

MAVES

Marja 4-d Tallinn EE0006 Eesti tel. +372-2-471401 fax +372-2-6394129
Reg. № 01110989 arve Hansapank 22-112 911 k/a 700 161 767 kood 420 101 767

1645

MAVES

**TAPA LENNUVÄLJA PUHASTUSTÖÖD
1995. AASTAL
FAAS III**

**TÖÖ ON TELLITUD JA FINANTSEERITUD
KESKKONNAMINISTEERIUMI POOLT**

Juhatuse esimees



Madis Metsur

Autorid



Mati Salu



Vahur Keerberg



Indrek Tamm

Tallinn 1995

SISUKORD

0	KOKKUVÕTE	4
1	SISSEJUHATUS	5
2	PUHASTUSTÖÖD	8
	2.1 PUMPAMISE STRATEEGIA	8
	2.2 LÜHIÜLEVAADE TEHTUD TÖÖDEST	8
	2.3 MOBIILNE KONTEINERJAAM	9
	2.4 PUHASTUSVÄLJAKUTE EHITUS	9
	2.5 PUHASTUSTÖÖDE TULEMUSED	10
	2.6 MONITOORING	13
	2.7 RISKI HINNANG	15
	2.8 JÄRELDUSED JA NÕUANDED EDASPIDISEKS	16
3	PÕHJAVEE ARVUTIMUDEL	18
	3.1 VALGEJÕE ÄRAVOOLU MODELLEERIMINE	18
	3.2 PÕHJAVEE ARVUTIMUDEL	20
	3.2.1 SISSEJUHATUS	20
	3.2.2 MUDELI ÜLESEHITUS	20
	3.2.2.1 KASUTATUD TARKVARA	20
	3.2.2.2 MODELLEERITAVA ALA PIIRITLEMINE	21
	3.2.2.3 PINNAMOOD, GEOLOOGIA JA HÜDROGEOLOOGIA	21
	3.2.3 MUDELI KALIBREERIMINE	22
	3.2.4 MODELLEERIMISE TULEMUSED	24
	3.2.5 JÄRELDUSED JA SOOVITUSED EDASPIDISEKS	25
4	KASUTATUD KIRJANDUS	26

LISAD

- 1 UURITUD MAA-ALA TEKTOONILISTE RIKETE KAART**
- 2 MONITOORINGU ANDMED**
- 3 MONITOORINGU PUURAUKUDE KONSTRUKTSIOON**
- 4 VEEANALÜÜSID**
- 5 MODELLEERIMISE TULEMUSED**

0 KOKKUVÕTE

Tapa lennuvälja reostuse likvideerimise puhastus pumpamised toimusid 1994. ja 1995. aastal koostöös Taani ja Eesti firmade vahel. Taani poolse abina tarniti Eestisse kolm konteinerjaama koos sinna kuuluva varustusega.

Lennuvälja alal on tühjendatud kütusehoidlad ja torustikud. Uusi hoidlaid siia lähiajal ei tule, seega on välistatud täiendav reostus. Puhastuspumpamistega reostuskollete ümbruses on reostuse levik kaugemale piiratud. Vähetõenäoline on ka reostuse jõudmine perspektiivsesse Moe veehaardesse.

Modelleerimise tulemusel saadi puhastustööde stsenaarium, mille järgi piisab kahe väljaku pumpamisest kolme asemel. Järgmisel aastal vajab see aga reaalsete töödega kinnitust. Ühel väljakul võib alustada petrooli lagundamist õhu sissepumpamisega põhjaveekihti.

Petrooli on 1995. aastal välja pumbatud 28 940 l ja kolme aasta jooksul kokku 69 890 l.

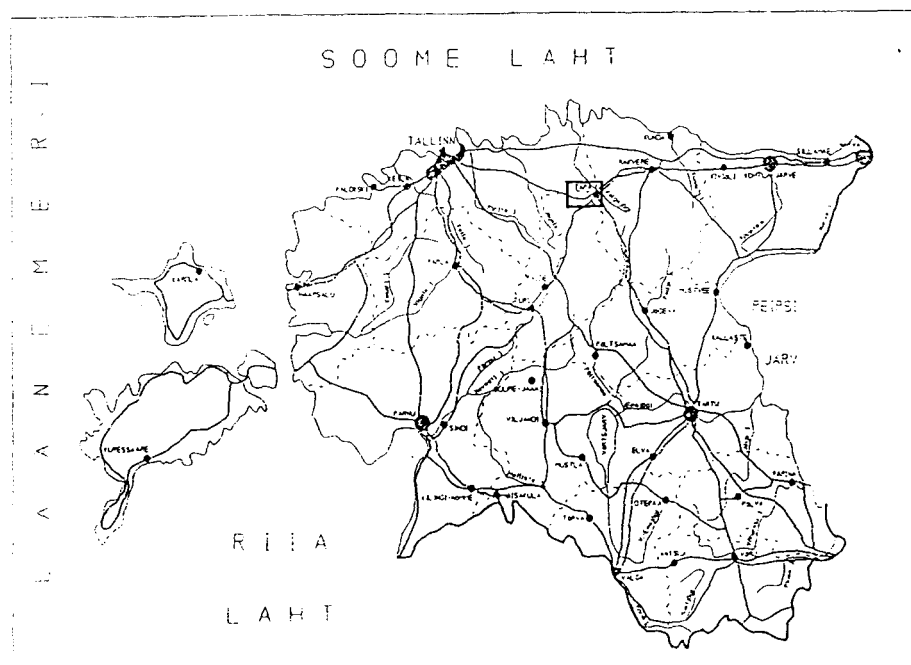
Monitooringu käigus on selgunud, et reostus pole 1995. aastal enam laienenud. Vaba petrool levib 6 km². Vesi on reostunud nii Valgejõe äärsetes allikates kui ka Jootme küla allikas, samuti Tapa linna madalates puurkaevudes, kokku 16 km². Sügavuse suunas on lahustunud naftaproduktid jõudnud 70 meetri sügavusele. Linna veevarustuse puurkaevudest, millest pumbatakse vett E-O veehorisondi liivakividest (130...160 m), pole lahustunud naftaprodukte leitud. Oht reostuse levikuks ülevalt lubjakividest nimetatud veehorisonti säilib. Vajalik on Tapa veevarustuse renoveerimine

1 SISSEJUHATUS

Tapa lennuvälja (Tapa asukoht joonisel 1) puhastustööde projekt tekkis vajadusest alustada vene sõjaväe reostuse likvideerimisega. Projekti teostamiseks oli vaja leida sõjaväe reostuse likvideerimise kogemustega koostööpartner, kelleks kujunes Taani firma Hedeselskabet.

Projekti käivitamise üheks eesmärgiks oli ka meile uute, Euroopa standardite ja nõuete kasutuselevõtmine Eestis. Vajalik oli meie keskkonnakaitsega tegelevate inseneride väljaõpe kõrgemal kvalifitseeritud tasemel, vastavate arvutiprogrammide ja pumpamistehnika rakendamine Eestis, esialgu Tapa puhastustöödel ja perspektiivis ka teiste analoogsete probleemide lahendamisel, samuti meie suhteliselt nõrga keemialabori materiaalse baasi täiustamine.

Mitmeaastast projekti finantseerisid Eesti Keskkonnaministerium ja Taani Keskkonnaagentuur (The Danish Environmental Agency).



Joonis 1. Tapa asukoht; M 1 : 3500 000

Tapa lennuvälja puhastustööde projekti I faas koostöös Taani firma Hedeselskabet ja As Maves vahel algas lennuvälja reostuse kaardistamisega 1991. a lõpus ja jätkus 1992. a. (leping 123/91 ja leping 21/92; faas I - aruanne /1/). Kogu uuritud ala on kujutatud joonisel 2. Tööde tulemusena täpsustati uuritud ala geoloogilist läbilõiget ja kaardistati reostunud veega piirkond, mille pindalaks saadi kuni 16 km², kusjuures vaba petrool levis veepinnal kolmes piirkonnas. Petroolireostust avastati kuni 20 m sügavusel põhjavees.

II faasis 1993. a. suvel täpsustati vaba petrooli levila suuruseks 6 km² ja alustati puhastuspumpamisi I väljakul (leping 17/93 ja 23/93; faas II - aruanne /2/). Pumpamisega

saadi I väljakult üle 15 m³ puhast petrooli. Lihtsustatud matemaatilise modelleerimise tulemusena selgus petroolireostus leviku võimalus soodsatel tingimustel kuni 4 km kaugusele perspektiivsesse Moe veehaardesse. Tapa veevarustuse ühest kuni 100 meetri sügavusest puurkaevust leiti petroolireostuse komponentide väikesi sisaldusi.

1994. a esimesel poolel jätkati ilma Taani firma osaluseta puhastuspumpamisi algul II väljakul, hiljem I väljakul (leping 18/94 ja 37/94).







III faasis 1994. a teisel poolel jätkus koostöö taanlastega, kes abistasid kolme mobiilse konteinerjaama (MCU) tarnimisel ja ülesseadmisel (leping 52/94). Puhastuspumpamised toimusid 1994. a lõpus I, II, III ja IV väljakul (leping 41/94) ja 1995. aastal I, III ja IV väljakul (leping 14/94; faas III).

III faasi tööde eesmärgiks oli:

- suurendada väljapumbatava petrooli kogust 3...4 pumpamisväljaku üheaegsel tööle rakendamisel reostuskollete ja linna vahel;
- jätkata vaatluste rida petrooli paksuste ja veetasemete vahelise sõltuvuse kohta;
- jätkata vee kvaliteedi kontrolli reostunud veega piirkonna äärealadel ja Tapa linna veehaarde puurkaevudes;
- modelleerimise abil hinnata reostuse leviku võimalusi Valgejõeni ja perspektiivse Moe veehaardeni;



TINGMÄRGID Joonis 2

-  PETROOL VEE PINNAL
-  NAFTAPRODUKTIDEST REOSTUNUD VESI
-  LENNUVÄLJA RAJAD
-  I PUMPAMISVÄLJAKUD
-  MONITOREING ÜKSIK PUURAUK
-  PUURAUKUDE GRUPP

M 1 : 20 000

2 PUHASTUSTÖÖD

2.1 PUMPAMISE STRATEEGIA

Olenevalt hüdrogeoloogilisest situatsioonist reostuse esinemisest vaba õlina vee pinnal või vees lahustunud komponentidena võib valida erineva pumpamise strateegia. Kuna olemasolevate väljakute piires on veepinnal vaba petrool, siis valiti selle reostuse likvideerimiseks moodus, kus väljaku keskel tekitatakse süvaveepumpadega võimalikult suur veepinna alandus, mille tagajärjel peab suurenema ka veepinnal oleva petrooli liikumise kiirus depressioonilehtri poole. Senikaua, kui on võimalus pumbata vaba petrooli, ei ole mõtet kasutada õhu pumpamist põhjaveekihti petrooli lagundavate bakterite elutegevuse aktiveerimiseks. Pumpamise strateegiate edasise omavahelise kombineerimise võimalusi on pakutud peatükis 3.2 PÕHAJVEE ARVUTIMUDEL.

2.2 LÜHIÜLEVAADE TEHTUD TÖÖDEST

Puhastustöödega alustati 1994. a esimesel poolel algul II väljakul (26.04...20.06) ja hiljem I väljakul (21.06...26.07). Ideeks oli katsetada ka II väljaku pumpamistingimusi ja petroolitoodangut ning saada teavet produktiivsema väljaku kohta. Puhastustööde perioodil 26.04.94...26.07.94. jätkusid veetasemete ja petroolipaksuste igapäevased mõõtmised, arvestust peeti petroolitoodangu juurdekasvu üle, jälgiti pumpade tööd ja tehti tehnilist hoolet ning vajadusel paigutati pumbad ümber teistesse puuraukudesse.

Juulis valmis aruanne I väljaku geofüüsikaliste uuringute kohta, mille andmete järgi puuriti sinna lõhetsoonidesse juurde kaks puurauku. Septembris valmis aruanne kogu pumpamisväljakuid hõlmava maa-ala geofüüsikaliste uuringute kohta. Lõhede asukohad on kujutatud lisas 1.

III faasi põhitööd algasid augustis, mil puuriti lisaks kahele väljakule juurde veel III ja IV väljak ning 13. septembrist kuni 6. oktoobrini seati töökorda kolm Taanist saabunud mobiilset konteinerjaama (MCU) ja ehitati Valgejõe kaks veetasemete ja vooluhulkade mõõtmise lävendit. Transportimisel tekkinud segaduste tõttu saabusid kahe konteinerjaama pumbad Tapale alles 4. novembril. Sisuliselt töötas I väljak 6 nädalat ja II, III ja IV väljak ainult 3 nädalat. Kõigil neljal väljakul tehti enne puuraukude sulgemist filtratsioonikatse.

1995. a kevadel alustati konteinerjaamade ülesseadmist 17. aprillist ja puhastuspumpamised toimusid ajavahemikus 15. maist kuni 10. novembrini I, III ja IV väljakul. II väljakul toimus petrooli väljapumpamine perioodiliselt pumbaga MP-1. Uute puuraukude rajamist geofüüsikaliste andmete põhjal III väljaku loodeossa ei peetud sel aastal vajalikuks, kuna oleks muutunud keerulisemaks väljaku valve ja senine töötamise aeg 1994. a sügisel oli III väljakul liiga lühike otsustamiseks väljaku produktiivsuse üle.

Valgejõe veetaseme ja vooluhulkade mõõtmisi tehti 1994. a sügisest kuni 1995. a sügiseni.

Kogu uurimispiirkonna puuraukude veetasemete ja petroolikihi paksuste mõõtmiste rida (monitooring) jätkus kogu 1995. aasta jooksul. Reostunud veega piirkonna ääreala puuraukudest ja allikatest ning Tapa linna veevarustuse puurkaevudest võeti veeproove naftaproduktide määramiseks.

2.3 MOBIILNE KONTEINERJAAM

III faasi tööde põhiosaks oli Taanis komplekteeritud kolme mobiilse konteinerjaama käivitamine ja hilisem ekspluateerimine pumpamisväljakutel. Mobiilne puhastusjaam on ehitatud 6-meetrisesse merekonteinerisse. Konteiner on projekteeritud kergesti monteeritavana ja hooldatavana. Vajalik on vaid väline pingestamine tööstusvoolule 3x380 V ja voolutugevusele 50 A, töönulli ja maandusjuhtme ühendamine. Kõik ülejäänud konteineri installatsioon (kaablid, andurid, pumbad, torustik ja muu varustus) on paigaldatud valmiskujul. Kõik kolm konteinerit on ehitatud analoogselt.

Üks mobiilne puhastusjaam sisaldab järgmisi elemente:

1. **Kolm sagedusmuundurit** kolme süvaveepumba jaoks.
2. **Kolm õhuava õhu väljaimemiseks** maapinnast, aurude ventileerimiseks ja hapniku lisamiseks aeratsioonikihti.
3. **Kolm õhuava õhu sissesurumiseks** põhjaveekihti, läbi mille toimub hapniku lisamine vette ja lahustunud naftaproduktide väljapuhumine veest.
4. **Komplekteeritud kompressorsüsteem, pneumaatilised ajareleed, suruõhu pumbad, kolm süvaveepumpa (Grundfos), kolm naftaproduktide ja vee segu pumpa (American Sigma) ja seitse pumpa vaba õli faasi väljapumpamiseks (Ejector)**
5. **Windows-il baseeruv kompuutersüsteem** monitooringuks, andmete säilitamiseks, tagasiside reguleerimiseks ja kõigi oluliste andmete kontrolliks.

Mobiilne puhastusjaam on projekteeritud erinevate õlireostuste puhastamiseks mõlemas faasis: nii **vaba õlina** esinevat jääkreostust aeratsiooni tsoonis kui ka **lahustunud õlina** põhjavees. Personaalarvutil põhinev arvutiprogramm kontrollib kõiki konteineri funktsioone.

2.4 PUHASTUSVÄLJAKUTE EHTUS

Puhastusväljakute asukohad on näidatud joonisel 2. Väljakute asukohad on valitud monitooringu puuraukude petroolisisalduse järgi ja arvestusega, et need asuksid reostuskollete ja linna vahel. Samuti on arvestatud olemasolevate elektriliinide kaugusega ja väljapumbatava vee ärajuhtimisvõimalustega. Puhastusväljakutest I, II on 1 hektari suurused, IV väljak ca 0,8 ha ning III väljak 4 hektari suurune.

Väljakute põhimõtteline ehitus on analoogne, erinev on vaid puuraukude arv väljakul, mis muutub 10 ... 16 puurauguni. Iga väljaku keskosas on 2 ... 3 puurauku, mille sügavus on 13 ... 14 m ja mis on manteldatud kogu sügavuses perforeeritud toruga. Keskmisi puurauke ümbritsevad üle kogu väljaku laiali paigutatud 10 ... 12 m sügavused puuraugud, mis on manteldatud vaid pinnakatte osas. Lisaks neile puuraukudele on I, II ja III väljakule rajatud kaks hermeetiliselt suletavat puurauku, mis on ette nähtud õhu sissepuhumiseks põhjavette. Need puuraugud on manteldatud 8 ... 10 m nii, et alumine 2 m oleks avatud.

Väljaku keskosas olevad 2 ... 3 puurauku on varustatud kahe pumbaga - puuraugu põhjas asuva Grundfos süvaveepumbaga, mis tekitab puuraugu ümber depressioonilehtri ning vee ja petrooli piirile paigutatud suruõhul töötava American Sigma pumbaga, mis pumpab vee ja petrooli segu.

Seitse puurauku ümber tsentraalsete puuraukude on manteldatud platmass filtritega ja neisse on asetatud Ejector pumbad (nn. skimmerid), mille ülesandeks on süvaveepumpade poolt moodustatud depressioonilehtrisse kogunenud puhta petrooli väljapumpamine.

Puhastusväljakute keskosasse on paigutatud mobiilne puhastusjaam, arvestusega, et vahemaad puurakude, jaama ja mahutite vahel oleksid väikseimad. Puhastusjaama ülesandeks on pumpade varustamine suruõhuga ja nende automaatne juhtimine.

Süvaveepumbad pumpasid vee separaatorisse, mis on ehitatud 20...25 m³ mahutisse ja sealt väljus vesi pinnasele ning infiltreerus tagasi põhjaveehorisonti. I väljakul läbis vesi separaatorist tulles ka biofiltri, mis on samuti ehitatud 20 m³ mahutisse. Vee väljumine maapinnale on viidud väljakutest võimalikult kaugemale, et ei tekiks otsest tagasivoolu puuraukudesse.

Süvaveepumpade peal olevate vee- ja õlipumpade produkt koguti eraldi 20...25 m³ mahutitesse. Ejectorpumpade poolt toodetud puhas petrool koguti 4 m³ mahutitesse.

Kõik kolm väljakut on ümbritsetud elektroonilise valvega, mis seatakse üles iga aasta kevadel koos väljakute montaažiga ja võetakse maha koos väljakute demontaažiga hilissügisel.

2.5 PUHASTUSTÖÖDE TULEMUSED

Puhastustööd algasid 1994. a. II väljakul 26. aprillist ja kestsid kuni 20 juunini. Pikemaajaliselt ei olnud II väljakul pumbata võimalik, kuna veetase alanes liiga madalale ja pumbad jäid kuivaks. Probleemiks oli ka väljapumbatava vee kiire tagasivool lubjakivi ülemise, väga lõhelise osa kaudu otse puuraukudesse, mistõttu neis ei moodustunud pumpade jaoks piisavalt paksu petroolikihti. Alates 21. juunist seati pumbad üles I väljakule ja pumbati kuni 26. juulini, s.o. kuni veetasemini, mil pumbad tuli välja lülitada.

Nimetatud ajavahemike jooksul pumbati II väljakult välja 4 909 l (s.o. 87 l/d) ja I väljakult

10 791 l (s.o. 300 l/d) petrooli. Kokku pumbati sel ajavahemikul 15 700 l petrooli, kusjuures päevaseks keskmiseks toodanguks kujunes 171 l.

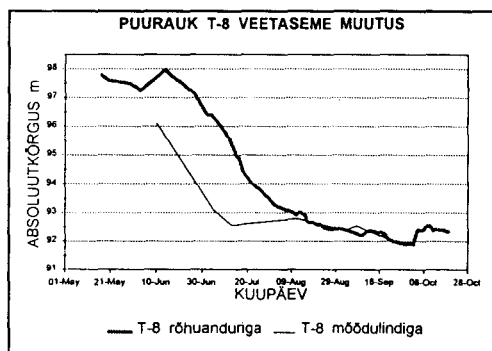
Sügisene puhastustööde periood algas 6.oktoobrist ja kestis 23.novembrini. Tööd toimusid lisaks I ja II väljakule ka uutel, III ja IV väljakul. Perioodi kestel pumbati neljalt väljakult välja 8200 l petrooli. Väljakute kaupa aastate lõikes on petroolitoodangud toodud tabelis 2.

Filtratsioonikatsete järgi, mis tehti kõigil neljal väljakul, on lubjakivi filtratsioonimoodul k vahemikus 110...315 m/d ja veejuhtivus km 1015...2656 m²/d. Saadud parameetrid iseloomustavad lubjakivi sügavusintervallis 5... 12 m ja mis on suhteliselt vähem lõheline võrreldes ülemise 5 m. Filtratsioonikatsete tulemused on esitatud tabelis 1.

