

UAB Tyrens Lietuva
(tiekėjo pavadinimas)

PRELIMINARI ILGALAIKIŲ TYRIMŲ PROGRAMA
TEIKIANT PAVIRŠINIO ATLIEKYNO INŽINERINIO BARJERO MODELIO (IBM) PROJEKINIŲ PASIŪLYMŲ, TYRIMŲ PROGRAMŲ IR STATYBOS TECHNINIO PROJEKTO PARENGIMO BEI KONSULTACIJŲ TEIKIMO VĮ IAE SAUGAI SVARBIŲ PRODUKTŲ PASLAUGAS PAGAL

2024-01-02 sutartį Nr. PSt-5(13.67E)
2026 m. rugpjūčio 20 d.

Vilnius, Lietuva

0	2026-01					
LAIDA	IŠLEIDIMO DATA		LAIDOS STATUSAS, KEITIMO PRIEŽASTIS (JEI TAIKOMA)			
KVAL. PATV. DOK. Nr.	 TYRÉNS		STATINIO PROJEKTO PAVADINIMAS Paviršinio atliekyno inžinerinio barjero modelio Mantvilų g. 2, Mantvilų k., Visagino r. sav. statybos techninis projektas			
29451	SPV		El. parašas	DOKUMENTO PAVADINIMAS Ilgalaikių tyrimų programa		LAIDA
	INŽ.		El. parašas			0
LT	STATYTOJAS IR UŽSAKOVAS		DOKUMENTO ŽYMUO			LAPAS
	VĮ Ignalinos atominė elektrinė		8956-00-TP-00_03			117



8956-00-TP-00_03 Bylos versijos			
Nr.	Data	Versijos keitimo aprašymas	SPV
001	2026-01-16	Bylos teikimas IAE.	
002	2026-03-30	Bylos teikimas IAE. Versija v2 po pastabų.	
003	2026-08-27	Bylos teikimas IAE. Versija v3 po pastabų	

TURINYS

1. BENDROJI INFORMACIJA	5
1.1. Projekto tikslai	5
1.2. IBM aprašymas	5
1.3. IBM mastelio pagrindimas	6
1.4. Įvadas.....	8
1.5. Naudoti dokumentai.....	9
1.6. Ilgalaikių tyrimų programos tikslai	9
2. ĮVAIRIŲ HIDROIZOLIACINIŲ SLUOKSNIŲ ĮRENGIMO IR VERTINIMO METODAI.....	9
3. LAIKANČIOSIOS GALIOS / STABILUMO VERTINIMO REZULTATAI.....	9
4. DEGRADACIJOS PROCESO STEBĖJIMAS	10
4.1. Galimi degradacijos procesai.....	10
4.1.1. Organinių medžiagų kiekis.....	10
4.1.2. Atsparumas užšalimo–atšilimo ciklams.....	10
4.1.3. Grunto stiprumas.....	11
4.1.4. Atsparumas sufozijai	11
4.1.5. Karbonizacijos procesai.....	11
4.2. Nuosėdžio (degradacijos) matavimas.....	11
5. Drėgmės migracijos stebėjimas	12
6. Radiacinio aktyvumo stebėjimas	14
7. Konstrukcijos geometrijos stebėjimas	14
8. Stebėsena (monitoringas).....	15
9. Rekomendacijos	17

Naudotų santrumpų sąrašas

IBM – Inžinerinis barjero modelis

KVP – Kokybės valdymo planas

Pastaba: Terminai „Išorinė priežiūra“ ir „Išorinė kontrolė“ vartojami pagal BAM-Berlin:

- **IP** – Išorinė priežiūra gamybos metu, geoplastikams
- **IK** – Išorinė kontrolė statybvietėje, mineralinių sluoksnių ir geoplastikų įrengimui (išorinis ekspertas arba techninis prižiūrėtojas)

Terminai „Rangovo techn. priežiūra“ ir „Savikontrolė“ vartojami pagal BAM-Berlin:

- **RTP** – Savikontrolė gamybos metu, geoplastikams (medžiagų gamintojo kontrolierius)
- **SK** – Savikontrolė statybvietėje, mineralinių sluoksnių ir geoplastikų įrengimui (rangovo atstovas – kontrolierius)

1. BENDROJI INFORMACIJA

1.1. Projekto tikslai

Šiuo projektu rengiamas, mažai ir vidutiniškai radioaktyvių atliekų laikymo ir saugojimo rūšio, ir jį supančių apsauginių grunto ir inertinių medžiagų sluoksnių sistemos, inžinerinis barjero modelis (toliau – IBM). Šis statinys atkartoja paviršinio atliekyno, parengto pagal techninį projektą „B25-1 – Mažo ir vidutinio aktyvumo trumpaamžių radioaktyviųjų atliekų paviršinio atliekyno Stabatiškės k., Višagino sav. Statybos projektas“ vienos rūšio sekcijos ir aplink ją esančios apsauginio barjero sluoksnių sistemos, sumažintą versiją. Pagrindiniai šio projekto tikslai ir iš jų kylantys rezultatai, turi nusakyti arba eliminuoti galimas grėsmes, susijusias su paviršinio atliekyno įrengimo technologija, naudotomis įrengimo medžiagomis, labai ilgu eksploataciniu laikotarpiu bei statinio priežiūra.

Pagal branduolinės energetikos statiniams ir jų saugai keliamus reikalavimus, aprašytus BSR-1.8.9-2020 54 punkte, bandomajam modeliui keliami šie pagrindiniai tikslai:

1. Įvertinti ir nurodyti, kokie statybos būdai/procesai yra tinkamiausi naudoti, įrengiant IBM sluoksnių konstrukciją, nepadarant neigiamos įtakos pasirinktoms sluoksnių medžiagų savybėms ir rūšio konstrukcijai;
2. Aprašyti baigto statyti statinio siektinų rezultatų kontrolės mechanizmą ir jai atlikti reikalingus prietaisus ar patikros metodus;
3. Nurodyti ir aprašyti galimas grėsmes, susijusias su IBM eksploataciniu laikotarpiu, t.y., su medžiagų, panaudotų statybos metu ilgaamžiškumu ir, esant poreikiui, jų savybių atnaujinimo/pakeitimo galimybe nepadarant neigiamos įtakos pačiam statiniui ir jo saugai;
4. Įvertinti ir nustatyti ar įmanoma pasiekti paviršinio atliekyno techniniame projekte nurodytų IBM molio sluoksnių savybes bei inertinių medžiagų naudojimo galimybę konstrukcijos apsauginio sluoksnio įrengimui;
5. Nurodyti ir aprašyti statinio būklės ir savybių monitoringui reikalingus metodus, prietaisus ir jiems keliamus reikalavimus.

Atsižvelgiant į šiuos pagrindinius projekto tikslus yra sudaromos atskirų tikslų ir jiems pasiekti reikalingų procedūrų (ilgalaikių ir trumpalaikių tyrimų) programos.

1.2. IBM aprašymas

Projektuojamas statinys – tai monolitinio gelžbetonio konstrukcija, sienų išoriniai matmenys 13,56x13,56 m, rūšio aukštis su perdanga 2,75m. Sienos ir perdanga yra 400 mm storio, perdanga perimetru išsikiša po 250 mm už sienų konstrukcijos. Pamatų plokštė 600 mm storio, įrengiama ant 100 mm paruošiamojo betono sluoksnio, perimetru išsikišanti už sienų konstrukcijos po 500 mm.

