

Vēsturiski piesārņotās vietas Torņkalnā, Kīleveina grāvja teritorijas SANĀCIJA un REVITALIZĀCIJA

**1 no 2 Kīleveina grāvja teritorijas
SANĀCIJAS DARBU PROGRAMMA**

**2 no 2 Kīleveina grāvja teritorijas revitalizācijas
labiekārtojuma attīstības koncepcija
„KĪLEVEINA PILSĒTAS ŪDENS DĀRZI”**

**Pasūtītājs: Rīgas Domes Pilsētas attīstības departaments
Līguma numurs: DA-19-113-lī**

Rīga, 2019. gada novembris

**Vēsturiski piesārņotās vietas Torņkalnā,
Kīleveina grāvja teritorijas**

SANĀCIJA un REVITALIZĀCIJA

1 no 2

**Kīleveina grāvja teritorijas
SANĀCIJAS DARBU PROGRAMMA**

SATURS

ABSTRACT	3
1. IEVADS.....	5
2. DARBU MĒRĶIS UN UZDEVUMI	6
3. TERITORIJAS UN SITUĀCIJAS RAKSTUROJUMS.....	7
3.1. Objekta izvietojums un ģeogrāfiskais raksturojums	7
3.2. Ģeoloģiskā uzbūve un inženierģeoloģiskie apstākļi	8
3.3. Hidroģeoloģiskie apstākļi.....	8
3.4. Teritorijā un tās apkārtnē veikto pētījumu un veikto vides uzlabošanas pasākumu kopsavilkums.....	9
3.5. Galvenie sanācijas raksturlielumi un pieņēmumi.....	9
4. SANĀCIJAS METOŽU APRAKSTS	13
4.1. Piesārņoto dūņu ekskavācija vai bagarēšana.....	13
4.2. Bagarēšanas un ekskavācijas procesā iegūto piesārņoto dūņu attīrīšanas metodes	14
4.3. Piesārņotu dūņu in-situ iekapsulēšana (Capping)	15
4.4. In-situ metode - fitosanācija	16
4.5. Kontrolēta dabiskā atjaunošanās (Monitored natural recovery (MNR)).....	16
5. TERITORIJAS SANĀCIJAS ALTERNATĪVAS	17
5.1. Kīleveina grāvja sanācijas risinājumi (Alternatīvas), to izvēle	17
5.2. Kīleveina grāvja sanācijas risinājums - Alternatīva Nr. 1 (S1).....	17
5.3. Kīleveina grāvja sanācijas risinājums - Alternatīva Nr. 2 (S2).....	18
5.4. Kīleveina grāvja sanācijas risinājums - Alternatīva Nr. 3 (S3).....	20
6. IZVĒLĒTAIS TERITORIJAS SANĀCIJAS RISINĀJUMS.....	22
6.1. Piesārņoto sedimentu izrakšana, šķīrošana un sagatavošana stabilizācijai	23
6.2. Izņemto piesārņoto sedimentu stabilizācija.....	25
6.3. Grāvja gultnes pārklāšana (Capping)	27
6.4. Grāvja piegulošās teritorijas virsūdens apjoma (t.sk. reljefa) izveide.....	27
6.5. Ar sanāciju saistīto pasākumu realizācija.....	27
7. SASNIEDZAMIE REZULTĀTI	30
LITERATŪRAS AVOTU SARAKSTS	31

ABSTRACT

Updated Program of remediation of Kileveina Ditch is prepared based on agreement form 29th October, 2019, based on procurement (Id.No. RD PAD 2019/24).

Site is located in city of Riga, in its historical part - Tornkalns. Territory is relatively narrow zone that is surrounded by multifunctional building area. Kileveina Ditch is a part of Riga drainage system. Total area of the site is 4.6 ha.

Based on Scope of Work, the aim of work was to update Program of remediation, including main tasks:

- Actualization of Remediation program for Kileveina Ditch site, by including modern, innovative remediation methods, that corresponds to Sustainable development principles;
- To prepare feasibility study of updated remediation program;
- To prepare ecosystems and its services assessment.

Remediation program updating included evaluation and assessment of several possible remediation solutions and methods. Partial removal of polluted soil and sediments (sludge) and stabilization in combination with capping of remained polluted sediments (with stabilized material) was recognized as the most appropriate remediation solution for the site. Part of stabilized material will be used to form a base for landscape body, but other part of that amount will be possible to use as a construction material in other sites.

The result of site remediation activities will be:

- Deepened bedding of channel streamline up to 1.5 m and stabilized excavated sediments (sludge) for reuse.
- Capping of remained contaminated sediments (sludge). Average cap thickness will be 0.8 m and it will be made from stabilized sludge material.
- Stabilized polluted material in amount of 46.3 thousand tons.
- Reduction and/or removal of contamination until level that is safe to ecosystems and human.
- Prepared and implemented long-term monitoring program of remediated site for up to 30 years after finishing remediation activities.
- Controlled and supervised remediation process, after which report will be prepared.

Keywords: capping, heavy metals, historical pollution, remediation, Kileveins, stabilization, sediments.

DOKUMENTĀ IZMANTOTIE SAĪSINĀJUMI UN ABRIEVATŪRAS

AS	Akciju sabiedrība
aut.	Autora piezīme
DUS	Degvielas uzpildes stacija
ha	hektārs
LVĢMC	Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs
m	metrs
Nr.	numurs
PAD	Pilsētas attīstības departaments
RVP	Reģionālā vides pārvalde
RD	Rīgas dome
SIA	Sabiedrība ar ierobežotu atbildību
t.sk.	tajā skaitā
t	tonna
m ²	kvadrātmets
m ³	kubikmets
tūkst.	tūkstotis
u.c.	un citi
VVD	Valsts vides dienests
v.j.l.	virs jūras līmeņa

1. IEVADS

Kīleveina grāvja teritorijas sanācijas aktualizētā Darbu programma sagatavota, pamatojoties uz 2019. gada 29. oktobrī noslēgto vienošanos par iepirkuma “Vēsturiski piesārņoto vietu Sarkandaugavā un Torņakalnā sanācijas programmu aktualizācija” (Id Nr. RD PAD 2019/24) izpildi.

Vēsturiski piesārņotā vieta – Kīleveina grāvis atrodas zemes gabalu ar kadastra apzīmējumiem 01000502032, 01000502029, 01000509002 un 01000502028 robežās. Atbilstoši informācijai no Pasūtītāja, ir zināms, ka šī dokumenta izstrādes laikā tiek realizēta procedūra, kā rezultātā šī vieta tiks iekļauta “Piesārņotu un potenciāli piesārņotu vietu reģistrs” datu bāzē.

Agrāk veikto izpētes darbu ietvaros tika secināts, ka Kīleveina grāvja gultnē atrodas ar naftas produktiem un smagiem metāliem piesārņoti nogulumi, kas būtiski pārsniedz Latvijas Republikā noteikto kritisko robežlielumu (C kategorija). Tāpat izpētes ietvaros tika konstatēts, ka virszemes ūdens paraugos piesārņojums nav būtisks, analizēto vielu koncentrācijas nepārsniedz Latvijas Republikā noteiktos mērķlielumus [12].

Likuma “Par piesārņojumu” [6] 41. panta 5. daļā minēts, ka, nosakot izpētes un sanācijas metodes, ir jāņem vērā piesārņojuma izplatīšanās risks, turklāt izraudzītajai metodei jābūt ekonomiski pamatotai, lai tās realizācija neizmaksātu dārgāk nekā nepieciešams mērķa sasniegšanai.

Kīleveina grāvja teritorijas turpmākās attīstības virzību un uzraudzību ir pārņēmis Rīgas domes Pilsētas attīstības departaments, kas 2019. gadā uzsāka teritorijas sanācijas darbu programmas aktualizāciju, lai būtu iespējams veikt ekonomiski pamatotu uz teritorijas un tās apkārtnes attīstību vērstu sanāciju ar inovatīvām, ilgtspējīgām metodēm nodrošinot vietas atgriešanu pilsētvidē.

2. DARBU MĒRĶIS UN UZDEVUMI

Atbilstoši Sanācijas darbu programmas aktualizācijas darba uzdevuma nosacījumiem attiecībā uz Kīleveina grāvja teritoriju darbu mērķis bija sanācijas programmas aktualizācija, bet galvenie uzdevumi bija:

- aktualizēt sanācijas programmu Kīleveina grāvim, izmantojot mūsdienīgas, inovatīvas tehnoloģijas un metodes saskaņā ar ilgtspējīgas attīstības principiem;
- sagatavot aktualizētās sanācijas programmas tehniski-ekonomisko pamatojumu;
- sagatavot Kīleveina grāvja teritorijas ekosistēmu un to sniegto pakalpojumu ekonomisko novērtējumu.

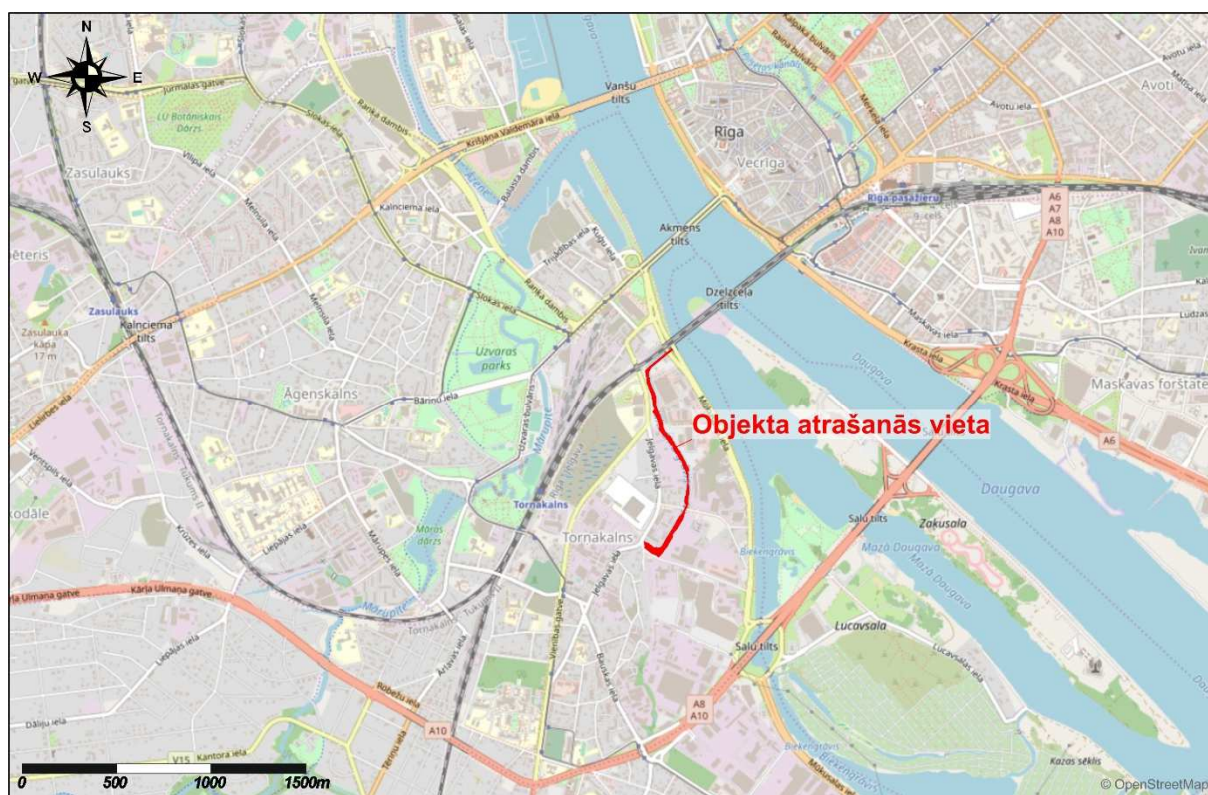
2016. gada 1. jūnijā VVD Lielrīgas RVP sagatavotajā un izsniegtajā sanācijas uzdevumā kā sanācijas uzdevums un mērķis noteikts – panākt vides kvalitātes uzlabošanu Kīleveina grāvja un tam pieguļošajā teritorijā Rīgā, Torņkalnā, neradot jaunas piesārņotas vietas un jaunas vides kvalitāti negatīvi ietekmējošas emisijas.