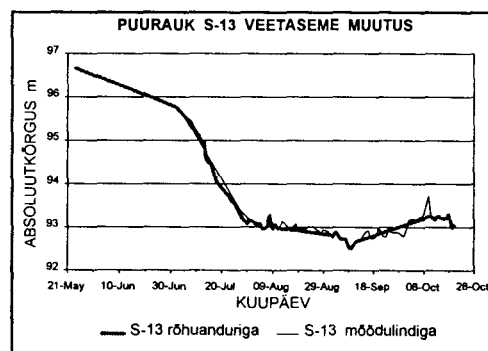
Tabel 1 Filtratsioonikatsete tulemused

Väljak	Veejuhtivus km m ² /d	Filtratsioonimoodul k m/d	Taseme juhtivus a m ² /d	Veeandvus μ
I	1660	175	$1,3 \times 10^6$	$7,6 \times 10^{-4}$
II	2656	315	$1,8 \times 10^6$	$1,1 \times 10^{-2}$
III	1015	110	$4,2 \times 10^5$	$2,5 \times 10^{-3}$
IV	1420	142	$5,7 \times 10^4$	$2,9 \times 10^{-2}$

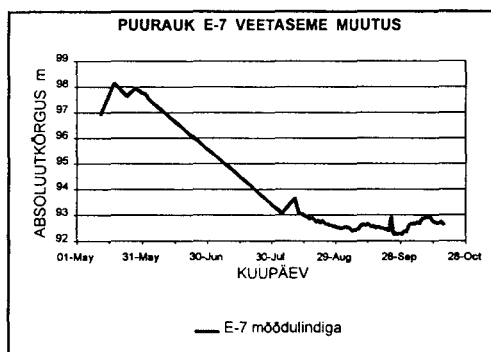
1995. aastal monteeriti üles kolm väljakut: I, III ja IV. Uue väljaku rajamist sellel aastal peeti ebaotstarbekaks, kuid see võib tulla päevakorda järgmisel aastal. Aastat iseloomustab kevadine väga kõrge veetase ja selle kiire langus suvel sademete puudumise tõttu. Veetaseme suure alanemise tõttu ei töötanud süvaveepumbad I väljakul 3.09...12.10 ja süvavee- ja petroolipumbad III väljakul 10.08. kuni töödeperioodi lõpuni. Veetase saavutas miinimumi septembri lõpus I ja III väljakul kuni 9 meetri sügavuses ja IV väljakul kuni 9,5 meetri sügavuses. Pikk sademetata periood lõppes augusti viimasel nädalal. Põhjaveetase hakkas uuesti tõusma alates oktoobri algusest. Veetaseme muutumise graafikud on esitatud joonistel 3...5.



Joonis 3 Veetaseme muutus I väljakul



Joonis 4 Veetaseme muutus III väljakul



Joonis 5 Veetaseme muutus IV väljakul

Erinevused graafikute lindiga mõõtmise (peenike joon) ja arvutitl saadud rõhuanduri näidu (paks joon) vahel on tingitud rõhuandurite veast. Vea tekkepõhjus pole seni selge. Eriti suurena paistab see välja I väljakul puuraugus T-8. Edaspidi on vaja rõhuandureid tihemini üle kontrollida ja uuesti kalibreerida.

Väljakute kaupa on kolme aasta jooksul väljapumbatud petroolikogused liitrites esitatud tabelis 2.

Tabel 2 Petroolikogused aastate lõikes väljakute kaupa

Aasta	I väljak	II väljak	III väljak	IV väljak	Kokku
1993	15 365	135	-	-	15 500
1994	15 533	5 857	2 560	1 500	25 450
1995	8 098	573	5 441	14 828	28 940
Kokku	38 996	6 565	8 001	16 328	69 890

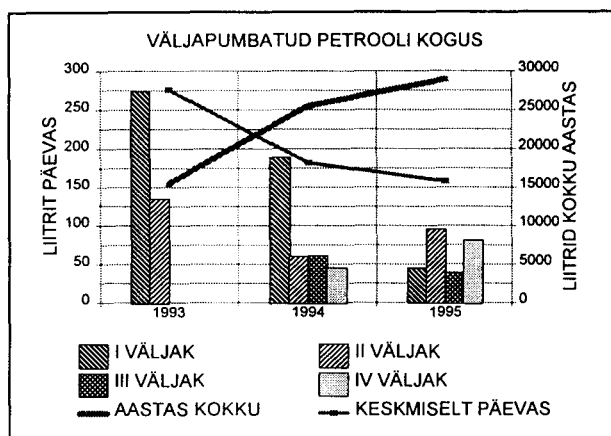
Võrreldes eelmiste aastatega on petrooli kogutoodang suurenenud tänu kolme väljaku üheaegsele töötamisele ja seda eriti IV väljaku arvel. II väljak on olnud pikemalt töös vaid 1994. a. Teistel aastatel on tehtud sealt vaid üksikuid pumpamisi.

I väljakul väljapumbatud summaarne petroolikogus on vähenenud ligi 2 korda ja ka päevane toodang on vähenenud üle nelja korra. Ei saa kindlalt väita, et väljapumbatud petroolikogused I väljakul on vähenenud tänu kolmandale järjestikusele pumpamisaastale, kuid tendents sellele on. Üheks vähenemise põhjuseks võib siiski olla liiga madal veetase ja vähesed sademed suvel. Välitööde lõpetamise ajal novembri keskel, kui segama hakkasid kestvad külmad, oli puuraukudesse tekkinud jälle 0,2... 1,6 m paksused petroolikihid.

II väljakult koguti ligi 600 l petrooli üksikute väljapumpamistega ja seda valdavalt maist kuni juulini. Välitööde lõpus oli puuraukudesse kogunenud uuesti kuni 0,7 m paksune petroolikiht.

III väljakul väljapumbatud petroolikogus suurenes ligi kaks korda peamiselt perioodi pikkuse arvel, mis samal ajal aga vähendas päevast toodangut ligi kaks korda. Novembri keskpaigaks oli tekkinud üksikutess puuraukudesse kuni 0,1 m paksune petroolikiht.

Graafiliselt on kujutatud petroolitoodangut päeva kohta väljakute kaupa ja aastate lõikes (tulbad) joonisel 6. Pumpamisperioodide pikkused on olnud erinevatel väljakutel erineva pikkusega, seetõttu on joonisel lisaks summaarsele väljapumbatud petroolikogusele esitatud ka päevane toodang ja selle muutumine aastate lõikes (joograafik). Päevane



petroolitoodang I väljakul on langenud 1993. a sügisperioodist kuni 1995. a lõpuni 274 l kuni 44 l. Kolme väljaku summaarne päevatoodang on langenud kolme aasta jooksul 276 kuni 158 liitrini. Graafikul näha olev II väljaku suhteliselt suur päevatoodang 1993. ja 1995. aastal on ülepaisutatud, kuna neil aastail käidi seal pumpamas vaid 6 üksikut päeva. III väljaku

Joonis 6. Pumbatud petroolikogused päeva kohta ja aastas

päevatoodang on langenud 1995. a võrreldes eelmisega 61 l kuni 39 l. Päevatoodang on sel aastal realselt suurenenud võrreldes 1994. aastaga vaid IV väljakul 45 kuni 81 l.

2.6 MONITOORING

Monitooringut reostuse leviku kohta tehakse alates 1993. aastast. Veetasemete ja petrooli paksuste mõõtmisi tehakse kõigis joonisel 2 olevates üksikpuuraukudes. Lisaks neile on 1995. aastal kolme piirkonda (joonisel 2 puuraukude grupp) puuritud üks kuni 70 m ja üks kuni 100 m sügavune puurauk vee kvaliteedi jälgimiseks sügavuse suunas. Sügavad puuraukud on tabelis 3 tähistatud indeksitega D_I , D_{II} või D_{III} ja joonisel 2 puuraukude grupina.

Veeproove vee kvaliteedi kontrolliks võeti lisaks neile kolmele puuraukude grupile veel seiratava maa-ala perifeersese osa kolmest allikast ja kaheksast puuraukust. Samuti võeti veeproove linna veevarustus puurkaevudest, mis jäävad vaba petrooli leviku piirkonda.

Analüüside põhjal ei saa väita, et reostunud veega piirkond oleks väiksemaks jäänud. Põhjavees on veel piisavalt lahustunud naftaprodukte, mis ilmnevad maksimaalsete sisaldustena erinevates puuraukudes erineval ajal ja erineva veetaseme ajal. Lahustunud kujul on reostus väikese sisaldusena tunginud sügavamale kui 70 meetrit.

Tapa linna veevarustuse puurkaevude (vt joonis 2) PK-112; PK-115; PK-130 ja PK-131 ning autobasile kuuluva puurkaevu PK-128 vees, mille sügavus on üle 130 meetri, pole naftaproduktide jälgi leitud. Kuid ordoviitsiumi veekompleksi alumisest osast vett tarbiva PK-108 veeproovis oli 9.02.94. a. 32,3 $\mu\text{g/l}$ lennukipetrooli.

Tabelis 3 on toodud lennukipetrooli sisaldused allikates ja puuraukudes $\mu\text{g/l}$ aastatel 1994 ja 1995.

Tabel 3. Lennukipetrooli sisaldus seirepunktides, $\mu\text{g/l}$

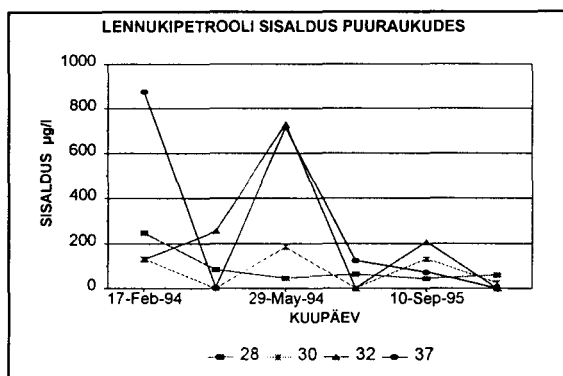
KUUPÄEV	09.02.94	17.02.94	06.04.94	29.05.94	26.11.94	27.05.95**	10.09.95	15.11.95	12.12.95
A-1003			0.7*	0	0	< 10	11	< 10	
A-1004	822,5			1237					
A-1008	0		7,5*	81,2	0	< 10	< 10	< 10	
A-1009	26,5		2,1*	0	0	< 10	< 10	< 10	
PA-11		0	0				< 10	< 10	
PA-17 _{DI}								< 10	< 10
PA-17 _{DII}								< 10	20,2
PA-21		0		7,1	0	< 10	< 10	< 10	
PA-28		247	83	45,4	61,5	1088	42,8	59,1	114,6
PA-30		132	0	184	0,2*	466	130	23,9	< 10
PA-32		128	255	729	0	1990	206	< 10	
PA-34 _D									< 10
PA-34 _{DII}								94,5	67,8
PA-34 _{DIII}								67,4	< 10
PA-35		0	0	0	0	< 10	< 10	< 10	
PA-36		0	0	34,6	0	< 10	< 10	114	< 10
PA-36 _{DI}								< 10	< 10
PA-36 _{DII}								45,5	13,2
PA-37		875	2,3	712	123	2420	71,4	< 10	

* pole lennukipetrool, vaid mingite kõrgema keemistemperatuuriga naftaproduktidega.

** analüüsid on tehtud spektrofluorofotomeetril.

Reostunud veega piirkonna perifeerse osa puuraukude vee lennukipetrooli sisaldust illustreerib joonis 7. Graafikute koostamisel on kasutatud puuraukude PA-28; PA-30; PA-32 ja PA-37 analüüse, mille vees on enamasti alati olnud ka suhteliselt suur lennukipetrooli sisaldus. Reostuse leviku piirkonnad aastatel 1994...1995 on kujutatud joonisel 2.

Väljakutelt võeti veeproove puuraukudest enne separaatorisse või biofiltrisse suubumist (tabelis sisenev) ja väljumisel separaatorist või biofiltrist (tabelis väljuv). I ja III väljakul võeti veeproov puuraukudest väljumisel kolme puurauku keskmisena, IV väljakul võeti veeproov eraldi kahest puuraukust. Tabel 4 näitab lennukipetrooli sisaldust puuraukude



Joonis 7. Lennukipetrooli sisaldus puuraukudes

veeanalüüsid erinevatel väljakutel $\mu\text{g/l}$.

1994. a. olid separaatoriteks tühjad 20 m^2 mahutid, millest läbivoolav veehulk oli liiga suur, et tekiks gravitatsiooniline separeerumine. Seda näitab ka tabelis halliks toonitud lahtrites olevad suhteliselt suured näidud - sisalduse vähenemist väljuvas vees ei olnud. 1995. a. täiustati mahuteid vaheseintega ja vee sisse- ja väljavoolu toruots pikendati mahuti põhjani. Mõnevõrra vähenes

Tabel 4 Lennukipetrooli sisaldus pumpamisväljakute puuraukude vees $\mu\text{g/l}$

KUUPÄEV	I VÄLJAK		III VÄLJAK		IV VÄLJAK		
	SISENEV P1+P2+P3	VÄLJU (BIOFILTER)	SISENEV J1+J2+J3	VÄLJU	SISENEV V1	SISENEV V2	VÄLJU
05.10.94	12 986	947					
10.11.94	2 430	2 870			430	522	2 310
14.11.94	2 430	2.870	31 771	63 742			
15.05.95	5 160	1 860	12 870	7 340	5 320	1 990	5 480
26.06.95	1 100	1 400	1 800	1 060	1 600	800	900

lennukipetrooli sisaldus separaatorist väljuvas vees, kuid ka siis tundus läbivoolava vee hulk olevat liiga suur ning seetõttu vähendati separaatorist läbivoolava vee kogust ühe pumba toodangu võrra, juhtides selle enne separaatorit tagasi selleks ette nähtud puurauku.

Separeerumine ka nendes lihtsates separaatorites toimus igal juhul, sest tööde lõppedes saadi separaatoritest $0,2 \dots 1 \text{ m}^3$ puhast lennukipetrooli.

2.7 RISKI HINNANG

Naftaproduktid ohustavad inimeste tervist peamiselt sissehingatava õhu reostumisel ja joogiks kasutava põhjavee reostumisel.

Kuna petroolikiht lasub enamasti küllalt sügaval on õhureostuse kaudu leviv oht

tagasihoidlik põhjavee reostumisega kaasnevate ohtude kõrval. Vaba petroolikiht levib peamiselt endisel lennuvälja territooriumil, kuid hõlmab ka Tapa linna lõunaosa individuaalrajoone. Kaebusi petroolilõhna tungimise osas keldritesse teada ei ole. Petrool tungib maapinnale ja reostab siin lisaks pinnaveele ka õhku Rauakõrve oja ääres. Otsese petrooli väljavoolu alal asustus puudub.

Petroolireostus raskendab otseselt Tapa linna ja ümbruskonna veevarustust ning ohustab inimeste tervist. Kuna senini puudub reostunud veega aladel terviklik veevarustussüsteem veetakse joogivett tsisternidega. Seoses sellega kaasnevate ebameeldivustega püüavad inimesed aeg ajalt (perioodidel kui vesi otseselt ei haise) kasutada ka madalamate kaevude vett, seades sellega oma tervise ohtu. Mõõdukalt lahustunud naftaproduktidega reostunud vett kasutatakse ka reostuskollet ümbritsevates taludes. Suveperioodil ei jätku vett kastmiseks, mistõttu kasutatakse reostunud vett köögivilja kastmiseks.

Sügavuse suunas on vaatluste alusel reostuskolde keskkosas lahustunud naftaproduktid jõudnud juba 70 meetri sügavusele. Juhuproovides on väikeses koguses naftaprodukte leitud ka Tapa veevarustuse O ja O-Cm puurkaevudes. Osade sügavate tsentraalse veevarustuse puuraukude kohal levib vaba petrooli kiht, mistõttu manteltorude korrosooni korral on pidev puuraukude reostumise oht. Kuna põhjavee tase sügavamates veekihtides on madalamal kui maapinnalähedastes on lahustunud naftaproduktide sisseimbumise oht kasutatavasesse O- Cm veekihti. Seda ohtu suurendab veelgi veekihi intensiivne tarbimine.

Veevarustuse probleemi lahendamiseks on uuritud Tapa linnast kagu pool olev Moe veehaare. Reostuse jõudmine Moe veehaarde piirkonda praegu toimuvaid puhastustöid arvestades on vähetõenäone. Samuti on puhastustööde mõjul vähenenud vaba petrooli väljamurdmise risk Valgejõkke. Seire näitab, et reostus pole 1995 aastal enam laienenud. Reostunud ala vähenemine kiirus puhastustööde ja petrooli loodusliku lagunemise mõjul on veel ebaselge, kuigi esimesi ebakindlaid viiteid reostuse ahenemise kohta võib leida. Vajalik on jätkuv süsteemne seire.

2.8 JÄRELDUSED JA NÕUANDED EDASPIDISEKS

Mitmeaastase praktika järgi saab intensiivseid pumpamistöid teha kevadel alates maist kuni juuli keskpaigani ja sügisel oktoobri algusest kuni novembri keskpaigani, s.o. tavaliselt 4-5 kuud. Suvekuud on siiani olnud nii madala veetasemega, et pumbad tuleb välja lülitada ja ka petrooli juurdevool alumiste lõhede kaudu puurauku on väike.

Süvaveepumpadega on kolmel aastal kokku on välja pumbatud ligikaudu 372 000 m³ põhjavett, millest 1993. a. 40 000, 1994. a. 132 000 ja 1995. a. 200 000 m³.

Kolme aasta jooksul on petrooli välja pumbatud 69 890 l. Väljapumbatud petroolikogus 1994. a. oli 25 450 l ja 1995. a. 28 940 l. Toodangu juurdekasv sel aastal on saadud valdavalt IV väljaku arvelt, kus pumbati välja 16 328 l. Seni kõige rohkem petrooli on välja pumbatud I väljakult (38 996 l), kuigi viimasel aastal kahanes petroolitoodang seal eelmisega võrreldes poole võrra. Sademeterohkel aastal on ka II ja III väljakult võimalik

välja pumbata 5...10 m³.

Päeva keskmine petroolitoodang on kahanenud I ja III väljakul ja suurenenud IV väljakul. Järgmistel aastatel tuleb kindlasti alustada pumpamistöodega I ja IV väljakul, II ja III väljaku tööle rakendamise kasuks tuleb otsustada talviste/kevadiste vaatlusandmete järgi.

Kui II ja III väljaku pumpamine ei anna suuremaid toodanguid, siis tuleb hakata otsima võimalusi uue väljaku rajamiseks IV väljaku naabrusesse. Arvestada tuleks seejuures 1994. aastal tehtud geofüüsikaliste uuringute tulemustega. Selleks, et jälgida muutusi petrooli liikumises ja prognoosida tendentse petrooli vähenemisele või kasvule mingis piirkonnas, tuleb jätkata veetasemete ja petroolipaksuste mõõtmiste rida.

Vee kvaliteedi kontrolliks peab jätkama veeproovide võtmist linna veevarustuse puurkaevudest ja reostunud veega piirkonna äärealadelt (kolm allikat ja kaheksa puurauku). Samuti tuleb jätkata monitooringut sügavuse suunas kolmes puuraukude grupis. Veeproove tuleb võtta 4 korda aastas. Veeproove pumpamisväljakutelt peaks võtma ka kaks korda, selgitamaks separaatorite töö efektiivsust. Kui see jääb madalaks, tuleb otsida võimalust paralleelse torujuhtme ja lisamahuti paigaldust.

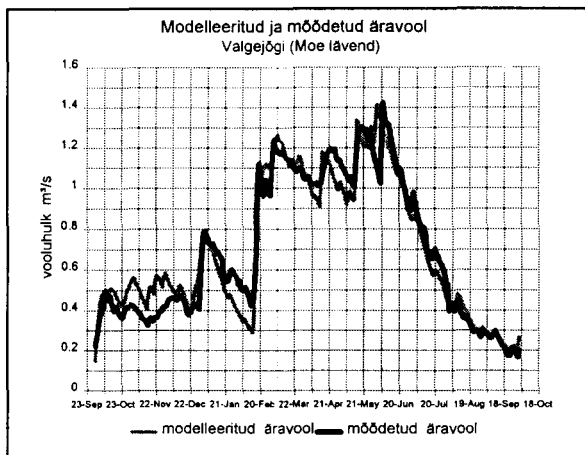
Õhu sissepuhumist pumbatavasse 10 meetrisesse põhjaveekihti ei pea seni õigeks, kuni on võimalik pumbata petrooli, s.t. kui esineb vee peal vaba petroolikiht. Õhku pumbati vaid I väljakul biofiltrisse bakterite elutegevuse ergutamiseks.

Rõhuandurite kontrolli tuleb tihendada, selleks tuleb teha paralleelseid veetaseme mõõtmisi ka puuraukudes mõõdulindiga.

