

SIA "ĢEO"

Reģ. Nr. 40003011453, Rankas iela 5a, Rīga LV-1005, Latvija. Tālr.67381642, fakss 67381598, vadiba@siageo.lv

PASŪTĪTĀJS: Rīgas domes Pilsētas attīstības departaments  
Amatu ielā 4, Rīgā, LV-1050

OBJEKTS: *Jaunais Rīgas centrs* Torņakalnā

**PĀRSKATS**

par ģeotehnisko izpēti  
(skiču projekta stadijai)  
*Jaunajā Rīgas centrā* Torņakalnā

1.SĒJUMS

Direktors	A. Mihelsons
Inž.-ģeologs	G.Spudas
Inž.-ģeologs	E.Lipskis
Ģeotehniķe	Dz.Sunepa

Rīga, 2009.g.

## S A T U R S

### 1.SĒJUMS

#### **Pārskats:**

	<i>Lpp.</i>
1. Ievads	3
2. Ģeotehnisko izpētes darbu sastāvs un metodika	4
3. Vispārējās ziņas	6
4. Ģeoloģiskie apstākļi un pamatnes grunšu veidi	7
5. Hidroģeoloģiskie apstākļi	8
6. Grunšu ģeotehniskais raksturojums	17
7. Secinājumi	20
Grunšu fizikāli-mehānisko īpašību rādītāji (tabula №1)	22

#### **Teksta pielikumi:**

1. Tehniskais uzdevums	7 lapas
2. Zemes dziļņu izmantošanas licence №12/76	6 lapas
3. Ģeotehnisko izstrādņu katalogs	2 lapas
4. Ģeotehnisko urbumu apraksti	38 lapas

#### **Grafiskie pielikumi:**

1. Ģeotehnisko izstrādņu un griezumu līniju izvietojuma plāns (M 1:1500)	(1 lapa)
2. Ģeotehniskie griezumi 1-1' – 16-16'	(14 lapas)

### 2.SĒJUMS

#### **Teksta pielikumi:**

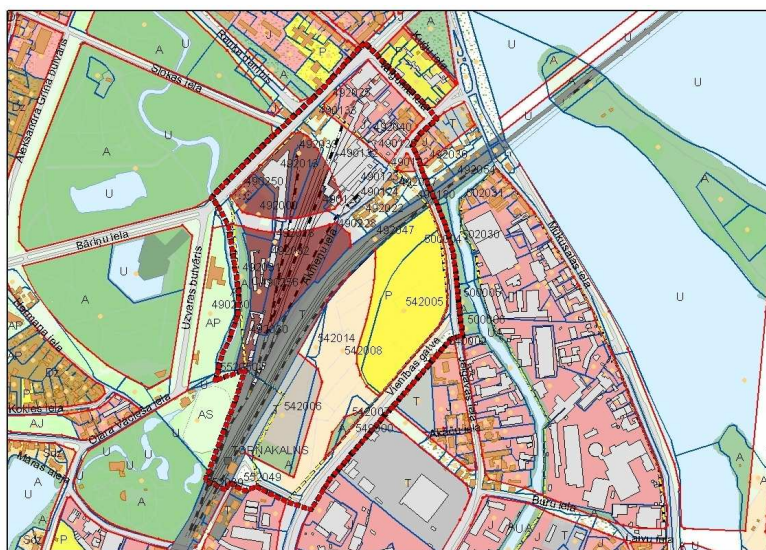
1. Statiskās zondēšanas (CPT) rezultāti	130 lapas
2. Poru spiediena izkliedes mērījumi ar dūņu konsolidācijas koeficienta aprēķinu	11 lapas
3. Dinamiskās zondēšanas (DIN) rezultāti	17 lapas
4. Vājo grunšu bīdes pretestības „in situ” noteikšana ar spārņingriezi	1 lapa
5. Vājo grunšu nedrenētās bīdes „ $\tau$ ” pretestības atkarība no vertikālās slodzes „ $P_z$ ”	1 lapa
6. Grunšu un pazemes ūdens laboratorijas testēšanas pārskats № 2009-48	45 lapas
7. Grunšu laboratorijas testēšanas pārskats № 02-09	7 lapas
8. Grunšu laboratorijas testēšanas pārskats № 91-09	6 lapas
9. Grunšu laboratorijas testēšanas pārskats № 70-09	7 lapas
10. Grunšu laboratorijas testēšanas pārskats № 86-09	9 lapas
11. Novērošanas urbumu ģeoloģiskie un tehniskie griezumi	8 lapas
12. Filtrācijas koeficienta aprēķins pēc ieliešanas eksperimentiem urbumos	
13. Ūdens līmeņa krišanās grafiki urbumos pēc ieliešanas	4 lapas
14. Fotografijas	6 lapas

## Pārskats

### 1. Ievads

Ģeotehniskie izpētes darbi tehniski-ekonomiskā pamatojuma izstrādei (sīču projekta stadijā) Jaunajā Rīgas centrā Torņakalnā izpildīti pasūtītāja (Rīgas domes Pilsētas attīstības departaments) uzdevumā.

Izpētes rajons izvietots Rīgā, Zemgales priekšpilsētā, Torņakalna rajonā – teritorijā starp Uzvaras bulvāri, Valguma, Jelgavas ielām, Vienības gatvi, Vilkaines ielu, Torņakalna dzelzceļa staciju, Mārupīti posmā no Arkādijas parka līdz Uzvaras bulvārim (skat.zīmējumu). Kopējā teritorijas platība ~45.7 ha:



(Zemes gabalu kadastra numuri №№ 01000492031, 01000492074, 01000490250, 01000492000, 01000490256, 01000492032, 01000492018, 01000492013, 01000492033, 01000550002, 01000490133, 01000492025, 01000492042, 01000490253, 01000492019, 01000490131, 01000490130, 01000490129, 01000492034, 01000492040, 01000490128, 01000490132, 01000490126, 01000490122, 01000492020, 01000490123, 01000492037, 01000490180, 01000490124, 01000490142, 01000492022, 01000492056, 01000490228, 01000492030, 01000552034, 01000552047, 01000542008, 01000542005, 01000542006, 01000542007, 01000542022, daļa no 01000540167, daļa no 01000542020, 01000552049, 01000542014).

Ģeotehniskās izpētes mērķi – perspektīvās apbūves laukuma ģeotehnisko apstākļu noskaidrošana, lai nodrošinātu:

- laukuma raksturojumu pēc perspektīvās apbūves būvju pamatnes ģeotehniskām īpašībām un pielietotības dažādiem pamatbūves risinājumiem;
- būvniecībai nelabvēlīgu zonu un procesu noteikšanu;
- rekomendācijas par principiāliem pamatu veidiem dažādām būvēm un inženieraisardzības pasākumiem būvniecības un ekspluatācijas laikā.

Saskaņā ar pasūtītāja iesniegtajiem materiāliem, izpētes rajonā paredzēta multifunkcionāla virszemes (līdz 8 stāviem, ar slodzi uz kolonnām līdz 3300 kN) un apakšzemes (autostāvvietas) apbūve, kā arī mazstāvu būves, piebraucamie ceļi un pazemes komunikācijas. *Būvju precīzs izvietojums šajā stadijā nav zināms.* Saskaņā ar būvnormatīva LBN 005-99 7.pielikumu, būvju ģeotehniskā kategorija II.

Izpētes darbus 2009.gada janvārī veica SIA "ĢEO" (Komersanta reģistrācijas apliecība №40003011453, speciāla zemes dzīļu izmantošanas licence № 12/76, saņemta 2009.gada 20.janvārī). Atbildīgie lauka izpētes darbu vadītāji inženierģeologi G.Spudas, D.Spudas, M.Geol.E.Lipskis, materiālu kamerālo apstrādi veica ģeotehniķe Dz.Sunepa (LBS būvprakses sertifikāts №20-6113). Konsultants ģeotehniķis B.Miķelsons (LBS būvprakses sertifikāts №20-5940).

Būvlaukuma dabas apstākļu sarežģītības pakāpe III (LBN 005-99 8.pielikums).

## 2. Ģeotehniskās izpētes darbu sastāvs un metodika

Ģeotehniskās izpētes darbu secība noteikta, ievērojot dažus no SIA „ĢEO” neatkarīgus apstākļus (zemes dziļu speciālās licences saņemšana no VĢMA tikai 20.01.2009.), kā arī no Piedāvājuma programmas-tāmes 2.piezīmē paredzētajiem izpētes starprezultātiem.

Pēc ģeotehnisko izstrādņu nospraušanas un piesaistes un citu darbu veikšanas, kas nav pretrunā ar zemes dziļu izmantošanas nosacījumiem, ievērojot savāktu iepriekšējo informāciju, lauka darbi sākti ar zondēšanu un urbšanu prognozētajās lielāka biezuma vājo grunšu izplatības vietās ar sekojošu šo grunšu monolītu noņemšanu, lai sastādītu vājo grunšu stiprības-deformācijas īpašību laboratoriskās noteikšanas programmu un operatīvi to izpildītu, pirmajā izpētes kārtā veikta arī vājo grunšu stiprības noteikšana ar spārņingriezi, pēc kuras rezultātiem noteiktas slodzes pakāpes kompresijas pārbaudēm odometros un trīssasu pārbaudes iekārtās.

