



Põhjaveeseire Aru-Lõuna ja Ubja karjäärialal ning Toolse-Lääne perspektiivsel karjäärialal 2022. aastal

Maavarauuringud OÜ

e-post: ain.poldvere@gmail.com
www.maavarauuringud.ee

Tel +372 5104753
Liiva 41 Tartu 50303
Iva 12 Tallinn 12618

Töö nimetus:

Põhjaveeseire Aru-Lõuna ja Ubja karjäärialal ning Toolse-Lääne perspektiivsel karjäärialal 2022. aastal

Töö autorid:

Katrin Erg
Mati Lelgus
Nadežda Kivit
Valeri Savva

Tegevusluba:

Hüdrogeoloogiliste tööde tegevusluba KHY000053

Töö tellija:

AS Kunda Nordic Tsement
Jaama tn 2
Kunda 44106

Lepingu nr: H-64

Töö valmimisaeg: 22.12.2022

SISUKORD

Sissejuhatus	4
1. 2022. aasta põhjaveeseire tulemuste lühiülevaade.....	5
1.1. Ajas muutuvad põhjaveežiimi moodustavad tegurid	5
1.2. Põhjavee seisund 2022. aastal	6
Kokkuvõte	25

Lisa 1. Vk 7 ööpäeva keskmine põhjaveetaseme	27
Lisa 2. Vk 7 ööpäeva keskmine põhjavee temperatuur.....	28
Lisa 3. Vk 7C ööpäeva keskmine põhjaveetaseme	29
Lisa 4. Vk 7C ööpäeva keskmine põhjavee temperatuur	30
Lisa 5. Vk 33A ööpäeva keskmine põhjaveetaseme	31
Lisa 6. Vk 33A ööpäeva keskmine põhjavee temperatuur	32
Lisa 7. Vk 458 ööpäeva keskmine põhjaveetaseme.....	33
Lisa 8. Vk 458A ööpäeva keskmine põhjaveetaseme	34
Lisa 9. Vk 458A ööpäeva keskmine põhjavee temperatuur	35

Joonised

Joonis 1. Toolse-Lääne, Ubja ja Aru-Lõuna karjääri asukohakaart	7
Joonis 2. Vee ärajuhtimine Aru-Lõuna karjäärist	10
Joonis 3. Vee ärajuhtimine Ubja karjäärist	11
Joonis 4. 2022.a seireandmete alusel modelleeritud Lasnamäe–Kunda veekihi hüdrosohupid.	14
Joonis 5. Veetasemete muutused kvaternaarisetetes	15
Joonis 6. Keila–Kukruse veekihi põhjaveetaseme muutused.....	16
Joonis 7. Lasnamäe–Kunda veekihi põhjaveetaseme muutused Aru-Lõuna ja Ubja karjääri mõju piirkonnas	17
Joonis 8. Lasnamäe–Kunda veekihi põhjaveetaseme muutused Toolse-Lääne karjäärialal	18
Joonis 9. Ordoviitsiumi–Kambriumi veekihi põhjaveetaseme muutused	19
Joonis 10. Põhjaveetaseme ja põhjavee temperatuuri muutused Ubja karjäärialal (Vk 7)	20
Joonis 11. Põhjaveetaseme ja põhjavee temperatuuri muutused Ubja karjäärialal (Vk 7C)....	21
Joonis 12. Põhjaveetaseme ja põhjavee temperatuuri muutused Toolse-Lääne karjäärialal piirkonnas (vk.33A)	22
Joonis 13. Põhjaveetaseme ja põhjavee temperatuuri muutused Toolse-Lääne karjäärialal piirkonnas (vk.458A)	23
Joonis 14. Põhjaveetaseme ja põhjavee temperatuuri muutused Toolse-Lääne karjäärialal piirkonnas (Vk 458)	24

Tabelid

Tabel 1. Sademete hulk Kunda ilmajaama andmetel, mm	5
Tabel 2. Vee juurdevool Ubja ja Aru-Lõuna karjääri (m^3/kuus ja $\text{m}^3/\text{ööpäevas}$)	8
Tabel 3. Aru-Lõuna ja Ubja karjääri põhjaveeseire andmed: põhjaveetaseme, m maapinnast	12
Tabel 4. Toolse-Lääne karjäärialal põhjaveeseire andmed: põhjaveetaseme, m maapinnast	12
Tabel 5. Vee vooluhulga mõõtmistulemused Toolse jõe hüdromeetritel lävenditel L-2 ja L- 6	13

SISSEJUHATUS

Põhjaveetasemete seiret töötavate ja perspektiivsete karjääride piirkonnas tehti vastavalt 2021. a 15. jaanuaril sõlmitud lepingule nr H-64. Töö tellijaks oli AS Kunda Nordic Tsement. Töö täitjaks oli Maavarauuringud OÜ.

Põhjaveeseire eesmärk on hinnata töötavate Ubja ja Aru-Lõuna karjääri ning Toolse-Lääne perspektiivse karjääri kaevandamise kogumõju maasisesele hüdrosfäärile. Seire tulemused on vajalikud elanikkonna veevarustusprobleemide lahendamiseks ja kaevanditesse juurdevoolava veehulga prognoosarvutuste tegemiseks.

Töötavad Ubja ja Aru-Lõuna karjäär asuvad vastavalt Keila–Kukruse ja Lasnamäe–Kunda veekihi väljavoolualal.

Põhjaveetaseme muutusi jälgitakse 23 vaatluspunktis (puur- ja salvkaevud), millest 3 avavad kvaternaarisetete vett (Q), 6 – Keila–Kukruse veekihi (O₃kl–kk) põhjavett, 11 – Lasnamäe–Kunda veekihi (O₂ls–kn) põhjavett, ja 3 vaatluspunkti avavad Ordoviitsiumi–Kambriumi veekihi (O–Ca) põhjavett. Vaatluspunktide paiknemine on näidatud [joonisel 1](#). Põhjaveetaseme mõõdetakse üks kord kahe kuu jooksul ja nelja vaatluspunkti on paigaldatud põhjaveetaseme mõõteandurid, mis registreerivad põhjaveetaseme seisuga iga kolme tunni järel. Andurite abil tehakse kindlaks põhjaveetaseme ekstreemumid, st põhjaveetaseme minimaalne ja maksimaalne seis mõõtmispunktides. Anduriandmete abil korrigeeritakse ja fikseeritakse põhjaveetasemete seisuga neis puurkaevudes, kus tehakse ühekordseid mõõtmisi.

Perspektiivse Toolse-Lääne karjäärivee prognoosse juurdevoolu ärajuhtimiseks hinnatakse Toolse jõe läbilaskevõimet, milleks mõõdetakse vee vooluhulka kahel hüdromeetrilisel lävendil.

Karjääridesse juurdevoolava vee arvestust peab Kunda Nordic Tsement AS.

Töö vastutav täitja ja aruande autor on hüdrogeoloog Katrin Erg. Põhjaveetasemeid ja vooluhulki mõõtis ning andureid kontrollis hüdrogeoloog Mati Lelgus. Graafikud koostas hüdrogeoloog Nadežda Kivit ja Valeri Savva. Veetasemed modelleeris hüdrogeoloog Valeri Savva.

1. 2022. AASTA PÕHJAVEESEIRE TULEMUSTE LÜHIÜLEVAADE

1.1. Ajas muutuvad põhjaveerežiimi moodustavad tegurid

Ajas muutuvatest looduslikest teguritest mõjutavad põhjavee seisundit põhiliselt ilmastikutingimused, esmajärjekorras sademed ja nende aastasisene jaotumine. 2020.–2022. aasta (novembrini) sademete hulk kuude kaupa ning nende võrdlus pikaajaliste keskmiste näitajatega on Kunda ilmajaama andmetel toodud tabelis 1.

Tabel 1. Sademete hulk Kunda ilmajaama andmetel, mm

Aasta	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta summa
2020	27,5	51,2	28,6	52,7	24,4	66,4	70,0	71,9	35,0	46,3	33,9	43,1	551,0
% keskmisest	71	197	102	211	63	94	105	88	58	75	68	113	96
2021	45,2	25,9	31,5	25,2	74,2	25,6	28,8	103,7	23,8	55,2	81	43,8	563,6
% keskmisest	119	89	117	87	181	38	47	136	44	90	156	115	98
2022	46,5	31,8	11,2	17,2	38,3	18,7	26	25,5	35,6	49	38,2		
% keskmisest	122	110	41	59	93	28	43	34	66	80	73		
1991–2020 keskmine	38	29	27	29	41	68	61	76	54	61	52	38	573
Keskmine õhutemperatuur, °C (1991–2020)	-3,3	-4,0	-0,8	4,4	9,8	14,4	17,5	16,5	12,2	6,7	1,9	-1,1	6,2

Kunda ilmavaatlusjaama andmed ja kliimanormid on võetud Riigi Ilmateenistuse kodulehelt:

<http://www.ilmateenistus.ee/ilm/ilmavaatlused/sademed/sademete-kuu-summad/>

Sademete hulga ja põhjaveetasemete pikaajaliste muutuste graafikud on toodud joonistel 5–13.

2022. aasta kuu sademete summa võrdlemisel pikaajaliste näitajatega võime konstateerida, et talveperioodil (jaanuar–märts) moodustas see 23%, kevadel (aprill–juuni) 19%, suvel (juuli–september) 23% ja sügisel (oktoober–november) 35%.

Pikaajalise sademete normi ületamist 2022. a märgiti jaanuaris ja veebruaris. 2022. a sademed olid põhjavee toitumise seisukohast halvad (tabel 1).

Põhjavee seisundit häirivate tehnogeensete tegurite hulka kuuluvad töötavad karjäärid: Ubja ja Aru-Lõuna, mille kaevanditesse juurdevoolava vee hulk on toodud tabelis 2. Ubja karjääris katkestati vee ärajuhtimine aprillist detsembrini 2016. aastal. Alates 2020. a aprillist kuni oktoobrini 2022 Ubja karjäärist vett välja ei pumbatud. Karjäärivee pikaajalise juurdevoolu dünaamika on esitatud joonistel 2 ja 3. Üleujutatud Ubja põlevkivikaevandus kujutab endast iselaadset maa-alust veehoidlat, mis võib hakata mõjutama vee juurdevoolu Ubja karjääri, kui sealne kaevandamine hakkab lähenema kaevanduse piirile.

Töötavate ja perspektiivsete kaevandusettevõtete mõjuvööndis asub 50 tarbepuurkaevu (veehaaret), mis avavad Lasnamäe–Kunda veekihti, ja 28 tarbepuurkaevu, mis avavad Ordoviitsiumi–Kambriumi veekihti. Veevõtu arvestust peetakse neist vastavalt 2s ja 5s tarbepuurkaevus.

1.2. Põhjavee seisund 2022. aastal

Põhjaveetaseme mõõtmistulemused on toodud tabelites 3 ja 4, kus puurkaevud on grupeeritud tehnogeensete tegurite mõju suuruse järgi. Põhjaveetase on esitatud mõõdetuna maapinnalt, koos kasutatava veekihi äramärgimisega. Puurkaevude paiknemine on näidatud joonisel 1. Automaatanduritega mõõdetud põhjaveetase ja temperatuur on ümber arvutatud ööpäeva keskmisteks ja esitatud lisadel 1–9.

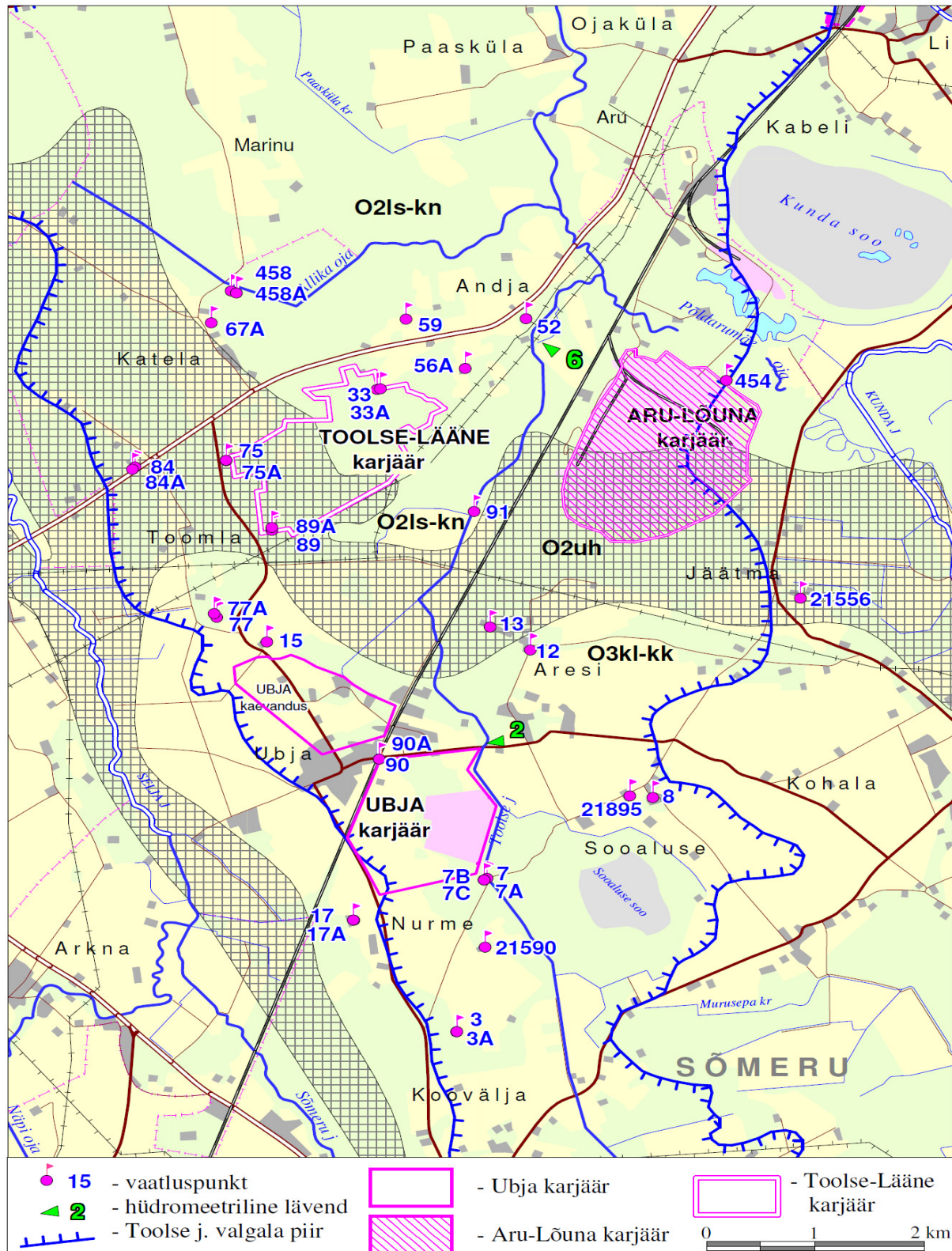
Aru-Lõuna karjääri põhjaveetaseme alanduslehter on kujutatud joonisel 4. Võrreldes 2020. a olulisi erinevusi 2021. aastal ei täheldatud.