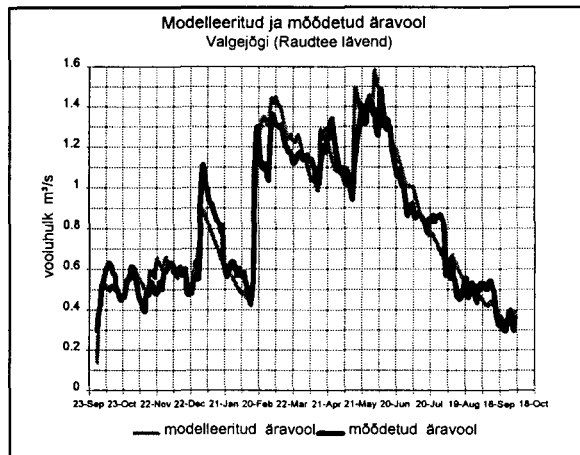
3 PÕHJAVEE ARVUTIMUDEL

3.1 VALGEJÕE ÄRAVOOLU MODELLEERIMINE

Valgejõe äravoolu modelleerimiseks kasutati HBV mudelit, mis on algselt välja töötatud Rootsi Meteoroloogia ja Hüdroloogia instituudis (SMHI). Mudel kasutab sisendandmetena sademete ja õhutemperatuuride aegseeriaid, samuti potentsiaalset auramist valgalalt ja valgala suurust. Mudelit kasutati eesmärgil saada tõetruud andmed valgalal toimuvast sademete infiltratsioonist

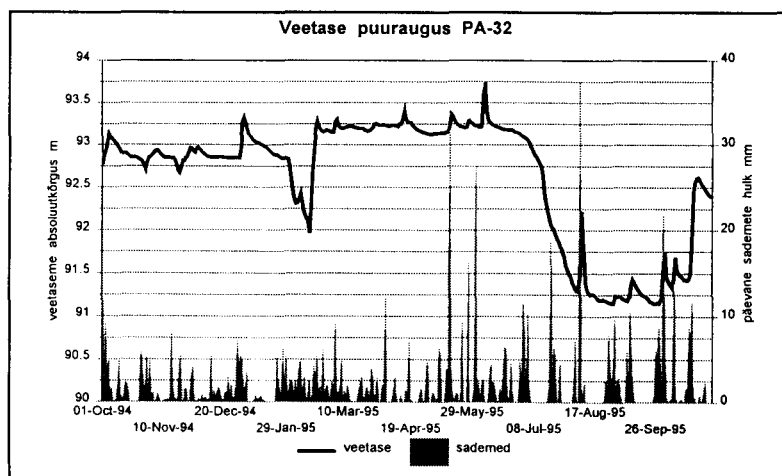


Joonis 8



Joonis 9

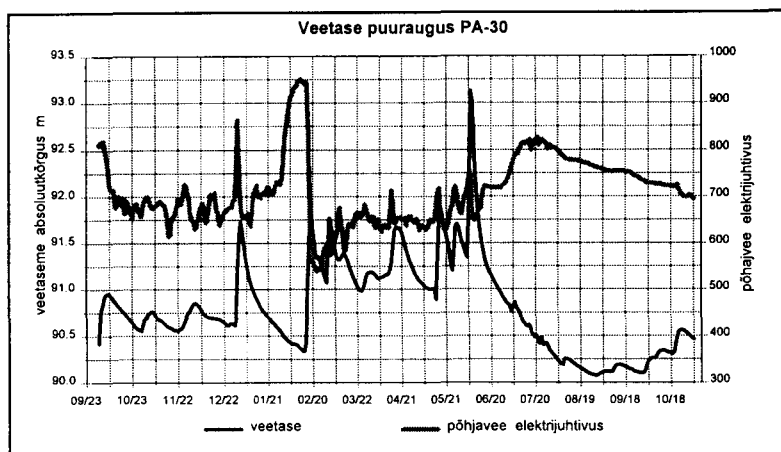
põhjavee aasta keskmisena ja üksikute kuude lõikes. Neid andmeid kasutatakse Tapa piirkonna põhjaveemudeli loomisel, samuti on neid võimalik kasutada põhjaveekvaliteedi seireprogrammides. Temperatuurid mõõdeti Tapa raudteesilla juures olevas automaatjaamas, sademed on võetud Väike-Maarja ilmajaamast. Valgejõe ööpäevased äravoolud saadi isekirjutajatega lävenditest Moel ja Tapa raudteesilla juurest, elektroonilised isekirjutajad fikseerisid tasemeid, vee- ja õhutemperatuure iga tunni tagant. Põhjavee tasemete, veetemperatuuride, õhurõhu ja põhjavee elektrijuhtivuse mõõtmiseks kasutati analoogseid isekirjutajaid kahes puuraugus. Saadud andmed konverditati ASCII tekstiks, mida sai kasutada ka tabelarvutusprogrammides.



Joonis 10

Lävendites mõõdeti ajavahemikul september 1994-august 1995 vooluhulki 27 korda. Vooluhulkade mõõtmiseks kasutati Saksa (Ott) tiivikut. Suur vertikaalide hulk ja mõõtmispunktide arv vertikaalidel määrati ette Taani spetsialistide poolt, arvutusprogramm "CUMEC" vastas ISO 748-1979 standartile. Modelleeritud ja mõõdetud Valgejõe äravoolud mõlemis

lävendis on toodud joonistel 8 ja 9. Jõe äravoolude modelleerimine näitas, et suure põhjaveelise(karsti) toitega jõgedel jäävad alati alles mõningad erinevused mõõdetud ja



Joonis 11

modelleeritud äravoolude suurustes. Oli võimalik saada esitatust paremat üldkorrelatsiooni (R , tabelis 5), kuid siis jäi tippude ja miinimumide korrelatsioonitegur R_{log} väiksemaks. Suuremaid korrelatsioone andis ka maksimaalse päevase infiltreeruva vee koguse vähendamise pinnaveemudel, ent see moonutas põhjavette infiltreeruva vee aastasisest

jaotuse ebaloomulikuks.

Joonistelt 10 ja 11 näeme, et põhjavee tase reageerib Tapal kiiresti sademete infiltreerumisele, oluline on veel pinnakatte veemahutavus sademete ajal ja lumikatte sulamine. Põhjavee elektrijuhtivus näitab head seost infiltreeruva sademeteveega. Elektrijuhtivuse suurenemine ennatab mõne päeva võrra veetaseme tõusu puuraugus.

Moe ja Tapa raudteesilla lävendite järgi oli aastane infiltratsioon põhjavette ja selle jaotus kuude lõikes järgmine:

Tabel 5 Infiltratsiooni jaotus

	Moe lävend 121.84 km ² aasta infiltratsioon 218mm, aurumine 460 mm modelleeritud äravool valgalal 258 mm, mõõdetud äravool valgalal 257 mm, catchment storage 152 mm, ($R=0.94$, $R_{log}=0.92$)	Tapa lävend 169.74 km ² aasta infiltratsioon 241mm, aurumine 448 mm modelleeritud äravool valgalal 304 mm, mõõdetud äravool valgalal 299 mm, catchment storage 152 mm, ($R=0.91$, $R_{log}=0.91$)
	infiltratsiooni jaotus kuude lõikes	infiltratsiooni jaotus kuude lõikes
oktoober 1994	1.31	1.42
november 1994	0.91	1.07
detsember 1994	0.73	0.76
jaanuar 1995	0.69	0.83
veebruar 1995	0.94	0.84
märts 1995	1.68	1.45
aprill 1995	1.68	1.45
mai 1995	1.61	1.45
juuni 1995	1.40	1.42
juuli 1995	0.41	0.61
august 1995	0.37	0.41
september 1995	0.26	0.30

Valgejõe pinnaveemudel täitis hästi oma ülesande ja andis põhjaveemudeli koostamiseks väärtuslikke lähteparameetreid. Pinnaveemudel, saadud infiltratsiooni aastasisest jaotust saab edukalt kasutada Pandivere veekaitseala põhjaveeseire andmete interpreteerimisel.

Valgejõe rajatud vooluhulkade mõõtmislävenditest oleks vajalik vähemalt üks neist hoida töös ka järgnevatel aastatel (erinevatel põhjustel tuleb eelistada Moe lävendit). Lävendi töö jätkamisel on vajalikud ka vooluhulkade mõõtmised (8-12 korda aastas), et teha parandusi johtuvalt jõepõhja kaju muutustest. Üldreeglina on minimaalne modelleerimisaeg heade tulemuste saamiseks vähemalt 3 aastat.

3.2 PÕHJAVEE ARVUTIMUDEL

3.2.1 SISSEJUHATUS

Tapa lennuväljal tehakse juba kolmandat aastat põhjavee reostuse puhastustöid koostöös Taani firma Hedeselskabet ja Eesti firma AS Maves vahel. Käesolev peatükk on osa selle koostööprojekti III faasi aruandest. Arvutimudeli koostamise eesmärgiks on paremini mõista keerukaid hüdrogeoloogilisi tingimusi Tapa piirkonnas. Antud arvutimudel on jätkuks projekti II faasis tehtud modelleerimisele, mis käsitles perspektiivse Moe veehaarde võimalikke mõjusid uuritud piirkonnas, eelkõige petroolireostuse liikumissuuna- ja kiiruse muutusi ja potentsiaalset reostuse läbimurret Valgejõkke.

Arvutimodelleerimise eesmärgiks oli:

- koostada ja kalibreerida põhjavee dünaamikat kirjeldav matemaatiline mudel Tapa piirkonna kohta Soodla ja Valgejõe vahelisel alal;
- koostada erinevate puhastuspumpamise stsenaariumite mõju iseloomustav arvutimudel.

Käesolev peatükk on valminud koostöös firmade Maves ja Hedeselskabet vahel.

3.2.2 MUDELI ÜLESEHITUS

3.2.2.1 KASUTATUD TARKVARA

Antud arvutimudel baseerub tarkvaral, mis on ühendatud hüdrogeoloogilise modelleerimise "tööriistakasti" HIM (Hedeselskabet Integrated Model System).

Põhjavee dünaamikat kirjeldava mudeli koostamisel kasutati tarkvarapaketti ModFlow - kolmemõõtmelist arvutimudelit nii statsionaarsete kui dünaamiliste küllastunud voolutingimuste modelleerimiseks poorses keskkonnas. Tarkvara on programmeeritud USA geoloogiliste uuringute keskuses (United States Geological Survey) ja seda levitab Geraghty & Miller Modelling Group (Virginia; USA). Andmesisestus toimub läbi ModCad paketi, kus defineeritakse modelleeritav ala, mudeli piirid, sisendparameetrid jne. HIM sisaldab veel terve rea lisavõimalusi statistiliseks analüüsiks, veebilansi arvutamiseks ja mudeli parameetrite tundlikkuse analüüsiks.

3.2.2.2 MODELLEERITAVA ALA PIIRITLEMINE

Põhjavee voolutingimused ja veetasemed defineeritud mudeli ala piires arvutatakse täisnurkse mudeli võrgustiku ruutude ("rakkude") keskpunktides. Antud mudelis on baasvõrgustik 250 m sammuga, puhastustööde stsenaariumite modelleerimiseks kasutati pumpamisväljakute ümbruses tihedama (125 m) sammuga võrgustikku.

Mudeli piirid on fikseeritud nii, et limiteerida põhjavee voolu läbi modelleeritava ala. Seetõttu on kirde- ja edelapoolsed servad piki jõgesid defineeritud isoleeritud e. veevahetuseta (no-flow) piiridena. Põhjavesi voolab modelleeritud alale sisse lõunapiiril ja välja põhjapiiril, kus vastavalt kasutatud piiritingimustele vooluhulgad sõltuvad veetasemetest (head-dependent flux).

Võrreldes eelmise, projekti teises faasis tehtud põhjavee mudeliga on modelleeritavat ala suurendatud lääne suunas kuni Soodla jõeni ja samuti põhja suunas selleks, et vähendada mudeli äärealade mõju modelleerimise tulemustele tsentraalses piirkonnas. Kuna mudeli äärealade kohta on informatsiooni vähe või see puudub hoopis, siis on seal kasutatud oletuslikke parameetreid või siis on lähtunud teatud analoogiast paremini uuritud piirkondadega. Modelleeritud ala suurus on 148.6875 km², mudeli baasvõrgustiku mõõtmed 61x39 ruutu.

3.2.2.3 PINNAMOOD, GEOLOOGIA JA HÜDROLOOGIA

Modelleeritud ala üldiseloomu määrab tasane reljeefiga paeplatoo maapinna absoluutkõrgustega 82 ja 122 meetri vahel. Valitsevaks on avatud maastik, kus õhukese pinnakatte (peamiselt moreen ja kruus) ning aluspõhja karstunud ja lõheline lubjakivide vahel on hea hüdrauliline ühendus.

Suhteliselt õhukese (0.5 kuni 4 m paksuse) pinnakatte all on geoloogilises läbilõikes 135 m paksune ordoviitsiumi lubjakivide kiht. Ülemine 15-30 m paksune lubjakivide intervall on kohati väga lõheline ja karstunud ning seetõttu suure filtratsioonimooduliga (mudelis kuni 600 m/d lõhevööndites). Sügavamal lasuvad lubjakivid on märksa massiivsemad ja väiksema filtratsioonimooduliga (mudelis 2 m/d). Antud mudel hõlmab kahte erinevate parameetritega lubjakivi kihti kuni 42 meetri tasemeni merepinnast. Sügavamad veekihid on lubjakivide ülaosas paikneva põhjavee dünaamika suhtes ebaolulised, kuna nendevaheline veevahetus on minimaalne. Pinnakatte kiht on mudelist välja jäetud, sest see on uuritud piirkonnas õhuke ja pinnakattes esinev veehulk seega väike ning üldise veebilansi seisukohalt vähetahtis.

Modelleeritud piirkond asub Soodla ja Valgejõe vahel ning sellel alal on mõlemad jõed suurel määral põhjaveelise toitumisega. Mudeli keskosas paikneb Rauakõrve oja, mis "töötab" ainult kõrgvee perioodil ja suveks tavaliselt kuivab. Mudelis on see defineeritud dreeni tüüpi piirina, mis aktiveerub siis, kui põhjavee tase on kõrgemal kui dreeni põhja tase.

Paljuaastane keskmine sademete on hulk modelleeritud piirkonnas 712 mm, mis jaguneb järgmiselt (varasemate Moe perspektiivse veehaarde uuringute põhjal):

2% pindmine äravool

60% aurumine

38% infiltratsioon, sellest:

21% äravool allikate kaudu

17% süvainfiltratsioon.

Süvainfiltratsiooni osa sademete koguhulgast kasutati modelleerimise algfaasis põhjavee toitumise väärtusena.

Mudeli sisendparameetrite täpsustamiseks ehitati Valgejõe kaks mõõtelävendit - Tapa raudteesilla juurde ja teine Moelt ülesvoolu väikese maantee silla juurde. Lävendid varustati mõõteaparatuuriga, mis fikseeris ja salvestas veetaseme jões ning õhu- ja veetemperatuuri tunnise intervalliga. Täiendavalt tehti Valgejõe vooluhulkade üksikmõõtmisi kolmes lävendis - Tapal, Moes ja Rakvere maantee silla juures. Veetaseme ja vooluhulga suhte põhjal moodustati arvutuslike vooluhulkade aegseeriad üle terve vaatlusperioodi.

Jõe vaatlusjaamade andmebaaside põhjal koostati HBV programmiga pinnavee arvutimudel. Selle tulemusena saadi põhjavette infiltreeruva vee kogumaht ja põhjavee toitumise ajaline jaotus vaatlusaasta lõikes (lähemalt vt. Mudeli kalibreerimise alapeatükis).

Kaks vaatlusjaama monteeriti ka puuraukudele PA-30 ja PA-32, mis asuvad lennuväljalt kirde suunas. Puuraukude vaatlusjaamad fikseerisid ja salvestasid veetaseme, veetemperatuuri, õhurõhu ja põhjavee elektrijuhtivuse tunnise intervalliga. Vaatlustulemusi on lähemalt kirjeldatud pinnavee HBV modelleerimise peatükis 3.1.

Üksikute vooluhulga mõõtmiste tulemused näitavad jõe vooluhulga olulist suurenemist Moe ja Tapa mõõtelävendite vahel. Kuna selles piirkonnas ükski lisajõgi Valgejõkke sisse ei voola, siis moodustab sademetevaesel perioodil kogu vooluhulga juurdekasvu mõõtelävendite vahel põhjavee sissevool Valgejõkke.

Projekti teise faasi lõpus tehtud filtratsioonikatsete tulemused näitavad, et horisontaalsed veejuhtivused lubjakivide ülemises lõhelises osas on teiste geoloogiliste kihtide veejuhtivustest oluliselt suuremad. Veetasemed lubjakivide ülemises osas langevad põhja, kirde ja loode suunas, kuna nii Soodla jõgi kui Valgejõgi drenivad põhjavett.

Tapa lennuväli asub veelahkmealal, kus põhjavee voolusuund on loodesse (Soodla jõe oru poole) ning põhja ja kirdesse (Valgejõe oru poole).

3.2.3 MUDELI KALIBREERIMINE

Põhjavee mudel kalibreeriti nii statsionaarse kui dünaamilise voolu tingimustes. Statsionaarse mudeli kalibreerimise eesmärgiks oli saavutada põhjavee tasemete pilt, mis oleks võimalikult sarnane veetasemete vaatlusandmetega. Dünaamilise seadega modelleeriti veetasemete igakuiseid muutusi, tuginedes HBV pinnavee mudeli tulemustele.

Põhjavee mudel on kalibreeritud vastavalt põhjavee tasemete vaatlusandmetele ja Valgejõe

vaatlusjaamades fikseeritud veetasemetele.

Vaatlusandmeid kasutati mudeli kalibreerimisel kahel erineval moel:

1. Üks võimalus on sisestada veetasemete vaatlusandmed otse mudeli seadesse kalibreerimise sihtarvude (Calibration Targets) menüüs ModelCad paketi. Nimetatud menüüs defineeritakse sihtarvu tüüp (veetase, vooluhulk või kontsentratsioon), asukoht, väärtus ja identifikaator (näit. puuraugu number). ModUtilities paketi alaprogramm CalcStats võrdleb modelleerimise tulemusi vaatlusandmetega ja väljastab saadud statistilised parameetrid. Kirjeldatud skeemi kasutati statsionaarse mudeli kalibreerimiseks.

2. Valgejõe mõõtelävendite vaatlustulemusi töödeldi HBV pinnavee mudeliga. Modelleerimise tulemusena saadi põhjavee sademetest toitumise kogumaht ja toitumise ajaline jaotus kuude kaupa vaatlusaasta lõikes. Aurumist pole defineeritud, kuna mudelis kasutatakse lõplikult põhjavette infiltreeruva vee mahtu. Tulemusi testiti Mod Utilities alaprogrammiga CalcStats. Seda protseduuri kasutati dünaamilise mudeli koostamiseks ja kalibreerimiseks. HBV pinnavee mudeli tulemusi on täpsemalt kirjeldatud vastavas peatükis.

Modelleeritud piirkonnas kasutati järgnevaid filtratsioonimoodulite väärtusi:

Tabel 6 Lubjakivi filtratsioonimoodulid

Kihi nr.	Kihi kirjeldus	K_x (m/d)	K_y (m/d)	K_z (m/d)	Märkused
1.	Lõheline ja karstunud lubjakivi	8	8	1.5	Taustaväärtus
		300	300	30	Valgejõe org Moe ja Tapa vahel
		600	600	60	Lõhevööndid
		40	40	4	Lennuväli pumpamisväljakute piirkonnas
		30	30	3	Lennuväli ja selle lähem ümbruskond
2.	Massivne lubjakivi	2	2	0.5	Taustaväärtus

Veejuhtivus on taustaväärtusest suurem järgnevates piirkondades:

1. Suured edela-kirdesuunalised lõhevööndid, mis on seotud regionaalsete tektooniliste rikkevöönditega ning mille olemasolu kinnitavad geofüüsikaliste uuringute tulemused.
2. Valgejõe org Moe ja Tapa vahel, kus jõgi on suurel määral põhjaveelise toitumisega.
3. Lennuväli pumpamisväljakute piirkonnas, kus suuremat filtratsiooni kinnitavad projekti teise faasi lõpus tehtud filtratsioonikatsete tulemused.

3.2.4 MODELLEERIMISE TULEMUSED

Tapa piirkonna kohta koostati antud projekti käigus nii statsionaarne kui dünaamiline põhjavee mudel. Kuna modelleerimise sisendparameetrid iseloomustavad peamiselt mudeli keskosa, siis on töö käigus peatähelepanu pööratud vaatlusandmetega võimalikult sarnase modelleeritud veetasemete pildi saavutamisele just selles piirkonnas.

Modelleerimise tulemusel saadud veetasemed näitavad, et nii Soodla jõgi kui Valgejõgi drenivad põhjavett mudeli piiridel - veetasemed alanevad jõgede suunas. Rauakõrve oja "töötab" ainult kõrgvee perioodil, see vastab ka tegelikule olukorrale. Põhjavee üldine voolusuund on põhja, loodesse ja kirdesse, reostuse levikuareaali ümbruses põhja ja kirdesse.

Veetasemete muutused kuude lõikes saadi dünaamilisel modelleerimisel erinevate kaalufaktorite kasutamisel põhjavee toitumise defineerimiseks erinevatel ajaperioodidel. Kaalufaktorid arvutati vastavalt HBV pinnavee mudeli tulemustele, mida on täpsemalt kirjeldatud eraldi peatükis.

Modelleeritud statsionaarsed veetasemed on esitatud joonisel 1; dünaamilise mudeli minimaalsed ja maksimaalsed veetasemed joonistel 2 ja 3 (lisa 5).

Koostatud põhjavee mudeli baasil modelleeriti nelja erinevat puhastustööde stsenaariumi, et prognoosida pumpamisväljakute võimalikku mõju veetasemetele ja seega ka vaba õli liikumisele. Modelleeritud puhastustööde stsenaariumid on järgmised:

1. töötavad I, III and IV pumpamisväljak;
2. töötavad I ja IV pumpamisväljak, I väljakult pumbatav vesi juhitakse II väljaku infiltratsiooniplatsile;
3. töötavad I ja IV pumpamisväljak, infiltratsiooniplatside asetus muutmata;
4. töötavad III ja IV pumpamisväljak.

Puhastustööde modelleerimise tulemuste põhjal võib öelda, et kõige perspektiivsem on 2. stsenaarium, kuna I väljakult pumbatava vee infiltreerumine praeguses asukohas lõikab ära osa õli juurdevoolust I väljakule. II väljaku infiltratsiooniplatsi kasutamine I väljakult pumbatava vee tagasijuhtimiseks lahendaks selle probleemi. 1. stsenaarium I, III ja IV töötava väljkuga on samuti paljulubav, kuid välitööde kogemused näitavad, et veejuhtivused III väljakul on küllaltki väikesed, mis piirab õli juurdevoolu väljakule. Kuna I ja IV väljaku depressioonilehtrid ühinevad põhikütuselao piirkonnas, siis on ka võimalik, et see takistab omakorda vaba õli liikumist III väljaku suunas. Kui vaba õli on III väljakult ära pumbatud ja õlikiht puuraukudes enam ei taastu, siis võib III väljakut kasutada pinnase ja põhjavee ventileerimiseks ning samal ajal pumbata õli I ja IV väljakul.

Puhastustööde stsenaariumid on esitatud joonistel 4 - 7 (lisa 5).