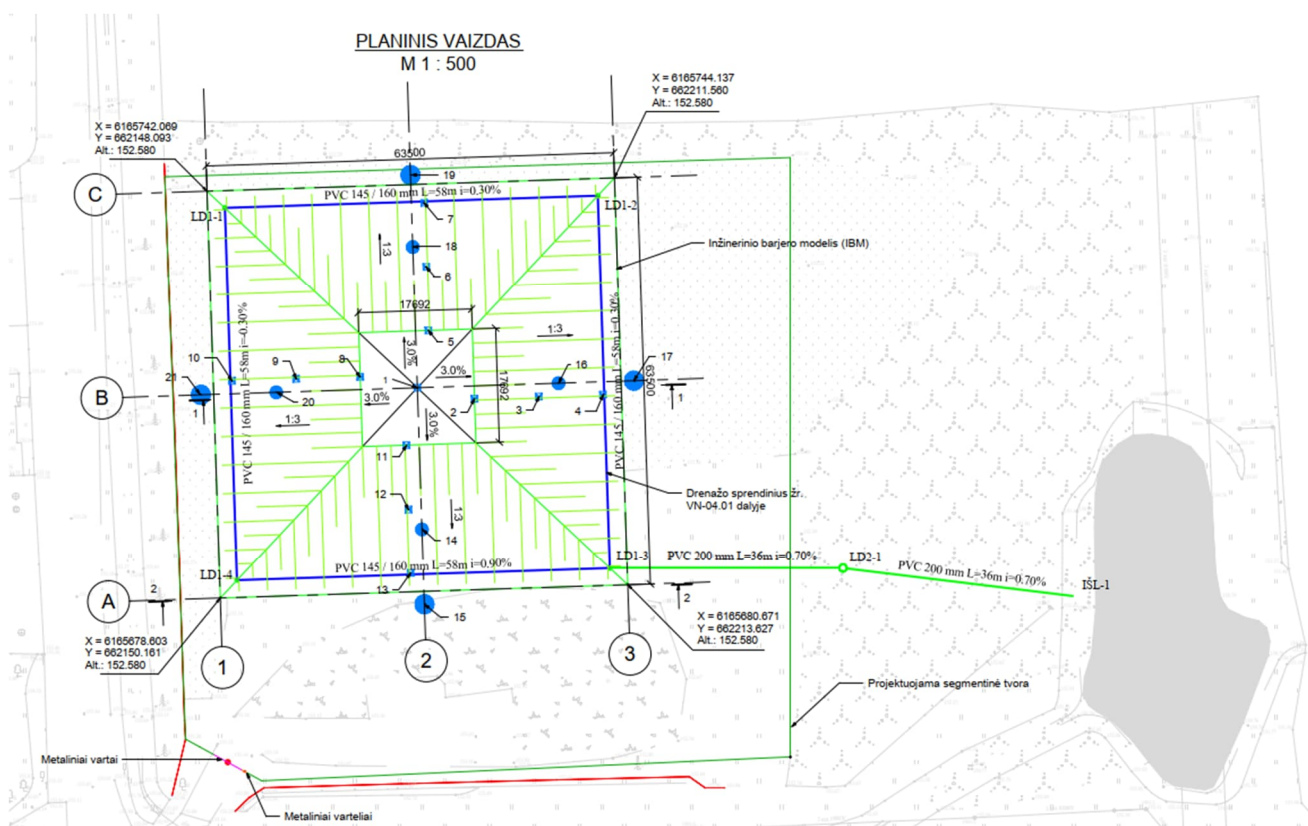
Prieš įrengiant pamatų plokštę yra suformuojamas ≥ 1000 mm moreninio (filtracijos koeficientą $k_f = 1,0 \times 10^{-7}$ turinčio) molio sluoksnis su pašalintomis smėlio linzėmis (šiuo atveju bus naudojamas esamas gruntas, nes pagal inžinerinės geologijos ataskaitą klojama HDPE geomembrana ir įrengiamas kintamo aukščio žvyringo smėlio sluoksnis – 200-350 mm).

Įrengus rūšį, pradedamas formuoti apsauginio molio sluoksnis. Izoliaciniam barjerui naudojamas limnoglacialinis molis (Cl, IgIII) atvežamas iš pasirinkto karjero. Molis pirmiausia klojamas prie rūšio sienų

0,3 m storio sluoksniais sutankintame būvyje, $D_{pr} \geq 98\%$. Pagrindinė tankinimo mechanizmų judėjimo kryptis – iš krašto link rūšių sienų.

Tankinamo limnoglacialinio molio sluoksniams pasiekus rūšių gelžbetoninės perdangos lygį, supilamas 0,2 m storio smulkaus smėlio sluoksnis, smėlis tankinamas iki tankios būsenos $ID = 65 \div 85$. Virš rūšio pasluoksniui po 300 mm klojamas limnoglacialinis molis, kurio bendras storis kinta nuo 1,50 m iki 1,75m.

Virš šio įrengiamas žvyringas smėlis 300 mm, moreninis molis 700 mm, dulkingas smėlis 500 mm, žvyras 700 mm, gargždas, rieduliai arba inertinės atliekos – 800 mm, augalinis sluoksnis su priešeroziniu kilimu ir geokoriu – 200 mm. Viršutiniai kaupo žvyro ir gargždo – riedulių sluoksniai sujungiami su šlaitų papėdėje suformuota drenažo sistema. Tai sudaro sąlygas paviršiniams vandenims šlaitų tekėti į drenažo sistemą. Bendri statinio matmenys, įrengus visus reikiamus sluoksnius – 63,5x63,5 m, aukštis 10,2 m.



1.3. IBM mastelio pagrindimas

Vadovaujantis Užsakovo techninėmis specifikacijomis (toliau – TS), IBM turi būti suprojektuotas Projektuotojo pasirinktu ir skaičiavimais pagrįstu masteliu. Apačioje pateikiami IBM TS reikalavimai IBM geometrijai:

(1) TS priede Nr. 1 nurodyta IBM geometrija:

- Visos k-jos skersmuo – 63,5m;
- Visos k-jos aukštis – 7,9m;
- Viršutinis apsauginių sluoksnių storis iki hidroizoliacinio molio – 3,19 m;
- Žvyringo smėlio nuolydis 1:3,6.

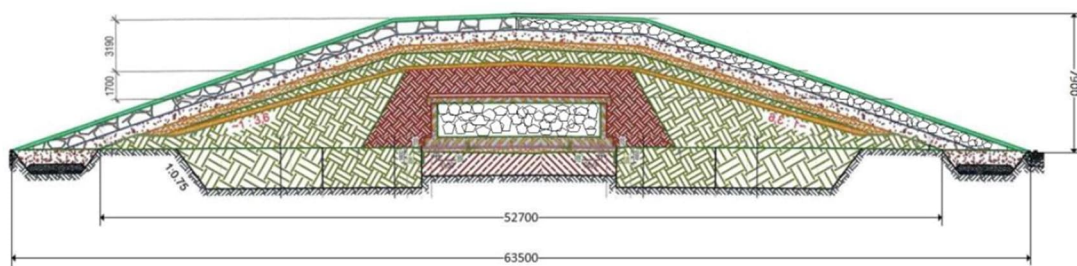
(2) TS priede Nr. 4 nurodyti tokie g/b rūšio matmenys:

- Sienų išorės gabaritai, plotis ir ilgis – 10,0 x 10,0m;
- Aukštis su perdanga ir pamato plokšte – 3,0m;
- Pamato plokštės preliminarūs gabaritai – 10,5 x 10,5m.

(3) TS 7.1 punktas: „IBM sprendiniai turi apimti visus Atliekyno TP nurodytus Atliekyno inžinerinio barjero sluoksnius, jų nuolydžius, vienos rūšio sekcijos geometrijos bei gabaritinių matmenų ir/ar parametų proporcingumo nustatymą ir pagrindimą, jų įrengimo sprendinius, statybos medžiagas. IBM turi būti suprojektuotas Paslaugų teikėjo pasirinktu ir skaičiavimais pagrįstu masteliu.“

Paviršinio atliekyno inžinerinio barjero modelio projektinių pasiūlymų, tyrimų programų ir statybos techninio projekto parengimo, konsultacijų teikimo bei projekto vykdymo priežiūros paslaugų pirkimo techninės specifikacijos priedas Nr. 1

MAŽAI IR VIDUTINIŠKAI RADIOAKTYVIŲ TRUMPAAMŽIŲ ATLIEKŲ PAVIRŠINIO ATLIEKYNO INŽINERINIO BARJERO MODELIO PRELIMINARI KONSTRUKCIJA

