



TAPANI SUOMELA, JARI RINTALA, EILA RASMUS,
MARKETTA VIRTÄ, HELI HERKAMAA, KIRSTI GRANLUND,
TAINA NYSTEN, RISTO MANSIKKAMÄKI, MATTI MYLLYVIRTÄ JA UNTO TANTTU

TUUSULAN KUNNAN HYRYLÄN POHJAVESIALUEEN SUOJELUSUUNNITELMA

141

TAPANI SUOMELA, JARI RINTALA, EILA RASMUS,
MARKETTA VIRTÄ, HELI HERKAMAA, KIRSTI GRANLUND,
TAINA NYSTEN, RISTO MANSIKKAMÄKI, MATTI MYLLYVIRTA JA UNTO TANTTU

TUUSULAN KUNNAN HYRYLÄN POHJAVESIALUEEN SUOJELUSUUNNITELMA

Etukannen kuva: Tärkeällä pohjavesialueella sijaitseva soranottoalue on jälkihoidettu ja otettu metsätaloukseen.
Teilinummen pohjavesialue Tuusulassa.
Kuva: Tuomo Hatva

Tekijät ovat vastuussa julkaisun sisällöstä, eikä siihen voida vedota vesi- ja ympäristöhallituksen virallisena kannanottona.

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON JULKAISUJA koskevat tilaukset:
Painatuskeskus Oy, PL 516, 00101 Helsinki
puh. (90) 56 601/julkaisutilaukset

ISBN 951-47-7288-1
ISSN 0786-9592

HELSINKI 1993

Julkaisija
 Vesi- ja ympäristöhallitus

Tekijä(t) (toimielimestä: nimi, puheenjohtaja, sihteeri)

Tapani Suomela, Jari Rintala, Eila Rasmus, Marketta Virta, Heli Herkamaa, Kirsti Granlund, Taina Nysten, Risto Mansikkamäki, Martti Myllyvirta ja Unto Tanttu

Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen)

Tuusulan kunnan Hyrylän pohjavesialueen suojelusuunnitelma
 (Skyddsplanen för Hyrylä grundvattenområde i Tusby kommun)

Julkaisun laji

Suunnitelma

Toimeksiantaja

Vesi- ja ympäristöhallitus

Toimielimen asettamispvm

Julkaisun osat

Tiivistelmä

Uudistettu vesilainsäädäntö sekä toisaalta muunkin lainsäädännön sisältämät, pohjavesien suojelua koskevat säädökset tarjoavat mahdollisuuden hoitaa pohjavesien suojelu entistä tehokkaammin. Edellytyksenä ovat riittävät tiedot suojeltavasta pohjavesialueesta ja sillä olevista pohjavesille vaarallisista laitoksista ja toiminnoista. Laatomalla pohjavesialueelle suojelusuunnitelma saadaan riittävät lähtökohdat pohjavesien suojelua koskevien lakisäädösten soveltamiseksi siten, että pohjavesien suojelu muodostuu riittävän tehokkaaksi ilman että muuta maankäyttöä pohjavesialueella kuitenkaan rajoitetaan tarpeettomasti. Tämän menettelyn kokeilemiseksi on laadittu suojelusuunnitelma käyttäen esimerkkikohteena Hyrylän pohjavesialuetta Tuusulan kunnassa.

Alueella todettiin olevan useita riskitekijöitä, joiden vaikutuksia selvitettiin sekä viranomaisilla jo olevan aineiston että maastokäyntien avulla. Alueelle asennettiin uusia havaintoputkia ja suoritettiin lisäksi seismistä luotausta.

Tärkeimmiksi riskitekijöiksi todettiin vanhat, pääosin jo loppuun hyödynnetyt maa-ainesten ottoalueet, tienpito ja liikenne, huoltoasemat, hautausmaa, asfalttiasema, lämpökeskus, paikallisen varuskunnan laitokset, elementtitehdas, lämmitysöljysäiliöt sekä viemäriverkostoon kuuluvat laitteet ja rakenteet. Lisäksi löytyi melkoinen joukko laitoksia, joiden aiheuttama pohjavesien pilaantumiseriski arvioitiin vähäiseksi. Suunnittelun yhteydessä laadittiin riskien poistamiseksi tarvittavat toimenpidesuosituksukset sekä nimettiin vastuuviranomaiset. Samoin laadittiin toimenpidesuosituksukset uusille laitoksille ja toiminnoille. Pohjaveden sekä vedenottamon veden laadun seurannasta annettiin suosituksukset.

Asiasanat (avainsanat)

Pohjavesi, suojelu, suunnittelu, Hyrylä, Tuusula

Muut tiedot

Sarjan nimi ja numero

Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisu
 sarja A 141

ISBN

951-47-7288-1

ISSN

0786-9592

Kokonaissivumäärä

45

Kieli

Suomi

Hinta

Luottamuksellisuus

Julkinen

Jakaja

Painatuskeskus Oy
 PL 516, 00101 HELSINKI

Kustantaja

Vesi- ja ympäristöhallitus
 PL 250, 00101 HELSINKI

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare
Vatten- och miljöstyrelsen

Utgivningsdatum
22.3.1993

Författare (uppgifter om organet: namn, ordförande, sekreterare)

Tapani Suomela, Jari Rintala, Eila Rasmus, Marketta Virta, Heli Herkamaa, Kirsti Granlund, Taina Nysten, Risto Mansikkamäki, Martti Myllyvirta och Unto Tanttu

Publikation (även den finska titeln)

Skyddsplanen för Hyrylä grundvattenområde i Tusby kommun
(Tuusulan kunnan Hyrylän pohjavesialueen suojelusuunnitelma)

Typ av publikation

Plan

Uppdragsgivare

Vatten- och miljöstyrelsen

*Datum för tillsättandet av organet**Publikationens delar**Referat*

Den förnyade vattenlagstiftningen samt å andra sidan stadgor gällande grundvattenskydd som ingår i andra lagar erbjuder en möjlighet att sköta grundvattenskyddet allt effektivare. En förutsättning är att man har tillräckligt information gällande både grundvattenområdet som skall skyddas och de inrättningar och verksamheter, som befinner sig i grundvattenområdet. Genom att utarbeta en skyddsplan för grundvattenområdet får man tillräckliga utgångspunkter för att tillämpa stadgor gällande grundvattenskydd så att skyddet blir tillräckligt effektivt utan att onödigt begränsa annat nyttjande av markområdet. För att pröva denna metod har man utarbetat en skyddsplan med Hyrylä grundvattenområde i Tusby kommun som exempel.

Man upptäckte flera riskfaktorer i grundvattenområdet. Deras påverkan på grundvattnet utredades med hjälp av materialet som myndigheterna redan hade och också genom kontrollbesök i området. Nya observationsrör installerades i marken och en seismisk terrängundersökning utfördes.

Man konstaterade, att de viktigaste riskfaktorerna är gamla, oftast redan utnyttjade grustäktområden, vägunderhåll och trafik, bilservicestationerna, en begravningsplats, en asfalttillverkningstation, en värmecentral, en lokal garnison, en betongelementfabrik, brännoljecisterner samt avloppsvattennätets utrustningar och konstruktioner. Man upptäckte också flera anstalter, vilka förorsakade en obetydlig grundvattenrisk. Vid planeringen utarbetade man rekommendationer för att eliminera risker och utsåg också de ansvarliga myndigheterna. Man utarbetade även grundvattenskyddsrekommendationer för nya anstalter och verksamheter. Man gav rekommendationer gällande övervakning av grundvattenkvaliteten både i marken överallt i grundvattenområdet och i vattentäkten.

Sakord (nyckelord)

Grundvatten, skydd, planering, Hyrylä, Tuusula

*Övriga uppgifter**Seriens namn och nummer*

Vatten- och miljöförvaltningens publikationer -
serie A 141

ISBN

951-47-7288-1

ISSN

0786-9592

Sidantal

45

Språk

Finska

*Pris**Sekretessgrad*

Offentlig

Distribution

Tryckericentralen Ab
PB 516, 00101 HELSINGFORS

Förlag

Vatten- och miljöstyrelsen
PB 250, 00101 HELSINGFORS

Published by
National Board of Waters and the Environment

Date of publication
22.3.1993

Author(s)

Tapani Suomela, Jari Rintala, Heli Herkamaa, Marketta Virta, Kirsti Granlund, Taina Nysten, Risto Mansikkamäki, Eila Rasmus, Martti Myllyvirta and Unto Tanttu

Title of publication

Groundwater protection plan for Hyryla groundwater area in Tuusula commune

Type of publication

Plan

Commissioned by

National Board of Waters and the Environment

Parts of publication

Abstract

Improved water legislation and, on the other hand, the regulations concerning groundwater protection which are included in other legislation make it possible to protect groundwater with increased efficiency. What is needed is adequate information about the groundwater areas and the hazardous activities found on them. By preparing a groundwater area protection plan it is possible to get adequate starting point for implementing groundwater protection legislation so as to make groundwater protection efficient enough but not to limit land use on the area needlessly much. To test this method a groundwater protection plan was made for the Hyryla area in Tuusula commune.

In the area, several risk factors were found. Their impact on the groundwater was estimated with the help of the documents already in possession of the authorities. Inspections were made, new groundwater monitoring tubes were installed and a seismic research was made.

It was found that the most important risk factors were old depleted soil excavating areas, highway and road maintenance, traffic, car service stations, a cemetery, an asphalt producing plant, a thermal plant, the installations of a local military base, a concrete element producing plant, heating fuel oil tanks and the pipelines and other equipment of the sewerage system. Also, many plants and shops with negligible pollution risk were found. Recommendations to eliminate the risks and a list of the authorities responsible to supervise this were included in the plan, as were also necessary groundwater protection requirements for new activities. A monitoring plan to supervise the quality of both the groundwater and the water on the intake was also made.

Keywords

Groundwater, water protection, planning, Hyryla, Tuusula

Other information

Series (key title and no.)

Publications of the Water and Environment Administration - series A 144

ISBN

951-47-7288-1

ISSN

0786-9592

Pages

45

Language

Finnish

Price

Confidentiality

Public

Distributed by

Painatuskeskus Oy
PHP.O.BOX FIN-00101 HELSINKI, FINLAND

Publisher

National Board of Waters and the Environment
P.O.BOX FIN-00101 HELSINKI, FINLAND

ALKUSANAT

Pohjavedellä ja tekopohjavedellä on suuri merkitys maamme vedenhankinnassa. Niiden osuuden yleisten vesilaitosten jakamasta vesimäärästä on ennustettu nousevan nykyisestä hieman yli puolesta jopa 70...75%:iin vuoteen 2010 mennessä. Haja-asutus on meillä perinteisesti käyttänyt vedenhankinnassaan yksinomaan pohjavettä ja tulee käyttämään jatkossakin.

Pohjavesien merkitys on tiedostettu myös vesilaissa, jossa on hyvin tiukat pohjavesien suojelua koskevat säädökset. Toisaalta valtioneuvoston periaatepäätöksessä vesien suojelun tavoiteohjelmasta vuoteen 1995 asetetaan pohjavesien suojelulle tiettyjä erityistavoitteita. Vesi- ja ympäristöhallinnon tehtäviin kuuluu sekä edistää vedenhankintaa että huolehtia yleisenä vesilain valvontaviranomaisena pohjavesien suojelusta.

Pohjavesien suojelussa on huolehdittava siitä, että suojelutoimenpiteet muodostuvat riittävän tehokkaiksi ilman, että muuta maankäyttöä rajoitetaan tarpeettomasti. Tätä varten tarvitaan asianmukaisiin tutkimustuloksiin perustuvaa suunnittelua.

Oheinen pohjavesialueen suojelusuunnitelma on tehty vesi- ja ympäristöhallituksen, Helsingin vesi- ja ympäristöpiirin, Tuusulan kunnan sekä Tuusulan Seudun Vesilaitos Kuntainliiton yhteistyönä.

Helsingissä 16.6.1993

Tapani Suomela

SISÄLLYS

ALKUSANAT	6
1 YLEISTÄ	9
2 YLEISKUVAUS HYRYLÄN POHJAVESIALUEESTA	11
3 ALUEEN HYDROGEOLOGISET OMINAISUUDET	12
3.1 Pohjaveden virtaussuunta	12
3.2 Pohjaveden korkeus	13
3.3 Pohjaveden korkeuden vaihtelu	13
3.3 Orsivesi	13
3.4 Rantaimetyminen	13
4 POHJAVEDENOTTAMOT JA -OTTAMOALUEET	13
4.1 Antoisuus	15
4.2 Vedenottomäärät	15
4.3 Veden laatu	15
5 ALUEELLA HAVAITUT RISKITEKIJÄT	17
6 TOIMENPIDESUOSITUKSET	31
6.1 Alueella olevat laitokset ja toiminnot	32
6.2 Uudet laitokset ja toiminnot	38
6.3 Valvonta ja seuranta	40
7 TOIMENPITEET VAHINKOTAPAUKSISSA	41
8 MALLINTAMINEN	42
9 YHTEENVETO	44
KIRJALLISUUS	45

1 YLEISTÄ

Pohjavesien suojelussa pyritään turvaamaan maamme pohjavesivarojen käyttökelpoisuus rajoittamatta kuitenkaan tarpeettomasti muuta maankäyttöä pohjavesialueilla. Suojelu pyritään lisäksi hoitamaan ennalta ehkäisevästi, sillä jo tapahtuneiden pohjavesivahinkojen korjaaminen on usein kallista ja vaikeaa.

Toimivien ja perustettavien pohjavedenottamojen ympärille on jo pitkään muodostettu vesilain 9 luvun 20§:n mukaisia vesioikeudellisia suoja-alueita. Niiden määrä on kuitenkin useistakin syistä jäänyt vähäiseksi pohjavesialueiden lukumäärään nähden. Tällaisen suoja-alueen muodostaminen on pitkälinen prosessi, johon lisäksi liittyy useita valitusmahdollisuuksia ylempiin oikeusasteisiin. Korvauskysymyksistäkin on yhä edelleen esiintynyt erilaisia näkemyksiä, vaikka niissä ei suoraan laista lukien pitäisi olla juurikaan epäselvyyttä. Toisaalta suoja-alueita ei voida perustaa pohjavesialueelle, jolla ei vielä ole pohjavedenottamoita tai jonka hyödyntämiseksi ei vielä ole tehty hakemusta vesioikeudelle. Tällä hetkellä näyttää siltä, että maamme pohjavesialueiden suojelu ei käytännössä ole ainakaan yksin suoja-alueita perustamalla hoidettavissa.

Vesilain ja yleensä pohjavesien suojeluun välillisestikin liittyvän lainsäädännön kehittyminen on toisaalta lisännyt mahdollisuuksia hoitaa pohjavesien suojelu muilla tavoin kuin suoja-alueita perustamalla. Vesilakia muutettiin joulukuussa 1987 mm. siten, että pohjaveden pilaamiskielto sisältää nykyisin myös vaarantamisen käsitteen sekä lisäksi erityissäädöksiä tärkeistä ja muista vedenhankintaan soveltuvista pohjavesialueista. Rakennuslainsäädäntöön perustuvalla maankäytön sääntelyllä voidaan olennaisesti edesauttaa pohjavesien suojelua, samoin terveydenhoitolain mukaisella sijoituspaikkalupamenettelyllä, joka syksystä 1992 lähtien sisältyy osana ympäristölupamenettelyyn. Maa-ainesten otto on maa-ainelain voimaantultua useimmissa tapauksissa luvanvaraista toimintaa. Kemikaalilainsäädäntö siihen liittyvine lupa- ja ilmoitusmenettelyineen tarjoaa mahdollisuuden poistaa vaarallisten aineiden varastoinnista ja käsittelystä aiheutuva pohjavesien pilaantumisenriski. Asetus vesien suojelua koskevista ennakkotoimenpiteistä tarjoaa mahdollisuuden vaikuttaa mm. pohjavesille vaarallisten laitosten sijoittumiseen ja vesiensuojelutoimenpiteisiin. Pohjavesien suojelua edesauttavia säädöksiä sisältyy lisäksi mm. jätehuolto- ja öljyvahinkojentorjuntalainsäädäntöön sekä eräisiin torjunta-aineita koskeviin säädöksiin.

Kuten nähdään on pohjavesien suojelijalle käytettävissä jo varsin mittava valikoima erilaisia lakisäädöksiä, joihin pohjavesien suojelu on mahdollista perustaa. Ongelmana on tähän asti ollut se, **miten** yllä mainittuja lainkohtia tulisi kussakin yksittäistapauksessa soveltaa. On puuttunut tietoja sekä ao. pohjavesialueesta että sillä olevista laitoksista ja muista toiminnoista. Samoin on yleensäkin puuttunut tietty kokonaisvaltaisuus ja -näkemys yksittäisiä ratkaisuja tehtäessä. Lakisäädöksetkin ovat olleet hajallaan eri puolilla lainsäädäntöä, ja asioihin on tavallisesti oettu kantaa silloin, kun käytännön tilanteet ovat sitä vaatineet.

Vesistöjen suojelussa on jo pitkään laadittu vesistökohtaisia vesiensuojelun yleissuunnitelmia, joissa on mm. käyty läpi vallitseva tilanne, asetettu yleistavoitteet sekä harkittu liikaajakohtaiset vesiensuojelusuositukset toimenpideaikatauluineen. Näitä suosituksia on sitten vesioikeusprosesseissa pyritty saamaan velvoitteiden muotoon.

Pohjavesien suojele poikkeaa pintavesien suojelusta oleellisesti niin perusrakenteeltaan kuin yksityiskohdiltaankin. Kuitenkin on edellä esitettyjen seikkojen perusteella virinnyt ajatus pyrkiä samanlaiseen suunnitelmallisuuteen pohjavesialueiden suojelussa.

Vesi- ja ympäristöhallitus on 23.10.1991 julkaissut valvontaohjeen pohjavesialueiden suojelusuunnitelmien laadinnasta. Tällaisen suunnitelman yleisperiaatteena on se, että asianomaiselta pohjavesialueelta kerätään riittävät perustiedot ja laaditaan toimenpidesuosituksia. Sen jälkeen tätä suunnitelmaa käytetään ohjeena vesilakia valvottaessa, maankäyttöä suunniteltaessa, sijoituspaikkalupia myönnettäessä, maa-aineslakia sovellettaessa jne. Itse suunnitelmalla ei vielä ole sanktiovaikutuksia. Ne tulevat voimaan vaihe vaiheelta edellä mainittuja lakeja sovellettaessa. Suunnitelma ja sen soveltaminen käytäntöön eivät myöskään yleensä aiheuta vedenottajalle korvausveivoitteita.

Suojelusuunnitelmamenettely on herättänyt kunnissa kiinnostusta, ja tällä hetkellä on valmisteilla useita tällaisia suunnitelmia. Tässä raportissa käsitellään suunnitelmaa, joka on laadittu Tuusulan kunnan Hyrylän pohjavesialueelle vesi- ja ympäristöhallituksen, Helsingin vesi- ja ympäristöpiirin, Tuusulan kunnan sekä Tuusulan Seudun Vesilaitos Kuntainliiton yhteistyönä.