Pēc izpētes starprezultātiem Specifikāciju 7.p. kvalitatīvās izpildes nodrošināšanai, tika koriģētas (piedāvātās cenas robežās) dažas izpētes pozīcijas, piem., samazinātas bīdes pretestības laboratorisko pārbaužu skaits un palielināts alternatīvās spārņingriezes pārbaužu skaits, koriģēti urbumu dziļumi atkarībā no pamatiežu ieguluma dziļuma, palielināts fizikālo īpašību noteikšanas skaits vājām gruntīm u.c. (skat.tālāk tekstā).

Izpētes laikā izpildītie darbu veidi un apjomi:

- Veikta ģeotehnisko izstrādņu nospraušana un instrumentālā piesaiste.
- Izurbti 38 ģeotehniskie urbumi, t.sk. 10 urbumi 30-32 m dziļumā, iedziļinoties augšdevona Pļaviņu svītas pamatiežos, un 28 urbumi 13-25 m dziļumā, sasniedzot pamatiežu virsmu (augšdevona Salaspils svītu) un iedziļinoties pamatiežos 0.5-2 m. Urbšana veikta ar mehāniskās urbšanas agregātiem UGB-1VS, URB-2.5 (urbšanas Ø108-146 mm). Urbšanā pielietota vītņurbšana, triecienuurbšana, urbšana ar speciāliem instrumentiem dūņainās un kūdrainās gruntīs, ar serdes caurulēm un dubultserdes caurulēm pamatiežos.  
Kopumā izurbti 858.7 m, t.sk. 694.5 m kvartāra ģenēzes gruntīs un 164.2 m pamatiežos.
- Urbšanas laikā no laukuma ģeoloģisko griezumu veidojošajām gruntīm paņemti 194 traucētas struktūras grunts paraugi un 47 netraucētas struktūras grunts paraugi (monolīti), t.sk.:
  - no dūņām un kūdrainām gruntīm - 26 gab., ar divu tipu gruntstveriem – plānsienu DT-IIM ( $l/q \leq 0.05$ ,  $-108\text{mm}$ ,  $h$  līdz  $10\text{cm}$ ) un FURSA-2-L ( $l/q=0.06$ ,  $-98\text{mm}$ ,  $h=10\text{cm}$ ), nodrošinot grunšu pārbaudi kā odometros, tā plaknes bīdes un trīssasu stiprības noteikšanas iekārtās;
  - no pamatiežiem – 21 ar vienkāršo un dubulto serdes cauruli  $-89-108\text{mm}$ .
- Urbumos uzmērīti gruntsūdens parādīšanās un nostāšanās līmeņi, kā arī augšdevona Salaspils un Pļaviņu svītu spiedienūdeņu līmeņi. Paņemti 4 gruntsūdens un 4 pamatiežu pazemes ūdens paraugi (pa 2 no katra horizonta).
- Grunts un pazemes ūdens paraugi testēti akreditētajās laboratorijās: AS „Ģeoserviss” laboratorijā (akreditācijas apliecības № LATAK – T- 281) un SIA „Balt-Ost-Geo” laboratorijā (akreditācijas № LATAK – T- 292):
 

granulometriskais sastāvs	86
filtrācijas koeficients	5
dabīgās nogāzes leņķis	1
dabīgais mitrums	114

plasticitātes rādītāji	104
organisko vielu saturs	125
gruntsūdens ķīmiskais sastāvs	4
pamatiežu pazemes ūdens ķīmiskais sastāvs	4
grunts korozīālā agresivitāte pret betonu un tēraudu	9
kompresijas īpašības vājām gruntīm līdz 0.1MPa slodzei	13
kompresijas īpašības pamatiežu māliem līdz 1MPa slodzei (zem iespējamām gala slodzēm no vietas pāļiem)	8
plaknes bīde	15
konsolidācijas koeficients vājām gruntīm (pēc Teilora metodes)	13
3-asu stiprības pārbaude	11
1-asu spiedes pretestība (klinšainām gruntīm)	30
grunts īpatnējais svars (grunts daļiņu blīvums)	20

- blīvums, porainības koeficients un pārējās fizikālās īpašības no monolītiem stiprības-deformējamības īpašības dūņām un kūdrai noteiktas, kā prioritāti izmantojot kompresijas pārbaudes laboratorijā, ievērojot dabīgo sriegumstāvokli un pieļaujamo aptuveno slodzi uz slāni, aprēķinātu pēc spārņņgriezies rezultātiem. Tiešie laboratorijas pārbaudžu rezultāti izmantoti kā ekspertbāze šo īpašību netiešai noteikšanai (izmantojot zondēšanas rezultātus, grunšu fizikālās īpašības un tehnisko literatūru pēc ģeotehniskās analogijas).
- Ierīkotas 8 filtrakas pazemes ūdens režīma novērošanai, t.sk 4 filtrakas gruntsūdens horizontam un 2 filtrakas augšdevona Salaspils svītas pazemes ūdens horizontam.
- Filtrakās veikti atsūknēšanas – ieliešanas darbi grunšu filtrācijas īpašību noteikšanai. Tiek turpināta gruntsūdens un pazemes ūdens līmeņu novērošana.
- Veikta statistiskā zondēšana (CPT) grunšu blīvuma un stiprības-deformējamības rādītāju noteikšanai. Zondēšana veikta līdz atdurei blīvajās gruntīs vai pamatiežos. Zondēšanas dziļums 12.5-23.9 m, kopā 609.1 m. Zondēšanas iekārta „PAGANI-TG63-150KN” (Itālija), aparatūra “GEOTECH” (Zviedrija) “zonde ø35.7mm. 5 zondēšanas punktos (CPT-10,13,14,23,36) 10 dziļumu intervālos, veicot statisko zondēšanu ar iekārtu „Pagani-TG-73/220”, tika veikta poru spiediena izkliedes mērīšana ar dūņu konsolidācijas koeficienta noteikšanu (pēc “Cone penetration testing in geotechnical practice. T. Lunne, P. Robertson, J. Powell. Blackie academic & profesional. 1997” metodes).
- Veikta dinamiskā zondēšana ar iekārtu „Geofin-Heijari” (DPSH-A tips LVS EN ISO 22476-2, 1.tab) 4 punktos (DIN 2,9,16,20) līdz 15.8-19.8 m, kopā 74.8 m – vietās, kur nebija iespējams veikt CPT statisko zondēšanu. Dinamiskās zondēšanas materiāli apstrādāti pēc programmas „WIN-DIN” modifikācijas, ievērojot stieņu neproduktīvo pretestību (pēc stieņu izvilkšanas spēka mērījumiem, transformējot tos uz sitienu enerģiju 2 variantos: 1) vidējiem  $\rho_d$  raksturlielumiem katrā slānī (DIN 20; 2) sitienu skaitam uz katriem 20 cm, kas izrādījās mazāk darbietilpīgs (DIN 16,9,2). Raksturlielumi  $p_d$  transformēti uz CPT  $q_c$  raksturlielumiem, izmantojot korelācijas sakarības starp LBN 005-99 4.pielikuma 5.un 11.tabulas; šie  $q_c$  lielumi izmantotajam aptuvenas paļu nestspējas aplēsēs (skat. ĢTE  $p_d$  un  $q_c$  vidējo raksturlielumu grafikus 7.teksta pielikumā).
- Bīdes pretestības noteikšana „in situ” dūņās un kūdrainās gruntīs ar spārņņgriezi ar portatīvas iekārtas SK-8 modifikāciju pie 6 ģeotehniskiem urbumiem (urb.№№ 22,27,34,36,39,18) līdz 5.5 m dziļumam 45 punktos (spārņņi forma taisnstūra,  $h=50\text{mm}$ ,  $\rightarrow=75\text{mm}$ ,  $k_2=640\text{cm}^3$ ). Materiālu apstrādē izmantots A.Larsona empīriskais grafiks no LVS EN-1997-2 – koeficienta  $\mu$  atkarība no  $W_L$ .
- Veikta ģeotehnisko urbumu likvidācija (tamponēšana) – pamatiežos ar bentonīta mālu un sulfātizturīgu cementu, kvartāra ģenēzes gruntīs ar pašaizplūdi.

Ģeotehnisko izpētes darbu normatīvā bāze:

LBN 005-99	Inženierizpētes noteikumi būvniecībā
LVS 437:2002	Būvniecība. Gruntis. Klasifikācija
LBN 207-01	Ģeotehnika. Būvju pamati un pamatnes
LBN 214-03	Ģeotehnika. Pāļu pamati un pamatnes
GOST 9.602-89	Pazemes būves. Vispārīgie noteikumi
LBN 003-01	Būvklimatoloģija
LVS EN 206-1	Betons. Tehniskie noteikumi

Standarti atsevišķiem lauka un laboratorijas izpētes veidiem izvēlēti saskaņā ar LR „Standartizācijas likumu” un norādīti pie atsevišķiem darbu veidiem.

### 3. Vispārējās ziņas

Izpētes rajons izvietots Daugavas kreisajā krastā, ģeomorfoloģiski teritorija ietilpst Daugavas ielejas I un II virspalu terasu robežās. Zemes virsmas abs.atzīmes Baltijas augstumu sistēmā variē no 1.1-1.9 m Torņakalna stacijas apkārtnē - mazdārziņu rajonā, 2.0-2.5 m Arkādijas parka rajonā līdz 3.2-4.1 m teritorijas ziemeļu daļā (Valguma ielas rajons) un dienvidu stūrī (Vilkaines iela).

Lielākā teritorijas daļa tehnogēni pārveidota. Lielu teritorijas daļu aizņem pilsētas zaļā zona - mazdārziņu kolonija laukuma dienvidu-dienvidaustrumu daļā un Arkādijas parks ziemeļrietumu daļā. Apbūvēta ir teritorijas centrālā un ziemeļu daļas. Centrālo daļu aizņem dzelzceļa uzbērums ar vairākiem sliežu ceļiem un atzarojumiem.

