Tartu Ülikool

Ökoloogia ja Maateaduste Instituut

geoloogia osakond

Eksperthinnang

Merevee hapnikusisalduse, keemiliste ja organoleptiliste näitajate muutumise hindamine perspektiivse Paldiski pump-hüdroakumulatsioonijaama (PHAJ) rajamisel

Martin Liira

Tartu 2020

Sisukord

Sissejuhatus 3
Materjalid ja metoodika 4
Tulemused ja analüüs 5
Lahustunud hapniku sisalduse muutumine 5
Organoleptiliste näitajate muutused 8
Merevee keemilise koostise muutused 9
Kokkuvõte 10
Kasutatud kirjandus 11

Sissejuhatus

Energiasalv Pakri OÜ plaanib rajada 500 MW salvestusvõimsusega pump-hüdroakumulatsioonijaama (PHAJ) Paldiski linnas Paldiski poolsaarel (Joonis 1).

Kavandatav PHAJ koosneb maa-alusest, kristalse aluspõhja kivimites asuvast reservuaarist, seda maapinnaga ja mereveehaardega ühendavatest šahtidest (sügavus kuni 750 meetrit) ning maismaal paiknevatest muudest objektidest (juhtimiskeskus, alajaam jms). Jaama tööpõhimõte seisneb merepinna ja maa-aluse reservuaari kõrguste vahest tekkiva vee potentsiaalse energia ärakasutamises läbi sobival ajal merevee reservuaari laskmise ja reservuaarist tagasi merre pumpamise. Jaama koguvõimsuseks on kavandatud ligikaudu 500 MW. Maa aluse reservuaari sügavus kuni 750 m, ning veevõtutunnel betoneeritakse kuni -200 m sügavusele, edasi 200-700m sügavusel on survepoolel olev tunnel täies ulatuses kaitstud 0,5m betoonist kihiga.

Ülemaailmselt kasvav probleem, hüpoksia (määratletud kui põhjalähedase vee hapnikusisaldus <2 mg/l) on levinud nähtus Läänemere rannikualadel, kus kõrge temperatuur suvekuudel tekitab kihistumise ning takistab vee vertikaalset segunemist. Läänemere sügavates basseini osades soodustab vertikaalne soolsus gradient veesamba kihistumist, võimaldades püsiva hüpoksia teket. Korduvad hüpoksilised sündmused halvendavad ökosüsteemi vastupidavust ja mõjutavad lämmastiku ja fosfori regenereerimiskiiruseid soodustades etutrofeerumist. Laialdased anoksilised tingimused on saanud Läänemere keskosas tavapäraseks seisundiks. Seepärast on oluline hinnata võimalikke Läänemere hapniku sisaldust mõjutavaid aspekte ka PHAJ rajamisel. Looduslikes tingimustes on lahustunud hapniku sisaldused merevees kontrollitud üheltpoolt atmosfäärse hapniku difusiooni ja otsese segamise teel, kuid siiski peamiselt fotosünteesi poolt. Teiselt poolt aga kasutatakse lahustunud hapniku merevees liikide elutegevuseks, kui ka mitmete geokeemiliste protsesside jaoks merepõhja setetes. Neist tähtsaimaks on hapniku kasutamine orgaanilise aine lagundamiseks.

Käesoleva töö eesmärgiks oli hinnata PHAJ mõju kasutatava merevee hapnikusisaldusele ning keemiliste ja organoleptiliste näitajate muutumisele.

Joonis 1. Paldiski pump-hüdroakumulatsioonijaama (PHAJ) tehissaare (märgitud kolmnurgaga) ja maa-aluste reservuaaride (märgitud ristkülikuga) asukohad Paldiski linnas Paldiski poolsaarel (Maaameti baaskaart).