3. TERITORIJAS UN SITUĀCIJAS RAKSTUROJUMS

3.1. Objekta izvietojums un ģeogrāfiskais raksturojums

Darbu teritorija ir relatīvi šaura, neregulāras formas josla, kas atrodas Rīgā, Pārdaugavā, Torņakalna apkaimē, samērā blīvā rūpnieciskas un civiltas apbūves zonā (1. attēls). Kīleveina grāvis ir daļa no Rīgas pilsētas meliorācijas sistēmas un nosacīta Daugavas kreisā krasta pieteka [12;13].

Sanācijas darbu objekta – Kīleveina grāvja izvietojums



1. ATTĒLS

Sanācijai pakļaujamās darbu zonas (labiekārtojamās teritorijas platība ir lielāka) platība ir 4.6 ha, kur ietilpst zemes vienības ar kadastra numuriem (virzienā no Z uz D) [11]:

- 01000502032 (0.1129 ha)
- 01000502029 (3.0278 ha)
- 01000509002 (~0.16 (1.0177) ha)
- 01000502028 (1.3432 ha)

Teritorijas reljefs ir mākslīgi pārveidots, grāvis nav nekādā veidā norobežots no pārējā hidrogrāfiskā tīkla – tas ir savienots ar Daugavu, līdz ar ko tajā potenciāli esošais piesārņojums apdraud atklātas ūdensteces tieši un nepastarpināti [12;13].

3.2. Ģeoloģiskā uzbūve un inženierģeoloģiskie apstākļi

Ģeomorfoloģiski objekts ir izvietots Piejūras zemienē, tā saucamajā Rīgavas līdzenumā Daugavas ielejā. Reģionāli teritorijas ģeoloģiskā [6]griezuma augšdaļu veido kvartāra (Q) - tehnogēnie (uzbērums), aluviālie (smilts, grants, mālsmilts, sapropelis), marīnie Litorīnas un Pēclitorīnas jūras (smilts, grants, dūņas) un glaciālie (mālsmilts, smilšmāls) nogulumi [12;13].

Griezumā dziļāk, zem kvartāra nogulumiem, atsedzas pamatieži: 26 – 45 m biezi augšdevona Amatas svītas (D3am) oolītsmilšakmeņi ar gaiši pelēkām aleirolīta starpslāņiem vai 12 – 20 m biezi Pļaviņas svītas (D3pl) dolomīti ar merģeļa un māla starpslāņiem. Zem tiem atsedzas 70 m biezi Gaujas svītas (D3gj) smilšakmeņi ar aleirolītu un mālu starpslāņiem [12;13].

Teritorijas virsma ir blodveida, tas ir, apkārt grāvim ir paaugstinājumi, savukārt atekas gultne atrodas par 1-3 metriem dziļāk. Teritorijā esošā pamatiežu virsma var atrasties vairāk, kā 50 metru dziļumā no zemes virsmas. Kvartāra nogulumu kopējais biezums atrodas 30-50 metru robežās; tos galvenokārt pārstāv pēdējā (Latvijas) ledāja tiešās darbības rezultātā veidojušies glacigēnie nogulumi jeb morēna un tā saucamie glaciolimniskie nogulumi, kas veidojušies gan atsevišķos sprostezeros, gan Baltijas ledus ezerā mierīga ūdens apstākļos [12;13].

3.3. Hidroģeoloģiskie apstākļi

Teritorija atrodas Baltijas artēziskajā baseinā, tā saucamajā „Lielās Rīgas” ūdensgūtnu rajonā. Ūdeņu aktīvās apmaiņas zonu veido kvartāra horizontu komplekss, Pļaviņu horizonts un Arukilas – Amatas horizontu komplekss [12;13].

Kvartāra horizontu komplekss izplatīts līdz aptuveni 20 – 22 metru dziļumam un iekļauj pirmo pazemes ūdens (gruntsūdeņu) horizontu, kā arī, iespējams, bezspiediena – spiediena (augšējā pleistocēna glaciolimniskajos nogulumos) un varbūt pat spiediena ūdens horizontu morēnas ķermenī izvietotajās smiltis un/vai smilts – grants materiāla lēcās. Pēdējo divu horizontu izplatība ir lokāla, praktiskas nozīmes tiem nav [12;13].

Gruntsūdens horizonts izvietojas Baltijas ledus ezera smiltīs, iespējams arī uzbērums apakšējā daļā. Horizonta statistiskais līmenis nostājas 1 – 3 (vidēji – 1,9) metru dziļumā no zemes virsmas jeb absolūtajās atzīmēs 4,25 – 5,05 m virs jūras līmeņa. Dabiskā gruntsūdeņu plūsma ir daļēji traucēta ielu un pazemes komunikāciju izbūves rezultātā. Ņemot kopumā, reģionāli gruntsūdens plūst uz Daugavu un apskatāmo grāvi, kas ir lokāls gruntsūdens horizonta atslodzes apgabals [12;13].

Gruntsūdeņu horizonts dabiski ir relatīvi vāji aizsargāts no potenciāli iespējamā piesārņojuma iekļūšanas tajā, jo ģeoloģiskā griezumā augšējo daļu galvenokārt veido nogulumi ar augstām filtrācijas spējām (smiltis). Visticamāk, ka gruntsūdeņu hidrauliskā saistība ar citiem pazemes ūdeņu horizontiem ir vāja, jo morēnu tomēr var uzskatīt par lokālu sprostslāni, kaut arī nosacītu. Zem kvartāra pazemes ūdeņiem dziļuma intervālā no aptuveni 20 – 22 līdz 35 – 37 metriem iegul Pļaviņu horizonts aptuveni 13 - 15 metru biezumā; ūdeni satur dolomīti. Horizonta statistiskais līmenis atrodas tuvu zemes virsmai, bet līmeņa pazemināšanās notiek Daugavas virzienā, tas ir – uz ziemeļiem. Pļaviņu horizonta ūdeņi ir mineralizēti (it īpaši augsts ir sulfātu saturs), tie ir cieti. Šie apstākļi, kā arī fakts, ka horizonts dabiski ir vāji aizsargāts no potenciāli

iespējamā piesārņojuma, stipri ierobežo šo ūdeņu izmantošanas iespējas decentralizētās ūdensapgādes vajadzībām [12;13].

3.4. Teritorijā un tās apkārtnē veikto pētījumu un veikto vides uzlabošanas pasākumu kopsavilkums

Galvenais informācijas avots par Kīleveina grāvja esošo vides kvalitātes situāciju atrodams šādos dokumentos:

- VKB, SIA, «Pārskats par Kīleveina grāvja piesārņojuma izpēti,» VKB, SIA, Rīga, 2015 [12];
- VKB, SIA, « Kīleveina grāvja piesārņojuma sanācijas projekts,» VKB, SIA, Rīga, 2018 [13].

2015. gadā veiktās izpētes rezultātā fiksēts, ka:

- pēc litoloģiskajām īpašībām izdalāmi 3 galvenie Kīleveina grāvja nogulumu komponenti (griezumā sākot ar augstāko) – šķidras (tekoši plastiskas) dūņas, mālainas dūņas un tām paguloša smalka smiltis [12];
- naftas produktu koncentrācijas teritorijā praktiski visos no dūņu slāņiem noņemtajos sedimentu paraugos pārsniedz normatīvajos aktos noteikto mērķlielumu (1 mg/kg), lielākajā daļā paraugu ir pārsniegts arī piesārņojuma robežlielums (500 mg/kg) un izpētes punktā Nr. 2 abos paraugošanas līmeņos pārsniedz stipra piesārņojuma (5000 mg/kg) robežlielumu, līdz ar ko grāvī esošās dūņas uzskatāmas par piesārņotām ar naftas produktiem praktiski visā grāvja teritorijā [12].
- salīdzinot ar LR normatīvajos aktos noteiktajiem grunts kvalitātes normatīviem, noņemtajos sedimentu paraugos konstatētas smago metālu (g.k., varš un hroms) koncentrācijas lielākoties pārsniedz stipra piesārņojuma robežvērtības [12];
- visintensīvākais piesārņojums ar smagajiem metāliem ir Kīleveina grāvja sākumā (D daļā) pie trolejbusu parka, līdz Buru ielai [12];
- krastā veiktie urbumi parāda, ka uzbēruma biezums ir 2-3 metri un zem tā nav konstatētas dūņas, līdz ar ko piesārņojums ar smagajiem metāliem, galvenokārt, ir akumulējies grāvja gultnē [12];
- atbilstoši MK noteikumos NR. 118 atrodamajiem kritērijiem attiecībā uz virszemes ūdens kvalitāti, var secināt, ka trijos no noņemtajiem paraugiem ir konstatēta ūdenī izšķīdušu naftas produktu klātbūtne, tomēr tā ir salīdzinoši neliela. Smagiem metāli ūdens paraugos konstatēti normas robežās, izņemot varu vienā izpētes punktā noņemtajā paraugā, kur konstatēts neliels pārsniegums [12];
- konstatētie fakti ļauj secināt, ka viss Kīleveina grāvja piesārņojums, galvenokārt, ir akumulējies tā sedimentos (tekoši plastiskajās dūņās) kā arī pagulošo mīksti plastisko dūņu slāņa virsējā daļā līdz 0.5-1.0 m slāņa augšdaļas [12].

3.5. Galvenie sanācijas raksturlielumi un pieņēmumi

Piemērotākā teritorijas sanācijas risinājuma izvēlei tika ņemti vērā turpmāk uzskaitītie apstākļi, parametri, priekšnosacījumi un pieņēmumi.

Sanācijas darbu objekta – Kīleveina grāvja teritorija, t.sk. labiekārtojamās teritorijas



2. ATTĒLS

Platība - ņemot vērā laboratoriski noteiktās piesārņojošo elementu (smago metālu un naftas produktu) koncentrācijas sedimentu paraugos un koncentrāciju ievērojamās atšķirības starp dūņaino nogulumu slāni un tam pagulošo smilšu slāni, tāpat salīdzinot nelielo piesārņojuma intensitātes atšķirību starp dažādos grāvja punktos ņemtajiem paraugiem, tiek pieņemts, ka dūņu slānis ir piesārņots visā tā garumā, līdz ar ko sanācības pasākumi jāveic visā Kīleleina grāvja teritorijā aptuveni 2.5 ha platībā [12], ko veido esošās ūdensteces ūdens virsmas laukums.

