



EESTI GEOLOOGIAKESKUS  
Hüdrogeoloogia osakond

KINNITAN

Eesti Geoloogiakeskuse

direktor Vello Klein

“ “ aprill 2004. a.

Riiklik reg. nr. GR-04-09

Rein Perens,  
Tiina Parm  
Valeri Savva  
Mati Lelgus

**SAARE MAAKONNA PÕHJAVEE KAITSTUSE DIGITAALSE KAARDI  
1:50 000 KOOSTAMINE**

Teadusdirektor

Jaan Kivisilla

Tallinn, 2004

## Annotatsioon

**R. Perens, T. Parm, V. Savva, M. Lelgus. Saare maakonna põhjavee kaitstuse digitaalse kaardi 1:50 000 koostamine.** Eesti Geoloogiakeskus, hüdrogeoloogia osakond. Tallinn, 2004. Tekst 13 lk., 1 graafiline lisa, 1 elektrooniline lisa CD-l (Eesti Geoloogiakeskuse fond, Keskkonnaministeerium)

Saare maakonna põhjavee kaitstuse kaart on koostatud elektroonilisena programmis MapInfo, mõõtkavas 1:50 000. Paber kandjal väljatrükk on mõõtkavas 1:100 000.

Kaart on koostatud olemasoleva kaardimaterjali, põhiliselt Saaremaa kompleksse geoloogilise kaardistamise mõõtkavas 1:50 000 käigus koostatud põhjavee kaitstuse kaardi põhjal, kusjuures täiendavalt on kasutatud viimasel aastakümnel lisandunud andmestikku, mis on saadud uute tarbepuurkaevude puurimisel.

Kaardi koostamisel on juhitud Rahvusvahelise Hüdrogeoloogide Assotsiatsiooni poolt välja antud juhenditest ja standardlegendidest. Arvestatud on ka "Eesti põhjavee kaitstuse ja antropogeense koormuse kaardi" mõõtkavas 1:50 000 legendi. Digitaalsete kaardikihtidena on kujutatud maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi looduslik kaitstus pindmise reostuse eest ja selle kivimiline iseloom, põhjavee hüdroisohüpsid, allikad, põhjaveevõtt ja põhjavee kvaliteet.

Digitaalsed kaardikihid koos andmebaasidega ning kaardikihtide järjestus on esitatud CD-l programmi MapInfo failidena.

Projektijuht

Rein Perens

## SISUKORD

SISSEJUHATUS	4
1. PÕHJAVEE REOSTUSKAITSTUSE HINDAMISE KRITEERIUMID	5
2. SAAREMAA PÕHJAVEE KAITSTUSE PÕHIJONED	7
2.1. Põhjavee keemiline koostis	7
2.2. Antropogeenne reostus	9
2.3. Põhjavee kaitstus	11
KOKKUVÕTE	12
KASUTATUD KIRJANDUS	13

### TEKSTILISAD

Lisa 1. Lähteülesanne

Lisa 2. Saare maakonna põhjavee kaitstuse kaardi digitaalsete kihtide loetelu ja seletus  
Eesti Geoloogiakeskuse TN istungi protokoll

### GRAAFILINE LISA

[SAARE MAAKONNA PÕHJAVEE KAITSTUSE KAART \(MÕÕTKAVA 1:100 000\)](#)

### CD

[SAARE MAAKONNA PÕHJAVEE KAITSTUSE DIGITAALNE KAART \(MÕÕTKAVA 1:50 000\) \(elektroonilised kaardikihid ja andmebaasid programmis MapInfo\)](#)

## SISSEJUHATUS

Töö on tehtud vastavalt Keskkonnaministeeriumi ja OÜ Eesti Geoloogiakeskuse vahel sõlmitud tööettevõtu lepingule.

Kuna põhjaveevaru säästev kasutamine ja põhjavee kaitsemeetmete tõhustamine on seoses Veepoliitika raamdirektiivi (2000/60/EÜ) rakendamisega saanud Eesti riikliku keskkonnavalase tegevuse üheks põhieesmärgiks, siis on tekkinud ka vajadus võimalikult täpsete põhjavee kaitstust iseloomustavate kaartide järele. Kõige paremini vastavad keskkonnakaitsjate, planeerijate ja arengukavade koostajate vajadustele kaardid mõõtkavas 1:50 000.