Materjalid ja metoodika

Antud töö teostamise tellija poolt edastatud lähteandmed on järgnevad:

- pumbatav vooluhulk 96,5 m3 /s;
- maa aluse rajatise sügavus kuni 750 m;
- veevõtutunnel betoneeritakse kuni -200 m sügavusele, edasi 200-700m sügavusel on merevesi otseses kokkupuutes pinnasega (valdavalt graniidiga), survepoolel olev tunnel on täies ulatuses kaitstud 0,5m betoonist kihiga;

Lisaks anti töövõtja käsutuses alljärgnevad varasemad uuringud/eksperthinnangud:

- Consultancy Services for Geological Investigations & Design Works (Task 1 & Task 2) for the Paldiski 500 MW Pumped Hydro-Energy Storage Project (PHES) in the Republic of Estonia. Report on Preliminary Design. FICHTNER GmbH & Co. 2019.
- Paldiski 500MW PHES Feasibility Study, Technical Feasibility: Consultancy Services for Geological Investigations & Design Works (Task 1 & Task 2) for the Paldiski 500 MW Pumped Hydro-Energy Storage Project (PHES) in the Republic of Estonia Technical Description of selected Layout (Draft). FICHTNER GmbH & Co. 2020.
- OÜ Inseneribüroo Steiger poolt läbi viidav geoloogiline uuring.
- Suuroja, S.; Suuroja, K; Veski, A. 2017. Paldiski lahe pumphüdroakumulatsioonijaama veehaarderajatise kunstsaare aluse. Aruanne. Eesti Geoloogiakeskus.
- Suuroja, S.; Suuroja, K; Veski, A. 2019. Paldiski lahe pumphüdroakumulatsioonijaama veevõtutoru merepõhja pindmiste setete uuring. Aruanne. Eesti Geoloogiateenistus.
- Liira, M. 2020. Paldiski pump-hüdroakumulatsioonijaama reservuaari kivimite keemiline koostis ning leostuvus puuraugu PAL1 materjali põhjal. Aruanne. Tartu Ülikool.
- Liiv, T. 2020. Paldiski pump-hüdroakumulatsioonijaama veevõtu ja väljalasu hüdrodünaamiliste analüüs. OÜ CORSON
- Häelm, m., Uppin, M. 2020.Hydrogeological studies and groundwater modeling for the Paldiski 500MW Pumped Hydro Energy Storage Project in the Republic of Estonia. OÜ Inseneribüroo Steiger

Samuti kasutati töö teostamiseks ka avalikult kättesaadavat Keskkonnaseire infosüsteemi KESE Paldiski lahe merevee iseloomustamiseks.

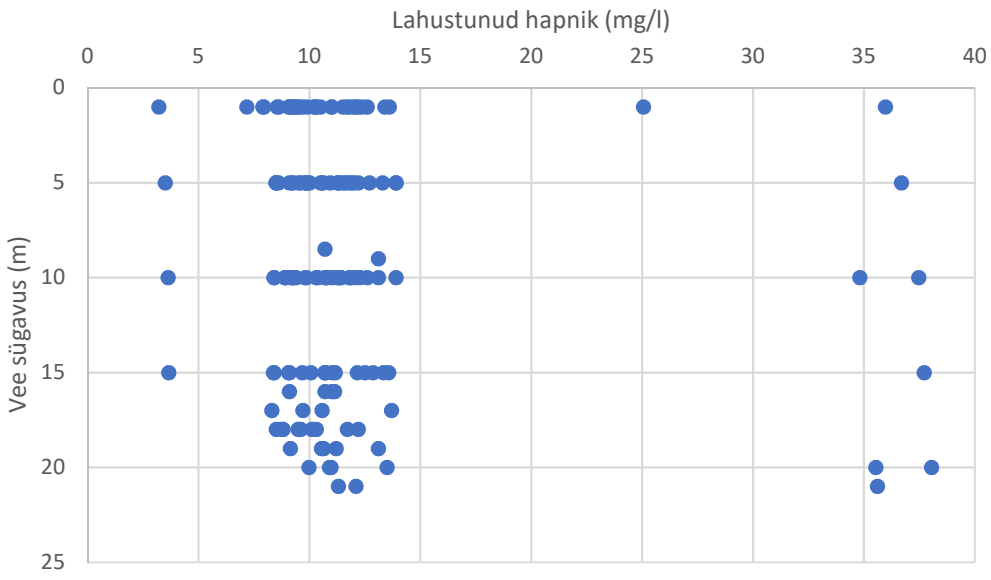
- Keskkonnaseire infosüsteemide andmebaas (KESE) *https://kese.envir.ee/kese/welcome.action*