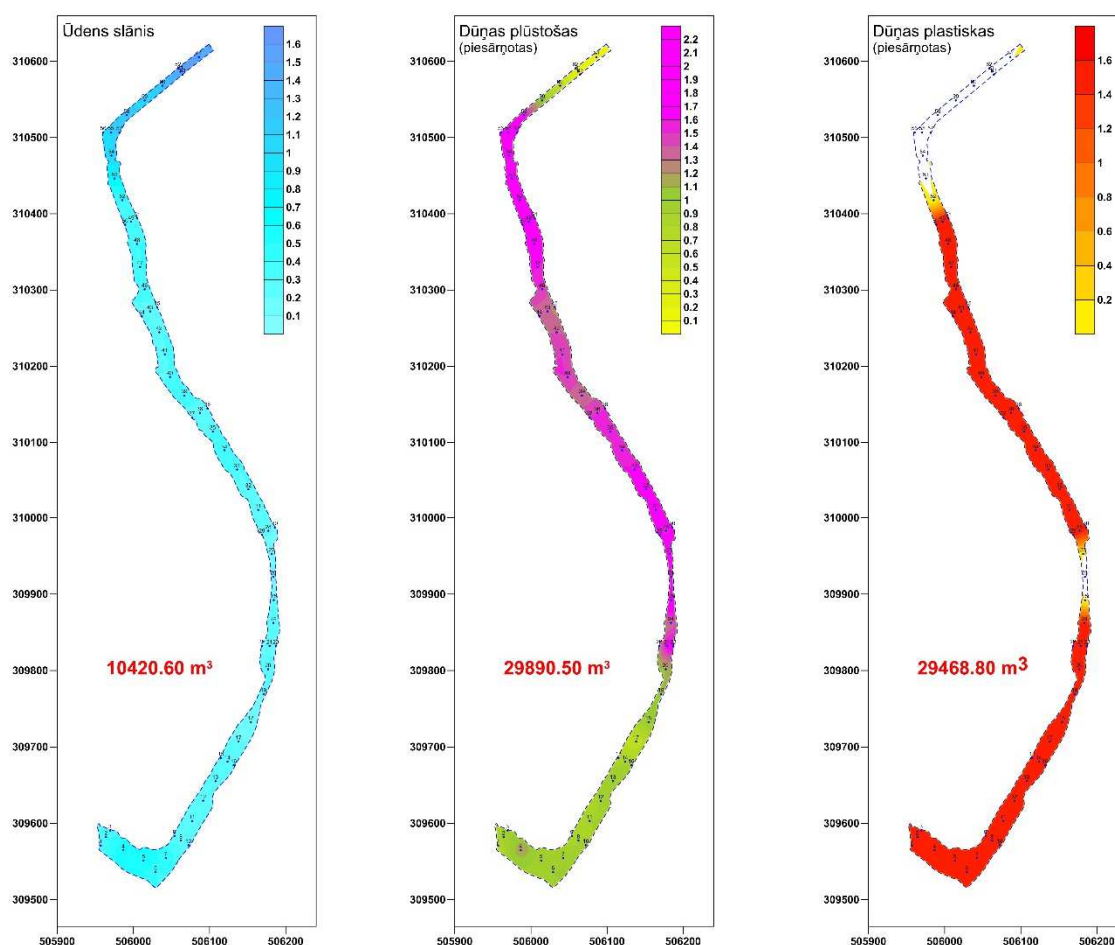
Sanācijai pakļaujamās pilnas darbu zonas formālā platība ir 4.64 ha, kur ietilpst zemes vienības 01000502032 (0.1129 ha), 01000502029 (3.0278 ha), 01000509002 (~0.16 (1.0177) ha un 01000502028 (1.3432 ha), pašvaldībai piederošo zemes īpašumu robežās.

Papildus labiekārtojamās teritorijas platība ir lielāka par 4.64 ha, jo ietver arī robežojamo zemes gabalu daļas no tauvas joslām (2. attēls).

Sanācijas darbu objekta – Kīleleina grāvja kopējais aprēķinātais piesārņojuma apjoms

Piesārņojuma apjoma aprēķins Kīleleina grāvī

(saskaņā ar SIA „Vides Konsultāciju Birojs” 2015.g. izpētiem datiem (*Pārskats par Kīleleina grāvja izpēti” 6.tabula))



3. ATTĒLS

Piesārņojošās vielas - smagie metāli sedimentos [12]:

- varšs (Cu) – izpētes ietvaros fiksētā maksimālā koncentrācija bija 8779 mg/kg;
- hroms (Cr) – izpētes ietvaros fiksētā maksimālā koncentrācija bija 18210 mg/kg;
- niķelis (Ni) – izpētes ietvaros fiksētā maksimālā koncentrācija bija 735 mg/kg;
- cinks (Zn) – izpētes ietvaros fiksētā maksimālā koncentrācija bija 2740 mg/kg;
- svins (Pb) – izpētes ietvaros fiksētā maksimālā koncentrācija bija 294 mg/kg;
- kadmiji (Cd) – izpētes ietvaros fiksētā maksimālā koncentrācija bija 9.13 mg/kg.

Piesārņojošās vielas - naftas produkti sedimentos – izpētes ietvaros fiksētā maksimālā koncentrācija bija 6700 mg/kg [12].

Piesārņojuma apjoms - izpētes ietvaros noteiktais piesārņoto sedimentu vidējais biezums ir 2.4 m [12]. Izpētes ietvaros noteiktais piesārņoto sedimentu apjoms ir 60 451 m³ [12].

Objekta teritorijā stabilizēšanas darbiem tiks pakļauti izņemamie un stabilizējamie sedimenti (līdz 1,5 m dziļumam no ūdens virsmas) 26110 m³ apjomā.

Lai nodrošinātu atlikušo, piesārņoto sedimentu norobežošanu no apkārtējās vides, atlikušais gultnes apjoms tiks stabilizēts vidēji 0.8 m biezumā. No stabilizētā dūņu materiāla izveidotais pārsegums tiks ierīkots vidēji no 1.5 m līdz 2.3 m dziļumā no vidējā virszemes ūdens līmeņa. Tas sanācības objektā veidos 2.5 ha platību, kur sedimenti tiks stabilizēti un izvietoti virs atlikušajiem piesārņotajiem sedimentiem 20 176 m³ apjomā.

Sanācijas darbu ietvaros tiks stabilizētas 46.3 tūkst. m³ Kīleveina grāvja ar smagajiem metāliem un NP piesārņotās dūņas.

Tiek paredzēts, ka sanācijas darbu procesā būs nepieciešams apstrādāt un attīrīt 20.8 t m³ kanālā esošā ūdens.

4. SANĀCIJAS METOŽU APRAKSTS

Piesārņojuma attīrīšanu vai samazināšanu līdz drošam, cilvēkam un dabai nekaitīgam līmenim, pie kura iespējama tālāka teritorijas pašattīrīšanās, piesārņoto vietu sanācijā tiek izmantotas dažādas attīrīšanas tehnoloģijas (fizikālās, termiskās, ķīmiskās un bioloģiskās) vai arī to kombinācija [4].

Attīrīšana jeb sanācijas tehnoloģijas, pēc to metodiskā risinājuma, var iedalīt divās grupās:

- in-situ metodes, kad piesārņojums tiek likvidēts tā atrašanās vietā,
- ex-situ metodes, kad piesārņojums tiek nogādāts īpaši tam paredzētā vietā (uzglabāšanas, attīrīšanas poligonā, dedzināšanas iekārtās, utt), kur notiek to droša noglabāšana, pārstrāde vai likvidācija. Atsevišķi mēdz izdalīt arī Ex-situ On-site metodes, kad piesārņojums tiek attīrīts objekta teritorijā, tam pielāgojot esošo infrastruktūru vai izbūvējot to no jauna [4].

Ne tikai citās jomās, bet arī piesārņojuma sanācijas jomā mūsdienās notiek virzība uz ilgtspēju, raugoties uz piesārņojuma attīrīšanu no daudzveidīgiem skatupunktiem, piemēram, enerģijas patēriņa samazināšana, dabas resursu saglabāšana, atkritumu neradīšana, materiālu atkārtota izmantošana, degradētu vietu atkārtota izmantošana. Tādējādi par ilgtspējīgākām metodēm bieži vien tiek uzskatītas tieši in-situ metodes, jo tās nepārceļ problēmu uz citu vietu, bet atjauno resursu tā dabiskajā vidē [4].

Teritoriju sanācijas industrija pēdējo desmitgažu laikā ir ievērojami attīstījusies. Bieži vien sanācijas objektos, lai sasniegtu sanācijas mērķi, tiek pielietotas vairākas metodes vienlaicīgi, tāpat sanācijas procesam ir vairāki etapi, kad vienu metožu kopumu nomaina otrs, tādējādi realizējot sanācijas pasākumus efektīvi, gan no finanšu resursu, gan laika, gan arī vides aizsardzības viedokļa. Tādēļ sākotnēji, izvēloties sanācijas metodes, kas pielietojamas objektā, jāņem vērā pieejamā informācija par objekta īpatnībām (t.sk. ģeoloģiski – hidroģeoloģisko uzbūvi), piesārņojuma raksturu un izplatību, u.c. [4].

4.1. Piesārņoto dūņu ekskavācija vai bagarēšana

Bagarēšana un *ekskavācija* ir divas visizplatītākās piesārņotu nogulumu izņemšanas metodes no ūdenstilpēm. Abas metodes lielākoties ir saistītas ar piesārņoto nogulšņu turpmāku transportēšanu uz specializētu apstrādes un/vai apglabāšanas vietu (poligonu). Abu metožu pielietošana bieži ietver arī ūdens attīrīšanu no atūdeņotiem nogulsējumiem pirms novadīšanas uz atbilstošu saņemšo ūdenstilpi.

Daži no galvenajiem komponentiem, kas jānovērtē, apsverot bagarēšanu vai ekskavāciju kā sanācijas metodi, ietver nogulumu savākšanu, transportēšanu, nostādināšanu, attīrīšanu (ūdens un nogulumu attīrīšanu, ja nepieciešams) un likvidēšanu (šķidrumus un cietas vielas). Katras sastāvdaļas efektīva koordinācija parasti ir ļoti svarīga, lai nodrošinātu ekonomiski efektīvu sanācijas procesu [4;5].

Bagarēšana aizvāc piesārņotas nogulsnes no ūdenstilpes, neatsūkņējot vai nenovirzot ūdeni, un ar nogulsniem tiek izvadīts noteikts ūdens daudzums. Nogulumi parasti tiek atūdeņoti uz sauszemes, un ūdens parasti tiek apstrādāts (attīrīts), pirms tas tiek izvadīts atpakaļ uz ūdenstilpi. Piesārņotie nogulumi parasti tiek apglabāti poligonā vai norobežotā apglabāšanas

iekārtā (upes krastā, pie krasta vai zem ūdens norobežotā apglabāšanas iekārtā). Piesārņoto dūņu bagarēšana tiek veikta, izmantojot mehāniskos (satveršanas/atpakaļgaitas), hidrauliskos (iesūkšanas) vai jauktos mehāniskos un hidrauliskos bagarus. Bagarēšanas procesā maksimālais cieta daļiņu saturs kopējā iegūtā dūņu un ūdens masā svārstās 10% - 30% robežām, kas automātiski paredz to atūdeņošanu, ūdens attīrīšanu un novadīšanu [4;5].

