

Inčukalna gudrona dīķu radītā piesārņojuma kustības datormodelēšana

A. Spalviņš, I. Lāce, K. Krauklis

**RTU 57. starptautiskā zinātniskā konference
2016**

Prezentācijā apkopoti datormodelēšanas rezultāti par virsmas aktīvo vielu (VAV) migrāciju Gaujas horizontā D3gj2 uz Gaujas upi no Ziemeļu un Dienvidu sērskābā gudrona dīķiem un par sanācijas pasākumiem, kurus var veikt pēc dīķu satura eskavācijas.

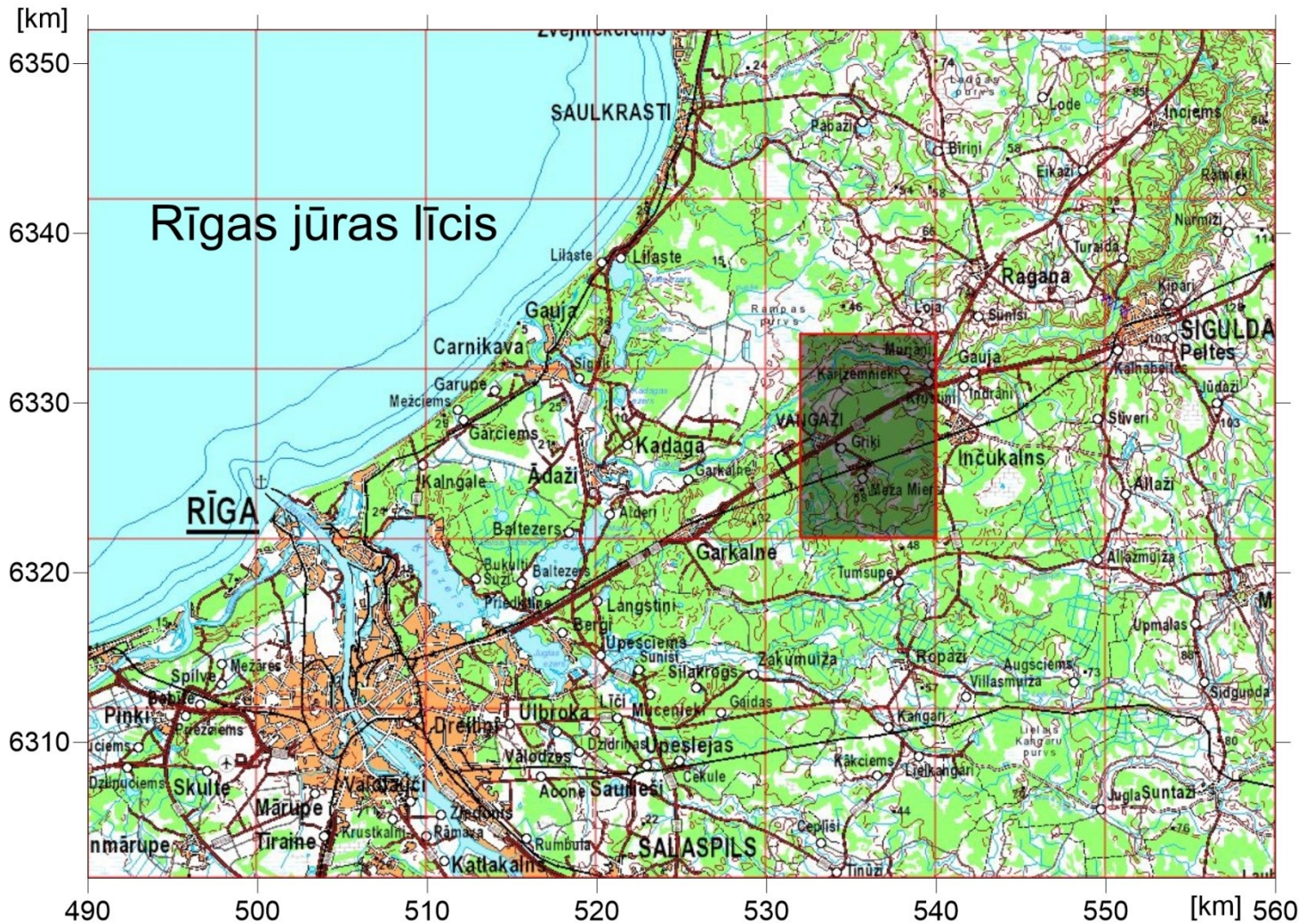
Pētījums veikts Rīgas Tehniskās universitātes (RTU) Vides modelēšanas centrā (VMC), īstenojot līgumu ar personu apvienību INTERGEO. Pētījuma veikšanā izmantoti dati no Latvijas hidroģeoloģiskā modeļa LAMO4, kura izstrādi finansēja VPP EVIDEnT.

VMC izveidoja Ziemeļu un Dienvidu dīķu teritoriju (8km×12km) hidroģeoloģisko modeli ar režģa plaknes soli 10 metri. Šis modelis īstenots uz 2005. gadā izveidotā reģionālā modeļa bāzes (režģa plaknes solis 100 metri), izmantojot Latvijas hidroģeoloģiskā modeļa (LAMO) datus.

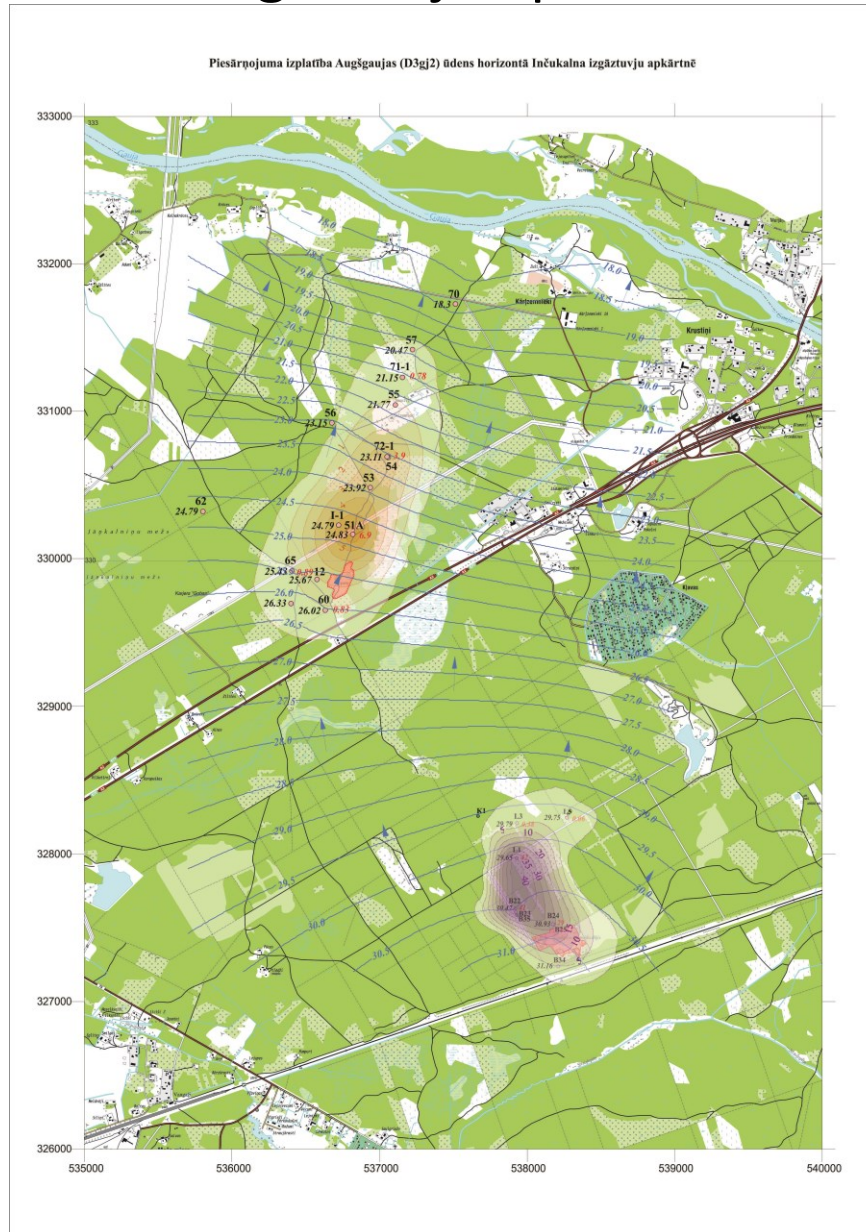
Darba veikšanai izmantotie modeļi izveidoti sistēmas GROUNDWATER VISTAS (GV) vidē, kurā tiek izmantotas programmatūras MODFLOW (hidroģeoloģiskā modeļa realizācija), MODPATH un MT3D (piesārņojošo vielu kustības un masas transporta prognozēšanas modeļi).

Modelēšanas rezultātu grafisko materiālu sagatavošanai izmantota sistēma SURFER.

