

V-057

OÜ MINARON
Tallinn, Seene 16, tel/fax 6700327

Keskkonnakaitse litsents: KKM-0137, PU-45

TÖÖ NR 62 K

ARUANNE

ARUKÜLA ALEVIKU PÕHJAVEE MONITOORING

1999-2000.a.

Tegevdirektor:

A.-L. Treialt



Tallinn
2000

SISUKORD

I TEKST

1. Sissejuhatus.....	3
2. Põhjavee monitooringu tulemused.....	4
3. Järeldused.....	13

II TABELID

1. Tabel 1. Põhjaveetasemete üheaegsete mõõtmiste tulemused.
2. Tabel 2. Põhjaveetasemete vaatluse tulemused vaatluskaevus 48a.
3. Tabel 3. Naftaproduktide sisaldus Aruküla vaatluspuurkaevude ordoviitsiumi veekihi põhjavees (reostunud vaatluskaevudes).
4. Tabel 4. Naftaproduktide sisaldus Aruküla tarbepuurkaevude ordoviitsium-kambriumi veekihi põhjavees.
5. Tabel 5. Naftaproduktide sisaldus Aruküla ordoviitsium-kambriumi veekihi põhjavees (puhastes kaevudes).
6. Tabel 6. Naftakihi paksuste mõõtmise tulemused.

III LISAD

1. Lisa 1, 2,3. Naftaproduktide määramine.

IV JOONISED

1. Aruküla aleviku naftareostuse levik M : 2000.
2. Põhjavee isohüpsid 08.04.1999.a..
3. Põhjavee isohüpsid 23.09.1999.a..
4. Põhjavee isohüpsid 03.12.1999.a..
5. Läbilõige I-I'
6. Läbilõige II-II'
7. Läbilõige III'-III'
8. Läbilõige A-B

1. SISSEJUHATUS

Esitatud töö on tehtud OÜ ASKER INSENERID tellimusel (vt. lisa 1) ajavahemikus 02.04.1999.a. kuni 01.04.2000.a.

Aruküla alevikus 1993.a. toimunud naftaavarii tõttu on tekkinud ulatuslik naftareostus, mis ulatus vahetult maapinnalt esimese ordoviitsiumi veekihini, tekitades võimalikku riski reostada ka sügavamad, kambrium-ordoviitsiumi veekihid. Ülemine veekiht oli põhiliseks majandus-joogivee allikaks Aruküla eramajapidamises. Alates naftaavarii tekkemomendist siiani on Arukülas tehtud järgmisi töid:

- ajavahemikus 01.-04.1994.a. tehti reostuse uuringuid ja nafta väljapumpamist AS Maves'i poolt
- Keskkonnauuringute labori poolt tehti ülevaade põhjavee reostusest 1994.a.
- Eesti Geoloogiakeskuse poolt alustati vaatlusi, mis iseloomustavad põhjavee hüdrokeemilist ja põhjavee tasemete režiimi 1995.a.
- alates 1996.a. jätkab Aruküla naftareostuse jälgimist OÜ Minaron, mille käigus on vaadeldud 24 ordoviitsiumi ja 4 ordoviitsium-kambriumi veekihti avavat šaht- ja puurkaevu (vt. joon. 1).

Varem on Aruküla alevikus fikseeritud õlireostusi Aruküla Leivatehase juures paikneva autokolonni õli- ja bensiinilao territooriumil 1971.a. ja Nurme tn. 3 diiselkütuse mahuti lekke piirkonnas. Esines ka teisi väiksema ulatusega avariisid.

Vaatlusperioodi kestel mõõdeti põhjavee tasemeid, võeti veeproove naftaproduktide sisalduse määramiseks ning mõõdeti naftakihi paksust järgmistel perioodidel:

XI etapp - kevadine veetasemete maksimumperiood - 08.04.1999.a.

XII etapp - suvine veetasemete miinimumperiood 22.-23.09.1999.a.

XIII etapp - sügisene veetasemete maksimumperiood 02.-03.12.1999.a.

Vaatluskaevus 48a tehti ordoviitsiumi veekihi tasemete režiimi vaatlusi (tab.2).

Veeproovide võtmisel lähtuti etteantud veeproovide kogusest (30 tk), mille põhjal tehti järeltusi reostuse leviku ja saasteallikate kohta. Püüti saavutada minimaalsete vahenditega võimalikult optimaalne tulemus, määramaks kogu Aruküla alevikus tekkinud reostussituatsiooni.

Naftaproduktide sisaldus põhjavees määrati Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudi laboris prof. keemiadoktor Uuve Kirso juhendamisel. Labori andmete põhjal selgus ka vajadus saada eksperthinnang Aruküla aleviku põhjavee reostust põhjustanud erinevate saasteallikate esinemise kohta. Nimetatud töö on koostatud samuti prof. keemiadoktor U.Kirso poolt.

Aruküla aleviku põhjavee 1999-2000.a. monitooringu aruande koostas mäeinsener-hüdrogeoloog A.-L. Treialt.

2. PÕHJAVEE MONITOORINGU TULEMUSED

Aruküla aleviku põhjavee seire andmete põhjal koostati naftareostuse kaardid (joon. 1, 2, 3, 4) ja läbilõiked (joon. 5, 6, 7).

2.2. Aruküla aleviku hüdrogeoloogilised tingimused

Aruküla aleviku maa-ala paikneb Põhja-Eesti platoo piires, kus hüdrostratigraafilise jaotuse järgi esinevad järgmised põhjaveekompleksid ja -kihid:

1. Kvaternaari veekompleks (Q_{III-IV})
2. Ordoviitsiumi veekompleks ($O_{2kl}-O_{1vl}$)
3. Ordoviitsiumi-kambriumi veekiht ($O_{1pk}-C_{1pr}$)
4. Kambriumi-vendi veekompleks (C-V)
5. Alamproterozoikumi veekompleks (PR1)

Kuna Aruküla alevikus on naftasaastus seotud vahetult kolme esimese veekompleksiga, siis vaadeldakse neis levivat reostust lähtuvalt hüdrogeoloogilistest tingimustest eraldi. Esitatud aruandes on kasutatud ka Eesti Geoloogiakeskuse poolt tehtud töö *Põhjavee monitooringust Aruküla alevikus ja selle ümbruses* materjale, et säilitada põhjavee seire järjepidavust ning arvestades vahetult peale naftaavariid saadud tulemustega.

2.2.1. Kvaternaari veekompleks levib kõikjal Aruküla aleviku piires, kus esinevad jääsetted saviliiv- või liivsavimoreeni näol. Moreenid sisaldavad jämepurdu 20...30%, enamuses tardkivimitest veeriseid ja munakaid ning selle kiht lasub allpool lasuvate aluspõhja lubjakivide peal. Moreenikihi paksus jääb valdavalt 0,5...5,0 m piiresse ning selle tusedam osa paikneb Aruküla keskosas, välja arvatud PA-1 ümbruskond.

Veetase on maapinnast 0...5,1 m sügavusel (olenevalt aastaajast esineb ka üleujutusi). Veekiht toitub sadametest ja karstiveest (liigniiskuserioodil), veetase kõigub hooajaliselt suurtes vahemikes, tänavu suvel jäid salvkaevud enamuses kõik kuivaks.

Keemiliselt koostiselt on kvaternaari setete vesi vesinikkarbonaat- kaltsium- magneesium tüüpi, mäge. Vett tarbitakse eramajapidamises salvkaevude abil. Peale Aruküla naftareostust 1993.a. enamused kaevusid sattusid saastunud tsooni ning muutusid kasutuskõlbmatuks. On ka mõningaid erandeid, näiteks Ööbiku tn. 3 salvkaev, milles ei ole naftaprojekte leitud.

2.2.2. Ordoviitsiumi veekompleks levib kogu Aruküla aleviku piires. Vettkandvateks kivimiteks on alam- ja keskordoviitsiumi lõhelised lubjakivid, mis vahelduvad savikate ja mergliliste lubjakivide, dolomiitide ja dolomiidistunud lubjakividega.

Vettkandvate kivimite pealispinnad lasuvad kaldega lõunasse 12-15 ° all. Veekompleksi paksus suureneb lõuna suunas ning on Aruküla piires 45...47 m vahemikus. Veekompleksi lamamiks on Leetse kihistu glaukoniitsavid ja Türisalu kihistu diktüoneemakilt. Nimetatud kivimid moodustavad 4...6 m paksuse veepideme. Veekompleksi ülaosas veepide puudub ning seda katab kuni 5,0 m paksune kvaternaari setete kiht (vt. joon.5).

Aruküla aleviku kaguosa (PK-1 ja PK-3 vahel) läbib kirde-edelasuunaline tektooniline rike, mille põhjapoolse tiiva alal (Aruküla keskus) esineb tugevasti karstunud ala. Ordoviitsiumi veekompleksi

veerikkus sõltub kivimite lõhelisusest ja karstumisastmest. Lisaks tektoonilistele lõhedele esineb ka settekivimites kihilisi lõhesid, mille kaudu toimub vee liikumine horisontaalsuundades. Suurim veerikkus esineb tektooniliste rikete vööndis, kus põhjavee filtratsioonitingimused on eriti head nii vertikaal- kui ka horisontaalsuunas. Suurimad filtratsioonimoodulid 3...12 m/ööp on ordoviitsiumi veekompleksi 4...45 m intervallis, sügavuti need suurused vähenevad küllaltki järsult.

Põhjavesi on vesinikkarbonaatne- magneesiumiline. Veekompleks toitub avamusaladel sademetest ning kvaternaarisetete pinnaseveest. Veetaseme kõikumised vaatluste andmetel on küllaltki suured, kusjuures 1999.a. maksimumtasemed aprilli alguses olid kohati üle maapinna PAM 4 (+0,16 m, abs. kõrgusel 41.75 m) ja PAM 3 (+0,06 m, abs. kõrgusel 40.05 m) piirkonnas, kus vaatluskaevud "keesid". Kevadperioodil oli Aruküla alevikus palju üleujutusi nii edela kui ka loode suunal. See nähtus on otseselt seotud lubjakivide karstumisega, kusjuures kohalikel veelahkmetel filtreerunud vesi avaneb madalamates kohtades läbi tühemike ja kavernide. Seejuures aga väga kuiva suve tõttu toimusid veetasemete langused septembris siiani mõõdetuist madalamale abs. kõrgusele 37.10 m (PAM 9). Miinimum- ja maksimumtasemete amplituud jäi 4.78 m piiresse (PA 48a).

