AS MAVES Marja 4d, 10617 Tallinn, Eesti. Tel: 6567300 , e-post maves@online.ee

Tellija: Tartu linnavalitsus

Töö nr: 12044

Geotermilise energia kasutamise võimalused Tartus

Riigihange nr 131658

Vastutav täitja: Indrek Tamm
Madis Metsur

Juhatuse liige: Indrek Tamm

Tallinn 2012

Töö on tehtud SA KIK finantseerimisel

Sisukord

1 Maasoojussüsteemide tööpõhimõtted ja korraldus. 4
1.1 Eesti seadusandlus ja maasoojussüsteemid 6
2 Energiapuuraukude rajamise ja jälgimise korraldus Soomes ja teistes riikides 14
3 Tartu looduslikud tingimused ja muud asjaolud mida energiapuuraukude rajamisel tuleb arvestada 17
3.1 Geoloogia 17
3.2 Põhjavee kihid ja põhjaveemaardlad 19
3.3 Ühisveevärk ja -kanalisatsioon 26
3.4 Olemasolevad puurkaevud ja puuraugud, veehaarete sanitaarkaitsealad 28
3.5 Sügavaimad vundamendid ja pinnasevee tase 30
3.6 Reostunud pinnasega alad 31
3.7 Reostuse põhjavette kandumise võimalused, põhjavee kaitstus 32
4 Maasoojussüsteemide rajamise võimalused eri piirkondades 34
4.1 Meltsiveski veehaare ja selle infiltratsiooniala 34
4.2 Ühisveevärgi puurkaevude ja veehaarete depressioonilehtrite alad 35
4.3 Emajõe poolt üleujutatavatele alad 36
4.4 Väljakiilduva või survelise põhjaveega alad 36
4.5 Looduskaitsealad 37
4.6 Varem saastunud pinnasega alad 38
5 Energiapuuraukude rajamise mõju keskkonnale 39
5.1 Mõju põhjavee kvaliteedile 39
5.2 Põhjaveekihtide vee segunemine 40
5.3 Pinnasevee infiltreerumise kiiruse muutus 41
5.4 Pinnareostuse kandumine sügavamatesse kihtidesse 41
5.5 Maapinna soojusreostus 41
5.6 Pinnase kandevõime (monoliitsuse muutumine) 42
5.7 Kirjeldada võimalikke maaküttesüsteemide mõju võimendavaid asjaolusid 42
5.8 Ebaselged küsimused 42
6 JÄRELDUSED 44
6.1 Tartus kasutamiseks sobivad maasoojussüsteemid 44
6.2 Soovituslikud piirangud 44
6.3 Maasoojussüsteemi kajastamine detailplaneeringus 45
6.4 Nõuded soojuspuuraugu ehitamise järelevalve teostamiseks Tartus 47
6.5 Soojuspuuraugul põhineva maasoojussüsteemi käitlemine ja hooldus 48
6.6 Ettepanekud seadusandluse ja projekteerimistingimuste täpsustamiseks 50
7 Kasutatud kirjanduse loetelu 52

Aruande lisad

LISA 1 Tabel 1 Aruande koostamise käigus laekunud märkuste ja ettepanekute arvestamine
LISA 1 Joonis 1 Veehaarete, puurkaevude, puuraukude ja sanitaarkaitsealade paiknemine
LISA 1 Joonis 2 Graafiline lisa 10 Tartu põhjavee aruandest 1992 EGF 4606
LISA 1 Joonis 3 Horisontaalsete maasoojussüsteemide ja soojuspuuraukude rajamise piirangud Tartus johtuvalt põhjavee kasutusest ühisveevarustuses
LISA 1 Joonis 4 Kaitsealadel on maasoojussüsteemide rajamiseks vajalik kaitseala valitseja nõusolek
Elektrooniline LISA 2 Joonis 1 Tartu põhjavee kaitstus
Elektrooniline LISA 2 Joonis 2 Narva lademe veepideme (Leivu + Vadja kihistud) pealispinna ligikaudne absoluutkõrgus
Elektrooniline LISA 2 Joonis 3 Narva lademe veepideme (Leivu + Vadja kihistud) pealispinna ligikaudne sügavus maapinnast

Sissejuhatus

Euroopa Liit on võtnud vastu ulatusliku kliima- ja energia paketi eesmärgil vähendada energiatarbimist 20%, vähendada kasvuhoonegaaside emissiooni võrreldes 1990. aasta näitajatega 20%, ja suurendada taastuvenergia osakaalu energiatarbimises 20%-ni. Maasoojussüsteemid on üheks reaalsetest võimalustest nende eesmärkide saavutamisel. Soodsatel tingimustel kulutatakse maasoojuspumba töötamiseks vähem energiat, kui soojuspump üle kanda suudab. Maasoojussüsteemid on võitnud majanduslikult põhjendatud populaarsust nii kütmisel kui ka jahutamisel.

Arvestades Eesti klimaatilisi tingimusi on eluruumide peamiseks vajaduseks soojuse ammutamine ning kõige stabiilsemateks energia allikateks tuleb lugeda kivimeid ja (põhja)vett. Samas on põhjavesi peamine joogivee allikas Eestis ja tema kvaliteedi säilitamine on esmatähtis.

Tartu linnas maasoojuse kasutamine on täpsemalt reguleerimata. Käesolevas töös analüüsitakse maasoojussüsteemide kasutamise võimalikku mõju Tartu linna hüdrogeoloogilistes tingimustes, esitatakse kehtivad ja soovitatavad piirangud maasoojussüsteemide rajamisel, tehakse ettepanekud maasoojussüsteemide rajamise ja kasutamise ohjeks.

Käesolev töö on koostatud Tartu linnavalitsuse tellimusel vastavalt riigihanke nr 131658 lähteülesandele. Aruande koostasid AS Maves eksperdid Indrek Tamm (hüdrogeoloogiliste tööde litsents nr 316), Madis Metsur (Keskkonnamõju hindamise litsents KMH0014) ja Madis Osjamets. Töö autorid tänavad neid töö käigus konsulteeritud Tartu Linnavalitsuse, AS Tartu Veevärk, Tartu Ülikooli geoloogia osakonna, OÜ Salveesia ja Eesti Soojuspumba Liidu spetsialiste.

Käesolevas aruandes kasutatud mõisted

Põhjaveekiht *– üks või mitu maa-alust kivimikihti või muud geoloogilist kihti, mis on piisavalt poorsed ja läbilaskvad, et põhjavesi saaks seal märkimisväärselt voolata, või millest saab olulises koguses põhjavett võtta;*

Põhjaveekogum *– põhjaveekihis või -kihtides selgesti eristatav veemass;*

Põhjaveemaardla *– põhjavee võtmiseks määratud kinnitatud põhjaveevaruga maapõue osa;*

Reostus *– ainete, energia, radioaktiivse kiirguse, elektri- ja magnetvälja, müra, infra- ja ultraheli otsene või kaudne õhku, vette või pinnasesse juhtimine või sattumine inimtegevuse tagajärjel sellisel määral, et see kahjustab või võib kahjustada inimese tervist, elusressursse, mereande, merendusalast tegevust ja merendusalaste teenuste kasutamist, vee- või mereökosüsteemide või nendest otseselt sõltuvate maismaaökosüsteemide kvaliteeti, sealhulgas põhjustada elustiku mitmekesisuse vähenemist, hüvede vähenemist ja vee kvaliteedi halvenemist ning kahju varale, või raskendab või takistab keskkonna õiguspärast jätkusuutlikku kasutamist puhkeaja veetmiseks või muul otstarbel;*

Reostusallikas *– vee omaduste halvenemise põhjustaja reo- ehk saasteainete, organismide, soojuse või radioaktiivsusega;*

Vee reostamine *– vee kasutamise piiramist põhjustav vee omaduste halvendamine reostusallika poolt*

Keskkonna kvaliteedi piirväärtus *– teatava saasteaine või saasteainete rühma kontsentratsioon vees, põhjasettes või vee-elustikus, mida ei tohi inimese tervise ja keskkonna kaitsmise huvides ületada;*

Veehaarde sanitaarkaitseala *on joogivee võtmise kohta ümbritsev maa-ala, kus veeomaduste halvenemise vältimiseks ning veehaarderajatiste kaitsmiseks kitsendatakse tegevust ja piiratakse liikumist.*

1 Maasoojussüsteemide tööpõhimõtted ja korraldus.

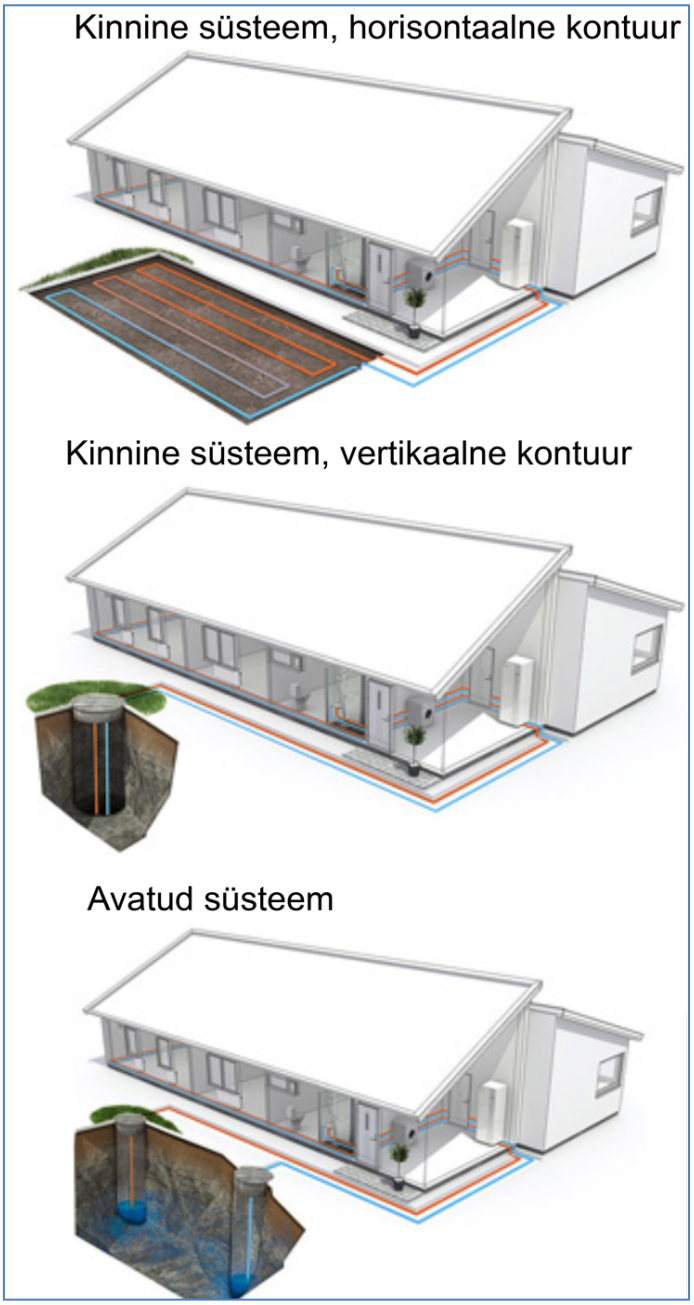
Eestis rajatakse viimastel aastatel igal aastal tuhatkond maasoojussüsteemi, kokku on neid ligi 10000. Ehituselt jagunevad maasoojussüsteemid avatud ja kinnisteks süsteemideks. Saadaval on süsteemid millel võib olla nii jahutus- kui ka kütmisfunktsioon.

Avatud maasoojussüsteemi korral vesi pumbatakse soojusvahetisse, seal toimub energia ülekanne. Pärast soojusvaheti läbimist suunatakse kasutatud vesi teise puurauku, veevärki või keskkonda. Avatud süsteem saab kasutada põhjavett või pinnavett. Avatud süsteemi soojuspuuraukude rajamine ei erine veehaarde puurkaevude rajamisest.

Eestis on üheks suurima võimsusega avatud maasoojussüsteemi näiteks Kiikla kaugküttesüsteem (500kW), mis tugineb üleujutatud Sompa põlevkivikaevanduse põhjaveel. Sompa kaevandusest veevõtuks ja selle tagasisuunamiseks on kinnitatud põhjaveevaru ja väljastatud vee erikasutusluba[1].

Kinnises maasoojussüsteemis ringleb soojuskandevedelik keskkonna ja soojuspumba vahel kinnises väliskontuuris. Kinnise maasoojussüsteemi väliskontuuris ringlev soojuskandevedelik annab või võtab soojuspumbas energia hoone sisemisele kütte või jahutussüsteemile.

Kinnise soojussüsteemi levinumateks näiteiks on horisontaalse väliskontuuriga (kontuur võib moodustada ka vertikaalseid silmuseid ja lookeid) maasoojussüsteemid. Vertikaalses soojussüsteemis on soojuskontuur või soojuskontuurid sageli asetatud tampoonitud[2] puurauku (soojuspuurauk), energia ülekanne toimub ilma põhjavett välja pumpamata.



Joonis 1 Enamlevinud maasoojussüsteemid (A.Jõeleht, ettekanne 11.2011

Eestis levinuimate kinnise soojussüsteemide korral on tegemist sisuliselt kolme tsirkuleeriva ringiga (maakontuur/puuraugu/pinnavee soojusvaheti, soojuspump ja küttesüsteem).

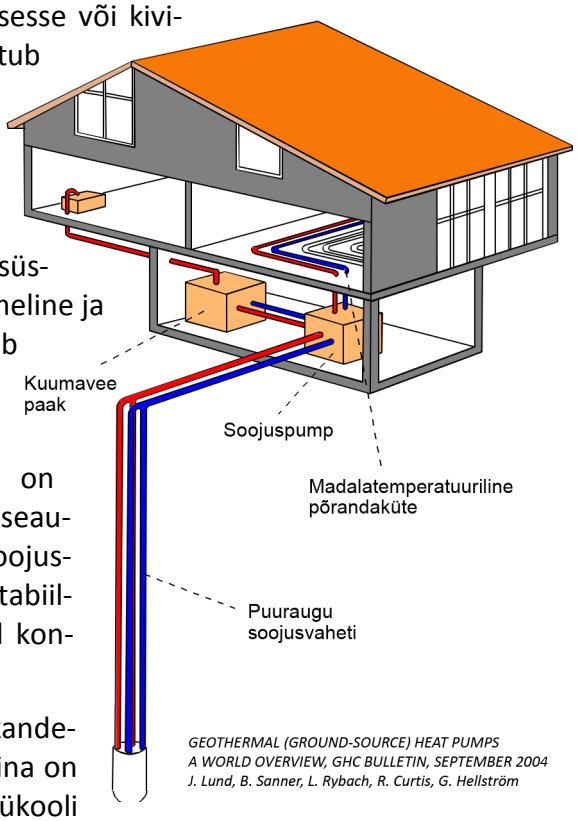
Soojuskandevedelik tsirkuleerib soojuspumba ja väliskeskkonna vahel. **Külmaaine** on kasutusel soojuspumbas. Majasiseses küttesüsteemis kasutatakse soojuskandjana vett.

---

[1] Keskkonnaregistrisse tehtud soojuspuurkaevude/puuraukude kohta 73 kirjet, neist 11 kirjet kinnisesoojussüsteemi kohta. Tartu linnast ja maakonnast soojuspuuraukude kirjeid pole.

[2] Tampoonitud puuraugu nõue tuleneb Keskkonnaministri määrusest nr 37 (29.07.2010). Selle määruse järgi pole lubatud soojuskandevedelikuga väliskontuuri paigutamine puurkaevu.

Kinnise soojussüsteemi **otseaurustiga** variant (pinnasesse või kivimisse paigaldatud torustikus olev külmaaine aurustub maast saadava soojuse mõjul, kaks tsirkuleerivat ringi soojuspump + küttesüsteem) on energeetiliselt efektiivsem, kuid tehniliselt nõudlikum aurusti torustiku tehniliste näitajate osas.



GEOTHERMAL (GROUND-SOURCE) HEAT PUMPS
A WORLD OVERVIEW, GHC BULLETIN, SEPTEMBER 2004
J. Lund, B. Sanner, L. Rybach, R. Curtis, G. Hellström

Eesti Soojuspumba Liidu hinnangul Eestis selliseid süsteeme enam ei ehitata (hind ei olnud konkurentsivõimeline ja tellimusi ei tulnud), otseaurustiga süsteemide arv võib olla kuni ca 130.

Energeetiliselt on suurima efektiivsusega avatud maasoojussüsteemid (kus soojuskandevedelikuks on puurkaevust väljapumbatav põhjavesi), järgnevad otseaurustiga kinnised süsteemid. Otseaurustita kinnise soojussüsteemi puuraugud on õigesti dimensioneerituna stabiilsemad ja tõhusamad kui horisontaalselt paigaldatud kontuuriga maasoojussüsteemid [2].

Kinniste soojussüsteemide kontuurides on soojuskandevedelikuks vesilahused, mille külmumisvastase lisandina on Eestis kasutatud denatureeritud etanooli, etüleenglükooli või propüleenglükooli [2]. Enamasti on lisandi kontsentratsioon 30%, millega alandatakse vesilahuse külmumistemperatuuri -15 °C. Eesti Soojuspumba Liidu liikmete seas tehtud päringute kohaselt on valdavaks piirituse kasutamine, glükoole kasutatakse harva [2]. Soojuspuuraugus võidakse soojuskandevedelikuna kasutada ka ilma külmumisvastaste lisanditeta vett, see nõuab keerukama konstruktsiooniga soojuspumpa ja reeglina kogusüsteemi efektiivsus väheneb.

Piirituse denatureerimise eesmärk on muuta piiritus joogikõlbmatuks, see on kooskõlas Euroopa Komisjoni määrusega nr. 3199/93 (EÜT L 288, 23.11.1993) ja alkoholi-, tubaka-, kütuse- ja elektriaktsiisi seadusega (RT I 2007, 45, 319). Denatureerimise lisandid kutsuvad denatureeritud piirituse tarvitamisel esile iiveldust ja oksendamist, kuid pole tervisele ohtlikud [2].

Propüleenglükool on mittetoksiline aine, mis laguneb õhu ja soojuse toimel piimhappeks. Propüleenglükooli kasutatakse toidutööstuse jahutusseadmetes [2].

Etüleenglükool on lõhnatu magusa maitsega mürgine vedelik. Ta on keskmise toksilisusega (inimesele vähim surmav doos on 786 mg kehakaalu kg kohta). <u>Kuigi etüleenglükool on üldisemalt jahutusseadmetes kasutatavatest soojuskandevedelikest üks levinumaid, on soovitav tema kasutamine soojuspuuraukudes keelata [2]</u>.

Otseaurustita kinnise soojussüsteemi külmaaine paikneb soojuspumbas ja risk külmaaine veekeskkonda sattumiseks on välistatud. Kinnise otseaurustita maasoojussüsteemi tehnilise rikke korral on oht soojuskandevedeliku keskkonda sattumiseks selle väliskontuurist, süsteemis on madal surve, soojuskandevedelik peab olema valitud antud süsteemi võimsuse jaoks mittekülmuv.

Otseaurustiga soojussüsteemile on tehnilised nõuded kõrgemad, kõrge surve ja süsteemis ringleva külmaaine tingivad täiendavaid nõudeid ohutuse osas. Kinnise soojussüsteemi otse-

aurustiga variandi puhul paikneb külmaaine väliskontuuris, suurem on risk külmaaine keskkonda sattumiseks seoses väliskontuuri vigastusega.

Avatud süsteemi külmaaine paikneb soojuspumbas, risk külmaaine veekeskkonda sattumiseks on väike.

Soojussüsteemides kasutatavad külmaained on välistemperatuuridel ja õhurõhu juures gaasilised ja lekete korral lenduvad ning seetõttu ei kujuta nad ohtu veekeskkonnale [2].

Soojuspumpade külmaaine võib sisaldada fluoritud kasvuhoonegaase nn F-gaase (fluorosüsivesinikud (HFC-d), perfluorosüsinikud (PFC-d) ja väävelheksafluoriid (SF6)). Kõige levinum F-gaaside grupp on HFC-d.

Eestis kasutatakse külmaainena enamasti segusid, mis kuuluvad fluorosüsivesinike (HFC) hulka ning on küllaltki levinud mitmesugustes jahutusseadmetes. HFC-d pole ei plahvatusohtlikud ega mürgised, seega võib neid kasutada inimeste poolt hõivatud ruumides väljaõppimata inimeste poolt, ilma et keegi viga saaks [5].

Harilikult on soojuspumbad hermeetiliselt suletud süsteemid, mille külmaaine sisaldus ulatub 0.5 kg-st kuni umbes 100 kg-ni suurtes tööstuslikes soojuspumpades. Eesti Soojuspumba Liidu hinnangul jääb umbes 80 % Eestis paigaldatud maasoojussüsteemidest külmaainekogus alla 3 kg. Kasvuhoonegaasi sisaldavate seadmete paigaldamist ja hooldust võivad teha vastava sertifikaadi omanikud[3].

1.1 Eesti seadusandlus ja maasoojussüsteemid

Horisontaalse kontuuriga kinniste maasoojussüsteemi rajamine pole seadustega reguleeritud. Reguleeritud on soojuspuuraukude ja avatud süsteemiga soojussüsteemide rajamine.

Veeseaduse vee erikasutusena[4] on reguleeritud avatud maasoojussüsteemis põhjavee või pinnavee kasutamine.

Soojuspuuraukude projekteerimist ja rajamist reguleerib Veeseaduse §30 alusel kehtestatud määrus nr 37 (29.07.2010)[5].

Eelnimetatud määruse 37 järgi:

- Puurkaev ja puurauk ei tohi põhjustada põhjavee seisundi halvenemist ega avaldada negatiivset mõju läheduses asuvatele puurkaevudele ja -aukudele, maakasutusele ning veeökosüsteemidele;
- Kinnise soojussüsteemi puuraugud tuleb pärast soojuskontuuri paigaldamist kogu puuraugu ulatuses täita keskkonnale ohutu materjaliga ning täitematerjalis kasutatavate kemikaalide kohta peab olema ohutuskaart. Soojuskontuuris võib kasutada üks-

[3] sõltumata külmaaine kogusest on töö läbiviijal vajalik sertifikaat seadme sellise osa hooldusel või ühendamistes milles on kasvuhoonegaasid

[4] Vee erikasutus on vee kasutamine veekogu või põhjaveekihi seisundit mõjutavate ainete, ehitiste või tehnovahenditega vastavalt Veeseaduse §-le 8. Võetakse pinna vett (>30m^3/d) või põhjavett (>5m^3/d) või vee kasutamisel muudetakse vee füüsikalisi või keemilisi või veekogu bioloogilisi omadusi).

[5] Nõuded puurkaevu ja puuraugu projekti ja konstruktsiooni ning likvideerimise ja rekonstrueerimise projekti kohta, puurkaevu ja puuraugu projekteerimise, rajamise, kasutusele võtmise, likvideerimise ja konserveerimise kord ning puurkaevu või puuraugu asukoha kooskõlastamise, rajamise ja kasutusele võtmise taotluste, puurimispäeviku, puurkaevu ja puuraugu andmete keskkonnaregistrisse kandmiseks esitamise ning puurkaevu ja puuraugu likvideerimise akti vormid

nes keskkonnale ohutut soojuskandevedelikku ning kasutatava soojuskandevedeliku kohta peab olema ohutuskaart.

- Kinnise soojussüsteemiga puuraugu amortiseerumise korral või kui selline puurauk on kaotanud oma kasutusotstarbe, tuleb soojuskandevedelik soojuskontuurist eemaldada.

Maasoojuse kasutamisel mõju osas on Veeseaduses oluline § 26[12]. Veeheide põhjavette vee erikasutusloa alusel. Selle järgi võib vee erikasutusloa alusel otse põhjavette juhtida maasoojussüsteemis soojusvaheti läbinud põhjavett, kui see juhitakse tagasi samasse põhjaveekihti ning väljaspool põhjaveehaarde mõjuraadiust. Põhjaveehaarde mõjuraadius on arvutuslik ja õigusaktides defineerimata.

Eelpooltoodud veeseaduse lõigu järgi on väljaspool põhjaveehaarde mõjuraadiust maasoojuse kasutamine lubatud kui süsteem ei osutu reostusallikaks (sealhulgas, mis halvendab vee omadusi soojusega[6]). Maasoojussüsteemi mõju vee omaduste (temperatuur) osas määratakse vastavate arvutustega. Arvutustulemuste järgse mõju osas vee temperatuurile nõudeid õigusaktides pole sätestatud.

Veeseaduse § 3[6] Kaitset vajavad alad järgi on kaitset vajavad alad ka veekogumid, mida kasutatakse joogivee võtmiseks ja mille projektikohane tootlikkus ööpäevas on rohkem kui 10 kuupmeetrit või mis teenindavad enam kui 50 inimest, ning nende kaitseks moodustatud sanitaarkaitsealad. Samuti kuuluvad kaitset vajavate alade hulka need veekogumid, mida kavatsetakse kasutada joogivee tootmiseks ning nende kaitseks moodustatud sanitaarkaitsealad.

