

## SARKANDAUGAVAS DEGRADĒTĀS TERITORIJAS APSEKOJUMA REZULTĀTU IZVĒRTĒJUMS *EVALUATION OF RESULTS OF SARKANDAUGAVA DEGRATED TERRITORY*

Autore: **Diāna ČERNOVA**, e-pasts: [diinovarya@gmail.com](mailto:diinovarya@gmail.com)  
Zinātniskā darba vadītājs: Dr.habil.geol. **Gotfrīds NOVIKS**, e-pasts: [Gotfrids.Noviks@rta.lv](mailto:Gotfrids.Noviks@rta.lv),  
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija  
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

---

**Abstract.** *The historically polluted areas of Sarkandaugava are one of the most polluted sites in Latvia that are included in the register of contaminated and potentially polluted areas. The Sarkandaugava territories have historically been used for the storage and handling of oil products. The remediation process was used: liquidation of floating oil product with double pumping and vacuum pumping method, and elimination of residual pollution by microbiological method.*

**Keywords:** *Historic pollution of Sarkandaugava, oil, remediation.*

---

### Ievads

Sarkandaugavas vēsturiski piesārņotās teritorijas ir vienas no piesārņotākajām vietām Latvijā, kas iekļautas piesārņoto un potenciāli piesārņoto teritoriju reģistrā.

Sarkandaugavas teritorijas vēsturiski tika izmantotas naftas produktu uzglabāšanai un pārkraušanai. Piesārņojums ar naftas produktiem Sarkandaugavā izveidojās 20. gadsimta 60.–70.gados, kad teritorijas apsaimniekotājs bija Padomju Savienības armija. 2013.gadā naftas produktu peldošais slānis bija vairāk par vienu metru. [1]

Piesārņojums ar naftu – cilvēku darbības rezultātā naftas nonākšana apkārtējā vidē. Šis jēdziens ietver arī tankkuģu avārijas, avārijas uz naftas iegūšanas platformām, urbumu vietas, kā arī piesārņojumu ar jebkurām ķīmiskām vielām, pārstrādājot jēlnaftu. Šādu piesārņojumu likvidācija var aizņemt vairākus mēnešus un pat vairākus gadus. [2]

Pamatojoties uz lauku darbu un laboratorijas analīžu rezultātiem tika veikta Sarkandaugavas vēsturiski piesārņotās teritorijas hidroģeoloģiskā datormodelēšana, noteikts piesārņojuma raksturs, apjoms un piesārņojuma lokalizācija. Balstoties uz iegūtajiem rezultātiem ir izvērtētas sanācijas darbu tehnoloģijas, veikta sanācijas darbu scenāriju finanšu-ekonomiskā analīze. Atbilstoši sagatavotajam „Sarkandaugavas vēsturiski piesārņotās teritorijas papildus izpētes un sanācijas projekta dokumentācijas aktualizācijas” Noslēguma ziņojumam, tiek paredzēts, ka sanācijas darbos tiek izmantota sekojoša tehnoloģija: peldošā naftas produktu slāņa likvidācija ar divkāršās atsūknēšanas un vakuuma atsūknēšanas metodi un atlikušā piesārņojuma likvidācija ar mikrobioloģisko metodi. [3]

### Materiāli un metodes

Atbilstoši veiktajām izpētēm (2007. un 2011. gads) grunts un gruntsūdeņu piesārņojums ar naftas produktiem teritorijā eksistē jau sen, jo vēstures fakti liecina, ka šajā teritorijā aktīva ekonomiskā darbība notiek vairāk kā simts gadus. Piesārņojumam laika gaitā reaģējot ar grunts organisko daļu un ietekmējoties no dažādiem mikrobioloģiskajiem un fizikāli ķīmiskajiem procesiem tiek būtiski izmainīts tā saturošo naftas produktu sastāvs un īpašības. Tāpēc izpētot teritoriju Tvaika ielā 33, Rīgā tur paņemtajos naftas produktu paraugos tika konstatētas lielas atšķirības (plānā un griezumā), kuras jāņem vērā plānojot vides atveseļošanas pasākumus ar šādām rekomendācijām:

1. Virs gruntsūdeņiem peldošā naftas produktu frakcija un tās piesārņojuma ietekmes samazināšana:

Virš gruntisūdeņiem peldošo naftas produktu frakciju likvidācijas gadījumā viens no galvenajiem naftas produktu parametriem, kurš varētu būtiski ietekmēt pieplūdes intensitāti pie katra atsūkņēšanas urbuma ir viskozitāte. Iepriekš veikto izpēti darbu (1999.-2007.g.) rezultāti parādīja, ka viskozitāte mainās intervālā 10,88 – 100,5 sSt, atsevišķos iecirkņos sasniedzot 1974,0 sSt. Ļoti svarīgs aspekts ir tas, ka viskozitāte mainās arī peldošajā slānī, t.i. peldošais slānis ir slāņains. Apakšējo daļu veido viskozie naftas produkti, bet augšējo slāni veido vieglas frakcijas naftas produkti ar mazāku viskozitāti (2007.g.).

