



Põhjaveeseire Aru-Lõuna ja Ubja karjäärialal ning Toolse-Lääne perspektiivsel karjäärialal 2023. 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 2023. 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-118

Töö valmimisaeg: 28.12.2023

SISUKORD

Sissejuhatus	4
1. 2023. aasta põhjaveeseire tulemuste lühiülevaade.....	5
1.1. Ajas muutuvad põhjaveerežiimi moodustavad tegurid	5
1.2. Põhjavee seisund 2023. aastal	6
Kokkuvõte	25

Lisa 1. Vk 7 ööpäeva keskmine põhjaveetase	26
Lisa 2. Vk 7 ööpäeva keskmine põhjavee temperatuur.....	27
Lisa 3. Vk 7C ööpäeva keskmine põhjaveetase	28
Lisa 4. Vk 33A ööpäeva keskmine põhjaveetase	29
Lisa 5. Vk 33A ööpäeva keskmine põhjavee temperatuur	30
Lisa 6. Vk 458 ööpäeva keskmine põhjaveetase	31
Lisa 7. Vk 458A ööpäeva keskmine põhjaveetase	32
Lisa 8. Vk 458A ööpäeva keskmine põhjavee temperatuur	33

Joonised

Joonis 1. Toolse-Lääne, Ubja ja Aru-Lõuna karjääri asukohakaart	6
Joonis 2. Vee ärajuhtimine Aru-Lõuna karjäärist	10
Joonis 3. Vee ärajuhtimine Ubja karjäärist	11
Joonis 4. 2023.a seireandmete alusel modelleeritud Lasnamäe–Kunda veekihi hüdrisohüpsid.	15
Joonis 5. Veetasemete muutused kvaternaarisetetes	16
Joonis 6. Keila–Kukruse veekihi põhjaveetaseme muutused.....	17
Joonis 7. Lasnamäe–Kunda veekihi põhjaveetaseme muutused Aru-Lõuna ja Ubja karjääri mõju piirkonnas	18
Joonis 8. Lasnamäe–Kunda veekihi põhjaveetaseme muutused Toolse-Lääne karjäärialal	19
Joonis 9. Ordoviitsiumi–Kambriumi veekihi põhjaveetaseme muutused	20
Joonis 10. Põhjaveetaseme ja põhjavee temperatuuri muutused Ubja karjäärialal (Vk 7)	21
Joonis 11. Põhjaveetaseme ja põhjavee temperatuuri muutused Ubja karjäärialal (Vk 7C)....	22
Joonis 12. Põhjaveetaseme ja põhjavee temperatuuri muutused Toolse-Lääne karjäärialal piirkonnas (vk.33A)	23
Joonis 13. Põhjaveetaseme ja põhjavee temperatuuri muutused Toolse-Lääne karjäärialal piirkonnas (vk.458A)	24
Joonis 14. Põhjaveetaseme ja põhjavee temperatuuri muutused Toolse-Lääne karjäärialal piirkonnas (Vk 458)	25

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: põhjaveetase, m maapinnast	12
Tabel 4. Toolse-Lääne karjäärialal põhjaveeseire andmed: põhjaveetase, m maapinnast	12
Tabel 5. Vee vooluhulga mõõtmistulemused Toolse jõe hüdromeetrilistel lävenditel L-2 ja L- 6	13

SISSEJUHATUS

Põhjaveetasemete seiret töötavate ja perspektiivsete karjääride piirkonnas tehti vastavalt 2023. a 1. veebruaril sõlmitud lepingule nr H-118. 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 24 vaatluspunktis (puur- ja salvkaevud), millest 4 avavad kvaternaarisetete vett (Q), 5 – Keila–Kukruse veekihi (O₃kl–kk) põhjavett, 12 – 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 seisu iga kolme tunni järel. Andurite abil tehakse kindlaks põhjaveetaseme ekstreemumid, st põhjaveetaseme minimaalne ja maksimaalne seis mõõtmispunktides. Anduriandmete abil korrigeeritakse ja fikseeritakse põhjaveetasemete seisu 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. 2023. 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.–2023. 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	38,5	376,6
% keskmisest	122	110	41	59	93	28	43	34	66	80	73	101	66
2023	48,9	22,0	37,8	20,9	7,9	10,1	58,8	60,5	99,5	126,9	91,5		
% keskmisest	129	76	140	72	19	15	96	80	184	208	176		
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.

2023. aasta kuu sademete summa võrdlemisel pikaajaliste näitajatega võime konstateerida, et talveperioodil (jaanuar–märts) moodustas see 17%, kevadel (aprill–juuni) 6%, suvel (juuli–september) 35% ja sügisel (oktoober–november) 41%.

Pikaajalise kuu sademete normi ületamist 2023. a märgiti jaanuaris, märtsis, septembris, oktoobris ja novembris. 2023. a sademed olid põhjavee toitumise seisukohast suhteliselt head (tabel 1).

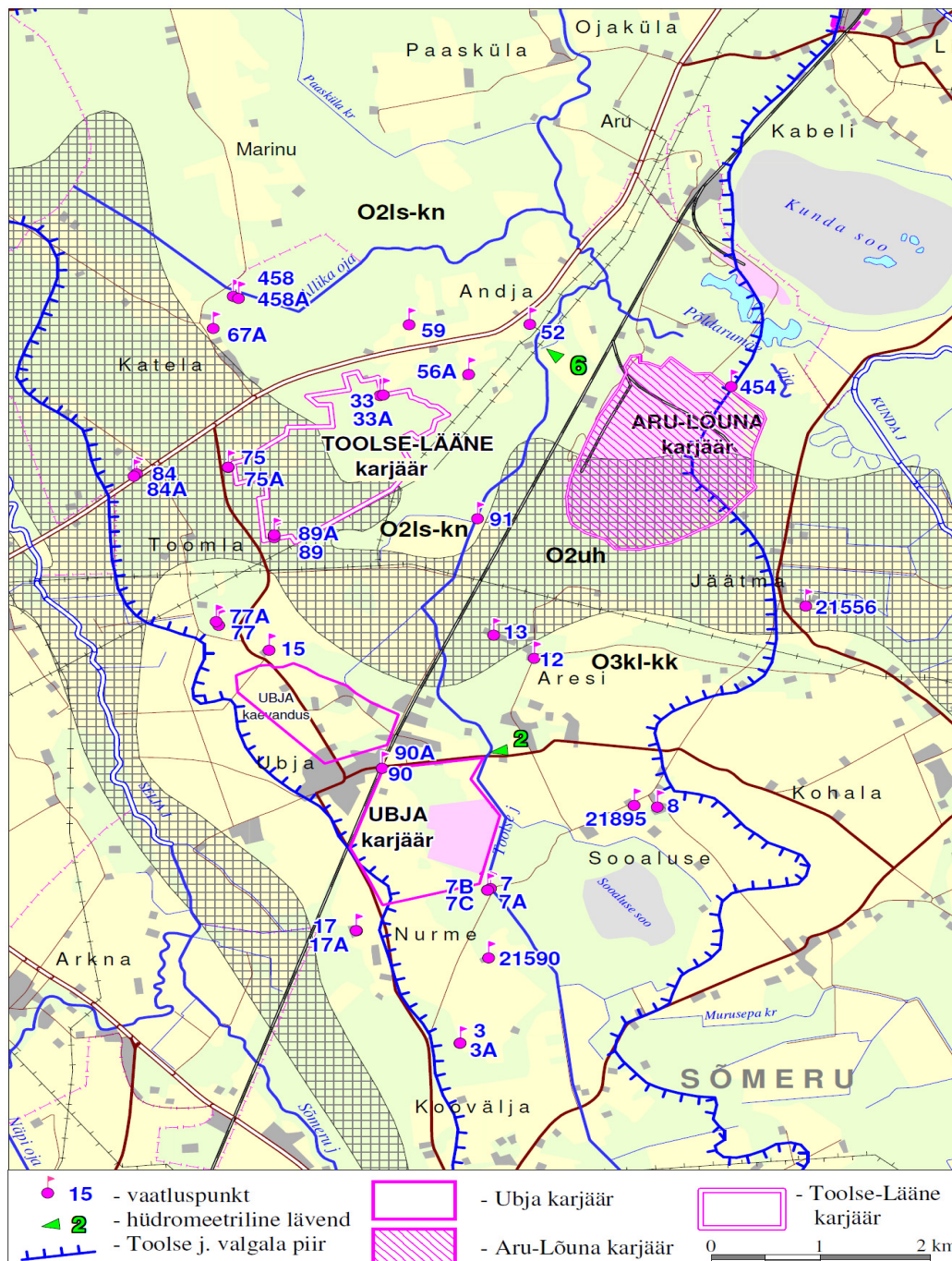
Põhjavee seisundit häirivate tehnogeensete tegurite hulka kuuluvad töötavad karjäärid: Ubja ja Aru-Lõuna, mille kaevanditesse juurdevoolava vee hulk on toodud tabelis 2. Ubja karjääris katkestati vee ärajuhtimine aprillist detsembrini 2016. aastal. Alates 2020. a aprillist kuni oktoobrini 2022 Ubja karjäärist vett välja ei pumbatud. 2023. a pumbati vett välja nii Ubja kui Aru-Lõuna karjäärist. 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 2023. aastal

Puurkaevude paiknemine on näidatud [joonisel 1](#). Automaatanduritega mõõdetud põhjaveetase ja temperatuur on ümber arvutatud ööpäeva keskmisteks ja esitatud [lisadel 1–8](#).



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.

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.

Aru-Lõuna karjääri põhjaveetaseme alanduslehter on kujutatud joonisel 4. Võrreldes 2022. a olulisi erinevusi 2023. aastal ei täheldatud.

Töötava Aru-Lõuna ja Ubja karjääri piirkonnas on 4 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 2007–2023 iseloomustab joonis 7.

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

Perspektiivsel Toolse-Lääne karjäärialal tehakse vaatlusi 7 vaatluskaevus. Tehnogeenne 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 korrigeeritakse üksikmõõtmistega saadud põhjaveetasemete muutuste amplituudi.