Raportin laadintaan ovat osallistuneet seuraavat henkilöt:

Dipl.ins. TAPANI SUOMELA vesi- ja ympäristöhallituksesta on toiminut projektin johtajana ja on koornut ja muokannut raportin tekstin sekä pääasiassa vastannut riskinarvioinnista sekä toimenpideohjelman laadinnasta

Fil.kand. JARI RINTALA Helsingin vesi- ja ympäristöpiiristä on koornut pro gradu -työnsä yhteydessä suunnitelmaa varten mittavan perusaineiston ko. pohjavesialueesta, sen hydrogeologiasta ja sillä vallitsevista riskitekijöistä. Häntä on avustanut ympäristösuunnittelija EILA RASMUS Tuusulan kunnasta

Dipl.ins. MARKETTA VIRTÄ sekä fil.kand. HELI HERKAMAA, molemmat Helsingin vesi- ja ympäristöpiiristä, ovat osallistuneet riskinarviointiin sekä toimenpideohjelman laadintaan. Herkamaa on lisäksi toiminut projektiryhmän sihteerinä

Hydrologi KIRSTI GRANLUND sekä fil.kand. TAINA NYSTEN ovat vastanneet suunnitelmaa laadittaessa suoritetusta matemaattisesta mallinnuksesta

Lisäksi ympäristönsuojelupäällikkö RISTO MANSIKKAMÄKI Tuusulan kunnasta sekä toimitusjohtaja MARTTI MYLLYVIRTÄ sekä dipl.ins. UNTO TANTTU Tuusulan Seudun Vesilaitos Kuntainliitosta ovat toimittaneet arvokasta lähdeaineistoa ko. pohjavesialueelta sekä laatineet perusteet lukuun 7 "Toimenpiteet vahinkotapauksissa"

2 YLEISKUVAUS HYRYLÄN POHJAVESIALUEESTA

Hyrylän pohjavesialue sijaitsee glasifluviaalisessa harju/deltakompleksissa Tuusulan kunnassa noin 25 km Helsingistä pohjoiseen. Suojelusuunnitelman kohteeksi on rajattu noin 3 km²:n laajuinen alue, joka kattaa pääpiirtein Koskenmäen pohjavedenottamon valuma-alueen.

Tutkimusalueen maaperän pinnankorkeus vaihtelee huomattavasti ollen välillä N60 +35...+80. Keskimääräinen pinnankorkeus on noin N60 +60. Aluetta ympäröivien savialueiden korkeustaso on n. N60 +42...+50. Tuusulanjärvi, johon pohjoispuolinen muodostumisalue rajoittuu, on keskimäärin korkeustasolla N60 +37,8.

Alue on ollut pääosin paksujen hiekka- ja sorakerrostumien peitossa. Siellä on luonnontilaisena ollut vain vähän kalliopaljastumia, mutta runsaan soranoton ja rakentamisen takia kallio on nykyisin monin paikoin näkyvissä. Laajat kalliopaljastumat, joihin myös suunnitelma-alue rajoittuu, sijaitsevat alueen etelä- ja kaakkoisosassa.

Alueen läpi kulkee kallioperää rikkova murroslaakso. Se on osa Etelä-Suomen pisimmästä murroslaaksosta, joka ulottuu Siuntion Pikkalasta Lahteen asti.

Suunnitelma-alue kuuluu harjujaksoon, joka alkaa Hyvinkäältä ja jatkuu lähes yhtenäisenä kuusikymmentä kilometriä Suomenlahteen Kallvikin harjuun. Glasifluviaalinen jakso koostuu kapeista harjuselänteistä ja laajemmista deltoista. Suunnitelma-alueella deltoja edustavat alueen pohjoisosassa sijaitseva Nummenkangas sekä alueen eteläosa.

Maakerrosten paksuus, jatkuvuus ja karkeusaste vaihtelevat kyseisessä harjujaksossa suuresti. Myös kerrosten kaltevuuksissa on huomattavia eroja. Yleensä kerrokset viettävät muodostuman pinnan suuntaisesti tai hieman sitä jyrkemmin. Deltoissa kerrokset ovat lähes vaakasuoria ja usein keskenään yhdensuuntaisia. Toisinaan kerrokset jatkuvat vain lyhyitä matkoja ja saattavat kiilautua toistensa väliin.

Muodostuman pintaosissa esiintyy paikoin rantakerrostumia, jotka ovat jopa 5...6 metriä paksuja. Rantakerroksen alla voi olla yli metrinkin paksuisia savikerroksia, jotka erottavat rantakerrostuman primaarisesta glasifluviaalisesta aineksesta. Savikerroksen puuttuessa rantakerrostuman ainesta ja glasifluviaalista ainesta on vaikea erottaa toisistaan, koska niillä on samanlainen rakenne ja kerroksellisuus.

Maa-aines on muodostumisalueella lähinnä hiekkaa ja soraa. Harjun ydinosaan sijaitsevat muodostuman karkeimmat kerrokset aineksen ollessa pääosin hienoa hiekkaa. Syvemmillä on soraista hiekkaa ja hiekkaista soraa. Paikoin tavataan silttiä ja savea välikerroksina esimerkiksi Koskenmäen vedenottamon kohdalla, jossa paksujen hiekka- ja sorakerrosten välissä on 1..2 m:n savikerros.

Suunnitelma-alueella on runsaasti laitoksia ja toimintoja, jotka yleisesti on katsottu pohjavesille vaarallisiksi. Siellä on asutusta sekä monimuotoista teollisuutta, jonka aiheuttamista mahdollisista pohjavesiriskeistä ei ennen suunnitelman laatimista ollut selkeää kuvaa. Alueella on suoritettu voimaperäistä maa-ainesten ottoa, joka paikoitellen vielä jatkuu. Ottoalueiden jälkihoito on pääosin suorittamatta. Alueella kulkee myös vilkkaasti liikennöityjä teitä, joilla todennäköisesti kuljetetaan myös ns.

vaarallisia aineita. Lisäksi tien kunnossapito jo sinällään aiheuttaa pohjaveden pilaantumisvaaraa. Alueella oli aikaisemmin sattunut pohjaveden pilaantumistapauksia.

Kun Koskenmäen pohjavedenottamo on eräs Tuusulan Seudun Vesilaitos kuntainliiton tärkeimpiä vedenottamoita, on todettava, että pohjaveden suojelutarve alueella on suuri. Koskenmäen vedenottamolla ei ole vesioikeudellisia lähi- ja kaukosuojavyöhykkeitä. Vesioikeudellisen suoja-alueen muodostaminen alueelle olisikin varsin työläs prosessi, jossa eturistiriidat saattaisivat muodostua melkoisiksi. Pohjavesien suojelun hoitaminen suojelusuunnitelmamenettelyllä näytti siten varsin perustellulta ratkaisulta.

3 ALUEEN HYDROGEOLOGISET OMINAISUUDET

Suojelusuunnitelmassa käsitelty alue ulottuu kahdelle tärkeälle pohjavesialueelle. Sen pääosa, eteläpuoli, on osa Hyrylän pohjavesialueesta nro 0183501, ja pohjoisosa puolestaan kuuluu Rusutjärven pohjavesialueeseen (nro 0183503). Hyrylän pohjavesialueella sijaitsevat myös Amer Oy:n pohjavedenottamot ja Rusutjärven pohjavesialueella Rusutjärven pohjavedenottamo.

Alueen eteläpuoli rajoittuu etelässä kallioihin, idässä kallioihin ja moreenimaastoon, lännessä kallioihin ja savikoihin sekä luoteessa kallion murroslaaksoon. Etelässä olevat kalliokohoumat muodostavat vedenjakaja-alueen, joka erottaa Koskenmäen ja Amer Oy:n pohjavedenottamoiden valuma-alueet.

Suunnittelualueen pohjoisosa rajoittuu lännessä siltti- ja savimaalajeihin, pohjoisessa kallioihin, idässä savikkoihin ja Tuusulanjärveen sekä kaakossa ja etelässä kallion murroslaaksoon. Pohjoisessa olevat kalliokynnykset muodostavat vedenjakaja-alueen.

3.1 Pohjaveden virtaussuunta

Pohjaveden päävirtaussuunta Hyrylän pohjavesialueen puolella on kaakosta luoteeseen kohti Koskenmäen pohjavedenottamoa. Pohjaveden gradientti on pääosalla aluetta noin 2 o/oo ja lähellä ottamoa jopa 16 o/oo. Rusutjärven pohjavesialueen puolella päävirtaussuunta on luoteesta kaakkoon, niin ikään Koskenmäen ottamoa kohti. Pohjaveden gradientti vaihtelee välillä 13...18 o/oo.

Maa-aineksen vedenläpäisevyys alueella vaihtelee huomattavasti. Pohjavesiputkien asentamisen yhteydessä tehtyjen tutkimusten mukaan maalajien vedenläpäisevyydet alueella vaihtelevat välillä $1,4 \times 10^{-6}$... $9,8 \times 10^{-3}$ m/s. Nämä tulokset vastaavat lähinnä siltin ja hienon hiekan vedenläpäisevyysarvoja.

Muodostumisalueella olevat kalliokynnykset vaikuttavat paikallisesti pohjaveden virtaussuuntiin Nummenkankaan koillisosassa ja urheilukeskuksen pohjoispäässä. Myös Järvenpääntien eteläpuolella on laaja kalliokynnys.

3.2 Pohjaveden korkeus

Pohjavedenpinnan korkeus suunnittelualueella vaihtelee huomattavasti, mikä johtuu pääosin alueen topografian jyrkästä vaihtelusta. Hyrylän pohjavesialueen puoleisella eli alueen pääosalla korkeus on keskimäärin 52...54 metriä. Pohjaveden pinta laskee jyrkästi urheilukeskuksen pohjoispäästä kohti Koskenmäen vedenottamo, missä se on tasolla N60 +35,50.

Rusutjärven pohjavesialueen puolella pohjavedenpinta laskee jyrkästi kohti Koskenmäen ottamo ja Tuusulanjärveä. Korkeimmillaan pohjavedenpinta on Nummenkankaan eteläosassa tasolla N60 +53.

3.3 Pohjaveden korkeuden vaihtelu

Suunnittelualueen eteläosassa sijaitsevalta pohjaveden mittausasemalta saatujen pitkäaikaisten havaintosarjojen perusteella on voitu seurata pohjaveden muodostumista ja korkeudenvaihteluja alueella. Vaihteluväli on vuosina 1968...1984 ollut 137 cm. Kuukausittaiseksi vaihteluksi on vuosina 1968...1973 saatu keskimäärin 21 cm.

Pohjaveden pinta on yleisesti korkeimmillaan keväällä. Hyrylän mittausasemalla on pohjaveden keväänousuksi saatu keskimäärin 35 cm.

Pohjavedeksi joutuvan veden osuudeksi havaintoasemalla on mitattu n. 60% sadannasta. Lisäksi on laskettu, että 100mm:n lisäys sadantasummassa aiheuttaa 21cm:n nousun pohjaveden korkeudessa.

3.3 Orsivesi

Suunnittelualueella esiintyy orsivettä monin paikoin. Sitä tavataan eri syvyyksillä. Maa-ainesten oton yhteydessä on on paikoin poistettu orsivesikerroksia.

3.4 Rantaimetyminen

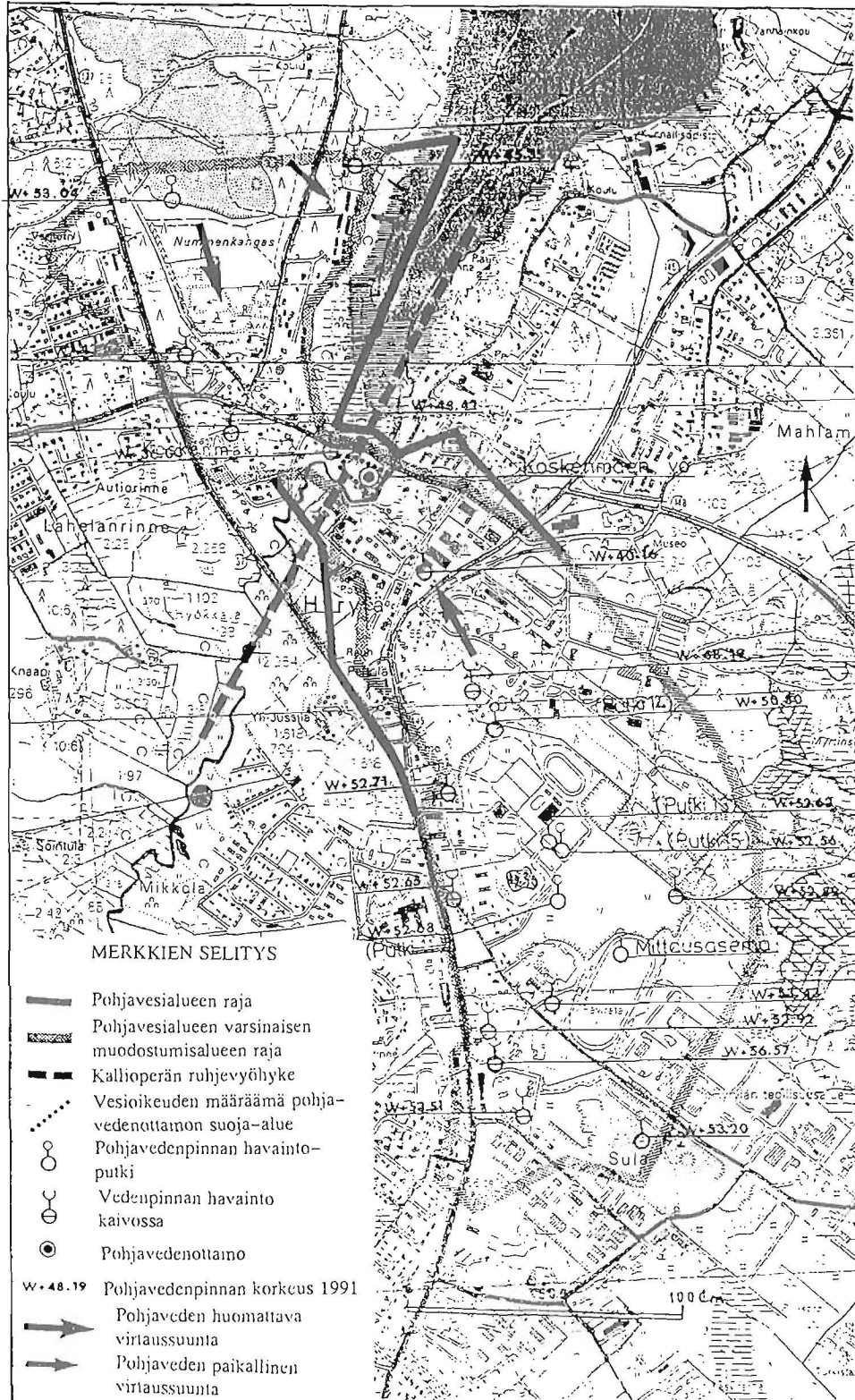
Tuusulanjoki kulkee Koskenmäen pohjavedenottamon valuma-alueen läpi. Hydrogeologisten olosuhteiden vuoksi on mahdollista, että Tuusulanjärven vettä voi Tuusulanjoen kautta imeytyä pohjavedeksi.

4 POHJAVEDENOTTAMOT JA -OTTAMOALUEET

Suunnittelualueen rajauksesta johtuen alueella on vain yksi pohjavedenottamo, Koskenmäen ottamo. Sen perustamisessa tarvittavat pohjavesitutkimukset suoritettiin vuosina 1947 ja 1948. Vedenottamo rakennettiin Tuusulanjoen varrelle kallioperän heikkousvyöhykkeeseen vuonna 1951.

Vedenotto tapahtuu yhdeksän metriä syvästä kuilukaivosta, jonka halkaisija on kolme metriä. Koska se on rakennettu ennen vesilain voimaantuloa, ei vedenotolle ole

tarvittu vesioikeuden lupaa eikä suurinta sallittua vedenottomäärää ole määritelty. Varsinaiselle vedenottamoalucelle vesioikeus on antanut suoja-alueääräykset, muttamuutoin suoja-alueita ei ole muodostettu. Ottamo siirtyi vuonna 1986 Keravan kaupungin omistuksesta Tuusulan Seudun Vesilaitos Kuntainliiton omistukseen.



Kuva 1. Alueen hydrogeologinen kartta.

4.1 Antoisuus

Ottamon perustamiseen liittyvissä pohjavesitutkimuksissa on Koskenmäen pohjavedenottamon antoisuudeksi arvioitu 2600 m³ vuorokaudessa. Myöhemmin tehtyjen valuma-alue tarkastelujen perusteella antoisuudeksi on arvioitu noin 2000...3000 m³/d. Koskenmäen pohjavedenottamolta saatavasta vedestä on noin 70% eli 2200 m³/d arvioitu tulevan Hyrylän pohjavesialueelta ja loput 30% (800 m³/d) Rusutjärven pohjavesialueelta pohjoisesta.

Tutkimuksissa on pidetty myös mahdollisena, että suunnittelualueella voi edellä mainitun mukaisesti imeytyä Tuusulanjoen vettä tekopohjavedeksi. Lisäksi ottamolle voi kallion heikkousvyöhykkeen kautta kertyä pohjavettä kaukaa suunnittelualueen ulkopuoleltakin.

4.2 Vedenottomäärät

Koskenmäen pohjavedenottamo on Tuusulan Seudun Vesilaitos Kuntainliiton toiseksi tärkein pohjavedenottamo. Sen osuus on 10% vesilaitoksen koko kapasiteetista. Vedenotto siitä on aloitettu vuonna 1953. Siitä otetun pohjaveden määrä on vaihdellut suuresti vesilaitoksen kokonaistarpeiden mukaisesti. Esimerkiksi vuosina 1989...1990 kuukausikeskiarvona laskettu vedenottomäärä vaihteli välillä 2090...3180 m³/d.

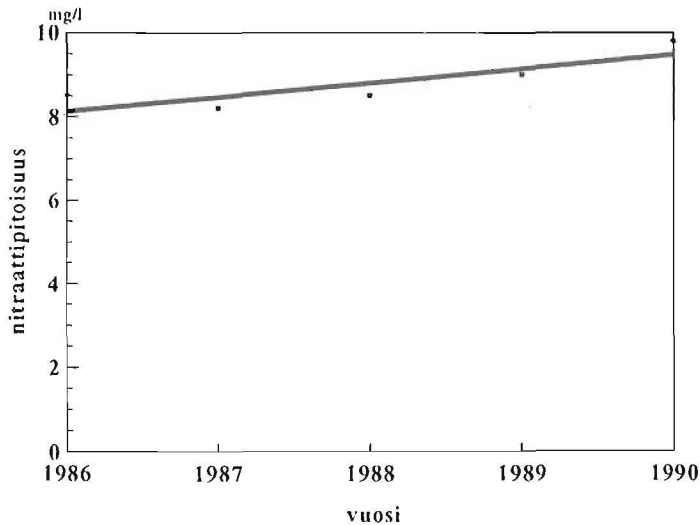
4.3 Veden laatu

Ottamoa perustettaessa suoritettuna koepumppauksen yhteydessä pohjaveden laatu todettiin Koskenmäen pohjavedenottamolla erittäin hyväksi. Pääasiallisena ongelmana oli veden korkeahko rautapitoisuus. Pohjaveden laadulle aiheutti tuolloin uhkaa lähitöllä sijainnut nahkatehdas, joka laski jätevetensä suoraan Tuusulanjokeen.

Tutkimuksissa todettiin pohjaveden laatu syvemmillä paremmaksi kuin pohjavesivyöhykkeen pintaosassa. Tämän perusteella suositeltiin varsinaisen vedenoton suorittamista 10...14 metrin syvyydestä. Nykyisin käytössä olevan kuilukaivon syvyys on 9 metriä.

Koskenmäen pohjavedenottamon vesi on säilynyt laadultaan hyvänä, ja nykyäänkin se täyttää Kaupunkiliiton hyvälle raakavedelle asettamat laatuvaatimukset sekä myös sosiaali- ja terveyshallituksen asettamat vaatimukset ja tavoitteet. Koskenmäen ottamosta saadun veden keskimääräisiä laatu tietoja on esitetty taulukossa 1.

Koskenmäen pohjavedenottamon veden nitraattipitoisuus on ollut korkeahko verrattuna muilta suurehkoilta (>1500 m³/d) pohjavedenottamoilta saatavan veden vastaaviin pitoisuuksiin. Pitkällä aikavälillä nitraattipitoisuus on laskenut, mutta viimeisten viiden vuoden aikana toisaalta jälleen lievästi noussut.