Ņemot vērā augstāk minēto, jāreķinās, ka veicot peldošās frakcijas atsūkņēšanu, vispirms pie atsūkņēšanas urbumiem notiks vieglas frakcijas pietece, kurai ir labāki filtrācijas parametri. Tas savukārt nozīmē, ka frakcijas ar viskozitāti lielāku par 100 sSt nonāks pie atsūkņēšanas sistēmas ar kavējumu.

Sanācijas shēma ar divkāršās atsūkņēšanas metodi ietver sevī ūdens atsūkņēšanas sistēmu, ūdens un naftas produktu maisījuma atsūkņēšanas sistēmu, atsūkņētā fluīda novadīšanas sistēmu, ūdens aerācijas sistēmu un iesūkņēšanas sistēmu.

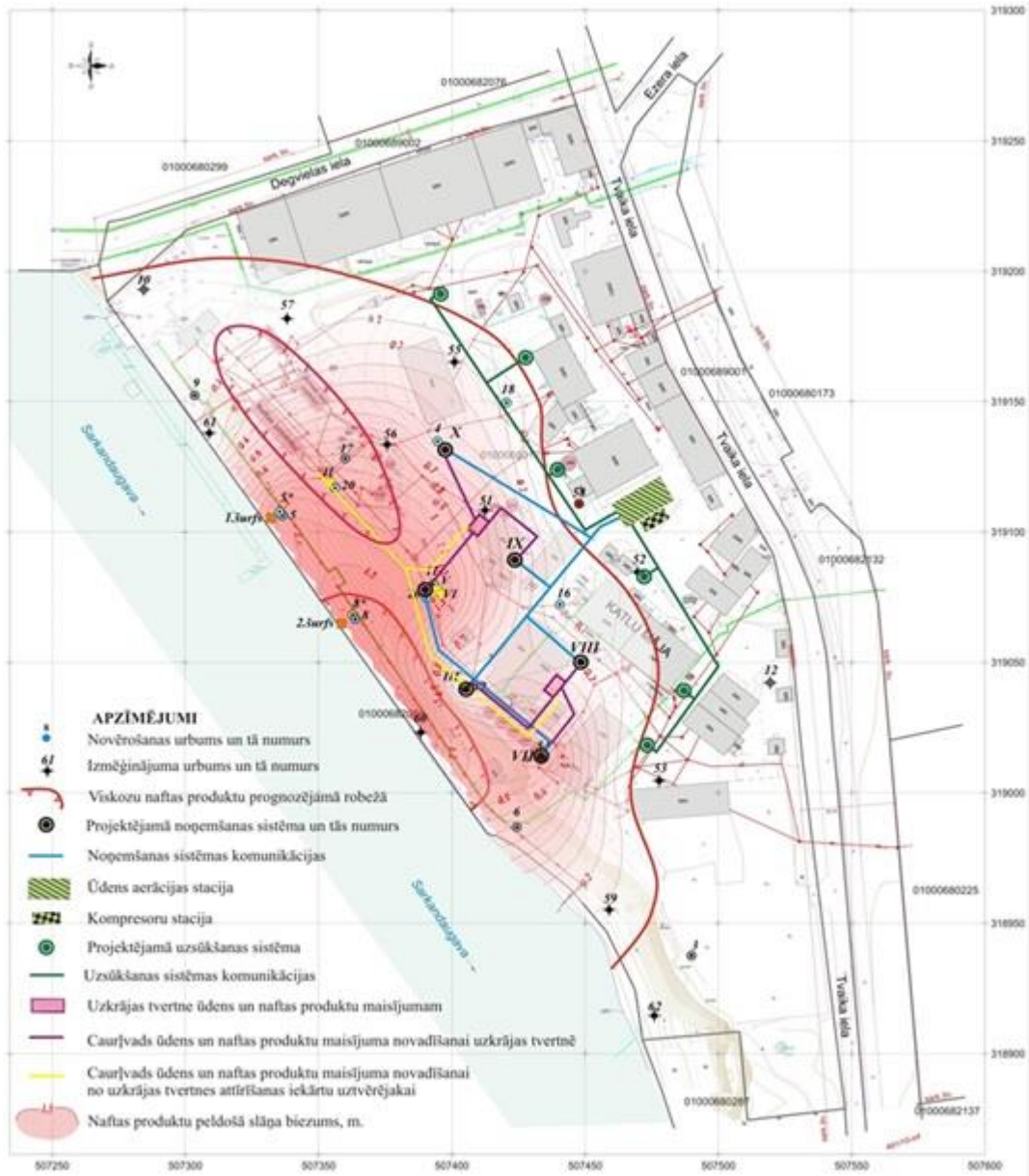
Atbildēt precīzi uz jautājumu, cik no peldošās frakcijas apjoma var atsūkņēt un kādā laikā, ir iespējams tikai pēc speciāli iepļānotiem eksperimentālajiem darbiem, kuru sastāvā jāparedz:

- naftas produktu paraugu noņemšanu no peldošā naftas produktu slāņa 3 intervālos, katrā no eksperimentālās atsūkņēšanas sistēmām, lai noteiktu viskozitāti un citus parametrus;
- 3 eksperimentālo atsūkņēšanas sistēmu izveidi ar nolūku, ka pēc eksperimentālās atsūkņēšanas pabeigšanas izveidotās sistēmas tiks izmantotas pamatsanācijas darbos. Eksperimentālās atsūkņēšanas sistēmas ir lietderīgi izvietot vietās, kur tās iepļānotas 2011.gada izpētē (skat. 1.attēlu - sistēmas X, VI un VII), kas ļaus (ņemot vērā palielināto attālumu starp sistēmām un naftas produktu slāņa biezumu) jau eksperimenta ietvaros veikt atsūkņēšanu no katras sistēmas ar jaudu lielāku par 300 m<sup>3</sup>/dnn gruntsūdens komponentei, samazinot Darbu ietvaros veicamās atsūkņēšanas apjomu.

Pēc eksperimentālo darbu pabeigšanas iespējams noteikt atsūkņēšanai pakļauto naftas produktu apjomu un tam nepieciešamo atsūkņēšanas laiku. Līdz ar to tiks precizēts arī viskozo naftas produktu apjoms un to platība, kas ļaus noteikt atlikušās frakcijas lokalizācijas/ietekmes minimizācijas pasākumu apjomus.

Izmantojot veikto pētījumu rezultātus, var indikatīvi noteikt:

- viskozo naftas produktu apjoms (viskozitāte lielākā par 100 sSt) nepārsniegs 30% no kopējās peldošās frakcijas apjoma;
- pakļautais atsūkņēšanai naftas produktu apjoms ar 6 atsūkņēšanas sistēmām būs 536,2 tonnas;
- atsūkņēšanas laiks 766 dnn.



1.att. Monitoringa punkti darbu laikā

2. Smago naftas produktu frakcija un tās piesārņojuma ietekmes samazināšana piekrastes zonā:

Pieņemumi par smago naftas produktu frakciju likvidāciju balstīti uz iepriekš veiktajām izpētēm un tajā norādīto informāciju. Pamatojoties uz 2011. gada izpētē sniegto informāciju, ka piesārņojums ar naftas produktiem nav visas piekrastes joslas garumā (360 metri), bet gan 345 metri, tiek ieteikts ekskavācijai pakļauto zonu noteikt 345 metru garumā, bet mikrobioloģiskai attīrīšanai tiks pakļauta izņemtā grunts tikai gar izteikti piesārņotajām zonām, t.i. smago un viskozo naftas produktu, t.sk. asfaltveidīgā frakcija, izplatības zonām - garums ir 235 m.

Atsūknēšanas sistēmas Nr. II (1.attēls) ekspluatācijas pieredze liecina, ka pie kinemātiskās viskozitātes koeficienta no 62,88 līdz 100,5 sSt brīvo naftas produktu frakciju kustība gravitācijas spēka ietekmē nenotiek. Vēl jo vairāk, nav iespējams atsūknēt brīvās naftas produktu frakcijas teritorijas piekrastes joslas centrālajā un dienvidu daļā, kur kinemātiskās viskozitātes koeficients sasniedz 1974,0 sSt (skat. 1.attēlu urbumu Nr.8). Līdz ar to tālāk piedāvātas smago frakciju likvidācijas un ietekmes ierobežošanas metodes. Piesārņojuma

lokalizēšanai šajā iecirknī plānots izveidot līnijveida ekspluatācijas urbumu rindu. Urbumi plānoti starp ūdens necaurlaidīgo sienu un peldošo slāni, t.sk., viskozajiem naftas produktiem.

Piesārņotas ar smago un viskozo frakciju grunts likvidācijai plānots izmantot tās ekskavāciju un transportēšanu uz mikrobioloģiskas attīrīšanas poligonu, bet asfaltveidīgai frakcijai plānota apstrāde un ietekmes likvidēšanas pasākumi.

