

VII

ANTROPOGEENI GEOLOGIA

TALLINN 1961

ANTROPOGEENI SETETE PÕHJAVEED LÕUNA-EESTIS

V. KARISE

Antropogeeni setete põhjavete iseloomu ja lasumistingimusi määravad ala geomorfoloogia, setete litoloogia, lasumissuhted ja kliimatingimused. Meie vabariigi kliimatingimustes, kus sademete hulk ületab aurumise, esineb põhjavesi antropogeeni setetes (s. t. on pinnasevesi) suhteliselt väikeses sügavuses, nimelt 0—10 m, harvem kuni 25 m sügavusel. Vete lasumissügavus ühes või teises konkreetnes kohas oleneb aga selle koha geoloogilisest ehitusest, s. o. vettpidavate ja vett läbilaskvate setete asetusest üksteise suhtes, ning maakoha reljeefist. Öeldut aluseks võttes on otstarbekohane Lõuna-Eesti antropogeeni setetes esinevaid põhjavesi vaadelda kahe suurema regionaalse grupina, milleks on: 1) künkliku reljeefi pinnaseveed ja 2) tasandike pinnaseveed, kusjuures mõlema grupi piires eraldatakse rida pinnasevete geneetilisi tüüpe. Siinjuures on nn. künkliku reljeefina käsitletud Otepää-Karula ja Haanja kõrgustikku ning Sakala kõrgustiku mõningaid künkliku reljeefiga osi. Tasandikena on vaadeldud tasase või nõrgalt lainja reljeefiga alasid, mis ümbritsevad eespool nimetatud piirkondi. Nisugused alad levivad Tartust lõuna pool, Põlva ja Võru vahemikus ja mujal ning hõlmavad valdava osa Sakala kõrgustikust.

Künklikku reljeefi iseloomustavad pinnasevete geneetiliste tüüpide kiire vaheldumine ning vete lasumissügavuste suur kõikumine (0—25 m), tasandikel näeme aga vetetüüpide pidevat levikut, ühtlast vete lasumissügavust suurematel aladel ning lasumissügavuste väikest kõikumist (0—10 m).

Künkliku reljeefi piires on olulisemad järgmised pinnasevete geneetilised tüübid:

- 1) moreenialuste liivade ja kruusade veed
- 2) moreenisiseste liivade veed
- 3) moreeniga katmata fluvioglatsiaalsete liivade ja kruusade veed
- 4) deluviaalsete liivade veed.

Tasandike piires on enam levinud järgmised pinnasevete tüübid:

- 1) moreenialuste liivade ja kruusade veed
- 2) moreenisiseste liivade veed
- 3) moreenipealsete liivade (sandurite) veed
- 4) kohalike jääpaisjärvede setete veed.

Peale nimetatute leiduvad Lõuna-Eestis veel alluviaalsete setete veed ja sooveed. Need vetetüübid on ühesuguse iseloomuga nii künklikus reljeefis kui tasandikel.

Järgnevalt on esitatud Lõuna-Eesti antropogeeni setete põhjavete geneetiliste tüüpide iseloomustus.

Künkliku reljeefi veed

1. Moreenialuste liivade ja kruusade veed

Künkliku reljeefi piires esineb moreen positiivsetes pinnavormides peamiselt kõige ülemise kattena. Enamasti on moreeni paksus kuplitel 3—5 m, kohati ka 10—25 m (näiteks mõnes kohas Otepää kõrgustikul, nn. Hummulu mägedes jm.). Paksema moreenkatte puhul, eriti aga moreenist koosnevates positiivsetes pinnavormides on täheldatud moreenialuste liivade ja kruusade vete surveisust, kusjuures suhteline survekõrgus * kuni 10 m sügavustes kaevudes on kuni 9 m, puurkaevudes aga, millede sügavus ulatub 30 meetrini ja rohkemgi, kuni paarkümmend meetrit. Ohema moreenkatte puhul ei esine vesi positiivsetes pinnavormides iga kord vahetult moreeni all, vaid sügavamal liivades ja kruusades. Sel juhul ei ole veed surveised. Vete lasumissügavus on 4—10 m, mõnikord ka kuni 25 m. Veed on karedad või ka mõõdukalt karedad. Üldine mineralisatsioon kõigub 0,3 g/l ümber.