Kuva 2. Koskenmäen vedenottamon nitraattipitoisuuden kehityssuunta vuosina 1986–91.

Taulukko 1. Koskenmäen vedenottamon raakaveden keskimääräisiä laatutietoja.

		1986–90	1972–75	1953–55
pH-luku		6,6	8,6	6,9
Sähkönjohtavuus	mS/m	23,4	19,7	12,6
Kloridi Cl	mg/l	28,7	22,3	10,0
KMnO ₄ -kulutus	mg/l	2,7	3,0	3,6
Ammonium NH ₄	mg/l	0	0,1	e.a.
Nitriitti NO ₂	mg/l	0	0,01	0
Nitraatti NO ₃	mg/l	9,0	11,5	17,0
Rauta Fe	mg/l	0,12	0,06	0,11
Mangaani Mn	mg/l	0,001	0,050	0
Sulfaatti SO ₄	mg/l	30	23	8
Happi O ₂	mg/l	9,0	7,7	e.a.
Väri Pt	mg/l	4	3	2
Kokonaiskovuus	odH	5,0	4,9	2,7

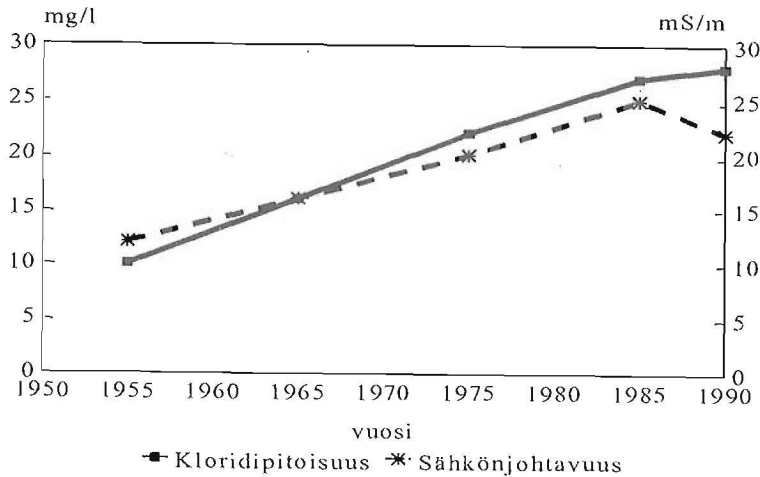
e.a. = ei analysoitu

Kyseinen nitraattipitoisuus johtunee pääasiassa ilman epäpuhtauksista, liiallisesta maainesten otosta, lannoitteista, asutuksesta, hautausmaatoiminnasta ym. Nitraattipitoisuuden lasku puolestaan on ilmeisesti johtunut viemäriverkoston rakentamisesta ja maatalouden vähenemisestä suunnittelualueella.

Koskenmäen vedenottamon veden kloridipitoisuus on kohoamassa. Tämä saattaa johtua teiden suolauksesta sekä suolan varastoinnista lähellä ottamoita. Myös sähkönjohtavuus on lisääntynyt lähes samassa suhteessa.

Pohjaveden pH-arvo on Koskenmäen ottamon vedessä ollut melko alhainen. Vuonna 1990 se oli vain 6,3. Pohjaveden pH-arvoa kohotetaan lisäämällä veteen kalkkia vedenottamolla. Samalla vähennetään liiallisen hiilidioksidin esiintymistä pohjavedessä.

Bakterologisesti alueen pohjavesi on ollut moitteetonta. Samoin raskasmetallipitoisuudet ovat olleet hyvin alhaiset. Poikkeuksena oli vuosi 1972, jolloin raakaveden kadmiumipitoisuus oli 0,01 mg/l, mikä ylittää raaka- ja talousvedelle asetetut laatuvaatimet.



Kuva 3. Koskenmäen vedenottamon raakaveden keskimääräinen kloridipitoisuus ja sähkönjohtavuus vuosina 1955 – 90.

5 ALUEELLA HAVAITUT RISKITEKIJÄT

Pohjavesialueen suojeleusuunnitelman laadinnalla pyritään muun ohella siihen, että mahdolliset pohjavesivahingot voidaan estää ennakolta. Uudet pohjavesille vaaralliset laitokset ja toiminnot pyritään ensisijaisesti ohjaamaan muualle tai, ellei tämä ole käytännössä mahdollista, ainakin eliminoimaan pohjavesien pilaantumisen- ja muuttumisriski riittävin rakenteellisin suojaustoimenpitein ja toiminnallisilla rajoituksilla. Vaikeamman ongelman muodostavat pohjavesialueilla jo olevat tällaiset laitokset ja toiminnot, joiden siirtäminen muualle ei useinkaan tule kyseeseen. Suojeleusuunnitelman eräs tärkeä osa on tällaisten riskitekijöiden kartoittaminen ja arviointi.

Suunnitelma-alueella olevien riskitekijöiden kartoitus suoritettiin vuoden 1991 aikana käyttäen menetelyä, jossa ensin käytiin läpi Tuusulan kunnalla sekä Helsingin vesi- ja ympäristöpiirillä jo oleva aineisto, josta saatuja tietoja täydennettiin puhelinhaastattelulla, laitoskäynneillä, maastotarkastuksilla sekä kenttätutkimuksilla.

Laitoskäynneillä selvitettiin laitoksilla käytettävät ja varastoitavat pohjavettä vaarantavat aineet. Lisäksi selvitettiin laitoksilla suoritettujen pohjavesien suojaustoimenpiteet sekä mahdollinen varautuminen vahingotapauksiin. Samoin selvitettiin varastointi- ja käsittelyjärjestelmien tekninen taso. Laitoskäyntejä suoritettiin yhteensä 34.

Täydentäviä pohjavesitutkimuksia suoritettiin lähinnä Hyrylän entisen kaatopaikan läheisyydessä.

Seuraavassa tarkastellaan lähemmin merkittävimpiä alueella todettuja pohjavesille vaarallisia toimintoja ja laitoksia. Lisäksi esitetään taulukko pohjavesille vähemmän vaarallisiksi arvioituista kohteista.

Maa-ainesten otto

Liiallinen ja suunnittelematon maa-ainesten otto vaikuttaa muodostuvan pohjaveden laatuun ja määrään. Osa näistä muutoksista voidaan tietyissä olosuhteissa katsoa vesilain ja myös maa-aineslain vastaisiksi. Lisäksi pohjaveden luonnollinen suoja ulkoisia päästöjä vastaan heikkenee tai poistuu kokonaan. Tätä aihetta on tarkemmin käsitelty mm. vesi- ja ympäristöhallituksen, Geologian tutkimuskeskuksen ja tielaitoksen yhteisessä tutkimusprojektissa "Maa-ainesten oton vaikutus pohjaveteen" sekä myös vesi- ja ympäristöhallituksen valvontaohjeessa nro 49 "Maa-ainesten ottoon kohdistuva valvonta vesi- ja ympäristöviranomaisten kannalta".

Suunnitelma-alueella sijaitsee kolme suurta soranottoaluetta, nimittäin Sulan, Urheilukeskuksen ja Nummenkankaan soranottoalueet. Näistä vain Sulan alueella tapahtuu nykyisin maa-ainesten ottoa. Lisäksi Fallbackantien parantamisen yhteydessä otetaan maa-aineksia. Niiltä suunnittelualueen osilta, jotka eivät ole jo muussa käytössä, on nykyisin otettu jo lähes kaikki hyödyntämiskelpoiset maa-ainekset. Suunnittelualueen pinta-alasta on entistä tai nykyistä maa-ainesten ottoaluetta yhteensä noin 23%. Tällä hetkellä ottopaineita on lähinnä ns. raviradan alueella.

Urheilukeskuksen soranottoalueella otto on käynnistetty jo 1950-luvulla. Ottoalue käsittää n. 19% suunnittelualueesta. Oton aikana ei pohjavesien suojeluun kiinnitetty erityistä huomiota, mikä ennen maa-aineslain voimaantuloa olikin yleistä. Otto on paikoin ulotettu pohjavesipinnan alapuolelle. Lammikoita on sittemmin täytetty, mutta vielä nykyisinkin alueella on kaksi lammikkoa. Suojakerrospaksuus on alueella riittämätön, jopa alle yhden metrin.

Jälkihoito on alueella jäänyt pääosin tekemättä. Lisäksi pohjaveden pinnan alapuolelle on haudattu ongelma-, teollisuus- ja talousjätteitä. Alueen pohjoispäätä on vielä viime aikoinakin täytetty rakennusjätteillä.

Alue on yleiskaavassa osoitettu virkistys- ja urheilukäyttöön. Sen pääasiallinen käyttökohde on urheilukeskus, jossa on mm. tennis- ja jääkiekkohalli sekä urheilu- ja tenniskentät. Jälkikäyttöä on vaikeuttanut pohjaveden pinnan yläpuolelle jätetyn maakerroksen ohuus. Tämän takia on mm. urheilukeskuksen viemärit jouduttu rakentamaan pohjaveden pinnan alapuolelle, ja kellarirakenteiden tekeminen alueelle on ollut mahdotonta.

Alueella oleva iso pohjavesilammikko on myös virkistyskäytössä uimapaikkana. Soranottoalueen eteläosassa on epävirallinen motocrossin harjoittelualue.

Nummenkankaan soranottoalue sijaitsee osittain suunnittelualueella sen pohjoispäässä. Alueelle sijoittuva ottoalueen osa käsittää n. 9% Koskenmäen vedenottamon pohjoispuolisesta muodostumisalueesta. Laajamittainen soranotto silloisella Hankkijan omistamalla alueella aloitettiin 1960-luvun puolivälissä. Soranottoon oli Länsi-Suomen vesioikeuden lupa.

Maa-ainesten otto on vaikuttanut Nummenkankaan pohjavesiolosuhteisiin. Mm. alueella todettuja orsivesivöhykkeitä on otton yhteydessä poistettu. Soranotto on paikoin ulotettu tasolle N60 +55, vaikka vesioikeuden päätöksen sallima alin ottotaso oli N60 +57. Toisaalta ottoa ei aina ole ulotettu sallitullekaan tasolle alueella esiintyvien kalliokynysten vuoksi. Otto alueella päättyi vuonna 1974. Oton vaikutuksia seurattiin

velvoitetarkkailulla, jonka mukaan merkittäviä muutoksia pohjaveden laadussa ei ainakaan oton aikana todettu.

Jälkihoito on alueella jätetty tekemättä alkuperäisistä suunnitelmista ja vesioikeuden päätöksen lupaehdoista huolimatta. Aluetta ei ole tasoitettu eikä pintamaita levitetty ottoalueelle. Nykyään aluetta täytetään sekalaisilla pintamailla ja jopa öljysorajätteillä.

Alueen jälkikäytöstä ei vielä ole tehty päätöksiä. Alkuperäisissä suunnitelmissa esitettiin, että alueesta tehtäisiin oton päätyttyä kerros- ja rivitaloalue. Nykyisin sitä käytetään mm. lumenkaatopaikkana.

Sulan soranottoalue on suunnittelualueen eteläosassa. Se käsittää n. 10% Koskenmäen ottamon eteläpuolisesta valuma-alueesta. Siellä sijaitsee entinen betonivalimo, joka on ottanut soraa alueelta jo 1930-luvulla. Soranotto alueella jatkuu edelleen. Paikoin sitä rajoittavat kalliokynnykset.

Jälkihoito on täälläkin jäänyt suorittamatta. Niillä osin aluetta, joilla suojakerros on jätetty erityisen ohueksi (< 2m), on kuopan pohjia täytetty osittain pintamailla ja muilla epämääräisillä aineksilla. Vielä nykyisin suojakerrospaksuus alueella on keskimäärin yli kaksi metriä.

Sulan soranottoalue on pääosin kaavoitettu tai tarkoitus kaavoittaa teollisuuskäyttöön. Alueella on jo nykyisin useita toimintoja ja laitoksia, joita ei yleisesti tulisi pohjavesi-alueelle sijoittaa. Siellä on mm. asfalttiasema ja autojen huoltoliikkeitä. Lisäksi aluetta käytetään epävirallisena moottoriurheilun harjoittelupaikkana, ja siellä on myös vaihdettu öljyjä huolimattomasti sekä poltettu autoja.

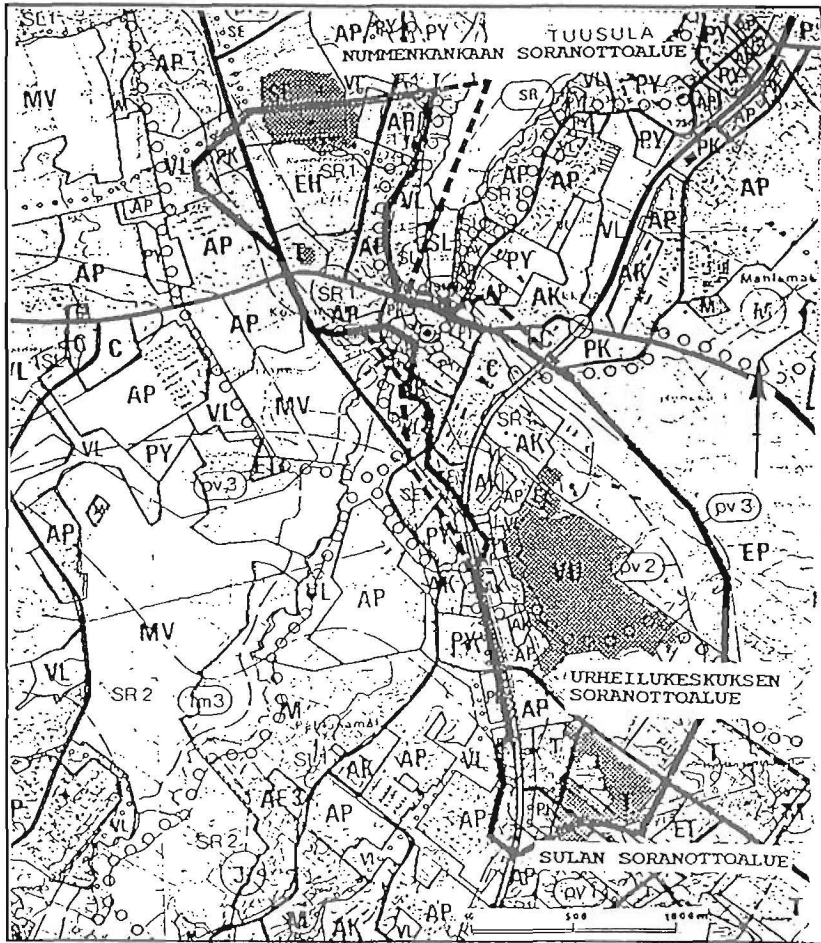
Tienpito ja liikenne

Suunnittelualueella on runsaasti vilkasliikenteisiä teitä, joilla suoritetaan muun ohella vaarallisten aineiden kuljetuksia. Yksityiskohtaisia tietoja kuljetetuista ainemääristä ei ole saatavilla. Kuten muuallakin on pääosa kuljetetuista vaarallisista aineista ollut ilmeisesti palavia nesteitä.

Vilkkaimmat tiet suunnittelualueella ovat Hyrylän keskustan eteläpuolella sijaitseva Tuusulanväylä, jonka liikennemäärä on enimmillään ollut 20 000 ajoneuvoa vuorokaudessa, sekä suunnittelualueen luoteisosassa sijaitseva Hämeentie. Vilkkaasti liikennöidyistä teistä ovat Koskenmäen pohjavedenottamon suojaamisen kannalta sijaintinsa kannalta vaarallisimpia Tuusulanväylä, Hämeentie ja Koskenmäentie, joista viimeksi mainittu sivuuttaa Koskenmäen ottamon vain n. 100m:n päästä. Koskenmäentiellä on rajoitettu kuorma-autoliikennettä, mikä vähentää onnettomuusriskiä.

Tiesuolauksen pohjavesivaikutuksista on viime aikoina saatu uusia tietoja, joiden mukaan suolaus voi jatkuessaan aiheuttaa pohjaveden pilaantumista. Haitta ilmenee lähinnä veden syövyttävyyden lisääntymisenä, mikä puolestaan aiheuttaa haittoja vesijohdoille ja vesikalusteille.

Tiemestaripiiriltä ja Tuusulan kunnalta saatujen tietojen mukaan suunnittelualueella käytetään liukkauden torjuntaan natriumkloridia vuosittain noin 65...70 tonnia, josta tielaitoksen osuus on noin 60 tn. Alueen tiet on melkein kaikki kestopäällystetty, joten pölynsidontaan tarvittavaa kalsiumkloridia ei alueella juurikaan käytetä.



Kuva 4. Koskenmäen vedenottamon muodostumisalueella olevat soranottoalueet (rasteroitu) esitetty yleiskaavassa 2010.

Koskenmäen pohjavedenottamon raakaveden kloridipitoisuus on korkeahko, noin 30 mg/l. Myös muodostumisalueella sijaitsevilla kaivoissa on paikoin havaittu korkeita kloridipitoisuuksia. Tiesuolauksella on tähän todennäköisesti ollut vaikutusta.

Suolavarastot

Tiesuolan varastointi on tiesuolan levittämisen ohella ollut eräs pohjavesiä vaarantava tekijä suunnittelualueella. Siellä on kaksi suurehkoa varastoa. Toinen kuuluu tielaitokselle, toinen Tuusulan kunnalle. Pohjaveden kloridipitoisuus on molempien varastojen vaikutusalueella monikymmenkertainen luonnontilaiseen verrattuna.

Tielaitoksen suolavarasto on ollut alueella vuodesta 1972 lähtien. Se sijaitsee pitkittäisharjun ydinosassa, jossa aines on hyvin vettä läpäisevää hiekkaa ja soraa. Pohjaveden virtaussuunta on varastolta kohti Koskenmäen ottamo, jonne on matkaa n. 700m. Lisäksi varaston ympäristössä on useita yksityisten kiinteistöjen talousvesikaivoja.

Varastossa on säilytetty keskimäärin lähes 1500 tonnia natriumkloridia. Varasto on uusittu joitakin vuosia sitten. Lattiarakenteessa on päällimmäisenä betoni, jonka alla on asfaltti ja sora sekä alimmaisena muovikalvo. Varastoon pääsevät pienet vesimäärät valuvat lattialla olevaan umpikaivoon, joka tyhjenetään tarvittaessa. Lisäksi varaston edustalla on samanlainen umpikaivo, johon kertyvät betonireunuksella rajatulta varaston etupiha-alueelta tulevat pintavedet. Suolavarastossa sijaitseva suolaliuossäiliö on betoniin valettu, lukittu terässäiliö.

Ennen varaston uusimista pohjavesien suojausjärjestelyt olivat puutteelliset, ja suolaa on voinut päästä pohjaveteen useistakin syistä. Tielaitoksen oman kaivon vedessä on 1970-luvun alkupuolella kloridipitoisuus ollut yli 100 mg/l, ja vielä talvella 1990 81 mg/l. Tällä hetkellä suolan pääsy pohjaveteen on vielä mahdollista piha-alueelta asfalttimur- tumien kautta sekä pintavesien mukana.

Varastossa on myös suoritettu kalsiumkloridin säkkivarastointia. Se lopetettiin vuonna 1991.

Kunnan suolavarasto on sijainnut alueella 1960-luvulta asti. Viimeksi se on sijainnut Urheilukentän sorakuopan pohjalla. Pohjaveden virtaussuunta on varastolta Koskenmäen pohjavedenottamolle päin, jonne on matkaa n. 1600 m. Lisäksi kunnan suolavaraston vaikutuspiirissä on useita yksityisten kiinteistöjen kaivoja.

