tühiseks ja seda ei arvestatud hinnangusse. Kuna praegu on hoidla kujundus kontseptuaalsel tasemel, siis tehti mitmeid eeldusi. Välisõhu hajumise kaartidelt oli näha, et ükski valitud saasteainete kontsentratsioon ei ületanud riiklike piirväärtusi. Kõik kolm alternatiivset asukohta asuvad lähimatest tundlikest piirkondadest üsna kaugel, mistõttu on head tingimused reostuse hajutamiseks.

Kõik kolm alternatiivset asukohta on õhusaaste poolest võrdsed. Hoidla ehitus- ja sulgemisfaasi mõju olemasolevale õhukvaliteedi tasemele on minimaalne ning leevendusmeetmete rakendamine ei ole vajalik. Kui projekti hilisemates etappides täpsustatakse õhusaastega seotud tegevusi, saab heitkoguseid ümber hinnata.

Alltegevus 2.11. - Kliimatiliste tingimuste uuring

Uuringu peamiseks eesmärkideks oli kolme võimaliku asukoha kliimatingimuste väljaselgitamine ning kliimamuutuste mõju potentsiaalsetele kohtadele ja lõppladustuspunktile pikemas perspektiivis ning kaasnevate riskide kirjeldamine.

- Aasta keskmine õhutemperatuur on 5 °C, kõige külmem kuu on veebruar, mille keskmine temperatuur on -5 ja madalaim -34 °C. Kõige soojem kuu on juuli (keskmine 16,5, maksimum 33 °C);
- Püsiv lumikate tekib jaanuari alguses ja kaob märtsi lõpus. Püsiva lumikattega periood kestab 90-100 päeva aastas;
- Aasta keskmine tuulekiirus on 5-6 m/s. Tuuled puhuvad valdavalt läänekaarest;

Varasemate uuringute kohaselt võivad suured tuulekiirused ja põud olla piirkonnas esinevad kliimarisikid.

Kliimatingimuste analüüsiks kasutati andmeid aastatest 1966-2021. Eraldi on uuritud perioode 1971-2000 ja 1991-2020. Üldiselt on andmete kvaliteet halb: vaatluses on olulisi lünki, muutunud on vaatluskohad ja -metoodikad. Homogeensusprobleemide leevendamiseks on kasutatud Pakri, Lääne-Nigula ja Kuusiku ilmajaamade andmete põhjal arvutatud keskmist ehk Loode-Eesti kliimatingimusi.

Ilmastikuga seotud riskid radioaktiivsete jäätmete lõpladustamisel

Ilmastikuga seotud riskid on uurimisalal suhteliselt madalad ning nende mõju on inseneritehniliste ja planeerimise võtete abil lihtne vähendada. Võib eeldada, et allpool välja toodud riskid on Paldiski, Pedase ja Altküla aladel samad. Peamised riskid on järgmised:

- Madal õhutemperatuur. Kuigi uuringualal on suhteliselt pehmem kliima kui Eestis üldiselt, tuleb arvestada võimalusega, et talvel võib õhutemperatuur olla ≤ -30 °C. Seega peab planeeritaval objektil olema läbimõeldud ja aktiivne küttesüsteem, mis püsiks töökorras ka pikemaajaliste külmalainete korral. Järgmistel aastakümnetel risk küll väheneb, kuid ei kao.
- Kõrge õhutemperatuur. Kuigi uuringualal on suhteliselt pehmem kliima kui Eestis üldiselt, tuleb arvestada võimalusega, et suvel võib õhutemperatuur olla $\geq +30$ °C. Seega peab planeeritaval objektil olema läbimõeldud ja aktiivne jahutussüsteem, mis püsiks töökorras ka pikemaajaliste kuumalainete korral. Järgmistel aastakümnetel risk suureneb.
- Äärmuslikud lumeolud. Kuigi uuringualal on suhteliselt pehmem kliima kui Eestis üldiselt, tuleb arvestada võimalusega, et talvel võib esineda ägedaid lumesadu ja -torne, mis halvab liikluse ja katkestab välise elektriühenduse. Seega peab planeeritaval objektil olema autonoomne toiteallikas, mis võimaldab tavapärasest tegevust jätkata ka isoleeritult ja ilma välise elektritoiteta. Järgmistel aastakümnetel risk küll väheneb, kuid ei kao.
- Suvised paduvihmad. Kuigi uuringualal on suhteliselt vähem sademeid kui Eestis üldiselt, tuleb arvestada ka võimalusega, et piirkonda tabab tugev sadu. Seega peab planeeritaval objektil olema läbimõeldud ja toimiv vee äravoolusüsteem, mis hoiaks ära lokaalse üleujutuse. Järgmistel aastakümnetel risk suureneb.
- Kevadised suurveed ja suvised üleujutused. Üldiselt uuringuala jõgede üleujutus ei ohusta, kuid objekti asukoha valikul tuleb arvestada riskiga, et kevadise suurvee ajal tõuseb jõgede veetase aasta keskmisest tunduvalt kõrgemale. Üleujutuste üldine risk on aga minimaalne. Objekti rajamisel tuleb põhjalikult uurida ala hüdroloogilist võrgustikku, rajada toimiv kuivendussüsteem. Järgmistel aastakümnetel kevadise suurvee oht väheneb, kuid ei kao; suureneb äkktulvaohu.
- Põud. Uuritavas piirkonnas on põua tõenäosus Eesti keskmisest suurem. See võib häirida olmevee kättesaadavust, eriti kui kasutatakse pinnavett. Järgmistel aastakümnetel risk suureneb.
- Tormituuled. Uuritav ala on Eesti keskmisest tuulisem, siin on keskmised tuulekiirused suuremad ja tormid sagedasemad. Arvestada tuleb tuule keskmise kiirusega 25 m/s 10 minuti jooksul ja puhangutega ≥ 30 m/s. Peamine oht seisneb elektrikatkestustes; seetõttu peab planeeritaval objektil olema autonoomne toiteallikas, mis võimaldab normaalset tegevust jätkata ka ilma välisallikata; välised elektriühendused tuleks ehitada maa-aluste liinidena. Hoonete ehitamisel

tuleb arvestada, et siin esinevad tormituuled võivad hoonetele kahju tekitada. Järgmistel aastakümnetel risk suureneb.

- Üleujutused. Ebasoodsate asjaolude kokkulangemisel võib merevee tase uuringualal tõusta kuni 2 m ning ujutada üle ulatuslikud rannaalad. Järgmistel aastakümnetel risk suureneb. Koos meretaseme tõusuga muutub see risk 500–1000 aasta perspektiivis suureks ohuks Altküla alal.
- Tornaadod ja muud suvised tormid. 500-1000 aasta perspektiivis on tõenäoline, et objekti tabavad suvised tormid ja see ei sõltu ladustamiskoha asukohast. Siiski on ebatõenäoline, et see tooks kaasa märkimisväärse hävingu, kui rajatised on planeeritud vastu pidama ≥ 30 m/s tuulepuhangutele.
- Äikesetormid. Uuringualal on Eesti keskmisest väiksem äikeseoht. Kaasaegsete piksekaitsesüsteemidega saab pikselöögist tulenevat ohtu tõhusalt maandada.
- Rahe. Uurimisalal on Eesti keskmisest väiksem raheoht. 500–1000 aasta perspektiivis ei saa aga välistada, et ladestusala tabab mõni rahesadu, mis võib rajatistele teatud kahju tekitada.
- Mulla külmumine. Üldiselt on külmakerge oht uuringualal Eesti keskmisest väiksem. Kuid nii 20 kui 80 cm sügavusel võib karmimatel talvedel tekkida pinnase külmumine.
- Merevee taseme tõus. Kliima soojenemise jätkudes hakkab Eesti merepinna tõusu tõttu maad kaotama. Veetaseme tõus ise on suhteliselt märkamatu – muutus on paar millimeetrit aastas. Lühiajalises perspektiivis toimib merepinna tõus aga ühe rannikuerosiooni võimendava jõuna. Järgmistel aastakümnetel risk suureneb. 500–1000 aasta perspektiivis võib aga meretaseme tõusust tingitud maakaotus olla märkimisväärne. See võib otseselt ohustada Altküla ala.
- Ranniku erosioon. Kliimamuutustest tingitud meretaseme tõusu tagajärjel intensiivistub rannikuerosioon. Ebasoodsate asjaolude kokkulangemisel võib see protsess mõne tormi puhul olla äärmiselt suure ulatusega. Järgmistel aastakümnetel risk suureneb. Lühiajalises perspektiivis ei ohusta see ühtegi kavandatud ladustuskohta. 500-1000 aasta perspektiivis on aga ohus nii Altküla kui ka Pedase ala.

Järeldused

Analüüsi põhjal on ladustuskohana eelistatud asukoht Paldiski. Selles asukohas on kliimarisikid suhteliselt väiksemad või kergemini hallatavad. Tugevaimad argumendid Paldiski kasuks on ala vastupidavus eeldatavale meretaseme tõusule ja selle mõjudele.

Sobivuse poolest teine on Pedase ala. Pikemas perspektiivis võib seda kohta ohustada ka mereveetaseme tõus ja sellega kaasnev ranniku erosioon.

Altküla ala oleks kolmest alternatiivist kõige vähem soovitatav. Ala on lähitulevikus üleujutuse oht. Suurim oht võib aga olla merepinna tõus, mille mõjud jõuaksid Altküla alale oluliselt varem kui Pedasele.

Alltegevus 2.12. - Keskkonna uuring

Uuringu eesmärk oli uurida taimestiku, loomastiku, elupaikade omadusi ja liikide harjumusi kolmel potentsiaalsel ladustuskoha kandidaatalal. Hinnati alade keskkonnaseisundit ja ehitus-, käitamis-, sulgemis- ja sulgemisjärgsetel perioodidel esinevate häiringute ning keskkonnamõjude ulatust ja minimeerimise võimalusi.

Taimestiku inventuur

Metsakooslusi kirjeldati lähtudes nii metsamajanduslikust kui ka looduslike väärtuste aspektist. Samuti hinnati alade looduskaitse väärtusi nii looduslike taimekoosluste kui ka liigikaitse (kaitstavate taimeliikide) aspektist. Töö eesmärgiks ei olnud detailne metsanduslik ega dendroloogiline inventuur. Inventuuri käigus registreeriti kaitstavate taimeliikide elupaigad.

Taimestiku inventuuri välitööd viidi läbi 2022. aasta juulis ning 2023. aasta jaanuaris.

Loomastiku inventuur

Välitööde metoodikaks kasutati loomade liikumisjälgede ning muude tegevusjälgede fikseerimist. Alad käidi läbi ja fikseeriti ulukite jälgede asukohaandmed ning uluki liik. Registreeriti kõik loomade liikumis- ning tegevusjäljed nagu jäljerajad, väljaheited, magamisasemed, tuhnimispaigad, sigade „kümbelupaigad“. Talvine jäljeloendus viidi Altküla ja Pedase asukohaalternatiivide alal läbi lumikattega oludes. Paldiski alternatiivi korral jäljeloendust lumelt ei tehtud, kuna ala on ümbritsetud aiaga ning suurimetajad alale ei pääse. Kõigi liikumis- ja tegevusjälgede puhul fikseeriti nende asukoht käsi-GPS seadme abil, registreeriti loomaliik ja isendite arv.

Loomastiku inventuuri välitööd viidi läbi 2022. aasta juulis ning 2023. aasta jaanuaris.

Loomastiku tõenäoliste suuremahuliste liikumismustrite hindamisel alade piirkondades võeti aluseks ka piirkonna roheline võrgustiku andmestik – tugialade ja rohekoridoride paiknemine asukohaalternatiivide suhtes.

Taustamaterjalina ehk laiema piirkonna ulukifaunast ülevaate saamiseks kasutati riikliku ulukiseire ja ulukite küttemisstatistika andmeid.

Tulemused

1. Taimestik

Paldiski asukohaalternatiivi ala paikneb olemasoleva ladustuspaiga territooriumil ehk alal, mida on inimtegevus suurel määral mõjutanud. Alal valdab spontaanselt jäätmaadele ja rohumaale kujunenud taimkate. Poole alast hõlmavad lagedad või puude ja põõsastega jäätmaad ja rohumaad. Ala põhjaosas domineerivad spontaanselt kujunenud suhteliselt noored ja võrdlemisi madala loodusliku väärtusega metsad. Hoonesatud ala piirkonnas paiknevad hooldatavad (niidetavad) haljasalad koos kõrghaljastusega.

Ala omab väärtust rohealana, kuid arvestades ümbruskonnas paiknevate looduslike või pool-looduslike alade laialdast levikut on antud ala väärtus suhteliselt väikene. Looduskaitse väärtust alal levivad taimekooslused ei oma. Samuti ei tuvastatud alal kaitstavate taimeliikide esinemist.

Altküla asukohaalternatiivi ala paikneb metsamaastikus, kuid jääb lõunaservas põllumajandusliku avamaastiku piirile. Alast veidi üle poole moodustavad keskealised kuni valmivad metsad, umbes neljandiku moodustavad äsjased lageraialad ja ligi viiendiku noorendikud. Tüübilt on väärtuslikumad madalamatel reljeefivormidel paiknevad lodulikud ja rabastuvad metsad. Alal on tegu võrdlemisi tugevalt majandatud metsaga, looduslikke metsakooslusi ja loodusdirektiiviga kaitstavaid metsaelupaigatüüpe ei esine, samuti ei asine alal vääriselupaiga kriteeriumitele vastavaid alasid. Looduskaitse väärtust alal levivad metsakooslused ei oma.