Tulemused ja analüüs

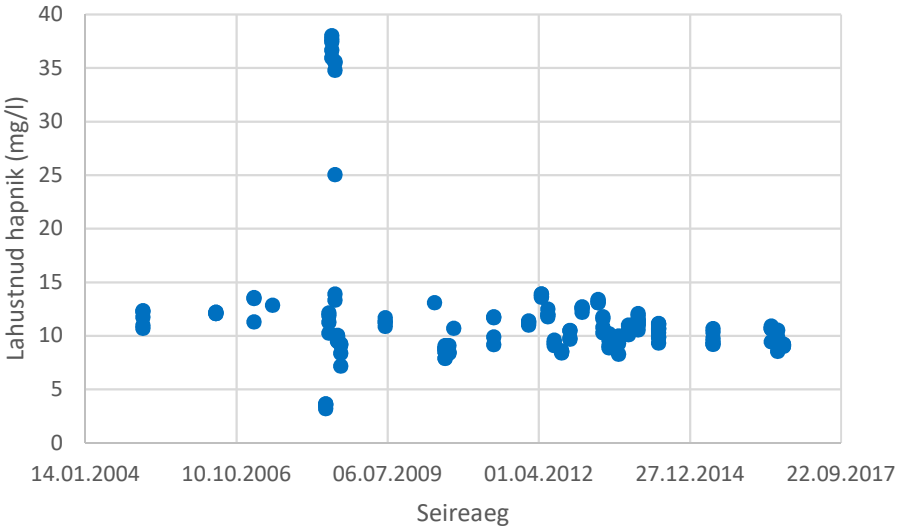
Lahustunud hapniku sisalduse muutumine

Planeeritud PHAJ jaamale lähimas kohas on merevee füüsikalis-keemilisi näitajaid määratud Paldiski lahe seirejaamades. Keskkonnaseire infosüsteemide andmebaasi (KESE) andmed Paldiski lahe merevee lahustunud hapniku sisalduse kohta näitavad veemassi suhteliselt ühtlast lahustunud hapniku sisaldust ning selgeid muutusi sügavuses suhtes ei esine (Joonis 2). Ajavahemikul 2004 kuni 2016 on üldiselt hapniku sisaldused olnud ajas suhteliselt ühtlased olles keskmisel ca 10-11 mg/l. Kuigi suuri sesoonseid kõikumisi antud andmetest ei selgu, eristub siiski väga selgelt aasta 2008, mil on mõõdetud antud piirkonna kõige madalamad lahustunud hapniku sisaldused (3,2-3,7 mg/l) kui ka kõige suuremad sisaldused (maksimaalselt 38 mg/l) (Joonis 3). Viimasel kättesaadaval seireperioodil (2016) on antud piirkonnas lahustunud hapniku sisaldused varieerunud 8,5 kuni 10,9 mg/l vahel (Joonis 3). Nii lahustunud hapniku andmed Paldiski lahest, kui ka Osaühing Corson'i läbiviivud analüüs „Paldiski pump-hüdroakumulatsioonijaama veevõtu ja väljalasu hüdrodünaamiliste analüüs" viitavad, et Paldiski lahes on vesi hästi segunenud, veesammas on ühtlaselt ventileeritud ning lahustunud hapniku kihistumist ei ole võimalik täheldada. Suuroja et al 2017 ja Suuroja et al 2019 uuringutest selgus, et Paldiski lahe merepõhjas levivad valdavalt möllsavid (peliitne-aleuriitne muda) ja orgaanilise aine sisaldus merepõhja proovides on madal (ca 6%).