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

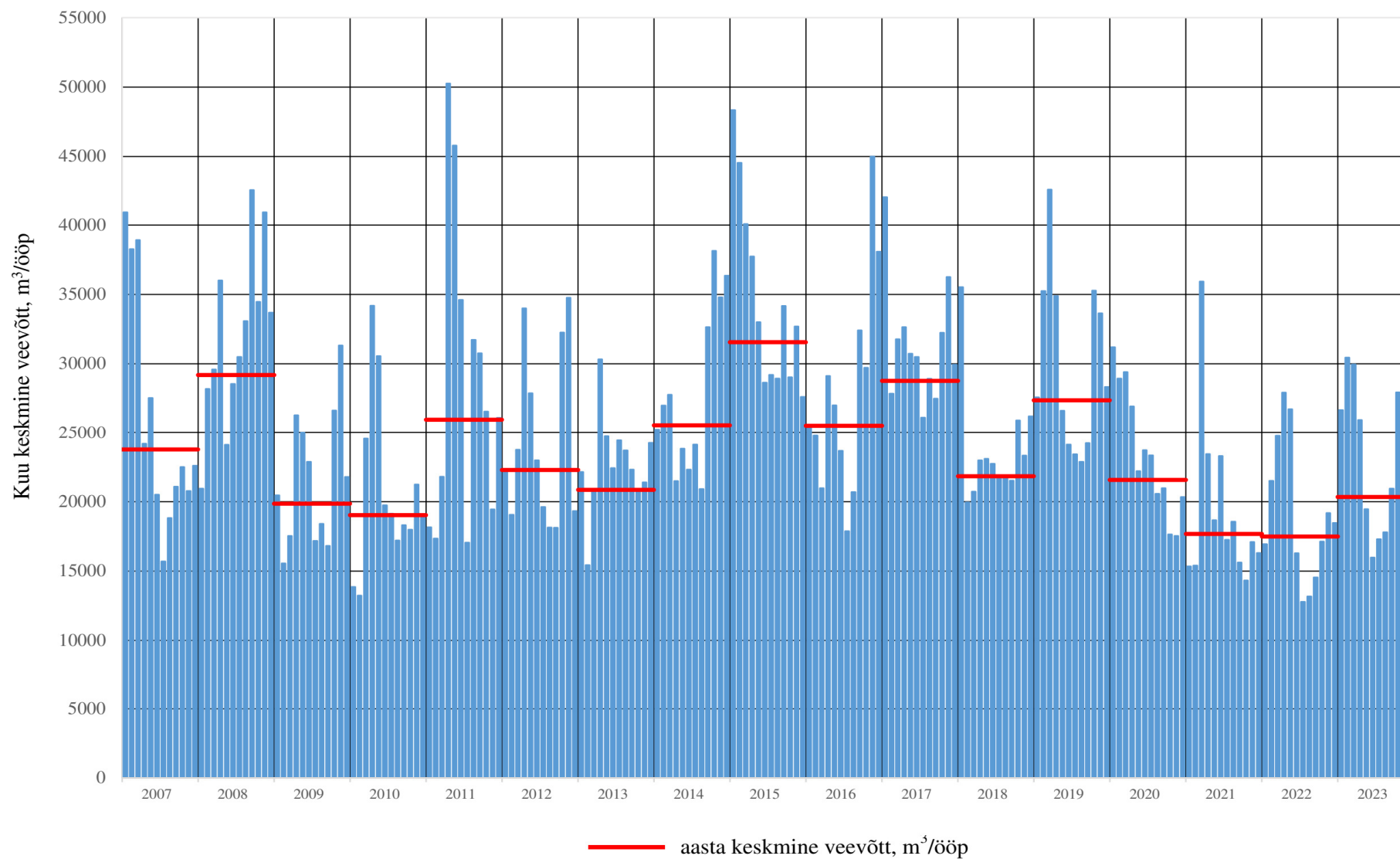
Karjäär	Mõõt- ühik	2020											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ubja	m³/kuus	216203	215403	217838									
	m³/ööp	6974,3	7427,7	7027,0									
Aru-Lõuna	m³/kuus	966474	838735	911010	807221	688125	711328	723235	637125	629037	546485	525590	630221
	m³/ööp	31176,6	28921,1	29387,4	26907,4	22197,6	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

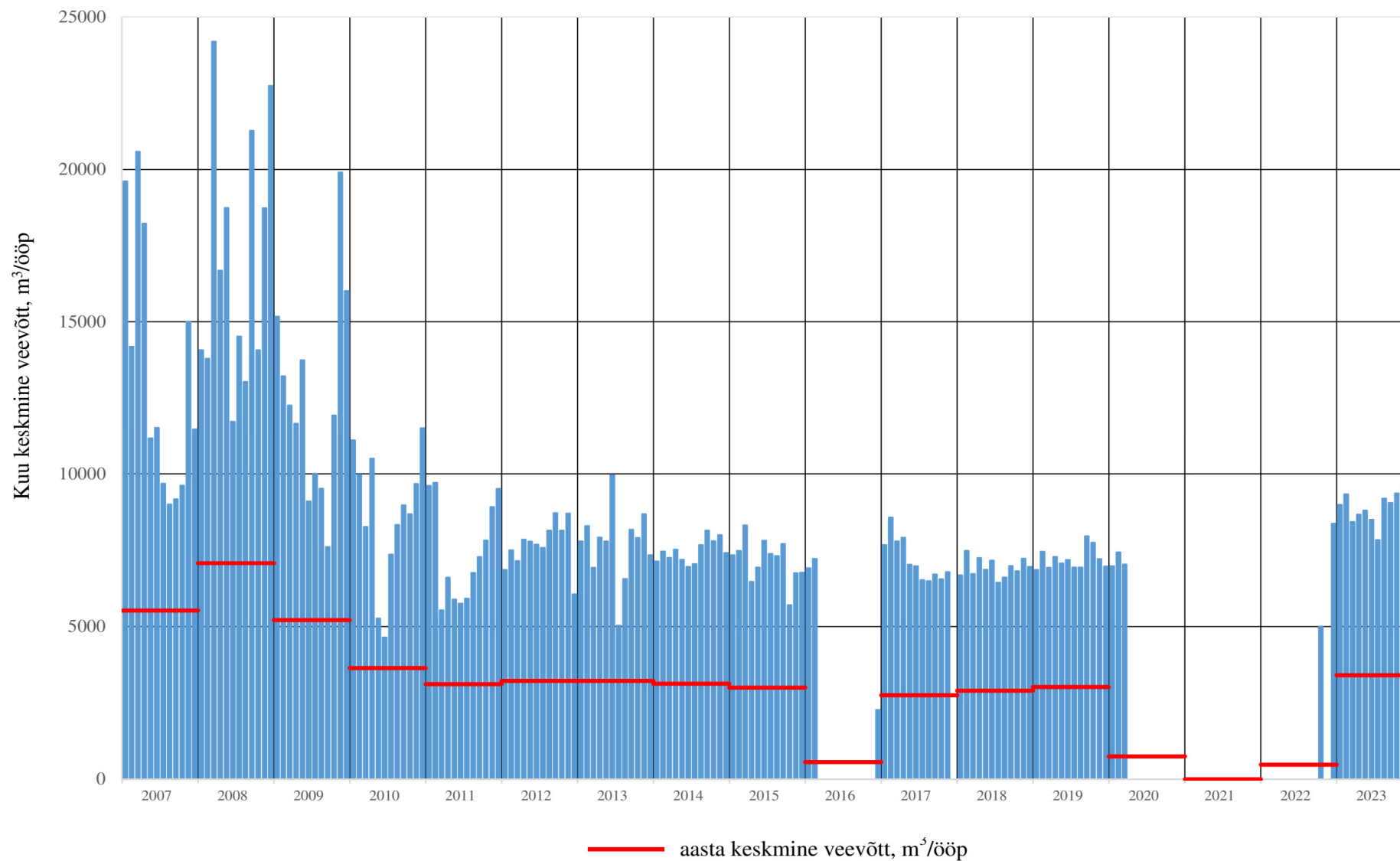
Karjäär	Mõõt- ühik	2020											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	m ³ /ööp	38150,9	36349,6	36414,5	26907,4	22197,6	23710,9	23330,2	20552,4	20967,9	17628,5	17519,7	20329,7

Karjäär	Mõõt- ühik	2021											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ubja	m ³ /kuus												
	m ³ /ööp												
Aru-Lõuna	m ³ /kuus	474933	430779	1113405	702620	578480	698520	534321	575124	468069	443549	512554	504819
	m ³ /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	m ³ /kuus	474933	430779	1113405	702620	578480	698520	534321	575124	468069	443549	512554	504819
	m ³ /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	m ³ /kuus										154821	241231	259322
	m ³ /ööp										4994,23	8041,03	8365,23
Aru-Lõuna	m ³ /kuus	524771,77	601599,4	766974,12	837113,62	828014,27	488311,2	396012,6	407849,08	436116,38	530499,53	538705,7	572125
	m ³ /ööp	16928,12	21485,69	24741,10	27903,79	26710,14	16277,04	12774,60	13156,42	14537,21	17112,89	17956,86	18455,66
Kokku	m ³ /kuus	524771,77	601599,4	766974,12	837113,62	828014,27	488311,2	396012,6	407849,08	436116,38	685320,53	779936,7	831447
	m ³ /ööp	16928,12	21485,69	24741,10	27903,79	26710,14	16277,04	12774,60	13156,42	14537,21	22107,11	25997,89	26820,89

Karjäär	Mõõt- ühik	2023											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ubja	m ³ /kuus	278394	261178	261125	260000	272816	254869	242716	284761	271365	290107	288309	
	m ³ /ööp	8980,45	9327,79	8423,39	8666,67	8800,52	8495,63	7829,55	9185,84	9045,50	9358,29	9610,30	
Aru-Lõuna	m ³ /kuus	826315	851953,1	927771	778130,5	603051,13	478849,54	535975,52	551132,34	627935,04	865800,69	1050989,18	
	m ³ /ööp	26655,32	30426,90	29928,10	25937,68	19453,26	15961,65	17289,53	17778,46	20931,17	27929,05	35032,97	
Kokku	m ³ /kuus	1104709	1113131	1188896	1038131	875867	733719	778692	835893	899300	1155908	1339298	
	m ³ /ööp	35635,77	39754,69	38351,48	34604,35	28253,78	24457,28	25119,08	26964,30	29976,67	37287,34	44643,27	

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



Joonis 3. Vee ärajuhtimine Ubja karjäärist

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

Kuupäev	Vaatluskaevu number Maapinna abs.k., m Geoloogiline indeks												
	Aru-Lõuna karjäär				Ubja karjäär								
	13	91	454	21556	7	7A	7B	7C	8	17	17A	90	90A
	56,46	51,59	47,1	55,96	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-Ca	O ₃ kl-kk	O ₂ ls-kn	Q	O ₃ kl-kk	Q	O ₃ kl-kk	O ₂ ls-kn
07.03.2023	1,22	2,41	4,50		4,23	12,85	4,15	4,58	1,35			7,22	7,75
15.05.2023	1,40	2,45	4,55	17,67	4,41	12,89	4,37	4,77	1,35			kuiv	7,55
16.06.2023	1,94	3,30	4,52	18,37	5,08	13,17	5,02	5,39	1,55	7,55	2,80	kuiv	7,85
08.09.2023	2,40	4,45	5,05	18,92	5,79	13,70	5,72	6,04	1,85	7,78	2,95	kuiv	8,45
07.11.2023	1,55	1,95	4,50	17,67	4,35	13,23	4,28	4,64	1,35			6,65	7,64
12.12.2023	1,25	1,90	4,41		3,60	12,50	3,55	4,07	1,21			6,34	6,65

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

Kuupäev	Vaatluskaevu number Maapinna abs.k., m Geoloogiline indeks										
	33A	52	67A	75	75A	77	89	89A	91	458	458A
	51,51	52,8	53,0	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	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
07.03.2023	0,70	6,72		0,80	0,55		0,60	0,30	2,41	3,25	0,18
15.05.2023	0,77	6,62	1,52	1,00	0,75		0,88	0,30	2,45	3,08	0,33
16.06.2023	1,33	6,79	1,73	2,10	1,85	3,21	1,42	1,13	3,30	3,35	0,95
08.09.2023		6,91	3,20	3,30	kuiv	3,72	2,71	2,20	4,45	4,00	2,25
07.11.2023		6,50	0,60	0,56	0,35		0,53	0,15	1,95	3,39	+0,09
12.12.2023		6,39	0,51	0,80	0,40		0,51	0,04	1,90	3,05	0,07

2023. aastal oli vee juurdevool Aru-Lõuna karjääri 15961,65–35032,97 m³/ööpäevas (tabel 2), mis võrreldes 2022. aastaga on suurenenud keskmiselt 1,3 korda. Juurdevool Ubja karjääri oli vastavalt 7829,55–9610,30 m³/ööpäevas.