Ordoviitsiumi veekompleksi põhjavett drenib nii Jõelähtme jõgi kui ka Leivajõgi, mis on tingitud Aruküla aleviku geoloogilisest ehitusest. Regionaalselt asub alevik aluspõhja kirde-edelasuunalisel kõrgendikul, millel on omakorda kohaliku tähtsusega väikesed kõrgendikud nagu Kadaka tänava piirkonnas (PA-1). Sellel alal voolab põhjavesi radiaalselt kõikides suundades aastaringselt. Teistelt veelahkmetelt nagu PAM 3, PAM 5 ja Põhja tn 16 ei ole nii stabiilset äravoolu ning selle suund võib kõrgseisude ajal ühtida kõrgemate alade voolusuunaga.

Põhjavee voolusuundadel on otsene seos naftareostuse levikuga ning nende muutuste arvestamine on vajalik reostuse edasiliikumise prognoosimiseks.

Aruküla aleviku ordoviitsiumi põhjavee suurim naftareostus paikneb stabiilselt maa-ala kõrgema veelahkme, PA-1piirkonnas, kus siiani on säilinud naftakihi kord veepinnal. Mõõdetud naftakihi paksus 1999.a. jooksul kõigub 0...0,94 m vahemikus (kõrgseisu aeg). Varasemate mõõtmiste põhjal oli paksem naftakiht PA-1 piirkonnas, nüüdseks on see vähenenud 0,18 m, liikudes uude

läänepoolsesse piirkonda PK 4 ümbrusesse (Jaama¹ 1). Seega oli vaatlusperioodil märgata naftakihi paksuse vähenemistendentsi.

Aruküla naftareostuse jälgimistöde käigus alates 1993.a. on selgunud, et kontrolli all oleva piirkonna naftaproduktide komponentide jaotus ei vasta AS TAP territooriumil keskkonda sattunud kütteõlile. Selleks, et asjast selgust saada, telliti prof. keemiadoktor U.Kirsolt eksperthinnang Aruküla aleviku põhjavee reostuse põhjustanud võimalike erinevate saasteallikate kohta (1999.a.). Järgnevalt on esitatud väljavõtteid sellest tööst.

Joonisel 1 ja 2 illustreeritakse BTEX ühendite (tolueen, ksüleenid) ja indeeni ning kõrgemate alkaanide (parafiinide) sisaldust põhjavees aprillis ja septembris 1999.a.

Arenenud riikide praktikas jagatakse põhjavette sattunud naftaproduktide komponendid kolme gruppi:

1. Kergelt lenduvad, vees suhteliselt hästi lahustuvad aromaatsed süsivesinikud nagu benseen, tolueen, etüülbenseen ja ksüleenid, üldnimetusega BTEX-ühendid;
2. Kõrgemad asendatud aromaatsed süsivesinikud, mis lahustuvad vees halvemini;
3. Mitmetuumalised aromaatsed ühendid ja kõrgemad alkaanid (parafiinid), vees ei lahustu ja on keemiliselt stabiilsed.

Arukülas on otstarbekas lisada indeeni derivaadid kui iseloomulik ühendite grupp, mis koosneb lenduvatest ja vees lahustuvatest indeeni derivaatidest ning osaliselt või täielikult hüdreeritud tsükloalkaanidest (indaanid), mis vees praktiliselt ei lahustu.

Aruküla monitooringu käigus tehtud keemiliste analüüside põhjal võib teha järgmisi tähelepanekuid (U.Kirso):

1. Selgesti eristub AS Tapi avarii poolt põhjustatud reostuspiirkond (vaatluskaevudega PA-1 ja 24A

keskmes), kus leiti ka indeeni derivaate (pk 40 ja Põhja 16); indeeni derivaatide omavaheline jaotumine pa 24a (Kadaka tn 2), vt. joon. 3, viitab nn. "anoxic" ehk hapnikuvaese piirkonna olemasolule saastekoldes, kuna domineerib indaan;

2. Kergesti lenduvate komponentide (BTEX), eriti benseeni ja indeeni osakaal kompositsioonis väheneb aastatega ja kaugusega saastekoldest; samal ajal suureneb mitmetuumaliste aromaatsete ühendite ja kõrgemate alkaanide ehk parafiinide suhteline osakaal;

3. Raskete alkaanide C_{12} - C_{22} ehk parafiinide sisaldus mõningates vaatluskaevudes ei jälgi ei BTEX ega indeeni derivaatide kontsentratsiooni samades punktides (joon. 1 ja 2); eriti drastiliselt ilmneb see sügisese madalseisuga võetud veeproovide puhul (joon.2);

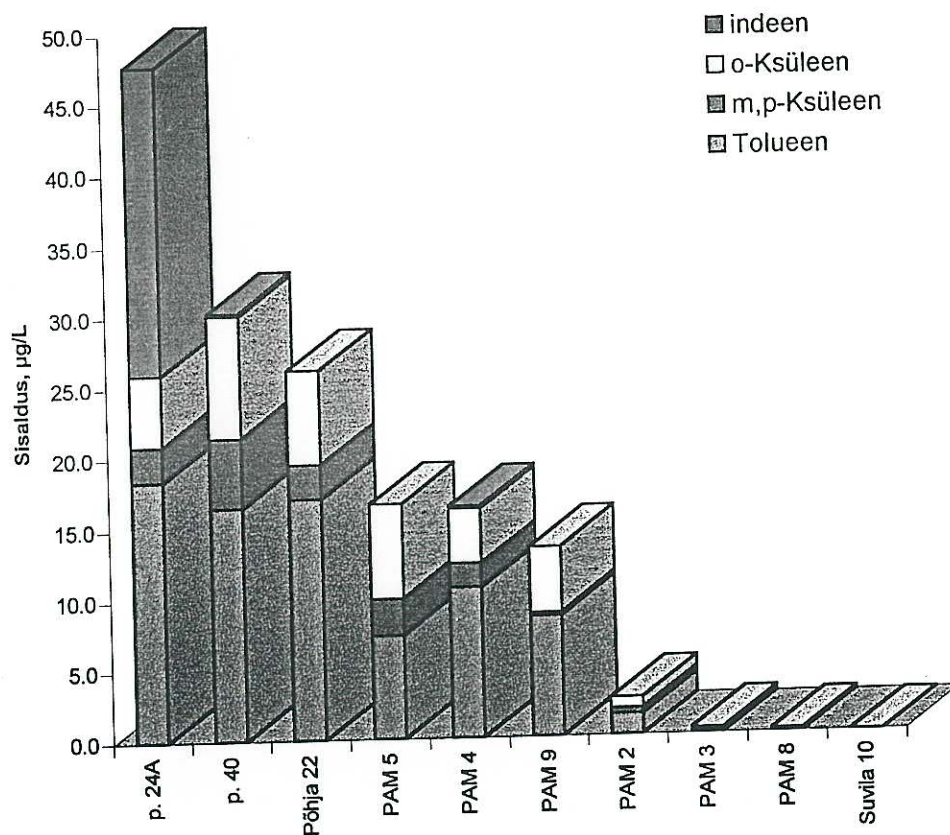
4. reostuskoldes kronoloogiliselt väheneb indeeni derivaatide kontsentratsioon nii absoluutselt kui ka BTEX ühendite suhtes (tabel 1);

5. Reostuskoldes eemal asuvates punktides, näiteks vaatluskaevus PAM 2 on naftaproduktide üldkogus erinevatel aegadel võetud proovides lähedane (19.06.97-36,8 $\mu\text{g/l}$, 28.09.98-30 $\mu\text{g/l}$ ja 06.12.98-33,8 $\mu\text{g/l}$, indeeni esinemine on määratud ainult kvalitatiivselt; vaatluskaevus PAM 3 on naftaproduktide üldkogus 235 $\mu\text{g/l}$, naftaleeni 8,3 $\mu\text{g/l}$, BTEX ühendeid ainult 0,8 $\mu\text{g/l}$ ja indeeni (BTEX suhtarv vaid 0,6- 18.04.97);

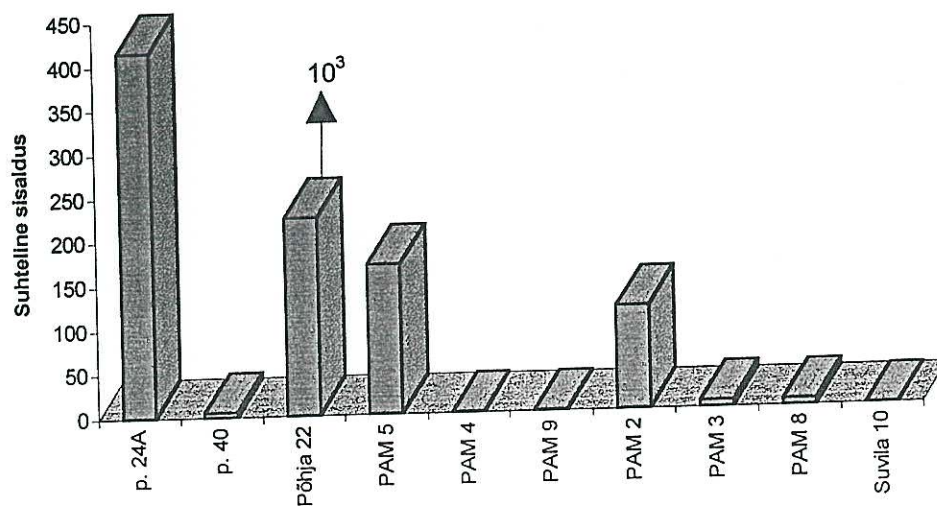
6. Eriti huvipakkuv naftaproduktide komponentide omavaheline jaotus ja selle muutus ajas on vaatluskaevus PAM 4/PK 4, kus 18.04.97 mõõdeti indeeni BTEX suhtes 2,5 (naftaleeni oli 6,8 $\mu\text{g/l}$), aga 28.04.98 ja 28.09.98 saadi väga madala BTEX ühendite sisalduse juures väga kõrged indeeni sisaldused, vastavalt 15,5 $\mu\text{g/l}$ ja 10,6 $\mu\text{g/l}$, st. 30-50 korda suurema suhtarvuga;

7. Kaevus Raja tn. 11 saadi 28.09.98 mõõtmise tulemusena üllatavalt kõrge indeeni sisaldus, mille suurus ületab BTEX sisalduse rohkem kui 45 kordselt (!), selline proportsioon on iseloomulik pigem vaatluskaevude PAM 4/PK 4 kui lähedal asuval objektile PAM 5/PK 5.