Aasta 2016 lahustunud hapniku väärtusi saab kasutada kui potentsiaalseid keskmisi väärtusi antud piirkonnas, kuid arvestada tuleb ka võimalike minimalsete väärtustega sarnaselt aastale 2008 (3,2 mg/l).



Joonis 2. Lahustunud hapnik (mg/l) Paldiski lahe seirejaamades erinevatel vee sügavustel.



Joonis 3. Lahustunud hapniku (mg/l) sisaldused Paldiski lahe seirejaamades erinevatel seireaegadel.

Looduslikes vetes on lahustunud hapniku allikad atmosfäär ja taimede fotosüntees. Hapnik lahustub vette otsese difusiooni ja pindmise vee segamise teel. Taimede fotosüntees varustab vett märkimisväärselt hapnikuga, kuid see piirdub tsoonidega, kuhu on võimalik valgusel tungida, mis arusaadavatel põhjustel ei ole antud projekti puhul oluline. Hapniku lahustuvus vees on väike ja difusiooniprotsesside kõrval on peamiseks loodusliku vee hapnikuga rikastamise protsessiks vee segamine. Lahustunud hapniku sisaldust vähendavaks protsessiks on peamiselt mikrobiaalselt vahendatud orgaanilise aine oksüdatsioon, seda nii vee sambas kui ka settes. Peamiselt just settes toimub märkimisväärne hapniku tarbimine.

Tehnilise kirjelduse (FICHTNER 2020) punkt 4.2.12 järgi on määratud 10 maa-aluse reservuaari, maksimaalse veekogusega 4168800 m^3 juures ja lisaks arvestades energiaturu turumajanduslikke kaalutlusi, turbiinide töö tsükli pikkuseks 8 tundi (FICHTNER 2019, punkt 5.3.3). See vastab nominaalsele voolukiirusele u. 96,5 m^3/s turbiini töötamisel ja umbes 73,8 m^3/s pumba töö ajal (8 tunnise turbiini töötamise ajal liikunud vesi nõuab tühjaks pumpamiseks 10,5 tundi pumba tööd). Seega seisab vesi reservuaarides 5,5 tundi, mis on orgaanilise aine oksüdeerimise seisukohalt äärmiselt lühike aeg. Hindamaks mis mahus orgaanilist ainet selle aja jooksul jõuab oksüdeerida on võimalik mõõta läbi kaudsete näitajate nagu näiteks bioloogiline hapnikutarve (BHT). Bioloogiline hapnikutarve on hapniku hulk, mis kulub orgaanilise aine lagundamiseks kindlal ajavahemikul (5 või 7 ööpäeva) ja kindlates tingimustes (20° C juures), ning mõõtühikuks mgO_2/l. Kahjuks puuduvad hetkel avalikult kättesaadava andmed Läänemere BHT väärtuste kohta, ning on soovituslik see parameeter lisada PHAJ monitooringu programmi, et täpsemalt hinnata lahustunud hapniku sisalduste muutust reservuaarides läbi orgaanilise aine oksüdeerumise. Bioloogilist hapnikutarvet (BHT) on soovituslik monitoorida eelkõige reservuaarides olevast veest ja Paldiski lahe veest, et tagada kontroll orgaanilise aine muutuse üle reservuaarides võrreldуna algse merevee väärtusega. Kuna vett kogutakse 10 erinevasse reservuaari, kus võivad esineda erinevad orgaanika akumuleerumise tingimused, tuleb BHT määrata igast reservuaaris eraldi. Et tagada kontroll lahustunud hapniku sisalduste üle on soovituslik BHT määrata sagedusega vähemalt 1 kord kuus ja tagada mõõdetava veeproovi esinduslikkus iseloomustamaks kogu reservuaarides olevat vett.

