# PÕLEVKIVIÕLI TOOTMISE PARIMA VÕIMALIKU TEHNIKA (PVT) ARENGU ANALÜÜS NING ETTEPANEKUD PVT AJAKOHASTAMISEKS

Lõpparuanne

Riigihange nr 234679, leping 4-1/21/105

Tellija:

Keskkonnaministeerium

Täitjad:

Tallinna Tehnikaülikool, Energiatehnoloogia instituut, konsortsiumi juht

Nomine Consult OÜ

Hendrikson & Ko OÜ

2022

Tallinn

**Põlevkiviõli tootmise PVT-järelduste ajakohastamiseks vajaliku uuringu läbiviimise meeskond ja täitjad:**

**Juhtekspert (kuni 31.08.2022):**

Andres Siirde, vanemteadur, Tallinna Tehnikaülikool, Energiatehnoloogia instituut

**Valdkondlikud eksperdid:**

Alar Konist, professor, Tallinna Tehnikaülikool, Energiatehnoloogia instituut

Eduard Latõšov, dotsent, Tallinna Tehnikaülikool, Energiatehnoloogia instituut

Katrin Keis, konsultant, juhatuse liige, Nomine Consult OÜ

Raido Nei, konsultant, Nomine Consult OÜ

Hedi Schvede, konsultant, Nomine Consult OÜ

Juhan Ruut, tööstuse ja kemikaaliohutuse suunajuht, juhtiv ekspert, Hendrikson & Ko

## Sisukord

Uuringu kokkuvõte ..... 7
Summary ..... 11
1. Eessõna ..... 15
2. Uuringu läbiviimise metoodika ..... 16
3. Kasutatud lühendid ja mõisted ..... 18
3.1 Kasutatud lühendid ..... 18
3.2 Kasutatud mõisted ..... 20
4. Reguleerimisala ..... 24
5. Olemasolevas PVT-viitedokumendis kajastatud kujunemisjärgus tehnikate rakendamine ..... 29
6. Üldteave põlevkiviõli tootmisest Eestis ..... 30
6.1 Eesti põlevkivi kasutamise lühikronoloogia põlevkiviõli tootmiseks ..... 30
6.2 Põlevkivi varud ja kvaliteet ..... 30
7. Põlevkiviõli tootjad Eestis ..... 32
7.1 Enefit Power AS ..... 32
7.2 VKG Oil AS ..... 32
7.3 KKT Oil OÜ ..... 33
8. Tootmismahud ja tööhõive ..... 34
9. Põlevkiviõli ja teised utmisprotsessi väljundid ..... 35
9.1 Põlevkiviõli ..... 35
9.2 Põlevkiviõli tootmise muud võimalikud väljundid ..... 35
10. Põlevkiviõlitööstuse peamised keskkonnaküsimused ..... 37
10.1 Õhuheited ..... 37
10.2 Tahked ja vedelad jäätmed ..... 38
10.3 Müra ja lõhn ..... 39
10.3.1 Teostatud uuringute tulemused 2016-2020 ..... 40
10.4 Põlevkivitööstusest tulenevate veekeskkonnale ohtlike ainete uuritus ..... 42
10.4.1 Õiguslik taust ..... 42
10.4.2 Põlevkivitööstusest tulenevate veekeskkonnale ohtlike ainete uuringud ..... 43
10.5 Mõjud tervisele ..... 45
11. Põlevkiviõli tootmiseks kasutatav tehnika ..... 49
11.1 Põlevkiviõli tootmise meetodid ja tehnoloogiad maailmas ..... 49
11.2 Põlevkiviõli tootmise meetodid ja tehnoloogiad Eestis ..... 50

11.2.1 Gaasilise soojuskandja meetod, Kiviter tehnoloogiad ..... 52
11.2.2 Tahke soojuskandja meetod ja meetodil põhinevad tehnoloogiad ..... 56
11.3 Põlevkiviõli tootmistehnoloogiate tehnoloogilised näitajaid ..... 61
12. Põlevkiviõli tootmise saaste eriheited ja jäätmetekke tase, erikulude tase ..... 63
12.1 Sissejuhatus ..... 63
12.2 Ressursikasutus ja saasteainete teke gaasilise soojuskandja meetodil ..... 64
12.2.1 Gaasilise soojuskandja meetodi sisendid ..... 64
12.2.2 Gaasilise soojuskandja meetodi väljundid ..... 64
12.2.3 Gaasilise soojuskandja meetodi õhuheited ..... 66
12.2.4 Gaasilise soojuskandja tahked jäätmed ja ainevood ..... 67
12.3 Ressursikasutus ja saasteainete teke tahke soojuskandjaga meetodil ..... 68
12.3.1 Tahke soojuskandja meetodi (TSK) sisendid ..... 68
12.3.2 TSK meetodi väljundid ..... 68
12.3.3 TSK meetodi õhuheited ..... 69
12.4 Müra ..... 71
12.5 Lõhn ..... 71
12.6 Tooraine ja toodangu ladustamisest tingitud heidete vähendamise tehnikate analüüsimine ja hindamine ..... 74
12.7 Veekasutuse mõju pinna-ja põhjaveele ning veekaitse meetmete toimivus ja piisavus ..... 75
12.7.1 VKG Oil AS ..... 75
12.7.2 KKT Oil OÜ ..... 81
12.7.3 Enefit Power AS ..... 86
12.8 Põlevkiviõlitootmise ettevõtete tegelikud äkkheidete kestvuse ja emisioonide võrdlus ning analüüs võrdlevalt keskonnakomplekslubadega lubatud väärtustega ..... 95
13. Ressursitõhususe meetmed ..... 103
13.1 Sissejuhatus ..... 103
13.2 Enefit Power AS ..... 103
13.3 VKG Oil AS ..... 104
13.4 KKT Oil OÜ ..... 108
14. Välisõhu saasteainete ja kasvuhoonegaaside heidete vähendamise tehnikad ..... 109
14.1 Peamiste saasteainete vähendamise tehnikad ..... 109
14.2 Peamiste saasteainete vähendamise tehnikad ..... 109
14.2.1 CO vähendamise tehnikad ..... 109
14.2.2 $SO_x$ vähendamise tehnikad ..... 110
14.2.3 $NO_x$ vähendamise tehnikad ..... 110

14.2.4 Tahkete osakeste vähendamise tehnikad ..... 110
14.2 Lõhnahäiringute ja madala lõhnalävega saasteainete vähendamise tehnikad ..... 111
14.3 $CO_2$ heitkoguste vähendamise tehnikad ..... 112
14.3.1 Sissejuhatus ..... 112
14.3.2 Võimalused $CO_2$ püüdmiseks ..... 112
14.3.3 $CO_2$ püüdmise rakendamine põlevkiviõlitööstuses ..... 113
15. Uttegaaside väärindamise ja mitteenergeetilise kasutamise võimalused ..... 118
15.1 Ülevaade põlevkivi töötlemisel saadavatest gaasidest sõltuvalt põlevkivi töötlemise tehnoloogiatest, gaaside terminoloogilistest nimetustest ..... 118
15.2 Uttegaasi väärindamise ja töötlemise võimalikud lahendused ..... 120
15.2.1 Membraanide kasutamine ..... 120
15.2.2 Uttegaaside puhastamine väävlikomponentidest (ingl k *sweetening*) ..... 121
15.2.3 Hapniku eemaldamine ..... 122
15.2.4 Absorptsioon ..... 123
15.2.5 Clausi protsess ..... 124
15.2.6 Komprimeerimine, CNG ja LNG tootmine ..... 124
15.2.7 Destillatsioon ..... 125
15.3 Hinnangud tehnoloogiliste skeemide kohta uttegaaside mitteenergeetiliseks väärindamiseks ..... 126
16. Jäätmetekke vähendamise ja jäätmekäitluse tehnikad ..... 128
16.1 Üldised põhimõtted ..... 128
16.2 Jäätmetekke vähendamine keskkonnakomplekslubades ..... 129
16.3 Jäätmete teke käitise põhiselt ..... 130
16.4 Tuhkade kasutus mujal maailmas ..... 131
16.5 Võimalikud viisid jäätmete vähendamiseks ja taaskasutuseks ..... 133
16.6 Jäätmetekked tehnoloogiapõhiselt ..... 134
17. Põlevkiviõli tootmisel tekkiva fenoolvee töötluse tehnikad ja nende toimivus ..... 136
17.1 Sissejuhatus ..... 136
17.2 Fenoolvee käitlemine reoveena ..... 137
17.2.1 VKG Oil AS-s tekkivate reovete puhastamine ..... 137
17.2.2 VKG Oil AS fenoolse reovee eelpuhastus ..... 138
17.2.3 Eeltöödeldud reovete biopuhastus OÜ-s Järve Biopuhastus ..... 141
17.2.4 Reovee puhastamise tehnikate analüüs ..... 143
17.2.5 Soovitused ..... 145
17.3 Fenoolvee suunamine põletusseadmetele ..... 145

17.3.1 Olemasolev olukord ..... 145
17.3.2 Fenoolvee põletamine Auvere energiakompleksi elektrijaamades ..... 146
17.3.3 Fenoolvee tagasisuunamine õliseadme koosseisus olevale põletusseadmele..... 147
17.4 Fenoolvee käitluslahenduste võrdlev analüüs PVT määratlemise kriteeriumitest lähtuvalt ..... 148
17.5 Järeldused ja soovitused ..... 153
18. Kasutusel olevate tehnoloogiate jätkusuutlikkus ning vastavuse hindamine lähtudes kliimapoliitikast ning tööstusheitele kavandatavate keskkonnanõuete muudatustest ..... 154
19. Kujunemisjärgus olev tehnika ..... 158
20. Ettepanekud PVT-järelduste ajakohastamiseks ..... 160
Kasutatud kirjandus ..... 182
Lisa 1. Mineraalõli ja gaasi rafineerimise PVT-järelduste (REF BATC) kohaldamine põlevkiviõli tootmisele ..... 188

# Uuringu kokkuvõte

Keskkonnaministeeriumi tellimusel on koostatud uuring "Põlevkiviõli tootmise parima võimaliku tehnika (PVT) arengu analüüs ning ettepanekud PVT ajakohastamiseks". Uuringu eesmärgiks oli tuvastada põlevkiviõli tootmise PVT areng ning üle vaadata seni Eestis kehtestatud PVT-järeldused. Uuringu käigus analüüsiti seniseid tehnikaid ja nende rakendamisega saavutatud tulemusi ning sellest lähtuvalt hinnati kas tehnikad vajavad ajakohastamist. Uuring lähtus põlevkiviõli tootmise parima võimaliku tehnika käsitlemisel tegevustest ja protsessidest, mis on otseselt seotud põlevkiviõli tootmisega ja mis toimuvad põlevkiviõli tootmise käitise piirides.

Eestis on kolm põlevkiviõli tootjat: Enefit Power AS, VKG OIL AS, KKT Oil OÜ. Ettevõtetes on kasutusel erinevad tehnoloogiad, mis erinevad nii tehniliste lahenduste kui ka tootmisvõimsuste poolest. Kõik tehnoloogiad aga põhinevad kahel meetodil - gaasilise soojuskandja (GSKm) ja tahke soojuskandja meetod (TSKm).

Põlevkiviõli tootmine omab olulist mõju keskkonnale. Põlevkivi termilisel töötlemisel võivad erinevad saasteained sattuda välisõhku, vette ja pinnasesse. Protsessis tekkivad heited ning nende kogused sõltuvad põlevkivi utmise meetodist: kas GSKm või TSKm. Samuti sõltub keskkonnaprobleemide ulatus põlevkiviõli tootmisega kaasnevate ainevoogude kasutamise võimalustest ja määrast.

Karmistuvate keskkonnanõuete, tehnoloogia arengu, ettevõtete pideva töö ning investeeringute tulemusena on ka põlevkiviõli tootmisest tulenevad heited aastatega vähenenud ning vähenevad jätkuvalt.

Uuringu tulemusena:

1) Uuendati ja täiendati ajakohaste andmetega üldteavet Eestis põlevkiviõli tootmise kohta. Uuendati kasutatud mõisteid, ajakohastati infot Eesti kolme põlevkiviõli tootmisettevõtte (VKG Oil AS, KKT Oil OÜ ja Enefit Power AS) kohta.
2) Analüüsiti põlevkiviõli tootmisele otsekohalduvaid või tehnilise sobivuse korral analoogia alusel kohaldatavaid Euroopa Liidus (EL) kehtestatud PVT-viitedokumentide ja PVT-järelduste muudatusi. Töötati läbi teised asjakohased EL-is kehtestatud PVT-viitedokumendid ja PVT-järeldused. Kirjeldati põlevkiviõli tootmisele otsekohalduvaid PVT-viitedokumente ja -järeldusi ning toodi välja omavahelised seosed teiste EL PVT-viitedokumentide ja -järeldustega. Näiteks toorme ja toodangu ladustamine (EFS BREF), uttegaaside kasutamine energia tootmiseks (Eesti põlevkivi energeetilise kasutamise PVT-viitedokument), tootmisprotsessides muude jääkgaaside ja reovee puhastamine (CWW BREF) jms.
3) Anti ülevaade peamistest põlevkiviõlitööstuse keskkonnaküsimustest (sh õhuheited, jäätmed, müra, lõhn, vesi, tervisemõjud). Käitised investeerivad aktiivselt keskkonnamõju vähendamiseks erinevatesse keskkonna, energia- ja ressursisäästu projektidesse. Samuti pööratakse aina enam tähelepanu keskkonnanäitajate monitooringu, andmetöötluse automatiseerimise ning seirenäitajatele kiire reageerimise teemadele. Aastast 2020 ei ole põlevkivituhk enam liigitatud ohtlike jäätmete hulka. Lõhnaprobleemide leevendamiseks on ettevõtted rakendanud erinevaid

protsessijuhtimise meetmeid, mida on ka aruandes kajastatud. Aruandes anti ka põhjalik ülevaade põlevkivitööstusest tulenevate veekeskkonnale ohtlike ainete uuringutest. Samuti tehti ülevaade erinevatest tervisemõju uuringutest ning järeldati, et erinevate saasteainete mõju tervisele on keeruline konkreetselt põlevkivisektori ettevõtetega seostada. Õhukvaliteedi jälgimiseks on tagatud riiklik pidevseire ning lisaks viiakse läbi pistelisi mõõtmisi. Seirejaamades registreeritakse küll kõikide saasteallikate poolt välisõhku heidetud saasteainete sisaldused, ent seirejaamas registreeritud ained ja nende kogused ei näita erinevate piirkondade erinevate inimeste reaalset kokkupuudet ehk ekspositsiooni. Selleks tuleb mõõta nende ainete sisaldust inimeste organismis. Oluline on biomonitooringu kui sellise rakendamine Eestis ja Ida-Virumaal, millega täpsustada saasteainete jõudmine elanike organismi.

4) Kirjeldati ja analüüsiti põlevkiviõli tootmiseks kasutatavaid tehnikaid (GSK, TSK) ja nende tehnoloogilisi näitajaid. Tuvastati, et olulisi tehnoloogilisi arendusi käesoleval ajal ei toimu. Muutused seonduvad peamiselt viimastel aastatel aset leidnud olemasolevate tehnoloogiliste lahenduste ellurakendamisega. Võrreldes praegu kehtivate PVT-järeldustega on vahepeal käiku antud Enefit280 ja Petroter II ja III seadmed, mille andmeid on samuti uuringus käsitletud.
5) Esitati teave põlevkiviõli tootmise saaste eriheidete ja jäätmetekke tasemete kohta. Kirjeldati ja analüüsiti andmeid Eesti põlevkiviõli tööstuses esinevate heidete ja ressursikulu tasemete tootmise meetodite ja tehnoloogiate põhiselt. Samuti toodi välja toorainete ja energia kasutuse tasemed ning andmed õhu- ja veeheite ning jäätmete koguste kohta. Andmed saadi põlevkiviõli tootjatelt ja keskkonnaotsuste infosüsteemist (KOTKAS).
6) Anti ülevaade veekasutuse mõjust pinna- ja põhjaveele ning analüüsiti veekaitse meetmete toimivust ja piisavust. Uuringus leiti, et põlevkiviõli tööstuse mõju pinnaveele ja põhjaveele on väike. Tööstuse heitvesi on enamus näitajate poolest vastanud kehtestatud piirnormidele.
7) Anti ülevaade põlevkiviõli tootjate ressursitõhususe meetmetest. Käitised on kaardistanud oma energia- ja ressursivood ning viinud läbi energia- ja ressursiauditid, mille eesmärgiks on olnud uurida õlitööstuse energia- ja ressursikasutust ning leida võimalusi nende vähendamiseks. Uuringus anti ülevaade käitistes läbiviidud auditeitest ja erinevatest meetmetest ressurisitõhususe saavutamiseks.
8) Esitati teave välisõhu saasteainete ja KHG heidete vähendamise tehnikatest. Uuringus anti ülevaade CO, SOx, NOx, tahkete osakeste ning lõhnahäiringute ja madala lõhnalävega saasteainete vähendamise tehnikatest. Samuti kirjeldati $CO_2$ heitkoguste vähendamise tehnikaid, sh kirjeldati põlevkiviõli tootmiseks tehniliselt kõige sobivamate süsiniku kogumise, kasutamise ja ladustamise (edaspidi CCUS) tehnikaid.
9) Analüüsiti uttegaaside väärindamise ja mitteenergeetilise kasutamise võimalusi. Protsessist väljuvad uttegaasid leiavad käesoleval ajal 100% kasutust kütusena soojuse ja/või elektri tootmisel. Võimalus muuks kasutuseks (keemiatööstuse toorainena) on käsitletav ainult TSK-protsessist saadava kõrge küttevääruse uttegaasi puhul, mille võimalusi hetkel hinnatakse, kuid ei ole seni kujul põhjalikult uuritud. Aruandes on analüüsitud võimalike lahendusi, mis on hetkel veel teoreetilised, kuid tehnoloogiate arenedes vähemalt osaliselt võimalik realiseerida.
10) Anti ülevaade ja analüüsiti põlevkivi jäätmetekke vähendamise ja jäätmekäitluse tehnikaid. Jäätmete teke on olnud viimastel aastatel suhteliselt stabiilne ning on märgata

ka kerget vähenemise tendentsi. Tekkivatest jäätmetest poolkoks, lend- ja koldetuhk ladestatakse täies ulatuses ning tekkiv fenoolvesi taaskasutatakse. Uuringus anti ülevaade mujal maailmas tuhkade kasutusvõimalustest ning esitati informatsioon jäätmete vähendamise ja taaskasutuse võimaluste kohta.

11) Anti ülevaade põlevkiviõli tootmisel tekkivate fenoolvee töötluse tehnikatest ja analüüsiti nende toimivust. Fenoolvee kasutamise võimalus keemiatööstuse toorainete saamiseks sõltub tehnoloogiast, kus see tekkis ja kas samas käitises on kasutusel erinevad põlevkiviõli tootmise tehnoloogiad. Juhul, kui tingimused ei ole täidetud, on käitisesisesel käitlemisel tegemist destilleerimis- ja töötlemisjäägiga, käitisest väljaviimisel on tegemist jäätmega või reoveega, sõltuvalt sellest millise edasise käitlusviisi on käitaja valinud. Aruandes anti ka soovitused tulevikuks. Käesoleval ajal suunab Enefit Power AS oma õlitööstuse fenoolveed elektrijaamade tolm- ja keevkihtpõletuskateldesse. Kuna fenoolvee aurustamiseks kulutatakse energiat, siis on soovitatav kasutada teisi võimalikke reoveepuhastuse meetodeid. Eesmärgiks on reovee saasteainete sisalduse vähendamine sellise tasemeni, mis võimaldab keskkonda juhtimist või edasist puhastust koos olmereoveega (märgoksüdatsioon, kombineeritud meetodid vms).
12) Hinnati olemasolevate tehnoloogiate jätkusuutlikkust kliimapoliitika ja tööstusheitepoliitika kavandatavate muudatusete osas. Kuna käitised koostavad praegusel ajal pikaajalisi arengustrateegiaid ning viiakse läbi teadusuuringuid, siis ei ole töö teostajale veel kättesaadavad andmed võimalike keskkonnamõjude kohta. Kuna PVT-viitedokumente vaadatakse läbi ja vajadusel ajakohastatakse hiljemalt iga kaheksa aasta järel, siis täpsem analüüs olemasolevate tehnoloogiate või potentsiaalsete uute tehnoloogiate keskkonnamõju ja jätkusuutlikkuse kohta on võimalik esitada järgmises PVT uuringus. Samuti on praegusel ajal muutmisel Euroopa Komisjoni poolt tööstusheite direktiiv (THD) ning ka EL kliimaeesmärkide saavutamisega seotud õigusaktid või nende muudatused, mistõttu täpset hinnangut anda kasutusel olevate tehnoloogiate jätkusuutlikkuse ning keskkonnanõuetele vastavuse osas seoses planeeritavate muudatustega EL kliimapoliitikas ning tööstusheite keskkonnanõuetes on keeruline.
13) Esitati teave kujunemisjärgus oleva tehnika kohta. Käesoleval ajal ei ole välja töötamisel ühtegi uut tehnikat tööstuslikus mastaabis põlevkiviõli tootmiseks, mis vähendaks keskkonnamõju kas tervikuna või mõne keskkonna heite suhtes või suurendaks tehnoloogia efektiivsust, töökindlust ja keskkonnasäästlikust.
14) Esitati ettepanekud PVT järelduste ajakohastamiseks.

Eesti riik on võtnud eesmärgiks saavutada kliimaneutraalsus aastaks 2050. Üleminekuperioodil olid suured lootused maagaasil ja taastuvenergial. Seetõttu ei olnud ka ette näha olulisi muudatusi või ettepanekuid põlevkiviõli tootmise arendamiseks, sest selle jaoks puudus vajadus. Selline passiivne lähenemine on muutunud alates 24.02.2022, mil algas sõda Euroopas. See tõi ilmsiks, et üleminekuperioodil ja peale seda on vaja kasutada ka fossiilseid kütuseid, mis ei pärine Venemaalt. Kõrgetest maagaasi hindadest ja selle defitsiitsusest, tekkis kõrgendatud huvi ja nõudlus kodumaise põlevkiviõli järele, mis aitas tagada energiajulgeoleku ja alandada energia hindu tarbijatele. Sellest lähtuvalt kui seni ettepanekud jätku-uuringuteks puudusid, siis uues kontekstis tuleb kindlasti põlevkivi alastesse uuringutesse panustada nii riigi kui ka ettevõtete poolt.

Selleks, et õlitootmise efektiivsus oleks maksmaalne ja mõju keskkonnale ning tervisele oleks võimalikult minimaalne, tuleks panustada järgnevatesse uuringutesse.

Üheks keskseks teemaks peaks olema uuring, mis tegeleb $CO_2$ jalajälje uurimisega kõikide tehnoloogiate lõikes ja mis oleks sisendiks leidmaks kõige kulutõhusamaid meetmeid $CO_2$ heite vähendamiseks tehnoloogiapõhiselt. Teine suurem uurimisteema peaks olema $CO_2$ kinnipüüdmine ja selle kasutamine või ladustamine. Selle osana siis ka $CO_2$ tootestamise alased uuringud. Kolmas teema võiks olla ressursisäästu saavutamise alased uuringud tahkete jäätmete toormena taaskasutuse laiendamiseks või uute rakenduste leidmiseks. Neljandaks on orgaanilise süsiniku vedelprodukti maksimaalse transformeerimise alased uurimistööd: olemasolevate TSK ja GSK pürolüüsprotsesside arendused, keevkiht- ja kiirpürolüüsi meetoditega; põlevkivi, biomassi ja polümeersete jäätmete koospürolüüsimine. Viiendaks keskkonnaseisundi ja inimese tervise alased uuringud ning keskkonnamõju avaldumise uuringud.

Need on vaid mõned näited võimalikest uuringutest ja kindlasti oleks asjakohane lähiajal kaardistada laiemalt põlevkiviga seonduvate uuringute vajadus.

## Summary

Ministry of the Environment commissioned a study "Analysis of the development of best available techniques for shale oil production (BAT) and proposals for updating existing BAT". The aim of the study was to identify the development of BAT in shale oil production and to review the BAT conclusions established in Estonia so far. In the course of the study, the techniques and the results achieved by applying the techniques were analysed and, based on this, it was assessed whether the techniques needed to be updated. The study was based on activities and processes that are directly related to the production of shale oil and that take place within the boundaries of the shale oil production facility.

There are three shale oil producers in Estonia: Enefit Power AS, VKG OIL AS, KKT Oil OÜ. The companies use different technologies, which differ in both technical solutions and production capacities. However, all technologies are based on two methods - the gaseous heat carrier (GSKm) and the solid heat carrier method (TSKm).

The production of shale oil has a significant impact on the environment. During the thermal treatment of oil shale, various pollutants are emitted to air, water and soil. The emissions generated in the process and their quantities depend on the oil shale pyrolysis method: either GSKm or TSKm. Also, the extent of environmental problems depends on the possibilities and degree of use of the flows of substances that accompany the production of shale oil.

As a result of environmental requirements, technological progress, the investments and development by companies, emissions from shale oil production have decreased over the years and continues to decrease.

As a result of the study:

1) General information on shale oil production in Estonia was updated and supplemented with up-to-date data.The terms used were updated and information about the three shale oil production companies in Estonia (VKG Oil AS, KKT Oil OÜ and Enefit Power AS) was updated.
2) The amendments to the BAT reference documents and BAT conclusions established in the European Union (EU) that are directly applicable to shale oil production or, if technically appropriate, applied by analogy, were analyzed. BAT reference documents and conclusions directly applicable to shale oil production were described and the interrelationships with other EU BAT reference documents and conclusions were highlighted. For example, storage of raw materials and products (EFS BREF), use of pyrolysis gases for energy production (BAT reference document on the energy use of Estonian oil shale), treatment of other residual gases and wastewater in production processes (CWW BREF), etc.
3) An overview was given of the main environmental issues of the shale oil industry (including air emissions, waste, noise, odour, water, health effects). Installations actively invest in various environmental, energy and resource-saving projects to reduce environmental impact. More and more attention is also being paid to the topics of monitoring environmental indicators, automation of data processing and rapid response to monitoring indicators. As of 2020, oil shale ash has ceased to be classified as hazardous waste. To mitigate odour problems, companies have implemented various

process management measures, which have also been reflected in the report. The report also provides a comprehensive overview of the study of substances hazardous to the aquatic environment arising from the oil shale industry. Various health impact studies were studied, but it was concluded that it is difficult to relate the impact of various pollutants on health specifically to companies in the oil shale sector. Continuous monitoring of air quality is ensured by the State, and random measurements are also carried out. Although the concentrations of pollutants discharged into the ambient air by all sources are recorded in the monitoring stations, the substances registered in the monitoring station and their quantities do not show the actual exposure or exposure of different people in different areas. To do this, the content of these substances in the human body must be measured. It is important to implement biomonitoring as such in Estonia and Ida-Viru County, with which to specify the arrival of pollutants in the organisms of the inhabitants.

4) The techniques used to produce shale oil (GSK, TSK) and their technological indicators were described and analyzed. No significant technological developments are taking place at the moment. The changes in recent years have mostly been related to implementation and improvement of existing technologies. Compared to the current BAT conclusions, the following new installations have been commissioned - Enefit280 and Petroter II and III.
5) Information on specific emissions and levels of waste generation from shale oil production was provided. The data was described and analyzed on the basis of the production methodology and technologies of the emissions and resource consumption levels in the Estonian shale oil industry. Levels of use of raw materials and energy and data on air and water emissions and solid waste are also included. The data were obtained from shale oil producers and the Environmental Decision Information System (KOTKAS).
6) An overview of the impact of water use on surface water and groundwater was provided and the performance and adequacy of water cover measures were analysed. The study found that the shale oil industry has little impact on surface water and groundwater. Industrial effluent, for the most part, has complied with the applied limit values. Wastewater from shale oil industries, which requires additional treatment before being discharged into the natural environment, is treated in accordance with the requirements.
7) An overview of the resource efficiency measures of shale oil producers was given. The installations have mapped their energy and resource flows and carried out energy and resource audits, the aim of which has been to study the energy and resource use of the oil industry and find ways to reduce them. The study provides an overview of the audits carried out on installations and of the various measures taken to achieve the efficiency of the resources.
8) Information on techniques to reduce ambient air pollutants and GHG emissions was provided. The study provided an overview of techniques to reduce CO, SOx, NOx, particulate matter and odour disturbances and low odour threshold pollutants. Also, techniques to reduce CO2 emissions were described, including the consideration and evaluation of the technically most suitable carbon capture, use and storage (CCUS) techniques for shale oil production.
9) The possibilities of valorization and non-energetic use of retort gases were analyzed. Retort gases that come out of the process are currently 100% used as fuel for the production of heat and/or electricity. The possibility of using retort gas as non-fuel (raw

material for the chemical industry) can only be considered for high calorific retort gas. which has been assessed but not thoroghly investigated.The report has analysed possible solutions that are still theoretical at the moment, but can at least partially be realised as technology advances.

10) An overview and analysis of waste reduction and waste management techniques was given. Waste generation has been relatively stable with a slight decrease in recent years. Semi-coke, fly ash and bottom ash are landfilled and the phenolic water generated is recycled. The study provided an overview of the uses of ashes in other parts of the world and provided information on waste reduction and recovery options.
11) An overview of the techniques for treating phenolic wastewater arising from the production of shale oil was given and their performance was analyzed. The possibility of using phenolic water to obtain raw materials for the chemical industry depends on the technology in which it arose and whether different shale oil production technologies are used in the same plant. If the conditions are not met, internal treatment involves distillation and processing residues, waste or waste water on exit from the installation, depending on which further treatment route the operator has chosen. The report also made recommendations for the future. Enefit Power AS currently disposes the phenolic waters in the combustion boilers of its power plants. Since this solution, reduces energy production, it is recommended to use other possible methods for the treatment of phenolic waters. The aim is to reduce the pollutant content of the waste water to a level that allows the discharge to the environment or further treatment with domestic waste water (wet-oxidation, combined methods, etc.)
12) The sustainability of existing technologies in terms of proposed changes to the environmental requirements for climate and industrial emissions was assessed. As installations are currently preparing long-term development strategies and research is being carried out, data on potential environmental impacts are not yet available to the contractor. As BAT reference documents are reviewed and, if necessary, updated every eight years at the latest, a more detailed analysis of the environmental impact and sustainability of existing technologies or potential new technologies can be provided in the next BAT study. Also, the Industrial Emissions Directive is currently being amended by the European Commission, as well as legislation related to the achievement of the EU's climate objectives, or amendments thereto, making it difficult to accurately assess the sustainability and environmental compliance of the technologies in use in the context of planned changes in EU climate policy and environmental requirements for industrial emissions.
13) Information on an emerging technique was provided. At present, no new techniques for producing shale oil on an industrial scale are being developed.
14) Proposals to update the BAT conclusions were made.

Estonia has committed to achieving climate neutrality by 2050. During the transition period, high hopes were placed on natural gas and renewable energy. Therefore, there were no major changes or proposals to develop shale oil production, as there was no need for it. This passive approach has changed since 24.02.2022, when war started in Europe. This made it clear that fossil fuels other than those from Russia would be needed in the transition period and beyond. High natural gas prices and its scarcity, created a heightened interest and demand for domestic shale oil, which helped to ensure energy security and lower energy prices for consumers. In

this context, while there have been no proposals for further research so far, in the new context there is a clear need for both the state and companies to contribute to shale oil research.

In order to ensure the most efficient oil production and to keep the negative impact on the environment and on human health to a minimum, further research is needed.

One of the central themes should be a study that examines the $CO_2$ footprint of all technologies as an input to finding the most cost-effective measures to reduce $CO_2$ emissions on a technology-by-technology basis. Another major research topic should be $CO_2$ capture and use or storage. As part of this, research on $CO_2$ production would also be included. A third topic could be research on resource savings to expand the recycling of solid waste as raw material or to find new applications. Fourth, research into the maximum transformation of organic carbon into liquid products: development of existing TSK and GSK pyrolysis processes, using fluidised bed and fast pyrolysis methods; co-pyrolysis of oil shale, biomass and polymer waste. Fifth, studies on environmental status and human health and studies on environmental impact.

These are just a few examples of possible studies, and it would certainly be appropriate to map out the need for oil shale-related studies more widely in the near future.

# 1. Eessõna

Uuringu eesmärgiks on tuvastada põlevkiviõli tootmise parima võimaliku tehnika areng alates praegu kehtiva põlevkiviõli tootmise parima võimaliku tehnika (PVT) uuringu koostamisest (uuring ja sellega seotud PVT-järeldused kehtestatud keskkonnaministri käskkirjaga 2013. aastal) [1], [2]. Tehnoloogia ja sellega seotud tehnika areng on järjepidev protsess ning muutustega arvestamiseks on vajalik PVT regulaarne läbivaatamine. Selleks analüüsitakse kasutatavate ja arendamisel olevate põlevkiviõli tootmise ja sellega seotud tegevuste tehnoloogiaid ning tehnikaid ning hinnatakse põlevkiviõli tootmise keskkonnamõju. Uuringu ülesandeks on üle vaadata ka seni Eestis kehtivad PVT-järeldused. Töö tulemusena ajakohastatakse taustaandmeid, analüüsitakse seniseid tulemusi ning tehakse ettepanekud muuta või täiendada neid PVT tehnikaid, mille kohta on tuvastatav areng.

PVT arendamine ja rakendamine õlitootmisel toetab Põlevkivi kasutamise riiklik arengukava 2016-2030 strateegilise eesmärgi „Põlevkivi kasutamise efektiivsuse tõstmine ja negatiivse keskkonnamõju vähendamine“ elluviimist. PVT rakendamise eeldatavateks tulemusteks on saasteainete heidete vähenemine, ressursisäästlikkuse tõus, tekkivate jäätmete hulga vähenemine ja jäätmete taaskasutamise suurenemine. Säästva arengu põhimõtete kohaselt on PVT rakendamine tõhusaim vahend tootmise keskkonnahoidlikkuse suurendamiseks.

**Uuringu staatusest**

Käesolev aruanne on aluseks põlevkiviõli tootmise PVT-järelduste ajakohastamiseks, mida kasutatakse keskkonnakomplekslubade nõuete väljastamisel.

Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2010/75/EL, 24. november 2010, tööstusheidete kohta preambula punkti 13 järgi, peaks püüdma PVT-viitedokumente ajakohastada hiljemalt kaheksa aastat pärast eelmise versiooni avaldamist. Tehnoloogiate arengu tõttu on PVT-viitedokumentide läbivaatamine järjepidev protsess. Kasutusel olevaid tehnikaid ja tehnoloogiad täiendatakse ning tehakse teadus- ja arendustöid, mille tulemusena võetakse tööstusharus kasutusele uued või kujunemisjärgus tehnikad. Nimetatud muutuste ja nende tulemuste kajastamiseks PVT-des tuleb PVT-viitedokumendid regulaarselt läbi vaadata ja vajaduse korral vastavalt ajakohastada. PVT-viitedokumendi läbivaatamise eesmärk on tuvastada parima võimaliku tehnika areng. Selle saavutamiseks vaadatakse üle PVT-viitedokumendi need osad, mis sätestavad PVT-järeldused, ning muudetakse või ajakohastatakse neid järeldusi, mille kohta on kättesaadav uus teave, mille alusel seda teha. Käesolev uuring järgib samu põhimõtteid nagu THD PVT-viitedokumentide ja PVT-järelduste ülevaatamisel. Aruande struktuur tuleneb uuringu lähteülesande tehnilises kirjelduses tõstetud uurimisküsimustest ja ülesannetest. Uuringu aruanne ei hõlma kogu olemasoleva PVT-viitedokumendi täielikku ümberkirjutamist ega muutmist.