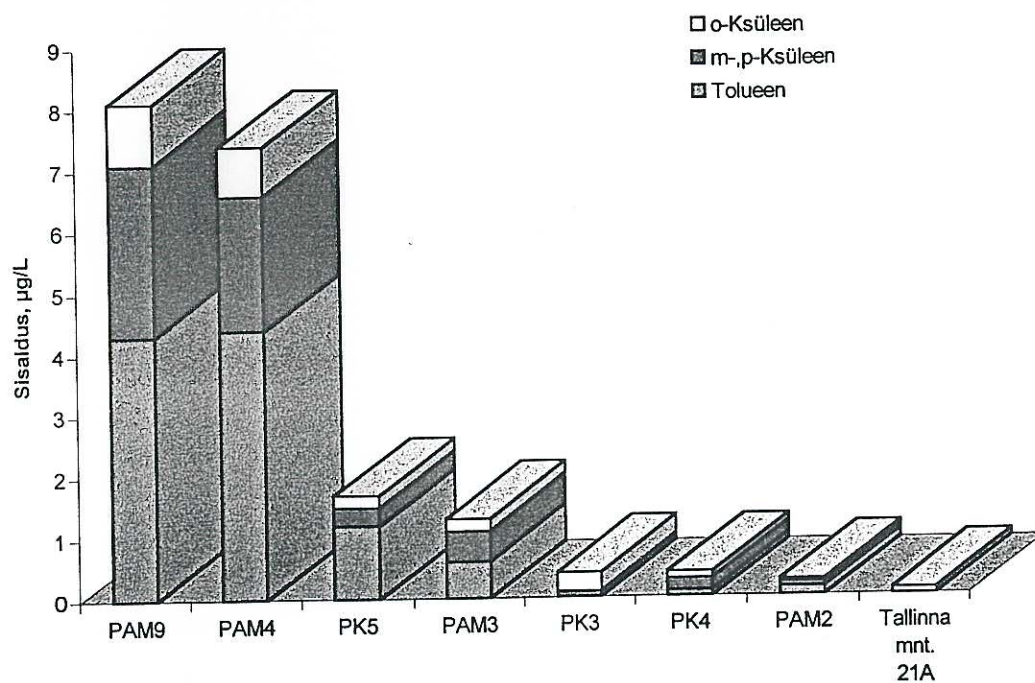
Joonis 1. BTEX ja indeeni sisaldus Aruküla veeproovides, apr. 1999



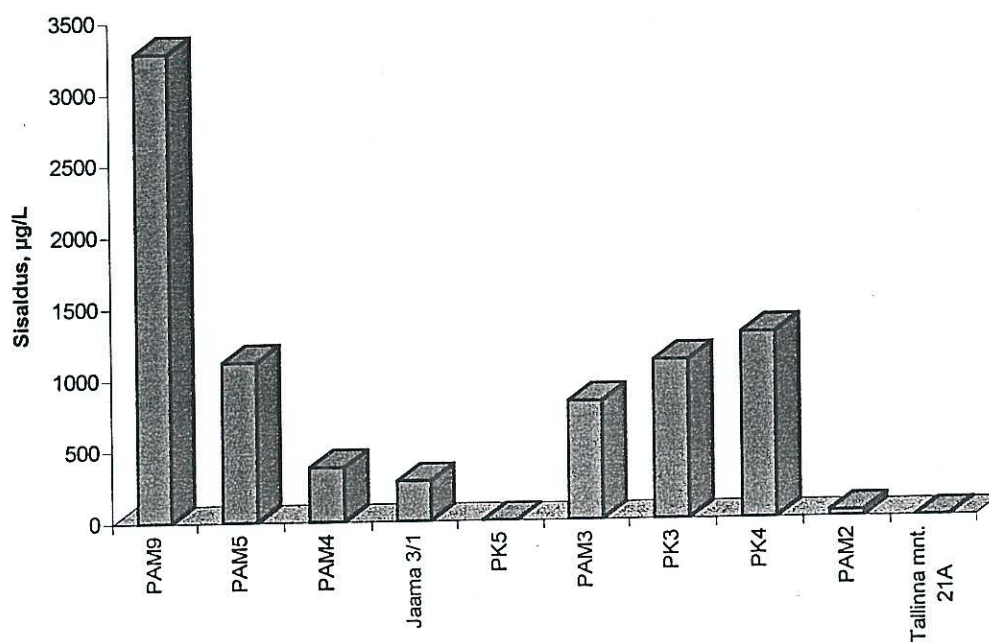
Alkaanid, aprill 1999



Joonis 2. Komponentide sisaldus Aruküla veeproovides, võetud 23.09.1999



Alkaanid C₁₂-C₂₂



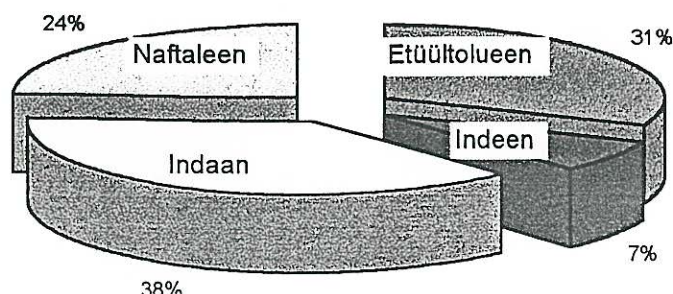
Võrreldes naftaproduktide sisaldust ja jaotust erinevates vaatluskaevudes saab väita, et peale tüüpilise AS Tapi reostusareaali (PA 24a, joon. 1 ja tabel 2) eristub selgesti veel kaks piirkonda ja nimelt esimesena PAM 9, PAM 5, PAM 4/PK 4 ning teisena PAM 3/PK 3. Lisaks nimetatule on ka Harju tn. 28 ja Põhja tn. 22, kus kõrgemate naftaproduktide sisalduse osakaal viitab diiselmootori või raskema kütteõli poolt põhjustatud põhjavee, ilmselt ka pinnase saastele. Erakordselt suure raskete naftaproduktide sisalduse kohta vaatluskaevus Põhja 22 pole olemasolevate andmete põhjal võimalik anda mingit mõistlikku selgitust ega põhjendust. Ilmselt on tegemist lokaalse reostusega, mis on seotud väiksema maa-alaga (kohalikust majapidamisest tekkinud reostus). Harju tn. 28 reostus jääb piirkonda, kus juba 1995.a. tuvastati Talve tee ja Suvila tn. 20 reostuskolle.

Kuid naftaproduktide kompositsioon piirkondades PAM 9/PAM 5/PAM 4 ja PAM 3 on ka omavahel võrreldes erinev. Vaatluskaevudeni PAM 3 ja eriti PAM 2 ei ulatu AS Tapi reostuse mõju, nendes on ka suhteliselt vähe parafiine. Samal ajal väärib erilist tähelepanu piirkond PAM 9/PAM 5/PAM 4, kuhu ilmselt ulatub AS Tapi reostuse mõju, aga see ei ole domineeriv. See piirkond on reostatud peamiselt kas raske õlikütuse või diiselmootoriga. Viimase suur osakaal naftaproduktides tuli eriti ilmekalt esile peale põuast suve võetud veeproovide sette osas (joon. 6). Võrdluseks on joon. 7 toodud kahe erineva nafta standardi ja vaatluskaevust Põhja 22 võetud alkaanide kromatogrammide. Sellest selgub, et põhimõtteliselt pole võimalik ka üheselt määrata erinevatest seirepunktidest saadud tulemusi määravaks nafta päritolu.

Suhteliselt suur indeeni derivaatide sisaldus vaatluskaevudes PAM 4/PK 4 ja Raja 11 ei saa olla ainult 1993.a. avarii tagajärg. Pigem võib see viidata mingile värskemale AS Tapi kütteõliga sarnase naftaprodukti keskkonda paiskumisele.

Ekperdi käsutuses olev napp materjal ei lubanud selles osas rohkem järeldusi teha.

Võttes kokku varem öeldut, võib järeldada, et Aruküla aleviku piires on ordoviitsiumi põhjavesi reostunud väga mitmete reostusallikate poolt, mis on jäänud osaliselt fikseerimata. Tänapäeva seisuga võib öelda, et ilma veemajanduse korrastamata ei saa veetarbimist ordoviitsiumi puurkaevudele rajada, kuna Aruküla settekivimite määrab vee liikumise suunad lõhede süsteem. Naftakihi laienemist



Joonis 3. Vaatluskaevust 24A, 8. aprillil 1999, võetud veeproovi indeeni/indaani sisaldava fraktsiooni komponentide koostis

Analüüs tehtud Põhja-Carolina Ülikoolis, USA-s.

Equipment: HP 5890 Series II Gas Chromatograph /HP 5971A Mass Spectrometer

Column: J&W Scientific DB-5MS, length 30 m, i.d. 0.25 mm, film 0.5 µm

Equivalent to a (5%-Phenyl)-methylpolysiloxane

Solvent: 50% hexane, 30% acetone, 20% MeCl₂

Sample dissolved in 0.5 ml solvent.

Injection volume 1 µl.

Joonis: SIM mode: Temperature control: Inj. 270°C; init. 40°C, 4 min; 10°C/min; 260°C, 5 min; 5°C/min; 300°C, 1 min; det. 325°C.