Sellistel kaitset vajavatel aladel tagatakse nende alade suhtes kehtestatud kvaliteedi- ja keskkonnakaitsenõuete täitmine 2015. aasta 22. detsembriks, kui Veeseaduses ei ole sätestatud teisiti. Seega sätestatakse veeseaduses väljaspool sanitaarkaitseala joogivee tootmiseks kasutatava veekogumi hea seisundi nõue. Põhjaveekogumite seisundiklasside määramise kord on sätestatud keskkonnaministri poolt 29.12.2009 vastu võetud määrusega 75[7].

Hea seisundi nõue täidetakse veemajanduskava meetmete rakendamisega, hea seisundi saavutamiseks piirangute rakendamine saab tuleneda vaid seadusest, kõigile on kohustuslik saastuse vältimise nõue.

Keskkonnariske vähendatakse ettevaatusmeetmete kasutuselevõtmisega, üldreeglina ei seata kõikide ebamääraste riskide vältimise eesmärki.

Sisuliselt on kaitsmata põhjavee veehaarete puhul tegemist riskide ohjega eesmärgil vältida ja minimeerida veehaaret ohustavad tegevused. Veehaarde reostusohtu püütakse rakendatavate meetmetega minimeerida ja vajalik on vastava kontrollmehhanismi rakendamine.

Nii on Tartu Meltsiveski veehaarde kasutamise näitel vajalik veehaarde toitealal mõningate mõjurite ja potentsiaalsete ohuallikate (näiteks maakasutus, sademevesi, naftasaaduste hoidmisehitised, kanalisatsiooniehitised, väetise ja sõnnikuhoidlad jne) ohje ühes vastava

---

[6] Veeseadus: reostusallikas – vee omaduste halvenemise põhjustaja reo- ehk saasteainete, organismide, soojuse või radioaktiivsusega; Soojusreostuse osas on seadusandja ilmselt silmas pidanud elektrijaamade jahutusvett.

[7] Põhjaveekogumite moodustamise kord ja nende põhjaveekogumite nimestik, mille seisundiklass tuleb määrata, põhjaveekogumite seisundiklassid, seisundiklassidele vastavad kvaliteedinäitajate väärtused ja koguseliste näitajate tingimused, põhjavett ohustavate saasteainete nimekiri, nende saasteainete sisalduse läviväärtused ja kvaliteedi piirväärtused põhjavees ning põhjaveekogumite seisundiklasside määramise kord

kontrollmehhanismi rakendamisega. Arukas on vältida potentsiaalsete ohuallikate lisandumist, rakendada asjakohaseid leevendusmeetmeid nagu kanalisatsioonirajatistele täiendavad nõuded lekkekindluse saavutamiseks ja selle kontrolliks, sademevee kogumine ja ärajuhtimine [8], tänavate puhastus, jäätõrjevahendite mittekasutamine jne.

Lisaks veeseaduses sätestatule saab omavalitsus planeeringute, ehitusmääruse (soojussüsteemide tihedus, kaugus krundipiirist, kasutusluba[9], ehitusjärelvalve) ja heakorraeeskirja (tänavate puhastamine) abil sätestada täiendavaid nõuded kaitsmata põhjaveega veehaarete toitealal võimalike riskide ohjeks.

Ehitusseaduse § 1 lg 2 järgi sätestatakse seaduse nõuded eri liiki ehitistele, nende ehitamisele ja kasutamisele ning neid ehitavatele isikutele niivõrd, kuivõrd seda ei ole reguleeritud teiste seadustega (soojuspuuraugud ja veekogu kasutamine on reguleeritud veeseadusega).

Ehitis on aluspinnasega kohtkindlalt ühendatud ja inimtegevuse tulemusena ehitatud terviklik asi. Ehitised jagunevad hooneteks ja rajatisteks. Seega kõik soojussüsteemid mis pole pinnaveekogus ujuvad (uputatud) ja pole Veeseadusega reguleeritavad soojuspuuraugud, võiksid kuuluda sisulise külje pealt Ehitusseaduse alla (küttesüsteem).

Ehitusseaduse järgi on ehitise tehnosüsteem ehitise piires ehitise toimimiseks ja ohutuse tagamiseks vajalike seadmete või kommunikatsioonide kogum koos nende toimimiseks vajalike konstruktsioonielementidega. Maasoojussüsteemi on õige vaadelda ehitise tehnosüsteemina kuigi selle väliskontuur ei pea paiknema ehitise piires. Ehitamine on ehitise tehnosüsteemi või selle osa muutmine või tehnosüsteemi terviklik asendamine. Seega vajab KOV kirjalikku nõusolekut. Maasoojussüsteem ei ole omaette, vaid on seotud hoonega, on hoone küttesüsteemi osa.

Ehitusseaduse § 33 lõike 2 (Registreeritavate soojus- ja jahutusseadmete täpse määratluse ja andmete loetelu ning andmete edastamise korra) alusel kehtestatud KMK määrus käsitleb üle 20 kilovati nimivõimsusega soojusseadmeid ja üle 12 kilovati nimivõimsusega jahutusseadmeid[10].

Ehitusseaduse järgi peaks ehitamiseks (ka maasoojussüsteemi rajamiseks) olema KOV kirjalik nõusolek või vastav teavitamine, kuid praktikas seni seda ei nõuta (väikeehitise rajatis pole ühendatud väljapoolse süsteemiga).

Seega jätab ehitusseadus praegu võimaluse tõlgendada, et olemasolevale hoonele mõeldud väiksema võimsusega horisontaalse maasoojussüsteemi rajamine pole ehitusseaduse järgi registreeritav ja vajalik pole ka nõusolek selle ehitamiseks. Maasoojussüsteemiga uue ehitise saab nõuetekohaselt registreerida.

Lisanduvate maasoojussüsteemide registreerimiseks ja soovituslikult neile ka kasutusloa väljaandmiseks tuleks maasoojussüsteem Ehitusseaduse väikeehitise definitsioonis olemasole-

---

[8] Meltsiveski veehaarde sademevee infiltratsioonialal (põhjavee toiteala) sademevee ärajuhtimise kasv (vältimaks reostunud sademevee põhjavette sattumist) ei ohusta veehaarde tööd selle planeeritaval veevõtul kuni 6000 m^3/d.

[9] Ehitusseaduse kasutusluba on tähtajatu, seega soojussüsteemi kontrollivõimalust ette ei näe. Maasoojussüsteemi kasutusloa kestvus võiks olla 10-20 aastat.

[10] Andmete loetelu soojus- ja jahutusseadmete registreerimisel ja nende edastamise kord[1] RT I, 02.10.2012, 2. *Ettevõtja, kes paigaldas soojus- ja jahutusseadme, edastab andmed ehitisse paigaldatud ja tarbijapaigaldisega ühendatud seadme kohta elektrooniliselt riiklikule ehitisregistrile läbi registri veebilehe selleks loodud rakenduse abil.*

va ehitise teenindamiseks vajaliku rajatisena ära mainida (Ehitusseaduse § 15. Väikeehitis lõige 1 punkt 2), vähemalt detailplaneeringu nõudega aladel.

Planeerimisseadus võimaldab planeeringuga sätestada nõudeid ala maakasutuseks ja ehitamiseks. Kohalikul omavalitsusel on võimalus tagada planeeringu koostamisel avalike huvide ja väärtuste ning huvitatud isikute huvide tasakaalustatud arvestamine. Sisuliselt on võimalus sätestada piiranguid maakasutuseks ja ehitamiseks lähtudes veehaarde toiteala täiendava kaitse vajadusest kui kasutatav põhjavesi pole kaitstud. Maapinnalähedase kaitsmata põhjavee veehaardel langeb toiteala põhjaveemaardlaga[11] kokku. Veeseadus veehaarde toitealast johtuvat lisapiiranguid ei käsitle, nagu eespool öeldud, on piiranguna Veeseaduses esile toodud vaid veehaarde sanitaarkaitseala ja nitraaditundlik ala ning üldisemat kaitset vajava alana joogivee tootmiseks kasutatav põhjaveekogum (läbi veekogumi hea seisundi nõude).

Ida-Eesti veemajanduskavas öeldakse: Kinnitatud põhjavee varuga põhjavee leiukohtade kaitse tagamiseks tuleb keskkonnaregistrisse kanda põhjavee leiukohtade (maardlate) piirid ja kehtestada neis piires vajalikud maakasutuse kitsendused põhjavee reostumise ja liigvähendamise eest. Veemajanduskava formuleering viitab Veeseaduse põhistele piirangute rakendamisele (mille osas täpsemat regulatsiooni tänini ei ole). Hetkel on planeeringul oluline roll veehaarde toiteala kaitsel läbi maakasutuse sihtotstarbe määratlemise ja olemasoleva sihtotstarbe säilitamise.

Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seaduse järgi hinnatakse keskkonnamõju kui: taotletakse tegevusluba või selle muutmist ning tegevusloa taotlemise või muutmise põhjuseks olev kavandatav tegevus toob eeldatavalt kaasa olulise keskkonnamõju; kavandatakse tegevust, mis võib üksi või koostoimes teiste tegevustega eeldatavalt oluliselt mõjutada Natura2000 võrgustiku ala. Maasoojuse kasutamisel on see seadus oluline avatud soojussüsteemide puhul, siis on tegemist vee erikasutusega (näiteks põhjavee võtmine alates 0.2 miljonit kuupmeetrit aastas, ehitustööd veekogus soojusvaheti kontuuri paigaldamiseks). Tegevusloa vajaduseta juhtudel ei oma Keskkonnamõju hindamise seadus otsest seost maasoojuse kasutamisega.

Keskkonnamõju strateegilise hindamise (KSH) käigus saaks planeeringu koostamisel ka kavandatava maasoojussüsteemi mõju hinnata, juhul kui algatata KSH kaalutlusotsusese tulemusel. Selleks peab eelhinnang näitama planeeritava tegevuse eeldatavalt olulist keskkonnamõju (tegevusega kaasnevatest tagajärgedest, nagu vee, pinnase või õhu saastatus, jäätmeteke, müra, vibratsioon, valgus, soojus, kiirgus ja lõhn; tegevusega kaasnevate avariiolukordade esinemise võimalikkusest). KSH tulemusel saab planeeringus kasutusele võtta keskkonnale sobivaima lahenduse ja rakendada vajadusel vastavaid leevendusmeetmeid. Tavapraktikast on teada juhte, kus soojussüsteemi rajamisel KSH algatatakse,[12] kui ka juhte kus KSH ei algatata[13].

---

[11] põhjaveemaardla – põhjavee võtmiseks määratud kinnitatud põhjaveevaruga maapõue osa, Veeseadus

[12] Hellenurme maaküttetorustiku paigaldamise detailplaneeringu keskkonnamõju strateegilise hindamise aruanne, A.Järvet, Tartu 2009

[13] Detailplaneeringu ellu viimisega kaasneva tegevuse nagu maaküttetorustiku paigaldamine Kubija järve ja selle ehituskeeluvööndisse mõju, ruumiline ulatus, kestus ja sagedus ei ole ümbritsevate keskkonnale ohtlik ega ületa keskkonna vastupanu- ning taastumisvõimet, siis sellega seoses eeldatav oluline keskkonnamõju puudub (Roo tn 5 kinnistu ja lähiala detailplaneeringu koostamise algatamine ning keskkonnamõju strateegilise hindamise algatamatajätmine, Võru linnavalitsuse korraldus 03.08.2011 nr 314.

Kaugkütteseaduse järgi pole isikud kes kaugküttepiirkonna määramise ajal ei kasuta kaugkütet kohustatud liituma võrguga. Kaugkütet kasutanu sellest loobuda niisama ei saa, kuid kaugküttepiirkonnas paiknemise tõttu ei saa keelata passiivmaja ehitamist, majade soojustamist ja maasoojuse kasutamist[14].

Vastavalt Tartu linna üldplaneeringule [4] planeeritakse ja projekteeritakse ehitis kaugkütte-võrku liidetavana, välja arvatud hooned, mille soojusvarustus projekteeritakse või rekonstrueeritakse ökoloogiliselt puhtamale või vähem kohalikku õhusaastet põhjustavale [maasoojus, päikese- või hüdroenergia, biogaas ja elekter] kütteviisile.

Ka Tallinna Linnavolikogu 27.05.2004 määruse nr 19 p 2.3 järgi on kaugküttepiirkonnas ehitatavate või rekonstrueeritavate ehitiste soojusega varustamisel erandina võimalik kasutada ka muid kütteliike kui kaugküte, kui ehitiste soojusega varustamiseks kasutatakse keskkonnasõbralikke kütteviise (maasoojus, mereküte, päikeseenergia, hüdroenergia, tuuleenergia jne) või elektrienergia.

Maapõueseadus käsitleb üldgeoloogilise uurimistöö käigus tehtavaid geofüüsikalisi (ka geotermaalseid) uuringuid ja maapõue kasutamist, mis ei ole seotud maavara kaevandamisega. Kinnisasja omanikul või kinnisasja kasutusõigust omaval isikul on õigus maapõue kasutada üldgeoloogilise uurimistöö loata, uuringuloata või kaevandamisloata, kui seda tingib kinnisasja kasutamise vajadus ja see ei ole vastuolus seadusega. Ehitise püstitamisel maapõues tehtavate tööde, nagu kraavi, vundamendi ja allmaaehitise rajamise ning maaparandustööde ja põllumajandustööde käigus kaevise tekitamist ja kasutamist ei käsitata kaevandamisena.

Maapõueseadus maasoojuse kasutamist ei reguleeri. Kui planeeritaval maa-alal asub keskkonnaregistri maardlate nimistus olev maardla või selle osa, kooskõlastatakse maakonnaplaneering, üldplaneering või detailplaneering planeerimisseaduses sätestatud korras Keskkonnaministeeriumi või keskkonnaministri volitatud isikuga.

Välisõhukaitse seadusel on maasoojuspumpadega seos eeskätt soojuspumbas kasutava külmaaine osoonikihti kahandava omaduse tõttu. Osoonikihti kahandavate ainete käitlemine on osoonikihti kahandavate ainete tootmine, kasutamine, sisse- ja väljavedu, turustamine, kogumine, ringlusse võtmine, taastamine, samuti neid aineid sisaldavate või nendel ainetel põhinevate toodete, seadmete ja mahutite sisse- ja väljavedu, turustamine, paigaldamine, hooldamine, teenindamine, lekkekontroll ja märgistamine. Osoonikihti kahandavate ainete, neid aineid sisaldava või nendel ainetel põhineva toote, seadme või mahuti omanik on osoonikihti kahandavate ainete, neid aineid sisaldava või nendel ainetel põhineva toote, seadme või mahuti käitleja. Enamusel juhtudel on koduste või väiksemate maasoojuspumpade korral käitaja ka omanik.

Külmaainena üle 3 kg fluoritud kasvuhoonegaase sisaldavate soojuspumpade käitajad peavad pidama hoolderaamatut ning need peavad vajadusel olema kättesaadavad riiklikule pädevale ametiasutusele.

Statsionaarsed soojuspumpasid, mis sisaldavad 3 kg või rohkem F-gaase (hinnanguliselt on selliseid maasoojuspumpasid ligi viiendik) tuleb sertifitseeritud töötaja poolt regulaarselt (sõltuvalt külmaaine kogusest 3-12 kuu tagant) kontrollida külmaaine lekete suhtes.

---

[14] Kaugküttetrassid on tehniliste arvutuste mõttes (trassikaod, hüdraulika jms.) tervikud ja trassilt kasutajate väljalangemise puhul suurenevad trassi kulud sedavõrd, et võrguvarustaja sattub kahjumisse (http://www.fortumtartu.ee/page.php?lang=1&action=show_page&page_id=94).

Vastavalt Keskkonnaministri määrusele nr 25[15] (11.07.2012) võetakse kolm kilogrammi või enam fluoritud kasvuhoonegaase või osoonikihti kahandavaid aineid sisaldavate paiksete soojuspumpade ja nende käitlemistoimingute kohta kasutusele vastav riigi infosüsteemi kuuluv andmekogu, nn FOKA register. Sellest saab ülevaate üle 3 kg eelpoolnimetatud määrusega hõlmatud külmaainet sisaldavate soojuspumpade kohta.

Registrisse ei laeku teave alla 3 kg külmaainet sisaldavate seadmete osas ja külmaainena ammoniaaki, isobutaani pentaani, propaani ja süsihappegaasi kasutavate soojuspumpade osas.

Kalmistuseadus sätestab alljärgnevad nõuded kalmistu rajamiseks ja laiendamiseks. Kalmistut ei või rajada ega laiendada veehaarde sanitaarkaitsealale. Kui sanitaarkaitseala ei ole moodustatud või sanitaarkaitseala on vähendatud, ei või kalmistut rajada ega laiendada veevõtukohale lähemale kui 50 meetrit. Kalmistut ei või rajada ega laiendada maa-alale, mis on lähemal kui 200 meetri kaugusel asuva veehaarde suunas kaldu. Kalmistu rajamisel ja laiendamisel nähakse planeeringuga ette vähemalt 50 meetri laiune vöönd kalmistu välispiirist. Sinna on keelatud rajada ehitisi ja planeerida maakasutust, mis võib põhjustada kalmistul müra, välja arvatud kalmistut teenindav rajatis. Kalmistule rajatava puurkaevu jaoks nähakse ette 10 meetri laiune puurkaevu ümbritsev hooldusala, kuhu on keelatud rajada ehitisi ja planeerida maakasutust.

Kalmistuseadus otsest piirangut maasoojussüsteemide rajamisele ei sätesta. Olemasolevate kalmistute puhul oleks piiratud avatud süsteemi soojuspuuraukude rajamine kalmistule lähemal kui 50 m. Seda võib käsitleda eeskätt kui piirangut säilitamaks kalmistul väljakujunenud põhjaveetase.

Looduskaitseseadus otsest keeldu maasoojussüsteemide rajamiseks ei sätesta, lähtutakse kaitstava objekti kaitse eesmärkidest ja kaitse eeskirjast. Maasoojussüsteemi rajamiseks on vajalik Keskkonnaameti nõusolek.

Muinsuskaitseseaduse järgi kinnismälestisel, kinnismälestise kaitsevööndis, kultuurimälestise alal, ja muinsuskaitsealal ning kavandatavas vööndis maasoojussüsteemi rajamiseks luba küsida Muinsuskaitseametist.

Tartu linnas on suurema pindalaga kaitstavad alad Tartu vanalinna muinsuskaitseala ning asulakohad kesklinnas Emajõe ääres, Raadil ja Ihastes.

[15] Fluoritud kasvuhoonegaase ja osoonikihti kahandavaid aineid sisaldavate toodete, seadmete, süsteemide ja mahutite ning käitlemistoimingute registri põhimäärus ja selle pidamise kord ning andmete esitamise kord ja vormid

Kokkuvõtvalt maasoojuse kasutamise regulatsioonist Eestis.

Veeseadus reguleerib soojuspuuraukude rajamise, vee erikasutusega seonduva avatud soojussüsteemide rajamise ja kasutamise. Veeseadus ei reguleeri kinniseid horisontaalsüsteeme, ebaselge on veeseaduse regulatsioon nn soojusvaiade (ehitustöödel rajatav kohtvai) ja veekogus ujuvate uputatud soojakontuuride rajamise osas.

Veeseadus kaitseb põhjaveevaruga alasid väljapool veehaarete sanitaarkaitseala piire eeskätt (va nitraaditundlik ala) põhjaveekogumi hea seisundi nõude ja veemajanduskava meetmete rakendamise läbi. Kui maasoojuse kasutamine põhjavee head seisundit ei ohusta, on maasoojuse kasutamine lubatud. Tartu näitel soojuspuuraukude rajamine Meltsiveski veehaarde 50-st meetrist suuremal, Keskkonnaministri poolt kinnitatud 200 meetrise raadiusega (äärmistest veevõtukohtadest) sanitaarkaitsealal, peaks olema keelatud sanitaarkaitseala projektis (sanitaarkaitseala projekti pole).

Ehitusseadus ühest küljest justkui käsitleks maasoojussüsteeme kui hoone soojavarustuse rajatisi, rakendusaktide ja ehitusseaduse vastavate sätete sõnastus jätab võimaluse väikeste maasoojussüsteemi rajamiseks ka ilma omavalitsuse nõusoleku ja teavitamiseta.

Planeerimisseadus maasoojuse kasutamise osas piiranguid ei sätesta, teoreetiline võimalus on kaitsta veehaarete toiteala maakasutuse sihtotstarbe määratlemisega (toitealal lubada vaid teatud maakasutust, takistada maa sihtotstarbe muutmist).

Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seadus jätab võimaluse planeeringu KSH algatamiseks johtuvalt soojussüsteemi rajatise ehitamisese ja kasutamise kavast. KSH algatamine võib olla otstarbekas maasoojussüsteemi rajamisel avalikuks kasutamiseks mõeldud veekogudes.

Kaugkütteseadus ja selle alusel kehtestatud omavalitsuste poolt määratud kaugküttepiirkonnad ei saa olla takistuseks maasoojuse kasutamisele. Soojavarustaja võimalik kulude kasv on mõistetav, kuid see ei saa piirata ökoloogiliselt puhtama ja vähem kohalikku õhusaastet põhjustavale kütteviiside kasutamist.

Maapõueseadus maasoojuse kasutamist ei reguleeri, seaduse regulatsioon puudutab vaid üldgeoloogilise uuringu käigus tehtavate tehtavaid geofüüsikalisi (ka geotermaalseid) uuringuid.

Välisõhukaitse seadus sätestab soojuspumpade külmaaine paigaldamise, hoolduse ja registreerimise nn FOKA registris kui fluoritud kasvuhoonegaase või osoonikihti kahandavaid aineid on soojuspumba külmaaines üle 3 kg. Praktikas vaid suuremate maasoojussüsteemide korral, neid on hinnanguliselt ca viiendik, üksikelamu soojuspumba külmaainekogus on reeglina väiksem.

Kalmistuseadus otsest piirangut maasoojussüsteemide rajamisele ei sätesta. Säilitamaks kalmistul väljakujunenud põhjaveetaset võib piiranguna käsitleda 50 m vööndit veevõtukohani, seda võib käsitleda piiranguna avatud süsteemi soojuspuuraukude rajamisel.

Looduskaitseseaduse ja Muinsuskaitseseaduse järgi kaitstavatel objektidel või aladel maasoojussüsteemi rajamiseks tuleb luba küsida vastavalt Keskkonnaametist ja Muinsuskaitseametist.

Maasoojussüsteemide kasutamine on täna kontrollitav ekspluatatsioonil vaid avatud maasoojussüsteemidel läbi vee-erikasutusloa tingimuste.

Maasoojussüsteemide likvideerimine on sätestatud soojuspuuraukude osas ja avatud süsteemiga maasoojussüsteemidel. Ehitusseadus maasoojussüsteemide rajatiste likvideerimise osas (nagu nende rajamiselgi) täpsemaid nõudeid ei sätesta, öeldud on et ehitise omanik peab esitama ehitise likvideerimise korral ehitise teatise omavalitsusele. Täna on osade maasoojussüsteemide kuulumine ehitise rajatise hulka Ehitusseaduses ebaselge. Välisõhukaitse seadus sätestab fluoritud kasvuhoonegaase või osoonikihti kahandavaid aineid sisaldavate süsteemide likvideerimise korra.

Eeltoodu põhjal on loogiline maasoojussüsteemide rajamise ohje (variandid on registreerimine, ehitusluba, kasutusluba), rakendades selleks ehitusseaduse muutmist väikeehitiste osas. Maasoojussüsteem on sisuliselt ehitise tehnosüsteem kuigi ei asu rangelt võttes ehitise piires. Seadusmuudatuse venimisel on võimaluseks ka maasoojussüsteemide rajamise registreerimine täiendades kaevetööde eeskirja (kui kohaliku omavalitsuse korralduse seadus selleks võimaluse jätab).

Tartu linna kaevetööde eeskirja sätteid ei kohaldata kaevetööl eraõiguslike isikute omandis olevatel kinnistutel ja veel kinnistusraamatusse kandmata maa-aladel juhul, kui need ei ole avalikus kasutuses, seal ei asu tehnovõrke ja -rajatisi ning ei ole tegemist nende ehitamise või remondiga.

Kui kaevetööde eeskirja on võimalik täiendada maasoojuskontuuride rajamise osas, saaks linn enda kasutusse informatsiooni olemasolevatele hoonetele uute maasoojussüsteemide rajamisest.

Eestis on maasoojussüsteemide rajamise ohje vajalik eeskätt neil tiheasustusaladel, kus ühisveevarustuses kasutatakse linna sees paiknevat veehaaret mille põhjavesi pole kaitstud. Joogiveehaarete kaitsest lähtuv maasoojussüsteemi registreerimise vajadus puudub linnades kus maapinnalähedase põhjavee veehaare on linnast välja viidud (näiteks Kuressaare, Paide).

Kui volitusnorm võimaldab, peaks omavalitsus oma ehitusmääruses sätestama nõudeid maasoojussüsteemide rajamiseks ja ekspluatatsiooniks, Veeseaduse § 3^6 järgi tähenduses kaitset vajavatel aladel (veekogumid, mida kasutatakse joogivee võtmiseks, kaitsmata põhjaveega maardlates).

Kuna ühisveevarustuse korraldamine on omavalitsuste ülesanne, siis on loogiline et neil on õigus sätestada täiendavaid piiranguid sellise veehaarde toitealal, mida omavalitsus kasutab ühisveevärgi joogiveevarustuses ja mille põhjavesi pole kaitstud.