Alal registreeriti kolm III kaitsekategooriasse kuuluva kaitstava taimeliigi elupaigad: vööthuul-sõrmkäpp, kuradi-sõrmkäpp ja suur käopõll. Alalt leitud kaitstavad liigid on piirkonnas suhtelised levinud ning leitud väikeste kogumike looduskaitse väärtus on suhteliselt väike.

Pedase asukohaalternatiivi ala paikneb kogu ulatuses metsamaastikus. Alal on tegemist männi ja kuuse enamusega okasmetsadega, mis kuuluvad valdavas osas kastikuloo kasvukohatüüpi ja väiksemas osas sinilille kasvukohatüüpi. Metsad on enamuses keskealised või valmivad, väiksemas osas küpsed. Kogu ulatuses on tegu riigi majandusmetsadega, kuid äsjastest raietest mõjutatud alasid on suhteliselt vähe. Loodusdirektiiviga kaitstavate metsaelupaigatüüpide kriteeriumitele vastavaid metsi alal ei tuvastatud, samuti ei leitud vääriselupaiga tunnustele vastavaid alasid. Üksikud vanemad metsaeraldised, mille puistul on looduslikum struktuur, omavad potentsiaali kujuneda metsaelupaigatüübiks vanad loodusmetsad (*91D0) ca 30 aasta perspektiivis (eeldusel, et neid raietega ei mõjutata).

Alal tuvastati III kaitsekategooriasse kuuluva kaitstava taimeliigi pruunika pesajuure kahe isendiga elupaik. Ala piiril leiti III kategooriasse kuuluva hariliku käoraamatu viie isendiga elupaik.

Alternatiivide paremusjärjestus ehk eelistatus taimestiku osas

Eelistatuim on alternatiiv, mille taimestiku väärtus on madalaim ning, mille alale radioaktiivsete jäätmete ladustuspaiuga rajamine põhjustaks seega kõige väiksemaid mõjusid.

Eelistatuim alternatiiv on Paldiski olemasolev asukoht kuna ala on inimtegevusest tugevalt mõjutatud ja ümber kujundatud ning alale kujunenud sekundaarne taimkate ei oma olulist looduslikku väärtust.

Paremuselt teine on Altküla alternatiiv, mille alal levib majandatud metsamaastik, millest suure osa moodustab äsjane lageraieala ja metsanoorendik. Mõningast looduslikku väärtust omavad alal asuvad soostunud ja rabastunud metsad. Alal leiduvate metsakoosluste ja kaitstavate käpaliseliikide tõttu on ala väärtus suurem kui Paldiski alternatiivi alal, kuid veidi madalam kui Pedase ala väärtus, kuna viimase metsad on vanemad ja raietest vähem mõjutatud.

Halvim ehk kõige vähem eelistatud on Pedase alternatiiv kuna selle alal leiduvad metsakooslused on raietest vähem mõjutatud ja omavad veidi suuremat väärtust kui Altküla alternatiivi metsakooslused, mis on tugevamalt majandatud. Pedase alternatiivi korral oleks mõjud taimkattele metsade raadamise näol suurimad.

2. Loomastik

Paldiski asukohaalternatiivi loomastik, eeskätt imetajate fauna, on tugevalt mõjutatud sellest, et ala on piiratud betooniaga, millest enamus imetajaliike üle ei pääse. Seetõttu suurimetajad alal puuduvad ja väikeimetajatest esinevad alal tõenäoliselt vaid rebane ja halljänes. Alal ei ole kahepaiksetele sobivaid sigimisveekogusid ja kahepaiksete pääs alale on tõkestatud. Nimetatud põhjustel on ala loomastik suhteliselt vaene.

Altküla asukohaalternatiivi ala paikneb metsamaastikus, kuid jääb põllumajandusliku avamaastiku piirile. Alal esineb erineva tüübi, vanuse ja puistu koosseisuga metsi, mis mitmekesistab loomastiku elupaiku. Nimetatud asjaolu tõttu pakub ala elupaiku nii metsamaastikele iseloomulikele loomaliikidele (põder, metssiga, karu, hunt, valgejänes) kui ka avamaastikel levinud liikidele (metskits, rebane, kährikkoer, halljänes). Kahe maastikutüübi piir on loomastikule atraktiivne liikumisala. Seetõttu on ala imetajafauna suhteliselt rikkalik ja arvukas. Kahepaikseid esineb alal, kuid nende arvukus on pigem madal kuna sobivaid sigimisveekogusid leidub piirkonnas vähe.

Pedase asukohaalternatiivi ala paikneb suure metsamassiivi alal, kus valdavad okasmetsad. Ala läheduses põllumajandusmaastikud puuduvad. Iseloomulikud on metsamassiividele iseloomulikud loomaliigid nagu põder, metssiga, hunt, valgejänes, metsnugis. Sõraliste arvukus oli vähemalt talveperioodil suhteliselt väikene, kuna valdavalt keskealised ja valmivad okasmetsad pakuvad suhteliselt vähe toitu. Kahepaiksete osas on ala vaene kuna domineerivad kuivad metsatüübid ning sigimisveekogusid alal ega selle läheduses pole.

Alternatiivide paremusjärjestus ehk eelistatus loomastiku osas

Eelistatuim on alternatiiv, mille väärtus loomastiku elupaigana on madalaim ning mille alale radioaktiivsete jäätmete ladustuspaiga rajamine põhjustaks seetõttu kõige väiksemaid mõjusid.

Eelistatuim alternatiiv on Paldiski olemasolev asukoht kuna ala on elupaigana inimtegevusest tugevalt mõjutatud ja ümbritsetud aiaga, mis takistab ulukite pääsu alale. Seetõttu on ala alternatiividest kõige vaesema loomastikuga.

Paremuselt teine on Pedase asukohaalternatiiv, mille loomastik on suurele okasmetsamassiivile omaselt mõnevõrra vaesem kui Altküla alternatiivi oma, mille loomastik on maastikulise asetuse ning puistu mitmekesisuse tõttu rikkalikum. Pedase alternatiivi ala on loomastiku elupaigana siiski oluliselt väärtuslikum kui Paldiski ala.

Halvim ehk kõige vähem eelistatud on Altküla alternatiiv kuna selle asetus metsamassiivi ja põllumajandusmaastiku piiril koos vahelduva vanuse ning koosseisuga puistuga tingib rikkalikuma loomastiku võrreldes Pedase alternatiiviga.

Järeldused

Alternatiivide koondjärjestus taimestiku ja loomastiku osas

Teistest alternatiividest oluliselt parem ehk eelistatuim on Paldiski alternatiiv, mille väärtus nii taimestiku kui ka loomastiku osas on oluliselt madalam ning mille alal seoses arendusega elustiku kadumise negatiivne mõju on väiksem.

Altküla alternatiiv ja Pedase alternatiiv on eelistuselt ligikaudu võrdväärsed kuna Altküla alternatiivi taimestik on väiksema väärtusega kuid loomastik suurema väärtusega võrreldes Pedase alternatiiviga. Seetõttu on ühe või teise alternatiivi valiku puhul mõjud elusloodusele ligikaudu võrdsed.

Alltegevus 2.13. - Sotsiaalse olukorra uuring

Uuringu eesmärk oli välja selgitada kandidaatade sotsiaalne olukord, et hinnata, milline eelvalitud ala on eelistatuim. Uuring jagunes laias laastus kaheks: i) Lääne-Harju valla profiili loomine ja ii) elanike hoiakute väljaselgitamine.

Kasutatud meetodid ja uuritud aspektid on üksikasjalikult kirjeldatud tabelis 1.

Tabel 1. Uuritud aspektid ja andmete kogumise meetodid

Uuritav aspekt	Andmete kogumise meetod
Rahvastiku sotsiaalne struktuur – rahvastiku dünaamika, koosseis, peamised vanuserühmad	Andmetöötlus rahvastikuregistri kirjetel alusel
Ruumiline muster, elanikkonna jaotus, peamiste avalike teenuste asukoht	Andmetöötlus rahvastikuregistri, Maa-ameti ja Lääne-Harju valla avalike andmete alusel
Valla sotsiaalmajanduslik profiil, sh elanike tööhõive, ettevõtluse struktuur, valla finantsnäitajad	Andmetöötlus Maksu- ja Tolliameti, Töötukassa, rahvastikuregistri, Statistikaameti ja Rahandusministeeriumi andmetel
Piirkonna inimeste kombed, harjumused ja käitumine	Veebiküsitlus ja fookusgrupi intervjuud
Leisure habits of the population Elanikkonna vaba aja veetmise harjumused	
Elanikkonna seisukohad ja hoiakud lõppladustuskoha rajamise suhtes	

Suurima osa uuringust moodustas esmaste andmete kogumine rahvastikuküsitluse kaudu. Selleks saadeti kõigi Lääne-Harju valla üle 15-aastaste elanike e-posti aadressidele küsitluses osalemise soov. Vajalikud aadressid saadi rahvastikuregistrist. Kokku saadeti välja 9058 e-kirja, millest 405 saadeti tagasi veateatega. Seega oli adreessaatide hulgas 8653 toimivat meiliaadressi. Lääne-Harju vallas elas 2023. aasta 1. jaanuari seisuga 13 410 inimest, kellest 11 231 olid üle 15-aastased. Nii saadeti kutse küsitluses osalemiseks 77%-le valla elanikest.

Ankeet oli nii eesti kui ka vene keeles ning koosnes 16 küsimusest. Küsimustiku esimene osa käsitles vastaja profiili, teine nende vaba aja veetmise harjumusi, kolmas radioaktiivsete jäätmete teadlikkust ja neljas vastaja suhtumist radioaktiivsetesse jäätmetesse. Valdavalt oli tegemist valikvastustega küsimustikuga, kuid peaaegu iga küsimuse kohta oli võimalik lisada infot või kommenteerida. Küsimustik koostati Eurobaromeetri radioaktiivsete jäätmete uuringu põhjal.

Lisaks kontrolliti binaarse logistilise regressioonianalüüsi abil, kas ja mil määral kujundavad küsitlusele vastajate sotsiaal-demograafiline taust, teadmised ja suhtumine radioaktiivsetesse jäätmetesse nende eelistusi lõppladustuskoha osas. Koostati kolm regressioonimudelit, kus eelistused (sõltuv muutuja) määratleti järgmiselt: 1) olemasolevas vaheladukohas, 2) kaugemal kui 20 km minu elukohast, 3) asukoht ei oma tähtsust, kui ohutus on 100% garanteeritud, 4) kusagil mujal. Regressioonianalüüsi ei tehtud valikule “Kaugemal kui 5 km minu elukohast”, kuna selle eelistuse märkijaid oli vähe. Regressioonanalüüs viidi läbi programmis SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

Analüüsitulemuste tõlgendamiseks viidi läbi fookusgrupi intervjuud kogukonna esindajatega. Intervjuude eesmärk oli täiendada uuringutulemusi kvalitatiivse informatsiooniga, sh elanike hirmude ja ootustega. Intervjuud toimusid Paldiskis ja Harju-Ristil.

Paldiskis (21. veebruar 2023) oli osalejaid 7 ja Harju-Ristil 51 (22. veebruar 2023). Viimasel oli rohkem osalejaid, kuna kohalikud kogukonnad palusid oma liikmetel osaleda ja protestida plaani vastu paigutada lõppladustuskohat nende naabrusse.

Kokkuvõte

Fookusgrupi intervjuude peamised järeldused on kokku võetud järgmiselt:

- Teadmised radioaktiivsetest jäätmetest on üsna ebaühtlased. Tuumakütusel ja radioaktiivsetel jäätmetel ei tehta vahet. Teemas pädevaid inimesi on vähe.
- Olemasolevaid jäätmeid peetakse äärmiselt ohtlikeks. Samuti pole kindlust, et kavandatavasse lõppladustuskohat teistest riikidest jäätmeid ei tooda.
- Radioaktiivsete jäätmetega seoses läbivad märksõnad: kõhedusttekitav, ohtlik, ebaseeldiv, saastav, mürgine.

Valla territooriumile radioaktiivsete jäätmete lõppladustuskoha rajamise plaaniga kaasneb teatav segadus. Esimene küsimus on, miks kaalutakse asukohti ainult Lääne-Harju vallas, mitte üle riigi. Mitmed osalejad ütlesid, et nad tunnevad end teabest ära lõigatuna ja kardetakse, et otsused tehakse elanike teadmata. Kõik osalejad ei teadnud täpseid asukohti ega asukohaalternatiivide arvu. Mõni ei võta muid asukohti peale olemasoleva tõsiselt – kui jäätmed on praegu Paldiskis, on loogiline jätkata olemasoleval alal.

Lääne-Harju peamiseks väärtusteks peetakse loodust, sh metsa, mereranda, vaikust, maalilisust. Samuti on seniste arengutega palju rahulolematust – palju on metsa maha võetud jne. Kardetakse, et edasine areng halvendab olukorda

Rõhutatatakse, et valla territoorium tervikuna ja Paldiski on väga erinevad – üks on looduslik, teine tööstuslik. Samas on Pakri poolsaarel palju asju, mida tasub kaitsta – orhideed jms. Kibestumust tekitab see, et riik ja ettevõtted ajavad linnas oma huve, ignoreerides kohalikke elanikke ja looduskeskkonda. Linlaste jaoks on väga oluline juurdepääsu tagamine merele.