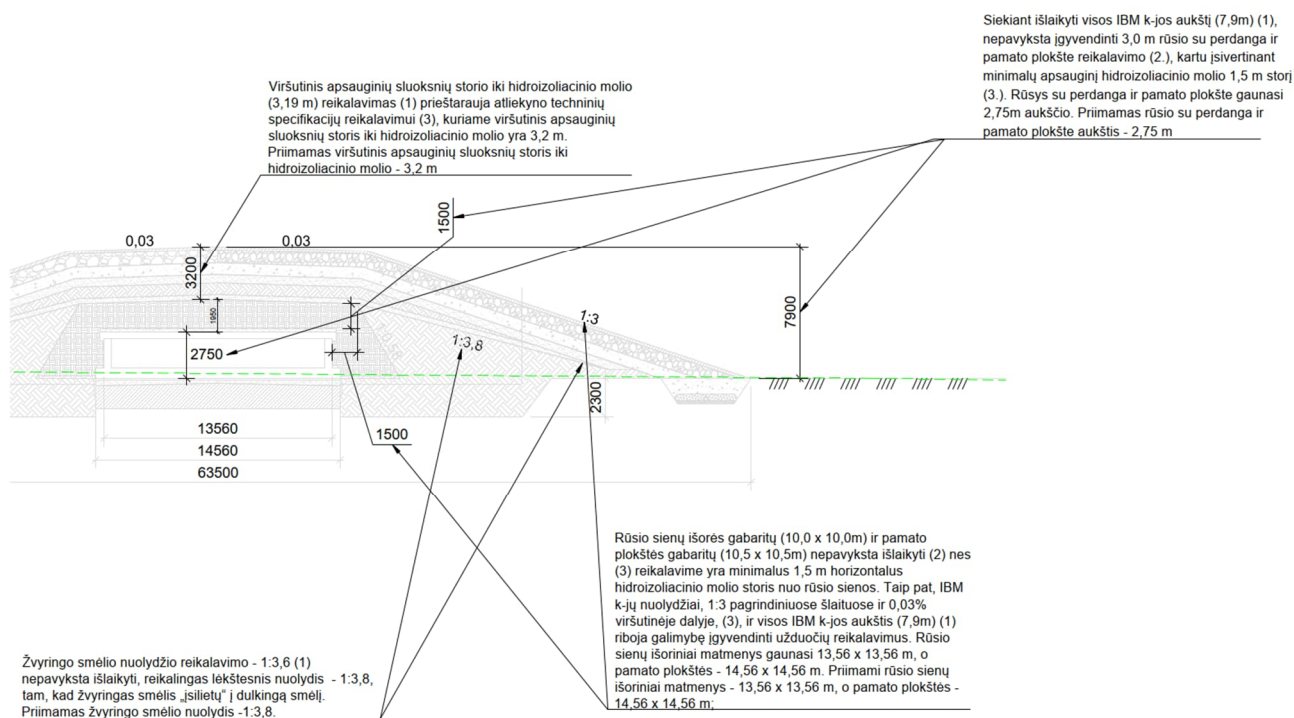


Pav. 1 Techninėse specifikacijose pavaizduota IBM geometrija

Įvertinus aukščiau pateiktus reikalavimus, galima teigti:

- Viršutinis apsauginių sluoksnių storis iki hidroizoliacinio molio (3,19 m) reikalavimas (1) prieštarauja atliekyno techninių specifikacijų reikalavimui (3), kuriame viršutinis apsauginių sluoksnių storis iki hidroizoliacinio molio yra 3,2 m. Priimamas viršutinis apsauginių sluoksnių storis iki hidroizoliacinio molio – 3,2 m;
- Siekiant išlaikyti visos IBM k-jos aukštį (7,9m) (1), nepavyksta įgyvendinti 3,0 m rūšio su perdanga ir pamato plokšte reikalavimo (2), kartu įsivertinant minimalų apsauginį hidroizoliacinio molio 1,5 m storį (3). Rūšys su perdanga ir pamato plokšte gaunasi 2,75m aukščio. Priimamas rūšio su perdanga ir pamato plokšte aukštis – 2,75 m;
- Rūšio sienų išorės gabaritų (10,0 x 10,0m) ir pamato plokštės gabaritų (10,5 x 10,5m) nepavyksta išlaikyti (2), nes (3) reikalavime yra minimalus 1,5 m horizontalus hidroizoliacinio molio storis nuo rūšio sienos. Taip pat, IBM k-jų nuolydžiai, 1:3 pagrindiniuose šlaituose ir 0,03% viršutinėje dalyje, (3), ir visos IBM k-jos aukštis (7,9m) (1) riboja galimybę įgyvendinti užduočių reikalavimus. Rūšio sienų išoriniai matmenys gaunasi 13,56 x 13,56 m, o pamato plokštės – 14,56 x 14,56 m. Priimami rūšio sienų išoriniai matmenys - 13,56 x 13,56 m, o pamato plokštės – 14,56 x 14,56 m;
- Žvyringo smėlio nuolydžio reikalavimo - 1:3,6 (1) nepavyksta išlaikyti, reikalingas lėkštesnis nuolydis – 1:3,8, tam, kad žvyringas smėlis „įsiliėtų“ į dulkingą smėlį. Priimamas žvyringo smėlio nuolydis – 1:3,8.

Tiksli IBM geometrija pavaizduota brėžinyje 8965-00-TP-SK-03.01-B.01. Aukščiau aprašytas pagrindimas pavaizduotas apačioje:



Pav. 2 IBM geometrijos pagrindimas brėžinyje

Parengti inžinerinio barjerinio modelio (IBM) sprendiniai yra suformuoti vadovaujantis techninėmis specifikacijomis ir projektavimo metu atliktais skaičiavimais bei tarpusavio suderinamumo analize.

Suprojektuota IBM konstrukcija, pasirinktu masteliu, atspindi būsimo Atliekyno konstrukcinę sandarą, sluoksnių seką, jų storio proporcijas ir nuolydžius, užtikrindama reprezentatyvų realių sąlygų modeliavimą. Konstrukcijoje išlaikytas visų pagrindinių inžinerinio barjero sluoksnių funkcinis vaidmuo – hidroizoliacija, apsauga bei drenažas – o priimti geometriniai koregavimai (rūsio gabaritų, sluoksnių storių ir nuolydžių pokyčiai) yra pagrįsti konstrukcinio vientisumo ir techninio įgyvendinamumo reikalavimais.

1.4. Įvadas

Vadovaujantis techninės specifikacijos 10 punktu ir projektu „B25-1 – Mažo ir vidutinio aktyvumo trumpaamžių radioaktyvių atliekų paviršinio atliekyno Stabatiškės k., Visagino sav. Statybos projektas“ (toliau – Atliekyno TP) rengiama ilgalaikių tyrimų programa.

Ilgalaikių tyrimų programa – tai dokumentas, nustatantis drėgmės migracijos IBM sluoksniuose bei IBM sluoksnių degradacijos proceso stebėjimo metodiką. Jame aprašoma statinio stebėsenos kontrolė Atliekyno aktyvios priežiūros laikotarpiui.

Įgyvendinant Ignalinos atominės elektrinės uždarymo projektą, privaloma užtikrinti saugumą ilguoju laikotarpiu. To siekiant, mažo aktyvumo radioaktyviąsias mineralines atliekas numatyta saugiai pašalinti projektuojamame Atliekyne. Elektrinės teritorijoje yra pakankamai vietos tokiam Atliekynui įrengti. Planuojama iš pradžių suformuoti vieną bandomąją sekciją – IBM, o vėliau įrengti patį Atliekyną, kurio eksploatacija numatyta ilgus šimtmečius. Įrengiant Atliekyno statinį, bus remiamasi iš bandomosios IBM statybos gautomis svarbiomis įžvalgomis. Šiame dokumente pateikta ilgalaikių tyrimų programa skirta reglamentuoti kokybės užtikrinimą Atliekyno įrengimo ir užpildymo metu, taip pat stebėsenos (priežiūros) etape.

Ilgalaikių tyrimų programoje aptariami šie pagrindiniai klausimai:

- Įvairių hidroizoliacinių sluoksnių įrengimo ir jų vertinimo metodai (KVP);
- Šlaitų ir konstrukcijos stabilumo vertinimo rezultatai;
- Stebėsenos / monitoringo priemonių aprašymas;
- Duomenys apie veiksmų tvarką avarijos atveju ir saugos rizikas.

Ilgalaikių tyrimų programa yra rengiama 120 metų atliekyno eksploataavimo laikotarpiui. Kas 10 metų Ilgalaikėje tyrimų programoje apibrėžtos nuostatos turi būti peržiūrimos ir, esant poreikiui, suderinus su užsakovu, koreguojamos.

1.5. Naudoti dokumentai

Rengiant preliminarą ilgalaikių tyrimų programą, remiamasi šiais su projektu susijusiais dokumentais:

- 2016 m. Techninis projektas „B25-1 – Mažo ir vidutinio aktyvumo trumpaamžių radioaktyvių atliekų paviršinio atliekyno Stabatiškės k., Visagino sav. Statybos projektas“;
- 2025 m. lapkričio 20 d. patvirtinta molių tyrimų programa;
- 2024 m. birželio mėn. projektinių inžinerinių geologinių tyrimų ataskaita;
- 2025 m. liepos mėn. papildomų inžinerinių geologinių ir geotechninių tyrimų ataskaita;
- 2025 m. rugsėjo 16 d. Kuksos karjero laboratorinių tyrimų ataskaita;
- 2025 m. rugsėjo 22 d. Ukmergės karjero laboratorinių tyrimų ataskaita;
- 2025 m. lapkričio 24 d. Preliminari Trumpalaikių tyrimų programa.
- 2026 m. liepos 24 d. Trumpalaikių tyrimų programa.
- 2017 m. kovo 1 d. Preliminari saugos analizės ataskaita Nr. B25-1/S/14-1129.9.12/PSAR-DRI/R:3

1.6. Ilgalaikių tyrimų programos tikslai

Ilgalaikių tyrimų programa yra dokumentas, kuriame aprašomas inžinerinių barjerų modelio (IBM) demonstracinio statinio monitoringas (stebėsena), galimų rizikos veiksnių poveikis bei jų šalinimo priemonės ilgalaikiu laikotarpiu (ne mažiau kaip 120 metų po IBM statybos darbų pabaigos). Programoje aprašoma IBM sluoksnių stebėjimo technologija bei monitoringo periodiškumas. Be to, vertinamas įvairių galimų scenarijų poveikis eksploatacijos, poeksploatacinės priežiūros ir institucinės priežiūros etapams. Šioje programoje remiamasi 2017 m. kovo 1 d. parengta preliminarą saugos analizės ataskaita Nr. B25-1/S/14-1129.9.12/PSAR-DRI/R:3, skirta projektui „B-25 – Mažo ir vidutinio aktyvumo radioaktyviųjų atliekų paviršinis atliekynas (projektavimas)“.