Suolavaraston maaperässä on todettu kloridia enimmillään 430 mg/kg. Pohjavedenkin suolapitoisuus on ollut korkea, 40...60 mg/l. Suolavaraston pohja on osittain asfaltoitu, mutta sadevesiviemärointi puuttuu, joten pintavedet päätyvät välittömästi pohjavedeksi.

Varasto on poistettu kuopasta suojeleusuunnitelman laatimisen aikana. Aikaisempien suolapäästöjen vaikutus näkyy pohjaveden laadussa mutta poistuu laimentumisen kautta.

Suolan levityskalustoa säilytetään **kunnanvaraston** alueella, mistä ainakin pienehköt suolapäästöt ovat aikaisemmin olleet mahdollisia. Nykyisin kaluston peseminen piha-alueella on kiellettyä, kunnes alue on saatu viemäroidyksi.

Huoltoasemat

Suunnittelualueella on neljä huoltoasemaa, jotka kaikki sijaitsevat pohjavesialueen reunavyöhykkeellä. Niiden sijainti ottamoon nähden sekä maaperäolosuhteet käyvät ilmi seuraavasta taulukosta.

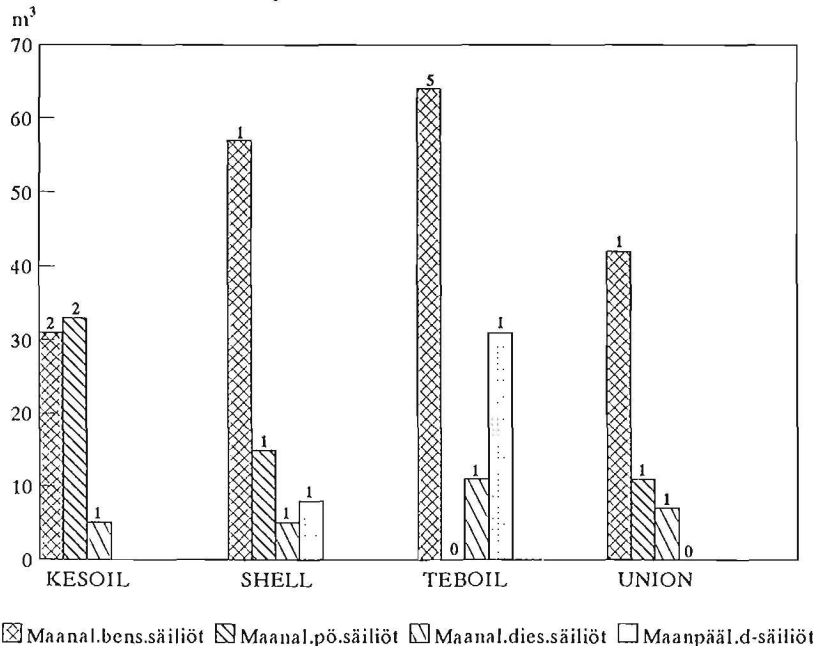
Taulukko 2. Huoltoasemien maaperä- ja pohjavesiolosuhteet

Huoltoaseman nimi	etäisyys veden-ottamoon (m)	pohjaveden virtaus-suunta	pv-pinnan etäisyys maan pinnasta (m)	maalaji
Kesoil	2 000	sivuaa	5,5	Hk, siHk
Shell	1 000	sivuaa (pintavalunta)	ei pv:tä	Ka, Hk/Sr
Teboil	800	sivuaa	ei tietoa	täytemaa siMr/siHk
Union	1 200	sivuaa	n. 8	Hk

Huoltoasemat ovat melko vanhoja. Shell-huoltamo on perustettu noin v. 1960, Hyrylän Autohuolto – TB v. 1966, Union – Huolto v. 1977 ja Kesoil – huoltamo v. 1979. Niiden rakenteet ovatkin pohjavesien suojelun kannalta monessa suhteessa puutteelliset. Huoltoasemilla tapahtuva polttoaineiden jakelu ja pesu sekä autojen huolto ja pesu (paitsi Union-Huollolla) voivat aiheuttaa vaaraa pohjaveden laadulle.

Laitoskäyntien yhteydessä kävi ilmi, että näillä huoltoasemilla on useita säiliöitä, jotka eivät rakenteeltaan täytä nykyisiä vaatimuksia tai joiden suojauksesta nykyisellä huoltoaseman hoitajalla ei ollut tietoa. Vuodonilmaisujärjestelmällä varustettuja säiliöitä ei ollut yhdelläkään huoltoasemalla.

Maanalaisten polttoainesäiliöiden tilavuus näillä huoltoasemilla on yhteensä 280 m³. Säiliöiden tilavuudet ja lukumäärät ovat seuraavat.



Kuva 5. Huoltoasemien maanalaisten ja maanpäällisten polttoainesäiliöiden tilavuudet (kappalemäärät on pylväiden päällä).

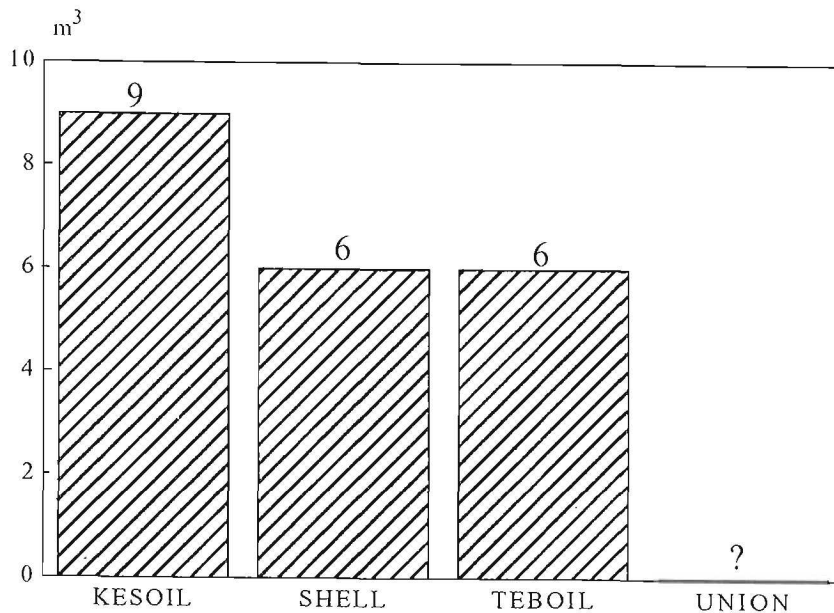
Säiliöt tarkastetaan ja puhdistetaan noin 10 vuoden välein. Shell-Huoltamolla tarkastus on viimeksi suoritettu v. 1991, Union-Huollolla v. 1989, Hyrylän Autohuolto-TB:llä 1987 ja Kesoil-Huollon säiliöistä osa on tarkastettu v. 1987. Muutoin tarkkaillaan polttoaineen määriä säiliöissä mittatikun avulla, jolloin ainakin suuremmat äkilliset ainehävikit on mahdollista todeta.

Alueen huoltoasemista Hyrylän Autohuolto TB:llä ja Shell-huoltamolla on maanpäälliset dieselsäiliöt, joista öljyn pääsy täytön tai tankkauksen yhteydessä maaperään ja pohjaveteen on mahdollista. Erityisesti TB:n säiliön ympärillä maaperä oli öljyyntyntynyt.

Säiliöiden putkistojen kunnosta huoltoasemien hoitajilla ei yleensä ollut tietoa. Hyrylän Autohuolto TB:llä putket ovat jonkin verran siirtyneet täytemaan liikkeiden takia.

Öljyjätteitä huoltoasemilla kertyy lähinnä moottoriajoneuvojen öljynvaihtojen yhteydessä sekä lisäksi öljynerottimien tyhjennyksissä. Lisäksi huoltamotoiminnassa kertyy vähäisiä määriä muitakin öljyisiä jätteitä kuten käytettyjä öljysuodattimia ja öljyistä purua. Jäteöljyjen määrät on esitetty seuraavassa taulukossa.

kertyy vähäisiä määriä muitakin öljyisiä jätteitä kuten käytettyjä öljysuodattimia ja öljyistä purua. Jäteöljyjen määrät on esitetty seuraavassa taulukossa.



Kuva 6. Huoltoasemilta vuosittain kertyvän jäteöljyn määrä

Kiinteät jäteöljysäiliöt sijaitsevat kaikilla alueen huoltoasemilla asianmukaisesti suojatuissa sisätiloissa. Tosin Kesoil-huoltamolla jäteöljysäiliötä ei saada suoraan tyhjennettyä, vaan jäteöljy joudutaan välivarastoimaan tynnyreissä suojaamattomalla alueella. Kaikilla huoltamoilla Shell-huoltamoita lukuunottamatta sijaitsee ulkotiloissa yksittäisiä suojaamattomia öljytynnyreitä, ja niitä ympäröivä maaperä oli paikoin pahasti öljyynnytynyt.

Alueen huoltoasemien **liuotinsäiliöt** sijaitsevat sisätiloissa, ja ne on suojattu asianmukaisesti. Moottorijoneuvojen pesuvedet johdetaan yleensä erotuskaivojen kautta yleiseen viemäriin. Liuotinjätteet toimitetaan Ekokem Oy:lle käsiteltäviksi.

Romuakkuja kertyy näillä huoltamoilla yhteensä n. 200 kpl vuodessa. Shell-huoltamoita lukuunottamatta varastointijärjestelyt olivat puutteelliset.

Ongelmajätteitä koskevien säädösten mukaan on mm. öljynerottimien tarkastuksista ja tyhjennyksistä pidettävä kirjaa. Tämä kirjanpito puuttui kaikilta em. huoltamoilta.

Polttoaineiden jakelualueiden rakenteissa oli puutteita kaikilla em. huoltamoilla. Parhaimmassa kunnossa jakelualue oli Shell-huoltamolla, jossa asfaltti oli ehjää ja paikoin jakelupisteiden ympärillä oli betonipäällyste. Huonoimmassa kunnossa jakelualue oli Kesoil-huollolla ja Hyrylän Autohuolto TB:llä, joissa asfaltti oli rakoillutta ja osa jakelupisteistä sijaitsi kokonaan suojaamattomalla maaperällä.

Jakelualueiden pintavesien johtamisessa oli myös puutteita. Union-Huollolla ja Kesoil-huollolla jakelualueelta puuttuu sadevesiviemäröinti. Kesoil-Huollolla pintavedet pääsevät lisäksi esteittä rikkiiniseen pohjavesikaivoon. Hyrylän Autohuolto TB:llä on sadevesiviemäröinti, mutta öljynerotuskaivo puuttuu. Sadevesiviemärien purkauspaikka ei ollut tiedossa, kuten ei myöskään Shell-Huoltamolla. Kaikilla asemilla piha-alueen kallistukset olivat epämääräiset, joten pintavesiä pääsee virtaamaan myös muualle kuin sadevesikaivoihin.

Hautausmaat

Arkkuhautaus toiminnasta aiheutuu tehtyjen selvitysten mukaan eräitä pohjavesivaikutuksia, jotka kuitenkin todettiin niin lieviksi, ettei pohjaveden pilaantumisesta voitu puhua. Vainajien vaikutusta ei ole selkeästi voitu osoittaa. Sitä vastoin maaperän kerrosrakenteen rikkominen, viherrakentaminen sekä lannoitteiden käyttö aiheuttivat pohjavedessä laadunmuutoksia.

Suunnittelualueella oleva **Paijalan hautausmaa** käsittää merkittävän osan (8 ha) Koskenmäen pohjavedenottamon pohjoispuolella olevasta valuma-alueesta. Maaperä on hautausmaalla vettä hyvin johtavaa soraa ja hiekkaa. Se sijaitsee lähimmillään vain n. 500 metrin päässä Koskenmäen pohjavedenottamolta. Sen uusi osa sen sijaan sijaitsee noin kilometrin päässä vedenottamosta. Pohjaveden päävirtaussuunta on hautausmaalta ottamolle päin.

Hautausmaalle on haudattu vuodesta 1896 lähtien noin 10 000 vainajaa. Nykyisin hautauksia suoritetaan noin 160 vuodessa. Hautaus toiminta tullaan jatkossa keskittämään hautausmaan luoteiskulmaan, siis ottamolta kauimpana sijaitsevaan kohtaan. Hautaus tasot sijaitsevat huomattavasti varsinaisen pohjavesivyöhykkeen yläpuolella. Maaperän läpäisevyydestä johtuen aluetta ei ole tarvinnut salaojittaa.

Hautausmaalla käytettävien lannoitteiden yhteinen typpimäärä on n. 214 kg vuodessa ja fosforimäärä 182 kg vuodessa.

Asfalttiasemat

Suunnittelualueella sijaitsee **Asfaltti Tenhunen Oy:n** asfalttiasema, jossa tuotetaan asfalttia n. 10 000 tn vuodessa. Asema on toiminnassa 2..3 tuntia päivässä noin 100 päivänä vuodessa. Nykyisen asema on ollut toiminnassa vuodesta 1987. Toinen, huomattavasti pienempi asema toimi alueella vv. 1956...1985. Nykyisellä asemalla on sijoituspaikkalupa vuoden 1995 loppuun.

Asema sijaitsee sorakuopan pohjalla noin 2100 metrin päässä Koskenmäen ottamolta. Pohjaveden virtaussuunta on asemalta ottamolle päin. Maaperä asemalla on hiekkaa ja soraa. Kiinteistön länsiosia on täytetty muutaman metrin paksuudelta täytemailla. Alueen länsireunalla on pohjavesikaivo, jossa pohjaveden pinta on noin 6 metriä aseman sijaintitasoa alempana.

Asemalla on n. 8 m³:n kevytpolttoöljysäiliö, joka on suojattu teräsaltalla. Säiliön päällä ei ole sijoituspaikkaluvassa edellytettyä katosta. Kevyttä polttoöljyä kuluu laitoksella n. 60 m³ vuodessa.

Asfalttiasemilla käytettävä bitumi ei ole vesiliukoista eikä se normaalilämpötilassa imeydy maaperään. Bitumiemulsioita asemalla käytetään n. 4000 l/a, ja se varastoidaan suojaamattomalla maaperällä 200 litran tynnyreissä. Se voi kulkeutua maaperään ja edelleen pohjaveteen.

Alueella on lukuisia tynnyreitä suojaamattomalla maaperällä. Osassa niistä saattaa olla myös pohjavesiä likaavia aineita.

Asema-alue on asfaltoitu vain osittain, joten lika-aineet voivat päästä helposti maaperään ja pohjaveteen. Alueella on yksi öljynerotuskaivo, joka tyhjenetään tarvittaessa.

Vahinkotapauksiin varautuminen todettiin asemalle tehdyllä laitoskäynnillä puutteelliseksi.

Lämpökeskus

Hyrylän Kievarintien lämpökeskus sijaitsee noin kilometrin päässä Koskenmäen vedenottamosta. Maaperä on lämpökeskuksen kohdalla vettä hyvin läpäisevää soraa ja hiekkaa. Pohjaveden virtaussuunta on keskukselta vedenottamolle päin.

Keskuksessa on kolme 25m³:n terässäiliötä, joissa varastoidaan kevyttä polttoöljyä. Suoja-altaan koko on KTM:n vaatimusten mukaisesti 1/5 suurimman säiliön tilavuudesta. Säiliötilaa ei ole katettu, joten suoja-altaaseen kertyy sadevesiä.

Varuskunta

Hyrylän varuskunnan ampumarata sijaitsee suunnittelualueen itäosassa. Se on aikaisemmin sijainnut Urheilukeskuksen pohjoispuolella. Maaperä ampumarata-alueella on pääosin hiekkaa ja hienoa hiekkaa.

Ampumarata-alueet ovat olleet käytössä vuosikymmeniä, joten niiden suojapenkereisiin on ilmeisesti kertynyt suuri määrä luoteja.

Ulkomailla on alettu kiinnittää huomiota haulikkoammunnan ympäristövaikutuksiin. Lyijyhaulien on todettu aiheuttavan lyijypitoisuuden nousua ainakin ampumaratojen maaperän pintakerroksissa ja mahdollisesti myös pohjavedessä. Lyijyhaulien laadussa on eroja, ja ilmeisesti ne eivät ole kemiallisesti niin kestäviä kuin on luultu.

Varuskunnan ampumaradoilla lienee käytetty pääasiassa sotilasaseita, joissa käytetään kokovaippaluoteja. Niiden mahdollisista ympäristövaikutuksista ei toistaiseksi ole aineistoa käytettävissä.

Varuskunnan ajoneuvohallit muodostavat joltisenkin riskin pohjavesille, samoin ajoneuvojen pesupaikka. Viimeksi mainittu liitetään lähiaikoina kunnan viemäriin.

Ilmasta peräisin olevat lika-aineet

Hyrylän taajaman ja Sulan teollisuusalueen ympäristössä on todettu suuria määriä ilmasta peräisin olevia lika-aineita. Esimerkiksi rikki-, typpi- ja eräät raskasmetallipitoisuudet männyn neulasissa ja sammalissa ovat samaa tasoa kuin pääkaupunkiseudulla.

Ilmasta tapahtuvan saastumisen estäminen on laaja kysymys, eikä kuormitusta liene mahdollista saada estetyksi tämän suojelusuunnitelman avulla. Se olisi kuitenkin

otettava vakavasti huomioon maa-ainesten ottoa säänneltäessä ja vanhojen ottoalueiden jälkihoitotarvetta arvioitaessa.

Oy partek Ab, Hyrylän vuorivillatehdas

Suunnittelualueen etelän puoleisella osalla olevalla Oy Partek Ab:n kiinteistöllä sijaitsee mineraalivillatehdas ja huoltokorjaamo. Laitokset ovat toimineet alueella vuodesta 1970. Aikaisemmin tehtaalla on toiminut myös kaksi lasivillalinjaa, joista toimen lopetti toimintansa vuonna 1982 ja toinen 1985.

Mineraalivillatehdas sijaitsee n. 1800 m:n päässä Koskenmäen pohjavedenottamolta. Pohjaveden virtaussuunta on tehtaalta ottamolle päin. Pohjaveden pinta on noin 7m:n syvyydellä maanpinnasta. Maaperän laatu vaihtelee huomattavasti alueella ollen pääasiassa hyvin vettäläpäisevää hiekkaa ja soraa.

Tehdas on lopettanut toimintansa, eikä sen tuotantotoiminta siten enää muodosta riskejä pohjavesille. Tehtaan tiloja tullaan tulevaisuudessa käyttämään varastona.

Suurin osa tehdasalueen sadevesistä johdetaan sadevesiviemärin kautta Sammalojaan ja edelleen Myrtilinojaan.

Oy partek Ab, Hyrylän elementtitehdas

Tehdas on toiminut alueella vuodesta 1971. Se valmistaa lähinnä betonisia ontelolaattoja. Tehdas sijaitsee suunnittelualueen eteläisellä osalla noin 1600 metrin päässä Koskenmäen pohjavedenottamosta. Pohjaveden päävirtaussuunta on tehtaalta vedenottamolle päin. Maaperä tehdasalueella vaihtelee huomattavasti, mutta on pääasiassa hiekkaa.

Ontelolaattoja valmistettaessa muodostuu betonijätettä, joka varastoidaan alueen koilliskulmassa. Betonijäte murskataan yleensä kerran vuodessa, ja murskaustuote käytetään uudestaan betonin raaka-aineeksi. Betonijätteiden vienti tehtaan lähistöllä oleviin sorakuoppiin kiellettiin, koska laatoissa oli pieniä määriä muottiöljynä käytettyä mineraaliöljyä. Se on korvattu nyttemmin rypsiöljyllä paitsi kesäisin, jolloin rypsiöljyn heikon säilyvyyden takia on käytettävä mineraaliöljyä.