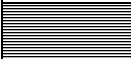

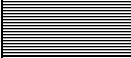
Inčukalna reģionālā modeļa novietojums



Piesārņojuma izplatība D3g2 (Augšgaujas) horizontā Inčukalna izgāztuvju apkārtnē 2015. gadā

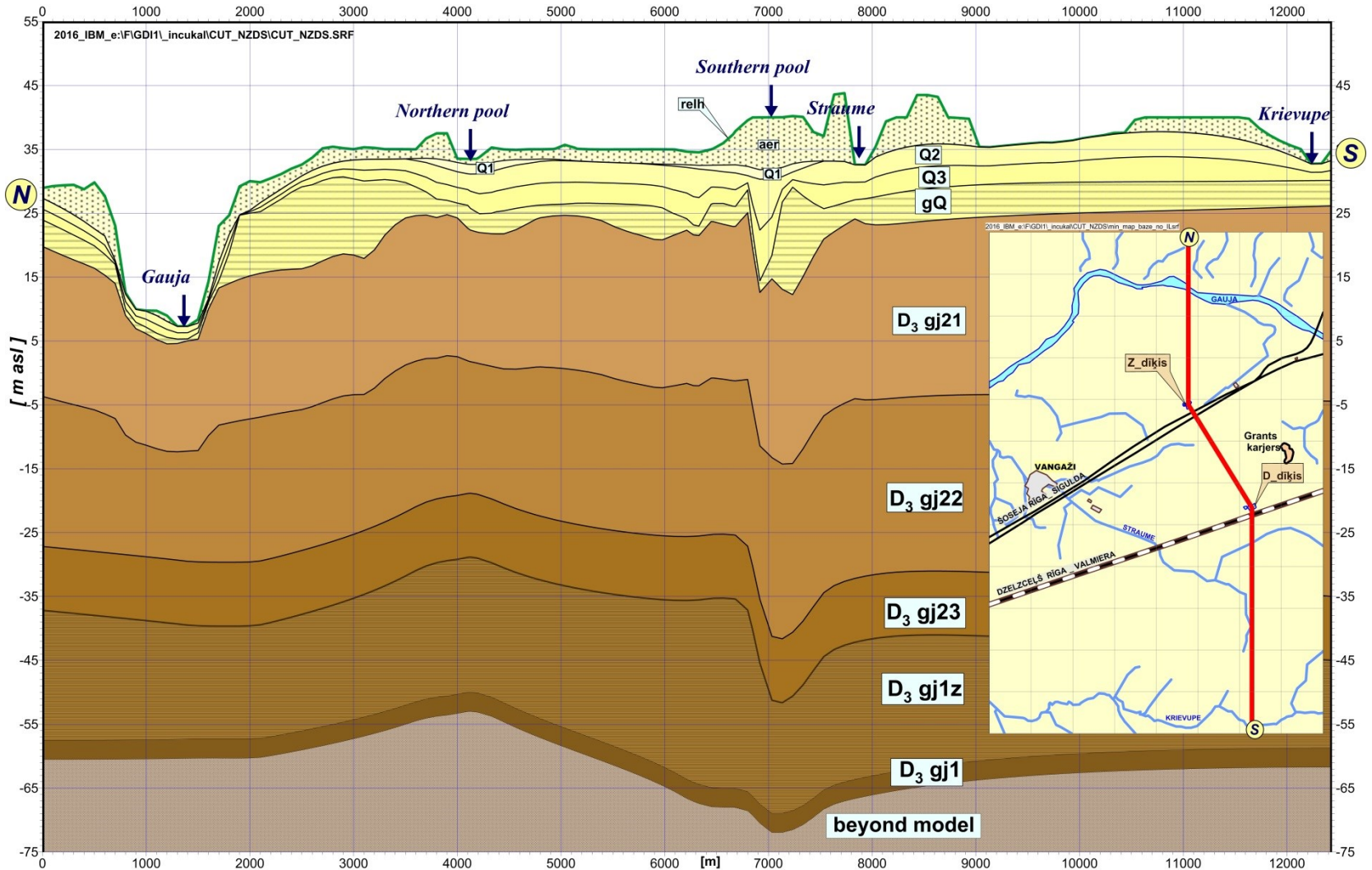


Inčukalna modeļa vertikālā shematizācija

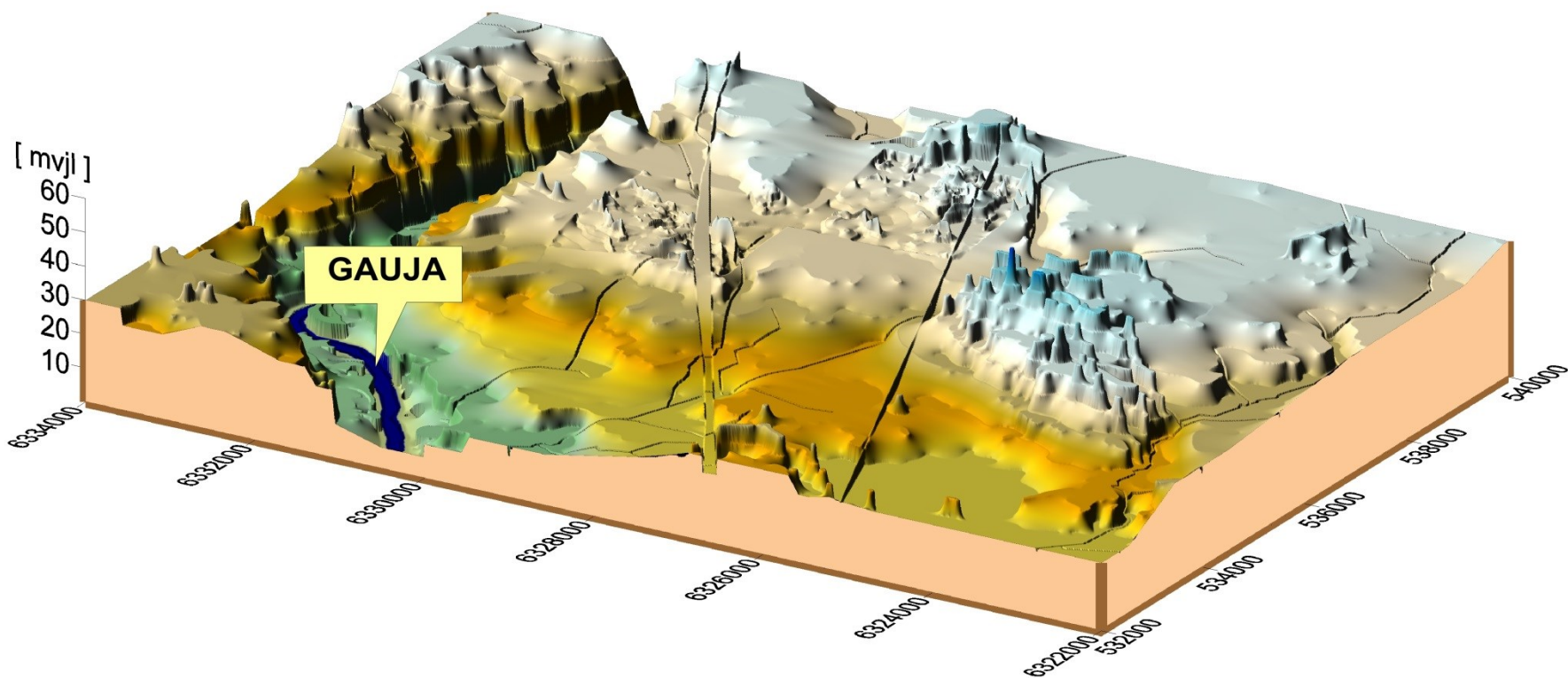
Slāņa tips	Slāņa nosaukums	Ģeoloģiskais kods modelī	Modeļa sekcijas numurs un tips
	Reljefs	<i>relh</i>	1. (robežnoteikums) (skat. 6.7. att.)
	Kvartārs	<i>aer</i>	2. (z)
		<i>Q1</i>	3. (xy)
		<i>Q2</i>	4. (xy)
		<i>Q3</i>	5. (xy)
		<i>gQ</i>	6. (z)
	Otrā Gauja	<i>D_{3gj21}</i>	7. (xy)
		<i>D_{3gj22}</i>	8. (xy)
		<i>D_{3gj23}</i>	9. (xy)
	Pirmā Gauja	<i>D_{3gj1z}</i>	10. (z)
		<i>D_{3gj1}</i>	11. (robežnoteikums) (skat. 6.10. att.)