Peamised puhkeharjumused, sh Paldiski elanikel, on seotud loodusega. Peamised lõppladustuspaiga ehitamisega seotud hirmud on piirkonniti mõnevõrra erinevad. Paldiskis jäi püsima kartus, et olemasolev objekt hakkab ühel hetkel lekkima. Kardeti ka kinnisvara väärtuse langust. Ettevõtjate seisukohalt lõppladustuspaiga rajamine Paldiskisse probleeme ei tekita – ollakse kindel lekkeohu minimeerimises. Küll aga kardab Harju-Risti elanikkond olulist häiringut, sealhulgas suuremahulist ehitust koos kaasneva infrastruktuuriga. Lisaks kardetakse looduskeskkonna ja piirkonna maine hävimist.

Harju-Risti piirkonna elanikkond ei ole mingil juhul nõus oma piirkonda lõppladustuspaiga rajamisega. Mõnevõrra leebemad olid Paldiski elanikud – lõppladustuspaiga rajamises nähti vahendit, läbi mille riigilt lisainvesteeringuid hankida. Mõlemal juhul tuleb aga arvestada, et fookusgruppides osalejad ei esinda mitte kogu piirkondade elanikkonda, vaid eelkõige nende endi arvamust.

Seega ei sõltu asukohaelistused üldjuhul vastaja taustast, vaid muudest teguritest. Samuti ei selgu analüüsist konkreetsed asukohaelistused, vaid erinevad argumendid ja aspektid, millega arvestada. Peamised on välja toodud allpool, arvestades nii uuringu kui ka fookusgrupi intervjuude tulemusi:

- Lääne-Harju vald on suures osas madala elanike tihedusega. Üks asukoohaalternatiiv asub aga piirkonnas (Paldiski), millest 10 km raadiuses elab ligikaudu kolmveerand elanikkonnast. Ülejäänud kaks asuvad hajaasustusega piirkondades. Selles vaates võiks eelistada viimaseid, kuna potentsiaalselt otseselt mõjutatud inimeste arv on oluliselt väiksem.
- Seevastu Paldiski puhul on tegemist tööstuspiirkonnaga, kuhu lõppladustuskoht oleks profiili arvestades paremini sobiv. Paldiski puhul poleks samuti vaja hakata rajama juurdepääsuteid jms. Harju-Risti piirkonna elanikud pelgavad väga ehitustööde mastaapsust. Paldiski kasuks otsustamine tähendaks ka seda, et olemasolevaid jäätmeid poleks vaja kuhugi vedama hakata.
- Harju-Risti elanikud on väga vastu lõppladustuskoha rajamisele. Kui hoidla otsustatakse rajada mõnda lähiumbruse asukohta, võib oodata laialdast rahulolematust. Samas tuleb arvestada, et sarnane olukord võib tekkida ka Paldiski puhul, mille puhul tunneksid end tõenäoliselt puudutatuna ka puhkealade (Laulasmaa, Kloogaranna jt) elanikud.

Ainuüksi uuringutulemuste põhjal on eelistatuim lõppladustuskoht olemasolev koht (27% vastanutest valis selle valiku). Samas tuleb arvestada, et see peegeldab eelkõige nende inimeste arvamust, kes Paldiskis ei ela. Viimased eelistaksid asukohta mujal.

Paljud küsimused on seotud inimeste teadlikkusega:

- 40% vastanutest ei ole radioaktiivsete jäätmete teemaga kursis või on sellega väga vähe kursis. Enne sisulise arutelu juurde asumist on vaja tõsta teadlikkust.
- Keskmiselt kolmveerand küsitletutest peab igasuguseid radioaktiivseid jäätmeid väga ohtlikeks. Ilmselgelt, mida vähem teemast teatakse, seda suurem on igal pool vastuseis.
- Ligikaudu pooled vastanutest ei usu, et lõppladustuspaik on ohutu. Tõenäoliselt aitaks pingeid maandada täiendav kommunikatsioon usaldusväärsete allikate (teadlased, rahvusvahelised organisatsioonid) poolt.
- Elanikel ei paista olevat täielikku infot protsessi tegevuste, tulemuste jms kohta. Elanike hinnangul ei kajasta ka projekti nimi “Rajala” üheselt ja selgelt selle sisu.

Järeldused

Võrreldes alade erinevaid aspekte, saadi üsna vastuolulisi tulemusi.

1. Kui eelistatakse asukohti, kus on läheduses vähem inimesi ja vähem teenuseid, on Altküla ja Pedase alad eelistatavamad kui Paldiski
2. Kui eelistatakse suuremahulisteks ehitustöödeks sobivama profiiliga asukohti, kus on korralik juurdepääs ja transpordiühendus, siis eelistatakse Paldiski ala, ülejäänud kaks on aga peaaegu võrdsed.
3. Kui eelistatakse kohti, mida küsitluses sagedamini esile tõsteti, on järjestus järgmine: Paldiski ala, millele järgnevad Altküla ja Pedase alad.

Alltegevus 2.14. - Mürauring

Alltegevuse eesmärgiks on olemasoleva müra- ja vibratsioonitaseme hindamine kolmel lõppladustuspaiga kandidaatalal ning projekti vastavuse hindamine kehtivatele riiklikele standarditele ja projektipõhiste nõuetele ehituse, käitamise ja sulgemise faasis. Uuringu ja välitööd viisid läbi Kaarel Sepp ja Marko Ründva (KAJAJA ACOUSTICS OÜ).

Peamine müra reguleeriv õigusakt Eestis on Atmosfääriõhu kaitse seadus. Seadus kirjeldab kahte erinevat normitasandit:

- müra piirväärtus – suurim lubatud müra tase, mille ületamine põhjustab keskkonnanahäiringuid ja mille ületamine eeldab müra vähendamise meetmete rakendamist;
- müra sihtväärtus – maksimaalne lubatud müratase uutel üldplaneeringu aladel.

Seadus määratleb ka Eestis rakendatavad mürakategooriad. Keskkonnamüra nõuded ja normväärtused on kehtestatud keskkonnaministri poolt. Ehitustööde piirangud on kehtestatud kellaegadel 21.00-7.00.

Impulssmüra piirväärtusena rakendatakse vastava mürakategooria tööstusmüra piirväärtust. Impulssmüra tekitavaid töid, nagu lõhkamine, rammimine jms, saab teha tööpäeviti kella 7-19.

Ladustuspaiga projekt peab ehitusjärgus vastama tööstusliku müra piirväärtustele müratundlike alade mürakategooriate osas. Elu- ja ühiskondlike hoonete vibratsioonitaseme nõuded ja normväärtused on kehtestatud sotsiaalministri 2002. a määrusega nr 78.

Projekt on jagatud 3 põhietappi: ehitamine, käitamine ja sulgemine. Eeldatakse kahte peamist müra ja vibratsiooni allikat: hoidla ehitus- ja sulgemistööd (sh ehitusmaterjalide transport) ning radioaktiivsete jäätmete vedu lõppladustuskohta.

Tulemused

1. Hetkeolukord

Olemasolevaid maantee-, raudteeliikluse ja tuuleparkide müratasemeid on juba hinnatud Lääne-Harju valla üldplaneeringu mürauringus. Mürakaardid näitavad, et ühtegi kandidaatkohta ei mõjuta liiklusmüra.

Mõõdetud taustamüra tasemed Paldiski alal mõõtepunktis 1 olid 41 kuni 48 dB ja mõõtepunktis 2 38 kuni 51 dB. Vibratsioonitasemed Paldiski objekti asukohas olid $\leq 0,02$ ja $\leq 0,65$ mm/s vastavalt horisontaal- ja vertikaalteljel (mõõtmispunktis 1) ning $\leq 0,20$ ja $\leq 2,3$ mm/s horisontaal- ja vertikaalteljel (mõõtepunktis 2). Need on mõõtmisperioodi jooksul registreeritud maksimaalsed vibratsioonitasemed.

Mõõdetud taustamüra tasemed Altküla alal mõõtepunktis 4 olid 32 kuni 47 dB. Mõõdetud vibratsioonitasemed Altküla alal olid $\leq 3,50$ mm/s X-teljel, $\leq 2,40$ mm/s aastal Y-teljel ja $\leq 4,00$ mm/s Z-teljel. Need on mõõteperioodi jooksul registreeritud maksimaalsed vibratsioonitasemed (võimalik, et seda võisid mõjutada läheduses tehtud metsaraietööd), tüüpilised vibratsioonitasemed olid kõikidel telgedel $\leq 0,05$ mm/s.

Mõõdetud taustmüra tasemed Pedase alal asukohas mõõtepunktis 3 olid 32 kuni 50 dB. Mõõdetud vibratsiooni PPV (Points Per Velocity) tasemed Pedase alal olid X-teljel $\leq 0,10$ mm/s, $\leq 0,8$ mm/s Y-teljel ja $\leq 2,60$ mm/s Z-teljel mõõtepunktis 3. Need on mõõteperioodi jooksul registreeritud maksimaalsed vibratsioonitasemed (võimalik, et seda mõjutavad läheduses tehtavad metsaraietööd), tüüpilised vibratsioonitasemed olid $\leq 0,05$ mm/s kõigil telgedel.

2. Ehitamise etapp

Ehitusetapp on eeldatavasti selle projekti peamine müra ja vibratsiooni allikas. Müra ja vibratsiooni tekitavad ehitusmasinad (kaevetööd, šahtide ehitus, pinnase tihendamine jne) ja masinate transport. Ehitusel tekkiva mürataseme hindamiseks ehitusplatsi ja lähimate müratundlike hoonete ja alade läheduses kasutati müra leviku analüütilist mudelit.

Kuna võimalike hoidla asukohtade ja lähimate elamute vahelised vahemaad on suured ($\geq 700 \dots 2200$ m), siis ei ole ette näha ehituse ajal Eesti mürapiirangute ületamist.

Paldiski ala

Elamud asuvad võimalikust PAL ehitusplatsist $\geq 900-700$ m edelas. Lähimate elamute arvutuslikud müratasemed on ≤ 45 dB nii päeval kui öösel.

Altküla ala

Kuna lähimad elamud asuvad Altküla objektist ≥ 1600 m põhja pool (Männiku elamu) ja ≥ 2200 m lõuna pool (Kotka elamu), on nende arvutuslikud ehitusmüratasemed ≤ 40 dB päeval öösel.

Pedase ala

Lähimate elamute (Tuipalu ja Laane) arvutuslikud müratasemed on ≤ 45 dB päeval ja öösel. Elamud asuvad objektist ≥ 800 m läänes ja ida pool.

Järeldused

Kõige levinumad vibratsiooniallikad ehituses on lõhkamine, lammutamine, vaiamine, pinnase töötlemine (nt tihendamine) ja muud ehitusseadmed. Kuna täpne ehitustehnoloogia, kasutatud seadmed ja platsi paigutus ei ole teada, ei ole hetkel võimalik ehitusvibratsiooni võimalikku mõju täpsemalt hinnata.

Soovitav on planeerida ehitustööd Paldiski alal võimalikult suure puhveralaga vibratsiooniallikest olemasoleva tuumaobjektini, et vähendada vibratsiooni mõju olemasolevale hoonele (≥ 50 m suurte vibratsiooniallikega tegevuste puhul, nagu näiteks vaiamine, pinnase tihendamine jne ja ≥ 10 m madalama vibratsioonitasemega tegevuste jaoks, nagu veoautoga manööverdamine jne).

Samuti on Paldiski alal soovitatav ehitusfaasis ehitusvibratsiooni monitooringu rakendamine.

Altegevus 2.15. - Teede ja taristu analüüs

Alltegevuse 2.15 eesmärk on anda teavet potentsiaalsete lõppladustuskohtadeni viivate olemasolevate ühenduste kohta, mis on olulised ladustatavate jäätmete ning ehituseks ja sulgemiseks vajalike materjalide vedamiseks. Taristu ja heade teede olemasolu on olulised radioaktiivsete jäätmete

lõppladustamise programmi kõikides etappides: ala iseloomustamine, ehitamine, käitamine, sulgemine ja sulgemisjärgne tegevus. See mõjutab oluliselt käitlemiskulusid, kuid on oluline ka ohutuse seisukohalt. Ühendusteel on olulised ka hädaolukordades.

Infrastruktuuri ja transpordi analüüs põhineb riiklike andmebaaside andmetel. Analüüsi käigus välitöid ei tehtud ning kõik tööd tehti arvutis. Töid teostasid Ain Kendra (T-Konsult OÜ) ja Anna-Helena Purre (Inseneribüroo STEIGER OÜ).

Eeldatav transport

Võttes arvesse AS A.L.A.R.A. jäätmekäitlemise kogemust, veetakse ladustamiseks umbes 800 betoonkonteinerit, igaüks kaaluga umbes 5 tonni. Eeldatakse, et üks veok mahutab umbes 5 standardsuuruses konteinerit. Mittestandardseid ja suurema aktiivsusega konteinereid võib transportida üksikshaaval.

Reaktori anumad on suurimad komponendid, mida tuleb transportida. Eeldusel, et reaktorianumad paigutatakse spetsiaalselt projekteeritud betoonist konteineritesse, võib konteinerite eeldatav kaal koos reaktorianumatega olla vahemikus 75 kuni 100 tonni. Need veod ei ületa liikluseeskirjades ette nähtud mõõtmeid, kuid on ülekaalulised, mistõttu on vaja kuni 100-tonnise veovõimega (4 + 16 telge) sõidukeid. Reaktori anumate konteinerid võivad olla paigutatud kas horisontaalselt või vertikaalselt, kuna marsruudil puuduvad sillad, kahetasandilised ristmikud vms kõrgust piiravad takistused.