Kuigi Saaremaa on Eesti üks geoloogiliselt kõige paremini uuritud maakondi, kogu ulatuses kaetud ka kompleksse geoloogilis-hüdrogeoloogilise kaardistamisega mõõtkavas 1:50 000 (Perens jt., 1993), peab arvestama, et nimetatud kaardistamisest on möödunud rohkem kui 10 aastat. Seepärast oli mõistetav vajadus uuendada ja täiendada varasemat kaardimaterjali viimasel aastakümnel tehtud ehitusmaterjalide uuringutega, samuti on kasutatud kõikide Eesti põhjavee katastrisse lisandunud uute puurkaevude andmeid. Koostöös Saaremaa Keskkonnateenistusega täpsustati vee erikasutuslooga puurkaevude, prügilate ja suuremate reostusobjektide asukohti. Eraldi leppemärkidega on tähistatud veevõtt 2002. aastal.

Metoodilise juhendina ja legendi alusena on kaardi koostamisel kasutatud Rahvusvahelise Hüdrogeoloogide Assotsiatsiooni poolt väljaantud juhendeid ja standardlegende (Struckmeier & Margat, 1995; Vrba & Zaporozec, 1994). Arvestatud on ka "Eesti põhjavee kaitstuse ja antropogeense koormuse kaardi" mõõtkavas 1:50 000 legendi (Savitskaja, 1992).

Lepingust tulenevalt on digitaalsed kaardikihid mõõtkavas 1:50 000 koos andmebaasidega ning kaardikihtide järjestus esitatud CD-l programmi MapInfo failidena. Paber kandjal kaart on vormistatud mõõtkavas 1:100 000.

Lähteülesandega võrreldes on põhjavee kaitstuse digitaalsel kaardil järgmised erinevused:

1. Kuna maapinnalt esimene aluspõhjaline veekompleks koosneb kogu Saare maakonna ulatuses ainult lõheliste ja karstunud kivimite põhjaveekihtidest ning poorsete kivimite ja ilma olulise põhjaveevaruta kihid või veepidemed puuduvad, siis ei ole kaardi loetavuse huvides aluspõhjakivimite iseloomu eraldi näidatud. Samuti ei ole eristatud mattunud orud, kuna nende levik Saaremaal piirdub ainult Sõrve poolsaarega ja langeb kokku kaitstud põhjavee ala piiriga.
2. Põhjavee liikumise suund on tähistatud noolega, ilma geoloogilise indeksita, kuna tegemist on ainult Siluri veekompleksiga.

3. Täiendavalt lähteülesandele on autorid pidanud vajalikuks kaardil ära näidata vee erikasutusloaga puurkaevud ja nende põhjaveevõtt. Lisaks prügilatele on kaardil näidatud ka loomade matmispaigad ja olulisemad jääkreostuse objektid, mis samuti võivad ohustada põhjavee kvaliteeti ühes või teises piirkonnas.

Aruande teksti on kirjutanud Rein Perens. Valeri Savva koostas vee erikasutusloaga puurkaevude ja veevõtu andmebaasi. Mati Lelgus täpsustas prügilate ja reostusobjektide asukohti. Tiina Parm vormistas digitaalsed kaardikihid tellitud formaadis failideks ja paber kandjal kaardiks.

## **1. PÕHJAVEE REOSTUSKAITSTUSE HINDAMISE KRITEERIUMID**

Põhjavee kaitstuse all mõistetakse veekihi kaetust nõrgalt vett läbilaskva kihiga, mis takistab maapinnal oleva reoaine imbumist põhjavette. Põhjavee kaitstus sõltub teguritest, mida saab jagada kolme gruppi: looduslikud, tehnogeensed ja füüsikalise-keemilised. Looduslikest teguritest on olulisemad põhjaveekihti katvate setete paksus, selle litoloogiline koostis ja filtratsiooniomadused, aeratsioonivöö paksus ning viimase sorptsioonivõime. Tehnogeensete tegurite hulka kuulub reoaine sattumise viis põhjavette – kas heitvee hoidlatest tulenevate avariide tõttu või infiltratsiooniväljakutel läbiimbumise tulemusel. Füüsikalise-keemiliste tegurite hulka kuuluvad reoaine eriomadused – migratsioonivõime, keemiline püsivus ja lagunemise aeg, koostoime "reoaine–kivim–põhjavesi" (Vrba & Zaporozec, 1994).

Samas on täiesti ilmne, et mida paksem ja vettpidavam on kattekiht, see tähendab, mida paremad on looduslikud põhjavee kaitstuse tingimused, seda kindlam on ka põhjavee kvaliteedi kaitstus igat liiki reoaine suhtes, olenemata nende pinnasesse sattumise viisist. Järelikult, põhjavee kaitstuse hindamisel tuleb lähtuda eelkõige looduslikest teguritest, millest olulisim on vett mitteläbilaskvate kihtide olemasolu ja nende omadused kattekihis. Sellest lähtuvalt tuleb põhjavee kaitstuse hindamisel oluliseks parameetrik pidada ka aeratsioonivöös esineva veepideme paksust ja selle filtratsiooniomadusi.