Ilgalaikės programos tikslus galima apibendrinti taip:

- Nustatyti ir aprašyti galimas rizikas, susijusias su inžinerinių barjerų modelio (IBM) eksploataavimo etapu, ypač atsižvelgiant į statybos darbų metu naudojamų medžiagų ilgalaikį patvarumą (ilgaamžiškumą) bei – jei būtina – jų savybių atstatymo ar pakeitimo galimybes, nedarant neigiamo poveikio statinio integralumui ar jo saugai.
- Aprašyti IBM sluoksnių monitoringo technologiją, užbaigto statinio projektinių parametrų verifikavimo kontrolės mechanizmą, taip pat kontrolei reikalingus matavimo prietaisus bei bandymų metodus.

2. ĮVAIRIŲ HIDROIZOLIACINIŲ SLUOKSNIŲ ĮRENGIMO IR VERTINIMO METODAI

Siekiant užtikrinti pastovią mineralinių statybinių medžiagų kokybę ir jų tinkamą, kokybės reikalavimus atitinkantį įrengimą, turi būti įdiegta dviejų pakopų kokybės užtikrinimo sistema, susidedanti iš savikontrolės ir išorinės kontrolės. Ši sistema bei atitinkami tyrimai ir bandymai, taip pat įrengimo sąlygos jau buvo aprašyti Trumpalaikių tyrimų programoje ir galioja toliau, todėl pakartotinio kokybės užtikrinimo priemonių statybos metu aprašymo atsisakoma.

3. LAIKANČIOSIOS GALIOS / STABILUMO VERTINIMO REZULTATAI

Siekiant įvertinti IBM šlaitų stabilumą, buvo atlikti šlaitų stabilumo skaičiavimai. Kadangi rengiant šiuos skaičiavimus nebuvo žinomos reikiamos grunto fizikinės ir mechaninės savybės, toliau pateiktos prielaidos buvo priimtos remiantis ankstesnių sąvartynų / atliekynų statybos projektų patirtimi.

Sluoksnis	Lyginamasis svoris γ [kN/m ³]	Vidinės trinties kampas ϕ' [°]	Kohezija c' [kN/m ²]	Šlyties stipris $\tau = c' + \sigma' \cdot \tan \phi'$ [kN/m ²] $\sigma' = 50$ kN/m ²
Viršutinis augalinis dirvožemio sluoksnis	18	22	5	25
Akmenų sluoksnis	26	34	0	34
Žvyro sluoksnis	21	35	0	35
Smulkus smėlis	19	40	0	42
Moreninis priemolis	20	33	7	39
Žvyringas smėlis	24	33	0	47
Limnoglacialinis priemolis	17	25	20	43

Šlaitų stabilumo skaičiavimų rezultatai rodo, kad pasirinkti grunto parametrai užtikrina pastovumą atitinkamuose sluoksnių sandūros paviršiuose (kontakinese siūlėse). Griūties / suirimo pavojus nėra. Atliekant mineralinių statybinių medžiagų tinkamumo bandymus, grunto rodikliai turi būti reguliariai tikrinami pagal trumpalaikių tyrimų programą (KVP), o jų atitiktis pagrindžiama dokumentais. Atsiradus nuokrypiams, šlaitų stabilumo skaičiavimus būtina atlikti iš naujo, naudojant faktinius atitinkamo sluoksnio grunto rodiklius.

Šlaitų stabilumo skaičiavimų ataskaita pateikiama 1 priede.

4. DEGRADACIJOS PROCESO STEBĖJIMAS

Mineralinių statybinių medžiagų degradacijos procesai gali vykti dėl degradacijos reakcijų (pvz., organinių komponentų skaidymasis) arba cheminių reakcijų dėl pH pokyčių (pvz., kalcio karbonatų skaidymasis). Siekiant to išvengti, Trumpalaikių tyrimų kokybės valdymo programoje (KVP) buvo apibrėžti medžiagų parametrai, apibūdinantys reikalaujamą mineralinių statybinių medžiagų kokybę. Šie medžiagų parametrai yra pagrįsti LAGA ad-hoc AG Vokietijos federaliniais kokybės standartais (BQS), skirtais sąvartynų statybai ir saugai. KVP apibrėžti medžiagų parametrai įrodė savo praktinį tinkamumą daugybėje statybos projektų visoje Vokietijoje ir yra laikomi standartu, kuris vienodai taidomas visose 16 federalinių žemių.

Kalbant apie galimus degradacijos procesus, mineralinėse statybinėse medžiagose svarbų vaidmenį atlieka organinė sudėtis, atsparumas užšalimo–atšilimo ciklams, dalelių stiprumas, atsparumas sufozijai (smulkių dalelių išplovimui) ir karbonizacijos procesai.

4.1. Galimi degradacijos procesai

4.1.1. Organinių medžiagų kiekis

Visų mineralinių pagrindo ir paviršiaus izoliacijos komponentų organinių medžiagų kiekis ribojamas iki degimo nuostolių < 5 %. Todėl nereikėtų tikėtis reikšmingo medžiagos irimo dėl biologinių skaidymo procesų atskiruose IBM sluoksniuose. Be to, medžiagos klojamos sutankinant, taip sumažinant oro porų turį sluoksniuose. Todėl mineralinių konstrukcinių sluoksnių viduje biologiniams skaidymo procesams beveik nėra deguonies.

4.1.2. Atsparumas užšalimo–atšilimo ciklams

Mineralinių statybinių medžiagų mechaninis atsparumas, be kita ko, apibūdinamas jų atsparumu pakartotiniams užšalimo ir atitirpimo ciklams. Iš esmės, įrengiant IBM pagal projektą, naudojamos tik natūralios mineralinės medžiagos, kurios dėl geologinių laikotarpių eigos jau yra patyrusios natūralų

senėjimą. Todėl tokios medžiagos kaip smėlis, priemolis, molis, skalda per daugelį geologinių periodų jau buvo veikiamos natūralių šalčio–atitirpimo procesų ir, laikantis KVP reikalavimų, gali būti laikomos pakankamai atspariomis, kad užtikrintų reikiamą stiprumą. Kitokia situacija būtų galimo perdirbtų (ant-rinių) medžiagų naudojimo atveju – tuomet būtina atlikti atitinkamus bandymus ir įvertinti jų ilgalaikį stabilumą.

Be to, šalčiui jautrios medžiagos, tokios kaip priemolio ir molio sluoksniai, visada turi būti užden-giamos šalčiui atspariomis medžiagomis (smėliu, gruntu, skalda ir pan.), kad būtų apsaugotos nuo tiesioginio šalčio poveikio. Tai ypač svarbu statybos darbus atliekant rudenį ir pavasarį. Tuo atveju, jei kurios mineralinės izoliacijos sluoksnių vietos būtų paveiktos šalčio, jos turi būti išardomos ir pa-keičiamos nepažeista medžiaga.

4.1.3. Grunto stiprumas

Grunto (dalelių ir struktūros) stiprumas taip pat apibūdina mineralinių statybinių medžiagų me-chaninį atsparumą. Atsižvelgiant į tai, kad šį parametą lemia ir atskirų natūralių medžiagų susidary-mas geologiniais laikotarpiais, galima daryti prielaidą, jog laikantis KVP nustatytų medžiagų para-metrų, neigiamo poveikio visam statiniui nesitikima.