# 2. Uuringu läbiviimise metoodika

Käesolev uuring lähtub Euroopa Komisjoni rakendusotsuse 2012/119/EL põhimõtetest ja juhistest [3]. Arvestati PVT-viitedokumendi koostamise ja läbivaatamise eesmärke ja põhimõtteid, mh piirata tööstuslike tegevusvaldkondade heitetasemetega seotud ebavõrdsust Euroopa Liidus (rakendusotsuse ptk 1.1.1) ja tuvastada parima võimaliku tehnika areng (rakendusotsuse ptk 1.2.3).

Uuringu aruande koostamisel saadi teavet erinevatest allikatest ja erialasest kirjandusest (kasutatud kirjanduse loetelu on esitatud aruande lõpus). Põhiosa tootmisprotsesse iseloomustavatest andmetest on Eesti põlevkiviõli tootjate poolt esitatud. Esitatud andmeid töötles ja vormistas Täitja ning aruanne esitati osapooltele ülevaatamiseks andmete täpsustamiseks. Aruande koostamisel lähtuti tehnilise kompetentsi, läbipaistvuse ja erapooletuse põhimõtetest.

Aruande koostamisel kasutati kolme metoodilist lähenemist:

- *Kirjandusega ja seni läbiviidud uuringutega seotud informatsiooni uuendamine ja täiendamine.* Täitja uuendas põlevkiviõli tootmise sektoriga seotud andmeid tuginedes kehivatele PVT viitedokumentidele, kehtivatele õigusaktidele, valdkondlikele arengukavadele ja strateegiatele ning muudele asjakohastele andmeallikatele ja teadusuuringutele. Ajakohastati vana taustateavet ja täiendati praegu kehtiva põlevkiviõli tootmise PVT-viitedokumenti uuemate andmetega sh vaadati üle PVT-viitedokumendi reguleerimisala ja struktuur. Samuti kasutati töö sisendina riikliku seire andmeid ja ettevõtete poolt riigile esitatavaid aruandeid (näiteks keskkonnaotsuste infosüsteemist KOTKAS, Keskkonnaagentuuri pinna- ja põhjavee seisundite andmebaasidest).
- *Kvalitatiivse informatsiooni uuendamine ja täiendamine.* Kvalitatiivse informatsiooni uuendamine ja täiendamine koostöös Tellijaga ja huvitatud osapooltega hõlmas ennekõike muudatusi, mis on seotud mitte-mõõdetavate PVT muudatustega või arendustega. Näiteks kirjeldav teave uutest PVT tehnikatest, tehnoloogiatest ja protsessidest, üldine taustteave (erinevad keskkonnaküsimused, keskkonnamõju, tooraine, toodang, seire jms) ning lisainformatsioon olemasolevate tehnikate ja protsesside parendustest jne. Teabe saamiseks viidi läbi põlevkiviõli ettevõtete külastused ning intervjuud. Enne külastusi ja intervjuusid saatis Täitja ettevõtetele ette täpsed teemad ning küsimused, millele vastust otsiti.
- *Kvantitatiivse informatsiooni uuendamine ja täiendamine*. Uuendati olemasolevas põlevkiviõli tootmise PVT-järelduste dokumendis olevaid arvväärtuseid ja näitajaid, täiendati varem kasutatud andmete struktuuri ja vajadusel lisati uusi andmeid. Täitja vaatas läbi, täiendas ja kooskõlastas Tellijaga praegu kehtiva PVT-viitedokumendi koostamisel kasutatud andmete MS Excel formaadis küsitlustabelid. Täitja saatis andmetabelid põlevkiviõli ettevõtetele täitmiseks ning konsulteeris ettevõtteid tabelite täitmisel. Andmeid küsiti viimase 5 aasta kohta (2016-2020) ning esitati minimaalsed ja maksimaalsed väärtused (sarnane lähenemine praegu kehtiva PVT-viitedokumendiga). Ettevõtetega kooskõlastati millisel kujul ja mis mahus andmeid on võimalik edastada, et need oleksid võrreldavad. Täitja viis läbi laekunud andmete analüüsi ja täiendas vastavalt aruannet. Tabelis 12.9 on kasutatud 5 aasta andmete asemel 2022 I kvartali pidevseire andmeid, sest kõikidelt ettevõtetelt ei laekunud

küsitud informatsiooni võrreldaval kujul. Lisaks annavad pidevseire andmed ülevaate hetke olukorrast.

Samuti toimusid projekti koosolekud Tellija ja huvitatud osapooltega. Projekti koosolekud toimusid valdavalt MS Teams vahendusel. Töö raames viidi läbi avakoosolek, vahekoosolekud ning enne uuringu lõpparuande esitamist ka lõppkoosolek vastavalt Tellija poolt esitatud lähteülesandele ja ajakavale.

Aruandes esitatud PVT järelduste ajakohastamiseks tehtud ettepanekuteni on jõutud läbi protsessi, mis sisaldab järgmisi etappe:

- põlevkiviõli tootmise olulisemate keskkonnaaspektide määratlemine;
- tehnikate analüüs, mis on kõige asjakohasemad oluliste aspektide käsitlemiseks;
- parimate keskkonnatasemete määratlemine põlevkiviõli tootjate, Euroopa Liidu ja muude kättesaadavate andmete alusel;
- tingimuste uurimine, mille alusel need keskkonnatasemed on saavutatud, sh kulud, peamised liikuma panevad jõud nende tehnikate realiseerimisel;
- parima võimaliku tehnika, nendega seotud heitetasemete jm asjakohaste parameetrite ning seiremeetmete valik vastavalt THD artiklile 3(10) ja lisale III.

Kõikidel etappidel tehtud valikutes ja käesolevas dokumendis esitatud teabe ulatuses osutusid määravaks eksperthinnangud. Seejuures arvestati ka tehnikate rakendatavusega põlevkiviõli tootmisel ja hinnati rakendamise maksumust-tasuvust, kus võimalik.

Juhul kui analüüs põhineb EL PVT viitedokumentidel ja järeldustel, siis ei ole korratud vastavas viitedokumendis toodud kaalutlusi. Analüüsi käik on esitatud detailselt ainult siis, kui on järeldatud, et kohaldamine on võimalik teatud mööndustega. Kui mingis valdkonnas on PVT määratletud, EL viitedokumentides-järeldustes ei ole täiendusi ja käitistes on PVT asjakohaselt rakendatud, siis ei tehta eraldi detailset ülevaadet rakendatavusest. Näiteks tooraine ja toodangu ladustamisest tingitud heite vähendamise tehnikate analüüsimine ja hindamine põhineb *Emissions From Storage* (EFS) BREF meetmetel, käitistele väljastatud lubades on esitatud piisavas mahus kirjeldused, kuidas nõuded on täidetud. Seetõttu puudub uuringus selle teema detailse käsitluse vajadus, sh võrdlus mujal kasutatava tehnikaga.

Võrdlus muudes valdkondades kasutatavate tehnikate ja nendega kaasnevate heitetasemete kirjeldamine on asjakohane, kui Eesti põlevkiviõli töötlevad käitised peaksid nende rakendamise poole pürgima. Sel juhul esitatakse kaalutluste hulgas ka suundumuste ülevaade.

Analüüsid keskenduvad olulistele teemadele. Seetõttu ei ole ka uuringus asjakohane esitada ülevaadet kogu kompleksloa koosseisust (need on avalikult kättesaadavad) ja analüüsi kõikvõimalike heidete kohta.

# 3. Kasutatud lühendid ja mõisted

## 3.1 Kasutatud lühendid

$A^d$ – kuivaine tuhasus
B – tarbitud põlevkivi
BHT – biokeemiline hapnikutarve; indeks näitab mitme päeva vältel proovi inkubeeritakse (levinud on $BHT_7$, $BHT_5$)
BATC – parima võimaliku tehnika (PVT) järeldused
BREF – parima võimaliku tehnika (PVT) viitedokument
BTEX – aromaatsed süsivesinikud (benseen, tolueen, etüülbenseen, ksüleen)
CCUS – süsiniku kogumine, kasutamine ja ladustamine (carbon capture, usage, storage)
CFB - tsirkuleeriv keevkihtkatel
CLP - Euroopa parlamendi ja nõukogu määrus (EÜ) nr 1272/2008, 16. detsember 2008, mis käsitleb ainete ja segude klassifitseerimist, märgistamist ja pakendamist ning millega muudetakse direktiive 67/548/EMÜ ja 1999/45/EÜ ja tunnistatakse need kehtetuks ning muudetakse määrust (EÜ) nr 1907/2006.
COS – karbonüülsulfiid
CWW - keemiatööstuse reovee ja jääkgaaside ühised puhastus- ja käitlussüsteemid (i.k *Common Waste Water and Waste Gas Treatment*)
ECHA – Euroopa Liidu Kemikaaliagentuur (veebiaadress: www.echa.eu)
EFS – heited ladustamisest (i.k *Emissions from Storage*)
EL – Euroopa Liit
EL HKS – ELi KHG lubatud heitkoguse ühikutega kauplemise süsteem
ESP - elektrifilter
EÜ – Euroopa Ühendus
FD – lõplik eelnõu (i.k *final draft*)
$G_A$ – ladestatud tuha/poolkoksi mass
$G_{PW}$ – tekkinud fenoolvesi
GSK – gaasiline soojuskandja
GSKm – gaasilise soojuskandjaga meetod
$G_{SO}$ – toodetud põlevkiviõli
H – tarbitud soojus
HPV – heite piirväärtus (i.k. *ELV*)
IED / THD – Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2010/75/EL, 24. november 2010, tööstusheidete kohta
KHG – kasvuhoonegaasid
KHT – keemiline hapnikutarve
KPS - $CO_2$ komprimeerimise ja puhastamise seade *(CPU – CO2 compression and purification unit)*
LCP – suured põletusseadmed (i.k *large combustion plants*)
LHK – lubatud heitkogused
LOÜ – lenduv orgaaniline ühend
NMVOC – LOÜd, (i.k *non-methane volatile organic compounds*)
$NO_x$ ($N_2O$, NO, $NO_2$) – lämmastikoksiidid
OU – lõhnaühik
OTNOC – tavapärasest erinevate käitamistingimuste ohjamise kava
P – tarbitud elekter (kWh)

PAH – polüaromaatsed süsivesinikud
PDTRK – peendispersne tuharikas kütus
PM – tahked osakesed
PVT – parim võimalik tehnika
$Q_L$ - küttevääртus
REACH – Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus (EÜ) nr 1907/2006, 18. detsember 2006, mis käsitleb kemikaalide registreerimist, hindamist, autoriseerimist ja piiramist (REACH) ja millega asutatakse Euroopa Kemikaalide Agentuur ning muudetakse direktiivi 1999/45/EÜ ja tunnistatakse kehtetuks nõukogu määrus (EMÜ) nr 793/93, komisjoni määrus (EÜ) nr 1488/94 ning samuti nõukogu direktiiv 76/769/EMÜ ja komisjoni direktiivid 91/155/EMÜ, 93/67/EMÜ, 93/105/EÜ ja 2000/21/EÜ
REF – mineraalõli ja gaasi rafineerimine (i.k *Refining of Mineral Oil and Gas*)
SCR - selektiivne katalüütiline taandamine (i.k. *selective catalytic reduction*)
SEJ – soojuselektrijaam
SNCR – selektiivne mittekatalüütiline taandamine (i.k. *selective non-catalytic reduction*)
THS – tööstusheite seadus
TOC – orgaanilise süsiniku kogusisaldus
$t_{pk}$ – põlevkivi mass tonnides (ühikute nimetajas 'tonni põlevkivi kohta')
TSK – tahke soojuskandja
TSK500 – tahke soojuskandjaga tehnoloogia põlevkivi töötlemisvõimsusega 500 tonni ööpäevas
TSKm – tahke soojuskandjaga meetod
UTT-200, 500 – tahke soojuskandjaga utteseade põlevkivi töötlemisvõimsusega 200 või 500 tonni ööpäevas
$V_{FC}$ – tekkinud suitsugaasid ($Nm^3$)
$V_{FC}$ – tekkinud suitsugaasid ($Nm^3$)
$V_{SG}$ – toodetud uttegaas ($Nm^3$)
VRU – aurude kogumis- ja tagastussüsteem (i.k *vapor recovery unit*)
W – tarbitud vesi ($m^3$)
WGC - keemiatööstuse jääkgaaside ühised puhastus- ja käitlussüsteemid (i.k *Common Waste Gas Management and Treatment Systems in the Chemical Sector*)

### 3.2 Kasutatud mõisted

**Aerofontäänkuivati** – kuivati hõljuva materjali kuivatamiseks, kus kuivatusagendiks kasutatakse kõrgetemperatuurilist suitsugaasi.

**Alifaatsed süsivesinikud** – on orgaanilised ühendid, mis ei sisalda benseenitsüklit ehk benseenituuma. Nende hulka kuuluvad orgaanilised ühendid, milles süsinikuaatomid on omavahel ühendatud sirge või hargnenud ahelaga või tsüklitena, mis võivad olla kas küllastunud või küllastumata, kuid mitte aromaatsed.

**Aromaatsed süsivesinikud ehk areenid** – süsivesinikud, mis sisaldavad üht või mitut benseenituuma, mis sisaldab kuut süsiniku aatomit, mis on ühendatud omavahel tsükliks vaheldumisi üksik- ja kaksiksidemetega ($C_6H_6$).

**Defenoleerimine -** fenoolide eraldamine tehnoloogilisest fenoolveest.

**Ekstraheerimine** – vedelate või tahkete ainete segust teatud komponentide eraldamine selektiivse lahustiga – ekstrahendiga.

**Enefit tehnoloogia** – Enefit Power AS poolt välja arendatud tahke soojuskandja meetodil töötav põlevkiviõli tootmise tehnoloogia.

**Fenoolid** – keemilised ühendid, mille molekulis on benseenituumaga seotud üks või mitu hüdroksüülrühma (-OH), lihtsaim esindaja on fenool $C_6H_5OH$.

**Fenoolvesi** – põlevkivi termilise töötlemisega kaasnev vedel ainevoog, nimetatud ka utteveeks, mis sisaldab ühe- ja kahealuselisi fenoole ja muid erinevaid keemilisi ühendeid.

**Gaasigeneraator (utteretort)** – vertikaalne põlevkivi termilise töötlemise seade, kus kasutatakse gaasilise soojuskandja meetodit.

**Galoter protsess -** tahke soojuskandja põhimõttel töötav põlevkiviõli toomise protsess.

**Generaatorgaas** – gaasilise soojuskandja meetodiga põlevkiviõli tootmisega kaasnev gaasiline ainevoog, mis on uttegaasi ja suitsugaasi segu.

**Heide** – ainete, vibratsiooni, soojuse või müra otsene või kaudne väljutamine käitise punkt- või hajaallikatest õhku, vette või pinnasesse.

**Heite piirväärtus** – heite mass, väljendatud teatavates kindlates parameetrites, heite kontsentratsioon ja/või tase, mida ei tohi ühe või mitme ajavahemiku vältel ületada.

**Heitgaas** – tootmisprotsessis tekkiv ja atmosfääri suunatav gaasiline jääk. /üldnimetus, mis hõlmab ka puhastusseadmete kaudu atmosfääri suunatavad gaasilised jäägid/

**Heitvesi** – Suublasse juhitav kasutusel olnud vesi, mis peab vastama heitveele kehtestatud nõuetele.

**Katel-utilisaator (ehk utilisatsioonkatel)** – katel, mida kasutatakse tehnoloogilistes protsessides kuuma puhastamata suitsugaasi vm protsessi jahutamiseks ja/või nende järelpõletamiseks.

**Keevkiht** – on keemiliselt inertsete tahkeosakeste hõljum gaasivooluses, kujutades endast keerukat hüdrodünaamilist süsteemi, millel on vedelikuga ühiseid omadusi.

**Kiviter tehnoloogia** – gaasilise soojuskandja meetodil töötav põlevkiviõli tootmise tehnoloogia.

**Korsten** – konstruktsioon, mis sisaldab ühte või mitut lõõri heitgaasi väljutamiseks õhku.

**Kujunemisjärgus tehnoloogia** – tööstuslikus tegevusvaldkonnas kasutatav uudne tehnoloogia, mis kaubanduslikul eesmärgil arendatuna aitaks tagada kas keskkonnakaitse kõrgema üldise taseme või vähemalt keskkonnakaitse sama taseme ja suurema kulude kokkuhoiu, kui see on võimalik olemasoleva parima võimaliku tehnikaga.

**Kõrvalsaadus** – vastavalt Jäätmeseadusele on kõrvalsaadus asi, mis on saadud sellise tootmisprotsessi tulemusena, mille esmane eesmärk ei olnud selle asja tootmine. Kõrvalsaadust võib pidada kõrvalsaaduseks, mitte aga jäätmeteks, juhul kui on täidetud järgmised tingimused:

1) asja edasine kasutamine on kindel;
2) asja saab kasutada vahetult ilma täiendava töötlemiseta, välja arvatud selline töötlemine, mis on asjaomasele tööstusele üldiselt omane;
3) asi on tekkinud tootmisprotsessi lahutamatu osana;
4) asi vastab selle konkreetsel kasutamisel toote-, keskkonna- ja tervisekaitsenõuetele ning asja kasutamine ei avalda negatiivset mõju keskkonnale ega inimese tervisele.

**Küttegaas** – põlevkiviõli tööstuses tekkivate gaaside segu, mis põletakse Kiviter (VKG) tehnoloogias destilatsioonikolonni katlas (sh koos separaatorgaasiga).

**Kütteväärtus** – Kütteväärtus (kütuse eripõlemissoojus) on ühe massi- või mahuühiku kohta kütuse täielikul põlemisel eralduv soojushulk.

a) **Alumise kütteväärtusen**a mõistetakse põlemisel eralduvat soojushulka, eeldusel, et tekkiv vesi eraldub auruna.
b) **Ülemise kütteväärtuse** puhul võetakse arvesse ka veeauru kondensatsioonisoojus.

**Liigõhutegur** – põletamisele antava tegeliku õhukoguse ja teoreetiliselt vajaliku õhukoguse suhe.

**Parim võimalik tehnika** (PVT) – vastavalt tööstusheiteseadusele on see tehnilise arendustegevuse ja selles rakendatavate töömeetodite kõige tõhusam ja paremini välja arendatud tehnika, mis näitab selle praktilist sobivust heite piirväärtuste ja muude loa tingimuste määramise aluseks võtmiseks, et vältida või, kui see ei ole teostatav, vähendada heidet ja selle mõju keskkonnale tervikuna:

a) **„tehnika**" – hõlmab nii kasutatavat tehnoloogiat kui ka käitise projekteerimise, ehitamise, hooldamise, käitamise ja tegevuse lõpetamise viisi,

b) „**võimalik tehnika"** – niisugusel arengutasemel tehnika, mis võimaldab selle kasutamist vastavas tööstussektoris, mille kasutamine on kulusid ja eeliseid arvesse võttes majanduslikult ja tehniliselt otstarbekas, olenemata sellest, kas seda tehnikat kasutatakse või luuakse kõnealuses liikmesriigis, kui see tehnika on käitajale mõistlikul viisil kättesaadav,

c) **„parim"** – keskkonna kui terviku kaitse kõrge üldise taseme saavutamiseks kõige tõhusam.

**Petroter tehnoloogia** – Viru Keemia Grupp AS poolt välja töötatud tahke soojuskandja meetodil põhinev põlevkiviõli tootmise tehnoloogia.

**Poolkoks** – tahke jääk, mis saadakse põlevkivi utmisel ehk poolkoksistamisel (põlevkivi kuumutamisel kuni 500 °C).

**Põhjavee künnisarv** – põhjavees ohtliku aine selline sisaldus/konsentratsioon, millega võrdse või millest väiksema väärtuse korral loetakse piirkonna põhjavee kvaliteet heaks.

**Põhjavee piirarv** – põhjavees ohtliku aine selline sisaldus/konsentratsioon, millest suurema väärtuse korral loetakse põhjavesi saastunuks ja tuleb rakendada meetmeid saastatuse likvideerimiseks ja põhjavee kvaliteedi parandamiseks, välja arvatud juhul, kui on tegemist loodusliku saastatusega.

**Põhjaveekogum (PVK)** – põhjaveekihis või -kihtides selgesti eristatav veemass.

**Põlemine** – keemiline reaktsioon kütuse ja hapniku vahel, mis vabastab energiat soojusena. Eristatakse:

a) **täielikku põlemist**, mis toimub piisava koguse hapniku olemasolul ja selle käigus vabaneb kütuse küttevääruse vastav energiakogus;

b) **mittetäielikku põlemist**, mis toimub hapnikuvaesemas keskkonnas ja osa kütuses sisalduvast energiast seetõttu ei vabane – suitsugaaside ja/või tahkete põlemisjääkide koostisesse jääb põlemisvõimelisi ühendeid.

**Põlevkiviõli** – põlevkiviõli on põlevkivist utmise teel toodetud õli, mis on oma koostiselt keeruline orgaaniliste ühendite segu. Põlevkiviõli tuleb eristada kildaõlist, mille ingliskeelse nimetusena kasutatakse tihti samuti terminit „*shale oil*“.

**Põlevkiviõli fraktsioon** (*shale oil fraction*) põlevkiviõlifraktsioon on põlevkiviõli osa, mis eristub kindla keemistemperatuuride vahemiku poolest.

**Pürolüüs** – aine muundumine kõrgel temperatuuril ilma hapniku juurdepääsuta. Orgaaniliste ühendite pürolüüsi peamised reaktsioonid on molekulide süsinikuskeleti lõhustumine, funktsionaalrühmade täielik või osaline eraldumine (sellega kaasneb ammoniaagi, süsinikmonooksiidi jm lihtsamate ühendite moodustumine), polümerisatsioon või kondensatsioon, jm. Pürolüüsiks nimetatakse tihti ka mitmeid teisi keemiatööstuses kasutatavaid kõrgetemperatuurilisi protsesse, sh krakkimine ja kuivdestillatsioon - vt utmine.

**Rektifikatsioon** – fraktsioneeriva destillatsiooni meetod lähedase keemistemperatuuriga vedelike lahutamiseks rektifikatsioonikolonnis, milles toimub mitmekordne aurustumine ja kondensatsioon.

**Retort** – õhukindel anum ehk utteseade, milles kuumutatakse põlevkivi, mille käigus tekivad gaasilised produktid.

**Reovesi** – olmes, tööstuses või muus tootmises tekkinud vesi, mis ületab kehtestatud heite piirväärtusi ja mida tuleb enne suublasse juhtimist puhastada.

**Separaatorgaas** – Viru Keemia Grupp Kiviter tehnoloogia gaasiline destillatsioonijääk.

**Soojuskandja** – soojusvahetusprotsessis osalev keha, mis annab soojust ära või võtab seda vastu. Soojuskandjaks on gaasilised, vedelad ja tahked kehad. Siin:

a) **Tahke soojuskandjaga (TSK)** pürolüüs on tahke aine muundamine kõrgel temperatuuril ilma õhu juurdepääsuta, kus soojuskandjana kasutatakse osaliselt protsessi tagastatavat kuuma tuhka.
b) **Gaasilise soojuskandjaga (GSK)** pürolüüs on tahke aine muundamine kõrgel temperatuuril ilma õhu juurdepääsuta, kus soojuskandjaks on põlevkivi utmisel tekkiva generaatorgaasi põlemissoojus.

**Suitsugaas** – põlemisel tekkiv heitgaas.

**Tavapärasest erinevad käitamistingimused** - puhastustööd, lekked, ajutised seisakud, tootmis- või puhastusseadmete rikked, tehnoloogiaseadmete töö alustamine ja lõpetamine ning muud juhud, mis põhjustavad tavapärasest erineva käitamise. /tööstusheite seaduse § 41 lg 2 p. 13 põhjal/

**Termooksüdatsioon** – mõiste on kasutusele võetud, et eristada põlevkiviõli tootmisel tahke soojuskandjaga reaktoris toimuvat protsessi põlemisest. Sisuliselt on termooksüdatsioon sihipärane mittetäielik põletamine – protsess toimub hapnikuvaeses keskkonnas liigõhuteguriga $\alpha \approx 0{,}9 – 1$.

**Toorõli (ka toorpõlevkiviõli)** – Kiviter tehnoloogia korral saadud põlevkiviõli enne fraktsioneerimist vms edasist väärindamist kaubastatavaks tooteks.

**Tuharikas raskõli –** põlevkiviõli tootmisel erinevates sõlmedes (kondensatsiooni-süsteemis, vahemahutites, eelselitamisel jm) tekkiv poolvedel mass, mis peamiselt sisaldab toorõli, raskõli, õlipigi ja kuni pool mahust tuhka, samuti vett.

**Tuhk (põlevkivituhk**) – põlevkivi põletamisel mineraalne materjal.

**Utilisatsioonikatel** – vt katel-utilisaator.

**Utmine (ka kuivdestillatsioon, poolkoksistamine)** – vt pürolüüs. Lenduvaid komponente sisaldavate tahkekütuste (turvas, pruunsüsi, põlevkivi) termiline lagundamine õhu juurdepääsuta temperatuuril kuni 450 – 550°C. Põlevkivi utmisel on eesmärgiks eelkõige põlevkivi orgaanilise osa termiline lagundamine õli saamiseks, kaasnevad uttegaas ja uttevesi, tahke jäägina poolkoks.

**Uttegaas** – Põlevkivi utmisel (kuumutamine ca 500 °C juures ilma hapniku juurdepääsuta) tekkiv põlemiseks piisava küttevääртusega gaas.

**Äkkheide** – (1) Tehnoloogiline äkkheide on käitise või seadme tehnoloogiliselt põhjendatud käivitamisel või seiskamisel välisõhku eralduv heide.

(2) Avariiline äkkheide on avarii, tehnilise rikke, lekke või planeerimata seiskamise korral välisõhku eralduv heide.

# 4. Reguleerimisala

Uuring lähtub põlevkiviõli tootmise parima võimaliku tehnika käsitlemisel järgmistest tegevustest ja protsessidest, mis on otseselt seotud põlevkiviõli tootmisega ja mis toimuvad põlevkiviõli tootmise käitise piirides (reguleerimis- ehk kohaldamisala):

põlevkivi utmine (termiline töötlus) pürolüüsitehnoloogiaga (GSK, TSK);

- uttesaaduste kondenseerimine ja saadud õli käitlemisega otseselt seotud tegevused (nt toorõli mehhaanilistest lisanditest puhastamine ja destilleerimine, põlevkiviõli erinevate fraktsioonide tootmine ja ladustamine);
- uttevee ehk fenoolvee ning uttegaasi teke ja käitlemine;
- põlevkivijäätmete teke (va kaevandusjäätmed), jäätmete taaskasutamist (sh ringlusse võtt) ja ladestamist ettevalmistavad toimingud;
- reovee kogumine ja käitlemine;
- tootmises tekkivate muude jääkide töötlemine või kasutamine.

Uuringus ei käsitleta PVT-järelduste reguleerimisalast väljajäävaid tegevusi, milleks on:

- põlevkivi kasutamine muul eesmärgil kui põlevkiviõli tootmiseks, sh energeetiline kasutamine;
- põlevkivi kaevandamine ja rikastamine;
- tuhkade ja poolkoksi ladestamine ning muu käitiseväline jäätmekäitlus, sh ettevalmistus täitematerjalina plastitööstusele;
- *in situ* ja muud põlevkiviõli saamise tehnoloogiad;
- uttegaaside kasutamine energia tootmiseks viisil, mis jääb põlevkivi energeetilise kasutuse PVT-järelduste kohaldumisalasse;
- fenoolvee järeltöötlus vaikude jm peenkeemia tootmiseks;
- põlevkiviõli ja muude ainevoogude edasine töötlemine jm käitlemine väljapool põlevkiviõli tootmise käitist.

Käesoleva aruande reguleerimisala katab THD Lisa 1 punkt 1.4 (b) tegevust osaliselt, piirdudes tegevuste/protsessidega, kus:

- põlevkivi koostises olev tahke kõrgmolekulaarne orgaaniline aine ehk kerogeen lagundatakse utmisega temperatuuril 400 – 500 °C;
- utmisprotsess toimub sisemise soojendusega retortides (st utteseadmetes);
- normaalsel režiimil töötamisel tagatakse protsessi soojusenergiavajadus lisakütuste kasutamiseta, st põlevkivi termooksüdatsioonil ja protsessist eralduvate uttegaaside põletamisel tekkinud soojusenergiaga;
- eesmärk on õli tootmine, uttegaas, soojusenergia jm on kaasnevad saadused.

Põlevkivi töötlemisprotsessides tekivad lisaks põlevkiviõlile ka muud ained. Õlitootmise potentsiaalsete keskkonnaprobleemide ulatus sõltub nende kasutamise võimalustest ja määrast. Uttegaase ja fenoolvett on võimalik energeetiliselt või tööstuslikult kasutada, samas kui enamus tekkivat poolkoksist ja tuhast sobiva taaskasutustehnoloogia puudumisel ladestatakse. Erinevate ainevoogude loetelu ja nende olemuse määratlemine Eesti põlevkiviõlitööstuses oli esitatud 2013. aastal koostatud põlevkiviõli PVT aruande Lisa 1 [1]. See ei tähenda, et toodud klassifikatsioon kohaldub automaatselt kõikidele käitistele – näiteks tuleb ainevoo kõrvalsaadusena käsitlemiseks igal konkreetsel juhul hinnata, kas on täidetud jäätmeseaduse § 2 tingimused, kas ainevoole on kohaldatavad taaskasutamistoimingud,

millega saavutatakse jäätmete lakkamise staatus jäätmeseaduse § 2 tingimustel [4]. Siin on näiteks fenoolvesi, mille kasutamise võimalus keemiatööstuse toorainete saamiseks sõltub tehnoloogiast, kus fenoolvesi tekkis ja kas samas käitises on kasutusel erinevad põlevkiviõli tootmise tehnoloogiad. Juhul, kui tingimused ei ole täidetud, on käitisesisesel käitlemisel tegemist destilleerimis- ja töötlemisjäägiga, käitisest väljaviimisel on tegemist jäätmega või reoveega, sõltuvalt sellest millise edasise käitlusviisi on käitaja valinud. Siinkohas mõistetakse käitisena omavahel tehniliselt seotud üksusi (THS § 6 lg 2) ja ei arvestata väljastatud komplekslubade järgset jagunemist (kompleksload on väljastatud THS § 7 lg 2 paindlikkust kasutades integreeritud käitiste osadele, st eraldi luba on väljastatud põlevkiviõli tootmisüksusele ja sellega seotud põletusseadmetele uttegaaside jm põletamiseks ehk elektrijaamadele).

Lisaks tuleb ka arvestada kemikaalikäitluse õigusaktidega: omada ülevaadet, milliste ainetena on registreeritud põlevkiviõlitööstuse saadused Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus (EÜ) nr 1907/2006, 18. detsember 2006, mis käsitleb kemikaalide registreerimist, hindamist, autoriseerimist ja piiramist (REACH) ja millega asutatakse Euroopa Kemikaalide Agentuur ning muudetakse direktiivi 1999/45/EÜ ja tunnistatakse kehtetuks nõukogu määrus (EMÜ) nr 793/93, komisjoni määrus (EÜ) nr 1488/94 ning samuti nõukogu direktiiv 76/769/EMÜ ja komisjoni direktiivid 91/155/EMÜ, 93/67/EMÜ, 93/105/EÜ ja 2000/21/EÜ järgi ja selle põhjal hinnata, kas materjali õiguspäraseks käitlemiseks on vajalik ainena registreerimine (välja arvatud juhul, kui tegemist on REACH määruse lisades IV ja V nimetatud erandiga) [4]. Täiendavat teavet saab REACH määruse rakendamise juhenditest, eelkõige juhendist jäätmete kohta [5].

Eeltoodud teemadega on seotud viimastel aastatel tehtud uuringud ja katsetused lisada põlevkiviõli tootmisprotsessi täiendavat toorainet nagu vanarehvid ja plastijäätmed. Näitena saab tuua ühe sellise uuringu "Pliiakude raskeplasti õlitööstuses kasutamise uuring" (3.05.2021−28.02.2022); Vastutav täitja: Olga Pihl; Tallinna Tehnikaülikool, kus eesmärgiks oli välja töötada sobiv lahendus pliiakude ümbertöötlemise tulemusel tekkivate raskeplasti jäätmete kasutamiseks koos põlevkiviga õli tootmisel, et vähendada põlevkivi tarbimist ja suurendada plastijäätmete ringlussevõtu osakaalu ilma toodetud õli kvaliteeti muutmata. On teada, et muude ainete lisamine võib mõjutada protsessis tekkivate ainevoogude, sh heidete koostist ja omadusi (kuid see ei mõjuta reguleerimisala – tegevuste ja tootmisetappide olemus ei muutu), aga neid nendes uuringutes käsitletud pole. Põlevkiviõli tootmisega seotud tegevusi/protsesse reguleerivad ka teised PVT viitedokumendid, mis on esitatud tabelis 4.1. Käesolevas dokumendis analüüsitakse põhjalikult teemasid, mis on tabelis märgitud tumedas kirjas. Kaldkirjas märgitud tegevuste puhul ei korrata teistes PVT viitedokumentides esitatut, põlevkiviõli tootmisele kohalduvad meetmed esitatakse uuringu ptk 20 (ettepanekud PVT järelduste ajakohastamiseks).

Põlevkiviõli tootmisele saab rakendada valikuliselt mineraalõli ja gaaside tootmise PVT viitedokumenti (REF BREF, mis hõlmab THD Lisa 1 p. 1.2 tegevusi – mineraalõli ja gaasi rafineerimine, sh nende käitistega seotud põletusseadmed) [6]. Kuigi osa tehnikaid on kasutusel nii põlevkiviõli tootmisel kui nafta rafineerimisel, (nt. kondensatsioon ja destillatsioon) ei ole REF BREF täielikult rakendatav, kuna looduslikult esinevate süsivesinike vedelate või gaasiliste segude (st toornafta ja maagaasi) erinevate tehnoloogiliste protsesside integreerimisvõimalused, sh energeetilise ja veekasutuse integratsiooni rakendamine, on erinevad. Samas on asjakohane kohaldada analoogiat nafta töötlemisel ja põlevkiviõli

töötlemisel tekkivate voogude käitlemisel, nt töötlemisjääkide põletamisel. Tööstusheite seaduse § 85 lg 4 sätestabki, et jäätmepõletuse ja koospõletustehastele seaduse 4. peatüki sätteid ei kohaldata nafta ja põlevkiviõli rafineerimisel tekkivate destilleerimis- või töötlemisjääkide põletamisel omatarbeks. REF BREF PVT bituumeni tootmisel ja koksistamisel on asjakohane ka põlevkiviõli bituumeni ning elektroodkoksi tootmisel. Põhjalikum ülevaade on esitatud eraldi lisana (Lisa 1).

Põlevkivi kaevandamist ja rikastamist käesolevas dokumendis ei käsitleta. See tegevus kuulub kaevandusjäätmete PVT viitedokumendi reguleerimisalasse [7]. Kaevandustest tarnitud toormaterjali ehk põlevkivi ladustamine on hõlmatud vaid põlevkiviõli tootvas käitises toimuva põlevkivi vaheladustamisega.