Märkusena tuleb lisada, et orgaanilise aine oksüdeerimiseks vajalike mikrobiaalsete konsortsiumite välja kujunemine võtab aega. Kuid kui need konsortsiumid on juba välja kujunenud, siis võib süsteemis areneda väga efektiivsed orgaanilise ainese lagundamise protsessid, mis võivad oluliselt mõjutada lahustunud hapniku sisaldusi kui ka anaeroobse lagunemise tagajärjel tekkivate laguproduktide sisaldusi. Näiteks looduslikes

merepõhja situatsioonides tarbitakse kogu vaba hapnik ära reeglina juba sette esimeste sentimeetrite jooksul, ning sügavamal kui 5-10 cm on merepõhjas juba reeglina anaeroobsed tingimused. Seega võib eeldada, et hästi välja arenenud mikroobi koosluste korral võib juba ca 10 cm paksuses muda kihis välja kujuneda anaeroobsed tingimused.

Kuigi andmeid Läänemere BHT väärtuste kohta puuduvad on siiski KESE andmebaasi andmetel Eesti Geoloogiakeskus määranud 2015 aastal Paldiski lahes merevee pinnakihi (0,0-0,1 m) keemiliseks hapnikutarbeks 10,6 mgO_2/l. Keemiline hapnikutarve (KHT) väljendab mitu mg O_2 kulub 1 liitri veeproovi orgaanilise (vähesel määral ka anorgaanilise aine) täielikuks oksüdeerimiseks. Silmas tuleb siiski pidada, et KHT määramiseks kasutatakse tugevat oksüdeerijat, antud juhul permanganaate, millega saavutatakse kiire oksüdeerumise protsess (katse vältab ca 60 min). Keemilise hapnikutarbe väärtused on reeglina suuremad kui bioloogilise hapnikutarbe väärtused. Arvestades, et Paldiski lahes on tavapäraselt lahustunud hapniku sisaldused vahemikus ca 8,5 kuni 10,9 mg/l, viitab KHT väärtus 10,6 mgO_2/l, et ainult vees lahustunud hapnikust ei piisa või piisab napilt kogu vees oleva orgaanilise aine täielikuks oksüdeerimiseks pumpla reservuaarides. Paldiski lahes mõõdetud minimaalsete lahustunud hapniku sisalduste (3,2 mg/l) korral, vastavalt mõõdetud KHT väärtusele, on orgaanilise aine täielikuks oksüdeerimiseks vajalik hapniku hulk üle 3 korra suurem. Seega, kui võtta arvesse ainult määratud KHT väärtus, ei piisa vees lahustunud hapnikust orgaanilise aine täielikuks oksüdeerimiseks. Siiski vajab orgaanilise aine täielik oksüdeerumine looduslikes tingimustes aega, mis sõltub muuhulgas oluliselt ka orgaanilise aine molekulaarmassist ja struktuurist. Selle hindamiseks on sobilikum kasutada eespool mainitud bioloogilise hapnikutarbe meetodit (BHT).

OÜ Corson'i uuringust (Liiv, T. 2020) selgub, et heljumi keskmised sisaldused Paldiski lahes võivad jääda suurus järku 10 mg/l, kui palju sellest heljumist võiks potentsiaalselt antud pumpamise režiimi juures reservuaarides välja settida ei ole teada. Settimine reservuaarides sõltub hõljumi terasuuruse jaotusest, kus väiksema diameetriga osakesed (nt. savi 0-2 µm) settivad oluliselt aeglasemalt kui suurema diameetriga osakesed (nt liiv 63-2000 µm). Täpsemaid Paldiski lahe heljumi kontsentratsiooni, koostise ja terasuuruse andmeid ei ole antud hetkel võimalik leida.