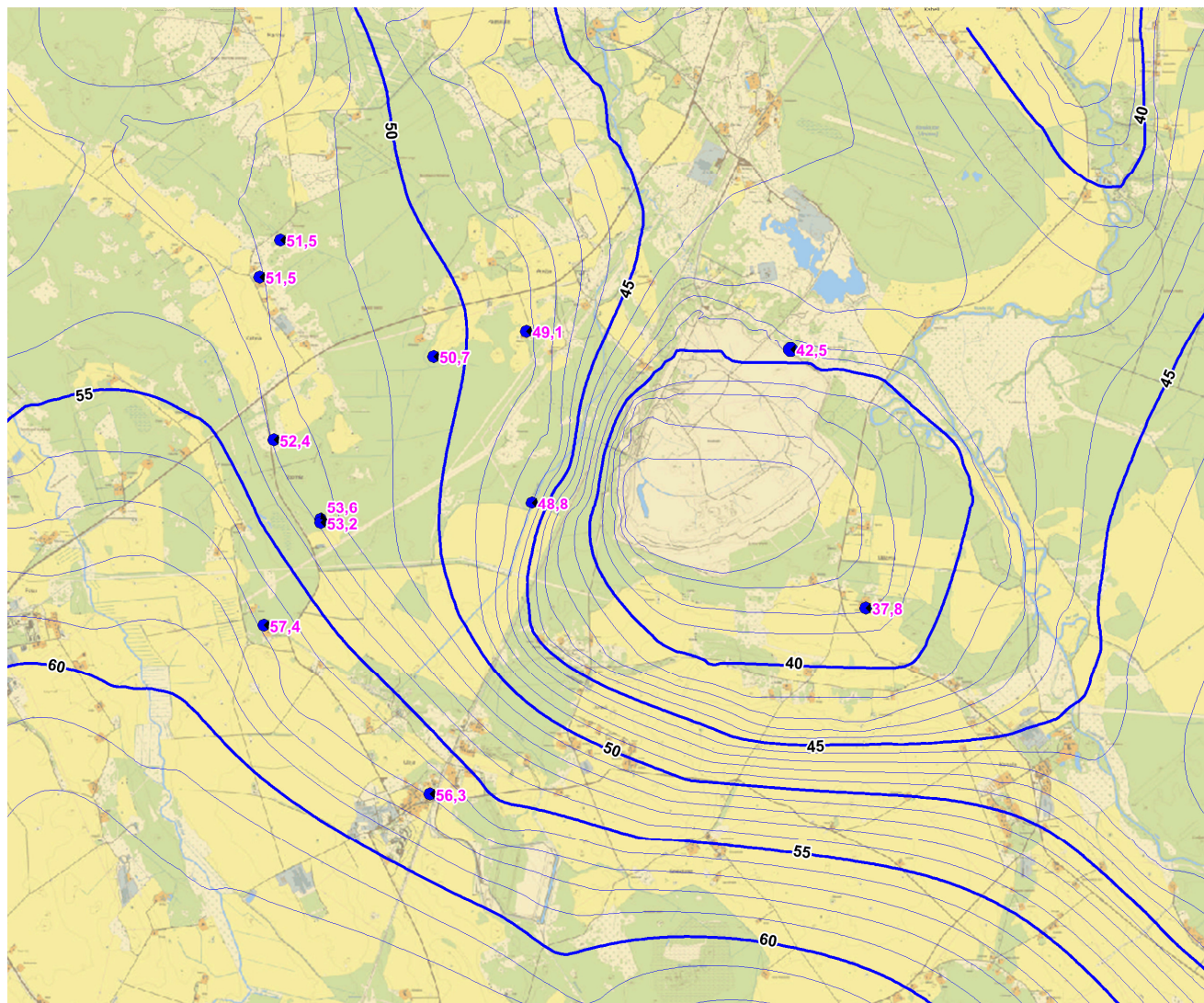
Hüdromeetritelistel lävenditel L-2 ja L-6 tehti episoodilisi vooluhulga Q (m³/s) ja veekihi paksuse Δh (alates truubi põhjast) mõõtmisi. Mõõtmistulemused on toodud tabelis 5.

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

Lävend	Mõõtühtik	Mõõtmise aeg					
		07.03.2023	15.05.2023	16.06.2023	08.09.2023	07.11.2023	12.12.2023
L-2	Q , m ³ /s	0,171	kuiv	0,154	vool väga aeglane	0,196	0,200
	Q , m ³ /ööp.	14774,4	0	13305,6	0	16934,4	17280,0
	Δh , m	0,45	kuiv	0,41	0,25	0,55	0,53
L-6	Q , m ³ /s	1,141	0,486	vool väga aeglane	0,342	0,859	0,901
	Q , m ³ /ööp.	98582,4	41990,4	0	29548,8	74217,6	77846,4
	Δh , m	0,55	0,70	0,24	0,40	0,8	0,85

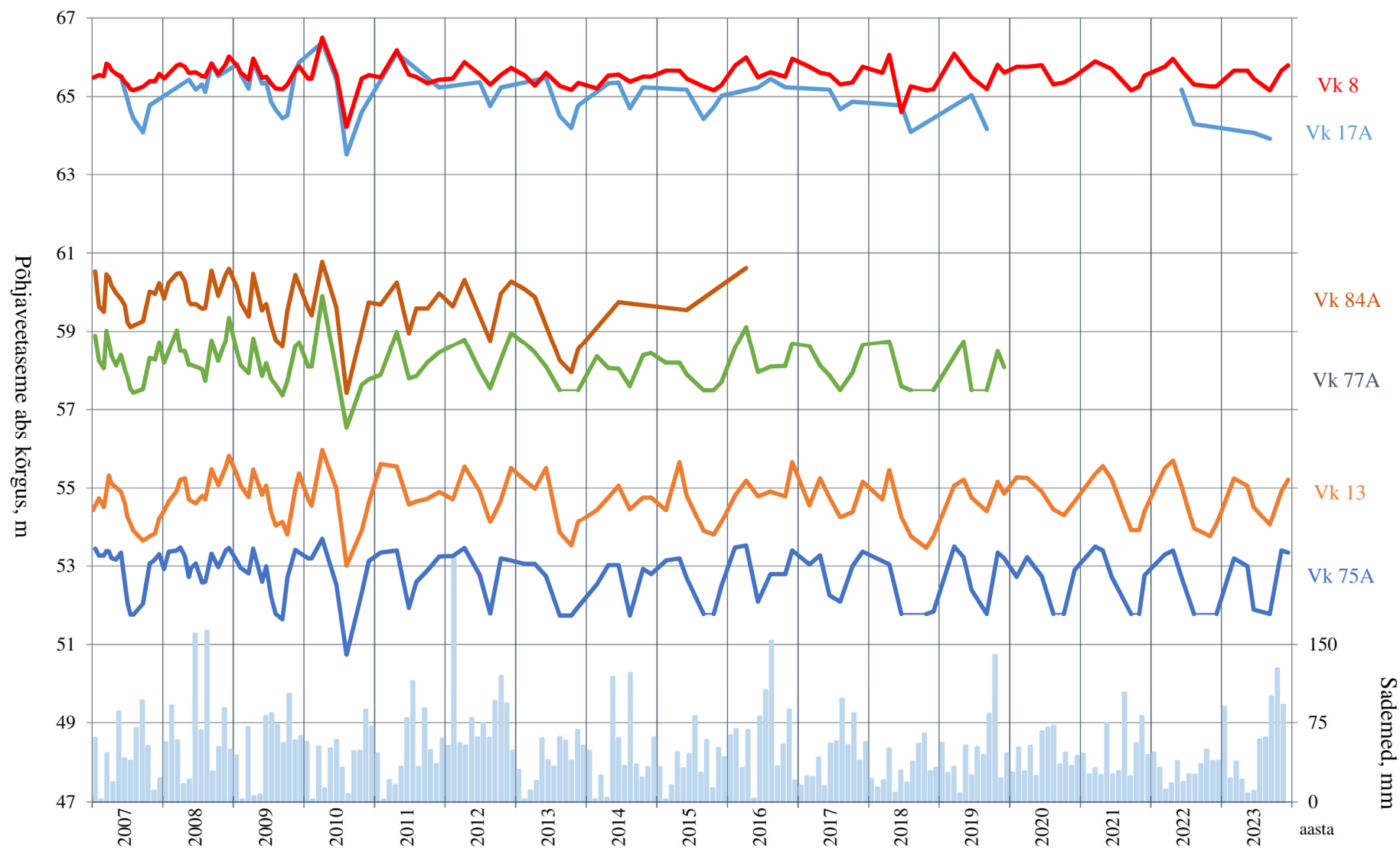
Hüdromeetritelistel lävenditel L-2 ja L-6 tehtud episoodiliste mõõtmiste tulemuste põhjal läbib nimetatud veekogus truubid vabalt ja suure varuga (tabel 5). Tuleb aga lisada, et jõe risustatus, kaasa arvatud koprapais, vähendavad oluliselt vee läbivoolu. Lävendi L-6 lähikonnas on Toolse jõgi süvendatud (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 põhjaveetase karjääri ümbruse kaevudes alanenud. Joonisel 4 on esitatud Aru-Lõuna karjääri ümbruse modelleeritud põhjavee tase 2023. 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.

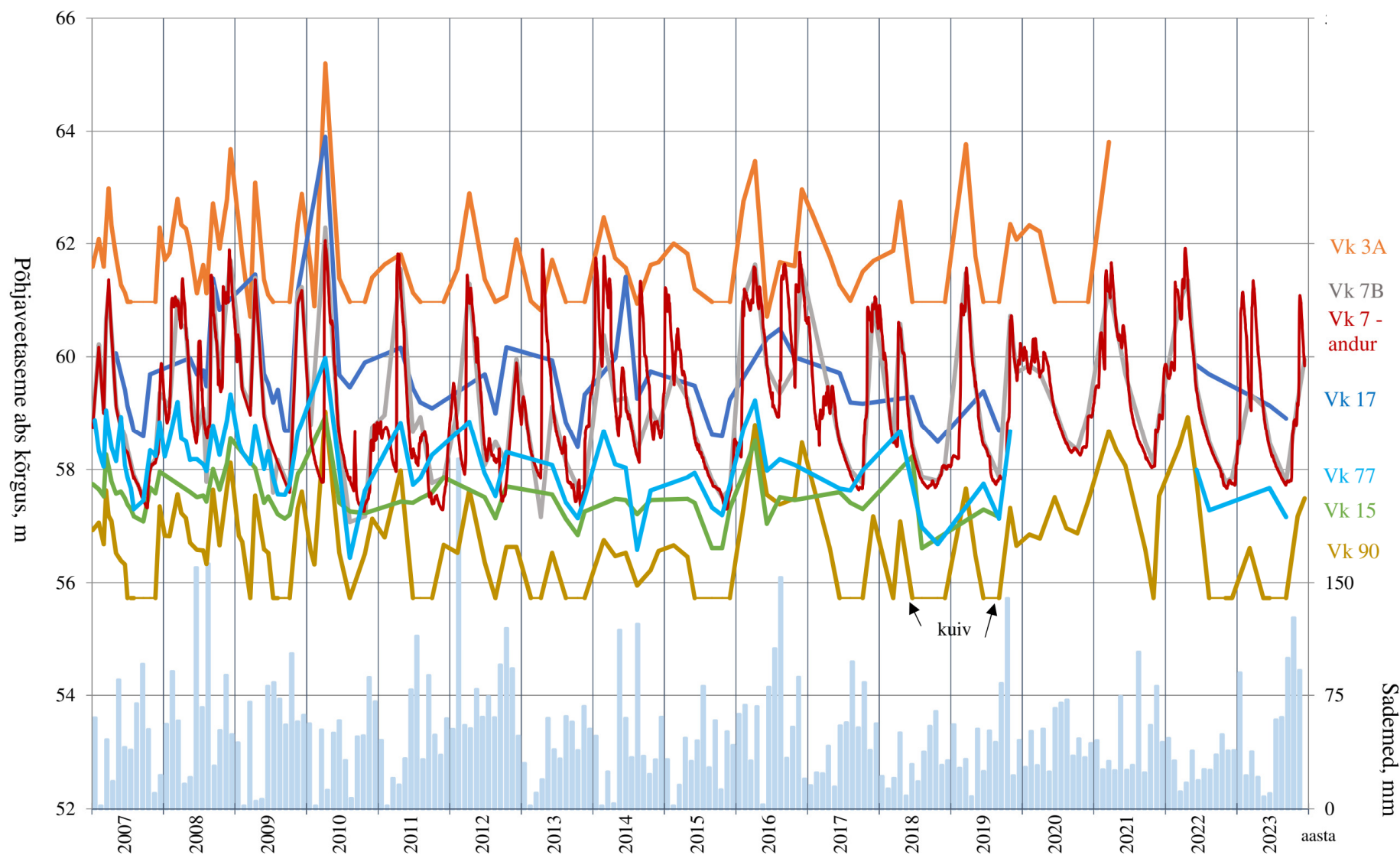


Joonis 4. 2023.a seireandmete alusel modelleeritud Lasnamäe–Kunda veekihi hüdroisohüpsid.