3.2.5 JÄRELDUSED JA SOOVITUSED EDASPIDISEKS

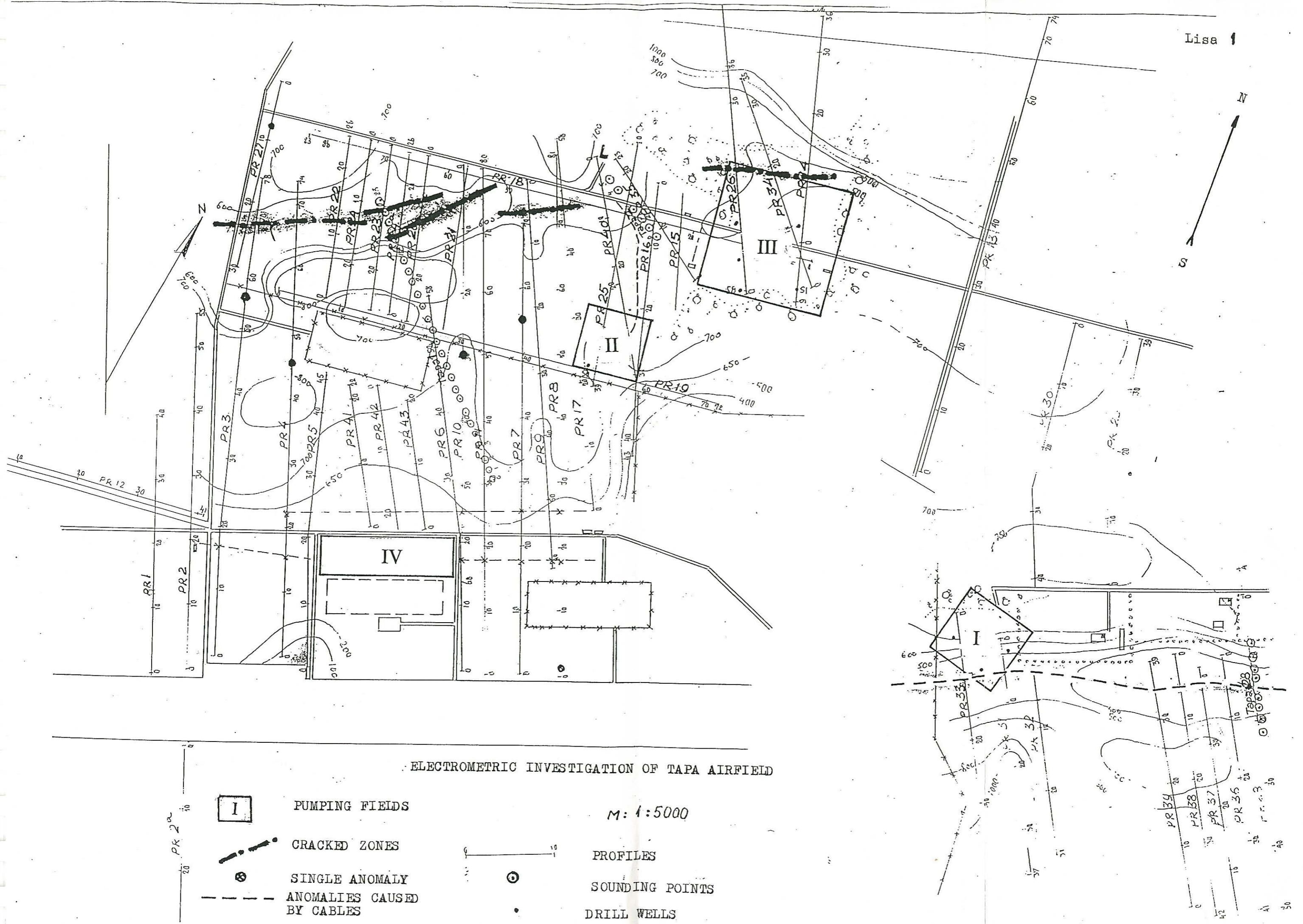
Käesolev arvutimudel koostati Tapa piirkonna kohta Soodla jõe ja Valgejõe vahelisel alal, et paremini mõista keerukaid hüdrogeoloogilisi tingimusi kirjeldatud piirkonnas. Modelleerimise tulemusel saadud põhjavee dünaamika mudel näitab, et põhjavesi voolab uuritud alal kirde, põhja ja loode suunas. Statsionaarne põhjavee mudel kalibreeriti vastavalt veetasemete vaatlustulemustele. Dünaamilise põhjavee mudeli kalibreerimine baseerus HBV pinnavee mudeli tulemustel.

Parima võimaliku pumpamis- ja infiltratsiooniväljakute kombinatsiooni leidmiseks modelleeriti nelja erinevat puhastuspumpamiste stsenaariumi. 2. stsenaarium osutus neist kõige perspektiivsemaks (vt. Lisa 5, joonis 5) ning seda on soovitatav ka praktikas testida.

Modelleeritud ala hüdrogeoloogiliste parameetrite komplitseerituse tõttu võttis põhjavee mudeli koostamine ja kalibreerimine oodatust märksa rohkem aega. Modelleeritud veetasemete pilt on siiski vaatlusandmetega küllaltki lähedane. Reostuse leviku modelleerimine ja prognoosimine on veelgi keerulisem, kuna lisaks hüdrogeoloogilistele lähteparameetritele on seejuures vaja ka kahefaasilist voolu kirjeldavaid suurusi - füüsikalisi omadusi; adsorptsiooni, lagunemist ja muude keemiliste reaktsioonide parameetreid, mis iseloomustavad lennukikütuse käitumist pinnases ja põhjavees nii vaba faasina kui lahustunud komponentidena. Reostuse modelleerimiseks on samuti vajalikud andmed igapäevaste väljapumbatud petroolikoguste kohta. Dünaamilist põhjavee mudelit tuleb edaspidi täpsustada peamiselt meid huvitaval alal - Tapa lennuväljal ja selle lähemas ümbruses, defineerida täpsemalt reaalselt geoloogilist läbilõiget jälgides mudeli kihid ja kirjeldada detailsemalt piiritingimused. Detailsema mudeli koostamine on vajalik Tapa veevarustuse perspektiivsete aregustsenaariumide prognoosimiseks.

4 KASUTATUD KIRJANDUS

- /1/ Investigation of oil pollution at the Tapa military airfield. Hedeselskabet, July, 1992.
- /2/ Tapa airbase, Estonia groundwater contamination, phase 2, January, 1994.
- /3/ Tapa lennuväli II faas, I kd., Detsember 1993.
- /4/ Moe perspektiivse veehaarde uuringud (Keila Geoloogia 1978-80).



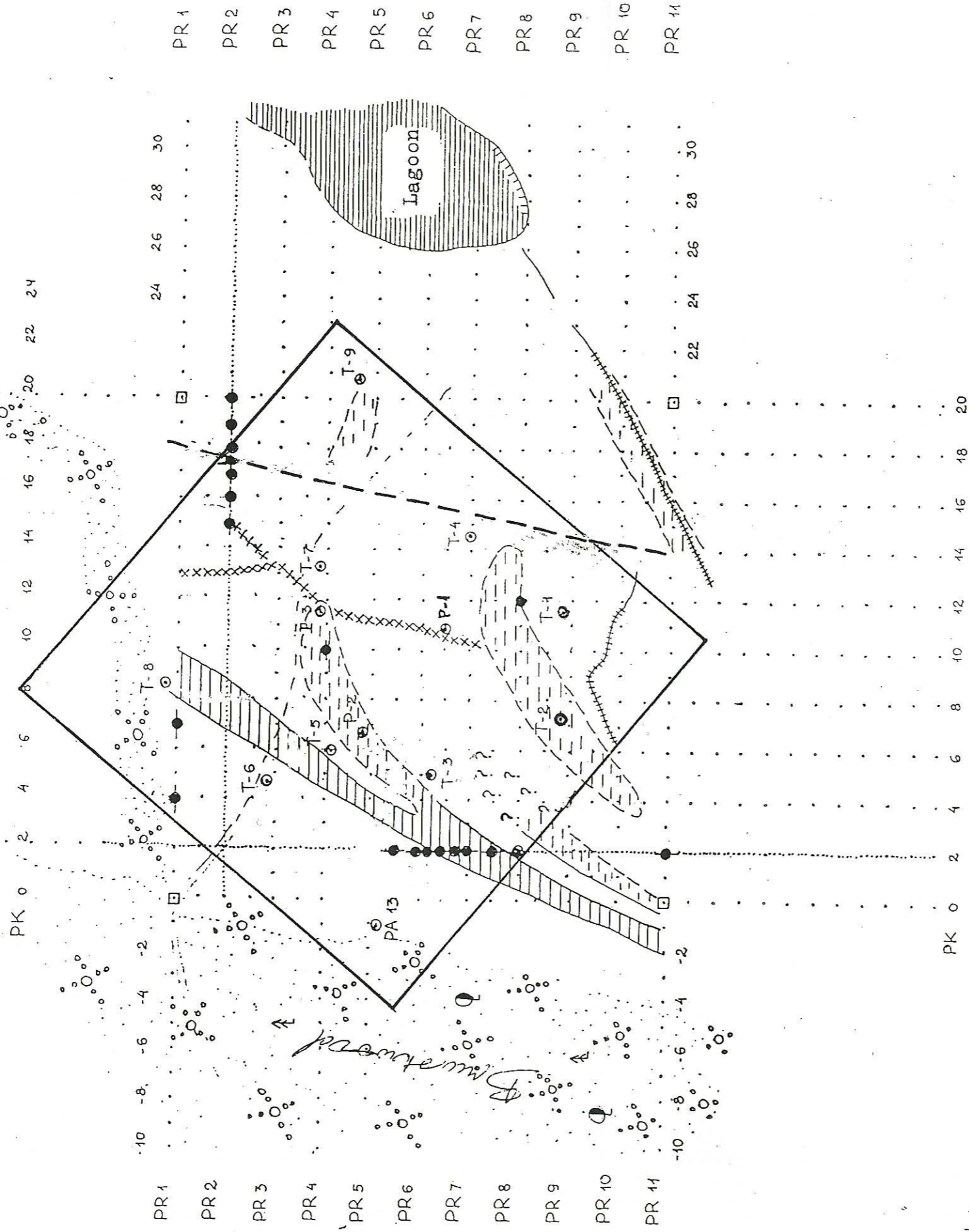
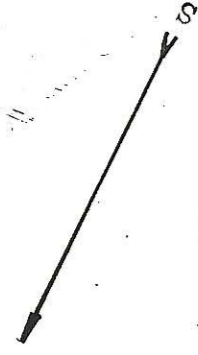
ELECTROMETRIC INVESTIGATION OF TAPA AIRFIELD

M: 1:5000

- I PUMPING FIELDS
- CRACKED ZONES
- SINGLE ANOMALY
- ANOMALIES CAUSED BY CABLES
- PROFILES
- SOUNDING POINTS
- DRILL WELLS

PUMPING FIELD I
THE SCHEME OF ANOMALIES

SCALE 1 : 1000



FIRMLY DETECTED CONDUCTIVITY ZONES

(tectonic disturbance zones)

WEAKLY APPROACHING, BUT WELL

CORRELATING CONDUCTIVITY ZONES

CONDUCTIVITY LINES

CONDUCTIVITY LINES TURNED

TO BE A CABLE

VES POINTS

DRILL HOLES

XXXXX

COMPILED BY

DRAWN BY

O. Gromov
Mauro O. Malofeje

VEDELIKU TASE JA PETROOLIKIHI PAKSUS

PA number	Maapinna absoluut-kõrgus m	Märgetor absoluut-kõrgus m	Sügavus m	Pinnakaitse paksum m	Märgetor üle mp. m	Märgetor allpool mp m	13-Jan-94	25-Jan-94	08-Feb-94	03-Mar-94	29-Mar-94	13-Apr-94	03-May-94	18-May-94	31-May-94	10-Jun-94	19-Jun-94	29-Jun-94	19-Jul-94	01-Aug-94	18-Aug-94	08-Sep-94	15-Oct-94	05-Nov-94	15-Dec-94	17-Jan-95	
							Veetase m Vaba di c	Veetase m Vaba di c	Veetase m Vaba di c	Veetase m Vaba di c	Veetase m Vaba di c	Veetase m Vaba di c	Veetase m Vaba di c	Veetase m Vaba di c	Veetase m Vaba di c	Veetase m Vaba di c	Veetase m Vaba di c	Veetase m Vaba di c	Veetase m Vaba di c	Veetase m Vaba di c	Veetase m Vaba di c	Veetase m Vaba di c	Veetase m Vaba di c	Veetase m Vaba di c	Veetase m Vaba di c	Veetase m Vaba di c	Veetase m Vaba di c
PA1	99.42	99.92	5.0/11.7	1.8	0.5	2.2	92.24	93.61	91.87	91.62	94.12	95.24	94.31	93.47	93.02	91.85	91.75	91.6	91.42	91.17	91.02	91.28	92.97	92.91	92.05	92.05	91.17
PA5	100.84	101.24	7	0.8	0.4	1.4	94	97.68	95.1	93.98	97.32	99.53	99.54	99.1	98.19	96.85	95	94.14	93.98	93.98	93.95	93.98	96.74	96.69	96.74	97.74	
PA11	101.54	102.04	28.8	3.5	0.5	4.4	91.97	95.26	93.61	91.84	95.04	98.35	97.17	96.25	95.37	94.66	93.45	92.79	91.93	91.65	91.54	91.39	94.52	94.43	94.7	95.48	
PA12	99.32	99.62	10.8	1.5	0.3	2.6	92.55	96.86	94.58	91.34	96.72	98.81	98.6	98.03	97.29	96.27	94.47	93.56	92.42	92.19	92.04	91.84	95.97	95.73	95.93	97.08	
PA13	100.77	101.69	10.3	1	0.92	1.75/10.0	93.42	96.77	94.99	93.07	96.59	98.59	98.19	97.47	97.08	96.36	95	93.62	92.6	92.27	92.36	92.33			97.91	96.71	
PA14	101.42	101.87	12	0.7	0.45	2.1	92.4	94.08	93.62	92.14	94.01	94.66	94.64	94.38	94.18	94.02	93.59	92.83	92.13	91.89	92.17	92.28	94.02	94.02	94.02	94.13	
PA15	100.87	101.42	12.5	1	0.55	1.9	91.94	95.51	93.68	91.79	95.12	98.4	98.17	97.66	95.98	94.76	93.56	92.82	91.85	91.62	91.54	91.42	92.82	94.75	94.93	95.84	
PA16	102.01	102.56	15	1	0.55	2.35	90.46	92.72	92.31	90.34	92.68	93.16	TAMPONEERITUD														
PA17	94.58	95.33	6	0.3	0.75	1.1	92.66	94.43	93.66	92.51	94.4	94.73	94.68	94.63	94.57	94.38	93.97	93.28	92.48	92.07	95.02	91.96	94.4	94.21	94.22	94.42	
PA19	99.32	99.87	12.6	1.7	0.55	1.85	93.34	95.36	94.61	93.17	95.15	95.99	95.65	95.32	95.14	94.94	94.54	93.78	93.5	93.39	93.4	93.55	95.16	95.25	95.31	95.3	
PA21	94.12	94.67	8	1.7	0.55	2.4	92.92	93.39	93.3	92.78	93.48	93.73	93.6	93.46	93.45	93.35	93.19	93.03	92.53	92.27	92.16	92.13	93.09	93.21	93.25	93.49	
PA22	97.8	98.4	10	0.4	0.6	0.9	93.14	95.12	93.91	92.76	94.7	96.34	96.12	95.67	95.43	94.96	94.21	93.62	92.73	92.42	92.22	92.25	94.92	94.77	95.08	94.95	
PA23	99.22	100.03	11	1.9	0.76	2.15	93.77	96.98	94.81	94.23	96.42	97.85	97.44	96.86	96.47	95.84	94.99	94.52	93.25	92.91	93.21	93.12	96.29	96.11	96.01	96.35	
PA24	102.14	102.29	12.3	1.9	0.11	1.9	93.37	96.77	94.8	93.12	96.51	98.46	98.16	97.57	96.98	96.01	94.74	93.74	93.91	92.59	92.6	92.6	95.92	95.83	95.98	96.69	
PA25	100.61	101.31	10.2	1.9	0.7	2.15	93.42	96.53	94.74	93.18	96.34	97.88	97.21	96.62	96.12	95.77	94.71	93.95	93.24	93.06	93	93.02	95.98	95.88	96.02	96.15	
PA26s	102.22	102.43	12	1.5	0.11	0.8	93.44	96.74	94.79	93.11	96.55	98.06	97.5	96.83	96.67	96	94.8	94.11	92.87	92.77	92.84	92.85	95.83	95.65	95.91	96.53	
PA26d	102.3	102.61	24	1.6	0.31	14.5	92.34	95.53	93.76	92.03	95.23	97	96.46	96.01	95.43	94.79	93.75	92.9	91.93	91.56	91.54	91.51	94.74	94.44	94.55	95.35	
PA27	98.87	99.37	11	1.3	0.5	1.45	93.7	95.88	94.79	93.53	95.58	96.65	96.12	94.72	95.5	95.22	94.7	94.12	93.44	93.3	93.4	93.48	95.38	95.34	95.36	95.5	
PA28	94.2	94.86	6	1.2	0.66	2.9	92.38	93.22	92.89	92.26	93.19	93.6	93.51	93.43	93.42	93.3	93.06	92.72	92.18	91.93	91.82	91.77	93.11	93.08	93.08	93.24	
PA29	100.93	101.26	12.2	1.6	0.33	2.45	92.99	97.29	95.05	92.72	97.09	99.22	99.23	98.78	98	96.66	94.65	93.78	92.74	92.11	92.08	91.92	96.67	96.46	96.51	97.61	
PA30	95.65	96.01	11.8	1.8	0.36	1.9	90.17	90.93	90.43	90.01	90.72	91.42	91.13	90.88	90.73	90.67	90.44	90.26	90.03	89.87	89.92	90.02	90.83	90.77	90.81	90.81	
PA32	99.89	100.49	12.8	1	0.6	1.35	91.55	92.91	92.28	91.34	92.93	93.18	93.16	93.14	93.03	92.88	92.22	91.6	91.24	91.33	92.16	92.2	92.94	92.95	92.94	92.97	
PA33s	99.92	100.57	12	1.5	0.65	2.2	93.27	96.63	94.94	92.99	96.5	98.24	97.97	97.43	96.93	96.2	94.97	93.9	92.85	92.84	92.85	92.85	95.88	95.67	95.74	96.72	
PA33d	99.96	100.14	25	1.5	0.18	15.25	92.46	95.7	93.9	92.17	95.51	97.47	96.84	96.31	95.72	94.96	93.84	93.02	92.08	91.6	91.67	91.59	94.9	94.6	94.69	95.62	
PA34s	100.11	100.79	11.8	1.4	0.68	2.1	93.17	96.82	94.76	92.83	96.62	98.54	98.23	97.64	97.04	96.17	94.94	93.62	92.26	92.3	92.2	95.92	95.73	96.09	96.85		
PA34d	100.26	101.1	25	1.5	0.86	15.45	92.55	96.36	92.33	92.27	96.14	98.19	97.8	97.28	96.62	95.61	94.3	93.38	92.29	91.89	91.81	91.66	95.43	95.2	95.42	96.49	
PA35	100.03	100.79	12.5	1.2	0.76	1.45	91.99	95.2	93.55	91.83	95.01	97.62	96.81	96.12	95.37	94.64	93.39	92.73	91.9	91.63	91.54	91.39	92.55	94.45	94.66	95.42	
PA36	102.19	102.52	14.5	2	0.33	2.65	91.69	94.64	93.19	91.54	95.44	96.68	95.98	95.38	94.75	94.12	93.03	92.42	91.59	91.37	91.33	91.17	94.11	94.04	94.23	94.85	
PA37	102.88	103.41	17	1.5	0.53	1.85	91.65	93.54	92.73	91.34	93.32	94.68	94.74	94.27	93.83	93.44	92.71	92.27	91.39	91.09	91.05	90.93	93.24	93.36	93.65	93.83	
PA38s	101.08	102.03	12.5	1	0.95	1.3	92.94	95.69	93.99	92.85	93.32	97.11	96.87	96.33	95.67	94.95	93.66	93.23	92.7	92.59	92.57	92.6	95.04	95.12	94.91	95.73	
PA38d	102.04	102.28	24	1.2	0.24	15.05	93.52	95.52	93.73	92.18	95.34	97.2	96.81	95.98	95.35	94.68	93.45	92.86	92	91.51	91.68	91.66	94.69	95.13	94.46	95.94	
PA39	98.58	99.5	10	1.8	0.92	2.1	93.4	96.66	94.79	93.21	96.5	98.23	97.97	97.43	96.91	96.26	94.75	93.8	92.97	92.72	92.78	92.73	95.91	95.62	95.79	96.75	
PA40 E8	100.8	101.45	10.5	1.1	0.65	1.75	93.88	98.11	94.9	93.66	96.57	98.48	97.82	97.05	96.55	96.01	95	94.02	93.39	93.14	93.33	93.28	96.2	95.99	96.17	96.47	

L.T.S.B. 2

LISA 3

MONITOORINGU PUURAUKUDE KONSTRUKTSIOON

PA-17_{DI}

218 mm	+0.3 - 4.7 m manteloru
146 mm	+0.5 - 21.0 m manteloru
121 mm	+0.6 - 49.2 m manteloru
93 mm	49.2 - 64.0 m avatud intervall O ₂ rk - O ₂ kk lubjakivid

PA-17_{DII}

218 mm	+0.2 - 4.2 m manteloru
146 mm	+0.2 - 21.1 m manteloru
121 mm	+0.6 - 66.0 m manteloru
93 mm	66.0 - 91.0 m avatud intervall O ₂ kl - O ₂ kk lubjakivid

PA-34_D

127 mm	+0.95 - 14.5 m manteloru
112 mm	14.5 - 25.0 m avatud intervall O ₃ vr - O ₃ nb lubjakivid

PA-34_{DII}

218 mm	+0.2 - 4.8 m manteloru
146 mm	+0.4 - 19.8 m manteloru
121 mm	+0.6 - 48.4 m manteloru
93 mm	48.4 - 73.0 m avatud intervall O _{2,3} nb pk - O ₂ rk lubjakivid

PA-34_{DIII}

218 mm	+0.2 - 5.0 m manteloru
146 mm	+0.6 - 22.2 m manteloru
121 mm	+0.6 - 76.0 m manteloru
93 mm	76.0 - 109.0 m avatud intervall O ₂ kl - O ₂ kk lubjakivid

PA-36_{DI}

218 mm	+0.2 - 4.0 m manteloru
146 mm	+0.4 - 22.0 m manteloru
121 mm	+0.6 - 50.2 m manteloru
93 mm	50.2 - 73.2 m avatud intervall O _{2,3} nb pk - O ₂ on lubjakivid

PA-36_{DII}

218 mm	+0.2 - 4.5 m manteloru
146 mm	+0.6 - 19.0 m manteloru
121 mm	+0.6 - 75.4 m manteloru
93 mm	75.4 - 102.5 m avatud intervall O ₂ kl - O ₂ kk lubjakivid

EESTI KESKKONNAUURINGUTE KESKLAVOR

EE0006 Tallinn, Marja 4D, tel. 47 14 04
NAFTAPRODUKTIDE IDENTIFITSEERIMINE.