 sprostslānis

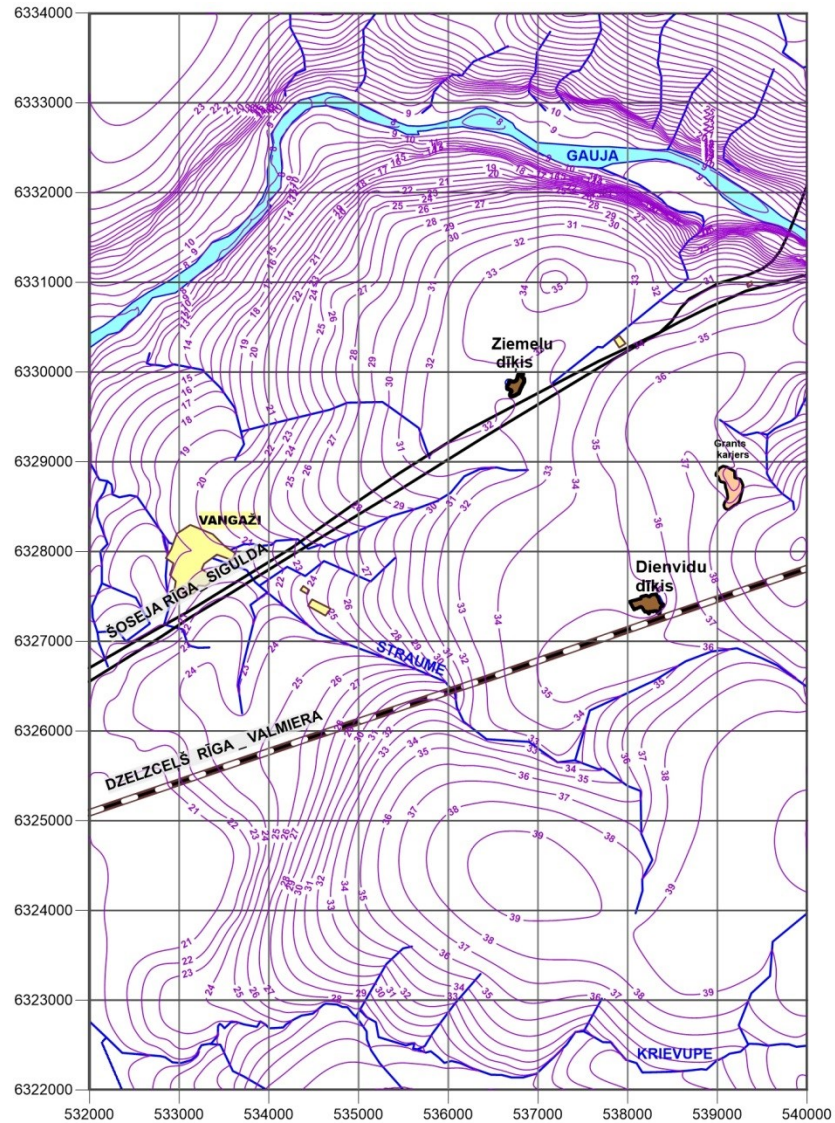
Vertikālais ģeoloģiskais griezum



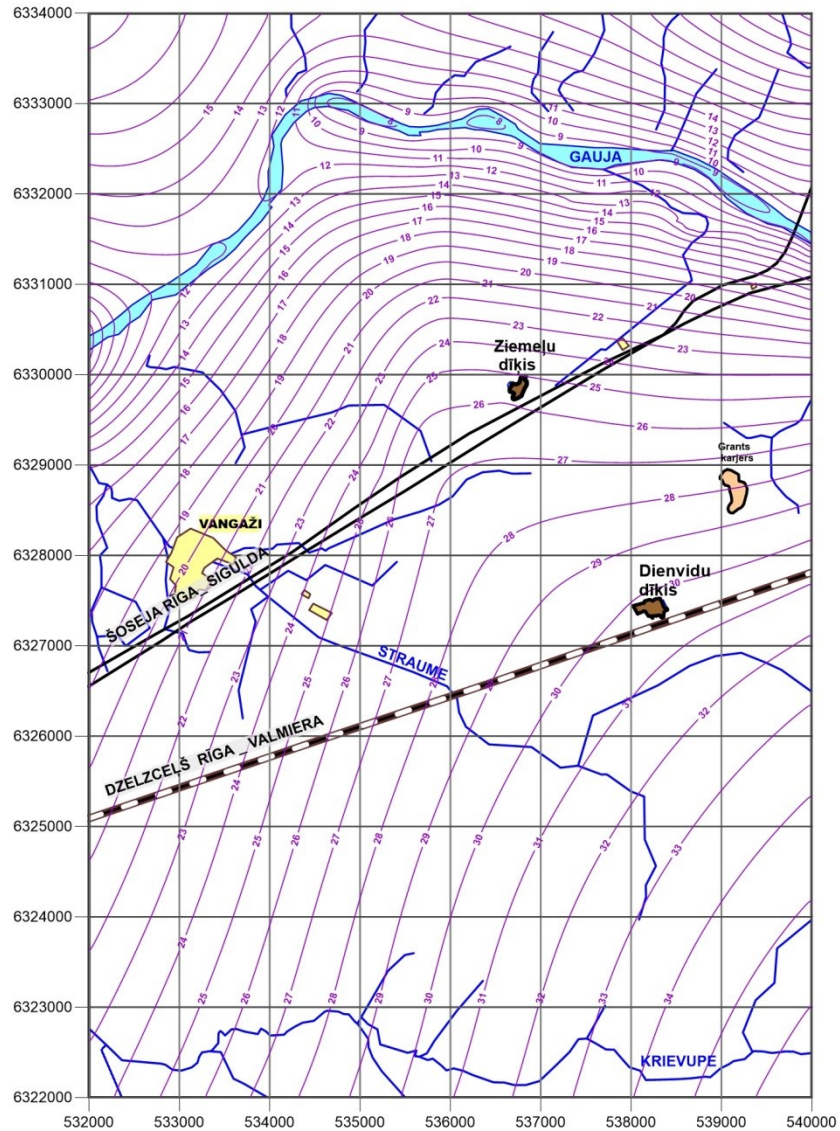
Inčukalna modeļa reljefa izometrija 2016. gadā



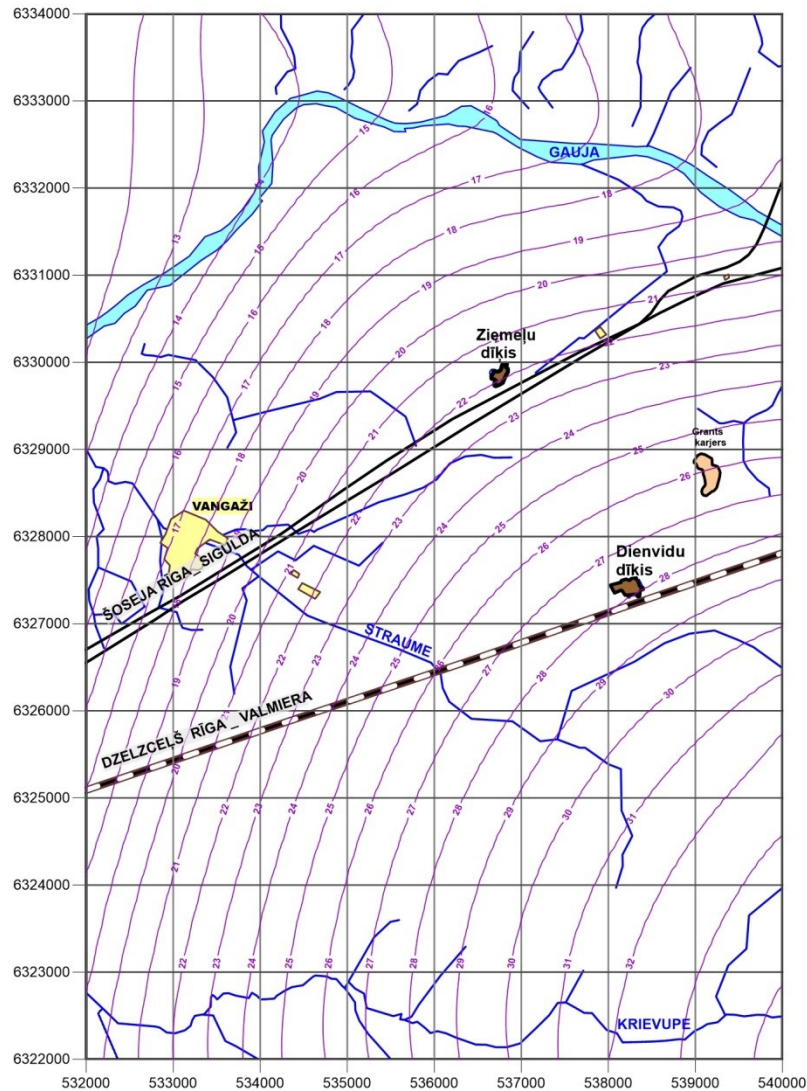
Kvartāra horizonta Q ūdens līmeņu izolīniju karte [m vjl]



Horizonta D3gj2 ūdens līmeņu izolīniju karte [m vjl]



Horizonta D3gj1 ūdens līmeņu izolīniju karte [m vjl]



Prognozētais VAV piesārņojums 2015. gadā Gaujas horizontā D3gj2

No INTERGEO ir saņemti analīžu rezultāti par pazemes ūdens ķīmisko sastāvu novērošanas urbumos 2015. gadā. Ar datiem no jaunajiem urbumiem ir pierādīts, ka piesārņojums migrē uz Gaujas upi tikai horizonta D3gj2 apakšējā daļā (Inčukalna modelī apakšhorizontā D3gj23, kura biezums modelī ir 10 metri).

Šis atklājums ļauj prognozēt, ka pazemes ūdeņos migrējošā piesārņojuma masa ir būtiski mazāka (~6 reizes) par 2005. gadā prognozēto.