Põhjavee kaitstuse kaart annab vähem või rohkem objektiivse ülevaate pinnase põhjavett kaitsvatest omadustest, lähtudes eelkõige mõjust põhjavee kvaliteedile. Kaardi peamiseks eesmärgiks on eristada piirkonnad, näidates nende erinevat tundlikkust reostuse suhtes. Kaart põhineb Saaremaa hüdroteoloogilistel ja ka geoloogilistel kaartidel. Digitaalset kaarti on lihtne pidevalt täiendada uute andmetega, mis kajastavad põhjavee reostuskaitstust ja võimalikke reostusallikaid. Kaart annab kasutajale informatsiooni inimtegevuse võimalikust mõjust aluspõhja ülemise veekihi põhjavee kvaliteedile ning näitab võrdlevalt selle mõju erinevates piirkondades.

Hinnangu aluseks on pinnaste filtratsioonikoefitsiendid ja sellele vastavad reoaine infiltratsiooniajad läbi Kvaternaari setete erinevate litoloogiliste erimite.

Lisaks Eesti põhjavee kaitstuse kaardi mõõtkavas 1:50 000 tugilegendile (Savitskaja, 1992) on põhjavee reostustundlikkuse hindamisel arvestatud Vabariigi Valitsuse 20. jaanuari 1998. a. määrusega nr. 11 "Veekogusse või pinnasesse juhitava heitvee kohta esitatavate nõuete kinnitamine". Kuigi nimetatud määrus on käesolevaks ajaks tunnistatud kehtetuks, on seal esitatud reostustundlike suublate klassifikatsioon küllaltki asjakohane.

Käesolevas aruandes on lähtutud Vabariigi Valitsuse 31. juuli 2001. a. määrusest nr. 269 "Heitvee veekogusse või pinnasesse juhtimise kord", kus antakse ka kaitsmata ja nõrgalt kaitstud põhjaveega alade määratlused.

Arvestades eelpoolmainitud kriteeriume, on maapinnalt esimese aluspõhjalise põhjaveekompleksi loodusliku kaitstuse hinnang pindmise reostuse seisukohalt järgmine:

1) **Kaitsmata alad** (väga kõrge reostusohtlikkus):

karstialad:

alvarid;

moreeni  $\leq 2$  m ( $k = 0,01-0,5$  m/d);

liiv, kruus  $\leq 20$  m ( $k = 1-5$  m/d)

2) **Nõrgalt kaitstud alad** (kõrge reostusohtlikkus):

moreeni 2–10 m ( $k = 0,01-0,5$  m/d);

savi, liivsavi  $\leq 2$  m ( $k = 0,0001-0,005$  m/d);

liiv, kruus 20–40 m ( $k = 1-5$  m/d)

3) **Keskmiselt kaitstud alad** (keskmine reostusohtlikkus):

moreeni 10–20 m ( $k = 0,01-0,5$  m/d);

savi, liivsavi 2–5 m, ( $k = 0,0001-0,005$  m/d);

4) **Suhteliselt kaitstud alad** (madal reostusohtlikkus):

moreeni  $> 20-50$  m ( $k = 0,01-0,5$  m/d);

savi  $> 5-10$  m ( $k = 0,0001-0,005$  m/d).

5) **Kaitstud alad** (väga madal reostusohtlikkus):

moreeni  $> 50$  m; savi  $> 10$  m.

Vastavalt Vabariigi Valitsuse 31. juuli 2001. a. määrusele nr. 269 on kaitsmata põhjaveega aladel süvapuhasdamata heitvee pinnasesse immutamine keelatud. Nõrgalt kaitstud põhjaveega aladel võib pinnasesse immutada kuni 10 m<sup>3</sup> vähemalt bioloogiliselt puhastatud heitvett.