Teritorijas ziemeļu daļā dominē mazstāvu apbūve (1-2 stāvu dzīvojamās un nedzīvojamās ēkas). Vairākas ēkas (īpaši mazstāvu) vizuāli salīdzinoši nolaistā stāvoklī.

Akmeņu ielā 1-2 stāvu ēkas (koka apmestas un mūra) balstās uz mūrētiem lentveida pamatiem, ēkām ir sekli pagrabi (puspagrabi - ~1.4-1.5 m). Par grunts pamatni šīm ēkām, kā var spriest pēc ēku tuvumā izvietotiem izpētes urbumiem, kalpo galvenokārt aluviālās dažādās blīvuma pakāpēs smiltis. Deformācijas plaisas Akmeņu ielas 20., 22. māju sienās un pamatos norāda uz nevienmērīgu grunts pamatnes sēšanos un vājām gruntīm (dūņu starpslāņiem) pamatnē. Dzīvojamā māja Akmeņu ielā 22/24 ir avārijas stāvoklī un nav apdzīvota.

Valguma ielā atrodas dzelzceļa muzeja ķieģeļu ēka – vēstures piemineklis, vizuāli apmierinošā stāvoklī. Valguma ielas rajonā dominē 3-4 stāvu apbūve - ēkas mūra, apmestas, apmierinošā stāvoklī, jaunākās, iespējams, uz pāļu pamatiem.

Otrpus Valguma ielai atrodas Latvijas Nacionālās bibliotēkas (LNB) būvlaukums, kurā pašlaik (lauka izpētes darbu laikā) notiek pamatbūves darbi ar gruntsūdens atsūkņēšanu būvbedrē. Uz dažādām ēkām Valguma un Akmeņu ielās, kuras ietilpst jaunā Rīgas centra perspektīvajā laukumā, ir LBN ģenerāluzņēmēja ierīkotas konstrukciju nosēšanās novērošanas markas, notiek plaisu monitorings, kā arī ierīkoti gruntsūdens līmeņa novērošanas pjezometri.

Pazemes komunikācijas (sakaru kabeļi, elektrokabeļi, ūdensvads, kanalizācija) ierīkotas, galvenokārt, apkārtējo ielu joslās. Laukuma dienvidu daļu (mazdārziņus un dzelzceļa uzbērums) šķērso ūdensvads ar siltumtrasi.

#### 4. Laukuma ģeoloģiskā uzbūve un pamatnes grunšu veidi

Teritorijas ģeoloģiskā uzbūve ir sarežģīta. Ģeoloģisko griezumumu līdz izpētītajam 32 m dziļumam veido kvartāra ģenēzes nogulumi ( $Q_{4-3}$ ) un augšdevona ( $D_3$ ) pamatieži.

**Kvartāra nogulumu** kopējais biezums no 12.6-15.0 m teritorijas ziemeļu-ziemeļaustrumu daļā (Valguma – Jelgavas ielu rajons) līdz 20-22 m dienvidu daļā (Torņakalna stacijas rajons) un līdz 24-25 m gar Mārupīti.

No zemes virsmas visu izpētes teritoriju klāj uzbērto (tehnogēno) grunšu slānis ( $tQ_4$ ). To veido kūdra un pārkūdrota augsne vietām ar būvgružu piejaukumu, kā arī pārrakta puteklaina dūņaina mālsmilts (mazdārziņu rajonā), smilts dūņaina ar būvgružiem un šķembām (apbūvētajās teritorijas daļās un ielu joslās), kā arī smilts, šķembas ar smilti un rupji būvgružu ar smilts pildījumu (dzelzceļa joslā). Tehnogēno grunšu slāņa biezums no 0.3 līdz 4.4 m.

Dzelzceļa atzarojumu apkārtņē laukuma ziemeļu daļā vairākos urbumos (urb. №№2,5,16,19,25) uzbērtajā slānī gruntsūdens svārstību zonā konstatēts liels naftas produktu piesārņojums (bitumens, degviela).

Zem tehnogēnā slāņa līdz 12.6-25.0 m dziļumam iegul aluviālās ( $a Q_4$ ) ģenēzes gruntis – masīva organiski-minerālo dūņu slāņkopa ar kūdras ieslēgumiem un starpkārtām, ar dažāda rupjuma (smalkas, vidēji rupjas) un blīvuma (galvenokārt vidēji blīvas, retāk irdenas un blīvas) smilts starpkārtām, augšējā daļā ar puteklainu organogēnu mālsmilts un smilšmāla starpkārtām. Organiski-minerālo dūņu apakšējā izplatības robeža sasniedz 11.7-14.2 m (abs.atzīmes -9.0 ÷ -10.0 m) laukuma ziemeļaustrumu daļā līdz 18.6-19.6 m (abs.atzīmes -16.0 ÷ -17.0m) laukuma rietumu un dienvidu daļās. Dūņu slāņu un starpslāņu biezums variē no dažiem centimetriem līdz 15-16m. Dūņu biezums pakāpeniski pieaug rietumu virzienā.

Aluviālās ģenēzes kompleksa apakšējā daļā (sākot no ~19-22 m dziļuma no zemes virsmas) teritorijas rietumu-dienvidrietumu daļā iegul vidēji rupjās, rupjās smiltis ar grants un oļu piejaukumu, grantainas smiltis un grants ar oļiem. Šajā laukuma daļā izteikti redzamas Daugavas paleogultnes (vai attekas) robežas. Īpaši dziļa (25.0 m) gultne izveidojās laukuma ziemeļrietumu daļā (urbuma №15 rajonā, pie Mārupītes) .

Aluviālo grunšu slāņkopas kopējais biezums no 10.0m (laukuma ziemeļaustrumu un austrumu daļā) līdz 24.7-25.0 m (laukuma rietumu un dienvidu daļās).

Kvartāra ģenēzes grunšu kompleksa pamatnē atsevišķās laukuma vietās (lokāli) iegul glacigēnās ģenēzes (morēnas) gruntis ( $g Q_3$ ) – morēnas mālsmilts plastiska līdz cietai un morēnas smilšmāls, pārsvarā mīksti līdz sīksti plastisks. Morēnas gruntis satur grants un oļu piejaukumus, retas smilšainas kārtiņas, apakšējā daļā arī sadēdējušu pamatiežu šķembu piejaukumu. Morēnas grunšu biezums nepārsniedz 0.2-2.4 m.

Kvartāra ģenēzes kompleksu pasedz **pamatieži - augšdevona Salaspils svītas** ( $D_3$  slp) plaisainie sīkplātņainie merģeļi ar māla starpkārtām, dolomitizēti (domerīts), māls ar ģipša kārtām, ģipsis kristāliskis un šķiedru ar māla un sadēdējuša merģeļa starpkārtām.

Pamatiežu virsma laukuma robežās ļoti nelīdzena, tā iegul sākot no 12.4-16 m laukuma (abs.atzīmes -10.10 ÷ 12.05 m) austrumu-ziemeļaustrumu daļā, urbumu №№ 1-7,12-14,17-18 rajonā, līdz 20-25 m dziļumam no zemes virsmas (abs.atzīmes -16.7 ÷ -22.25 m) laukuma rietumu un dienvidu daļās (urbumu №№ 8,15,29, 30,39 rajonā). Pamatiežu virsmas kritums izteikti vērsts rietumu un dienvidu virzienos. Straujākie pamatiežu virsmas kritumi (līdz pat ~9 m – no ..... m līdz ..... m) konstatēti laukuma dienvidaustrumu daļā (skat. griezumus 3-3' – 5-5', 10-10', 11-11').

Konstatētais Salaspils svītas biezums laukuma robežās variē no 3.2 līdz 9.5 m.

Pamatiežu virsma ir stipri sadēdējusi – Salaspils svītas kompleksa augšējā daļā samērā plaši izplatīti dolomīta-domeŗīta (dolomitizēta merģeļa) milti ar ŗķembām, plaisaini merģeļi ar miltu piejaukumu. Sadēdējuŗas virsmas biežums 0.2-1.9m. Salaspils svītas augŗdaļā konstatēti cieta un, retāk, ļoti cieta dolomīta starpslānīŗi 10-20 cm biežumā.

Ģipŗainie nogulumi vairākās laukuma vietās izskaloti, izveidojot daŗāda izmēra kavernas un dobumus (*paleokarsta zona*). Kavernas pildītas ar plūstoŗu mālainu materiālu (miltiem) un konstatētas urbumos №№ 12,22,37, iespējams, arī №4) Izskalojumi izplatīti lokāli, sporadiski, to izmēri no daŗiem centimetriem līdz 0.3-0.4 m. Ģipŗainas starpkārtas un ģipŗu slāņi izplatīti Salaspils svītas augŗējā daļā līdz ~22-23 m dziļumam (līdz abs.atzīmēm -18÷ -20 m). Tikai ar ūdeni pildīti karsta dobumi, kā arī ieŗu iebrukumi urbumos nav konstatēti, bet laukuma robeŗās ir iespējami.