Töötava Aru-Lõuna ja Ubja karjääri piirkonnas on 5 kvaternaarisetete veetaseme vaatluspunkti. Kvaternaarisetete vee reageerimist sademetele ning Ubja ja Aru-Lõuna karjääri vee ärajuhtimisele iseloomustab joonis 5. Olemasolevate materjalide põhjal järeldub, et karjääridest 2 km kaugusel ei ole veeärastuse mõju märgata.

Keila–Kukruse veekihi ja lasuva Uhaku suhtelise veepideme levikut iseloomustab joonis 1.

Keila–Kukruse veekihi põhjaveetaseme seiret tehti 6 vaatluskaevus, mis asuvad Ubja karjääri veeärastuse mõjuvööndis, ja vaatluskaevus 77, mis asub Toolse-Lääne perspektiivsel karjäärialal. Ubja karjäär drenib Keila–Kukruse veekihti põhjaveetaseme alandamisega esialgsest $S \sim 8$ m. Vee ärajuhtimise peatamine alates 2016. aasta aprillist kuni detsembrini koos suure sademete hulgaga kajastus märgatavalt Keila–Kukruse veekihi põhjaveetaseme tõusus, mida illustreerib joonis 6. Alates 2020. aasta aprillist kuni käesoleva ajani on Ubja karjääri vee ärajuhtimine peatatud. Veetaseme amplituud Keila–Kukruse veekihis oli 2021. aastal 3,0–3,6 m. Põhjaveetaseme 3,6 m amplituud oli vk 7. Siiski võib usaldusväärseid andmeid saada ainult nende vaatluskaevude põhjal, kuhu on paigaldatud põhjaveetaset ja temperatuuri mõõtvad andurid. Põhjaveetaseme kõikumist vk 7 ja ka teistes vaatluskaevudes põhjustavad ilmastikutingimuste muutused.

Lasnamäe–Kunda veekihti dreniva Aru-Lõuna karjääri ja Ubja karjääri veeärastuse mõjupiirkonnas tehakse seiret 5 vaatluskaevus, mis avavad Lasnamäe–Kunda veekihti. Põhjaveetaseme alandus S on ~ 18 m esialgsest. Põhjaveetaseme muutuste dünaamikat aastatel 2007–2021 iseloomustab joonis 7.



Joonis 1. Toolse-Lääne, Ubja ja Aru-Lõuna karjääri asukohakaart¹

¹ Savitski, L. 2017. Põhjaveeseire Aru-Lõuna ja Ubja karjäärialal ning Toolse-Lääne perspektiivsel karjäärialal 2017. aastal. Eesti Geoloogiakeskus OÜ, hüdrogeoloogia osakond, 34 lk. EGF.

Tabel 2. Vee juurdevool Ubja ja Aru-Lõuna karjääri (m³/kuus ja m³/ööpäevas)

Karjäär	Mõõt- ühik	2017											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ubja	m³/kuus	237612	239817	241497	237298	217792	209112	202087	201023	201142	202927	203480	204184
	m³/ööp	7664,9	8564,9	7790,2	7909,9	7025,5	6970,4	6518,9	6484,6	6704,7	6546,0	6782,7	6586,6
Aru-Lõuna	m³/kuus	1303754	779241	984326	978732	951999	914628	809399	896064	824066	998776	1087083	927519
	m³/ööp	42056,6	27830,0	31752,5	32624,4	30709,6	30487,6	26109,6	28905,3	27468,9	32218,6	36236,1	29919,9
Kokku	m³/kuus	1541366	1019058	1225823	1216030	1169791	1123740	1011486	1097087	1025208	1201703	1290563	951703
	m³/ööp	49721,5	35139,9	39542,7	40534,3	37735,2	37458,0	32628,6	35389,9	34173,6	38764,6	43018,8	36506,5

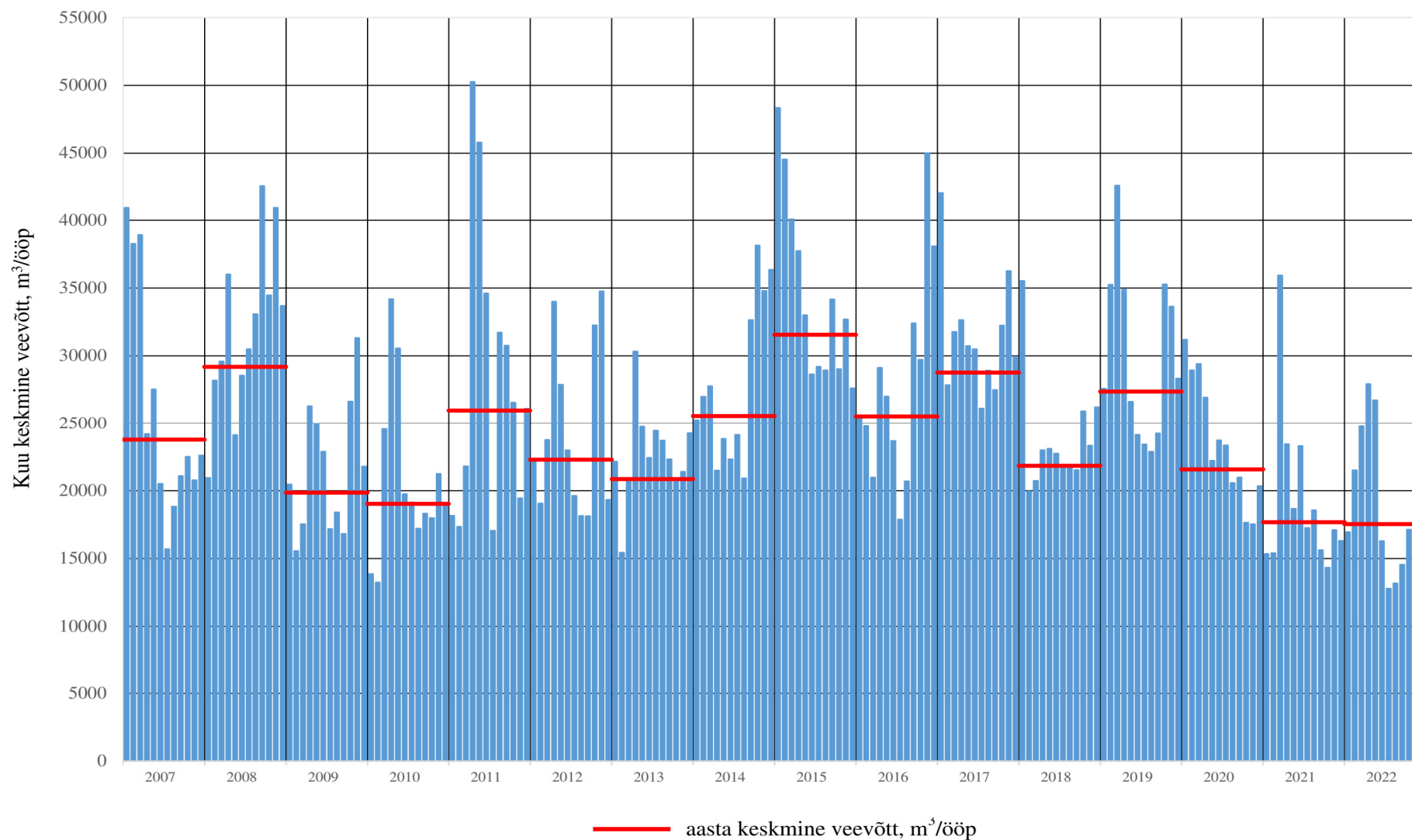
Karjäär	Mõõt- ühik	2018											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ubja	m³/kuus	206874	209216	208168	217200	212564	214732	199456	204763	209426	211132	216517	215467
	m³/ööp	6673,4	7472,0	6715,1	7240,0	6856,9	7157,7	6434,1	6605,3	6980,9	6810,7	7217,2	6950,6
Aru-Lõuna	m³/kuus	1100983	558253	642128	689391	715583	681671	673781	672359	645031	803073	699481	812329
	m³/ööp	35515,6	19937,6	20713,8	22979,7	23083,3	22722,4	21734,9	21689,0	21501,0	25905,6	23316,0	26204,2
Kokku	m³/kuus	1307857	767469	850296	906591	928147	896403	873237	877122	854457	1014205	915998	1027796
	m³/ööp	42189,0	27409,6	27428,9	30219,7	29940,2	29880,1	28169	28294,3	28481,9	32716,3	30533,2	33154,8

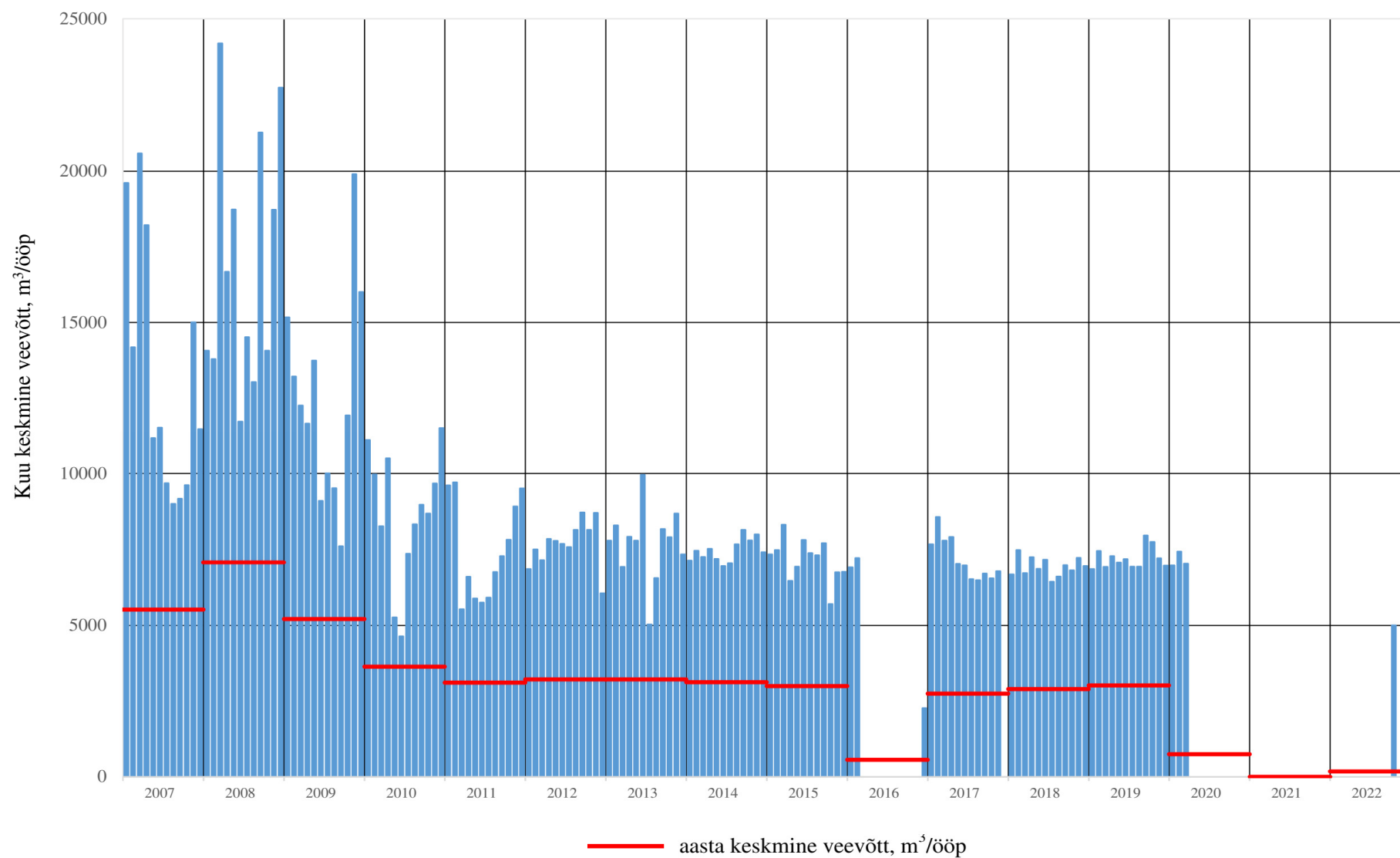
Karjäär	Mõõt- ühik	2019											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ubja	m³/kuus	212344	208463	214687	218231	219046	215261	214761	214923	238742	240162	216163	215966
	m³/ööp	6849,8	7445,1	6925,4	7274,4	7066,0	7175,4	6927,8	6933,0	7958,1	7747,2	7205,4	6966,6
Aru-Lõuna	m³/kuus	854677,14	986543,16	1320408,6	1046039,52	824625,34	723453,14	725854,84	708643,44	726462,08	1092997	1008773	877665
	m³/ööp	27570,2	35233,7	42593,8	34868,0	26600,8	24115,1	23414,7	22859,5	24215,4	35158,0	33625,8	28311,8
Kokku	m³/kuus	1067021	1195006	1535096	1264271	1043671	938714	940616	923566	965204	1333159	1224936	1093631
	m³/ööp	34420,0	42678,8	49519,2	42142,4	33666,8	31290,5	30342,5	29792,5	32173,5	42905,2	40831,2	35278,4

Karjäär	Mõõt- ühik	2020											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ubja	m³/kuus	216203	215403	217838									
	m³/ööp	6974,3	7427,7	7027,0									
Aru-Lõuna	m³/kuus	966474	838735	911010	807221	688125	711328	723235	637125	629037	546485	525590	630221
	m³/ööp	31176,6	28921,1	29387,4	26907,4	22197,6	23710,9	23330,2	20552,4	20967,9	17628,5	17519,7	20329,7
Kokku	m³/kuus	1182677	1054139	1128848	807221	688125	711328	723235	637125	629037	546485	525590	630221
	m³/ööp	38150,9	36349,6	36414,5	26907,4	22197,6	23710,9	23330,2	20552,4	20967,9	17628,5	17519,7	20329,7

Karjäär	Mõõt- ühik	2021											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ubja	m³/kuus												
	m³/ööp												
Aru-Lõuna	m³/kuus	474933	430779	1113405	702620	578480	698520	534321	575124	468069	443549	512554	504819
	m³/ööp	15320,4	15385,0	35916,3	23420,7	18660,6	23284,0	17236,2	18552,4	15602,3	14308,0	17085,1	16284,5
Kokku	m³/kuus	474933	430779	1113405	702620	578480	698520	534321	575124	468069	443549	512554	504819
	m³/ööp	15320,4	15385,0	35916,3	23420,7	18660,6	23284,0	17236,2	18552,4	15602,3	14308,0	17085,1	16284,5

Karjäär	Mõõt- ühik	2022											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ubja	m³/kuus										154821	241231	
	m³/ööp										4994,23	8041,03	
Aru-Lõuna	m³/kuus	524771,77	601599,4	766974,12	837113,62	828014,27	488311,2	396012,6	407849,08	436116,38	530499,53	538705,7	
	m³/ööp	16928,12	21485,69	24741,10	27903,79	26710,14	16277,04	12774,60	13156,42	14537,21	17112,89	17956,86	
Kokku	m³/kuus	524771,77	601599,4	766974,12	837113,62	828014,27	488311,2	396012,6	407849,08	436116,38	685320,53	779936,7	
	m³/ööp	16928,12	21485,69	24741,10	27903,79	26710,14	16277,04	12774,60	13156,42	14537,21	22107,11	25997,89	