Betonilaattojen sahauksessa syntyy lietettä, joka kulkeutuu tehdashallissa olevia kanavia pitkin Sammalojaan. Ojista liete imetään pois ja kuivatetaan pihalla olevassa altaassa, josta se kuljetetaan savipohjaiseen paikkaan alueen ulkopuolelle. Partekin alueella oleva osuus Sammalojasta tyhjennetään 3...4 kertaa vuodessa. Lietteessä on mineraaliöljyä, joka on ilmeisesti peräisin koneista sekä jäteöljyjen huolimattomasta käsittelystä. Lähiaikoina on tarkoitus ryhtyä kierrättämään lietteen kiintoainesta betonin raaka-aineeksi ja lietevedettä koneiden pesuvedeksi.

Tehdasalueella sijaitsee maanpäällinen suojattu 50m³:n raskaspolttoöljysäiliö sekä kaksi kevytpolttoöljysäiliötä, tillavuuksiltaan 25m³ ja 2m³. Murskausalueella on urakoitsijan omistama 3m³:n suojaamaton dieselöljysäiliö pelkällä maapohjalla. Säiliö on alueella noin kuukauden vuodessa.

Prosessissa käytettävät voiteluaineet säilytetään pääosin sisätiloissa tynnyreissä. Polttoöljyn poltosta syntyvän tuhkan poistaa aliurakoitsija, joka kuljettaa sen pois alueelta.

Hydrauliikkaöljyt poltettiin aikaisemmin tehtaan omissa lämmityslaitoksessa. Nykyisin ne kerätään 200 litran tynnyreihin. Jäteöljytynnyreitä varten pihalla on katettu asfalttipohjainen säiliö. Laitoskäynnillä pihalla oli useita kymmeniä jäteöljytynnyreitä, joista vain harvat oli sijoitettu katoksen alle.

Kunnan viemäriverkosto

Viemäriverkosta tapahtuneet päästöt ovat aiheuttaneet maassamme useita pohjaveden pilaantumistapauksia, jopa pohjavedenottamojen saastumisia. Hyrylän taajamankin viemäriverkosto saattaa tässä suhteessa olla riskitekijä. Tätä lisää alueen runsas ja monipuolinen pienteollisuus ja siihen rinnastettava toiminta. Valtaosa näiden jätevesistä johdetaan kunnalliseen viemäriverkostoon, jossa siis virtaa muutakin kuin tavanomaista asumajätevettä.

Tiedot viemäriverkoston laadusta, putkien materiaalista ja iästä, viemäriveden koostumuksesta, viemärien sijainnista ja niiden etäisyydestä pohjaveden pintaan, pumppaamoista sekä muista ylivuotokohdista jne ovat puutteelliset.

Kiinteistökohtaiset öljysäiliöt

Alueella on tarkemmin tuntematon määrä kiinteistökohtaisia öljysäiliöitä, joita useimpia käytetään lämmitykseen. Tarkemmat tiedot puuttuvat. Säiliöiden vuotaminen ja putkistorikot ovat aiheuttaneet lukuisia öljyvahinkoja, joten suunnittelualueen öljysäiliöt muodostavat riskitekijän.

Riskitekijöiden arviointia

Arvioitaessa pohjaveden pilaantumisriskiä voidaan riskianalyysi jakaa kahteen osaan, päästöriskin ja sijaintiriskin arviointiin.

Päästöriskin arvioinnissa pyritään selvittämään, miten helposti, miten paljon ja miten vaarallista ainetta kyseisestä kohteesta mahdollisesti voisi päästä maaperään ja edelleen pohjaveteen. Sijaintiriskillä tarkoitetaan tässä suunnitelmassa sitä, miten vakavia seurauksia päästöllä voisi olla maaperän laadun, pohjavesiolosuhteiden, vedenottamon läheisyyden, vedenhankintajärjestelmän mahdollisten puutteiden yms. seikkojen takia.

Maa-ainesten otossa arviointi hieman poikkeaa edellisistä. Arvioitiperusteina ovat lähinnä oton määrä, ottotapa ja ottoalueen sijainti.

Tässä suunnitelmassa ei ole lähdetty soveltamaan tilastomatemattisia eikä muitakaan vaativampia riskianalyysimenetelmiä. Tällaiset monimutkaiset menettelytavat ovat enemmän omiaan esim. suurten tehdaslaitosten riskienhallinnassa. Kyseisellä alueella olevien riskitekijöiden arviointi niiden avulla ei vastaa tarkoitustaan.

Riskianalyysimenetelmäksi on valittu asiantuntija-arviointi, kuitenkin niin, että sen suoritti kaksi asiantuntijaa toisistaan riippumatta. Lopullinen arvio saatiin näistä

yhdistämällä. Samalla voitiin arvioida sitä, minkä verran subjektiivisuus pääsee vaikuttamaan tällaisessa riskinarviointimenettelyssä. Arviointia suoritettaessa on käytetty neljää riskiluokkaa:

- hyvin suuri
- melko suuri
- melko pieni
- vähäinen

Seuraavassa on esitetty arvioinnin tulokset riskitekijäryhmittäin.

Maa-ainesten otto on alueella saatettu jo lähes päätökseen sikäli, että hyödyntämiskelpoiset kiviainekset on alueelta jo pääosin poistettu. Siten tältä osin ollaan jo tapahtuneiden tosiasioiden edessä. Arvioitavaksi jää lähinnä se, minkälaista riskitekijää ottoalueet edustavat nykyisessä kunnossaan.

Vaikka mikään ottoalueista ei sijaitse Koskenmäen ottamon välittömässä läheisyydessä, on ottoalueista pohjaveden laatuun koko suunnittelualueella muodostuvaa riskiä pidettävä melko suurena. Syynä on se, että otto on suoritettu hallitsemattomasti, ottoalueiden pinta-alan osuus koko suunnittelualueesta on 23% ja siis huomattavan suuri, otto on monin paikoin ulotettu liian syväälle ja suojakerrokset siten jääneet liian ohuiksi. Jälkihoito on laiminlyöty kokonaisuudessaan.

Suunnittelualan sietokyky ulkoisia lika-ainespäästöjä vastaan on oton takia olennaisesti huonontunut. Myös ilman kautta tapahtuva saastuminen alkaa olla varteenotettava tekijä alueella, jonka hydrogeologiset olosuhteet ovat näin heikot. Suunnitelmaa laadittaessa on voitu todeta seuraavat yksilöivät riskitekijät:

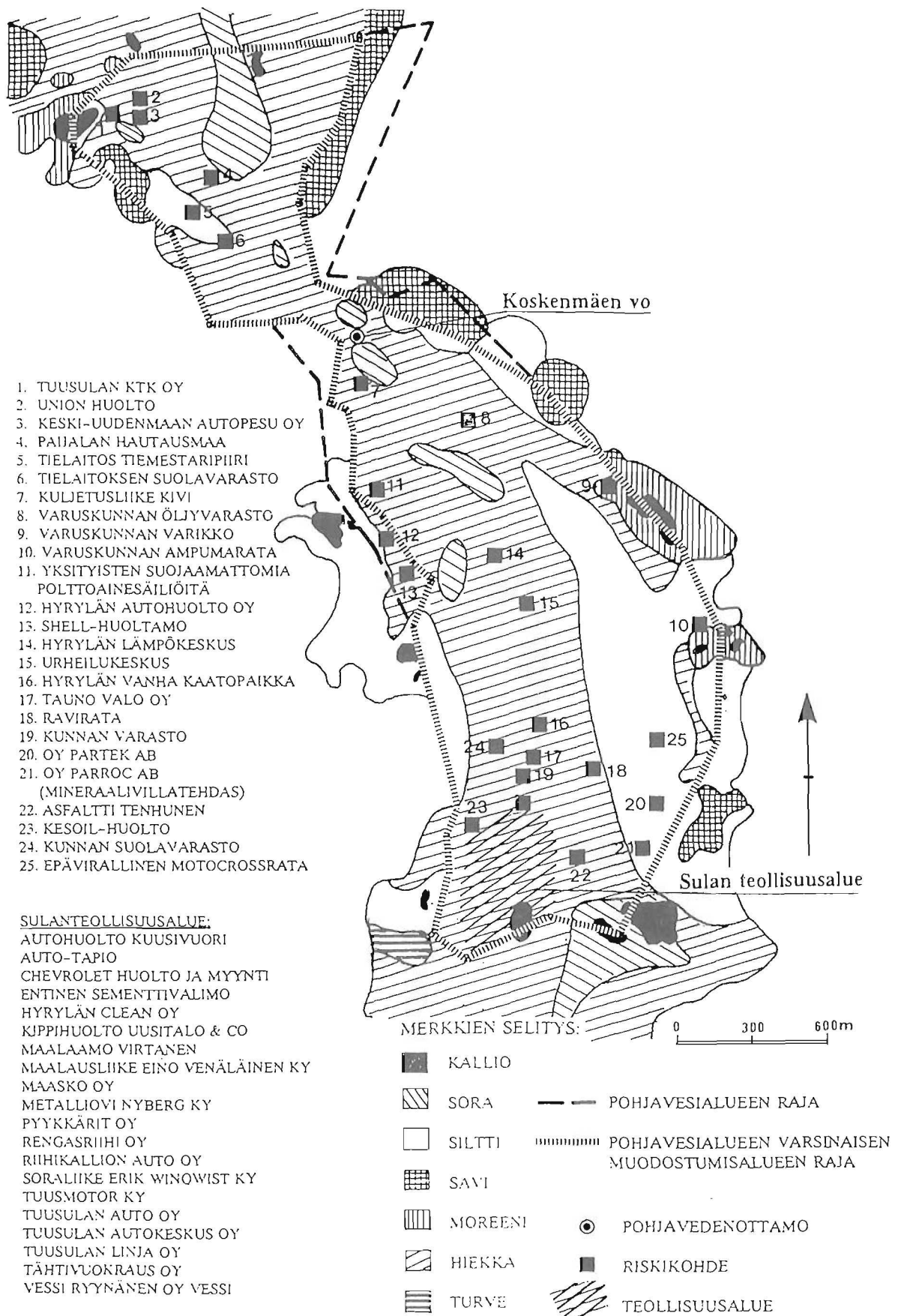
- jätteiden hautus
- epäilyttävien tai selvästi pohjavesiä vaarantavien täyttömassojen käyttö
- urheilukeskus viemäreineen, lannoituksineen ja oheistoimintoineen
- käyttö lumenkaatopaikkana
- asfalttiasema
- autojen huoltoliikkeet ja moottoriurheilu

Lisäksi ainakin Sulan soranottoaluetta on kaavoitettu tai suunniteltu kaavoitettavaksi teollisuuskäyttöön.

Tienpidon ja liikenteen aiheuttamaa riskiä pohjavesille on alueella pidettävä hyvin suurena. Teiden sijainnista ja liikennemääristä johtuen vaarallisten aineiden kuljetusten aiheuttama päästöriski ja sijaintiriski ovat merkittävät, joskin niiden tarkempi arviointi on toistaiseksi vaikeaa. Tieluiskia ei ole suojattu.

Tiesuolaus aiheuttaa edelleen pohjavesikuormitusta, joskin tielaitos pyrkii voimaperäisesti sitä vähentämään. Suolavarastojen aiheuttama kuormitus on tielaitoksen osalta saatu jo poistumaan, ja kunnan suolavaraston siirtäminen ratkaissee ongelmat tältäkin osin. Maaperässä jo oleva suola saattaa tosin aiheuttaa ongelmia.

Huoltoasemien aiheuttamaa päästöriskiä on suoritettujen laitoskäyntien perusteella pidettävä melko suurena lähinnä säiliörakenteissa olevien puutteellisuuksien takia. Muitakin epäkohtia oli havaittavissa. Kesoil-Huoltamon aiheuttama sijaintiriski on



Kuva 7. Koskenmäen vedenottamon muodostumisalueella olevat riskikohteet.

Taulukko 3. Muut toiminnot

Laitoksen nimi	Pohjaveden puhtautta uhkaavat toiminnot	Polttoaineiden kertavarastointi (m ³)	Polttoaineiden varastointi	Muut haitta-aineet joita tapa käsitelty tai varastoitu
Pyykkärit Rengasriihi Oy	ei ole autojen korjaus			Jäteöljy 6000 l/a varastoidaan öljysäiliössä ja tynnyreissä ulkona. Jäteakut 200 kpl säilytys osaksi pihassa.
Riirikallion auto Oy	autojen huolto ja korjaus			Jäteöljy 600 l/a varastoidaan 200 litran tynnyreissä ulkona. Liuottimet 200 l/a varastoitu asianmukaisesti. Jäteakut 10 kpl/a.
Soraliike Erik Winqwist Ky	maansiirtokoneiden huolto	5	suojaamaton maan päällä	Jäteöljy 1000 l/a.
Tauno Valo Oy	kuorma-autojen huolto	41	suojaamaton maan alla	Jäteöljy 7000 l/a varastoidaan suojaamattomassa 3500 litran maanalaisessa säiliössä. Liuottimet 220 l/a säilytetty asianmukaisesti.
Tielaitos Tiemestariipiiri	työkoneiden ja autojen huolto	68	suojattu maan alla (1 kpl) maan päällä (2 kpl)	Jäteöljysäiliö 3 m ³ asiallisesti sisätiloissa. Öljysorakasoja pihassa.
Tuusmotor Ky	mopojen ja moottori- pyörien korjaus			Jäteöljy 1000 l/a varastoidaan 200 litran tynnyreissä ulkona.
Tuusulan auto Oy	autojen korjaus			Jäteöljyä varastoitu 200 l:n tynnyreissä ulkona J-öljyä 6000 l/a. Rasvanpoisto- ja pesuaineet 2000 l/a sekä akut 50 kpl/a varastoitu hyvin.
Tuusulan auto- keskus Oy	autojen huolto			Jäteöljy 15 000 l/a varastoidaan ei suojatussa säiliössä ulkona. Jäteakut 25 kpl/a ulkona. Liuottimet 300 l/a sisätiloissa tynnyreissä.
Tuusulan KTK Oy	huoltotoiminta	40	suojaamaton maan alla (2 kpl) maan päällä (1 kpl)	Jäteöljy 14 m ³ /d. Pihassa runsaasti öljytynnyreitä ja -säiliöitä (kuva 52)
Tuusulan linja Oy	linja-autovarikko, linja-autojen huolto	26	suojaamaton varastoidaan (2 kpl) suojattu (1 kpl), maan päällä	Jäteöljy 1,5 m ³ /a sisätiloissa.
Tähtivuokraus Oy Urheilukeskus	ei ole viheralueiden lannoitus	3	suojaamaton maan päällä	Lannoitteet, joiden aiheuttama typpikuormitus 306 kg (6,12 g/m ²) ja fosforikuormitus on 84 kg (1,68 g/m ²)
Vesa Ryynänen Oy Vessi	ei ole	10	suojattu, maan alla	Jäteöljy 200 l/a varastoidaan sisätiloissa.

Koskenmäen pohjavedenottamon kannalta pienempi kuin muilla. Tällöinkin on kuitenkin muistettava, että pohjaveden pilaamiskielto koskee koko pohjavesialuetta.

Paijalan hautausmaan aiheuttama sijaintiriski on melko suuri, koska sen etäisyys Koskenmäen ottamosta on lähimmillään vain noin 500 m. Toisaalta päästöriskiä ei voitane pitää kovin suurena. Hautausmaa on ollut käytössä lähes sata vuotta ilman, että haittoja on käytännössä todettu. Suhteellisen pieni hautausintensiteetti, edulliset maaperäolosuhteet sekä hautaus toiminnan suuntautuminen ottamolta pois päin voitane katsoa päästöriskiä pienentäviksi seikoiksi.

Asfaltti Tenhunen Oy:n asfalttiasema muodostaa jonkinlaisen pohjavesiriskin, jota voitane kuitenkin pitää melko pienenä. Varastoitavien vaarallisten aineiden määrät ovat pienehköjä, ja etäisyys Koskenmäen pohjavedenottamolle yli kaksi kilometriä. Eräiden rakenteellisten ja toiminnallisten puutteellisuuksien takia asemaan tulisi kuitenkin valvontamielessä jatkossakin kiinnittää huomiota.

Hyrylän Kievarintien lämpökeskus muodostanee melko pienen päästöriskin, koska sen säiliörakenteet ovat määräysten mukaiset ja helposti valvottavissa. Sijaintiriskikään ei liene merkittävä.

Hyrylän varuskunnan ampumarata muodostaa vaikeasti arvioitavan riskikohteen taustatietojen puuttumisen takia. Sitä ei kuitenkaan voitane rinnastaa haulikkoampumaratoihin, joilla lyijyhaulikertymä on huomattava.

Oy Partek Ab: Hyrylän vuorivillatehtaan suhteen ei riskinarviointia voida toistaiseksi suorittaa. Tehdastoiminta on päätynyt, ja vielä ei ole tiedossa, minkälaista varastotoimintaa alueella on tarkoitus harjoittaa.

Oy Partek Ab:n Hyrylän elementtitehtaan aiheuttama päästöriski muodostuu lähinnä palavien nesteiden varastoinnista. Sekä päästö- että sijaintiriski voitane kuitenkin arvioida melko pieneksi.

Viemäriverkoston ja lämmitysöljysäiliöiden muodostamaa riskiä suunnittelualueella ei ole mahdollista arvioida käytettävissä olevien tietojen perusteella. Muualta saatavien vertailutietojen perusteella niiden muodostamaa riskiä on toistaiseksi pidettävä hyvin suurena.

Lisäksi alueella on joukko laitoksia, joista aiheutuva pohjavesien pilaantumisen riski on luokiteltu vähäiseksi. Nämä on lueteltu edellä olevassa taulukossa.

6 TOIMENPIDESUOSITUKSET

Pohjavesien suojelun järjestämiseksi suunnittelualueella esitetään seuraavassa toimenpideohjelma, joka jakaantuu kolmeen osaan:

- jo olevia laitoksia ja toimintoja koskevat toimenpiteet
- mahdollisia uusia laitoksia ja toimintoja koskevat toimenpiteet
- valvonnan ja seurannan järjestäminen

6.1 Alueella olevat laitokset ja toiminnot

Maa-ainesten otto

Maa-ainesten otto on muuttanut suunnittelualan hydrogeologisia olosuhteita huomattavasti suuntaan jo arveluttavan paljon. Vaikka alue on toistaiseksi säilynyt vedenhankinnan kannalta hyödyntämiskelpoisena, tarvitaan tältä osin tehokkaita toimenpiteitä pohjavesien suojeluolosuhteiden säilyttämiseksi alueella edes nykyisellä tasolla.

Uusiin maa-ainestenottolupiin alueella tulisi suhtautua varauksellisesti, ja vähimmäisvaatimuksena on, että noudatetaan vesi- ja ympäristöhallituksen uusitussa valvontaohjeessa nro 49 23.10.1991 esitettyjä vesisuojeluvaatimuksia. Kaikista maa-ainestenottohakemuksista tulisi pyytää Helsingin vesi- ja ympäristöpiirin lausunto. Yllä mainitun ohjeen vaatimuksia voidaan noudattaa soveltaen kiinteistörajoilla esim. uuden ottoalueen rajoittuessa vanhaan, mikäli alueen maisemointi ja jälkikäyttö tuntuisivat sitä edellyttävän. Uutta ottoa ei tosin liene kovin paljon odotettavissa.

Tällä hetkellä ottopaineita kohdistuu lähinnä ns. raviradan alueelle. Tämä alue sijaitsee Koskenmäen pohjavedenottamon arvioidulla kaukosuojavyöhykkeellä. Koska alueella on suoritettu pitkäaikaista pohjaveden korkeuden seuranta, tulisi todetun pohjavedenpinnan päälle jättää vähintään 4 metrin suojakerros. Tätä ohuempia suojakerroksia ei voitane hyväksyä alueella jo tapahtuneen maa-ainesten oton vuoksi.

Ottoluvat myöntää Tuusulan kunnanhallitus.