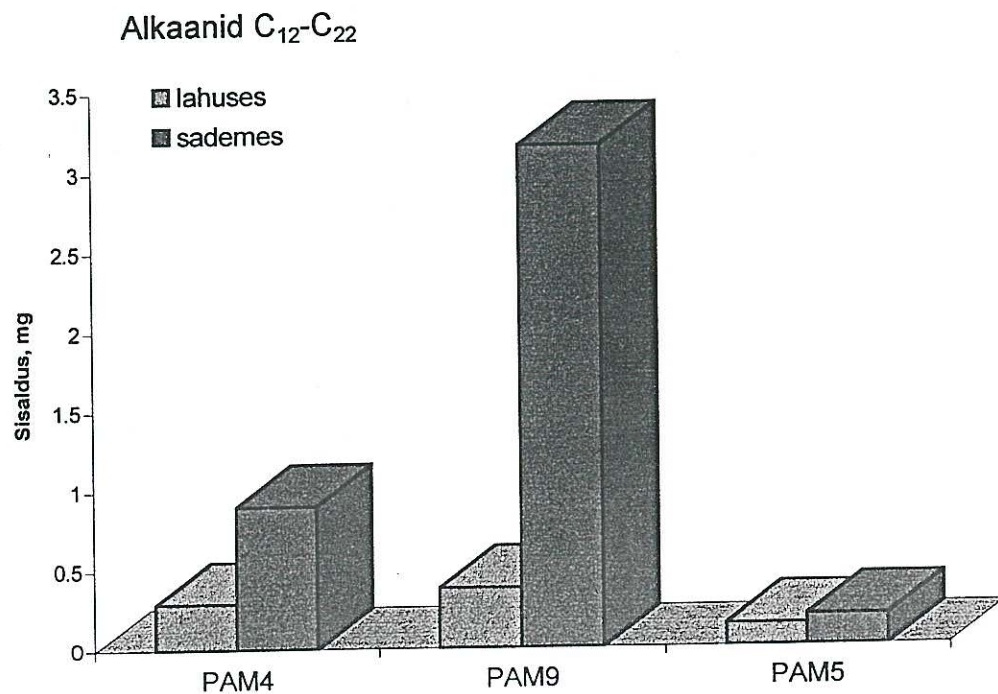
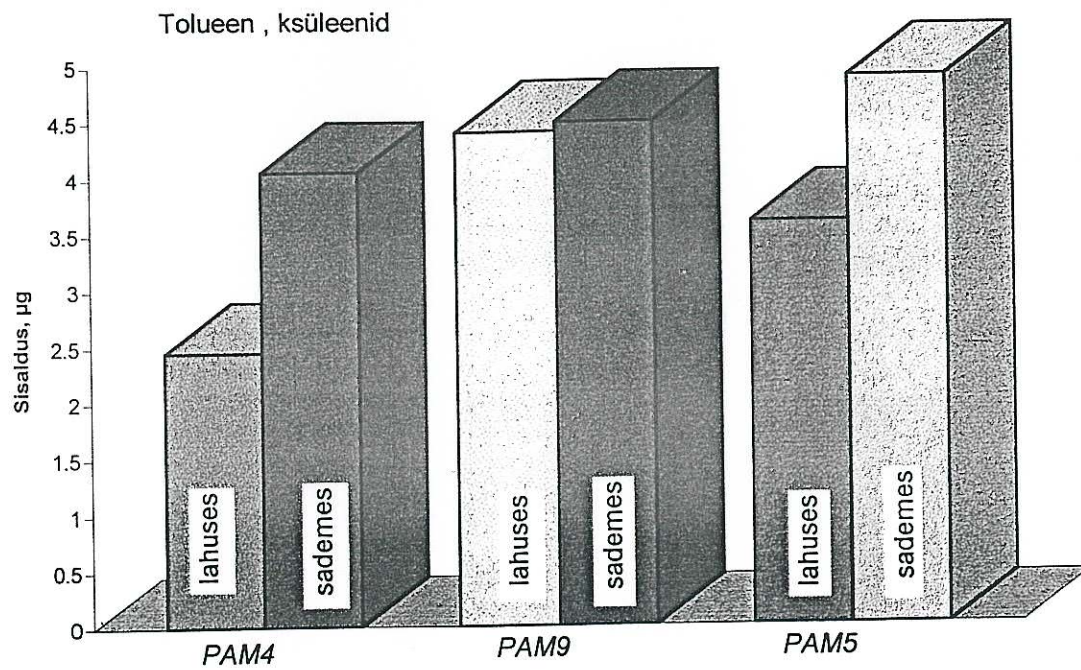
Tabel: Scan mode; Temperature control: Inj. 270°C; init. 40°C, 4 min; 15°C/min; 260°C, 6.5 min; det. 325°C.

Tabel 1

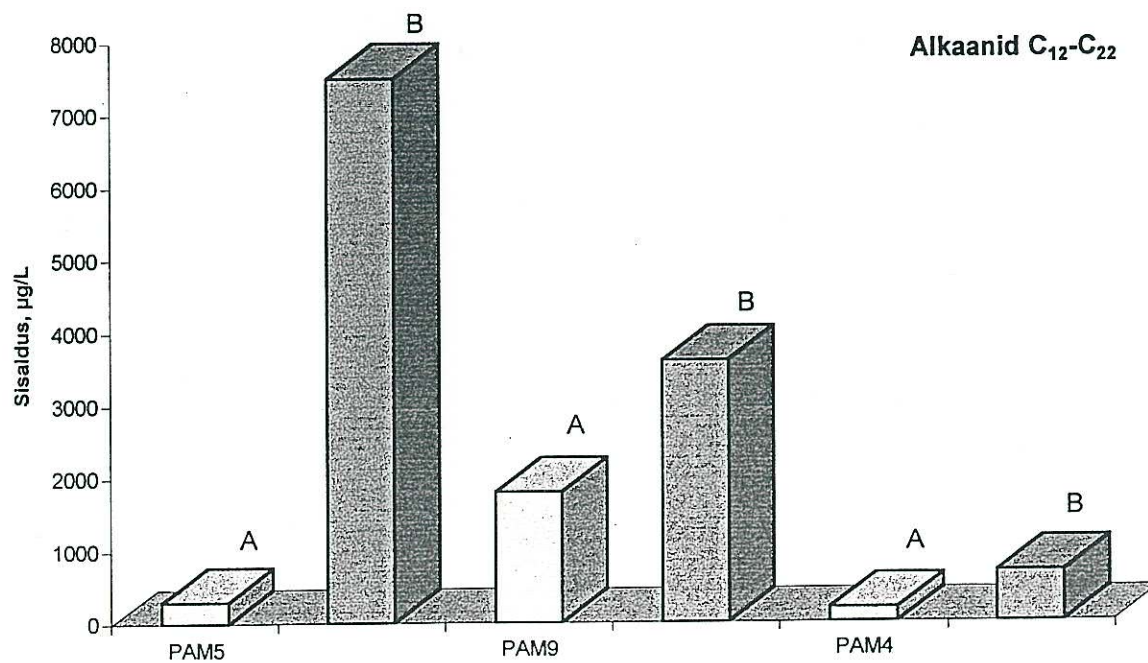
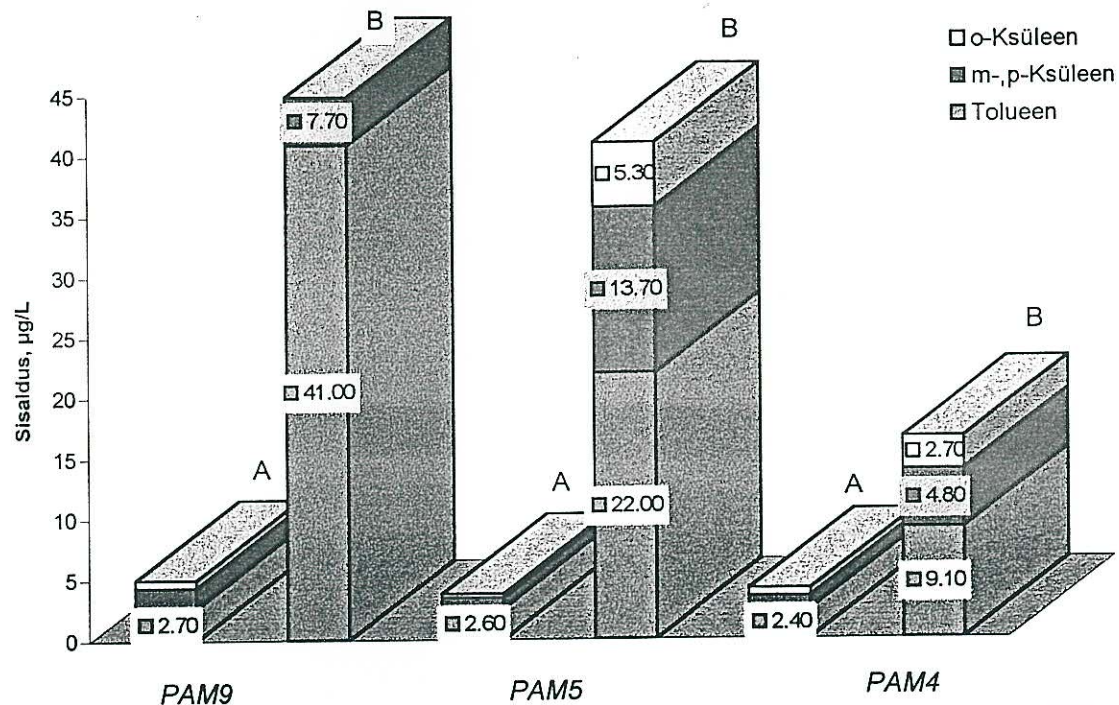
Vaatluskaevust 24A 8. apr. 1999 võetud veeproovi alkaanide fraktsiooni komponentide sisaldus

Retensiooni aeg, min	Ühend	Kontsentratsioon, mg/l
14.85	2,6-bis-(1,1'-dimetüül)-4-metüülfenool	1.20
15.61	tricontaan	0.35
17.29	tetratricontaan	0.68
17.99	2,3-dimetüülheptadekaan	0.83
18.48	1,2-benseen dikarboksüülhappe butüül derivaat	5.51
18.71	pentatricontaan	0.58
20.31	heksadekaan	1.06
21.33	heneicosaan, 11(1-etüülpropüül)	2.38