Zem Salaspils svītas kompleksa 22.4 (urbums №1) -29.7 (urb.№39) m dziļumā no zemes virsmas (no abs.atzīmēm -19.28 ÷ -23.97 m) iegūļ augŗdevona Pļaviņu svītas (D<sub>3</sub> pl) dolomīti – no plaisainiem līdz monolītiem, vidēji stipri, stipri un ļoti stipri, ar retām cieta māla un merģeļa starpkārtām. Pļaviņu svītas virsmas kritums vērsts dienvidu-dienvidrietumu virzienā. Urbumos apsekota augŗējā, līdz 5 m bieŗa, Pļaviņu svītas augŗdaļā, kas no stipŗības viedokļa uzskatāma par labvēlīģāko būvpamatni.

*Laukuma ģeoloģiskie apstākļi atspoguļoti ģeotehniskajos griezumos 1-1'÷16-16' 2.grafiskajā pielikumā.*

*Minerālo dūņu apakŗējā izplatības robeŗa un pamatieŗu ieguluma dziļums papildus norādīti „Ģeotehnisko izstrādņu izvietojuma plānā” (blakus urbumiem) 1.grafiskajā pielikumā.*

## 5. Hidroģeoloģiskie apstākļi

Hidroģeoloģiskie apstākļi izpētītajā Torņakalna teritorijā ir ļoti sareŗģīti. Tos nosaka laukuma izvietojums Daugavas ielejā vecās Daugavas gultnes rajonā, laukuma sareŗģītā ģeoloģiskā uzbūve ar izteiktu pamatieŗu virsmas kritumu rietumu virzienā, kā arī ar ļoti daŗādi filtrējoŗu grunŗu slāņojumu laukuma ģeoloģiskajā griezumā.

Izpētes darbu laikā ŗeit konstatēti vairāki pazemes ūdens horizonti: gruntsūdens, pazemes ūdens Salaspils svītas un Pļaviņu svītas pamatieŗos.

**a) Gruntsūdens** (pirmais no zemes virsmas pazemes ūdens horizonts) laukumā piesaistīts kvartāra ģenēzes gruntīm – daŗāda rupjuma aluviālajām smiltīm, smilŗainām starpkārtiņām minerālo dūņu masīvā, kā arī smilŗainām starpkārtiņām morēnas mālsmilts slānī.

Gruntsūdens līmenis fiksēts (2009.gada janvārī-februārī) 0.5 līdz 2.6 m dziļumā no zemes virsmas, uz absolūtajām atzīmēm Baltijas augstumu sistēmā ..... m. Gruntsūdens horizonts barojas no atmosfēras nokriŗņiem, gruntsūdens plūsma vērsta ziemeļaustrumu (Daugavas) virzienā. Laukuma ziemeļrietumu daļā gruntsūdens daļēji drenējas Daugavā caur Mārupīti.

Laukuma ziemeļaustrumu daļā (urbumu №№ 1-4 rajonā) gruntsūdens līmeņus lauka izpētes darbu laikā būtiski ietekmēja gruntsūdens pazemināŗanas darbi Latvijas Nacionālās bibliotēkas būvlaukumā. ŗinī rajonā vērojama straujŗ gruntsūdens līmeņa kritums no 0.6 (abs.atz. .... m, urbums №2) līdz 3.7 m (abs.atzīme - ..... m, urbums №1a) austrumu virzienā (skat.griezumus 1-1', 2-2').

Gruntsūdens līmenim raksturīģas sezonālas svārstības (pavasaros pēc sniega kuŗanas mazdārziņu teritorija daļēji applūst). Gruntsūdens līmenis teritorijas ziemeļaustrumu daļā hidrauliski saistīts ar uzplūdu līmeņiem Daugavā, kuru maksimums var sasniegt abs.atzīmi +2.10 m un no kuriem atkarīģi arī ūdens līmeni Mārupītē. Maksimālie gruntsūdens līmeņi



gaidāmi pavasaros pēc sniega kušanas un periodos pēc intensīviem atmosfēras nokrišņiem un vētrām un var būt 0.8-1.2 m augstāki par urbšanas laikā konstatētajiem līmeņiem. Pēc sniega segas kušanas mazdārziņu teritorija daļēji applūst.

Gruntsūdens režīma novērošanai un aluviālo smilšu filtrācijas īpašību noteikšanai ierīkotas 4 filtrakas (novērošanas urbumi), kurās bija veikti atsūknēšanas un ieliešanas izmēģinājumi.

Datums	Gruntsūdens līmenis, m (abs.atz.,m)			
	Urbums № 2 abs.atz.3.20m	Urbums № 3 abs.atz.2.89m	Urbums № 8 abs.atz.3.86m	Urbums № 26 abs.atz.3.89m
24.01.2009.	0.60 (2.60)	1.50 (1.39)	1.70 (2.16)	2.50 (1.39)
13.02.2009.	3.55 (-0.35)	4.74 (-1.85)	2.08 (1.78)	2.76 (1.13)
27.02.2009.	3.50 (-0.30)	4.59(-1.70)	2.15 (1.71)	2.80 (1.09)

Gruntsūdens režīms tiks novērots arī turpmāk.

Gruntsūdens kā ķīmiskā vide lielākajā laukuma daļā nav agresīvs pret betonu. Tikai urbumā №39 gruntsūdens uzrāda *vāji agresivitāti (klase XA1) pret betonu* pēc amonija jonu (NH<sub>4</sub>) satura 18.1 mg/l pie klases XA1 agresivitātes robežvērtības  $\geq 15$  un  $\leq 30$  mg/l (skat. 9.teksta pielikuma 16.-17.lapas).

Jāatzīmē, ka lielā teritorijas daļā virs mālainām gruntīm (putekļainas mālsmilts,, smilšmāla, dūņām) pēc intensīviem nokrišņiem un pavasaros var veidoties „maldu” tipa gruntsūdens tuvu zemes virsmai, ar stāvēšanas laiku mazāku par 2 nedēļām.

Kvartāra nogulumu filtrācijas koeficientu aprēķini veikti pēc izmēģinājumiem 2., 3., 8. un 26.urbumā.

Iegūtie grunšu filtrācijas koeficienti apkopoti tabulā:

Urbuma Nr.	Ieliešanas intervāls, m no zemes virsmas	Ģeoloģiskais indekss	Grunšu apraksts	Filtrācijas koeficients, „k” m/dnn
2	3,6 - 5,3	a Q <sub>4</sub>	Smilts, smalka un vidēji rupja	6,67
3	3,8 – 5,3		Smilts, smalka	1,28
8	1,8 – 3,3		Smilts, vidēji rupja	2,13
26	6,3 – 8,3		Smilts, vidēji rupja	4,22

*Hidroģeoloģisko novērošanas urbumu ģeoloģiskie un tehniskie griezumī doti 3.grafiskajā pielikumā 1. – 4.lapās.*

**Augšdevona pamatiežos** plaisainajos dolomītos un merģeļos cirkulē spiedienrakstura pazemes ūdeņi, kurus laukumā var sadalīt Salaspils un Pļaviņu svītu horizontos ar nedaudz atšķirīgiem pjezometriskiem līmeņiem:

**b) Salaspils svītas (D<sub>3slp</sub>) pazemes ūdens horizonts** piesaistīts plaisainajiem merģeļiem ar ģipša starpkārtām, sadēdējušām domerīta kārtām (plaisains sadēdējis dolomītmerģelis), kā arī sīkām izskalojamām kavernām ģipšainos nogulumos Salaspils svītas augšējā daļā.

Salaspils svītas pazemes ūdens horizontam piemīt *mainīgs* spiedienraksturs. Teritorijas austrumu daļā (urb.№1,8,12) ūdens parādīšanās līmenis fiksēts 16 m dziļumā no zemes virsmas (uz abs.atzīmēm 3.90-4.35 m) un nostāšanās līmeņi attiecīgi 3.07-4.4 m dziļumā no zemes virsmas (uz abs.atzīmēm -0.65 ÷ 0.69 m).

Laukuma rietumu daļā (Torņakalna stacijas rajons līdz Mārupītei) Salaspils svītas pazemes ūdens horizontam spiedūdēns rakstura pazīmes nav konstatētas (urbumi №№8,15) vai spiediens ir niecīgs. Urbumā №39 pazemes ūdens parādīšanās līmenis fiksēts 20.8 m dziļumā un nostāšanās līmenis 21.2 m dziļumā (spiediens 0.4 m).

No tā izriet, ka Salaspils svītas pazemes ūdens horizonts daļēji drenējas caur kvartāra aluviālās ģenēzes gruntīm Mārupītes rajonā. Salaspils svītas pazemes ūdeņiem šajā laukuma daļā ir hidrauliska saistība ar gruntsūdeņiem, īpaši tajās laukuma vietās, kur kvartāra ģenēzes slāņkopas apakšējā daļā iegul rupjie smilšainie nogulumu (paleogultnes rajonā).

4 novērošanas urbumi ierīkoti arī Salaspils svītas ūdensnesošos iežos, noslēdzot tās no gruntsūdens un iespējamās Pļaviņu horizonta pazemes ūdens iedarbības.

Datums	Salaspils svītas pazemes ūdens nostāšanās līmenis, m / abs.atz.			
	Urbums № 12 abs.atz.3.75m	Urbums № 18 abs.atz.3.14m	Urbums № 29 abs.atz.2.40m	Urbums № 30 abs.atz.3.76m
24.01.2009.	4.40 (-0.65)	3.75 (-0.61)	-	3.07 (0.69)
13.02.2009.	4.20 (-0.45)	3.50 (-0.36)	-	3.20 (0.56)
27.02.2009.	3.90 (-0.15)	3.50 (-0.36)	bojāts	3.00 (0.76)

Salaspils svītas spiedūdēns līmeņu novērošana turpinās.

