

Suurekivi uuringuruumi hüdrogeoloogiast

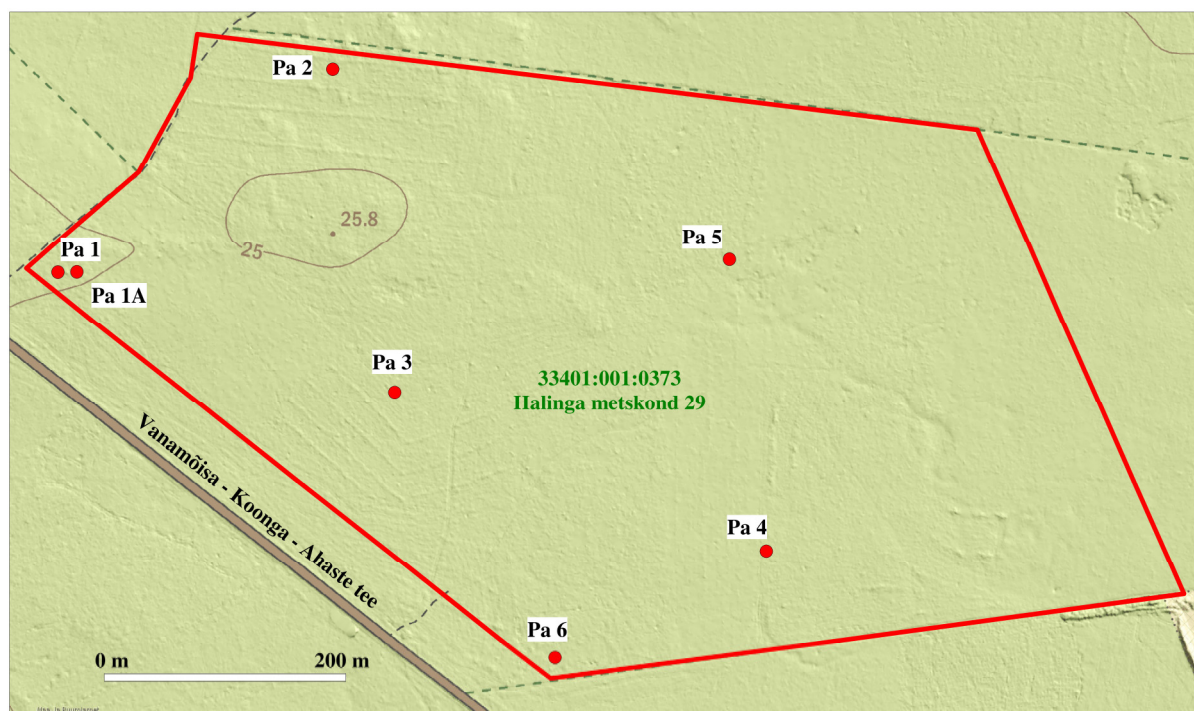
1. Suurekivi uuringuruum

Taotletav Suurekivi uuringuruum asub Pärnu maakonnas Lääneranna vallas Koonga külas Halinga metskonnas 29 (33401:001:0373). Uuringuruumi pindala on 32,82 ha.

Suurekivi uuringuruumi ala on nõrgalt künklik tasandik, mille absoluutsed kõrgused jäävad vahemikku 22,50 kuni 25,25 m. Tegemist on paese aluspõhja piirkonnaga. Uuringuruumi idaosas paiknevad vääriselupaigad (VEP161130), (VEP161128) ja (VEP161127).

Koonga karjäärist (43001:001:0184) põhja poole Halinga metskonna 29 alal (33401:001:0373) asub kaks hüdrogeoloogilise uuringu puurauku PRK0076324 (XY: 6495188; 508904) ja PRK0076323 (XY: 6495199; 508990). Puuraugud on 11 m sügavused veetasemega (mõõdetud 28.05.2025) vastavalt 5,7 m (abs kõrgus 17,8 m) ja 6,1 m (abs kõrgus 17,4 m).