**Joonis 2.** Vee ärajuhtimine Aru-Lõuna karjäärist



Joonis 3. Vee ärajuhtimine Ubja karjäärist

Tabel 3. Aru-Lõuna ja Ubja karjääri põhjaveeire andmed: põhjaveetase, m maapinnast

Kuupäev	Vaatluskaevu number Maapinna abs.k., m Geoloogiline indeks													
	Aru-Lõuna karjäär				Ubja karjäär									
	13	91	454	21556	3A	7	7A	7B	7C	8	17	17A	90	90A
	56,46	51,59	47,1	55,96	67,02	63,5	63,5	63,5	63,5	67,01	66,69	66,88	63,83	63,95
	Q+O ₂ uh	O ₂ ls-kn	O ₂ ls-kn	O ₂ ls-kn	O ₃ kl-kk	O ₃ kl-kk	O-Ca	O ₃ kl-kk	O ₂ ls-kn	Q	O ₃ kl-kk	Q	O ₃ kl-kk	O ₂ ls-kn
14.03.2022	0,95	2,04	4,30			2,70	13,15	2,56	3,05	1,25			5,40	5,75
25.04.2022	0,76	1,92	4,11			2,20	12,83	2,15	2,50	1,05			4,90	5,24
09.06.2022	1,42	2,90	4,25	17,52		4,10	12,96	4,05	4,34	1,35	6,84	1,70	6,05	6,39
12.08.2022	2,50	3,31	4,81	18,42		5,06	13,60	5,00	5,28	1,70	7,00	2,58	kuiv	7,39
3.11.2022	2,70	4,75	4,98	18,75		5,80	13,65	5,72	6,01	1,75			kuiv	8,00
6.12.2022	2,38	4,69	4,86			5,75	13,54	5,65	5,92	1,75			kuiv	7,86

Tabel 4. Toolse-Lääne karjäärialal põhjaveeire andmed: põhjaveetase, m maapinnast

Kuupäev	Vaatluskaevu number Maapinna abs.k., m Geoloogiline indeks									
	33A	52	75	75A	77	89	89A	91	458	458A
	51,51	52,8	53,83	53,74	60,88	54,26	54,36	51,59	51,92	52,14
	O ₂ ls-kn	O-Ca	O ₂ ls-kn	Q	O ₃ kl-kk	O ₂ ls-kn	O ₂ ls-kn	O ₂ ls-kn	O-Ca	O ₂ ls-kn
14.03.2022	0,63		0,70	0,45		0,69	0,20	2,04	3,03	0,10
25.04.2022	0,60	5,13	0,64	0,35		0,50	0,02	1,92	2,80	0,08
09.06.2022	0,84	6,67	1,25	1,03	2,89	0,92	0,40	2,90	3,00	0,45
12.08.2022	2,31	6,94	3,10	kuiv	3,60	2,35	1,85	3,31	3,71	1,80
3.11.2022	2,60	7,30	3,32	kuiv		2,82	2,30	4,75	4,05	1,33
6.12.2022		7,01	2,35	kuiv		2,31	1,79	4,69	3,89	0,62

Aastasisene põhjaveetasemete käik sõltub aasta ilmastikutingimuste muutustest, sest veetaset karjääris hoitakse suhteliselt püsival absoluutkõrgusel.

Perspektiivsel Toolse-Lääne karjäärialal tehakse vaatlusi 7 vaatluskaevus. Tehnogeneenne mõju Lasnamäe–Kunda veekihi põhjavee tasemele praktiliselt puudub, v.a väiketarbijate veevõtt tarbepuurkaevudest. Aastase ja pikaajalise veetaseme muutuste dünaamikat looduslähedastes tingimustes iseloomustab [joonis 8](#).

Ordoviitsiumi–Kambriumi veekihi põhjaveetaset vaadeldakse 3 vaatluspunktis, mille põhjal on jälgitav põhjaveetaseme praktiliselt looduslik seisund ([joonis 9](#)).

Põhjaveetaseme ja temperatuuri muutusi kõikides veekihtides iseloomustavad automaatandurite andmete põhjal [joonised 10–14](#). Anduriandmete abil korregeeritakse üksikmõõtmistega saadud põhjaveetasemete muutuste amplituudi.

Hüdromeetrilistel lävenditel L-2 ja L-6 tehti episoodilisi vooluhulga Q (m³/s) ja veekihi paksuse Δh (alates truubi põhjast) mõõtmisi. Mõõtmistulemused on toodud [tabelis 5](#).

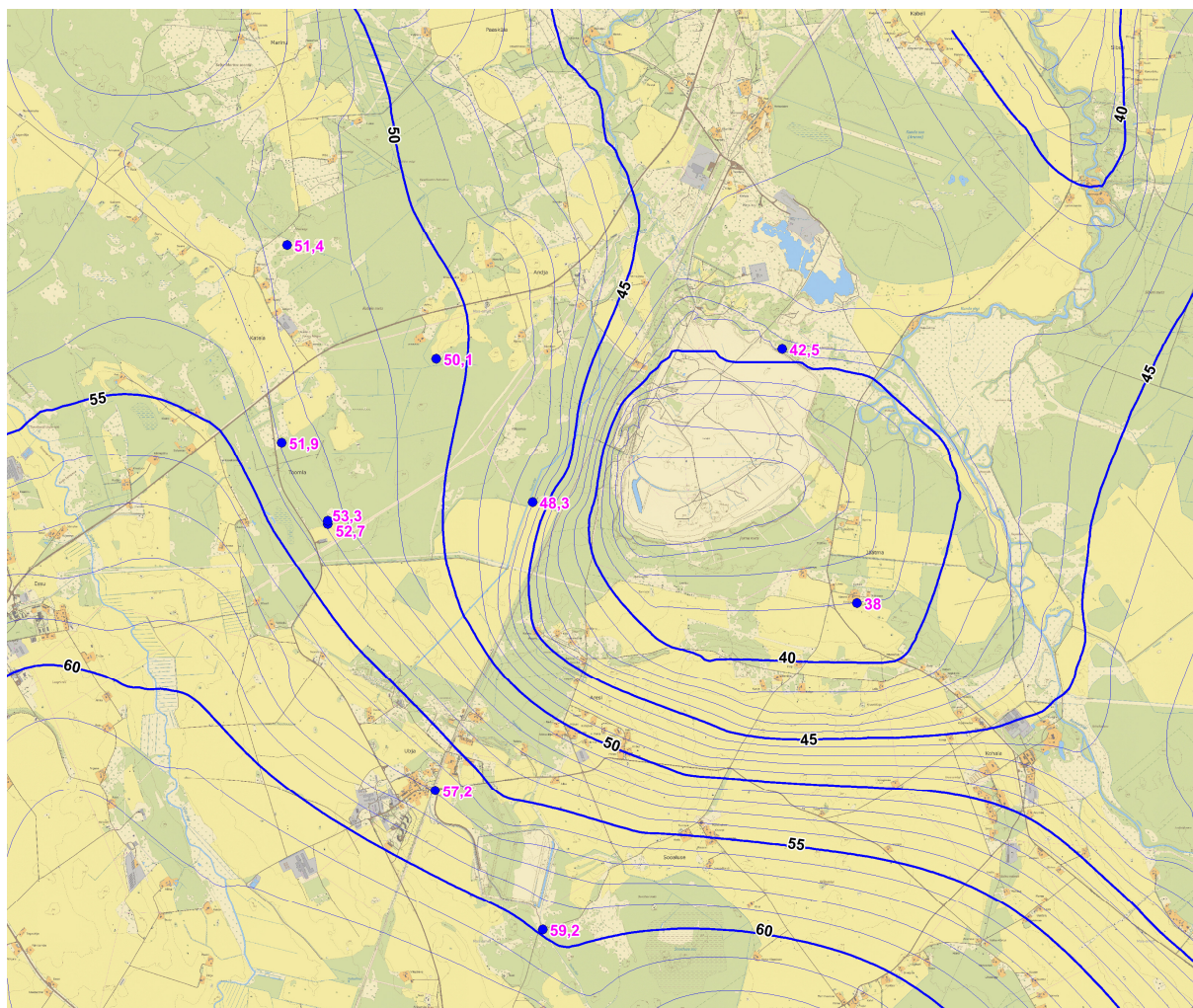
Tabel 5. Vee vooluhulga mõõtmistulemused Toolse jõe hüdromeetrilistel lävenditel L-2 ja L-6

Lävend	Mõõtühik	Mõõtmise aeg					
		14.03.2022	25.04.2022	09.06.2022	12.08.2022	3.11.2022	6.12.2022
L-2	Q , m ³ /s	0,184	0,181	kuiv	kuiv	vool väga aeglane	
	Q , m ³ /ööp.	15897,6	15638,4	0,0	0,0	0,0	0,0
	Δh , m	0,50	0,45	0,00	0,00	0,25	0,27
L-6	Q , m ³ /s	1,310	0,976	0,403	0,649	0,980	1,155
	Q , m ³ /ööp.	113184,0	84326,4	34819,2	56073,6	84672,0	99792,0
	Δh , m	0,50	0,75	0,30	0,45	0,75	0,60

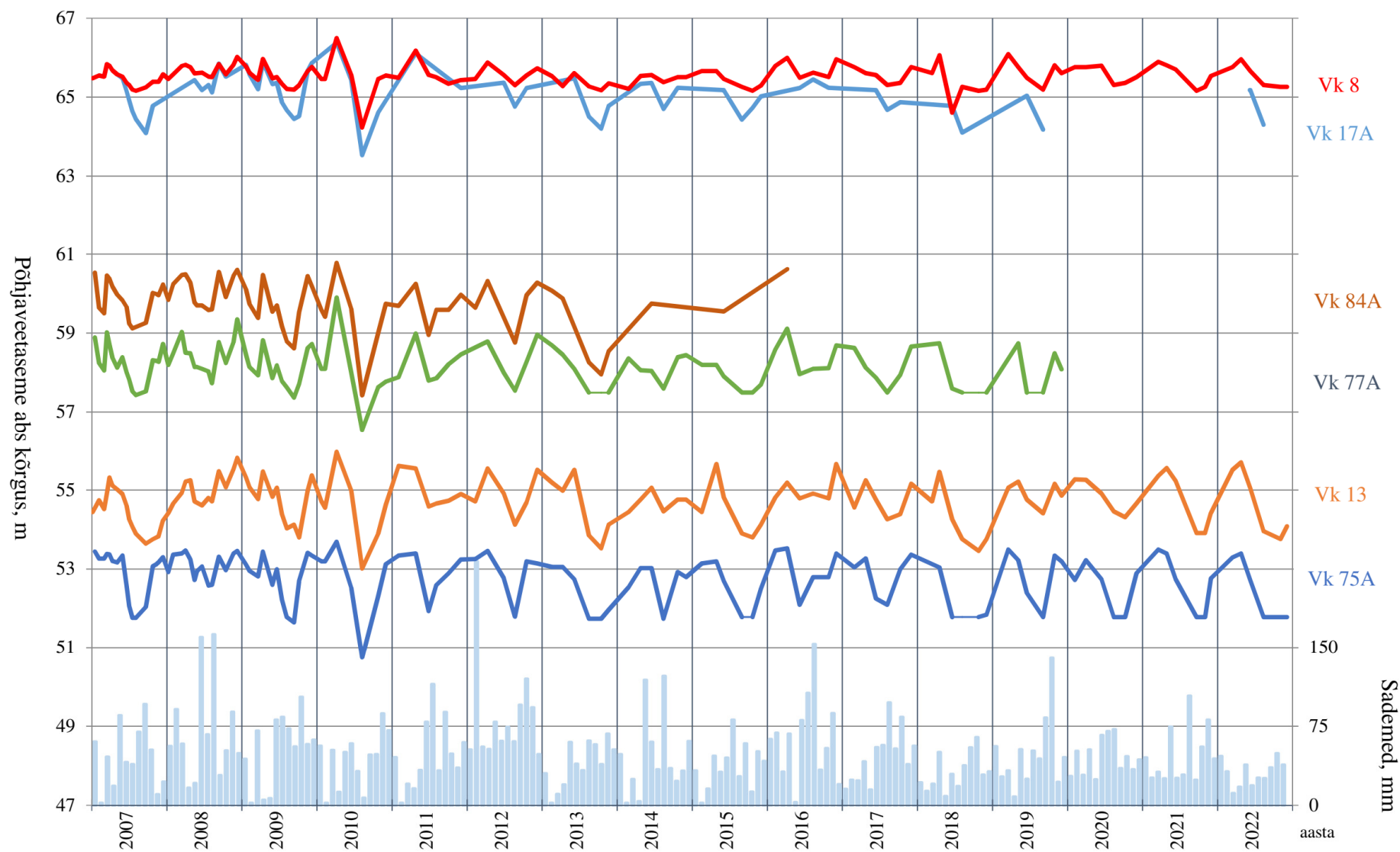
2022. aastal oli vee juurdevool Aru-Lõuna karjääri 12 774,6–26 710,14 m³/ööpäevas ([tabel 2](#)), mis võrreldes 2021. aastaga on vähenenud keskmiselt 1,3 korda. Juurdevool Ubja karjääri oktoobris-novembris oli vastavalt 4994,23 m³/ööpäevas ja 8041,03 m³/ööpäevas.

Hüdromeetrilistel lävenditel L-2 ja L-6 tehtud episoodiliste mõõtmiste tulemuste põhjal läbib nimetatud veekogus truubid vabalt ja suure varuga ([tabel 5](#)). Tuleb aga lisada, et jõe risustatus, kaasa arvatud koprapais, vähendavad oluliselt vee läbivoolu. Lävendi L-6 lähikonnas on Toolse jõgi süvendatud (lävendist 0,234 km põhja poole) ja sealt edasi voolab jõgi looduslikus sängis. Veetase lävendis on kõrge (paisutus), sest looduslik jõe säng ei suuda vett vastu võtta nii palju kui peale tuleb mööda süvendatud sängi.