Vastavalt tehnilisele kirjeldusele on pumpla maa-alused reservuaaridel juurdepääs atmosfäärile läbi sundventileeritud ventilatsiooni šahtide, mis tähendab, et reservuaarides on vesi õhurõhu juures. Kuigi 750 m allpool merepinda õhurõhk suureneb 1 atm (760 mmHg) merepinnal kuni ca 1,1 atm-ni (836 mmHg) 750 m juures, on sellise rõhu kasvu juures gaaside lahustumise suurenemine madal, jäädes ca 10 % juurde. Näiteks Paldiski lahe pikaajalise aastaringse keskmise vee temperatuuri juures 11°C sisaldaks 100% õhuga küllastunud merevesi soolsusega 6 ppt merepinnal 10,62 mg/l lahustunud hapnikku, kuid rõhu kasvades 1,1 atm-ni suureneks 100% õhuga küllastuse juures lahustunud hapniku sisaldus 11,69 mg/l-ni. Samuti aitab vee liikumisel reservuaari sisse ja välja tekkiv turbulents kaasa atmosfäärse hapniku lahustumisele. Vee pidev kontakt õhuhapnikuga tagab ka hapniku difusiooni protsesside toimumist maa-alustes merevee reservuaarides.

Lahustunud hapniku sisaldust võib vähendada ka kineetilisest energiast tulenev merevee temperatuuri tõus vee sissevõtu faasis. Temperatuuril on suur mõju lahustunud gaaside sisaldusele, ning seda saab väljendada läbi Le Chatelier' printsiibi, mille järgi keemiline tasakaal nihkub temperatuuri tõustes vastassuunaliselt selle teguri muutusele. Näiteks meretasemel (1 atm) ja 4°C sisaldaks 100% õhuga küllastunud 6 ppt soolsusega merevesi 12,59 mg/l lahustunud hapnikku. Kuid kui temperatuur tõstetaks toatemperatuurini, 21°C, oleks 100% õhuga küllastuse juures ainult 8,61 mg/L lahustunud hapniku. Vee erisoojusmahtuvus on 4179,6 $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$, ehk see on soojushulk mis kulub 1 kg vee temperatuuri tõstmiseks 1 kraadi võrra. Vee langemisel 750 m kõrguselt suureneks temperatuur vastavalt 9,81 $m/s^2 \cdot$(750 m / 4179,6) = 1,76 K. Kuna Kelvini temperatuuriskaala kraad on väärtuselt võrdne Celsiuse skaala kraadiga (1 K = 1 °C), siis vee temperatuur suureneks langemisel 750 m kõrguselt 1,76 °C kraadi võrra. Seega kineetilisest energiast tingitud temperatuuri tõus ei ole märkimisväärne

ning praktilist mõju gaaside lahustumisele ei oma. Reservuaarides seistes püüab vesi saavutada tasakaalu ümbriskivimi temperatuuriga, mis Pakri poolsaarel 750 m sügavusel (arvestades Eesti keskmist geotermaalset gradienti 20°C/km) on ca 15 °C kraadi. Kuid veel on suur soojusmahtuvus, ning temperatuuride võrdsustumine reservuaarides ümbris kivimiga teadaoleva töötsükli pikkuse juures võtaks väga palju aega, mida antud pumpamise režiimi juures ei ole ettenähtud. Vee ülespumpamisel võib vesi soojeneda pumba enda poolt tehtava töö ja sealt lähtuva energia poolt, kui mille võimalik mõju vee temperatuurile jääb eeldatavasti samasse suurusjärku vee kineetilisest energiast tingitud temperatuuri muutusega.