2 Energiapuuraukude rajamise ja jälgimise korraldus Soomes ja teistes riikides

Soomes on alates maist 2011 soojuspuurkaevu, pinnasesse paigutatud maasoojussüsteemi või pinnavette paigutatava maasoojussüsteemi rajamiseks vajalik kasutusluba (maakasutus- ja ehitusseaduse muudatuse läbi).

Varem osa omavalitsusi nõudis maasoojussüsteemide osas teavitamist, osa ehitusluba ja osa kasutusluba. Soomlased on hinnanud, et enamikust maasoojuskaevudest nende ametiasutustel teavet polnud.

Kasutusuba on Soomes nüüd vajalik ka olemasoleva küttesüsteemi uuendamisel maasoojussüsteemiks ja lisasoojuse saamisel maasoojussüsteemi abil. Kasutusloa annab omavalitsuse ehitusjärelevalve, loa maksumuse määrab omavalitsus. Paiknemine kaugküttepiirkonnas ei takista loa saamist.

Uute maasoojust kasutavate ehitiste rajamisel käsitletakse maasoojussüsteemi rajamist uue ehitise ehitusloa osana.

Kasutusluba antakse kui selle väljaandmisele pole põhjendatud vastuväidet (näiteks oluline põhjaveeala[16], liialt lähedal teisele maasoojuskaevule või puurkaevule jne). Loast võidakse keelduda kui alale kavandatakse maa-aluseid ehitisi. Reostunud või ka puhastatud pinnasega ala ja prügilate lähedus võib piirata soojuspuuraukude rajamist.

Olulisele põhjaveealal soojuspuuraugu taotluse korral arvestatakse selle paiknemist veevõtukaevude suhtes. Soojuspuuraugu rajamine olulisel põhjaveealal vajab Keskkonnakeskuse luba. Helsingi ja Espoo põhjaveealadel pole soojuspuuraukude rajamine olnud lubatud ka varem (Helsingis oli see keelatud juba kohaliku omavalitsuse ehitusjärelvalve poolt).

Soojuspuuraugu rajamisel reostunud või reostuskahtlusega pinnasega alale on enne soojuspuuraugu rajamist vaja selgitada pinnase puhastamisvajadus Keskkonnakeskusest. Soomes tuleb eelnevalt selgitada soojuspuuraukude rajamise riskid ja lähiümbruse põhjaveekasutus (majapidamisvee kaevude asukohad), arvestada seda soojuspuuraukude asukohavalikul.

Kasutuslubade väljaandmisest teeb omavalitsuse ehitusjärelevalve endale registri, mille põhjal ta hindab maasoojussüsteemi sobivust kavandatud kohas. Kinnistu kasutamiseks horisontaalsete maasoojussüsteemide rajamiseks annab seisukoha omavalitsuse ehitusjärelevalve, esitada tuleb kaevetööde selgitus ja plaan. Tõdetakse, et tiheasustusalal võib probleemiks saada maaomanike võrdse kohtlemise järgimine.

Põhjavee reostamine on Soomes keelatud ja soojuskandevedelikuna tuleb kasutada võimalikult keskkonnaohutut ainet (näiteks etanool). Soomes kasutataksegi soojuskandevedelikuna valdavalt 28 % etanoolilahust, lekke korral see laguneb aeroobses ja anaeroobsed keskkonnas. Aeroobses keskkonnas poolestumisaeg on alla nädala, etanool pole keskkonnaohtlik aine [20].

Soome Keskkonnakeskuse poolt välja antud maasoojuse kasutamise juhendis [19] soovitatakse soojuspuuraukude vahele jätta 20 m (kaldpuuraugud võivad olla tihedamalt), kaugus puurkaevuni 40 m, salvkaevuni 20 m, hooneni 3 m, krundipiirini 10 m, kanalisatsiooni või veesüsteemini 5 m. Hoone sisse rajatud soojuspuuraugud ei tohi kahjustada kandekonstruktsioone.

[16] Soomes harilikult oosid, liiva kruusa seljandikud

Esitatud vahekauguste numbrid on orienteeruvad ja soovituslikud, nende vähendamise korral peab eelnevalt olema esitatud vastavat pädevust omava spetsialisti seisukoht.

Soojuspuuraugu kaugust krundipiirist saab vähendada kui piiril asub näiteks tee, park, roheala jne. Soojuspuuraugu rajamisel tuleb loaandjale esitada teave soojussüsteemi konstruktsioonist ja geoloogilisest lõikest analoogselt Eestis Veeseaduse §30 alusel kehtestatud määrusega nr 37 (29.07.2010)[17].

Soojuskandevedelikuna soovitatakse Soomes kasutada keskkonnaohutuid aineid: etanool, propüleenglükool, betaiin (trimetüülglütsiin), kaaliumformiaat (sipelghappe kaaliumsool, kasutatakse ka jäätõrjeks teedel, biolagenev) [19].

Soojuskandevedelikku lisatavad korrosioonitõrjeainete ja torustikus seenorganismide kasvu vältivate ainete osa soojuskandevedelikus hinnatakse Soomes sedavõrd väikeseks, et neist pole vaja teavitada vastavaid ametiisikuid [19, 20]. Nenditakse, et nende lisaainete kasutamisel võib soojuskandevedeliku põhiaine lagunemiskiirus väheneda.

Eestis on otstarbekas lähtuda Soome regulatsiooni põhimõtetest (KOV poolt antav maasoojussüsteemi kasutusluba, uued maasoojussüsteemid menetleda ehitusloas jne) kohandades Soome olulised põhjaveealade piirangud Eesti hüdrogeoloogilisse situatsiooni (veehaarete arvutuslikud sanitaarkaitsevööndid maapinnalähedastes põhjaveekihtides mis pole reostuse eest kaitstud). Kasutusluba võiks Eestis olla tähtajaline, 10-20 aastat.

Nagu Soome kogemusest on näha, ei takistanud üleriigilise õigusakti puudumine kohalikel omavalitsustel korraldamast eri kujul maasoojussüsteemidega seonduvaid protseduure (registreerimine, ehitusluba, kasutusluba).

Soome analoogia põhjal langeks maasoojussüsteemide rajamise ja kasutamise ohje korralduslik külg näiteks Tartu linnavalitsuses arhitektuuri ja ehituse osakonnale, soojuspuurauku-de rajamisel lisandub Keskkonnaamet.

Maasoojuse kasutamise regulatsioon Šveitsis erineb oluliselt Eestiga võrreldes. Šveitsis kuulub maapinnalähedane maasoojus omavalitsuste omandisse nagu selline põhjavesigi, sügaval paiknev on üldrahvalik omand. Soojuspuurauke ei või rajada veehaarete sanitaarkaitsetsoonides või olulistel potentsiaalsetel põhjaveealadel. Nagu Soomeski, on Šveitsi põhjaveealad kvaternaarsetes purdsetes, kaljupinnases joogiveeallikana kasutatavat põhjavett reeglina pole. Seetõttu on olulised põhjaveealad kaitse all (Eestis on põhjavett kõikjal, mitmete kihtidena, põhjaveekaitselised piirangud on vaid veehaarete sanitaarkaitsealadel ja nitraaditundlikul alal). Šveitsi oluliste põhjaveealade, termaal- ja mineraalveeallikatega külgnevatele aladel antakse maasoojuse kasutamiseks lube vaid peale vastavaid põhjalikke uuringuid. Kõigil muudel aladel võib Šveitsis saada hõlpsalt loa maasoojuse kasutamiseks. Omavalitsused on piiritlenud kaartidel alad kus soojuspuuraukude rajamine pole lubatud [21].

Konkreetsete numbriliste piirangute näitena võib huvi pakkuda teave, et USA Illinoisi osariigis [22] on soojuspuuraugu soovituslikuks minimaalkauguseks veevarustuskaevule 60 m juhul kui kaev ei kuulu soojuspuuraugu omanikule (sel juhul 25 m). Horisontaalsed maasoojussüsteemid soovitatakse jätta vähemalt 7.5 m kaugusele ükskõik mis tüüpi kaevust. Väliskon-

[17] Nõuded puurkaevu ja puuraugu projekti ja konstruktsiooni ning likvideerimise ja rekonstrueerimise projekti kohta, puurkaevu ja puuraugu projekteerimise, rajamise, kasutusele võtmise, likvideerimise ja konserveerimise kord ning puurkaevu või puuraugu asukoha kooskõlastamise, rajamise ja kasutusele võtmise taotluste, puurimispäeviku, puurkaevu ja puuraugu andmete keskkonnaregistrisse kandmiseks esitamise ning puurkaevu ja puuraugu likvideerimise akti vormid

tuuri soojuskandevedeliku survesüsteem peab lülituma välja rõhulanguse korral ja enne käikuandmist tehakse süsteemi survetest veendumaks lekete puudumises.

Saksamaa tingimustes varieerub soojuspuuraukude vahelise kauguse nõue 3-10 meetrit, Austrias kasutatakse 0.5 m vahekaugust soojuspuuraugu sügavuse 10 meetri kohta [23].

Avatud süsteemi tagasivoolu puurauk peab jääma joogiveekaevust vähemalt 15 m kauguse-le kui avatud süsteemi tagasipumbatava vee kaevuvette pole lisatud kemikaale, kui on lisatud kemikaale siis on nõue vähemalt 100 m (Michigan Department of Environmental Quality, Water Bureau Guidance 2007).

Üldine seisukoht on, et kohaliku omavalitsuse vastav pädev asutus saab sätestada konkreetsed nõuded mis sobivad antud omavalitsuse alale.

3 Tartu looduslikud tingimused ja muud asjaolud mida energiapuuraukude rajamisel tuleb arvestada

3.1 Geoloogia

Tartu linna geoloogiline uuritus on hea. Kokkuvõtvalt on linna geoloogiline ehitus hästi kirjeldatud Eesti geoloogilise baaskaardi vastava kaardilehe seletuskirjas [13]. See kaardileht hõlmab 79% Tartu linna territooriumist, Tartule olulistest veevõtupiirkondadest ei kata eelpoolmainitud kaardileht linnas paiknevat Meltsiveski veehaaret ja linnast väljas Tähtvere vallas olevat mittetöötavat Vorbuse veehaaret.

Tartu linn paikneb vanadest ürgorgudest läbitud Kesk-Devoni platool, Suur-Emajõe orus ja moreentasandikul kahel pool jõeorgu. Loodest kagusse läbib linna reljeefis hästi jälgitav Suur-Emajõe org, mis on kujunenud nõrgalt tsementeerunud Kesk – Devoni liivakividesse. Emajõe oru poolt liigestatud reljeefiga alal ulatub kõrguste vahe linna piires kuni 47 meetrini.

Emajõe org on noorim ja läbib vanemaid aluspõhja ürgorge mis on setetega täitunud ning pole nüüdisaegses reljeefis märgatavad. Suur-Emajõe org on tekkinud enne viimast jäätumist, mil liustikujärvede vool kulges mööda ürgse Emajõe sängi vastupidiselt praegusele voolusuunale [8]. Suur-Emajõe oru põhi jääb kõrgemale vanade ürgorgude põhjast. Suur-Emajõe orgu täidavad jääjärve-, järve-, jõe- ja soosetted, mis lasuvad Devoni ajastu Aruküla lademe liivakividel.

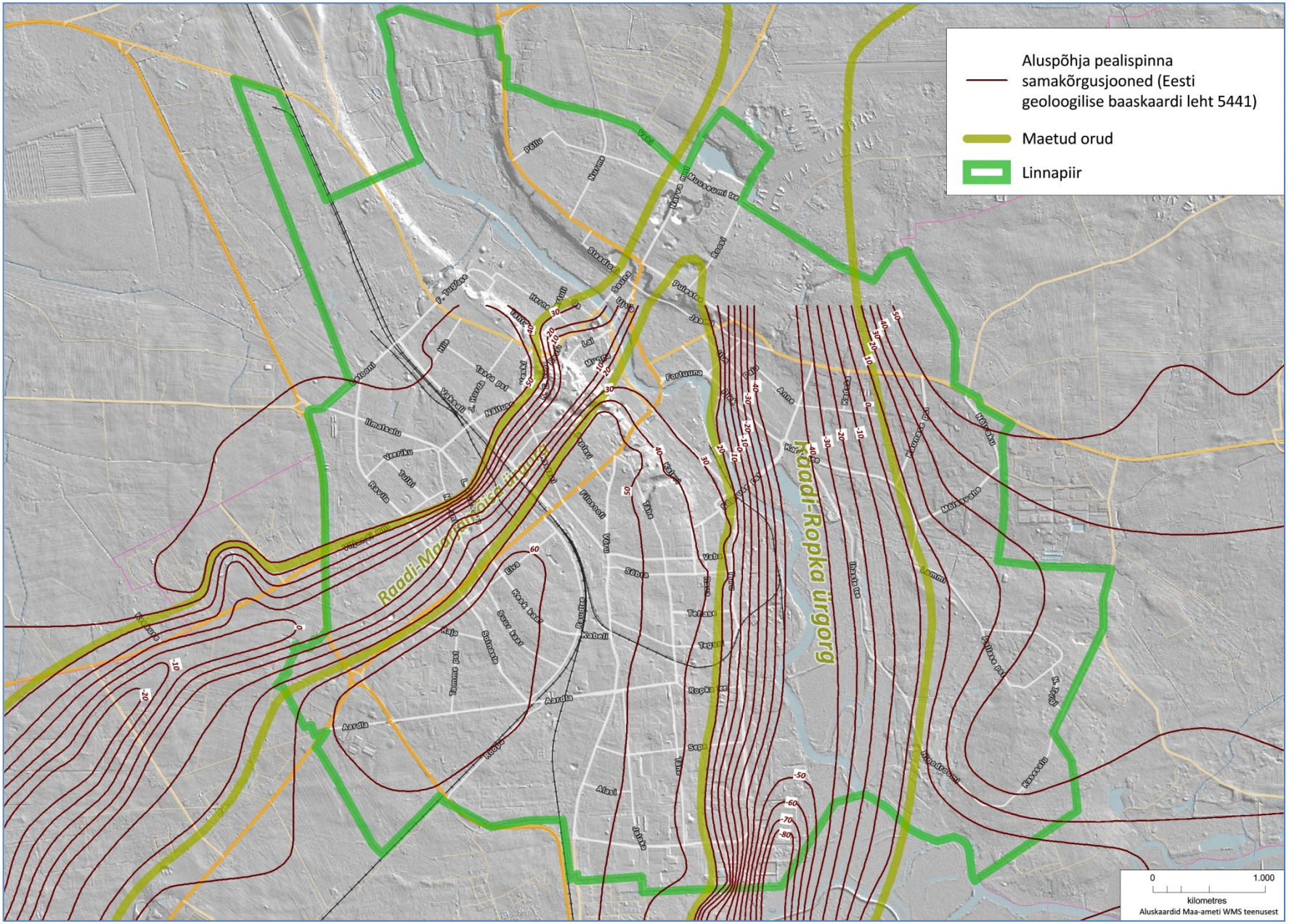
Raadi-Maarjamõisa ürgorg kulgeb Tartus Raadilt Maarjamõisa poole ja sealt edasi edelasse Ülenurme valla maadele. Temast suurem ja vanem Raadi-Ropka ürgorg kulgeb Raadilt lõunasse Ropkasse.

Raadi-Maarjamõisa ürgorg läbib linna kirde- edelasuunaliselt ja ühineb Raadi-Ropka ürgoruga Raadi järve lähedal. Ühinemiskohal on Raadi-Maarjamõisa ürgoru sügavus 35- 40 m, laius 500- 600 m. Mujal linna piires on Raadi-Maarjamõisa ürgoru laius 800- 1000 m, oru põhi laskub edela suunas (vaata joonis 2). Raadi-Maarjamõisa ürgorg on kitsam kui Raadi-Ropka ürgorg ja tema põhi jääb nende ürgorgude lõikumisel kõrgemale. Raadi-Ropka ürgoru laius on linna piires umbes 2 km ja sügavus 80 - 120 m.

Raadi-Ropka ürgorus linna piires ning sealt lõuna poole kuni Ülenurme valla Uhti külani on raskusjõu jääkanomaaliate põhjal orgu täitva moreeni tihedus suurem ümbriskivimiks oleva Devoni liivakivi omast [13]. See võib tähendada vett väheandvate savikate pinnaste laialdasemat levikut orusügavuses.

Sõltuvalt maapinnareljeefist ulatub pinnakatte paksus Tartu linna piires Raadi-Maarjamõisa ürgorus 20-60 meetrini, Raadi-Ropka ürgorus 70-100 meetrini. Mattunud orgudes esineb erivanuselisi moreene ja jääjõelisi setteid kruusa ja liiva näol.

Väljapool nüüdisaegseid orge ja mattunud ürgorge on Tartu linna geoloogiline ehitus lihtne. Kesk-Devoni platooalal on pinnakatte paksus valdavalt 2-5 m. Pinnakatte moodustab peamiselt moreen.



Joonis 2 Tartu ürgorud

3.2 Põhjavee kihid ja põhjaveemaardlad

Tartus levivad järgmised ühisveevarustuses kasutatavad veekihid: Kvaternaari, Kesk-Devoni, Kesk-Alam-Devoni, Siluri ja Ordoviitsiumi-Kambriumi veekihid. Sügavamal asuvad Kambriumi-Vendi veekiht ja aluskorra murenenud ja lõhelistes kivimites leviv põhjavesi on liialt soolased.

Veekihtide vahel paiknevatest kolmest veepidemetest on isolatsioonivõimelt parim Lükati-Lontova veepide, sellele järgneb Siluri-Ordoviitsiumi regionaalne veepide ja viimasena Narva regionaalne veepide. Kvaternaariaegsed savipinnaste kihid enamasti ei moodusta veepidet, pinnakatte veepidavust on täheldatud savikate setete suure paksuse korral, enim Raadi-Ropka ürgorus.

Tabel 1 Tartu põhjaveemaardlad ja kinnitatud põhjaveevaru

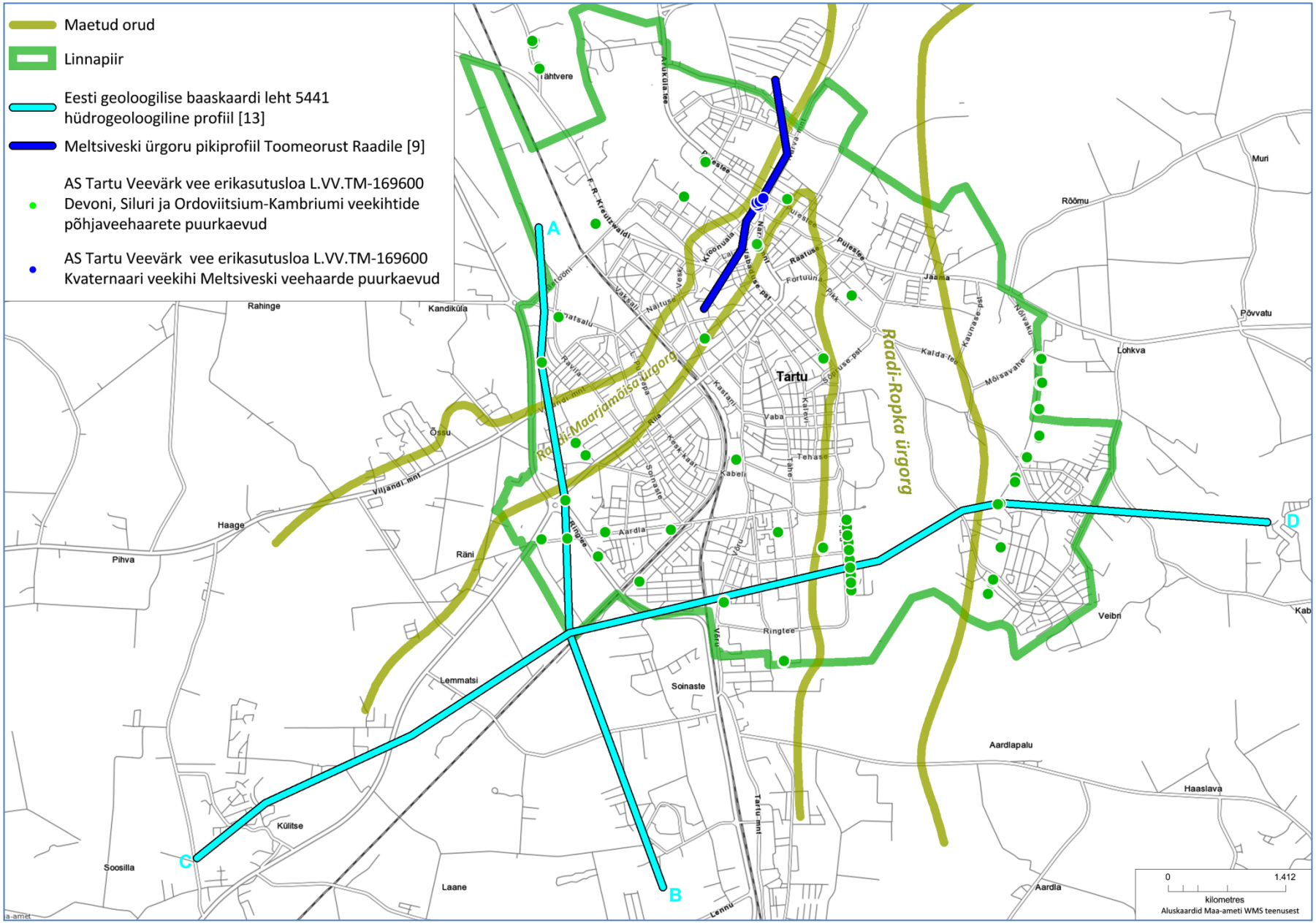
Põhjavee maardla piirkond	Veekihi geoloogiline indeks	Põhjavee varu, m³/d	Kasutusaeg	Varu kategooria ja otstarve
Meltsiveski	Q	12000	kuni 2018	T_1 joogivesi
Anne	D_2	2000	kuni 2025	T_1 joogivesi
Riia	$D_{2-1}S$	3800	kuni 2018	T_1 joogivesi
Ihaste	$D_{2-1}S$	2800	kuni 2018	T_1 joogivesi
Anne	$D_{2-1}S$	4400	kuni 2018	T_1 joogivesi
Ropka	$D_{2-1}S$	4000	kuni 2018	T_1 joogivesi
Tartu linn	$D_{2-1}S$	24000	kuni 2018	T_1 joogivesi
Tartu linn	O-Ca	7300	kuni 2018	T_1 joogivesi
Anne	O-Ca	2700	kuni 2018	T_1 joogivesi

Kvaternaari veekiht [Q] levib ürgorgude piires jääjõe setetes. Kvaternaari veekihi põhjavesi on pindmise reostuse eest enamasti kaitsmata (võib olla suhteliselt kaitstud savipinnaste levikualal ürgorgudes). Raadi-Ropka ürgorus Kvaternaarisetetes arvestatavaid põhjaveemaardlaid pole leitud, põhjavesi esineb siin lokaalselt eri terasuurusega liivade läätsedes ja põhjavett kasutatakse üksikute puurkaevudega.