Piesārņoto nogulumu ekskavācija parasti nozīmē piesārņoto nogulumu izolēšanu no virszemes ūdensobjekta, atsūkņējot vai novirzot ūdeni no teritorijas, un visu turpmāko tā pieplūduma kontroli, kam seko nogulšņu izrakšana, izmantojot parasto sausās zemes aprīkojumu (dažāda tipa ekskavatori). Tomēr dažos apgabalos, piemēram, mitrājos sausā gadalaikā vai laikā, kad nogulumi un ūdens ziemā ir sasaluši, rakšana ir iespējama bez ūdens atsūkņēšanas vai novirzīšanas. Parasti rakšanu veic strautos, sekļajās upēs un dīķos vai krasta tuvumā. Atšķirībā no bagarēšanas tehnoloģijām, veicot ekskavācijas darbu, tiek iegūti praktiski atūdeņoti sedimenti, kā arī ekskavācijas procesā pastāv lielākas kontroles iespējas segmentēt piesārņotos sedimentus no nepiesārņotiem [4;5].

4.2. Bagarēšanas un ekskavācijas procesā iegūto piesārņoto dūņu attīrīšanas metodes

Piesārņoto dūņu apstrādes tehnoloģijas parasti klasificē kā bioloģiskas, ķīmiskas, ekstrakcijas vai mazgāšanas, imobilizācijas (sacietēšanas/stabilizācijas) un termiskās (iznīcināšanu vai desorbciju). Dažos gadījumos daļiņu lieluma atdalīšana tiek uzskatīta arī par apstrādes tehnoloģiju [4;5].

Bioremediācija - metode, kurā mikrobioloģiskos procesus izmanto, lai noārdītu vai pārveidotu piesārņotājus mazāk toksiskās vai netoksiskās formās. Pēdējos gados to demonstrē kā tehnoloģiju, lai iznīcinātu dažus nogulsnēs esošos organiskos savienojumus.

Ķīmiskā apstrāde - attiecas uz procesiem, kuros piesārņoto vielu iznīcināšanas nolūkā bagarētam vai izraktam materiālam pievieno ķīmiskos reaģentus. Piesārņotājus var pilnībā iznīcināt vai pārveidot par mazāk toksiskiem.

Ekstrakcija/mazgāšana - galvenais pielietojums ir organisko un dažos gadījumos metālu piesārņotāju noņemšana no nogulšņu daļiņām. Ekstrakcijas procesā izrakto materiālu saberž ar ķīmisku šķīdinātāju un izvada caur separatora vienību. Attiecīgi atdalītājs sadala to - cietās daļiņās, ūdenī un koncentrētos organiskos piesārņotājos. Koncentrētās organiskās vielas noņem no separatora pēcapstrādes apstrādei. Ekstrakcija vai mazgāšana var radīt arī lielu daudzumu piesārņotu notekūdeņu, kas parasti ir jāattīra pirms novadīšanas.

Imobilizācija vai sacietēšana/stabilizācija (S/S) - maina nogulumu fizikālās un/vai ķīmiskās īpašības, pievienojot saistvielas, ieskaitot cementu un porcelānu. Imobilizācijas tehnoloģijas galvenokārt darbojas, mainot nogulšņu īpašības, tāpēc piesārņotāji ir mazāk pakļauti izskalošanai. Nogulšņu fiziskā rakstura izmaiņas, veidojot cietu materiālu, piemēram, cementa matricu, samazina piesārņotāju piekļuvi ūdenim un ieskauj piesārņotās cietās vielas stabilā matricā. Cits imobilizācijas veids - ķīmiskā stabilizācija, samazina metālu šķīdību, galvenokārt kontrolējot pH un sārmainību. Var būt arī iespējama organisko savienojumu ķīmiska stabilizācija [4;5].

Termiskā apstrāde - ietver sadedzināšanu, pirolīzi, termisko desorbciju, saķepināšanu un citus procesus, kuru laikā nepieciešams nogulsnes sildīt līdz simptiem vai tūkstošiem grādu virs apkārtējās temperatūras. Termiskās iznīcināšanas procesi, piemēram, sadedzināšana, parasti ir efektīvi organisko piesārņotāju iznīcināšanai, taču ir arī dārgi, un tiem ir ievērojamas enerģijas izmaksas. Parasti termiskā apstrāde neiznīcina toksiskos metālus.

Daļiņu lieluma atdalīšana - smalkā materiāla atdalīšana no rupjā materiāla, fiziski nosijājot. Daudzos apstrādes procesos optimālai darbībai nepieciešami daļiņu izmēri ir viens centimetrs vai mazāks.

Lietderīga (atkārtota) izmantošana - parasti to neuzskata par apstrādes iespēju, lietderīga izmantošana var būt piemērota apstrādātu vai neapstrādātu nogulumu apsaimniekošanas iespēja, kas rodas vides sanācijas projektu rezultātā. Ja nogulšņu fizikālās un ķīmiskās īpašības ļauj tos lietderīgi izmantot, var ievērojami ietaupīt izmaksas, it īpaši, ja apglabāšanas iespējas ir dārgas. Lietderīgas izmantošanas iespējas var būt šādas:

- būvniecībā izmantojams materiāls;
- sanitārā poligona pārsegums;
- piesārņotu sedimentu pārklājums vai apakšslānis (papildināts ar tīru nogulumu vai citu pildījumu) [4;5].

Piesārņoto sedimentu attīrīšanas tehnoloģiju lielākoties izvēlas, pamatojoties uz piesārņojošo vielu sastāvu un tehnoloģiju pieejamību konkrētā reģionā.

4.3. Piesārņotu dūņu in-situ iekapsulēšana (Capping)

Piesārņoto nogulumu (dūņu) iekapsulēšana tiek izmantota kopš 1970. - 1980. gadiem, un tā ir viena no visplašāk izmantotajām sanācijas metodēm piesārņoto nogulumu mazināšanai pasaulē kopā ar bagarēšanu vai ekskavāciju.

In-situ iekapsulēšana sevī ietver tīra materiāla zemūdens pārklājuma vai cokola izveidošanu virs piesārņotām nogulsnēm, kas izvietotas sanācijas teritorijā. Pārklājumus parasti veido no granulveida materiāla, piemēram, tīras nogulsnes, smilts vai grants. Sarežģītāka pārklājuma konstrukcija var ietvert ģeotekstilu un citus caurlaidīgus vai necaurlaidīgus elementus vairākos slāņos, kas var ietvert dažādu materiālu papildinājumus, ar mērķi samazināt piesārņojošo vielu izkliedi līdz līmenim, kas ir pieņemams videi un apkārtējai ekosistēmai. Nogulumu iekapsulēšana parasti tiek veikta ar cerību, ka tas būs vienreizējs pasākums ar ilgu efektīvu mūžu [4;5].

Atkarībā no piesārņojuma veida un vietas, kur izvietoti nogulumi, pārklājums ir paredzēts, lai samazinātu risku, izmantojot šādas primārās funkcijas:

- piesārņoto nogulumu fiziska izolācija ir pietiekama, lai samazinātu iedarbību tieša kontakta dēļ, kā arī biota nespētu pārvietot piesārņojošās vielas uz virsmu;
- piesārņoto nogulumu stabilizācija, nogulšņu un pārklājuma aizsardzība pret eroziju, kas ir pietiekama, lai samazinātu atkārtotu suspensiju un transportēšanu uz citām vietām;
- piesārņoto nogulumu ķīmiskā izolācija ir pietiekama, lai samazinātu ūdens kolonnā nogādāto izšķīdušo un koloidāli saistīto piesārņotāju iedarbību.

Pārklājumi var būt veidoti ar dažādiem slāņiem, lai tie kalpotu šīm primārajām funkcijām, vai dažos gadījumos viens slānis var veikt vairākas funkcijas.

4.4. In-situ metode - fitosanācija

Sanācijas metodes galvenais darbības princips balstās uz procesu, kurā sedimentu, gruntsūdeņu, ūdens, kā arī gaisa attīrīšanai tiek izmantoti augi, kuri piesārņojošās vielas pārveido nekaitīgos savienojumos, degradē vai uzkrāj savā biomasā (virszemes daļā vai arī saknēs) vai arī piesārņojums tiek padarīts nekustīgs un paliek sakņu zonā [4;5].

Fitosanācija galvenokārt attiecas uz augu un saistīto augsnes mikrobu izmantošanu, lai samazinātu piesārņojošo vielu koncentrāciju vai toksisko iedarbību vidē. Fitosanācija ir plaši atzīta kā rentabla vides atjaunošanas tehnoloģija, kā arī tā ir alternatīva inženiertehniskajām sanācijas metodēm. Piesārņoto vietu fitosanācijai ideālā gadījumā nevajadzētu pārsniegt vienu desmitgadi, lai sasniegtu pieņemamu piesārņojošo vielu līmeni vidē. Turklāt šīs tehnoloģijas izmantošana ir ierobežota, ja piesārņojošo vielu koncentrācija ir toksiska augiem vai arī piesārņojums pārsniedz augu sakņu dziļumu. Fitosanācijas tehnoloģijas ir piemērojamas dažādām vidēm un piesārņotāju veidiem.

Ar šo metodi iespējams vietu attīrīt no polihlorētajiem bifeniliem, smagajiem metāliem, pesticīdiem, naftas un tās produktiem, šķīdinātajiem, radioaktīvajām vielām un sprāgstvielām.

4.5. Kontrolēta dabiskā atjaunošanās (Monitored natural recovery (MNR))

Metode balstās uz piesārņotu nogulumu novēršanu, kas attīrīšanā parasti izmanto notiekošos dabiskos procesus, lai saturētu, iznīcinātu vai samazinātu nogulsnes esošo piesārņotāju bioloģisko pieejamību vai toksicitāti.

Dabiskas atjaunošanās laikā piesārņotāji tiek pārveidoti mazāk kaitīgās formās vai imobilizēti ar plašu procesu klāstu, kas ietver biodegradāciju, dispersiju, atšķaidīšanu, sorbciju, iztvaikošanu, radioaktīvo sabrukšanu un ķīmisko vai bioloģisko stabilizēšanu, pārveidošanos vai piesārņotāju iznīcināšanu. Tīro daļiņu dabīgā sedimentācija var arī samazināt piesārņojošo vielu virsmas koncentrāciju. Kontrolēta dabiskā atjaunošanās ir sanācijas prakse, kas balstās uz šiem dabiskajiem procesiem, lai aizsargātu vidi un ietekmētos objektus no nepieņemamas piesārņojošo vielu iedarbības. Šī koriģējošā pieeja ir atkarīga no dabiskajiem procesiem, lai saprātīgā termiņā samazinātu ķīmiskos piesārņotājus nogulumos līdz pieņemamam līmenim.

Kontrolēta dabiskā atjaunošanās procesam ir svarīgi veikt plašu monitoringu, lai dokumentētu vides stāvokļa attīstību, izplatīšanos un risku virszemes nogulumos [4;5].

5. TERITORIJAS SANĀCIJAS ALTERNATĪVAS

5.1. Kīleveina grāvja sanācijas risinājumi (Alternatīvas), to izvēle

Pašreiz pieejamās piesārņotu sedimentu attīrīšanas tehnoloģijas un to piemērošana konkrētam objektam, kuras saistītas ar metālu piesārņojuma likvidāciju, ir atkarīgas no daudziem specifiskiem parametriem, no kuriem galvenie ir:

- piesārņojošās vielas, tās fizikālajām un ķīmiskajām īpašībām;
- sedimentu (dūņu) piesārņojuma ar metāliem intensitāti un apjomu;
- virszemes ūdens piesārņojuma ar metāliem intensitāti un apjomu;
- piesārņojuma izplatību sedimentos ne tikai horizontālā, bet arī vertikālā plaknē;
- teritorijas hidroloģiskajiem, ģeoloģiskajiem un hidroģeoloģiskie apstākļiem;
- piesārņotās teritorijas izvietojums un pieejamība;
- teritorijas esošais un plānotais izmantošanas veids;
- esošo ēku, pazemes komunikāciju blīvums teritorijā;
- nepieciešamo resursu pieejamība un attālums līdz tiem, sanācijas procesu nodrošināšanai.