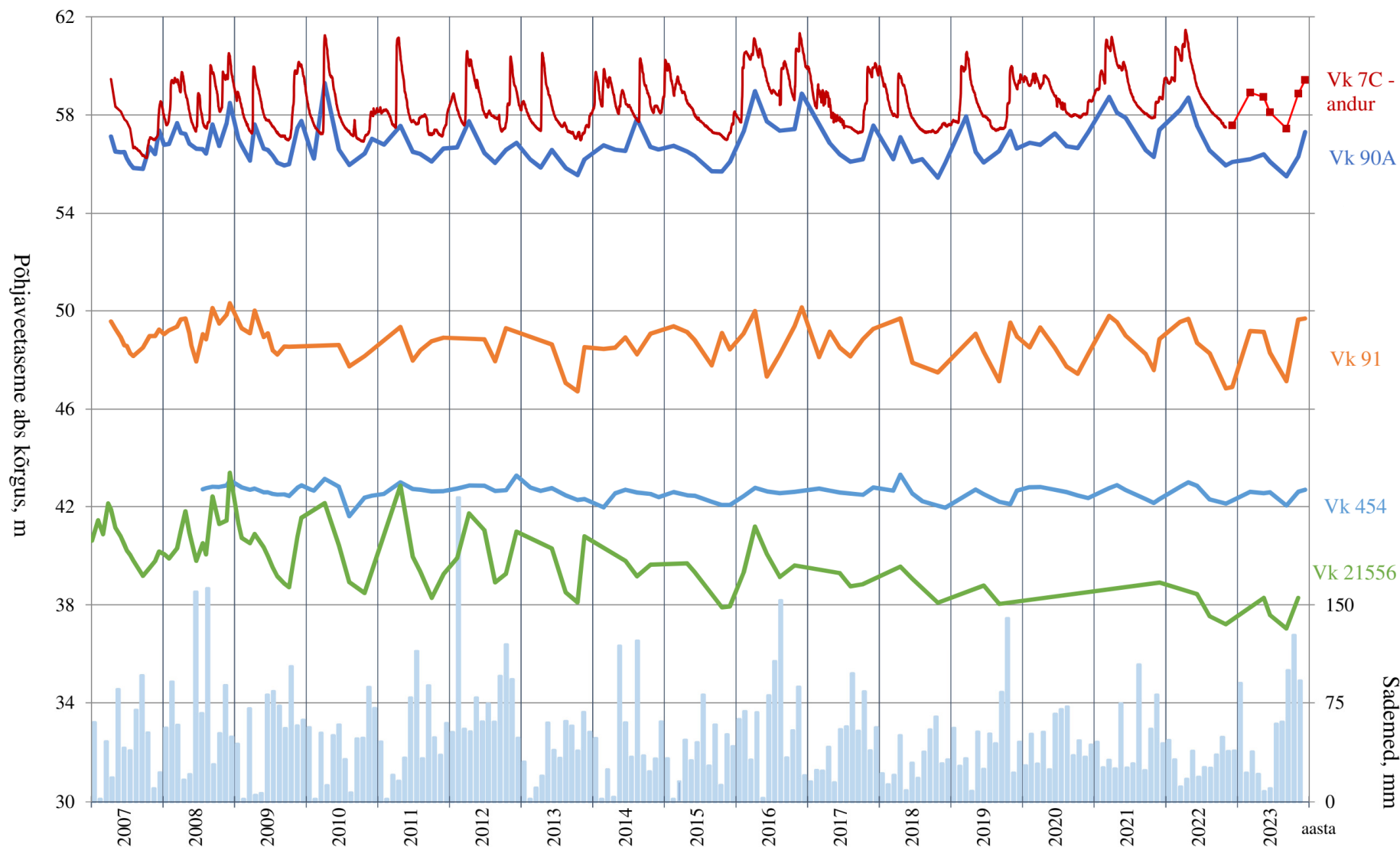
Punktid – Lasnamäe–Kunda veekihi puurkaevud veetaseme abs kõrgustega, m; tugevad sinised jooned – hüdroisohüpsid iga 5 m tagant; peened sinised jooned – hüdroisohüpsid iga 1 m tagant.



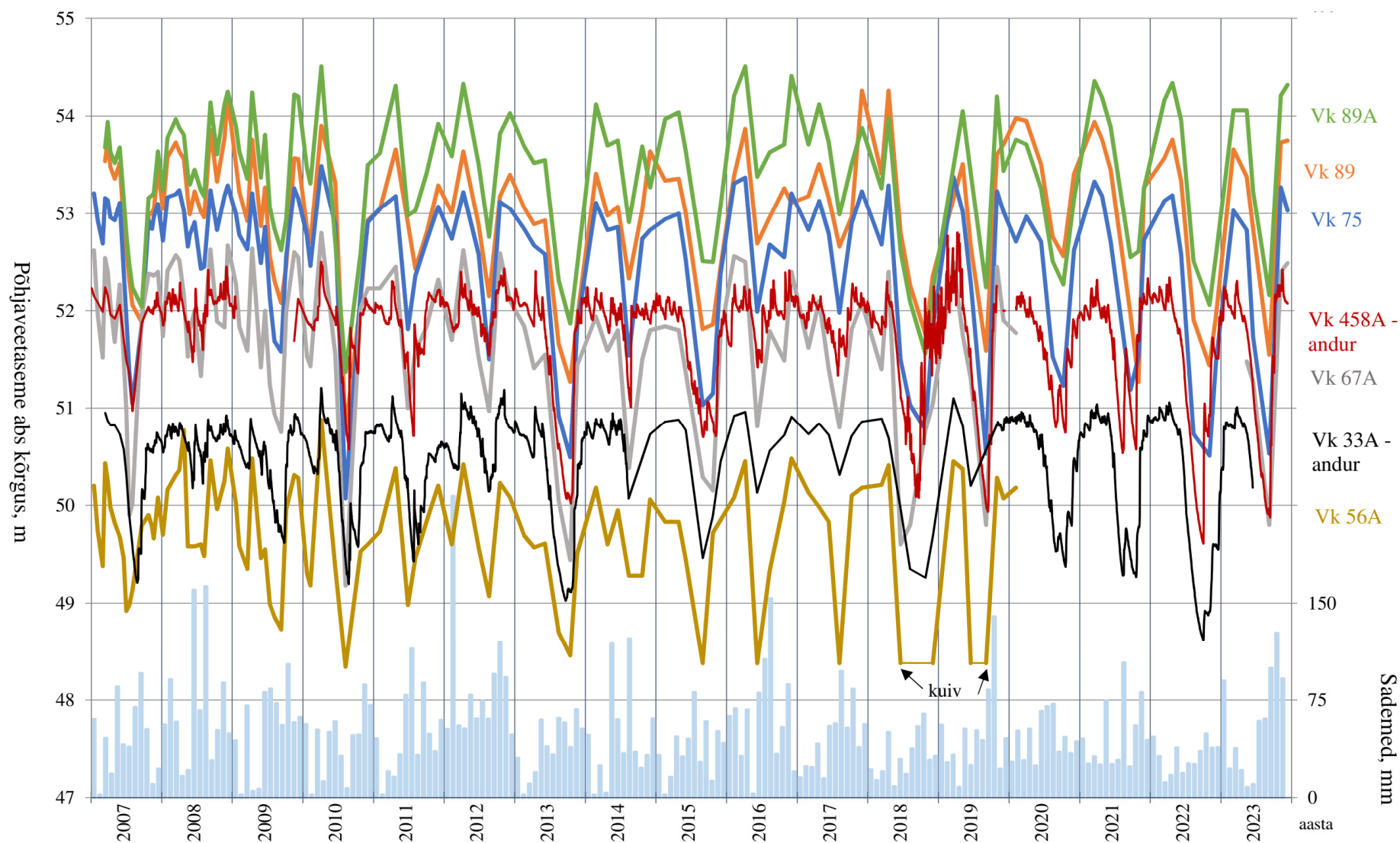
Joonis 5. Veetasemete muutused kvaternaarisetetes



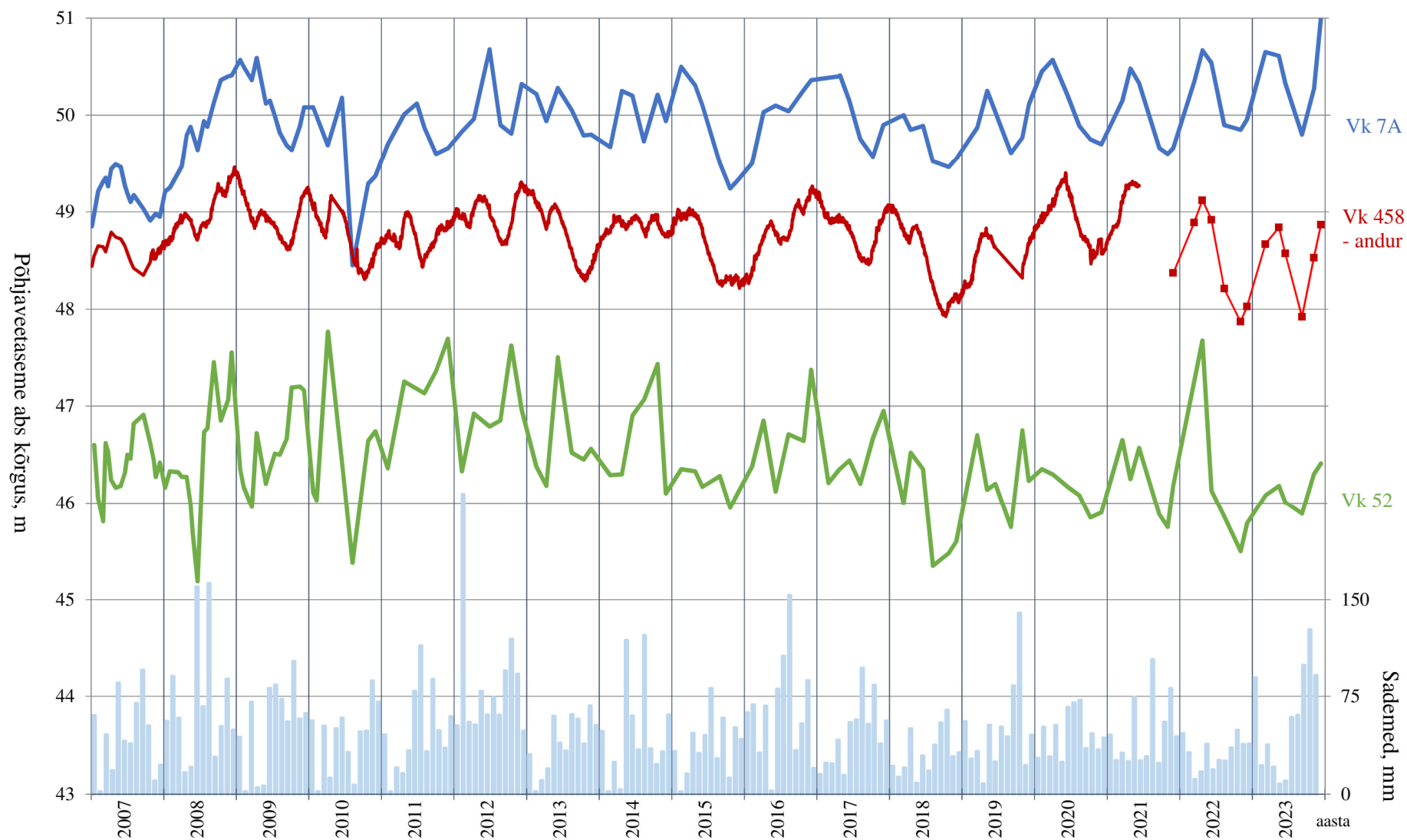
Joonis 6. Keila–Kukruse veekihi põhjaveetaseme muutused