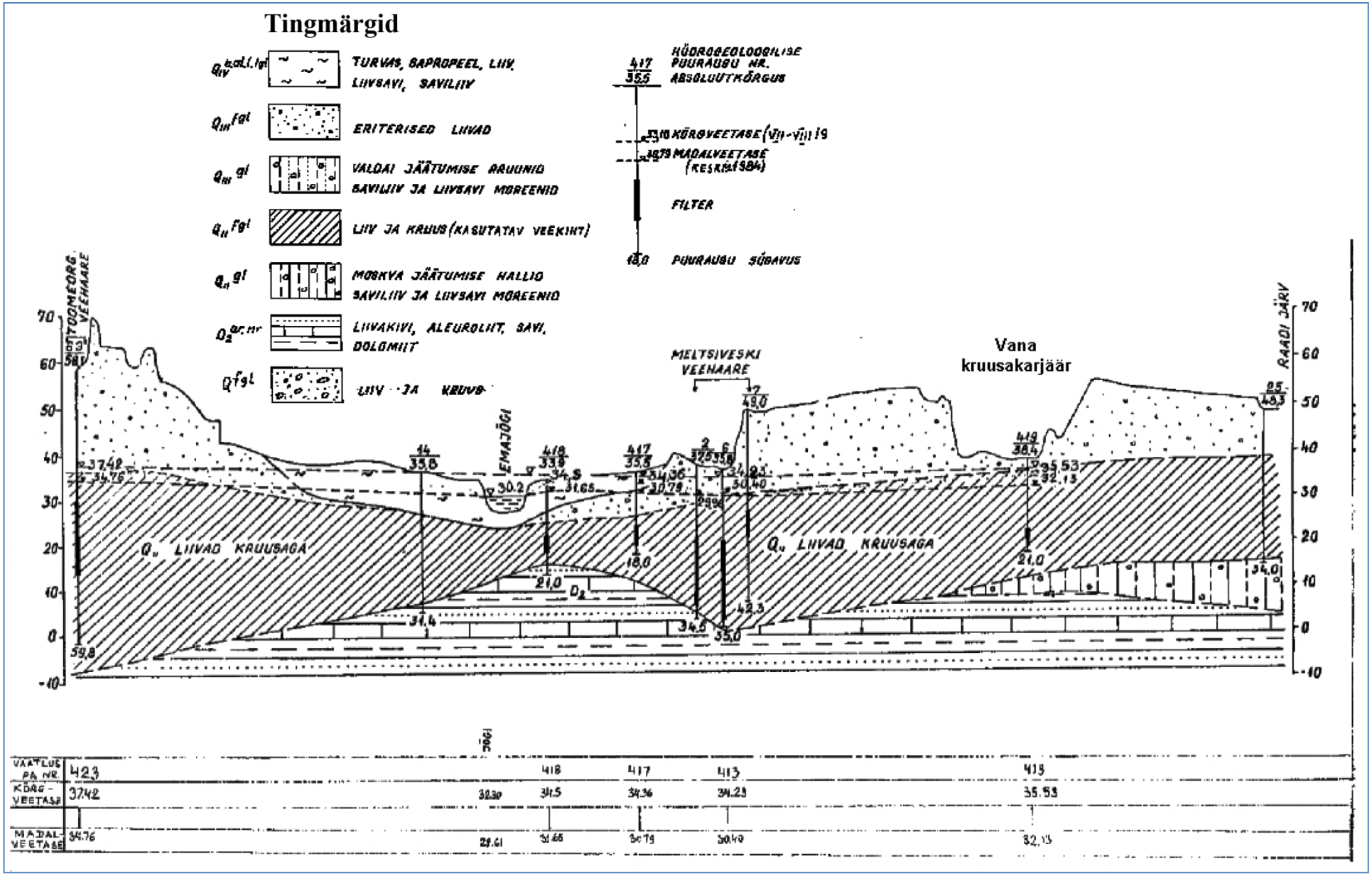
Raadi-Maarjamõisa ürgoru Emajõe vasakkaldal olevas osas on välja eraldatud Meltsiveski põhjaveemaardla (12000 m^3/d). Emajõe paremkaldale jäävas Raadi-Maarjamõisa ürgoru osas oli aastatel 1969-1980 piiritletud Toomeoru põhjaveevaru (3000 m^3/d), kuid selle töötamise käigus vee kvaliteet halvenes ja veehaarde töötamisest tingitud veetaseme alanemine hakkas ohustama Tartu vanalinna ehitiste vundamentide puitvaiu- ja parvi. Kuna aastatel 1972 – 1977 kasutati Toomeoru veehaaret suurema tootlikkusega kui 3000 m^3/d, siis aastaks 1978 oli garanteeritud põhjaveevaru ammendatud. Toomeoru veehaarde kasutamise lõpuks reostus lämmastikuühendite ning mikroorganismidega enamus selle veehaarde puurkaevudest. Lihtsustatult on Raadi-Maarjamõisa ürgorus tegemist Raadi ja Toomeoru poolt Emajõe poole suunduva põhjaveevooluga ürgorgu täitvas liivades kruusade kihis. Need põhjaveevoolud toituvad ürgoru piires läbi Kvaternaarisetete infiltreeruvast sademete veest, vähem orgu ümbritsevast Kesk-Devoni veekihist[18] mis on sisuliselt samuti sademetevesi.

Tartu linnas on Raadi-Maarjamõisa ürgoru põhjavee väljavoolualaks Suur Emajõe org. Looduslik väljavool toimus allikatena. Need on tänaseks täidetud, praegu on väljavooluks ka Meltsiveski veehaare.

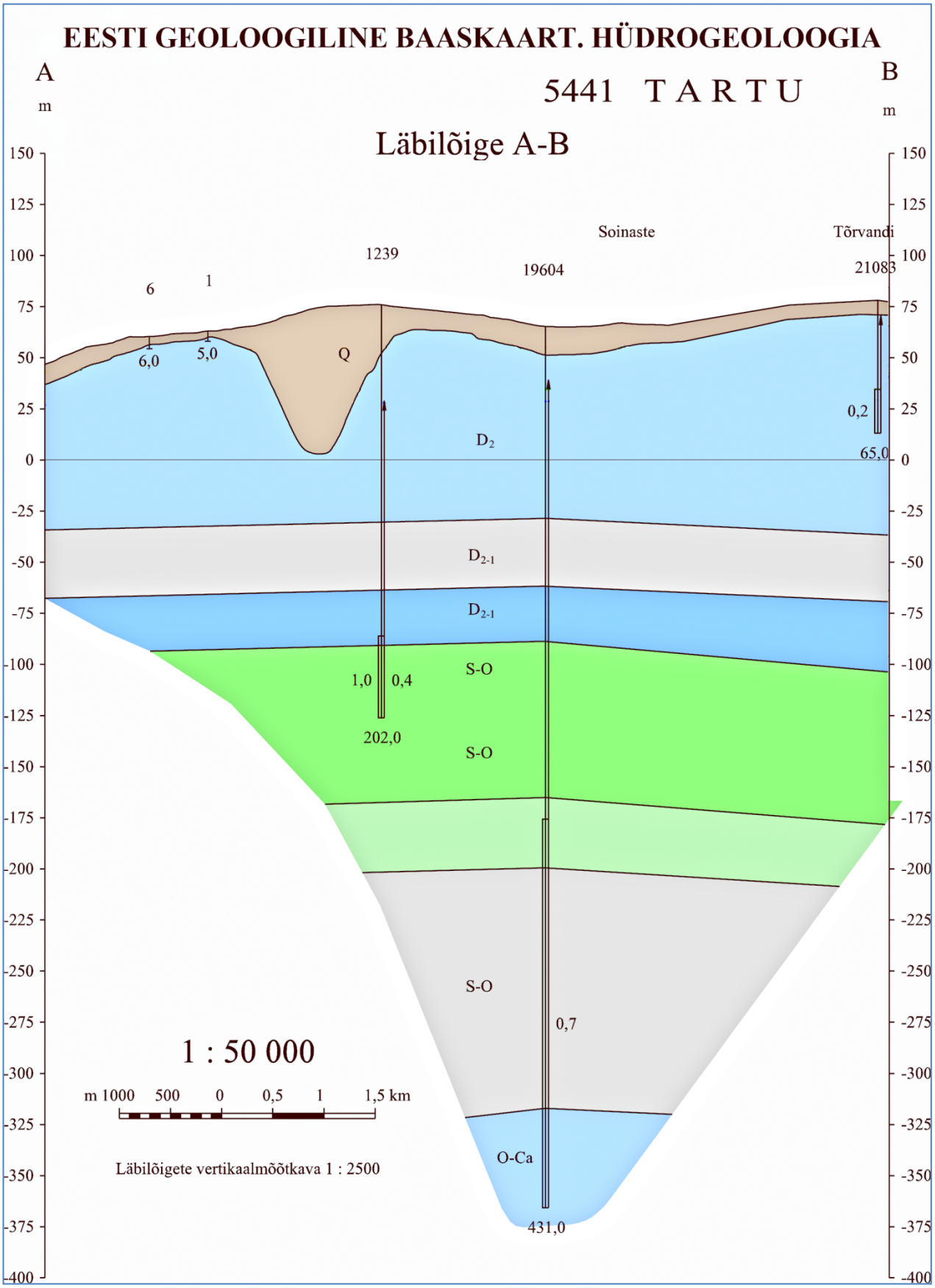
[18] toitealaks on arvatud ka ca 500 m ürgoru servast ning Raadi järve vesikonda [18]



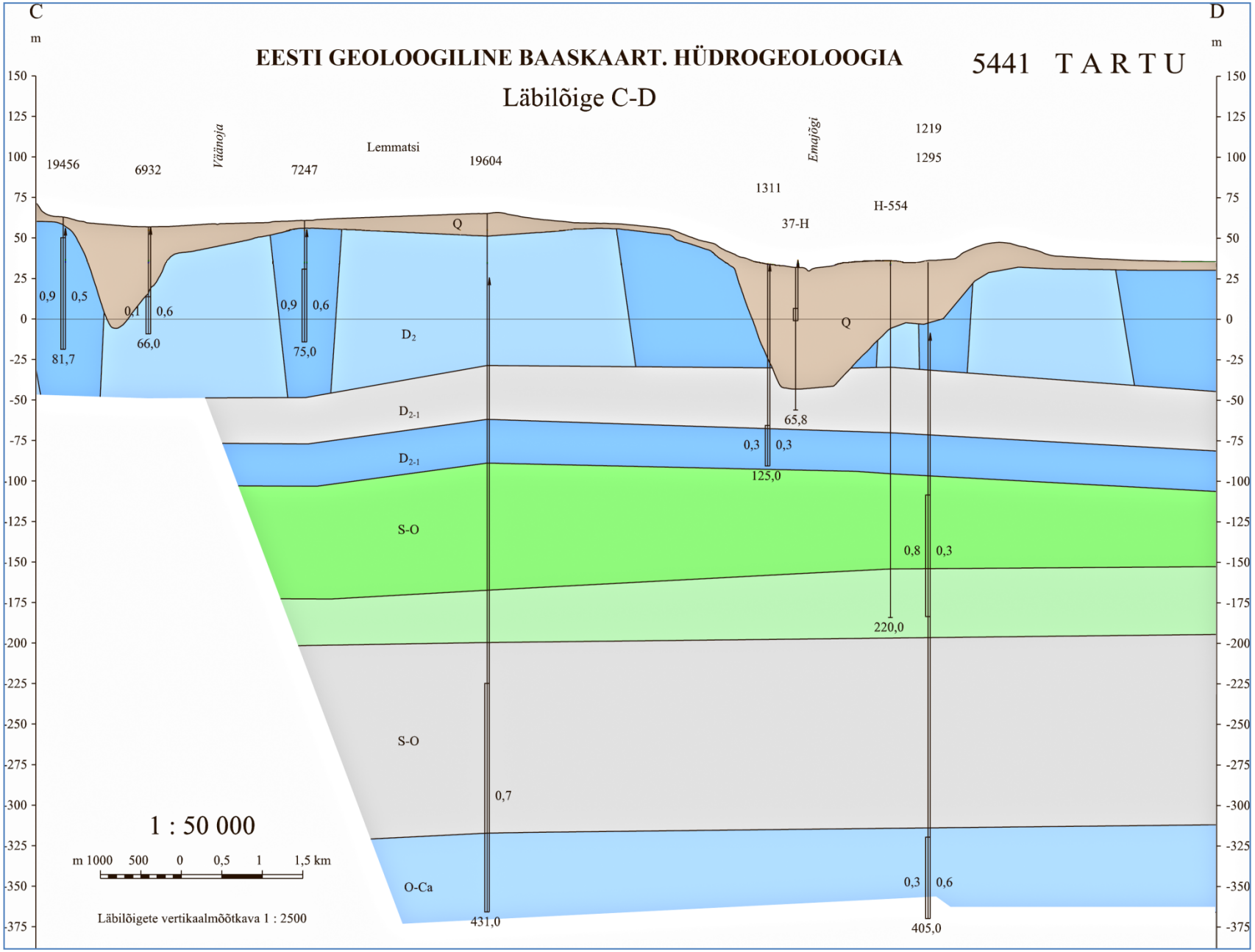
Joonis 3 Hüdrogeoloogiliste profiilide paiknemine



Joonis 4 Raadi-Maarjamõisa ürgoru pikiprofiil Toomeorust Raadile [9]



Joonis 5 Väljavõte Eesti geoloogilise baaskaardi leht 5331 hüdrogeoloogilisest profiilist A-B [13]



Joonis 6 Väljavõte Eesti geoloogilise baaskaardi leht 5331 hüdrogeoloogilisest profiilist C-D [13]

Seoses veetarbimise vähenemisega Meltsiveski veehaardes liigub alates eelmise sajandi üheksakümnendatest aastatest osa põhjaveevoolust Emajõe ja Meltsiveski veehaarde vahel Emajõe suunas (Tartu Veevärgi kiri 29.12.2009 nr INF/1146). Taolise veelahkmeala esinemisele Meltsiveski ja Emajõe vahel viidatakse ka varasemates uuringutes [11]. Seega saab veetasemetest järeldada, et Emajõe paremkalda põhjavesi ei mõjuta praeguse võimsusega töötavat Meltsiveski veehaaret. Meltsiveski veehaare saab oma vee Emajõe vasakkaldalt [11].

Põhjavee kvaliteet on Tartu linna Kvaternaari veekihti kasutavate veehaarete töötamise käigus sageli halvenenud [8, 13], olles reeglina kõikuv. Suurenenud on nitraatide, sulfaatide kloriidide sisaldus, kuivjääk ja üldine karedus [8, 13]. Väljaspool Tartut on põhjavee kvaliteet tunduvalt parem, millest annab tunnistust eelkõige vähene nitraatide sisaldus selles põhjavees [13]. Meltsiveski põhjaveemaardla vees on küllalt sageli leitud ka ohtlikke aineid[19], ajuti ka üle vastavate piirnormide [14, 15, 16].

Kesk-Devoni veekiht (D_2) levib Aruküla lademe ja Narva lademe ülaosa Kernave kihistu liivakivides. See veekiht on Tartus maapinnalt esimeseks aluspõhjakivimites levivaks põhjaveekihiks ja ühes Kvaternaari veekihiga moodustavad need Tartus maapinnalähedase põhjavee. Need veekihid pole maapinnalt lähtuva reostuse eest kaitstud. Maapinnalähedase põhjavee kaitse on vajalik eelkõige aladel, kus maapinnalähedane põhjavesi on üksiktarbijate veevarustuse allikaks [17]. Tiheasustusaladel ja linnades on maapinnalähedase põhjavee kasutamine joogiveeallikana reostusriskide tõttu probleemne, maapinnalähedase põhjavee suuremad ühisveevarustuse veehaarded on reeglina linnast välja viidud (Paide, Türi).

Kesk-Devoni veekiht toitub läbi kvaternaarisette infiltreeruvatest sademetest. Veekihi paksus on kuni 70 m, lamamiks on Narva lademe veepide (Leivu + Vadja kihistud). Puurkaevude sügavused on 65-85 m.

Narva regionaalne veepide (D_2nr) koosneb Narva lademe kesk- ja alumises osas Leivu ja Vadja kihistute savi, domeriidi ja dolomiidi kihtidest. Narva lademe vettpidava osa paksus on 20-30 m. Veepide puudub kohati Raadi-Ropka ürgorus, laiguti Tartu linna lõunapiiril ja põhjapiiril. Neis kohtades tagab Kesk-Alam-Devoni veekihi kaitstuse Raadi-Ropka ürgorus levivad savikad setted. Narva lademe veepide (Leivu + Vadja kihistud) levib Tartus kõikjal Raadi-Maarjamõisa ürgorus.

Kesk-Alam-Devoni veekiht (D2-1) levib Alam-Devoni Rezekne lademe ja Kesk-Devoni Pärnu lademe liivakivides ja aleuroliitides. Tartumaal on Kesk-Alam-Devoni veekihti kasutatud veevarustuses sageli koos allpoololeva Siluri ladestu kihtidega. Seda vettandvate kihtide kooslust on siis nimetatud Kesk-Devoni-Siluri veekompleksiks. Kesk-Alam-Devoni veekiht paikneb Tartu linnas Narva veepideme all. Võrreldes maapinnalähedase Kesk-Devoni veekompleksi põhjaveega, on vesi pehmem ja väiksema oksüdeeritavusega. See viitab Kesk-Alam-Devoni veekihi paremale looduslikule kaitstusele [13].

Kesk-Alam-Devoni veekihi alumine veepide praktiliselt puudub, teda kasutatakse ja käsitletakse sageli ühes Siluri veekihiga (Kesk-Alam-Devoni–Siluri veekiht, varem ka Pärnu-Siluri veekompleks). Põhjavee toitumine toimub infiltratsiooni teel läbi lasuvate Kesk-Devoni kivimite. Toiteala on arvatud jäävat linnast põhja ja loode poole, samuti on toitealaks Otepää kõrgustik [8]. Väljavoolualaks on Suur-Emajõe bassein ja Peipsi järv [8]. Tartu linnas on veekihi põhjaveerežiim oluliselt mõjutatud veevõtust.

[19] Kroom, tetrakloromet aan, naftasaadused, fenoolid, trikloroeteen, tetrakloroeteen

Siluri-Ordoviitsiumi (S) veekiht levib Siluri ladestu Juuru ja Raikküla lademe dolomiidistunud lubjakivides. Ordoviitsiumi karbonaatsed kivimid veevarustuse seisukohalt iseseisvat tähtsust ei oma, vettandev on eeskätt karbonaatse kompleksi ülemine suhteliselt lõheline 80 m paksune osa (Silur kivimite põhjavesi). Nagu Kesk-Alam-Devoni veekihil, sõltub Siluri veekihi režiim tarbimise intensiivsusest (nende veekihtide vahel pole mainimisväärset veepidet). Põhjavee toitumine toimub infiltratsiooni teel läbi lasuvate Alam- ja Kesk-Devoni kivimite.

Tartus moodustavad Kesk-Alam-Devoni veekiht ja Siluri veekiht Kesk-Alam-Devoni–Siluri veekihi mis lasub 75-130 m sügavusel maapinnast, puurkaevude sügavused on vahemikus 125-220m. Tartu linnas hüdrauliliselt ühe veekihi (Kesk-Alam-Devoni–Siluri veekiht) moodustavad Kesk-Alam-Devoni ja Siluri-Ordoviitsiumi veekihid on Eestis eraldi veekihtidena eristatud eeskätt johtuvalt vee erinevast liikumisest Kesk-Alam-Devoni liivakivi poorides ja Siluri-Ordoviitsiumi veekihi karbonaatkivimite lõhedes[20] (Tartus vaid Silur, kuna Ordoviitsiumi karbonaatkivimid paiknevad sedavõrd sügaval kus vettandvaid lõhesid enam pole).

Siluri–Ordoviitsiumi regionaalne veepide moodustab Siluri-Ordoviitsiumi karbonaatse settekompleksi alumine osa (alates Ülem-Ordoviitsiumi Pirgu lademe Jonstorpi-Jelgava kihistust) ühes Alam-Ordoviitsiumi Leetse ja Türisalu kihistute savi ja liivakivi vahekihtidega. Veepideme paksus on ca 100 m.

Ordoviitsiumi–Kambriumi veekiht (O–Cm, ka tähistatud kui O–Ca) levib Kesk- ja Ülem-Kambriumi liivakivides ja aleuroliitides 37-53 m paksuse kihina. See veekiht paikneb ülalt Siluri–Ordoviitsiumi regionaalse ja alt Lükati-Lontova veepidemete vahel. Põhjavee toitumine toimub väga aeglaselt infiltratsiooni teel läbi ülallasuvate setete. Veekiht lasub 334-383 m sügavusel maapinnast, puurkaevude sügavused on vahemikus 400-420 m

Lükati-Lontova veepide on esindatud kuni 30 m paksuse põhiliselt Alam-Kambriumi Lontova kihistu savidega.

Kambriumi–Vendi veekihi (C-V, ka Ca-V) moodustavad Voronka ja Gdovi kihistu peeneteralised liivakivid ja aleuroliidid. Veekihi põhjavesi on veevarustuseks soolane nagu on seda ka allpool paiknev aluskorra murenenud ja lõhelistes kivimites leviv põhjavesi.

[20] hüdrogeoloogilistes ajalistes arvutustes (reoainete liikumiskiirus ja trajektoorid) on Kesk-Alam-Devoni ja Siluri-Ordoviitsiumi (Tartus vaid Silur) veekihtide puhul olulised erinevused veekihtide poorsuses (efektviivpoorsus) ja rõhujuhtivuses (*storage coeffitcient*)

3.3 Ühisveevärk ja -kanalisatsioon

Energiapuuraukude rajamisel tuleb arvestada Tartu linna ühisveevärgi ja –kanalisatsiooni arendamise kavaga (ÜVK) aastateks 2012-2025[21]. Peatähelepanu tuleb pöörata eeskätt veehaarete sanitaarkaitsealade ja maa aluste torustike kaitsevööndite. Kava on aluseks ASi Tartu Veevärk tegevustele aastani 2025.

Tartu elanikkonda arvatakse püsivat suhteliselt stabiilsena, mistõttu vee- ja kanalisatsiooniteenuste tarbimine oluliselt ei kasva. ÜVK arendamise kava järgi vajab AS Tartu Veevärk põhjaveevaru perspektiivis 37500 m^3/d. Sellele numbrile võib lisanduda mõnede tootmisettevõtete veevajadus. Uute puurkaevude rajamist Tartu linna territooriumile hinnatakse keerukaks, sest ei ole võimalik tagada ettenähtud teenindus- ja kaitsealasid. Kavas on investeerida uue Raadi[22] veehaarde rajamisse Tartu vallas.

2010. a andmetel on linnas aktiivsel kasutusel kolm kompaktselt paiknevat veehaaret: Meltsiveski (48%), Anne (17.4%) ja Ropka (27.1%). Ülejäänud osa (7.5%) langeb eraldiasuvatele üksikpuurkaevudele [18].

Tabel 2 Tartu veehaarete tarbevaru ja tegelik tarbimine 2010 [18]

Veehaare	Põhjaveevaru m³/ööp	Tegelik tarbimine m³/ööp	Tegelik tarbimine %
Meltsiveski	(12 000) 6000	6 292	48,0
Ropka	4 000	3 554	27,1
Anne	9 800	2 280	17,4
Tartu üksikpuurkaevud	16 780	979	7,5
Kokku	36 580	13 106	100%

Aastal 2010 moodustas põhjavee väljapumpamine Meltsiveski veehaardest (6300 m³/d), mis on 48% kogu Tartu linna vee tarbimisest [18]. Meltsiveski veehaarde kinnitatud sanitaarkaitseala on 200 meetrit, aga hüdrogeoloogilised arvutused nõuaksid suuremat[23].

Tartu ÜVK näeb ette Meltsiveski veehaarde tarbevaru (12000 m^3/d) vähendamist poole võrra. Meltsiveski veehaarde mittekasutamisel taastuvad Meltsiveski allikad ja väljakiilduv põhjavesi tuleb ära juhtida, et ei tekiks ümbritseva maa-ala üleujutust.

Meltsiveski veehaare koosneb seitsmest puurkaevust (kasutatakse kuut), veetöötlust pole. Anne veehaare koosneb kümnest puurkaevu grupist, milles asuvad kokku kolmkümmend üks puurkaevu, kogu Anne veehaarde vesi juhitakse läbi veepuhastusjaama.

---

[21] ÜVK arengukava vaadatakse läbi iga nelja aasta tagant ning siis tehakse vajadusel parandused või täiendused

[22] Arvestades joogiveevarustuse veetootmise riskide maandamise kohasust ja võimalikku vajadust uue veehaarde rajamiseks, omandas AS Tartu Veevärk 2007. a maaüksuse Tartu vallas Tila külas. Tartu Vallavolikogu kehtestas 13. augusti 2008. a otsusega nr 99 Tila külas asuva Kobrulehe maaüksuse ja lähiala detailplaneeringu. Kavas rajada veehaare, mis koosneb neljast puurkaevude grupist, igas grupis kaks puurkaevu (kaks puurauku on valmis, D_2 ja D_{2-1}). Prognoositav veehaarde tootlikkus on ca 2700 m³/d.
Selle kavandatava Raadi veehaarde võimalikuks laiendamiseks ja toiteala kaitseks algatas Tartu Vallavalitsus 21. veebruari 2011. a korraldusega nr 49 Kobrulehe maaüksuse ja lähiala detailplaneeringu. Laiendatud veehaarde tootlikkuseks on kavandatud kuni 7400 m³/d. Uue Raadi veehaarde tarbevaru hinnang ja Tartu linna veehaarete tarbevaru ümberhindamine peab olema tehtud 2018. aastaks.

[23] Alternatiivsete veeallikate olemasolul on sanitaarkaitseala suurendamine linna tingimustes praktiliselt võimatu.

Ropka veehaare koosneb kümnest puurkaevust, millele lisanduvad kaks puurkaevu Ropka II astme pumbajaama (ühtlasi ka joogiveepuhasti) territooriumil. Plaanitakse ühendada Sirbi tänava kolm kaevu joogiveepuhastiga, suurendada joogiveepuhasti tootlust ja reservmahutite mahtu.

Vorbuse veehaaret, mis koosneb kuuest puurkaevust, ei kasutata põhjavee suure fluoriidisisalduse tõttu. Kunagi kavandatud Riia veehaarde väljaarendamist edasi ei plaanita, sest kavandatud veehaarde väljaarendamist takistab maaomandi probleem.

ÜVK investeeringute kava aastateks 2012-2025 näeb ette Meltsiveski veehaarde vee töötlemise membraantehnoloogiaga, hinnanguline maksumus aastal 2019 on 1.3 milj EUR. See on meede võimaliku reostuse korral nõuetele vastava joogivee tagamiseks, veetöötluse läbi paraneksid ka veevõrku saadetava Meltsiveski põhjavee teised omadused.

Suur osa Tartu ühiskanalisatsioonist on ühisvoolne. Valingvihmade korral on oht, et kanalisatsioonisüsteemi läbilaskevõime ei ole piisav ning reovesi võib sattuda põhjavette, eelkõige Kvaternaari veekihti millest toitub Meltsiveski veehaare.

Lahkvoolse süsteemi rajamiseks on vaja Tartus ehitada 101 km sademevee tänavatorustikke, millele lisandub veel kinnistute/kvartalite siseste süsteemide rajamine. Aastatel 2006-2010 ehitatu põhjal on linnas tervikuna rajatud ca 20 % kavandatud sademeveekanalisatsiooni trassidest ja põhitrassidest. Meltsiveski veehaarde toitealal 35% (Puiestee-Ujula 29%, Liiva 97%, Narva mnt 74%, Kruusamäe 1%) [18].