Ekskavācijai pakļautā josla gar krasta līniju (345 m), bet mikrobioloģiskai attīrīšanai tiks pakļauta izņemtā grunts tikai gar izteikti piesārņotām zonām, t.i. smago un viskozo naftas produktu izplatības zonām (skat. 1.attēlu, urbumu Nr.8). To garums ir indikatīvi 235 m.

Ņemot vērā peldošā slāņa dziļumu un svārstību amplitūdu, jāprojektē grunts izņemšana vidēji 2,75 m dziļumā, t.i. absolūtā būvbedres dziļuma atzīme – 1,70 m.

Izņemtās grunts kopējais apjoms sastādīs:

$$2,75 \text{ m} \times 5,0 \text{ m} \times 345,0 \text{ m} = 4743,75 \text{ m}^3 (8183,70 \text{ t}).$$

Uz mikrobioloģiskas attīrīšanas poligonu tiks aizvesti un ietekmes likvidēšanas pasākumi tiks veikti:

$$2,75 \text{ m} \times 5,0 \text{ m} \times 235 \text{ m} = 3186,81 \text{ m}^3 \text{ piesārņotai ar naftas produktiem gruntij.}$$

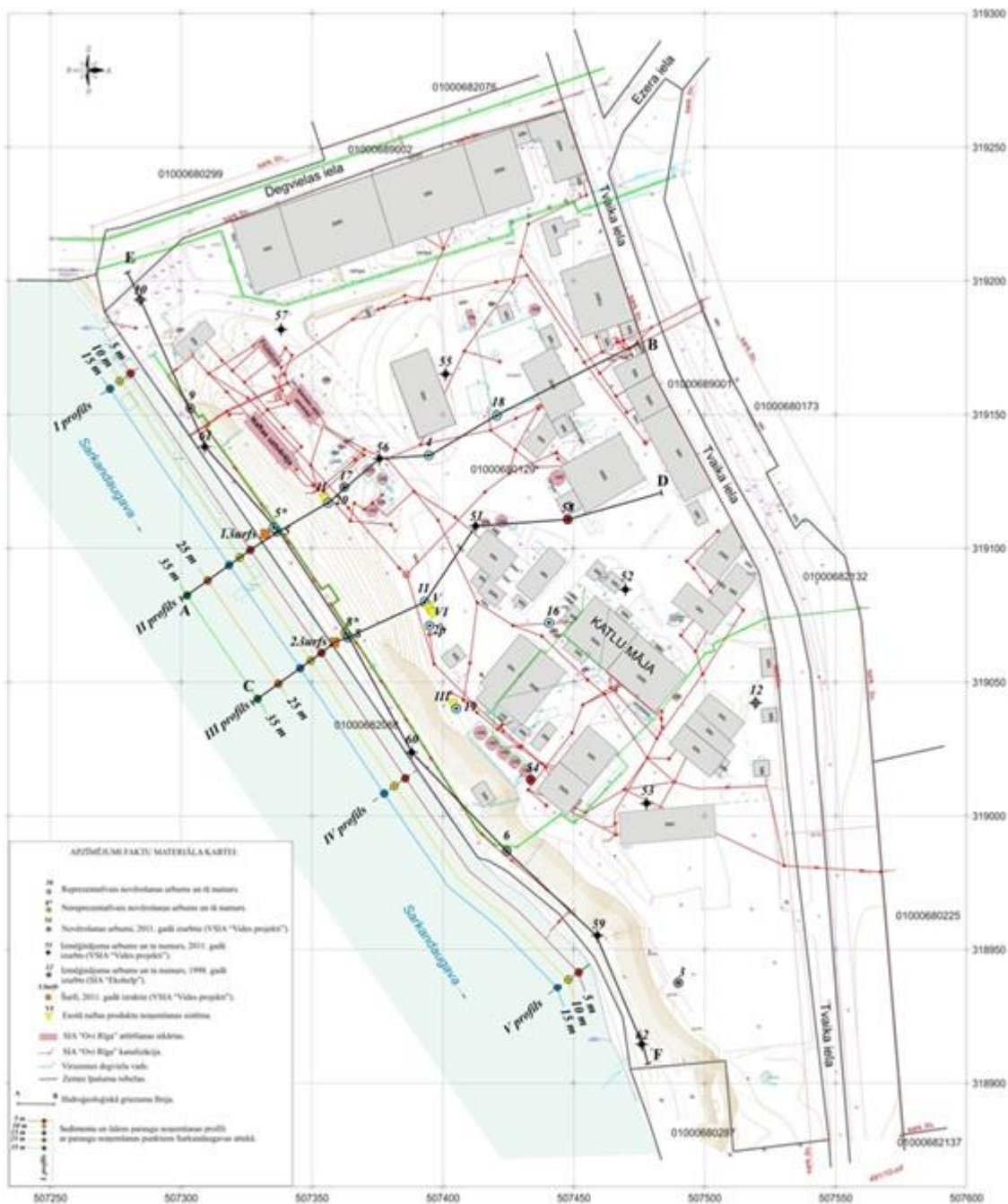
3. Inženiertehnisko darbu veikšanas rekomendācijas piesārņojuma ietekmes samazināšanai:

Teritorija, kas piekļaujas caurtekai Sarkandaugava, veido stāvu nogāzi, kas paceļas virs ūdens virsmas 9,0 – 10,0 m dienvidu daļā, bet ziemeļu daļā 6,0 – 7,0 m. No nogāzes pamatnes līdz ūdens līnijai novērojama plakana virsma 10,0 m platumā.

Tās augstuma attiecība pret ūdens līmeni Sarkandaugavā ir 0,5 – 1,0 m. 8,0 m attālumā no krasta līnijas izvietoti cauruļvadu betona balsti, pa tiem savulaik tika sūknēti naftas produkti. Šajā joslas zonā atrodas ar A/S Latvijas Gāzes virszemes gāzes vads ar diametru 426 mm, kas atrodas zem spiediena.

Krasta līnija teritorijā ir nostiprināta ar pussapuvušiem pāļiem/baļķiem. Joslā starp cauruļvadu balstiem un krasta līniju izvietoti novērošanas urbumi (skat. 1.un 2.attēlu).





2.att. Plānošanas karte

Līdz grunts izņemšanas sākumam nepieciešams nostiprināt caurtekas labo krastu darba teritorijā. Krasta līnijas nostiprināšanai plānots izmantot metāla profila rievotus pāļus. Pāļi 4,5 m garumā tiks iegremdēti nogulumos ar vibratoru tādā veidā, lai augšējā rievpāļu daļa būtu pie absolūtās atzīmes + 0,8 m. Pie būvbedres pamatnes atzīmes – 1,7 m pāļu iegremdēšana (attiecībā pret būvbedres pamatni) sastādīs 2,0 m. Jāatzīmē, ka rievpāļu savienojumiem ir minimāla atstarpe un tai aizsērējot, pāļi traucēs caurtekas ūdens iekļūšanai būvbedrē. Rievpāļu sienas atbilst ekskavācijai pakļautās zonas garumam, t.i. 345 m.

Intervālā zem ūdens līmeņa grunts ir piesātināta ar ūdeni un naftas produktiem. Tādas grunts transportēšana veicinās apkārtējās vides piesārņošanu. Tāpēc, veicot grunts izņemšanu, jāierīko ūdens līmeņa pazemināšanas sistēma. Ūdens pazemināšanas urbumu rinda jāierīko līdz 7-8 m attālumā no krasta līnijas.

Kopumā, pēc rievpaļu sienas uzstādīšanas grunts izņemšanas darbi un būvbedres aizpildīšana ar mālainiem materiāliem var tikt pabeigta 2-3 mēnešu laikā. Aprēķinātais diennakts vidējais ūdens un naftas produktu maisījuma atsūknēšanas apjoms ar ūdens pazemināšanas sistēmu sastādīs 230 m<sup>3</sup> (pie nosusināmā laukuma platuma 50,0 m).

Pie ūdens necaurīdīgās sienas ierīkošanas tiks noņemti un padoti uz attīrīšanas iekārtām 13800 m<sup>3</sup> ar naftas produktiem piesārņota ūdens.

Mālainā materiāla daudzums, kas nepieciešams būvbedres aizpildīšanai, atbilst izņemtās grunts apjomam un sastāda 4743,75 m<sup>3</sup>, vai 8183,70 t. [4]