## 2. SAAREMAA PÕHJAVEE KAITSTUSE PÕHIJONED

### 2.1. Põhjavee keemiline koostis

Niiske ja mõõdukalt jahe kliima on soodustanud Saaremaa kivimite leostumist, mistõttu pinnakattes ja Siluri veekompleksi ülemises osas on looduslikes tingimustes formeerunud valdavalt HCO<sub>3</sub>-Mg-Ca-tüüpi vesi mineraalainete sisaldusega 0,3–0,5 g/l. Veekihtide lasumissügavuse suurenemisega ja toitumistingimuste halvenemisega vee mineraalainete sisaldus pidevalt kasvab ja vee keemiline koostis muutub algul HCO<sub>3</sub>-Cl- ja sügavamal Cl-Na-tüübiks. Analoogsed muutused leiavad aset ka põhjavee liikumisel Saaremaa keskosast mere suunas. Põhjavee mineraalainete sisalduse isojoon 0,3 g/l piiritleb Lääne-Saaremaa kõrgustiku kui põhjavee olulise toiteala peaaegu täpselt.

Nii vertikaalse kui horisontaalse hüdrogeokeemilise vööndilisuse kujunemisel on suurim tähtsus olnud Holotseeni paleogeograafilistel tingimustel. Holotseeni keskel oli peaaegu kogu Saaremaa kaetud Litoriinamerega, mille soolsus (8–15‰) ületas tunduvalt praeguse Balti mere soolsuse Saaremaa rannikuvees (5–6‰). Soolane merevesi tungis ka aluspõhja kivimitesse ja muutis põhjavee soolakaks. Pärast mere taganemist algas sademete ja pinnavee infiltreerumise tulemusel ka põhjavee magestumine. Mõnes paksema pinnakatte ja savikamate setetega rannikupiirkonnas (Salme, Läätsa, Järve) ei olegi magestumisprotsess ilmselt kõikjale ulatunud, mistõttu kohati esinev soolane vesi võib osaliselt olla ka relikitse päritoluga.

Looduslikes tingimustes valitseb mageda põhjavee ja soolase merevee vahel hüdrodünaamiline tasakaal, mis määrab ka difusioonivööndi iseloomu. Viimase paksus ja laius sõltuvad eelkõige mageda põhjavee liikumise kiirusest. Saaremaa kagurannikul, kus põhjavee survegradient on väiksem kui 0,001, ületab vee mineraalainete sisaldus kohati 1g/l ja difusioonivööndi laius ulatub 1,0–1,5 kilomeetrini. Läänerannikul, kus Lääne-Saaremaa kõrgustiku läheduse tõttu põhjavee survegradient on suur, mere mõju ei avaldu (Perens, 1991).

Makrokomponentide pindalalise leviku osas on kõige seaduspärasem Cl-levik, mis otseselt sõltub mere kaugusest, põhjavee hüdraulilisest gradiendist ja kohalike toitealade esinemisest. Saaremaa ida- ja lõunarannikul ning Sõrve poolsaarel ületab Cl-sisaldus mitmes paigas isegi joogiveeallikana kasutada kavatsetavale põhjaveele lubatud piirnormi – 350 mg/l. Mitmel pool kordavad mineraalainete sisalduse ja Cl-sisalduse isojooned hüdroisohüpside kuju. Ka keskmisest

suurema  $\text{SO}_4$ -sisaldusega piirkonnad (üle 100 mg/l) kattuvad sageli soolaka põhjavee leviku aladega.

Lääne-Saaremaa kõrgustikult ja selle pikenduselt, Eikla–Tagavere–Taaliku joonelt, toimub mere suunas  $\text{SO}_4^{2-}$  pidev suurenemine: 20–30 mg/l-lt kuni 100–200 mg/l-ni rannikualadel. Anomaalselt suur  $\text{SO}_4^{2-}$ -sisaldus on endise Audla poldri piirkonnas (243,6–327,8 mg/l). Sealsetes soosetetes esineva sapropeeli vee kõrge sulfaatide sisaldus annab alust arvata, et ka mujal rannikuvööndis on  $\text{SO}_4^{2-}$  keskmisest kõrgem sisaldus tingitud merelahtede rikkalikust orgaanilisest ainest.

$\text{HCO}_3^-$  suhtes on täheldatav kloor- ja sulfaatioonidele vastupidine levikupilt. Kõige suuremad sisaldused (400–500 mg/l) on saadud Saaremaa keskosas. Merele lähenedes, eriti ida ja lõuna suunas  $\text{HCO}_3^-$  sisaldus väheneb 200–250 mg/l-ni.