Arvestades põhjavee varu olemasoluga on ÜVK järgi otstarbekas jätkata Tartu linna veevarustust põhjavee baasil. Kavandatud on linnast välja uue veehaarde rajamine võimsusega 7400 m³ ööpäevas. Selleks on omandatud kinnistud, menetletakse vastavaid detailplaneeringuid. Kavas on Meltsiveski veehaarde põhjaveevaru vähendamine poole võrra ühes vee töötlemisega membraantehnoloogial. Mõnevõrra on eelisarendatud lahkvoolset sademeveesüsteemi Meltsiveski veehaarde toitealal.

Soovitada võib Meltsiveski veehaarde toitealal lahkvoolse sademeveesüsteemi jätkuvat eelisarendust ja kanalisatsiooni- ning sademeveesüsteemide lekkekindluse regulaarset kontrolli. Hoolimata Tartu linna ÜVK-s esitatud seisukohast, et käesolevaks ajaks on Meltsiveski veehaarde toitealal teadaolevad reostuskolded ja neist põhjustatud reostus likvideeritud, tuleb Meltsiveski veehaarde toitealal kontrollida seal paiknevaid võimalikke põhjavee reostusallikaid.

Ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni ehitiste kaitsevööndid[24] on torustikel sõltuvalt läbimõõdust ja paiknemissügavusest 2-5 m torustiku teljest. Ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni muude ehitiste ümber ulatub kaitsevöönd piirdeaiani, selle puudumisel 2 m kaugusele ehitisest. Analoogilised erineva ulatusega piirangud kehtivad nii elektrikaablite, gaasitorustike ja soojatorustike osas.

Maa-aluste rajatiste kaitsevöönd peaks juba oma eesmärgilt tagama rajatise ohutuse ka maasoojussüsteemide rajamisel. Teadaolevalt piirdub maasoojussüsteemi mõju pinnases väiksema alaga kui ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni ehitiste kaitsevöönd.

Eestis pole teada maa-aluste gaasi ja soojatrasside mõju põhjavee omadustele (temperatuurile), seda pole oluliseks hinnatud.

[24] Keskkonnaministri määrus nr 76 (16.12.2005) Ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni kaitsevööndi ulatus

3.4 Olemasolevad puurkaevud ja puuraugud, veehaarete sanitaarkaitsealad

Puurkaevud ja puuraugud põhjustavad piiranguid maasoojussüsteemide rajamiseks johtuvalt sanitaarkaitsealadest. Sanitaarkaitseala ei moodustata, kui vett võetakse põhjaveekihist alla 10 m^3 ööpäevas ühe kinnisasja vajaduseks, sellise veevõtukoha hooldusnõuded põhjavee kaitseks kehtestab keskkonnaminister.[25]

Veehaarde sanitaarkaitseala on joogivee võtmise kohta ümbritsev maa-ala, kus veeomaduste halvenemise vältimiseks ning veehaarderajatiste kaitsmiseks kitsendatakse tegevust ja piiratakse liikumist. Sanitaarkaitseala vähendab vee reostumise riski, kuid see ei väldi võimalikku vee reostumist veekihi toitealal.

Enamasti pole vanadel seirepuuraukudel, milliseid ei kasutata veevarustuses, sanitaarkaitseala või hooldusala[26]. Kinnise kontuuriga soojuspuuraukudel sanitaarkaitseala või veevõtukaevu hooldusala pole, avatud kontuuriga soojuspuuraugul sätestatakse nõuded nagu puurkaevudel.

Tartu haldusterritooriumil paikneb keskkonnaregistri andmetel 121 puurkaevu, kas töötavat, konserveeritud või vaatluskaevu. Neist 8 osas pole kirjet tehnilisest seisukorrast[27]. Lisaks on linna piirest väljas, kuid Tartu veevarustusega seotud veel 15 Tartu Veevärgile kuuluvat puurkaevu Vorbuse ja Anne veehaaretes.

Puurkaevude ja puuraukude paiknemine (välja on jäetud likvideeritud puurkaevud ja puuraugud) ühes sanitaarkaitsealadega on esitatud käesoleva aruande Lisas 1 joonisel 1.

AS Tartu Veevärk vee erikasutusloas L.VV.TM-169600 on loetletud 106 puurkaevu, millest 92 kuuluvad Tartu linna veevarustussüsteemi[28]. AS Tartu Veevärk linna veevarustussüsteemi puurkaevud kuuluvad kõik ühtsesse süsteemi, joogiveevarustusse antakse eri põhjaveekihtide seguvett.

Teised olulisemad vee-erikasutusloaga veevõtjad Tartus on AS Pere (kaev nr 4405), Eesti Tarbijateühistute Keskühistu (kaev nr 1328), AS Salvest (kaev nr 1318), Riigimetsa Majandamise Keskuse taimla- ja seemnemajandusosakond (kaev nr 1327), AS A. Le Coq (kaevud numbritega 2001, 1217).

Väljaspool Tartut külgneb vahetult Anne veehaardega AS Grüne Fee Eesti veehaare (kaevud numbritega 19041, 19042, 19043, 19044).

---

[25] Ühe kinnisasja omanikule vajaliku kaevu asukoht peab olema võimalike reostusallikate (kogumiskaevud, käimlad, prügikastid, väetise- ja sõnnikuhoidlad, õlimahutid, kanaliseerimata saunad jne.) suhtes põhjaveevoolu suunas (järgib üldjoontes maapinna kallakust) ülesvoolu ja neist krundi piires võimalikult kaugemal (mitte vähem kui 10 m).

[26] Põhjavee uuringu ja vaatluskaevudele sanitaarkaitseala moodustamise vajadus otsustatakse projekti kooskõlastamise käigus (KM määrus 61, RT I, 12.04.2011, 6). Seega kui projektis oli see ette nähtud, siis võib seirepuuraugul olla ka sanitaarkaitseala. Tartus on Maa-Ameti veeobjektide piiranguna märgitud vaid seirepuurauk 4307, selle 10 m sanitaarkaitseala jääb ka Meltsiveski veehaarde sanitarkaitsealale

[27] Katastri numbrid 4409, 4410, 4560, 4577, 7153, 7273, 10426, 17377

[28] Kehtiva vee erikasutusloa L.VV.TM-169600 andmete osas esitas AS Tartu Veevärk täpsustuse seoses veeloa kehtivuse lõppemisega 31.12.2012 ja uue taotluse materjalide ettevalmistamisega. Ettevõtte poolt täpsustatud andmetel on neil Tartu linna veevarustussüsteemis 94 puurkaevu ja lisaks 7 puurkaevu Ülenurme vallas ning 2 puurkaevu Tartu vallas. Aastast 2013 kehtima hakkavas vee erikasutusloas saavad senised ebatäpsused parandatud ning täiendused viidud ka Keskkonnaregistrisse.

Tartu linna haldusterritooriumil on ASi Tartu Veevärk andmetel rohkem kui sada erakinnistutel asuvat puurkaevu [18]. Selle väite tõesuse korral on enam kui pooled neist keskkonnaregistris arvele võtmata, pole välistatud et neid kasutatakse ka maasoojuse saamiseks.

Tartu linna põhjaveevaru aruandes [8] öeldakse, et Kvaternaari veekihi puurkaevudel on niiöelda mittearvutatav automaatne sanitaarkaitseala 50 m, kõigi sügavamal paiknevatest veekihtidest vett võtvatel kaevudel 30 m[29].

Tartu linna põhjaveevaru aruandes on arvutatud asjakohased II[30] ja III[31] sanitaarkaitsevööndi ulatused Meltsiveski veehaardele. Võib korrata, et põhjaveeressursi ohje ei alga puurkaevust, sellesse kuulub kogu toiteala.

Tartu linna põhjaveevaru aruandes esitatud Kesk-Alam-Devoni–Siluri veekihi (varem ka Pärnu-Siluri veekompleks, surveline hästi kaitstud põhjaveekiht [8]) veehaarete arvutatud sanitaarkaitsevööndite ulatus on põhjaveevaru aruande esitatud lähteandmete ja valemite põhjal tehtud analoogselt Meltsiveski veehaardega. Arvutuse tulemusena tõdeti et Tartu linn asub pea tervikuna hajutatult ja kompaktselt paiknevate veehaarete III sanitaarkaitsevööndis, vaata käesoleva aruande lisa 1 joonis 2 (aruande [8] graafiline lisa 10). Veekihi toiteala on arvatud ulatuvat Otepää kõrgustikule [8]. Kaitstud survelise põhjaveekihtide (veekihid alates Kesk-Alam-Devoni veekihist ja sügavamad) põhjaveehaarete puhul pole 30 m suuremad sanitaarkaitsealad vajalikud.

Tartu linna surveliste ja kaitstud veekihtide reostumine on võimalik üksnes amortiseerunud ja defektsete puurkaevude kaudu [8]. Vee erikasutusloa tingimustes loetletud puurkaevud on reeglina piisava kontrolli all, teiste põhjaveekatastris arvelolevad kaevude seisundi eest vastutab omanik. Olemasolev järelevalve süsteem on kohati „auklik“, Eestis on küllalt juhtumeid kus uue vee erikasutusloa taotlusest jäetakse vanad kaevud välja. Nende nn konserveeritud kaevude seisundis regulaarset aruandluskohustust ei ole. Soovitav on regulaarselt, näiteks viieaastase intervalliga kontrollida ka konserveeritud kaevude seisukorda, samuti teiste kaevude seisukorda millede osas keskkonnaregistris puudub märge nende likvideerimisest.

Põhjavee kasutamine veevarustuseks tingib energiapuuraukude rajamisele täiendavaid nõuded lähtudes vajadusest vältida joogivee tootmiseks kasutatavate veekihtide reostumist. Ar-

---

[29] Veeseaduse § 28[1] lõige 2 sätestab, et põhjaveehaarde sanitaarkaitsealal, mille laius on üle 30 meetri, rakendatakse looduskaitseseaduses sätestatud ranna või kalda piiranguvööndi kitsendusi. Looduskaitseseaduse § 37 lõike 3 kohaselt on ranna või kalda piiranguvööndis keelatud reoveesette laotamine, matmispaiga rajamine, jäätmete töötlemiseks või ladustamiseks ehitise rajamine ja laiendamine, välja arvatud sadamas, maavara kaevandamine ja mootorsõidukiga sõitmine väljaspool selleks määratud teid ja radu ning maastikusõidukiga sõitmine, välja arvatud punktis tood erandjuhtumitel.
Nii võib põhjaveehaarde sanitaarkaitsealale 30–200 meetri ulatuses puurkaevust rajada ühepereelamu ja sellele juurdepääsutee ning välja ehitada ka reovee kohtkäitluse. Ühepereelamu rajamine ja sellega kaasnevad tegevused ei tohi vastavalt veeseaduse § 28 lõikele 1 halvendada olemasoleva veehaarde veeomadusi (Keskkonnaministeeriumi kiri 27.04.2012 nr 12-15/2750-2 Põltsamaal puurkaevu nr 8599 sanitaarkaitsealal kehtivatest nõuetest (200 m sanitaarkaitseala).

[30] II piirangute vööndi ulatus arvutatakse, arvestades 400 ööpäevast aega reostunud vee jõudmiseks puurkaevu, või siis määratakse veehaarde toiteala 25% pikaajalise (s.o lubatud) veevõtu juures. Nii määratud II piirangute vöönd peaks tagama reoainete (näiteks vees lahustunud naftasaadused) lagunemise ja lahjenemise enne veehaardesse jõudmist. Surveliste või kaitstud veekihtide korral II ja III piirangute vööndit üldreeglina ei taotleta.

[31] III piirangute vöönd, mis hõlmab veehaarde toiteala pikaajalise (s.o lubatud või kinnitatud põhjaveevarule vastav veekogus) veevõtu juures, on ala mis reaalselt mõjutab antud veehaarde vee kvaliteeti ka põhjavees mittelagunevate ainetega (näiteks kloriid, mürkkemikaalid, nitraadid aeroobses veekihis).

vestada tuleb veehaarete paiknemist erinevates veekihtides. Nii ei mõjuta kaitstud põhjaveega veehaardeid võimalike energiapuurkaevude rajamine ülalpool regionaalset veepidet.

Tartus puurkaevudest on 86-l sanitaarkaitseala vähendatud 30 meetrini lähtudes kasutatava põhjaveekihi kaitstusest. Osa kaevudest, millel on säilinud 50 m sanitaarkaitseala, on tõenäoliselt aktiivsest kasutamist väljas ja sanitaarkaitseala vähendamine pole ilmselt aktuaalne olnud.

Üldreeglina on sanitaarkaitseala vähendatud kaevudel, mis võtavad vee Kesk-Devoni Narva lademe regionaalse veepideme (Leivu + Vadja kihistud) alt, see on Kesk-Alam-Devoni veekihist ja sügavamalt.

Kvaternaari ja Kesk-Devoni veekihid Tartus pole kaitstud. Kohati võib nende veekihtide suhtelist head kaitstust ürgorgudes paiknevate puurkaevude läbilõigete põhjal küll esineda, kuid tervikpilti see ei muuda.

3.5 Sügavaimad vundamendid ja pinnasevee tase

Maasoojussüsteemide rajamisel on sügavatel vundamentidel tähendus vaid juhul, kui vundament paikneb suure kaldega Kvaternaari põhjaveevoolu alal. Siis võib vundamendi taha allavoolu tekkida mõningane põhjaveetaseme langus, ning seetõttu väheneda eeskätt horisontaalkontuuriga maasoojussüsteemi efektiivsus (kui soojuskontuur jääb veest välja sest kuiva pinnase soojusjuhtivus on väiksem kui veelküllastunul). Maasoojussüsteemide puuraukude rajamise mõju põhjaveevoolule on väike, kui puuraugud rajada 5-10 meetriste vahedega ja nõuetekohaselt täita keskkonnale ohutu materjaliga, vältida tuleb täitematerjali kandumist väljapoole puurauku.

Kinnise kontuuriga soojuspuuraukude mõõdetav mõju põhjavee temperatuurile piirdub 1-5 meetriga, vaid sügavates soojuspuuraukudes (>100m) on veekihi iseärasustest tulenevalt prognoosarvutuses saadud ka 10 m kaugusel 1 kraadine temperatuurimuutus [1; 2].

Tähelepanu peab pöörama soojuspuurauku täitva materjali veepidavuse säilimisele külmumisel, põhjavee reostusohu vähendamiseks soojuskandevedeliku lekke korral kontuurist. Kaugemal kui 0.1 m soojuspuuraugu seinast on külmumisega kaasnevad efektid vähetõenäolised [2].

Põhjaveevoolu muutvate vundamentide (maa-alused mitmekorruselised garaažid) rajamine pole lubatavad Meltsiveski veehaarde 200 m sanitaarkaitsealas (Lisas 1 Joonisel 1). Avatud süsteemi soojuspuuraukude paigutamisel tuleb arvestada süsteemi mõjupiirkonda jäävate kahe ja enama maa-aluse korrusega hoonete vundamentide poolt põhjavee liikumisele osutada võiva lisatakistusega vältimaks vajadust tagasivoolu puuraukude tõttu tekkida võivate liigniiskete alade kuivendamiseks.

Horisontaalse kontuuriga maasoojussüsteemide rajamisel kõrge pinnasevee tasemega aladel tuleb puuduliku kuivenduse tingimustes vältida ülemäära vettjuhtiva tagasitäite (liiv, killustik) kasutamist, et ära hoida muutusi olemasoleval liigniiskel alal. Kõrge pinnaseveetasemega alal töötavad horisontaalse kontuuriga süsteemid efektiivsemalt kui kuival alal.

Rajatud maasüsteemid võivad kuivenduse ja sademeveesüsteemi väljaarendamisel kaotada efektiivsust, vajalik võib olla väliskontuuri pikendamine.

3.6 Reostunud pinnasega alad

Maasoojussüsteemide rajamisel reostunud pinnasega alal on risk reostuse laialikandumiseks ehituseaegsel kaevamistel ja puurimisel. Reostunud põhjaveega aladel soojuspuuraukude rajamisel on ohuks reostunud põhjavee kandumine sügavamale puuraugu rajamisel ja ebatiheda manteltorutaguse isolatsiooni korral sügavamatesse veekihtidesse ka rajamisjärgselt.

Reostunud pinnas osutub väljakaevamisel ohtlikuks jäätmeks ja seda tuleb käidelda vastavalt jäätmeseaduse nõuetele (ei tohi tagasi kaevisesse või puurauku panna). Enamasti ei põhjusta elumaa piirarvude lähedase ohtlike ainete sisaldusega pinnas põhjavee reostumist üle vastavate põhjavee piirarude, kuid kui põhjavee ohtlike ainete sisaldus ületab juba vastavaid künnisarve, osutub see põhjavesi reeglina joogiveeallikana kõlbmatuks.

Pinnasereostus on Tartu linna piires uurimistega kinnitust leidnud Raadi lennuvälja autobaasi alal, Raadi järve põhjas ja Jaamamõisa oja sängis, Tartu Veduridepoo alal. Reostust on leitud endise Tartu Lihakombinaadi alal, Kalmistu tn ja Peetri tn ümbruses (kunagise Telefonivabriku, TK Kooperaator ja tehas Võit territooriumil), Tartu Keskkatlamaja ja teiste kunagiste vedelkütusega lokaalkatlamajad territooriumitel, endistes prügiladestuskohtades (Anne luhal), Raadi kruusaaukudes ja mitmetes kunagiste bensiinijaamade asukohtades (ettevõtetes oli NL ajal palju kütusehoidlaid).

Potentsiaalselt võib reostunud pinnast esineda ka teistel endistel tööstusaladel nagu endise Autoremonditehase kvartalis, kunagiste nahatöötlusettevõtete ja Jalatsikombinaadi maa-aladel, Elektrivõrgu tootmisterritooriumil ja alajaamade maa-alal, Raadi kunagise sõjaväeosa töökodade alal (Roosi ja Jänese tänavate ristumiskohal).

Nagu mujalgi Eestis, tuleb Tartu linnas endistel tööstusterritooriumitel ehitamisel ja kaevetööde läbiviimisel eelnevalt hinnata seal oleva pinnase ja vee reostatust. Potentsiaalselt reostunuks osutuda võivatel alade detailplaneeringute koostamisel võib nõuda ala varasema kasutuse osas ammendava informatsiooni esitamist, kontrollides seda olemasolevate ajalooliste kaartide abil (Maa-ameti geoportaal või WMS teenus). Pinnase reostuskahtluse korral tuleb lasta võtta kontrollproovid, kunagise potentsiaalse reostusallika olemasolul teha reostusuuring.

Hoolimata Tartu ÜVK-s esitatud seisukohast, et käesolevaks ajaks on Metsiveski veehaarde toitealal teadaolevad reostuskolded ja neist põhjustatud reostus likvideeritud, tuleb Meltsiveski veehaarde toitealal kontrollida seal paiknevate võimalikke põhjavee reostuskohti perioodiliselt ka peale reostunud pinnase puhastustöid või reostunud pinnase kinnimatmist (Raadi), näiteks 10 aastase perioodi järelt.

Eestis on näiteid, et reostuskolde likvideerimist on tulnud teha korduvalt, sest esmane likvideerimine pole olnud piisav. Keskkonnaministeeriumi poolt on kavas aastaks 2015 viia läbi kõigi teadaolevate jääkreostuskollete inventuur Eestis, selle käigus on kavas kontrollida ka Tartu jääkreostuskoldeid Raadil, endise Lihakombinaadi, Veduridepoo, Kalmistu ja Peetri tänavate endisi industriaalalasi.

Linna piires paiknevate maapinnalähedase põhjavee veehaaretel tuleb arvestada reostumisohuga, sest põhjavee võib joogiveena kasutamiskõlbmatuks muuta juba elumaa nõuetele vastav ohtlike ainete sisaldus pinnases[32].

Arvestades Tartu linnas väljakujunenud veevõttu on reostunud alade reaalne mõju võimalik eeskätt Meltsiveski veehaardele, vähem Kesk-Devoni veekihist vett võtvatele puurkaevudele. Välja arvatud üksiktarbijate madalad kaevud, on ühisveevarustuse ning ettevõtetele kuuluvad Kesk-Devoni kaevud manteldatud 22-65 m sügavuselt ja maapinnalt kaevudesse reostuse jõudmise risk on väike, kohati on kaevude juures Kesk-Devoni veekiht ka kaitstuks hinnatud (kaev nr 7189, ürgorgude ala [13], vaata Lisa 1 Joonis 1).

3.7 Reostuse põhjavette kandumise võimalused, põhjavee kaitstus

Põhjavee kaitstuse all mõistetakse veekihi kaetust nõrgalt vett läbilaskva kihiga, mis takistab maapinnal oleva reoaine imbumist põhjavette. Põhjaveekihi kaitstuse hindamisel arvestatakse pinnakatte koostist ja kõiki põhjaveekihi kohal lasuvaid veepidemeid.

Põhjavee kaitstus sõltub looduslikest, tehnogeensed ja füüsikalis-keemilised teguritest. Looduslikest teguritest on olulisemad põhjaveekihti katvate setete paksus, selle litoloogiline koostis ja filtratsiooniomadused, aeratsioonivöö paksus ning viimase sorptsioonivõime. Tehnogeensete tegurite hulka kuulub Tartus eeskätt surveliste veekihtide korral selle survetaseme inimtekkelised muutused (põhjavee väljavoolualal põhjaveekiht ei reostu, kui survetase alaneb, on võimalik reoainete liikumine põhjaveekihti). Füüsikalis-keemiliste tegurite hulka kuuluvad reoaine eriomadused – migratsioonivõime, keemiline püsivus ja lagunemise aeg jne. Paksem ja vettpidavam kattekiht veekihi peal tagab põhjavee kvaliteedi kaitstuse igat liiki reoaine suhtes. Survelise põhjaveeveekihi kaitstus on kindlalt tagatud, kui survepind on maapinnalt infiltreeruva pinnasevee tasemest pidevalt kõrgemal.

Veeseaduse järgi loetakse kaitsmata põhjaveega alaks ala, kus põhjaveekihil lasub kuni kahe meetri paksune moreenikiht või kuni 20 meetri paksune liiva- või kruusakiht.

Kaitstud põhjaveega alaks loetakse ala, kus põhjaveekiht on kaetud regionaalse veepidemega.

Nende kahe äärmusliku põhjaveekaitstuse kategooria vahele jääb nõrgalt, keskmiselt ja suhteliselt kaitstud[33] põhjavesi. Maasoojuse kasutamise ohje seisukohast neil vahepealsetel põhjaveekaitstuse kategooriatel olulist tähtsust pole.

Tartu linna kahest maapinnalähedasest põhjaveekihist on Kvaternaari ja Kesk-Devoni veekihtidest on viimane vaid kohati ürgorgudes kaitstuks hinnatud[13], vaata Lisa 1 Joonis 1. Vettandvaid kivimeid (Kesk-Devoni veekihi puhul Aruküla lademe alaosa ja Narva lademe ülaosa Kernave kihistu) on ürgorgudes vettpidava kattekihi all samas vähe säilinud. Aardla ürgorus on Kesk-Devoni veekihi kaitstus parem kuna ürgorgu toimub selle veekihi väljavool, nimetatud ka kui põhjavee ülevoolu piirkond [13].

---

[32] Tartu taolisel tiheasustusalal pole võimalik üle sihtarvude ja alla elumaa piirarve oleva pinnasega maaomanikke reeglina vastusele võtta kuigi veeseaduse § 28 lõikele 1 ei tohi halvendada olemasoleva veehaarde veeomadusi

[33] nõrgalt kaitstud põhjaveega alaks loetakse ala, kus põhjaveekihil lasub 2–10 meetri paksune moreenikiht või kuni kahe meetri paksune savi- või liivsavikiht või 20–40 meetri paksune liiva- või kruusakiht; keskmiselt kaitstud põhjaveega alaks loetakse ala, kus põhjaveekihil lasub 10–20 meetri paksune moreenikiht või 2–5 meetri paksune savi- või liivsavikiht; suhteliselt kaitstud põhjaveega alaks loetakse ala, kus põhjaveekihil lasub üle 20 meetri paksune moreenikiht või üle viie meetri paksune savi- või liivsavikiht;

Võttes arvesse praeguse Veeseaduse kaitstud põhjavee definitsiooni, pole kaardistamise aruandes [13) kaitstuks hinnatud põhjaveega alal põhjavesi siiski kaitstud. Kesk-Devoni veekihi kaevu nr 7189 (Kemotari kaev Ravila 75) sanitaarkaitseala on Keskkonnaministeeriumi kirjaga 15.02.2005 kiri nr 11-11/1644-2 vähendatud. Sanitaarkaitseala vähendamine tehti ajal, kui veeseaduses oli defineeritud vaid kaitsmata põhjaveega alad (põhjavee kaitsuste ülejäänud kategooriad olid toodud eri määrustes).

Kõigi olemasolevate Tartut käsitlevate põhjaveekaitstuse kaartide ühiseks jooneks on nende keskendumine aluspõhjas leviva esimese põhjaveekihi reostuskaitstusele. Varasemas ajast on olemas Eesti põhjavee kaitstuse kaart M 1:400000. See kaart on mõõtkavast johtuvalt Tartu linnas kasutamiseks ebatäpne.

