

OÜ Inseneribüroo STEIGER

**Pannjärve liivamaardla
Pannjärve uuringuruumi
geoloogilise uuringu aruanne**
(varu seisuga 01.01.2023)

Töö nr 22/4137

Tallinn 2023

Kinnitan:

Helis Pormeister
Juhatuse liige

Geoloogilise uuringu tegid:

Mairy Tammekänd
Geoloogiainsener

Marge Uppin
Hüdrogeoloog

Kaja Paat
Joonestaja

ANNOTATSIOON

Pannjärve liivamaardla Pannjärve uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne (varu seisuga 01.01.2023).

Aruanne ühes köites, teksti 60 lk, 18 tekstilisa, 4 graafilist lisa, 3 digitaalset lisa. OÜ Inseneribüroo STEIGER, aadress: Männiku tee 104/1, 11216 Tallinn, 2023.

Pannjärve uuringuruumi geoloogilise uuringu tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER Osäühing Eesti Killustik tellimusel. Pannjärve uuringuruum teenindusala pindalaga 83,81 ha asub Ida-Viru maakonnas Alutaguse vallas Vasavere külas OÜ-le Eesti Killustik kuuluval katastriüksusel Pannjärve karjäär (katastritunnus 22901:001:0118) ning riigile kuuluvatel katastriüksustel Pannjärve liivakarjäär (katastritunnus 22901:001:0160), Ahtme metskond 25 (22901:001:0239), Uus-Pannjärve liivakarjäär (22901:001:0142) ning Liivaaugu (13001:001:0786). Põhjaosas piirneb uuringuruum Pannjärve II liivakarjääri mäeeraldise (kaevandamisloa nr KMIN -072, kehtivusega kuni 27.03.2030) lääne-, põhja- ning idapiiriga, hõlmates osaliselt selle teenindusmaad, ja Pannjärve liivakarjääri mäeeraldise (kaevandamisloa nr L.MK/330972, kehtivusega kuni 27.03.2025) kagu- ja edelapiiriga, hõlmates samuti osaliselt selle teenindusmaad.

Pannjärve liivamaardla maa-ala paikneb tervikuna Vasavere mattunud ürgoru kohal ning on seotud lõuna-põhja suunas väljavenitatud Vasavere-Kurtna mõhnastikuga, kus kasuliku kihi moodustavad Võrtsjärve alamkihistu glatsiofluviaalsed setted – muutliku terasuurusega, valdavalt keskmiseteralised liivad. Pannjärve liivamaardlas on aastakümnete pikkuse kaevandamise tulemusena tekkinud tehisiärv Vasavere Mustjärv.

Pannjärve uuringuruumi teenindusalal on reljeef ebatasane ja muutlik. Uuringuruumist ligikaudu kolmandiku moodustab looduslik metsamaa (uuringuruumi põhjaosas ja äärmises lääneservas), lõunaosas kaevandamise poolt mõjutatud ala, kus on kattekiht kooritud, maavara väljatud ja osaliselt tagasitäidetud. Ülejäänud kolmandiku moodustab kaevandamise tulemusena tekkinud tehisiärv. Maapinna absoluutkõrgused jäävad uuringuruumi põhjaosas vahemikku ~51 - 64 m ja läänesosas 44 - 54 m.

Tööde käigus 2021. ja 2022. a rajati Pannjärve uuringuruumi 25 geoloogilist puurauku sügavusega kuni 32,6 m, 4 hüdrogeoloogilist puurauku sügavusega kuni 17,7 m ja uuringuruumi läänesosas 4 nõlvapuhastust sügavusega kuni 17,65m. Kattekihi paksuse täpsustamiseks tehti uuringuruumi läänesosasse 30 kaevandit ja edelaservas täpsustati turbalasundi paksust viie kuni 4,85 m sügavuse sondeerimispunktiga. Kasuliku kihi lasumi ja lamami mudel on koostatud 2021. a, 2022. a, 2017. a (Vahtra, 2018) ja 1962. a (Voolma, 1963) uuringupunktide andmete põhjal. Maavara kvaliteeti on iseloomustatud vaid 2021. a, 2022. a ja 2017. a andmete põhjal.

Uuringuruumi põhjaosas moodustab loodusliku katendi vaid 0,1 m paksune kasvukiht. Uuringuruumi lääne- ja lõunaosas moodustab katendi kas turvas, varasema kaevandamise käigus peale ladustatud orgaanikarikas liiv või vanade liivakaartide põhjad. Kattekihi paksus on 0,0 - 5,8 m (keskmine 2,3 m).

2021 - 2022. a puuraukudes avati kõigis lamamisetted ning kasuliku kihi paksus (ilma vahekatendita) on puuraukude põhjal uuringuruumi põhjaosas 17,4 - 30,5 m ja lõuna- ning läänesosas 7,2 - 19,1 m.

Kvaternaarisetete põhjavesi jääb uuringuruumi põhjaosas 7,4 - 20,0 m sügavusele maapinnast (abs 40,4 - 44,3 m, keskmine 42,5 m) ja lõuna- ning lääneosas 0,7 - 8,8 m sügavusele (abs 43,0 - 46,6 m, keskmine 44,5 m).

Geoloogilise uuringu tulemusena arvatati tarbevaru Pannjärve uuringuruumis kokku 34,42 ha pindalal arvestades sealjuures uuringuruumi jäävate kitsenduste ja piirangutega. Töö tulemusena esitatakse Maa-ametile kinnitamiseks Pannjärve liivamaardla koosseisus maavaravaru järgmiste pindalade, varu koguste ja kategooriatega (seisuga 01.01.2023):

- ehitusliiva aktiivset tarbevaru 5,29 ha pindalal 642 tuh m³ (plokk 16, kogumahus veepealne);
- täiteliiva aktiivset tarbevaru 5,29 ha pindalal 539 tuh m³ (plokk 17, kogumahus veealune);
- ehitusliiva aktiivset tarbevaru 15,60 ha pindalal 331 tuh m³ (plokk 18, kogumahus veepealne);
- ehitusliiva aktiivset tarbevaru 15,60 ha pindalal 1534 tuh m³ (plokk 19, kogumahus veealune);
- ehitusliiva aktiivset tarbevaru 1,56 ha pindalal 60 tuh m³ (plokk 20, kogumahus veepealne);
- ehitusliiva aktiivset tarbevaru 2,20 ha pindalal 333 tuh m³ (plokk 21, kogumahus veepealne);
- täiteliiva passiivset tarbevaru 2,20 ha pindalal 309 tuh m³ (plokk 22, kogumahus veealune);
- täiteliiva aktiivset tarbevaru 8,90 ha pindalal 76 tuh m³ (plokk 23, kogumahus veepealne);
- täiteliiva aktiivset tarbevaru 8,90 ha pindalal 664 tuh m³ (plokk 24, kogumahus veealune);
- ehitusliiva passiivset tarbevaru 0,87 ha pindalal 123 tuh m³ (plokk 25, kogumahus veepealne);
- täiteliiva passiivset tarbevaru 0,87 ha pindalal 103 tuh m³ (plokk 26, kogumahus veealune).

Võtmesõnad: Ida-Viru maakond, Alutaguse vald, Pannjärve liivamaardla, ehitusliiv, täiteliiv, aktiivne tarbevaru, passiivne tarbevaru, puuraugud, kaevandid.

Koostas:

Mairy Tammekänd

SISUKORD

1. SISSEJUHATUS	7
2. UURINGUPIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS	9
3. GEOLOOGILINE UURITUS	16
4. UURINGUMETOODIKA JA MAHT	18
4.1 Puuraukude ja kaevandite rajamine	18
4.2 Laboratoorsed tööd	19
4.3 Hüdrogeoloogilised tööd	19
4.4 Topograafilised tööd	20
4.5 Kameraaltööd	20
4.6 Geoloogiliste tööde mõju keskkonnale	21
5. GEOLOOGILINE EHITUS	22
6. MAAVARA KVALITEET	31
7. HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED	39
7.1 Kvaternaari setete veekihid	39
7.2 Veevarustus	39
7.3 Pinnavesi	40
7.4 Kvaternaari setete veetasel mõjutavad tegevused	40
7.5 Hüdrogeoloogilised uuringud	40
7.6 Pannjärve karjääri laiendamise mõju veekeskkonnale	42
8. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED	45
9. VARU ARVUTUS	48
9.1 Plokk 16 aT/17 aT varu arvutus	49
9.2 Plokk 18 aT/19 aT varu arvutus	50
9.3 Plokk 20 aT varu arvutus	51
9.4 Plokk 21 aT/22 pT varu arvutus	51
9.5 Plokk 23 aT/24 aT varu arvutus	52
9.6 Plokk 25 pT/26 pT varu arvutus	53
9.7 Muudatused maavarade registris	56
10. KOKKUVÕTE	58
11. KASUTATUD KIRJANDUS	60

TEKSTILISAD

1. Geoloogilise uuringu luba L.MU/332719	61
2. Uuringupunktide kataloog (2021. a, 2022. a, 2017. a)	63
3. Uuringupunktide kataloog (1962. a)	66
4. Proovide kataloog	68
5. Geoloogilised kirjeldused	71
6. OÜ Inseneribüroo STEIGER labori protokoll (2022. ja 2017. a)	157
7. Lõimise kaalutud keskmiste arvutused varuplokkides	177
8. Varu arvutuse tulemused	184

9. Topograafilise mõõdistamise seletuskiri.....	190
10. Riigimetsa Majandamise Keskuse kooskõlastus	191
11. Puurakude ja kaevandite likvideerimise akt	193
12. KKA korraldus maa korrastamise akti heakskiitmise kohta.....	199
13. Puurkaevude kanne Eesti Looduse Infosüsteemis EELIS	201
14. Telekommunikatsioonialased tehnilised tingimused (Telia Eesti AS)	218
15. Elektrilevi OÜ tehnilised tingimused.....	222
16. Kaitseministeeriumi kooskõlastus	224
17. OÜ Järve Biopuhastus kooskõlastus.....	225
18. Tellija arvamus.....	233
Maa-ameti peadirektori korraldus varu kinnitamise kohta	

GRAAFILISED LISAD

1. Topograafiline ja varu arvutuse plaan. Mõõtkava 1 : 2000
2. Geoloogilised läbilõiked I - I'... III - III'. Mõõtkava hor. 1 : 2000, vert. 1 : 200
3. Geoloogilised läbilõiked IV - IV'...VII - VII'. Mõõtkava hor. 1 : 2000, vert. 1 : 200
4. Plokkide paiknemise plaan. Mõõtkava 1 : 2000

DIGITAALSED LISAD

1. Isojooned_lamam_EH.dgn
2. Isojooned_lasum_EH.dgn
3. Isojooned_maapind_EH.dgn

1. SISSEJUHATUS

Geoloogiline uuring Pannjärve uuringuruumis tehti OÜ Eesti Killustik tellimisel ja geoloogilise uuringu loa nr L.MU/332719 alusel (Lisa 1). Töö eesmärk oli uurida olemasoleva karjääri laiendamisvõimalusi täpsustades uuringuruumis leviva maavara-lasundi paksust ja kvaliteeti, hinnata selle lasumisse jääva katendi paksust, sealhulgas varasemalt kaevandatud ja kohati tagasitäidetud aladel ning selgitada hüdrogeoloogilisi ja kaevandamistingimusi.

Geoloogiline uuring tehti detailsusega, mis lubab hinnata maavara kogust aktiivse tarbevaruna, et hiljem taotleda kaevandamisluba kas uuringuruumis kontuuritud varule tervikuna või osaliselt. Maavarvaru ammendamine maksimaalsel võimalikul viisil võimaldaks kaevandatud ala kaevandamisjärgselt nõuetekohaselt korrastada.

Pannjärve geoloogiline uuring toetab Vabariigi Valitsuse vastuvõetud ehitusmaavarade kasutamise riikliku arengukavaga (2011 - 2020) seatud eesmärke. Arengukavas on seatud eesmärk, et maardlate kasutusse võtmisel tuleb eelistada juba avatud maardlate maksimaalset võimalikku kasutamist, mille kohta on piisavalt vajalikku informatsiooni nii keskkonnatingimuste kui ka kaevandamise tehnoloogiliste võimaluste kohta. Samuti eelistatakse olemasolevate mäeeraldiste laiendamist. Käesoleva uuringu puhul on tegu Pannjärve liivakarjääri ja olemasoleva Pannjärve II liivakarjääri laiendamisvõimaluste uurimisega.

Ehitusmaavaradest lähtudes on riigi huvi tagada tarbijate, eelkõige riigi infrastruktuuri ehitusobjektide nõuetekohane ja majanduslikult optimaalne varustamine kvaliteetsete ehitusmaavaradega, luua tingimused kaevandamise ja kasutamise tehnoloogia iga-külgeks arenguks, võttes tarvitusele kõik meetmed ehitusmaavarade ratsionaalseks kasutamiseks ning maavara ja keskkonna kaitsmiseks. Pannjärve liivamaardlas on piirkonna suurimad kvaliteetse ehitusliiva varuga karjäärid Ida-Virumaal ja sellele alternatiivset maardlat hetkel ei ole. Pannjärve liivakarjääris on nii veepealne kui ka veealune maavara suures osas ammendatud. Pannjärve II liivakarjääris on suurem osa veepealsest varust väljatud. Veepealset varu leidub vaid mäeeraldise põhjaosas ning kagu- ja lõunanõlvas. Karjääridest saavad tooraine enamik suuremaid betoontoodete valmis-tajaid piirkonnas. Liiva kasutatakse tänu heale filtratsioonile ehitus- ja silikaltsiidiliivaks täitematerjalina vee- ja kanalisatsioonitöödel, teede ja platside ehitusel ning üldehituses. Tagamaks piirkonna kindlustatust kvaliteetse ehitusliivaga ka edaspidi, on oluline laiendada kaevandamisala. Kuigi Pannjärve maardlas karjääride laiendamisele on takistuseks mitmed piirangud (peamiselt hüdrogeoloogilised probleemid), on oluline teha täiendavaid (keskkonna)uuringuid ja leida lahendusi, et tulevikus saaks maksimaalselt maavaravaru kasutada.

Kaevandatud alad tuleb tulevikus nõuetekohaselt korrastada arvestades edasise maa-kasutusega ning tagada, et kaevandamisest põhjustatud järelmõjud oleksid minimaalsed, kaevandatud alad oleks inimestele ja loomadele ohutud ning samas säilitada ja taastada esteetiliselt vastuvõetav maastikuilme.

Pannjärve uuringuruum jääb tervikuna Vasavere veehaarde toitealale. Põhjaveehaardes kasutatava põhjavee kvaliteedi pikaajaliseks säilitamiseks on vajalik kaitsta veehaarde toiteala. Maapinnalähedaste veekihtide kasutamisel sõltub põhjavee kvaliteet otseselt maakasutusest toitealal. Veeseaduse kohaselt on joogiveehaarde toiteala piirkond, millelt

põhjavesi liigub veehaardesse ning kus tuleb vältida pinna- ja põhjavee kvaliteedi halvenemist ulatuses, mis võib kaasa tuua joogivee tootmisel veetöötuse kulude olulise suurenemise. Mitmed uuringud (Metsur, 2020; Karro, jt. 2021) on jõudnud järeldusele, et liiva kaevandamist tuleks piirata, säilitamaks põhjavee koguseline seisund ning vältimaks põhjavee kvaliteedi halvenemist. Karjääri kavandatava laienemisega võib kaasneda soosetete vee intensiivsem juurdevool karjäärijärve ja veehaarde toitumistingimuste halvenemine. Samuti suureneb veehaarde vee reostumise oht, kuna karjääri seirekaevus on tuvastatud fenooli ja naftasaaduseid, mis viitavad võimalikule jääkreostusele karjääris. Karjäärijärve pikendamine põhja suunas võib viia järve veetaseme alanemiseni, mis omakorda põhjustab veetasemete langust nii veehaardes kui ka veehaarde lähedal paiknevates Kuradijärves, Martiskas ja Ahnejärves. Sellest tulenevalt oli geoloogilise uuringu täiendavaks eesmärgiks leida optimaalne kaeveala laiendamisvõimalus minimaalsete mõjudega Vasavere veehaardele ja piirkonna veerežiimile.

Keskkonnaameti 04.04.2019. a korralduse nr 1-3/18/639 alusel väljastati OÜ-le Eesti Killustik Pannjärve uuringuruumi geoloogiline uuringuluba L.MU/332719 kehtivusajaga kolm aastat (Lisa 1). Geoloogilise uuringu tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER.

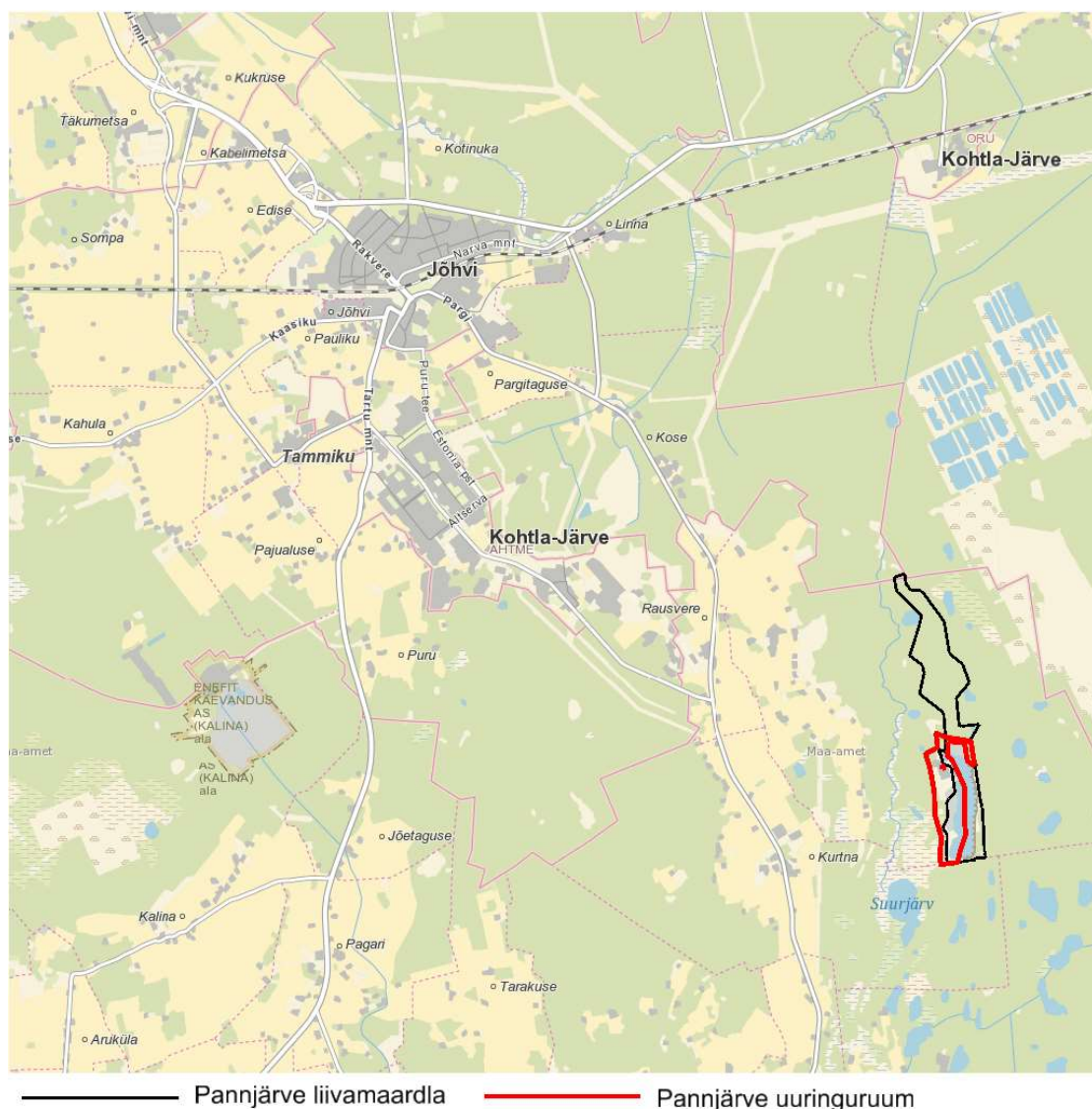
Välitööl 2021. a mais, juunis, juulis ja 2022. a jaanuaris rajati Pannjärve uuringuruumi 25 geoloogilist puurauku sügavusega kuni 32,6 m, 4 hüdrogeoloogilist puurauku sügavusega kuni 17,7 m ja uuringuruumi lääneosas 4 nõlvapuhastust sügavusega kuni 17 m. 2021. a juulis tehti kattekihi paksuse täpsustamiseks uuringuruumi lääneosasse 30 kaevandit ja uuringuruumi edelaservas täpsustati turbalasundi paksus viies kuni 4,85 m sügavuses sondeerimispunktis. Puurimistööd tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER. Kaevandid rajati ja nõlvapuhastused tehti OÜ Eesti Killustik Pannjärve karjääris töötava ekskavaatoriga ja labidaga. Hüdrogeoloogilistest töödest mõõdeti põhjavee tasemed puuraukudes ja tehti katsepumpamised kolmes puuraugus. Puuraukudest ja nõlvapuhastustest võeti kokku 169 proovi, milles määrati setete terastikuline koostis ja kolmes koondproovis filtratsioonimoodul. Katendisse jäävas orgaanikarikkas liivas määrati 21 proovis huumusesisaldus kolorimeetrilisel meetodil. Laboratoorsed tööd tehti OÜ Inseneribüroo STEIGER akrediteeritud ehitusmaterjalide laboratooriumis. Uuringuala mõõdistati instrumentaalselt, mille alusel koostati topograafiline plaan mõõtkavas 1 : 2000.

Välitöid organiseerisid ja viisid läbi geoloogiainsenerid Mairi Tammekänd, Mark Karimov ja Sven Siir. Aruande koostas Mairi Tammekänd ja hüdrogeoloogilise hinnangu koostas hüdrogeoloog Marge Uppin. Graafilised lisad vormistas ja varu arvutas joonestaja Kaja Paat.