Katioonidest on parima lahustuvuse ja migratsioonivõimega  $\text{Na}^+$  ja  $\text{K}^+$ . Nende kontsentratsioon Saaremaa keskosas, Litoriaamere tasemest kõrgemal, ei ületa 10–30 mg/l. Mere suunas  $\text{Na}^+$ -sisaldus pidevalt suureneb kuni 200–300 mg/l-ni, korrates üldiselt  $\text{Cl}^-$  ja  $\text{SO}_4^{2-}$  muutusi. Kuigi  $\text{Mg}^{2+}$ - ja  $\text{Ca}^{2+}$ -sisaldus ja levik on palju stabiilsemad, võib täheldada ka nende komponentide sisalduse suurenemist mere suunas.

Kui makrokomponentide levikus täheldame Siluri veekompleksis üsna kindlat seaduspära, siis rauaühendite ( $\text{Fe}^{2+}$  ja  $\text{Fe}^{3+}$ ) sisaldus sõltub põhiliselt kohalikest hüdroteoloogilistest tingimustest. Tavaliselt on rauasisaldus 0,2–1,0 mg/l, sageli on rauda isegi üle 1 mg/l.

Üksikute komponentide ajalised muutused on seotud eelkõige põhjavee toitumise sesoonsete faasidega. Seepärast on kevadel nii Kvaternaari setete pinnasevesi kui Siluri veekompleksi põhjavesi väiksema  $\text{Mg}^{2+}$ -,  $\text{Ca}^{2+}$ -,  $\text{HCO}_3^-$  ja  $\text{SO}_4^{2-}$ -sisaldusega, mis väljendub ka vee madalamas mineraalainete sisalduses ja kareduses. Suvel üksikute komponentide sisaldus tõuseb kevadega võrreldes 10–20 mg/l ja rohkemgi. Pärast sügisesi suuri sadusid toimub makrokomponentide sisalduse uus langus.

Erinev on lämmastikühendite sisalduse ajaline muutlikkus. Nii saavutab  $\text{NH}_4^+$ -sisaldus saastunud pinnavee infiltreerumise tulemusena maksimumi kevadisel lumesulamise perioodil. Suvel lämmastikühendite sisaldus põhjavees tavaliselt väheneb, mida seletatakse nende omastamisega taimede poolt.

Problemaatiline on olnud Saaremaa põhjavee keemilise koostise ajaline muutumine. On väidetud, et kloriidide ja mineraalainete üldine sisaldus on põhjaveetaseme alanemise tõttu ja mere mõjul viimastel aastakümnetel suurenenud.

Väljakujunenud hüdrodünaamiline tasakaal muutub põhjaveekihtide intensiivse tarbimise tagajärjel tõepoolest, mille tulemusena võib ka alanduslehtri hüdrautiline kallakus kujuneda



suunaga mere poolt maismaale. Sissetungi intensiivsus sõltub veehaardest väljapumbatava vee hulgast ja põhjaveekihtide loodusliku toitumise vahekorrast. Nii suurenes Orissaare alevikus 1987. aastal põhjavee tarbimise kahekordistumisel  $\text{Cl}^-$ -sisaldus järsku 100–300 mg/l kuni 475–500 mg/l (Perens, 1990). Ka Kuressaare linna Unimäe veehaardel, mis 1981–1985 töötas forsseeritult (tarbimine ületas 3000 m<sup>3</sup>/d), täheldati mineraalainete, eriti kloriidide sisalduse suurenemist. Tarbimise vähenemisega saavutati nende endine tase. Põhjavee kaitstuse kaardil on merevee võimaliku sissetungi piirkondadena tähistatud Orissaare, Kuressaare, Järve, Salme ja Läätsa piirkond.

Muutused vee keemilises koostises võivad avalduda juba suhteliselt lühikese katsepumpamise käigus. Orissaares suurenes  $\text{Cl}^-$ -sisaldus 10-päevase katsepumpamise ajal 47,9 mg/l-lt kuni 194,6 mg/l-ni ja Nasval 76,9 mg/l-lt kuni 130,5 mg/l-ni. Samal ajal  $\text{SO}_4^{2-}$ -,  $\text{Ca}^{2+}$ - ja  $\text{Mg}^{2+}$ -sisaldus praktiliselt ei muutunud. Üksikute puurkaevude ümber, mis töötavad ainult mõned tunnid ööpäevas, sügavaid alanduslehtreid ei ole tekkinud ja põhjavee keemiline koostis on jäänud suhteliselt stabiilseks (Perens, 1993).

Seoses Euroopa Liidu Veepoliitika raamdirektiivi täitmiseega on nõuetekohase joogivee ja isegi joogiveeallikana kasutada kavatsetava põhjavee kvaliteedinäitajatele vastava põhjavee leidmine mitmel pool Saaremaal (Järve, Salme, Läätsa) muutunud tõsiseks probleemiks, mis vajaks spetsiaalseid uuringuid.