Esialgsel hinnangul kulub jäätmekäitlemise lõppladustuskohale viimiseks kokku kuni 245 veoautosõitu. Lisaks radioaktiivsete jäätmekäitlemise transpordile tuleb lõppladustuskohale toimetada ka ehitusmaterjalid. Peamised objektile veetavad materjalid rajatise ehitamiseks, käitamiseks ja sulgemiseks on betoon, savi, liiv, kruus, rahnud, samas kui ehitusplatsilt eemaldatud kohalik pinnas sobib sulgemise perioodil teatud kaitsekihtide ja nõlvade moodustamiseks või tagasitõiteks. Seetõttu tuleks väljakaevatud pinnas kohapeal ladustada ja transportimise minimeerimiseks kasutada hiljem kaitsekihtidena.

Transpordi intensiivsuse hindamiseks tehti järgmised eeldused:

- Ilmastikumõjude minimeerimiseks konstruktsioonidele toimub ehitus ainult suveperioodil. Lõppladustuskoha võiks rajada kahel suveperioodil (ühel suvel kaks hoidlasektsiooni ja teisel suvel šaht või vastupidi).
- Jäätmete lõppladustamine toimub ainult soojal perioodil ja kestab 5 aastat (see on konservatiivne hinnang, arvestades, et jäätmekäitlemise paigutamise tegevus ei kata kogu strateegias lõppladustamiseks määratud 10-aastast perioodi).
- Sulgemistoimingud pärast jäätmekäitlemise ladustamist kestavad kaks suveperioodi.
- Sulgemiseks vajalik pinnas (sh looduslik pinnas) on alal saadaval.

Arvutustulemuste kohaselt on projektiga seotud vedudest suurimad lisandused liikluskäigule sulgemisperioodil, mil ehitusmaterjalide veoks on vaja ca 5 veoautosõitu päevas, samas kui ehitus- ja käitamisfaasis on vaja vastavalt vaid 2 ja 0,1 veoautoreise.

Soovitavad transpordimarsruudid

Soovitav transpordimarsruut sisaldab ainult maanteetransporti. Radioaktiivsete jäätmekäitlemise transportimiseks olemasolevast hoidlast asukohtadesse Altkülla ja Pedasel on neli alternatiivi (*joonis 1*). Kui lõppladustamise jaoks valitakse Paldiski ala, ei ole transporti alalt väljapoole vaja. Lähtudes olemasolevast teedevõrgust, tee pikkusest, tee kandevõimest ja võimalustest vältida rahvarohkemaid piirkondi, valiti mõlema alternatiivse asukoha (Pedase ja Altküla) puhul optimaalne marsruut läbi Paldiski – Padise – Harju-Risti kogupikkusega 30,5 km). Kuna need asukohad on üksteise lähedal, on marsruudi põhiosa sama, ainult viimane osa on erinev.



Joonis 1. Optimaalsed transporditeed ja alternatiivsed marsruudid radioaktiivsete jäätmete veoks Paldiski endiselt tuumaobjektilt Pedase ja Altküla aladele ning liiklussagedused trassidel.

Optimaalsel marsruudil puuduvad ohtlikeks vedudeks kasutatavad teed. Ohtlikud kaubad Paldiski sadamast ja sadamasse toimetatakse peamiselt raudtee või Tallinn-Paldiski maanteel. Peamiselt on need teed kavandatud ka ehitusmaterjalide veoks lõppladustuspunkti ehitamise, käitamise ja sulgemise ajal.

Radioaktiivsete jäätmete veoks optimaalsel marsruudil praegu märkimisväärset tihedat liiklust ei toimu. Liiklussageduse ja raskeveokite liikluse kasv on enim märgatav väiksematel teedel veotee alguses ja lõpus (Leetse mnt, Paldiski – Kurkse – Harju-Risti mnt ja Valgma mnt), kus baasliiklussagedus on madal. Samuti on liiklussageduse mõju tugevam, kui vedu hoidlasse toimub lühikese perioodi (s.o. kuu) jooksul, samas kui pikemal perioodil transport vähendab mõju liiklussagedusele. Liiklussageduse hinnangud on antud analüüsis konservatiivsed, mistõttu on tegelik liiklussagedus seoses radioaktiivsete jäätmete veoga Pedase ja Altküla alternatiivsetesse asukohtadesse tõenäoliselt veelgi väiksem.

Ehitusmaterjalide transpordi liiklussageduse hinnangud ladustamise kolme etapi jooksul (ehitus, käitamine, sulgemine) tehti olemasoleva üldise teabe põhjal. Kuna ehitusmaterjalide allikad ei ole hetkel teada, tegid AS A.L.A.R.A ja ekspertgrupp järgmised oletused: betoon – Keilast (Tõmmiku); savi – Tallinna suunalt (savikarjäärid asuvad Tallinnast ida pool, kohapealne savi ei pruugi sobida, seetõttu kasutatakse konservatiivset lähenemist); liiv, kruus – Audeväljalt; kivid – Tallinnast.

Kokkuvõte

Uuriti erinevaid transpordiliike (vesi, raudtee ja maantee). Ainsaks jäätmeveoks sobivaks viisiks on maanteetransport.

Selles uuringus keskenduti kolmele potentsiaalsele radioaktiivsete jäätmete lõppladustuskohale (olemasolev koht Paldiskis, alternatiivid Pedase ja Altküla). Pedase ja Altküla alternatiivide puhul tuleb radioaktiivsed jäätmed vedada nendesse kohtadesse Paldiski olemasolevast vaheladustuspaigast. Radioaktiivsete jäätmete veoks määrati optimaalne marsruut pikkusega umbes 30 km. Enamus marsruudist mõlemasse asukohta on sama. Kui Paldiski objektile rajatakse lõppladustuskoht, siis puudub

vajadus radioaktiivsete jäätmete vedamiseks avalikult kasutatavatel teedel, teede korrastamiseks ja sellega seotud kuludeks ning jäätmeid saab vedada ühe katastriüksuse piires.

Erinevalt radioaktiivsetest jäätmetest tuleb lõppladustuskoha ehitusmaterjalid transportida kõigisse kolme alternatiivi. Sellest vaatenurgast on kõik kolm ala peaaegu võrdsed.

Marsruut on Leetse mnt (nr 5800008), Paldiski-Padise mnt (nr 11174), Keila-Haapsalu mnt (nr 17), Harju-Risti-Riguldi-Võntküla mnt (nr 11230), Harju-Risti mnt (nr. nr 11235), Altküla alternatiivi korral: Padise-Kurkse-Harju-Risti (tee nr 11176) ja Pedase alternatiivi korral: Valgma maantee (nr 5621014). Selle tee kasutuselevõtt minimeerib tee-ehitus- ja parendustööde vajadust ning negatiivset mõju liikluskäitajatele ja teistele ohtlikele veostele.

Järeldused

1. Paldiski alal on parim ligipääsetavus. Ehitustehnikat ja ehitusmaterjale saab alale transportida mööda merd, raudteed ja maanteed. Radioaktiivsed jäätmed tekivad kohapeal, seega ei ole nende transporti üldse vaja. Paldiski objektile pole tee-ehitust vaja.

2. Mõlemad alternatiivsed kohad (Pedase ja Altküla) on ligipääsetavad ainult maad mööda. Jäätmed tuleb nendesse kohtadesse viia avalikel teedel. Alad asuvad olemasoleva teedevõrgu kõrval, mistõttu ei ole vaja rajada täiendavaid juurdepääsuteid, välja arvatud objektide sisesed teed. Need objektid on ligipääsetavuse ja jäätmete ja ehitusmaterjalide veoks sobivuse poolest võrdsed.

Alltegevus 2.16. - Ohutushinnang

Ohutuskriteeriumid

Kiirgusseadus ja selle alamaktid reguleerivad põhilisi ohutusnõuded inimese ja keskkonna kaitsmiseks ioniseeriva kiirguse kahjustava mõju eest. Lisaks Kiirgusseadusele on töös arvestatud ka rahvusvahelise kiirguskaitse komisjoni (ICRP) soovitusetega.

Lõppladustamist vajavate jäätmete iseloomustus

Enamus Eestis olemas olevatest radioaktiivsetest jäätmetest on ajaloolist päritolu ning on tekkinud kunagi tegutsenud radioloogiliste rajatiste töötamise ja hilisema puhastamise käigus. Ca 50% jäätmete mahust on tänaseks iseloomustatud ning nende aktiivsus on ca 900 TBq. Iseloomustamata jäätmete aktiivsused on madalad ja nende panus jäätmete summaarsesse aktiivsusesse on väike. Enamus radioaktiivsusest sisaldub ca 10% kinnistes kiirgusallikates, mis sisaldavad isotoope Sr-90, Cs-137, Co-60 ja Pu-Be.

Eestis tekkinud ja tekkivad radioaktiivsed jäätmed võib tekkida põhjal jaotada 3 klassi:

- ajaloolise jäätmed Tammiku radioaktiivsete jäätmete hoidlast;
- tööstuses, teadusasutustes ja meditsiinis tekkinud jäätmed alates 1996 aastast kuni aastani 2050 tekkivad sarnased jäätmed;
- Paldiski objekti puhastamise ja lammutamise käigus tekkivad jäätmed.

Tammiku hoidla on jäätmetest tühjendatud ja need on toodud Paldiski vaheladustuspaika ning käideldud, pakendatud ja vaheladustatud.

Vastavalt Eestis kehtivale radioaktiivsete jäätmete klassifikatsioonile jagunevad jäätmed 3-e põhilisse gruppi:

- Madal- ja keskaktiivsed lühiealised radioaktiivsed jäätmed (kaotavad oma ohtlikkuse ca 300 aastaga, ca 90-95% mahust);

- Madal- ja keskaktiivsed pikaajalised radioaktiivsed jäätmed (ca 7% mahust);
- Looduslikke radionukliidide sisaldavad jäätmed (NORM jäätmed).

Paldiskis vaheladustatud jäätmete omadused on välja selgitatud kasutades gammaspetsimeetriat. Täiendavat iseloomustamist vajavad jäätmetes olevad beeta kiirgajad. Betoneeritud jäätmed on korralikult dokumenteeritud ja iga konteinerit kohta on olemas pass. Iseloomustamata jäätmed on pärit enamuses Paldiski objektilt. Jäätme kohta on olemas info neis sisalduvate põhiliste radionukliidide kohta, kuid täpsem iseloomustamine on teostamisel. Arvestades jäätmete päritolu ja doosikiiruseid saab väita, et nende aktiivsused on madalad.

Reaktorisektsioonidest tulevate jäätmete kohta on olemas objekti disaineri poolne info isotoopide ja aktiivsuste kohta. Täpsem iseloomustamine on võimalik peale lammutustööde algust.

Lõppladustamist vajavate jäätmete kogused

Praeguste hinnangute põhjal vajab maapealses lõppladustuspaigas ladustamist ca 1400 m³ jäätmeid kaaluga ca 2500 tonni ja šahtis 720 m³ jäätmeid kaaluga ca 860 tonni.

Lõppladustamisel kasutatavad jäätmepakendid

Lõppladustamisel on plaanis kasutada erinevat tüüpi konteinereid, kuna erineva ohtlikkusega jäätmed vajavad erineva suurusega kaitset. Praegu olemas oleva info põhjal saab väita, et vaheladustamisel kasutatavad jäätmepakendid on sobilikud ka lõppladustamiseks.

1. Betoonkonteinerid mõõtudega 1.2x1.2x1.2 m;
2. Metallkonteinerid mõõtudega 1.2x1.2x1.2 m;
3. Betoonkonteinerid mõõtudega Ø 1.2 m ja h=2.0 m, 4 tk (kontrollvardad);
4. Betoonkonteinerid mõõtudega 3.0x1.2x1.2 m, 2 tk;
5. Betoonkonteinerid mõõtudega Ø 2.8 m ja h=4.8 m, 2 tk (reaktorid)

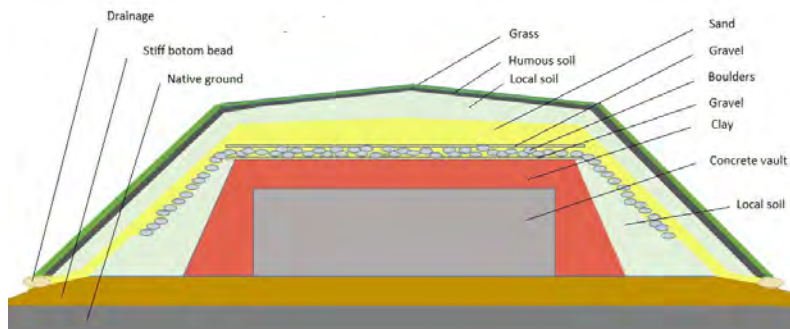
Reaktorid lõppladustatakse algsel kujul, ilma neid avamata. Kõik muud seadmed ja struktuuri elemendid tükeldatakse selliselt, et need mahuksid standardsetesse konteineritesse. Suurem osa reaktorisektsioonide lammutamisel tekkivatest jäätmetest tekib aurugeneraatorite, bioloogilise kaitse anuma (metallpaak) ja torustike tükeldamisel.