Geoloogilise uuringu metoodikas lähtuti keskkonnaministri 17.12.2018. a määrusest nr 52 „Üldgeoloogilise uurimistöö ning maavara geoloogilise uuringu kord ja nõuded ning nõuded fosforiidi, metallitoorme, põlevkivi, aluskorra ehituskivi, järvelubja, järvemuda, meremuda, kruusa, liiva, lubjakivi, dolokivi, savi ja turba omaduste kohta maavarana arvelevõtmiseks”.

2. UURINGUPIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS

Pannjärve uuringuruumi teenindusala pindalaga 83,81 ha paikneb Ida-Viru maakonnas, Alutaguse vallas, Vasavere külas, osaliselt Pannjärve liivamaardlas (registrikaardi nr 0210). Uuringuruumi hõlmab osaliselt või täielikult viit kinnistut: Pannjärve liivakarjäär (katastritunnus 22901:001:0160, mäetööstusmaa), Ahtme metskond 25 (katastritunnus 22901:001:0239, maatulundusmaa), Pannjärve karjäär (katastritunnus 22901:001:0118, tootmismaa), Uus-Pannjärve liivakarjäär (katastritunnus 22901:001:0142, mäetööstusmaa) ning Liivaaugu (katastritunnus 13001:001:0786, sihtotstarbeta maa). Lähimad linnad on Kohtla-Järve ja Jõhvi, mis asuvad linnulennult 4 - 10 km kaugusel loode suunas. Lähim külakeskus on ~2 km kaugusel asuv Kurtina küla (Joonis 2.1).



Joonis 2.1. Pannjärve uuringuruumi teenindusala asukohaplaan. Plaani koostamisel on kasutatud Maa-ameti kaardirakendust

Pannjärve liivamaardla paikneb tervikuna Vasavere mattunud ürgoru kohal ning on seotud lõuna-põhja suunas väljavenitatud Vasavere-Kurtina möhnastikuga. Pannjärve liivakarjääris alustati liiva veepealse kaevandamisega 1964. aastal ja veealuse kaevandamisega 1979. aastal. Selle tulemusena ei ole tänaseks suur osa Pannjärve uuringuruumist enam looduslikus seisundis. Pannjärve karjääri keskele on moodustunud tehisiärv (Vasavere

Mustjärv), mille veepeegli pindala on ~41,5 ha. Pannjärve uuringuruumi piires on reljeef ebatasane ja muutlik, kus absoluutkõrgused jäävad vahemikku 44,0 - 64,0 m. Maapind on madalam lõuna- ja lääneosas ning kõrgem uuringuruumi põhjaosas.

Uuringuruumi põhjaosas Ahtme metskonna maadel kasvab ~60 - 80 aasta vanune männimets, kattes alla kolmandiku uuringuruumi teenindusala (Foto 2.1). Uuringuruumi lääne- ja lõunaosas paiknevad arendaja laod ja infrastruktuur, karjääride majandamisega seotud hooned, garaažid ning hooldusplatsid. Lääneserva jääb raba ning vähem kui 10 aasta vanune segamets. Uuringuruumi lääneosas on tegemist juba kaevandamise poolt mõjutatud alaga, kus kattekiht on osaliselt kooritud ja maavara väljatud (Foto 2.2) ning kohati tagasitäidetud. Ülejäänud kolmandiku uuringuruumist moodustab tehisjärv (Foto 2.3).



Foto 2.1. Uuringuruumi põhjaosas männimets puurauk 2 läheduses (Foto: Mark Karimov, 27.05.2021, N 59°28'54" ja E 27°56'62")

Pannjärve uuringuruum kattub osaliselt Pannjärve liivamaardlaga (Joonis 2.2). Maavarade registrisse kandmiseks esitatavad plokid 16 ja 17 kattuvad Pannjärve liivamaardla (registrikaart nr 0210) ehitusliiva aktiivse reservvaru plokkidega 2, 6 ja 7 ning ehitusliiva passiivse reservvaru plokiga 3, plokid 18 ja 19 ning 23 ja 24 kattuvad täiteliiva aktiivse reservvaru plokkidega 8 ja 9, hõlmates olemasolevaid plokkide osaliselt. Varuplokid 21 ja 22 kattuvad pindaliselt täielikult Pannjärve liivamaardla ehitusliiva passiivse reservvaru plokiga 3.

Varuplokid 16 ja 17 külgnevad vahetult kagus ja lõunas asuvate olemasolevate mäeeraldistega Pannjärve liivakarjäär (loa nr L.MK/330972; loa omaja Osaühing Eesti Killustik) ja Pannjärve II liivakarjäär (loa nr KMIN-072; loa omaja Osaühing Eesti Killustik). Pannjärve ja Pannjärve II liivakarjääride mäeeraldiste teenindusmaad kattuvad osaliselt 16, 17, 18, ja 19 varuplokkidega.

Lääne poolt külgneb uuringuruum Puhatu turbamaardla (registrikaardi nr 0198) hästilagunenud turba aktiivse reservvaru plokiga 10 aT (Joonis 2.2). Pannjärve uuringuruum kattub Estonia põlevkivimaardlaga (registrikaardi nr 0036). Pannjärve uuringuruumist

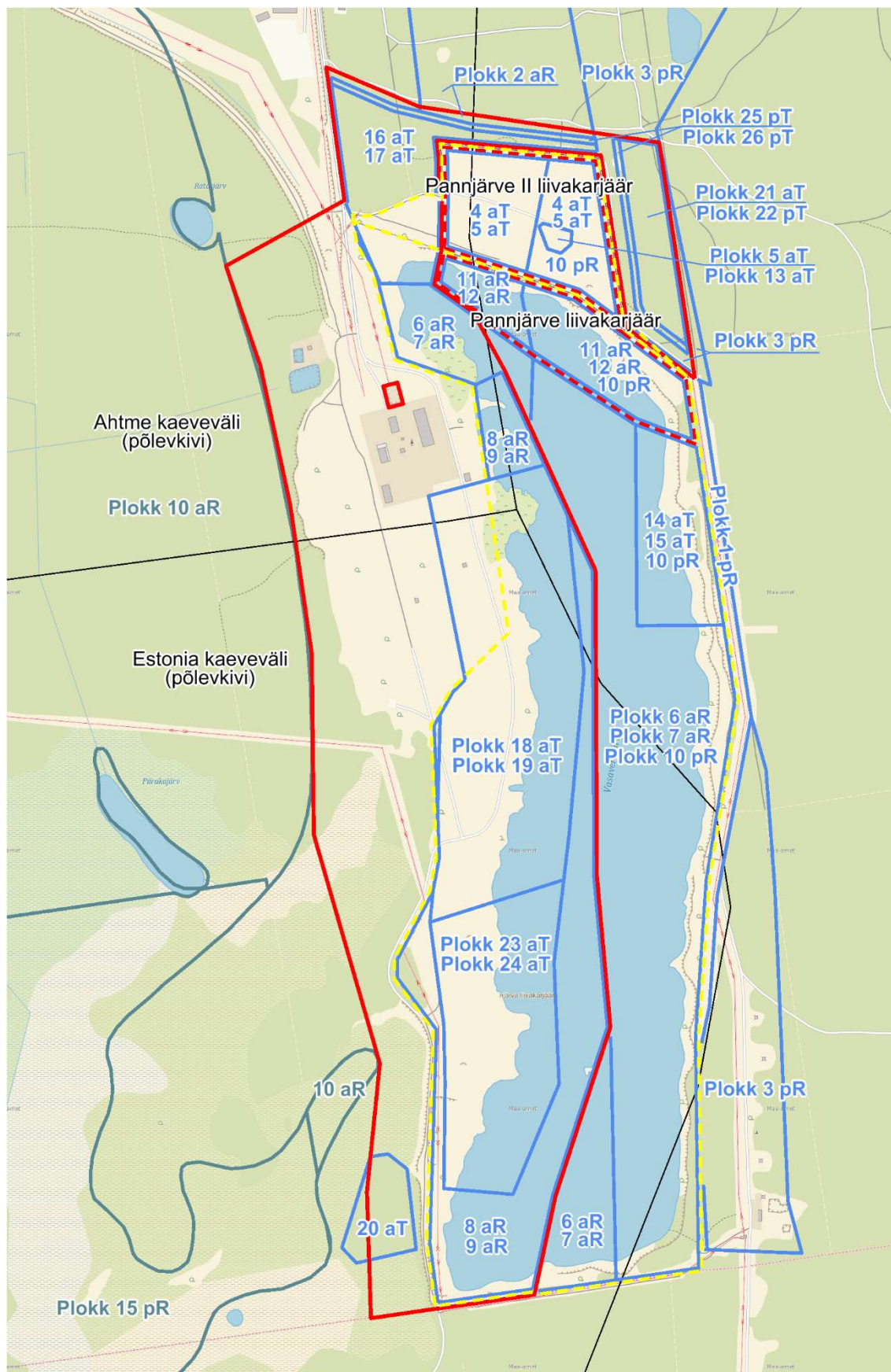
linnulennult ~2 km kaugusel idas asub Sirgala II põlevkivikarjäär (kaevandamisloa nr KMIN-087). Linnulennult ~2,8 km kaugusel lääne suunas asub Estonia Kaevandus (kaevandamisloa nr KMIN-054).



Foto 2.2. Kaevandamisest mõjutatud uuringuruumi lõunaosa (puurauk 15 läheduses)
(Foto: Mark Karimov, 27.05.2021, N 59°27'99" ja E 27°55'98")



Foto 2.3. Vaade Pannjärve II liivakarjääri põhjanõlvalt lõuna suunas ja Vasavere Mustjärvele (foto M. Tammekänd, 31.05.2021, N 59°28'66" ja E 27°56'46")



Joonis 2.2. Pannjärve uuringuruumi paiknemine Puhatu turbamaardla ja Pannjärve liivamaardla suhtes ning uuringuruumis moodustatud uued varuplokid. Plaani koostamisel on kasutatud Maa-ameti kaardirakendust

Uuringuruum piirneb lõuna-, põhja- ning kirdeosast Alutaguse rahvuspargi (tunnus KLO1000669) Kurtna maastikukaitsealaga (Joonis 2.3). Uuringuruumi teenindusalale ei jää ühtegi Natura 2000 võrgustiku ega looduskaitseala. Lähimad elumumaad ja maja-pidamised jäävad ~1 km kaugusele lääne suunda Vasavere külla. Alutaguse Puhke- ja Spordikeskus (katastritunnus 22901:001:0255) jääb ~300 m kaugusele loode suunda.

Uuringuruumi lääneossa jääb Kurtnajärve metsatee (tee nr 2290858) ~1 km pikkune lõik, mis Pannjärve uuringuruumi keskosas läheb üle Kurtnajärve erateeks (tee nr 2290858). Pannjärve karjääri tootmiskompleksist saab alguse kruusakattega tee, mis vahetult enne Alutaguse spordikompleksi läheb üle Pannjärve teeks (nr 2290015), mis on ühenduses ~4 km kaugusel asuva Jõhvi - Vasknarva riikliku tugimaanteeaga nr 32. Paralleelselt uuringuruumi põhjapiiriga, selle vahetus läheduses, kulgeb Aknajärve metsatee (tee nr 2290753). Uuringuruumi kirdeosas kulgeb Valgjärve metsatee (tee nr 2290852). Tee-kaitsevööndi laius ja võimalik teelõigu ümbertõstmise tulevikus kooskõlastati Riigimetsa Majandamise Keskusega (Lisa 10), kes ühtlasi juhtis tähelepanu sellele, et maavaravaru kirdeplokki läbib SA Pannjärve Tervisespordikeskusele renditud suusamaratoni rada ning kõik edasine arendustegevus tuleb kooskõlastada Alutaguse valla ja SA Pannjärve Tervisespordikeskusega.

Uuringuruumi keskosasse jäävad keskkonnaseirejaamad 3265 (tunnus SJA1165000), 3263 (tunnus SJA0894000), 3264 (tunnus SJA2953000), 100-P (tunnus SJA1427000) ning 3266 (tunnus SJA9866000). Nendest jaamadest omakorda lõuna poole jääb nimetu puurkaev tunnusega PRK0015045 (veehaarde sanitaarkaitseala 10 m). Need keskkonna-seire jaamad soovitakse tulevikus likvideerida nõuetekohaselt ja asendada käesoleva uuringu raames puuritud uute puurkaevudega PA-5hg, 14hg, 15hg, 24hg mis on kantud seirekaevudena Eesti Looduse Infosüsteemi, KKR koodid vastavalt PRK0068399, PRK0068360, PRK0068398 ja PRK0068361 (Lisa 13).

Uuringuruumi põhjaosas kulgeb 35 - 110kV kõrgepinge elektriõhuliin L-12:AH0 (tunnus KP223682086) kaitsevööndiga 10 m liini teljest (elektriõhuliini mastitõmmitsad või toed, mis jäävad uuringuruumi VID koodid 166110592, 212985693, 199787398, 199787399; kaitsevöönd 1 m objekti teljest). Nimetatud elektriõhuliin ühtib 1 - 20 kV keskpinge elektriõhuliiniga VASAVERE:PJ0 (tunnus K2087631) kaitsevööndiga 10 m liini teljest ning jõuavad uuringuruumis olemasse PANNJÄRVE 35/6 alajaama (tunnus M152418804) kaitsevööndiga 2 m objekti teljest. Lisaks asuvad põhjaosas veel elektrimaakaabelliin L-12:AH0 (tunnus KKL223682086) kaitsevööndiga 1 m liini teljest ning maismaal asuv Telia Eesti AS sideehitis (tunnus 78830184) kaitsevööndiga 1 m liini teljest. Pannjärve uuringuruumi keskossa tuleb lääne poolt 1 - 20 kV keskpinge elektriõhuliin VASAVERE PUMBAJAAM:KR0 (tunnus K1947538) kaitsevööndiga 10 m liini teljest. Uuringuruumi jäävad nimetatud õhuliini juurde kuuluvad kaheksa elektriõhuliini mastitõmmitsat või tuge (VID koodid: 212986152, 212969787, 212969786, 212969785, 212986099, 212986240, 212986218, 212986417; kaitsevöönd 1 m objekti teljest). Viimati mainitud elektriõhuliin kulgeb uuringuruumi lääneosast kuni uuringuruumi lõunaossa ning sealt edasi mööda uuringuruumi lõunaosa ida poole kuni Vasavere 1:(Jõhvi) alajaamani (tunnus M470585).

Eelnimetatud liinirajatistest paiknevad käesoleva uuringu tulemusena moodustatud aktiivse tarbevaru plokkide 16 ja 17 lääneservas 1 - 20 kV (keskpingeliin) elektriõhuliin VASAVERE:PJ0 (VID kood K2087631; Elektrilevi OÜ). Plokke 16 ja 17 läbib elektri-maakaabelliin VASAVERE:PJ0 (VID kood KKL2087631; Elektrilevi OÜ) ning nende

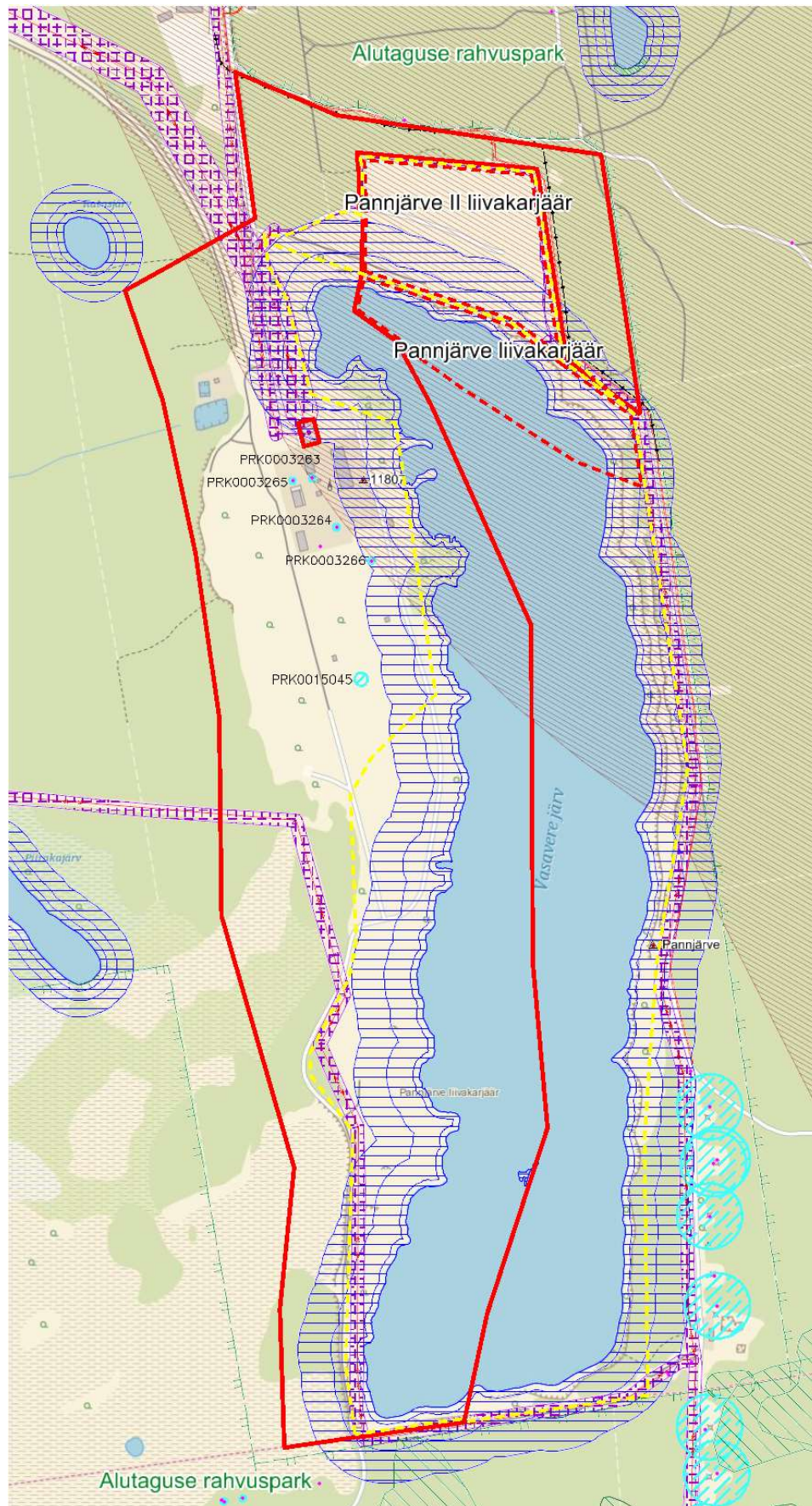
edelaservast kuni 24,8 m kaugusel asub 35 - 110 kV (kõrgepingeliin) elektriõhuliin L-12:(L35103) (VID kood KP223682086; Elektrilevi OÜ), mille kaitsevöönd külgneb kohati vahetult varuplokkide edelapiiriga. Maavaravaru arvele võtmine kooskõlastati liinihaldajaga ning taotleti tehnilised tingimused kaevandamiseks (Lisa 15).

Varuplokkide 16 ja 17 kirdeosa läbivad sideehitis maismaal (VID kood 78830021; Telia Eesti AS) koos selle kaitsevööndiga. Maavaravaru arvele võtmine kooskõlastati liinihaldajaga ning taotleti tehnilised tingimused kaevandamiseks (Lisa 14).

Uuringuruumi põhjaosas asub OÜ Järve Biopuhastus joogivee magistraal DN400, mille kaudu toimib ~60 tuhande elaniku veevarustus. Vastavalt Keskkonnaministri 16.12.2005. a määrusele nr 76 § 2 p 2 on ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni maa-aluste survetorustike (250 mm kuni alla 500 mm siseläbimõõduga torustikul) kaitsevööndi ulatus torustiku telgjoonest mõlemale poole 2,5 m. Vastavalt OÜ Järve Biopuhastus kooskõlastusele on kaitsevööndi ulatuseks 20 m magistraali teljest (Lisa 17).

Suurem osa uuringuruumi idapoolsest osast asub kalda piiranguvööndis (tunnus VEE2025510). Nimetatud kalda piiranguvöönd ei ole takistuseks hilisemaks kaevandamiseks, kuna kalda piiranguvöönd kuulub Vasavere Mustjärve (tunnus VEE2025510) juurde. Nimetatud järv on inimtekkeline ning tekkinud liiva kaevandamise tagajärjel. Kuni 10 ha pindalaga Ratasjärve (keskkonnaregistri kood VEE2025100) kalda piiranguvöönd jääb uuringuruumi teenindusalast ~2,4 m kaugusele loode suunda.

Ligikaudu pool Pannjärve uuringuruumist (sealhulgas moodustatud plokid 16, 17, 21 ja 22 täielikult ning plokid 18 ja 19 osaliselt) kattuvad Sirgala harjutusvälja perspektiivse laienduse piiranguvööndiga. Maavaravaru arvele võtmine kooskõlastati Kaitseministeeriumiga (Lisa 16).



Joonis 2.3. Pannjärve uuringuruumi ja selle lähedusse jäävad piirangud. Plaani koostamisel on kasutatud Maa-ameti kaardirakendust

3. GEOLOOGILINE UURITUS

Pannjärve liivaleiukoha uuringuid alustati 1961. aastal, mil ENSV MN Geoloogia Valitsuse uuringu tulemusena valmis aruanne „Pannjärve-Rääkjärve liivamaardla uuringu tulemustest aastatel 1961 - 63” (Voolma, 1963). Uuringutööde käigus rajati Kurtna mõhnastikule kokku 116 puurauku sügavustega 4 - 71 m (keskmiselt 28 m). Uuringute tulemusel eraldati välja ulatuslik kvaliteetse ehitusliiva leiukoht, mille varud kinnitati Üleliidulises Varude Komisjonis 29.01.1964. a protokollilise otsusega nr 964 järgmiselt:

- A-kategooria: 981,5 tuh m³;
- B-kategooria: 23 568,3 tuh m³ (sh allpool veetaset 14 362,3 tuh.m³);
- C₁-kategooria: 66 894,3 tuh m³ (sh allpool veetaset 44 227,8 tuh.m³);
- C₂-kategoodia 9 169 tuh m³ (sh allpool veetaset 7 929 tuh m³).

1964. aastal rajati Vasavere-Kurtna mõhnastikule Vasavere mattunud ürgoru kohale maardla lääneosasse Pannjärve karjäär, mis on olnud piirkonna kvaliteetse toormega varustaja juba üle 50 aasta. Lisaks kvaliteetsele liivale toimib karjääri vahetus läheduses ka Kohtla-Järvet veega varustav Vasavere veehaare.