Põlevkivi töötlemise PVT dokumentide rakendatavuse piirid on illustratiivselt esitatud joonisel 4.1

*Tabel 4.1. Põlevkiviõli tootmise PVT viitedokumendiga käsitletavad protsessid ja tegevused (tumedas kirjas) ning teiste viitedokumentidega seotud protsessid ja tegevused (kaldkirjas)*

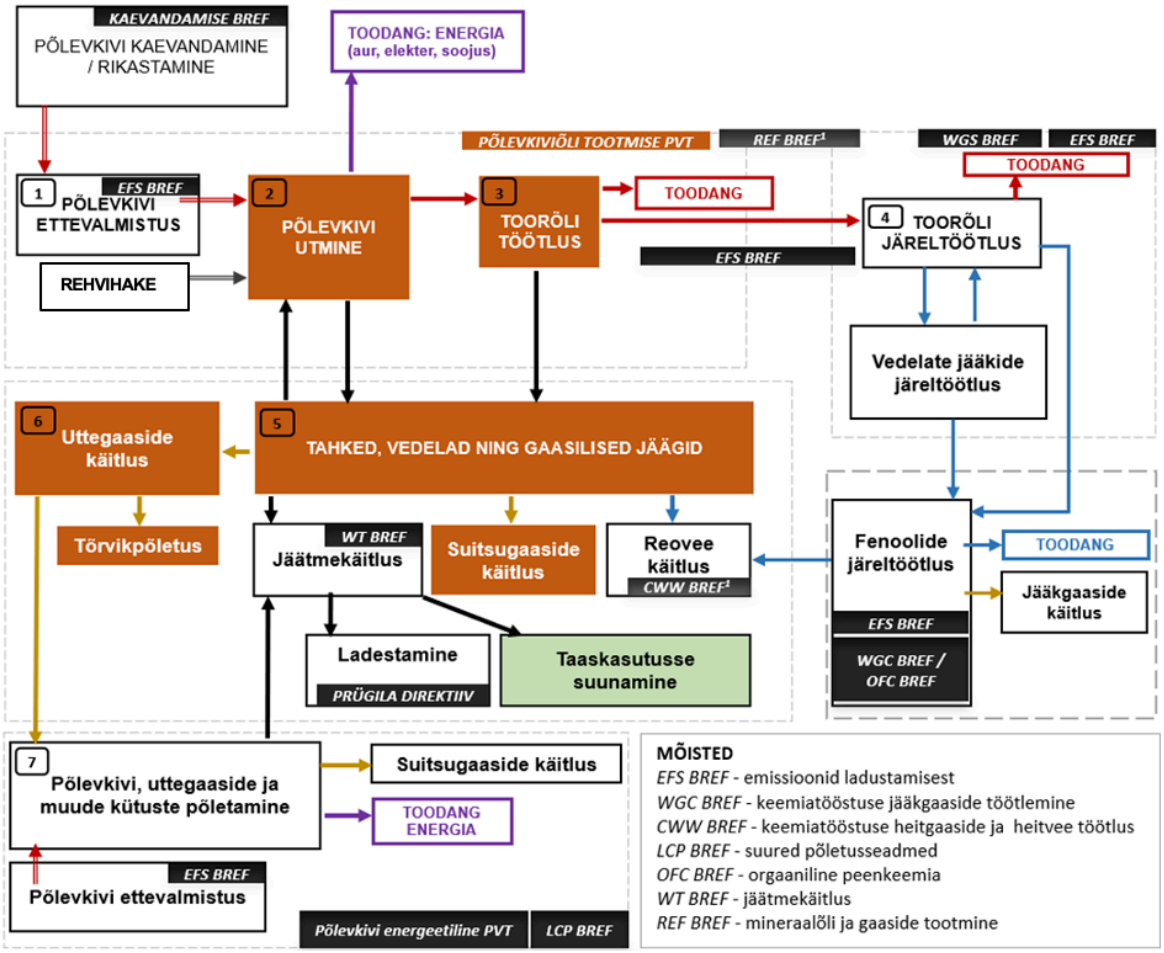
| **Tegevused** | **Protsessid, tehnoloogiad, alamtegevused, mis kuuluvad termilise töötlemise meetodi valdkonda** | **Täiendav informatsioon** |
|---|---|---|
| Õli tootmine gaasilise soojuskandjaga meetodil (GSKm) | **Gaasigeneraatori protsess** | |
| | **Kiviter tehnoloogia** | |
| | **Kondensatsioon** | |
| | **Destillatsioon** | |
| Õli tootmine tahke soojuskandjaga meetodil (TSKm) | **Galoter protsess** | |
| | **Petroter tehnoloogia** | |
| | **Enefit-140 tehnoloogia** | |
| | **Enefit-280 tehnoloogia** | |
| | **TSK-500 tehnoloogia** | |
| | **Kondensatsioon** | |
| | **Destillatsioon** | |
| Õlitootmisega kaasnevad tegevused | *Toorme (põlevkivi) vaheladustamine* | *EFS BREF* [8] |
| | *Uttegaaside kasutamine energia tootmiseks** | *LCP BREF*** [9]<br>*Põlevkivi energeetilise kasutuse PVT järeldused* [10] |
| | *Tootmisprotsessis tekkivate muude vedelate ja gaasiliste jääkide kasutamine või puhastamine* | *CWW BREF* [11]<br>*WGC BREF FD* [12]<br>*REF BREF* |
| | *Tootmisprotsessis tekkiva reovee puhastamine* | *CWW BREF* |
| | *Bituumeni ja elektroodkoksi tootmine* | *REF BREF* |
| | *Poolkoksi ja tuha ladestamine** | Prügiladirektiiv 1999/31/EÜ [13] |
| | *Põlevkiviõli ladustamine* | *EFS BREF* |

**Ei ole käesoleva töö esemeks*

*** LCP BREF käsitleb põletusseadmeid, mille nimisoojusvõimsus on üle 50 MW*

Lisaks on põlevkiviõli tootmise PVT taseme määratlemisel vaja arvestada keskkonnajuhtimisega. Seejuures kohalduvad üldiste, nn. horisontaalsete viitedokumentide järeldused, mis määravad nende reguleeritavate valdkondade PVT taseme:

- üldise energiatõhususe saavutamine: ENE BREF [14]
- heite ja tarbimise seire: ROM BREF [15]
- PVT meetmete rakendamise majandusliku mõju ja keskkonnamõju terviklik arvestamine. ECM BREF [16].




*Joonis 4.1 Põlevkivi töötlemise PVT dokumentide rakendatavuse piirid*

*Töötlusetappide kirjeldus:*
*1. Põlevkivi ettevalmistus: ladustamine, kuivatamine, sortimine, vajadusel jahvatamine, muud protsessid.*
*2. Põlevkivi utmine (termiline töötlus): kuuma soojuskandajaga segamine (utmine), aurugaasisegu kondenseerumine, poolkoksi eemaldamine retordist, tuha ärastus, mittekondenseerunud gaasi protsessist eemaldamine, muud protsessid.*
*3. Toorõli töötlus: toorõli mehaanilistest lisanditest puhastamine, toorõli defenolatsioon, vee eraldamine, õlide destillatsioon, muud protsessid.*
*4. Toorõli järeltöötlus: sekundaarne destillatsioon (erinevad fraktsioonid), toorbensiini puhastamine väävliühenditest täiendav lisandite eemaldamine, kogumine, ladustamine, muud protsessid. Hõlmab rafineerimistehase protsesse.*

*5. Tahked, vedelad ning gaasilised jäägid: hõlmab tootmisjääkide käitlust, jääkide tagasisuunamist protsessi (nt peendispersne tuharikas kütus, lühendatult PDTRK), õlijääkide nt raskeõliedasiste toimingute ettevalmistamist.*
*6. Uttegaaside käitlus: uttegaaside puhastamine, väärindamine, uttegaaside käitlus, tõrvikpõletus (avariiküünal).*
*7. Põlevkivi, uttegaaside ja muude kütuste põletamine: põlevkivi, biomassi, uttegaaside ja muude kütuste põletamine soojuse ja elektri tootmiseks.*

**<u>Üldised kaalutlused, mis on aluseks analüüsil, järelduste tegemisel ja soovituste andmisel</u>**

Siinkohal on edasi antud EL tööstusheite valdkonna peamised põhimõtted, mis kajastuvad ka PVT järeldustes.

***Parima võimaliku tehnika kohaldatavusest***

PVT kirjeldustes ja järeldustes esitatud tehnikate loetelu ja kirjeldused ei ole normatiivsed ega ammendavad. On lubatud kasutada muid tehnikaid, mis tagavad vähemalt samaväärse keskkonnakaitse taseme.

Kui ei ole öeldud teisiti, on PVT-järeldused üldkohaldatavad.

Kui keskkonna kaitstuse PVT taseme määratlemisel kasutatakse arvväärtusi, on need väljendatud pigem vahemikuna kui üksikväärtusena. Vahemike määramine võib olla tingitud erinevustest sama tüüpi käitiste tegevuses (nt erinevused toodetud õli margis/puhtusastmes või kvaliteedis, erinevused käitise tehnilises projektis, ehitistes, suuruses ja võimsuses), mis võivad mõjutada PVT meetmete rakendamise keskkonnakaitselist tulemuslikkust.

***PVT tasemega seotud heitetasemed*** (PVT-SHT), mille alusel keskkonnakompleksloa menetlemisel määratletakse heite piirväärtused (HPV), on seotud teatud keskmistamisperioodiga (igal konkreetsel juhul tuuakse välja, kas tegemist on päeva-, kuukeskmiste jm näitajatega) ja käesolevas uuringus väljendatud järgmiselt:

<u>Heidet välisõhku</u> kirjeldatakse kui:

heites oleva saasteaine massi kuivade heitgaaside ruumala kohta temperatuuril 273,15 K e. 0 $^{o}$C ja rõhul 101,3 kPa), ühikuteks g/Nm$^3$ , mg/Nm$^3$, µg/Nm$^3$ või ng/Nm$^3$ lisades asjakohasusel viite hapnikusisalduse võrdlustasemele (nt 3% $O_2$).

Saasteainet vees kirjeldatakse kui heites oleva saasteaine massi reo- või heitvee ruumala kohta, ühikuteks g/l, mg/l või µg/l.

# 5. Olemasolevas PVT-viitedokumendis kajastatud kujunemisjärgus tehnikate rakendamine

Eesti põlevkiviõli tootmise PVT-viitedokumendis kajastatakse kujunemisjärgus tehnikana Enefit280 tehnoloogiat, mille ehitamist Eesti Energia alustas 2010. aastal. Enefit280 tehnoloogia töötati välja Eesti Energia ja rahvusvahelise insenerifirma Outotec koostööna [1]. Enefit280 õlitehases toodeti esimene põlevkiviõli 2012. aasta detsembris. 2014. aasta augustis teatas Eesti Energia stabiilse töö saavutamisest ja 2015. aasta lõpuks jõuti püsivalt 70-protsendilisele tootmisvõimsusele. Enefit280 kasutab projektvõimsuse (st maksimaalse võimsuse) juures toormena aastas 2,26 miljonit tonni põlevkivi, tootes 290 000 tonni põlevkiviõli ja 75 miljonit m³ elektritootmises kasutatavat uttegaasi. Peamine tehnoloogiline erinevus vanemast Enefit140 tehnoloogiast on Enefit280 juurde liidetud keevkihtkatel (CFB) poolkoksi põletamiseks. Poolkoksi põletamisel koldes eraldunud soojust kasutatakse retorti läbiva tahke soojuskandja kuumutamiseks. Teist osa eraldanud soojusest kasutatakse põlevkivi kuivatamiseks. Ülejäänud saadavast soojusest, kaasa arvatud põhjatuha ja koldest väljuvate gaaside jahutamisel saadud soojust, kasutatakse elektrienergia genereerimiseks Enefit280 juures olevas 35 MW kondensatsioonauruturbiinis. Auruparameetrid on suhteliselt madalad võrreldes kõrval asuvates elektrijaamades kasutatavate parameetritega: auru rõhk on 41 bar ja temperatuur 450 °C.

Enefit280 tootmisseade on kajastatud Enefit Power AS-le väljastatud keskkonnakompleksloas registrinumbriga KKL/176540. Ehitamisel on teine Enefti280 tootmisseade, mille projektvõimsuse parameetrid on esimesest seadmest mõnevõrra erinevad.

# 6. Üldteave põlevkiviõli tootmisest Eestis

## 6.1 Eesti põlevkivi kasutamise lühikronoloogia põlevkiviõli tootmiseks

Põlevkivis peitub suurim vedeldatava orgaanilise süsiniku varu maailmas, mis ületab 2-4 korda vedelal kujul oleva naftavaru. Põlevkivi leidub maailma eri paigus. Teada on rohkem kui 600 leiukohta enam kui 30 riigis kõikidel mandritel. Suurimad põlevkivivarud on USA-s, Brasiilias, Jordaanias, Venemaal, Hiinas, Austraalias ja Marokos. Ameerikas on näiteks hinnanguliselt 70% maailma põlevkivi varudest [17].

Eestis on põlevkiviõli tootmine pika ajalooga. Esimese õlivabriku ehitamist alustati 1921. aastal. Põlevkiviõli tootmise algusaastaks loetakse 1924. aastat, kui käivitati Kohtla-Järvel esimene prooviõlivabrik. Alljärgnevalt on esitatud põlevkiviõli tootmise arengu lühikronoloogia, mis on varasemalt toodud ka olemasolevas PVT aruandes [1]. Täiendused hõlmavad alates 2014. aastast toimunud põlevkiviõlitootmisega seonduvad tegevusi ja sündmuseid:

- 2014 – Eesti Energia Õlitööstus AS-s antakse käiku uus põlevkiviõli tootmisseade Enefit280. See põhineb Enefit140 protsessist edasiarendatud uue generatsiooni tahke soojuskandja tehnoloogial.
- 2014 – VKG Oil AS käivitas Kohtla-Järvel teise tahke soojuskandja tehnoloogial põhineva põlevkiviõli tootmisseadme Petroter II.
- 2015 – VKG Oil AS käivitas kontserni kolmanda tootmisseadme Petroter III.
- 2020 - Valitsus andis rahandusministrile volitused Eesti Energia omakapitali suurendamiseks rahalise sissemaksena 125 miljoni euro ulatuses võimaldamaks Eesti Energial uue Enefit280 õlitehase rajamist. Plaanide kohaselt valmib uus õlitehas 2024. aastal ja selle projektivõimsus plaanitakse saavutada aasta hiljem.

## 6.2 Põlevkivi varud ja kvaliteet

Praegu kehtivas põlevkiviõli tootmise PVT aruandes on esitatud üldine ülevaade Eesti põlevkivi varudest, põlevkivi kasutusmahtudest ja kvaliteedist (nimetatud aruande peatükk 1.2) [1].

Põlevkivi kaevandamise ja varude kohta 2016.–2020. aastal on andmed esitatud Keskkonnaministeeriumi koondaruandes „Põlevkivi kasutamise riiklik arengukava 2016-2030“.

Perioodil 2016–2020 kaevandati kokku 65,6 mln tonni põlevkivi, keskmiselt 13,1 mln tonni aastas. 2018. aastal kaevandati 15,9 mln tonni põlevkivi, kuid järgnevatel aastatel on põlevkivi kaevandamise mahud olnud langustrendis ning 2020. aastal kaevandati 9,2 mln tonni, mis on aastakümnendite madalaim. Eestis on kokku neli põlevkivi kaevandamisluba omavat ettevõtet: Enefit Power AS, VKG Kaevandused OÜ, Kiviõli Keemiatööstuse OÜ ja Kunda Nordic Tsement AS. Kokku oli 2020. aastal 19 kehtivat põlevkivi kaevandamise luba [18].

*Tabel 6.1. Keskkonnaload põlevkivi kaevandamiseks 2021.a* [18]

| Mäeeraldis | Loa nr | Loa omaja | kaevandatav jääkvaru 2021.a november (tuh t) | kaevandatud maht 2020.a (tuh t) |
|---|---|---|---|---|
| Vanaküla karjääriväljad | KMIN-017 | Enefit Power AS | 485 | - |
| Narva põlevkivikarjäär II | KMIN-046 | Enefit Power AS | 8 012 | 499 |
| Vanaküla karjääriväljad IV | KMIN-052 | Enefit Power AS | 19 | - |
| Viru mäeeraldis | KMIN-053 | Enefit Power AS | 16 981 | - |
| Tammiku kaevandus | KMIN-067 | Enefit Power AS | - | - |
| Narva karjäär | KMIN-073 | Enefit Power AS | 19 085 | 770 |
| Sirgala karjäär | KMIN-074 | Enefit Power AS | 78 408 | 649 |
| Sirgala II põlevkivikarjäär | KMIN-087 | Enefit Power AS | 497 | 327 |
| Uus-Kiviõli kaevandus | L.MK/329491 | Enefit Power AS | 138 484 | - |
| Ahtme II kaevandus | KMIN-119 | Enefit Power AS | 8 249 | 52 |
| Estonia kaevandus | KMIN-054 | Enefit Power AS | 102 039 | 2 717 |
| Ojamaa põlevkivikaevandus | KMIN-055 | VKG Kaevandused OÜ | 33 204 | 2 955 |
| Uus-Kiviõli II kaevandus | L.MK/333343 | VKG Kaevandused OÜ | 69 282 | - |
| Sompa kaevandus | KMIN-066 | VKG Kaevandused OÜ | 7 641 | 230 |
| Viru II mäeeraldis | L.MK/333465 | VKG Kaevandused OÜ | 931 | 107 |
| Põhja-Kiviõli II põlevkivikarjäär | KMIN-105 | Kiviõli Keemiatööstuse OÜ | 12 236 | 889 |
| Põhja-Kiviõli põlevkivikarjäär | KMIN-045 | Kiviõli Keemiatööstuse OÜ | 25 | 7 |
| Ubja põlevkivikarjäär | KMIN-037 | AS Kunda Nordic Tsement | 2 207 | - |
| | | **Kokku** | **497 784** | **9 204** |

Maa-ameti koostatud Eesti maavaravarude koondbilansi kohaselt oli 31.12.2020. aasta seisuga aktiivse tarbevaruna arvele võetud 937 683 tuh tonni põlevkivi, lisaks on põlevkivi aktiivset reservvaru 302 525 tuh tonni ja passiivset varu 3 371 721 tuh tonni [19]. 2016. aasta lõpus oli aktiivse tarbevaruna arvele võetud põlevkivivaru 1 012 751 tuh tonni, seega aktiivse põlevkivivaru kogus on viie aastaga vähenenud 7%.

Samas, eeltoodud andmete kohaselt on põlevkivi kaevandamine langustrendis, olles möödunud aastakümnendite madalaimal tasemel. Põlevkivi kasutamine on muutunud, elektritootmine põlevkivist on vähenenud ning kasvanud on põlevkiviõli tootmise mahud.

Põlevkivi energeetilise kvaliteedi hindamiseks kasutatakse küttevääртust. Kasutatava põlevkivi küttevääртus erinevates leiukohtades on erinev sõltuvalt orgaanilise aine sisaldusest. Eestis kaevandatava põlevkivi keskmine küttevääртus on 8,0–9,0 MJ/kg.

# 7. Põlevkiviõli tootjad Eestis

Eestis toodavad põlevkiviõli kolm ettevõtet:

- Enefit Power AS;
- VKG Oil AS;
- KKT Oil OÜ.

Kasutusel on nii gaasilisel (GSKm) kui ka tahkel (TSKm) soojuskandjal põhinevad meetodid. Gaasilise soojuskandja meetod kasutab rikastatud tükkpõlevkivi (10–125 mm), tahke soojuskandja meetod kasutab põlevkivi fraktsiooni 0–25 mm (täpsem vahemik sõltub tehnoloogiast). Tehaste tegevuse kirjeldus on esitatud alampeatükkides 7.1-7.3, ülevaade põlevkiviõli tootmise sotsiaalmajanduslikest aspektidest eraldi peatükis 8.

## 7.1 Enefit Power AS

Enefit Power AS-ile kuuluv põlevkiviõlitööstus (enne 2020. a Enefit Energiatootmine AS) käivitati 1980. aastal. Ettevõte asub Ida-Virumaal Vaivara vallas Enefit Power AS-i kuuluva Eesti Elektrijaama ja Auvere elektrijaama kõrval ja koosneb kahest tahke soojuskandja meetodit kasutavast õlitootmisseadmest Enefit140 (projektvõimsusega 140 tonni põlevkivi tunnis) ja ühest tahke soojuskandja meetodit kasutavast õlitootmisseadmest Enefit280 (projektvõimsusega 280 tonni põlevkivi tunnis).

Seoses tahke soojuskandja tootmistehnoloogia edasiarendamisega on Enefit Power alustanud uue põlevkiviõlitootmisseadme, Enefit280-2 ehitamist. Plaanide kohaselt valmib uus õlitehas 2024. aastal ja selle projektivõimsus plaanitakse saavutada aasta hiljem.

Uue tehase projekteeritud tootmismahuks on ca 268 000 tonni vedelkütuseid aastas. Uue õlitehase rajamine tuleneb riigi kui omaniku ootusest ja Eesti Energia strateegilisest eesmärgist vähendada põlevkivist elektri tootmist ja kasvatada vedelkütuste tootmise osakaalu.

Enefit280-2 käikuandmise järgselt on põlevkiviõli projektvõimsuse järgne toodangu maht Enefit Power AS õlitehastes kokku hinnanguliselt ca 720 000 t/a (viimaste aastate toodang on jäänud ca 450 000 t/a juurde).

## 7.2 VKG Oil AS

Kohtla-Järvel alustati põlevkiviõli tootmist juba 1924. aastal kui Riigi Põlevkivitööstuses käivitus Eesti esimene prooviõlivabrik katseseadme tootlikkusega seitse tonni põlevkivi tunnis. Enne teist maailmasõda anti käiku kolm õlitehast, millest üks tootis endiselt kõrgekvaliteetset kütust (kuni 32 000 tonni põlevkiviõli aastas). Põlevkiviõli tootmisvõimsuste arendamine jätkus ka sõja ajal ja järgselt. Lühike ajalooline ülevaade Kohtla Järvel õlitootmise arengust on esitatud olemasolevas PVT aruandes [1]. Viru Keemia Grupp AS, mille kooseisu kuulub ettevõte VKG Oil AS, loodi 1999 aastal. Alates 2001. aastast käivitati kõik olemasolevad struktuuriüksused (v.a kuues gaasigeneraatorjaam). 2005. aastal jõuti Viru Keemia Grupp AS-s esimese arendusinvesteeringuni ning laiendati nelja uue generaatoriga viiendat gaasigeneraatorjaama.

Kuni 2009. aastani kasutati Kohtla-Järvel põlevkiviõli tootmiseks ainult Kiviter tüüpi gaasi-generaatoreid. Töös oli kokku 53 erineva tootlikkuse ja eri aegadel rajatud generaatorit, milles kasutati 1,6 miljonit tonni põlevkivi ja toodeti 252 000 tonni põlevkiviõli aastas. 2007. aasta detsembris alustas kontsern oma esimese, tahke soojuskandja meetodil töötava Petroter tehase ehitamist, mis valmis ja käivitus 2009. aasta detsembris ja saavutas 2010. aastal projektvõimsuse. Aastatel 2014 ja 2015 käivitati lisaks veel teine ja kolmas Petroter tüüpi tootmisseade, milledes toodetakse kokku aastas ca 620 000 tonni põlevkiviõli.

2022. aastal rekonstrueeriti Petroter 1 seade analoogselt Petroter II ja III seadmetele, et saavutada kõrgem tootlikkus ning väiksem keskkonnamõju.

### 7.3 KKT Oil OÜ

AS Eesti Kiviõli asutati 1922. aastal, kui alustati ettevalmistusi põlevkiviõli tootmiseks. Tehnoloogiana kasutati tunnelahjusid. Esimene katse-tunnelahi, tootlikkusega 75 tonni põlevkivi ööpäevas, anti käiku 1928. aastal. 1940. aastaks ehitati juurde veel neli tunnelahju ja Kiviõli tehase töötlemisvõimsus kasvas 1500 tonnini põlevkivi ööpäevas. Kuni 1953. aastani eelisarendati Kiviõlis põlevkiviõli tootmisel tunnelahjudel põhinevat tehnoloogiat.

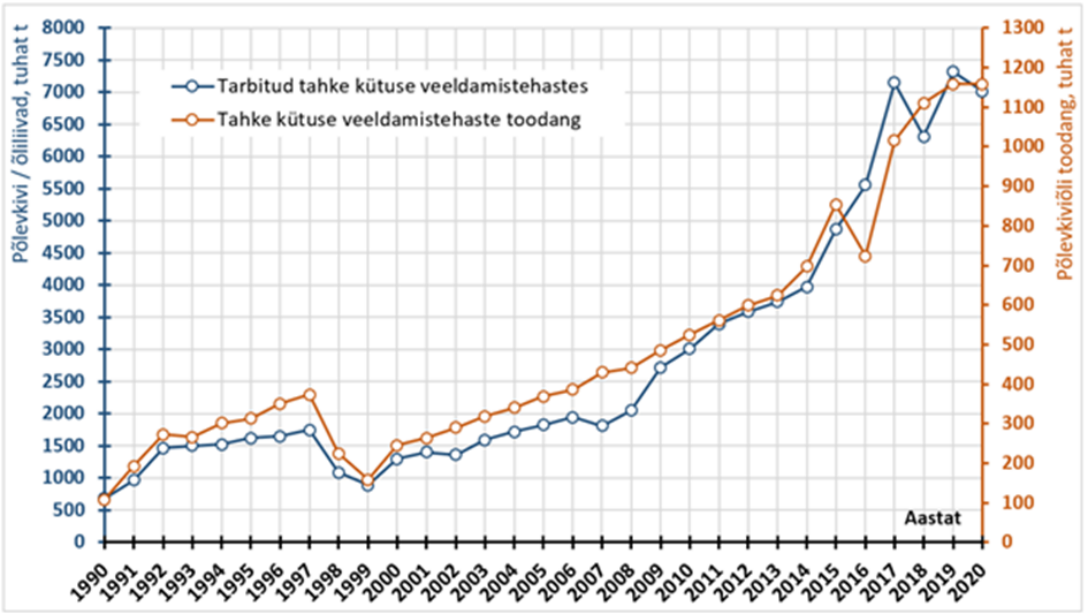
Aastatel 1953 kuni 1963 ehitati Kiviõlisse põlevkiviõli tootmiseks kaheksa generaatorit. Ühe generaatori tootlikkus on ca 200 tonni põlevkivi ööpäevas. Samal ajal (1953. aastal) valmis Kiviõlis esimene tahke soojuskandja katseseade UTT200 tootlikkusega 200 tonni põlevkivi ööpäevas. 1963. aastal anti käiku tahke soojuskandja seade TSK500 (varasema nimetusega UTT500).

Praegu haldab Kiviõlis põlevkivi ümbertöötlemise ettevõtet KKT Oil OÜ. Töös on kaheksa Kiviter tüüpi generaatorit tootlikkusega 200 tonni põlevkivi ööpäevas (üks generaator) ja kaks TSK500 tahke soojuskandjaga seadet TSKI ja TSKII tootlikkusega kokku 1000 tonni põlevkivi ööpäevas. 2016. aastani oli üheaegselt töös üks tahke soojuskandja seade ja seitse gaasigeneraatorit (parimal juhul kõik 8), kuna üks generaator on tavaliselt hoolduses. 2016. aastast töötavad mõlemad tahke soojuskandjaga seadmed, taasalustati fenoolide müüki. 2018. aastal paigaldati suitsugaaside puhastamiseks TSK seadmetele elektrifilter. Põlevkiviõli tootmismaht on ca 150 000 t/a.

# 8. Tootmismahud ja tööhõive

Eestis saavutati Teise Maailmasõja eelse ajaga võrreldav põlevkiviõli toodang 200 000 tonni aastas kaheksakümnendatel aastatel. 300 000 tonnini jõudmiseks kulus veel 20 aastat ja see tase saavutati käesoleva sajandi algusaastatel. Edasi on kulgenud põlevkiviõli toodangu kasv ja tootmisvõimsuste arenemine kiiremas tempos tänu nafta hinna kiirele tõusule ja toodangu kasutamisele laevanduskütusena. Nii jõuti 400 000 tonnini jõuti juba 2007. aastal ning 500 000 tonnini 2010. aastal (joonis 8.1).

Toodangu edaspidine kasv seondus ennekõike uute Petroter seadmete valmimisega 2010., 2014. ja 2015. aastal ning Enefit280 seadme käiku andmisega 2014. aastal. Täiendavat toodangulisa andsid ka 2016. aastast TSK500 seadmetele pidevalt tehtud parandused ja investeeringud, mis on kasvatanud toodangu mahtu, aga ka seadme töökindlust. Kui 2016. aastal toodeti põlevkiviõli 852 tuhat tonni, siis 2020 aastaks kasvas toodangu maht 1 158 000 tonnini. Põlevkiviõli eksporditi üle 90% kogutoodangust.




*Joonis 8.1. Põlevkiviõli toodang ja põlevkiviõli tootmiseks kasutatud põlevkivi kogused aastatel 1990–2020*

2019. aastal andis kogu põlevkivisektor tööd ligikaudu 6500 inimesele. Võrreldes 2016. aastaga, kui sektoris töötas ligikaudu 7 300 inimest, on töötajate arv vähenenud [18].

# 9. Põlevkiviõli ja teised utmisprotsessi väljundid

## 9.1 Põlevkiviõli

Põlevkiviõlile on koostatud standard EVS 943:2021 [20]. Standard jõustus sellekohase teate avaldamisega EVS Teataja 2021. aasta novembrikuu numbris. Refereerides nimetatud standardit, on Eesti põlevkiviõli kukersiitpõlevkivist utmise (poolkoksistamise, pürolüüsi) teel toodetud toode, mida kasutatakse vedelkütusena või selle komponendina. Vedelkütused segatakse tihti kokku eri komponentidest. Samas on standarditud mootorikütustele kehtestatud kindlad kvaliteedinõuded, millele lõpptooted peavad vastama. Segus kasutatavad komponendid eraldivõetuna ei pea vastama lõpptoote standardile, kuid mõjutavad lõpptoote mingit konkreetset omadust. Kui tuvastatakse standardile mittevastav mootorikütus, siis on kasulik teada kõiki kütusesegus kasutatavaid komponente ja nende omadusi. Eesti põlevkiviõli kasutamise tõttu kütteõlina ja merenduskütuse komponendina tekkis vajadus põlevkiviõli fraktsioonide tunnussuuruste standardväärtuste kehtestamiseks. Standardis esitatud spetsifikatsioon põhineb praeguse ajahetke andmetel ja teadmistel, mille juures on arvestatud Eesti põlevkiviõli eri tootmise tehnoloogiaid. Nimetatud standardi mõistes käsitletakse Eesti põlevkiviõli kahe keemistemperatuurist sõltuvat fraktsiooni (keemistemperatuur määratakse katsemeetodiga EVS-EN ISO 3405) järgmiselt:

- kergfraktsioon (normaal keemistemperatuuride vahemikuga 30 °C kuni 210 °C);
- kesk-raskfraktsioon (normaal keemistemperatuuriga üle 150 °C).

Eesti standardis määratletakse põlevkiviõli eri fraktsioonide peamiste tunnussuuruste vahemikud (tihedus, viskoossus, elementkoostis, tuhasus jm) ja katsemeetodid nende tunnussuuruste määramiseks.

Olemasolevas PVT aruandes esitatakse põlevkiviõli fraktsioone järgmiselt, nimetades kesk-raskefraktsiooni eraldi [1]:

- kergefraktsioon;
- keskfraktsioonid;
- raskefraktsioon.

Põlevkiviõli erinevad fraktsioonid segunevad omavahel hästi. Segades on võimalik saada spetsifikatsioonidele vastavaid tooteid (enim leiab kasutamist lisandinalaevakütustes RMG 380 ja RMG 180).

Põlevkiviõli fraktsiooni tunnussuurused (tihedus, väävlisisaldus, üldhapnikusisaldus, aromaatsete ühendite sisaldus, kinemaatiline viskoossus, hangumispunkt jt) peavad vastama standardis toodud väärtustele ja olema määratud samas defineeritud katsemeetodiga.

## 9.2 Põlevkiviõli tootmise muud võimalikud väljundid

Põlevkiviõli tootmisel tekivad ka teised väljundid, mida saab kas turustada või omatarbeks ära kasutada. Toome siin välja põhilised utmisprotsessi väljundid, mis põlevkiviõli tootmisel täiendavalt tekivad.

**Energia.** Põlevkiviõli tootmise protsessis toodetakse soojust, mida kasutatakse väljaspool õlitootmise protsessi Petroter ja Enefit280 tehnoloogiate korral (ptk. 2.2.2). Auru tootmine toimub utilisatsioonikatlas ja tuhajahutites. Petroter seadme korral on auru tarbijaks eraldiseisev soojuselektrijaam (VKG Energia Põhja soojuselektrijaam). Enefit280 korral muundatakse jääksoojussüsteemis tehnoloogilisest protsessist üle jääv energia auruks, mis suunatakse elektrigeneraatoriga ühendatud auruturbiini. Nii kasutatakse tehnoloogilisest protsessist üle jääv soojus elektrienergia tootmiseks. TSK500 tehnoloogia korral on rakendatud tuha-veesoojusvahetid. Tuha jahutamisel tekkiv soojus kasutatakse ettevõtte sisese küttevõrgu vee soojendamiseks ning teistes tehnoloogilistes protsessides (nt katlavee ettevalmistamisele suunatava toorvee soojendamiseks).

**Uttegaas.** Praegu kasutatava põlevkiviõli tootmistehnoloogia juures saadakse kaks erinevate omadustega uttegaasi. Kiviter tehnoloogiaga generaatoritest saadakse madala kütteväärtusega (3–4 MJ/m$^3$) generaatorgaasi. Tahke soojuskandja meetodil töötavad seadmed annavad põlevkivi utmisel kõrge kütteväärtusega (42–46 MJ/m$^3$) uttegaasi. Põlevkivi utmisel saadavat gaasi kasutatakse elektri ja/või soojuse tootmiseks.

**Fenoolvesi.** Põlevkivi termilisel töötlemisel ning saadud toorõli edasisel töötlemisel tekib fenoolvesi, mis vajab eraldi käitlemist. Fenoolvesi sisaldab ühe- ja kahealuselisi fenoole ja veel palju erinevaid keemilisi ühendeid. GSK meetodiga õli tootmisel tekkiva fenoolvee defenoleerimisel saadud summaarsete fenoolide lahutamisel saadakse erinevaid fraktsioone, mida turustatakse eraldi kaubaartiklitena. TSK meetodiga tekib oluliselt madalama fenoolide sisaldusega uttevesi, millest fenoolide eraldamine ei ole majanduslikult tasuv [1]. Fenoolvett käsitletakse lähtuvalt selle käitlemisest erinevalt: käitisesisesel käitlemisel on tegemist destilleerimis- ja töötlemisjäägiga, käitisest väljaviimisel on tegemist jäätmetega või reoveega, sõltuvalt sellest millise edasise käitlusviisi on käitaja valinud.

**Kemikaalid.** Mitmesuguseid keemiatööstuse tooraineid saadakse põlevkiviõlide tootmisega kaasnevate ainevoogude täiendaval töötlemisel. Olulisema rühma moodustavad fenoolvee defenoleerimisel saadavad põlevkivifenoolid, mis on liimvaikude ja peenkeemiatoodete tooraineks. Summaarsetest põlevkivifenoolidest valmistatakse tehisparkaineid, tampoonimissegusid, põlevkivifenoolide fraktsioone HONEYOL ja REZOL, mis on väärtuslike looduslike alküülresortsiinide allikateks. Samuti toodetakse summaarsetest põlevkivifenoolidest metüülresortsiini fraktsioon, mida edaspidi kasutatakse peenkeemiatoodete tootmiseks.

**Bituumen.** Bituumenit toodetakse gaasigeneraatorites põlevkivi utmisel saadava raskõli destillatsioonil saadavast jäägist. Toodetakse erineva voolavusega ja pehmenemise temperatuuriga bituumeneid, mida saab kasutada polümeeride sünteesil ning tulekindlate materjalide tootmisel.

**Õlikoks ja õlipigi.** Õlikoksi ja õlipigi saadakse põlevkiviõlide destillatsioonijäägi termilisel töötlemisel. Neid kasutatakse toormena anoodmassi ja elektroodide tootmisel.

**Jäätmed.** Põlevkiviõli tootmistsüklis tekib sõltuvalt tehnoloogiast tuhk ja poolkoks, mis täna valdavalt ladestatakse. Jäätmete kasutusele võtmiseks toimub pidev arendustöö. Täpsem ülevaade ptk 16.