Suurekivi uuringuala hüdrogeoloogilise uuringu puuraukudeks jäävad puuraugud Pa 1 ja Pa 4 (joonis 1).



Joonis 1. Suurekivi uuringualale Halinga metskond 29 maaüksusele rajatud puuraukude asendiskeem. Mõõtkava 1:5000. Alus: reljeefivarjutusega põhikaart Maa- ja Ruumiameti geoportaalist. (A. Põldvere)

2. Geoloogiline kirjeldus

Suurekivi uuringuruumi uuringu eesmärk on maavara (dolokivi) tarbevaru uuring, mille käigus rajati kuni 6 puurauku keskmise sügavusega kuni 11,65 m (11–13 m). Puuraukude andmetel on kasuliku kihi keskmine paksus 8,93 m.

Tabel 1. Suurekivi uuringuruumi uuringupunktid

Puuraugu (PA) nr	Koordinaadid L-EST, m (EH2000)			Sügavus, m	Katendi paksus, m kokku / muld	Dolokivi- kihi paksus, m	Plokk 12 kasuliku kihi paksus, m	Veetase, m	
	X	Y	Z					maapinnast	abs kõrgus
Pa 1	6495441,80	507943,90	25,25	13,00	0,8/0,2	12,20	10,65	5,10	20,15
Pa 1A	6495441,90	507959,60	25,25	13,0	0,8/0,2	12,20	10,65	5,10	20,15
Pa 2	6495609,20	508170,90	23,90	12,00	0,9/0,2	11,10	9,20	4,30	19,60
Pa 3	6495342,80	508222,20	23,30	11,50	0,4/0,2	11,10	9,10	2,90	20,40
Pa 4	6495212,00	508529,60	23,15	11,40	0,9/0,2	10,50	8,45	2,05	21,10
Pa 5	6495452,20	508499,10	22,50	11,00	0,8/0,2	10,20	7,90	2,20	20,30
Pa 6	6495124,20	508354,80	22,55	11,00	0,5/0,2	10,50	8,25	1,45	21,10

Uuringupunktide puurimisel on näha, et puuraukude keskmine veetase on 3 m (abs kõrgus 20,44 m). Kasuliku kihi ülemine osa, keskmiselt 2,28 m (0,95–4,30 m), on kaevandatav kuival, ülejäänud ca 7 m (4,30–10,65 m) osa on kaevandatav vee keskkonnas.

3. Ilmastikutingimused

Koodu sademetemõõtejaama (SMJ) sademete vaatlusandmetel¹ aastasiseselt on sademete hulk muutlik. Tabelis 2 on näha sademete varieeruvus aastatel 2020–2026. 2026. aasta sademete andmed on märtsini.

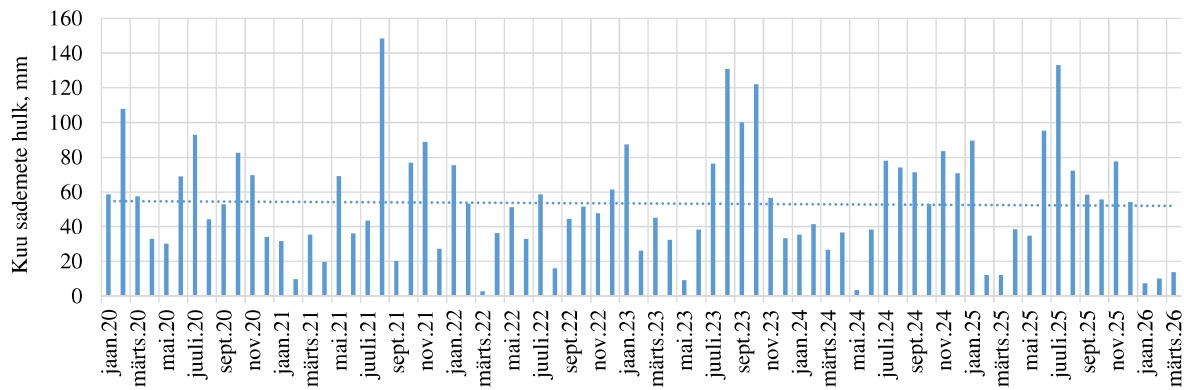
Tabel 2. Sademete hulk kuus ja aastas, mm²