Salaspils svītas pazemes ūdeņi ir *vidēji agresīva ķīmiskā vide (klase XA2)* betonam pēc sulfātu jonu SO<sub>4</sub> satura 1118.0-1318 mg/l pie klases XA2 agresivitātes robežvērtības >600 un ≤3000 mg/l (LVS EN 206-1:2000) un *vāji agresīva ķīmiskā vide (klase XA1)* pēc agresīvās ogļskābes CO<sub>2</sub> satura 15 mg/l (pie agresivitātes robežvērtības ≥15 un ≤40 mg/l) un amonija jonu NH<sub>4</sub> satura 20.3 mg/l (pie robežvērtības ≥15 un ≤30 mg/l) .

Augšdevona Salaspils svītas nogulumu filtrācijas koeficientu aprēķini veikti pēc izmēģinājumiem 12., 18. 29. un 30.urbumos.

Iegūtie grunšu filtrācijas koeficienti apkopoti tabulā:

Urbuma Nr.	Ieliešanas intervāls, m no zemes virsmas	Ģeoloģiskais indekss	Grunšu apraksts	Filtrācijas koeficients, „k” m/dnn
12	16,5 – 24,0	D <sub>3</sub> slp	Merģeļi, māli, ģipši	3,36
18	14,0 – 25,0		Māli, merģeļi, ģipši	0,42
29	25,7 – 28,0		Mālaini merģeļi	0,00035
30	23,0 – 27,5		Merģeļi, ģipši	3,74

Samērā lieli filtrācijas koeficienti (3.36-3.74 m/dnn) norādā uz izskaloto paleokarsta dobumu klātbūtni Salaspils svītas griezuma augšējā daļā.

*Hidroģeoloģisko novērošanas urbumu ģeoloģiskie un tehniskie griezum doti 3.grafiskajā pielikumā 5. – 8.lapās.*

**c) Augšdevona Pļaviņu svītas** plaisainajos dolomītos cirkulē **trešais, izteikta spiedienrakstura, pazemes ūdens horizonts**. Pļaviņu svītas spiedūdeņi konstatēti visos dziļajos urbumos.

Pļaviņu svītas pazemes ūdens parādīšanās līmeņi fiksēti 22.4-29.7 m dziļumā no zemes virsmas un nostāšanās līmeņi 1.4-4.2 m dziļumā (abs.atzīmes 0.5-0.7 m). Pļaviņu svītas nostāšanās līmeņi lielākajā laukuma daļā nedaudz zemāki par Salaspils svītas pazemes ūdeņu nostāšanās līmeņiem.

Pļaviņu svītas pazemes ūdeņi ir *vāji agresīva ķīmiskā vide (klase XA1)* betonam pēc sulfātu jonu  $SO_4$  satura 538-543 mg/l pie klases XA1 agresivitātes robežvērtībām  $\geq 200$  un  $\leq 600$  mg/l (LVS EN 206-1:2000) un *vāji agresīva ķīmiskā vide (klase XA1)* pēc agresīvās ogļskābes  $CO_2$  satura 15 mg/l (pie agresivitātes robežvērtības  $\geq 15$  un  $\leq 40$  mg/l) un amonija jonu  $NH_4$  satura 20.3 mg/l (pie robežvērtības  $\geq 15$  un  $\leq 30$  mg/l).

Jāatzīmē, ka nostāšanās līmeņi augšdevona ūdens horizontos ir nedaudz zemāki par gruntsūdens līmeņiem.

## 5. Grunšu ģeotehniskais raksturojums

Laukuma būvamatnes griezumu līdz izpētītajam 32 m dziļumam veido šādas gruntis (no augšas un leju):

Augsne (slānis 2) – dūņaina, vidēji humusēta, irdena, vietām uzbērta, atsevišķās laukuma vietās aprakta. Augsnes kārtas biezums nepārsniedz 0.2 -0.4 m. Augsne izplatīta galvenokārt no apbūves brīvajās laukuma daļās – mazdārziņu rajonā, starp dzelzceļa sliežu ceļiem, gar dzelzceļa uzbēruma malām.

Augsnes kārtu teritorijas apbūves laikā jānoņem (jānoņem), lai vēlāk izmantotu teritorijas labiekārtošanai. Augsne nav izmantojama zem jebkādu projektējamo būvju pamatiem.

Uzbērta (tehnogēna) grunts konstatēta lielākajā teritorijas daļā. Uzbērta grunts iegūl no zemes virsmas vai zem plānas augsnes kārtas. Uzbēruma biezums svārsās no 0.4-1.2 m mazdārziņu rajonā, 1.0-1.5-2.0 m dzelzceļa atzarojumu joslā, līdz 4.4 m laukuma dienvidaustrumu rajonā (urb.№28) un 5.5-7.0 m dzelzceļa uzbēruma joslā (dzelzceļa līnija Rīga-Ventspils).

Uzbērumu veido: rupji būvgruži (ķieģeļu lauskas, šķembas, betona gabali u.c. ar smilts pildījumu) – slānis 1'; smilts ar būvgružu piejaukumu, pārrakta ar augsni, vidēji sablīvēta (slānis 1'') un nesablīvēta (slānis 1'''), kā arī pārrakta mālsmilts ar dūņām un smilti (slānis 1M).

Uzbērtā grunts ļoti nevienmabīga pēc sastāva, sablīvējuma pakāpes un biezuma. Laukuma ziemeļu daļā (urbumi №№2,5,16,19,25) uzbērtā grunts stipri piesārņota ar naftas produktiem.

Putekļaina dūņaina mālsmilts (slānis 14) un smilšmāls (slānis 15) konstatēti ģeoloģiskā griezuma augšējā daļā, zem augsnes kārtas vai tehnogēnā slāņa 0.3 -1.2 m dziļumā no zemes virsmas. Slāņa pēda iegūl 0.7-2.7 m dziļumā, slāņa biezums 0.3-2.4 m. Mālsmilts konsistence plūstoša, plūstoši plastiska, gruntī “ $I_{om}$ ” .....% no grunts svara.

Grunšu īpašības šādas:	slānis 14	slānis 15
porainības koeficients „e”	0.80-0.85	
konsistences rādītājs „L”		
normatīvā īpatnējā pretestība zondes konusam „q”,MPa	1.03	0.89
deformācijas modulis „E”, MPa	6	5-6
organisko vielu saturs „I <sub>om</sub> ”, %	0.8-2.1	1.1-1.6

Putekļaina dūnaina mālsmilts un smilšmāls ir *vājas, stipri saspiežamas grunīti*.

Šīm gruntīm piemīt tiksotropas īpašības – tām dinamiskas iedarbības ietekmē pasliktinās stiprības-deformējamības īpašības, kas atjaunojas neprognozējamā laikā, kā arī kūkumošanās (sala izcilāšana).

Organiski-minerālās dūņas (slānis 5), plūstoši plastiskas līdz plūstošām, melnas, tumši pelēkas, vietām smilšainas (slānis 5a) un ar biežām smilšu starpkārtām, augšējā un vidusdaļā kūdrainas un ar kūdras starpkārtām, ar augu atliekām, ar koksnes atlieku ieslēgumiem, vietām ar mālainām starpkārtām, masīvas slāņkopas veidā iegulī visā laukuma robežās zem uzbēruma vai augsnes kārtas 0.2-3.7 m dziļumā no zemes virsmas. Dūņu apakšējā izplatības robeža konstatēta no 11.7-14.2 m laukuma ziemeļaustrumu daļā līdz 18.6-19.6 m laukuma rietumu un dienvidu daļās. Dūņu slāņa kopējais biezums pieaug dienvidu-rietumu virzienā no 0.4-2.0 m laukuma pašā ziemeļaustrumu galā līdz 15-16 m mazdārziņu rajonā un gar Mārupīti.

Organiski-minerālās dūņas satur vairākas smilšainas starpkārtas (dūņu-smilšu slānīšu mija). Smiltis putekļainas, smalkas līdz vidēji rupjas, pēc saguluma blīvuma pārsvarā vidēji blīvas ar irdenām kārtām (vai tuvas irdenām), un vidēji blīvas. Smilšainu starpkārtu biezums no dažiem centimetriem līdz 0.6-0.8 m, atsevišķās vietās līdz 5-6 m. Smilšainas starpkārtnas var saturēt lokālu gruntsūdens spiedienu, urbumos vai rakumos līdz fiksētajam līmeņiem.

Organiski-minerālās dūņas raksturojas ar lielu porainību, lielu saspiežamību, ilgu konsolidēšanās laiku zem slodzēm, tiksotropām īpašībām un zemiem stiprības rādītājiem.

Minerālo dūņu konsolidācijas īpašības (konsolidācijas koeficients „C<sub>v</sub>”) ir mainīgas – no 0.102 cm<sup>2</sup>/min līdz 0.036 cm<sup>2</sup>/min, atsevišķos paraugos 0.07 cm<sup>2</sup>/min. Nav konstatēta atkarība no dūņu ieguluma dziļuma, dažkārt ir mainīgs arī viena parauga ietvaros. Dūņu konsolidācijas koeficienta „C<sub>v</sub>” noteikšanas laboratorijas apstākļos pēc Teilora metodes rezultātus skat. 9.teksta pielikuma 33.-45.lapās.

Poru spiediena izkliedes pārbaudes („Dissipation” testi) dūņu slāņos tika veiktas, lai prognozētu paaugstināto poru spiedienu, kas veidojas ar būvēm noslogotajās vājajās gruntīs, izkliedes ātrumu. Poru spiediena izkliedes ātrums ir atkarīgs no grunts konsolidācijas īpašībām, kuras savukārt ir atkarīgas no grunts saspiežamības un filtrācijas īpašībām.