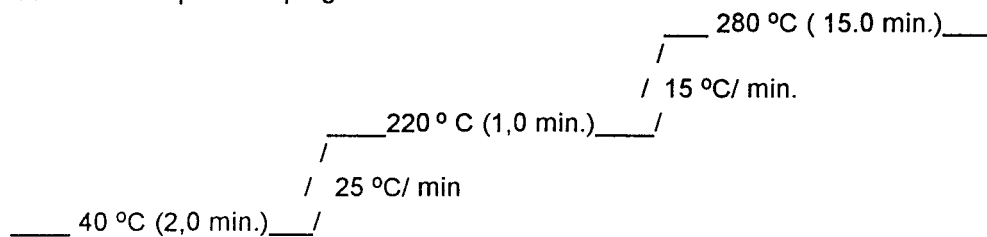
Analüüsitava objekt: veeproovid puurkaevudest Tapa lennuvälja saaste monitooringuks.
Proovi nr. ja proovivõtmise koht:nr.5 (pk 131), nr.6 (pk 130), nr.7(pk 112), nr. 8 (pk 115) nr. 9 (pk 128)
Proovi võtja (asutus, amet, nimi) : A/S Maves, geoloog Mati Salu .
Proovivõtmise kuupäev: 27.01.94.a. kell :11.30
Laborisse sisse tulnud : 28.01.94.a. kell : 8.20
Analüüs alustatud : 28.01.94.a. lõpetatud :02.02.94.a.

Veeproovidest eraldati naftaproduktid pentaaniga ekstraheerimisel.

Analüüsid teostati gaasikromatograafil Varian 3400 CX ja Shimadzu spektrofluorofotomeetril RF 540.

Gaasikromatograafilise analüüsi tingimused:

1. Kolonn: kvartskapillaar, pikkus 30 m , siseläbimõõt 0.53 mm.
2. Kolonni täidis: DB - 5 1,5 µ.
3. Kandegaas: N₂ 7.0 ml/min .
4. Suruõhk: 400 ml/min.
5. Vesinik : 35 ml /min .
6. Make-up gaas : N₂ 35 ml/min
7. Detektor: FID , 300°C.
8. Aurusti: 250 °C.
9. Kolonni temperatuuriprogramm:



10. Võimendi tundlikkus: 12 x 1

11. Proovi suurus: 1.0 µl

Gaasikromatograafilise analüüsi tulemus:

Proovide kromatogrammide võrdlemisel selgus, et puurkaevudest võetud proovides on naftaproduktide jälgi, kusjuures proovid on omavahel samased. Puhta pentaani võrdluskromatogrammil need piigid puudusid. Proovipudeli kasutamata (puhta) originaalkorgi ja selle tihendi käsitlemisel pentaaniga saadud tõmmise kromatogrammist selgus, et need naftaproduktide jäljed pärinevad hoopis korgist ja selle tihendist.

Shimadzu spektrofluorofotomeetril RF 540 teostatud analüüsid näitavad , et proovides leitud reostus on ühesugust laadi, seejuures reostuse kogus on 15 kuni 35 µg naftaprodukte 1 l vee kohta.

Saadud materjali alusel ei ole võimalik öelda, et proovides on lennukipetroolist pärinevat naftareostust,seega uuringuid tuleb korrata, kasutades kontrollitud puhtusega tihendeid proovipudelitele.

Analüüside tulemused säilitatakse Eesti Keskkonnauuringute Kesklaboris ühe aasta jooksul.

Lisa :Proovide kromatogrammid, spektrogrammid.

Proovide analüüsid teostasid:

gaasikromatograafil
spektrofluorofotomeetril

K.Kuningas
T.Nittim

Tegevdirektor

E.Otsa

EESTI KESKKONNAUURINGUTE KESKLAVOR

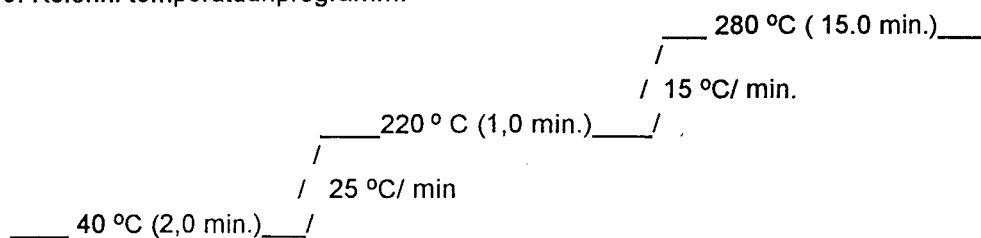
EE0006 Tallinn, Marja 4D, tel. 47 14 04
NAFTAPRODUKTIDE IDENTIFITSEERIMINE.

Analüüsitav objekt: veeproovid puurkaevudest Tapa lennuvälja saaste monitooringuks.
Proovi nr. ja proovivõtmise koht: nr.1 (pk 130), nr.2 (pk 131), nr.3(pk 128), nr. 4 (pk 112), nr. 5 (pk 115), nr.8 (pk 108), nr.9 (pk 127), nr.10 (A 1008), nr.11 (A 1009), nr. 13 (A 1004).
Proovi võtja (asutus, amet, nimi) : A/S Maves, geoloog Mati Salu .
Proovivõtmise kuupäev: 09.02.94.a. kell :9.00 - 12.00
Laborisse sisse tulnud : 09.02.94.a. kell : 15.00
Analüüs alustatud : 10.02.94.a. lõpetatud :14.02.94.a.
Veeproovidest eraldati naftaproduktid pentaaniga ekstraheerimisel.

Analüüsid teostati gaasikromatograafil Varian 3400 CX ja Shimadzu spektrofluorofotomeetril RF 540.

Gaasikromatograafilise analüüsi tingimused:

1. Kolonn: kvartskapillaar, pikkus 30 m , siseläbimõõt 0.32 mm.
2. Kolonni täidis: DB - 1 1,0 µ.
3. Kandegaas: N₂ 3.0 ml/min .
4. Suruõhk: 400 ml/min.
5. Vesinik : 35 ml /min .
6. Make-up gaas : N₂ 35 ml/min
7. Detektor: FID , 300°C.
8. Aurusti: 250 °C.
9. Kolonni temperatuuriprogramm:



10. Võimendi tundlikkus: 12 x 1
11. Proovi suurus: 1.0 µl

Gaasikromatograafilise analüüsi tulemus:

Proovide kromatogrammide võrdlemisel selgus, et proovide nr. 1 - 5 ja 9,10 kromatogrammidel puuduvad naftareostusele iseloomulikud piigid, kuid on tundmatute piikide jälgi (suurusjärgus 1 µg), kusjuures puhta pentaani võrdluskromatogrammil need piigid puudusid. Sellised üksikute piikide jäljed võivad pärineda niihästi proovivõtu süsteemi ebapuhtusest kui ka ekstraktsioonianumate korkidest ja selle tihenditest. Proovide nr. 8, 11 ja 13 kromatogrammide järgi esineb neis naftareostust, mis võib pärineda lennukipetrootist, kuid pikaajalise viibimise tõttu looduses on haihtunud lennukikütuse kergeim osa, mistõttu proovide kromatogrammid samanevad pigem diiselkütuse kromatogrammiga. Proovis nr.8 tuvastati reostus alles pärast proovi 10-kordset kontsentreerimist .

	benseen (µg/l)	tolueen (µg/l)	ksüleenid (µg/l)
Proov nr.8 PK-108		0.5	0.5
Proov nr.11 A-1009	0.1	0.1	0.1
Proov nr.13 A-1004	14.8		105.0

Shimadzu spektrofluorofotomeetril RF 540 teostatud analüüsid näitavad, et proovides nr. 8 ja 11 leitud reostus on samane diiselkütusega, proovis nr. 13 samane lennukipetrootliga, seejuures reostuse kogus proovis nr.8 on 15 µg, nr.11 on 174 µg ja proovis 13 on 2920 µg naftaprodukte 1 l vee kohta.

Analüüside tulemused säilitatakse Eesti Keskkonnauuringute Kesklaboris ühe aasta jooksul.
Lisa :Proovide kromatogrammid, spektrogrammid.

Proovide analüüsid teostasid:

gaasikromatograafil
spektrofluorofotomeetril

A.Erm
T.Nittim

Tegevdirektor

E.Otsa

EESTI KESKKONNAUURINGUTE KESKLABOR

EE0006 Tallinn, Marja 4D, tel. 47 14 04
 NAFTAPRODUKTIDE IDENTIFITSEERIMINE.

Analüüsitava objekt: veeproovid puurkaevudest Tapa lennuvälja saaste monitooringuks.
 Proovi nr. ja proovivõtmise koht: nr.124 (pa 36), nr.130(pa 11), nr.119(pa 35), nr.118 (pa 30), nr.104 (pa 21), nr.15 (pa 28), nr.14 (pa 37), nr.6 (pa 32).

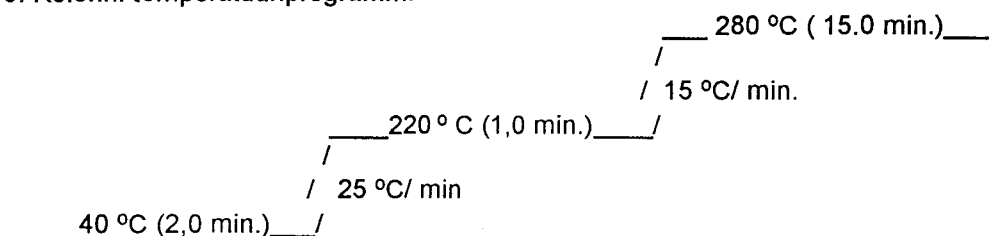
Proovi võtja (asutus, amet, nimi) : A/S Maves, geoloog Mati Salu .
 Proovivõtmise kuupäev: 17.02.94.a. kell : 10.00
 Laborisse sisse tulnud : 18.02.94.a. kell : 10.00
 Analüüs alustatud : 18.02.94.a. lõpetatud :28.02.94.a.

Veeproovidest eraldati naftaproduktid pentaaniga ekstraheerimisel.

Analüüsid teostati gaasikromatograafil Varian 3400 CX .

Gaasikromatograafilise analüüsi tingimused:

1. Kolonn: kvartskapillaar, pikkus 30 m , siseläbimõõt 0.32 mm.
2. Kolonni täidis: DB - 1 1,0 µ.
3. Kandegaas: N₂ 3.0 ml/min .
4. Suruõhk: 400 ml/min.
5. Vesinik : 35 ml /min .
6. Make-up gaas : N₂ 35 ml/min
7. Detektor: FID , 300°C.
8. Aurusti: 250 °C.
9. Kolonni temperatuuriprogramm:



10. Võimendi tundlikkus: 12 x 1

11. Proovi suurus: 1.0 µl

Gaasikromatograafilise analüüsi tulemus:

Proovide kromatogrammide võrdlemisel selgus, et proovide nr. 124,130,119 ja 104 kromatogrammidel puuduvad naftareostusele iseloomulikud piigid, kuid on tundmatute piikide jälgi (suurusjärgus 1 µg/l), kusjuures puhta pentaani võrdluskromatogrammil need piigid puudusid. Sellised üksikute piikide jäljed võivad pärineda niihästi proovivõtu süsteemi ebapuhtusest kui ka ekstraktsioonianumate korkidest ja selle tihenditest. Proovide nr. 118, 15, 14 ja 6 kromatogrammide järgi esineb neis naftareostust, mis võib pärineda lennukipetroolist, kuid pikaajalise viibimise tõttu looduses on haihtunud lennukikütuse kergeim osa, mistõttu proovide kromatogrammide samanevad pigem diiselkütuse kromatogrammiga.

	benseen (µg/l)	tolueen (µg/l)	ksüleenid (µg/l)	Lennukipetroll (µg/l)
Proov nr.118 PA 30	24.1	0.7	0.5	132
Proov nr.15 PA 28	1.2	0.7	7.2	247
Proov nr.14 PA 37	4.5	0.9	5.1	875
Proov nr. 6 PA 32	-	-	4.3	128

Analüüsitud tulemused säilitatakse Eesti Keskkonnauuringute Kesklaboris ühe aasta jooksul.

Lisa :Proovide kromatogrammide.

Proovide analüüsitud teostas:

gaasikromatograafil

K.Kuningas

Tegevdirektor

E.Otsa

EESTI KESKKONNAUURINGUTE KESKLAVOR

EE0006 Tallinn, Marja 4D, tel. 47 14 04

NAFTAPRODUKTIDE IDENTIFITSEERIMINE.

Analüüsitav objekt: veeproovid puurkaevudest Tapa lennuvälja saaste monitooringuks.

Proovi nr. ja proovivõtmise koht: nr.7 (pa 11), nr.6 (pa 14), nr.8 (pa 15), nr.111 (pa 16), nr.116 (pa 30), nr.3 (pa 32), nr.11 (pa 35), nr.1 (pa 36), nr.2 (pa 37), nr.131 (pa 5), nr.119 (pa 28), nr.10 (A 1003), nr.9 (A 1008) nr.4 (A 1009).

Proovi võtja (asutus, amet, nimi) : A/S Maves, geoloog Mati Salu .

Proovivõtmise kuupäev: 06.04.94.a. kell : 10.00

Laborisse sisse tulnud : 07.04.94.a. kell : 10.00

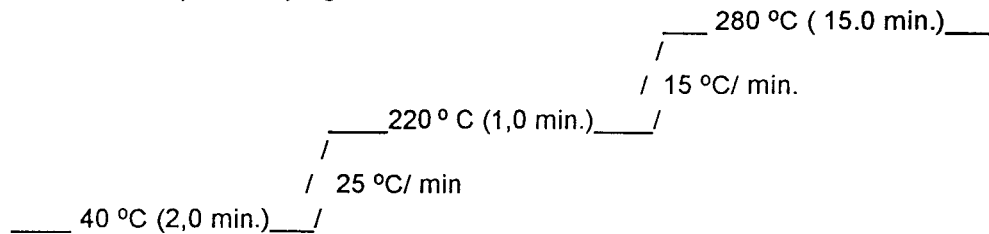
Analüüs alustatud : 08.04.94.a. lõpetatud : 12.04.94.a.

Veeproovidest eraldati naftaproduktid pentaaniga ekstraheerimisel.

Analüüsid teostati gaasikromatograafil Varian 3400 CX .

Gaasikromatograafilise analüüsi tingimused:

1. Kolonn: kvartskapillaar, pikkus 30 m , siseläbimõõt 0.32 mm.
2. Kolonni täidis: DB - 1 1,0 µ.
3. Kandegaas: N₂ 3.0 ml/min .
4. Suruõhk: 400 ml/min.
5. Vesinik : 35 ml /min .
6. Make-up gaas : N₂ 35 ml/min
7. Detektor: FID , 300°C.
8. Aurusti: 250 °C.
9. Kolonni temperatuuriprogramm:



10. Võimendi tundlikkus: 12 x 1

11. Proovi suurus: 1.0 µl

Gaasikromatograafilise analüüsi tulemus:

Proovide kromatogrammidele selgus, et naftareostus esineb proovides nr. 3, 6, 119, 111, 131, 2, 9, 4, ja 10 (puuraugud vastavalt 32, 14, 28, 16, 5, 37 ja allikad 1008, 1009, 1003). Kogused on toodud tabelis. Puurkaevudes esinev naftareostus on iseloomulik lennukipetroolile, kuid allikates on lisaks tundmatute piikide jälgi (suurusjärgus 1 µg/l), mis võivad kuuluda raskemat tüüpi naftaproduktidele. Naftareostusest on lendunud benseeni ja tolueni, mistõttu määramine on tehtud ksüloolide järgi.

	ksüleenid (µg/l)	Lennukipetrool (µg/l)	Tundmatu naftareostus (µg/l)
PA 32	11,8	255	
PA 14	12,7	117	
PA 28	3,0	83	
PA 16		34	
PA 5		19	
PA 37		2,3	
A 1008			7,5
A 1009			2,1
A 1003			0,7

Analüüside tulemused säilitatakse Eesti Keskkonnauuringute Kesklaboris ühe aasta jooksul.

Lisa :Proovide kromatogrammide.

Proovide analüüsid teostas:

gaasikromatograafil

K.Kuningas

Tegevdirektor

E.Otsa

EESTI KESKKONNAUURINGUTE KESKLABOR
EE0006 Tallinn, Marja 4D, tel. 47 14 04

NAFTAPRODUKTIDE IDENTIFITSEERIMINE.

Meie kiri 07.06.94. Nr. 2-2/ 364-375

Teie kiri 30.05.94.

Analüüsitava objekt: veeproovid puurkaevudest Tapa lennuvälja saaste monitooringuks.
Proovi nr. ja proovivõtmise koht: PA 21, PA 28, PA 30, PA 32, PA 35, PA 36, PA 37, PA 260, A 1003, A 1004, A 1008, A 1009.

Proovi võtja (asutus, amet, nimi) : A/S Maves, geoloog Mati Salu .

Proovivõtmise kuupäev: 29.05.94.a. kell :

Laborisse sisse tulnud : 30.05.94.a. kell :

Analüüs alustatud : 30.05.94.a. lõpetatud :03.06.94.a.

Veeproovidest eraldati naftaproduktid pentaaniga ekstraheerimisel.

Analüüs teostati gaasikromatograafil Varian 3400 CX .

Gaasikromatograafilise analüüsi tingimused:

1. Kolonn: kvartskapillaar, pikkus 30 m , siseläbimõõt 0.32 mm.

2. Kolonni täidis: DB - 1 1,0 µ.

3. Kandegaas: N₂ 3.0 ml/min .

4. Suruõhk: 400 ml/min.

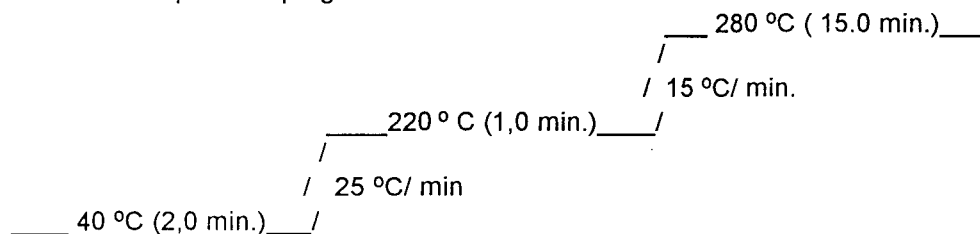
5. Vesinik : 35 ml /min .

6. Make-up gaas : N₂ 35 ml/min

7. Detektor: FID , 300°C.

8. Aurusti: 250 °C.

9. Kolonni temperatuuriprogramm:



10. Võimendi tundlikkus: 12 x 1

11. Proovi suurus: 1.0 µl

Gaasikromatograafilise analüüsi tulemus:

Proovide analüüsimisel saadud kromatogrammidele on näha, et reostust ei esine proovides PA 35, A 1003, A 1009. Ülejäänud proovides määratud saastehulgad (µg/l) on toodud alljärgnevas tabelis.

	Benseen	Tolueen	Ksüleenid	Lennukipetrool
PA 32	0,7		39,0	729
PA 37	2,0	0,6	27,6	712
PA 30	0,8	0,6	7,9	184
PA 260	2,9	0,4	8,7	122
PA 28	0,1		0,3	45,4
PA 36		6,1	0,2	34,6
PA 21			0,3	7,1
A 1004	7,2		162,1	1237
A 1008			0,5	81,2

Kromatograafilise analüüsi põhjal on näha, et kütusereostust iseloomustab n-alkaanide C9 -C12 olemasolu, mis on iseloomulik lennukipetroolile. Reostuse pikaajalise seismise tulemusena on lennukipetroolile iseloomulikud süsivesinike omavahelised suhted muutunud, seetõttu sellistes proovides ei saa väga usaldusväärseks lugeda kvantitatiivset määramist kergemalt lenduvate benseeni ja tolueeni sisalduse alusel .

Analüüsitud tulemused säilitatakse Eesti Keskkonnauuringute Kesklaboris ühe aasta jooksul.

Lisa : Proovide kromatogrammide.

Proovide analüüsitud teostas:

gaasikromatograafil

/ Tegevdirktor

K. Kuningas

A. Erm

E. Otsa

NAFTAPRODUKTIDE IDENTIFITSEERIMINE.

Meie kiri Nr.2-2/1086-1088 21.10.94.a.
Teie kiri Nr. 06.10.94.a.

Analüüsitava objekt: Veeproovid Tapa lennuväljalt
Proovi nr. ja proovivõtmise koht: nr. 4 - Tapa I enne biofiltrit, nr. 7 - Tapa I pärast biofiltrit, nr. 5 - Tapa II pärast separaatorit.

Proovi võtja (asutus, amet, nimi) : AS "MAVES" , geoloog Mati Salu.

Proovivõtmise kuupäev: 05.10.94.a. kell .

Laborisse sisse tulnud : 06.10.94.a. kell 15.15,

Analüüs alustatud : 18.20.94. a.

lõpetatud : 20.10.94.a.

Analüüsi tulemus:

Proovide gaasikromatograafilisest analüüsist järeldub, et need on kõik tugevasti saastunud lennukikütusele vastavate keemspiiridega naftaproduktidega, kuid toodud proovides esineva reostuse koostis on aja jooksul muutunud võrreldes lennukikütusega (n-alkaanide piigid on tugevasti vähenenud).