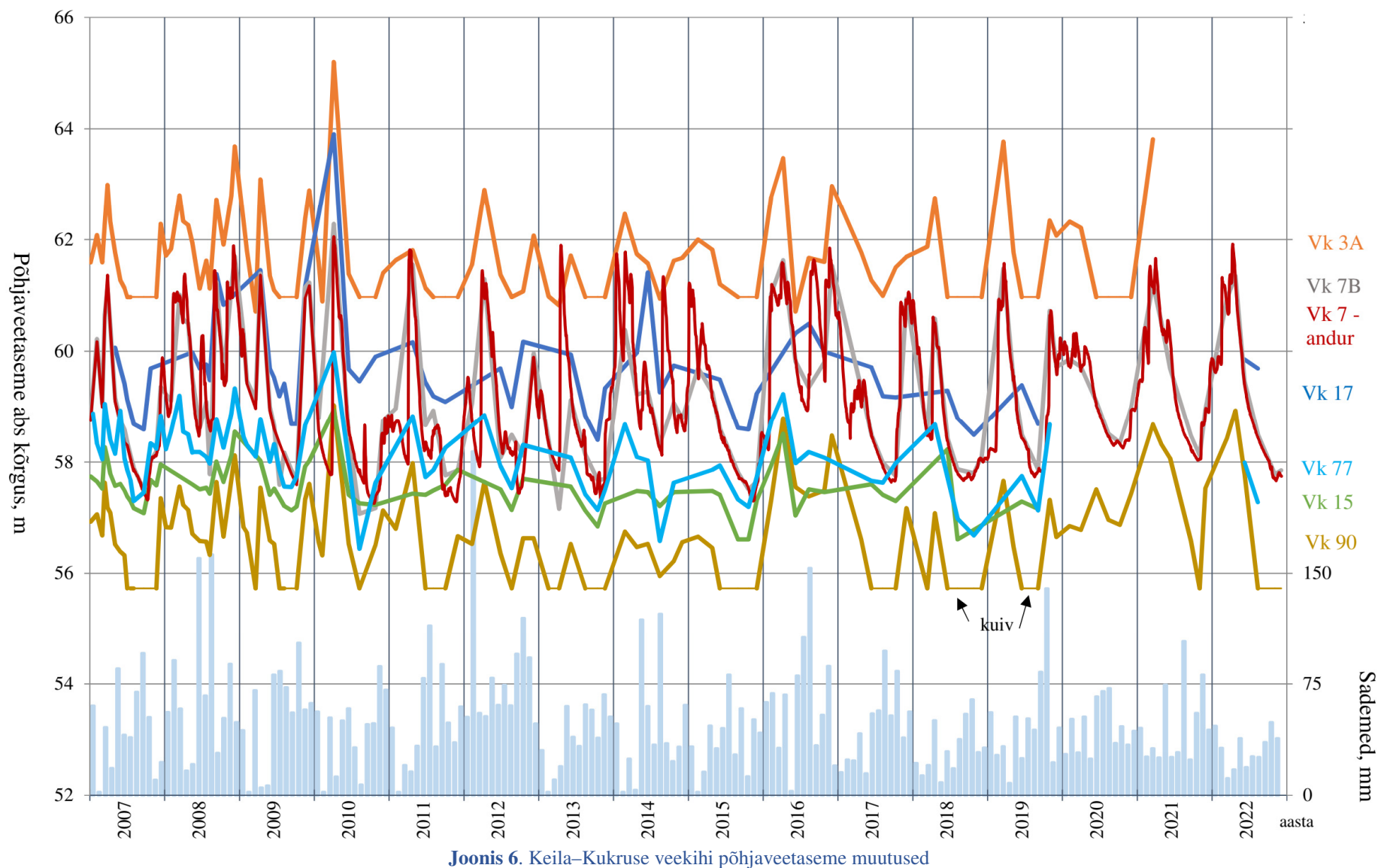
Aru-Lõuna karjääris on kaevandamisega kaasnenud aastakümneid kestnud pidev põhjavee väljapumpamine, mille tõttu on aja jooksul põhjaveetaset karjääri ümbruse kaevudes alanenud. [Joonisel 4](#) on esitatud Aru-Lõuna karjääri ümbruse modelleeritud põhjavee tase 2022. aastal mõõdetud puurkaevude veetasemete andmete põhjal. Esitatud andmetest selgub, et vaatamata mitmekümne aasta pikkusele põhjavee väljapumpamisele kuni 20 meetrise alanduse juures ulatub arvestatav, 4 m suurune põhjaveetaseme alanemine karjääri piirist 1,5 kilomeetri kaugusele kagusse. Põhjavee suurem alandus on ida ja kagu suunas, väikseim lääne suunas.

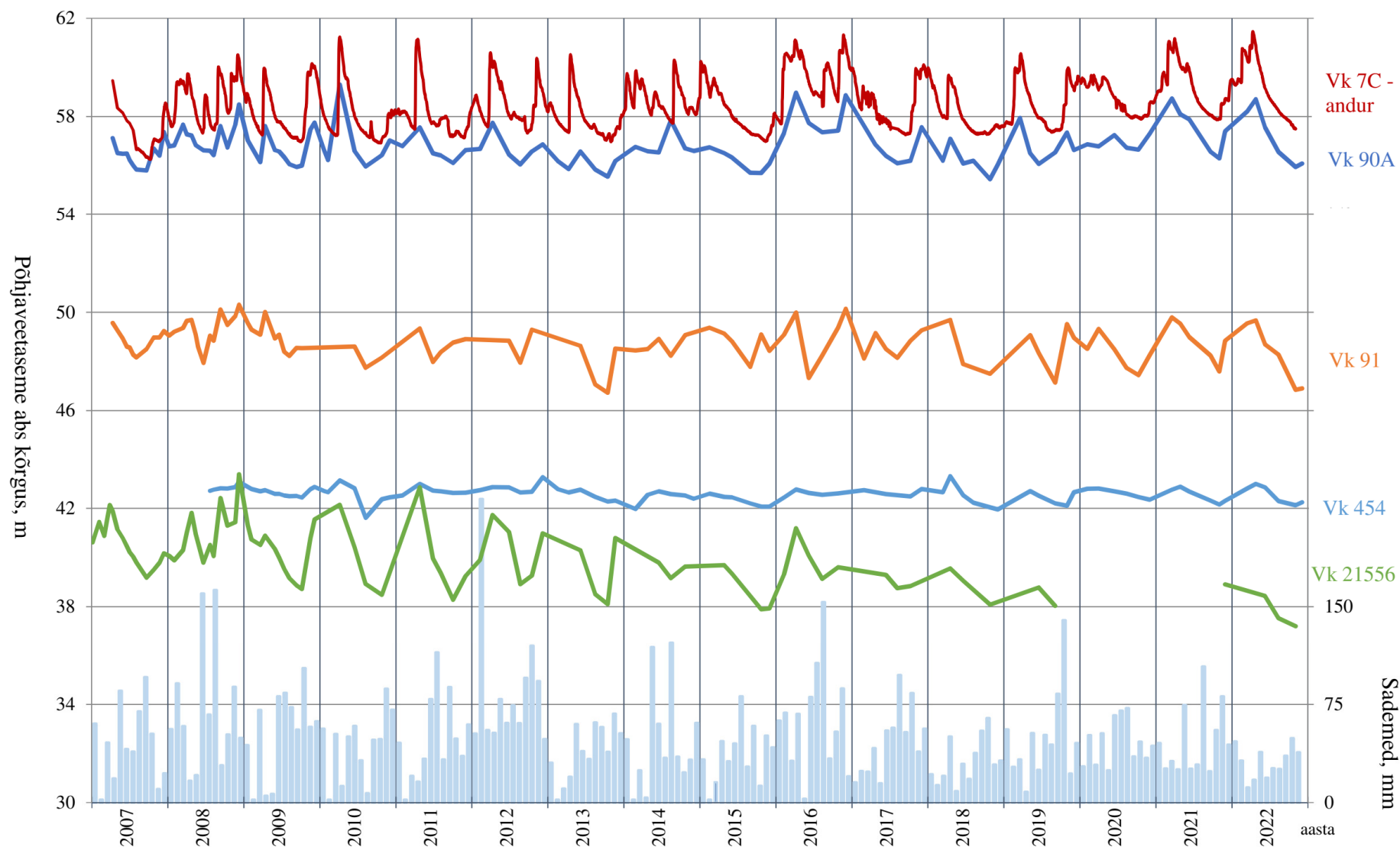


Joonis 4. 2022.a seireandmete alusel modelleeritud Lasnamäe–Kunda veekihi hüdroisohüpsid.
Punktid – Lasnamäe–Kunda veekihi suurkaevud veetaseme abs kõrgustega, m; tugevad sinised jooned –
hüdroisohüpsid iga 5 m tagant; peened sinised jooned – hüdroisohüpsid iga 1 m tagant.