Joonis 4. Komponentide summaarne sisaldus lahuse ja sademe fraktsioonides
Aruküla veeproovides, 23.09.1999

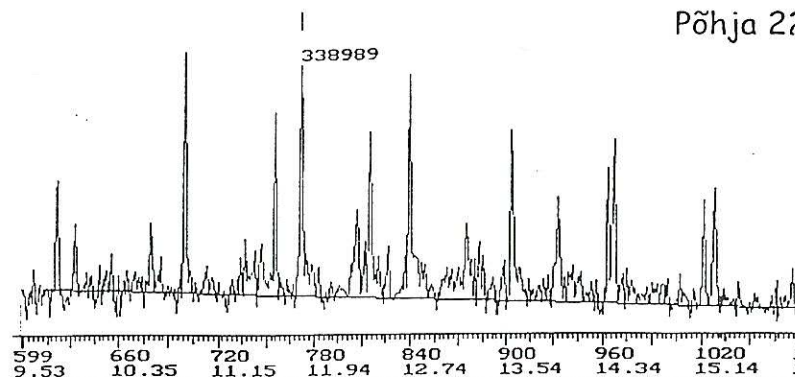


JOONIS 5. Komponentide jaotumine lahuses (A) ja sademes (B) Aruküla veeproovides, võetud 23.09.1999

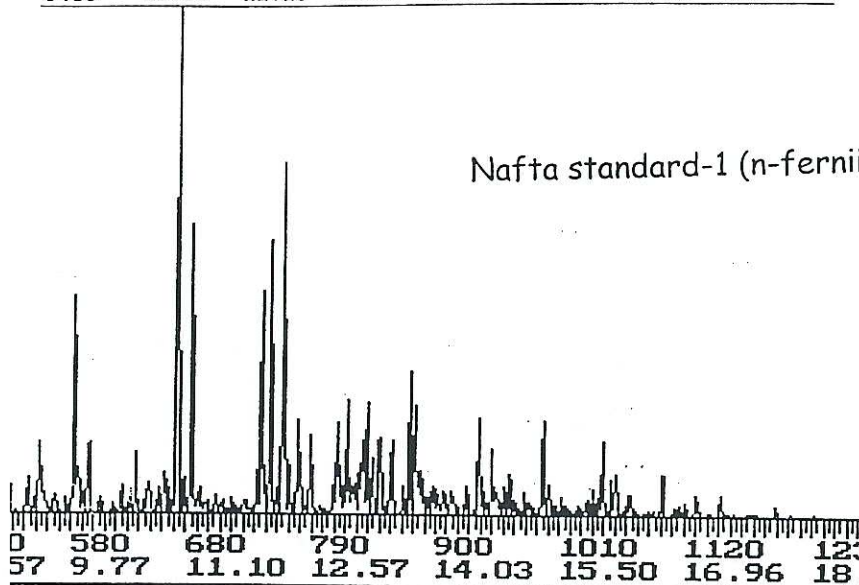


Alkaanid

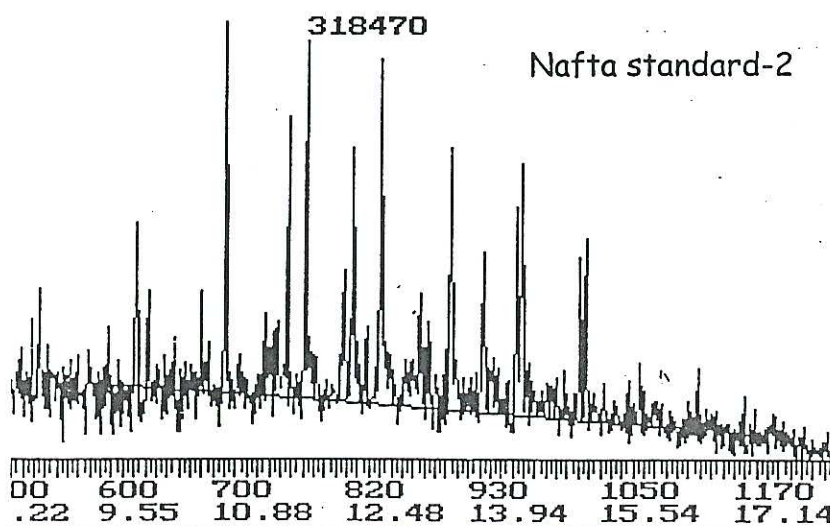
Põhja 22 (apr. 1999)



Nafta standard-1 (n-ferniin)



Nafta standard-2



Joon. 7

Vaatluskaevust Põhja 22 8. aprillil 1999 võetud alkaanide fraktsiooni ja kahe standard naftaproovi kromatogrammide võrdlus

suuremale territooriumile takistab ilmselt ala geoloogiline ehitus. Kõigis suundades peale edela on aluspõhja langus järsem ja ta on kaetud paksema moreenikihiga. Sellest tulenevalt on põhiline avariikoht nagu lõksus, kus põhjavee taseme kõrgseisu ajal äravoolu ei toimu ning reostus ei laiene. Kuid reostuse mõju vertikaalsuunas on praegu veel oletuslik.

2.2.3. Ordoviitsiumi - kambriumi veekiht

Ordoviitsiumi - kambriumi veekiht levib kõikjale Aruküla aleviku maa-alal. Vettkandvateks kivimiteks on alamordoviitsiumi Türisalu kihistu ja alamkambriumi Tiskre kihistu liivakivid. Veekihi paksus Arukülas on 25...27 m.

Veekihi laskuvussügavus on erinev olenevalt asukohast - tektoonilise rikke põhjapoolses tiivas on see väiksem - ca 50 m, lõuna pool kuni 55 m. Veepidemeks ordoviitsiumi veekompleksi ja ordoviitsiumi - kambriumi veekihi vahel on Leetse kihistu glaukoniitsavid ja Türisalu kihistu diktüoneemakilt paksusega 4...6 m. Vettpidavaks lamamiks on alamkambriumi Pirita kihistu ja Lontova savid ning aleuroliitsed savid paksusega 58 m (vt. joon.5).

Veekihi põhjavesi on surveine, surve suurus oleneb looduslikest ja tehislimest faktoritest. Veekihi intensiivsemal tarbimisel surve väheneb. Piesomeetriline tase alaneb loode suunas, kus põhjavesi kaotab surve. Tektooniliste rikete vööndis on piesomeetriline tase kõrgemal, kuna seal toimub veekihi toitumine ülallasuvast ordoviitsiumi veekompleksist.

Aruküla tarbepuurkaevudes oli veekihi piesomeetriline tase maapinnast 8,4...11,5 m, abs. kõrgusel 30,9...33,4 m.

Veekiht ei ole eriti veerikas, erideebit on 0,01...1,0 l/sek, keskmiselt 0,2...0,3 l/sek. Veerikkam on veekihi ülemine osa. Pakerordi liivakivid sisaldavad vähem savi ja savi vahekihtide paksus on väiksem, mis aga sügavuti suureneb. Veejuhtivus on 22...30 m²/ööp. Ordoviitsiumi - kambriumi veekihi põhjavesi on vesinikkarbonaat - kloriid - naatrium - kaltsium (magneesium) tüüpi, üldmineralisatsiooniga 0,22...0,37 g/l. Vesi on mõõdukalt kare, bakterioloogiliselt puhas. Siiani on kasutatud keskveevarustuseks.

Ordoviitsiumi - kambriumi veekihi toiteala ühtib levikualaga, surve tekkimise alaks on Pandivere kõrgustik, äravool toimub Balti mere (Soome lahe) suunas. Piesomeetrilise taseme kõikumise amplituud ei ole suur - 0,3 m, veetarbimise piirkonnas võib see olla suurem. Arukülas mõõdetud veetaseme amplituud oli 0,82...1,45 m. Vahel muutub põhjavee keemiline tüüp, mis tõstab veekihi seotust ülallasuva ordoviitsiumi veekompleksiga.

Tänapäeval on ordoviitsiumi - kambriumi veekihile rajatud PK -1, PK - 2, PK - 3, PK - 4 ja PK - 5 keskveevarustuse pumbajaamad, mille sügavused on 80...95 m. AS TARCO omab kolme samal veekihil töötavat puurkaevu. Kuna ülemine, reostunud ordoviitsiumi veekompleks toidab ordoviitsium-kambriumi veekihti ja seda just tektoonilise rikke võõndis, siis prognoositi ka võimalikku naftareostuse liikumistsügavuti ning seega veekvaliteedi halvenemist. Monitooringu üheks eesmärgiks peale reostunud ala piiritlemise oli aleviku keskveevarustuses kasutatava ordoviitsiumi-kambriumi veekihi põhjavee kvaliteedi kontroll. Sellel eesmärgil on nimetatud pumbajaamades võetud veeproove kaks korda aastas määramaks neis naftaproduktide sisaldust. Saadud tulemused on koondatud tabelisse nr 4.

Alljärgnevalt on iseloomustatud ordoviitsium-kambriumi veekihti eksploateerivate puurkaevude seisundit.

1. PK-1 vallamaja juures. Pumbamaja vees esineb naftaprodukte 07.04.1994.a. võetud proovis (üldnaftaprodukte $4,4 \mu\text{g/l}$, tolueeni $0,2 \mu\text{g/l}$ ja ksüleen $0,2 \mu\text{g/l}$). Hilisemates kontrollproovides ei ole naftaprodukte esinenud. Kuna pumbajaam jäi indeenireostustsooni, otsustati see sulgeda (veetarbimine oli küllaltki väike, oht tõmmata reostus sügavamatesse kihtidesse tõsine). PK-1 lõpetas töö 1997.a. Vee kvaliteeti edaspidi ei ole kontrollitud.