Koodu SMJ	Kuu												Aasta kokku, mm
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2020	58,7	107,8	57,7	32,9	30,3	69,0	92,9	44,1	53,0	82,6	69,8	34,1	732,9
2021	31,7	9,7	35,2	19,7	69,1	36,0	43,5	148,3	20,2	76,9	88,8	27,1	606,2
2022	75,5	53,4	2,8	36,3	51,3	33,0	58,7	16,1	44,3	51,7	47,6	61,5	532,2
2023	87,4	26,1	45	32,3	9,1	38,4	76,5	131,0	100,0	122,1	56,6	33,3	757,8
2024	35,3	41,4	26,6	36,5	3,4	38,4	78,0	74,2	71,4	53,2	83,6	71,0	613,0
2025	89,6	12,1	12,1	38,5	34,8	95,3	133,0	72,3	58,5	55,7	77,6	54,3	733,8
2026	7,4	10,1	13,7										
Aastate 2020–2025 keskmine sademete hulk, mm													662,65

Ajavahemikul jaanuar 2020 kuni märtsini 2026 on sademete hulk stabiilne, väikese langustrendiga (joonis 2). Kuude lõikes on sademete hulk ebahühtlane, mis kajastuvad vabapinnalise põhjaveekihi veetasemes. Kuuest aastast kolme puhul on sademeid olnud vähem kui kuue aasta keskmine ja kuuel aastal enam kui kuue aasta keskmine.

¹ Kuu sademete hulk: <https://www.ilmateenistus.ee/ilm/ilmavaatlused/sademed/sademete-kuu-summad/> - vaadatud 06.04.2026

² *Ib.*



Joonis 2. Sademete muutlikkus ajavahemikul jaanuar 2020 kuni märts 2026

Vabapinnalise põhjavee looduslikku seisundit mõjutavad oluliselt ilmastikutingimused. Pikaajaline (1991–2020) keskmine sademete hulk Eestis on 662 mm, aurumine 390 mm (69%). Üldäravoolust moodustab vähemalt 93 mm infiltratsioon (14%). Aasta keskmine aurumine (E) on ligikaudu 390 mm. Auruvus ehk maksimaalne võimalik aurumine (E_o) võrdub 450 mm. Seega sademete (X) ja auruvuse vahe $X-E_o$ on umbes 212 mm, aurumise defitsiit ehk kliimaatiline niisutusnorm E_o-E on 60 mm ning suhteline aurumine $E/E_o=0,87$.

2025. aasta keskmine aurumine (E) oli ligikaudu 477 mm, mis moodustab umbes 65% sademetest (733,8 mm). Auruvus ehk maksimaalne võimalik aurumine (E_o) võrdub 613 mm. Seega sademete (X) ja auruvuse vahe $X-E_o$ on umbes 121 mm, aurumise defitsiit ehk kliimaatiline niisutusnorm E_o-E on 136 mm ning suhteline aurumine $E/E_o=0,78$.

2.1. Suurekivi uuringuruumi hüdrogeoloogiline iseloomustus

Uuringuruumi vettandvateks kivimiteks on Siluri ladestu Wenlocki ladestiku Jaagarahu kihistu (S_2jg) dolokivi. Ca 75% kasulikust kihist asub allpool põhjaveetasel. Dolokivi veeandvus sõltub kivimi lõhelisusest. Põhjavesi on surveta. Veetaseme sesoonne muutlikkus on $3,9 \text{ m}^3$. Veetase maapinnast oli 2026. aasta märtsi puurimistööde ajal sügavusel 1,45–5,10 m (abs kõrgusel 19,60–21,10 m). Veepinna hüdrauliline gradient on ida-loodesse:

$$I = \frac{h_1 - h_2}{L} = \frac{4,3 - 2,05}{539} = 0,004$$

kus

h_1 ja h_2 – puuraukude 4 ja 2 veetasemed;

L – samade puuraukude vahemaa.