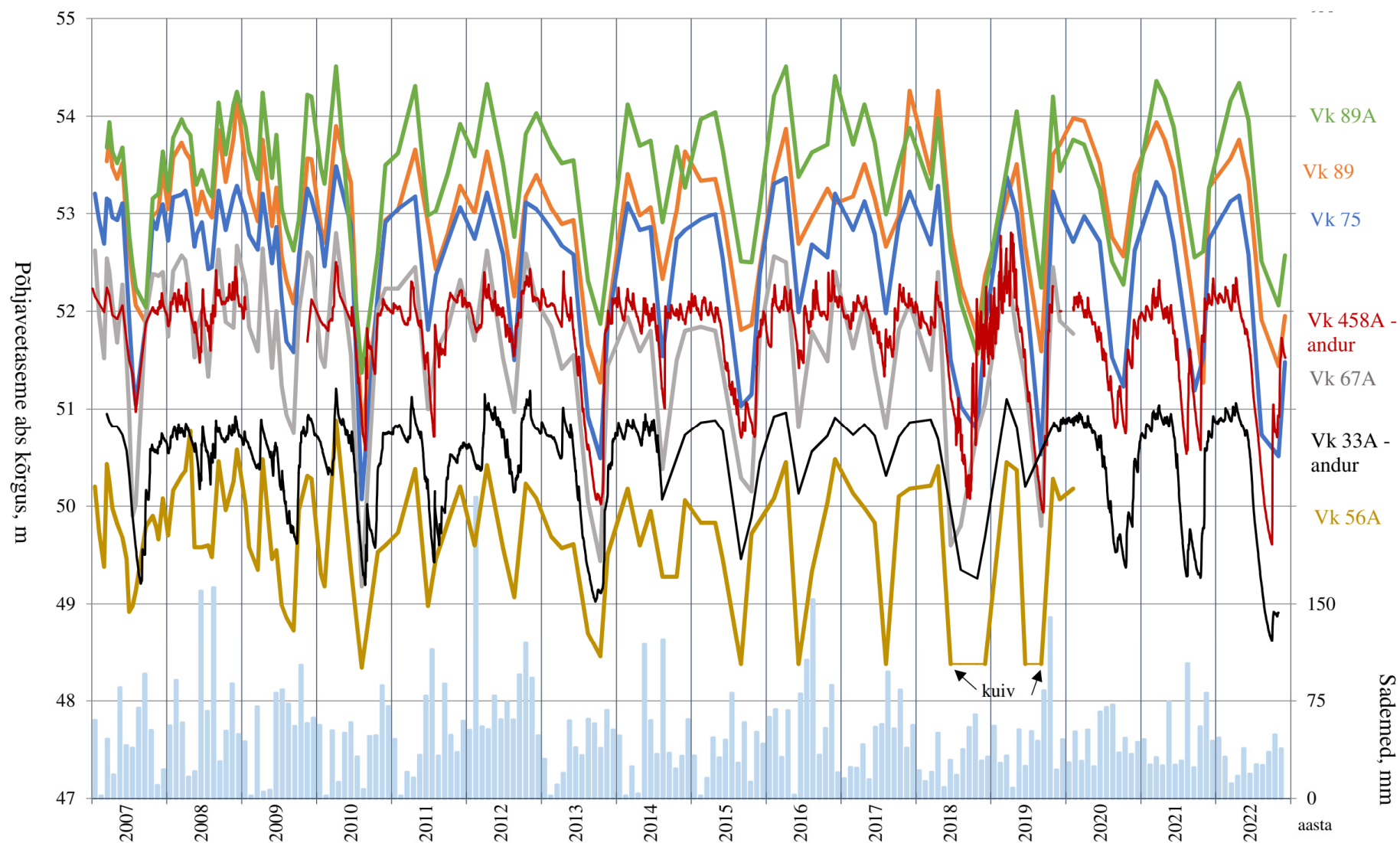


Joonis 5. Veetasemete muutused kvaternaarisetetes

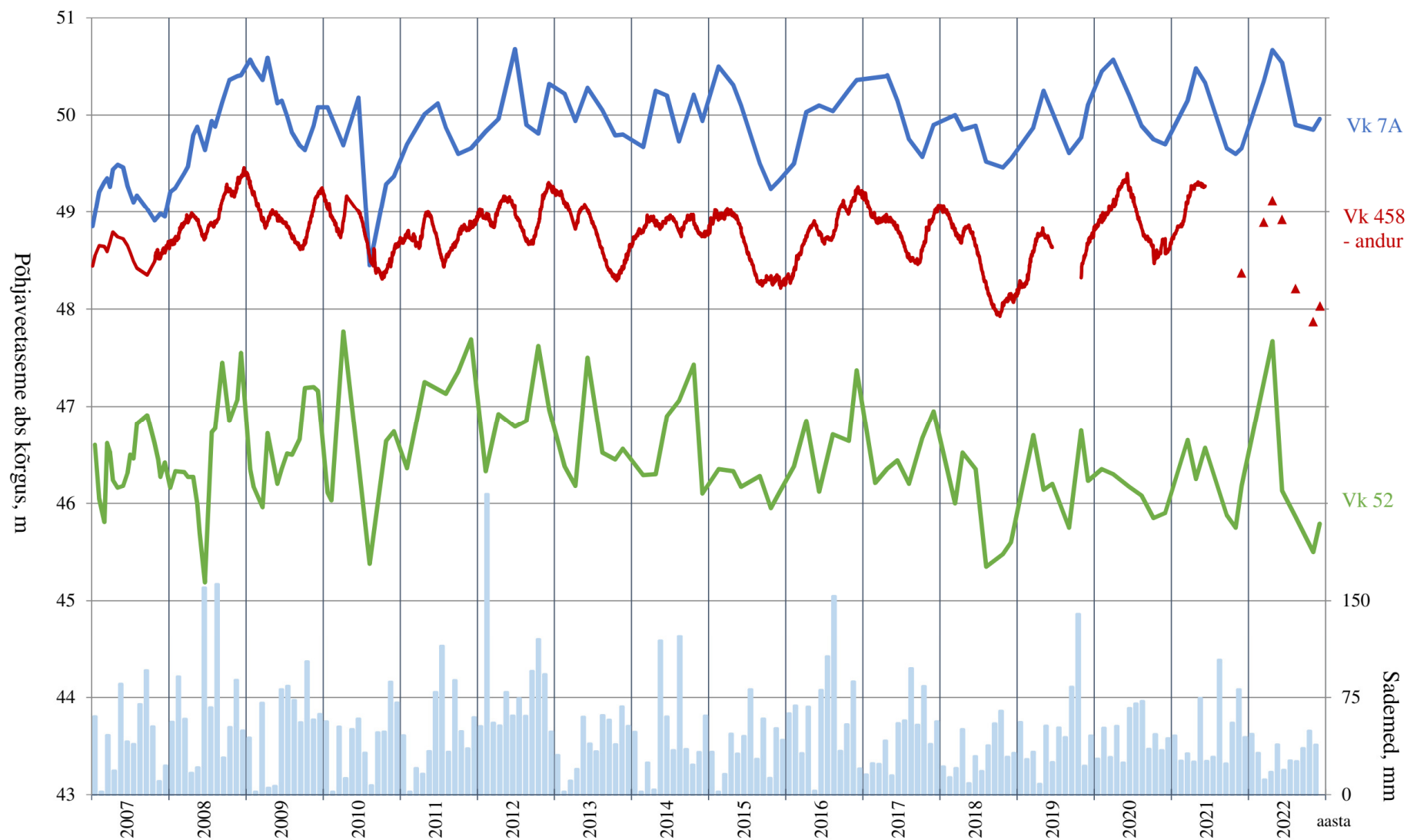




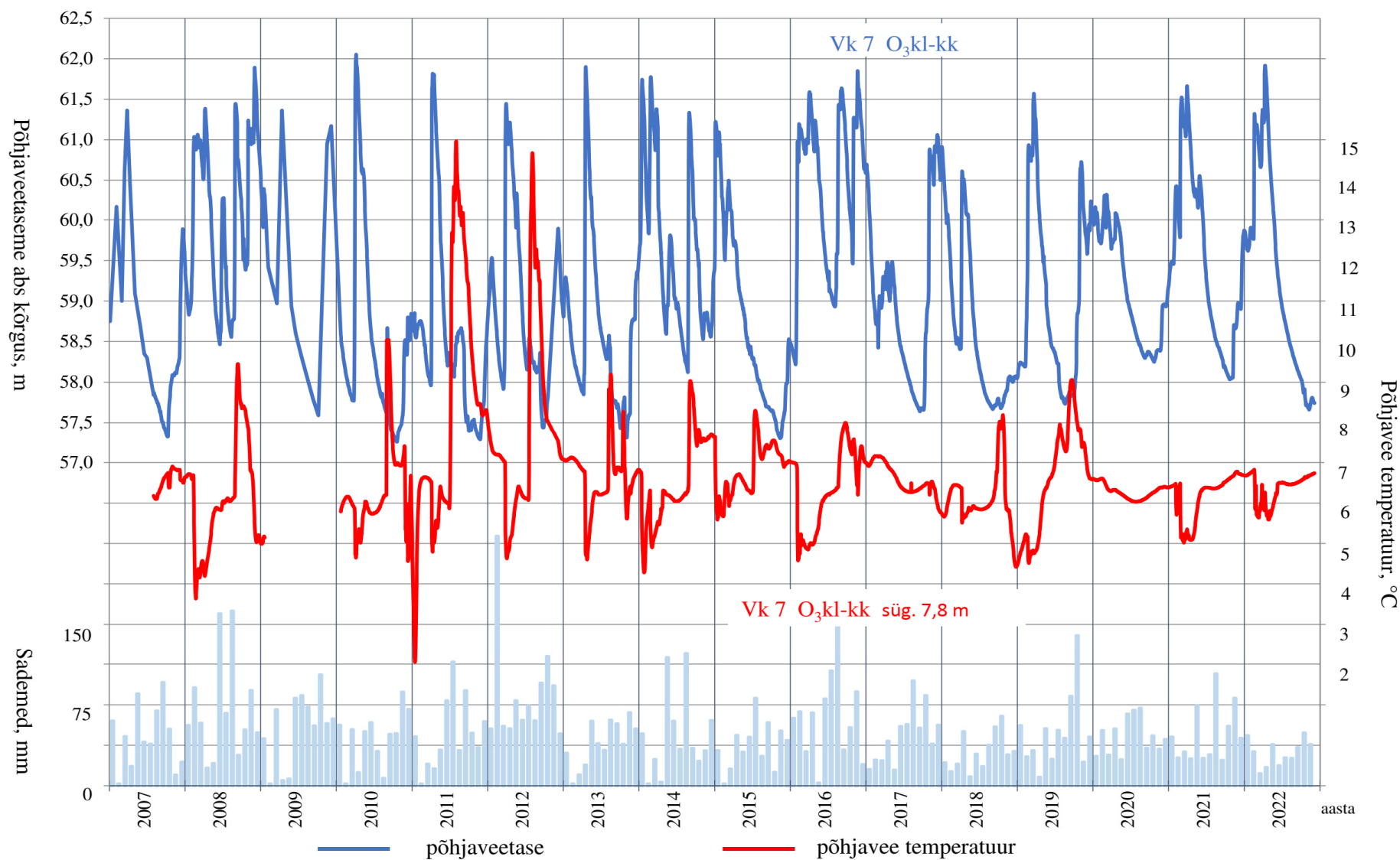
Joonis 7. Lasnamäe–Kunda veeikihi põhjaveetaseme muutused Aru-Lõuna ja Ubja karjääri mõju piirkonnas



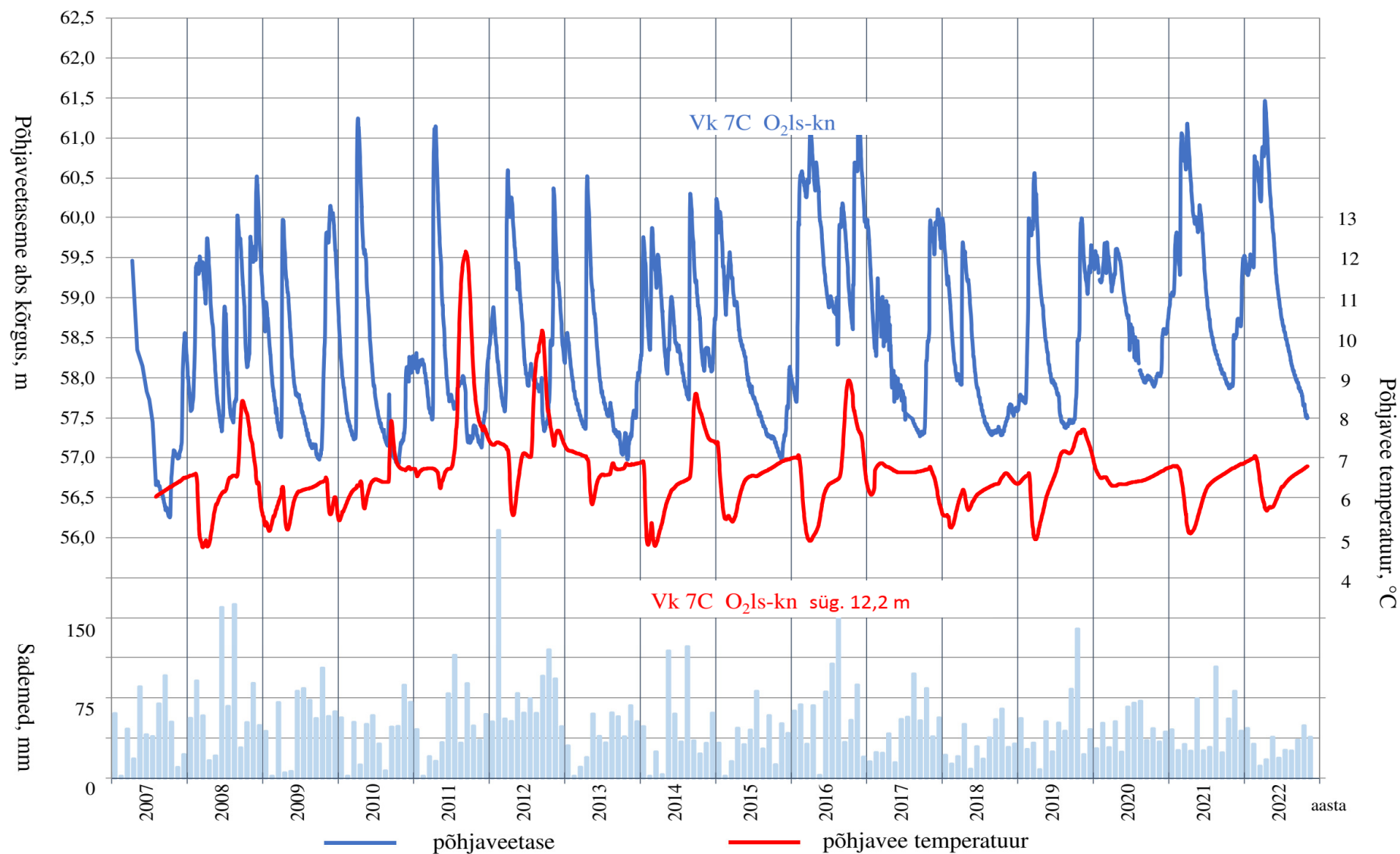
Joonis 8. Lasnamäe-Kunda veekihi põhjaveetaseme muutused Toolse-Lääne karjäärialal



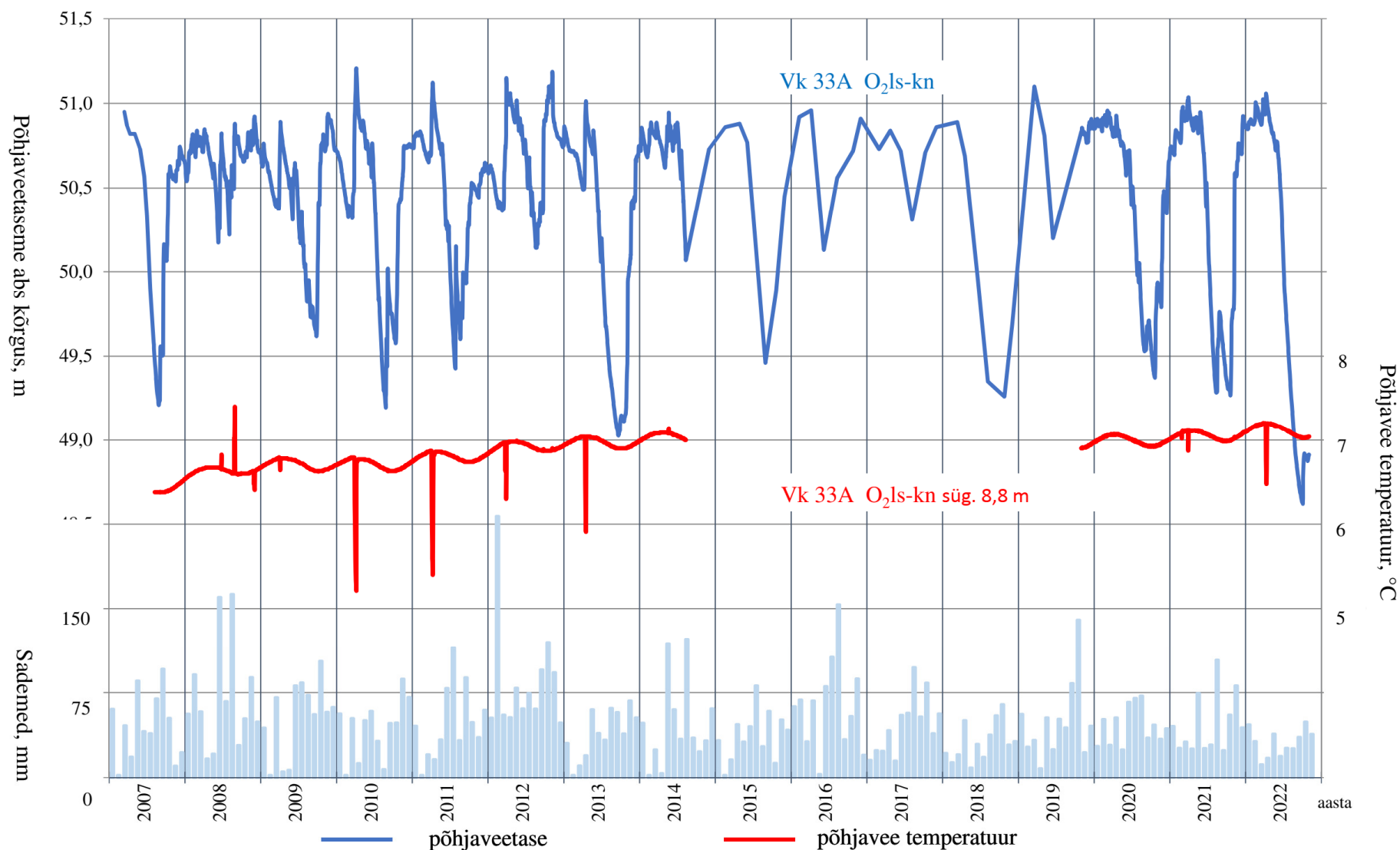
Joonis 9. Ordoviitsiumi–Kambriumi veekihi põhjaveetaseme muutused



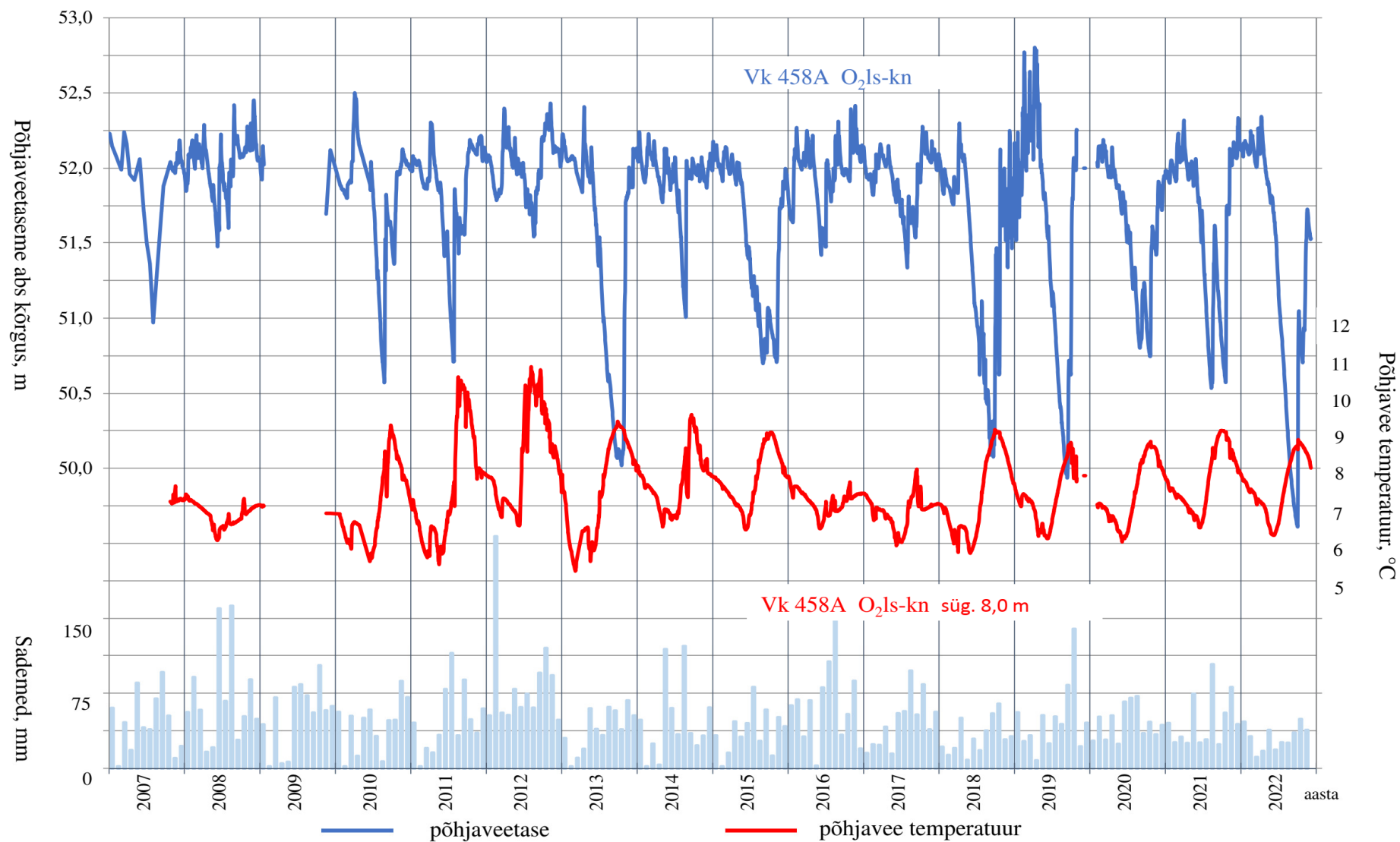
Joonis 10. Põhjaveetaseme ja põhjavee temperatuuri muutused Ubja karjäärialal (Vk 7)