4.1.4. Atsparumas sufozijai

Atsparumas sufozijai (smulkių dalelių išplovimui) yra svarbus tuomet, kai medžiagos ilgą laiką liečiasi su vandeniu. Tokiu atveju smulkiosios dalelės iš atskirų sluoksnių gali būti pernešamos van-dens tėkmės kryptimi, pavyzdžiui, kritulių vandens srautu. Ypač svarbus atsparumas sufozijai yra nau-dojant dirbtinius drenažo elementus. Tokiu atveju iš virš drenažo pakloto esančio grunto sluoksnio išplaunant smulkiąsias daleles, jos gali užkimšti patį drenažo branduolį, dėl ko drenažo funkcija ne-beužtikrinama pilnai.

Projektuojamo aprašyto sluoksnių išdėstymo atveju atsparumas sufozijai neturi esminės reikš-mės dėl labai didelio izoliacinių sluoksnių storio, nes po priemolio ir molio sluoksniais tikimasi itin mažų vandens kiekių, todėl reikšminga smulkiųjų dalelių pernaša nėra tikėtina.

Galimi didesni kritulių kiekiai per viršutinio dirvožemio sluoksnį, dengiamąjį sluoksnį, drenažo sluoksnį ir išlyginamąjį sluoksnį iki pirmojo izoliacinio sluoksnio atkeliaus tik pavėluotai ir gerokai su-silpnėję, todėl nesukels reikšmingų sufozijos reiškinių. Galimas potvynių pavojus šiai vietai jau tu-rėjo būti išanalizuotas ir atmestas parenkant statybos vietą; priešingu atveju primygtinai rekomendu-ojama iš naujo įvertinti IBM ir atliekyno vietą. Pagal ES Sąvartynų direktyvą, be kita ko, sąvartynas gali būti įrengiamas tik tuo atveju, jei vietovėje nėra potvynių pavojaus arba jis gali būti pašalintas techni-nėmis priemonėmis.

4.1.5. Karbonizacijos procesai

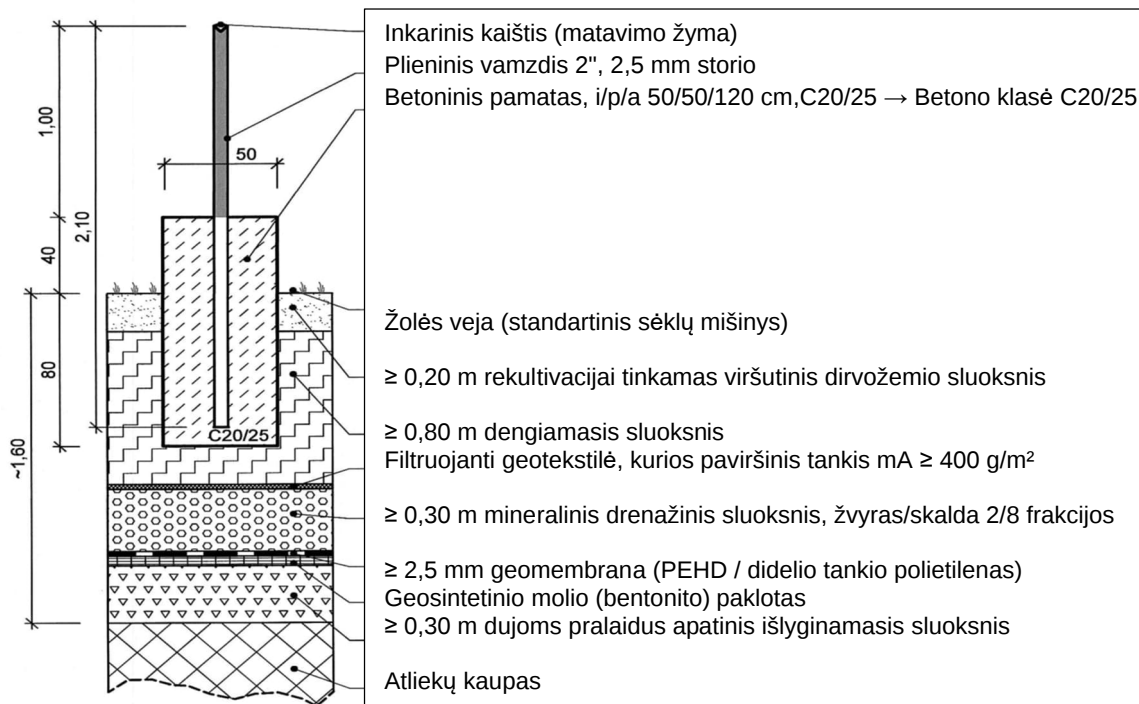
Karbonizacijos procesai ir su jais susijęs medžiagos susitraukimas vyksta, kai keičiasi aplinkos sąlygos (pH vertė), pvz., sumažėja arba padidėja lietaus vandens pH vertė. Tai gali lemti CaCO_3 kiekio mineralinėse statybinėse medžiagose pasikeitimą. Siekiant to išvengti, atskirų hidroizoliacijos siste-mos komponentų CaCO_3 kiekis KVP (kokybės valdymo plane) buvo apribotas iki $< 15\%$. Tai apriboja medžiagos susitraukimą iki nereikšmingo minimumo.

Statyboje gali būti naudojamos tik tos medžiagos, kurios buvo patikrintos dėl tinkamumo ir atitinka kiekvienam sluoksniui keliamus atitinkamus reikalavimus, kaip nurodyta KVP. Todėl, remiantis šiuo metu turima informacija, naudojant šias medžiagas ir sėkmingai stebint įren-gimą pagal KVP, galima atmesti neigiamų degradacijos procesų tikimybę.

4.2. Nuosėdžio (degradacijos) matavimas

Dėl nekokybiškai atliktų statybos darbų vykstantys degradacijos procesai gali nulemti medžiagų susitraukimą arba tūrio sumažėjimą. Abu šie reiškiniai pasireiškia kaip kaupo paviršiaus nusėdimo požymiai. Norint nustatyti ir stebėti nuosėdį, reikia įrengti matavimo taškų tinklą, skirtą statinio pavir-šiaus (šlaitų ir kaupo viršaus) nusėdimo reiškiniams stebėti. Atskiri matavimo taškai vadinami nusė-dimo matuokliais ir, juos įrengus, jų negalima perkelti (nei į kitą vietą, nei į aukštį). Be to, nusėdimo matuokliai turi būti apsaugoti nuo galimų mechaninių pažeidimų (vejapjovių ir pan.). Praktikoje kaip

veiksmingi yra pasitvirtinę nusėdimo matuokliai, sudaryti iš betonu užpildyto šulinio žiedo, kurio centre sumontuotas betonu užpildytas vamzdis (maždaug 5 cm skersmens). Vamzdžio viršuje įstatytas žalvarinis matavimo kaištis.



Pav. 3 Nusėdimo matuoklis

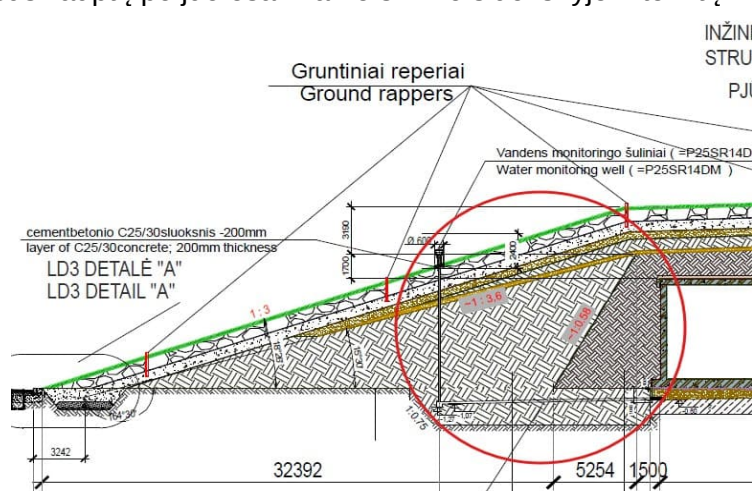
IBM sistemai ilgalaikiam duomenų fiksavimui turi būti įrengta 15 m × 15 m rastro / tinklelio matavimo sistema. Nusėdimo matuokliai turi būti kas ketvirtį tiksliai išmatuojami pagal padėtį ir aukštį naudojant žemės matavimus (terestrinę geodeziją, ne GPS matavimus). Surinkti duomenys turi būti pateikiami lentelėse. Remiantis duomenų lentele, nustatomi tiek absoliutūs nusėdimo dydžiai, tiek palyginti su ankstesniu matavimo laikotarpiu. Jei nusėdžių skirtumas tarp dviejų matavimų viršija 3 cm, pirmoji priemonė – sutrumpinti matavimo intervalą iki kas mėnesinių matavimų. Jeigu sėdimas tęsiasi, būtina nustatyti nusėdžių priežastis (pvz., imant grunto mėginius, atliekant sutankinimo bandymus ir kt.).