2. Moreenisiseste liivade veed

Moreen meie aladel on peamiselt savikas, mistõttu ta harilikult gravitatsioonivett ei sisalda ning on vettpidavaks kihiks. Ometi esineb Lõuna-Eestis paksema moreenkatte puhul sageli kaeve, mis on rajatud moreeni. Need kaevud toituvad moreenisiseste liivade vetest (liivad esinevad moreenis läätседena ja õhukeste piiratud levikuga kihtidena). Moreenisiseste liivade veevarud on väikesed, mistõttu kaevud ei paista silma veekülluse poolest. Kaevude sügavus on 3 m ümber, paksema moreenkatte puhul mõnikord ka 7—8 m. Tavaliselt ei ole veed surveised, kuid ulatuslikumate liivakihtide puhul on täheldatud ka survelisi vesi. Veetase on tugevasti mõjustatav sademetest ja aastaaegadest. Valdavalt esinevad karedad veed.

3. Fluvioglatsiaalsete liivade ja kruusade veed

Fluvioglatsiaalsed liivad ja kruusad on künklikul reljeefil ulatuslikult levinud, kusjuures positiivsed pinnavormid koosnevad sageli tervenisti fluvioglatsiaalsetest liivadest ja kruusadest, olles real juhtudel kaetud vaid õhukese moreenkattega. Liivade ja kruusade paksus on siin mõõdetav kümnete meetritega. Vete lasumissügavus fluvioglatsiaalsetest liivadest ja kruusadest koosnevate küngaste ning kuplite aladel kõigub üsna suurtes piirides, ulatudes kohati kuni paarikümne meetrini. Valitsevaks lasumissügavuseks on 2—9 m. Vaadeldavad veed on mõõdukalt karedad ja karedad, vete üldine mineralisatsioon on 0,2—0,3 g/l. Veed ei ole kunagi surveised.

4. Deluviaalsete liivade veed

Künklikul reljeefil esineb sageli positiivsete pinnavormide jalamil ning nendevahelistes lohkudes liivakaid deluviaalseid setteid kuni paari-kolme meetri paksuses. Juhul, kui deluviaalsed setted lasuvad vettpidaval kihil (moreenil), sisaldavad nad vett. Veevarud pole suured ning veetase on samuti tugevasti mõjustatav sademetest ja aastaaegadest (kevaditi ja sügiseti, sageli ka suviste vihmade ajal on kaevud kuni maapinnani veega täidetud, suvel ja talvel tavaliselt veetase langeb). Deluviaalsete setete vetest toituvad kaevud on madalad, tavaliselt alla 3 m; veetase nendes on 1—1,5 m sügavusel.

* Suhteline survekõrgus — kaevus (puurkaevus) esineva püsiva veetaseme ning vee avastamise sügavuse vahe.

Tasandike veed

1. Moreenialuste liivade ja kruusade veed

Lõuna-Eesti moreentasandikel lasub moreen tavaliselt vanematel fluvioglatsiaalsetel liivadel ja kruusadel, ainult piiratud aladel ka vahetult aluspõhjal. Viimati märgitud aladel antropogeeni setted gravitatsiooni-vett ei sisalda ning pinnasevesi esineb aluspõhja kivimeis.

Moreenialuste liivade ja kruusade vete lasumissügavus oleneb moreeni paksusest: õhema moreenkattega aladel on see väiksem, paksema moreenkattega aladel suurem. Moreenialuste liivade veed lasuvad 5—10 m sügavusel, mõningatel juhtudel aga ka 15—20 m sügavusel. Küllaltki sageli täheldatakse vete surveisust, kusjuures suhteline survekõrgus ulatub kuni 6 meetrini. Veed on enamasti mõõdukalt karedad või ka karedad.

Ei saa märkimata jätta moreenialuste liivade ja kruusade vete üht omapärast levikuvormi, nimelt vanades mattunud orgudes esinevat põhjavett. Käesoleval ajal on paremini tuntud Tartu mattunud orud ja nendes esinev põhjavesi (Orviku, 1946), kuid selliseid orge on teada mujaltki (Valga, Pala, Sänna, Krabi jt.). Praegu pole kõigi viimati nimetatud orgude veevarude ja nende kasutamisvõimaluste kohta küll veel küllaldaselt andmeid, kuid seniste kogemuste põhjal on alust arvata, et enamus neist orgudest sisaldab märkimisväärses koguses heakvaliteedilist vett.