Lõppladustuspaiga tehniline lahendus

Maapealne rajatis

Käideldud ja pakendatud madalaktiivsed jäätmed paigutatakse betoonseintega karpi mõõtudega 15*12.5*6m, mis on jagatud kaheks sektsiooniks. Peale sektsioonide täitumist kaetakse rajatis mitmekihilise kattega, et tõkestada vee, taimestiku ja inimese sissetung (joonis 2) ning kaitseks erosiooni eest. Kui asukohas on kõrge põhjavee tase, siis tuleb rajada rajatise alla kaitsekiht (vähemalt 2 m põhjavee kihist), mis tõkestab põhjavee kapillaarset tõusu jäätmeteni ning vihmavee sissepääsu külgedelt.

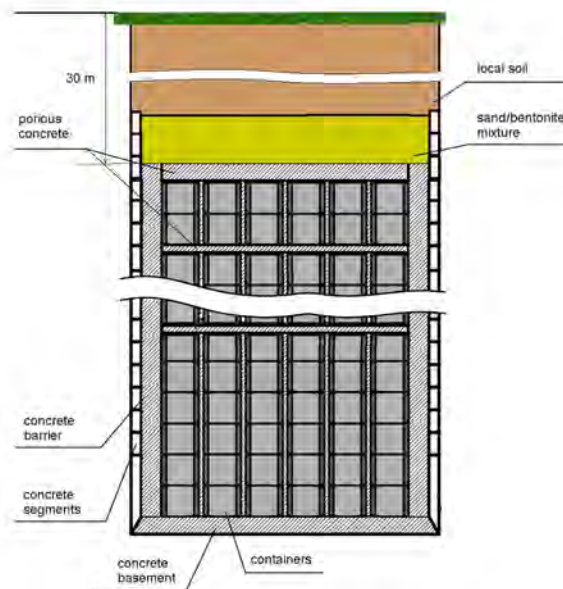
Rajatise vundament peab asetsema tugeval pinnasel. Põhi ja seinad rajatakse valu teel ning need tuleb rajada korralikult tihendatud pinnasele, mille mehaaniline tugevus peab vastama rajatise ja jäätmete kaalule. Vajadusel kasutatakse ehitamisel terasarmatuuri mehaanilise tugevuse suurendamiseks.



Joonis 2. Maapealse lõppladustuspaiga ristlõige.

Maapinnalähedane rajatis

Keskaktiivsed radioaktiivsed jäätmed (ILW) sisaldavad pikaealisi radionukliide koguses, mis vajavad suuremal määral eraldamist biosfäärist, kui seda võimaldab maapealne lõppladustamine. Arvestades suhteliselt väikeseid jäätmekoguseid, mis vajavad keskmisel sügavusel ladustamist on valitud kontseptsiooniks 10 m diameetriga šaht minimaalse sügavusega 30 m. Alates sellisest sügavusest on inimese tahtmatu sissetungi võimalus ladustuspaika (teedehitus, põllumajandus, maja sh pilvelõhkuja ehitus) ebatõenäoline. Sellistel sügavustel lõppladustamine tagab tõhusamalt pikaajalise isolatsiooni ümbritsevast keskkonnast, kui nii looduslikud kui tehnilised tõkked on õigesti valitud. Eelkõige ei ole erosioonil ja muudel pinnasega seotud protsessidel sellisel sügavusel lühiajalises ja keskmises perspektiivis kahjulikku mõju.

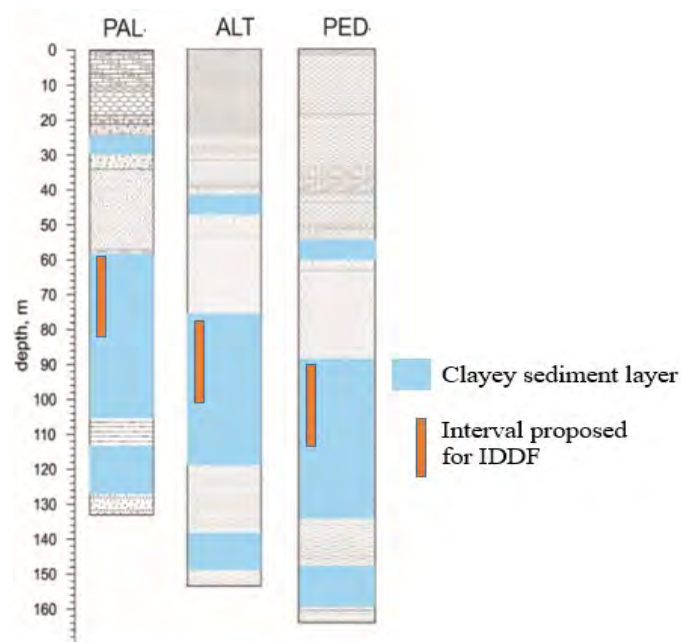


Joonis 3; Šaht

Erinevatesse pinnastesse ja kivimitesse šahti puurimise tehnoloogiad on laialdaselt välja arendatud. Neid kasutatakse laialdaselt kaevandamiseks ja tunnelite rajamiseks. Sellise kaubanduslikult saadava tehnika näide on vertikaalse šahti kaevandamise masin (väljatöötatud ettevõtte HERRENKNECHT poolt). Šahti oletatav läbimõõt on ca 10,5 m, kõrgus kuni 20 m. Geomeetrilisi mõõtmeid saab hõlpsasti kohandada

vastavalt vajadustele (jäätmete kogus). Šahti kaevandamise meetod on rakendatav väga erinevates pinnasetingimustes, ka pehmetes pinnastes ja kivimites. Meetod on eriti sobiv tööks allpool põhjaveetasel. Kaevetööde käigus on šaht täielikult veega üle ujutatud, seetõttu pole veetaseme langetamine vajalik. Väljakaevatud materjal eemaldatakse mudase vee väljapumpamise teel. Šahti põhi tihendatakse betoonkorgiga ning voodri ja kivimite vaheline vahe täidetakse tsemendimördiga. Betoonkork toimib projekteeritud tõkkena radionukliidide vertikaalse liikumise vastu.

Šahti täpne sügavus sõltub asukohaspetsiifilistest geoloogilistest tingimustest. Geoloogiliste uuringute käigus leiti kõigis kolmes kandidaatapaigas paks savise sette kiht Paldiski, Altküla ja Pedase aladelt vastavalt ligikaudu 60–80 m, 78–98 m ja 90–110 m (joonis 4) sügavuselt.



Joonis 4, Savikihi sügavused asukohtades

Ehituse, käitamise ja sulgemise esialgne ohutuse hindamine

Ehitus-, käitamis- ja sulgemisperioodi rutiinsete tööde hinnanguline doos ei ületa töötajate ega elanikkonna doosipiiranguid ning on üldiselt kõikides asukohtades sama.

Ehitusfaasis ei seostu võimalikud õnnetused kiirgusmõjuga, välja arvatud võimalik kõrgendatud radooni kontsentratsioon šahti rajamisel. Radooniprobleemi saab aga lahendada šahti korraliku ventilatsiooni tagamisega ja šahtis viibimise aja optimeerimisega.

Radioaktiivsete jäätmete vedu avalikel teedel peab vastama ADR nõuetele ega ületa elanikele ja sõidukijuhile lubatud piirmäärasid. Paldiski ala on selles mõttes eelistatud, kuna radioaktiivsete jäätmete transportimine avalikel teedel poleks vajalik.

Lõppladustuspaigas tavatoiminguid ja õnnetusi likvideerivad maksimaalse doosid ei ületa 5,4 mSv sõltumata asukohast. Hinnangulised doosid jäävad alla kiirgustöötajate doosi piirmäära (20 mSv/a).

Tabel 2. Maapinnaligidases lõpladustuspaigas ja šahtis toimuvate võimalike õnnetuste puhul saadavad doosid töötajatele

Sündmus	Doos käitamisperioodil, mSv/a		
	PAL	PED	ALT
Rike maapinnalähedases lõpladustuspaigas liikumisel		5.00E-04	
Veoki rike teel maapinnalähedasse lõpladustuspaika	0	2.70E-03	2.70E-03
Radioaktiivse saaste levik maapinnalähedases lõpladustuspaigas		5.44E-6	
Töötajad sektsiooni peal, et eemaldada erinevatel põhjustel tekkinud riket maapinnalähedases lõpladustuspaigas		1.58E+00	
Rike šahti rajamisel liikudes		8.00E-3	
Veoki rike teel šahti juurde	0	1.65E-02	1.65E-02
Radioaktiivse saaste levik šahti juures		1.86E-5	
Personali täiendavad toimingud juurdepääsuks šahtiga seotud probleemide uurimiseks/eemaldamiseks	1.63E-02	6.28E-03	8.34E-03
Maavärin maapinnalähedase lõpladustuspunkti alal		1.09E+01	
Õnnetus ettevalmistustöödel šahti käitamiseks		1.54E-1	
Jäätmete vastuvõtmise vastavusnäitajatast kõrgema doosikiirusega jäätmepekendi transport maapinnalähedasse lõpladustuskohta	0	2.40E-03	2.40E-03
Õnnetus jäätmepekendi toimetamisel maapinnalähedasse lõpladustuskohta	0	1.31E-2	1.31E-2
Betoneeritud jäätmepekendi pillamine ja kahjustamine maapinnalähedases lõpladustuskohas		1.29E-02	
Rippuv jäätmepekend maapinnalähedases lõpladustuskohas		1.58E+00	
Tuleoht maapinnalähedases lõpladustuskohas		3.2E-4	
Jäätmepekendi kukkumine ja sektsiooni konstruktsiooni kahjustamine		1.09E+01	
Maavärin šahti alal		2.09E+00	
Õnnetus jäätmepekendi toimetamisel šahti	0	2.83E+00	2.83E+00
Betoneeritud jäätmepekendi kukkumine ja kahjustamine šahti ala pinnal		2.09E+00	
Betoneeritud jäätmepekendi kukkumine šahti või pakendi kahjustamine šahtis	4.61E+00	3.04E+00	3.43E+00
Rippuv konteiner šahti juures	6.46E-01	6.36E-01	6.38E-01
Šahti tuleohud		1.87E+00	
Pakendite kahjustamine sektsioonis (lennuõnnetus)		3.75E+01	
Pakendite kahjustamine šahtis (lennuõnnetus)	3.85E+01	2.57E+01	2.89E+01

Tabel 3. Maapinnalähedases lõpladustuspaigas ja šahtis toimuvate võimalike õnnetuste puhul saadavad doosid elanikkonnale

Sündmus	Doos käitamisperioodil, mSv/a		
	PAL	PED	ALT
Rike maapinnaligidases lõpladustuspaigas liikumisel		0	
Veoki rike teel maapinnaligidasse lõpladustuspaika	0	7.31E-04	3.95E-05
Radioaktiivse saaste levik maapinnaligidases lõpladustuspaigas	1.33E-11	3.57E-11	8.28E-12
Töötajad sektsiooni peal, et uurida/parandada erinevatel põhjustel tekkinud riket maapinnaligidases lõpladustuspaigas		0	
Rike šahti rajamisel liikudes		0	
Veoki rike teel šahti juurde	0	4.00E-03	2.00E-03
Radioaktiivse saaste levik šahti juures	3.65E-10	9.85E-10	2.29E-10
Personali täiendavad toimingud kaugjuurdepääsuks šahti probleemide uurimiseks/parandamiseks		0	
Maavärin maapinnaligidase lõpladustuspunkti alal		1.74E-02	
Õnnetus ettevalmistustöödel šahti käitamiseks	0.00E+00	2.0E-04	2.0E-04

Jäätmete vastuvõtmise vastavusnäitajast kõrgema doosikiirusega jäätmepekendi transport maapinnaligidasse lõppladustuskohta	0	2.19E-06	2.19E-06
Õnnetus jäätmepekendi toimetamisel maapinnaligidasse lõppladustuskohta	0	1.25E-04	3.38E-05
Betoneeritud jäätmepekendi pillamine ja kahjustamine maapinnaligidases lõppladustuskohas	5.53E-06		
Rippuv jäätmepekend maapinnaligidases lõppladustuskohas	5.49E-06		
Tuleoht maapinnaligidases lõppladustuskohas	1.1E-10		
Jäätmepekendi pillamine ja sektsiooni konstruktsiooni kahjustamine	1.74E-02		
Maaväriin šahti alal	8.41E-06		
Õnnetus jäätmepekendi toimetamisel šahti	-	4.96E-01	2.24E-01
Betoneeritud jäätmepekendi pillamine ja kahjustamine šahti alal pinnal	8.41E-06		
Betoneeritud jäätmepekendi pillamine šahti või pekendi kahjustamine šahtis	Pealtnägija šahtist 100 m kaugusel: 2.97E-05 elanik: 2.28E-06	Pealtnägija šahtist 100 m kaugusel : 2.97E-05 elanik: 6.15E-06	Pealtnägija šahtist 100 m kaugusel : 2.97E-05 elanik: 1.43E-06
Rippuv konteiner šahti juures	6.43E-05		
Šahti tuleohud	1.0E-05		
Pakendite kahjustamine sektsioonis (lennuõnnetus)	Pealtnägija sektsioonist 100 m kaugusel : 3.69E-05 elanik: 3.33E-05	Pealtnägija sektsioonist 100 m kaugusel : 3.69E-05 elanik: 6.21E-05	Pealtnägija sektsioonist 100 m kaugusel : 3.69E-05 elanik: 2.46E-05
Pakendite kahjustamine šahtis (lennuõnnetus)	Pealtnägija šahtist 100 m kaugusel : 1.34E-03 elanik: 2.51E-04	Pealtnägija šahtist 100 m kaugusel : 1.34E-03 elanik: 5.60E-04	Pealtnägija šahtist 100 m kaugusel : 1.34E-03 elanik: 1.72E-04

Võimalike disainipõhiste õnnetuste hinnangulised doosid ei ületa maapinnaligidase lõppladustuspaiga puhul 11 mSv ja šahti puhul 2,1 mSv. Doosid on alla 20 mSv doosipiiri.