1993. a tegi AS Viru Silbet liiva bilansilise jääkvaru arvutuse Pannjärve karjääri mäeeraldise piires (varu seisuga 01.01.1993) (Klimova, 1993).

2014. a koostas OÜ Inseneribüroo STEIGER Pannjärve liivakarjääri ja Pannjärve II liiva-karjääri jääkvaru ümberhindamise ja täiendava varu arvele võtmise seletuskirja (varu seisuga 01.01.2014) (Möldre jt., 2014). Töö tulemusena kustutati keskkonnaregistrist seni arvel olnud varuplokid ning võeti arvele uued plokid uuendatud varu koguste ja pindaladega.

2017. a tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER Pannjärve II liivakarjääri järeluuringu (varu seisuga 31.12.2017) (Vahtra jt., 2018). Kaevandamise käigus oli selgunud, et mäeeraldise piires on maavara levik väga muutlik ning varasem 1962. a uuringu puuraukude võrk ei fikseerinud mäeeraldises esinevaid savi vahekihte ja -läätseid. Samuti esineb kaevandatavas materjalis rauaühenditega tsementeerunud liiva, mis kahjustab betooni pinda, tekitades sellele „rooste“ plekke, kui sellist liiva betooni täiteainena kasutada. Sellest tulenevalt tehti Pannjärve II liivakarjääri mäeeraldise jääkvaru uuring ja rajati tarbevaru tasemele vastav uuringuvõrk, selgitamaks välja mäeeraldise piires tegelik maavara levik ja kvaliteet. Selleks rajati jääkvaru uuringu käigus 9 puurauku, 3 nõlvapuhatust/-šurfi ja 2 šurfi. Uuringupunktidest võeti 59 proovi materjali terastikulise koostise ja 6 proovi huumusesisalduse määramiseks. Varu arvutamiseks kasutati nii 1962. a uuringu kui ka 2017. a uuringu puuraukude/kaevandite ja laboratoorsete analüüside tulemusi. Varu arvutati 31.12.2016. a seisuga, millest lahutati maha 2017. a kaevandatud kogused. Töö tulemusena kustutati maavarade registrist seni Pannjärve II mäeeraldise piires arvel olnud varuplokid ning võeti arvele uued plokid uuendatud varu koguste ja pindaladega.

2021. a koostas OÜ Inseneribüroo STEIGER Pannjärve liivamaardla aktiivse reservvaru plokkide 6 ja 7 osalise ümberhindamise seletuskirja (varu seisuga 01.08.2021. a) (Tammekänd jt., 2021). Varasemalt on maavara väljatud maardla piirkonnas, kus mäendustingimused on kaevandamiseks kõige soodsamad ning tehniliselt keerukamad piirkonnad olid jäetud kaevandamata. Kaevandamise käigus alale tekkinud Vasavere Mustjärve tehisveekogu idanõlvas on märkimisväärses koguses ehitusliiva varu kaevandamata ning

samuti on teostamata kaevandatud ala ja nõlvade korrastamine. OÜ Eesti Killustik soovis varu mõistlikuks ammendamiseks osaliselt ümber hinnata Pannjärve liivamaardla aktiivse reservvaru plokid 6 aR ja 7 aR. Töö tulemusena kinnitati nimetatud plokkide piires 4,11 ha pindalal maavara aktiivse tarbevaruna plokkides 14 aT ja 15 aT.

Alates 1979. aastast on praeguse Pannjärve mäeeraldisel piirides kaevandatud liiva, sh allpool karjääri veetasel hüdrotehhaniseeritud meetodil pinnasepump-süvendajaga. Liiva kätte saamiseks kobestatakse materjal veekogu põhjas ning pumbatakse pulbina hüdropuistangusse. Hüdropuistangul toimub liiva settimine ning vesi ja peenosised juhitakse tagasi veekogusse. Selline tehnoloogia tagab toodangu kvaliteedi, liiva puhtuse ja sobiva terastikulise koostise. Seejuures varistatakse ja pumbatakse ka kogu veepealne astang. Settinud jämedateralisem materjal sõelutakse mobiilse sõeluriga kõrgekvaliteetseks ehitusliivaks, peenem liiv sobib teedeehituseks ja täiteks. Aastas tarnitakse Pannjärve karjäärist ~120 tuh tonni täitematerjale.

OÜ Eesti Killustik kaevandab Pannjärve liivamaardlas Pannjärve liivakarjääris maavara kaevandamise loa L.MK/330972 (kehtivusaeg 27.03.2025) alusel ning Pannjärve II liivakarjääris kaevandamise loa KMIN-072 (kehtivusaeg 27.03.2030) alusel 2018. aastast.

Maavarade registri põhjal on seisuga 30.09.2022. a Pannjärve liivamaardlas (218,35 ha) arvel ehitusliiva aktiivset tarbevaru 1105,937 tuh m³, täiteliiva aktiivset tarbevaru 770,025 tuh m³, ehitusliiva aktiivset reservvaru 15 841,25 tuh m³ ja täiteliiva aktiivset reservvaru 3793,0 tuh m³ ning ehitusliiva passiivset reservvaru 21 861 tuh m³.

Tabel 2.1 Pannjärve liivamaardla maavaravaru seisuga 30.09.2022.

Ploki nimi	Pindala, ha	Varu kogus, tuh m ³	Mäeeraldis	Kasutusala	Uuringuviis
1 pR	2,18	784,0	-	ehitusliiv	2005. a määrus nr 44
2 aR	42,45	11 629,0	-	ehitusliiv	2005. a määrus nr 44
3 pR	92,43	19 564,0	-	ehitusliiv	2005. a määrus nr 44
4 aT	5,95	382,937	Pannjärve II liivakarjäär	ehitusliiv	2005. a määrus nr 44
5 aT	6,13	767,164	Pannjärve II liivakarjäär	täiteliiv	2005. a määrus nr 44
6 aR	31,49	837	-	ehitusliiv	2005. a määrus nr 44
7 aR	31,49	2756	-	ehitusliiv	2005. a määrus nr 44
8 aR	34,42	666	-	täiteliiv	2005. a määrus nr 44
9 aR	34,42	3127	-	täiteliiv	2005. a määrus nr 44
10 pR	35,17	1513	-	ehitusliiv	2005. a määrus nr 44
11 aR	5,13	188,036	Pannjärve liivakarjäär	ehitusliiv	2005. a määrus nr 44
12 aR	5,13	431,214	Pannjärve liivakarjäär	ehitusliiv	2005. a määrus nr 44
13 aT	0,18	2,861	Pannjärve II liivakarjäär	täiteliiv	2005. a määrus nr 44
14 aT	4,11	25	-	ehitusliiv	2018. a määrus nr 52
15 aT	4,11	467	-	ehitusliiv	2018. a määrus nr 52

aT - aktiivne tarbevaru, aR – aktiivne reservvaru; pR – passiivne reservvaru.

4. UURINGUMETOODIKA JA MAHT

Geoloogilise uuringu metoodikas lähtuti 17.12.2018. a määruses nr 52 „Üldgeoloogilise uurimistöo ning maavara geoloogilise uuringu kord ja nõuded ning nõuded fosforiidi, metallitoorme, põlevkivi, aluskorra ehituskivi, järvelubja, järvemuda, meremuda, kruusa, liiva, lubjakivi, dolokivi, savi ja turba omaduste kohta maavarana arvelevõtmiseks” toodud nõuetest.

4.1 Puuraukude ja kaevandite rajamine

Puurimistööd tehti 2021. a mais - juulis ja 2022. a jaanuaris. Uuringuruumi rajati 29 puurauku sügavusega 9,9 - 32,6 m. Puurimistööd tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER. Madalamad, kuni 20 m sügavused puuraugud, rajati puurpingiga ABБ-2M vibropuurimise meetodil (Foto 4.1). Kasutati vibrosondi, mille pikkus oli 2 m ja diameeter 108 mm. Sügavamad, üle 20 m puuraugud, rajati puurpingiga Massenza M18 tigupuuriga (šnekiga) (Foto 4.2).



Foto 4.1. Puurauk Pa-15 puurimine Pannjärve uuringuruumis (foto M. Karimov, 06.07.2021. a, N 59°16'47" ja E 27°33'35")



Foto 4.2. Puurauk Pa-1 puurimine Pannjärve uuringuruumis (foto M. Karimov, 11.01.2022. a, N 59°17'01" ja E 27°34'01")

Uuringuruumi lääneosasse, karjäärijärve loode- ja läänenõlvale tehti 2021. a juulis maavara kvaliteedi täpsustamiseks 4 seinapuhastust pikkusega 7,0 - 17,65 m. Veepealse maavara iseloomustamiseks võeti labidaga kogu nõlva ulatuses vaomeetodil proovid, veealuse maavara iseloomustamiseks võeti proovid ekskavaatoriga piki veealust nõlva, nii sügavalt, kui õnnestus. Kuna nõlvad on kohati järsud, võeti veealune proov kohati paarkümmend meetrit eemale jäävalt madalamalt nõlva astmelt. Seinapuhastused kirjeldati ja mõõdeti, andmed digitaliseeriti (Lisa 2, 4, 5).

Lisaks rajati 2021. a juulis uuringuruumi lääneosasse 30 kaevandit katendi paksuse (sh karjääri tagasitäidetud osade, vanade liivakaardi põhjade) täpsustamiseks. Kaevandite sügavus oli 0,5 - 4,1 m. Uuringuruumi äärmises lääneservas tehti 2021. a juulis turbalasundi sondeerimine kokku 5 sondeerimispunktis (diameetriga 30 mm ning sügavusega kuni 4,85 m). Sondeerimise tulemuste põhjal täpsustati katendi paksust ja loodusliku liiva lasumit. Sondeerimispunktides läbiti turbalasund kuni liivani.

Puuraugud, kaevandid ja sondeerimispunktid likvideeriti vahetult pärast nende rajamist ajavahemikul mai 2021 kuni jaanuar 2022. Puuraugud likvideeriti loodusliku materjaliga (liiv, savi, moreen). Käsipuuriga rajatud sondeerimispunktid täitusid pärast puuri väljatõstmist setetega ning täiendavad tööd nende likvideerimiseks ei olnud vajalikud. Kaevandid likvideeriti sama väljatõstetud materjaliga. Uuringupunktide ümbrus korrastati ja uuringuruumi teenindusala keskkonnaseisundit ei ole kahjustatud. Uuringukaevetõõnte likvideerimise kohta koostati akt (Lisa 11), mille on heaks kiitnud Keskkonnaamet (Lisa 12). Pannjärve uuringuruumis jäeti avatuks neli puurkaevu Pa-5hg, 14hg, 15hg, 24hg pikemaajalise seire eesmärgil ning need kanti seirekaevudena Eesti Looduse Infosüsteemi (Lisa 13).

Välitööde käigus võeti puuraukudest ja nõlvapuhastustest kokku 169 proovi setete terastikulise koostise määramiseks, sh 8 proovi, milles määrati vaid peenosise sisaldus. Proovide pikkus oli 0,2 - 7,9 m, keskmiselt 3,2 m. Proovid võeti kogu kasuliku kihi ulatuses, reeglina litoloogiliste erimite kaupa. Kuna ülemistes kihtides oli visuaalsel hinnangul kohati tegemist orgaanikarikka liivaga, määrati 21 proovist huumusesisaldus kolorimeetrilisel meetodil.

Lisaks lõimisele määrati 3 proovis filtratsioonimoodul. Vajaliku proovikoguse saamiseks segati kolme puuraugu 21 algproovist kokku 3 koondproovi. Ühte proovi koondati sama puuraugu proovid uuringuruumi põhja-, kesk- ja lõunaosast (Pa-4, 21, 27), mis iseloomustaks pindalaliselt uuringuruumis leviva maavara filtreeruvust. 1. koondproov moodustati proovidest PAN-4-1...4-15 ehitusliiv; 2. koondproov proovidest PAN-21-2...21-4 ehitusliiv ja 3. koondproov proovidest PAN-27-2...27-9 täiteliiv.

4.2 Laboratoorsed tööd

Laboratoorsed tööd tehti OÜ Inseneribüroo STEIGER laboratooriumis (EAK L202). Sõelanalüüsiks kasutati standardile EVS-EN 993-1 vastavaid ja uuringukorras nõutavaid sõelu ava läbimõõdutega 125, 80, 63, 40, 31,5, 20, 16, 12,5, 8, 6,3, 4, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125 ja 0,063 mm. Filtratsioonimoodul määrati standardi EVS 901-20 järgi. Täitematerjali huumusesisaldus kolorimeetriliselt määrati standardi EVS-EN 1744 p. 15.1 järgi.

4.3 Hüdrogeoloogilised tööd

Hüdrogeoloogilised katsepumpamised tehti Pannjärve uuringuruumis 2021. a augustis kolmes seirekaevus (PA-14hg, PA-15hg ja PA-24hg). Hüdrogeoloogilistel katsetel kasutati süvaveepumpa Grundfos SQ 7-40. Väljapumbatud veehulka mõõdeti regulaarselt ja veetaseme mõõtmiseks kasutati automaatset pidevandurit (Van Essen CTD-Diver). Õhurõhku mõõdeti pidevanduriga ning veetaseme kontrollmõõtmised tehti Eijkelkampi põhjavee taseme mõõtjaga. Katsepumpamisel saadud andmeid töödeldi

programmiga Diver-Office 2020, mis võimaldab mõõdetud veesamba rõhku õhurõhu andmetega kompenseerides arvutada välja põhjavee tasemed. Veekihi veejuhtivus (T) arvutati programmiga AQTESOLV, kasutades Cooper-Jacob vabapinnalise veekihi meetodit. Veekihi moodustavate kivimite filtratsioonikoefitsient (K) leiti valemist $K = T/b$, kus T on kihi veejuhtivus ja b on veekihi paksus.

4.4 Topograafilised tööd

Uuringuruumi teenindusala ja selle lähiümbruse topograafilise mõõdistuse tegi 2022. a märtsis OÜ Inseneribüroo STEIGER, mille alusel koostati topograafiline plaan mõõtkavas 1 : 2000. Mõõdistamine tehti reaalajas kinemaatilise GPS positsioneerimisega, seadmega Trimble R8s GNSS. Mõõdistamise alusena kasutati Trimble VRS Now püsijaamade võrku. Mõõdistamine tehti L-Est 97 koordinaatide süsteemis, kõrgused EH2000 süsteemis. Plaan koostati ja uuringuruumi pindala määrati nurgapunktide koordinaatide alusel programmiga Bentley PowerCivil V8i (litsents 70000661800020). Varu arvutamiseks kasutati nimetatud programmi. Täpsemad andmed topograafilise mõõdistuse kohta on esitatud topograafilise mõõdistamise seletuskirjas (Lisa 9).

4.5 Kameraaltööd

Geoloogilise uuringu läbiviimisel lähtuti keskkonnaministri 17.12.2018. a määrusest nr 52 „Üldgeoloogilise uurimistöö ning maavara geoloogilise uuringu kord ja nõuded ning nõuded fosforiidi, metallitoorme, põlevkivi, aluskorra ehituskivi, järvelubja, järvemuda, meremuda, kruusa, liiva, lubjakivi, dolokivi, savi ja turba omaduste kohta maavarana arvelevõtmiseks”.

Antud määruse järgi saab maavara kasutuselaks määrata ehitusliiva, kui ta vastab järgmistele põhinõuetele:

- peenosiste (osakesed läbimõõduga alla 0,063 mm) sisaldus <5%;
- osakeste sisaldus läbimõõduga üle 31,5 mm <35%.

Maavara käsitletakse ehituskruusana, kui ta vastab järgmistele põhinõuetele:

- osakeste sisaldus läbimõõduga üle 31,5 mm >35%;
- peenosiste (osakesed läbimõõduga alla 0,063 mm) sisaldus <12%;
- purunemiskindluse kategooria on Los Angelese katsel ≤ 35 (fraktsioonil 10/14 mm) (standardi EVS-EN 1097-2 järgi).

Eelmainitud kvaliteedinõuetele mittevastavat setendit nimetatakse täiteliivaks või täitekruusaks.

Kasuliku kihi lasumi ja lamami mudel on koostatud 2021. a, 2022. a, 2017. a (Vahtra, 2018) ja 1962. a (Voolma, 1963) uuringupunktide põhjal. Uuringuruumi geoloogilist ehitust on kirjeldatud 1962. a, 2017. a ja 2021 - 2022. a uuringupunktide geoloogiliste kirjelduste põhjal. Maavara kvaliteedi iseloomustamiseks ja kasutusala määramiseks on kasutatud 2017. a ja 2021 - 2022. a uuringupunktide andmeid. 2017. a uuringust on kasutatud kahe uuringupunkti proovide andmeid, mille puhul sai rakendada teisendamist 17.12.2018. a määruse nr 52 § 48 lg 6 ja lg 7 järgi. Purdmaterjali kirjeldamisel on kasutatud Sinisalu ja Kleesmenti poolt 2002. a koostatud purdsetete klassifikatsiooni (tabel 4.1), mis on võetud aluseks ka geoloogilisel kaardistamisel mõõtkavas 1 : 50 000.

Kameraaltööde käigus tehti topograafiline ja varu arvutuse plaan, plaani juurde kuuluvad geoloogilised läbilõiked ja koostati geoloogilise uuringu aruanne. Varu arvutuse plaani

(mõõtkava 1 : 2000) ja geoloogilised läbilõiked on koostatud programmiga Bentley PowerCivil V8i (litsents 70000661800020). Pinnamudelid ja mahumäärangud on tehtud triangulatsiooni meetodiga. Kasuliku kihi materjali keskmiste sisalduste näitajad varu plokkides arvutati kaalutud keskmise meetodil.

Tabel 4.1. Purdsetete klassifikatsioon (Sinisalu, Kleesment, 2002)

Terasuuruse skaala		Sette nimetus	
φ	mm		
< -9	>512	Rahn	
-8...-9	256...512	suur	Veeris
-7...-8	128...256	keskmine	
-6...-7	64...128	väike	
-5...-6	32...64	väga jäme	Kruus
-4...-5	16...32	jäme	
-3...-4	8...16	keskmine	
-2...-3	4...8	peen	
-1...-2	2...4	väga peen	
0...-1	1...2	väga jäme	Liiv
1...0	0,5...1	jäme	
1...2	0,25...0,5	keskmine	
2...3	0,125...0,25	peen	
3...4	0,063...0,125	väga peen	
4...5	0,063...0,032	väga jäme	Aleuriit
9...6	0,032...0,016	jäme	
6...7	0,016...0,008	keskmine	
7...8	0,008...0,004	peen	
8...9	0,004...0,002	väga peen	
>9	<0,002	Savi	

4.6 Geoloogiliste tööde mõju keskkonnale

Pannjärve uuringuruumi geoloogiline uuring tehti vastavuses keskkonnaministri 17.12.2018. a määrusele nr 52 ja 07.04.2017. a määrusele nr 12: “Uuritud ning kaevandatud maa korrastamise täpsustatud nõuded ja kord, kaevandatud maa korrastamise projekti sisu kohta esitatavad nõuded, kaevandatud maa ning selle korrastamise kohta aruande esitamise kord ja aruande vorm ning maa korrastamise akti sisu ja vorm”.

Geoloogilised välitööd (puurimine) tehti spetsiaalselt selleks ettenähtud tehniliselt korras agregaatide ja instrumentidega. Kütuse ega õli mahajooksu ei olnud. Geoloogilise uuringuga järgiti rangelt kõiki keskkonnakaitse ja ohutustehnika nõudeid. Geoloogilisel uuringul ei kasutatud keskkonnaohtlikke materjale ega aineid ning ei reostatud põhjaveet. Pärast puurimise lõppu puuraugud likvideeriti nõuetekohaselt ja taastati uuringueelne seisund. Kaevandamisjäätmeid uuringu tulemusel ei tekkinud. Geoloogiliste töödega olulist mõju keskkonnale ei avaldatud.

5. GEOLOOGILINE EHITUS

Pannjärve liivamaardla paikneb Vasavere mattunud ürgoru kohal ning on seotud lõuna-põhja suunas väljavenitatud Vasavere-Kurtna mõhnastikuga. Fluvioglatsiaalsetest setetest moodustunud mõhnastiku pinnareljeef on künklik. Pannjärve liivakarjääris alustati liiva veepealse kaevandamisega 1964. aastal ja veealuse kaevandamisega 1979. aastal. Selle tulemusena ei ole tänaseks suur osa alast enam looduslikus seisundis ning karjääri keskele on moodustunud Vasavere Mustjärv. Pannjärve uuringuruumi piires on reljeef ebatasane ja muutlik, absoluutkõrgused jäävad vahemikku 44,0 - 64,0 m. Maapind on madalam lõuna- ja lääneosas ning kõrgem uuringuruumi põhjaosas.

Pannjärve uuringuruumi geoloogilist ehitust on kirjeldatud nii varasemate kui ka käesoleva uuringu uuringupunktide andmete põhjal. Uuringuruumi võib tinglikult jagada kaheks – põhjaosa, kus on looduslik metsamaa ja kaevandamise poolt mõjutatud lõuna- ning lääneosa. Uuringuruumi põhjaosas moodustab loodusliku katendi 0,1 m paksune kasvukiht. Uuringuruumi lõuna- ning lääneosas on looduslik katend osaliselt kooritud, maavara väljatud ning kohati tagasi täidetud. Katendis esineb paiguti kunagiste hüdropuistangute (liivakaartide) alumistesse kihtidesse jäänud liiva ja varasemalt karjääride alt eemaldatud mittekonditsioonilist materjali (mullasegune, kiviklibune liiv puujuurte jäänustega). Kuna kaevandamine on toimunud aastast 1964, siis kõik tagasitäited, tagasivoolud, liivakaartide põhjad tekitavad uuringuruumi katendisse kihitatud struktuuri. Läbilõikes kulgeb paiguti katendi ja loodusliku liivakihi vahel kuni 3,5 m paksune turbaseguse mulla (turba), puupalkide (oksade), kõrgendatud rauaühendite sisaldusega, kaevandamisjäätmete vms kiht (Foto 5.1). Kattekihi paksus uuringuruumi lõuna- ja lääneosas on 0,0 - 5,8 m (keskmine 2,3 m).