Izvērtējot visu pieejamo informāciju par objektā un tā tiešā apkārtnē esošajiem apstākļiem, kā arī visus priekšnosacījumus sanācijas veikšanai, secināts, ka, lai sasniegtu visefektīvākos sanācijas rezultātus, nepieciešams pielietot vairāku sanācijas metožu kombinācijas – risinājumus.

5.2. Kīleveina grāvja sanācijas risinājums - Alternatīva Nr. 1 (S1)

Nulles jeb nedarīt neko.

Kā viena no alternatīvām ir tā saucamais “0 scenārijs”, kad faktiski nekādas papildus darbības Kīleveina grāvja teritorijā.

Tomēr šāda scenārija īstenošana nav pieļaujama, vairāku būtisku iemeslu dēļ:

- piesārņojuma līmenis saskaņā ar Latvijas Republikas normatīvajiem aktiem arī pēc jau agrāk realizētajiem sanācijas pasākumiem (kas neaptvēra visu piesārņoto teritoriju) atbilst stipra piesārņojuma līmenim gan gruntī, gan gruntsūdenī un, kā liecina pieejamie literatūras avoti, periodiski arī virszemes ūdeņos (īpaši pirms sanācijas darbu uzsākšanas). Tas nozīmē, ka, nerealizējot sanācijas pasākumus, faktiski tiktu pārkāpti Latvijas Republikas likumi, Ministru kabineta noteikumi un citi saistošie normatīvie akti;
- metode neatbilst vides aizsardzības un sabiedrības interesēm, kā arī nav uzskatāma par ilgtspējīgu;
- šī brīža finansiālie ietaupījumi nākotnē var pārvērsties par izdevumiem dubultā.

Alternatīvas priekšrocības, trūkumi un papildus piezīmes apkopotas 1. tabulā.

1. TABULA

Alternatīvas S1 priekšrocības, trūkumi un piezīmes

Priekšrocības:
- lēta pašizmaksa; - pastāvīgs (ilgstošs) attīrīšanas process – nekontrolēta pašattīrīšanās; - sanācijas procesā nav nepieciešami būtiski papildus resursi, kā, piemēram, elektroenerģija, ūdens, papildus reaģenti u. c..
Trūkumi:
- piesārņojums netiek attīrīts, tas paliek dūņu masīvā saistītā veidā; - metode neatbilst ilgtspējīgas piesārņojuma attīrīšanas nosacījumiem; - metode neatbilst LR likumdošanā noteiktajiem piesārņojuma attīrīšanas nosacījumiem; - salīdzinoši ilgstošs teritorijā esošā piesārņojuma likvidācijas veids; - metode piemērota lielākoties tikai zemas-vidējas piesārņojuma koncentrācijas gadījumā; - var rasties nepieciešamība pēc teritorijas pastiprinātiem kontroles mehānismiem (laboratorijas analīzēm u. c.). - turpinās piesārņojuma migrācija.
Papildus piezīmes:
- jebkurā gadījumā jāveic teritorijas piesārņojuma avota likvidācijas darbi.
Projekta realizācijas termiņš:
- nav definējams
Kopējās projekta izmaksas:
- nav definējamas

5.3. Kīleveina grāvja sanācijas risinājums - Alternatīva Nr. 2 (S2)

Kombinēts sanācijas metožu kopums, kura ietvaros veicama piesārņoto dūņu ekstrakcija ar zemes sūkni, dehidratēšana un piesārņotā materiāla nogādāšana licencētam bīstamo atkritumu apsaimniekošanas uzņēmumam uzglabāšanai poligonā vai pārstrādei.

Sanācijas metožu kopums paredz Kīleveina grāvja pilnīgu piesārņoto dūņu ekstrakciju (atsūkņēšanu), to atūdeņošanu un atūdeņotā piesārņotā materiāla nogādāšana licencētam bīstamo atkritumu apsaimniekošanas uzņēmumam uzglabāšanai poligonā vai pārstrādei.

1. Pilotprojekta realizācija. Sanācijas pilotprojektā nepieciešams veikt dūņu savākšanu un dehidratāciju ~ 150-300 m garā Kīleveina grāvja posmā, veicot aptuveni 700-1000 m³ dūņu atsmelšanu, dehidratāciju un nogādi bīstamo atkritumu apstrādes uzņēmumam, lai konstatētu faktisko darba ātrumu, atsmelto dūņu daudzumu konkrētā grāvja posmā, dūņu dehidratācijas ātrumu, kā arī citus darbu parametrus, pēc kā būtu iespējams sagatavot detālu darbu plānu un precīzu sanācijas izmaksu kalkulāciju visam apjomam. Pilotprojekta realizācijai nepieciešams izstrādāt atsevišķu darba programmu, kas saskaņojama ar VVD Lielrīgas RVP [13].
2. Dūņu bagarēšana (ekstrakcija) ir viena no divām visizplatītākajām piesārņotu nogulumu izņemšanas metodēm no ūdenstilpēm. Metode paredz piesārņoto dūņu atsūkņēšanu ar zemes sūkni no Kīleveina grāvja pilnā apjomā (vairāk par 60000 m³) [13].

3. Piesārņotā materiāla novietošana pagaidu krājlaukumā un atūdeņošana. Kā pagaidu krājlaukums izmantojama valstij vai pašvaldībai piederoša zeme Kīleveina grāvja tuvumā. Pietiekami liels zemes gabals saprātīgā attālumā no sanācijas objekta atrodams, piemēram, Rīgā, Vienības gatvē Nr. 7a (kadastra Nr. 01000540029) vai Rīgā, Vienības gatvē 9 (kadastra Nr. 01000540047). Lai, veiktu dūņu atūdeņošanu pagaidu krājlaukumā jāierīko radušos ūdeņu pagaidu kanalizācijas un attīrīšanas sistēma [13].
4. Dehidratēta piesārņotā materiāla nogādāšana licencētam bīstamo atkritumu apsaimniekošanas uzņēmumam uzglabāšanai poligonā vai pārstrādei [13].

2. TABULA

Alternatīvas S2 priekšrocības, trūkumi un piezīmes

Priekšrocības:
- visa piesārņojuma masa tiek ekstraktēta (atsūknēta); - tiek sasniegta augsta teritorijā esošā piesārņojuma attīrīšanas efektivitāte; - pēc sanācijas procesu pabeigšanas, pastāv plašas teritorijas izmantošanas iespējas; - procesa realizācijas laikā var iekļaut aktivitātes teritorijas ģeotehnisko uzlabojumu veikšanai.
Trūkumi:
- metode neatbilst ilgtspējīgas piesārņojuma attīrīšanas nosacījumiem/principiem; - relatīvi lielas kopējās izmaksas, lielākoties saistītas ar piesārņoto dūņu transportēšanu un nodošanu bīstamo atkritumu poligonā; - dūņu atūdeņošanas procesam nepieciešamais laiks var palielināt kopējo sanācijas projekta termiņu; - piemērotas pagaidu krājlaukuma (piesārņoto dūņu atūdeņošanas) vietas atrašana sanācijas objekta tiešā tuvumā; - atbilstošu smago metālu attīrīšanas poligonu neesamība LV un iespējams pārējās Baltijas valstīs; - liela bīstamo kravu plūsma caur pilsētu; - būtiska CO₂ izmešu palielināšana, kas saistīti ar piesārņoto dūņu transportēšanu, tādejādi palielinot slodzi uz gaisa kvalitāti Rīgas pilsētā, kā arī ietekmi uz nākotnes klimata izmaiņām; - papildus izdevumi saistīti ar bīstamo kravu transportēšanu (ADR nosacījumu izpildei) – transportēšanas kastes papildus hermetizācijas nodrošināšana utt.; - nepieciešama sanācijas procesu uzraudzība un vides kvalitātes monitorings.
Papildus piezīmes:
- pagaidu krājlaukumā, kurā novietotas piesārņotās dūņas atūdeņošanai, jāierīko radušos ūdeņu pagaidu kanalizācijas un attīrīšanas sistēma; - pirms sanācijas darbu sākšanas nepieciešams sagatavot sanācijas Darbu programmu un saskaņot ar VVD Lielrīgas RVP; - metodes pielietošana pieļauj atsevišķas negatīvas ietekmes, kā troksni un izplūdes gāzes no smagās tehnikas.
Projekta realizācijas termiņš:
- 6 gadi
Kopējās projekta izmaksas:
- 27 459 072.00 EUR bez PVN

5. Kīleveina grāvja labiekārtošana pēc dūņu ekstrakcijas (nogāžu profilēšana/ slīpināšana, apzaļumošana, gultnes izlīdzināšana utt.) [13].

Alternatīvas priekšrocības, trūkumi un papildus piezīmes apkopotas 2. tabulā.

5.4. Kīleveina grāvja sanācijas risinājums - Alternatīva Nr. 3 (S3)

Kombinēts sanācijas metožu kopums, kura ietvaros veicama piesārņoto dūņu ekskavācija, stabilizācija un piesārņoto dūņu slāņa iekapsulēšana (Capping).

Sanācijas metožu kopums paredz Kīleveina grāvja daļēju piesārņoto dūņu ekskavāciju un to stabilizāciju, un atlikušo piesārņoto dūņu iekapsulēšanu ar stabilizācijas procesā iegūto materiālu, kura fizikāli-ķīmiskās īpašības nodrošinās atlikušā piesārņojuma pilnīgu migrācijas apturēšanu.

1. Dūņu ekskavācija ir viena no divām visizplatītākajām piesārņotu nogulumu izņemšanas metodēm no ūdenstilpēm. Metode paredz piesārņoto dūņu izrakšanu, sākotnēji daļu ūdenstilpes teritorijas ierobežošanu un atūdeņošanu, tā izvairoties no lieka ūdens daudzuma izņemtajos sedimentos.

Kopējais piesārņoto sedimentu – dūņu daudzums sastāda vairāk, kā 60 000 m³. Kīleveina grāvī paredzēts veikt dūņu ekskavāciju tādā līmenī, lai pēc visu paredzēto sanācijas risinājumu ieviešanas, grāvja dziļums no ūdens virsmas līdz jaunizveidotajai gultnei būtu no 1.2 līdz 1.5 m.

2. Piesārņoto dūņu stabilizācija paredz ierosināt ķīmiskās reakcijas starp dūņās esošajiem piesārņotājiem un stabilizējošajām vielām, lai iegūtu pēc iespējas ķīmiski stabilus/noturīgus savienojumus.

Kīleveina grāvja ekskavētās piesārņotās dūņas plānots stabilizēt sanācijas objekta teritorijā speciāli izveidotā servislaukumā. Attiecīgi daļa stabilizētā materiāla tiks nogādāta Rīgas pašvaldības norādītā vietā reģenerēta būvmateriāla pagaidu uzglabāšanai, vai uzreiz izmantošanai, atkarībā no sanācijas periodā paralēli realizējamajiem projektiem Rīgas pilsētā, bet otra daļa – atlikušo dūņu iekapsulēšanai.