Soovituslik on vee sissevõtu faasis tagada võimalikult väike merepõhja mudade, makroskoopilise orgaanilise aine (vetikad jms) kui ka heljumi sissepääs pumpla süsteemidesse. Lisaks tuleb vältida vee ja seal hulgas reservuaari transporditud orgaanilise heljumi seisma jäämist ja akumuleerumist reservuaarides, sest pikemajalisel seismisel ja piisava orgaanilise muda olemasolu korral võivad mudas hakata pihta orgaanilise aine anaeroobse käärimise protsessid mille tulemusena hakkavad tekkima metaan ja vesiniksulfiid. Kui metaani näol on tegemist väga tugeva kasvuhoone gaasiga, siis vesiniksulfiid (H_2S) on mädamuna lõhnaga värvuseta ja väga mürgine gaas, mille sisaldusi õhus alates 5-10 ppm loetakse juba inimesele ohtlikuks.

Soovitatav on pumpla käivitamisel ja opereerimisel regulaarselt monitoorida merevee keemilisi näitajaid (eelkõige lahustunud hapniku sisaldust) sisse- ja väljalaske faasis, et tagada kontroll võimalik vee keemiliste omaduste muutuste üle. Vajadusel rakendada meetmeid lahustunud hapniku sisalduste suurendamiseks pumpla süsteemides ja reservuaarides (nt lisa aereerimine, segamine vms). Lahustunud hapniku sisaldust merevees alla 2 mg/l loetakse hapnikuvaeseks keskkonnaks ja see on kahjulik mere keskkonnaseisundile. Tagasi merre pumbatava vee lahustunud hapniku sisaldus peab olema samaväärne Paldiski lahes oleva veega, kuid igal juhul kõrgem kui 2 mg/l.

Organoleptiliste näitajate muutused

Organoleptilised näitajad ehk meeltajutavad omadused on aine omadused, mis on tajutavad inimese meeleelunditega. Näiteks vee puhul on need omadused värvus, maitse ja lõhn. Kui orgaanilise aine täielikul oksüdeerumisel piisava lahustunud hapniku olemasolukorral tekivad jääkproduktidena H_2O ja CO_2 (valem 1) (Canfield et al. 1993), siis anaeroobses ehk lahustunud hapniku vabas keskkonnas kasutatakse orgaanilise aine oksüdeerimiseks vees lahustunud anioone, merevees on peamiseks kasutatavaks aniooniks SO_4^{2-} (valem 2) (Canfield et al. 1993). Sulfaadi redutseerimisel tekib ohtlik mädamunalõhnaga gaas vesiniksulfiid (H_2S), sette sügavamates osades, peale sulfaat iooni täieliku ammendumist, algab metaani produktsioon (valem 3) (Canfield et al. 1993). Metaani puhul on tegemist küll värvitu ja lõhnatu, kuid väga tugeva kasvuhoonegaasiga. Vesiniksulfiidi puhul on tegemist väga mürgise gaasiga, mis kehasse sattudes kahjustab eelkõige närvisüsteemi. Vesiniksulfiidi sisaldusi õhus alates juba 5-10 ppm loetakse inimesele ohtlikuks. Antud gaaside lahustuvus vees on madal.

Hapnikuline oksüdeerumine:

$[CH_2O] + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ (Valem 1)

Sulfaadi redutseerimine:

$2[CH_2O] + SO_4^{2-} \rightarrow H_2S + 2HCO_3^-$ (Valem 2)

Metaani produktsioon:

$4H_2 + HCO_3^- + H^+ \rightarrow CH_4 + 3H_2O$ (Valem 3)

Kui reservuaarides on välditud seisva vee teke ehk ei toimu orgaanilise aine akumuleerumist ning seega on välditud anaeroobse keskkonna teke, on organoleptilised näitajad defineeritud sisse võetava merevee enda omaduste poolt.