Suuremamõõdulised Tartu põhjaveekaitstuse kaardid (aastatuhande alguse Tartumaa reostuskaitstuse ja 2007. a. kaardistamise kaart) on tehtud enne Veeseaduse praeguseid definitsioone, nende kasutamiseks tuleks kaardid vastavusse viia praegu kehtivate kaitstuse kategooriatega. Need reostuskaitstuse kaardid on esitatud käesoleva aruande elektroonilises lisa 2 joonisel 1.

Nii on Tartumaa reostuskaitstuse kaardil 4 kaitstuse kategooriat, 2007. a. kaardistamisel 5 kaitstuse kategooriat nagu Eesti M 1:400000 põhjavee kaitstuse kaardil. Eri kaartidel ei kattu ka läbi aegade muutmatuna püsinud kaitsmata põhjaveega alad. Reeglina on usaldusväärseim viimane kaart, antud juhul 2007. a. kaardistamise kaart [13], kuid see jätab viiendiku Tartust kirjeldamata.

Mingi paiga põhjavee reostuskaitstuse osas ebaselguse korral saab loataotlejalt küsida täpsustavaid andmeid (Ehitugeoloogia Fondi aruannete põhjal või kuni täpsustava puuraugu rajamiseni, analoogselt kui heitvee immutamissoovi korral hajaasustusalal).

<u>Üle kogu Tartu linna on kaitstud põhjaveega Kesk-Alam-Devoni, Siluri ja Ordoviitsiumi–Kambriumi veekihid.</u>

Risk kaitstud põhjaveekihtide reostumiseks veepidemest ülalpool toimuvate tegevuste mõjul on väike. See on võimalik üksnes neisse veekihtidesse ulatuvate amortiseerunud ja defektsete puurkaevude kaudu [8].

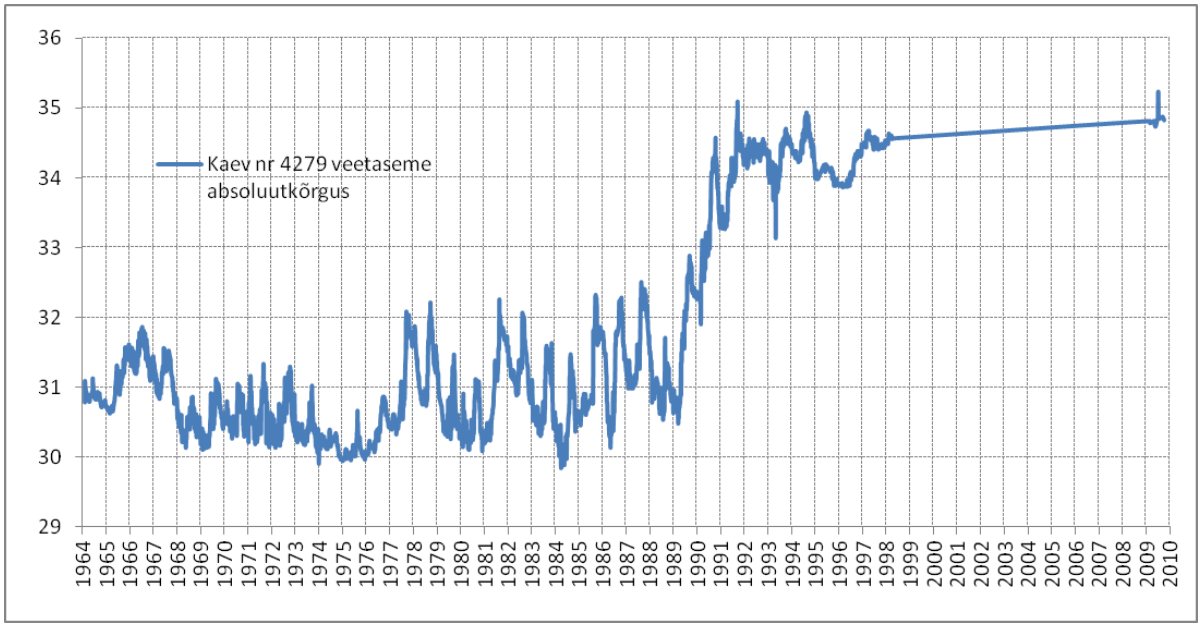
<u>Kvaternaari ja Kesk-Devoni veekihtide põhjavesi pole kaitstud maapinnalt lähtuva reostuse eest.</u>

4 Maasoojussüsteemide rajamise võimalused eri piirkondades

4.1 Meltsiveski veehaare ja selle infiltratsiooniala

Meltsiveski veehaarde töötamisel (võimsusega 9000 m^3/d) selle mõju Emajõe paremkalda kvaternaari veekihis pole täheldatud [11]. Veetaseme alanemiseks Meltsiveski veehaardes on olnud 4-5 m. Depressioonilehtri maksimaalseks arvutuslikuks ulatuseks põhjaveevoolu suunas on põhjaveevaru kehtivuse perioodidel olnud 1.2-1.6 km [8, 11]. Täpsemalt kajastab mõju ulatust III sanitaarkaitsevööndi piir viimastest Tartu põhjavee aruandest [8]. Põhjavee liikumiskiiruseks veehaarde vettandvates pinnases on hinnatud 0.5 -1.5 m/ööpäevas [6].

Seoses veevõtu vähenemisega on Meltsiveski veehaardes jälgitav veetasemete tõus ja depressioonilehtri vähenemine [8]. Praegu on depressioonilehtri sügavus veehaardes alla 2 meetri.



Joonis 7 Põhjaveetaseme muutused Meltsiveski veehaardes

Meltsiveskis kasutatav Kvaternaari veekiht pole kaitstud ja seetõttu on linnas paikneva veehaarde veekvaliteet muutlik. Aeg-ajalt on veehaardes või selle mõjuraadiuses põhjavees leitud ohtlike aineid ja nitraat-iooni üle vastavate piirarvude. Veehaarde veekvaliteedi ohutuse tagamiseks on otstarbekas rakendada olemasolevast sanitaarkaitsealast suuremat piiranguala Meltsiveski veehaardele arvutatud III sanitaarkaitsevööndi piires.

Arvestades kunagiste ja kohati ilmselt senisäilinud jääkreostuskollete võimalikku jääkmõju põhjaveele, Meltsiveski veehaarde olulisust käesoleval ajal ühisveevarustuses ja praegust ebapiisavat järelevalvet maasoojussüsteemide ekspluatatsioonil ja rajamisel, pole soojuspuuraukude ja horisontaalsete maasoojussüsteemide rajamine Meltsiveski veehaarde arvutatud III sanitaarkaitsevööndi piires Tartus lubatav. Sellel Tartu üldplaneeringu joonisel 10 esitatud alal tuleb planeeringute ja projektide koostamiseks lähtetingimused taotleda Keskkonnaametist. Ka varasemates aruannetes on spetsialistid soovitanud keelata Meltsiveski veehaarde infiltratsioonialal maaküttel põhinevate soojuspumpade kasutamise [6].

Seoses Meltsiveski veehaardest praeguse ja kavandatud veevõtuga <6000 m^3/d, on kaks korda suurema veevõtu juures arvutatud III sanitaarkaitsevöönd kindlasti mõningase varuga.

Selle piirid ning kitsendused sellel alal tuleb täpsustada põhjaveevaru ümberhindamisel. Võib-olla on otstarbekas säilitada rangemad nõuded kitsamal ürgoru alal, väljapool seda oleks horisontaalsete maaküttesüsteemide rajamine võimalik.

Kuni põhjaveevaru ja III sanitaarkaitsevööndi ulatust pole ümber hinnatud kehtib praegune III sanitaarkaitsevöönd koos maasoojuse kasutamise piiranguga.

4.2 Ühisveevärgi puurkaevude ja veehaarete depressioonilehtrite alad

Ühisveevärgi põhjaveehaarete alanduslehtrid on Tartus iseloomulikud kaitstud survelises Kesk-Alam-Devoni, Siluri ja Ordoviitsiumi-Kambriumi veekihtides. Depressioonilehtrid katavad pea kogu Tartu linna ala.

Kaitstud veekihtides veehaarete poolt põhjustatud depressioonilehtritesse sattunud saasteained väljuvad joogiveekaevude kaudu. Nendesse veekihtidesse soojuspuuraukude puurimise ja ekspluatatsiooniga paratamatult kaasnevat võõrainete lisandumisohtu täielikult vältida ei õnnestu. Veehaarete kaitse vajadusest lähtuvalt on otstarbekas vältida nendesse veekihtidesse veetootmiseks mittevajalike puuraukude rajamist.

Kesk-Devoni veekihtides on Anne veehaarde maksimaalse töö korral 1992 aastal alanduslehtri sügavuseks 5-6 m ja raadiusega 600 m [7]. Arvestades selle veekihi suhteliselt head kaitstust[34] pole Anne veehaarde põhjaveevaru aruandes [7] loetud vajalikuks sanitaarkaitseala projekti koostamist, piirdutakse soovitusega rajada roheline vöönd ühest puuraukude grupist teiseni.

Kesk-Devoni suure veevõtuga veehaarete (Anne veehaare ja AS Grüne Fee veehaare) kaitse vajadustest (veekiht pole kaitstud regionaalse veepidemega) lähtuvalt on otstarbekas vältida maasoojussüsteemide rajamist lähemal kui 200 m nendest veehaaretest[35].

Lähtuvalt põhjaveehaarete kaitse vajadusest, kaitsmata põhjaveekihtide reostumisohust, kaitstud põhjaveekihtide joogiveehaarete alanduslehtritest, kaitstud põhjaveekihtidest saasteainete väljumisest vaid joogiveekaevude kaudu ning arvestades soojuspuuraukude puurimise ja ekspluatatsiooniga paratamatult kaasnevat võõrainete lisandumisriski mida täielikult vältida ei saa, on Tartu linna joogiveevarustuse jätkusuutlikkuse seisukohast otstarbekas keelata soojuspuuraukude rajamine Kesk-Alam-Devoni, Siluri ja Ordoviitsiumi–Kambriumi veekihtidesse. Samuti neid veekihte katvasse Narva lademe veepidemesse (Leivu + Vadja kihistud), kuna veepideme paksus on väike.

Orienteeruv soojuspuuraukude lubatud puurimissügavus absoluutkõrgusena on esitatud aruande elektroonilises lisas 2 joonisel 2 „Narva lademe veepideme (Leivu + Vadja kihistud) pealispinna ligikaudne absoluutkõrgus“ ja Tartu linnavalitsusest saadud kõrgusmudeli abil tehtud eelpoolnimetatud pealispinna teisendusena elektroonilises lisas 2 joonisel 3 „Narva lademe veepideme (Leivu + Vadja kihistud) pealispinna ligikaudne sügavus maapinnast“.

Narva lademe vettpidava osa (Leivu + Vadja kihistud) ligikaudne pealispind on koostatud Tartu ja selle ümbruse Kesk-Devoni Narva ladet läbivate keskkonnaregistri 205 puuraugu

[34] Kaitstud põhjavee kategooria polnud sel ajal Veeseaduses sätestatud

[35] Sanitaarkaitseala võib ulatuda veevõtukohast kuni 200 meetrini, kui põhjaveekihist võetakse üle 500 kuupmeetri vett ööpäevas. Sellise sanitaarkaitseala piirid kehtestab veehaarde projekti alusel Keskkonnaamet.

põhjal[36]. Vettpidava osa alumise pinna saamiseks rakendati 5 m intervallides keskmistamist. Saadud pinnale liideti 60-70% (vähemalt 25 m) Narva lademe keskmisest paksusest Tartus, tagamaks Narva lademe veepideme (Leivu + Vadja kihistute) vettpidava osa puutumatus.

4.3 Emajõe poolt üleujutatavatele alad

Emajõe poolt üleujutatavatel aladel avatud soojussüsteemi puuraukude rajamisega kaasnevad põhjaveele analoogsed riskid, kui puurkaevude rajamisel üleujutatavatel aladel. Mittekvaliteetne üleujutusaegne vesi võib jõuda põhjaveekihti kui puuraugu päis pole veetihe. Reeglina täpsustatakse üleujutataval alal ehitamiseks täiendavad nõuded vastava piirkonna planeeringus, omavalitsuse vastava määrusega ja ehitamise projekteerimistingimustes. Ehitised ei tohi takistada pinnavee loomulikku äravoolu.

Avatud maasoojussüsteemide korral võib sätestada täiendavad nõuded soojussüsteemi puuraugu suudme kõrguse osas, et oleks välistatud üleujutusvee sattumine puurkaevu ka puurkaevupäise ebatiheduse korral.

Kuna Emajõe poolt üleujutatav ala võib üleujutuse ajal ohustada Meltsiveski veehaarde kvaliteeti on vajalik, et Tartus ja eriti üleujutusohuga aladel kasutatav maasoojussüsteemide soojuskandevedelik oleks keskkonnaohutu.

4.4 Väljakiilduva või survelise põhjaveega alad

Väljakiilduva ja survelise põhjaveega aladel[37] kus põhjaveetase on maapinnaga tasa või üle selle on avatud soojussüsteemi puuraukude rajamisel probleemiks vee samasse põhjaveekihti tagasi juhtimine, kuna see ei toimu isevoolselt. Surve all vee suunamine taolisse põhjaveekihti võib põhjustada vee väljumist maapinnale soojussüsteemi rajamise eelse ajaga võrreldes uutes kohtades, algselt vett vastuvõtnud kihid kolmateeruvad. Vee põhjaveekihti tagasijuhtimisest loobumine tähendab vee juhtimist Tartu linna tingimustes pinnaveekogusse kraavituse või muu sademeveesüsteemi kaudu.

Eelpoolloetletud asjaolude tõttu on otstarbekas väljakiilduva ja survelise põhjaveega aladel mitte rajada avatud süsteemi soojuspuurauke kui väljapumbatavale põhjaveele pole muud rakendust kui maasoojussüsteem.

Vabapinnalise väljakiilduva põhjaveega alad (Tartus võib olla Emajõe orus ka survelis-survetu Kvaternaari veekiht) vajavad lisaks sademevee ärajuhtimisele reeglina kuivendust. Horisontaalse kontuuriga maasoojussüsteemide rajamisel taolistel aladel tuleb puuduliku kuivendu-

---

[36] *Katastri numbrid: 1200, 1201, 1202, 1203, 1204, 1205, 1206, 1207, 1208, 1209, 1210, 1211, 1212, 1213, 1214, 1215, 1216, 1217, 1218, 1219, 1220, 1221, 1222, 1223, 1224, 1225, 1226, 1227, 1228, 1229, 1230, 1231, 1232, 1233, 1235, 1236, 1237, 1238, 1239, 1240, 1241, 1242, 1243, 1244, 1245, 1246, 1247, 1248, 1249, 1250, 1251, 1252, 1253, 1254, 1255, 1256, 1257, 1258, 1259, 1260, 1261, 1263, 1264, 1265, 1266, 1267, 1268, 1269, 1270, 1271, 1273, 1274, 1275, 1276, 1277, 1278, 1279, 1281, 1282, 1283, 1284, 1285, 1287, 1288, 1289, 1290, 1291, 1292, 1293, 1294, 1295, 1296, 1297, 1298, 1299, 1300, 1302, 1303, 1304, 1305, 1306, 1307, 1308, 1309, 1310, 1311, 1312, 1313, 1314, 1315, 1316, 1317, 1319, 1321, 1322, 1323, 1324, 1325, 1327, 1328, 1999, 2001, 2003, 2007, 4282, 4284, 4285, 4308, 4309, 4397, 4398, 4401, 4402, 4403, 4404, 4405, 4406, 4407, 4411, 4539, 4541, 4542, 4547, 4548, 4558, 4559, 4560, 4561, 6911, 6916, 7144, 7145, 7150, 7152, 7154, 7156, 7168, 7169, 7191, 7193, 7194, 7203, 7253, 7262, 7265, 7274, 7277, 7286, 10429, 10433, 10670, 15427, 16360, 19024, 19046, 19454, 19461, 19604, 19684, 20267, 20284, 20321, 20429, 20741, 21000, 21046, 21189, 21327, 21422, 21522, 21732, 21798, 21882, 21987, 22034, 22037, 22117, 22170, 22573, 22612, 23713, 24455, 24823, 25556, 26104*

[37] Tartu linnas on taolisi alasid praegu Raadi-Ropka ürgorus, enne Meltsiveski veehaarde töölehakkamist ka Meltsiveski ürgorus Emajõe vasakkaldal

se tingimustes vältida ülemäära vettjuhtiva tagasitäite (liiv, killustik) kasutamist, et ära hoida muutusi olemasolevas liigniiskes olukorras. Kui kaevis on veega täitunud võib vajalik olla maasoojussüsteemi väliskontuuri paigaldamisel kasutada lisaraskusi. Horisontaalse maasoojussüsteemide rajamisel kuivendatud alal mingeid ebasobivaid muutusi teada pole kui ei rikuta kuivendussüsteemi tööd. Ehitamisel tuleb välistada vee valgumine naaberkinnistutele.

4.5 Looduskaitsealad

Looduskaitseseaduse § 4 tähenduses on kaitsealad looduskaitsealad ja maastikukaitsealad (sh Tartus kaitsealused pargid). Tartu linna looduskaitsealad on: Kalmistu paljand (Tartu devoni paljand); Aruküla koopad; Anne looduskaitseala; Raadi park koos dendropargiga; Ebatsuuga allee; Tammeallee; A.Kurvitsa selektsiooniaed; Toomemäe park; Läänepärnaallee (vaata Lisa 1 Joonis 4). Lisa 1 Joonisele 4 on lisatud projekteeritavate Raadi ja Ropka-Ihaste looduskaitsealade kontuurid.

Maasoojussüsteemide rajamisel väljapoole looduskaitsealasid negatiivset mõju looduskaitsealade kaitseväärtustele pole. Maasoojussüsteemide rajamisel looduskaitsealadel tuleb lähtuda Looduskaitseseadusest ning kaitseala kaitse-eeskirjas sätestatud kaitse-eesmärgist ja loetletud keelatud või kaitseala valitseja nõusolekuta keelatud tegevuste loetelust. Lubatud pole tegevused mis võivad kahjustada kaitseala kaitse-eesmärgi saavutamist või seisundit.

Looduskaitsealasid, kaitsealuseid elupaiku ja üksikobjekte võib maasoojussüsteemide rajamine otseselt kahjustada ehitustegevusest tuleneva maapinna segipööramisega ehituse käigus. Lisaks mullakamara segipööramisele ohustatakse ka puude juuri. Kaeviste vahetus läheduses (10 m) võib kaevamisajal muutuda niiskusrežiim. Seega on maaküttesüsteemide ehitustööde kaasnev otsene mõju sarnane igasuguse kaevetöödega kaasneva ehituse mõjuga ning mingeid uusi kaitse nõudeid sellest ei tulene. Väljapool looduskaitselasid on Tartus üksikobjektidena kaitstud peamiselt põlispuud. Nende kaitseks piisab kaevetööde keelamisest 2 m kaugusel puude võrast, vajadusel saab kasutada ehitusaegselt kastmist.

Horisontaalse maaküttesüsteemi rajamisel võib küttesüsteemi mõju pinnase temperatuurirežiimile ulatuda kasvukihti. Arvestades ka maaküttesüsteemide kuivendavat mõju ning ehitusaegset mõju on soovitatav hoiduda horisontaalsete maaküttesüsteemide rajamisest kaitsealuste liikide (taimede) kasvukohtades. Igal juhul sellistele aladele maaküttesüsteemide rajamiseks vajalik pädeva bioloogi seisukoht ning Keskkonnaameti nõusolek. Tõenäoliselt ei ole Anne looduskaitseala sihtkaitsevööndis maaküttesüsteemide rajamine võimalik.

Tartu linna looduskaitsealadest võib maasoojuse kasutamise soov olla tõenäolisem Toomemäe pargi ja Raadi pargi aladel. Kuna Raadi pargi kaitseala jääb Meltsiveski veehaarde arvutatud III sanitaarkaitsevööndi piiresse, pole maasoojussüsteemide rajamine seal lubatav. Toomemäe pargi alal võib sellel ajalooliselt juba väljakujunenud maakasutusega kaitsealal esineda sobivaid kohti maasoojussüsteemide rajamiseks (kaitsealal töötas varem näiteks Toomeoru veehaare).

Aruküla koobaste kaitsealal maasoojussüsteemide rajamist lubada ei saa koobaste varinguohu suurenemise tõttu. Kalmistu paljandi puhul pole välistatud tulevikus (maapuuduse tingimustes) maasoojussüsteemide rajamise võimalus kaitsealal paljandi jalamialusel osal.

Tartus olevatel Looduskaitseseaduse § 4 tähenduses kaitsealadel (vaata Lisa 1 Joonis 4) pole nende kaitse eesmärkidest lähtuvalt ühest keeldu maasoojussüsteemide rajamiseks. Iga loo-

duskaitseala korral tuleb seal maasoojuse kasutamiseks küsida kaitseala valitsejalt ehk Keskkonnaameti Jõgeva-Tartu regiooni nõusolekut[38].

4.6 Varem saastunud pinnasega alad

Maasoojussüsteemide rajamisel reostunud pinnasega alal on risk reostuse laialikandumiseks seoses ehituseaegsete kaevamiste ja puurimistega. Reostunud pinnas osutub maa seest eemaldamisel ohtlikuks jäätmeks ja seda tuleb käidelda vastavalt jäätmeseaduse nõuetele.

Reostunud põhjaveega aladel puuraukude rajamisel on ohuks ohtlike ainete kandumine puuraugu rajamisel sügavamale samas veekihis ja ebatiheda manteltorutaguse isolatsiooni korral ka sügavamatesse veekihtidesse soojuspuuraugu ekspluatatsioonil.

Põhjavee ja pinnase reostus võib Tartu linnas olla väga mosaiikne. Kunagi esinenud, likvideeritud ja potentsiaalselt suurema reostunud pinnase ja põhjaveega alade seisundist piisavalt kaasaegset teavet pole. Kõikehõlmavaks tänapäevaseks üldistusteks vajaliku tihedusega uuring on väga kallis.

Võimalikud säilinud jääkreostuskolded (ohtlike ainetega reostunud pinnas ja põhjavesi) on üheks asjaoluks, mis tingib vajaduse piirata Tartus soojuspuuraukude rajamist Narva lademe veepidemesse (Leivu + Vadja kihistud) või sellest sügavamal lasuvatesse Kesk-Alam-Devoni, Siluri ja Ordoviitsiumi–Kambriumi veekihtidesse.

Kui leitud põhjaveereostust pole suurte kulude tõttu otstarbekas likvideerida, võib reostunud põhjaveega aladel (KM määruse 11.08.2010 nr 39 „Ohtlike ainete põhjavee kvaliteedi piirväärtused“ tähenduses) siiski kaaluda soojuspuuraukude rajamist rakendades täiendavaid ettevaatusabinõusid nagu puurkaevudel reostunud veekihi osas kahekordne manteldus ühes torudevahelise ruumi tsementeerimisega, soojuspuuraukudel säilitada manteltoru veekihi reostunud osa ulatuses.

Pinnasereostuse likvideerimine on põhjaveereostuse likvideerimisest kergemini teostatav. Kui maasoojussüsteemi rajamisel avastatakse reostunud pinnas, on vajalik reostunud ala piiride määratlemine ja pinnase seisund tuleb vastavusse viia keskkonnaministri määrusega nr 38 „Ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnases“ [RT I 2010, 57, 373]. Meltsiveski veehaarde III sanitaarkaitsevööndis võib soovitada tööstusmaa pinnase maksimaalseks lubatud reostustasemeks elumaa piirarve.

Reostunud pinnase või veekihiga alale maasoojussüsteemide rajamine enne ala viimist vastavusse nõuetega pole reeglina lubatav.

[38] Maasoojussüsteemi kavandamisel tuleb arvestada et Tartu linnas on lisaks loodukaitsealadele palju kaitstavaid põlispuid, kaitsealuste liikide püsielupaiku ja leiukohti. Ka need võivad piirata maasoojussüsteemi kavandamist ja rajamist. Lisaks looduskaitsealadele tuleb ka muude kaitsealuste loodusobjektide läheduses maasoojuse kasutamiseks küsida nõusolek Keskkonnaameti Jõgeva-Tartu regioonilt.

5 Energiapuuraukude rajamise mõju keskkonnale

5.1 Mõju põhjavee kvaliteedile

Soojuspuuraukude mõju põhjaveele võib avalduda soojuskandevedeliku väliskontuuri rikke korral. Selliseid juhtumeid on Eestis ka esinenud [2].

Väliskontuuri rikke korral satuvad soojuspuuraugu soojuskandevedelikus kasutatud ained koheselt põhjavette kui väliskontuuri ei ümbritsev veetihe tampoonimismaterjali kiht või see on vett läbilaskev. Vajalik on vältida väliskontuuri ümbritseva isolatsioonikihi veepidavuse täielikku kadumist.

Soojuspuuraugu tampoonimisel kasutatav tampoonimismaterjali kiht (bentoniidi, liiva, tsemendi segu) on enamasti väiksema soojusjuhtivusega kui ümbritsev pinnas. Sellest johtuvalt võib esineda situatsioone, kus väliskontuuri soojuskandevedeliku torustik ei isoleerita veetiheda materjaliga. U kujulise külmakandetoru allaminev ja ülestulev kontuur võidakse suurema efektiivsuse saavutamiseks ka klambritega teineteisest eemal hoida. Soojuspuuraugu diameeter peab olema piisavalt suur, et soojuskandevedeliku väliskontuuri ja puuraugu serva vahele jääks vähemalt paari sentimeetrine vahemaa tampoonimismaterjali paigaldamiseks. Soojuspuuraugu rajamise eespoolloetletud asjaolude puhul ebaselguse korral võib nõuda soojuspuuraugu projektis metallist manteltoru jätmist puurauku kogu sügavuses.