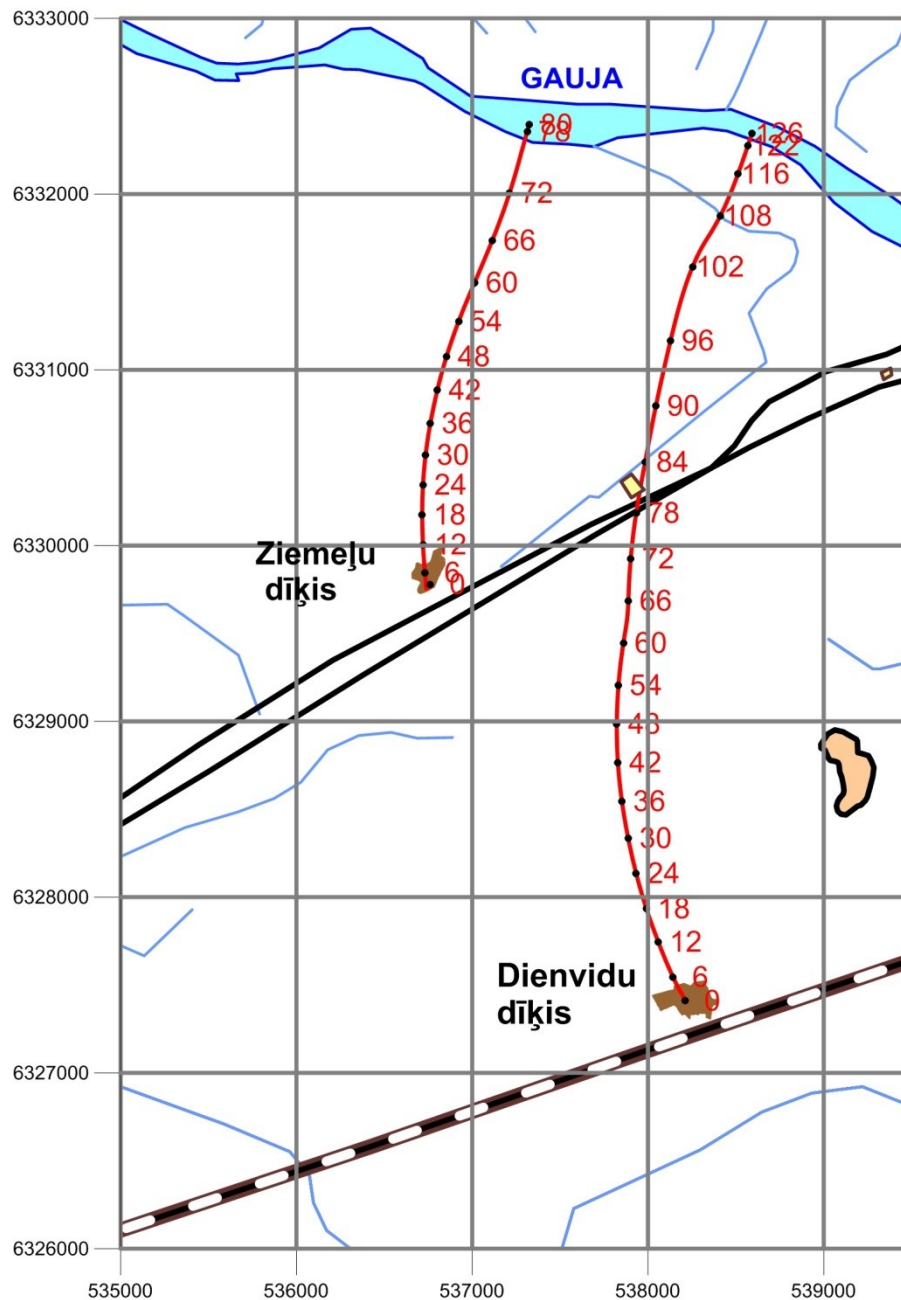
Pieļaujamā VAV koncentrācija: rūpnieciskajiem notekūdeņiem ir 0.2 mg/l, bet dzeramajam ūdenim 0.02 mg/l.

N.p.k.	Parametrs	Ziemeļu dīķis	Dienviņu dīķis
1.	Piesārņotais laukums [ha]	108	91
2.	Piesārņotā ūdens tilpums [m ³]	2.92×10 ⁶	2.46×10 ⁶
3.	Vidējā VAV koncentrācija [mg/l]	2.9	12.7
4.	VAV masa [kg]	0.84×10 ⁴	3.05×10 ⁴
5.	Izmaiņa pret 2005. gadu [reizes]	0.48	1.49

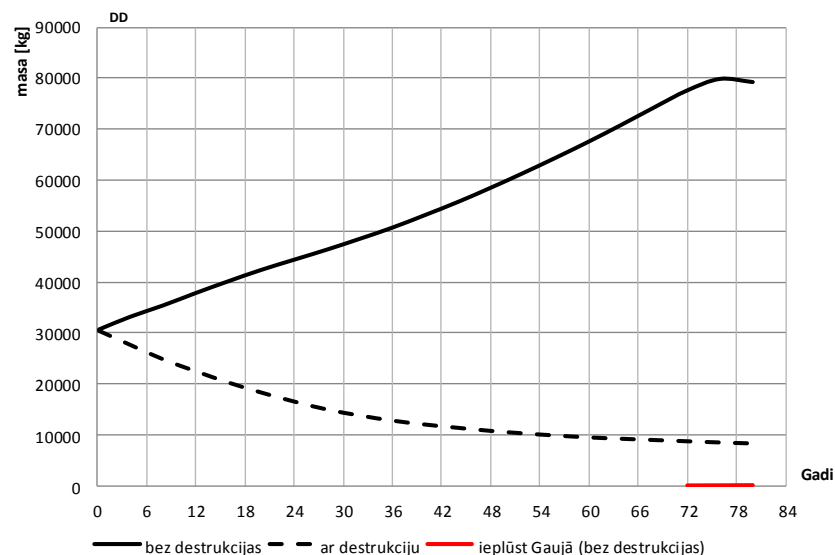
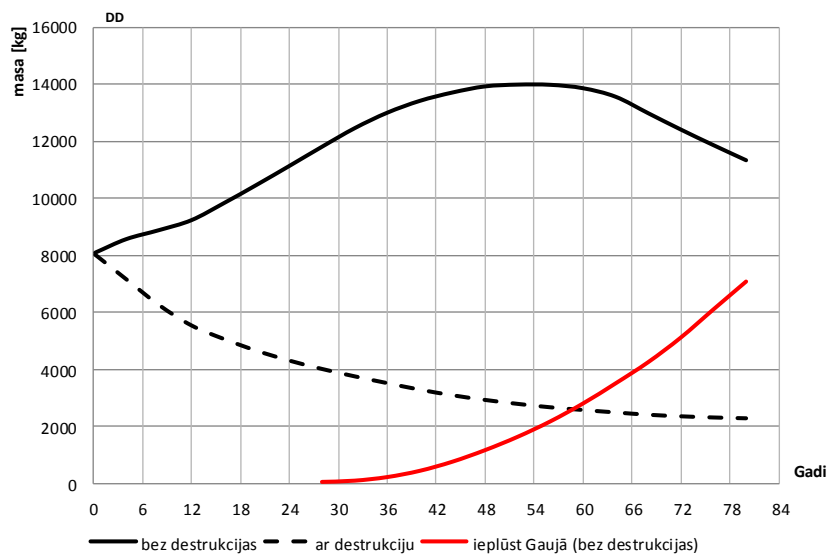
Kopš 2005. gada vidējās VAV koncentrācijas Ziemeļu dīķim C_{vid} samazinājums ir 0.48 reizes, bet Dienvidu dīķim pieaugums ir 1.49 reizes. Izmaiņu raksturu varētu skaidrot ar atšķirīgiem VAV nokļūšanas apstākļiem pazemes ūdenī abos dīķos:

- Ziemeļu dīķis ir vismaz desmit gadus “vecāks” (eksistē 60 gadus) par Dienvidu dīķi; Ziemeļu dīķī piesārņojuma avotu veido gudrona un smilšu maisījums. Šo iemeslu dēļ varētu samazināties ūdens vadāmība dīķa pamatnē grunts poru piesārņojuma dēļ ar naftas produktiem;
- nav pazīmju, ka VAV izplūdes intensitāte no Dienvidu dīķa pēdējo desmit gadu laikā ir samazinājusies; iespējams, ka gudrona masas ekskavācijas darbu dēļ, izplūdes intensitāte ir pat pieaugusi.