# 10. Põlevkiviõlitööstuse peamised keskkonnaküsimused

Põlevkiviõli tootmine omab olulist mõju keskkonnale. Põlevkivi termilisel töötlemisel võivad erinevad saasteained sattuda välisõhku, vette ja pinnasesse. Seetõttu on keskkonnajuhtimine põlevkiviõli tööstuses väga oluline tegevus, mida kõik käitised rakendavad vastavalt PVT nõuetele ja veel enamgi – juhtimissüsteemid on sertifitseeritud, ühinetud on ka täiendavate skeemidega nagu "Hoia ja vastuta". Heidete jm keskkonnamõju vähendamise meetmete rakendamise tulemusena on ka põlevkiviõli tootmisest tulenevad eriheited aastatega vähenenud ning vähenevad jätkuvalt.

Protsessis tekkivad heited ning nende kogused sõltuvad põlevkivi utmise meetodist: kas gaasilise soojuskandjaga meetod ehk GSKm või tahke soojuskandjaga meetod ehk TSKm.

Samuti sõltub keskkonnaprobleemide ulatus põlevkiviõli tootmisega kaasnevate ainevoogude kasutamise võimalustest ja määrast - nende kasutamisel ja käitlemisel võivad omakorda tekkida käitlemist vajavad heited ja jäätmed. Uttegaasidele ja fenoolveele on leitud sobiv kasutusala, samas kui enamus tekkivat poolkoksi ja tuhka tänase seisuga sobiva taaskasutustehnoloogia puudumisel ladestatakse. Järgnevas ülevaates ongi antud laiem käsitlus peamistest põlevkiviõlitööstuste keskkonnaküsimustest.

## 10.1 Õhuheited

Peamised põlevkiviõli tööstuse poolt välisõhku heidetavad saasteained on järgmised:

- Süsinikdioksiid ($CO_2$) on kasvuhoonegaas, mille heidet atmosfääri peetakse üheks peamiseks globaalse kliima soojenemise põhjustajaks. Peamised $CO_2$ heitepunktid põlevkiviõlitööstuses on korstnad ja küünalseadmed, Kiviter (VKG) tehnoloogias ka destillatsiooniseadmete korsten.
- Süsinikmonooksiid (CO) on mittetäielikul põletamisel tekkiv gaas. CO heidetakse välisõhku peamiselt seadme korstnast.
- Lämmastikoksiidid ehk $NO_x$-id (NO, $NO_2$), mis õhku heidetutena võivad veega reageerides moodustada happevihma. Samuti on $NO_x$-id olulised osalised fotokeemilistes reaktsioonides, mille tagajärjel tekib maapinnalähedane osoon. $NO_x$-id tekivad peamiselt põlemisprotsessis (hapnikuga reageerides moodustub NO ja sealt edasi $NO_2$) ning oluline roll siinkohal on põlemistingimustel. Peamisteks $NO_x$ allikateks põlevkiviõli tööstuses on korstnad ja küünalseadmed.
- Osakesed (PM) on õhus suspendeeritud orgaaniliste ja anorgaaniliste tahkete ainete ja vedeliku osakeste segu. Osakesi identifitseeritakse nende aerodünaamilise läbimõõdu alusel eriti peeneteks osakesteks $PM_{2,5}$ ja peenosakesteks $PM_{10}$. Põlevkiviõli tööstuses tekivad osakesed põlevkivi ettevalmistamisel (purustamisel ja transpordil) ning protsessist väljunutena peamiselt korstnast.
- Vääveloksiidid ($SO_x$) võivad moodustada õhku paisatutena veega reageerides happevihma. Põlevkiviõli tööstuses satuvad $SO_x$ heited õhku korstnatest ja küünalseadmetest.
- Vesiniksulfiid ($H_2S$) on iseloomuliku mädamuna lõhnaga värvitu gaas. $H_2S$ on põlevkiviõli tootmisel tekkiva uttegaasi koostises, mistõttu suurem osa muundub gaasi põletamisel vääveloksiididekс. Peamisteks $H_2S$ allikateks põlevkiviõli tööstuses ongi

korstnad ja küünalseadmed, teatud kogus tekib ka hajusheitena reaktorite laadimiskarpidest.

- Lenduvad orgaanilised ühendid (LOÜ) võivad fotokeemilises reaktsioonis lämmastikoksiidiga tekitada maapinnalähedast osooni. Samuti põhjustavad mõned LOÜ-d lõhnaprobleemi, mis on üheks peamiseks elanikkonna mureks seoses põlevkiviõli tööstusega. Uttegaaside koostises on metaani ja teisi mittekondenseeruvaid alifaatseid ja aromaatseid süsivesinikke, mis satuvad välisõhku analoogsetel põhjustel kui vesiniksulfiid. Lisaks on LOÜ-de allikaks protsessimahutid, samuti süsivesinike aurumine või lekkimine põlevkiviõli saaduste laadimisel ja hoiustamisel.

Samuti tekivad vähemal määral sõltuvalt utmise meetodist ja tehnoloogiast BTEX (benseen, tolueen, etüülbenseen ja ksüleenid) ühendid, ammoniaak, karbonüülsulfiid, vesinikkloriid jm saasteained.

Õhuheited eralduvad erinevatest heiteallikatest, millest käesoleva dokumendi käsitlusalasse jäävad järgmised olulisemad heiteallikad:

- Küünalseadmed ja gaasigeneraatorite õhutustorud gaasigeneraatorjaamade käivitamise ja seiskamise ajal, samuti küünalseadmed muudel juhtudel kui gaasi ei saa lühiajaliselt elektrijaamadesse suunata, kuid on vaja tagada ohutus.
- Heide tootmishoonete ventilatsioonisüsteemidest. Kuigi põlevkivi utmine toimub sisuliselt hermeetilises seadmes, tekib teatud heide reaktori laadimiskarpide avanemisel, samuti avariisituatsioonides või süsteemi ebatiheduse tõttu. Lisaks paiknevad kondensatsiooniprotsessis kasutatavad mahutid tootmisruumides ja ka nende hajusheide väljutatakse ventilatsiooni kaudu.
- Õlitootmise TSK seadmete korstnad. Suitsugaasid tekivad TSK seadmes kas aerofontään- või keevkihtkoldes, kus toimub termooksüdatsioon vastavalt hapnikuvaeses keskkonnas (liigõhutegur $\leq$ 1) või hapnikurikkas keskkonnas (liigõhutegur > 1). Petroter tehnoloogia puhul kasutatakse aerofontäänkolde gaasides sisalduva CO, LOÜ ja $H_2S$ järelpõletuseks utilisatsioonkatelt. Korstnast väljuvad nii gaasilised välisõhu saasteained kui osakesed.
- Põlevkiviõli destilleerimiseprotsessi seadmete ahju korsten. Eraldiseisev õhuheite allikas on ainult Kiviter (VKG) tehnoloogia puhul.
- Põlevkiviõli tootmisprotsessile vahetult eelnevad põlevkivi ladustamise ja käitlemise kohad (platsid, punkrid, konveierid jms).
- Erinevad protsessimahutid (toorõli ettevalmistamine, fenoolvee defenoleerimine jm).
- Mahutipargid toodete hoiustamiseks.
- Toodete ümberlaadimine paakautodesse ja raudteevagunitesse.

Põlevkiviõli tööstuses on lisaks eelpool nimetatud heiteallikatele veel alljärgnevad õhuheite tekkekohad, mis jäävad antud PVT dokumendi käsitlusalast välja:

- Põlevkivi ettevalmistamine kaevandustes ja transport käitisesse.
- Käitisevälised soojuselektrijaamade korstnad. Õlitootmise uttegaaside soojuselektrijaamades põletamisel tekivad suitsugaasid, mis suunatakse korstnate kaudu välisõhku.

### 10.2 Tahked ja vedelad jäätmed

Põlevkiviõli tööstuse mõju keskkonnale on seotud suurte tahkete jäätmete koguste tekkega. TSK meetodil põlevkiviõli tootmisel on peamine tekkiv tahke jääde tuhatsüklonites ja

elektrifiltris püütud tuhk. Alates 2020. aastast ei ole põlevkivituhk enam liigitatud ohtlike jäätmete hulka. Otsuse aluseks on põlevkivituhkade ohtlikkuse uuring mis kinnitas, et põlevkivituhad on samasuguste omadustega nagu kivisöetuhad [21]. Seetõttu pole põhjust neid ohtlikeks jäätmeteks liigitada.

GSKm puhul on peamiseks tekkivaks tahkeks jäätmeks poolkoks. Poolkoksi orgaanilise süsiniku üldsisaldus (TOC) võib olla 5-10%. Poolkoks on ohtlik jääde, mille ohtlikemaks koostisaineteks on BTEX, PAH, PCB ühendeid ja fenoolid. Teostatud uuringutega on aga leitud, et värskes poolkoksis ei ole ohtlikus koguses potentsiaalselt kantserogeenseid orgaanilisi ühendeid [22]. Samale tulemusele jõuti ka Eesti Keskkonnauuringute Keskuse poolt läbi viidud poolkoksi keskkonnaohtlikkuse uuringus, kus tuvastati, et poolkoksis ei ületa PAH-de kontsentratsioon Keskkonnaministri määruses nr 26 (vastu võetud 28.06.2019) sätestatud piirarvu (20 mg/kg) elamumaal [23], [24].

Nii TSKm tekkinud põlevkivi tuhk kui ka GSKm tekkinud poolkoks ladestatakse selleks ettenähtud prügilatesse. Prügilatel on spetsiaalne sademevee kogumise ja ärajuhtimise süsteem ning vett käideldakse vastavalt nõuetele.

Lisaks tekivad põlevkiviõli tööstuses alljärgnevad jäätmed (loetelu ei ole lõplik):

- õlised jäätmed (nii tahked kui vedelad);
- ohtlike aineid sisaldavad jäätmed (nii tahked kui vedelad);
- tavajäätmed.

### 10.3 Müra ja lõhn

Lisaks eelpool toodud keskkonnaaspektidele on veel olulised müra ja lõhn, seda eriti kohalikele elanikele. Tavaliselt on just need faktorid põhilised, mis häirivad kohalikku elanikkonda ning mille üle peetakse erinevaid arutelusid ettevõtetega ja kohalike omavalitsustega ja kohaliku elanikkonnaga.

Müra tekib nii tootmisterritooriumil põlevkivi ja põlevkiviõli transpordi ja laadimise käigus kui ka tootmishoonete sees erinevate seadmete töötamisel. Müra mõju leevendamiseks on paiksed müraallikad paigaldatud kinnistesse ruumidesse ning isoleeritakse seadmeid. Töökohtadel kasutatakse vastavaid isikukaitsevahendeid. Olulisemad tootmisterritooriumil asuvad müraallikad on paigutatud territooriumi keskossa ning võimalusel ei kasutata öisel ajal (sh transport).

Viimaste aastakümnetega on järjest suuremat tähelepanu pööratud kogu tööstuse protsessi turvalisusele: viiakse läbi erinevaid õppeprogramme ja kasutatakse isikukaitse vahendeid. Toimuvad ka töökeskkonna tingimuste kontrollid (sh seiratakse müra taset) ning viiakse läbi töötajate perioodilist tervisekontrolli. Protsessi turvalisuse tagamiseks on oluline ka töö tervishoid selleks, et kaitsta töötajaid võimalike tööõnnetuste ja terviseohtude eest.

Põlekivi töötlemisega kaasneb lõhnaainete heide. Uttegaasis-aurudes sisaldub sulfiide (väävelvesinik $H_2S$ ja merkaptaan) ja hoolimata heade tehniliste lahenduste kasutamisest, eraldub siiski mingi kogus gaase uttegeneraatoritest ja gaaside-aurude kondensatsiooni süsteemist. Lõhna tekitavad ka uttegaasis ja õli aurudes sisaldavad LOÜ-d (alifaatsed ja aromaatsed ühendid ja ka fenool). Välisõhku lenduvad õlis sisalduvad ühendid-lõhnaained ka

siis, kui põlevkiviõli laaditakse mahutitesse, auto- või raudteetsisternidesse. Käitised (näiteks VKG Oil AS) on rakendanud meetmeid, mis võimaldavad teostada laadimist hermeetiliselt ning lõhnaainete heidet atmosfääri on võimalik sellele tegevuse juures vältida. Kui põlevkiviõli käitised asuvad tööstuspiirkondades, kus paiknevad ka teised tööstusettevõtted, siis õhukvaliteet sõltub piirkonnas paiknevate ettevõtete koosmõjust. Lõhnaprobleemide leevendamiseks on ettevõtted rakendanud erinevaid protsessijuhtimise meetmeid (täpsemalt kirjutatud peatükis 14.2).

### 10.3.1 Teostatud uuringute tulemused 2016-2020

Vastavalt atmosfääriõhu kaitse seaduse § 70 esitasid VKG Oil AS, KKT Oil OÜ ja Enefit Power Õlitööstus 2017. aastal Keskkonnaametile lõhnaainete vähendamise tegevuskavad (edaspidi lõhnakavad).

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ on mõõtnud Kohtla-Järvel, Kiviõlis, Vaivara vallas ja Sillamäel $H_2S$ jt saasteainete kontsentratsioone ja lõhna, mille tulemusi on järgnevalt kirjeldatud.

**Kiviõli**

2021. aastal tegi Eesti Keskkonnauuringute Keskus Kiviõli Keemiatööstus OÜ lõhnakava uuendamise jaoks lõhnauuringu „KKT Oil OÜ. Lõhnaainete mõõtmine ja modelleerimine“ [25].

Uuringust selgus, et kui üheaegselt töötavad kõik ettevõtte heiteallikad ning toimub kerge- ja raske kütteõli segu mahutite loomulik hingamine (seadme RÕPS tehnoloogilised mahutid) võib lõhnatundide esinemine ulatuda nii ettevõtte tootmisterritooriumil kui ka väljaspool maksimaalselt 100%-ni. Kaugeim punkt, kus ei ole tagatud 15%-lise piirväärtuse täitmine, ulatub ettevõtte tootmisterritooriumist 496 m kaugusele põhja suunda. Lähimate elumajade juures, mis paiknevad ettevõtte tootmisterritooriumist 225 – 900 m kaugusel lääne-, edela-, lõuna- ja kagu suunas, jääb lõhnatundide esinemissagedus aastas 6 – 10%-ni. Kõigi heiteallikate üheaegsel töötamisel ning kerge ja raske kütteõli segu mahutite pumpamise ajal ületatakse lõhna esinemise piirväärtust 662 m kaugusel ettevõtte tootmisterritooriumist põhja suunas.

Uuringu kohaselt reovee kollektori vaatlusluukide ja restkaevude kinnikatmise tagajärjel vastavalt modelleerimistulemustele väheneks lõhnahäiring väljaspool ettevõtte tootmisterritooriumi kuni 17%. Lõhnatundide piirväärtuse ületamine küll toimuks, kuid kuni 78 meetri kaugusel tootmisterritooriumist (varem oli 496 m). Lähimate elumajade juures jääks lõhnatundide esinemissagedus aastas 2 – 5%-ni. Lisaks on ettevõttel teostusel projekt olemasolevate raskeõli puhastuse seadmete (RÕPS) väljavahetamiseks uute vastu. Uus seade võimaldab puhastada raskeõli ressursi- ja keskkonnasäästlikumalt. Kavandatava seadme protsess on suletud, mis tähendab lõhnaheidete puudumist ning heiteid ei satu atmosfääri.

**Sillamäe ja Vaivara vald**

2019. aastal tehtud uuringus „Lõhnaainete esinemise hindamine välisõhus rastermeetodiga Sillamäel“ tuvastas Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ järgnevat [26]:

- lõhna esines 8-21% mõõtmistest; lõhnahäiringuks loetakse lõhna esinemist üle 15% mõõtmistest (standardi EVS 888 rastermeetodi kasutamisel). Ühes mõõtepunktis oli

lõhnahäiringu tase ületatud ja sealjuures tuul puhus Sillamäe sadama suunast; teises mõõtepunktis oli lõhna tase häiringu piiri lähedal (14%).
- võrreldes 2014. aastal tehtud uuringuga on olukord parem: 2014. aastal esines lõhna kuni 30% mõõtmistest ja lõhnakaebusi oli ca 400 aastas, aga 2019. aastal oli ca 200 lõhnakaebust;
- enim kaebusi laekus 2019. aastal siis kui tuul puhus Sillamäe sadama poolt.

**Kohtla-Järve**

Kohtla-Järve kohta Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ poolt 2016. aastal tehtud uuringus „Välisõhu kvaliteedi, lõhnahäiringu ning saasteainete heitkoguste hindamine Kohtla-Järve linnas Järve linnaosa piirkonnas“ leiti, et VKG Oil AS tootmisseadmete seiskumis- ja käivitamisprotsessidele järgneval tunnil oli enamasti täheldatav ka $H_2S$ tunnikeskmiste kontsentratsioonide tõus seirejaamades [27]. Kui lõhnaainete esinemissagedus mõõdeti ebameeldivat lõhnataju tekitavaks, olid ka $H_2S$ kontsentratsioonid linnaõhus kõrgemad kui vastav lõhnalävi. Samuti oli uuringu järelduseks, et piirkonnas esineb mitme tööstusettevõtte ja jääkreostuse objekti koosmõju. Lõhnaaine heite vähendamise tegevuskava koostamise nõue kehtestati nii VKG Oil AS-ile ja ka teistele piirkonna ettevõtetele. Uuringuga tuvastati järgnevat:

- $H_2S$ nädalakeskmised kontsentratsioonid ületasid õhukvaliteedi piirväärtusi VKG Oil AS territooriumi ääres (19,14 – 22,93 $\mu g/m^3$), teistes tööstuspiirkondades mõõdetud kontsentratsioonid 0,77 – 4,46 $\mu g/m^3$ ületasid lõhnaläve. Elamupiirkondades jäid $H_2S$ keskmised sisaldused välisõhus 1 $\mu g/m^3$ piiresse, mistõttu ei ole välistatud lõhnahäiringu tekkimine ka seal.
- benseeni, tolueeni, ksüleeni ja etüülbenseeni kontsentratsioonid jäid normi piiresse;
- poolkoksimäed on olulised $H_2S$ ning lõhnaainete allikas piirkonnas. Nendelt lähtuv emissioon on paratamatu ka tulevikus, st ka suletud riikliku prügila aladelt vabanevad gaasid spetsiaalselt rajatud kolde kaudu välisõhku, mis tähendab, et Kohtla-Järve välisõhus on väävliühendite ja lõhnaainete foonilised tasemed kõrgemad kui mujal Eestis. Kuumenemiskolded (alad kus toimuvad protsessid, millega kaasneb $H_2S$ heide) on jääkreostuse objektid. See tähendab, et nende teke ei ole seotud ladestusmetoodika ja prügila käitamise võtetega, mis täna kasutusel on.

VKG Oil AS poolt 20.10.2021. aastal tehtud kompleksloa muutmistaotluse jaoks tehtud hajuvusarvutused näitasid, et $H_2S$ maksimaalne kontsentratsioon väljapool VKG Oil AS tootmisterritooriumi 7,99 $\mu g/m^3$ on lubatud piirmäära 8 $\mu g/m^3$ piiri peal (esineb kõigi piirkonna ettevõtete koosmõjus ning see tase avaldub vahetult teise tootmisettevõtte läheduses [28]. Vastuvõtja juures jäävad tasemed oluliselt allapoole). VKG Oil AS poolt Keskkonnaametile aprillis 2021 esitatud hajuvusarvutusest selgub, et Kohtla-Järvel VKG Oil AS territooriumilt väljaspool võib esineda lõhna üle 15% ajast, mis on tingitud kõigi piirkonna ettevõtete, sh tööstuslike jäätmete prügila koosmõjust. VKG Oil AS allikate mõju moodustab sellest vaid osa.

## 10.4 Põlevkivitööstusest tulenevate veekeskkonnale ohtlike ainete uuritus

### 10.4.1 Õiguslik taust

Veepoliitika Raamdirektiiv (2000/60/EÜ) on õigusakt, mis seab ülesandeks Euroopa Liidu liikmesriikidele ühtse tegevusraamistiku vee kaitse kavandamiseks ja korraldamiseks. Direktiiv hõlmab kõiki teisi veealaseid direktiive ning seab põhieesmärgiks liikmesriikidele kõikide vete (pinnavee, rannikuvee ja põhjavee) hea seisundi saavutamise. Selleks luuakse igale vesikonnale veemajanduskavad, milles tuleb rakendada valgalapõhiseid veemajanduse põhimõtteid, mis tagaksid veekogu(de) hea seisundi. Raamdirektiivi üheks eesmärgiks on lõpetada prioriteetsete ohtlike ainete heide ja piirata muude ohtlike ainete heidet veekeskkonda. Direktiiv määratleb prioriteetsed ained, prioriteetsed ohtlikud ained ja teatavad muud saasteained, mis on veekeskkonnale või veekeskkonna kaudu inimesele suureks ohuks ning põhimõtted riikidele riikide enda seisukohast oluliseks peetavate ainete ehk vesikonnaspetsiifiliste saasteainete reguleerimiseks, Direktiivi abil püütakse järk-järgult vähendada prioriteetsete ohtlike ainete vette juhtimist ja kadu. Kõikohtlikke aineid puudutavatest nõuetest on sisse viidud Eesti Vabariigi erinevatesse õigusaktidesse.

Veeseaduse § 128 lõike 7, § 129 lõike 5 ja § 130 lõigete 2 ja 4 alusel kehtestab määruse 61 Nõuded reovee puhastamise ning heit-, sademe-, kaevandus-, karjääri- ja jahutusvee suublasse juhtimise kohta, nõuetele vastavuse hindamise meetmed ning saasteainesisalduse piirväärtused (lisad 1 ja 2).

Ühisveevärgi ja kanalisatsiooni seadus reguleerib kinnistute veega varustamise ning kinnistute reovee, sademevee, drenaaživee ning muu pinnase- ja pinnavee ärajuhtimise ja puhastamise korraldamist ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni kaudu ning sätestab riigi, kohaliku omavalitsuse, vee-ettevõtja ja kliendi õigused ja kohustused. Seaduse § 8 lõige (4) sätestab, et ühisveevärgist vee võtmine ja reovee juhtimine ühiskanalisatsiooni toimub vee-ettevõtja ja kliendi vahelise lepingu alusel. Leping sõlmitakse ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni kasutamise eeskirja alusel. Eeskirja kinnitab kohaliku omavalitsuse volikogu. Näiteks sätestab eeskiri võetava vee mõõtmise ja ärajuhitava reovee arvestamist. Ühiskanalisatsiooni juhitava reo- ja sademevee reostusnäitajate piirväärtusi arvestusega, et ühiskanalisatsioonist väljuv reovesi vastaks veeseaduse alusel kehtestatud nõuetele ja ühiskanalisatsiooni juhitav reovesi ei kahjustaks ühiskanalisatsiooni toimimist. Eeskiri sätestab ka teisi reovee ühisveevärki suunamisega seotud tegevusi.

Ühisveevärgi ja kanalistatsiooni seaduse § 10 lõike 2 alusel kehtestatud määrus nr 75 reguleerib ühiskanalisatsiooni juhitavate ohtlike ainete piirväärtusi reovees.

Käesoleva aruande koostamise ajal on Keskkonnaministeerium koostanud uue ühisveevärgi ja kanalisatsiooni seaduse eelnõu, mis on Riigikogus läbinud esimese lugemise. Üheks põhiliseks erinevuseks hetkel kehtiva seadusega on see, et eelnõu kohaselt kehtestab valdkonna eest vastutav minister uue määrusega ühiskanalisatsiooni juhitavate ohtlike ainete nimekirja ja piirnormid (määrust ei ole aruande koostamise ajaks avaldatud). Sama eelnõu § 37 lõige (4) alusel määrab kontrollitavate saastenäitajate loetelu vee-ettevõtja ja lõike (6) alusel on Keskkonnaametil ja vee-ettevõtja õigus tutvuda tarbija tootmises kasutatavate materjalide, ainete ja tehnoloogiaga, et selgitada välja reostuse iseloom ja saasteainete loetelu. Samas on eelnõu ka tarbija ja vee-ettevõtja suhtes paindlik, kuna § 36 lõige (3) lubab vee-ettevõtja ja tarbija vahel kokkuleppeid, kui tarbija reo-või sademevees on ohtlike ainete sisaldus suurem

kui piirnormid ette näevad. Eelnõu käsitleb ka teisi õiguslikke aspekte reo- ja sademevee ühiskanalisatsiooni juhtimisel.

Veeseaduse § 76 lõike 1 alusel on kehtestatud keskkonnaministri määrus nr 28. Prioriteetsete ainete ja prioriteetsete ohtlike ainete nimekiri, prioriteetsete ainete, prioriteetsete ohtlike ainete ja teatavate muude saasteainete keskkonna kvaliteedi piirväärtused ning nende kohaldamise meetodid, vesikonnaspetsiifiliste saasteainete keskkonna kvaliteedi piirväärtused, ainete jälgimisnimekirjaga seotud tegevused. Sarnane õigusakt on kehtestatud ka põhjaveekogumite kohta (keskkonnaministri määrus nr.48. Põhjaveekogumite nimekiri ja nende eristamise kord, seisundiklassid ja nende määramise kord, seisundiklassidele vastavad keemilise seisundi määramiseks kasutatavate kvaliteedinäitajate väärtused ja koguselise seisundi määramiseks kasutatavate näitajate tingimused, põhjavett ohustavate saasteainete nimekiri, nende sisalduse läviväärtused põhjaveekogumite kaupa ja kvaliteedi piirväärtused põhjavees ning taustataseme määramise põhimõtted).

### 10.4.2 Põlevkivitööstusest tulenevate veekeskkonnale ohtlike ainete uuringud

2017. aastal viis OÜ Keskkonnauuringute Keskus läbi uuringu**: <u>Põlevkivitööstusest tulevate veekeskkonnale ohtlike ainete mõju uuring.</u>** Uuringu raames analüüsiti esmakordselt suurel hulgal veekeskkonnale ohtlikke ühendeid erinevate põlevkivitööstuse protsesside ja nendega seotud proovimaatriksite põhiselt. Ohtlike ainete esinemine jaotati ära põlevkivitööstuse protsesside põhiselt. Töös seostatakse põlevkiviõlitööstusega järgnevaid ühendeid:

**PAH-e** (Polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud) esines kõigis protsessides (põlevkiviõli tootmine, õli-ja elektrienergia tootmine, elektri-ja soojusenergia tootmine, tsemendi tootmine ja põlevkivi kaevandamine) kuid nende peamisteks allikateks on põlevkiviõli ja tsemendi tootmine.

**PCB** (Polüklooritud bifenüülid) ühendite esinemine põlevkivitööstuse heidetes oli episoodiline. Siiski sai analüüsitulemuste põhjal teatud ühendeid seostada kõikide põlevkivitööstuse protsessidega.

**BTEX** (Aromaatsed süsivesinikud) BTEX ühendite esinemine seostub kõikide protsessidega, vähem leidub neid elektritootmisega seotud heidetes, enim õli- ja tsemenditööstuse heidetes.

**Fenoolide** esinemine domineerib põlevkiviõli tootmises ja seda nii ühe- kui kahealuseliste fenoolide osas

**CAH** (klooritud alifaatsed ühendid) Kõikide põlevkivitööstusest lähtuvate heidetega seostuvad selles ühendite grupis diklorometaan ja triklorometaan.

**Naftasaaduste** (süsivesinikud C10-C40) esinemine tuleneb sektori iseloomust ja on ootuspärane.

**Perfluoroühendeid** leidus tööstustega seotud heitvetes.

**Raskmetalle** esines kõikide protsesside heidetes. Enim kerkib analüüsiobjektides määratud ühenditest esile baarium. Raskmetallide esinemine on ootuspärane, kuid nende osas on eelkõige heitvee puhul oluline vaadata ka nende suhet taustakontsentratsioonidega.

**PCB (Polüklooritud bifenüülid)** PCB ühendite esinemine põlevkivitööstuse heidetes oli episoodiline. Siiski saab analüüsitulemuste põhjal teatud ühendeid seostada kõikide põlevkivitööstuse protsessidega.

Uuringu tulemusena leiti, et täpsemate protsessisiseste ohtlike saasteainetega seotud probleemkohtade väljaselgitamiseks ja nende esinemise põhjuste kindlakstegemiseks, eesmärgiga vältida või vähendada ohtlike saasteainete emissioone pinnaveekogumitesse, on vajalik ettevõtete ja riigi koostöövalmidus. Ilma ettevõtete poolse panuse ja tehnilise siseinfota on põhjuste väljaselgitamine ja selle kaudu võimalike heidete vähendamiseks lahenduste leidmine võimatu.

Lisaks eeltoodud uuringule (Põlevkivitööstusest tulevate veekeskkonnale ohtlike ainete mõju uuring. 2017) on vesikonnale ohtlike ainete allikaid uuritud ka 2018. a OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskuse poolt. Töö eesmärk oli koostada inventuur veekeskkonnale ohtlike ainete allikatest, liikumisteedest ning olulisusest Eestis. Töös seostatakse põlevkiviõlitööstust üheks erineva veekeskkonnale ohtliku ainega. Nendeks on fenoolid, pentaklorofenool, perfluorooktaansulfoonhape ja selle derivaadid, 1,2-dikloroetaan, benseen, m-, p- ja o-ksüleen, tetrakloroetüleen, tolueen, trikloroetüleen. Töös on jäänud välja toomata, kas tegu on ajaloolise reostusega, mida enam ei esine või mitte.

Tartu Ülikooli poolt 2021. aastal teostatud töö „Ohtlike ainete piirnormide ajakohastamine reo- ja heitvees“ eesmärgiks oli hinnata ohtlike ainete levikut Eesti reo- ja heitvees ning pakkuda välja võimalikud piirnormid nii vee-poliitika raamdirektiivis (2000/60/EÜ) toodud 50 ohtliku ühendi kui ka 23 vesikonnaspetsiifiliste saasteaine jaoks. Uuringu eesmärgiks oli saavutada üldine Eesti veekeskkonna kaitsmine, piirates sealjuures minimaalselt ettevõtluse võimalusi ja pigem toetades keskkonnasõbraliku tootmise juurdumist Eesti majanduskeskkonnas.

Uuring telliti eesmärgiga muuta määruseid:

- Keskkonnaministri määrus nr 75 „Nõuete kehtestamine ühiskanalisatsiooni juhitavate ohtlike ainete kohta“
- Keskkonnaministri määrus nr 61 „Nõuded reovee puhastamise ning heit-, sademe- , kaevandus-, karjääri- ja jahutusvee suublasse juhtimise kohta, nõuetele vastavuse hindamise meetmed ning saasteainesisalduse piirväärtused“.

Uuring tegi ettepaneku sätestada normid 78 erinevale ainele või nende rühmale, samas terve uue nimekirja määramist ei olnud reoveepuhastitele ega töötusettevõtetele plaanis kohustuslikuks teha. Varasemat süsteemi, kus vee erikasutusloas on välja toodud täpsem antud ettevõtte/piirkonna jaoks oluliste ainete nimekiri, on plaanis sarnasel kujul edasi kasutada. Uuring leidis, et konkreetselt veeloas sätestatud ohtlikud ained peaksid tulenema nii tööstusprotsessis kasutatavatest toorainetest ja kemikaalidest ning üldisest tööstusalast kui ka pideva riikliku suublaseire käigus avastatud potentsiaalsetest probleemikohtadest.

Uuringus töötati välja konkreetsed piirnormid heitveele, mis suuremas osas ühtisid eelnevate piirnormidega. Mitmete ohtlike ainete puhul tehti võrreldes varasemaga mõningasi leevendusi. Heitvee piirnormide aluseks oli juba varasemalt EL veepoliitika raamdirektiiv ning pinnaveekogudele seatud nõuded, uued väljapakutud piirnormid seda põhialust ei muutnud. Ühiskanalisatsiooni juhitavas reovees olevate ohtlike ainete piirnormide puhul ei ole varasemalt nii konkreetset alust võimalik näidata – määrust ei ole ka pärast 2003. aastat muudetud. Kuna tegemist on olmereoveepuhastite sisendiga, töötati projekti raames välja uus

lähenemismeetod piirväärtuste seadmiseks. Tegemist on meetodiga, kus piirnormid saadakse arvutuslikult sõltuvalt konkreetse olmereoveepuhasti üldisest koormusest.

### 10.5 Mõjud tervisele

Tellija poolt seati ülesandeks enim tervist mõjutavate saasteainete kirjeldamine ja analüüsimine ning tehnikate hindamine tervisemõjude vähendamiseks seni läbiviidud tervisemõjude uuringute alusel. Lähteülesandes oli ka toodud loetelu Terviseameti poolt läbi viidud põlevkivitööstuse tervisemõjude projektidele perioodil 2014-2020 (hõlmab 4 projekti, mis on leitavad Terviseameti kodulehelt) [29].

Ülal nimetatud projektide raames on tehtud mitmeid uuringuid, millest olulisemad on järgmised:

1. SA Keskkonnainvesteeringute Keskus rahastusega uuring „Biomonitooringu läbiviimine põlevkivi sektoriga kokku puutuva elanikkonna seas (töötajad ja elanikud), eeluuring – biomarkerite väljaselgitamine (alategevus 2.3.2.4)“ teostatud Tartu Ülikooli ja Terviseameti poolt aastal 2020.

Uuringu eesmärgiks oli selgitada välja biomarkerid, mida kasutada põlevkivisektoriga kokku puutuva elanikkonna seas (töötajad ja elanikud) biomonitooringu läbiviimiseks. Töö täpsemad ülesanded olid järgmised:

- anda ülevaade biomonitooringu programmidest Euroopas, sh saastunud tööstusaladel;
- viia läbi põlevkivisektori piirkonda iseloomustavate spetsiifiliste saasteainete analüüs;
- analüüsida rahvastiku ja töötajate seas läbiviidud biomonitooringu uuringuid Eestis viimase 35 aasta jooksul ning luua andmebaas vaadeldud uuringute andmete alusel;
- kirjeldada kirjanduse põhjal põlevkivisektori piirkonna keskkonnasaastet iseloomustavaid biomarkereid;
- pakkuda välja metoodikad piirkonna keskkonnasaastet iseloomustavate biomarkerite määramiseks ning anda hinnang nende teostatavusele Eestis;
- koostada põlevkivisektoriga kokku puutuva elanikkonna (töötajate ja elanike) seas biomonitooringu läbiviimiseks metoodiline juhend, milles kirjeldatakse valimi koostamise protseduuri, vajalikku uuritavate arvu, biomaterjali kogumise protseduuri ning parimaid võimalikke metoodikaid biomarkerite keemiliseks analüüsiks. Lisaks vaadata läbi võimalused võrdlusuuringu koostamiseks, et tuvastada muutused saasteainete tasemetes viimase 35 aasta jooksul.

Nimetatud aruanne viitab ja kasutab oma uuringus varasemat samade autorite ja finantseerimisega uuringut „Metoodika väljatöötamine ja rakendamine välisõhuseisundi ning lapseea astma ja teiste allergiahaiguste vaheliste seoste leidmiseks põlevkivitööstusest mõjutatud aladel – METRAK“ (2019), aga ka teisi nagu Orru, H. et al. „Põlevkivisektori tervisemõjude uuring“ (2015).

Uuringu lõpparuandes on loetletud olulisemad põlevkivisektorist pärinevad toksilised ja allergilisi reaktsioone tekitavad saasteained nagu benseen, formaldehüüd, fenool, peenosakesed, eriti peened osakesed, polüaromaatsed süsivesinikud, sh benso(a)püreen ja vesiniksulfiid. Seejuures märgitakse viidetega kirjandusele ja varem teostatud uuringutele, et kuna vesiniksulfiidil puuduvad teadaolevalt toksilised mõjud madalatel sisaldustel puudub sel mõju laste tervisele, siis ei tule pidada seda saasteainet oluliseks biomonitooringu kontekstis.