Jälkihoitoa koskevat vaatimukset on mahdollista sisällyttää uusiin ottolupiin. Vaikeamman ongelman muodostaa alueella erittäin tarpeelliseksi katsottava vanhojen ottoalueiden kunnostaminen. Siihen kuuluisi alueiden tasoitus, siistiminen, pieneköjen lammikoiden täyttö, suurempien puhdistaminen tarpeen mukaan, uuden maannoskerroksen rakentaminen sekä muu tarvittava maisemointi.

Maa-ainestaki ei tunne taannehtivaa kunnostusvelvoitetta, eikä vesilain mukainen virka-apumenettelykään liene kovin tehokas apuväline jopa kymmeniä vuosia vanhojen soranottohankkeiden jälkiselvittelyssä. Kunnostus jouduttaisiinkin ilmeisesti hoitamaan vapaaehtoisuuteen perustuen lähinnä Tuusulan kunnan toimesta.

Välittömästi tulisi estää enemmän likaavan toiminnan pääseminen näille alueille. Jätteiden hautaus, epäilyttävien täyttömassojen käyttö, luvaton moottoriurheilu sekä alueiden käyttö lumenkaatopaikkana tulisi kieltää heti. Näille alueille ei tulisi kaavoittaa teollisuutta nykyistä enempää. Toimenpiteiden perusteena on vesilain 1 luvun 22§. Näiden tehtävien suorittaminen kuuluu ensisijaisesti Tuusulan kunnan ympäristöviranomaisen toimialaan. Asiasta tulisi ottaa yhteyttä myös kunnan kaavoitusviranomaisiin.

Tienpito ja liikenne

Tienpidosta ja liikenteestä aiheutuviin pohjavesiriskeihin olisi suunnittelualueella puututtava. Tiesuolauksen on yleisesti todettu aiheuttavan pohjavesien pilaamiskiellon

vastaisia seurauksia, ja näin näyttää olevan tässäkin tapauksessa kyse. Koskenmäen ottamalla on jo ylitetty EY-direktiivien mukainen enimmäiskloridipitoisuus, jota myös Suomen Kaupunkiliitto suosittelee enimmäisrajaksi, jonka ylittyessä tulisi ryhtyä toimenpiteisiin kloridipitoisuuden alkuperän selvittämiseksi ja päästöjen vähentämiseksi. Myös alueella kuljetettavista palavista nesteistä ja muista pohjavesille vaarallisista aineista aiheutuvat riskit tulisi eliminoida.

Tätä vaikeuttaa se, että mm. juuri vaarallisten aineiden kuljetuksista johtuen suolausta ei voida yhtäkkiä ainakaan kokonaan lopettaa.

Tielaitoksen sekä vesi- ja ympäristöviranomaisten toimesta on jo yhteistyössä ryhdytty selvittämään tiesuolaushaittojen vähentämismahdollisuuksia. Alueellinen yhteistyö tapahtuu käytännössä tiepiirien sekä vesi- ja ympäristöpiirien kesken.

Tähän yhteistyöhön liittyen tulisi ensi tilassa ottaa esille kysymys tässä suunnitelmassa tarkoitetun alueen tiesuolauksen aiheuttamista riskeistä ja niiden poistamismahdollisuuksista. Myös Tuusulan kunnan olisi tarpeellista olla mukana tässä yhteydenpidossa. Tähän liittyen tulisi selvittää mm.

- suolan levitysmäärien pienentäminen esim. liuoslevityksellä sekä sääennusteiden tehostetulla hyödyntämisellä
- tieluiskien suojausmahdollisuudet sekä suojausten toteutusaikataulu

Sen jälkeen luiskien suojaus tulisi toteuttaa mahdollisimman pian budjettivarojen salliman aikataulun puitteissa.

Samassa yhteydessä olisi aiheellista selvittää vaarallisten aineiden kuljetuksista ainakin seuraavat seikat:

- suunnittelualueella tai sen kautta kuljetettujen pohjavesille vaarallisten aineiden laatu ja määrä sekä
- mahdollisuudet ohjata ainakin näiden aineiden kauttakulkukuljetukset suunnittelualueen ulkopuolitse

Suojaustoimenpiteitä on pidettävä erityisen kiireellisinä Urheilukeskuksen ja Kulloontien välisellä Tuusulanväylän osalla, Tuusulanväylän ja Hämeentien väliin jäävällä Koskenmäentien osalla sekä suunnittelualueen luoteisosaan sijoittuvalla Hämeentien osalla.

Suunnittelualueelle ei tulisi rakentaa uusia yleisiä teitä.

Suolavarastot

Suolavarastojen osalta tärkeimmät suojaustoimenpiteet on joko jo suoritettu tai niistä on tehty päätökset. Kunnan suolavaraston poistuttua nykyiseltä paikaltaan on suola- päästöjen mahdollisuus tältä osin eliminoitu. Maaperässä jo olevan suolan liikkeitä on syytä edelleen seurata.

Kunnan varaston piha-alueella tulee välttää autojen ja koneiden pesua, kunnes piha-alueelle saadaan asianmukainen viemäröinti. Maanpäälliset jäte- ja polttoöljysäiliöt tulee sijoittaa suojatulle maa-alustalle ja varustaa suoja-altailla. Maanalaisen polttoöljysäiliön kuntoa tulee tarkkailla. Tarvittaessa tulee selvittää sorakuopassa olevan hakkeen koostumus ja mahdollinen vaikutus pohjaveteen.

Huoltoasemat

Huoltoasemilla suurin potentiaalinen saastumislähde on palavien nesteiden varastointi maanalaisissa säiliöissä.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös maanalaisten säiliöiden määräaikaistarkastuksista (344/83) edellyttää maanalaiset säiliöt tarkastettaviksi ensimmäisen kerran 10 vuoden kuluttua käyttöönotosta. Sen jälkeen ns. A-luokan metallisäiliöt on tarkastettava viiden vuoden välein. Säiliön luokan huonontuessa tarkastusväli lyhenee. C-luokan säiliö on poistettava käytöstä kuuden kuukauden kuluessa tarkastuksesta, ellei palopäällikkö erityisistä syistä tosin päättää. D-luokan säiliö on poistettava käytöstä välittömästi.

Toisaalta em. päätös ei koske jakeluasemien säiliöitä, jos säiliön sisällön mittaus suoritetaan vähintään neljä kertaa kuukaudessa ja sen sisältämän nestemäärän vaihteluista on olemassa hyväksyttävä päivittäinen, vähintään viimeiset 30 vuorokautta käsittävä kirjanpito.

Meneteltäessä jommalla kummalla yllä mainituista tavoista tulevat kyseisen KTM:n päätöksen vaatimukset täytetyiksi. Kuitenkin on todettava, että sekä vesilaissa oleva pohjaveden pilaamiskielto että maa-alueiden öljyvahinkolain 1§ sisältävät vaarantamisen käsitteen, joka ei jälkimmäisellä menettelytavalla tule välttämättä riittävästi eliminoiduksi. Tällaisella seurantamenettelyllähän voidaan todeta vain jo tapahtuneet ja tapahtumassa olevat öljyvuodot. Juridisesti tarkasteltuina lait ovat aina vahvempia kuin ministeriön päätös, joka sitä paitsi on peräisin vesilain uudistusta edeltävältä ajalta. Siten näillä huoltoasemilla, ottaen myös huomioon varastoitavien polttoaineiden määrän, tulisi ehdottomasti sekä suorittaa säiliöiden määräaikaistarkastuksia KTM:n päätöksen mukaisessa aikataulussa että suorittaa päätöksen tarkoittamaa polttoainetaseen seurantaa.

Huoltoasemien jakelualueiden rakenteet ja pintavesien johtaminen eivät monilta osin vastaa nykyisiä vaatimuksia, joten ainakin pienehköt päästöt joko suoraan tai välillisesti pintavesien mukana pohjavesiin ovat olleet mahdollisia. Kun varmuutta VL 1:22:ssa tarkoitettusta vaarantamisesta ei toistaiseksi ole ja kun kyseisten rakenteiden uusinta vaatii joltisetkin kustannukset, olisi paikallaan suorittaa tarvittavien jatkotoimenpiteiden selvittämiseksi kevyehkö valvontatutkimus, jossa samalla kartoitettaisiin tarkemmin esim. pintavesien kulkeutumista. Rakenteiden huonon kunnon vuoksi ao. huoltoasemien tulisi osallistua tähän selvitykseen, joka tapahtuisi Tuusulan ympäristöviranomaisten ja mahdollisesti myös Helsingin vesi- ja ympäristöpiirin valvonnassa.

Jo nyt tulisi vesilain, jätehuoltolain ja maa-alueiden öljyvahinkolain perusteella välittömästi suorittaa seuraavat huoltoasemakohtaisesti luetellut toimenpiteet Tuusulan palo- ja ympäristöviranomaisten valvonnassa:

Hyrylän Autohuolto TB:llä tulee

- sijoittaa maanpäällinen dieselöljysäiliö suojatulle alustalle
- varastoida romuakut ja jäteöljytynnyrit asianmukaisesti
- pitää kirjaa ongelmajätteiden määristä, kuljetuksista ja käsittelystä

Kesoil-Huoltamolla tulee

- järjestää jäteöljytynnyreiden sekä romuakkujen varastointi suojatusti
- estää pihan pintavesien pääsy pohjavesikaivoon
- pitää kirjaa ongelmajätteiden määristä, kuljetuksista ja käsittelystä

Shell-huoltamolla tulee

- suojata maanpäällinen dieselöljysäiliö niin, ettei öljyä pääse maaperään
- pitää kirjaa ongelmajätteiden määristä, kuljetuksista ja käsittelystä

Union-huoltamolla tulee

- varastoida romuakut ja jäteöljyt suojatusti
- suorittaa piha-alueella asfaltointi ja vanhan asfaltin kunnostus
- pitää kirjaa ongelmajätteiden määristä, kuljetuksista ja käsittelystä

Hautausmaat

Paijalan hautausmaan mahdollisten pohjavesivaikutusten selvittämiseksi olisi paikallaan suorittaa kertaluonteinen pohjavesitutkimus, jonka perusteella ratkaistaisiin jatkotoimenpiteiden tarve. Hautausmaalla oleva polttoöljysäiliö tulee sijoittaa suoja-
altaaseen.

Asfalttiasemat

Asfaltti Tenhunen Oy:n asfalttiasemalla olisi tarpeen suorittaa eräitä pienehköjä parannustoimenpiteitä, joihin kuuluvat kevytpolttoöljysäiliötilan kattaminen, bitumiemulsiotynnyreiden varastointi suojatusti sekä muiden, tarpeettomien tynnyreiden poistaminen alueelta. Tarvittavien kehotusten antaminen kuuluu Tuusulan terveys- ja ympäristöviranomaisten toimialaan.

Aseman sijoituspaikkalupa päättyy vuonna 1995. Samalla kun alueelta pyritään poistamaan muutkin pienehköt riskitekijät olisi harkittava jatkoluvan epäämistä ko. asfalttiasemalta. Tätä puoltaisi myös asfalttiasemalta ilman kautta tuleva kuormitus, jota maa-ainesten oton rasittama pohjavesialue sietää huonosti.

Lämpökeskus

Hyrylän Kievarintien lämpökeskuksen palavien nesteiden varastointi on hoidettu säädösten mukaisesti. Rakenteellisia vesiensuojelutoimenpiteitä ei liene tarpeen suorittaa, kunhan suoja-
altaiden ja sen laitteiden hoito ja valvonta hoidetaan asianmukaisesti. Ilmaan tapahtuvien päästöjen vähentämismahdollisuudet tulisi selvittää ja päästöjä niiden mukaan pienentää.

Ampumarata

Hyrylän varuskunnan ampumaradan mahdollisista vaikutuksista maaperään ja pohjaveteen olisi tarpeen tehdä kertaluonteinen selvitys, jonka perusteella harkittaisiin jatkotoimenpiteiden tarve.

Oy partek Ab, Hyrylän vuorivillatehdas

Vuorivillatehtaan alueella ei tehdastoiminnan päätyttyä ole toistaiseksi tarvetta suorittaa erityisiä vesiensuojelutoimenpiteitä. Öljyisen maan poistaminen sekä Sammalojan ja Myrtinojan veden ja pohjalietteen laadun selvittäminen voisivat olla kyseeseen tulevia toimenpiteitä. Toimenpiteet suoritettaisiin Tuusulan ympäristöviranomaisten ohjauksessa.

Tehdasalueen tuleva varastokäyttö on selvitettävä tarkemmin. Tarvittaessa on tällöin tehtävä terveydensuoja- ja kemikaalilainsäädännön edellyttämät toimenpiteet, jolloin samalla on toteutettava tarpeelliset toimenpiteet pohjavesien suojelemiseksi.

Oy partek Ab, Hyrylän elementtitehdas

Elementtitehtaan vesiensuojeluasiat ovat pääosin kunnossa. Jäteöljytynnyreiden säilytys tehtaan pihalla on kuitenkin saatettava asianmukaiseen kuntoon Tuusulan palo- ja ympäristöviranomaisten valvonnassa. Murskausaseman polttoöljysäiliö tulee sijoittaa suoja-altaaseen. Sammalojassa tulisi aloittaa lietepäästöjen vaikutusten tarkkailu.

Viemäriverkosto ja kiinteistöjen öljysäiliöt

Hyrylän alueen viemäriverkoston ja kiinteistöjen lämmitysöljysäiliöiden muodostaman pohjavesien pilaantumisen arvioimiseksi olisi käynnistettävä kiireellisesti tarkemmat selvitykset, joiden perusteella voidaan arvioida jatkotoimenpiteiden tarvetta.

Seuraavassa luettelossa on lisäksi esitetty parannustoimenpiteet eräiden pienempien riskikohteiden osalta:

Laitos tai toiminto	Toimenpide
Vessi Ryyränen Oy Vessi	Ei toimenpiteitä.
Ölly- ja muut säiliöt	Vuonna 1980 tehdyn tutkimuksen mukaan Koskenmäen vedenottamon muodostumisalueella oli edellä mainittujen laitosten säiliöiden lisäksi n. 37 kpl suojaamattomia öljy- ja muita säiliöitä. Ne sijaitsivat pääasiassa Hyrylän keskustassa ja Hyrylän pohjavesialueen luoteisosassa. Osa öljysäiliöistä on mahdollisesti poistettu alueelta vuoden 1980 jälkeen, mutta suurin osa niistä lienee yhä alueella. Kaikki muodostumisalueella olevat öljy- ja muut säiliöt tulee varustaa suoja-altailla tai sijoittaa sisätiloihin. Käytöstä poistetut säiliöt tulee poistaa pohjavesialueelta.

Taulukko 4. Toimenpideohjelma alueella oleville merkitykseltään vähäisille riskikohteille.

Laitos tai toiminto	Toimenpide
Autohuolto Kuusivuori Auto-Tapio Chevrolet huolto ja myynti Entinen sementtivalimo	Jäteöljytynnyrit tulee sijoittaa suojattuihin tiloihin. Ei toimenpiteitä. Ei toimenpiteitä. Alueella olevien tynnyreiden ja farmarisäiliön sisältö tulee tarkistaa. Tarvittaessa ne tulee poistaa alueelta. Maanalaisten suojaamattomien öljysäiliöiden kunto tulee tarkistaa. Tarvittaessa öljysäiliöt tulee uusida ja suojata.
Hyrylän Clean Oy Hyrylän vanha kaatopaikka	Ei toimenpiteitä. Pohjaveden laadun tarkkailua kaatopaikan ympäristössä tulee jatkaa.
Hyrylän varuskunta	Öljyvarasto rakennus nro 11 tulee kunnostaa asianmukaiseksi. Muutoin öljyvarasto tulee siirtää parempiin tiloihin. Suojaamattomien maanalaisten öljysäiliöiden kuntoa tulee tarkkailla riittävän usein. Tarvittaessa säiliöt tulee uusida tai sijoittaa betonibunkkeriin. Ampumaradan ympäristön maaperän ja pohjaveden lyijypitoisuutta tulee tutkia. Tarvittaessa alueen lyijypitoisin maaperä tulee poistaa. Varuskunnan jätevesiviemärit ovat vanhoja ja niiden kuntoa tulee tarkkailla. Entisessä lämpökeskuksessa oleva sakka tulee kuljettaa pohjavesialueen ulkopuolelle.
Keski-Uudenmaan Autopesu Oy Kippihuolto Uusitalo & Halunen Kuljetusliike Kivi	Tulee estää liuottimien pääsy maaperään ja pohjaveteen. Jäteöljysäiliö tulee sijoittaa suojattuihin tiloihin. Öljin käsittelypaikat tulee suojata siten, että öljyä ei pääse maaperään ja pohjaveteen.
Maalaamo Virtanen	Pihassa olevien tynnyreiden sisältö tulee selvittää. Tynnyrit tulee tarvittaessa sijoittaa suojattuihin tiloihin tai kuljettaa pois alueelta.
Maalausliike Eino Venäläinen Ky	Pihassa olevien tynnyreiden sisältö tulee selvittää. Tarvittaessa ne tulee sijoittaa suojattuihin tiloihin tai kuljettaa pois alueelta. Samoin tulee tehdä kiinteistön pohjois-osassa oleville romuautoille.
Maasko Oy	Suojarakenteettoman maanalaisten jäteöljysäiliön kuntoa tulee tarkkailla riittävän usein. Suositeltavaa on, että säiliö suojataan asiallisesti tai se uusitaan ja varustetaan suojarakenteilla. Akuille tulee hankkia sopiva varasto. Koneiden pesua piha-alueella tulee välttää.
Metalliovi Nyberg Ky	Ei toimenpiteitä.
Pyykkärit Oy	Ei toimenpiteitä.
Ravirata	Tarvittaessa tulee selvittää alueella varastoidun maa-aineksen koostumus ja sen vaikutus pohjaveteen.
Rengasriihi Oy	Jäteöljysäiliö ja -tynnyrit tulee sijoittaa suojattuihin tiloihin.
Riihikallion Auto Oy	Ei toimenpiteitä.

Laitos tai toiminto	Toimenpide
Soraliike Erik Winqwist Ky	Suojaamattomat polttoainesäiliöt tulee sijoittaa suojatulle maaperälle ja suoja-altaisiin.
Tauno Valo Oy	Jäteöljysäiliön kunto ja sijainti tulisi tarkistaa. Maanalaisten suojaamattomien polttoainesäiliöiden kuntoa tulee tarkkailla riittävän usein. Tarvittaessa ne tulee uusia tai suojata asianmukaisesti. Piha-alue tulee sadevesiviemäroidä tarvittaessa.
Tielaitos tiemestaripiiri	Piha-alueella muodostuvat vedet tulee johtaa pohjavesialueen ulkopuolelle. Öljysorakaset tulee sijoittaa suojatulle ma-alustalle.
Tuusmotor Ky	Jäteöljytynnyrit tulee sijoittaa suojattuihin tiloihin.
Tuusulan Auto Oy	Huoltorakennuksen piha-alueella olevat jäteöljytynnyrit tulee sijoittaa suojattuihin tiloihin.
Tuusulan Autokeskus Oy	Pihassa olevat akut ja jäteöljysäiliö tulee sijoittaa asianmukaisiin tiloihin.
Tuusulan KTK Oy	Piha-alueen pohjoispäässä oleva öljyfarmarisäiliö ja öljytynnyrit tulee poistaa alueelta. Maanpäällinen dieselsäiliö tulee sijoittaa suojatulle maaperälle. Maanalaisten polttoainesäiliöiden kuntoa tulee tarkkailla. Tarvittaessa säiliöt tulee uusia ja suojata asianmukaisesti. Piha-alueen kaivot tulee kunnostaa, jottei pintavedet pääse valumaan niihin. Piha-alue tulee päällystää kokonaan. Heikossa kunnossa oleva asfaltti tulee paikata. Sadevesiviemärin purkauspaikka tulee selvittää. Piha-alueelle tulee laittaa lisää sadevesikaivoja.
Tuusulan Linja Oy	Polttoainesäiliöt tulee sijoittaa suojatulle maa-alustalle ja suoja-altaisiin.
Tähtivuokraus Oy	Ei toimenpiteitä.
Urheilukeskus	Polttoainesäiliö tulee sijoittaa suojatulle maa-alustalle ja suoja-altaaseen. Lannoitteiden käsittelyssä tulee noudattaa huolellisuutta, jottei niitä pääse tarpeettomasti maaperään ja pohjaveteen.