Samas, erakordsete õnnetuste nagu suure lennuõnnetuse ja plahvatuse puhul on töötajate eeldatavad doosid suured ja võivad ulatuda kuni 39 mSv-ni, sõltumata asukohast. Õnnetuse tagajärjed võivad olla rasked ja vajaksid aladel suuremahulisi taastamistöid. Siiski oleksid hinnangulised doosid elanikkonna jaoks väikesed (alla 1 µSv/aastas).

Lõppladustuspaiga sulgemisperioodil ei põhjust eeldada kiirgusõnnetusi ega elanikkonna märkimisväärset kiirgusega kokkupuudet. Olenemata asukohast saaks töötaja sulgemisperioodil väikeseid doose (kuni 0,24 mSv/a).

Sulgemisjärgne ohutus

1. Hindamisstsenaariumid

Sulgemisjärgseid stsenaariume hinnati elamu veekaevu näitel, millest pumbatakse vett 510 l/aastas ja mis asub 200 m kaugusel lõppladustuspaigast. Selleks kasutati modelleerimis tarkvara RESRAD-Offsite. Mudelit kasutatakse hindamiseks radionukliidide kontsentratsioone ja nendega seotud doose

võrdlusrühmale, võttes arvesse saaste lahjendumise, leviku, radioaktiivse lagunemise ja sorptsiooni mõju radionukliidide migratsioonile ning simuleerimaks mitmeid radionukliide, samuti erinevaid hüdrogeoloogilisi tingimusi ja käitumisstsenaariume. Mudel põhineb radionukliidide spetsiifilistel ülekandeteguritel, mis näitavad radionukliidide ülekandumist ühest keskkonnakomponendist teise, näiteks radionukliidide kandumist pinnasest taimedesse.

Mudel simuleerib inimese kokkupuudet saastunud vee, taimse toidu, liha, piima ja mereandidega, mille alusel on võimalik arvutada inimese poolt saadavad kiirgusdoosid.

2. Hindamise tulemused

Stsenaarium "Mis juhtuks siis, kui tõkked puuduvad." Stsenaarium kirjeldab projekteeritud tõkete kadumist peale 300 aastast ladustamisperioodi. Tegemist on teoreetilise stsenaariumiga, mis kirjeldab palju hullemaid tingimusi, kui ka kõige ebasoodsamate tingimuste kokkulangemisel võiks tekkida. Paldiski alale ehitatud lõppladustuspaiga aastase doosi modelleerimistulemuste järgi on joogiveest saadav maksimaalne aastane doos elanikule $<0,18$ mSv/aastas ja kõigi veega seotud kiiritusradade puhul $<0,31$ mSv/aastas. Arvutatud maksimaalne aastane kogudoos vastab ligikaudu jäätmete lõppladustamisel soovitatud doosipiirangule. Sarnased doosihinnangud saadi ka Altküllä ja Pedasele ehitatud lõppladustuspaikade kohta.

Üleujutuse stsenaarium. Kiireneva kliimasoojenemisega seotud protsessid põhjustavad tulevikus märkimisväärse merepinna tõusu. Meretaseme tõus koos tugevamate tormidega hakkab Altküllä ala järgmise saja aasta jooksul ohustama, kuna piirkondlik isostaatiline maakerge ei kompenseeri võimalikku meretaseme tõusu. Kliima soojenemise halvima stsenaariumi põhjal eeldati konservatiivselt, et maapinnalähedase lõppladustuspaiga intensiivsete üleujutuste poolt põhjustatud lagunemine võib toimuda 100 aastat pärast ala sulgemist, st pärast aktiivse institutsionaalse kontrolli perioodi. Eeldatakse, et esimese saja aasta jooksul leevendatakse meretaseme tõusu mõju erinevate meetmetega.

Kõrge meretaseme ja sagedaste tormide tõttu võib intensiivne laineerosioon hävitada maapinnalähedase lõppladustuspaiga kaitsesüsteemi ja viia soolase merevee otsese kokkupuuteni betoonist tõketega. See kiirendaks märkimisväärselt sektsioonide betoonseinte ja katuse lagunemist ning betoneeritud jäätmed võivad kaotada oma kaitsva katte.

Tehniliste tõkete ja jäätmepekendi lagunemise ning radionukliidide leostumise protsessid võivad kesta mitu aastakümnet. Selle ajaga tekiks väga saastunud ala ja inimeste sattumine sellele alale muutub väga tõenäoliseks. Konservatiivselt hinnatud kiirguse doos võrdlusinimesele võib ulatuda umbes 60 mSv aastas. Võimalik doos on sadu kordi suurem doosipiirangu väärtusest (0,3 mSv/aastas). Seetõttu on soovitus Altküllä lõppladustuspaika mitte kavandada.

Varajase lagunemise ja inimeste sissetungi stsenaariumid. Eeldati, et inimene võib jäätmehooldlasse tungida niipea, kui institutsionaalne kontroll lõpetatakse. Näiteks puuritakse šahti 300 aastat pärast rajatise sulgemist. IAEA tehnilises dokumendis kirjeldatud mudelit kasutati kolme varajase lagunemise ja inimeste sissetungi stsenaariumi simuleerimiseks maapinnalähedases lõppladustuspaigas: lagunemine ehk veega küllastumine, teedeehitus ning inimese elamine territooriumil vahemikus 300 kuni 1300 aastat peale ladustuspaiga sulgemist.

Uuritud stsenaariumide kokkuvõtte on esitatud tabelis 16.11. Kõigi stsenaariumide puhul saadakse elanikkonna võrdlusrühma liikme tippdooside võrdlus. Võrreldakse olulisematest kiiritusradadest tulenevaid doose. Vee joomise tõttu saadud annused on kõige olulisemad, välja arvatud üleujutuse stsenaarium.

Tabel 4. Vee joomisest tingitud tippdoosid ja nende ilmumise aeg kindlaksmääratud hindamisstsenaariumite puhul

Nr	Stsenaarium	Tippaeg, aastaid pärast sulgemist	Olulisim kiiritusrada ja kõrgeim doos, mSv/a	Doosipiirang, mSv/a
RS0	Ootuspärane areng - Šaht pärast 500 aastat - Maapinnaligidane lõppladustuspaik pärast 300 aastat	557 318	joogivesi: 0.004904 0.000536	0.3
AS1	Maapinnaligidase lõppladustuspaiga kiirenenud lagunemine: - lineaarne pärast 500 aastat - astmeline pärast 500 aastat	586 1369	joogivesi: 0.169 0.224	0.3
AS2	Üleujutus – maapinnaligidase lõppladustuspaiga oluline varajane lagunemine Altküla alal	2151	joogivesi: 60.7	0.3
AS3	Ligunemine – Maapinnaligidase lõppladustuspaiga varajane lagunemine	330	joogivesi: 0.528	0.3
AS4	Teedeehitus – Inimsissetung maapinnaligidasse lõppladustuspaika	100	joogivesi: 0.376	10 kuni 20
AS5	Puurauk šahti 300 aasta möödudes	2491	joogivesi: 0.427	10 kuni 20
AS6	Elamu rajamine maapinnaligidase lõppladustuspaiga juurde	330	joogivesi: 0.698	10 kuni 20
AS7	„Mis siis, kui..“ - Šahtil puuduvad tõkked - Maapinnaligidasel lõppladustuspaigal puuduvad tõkked	32 480 235	joogivesi: 0.178 0.116	0.3

Lõppladustuspaiga sulgemise plaan, ajakava ja kulud

Eesti radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga programm hõlmab mitut etappi: ehitamine (2027 – 2040), käitamine (2041 – 2050) ja sulgemine (2050 – 2060). Programmi kohaselt kestab jäätmete lõppladustamine kuni 10 aastat, kuni 2050. aastani. Eeldatakse, et selleks ajaks on mõlema reaktori lammutusjäätmed ja vahehooldlas olevad jäätmed lõppladustatud. Sulgemisetapiks on kavandatud ca 10 aasta, et jätta puhveraeg juhaks kui reaktorite lammutamise tööd ettenägematutel põhjusel viibivad.

Pärast lõppladustuspaiga sulgemist tuleb rakendada institutsionaalset kontrolliprogrammi.

Tabel 5. Hinnanguline lõppladustusmaksumus, eurot

Tegevus	PAL	PED	ALT
Maapealse rajatise ehitamine	1 313 000	1 313 000	1 313 000
Šahti ehitamine	6 586 000	8 221 000	7 567 000
Infrastruktuur	479 000	1 408 000	1 365 000
Maapealse rajatise sulgemine	2 518 000	2 518 000	2 877 000
Šahti sulgemine	276 000	331 000	309 000
Kogumaksumus	11 172 000	13 792 000	13 432 000

Kõige madalam maksumus on Paldiski alal. Võrreldes ülejäänud kahe alternatiivse asukohaga on maksumus madalam, kuna seal on soodsamad geoloogilised tingimused (sobiva geoloogilise formatsiooni sügavus ja vee äravool) ning võimalus juba olemasolevate hoonete ja infrastruktuuri efektiivselt kasutamiseks. Kuluprognosid põhinevad materjalide, tööjõu ja teenuste praegustel hindadel. Kuna ladustuspaik tuleb sulgeda umbes 30-40 aasta pärast, võivad hinnad inflatsiooni tõttu üsna oluliselt muutuda, samuti võidakse kasutusele võtta uusi ehitusmeetodeid ja -standardeid, mistõttu tuleb planeerimisfaasi lõpus kuluprognosid üle vaadata.

Järeldused

1. Ohutushinnang näitab, et töötajate ja elanikkonna doosipiirangud ei rikutaks olenemata valitud asukohast. Erinevused analüüsitud kandidaatkohtade vahel on väikesed.
2. Sulgemisjärgse hindamise tulemusena on šahti jaoks vastuvõetavad kõik kolm kandidaataala. Ohutuse seisukohast on erinevused marginaalsed.
3. Paldiski, Altküla ja Pedase aladel maapinnalähedase hoidla sulgemisjärgse ohutuse hindamise tulemus on näidanud, et üleujutuse stsenaarium on kõige kriitilisem. Rajatise struktuuride järkjärgulise lagunemise tõttu on elanikkonna eeldatavad doosid lubamatult suured. Kuna prognoositud globaalse soojenemise korral võib ainult Altküla ala olla üle ujutatud, on soovitatav see edasistest kaalutlustest välja jätta. Ülejäänud kaks kohta Paldiski ja Pedase sobivad üsna võrdselt maapinnalähedase hoidla rajamiseks, kuigi ka Pedase puhul on kõige kriitilisema stsenaariumi korral üleujutus võimalik.
4. Ladustuskulude puhul mängib kõige olulisemat rolli šahti sügavus. Keskaktiivsete jätmete lõppladustamine oleks Paldiski alal kõige väiksemal sügavusel, seega oleks selle rajamine seal odavam kui teistes kohtades.
5. Paldiski ala lisaeeliseks on nii alal olemasoleva infrastruktuuri kasutamise võimalus kui ka lõppladustamisega seotud protsesside optimeerimine. Lõppladustamine sellel alal võib olla kiirem.
6. Üldine järeldus on, et Paldiski ala on parem kui Pedase ala. Altküla on soovitatav võrdlusest eemaldada.

Alltegevus 2.17. - Keskkonna- ja kiirgusseire

Keskkonna- ja kiirgusseire on pidev keskkonnaseisundi ja seda mõjutavate tegurite jälgimine. See hõlmab keskkonnavaatlusi, andmete kogumist ja töötlemist ning tulemuste salvestamist, analüüsi ja säilitamist.

Seireprogrammi töötas välja Stasys Motiejūnas (UAB EKSORTUS).

Radioaktiivsete jäätmete lõppladustusrajatiste seireprogrammi koostamine

Seireprogramm peab hõlmama oluliste radionukliidide migratsiooni ja elanikkonna võimalikke kiiritusradasid. Erilist tähelepanu tuleks pöörata kriitilistele radadele ja kriitilistele radionukliididele. Programmi rakendamine peab võimaldama koguda piisavalt andmeid, et hinnata radionukliidide lekke suurust.

Seireprogrammi olemus muutub rajamise erinevates etappides. Käitamiseelses etapis on keskkonnaseire eesmärk tuvastada keskkonnas olemasolevad aktiivsuskontsentratsioonid.

Seireprogramm on vahend, mis kinnitab, et tehnilised ja looduslikud tõkked toimivad. Järelevalvet on vaja selleks, et hinnata kõiki muutusi rajatise tegelikus toimimises, protsessides ja parameetrites, mis võivad mõjutada rajatise toimivust. Seire peab olema efektiivne nii lõppladustuskoha tavatingimustes kui ka hädaolukordades.

Riiklik radioaktiivsuse seire

Riiklik keskkonnaseire programm koosneb Eestis valdkonnapõhistest allprogrammidest; üks neist on kiirguse seire programm, mida juhib Keskkonnaamet. Riiklik radioaktiivsuse seire hõlmab süstemaatilist proovide võtmist ja analüüsi järgmistest komponentidest: õhk, pinnavesi, merevesi, elustik, põhjasetted, joogivesi, piim, toit ja pinnas, samuti ümbritseva gammakiirguse doosikiiruse pidevat seiret ja lisaks sõltumatut seiret endise Paldiski tuumaobjekti territooriumil.