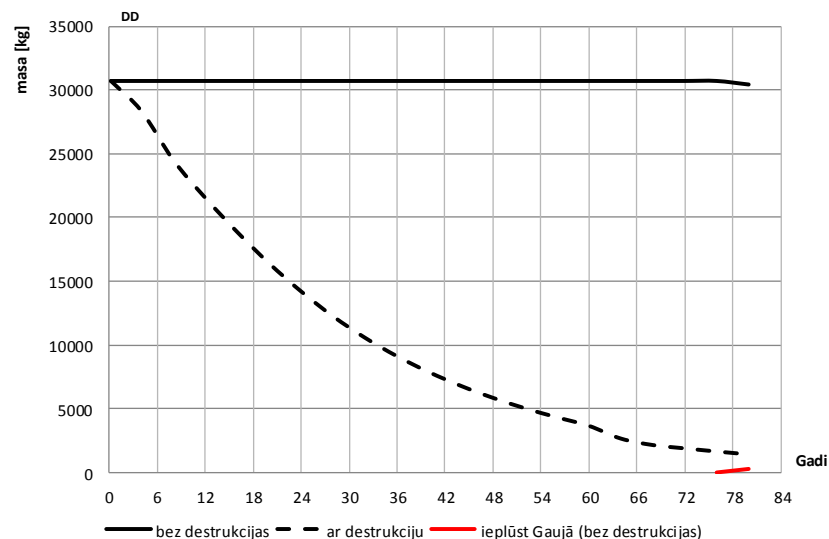
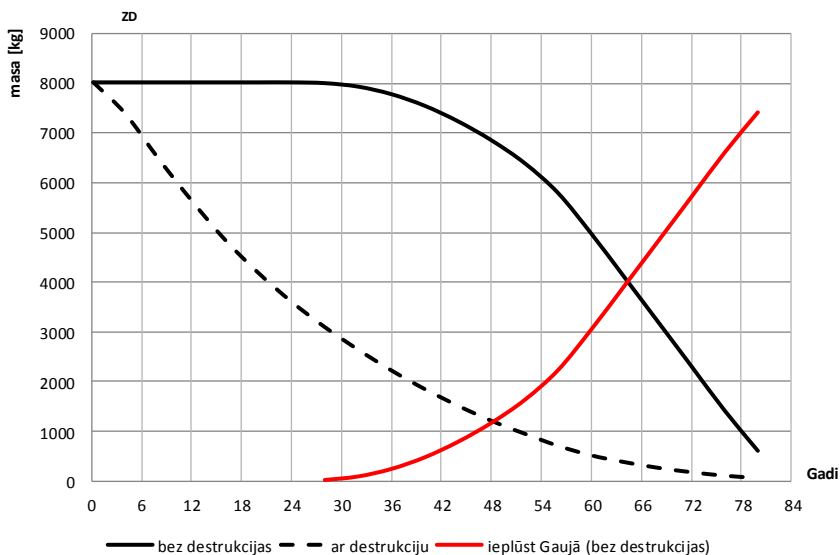
Ar MODPATH sistēmu
prognozētā piesārņojuma
kustība no Ziemeļu un
Dienvidu dīķiem uz Gaujas
upi (laika atskaite no dīķa
eksistences sākuma; Ziemeļu
dīķim- 1955.g. , Dienvidu
dīķim- 1965.g.)



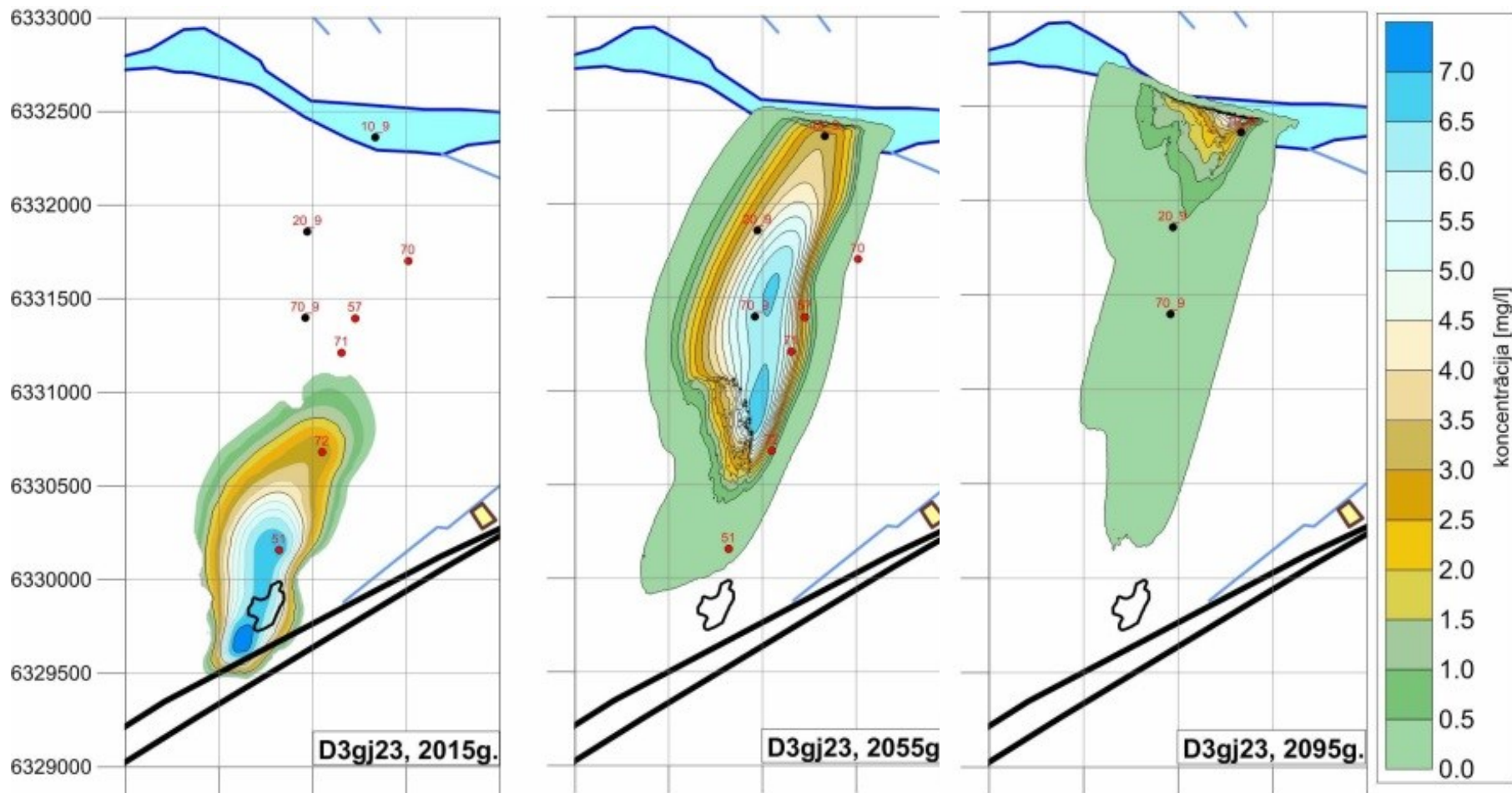
Ar MT3D sistēmu prognozētā VAV masas izmaiņa Ziemeļu un Dienvidu dīķu apkārtnē piesārņotajā areālā bez un ar VAV ķīmiskās sabrukšanas ievērošanu (prognozētais VAV pussabrukšanas laiks $t_{0.5}=15$ gadi) 80 gadu laikā (laika atskaite no 2015. gada) situācijā bez dīķu sanācības