Foto 5.1. Kihitatud katend kaevandis Š-7 (foto M. Tammekänd, 06.07.2021, N 59°16'58" ja E 27°33'40")

Maavara levik ja kasuliku kihi suuremad paksused on seotud Vasavere mattunud ürgoruga, millest tulenevalt on kasuliku kihi paksus suurem uuringuruumi põhjaosas. Kasuliku kihi moodustavad Võrtsjärve alamkihistu glatsiofluviaalsed muutliku terasuurusega setted. Kasuliku kihi lasum jääb 2021. ja 2022. a puuraukude põhjal abs kõrgusele 51,3 - 64,0 m (keskmine 57,3 m) uuringuruumi põhjaosas ja abs kõrgusele 41,0 - 54,2 m (keskmine 46,2 m) kõrgusele lääne- ning lõunaosas.

Uuringuruumis levib nii vähese savi- ja tolmusisaldusega puhas eriteraline liiv, mis kvaliteedilt vastab ehitusliivale, ja mõnevõrra kõrgendatud savi- ja tolmusisaldusega peeneteraline liiv, mis kvalifitseerub täiteliivaks. Vertikaalses lõikes on liiva teralisus seaduspärasuseta ja muutlik, mistõttu maavara plokkide moodustamisel kasutatakse puuraukude kaalutud keskmisi näitajaid. Liivalasundi kvaliteeti on iseloomustatud maavara kvaliteedi peatükis.

Mõhnastikul levib moreenil kas läbilõikes tervikuna või intervalliti beežikashall valdavalt peeneteraline puhas liiv (ehitusliiv), mille teralisus nii vertikaalses läbilõikes kui ka pindalaliselt on muutlik ja milles kruusaosakeste (osakesed diameetriga ≥ 2 mm) sisaldus on 0,0 - 38,8%. Kruusaosis on enamasti väga peen (2 - 4 mm), üksikute terade suurus ulatub 5 sentimeetrit. Lähimõõduga $<0,063$ mm sisaldus on keskmiselt 1,7%. Purdosad on nii karbonaatsed kui ka kristalliinsed ning keskmiselt kulutatud (Fotod 5.2...5.5).



Foto 5.2. Puhas liiv puuraugus Pa-1 sügavusel 21,4 - 22,9 m (foto M. Karimov, 11.01.2022, N 59°17'01" ja E 27°34'01")

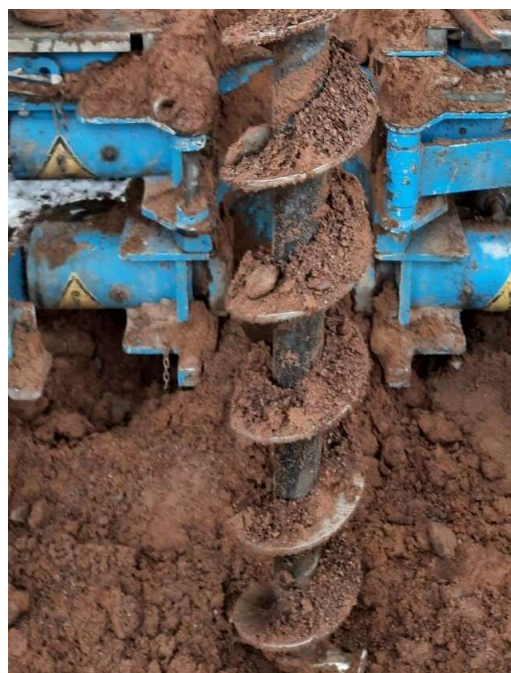


Foto 5.3. Kruusakas liiv puuraugus Pa-2 sügavusel 25,1 - 26,6 m (foto M. Karimov, 19.01.2022, N 59°17'07" ja E 27°33'58")



Foto 5.4. Puhas liiv puuraugus Pa-21 sügavusel 11,8 - 13,8 m (foto M. Karimov, 28.05.2021, N 59°16'35" ja E 27°33'34")



Foto 5.5. Kruusakas liiv puuraugus Pa-29 sügavusel 3,9 - 4,7 m (foto M. Karimov, 10.06.2021, N 59°16'10" ja E 27°33'33")



Foto 5.6. Saviläätsega liiv puuraugus Pa-18 sügavusel 13,7 - 15,7 m (foto M. Karimov, 28.05.2021, N 59°16'41" ja E 27°33'34")



Foto 5.7. Savikas liiv puuraugus Pa-25 sügavusel 3,9 - 5,9 m (foto M. Karimov, 20.05.2021, N 59°16'22" ja E 27°33'40")

Lisaks vähese savi- ja tolmuosakestega puhtale liivale, levib mõhnastikul kas läbilõikes tervikuna või intervalliti hallikaspruun kuni beež, valdavalt väga peeneteraline savikas (aleuriidikas) või õhukeste savi läätsedega liiv (täiteliiv), milles kruusaosakeste (osakesed diameetriga ≥ 2 mm) sisaldus on 0,0 - 25,0%. Kruusaosis on enamasti väga peen (2 - 4 mm), üksikute terade suurus ulatub 5 sentimeetrini. Lähimõõduga $< 0,063$ mm osakeste sisaldus keskmiselt 11,9%. Purdosad on nii karbonaatsed kui ka kristalliinsed ning keskmiselt kulutatud (Fotod 5.6...5.7).

Teades, et Pannjärve II liivakarjääri mäeeraldises on kaevandamise käigus ilmnenu savikihtide ja -läätsede esinemist läbilõikes ning rauaühenditega tsementeerunud liiva konkretsioone põhjavee tasemest allpool, siis järgiti geoloogilise uuringu välitöödel erilise tähelepanuga puuraukudest väljatõstetud materjali kiht kihi haaval. Uuringuruumis, valdavalt põhjaosas (Pa-1, 2, 7), aga ka üksikutes punktides lõunaosas (Pa-18, 29), esineb läbilõikes liivsavi ja savi läätseid, mille paksus on põhjaosas 0,6 - 2,4 m ja lõunaosas 0,5 - 2,85 m (Fotod 5.9 ja 5.10). Kohati esineb puhtas liivas ka üksikuid savi-mugulaid läbimõõduga kuni 7 cm (Foto 5.11 ja 5.12). 2017. a Pannjärve II liivakarjääri järeluuringu aruande põhjal esineb mäeeraldises lääneosas peamiselt veealuses kasulikus kihis savilääts (Vahtra jt, 2017). Niisamuti on ka uuringuruumi põhjaosas ühes 1961 - 1963. a geoloogilise uuringu puuraugus (PA-5003) kirjeldatud läbilõikes liivsavi kihti. Sellest tulenevalt võis saviläätsede (läätsede kogumi) pindalalist levikut eeldada ka käesolevas uuringuruumis, eriti põhjaosas. Kui uuringuruumi lääne- ja lõunaosas esineb savikamaid vahekihte lokaalselt üksikutes puuraukudes (Pa-18, 29), siis uuringuruumi põhjaosas saab saviläätsede levikuala pindalaliselt kontuurida, kaasates kontuuri ka 2017. a ja 1962. a uuringupunktid. Kuna saviläätsed esinevad suhteliselt erinevatel sügavustel, jäädes uuringuruumi põhjaosas absoluutkõrguste vahemikku 22,8 - 52,3 m, siis ei ole tegemist ühe ja sama kihiga, vaid saviläätsede kompleksiga. Pindalaliselt võib kontuurida kompleksi uuringuruumi põhjaosas ~3 ha pindalal (Joonis 5.1).



Joonis 5.1. Savi vahekihtide (läätsede) levikuala uuringuruumi põhjaosas. Plaani koostamisel on kasutatud Maa-ameti kaardirakendust



Foto 5.8. Savilääts puuraugus Pa-2 sügavusel 17,1 - 19,5 m (foto M. Karimov, 19.01.2022, N 59°28'54" ja E 27°56'62")



Foto 5.9. Savilääts puuraugus Pa-7 sügavusel 25,8 - 26,8 m (foto M. Karimov, 20.01.2022, N 59°17'12" ja E 27°55'46")



Foto 5.10. Savilääts puuraugus Pa-7 sügavusel 24,9 - 25,8 m (foto M. Karimov, 20.01.2022, N 59°17'12" ja E 27°55'46")



Foto 5.11. Savimugul puuraugus Pa-24hg sügavusel 1,6 - 3,6 m (foto M. Karimov, 15.07.2021, N 59°16'26" ja E 27°33'27")



Foto 5.12. Savimugulad puuraugus Pa-3 süg 25,0 - 27,3 m (foto M. Tammekänd, 08.02.2022, N59°17'12" ja E 27°33'51")



Foto 5.13. Puuraugus Pa-22 rauarikas kiht süg 5,7 - 8,9 m (foto M. Karimov, 20.05.2021, N 59°16'29" ja E 27°33'29")

Käesolevas aruandes käsitletakse saviläätsede kogumit kui vahekatendit. Samas ei ole võimalik seda eraldi maavaravarust välja kontuurida, seega on selle kogus arvestatud varuploki koosseisu ja arvatakse keskmise paksuse põhjal maavara mahust välja. Saviläätsede esinemise sügavusintervallid on välja toodud aruande puuraukude kirjeldustes ja puuraukude kataloogis (Lisad 2 ja 5).

Kui uuringuruumi põhjaosas paiknevates puuraukudes ei täheldatud läbilõikes rauaühendite rikast materjali, siis lõunaosa uuringupunktides (sh kaevandites) fikseeriti erinevatel sügavustel kihid, milles püriiditerakeste osakaal on kõrgem, moodustades läbilõikesse erineva paksusega lasundi, milles esinevad ~2 - 3 cm paksused rauaühendite rohked kihid (Foto 5.13), üksikud pesad, konkretsioonid või mugulad. Puuraukudes ei tule see nii selgelt välja, küll aga kaevandites, kus kõige paremini illustreerib situatsiooni 2017. aastal Pannjärve II liivakarjääris tehtud foto 5.15 ja 2021. a Pannjärve uuringuruumis tehtud foto kaevandist Š-2 (Foto 5.15). Rauarikast liiva esines puuraukudes Pa-10, 13, 14hg, 21, 22, 24a, 25 ja kaevandites Š-2, 3, 11, 25, kus see jäi abs kõrguste 38,2 - 46,2 m vahemikku. Intervallide sügavused on toodud puuraukude kirjeldustes (Lisa 2). Puuraukudes esines see allpool põhjavee taset ning enamasti olid mugulad puuraugus leostunud, jättes lihtsalt tühimiku või mustjaspruuniks värvunud kihi, kohati roostese jälje. Konkreetset kõva mugulat puuraukudes ei esinenud, küll aga võis neid leida mitmes kohas karjääri nõlvadel ja paljandatud aladel.

Selliste kogumite teke liivas on analoogne soistel aladel sooraua tekkimisele. Sooraud ehk soorauamaak on rauarikast põhjaveest välja sadestunud raudhüdrosiidide muguljas kogum, mis tekib üldjuhul soo alustes liivades, vahetult huumuskihi all. Rauarikast soosetete vett voolab soost ka sood ümbritsevale alale. Kui soosetete vees olev lahustunud kahevalentne raud reageerib õhuhapnikuga, siis oksüdeerub see kolmevalentseks rauaks, sadestudes tahkete raudhüdrosiidi kogumitena ning liiva sees moodustuvad rauarikkad

tsementeerunud liiva konkretsioonid/mugulad. Üldjuhul tekivad rauarikkad mugulad maapinna lähedastes kihtides, põhjavee taseme piirpinnal, moodustades mingi kindla kihi, kus mugulate sisaldus võib olla suur. Sügavamates kihtides esinevad mugulad võivad olla tekkinud põhjavee taseme sesoonsel kõikumisel. Pannjärve maardla asub sooraua esinemisele iseloomulikus piirkonnas, kuna maardlast idapoole jääb Eesti suurim soostik – Puhatu (Vahtra, 2018).

Kasuliku kihi lamamiks on hall rähkne moreen (Fotod 5.16...5.19, kohati lubjakivi. Käesoleva uuringu käigus avati lamam kõigis puuraukudes. Liivalasundi lamamipind on muutlik, jäädes puuraukude andmete põhjal absoluutkõrguste 23,0 - 37,0 m vahemikku, olles tõusuga lääne suunas.

Pannjärve uuringuruumis moodustatud varuplokkide põhi järgib puuraukudes avatud uuritud sügavust ja geoloogilist lamamit, kuid ei asu madalamal abs kõrgusest 28,6 m. Sellest allapoole jääb passiivne varu, kus kasutatavat kaevandamise tehnoloogiat arvestades, on maavara väljamine raskendatud.



Foto 5.14. Nõlvapuhastus Pannjärve II liivakarjääris 2017. a, kus on näha nõlva läbiv rauaühenditest rikastunud ~2 cm paksune kiht (foto H. Vahtra, 2017, N 59°17'07" ja E 27°33'51").



Foto 5.15. Kaevand Š-2 ja selles esinev rauaühenditest rikastunud ~2 cm paksune kiht (foto M. Tammekänd, 06.07.2021, N 59°16'55" ja E 27°33'28")



Foto 5.16. Lamam puuraugus Pa-24hg sügavusel 12,65 - 13,65 m (foto M. Karimov, 15.07.2021, N 59°16'26" ja E 27°33'27")



Foto 5.17. Moreen Pa-24hg sügavusel 12,65 - 13,65 m (foto M. Tammekänd, 21.07.2021)



Foto 5.18. Lamam puuraugus Pa-18 sügavusel 17,0 - 17,7 m (foto M. Karimov, 28.05.2021, N 59°16'41" ja E 27°33'34")



Foto 5.19. Moreen puuraugus Pa-27 sügavusel 13,35 - 13,75 m (foto M. Tammekänd, 21.07.2021)

6. MAAVARA KVALITEET

Pannjärve uuringuruumi kvaternaarisetete kvaliteedi hindamisel on aluseks käesoleva uuringu 29-puuraugu 135 proovi, 4-nõlvapuhastuse 9 proovi ja 2017. a uuringu 2-(nõlvapuhastus) puuraugu 14 proovi, mille lõimise näitajad on saadud lõimiseandmete ümberarvutamisega (17.12.2018. a määrus nr 52 § 48 lg 6 ja lg 7). Kasuliku kihi kvaliteedi kirjeldamisel on välja jäetud savi vahekihtide, katendi ja lamami proovid. Proovide laboratoorsete uuringute tulemused ning nendega tehtud arvutused on esitatud tekstilisades 4, 5 ja 7. Pannjärve uuringuruumi liiv on ülipeene- kuni keskmiseteraline, beežikashall kuni -pruun. Looduslikus materjalis on osakeste läbimõõduga $>31,5$ mm sisaldus keskmiselt 0,5% ja savi- ning tolmuosakeste ehk peenosise (fraktsioon $<0,063$ mm) keskmine sisaldus 4,3%. Vahekatendisse kuuluvas savis on savi- ja tolmuosakeste sisaldus $\sim 85\%$.

Uuringuruumis võib pindalaliselt eristada tinglikult kahte liiva erimit - levib nii vähese savi- ja tolmusisaldusega puhas eriteraline liiv, mis maavarana kvalifitseerub ehitusliivaks ja mõnevõrra kõrgendatud savi- ja tolmusisaldusega peeneteraline liiv, mis maavarana kvalifitseerub täiteliivaks. Vertikaalses lõikes on liiva teralisus seaduspärasuseta ja muutlik, mistõttu maavara plokkide moodustamisel kasutatakse puuraukude kaalutud keskmisi näitajaid.

Suurema osa uuringuruumi kasulikust kihist moodustab beežikas- ja helepruun valdavalt peeneteraline puhas liiv, mille teralisus nii vertikaalses läbilõikes kui ka pindalaliselt on muutlik. Liivas on kruusaosakesi (2...64 mm) 0,0 - 38,8%, keskmiselt 3,2%. Kruus on valdavalt väga peen (2...4 mm), üksikud kruusaterad on maksimaalse läbimõõduga 4 cm ja keskmiselt kulutatud. Liivaosist (0,063...2 mm) on keskmiselt 94,1% ja valdav on peeneteraline liiv (0,125...0,25 mm), mille osakaal looduslikus settes on $\sim 40\%$. Peenosise sisaldus ($<0,063$ mm) on keskmiselt 1,7% (0,4 - 5,0%) (Fotod 6.1 - 6.6). See liiv kvalifitseerub maavarana ehitusliivaks.

Uuringuruumi lõunaosas levivad beežikashallid kuni -pruunid väga peeneteralised, kohati tolmsed liivad, milles esinevad väiksemad saviliiva läätsed või kohati savimugulad. Läbilõikes esinevates savikates vahekihtides tõuseb peenosise ($<0,063$ mm) sisaldus $\sim 27\%$ -ni. Liivas on kruusaosakesi (2...64 mm) 0,0 - 25,0%, keskmiselt 1,5%. Kruus on väga peen (2...4 mm). Liivaosist (0,063...2 mm) on keskmiselt 85,5% ja valdav on väga peene- ja peeneteraline liiv (0,125...0,25 mm), mille osakaal looduslikus settes on $\sim 40\%$. Peenosise sisaldus ($<0,063$ mm) on keskmiselt 13,2% (5,1 - 43,3%) (Fotod 5.13; 6.7; 6.8). Liiv kvalifitseerub maavarana täiteliivaks.



Foto 6.1. Liiv puuraugus Pa-21 (PAN-3) (foto M. Tammekänd, 21.07.2021)



Foto 6.2. Kruusateradega liiv puuraugus Pa-10 (PAN-10-3) (foto M. Tammekänd, 21.07.2021)



Foto 6.3. Liiv puuraugus Pa-1 (PAN-1-1) (foto M. Tammekänd, 08.02.2022)



Foto 6.4. Liiv puuraugus Pa-1 (PAN-1-8) (foto M. Tammekänd, 08.02.2022)



Foto 6.5. Liiv puuraugus Pa-26 (PAN-26-2) (foto M. Tammekänd, 21.07.2021)



Foto 6.6. Liiv puuraugus Pa-26 (PAN-26-7) (foto M. Tammekänd, 21.07.2021)



Foto 6.7. Täiteliiv puuraugus Pa-18 (PAN-18-2) (foto M. Tammekänd, 21.07.2021)



Foto 6.8. Täiteliiv puuraugus Pa-25 (PAN-25-4) (foto M. Tammekänd, 21.07.2021)

Pannjärve uuringuruumis moodustatud varuplokkide kvaliteedi hindamisel on aluseks vastava plokki piiridesse või vahetus lähedusse jäävate 2021. a ja 2022. a uuringupunktide andmed. Varasemate uuringute puuraukude andmeid on kasutatud ainult kasuliku kihi lasumi ja lamami täpsustamiseks. Maavara kvaliteedi iseloomustamisel on käsitletud veepealset ja veealust (abs 43,6 m) maavara eraldi.

Maavara kvaliteeti **plokis 16/17 aT** on iseloomustatud 2022. a 5-puuraugust (Pa-3, 4, 5hg, 6, 7), 2021. a ühe nõlvapuhastuse (NP-1) ja 2017. a uuringu 2-puuraugu PA-1 ja NP-3/PA-3 võetud 55-proovi andmete põhjal. Läbilõike ülemise osa (veepealne **plokk 16 aT**) kasuliku kihi moodustab beežikas- ja helepruun peeneteraline puhas liiv. Liivas on kruusaosakesi (2...64 mm) 0,1 - 4,8%, keskmiselt 3,0%. Kruus on valdavalt väga peen (2...4 mm), üksikud kruusaterad on maksimaalse läbimõõduga 2 cm ja keskmiselt kulutatud. Liivaosist (0,063...2 mm) on keskmiselt 93,6% ja valdav on keskmiseteraline liiv (0,25...0,5 mm), mille osakaal looduslikus settes on ~40%. Peenosise sisaldus (<0,063 mm) on keskmiselt 3,4% (0,8 - 17,7%). Maavarana kvalifitseerub plokki 16 materjal ehitusliivaks.

Läbilõike alumise osa (veealune **plokk 17 aT**) kasuliku kihi moodustab beežikas- ja helepruun väga peeneteraline, intervalliti aleuriidikas liiv. Liivas on kruusaosakesi (2...64 mm) 0,2 - 4,5%, keskmiselt 1,9%. Kruus on valdavalt väga peen (2...4 mm), üksikud kruusaterad on maksimaalse läbimõõduga 2 cm ja keskmiselt kulutatud. Liivaosist (0,063...2 mm) on keskmiselt 91,3% ja valdav on peeneteraline liiv (0,125...0,25 mm), mille osakaal looduslikus settes on ~30%. Peenosise sisaldus (<0,063 mm) on keskmiselt 6,8% (1,8 - 10,5%). Maavarana kvalifitseerub plokki 17 materjal täiteliivaks.

Maavara kvaliteeti **plokis 18/19 aT** on iseloomustatud 2021. a 7-puuraugust (Pa-13, 15hg, 16, 18, 19, 21, 21a) ja kolmest nõlvapuhastusest (NP-2, 3, 4) võetud 27-proovi andmete põhjal. Läbilõike veepealse (**plokk 18 aT**) kasuliku kihi moodustab hallikas- ja helepruun peeneteraline, kohati tolmne liiv. Liivas on kruusaosakesi (2...64 mm) 0,1 - 7,2%, keskmiselt 1,9%. Kruus on väga peen kuni keskmine (2...16 mm). Liivaosist (0,063...2 mm) on keskmiselt 96,0% ja valdav on peeneteraline liiv (0,125...0,25 mm), mille osakaal looduslikus settes on ~40%. Peenosise sisaldus (<0,063 mm) on keskmiselt 2,1% (0,8 - 6,0%). Maavarana kvalifitseerub plokki 18 materjal ehitusliivaks.

Läbilõike alumise osa (veealune **plokk 19 aT**) kasuliku kihi moodustab beežikas, väga peeneteraline, kohati kruusakas liiv. Liivas on kruusaosakesi (2...64 mm) 0,0 - 13,7% keskmiselt 2,6%. Kruus on väga peenest jämedani (2...32 mm), kruusaterad on nii tardkivimilise kui ka karbonaatse koostisega, üksikud kruusaterad on maksimaalse läbimõõduga 6 cm, keskmiselt kulutatud. Liivaosist (0,063...2 mm) on keskmiselt 93,8% ja valdav on peeneteraline liiv (0,125...0,25 mm), mille osakaal looduslikus settes on ~35%. Peenosise sisaldus (<0,063 mm) on keskmiselt 3,5% (1,3 - 8,1%). Maavarana kvalifitseerub plokki 19 materjal ehitusliivaks.