3. Piesārņoto dūņu iekapsulēšana paredzēta, jo pēc ekskavācijas pabeigšanas Kīleveina grāvja gultnē joprojām saglabāsies atlikušais dūņu slānis, kas uzskatāms par piesārņotu. Šī procesa realizācijai tiks izmantots stabilizētais materiāls, ar kuru tiks pārklāts atlikušo piesārņoto dūņu slānis izveidojot necaurlaidīgu vidēji 0.8 m biezu pārklājuma slāni, tā pilnībā ierobežojot piesārņojuma turpmāku migrāciju un saskari ar grāvja ūdeni.
4. Paralēli sanācijas prosu realizācijai plānota pilnīga teritorijas labiekārtošana izveidojot parka teritoriju ar zinātnisku ievirzi (iestrādājot ainavarhitektūras risinājuma atsevišķus fitosanācijas elementus), tādejādi atgriežot pilsētas iedzīvotājiem, uzņēmējiem un tūristiem 4.6 ha dabīgas vides un zaļo zonu.

Alternatīvas priekšrocības, trūkumi un papildus piezīmes apkopotas 3. tabulā.

3. TABULA

Alternatīvas S3 priekšrocības, trūkumi un piezīmes

Priekšrocības:
- metode atbilst ilgtspējīgas piesārņojuma attīrīšanas nosacījumiem; - vidēji ātrs teritorijā esošā piesārņojuma sanācijas veids (materiālu var atkārtoti izmantot pēc tā atbilstošas validēšanas); - ierobežota atlikušā piesārņojuma migrācija un degradējošā ietekme uz ekosistēmu; - samazinātas transportēšanas izmaksas piesārņojuma izvešanai utilizācijai/attīrīšanai ārpus teritorijas, attiecīgi novērsta bīstamo kravu transportēšanas slodze uz apkārtējo pilsētvidi; - būtiski samazināti CO₂ izmeši, kas saistīti ar piesārņoto dūņu transportēšanu, tādējādi samazinot slodzi uz gaisa kvalitāti Rīgas pilsētā, kā arī ietekmi uz nākotnes klimata izmaiņām; - bīstamie atkritumi tiek reģenerēti un pārvērsti par atkārtoti izmantojamu resursu; - sanācijas procesā nav nepieciešams izmantot neatjaunojamus dabas resursus; - iespējams stabilizēt dažādus piesārņotāju veidus, kā arī dažādus to sajaukumus, t. sk. ar smagajiem metāliem un NP piesārņotas dūņas; - procesa realizācijas laikā var iekļaut aktivitātes teritorijas ģeotehnisko uzlabojumu veikšanai.
Trūkumi:
- piesārņojošās vielas netiek pilnībā izņemtas no piesārņotā objekta teritorijas, bet tiek imobilizēta to kaitīgā ietekme uz ekosistēmu; - ilgāks darbu sagatavošanās posms (jāveic eksperimenti efektīvāko saistvielu piemeklēšanai, kas saistīts ar laboratorijas eksperimentiem un analīzēm); - nepieciešams ilgstošs monitorings; - sanācijas procesu izmaksas var ietekmēt efektīvākās saistvielas iegāde un transportēšana uz darbu objektu; - reģenerētā materiāla apjoma palielināšanās, kas saistīta ar stabilizācijas saistvielu pievienošanu; - pēc sanācijas procesu pabeigšanas teritorijai nevar tikt mainīts izmantošanas statuss nākotnē.
Papildus piezīmes:
- pirms sanācijas darbu sākšanas nepieciešams sagatavot sanācijas Darbu programmu un saskaņot ar VVD Lielrīgass RVP; - metodes pielietošana pieļauj atsevišķas negatīvas ietekmes, kā troksni un izplūdes gāzes no smagās tehnikas.
Projekta realizācijas termiņš:
- 5 gadi
Kopējās projekta izmaksas:
- 17 807 975.00 EUR bez PVN

6. IZVĒLĒTAIS TERITORIJAS SANĀCIJAS RISINĀJUMS

Nemot vērā visus pieejamo informāciju par objektu, ģeoloģiski-hidroģeoloģisko stāvokli, izvietojumu pilsētvidē, apkārtējo apbūvi un infrastruktūru, kā arī iespējamo sanācijas darbu un rezultāta ietekmi uz apkārtējo vidi (t.sk. pazemes ūdeņiem), nav iespējams nodrošināt teritorijas pilnvērtīgu un ekonomiski pamatotu revitalizāciju izmantojot iepriekš sagatavotajā sanācijas programmā [13] paredzētos risinājumus vai to kopumu.

Sākotnējā sanācijas risinājuma 1. alternatīva tika izskatīts “nulles scenārijs”, kas pie 2015. gada situācijas tika uzskatīts par lētāko, tajā situācijā visvienkāršāk realizējamo [12].

Kā otra no sākotnējām alternatīvām, paredzēja Kīleveina grāvja piesārņoto dūņu ekstrakciju un izvešanu apglabāšanai uz bīstamo atkritumu poligoniem pilnā apjomā vai arī veicot darbus attiecīgi 10-12 atsevišķos etapos [12].

2018. gadā tika izstrādāta Kīleveina grāvja piesārņojuma sanācijas projekts, kur tika apskatīta jau tikai viena sanācijas risinājumu alternatīva, kas paredz:

- pilotprojekta realizāciju. Sanācijas pilotprojektā nepieciešams veikt dūņu savākšanu un dehidratāciju ~ 150-300 m garā Kīleveina grāvja posmā, veicot aptuveni 700-1000 m³ dūņu atsmelšanu, dehidratāciju un nogādi bīstamo atkritumu apstrādes uzņēmumam, lai konstatētu faktisko darba ātrumu, atsmelto dūņu daudzumu konkrētā grāvja posmā, dūņu dehidratācijas ātrumu, kā arī citus darbu parametrus, pēc kā būtu iespējams sagatavot detālu darbu plānu un precīzu sanācijas izmaksu kalkulāciju visam apjomam.
- piesārņotās grunts (dūņu) ekstrakciju ar zemes sūkni no Kīleveina grāvja pilnā apjomā (aptuveni 64000 m³), dehidratāciju un nogādi bīstamo atkritumu apstrādes uzņēmumam [13].

Pat pieņemot, ka sanāciju ir iespējams teritorijā realizēt ekstrahējot (atsūknējot) minētos apjomus (izvēlētās metodes rezultātā kopējais dūņu apjoms varētu pieaugt, kas saistīts ar atsūknēšanas kontroles ierobežojumiem), Latvijas teritorijā nav tādu bīstamo atkritumu apsaimniekošanas vietu, kur būtu iespējams (gan tehniski, gan juridiski) nodrošināt šāda atkritumu apjoma attīrīšanu vai noglabāšanu, jo dūņu sastāvā esošie smagie metāli faktiski nepakļaujas tām bīstamo atkritumu apstrādes metodēm, ar ko attīra un apstrādā pārsvarā ar naftas produktiem piesārņotu grunti.

Papildus tam, pat, ja šādas vietas ar atbilstošu kapacitāti, metodēm un atļaujām būtu pieejamas, transportēšana uz šādām vietām radīs ievērojamu kaitīgo izmešu apjomu. Piemēram, pieņemot, ka visa apjoma transportēšanai uz aptuveni 100 km attālumā esošu utilizācijas vietu būs nepieciešami 4100 reisi ar Eiro 5 standartam atbilstošu auto, ar vidējo degvielas patēriņu 30 l/100 km transportēšanas rezultātā tiks radīti papildus ap 6.24 kg CO₂ izmeši [14] uz katru transportējamo kravas tonnu, kas summā veido ap 639 t CO₂ izmešus. Līdz ar to, tikai piesārņotā materiāla transportēšana radīs ievērojamu slodzi uz apkārtējo vidi un klimata pārmaiņām.

Atbilstoši HELCOM noteiktajai praksei ūdens objektu apsaimniekošanā, kuros atrodas piesārņoti dūņu nogulumi un kuri nav jāpadziļina saimnieciskās darbības vajadzībām parasti izvēlas veikt piesardzības sanācijas pasākumus, lai ilgtermiņā nodrošinātu atbilstošu ūdens vides kvalitāti. Šajā jomā HELCOM ir izstrādājis labākos pieejamos tehniskos paņēmienus [3],

kurus varētu izmantot šādu sanācijas darbu veikšanai. Lai arī HELCOM fokusējas uz jūras vides aizsardzības jautājumiem, un iekšzemes ūdeņiem nav izstrādājis speciālus ieteikumus, tomēr problēma ar piesārņotiem nogulumiem ir līdzīga un galvenie ieteikumi ir izmantojami arī šādiem gadījumiem. HELCOM pamatā iesaka balstīties uz sekojošiem ilgtermiņa mērķiem: “Optimise the deposited quantities”; “Keep volume of the dredged material minimal”, kas nozīmē, ka, plānojot sanācijas darbus, jāvadās pēc piesardzības principa, plānojot, pēc iespējams mazāku piesārņoto nogulumu ekskavāciju, samazinot slodzi uz tā apglabāšanas vietām. Arī Eiropas Parlamenta un Padomes direktīvā Nr. 2008/98/EK ir definētas pamatnostādnes atkritumu (t.sk.) bīstamo atkritumu apsaimniekošanu, pārstrādi u.t.t., kur par prioritāti tiek izvirzīts princips atkritumus neradīt vispār, bet, ja no tā nav iespējams izvairīties, atkritumu apsaimniekošanas prioritāšu piramīdā būtiskākie principi ir to sagatavošana atkārtotai lietošanai un pārstrāde [1].

Sanācijas darbu objekta – Atkritumu apsaimniekošanas hierarhija [3]



4. ATTĒLS

Tādēļ kā piemērotākais sanācijas risinājums tiek izvirzīts daļēja piesārņoto sedimentu izņemšana līdz tādām dziļumam un tādā apjomā, kas nodrošina teritorijas atgriešanu pilsētvidē un drošu tās lietošanu, kā arī atlikušā sedimentu slāņa pārsegšanu/norobežošanu ar stabilizētu piesārņoto materiālu. Šāda sanācijas alternatīva ļauj daļu no stabilizētā materiāla reģenerēt un izmantot kā pildmateriālu kanāla krastu zonas zemūdens un virsūdens apjoma un reljefa izveidei, kā arī atlikušo stabilizētā materiāla daļu izmantot citām saimnieciskām vajadzībām kā aizvietojamu būvmateriālu ar nosacījumiem, ko akceptē reģionālā vides pārvalde.