2. PK-2 kuulub AS Bodilsen Eesti. Pumbajaama vesi sisaldas 07.04.1994.a. võetud proovis $6,4 \mu\text{g/l}$ naftaprodukte, tolueeni ja ksüleen vastavalt $0,2$ ja $0,4 \mu\text{g/l}$. Kuna PK-2 paikneb küllaltki suure riskiohuga alal ning selle konstruktsioonis esineb puudusi (ilmselt on torutagune tsementatsioon ajapikku välja uhutud), siis oli pumbajaama töös hoidmiseks suuri kahtlusi (eksperthinnang, Eesti

Geoloogiakeskus). Täna seks võib öelda, et prognoos osutus õigeks, kuna 02.11.1999.a. võetud veeproovis esines tolueni kuni 125 µg/l (lubatud piirnormiks on 50 µg/l). Ve esines ka ksüleeni (vähesel määral). Seega on pumbajaama vesi reostunud ning selle edasine kasutamine tuleb lõpetada.

3. PK-3 ehk Rahnu pumbamaja vesi vastas joogivee standardile kuni septembri kuuni 1999.a. 22.09.99.a. võetud veeproovis leidis naftaprodukte 1110,0 µg/l (piirarv 50 µg/l). Kordusproovis 02.11.1999.a. üldnaftaproduktid puudusid, esines aga vähesel määral tolueni ja ksüleeni.

4. PK-4 kuulub AS SAILE'le. Veeproov võeti 22.09.99.a. elanikkonna jaoks kivihoone seina ehitatud kraanist. Veeproovis esines 1300 µg/l naftaprodukte (piirarv 50 µg/l). Aromaat sed süsivesinikud puudusid. Siin võib olla ka tegemist reostuse sattumisega veetrassi, kuigi pumbajaama puurkaevu ja veevõtu punkti vaheline lõik ei ületa 20 m. Otsest põhjust nimetada pole võimalik, kuna tegemist oli ühekordse informatsiooniga. 22.11.1999.a. võeti veeproov vahetult puurkaevust ning siin tuvastati tolueni reostus - 55 µg/l (ksüleeni vähesel määral), mis ületab joogivees lubatud piirnormi 50 µg/l.

5. PK-5 ehk Nurme pumbajaama vette ilmusid aromaat sed süsivesinikud toluen ja ksüleen (1,2 ja 0,5 µg/l) esmakordselt 22.09.1999.a.. Kordusproovis 02.11.1999.a. esinesid need vähesel määral.

Kokkuvõtteks võib öelda, et 1999.a. ei jäänud reostusest puutumata ükski ordoviitsiumi-kambriumi veekihti tarbivast puurkaevust. Neist kõige puhtamaks jäi PK-5. Ilmselt on kuue aasta jooksul naftareostus liikunud kiiremini sügavuti, sest pindalaliselt on see jäänud enam-vähem samadesse piiridesse võrreldes 1996.a.

Aruküla aleviku 1993.a. avari uuringud on välja toonud palju ulatuslikumal territooriumil levinud õlireostuse, mis on seotud lokaalsete objektidega (AS Saile, Raja 11, Põhja 22, Harju 28, Suvila 20, Kivilinna katlamaja piirkonnad). Seetõttu on pumbajaamade töö seotud pideva riskiga tõmmata reostus puurkaevu. Reostuse sattumisele sügavatesse kaevudesse on kaasa aidanud 1999.a. kevadine suurvesi (mis pani liikuma kõikvõimalikud voolusuunad) ning erakordselt kuiv suvi, mis lõi eeldused hüdrodünaamilisele režiimile - reostunud ordoviitsiumi põhjavee tungimise alumistesse veekihtidesse kas tektoonilise rikkevööndi või amortiseerunud puurkaevude konstruktsioonide kaudu.

3. JÄRELDUSED JA SOOVITUSED

1. Aruküla aleviku piirkonda võib põhjavee naftareostuse seisukohalt jagada kolme suuremasse areaali ning mitmesse lokaalse reostusega alaks:

- kõige tuntum on AS Tapi 1993.a. avari, mille tagajärjel tekkis ulatuslik ala, mis ulatub reostusallikast kirdesse ca 150-200 m, edelasse 675 m, loodesse 225 m ja kagusse 200m. See ala pole viimastel aastatel praktiliselt enam laienenud või kattub varem reostatud piirkondadega, kus lokaalne reostus on tugevam.

- PAM 3/PAM 2 piirkond, mis on reostunud diiselkütuse või raskema kütteõli poolt.

- PAM 4/PAM 5/PAM 9 piirkond on saastatud raskete õliproduktidega, kuhu ilmselt ulatub AS Tapi reostuse mõju, aga see ei ole domineeriv.

- Lokaalsed piirkonnad, mille reostus ei tulene AS Tapi territooriumi saastest Põhja 22, Harju 28, Suvila 20, Kivilinna katlamaja ja Saile piirkond, jm. Pigem võib see viidata mingile AS Tapi kütteõliga sarnase naftaproducti keskkonda paiskumisele.

2. Uurimistööde tulemuste põhjal esines 1999.a. sügisel esmakordselt küllaltki tugev reostus tarbepuurkaevudes PK -2, PK-3 ja PK-4. PK-5 põhjavees esinesid esimesed reostuse märgid (tolueen, ksüleen). PK-2, PK-3 ja PK-4 ületas naftaproductide sisaldus vees lubatud piirnormi - $50\mu\text{g/l}$. Seega halvenes ordoviitsium-kambriumi veekihi kvaliteet tunduvalt.

3. Uurimistööd Aruküla alevikus tõestasid prognoositud reostuse levimist sügavuti, mis nõuab kiiret reageerimist. Reostuskollete olemasolu - naftakiht Aruküla aleviku ülemistes veekihtides ning lokaalsed saastatud alad - seab ohtu kogu Aruküla aleviku veetarbimise ordoviitsium-kambriumi veekihist. Viivitamatult tuleb läbi viia kogu aleviku puurkaevude inventariseerimine ja täpsustada tamponeerimist vajavate puurkaevude hulk. Ordoviitsiumi tavakaevude sügavus jääb 20...25 m vahemikku. Erandiks on Raja tn. 11 puurkaev, mille sügavus on 40 m. Kaevu põhjavees oli tugev indeeni reostus ning seetõttu kuulub kaev likvideerimisele esmajärjekorras. Kuna naftareostuse levik

on jõudnud sügavamatesse kihtidesse, siis on hädavajalik alustada kaitsemeetmetega viivitamatult-likvideerida ordoviitsium-kambriumi veekihti tarbivad PK-2 ja PK-4 (ei vasta võuetele).

4. Aruküla aleviku põhiline veevarustus orienteerida eelkõige PK-6 pumbajaamale, mis jääb reostuspiirkondadest välja ja võtab vee kambrium-vendi veekompleksist. Täiendavalt võib kasutada PK-3 ja PK-5 (millest tuleb pidevalt kontrollida naftaproduktide sisaldust). Vähendada oluliselt PK-3 tootlikkust.

5. Korrastada tuleks kogu Aruküla aleviku veetarbimine ühte veevarustussüsteemi. Praegune olukord (omanike killustatus) ei saa rahuldada põhjaveekaitset, mis vajab peremehelikku lähenemist. Eksisteerib reaalne oht reostada sügavamad põhjaveekihiid ka väljaspool Aruküla alevikku.

Pöörata tähelepanu asjaolule, et Aruküla aleviku pinnasesse juhitakse üha enam olmevett, millega kaasneb kanalisatsiooni rajamise vajadus.

6. Põhjavee monitooringut tuleb jätkata. Erilist tähelepanu tuleb pöörata ordoviitsium-kambriumi puurkaevudele kaasa arvatud AS TARCO kolm puurkaevu.



PÕHJAVEETASEMETE ÜHEAEGSE MÕÕTMISE TULEMUSED ARUKÜLAS

1999.a.-2000.a.

Tabel 1

Jrk nr.	Vaatluskaev		Sundme abs.kõrg.	Veetase 08.04.99		Veetase 22.09.99			Veetase 02.12.99		
	Aadress	Kaevu nr		maapin-nast, m	abs. kõrgus	maapin-nast, m	abs.kõrgus	amplituud	maapin-nast, m	abs. kõrgus	amplituud
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Männiku 19	28	43,5		kinni						
2.	Tallinna mnt 31	18	42	1,48	40,52	kuiv			2,25	38,75	-
3.	Nurme 22 aed	5a									
4.	Põhja 16	22	44,1	kinni	-	kinni		-	-	-	-
5.	Nurme 11	50	44,11	kinni	-				4,13	39,98	
6.	Põhja põik 3	49	43,86	1,77	42,09	-	-				
7.	Piiri 10a	48a	42,68								
8.	Vaarika 6	53	44,53	1,83	42,7						
9.	Tallinna mnt 18	55	43,9	2,8	41,1	kuiv	-	-	-	-	-
10.	Tallinna mnt 21	23a	41,28	0,46	40,82	kuiv					
11.	Tallinna mnt 21a	23	41,28			3,75	41,28	-	1,33	39,95	
12.	Piiri 14	58	44,38	-	-	-	-	-			
13.	Linnu tee 7	59	44,46	2,16	42,30	kuiv	-	-	4,41	40,05	
14.	Männiku põik 2	56	43,31	1,00	42,31				3,11	40,20	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15.	PK 3 kõrval	PAM 3	40,05	+0,06	40,11	3,37	36,68	4,43	1,24	38,81	2,13
16.	PK 1 kõrval	PAM 1	43,25	1,91	41,34	-	-	-	3,57	39,68	
17.	PK 4 kõrval	PAM 4	41,75	+0,16	41,91	4,4	37,35	4,56	1,74	40,01	2,66
18.	PK 5 kõrval	PAM 5	43	1,09	41,91	4,76	38,24	3,67	1,48	41,52	3,28
19.	Tallinna mnt 11a	6	41	0,49	40,51						
20.	PK 2 kõrval	PAM 2	42,3	1,16	41,14	4,70	37,6	3,54	2,22	40,08	2,48
21.	Sügise tn	PAM 8	44,95	3,24	41,71	7,74	37,21	4,5	5,42	-	-
22.	Raudtee äärne	PAM 9	41,5	0,85	40,65	4,4	37,1	3,55	1,68	39,82	2,72
23.	Jaama 3/1	66a	43,0	1,1	41,9	kuiv					
24.	Põhja 22		44,1	1,03	43,07						