Suurekivi uuringuruumi rajatud puuraukude paaris 1 ja 1A tehti 27.03.2026 katsepumpamine. Pumpamisel puuraugus 1 alanes veetase koheselt 6 cm, samamoodi reageeris ka vaatluskaevu 1A veetase. Pumpamise lõppedes taastus veetase momentaalselt. Vesi tuli 13 m sügavustesse

³ Remmel, S. 1974. Koonga dolomiidimaardla detailsetest uuringutöödest. Keila. EGF3315

puuraukudesse (1 ja 1A) sügavusvahemikust 8–11 m. Vee juurdevool $Q = 1,27$ l/s ehk ≈ 110 m³/ööp. Filtratsioonimoodul on arvutatud valemiga:

$$k = \frac{Q \cdot \ln\left(\frac{R}{r}\right)}{2 \cdot \pi \cdot m \cdot S}$$

kus

Q – juurdevool, m³/ööp, $Q = 110$ m³/ööp;

R – mõjuraadius, m, $R = 11$ m

r – manteltoru (Ø 127 mm) raadius, m, $r = 0,0635$ m;

m – kihi paksus, m, $m = 10$ m;

S – veetaseme alanemine, m, $S = 0,06$ m.

Tabel 3. Katsepumpamise andmed

Pa nr	Koordinaadid		Maa- pinna abs kõrgus, m	Puur- augu sügavus, m	Veetase maapinnast / abs kõrgus, m	Deebit (Q), l/s	Alandus (S), m	Eri- deebit (q), l/s·m	Filtratsiooni- moodul (k), m/ööp
	X	Y							
Pa 1	6495441,8	507943,9	25,25	13	5,10 / 20,15	1,27	0,06	2,12	150
Pa 1A	6495441,9	507959,6	25,25	13	5,09 / 20,16		0,06		

Vee juurdevool uuringuruumi alale toimub põhjavee, sademete ja lumesulavee arvel. Juurdevoolu saab arvestada sademet intensiivsuse ja kestuse, pinnaveevoolu koefitsiendi ja veekogumisala suurusega. Vihmavee normaalne juurdevool kogu uuringuruumile on arvutatud järgmisest võrrandist⁴:

$$W_S = 1000 \cdot H_q \cdot \alpha \cdot S$$

kus

H_q – ööpäeva keskmine sademete hulk Koodu SMJ andmetel. Arvutustes on võetud viimase kuue aasta keskmine ($\sim 662,65$ mm, tabel 1);

$H_q = 662,65 : 365 = 1,8$ mm;

α – pindmise juurdevoolu koefitsient, kaljukivimites $\alpha = 0,85$;

S – pindala, 32,82 ha ehk 0,3282 km².

$$W_S = 1000 \cdot 1,8 \cdot 0,85 \cdot 0,3282 \approx \mathbf{502 \text{ m}^3/\text{ööp}}$$

Suurekivi uuringuruumi piirkonnas aurumise mõõtmisandmeid ei ole. Eestis keskmiselt kulub aurumisele 72% langenud sademetest. Kui ööpäevane sademete hulk oli eelnevas arvutuses 502 m³, siis aastas võiks sademete kogus olla $502 \cdot 365 = 183\,230$ m³. Kui arvestada aurumisele 72%, siis

$$0,72 \cdot 183\,230 \approx 131\,926 \text{ m}^3/\text{aastas}$$

ehk ööpäevas kulub aurumisele

$$131\,926 : 365 = 361 \text{ m}^3/\text{ööp}.$$

⁴ Абрамов С.К., Газизов М.С., Костенко В.И. Защита карьеров от воды. – М.: Недра, 1976. 229 с.