Filtrācijas un konsolidācijas koeficientu aprēķini tika veikti atbilstoši “*Cone penetration testing in geotechnical practice. T. Lunne, P. Robertson, J. Powell. Blackie academic & profesional. 1997.*”, ieteikumiem, t.i. līdz paaugstinātā poru spiediena izkliedei par 50%. „Dissipation” testu datu apstrādes rezultātā dūņu slāņiem (slānis 5) tika aprēķināta konsolidācijas koeficienta vērtība, kas parādīta tabulā:

N.p.k.	Punkta numurs	Testa numurs	Dziļums, cm	Laiks, min	Konsolidācijas koeficients c <sub>n</sub> , cm <sup>2</sup> /min
1	CPT10	test Nr.0	424	t50=23	3.6*10 <sup>-1</sup>
2	CPT13	test Nr.0	319	t50=5	1.8*10 <sup>0</sup>
3	CPT13	test Nr.0	1093	t50=16	4.0*10 <sup>-1</sup>

4	CPT14	test Nr.1	1180	t50=8	1.2*10 <sup>0</sup>
5	CPT14	test Nr.2	427	t50=30	3.0*10 <sup>-1</sup>
6	CPT23	test Nr.0	491	t50=33	2.7*10 <sup>-1</sup>
7	CPT23	test Nr.1	1070	t50=22	3.6*10 <sup>-1</sup>
8	CPT36	test Nr.0	207	t50=2	3.5*10 <sup>0</sup>
9	CPT36	test Nr.1	264	t50=7	1.3*10 <sup>0</sup>
10	CPT36	test Nr.3	768	t50=10	1.0*10 <sup>0</sup>

„Dissipation” testu skat. 6.teksta pielikumā.

Grunšu īpašības šādas:	slānis 5	slānis 5a
porainības koeficients „e”	1.3-1.5	1.2-1.3
konsistences rādītājs „I <sub>L</sub> ”	0.8-1.5	0.8-1.3
organisko vielu saturs „I <sub>om</sub> ”, %	6-16	5-10
normatīvā īpatnējā pretestība zondes konusam „q”, MPa	0.54	0.91
deformācijas modulis „E”, MPa	0.5-1.2	1.5-2.5

Deformācijas modulis „E” aprēķināts pēc kompresijas pārbaudēm laboratorijā, ievērojot grunšu dabisko spriegumstāvokli ar pieļaujamo slodzi, noteiktu pēc spārņņgriezies rezultātiem.

Kūdra (slānis 3) – vidēji līdz labi sadalījusies, irdena, ar augu atlieku ieslēgumiem, vietām ar smilšainām kārtiņām, vietām nedaudz mālaina, dūņaina, melna līdz tumši brūna. Kūdra un pārkūdrotas dūņas izplatītas galvenokārt pamatnes griezuma augšējā daļā laukuma centrālajā un dienvidu rajonos. Kūdra konstatēta 2.0-4.0 m dziļumā no zemes virsmas, urbumā №30 arī 14.5 m dziļumā. Kūdras slāņu biezums no 0.2-0.3 m līdz 1.9 m.

Mazdārziņu rajonā kūdra izplatīta samērā izturēta 0.5-2.5 m bieža slāņa veidā.

Kūdras dabīgais mitrums “w” 88.3-184.7%, vietām 220.6%. Organisko vielu saturs gruntī „I<sub>om</sub>” 45-53 % no grunts svara, pārkūdrotām kārtām 15-35%.

Kūdras normatīvā īpatnējā pretestība zondes konusam „q” 0.2-0.3 MPa, deformācijas modulis „E”, noteikts analogi, kā dūņām, nepārsniedz 0.1-0.2 MPa.

Tā kā kūdras deformācijas zem pieliktās slodzes ir ilgstošas, tās stiprības raksturošanai iekšējās berzes leņķis φ tā tradicionālā izpratnē bez laika faktora nav pielietojams. Tās stiprību, atkarībā no slodzes intensitātes un konsolidācijas pakāpes var raksturot ar Cu – nedrenēto kopējā bīdes pretestību, ko nosaka laboratorija pie maksimāla porūdens spiediena vai „in situ” ar spārņņgriezi.

Kūdra un dūņas, kas atrodas zem uzbērtu grunšu slāņa (pārsvārā 1-4.5 m biežumā ar slodzi uz vājajām gruntīm 15-70kPa) jāuzskata par konsolidētām (filtrācijas konsolidācijas fāze) zem konkrētās slodzes.

Smilšainās grūtis plaši izplatītas aluviālās ģenēzes slāņkopā starpkārtu miju veidā minerālo dūņu slāņos, kā arī aluviālo nogulumu bazālajā daļā. Smilšainu starpkārtu biezums no dažiem centimetriem līdz 10.5 m (urb.20), pārsvārā 0.2-1.5 m. Starpkārtas horizontāli un vertikāli samērā uzturētas.

Pēc dabīgā saguluma blīvuma smilšainās grūtis ir irdenas, vidēji blīvas (galvenokārt, tuvas irdenām) un reti - blīvas.

Pēc granulometriskā sastāva smilšainās grūtis ir ļoti dažādas – no putekļainām smiltīm līdz grantainām smiltīm un grantij:

Putekļaina smilts irdena (slānis 6'''), dūņaina, ūdens piesātināta, konstatēta urbumā №7 dziļumu intervālā 5.8-6.4 m, slāņa biezums 0.6 m.

Organisko vielu saturs gruntī „I<sub>om</sub>” 1.7%.

normatīvā īpatnējā pretestība zondes konusam „q” 2.29 MPa

bīdes pretestība „τ” 46 kPa (LBN 005-99, 4.pielikums)

deformācijas modulis „E” 6 MPa

Putekļaina smilts vidēji blīva, dūņaina, ūdens piesātināta, izplatīta starpkārtu veidā minerālo dūņu slānī galvenokārt laukuma austrumu daļā. Pec grunts pretestības zondes konusam slāni var sadalīt divos apakšslāņos – putekļaina smilts vidēji blīva, tuva irdenai vai ar irdenām starpkārtām (slānis 6''-''') un putekļaina smilts vidēji blīva (slānis 6''). Vidēji blīvo putekļainu smilšu starpkārtu biezums no 0.4 līdz 2.5 m.

Organisko vielu saturs gruntī „I<sub>om</sub>” 1.2-2.3%

Grunts īpašības šādas:	slānis 6''-'''	slānis 6''
normatīvā īpatnējā pretestība zondes konusam „q”,MPa	3.36	5.88
bīdes pretestība „τ”,kPa	48	54
deformācijas modulis „E”,MPa	10	17

Putekļaina smilts blīva (slānis 6'), dūņaina, ūdens piesātināta, konstatēta urbumā №17 no 7.8 līdz 8.4 m dziļumam, slāņa biezums 0.6 m.

Grunts īpašības šādas:

normatīvā īpatnējā pretestība zondes konusam „q”15.44 MPa

bīdes pretestība „τ” 63 kPa

deformācijas modulis „E” 34 MPa

Smalka smilts irdena (slānis 7'''), dūņaina, ūdens piesātināta, konstatēta plānu starpkārtu veidā, galvenokārt griezuma augšdaļā, slāņu biezums nepārsniedz 0.6-1.4 mm.

Grunts īpašības šādas:

Organisko vielu saturs gruntī „I<sub>om</sub>” 1.2-1.5%.

normatīvā īpatnējā pretestība zondes konusam „q” 1.96 MPa

bīdes pretestība „τ” 50 kPa

deformācijas modulis „E” 8 MPa

Smalka smilts vidēji blīva, dūņaina, ūdens piesātināta, izplatīta starpkārtu veidā minerālo dūņu slānī galvenokārt laukuma austrumu daļā. Pec grunts pretestības zondes konusam slāni var sadalīt divos apakšslāņos – smalka smilts vidēji blīva, tuva irdenai vai ar irdenām starpkārtām (slānis 7''-''') un smalka smilts vidēji blīva (slānis 7''). Vidēji blīvo putekļainu smilšu starpkārtu biezums 0.2-3.5m.

Grunts īpašības šādas:	slānis 7''-'''	slānis 7''
Organisko vielu saturs gruntī „I <sub>om</sub> ” ,%		
normatīvā īpatnējā pretestība zondes konusam „q”,MPa	3.75	6.65
bīdes pretestība „τ”,kPa	54	59
deformācijas modulis „E”,MPa	13	22

Smalka smilts blīva (slānis 7'), dūņaina, ūdens piesātināta, konstatēta atsevišķos urbumos – №3816.4-17.0 m dziļumā, №3 - 6.6-7.5 m dziļumā №4 (2.1-2.7 m), slāņa biezums nepārsniedz 0.6-1.0 m. m.

Grunts īpašības šādas:

normatīvā īpatnējā pretestība zondes konusam „q”12.52 MPa

bīdes pretestība „τ” 67 kPa

deformācijas modulis „E” 33 MPa

Vidēji rupja smilts irdena (slānis 8’’), dūņaina, ūdens piesātināta, slāņa biezums 0.5-1.2 m.