### Situācijas analīze

Sarkandaugavas attekas piekrastes joslā ģeoloģiskā griezuma augšdaļu veido kvartāra nogulumu un uzbēruma grunts. Kvartāra nogulumu apakšdaļu veido morēnas mālsmilts un smilšmāls (gIIIItv), virsmas ieguluma dziļums 45,6 m. Virs tiem uzguļ limnoglaciālie augškvartāra nogulumu (lgIIIItvb) un Litorīnas jūras nogulumu (mIVlit). Limnoglaciālo un jūras nogulumu kopējais biezums sasniedz 44,3 m, tās ir sīk- un smalkgraudainas smiltis. Visā Sarkandaugavas teritorijas piekrastes joslā kvartāra nogulumus pārklāj uzbēruma grunts. To lielākais biezums ir fiksēts tieši darbu veikšanas vietā, kur tas sasniedz vairāk kā 7,0 m. Uzbēruma grunts apakšējo daļu veido asfaltveidīgs slānis (smilts, būvgružu un viskozu naftas produktu maisījums). Vēsturiski ražošanas atkritumi – šķidrie un viskozie naftas produkti tika izlieti uz zemes virsmas, kā arī Sarkandaugavas attekas piekrastes daļā un pēc tam apbērti ar smiltīm. Asfaltveidīgais slānis ir izsekojams lielākā daļā teritorijā un lielākais biezums fiksēts tieši teritorijas piekrastes joslā. Vietām asfaltveidīgs slānis atsedzas virspusē, bet dažviet to pārsedz mazāk piesārņotas uzbēruma gruntis, kas sastāv no smilts un būvgružiem. Sarkandaugavas teritorijas piekrastes joslas ziemeļu un ziemeļrietumu daļā uzbēruma grunts biezums būtiski samazinās, un nepārsniedz 2,0 m.

Sarkandaugavas teritorijā pazemes ūdeņi ir saistīti ar limnoglaciālajiem un Litorīnas jūras nogulumiem, kā arī ar uzbēruma gruntīm. Hidroģeoloģiskā griezumu vietās, kur fiksēta naftas produktu peldoša slāņa klātbūtne, ir novērojami divi slāņi. Augšējo slāni veido naftas produktu brīvā frakcija un šī slāņa pamatnē iegulošās želejveidīgās humīnvielas. Pēc samērā augstā kinemātiskā stigrības koeficienta rādītāja, to var uzskatīt par vājcaurlaidīgu slāni, kas veido kustīgu sprosts slāni, bet zemāk iegulošie pazemes ūdeņi iegūst vājspiediena raksturu. Tajās vietās, kuros nav naftas produktu peldoša slāņa pazemes ūdeņi ir bezspiediena. Ņemot vērā šos apstākļus novērošanas urbumos, kuros filtra intervāls ietver abus slāņus, fiksējas tāds vidējs līmeņa stāvoklis, kas vairāk atbilst pazemes ūdens līmenim. Tai pašā laikā, novērošanas urbumos, kuros peldošā slāņa pamatne nostabilizējas zem filtra, fiksējas līmenis peldošajā slānī. Naftas produktu peldošā slāņa un piekrastes joslas pazemes ūdeņu līmeņu starpība teritorijā sasniedz aptuveni 0,3 m, ko nosaka peldošo slāni veidojušo naftas produktu viskozitāte. Kopumā peldošais slānis ar nokavēšanos reaģē uz līmeņa izmaiņām, bet pie augstas naftas produktu viskozitātes palielinās kavēšanās laiks un līmeņu starpība. Naftas produktu brīvās frakcijas filtrācijas īpašības nosaka ūdens saturošo nogulumu filtrācijas īpašības un kinemātiskās stigrības koeficients. Ūdens horizonta augšējā daļā līdzās naftas produktiem pazemes ūdeņos teritorijā fiksēta paaugstināta mineralizācija (līdz 4470 mg/l), kā arī ķīmiskais skābekļa patēriņš (līdz 718 mg/l) un sulfātu joni (līdz 2395 mg/l). Ar sērskābā gudrona (asfaltveidīgais slānis) esamību aerācijas zonā ir saistīta sulfātu klātbūtne, kā arī paaugstināta mineralizācija, ūdenim raksturīga vāja skābuma pakāpe (pH = 4.35). Teritorijas piekrastes daļā pazemes ūdens atslogošanās notiek Sarkandaugavas attekā. Lielākais spiediena gradients fiksēts teritorijas dienvidrietumu daļā. To nosaka gruntī esošais asfaltveidīgais slānis un naftas produktu augstā viskozitāte, kas traucē naftas produktu tiešu atslogošanos hidrogrāfiskajā tīklā. [4]

## Rezultāti

Piesārņojuma veidi:

- vieglās, uz gruntsūdeņu virsmas peldošās, naftas produktu frakcija;
- viskozās/smagās, virs gruntsūdeņu līmeņa esošās, naftas produktu frakcija;
- asfaltveidīgā slāņa frakcija.