Maavara kvaliteeti **plokis 20 aT** (veepealne) on iseloomustatud ühe puuraugu (Pa-26) 2-proovi andmete põhjal. Kasuliku kihi moodustab beežikas- ja helepruun peeneteraline puhas liiv. Liivas kruusaosis (2...64 mm) puudub. Liivaosist (0,063...2 mm) on keskmiselt 98,8% ja valdav on peeneteraline liiv (0,125...0,25 mm), mille osakaal looduslikus settes on ~60%. Peenosise sisaldus (<0,063 mm) on keskmiselt 1,2% (0,7 - 1,7%). Maavarana kvalifitseerub ehitusliivaks.

Maavara kvaliteeti **plokis 21 aT/22 pT** on iseloomustatud 3-puuraugust (Pa-1, 2, 7) võetud 24-proovi andmete põhjal. Läbilõike ülemise osa (veepealne **plokk 21 aT**) kasuliku kihi moodustab beežikas- ja beežikashall peene- ning keskmiseteraline liiv. Liivas on kruusaosakesi (2...64 mm) 0,1 - 12,6%, keskmiselt 5,4%. Kruus on valdavalt väga peen (2...4 mm), üksikud kruusaterad on maksimaalse läbimõõduga 2 - 3 cm, keskmiselt kulutatud. Liivaosist (0,063...2 mm) on keskmiselt 93,2% ja valdav on keskmiseteraline liiv (0,25...0,5 mm), mille osakaal looduslikus settes on ~40%. Peenosise sisaldus (<0,063 mm) on keskmiselt 1,4% (0,4 - 2,2%). Ploki 21 maavara kvalifitseerub ehitusliivaks.

Läbilõike alumise osa (veealune **plokk 22 pT**) kasuliku kihi moodustab beežikas- ja beežikashall, kohati oranžikaspunane kuni punakaspruun, väga peeneteraline, intervalliti aleuriidikas ja kruusakas liiv. Liivas on kruusaosakesi (2...64 mm) 0,3 - 13,0%, keskmiselt 6,9%. Kruus on valdavalt väga peen (2...4 mm), üksikud kruusaterad on maksimaalse läbimõõduga 2 - 3 cm, keskmiselt kulutatud. Liivaosist (0,063...2 mm) on keskmiselt 88,3% ja valdav on peeneteraline liiv (0,125...0,25 mm), mille osakaal looduslikus settes on ~30%. Peenosise sisaldus (<0,063 mm) on keskmiselt 4,8% (1,0 - 7,7%). Läbilõike veealuses osas esinevad kuni 2,4 m paksused savi vahekihid, milles peenosise sisaldus on ligikaudu 90%. Veealuse ploki maavara vastab oma keskmiste näitajate poolest küll ehitusliivale esitavatele nõuetele, kuid sisaldab vahekatendina liivsavi ja savi. Kui arvestada savikihid kasuliku kihi hulka, siis veealuse ploki peenosise sisaldus on 12,7%, mis vastab täiteliivale esitavatele nõuetele. Seega soovitage maavara plokis 22 pT arvele võtta täiteliivana.

Maavara kvaliteeti **plokis 23/24 aT** on iseloomustatud 4-puuraugust (Pa-23, 24a, 25, 27) võetud 10-proovi andmete põhjal. Läbilõike veepealse (**plokk 23 aT**) kasuliku kihi moodustab beežikaskollane kuni -hall, kohati punaka tooniga väga peeneteraline, aleuriidikas ning väiksemate saviläätsede ja mugulatega liiv. Liivas on kruusaosakesi (2...64 mm) keskmiselt 0,4% ja kruus on väga peen (2...4 mm). Liivaosist (0,063...2 mm) on keskmiselt 91,1% ja valdav on väga peeneteraline liiv (0,063...0,125 mm), mille osakaal looduslikus settes on ~50%. Peenosise sisaldus (<0,063 mm) on keskmiselt 8,5% (1,5 - 21,3%). Maavarana kvalifitseerub ploki 23 materjal täiteliivaks.

Läbilõike alumise osa (veealune **plokk 24 aT**) kasuliku kihi moodustab beežikashall kuni kohati rohekashall väga peeneteraline, aleuriidikas ning väiksemate saviläätsede ja mugulatega liiv. Liivas on kruusaosakesi (2...64 mm) 0,0 - 2,0% keskmiselt 0,9%. Kruus on väga peen (2...32 mm). Liivaosist (0,063...2 mm) on keskmiselt 93,5% ja valdav on peeneteraline liiv (0,125...0,25 mm), mille osakaal looduslikus settes on ~40%. Peenosise sisaldus (<0,063 mm) on keskmiselt 5,6% (1,5 - 7,4%). Maavarana kvalifitseerub ploki 24 materjal täiteliivaks.

Ploki 25/26 pT maavara kvaliteeti on iseloomustatud 6-puuraugust (Pa-1, 2, 3, 4, 5hg, 7) võetud 49-proovi andmete põhjal. Läbilõike ülemise osa (veepealne **plokk 25 aT**) kasuliku kihi moodustab beežikas- ja helepruun peeneteraline puhas liiv. Liivas on kruusaosakesi (2...64 mm) 0,1 - 12,6%, keskmiselt 4,8%. Kruus on valdavalt väga peen (2...4 mm), üksikud kruusaterad on maksimaalse läbimõõduga 2 cm, keskmiselt kulutatud. Liivaosist (0,063...2 mm) on keskmiselt 93,9% ja valdav on keskmiseteraline liiv (0,25...0,5 mm), mille osakaal looduslikus settes on ~40%. Peenosise sisaldus (<0,063 mm) on keskmiselt 1,3% (0,4 - 2,3%). Maavarana kvalifitseerub ploki 25 materjal ehitusliivaks.

Läbilõike alumise osa (veealune **plokk 26 pT**) kasuliku kihi moodustab beežikashall, kohati oranžikaspunane kuni punakaspruun, väga peeneteraline, intervalliti aleuriidikas ja kruusakas liiv. Läbilõikes esinevad kuni 2,4 m paksused savi vahekihid, milles peenosise sisaldus on ligikaudu 90%. Liivas on kruusaosakesi (2...64 mm) 0,3 - 13,0%, keskmiselt 5,3%. Kruus on valdavalt väga peen (2...4 mm), üksikud kruusaterad on maksimaalse läbimõõduga 2 - 3 cm ja keskmiselt kulutatud. Liivaosist (0,063...2 mm) on keskmiselt 89,3% ja valdav on peeneteraline liiv (0,125...0,25 mm), mille osakaal looduslikus settes on ~30%. Peenosise sisaldus (<0,063 mm) on keskmiselt 5,4% (1,0 - 7,7%). Maavarana kvalifitseerub plokki 26 materjal täiteliivaks.

Maavara kvaliteedinäitajad plokkide lõikes on koondatud alljärgnevasse tabelisse 6.1.

Tabel 6.1. Pannjärve uuringuruumis moodustatud plokkide setete põhinäitajate koondtabel

Plokk	Purdsetete klassifikatsioon (Sinisalu, 2002)				Maavara kasutusala määrus nr 52			Maavara
	veerised	kruus	liiv	peenosis	kruus	liiv	peenosis	
	>64	2...64	0,063... 2	<0,063	>31,5	0,063... 31,5	<0,063	
16 aT (veepealne)	0,0	3,0	93,6	3,4	0,0	96,6	3,4	EL
17 aT (veealune)	0,0	1,9	91,3	6,8	0,2	93,0	6,8	TL
18 aT (veepealne)	0,0	1,9	96,0	2,1	0,1	97,8	2,1	EL
19 aT (veealune)	0,0	2,6	93,8	3,5	1,0	95,5	3,5	EL
20 aT (veepealne)	0,0	0,0	98,8	1,2	0,0	98,8	1,2	EL
21 aT (veepealne)	0,0	5,4	93,2	1,4	0,2	98,3	1,4	EL
22 pT (veealune)	0,0	6,9	88,3	4,8	0,0	95,2	4,8	EL
22 pT (veealune)*	0,0	6,2	81,1	12,7	0,0	87,3	12,7	TL
23 aT (veepealne)	0,0	0,4	91,1	8,5	0,0	91,5	8,5	TL
24 aT (veealune)	0,0	0,9	93,5	5,6	0,1	94,3	5,6	TL
25 pT(veepealne)	0,0	4,8	93,9	1,3	0,1	98,6	1,3	EL
26 pT (veealune)	0,0	5,3	89,3	5,4	0,3	94,3	5,4	TL

Veepealse ja veealuse plokki vahepiir on abs kõrgus 43,6 m.

EL – ehitusliiv; TL – täiteliiv

**kui kasuliku kihi hulka arvestada savi vahekihid*

Lisaks lõimisele määrati kolme puuraugu (Pa-4, 21, 27) materjali koondproovis liiva filtratsioonimoodul. Filtratsioonimoodul määrati fraktsioonist 0...4 mm (EVS 901-20) ning kuivtiheduse ja veesisalduse määramine toimus Proctor katsega (EVS-EN 13286-2). Nagu eeldada võis, on puuraugu Pa-4 ja Pa-21 ehitusliiva filtratsiooniomadused sarnased, jäädes vahemikku 1,2 - 4,3 m/ööp. Puuraugu Pa-27 kõrgendatud savi- ja tolmuosakeste sisaldusega täiteliiva filtratsioon on 0,5 m/ööp.

Kuna uuringuruumi lääne- ning edelaosas on looduslik katend osaliselt kooritud, maavara väljatud ja kohati tagasitõidetud ning katendis esineb paiguti kunagiste hüdropuistangute (liivakaartide) alumistesse kihtidesse jäänud liiva, mis visuaalsel hinnangul erineb looduslikust materjalist orgaanika sisalduse tõttu, siis võeti 20-puuraugu ülemisest kihist kokku 21 proovi orgaanika sisalduse määramiseks. Kuue (6) huumusesisalduse proovi tulemused kinnitasid visuaalset hinnangut, kõik proovid olid etalonist tumedamad, st tegu on orgaanikat sisaldava liivaga. Orgaanika sisaldus liivas halvendab selle kvaliteeti ning

kuna tegemist ei olnud loodusliku lasundiga (vaid varasema kaevetegevuse käigus kuhjunud materjaliga), siis arvatakse lääne- ja edelaosas puuraukude (Pa-16, 21, 21a, 23, 25, 27) ülemine (orgaanikarikas) intervall suures osas katendi hulka.

Üheks kvaliteedinäitajaks liivade puhul on lõimiseline sorteeritus, mis näitab kui erineva suurusega on pinnast moodustavad osakesed. Sorteerituse väljendamiseks kasutatakse lõimisetegurit (C_U): $C_U = D_{60}/D_{10}$. D_{60} ja D_{10} on diameetrid, millest vastavalt 60% ja 10% osakestest (massi järgi) on peenemad. Mida suurem on C_U väärtus, seda ebaühtlasema terasuurusega (eriteralisem) on pinnas. Üldiselt loetakse ühtlaseks terasuurusega pinnaseid, mille $C_U < 3$. Tavaliselt on eriteralisemad liivad mõnevõrra tugevamad võrreldes ühtlaseteralistega, kuna osakesed saavad seal tihedamalt paigutuda. Peenemad osakesed liiguvad jämedamate vahele, kokkuvõttes on kontaktpind suurem, mis annab pinnasele suurema tugevuse. Tabelis 6.2 on toodud lõimisetegur Pannjärve uuringuruumis moodustatud plokkide lõikes. C_U näitaja on toodud plokkidesse jäävate puuraukude lõimiste kaalutud keskmiste põhjal. Tulemuste põhjal on veealune materjal mõnevõrra eriteralisem (C_U keskmine 3,3) kui veepealne materjal (C_U 2,7).

Tabel 6.2. Lõimiseline sorteeritus (C_U) Pannjärve uuringuruumis moodustatud plokkides

Plokk	Keskmine lõimisetegur C_U
16 aT (veepealne)	2,7
17 aT (veealune)	3,5
18 aT (veepealne)	2,5
19 aT (veealune)	2,6
20 aT (veepealne)	2,2
21 aT (veepealne)	2,6
22 pT (veealune)	3,9
23 aT (veepealne)	3,6
24 pT (veealune)	3,2
25 pT (veepealne)	2,6
26 pT (veealune)	3,6
Keskmine (veepealne)	2,7
Keskmine (veealune)	3,4

Tehtud laboratoorsed analüüsid iseloomustavad loodusliku materjali kvaliteeti, mitte tulevaste toodete kvaliteeti. Looduslikul kujul sobib Pannjärve uuringuruumi liiv peamiselt teedehituses drenkihtidesse ja üldehituses segude valmistamiseks.

Pannjärve uuringuruumis moodustatud

- plokk 16 aT (veepealne) liiv vastab ehitusliiva nõuetele, milles peenosiste sisaldus on 3,4% ja osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm ei esine;
- plokk 17 aT (veealune) liiv vastab täiteliiva nõuetele, milles peenosiste sisaldus on 6,8% ja osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm on 0,3%;
- plokk 18 aT (veepealne) liiv vastab ehitusliiva nõuetele, milles peenosiste sisaldus on 2,1% ja osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm on 0,1%;
- plokk 19 aT (veealune) liiv vastab ehitusliiva nõuetele, milles peenosiste sisaldus on 3,5% ja osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm on 1,0%;
- plokk 20 aT (veepealne) liiv vastab ehitusliiva nõuetele, milles peenosiste sisaldus on 1,2% ja osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm ei esine;

- plokk 21 aT (veepealne) liiv vastab ehitusliiva nõuetele, milles peenosiste sisaldus on 1,4% ja osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm on 0,2%;
- plokk 22 pT (veealune) liiv vastab täiteliiva nõuetele, milles peenosiste sisaldus on 12,7% ja osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm ei esine;
- plokk 23 aT (veepealne) liiv vastab täiteliiva nõuetele, milles peenosiste sisaldus on 8,5% ja osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm ei esine;
- plokk 24 aT (veealune) liiv vastab täiteliiva nõuetele, milles peenosiste sisaldus on 5,6% ja osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm on 0,1%;
- plokk 25 pT (veepealne) liiv vastab ehitusliiva nõuetele, milles peenosiste sisaldus on 1,3% ja osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm on 0,1%;
- plokk 26 pT (veealune) liiv vastab täiteliiva nõuetele, milles peenosiste sisaldus on 5,4% ja osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm on 0,3%.

7. HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED

7.1 Kvaternaari setete veekihid

Vasavere mattunud oru piires levivad Kvaternaari setted kogupaksusega 5 - 77 m mattunud oru keskosas, setete paksus väheneb mattunud oru äärealade suunas. Lasundi ulatuses võib välja eristada soo-, jääjärveliste ja glatsiofluviaalsete setete veekihte. Kuna Kvaternaari setted täidavad sügavalt Ordoviitsiumi ladestu karbonaatkivimitesse lõikunud ürgoru, siis on jääjärveliste ja glatsiofluviaalsete setete veekihid ning mattunud orgu ümbritsev Ordoviitsiumi veekompleks omavahel hüdrauliliselt seotud. Valdav looduslik põhjaveevool on piirkonnas läänest itta (Ideon, 1999; Savitski ja Savva, 2005, Perens jt., 2012).

Soosetete veekiht esineb ribana piki Vasavere jõge (KKR kood VEE1067700) ning mattunud oru idaosas. Soosetete lamamiks on jääjärvelised ja glatsiofluviaalsed setted (aleuriit, liiv). Veekiht toitub sademetest. Soosetete veekihile on iseloomulik $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Mg-Ca}$ -tüüpi vesi mineraalsusega 0,04 - 0,2 g/l (Savitski ja Savva, 2005). Turbalasundi vesi on suure orgaanilise aine sisaldusega, kollakaspruuni värvusega ning happeline (pH 3 - 6), mistõttu on see joogiks kõlbmatu.

Jääjärveliste ja glatsiofluviaalsete setete veekiht on Vasavere ürgoru piires, kuhu on moodustatud ka Kvaternaari Vasavere põhjaveekogum, ulatusliku levikuga. Veekihi vettandvateks seteteks on Balti jääjärvesetted ja glatsiofluviaalsed setted. Glatsiofluviaalsed setted esinevad valdavalt Vasavere mattunud ürgoru keskosas, asendudes oru servade suunas jääjärveliste setetega. Glatsiofluviaalseid setteid iseloomustab suuremateraline materjal – keskmise- ja jämedateraline liiv ning kruus. Jääjärvelised setted koosnevad peeneteralisest liivast, aleuriidist ning liivakast-aleuriidikast savist kruusa ja veeristega. Glatsiofluviaalsete ja jääjärveliste setete vahel ei ole vettpidavaid kihte ja seetõttu võib neid lugeda ühtseks veekihiks. Veekihi vesi on enamasti surveta või nõrgalt survealine. Veetase asub maapinnast 1 - 14 m sügavusel, sõltudes reljeefist (Savitski ja Savva, 2005). Põhjavesi on valdavalt Ca-HCO_3 tüüpi, mineraalsusega 0,2 - 0,5 g/l. Iseloomulik suur looduslik raua sisaldus (0,7 - 41 mg/l), mis ületab kordades joogiveele lubatud piirsisaldust (0,2 mg/l). Suur on ka NH_4^+ -sisaldus (kuni 3 mg/l) ja PHT (kuni 36,5 mg/l O_2), mille tingivad anaeroobne keskkond ja laialdane soode mõju. Viimasele viitab ka vee nõrgalt happeline pH (6,2 kuni 7,5) (Perens jt., 2012). Lisaks ületavad läviväärtusi naftasaaduste ja ühealuseliste fenoolide sisaldused. Lähtuvalt eeltoodust on Kvaternaari Vasavere põhjavee keemiline seisund 2020. a seisuga hinnatud halvaks. Samuti on põhjavee koguseline seisund hinnatud halvaks (KAUR, veekogumite kaardirakendus, pinna- ja põhjavee seisundi interaktiivne kaart). Peamiselt põhjustab põhjavee koguselist vähenemist veevajaduse suurenemine Vasavere veehaardes ja piirkonnas toimuv põlevkivi kaevandamine. Liiva kaevandamise mõju põhjavee kogusele on võrreldes eelnimetatutega vähene.

7.2 Veevarustus

Jääjärveliste ja glatsiofluviaalsete setete veekihi vett tarbitakse laialdaselt ühisveevärgi tarbeks, üksikmajapidamiste puurkaevude ja salvkaevudega. Mattunud oru piires on siin moodustatud Kvaternaari Vasavere põhjaveekogum.

Pannjärve liivakarjäärist kagus alustas 1972. aastal tööd Vasavere veehaare, mis ammutab vett jääjärveliste ja glatsiofluviaalsete setete veekihist (Kvaternaari Vasavere põhjavee-

kogum). Veehaardest pumbatavat vett tarbitakse olme-joogiveena Jõhvis ning Kohtla-Järve Ahtme, Oru, Järve ja Kukruse linnaosades. Tegemist on ~1,1 km pikkuse rida-veehaardega (lähimad puurkaevud on Pannjärve karjäärist ~130 m kaugusel). Veehaarde ümber on põhjavee välja pumpamise tõttu kujunenud alanduslehter, mille levialasse jääb ka Pannjärve liivakarjäär. Kurtna-Vasavere veehaardele kinnitatud tarbevaru on 8000 m³/d, mille juures tagatakse veel Kurtna järvede veetasemete stabiilsus. KOTKAS infosüsteemi kohaselt oli 2021. aastal veevõtt veehaardest ~6600 m³/d. Keskkonnaseire infosüsteemi andmetel on Vasavere veehaarde puurkaevude veetase absoluutkõrgustel ~41 - 45 m.

7.3 Pinnavesi

Pannjärve liivamaardla ümbruskonda jääb rohkesti looduslikke järvi, millest mitmed kuuluvad Kurtna looduslal kaitstavate järvede hulka. Kurtna järvestiku järved on sarnase tekkega (tekkinud liustiku sulamisvete tegevuse tagajärjel) ning need paiknevad mõhnade vahelistel madalikel. Pannjärve liivakarjäärist 1 km raadiusesse jäävad Kurtna looduslal kaitstavatest järvedest ~300 m kaugusele kagusse Kuradijärv (KKR kood VEE2025700), ~650 m kaugusele edelasse Kurtna Suurjärv (KKR kood VEE2025800), ~680 m kaugusele kagusse Martiska järv (KKR kood VEE2026100), ~850 m kaugusele lõunasse Ahnejärv (KKR kood VEE2026200) ja ~1 km kaugusele idasse Aknajärv (KKR kood VEE2025600). Kurtna järvestiku järvede veetasemed jäävad absoluutkõrgustele ~41 - 47 m. Pannjärve liivakarjääris on veetase stabiliseerunud absoluutkõrgusel ~43 m.

Pannjärve liivamaardlast ~800 m kaugusel läänes voolab Vasavere jõgi, mis saab alguse Kurtna Suurjärvest. Vasavere jõe pikkus on 15,7 km ning valgala pindala 51,6 km². Vasavere jõgi kuulub heledaveeliste ja vähese orgaanilise aine sisaldusega jõgede hulka.

7.4 Kvaternaari setete veetaset mõjutavad tegevused

Vasavere ürgorgu piiravad läänest suletud Ahtme kaevandus ja töötav Estonia kaevandus ning idast Sirgala ja Sirgala II karjäärid. Vasavere mattunud oru piirkonda jäävad Kurtna-Vasavere veehaare ja Pannjärve liivakarjäär. Aastakümneid kestnud tugev tehnogeenne mõju Estonia kaevanduse, Sirgala karjääri veeärastuse ja Kurtna-Vasavere veehaarde poolt on piirkonna põhja- ja pinnavee taset alandanud. Tänapäevaks on keskmine veetase stabiliseerunud absoluutkõrgusel 42,0 - 43,0 m. Veetaseme stabiliseerumisele on kaasa aidanud Ahtme kaevanduse sulgemine. Vasavere mattunud oru põhjaveevarule ja töötavale Vasavere veehaardele avalduva mõju minimeerimiseks hoitakse Ahtme kaevanduse veetaset absoluutkõrgusel 42 - 43,5 m. Sirgala karjäärid on liidetud Narva karjääriga ning sealne kuivendus avaldab endiselt mingil määral mõju Vasavere veehaardele (Ideon, 1999).