## 2.2. Antropogeenne koormus

Üldlevinud seisukoha järgi mõistetakse põhjavee reostuse all ainete inimtegevusest mõjustatud otsest või kaudset väljutamist vette või pinnasesse nii, et see võib ohustada inimese tervist või keskkonda.

Põhilisteks reostusaineteks on Saaremaal põllumajanduslikud heitmed ja jäätmed. Reostusallikateks on farmide sõnniku- ja vedelkütuse, väetise- ja silohoidlad, korrast ära kanalisatsioon ja puhastusseadmed. Vähemal määral võivad põhjavee kvaliteedile mõju avaldada surnuaiad, loomade matmispaigad ja kohalikud prügilad.

Reostusallikatest satuvad kahjulikud komponendid sula- ja vihmaveega kraavidesse ja jõgedesse, suur hulk reoaineid infiltreerub maapinnalt otse põhjavette. Mõnigi kord on aset leidnud reovee otsene väljavool korrast ära kanalisatsioonisüsteemist ja puhastusseadmetest. Haruldane ei ole hüdroisolatsioonita või hoopiski ilma põrandata sõnniku- ja silohoidlate esinemine.

Suuremat ohtu põhjaveele kätkeb valdaval osal Saaremaast maapinnale jäetud sõnnik, virts, olmejäätmed ning mineraalväetiste kasutamine. Kuna Saaremaa tingimustes infiltreerub 50–100 mm sademeid aastas (karstialadel kuni 300 mm/aastas), siis sõltub sealse põhjavee kvaliteet

otseselt maapinnalt infiltreeruva vee kvaliteedist. Kõige levinumateks ja ohtlikumateks reostuskomponentideks on mitmesugused lämmastikühendid ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$  jt). Olles geneetiliselt omavahel seotud, võivad nad keskkonnatingimustest sõltuvalt üksteisega asendada.

$\text{NH}_4$ -sisaldus looduslikus põhjavees on sajandike, harvem kümnendike milligrammide piires.  $\text{NH}_4$  keskmisest kõrgem sisaldus on enamasti tingitud orgaanilise aine lagunemisest anaeroobses keskkonnas ja annab tunnistust kaevu või pinnaveekogu sanitaarse seisundi halvenemisest. Vastavalt keskkonnaministri määruse "Põhjaveekogumite veeklassid, põhjaveekogumite veeklassidele vastavad kvaliteedinäitajate väärtused ning veeklasside määramise kord" eelnõule, kuulub põhjavesi füüsikalise-keemiliste näitajate järgi heasse veeklassi, kui ammooniumisisaldus ei ületa looduslikult aeroobses põhjavees 0,5 mg/l või ei ületa looduslikult anaeroobses veekeskkonnas 1,5 mg/l või kui kvaliteedinäitaja ületamise korral on tõestatud ammooniumi looduslik päritolu põhjavees. Sellest tulenevalt kuulub Saaremaa põhjavesi valdavalt heasse veeklassi.

Kõige kergemini on reostatavad põhjavee ülemistest kihtidest toituvad üksiktarbijate salvkaevud ja madalad puurkaevud. Viimaste sügavus ei ületa tavaliselt 20 m ja nad on puuritud tihti vajalikke sanitaarnõudeid arvestamata. Asutuste ja ühismajandite kaevud on enamasti 20–60 m sügavused. Erinevalt üksiktarbijate kaevudest asuvad need pumbamajades ja on puuritud sanitaarkaitsealadele esitatavaid nõudeid arvestades. Siiski on ka nende hulgas osaliselt veega täitunud süvendites paiknevaid lahtise manteloruotsaga kaeve.

Hüdrogeoloogilise kaardistamise käigus proovitud 58 tarbepuurkaevu vees lämmastikühendid enamasti puudusid (Perens jt., 1993).  $\text{NO}_3$  maksimaalne sisaldus oli 26,4 mg/l ja  $\text{NH}_4$  maksimaalne sisaldus 1,28 mg/l (keskmise sisaldus vastavalt 1,86 mg/l ja 0,04 mg/l). Väike oli lämmastikühendite sisaldus ka hüdrogeoloogiliste kaardistamispuuraukude vees, mis reeglina paiknesid asulatest ja potentsiaalsetest reostusobjektidest eemal.  $\text{NO}_3$ -sisaldus ületas seal harva 10 mg/l ja  $\text{NO}_2$ -sisaldus oli kuni 0,01–0,02 mg/l.