Grunts īpašības šādas:

Organisko vielu saturs gruntī „I<sub>om</sub>” 1.6 %.

normatīvā īpatnējā pretestība zondes konusam „q” 2.00 MPa

bīdes pretestība „τ” 53 kPa

deformācijas modulis „E” 9-10 MPa

Vidēji rupja smilts vidēji blīva, dūņaina, ūdens piesātināta, izplatīta starpkārtu veidā minerālo dūņu slānī galvenokārt laukuma austrumu daļā. Pec grunts pretestības zondes konusam slāni var sadalīt divos apakšslāņos – vidēji rupja smilts vidēji blīva, tuva irdenai vai ar irdenām starpkārtām (slānis 8’’-’’’) un vidēji rupja smilts vidēji blīva (slānis 8’’). Vidēji blīvo putekļainu smilšu starpkārtu biezums no 0.4 līdz 2.5 m. Aluviālās slāņkopas bazālajā daļā vidēji blīvo vidēji rupjo slāņu biezums sasniedz 6.5-8.5 m. Organisko vielu saturs gruntī „I<sub>om</sub>” 0.6-1.1%

Grunts īpašības šādas:	slānis 8’’-’’’	slānis 8’’
normatīvā īpatnējā pretestība zondes konusam „q”,MPa	3.87	7.68
bīdes pretestība „τ”,kPa	54	60
deformācijas modulis „E”,MPa	15	24

Vidēji rupja smilts blīva (slānis 8’), dūņaina, ūdens piesātināta, konstatēta urbumā № 36 no 15.0 līdz 16.0 m urbumā №12 8.8-9.4 m dziļumā, slāņa biezums 0.6-1.0 m.

Grunts īpašības šādas:

normatīvā īpatnējā pretestība zondes konusam „q”14.44 MPa

bīdes pretestība „τ” 70 kPa

deformācijas modulis „E” 36-38 MPa

Rupja smilts vidēji blīva (slānis 9’’), dūņaina, ūdens piesātināta, konstatēta aluviālās slāņkopas bazālajā daļā, 19.2 m dziļumā (urb.27), slāņa biezums 1.3 m.

Grunts īpašības šādas:

Organisko vielu saturs gruntī „I<sub>om</sub>” 0.5-0.6 %.

normatīvā īpatnējā pretestība zondes konusam „q” 8.33 MPa

deformācijas modulis „E” 26MPa

Grantaina smilts vidēji blīva (slānis 10’’), dūņaina, ūdens piesātināta, konstatēta aluviālo grunšu pamatnēn 19.0-20.5 m dziļumā no emea virsmas, slāņa biezums 0.8-1.8m.

Grunts īpašības šādas:

normatīvā īpatnējā pretestība zondes konusam „q” 9.07 MPa

deformācijas modulis „E” 28-30 MPa

Grants ar smilti (slānis 11), ūdens piesātināta, slāņa biezums 0.5-2.5m.

Grunts īpašības šādas:

normatīvā īpatnējā pretestība zondes konusam „q” 22.99 MPa (zondes konusa pretestību ietekmē liels rupjo daļiņu saturs)

deformācijas modulis „E” >35 MPa

Morēnas nogulumu izplatīti lokāli, laukuma austrumu un dienvidrietumu daļās, kvartāra ģenēzes slāņkopas bazālajā daļā, 11.7-11.9 m dziļumā (abs.atzīmes -8÷ -9 m) laukuma austrumu daļā (urbumu №№14,23,24 rajonā), līdz 17-20m dziļumā no zemes virsmas (abs.atzīmes -16÷ -18m) urbumu laukuma dienvidrietumu daļā. Morēnas grunšu biezums no 0.3-0.4 m līdz 2.3-2.5 m:

Morēnas mālsmilts (slānis 18) ar granti un oļiem 5-10%, ar smilšainām starpkārtiņām, slāņa apakšējā daļā ar sadēdējušu pamatiežu (dolomīta šķembu ar miltiem) ieslēgumiem. Mālsmilts konsistence plastiska (puscieta) līdz cietai. Pēc zondēšanas datiem mālsmilts sadalās 2 apakšslāņos – slānis 18 un slānis 18a:

	Slānis 18	slānis 18a
porainības koeficients „e”	0.3-0.33	0.28-0.29
konsistences rādītājs „I <sub>L</sub> ”	<0.2	
organisko vielu saturs „I <sub>om</sub> ”, %		
normatīvā īpatnējā pretestība zondes konusam „q”, MPa	5.19	14.89
deformācijas modulis „E”, MPa	30	>35

Morēnas smilšmāls (slānis 19) ar granti un oļiem 5-10%, ar smilšainām starpkārtiņām, slāņa apakšējā daļā ar sadēdējušu pamatiežu (dolomīta šķembu ar miltiem) ieslēgumiem, mīksti un sīksti plastisks.

porainības koeficients „e”	0.35
konsistences rādītājs „I <sub>L</sub> ”	0.2-0.6
normatīvā īpatnējā pretestība zondes konusam „q”, MPa	3.96
deformācijas modulis „E”, MPa	26

Sadēdējuši pamatiežu virsma – dolomīta -domeņīta milti ar šķembām (slānis 24), un šķembas (slānis 23) ar miltiem, izplatīti samērā plaši Salaspils svītas augšējā daļā, to biezums no 0.1 m līdz 1.9 m (urb.№19).

dabīgais mitrums „w”, %	
porainības koeficients „e”	0.45
konsistences rādītājs „I <sub>L</sub> ”	0.6-0.8
normatīvā īpatnējā pretestība zondes konusam „q”, MPa	3.12
deformācijas modulis „E”, MPa	20-22

Māls karbonātisks (slānis 21), pusciets un ciets, ar merģeļa un ģipša starpkārtām (starpkārtu biezums 1-5cm), vietām ar sadēdējuša dolomīta miltu kārtiņām. Māls galvenokārt izplatīts Salaspils svītas griezuma augšējā daļā. Pēc izpētes datiem māls asdalās slāņos: slānis 21a – ar ļoti biežām ģipša kārtiņām, un slānis 21, merģeļains

	Slānis 21a	slānis21
porainības koeficients „e”	0.75	0.82
konsistences rādītājs „I <sub>L</sub> ”	<0.2	<1
normatīvā īpatnējā pretestība zondes konusam „q”, MPa	9.91	19.50
deformācijas modulis „E”, MPa	50	150
pretestība bīodei Cu, kPa		260

Merģelis (slānis 22) sīkplātņains, plaisains, ar karbonātiska māla starpkārtām, Salaspils svītas griezuma augšējā daļā ar ģipša starpkārtām un sadēdējuša dolomīta (dolomīta miltu vai dolomīta šķembu) starpkārtiņām. Māla, merģeļa un ģipša kārtu mijā kārtu biezums no pāris centimetriem līdz 5-10cm.



Dažās laukuma vietās merģelis dolomitizēts (domerīts) un ar sīkām dolomīta starpkārtiņām.

Merģelis (slānis 22) plaši izplatīts visos urbumos zem kvartāra ģenēzes slāņkopas vai zem sadēdējušas pamatiežu virsmas (dolomīta miltiem).

Salaspils svītas griezuma augšējā daļā vairākos urbumos konstatēti paleokarsta izskalojumi (dobumi un kavernas), kuri izplatīti neprognozējami un kuru biezums urbumos konstatēts no 0.5-1cm (sīkas kavernas) līdz 0.2-0.5 m (dobumi, pildīti ar plūstošu mālainu materiālu). Tukši (tikai ar ūdeni pildīti) karsta dobumi urbumos nav konstatēti, bet laukuma teritorijā ir iespējami. Šī iemesla dēļ Salaspils svītas gruntis nav pieņemts izmantot par pamatni būvju pāļu pamatiem.

Merģelis mālains, ar māla kārtām un *bez ģipša* (slānis 22') starpkārtām iegul no 22-23 m dziļuma (no abs.atzīmēm -18÷ -20 m), tā biezums līdz 3.5-4 m.

porainības koeficients „e”

normatīvā īpatnējā pretestība zondes konusam „q”, MPa 15.21

Pretestība vienvirziena spiedei 3-10 MPa (ar ģipsi) un 5-15 MPa (bez ģipša)

Dolomīts (slānis 25') plaisains, plātņains, izplatīts Salaspils svītas griezuma augšējā daļā plānu starpkārtu veidā. Urbumā №30 dolomīts konstatēts dziļumu intervālā 21.9-23.0 m. Dolomīts saturs māla, sadēdējušu kārtu (dolomīta miltu) un retas ģipša starpkārtas.

Salaspils svītas dolomīts galvenokārt ir vāji līdz vidēji stiprs, bet jāatzīmē, ka atsevišķās vietās iespējamas arī blīva nesadēdējuša dolomīta starpkārtas, kuru biezums nav pietiekams būvju balstīšanai, bet kuras būtiski sarežģī urbtu pāļu ierīkošanas darbus.

Pretestība vienvirziena spiedei 15-25 MPa

Augšdevona Pļaviņu svītas dolomīts (slānis 25) vidēji stiprs līdz stiprs, nedaudz plaisains, apūdeņots. Satur retas karbonātiska māla un merģeļa starpkārtas, iegul laukuma pamatnes griezuma sākot no 25-28 m dziļuma no zemes virsmas.

Pretestība vienvirziena spiedei 36-84 MPa

Būvpatnes grunšu fizikāli-mehānisko īpašību rādītāji apkopoti tabulā teksta beigās.