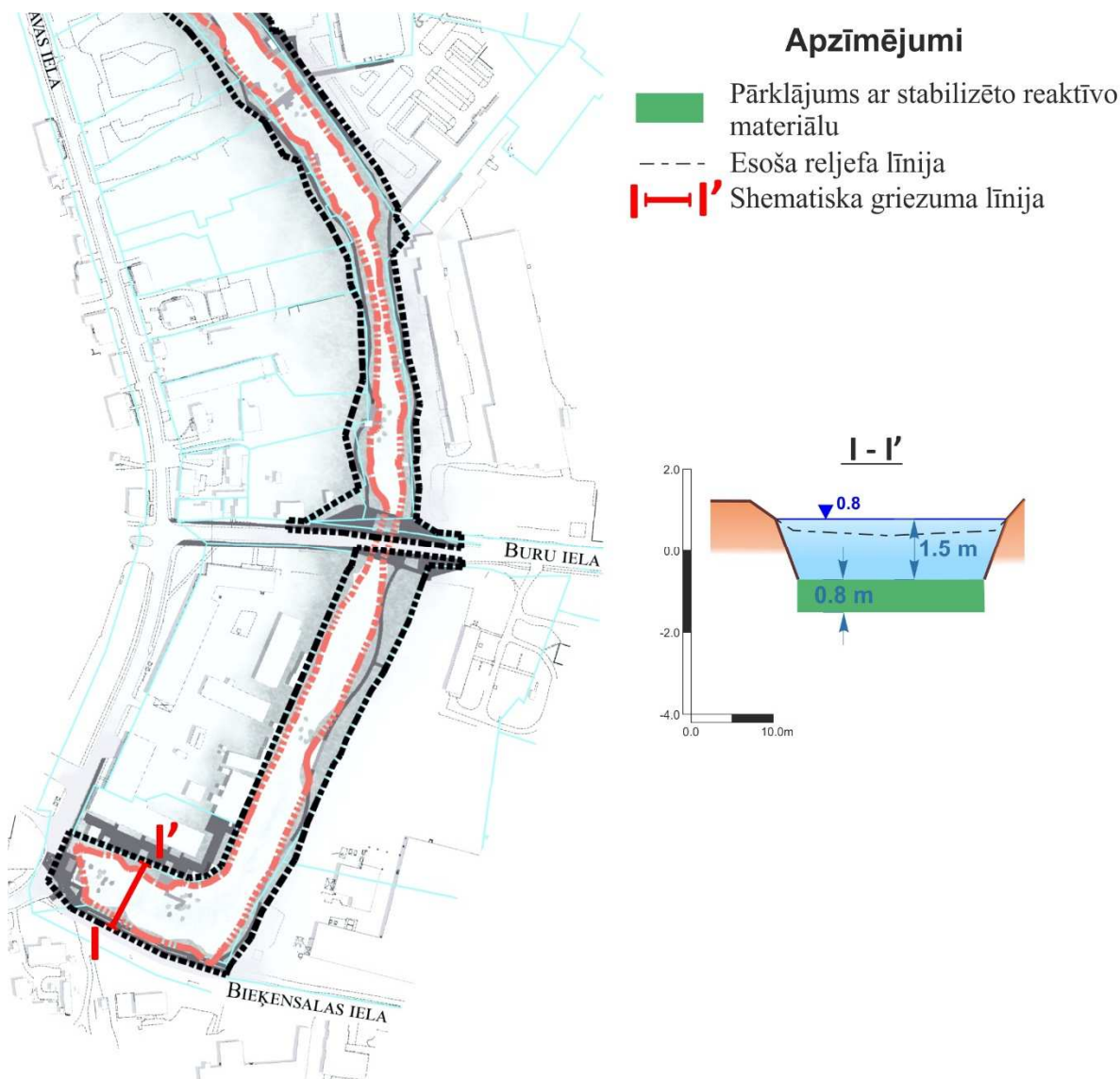
Piedāvātais sanācijas risinājums ir vairāki loģiski secīgi soļi teritorijas sanācijas nodrošināšanai.

6.1. Piesārņoto sedimentu izrakšana, šķirošana un sagatavošana stabilizācijai

Grāvja teritorijā esošos sedimentus, kas visticamāk satur arī nelielu daudzumu būvgružus u.c. atkritumus, paredzēts izņemt, pakāpeniski sadalot sanācijas teritoriju segmentos. Neatkarīgi no tehnoloģiskā risinājuma, segmentēšana tiks uzsākta no grāvja augšteces. Efektīvai materiālu un tehnoloģijas nodrošināšanai, viena segmenta garums tiek paredzēts 100 – 150m garumā, visā grāvja platumā, vai, ja nepieciešams, sadalot to apakšsegmentos. Segmentus paredzēts nodalīt ar pagaidu ūdens un segmentu norobežošanas tehnoloģiju, kuru ierīkošanas mērķis ir nodalīt izņemamo sedimentu un ūdens apjomu, pēc iespējas nosusināt to, lai būtu iespējama sedimentu rakšana ar pēc iespējas mazāku ūdens saturu. No segmenta atsūkņētajam ūdenim jāparedz tā piesārņojuma un duļķainības kontrole un nepieciešamības gadījumā jāveic šo ūdeņu attīrīšana.

Grāvja norobežošanas laikā jāparedz no augštes pieplūstošā ūdens pārsūkšanās uz lejteci, lai apietu norobežoto segmentu un nepieļautu augštes teritoriju pārplūšanu. Piesārņoto sedimentu izrakšanu var veikt ar greifera tipa kausu, bet to transportēšana objekta ietvaros ir iespējama hermētiskās atvērta tipa konteīnera kravas kastēs.

Kīleveina grāvja gultnes principiālā shēma (šķērsgriezums) pēc sanācijas darbu pabeigšanas



5. ATTĒLS

Gan rakšanas, gan sedimentu sagatavošanas laikā konstatētie atkritumi jānodala un jāsašķiro - sadrupināmie būvgruži un citi bīstamie un nebīstamie materiāli. Visi minerālie materiāli, ko iespējams sadrupināt līdz frakcijai 0 – 50 mm (pieļaujamais frakcijas izmērs var mainīties atkarībā no tehnoloģijas), ir iespējams pievienot stabilizējamajiem sedimentiem. Šāda pieeja nodrošinās pēc iespējas mazāku atkritumu apjoma transportēšanu uz noglabāšanas vai pārstrādes vietām.

Pēc atkritumu nodalīšanas izņemtos sedimentus iepildīs tehnoloģiskajā zonā izvietotā konteinerā, kur tiks veikta šīs masas stabilizācija (6. attēls).

6.2. Izņemto piesārņoto sedimentu stabilizācija

Piesārņoto dūņu stabilizācija (piesārņoto dūņu samaisīšana ar speciālām saistvielām) tiks realizēta pagaidu servisa laukumā. Piesārņoto dūņu stabilizācija paredz iegūt pēc iespējas ķīmiski stabilus/noturīgus savienojumus, ierosinot ķīmiskās reakcijas starp dūņās esošajiem piesārņotājiem (metāliem) un stabilizējošajām vielām. Patentētā tehnoloģija balstās uz mālu modifikāciju, izmantojot reaktīvos ķīmiskos reaģentus. Šīs modifikācijas ļauj piesārņotājiem, kas akumulējušies dūņās, ķīmiski saistīties (tikt ķīmiski imobilizētiem) māla struktūrā, tādējādi samazinot piesārņotāju izskalošanos. Attiecīgi daļa stabilizētā (reģenerētā) materiāla tiks izmantota atlikušo dūņu iekapsulēšanai, bet otra daļa izmantota teritorijas labiekārtošanā vai transportēta uz teritoriju, kur tā tiks uzglabāta (materiāla tālākai izmantošanai labiekārtošanas darbiem citos projektos).

Piesārņotās dūņas ir paredzēts stabilizēt ar speciāli modificētiem reaktīviem māliem, pēc nepieciešamības tos solidificējot ar cementa piejaukumu, lai panāktu nepieciešamās ģeotehniskās īpašības turpmākai materiāla izmantošanai. Precīzas proporcijas būs atkarīgas no piesārņojuma līmeņa katrā izņemamo dūņu segmentā, kā arī no pielietotās stabilizācijas tehnoloģijas un izmantotajiem reaģentiem. Tomēr mērķis ir stabilizācijas procesā iegūt materiālu ar tādām īpašībām, kas ir drošs turpmākai izmantošanai, kanāla piegulošo teritoriju reljefa izveidei (kā pamata masas materiāls), nodrošinot, ka no šī materiāla neizskalojas un neizdalās piesārņojošās vielas.

Ir izstrādāti, pieejami un veiksmīgi pielietoti modificētu mālu produkti, kas pievēršas identificētajām stabilizācijas procesu problēmām grunts, kas piesārņota ar organiskām un neorganiskām vielām apstrādei. Modificēto mālu stabilizācijas tehnoloģija tiek atzīta par vienu no efektīvākajiem augsnes piesārņotāju stabilizācijas veidiem. Modificēto mālu iegūšanas tehnoloģijas balstās uz smektīta mālu modifikāciju, izmantojot reaktīvos ķīmiskos reaģentus. Šīs modifikācijas ļauj piesārņotājiem ķīmiski saistīties (tikt ķīmiski imobilizētiem) māla struktūrā, tādējādi samazinot piesārņotājvielu izskalošanos, jo stabilizācijas procesi ir piesaistīti māla matricai. Šādi māli var tikt izstrādāti, lai apstrādātu komplicētu piesārņotāju „kokteili”, ieskaitot gan katjonu, gan anjonu organiskos un neorganiskos piesārņotājus. Šādi māli ir izstrādāti, pievienojot reaģējošas alumīnija apstrādātas struktūras starp māla matricas strukturālajiem slāņiem. Pīlāri saīsina slāņus, lai novērstu māla saraušanos dehidratācijas apstākļos. Piesārņotāji ir saistīti ar reaktīvajām vietām, kas ir interkalētas māla matricā un tieši ar alumīnija oksīda pīlāriem.

Pēc piesārņoto dūņu vienmērīgas sajaukšanas specialā tvertnē ar reaģentiem (modificētajiem māliem u.c. piedevām), iegūtā masa tiks izturēta 2-5 diennaktis pilnīgai stabilizācijas reakcijai, kā rezultātā būs iegūts reģenerēts otrreizēji izmantojams būvmateriāls - aizpildāmais materiāls. Šis materiāls ir alternatīva tādiem būvmateriāliem, kas iegūti izmantojot neatjaunojamus dabas resursus, kā pieberamā smiltis (smalkā frakcija), māli hidroizolācijai (piem., poligonu pārsegšanai), u.c. pēc nepieciešamības. Pirms sanācijas darbu uzsākšanas, darbu veicējam ir nepieciešams piemeklēt un laboratoriski apstiprināt pielietojamo reaģentu un stabilizēšanas tehnoloģiju rezultātu. Tāpat kvalitātes kontroles testēšana jāveic jau stabilizētajam materiālam, lai pārliecinātos, ka sagatavotais produkts ir drošs turpmākai izmantošanai.

Kīleveina grāvja piesārņoto dūņu ekskavācijas un stabilizācijas tehnoloģisko zonu iespējamais izvietojums



Tā kā Kīleveina grāvja teritorijā, dēļ ierobežotās teritorijas platības un konfigurācijas, būs iespējams izvietot daļu no stabilizētā materiāla, otra daļa, sanācijas ietvaros, tiks nogādāta Rīgas pašvaldības norādītā vietā reģenerēta būvmateriāla pagaidu uzglabāšanai, vai uzreiz izmantošanai, atkarībā no sanācijas periodā paralēli realizējamajiem projektiem Rīgas pilsētā.

6.3. Grāvja gultnes pārklāšana (Capping)

Grāvja gultnes pārklāšanai un izolācijai no apkārtējās vides (t.sk. no virszemes ūdens un sedimentu biotas) tiks izmantots stabilizēto sedimentu materiāls, kuru ieklās aptuveni 0,8 m biezumā. Šis slānis netiks veidots kā pilnībā hidroizolējošs, lai nodrošinātu netraucētu gruntsūdeņu atslogošanos kanālā tādā līmenī, kā pirms sanācijas darbiem (šeit jāņem vērā, ka arī šobrīd esošam sedimentu slānim filtrācijas parametri ir ļoti ierobežoti). Atkarībā no tehnoloģijas, pārklājuma izveidei ir divi iespējamie tehnoloģiskie varianti:

- pārklāšanai nepieciešamo sedimentu izņemšana aptuveni 0,8 – 1,0 m biezumā, stabilizēšana tehnoloģiskajā laukumā un ieklāšana atpakaļ;
- pārklājuma izveide ar sedimentu maisīšanu in-situ, maisīšanas procesā pievienojot nepieciešamos reagentus un saistvielas.