Uuringus esitatuna õhusaaste tasemeid analüüsiti ja nendega kokkupuudet hinnati järgmiste saasteainete kohta:

**Benseen ($C_6H_6$)** on kiiresti aurustuv värvitu vedelik. Benseenisaaste põhilised allikad on nafta töötlemine, kütuste tootmine, keemiatööstus (benseenist lähtuvate kemikaalide (stüreen, fenool) tootmine ja sünteesimine). Benseeni satub atmosfääri ka bensiinijaamadest, kütusehoidlatest ja sisepõlemismootoritest. Benseeni on Rahvusvaheline Vähiuurimise Keskus (IARC) liigitanud 1. klassi kantserogeeniks. Inimese peamine kokkupuuteviis on benseeni sisaldava õhu sissehingamine. Nimetatud aruanne ei täpsusta benseeni kui põlevkivitööstuse allikat eraldi, vaid käsitleb benseeni koos peenosakeste ja vesiniksulfiidi formaldehüüdi jt ühenditega.

**Formaldehüüd ($CH_2O$)** on orgaaniline ühend, mida kasutatakse sageli keemiatööstuses toorainena (näiteks fenoolformaldehüüdvaikude tootmine, liimides, puitlaastplaatides) ja mis, kuulub karbonüülühendite hulka. IARC on liigitanud formaldehüüdi 1. klassi kantserogeeniks ning selle sissehingamisega võib kaasneda tervisekahjustus ja vähi teke.

**Fenool ($C_6H_5OH$)** on värvitu, iseloomuliku lõhnaga orgaaniline ühend, mida tekib suurtes kogustes näiteks põlevkivi termilisel töötlemisel. Samuti eraldub fenoole välisõhku kütuste põletamisel ja epoksüvaikude tootmisel. Pikaajaline kokkupuude sissehingamise kaudu võib tingida südameveresoonkonna ja hingamisteede haiguseid.

**Peenosakesed ($PM_{10}$)** on osakesed, mis läbivad 10 µm aerodünaamilise diameetriga mõõduselektiivse ava 50 protsendil juhtudest (peened osakesed läbimõõduga alla 10 µm). Sellesse fraktsiooni kuulub suurem osa inimtekkelisest tolmusaastest.

**Eriti peened osakesed ($PM_{2.5}$)** on osakesed, mis läbivad 2,5 µm aerodünaamilise diameetriga mõõduselektiivse ava 50 protsendil juhtudest (peened osakesed läbimõõduga alla 2,5 µm). Sellesse fraktsiooni kuulub suurem osa inimtekkeliste põlemisprotsessidega seotud osakestest. Pikaajaline kokkupuude võib tingida suuremat haigestumist südameveresoonkonna ja hingamisteede haigustesse ning IARC on liigitanud need 1. klassi kantserogeeniks.

**Benso(a)püreen ($C_{20}H_{12}$)** on polütsükliline aromaatne süsivesinik, mis tekib orgaanilise aine mittetäieliku põlemise või pürolüüsi tagajärjel. B(a)P on kõige suurema toksilise potentsiaaliga polütsükliline aromaatne süsivesinik ning IARC on liigitanud selle 1. klassi kantserogeeniks.

Oluline on ära märkida aruande peatükis 2.1.3 toodud biomarkerite kasutamisega seotud piirangud. Refereering aruandest: „Üks peamisi biomonitooringu kasutamise piiranguid on see, et paljudel juhtudel võib vaid bioloogiliste seireandmete põhjal olla raske kinnitada, mis allikast see kokkupuude pärineb. Seda on võimalik täpsustada, kasutades paralleelselt heidete ja keskkonnaseire andmeid, kus tuvastatakse nende andmete põhjal allikad, kust biomonitooringu käigus leitud saasteaine või selle saasteaine metaboliit pärineb. Samas, kui inimestel võib olla kokkupuude sama saasteainega ka töövälisel ajal (näiteks benso(a)püreen põlevkivitööstuses ja benso(a)püreen kodus ahiküttest), siis on vaid uriinianalüüsi põhjal raske määratleda, kas kokkupuude tekitati tööalase või muu tegevuse kaudu. Küll on seda võimalik täpsustada näiteks küsimustikuga uuritava töö- ja elukeskkonna kohta.

Veelgi kriitilisem on olukord mõju biomarkeritega, kus mõju tekitanud tegurid ei ole saasteaine või teguri spetsiifilised. Kui näiteks 1-hüdroksüpüreen on tekkinud kokkupuutel PAHidega, siis COMET-analüüsil ilmnenud suurenenud DNA-kahjustusi on väga raske seostada ühe

kindla keskkonnateguriga. Kui analüüsida suur hulk isikuid ja teatud piirkonnas on üldiselt COMET-analüüsi „komeedi sabad pikemad“, siis ei saa seda tulemust üle kanda üksikindiviididele, kuna seda on võinud mõjutada ka teised tegurid. Tihti puuduvad mõju biomarkeritel järelduste tegemiseks ka nn referents- või taustväärtused. Samas, kui selliseid analüüse ei tehtaks, siis tekiks ka võimalusi referentsväärtuste tekkeks.

Peale selle võivad biomonitooringu tulemusi mõjutada nn segavad tegurid. Kui inimene suitsetab, kui tal on juba väljakujunenud südameveresoonkonnahaigus, kui tal on vähk vmt, siis on paljud varajase mõju biomarkerid kasutud keskkonnasaaste mõju kindlakstegemiseks. Selliste asjaoludega tuleb arvestada, kui koostatakse uuringugruppe ja valitakse uuritavaid. Segavaks teguriks võib olla ka teiste tegurite sarnane mõju.“ (refereeringu lõpp).

Seega on keeruline Ida-Virumaa tööstuspiirkonnas eristada põlevkiviõlitööstuse saasteainete mõju kas elektrijaamade või sama piirkonnas olevate teiste keemiatööstuse ettevõtete heidete mõju. Kindlasti kaudsete metoodikatega (heidete ettevõttepõhine monitooring, jne) oleks võimalik hinnangut anda, kui varasemad uuringutest sellist ettevõtete põhist mõjutegurite suurusväärtusi ei esitata. Riiklikud välisõhu seirejaamad on Narvas, Kohtla-Järvel ja Kiviõlis. Seirejaamade mõõteandmeid reaalajas on leitavad veebiaadressil: http://ohuseire.ee/?zoomLevel=11&lat=59.39087606241136&lng=27.640032812577434

Aruande kokkuvõttes on märgitud, et inimeste biomonitooring on tõhus meetod elu- ja töökeskkonnast pärinevate looduslike ja sünteetiliste ühenditega kokkupuute hindamiseks. Sel põhjusel on paljudes Euroopa riikidest käivitunud rahvuslikud biomonitooringu programmid, mis kätkevad endas ka saastunud tööstusalasid. Aruande koostajad teevad ettepaneku viia läbi Eesti biomonitooringu uuringu kokku kuni 1000 inimese hulgas, kuhu oleks kaasatud elanikke erinevatest Eesti piirkondadest ning ka erinevaid töötajate rühmasid. Varasemad uuringud jäävad 20-35 aasta tagusesse aega ega ole enam kasutatavad. Prioriteetseteks biomarkeriteks, nii oma sisalduse kui võrreldavuse osas eelnevate uuringutega, oleks raskmetallide (uurida tuleks vähemalt Pb, Cd, Hg, Cu, Zn, Cr, As, Ni, V) uuring. Kõigi nende ühendite määramiseks on teaduskirjanduses olemas detailsed metoodikad ning Eesti laborites leidub vastav aparatuur. Juhul kui Eestis käivitatakse biomonitooringu programm, võiks selle fookus olla põlevkivisektoril kui ühel enam saastaval tootmisvaldkonnal, ent samal ajal võiksid sinna olla võrdlusrühmadena kaasatud olla ka teiste piirkondade elanikud ja töötajad.

2. Mahukam ja ülevaatlikum on Tartu Ülikooli ja Terviseameti uuring 2015. aastast „Põlevkivisektori tervisemõjude uuring“, mis sisaldab kokku 7 põhjalikku lisaaruannet. Aruandes märgitakse, et uuringu tulemused näitavad, et Ida-Virumaa elanike tervislik seisund on mitmete näitajate poolest halvem kui mujal Eestis ja selle üheks põhjuseks on põlevkivisektorist lähtuv keskkonna saastatus. Samas on vaadeldud piirkonnas tegemist kompleksete probleemidega (nagu muu tööstusreostus, pärandreostus, keeruline sotsiaal-majanduslik olukord, riskikäitumine jne), mis avaldavad niisamuti mõju elanike tervisele.

Leevendava meetmena tuleks seega veelgi enam keskenduda ettevõtete poolt esitatud heitkoguste/ettevõtete kontrollimisele või metoodikate valideerimisele, kuna arvutuslikud kontsentratsioonid näitavad selgelt, et heitkoguseid ja/või käitiste hulka piirkonnas on alahinnatud. Kui esitatud heitkogused saaks paremini vastavusse reaalsete heitkogustega, oleks võimalik lisaks regulaarsele/pistelisele seirele, saada modelleerimise teel täpsemaid andmeid ükskõik millise punkti/saasteaine kohta Ida- ja Lääne-Virumaal.

Uuringus tehakse ettepanek, et leevendava meetmena võiks aruandluse ja monitooringu strateegiad üle vaadata ja neid täiustada, et saaks paremini tegeleda tervisemõju hindamise küsimustega. Paremad andmed elanikkonna kokkupuute kohta (põlevkivi)tööstuse saastatusega võimaldaks meil veel täpsemini analüüsida tööstusettevõtete tegevusest tulenevat tervisemõju.

Aga ka ülalnimetatud mahukas uuringu aruanne toob järeldustena välja, et keskenduda tuleks ka kogu Ida-Virumaa tööstussektorile laiemalt, sest saastatuse põhjustajad ei pruugi alati olla vaid põlevkivisektori ettevõtted.

Kokkuvõttena, eelpool välja toodud uuringud kinnitavad järgnevat:

- Ida-Virumaa elanike tervislik seisund on mitmete näitajate poolest halvem kui mujal Eestis ja selle üheks põhjuseks on põlevkivisektorist lähtuv keskkonna saastatus.
- Tuleb arvestada, et Ida-Virumaa on seotud kompleksete probleemidega nagu muu tööstusreostus, pärandreostus, keeruline sotsiaal-majanduslik olukord, riskikäitumine jne), mis avaldavad niisamuti mõju elanike tervisele.
- Keeruline on välja tuua põlevkiviõlitööstuse osakaalu hinnangulises terviseseisundi halvenemises põhjusena.
- Uuringud märgivad keskkonnaseisundi paranemist viimastel aastatel.
- Tuuakse välja, et õhukvaliteedi jälgimiseks on antud alal tagatud riiklik pidevseire ning lisaks viiakse läbi pistelisi mõõtmisi. Seirejaamades registreeritakse küll kõikide saasteallikate poolt välisõhku heidetud saasteainete sisaldused, ent seirejaamas registreeritud ained ja nende kogused ei näita erinevate piirkondade erinevate inimeste reaalset kokkupuudet. Selleks tuleb mõõta nende ainete sisaldust inimeste organismis. Maailmas laialdaselt kasutusel olev inimese biomonitooring on teadaolevalt ainuke ja täpne teaduslik uurimisviis, mis võimaldab välja selgitada, kas ja mis mahus erinevad ühendid ja ained keskkonnast inimorganismi jõuavad ning kuidas nende kogus ja mõju aja jooksul muutub. Oluline on biomonitooringu kui sellise rakendamine Eesti ja Ida Virumaal, millega täpsustada saasteainete jõudmine elanike organismi.

Põlevkivisektorist pärinevad toksilised ja allergilisi reaktsioone tekitavad saasteained on benseen, formaldehüüd, fenool, peenosakesed, eriti peened osakesed, polüaromaatsed süsivesinikud, sh benso(a)püreen ja vesiniksulfiid ei ole selles mõttes spetsiifilised, et samad saasteallikad on erinevate tööstuspiirkondades probleemiks üle maailma. Oluline on märkida, et Euroopas loodud Human Biomonitoring for European Union (HBM4EU) võrgustik (www.hbm4eu.eu), millega on liitunud 30 riiki. See on Euroopa Keskkonnaagentuuri ja Euroopa Komisjoni ühine projekt, mida kaas rahastatakse Horisont 2020 programmist. Valdava osa projekti rahastusest panustavad osalevad riigid ise läbi eelnevate ja käimas olevate rahvuslike biomonitooringu programmide kaudu. Alates 2020. aastast on selle projektiga liitunud ka Eesti.

# 11. Põlevkiviõli tootmiseks kasutatav tehnika

## 11.1 Põlevkiviõli tootmise meetodid ja tehnoloogiad maailmas

Olemasoleva parima võimaliku tehnika viitedokumendi väljatöötamisel lepiti kokku, milline on üldkasutatavate mõistete hierarhia põlevkiviõli tootmiseks kasutatava tehnika iseloomustamisel [1]. Siin peatükis antakse referatiivne lühiülevaade nimetatud parima võimaliku tehnika viitedokumendi tekstist.

Põlevkiviõli tootmise meetodite ja tehnoloogiate klassifikatsiooni aluseks on:

- ***Töötlemismeetodi olemus.***

Põlevkiviõli tootmine põhineb põlevkivi lagundamisel peamiselt kasutades kas pürolüüsi, termilist lahustamist või hüdrogeenimist. Pürolüüsimeetodid on vanimad ja enim levinud ning siia hulka kuulub ka Eestis kasutatav utmine. Termilisel lahustamisel töödeldakse põlevkivi kõrgematel temperatuuridel ja rõhkudel lahustitega, järgneb lahustunud orgaanilise aine krakkimine. Hüdrogeenimine on samalaadne meetod, mis sobib madala vesinikusisaldusega süsivesinikele – põlevkivi töödeldakse kas gaasilise vesinikuga või kemikaalidega, mis keemilises reaktsioonis on vesiniku doonoriks. Erinevad meetodid annavad erineva koostisega ja omadustega põlevkiviõli [30].

- ***Asukoht.***

Sageli kasutatakse eristust kas protsess toimub maapinnal või maa all, ja tehnoloogiad klassifitseeritakse laialdaselt kui *ex situ* (ümber paigutatud) või *in situ* (koha peal). *Ex situ* protsessis, samuti tuntud kui maapealne utmine, põlevkivi kaevandatakse kas kaevandustes või karjäärides ja seejärel transporditakse protsessi seadmesse. Vastupidiselt *in situ* protsessis kerogeen muundatakse veel sellel ajal kui see on põlevkivi sette vormis ning seejärel ekstraheeritakse õlipuuraugu kaudu maapinnale samalaadselt naftaga. Erinevalt *ex situ* protsessist, see protsess ei sisalda kaevandamist või kasutatud põlevkivi jääke maapinnal, kuna need jäävad maa alla. *In situ* tehnoloogia kasutamise otstarbekus oleneb geoloogilistest tingimustest ja põlevkivi omadustest. Üldjuhul *in situ* tehnoloogia kasutamist võib kaaluda kohtades, kus põlevkivikihi paksus on paarsada meetrit ja enam ning katendi paksus üle mitmesaja meetri [31]. *In situ* tehnoloogia rakendamine Eesti põlevkivi töötlemiseks ei ole võimalik, sest põlevkivikihi paksus on alla 5 meetri ja see asub maapinnale liiga lähedal, mistõttu esineb vedeldamisel tekkivate gaaside lekkimise ja põhjavee reostamise oht.

- ***Kuumutusmeetod.***

Kuumutusmeetodid klassifitseeritakse kas *otseseks* või *kaudseks*. Otsesed meetodid võimaldavad põlemisproduktidel kui soojuskandjal retordis kontakteeruda põlevkiviga. Kaudse meetodi puhul toimub soojuskandja tootmine kuumutades või valmistades soojuskandja materjali väljaspool retorti.

- ***Soojuskandja tüüp.***

Põlevkivi pürolüüsiks vajaliku soojusenergia edasiandmiseks põlevkivile, kasutatakse *gaasilisi soojuskandjaid, tahkeid soojuskandjaid, seinülekannet, reaktiivse vedeliku meetodit ja mahulist kuumutusmeetodit*. Soojuskandja tüübi järgi saab meetodeid samuti klassifitseerida otsesteks ja kaudseteks [31].

- ***Toorpõlevkivi tükkide suurus.***

Mitmesuguseid *ex situ* protsessi tehnoloogiad diferentseeritakse retortidesse suunatava põlevkivi tükisuuruse järgi. Reeglina gaasilise soojuskandja tehnoloogilises protsessis

põlevkivi tükid varieeruvad *10 kuni 125 millimeetrini*, samal ajal kui tahke soojuskandja ja seinülekande korral võivad osakesed olla *väiksemad kui 10 millimeetrit*. Lisaks tükisuurusele diferentseeritakse tehnoloogiad ka vastavalt toorme küttevääртusele.

- ***Retordi paigutus.***

„Ex situ" tehnoloogiaid klassifitseeritakse mõnikord ka retordi paigutuse järgi *horisontaalseteks ja vertikaalseteks*. Vertikaalsed on tavaliselt šahtahjud, kus põlevkivi liigub ülalt alla gravitatsiooni mõjul. Horisontaalsed retordid on tavaliselt horisontaalselt pöörlevad trumlid või tigukonveier, milles põlevkivi liigub ühest otsast teise [31].

Järgnevas tabelis 11.1 on põlevkiviõli tootmise tehnoloogiad, küll juba ajaloolised, kuid klassifitseeritud kuumutusmeetodi, soojuskandja tüübi ja protsessi asukoha järgi (*ex situ*).

*Tabel 11.1. Põlevkiviõli tootmise tehnoloogiate klassifikatsioon kuumutamise meetodi ja asukoha järgi* [32]

| **Kuumutamise meetod** | **Maapealne (ex situ)** |
|---|---|
| Gaasiline soojuskandja otsese kuumutamisega | Gaasi põletus, NTU, Kiviter, Fushun, Union A, Paraho Direct, Superior Direct |
| Tahke soojuskandja (põlev-kivituhk või muu inertne materjal) | Alberta Taciuk, Galoter, Petroter, Enefit, Lurgi-Ruhrgas, TOSCO II, Chevron STB, LLNL HRS, Shell Spher, KENTORT II |
| Seinülekanne (erinevad kütused) | Pumpherston, Fischer Assay, Oil-Tech, EcoShale In-Capsule, Combustion Resources |
| Gaasiline soojuskandja kaudse kuumutamisega | PetroSIX, Union B, Paraho Indirect, Superior Indirect, Syntec (Smith protsess) |
| Reaktiivsed vedelikud | IGT Hytort (kõrgsurve $H_2$), solventide protsessid, Chattanooga keevkiht reaktor |
| Mahuline kuumutus* | – |

*ainult maa-alused nn *in situ* tehnoloogiad, kuumutamiseks kasutatakse sõltuvalt tehnoloogiapakkujast nt õhku, $CO_2$, auru, kütuse- ja kütteelemente, raadio- ja mikrolaineid, elektrivoolu.

## 11.2 Põlevkiviõli tootmise meetodid ja tehnoloogiad Eestis

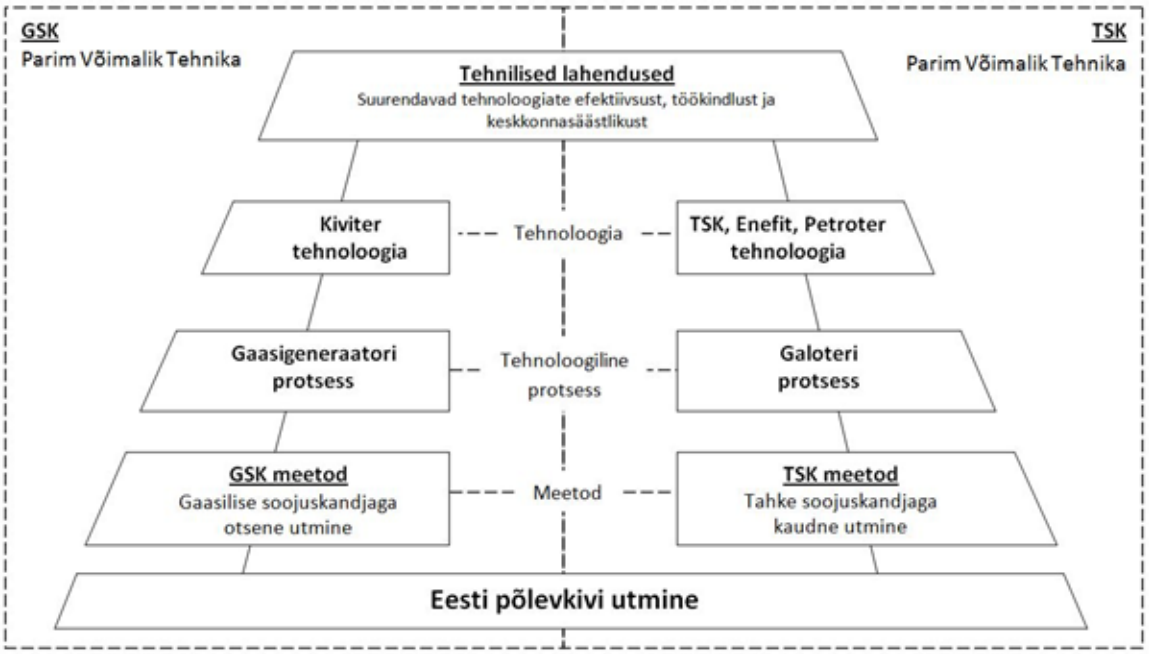
Eelmises peatükis toodud meetodeid ja tehnoloogiaid on viimase sajandi jooksul arendatud ja kasutatud ka Eesti põlevkivi töötlemisel. Muudatused on viimastel aastatel olnud vaid ettevõtete poolt tehnoloogiate arendamisel. Järgnevalt on toodud näitena väljavõte praegu kehtiva PVT viitedokumendi aruandest:

- ***Tunnelahjud.*** Tunnelahjud olid enne Teist Maailmasõda kasutusel Kiviõlis ja Sillamäe. Pikka aega eelistati ja arendati Kiviõlis just tunnelahjude tehnoloogiat. Põlevkiviõli tootmine tunnelahjudes ei osutunud piisavalt efektiivseks ja praeguseks Eestis tunnelahjudel põhinevat tehnoloogiat põlevkiviõli tootmiseks enam ei kasutata.
- ***Kamberahjud.*** Kamberahjudes on põhiline toodang majapidamisgaas. Kamberahjude tehnoloogiat arendati Eestis pärast Teist Maailmasõda, kui oli oluline toota gaasi ja

varustada sellega Leningradi ja Tallinna. Gaasi tootmise tipp oli 1976. aastal, pärast seda tõrjus odavam maagaas põlevkivigaasi välja. Praeguseks on kamberahjud töö lõpetanud.

- ***Pöörlevad retordid.*** Davidsoni pöörlevad retordid võeti kasutusele 1931 – 1934 aastal Kohtla-Nõmmele rajatud põlevkiviõli tehases. Pöörlevad retordid olid välisküttega seadmed. Nende puhul piiras tootlikkust soojusülekanne ja seadmete tootlikkus jäi väikeseks. Põlevkivi utmisel enam välisküttega seadmeid ei kasutata ja pöörlevad retordid on juba ammu töö lõpetanud.
- ***Gaasiline ja tahke soojuskandja.*** *Gaasilise soojuskandja meetod* võeti Eesti põlevkivi utmisel esimesena kasutusele 1922. aastal Kohtla-Järvel. Aastakümnete jooksul on lisandunud järjest uusi gaasigeneraatoreid ja täiustunud nende konstruktsioon. Tahke soojuskandjaga seadmeid põlevkivist õli utmiseks on Eestis arendatud 1951. aastast, 1953. aastal anti Kiviõlis käiku esimene *tahke soojuskandja* tööstuslik seade UTT200.

**Käesoleval ajal** kasutatakse põlevkiviõli tootmisel Eestis kahte meetodit (joonis 11.1.): ***gaasilise soojuskandja (GSKm)*** ja ***tahke soojuskandja (TSKm) meetodit***.




*Joonis 11.1. Eesti põlevkiviõli tootmiseks kasutatavad tehnikad*

Olemasoleva põlevkiviõli tootmise PVT viitedokumendi väljatöötamisel lepiti kokku hierarhia põlevkiviõli tootmiseks kasutatava tehnika iseloomustamisel [1]:

**meetod – tehnoloogiline protsess – tehnoloogia – tehniline lahendus**

Käesoleva aruande koostamise vahekoosolekutel oli aruteluks, kas on vajadus eristada meetodeid ja protsesse Eestis põlevkivitootmise tehnikate nimetamise juures. Galoter protess on saanud nimetuse aastatel 1944–1964 kui NSVL Teaduste Akadeemia G.M. Kržižanovski nimelises Energeetikainstituudis töötati välja nimetatud protsessil põhineva tehnoloogia alused. Galoter alusel loodud tehnoloogias said tähise lühendiga UTT, mis vene keeles on lühend tõlgitult sõnadest "tahke soojuskandja seade" (inglise keeles SHC - Solid Heat Carrier). Tänaseks on aga Eesti ettevõtted arendanud tehnoloogiat ilma Venemaa teadusasutuseta. 2008. aastal asutas Eesti energiaettevõte Eesti Energia, Soome

tehnoloogiaettevõttega Outotec ühisettevõtte Enefit Outotec Technology, mis arendas ja täiustas Galoteri protsessi sedavõrd, et kasutusel on juba mõiste „Enefiti protsess“.

Käesoleva aruande peatükkides hoidutakse kasutamast mõistet „protsess“, olgu see Enefit, Gaasigeneraator või Galoter. Piisavaks ja õigemaks on üldistuseks kasutada mõistet „meetod“ ja eristatakse kahte meetodit - gaasilise soojuskandja (GSKm) ja tahke soojuskandja (TSKm) meetodit.

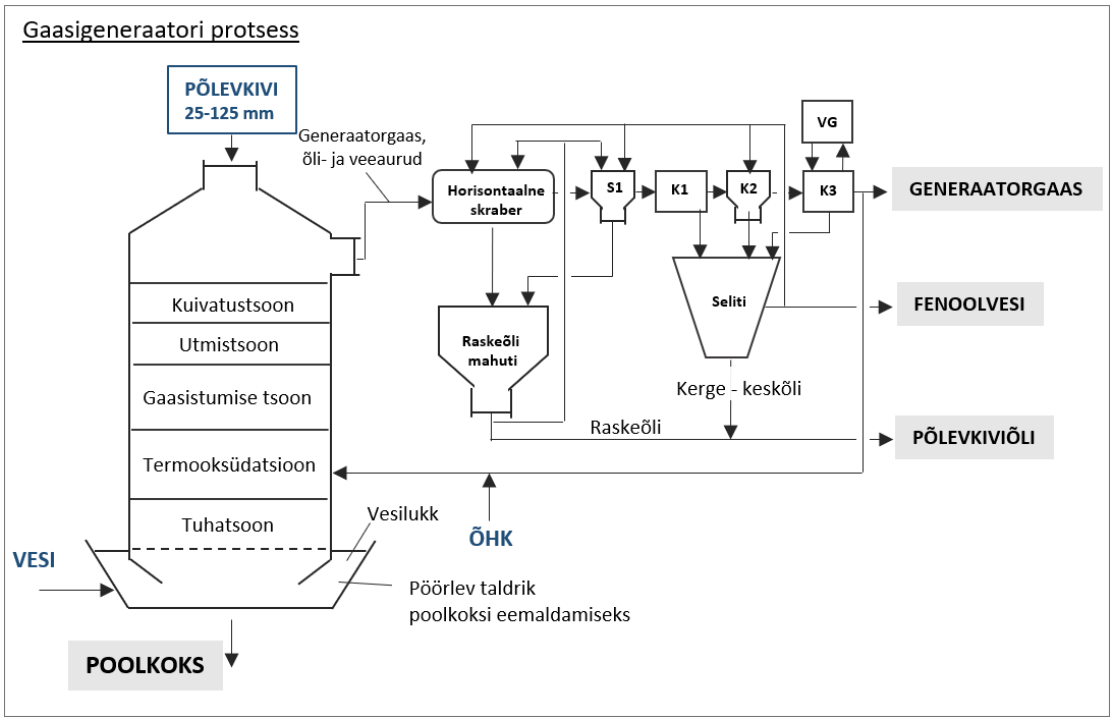
TSKm on kasutusel kõigis kolmes Eesti põlevkiviõli tootmise ettevõtetes: KKT Oil OÜs, VKG Oil ASis ja Enefit Power ASis. Tehnoloogiad (TSK500, Petroter, Enefit140 ja Enefit280) erinevad oma teostuselt nii tehniliste lahenduste kui ka tootmisvõimsuste poolest.

GSKm-i alusel väljatöötatud tootmisseadmed on kasutusel Kohtla-Järvel VKG Oil AS-s ja KKT Oil OÜ-s. Nimetatud ettevõtetes on gaasigeneraatori protsessi baasil arendatud erineva konstruktsiooniga ja põlevkivi läbilaskevõimega Kiviteri tehnoloogiad.

### 11.2.1 Gaasilise soojuskandja meetod, Kiviter tehnoloogiad

GSKm kesksek sõlmeks on gaasigeneraatori vertikaalne reaktor. Reaktoris põlevkivi utmisel tekkivad õli- ja veeaurud kondenseeruvad kondensaatoris põlevkiviõliks ja fenoolveeks. Kondensaatorist eralduv generaatorgaas suunatakse osaliselt tagasi reaktorisse, kus õhu lisamisel termooksüdatsiooni protsessi tulemusena saadakse vajalik soojus põlevkivi termiliseks lagundamiseks (utmiseks). Utmisel tekkinud poolkoks väljub gaasigeneraatori alaosast.

GSKm põhimõtteline skeem on esitatud joonisel 11.2. Põlevkivi tüki suurusega 25 – 125 mm laaditakse reaktorisse ülalt. Reaktori ülemises tsoonis põlevkivi kuivatatakse. Kuivatatud põlevkivi liigub utmistsooni ja utmisprotsessis vajaliku temperatuuri 450 – 550 °C juures eralduvad õli- ja veeaur ning osa generaatorgaasi. Utmistsoonis utmata jäänud koks liigub gaasistamistsooni, kus süsiniku ja veeauru keemilise reaktsiooni tulemusena saadakse süsinikoksiidi ja vesinikühendeid sisaldav generaatorgaas.




*Joonis 11.2. Gaasigeneraatori meetodi skeem: S1 – skraber, raskõli ja fenoolvee pihustamisega, K1 – õhksoojusvaheti-kondensaator, K2 – fenoolvee pihustamisega tilgapüüdja-kondensaator, K3 – vesisoojusvahetid-kondensaatorid, VG – ventilaatorgradiirid (keskringlusveesõlm).*

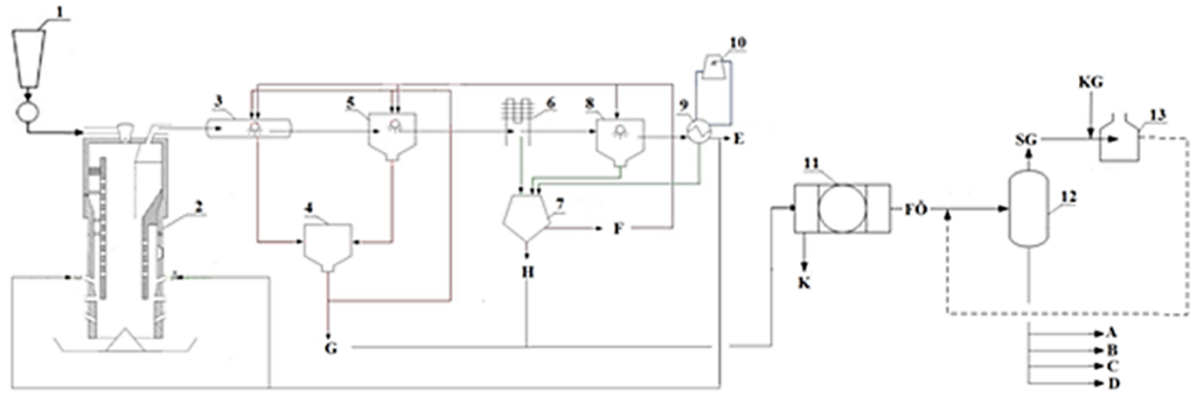
Utmisel tekkinud auru-gaasisegu (generaatorgaas, õli- ja veeaurud) väljub reaktori ülaosast ja suunatakse kondensatsiooniosakonda, kus toimub generaatorgaasi, õli- ja veeauru kondenseerimine ning lahutamine põlevkiviõliks ja fenoolveeks. Osaline (~60%) generaatorgaasi tagasisuunamine reaktorisse koos õhuga põhjustab termooksüdatsiooni, mis on aluseks pidevale utmisprotsessile. Gaasigeneraatorid töötavad alarõhul, mille tekitab auru-gaasisegu väljaimemine generaatori nö külmast kambrist. Protsessis tekkiv poolkoks eraldatakse generaatorist läbi vesiluku taldriktransportööriga.

Alljärgnevalt käsitletakse Kiviter-tehnoloogiaid kahe ettevõtte baasil – VKG Oil AS (Kiviter (VKG)) ja KKT Oil OÜ (Kiviter (KKT)).

*Kiviter (VKG) tehnoloogias* järgnevad kondensatsioonietapile õliettevalmistus- ja puhastusprotsessid (joonis 11.3).

Raske- ja kerge-keskõli ettevalmistusseadmel generaatorõli ja bensiinifraktsiooni segu filtreeritakse. Saadud filtraat segatakse soojusvahetites soojendatud fenoolveega. Fenoolvee ja filtraadi segu segatakse segistis ning suunatakse horisontaalsetesse termosetititesse. Termosetitites toimub vees lahustuvate fenoolide eraldamine, toorõlis sisalduvate kloriidide üleminek mitteaktiivsesse keemilisse vormi ning segus sisalduvate korrosiivsete ühendite neutraliseerimine. Puhastatud toorõli suunatakse mahutisse, kust edasi pumbatakse põlevkiviõlide destillatsiooni seadmele. Fenoolvesi suunatakse mahutisse, kust see edasi suunatakse õliärastusele. Fenoolvesi mahutist suunatakse koos bensiinifraktsiooniga termosetititesse, kus toimub õli ekstraheerimine fenoolveest bensiinifraktsiooniga ning fenoolvee lisandite sadestamine. Fenoolvesi pärast õliärastust suunatakse defenoleerimisseadmesse fenoolide ekstraheerimiseks.

Filtrid töötavad perioodiliselt. Rõhu suurenemisel filtris lõpetatakse generaatoriõli pumpamine, filtrist pressitakse välja filtraat, mis suunatakse mahutisse. Filtreerimise käigus tekib nn peendispersne tuharikas kütus ehk PDTRK, mis pestakse läbi bensiinifraktsiooniga. Edasi toimub bensiini välja aurutamine filtraadist. PDTRK kuivatatakse lämmastikuga suletud tsüklis (filter-separaator-ressiiver-kompressor-filter). PDTRK näol on tegemist tehnoloogilise pooltootega, mis suunatakse tsehhide Petroter I, II ja Petroter III tehnoloogilisse protsessi (täiendavaks pürolüüsiks trummelreaktoritesse koos põlevkiviga).