Seega võib mõju põhjavee kvaliteedile avalduda soojuspuuraukude rajamisel ja nende ekspluatatsioonil veekihti saasteainete lisandumise läbi. Järgides Keskkonnaministri määruse 37 nõudeid (Nõuded puurkaevu ja puuraugu projekti …. RT I 2010, 54, 352) ja rakendades lisaks vajadusele ehitusjärelevalvet, on võimalik soojuspuuraukude rajamisaegne mõju minimeerida, mõju on sama kui muude puuraukude ja puurkaevude rajamisel.

Siiski on ettevaatusprintsiibist lähtudes õige loobuda maasüsteemide rajamisest põhjaveehaarete vahetusse lähedusse (sanitaarkaitsealale). Tuleb silmas pidada, et saasteained on praktikas sattunud veehaarde puurkaevudesse ka läbi korrodeerunud või ebakvaliteetse ühendusega manteltorude. Seetõttu on õige vältida maapinnalähedaste veekihtide saastumist ka sügavate puurkaevude ümbruses.

Kuupmeetris veeküllastunud pinnases (liiv, liivakivi) on vähemalt 100 liitrit vaba vett. Võttes mingi ohtliku aine põhjavee piirarvuks 1 µ/l, on kuupmeetris pinnases olevas vees lubatud ohtliku aine koguseks 0.0001 grammi. Veekihi 30 m paksuse korral saame hektari suurusel alal põhjaveereostuseks vajaliku aine koguseks 30 g ohtliku ainet. Kui ohtliku aine piirarv on 10 µ/l, on hektari põhjavett reostava aine koguseks 300 g ja piirarvu 100 µ/l korral 3 kg.

Horisontaalse maasoojussüsteemi 1 m² eramu köetava pinda vajab ca 3 m maakollektorit ja 130 m^2 elamu jaoks paigaldatakse 400 m toru. Enimkasutava horisontaalse maaküttesüsteemi toru PEM 40x2.4 korral oleks väliskontuuris surve all ringleva soojakandevedeliku koguseks 124 liitrit[39], milles näiteks sisaldub ligikaudu 35 kg piiritust. Ka kogu soojakandevedeliku väljavoolamisel ei tõuseks piirituse kontsentratsioon põhjaveekihis mõnekümne meetri kaugusel puuraugust üle mõne mg/l. Piiritus laguneb veekihis, mistõttu erinevate lekete mõju kuhjumine on vähetõenäone. Mitteohtliku orgaanilise aine sattumine põhjaveekihti tõstab ajutiselt mõnevõrra põhjavee oksüdeeritavust.

[39] arvestamata hoonesisest soojuspumpa

Eeltoodust arvudest näeme kui oluline on kasutada soojuskandevedelikus keskkonnaohutuid aineid. Arvestades ohtlike ainete suurt toksilisust ja aeglast lagunemist oleks lubamatu ka mõõdukas risk ohtlike ainete sattumisest linnasisestesse põhjaveehaaretesse.

Maaküttesüsteemide keskkonnamõju põhjaveehaarete vee kvaliteedile ei ole ette näha, kui maaküttesüsteeme ei rajata veehaarete sanitaarkaitsealadele ja väliskontuuri soojuskandjas ei kasutata ohtlike aineid.

Soojuspuuraukude temperatuurimuutuse mõju lugeda mitteoluliseks joogivee tootmiseks kasutatava põhjavee kvaliteedile. Kinnise kontuuriga soojuspuuraukude mõõdetav mõju põhjavee temperatuurile piirdub reeglina 1-5 meetriga, vaid sügavates puuraukudes (>100m) on prognoosarvutuses saadud 1 kraadine temperatuurimuutus ka 10 m kaugusel [1; 2]. Nii sügavate soojuspuuraukude rajamine ei ole Tartus praeguste teadmiste baasil ettevaatusprintsiibist lähtudes soovitatav.

Soojuspuuraukudes on soovitatav kasutada horisontaalsüsteemidest suurema seinapaksusega soojuskandja toru väliskontuuris, näiteks PEM 40x3.7.

5.2 Põhjaveekihtide vee segunemine

Põhjaveekihtide segunemisel on oht et maapinnalähedasest kergemini reostuda võivast veekihist võivad saasteained sattuda ka sügavamate veekihtide veehaaretesse.

Horisontaalse kontuuriga kinnise maasoojussüsteemi korral on põhjaveekihtide segunemine välistatud.

Põhjaveekihtide segunemine on võimalik avatud süsteemi kahte või enamat põhjaveekihti läbiva soojuspuuraugu rajamisel ebatiheda torutaguse isoleerimise läbi. See oht on analoogne kui puurkaevude rajamisel. Järgides Keskkonnaministri määruse 37 nõudeid (Nõuded puurkaevu ja puuraugu projekti …. RT I 2010, 54, 352) ja rakendades lisaks vajadusel ehitusjärelevalvet, on võimalik ära hoida eri põhjaveekihtide segunemist.

Kui kinnise kontuuriga soojuspuurauk on rajatud nõuetekohaselt, on põhjaveekihtide segunemine soojuspuuraugu tõttu võimalik vaid ebaõige ekspluatatsiooni korral. Kui tagasivoolu külmakandevedeliku temperatuur on üleliia madal, võib see põhjustada soojuspuuraugu väliskontuuri ümbritseva vettpidava tampoonimiskihi veepidavuse vähenemise külmumise ja ülessulamise läbi. Maasoojussüsteemi töörežiimi muutudes (soojuspuuraugu väliskontuuri isoleeriva kihi sulamisel, talvel köetakse ja suvel jahutatakse), ei taastu külmunud osa veepidavus täielikult. Soojuspuuraugu väliskontuuri isoleeriva kihi veejuhtivus suureneb kuid isoleeriv võime ei kao täielikult. Siiski võib olla võimalik mõningane vee liikumine kihtide vahel külmumise ja sulamise läbi vettjuhtivamaks muutunud piiratud alal. Tõenäoliselt pole maasoojussüsteemi taolise ebaõige ekspluatatsiooni tõttu toimuv kihtidevaheline leke küll suur, kuid põhjaveel tugineva joogiveevarustuse jätkusuutlikkuse tagamiseks on otstarbekas olulise veekihi reostusrisk hoida minimaalsena.

Kui Tartus ei lubata eri veekihte läbivate soojuspuuraukude rajamist on põhjaveekihtide vee segunemise risk maaküttesüsteemide rajamise mõjul välistatud.

Seetõttu on soovitatav Tartus mitte rajada soojuspuurauke Narva veepidemesse (Leivu + Vadja kihistud) või sellest läbi.

5.3 Pinnasevee infiltreerumise kiiruse muutus

Arvestades olemasolevat eri veekihtide põhjaveevaru, Meltsiveski veehaarde kavandatavat tootlikkust < 6000 m^3/d [18], pole sademevee Tartus põhjavette infiltreerumise kiiruse muutus oluline mõjur veehaardest võtta kavandatud veekogusele.

Horisontaalse kontuuriga maasoojussüsteemide rajamine (pinnase külmumisperioodi võimalik pikenemine) ei vähenda olemasolevat ega kavandatavat põhjaveevõtu võimalust Meltsiveski veehaardes.

Horisontaalsete maasoojussüsteemide massilisel rajamisel võib kevadine lumesulavee suurveeaeg pikeneda, seeläbi võivad kohati väheneda linnast ärajuhitava lumesulavee kõrgveetipud sademeveesüsteemides. Vaevalt on nimetatud muutus praktikas mõõdetav, kuna lumesulavee teke sõltub eelkõige konkreetse kevade ilmastikust.

Maaküttesüsteemide rajamine ei too kaasa olulist mõju põhjavee toitumistingimustes ega mõjuta Tartu linna kasutatava põhjaveevaru kvantitatiivset seisundit.

5.4 Pinnareostuse kandumine sügavamatesse kihtidesse

Pinnasereostuse kandumine sügavamatesse veekihtidesse on võimalik reostunud põhjavee pääsemisel läbi vettpidavate kihtide. Nagu põhjaveekihtide segunemiselgi, aitavad soojuspuuraukude rajamisel ja ekspluatatsioonil rakendatavad meetmed (tampoonimine ja soojuspuuraugu õige dimensioneerimine, sügavuspiirang veepidemeni) vähendada olemasoleva pinnasereostuse kandumise võimalust sügavamatesse veekihtidesse.

Reostunud pinnasesse või selle kohal horisontaalsete kontuuriga maasoojussüsteemide rajamise kaevetööde tõttu on võimalik sademevee reoainet väljakanduva mõju suurenemine kui kaevise tagasitäide on kaevamiseelse olukorraga võrreldes suurema veejuhtivusega või paigaldades kaevises soojuskontuuri vettjuhtivale tagasitäitekihile.

Reostunud pinnasega alale maasoojussüsteemide rajamine enne ala vastavusse viimist nõuetega pole soovitatav ja pinnase seisund tuleb eelnevalt viia vastavusse keskkonnaministri määrusega nr 38 „Ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnases“ [RT I 2010, 57, 373]. Sel juhul ei ole reostunud pinnases leiduvate ohtlike ainete laialikandumist veekihtides ette näha. Saaste kandumine sügavatesse veekihtidesse on välistatud soojuspuuraukude sügavuse piiramisega (pt 5.2).

5.5 Maapinna soojusreostus

Maapinna soojusreostust Eesti seadusandlus muus kontekstis kui vee omaduste muutumine ei käsitle, reeglina on soojusreostuse nähud Eestis seotud elektrijaamadega ja katlamajadega ning soojatrassidega.

Veeseaduse järgi on reostusallikas vee omaduste halvenemise põhjustaja reo- ehk saasteainete, organismide, soojuse või radioaktiivsusega. Vee reostamine on vee kasutamise piiramist põhjustav vee omaduste halvendamine reostusallika poolt.

Veeseaduse tähenduses vee reostamist soojusega maasoojussüsteemid ei põhjusta, maasoojussüsteemide termomõju Tartus ei põhjusta vee kasutamises piiranguid. Maasoojussüsteemide mõõdetav mõju temperatuuridele piirdub 1-2 meetriga, sügavatel soojuspuuraukudel kuni 10 meetrit [1, 2].

5.6 Pinnase kandevõime (monoliitsuse muutumine)

Horisontaalsete maasoojussüsteemide peal reeglina ehitised puuduvad ja seega pole pinnase kandevõime muutus oluline. Pinnase kandevõime võib väheneda eeskätt soojuspuuraugu ebaõige ekspluatatsiooni korral soojuspuuraugu vahetus läheduses maapinna külmumise ja sulamise läbi.

Külmunud kihi sulamisel ei taastu pinnase esialgne kandevõime. Taolisel kandevõime muutusel on tähendus vaid külghõõrdele arvutatud vaivundamentide puhul, sedagi vaid olukorras kus taolisi vaiu kasutatakse ka nn soojusvaiadena (betoon peab olema külmakindel). Kui rajatakse hoonealuseid kohtvaiu mis on ka maasoojussüsteemi osaks, on otstarbekas soovitud kandevõime saada vaia otsa kandevõimest.

Hoonekontuuri siseste maasoojussüsteemide kavandamisel tuleb vastavat pädevust omavalt insenerilt võtta seisukoht hoone kandekonstruktsioonide püsivuse säilimisest.

Pinnasekihtide täiendavad deformatsioonid (külmumisel ja sulamisel) horisontaalsete maasoojussüsteemide rajamisel maalihkeohuga kohtades (järskudel oruveergudel ja sügava kaldaveega veekogude ääres) võivad suurendada maalihkeohtu. Maalihkeohuga kohtades (nõlvad-veerud kallakusega üle 10%) horisontaalsete maasoojussüsteemide rajamisel (nagu ka teistesse kaevetöödesse ja ehitistesse) tuleb vajadusel küsida arvamus vastavat pädevust omava geotehnikult.

Pinnase kandevõime muutused maaküttesüsteemide mõjul võivad oluliseks osutuda ainult maaküttesüsteemide rajamisel olemasolevate hoonete alla või vahetusse (2-3m) läheduse, samuti järskudel (üle 10% kaldega veergudel/nõlvadel ja sügava kaldaveega veekogude kallastel. Maaküttesüsteemide rajamist olemasolevate või uute hoonete alla tuleb igal üksikjuhul eraldi põhjendada koos vundamendi arvutuste ja projektiga.

5.7 Kirjeldada võimalikke maaküttesüsteemide mõju võimendavaid asjaolusid

Tartu tingimustes reaalne kaasmõju maasoojussüsteemide rajamisest väljendub keskkonnaohus maapinnalähedaste põhjaveekihtide kvaliteedile Kvaternaari ja Kesk-Devoni veekihtides. Neid veekihte kasutatakse joogivee tootmiseks ja nende põhjavesi pole kaitstud. Põhjavee reostumise oht nende veekihtide põhjaveekvaliteedile ei tulene ainuüksi maasoojussüsteemide rajamisest, see eksisteerib juba enne maasoojussüsteemide rajamist reostunud sademevee, reostunud alade ja kanalisatsioonisüsteemide leketest tuleneva koormuse näol.

Maaküttesüsteemide rajamisel on võimalik täiendav võimalikest leketest tulenev orgaanilise aine (näiteks piiritus, piimhape) koormus. See mõju ei ole püsiv ega oluline kui maaküttesüsteemide väliskontuurides ei kasutata ohtlikke aineid.

Mõju jõudmine veehaaretesse on välistatud maasüsteemide kasutamise piiramisega sanitaarkaitsealadel ja sügavates survelistes veekihtides. Vaata eelmised peatükid 5.1. ja 5.2.

Vältides maasoojussüsteemide rajamisest üksteisele liiga lähedale, kinnistu piirile või mõjutada võidavale objektile lubatust lähemal saab ära hoida maasoojussüsteemide omavahelise koosmõju. Soovitatavad kujad on toodud peatükis 6.2.

5.8 Ebaselged küsimused

Lõpuni selge ei ole geoloogiliste kihtide maasoojuse pikaajalise kasutamise bilanss. Praegused maasoojussüsteemid ja nende soojuspuuraukude mõjuraadiused on arvutatud reeglina 30 aastasele kasutusajale. Pole teada kas selle aja järel on soojuspuuraukude ümbrus niivõrd

alla jahtunud, et maaküttesüsteemi kasutamise efektiivsus langeb. See küsimus ei kerki ilmselt süsteemide puhul, mida kasutatakse perioodiliselt nii kütmiseks kui ka jahutamiseks.

Välise kontuuri soojuskandjasse vedeliku koostise püsivuse tagamiseks kasutatakse väikeses koguses lisaaineid (korrosiooni, bakterite ja seente elutegevuse mahasurumiseks). Olemasoleva informatsiooni järgi on lisandite sisaldused nii väikesed, et nad ei kujuta suure tõenäolisega põhjavee reostamise ohtu eeltoodud tingimuste järgimisel. Soomes lisaainete kasutamist eraldi ei reguleerita. Tulevikus on soovitatav kontrollida lisaainete lubatud nimekirja ja võimalikku mõju. Sel juhul tuleks muidugi võrdluseks uurida ka muid linna piires kasutatavaid ohtlike aineid, nagu näiteks ohtlike ainete, sh mürkkemikaalide kasutamine olmes ja koduaedades.

6 JÄRELDUSED

6.1 Tartus kasutamiseks sobivad maasoojussüsteemid

Kasutamiseks sobivad:

Otseaurustita kinnised horisontaalsed ja vertikaalsed maasoojussüsteemid.

Avatud maasoojussüsteemide rajamiseks peab olema täidetud mitmed tingimused, sh: puurkaevu(de) rajamise luba, vee erikasutusluba. Praktikas jääb avatud süsteemide kasutamine tõenäoliselt väiksemaarvuliseks kui kinnise kontuuriga maasoojussüsteemid. Avatud süsteeme pole tõenäoliselt rentaabel rajada väikeste võimsuste saamiseks.

Kasutamiseks mittesoovitavad on otseaurustiga maasoojussüsteemid.

6.2 Soovituslikud piirangud

Rajatavad maasoojussüsteemid peavad olema tihedad, väliskontuuri soojuskandevedeliku survesüsteem peab lülituma välja rõhulanguse korral ja enne käikuandmist tuleb teha süsteemi survetest veendumaks lekete puudumises (näiteks 3 atmosfääri tunni jooksul, [19]). Survetest on vaja dokumenteerida, teostusjoonised on vajalikud kaevamistel tekitada võivate lekete vältimiseks.

Maasoojussüsteemide soojuskandevedelikus võib Tartus kasutada keskkonnaohutuid aineid nagu etanool, propüleenglükool, betaiin (trimetüülglütsiin), kaaliumformiaat (sipelghappe kaaliumsool, kasutatakse ka jäätõrjeks teedel). Uute külmumisvastaste ainete lisandumisel tuleb küsida seisukoht aine ohutusest Terviseameti kemikaaliohutuse osakonnast (endine Kemikaalide teabekeskus). Kasutatava soojuskandevedeliku kohta peab olema ohutuskaart.

Tartus on maasoojussüsteeme lubatud rajada Narva lademe veepidemest (Leivu + Vadja kihistud) kõrgemal lasuvatesse pinnasekihtidesse[40].

Maasoojussüsteemide rajamine on keelatud veehaarete sanitaarkaitsealadel ja Meltsiveski veehaarde arvutatud III sanitaarkaitsevööndis.

Soojuspuuraukude ja horisontaalsete maasoojussüsteemide rajamine pole lubatud Kesk-Devoni veekihi Anne ja AS Grüne Fee veehaaretest 200 m raadiuses[41] kuna kasutatav põhjaveekiht pole kaitstud.

Kuna osade puurkaevude[42] praegusest kasutamisest ja seisundist pole keskkonnaregistris piisavalt teavet, on soovitav nende puurkaevude puhul kuni asjaolude selgumiseni rakendada soojuspuuraukude ja horisontaalsete maasoojussüsteemide rajamise keeldu 50 m ulatuses (so maksimaalne potentsiaalse sanitaarkaitseala ulatus, kui kaevu ei tampoonita või ei kvalifitseerita ümber seirepuurauguks).

Horisontaalsete maasoojussüsteemide ja soojuspuuraukude rajamise piirangud Tartus johtuvalt põhjavee kasutusest ühisveevarustuses on esitatud käesoleva aruande Lisa 1 joonisel 3.

---

[40] Orienteeruv soojuspuuraukude lubatud puurimissügavus on esitatud aruande elektroonilises lisas 2 joonisel 2 „Narva lademe veepideme (Leivu + Vadja kihistud) pealispinna ligikaudne absoluutkõrgus“ “ ja Tartu linnavalitsusest saadud kõrgusmudeli abil tehtud eelpoolnimetatud pealispinna teisendusena elektroonilises lisas 2 joonisel 3 „Narva lademe veepideme (Leivu + Vadja kihistud) pealispinna ligikaudne sügavus maapinnast“.

[41] Sanitaarkaitseala võib ulatuda veevõtukohast kuni 200 meetrini, kui põhjaveekihist võetakse üle 500 kuupmeetri vett ööpäevas. Sellise sanitaarkaitseala piirid kehtestab veehaarde projekti alusel Keskkonnaamet.

[42] Katastri numbrid 4537, 4560, 4577, 7146, 7273, 10426, 17377, 19454, 7153 (kaks viimast on uuringukaevud ja peaks reeglina olema likvideeritud kuid vastavat kirjet pole)

Hoonekontuuri siseste maasoojussüsteemide kavandamisel tuleb vastavat pädevust omavalt insenerilt võtta seisukoht kandekonstruktsioonide püsivuse säilimisest (soojusvaiade kasutamisel peab betoon olema külmumiskindel).

Avatud süsteemiga soojuspuuraukude korral tuleb vältida puuraugu suudmest üleujutusvee sattumist põhjavette, kasutada veetihedat puuraugupäist, selle seisukord peab olema kontrollitav vaatluse teel.

6.3 Maasoojussüsteemi kajastamine detailplaneeringus

Maasoojussüsteemi sisaldava detailplaneeringu seletuskirjas on vajalik näidata maasoojussüsteemi eesmärk kütmiseks ja/või jahutamiseks, võimsus, tüüp: kinnise kontuuriga horisontaalne (võib olla ka vertikaalsete loogete või spiraalina), kinnise kontuuriga soojuspuurauk või puuraugud, avatud süsteemi soojuspuuraugud. Maasoojussüsteemi väliskontuuris kasutatavad soojuskandevedelik, soojuspumba külmaaine ja muu detailsem informatsioon pole võib-olla detailplaneeringu staadiumis ilmselt veel teada.

Tingimuseks tuleb seada keskkonnaohutute ainete kasutamine soojuskandevedelikus külmumise vähendamiseks. Sobivad on ained nagu etanool, propüleenglükool, betaiin, kaaliumformiaat ja loetleda ka teised täpsustavad nõuded projekteerimistingimusteks vastavalt kavandatud maasoojussüsteemile.

Detailplaneeringu plaanil peab olema näidatud maasoojussüsteemi horisontaalkontuuride paiknemine, selle ühendus hoones oleva soojuspumbasüsteemiga. Avatud süsteemiga soojuspuuraugul või puuraukude süsteemil Veeseaduse nõuetest tulenevad sanitaarkaitseala või hooldusala.

Kinnise süsteemi soojuspuuraugul veevõttu ei toimu ja Veeseaduse tähenduses sanitaarkaitseala või hooldusala ei moodustata. Kinnise kontuuriga hoonevälise soojuspuuraugu projektis tuleb ette näha soojuspuuraugu võimalikuks hoolduse või remondi või likvideerimiseks, seda võib käsitleda ka soojuspuuraugu kaitsealana (soovituslikult vähemalt raadiusega 3 m, kuna peab võimaldama tehnika juurdepääsu). Hoonealustel nn vaia tüüpi soojuspuuraukudel (kohtvai) puudub hooldusala väljaspool hoonekontuuri.

Tartus olevatel Looduskaitseseaduse § 4 tähenduses kaitsealadel pole nende kaitse eesmärkidest lähtuvalt ühest keeldu maasoojussüsteemide rajamiseks. Iga looduskaitseala korral tuleb seal maasoojuse kasutamiseks küsida looduskaitseala valitsejalt nõusolek. Soojuspuuraukude rajamist ei saa lubada Aruküla koobaste kaitsealal.

Reostunud pinnase või veekihiga alale maasoojussüsteemide rajamine enne ala viimist vastavusse nõuetega pole lubatav. Pinnase reostuskahtluse korral tuleb lasta võtta kontrollproovid, kunagise potentsiaalse reostusallika olemasolul teha reostusuuring.

Säilitamaks kalmistul väljakujunenud põhjaveetaset on soovitav mitte rajada avatud süsteemi soojuspuurauke kalmistule lähemal kui 50 m.

Kinnismälestisel ja muinsuskaitsealal maasoojussüsteemi rajamiseks tuleb luba küsida Muinsuskaitseametist.

Soovituslikud kujad. Soovitatav on juhinduda Soome Keskkonnakeskuse poolt välja antud maasoojuse kasutamise juhendis toodud numbrilistest piirangutest [19].

Samadest soovituslikest kujadest võib lähtuda ka olemasolevate maasoojussüsteemide juures kavandatavate tegevuste korral. Täiendavalt lisandub nõue, et horisontaalse maasoojus-

kontuuriga alal peaks olema välditud uute ehitiste rajamine kui ehitamisega kaasnevad kaevetööd allpool maapinda. Haljastuses tuleb horisontaalse maasoojuskontuuriga alal piirduda madala juurestikuga taimedega, et need ei kahjustaks maasoojussüsteemi.

Sademevee juhtimine/immutamine horisontaalse maasoojuskontuuriga murupinnal pole keelatud, välistatud peab olema sademevee valgumine naaberkinnistutele. Detailplaneeringus määratletud sademevee immutusalale maasoojussüsteemi rajamine vähendab sademevett vastuvõtvat immutusala. Sellisele detailplaneeringus määratletud immutusalale maasoojussüsteemi rajamisel tuleb näidata seetõttu kahaneva immutusala suurendamine kinnistul ühes vastava lahendusega (näiteks vett läbilaskev katend, maapinna profileerimine jne). Vältida tuleb sademevee immutamist soojuspuuraugu hooldusalas.

Töö koostaja ettepanek. Maasoojussüsteemiga detailplaneeringu menetlemisel tuleb tähelepanu pöörata et maasoojussüsteemi kaugus oleks vähemalt:

1. 5 m kinnistu piirist, soovitavalt 10 m kui kinnistu suurus seda võimaldab[43].
2. 3 m hoone välispiirist.
3. 5 m enamikest maa-alustest torustikest. Võib olla ka väiksem sest vastavalt torustiku kategooriale on kaitsevööndid 2-5 m torustiku teljest (gaasitorustikel ulatub samas kaitsevöönd kuni 15 m).
4. 20 m naaberkinnistu soojuspuurauguni.
5. 10 m järgmise horisontaalkontuuriga maasoojussüsteemini, soovitavalt 20 m kui kinnistu suurus seda võimaldab.
6. 10 m hooldusalaga puurkaevuni või salvkaevuni, kui kaev on samal kinnistul ja kuulub soojussüsteemi omanikule.
7. 20 m naaberkinnistu puurkaevuni või salvkaevuni.
8. 2 m väärtusliku või kaitsealuse puu, põõsa, taime võrast.
9. 3 m kinnise süsteemiga soojuspuuraugu hooldusalana, mida võib käsitleda ka maasoojussüsteemi kaitsealana, peab võimaldama tehnikavahendite juurdepääsu).