Merevee keemilise koostise muutused

Vee keemilise koostise muutus võib potentsiaalselt tuleneda vee kokkupuutel ümbriskivimitega maa-alustes reservuaarides. Antud juhul on reservuaarid rajatud Eesti aluskorra kristalliinsetesse kivimitesse, mille kivimiline koostis antud piirkonnas koosneb valdavalt biotiit-plagioklass gneisist ja vähesel määral ka pegmatiidist, amfiboliidist ning kvarts-plagioklassist. Antud kivimi tüübid koosnevad mineraalidest mis on väga vastupidavad ning looduslikes tingimustes on nende lahustuvus madal. Seda tõestas ka antud kivimitega läbiviidud leostus uuringud (Liira 2020), kus üldine leostuvus oli kõikide proovide puhul madal jäädes alla 1 g/L. Leostuvus oli suurim pegmatiidi kivimilise koostisega proovil. Lähtudes OÜ Steigeri poolt koostatud geoloogilisest uuringust, jääb suurimat leostus potentsiaali omavate pegmatiitsete soonte osakaal reservuaaride ümbriskivimites alla 5% kogu kivimilisest koostisest (95% ulatuses koosneb biotiit-plagioklass gneisist).

Seejuures tuleb arvestada, et leostus katses kasutati vedelik/tahkis suhet 2 ja destilleeritud vett, mis tagab suurima võimaliku leostuvuse. Reaalne leostumine mereveega on väiksem, sest merevee suurem ioontugevus (juba vees lahustunud elemendid) pärsivad leostuvust ning lahuse küllastatus saavutataks kiiremini. Vee keemilise koostise muutused on marginaalsed ning suurt mõju ei oma.

Kokkuvõte

- Paldiski lahe merevesi on hästi segunenud, veesammas on ühtlaselt ventileeritud ning lahustunud hapniku kihistumist ei ole võimalik täheldada. Reeglina jäävad hapniku sisaldused 8-13 mg/l vahel, kuigi 2008 aastal mõõdeti anomaalselt madal hapniku sisaldus (3,2 mg/l).
- Kui pumpla reservuaarides ei toimu orgaanilise aine akumuleerumist, ei ole põhjust eeldada lahustunud hapniku sisalduste märkimisväärset vähenemist vee liikumisel reservuaari ja tagasi Läänemerre, sest reservuaarides on vesi kokkupuutes õhuga ning võimalikku lahustunud hapniku taseme langust aitab kompenseerida vee turbulents ja õhuhapniku difusioon. Samuti on aeg mil vesi reservuaarides seisab lühike (5,5 tundi), mis arvatavasti ei ole piisav kogu lahustunud hapniku tarbimiseks orgaanilise aine oksüdatsioonil. Kui toimub orgaanilise aine akumulatsioon reservuaarides, võib see viia lahustunud hapniku sisalduse langusele ning ka anaeroobse orgaanika lagunemiseni, mille tagajärjel võivad hakata eralduma kasvuhoonegaas metaan ning inimesele ohtlik vesiniksulfiid gaas.
- Merevee kineetilisest energiast tingitud temperatuuri tõus ei ole märkimisväärne (1,76 °C kg^{-1}) ning praktilist mõju hapniku lahustumisele ei oma.
- Lahustunud hapniku stabiilse sisalduse korral ei ole oodata vee organoleptilistes näitajas suuri muutusi, ning organoleptilised näitajad on defineeritud sisse võetava merevee enda omaduste poolt.
- Vastavalt varsemalt teostatud reservuaari ümbriskivimite leostuskatsetele on merevee kontaktil nende kivimitega oodata väikest mõju merevee keemilisele koostisele. Leostuskatsed reservuaari kristalliinsete ümbriskivimitega näitasid, et kivimi proovide keemiline koostis muutus leostuskatse käigus vähe ning üldine leostuvus oli kõikide proovide puhul madal jäädes alla 1 g/L. Leostuvus oli suurim pegmatiidi kivimilise koostisega proovil. Ümbriskivimi mõju merevee keemilise koostise potentsiaalsele muutumisele kokkupuutel reservuaaris on madal.

Kasutatud kirjandus

Canfield, D.E., 1993. Organic matter oxidation in marine sediments.- In: Wollast, R., Chou, L., Mackenzie, F. (eds.) Interactions of C, N, P, and S in biogeochemical cycles. NATO ASI Series, pp. 333-363, Springer Verlag.