Analüüsi käik:

Proovid ekstraheeriti veest pentaaniga.

Analüüsid teostati gaasikromatograafil VARIAN 3400 CX .

Gaasikromatograafilise analüüsi tingimused:

1. Kolonn: kvartskapillaar, pikkus 30 m , siseläbimõõt 0.32 mm.

2. Kolonni täidis: DB - 1 1,0 µ.

3. Kandegaas: N₂ 3.0 ml/min .

4. Suruõhk: 350 ml / min.

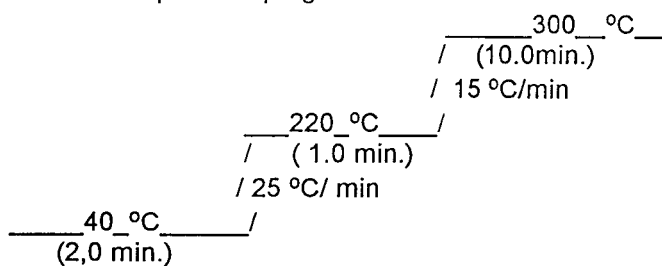
5. Vesinik : 35 ml /min .

6. Make -up gaas : N₂ 30 ml/ min

7. Detektor: FID , 300°C.

8. Aurusti: 220 °C.

9. Kolonni temperatuuriprogramm:



10. Võimendi tundlikkus: 10⁻¹² x 1

11. Proovi suurus: 1.0 µl

Analüüsi tulemus:

	Tapa I enne biofiltrit	Tapa I peale biofiltrit	Tapa II peale separ.
Tolueen [µg/l]	69	1.6	2.9
Etüülbenseen [µg/l]	-	-	56
m-ksüleen [µg/l]	133	58	-
p-ksüleen [µg/l]	299	100	147
o-ksüleen [µg/l]	225	2.5	0.8
Lennukikütus [µg/l]	12986	947	3973

Analüüside tulemused säilitatakse Eesti Keskkonnauuringute Kesklaboris ühe aasta jooksul.

Proovide analüüsid teostas:

gaasikromatograafil

Tegevdirektor

K.Kuningas

E.Otsa

NAFTAPRODUKTIDE IDENTIFITSEERIMINE.

Meie kiri Nr.2-2/1414-1416 17.11.94.a.
Teie kiri Nr. 10.11.94.a.

Analüüsitava objekt: Tapa lennuvälja puhastustööd .
Proovi nr. ja proovivõtmise koht: Tapa LV I pumpamisväljak.
Proovi võtja (asutus, amet, nimi) : AS "Maves" geoloog Mati Salu.
Proovivõtmise kuupäev: 10.11.94.a. kell 13.30
Laborisse sisse tulnud : 11.11.94.a. kell 8.40
Analüüs alustatud : 14.11.94. a. lõpetatud : 16.11.94.a.

Analüüsi tulemus:

Gaasikromatograafiline analüüs näitab, et vesi sisaldab lennukikütusest pärinevaid süsivesinikke vastavalt toodud tabelile:

	lennukikütus	benseen	tolueen	ksüleenid	Kõrgemad naftaproduktid
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
1. Enne separaatorit	2430	4.2	3.0	171	-
2. Pärast separaatorit	2870	7.7	5.6	261	-
3. Tiigist 2	814	1.6	4.6	111	-

Analüüsi käik:

Proov ekstraheeriti veest n-pentaaniga.

Analüüsid teostati gaasikromatograafil VARIAN 3400 CX .

Gaasikromatograafilise analüüsi tingimused:

1. Kolonn: kvartskapillaar, pikkus 50 m , siseläbimõõt 0.25 mm.
2. Kolonni täidis: OV - 101 1,0 µ.
3. Kandegaas: N₂ 2.0 ml/min .
4. Suruõhk: 350 ml / min.
5. Vesinik : 35 ml /min .
6. Make-up gaas : N₂ 25 ml/ min
7. Detektor: FID , 350°C.
8. Aurusti: 250 °C.
9. Kolonni temperatuuriprogramm:

300 °C
/ (10.0min.)
/ 10 °C/min

220 °C
/ (1.0 min.)
/ 25 °C/ min

40 °C
(2,0 min.)

10. Võimendi tundlikkus: 10⁻¹² x 1

11. Proovi suurus: 2.0 µl

Analüüside tulemused säilitatakse Eesti Keskkonnauuringute Kesklaboris ühe aasta jooksul.

Proovide analüüsid teostas
gaasikromatograafil

Tegevdirektor

Kuningas
Salu

K.Kuningas

E.Otsa

NAFTAPRODUKTIDE IDENTIFITSEERIMINE.

Meie kiri Nr.2-2/1417-1419 17.11.94.a.
Teie kiri Nr. 10.11.94.a.

Analüüsitava objekt: Tapa lennukivälja puhastustööd.
Proovi nr. ja proovivõtmise koht: Tapa LV IV pumpamisväljak.
Proovi võtja (asutus, amet, nimi): AS "Maves" geoloog Mati Salu.
Proovivõtmise kuupäev: 10.11.94.a. kell 14.00
Laborisse sisse tulnud: 11.11.94.a. kell 8.40
Analüüs alustatud: 15.11.94. a. lõpetatud: 17.11.94.a.

Analüüsi tulemus:

Gaasikromatograafiline analüüs näitab, et vesi sisaldab lennukikütusest pärinevaid süsivesinikke vastavalt toodud tabelile:

	lennukikütus	benseen	tolueen	ksüleenid	Kõrgemad naftaproduktid	(massid)
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
1. V - 1	430	1.3	6.3	98	-	C15-C30
2. V - 2	522	0.9	3.2	103	-	
3. Pärast separaatorit	2310	1.8	1.2	441	-	

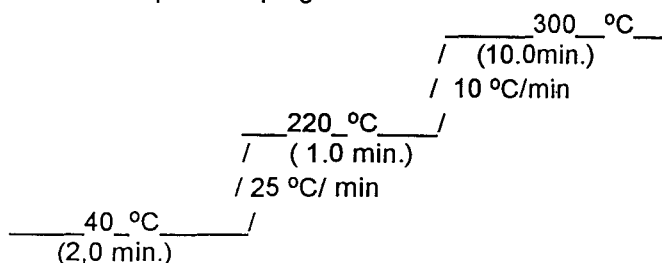
Analüüsi käik:

Proov ekstraheeriti veest n-pentaaniga.

Analüüsid teostati gaasikromatograafil VARIAN 3400 CX.

Gaasikromatograafilise analüüsi tingimused:

1. Kolonn: kvartskapillaar, pikkus 50 m, siseläbimõõt 0.25 mm.
2. Kolonni täidis: OV - 101 1,0 µ.
3. Kandegaas: N₂ 2.0 ml/min.
4. Suruõhk: 350 ml / min.
5. Vesinik: 35 ml / min.
6. Make-up gaas: N₂ 25 ml / min
7. Detektor: FID, 325°C.
8. Aurusti: 250 °C.
9. Kolonni temperatuuriprogramm:



10. Võimendi tundlikkus: 10⁻¹² x 1

11. Proovi suurus: 2.0 µl

Analüüside tulemused säilitatakse Eesti Keskkonnauuringute Kesklaboris ühe aasta jooksul.

Proovi analüüsi teostas
gaasikromatograafil

Tegevdirektor

Allegri
Salu

K.Kuningas

E.Otsa

NAFTAPRODUKTIDE IDENTIFITSEERIMINE.

Meie kiri Nr.2-2/1417-1419 17.11.94.a.
Teie kiri Nr. 10.11.94.a.

Analüüsitava objekt:Tapa lennuvälja puhastustööd .
Proovi nr. ja proovivõtmise koht:Tapa LV II ja III pumpamisväljak.
Proovi võtja (asutus, amet, nimi) : AS "Maves" geoloog A.Krapiva.
Proovivõtmise kuupäev: 14.11.94.a. kell
Laborisse sisse tulnud :15.11.94.a. kell
Analüüs alustatud : 16.11.94. a. lõpetatud :17.11.94.a.

Analüüsi tulemus:

Gaasikromatograafiline analüüs näitab, et vesi sisaldab lennukikutusest pärinevaid naftaprodukte vastavalt toodud tabelile:

	Enne separaatorit µg/l	Pärast separaatorit µg/l
1. Tapa II	1260	1260
2. Tapa III	31800	63700

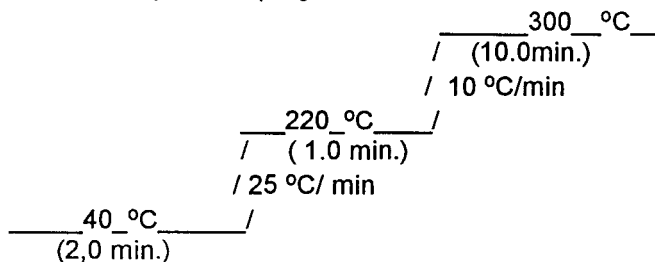
Analüüsi käik:

Proov ekstraheeriti veest n-pentaaniga.

Analüüsid teostati gaasikromatograafil VARIAN 3400 CX .

Gaasikromatograafilise analüüsi tingimused:

1. Kolonn: kvartskapillaar, pikkus 50 m , siseläbimõõt 0.25 mm.
2. Kolonni täidis: OV - 101 1,0 µ.
3. Kandegaas: N₂ 2.0 ml/min .
4. Suruõhk: 350 ml / min.
5. Vesinik : 35 ml /min .
6. Make-up gaas : N₂ 25 ml/ min
7. Detektor: FID , 325°C.
8. Aurusti: 250 °C.
9. Kolonni temperatuuriprogramm:



10. Võimendi tundlikkus: 10⁻¹² x 1

11. Proovi suurus: 2.0 µl

Analüüside tulemused säilitatakse Eesti Keskkonnauuringute Kesklaboris ühe aasta jooksul.

Proovi analüüsi teostas
gaasikromatograafil

/ Tegevdiirektor

K.Kuningas

E.Otsa

NAFTAPRODUKTIDE IDENTIFITSEERIMINE.

Meie kiri Nr.2-2/1536-1545 29.11.94.a.
Teie kiri Nr. 28.11.94.a.

Analüüsitava objekt: Tapa lennuvälja puhastustööd.

Proovi nr. ja proovivõtmise koht: PA-21, PA-28, PA-30, PA-32, PA-37, PA-36, PA-35, A-1003, A1008, A1009.

Proovi võtja (asutus, amet, nimi): AS "Maves" geoloog Mati Salu.

Proovivõtmise kuupäev: 26-27.11.94.a. kell

Laborisse sisse tulnud: 28.11.94.a. kell 8.00

Analüüs alustatud: 28.11.94. a. lõpetatud: 29.11.94.a.

Analüüsi tulemus:

Gaasikromatograafiline analüüs näitab, et vaid kahe proovi vesi sisaldab lennukikutusest pärinevaid süsivesinikke vastavalt toodud tabelile, ühes proovis on kõrgemate süsivesinike jälgi:

	lennukikütus <i>100 ppm</i> µg/l	benseen µg/l	tolueen µg/l	ksüleenid µg/l	kõrgemad naftaproduktid µg/l
1. PA-28	61.5	-	0.2	0.8	-
2. PA-37	123	-	0.2	2.1	-
3. PA-30	-	-	-	-	0.2

Ülejäänud proovides on süsivesinike sisaldus alla gaasikromatograafilise meetodi tundlikkuse piiri, s.o. alla 0.1 µg/l vee kohta.

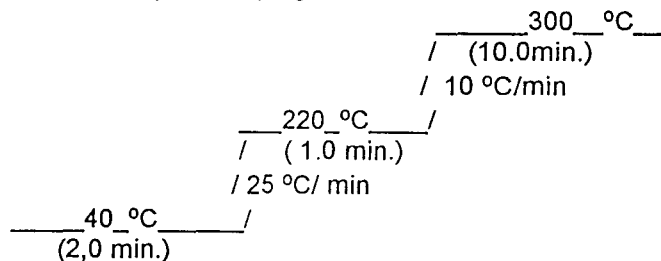
Analüüsi käik:

Proov ekstraheeriti veest n-pentaaniga.

Analüüsid teostati gaasikromatograafil VARIAN 3400 CX.

Gaasikromatograafilise analüüsi tingimused:

1. Kolonn: kvartskapillaar, pikkus 50 m, siseläbimõõt 0.25 mm.
2. Kolonni täidis: OV - 101 1,0 µ.
3. Kandegaas: N₂ 2.0 ml/min.
4. Suruõhk: 350 ml / min.
5. Vesinik : 35 ml / min.
6. Make-up gaas : N₂ 25 ml / min
7. Detektor: FID , 325°C.
8. Aurusti: 250 °C.
9. Kolonni temperatuuriprogramm:



10. Võimendi tundlikkus: 10⁻¹² x 1

11. Proovi suurus: 2.0 µl

Analüüsides tulemused säilitatakse Eesti Keskkonnauuringute Kesklaboris ühe aasta jooksul.

Proovi analüüsi teostasid
gaasikromatograafil

/ Tegevdirektor

K. Kuningas
A. Erm
E. Otsa

EESTI KESKKONNAURINGUTE KESKLABOR
EE0006 Tallinn, Marja 4D, tel. 47 14 04

NAFTAPRODUKTIDE MÄÄRAMINE VEEPROOVIDES.

Meie kiri Nr.2-2/565-571

19.05.95.

Teie kiri Nr.

15.05.95.

Analüüsitava objekt: Tapa lennuvälja puhastustööd

Proovi nr. ja proovivõtmise koht: Puhastusväljakud

Proovi võtja (asutus, amet, nimi) : AS "Maves", M.Salu

Proovivõtmise kuupäev: 15.05.95. kell

Laborisse sisse tulnud : 15.05.95.a. kell

Analüüs alustatud : 16.05.95. a. lõpetatud :18.05.95.a.

Analüüsi tulemus:

Gaasikromatograafilise analüüsi tulemused on toodud alljärgnevas tabelis:

Proovivõtu koht	Lennukikutus	Benseen	Tolueen	Ksüleenid
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
I väljak PA	5160	< 0,1	0,1	643
väljavool	1860	< 0,1	0,2	268
III väljak PA	12870	72	11	902
väljavool	7340	136	16	1526
IV väljak PA V-1	5320	< 0,1	1,5	819
PA V-2	1990	< 0,1	0,8	196
väljavool	5480	< 0,1	< 0,1	735

Lennukikutuse üldreostus sisaldab ka aromaatsete ühendite sisaldust.

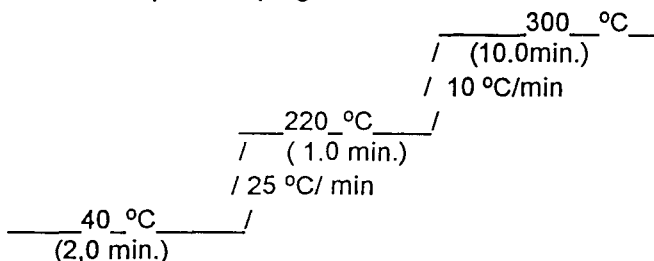
Analüüsi käik:

Proov ekstraheeriti veest n-pentaaniga.

Analüüsid teostati gaasikromatograafil VARIAN 3400 CX

Gaasikromatograafilise analüüsi tingimused:

1. Kolonn: kvartskapillaar, pikkus 50 m, siseläbimõõt 0.25 mm.
2. Kolonni täidis: OV - 101 1,0 µ.
3. Kandegaas: N₂ 2.0 ml/min.
4. Suruõhk: 350 ml / min.
5. Vesinik : 35 ml / min.
6. Make-up gaas : N₂ - 25 ml / min
7. Detektor: FID, 325°C.
8. Aurusti: 250 °C.
9. Kolonni temperatuuriprogramm:



10. Võimendi tundlikkus: 10⁻¹² x 1

11. Proovi suurus: 1.0 µl

Analüüsitud tulemused säilitatakse Eesti Keskkonnauuringute Kesklaboris ühe aasta jooksul.

Lisa: Proovide kromatogramm

Proovide analüüsid teostas
gaasikromatograafil

/Tegevdirektor

K.Kuningas

E.Otsa

NAFTAPRODUKTIDE ANALÜÜS NR. 430-439

Objekt: Tapa monitooring
Proovivõtja: M.Salu
Proovivõtmise aeg: 27.05.95
Laborisse sisse tulnud: 29.05.95
Analüüsi alustatud: 29.05.95 lõpetatud: 31.05.95

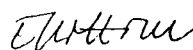
AKT nr.	Proovivõtmise koht	Kuuluvus	Sisaldus $\mu\text{g/l}$
430	PA-21		<10
431	PA-28	lennukikütus	1088
432	A-1003		<10
433	PA-30	lennukikütus	466
434	A-1009		<10
435	A-1008		<10
436	A-35		<10
437	A-36		<10
438	PA-37	lennukikütus	2420
439	PA-32	lennukikütus	1990

Määratavad naftaproduktid ekstraheeritakse veest või pinnasest heksaaniga. Identifitseerimine ja kontsentratsiooni määramine teostati Jaapani spektrofluorofotomeetril RF-540 "Shimadzu" sünkroonse skaneerimise režiimis. Tellijal on võimalik soovi korral saada määratud naftaproduktide spektrite koopiad laborist 1 aasta jooksul peale analüüsi teostamist.

Asedirektor



/M.Liitmaa/



/T.Nittim/



/P.Unt/

EESTI KESKKONNAURINGUTE KESKLABOR
EE0006 Tallinn, Marja 4D, tel. 47 14 04

NAFTAPRODUKTIDE MÄÄRAMINE VEEPROOVIDES.

Meie kiri Nr.2-2/636-639
Teie kiri Nr.

01.06.95.
28.05.95.

Analüüsitav objekt: Tapa lennuvälja puhastustööd

Proovi nr. ja proovivõtmise koht: Puurkaevud PK - 112, PK - 115, PK - 130, PK - 131.

Proovi võtja (asutus, amet, nimi) : AS "Maves", M.Salu

Proovivõtmise kuupäev: 28.05.95. kell

Laborisse sisse tulnud : 29.05.95.a. kell

Analüüs alustatud : 30.05.95. a. lõpetatud :31.05.95.a.

Analüüsi tulemus:

Puurkaevude PK - 112, PK - 130 ja PK - 131 vee gaasikromatograafilist analüüsi iseloomustavatel kromatogrammidel on näha vaid aparatuurist ja lahustist tingitud foonipiigid, seega jääb naftaproduktide võimalik sisaldus allapoole usaldusväärset määramispiiri, s.o. alla 3 µg/l summaarselt ja alla 0,1 µg/l üksikomponenti. Puurkaevu PK - 115 kromatogrammil on näha üks 1,5 µg/l sisaldusega piik, mille väljumisaeg ühtib tolueni väljumisajaga. Tõenäoliselt on tegemist juhusliku saastusega kas proovi võtmisel või hilisemal analüüsil.

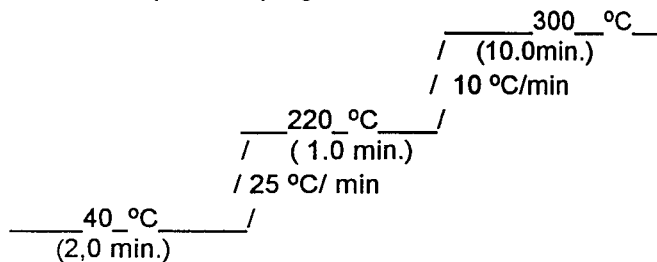
Analüüsi käik:

Proovid ekstraheeriti veest n-pentaaniga.

Analüüsid teostati gaasikromatograafil VARIAN 3400 CX

Gaasikromatograafilise analüüsi tingimused:

1. Kolonn: kvartskapillaar, pikkus 50 m , siseläbimõõt 0.25 mm.
2. Kolonni täidis: OV - 101 1,0 µ.
3. Kandegaas: N₂ 2.0 ml/min .
4. Suruõhk: 350 ml / min.
5. Vesinik : 35 ml /min .
6. Make-up gaas : N₂ - 25 ml/ min
7. Detektor: FID , 325°C.
8. Aurusti: 250 °C.
9. Kolonni temperatuuriprogramm:



10. Võimendi tundlikkus: 10⁻¹² x 1

11. Proovi suurus: 2.0 µl

Analüüsides tulemused säilitatakse Eesti Keskkonnauuringute Kesklaboris ühe aasta jooksul.

Lisa: Proovide kromatogrammid

Proovide analüüsid teostas
gaasikromatograafil

/ Tegevdirektor

K.Kuningas

E.Otsa

KEEMILINE ANALÜÜS NR. 388
Põhjavesi


Proov nr. N-113

Tellija : AS MAVES


, Tapa
Sõjav.lennuväli
Proovikoht : ~~L-väljalask~~ P1+P2+P3
Proovivõtja : A.Käär MAVES
Juuresoliija : Rõzkov, Keerberg Tapa sõj.lennuväli
Proovivõtuaeg : 26.06.95 kell 10.00
Laborisse tuli: 26.06.95
Analüüsi algus: 27.06.95 lõpp . .

Nafta(I): mg/l 1.100

Märkus
Määrata IR-1 enne kui ka pärast
Al-kolonne.
Üldorgaanika 1.74 mg/l

Asedirektor  M. Liitmaa

T. Nittim 

P. Unt 

KEEMILINE ANALÜÜS NR. 390
Põhjavesi

Proov nr. N-147

Tellija : AS MAVES

, Tapa
Sõjav.lennuväli
Proovikoht : I väljalask
Proovivõtja : A.Käär MAMES
Juuresolija : Rõzkov, Keerberg Tapa sõj.lennuväli
Proovivõtuaeg : 26.06.95 kell
Laborisse tuli: 26.06.95
Analüüsi algus: 27.06.95 lõpp . .