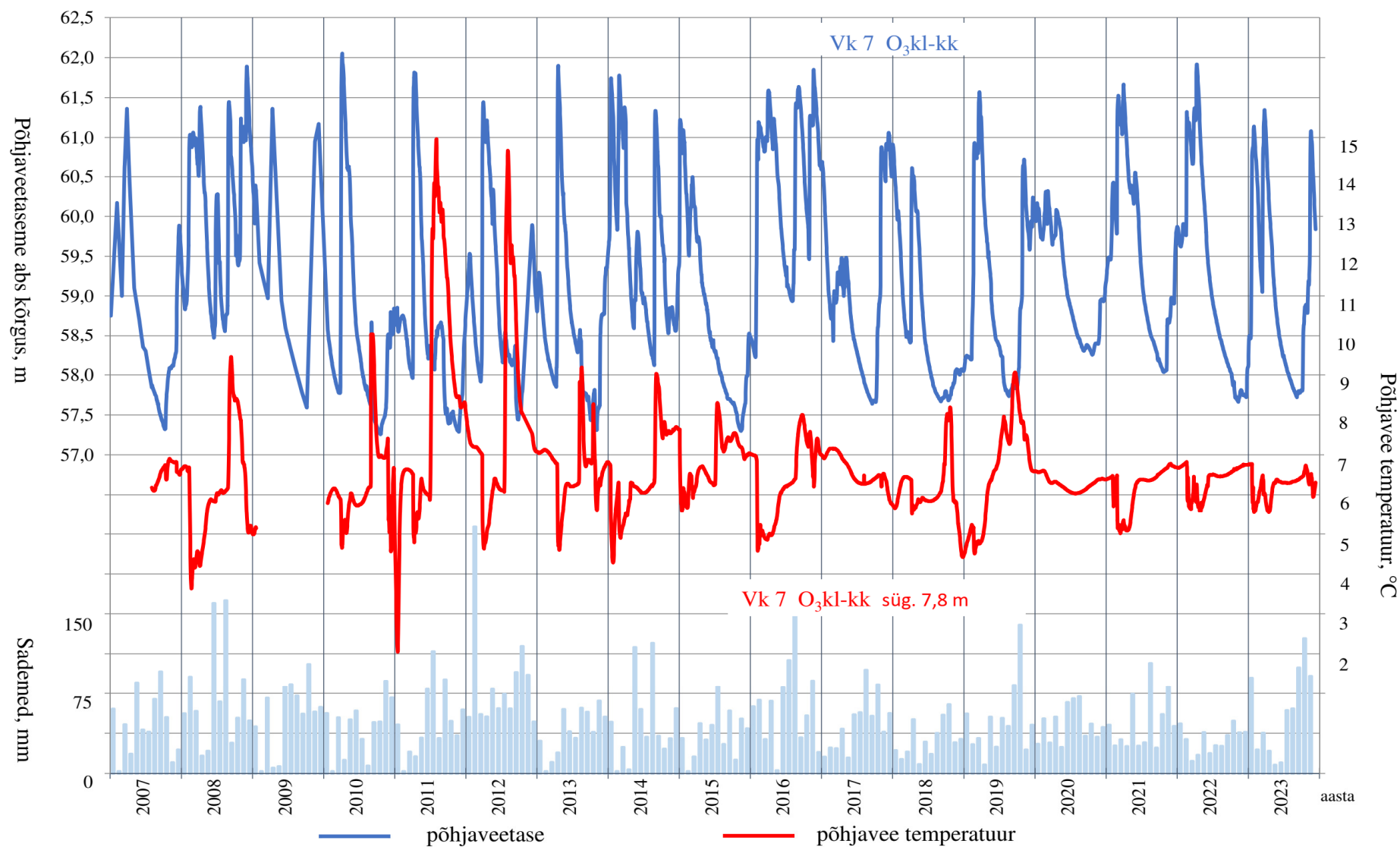
Joonis 7. Lasnamäe–Kunda veekihi põhjaveetaseme muutused Aru-Lõuna ja Ubja karjääri mõju piirkonnas



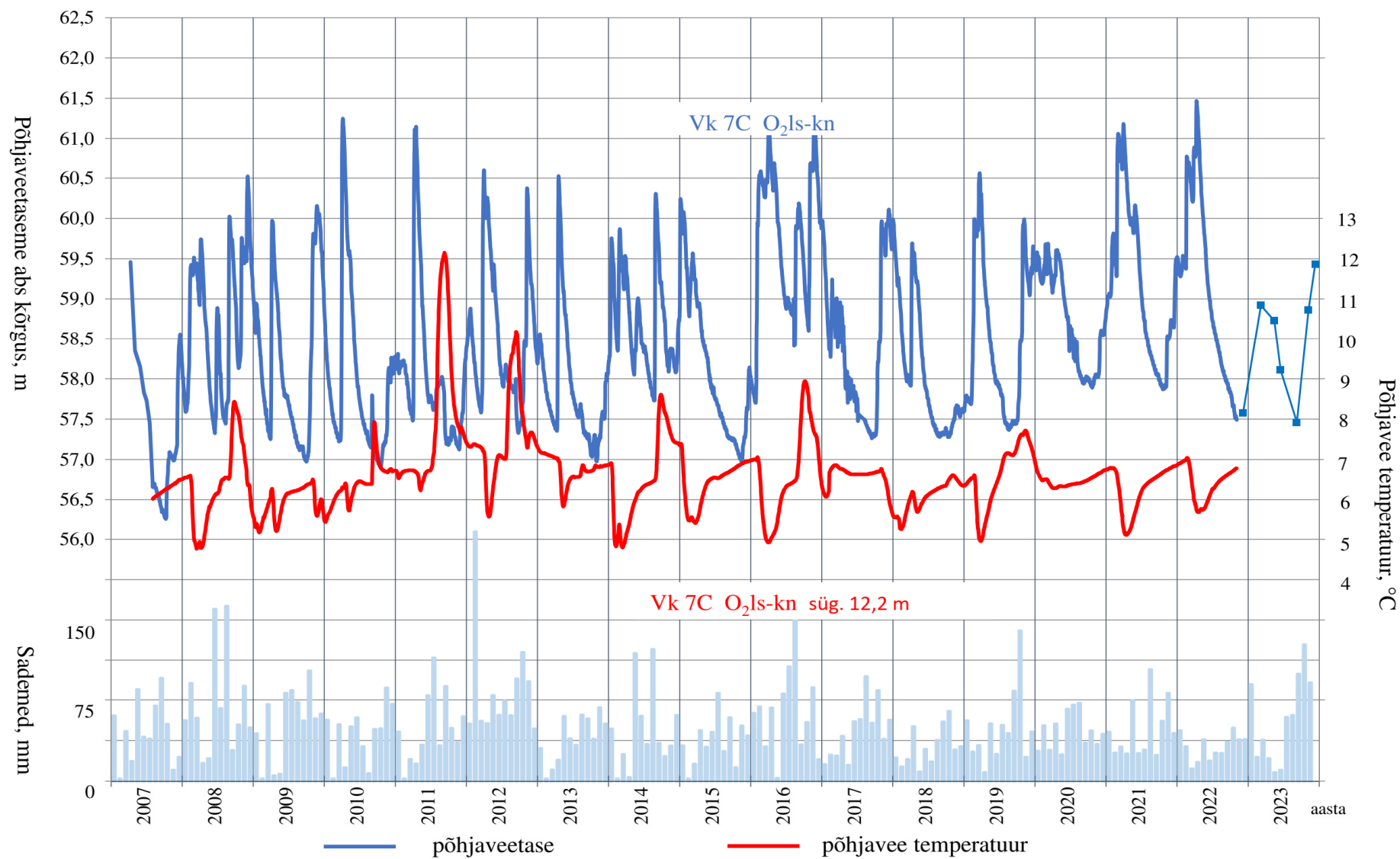
Joonis 8. Lasnamäe-Kunda veeikihi põhjaveetaseme muutused Toolse-Lääne karjäärialal



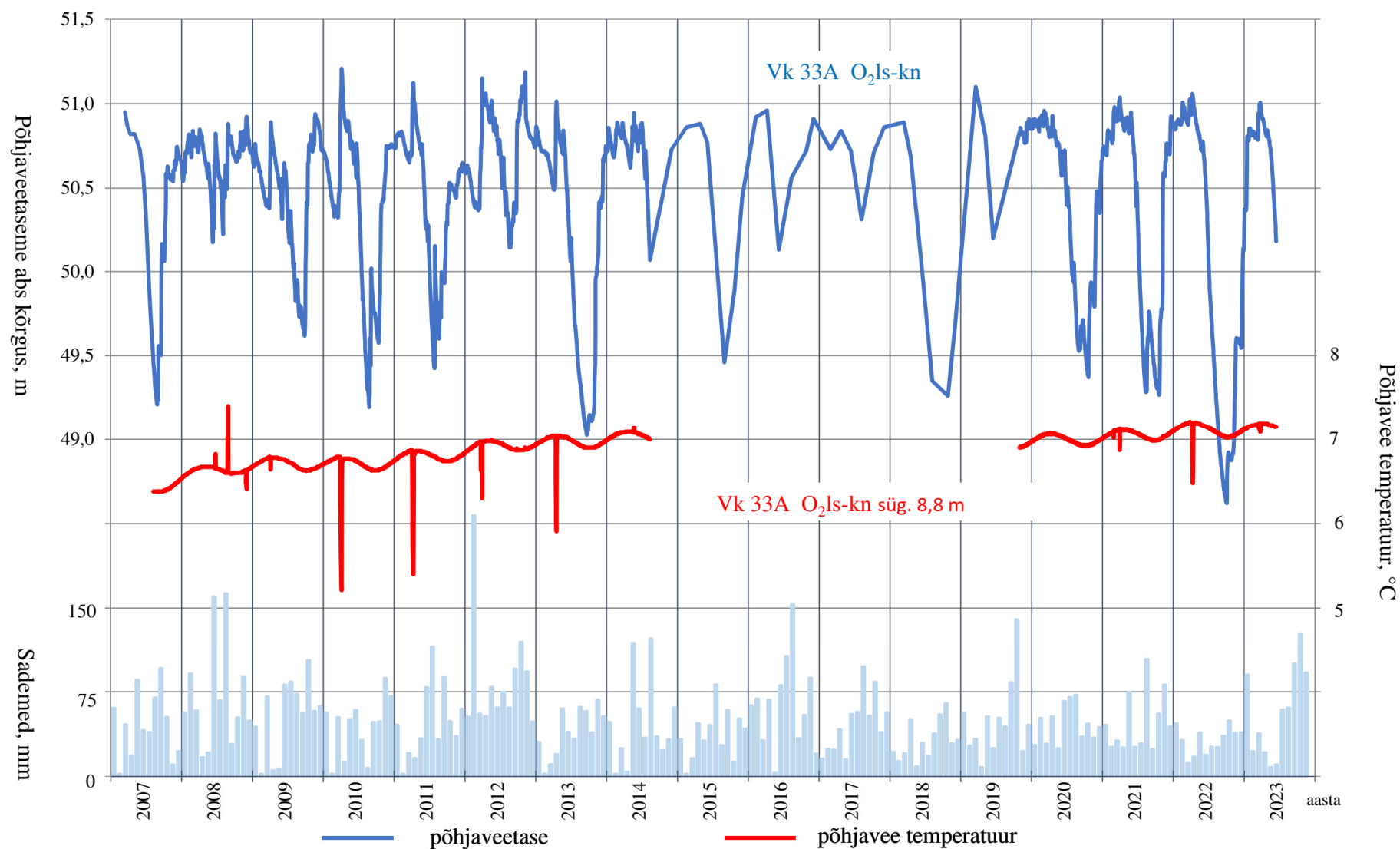
Joonis 9. Ordoviitsiumi–Kambriumi veekihi põhjaveetaseme muutused