Darbu saturs:

- trīs monitoringa urbumu ierīkošana gruntsūdeņu piesārņotības noteikšanai;
- izmantojot ierīkotos urbumus jāveic eksperiments, lai noteiktu iespējamo pieteces/atsūknēšanas jaudu katrā urbumā;
- pieteces/atsūknēšanas jauda jānosaka gruntsūdeņiem un peldošajam uz gruntsūdeņiem esošajam naftas produktu slānim;
- katrs urbums jāaprīko ar diviem filtriem - viens peldošā slāņa intervālā, otrs dziļāk, lai izveidotu depresijas piltuvi, kas nodrošinās naftas produktu pieteci augšējā filtram;
- lai noteiktu gruntsūdeņu piesārņotības līmeni jāplāno (pie urbumiem) instalēt atsūknētā maisījuma uztverošo moduli, kur tiks mērīts atsūknēto gruntsūdeņu apjoms un koncentrācijas, ka arī naftas produktu apjoms, un uz tā pamata tiks noteikts kādā veidā un kur varētu būt novadīts atsūknētais ūdens;
- grunts piesārņojuma ar naftas produktiem izpētei jāierīko vismaz trīs šurfi;
- šurfu ierīkošanas gaitā jāizpēta naftas produktu noslāņojums (nosakot katrā slānī fizikālus un ķīmiskus parametrus);
- balstoties uz iegūtiem parametriem jānovērtē saistīto gruntī naftas produktu migrācijas potenciāls un ietekmes riski uz piegulošiem vides objektiem;
- izpētes rezultātiem jāklūst par pamatu teritorijas sanācijas veidu un tehnoloģiju noteikšanai.

Darbiem pakļautais naftas produktu atsūknējamais apjoms, strādājot 6 atsūknēšanas sistēmām būs 536,2 t. Viss darbiem pakļautais atsūknēšanai nepieciešamais laiks 766 dnn.

Eksperimentālās atsūknēšanas sistēmas ir lietderīgi izvietot vietās- X, VI un VII (skat. 1. un 2. attēlu), kas ļaus (ņemot vērā palielināto attālumu starp sistēmām un naftas produktu slāņa biezumu) jau eksperimenta ietvaros veikt atsūknēšanu no katras sistēmas ar jaudu lielāku par 300 m<sup>3</sup>/dnn gruntsūdens komponentei, samazinot darbu ietvaros veicamās atsūknēšanas apjomu.

Viskozajam naftas produktu apjomam (viskozitāte lielākā par 100 sSt), kas pēc iepriekšējām izpētēm nepārsniegs 30% no kopējas peldošās frakcijas apjoma, ir jātestē aprīkojumsun metodes tā likvidācijai/ekskavācijai.

Jāveic naftas produktu paraugu noņemšana no peldošā naftas produktu slāņa vismaz 3 intervālos, katrai no eksperimentālās atsūknēšanas sistēmai tās ierīkošanas laikā. Jānosaka viskozitāte un citi nepieciešamie kritēriji.

Darbā grunts šurfēšana/ekskavēšana jāveic krasta joslā ievērojot „worst-case” principu. Pamatojoties uz iepriekš veikto teritorijas izpēti sākotnējie šurfēšanas/ekskavēšanas darbi jāveic trijās vietās 10 līdz 20 m attālumā no 5., 6. un 8. urbuma (skat. attēls Nr.1), kas sakrīt ar plānotās rievienas un mālainā materiāla sienas ierīkošanas virzieniem. Balstoties uz hidroģeoloģisko griezuma līniju E-F (sk. attēlu Nr.2.) sākotnējie šurfēšanas/ekskavēšanas darbi jāveic vietās ar biežāko peldošo, viskozo un cieto naftas produktu slāni veidojot vidēji 2,75 m dziļu un vidēji 5 m platu tranšēju. Visa darbiem pakļautā ekskavācijas josla ir gar krasta līniju (345 m), bet mikrobioloģiskai attīrīšanai tiks pakļauta izņemtā grunts tikai gar izteikti piesārņotām zonām, t.i. smago, viskozo un asfaltveidīgo naftas produktu izplatības zonām (skat. 2. attēlu – urbums Nr.8). To garums ir indikatīvi 235 m. Ņemot vērā peldošā slāņa dziļumu un



svārstību amplitūdu, jāprojektē grunts izņemšana vidēji 2,75 m dziļumā, t.i. absolūtā būvbedres dziļuma atzīme – 1,70 m.

Laboratorijas izmeklējumiem jāizmanto vismaz 0.1m<sup>3</sup> no kopējā šurfētā/ekskavētā apjoma, pārējais apjoms sadalīts pēc piesārņojuma tipa konteineros jātransportē uz specializētu poligonu mazgāšanas, mikrobioloģisko testu veikšanai un asfaltveidīgās frakcijas piesārņojuma ietekmes likvidācijas testiem.