Lõppladustuspäiga seire: ärajuhitava vee seire

Seire eesmärk on tuvastada ja kontrollida jäätmete lõppladustamise käigus tekkivate radionukliidide võimalikke lekkeid. See seisneb rajatisse tungiva vee kogumises ja süstemaatilises kontrollis.

Jäätmete paigutamise ajal on ladustusmoodulid kaitstud vihmavee sissepääsu eest. Kuid nii vihmavesi kui ka põhjavesi võivad kogemata sattuda hoidlatesse ja šahti. Vesi kogutakse mahutitesse läbi põrandasse paigaldatud äravoolusüsteemide. Kogutud veest võetakse proovid laboratoorseks analüüsiks. Kui aktiivsuskontsentratsioon ei ületa kehtestatud piirväärtusi, juhitakse vesi sademevee äravoolusüsteemi. Kõrgema aktiivsuskontsentratsiooniga vett käsitletakse vedela radioaktiivse jäätmena.

Radioaktiivse saaste keskkonnaseire

Keskkonnaseire hõlmab ioniseeriva kiirguse doosikiiruse mõõtmist keskkonnas ja radionukliidide sisaldust erinevates keskkonnakomponentides. Keskkonnaseiret teostatakse aktiivse institutsionaalse kontrolliperioodil s.t. kuni 100 aastat pärast lõppladustuspäiga sulgemist.

Gammakiirguse jälgimine

Pidevad gammafooni mõõtmised tehakse ladustuspäiga juures lähimate elamupiirkondade suundades. Gammaseire süsteem täidab ka hädaolukordades varajase hoiatamise funktsiooni.

Õhuseire

Tavatingimustel peaks radioaktiivsete ainete eraldumine atmosfääri olema tühine, st alla tuvastamispiiri. Radioaktiivseid saasteaineid saab aga õhus avastada õnnetuste korral; seetõttu on kavandatud automaatne õhuseirejaam, mis asuks lõppladustuspäiga lähedal. Selle jaama asukoht valitakse, võttes arvesse valitsevate tuulte suundi.

Veeseire

Põhjavesi on keskkonna osa, mis on ladustatavate jäätmete mõju suhtes kõige tundlikum. Põhjavees avastatud radionukliidid võivad anda märku lõppladustuskoha tõkete järeleandmisest.

Ladustuspaikade lähedusse rajatakse seirepuurkaevude süsteem. Seirepunktide valikul tuleb arvestada põhjavee voolu suunda ja selle võimalikke suunamuutusi. Väga oluline on, et seirepuurkaevude paigaldamine ei rikuks ladustuskoha lekketihedust, st savist ja betoonist tehistökete terviklikkust. Maapealse ladustuskohaga külgnevad puurkaevud on suhteliselt madalad, ulatudes veega küllastunud kihtideni, kuid kesksügavat ladustuskohta kontrolliva puuraugu sügavus peab olema sarnane ladustatud jäätmete sügavusega.

Pinnavee ökosüsteemi seire

Jäätmekäitluse faasis rajatakse ladustusmoodulite alale sademevee äravoolusüsteem. Veeproovide võtmine ja analüüsimine peab algama enne jäätmete ladustamist ja jätkuma kuni rajatise sulgemiseni.

Suletud lõppladustuskohast vabanenud radionukliidid võivad koos pinnaveega liikuda mööda jõgesid ja kanaleid. Seetõttu tuleks laboratoorseteks analüüsideks regulaarselt võtta kõige tüüpilisemaid keskkonnaproove eralduvate radionukliidide suurima eeldatava kontsentratsiooniga kohtades, sealhulgas objektilt äravooluvee väljalaskekohtades. Tuleb võtta ja analüüsida järgmisi proove:

- vesi
- põhjasetted
- veetaimed

Maapealse ökosüsteemi seire

Võimalike õnnetuste ajal võivad radioaktiivsed sademed saastada ümbritsevat pinnast ja rohtu. Seetõttu kontrollitakse radioaktiivsete ainete kogunemist proovide võtmise ja laboratoorse analüüsiga. Foonreostuse väljaselgitamiseks tuleb pinnase ja muru seiret alustada vähemalt aasta enne käitamist. Samalt proovitükilt võetakse muru- ja mullaproovid.

Mere ökosüsteemi seire

Merekeskkonna radioaktiivsust seiratakse juba riikliku seireprogrammi raames. Soome lahes on Paldiski ala kõrval kaks seirejaama (PE ja PW). Tehnogeensete radionukliidide Sr-90 ja Cs-137 mõõtmiseks võetakse igal aastal regulaarselt proove veest, põhjasetetest ja elustikust. Nendest kahest riikliku seirevõrgu jaamast piisab täielikult, kui lõppladustuskoht asub Paldiski alal. Pedase ja Altküla alade puhul on aga vaja lisajaamu vastavalt Vihterpalu või Pakri lahele. Mereseire algab enne rajatise ehitamist ja jätkub kuni aktiivse kontrolli lõpuni.

Kokkuvõte

Keskkonna radioaktiivsuse seire peab algama enne jäätmete paigutamise algust ja kestma kuni aktiivse institutsionaalse kontrolli perioodi lõpuni. Aktiivse institutsionaalse kontrolli perioodi kestus on 100 aastat alates ladustuspaiga sulgemisest. Seiretulemusi tuleks säilitada passiivse seire lõpuni ehk 300 aastat. Rajatise sulgemise ajal tuleb keskkonnaseire programmi oluliselt kohandada vastavalt sulgemisjärgsetele vajadustele. Programmi on soovitatav perioodiliselt läbi vaadata, võttes arvesse olemasolevaid seiretulemusi.

Seiretegevused ei tohi kahjustada lõppladustamise toimimist. Seiresüsteemi paigaldamine ja käitamine ei tohiks rikkuda tehniliste ja looduslike tõkete terviklikkust ega tekitada täiendavaid radionukliidide kiiritusradu.

Arvestades seireprogrammi keerukust, ei ole kolme uuritud ala vahel olulisi erinevusi. Eelistatakse siiski Paldiski ala, kus sama seiresüsteem teenindab nii lõppladustuspaika kui ka reaktori dekomisjoneerimist. Sel juhul on võimalik seiresüsteemi optimeerimine. Lisaks ei oleks sellisel juhul vaja mereseire programmi laiendada.

Altegevus 2.18. - Riskianalüüs ja hindamine

Riskianalüüs võimaldab võrrelda objektide puhul võimalikke hädaolukordi nende tõenäosuste ja võimalike tagajärgede järgi. Riskianalüüsile annab sisendi ohutushinnang, mis kaardistab võimalikud hädaolukorrad. Risk on sündmuse tõenäosuse ja tagajärgede kombinatsioon. Riskianalüüs võimaldab mõista ja võrrelda iga asukoha eeldatavaid riskitasemeid. Hindamise viisid läbi Roman Voronov ja Egidijus Babilas (Leedu Energiainstituut).

Radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaiga võimalike asukohtade riskianalüüsi koostades järgiti parimat võimalikku rahvusvahelist tava, soovitusi ja see on kooskõlas Eesti Vabariigi siseministri määrusega nr 28. 19. juuni 2017, „Hädaolukorra riskianalüüsi nõuded ja riskianalüüsi koostamise kord“.

Riskianalüüs hõlmab järgmisi samme:

- hädaolukorra stsenaariumide väljatöötamine;
- hädaolukorra stsenaariumide tõenäosuste hindamine;
- hädaolukorra stsenaariumide tagajärgede hindamine;
- hädaolukorra stsenaariumide riskide liigitamine;
- riskikategooriate võrdlus iga kandidaatkoha kohta.

Ülevaade hädaolukorraga kaasnevatest riskidest on välja toodud tabelis 6.

Tabel 6. Riskikategooriad hädaolukordade puhul

ID	Kirjeldus	Lõppladustuspaik	Tõenäosus	Tõsidus	Riskikategooria
OP-01	Jäätmepakendi lubatud aktiivsuse ületamine	Mõlemad	A – väga madal	1 – vähetähtis	MADAL
OP-02	Õnnetus transportimisel	Mõlemad	A – väga madal	1 – vähetähtis	MADAL
OP-03	Jäätmepakendi kukutamine ja purunemine	Pinnalähedane	B - madal	1 – vähetähtis	MADAL
		Kesksügav	A – väga madal		
OP-04	Elektrivarustuse kadumine	Mõlemad	A – väga madal	1 – vähetähtis	MADAL
OP-05	Lõppladustuspaiga kahjustumine jäätmepakendi kukutamise tagajärjel	Mõlemad	A – väga madal	1 – vähetähtis	MADAL
OP-06	Rippuv konteiner	Mõlemad	E – väga kõrge	1 – vähetähtis	KESKMINE
OP-07	Tulekahju	Mõlemad	A – väga madal	1 – vähetähtis	MADAL
OP-08	Maavärin lõppladustuspaiga asukohas	Mõlemad	A – väga madal	1 – vähetähtis	MADAL
OP-09	Lennuki kukumine pinnalähedasele lõppladustuspaigale	Pinnalähedane	A – väga madal	2 – kerge	MADAL
OP-10	Lennuki kukumine avatud kesksügavale lõppladustuspaigas	Kesksügav	A – väga madal	2 – kerge	MADAL

Tabel 7. Riskimaatriks hädaolukordadele

		TAGAJÄRG (TÖSIDUS)				
		Vähetähtis (1)	Kerge (2)	Raske (3)	Väga raske (4)	Katastroofiline (5)
TÖENÄOSUS	Väga kõrge (E)	OP-06				
	Kõrge (D)					
	Keskmine (C)					
	Madal (B)	OP-03 (NSDF)				
	Väga madal (A)	OP-01, OP-02, OP-03 (IDDF), OP-04, OP-05, OP-07, OP-08	OP-09, OP-10			

Vaadeldavate stsenaariumide jaoks pakuti välja riskiennetusmeetmed, mis põhinevad riskianalüüsi tulemustel. Ülevaade ennetusmeetmetest on toodud tabelis 8.

Tabel 8. Ülevaade ennetavatest meetmetest

ID	Stsenaarium	Riskikategooria	Ennetavad meetmed
OP-01	Jäätmepakendi lubatud aktiivsuse ületamine	LOW	1. Pakendi doosikiiruse mõõtmised valmistamise kohas 2. Pakendi doosikiiruste mõõtmine lõpladustuspaigas
OP-02	Õnnetus transportimisel	LOW	1. Ohtlike ainete vedude transpordi nõuete järgimine 2. Tee- ja ilmasikuolude arvestamine transpordi korraldamisel
OP-03	Jäätmepakendite kukutamine ja kahjustamine	LOW	1. Kraana operatori koolitus 2. Reaktorinumate tõstmise ohutusmeetmete järgimine 3. Töökindlate tõsteseadmete kasutamine pakendite tõstmisel
OP-04	Elektritoite kadumine	LOW	1. Sõltuvalt seadme ohutusklassist varutoite olemasolu (akud, generaator) 2. Tehnilised tõkked pakendi kukumisele elektritoite kadumisel.
OP-05	Lõpladustuspaiga kahjustamine jäätmepakendi kukutamisel	MADAL	1. Vaata OP-03 2. Vähendada kraanade kiirust ja tagada ohutu kaugus seintest
OP-06	Rippuv konteiner	KESKMINE	1. Kindlustada varustuse liigutamist ohutusse kohta 2. Minimeerida paranduse / väljavahetamise / hoolduse aega 3. Kiirgusohutuse meetmed kohapealsetes toimingutes 4. Kontrollruumide paigaldamine ohuta alasse
OP-07	Tulekahju	MADAL	Kirjeldatud tuleohutuse meetmed disaini dokumentides
OP-08	Maavärin lõpladustuspaigas	MADAL	1. Seismilisuse mõõtmised/seiresüsteem; 2. Ennetavad ettevalmistused.

ID	Stsenaarium	Riskikategooria	Ennetavad meetmed
OP-09	Lennuõnnetus pinnalähedases lõppladustuspaigas	MADAL	1. Võimalusel lennukeelutsoon rajatise kohal; 2. Olukorra juhtimine lennuõnnetusel.
OP-10	Lennuõnnetus kesksügavas lõppladustuspaigas	MADAL	1. Võimalusel lennukeelutsoon rajatise kohal; 2. Olukorra juhtimine lennuõnnetusel.

Stsenaariumide tõenäosuste erinevused olenevalt objekti asukohast on leitavad ainult transpordiõnnetuse stsenaariumi puhul, vt allolevat tabelit 9.

Tabel 9. Erinevused stsenaariumide tõenäosustes

Stsenaarium ja lõppladustuspaik	Tõenäosus, 1/aasta		
	PAL	PED	ALT
OP-02: Õnnetus transportimisel, pinnaselähedane lõppladustuspaik	-	5.41E-08	4.64E-08
OP-02: Õnnetus transportimisel, kesksügav lõppladustuspaik	-	1.90E-08	1.63E-08

Stsenaariumi tõenäosuse seisukohalt on Paldiski ala eelistatav, kuna välistab transpordi avalikel teedel. Siiski tuleb märkida, et transpordiõnnetuse stsenaariumi suurusjärg on tühine, kuid muud tegurid, nagu radioaktiivsete jäätmete pakendite transpordi korralduslikud küsimused, võivad muuta transpordi komponendi olulisemaks.