Ülejäänud sademed ($502 - 361 = 141 \text{ m}^3/\text{ööp}$) toidavad põhjavett.

Lumesulavee (LSV) juurdevoolu uuringuruumi alale on arvutatud võrrandist⁵:

$$W_{LSV} = \frac{\alpha \cdot \beta \cdot h_{lumi} \cdot S}{t_{LSV}}$$

kus

β – koefitsient, mis arvestab karjääri lumekoristust, tavaliselt $\beta = 0,5$;

h_{lumi} – aastane lume kogus; $h_{lumi} = 0,161 \text{ m}$ (arvestatud on detsember, jaanuar, veebruar ja märts);

t_{LSV} – intensiivse lumesulamise aeg tundides, võetud on 2 nädalat ehk 336 tundi.

Pannes algandmed võrrandisse, saame:

$$W_{LSV} = \frac{0,85 \cdot 0,5 \cdot 0,161 \cdot 328200}{336} \approx \mathbf{67 \text{ m}^3 \text{ tunnis ehk } 1608 \text{ m}^3/\text{ööp}}$$

Vee juurdevool edaspidi rajatavasse karjääri toimub põhjavee, sademete ja lumesulavee arvel. Karjäär drenib põhjavett aastaringselt, sademete ja lumesulavee osakaal on episoodiline. Vee juurdevoolu hulk sõltub: põhjaveetasemest, karjääri pindalast ja sügavusest, aastaajast. Tehtud arvutused on tinglikud ja arvestatud veetaseme alandamisega 7 m kogu uuringuruumis.

Uuringuruumi efektiivraadius $r_e = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$, kus S on uuringuruumi pindala 32,82 ha. Uuringuruumi mõjuraadius on arvutatud Sichardi valemiga: $r_m = 3000^6 \cdot s \cdot \sqrt{k}$, kus s on veetaseme alandus, m ja k on filtratsioonimoodul, m/s. Karjääri juurdevool külgnevatest kivimitest on arvutatud valemiga: $Q_1 = W \cdot \pi \cdot (r_m^2 - r_e^2)$, kus W – infiltreerunud sademete hulk, m; r_m – mõjuraadius; r_e – efektiivraadius. Sademete koguse (Q_2) arvutamiseks korrutame sademete hulga, millest on lahutatud aurumine, karjääri pindalaga. Summaarne juurdevool karjääri moodustub sademetest ja külgnevatest kivimitest tuleneva juurdevoolu summana.

Tabel 4. Uuringuruumi mõjuraadiuse ja juurdevoolu tulemused kui kavatakse veetaseme alandada ca 7 m

Efektiiv- raadius (r_e), m	Mõju- raadius (r_m) m	Üldine mõju- raadius ($R=r_e+r_m$), m	Infiltreerunud sademete hulk (W), m/ööp	Juurdevool külgnevatest kivimitest (Q_1), m ³ /ööp	Sademete kogus (Q_2), m ³ /ööp	Summaarne juurdevool ($Q_1 + Q_2$), m ³ /ööp
323	875	1198	0,00033	594	108	702