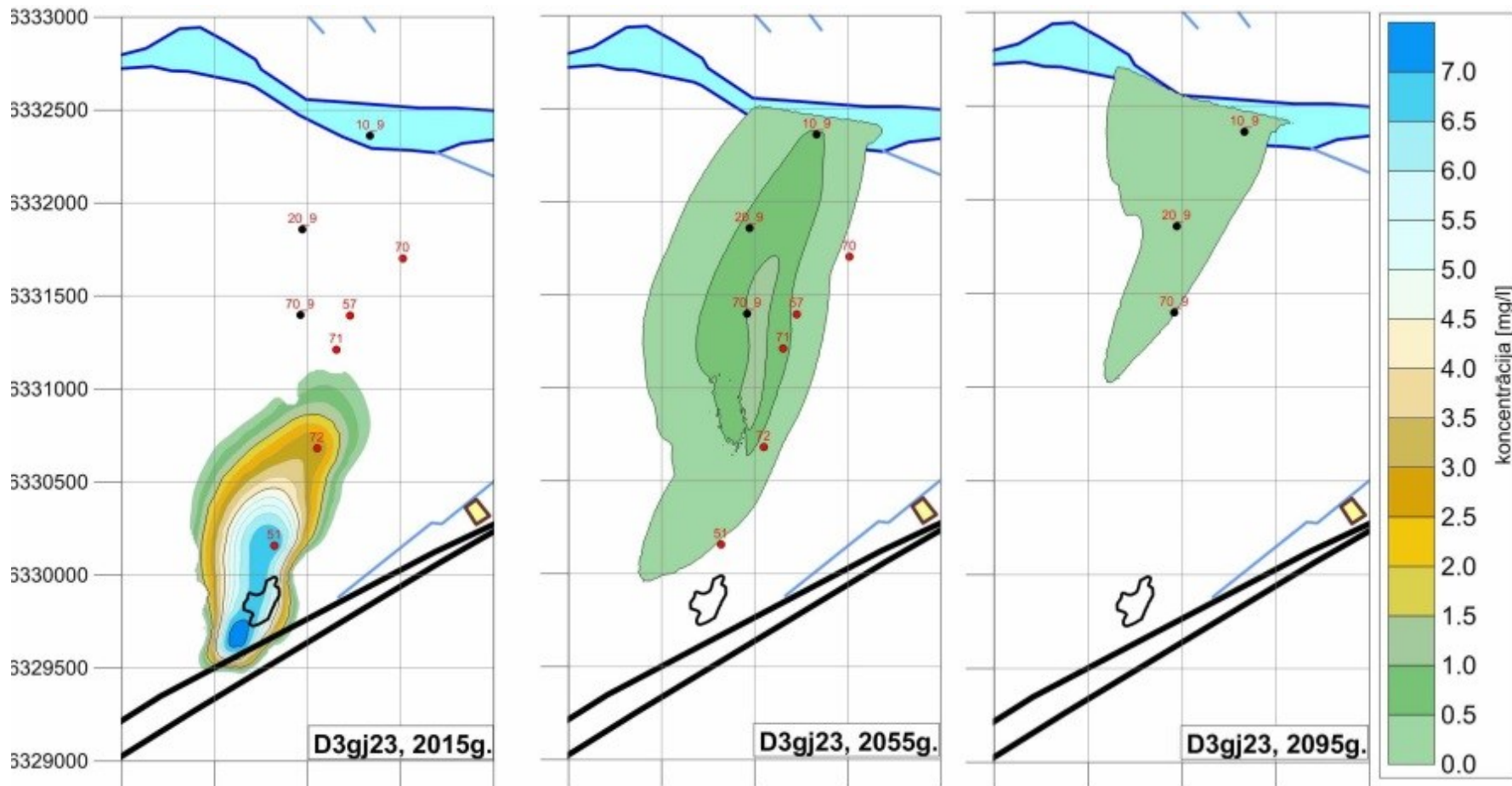
Ar MT3D sistēmu prognozētā VAV masas izmaiņa Ziemeļu un Dienvidu dīķu apkārtnē piesārņotajā areālā bez un ar VAV ķīmiskās sabrukšanas ievērošanu (prognozētais VAV pussabrukšanas laiks $t_{0.5}=15$ gadi) 80 gadu laikā (laika atskaite no 2015. gada), ja veikta pilnīga abu dīķu sanācija



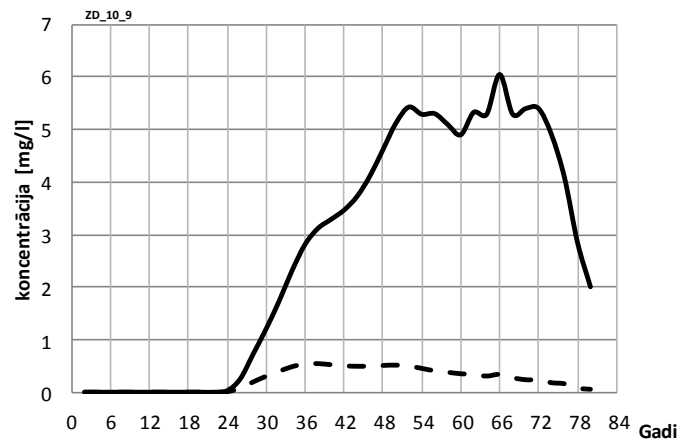
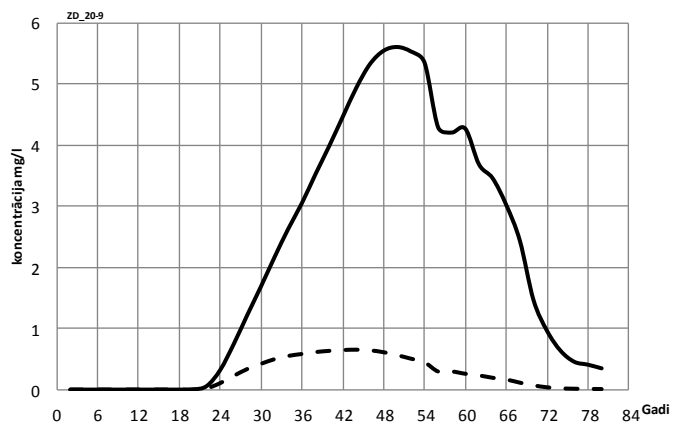
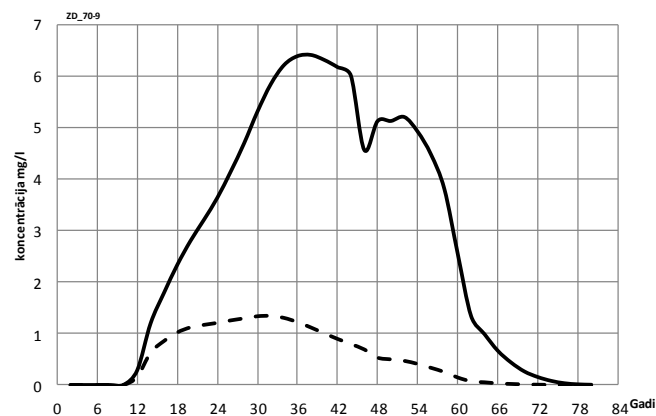
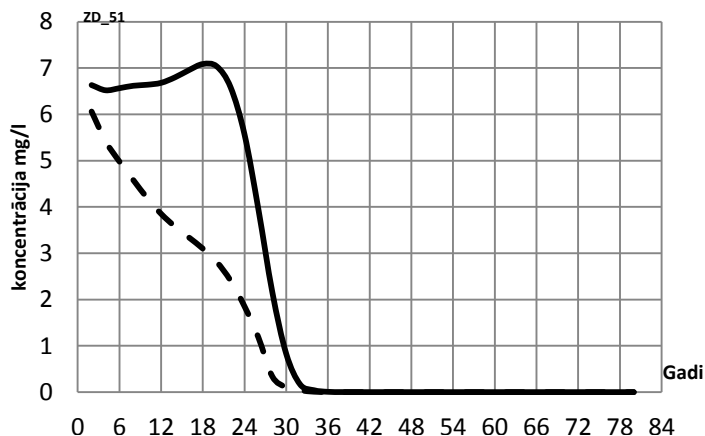
Ar MT3D sistēmu iegūtais VAV areāla koncentrāciju sadalījums D3gj2 horizontā Ziemeļu dīķim bez VAV ķīmiskās sabrukšanas ievērošanas, ja veikta pilnīga dīķa eskavācija



Ar MT3D sistēmu iegūtais VAV areāla koncentrāciju sadalījums D3gj2 horizontā Ziemeļu dīķim ar VAV ķīmiskās sabrukšanas ievērošanu, ja veikta pilnīga dīķa eskavācija



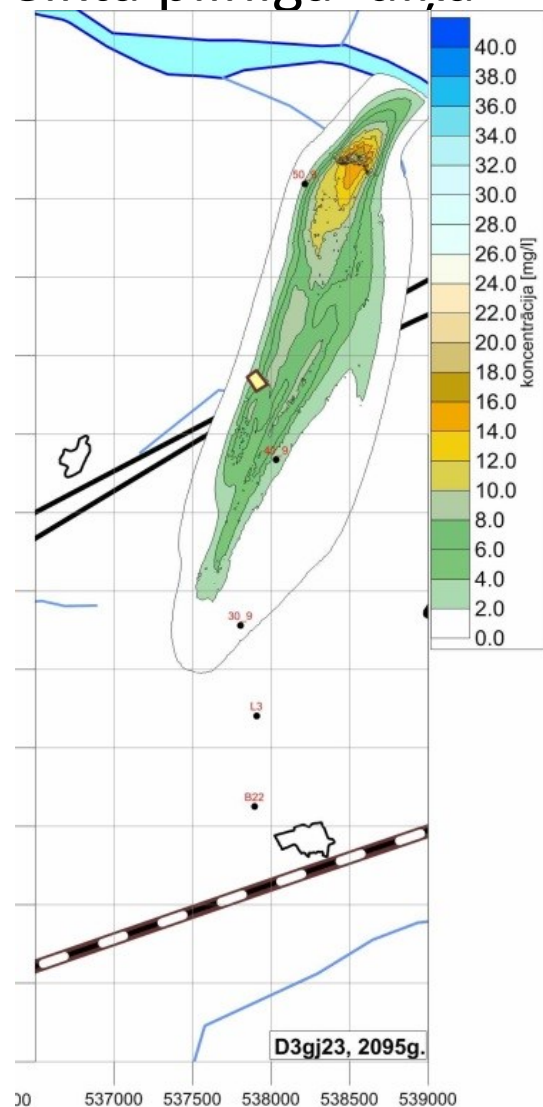
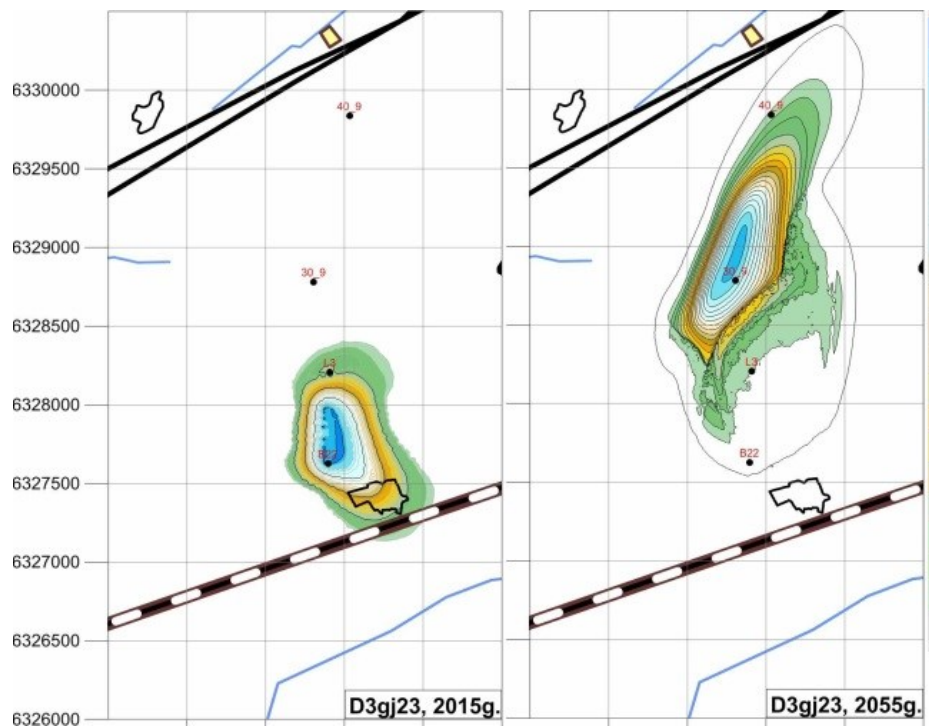
VAV koncentrāciju hidrogrāfi monitoringa urbumos Nr.51, Nr.70-9, Nr.20-9 un Nr.10-9 Ziemeļu dīķim bez un ar VAV ķīmiskās sabrukšanas ievērošanu (laika atskaite no 2015. gada), ja veikta pilnīga dīķa eskavācija