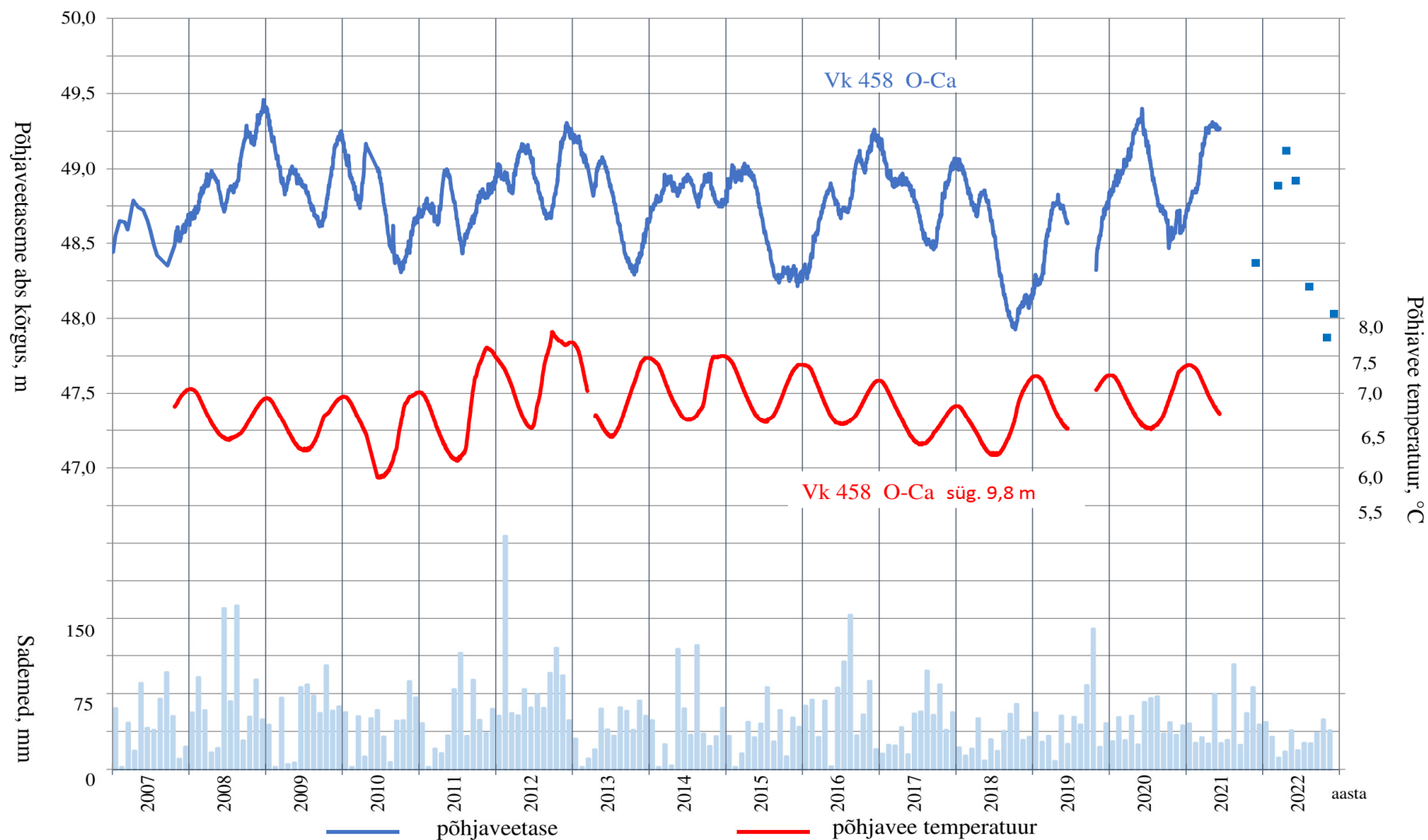
Joonis 11. Põhjaveetaseme ja põhjavee temperatuuri muutused Ubja karjäärialal (Vk 7C)



Joonis 12. Põhjaveetaseme ja põhjavee temperatuuri muutused Toolse-Lääne karjäärialal (vk.33A)



Joonis 13. Põhjaveetaseme ja põhjavee temperatuuri muutused Toolse-Lääne karjäärialala piirkonnas (vk.458A)



Joonis 14. Põhjaveetaseme ja põhjavee temperatuuri muutused Toolse-Lääne karjäärialala piirkonnas (Vk 458)

KOKKUVÕTE

1. Pikaajalise keskmisega võrreldes oli 2022. aasta ilmastikutingimuste poolest sademetevaesem. Pikaajalise sademete normi ületamist märgiti jaanuaris ja veebruaris. 2022. a sademed olid põhjavee toitumise seisukohast halvad.
2. 2022. aasta kuu sademete summa võrdlemisel pikaajaliste näitajatega võime konstateerida, et talveperioodil (jaanuar–märts) moodustas see 23%, kevadel (aprill–juuni) 19%, suvel (juuli–september) 23% ja sügisel (oktoober–november) 35%.
3. Arvutuslik karjäärivee juurdevool on lähedane faktilisele.
4. Hüdromeetritelisel lävenditel L-2 ja L-6 tehtud episoodiliste mõõtmiste tulemustest lähtudes saab eeldada, et ka Toolse-Lääne karjääri keskmise arvutusliku ärajuhitava veehulga läbilaskmiseks on piisavalt varu tingimusel, et Toolse jõe sängis ei ole veetõkkeid.
5. Ubja karjäär drenib Keila–Kukruse veekihti. Vee ärajuhtimine karjäärast on peatatud kahel korral: 2016. a ja 2020. aasta aprillist. Vee ärajuhtimist alustati 2022. a oktoobrist. Vaatluskaevu 7 andmetel oli põhjaveetaseme amplituud 4,25 m.
6. Aru-Lõuna ja Ubja karjääri anduritega varustatud puurkaevudes olid põhjaveetaseme abs kõrgused alljärgnevad:
 - 6.1. Vaatluskaevu 7, mis avab Keila–Kukruse põhjaveekihti, oli 2022. aasta miinimumtaseme abs kõrgus 57,66 m (2021. a – 58,04 m), maksimumtase 61,92 m (2021. a – 61,66 m) ja aasta keskmine põhjaveetaseme abs kõrgus oli 59,33 m (2021. a – 59,52 m). Põhjaveetaseme miinimum abs kõrgus oli 2022. a 0,38 m madalamal kui 2021. aastal. Maksimum veetaseme abs kõrgus oli vaatluskaevus 7 aastal 2022 kõrgemal (0,26 m). Keskmine veetaseme abs kõrgus oli vaatluskaevus 7 aastal 2022 madalamal (-0,19 m).
 - 6.2. Vaatluskaevu 7C, mis avab Lasnamäe–Kunda põhjaveekihti, oli 2022. aasta miinimumtaseme abs kõrgus oli 57,49 m (2021. a – 57,87 m), maksimumtase 61,65 m (2021. a – 61,18 m) ja aasta keskmine põhjaveetaseme abs kõrgus oli 59,20 m (2021. a – 59,20 m). Maksimumi ja miinimumi veetaseme abs kõrgus oli 2022. aastal vastavalt +0,47 m kõrgemal ja -0,38 m madalamal. Keskmise veetaseme abs kõrgused olid 2021. ja 2022. aastal võrdsed.
 - 6.3. Mõlema vaatluskaevu puhul keskmine veetase 2022. aastal on langenud.
7. Toolse-Lääne karjäärialas on kolm vaatluskaevu: 33A – avab Lasnamäe–Kunda põhjaveekihti, 458A – avab Lasnamäe–Kunda põhjaveekihti ja 458 – avab Ordoviitsiumi – Kambriumi põhjaveekihti.
 - 7.1. Kahe Lasnamäe–Kunda põhjaveekihti avava vaatluskaevu veetasemete abs kõrguste erinevus oli 2022. aastal keskmiselt 0,71 m.
 - 7.2. Mõlema vaatluskaevu veetaseme amplituud keskmiselt oli 2022. aastal 2,6 m (2021. aastal – 1,8 m, 2020. aastal – 1,6 m).
 - 7.3. Vaatluskaevu 33A miinimumtaseme abs kõrgus oli 2022. aastal 48,62 m (2021. a – 49,27 m), maksimumtase 51,06 m (2021. a – 51,04 m) ja aasta keskmine põhjaveetaseme abs kõrgus oli 50,12 m (2021. a – 50,33 m). Põhjaveetaseme miinimum, maksimum ja keskmine veetaseme abs kõrguse erinevus 2021. aastaga võrreldes oli vastavalt -0,65 m, +0,02 m ja -0,21 m.

- 7.4. Vaatluskaevu 458A miinimumtaseme abs kõrgus oli 2022. aastal 49,61 m (2021. a – 50,54 m), maksimumtase 52,34 m (2020. a – 52,32 m) ja aasta keskmine põhjaveetaseme abs kõrgus oli 51,35 m (2021. a – 51,63 m). Põhjaveetaseme miinimum, maksimum ja keskmine veetaseme abs kõrguse erinevus 2021. aastaga võrreldes oli vastavalt -0,93 m, +0,02 m ja -0,28 m.
- 7.5. Vaatluskaevu 458 võiks paigaldada uue veetaseme anduri.
8. Vaatamata mitmekümne aasta pikkusele põhjavee väljapumpamisele kuni 20 meetrise alanduse juures ulatub arvestatav, 4 m suurune põhjaveetaseme alanemine karjääri piirist 1,5 kilomeetri kaugusele kagusse. Põhjavee suurem alandus on ida ja kagu suunas, väikseim lääne suunas.
9. Vaatlusi on mõistlik jätkata senise metoodika järgi.

Lisa 1. Vk 7 ööpäeva keskmine põhjaveetase

Vaatluskaevu number: **Vk 7**

Maapinna abs. k., m: 63,50

2022. a. veetase, m maapinnast												
kuup.	jaan.	veebr.	märts	aprill	mai	juuni	juuli	aug.	sept.	okt.	nov.	dets.
01	3,63	3,60	2,32	2,18	2,60	3,85	4,56	4,94	5,24	5,46	5,80	5,74
02	3,64	3,60	2,32	2,21	2,64	3,89	4,57	4,95	5,25	5,46	5,79	5,74
03	3,64	3,61	2,33	2,24	2,69	3,93	4,59	4,96	5,25	5,47	5,80	5,75
04	3,65	3,63	2,36	2,28	2,75	3,96	4,60	4,98	5,26	5,47	5,81	5,75
05	3,65	3,63	2,38	2,29	2,80	3,99	4,61	4,98	5,27	5,48	5,80	5,76
06	3,67	3,62	2,40	2,27	2,84	4,03	4,63	5,00	5,28	5,48	5,80	5,75
07	3,70	3,62	2,43	2,27	2,88	4,06	4,64	5,01	5,28	5,50	5,82	
08	3,73	3,64	2,46	2,12	2,92	4,08	4,65	5,02	5,29	5,52	5,83	
09	3,75	3,67	2,50	1,69	2,97	4,10	4,67	5,03	5,30	5,53	5,84	
10	3,78	3,69	2,54	1,63	3,00	4,13	4,68	5,04	5,31	5,55	5,84	
11	3,82	3,70	2,56	1,58	3,03	4,16	4,69	5,05	5,32	5,58	5,83	
12	3,84	3,72	2,59	1,59	3,05	4,18	4,70	5,06	5,32	5,60	5,82	
13	3,85	3,74	2,62	1,63	3,09	4,21	4,71	5,06	5,33	5,62	5,81	
14	3,86	3,74	2,70	1,66	3,13	4,23	4,72	5,07	5,34	5,63	5,79	
15	3,87	3,74	2,69	1,71	3,17	4,25	4,74	5,08	5,35	5,63	5,79	
16	3,87	3,71	2,72	1,74	3,20	4,27	4,75	5,09	5,35	5,63	5,78	
17	3,86	3,49	2,76	1,79	3,24	4,29	4,76	5,10	5,36	5,63	5,77	
18	3,88	2,39	2,79	1,83	3,28	4,32	4,77	5,11	5,37	5,62	5,75	
19	3,88	2,18	2,82	1,87	3,31	4,34	4,79	5,12	5,38	5,59	5,74	
20	3,87	2,26	2,84	1,91	3,34	4,36	4,80	5,13	5,38	5,65	5,72	
21	3,86	2,25	2,84	1,97	3,38	4,38	4,81	5,14	5,39	5,69	5,71	
22	3,85	2,29	2,83	2,02	3,41	4,40	4,82	5,15	5,40	5,71	5,70	
23	3,84	2,33	2,83	2,08	3,44	4,42	4,83	5,16	5,40	5,73	5,69	
24	3,83	2,32	2,81	2,13	3,47	4,44	4,84	5,17	5,41	5,75	5,69	
25	3,81	2,31	2,75	2,20	3,50	4,46	4,86	5,18	5,41	5,77	5,69	
26	3,79	2,33	2,45	2,29	3,54	4,47	4,87	5,19	5,42	5,79	5,70	
27	3,74	2,34	2,24	2,36	3,59	4,49	4,88	5,19	5,43	5,78	5,70	
28	3,69	2,32	2,18	2,42	3,64	4,51	4,89	5,20	5,44	5,77	5,71	
29	3,67		2,15	2,48	3,70	4,53	4,90	5,21	5,45	5,78	5,72	
30	3,63		2,13	2,54	3,75	4,54	4,91	5,22	5,45	5,79	5,73	
31	3,60		2,15		3,80		4,93	5,23		5,78		
Kesk.	3,77	3,12	2,53	2,03	3,20	4,24	4,75	5,09	5,35	5,63	5,76	5,75
Max.	3,60	2,18	2,13	1,58	2,60	3,85	4,56	4,94	5,24	5,46	5,69	5,74
Min.	3,88	3,74	2,84	2,54	3,80	4,54	4,93	5,23	5,45	5,79	5,84	5,76
Aasta keskmine veetase:					4,27							
Kõrgeim:					1,58			kuupäev: 11.04.2022				
Madalaim:					5,84			kuupäev: 10.11.2022				
Amplituud:					4,25							