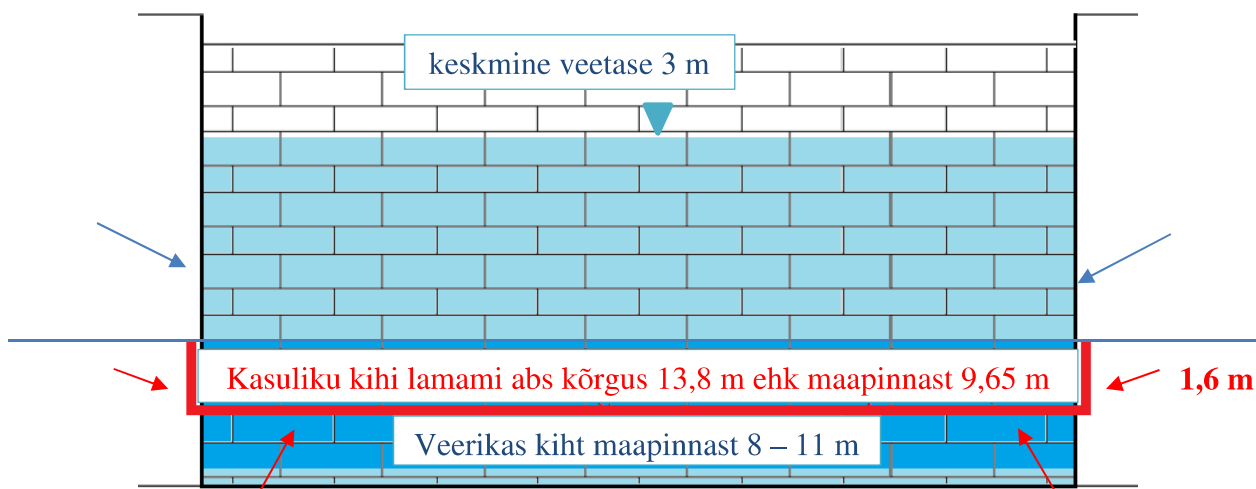
Lähtuvalt eeltoodust saame veetaseme alandamisel 7 m 32,82 ha pindalal karjääri juurdevooluks ca 702 m³/ööp ehk ca 22 tuhat m³/kuus ehk 255 tuhat m³ aastas. Pumpamisandmetel oli suurim põhjavee juurdevool maapinnast vahemikus 8–11 m ehk abs kõrgused 15,4–12,4 m. Kasuliku kihi lamamiks on abs kõrgus 13,8 m, mis tähendab, et alumine 1,6 m

⁵ Абрамов С.К., Газизов М.С., Костенко В.И. 1976. Защита карьеров от воды. – М.: Недра, 229 с.

⁶ Environment Agency. 2007. Hydrogeological Impact Appraisal for Dewatering Abstractions.

⁷ Marinelli, F., Niccoli, F.L. 2000. Simple Analytical Equations for Estimating Ground Water Inflow to a Mine Pit. Ground Water vol 38 no 2. p 311-314.

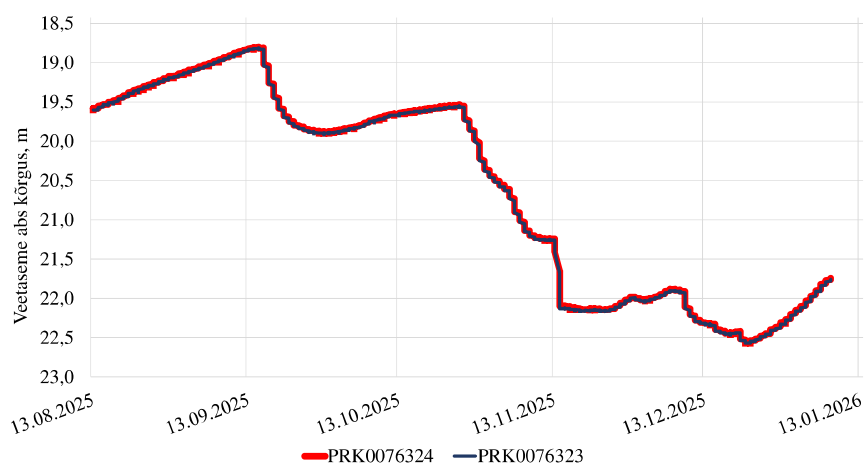
(15,4 – 13,8) kasuliku kihi osa kaevandamine on raskendatud. Karjääri juurdevool külgnevatest kivimitest tuleb kuni sügavuseni 5 m maapinnast, sügavusvahemikus 8 – 9,65 m maapinnast - külgnevatest kivimitest ja karjääri põhjast (joon 3).