Nafta(I): mg/l 1.400

Märkus
Üldorgaanika 1.40 mg/l *katu*

Asedirektor *M. Liitmaa* M. Liitmaa

T. Nittim *T. Nittim*

P. Unt *P. Unt*

KEEMILINE ANALÜÜS NR. 391
Põhjavesi

Proov nr. N-140

Tellija : AS MAVES

, Tapa
Sõjav.lennuväli

Proovikoht : ~~III väljalask~~ 71+22+J3

Proovivõtja : A.Käard MAVES

Juuresoliija : Rõzkov, Keerberg Tapa sõj.lennuväli

Proovivõtuaeg : 26.06.95 kell

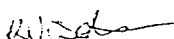
Laborisse tuli: 26.06.95

Analüüsi algus: 27.06.95 lõpp . .

Nafta(I): mg/l 1.800

Märkus
Üldorgaanika 1.80 mg/l

Asedirektor  M. Liitmaa

T. Nittim 

P. Unt 

KEEMILINE ANALÜÜS NR. 392
Põhjavesi

Proov nr. N-126

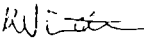
Tellija : AS MAVES

, Tapa
Sõjav.lennuväli
Proovikoht : III väljalask
Proovivõtja : A.Käär MAVES
Juuresolija : Rõzkov, Keerberg Tapa sõj.lennuväli
Proovivõtuaeg : 26.06.95 kell
Laborisse tuli: 26.06.95
Analüüsi algus: 27.06.95 lõpp . .

Nafta(I): mg/l 1.060

Märkus
Üldorgaanika 2.1 mg/l

Asedirektor  M. Liitmaa

T. Nittim 

P. Unt



KEEMILINE ANALÜÜS NR. 393
Põhjavesi

Proov nr. N-135

Tellija : AS MAVES

, Tapa

Sõjav.lennuväli

Proovikoht : ~~IV väijakask~~ V1

Proovivõtja : A.Käär MAMES

Juuresolija : Rõzkov, Keerberg Tapa sõj.lennuväli

Proovivõtuaeg : 26.06.95 kell

Laborisse tuli: 26.06.95

Analüüsi algus: 27.06.95 lõpp . .

Nafta(I): mg/l 1.600

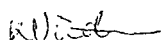
Märkus
Üldorgaanika 1.90 mg/l

Asedirektor



M. Liitmaa

T. Nittim



P. Unt



KEEMILINE ANALÜÜS NR. 394
Põhjavesi


Proov nr. N-144

Tellija : AS MAVES

, Tapa
Sõjav.lennuväli
Proovikoht : ~~IV väljalask~~ V2
Proovivõtja : A.Käär MAVES
Juuresolija : Rõzkov, Keerberg Tapa sõj.lennuväli
Proovivõtuaeg : 26.06.95 kell
Laborisse tuli: 26.06.95
Analüüsi algus: 27.06.95 lõpp . .

Nafta(I): mg/l 0.800

Märkus
Üldorgaanika 1.4 mg/l

Asedirektor  M. Liitmaa

T. Nittim 

P. Unt 

KEEMILINE ANALÜÜS NR. 395
Põhjavesi

Proov nr. N-102

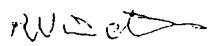
Tellija : AS MAVES


Sõjav.lennuväli, Tapa
Proovikoht : IV väljalask
Proovivõtja : A.Käär MAMES
Juuresolija : Rõzkov, Keerberg Tapa sõj.lennuväli
Proovivõtuaeg : 26.06.95 kell
Laborisse tuli: 26.06.95
Analüüsi algus: 27.06.95 lõpp . .

Nafta(I): mg/l 0.900

Märkus
Üldorgaanika 1.1 mg/l

Asedirektor  M. Liitmaa

T. Nittim 

P. Unt 

EESTI KESKKONNAUURINGUTE KESKLABOR
EE0006 Tallinn, Marja 4D, tel. 47 14 04

NAFTAPRODUKTIDE MÄÄRAMINE VEEPROOVIDES.

Meie kiri Nr.2-2/1172-1190

14.09.95.a.

Teie kiri Nr.

11.09.95.a.

Analüüsitava objekt: Tapa lennuvälja puhastustööd

Proovi nr. ja proovivõtmise koht: Puurkaevud PA - 11, PA - 35, PA - 36, PA - 21, PA - 30, PA - 28, PA - 37, PA 32, allikad A - 1003, A - 1008, A - 1009, puurkaevud PK - 112, PK - 127, PK - 130, PK - 131, PK - 128, PK - 115, PK - 108 (15 min. pärast), PK - 108 (1 h pärast).

Proovi võtja (asutus, amet, nimi) : AS "Maves" , geoloog M.Salu

Proovivõtmise kuupäev: 10.09.95. kell

Laborisse sisse tulnud : 11.09.95.a. kell 15.15

Analüüs alustatud : 12.09.95. a. lõpetatud :14.09.95.a.

Analüüsi tulemus:

Gaasikromatograafilise analüüsi tulemused on toodud alljärgnevas tabelis:

Proovi nr.	Lennukikütus µg/l	s.h	Tolueen µg/l	Ksüleenid µg/l
PA - 11	< 10		< 0.1	< 0.1
PA - 35	< 10		0.12	< 0.1
PA - 36	< 10		0.1	< 0.1
PA - 21	< 10		0.14	< 0.1
PA - 30	130		< 0.1	17.2
PA - 28	42.8		0.14	1.12
PA - 37	71.4		< 0.1	1.29
PA - 32	206		20.2	1.78
A - 1003	11		< 0.1	0.13
A - 1008	< 10		< 0.1	< 0.1
A - 1009	< 10		< 0.1	< 0.1
PK - 112	< 10		< 0.1	< 0.1
PK - 127	< 10		< 0.1	< 0.1
PK - 130	< 10		< 0.1	0.16
PK - 131	< 10		< 0.1	< 0.1
PK - 128	< 10		< 0.1	< 0.1
PK - 115	< 10		< 0.1	< 0.1
PK - 108 (15 min.)	< 10		< 0.1	< 0.1
PK - 108 (1 t.)	< 10		< 0.1	< 0.1

Puuraukude PA - 30, PA - 28, PA - 37, PA - 32 ja allika A - 1003 vee gaasikromatograafilist analüüsi iseloomustavatel kromatogrammidel on näha lennukipetroolist pärinevate naftaproduktide piike, lisaks mõnedes proovides leidub veel kergemat aromaatiikat. Kõikidel kromatogrammidel on näha piike, mis pärinevad lahustist ja kromatograafilisest süsteemist.

Analüüsi käik:

Proovid ekstraheeriti veest n-pentaaniga.

Analüüsid teostati gaasikromatograafil VARIAN 3400 CX

Gaasikromatograafilise analüüsi tingimused:

1. Kolonn: kvartskapillaar, pikkus 50 m , siseläbimõõt 0.25 mm.
2. Kolonni täidis: OV - 101 1,0 µ.
3. Kandegaas: N₂ 2.0 ml/min .
4. Suruõhk: 350 ml / min.
5. Vesinik : 35 ml /min .
6. Make-up gaas : N₂ - 25 ml/ min
7. Detektor: FID , 325°C.

8. Aurusti: 250 °C.

9. Kolonni temperatuuriprogramm:

300 °C
/ (10.0 min.)
/ 10 °C/min
220 °C
/ (1.0 min.)
/ 25 °C/min
40 °C
(2,0 min.)

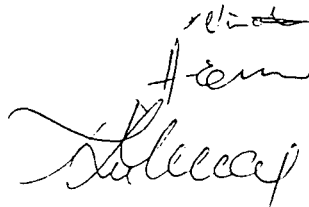
10. Võimendi tundlikkus: $10^{-12} \times 1$

11. Proovi suurus: 2.0 µl

Analüüside tulemused säilitatakse Eesti Keskkonnauuringute Kesklaboris ühe aasta jooksul.
Lisa: Proovide kromatogramm

Proovide analüüsid teostasid
gaasikromatograafil

Tegevdirektor



K. Kuningas

A. Erm

E. Otsa

EESTI KESKKONNAUURINGUTE KESKLABOR
EE0006 Tallinn, Marja 4D, tel. 47 14 04

NAFTAPRODUKTIDE MÄÄRAMINE .

Meie kiri Nr.2-2/2355-2367

23.11.95.a.

Teie kiri Nr.

15.10.95.a.

Analüüsitava objekt: põhja- ja pinnaseveed Tapa lennuvälja piirkonnast
Proovi nr. ja proovivõtmise koht: puuraugud, allikad, (numeratsioon tabelis)
Proovi võtja (asutus, amet, nimi) : AS MAVES , geoloog Mati Salu
Proovivõtmise kuupäev: 15.11.95.a.
Laborisse sisse tulnud : 16.11.95.a. kell 13.00
Analüüs alustatud : 17.11.95. a. lõpetatud : 22.11.95.a.

Analüüsi tulemus:

Gaasikromatograafilise analüüsi tulemused on toodud tabelis (µg/ l):

	naftaprodukte	sh.	benseen	tolueen	ksüleenid
PA - 30	23.9		< 0.1	< 0.1	0.7
PA - 32	< 10		< 0.1	< 0.1	< 0.1
A - 1009	< 10		< 0.1	< 0.1	< 0.1
A - 1008	< 10		< 0.1	< 0.1	< 0.1
PA - 11	< 10		< 0.1	< 0.1	< 0.1
PA - 36	114		< 0.1	< 0.1	1.3
PA - 35	< 10		< 0.1	< 0.1	< 0.1
PA - 36 D I	< 10		< 0.1	< 0.1	< 0.1
PA - 36 D II	45.5		< 0.1	45.3	< 0.1
PA - 37	< 10		< 0.1	< 0.1	< 0.1
PA - 21	< 10		< 0.1	< 0.1	< 0.1
PA - 28	59,1		< 0.1	< 0.1	< 0.1
PA - 17 D I	< 10		< 0.1	< 0.1	< 0.1

Analüüsi käik:

Proovid ekstraheeriti veest n-pentaaniga.

Analüüs teostati gaasikromatograafil VARIAN 3400 CX

Gaasikromatograafilise analüüsi tingimused:

1. Kolonn: kvartskapillaar, pikkus 50 m , siseläbimõõt 0.25 mm.
2. Kolonni täidis: OV - 101 1,0 µ.
3. Kandegaas: N₂ 2.0 ml/min .
4. Suruõhk: 350 ml / min.
5. Vesinik : 35 ml /min .
6. Make-up gaas : N₂ - 25 ml/ min
7. Detektor: FID , 280°C.
8. Aurusti: 250 °C.

9. Kolonni temperatuuriprogramm: 300 °C
/ (10.0min.)
/ 10 °C/min
220 °C
/ (1.0 min.)
/ 25 °C/min
40 °C
(2,0 min.)

10. Võimendi tundlikkus: $10^{-12} \times 1$

11. Proovi suurus: 2.0 μ l

Analüüside tulemused säilitatakse Eesti Keskkonnauuringute Kesklaboris ühe aasta jooksul.
Lisa: Proovide kromatogrammid

Proovide analüüsid teostas gaasikromatograafil

/ Tegevdirektor

Kuningas
Otsa

K.Kuningas

E.Otsa

EESTI KESKKONNAUURINGUTE KESKLABOR
EE0006 Tallinn, Marja 4D, tel. 47 14 04

NAFTAPRODUKTIDE MÄÄRAMINE .

Meie kiri Nr.2-2/2430-2439 27.11.95.a.

Teie kiri Nr. 16.10.95.a.

Analüüsitav objekt: põhja- ja pinnaseveed Tapa lennuvälja piirkonnast
Proovi nr. ja proovivõtmise koht: puuraugud, allikad, (numeratsioon tabelis)
Proovi võtja (asutus, amet, nimi) : AS MAVES , geoloog Mati Salu
Proovivõtmise kuupäev: 16.11.95.a.
Laborisse sisse tulnud : 17.11.95.a. kell
Analüüs alustatud : 17.11.95. a. lõpetatud : 24.11.95.a.

Analüüsi tulemus:

Gaasikromatograafilise analüüsi tulemused on toodud tabelis (µg/ l):

	naftaprodukte	sh.	benseen	tolueen	ksüleenid
A-1003	< 10		< 0.1	< 0.1	< 0.1
PA - 17 D II	< 10		< 0.1	4.5	< 0.1
PA - 34 D II	94.5		< 0.1	< 0.1	3.5
PK - 112	< 10		< 0.1	< 0.1	< 0.1
PK - 115	< 10		< 0.1	< 0.1	< 0.1
PK - 128	< 10		< 0.1	< 0.1	< 0.1
PK - 34 D III	67.4		< 0.1	< 0.1	1.8
PK - 108	< 10		< 0.1	< 0.1	< 0.1
PK - 130	< 10		< 0.1	< 0.1	< 0.1
PK - 131	< 10		< 0.1	< 0.1	< 0.1

Analüüsi käik:

Proovid ekstraheeriti veest n-pentaaniga.

Analüüs teostati gaasikromatograafil VARIAN 3400 CX

Gaasikromatograafilise analüüsi tingimused:

1. Kolonn: kvartskapillaar, pikkus 50 m , siseläbimõõt 0.25 mm.
2. Kolonni täidis: OV - 101 1,0 µ.
3. Kandegaas: N₂ 2.0 ml/min .
4. Suruõhk: 350 ml / min.
5. Vesinik : 35 ml /min .
6. Make-up gaas : N₂ - 25 ml/ min
7. Detektor: FID , 280°C.
8. Aurusti: 250 °C.

9. Kolonni temperatuuriprogramm: 300 °C
/ (10.0min.)
/ 10 °C/min
220 °C/
/ (1.0 min.)
/ 25 °C/min
40 °C/
(2,0 min.)

10. Võimendi tundlikkus: $10^{-12} \times 1$

11. Proovi suurus: 2.0 μ l

Analüüside tulemused säilitatakse Eesti Keskkonnauuringute Kesklaboris ühe aasta jooksul.
Lisa: Proovide kromatogrammid

Proovide analüüsid teostasid

/ Tegevdirektor

K. Kuningas
T. Nittim
E. Otsa

K.Kuningas
T.Nittim

E.Otsa

EESTI KESKKONNAUURINGUTE KESKLABOR

EE0006 Tallinn, Marja 4D, tel. 47 14 04

NAFTAPRODUKTIDE MÄÄRAMINE

Meie kiri Nr. 2-2/3000-3003 14.12.95.a.
3021-3026

Teie kiri Nr. 11.12.95.a.
13.12.95.a.

Analüüsitava objekt: Veeproovid

Proovi nr. ja proovivõtmise koht: Tapa Lennuvälja monitooring, lennuvälja ümbruse
kaevud

Proovi võtja (asutus, amet, nimi) : AS Maves, M.Salu

Proovivõtmise kuupäev: 11., 12.12.95.a. kell

Laborisse sisse tulnud : 12.,13.12.95.a. kell

Analüüs alustatud : 12.12.95.a. lõpetatud :14.12.95.a.

Analüüsi tulemus:

Gaasikromatograafilise analüüsi tulemused on toodud alljärgnevas tabelis:

Proovi nr.	Lennukikütus µg/l	s.h.	Benseen µg/l	Tolueen µg/l	Ksüleenid µg/l
PA-36	< 10		< 0,1	< 0,1	< 0,1
PA-36 D I	< 10		< 0,1	< 0,1	< 0,1
PA-36 D II	13,2		< 0,1	12,4	< 0,1
PA-34 D II	67,8		< 0,1	8,9	0,4
PA-28	114,6		< 0,1	< 0,1	0,8
PA-17 D I	< 10		< 0,1	< 0,1	< 0,1
PA-17 D II	20,2		< 0,1	19,7	< 0,1
PA-34 D I	< 10		< 0,1	< 0,1	0,2
PA-34 D III	< 10		< 0,1	< 0,1	< 0,1
PA-30	< 10		< 0,1	< 0,1	< 0,1

Analüüsi käik:

Veeproovid ekstraheeriti n-pentaaniga.

Gaasikromatograafilise analüüsi tingimused kromatograafil VARIAN 3400 CX:

1. Kolonn: kvartskapillaar, pikkus 50 m , siseläbimõõt 0.25 mm.
2. Kolonni täidis: OV - 101 1,0 µ.
3. Kandegaas: N₂ 2.0 ml/min .

4. Suruõhk: 350 ml / min.
5. Vesinik : 35 ml /min .
6. Make-up gaas : N₂ - 25 ml/ min
7. Detektor: FID , 325 °C.
8. Aurusti: 250 °C.
9. Kolonni temperatuuriprogramm:

_____ 300 °C _____
 / (10.0min.)
 / 10 °C/min

 _____ 220 °C _____ /
 / (1.0 min.)
 / 25 °C/ min

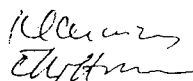
 _____ 40 °C _____ /
 (2,0 min.)

10. Võimendi tundlikkus: 10⁻¹² x 1
11. Proovi suurus: 2.0 µl

Analüüside tulemused säilitatakse Eesti Keskkonnauuringute Kesklaboris ühe aasta jooksul.

Lisa: Proovide kromatogramm

Proovide analüüsid teostasid



K.Kuningas
T.Nittim

Tegevdirektor



E.Otsa

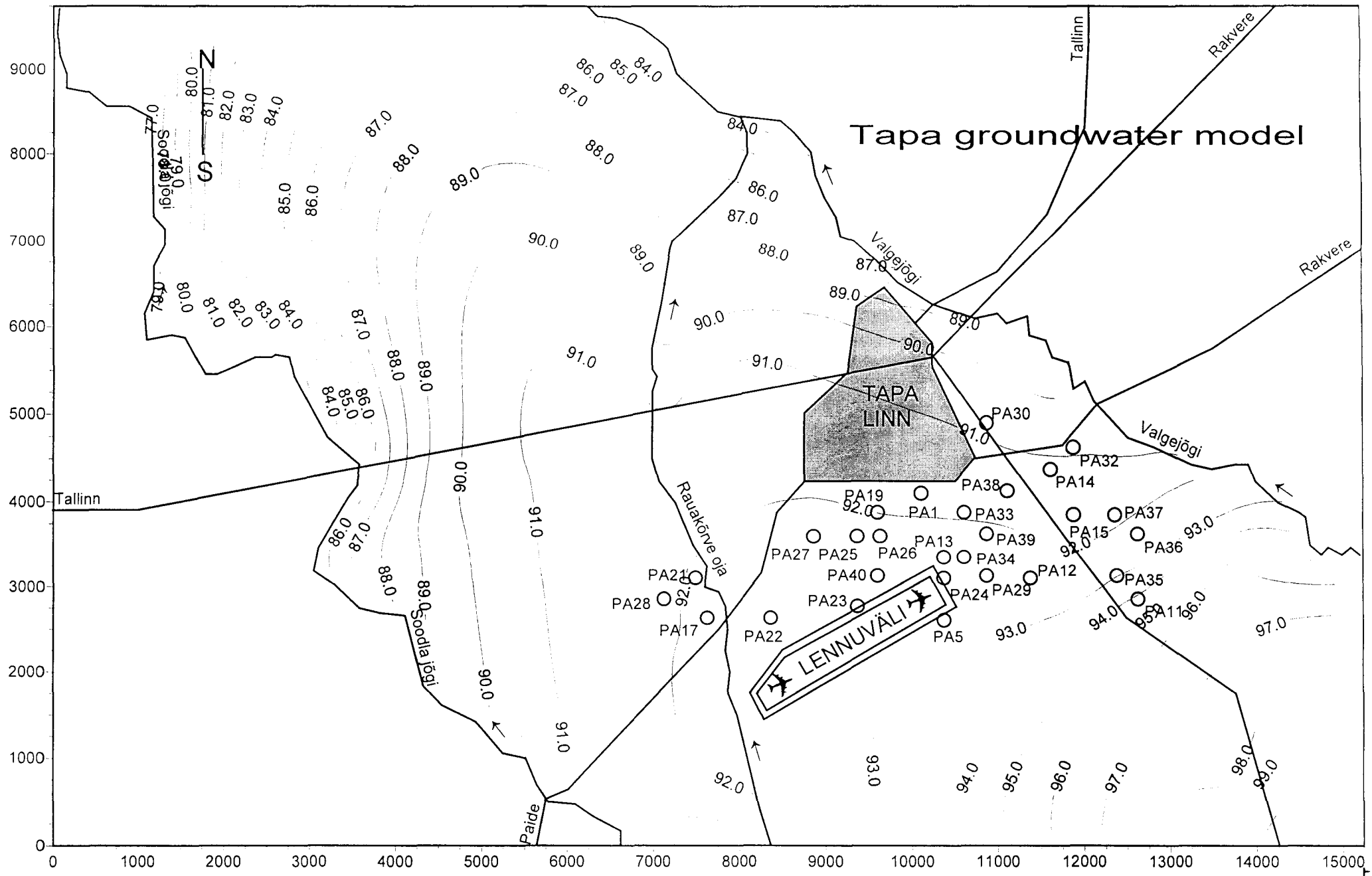


Figure 1. Steady-state simulation: watertable elevations

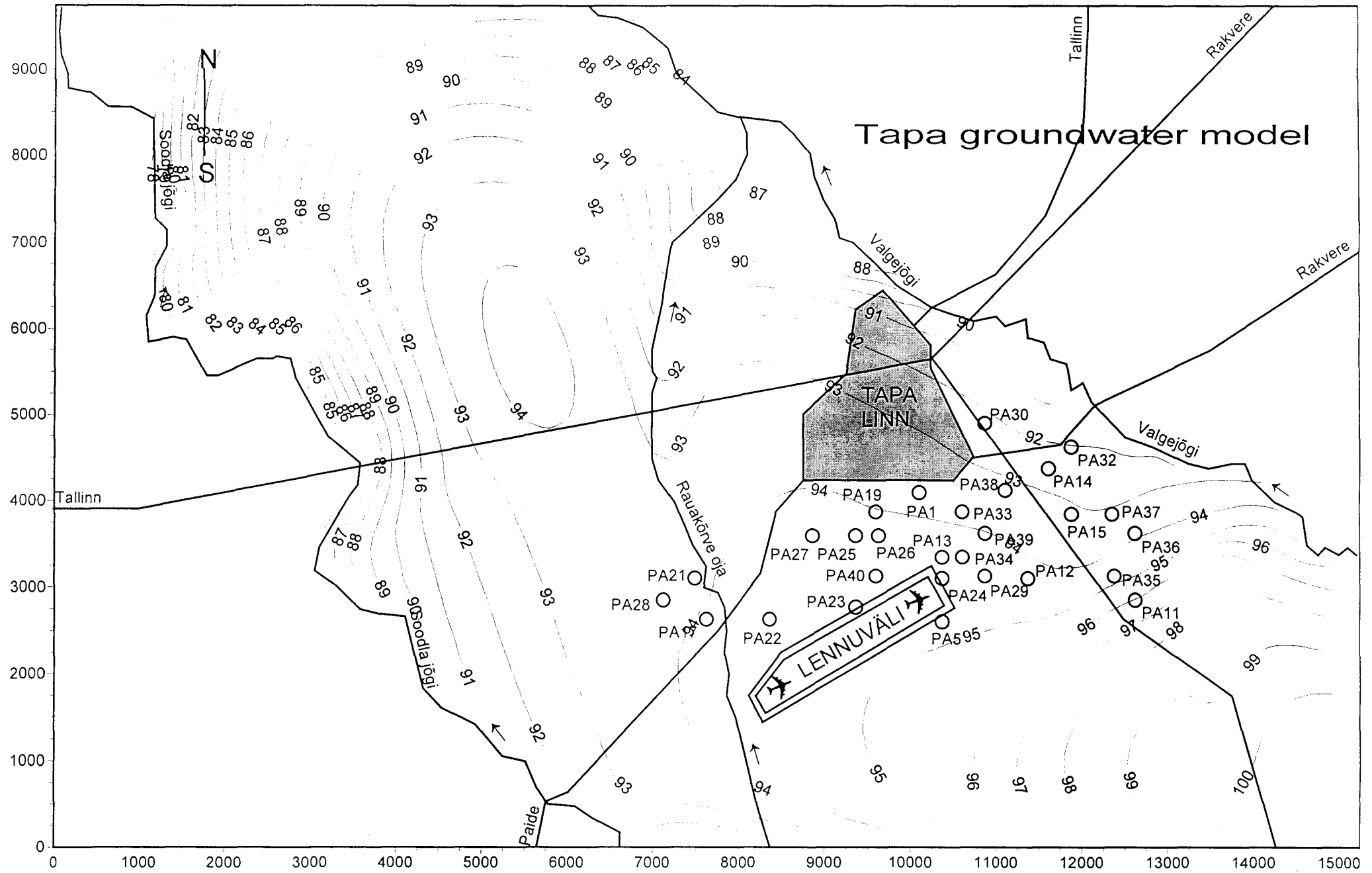


Figure 2. Transient simulation: maximum watertable elevations (May 1995)