2. Moreenisiseste liivade veed

Tasandikel esinev moreenkate sisaldab kohati liivakaid vahekihte ja läätsi, milledes esineb vesi. Võrreldes künkliku reljeefi moreeniga, näib aga tasandike moreenis olevat liivakaid vahekihte vähem (moreenisiseste liivade vetest toituvaid kaeve on tasandikel vähem kui künklikul reljeefil). Olenevalt moreeni paksusest ja liivaka vahekihi esinemissügavusest on moreenisiseste liivade vetest toituvate kaevude sügavus 2—5 m. Veetase neis on kõikuv, sõltudes sädemetest ja aastaegadest. Veed on karedad, kaevude deebitid väga väikesed. Survelist vett ei esine.

3. Moreenipealsete liivade (sandurite) veed

Lõuna-Eestis on üsna ulatuslikult levinud tasase või lainja reljeefiga liivaalad — sandurid. Kaevude andmed ja kohati otse maapinnal paljanduv moreen, aga samuti ka liivaaladel esinevad moreenkingud tõendavad, et liivade all lamab moreen, mis moodustab vettpidava kihi. Liivade paksus on mitmesugune: kohati ainult 2—6 m, kohati üle 10 m. Üldiselt on liivade paksus suurem vahetult ürgorgude läheduses (nn. orusandurid).

Vete lasumissügavus sanduritel on tihedalt seotud moreeni kui vettpidava kihi lasumissügavusega. Enamasti esineb vesi Lõuna-Eesti sanduriliivades 2—4 m sügavusel, mõningatel juhtudel ka kuni 6 m sügavusel. Ürgorgude vahetus läheduses esineb vesi sügavamal, nimelt 8—10 m sügavusel. Moreenipealsete liivade veed pole kunagi surveisid, kaevude veeand on enamasti küllaltki hea. Ilmastikust ja aastaegadest tingitud veetaseme kõikumised on väikesed (eriti sügavamate kaevude puhul). Veed on mõõdukalt karedad.

4. Kohalike jääpaisjärvede setete veed

Kohalike jääpaisjärvede setteid (viirsavisid, liivsavisid, liivasid) on Lõuna-Eestis teada reas kohtades nii künklikul reljeefil kui ka tasandikel. Künklikul reljeefil levivad nad aga väikestel aladel ega ole seetõttu veevarustuse seisukohalt olulised. Tasandikel on jääpaisjärvede setted levinud kohati suurematel aladel, näit. Tsirguliina ümbruses, mitmes kohas Väike-Emajõe orus, Raudna orus jm.

Jääpaisjärvede liivakad setted sisaldavad vett, kusjuures vesi lasub 1,5—3,0 m sügavusel ega ole survealine. Viir- ja liivsavid teatavasti gravitatsioonivett ei sisalda ning esinevad vettpidava kihina, kusjuures veed savialustes liivades on sageli survealised (esineb isegi arteesiavett). Vete lasumissügavus savialustes liivades sõltub savide paksusest ning on valdavalt 5—10 m. Suhteline survekõrgus ulatub kuni 6 meetrini.

Veed alluviaalsetes setetes

Alluviaalsed setted on, võrreldes meie ala teiste antropogeeniajastu setetega, suhteliselt vähe uuritud. Ka on alluviaalsete setete levik piiratud ja setete paksus väike. Andmeid alluviaalsetes setetes esinevate vete kohta on seni vähe, sest ainult üksikud kaevud asuvad jõgede orgudes ja toituvad alluuviumi vetest. Võib vaid öelda, et tavaliselt ei esine vesi alluviaalsetes setetes sügavamal kui 2 m ning vesi on pehme.

Sooveed

Lõuna-Eesti sood on väikesed, valitsevaks tüübiks on madalsoo. Sood esinevad positiivsete pinnavormide vahelistes nõgudes ning moreentasandiku lohkudes, vanades järvenõgudes ja jõgede orgudes. Vettpidavaks kihiks on moreen või savikad alluviaalsed ja järvelised setted. Turba keskmine paksus Lõuna-Eesti soodes on 3 m, maksimaalselt 5—6 m.