7.5 Hüdrogeoloogilised uuringud

2021. a jaanuaris mõõdeti geoloogilise uuringu ajal uuringuruumi põhjaosas põhjavee tasemeks 7,4 - 20 m (keskmiselt 14,8 m) maapinnast ning veetaseme abs kõrgus jäi vahemikku 40,4 - 44,3 m (keskmiselt 42,5 m). Pannjärve karjäärist läänes mõõdeti 2021. a mais ja juunis põhjavee tasemeks 0,7 - 8,8 m (keskmiselt 3,9 m) maapinnast ning veetaseme abs kõrgus jäi vahemikku 43,0 - 46,6 m (keskmiselt 44,5 m) (tabel 7.1).

Tabel 7.1. Mõõdetud veetasemed Pannjärve uuringuruumi puuraukudes

PA nr	Maapinna abs kõrgus, m	Puuraugu sügavus, m	Veetase maapinnast, m	Veetaseme abs kõrgus, m	Mõõtmise aeg
Pa-1	57,90	30,4	17,5	40,40	11.01.22
Pa-2	55,61	32,6	15,0	40,61	19.01.22
Pa-3	61,97	30,4	19,5	42,47	13.01.22
Pa-4	57,30	25,6	13,0	44,30	18.01.22
Pa-5hg	51,36	17,7	7,4	44,01	17.01.22
Pa-6	53,26	20,0	11,5	41,76	14.01.22
Pa-7	64,05	32,5	20,0	44,05	20.01.22
Pa-8	49,57	13,7	4,5	45,07	09.06.21
Pa-9	51,31	16,9	5,6	45,71	09.06.21
Pa-9a	50,05	16,2	3,5	46,55	09.06.21
Pa-10	49,61	15,7	5,0	44,61	27.05.21
Pa-11	46,47	14,2	2,4	44,07	18.05.21
Pa-12	49,19	16,5	3,5	45,69	09.06.21
Pa-13	49,97	16,1	4,6	45,37	27.05.21
Pa-14hg	47,92	14,7	2,6	45,32	06.07.21
Pa-15hg	49,24	13,3	5,4	43,84	06.07.21
Pa-16	44,81	11,8	1,6	43,21	18.05.21
Pa-18	49,70	17,7	5,4	44,35	28.05.21
Pa-19	45,12	13,7	1,5	43,62	19.05.21
Pa-21	50,04	17,0	4,7	45,39	28.05.21
Pa-21a	43,96	10,5	0,7	43,31	19.05.21
Pa-22	50,43	15,7	4,5	45,93	20.05.21
Pa-23	45,78	13,8	2,6	43,18	19.05.21
Pa-24a	49,83	17,7	5,5	44,33	10.06.21
Pa-24hg	47,99	13,7	5,0	42,99	15.07.21
Pa-25	44,92	9,9	1,9	43,07	20.05.21
Pa-26	54,15	19,7	8,8	45,35	16.06.21
Pa-27	45,29	13,8	2,1	43,19	20.05.21
Pa-29	51,01	19,8	5,5	45,51	10.06.21

Veekihti moodustavate setete hüdrodünaamiliste omaduste (filtratsiooniparameetrite) hindamiseks viidi 2021. aasta augustis läbi katsepumpamised. Setete veejuhtivus - T arvutati programmiga AQTESOLV, kasutades Cooper-Jacob meetodit. Veekihti moodustavate setete filtratsioonikoefitsient K on kihi veejuhtivuse ja veekihi paksuse jagatis ($K = T/b$). Veekihi paksuseks (b) määrati arvutustes 6 - 12 m. Katsepumpamise tulemused on toodud tabelis 7.2.

Katsepumpamiste tulemusena saadi veekihti moodustavate setete filtratsioonikoefitsientideks 21,9 - 32,4 m/ööp. Varasemate uuringute kohaselt varieerub Vasavere põhjaveekogumit moodustavate setete filtratsioonikoefitsient vahemikus 1 - 175 m/ööp (keskmiselt 15 m/ööp) ning veejuhtivus varieerub 30 - 300 m²/ööpäevas. Põhjaveevoolu kiirus sõltub hüdrauilisest gradiendist ja on suurim Vasavere veehaarde ümbruses. Valdav põhjavee liikumise kiirus glatsiofluviaalsetes liivades on 0,02 - 0,2 m/ööpäevas (Perens jt., 2012)

Tabel 7.2. Katsepumpamiste tulemused

Puuraugu nr	Pa-14hg	Pa-15hg	Pa-24hg
Kuupäev	25.08.2021	25.08.2021	26.08.2021
Staatiline veetase, m	2,10	4,94	3,76
Tootlikus, l/s	1,9	1,9	1,9
Alandus, m	1,74	1,53	2,44
Erideebit, l/s×m	1,09	1,24	0,78
Veejuhtivus, m ² /ööp	265,3	250,8	194,3
Filtratsioonikoef., m/ööp	21,9	31,4	32,4

7.6 Pannjärve karjääri laiendamise mõju veekeskkonnale

Veetasemest sügavamale jääva liiva kaevandamine on planeeritud selliselt, et maavara väljatakse pinnasepumbaga hüdropuistangutesse veetasel alandamata ning karjääri kogunevat vett kõrvaldamata. Hüdropuistangutest nõrgub vesi tagasi tehisveekogusse. Siiski tuleb arvestada, et väljatava maavaramahu arvelt veetase karjääris alaneb. Veetaseme alanemine on üldjuhul lühiajaline, kuna veetaseme alanemisel intensiivistub vee juurdevool karjääri kuni veetasemete ühtlustumiseni ümbritsevate aladega. Lisaks voolab karjääri tagasi hüdropuistangutest nõrguv vesi. Välja nõrguva vee kogus sõltub eelkõige kaevandatava liiva poorsusest (näitab maksimaalset veekogust settes/kivimis veega küllastatuse korral) ning veeannist (settest raskusjõu mõjul väljavoolava vee kogus), aga ka kliimatilistest tingimustest, näiteks aurumisest. Samuti lisandub karjääri vett sademetest. Pannjärve liivakarjääri laienemisega tekkivat veetaseme alanemist kompenseerib varasema kaevandamistegevuse tagajärjel kujunenud veekogu. Samas tuleb arvestada, et veepeegli suurenemisel aurumine veepinnalt suureneb ehk põhjavee toide selle arvelt väheneb.

Pannjärve karjääri laiendamisel tuleb tähelepanu pöörata sellele, et tegevusega ei tohi mõjutada piirkonda jäävate kaitstavate looduslike järvede veetasel. Kuna kaevandamisel veetasel ei alandata ning väljatava materjali arvelt alanevat veetasel kompenseerib märkimisväärselt olemasolev karjäär, siis veetaseme lühiajaline alanemine ei ületa hinnanguliselt 0,5 meetrit. See ei mõjuta looduslike järvede veetasel. Siiski tuleb arvestada sellega, et karjäärist põhja ja kirde suunas maapinna ja veetasemete abs kõrgused vähenevad ning karjääri laienemisel tekib oht, et hakkab toimuma vee äravool põhja ja kirde suunas, mis tooks kaasa veetaseme alanemise karjääris ja ümbritseval alal ning võib mõjutada ka looduslike järvede veetasel. Maavara varuplokkide moodustamisel on eeltoodut arvestatud ning ploki piirid määratletud maapinna reljeefi arvestades selliselt, et oleks tagatud Pannjärve karjääri pikaajalise keskmise veetaseme säilimine.

Teine Pannjärve karjääri laiendamisega mõjutatud objekt on Vasavere veehaare, mis tagab olme-joogivee Jõhvis ning Kohtla-Järve Ahtme, Oru, Järve ja Kukruse linnaosades. Ka siin on oluline säilitada veetase karjääris, kuna juba praegu on põhjaveekogumi koguseline seisund hinnatud halvaks suurenenud veevõtu tõttu.

Lisaks võib Pannjärve karjääri kaevandamine ja karjääri laiendamine mõjutada kvaliteeti Vasavere veehaarde puurkaevude vees. Vasavere veehaarde puurkaevude vee isotoopkoostised viitavad olulisele aurumise mõjule, viidates et enamik veehaarde veest pärineb Pannjärve karjäärist. Pannjärve karjääri territooriumi ja Vasavere veehaarde seirekaevus (vastavalt puurkaevud 3263 ja 3245) on korduvalt leitud fenoole ja naftasaaduseid, mis

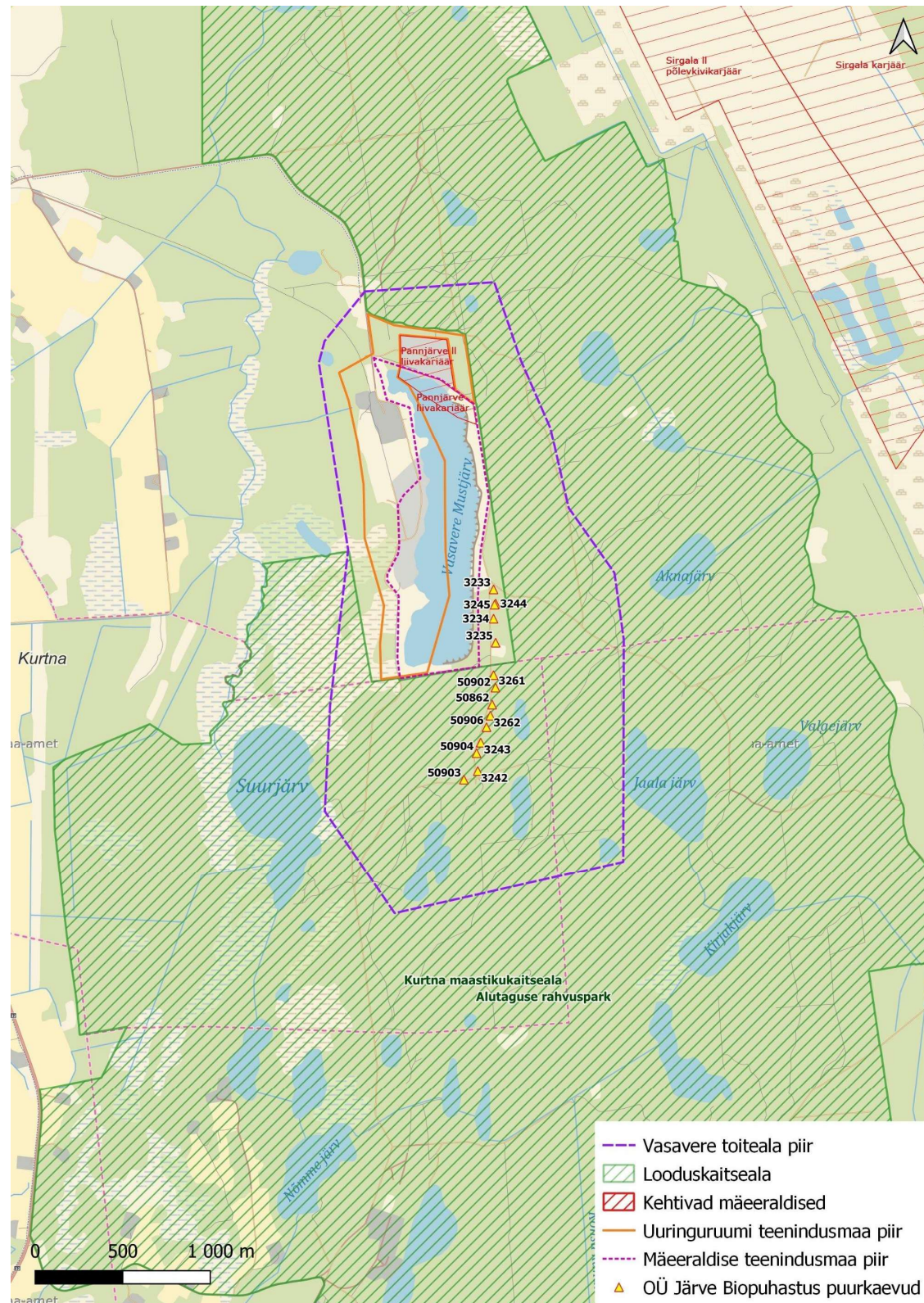
viitavad jääkreostusele. Jääkreostuse allikad ei ole teada. Veevõtu suurenemisega veehaardes selle alanduslehter suureneb ning suureneb ka hüdrauliline gradient, mille tulemusena vee juurdevool karjääri suunast intensiivistub ja sellega suureneb ka reostuse sissekande oht veehaardesse (Karro jt., 2021).

Pannjärve karjäär paikneb Vasavere veehaarde toitealal (joonis 7.1). Veeseaduse kohaselt on joogiveehaarde toiteala piirkond, millelt põhjavesi liigub veehaardesse. Joogiveehaarde toitealal tuleb vältida pinna- ja põhjavee kvaliteedi halvenemist ulatuses, mis võib kaasa tuua joogivee tootmisel veetöötuse kulude olulise suurenemise. OÜ Maves koostatud Vasavere joogiveehaarde toiteala projektile (Metsur ja Grigorjeva, 2020) on Pannjärve tehiskjäär Vasavere veehaarde piirkonnas põhjaveekogumi toitumistingimusi oluliselt muutnud ning karjääri laienemine muudab tehiskjäärve mõju veelgi domineerivamaks, kuna:

- Veepeegli suurenemisega väheneb Kvaternaari veekihi toitumine, sest liivakarjääri tehiskjäär drenib toitealal Kvaternaari veekihti ning tõenäoliselt toimub järvest infiltratsioon Lasnamäe-Kunda veekihti.
- Tehiskjäärve laienemine põhja ja kirde suunas võib soodustada vee infiltratsiooni läbi liivaseljandiku kirde suunas, kus põhjavee tase liivades langeb Kihljärve suunas võrdlemisi kiiresti.
- Tehiskjäärve laienemisel lääne suunas soode ja märgalade suunas võib kaasa tuua pruuni ja suure orgaanilise aine sisaldusega vee juurdevoolu karjäärijärve ja sealt veehaardesse.

Pannjärve liivakarjääri tehiskjäärvest lääne suunda jäävate varuplokkide piiritlemisel on arvestatud maapinnareljeefiga ja soosetete levikualaga, et vähendada sealt vee pindmise äravoolu võimalust karjääri suunas. Selliselt tagatakse kõrgem ala soo ja karjääri vahele, mis käitub veelahkme alana. Kuna põhjavee voolusuund on läänest itta, siis ei ole võimalik vältida põhjavee infiltratsiooni soosetete levikualalt läbi setete.

Pannjärve karjääri seirekaevus on tuvastatud fenooli ja naftasaaduseid. Kuigi jääkreostuse levikuala ei ole teada, siis varuplokke ei ole piiritletud seirekaevude piirkonda. Eeltoodut arvestades on vajalik teostada täiendavaid uuringuid jääkreostuse leviku täpsustamiseks, et välistada reostuse levikut veehaarde puurkaevudesse.



Joonis 7.1. Vasavere veehaarde toiteala (Metsur ja Grigorjeva, 2020). Plaani koostamisel on kasutatud Maa-ameti kaardirakendust

8. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED

Töö eesmärk oli uurida olemasoleva kaeveala laiendamisevõimalusi, kontuurides Pannjärve uuringuruumis maavaravaru, mille väljamine tulevikus oleks võimalik minimaalsete mõjudega ümbritsevale keskkonnale sh Vasavere põhjaveehaardele. Maavara ammendamise järgselt oleks võimalik mäeeraldiste ala nõuetekohaselt korrastada, kujundades ala üheks tehisveekoguks.

Mäenduslikud tingimused liiva kaevandamiseks alal on soodsad arvestades maardla pikaajalist eksploatatsiooniga ja ettevõtte kogemust liiva kaevandamisel. Pannjärve liivakarjäär alustati liiva veepealse kaevandamisega 1964. aastal ja veealuse kaevandamisega 1979. aastal. Maardlas on kaks kehtiva kaevandamisõigusega mäeeraldist: Pannjärve II liivakarjäär (kaevandamisloa nr KMIN -072, kehtivusega kuni 27.03.2030) ja Pannjärve liivakarjäär (kaevandamisloa nr L.MK/330972, kehtivusega kuni 27.03.2025). Tulenevalt Pannjärve liivamaardla pikaajalisest eksploatatsioonist, on välja kujunenud optimaalne maavara kaevandamise tehnoloogia, mis arvestab mäetehniliste eripärade ja keskkonnaalaste kitsendustega. Tegutsevate karjääride näitel on olemas praktiline kogemus sellest, kuidas kaevandamine antud piirkonnas toimub ning kas ja millisel määral see keskkonnale mõju avaldab.

Pannjärve uuringuruumi piires on reljeef ebatasane ja muutlik. Uuringuruumi teenindusalast ligikaudu kolmandikul kasvab mets (põhjaosas ja äärmises lääneservas), lõunaosa on kaevandamise poolt mõjutatud - alalt on kattekiht kooritud, osaliselt maavara väljatud ja tagasi täidetud ning ülejäänud kolmandikul laiub kaevandamise tulemusena tekkinud tehisjärv (Vasavere Mustjärv). Maapind on madalam lõuna- ja lääneservas ning kõrgem uuringuruumi põhjaosas. Maapinna absoluutkõrgused jäävad uuringuruumi põhjaosas vahemikku ~51 - 64 m ja lõuna- ning lääneservas 44 - 54 m.

Kuna Pannjärve uuringuruum piirneb Pannjärve ja Pannjärve II liivakarjääri mäeeraldistega, kattudes osaliselt nende teenindusmaaga, siis käesoleva uuringuga moodustatud uued varuplokid saavad tõenäoliselt olema olemasolevate mäeeraldiste laienduseks. Laienduse avamiseks tehtavad esmased tööd on metsa ja võsa raadamine (peamiselt uuringuruumi põhjaosas) ning kändude juurimine. Seejärel kooritakse kattekihi ülemine ehk viljakas osa buldooseri või kopplaaduriga ning ladustatakse mäeeraldiste teenindusmaal puistangus. Uuringuruumi lõuna- ja lõunaosas üldjuhul metsa raadamise vajadus puudub, välja arvatud plokk 20 aT ala.

Kattekihi paksus on põhjaosas keskmiselt 0,1 m, keskosas 0,5 m ja edelanurgas 0,1 m. Veealuse ja veepealse varu piiriks on määratud abs tase 43,6 m. Veepealse kasuliku kihi keskmine paksus on põhjaosas 12,1 - 15,1 m (plokid 16 ja 21), keskosas 0,9 - 2,1 m (plokid 23 ja 18) ja edelaosas 3,8 m (plokk 20). Veealuse varu paksus ulatub kuni ~15 meetrini, mis on pinnasepump-süvendaja maksimaalne ammutussügavus. Veealuse kasuliku kihi keskmine paksus põhjaosas on 10,2 - 14,0 m (plokid 17 ja 22), keskosas 7,5 - 9,8 m (plokid 24 ja 19). Edelaosas (plokki 20 lamamis) veealust varu ei ole hinnatud ja kaevandama ei hakata.

Mäetöödel järgitakse kehtestatud norme ja eeskirjasid (sh müratasemete normtasemed, pinnase reostumise vältimine, tolmu vältimine jms). Elektri- ja maakaabelliinide osas on taotletud tehnilised tingimused ja kaitsevööndites töötamine kooskõlastatakse täiendavalt liinide omanikega keskkonnalaos taotlemise käigus.

Logistiline skeem saab toimima nii nagu praegu. Täiendavate juurdepääsuteede vajadus puudub. Põhjaosa läbiva Valgjärve tee teelõigu ümbertõstmise vajadus selgub kaevandamise loa taotlemisel ning see kooskõlastatakse täiendavalt vastavate osapooltega. Kuna ploki 21/22 alale jääb SA Pannjärve Tervisespordikeskusele renditud suusamaratoni rada, kooskõlastatakse arendustegevus sellel alal kaevandamise loa taotlemise käigus Alutaguse valla ja SA Pannjärve Tervisespordikeskusega. Passiivse tarbevaru plokkide 25/26 varu hindamine aktiivseks (kaevandamisväärseks) kooskõlastatakse tulevikus kõikide vajalike osapooltega.

Pannjärve liivakarjäärides kaevandatakse veepealne varu koos veealuse astanguga hüdro- ja/või monitorkaevandamise varistamisega. Veealuse varu kaevandamiseks kasutatakse ujuvat pinnasepumpa ammutussügavusega 15 m. Veega küllastunud liiv ehk pulp pumbatakse mööda torustikku spetsiaalselt ettevalmistatud platsile ehk hüdropuistangusse nõrguma, kus liigvesi juhitakse tehisveekogusse tagasi. Hüdropuistangusse pumpamisel läbib liiv koonussõela, millega eraldatakse välja ülegabariidiline materjal 12 - 120 mm (suurem fraktsioon pumpa ei läbi ja jääb veekogu põhja). Saadud materjal turustatakse või kasutatakse karjääriteede ja platside hooldamisel. Hüdropuistangut kasvatatakse järkjärgult kõrgemaks, kasutades abitöödel buldooseri, mis lükkab vallid liivakaardi servale. Valmis hüdropuistang jäetakse 3 kuni 4 nädalaks nõrguma ja alles seejärel saab materjali kasutada toodanguna. Liiva laadimine hüdropuistangust toimub ekskavaatorite ja laaduritega ning materjali väljavedu karjäärist kalluritega.

Maavara kaevandamisega mõjutatakse alati suuremal või vähemal määral keskkonda. Peamisteks keskkonda mõjutavateks teguriteks on müra, tolmu ja maastikupildi visuaalne muutumine ning põhjavee reostuse ja veetaseme alanemise oht. Peamisteks müra tekitajateks karjääris on kaevandamismasinad (pinnasepump, ekskavaator, rataslaadur, kallurauto). Transpordimasinatel on müratase normeeritud. Oluline on märkida, et tegemist on varasemalt kaevandamisest mõjutatud alaga ja mäeeraldise laienemine käesoleva uuringuga moodustatud varuplokkidele (osaliselt), ei tohiks mõjusid oluliselt suurendada. Enim tuleb tähelepanu pöörata veereostuse ohule, vältida mäetööde käigus diiselkütuse või õli leket ning määrdeainete või muu reostuse sattumist vette.