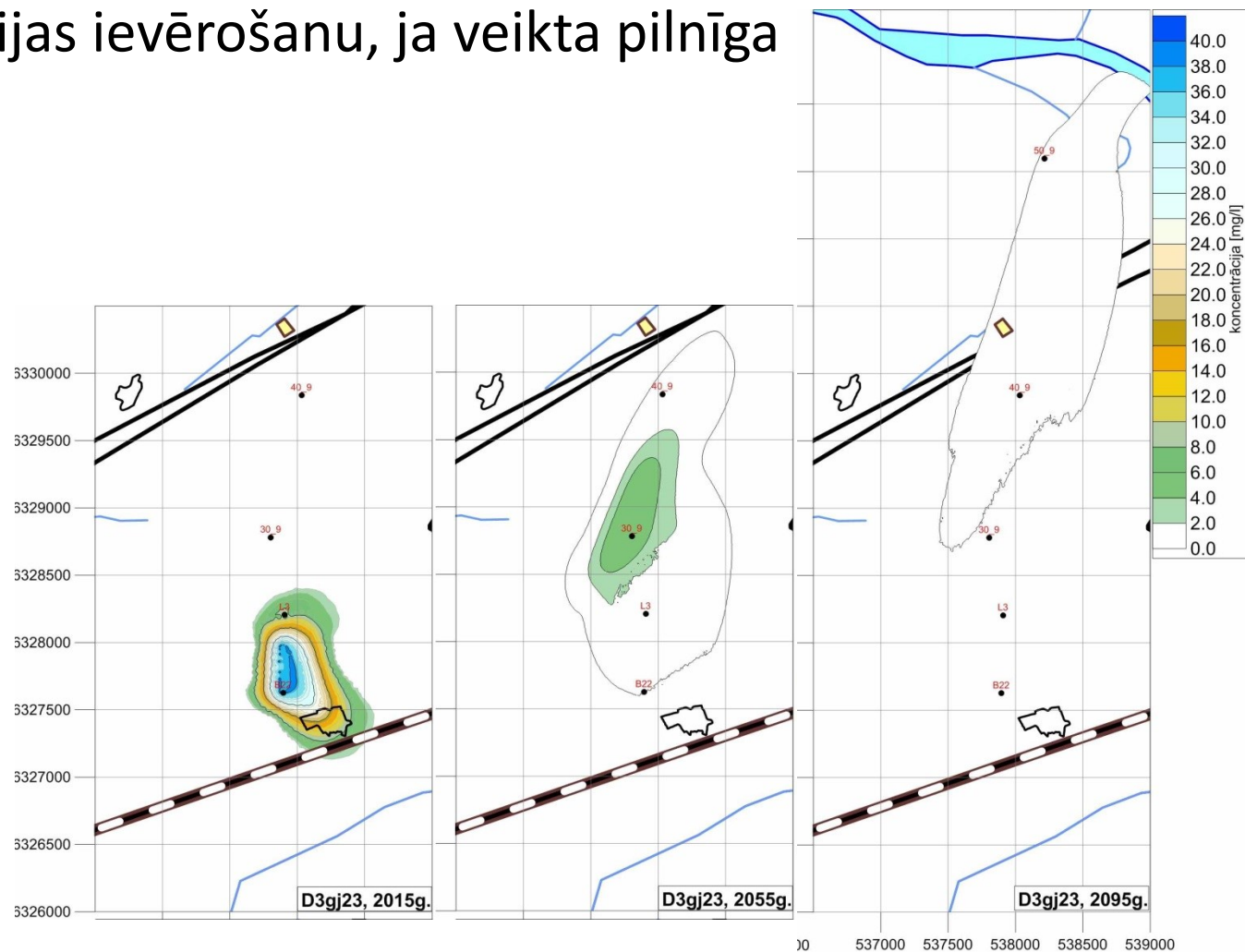
--- ar ķīmisko sabrukšanu

— bez ķīmiskās sabrukšanas

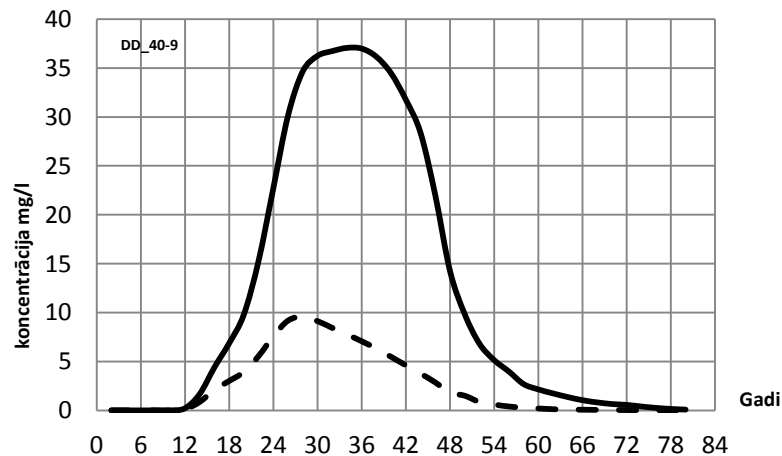
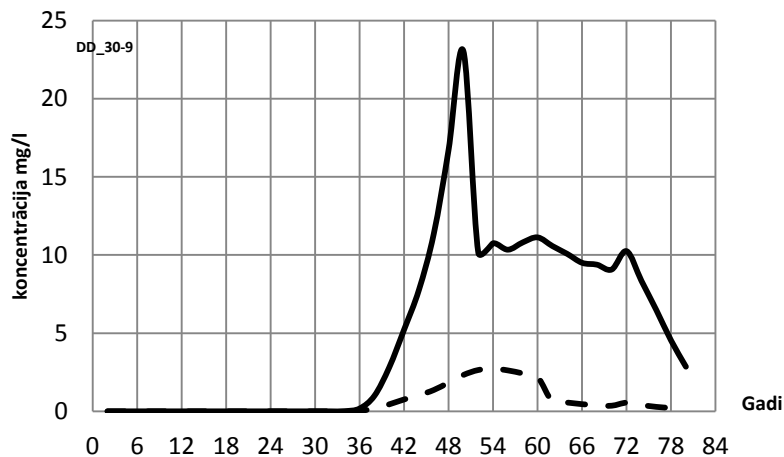
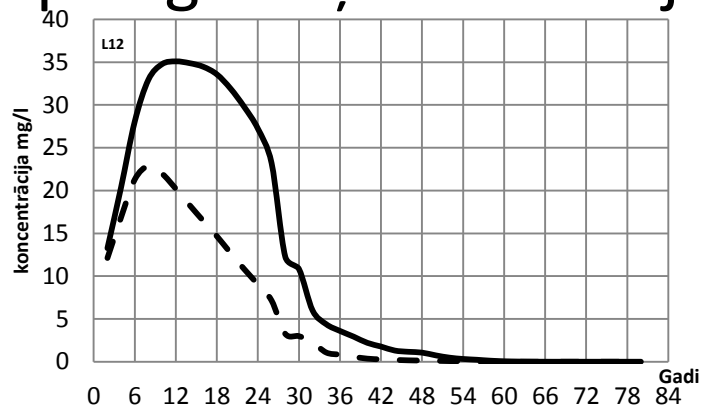
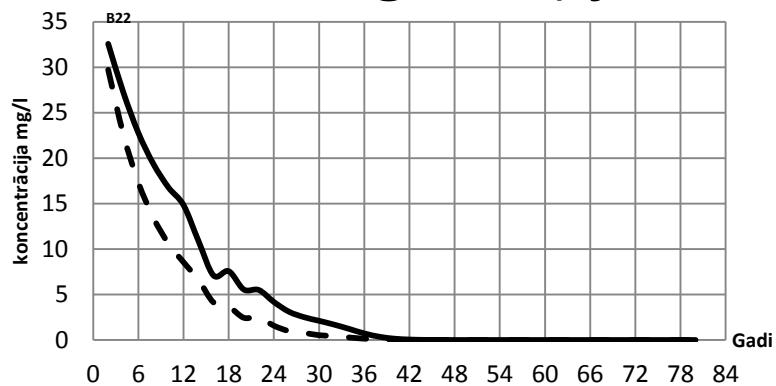
Ar MT3D sistēmu iegūtais VAV areāla koncentrāciju sadalījums D3gj2 horizontā Dienvidu dīķim bez VAV ķīmiskās sabrukšanas ievērošanas, ja veikta pilnīga dīķa eskavācija