Vete lasumissügavus turbas on 0—1 m. Kuigi turba veesisaldus looduslikes oludes on suur, on tema veeand väike, sest turba filtratsioonilised omadused on halvad. Sooveed on pehmed ja vähese mineralisatsiooniga (alla 0,1 g/l).

Antropogeeni setete vete kemismist

Põhjavete keemilise koostise kujunemisel on määrav selle kivimi mineraaliline koostis, milles vesi tsirkuleerib. Meie ala antropogeeni setete vete üldine mineralisatsioon on väike, kuid siiski ületab see umbes kümnekordselt mineraaloolade sisalduse sademetevees. Vete vähene mineralisatsioon on tingitud esiteks lahustuvate ühendite vähesusest meie antropogeeni setetes ja teiseks antropogeeni setete veevarude suhteliselt kiirest uuendumisest (vee ringkäik!), mis ei võimalda vetel mineraalühenditest rikastuda.

Valitsevateks ioonideks meie ala antropogeeni setete vetes on HCO_3' , Ca'' ja Mg'' , mis üheskoos määravadki vete hüdrokeemilise tüübi. Need veed on hüdrokeemilised, magneesiumi-kaltsiumilised, kusjuures HCO_3' leidub neis 40—46 mg-ekv % kõigist vees esinevatest ioonidest, Ca'' 30—36 mg-ekv % ja Mg'' 12—15 mg-ekv %. Selline HCO_3' , Ca'' ja Mg'' omavaheline suhe säilib kõigis meie ala pinnasevetes, muutub ainult ioonide absoluutne sisaldus vees, millest tulenebki erinevate vete erinev mineralisatsioon. Kuid vete hüdrokeemilist tüüpi see ei muuda.

Leelis- ja leelismuldmetallide (Na, K, Ca, Mg) sisaldus tingib vete neutraalse või aluselise reaktsiooni. Meie ala pinnaseveed ongi enamasti neutraalse reaktsiooniga või nõrgalt aluselised (pH 7,0—7,4). Soovesi on nõrgalt happeline, mida põhjustab orgaaniliste hapete olemasolu ning leelise ja leelismuldmetallide ioonide vähesus (madalsoodes on pH > 6, kõrgsoodes pH < 6).

Rauasisaldus on pinnasevetes väike ega ületa tavaliselt 0,5—1,0 mg/l (Fe^{2+} ja Fe^{3+} hulk on enam-vähem võrdne). Umbes 15% analüüsitud vetest sisaldas rauda kuni 3—5 mg/l, kusjuures enamuses oli Fe^{2+} . Uhel juhul oli Fe^{2+} sisaldus aga ka üle 40 mg/l. On huvitav, et kõrgeenenud rauasisaldusega kaasnes enamasti ka suurem H_2S -sisaldus, kusjuures pH oli nendel vetel tavaliselt 6,7—6,8. Enamasti oli sellisel juhul tegemist künkliku maastiku moreenialuste survealuste vetega.

Peale nimetatud omaduste iseloomustavad põhjaveed veel karedus ja mineralisatsioon. Nagu eespool öeldust selgub, osutuvad kõige pehmemateks sooveed ning sageli ka alluviaalsete setete veed (karedus tavaliselt alla 10° — seega on need pehmed ja mõõdukalt karedad veed). Sanduriliivade veed on enamasti mõõdukalt karedad (karedus 10 — 12°), moreeniga seotud veed (s. o. moreenisisestest liivade ja enamasti ka moreenialuste liivade veed) aga karedad (karedus 16 — 24°). Antropogeeni setete vete hulgas väga karedaid vesi (karedus üle 25°) pole teada.

Mineralisatsioon on väikseim soovetel — alla 0,1 g/l, liivade vetel on mineralisatsioon keskmiselt 0,2 g/l ja vahetult moreeniga seotud ning kruusade vetel 0,3—0,35 g/l.

Esitatu põhjal näeme, et sette koostise ja settes esineva vee mõningate keemiliste näitajate vahel valitseb tihe seos: nii põhjustavad mineraalsooladest vaene turvas ja puhas kvartslüüv vetes vähese, lubjarikkam kruus ja moreen aga suurema kareduse ja mineralisatsiooni.