*Joonis 11.3. Kiviter (VKG) tehnoloogia põhimõtteline skeem:*

*1 – põlevkivi mahuti, 2 – gaasigeneraator, 3 – horisontaalne skraber, 4 – raskõli mahuti, 5 – skraber, raskõli ja fenoolvee pihustamisega, 6 – õhksoojusvaheti-kondensaator, 7 – õli-veesegu seliti (eraldi kerg-keskõli ja fenoolvesi), 8 – fenoolvee pihustamisega tilgapüüdja-kondensaator, 9 – vesisoojusvahetid-kondensaatorid, 10 – ventilaatorgradiirid (keskringlusveesõlm), 11 – filtreerimisseade, 12 – destillatsioonikolonn, 13 – destillatsiooniseadme ahi A – põlevkiviõli raskfraktsioon; B – põlevkiviõli keskfraktsioon; C – põlevkiviõli kergfraktsioon; D – bensiin; E – generaatorgaas; F – fenoolvesi; G – raskõli; H – kerg–keskõli; K –* PDTRK*; FÕ – filtreeritud õli; SG – separaatorgaas; KG – küttegaas.*

Raske- ja kerge-keskõli ettevalmistusseadme koosseisu kuuluv tsirkulatsiooniõli puhastusseade on ettenähtud põlevkiviõli raskefraktsiooni puhastamiseks sellesse aurugaasisegu puhastusprotsessis kogunenud tahketest lisanditest (tuhk, mehhaanilised lisandid). Tsirkulatsiooniõli, bensiinifraktsiooni ja vee segu soojusvahetist suunatakse staatilisse segistisse ning edasi tsentrifugaalsesse kolmefaasilisse dekanterisse, kus toimub tsentripetaalkiirenduse mõjul kolme faasi – orgaaniline faas, veefaas ja tahke faas (PDTRK) eraldamine. Orgaaniline faas (puhastatud tsirkulatsiooniõli ja bensiinifraktsiooni segu) tsentrifugaalsest kolmefaasilisest dekanterist suunatakse puhastatud õli mahutisse, kust see pumbatakse generaatorõlide destillatsiooni seadmele destilleerimisprotsessi. Kui puhastatud õli tahkete lisandite sisaldus ei vasta sätestatud nõuetele, siis on võimalik puhastatud õli mahutist pumbata tsirkulatsiooniõli mahutisse või filtreerimisprotsessi. Veefaas tsentrifugaalsest kolmefaasilisest dekanterist suunatakse vee mahutisse, kus seda kasutatakse taas puhastusprotsessis. Veefaas sisaldab mingil määral ka orgaanilist faasi, mis tiheduste erinevuse tõttu koguneb veepinnale, mille tõttu see perioodiliselt pumbatakse tsirkulatsiooniõli mahutisse. Tahke faas (PDTRK) tsentrifugaalsest kolmefaasilisest dekanterist suunatakse linttransportööridega PDTRK punkrisse, kuhu suunatakse ka linttransportööridega

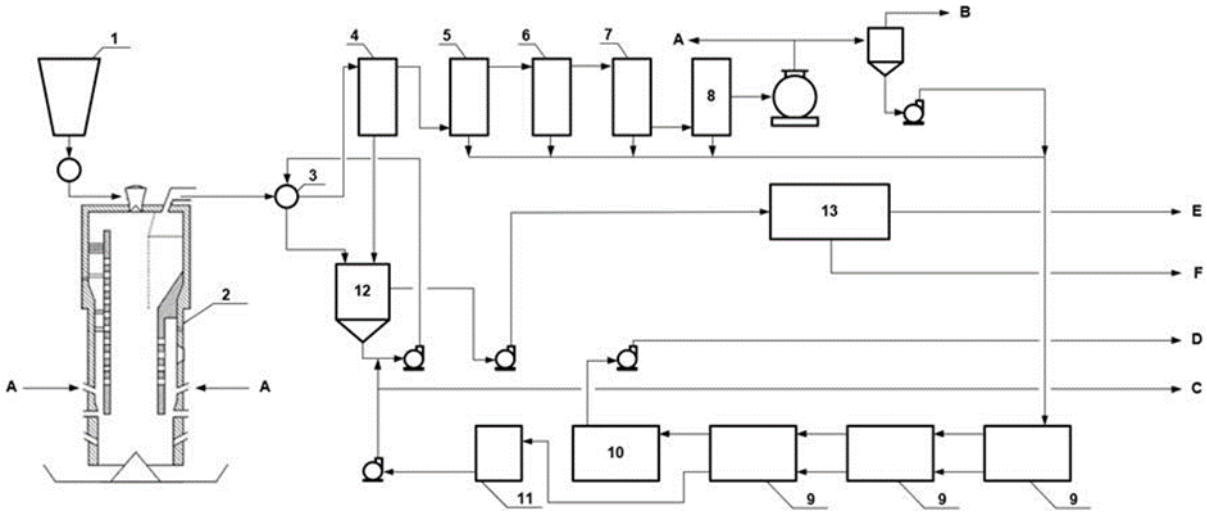
filtreerimisprotsessi käigus tekkiv PDTRK. Õliettevalmistuse läbinud summaarne puhastatud põlevkiviõli suunatakse õlide destillatsiooniseadmele.

Põlevkiviõli destillatsiooni seadmel toimub raske- ja kerge-keskõli ettevalmistuse seadmelt tuleva puhastatud põlevkiviõli destilleerimine kahes järjestikku töötavas destillatsioonikolonnis, mille tulemusena saadakse erinevad õlifraktsioonid (kerge ja raske masuut, diislifraktsioon, bensiinifraktsioon ja destillatsioonijääk). Osa destillatsioonijäägist suunatakse elektroodkoksi ja bituumeni tootmiseks elektroodkoksi seadmele, õlifraktsioonid õlilattu kütteõlide valmistamiseks. Põhiline osa tekkivast bensiinifraktsioonist kasutatakse raske- ja kerge-keskõli ettevalmistuse seadmel raskeõli vedeldamiseks.

Destillatsioonikolonnis tekkivat gaasi nimetatakse separaatorgaasiks ja seda kasutatakse kütusena destillatsiooniseadme toruahjus koos teiste põlevkiviõli tööstuses tekkivate gaasidega.

*Kiviter (KKT) tehnoloogia* (põhimõtteline skeem on esitatud joonisel 11.4).

Kiviter (KKT) tehnoloogia peamine erinevus Kiviter (VKG) tehnoloogiast on destillatsioonietapi puudumine. Kondensatsioonil saadud raskõli ja fenoolveed läbivad töötlemise tsükli. Generaatoritest tuleva auru-gaasisegu raskeõli fraktsioonid kondenseeritakse bariljetides ja skraberites ning juhitakse vastuvõtu mahutitesse integreeritud peenestajatega ja sealt edasi raskeõli puhastusseadme mahutitesse. Mahutites valmib mehhaanilistest lisanditest ja tuhast settimiseks kerge- ja raskeõli segu vahekorras 1:1. Peale settimist segu pumbatakse läbi soojusvahetite kergeõli eraldamiseks ning korduskasutamiseks, aga puhastatud raskeõli juhitakse valmitoodangu mahutiparki mahutitesse. Generaatoritest tuleva auru-gaasisegu keskõli fraktsioonid läbivad õhk- ja vesijahutid ja sealt edasi kondenseerunud keskõli juhitakse tehnoloogilise mahutipargi mahutitesse vee eraldamiseks settimise meetodil ja sealt edasi valmitoodangu mahutiparki mahutitesse. Keskõli kondenseerimisel ja settimisel saadud uttevesi juhitakse vastuvõtumahutitest defenolatsiooni seadmesse fenoolide ekstraheerimiseks butüülatsetaadi abil. Tehnoloogilise ja valmistoodangu mahutiparkide mahutid on ühendatud ühtsesse hingamissüsteemi – aurud mahutitest suunatakse VRU puhastisse (Vapour Recovery Units), kust puhastatud mahutite hingamisaurud heidetakse välisõhku. VRU tehnoloogias kasutatakse VOC aurude absorptsiooni meetodit, mis teeb koos kinnipüütud VOC ainete taaskasutamissüsteemiga aurude heited minimaalseks. Lenduvaid süsivesinikke sisaldavate vedelike hoidmisel mahutites ja laadimis operatsioonidel mahutisse või pumpautosse toimub nende aurude rõhu muutumise tagajärjel VOC aurude liikumine hermeetilistesse filtritesse, kus aurud absorbeeritakse aktiivsöega. Korraga töötab üks filter, teine filter on samal ajal regenereerimisel. VOC aurude adsorbeerimine toimub maksimaalselt 10% alla filtri küllastuspiiri, seejärel toimub automaatselt ümberlülitus regenereeritud filtri kasutamisele. Filtri täitumise ajal on tema õhuklapp avatud, mis tagab aurude liikumise läbi filtri ja puhastatud õhk suunatakse atmosfääri. Regenereerimise käigus filtri õhuklapp suletakse ja vaakumiga imetakse VOC ainetega reostatud õhk separaatorisse, kus jahedama temperatuuri tingimustes toimub VOC ainete kondenseerumine vedelikuks. Kondenseerunud süsivesinikud pumbatakse vahemahutisse ja edasi tagastatakse mahutipargi mahutisse“. Tehnoloogia tootjaks on John Zink Company Limited. USA Keskkonnakaitse Agentuur on tunnistanud John Zink Company Limited VRU tehnoloogia parimaks arenevaks/võimalikuks tehnoloogiaks (BDT – Best Demonstrated Technology) ja parimaks protsessi kontrolli tagavaks süsteemiks (MACT – Maximum Achievable Control Technology).

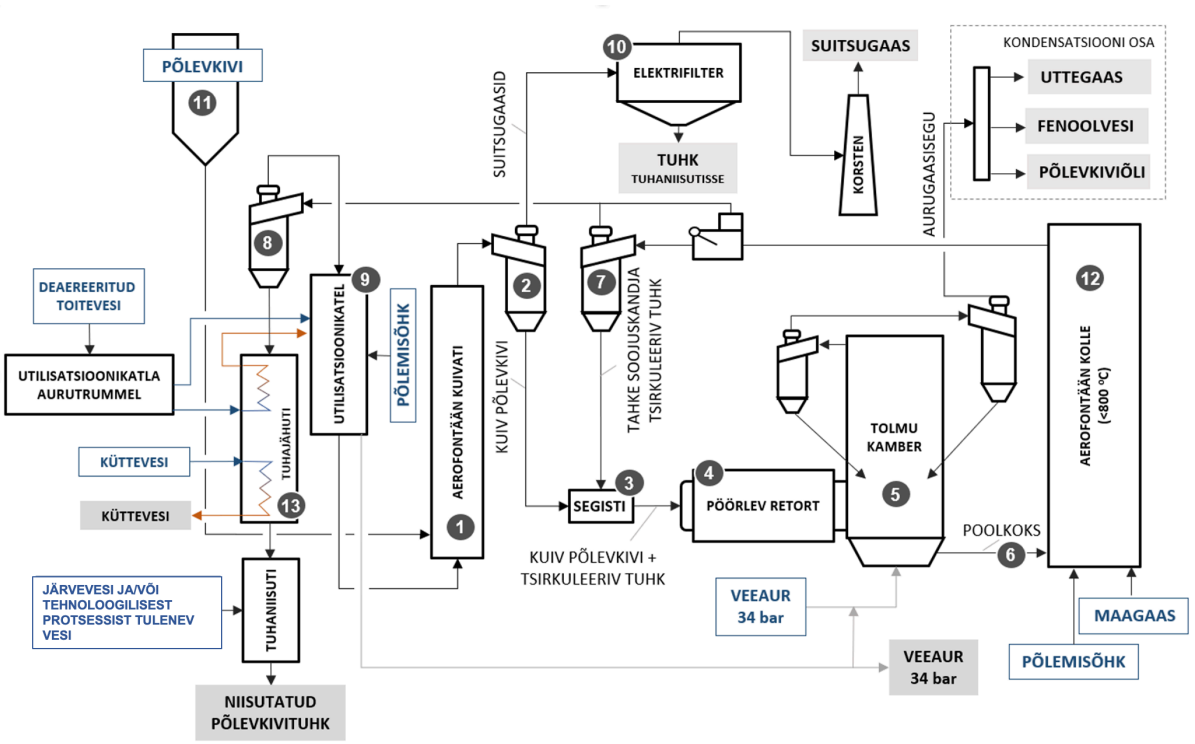



*Joonis 11.4. Kiviter (KKT) tehnoloogia põhimõtteline skeem: 1 - Põlevkivi punker, 2 - gaasigeneraator, 3 – bariljet, 4 – skraber, 5,6,7 - keskfraktsiooni soojusvahetid-kondensaatorid, 8 – absorber, 9 - õli-veesegu kogujad, 10. - keskõli koguja, 11. - fenoolvee koguja, 12. - raskeõli mahuti, 13. – raskeõli puhastusseadme vastuvõtumahuti. A – generaatorgaas (tagasigaas), B – generaatorgaas tarbijatele, C – fenoolvesi, D – keskõli, E – raskeõli, F – tuharikas raskeõli.*

### 11.2.2 Tahke soojuskandja meetod ja meetodil põhinevad tehnoloogiad

Põlevkivi termiline töötlemine TSK meetodil on Eestis rakendatud kõigis kolmes Eesti põlevkiviõli tootmise ettevõttes. Tehnoloogiad kannavad nime Petroter (VKG Oil AS), Enefit140, Enefit280 (Enefit Power AS) ja TSK500 (KKT Oil OÜ). TSK tehnoloogiline protsess algab põlevkivi ettevalmistamisega – sõelumine, purustamine, kuivatamine. Kuivatatud materjal väljub kuivatist ja suunatakse kuiva põlevkivi tsüklonisse, kus põlevkivi eraldatakse kuivatamiseks kasutatud suitsugaasist. Edasi segistis segunedes kuuma soojuskandjaga (tuhk) liigub segunenud materjal pöörlevasse trummelreaktorisse. Reaktoris toimub põlevkivi orgaanilise aine termiline lagunemine auru- ja gaasiseguks. See lahutatakse separaatoris tahkest faasist (poolkoksi ja soojuskandja segust) ja suunatakse kondensaatorisse. Järgnevate protsesside detailid, mis tehnoloogiatel on erinevad, on toodud konkreetsete tehnoloogiate kirjelduste juures. Protsessis tekkivad suitsugaasid juhitakse lõpuks läbi erinevate puhastusseadmete tahkete osakeste kinnipüüdmiseks (tsüklonapatareid ja filtrid) ning juhitakse utteseadme korstna kaudu välisõhku.

***Petroter tehnoloogia.*** Petroter tehnoloogiat rakendab VKG Oil AS. Töös on kolm õlitehast: Petroter I, Petroter II ja Petroter III. Petroteride arendamisel on igat järgnevat seadet täiustatud, kuid käesolevas aruandes toodud kirjeldused neid üksikasju ei kajasta. Petroteri tehase põlevkivi ümbertöötluse esialgne projektvõimsus oli 3000 tonni päevas. Viimastel aastatel on teostatud rida tehnoloogilisi muudatusi tootmisprotsessi kitsaskohtade likvideerimiseks, mis võimaldavad saavutada võimsuse kuni 3700 t päevas ning 170 t/h. Oluliseks muudatuseks on ka Petoreide tsirkulatsiooniõli töötlemine, mis on integreeritud üldisesse tootmistsükklisse koos Kiviter tehnoloogiaga. Petroter tööprotsessi lihtsustatud tehnoloogiline skeem on toodud joonisel 11.5




*Joonis 11.5. Petroteri tehnoloogiline skeem: 1 – aerofontäänkuivati, 2 –põlevkivitsüklon, 3 – segisti, 4 – pöörlev trummelreaktor, 5 – tolmueraldaja, 6 – kruvikonveier, 7 – soojuskandja tsüklon, 8 – tuhatsüklon, 9 – utilisatsioonkatel, 10 – elektrifilter, 11 – põlevkivi mahuti, 12 – aerofontäänkolle, 13 – tuhasoojusvaheti*

Tahke soojuskandja tehnoloogilises protsessis antakse peenpõlevkivi kruvikonveieriga aerofontäänkuivatisse (1). Aerofontäänkoldest poolkoksi termooksüdatsioonil eraldunud gaas suunatakse utilisatsioonkatlasse. Katlast väljuvate suitsugaasidega toimub niiske põlevkivi kuivatamine ja eelsoojendamine. Tsüklonis (2) lahutatakse suitsugaasi voolusest kuiv põlevkivi, mis suunatakse segistisse (3), kus ta segatakse kuuma soojuskandjaga temperatuuriga ca 800 °C ning juhitakse pöörlevasse trummelreaktorisse (4), kus temperatuuril ca 470 °C toimub põlevkivi orgaanilise massi termiline lagunemine põlevkivi- ja veeauru ning uttegaasi seguks. Põlevkivi ja soojuskandja tuha segu soojusenergia sisaldus 1200 – 1400 kJ/kg on piisav tagamaks põlevkivi termotöötlemise soojusvajadus.

Auru ja gaasisegu lahutatakse tahkest faasist, s.o poolkoksi ja soojuskandja segust tolmueraldajas (5) ning juhitakse kondensatsioonisüsteemi (kondensatsiooni osa).

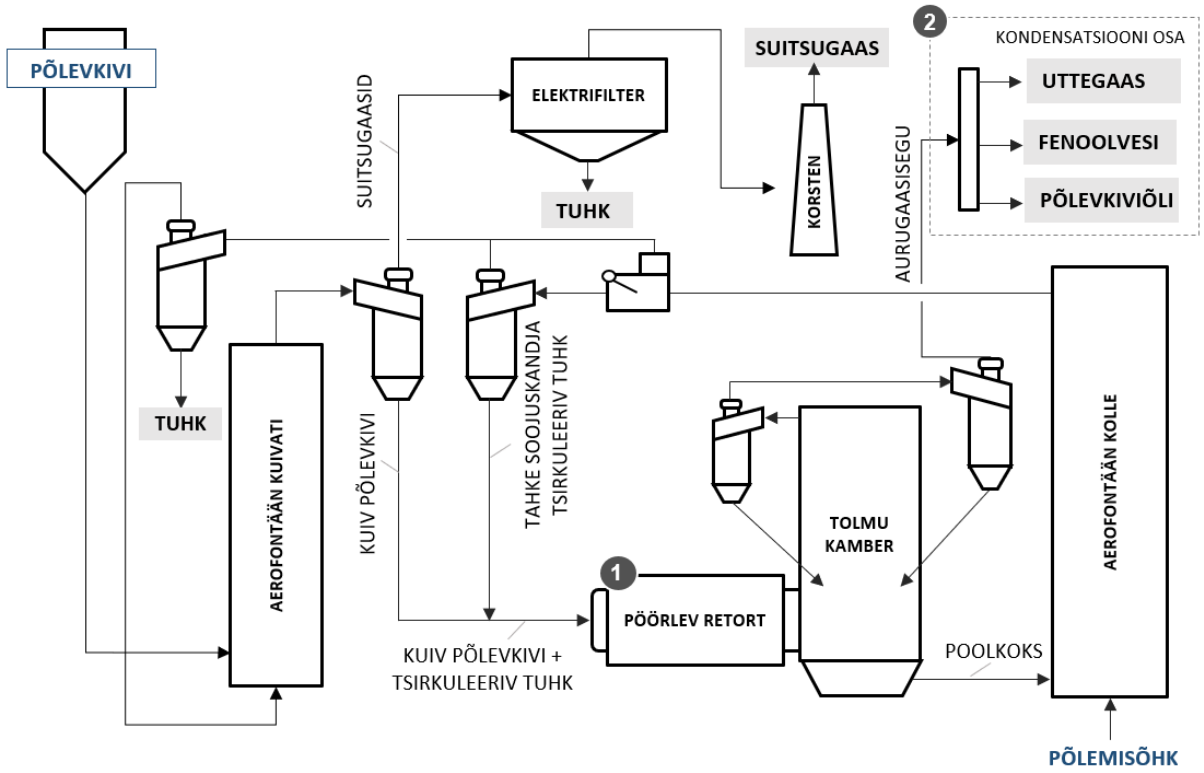
Tolmueraldajast (5) suunatakse poolkoks aerofontäänkoldesse (*12*), kus toimub poolkoksis sisalduva orgaanilise aine temooksüdatsioon temperatuuril ca 800 °C. Tuhk koos suitsugaasidega juhitakse läbi tsüklonite (7), kus lahutatakse jämedateraline, mis osaliselt suunatakse soojuskandjana uuesti koos põlevkiviga reaktorisse (4). Tuhatsüklonis (8) suitsugaasidest eraldatud teine osa kuuma tuhka suunatakse tuha-veesoojusvahetisse (13) ja edasi tuhaärastussüsteemi. Pärast tuhatsüklonit sisenevad suitsugaasid utilisatsioonkatlasse (9) ja edasi läbivad aerofontäänkuivati (1), tsükloni (2), elektrifiltri (10) ning suunatakse seejärel korstnasse.

Tuhasoojusvahetist tulev põlevkivituhk suunatakse tuhaniisutisse (tuhasegistisse), kuhu tuleb konveieritega ka elektrifiltris kinni püütud tuhk. Tuhk transporditakse ladestusalale

konveieritega. Tehases jahutatakse tuhk järveveega ja/või tehnoloogilisest protsessist tuleneva veega. Vee lisamine peab tagama lisaks jahutamisele ka tolmamise vältimise konveierilindil. Konveieri otsa juures lisatakse tuhale täiendavalt vett. See on vajalik, et tagada ladestatava materjali vastavuse ladestusmetoodika nõuetele ning lisaks ka vältida tolmamist.

***Enefit140 tehnoloogia.*** Enefit140 tehnoloogia hõlmab põlevkivi termilise lagundamise reaktoris ja saadud produktide kondensatsiooni- ning destillatsiooni (joonis 11.6). Reaktoris eralduvad põlevkivi utmisel aurugaasisegu, poolkoksi ja soojuskandja segu.

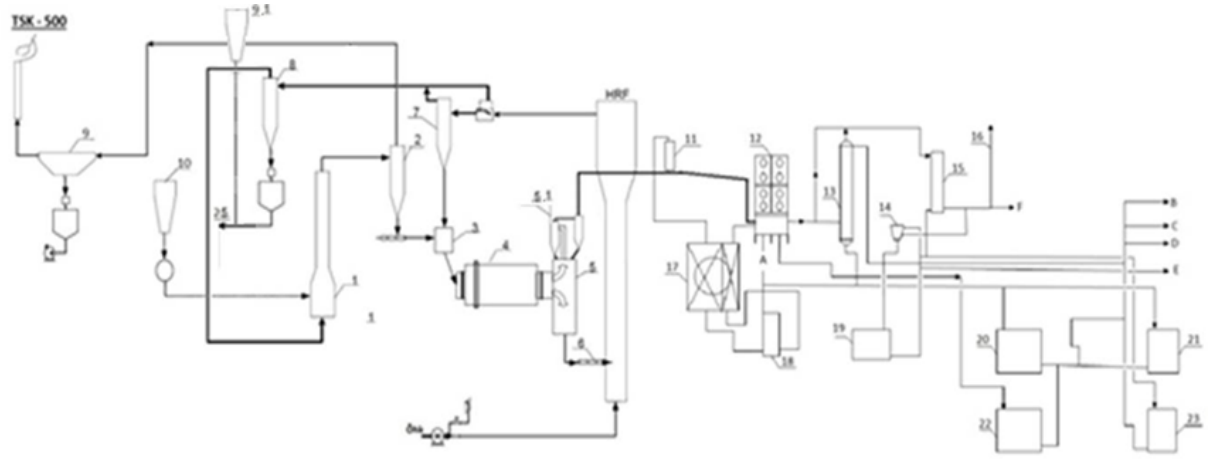
Aurugaasisegu suunatakse kondensatsiooniosakonna jahutite-kondensaatorite süsteemi ning lahutatakse destillatsiooni-kolonnil erinevateks fraktsioonideks. Kolonni ülemises osas moodustub uttegaas. Enefit140 tehnoloogilises skeemis erinevalt Petroterist puuduvad utilisatsioonikatel ja tuhajahuti (positsioonid 9 ja 13 joonisel 11.5). Kasutatakse märgtuhaärastust: jahutatud tuhk segatakse vahekorras 1:15 kuni 1:20 veega ja juhitakse Eesti Elektrijaama tuhaladestusalale. Tuha transpordiks kasutatav vesi on ringluses.




*Joonis 11.6. Enefit140 tehnoloogiline skeem*

***TSK500 tehnoloogia.*** TSK500 tehnoloogiline skeem (joonis 11.7) on põhimõtteliselt sarnane Enefit140 ja Petroter tehnoloogia. Seadme TSK500 põlevkivi ümbertöötlemise projektvõimsus on 500 tonni päevas. Peamine erinevus võrreldes Petroter tehnoloogiga seisneb selles, et puudub utilisatsioonikatel. Võrreldes Petroter ja Enefit140 tehnoloogiaga on TSK500 utteprotsessi tahke soojuskandja temperatuur mõnevõrra kõrgem (kuni 820 °C vesus Petroter ≤ 800 °C ). Suitsugaaside puhastamiseks tuhast on kasutusel tsüklon ja elektrifilter. Kasutatakse tuha kuivärastussüsteemi. Tuhk tsükloni kogumispunkrist suunatakse kahe-vesijahutussektsioonilisse vertikaalsesse soojusvahetisse. Soojusvahetis mahajahutatud tuhk suunatakse kolmesektsioonilise jahutussärkidega varustatud tigukonveieritega tuhapunkrisse, kuhu tuleb konveieritega ka elektrifiltris kinni püütud tuhk. Tolmu eraldumise vältimiseks

niisutatakse tuhka tuhasegistis veega, tuha niisutamise aste on kuni 20% lisatava vee massi järgi, mis on piisav tuha lendumise vältimiseks. Segistist veetakse tuhk läbi kahe-konveieri (esimene – lintkonveier, teine - reversiivkonveier) autotranspordiga tootmisjääkide prügilasse. Aurugaasisegu suunatakse kondensatsiooniosakonna jahutite-kondensaatorite süsteemi erinevateks fraktsioonideks lahutamiseks. Viimaseks jääb uttegaas, mis läbib separaatorit ning suunatakse generaatorseadmesse segamiseks generaatorgaasiga. Gaasidest segu suunatakse Kiviter (KKT Oil OÜ) tehnoloogilisse protsessi ja ülejääk suunatakse soojuselektrijaama kateldesse. Saadud kerg- ja keskfraktsioonid suunatakse tehnoloogilise mahutipargi mahutitesse edasiseks töötlemiseks ja valmisproduktide koostamiseks. Raskeid fraktsioone kasutatakse tehnoloogilises protsessis siseselt ning suunatakse korduspürolüüsile reaktorisse.



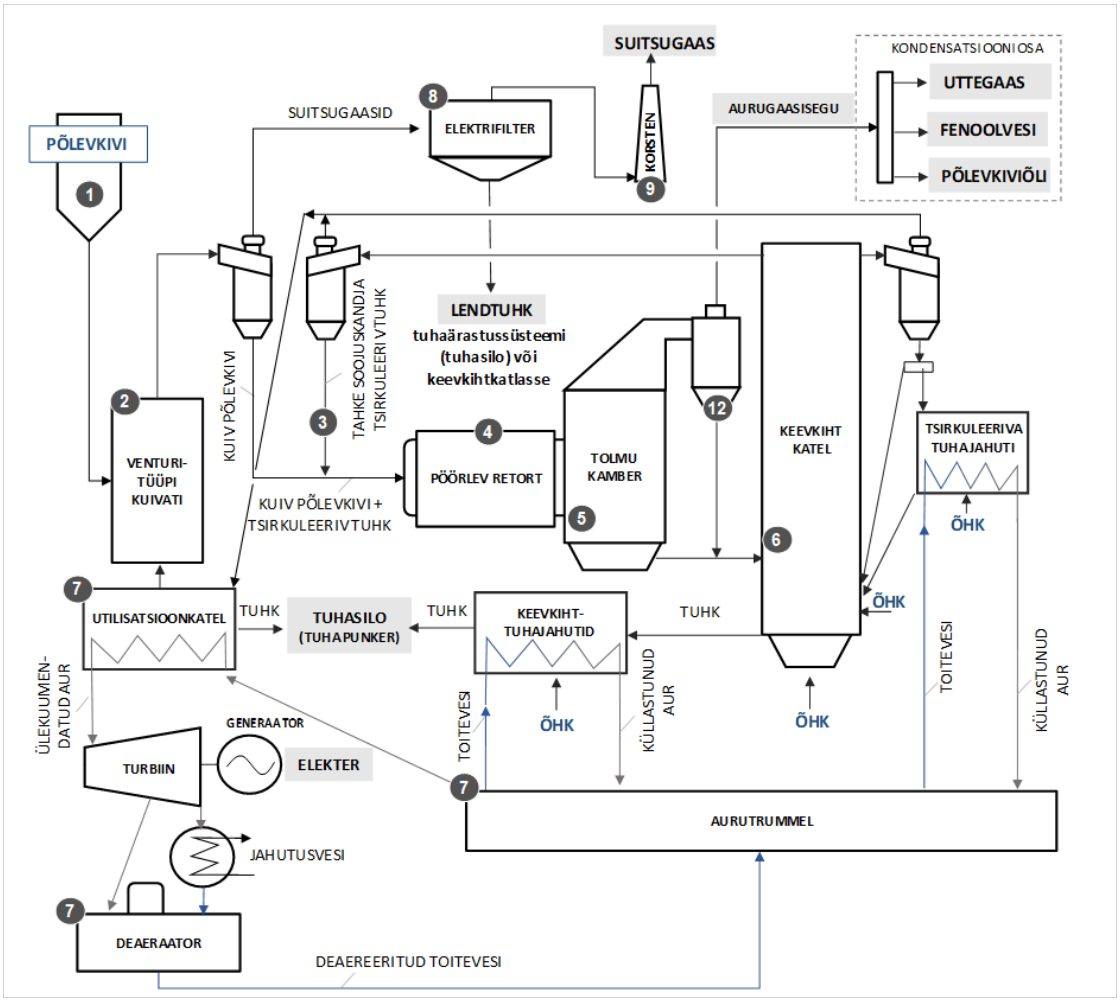

*Joonis 11.7. TSK500 tehnoloogiline skeem: 1 – aerofontäänkuivati, 2 – põlevkivitsüklon, 3 – segisti, 4 – pöörlev trummel reaktor, 5.1 – auru-gaasisegu tsüklon ežektoriga, 5 – tolmueraldaja, 6 – kruvikonveier, 7 – soojuskandja tsüklon, 8 – tuhatsüklon, 9.1 – tsüklon, 9 – elektrifilter, 10 – põlevkivi punker, HRF – aerofontäänkolle, 11 – tornskraber, 12 – õhk-õli jahuti, 13 – kondensaator , 14 – jahuti, 15 – kondensaator, 16 – küünal, 17 – õhk-õli jahuti, 18 – raskõli vahemahuti, 19 – fenoolvee vahemahuti, 20, 21, 22, 23 – erifraktsioonide vahemahutid, 25 – tuha eraldusosakond*

***Enefit280 tehnoloogia.*** Enefit280 tehnoloogia põhineb paljuski Enefit140 põlevkiviõli tootmise tehnoloogia edasiarendusel. Täisvõimsusel töötamisel tarbib Enefit280 tehas aastas ca 2 miljonit tonni põlevkivi. Tehase kavandatud maksimaalne tootmisvõimsus on 290 000 tonni põlevkiviõli, 75 miljonit $m^3$ uttegaasi ning 280 GWh elektrit aastas.

Enefit280 tehnoloogias (joonis 11.8). antakse peenpõlevkivi niiskusega kuni 12% venturi-tüüpi kuivatisse (1). Põlevkivi purustatakse enne vajaliku tükisuuruseni (0 – 6 mm) ja antakse kuivatisse tigutoitjate abil. Doseerimine on kontrollitav ning kogu aeg ühtlane.

Utilisatsioonikatlast väljuvate kuumade suitsugaaside abil, mille maksimumtemperatuur on 500 °C, aurustatakse põlevkivist otsese kokkupuute teel üleliigne niiskus (2). Pärast põlevkivi kuivatit eraldatakse tsüklonis suitsugaasi voolust kuiv põlevkivi ning järelejäänud tahked osakesed koos suitsugaasidega suunatakse elektrifiltrisse (*ESP*), kus allesjäänud osakesed sadestatakse elektrostaatiliselt (8). Elektrifiltrist suunatakse suitsugaasid korstnasse ning sealt edasi välisõhku (9).

Kuivatatud põlevkivi ja tahke soojuskandja, mis saadakse poolkoksi põletamisel tekkinud tuha näol, suunatakse pöörlevasse trummelreaktorisse (3). Trummelreaktoris põlevkivi kuumutatakse tahke soojuskandjaga, mille tulemusena toimub põlevkivi orgaanilise aine termiline lagunemine põlevkiviõli- ja veeaurudeks ning uttegaasi seguks (aurugaasiseguks) (4). Tuhakambris ja tuhakambri tsüklonis lahutatakse põlevkiviõli- ja veeaurude ning uttegaasi segu tahkest faasist, s.o poolkoksi ja soojuskandja segust ning juhitakse kondensatsioonisüsteemi, kus toimub kesk-raskõli ning bensiinifraktsiooni ja fenoolvee eraldamine aurugaasisegust. Tootmisprotsessi stabiliseerimiseks kasutatakse utmisprotsessi erinevate sektsioonide eraldamiseks lämmastikku. Tolmukambrist eraldatud tahke uttejääk (poolkoks) ja tolmukambri tsüklonist eraldatud tuhajäägid akumuleeruvad tolmukambri põhjas (5). Sealt suunavad tigutoitjad materjali keevkihtkatlasse (*CFB*), kus toimub uttejäägis sisalduva orgaanilise aine väljapõletamine (6). Keevkihtkatlasse juhitakse kahel erineval kõrgusel põlemisõhku, et tagada põletamisprotsessi jaoks vajalik hapnik. Keevkihtkatlast lahkuvad kuumad gaasid ja tahked osakesed juhitakse paralleelselt kahte tsüklonisse – tuha tsirkuleerimise tsüklonisse ja soojuskandja tsüklonisse.




*Joonis 11.8. Enefit280 tehnoloogias toimuvad protsessid ja kasutatavad seadmed: 1 – põlevkivi punker, 2 - venturi-tüüpi kuivati, 3 – tahke soojuskandja, 4 – trummelreaktor, 5 – tolmukamber, 6 – keevkihtkatel, 7 – deaeraator, aurutrummel, utilisatsioonikatel, 8 – elektrifilter, 9 - korsten*

Selline tahkete osakeste ringlemine läbi tuha tsirkuleerimise tsükloni kindlustab ühtlase temperatuuri keevkihtkatlas. Tuha tsirkuleerimine läbi soojuskandja tsükloni tagab vajaliku

soojuskandja lisamise retorti. Tsüklonitest väljuvad gaasid jahutatakse ja kasutatakse ära soojusvahetussüsteemis, mis koosneb jääksoojuskatlast, aurutrumlist ning mitmetest abisüsteemidest nagu pumbad, mahutid ja katla toitevee ettevalmistus (7). Keevkihtkatlast väljuv jääktuhk jahutatakse tuhajahutites temperatuurini 80 – 150 °C ning eralduv soojus kasutatakse ära katla toitevee eelsoojendamiseks. Tekkinud põlevkivi tuhk ladestatakse või taaskasutatakse. Enefit280 tehnoloogia olulisem erisus võrreldes teiste tahke soojuskandja meetodil põhinevate tehnoloogiatega on järgmised:

- *Keevkihtkatla kasutamine.* Keevkihtkatla kasutamine võimaldab oluliselt vähendada $SO_x$ heiteid (pikem tuha viibimisaeg keevkihtkatlas võrreldes kasutatavates aerofontäänkolletega), minimeerida mittetäieliku põlemise produktide (nt CO, süsivesinikud teket ja ära põletada poolkoksis sisaldavat orgaanilist ainet (poolkoksi/tuha viibimisaeg on pikem kui kasutatavates aerofontäänkolletes).

## 11.3 Põlevkiviõli tootmistehnoloogiate tehnoloogilised näitajaid

Põlevkiviõli erinevate tootmistehnoloogiate keskmistatud tehnoloogilised näitajaid tootmisseadme kohta on esitatud alljärgnevates tabelites 11.1 ja 11.2. Tabelites esitatud näitajate arvulised väärtused on arvutatud põlevkiviõli tootjate esitatud andmete alusel viimase viie aasta (2016-2020) keskmistena. Suhtelised näitajad on esitatud tooraine ehk põlevkivi tarbimisaine kohta (massiühikutes).