6.2 Uudet laitokset ja toiminnat

Suunnittelualueen nykyisen kuormitetun tilan ja toisaalta vedenhankinnallisen käyttöarvon huomioon ottaen on suositeltavaa, ettei alueelle ohjata enempää pohjavesille vaarallisia laitoksia ja toimintoja.

Tämä peruslähdekohta tulisi ottaa huomioon suunniteltaessa alueen tulevaa maankäyttöä. Seuraavassa tarkastellaan osa-alueittain sitä, miten tämä tavoite on käytännössä saavutettavissa.

Vesioikeudellisissa suoja-aluepäätöksissä esiintyy usein jokseenkin samansisältöinen, kaiken kattavaksi tarkoitettu luettelo suoja-alueella kiellettävistä toiminnoista. Tässä suunnitelmassa keskitytään pohtimaan niitä toimintoja, joiden sijoittuminen alueelle on

käytännössä mahdollista. Ei esim. liene kovin reaalista odottaa, että suunnittelualue otettaisiin jatkossa laajamittaiseen ja voimaperäiseen maa- ja metsätalouskäyttöön.

Kaavoitus

Suunnittelualueetta tai sen osia ei tulisi kaavoittaa teollisuuskäyttöön, maa-ainestenottoalueiksi tai muuhun vastaavaan pohjavesille haitalliseksi katsottavaan tarkoitukseen.

Kaavoitettaessa aluetta asuntorakentamiseen tulisi kaavamääräyksiin liittää määräykset asuntojen liittämisestä yleiseen viemäriverkostoon sekä mahdollisten lämmitysöljy-säiliöiden sijoittamisesta rakennusten sisätiloihin.

Aluetta tulisi ensisijaisesti kaavoittaa urheilu- ja virkistyskäyttöön liittäen kaavamääräyksiin näiden oheistoimintoja kuten jätehuoltoa, saniteettivesien johtamista ja autojen pysäköintialueita koskevat vesiensuojelumääräykset.

Sijoituspaikkaluvat

Alueelle ei tulisi myöntää uusia sijoituspaikkalupia (syksystä 1992 lukien ympäristölupia) terveydenhoitoasetuksen 17§:ssä tarkoitetuille laitoksille. Pykälän kohdan 44) perusteella tällaista lupaa ei myöskään tule myöntää sellaisille asetuksen 283/62 1§:ssä ja 3 §:ssä mainituille laitoksille, joita ei ole erikseen mainittu terveydenhoitoasetuksen 17 §:ssä.

Kemikaalien varastointi

Asetuksen 682/90 7 §:n mukaisesti alueelle ei tule perustaa uusien vaarallisten kemikaalien teollista käsittelyä tai varastointia harjoittavia laitoksia. Alueella ei tulisi myöntää em. asetuksen 64 §:ssä tarkoitettuja poikkeuslupia.

Muita näkökohtia

Vesilain 1 luvun 22 §:n perusteella, siinä muodossa kuin se on vahvistettu 1.12.1987, alueella on noudatettava seuraavia rajoituksia:

Alueella ei sallita väkilannoitteiden, kasvinsuojeluaineiden ja tuholaismyrkkujen runsasta käyttöä, ts. muuta kuin tavanomaiseen pihan- ja puutarhanhoitoon sekä viherrakenteiden kunnossapitoon liittyvää käyttöä.

Sakokaivo-, puhdistamo- ym. lietteiden levitys on alueella kielletty.

Jätevesien maahanimeytys nykyistä laajemmassa mitassa on kielletty. Alueelle ei myöskään tule rakentaa uusia sellaisia viemärlaitokseen kuuluvia rakenteita, joista jätevettä voi päästä maaperään.

Alueelle ei saa rakentaa uusia yleisiä teitä ilman sellaisia suojarakenteita, joilla pohjaveden pilaantumisvaara poistetaan. Sama koskee vanhojen teiden perusparantamista.

Alueelle ei saa perustaa uusia hautausmaita. Kielto ei koske Paijalan hautausmaa-alueen laajentamista luoteissuuntaan Koskenmäen pohjavedenottamolta katsoen, mikäli todetaan, ettei ko. hautausmaa ole aiheuttanut VL 1:22:n vastaisia seurauksia.

Alueelle ei tule perustaa uusia huoltoasemia, autokorjaamoja tai -hajottamoja ilman sellaisia suojarakenteita, joilla pohjavesien pilaantumisvaara estetään.

Alueella ei sallita muitakaan laitoksia tai toimintoja, jotka voivat aiheuttaa VL 1:22§:ssä tarkoitettua pohjaveden pilaantumisvaaraa. Mahdollisista tällaisista hankkeista tulee aina pyytää Helsingin vesi- ja ympäristöpiirin lausunto.

Maa-ainesten otossa tulee noudattaa vesi- ja ympäristöhallituksen valvontaohjetta nro 49.

6.3 Valvonta ja seuranta

Vesilain yleisenä valvontaviranomaisena toimii suunnittelualueella Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri. Paikallisena vesilain valvontaviranomaisena toimii Tuusulan ympäristön-suojelulautakunta, joka myös suorittaa terveydenhoitolain mukaista valvontaa.

Paikallisella valvontaviranomaisella on valvonnassa tärkeä osuus paikallistuntemuksensa vuoksi ja myös siksi, että se yleensä saa riittävät ja oikea-aikaiset tiedot siitä, mitä pohjavesialueella tapahtuu. Yleisen valvontaviranomaisen osallistumista tarvitaan puolestaan varsinkin erityistä asiantuntemusta vaativien asioiden hoitamisessa.

Valvonnan tavoitteena on myötävaikuttaa siihen, että edellä tässä suunnitelmassa mainitut toimenpidesuositukset toteutetaan ja että uusiin ennalta arvaamattomiin vesilain rikkomustapauksiin reagoidaan tehokkaasti ja oikea-aikaisesti. Kaikessa tulee pyrkiä estämään mahdolliset pohjavesihaitat ennakolta. Itse valvontatoiminta sisältää mm. sen, että valvotaan yleistä etua antamalla lausuntoja muille viranomaisille ja esittäen tässä yhteydessä vesiensuojeluvaatimuksia sekä toisaalta suoritetaan laillisuusvalvontaa valvomalla lupapäätösten ehtojen noudattamista ja puuttumalla muutoinkin havaittuihin lainvastaisiin tilanteisiin kehotuksin ym. Tarvittaessa haetaan vesioikeudellista virka-apua tai ilmoitetaan asia virallisen syyttäjän tutkittavaksi.

Tuusulan Seudun Vesilaitos kuntainliitto ei ole valvontaviranomainen, mutta intressinomistajana ja toiminta-alueensa hyvin tuntevana laitoksena sen tulisi toimia kiinteässä yhteistyössä sekä vesi- ja ympäristöpiirin että kunnan valvontaviranomaisten kanssa ja mm. saattaa kaikki vesilain vastaisiksi epäiltävät tapaukset valvontaviranomaisten tietoon mahdollisia jatkotoimenpiteitä varten.

Kertaluonteisia valvontatutkimuksia olisi edellä esitetyn mukaisesti aiheellista suorittaa ainakin

- alueen huoltoasemilla
- varuskunnan ampumaradalla
- Paijalan hautausmaalla
- Sammalojan ja Myrtilinjoen vedestä ja pohjalietteestä

Jatkuvaa seurantaa suoritetaan Tuusulan Seudun Vesilaitos kuntainliiton toimesta kunnan terveys- ja ympäristöviranomaisten valvonnassa Koskenmäen pohjavedenotta-

molla. Tätä seurantaan olisi tarpeen laajentaa siten, että näytteitä otettaisiin myös alueelle asennetuista havaintoputkista. Lääkintöhallituksen yleiskirjeessä nro 1977 mainittujen valvontatutkimuksiin sisältyvien määritysten lisäksi olisi aiheellista tehdä sekä ottamon vedestä että havaintoputkista otetuista näytteistä lisämäärytyksiä sellaisista em. luetteloon kuulumattomista yhdisteistä, joita voidaan alueella epäillä päässeen maaperään ja pohjaveteen. Tällaista seurantaan on jo tehtykin. Harkinnan mukaan tulisi lisäksi määrääjain havainnoida kaikista havaintoputkista sekä myös itse ottamolta raskasmetallit, AOX sekä öljy-yhdisteet.

Hyväksytyn tarkkailuohjelman mukaan on Koskenmäen pohjavedenottamalla suoritettava mikrobiologisia tutkimuksia varten 12 ja fysikaalis-kemiallisia tutkimuksia varten 12 näytteenottokertaa vuodessa. Havaintoputkien avulla suoritettavassa seurannassa voitaneen tyytyä harvempaan seurantaan (esim. 1...2 kertaa vuodessa).

Taulukko 5. Luettelo valvontatutkimuksiin kuuluvista perusmäärytyksistä.

Koliformiset bakteerit/ <i>E. coli</i>	Rauta
Heterotrofinen pesäkeluku	Sameus
Aistinvarainen arviointi	Sähkönjohtavuus
Aktiivinen kloori	Väri
- kokonais	Alumiini
- vapaa	Fluoridi
Alkaliteetti	Kloridi
Ammonium	Kupari
Hiilidioksidi	Mangaani
KMnO ₄ -luku ja ajoittain TOC	Nitraatti
Kokonaiskovuus tai Ca ja Mg	Nitriitti
Lämpötila	Sulfaatti
pH	Natrium

7 TOIMENPITEET VAHINKOTAPAUKSISSA

Mahdollisissa vahinkotapauksissa, joista voi aiheutua pohjaveden pilaantumista, on ensisijainen toimintavastuu Tuusulan kunnalla.

Öljyvahinkojen torjuntaa varten kunnalla on kunnanvaltuuston 25.2.1991 hyväksymä öljyvahinkojen torjuntasuunnitelma. Sen mukaista organisaatiota on mahdollisuus käyttää myös esim. kemikaalipäästöjen torjunnassa ja muissa akuuteissa, nopeita torjuntatoimenpiteitä vaativissa tapauksissa.

Mikäli kyseinen päästö aiheuttaa väestölle terveyden menettämisen vaaran, on kunnalla **ympäristöterveydenhuollon poikkeusolojen valmiussuunnitelma**, joka on nykyisessä muodossaan vahvistettu 7.2.1992.

Vakavissa tapauksissa noudatetaan näitä kahta suunnitelmaa. Vähemmän vakavat päästöt käsitellään osana tavanomaista valvontatoimintaa.

Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri toimii alueellisena vesiensuojeluviranomaisena antaen kunnan viranomaisille mm. asiantuntija-apua.

Yhteistoiminnan järjestämiseksi riittänee tavanomainen yhteydenpito eri viranomaisten vastuuhenkilöiden kesken.

Tilanteen niin vaatiessa voidaan lisäksi perustaa erityinen johtoryhmä.

8 MALLINTAMINEN

Tuusulan Koskenmäen pohjavedenottamon muodostumisalueella on tehty mallilaskelmia alunperin Yhdysvalloissa kehitetyllä MOC-pohjavesimallilla. Mallilla voidaan simuloida yksi- tai kaksidimensioista pohjaveden virtausta ja saasteen kulkeutumista veden mukana pysyvässä tai muuttuvassa virtaustilanteessa. Malli laskee konsentraation muutokset, jotka aiheutuvat kulkeutumisesta, sekoittumisesta ja laimenemisestä. Sorptio

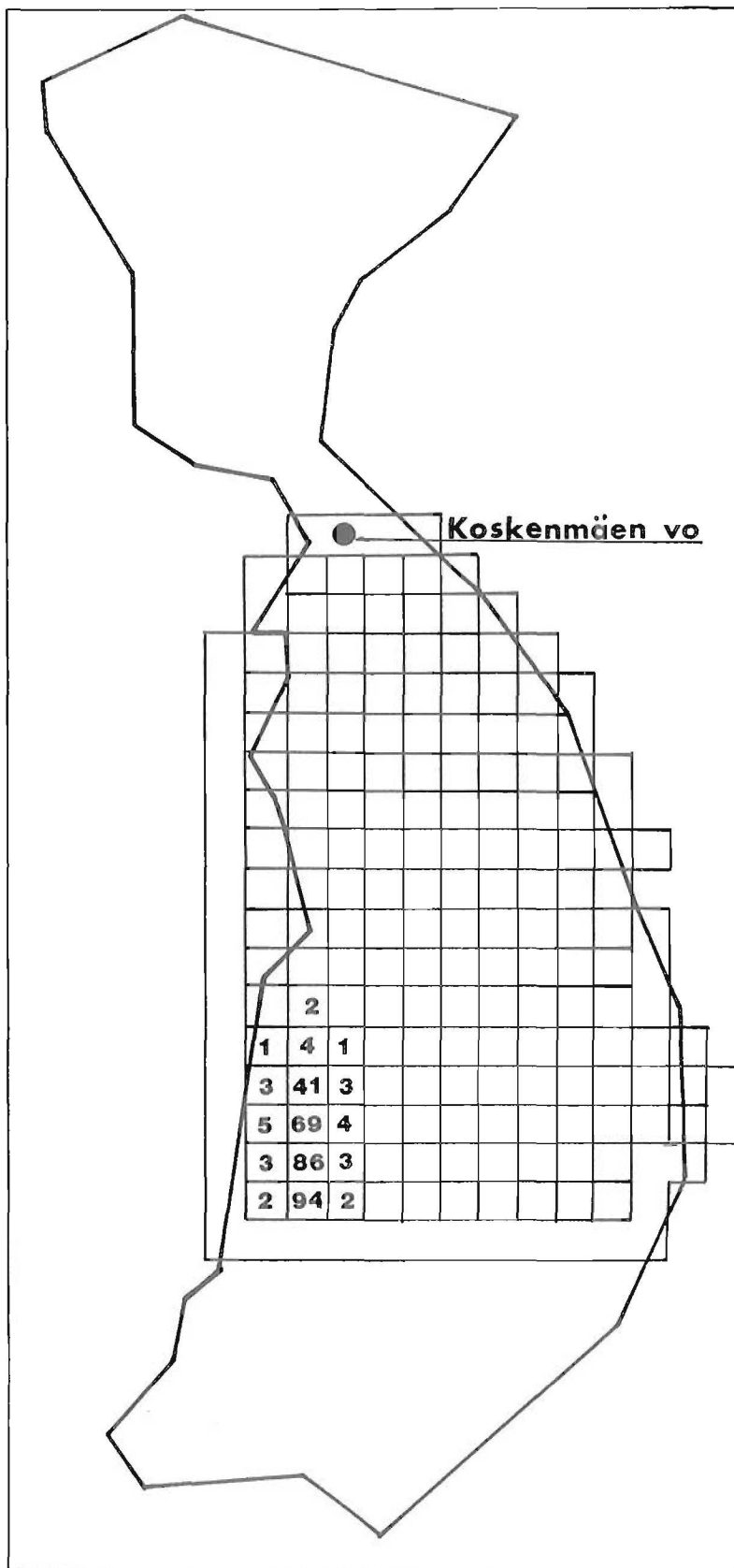
voidaan ottaa huomioon, mutta malli olettaa, että aine ei reagoi kemiallisesti ja että gradientit nesteen tiheydessä, viskositeetissa ja lämpötilassa eivät vaikuta nopeuden jakaumaan. Pohjavesi voi olla heterogeeninen ja/tai anisotrooppinen.

Malli yhdistää pohjaveden virtausyhtälön liuenneen aineen kulkeutumisyhtälöön. Pohjaveden virtausyhtälöitä approksimoidaan finite-difference -menetelmällä ja kulkeutumisyhtälö ratkaistaan karakteristikkamenetelmällä. Pohjavesiesiintymän paksuus ja läpäisykyky voivat vaihdella alueella, ja alueella voi olla vedenottoa tai imeytystä. Lisäksi mallille on annettava reunaehtoina pohjavedenkorkeudet tai virtaamat reunoilla. Alkuehtona voidaan antaa mm. vedenkorkeus alueella ja saasteen konsentraatio.

Suunnittelualue on mallintamisen kannalta varsin moni-ilmeinen. Alueen maa-aines on pääosin hyvin vettäläpäisevää hiekkaa ja soraa. Muodostumisalueen reunaosissa on hienoa hiekkaa ja silttiä. Alueella esiintyvät tiiviit siltti- ja savikerrokset vaikuttavat lisäksi veden ja lika-aineiden kulkeutumiseen maaperästä pohjaveteen. Pohjaveden virtaus suuntautuu kohti Tuusulanjoen laaksossa sijaitsevaa kallioperän ruhjevyyhykettä, jossa myös Koskenmäen pohjavedenottamo sijaitsee.

Pohjavesimallin laskentakapasiteetti asettaa eräitä rajoituksia mallin soveltamiselle. Tutkittava alue on jaettu osa-alueisiin, joissa lasketaan pohjaveden virtaus, vedenkorkeus ja mahdollisen lika-aineen kulkeutuminen. Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa on mallia kalibroitu Koskenmäen vedenottamon kaakkoispuoleisella alueella, koska se on pinta-alaltaan suurempi kuin luoteinen osa ja siellä sijaitsee pääosa alueen tutkituista riskitoiminnoista. Virtauskentän oletetaan olevan tasapainotilassa. Mallintamisen kannalta ongelmallinen kallioperän ruhjealue kuvataan tässä tapauksessa reunaehtona. Eteläosa on rajattu niin, että käytöstä poistetun kaatopaikan ja sen läheisyydessä sijaitsevan suolavaraston mahdolliset päästöt ovat mallin reuna-arvoja. Alueella onkin todettu selvästi kohonneita pohjaveden kloridipitoisuuksia. Muodostumisalueen geologiset reunat lännessä ja idässä ovat myös mallin reunoja. Kallion topografin ja vedenjohtavuuden vaihtelut ohjaavat virtausta alueella. Mallissa kalliokynnykset käsitellään läpäisemättöminä vyöhykkeinä.

Mallinnettava alue on jaettu hilaruutuihin (19x19 kpl), joille annetaan tarpeelliset alku- ja reunaehdot (kuva 8). Malli tulostaa pohjaveden korkeuden, virtausnopeuden ja saasteen konsentraation halutuin aikavälein. Tulostustiedosto sisältää lasketut arvot kussakin



Kuva 8. Suunnittelualue ja mallinnettu osa-alue. Mallilla laskettu suolavarastolta kulkeutuvan kloridin prosentuaalinen jakauma (tarkastelujakso puoli vuotta).

mallin hilapisteessä. Riskikohteista mahdollisesti tapahtuvien päästöjen kulkeutumista voidaan näin arvioida laskennallisesti ja suunnitella torjuntatoimia vedenottamon suojelemiseksi. Esimerkkinä on kuvassa 8 esitetty suolavarastolta tapahtuvan päästön aiheuttama mallilla laskettu kloridipitoisuuden jakauma. Tarkastelun aikaväli on puoli vuotta. Kloridin on oletettu käyttäytyvän merkkiaineen tavoin. Mallin täsmentämiseksi tarvitaan lisää maastotutkimuksia mm. kalliokynnyksistä ja ruhjealueen laajuudesta. Tämän jälkeen malli voidaan laajentaa kattamaan koko arvioidun muodostumisalueen. Alueelta koottua aineistoa käytetään jatkossa myös muiden pohjavesimallien testaamiseen.