Lõpuks võib öelda veel seda, et Lõuna-Eestis kindlakstehtud antropogeeni setete vete esinemise seaduspärasusi saab ilmselt rakendada ka ülejäänud Eesti ala kohta, sest Lõuna-Eestis on esindatud peaaegu kõik meie ala pinnavormide ja setete tüübid. Muidugi erinevad Põhja- ja Lõuna-Eesti teineteisest tunduvalt ühtede või teiste settetüüpide ning reljeefivormide paigutuse ja leviku ulatuse poolest, mistõttu on erinev ka vetetüüpide levikupilt Põhja- ja Lõuna-Eestis. Põhiliselt kehtivad aga nii siin kui seal ühed ja samad seaduspärasused.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Geoloogia Instituut*

KIRJANDUS

Orviku, K., 1946. Tartu linna hüdrogeoloogia. ENSV Tartu Riikliku Ülikooli Toimetised. Geoloogia ja geograafia, 1. Tartu.

ВОДЫ АНТРОПОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ЮЖНОЙ ЭСТОНИИ

В. КАРИЗЕ

Резюме

Как известно, характер и отношения залегания подземных вод в антропогенных отложениях зависят от геоморфологических особенностей данной местности, от литологии и отношений залегания отложений, а также от климатических условий. В условиях нашей республики вода в антропогенных отложениях (иными словами — грунтовая вода) залегает сравнительно неглубоко: обычно на глубине от 0 до 10 м, реже на глубине до 25 м.

По условиям залегания и характеру воды антропогенных отложений в Южной Эстонии можно подразделить на две большие группы: 1) грун-

товые воды холмистого рельефа и 2) грунтовые воды равнин. В первой группе выделены следующие основные генетические типы грунтовых вод:

- 1) воды подморенных песков,
- 2) воды внутриморенных песков,
- 3) воды флювиогляциальных песков,
- 4) воды делювиальных песков.

В группе вод равнин выделены следующие генетические типы грунтовых вод:

- 1) воды подморенных песков,
- 2) воды внутриморенных песков,
- 3) воды надморенных песков (зандров),
- 4) воды отложений местных приледниковых озер.

Кроме названных типов, выделены еще воды аллювиальных отложений и болотные воды, которые имеют один и тот же характер как в холмистом рельефе, так и на равнинах.

Грунтовые воды обычно ненапорные, но воды подморенных песков и отложений местных приледниковых озер часто имеют местный напор.

Воды антропогенных отложений в Южной Эстонии в основном умеренно жесткие и жесткие (жесткость от 10 до 24 нем. град.), только болотные воды, а иногда и воды аллювиальных отложений мягкие (жесткость ниже 10 нем. град.). Общая минерализация вод незначительная — 0,2—0,3 г/л. По своему гидрохимическому типу воды гидрокарбонатные магниево-кальциевые. Реакция вод нейтральная (pH 7,0—7,4), болотные воды кислые (pH около 6). Грунтовые воды содержат очень мало железа (обычно 0,5—1,0 мг/л). Но иногда встречается повышенное содержание железа (3—5 мг/л), при этом наблюдается всегда и повышенное содержание H_2S (у вод подморенных песков холмистого рельефа, воды которых были напорными).

*Институт геологии
Академии наук Эстонской ССР*

GRUNDWASSER IN DEN ABLAGERUNGEN DES ANTHROPOGENS SÜDESTLANDS

V. KARISE

Zusammenfassung

Das Grundwasser in den Ablagerungen des Anthropogens Südestlands liegt in geringer Tiefe: in der hügeligen Landschaft schwankt die Grundwassertiefe von 0 bis 25 m, auf den Ebenen — von 0 bis 10 m. Das Grundwasser in den Sanden, die unter der Grundmoräne und den tonigen Sedimenten der örtlichen Eisstauseen liegen, stehen oft unter Druck. Ihrem hydrochemischen Typ nach enthalten die Grundwässer der Ablagerungen des Anthropogens Magnesium- und Kalziumhydrokarbonat und sind neutral (pH 6,7—7,4). Die allgemeine Mineralisation des Wassers ist 0,2—0,3 g/l, beim Moorwasser unter 0,1 g/l. Das Wasser ist meist gemässigt hart oder hart (Härte 10—24°).

*Institut für Geologie
der Akademie der Wissenschaften
der Estnischen SSR*