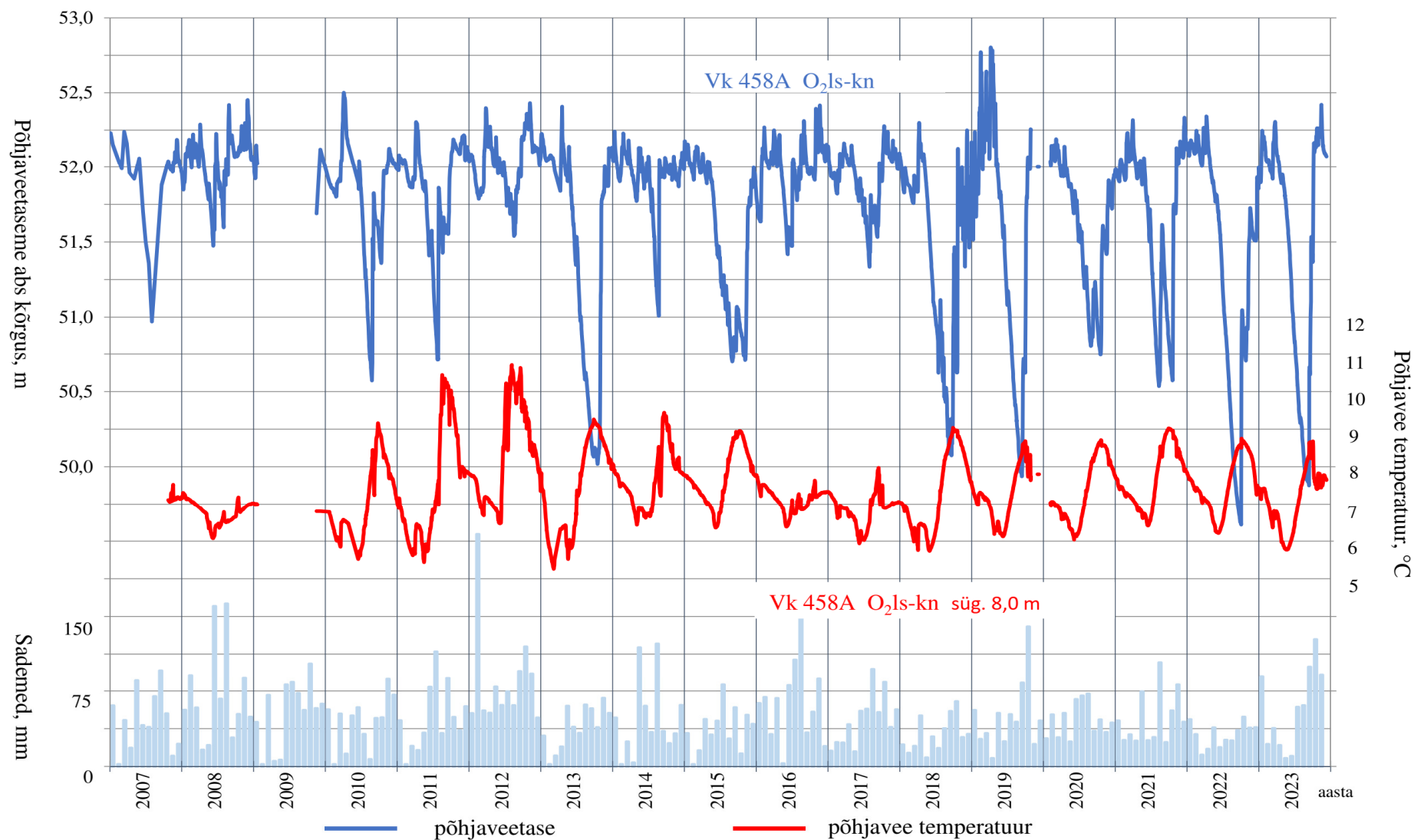
Joonis 10. Põhjaveetaseme ja põhjavee temperatuuri muutused Ubja karjäärialal (Vk 7)



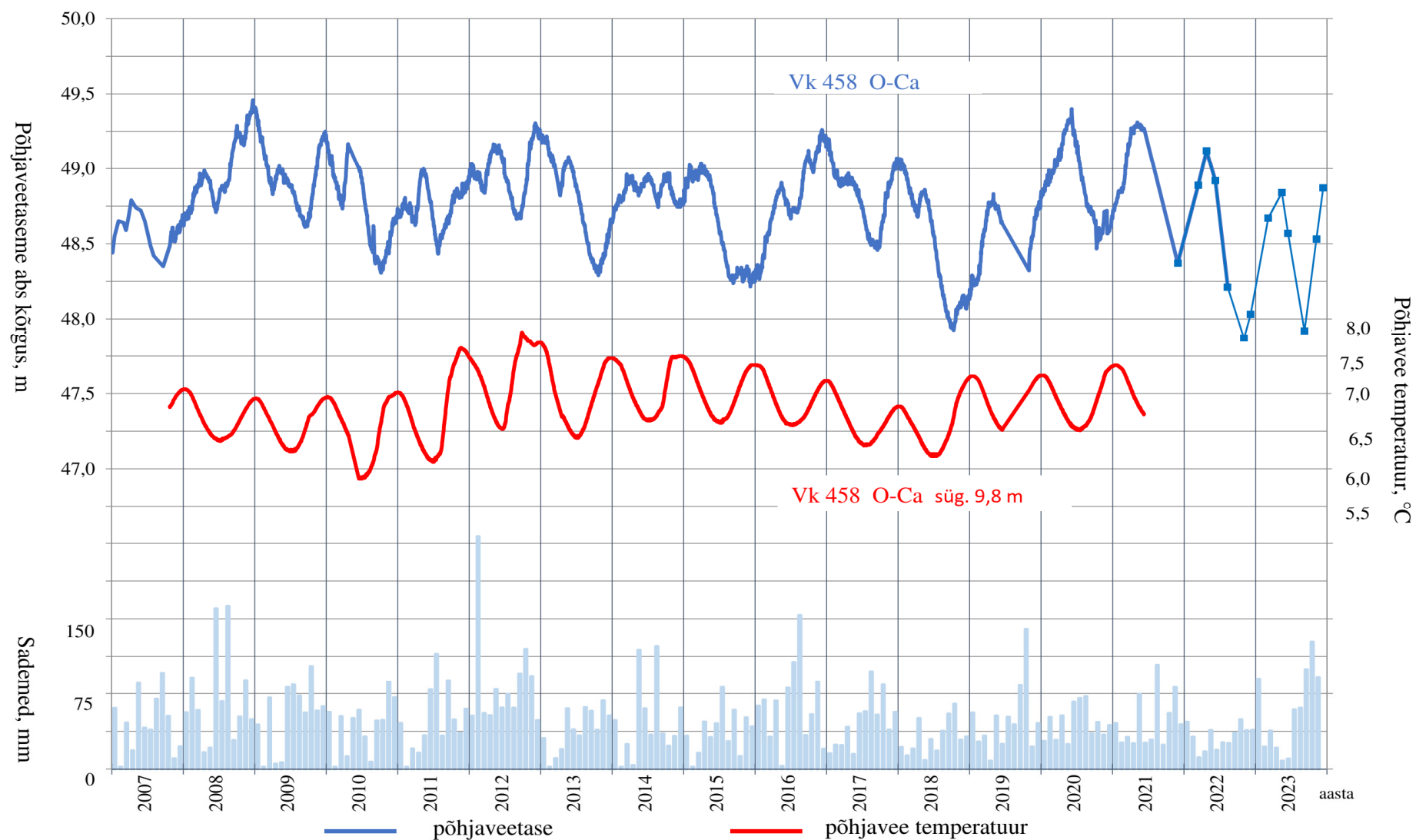
Joonis 11. Põhjaveetaseme ja põhjavee temperatuuri muutused Ubja karjäärialal (Vk 7C)



Joonis 12. Põhjaveetaseme ja põhjavee temperatuuri muutused Toolse-Lääne karjäärialala piirkonnas (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 on 2023. aasta tõenäoliselt sademetevaesem. Pikaajalise kuu sademete normi ületamist märgiti jaanuaris, märtsis, septembris, oktoobris ja novembris. 2023. a sademed olid põhjavee toitumise seisukohast suhteliselt head.
2. 2023. aasta kuu sademete summa võrdlemisel pikaajaliste näitajatega võime konstateerida, et talveperioodil (jaanuar–märts) moodustas see 17%, kevadel (aprill–juuni) 6%, suvel (juuli–september) 35% ja sügisel (oktoober–november) 41%.
3. Arvutuslik karjäärivee juurdevool on lähedane faktilisele.
4. Hüdromeetritel 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. 2023. aastal juhti karjäärast terve aasta vältel. Vaatluskaevu 7 andmetel oli põhjaveetaseme amplituud 3,63 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 2023. aasta miinimumtaseme abs kõrgus 57,71 m (2021. a – 58,04 m, 2022. a – 57,66 m), maksimumtase 61,34 m (2021. a – 61,66 m, 2022. a – 61,92) ja aasta keskmine põhjaveetaseme abs kõrgus oli 59,15 m (2021. a – 59,52 m, 2022. a – 59,33 m).
 - 6.2. Vaatluskaevu 7C tuleks paigaldada uus andur.
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. Vaatluskaevudesse 458 ja 458A tuleks paigaldada uus veetaseme andur.
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