Põhilisteks tolmu tekitajateks töötavas karjääris on kaevise laadimistehnika (ekskaavaatorid, laadurid), transpordivahendid (kallurautod) ning kaevandatava materjali töötlemiseks kasutatav tehnika (sorteerimissõlmed). Kuna antud mäeeraldise piires on peamiselt kaevandamine hüdromehhaniseeritud meetodil, siis tolmu teke on minimaalne. Sõelumis- ja sorteerimissõlmes esinevad suurenenud tolmu kontsentratsioonid ainult seadme vahetus läheduses. Tulenevalt kaevandatava materjali loodusliku niiskuse sisaldusest on laadimisprotsessidel tekkiv tolmu hulk väike ning võib eeldada, et ülenormatiivseid kontsentratsioone väljaspool tootmisala ei teki.

Pannjärve karjääri laiendamise (kaevandamisega kaasnevast) mõjust veekeskkonnale ja olulisematest probleemidest on kirjeldatud peatükis 7. Veetasemest sügavamale jääva liiva kaevandamine on planeeritud pinnasepumbaga veetasel alandamata ning karjääri kogunevat vett kõrvaldamata. Eestis liiva kaevandamise laialdane kogemus on üldjuhul näidanud, et kaevandamine ei halvenda veekvaliteeti ega sea ohtu varustatust. Mõju tuleneb kaasnevatest mõjudest (reostusohu, suure orgaanilise aine sisaldusega vee juurdevool karjäärijärve jne), millega on antud uuringu varuplokkide moodustamisel püütud arvestada.

Kaevandamisega kaasneva keskkonnamõju vähendamiseks on võimalik rakendada mitmeid meetmeid. Kaevandamistegevuse intensiivsel veoperioodil võib teele kanduda liiva ja tolmlüva, mille vältimiseks võib lähedal asuvate majapidamiste juures teid kasta. Kaevandamisel tuleb järgida kehtestatud normatiive mürale ja tolmu sisaldusele välisõhus. Reostuse vältimiseks karjääris tuleb rangelt jälgida, et kaevandamis- ja laadimiskohtades ei satuks diiselkütust ega määrdeõli karjääri põhja. Seadmete tankimine ja hooldus peab toimuma väljaspool karjääri või selleks spetsiaalselt ettevalmistatud platsil, mis on varustatud õlitõrje vahenditega. Õnnetuse kohas tuleb reostunud pinnas või vesi kiiresti eemaldada ja anda üle vastavat litsentsi omavale jäätmekäitlusasutusele.

Kuna uuringuruum asub osaliselt juba varasemalt kaevandatud alal, siis jätkuv kaevandamine maastiku üldpilti oluliselt ei muuda. Kaevandamise lõppedes tuleb karjääri küljed kujundada nii, et oleks tagatud maa ohutu ja otstarbekas taaskasutamine ning üldilme esteetiliselt vastuvõetav.

Karjääris töötavate masinate ning seadmete heitgaasid peavad vastama kehtestatud normidele. Kasutada tohib ainult tehniliselt korrasolevat kaevandamistehnikat. Veokite heitgaaside piirväärtused on kehtestanud valmistaja tehas ja neid kontrollitakse autode tehnoülevaatusel.

Maavara ammendumise järgselt on mäeeraldiste ala planeeritud kujundada tehisveekoguks, mida soodustavad ka geoloogilised ja hüdrogeoloogilised tingimused. Karjäärade külgede nõlvus tuleb korrastamisel valida selline, et oleksid välditud varingud, nihked ja erosioon. Veepealses osas tuleb nõlvatervikud jätta kaldega 30° (1 : 1,7) ja veealuses osas kaldega 18° (1 : 3). Nõlvatervikud tuleb kujundada juba kaevandamise ajal.

9. VARU ARVUTUS

Pannjärve uuringuruumi varu arvutuse aluseks on topograafiline plaan mõõtkavas 1 : 2000 (graafiline lisa 1) ja käesoleva geoloogilise uuringu ja 2017. a välitööde tulemused ning laboratoorsete määrangute andmed. 1962. a uuringu puuraukude andmeid on kasutatud kasuliku kihi lasumi ja lamami täpsustamiseks.

Maavaravaru ja katendi mahud ning plokkide pindalad on arvutatud arvutiprogrammis Bentley PowerCivil for Baltics V8i (Lisa 8). Mahtude arvutamiseks on kasutatud sama programmi abil koostatud kolmemõõtmelisi mudeleid:

- maapinna mudel – kasutatud on ala 2022. a märtsi topograafilise mõõdistamise andmeid;
- kasuliku kihi lasumi ja lamami mudel – kasutatud on alale jäävate 2021. a, 2022. a, 2017. a ja 1962. a uuringupunktide andmeid, mis on toodud uuringupunktide kataloogis (Lisa 3) ning koondatud plokkide kaupa tabelitesse 9.1...9.6.

Maavara kvaliteedi määrangud tuginevad järgmistel materjalidel:

- 2021. a, 2022. a ja 2017. a (2 puurauku) puuraukude ning nõlvapuhastuste kirjeldused (Lisa 5);
- 2021. a, 2022. a puuraukude ja nõlvapuhastuste ning 2017. a (2 puurauku) laboratoorsete uuringute andmed (Lisa 6 ja 7);

Geoloogilise uuringu tulemusena hinnati Pannjärve uuringuruumis liiva tarbevaru 34,42 ha pindalal. Varuplokkide piiritlemisel on arvesse võetud lisaks (hüdro)geoloogilise ehitusele ja maavara kvaliteedinäitajatele ka piirangud ning keskkonnakaitselised tingimused eeldusel, et maavara kaevandamise mõju oleks keskkonnale, sealhulgas Vasavere põhjaveehaardele, võimalikult väike.

Varuplokkide kontuurimisel on arvestatud:

- OÜ Järve Biopuhastus joogivee magistraaliga (plokid 25 pT/26 pT);
- vee infiltratsiooni ja äravoolu võimalikkusega põhja ja kirde suunas, kus üldine veetase ja maapinnareljeef vähenevad (plokid 21 aT/22 pT);
- reostuse sissekande ohuga veehaardesse (plokkide 18 aT/19 aT põhjapiir);
- maapinna reljeefiga lääneosas, tagades kõrgema ala (veelahkmeala) soosetete levikuala ja varuplokkide vahele, vältimaks soosetete levikualalt vee pindmist äravoolu karjääri suunas (plokid 18/19 ja 23/24).

Samas kinnitavad uuringus kogutud geoloogilised andmed, et maavara levik on pindalaliselt laiem ning tulevikus on võimalik täiendavalt võtta arvele uuritud liiva varu, kui on tehtud vajalikud uuringud (sh hüdrogeoloogilised, reostusuuringud jne).

Veepealse ja veealuse ploki vahepiir on abs kõrgus 43,6 m. Kuigi pindalaliselt ei esine veepealset varu kogu uuringuruumis, on ploki piiride lihtsustamise mõttes moodustatud kohakuti paiknevad veepealsed ja -alused varuplokid samasugusel pindalal. Veealuse ploki alumiseks piiriks on abs kõrgus 28,6 m või sellest ülespoole jääva maavara geoloogiline lamam. Sellest allapoole jääv liivallasund on arvatud reservvaru ploki 10 pR koosseisu.

Varu arvutuseks kasutatud uuringupunktid on rajatud kuni 200 meetrise vahekaugusega. Maavara kasutusala määramiseks kasutatud uuringupunktide materjal on kõik proovitud. Uuringu detailsus on piisav hindamaks liivavaru tarbevaruna, mis esitatakse kinnita-

miseks aktiivsena (plokid 16 aT, 17 aT, 18 aT, 19 aT, 20 aT, 21 aT, 23 aT, 24 aT) ja passiivsena (plokid 22 pT, 25 pT, 26 pT).

Plokkide keskmised paksused on arvutatud ploki mahu ja pindala suhtena. Uuringuruumi põhjaosas vahekatendina esinev liivsavi- ja saviläätsede kogumik plokkides 17 aT, 21, aT, 22 pT, 25 pT, 26 pT (graafiline lisa 2) on varust välja arvatud. Vahekatendi maht on leitud selle leviku pindala ja uuringupunktides avatud kihi keskmise paksuse korrutisena.

Plokkide numeratsiooni on jätkatud Pannjärve liivamaardlas arvel olevatest plokkidest.

9.1 Plokid 16 aT/17 aT

Plokid 16 aT/17 aT pindalaga 5,29 ha paiknevad Pannjärve uuringuruumi põhjaosas, olles piiritletud uuringuruumi piiriga ja põhjaosast OÜ-le Järve Biopuhastus kuuluva veetrassi kaitsevööndiga 20 m trassi teljest (Lisa 17). Plokkide piiresse või vahetus lähedusse jääb 7 puurauku (PA-3, 4, 5hg, 6, 7, 5036, 5060) ja nõlvapuhastus NP-1 (tabel 9.1).

Tabel 9.1. Pannjärve uuringuruumis moodustatud plokkide 16 aT/17 aT katte- ja kasuliku kihi paksused puuraukudes

Puuraugu			Katendi paksus, m	Kasuliku kihi paksus plokis, m			Veetase, m		
nr	Z	sügavus, m		kokku	vee all*	lamami abs	sügavus maapinnast	abs	mõõtm. aeg
Pa-3	61,97	30,4	0,1	30,25	11,98	31,62	19,50	42,47	13.01.2022
Pa-4	57,30	25,6	0,1	24,90	11,30	32,30	13,00	44,30	18.01.2022
Pa-5hg	51,36	17,7	0,1	17,40	9,74	33,86	7,35	44,01	17.01.2022
Pa-6	53,26	20,0	0,1	19,70	10,14	33,46	11,50	41,76	14.01.2022
Pa-7	64,05	32,5	0,1	32,40**	12,05	31,55	20,00	44,05	20.01.2022
PA-5036	37,09	26,0	0,0	3,50	3,50	33,61	11,0	46,11	24.03.1962
PA-5060	58,39	29,0	0,2	26,80	12,21	31,39	12,0	46,39	06.06.1962
NP-1	57,81	17,65	0,4	23,87***	10,06	33,54	14,58	43,23	29.07.2021

*abs 43,6 m; **sh vahekatend (savi vahekiht); ***mudelid 1962.a puuraukudel toodud 2022. a abs.kõrgus

Ploki 16 aT maavaraks on ehitusliiv, mis jääb põhjavee tasemest kõrgemale. Ploki katendiks on kasvukiht, mille maht on 6 tuh m³ ja keskmine paksus:

$$6 \text{ tuh m}^3 \div 5,29 \text{ ha} = 0,1 \text{ m.}$$

Ploki 16 ehitusliiva aktiivne tarbevaru on kokku 642 tuh m³ ja kasuliku kihi keskmine paksus:

$$642 \text{ tuh m}^3 \div 5,29 \text{ ha} = 12,1 \text{ m.}$$

Ploki 17 aT maavaraks on täiteliiv, mis jääb põhjavee tasemest allapoole. Ploki esineb liivsavi vahekatendina 0,11 ha pindalal paksusega 1,9 m (puuraugus Pa-7 sügavusel 24,9 - 26,8 m) (Joonis 5.1). Vahekatendina esineva savi kogus on:

$$0,11 \text{ ha} \times 1,9 \text{ m} = 2 \text{ tuh m}^3.$$

Ploki 17 täiteliiva aktiivne tarbevaru on kokku 541 – 2 = 539 tuh m³ ja kasuliku kihi keskmine paksus:

$$539 \text{ tuh m}^3 \div 5,29 \text{ ha} = 10,2 \text{ m.}$$

9.2 Plokid 18 aT/19 aT

Plokid 18 aT/19 aT pindalaga 15,60 ha paiknevad Pannjärve uuringuruumi keskosas, olles piiritletud kirdest uuringuruumi piiriga, idast puuraukudest Pa-19, 21a 100 m kaugusele ekstrapoleeritud piiriga, lõunapiir on kontuuritud vastavalt maavara kvaliteedile, põhja- ja läänepiiri määramisel on lähtutud keskkonnakaitselistest kaalutlustest (vt peatükk 7.6). Plokkide piiresse või vahetus lähedusse jääb 9 puurauku (Pa-16, 19, 21a, PA-5073, 5109, 5053, 5108, 5039, 5112) ja 3 nõlvapuhastust (NP-2, 3, 4) (tabel 9.2).

Tabel 9.2. Pannjärve uuringuruumis moodustatud plokkide 18 aT/19 aT katte- ja kasuliku kihi paksused puuraukudes

Puuraugu			Katendi paksus, m	Kasuliku kihi paksus plokis, m			Veetase, m		
nr	Z	sügavus, m		kokku	vee all*	lamami abs	sügavus maa-pinnast	abs	mõõtm. aeg
Pa-16	44,81	11,8	1,40	9,90	9,9	33,51	1,6	43,21	18.05.2021
Pa-19	45,12	13,7	0,80	12,25	11,53	32,07	1,5	43,62	19.05.2021
Pa-21a	43,96	10,5	2,95	7,25	7,25	33,76	0,65	43,31	19.05.2021
PA-5073	49,44	24,0	0,00	17,43	11,59	32,01	12,0	44,01	18.07.1962
PA-5109	36,62	38,0	0,0	8,02	8,02	28,60	22,0	44,51	03.10.1962
PA-5053	48,38	17,0	0,0	16,45	11,67	31,93	4,0	44,93	25.05.1962
PA-5108	35,36	32,0	0,0	4,55	4,55	30,81	12,0	50,81	12.09.1962
PA-5039	48,39	38,0	0,0	15,85	11,06	32,54	22,0	45,54	07.04.1962
PA-5112	37,38	25,0	0,0	6,33	6,33	31,05	12,0	43,35	09.08.1962
NP-2	46,00	7,5	0,4	13,84***	11,84	31,76	2,77	43,23	29.07.2021
NP-3	45,30	7,7	1,0	13,65***	12,95	30,65	2,07	43,23	29.07.2021
NP-4	44,74	7,0	0,9	11,03***	10,79	32,81	1,51	43,23	29.07.2021

*abs 43,6 m;), ***mudelid

1962.a puuraukudel toodud 2022. a abs.

Ploki 18 aT maavaraks on ehitusliiv, mis jääb põhjavee tasemest kõrgemale. Ploki katendiks on kasvukiht, kunagiste hüdropuistangute (liivakaartide) alumistesse kihtidesse jäänud liiv ja varasemalt karjääri alalt eemaldatud kattekiht. Katendi maht on 120 tuh m³ ja keskmine paksus:

$$120 \text{ tuh m}^3 \div 15,60 \text{ ha} = 0,8 \text{ m.}$$

Ploki 18 ehitusliiva aktiivne tarbevaru on kokku 331 tuh m³ ja kasuliku kihi keskmine paksus:

$$331 \text{ tuh m}^3 \div 15,60 \text{ ha} = 2,1 \text{ m.}$$

Ploki 19 aT maavaraks on ehitusliiv, mis jääb põhjavee tasemest allapoole. Ploki 19 ehitusliiva aktiivne tarbevaru on kokku 1534 tuh m³ ja kasuliku kihi keskmine paksus:

$$1534 \text{ tuh m}^3 \div 15,60 \text{ ha} = 9,8 \text{ m.}$$

9.3 Plokk 20 aT

Plokk 20 aT pindalaga 1,56 ha on kontuuritud Pannjärve uuringuruumi edelanurka, jäädes osaliselt uuringuruumi piirist välja. Kuna uuringuruumi piir jaotab mõhna pooleks, siis nii maavara säästliku kasutuse, kaevandamise kui ka tulevikus korrastamise (ohutuse tagamise) seisukohast lähtuvalt piiritleti plokk ka väljapoole uuringuruumi. Võttes arvesse turbamaardla lähedust ja turbavee sissevoolu ohtu veealuse varu väljamisel, hinnatakse maavaravaru ainult veepealses osas.

Ploki varu on arvutatud positiivse pinnavormi jalamini, abs kõrguseni 47,0 m. Ploki piiresse jääb üks puurauk (Pa-26).

Tabel 9.3. Pannjärve uuringuruumis moodustatud plokk 20 aT katte- ja kasuliku kihi paksus puuraugus

Puuraugu			Katendi paksus, m	Kasuliku kihi paksus plokis, m			Veetase, m		
nr	Z	sügavus, m		kokku	vee all*	lamami abs	sügavus maapinnast	abs	mõõtm. aeg
Pa-26	54,15	19,7	0,0	7,15	-	47,0	8,8	45,35	16.06.2021

Ploki 20 aT maavaraks on ehitusliiv, mis jääb põhjavee tasemest kõrgemale. Ploki katendiks on kasvukiht, mille maht on 2 tuh m³ ja keskmine paksus:

$$2 \text{ tuh m}^3 \div 1,56 \text{ ha} = 0,1 \text{ m.}$$

Ploki 20 ehitusliiva aktiivne tarbevaru on 60 tuh m³ ja kasuliku kihi keskmine paksus:

$$60 \text{ tuh m}^3 \div 1,56 \text{ ha} = 3,8 \text{ m.}$$

9.4 Plokid 21 aT/22 pT

Plokid 21 aT/22 pT pindalaga 2,20 ha on kontuuritud Pannjärve uuringuruumi kirdenurka, olles piiritletud uuringuruumi piiriga ning OÜ-le Järve Biopuhastus kuuluva veetrassi kaitsevööndiga. Plokkide piiresse või vahetus lähedusse jääb 4 puurauku (Pa-1, 2, PA-5003, 5102) (tabel 9.4).

Tabel 9.4. Pannjärve uuringuruumis moodustatud plokkide 21 aT/22 pT katte- ja kasuliku kihi paksused puuraukudes

Puuraugu			Katendi paksus, m	Kasuliku kihi paksus plokis, m			Veetase, m		
nr	Z	sügavus, m		kokku	vee all*	lamami abs	sügavus maapinnast	abs	mõõtm. aeg
Pa-1	57.90	30.4	0,10	29,20**	15,0	28,60	17,50	40,40	11.01.2022
Pa-2	55.61	32.6	0,10	26,91**	15,0	28,60	15,00	40,61	19.01.2022
PA-5003	59.01	30.0	0,00	30,00**	14,59	29,01	-	-	24.11.1961
PA-5102	59.35	33.5	0,20	30,55	15,0	28,60	13,5	45,85	11.08.1962

*abs 43,6 m; **sh vahekatend (savi vahekiht)

Ploki 21 aT maavaraks on ehitusliiv, mis jääb põhjavee tasemest kõrgemale. Ploki katendiks on kasvukiht, mille maht on 3 tuh m³ ja keskmine paksus:

$$3 \text{ tuh m}^3 \div 2,20 \text{ ha} = 0,1 \text{ m.}$$

Plokis 21 aT/22 pT esineb vahekatendina ~1,8 ha pindalal savi keskmise paksusega 1,3 m (puuraugus Pa-1 süg 3,3 - 3,9 m; Pa-2 süg 17,1 - 19,5 m; PA-5003 süg 11,4 - 12,2 m; Pa-7 süg 24,9 - 26,8 m) (Joonis 5.1). Kuna osaliselt jääb vahekatendina esinev savi veepealsesse ja osaliselt veealusesse plokki, siis kogu ploki alaga kattuv vahekatendi leviku pindala (1,8 ha) jagatakse kaheks ning vahekatendi kogus arvutatakse uuringupunktides avatud savikihi (Pa-1 ja PA-5003) keskmise paksuse järgi ning selle mahuks on plokis 21 aT:

$$0,9 \text{ ha} \times 0,7 \text{ m} = 6 \text{ tuh m}^3.$$

Ploki 21 ehitusliiva aktiivne tarbevaru on kokku $339 - 6 = 333$ tuh m³ ja kasuliku kihi keskmine paksus:

$$333 \text{ tuh m}^3 \div 2,20 \text{ ha} = 15,1 \text{ m.}$$

Ploki 22 pT maavaraks on täiteliiv, mis jääb põhjavee tasemest allapoole. Plokis esineb vahekatendina liivsavi keskmise paksusega 2,2 m (puuraugus Pa-2 süg 17,1 - 19,5 m; Pa-7 süg 24,9 - 26,8 m) (Joonis 5.1). Seega on vahekatendi mahuks plokis 22:

$$0,9 \text{ ha} \times 2,2 \text{ m} = 20 \text{ tuh m}^3.$$

Ploki 22 täiteliiva aktiivne tarbevaru on kokku $329 - 20 = 309$ tuh m³ ja kasuliku kihi keskmine paksus:

$$309 \text{ tuh m}^3 \div 2,20 \text{ ha} = 14,0 \text{ m.}$$

Kuna uuringuruumist põhja ja kirde suunas maapinna ja veetasemete abs kõrgused vähenevad ning karjääri laienemisel tekib oht, et hakkab toimuma vee äravool põhja ja kirde suunas, tuues kaasa veetaseme alanemise karjääris ja ümbritseval alal ning võib mõjutada ka looduslike järvede veetaset, siis soovitatakse varu plokis 22 hinnata passiivsena, kuna selle kaevandamine vajab täiendavaid hüdrogeoloogilisi uuringuid.

9.5 Plokid 23 aT/24 aT

Plokid 23 aT/24 aT pindalaga 8,90 ha paiknevad Pannjärve uuringuruumi kesk-lõunaosas, olles piiritletud idast 100 m kaugusele puuraukudest Pa-23, 25, 27 ekstrapoleeritud piiriga, põhjapiir on kontuuritud vastavalt maavara kvaliteedile, lõuna- ja läänepiiri määramisel on lähtutud keskkonnakaitselistest kaalutlustest (vt peatükk 7.6). Plokkide piiresse või vahetus lähedusse jääb 6 puurauku (Pa-23, 25, 27, PA-5039, 5044, 5077) ja üks nõlvapuhastus NP-4 (tabel 9.5).

Tabel 9.5. Pannjärve uuringuruumis moodustatud plokkide 23 aT/24 aT katte- ja kasuliku kihi paksused puuraukudes

Puuraugu			Katendi paksus, m	Kasuliku kihi paksus plokis, m			Veetase, m		
nr	Z	sügavus, m		kokku	vee all*	lamami abs	sügavus maapinnast	abs	mõõtm. aeg
Pa-23	45,78	13,8	1,4	9,10	8,32	35,28	2,6	43,18	19.05.2021
Pa-25	44,92	9,9	1,5	7,65	7,65	35,77	1,85	43,07	20.05.2021
Pa-27	45,29	13,8	1,5	11,85	11,66	31,94	2,1	43,19	20.05.2021
PA-5039	48,39	38,0	0,0	15,85	11,06	32,54	22,0	45,54	07.04.1962
PA-5044	39,00	27,0	0,0	8,59	8,59	30,41	11,2	45,51	25.06.1962
PA-5077	45,47	30,5	0,0	8,58	6,71	36,89	15,4	48,49	24.07.1962
NP-4	44,74	7,0	0,9	11,03***	10,79	32,81	1,51	43,23	29.07.2021

*abs 43,6 m; 1962.a puuraukudel toodud 2022. a abs; ***mudelst.