5. DRĖGMĖS MIGRACIJOS STEBĖJIMAS

Atliekyno eksploatavimo metu, kai rūšiai užpildomi atliekų konteneriais, bet koks galimas vandens patekimas po rūšio pagrindu yra stebimas šalia rūšio esančiuose stebėjimo šuliniuose. Stebėjimo šuliniai įrengiami rūšių statybos metu.

Suformuotame drenažiniame žvyringo smėlio sluoksnyje iš nerūdijančio plieno Ø150 mm vamzdžio įrengiama horizontali filtrinė dalis su nuvedimu į požeminę talpą šalia pamatinės plokštės. Požeminė talpa iš nerūdijančio plieno yra 350 mm diametro ir 350 mm aukščio su Ø150 mm vamzdžiu vertikaliai išvedamu iki dangos paviršiaus. Išvedamo vamzdžio ilgis 1,10 m. Stebėjimo vamzdis uždaromas sandariu dangčiu. Įrengiant rūšių inžinerinio barjero (IB) gruntinį kaupą, žvyringo smėlio sluoksnyje esanti vamzdinė filtrinė dalis atjungiama nuo įrengtos talpos ir nerūdijančio plieno vamzdžiu Ø150 mm horizontaliai su nuolydžiu $i = 0,02$ nuvedama iki naujai įrengiamos požeminės talpos už 14,0 m. Naujai įrengiama talpa savo dydžiu analogiška talpai, kuri egzistavo iki inžinerinio barjero įrengimo pradžios. Tai yra 350 mm skersmens ir aukščio talpa iš nerūdijančio plieno. Nuo talpos vertikaliai iki inžinerinio barjero paviršiaus išvedamas nerūdijančio plieno vamzdis Ø150 mm stebėjimams atlikti. Vertikalaus vamzdžio ilgis – 12,0 m, su sandariu dangčiu viršuje. Stebimasis vamzdis viršutinėje inžinerinio barjero vietoje apibetonuojamas cementbetonio C 25/30 sluoksniu $h = 200$ mm. Prieėjimui prie stebėjimo vamzdžio inžinerinio barjero šlaite įrengiamas praėjimo takas iš skaldos $b = 0,7$ m. Kiekvienoje rūšių grupėje įrengiama 12 vnt. monitoringo šulinių. Reikalingi IB parametrai yra atitinkamai nurodyti kiekvienam statybos etapui.

Stebėjimo etape rūsius dengiantys molio ir priemolio sluoksniai sukuria puikų barjerą nuo lietaus vandens. Paviršiaus hidroizoliacijoje drenažo sluoksnis (kf vertė $3,5 \times 10^{-4}$ m/s) ir išlyginamasis sluoksnis (kf vertė $\leq 11 \times 10^{-5}$ m/s) veikia kaip labai pralaidūs sluoksniai, užtikrinantys šoninį bet kokio prasiskverbiančio lietaus vandens nutekėjimą. Vanduo, kuris negali nutekėti, susiduria su pirmuoju izoliaciniu sluoksniu (kf vertė $\leq 11 \times 10^{-7}$ m/s), kuris veikia kaip barjeras nuo lietaus vandens. Čia vandens perteklius iš viršutinių sluoksnių nuteka į šonus izoliacinio sluoksnio paviršiumi. Jei lietaus vanduo prasiskverbtų per pirmąjį sandarinimo sluoksnį, jis susikauptų tarpiniame sluoksnyje (kf vertė $\leq 11 \times 10^{-45}$ m/s) ir nutekėtų į šonus, nes šis sluoksnis veikia kaip papildomas drenažo sluoksnis. Jei ne visam lietaus vandeniui pavyks nutekėti šonu, likęs vanduo pasieks 2-ąjį izoliacinį sluoksnį (kf vertė $\leq 11 \times 10^{-9}$ m/s) ir nutekės jo paviršiumi. Jei įvyktų mažai tikėtinas atvejis ir iš rūsio ištektų užterštas vanduo, šis vanduo susikauptų po juo esančiame smėlio sluoksnyje ir tekėtų link stebėjimo šulinio.



Pav. 4 Principinė vandens monitoringo schema iš TP

Normalaus eksploatavimo režime į kiekvieno gręžinio vandens priėmimo talpos dugną talpinama ant lanksčios pakabos (lynelio) metalinė vandens surinkimo stiklinė (indas). Pagal nustatytą periodiškumą (1 kartą per savaitę) technikas laborantas išima iš atitinkamo gręžinio vandens surinkimo indą ir vizualiai fiksuoja vandens pratekėjimo šiame gręžinyje buvimą/nebuvimą. Nustatęs pratekėjimą, technikas laborantas matavimų talpos pagalba matuoja sukaupto vandens apimtį ir fiksuoja šios apimtį kaupimosi laiką. Surinktas vanduo talpinamas į bandinių talpą, ženklinamas ir siunčiamas į PA laboratoriją įvertinti vandens pobūdį ir bandinio spektrometrinei analizei atlikti, ar yra pratekėjimuose kontroliuojamu radionuklidu.

Siekiant stebėti galimą vandens prasiskverbimą kaupe, kiekvienoje iš keturių IBM pusių turi būti įrengtas stebėjimo šulinys pagal aukščiau pateiktą schemą. Vamzdžio viršutinė kraštinė turi būti išmatuota žemės (terestrinių) matavimo būdu pagal padėtį ir aukštį. Vandens lygio matavimai stebėjimo laikotarpiu turi būti atliekami iš pradžių kas pusę metų. Stebėjimo šulinio / zondavimo vamzdžio vandens srautas turi būti tikrinamas naudojant kabelinį zondavimo įrenginį arba kamerą.

Jeigu stebėjimo šulinyje/matavimo vamzdyje nustatomas vandens lygis, papildomai turi būti nustatytas vandens stulpelio aukštis šulinyje/vamzdyje naudojant kabelinį zondavimo įrenginį. Matavimo rezultatai turi būti dokumentuojami metinėse ataskaitose. Laboratorijos mėginiai turi būti paimti naudojant semiamąjį mechanizmą arba panardinamąjį siurbį ir tiriama laboratorijoje dėl atitinkamų radionuklidų.

Jeigu **stebėjimo laikotarpiu** stebėjimo šulinyje/matavimo vamzdyje aptinkamas vanduo, reikia nustatyti vandens kaupimosi priežastį.

Vykdydant IBM statybos aikštelės tyrimus, buvo atlikta 10 gręžinių, kurių gylis siekė iki 8 m. Tik gręžinyje Gr.SZ-101, maždaug 1 m žemiau žemės paviršiaus, buvo nustatytas vanduo. Tikėtina, kad tai yra vietinė sluoksnio vandens sanauja, susitelkusi ant molio sluoksnio. Pažymėtina, kad šis gręžinio taškas yra toliausiai nuo IBM vietos, todėl poveikis IBM statiniui nėra tikėtinas.

Visuose kituose gręžiniuose, kurių gylis nuo 7,78 m iki 8 m, gruntinio vandens nerasta. Gruntinio vandens kilimo riziką galima atmesti, darant prielaidą, kad IBM pagrindo plotas yra homogeniškas. Jei kasimo darbų metu visgi būtų nustatyti „geologiniai langai“ (silpno grunto ruožai), šios zonos turi būti sutvirtintos tinkama medžiaga dideliame plote.

6. RADIACINIO AKTYVUMO STEBĖJIMAS

Kadangi rūsiuose planuojama šalinti mažo aktyvumo radioaktyvias mineralines atliekas, aktyvaus atliekyno eksploatavimo etape būtina vykdyti radiacinio aktyvumo stebėseną kaupo paviršiuje. Tai reikalinga siekiant ankstyvojoje stadijoje nustatyti žalingą poveikį darbuotojams ir aplinkai.

Šiuo tikslu kaupo paviršius padengiamas 10 m x 10 m dydžio tinkleliu. Idealiu atveju tinklelio lauko ašys sužymimos ir suženklintos kaupo kraštuose, kad būtų patogiu orientuotis atliekant apžiūras.

Radiacinio aktyvumo stebėjimui iš pradžių atliekami ketvirtiniai patikrinimai, naudojant nešiojamuosius detektorius (pvz., Geigerio ir Miulerio skaitiklius, scintiliacinius detektorius). Jei ašių susikirtimo taškuose aptinkamas radiacinis aktyvumas, išmatuotos vertės turi būti dokumentuojamos tinklelyje (rastriniame plane). Radiacinės ribos turi būti apibrėžtos atliekyno eksploatacijos Darbų ir saugos plane. Jei viršijamas leistinas radiacijos intensyvumas pagal Darbų ir saugos planą, turi būti nustatyta radiacijos nuotėkio priežastis. Vėliau turi būti imtasi priemonių radiacijos nuotėkiui užsandarinti.