Joonis 3. Suurekivi uuringuruumi avatava karjääri juurdevool erinevatel sügavustel maapinnast

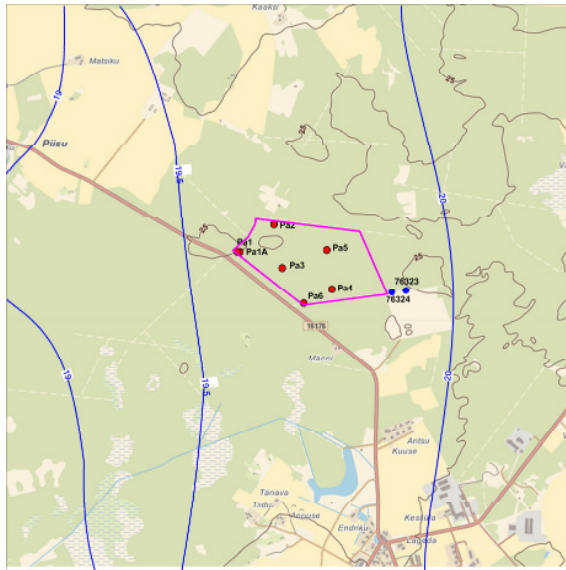
Kaevandamisel tuleks alustada ülemise, kuiva, astanguga, seejärel alumise astangu kaevandamine osalise vee alandusega. Eelduseks on vähendada põhjavee alanduslehtri levikut. Osa varust, mis jääb allapoole alandatud põhjaveetasel, on tehnoloogiliselt võimalik väljata ka veealuse kaevandamisega.

Suurekivi uuringuruumi põhjaveetaseme modelleerimisel kasutati lisaks kuue uuringupunkti veetasemete andmetele (tabel 1) ka kahe hüdrogeoloogilise uuringu puuraugu: PRK0076324 ja PRK0076323, veetaseme andmeid. Uuringu puuraukudes ajavahemikul 13.08.2025 – 07.01.2026 alandati vastavalt kaevetöödele veetasel 3,75 m (joonis 4).

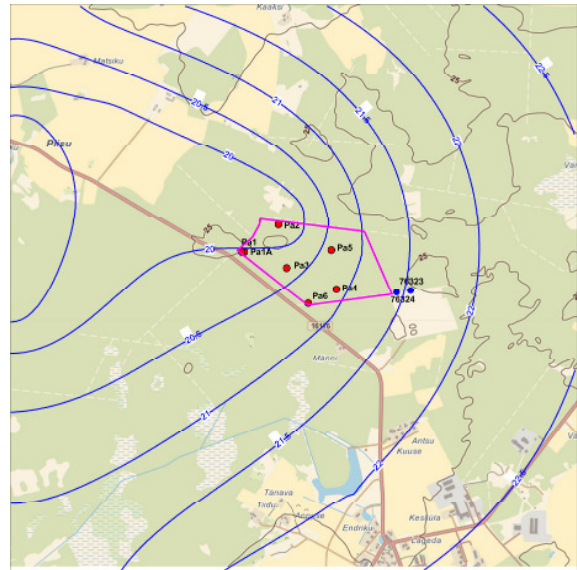


Joonis 4. Puuraukude PRK0076324 ja PRK0076323 veetaseme muutus ajavahemikul 13.08.2025 – 07.01.2026

Looduslik põhjaveetaseme modelleerimine erinevatel aastaegadel näitab veetasemete erinevust, mis on esitatud joonisel 5.