2023. a. veetase, m maapinnast												
kuup.	jaan.	veebr.	märts	aprill	mai	juuni	juuli	aug.	sept.	okt.	nov.	dets.
01	5,37	2,44	4,01	2,43	3,85	4,86	5,26	5,54	5,74	5,69	4,69	3,04
02	5,26	2,47	4,06	2,50	3,89	4,88	5,27	5,55	5,75	5,69	4,59	3,10
03	5,14	2,52	4,10	2,57	3,94	4,90	5,28	5,55	5,75	5,70	4,50	3,17
04	5,06	2,57	4,13	2,63	4,00	4,92	5,29	5,56	5,76	5,70	4,40	3,22
05	5,01	2,62	4,16	2,69	4,06	4,93	5,30	5,57	5,77	5,70	4,34	3,29
06	5,00	2,65	4,20	2,76	4,11	4,95	5,31	5,57	5,78	5,67	4,31	3,35
07	5,01	2,70	4,23	2,82	4,15	4,97	5,32	5,58	5,78	5,63	4,35	3,41
08	5,02	2,74	4,27	2,87	4,20	4,99	5,34	5,58	5,79	5,47	4,36	3,46
09	5,02	2,77	4,30	2,94	4,25	5,01	5,35	5,59	5,73	5,18	4,31	3,51
10	5,03	2,79	4,34	3,00	4,28	5,02	5,36	5,60	5,73	4,97	4,23	3,56
11	5,05	2,83	4,37	3,03	4,30	5,04	5,36	5,61	5,73	4,91	4,18	3,62
12	5,05	2,90	4,40	3,06	4,33	5,05	5,37	5,62	5,73	4,87	4,10	3,60
13	5,04	2,94	4,43	3,10	4,36	5,07	5,38	5,62	5,74	4,86	3,95	
14	5,01	2,99	4,45	3,16	4,39	5,09	5,39	5,63	5,72	4,82	3,22	
15	4,83	3,03	3,97	3,22	4,41	5,10	5,40	5,64	5,70	4,78	2,72	
16	4,46	3,06	3,08	3,28	4,48	5,08	5,41	5,65	5,71	4,74	2,51	
17	4,01	3,10	2,72	3,32	4,50	5,13	5,42	5,66	5,71	4,68	2,44	
18	3,29	3,14	2,63	3,37	4,53	5,14	5,44	5,66	5,71	4,64	2,42	
19	2,87	3,20	2,61	3,42	4,57	5,15	5,45	5,67	5,71	4,64	2,42	
20	2,73	3,32	2,56	3,46	4,59	5,16	5,45	5,67	5,71	4,63	2,45	
21	2,69	3,36	2,37	3,50	4,61	5,18	5,46	5,68	5,72	4,63	2,50	
22	2,66	3,43	2,31	3,53	4,64	5,19	5,47	5,69	5,72	4,61	2,55	
23	2,64	3,53	2,28	3,56	4,67	5,20	5,47	5,69	5,72	4,61	2,55	
24	2,63	3,59	2,19	3,59	4,69	5,21	5,48	5,70	5,72	4,62	2,59	
25	2,62	3,66	2,16	3,64	4,71	5,23	5,49	5,70	5,72	4,61	2,68	
26	2,58	3,75	2,20	3,67	4,74	5,24	5,49	5,70	5,71	4,63	2,77	
27	2,47	3,86	2,24	3,70	4,76	5,26	5,50	5,71	5,70	4,65	2,83	
28	2,41	3,95	2,27	3,74	4,78	5,27	5,51	5,72	5,69	4,66	2,87	
29	2,37		2,30	3,78	4,80	5,28	5,52	5,73	5,69	4,67	2,94	
30	2,36		2,34	3,81	4,82	5,27	5,52	5,73	5,69	4,69	2,99	
31	2,40		2,38		4,84		5,53	5,73		4,71		
Kesk.	3,91	3,07	3,29	3,20	4,43	5,09	5,40	5,64	5,73	4,97	3,39	3,36
Max.	2,36	2,44	2,16	2,43	3,85	4,86	5,26	5,54	5,69	4,61	2,42	3,04
Min.	5,37	3,95	4,45	3,81	4,84	5,28	5,53	5,73	5,79	5,70	4,69	3,62
Aasta keskmine veetase:					4,29							
Kõrgeim:					2,16				kuupäev: 25.03.2023			
Madalaim:					5,79				kuupäev: 08.09.2023			
Amplituud:					3,63							

Lisa 2. Vk 7 ööpäeva keskmine põhjavee temperatuur

Vaatluskaevu number: Vk 7

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

2023. a.												
kuup.	jaan.	veebr.	märts	aprill	mai	juuni	juuli	aug.	sept.	okt.	nov.	dets.
01	6,76	5,56	6,11	5,82	6,02	6,36	6,31	6,30	6,35	6,44	6,54	5,95
02	6,75	5,58	6,13	5,79	6,06	6,36	6,31	6,30	6,35	6,44	6,50	5,96
03	6,75	5,58	6,14	5,75	6,10	6,35	6,31	6,30	6,35	6,44	6,46	6,00
04	6,76	5,58	6,17	5,72	6,13	6,35	6,31	6,30	6,35	6,44	6,41	6,03
05	6,76	5,62	6,18	5,70	6,17	6,34	6,31	6,30	6,36	6,45	6,36	6,05
06	6,76	5,62	6,20	5,67	6,19	6,33	6,31	6,31	6,36	6,46	6,32	6,07
07	6,77	5,62	6,26	5,65	6,21	6,33	6,31	6,30	6,36	6,46	6,30	6,11
08	6,77	5,64	6,32	5,62	6,24	6,33	6,31	6,31	6,36	6,46	6,28	6,15
09	6,77	5,69	6,35	5,61	6,25	6,33	6,31	6,31	6,36	6,46	6,26	6,18
10	6,77	5,71	6,37	5,60	6,27	6,33	6,31	6,31	6,36	6,47	6,26	6,22
11	6,77	5,74	6,39	5,60	6,28	6,33	6,30	6,31	6,37	6,48	6,26	6,27
12	6,77	5,78	6,41	5,58	6,29	6,33	6,30	6,31	6,37	6,51	6,27	6,31
13	6,77	5,79	6,43	5,57	6,30	6,33	6,30	6,32	6,37	6,53	6,28	
14	6,77	5,81	6,45	5,56	6,31	6,33	6,30	6,32	6,38	6,55	6,31	
15	6,76	5,82	6,47	5,55	6,30	6,33	6,30	6,33	6,38	6,57	6,34	
16	6,75	5,82	6,49	5,55	6,29	6,33	6,30	6,33	6,38	6,59	6,38	
17	6,74	5,83	6,37	5,55	6,29	6,31	6,30	6,33	6,38	6,59	6,42	
18	6,74	5,84	6,37	5,56	6,29	6,31	6,30	6,33	6,38	6,61	6,46	
19	6,77	5,82	6,34	5,57	6,29	6,31	6,29	6,33	6,39	6,65	6,49	
20	6,41	5,86	6,01	5,59	6,32	6,31	6,30	6,33	6,39	6,69	6,53	
21	6,09	5,90	6,04	5,60	6,33	6,31	6,29	6,33	6,40	6,72	6,46	
22	5,94	5,91	6,00	5,63	6,33	6,31	6,29	6,33	6,41	6,74	6,41	
23	5,80	5,94	6,03	5,67	6,34	6,31	6,29	6,33	6,41	6,73	6,41	
24	6,03	5,97	6,03	5,71	6,37	6,30	6,29	6,33	6,41	6,72	6,28	
25	6,19	5,98	6,04	5,74	6,38	6,30	6,29	6,33	6,42	6,69	6,23	
26	5,73	6,05	6,02	5,79	6,38	6,30	6,29	6,33	6,42	6,67	6,20	
27	5,65	6,07	6,01	5,84	6,38	6,30	6,29	6,33	6,43	6,65	6,10	
28	5,66	6,09	5,99	5,89	6,38	6,30	6,29	6,33	6,43	6,64	6,03	
29	5,62		5,95	5,93	6,38	6,30	6,29	6,34	6,43	6,62	5,97	
30	5,57		5,92	5,97	6,37	6,31	6,29	6,34	6,43	6,60	5,95	
31	5,55		5,88		6,37		6,30	6,34		6,57		
Kesk.	6,41	5,79	6,19	5,68	6,28	6,32	6,30	6,32	6,39	6,57	6,32	6,11
Max.	6,77	6,09	6,49	5,97	6,38	6,36	6,31	6,34	6,43	6,74	6,54	6,31
Min.	5,55	5,56	5,88	5,55	6,02	6,30	6,29	6,30	6,35	6,44	5,95	5,95
Aasta keskmine temperatuur: 6,22 Max: 6,77 Min: 5,55 Amplituud: 1,22 kuupäev: 08.01.2023 kuupäev: 31.01.2023												

Lisa 3. Vk 7C ööpäeva keskmine põhjaveetase

Vaatluskaevu number: Vk 7C

Maapinna abs. k., m: 63,50

2023. a. veetase, m maapinnast												
kuup.	jaan.	veebr.	märts	aprill	mai	juuni	juuli	aug.	sept.	okt.	nov.	dets.
07			4,58								4,64	
08									6,04			
12												4,07
15					4,77							
16						5,39						
Kesk.			4,58		4,77	5,39			6,04		4,64	4,07
Max.			4,58		4,77	5,39			6,04		4,64	4,07
Min.			4,58		4,77	5,39			6,04		4,64	4,07
Aasta keskmine veetase: 4,91 Kõrgeim: 4,07 Madalaim: 6,04 Amplituud: 1,97 kuupäev: 12.12.2023 kuupäev: 08.09.2023												

Lisa 4. Vk 33A ööpäeva keskmine põhjaveetase

Vaatluskaevu number: Vk 33A

Maapinna abs. k., m: 51,51

2023. a. veetase, m maapinnast												
kuup.	jaan.	veebr.	märts	aprill	mai	juuni	juuli	aug.	sept.	okt.	nov.	dets.
01	1,25	0,66	0,71	0,58	0,67	1,03						
02	1,17	0,67	0,71	0,59	0,67	1,05						
03	1,14	0,67	0,70	0,59	0,69	1,07						
04	1,14	0,68	0,70	0,60	0,69	1,08						
05	1,13	0,68	0,70	0,60	0,70	1,10						
06	1,15	0,69	0,70	0,60	0,70	1,13						
07	1,14	0,69	0,70	0,60	0,71	1,13						
08	1,13	0,70	0,70	0,60	0,71	1,15						
09	1,13	0,69	0,71	0,61	0,72	1,18						
10	1,14	0,69	0,71	0,61	0,73	1,20						
11	1,15	0,69	0,71	0,62	0,74	1,23						
12	1,13	0,70	0,72	0,62	0,74	1,25						
13	1,10	0,70	0,72	0,62	0,76	1,27						
14	0,99	0,69	0,69	0,63	0,76	1,30						
15	0,83	0,69	0,58	0,64	0,77	1,33						
16	0,75	0,69	0,57	0,65	0,77	1,35						
17	0,71	0,68	0,58	0,66	0,78							
18	0,71	0,68	0,59	0,66	0,80							
19	0,71	0,68	0,58	0,67	0,81							
20	0,71	0,68	0,55	0,67	0,82							
21	0,71	0,68	0,52	0,68	0,83							
22	0,72	0,69	0,53	0,68	0,85							
23	0,73	0,69	0,51	0,69	0,86							
24	0,73	0,69	0,51	0,69	0,88							
25	0,73	0,70	0,50	0,70	0,90							
26	0,69	0,70	0,52	0,71	0,91							
27	0,66	0,71	0,53	0,68	0,93							
28	0,66	0,71	0,54	0,67	0,95							
29	0,67		0,55	0,68	0,97							
30	0,66		0,56	0,67	0,99							
31	0,66		0,57		1,01							
Kesk.	0,90	0,69	0,62	0,64	0,80	1,18						
Max.	0,66	0,66	0,50	0,58	0,67	1,03						
Min.	1,25	0,71	0,72	0,71	1,01	1,35						
Aasta keskmine veetase:					0,81							
Kõrgeim:					0,50		kuupäev: 25.03.2023					
Madalaim:					1,35		kuupäev: 16.06.2023					
Amplituud:					0,85							