Ebaselguse korral tuleb maasoojussüsteemi taotlejal esitada täiendavaid selgitusi ja arvutusi, soovitav on küsida ka teavet naaberkinnistutel omanikelt seal olla võivate maasoojussüsteemide kohta.

Ühte süsteemi kuuluvate soojuspuuraukude rajamisel on Eestis kasutatud soojuspuuraukude vahemaad 10-15 m, seda süsteemi 20-30 aastase töötamisaja juures.

Soovituslike vahekauguste eesmärk on vältida maasoojuse kasutamisest tulenevaid riske ja probleemolukordi. Maasoojussüsteemi mõjuulatus sõltub ka krundi pinnasest ja põhjavee voolu tingimustest. Nii võivad maasoojussüsteemide projekteerimise arvutustes kasutatavad pinnase soojusjuhtivused eri kinnistutel erineda kordades (savi, liiv, pinnase veeküllastus jne), mistõttu on erinevad ka mõjuulatused.

Esitatud soovituslike piirangute rakendamisel on otstarbekas miinimumvahemaade kasutamisel (ülaltoodud punktid 1 ja 5) küsida lisaks vastavat soojusmõju arvutust, suuremate piirangute rakendamise korral (punktides 1 ja 5) soojusmõju arvutust pole vaja kooskõlastamistel analüüsida. Soojuspuuraukude mõju arvutustes saab näidata eeldatava mõju ulatuse ja kooskõlastamisel saab kasutada eelpoolesitatud punktide 1 ja 5 miinimumvahemaid või ka

[43] Soojuspuuraugu kaugust krundipiirist saab vähendada kui piiril asub näiteks tee, park roheala jne. Kinnistu piires oleva soojuspuuraukude grupi puuraukude vahekaugused määratakse vastava arvutuse teel.

väiksemaid miinimumkaugusi vastavalt arvutatud mõjuulatusele (keelatud pole varuteguri näiteks 1.2-1.5 kasutamine).

Esitatud vahekauguste numbrid on orienteeruvad ja soovituslikud, nende vähendamise korral peab eelnevalt olema esitatud vastavat pädevust omava spetsialisti seisukoht. Näiteks on vee- ja kanalisatsioonitrasside ristumine soojussüsteemi torustikuga lahendatav, kui kasutatakse adekvaatset soojuseristust.

Horisontaalne maasoojussüsteem ühepereelamule vajab pindala 600-800 m^2 (ca 1.5 m^2 väliskontuuri jooksva meetri kohta). Süsteemi paiknemise nõue 5 m kinnistu piirist, tähendab muudest ehitistest ülejääva maasoojussüsteemi paigaldamiseks vajaliku maa pindala kahekordistumist, 10 m nõude rakendamisel selle kolmekordistumist ning väiksemale kinnistule kui ca 2500 m^2 ühetasapinnalist horisontaalset maasoojussüsteemi rajada ei saaks.

Tartu linnas on kõigi kinnistute keskmine suurus ca 2600 m^2. Kinnistutest 84% moodustavad kinnistud pindalaga alla 2600 m^2, 73% kinnistud suurusega alla 1500 m^2 ja 57% kinnistuid suurusega alla 1000 m^2. Kinnistute väiksusest johtuvalt on linnas vähe võimalus ühetasapinnaliste horisontaalsete maasoojussüsteemide rajamiseks. Tartu tingimustes tähendaks see spiraalsete või vertikaalsete loogetega horisontaalsüsteemide (suuremamahulised kaevetööd) või siis soojuspuuraukude rajamist.

Horisontaalse kontuuriga soojussüsteemide rajamisega seotud ohud on sarnased muude mullatöödega (nt. kaablite ja torustike paigaldused) kaasnevate riskidega. Horisontaalse kontuuriga süsteemid on väiksema riskiga Tartus ühisveevarustuses kasutatavale põhjaveele ja pole otstarbekas teadlikult võimendada soojuspuuraukude rajamist.

6.4 Nõuded soojuspuuraugu ehitamise järelevalve teostamiseks Tartus

Soojuspuuraukude projekteerimist reguleerib Veeseaduse §30 alusel kehtestatud määrus nr 37 (29.07.2010)[44]. Vastavalt Veeseaduses sätestatule peavad soojuspuuraukude projekteerijal ja puurijal olema Eestis kehtivad litsentsid[45]. Litsentsid on kaheaastase kehtivusega, nende olemasolu saab kontrollida Keskkonnaministeeriumi veebilehelt.

Soojuspuuraugu rajamisel võib kasutada järelevalvet, näiteks kui soojuspuuraugu ja maasoojussüsteemi rajajal pole piisavat analoogsete tehtud tööde kogemust antud omavalitsuse piires.

Soojuspuuraugu rajamise järelevalve tegijal peab olema hüdrogeoloogiliste tööde tegemise litsents (Alates 01.01.2014 hüdroloogiliste tööde tegija tegevusluba) mis katab kõik hüdrogeoloogilised tööd (hüdrogeoloogilised uuringud, hüdrogeoloogiline kaardistamine, puuraukude ja puurkaevude projekteerimine, puuraukude ja puurkaevude puurimine ja likvideerimine). See tagab järelevalve tegija piisavad kogemused ja arusaamise ala hüdrogeoloogilistest tingimustest, veekihtidest ja veepidemetest ning puuraukude rajamisest ning likvideerimisest.

[44] Nõuded puurkaevu ja puuraugu projekti ja konstruktsiooni ning likvideerimise ja rekonstrueerimise projekti kohta, puurkaevu ja puuraugu projekteerimise, rajamise, kasutusele võtmise, likvideerimise ja konserveerimise kord ning puurkaevu või puuraugu asukoha kooskõlastamise, rajamise ja kasutusele võtmise taotluste, puurimispäeviku, puurkaevu ja puuraugu andmete keskkonnaregistrisse kandmiseks esitamise ning puurkaevu ja puuraugu likvideerimise akti vormid

[45] Alates 01.01.2014 hüdroloogiliste tööde tegija tegevusluba

Soojuspuuraugu rajamisel tuleb järelevalve tegijal kontrollida puuraugu sügavust (et ei läbitaks regionaalset veepidet) ja veetiheda tampoonimismaterjali paigaldamist. Soojuspuuraugu diameeter peab olema piisava suurusega, et soojuskandekontuuri ja puuraugu serva vahele jääb vähemalt paari sentimeetrine vahemaa vettpidava tampoonimismaterjali paigaldamiseks.

Kontuuri tsentreerimisel kasutada lisaraskust, isoleeriva tampoonimismaterjali paigaldamine toimub analoogselt kaevude torutaguse manteldusega, tampoonimisel kasutatava täitematerjali kohta peab olema ohutuskaart. U kujulise põhimõttega soojuskandekontuuri torustiku alumine ühendus torustikuga peab olema tehase sertifikaadiga (vaata allaolevaid fotosid, U otsik vasakul, ühendus torustikuga paremal).

Soojuspuuraukudel on soovitatav kasutada suurema seinapaksusega toru, näiteks PEM 40x3.7

Peale soojakandevedeliku väliskontuuri paigaldamist tuleb teha süsteemi survetest veendumaks lekete puudumises (3 atmosfääri juures tunni aja jooksul, [19]) ja tulemus dokumenteerida. Soojuskandevedeliku osas peab maasoojusseadme paigaldaja esitama kasutatavate külmumisvastaste ainete osas ohutuskaardi(d).

Maasoojussüsteemide soojakandevedelikus võib Tartus kasutada keskkonnaohutuid aineid nagu etanool, propüleenglükool, betaiin (trimetüülglütsiin), kaaliumformiaat (sipelghappe kaaliumsool, kasutatakse ka jäätõrjeks teedel). Uute külmumisvastaste ainete lisandumisel küsida seisukoht Terviseameti kemikaaliohutuse osakonnast (endine Kemikaalide teabekeskus).

Paigaldatava soojuskandevedeliku ringlussüsteemi dokumentatsioonist tuleb kontrollida, et väliskontuuri soojuskandevedeliku survesüsteem on automaatselt seadistatud välja lülituma väliskontuuri rõhulangusel.

Koostatud ehitusjärelevalve akt esitatakse asjassepuutuvatele pädevatele ametiasutustele.

6.5 Soojuspuuraugul põhineva maasoojussüsteemi käitlemine ja hooldus

Maasoojussüsteemi tuleb käsitleda tervikuna, regulaarse kontrolli kohustus tuleb sätestada kasutusloas vastavalt tootja ja paigaldaja poolse süsteemihooldusjuhendi järgi. Kui hooldusjuhend süsteemile kui tervikule puudub (juhend on näiteks vaid soojuspumba ja külmaaine osas), tuleb maasoojussüsteemi väliskontuuri ja ringluspumbasüsteemi paigaldamiseks taotlejal lasta koostada vastav kasutusjuhend süsteemile tervikuna ja esitada see kasutusloa andjale. Kasutusjuhendis peab olema kirjas tegutsemisjuhis väliskontuuri lekke avastamisel ja juhis väliskontuuri soojuskandevedeliku edasiseks käitlemiseks juhul kui see eemaldatakse süsteemist.

Eestis reguleeritakse maasoojussüsteemi käitlemist ja hooldust vaid juhul kui soojuspumbas kasutatav külmaaine kogus on üle 3 kg (Välisõhukaitse seadus). Fluoritud kasvuhoonegaase või osoonikihti kahandavaid aineid sisaldavate paiksete soojuspumpade ja nn FOKA registrisse ei laeku teave alla 3 kg külmaainet sisaldavate seadmete osas ja külmaainena ammoniaaki, isobutaani pentaani, propaani ja süsihappegaasi kasutavate soojuspumpade osas.

Hinnanguliselt oleks selliseid välisõhukaitse seaduse järgse hoolduse ja kontrolli all olevaid maasoojusseadmeid umbes viiendik, harilikult on üksikmajapidamise soojuspumpades külmaainet alla 3 kg. Kui maasoojussüsteemi soojuspumbas on fluoritud kasvuhoonegaase või osoonikihti kahandavaid aineid üle 3 kg, kontrollitakse külmaaine lekete suhtes soojuspumpa sertifitseeritud töötaja poolt regulaarselt, sõltuvalt külmaaine kogusest 3-12 kuu tagant. Välisõhukaitse seaduse järgne käitlemise ja hoolduse kontroll ei hõlma maasoojussüsteemi soojuskandevedeliku väliskontuuri.

Avatud süsteemiga maasoojussüsteemid kuuluvad reeglina Veeseaduse järgi vee erikasutuse alla ja nende käitlemistingimused sätestatakse vee-erikasutusloas (nõuda saab tagasisuunatavas põhjavees veekvaliteedi seiret ja veetasemete seiret).

Kinnise soojussüsteemiga puuraugu amortiseerumise korral või kui selline puurauk on kaotanud oma kasutusotstarbe, tuleb soojuskandevedelik soojuskontuurist eemaldada (Keskkonnaministri määrus nr 37, 29.07.2010). Sellele lisaks soovitame nõuda tühjendatud soojuskontuuri täitmist vettpidava materjaliga mida kasutatakse puuraukude tamponeerimisel (lekke tekkimisel pole teada selle suurus, lõhed plasttorus võivad põhjustada reoainete sattumist veekihi sügavamasse osasse). Avatud süsteemi mittekasutatavad soojuspuuraugud likvideeritakse analoogselt puurkaevudega.

Käesoleval ajal rohkem õiguslikke aluseid maasoojussüsteemide käitlemise ja hooldamise osas Eesti õigusaktides pole sätestatud.

Otstarbekas on maasoojussüsteemide käitlemise ja hooldamise nõuded sätestada süsteemi kasutusloas. Selleks tuleks Ehitusseadusesse sisse viia vastavad muudatused. Kui volitusnorm võimaldab, peaks omavalitsusel olema võimalik ka oma ehitusmääruses sätestada nõudeid maasoojussüsteemide rajamiseks ja ekspluatatsiooniks. Nii on ühisveevarustuse korraldamine omavalitsuse ülesanne, seetõttu on tal ka kohustus tagada veevarustussüsteemi jätkusuutlikkus läbi piirangute mis vähendavad riski sellistele ühisveevarustuse veehaaretele mille põhjavesi pole kaitstud.

Maasoojussüsteemi kasutusluba peaks olema tähtajaline (10-20 aastat), see tagab loa uuendamisprotsessi läbi teabe maasoojussüsteemi olukorrast. Liigne loa uuendamissagedus suurendab ülemäära omavalitsuse halduskoormust.

Paigaldatava maasoojussüsteemi ringlussüsteem peab olema häälestatud nii et väliskontuuri soojuskandevedeliku survesüsteemi rõhulanguse korral süsteem seiskub. Mitmest kontuurist koosnevaid süsteeme peab olema võimalik välja lülitada üksikute kontuuridena. Maasoojussüsteemi käimapanekul peale õhumullide väljutamist väliskontuurist võib kasutusloa tingimustes saab keelata süsteemispetsiifilisest näitajast suurema koguse soojuskandevedeliku lisamise väliskontuuri (mingi leke kraanidest, ventiilidest jne on paratamatu, päris nulli seda viia ei saa).

Kinnise kontuuriga maasoojussüsteemi puuraugu või puuraukudesüsteemi soovituslik kaitsevöönd on 3 m (tsoon mis kaitseb maasoojussüsteemi).

Üleujutused korras väliskontuuriga kinnise süsteemi soojuspuuraugu tööd ei piira. Avatud süsteemiga soojuspuuraukude korral tuleb vältida puuraugu suudmest üleujutusvee sattumist põhjavette, kasutada veetihedat puuraugupäist, selle seisukord peab olema kontrollitav vaatluse teel. Sama kehtib ka objektivälise reostuse tekke korral üleujutusalal.

Objektivälise reostusareaali jõudmisel maasoojussüsteemini tuleb hinnata selle mõju väliskontuuris kasutatud materjalidele. Võimalik võib olla maasoojussüsteemi plasttorustiku degradeerumisele reoainete (näiteks lahustid) toimel.

Soojuspuuraugu soojuskandevedeliku väliskontuuri ja puuraugu seina vahelise ruumi vettpidava materjaliga täitmisel on plasttoru degradeerumisoht väike. Plastikut mõjutada võiv reoaine põhjavees hajub ja lahjeneb piisavalt enne vettpidava tampoonimismaterjali läbimist.

Reostunud alal paikneva soojuspuuraugu väliskontuuri vedelikupidavust on soovitav perioodiliselt kontrollida, lekke avastamisel tuleb soojuskandevedelik väliskontuurist eemaldada ja soojuskandevedeliku väliskontuur täita vettpidava materjaliga mida kasutatakse puuraukude tamponeerimisel.

Kui pinnase ja vee vastavaid piirarve ületav reostus püsib paigal pikaajaliselt, on sellest oluline keskkonnaprobleem ka soojuspuuraukudeta ja sellise reostuse likvideerimiseks või lokaliseerimiseks tuleb rakendada vastavaid meetmeid.

Kinnise kontuuriga maasoojussüsteemide korrasoleku kontrolli teeb süsteemi kasutaja. Avatud süsteemiga soojuspuuraukude korrasoleku kontroll sätestatakse vee-erikasutusloa tingimustes. Järelevalvet nii veeseaduse (vee erikasutuslubades antud tingimused) kui ka välisõhu kaitse seaduse (fluoritud kasvuhoonegaase käsitlevas osas) teostab Keskkonnainspektsioon.

6.6 Ettepanekud seadusandluse ja projekteerimistingimuste täpsustamiseks

Soojuspuuraukude rajamise protseduur on sätestatud Keskkonnaministri määrusega nr 37 (29.07.2010). See määrus käsitleb ka välise soojuskandevedeliku kontuuri paigaldamise järgset soojuspuuraugu täitmist.

Ettepanek on samas määruses soojuspuuraugu rajajalt nõuda maasisse paigaldatud väliskontuuri survetesti (puhastuspumpamist soojuspuuraugus ei tehta).

Praegu pole määruses 37 üheselt selge soojuspuuraugu täitmisel kasutatav materjali veejuhtivus. Määruse § 2. punktis 2 öeldakse et kinnine soojussüsteem on süsteem, kus soojuskontuur või soojuskontuurid on asetatud tampoonitud puurauku. Tampoonimist kasutatakse määruse paragrahvis 13 reeglina ühes tampoonimismaterjali veepidavuse täpsustamisega. Määruses 37 on puuraugu likvideerimine ja tampoonimine mitmes kohas samatähenduslikud, protsessikirjelduses nõutakse samas, et puuraugu vettandev osa oleks täidetud vett läbilaskva materjaliga.

Otstarbekas on määrus 37 § 2. punktis 2 lisada väljend vettpidavalt tampoonitud. Näiteks, kinnine soojussüsteem on süsteem, kus soojuskontuur või soojuskontuurid paiknevad vettpidavalt tampoonitud puuraugus[46].

[46] Vett mitteläbilaskev veetihe täide (bentoniidi, liiva, tsemendi segu) halvendab reeglina soojuspuuraugu efektiivsust,

Soojuskandekontuuri paigaldamises soojuspuurauku tuleb kasutada lisaraskust selle tsentreerimiseks ja soojuspuuraugu diameeter peab olema piisava suurusega et soojuskandekontuuri ja puuraugu serva vahele jääb vähemalt paari sentimeetrine vahemaa vettpidava tampoonimismaterjali paigaldamiseks. Ebaselguse korral võtta seisukoht tegevusloaga hüdrogeoloogilt kelle seisukoha alusel võib kinnise süsteemi soojuspuuraugu projekti kooskõlastamisel nõuda metallist manteltoru jätmist puurauku kogu sügavuses.

Kaaluda võib nende asjaolude täpsustamist eelnimetatud määruses kui saadakse teavet määrus 37 §5 lõige 1 (puurkaevu või -augu konstruktsioon peab tagama põhjavee kaitstuse reostuse eest) ja lõige 2 punkt 2 (puurkaevu ja -augu konstruktsioon peab välistama reostunud vee, sh ülemiste põhjaveekihtide vee sissevoolu puurkaevuga või -auguga avatavasse põhjavee-kihti) nõuete rikkumisest[47].

Teeme ettepaneku määrus 37 peatükk 4 (Nõuded likvideerimise ja rekonstrueerimise projekti kohta, puurkaevu ja –augu likvideerimine, konserveerimine ning rekonstrueerimine) § 10 täiendamiseks alljärgneva allajoonitult esitatud tekstiga: Käesolevas peatükis sätestatud puurkaevu ja -augu likvideerimise korda (va § 14) ei kohaldata kinnise soojussüsteemiga puuraugu likvideerimisele. Kinnise soojussüsteemiga puuraugu amortiseerumise korral või kui selline puurauk on kaotanud oma kasutusotstarbe, tuleb soojuskandevedelik soojuskontuurist eemaldada ja soojuskontuur täita vettpidava materjaliga mida kasutatakse puuraukude tamponeerimisel.

Amortiseerumisel ja lekke tekkimisel pole teada selle suurus ning lõhed plasttorus võivad põhjustada reoainete sattumist veekihi sügavamasse osasse kui on toru on seest tühi, praegu jätaks määrus ka võimaluse, et kinnise soojuspuuraugu likvideerimisest määruse paragrahv § 14 kohane teave ei laeku Keskkonnaregistrisse.

Praegu jääb olemasolevale ehitisele maasoojussüsteemi lisamine Ehitusseaduse regulatsioonist välja. Maasoojussüsteemide käsitlus hoone küttesüsteemi osana (ka küttesüsteemi osalisel ümberehitamisel maasoojuse kasutamiseks) tuleb viia ehitusseaduse regulatsiooni alla. Maasoojussüsteem väikeehitise definitsioonis olemasoleva ehitise teenindamiseks vajaliku rajatisena.

Analoogselt Soome praktikale on ka Eestis otstarbekas maasoojussüsteemidele kasutusloa nõue sätestada Ehitusseaduses.

Siiski tuleb veel analüüsida, kas ei piisa maasoojussüsteemi kasutuse tingimuste kehtestamisest kohaliku omavalitsuse ehitusmääruses. Jätta võimalus, et omavalitsus ise otsustab kas ta hakkab välja andma igale maasoojussüsteemile kasutusluba, Ehitusseadus peab siis viitama võimalusele KOV ehitusmääruses maasoojussüsteeme käsitleda.

Maasoojussüsteemi kasutusloa või kasutuse tingimuste taotlus tuleb ühes kavandatavat maasoojussüsteemi kirjeldava dokumentatsiooniga esitada kasutusloa andjale enne maasoojussüsteemi rajamist.

Loa või tingimuste andjal on õigus küsida täiendavaid materjale ja selgitusi taotlejalt maasoojussüsteemi rajamiseks tingimuste andmiseks. Peale süsteemi rajamist ja survetesti läbiviimist esitatud materjalide piisavusel saab väljastada tähtajalise kasutusloa täpsustades selles nõuded konkreetse süsteemi ekspluatatsioonitingimuste osas.

---

[47] Praegu on kinnise süsteemi soojuspuurauke on Keskkonnaregistris vaid 11 ja hetkel pole piisavalt informatsiooni vajadusest määrus 37 nõuete karmistamiseks.

7 Kasutatud kirjanduse loetelu

1. Soojuspuuraukude mõju keskkonnale. A.Jõeleht, Tartu Ülikool Geoloogia osakond, Tartu 2007
2. Soojussüsteemi puurkaevu ja -augu mõju põhjavee ja pinnase füüsikalistele omadustele ning põhjavee keemilisele koostisele Eesti tingimustes. Argo Jõeleht, Mikk Gaškov, Maile Polikarpus, Tartu Ülikool Ökoloogia ja Maateaduste Instituut Geoloogia Osakond, Tartu 2012.
3. Tartu Linnavalitsuse Korraldus 842 26.07.2011. Keeldumine Vanemuise tn 45 krundile kavandatavate kinnise soojussüsteemi puuraukude asukoha kooskõlastamisest
4. Tartu linna üldplaneering, kehtestatud Tartu Linnavolikogu 06. oktoobri 2005. a määrusega nr 125.
5. HCFC-de alternatiivid, EKUK, Tallinn 2009
6. Tartu linna Meltsiveski veehaarde kaitsekava, AS Kobras, Tartu 2006
7. Tartu linna Anne veehaarde Kesk-Devoni veekompleksi tarbevaru ümberhindamine, I.Vatalina, Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn 2001. EGF 6933.
8. Tartu põhjaveevaru hinnang, S.Välkmann, V.Savva jt, RE Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn 1992. EGF 4606
9. Tartu linna Meltsiveski veehaare. RPUI “Eesti Maaparandusprojekt”. 1992
10. Aruanne hüdrogeoloogilisest ja ehitusgeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:50 000 maaparanduse eesmärgil Tartu objektil, O. Gromov, K. Kajak, R. Grünberg, H. Kajak, V. Tassa. Keila Geoloogiaekspeditsioon, Keila 1981. EGF 3796.
11. Aruanne põhjavee otsingutest ja uuringust Tartu piirkonnas koos varude arvutamisega tegutsevatel veehaaretel seisuga 1.01.1969.a. P. Krivoshejev, T. Jõgi jt. Keila Geoloogiatöökond, Keila 1969. EGF 3043.
12. Aruanne põhjavee eeluuringu tulemustest maetud orgudes Tartu linna piires. V. Räägel. Keila Geoloogiatöökond, Keila 1965. EGF 2395.
13. Eesti geoloogilise baaskaardi seletuskiri, leht 5441 Tartu. Eesti Geoloogiakeskus, Tartu 2007
14. Eesti riikliku keskkonnaseire põhjaveekogumite seire 2011. a aastaaruanne. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn 2012
15. Viru ja Peipsi alamvesikondade põhjavee seisundi hindamine veemajanduskavade koostamiseks, AS Maves, 2003
16. Ohtlike jääkreostuskollete kontroll ja uuringud. AS Maves. Tallinn 2004
17. Ida-Eesti vesikonna veemajanduskava, Keskkonnaministeerium, kinnitatud Vabariigi Valitsuse korraldusega 118, aprill 2010.
18. Tartu linna ühisveevärgi ja –kanalisatsiooni arendamise kava aastateks 2012-2025. Kinnitatud Tartu Linnavolikogu 22.02.2012 määrusega nr 59.
19. Lämpökaivo - Maalämmön hyödyntäminen pientaloissa -opas, Suomen ympäristökeskus, Ympäristöopas 2009

20. Valtioneuvoston asetus maankäyttö- ja rakennusasetuksen muuttamisesta. Ympäristöministeriö lainsäädäntöneuvos Kirsi Martinkauppi muistio 17.3.2011
21. Regulations for geothermal energy, EGEC – European Geothermal Energy Council K4RES-H projekti aruanne, 2007
22. The Environmental Effects of Ground-Source Heat Pumps, A Preliminary Overview. Edward Mehnert, Illinois State Geological Survey Open-File Series Report 2004-2
23. Geothermal Systems on Long Island, Debora Engelhardt, Stony Brook University 2009