Dar prieš pradedant atliekų šalinimą, turi būti atliktas bazinis (nulinis) matavimas, siekiant nustatyti natūralų IBM foninės radiacijos lygį. Tuomet, atliekant vėlesnius patikrinimus, bus galima nustatyti radiacijos intensyvumo pokyčius Atliekyno paviršiuje.

7. KONSTRUKCIJOS GEOMETRIJOS STEBĖJIMAS

IBM yra antžeminis statinys. Jo šlaitų stabilumas apskaičiuotas atliekant stabilumo skaičiavimus. Tam, kad skaičiavimo rezultatai galėtų būti taikomi statiniui, statybinės medžiagos turi būti tokios pačios kokybės, kaip numatyta stabilumo skaičiavimuose. Tai ypač pasakytina apie įvairių statybinių medžiagų vidinį trinties kampą, kuris yra pagrindinis gruntų ir geotechnikos parametras. Jis apibūdina reikalingas šlyties jėgas, kad dirvožemio dalelės pasislinktų viena kitos atžvilgiu, medžiagoje iš karto neįvykstant plastinei deformacijai. Jei bus laikomasi Trumpalaikių tyrimų programos (KVP) specifikacijų, tikėtinos tik labai nedidelės kaupo deformacijos. Darant prielaidą, kad bus laikomasi visų KVP specifikacijų, šios deformacijos paprastai atsiranda dėl papildomo krūvio sukulto nusėdimo ir tikėtina, kad per pirmuosius dvejus eksploatavimo metus jos gali būti iki kelių centimetrų. Po konsolidacijos laikotarpio papildomo krūvio sukeltas nusėdimas sumažės ir stabilizuosis iki keleto milimetrų.

Stebint statinio geometriją, naudojamas nusėdimo matavimo priemonių tinklas ir iš sėdimo matavimų gauti duomenys. Vertinant statinio deformacijas, svarbūs yra tiek nusėdimo požymiai, tiek vertikalūs poslinkiai X ir Y ašyse. Analizuojant geodezinius matavimų duomenis, nustatomi atskirų matavimo taškų horizontaliųjų koordinatų absoliutūs skirtumai, taip pat jų pokyčiai, palyginti su ankstesniu matavimu. Remiantis Vokietijos sąvartynų statybos patirtimi, esant ilgalaikiai bendrai deformacijai, didesnei nei 5 cm, turi būti nustatyta jos priežastis. Jei paviršinės izoliacijos sluoksnyje pastebimi pažeidimai, pažeistos vietos turi būti sutaisytos atitinkamomis kiekvienam sluoksniui numatytomis medžiagomis.

Greta kaupo stebėsenos geodeziniais matavimais, kas ketvirtį turi būti atliekama jo paviršiaus vizualinė apžiūra vietoje. Atliekant apžiūras, aprašymu ir nuotraukomis turi būti dokumentuojami šie aspektai:

- Matomi dangos konstrukcijos įtrūkimai;
- Balų ir įdubimų susidarymas kaupo paviršiuje;
- Nunykusi augalija;
- Dygstantys jauni medeliai ir krūmai;
- Erozija kaupo paviršiuje;
- Matavimo įrangos pažeidimai;
- Kelių ir apvažiavimų pažeidimai;
- Drenažo sistemos pažeidimai.

Įtrūkimai ir balų susidarymas, kai laikomasi KVP (Kokybės valdymo plano) medžiagų parametru, rodo netinkamą konstrukcijos įrengimą, t. y. nepakankamą sutankinimą. Pažeistos vietos turi būti atvertos ir užtaisytos tinkamomis medžiagomis. Plotuose, kur nunykusi augalija, gali susidaryti erozija ir tai rodytų, kad viršutiniame dirvožemio sluoksnyje trūksta maistinių medžiagų. Tokiais atvejais vejos vystymąsi reikia skatinti trąšomis. Visi išdygę medeliai turi būti nedelsiant pašalinti, kad šaknys neprasiskverbtų pro paviršiaus sandarinimo sluoksnį ir taip nesukurtų vandens infiltracijos takų. Matavimo

prietaisų, takų ir drenažo sistemos pažeidimai turi būti nedelsiant suremontuoti, kad būtų pilnai atkurtas visas statinio funkcionalumas.

8. STEBĖSENA (MONITORINGAS)

Ilgalaikiam atliekų šalinimui skirti statiniai eksploatacijos ir priežiūros po uždarymo laikotarpiu turi būti stebimi, vykdant aplinkos monitoringą. Ši stebėsena apima paties statinio būklės kontrolę, gruntinio vandens stebėjimą ir dujų susidarymo kontrolę. Kadangi nagrinėjame projekte numatoma šalinti silpnai radioaktyvias inertines atliekas, nesitikima, jog atliekos ar pats statinys generuos dujas. Tačiau, atsižvelgiant net ir į nedidelį radioaktyvumo lygį kaupo, būtina vykdyti radiologinę kaupo paviršiaus stebėseną. Tam reikalingos priemonės jau aprašytos 6 punkte.

Statinio stebėsena apima jo formos stabilumo ir išorinių požymių kontrolę. Šios priemonės išdėstytos 4 ir 7 punktuose.

Kol kas šioje Ilgalaikių tyrimų programoje nebuvo aptarta gruntinio vandens stebėsena. Šiuo metu daroma prielaida, kad deponuotos atliekos neturės kontakto su kritulių vandeniu, todėl į gruntinį vandeningąjį sluoksnį nepateks nei teršalai, nei radiacija. Tačiau dėl gruntinio vandens, kaip saugotino objekto, jautrumo būtina taikyti tam tikras prevencines priemones. Tai turi būti užtikrinta vykdant gruntinio vandens monitoringą kaupo užpildymo fazėje ir poeksplotacinės priežiūros / stebėsenos laikotarpiu. Gruntinio vandens monitoringo tikslas – reguliariai stebėti gruntinio vandens kokybę IBM teritorijoje.

Remiantis geologiniais tyrimais, IBM vietoje iki maždaug 8 m gylio po žemės paviršiumi (apie 144,7 m virš jūros lygio) gruntinis vanduo nebuvo nustatytas. Šiuo metu IBM teritorijoje gruntinio vandens stebėjimo gręžinių nėra. Todėl pirmiausia turi būti suplanuotas ir įrengtas matavimo stočių tinklas.

Planuojant matavimo stočių tinklą, dar prieš įrengiant pagrindines požeminio vandens matavimo vietas, būtina įvertinti geologinius žemėlapius, kad būtų galima nustatyti pirmojo nuolat vandeningo požeminio vandens horizonto padėtį. Atsižvelgiant į vandeningojo sluoksnio gylį, reikia apsvarstyti, ar mėginių ėmimas galimas naudojant įprastus mobiliuosius povandeninius variklinius siurblius, ar esant labai dideliame vandens paėmimo gyliui mėginius būtina imti taikant specialią konstrukciją, pavyzdžiui, naudojant giliųjų siurblių technologiją, integruotą į gręžinio vamzdį. Atitinkamai turi būti parinkti gręžimo metodai ir gręžinio įrengimo parametrai (medžiaga ir gręžinio vamzdžio skersmuo).

Kitame etape turi būti suplanuotas matavimo vietų išdėstymas. Šiuo metu nėra duomenų apie požeminio vandens tėkmės kryptį pirmajame vandeningajame horizonte, tačiau žinios apie požeminio vandens tėkmės kryptį yra itin svarbios vertinant požeminio vandens parametrų pokyčius jam tekant per atliekyno paveiktą grunto ir požeminio vandens zoną. Idealiu atveju reikalinga bent viena matavimo stotis tiesioginiame atliekyno priešsrovyje (t.y. matavimų taškas prieš gruntiniam vandeniui pasiekiant atliekyną) ir dvi matavimo stotys tiesioginiame pasrovyje (t.y. gruntiniam vandeniui pratekėjus pro atliekyno zoną).

IBM teritorijai siūloma iš pradžių kiekvienoje kaupo pusėje, 20 m atstumu nuo kaupo papėdės, įrengti po vieną matavimo stotį. Matavimo stočių vietos turi būti pasiekiamos nuo pagrindinių kelių įrengtais privažiavimo keliais, pritaikytais mėginių ėmimo transporto priemonėms iki 7,5 t. Matavimo stotys turi būti įrengtos antžeminės, su apsauginiu trikampiu ir plieniniu stoviniu vamzdžiu. Visose matavimo stotyse turi būti įrengtas užrakinamas lygio matavimo vamzdis.