Stsenaariumide tagajärgede (aastane kiirgusdoos) erinevus personalile olenevalt kesksügava lõppladustuspaiga asukohast võib ilmned lennuõnnetuse, jäätmepakendi kukkumise, maavärina ja rippuva konteineri stsenaariumide korral. Nende iga-aastased dooside erinevused on seotud erinevate kesksügava lõppladustuspaiga sügavustega erinevates kohtades.

Hädaolukorra stsenaariumide tagajärgede seisukohalt on PED kesksügava lõppladustuspaiga asukohana töötajatele koht kõige eelistatavam oma suurima sügavuse tõttu, Paldiski koht aga kõige vähem.

Erinevuseid stsenaariumide tagajärgedest (kiirgusdoos) elanikkonnale olenevalt asukohast on võimalik leida ainult lennukiõnnetuse stsenaariumi puhul. See erinevus on seotud erineva kaugusega lõppladustuspaigast lähima võrdluspopulatsioonini.

Lennuõnnetuse tagajärgede vaatenurgast on lähima elanikkonnaga PED kõige vähem eelistatav. ALT ja PAL on oma suuremate vahemaade tõttu sobivamad.

Järeldused

Analüüsiiti kümmet hädaolukorra stsenaariumit, mis põhinesid ohutushinnangu aruandes esitatud eeldatavatel sündmustel, projekteerimispõhistel ja projekteerimisjärgsetel õnnetustel, sealhulgas seitse sisemist ja kolm välist stsenaariumi. Kõik stsenaariumid on ebaolulise raskusastmega, need jäävad alla aastase doosi piirmäära personalile (20 mSv/aastas) ja enamik neist jäävad alla elanikkonna aastase doosi piirmäära (1 mSv/aastas). Enamik stsenaariume on väga madala tõenäosusega, mõnikord mitu suurusjärku vähem, kui määruses nr 28 sätestatud „väga väikese“ tõenäosuse kriteerumis.

Puuduvad oluliste, kõrge või väga kõrge riskiga kategooriate sisemised või välised hädaolukorra stsenaariumid. Üks sisemine stsenaarium kuulub "keskmisesse" ("kollane") riskikategooriasse. Üheksa stsenaariumi, sealhulgas kuus sise- ja kolm välissündmuse stsenaariumi, kuuluvad madalasse (roheline) riskikategooriasse.

"Keskmisesse" riskikategooriasse kuuluv stsenaarium, OP-06 "Rippuv konteiner" tuleneb tulenenud konservatiivsetest eeldustest ja elektromehaaniliste seadmete töökindlusandmetest, mida kasutatakse sildkraana seiskumise tõenäosuse hindamiseks konteineri teisaldamise ajal.

Kõigi kaalutud stsenaariumide jaoks soovitati riskiennetusmeetmeid.

Alltegevus 2.19. - Lõppladustuspaiga võimalik mõju naaberriikidele

Kasutatud tuumkütuse käitlemise ohutuse ja radioaktiivsete jäätmete käitlemise ohutuse ühiskonventsioon, piiriülese keskkonnamõju hindamise konventsioon ja EURATOM-i leping kohustavad hindama radioaktiivsete jäätmete lõppladustamise võimalikku mõju naaberriikidele. Töö eesmärk on hinnata radioaktiivsete jäätmete lõppladustamise võimalikku piiriülest mõju.

Minimaalne kaugus tulevase radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaigast lähima naaberriigi Soome rannikuni on 65–75 km. Elanikkonnale avaldatava mõju hindamise võrdlusrühmaks valiti Soome rannikuala asulad. Kasutades konservatiivseid eeldusi saab hinnata inimese maksimaalset võimaliku doosi. Konservatiivne stsenaarium hõlmab põhjavee kaudu rannikule jõudvate radionukliidide maksimaalsete kontsentratsioonide kasutamist mudeldamisel. See stsenaarium ülehindab võimalikku radionukliidide voogu merre, tagades maksimaalse võimaliku efektiivdoosi referentsisikule. Vahemaa suurenemine lõppladustuspaigast, säilitades samal ajal kõik muud tingimused, võib saadavaid doose ainult vähendada. Seega, kui Soome sellise konservatiivse stsenaariumi järgi saadav doos jääb alla lubatud piiri, on see veelgi väiksem kaugemate naaberriikide puhul.

Stsenaarium - Radionukliidide eraldumine Soome lahte

1. Stsenaarium radionukliidide eraldumisel põhjavee kaudu PAL asukoha maapealsest lõppladustuspaigast

Kõrgeim radionukliidide kontsentratsioon saab olema Eesti ranniku lähedal, kuhu voolab saastunud põhjavesi. C-14 jõuab merekeskkonda kiiremini kui teised radionukliidid, ligikaudu 100 aastat pärast radionukliidide eraldumise algust pinnalähedasest lõppladustuspaigast. Simulatsioonitulemused näitavad, et C-14 maksimaalne kontsentratsioon vees on Soome ja Eesti ranniku lähedal ligikaudu 4×10^{-6} ja 3×10^{-5} Bq/m³, 180 aastat pärast radionukliidide eraldumise algust. Piirkonna veevoolud on suunatud peamiselt Soome lahest Läänemerre, mis määrava radionukliidide liikumise põhilise suuna. Lisaks põhjustab see nende lahjenemise suure hulga mereveega. Seetõttu on radionukliidide kontsentratsioon meres palju madalam. C-14 kontsentratsioon põhjasetetes ja kalades on samuti väga madal, vastavalt $1,8 \times 10^{-5}$ Bq/kg ja $1,7 \times 10^{-5}$ Bq/kg.

Ni-59 ja U-238 kerkivad esile alles palju hiljem. See tähendab, et nende kontsentratsioon kõigis merekeskkonna komponentides ületab sellel ajal teiste radionukliidide kontsentratsioone. Need kontsentratsioonid on aga väga madalad – Ni-59 puhul ei ületa maksimum vees 10^{-7} Bq/m³ ja U-238 puhul 10^{-6} Bq/m³. Piirkonnas on veevoolud suunatud peamiselt Soome lahest Läänemerre, mis määrab

radionukliidide liikumise suuna. Ni-59 kontsentratsioon põhjasetetes on ligikaudu 1 suurusjärgu võrra kõrgem kui U-238 kontsentratsioon, kuigi vees on vastupidine seos. Radionukliidide kontsentratsioon põhjasetetes on väga madal ega ületa 10^{-6} Bq/kg.

2. Stsenaarium radionukliidide eraldumisel põhjavee kaudu PAL maapinna lähedast lõppladustuspaigast

PAL maapinna lähedast lõppladustuspaigast eralduvate nukliidide kontsentratsioon on kõrgeim Eesti ranniku lähedal. Kontsentratsiooni poolest on nukliidide võrdluses kõrgeimad Ni-59 ja U-238, mis on mõnevõrra kõrgemad kui maapealse lõppladustuspaiga stsenaariumis. Ni-59 puhul on maksimum vees 5×10^{-5} Bq/m³ ja U-238 puhul 2×10^{-3} Bq/m³ Eesti ranniku lähedal ja $1,2 \times 10^{-6}$ Bq/m³ Ni-59 ja 4×10^{-4} Bq/m³ U-238 Soome ranniku lähedal.

Arvutatud maksimaalsed kiirgusdoosid Soome elanikkonnale

PAL asukoha lõppladustuspaiga radionukliidide põhjaveevoolu stsenaariumide korral saadi väga väikesed kiirgusdoosid. Radionukliidide eraldumisel pinnalähedast lõppladustuspaigast jääb Pakri poolsaare lähedal elavate soomlaste maksimaalne aastane doos vahemikku $1,4 \times 10^{-9}$ kuni 4×10^{-8} mikroSv. Eesti inimeste jaoks jääb vastav maksimaalne aastane doos vahemikku $6,2 \times 10^{-9}$ kuni $2,6 \times 10^{-7}$ mikroSv. Radionukliidide eraldumisel kesksügavast lõppladustuspaigast on maksimaalne aastane doos soomlastele ligikaudu $8,4 \times 10^{-5}$ mikroSv ja Eesti inimestele $4,4 \times 10^{-4}$ mikroSv.

ALT asukohas paikneva pinnalähedase lõppladustuspaiga kliimamuutustest põhjustatud üleujutuse korral lähisajanditel, on mereandide tarbimisest saadav maksimaalne aastane doos inimesele esimesel üleujutusjärgsel aastal 6,7 mikroSv. Maksimaalne aastane doos Soome elanikele on teist aastat pärast üleujutust 0,37 mikroSv. Seega, pinnalähedasse lõppladustuspaika paigutatud radionukliidide merevette lahustumine pärast 100-aastast lõppladustamist ei ületa Eestis ja naaberriikide inimestele kehtestatud piirnorme.

Simulatsiooni tulemuste põhjal võib öelda, et ükski valitud asukohtadest ei avalda negatiivset mõju naaberriikidele. Kuid pinnalähedase lõppladustuspaiga üleujutus ALT asukohas on tulevikus tõenäoline, mis võib viia radionukliidide märkimisväärse eraldumise merekeskkonda. Seetõttu on parem vältida pinnalähedase lõppladustuspaiga paigutamist ALT asukohta.

Tabel 10. Maksimaalsed doosid inimestele mereandide tarbimisest. Tabelis on ajalised väärtused lõppladustuspaiga valmimise algusest.

Stsenaarium	Maksimaalsed doosid inimestele mereandide tarbimisest, mikroSv	
	Soome elanik	Eesti elanik
Radionukliidide eraldumine Paldiski pinnalähedast lõppladustuspaigast põhjavette	4×10^{-8} from C-14 (180 a) 1.4×10^{-9} (10,000 a)	2.6×10^{-7} from C-14 (180 a) 6.2×10^{-9} (10,000 a)
Radionukliidide eraldumine Paldiski kesksügavast lõppladustuspaigast põhjavette	8.4×10^{-5} (25,000 a)	4.4×10^{-4} (25,000 a)
Radionukliidide eraldumine Altküla pinnalähedast lõppladustuspaigast merevette üleujutuste tagajärjel	0.37 (100 + 2 a)	6.7 (100 + 1 a)

Kokkuvõte

Simulatsioonide käigus saadud doosid mereandide tarbimisest inimestele, mis võivad olla põhjustatud radionukliidide põhjaveevoolust pinnalähedasest radioaktiivsete jäätmete lõppladustuspaigast (NSDF) ja kesksügavast lõppladustuspaigast (IDDF) Soome lahte, on väga väikesed ja on alla kõigi lubatud piiride. Radionukliidide eraldumisel pinnalähedasest lõppladustuspaigast saadi potentsiaalsetele asukohtadele lähimates Soome asulates maksimaalne aastane doos vahemikus $1,4 \times 10^{-9}$ kuni 4×10^{-8} mikroSv. Eesti inimeste jaoks jääb vastav maksimaalne aastane doos vahemikku $6,2 \times 10^{-9}$ kuni $2,6 \times 10^{-7}$ mikroSv. Radionukliidide eraldumisel kesksügavast lõppladustuspaigast on maksimaalne aastane doos Soomlastele ligikaudu $8,4 \times 10^{-5}$ mikroSv ja Eesti inimestele $4,4 \times 10^{-4}$ mikroSv.

ALT asukohas olevast pinnalähedasest lõppladustuspaigast hüpoteetilisest meretaseme tõusust tuleneva üleujutuse stsenaariumis, on mereandide tarbimisest saadav maksimaalne aastane doos inimesele esimesel üleujutusjärgsel aastal eestlastele 6,7 mikroSv. Soome elanike maksimaalne aastane doos on 0,37 mikroSv teist aastat pärast rajatise lagunemisele järgnenud üleujutust.

Radioaktiivse saaste lekkel lõppladustuspaigast põhjavette, mis liigub üle piiri Soome lahte, põhjasetesse ja kaladesse on arvutuste kohaselt väike mõju keskkonnale ja rahvale Soomes. Isegi 100 aastat pärast ladustamist üleujutustest tingitud pinnalähedasest lõppladustuspaigast pinnasekihtidesse lahustunud nukliidid ei ületa Eesti ja naaberriikide lubatud doose. Samas toob see kaasa märkimisväärse radionukliidide eraldumise merekeskkonda.

Arvutused viidi läbi soomlaste kohta asulates, mis asuvad umbes 65–75 km kaugusel potentsiaalsest heiteallikast. Kaugus allikast teiste naaberriikide piirini mereteede kaudu on umbes 200 km Lätti, 280 km Rootsi ja 230 km Venemaa Föderatsiooni. Kauguse suurenemisega vähenevad radionukliidide kontsentratsioonid kõigis merekeskkonna komponentides ja sellega kaasnevad elanikkonna kiirgusdoosid. Seega võib kindlalt väita, et Soome põhjal tehtud järeldused elanikkonnale kehtestatud ohutuskriteeriumide täitmise kohta peavad seda enam paika ka teiste riikide puhul.

Järeldused

1. Simulatsiooni tulemuste põhjal võib väita, et ükski valitud lõppladustuspaiga asukoht ei avalda olulist negatiivset mõju naaberriikidele. Kõik kolm kohta on lõppladustuskoha rajamiseks vastuvõetavad, sest kiirgusdooside piirnorme ei rikutaks. Otsust jäätmete lõppladustamise kohta ALT alas võib aga tõlgendada kui Londoni konventsiooni (Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter) rikkumist, mis keelab radioaktiivsete jäätmete merre heitmise.

2. PAL- ja PED asukohad on hinnatud peaaegu võrdselt sobivateks: nendega seotud saadavad doosid naaberriikides oleksid oluliselt madalamad kui vabastustase.