Ploki 23 aT maavaraks on täiteliiv, mis jääb põhjavee tasemest kõrgemale. Ploki katendiks on kasvukiht, kunagiste hüdropuistangute (liivakaartide) alumistesse kihtidesse jäänud liiv ja varasemalt karjäärade alalt eemaldatud kattekiht. Katendi maht on 59 tuh m³ ja keskmine paksus:

$$59 \text{ tuh m}^3 \div 8,90 \text{ ha} = 0,7 \text{ m.}$$

Ploki 23 täiteliiva aktiivne tarbevaru on kokku 76 tuh m³ ja kasuliku kihi keskmine paksus:

$$76 \text{ tuh m}^3 \div 8,9 \text{ ha} = 0,9 \text{ m.}$$

Ploki 24 aT maavaraks on täiteliiv, mis jääb põhjavee tasemest allapoole.

Ploki 24 täiteliiva aktiivne tarbevaru on kokku 664 tuh m³ ja kasuliku kihi keskmine paksus:

$$664 \text{ tuh m}^3 \div 8,90 \text{ ha} = 7,5 \text{ m.}$$

9.6 Plokid 25 pT/26 pT

Plokk 25 pT/26 pT koondpindalaga 0,87 ha koosneb pindalaliselt kahest lahusosast, olles kontuuritud Pannjärve uuringuruumi põhjaosasse, Ahtme metskond 25 (22901:001:0239) maatükile. Nimetatud plokkide moodustamise põhjuseks on OÜ Järve Biopuhastus joogivee magistraal. Vastavalt Keskkonnaministri 16.12.2005. a määrusele nr 76 § 2 p 2 on ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni maa-aluste survetorustike kaitsevööndi ulatus 250 mm kuni alla 500 mm siseläbimõõduga torustikul torustiku telgjoonest mõlemale poole 2,5 m. Vastavalt OÜ Järve Biopuhastus kooskõlastusele on kaitsevööndi ulatuseks märgitud siiski 20 m magistraali teljest (Lisa 17). Sellegi poolest moodustati eraldi 10 m laiused passiivse tarbevaru plokid, mille magistraalipoolne piir on 10 m kaugusel magistraali torustiku telgjoonest. Plokkide piiresse või vahetus lähedusse jääb 6 puurauku (Pa-1, 2, 3, 4, 5, 7) (tabel 9.6).

Ploki 25 pT maavaraks on ehitusliiv, mis jääb põhjavee tasemest kõrgemale. Ploki katendiks on kasvukiht, mille maht on 1 tuh m³ ja keskmine paksus:

$$1 \text{ tuh m}^3 \div 0,87 \text{ ha} = 0,1 \text{ m.}$$

Plokis 25 pT/26 pT esineb vahekatendina kogu ploki pindalal savi vaheläätsede kogumik keskmise paksusega 1,6 m (puuraugus Pa-1 süg 0,6 m; Pa-2 süg 2,4 m; Pa-7 süg 1,9 m) (Joonis 5.1). Kuna osaliselt jääb vahekatendina esinev savi veepealsesse ja osaliselt veealusesse plokki, siis vahekatendi leviku pindala jagatakse pooleks ning selle kogus arvutatakse uuringupunktides avatud savikihi paksuse järgi. Vahekatendi mahuks plokis 25 aT:

$$0,435 \text{ ha} \times 0,6 \text{ m} = 3 \text{ tuh m}^3.$$

Ploki 25 ehitusliiva passiivne tarbevaru on kokku $126 - 3 = 123 \text{ tuh m}^3$ ja kasuliku kihi keskmine paksus:

$$123 \text{ tuh m}^3 \div 0,87 \text{ ha} = 14,1 \text{ m}.$$

Tabel 9.6. Pannjärve uuringuruumis moodustatud plokkide 25/26 pT katte- ja kasuliku kihi paksused puuraukudes

Puuraugu			Katendi paksus, m	Kasuliku kihi paksus plokis, m			Veetase, m		
nr	Z	sügavus, m		kokku	vee all*	lamami abs	sügavus maapinnast	abs	möötm. aeg
Pa-1	57.90	30,4	0,1	29,20**	15,0	28,60	17,50	40,40	11.01.2022
Pa-2	55.61	32,6	0,1	26,91**	15,0	28,60	15,00	40,61	19.01.2022
Pa-3	61,97	30,4	0,1	30,25	11,98	31,62	19,50	42,47	13.01.2022
Pa-4	57,30	25,6	0,1	24,90	11,30	32,30	13,00	44,30	18.01.2022
Pa-5hg	51,36	17,7	0,1	17,40	9,74	33,86	7,35	44,01	17.01.2022
Pa-7	64,05	32,5	0,1	32,40**	12,05	31,55	20,00	44,05	20.01.2022

*abs 43,6 m;

**sh vahekatend (savi vahekiht);

Ploki 26 pT maavaraks on täiteliiv, mis jääb põhjaveetasemest allapoole. Plokis esineb vahekatendina liivsavi keskmise paksusega 2,2 m (puuraugus Pa-2 süg 2,4 m; Pa-7 süg 1,9 m) (Joonis 5.1). Vahekatendi mahuks plokis 26 on:

$$0,435 \text{ ha} \times 2,2 \text{ m} = 10 \text{ tuh m}^3.$$

Ploki 26 täiteliiva passiivne tarbevaru on kokku $113 - 10 = 103 \text{ tuh m}^3$ ja kasuliku kihi keskmine paksus:

$$103 \text{ tuh m}^3 \div 0,87 \text{ ha} = 11,8 \text{ m}.$$

Tabelis 9.7 on koondatud Pannjärve uuringuruumi varu arvutuse tulemused.

Töö tulemustest saadi andmed varu arvutuse ala katendi ja kasuliku kihi paksuste ning maavara kvaliteedi kohta, mis võimaldab maavaravaru hinnata uurituse taseme järgi ehitus- ja täiteliiva aktiivse tarbevaruna. Plokkide 22 pT, 25 pT ja 26 pT varu soovitatakse kinnitada passiivsena täiendavate hüdrogeoloogiliste uuringute vajaduse ja lõpliku joogivee magistraali kaitsevööndi laiuse määramisega seoses.

Tabel 9.7. Varu arvutuse koondtabel

Ploki nr, pindala	Katendi maht, tuh m ³ / kihi kesk paksus, m	Vahekatendi maht, tuh m ³ / kihi kesk paksus, m	Maavaravaru, tuh m ³ / kihi kesk paksus, m	Maavara nimetus
16 aT, 5,29 ha (veepealne)	6 / 0,1	-	642 / 12,1	ehitusliiv
17 aT, 5,29 ha (veealune)	-	2 / 1,9	539 / 10,2	täiteliiv
18 aT, 15,60 ha (veepealne)	120 / 0,8	-	331 / 2,1	ehitusliiv
19 aT, 15,60 ha (veealune)	-	-	1534 / 9,8	ehitusliiv
20 aT, 1,56 ha (veepealne)	2 / 0,1	-	60 / 3,8	ehitusliiv
21 aT, 2,20 ha (veepealne)	3 / 0,1	6 / 0,7	333 / 15,1	ehitusliiv
22 pT, 2,20 ha (veealune)	-	20 / 2,2	309 / 14,0	täiteliiv
23 aT, 8,90 ha (veepealne)	59 / 0,7	-	76 / 0,9	täiteliiv
24 aT, 8,90 ha (veealune)	-	-	664 / 7,5	täiteliiv
25 pT, 0,87 ha (veepealne)	1 / 0,1	3 / 0,6	123 / 14,1	ehitusliiv
26 pT, 0,87 ha (veealune)	-	10 / 2,2	103 / 11,8	täiteliiv
Kokku 34,42 ha	191 tuh m³	41 tuh m³	4714 tuh m³	
sh. veepealne 34,42 ha	191 tuh m³	9 tuh m³	1565 tuh m³	
sh. veealune 32,86 ha	-	32 tuh m³	3149 tuh m³	

1) veepealse- ja aluse varu piir on abs kõrgus 43,6 m;

2) ploki 2 lamam abs kõrgusel 47,0 m.

Maa-ametile esitatakse kinnitamiseks Pannjärve liivamaardla koosseisus varu järgmiselt (seisuga 01.01.2023):

- ehitusliiva aktiivset tarbevaru 5,29 ha pindalal 642 tuh m³ (plokk 16, kogumahus veepealne);
- täiteliiva aktiivset tarbevaru 5,29 ha pindalal 539 tuh m³ (plokk 17, kogumahus veealune);
- ehitusliiva aktiivset tarbevaru 15,60 ha pindalal 331 tuh m³ (plokk 18, kogumahus veepealne);
- ehitusliiva aktiivset tarbevaru 15,60 ha pindalal 1534 tuh m³ (plokk 19, kogumahus veealune);
- ehitusliiva aktiivset tarbevaru 1,56 ha pindalal 60 tuh m³ (plokk 20, kogumahus veepealne);
- ehitusliiva aktiivset tarbevaru 2,20 ha pindalal 333 tuh m³ (plokk 21, kogumahus veepealne);
- täiteliiva passiivset tarbevaru 2,20 ha pindalal 309 tuh m³ (plokk 22, kogumahus veealune);

- täiteliiva aktiivset tarbevaru 8,90 ha pindalal 76 tuh m³ (plokk 23, kogumahus veepealne);
- täiteliiva aktiivset tarbevaru 8,90 ha pindalal 664 tuh m³ (plokk 24, kogumahus veealune);
- ehitusliiva passiivset tarbevaru 0,87 ha pindalal 123 tuh m³ (plokk 25, kogumahus veepealne);
- täiteliiva passiivset tarbevaru 0,87 ha pindalal 103 tuh m³ (plokk 26, kogumahus veealune).

9.7 Muudatused maavarade registris

Maavarade registrisse kandmiseks esitatavad varuplokid kattuvad Pannjärve liivamaardla plokkidega 2 aR, 3 pR, 6 aR, 7 aR, 8 aR, 9 aR.

Moodustatud plokk 16/17 aT jääb 1,44 ha ja plokk 25/26 pT 0,30 ha ulatuses Pannjärve liivamaardla aktiivsele reservvarule (plokk 2 aR). Seega töö tulemusena väheneb ploki 2 pindala (42,45 ha) ja varu kogus (11 629 tuh m³) vastavalt 1,74 ha ja 440 tuh m³ võrra (ploki 2 aR keskmine paksus 25,3 m). Pärast varu ümberhindamist on ploki 2 aR pindala 40,71 ha ja ehitusliiva varu 11 189 tuh m³.

Moodustatud plokk 21 aT jääb 2,20 ha ja plokk 25 pT 0,40 ha ulatuses Pannjärve liivamaardla passiivsele reservvarule (plokk 3 pR). Seega töö tulemusena väheneb ploki 3 pindala (92,43 ha) ja varu kogus (19 564 tuh m³) vastavalt 2,60 ha ja 658 tuh m³ võrra (ploki 3 pR keskmine paksus 25,3 m). Pärast varu ümberhindamist on ploki 3 pR pindala 89,83 ha ja ehitusliiva varu 18 906 tuh m³. Töö tulemusena ümber plokkide 21 aT/22 pT jäänud kitsas riba plokist 3 pR soovitatakse esialgu registris säilitada.

Moodustatud plokk 16 aT jääb 0,91 ha ulatuses Pannjärve liivamaardla aktiivsele reservvarule (plokk 6 aR). Seega töö tulemusena väheneb ploki 6 pindala (31,49 ha) ja varu kogus (837 tuh m³) vastavalt 0,91 ha ja 93 tuh m³ võrra (ploki 6 aR keskmine paksus 10,2 m). Pärast varu ümberhindamist on ploki 6 aR pindala 30,58 ha ja ehitusliiva varu 744 tuh m³. Ploki 16 edelaserva jäänud kitsas riba plokist 6 aR soovitatakse esialgu registris säilitada.

Moodustatud plokk 17 aT jääb 0,91 ha ulatuses Pannjärve liivamaardla aktiivsele reservvarule (plokk 7 aR). Seega töö tulemusena väheneb ploki 7 pindala (31,49 ha) ja varu kogus (2756 tuh m³) vastavalt 0,91 ha ja 82 tuh m³ võrra (ploki 7 aR keskmine paksus 9,0 m). Pärast varu ümberhindamist on ploki 7 aR pindala 30,58 ha ja ehitusliiva varu 2674 tuh m³. Ploki 16 aT edelaservast väljapoole jäänud kitsas riba plokist 7 aR soovitatakse esialgu registris säilitada.

Moodustatud plokid 18 aT ja 23 aT jäävad vastavalt 12,97 ha ja 8,90 ha ulatuses Pannjärve liivamaardla aktiivsele reservvarule (plokk 8 aR). Seega töö tulemusena väheneb ploki 8 pindala (34,42 ha) ja varu kogus (666 tuh m³) vastavalt 21,86 ha ja 328 tuh m³ võrra (ploki 8 aR keskmine paksus on registris 4,6 m, kuid plokkidega 18 ja 23 kattuv osas on ploki 8 keskmine paksus 1,5 m, mis on võetud ka arvutuses aluseks). Pärast varu ümberhindamist on ploki 8 aR pindala 12,56 ha ja täiteliiva varu 338 tuh m³.

Moodustatud plokid 19 aT ja 24 aT jäävad vastavalt 12,97 ha ja 8,90 ha ulatuses Pannjärve liivamaardla aktiivsele reservvarule (plokk 9 aR). Seega töö tulemusena väheneb ploki 9 pindala (34,42 ha) ja varu kogus (3127 tuh m³) vastavalt 21,86 ha ja 1989 tuh m³ võrra

(ploki 9 aR keskmine paksus on registris 9,1 m). Pärast varu ümberhindamist on ploki 9 aR pindala 12,56 ha ja täiteliiva mahuga 1138 tuh m³.

Eeltoodut arvesse võttes, soovitame viia maavarade registri registrikaarti nr 0210 (Pannjärve liivamaardla) sisse vastavad muudatused varuploki pindala ning varu koguse osas:

- plokk 2, pindala 40,71 ha, ehitusliiva aktiivne reservvaru 11 189 tuh m³;
- plokk 3, pindala 89,83 ha, ehitusliiva passiivne reservvaru 18 906 tuh m³;
- plokk 6, pindala 30,58 ha, ehitusliiva aktiivne reservvaru 744 tuh m³;
- plokk 7, pindala 30,58 ha, ehitusliiva aktiivne reservvaru 2674 tuh m³;
- plokk 8, pindala 12,56 ha, täiteliiva aktiivne reservvaru 338 tuh m³;
- plokk 9, pindala 12,56 ha, täiteliiva aktiivne reservvaru 1138 tuh m³.

10. KOKKUVÕTE

Pannjärve uuringuruumi geoloogilise uuringu tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER Osühing Eesti Killustik tellimusel. Pannjärve uuringuruumi teenindusala pindalaga 83,81 ha asub Ida-Viru maakonnas Alutaguse vallas Vasavere külas OÜ-le Eesti Killustik kuuluval katastriüksusel Pannjärve karjäär (katastritunnus 22901:001:0118) ning riigile kuuluvatel katastriüksustel Pannjärve liivakarjäär (katastritunnus 22901:001:0160), Ahtme metskond 25 (katastritunnus 22901:001:0239), Uus-Pannjärve liivakarjäär (22901:001:0142) ning Liivaaugu (katastritunnus 13001:001:0786). Põhjaosas piirneb uuringuruum Pannjärve II liivakarjääri mäeeraldise (kaevandamisloa nr KMIN -072, kehtivusega kuni 27.03.2030) lääne-, põhja- ning idapiiriga, hõlmates osaliselt selle teenindusmaad ja Pannjärve liivakarjääri mäeeraldise (kaevandamisloa nr L.MK/330972, kehtivusega kuni 27.03.2025) kagu- ja edelapiiriga, hõlmates samuti osaliselt selle teenindusmaad.

Töö eesmärk oli uurida olemasoleva karjääri laiendamisevõimalusi täpsustades uuringuruumis leviva maavaralasundi paksust ja kvaliteeti, hinnata selle lasumisse jääva katendi paksust, sealhulgas varasemalt kaevandatud ja kohati tagasitäidetud aladel, selgitada hüdroteoloogilisi ning kaevandamistingimusi.

Geoloogiline uuring tehti detailsusega, mis lubab hinnata maavara kogust aktiivse tarbevaruna, et hiljem taotleda kaevandamisluba kas uuringuruumis kontuuritud varule tervikuna või osaliselt. Maavarvaru ammendamine maksimaalsel võimalikul viisil võimaldaks kaevandatud ala kaevandamisjärgselt nõuetekohaselt korrastada.

Tööde käigus 2021. ja 2022. a rajati Pannjärve uuringuruumi 25 geoloogilist puurauku sügavusega kuni 32,6 m ja 4 hüdroteoloogilist puurauku sügavusega kuni 17,7 m ja uuringuruumi lääneosas 4 nõlvapuhastust sügavusega kuni 17 m.. Kattekihi paksuse täpsustamiseks tehti uuringuruumi lääneosasse 30 kaevandit ja uuringuruumi edelaservas täpsustati turbalasundi paksus viie kuni 4,85 m sügavuse sondeerimispunktiga. Kasuliku kihi lasumi ja lamami mudel on koostatud 2021. a, 2022. a, 2017. a (Vahtra, 2018) ja 1962. a (Voolma, 1963) uuringupunktide andmete põhjal. Maavara kvaliteeti on iseloomustatud 2021. a, 2022. a ja 2017. a andmete põhjal.

Uuringuruumi põhjaosas moodustab loodusliku katendi 0,1 m paksune kasvukiht. Uuringuruumi lääne- ja lõunaosas moodustab katendi kas turvas, varasema kaevandamise käigus peale ladustatud orgaanikarikas liiv või vanade liivakaartide põhjad. Kattekihi paksus on 0,0 - 5,8 m (keskmise 2,3 m). 2021. a ja 2022. a puuraukudes avati kõigis lamamisetted ning kasuliku kihi paksus (ilma vahekatendita) on puuraukude põhjal uuringuruumi põhjaosas 17,4 - 30,5 m ja lõuna- ning lääneosas 7,2 - 19,1 m.

Geoloogilise uuringu tulemusena arvatati tarbevaru Pannjärve uuringuruumis kokku 34,42 ha pindalal arvestades sealjuures uuringuruumi jäävate kitsenduste ja piirangutega. Töö tulemusena esitatakse Maa-ametile kinnitamiseks Pannjärve liivamaardla koosseisus maavaravaru järgmiste pindalade, varu koguste ja kategooriatega (seisuga 01.01.2023):

- ehitusliiva aktiivset tarbevaru 5,29 ha pindalal 642 tuh m³ (plokk 16, kogumahu veepealne);
- täiteliiva aktiivset tarbevaru 5,29 ha pindalal 539 tuh m³ (plokk 17, kogumahu veealune);
- ehitusliiva aktiivset tarbevaru 15,60 ha pindalal 331 tuh m³ (plokk 18, kogumahu veepealne);

- ehitusliiva aktiivset tarbevaru 15,60 ha pindalal 1534 tuh m³ (plokk 19, kogumahus veealune);
- ehitusliiva aktiivset tarbevaru 1,56 ha pindalal 60 tuh m³ (plokk 20, kogumahus veepealne);
- ehitusliiva aktiivset tarbevaru 2,20 ha pindalal 333 tuh m³ (plokk 21, kogumahus veepealne);
- täiteliiva passiivset tarbevaru 2,20 ha pindalal 309 tuh m³ (plokk 22, kogumahus veealune);
- täiteliiva aktiivset tarbevaru 8,90 ha pindalal 76 tuh m³ (plokk 23, kogumahus veepealne);
- täiteliiva aktiivset tarbevaru 8,90 ha pindalal 664 tuh m³ (plokk 24, kogumahus veealune);
- ehitusliiva passiivset tarbevaru 0,87 ha pindalal 123 tuh m³ (plokk 25, kogumahus veepealne);
- täiteliiva passiivset tarbevaru 0,87 ha pindalal 103 tuh m³ (plokk 26, kogumahus veealune).

11. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Ideon, T. 1999. Pannjärve liivakarjääri laienduse uuring. Leping nr 9142. Tallinn;
2. Karro, E., Hunt, M., Raidla, V., Truu, M., 2021. Kvaternaari Vasavere põhjaveekogumi hüdrogeoloogilised uuringud. Eesti Geoloogiateenistus, Rakvere;
3. Maavarade registri registrikaart nr 0210;
4. Metsur, M., Grigorjeva, I. 2020. Vasavere joogiveehaarde toiteala projekt. Maves OÜ, töö nr 20083;
5. Möldre, E., jt. Pannjärve liivakarjääri ja Pannjärve II liivakarjääri jääkvaru ümberhindamise ja täiendava varu arvele võtmise seletuskiri (varu seisuga 01.01.2014). OÜ Inseneribüroo STEIGER. 2014. a. (EGF 8649);
6. Perens, R., Savitski, L., Savva, V., Jaštšuk, S., Häelm, M., 2012. Põhjaveekogumite piiride kirjeldamine ja põhjaveekogumite hüdrogeoloogiliste kontseptuaalsete mudelite koostamine. OÜ Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn
7. Savitski, L. Savva, V. 2005. Kurtna-Vasavere veehaarde põhjaveevaru hindamine 2035. aastani. Eesti Geoloogiakeskus, Hüdrogeoloogia osakond. Tallinn
8. Vahtra, H., jt. Pannjärve II liivakarjääri järeluuringu aruanne (varu seisuga 31.12.2017). OÜ Inseneribüroo STEIGER. 2018. a. (EGF8890);
9. Voolma, E. Aruanne Pannjärve-Rääkjärve liivamaardla uuringutulemustest aastatel 1961 - 63. Eesti NSV MN juures Geoloogia ja Maapõuevarade Kaitse Valitsus. 1963. a. (EGF 2066).