*Tabel 11.1. Gaasilise soojuskandja tehnoloogiate tehnoloogilised näitajad keskmistatuna aastate 2016-2020 kohta.*

| **Näitaja** | **Tähis** | **Ühik** | **Kiviterid (VKG)** | **Kiviterid (KKT)** |
|---|---|---|---|---|
| Tarbitud põlevkivi | B | t | 1189121 | 610112 |
| Toodetud põlevkiviõli tarbitud põlevkivi kohta | $G_{SO}$ | $t/t_{pk}$ | 0,161 | 0,121 |
| Tekkinud generaatorgaas | $V_{SG}$ | $Nm^3/t_{pk}$ | 394 | 422 |
| Tarbitud elekter | P | $kWh/t_{pk}$ | 23 | 21,3 |
| Tarbitud soojus | H | $kWh/t_{pk}$ | 6 | 38,5[1]) |
| Tekkinud fenoolvesi | $G_{PW}$ | $t/t_{pk}$ | 0,221 | 0,059 |
| Ladestatud poolkoks | $G_A$ | $t/t_{pk}$ | 0,51 | 0,468 |

[1]) Arvestatud kogu generaatorseadme soojuse tarve koos kondensatsioonis ja tehnoloogilise mahutipargis mahutite soojustamisega

*Tabel 11.2. Tahke soojuskandja tehnoloogiate tehnoloogilised näitajad keskmistatuna aastate 2016-2020 kohta*

| Näitaja | Tähis | Ühik | Petroterid | Enefit140-d | Enefit280 | TSK500-d |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tarbitud põlevkivi | B | t | 3273212 | 1864694 | 1467683 | 167955 |
| Toodetud põlevkiviõli tarbitud põlevkivi kohta | $G_{SO}$ | $t/t_{pk}$ | 0,136 | 0,114 | 0,130 | 0,115 |
| Tekkinud uttegaas | $V_{SG}$ | $nm^3/t_{pk}$ | 34,7 | 29,4 | 35,7 | 54 |
| Tarbitud elekter | P | $kWh/t_{pk}$ | 26,5 | 42,4 | 46,0 | 31,7 |
| Tarbitud soojus | H | $kWh/t_{pk}$ | 21,6 | 36,8 | 11,0 | 106,3-[2] |
| Toodetud soojus | H´ | $kWh/t_{pk}$ | 220,9[1] | -[2] | -[2] | -[2] |
| Tekkinud fenoolvesi | $G_{PW}$ | $t/t_{pk}$ | 0,047 | 0,030 | 0,027 | 0,043 |
| Ladestatud tuhk | $G_A$ | $t/t_{pk}$ | 0,54 | 0,46 | 0,42 | 0,60 |

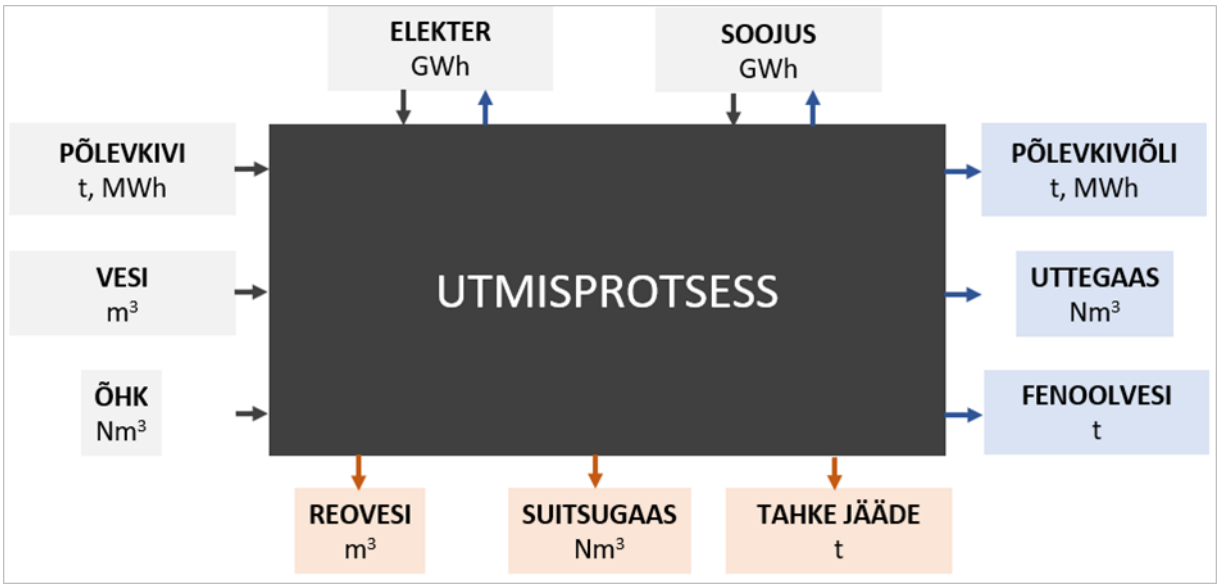
[1] – sooja veena ja auruna, , [2] – jääksoojust ei edastata väljaspool õlitehast

# 12. Põlevkiviõli tootmise saaste eriheited ja jäätmetekke tase, erikulude tase

## 12.1 Sissejuhatus

Käesolevas peatükis antakse ülevaade Eesti põlevkiviõli tööstuses esinevate heidete ja ressursikulu tasemete kohta peatükis 11 esitatud meetodite ja tehnoloogiate põhiselt. Tuuakse välja toorainete ja energia kasutuse tasemed ning andmed õhu- ja veeheite ning tahkete jäätmete koguste kohta. Andmed on saadud põlevkiviõli tootjatelt ja tegemist on viimase 5 aasta (2016 – 2020) minimaalsete ja maksimaalsete näitajaga kui pole viidatud teisiti.

Põlevkiviõli tootmise protsessi sisenevad ja sealt väljuvad olulisemad vood on esitatud joonisel 12.1.




*Joonis 12.1. Põlevkiviõli tootmise olulisemate sisendite ja väljundite üldistatud vooskeem*

Utteseadmes toimuva protsessi sisendiks ehk tooraineks on põlevkivi. Täiendavalt lisatakse õhku ning kasutatakse elektri- ja soojusenergiat. Vett kasutatakse tahkete jäätmete niisutamiseks või väljaviimiseks süsteemist ja muudes protsessi elementides.

Utteseadmest väljuvateks ainevoogudeks on põlevkiviõli, uttegaas (generaatorgaas – GSKm tehnoloogiatel ja poolkoksgaas – TSKm tehnoloogiatel) ja fenoolvesi. VKG Oil AS Petroter seadmetel on energeetiliseks väljundiks kaugküttesoojus ja tarbijatele või soojuselektrijaama antav aur. Enefit Power AS Enefit280 tootmisseadmel on täiendavaks väljundiks elektrienergia, mida toodetakse seadmega kokku integreeritud auruturbiiniga. Aur toodetakse heitsoojuse ja poolkoksi põletussoojuse arvel. Põlevkiviõli tootmisega kaasnevad saadused kasutatakse ära lähteainetena erinevate toodete valmistamiseks või energia tootmiseks, näiteks uttegaas kasutatakse ära kütusena elektri- ja soojusenergia tootmiseks. Utmisprotsessist keskkonda suunatavateks heideteks on heitvesi, suitsugaas ja tahked jäätmed (tuhk või poolkoks), samuti kasutamata jääv soojusenergia.

## 12.2 Ressursikasutus ja saasteainete teke gaasilise soojuskandja meetodil

### 12.2.1 Gaasilise soojuskandja meetodi sisendid

Põlevkiviõli tootmisel GSK meetodil on protsessi sisenditeks utteseadmesse põlevkivi ja õhk. Protsessi toimimiseks on vaja ka elektri- ja soojusenergiat. GSK meetodi sisendid on toodud tabelis 12.1. GSK meetodi Kiviter tehnoloogia väljundid on esitatud tabelis 12.2

*Tabel 12.1. GSKm sisendid (sulgudes keskmine väärtus)*

| Sisendid | | | Kiviter (VKG) | Kiviter (KKT) |
|---|---|---|---|---|
| **Näitaja** | **Tähis** | **Ühik** | | |
| Tarbitud põlevkivi | B | Mt/a | 0,5 - 1,5 (1,2) | 0,6 - 0,6 (0,6) |
| Tarbitud elekter | P | kWh/$t_{pk}$ | 20,7 - 23,9 (22,4) | 20,3 – 22,5 (21,3) |
| Tarbitud soojus | H | kWh/$t_{pk}$ | 5,1 - 9,1 (6,1) | 36,0 – 42,2 (38,5)* |
| Veetarve | W | $m^3/t_{pk}$ | 7,3 - 26,7 (15,8) | 2,8 – 4,0 (3,2) |

* Arvestatud kogu generaatorseadme soojuse tarve koos kondensatsioonis ja tehnoloogilises mahutipargis mahutite soojustamisega

Võrreldes 2013. aastal koostatud PVT viitedokumendiga on vähenenud mõnevõrra viie aastase perioodi keskmine energia tarbimine (võrdlusperioodid on 2007-2011 ja 2016-2020). Tarbitud elektrienergia kogus tonni põlevkivi kohta aastas on vähenenud 10-14%. Soojusenergia tarbimine on vähenenud Kiviter (VKG) protsessi korral 2,5 korda, Kiviter (KKT) korral 8%. Uuringu peatükis 13 on toodud ülevaade rakendatud ressursitõhususe meetmetest (üldülevaade ptk 13.1, ettevõtete kaupa alapunktid 13.2-13.4, kus on kirjeldatud toimunud muutusi). Vee tarbimise osas ei ole andmete koosseis võrreldav. Uuringu peatükis 12.7 on antud käitiste kaupa ülevaade vee tarbimise jaotusest erinevatel eesmärkidel.

### 12.2.2 Gaasilise soojuskandja meetodi väljundid

Peamisteks GSK meetodi väljunditeks on põlevkiviõli, generaatorgaas, fenoolvesi ja poolkoks. Tabelis 12.2 on toodud kokkuvõtlikult nimetatud väljundite minimaalsed ja maksimaalsed kogused aastate 2016-2020 kohta. Näitajad on toodud suhtena, arvutatuna põlevkivi ühe tarbitud tonni kohta.

*Tabel 12.2. Peamised gaasigeneraatori protsessi väljundid*

| Väljundid | | | Kiviter (VKG) | Kiviter (KKT) |
|---|---|---|---|---|
| **Näitaja** | **Tähis** | **Ühik** | | |
| Toodetud põlevkiviõli | $G_{SO}$ | $t/t_{pk}$ | 0,159 - 0,161 (0,16) | 0,117 - 0,124 (0,12) |
| Põlevkiviõli küttevääртus | $Q_L{}^r{}_{SO}$ | GJ/t | -[1] | 38,9 - 38,9 (38,9) |
| Tekkinud generaatorgaas | $V_{SG}$ | $Nm^3/t_{pk}$ | 416,3 - 450 (439,1) | 404,1 – 433,3 (421,8) |
| Generaatorgaasi küttevääртus | $Q_L{}^r{}_{SG}$ | $GJ/10^3Nm^3$ | 2,8 - 3,3 (3,1) | 2,57 - 2,99 (2,76) |
| Tekkinud fenoolvesi | $G_{PW}$ | $t/t_{pk}$ | 0,18 - 0,22 (0,20) | 0,04 - 0,08 (0,06) |
| Ladestatud poolkoks | $G_A$ | $t/t_{pkt}$ | 0,51 - 0,52 (0,51) | 0,46 - 0,47 (0,47) |

1 – andmed puuduvad, põlevkivi õli destillatsioon on koos tahke soojuskandja seadmetega ja ei eristata väljundis Kiviter õli

GSK meetodi generaatorgaasi koostis on toodud tabelis 12.3. Kiviter (VKG) tehnoloogia destillatsiooniseadmest tekkiva ja kohapeal kütusena kasutatava separaatorgaasi koostis on toodud tabelis 12.4

*Tabel 12.3. Generaatorgaasi koostis*

| Näitaja | Ühik | Kiviter (VKG) | Kiviter (KKT) |
|---|---|---|---|
| Vesinik | mahu % | 6,11 – 6,62 | 4,6 – 5,37 |
| Süsivesinikud: | | | |
| - küllastatud | mahu % | 1,51-1,66[2] | 1,57 – 1,86 |
| - küllastamata | mahu % | | 0,77 – 0,89 |
| Süsinikoksiid | mahu % | 5,45 – 6,06 | 3,17 – 3,61 |
| Süsinikdioksiid | mahu % | 15,88 – 16,44 | 18,14 – 20,06 |
| Lämmastik | mahu % | 66,06 – 69,91 | 66,26 – 68,36 |
| Hapnik | mahu % | 1,49 – 2,02 | 1,83 – 2,1 |
| Väävelvesinik | mahu % | 0,34 – 0,61 | 0,36 – 0,66 |
| Gaasbensiin | g/nm$^3$ | 14,57 – 16.26[1] | - |
| Bensiinivaba kuiva gaasi tihedus | kg/nm$^3$ | - [1] | 1,325 – 1,352 |
| Küttevääртus ($Q_L^r$, gaasbensiiniga) | GJ/10$^3$ nm$^3$ | -[1] | 2,567 – 2,914[3] |

1 - Alates 2017. a IV kvartalist on rakendatud uus ettevõttesisene metoodika gaasi koostise ning küttevääртuse analüüsiks, mis võimaldab analüüsida ühiselt gaasi ning selles sisalduvat gaasbensiini. Antud metoodika kasutamisel ei ole enam asjakohane määrata gaasbensiini sisaldust gaasis ning selle küttevääртust. 2 - süsivesinikud kokku. 3 - gaasbensiini sisaldust gaasis määratakse uue metoodika järgi, eraldi gaasbensiini määramist ei toimu.

*Tabel 12.4. Separaatorgaasi koostis*

| Näitaja | Ühik | Kiviter (VKG) |
|---|---|---|
| Tihedus | kg/m$^3$ | 1,63 - 1,76 |
| Gaasbensiin | kg/m$^3$ | 343,4 - 451,9 |
| $H_2S$ | kg/m$^3$ | 137,26 - 175,44 |
| Gaasi koostis | | |
| $CO_2$ | mahu % | 9,06 - 12,29 |
| $H_2S$ | mahu % | 9,67 - 12,35 |
| $C_2H_4$ | mahu % | 1,54 - 3,36 |
| $C_2H_6$ | mahu % | 5,06 - 8,14 |
| $C_3H_6$ | mahu % | 5,65 - 8,48 |
| $C_3H_8$ | mahu % | 3,36 - 7,47 |
| $C_4H_6$ | mahu % | 1,16 - 2,53 |
| $C_4H_8$ | mahu % | 6,36 - 9,7 |
| $C_4H_{10}$ | mahu % | 2,31 - 6,59 |
| $O_2$ | mahu % | 0,27 - 1,75 |
| $H_2$ | mahu % | 0,74 - 1,18 |
| $N_2$ | mahu % | 9,48 - 17,28 |
| CO | mahu % | 6,03 - 10,28 |
| $CH_4$ | mahu % | 10,85 - 15,31 |
| Süsivesinikud üle $C_4$ | mahu % | 8,43 - 10,35 |
| Kuiva gaasi ülemine küttevääртus | GJ/10$^3$ m$^3$ | 43,14 - 61,06 |
| Kuiva gaasi ülemine küttevääртus | GJ/10$^3$ m$^3$ | 39,96 - 56,64 |

Võrreldes 2013. aastal koostatud PVT viitedokumendis esitatud andmetega on vähenenud mõnevõrra 5-aastase perioodi keskmine põlevkiviõli kui ka generaatorgaasi teke (võrdlusperioodid on 2007-2011 ja 2016-2020). Siin ei ole võimalik teha ühest trendide analüüsi, sh küttevääртuste ja koostiste osas, sest ka perioodisisene varieeruvus on suur. See sõltub suuresti kasutatava põlevkivi kvaliteedist, sh orgaanilise aine, mineraalosa ja niiskuse sisaldusest. Lisaks on modifitseeritud tehnoloogilisi protsesse, mis kokkuvõttes ei anna sama võrdlusalust. Ettevõtete kaupa on toimunud muutusi kirjeldatud alapunktides 13.2-13.4.

### 12.2.3 Gaasilise soojuskandja meetodi õhuheited

Gaasilise soojuskandja meetodi seadmetel tavarežiimis otseseid õhuheiteid pürolüüsi ja kondensatsioonietapis ümbritsevasse keskkonda ei ole. Võimalik on aurude ja gaaside hajusheide tootmisruumidesse, mis tekib peamiselt reaktori laadimiskarpide avanemisel ning kondensatsiooniseadmete ja –mahutite liitekohtadest (sõltub tihendite seisundist). Sõltuvalt tehnoloogiast kasutatakse ventilatsioonišahte, aknaventilaatoreid jms. Gaasilise soojuskandja meetodi seadmete tehnoloogilised lahendused ja õhuheide ei ole oluliselt muutunud võrreldes olemasoleva aruande *Eesti Põlevkiviõli tootmise parim võimalik tehnika (PVT)* koostamise ajast ja need on kirjeldatud nimetatud aruande peatükis „3.2.2.1 Õhuheited“ [1]. Välisõhku väljutatavate saasteainete lubatud hetkelised heitkogused (g/s) heiteallikate kaupa on esitatud käitiste, VKG Oil AS ja KKT Oil OÜ) kehtivates kompleksluubades (vastavalt luba nr. L.KKL.IV-198338 ja nr. L.KKL.IV-171223) tabelis 21 või A5.

Otsesed õhuheited tekivad Kiviter (VKG) tehnoloogias kondensatsioonietapi järgselt tehnoloogilises destillatsioonietapis, mille toruahjus põletatakse gaasiline destillatsioonijääk (separaatorgaas) koos teiste põlevkiviõli tööstuses tekkivate gaasidega (LHK projektis nimetatud küttegaas).

Võrreldes eelmises PVT aruandes tooduga, on VKG Oil AS-s moderniseeritud raske- ja kergekeskõli ettevalmistuse seadme toorõli ettevalmistuse ja puhastusprotsess, kus on mindud üle varasemalt setitamistehnoloogialt filtertehnoloogiale. Tehnoloogilise protsessi käigus saadakse peendispersne tuharikas kütus (ehk PDTRK). PDTRK ümbertöötlemiseks on tahkejäägi pürolüüsiseade, kus toimub PDTRK termiline lagundamine reaktoris. Reaktoril on kolle, kus mh põletatakse pürolüüsigaasi, vajadusel lisaks ka maagaasi. Teise võimalusena suunatakse PDTRK ka Petroteride tehnoloogilisse protsessi täiendavaks pürolüüsiks retorti koos põlevkiviga.

Uute tootmisüksustega (tsirkulaarõli puhastusseade ja tahkejäägi termotöötlusseade) ei kaasne sätestatud õhukvaliteedi piirväärtuste ületusi ei VKG Oil AS tootmisterritooriumil ega Kohtla-Järve linnas. Vastavalt teostatud hajumisarvutustele (kompleksloas viidatud: Töö nr ENV1711 – VKG Oil AS saasteainete hajumisarvutused, 2017) on heiteallikate koosmõju VKG tootmisterritooriumil asuvate teiste heiteallikatega ja tööstuspiirkonnas paiknevate tööstusettevõtetega marginaalse osatähtsusega ehk need heiteallikad ei mõjuta olulisel määral õhukvaliteeti väljaspool VKG Oil AS tootmisterritooriumi piire ja on lokaalse mõjuga tootmisterritooriumi läänepiiri piirkonnas. Käitiste lõhnatemaatika on käsitletud aruande peatükkides 10.3 ja 12.5.

Heide tekib ka fenoolvee töötlusel destillatsiooni soojusseadmel (VKGs fenoolvee ekstraheerimine ja seejärel destillatsioon).

Kiviter (KKT) seadmete tehnoloogilise ja toodangu mahutipargi hingamisgaaside kogumine ja puhastamine toimub ühises aurude kogumis- ja tagastussüsteemis (VRU).

GSK meetodi seadmetega (Kiviter tehnoloogia tehase tööga) kaasnevad episooditi ka kas tehnoloogilised (näiteks seadmete käivitamine) või avariilised (seadmete rikke korral) äkkheited. Asjakohased saasteained tehnoloogiliste äkkheite seisukohast Kiviter (KKT) tehases on $SO_2$, $NO_2$, CO, $H_2S$, NMHC, BTEX ja $PM_{Sum}$. Kiviter seadmetel äkkheite kestuses ja saasteainete kontsentratsioonides-hetkheidetes ei ole muudatusi võrreldes 2013. a PVT viitedokumendi ptk 3.2.2.1 esitatuga. Välja arvatud auru/gaasisegu äkkheide, mis vähenes sulgarmatuuri nn „nurgaklapi“ paigaldamisega igasse generaatorist auru-gaasisegu väljalaske toru otsa, mis võimaldab generaatori seiskamisel/käivitamisel jätta ja suunata generaatorist eraldava auru-gaasisegu tagasi tehnoloogilisse protsessi, vältides auru-gaasisegu laskmist välisõhku ja tagades tule- ja tööohutuse nõuded generaatori seiskamise/käivitamise ajal.

### 12.2.4 Gaasilise soojuskandja tahked jäätmed ja ainevood

GSK meetodiga põlevkiviõli tootmisel tekib ohtliku jäätmena poolkoks. Ohtlikkuse tingib kõrge orgaanilise aine sisaldus, mis põhjustab veeslahustuva orgaanika väljaleostumist ja teatud tingimustel ka poolkoksi isesüttimist (poolkoksi põlevaine sisaldus on varasemat onud keskmiselt 12,2% ja kütteväärtus 2,5 – 2,6 MJ/kg). Poolkoksi leovesi on ka leeliseline (pH=ca 11–12). Tabelis 12.5 on toodud andmed Kiviter tehnoloogiatel tekkiva poolkoksi koostise üldnäitajad praegusel ajal – utmisprotsessi tingimuste optimeerimisega on poolkoksi orgaanilise aine sisaldus vähenenud.

*Tabel 12.5. Poolkoksi koostis*

| Element | Ühik | Kiviter (VKG)[1] | Kiviter (KKT) |
|---|---|---|---|
| $CO_2$ | % | - | 24,4 – 26,3 |
| Põlevaine | % | 2,7 – 7 | 6,1 – 7,5 |
| $S_{üld}$ | % | - | - |
| $A^d$ | % | 70,4 – 93,2 | 67,5 – 69,2 |

[1] – üksikproovide alusel

Termilise töötlemise järgsel põlevkiviõli settimisel tekib Kiviter (KKT) tehnoloogilises protsessis tuharikas raskõli. Varem see suunati korduvalt tagasi termilisesse töötlusesse (tagastati generaatorisse korduvpürolüüsile), osa saadeti ka teistesse tööstusharudesse, nagu näiteks tsementitööstusesse, kus toimub selle kasutamine alternatiivkütusena. Tänaseks on dekanterid likvideeritud ja kogu raskõli läheb ümbertöötlemisele.

Kiviter (VKG) tehnoloogiaprotsessi põlevkiviõli töötlemise osas ei teki tuharikast raskõli, sest põlevkiviõli termosetitamist dekanterites ei toimu. Mehhaanilised lisandid eraldatakse toorpõlevkiviõlist filtreerimisega, filtreerimise jääk pestakse läbi bensiiniga ja kuivatatakse seejärel lämmastikuga. Lämmastik tsirkuleerib suletud tsüklis. Seejärel saadakse peendispersne tuharikas kütus, mida kasutatakse tööstuskütusena (tabel 12.6).

*Tabel 12.6. Peendispersse tuharikka kütuse koostis 2019-2020 aastate kohta*

| Näitaja | Ühik | Kiviter (VKG) |
|---|---|---|
| Bensiin | % | 1,6 - 16,9 |
| Õli | % | 4,5 - 33,4 |
| Tahked osakesed | % | 44,2-81,3 |
| Vesi | % | 0,6-29,6 |
| Küttevääртus | MJ/kg | 9,23-18,3 |

## 12.3 Ressursikasutus ja saasteainete teke tahke soojuskandjaga meetodil

### 12.3.1 Tahke soojuskandja meetodi (TSK) sisendid

Põlevkiviõli tootmiseks TSK meetodil on protsessi sisenditeks utteseadmesse põlevkivi ja õhk. Protsessi toimimiseks on vajalik ka elektri- ja soojusenergia. Vett kasutatakse tahkete jäätmete väljaviimiseks süsteemist (Enefit140 ja Enefit280) või niisutamiseks ja jahutamiseks (TSK500 ja Petroter). Samuti kasutatakse vett temperatuuride reguleerimiseks utmisprotsessi erinevates etappides. TSK meetodi sisendid on toodud tabelis 12.7 ja väljundid tabelis 12.8.

*Tabel 12.7. TSK meetodi sisendid*

| Sisendid | | | Petroter | Enefit140 | Enefit280 | TSK500 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Näitaja | Tähis | Ühik | | | | |
| Tarbitud põlevkivi | B | Mt | 3,11 - 3,49 (3,27) | 1,638 - 1,989 (1,865) | 1,022 - 1,771 (1,468) | 0,145 - 0,20 (0,17) |
| Tarbitud elekter | P | $kWh/t_{pk}$ | 25,6 - 28,43 (26,56) | 40 - 45,8 (42,4) | 37,5 - 55,5 (46) | 29,24 – 35,63 (31,69) |
| Veetarve | W | $m^3/t_{pk}$ | 0,56 - 0,69 (0,62) | - [2] | 0 - 1,54 (0,9)[1] | 0,5 - 0,84 (0,64)[1] |

[1] – tehnoloogiline vesi (ei sisalda jahutusvett)
[2] – andmed esitamata

Võrreldes 2013. aastal koostatud PVT viitedokumendiga on vähenenud mõnevõrra 5-aastase perioodi keskmine elektrienergia tarbimine (võrdlusperioodid on 2007-2011 ja 2016-2020). Tarbitud elektrienergia kogus tonni põlevkivi kohta aastas on vähenenud VKG Petroter seadmetel 33%, KKT TSK500 seadmetel 20% (TSK puhul võrrelduna 2011. aastaga, kuna alles selleks ajaks saavutati seadme töökindlus ja madalam energiatarbimine). Enefit140 seadme elektrienergia keskmine tarbimine on suurenenud 17% võrra. Vee tarbimise osas ei ole andmete koosseis võrreldav.

### 12.3.2 TSK meetodi väljundid

Tabelis 12.8 on toodud kokkuvõtlikult peamised väljundid ning nende minimaalsed ja maksimaalsed kogused. Näitajad on arvestatud ühe tarbitud põlevkivi tonni kohta.

*Tabel 12.8. TSK meetodi väljundid*

| Väljundid | Tähis | Ühik | Petroter | Enefit140 | Enefit280 | TSK500 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Toodetud põlevkiviõli | $G_{SO}$ | $t/t_{pk}$ | 0,127 - 0,141 (0,136) | 0,112 - 0,117 (0,114) | 0,125 - 0,133 (0,13) | 0,106 - 0,125 (0,115) |
| Põlevkiviõli küttevääртus | $Q_L{}^r{}_{SO}$ | GJ/t | 38,72 - 39,07 (38,95) | 40,6 - 40,7 (40,6) | 40,5 - 40,6 (40,5) | 37,12 - 38,16 (37,83) |
| Tekkinud uttegaas | $V_{SG}$ | $nm^3/t_{pk}$ | 32,62 - 38,61 (34,83) | 25,7 - 33,2 (29,4) | 34,5 - 36,6 (35,7) | 51,45 – 59,09 (53,69) |
| Uttegaasi küttevääртus | $Q_L{}^r{}_{SG}$ | $GJ/10^3nm^3$ | 35,70 - 45,03 (40,87) | 47,72 - 56,9 (52,768) | 40,23 - 47,76 (43,758) | 37,48 - 49,33 (43,716) |
| Tekkinud fenoolvesi | $G_{PW}$ | $t/t_{pk}$ | 0,044 - 0,049 (0,047) | 0,016 - 0,035 (0,03) | 0,022 - 0,036 (0,027) | 0,039 - 0,045 (0,043) |
| Ladestatud tuhk | $G_A$ | $t/t_{pk}$ | 0,527 - 0,542 (0,536) | 0,454 - 0,465 (0,46) | 0,291 - 0,451 (0,416) | 0,6 - 0,6 (0,6) |
| Tekkinud suitsugaasid | $V_{Fg}$ | $nm^3/t_{pk}$ | 489,3 - 510,2 (497,9) | - [1] | - [1] | 531 - 717 (627) |

[1] – andmed esitamata

### 12.3.3 TSK meetodi õhuheited

TSK meetodi õhuheited tekivad sõltuvalt tehnoloogiast kas aerofontäänkoldes (Petroter ja TSK500) või keevkihtkoldes (Enefit280). Tekkinud suitsugaasid kas järelpõletakse (Petroter), jahutatakse utilisaatorkatlas (Enefit280) või jahtutakse vee sisse pritsega (Enefit140) enne põlevkivi kuivatustsüklonite läbimist ja korstnasse suunamist. Nende koostises on järgmised saasteained: lendtuhk, $SO_2$, $H_2S$, $NO_2$, CO, küllastunud ja küllastamata süsivesinikud. Tabelis 12.9 on toodud Keskkonnaametile esitatud 2022 aasta I kvartali pidevseire keskmised väärtused, mis on ettevõtete poolt täpsustatud. TSK500 puudusid sellel perioodil pidevseire andmed ning seetõttu on kasutatud ettevõtte poolt esitatud keskmiseid konsentratsioone. Ettevõttete poolt esitatud andmed 2016-2020 aastate hetkeliste heitkoguste kohta g/s on toodud tabelis 12.10. Võrreldes 2013. aastal koostatud PVT viitedokumendis esitatud andmetega on peamiseks erinevuseks Enefit140 seadme heites benseeni tuvastamine (kui vahetati välja teenust osutav labor, selgus et eelnevates mõõtmistes oli süstemaatiline viga benseeni heite mõõtmises) ja ka NMVOC heite väljatoomine (varasemalt iseloomustati orgaaniliste ainete heidet ainult metaani kaudu).

*Tabel 12.9. TSK meetodi õlitootmisseadmete õhuheite konsentratsioonid mg/Nm³, tavarežiimis*

| **Saaste-aine** | **Petroter I*** (3% $O_2$) | **Petroter II** (3% $O_2$) | **Petroter III** (3% $O_2$) | **Enefit140 -1** (6% $O_2$) | **Enefit140 -2** (6% O2) | **Enefit280** (6% $O_2$) | **TSK500 **** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SO_2$ | 970 | 1110 | 1110 | 17,1 | 24,1 | 5,5 | 547,7 – 1152,5 (983,5) |
| $NO_X$ | 70 | 250 | 330 | 62,8 | 109,3 | 132,6 | 40,2 – 81,2 (60,2) |
| CO | 26000 | 1600 | 320 | 26114,7 | 26934,12 | 463,1 | 55405 – 69799 (60225) |
| $CH_4$ | | | | 2935,5 | 3090,2 | | |
| $NH_3$ | | | | 250,6 | 216,2 | | |
| $C_6H_5OH$ | | | | 45,5 | 6,5 | | |
| Benseen | | | | 459,04 | 661,6 | | |
| $H_2S$ | | | | 80,06 | 76,5 | | 137,8 – 196,2 (166,3) |
| Tahked osakesed | 150 | 190 | 160 | 61,2 | 86,6 | 19 | 200,5 – 696,6 (373,2) |
| $CO_2$ % | | | | 8 | 8.2 | | 21,4 – 27 (23,8) |
| $H_2O$ % | | | | 30 | 29,9 | | 30-35 |

*PetroterI andmed enne rekonstrueerimist
**Ettevõtte poolt esitatud keskmiseid kontsentratsioon, kuna pidevseire andmed puudusid

*Tabel 12.10. TSK meetodi õlitootmisseadmete õhuheidete hetkelised heitkogused, g/s*

| **Saasteaine** | **Petroter** | **Enefit140** | **Enefit 280** | **TSK500** |
|---|---|---|---|---|
| $NO_x$ | - | 1,66 | 7,92 | 0,22 |
| CO | - | 545,35 | 33,97 | 220,62 |
| $SO_2$ | - | 5,09 | 1,22 | 3,62 |
| Tahked osakesed | - | 5,41 | 7,67 | 1,37 |
| $H_2S$ | - | 2,74 | - | 0,61 |
| LOÜ | - | - | - | 0,78 |
| Alifaatsed süsivesinikud | - | 41,21 | - | - |
| Fenoolid | - | 0,24 | - | - |
| COS | - | 1,29 | - | - |
| $NH_3$ | - | 4,57 | - | - |
| Benseen | - | 12,49 | - | - |

Alljärgnevalt on esitatud TSK meetodi toomisseadmete erinevatest heite allikatest välisõhku väljutatavate saasteainete lubatud hetkelised heitkogused (g/s) (tabel 12.11).

*Tabel 12.11 Välisõhku väljutatavate saasteainete lubatud hetkelised heitkogused g/s*

| Saasteaine | TSK500 korsten | Enefit280 korsten | Enefit140-1, Enefit140-2 korsten | Petroter I* | Petroter II | Petroter III |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $H_2S$ | 0,742 | | 3,22 | 0,036 | 0,045 | 0,04 |
| $SO_2$ | 11,297 | 16,95 | 1,29 | 32,288 | 55,346 | 31,027 |
| CO | 382,123 | 84,76 | 900,06 | 652,681 | 135,134 | 30,434 |
| $NO_x$ | 0,56 | 16,95 | 7,14 | 4,32 | 9,348 | 9,078 |
| $CO_2$ | 1733,00 | | | | | |
| tahked osakesed, summaarsed | 1,667 | 14,13 | 3,57 | 3,954 | 4,769 | 4,23 |
| LOÜ | 4,323 | | | | 0,341 | |

*PetroterI enne rekonstrueerimist

Tehnoloogilised äkkheited tekivad tavaliselt seadme käivitamisel ja seiskamisel ning keskkonnakompleksloas on defineeritud äkkheite põhjused, kestvused, kordade arv aastas ja äkkheite kogused. Äkkheite allikateks on küünalseade ja suitsukorsten. Lisaks käivitamisel ja seiskamisel tekkivatele äkkheidetele tuleb arvestada ka avariilistel põhjustel tekkivate äkkheidetega. Avariilisel äkkheitel toimub uttegaasi suunamine põletamisele küünalseadmesse. Äkkheiteid küünalseadmes ei ole võimalik mõõta ja heitekogused määratakse arvutuslikul meetodil. Äkkheiteid on käsitletud petaükis 12.8.

## 12.4 Müra

Õlitööstuse seadmete müra on võrreldav teiste rasketööstuse ja elektrijaamade rajatistes tekkiva müraga. Peamisteks müra allikateks on põlevkivi ja põlevkiviõli transport ning laadimine. Samuti tekib ka tootmishoonete sees müra, mille allikateks on näiteks erinevad pumbad, mootorid, mehaanilised ajamid jne.

Müra tekib seadmete töötamise perioodil ning see mõjutab tervisekaitse seisukohalt eelkõige nendega seotud töötajaid. Müra mõju vähendamiseks ehitatakse paiksed müraallikad kinnistesse ruumidesse, mille piirded toimivad müra summutajatena. Tehnoloogilise müra vähendamiseks kasutatakse seadmete isoleerimist, et tagada tööstusmüra vastavus normidele. Töökohtadel kasutatakse selleks ette nähtud isikukaitsevahendeid.

Käitised teostavad perioodiliselt müraallikate ja müra leviku mõõtmisi. Müramõõtmisi teostatakse tootmisterritooriumi piiril või lähima vastuvõtja juures siis kui tootmises toimub oluline muutus, millest võib eeldada mürataseme muutumist. Samuti on teostatud mõõtmisi ka seoses kaebustega. Töökeskkonna müramõõtmisi teostatakse vähemalt kord aastas.