Ar MT3D sistēmu iegūtais VAV areāla koncentrāciju sadalījums D3gj2 horizontā Dienvidu dīķim ar VAV destrukcijas ievērošanu, ja veikta pilnīga



VAV koncentrāciju hidrogrāfi monitoringa urbumos Nr.B22, Nr.L3, Nr.30-9 un Nr.40-9 Dienvidu dīķim bez un ar VAV ķīmiskās sabrukšanas ievērošanu (laika atskaite no 2015. gada,) ja veikta pilnīga dīķa eskavācija



--- ar ķīmisko sabrukšanu

— bez ķīmiskās sabrukšanas

Sanācijas pasākumi pēc dīķu satura aizvākšanas

Pēc gudrona dīķu satura (piesārņojuma kodola) pilnīgas vai daļējas aizvākšanas var īstenot šādus sanācijas pasākumus:

- samazināt piesārņojumu kodolu atlieku izšķīdināšanas intensitāti pielietojot pretinfiltrācijas pārsegumus (Ziemeļu un Dienvidu dīķiem attiecīgi 3.5 un 100 reizes) ;
- veikt piesārņotā pazemes ūdens sanāciju horizontā D3gj2 Ziemeļu dīķim.

Ziemeļu dīķa VAV areāla fronte sasniegs Gaujas upi pēc ~25 gadiem (2040. g.). Pirmajos piecpadsmit gados pēc šī notikuma (līdz 2055. g.) nav sagaidāma augstas koncentrācijas VAV ieplūde Gaujas upē, jo areāla frontes daļā koncentrācija ir maza. Tikai tālākā nākotnē ~2075. gadā VAV koncentrācija var pieaugt, tomēr šo faktoru var samazināt VAV ķīmiskās sabrukšanas procesa esamība.

Pēc 40 gadiem (2055. gadā) Gaujā ieplūstoša maksimālā VAV koncentrācija būs 1.5 mg/l un 0.3 mg/l, ja nav un ir ievērota VAV ķīmiskās sabrukšana .

Pēc Inčukalna gudrona dīķu izraisītā piesārņojuma nokļūšanas Gaujas upē, tā koncentrācija posmā no Inčukalna līdz jūrai tiks samazināta vismaz 9000 reizes.

Upes mazūdens laikā šis samazinājums būs 1700 reizes.

Tomēr VAV piesārņojumam varētu būt lokāla rakstura kaitīga ietekme uz dzīvo dabu, jo VAV atšķaidīšanās ar Gaujas ūdeni nenotiks uzreiz.

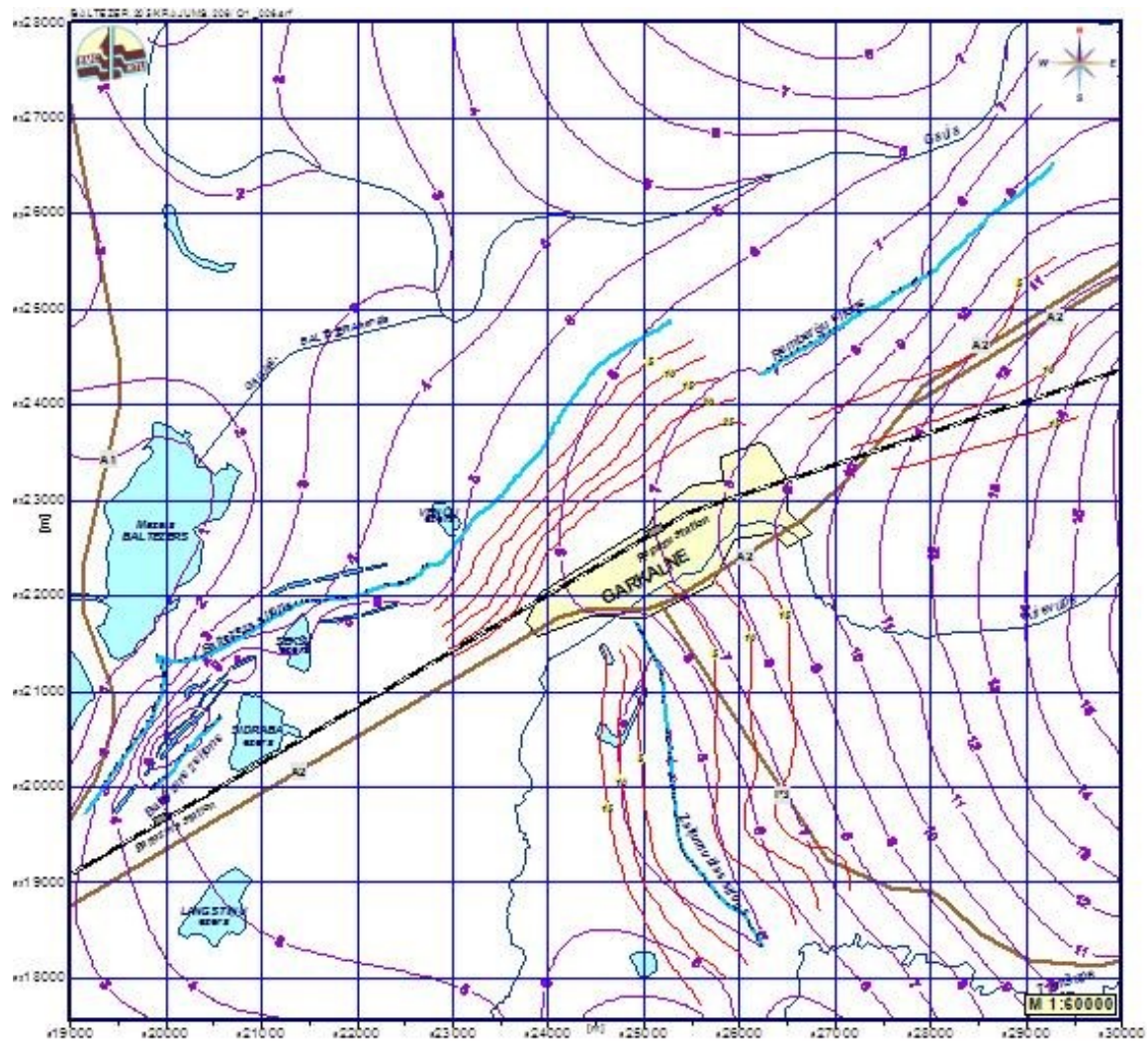
Apstiprināti 2012. gada secinājumi, ka piesārņotais Gaujas ūdens nevar iekļūt sifona tipa Baltezera un Remberģu ūdensgūtvēs, ja tās nestrādā ar pilnu noslodzi (šobrīd ~ 0.5 noslodzes).

Zaķumuižas sifonu Gaujas ūdens nevar sasniegt pat pilnas sifona noslodzes gadījumā.

Piesārņojuma ceļš no Inčukalna pa Gaujas upi gar Rīgas pilsētas centrālajām ūdensgūtvēm



Ūdens līmeņi [m vjl] un izohronas [gadi] Q horizontā 2006.g. (atbilst patreizējai ūdens ieguvei)



Secinājumi

Ar modelēšanas metodēm iegūtos rezultātus nevar uzskatīt par absolūtu patiesību. Modelēšanas prognožu ticamība ir tieši atkarīga no sākuma datiem, kurus izmantoto prognožu iegūšanā ar modelēšanas rīkiem.

Sākuma koncentrāciju sadalījuma kvalitāti dīķu piesārņojuma areālos nosaka ne tikai ūdens paraugu ķīmisko analīžu ticamība, bet arī interpolācijas metode ar kuru iegūts sadalījums.

Nav drošu eksperimentālu datu par piesārņotā slāņa biezumu (varbūt mainīgo) horizontā D3gj2 (modelī nosacīti izmantots biezums 10 metri). Tāpēc horizontam D3gj2 novērtējumi par VAV masu ir relatīvi.