**NAFTAPRODUKTIDE SISALDUS ARUKÜLA VAATLUSPUURKAEVUDE ORDOVIITSUMI VEEKIHI PÕHJAVEES
(REOSTUNUD VAATLUSKAEVUDES)**

Tabel 3

Vaatluskaev		Proovi võt- mise kuu- päev	Naftaproduktide sisaldus põhjavees $\mu\text{g/l}$		Aromaatsed süsivesikud							
Nr	Aadress		üld		tolueen	ksüleen	indeen	benseen	stiireen	naftaleen		
1	2	3	4		5	6	7	8	9	10		
22	Põhja 16	24.07.95	1,0				1,0					
		19.04.96	<10		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1		
		07.09.96	<10		<0,1	<0,1	3,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		11.12.96	<10		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		18.04.97	<10		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		12.09.97	jäljed		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		28.09.98	<10		<0,1	<0,1	0,8	<0,1				
	Põhja 22	08.04.99	5000		17,07	9,12						
	Põhja 36	24.03.94	<20		<1	<1						
		07.04.94	4,0		<1	<1						
24a	Kadaka 2	24.07.95	587,0		3,7	33,2	53,3					
		19.04.96	714,5		18,2	69,4	302,9	68,7		25,4		
		07.09.96	307,6		6,1	31,2	113,8	54,6	42,1	19,0		
		11.12.96	503,0		3,7	73,6	168,0	89,3	29,8	60,4		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		08.04.99	<400	25,94	-	65,2	21,74		2,17
37	Põllu 10	24.07.95	<3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		19.04.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1
		07.09.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		11.12.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		18.04.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
39	Harju tn 2	09.12.93	2700						
		25.10.94	4756						
		20.03.95	1213						
		24.07.95	982,0	2,2	29,0	84,6			
		19.04.96	291,3	0,3	17,6	122,8	<0,1		13,4
		07.09.96	945,0	6,1	46,5	366,4	267,2	46,6	46,6
		11.12.96	464,0	3,7	29,2	237,0	2,3	6,6	90,5
		18.04.97	263	<0,1	6,5	153	<0,1	10,0	20,5
64	Harju 23	18.03.94	21,7	<1	<1				
	Harju 28	22.09.99	156						
40	Männiku 15	26.10.94	<1						
		14.03.95	13,3		0,2	1,9			
		24.07.95	1,0			1,0			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		19.04.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		07.09.96	10,8	<0,1	<0,1	10,8	<0,1	<0,1	<0,1
		11.12.96	<10	<0,1	<0,1	4,7	<0,1	<0,1	<0,1
		18.04.97	<10	<0,1	<0,1	2,5	<0,1	<0,1	<0,1
		12.09.97	jäljed	<0,1	<0,1	0,9	<0,1	<0,1	
		03.12.97	jäljed	<0,1	<0,1	4,2	<0,1	<0,1	
		08.04.99	<400	16,47	13,61	<0,2	<0,2		<0,2
		02.11.99	-						
	Männiku 9	13.04.94	24,2			9,8			
44	Suvila 4a	20.03.95	<3	<0,1	<0,1	<0,1			
		19.04.96	<10	<0,1	0,8	<0,1	<0,1		<0,1
		07.09.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		11.12.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		18.04.97	<10	<0,1	<0,4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Suvila 20	24.03.94	55,0	<1	<1				
		07.04.94	9,3	<1	<1				
	Suvila 22	16.03.94	19,7						
	Suvila 24	15.04.94	<0,5						
58	Piiri 14	19.04.96	<10	<0,1	<0,4	<0,1	<0,1		<0,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		24.07.95	126		3,2	13,0			
66a	Jaama 3/1	24.07.95	<3	<0,1	<0,1	<0,1			
		19.04.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1
		07.09.96	52,2	<0,1	<0,1	19,8	2,8	<0,1	0,9
		18.04.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		22.09.99	280	0,8	1,2				
	Harju 28	22.09.99	156,0						
	Harju 19	14.04.94	7,7						
	Talvetee 8	11.04.94	6,6						
48a	Piiri 10a	18.04.97	22,7	<0,1	<0,1	19,3	<0,1	<0,1	0,8
PAM 7	Raudtee taga	18.04.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
PAM 1	Vallamaja juures	11.12.96	<10	<0,1	<0,1	3,4	<0,1	<0,1	<0,1
		18.04.97	<10	<0,1	<0,1	1,3	<0,1	<0,1	<0,1
		12.02.97	jäljed	<0,1	<0,1	0,8	<0,1		
		03.12.97	jäljed	<0,1	<0,1	3,4	<0,1		
	Suvila 10	08.04.99	<400						
PA 23	Tallinna 21a	22.09.99			0,1				
PAM 2	PK 2 juures	19.06.97	38,6	2,6	2,8		0,4		
		03.12.97	jäljed	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		28.04.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		28.09.98	30,0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		06.12.98	33,8	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		08.04.99	<400	1,46	1,17	-	-		<0,2
		22.09.99	40	0,14	0,13				
PAM 3	PK 3 juures	18.04.97	235	<0,1	0,7	0,5	<0,1	0,8	8,3
		12.02.97	12,4	<0,1	<0,1	0,3			
		03.12.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		28.04.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		28.09.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		06.12.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		03.04.99	<400	-	<0,2	-	-		
		22.09.99	830	0,6	0,7				
		02.11.99	-						
PAM 4	PK 4 juures	18.04.97	1820	<0,1	3,1	7,9	<0,1	1,1	6,8
		12.02.97	jäljed	<0,1	<0,1	1,8	<0,1		
		03.12.97	jäljed	<0,1	<0,1	0,8	<0,1		
		28.04.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		28.09.98	43,7	<0,1	<0,1	15,5	<0,1		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		06.12.98	25,1	<0,1	<0,1	10,6	<0,1		
		08.04.99	<400	10,69	5,56	<0,2	<0,2		
		22.09.99	380	4,4	3,0				
		02.11.99	-	-					
PAM 5	PK 5 juures	18.04.97	2150	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
		12.02.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		03.12.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		28.04.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		28.09.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		06.12.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		08.04.99	<400	7,34	9,33	-	-		
		22.09.99	120	4,8	3,10				
		02.11.99	-						
PAM 8	Sügise tn	18.06.97	55,4	6,7	7,6		1,1		
		12.09.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		03.12.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		28.04.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		28.09.98	13,0	<0,1	1,2	<0,1	<0,1		
		06.12.98	810,0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		08.04.99	<400	-	<0,2	-	-		
PAM 9	Raudtee ääres	18.06.97	97,4	1,4	2,6		<0,1		
		12.09.97	jäljed	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		03.12.97	45,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		28.04.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		28.09.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		06.12.98	63,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		08.04.99	<400	8,56	4,88	<0,2	0,2		
		22.09.99	3280	4,3	3,8				
		02.11.99	-						
PAM 6	Tamme tn 1	12.02.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
PK 1	Vallamaja pumba-	19.04.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1
	jaam	07.09.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		11.12.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		18.04.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

**NAFTAPRODUKTIDE SISALDUS ARUKÜLA TARBEPUURKAEVUDE ORDOVIITSIUM-KAMBRIOUMI
VEEKIHI PÕHJAVEES**

Tabel 4

Vaatluskaev		Proovi võt- mise kuu- päev	Naftaproduktide sisaldus põhjavees $\mu\text{g/l}$						
Nr	Omanik Aadress		üld	tolueen	ksüleen	indeen	benseen	stiireen	naftaleen
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PK-1	Vallamäe juures	07.04.94	4,4	0,2	0,2				
	kommunaal	22.08.94	<3	<0,1	<0,1	<0,1			
	Raasiku VV	20.03.95	<3	<0,1	<0,1	<0,1			
		24.07.95	<3	<0,1	<0,1	<0,1			
PK-2	AS Bodilsen Eesti	07.04.94	6,4	0,2	0,4				
		22.08.94	<3	<0,1	<0,1	<0,1			
		20.03.95	<3	<0,1	<0,1	<0,1			
		24.07.95	<3	<0,1	<0,1	<0,1			
		13.12.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
		28.04.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		02.11.99	-	125,0					
PK-3	Rahnu pumbajaam	22.08.94	<3	<0,1	<0,1	<0,1			
	Raasiku VV	24.07.95	<3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		19.04.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		07.09.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		11.12.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		18.04.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		03.12.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		28.04.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		06.12.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
		22.09.99	1110,0		<0,4	<0,4	<0,4		
		02.11.99	-						
PK-4	AS SAILE	31.08.94	1,8	0,07	0,06	<0,1			
		20.03.95	<3	<0,1	<0,1	<0,1			
		24.07.95	<3	<0,1	<0,1				
		07.09.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
		18.04.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		03.12.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
		28.04.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
		06.12.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
		22.09.99	1300	<0,1	<0,3				
		02.11.99	-	55,0					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PK-5	Nurme tn pumba-	29.08.94	<3	<0,1	<0,1	<0,1			
	jaam	24.07.95	<3	<0,1	<0,1	<0,1			
	Raasiku VV	19.04.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1
		07.09.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		18.04.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
		03.12.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
		28.04.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
		06.12.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
		22.09.99	-	1,2	0,5				
		02.11.99	-						
PK-6	TARCO AS	22.08.94	<3	<0,1	<0,1	<0,1			

**NAFTAPRODUKTIDE SISALDUS ARUKÜLA ORDOVIITSIUMI JA ORDOVIITSIUM-KAMBRIUMI
VEEKIHI PÕHJAVEES (PUHASTES KAEVUDES)**

Tabel 5

Vaatluskaev		Proovi võt- mise kuu- päev	Naftaproduktide sisaldus põhjavees $\mu\text{g/l}$						
Nr kaardil	Aadress		üld	tolueen	ksüleen	indeen	benseen	stüreen	naftaleen
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	Tallinna 11a	19.04.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1
		07.09.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		11.12.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		18.04.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		12.09.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
		03.12.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		06.12.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
28a	Männiku 17	19.04.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1
		07.09.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1
		17.09.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1
		11.12.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		18.04.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		12.09.97	Kaev oli kuiv						
		13.12.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
		06.12.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
28	Männiku 19	28.09.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
10a	Männiku 23	28.09.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
	Tamme 17	28.09.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
PK	Tross A.	06.12.98	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
35	Ööbiku 3	19.04.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1
		07.09.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		11.12.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		18.04.97	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
M2	Jaama 2	11.12.96	<10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