Lisa 5. Vk 33A ööpäeva keskmine põhjavee temperatuur

Vaatluskaevu number: Vk 33A

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

2023. a.												
kuup.	jaan.	veebr.	märts	aprill	mai	juuni	juuli	aug.	sept.	okt.	nov.	dets.
01	7,13	7,16	7,17	7,19	7,19	7,16						
02	7,13	7,16	7,17	7,19	7,19	7,16						
03	7,13	7,16	7,18	7,19	7,18	7,16						
04	7,13	7,16	7,18	7,19	7,18	7,16						
05	7,13	7,16	7,18	7,19	7,18	7,16						
06	7,13	7,16	7,18	7,19	7,17	7,15						
07	7,13	7,16	7,18	7,19	7,17	7,16						
08	7,13	7,16	7,18	7,19	7,17	7,16						
09	7,13	7,16	7,18	7,19	7,17	7,15						
10	7,13	7,16	7,18	7,19	7,17	7,15						
11	7,13	7,17	7,18	7,19	7,17	7,15						
12	7,13	7,17	7,18	7,19	7,17	7,15						
13	7,13	7,16	7,18	7,19	7,17	7,15						
14	7,14	7,17	7,18	7,19	7,17	7,15						
15	7,14	7,17	7,17	7,19	7,17	7,15						
16	7,14	7,17	7,14	7,19	7,17	7,15						
17	7,13	7,17	7,19	7,19	7,17							
18	7,15	7,17	7,19	7,19	7,17							
19	7,15	7,17	7,19	7,19	7,17							
20	7,15	7,17	7,19	7,19	7,17							
21	7,15	7,17	7,12	7,19	7,16							
22	7,15	7,17	7,19	7,18	7,16							
23	7,15	7,17	7,15	7,19	7,17							
24	7,15	7,17	7,19	7,19	7,17							
25	7,15	7,17	7,09	7,19	7,17							
26	7,16	7,17	7,19	7,19	7,16							
27	7,16	7,18	7,19	7,19	7,17							
28	7,16	7,18	7,19	7,19	7,16							
29	7,16		7,19	7,19	7,16							
30	7,16		7,19	7,18	7,16							
31	7,16		7,19		7,16							
Kesk.	7,14	7,17	7,18	7,19	7,17	7,15						
Max.	7,16	7,18	7,19	7,19	7,19	7,16						
Min.	7,13	7,16	7,09	7,18	7,16	7,15						
Aasta keskmine temperatuur: 7,17 Max: 7,19 Min: 7,09 Amplituud: 0,11 kuupäev: 08.04.2023 kuupäev: 25.03.2023												

Vaatluskaevu number: Vk 458

Maapinna abs. k., m: 51,92

2023. a. veetase, m maapinnast												
kuup.	jaan.	veebr.	märts	aprill	mai	juuni	juuli	aug.	sept.	okt.	nov.	dets.
07			3,25								3,39	
08									4,00			
12												3,05
15					3,08							
16						3,35						
Kesk.			3,25		3,08	3,35			4,00		3,39	3,05
Max.			3,25		3,08	3,35			4,00		3,39	3,05
Min.			3,25		3,08	3,35			4,00		3,39	3,05
Aasta keskmine veetase: 3,35												
Kõrgeim: 3,05 kuupäev: 12.12.2023												
Madalaim: 4,00 kuupäev: 08.09.2023												
Amplituud: 0,95												

Lisa 7. Vk 458A ööpäeva keskmine põhjaveetase

Vaatluskaevu number: Vk 458A

Maapinna abs. k., m: 52,14

2023. a. veetase, m maapinnast												
kuup.	jaan.	veebr.	märts	aprill	mai	juuni	juuli	aug.	sept.	okt.	nov.	dets.
01	0,14	+0,01	0,17	0,02	0,19	0,60	1,30	1,81	2,18	0,72	+0,12	0,04
02	0,15	0,00	0,17	0,03	0,20	0,62	1,32	1,82	2,18	0,76	+0,12	0,04
03	0,16	0,02	0,17	0,05	0,21	0,64	1,31	1,83	2,18	0,78	+0,11	0,05
04	0,18	0,04	0,16	0,06	0,22	0,65	1,33	1,83	2,20	0,65	+0,10	0,05
05	0,19	0,06	0,16	0,07	0,23	0,67	1,35	1,85	2,21	0,40	+0,08	0,05
06	0,20	0,07	0,16	0,06	0,24	0,69	1,38	1,86	2,22	0,16	+0,07	0,05
07	0,21	0,08	0,18	0,07	0,25	0,71	1,39	1,87	2,24	0,04	+0,09	0,06
08	0,22	0,09	0,19	0,07	0,26	0,73	1,41	1,88	2,25	+0,02	+0,08	0,06
09	0,23	0,09	0,19	0,08	0,27	0,75	1,42	1,91	2,21	+0,01	+0,08	0,06
10	0,24	0,09	0,20	0,10	0,28	0,78	1,44	1,94	2,23	0,02	+0,07	0,06
11	0,24	0,09	0,20	0,10	0,29	0,80	1,46	1,96	2,24	0,04	+0,07	0,07
12	0,23	0,10	0,21	0,10	0,31	0,83	1,48	1,97	2,25	0,00	+0,08	0,07
13	0,19	0,10	0,22	0,11	0,32	0,85	1,50	1,99	2,27	0,02	+0,17	
14	0,08	0,09	0,15	0,12	0,34	0,88	1,52	2,01	1,93	0,00	+0,25	
15	0,01	0,10	+0,02	0,14	0,33	0,90	1,55	2,03	1,51	+0,03	+0,28	
16	+0,05	0,10	+0,02	0,15	0,35	0,95	1,57	2,05	1,48	+0,02	+0,27	
17	+0,08	0,10	+0,03	0,16	0,36	0,97	1,60	2,07	1,49	+0,01	+0,22	
18	+0,11	0,09	+0,02	0,18	0,37	1,00	1,61	2,09	1,52	0,01	+0,17	
19	+0,11	0,09	+0,04	0,19	0,39	1,03	1,64	2,11	1,53	0,00	+0,11	
20	+0,08	0,10	+0,07	0,20	0,41	1,06	1,66	2,12	1,29	+0,05	+0,08	
21	+0,07	0,10	+0,13	0,21	0,42	1,09	1,69	2,14	1,13	+0,07	+0,05	
22	+0,04	0,12	+0,13	0,22	0,44	1,11	1,71	2,15	1,08	+0,06	+0,02	
23	+0,02	0,13	+0,14	0,23	0,45	1,12	1,74	2,16	1,04	+0,09	0,00	
24	0,01	0,13	+0,15	0,24	0,47	1,14	1,76	2,17	0,67	+0,12	+0,01	
25	0,01	0,14	+0,17	0,25	0,49	1,16	1,78	2,18	0,61	+0,11	0,01	
26	+0,04	0,14	+0,14	0,24	0,49	1,19	1,79	2,19	0,61	+0,09	0,02	
27	+0,07	0,16	+0,12	0,20	0,51	1,20	1,81	2,20	0,62	+0,07	0,02	
28	+0,04	0,16	+0,10	0,20	0,53	1,23	1,82	2,21	0,64	+0,05	0,03	
29	+0,02		+0,06	0,20	0,55	1,25	1,83	2,21	0,67	+0,03	0,04	
30	+0,02		+0,02	0,19	0,57	1,27	1,85	2,22	0,70	+0,01	0,04	
31	+0,03		0,01		0,59		1,83	2,20		+0,01		
Kesk.	0,06	0,09	0,04	0,14	0,36	0,93	1,57	2,03	1,58	0,09	+0,08	0,05
Max.	+0,11	+0,01	+0,17	0,02	0,19	0,60	1,30	1,81	0,61	+0,12	+0,28	0,04
Min.	0,24	0,16	0,22	0,25	0,59	1,27	1,85	2,22	2,27	0,78	0,04	0,07
Aasta keskmine veetase: 0,57 Kõrgeim: +0,28 Madalaim: 2,27 Amplituud: 2,55 kuupäev: 15.11.2023 kuupäev: 13.09.2023												

Lisa 8. Vk 458A ööpäeva keskmine põhjavee temperatuur

Vaatluskaevu number: Vk 458A

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

2023. a.												
kuup.	jaan.	veebr.	märts	aprill	mai	juuni	juuli	aug.	sept.	okt.	nov.	dets.
01	7,40	7,37	6,70	6,80	5,98	5,81	6,39	7,40	8,10	8,63	7,43	7,77
02	7,44	7,35	6,67	6,77	5,98	5,83	6,42	7,40	8,12	8,66	7,45	7,76
03	7,42	7,33	6,65	6,77	5,95	5,84	6,52	7,41	8,14	8,67	7,62	7,74
04	7,37	7,31	6,62	6,75	5,94	5,86	6,56	7,48	8,16	8,67	7,77	7,73
05	7,33	7,30	6,59	6,72	5,91	5,87	6,56	7,50	8,18	8,53	7,82	7,72
06	7,30	7,27	6,58	6,72	5,90	5,88	6,58	7,50	8,20	8,07	7,82	7,71
07	7,28	7,23	6,55	6,72	5,88	5,90	6,62	7,52	8,22	7,90	7,68	7,70
08	7,24	7,19	6,52	6,71	5,87	5,92	6,65	7,53	8,23	7,75	7,68	7,69
09	7,22	7,17	6,47	6,68	5,86	5,93	6,68	7,56	8,25	7,69	7,71	7,68
10	7,18	7,15	6,43	6,64	5,85	5,94	6,71	7,58	8,27	7,69	7,74	7,66
11	7,15	7,13	6,41	6,59	5,82	5,96	6,74	7,60	8,28	7,69	7,75	7,65
12	7,14	7,10	6,40	6,58	5,82	5,98	6,77	7,62	8,29	7,61	7,71	7,65
13	7,13	7,07	6,36	6,55	5,81	6,00	6,79	7,64	8,31	7,61	7,45	
14	7,25	7,06	6,39	6,51	5,80	6,01	6,82	7,67	8,51	7,58	7,45	
15	7,35	7,07	6,69	6,47	5,80	6,03	6,84	7,69	8,64	7,53	7,67	
16	7,39	7,05	6,79	6,42	5,80	6,04	6,88	7,71	8,61	7,52	7,73	
17	7,41	7,04	6,78	6,41	5,79	6,07	6,90	7,73	8,60	7,53	7,75	
18	7,37	7,02	6,77	6,37	5,79	6,09	6,94	7,75	8,60	7,58	7,73	
19	7,34	6,99	6,78	6,34	5,78	6,10	6,96	7,77	8,62	7,64	7,64	
20	7,36	6,97	6,81	6,29	5,77	6,12	6,99	7,79	8,66	7,49	7,52	
21	7,36	6,94	6,80	6,25	5,77	6,14	7,02	7,82	8,59	7,43	7,50	
22	7,35	6,90	6,66	6,20	5,77	6,16	7,05	7,84	8,59	7,47	7,53	
23	7,36	6,90	6,65	6,15	5,77	6,19	7,09	7,86	8,59	7,42	7,57	
24	7,41	6,89	6,63	6,10	5,77	6,21	7,10	7,88	8,22	7,40	7,64	
25	7,42	6,86	6,63	6,06	5,77	6,23	7,12	7,91	8,27	7,44	7,71	
26	7,41	6,81	6,60	6,01	5,77	6,25	7,15	7,93	8,42	7,55	7,75	
27	7,42	6,78	6,62	5,97	5,78	6,28	7,17	7,96	8,50	7,65	7,77	
28	7,42	6,73	6,74	5,98	5,79	6,31	7,20	7,98	8,55	7,71	7,78	
29	7,42		6,79	5,99	5,79	6,34	7,23	8,00	8,58	7,76	7,78	
30	7,42		6,80	5,96	5,79	6,36	7,26	8,03	8,61	7,79	7,78	
31	7,40		6,80		5,80		7,35	8,07		7,83		
Kesk.	7,34	7,07	6,63	6,42	5,83	6,06	6,87	7,71	8,40	7,79	7,66	7,71
Max.	7,44	7,37	6,81	6,80	5,98	6,36	7,35	8,07	8,66	8,67	7,82	7,77
Min.	7,13	6,73	6,36	5,96	5,77	5,81	6,39	7,40	8,10	7,40	7,43	7,65
Aasta keskmine temperatuur: 7,12 Max: 8,67 Min: 5,77 Amplituud: 2,90 kuupäev: 03.10.2023 kuupäev: 21.05.2023												