Lisa 2. Vk 7 ööpäeva keskmine põhjavee temperatuur

Vaatluskaevu number: **Vk 7**

Maapinna, abs. k., m: 63,50

2022. a.												
kuup.	jaan.	veebr.	märts	aprill	mai	juuni	juuli	aug.	sept.	okt.	nov.	dets.
01	6,68	6,75	5,72	5,86	5,59	6,17	6,50	6,46	6,48	6,55	6,64	6,73
02	6,68	6,75	5,70	5,91	5,61	6,19	6,51	6,46	6,48	6,55	6,64	6,73
03	6,68	6,75	5,69	5,92	5,72	6,25	6,51	6,46	6,48	6,55	6,67	6,73
04	6,68	6,76	5,73	5,88	5,80	6,22	6,51	6,46	6,48	6,56	6,65	6,73
05	6,67	6,76	5,70	6,00	5,73	6,21	6,51	6,46	6,48	6,56	6,65	6,74
06	6,67	6,77	5,69	5,93	5,68	6,21	6,50	6,46	6,49	6,57	6,65	6,74
07	6,67	6,77	5,67	5,82	5,68	6,22	6,50	6,46	6,49	6,57	6,66	
08	6,67	6,77	5,67	5,97	5,69	6,25	6,50	6,46	6,49	6,58	6,66	
09	6,68	6,78	5,65	6,23	5,71	6,35	6,50	6,46	6,49	6,58	6,67	
10	6,68	6,78	5,66	6,19	5,73	6,45	6,50	6,46	6,50	6,58	6,67	
11	6,68	6,79	5,65	6,26	5,74	6,47	6,50	6,46	6,50	6,58	6,67	
12	6,68	6,79	5,64	6,19	5,77	6,48	6,50	6,47	6,50	6,59	6,68	
13	6,68	6,79	5,64	6,02	5,79	6,48	6,50	6,46	6,50	6,60	6,68	
14	6,68	6,80	5,75	5,91	5,81	6,49	6,49	6,46	6,50	6,60	6,68	
15	6,69	6,80	5,81	5,85	5,83	6,49	6,49	6,46	6,50	6,60	6,68	
16	6,69	6,81	5,79	5,80	5,85	6,49	6,49	6,46	6,51	6,60	6,69	
17	6,70	6,81	5,82	5,75	5,87	6,50	6,48	6,46	6,51	6,60	6,69	
18	6,70	6,83	5,86	5,72	5,89	6,50	6,48	6,46	6,51	6,60	6,70	
19	6,70	6,73	5,89	5,70	5,91	6,50	6,48	6,46	6,52	6,63	6,70	
20	6,70	6,69	5,92	5,68	5,93	6,50	6,48	6,46	6,52	6,65	6,70	
21	6,70	6,34	5,96	5,69	5,95	6,50	6,48	6,46	6,52	6,64	6,70	
22	6,71	5,91	5,99	5,68	5,97	6,50	6,47	6,46	6,53	6,64	6,70	
23	6,71	5,85	6,01	5,69	5,99	6,50	6,47	6,47	6,53	6,63	6,71	
24	6,72	6,16	6,02	5,73	6,02	6,50	6,47	6,47	6,53	6,63	6,71	
25	6,72	6,43	6,07	5,65	6,04	6,50	6,47	6,47	6,53	6,63	6,71	
26	6,72	6,41	6,23	5,59	6,06	6,50	6,47	6,47	6,54	6,63	6,72	
27	6,73	6,14	6,46	5,60	6,08	6,49	6,46	6,47	6,54	6,63	6,72	
28	6,73	5,83	6,20	5,60	6,11	6,49	6,46	6,47	6,54	6,63	6,72	
29	6,73		6,00	5,61	6,13	6,49	6,46	6,47	6,54	6,63	6,72	
30	6,74		6,05	5,60	6,15	6,50	6,46	6,48	6,55	6,63	6,72	
31	6,74		5,95		6,16		6,46	6,48		6,64		
Kesk.	6,70	6,59	5,86	5,83	5,87	6,42	6,49	6,46	6,51	6,60	6,69	6,73
Max.	6,74	6,83	6,46	6,26	6,16	6,50	6,51	6,48	6,55	6,65	6,72	6,74
Min.	6,67	5,83	5,64	5,59	5,59	6,17	6,46	6,46	6,48	6,55	6,64	6,73
Aasta keskmine temperatuur: 6,40 Max: 6,83 Min: 5,59 Amplituud: 1,24 kuupäev: 18.02.2022 kuupäev: 26.04.2022												

Lisa 3. Vk 7C ööpäeva keskmine põhjaveetase

Vaatluskaevu number: **Vk 7C**

Maapinna abs. k., m: 63,50

2022. a. veetase, m maapinnast												
kuup.	jaan.	veebr.	märts	aprill	mai	juuni	juuli	aug.	sept.	okt.	nov.	dets.
01	3,98	3,98	2,80	2,66	2,96	4,12	4,77	5,11	5,47	5,67	6,00	
02	3,99	3,98	2,80	2,68	3,00	4,16	4,78	5,14	5,47	5,66	5,99	
03	3,99	4,01	2,81	2,69	3,06	4,19	4,78	5,15	5,47	5,67	6,01	
04	4,01	4,03	2,84	2,72	3,12	4,21	4,79	5,16	5,47	5,69		
05	4,01	4,01	2,86	2,73	3,17	4,22	4,81	5,18	5,49	5,69		
06	4,03	3,98	2,86	2,70	3,21	4,27	4,83	5,17	5,51	5,70		5,92
07	4,06	3,99	2,89	2,70	3,23	4,31	4,85	5,17	5,51	5,73		
08	4,08	4,04	2,94	2,56	3,26	4,33	4,86	5,19	5,52	5,73		
09	4,08	4,06	2,98	2,14	3,32	4,34	4,86	5,21	5,53	5,73		
10	4,13	4,08	3,02	2,06	3,36	4,37	4,85	5,23	5,53	5,76		
11	4,18	4,10	3,04	2,03	3,38	4,39	4,88	5,23	5,51	5,79		
12	4,20	4,11	3,05	2,05	3,40	4,40	4,90	5,28	5,53	5,82		
13	4,20	4,10	3,07	2,09	3,44	4,42	4,91	5,28	5,55	5,84		
14	4,20	4,11	3,05	2,12	3,47	4,45	4,92	5,28	5,56	5,85		
15	4,20	4,13	3,16	2,16	3,49	4,47	4,93	5,30	5,56	5,84		
16	4,18	4,10	3,19	2,19	3,54	4,49	4,94	5,32	5,56	5,82		
17	4,17	3,89	3,23	2,23	3,59	4,52	4,93	5,33	5,56	5,83		
18	4,22	2,97	3,25	2,28	3,63	4,53	4,96	5,34	5,55	5,85		
19	4,22	2,72	3,27	2,33	3,65	4,52	4,98	5,35	5,57	5,83		
20	4,20	2,74	3,28	2,38	3,68	4,55	5,00	5,35	5,60	5,87		
21	4,20	2,74	3,29	2,43	3,70	4,59	5,01	5,36	5,62	5,91		
22	4,19	2,77	3,29	2,48	3,71	4,61	5,02	5,37	5,63	5,91		
23	4,17	2,82	3,28	2,53	3,75	4,63	5,02	5,39	5,63	5,91		
24	4,16	2,81	3,27	2,56	3,79	4,64	5,01	5,40	5,63	5,94		
25	4,16	2,79	3,20	2,50	3,82	4,65	5,03	5,41	5,62	5,97		
26	4,14	2,81	2,91	2,69	3,85	4,66	5,06	5,42	5,63	5,99		
27	4,09	2,81	2,72	2,77	3,89	4,69	5,07	5,42	5,65	5,97		
28	4,06	2,79	2,65	2,82	3,93	4,72	5,08	5,40	5,66	5,97		
29	4,03		2,63	2,88	3,96	4,74	5,10	5,42	5,67	5,96		
30	3,96		2,61	2,92	4,02	4,76	5,10	5,45	5,67	5,96		
31	3,96		2,63		4,08		5,09	5,46		5,97		
Kesk.	4,11	3,55	3,00	2,47	3,53	4,46	4,94	5,30	5,56	5,83	6,00	5,92
Max.	3,96	2,72	2,61	2,03	2,96	4,12	4,77	5,11	5,47	5,66	5,99	5,92
Min.	4,22	4,13	3,29	2,92	4,08	4,76	5,10	5,46	5,67	5,99	6,01	5,92
Aasta keskmine veetase:					4,56							
Kõrgeim:					2,03				kuupäev: 11.04.2022			
Madalaim:					6,01				kuupäev: 03.11.2022			
Amplituud:					3,98							

Lisa 4. Vk 7C ööpäeva keskmine põhjavee temperatuur

Vaatluskaevu number: VK 7C

Maapinna, abs. k., m: 63,50

2022. a.												
kuup.	jaan.	veebr.	märts	aprill	mai	juuni	juuli	aug.	sept.	okt.	nov.	dets.
01	6,86	6,95	6,96	5,95	5,74	5,90	6,27	6,43	6,56	6,66	6,78	
02	6,86	6,95	6,95	5,94	5,76	5,91	6,27	6,44	6,57	6,67	6,78	
03	6,87	6,96	6,93	5,90	5,76	5,93	6,28	6,44	6,57	6,67	6,78	
04	6,87	6,96	6,91	5,89	5,76	5,94	6,27	6,45	6,58	6,67		
05	6,87	6,96	6,88	5,90	5,77	5,95	6,26	6,46	6,58	6,67		
06	6,88	6,96	6,85	5,86	5,77	5,96	6,26	6,46	6,58	6,68		
07	6,88	6,97	6,82	5,83	5,76	5,96	6,27	6,46	6,58	6,68		
08	6,89	6,97	6,79	5,83	5,75	5,98	6,27	6,47	6,59	6,68		
09	6,89	6,97	6,75	5,77	5,75	5,98	6,28	6,48	6,59	6,69		
10	6,89	6,98	6,72	5,75	5,74	6,01	6,29	6,48	6,60	6,69		
11	6,89	6,98	6,68	5,75	5,76	6,03	6,30	6,48	6,60	6,70		
12	6,89	6,98	6,65	5,74	5,76	6,04	6,30	6,49	6,60	6,70		
13	6,90	6,98	6,61	5,71	5,76	6,05	6,31	6,49	6,60	6,70		
14	6,90	6,98	6,56	5,71	5,76	6,06	6,32	6,50	6,61	6,71		
15	6,90	6,98	6,52	5,71	5,76	6,08	6,33	6,50	6,61	6,71		
16	6,91	6,99	6,47	5,70	5,76	6,09	6,33	6,51	6,62	6,72		
17	6,91	6,98	6,43	5,69	5,76	6,10	6,34	6,51	6,62	6,72		
18	6,91	7,01	6,39	5,68	5,76	6,11	6,35	6,51	6,62	6,72		
19	6,91	7,03	6,35	5,68	5,77	6,12	6,35	6,52	6,63	6,72		
20	6,91	7,04	6,32	5,67	5,77	6,14	6,36	6,52	6,63	6,73		
21	6,91	7,04	6,29	5,69	5,78	6,15	6,37	6,53	6,63	6,73		
22	6,92	7,04	6,26	5,68	5,78	6,16	6,37	6,53	6,64	6,74		
23	6,92	7,03	6,23	5,70	5,79	6,17	6,38	6,53	6,64	6,75		
24	6,93	7,03	6,18	5,71	5,80	6,18	6,39	6,53	6,64	6,75		
25	6,93	7,02	6,15	5,72	5,81	6,20	6,39	6,54	6,65	6,75		
26	6,93	7,01	6,10	5,72	5,83	6,21	6,40	6,54	6,65	6,75		
27	6,93	7,00	6,04	5,73	5,84	6,22	6,41	6,55	6,65	6,76		
28	6,93	6,98	6,02	5,74	5,85	6,23	6,41	6,55	6,65	6,76		
29	6,94		6,00	5,75	5,86	6,25	6,42	6,55	6,66	6,77		
30	6,94		5,97	5,75	5,87	6,26	6,42	6,55	6,66	6,77		
31	6,95		5,95		5,89		6,43	6,56		6,77		
Kesk.	6,90	6,99	6,48	5,76	5,78	6,08	6,34	6,50	6,61	6,72	6,78	
Max.	6,95	7,04	6,96	5,95	5,89	6,26	6,43	6,56	6,66	6,77	6,78	
Min.	6,86	6,95	5,95	5,67	5,74	5,90	6,26	6,43	6,56	6,66	6,78	
Aasta keskmine temperatuur: 6,45 Max: 7,04 Min: 5,67 Amplituud: 1,37 kuupäev: 20.02.2022 kuupäev: 20.04.2022												

Lisa 5. Vk 33A ööpäeva keskmine põhjaveetase

Vaatluskaevu number: **Vk 33A**

Maapinna abs. k., m: 51,51

2022. a. veetase, m maapinnast												
kuup.	jaan.	veebr.	märts	aprill	mai	juuni	juuli	aug.	sept.	okt.	nov.	dets.
01	0,65	0,63	0,55	0,55	0,64	0,74	1,42	2,10	2,63	2,88	2,60	
02	0,64	0,63	0,55	0,56	0,64	0,74	1,45	2,12	2,64	2,89	2,60	
03	0,65	0,63	0,56	0,57	0,65	0,75	1,49	2,14	2,65	2,89	2,60	
04	0,65	0,63	0,57	0,58	0,66	0,76	1,52	2,17	2,66	2,86		
05	0,64	0,63	0,58	0,55	0,67	0,78	1,55	2,18	2,67	2,74		
06	0,64	0,63	0,58	0,54	0,67	0,80	1,58	2,20	2,68	2,69		
07	0,64	0,64	0,60	0,54	0,68	0,82	1,61	2,22	2,69	2,66		
08	0,64	0,63	0,59	0,49	0,68	0,83	1,63	2,24	2,70	2,62		
09	0,65	0,64	0,60	0,45	0,69	0,84	1,64	2,26	2,71	2,61		
10	0,66	0,63	0,61	0,46	0,69	0,86	1,66	2,27	2,72	2,60		
11	0,66	0,62	0,62	0,46	0,69	0,88	1,69	2,29	2,73	2,59		
12	0,66	0,62	0,62	0,48	0,68	0,90	1,70	2,31	2,74	2,59		
13	0,66	0,62	0,62	0,49	0,68	0,92	1,73	2,33	2,75	2,60		
14	0,64	0,62	0,63	0,50	0,69	0,93	1,75	2,34	2,76	2,60		
15	0,63	0,61	0,63	0,51	0,70	0,95	1,77	2,36	2,77	2,60		
16	0,62	0,58	0,63	0,52	0,71	0,97	1,79	2,37	2,78	2,61		
17	0,63	0,54	0,64	0,53	0,72	1,00	1,81	2,39	2,79	2,61		
18	0,64	0,50	0,64	0,54	0,72	1,02	1,82	2,41	2,80	2,61		
19	0,63	0,51	0,64	0,55	0,73	1,03	1,84	2,43	2,81	2,61		
20	0,61	0,52	0,62	0,56	0,74	1,06	1,86	2,45	2,82	2,61		
21	0,61	0,52	0,60	0,57	0,74	1,08	1,88	2,46	2,83	2,61		
22	0,62	0,53	0,58	0,57	0,75	1,11	1,90	2,48	2,83	2,61		
23	0,62	0,54	0,57	0,59	0,76	1,14	1,92	2,50	2,83	2,62		
24	0,61	0,54	0,56	0,59	0,78	1,17	1,94	2,51	2,84	2,62		
25	0,61	0,53	0,52	0,60	0,79	1,20	1,96	2,53	2,85	2,63		
26	0,60	0,53	0,49	0,60	0,77	1,24	1,98	2,54	2,85	2,63		
27	0,61	0,54	0,50	0,61	0,75	1,28	2,00	2,56	2,86	2,64		
28	0,62	0,54	0,50	0,62	0,75	1,31	2,02	2,58	2,87	2,63		
29	0,61		0,50	0,62	0,75	1,34	2,05	2,59	2,87	2,62		
30	0,62		0,52	0,63	0,74	1,38	2,06	2,61	2,88	2,62		
31	0,62		0,54		0,73		2,08	2,62		2,61		
Kesk.	0,63	0,58	0,58	0,55	0,71	0,99	1,78	2,37	2,77	2,65	2,60	
Max.	0,60	0,50	0,49	0,45	0,64	0,74	1,42	2,10	2,63	2,59	2,60	
Min.	0,66	0,64	0,64	0,63	0,79	1,38	2,08	2,62	2,88	2,89	2,60	
Aasta keskmine veetase: 1,47 Kõrgeim: 0,45 Madalaim: 2,89 Amplituud: 2,44 kuupäev: 09.04.2022 kuupäev: 03.10.2022												