NAFTAKIHI PAKSUSTE MÕÕTMISE TULEMUSED

Tabel 6

Vaatluskaev		Mõõdetud naftakihi paksus, cm									
Nr kaardil	Aadress	25.07.95	19.04.96	07.09.96	14.12.96	Max/aasta	18.04.97	12.09.97	03.12.97	Max/aasta	
PA-1	Tappi terr.	100	25	54	87	138/94	130	64	76	130/97	
24	Kadaka 4	10	5	5	emulsioon	252/94	5...10	30	21	30/97	
25	Jaama 7/9	43	2	8	22	169/94	-	103		103/97	
26	Jaama 10	27	2	42	41	180/95	5	60	62	62/97	
51	Jaama 8	14	5	0	20	278/94	5...7	46	55	55/97	
PA-4	Jaama 11 ees	-	45	78	ei mõõdetud	-	110		89	110/97	
PA-6	Jaama 8 ees	-	5	36	88	-	15	emulsioon	2	15/97	
48a	Piiri 10a						emulsioon	emulsioon	emulsioon	emulsioon	

Tingmärgid

- šahtkaev
- ordoviitsiumi veekompleksi vaatluspuurkaev
- ⊙ ordoviitsiumi-kambriumi veekihi tarbepuurkaev
- ⊕ põhjaveetaseme režiimi vaatluskaev
- ⊖ vaatluskaevus mõõdeti sesoonselt põhjaveetaset
- ⊗ vaatluskaevust võeti veeproove
- ⊕ vaatluskaevus mõõdeti põhjaveetaset ja võeti veeproove

- ⊗ vaatluskaevus mõõdeti naftakihi paksust

- ⊖ käsipumbaga vaatluskaev

- ⊖ elektripumbaga vaatluskaev

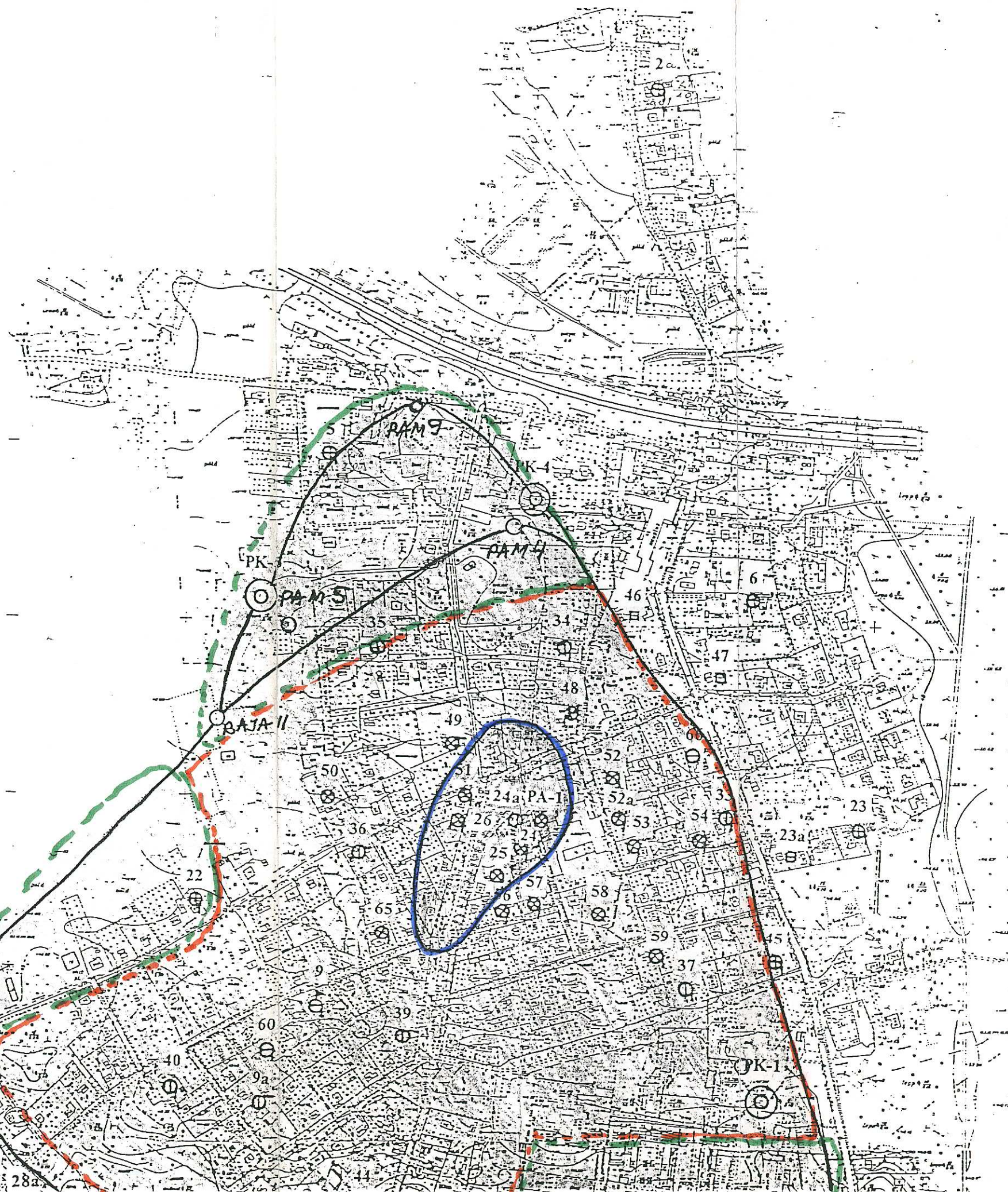
- PA-1
○ uuringupuurauk, kasutatakse vaatluskaevuna

- 5
○ eramajapidamises kasutatav puurkaev

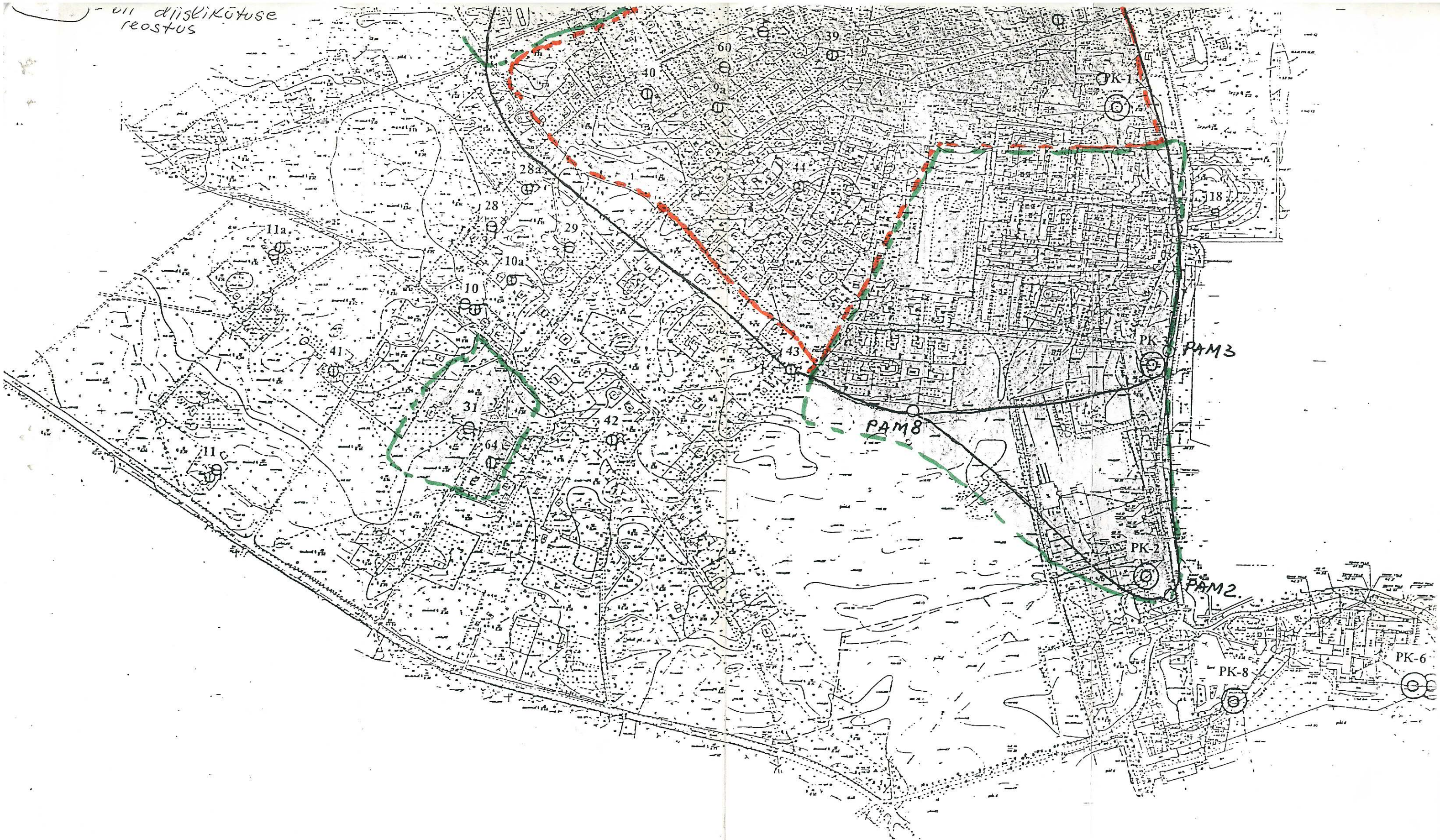
- PK-1
⊙ keskveevarustuses kasutatav puurkaev

ülal - puurkaevude numbrid

- ⊙ - maag-alal esineb naftakiht
- ⊖ - indeeni reostus
- ⊖ - õli diislikütuse reostus



- vii diiskikõutuse
reostus



1. Aruküla aleviku naftareostuse levik, M 1:2000.

1999 - 2000 a.