Kuna ka vee pH on vahemikus 6–9 ja oksüdeeritavus  $\leq 5$  mgO/l, siis võib kinnitada, et Saaremaa põhjavesi kuulub füüsikalise-keemiliste kvaliteedinäitajate järgi heasse veeklassi. Suurim probleem on paikkonniti täheldatav kõrge kloriidiooni sisaldus, mis on tingitud ümbritseva mere mõjust ja vajaks detailsemat uurimist.

### 2.3. Põhjavee kaitstus

Valdaval osal Saaremaast ja Muhumaast on aluspõhi kaetud pinnakatte kihiga. Enamasti lasub aluspõhjal basaalse kihina moreen, mis puudub ainult kulutustasandikel alvarite piires. Kuigi pinnakatte paksus on väga muutlik (mõnest sentimeetrist alvaritel kuni 122,4 meetrini Sõrve poolsaare ürgorgudes), ei ole selle keskmine tüsedus kuigi suur ja kõigub enamasti 5–10 m piires.

Vaadeldes erineva põhjavee loodusliku kaitstuse alade pindalalist jaotust, näeme, et peaaegu kogu Kesk- ja Ida-Saaremaa, samuti Karala, Tagamõisa ja Ninase poolsaar Lääne- ja Loode-Saaremaal on kaitsmata või nõrgalt kaitstud aladega. Hüdrogeoloogilise kaardistamise mõõtkavas 1:50 000 (Perens jt., 1993) käigus jagati kaitsmata ja nõrgalt kaitstud alad veel omakorda kaheks allrajooniks.

**Kaitsmata alade** hulgas eristati alvarid ( $A_1$ ) ja alad moreeni paksusega kuni 20 m ( $A_2$ ). Lämmastikühendite statistiline analüüs allrajoonide puurkaevudes näitas, et alvaritel oli lämmastikühendite sisaldus põhjavees oluliselt suurem kui õhukese moreenikattega aladel. Pindalaliselt haaravad kaitsmata alad täielikult eespool nimetatud Karala, Tagamõisa ja Ninase poolsaare, Kuressaare linnast põhja poole jääva ala kuni Lääne-Saaremaa kõrgustikuni, Tagavere-Randküla piirkonna ja suure osa Muhu saarest. Kaitsmata alade hulka tuleb arvata ka karstilehtrite ümbrus, kuna sõltumata pinnakatte paksusest satuvad seal reoained koos pinnaseveega väga kiiresti põhjavette (Perens, 2002). Tingituna kattekihi väikesest paksusest, võib kaitsmata alal reoaine jõuda põhjavette vähem kui 30 ööpäevaga (Savitskaja, 1992).

**Nõrgalt kaitstud alad** jagati hüdrogeoloogilisel kaardistamisel kaheks allrajooniks: moreeni paksus 2–5 m või savi ning liivsavi paksus kuni 2 m ( $B_1$ ) ning allrajoon moreeni paksusega 5–10 m ( $B_2$ ). Põhjavee lämmastikühendite sisalduses olulist erinevust ei täheldatud. Pindalaliselt haaravad nõrgalt kaitstud alad suurema osa Ida-Saaremaast. Reoaine põhjavette jõudmise aeg on arvutuslikult 30–200 ööpäeva, mis tähendab, et potentsiaalselt reostusohlikke objekte nõrgalt kaitstud põhjaveega alale ei tohiks rajada.

**Keskmiselt kaitstud alad** haaravad piirkondi, kus moreeni on valdavalt 10–20 m või savi ning liivsavi paksus on vahemikus 2–5 m. Nende alade põhjavee kvaliteet on lämmastikühendite suhtes lähedane looduslikule foonile. Üle 90% proovitud puuraukudest ja tarbekaevudest andsid vett  $\text{NO}_3$ -sisaldusega 0–1 mg/l ja ligi 80% –  $\text{NH}_4$ -sisaldusega 0–0,05 mg/l (Perens jt., 1993). Reoainete arvutuslik infiltratsiooniaeg Siluri veekompleksis on 200–400 ööpäeva.

**Suhteliselt kaitstud alad** haaravad Lääne-Saaremaa kõrgustiku ja Sõrve poolsaare, kus moreeni paksus ületab tavaliselt 20 m. Ulatuslikult levivad ka rohkem kui 5 m paksused savilasundid. Nitraatide sisaldus ei ületa üheski sellest piirkonnast võetud proovis 10 mg/l,  $\text{NH}_4$ -

sisaldus on alla 0,5 mg/l ja NO<sub>2</sub>-sisaldus alla 0,1 mg/l. Reoaine arvutuslik infiltratsiooniaeg läbi moreenist või savist kattekihi on 400–1000 ööpäeva.