Neatkarīgi no pielietotās stabilizācijas tehnoloģijas, pārklājuma izveide tiks ierīkota jau izveidotajos kanāla nodalījuma segmentos un kā gala rezultāts tiks izveidots slānis, visā gultnes platumā un garumā, kas izolēs piesārņotos sedimentus no virszemes ūdeņiem un to biotas.

6.4. Grāvja piegulošās teritorijas virsūdens apjoma (t.sk. reljefa) izveide

Grāvja piegulošās teritorijas virsūdens apjoma un reljefa pamata izveidi paredzēts realizēt, izvietojot jau stabilizēto materiālu katrā no sanācijas segmentiem atbilstoši teritorijas labiekārtojuma sadaļā paredzētajam virsūdens apjomam sanācijas teritorijā. Izņemto dūņu un grunts materiāls stabilizācijas procesā tiks reģenerēts par drošu, atkārtoti izmantojamu būvmateriālu, ar kuru tiks veikta teritorijas reljefa izveide labiekārtošanas vajadzībām nepieciešamajā apjomā. Atkarībā no apstākļiem objektā, var tikt paredzēta atbilstoša ģeotekstila izmantošana materiāla pārklāšanai nogāzēs un citās vietās pēc nepieciešamības.

6.5. Ar sanāciju saistīto pasākumu realizācija

Precizējošie inženierizpētes darbi un hidroģeoloģiskā modelēšana. Pirms sanācijas darbu uzsākšanas tiks veikta precizējoša inženierizpēte, kuras gaitā tiks noskaidroti grunts slāņu fizikāli-mehāniskie parametri, veikta teritorijas hidroģeoloģiskās un hidroloģiskās situācijas precizēšana, kā arī veikti nepieciešamie topogrāfiskie uzmērījumi. Tāpat tiks sagatavots teritorijas hidroģeoloģiskais modelis, kurā tiks iekļauts scenārijs ar sanācijas gaitā izveidojamo sedimentu pārklājumu un reljefa izveidi, lai izvērtētu novietojamā stabilizētā materiāla ietekmi uz teritorijas hidroģeoloģisko situāciju, un nepieciešamības gadījumā pielāgotu stabilizētā materiāla ģeotekniskās īpašības. Izpētes darbos ietilpst arī stabilizācijas receptūras precizēšana laboratorijas apstākļos un neliela apjoma in-situ testā.

Teritorijas sagatavošana sanācijas darbiem. Pirms sanācijas darbu uzsākšanas tiks veikta teritorijas norobežošana ar mobilo celtniecības žogu, izveidotas pagaidu piebrauktuves, veikta krasta zonu nostiprināšana pēc nepieciešamības, lai nodrošinātu tehnikas pārvietošanos pa objektu.

Teritorijā esošais apaugums (krūmi, zāle, niedres) tiks likvidēts tiktāl, cik, tas nepieciešams sanācijas darbu realizācijai un teritorijas revitalizācijas nodrošināšanai.

Teritorijā paredzēts ierīkot vismaz divus tehnoloģiskos laukumus. Ja tiks nodrošināta iespēja, rekomendējams, sanācijas darbu tehnoloģiskos laukumus izvietos uz kāda no ar grāvja robežjošiem zemes īpašumiem.

Monitorings sanācijas laikā. Patstāvīga monitoringa realizācija ir viens no priekšnosacījumiem veiksmīgai sanācijas darbu norisei un izvirzīto mērķu sasniegšanai. Tā galvenais mērķis ir kontrolēt pielietoto tehnoloģiju procesu kvalitatīvu izpildi, kā arī samazināt dažādu iespējamo risku varbūtību visā sanācijas darbu periodā, kas var atstāt būtisku ietekmi uz kopējā projekta realizācijas termiņu un izmaksām.

Izvēlētais sanācijas risinājums paredz, ka ne tikai projekta realizācijas gaitā, bet arī pēc tā ir jāveic pilnvērtīgi monitoringa pasākumi, kas lielākoties saistīts ar atlikušo piesārņoto dūņu un tā jaunizveidotā pārseguma (capping) kontroli.

Rekomendējamie monitoringa apjomi un realizācijas biežums sniegti 4. tabulā.

4. TABULA

Sanācijas darbu ietvaros veicamais monitorings

Monitoringa etapi	Realizācijas periods	Monitoringa veids	Rekomendējamais realizācijas biežums
Sanācijas darbu ietvaros veicamā monitoringa nosacījumi	Sanācijas darbu periods	Atūdeņošanas procesā radušos atsūknētā/pārsūknētā ūdens monitorings pirms novadīšanas atpakaļ ūdenstilpnē (paraugu ņemšana un testēšana laboratorijas apstākļos).	1 reizi nedēļā
		Virszemes ūdeņu kontrole kanālā vismaz divās vietās, no kurām vienai jābūt pie ieteces Daugavā (paraugu ņemšana un testēšana laboratorijas apstākļos).	1 reizi mēnesī
		Piesārņoto dūņu un saistvielu samaisīšanas rezultātā iegūtā materiāla regulāra kontrole (paraugu ņemšana un testēšana laboratorijas apstākļos).	1 reizi stabilizācijas ciklā vai pēc nepieciešamības
		Pārseguma ierīkošanas kontrole (regulāri fiziskie mērījumi objektā).	1 reizi stabilizācijas ciklā vai pēc nepieciešamības
		Kanāla batimetrijas profilēšana pēc sanācijas darbu pabeigšanas	1 reize
		Ilglaicīgā monitoringa programmas izstrāde pēc sanācijas darbu pabeigšanas.	1 reize

Pēcsanācijas monitoringa sistēmas izveide un prasības monitoringam. Piesārņoto sedimentu stabilizācijas metodes pielietošanas nosacījumus ir ilgtermiņa vides kvalitātes kontrole sanācijas objekta teritorijā un tās apkārtnē.

Rekomendējamie pēcsanācijas monitoringa apjomi un realizācijas biežums sniegti 5. Tabulā.

5. TABULA

Pēcsanācijas periodā veicamais monitorings

Monitoringa etapi	Realizācijas periods	Monitoringa veids	Rekomendējamais realizācijas biežums
Pēc sanācijas ilgtermiņa monitoringa nosacījumi	5 + 25 gadi	Hidroķīmisko parametru kontrole virszemes ūdenī (pH, izšķīdušais skābeklis, mineralizācija – noteikšana lauku apstākļos vismaz trijās vietās)	1 reizi gadā
		Virszemes ūdeņu kontrole vismaz trijās vietās, no kurām vienai jābūt pie ieteces Daugavā (paraugu ņemšana un testēšana laboratorijas apstākļos).	1 reizi gadā
		Kanāla batimetrijas profilēšana.	1 reizi gadā
		Pārklājuma erozijas kontrole un nogulšņu veidošanās profilēšana.	1 reizi gadā
		Nogulu ķīmiskā sastāva (iespējamo piesārņotājvielu) kontrole (virsmas un pārklājuma augšējās daļas).	1 reizi gadā

Monitoringa realizācijai sanācijas pasākumu nobeigumā tiks ierīkota monitoringa sistēma ar marķētām virszemes ūdens paraugu ņemšanas vietās, sedimentu kontroles vietām, kā arī gruntsūdens monitoringam piemērots aku tīkls.

Monitoringa sistēmas ierīkošanas un monitoringa veikšanas darbu programma tiks saskaņota VVD Lielrīgas RVP.

7. SASNIEDZAMIE REZULTĀTI

Realizēta Kīleveina grāvja gultnes padziļināšana līdz 1.5 m dziļumam no ūdens virsmas (no gada vidējā līmeņa ūdens virsmas), segmentējot to vairākos posmos un ekskavējot piesārņoto dūņu slāni.

Ierīkots pārklājums no reaktīva stabilizēto sedimentu materiāla, kura aptuvenais biezums būs 0,8 m grāvja visā gultnes platumā un garumā vidēji no 1,5 līdz 2,3 m dziļumā no vidējā ūdens līmeņa kanālā, kas izolēs piesārņotos sedimentus no virszemes ūdeņiem un to biotas.

Sanācijas darbu ietvaros tiks stabilizētas 46.3 tūkst. m³ Kīleveina grāvja ar smagajiem metāliem un NP piesārņotās dūņas.

Kīleveina grāvis un tā piegulošā teritorijas piesārņojuma attīrīšana un/vai samazināšana tiks veikta līdz drošam, cilvēkam un ekosistēmai nekaitīgam līmenim. Turklāt izraudzītā sanācijas darbu metode būs ekonomiski pamatota, jo tās realizācija neizmaksās dārgāk nekā nepieciešams izvirzītā mērķa sasniegšanai.

Izstrādāta un saskaņota ilgtermiņa monitoringa darbu programma ar veicamajiem pēc sanācijas pasākumiem 30 gadu termiņam.

Uzraudzīts un kontrolēts sanācijas darbu process, kura beigās sagatavots pārskats par realizētajiem darbiem un apjomiem.

LITERATŪRAS AVOTU SARAKSTS

1. Eiropas Parlaments, *EIROPAS PARLAMENTA UN PADOMES DIREKTĪVA 2008/98/EK*, Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis, 2008.
2. Ģeologu grupa "Silurs", SIA, «Grunts un gruntsūdens kvalitātes noteikšana un potenciālā piesārņojuma izpēte Torņkalna preču stacijas teritorijā,» Ģeologu grupa "Silurs", SIA, Rīga, 2008.
3. HELCOM, «HELCOM Guidelines for Management of Dredged Material at Sea,» 4 marts 2015. [Tiešsaiste]. Available: <http://www.helcom.fi/Lists/Publications/HELCOM%20Guidelines%20for%20Management%20of%20Dredged%20Material%20at%20Sea.pdf>. [Piekļūts 6 novembris 2019].
4. <http://www.epa.gov>.
5. <http://www.swedgeo.se>.
6. Latvijas Republikas Saeima, *Likums par piesārņojumu*, sēj. 51, Latvijas Vēstnesis, 2001.
7. Latvijas republikas Saeima, *Vides aizsardzības likums*, 2006.
8. LVĢMC, «Piesārņoto un potenciāli piesārņoto vietu saraksts,» [Tiešsaiste]. Available: http://parissrv.lv/gmc.lv/#viewType=home_view. [Piekļūts 17 novembris 2019].
9. Ministru kabinets, *Noteikumi Nr. 118*, 2002.
10. Ministru kabinets, *Noteikumi Nr. 804*, 2005.
11. Valsts zemes dienests, «kadastrs.lv,» [Tiešsaiste]. Available: <https://www.kadastrs.lv/#>. [Piekļūts 22 Novembris 2019].
12. VKB, SIA, «Pārskats par Kileveina grāvja piesārņojuma izpēti,» VKB, SIA, Rīga, 2015.
13. VKB, SIA, «Kileveina grāvja piesārņojuma sanācības projekts,» VKB, SIA, Rīga, 2018.
14. Volvo trucks, «Emissions from Volvo's trucks,» 9 marts 2018. [Tiešsaiste]. Available: https://www.volvotrucks.com/content/dam/volvo/volvo-trucks/markets/global/pdf/our-trucks/Emis_eng_10110_14001.pdf. [Piekļūts 20 novembris 2019].