Lisa 6. Vk 33A ööpäeva keskmine põhjavee temperatuur

Vaatluskaevu number: **Vk 33A**

Maapinna, abs. k., m: 51,51

2022. a.												
kuup.	jaan.	veebr.	märts	aprill	mai	juuni	juuli	aug.	sept.	okt.	nov.	dets.
01	7,10	7,15	7,18	7,20	7,20	7,16	7,14	7,10	7,05	7,03	7,04	
02	7,10	7,15	7,19	7,20	7,19	7,17	7,14	7,10	7,05	7,03	7,04	
03	7,10	7,15	7,18	7,20	7,19	7,17	7,13	7,09	7,05	7,03	7,04	
04	7,10	7,15	7,18	7,20	7,19	7,16	7,14	7,09	7,05	7,02		
05	7,10	7,16	7,18	7,20	7,19	7,16	7,13	7,09	7,05	7,02		
06	7,11	7,16	7,18	7,20	7,19	7,16	7,13	7,09	7,05	7,02		
07	7,11	7,16	7,18	7,20	7,19	7,16	7,13	7,09	7,05	7,02		
08	7,11	7,16	7,19	7,15	7,19	7,16	7,13	7,09	7,04	7,03		
09	7,11	7,16	7,18	6,76	7,19	7,16	7,13	7,09	7,04	7,03		
10	7,11	7,16	7,19	6,61	7,19	7,16	7,13	7,08	7,04	7,03		
11	7,12	7,16	7,19	6,48	7,19	7,16	7,13	7,08	7,04	7,02		
12	7,12	7,16	7,19	6,64	7,19	7,16	7,13	7,08	7,04	7,03		
13	7,12	7,16	7,19	7,05	7,19	7,16	7,12	7,08	7,04	7,03		
14	7,12	7,17	7,19	7,19	7,19	7,16	7,12	7,08	7,04	7,03		
15	7,12	7,16	7,19	7,20	7,18	7,16	7,12	7,08	7,04	7,03		
16	7,13	7,16	7,19	7,20	7,19	7,16	7,12	7,07	7,04	7,03		
17	7,13	7,17	7,19	7,20	7,19	7,15	7,11	7,07	7,04	7,03		
18	7,13	7,18	7,19	7,20	7,18	7,16	7,12	7,07	7,04	7,03		
19	7,13	7,18	7,19	7,20	7,18	7,15	7,11	7,07	7,03	7,03		
20	7,13	7,17	7,19	7,20	7,18	7,15	7,11	7,07	7,04	7,03		
21	7,13	7,17	7,19	7,20	7,18	7,15	7,11	7,07	7,03	7,03		
22	7,13	7,17	7,20	7,20	7,17	7,15	7,11	7,07	7,04	7,03		
23	7,13	7,17	7,20	7,20	7,18	7,15	7,11	7,06	7,03	7,03		
24	7,13	7,18	7,20	7,20	7,17	7,15	7,11	7,07	7,03	7,03		
25	7,14	7,17	7,20	7,20	7,18	7,14	7,10	7,06	7,03	7,04		
26	7,14	7,17	7,20	7,19	7,18	7,14	7,11	7,06	7,03	7,03		
27	7,14	7,18	7,21	7,20	7,17	7,15	7,10	7,06	7,03	7,03		
28	7,14	7,18	7,20	7,19	7,17	7,14	7,10	7,06	7,03	7,04		
29	7,14		7,21	7,20	7,17	7,14	7,10	7,06	7,03	7,03		
30	7,15		7,20	7,19	7,17	7,14	7,10	7,06	7,02	7,04		
31	7,15		7,20		7,17		7,10	7,05		7,04		
Kesk.	7,12	7,17	7,19	7,12	7,18	7,16	7,12	7,08	7,04	7,03	7,04	
Max.	7,15	7,18	7,21	7,20	7,20	7,17	7,14	7,10	7,05	7,04	7,04	
Min.	7,10	7,15	7,18	6,48	7,17	7,14	7,10	7,05	7,02	7,02	7,04	
Aasta keskmine temperatuur: 7,11 Max: 7,21 Min: 6,48 Amplituud: 0,73 kuupäev: 27.03.2022 kuupäev: 11.04.2022												

Lisa 7. Vk 458 ööpäeva keskmine põhjaveetase

Vaatluskaevu number: **Vk 458**

Maapinna abs. k., m: 51,92

2022. a. veetase, m maapinnast												
kuup.	jaan.	veebr.	märts	aprill	mai	juuni	juuli	aug.	sept.	okt.	nov.	dets.
03											4,05	
06												3,89
09						3,00						
12								3,71				
14			3,03									
25				2,80								
Kesk.			3,03	2,80		3,00		3,71			4,05	3,89
Max.			3,03	2,80		3,00		3,71			4,05	3,89
Min.			3,03	2,80		3,00		3,71			4,05	3,89
Aasta keskmine veetase: 3,41 Kõrgeim: 2,80 Madalaim: 4,05 Amplituud: 1,25												
kuupäev: 25.04.2022 kuupäev: 03.11.2022												

Lisa 8. Vk 458A ööpäeva keskmine põhjaveetase

Vaatluskaevu number: **Vk 458A**

Maapinna abs. k., m: 52,14

2022. a. veetase, m maapinnast												
kuup.	jaan.	veebr.	märts	aprill	mai	juuni	juuli	aug.	sept.	okt.	nov.	dets.
01	0,00	0,02	+0,02	+0,02	0,15	0,33	0,93	1,56	2,21	2,52	1,21	0,58
02	0,02	0,02	60,01	0,01	0,17	0,33	0,96	1,57	2,21	2,52	1,21	0,59
03	0,02	0,03	0,00	0,03	0,17	0,35	0,98	1,60	2,23	2,53	1,22	0,60
04	0,02	0,04	0,01	0,05	0,18	0,37	1,01	1,62	2,24	2,31	1,22	0,61
05	0,02	0,04	0,03	0,00	0,20	0,39	1,03	1,65	2,26	1,48	1,22	0,62
06	0,02	0,04	0,04	+0,03	0,21	0,41	1,06	1,67	2,27	1,26	1,20	0,62
07	0,02	0,04	0,05	+0,03	0,22	0,43	1,08	1,70	2,28	1,15	1,12	
08	0,03	0,04	0,06	+0,11	0,21	0,44	1,10	1,72	2,29	1,09	1,05	
09	0,03	0,05	0,07	+0,19	0,23	0,45	1,11	1,75	2,31	1,09	0,95	
10	0,04	0,03	0,09	+0,20	0,24	0,46	1,12	1,77	2,32	1,12	0,81	
11	0,05	0,03	0,10	+0,19	0,25	0,48	1,14	1,79	2,33	1,15	0,70	
12	0,06	0,04	0,10	+0,17	0,23	0,50	1,16	1,80	2,34	1,19	0,65	
13	0,06	0,04	0,11	+0,15	0,23	0,50	1,18	1,84	2,36	1,24	0,63	
14	0,00	0,04	0,10	+0,12	0,24	0,51	1,20	1,86	2,37	1,29	0,61	
15	+0,03	0,02	0,12	+0,10	0,25	0,52	1,22	1,88	2,39	1,33	0,59	
16	+0,02	+0,03	0,12	+0,08	0,26	0,55	1,23	1,90	2,39	1,37	0,52	
17	+0,03	+0,08	0,13	+0,04	0,27	0,57	1,25	1,93	2,40	1,38	0,45	
18	+0,01	+0,11	0,13	+0,03	0,28	0,59	1,26	1,95	2,41	1,38	0,42	
19	0,00	+0,08	0,13	+0,01	0,30	0,59	1,28	1,97	2,42	1,37	0,41	
20	+0,03	+0,07	0,12	0,01	0,31	0,61	1,30	1,99	2,43	1,36	0,43	
21	+0,04	+0,06	0,08	0,02	0,32	0,64	1,32	2,01	2,44	1,36	0,44	
22	+0,04	+0,07	0,05	0,04	0,33	0,66	1,34	2,03	2,45	1,36	0,46	
23	+0,02	+0,06	0,03	0,06	0,34	0,69	1,36	2,06	2,46	1,37	0,48	
24	+0,01	+0,05	0,01	0,07	0,36	0,72	1,38	2,08	2,47	1,39	0,50	
25	+0,03	+0,06	+0,05	0,08	0,37	0,75	1,40	2,09	2,48	1,41	0,51	
26	+0,02	+0,08	+0,13	0,08	0,34	0,78	1,42	2,11	2,48	1,43	0,53	
27	+0,01	0,06	+0,12	0,10	0,32	0,81	1,44	2,13	2,49	1,44	0,54	
28	+0,02	+0,04	+0,12	0,12	0,32	0,84	1,46	2,15	2,51	1,41	0,55	
29	0,01		+0,13	0,13	0,33	0,86	1,49	2,16	2,51	1,37	0,57	
30	+0,01		+0,09	0,14	0,35	0,89	1,51	2,18	2,51	1,29	0,57	
31	0,00		+0,05		0,33		1,53	2,19		1,23		
Kesk.	0,00	+0,01	0,03	+0,02	0,27	0,57	1,23	1,89	2,38	1,46	0,73	0,60
Max.	+0,04	+0,11	+0,13	+0,20	0,15	0,33	0,93	1,56	2,21	1,09	0,41	0,58
Min.	0,06	0,05	0,13	0,14	0,37	0,89	1,53	2,19	2,51	2,53	1,22	0,62
Aasta keskmine veetase: 0,76 Kõrgeim: +0,20 Madalaim: 2,53 Amplituud: 2,73 kuupäev: 10.04.2022 kuupäev: 03.10.2022												

Lisa 9. Vk 458A ööpäeva keskmine põhjavee temperatuur

Vaatluskaevu number: **Vk 458A**

Maapinna, abs. k., m: 52,14

2022. a.												
kuup.	jaan.	veebr.	märts	aprill	mai	juuni	juuli	aug.	sept.	okt.	nov.	dets.
01	7,84	7,52	7,37	7,13	6,91	6,24	6,52	7,49	8,22	8,59	8,54	8,16
02	7,82	7,50	7,35	7,12	6,88	6,24	6,53	7,52	8,25	8,59	8,53	8,13
03	7,81	7,49	7,35	7,12	6,84	6,24	6,56	7,56	8,27	8,59	8,53	8,10
04	7,80	7,47	7,34	7,11	6,81	6,23	6,59	7,59	8,28	8,50	8,53	8,06
05	7,79	7,46	7,34	7,11	6,81	6,23	6,62	7,61	8,31	8,75	8,51	8,03
06	7,77	7,46	7,34	7,11	6,77	6,23	6,65	7,65	8,32	8,75	8,51	8,03
07	7,76	7,43	7,33	7,09	6,74	6,22	6,69	7,68	8,34	8,72	8,50	
08	7,74	7,40	7,32	7,09	6,69	6,22	6,73	7,70	8,37	8,69	8,48	
09	7,72	7,40	7,31	7,09	6,67	6,22	6,75	7,73	8,39	8,70	8,47	
10	7,71	7,39	7,29	7,07	6,64	6,22	6,79	7,75	8,41	8,69	8,45	
11	7,69	7,38	7,27	7,07	6,60	6,22	6,82	7,78	8,43	8,69	8,43	
12	7,68	7,37	7,25	7,06	6,57	6,22	6,85	7,81	8,44	8,69	8,42	
13	7,66	7,36	7,22	7,06	6,54	6,23	6,88	7,83	8,46	8,68	8,42	
14	7,67	7,35	7,19	7,06	6,52	6,24	6,92	7,86	8,48	8,69	8,42	
15	7,69	7,35	7,16	7,06	6,52	6,25	6,95	7,89	8,50	8,67	8,41	
16	7,69	7,41	7,12	7,03	6,51	6,26	6,99	7,91	8,50	8,67	8,40	
17	7,68	7,42	7,10	7,03	6,48	6,28	7,03	7,93	8,51	8,67	8,39	
18	7,66	7,44	7,06	7,05	6,48	6,29	7,07	7,96	8,52	8,66	8,38	
19	7,66	7,44	7,04	7,03	6,46	6,31	7,09	7,98	8,53	8,64	8,36	
20	7,65	7,43	7,03	7,03	6,44	6,33	7,12	7,99	8,54	8,64	8,35	
21	7,65	7,42	7,06	7,02	6,44	6,34	7,16	8,01	8,55	8,63	8,34	
22	7,64	7,41	7,14	7,01	6,41	6,36	7,19	8,03	8,55	8,62	8,33	
23	7,64	7,40	7,16	7,00	6,38	6,38	7,23	8,05	8,56	8,62	8,31	
24	7,62	7,40	7,16	6,99	6,37	6,40	7,26	8,07	8,56	8,61	8,30	
25	7,62	7,40	7,17	6,98	6,33	6,41	7,30	8,09	8,57	8,61	8,28	
26	7,62	7,39	7,17	6,96	6,27	6,43	7,32	8,11	8,57	8,60	8,27	
27	7,61	7,37	7,17	6,95	6,27	6,44	7,35	8,13	8,57	8,59	8,25	
28	7,59	7,37	7,16	6,93	6,26	6,47	7,38	8,15	8,58	8,59	8,23	
29	7,57		7,15	6,92	6,25	6,48	7,41	8,16	8,58	8,58	8,21	
30	7,56		7,14	6,90	6,26	6,50	7,43	8,18	8,59	8,57	8,19	
31	7,54		7,13		6,24		7,47	8,20		8,55		
Kesk.	7,68	7,42	7,21	7,04	6,53	6,30	6,99	7,88	8,46	8,64	8,39	8,09
Max.	7,84	7,52	7,37	7,13	6,91	6,50	7,47	8,20	8,59	8,75	8,54	8,16
Min.	7,54	7,35	7,03	6,90	6,24	6,22	6,52	7,49	8,22	8,50	8,19	8,03
Aasta keskmine temperatuur: 7,55 Max: 8,75 Min: 6,22 Amplituud: 2,53 kuupäev: 05.10.2022 kuupäev: 07.06.2022												