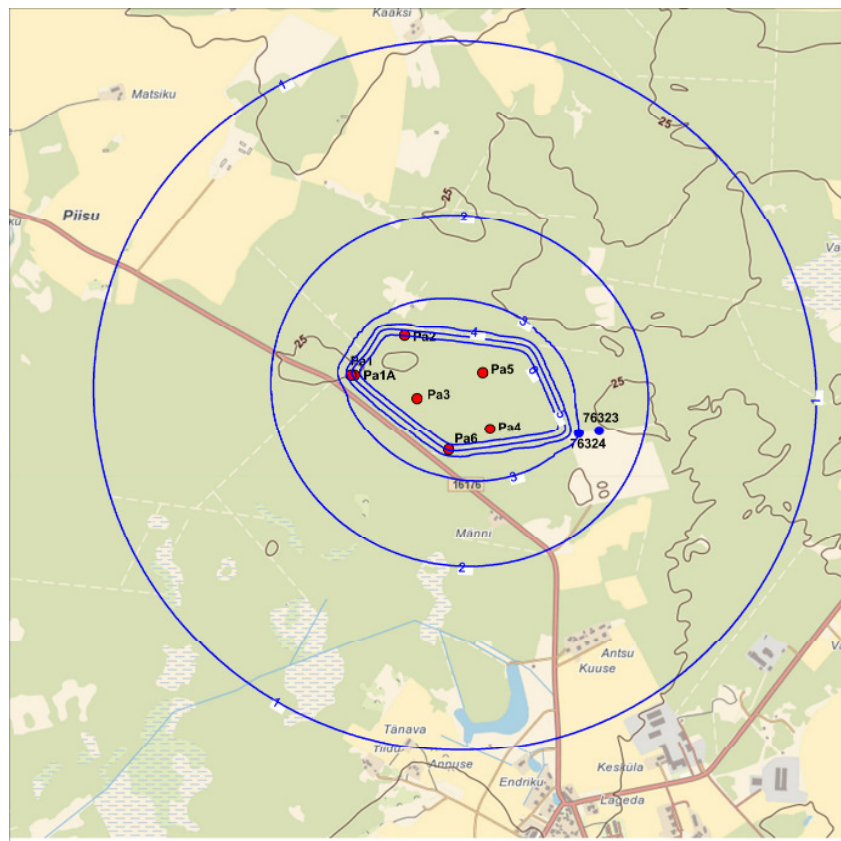
Suvi



Talv

Joonis 5. Põhjaveetase Suurekivi uuringuruumi ümbruses suvel ja talvel

Kui Suurekivi uuringuruumis alandatakse veetaset 7 m, siis uuringuruumi ümbruses kujuneks alanduslehter raadiusega 1,2 km (joonis 6).



Joonis 6. Suurekivi uuringuruumi mõju ulatus kui kogu alal alandatakse veetaset 7 m

Kokkuvõtteks

Suurekivi uuringuruumis paikneb kasulik kiht ca 75% ulatuses allpool põhjaveetaset.

Uuringuruumi alal on tegemist vabapinnalise põhjaveega.

Pumpamiskatsel paarispuuraukudes 1 ja 1A alanes veetase 0,06 m mõlemas puuraugus üheaegselt, veetaseme taastumine oli momentaalne. Vee juurdevool puuraukudesse 1 ja 1A tuli sügavusvahemikust 8 – 11 m, $q = 2,12 \text{ l/s}\cdot\text{m}$ ehk $110 \text{ m}^3/\text{ööp}\cdot\text{m}$, filtratsioonimoodul $k = 150 \text{ m/ööp}$. Juurdevool tulevasse karjääri on väga suur maapinnast sügavusvahemikus 8 – 11 m ehk abs kõrgused 13,8 – 15,4 m. Selles vahemikus on Siluri vabapinnalise põhjaveekihi kuivendamine raskendatud.

Sademetek hulk on lühiajalise iseloomuga. Lumesulavee osatähtsus tühine.

Põhjaveetaseme mõjuraadiuse modelleerimise tulemus iseloomustab kogu uuringuruumi piires veetaseme alandamist *ca* 7 m.

Pumpamiskatse:

Mati Lelgus
geoloog

Ülevaate koostas:

Katrin Erg
hüdrogeoloog

Maavarauuringud OÜ
Hüdrogeoloogiliste tööde tegevusluba KHY000053
Liiv 41 Tartu 50303
Iva 12 Tallinn 12618
mob +372 5349 1628