9 YHTEENVETO

Uudistettu vesilainsäädäntö sekä toisaalta muunkin lainsäädännön sisältämät, pohjavesien suojelua koskevat määräykset tarjoavat mahdollisuuden hoitaa pohjavesien suojelu entistä tehokkaammin. Edellytyksenä on riittävät tiedot suojeltavasta pohjavesialueesta sekä sillä sijaitsevista pohjavesille vaarallisista laitoksista ja toiminnoista. Laatimalla pohjavesialueelle suojelusuunnitelma saadaan riittävät lähtökohdat pohjavesien suojelua koskevien lakisäädösten soveltamiseksi siten, että pohjavesien suojelu muodostuu riittävän tehokkaaksi ilman että muuta maankäyttöä pohjavesialueella kuitenkaan rajoitetaan tarpeettomasti. Suojelusuunnitelmamenettelyä voidaan käyttää vaihtoehtona vesioikeudellisen suoja-alueen muodostamiselle. Suojelusuunnitelmaa ei toimiteta vesioikeuden vahvistettavaksi, vaan sitä käytetään ohjeena vesilakia valvottaessa, maa-aineslupia myönnettäessä, maankäyttöä suunniteltaessa, kemikaali- ja jätehuoltolainsäädäntöä sovellettaessa jne.

Hyrylän pohjavesialue sijaitsee Tuusulan kunnassa noin 25 km Helsingistä pohjoiseen. Suojelusuunnitelman kohteeksi rajattiin noin 3 km²:n laajuinen alue, joka kattaa pääpiirtein Tuusulan Seudun Vesilaitos kuntainliiton omistaman Koskenmäen pohjavedenottamon valuma-alueen.

Koskenmäen pohjavedenottamo on kuntainliiton toiseksi tärkein ottamo. Vedenotto siitä aloitettiin vuonna 1953. Siitä otetun pohjaveden määrä on vaihdellut viime vuosina välillä 2090...3180 m³/d.

Alueella todettiin olevan lukuisia riskitekijöitä, joiden vaikutuksia selvitettiin sekä viranomaisilla entuudestaan olevan aineiston että maastokäyntien avulla. Samoin käytettiin saastuneiden maa-alueiden selvitysprojektista kertyneitä likaajatietoja. Alueelle asennettiin uusia havaintoputkia ja suoritettiin lisäksi seismistä luotausta.

Tärkeimmiksi riskitekijöiksi todettiin vanhat, pääosin jo loppuun hyödynnetyt maa-ainesten ottoalueet, tienpito ja liikenne, huoltoasemat, hautausmaa, asfalttiasema, lämpökeskus, paikallisen varuskunnan laitokset, elementtitehdas sekä lämmitysöljysäiliöt ja viemäriverkostoon kuuluvat laitteet ja rakenteet. Lisäksi löytyi melkoinen joukko laitoksia, joiden aiheuttama pohjavesien pilaantumisenriski arvioitiin vähäiseksi. Suunnitelman laadinnan yhteydessä laadittiin riskien poistamiseksi tarvittavat toimenpidesuositukset ja nimettiin vastuuviranomaiset. Samoin laadittiin toimenpidesuositukset uusille laitoksille ja toiminnoille. Pohjaveden ja vedenottamon laadun seurannasta annettiin suositukset. Suunnitelman laadinnan yhteydessä kokeiltiin myös matemaattisen mallintamisen suomia mahdollisuuksia.

Suunnitelma tarjoaa hyvät mahdollisuudet alueen pohjavesien suojelemiseksi, ja useita parannustoimenpiteitä käynnistettiin jo suunnitelman laadinnan aikana.

KIRJALLISUUS

Rintala, J. 1992 Tuusulan Koskenmäen vedenottamon suojelusuunnitelma
Pro gradu -tutkielma. Turun yliopisto, geologian laitos

Vesi- ja ympäristöhallituksen valvontaohje nro 65 1991. Pohjavesialueiden suojelusuunnitelmat

Vesihallitus 1981 Tärkeät pohjavesialueet. Tuusulan kunta. Julkaisematon

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON JULKAISUJA - sarja A

44. Jeltsch, Ulrich: Saastuneiden maa-alueiden kunnostus. Helsinki 1990.
45. Ahtiainen, Marketta: Avohakkuun ja metsäojituksen vaikutukset purovesien laatuun. Helsinki 1990.
46. Heikkilä, Raimo: Vaasan läänin uhanalaiset suokasvit. Helsinki 1990.
47. Korkka-Niemi, Kirsti: Tutkimus kaivovesien happamoitumisesta Suomessa. Helsinki 1990.
48. Kauppi, Lea; Sandman, Olavi; Knuuttila, Seppo; Eskonen, Kristiina; Liehu, Anita; Luokkanen, Sinikka & Niemi, Maarit: Maankäytön merkitys vesien käytölle haitallisten sinileväkukintojen esiintymisessä. Helsinki 1990.
49. Heikkinen, Kaisa & Visuri, Anna: Orgaanisten aineiden merkityksestä ja pidättymisestä virtaavan veden ekosysteemissä.
Heikkinen, Kaisa & Visuri, Anna: Turvetuotannon typpikuormituksen vaikutuksista virtaavissa vesissä. Helsinki 1990.
50. Pitkänen, Heikki; Kangas, Pentti; Sarkkula, Juha; Lepistö, Liisa; Hällfors, Guy & Kauppila, Pirkko: Veden laatu ja rehevyys Itäisellä Suomenlahdella. Raportti vuosien 1987 - 88 tutkimuksista. Helsinki 1990.
51. Hirvi, Juha-Pekka (toim.): Suomenlahden öljyvahinko 1987. Helsinki 1990.
52. Levinen, Riitta: Puhdistamolietteen viljelykäytön edellytykset. Helsinki 1990.
53. Niemi, Reino A: Makrofytyt vesien tilan seurannassa. Helsinki 1990.
54. Lammassaari, Veikko: Uitto ja sen vesistövaikutukset. Helsinki 1990.
55. Kainuun vesi- ja ympäristöpiirin toiminnan suuntaviivat 1990-luvun alkupuoliskolla. Helsinki 1990.
56. Perälä, Jaakko & Reuna, Marja: Lumen vesiarvojen alueellinen vaihtelu Suomessa. Helsinki 1990.
57. Haja-asutuksen vedenhankinnan kehittäminen. Helsinki 1990.
58. Puustinen, Jukka: Typen merkitys rannikkovesien rehevöitymisessä. Helsinki 1990.
59. Oulun vesi- ja ympäristöpiiri: Pohjois-Pohjanmaan vedet ja ympäristö 1990-luvulla. Helsinki 1990.
60. Saviranta, Leena & Katko, Tapio (toim.): Kansainvälinen vesihuollon vuosikymmen 1981 - 1990 Suomessa. Helsinki 1990.
61. Katko, Tapio (ed.): The international drinking water and sanitation decade 1981 - 1990 in Finland. Helsinki 1990.
62. YV-projekti: Kokemuksia osallistumisesta ja vaikutusten arvioinnista vesiensuojelun suunnittelussa. Helsinki 1990.
63. Antikainen, Sari; Smolander, Ulla & Järvinen, Olli: Näytteenottomenetelmän luotettavuus luonnonvesien raskasmetalliseurannassa. Helsinki 1990.
64. Saarela, Jouko: Kaivosjätteiden geoteknisistä ominaisuuksista ja ympäristövaikutuksista. Helsinki 1990.
65. Turun vesi- ja ympäristöpiiri: Vesien käyttö ja hoito 1990-luvulla Varsinais-Suomi ja Etelä-Satakunta. Helsinki 1990.
66. Mukherjee, Arun B: The use of chlorinated paraffins and their possible effects in the environment. Helsinki 1990.
67. Assmuth, Timo: Kaatopaikkojen ongelmajätteiden ympäristövaikutukset. Riskikaatopaikkatutkimuksen pääraportti. Helsinki 1990.
68. Porvoonjoen kuormitus selvitystyöryhmä; Lehtonen, Eija & Penttilä, Sirpa (toim.): Porvoonjoen kuormitus selvitys. Helsinki 1991.
69. Mikkelin vesi- ja ympäristöpiiri: Mikkelin läänin vesien hoito 1990-luvulla. Helsinki 1991.
70. Louekari, Kimmo; Saarikoski, Heli & Joki-Kokko, Eeva: Kadmium ympäristössä. Helsinki 1991.
71. Kokkolan vesi- ja ympäristöpiiri: Keski-Pohjanmaan vedet ja ympäristö. Helsinki 1991.
72. Freindling, Alexander & Heitto, Lauri: Primary production of inland waters. Helsinki 1991.
73. Pennanen, Jussi: Toutain Kokemäenjoen keskiosan ja Loimijoen järjestelyn vaikutusalueella. Helsinki 1991.
74. Hildén, Mikael; Hakaste, Tapio; Korhonen, Pekka & Rahikainen, Eljas: Kokemäenjoen keskiosan ja Loimijoen kalatalouden intressianalyysi. Helsinki 1991.
75. Ihme, Raimo; Heikkinen, Kaisa & Lakso, Esko: Pintavalutus turvetuotantoalueiden valumavesien puhdistuksessa. Helsinki 1991.

76. Pasanen, Jaana: Öljyisen maan ja jätteen mikrobiologinen puhdistus. Helsinki 1991.
77. Ihme, Raimo; Isotalo, Lauri; Heikkinen Kaisa & Lakso, Esko: Turvesuodatus turvetuotantoalueiden valumavesien puhdistuksessa.
Ihme, Raimo; Heikkinen Kaisa & Lakso, Esko: Laskeutusaltaiden toimivuuden parantaminen turvetuotantoalueiden valumavesien käsittelyssä.
Ihme, Raimo; Heikkinen Kaisa & Lakso, Esko: Turvetuotantoalueiden kuormituksen pidättäminen sarkaojiin. Helsinki 1991.
78. Rantala, Aulis (toim.): Vesistöjen kalkitus happamien sulfaattimaiden vaikutusalueella. Helsinki 1991.
79. Kiiminkijoen vesiensuojelusuunnittelun työryhmä; Hynninen, Pekka (toim.): Kiiminkijoen vesiensuojelusuunnitelma. Helsinki 1991.
80. Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiiri: Keski-Suomen kehittyvät vesivarat. Helsinki 1991.
81. Haapala, Kirsti & Eurén, Maija: Luonnonvesien ja jätevesien kiintoainemäärityksen ongelmista. Helsinki 1991.
82. Laine, Anne & Heikkinen, Kaisa: Turvetuotannon kalastovaikutukset. Helsinki 1991.
83. Vesihuoltolaitokset 31.12.1988 ja 31.12.1989. Helsinki 1992.
84. Sandman, Olavi; Turkia, Jaana & Huttunen, Pertti: Paleolimnologinen tutkimus metsäojituksen ja -lannoituksen vesistövaikutuksista Juupajoen Kalliojärvässä. Helsinki 1992.
85. Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri: Uudenmaan ja Etelä-Hämeen vedet. Helsinki 1991.
86. Roila, Tuija: Pienvesien happamoitumisen seuranta vuosina 1979 - 1989.
Roos, Jaana: Puskurikapasiteetin muutokset eräissä pienjärvässä vuosien 1937 - 48 ja 1988 välillä.. Helsinki 1992.
87. Ollikainen, Minna: Karjalan Pyhäjärven tila 1980-luvulla sedimentin piilevien ilmentämänä. Helsinki 1992.
88. Lepistö, Liisa: Planktonlevien aiheuttamat haitat. Helsinki 1992.
89. Rantakangas, Jorma: Perkauksen aiheuttaman kiintoainevirtaaman ennakointi. Helsinki 1992.
90. Kajjalainen, Erkki (toim.): Sonkajärven reitin vesien käytön yleissuunnitelma. Helsinki 1992.
91. Salo, Simo: The fate of chemicals spilled on water. A literature review of physical and chemical processes. Helsinki 1992.
92. Mäkirinta, Urho & Tolonen, Pasi: Vaalan Järvikylän järvien kasvillisuus järvien tilan kuvaajana. Helsinki 1992.
93. Mäkirinta, Urho: Muutoksia Alavetelin Isojärven kasvillisuudessa 1973 - 1981. Helsinki 1992.
94. Nakari, Tarja: Porvoon edustan merialueen meriveden vaikutuksista sumputettujen ja luonnonkalojen elintoimintoihin. Helsinki 1992.
95. Torpström, Heikki & Lappalainen, Matti: Järvien biomanipulaation perusteita ja käytännön mahdollisuuksia. Helsinki 1992.
96. Salonen, Seija; Frisk, Tom; Kärmeniemi, Tellervo; Niemi, Jorma; Pitkänen, Heikki; Silvo, Kimmo & Vuoristo, Heidi: Fosfori ja typpi vesien rehevöittäjinä – vaikutusten arviointi. Helsinki 1992
97. Assmuth, Timo; Strandberg, Tapio; Joutti, Anneli & Kalevi, Kirsti: Kemiallisesti saastuneiden maa-alueiden tutkimusmenetelmät. Helsinki 1992.
98. Kivimäki, Anna-Liisa: Tekopohjavesilaitokset Suomessa. Helsinki 1992.
99. Tanninen, Risto: Arvot ja asenteet Pyhäjoen vesiensuojelusuunnittelussa. Helsinki 1992.
100. Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri: Rautalammin reitin vene- ja retkisatamasuunnitelma. Helsinki 1992.
101. Eloheimo, Karri: Veneily ja sen ympäristövaikutukset. Helsinki 1992.
102. Sytyke 16. Sannholm, Gun & Söderström, Mirja: Entsyymikäsittelyn merkitys sulfaattimassan valkaisussa. Helsinki 1992.
103. Sytyke 9. Raitio, Laura: Siistausprosessin ympäristökuormitus. Helsinki 1992.
104. Sytyke 17. Jantunen, Esko: Jätevesipäästötön paperitehdas. Helsinki 1992.
105. Sytyke 10. Lehtinen, K.-J. & Tana: Effects in mesocosms exposed to effluents from bleached hardwood kraft pulp mill. Helsinki 1992.
106. Hudd, Richard; Toivonen, Anna-Liisa & Wistbacka Ralf: Malax å fiskeriutredning. Helsinki 1992.
107. Rontu, Mika: Pohjaveden alkalointi kalkkikivi-suodatuksella. Helsinki 1992.
108. Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri: Rautalammin reitti - Kansallisvesi. Helsinki 1992.
109. Sytyke 11. Junttila, Vesa: Sellutehtaan ympäristökuormitusten pienentäminen ja hallinta uudella tehdaslaitolla. Helsinki 1992.

110. Sytyke 20. Kara, Mikko: Natrium- ja rikkitaseen säätömahdollisuuksia suomalaisessa sellutehtaassa. Helsinki 1992.
111. Kauppi, Marja: Repoveden alueen vesistöjen perusselvitys. Helsinki 1992.
112. Lindholm, Tapio (toim.): Sukkessiotutkimusten tuloksia Suomen ja SNTL:n luonnonsuojelualueilta. Helsinki 1992.
113. Sytyke 2. Hatakka, Annele; Valo, Marjatta & Lankinen, Pauliina: Puunjalostusteollisuuden jätevesien käsittely valkolahosienillä ja niiden entsyymeillä. Helsinki 1992.
114. Sytyke 19. Krogerus, Mårten & Hynninen, Pertti: Sellu- ja paperiteollisuuden päästöjen käsittelyvaihtoehdot ja kustannukset. Helsinki 1992.
115. Hyvärinen, Pekka; Salojärvi, Kalervo; Pushkin, Sergei & Ahonen, Mikko: Kalojen vaellus Oulujärvestä Oulujokeen. Helsinki 1992.
116. Ettala, Matti & Koskela, Juhani: Kloorifenolipitoisten pohjavesien käsittely aktiivihiihiisuodatuksella ja aktiivilietemenetelmällä. Helsinki 1992.
117. Sytyke 6. Myréen, Bertel: Suomen metsäteollisuuden tila vuonna 1995. Helsinki 1992.
118. Lyly, Olavi: Torjunta-aineiden käytön kannattavuus ja ympäristöhaittojen vähentäminen. Helsinki 1992.
119. Sytyke 21. Laxén, Torolf: Organosolvkeitot. Helsinki 1992.
120. Sytyke 4. Pere, J; Thun, R; Alén, R; Kyllönen, H & Viikari, L: Metsäteollisuuden jäteliitteet. Helsinki 1992.
121. Vesihuoltolaitokset 31.12.1990. Helsinki 1992.
122. Sytyke 14. Siitonen, Heikki; Wartiovaara, Jyrki & Kasanen, Pirkko: Sellu- ja paperitehdas-integraatin ympäristönsuojelutoimien hyötyjen ja haittojen arviointi - casetutkimus. Helsinki 1992.
123. Sytyke 22. Malinen, Raimo: Skenaarioanalyysi massan valmistuksen kehitysvaihtoehdoista. Helsinki 1992.
124. Sytyke 22A. Vasara, Petri: Skenaarioiden tuottaminen ja analyysi massanvalmistukselle Suomessa 1995 - 2010. Helsinki 1992.
125. Törrtö, Heli; Kaakinen, Eero & Alasaarela, Erkki: Ympäristövaikutusten arviointi aluehallinnossa - esimerkkinä Oulun lääni. Helsinki 1992.
126. Ekholm, Matti: Suomen vesistöalueet. Helsinki 1992.
127. Aura, Erkki; Puustinen, Markku; Virtanen, Seija; Mikkola, Hannu; Luoma, Tarmo & Peltomaa, Rauno: Salaojitusmenetelmien vertailu Zaitsevon kenttäkokeessa. Helsinki 1992.
128. Sytyke 15. Puustinen, Jukka: Ravinteiden käytön optimointi metsäteollisuuden aktiivilietelaitoksissa.
Sytyke 3. Lammi, Reino & Pakarinen, Kauko: Typpiravinnelisäyksen vaikutus sellutehtaan aktiivilietelaitoksen toimintaan. Helsinki 1993.
129. Seppälä, Jyri: Ympäristöriskianalyysi teollisuudessa. Helsinki 1992.
130. Sytyke 18. Pihlaja, Kalevi (koordinaattori): Valkaistua sulfaattisellua valmistavan tehtaan jätevesien orgaanisen aineen hajoaminen ja ympäristövaikutukset. Helsinki 1993.
131. Lax, Hans-Göran; Koskenniemi, Esa; Sevola, Pertti & Bagge, Pauli: Tenojoen pohjaeläimistö ympäristön laadun kuvaajana. Helsinki 1993.
132. Sytyke 5. Välttilä, Olli: Biolietteen poltto.
Sytyke 12. Kauppinen, Jyrki: Metsäteollisuuden hajuaineiden analytiikka ja seuranta. Helsinki 1993.
133. Sytyke 10A. Lehtinen, K-J: Ecological impact of pulp mill effluents. Helsinki 1993.
134. Hirvi, Juha-Pekka (toim.): Operatiivinen ajalehtimis- ja kulkeutumismalli merialueille. Helsinki 1993.
135. Nystén, Taina: Kärkölän likaantuneen pohjavesialueen geologia ja matemaattinen mallintaminen. Helsinki 1993.
136. Vesihuoltolaitokset 1991. Helsinki 1993.
137. Ullvén, Johanna: Simpukoiden soveltuvuudesta kloorifenolien tutkimiseen murtovedessä. Helsinki 1993.
138. Peura, Pekka: Happamoituminen Merenkurkun pienissä järvissä.
Peura, Pekka: Försurning av småsjöarna i Norra Kvarken. Helsinki 1993
139. Huttunen, Leena & Soveri, Jouko: Luonnontilaisen roudan alueellinen ja ajallinen vaihtelu Suomessa. Helsinki 1993.
140. Kaatra, Kai & Marttunen, Mika (toim.): Oulujoen vesistön säännöstelyjen kehittämisselvitykset. Helsinki 1993.