**Kaitstud alad** on ainult kahe Sõrve poolsaart läbiva ürgoru kohal, kus valdavalt saviliivmoreenist pinnakatte paksus võib ulatuda üle 50 m ja reoaine arvutuslik infiltratsiooniaeg aluspõhjalisse veekihti on rohkem kui 1000 ööpäeva.

## KOKKUVÕTE

Saare maakonna digitaalne põhjavee kaitstuse kaart on koostatud programmis MapInfo ja salvestatud CD-le. Paber kandjal kaart on ülevaatlikkuse huvides välja trükitud mõõtkavas 1:100 000.

Saare maakonna põhjavee kaitstuse digitaalne kaart koosneb järgnevatest kihtidest:

- Maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi looduslik kaitstus pindmise reostuse eest (kaitsmata, nõrgalt kaitstud, keskmiselt kaitstud, suhteliselt kaitstud ja hästi kaitstud – 5 kaardikihti);
- Põhjavesi ja allikad (maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi hüdroisohüpsid koos absoluutse kõrgusega; põhjavee liikumise suund; põhjavee ülevoolu piirkond; põhjavee veelahe, allikad – 3 kaardikihti);
- Põhjavee kvaliteet (põhjavee mineraliseerumise samaväärtusjooned; soolaka põhjavee leviku piirkond; merevee võimaliku sissetungi piirkond – 1 kaardikihti);
- Pinnavesi ja karst (jõed vooluhulgaga 0,5–10 m<sup>3</sup>/s; oja; pinnavee neeldumine karsti; karstilehter; soo; järv; veehoidla /jõed, ojad järved, sood, veehoidlad on koostatud Eesti Baaskaardi põhjal/ – 4 kaardikihti);
- Põhjavee rajatised (põhjaveeseire vaatlusjaamad; veehaarded – 2 kaardikihti);
- Potentsiaalse reostusohu objektid ja piirkonnad (riiklikud teed; prügilad; lennuväli; suuremad karjäärid; linnade ja asulate piirid – 5 kaardikihti);
- Topograafiline situatsioon (6 kaardikihti);
- Maakonna ja valdade piirid (1 kaardikiht);
- Leppemärgid ja kaardi kujundus (1 kaardikiht).

## KASUTATUD KIRJANDUS

### Trükitööd

Euroopa Parlamendi ja Euroopa Liidu Nõukogu Direktiivi 2000/60/EÜ Veepoliitika raamdirektiiv. Heitvee veekogusse või pinnasesse juhtimise kord. Vabariigi Valitsuse 31. juuli 2001. a. määrus nr. 269.

Joogivee tootmiseks kasutatava või kasutada kavatsetava pinna- ja põhjavee kvaliteedi- ja kontrollinõuded. Sotsiaalministri 02.01.2003 määrus nr. 1.

Perens, R., 2002. Põhjavesi: Saaremaa. Eesti Entsüklopeediakirjastus. Tallinn. Lk. 87–94.

Perens, R., 2001. Eesti põhjavee kaitstuse kaart. Mõõtkava 1:400 000. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn.

Perens, R., 1991. Saaremaa hüdrogeokeemiast. Eesti Geoloogide Selts. Tallinn, lk. 87–89.

Struckmeier, W.F. & Margat, J., 1995. Hydrogeological Maps. A Guide and a Standard Legend. International Association of Hydrogeologists. Hannover, 177 lk.

Veekogusse või pinnasesse juhitava heitvee kohta esitatavate nõuete kinnitamine. Vabariigi Valitsuse 20. jaanuari 1998. a. määrus nr. 11.

Vrba, J. & Zaporozec, A., 1994. Guidebook on Mapping Groundwater Vulnerability. International Contributions to Hydrogeology, Volume 16/1994, 130 lk.

### Käsikirjalised aruanded

Perens, R., 1990. Orissaare aleviku põhjaveevaru eeluuring. EGF.

Perens, R. jt., 1993. Saaremaa kompleksse geoloogilise kaardistamise mõõtkavas 1:50 000 aruanne. EGF.

Põhjaveekogumite veeklassid, põhjaveekogumite veeklassidele vastavad kvaliteedinäitajate väärtused ning veeklasside määramise kord. Keskkonnaministri määruse eelnõu. 30.10.2003.

Savitskaja, L., 1992. Eesti põhjavee kaitstuse ja antropogeense koormuse kaardi (mõõtkava 1:50 000) tugilegend. EGF.