Atliekant gręžimo darbus būtina fiksuoti geologinę grunto sluoksniuotę ir pateikti gręžinio įrengimo brėžinius, kuriuose tiksliai nurodyta filtro zonos padėtis. Filtro zona turėtų prasidėti maždaug 1,0 m virš požeminio vandens lygio ir apimti apie 3 m vandeningojo sluoksnio. Filtro zonos žiedinė ertmė turi būti užpildyta filtruojamuoju žvyru, kurio frakcija atitinka filtro plyšių dydį. Virš filtro zonos žiedinė ertmė turi būti užsandarinta ne mažesnio kaip 1,0 m storio molio izoliaciniu sluoksniu. Likusi žiedinė ertmė tarp matavimo vamzdžio ir gręžinio sienelės turi būti be tuštumų užpildyta biria, neužteršta mineraline medžiaga. Po to visos matavimo stotys turi būti išsiurbtos, kol vanduo taps skaidrus.

Įrengus matavimo stotis, visų lygio matavimo vamzdžių viršutinės briaunos ir žemės paviršiaus altitudės matavimo stočių vietose turi būti geodeziškai išmatuotos, nustatant jų padėtį ir aukštį. Matavimų duomenys turi būti įtraukti į gręžinių dokumentaciją. Kiekvienoje matavimo stotyje nustatomas galutinis gręžinio gylis ir požeminio vandens lygis, atliekant kontrolinį matavimą fiksuotai datai. Rezultatai pateikiami fiksuotos datos matavimo protokole.

Remiantis matavimo vamzdžių altitudėmis jūros lygio atžvilgiu ir nustatytais požeminio vandens lygiais, taikant vadinamąjį hidrogeologinį trikampį nustatoma požeminio vandens tėkmės kryptis, pagal kurią nustatomi priešsrovio ir pasrovių matavimo taškai. Siekiant sumažinti taršos pernešimo riziką, mėginių ėmimas visuomet turi būti atliekamas gruntinio vandens tekėjimo kryptimi, t.y. nuo priešsrovio link pasroviui.

Požeminio vandens monitoringą turi vykdyti akredituota įmonė. Kiekvienos mėginių ėmimo kampanijos pradžioje pirmiausia, atliekant fiksuotas datas matavimą, turi būti nustatyti požeminio vandens lygiai. Išanalizavus monitoringo duomenis, požeminio vandens lygiai atvaizduojami izohipsių planuose, sudarant požeminio vandens tėkmės krypties schemą.

Po to atliekamas pats požeminio vandens mėginių ėmimas. Remiantis kiekvienos stebėjimo stoties (gręžinio) įrengimo duomenimis, apskaičiuojamas vandens netekimo tūris, kurį sudaro vandens stulpelio tūris matavimo vamzdyje ir vandeniui užpildytos žiedinės erdvės tūris. Prieš imant vandens mėginį, šis „negyvasis tūris“ turi būti išsiurbtas ne mažiau kaip 1,5 karto, kad būtų užtikrinta, jog mėginys imamas iš į matavimo stotį pritekančio požeminio vandens. Mėginių ėmimo metu mėginių ėmimo protokole turi būti užfiksuoti šie parametrai:

- Siurblio tipas (konstrukcija);
- Naudojami matavimo prietaisai;
- Siurblio įrengimo (nuleidimo) gylis;
- Meteorologinės sąlygos;
- Debitas (siurbimo srautas);
- Paimto vandens kiekis;
- Siurbimo bandymo pradžia ir pabaiga;
- Spalva;
- Kvapas;
- Drumstumas;
- Nuosėdos;
- Elektrinis laidumas;
- pH vertė;
- Redokso potencialas;
- Deguonies kiekis;
- Vandens temperatūra;
- Ypatumai.

Vandens mėginiai pilami į laboratorijos pateiktus indus ir šaldomomis sąlygomis transportuojami į laboratoriją, kur laboratorijos darbuotojai atlieka jų tolesnį apdorojimą. Projektuojamas inertinių medžiagų atliekynas, kuriame pirmiausia numatoma laikyti silpnai radioaktyvias statybinio laužo atliekas.

Sąlytyje su kritulių vandeniui iš statybinio laužo į požeminį vandenį gali patekti tam tikri teršalai, todėl jie turi būti nustatyti paimtuose požeminio vandens mėginiuose:

- pH vertė;
- Elektrinis laidumas;
- Chloridai;
- Sulfatai;
- Švinas (Pb);
- Kadmio (Cd);
- Gyvsidabris (Hg);
- Cinkas (Zn);
- Varis (Cu);
- Chromas (Cr);
- Nikelis (Ni);
- Poliaromatiniai angliavandeniai (PAH);
- Mineraliniai angliavandeniai (MKW);
- Radionuklidai;

Toliau išvardintos priemonės turi būti atliekamos kasmet kaip monitoringo proceso dalis, dokumentuojamos metinėje ataskaitoje ir įvertinamos:

- Statinio geometrijos ir nusėdimo procesų monitoringas
- Gruntinio vandens kokybės monitoringas

Monitoringo sistemai siūlomas toks monitoringo dažnumas:

Priemonė	Stebėjimo dažnis	
	Ekspluatacijos etapas	Stebėsenos etapas
Medžiagų parametrų stebėjimas	Pagal KVP	Tiks esant statinio defektų ar pažeidimų
Nusėdimo matavimas / statinio geometrijos stebėjimas	Kartą per ketvirtį	1 kartą metuose
Kaupo paviršiaus stebėjimas	Kartą per ketvirtį	Kartą per pusmetį
Drėgmės migracijos stebėjimas	Kontrolė kartą per savaitę / mėginių ėmimas, kai kaupiasi vanduo	Kartą per pusmetį / mėginių ėmimas, kai kaupiasi vanduo
Radiacijos aktyvumo stebėjimas	Kartą per savaitę	Kartą per pusmetį
Požeminio vandens monitoringas	Kartą per ketvirtį	Kartą per pusmetį

Monitoringo programos metu surinkti duomenys turi būti dokumentuojami metinėje ataskaitoje tekstine forma, naudojant apžiūros protokolus, laboratorijos tyrimų ataskaitas, mėginių ėmimo protokolus, geodezinius matavimų ataskaitas ir pan. Be to, požeminio vandens tyrimų rezultatai, radiacijos aktyvumo matavimai, drėgmės migracijos ir nusėdimo matavimų duomenys turi būti pateikiami lentelėse. Lentelės kasmet turi būti atnaujinamos atsižvelgiant į atliktus stebėjimus, kad būtų galima vertinti aplinkos parametrų pokyčius, tiesiogiai lyginant su ankstesnių matavimų rezultatais.

Metinė ataskaita turi būti pateikta atitinkamoms priežiūros institucijoms.

Jeigu tyrimų ar vertinimų metu nustatomi reikšmingi nukrypimai, turi būti imtasi būtinų saugumo priemonių ir informuotos priežiūros institucijos. Prioritetas teikiamas žmonių gyvybės ir sveikatos apsaugai. Tik užtikrinus saugumą, galima pradėti pakitimų priežasčių nustatymą.

9. REKOMENDACIJOS

- Kiekvieno sluoksnio paviršiaus nuolydis turėtų būti bent 5 %, kad būtų kompensuotas ilgalaikis nusėdimas.
- Įrengiant dugno sandarinimo sistemą, primygtinai rekomenduojama po geomembraną įrengti ne mažiau kaip 150 mm storio smėlio pasluoksnį, kad būtų apsaugota geomembrana nuo galimo stambių dalelių poveikio ir pažeidimų.
- Drenažo sluoksnių filtracijos koeficientas (kf vertė) turėtų būti $k \geq 1 \cdot 10^{-3}$ m/s.
- Šiuo metu kai kuriose vietose sluoksnių storio pateikti duomenys nurodyti su intervalais „nuo iki“. Projektuotojas būtinai privalo nustatyti tikslų sluoksnių storį. Tuomet pagrindo lygumo tolerancija (nuokrypa) nustatoma pagal maksimalų medžiagos stambumą (didžiausią dalelių dydį).
- Siekiant ilgalaikės vandens patekimų į gelžbetonines kameras prevencijos, ant 2 izoliacinio sluoksnio rekomenduojama pakloti 2,5 mm storio geomembraną. Ant 1-ojo sandarinamojo sluoksnio paviršiaus papildomai turėtų būti paklotas geosintetinis drenažinis elementas, kuris būtų sujungtas su taip pat papildomai įrengiamu kraštinio grioviu.