Pirms grunts mikrobioloģiskās attīrīšanas ir jāparedz tās mazgāšana testējot naftas produktu daudzuma samazināšanas iespējas līdz robežvērtībai, kas ir piemērota mikrobioloģiskai attīrīšanai. Mazgāšanas testa mērķis ir noteikt optimālāko bioloģiski viegli sadalāmo mazgāšanas līdzekļu veidu, kas nerada jaunu piesārņojumu un neveido stabilu ūdens naftas produktu emulsiju, kas var būt par cēloni jaunam gruntsūdens piesārņojumam.

Izmazgāto grunti tālāk jāpakļauj mikrobioloģiskai attīrīšanai ar lokālo vai analoģu aerobo (vai ekvivalentu) naftas produktu noārdošo mikroorganismu maisījumu, kas izdalīts no naftas piesārņotas grunts Sarkandaugavas Darbu veikšanas areālā vai līdzīgos areālos. Analoģu mikroorganismu maisījumu izmantošana ir pieļaujama, ja tie atbilst darbu specifikai. Mikrobioloģiskai attīrīšanas efektīvai nodrošināšanai ir jānodrošina atbilstošu makroelementu (piemēram, C:N:P:K) un mikroelementu pievienošana piesārņotajām gruntīm. [4]

### Rezultātu analīze

Gruntsūdeņu attīrīšana:

- Nosūknētas 580 t peldošo naftas produktu;
- Peldošo naftas produktu samazinājums par 74%;
- Attīrīti 100 000 m<sup>3</sup> piesārņoto gruntsūdeņu;
- Pārtraukta naftas produktu migrācija uz Sarkandaugavu;
- Panākta labāka vides kvalitāte sanācijas teritorijā;
- Samazināts risks cilvēku veselībai un negatīvai ietekmei uz NATURA 2000 aizsardzības zonu;
- Izveidotas papildu attīrīšanas iespējas no esošām paliekām un iespējamās jaunās noplūdes gadījumā.

Augsnes attīrīšana:

- Ex situ: 5700 t (skat.3.att.)
- 



3.att. Piesārņotās augsnes ekskavācija



- In situ: 145 t. Naftas ogļūdeņražu samazināšana 4-5 reizes (skat.4.att.) [5]



4.att. Augšnes attīrīšana teritorijā

### Secinājumi

Uzlabota vides kvalitāte un samazināta piesārņojuma ieplūšana Daugavā un tālāk Baltijas jūrā, mazinot draudus cilvēku veselībai. Kā arī samazināta piesārņojuma ietekme uz "Natura 2000" aizsargājamo teritoriju – piekrastes dabas parka teritoriju Mangaļsala un Mīlestības sala. Ieteikts nepārtraukti pārsūknēt un attīrīt ūdeņus no peldošiem naftas produktiem, pielietot ūdens drenāžas sistēmas, nepārtraukti uzraudzīt teritoriju, pareizi pārvaldīt infrastruktūru, turpināt upes dziļu attīrīšanu.

### Summary

Improved environmental quality and reduced pollution in the Daugava and beyond in the Baltic Sea, reducing the threat to human health. As well as reducing the impact of pollution on the Natura 2000 protected area - the coastal nature park area of Mangaļsala and Mīlestības sala. Suggestions after remediation: continuous Pump&Treat activities for floating oil products; management of drainage system; continuous monitoring; management of remaining infrastructure; clean-up of river base material.

### Bibliography

1. [http://www.vvd.gov.lv/public/fs/CKFinderJava/files/latvijas\\_sveices\\_programma/Sarkandaugava\\_info%20majas%20lapai\\_11%2010%202013%20%20\(3\).doc](http://www.vvd.gov.lv/public/fs/CKFinderJava/files/latvijas_sveices_programma/Sarkandaugava_info%20majas%20lapai_11%2010%202013%20%20(3).doc)
2. [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D0%BB%D0%B8%D0%B2\\_%D0%BD%D0%B5%D1%84%D1%82%D0%B8](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D0%BB%D0%B8%D0%B2_%D0%BD%D0%B5%D1%84%D1%82%D0%B8)
3. [http://www.vvd.gov.lv/public/fs/CKFinderJava/files/latvijas\\_sveices\\_programma/sarkandaugava-sanacija.rar](http://www.vvd.gov.lv/public/fs/CKFinderJava/files/latvijas_sveices_programma/sarkandaugava-sanacija.rar)
4. [http://www.vvd.gov.lv/filedownload?tabula=CMS\\_Tender\\_Doc&id=126](http://www.vvd.gov.lv/filedownload?tabula=CMS_Tender_Doc&id=126)
5. [http://www.vvd.gov.lv/public/fs/CKFinderJava/files/Sarkandaugava\\_Intergeo\\_01\\_06\\_2017.pptx](http://www.vvd.gov.lv/public/fs/CKFinderJava/files/Sarkandaugava_Intergeo_01_06_2017.pptx)