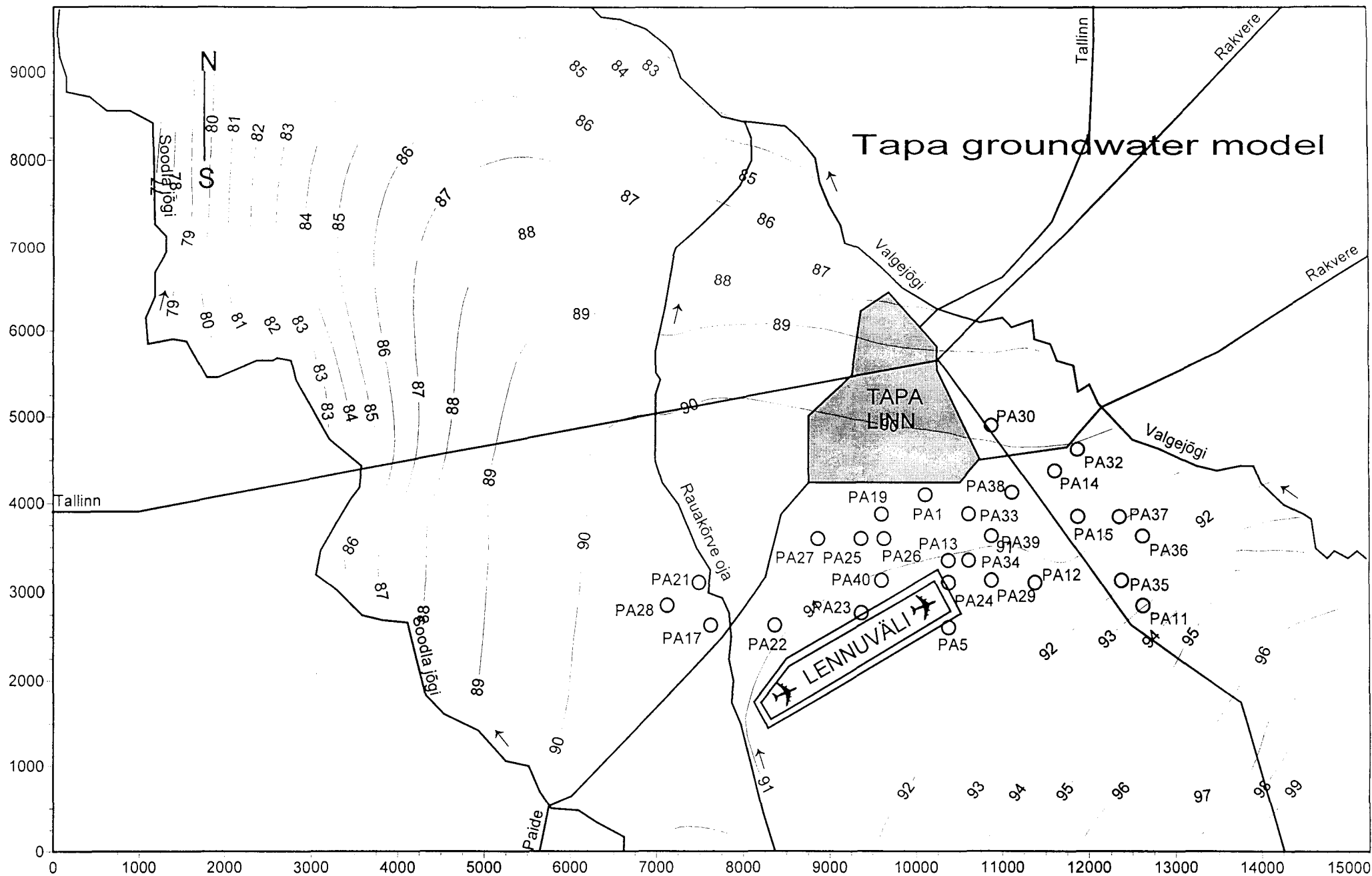


Figure 3. Transient simulation: minimum watertable elevations (Sept 1995)

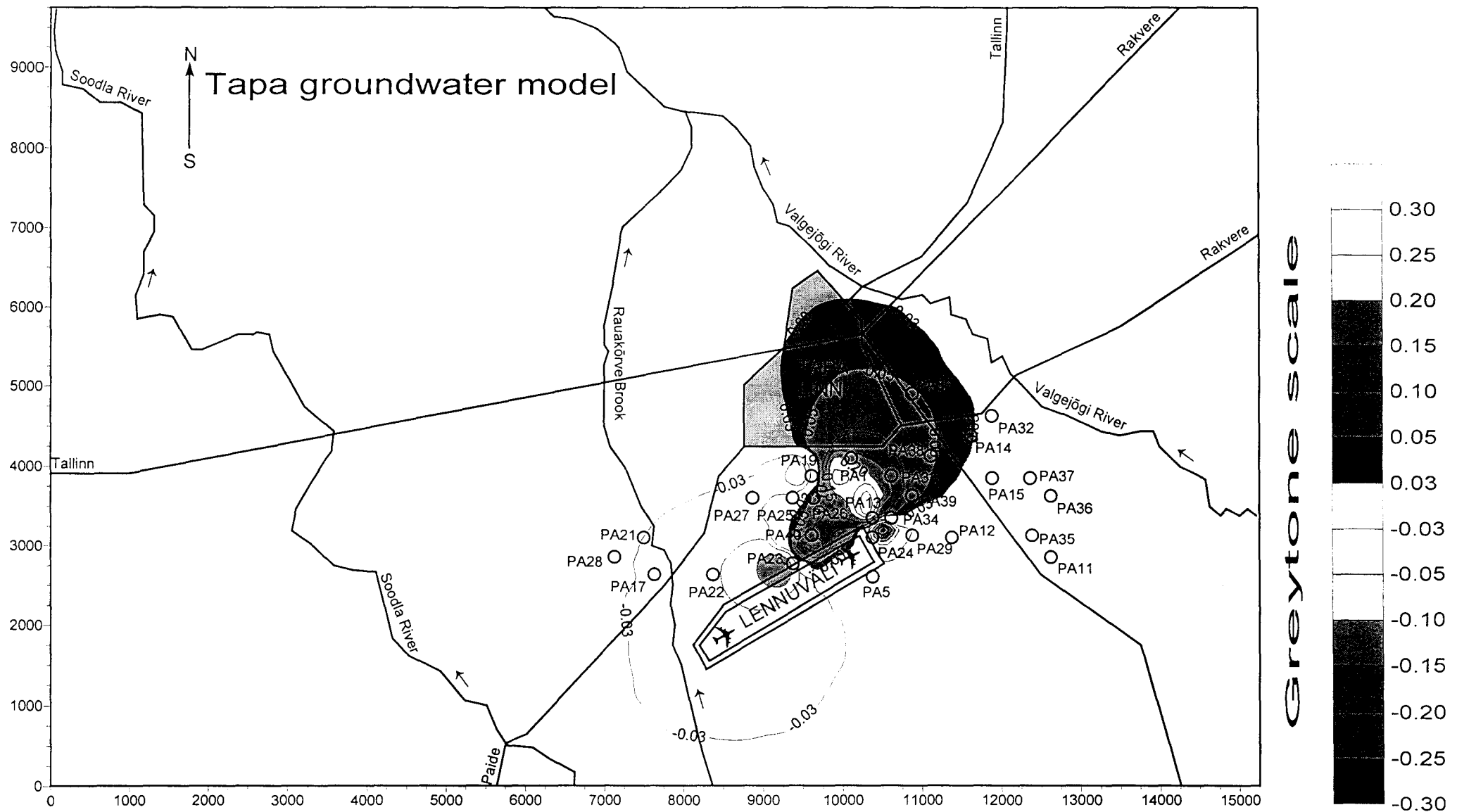


Figure 4. Pumping scenario 1 with I, III and IV fields working
 Positive figures - watertable drawdown, negative figures - watertable increasement

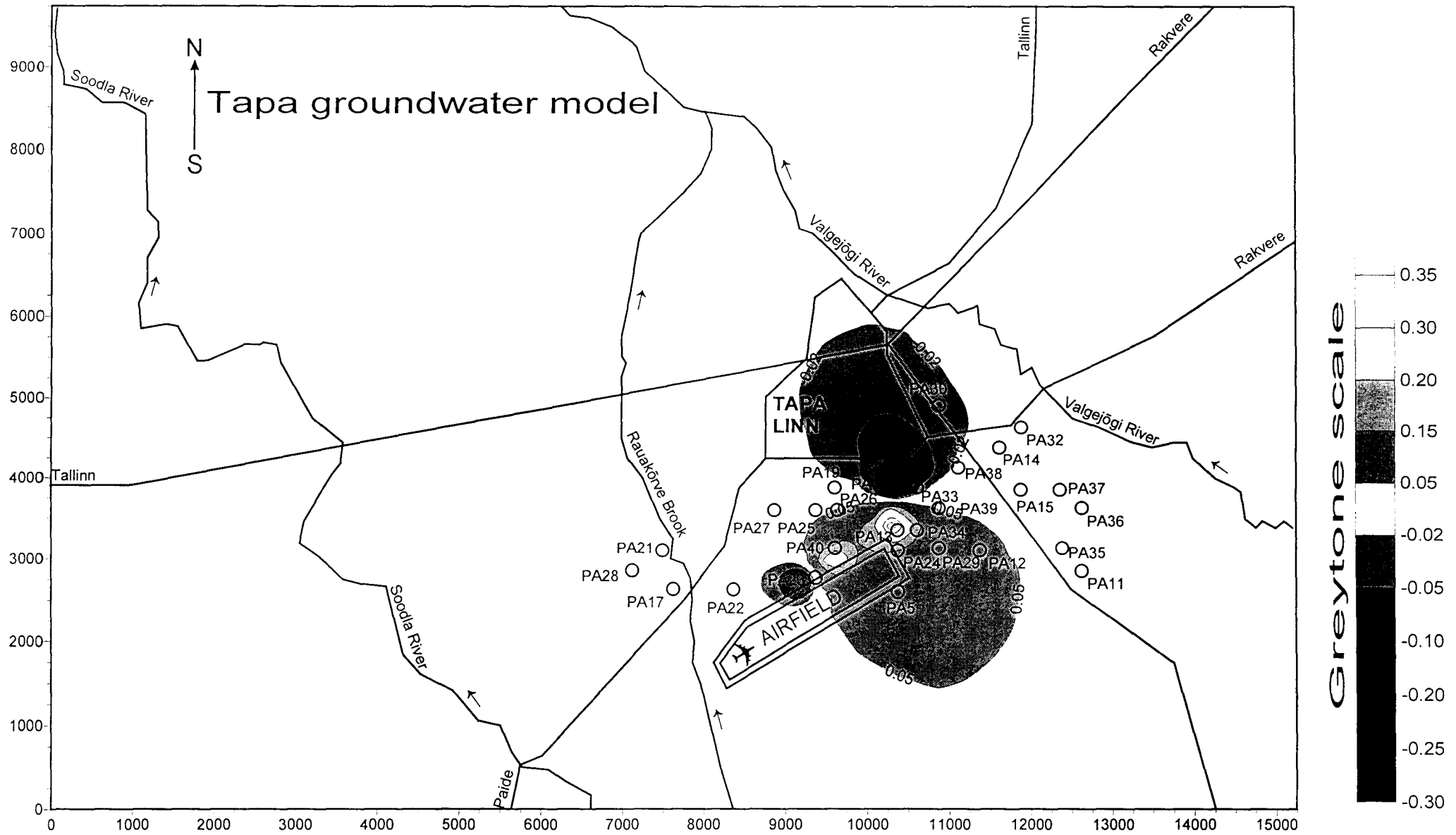


Figure 5. Pumping scenario 2 with I and IV fields working, infiltration field of field II used for field I
 Positive figures - watertable drawdown, negative figures - watertable increasement

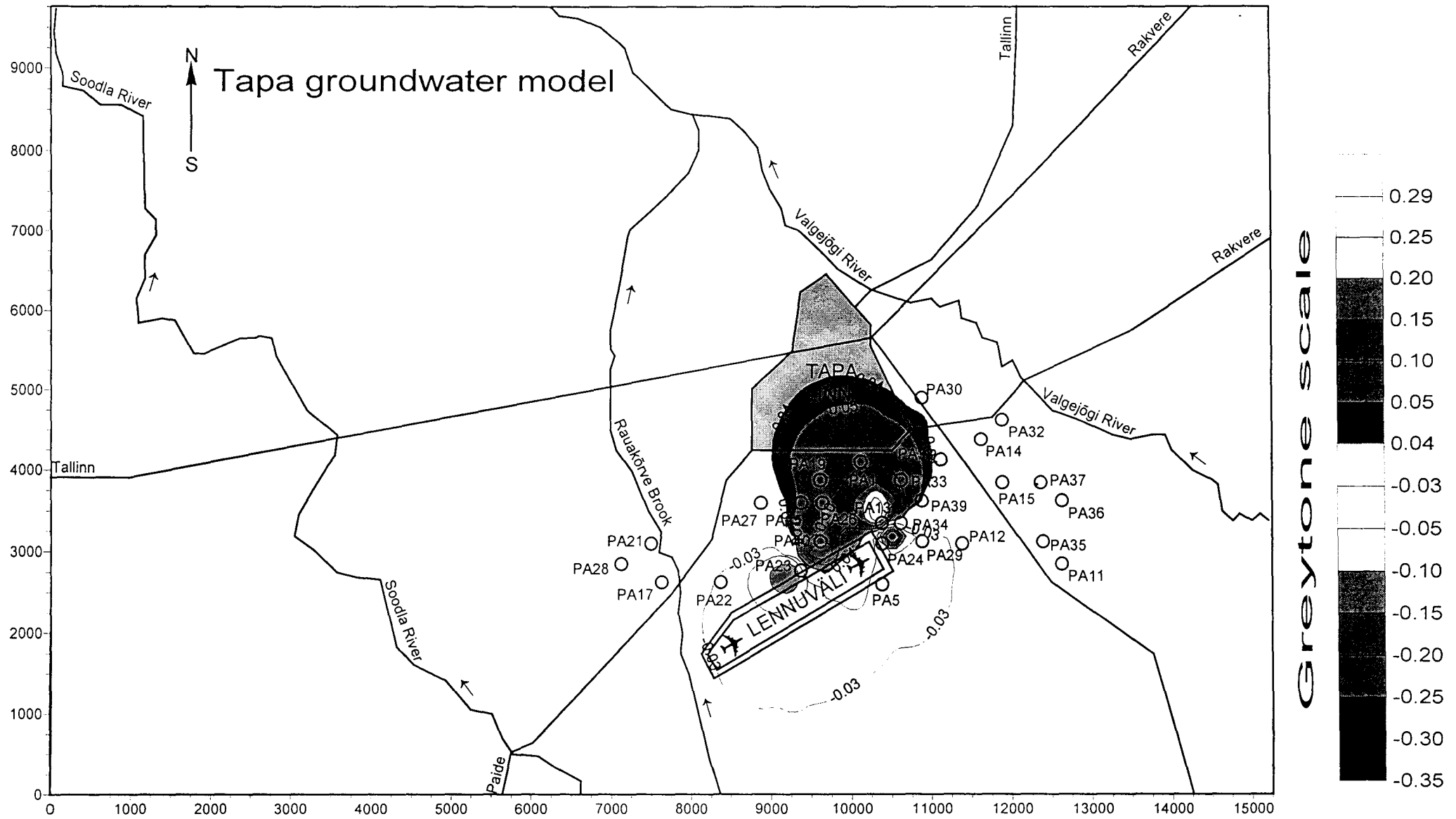


Figure 6. Pumping scenario 3 with I and IV fields working
 Positive figures - watertable drawdown, negative figures - watertable increasement

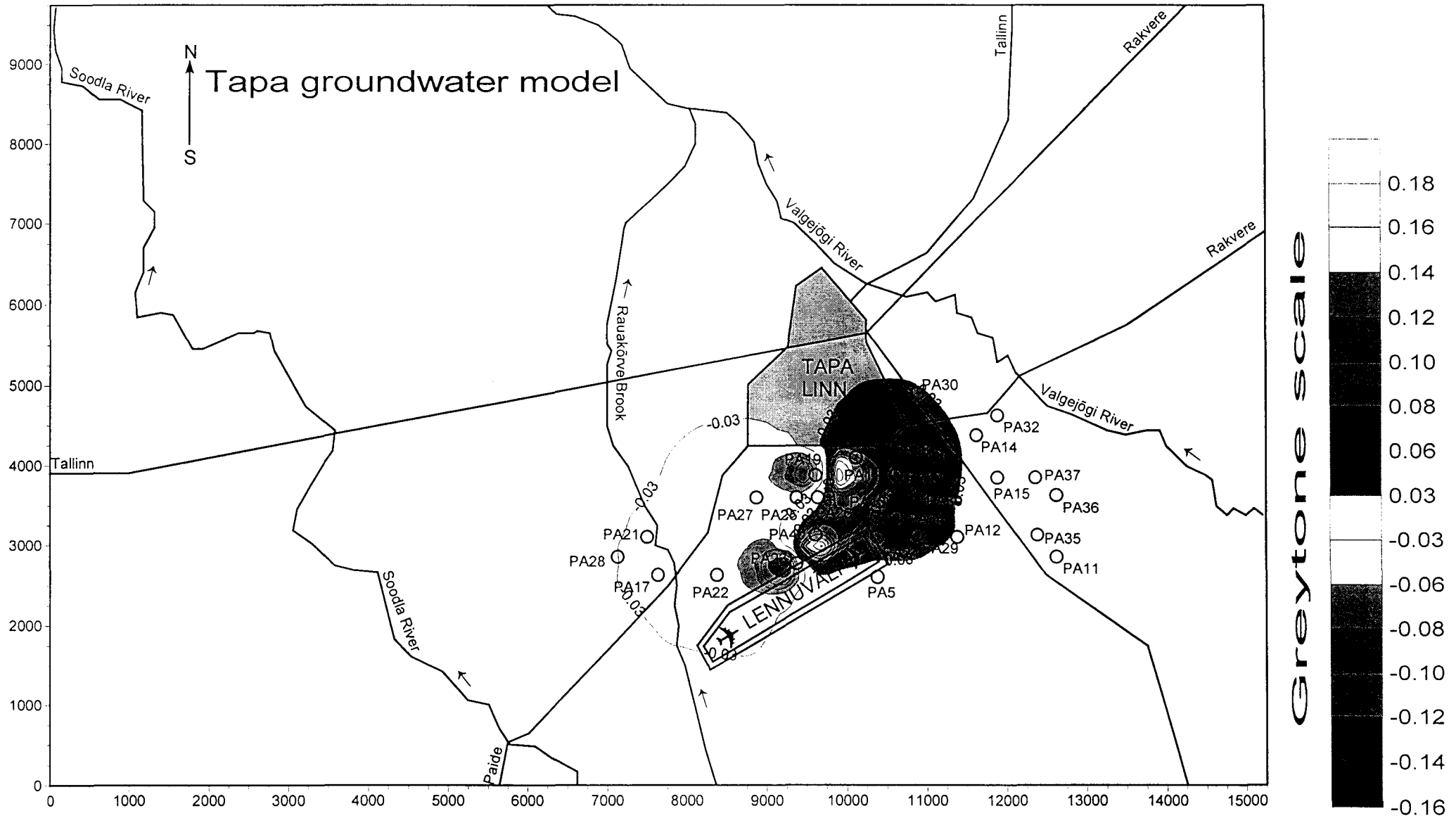


Figure 7. Pumping scenario 4 with III and IV fields working
 Positive figures - watertable drawdown, negative figures - watertable increase