## 6. Secinājumi

1. Izpētītās teritorijas ģeotehniskie apstākļi atbilst III kategorijai, saskaņā ar LBN005 – 99 un ir kopumā nelabvēlīgi būvniecībai no ģeotehniskā viedokļa visā izpētītajā teritorijā.
2. Laukuma ģeoloģisko uzbūvi līdz 32 m dziļumam veido kvartāra ģenēzes gruntis un augšdevona pamatieži.  
Izpētītajā teritorijā nevar izdalīt laukumus ar būtiski atšķirīgiem apbūves ģeotehniskiem apstākļiem; minimāli labvēlīgāka var būt teritorijas ziemeļrietumu daļa (ar seklāku - līdz 19 ÷ 221 m abs. atz. Pļaviņu svītas cieto dolomītu virsmas iegulu un biežākiem smilts slāņiem griezuma augšdaļā).
- 2.1 Griezuma augšējo daļu veido gruntis ar ierobežotu izmantošanu būvju pamatnēs (uzbērtais slānis - slāņi 1', 1'', 1'''', 1M), un vājas, stipri saspiežamas gruntis – organiski-minerālo dūņu komplekss (slāņi 5,5a) ar vidēji blīvu un irdenu smilšu starpkārtām. Vājo grunšu apakšējā izplatības robeža no 11.7-14.2 m laukuma ziemeļaustrumu daļā līdz 18.6-19.6 m laukuma rietumu un dienvidu daļās. Dūņu slāņu un starpkārtu biezums no 0.1-0.2 m līdz 15-16 m.

- 2.1 Pamatiežu augšdevona Salaspils svītas virsma laukuma robežās ļoti nelīdzena senās Daugavas paleoerozijas erodēta - no 12.4-16 m laukuma austrumu-ziemeļaustrumu daļā līdz 20-25 m dziļumam no zemes virsmas laukuma rietumu un dienvidu daļās. Pamatiežu virsmas pazeminājums izteikti vērsts rietumu un dienvidu virzienos. Straujākie pamatiežu virsmas kritumi (līdz pat ~9 m) konstatēti laukuma dienvidaustrumu daļā (skat. griezumus 3-3' – 5-5', 10-10', 11-11'). Salaspils svītas atlikušais biežums variē no 3.2 līdz 9.5 m.
- 2.2 Pamatiežu virsma ir stipri sadēdējusi – līdz miltu un šķembu stāvoklim. Sadēdējušas virsmas biežums 0.2-1.9m.
- 2.3 Urbšanas procesā laukumā konstatētas sulfātu *paleokarsta zonas* – izskaloti dobumi un kavernas, pildītas ar plūstošu mālainu materiālu (miltiem). Izskalojumi izplatīti sporadiski, to izmēri no dažiem centimetriem līdz 0.3-0.4 m. Ģipšainas starpkārtas un ģipšu slāņi izplatīti Salaspils svītas augšējā daļā līdz ~22-23 m dziļumam (līdz abs.atzīmēm -18 ÷ -20 m). Tikai ar ūdeni pildīti karsta dobumi, kā arī iežu iebrukumi urbumos nav konstatēti, bet laukuma robežās ir iespējami. Šī iemesla dēļ Salaspils svītas pamatieži tradicionāli netiek izmantoti kā grunts pamatne pāļu pamatiem ar koncentrētām punktveida slodzēm. Salaspils svītā iespējami cietu dolomītu starpslānīši, parasti 10 – 15 cm biežumā retāk biežāki, kas jāievēro, izvēloties urbto pāļu iebūves tehnoloģiju.
- 2.4 Cietie un ļoti cietie Pļaviņu svītas dolomīti iegul 22.4 - 29.7 m dziļumā no zemes virsmas (uz abs.atzīmēm -19,3 ÷ (-27.6) m), ar tendenci pazemināties dienvidu virzienā. Tajos iespējamās cieta māla un merģeļa starpkārtnas, kas praktiski nepasliktina visa slāņa ģeotehniskās īpašības.
- 3 Pazemes ūdeņi:
- 3.1 Gruntsūdens laukumā konstatēts 0.5 līdz 2.6 m dziļumā no zemes virsmas. Gruntsūdens kā ķīmiskā vide lielākajā laukuma daļā nav agresīvs pret betonu. Tikai urbumā №39 gruntsūdens uzrāda *vāji agresīvitāti (klase XA1) pret betonu pēc amonija jonu (NH<sub>4</sub>) satura*.
- 3.2 Dzelzceļa atzarojumu apkārtnē laukuma ziemeļu daļā vairākos urbumos (urb. №№2,5,16,19,25) uzbūrtajā slānī gruntsūdens svārstību zonā konstatēts stiprs naftas produktu piesārņojums (bitumens, degviela). Tehniskā projekta ietvaros ieteicams veikt detalizētu teritorijas ekoloģisku izpēti (piesārņojuma novērtējums un monitorings)
- 3.3 Salaspils svītas pazemes ūdens parādīšanās līmenis fiksēts 16 m dziļumā no zemes virsmas (uz abs.atzīmēm 3.90-4.35 m) un nostāšanās līmeņi attiecīgi 3.5-3.9 m dziļumā no zemes virsmas.  
Laukuma rietumu daļā Salaspils svītas pazemes ūdens horizontam spiediens rakstura pazīmes nav konstatētas vai spiediens ir niecīgs.  
Salaspils svītas pazemes ūdeņi ir *vidēji agresīva ķīmiskā vide (klase XA2) betonam pēc sulfātu jonu SO<sub>4</sub> satura un vāji agresīva ķīmiskā vide (klase XA1) pēc agresīvās ogļskābes CO<sub>2</sub> satura* .
- 3.4 Pļaviņu svītas pazemes ūdens parādīšanās līmeņi fiksēti 22.4-29.7 m dziļumā no zemes virsmas un nostāšanās līmeņi 1.4-4.2 m dziļumā.  
Pļaviņu svītas pazemes ūdeņi ir *vāji agresīva ķīmiskā vide (klase XA1) betonam pēc sulfātu jonu SO<sub>4</sub> satura un pēc agresīvās ogļskābes CO<sub>2</sub> .*
- 4 Smilts grunšu normatīvais sasaluma dziļums ar 10% varbūtību (1 reizi 10 gados) ir 138 cm.
5. No ģeotehniskā viedokļa ir šādi apsvērumi un ieteikumi laukuma apbūvei skiču projekta stadijā:
- 5.1 Augstceltnēm (ēkām 6 un vairāk stāvu ar iespējamām lielām koncentrētām slodzēm (3000KN un vairāk)) jebkurā laukuma vietā – urbtie vietas pāļi ar

koncentrētām slodzēm, ar balstīšanu uz Pļaviņu svītas dolomītiem; šim būvju veidam būvniecības apstākļi ir vismazāk nelabvēlīgi no ģeotehniskā viedokļa, pamatbūves izmaksas ietekmē galvenokārt Pļaviņu svītas cieto dolomītu ieguluma dziļuma atšķirības ( $\approx 8\text{m}$ );

- 5.2 mazstāvu būvēm (līdz 5 stāviem) – dažādās laukuma vietās, atkarībā no dūņu slāņa biezuma, no uzbērto grunšu biezuma un smilts starpslāņiem – pamata plātnes, īso dzīto pāļu vai citāda veida pāļu varianti vai arī to kombinācijas.
- 5.3 Pazemes būvju celtniecībā var izskatīt iespēju balstīt šīs būves ar vienlaidus pamatu plātnēm arī uz vājām gruntīm, par cik papildus slodzes ir samērā nelielas, vai arī dažviet tās praktiski var nebūt.  
Pēc būvniecības pieredzes Rīgā vājās gruntīs, jāatzīmē, ka, piemēram, injekcijas minipāļi dūņās un kūdrā praktiski neveido cementa pāli, līdzīga ir arī „jet grouting” metodes pielietošanas problēma.
- 5.4 Ielu un iebrauktuvju zeme klātņu apakšdaļā var būt pieļaujama uzbērto grunšu daļēja izmantošana, tās attiecīgi sablīvējot; projektējamo ielu un iebrauktuvju seguma konstrukcija būtu vēlāma mazāk jūtīga pret vērā ņemamajām klātnes elastīgām deformācijām, piem., „sintētiskais” bruģis vietās ar kūdrainām gruntīm pamatnē.
- 5.5 Pret deformācijām jūtīgās pazemes komunikācijas (pašteses kanalizācija, siltumtrases) vietās ar minimālu jaunu uzbērumu vai arī esošo uzbērto grunšu vietās ar konsolidētām vājām gruntīm zem tām no ģeotehniskā viedokļa var neradīt ekspluatācijas problēmas; turpretī to izvietojums vietās ar jauniem uzbērumiem 2 m un vairāk iespējams pēc speciālu ģeotehnisko risinājumu piemērošanas;
- 5.6 Jāatzīmē, ka dažādu sintētisku ģeomateriālu pielietojums ielu, iebrauktuvju un komunikāciju iebūvei uz vājām organogēnām gruntīm paātrina pamatnes sēšanos un nedaudz izlīdzina tās nevienmērību, paaugstina pamatnes noturību tikai uz materiāla mehāniskās stiprības rēķina, bet praktiski nemazina sēšanās absolūtos lielumos.
6. Sakarā ar ļoti sarežģītu apbūves laukuma pamatnes uzbūvi un īpašībām konkrētu mazstāvu būvju un komunikāciju pamatu veidi un iebūves tehnoloģija nosakāma pēc tehniskā projekta stadijā veiktas detālas ģeotehniskās izpētes būvju izvietojuma kontūrās un šo būvju iedarbes konkrētam novērtējuma uz pamatni un vidi.
7. Tehniskā projekta stadijā nosakāma arī grunšu piesārņojuma veids, tā izplatība un tā ietekme uz vides kvalitāti.