## 12.5 Lõhn

Lõhnaprobleemide leevendamiseks on ettevõtted rakendanud erinevaid protsessijuhtimise meetmeid, sh lõhnakavade koostamist. Näiteks on vähendatud saasteallikate arvu, jälgitakse pidevalt seadmete tööparameetreid, on paigaldatud lõhnapüüdureid ja suurendatud tehnoloogiliste seadmete hermeetilisust (sh kasutatakse hermeetilist õlide laadimise süsteemi) ja kogutakse heiteid ühtsesse hingamissüsteemi mahutiparkides. Lõhnaainete vähendamise kavasid uuendatakse pidevalt ja tehakse jõupingutusi lõhna edasiseks vähendamiseks.

**Enefit Power AS**-i õlitööstuses on autolaadimissõlme juurde paigaldatud vedelkütuste laadimisel tekkitavate aurude kogumiseks gaaside regenereerimisseade. Süsivesinikaurude tagastussüsteem põhineb aktiveeritud söe adsorbtsioonil. Küllastunud süsi regenereeritakse vaakumiga. Aktiveeritud söest desorptsioneeritud süsivesinikud imendatakse terminalis ühe ladustatava produkti (bensiin) poolt absorptsioonikolonnis. Adsorbtsiooni protsess ei ole pidev, söe regenereerimiseks vajab see katkestamist. Selleks on söele ette nähtud kaks paaki, et tagada gaaside liikuvus süsteemis igal ajal. Sulgarmatuuride avamine ja sulgemine on reguleeritud nii, et protsess läbib alati ühte aktiveeritud söega mahutit. Aurude regenereerimisseadmega on ühendatud ka raudtee estakaad. Lõhnaaine vähendamiseks käitises minimeeritakse suitsugaaside temperatuuri ka põlevkivi kuivatis.

2017. aastal esitatud lõhnaainete vähendamise kavas on esitatud meetmed, mida on rakendatud:

- Enefit140 seadmete leektorude rekonstrueerimine uttegaasi süütamisele pidevalt põleva pilootleegiga;
- hapnikuandurite paigaldamine Enefit140 seadmete elektrifiltritele, mis võimaldab käivitusrežiimidel elektrifiltrid varem sisse lülitada;
- seadme Enefit140-2 põlevkivi ja soojuskandja etteande ploki modifitseerimine (muudeti tsüklonite konstruktsiooni, tigukonveiereid ja rajati põlevkivi vahepunker eesmärgiga takistada aurugaasisegu sattumist läbi tuhatsüklonite suitsugaasidesse).
- välisõhu seirejaama rajamine.

Lisameetmed, mida rakendatakse tulevikus:

- Ettevõte analüüsib Enefit140 seadmete mittetäieliku põlemisega seotud saasteainete osas (fenoolid, $NH_3$, COS, benseen, alifaatsed süsivesinikud) võimalikke tehnilisi lahendusi, mis võimaldavad Enefit140 seadmete poolkoksi/suitsugaasi järelpõletuse tõhustamist vältimaks mittetäieliku põlemisega seotud komponentide sisaldust suitsgaasides. Analüüsi tulemuste põhjal viiakse mõlema seadme osas ellu parim võimalik lahendus (paigaldatakse järelpõletusseade/utilisaatorkatel vms samaväärne lahendus) 2027. aasta maikuuks.

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ viib läbi iga aasta mõõtmisi Enefit Power AS õlitehase piiril. Näiteks 2020. aastal tegi Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ Enefit Power AS õlitehasele uuringu „Enefit Energiatootmine AS õhukvaliteedi mõõtmised mobiilse mõõtelaboriga Mobair-1“, kus tehase territooriumi ääres mõõdeti saasteainete kontsentratsioone 1 ööpäeva jooksul. $H_2S$ 1 tunni keskmine kontsentratsioon oli 0,29 ja 24 h keskmine 0,09 µg/m$^3$ [33].

**KKT Oil AS-**is kogutakse ja puhastatakse tehnoloogilise mahutipargi ja toodangu mahutipargi hingamisgaase aurude kogumis- ja tagastussüsteemis VRU (Adab Vapour Recovery Units tehnoloogia) seadmel, mis on varusatatud analüsaatoriga ja mis võimaldab hinnata heitgaasis jääk-LOÜ ainete sisaldust peale saastatud gaasi puhastamist. LOÜ-de aurud põlevkiviõlide pumpamiselt, hoidmiselt uues põlevkiviõlide mahutipargis (8 mahutit) ja laadimiselt estakaadil autodele kogutakse hermeetilistesse aktiivsöega täidetud adsorberitesse (2 adsorberit) VRU-1. Regenereeritud ja veeldatud süsivesinikud suunatakse taaskasutusse. Samasse süsteemi juhitakse ka olulisemate LOÜ heitega mahutite aurud. 2013-2014. aastatel ehitati välja uued

tehnoloogilised mahutipargid, mille tulemusena vähenes oluliselt saasteallikate arv. TSK500 seadmete põlevkiviõlide pumpamisel on lõpetatud vahemahutite kasutamine, mis võimaldas vähendada saasteallikate arvu, optimeerida protsessi temperatuuri ja seega vähendada ebameeldiva lõhna levikut väljapoole TSK500 seadmete asukohta. Käitisel on plaanis rajada RÕPS.

2018. aastal rekonstrueeriti ka lõhnahäiringu allikaks oleva raskeõli puhastusseade ning rajati generaatorseadmete ventilatsioonisüsteemid. Suitsugaaside kottfiltrid asendati elektrifiltriga.

2019. aastal ehitati ümber TSK tuha tehnoloogilisest protsessist eemaldamise seadmete ja väljalaadimise sõlm ja vahetati välja defenolatsiooniprotsessi seadmed. 2021. aastal paigaldati TSK500 suitsugaaside pidev seirejaam.

Lõhnahäiring ulatub kuni 1,5 km kaugusele põhja- ja kirdesuunas (sh elamupiirkondadesse) ja 200 m läänesuunas. Lähitulevikus on plaanis veel järgmised ümberehitused (2021.a esitatud lõhnakava muutmise kavas):

- utmis-, kondensatsiooni ja tuhaeralduse osakondade kapitaalremont;
- käivitamiste arvu vähendamine;
- generaatorseadme kondensatsiooniosakonnas kõrvaldatakse generaatorseadme küünlad ja tuharikka jääkõli käitlemisega seotud heiteallikad;
- kõrvaldatakse vana raskeõli puhastusseadme ventilatsiooniavad ja mahutid;
- suletakse reovee kollektori lõhnaainete emiteerimise kohad; reovee puhastusseadmete pealt katmine ja reovee temperatuuri alandamine;
- Tehnoloogiliste uttevee ja butüülatsetaadi segamiskambrite asendamine tehnoloogiliste mahutitega, mahutite sidumine.

**VKG Oil AS-**is toimub põlevkiviõlide lõhnade vähendamine absorptsioonmeetodil absorberites ja absorberitesse suunatakse ka heited autotsisternide ja raudteetsisternide laadimisestakaadidelt. Pärast puhastusprotsessi heited suunatakse generaatorigaasi torustikku ning edasiseks põletamiseks koos generaatorigaasiga VKG Energia Põhja SEJ-s.

Generaatorõlide destillatsiooni seadme puhul toimub absorptsioon meetodil absorberis ning puhastatud heited suunatakse põletamiseks seadme toruahju. GGJ-del on kõik protsessimahutid hermeetilised ning hingamisaurud suunatakse tagasi tehnoloogilisse protsessi. Raske- ja kergekeskõli ettevalmistuse ja õliäratuse seadmel toimub lõhnaainete kokkukogumine ja töötlemine absorptsiooni meetodil absorberis ning puhastatud aurud suunatakse generaatorigaasi torustikku.

Õhuseirejaam asub tootmisterritooriumi piiril ja lähima vastuvõtja juures, mis võimaldab reageerida lõhnaaine indikaatorainete tasemete tõusule ja vastavalt sellele ka reageerida.

Ettevõtte on koostanud lõhnaaine vähendamise tegevuskava (Petroter ja Kiviter protsesside kohta), mis sisaldab seletuskirja tegevuste kohta, mida rakendatakse lõhnaainete ja lõhna leviku vähendamiseks.

Lõhnaainete vähendamise tegevuskavas (muudetud 2018.a) on järgmised meetmed, mis teostati täielikult või osaliselt 2019-2020. aastal ja mis pidi vähendama lõhnaaine emissiooni teadaolevate andmete põhjal VKG Oil AS territooriumilt 11,75% võrra.

*Tabel 12.12 VKG Oil AS lõhnaainete vähendamise meetmed*

| Meetme nr | Meede |
|---|---|
| 1 | Poolkoksimägede põlemiskollete summutamise projekt (põlemiskolletest eraldub $H_2S$; tänapäeval ladestatakse poolkoksi ja tuhka tihendamisega);<br><br>Poolkoksimäe põlemiskollete summutamine rakendati 31.12.2018. |
| 2 | Alates 03.03.2020 on õlilaso hingamissüsteemi adsorber 500 muudetud hermeetiliseks, heide suunatakse generaatorigaasi torustikku ning utiliseeritakse koos generaatorigaasiga VKG Energia Põhja SEJ kateldes.<br><br>Alates 31.03.2018 on õlilalo hingamissüsteemi adsorber 40 on muudetud hermeetiliseks, heide suunatakse generaatorigaasi torustikku ning utiliseeritakse koos generaatorigaasiga VKG Energia Põhja SEJ kateldes või suunatakse elektroodkoksi seadmele ning põletatakse koos küttegaasiga koksikuupide kolletes. |
| 3 | Alates 31.03.2018 on raske– ja kerge-keskõli ettevalmistusseadme hingamisüsteemi adsorber 200 on muudetud hermeetilisteks. Heiteallika heide suunatakse generaatorigaasi torustikku ning utiliseeritakse VKG Energia Põhja SEJ kateldes. |
| 4 | Põlevkiviõlide seadme autotsisternide laadimisseadmete heitkoguste vähendamine.<br><br>Põlevkiviõli seadme autotsisternide laadimisseadmete heitekoguste vähendamine rakendati 05.03.2020. |

Meetmeid 2-4 rakendati 2021. aastaks ja heitkogused vähenesid. Samuti rakendati meedet 1, aga heitkogused ei ole veel vähenenud, sest kuumenemiskollete jahtumine võtab aega.

Ettevõte on lõhna allikatest teadlik ning lõhnaaine eraldumise vähendamisega pidevalt tegeletakse. Heiteallikate inventuuri tulemused on näidanud, et kõige suurimaks lõhnaainete allikaks on olnud Petroter I seade, mille katelutilisaator vajab põhjalikumat rekonstrueerimist. Suitsugaasides sisalduvate saasteainete efektiivsemaks järelpõletamiseks koostati ettevõte projekt, mille kohaselt rekonstrueeritakse 2022. aastal Petroter I katel-utilisaator ning elektrifilter. Nimetatud meetme tulemusena tagatakse ühtlasem tootmisrežiim, suureneb töökindlus ja väheneb õhu heidete kontsentratsioon suitsugaasides.

### 12.6 Tooraine ja toodangu ladustamisest tingitud heidete vähendamise tehnikate analüüsimine ja hindamine

Kaevandusest või karjäärist tarnitud põlevkivi ladustatakse tootmisterritooriumil asuval laoplatsil (kas kaetud või avatud plats) või suunatakse otse läbi kütuse etteande süsteemi tootmisprotsessi. Ladustatud põlevkivi on küllalt kõrge niiskuse sisaldusega, mistõttu selle käsitlemisel tekkiv tolmu kogus on minimaalne. Tolmu põhiliseks tekke kohaks on põlevkivi sõelumissõlm ja põlevkivi transport. Põlevkivi transporditakse tootmisterritooriumil kas pealt avatud veoautodega või kaetud lintkonveieritega. Kuival perioodil niisutatakse teesid ja avatud

laoplatse tolmu leviku piiramiseks. Samuti on kõik teed tahke pinnakattega (asfalt, betoon) ning kehtestatud sisetranspordi reeglid tootmisterritooriumil liiklemiseks (näiteks sõidukiiruse piiramine) tolmu hajusheite vähendamiseks.

***Kaubandusliku põlevkiviõli ladustamine.*** Õlitööstuses toodetav põlevkiviõli ladustatakse mahutipargis. Õli lao mahutipark on ette nähtud vaheproduktide ja valmisproduktide hoidmiseks enne tarbijatele tarnimist. Õli lao seadmestik koosneb pumplast, torustikest, auto- ja raudteetsisternide laadimisseadmetest. Maapealsed mahutid on ümbritsetud piirdega, mis takistab piirde sisse jäävatest mahutitest väljavoolavate vedelike laialivalgumist. Piirde sisse jääv ala on kaetud vett ja naftasaadusi mitteläbilaskva inertse materjaliga. Piirde sisse jääva ala mahutavus määratakse riikliku regulatsiooniga. Põlevkiviõli transport tootmisterritooriumil toimub torustike kaudu, mis asuvad estakaadidel ning põlevkiviõli laaditakse auto- ja/või raudteetsisternidesse samuti spetsiaalsetel estakaadidel. Mahuteid, pumpasid ja torustike hooldatakse ja kontrollitakse regulaarselt, samuti mõõdetakse (nii automaatmõõtjad kui ka viiakse läbi manuaalset mõõtmist) mahutite täituvust.

Põlevkiviõli tööstused järgivad tooraine ja toodangu ladustamisel Reference Document on Best Available Techniques on Emmissions from Storage (EFS). Uuringu käigus vaadati üle ja analüüsiti EFS BREF asjakohased nõuded, mis kohalduvad ka põlevkiviõli tootmisele. Uuringu läbiviijad ei tuvastanud, et põlevkivi kui tooraine ja põlevkiviõli kui toodangu käitlemine erineks EFS BREFis väljatoodust. Seega leiti, et erisusi ei ole ning pole lisa meetmeid, mida Eesti kontekstis lisada.

## 12.7 Veekasutuse mõju pinna-ja põhjaveele ning veekaitse meetmete toimivus ja piisavus

### 12.7.1 VKG Oil AS

Põlevkiviõli tootmine VKG Oil AS tööstusterritooriumil algas juba möödunud sajandi 20-ndatel aastatel ning on kestnud praeguseni. Paratamatult tekkis tollase tootmiskultuuri tõttu ka jääkreostus. Reostuse kohta enne 1996. aastat süstemaatilised andmed puuduvad. Üksikuid ülestähendusi võib leida ehitusgeoloogiliste uuringute aruannetest. Peamine teave ajaloolise reostuse kohta on kättesaadav riikliku põhjaveeseire andmetest (1996-2008) ning 1997. aastal läbi viidud keskkonnaauditist, mis tehti riikliku ettevõtte RAS „Kiviter“ erastamise käigus. Auditi järgi oli kogu maapinnalähedane Ordoviitsiumi põhjaveekiht reostunud fenoolide ja põlevkiviõliga. Pinnas oli väga tugevalt reostunud naftaproduktidega umbes 400 ha suurusel alal ning arseeniga 25 ha suurusel alal [34]. Uuringus leiti, et vaadeldaval alal on põlevkivi töötlemisega tegeletud juba 90 aastat ning on tekkinud jääkreostus. Pinnas ja põhjavesi on saastunud paljude erinevate ühenditega, näiteks BTEX, PAH, fenoolid ja naftaproduktid. Lisaks leiti, et tööstusjäätmete prügilast VKG Oil AS territooriumile filtreeruvat reostust ei ole võimalik eristada tööstusmaa jääkreostusest.

VKG Oil AS-is vastutab veevõtu eest VKG Energia OÜ, kes tarnib põhjavee ja pinnavee ettevõtetele. Pinnavett võetakse Konsu järvest jahutuseks ning tehnoloogiliseks veeks maksimaalselt 7,5 mln $m^3$ aastas. Põhjavett võetakse VKG Energia OÜ puurkaevudest umbes 100 tuhat $m^3$ aastas, mida kasutatakse tehnoloogilisel otstarbel laboris või olmetarbeks

töötajatele. Vett ei kasuta ainult Viru Keemia Grupi kontsernis vaid tarnitakse ka teistele ettevõtetele.

Ettevõtte jahutusveega varustamiseks on VKG Oil AS-il olemas ringlusveesõlm, milles ringleb pinnavesi pidevalt. Kokku kasutatakse aastas VKG Oil AS poolt jahutusvett kuni 33,3 mln m³ (tabel 12.13). See kogus tagatakse ringlussõlmes olemasoleva veega ehk kasutatud vesi tagastatakse süsteemi ning taaskasutatakse seda sama vett uuesti jahutuseks. Ringlusveesõlme lisa toiteks antakse aastas umbes 2% pinnavett juurde, millega kaetakse aurustumisel tekkivaid kadusid.

*Tabel 12.13. VKG OIL AS veekasutus (tuh $m^3$/a)*

| **VKG Oil AS Veekasutus** | | **2016. a** | **2017. a** | **2018. a** | **2019. a** | **2020. a** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tehnoloogiline vesi | | | 2,1 | 2,3 | 2,4 | 2,0 |
| Pinnavesi | *Olme* | - | - | - | - | - |
| | *Tööstus* | *604,7* | *593,9* | *693,2* | *956,7* | *969,3* |
| | *Jahutus* | *111,6* | *251,5* | *177,6* | *166,4* | *339,2* |
| | *Kokku* | 716,3 | 845,4 | 870,8 | 1123,1 | 1308,5 |
| Põhjavesi | *Olme* | *1,5* | *0,3* | *0,5* | *0,9* | *0,4* |
| | *Tööstus* | *4,5* | *4,5* | *5,2* | *12,2* | *17* |
| | *Kokku* | 6,0 | 4,8 | 5,7 | 13,1 | 17,4 |

VKG Oil AS-s eelpuhastatud tööstuslik ja olmereovesi suunatakse OÜ-le Järve Biopuhastus. Eelpuhastatud reovees sisaldab ohtlike ained (ühe-ja kahealuselised fenoolid, naftasaaduseid), lisaks saasteaineid (KHT ja BHT7). Reovees esineb väheses koguses fosforit. Eelpuhastatud reovee saasteainete sisaldus näitab, et vett ei ole võimalik suunata otse looduskeskkonda.

Reovete käesoleval ajal kasutatavat puhastustehnoloogiat on käsitletud peatükis 17.

Eelpuhastatud reoveed suunatakse OÜ-le Järve Biopuhastus. OÜ Järve Biopuhastus suunab oma puhastatud heitveed vastavalt keskkonnaloale nr L.VV/325554 süvamere väljalasku. Järve Biopuhastus OÜ-l on lubatud suunata süvamere väljalasu kaudu merre 13,2 miljonit $m^3$ heitvett aastas. VKG Oil AS on aastatel 2016 kuni 2020 OÜ-le Järve Biopuhastus suunanud õliärastatud reovett ja defenoleeritud vett 562 tuhande ja 1 miljoni $m^3$/a vahel, viie aasta keskmine (843,2 tuhat $m^3$/a), mis moodustab vähem kui 7 % lubatud süvamerelasku suunatavast vee hulgast.

OÜ Järve Biopuhastus vee aastaruannetest lähtuvalt (olemasolevad 2019-2021) suunab regionaalne reoveepuhasti süvamerelasku ligikaudu 6 miljonit $m^3$ vett aastas ning VKG Oil AS reovesi moodustab sellest 14 %. Vastavalt OÜ Järve Biopuhastus aasta aruannetele on ühe-ja kahealuseliste fenoolide puhastus efektiivsus 100%. Lisaks oli puhasti tõhusus BHT7, KHT, Heljumi, $N_{üld}$ ja $P_{üld}$ osas üle 90%. Kohtla-Järve süvamerelasku suunatud vee keemiline koostis vastas 2020. aastaaruande kohaselt nõuetele BHT7, KHT, Heljum, $P_{üld}$, nafta, ühealuselised fenoolid, kahealuselised fenoolid, elavhõbe, vask, kroom, arseen, kaadmium, nikkel, plii,

tolueen ja pentaklorofenool. Vee keemiline koostis ei vastanud nõuetele ainsana üldlämmastiku osas. Teiste põlevkiviõli tööstusega seotud ohtlike ainete osas PFOS (perfluorooktaansulfoonhape ja derivaadid), 1,2-dikoloroetaan, benseen, m,p-ksüleen, o-ksüleen, tetrakloroetüleen ja trikloroetüleen) info aastaruannetes puudub.

Seoses eeldatavate õigusloome muudatustega, tuleb tõenäoliselt tulevikus vee ettevõttel (OÜ Järve Biopuhastus) koostöös tootmistega määrata kasutatavate ainete ja reostuse iseloom. Uue eelnõu kohaselt tuleb vee-ettevõtjal määrata saasteainete loetelu, mille kontsentratsiooni kontrollitakse regulaarselt.

*12.7.1.1 Heit- ja sademevesi*

VKG Oil AS sademe- ja reovee kanalisatsioon on lahkvoolne. Reo- ning sademevee ärajuhtimine toimub eraldi torusüsteemide kaudu. Sademevee väljalasku Kohtla jõkke ja reovee suunamist OÜ-le Järve Biopuhastus korraldab ja kontrollib VKG Oil AS heitvee puhastamise ja neutraliseerimise tsehh.

VKG Oil AS tööstusterritooriumil on üks heitvee väljalask (Väljalaskme kood IV002), kus teostatakse kohustuslikku seiret. Heitvee väljalasu seiretulemused on esitatud tabelis 12.14. Vastavalt keskkonnakompleksloale (L.KKL.IV-198338) on käitisel lubatud suublasse juhtida 1,9 miljonit $m^3$ heitvett aastas. Kohtla jõe keskmine vooluhulk on 12,8 miljonit $m^3$/a.

VKG Oil AS seirab 26-te erinevat keemilist elementi või ühendit Kohtla jõkke suunatavas heitvees, nendest 15-el on keskkonnakompleksloaga (L.KKL.IV-198338) sätestatud suurimad lubatud kontsentratsioonid (tabel 12.14). Seiretulemustest lähtuvalt oli valdav enamus saasteaineid väiksema kontsentratsiooniga kui lubatud, kõrgendatud kontsentratsioone esines episoodiliselt KHT, BHT7, tsingi ja vase sisalduse osas.

*Tabel 12.14. Tabel VKG Oil AS tööstusterritooriumilt Kohtla jõkke suunatava heitvee kvaliteet*

| **Ühend või keemiline element** | **Suurim lubatud kontsentratsioon vastavalt keskkonna-kompleksloale nr L.KKL.IV-198338** | **2016** | | **2017** | | **2018** | | **2019** | | **2020** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **aasta keskmine** | **aasta max** | **aasta keskmine** | **aasta max** | **aasta keskmine** | **aasta max** | **aasta keskmine** | **aasta max** | **aasta keskmine** | **aasta max** |
| KHT mg/l | 125 | 62,3 | 110 | 65,2 | 116 | 67,9 | 115 | 61,7 | 100 | 60,2 | 160 |
| pH | 6-9 | 7,5 | 8,4 | 7,6 | 7,9 | 7,5 | 8,1 | 7,5 | 8,5 | 7,7 | 8,4 |
| $BHT_7$ mg/l | 15 | 6,1 | 10 | 7,9 | 17 | 6,3 | 14 | 7 | 13 | 4,5 | 6,7 |
| Heljum mg/l | 25 | 5 | 9,6 | 4,3 | 11 | 5,6 | 10 | 4,4 | 10 | 4,4 | 9,4 |
| Naftasaadused mg/l | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 |
| Üldfosfor mg/l | 1,5 | 0,1 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 1,2 | 0,2 | 0,4 |
| Üldlämmastik mg/l | 55 | 1,5 | 2,2 | 1,5 | 2,6 | 1,2 | 2,5 | 0,9 | 1,5 | 0,9 | 1,3 |
| Ühealuselised fenoolid mg/l | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,004 | 0,1 | 0 |
| Kahealuselised fenoolid mg/l | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,26 | 0,32 | 0,26 | 0,26 |
| Elavhõbe mg/l | 0,001 | 0,00002 | 0,00002 | < 0,000015 | < 0,000015 | 0 | 0 | <0,000015 | <0,000015 | <0,000015 | <0,000015 |
| Kaadmium mg/l | 0,005 | 0,00006 | 0,00006 | 0,00006 | 0,00006 | 0 | 0 | 0,0000345 | 0,00004 | 0,00015 | 0,00015 |
| Plii mg/l | 0,014 | 0,00049 | 0,00049 | 0,00045 | 0,00045 | 0 | 0 | 0,000965 | 0,0017 | 0,013 | 0,013 |
| Tsink mg/l | 0,05 | 5,55 | 11 | 0,02 | 0,02 | 0 | 0 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Kroom mg/l | 0,05 | 0,00279 | 0,0049 | 0,00072 | 0,0008 | 0,00072 | 0,0008 | 0,001345 | 0,0017 | 0,000905 | 0,0011 |
| Vask mg/l | 0,015 | 0,015 | 0,023 | 0,022 | 0,038 | 0,008 | 0,009 | 0,01 | 0,014 | 0,01 | 0,013 |
| Ammoonium mg/l | | 0,1 | 0,3 | 0 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,3 |
| Kloriid mg/l | | 109,6 | 148 | 114,4 | 236 | 177,5 | 347 | 213,3 | 357 | 199,9 | 380 |
| Nitraat mg/l | | 0,2 | 1 | 0,4 | 1 | 0,3 | 1,1 | 0,2 | 0,6 | 0,4 | 0,7 |
| Nitrit mg/l | | 0,1 | 0,6 | 0 | 0,1 | 0 | 0,1 | 0 | 0,1 | 0 | 0,1 |
| Sulfiid mg/l | | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 2,7 | 1,2 | 1,7 | 1,6 | 2,4 | 1,8 | 4 |
| Antratseen µg/l | | <0,00001 | <0,00001 | < 0,00001 | < 0,00001 | < 0,00001 | < 0,00001 | < 0,00001 | < 0,00001 | < 0,00001 | < 0,00001 |
| Benso(a)büreen mg/l | | <0,000005 | <0,000005 | < 0,000005 | < 0,000005 | < 0,000005 | < 0,000005 | < 0,000005 | < 0,000005 | < 0,000005 | < 0,000005 |
| Flouranteen mg/l | | 0,000065 | 0,00008 | < 0,00001 | < 0,00001 | < 0,00001 | < 0,00001 | 0,0000245 | 0,000039 | 0,000014 | 0,000014 |

| Ühend või keemiline element | Suurim lubatud kontsentratsioon vastavalt keskkonna-kompleksloale nr L.KKL.IV-198338 | 2016 | | 2017 | | 2018 | | 2019 | | 2020 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | aasta keskmine | aasta max | aasta keskmine | aasta max | aasta keskmine | aasta max | aasta keskmine | aasta max | aasta keskmine | aasta max |
| Naftaleen mg/l | | 0,00002 | 0,00002 | < 0,00001 | < 0,00001 | < 0,00001 | < 0,00001 | 0,000018 | 0,000018 | < 0,00001 | < 0,00001 |
| Nonüünfenool mg/l | | <0,00005 | <0,00005 | < 0,00005 | < 0,00005 | < 0,00005 | < 0,00005 | < 0,00005 | < 0,00005 | < 0,00005 | < 0,00005 |
| Pentaklorofenool mg/l | | <0,0001 | <0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 |
| Sulfaat ($SO_4$2-) mg/l | | 444 | 677 | 377 | 535 | 526 | 688 | 440,8 | 580 | 401,9 | 610 |

*12.7.1.2 Reovee saasteainete nende koguste ja kontsentratsioonide seiremeetodid*

Vastavalt ettevõtte keskkonnakompleksloale nr L.KKL.IV-198338 ja ettevõte aastaaruannetele suunati OÜ-le Järve Biopuhastus aastatel 2016 - 2020 keskmiselt 843,2 tuhat $m^3$ reovett. Käitaja jälgib reovee keemilist koostist omaseire alusel.

Ettevõtte viib kompleksloa nr L.KKL.IV-198338 alusel läbi Kohtla jõkke suunatava heitvee kvaliteedi seiret. Olenevalt keemilisest näitajast on seire tihedus üks kord kuus kuni üks kord aastas. Proovivõtja peab olema atesteeritud. Vooluhulga määramiseks mõõdetakse tööpäevadel veetaset äravoolu kanalis. Lähtuvalt pinnavee seisundist on Kohtla jõe seisundi halb näitaja pentaklorofenooli sisaldus setetes. Veekeskkonnale ohtlike ainete allikate inventuuri [35] aruande kohaselt on vee maatriks pentaklorofenool sisalduse uurimiseks vajadusel sobiv, seega võimalik ohtliku aine allikas on seire kaudu tuvastav. Läbi viidud seire alusel on pentakolorefenooli sisaldus allpool laboratoorset määramispiir.

Veeseaduse §236 lõike 2 kohaselt kuulub veeloaga teostatud omaseire veeuuringu alla ning veeseaduse §243 esimese lõike kohaselt peab veeuuringu tegija olema atesteeritud vastavas valdkonnas kehtestatud korra kohaselt, kasutama veeuuringu või joogiveeuuringu eesmärgiga sobivaid mõõte- ja proovivõtuvahendeid ning järgima asjakohast mõõtemetoodikat.

**Veekaitse meetmete toimivus ja piisavus lähtudes pinnavee seisundist**

Ettevõttele väljastatud keskkonnakompleksloa alusel hoitakse ohtlike aineid ja segusid sisaldavaid mahuteid betoneeritud platsil, lisaks kasutatakse veekaitsemeetmetena betoonvalle, kaitsekilesid ning lisaks on sademevee ja tööstusvee äravool lahkvoolne.

Vastavalt riiklikule pinnaveekogumi seisundi hindamisele (2020. a) on Kohtla jõe pinnaveeseisundi koondhinnang halb. Pinnavee KESE halb näitaja oli 2020. aastal pentaklorofenooli sisaldus setetes. Ökoloogiline seisund (ÖSE) oli samuti halb. Halb ökoloogiline seisund oli põhjustatud kalastiku indeksist, halva kalastiku indeksi põhjus aga oli teadmata. VKG Oil AS territoorium on üks sademe ja heitvee väljalask ning 2016 - 2020 aasta seiretulemused näitavad, et väljalaskmes on pentaklorofenooli sisaldus alla laboratoorset määramispiiri. Tänastele teadmistele tuginedes saab hinnata VKG Oil AS rakendatavaid meetmed pinnavee reostuse ära hoidmiseks piisavaks ja toimivaks, kuna:

- VKG Oil AS tööstusterritooriumi heit- ja sademevee väljalasu kaudu Kohtla jõkke suunatud vees oli pentaklorofenooli sisaldus väiksem kui laboratoorne määramispiir.
- Valdav enamus seiratavatest keemiliste ühendite sisaldusest heitvees oli väiksem kui lubatud suurim kontsentratsioon.
- Vastavalt keskkonnakompleksloale on VKG Oil AS-l lubatud suublasse juhtida kuni 1,9 miljonit $m^3$ vett aastas (tegelik keskkonda juhitud keskmine vooluhulk oli aastatel 2016 - 2020.a 1,4 milj $m^3$) ning see moodustab Kohtla jõe vooluhulgast väikese osa (vähem kui 15%).

*12.7.1.3 Veekaitse meetmete toimivus ja piisavus lähtudes põhjavee seisundist.*

Pinnase ja põhjavee ohtlike ainetega saastumist vaadeldi VKG Oil AS toomisterritooriumil 2015. aastal [34]. Uuringut alustati olemasoleva olukorra analüüsiga, mille raames vaadeldi komplekslubades toodud teavet, külastati käitise territooriumi, vaadeldi olemasolevat olukorda ning hinnati kemikaalide käitlemist. Uuringus leiti, et vaadeldaval alal on põlevkivi töötlemisega tegeletud juba 90. aastat ning on tekkinud jääkreostus. Pinnas ja põhjavesi on saastunud paljude erinevate ühenditega, näiteks BTEX, PAH, fenoolid ja naftaproduktid. Lisaks leiti, et tööstusjäätmete prügilast VKG Oil AS territooriumile filtreeruvat reostust ei ole võimalik eristada tööstusmaa jääkreostusest.

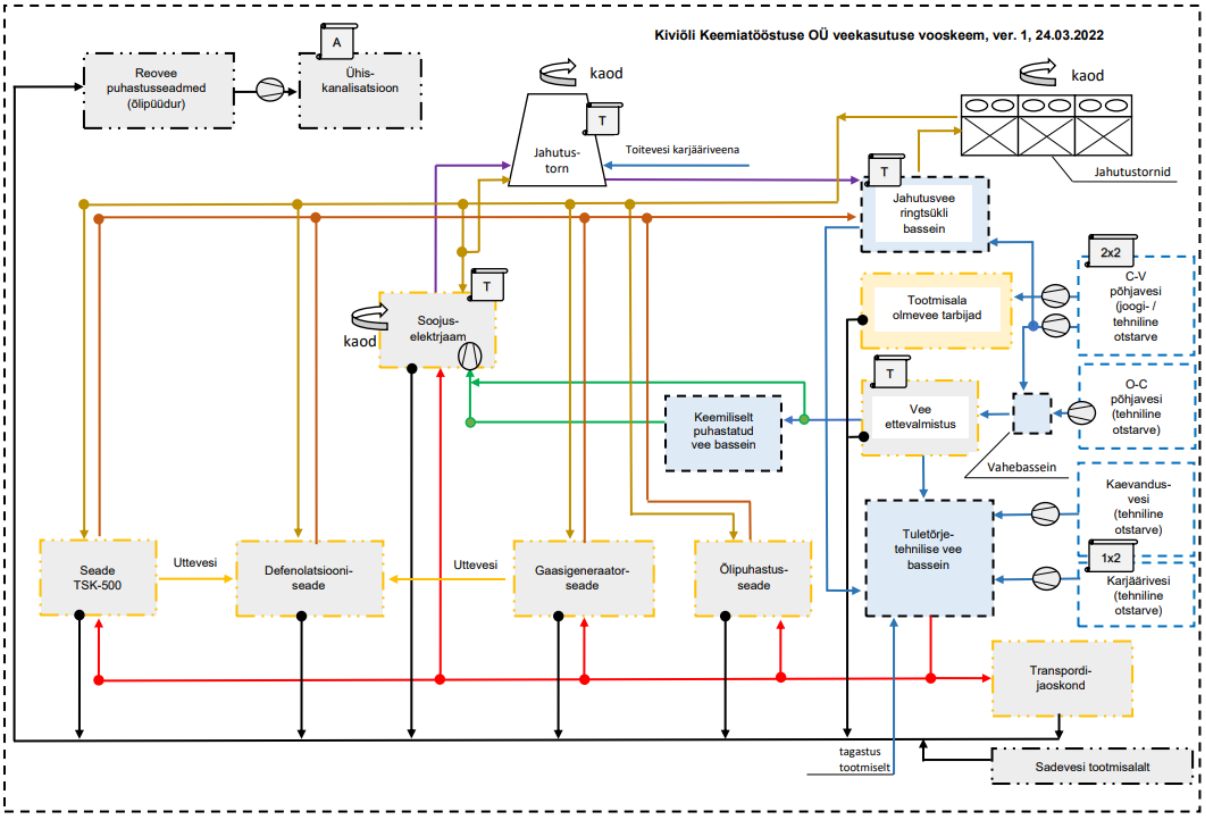
VKG Oil AS tööstusterritoorium asub Ida-Viru põlevkivibasseini Ordoviitsiumi põhjaveekogumil, mis koosnevad Ordoviitsiumi karbonaatkivimitest ja nendel lasuvatel Kvaternaari veekihtidel. Põhjaveekogumi seisundit on viimati hinnatud 2020. aastal ning selle keemiline ja koguseline koondhinnang on Halb. Põhjaveekogum klassifitseerus halba keemilisse seisundisse eelkõige $PHT_{Mn}$ ja 1-aluseliste fenoolide summa sisalduste tõusu tõttu. Põhjaveekogum on halvas seisundis tulenevalt selle piirkonna kaevanduste tegevusest. Hindamise käigus leiti, et põhjaveekogumi seisund ei parane enne kaevanduste sulgemist. Põhjaveeseisundi hinnang otseselt ei too esile põlevkiviõlitööstuse olulist negatiivset mõju põhjaveele, seega saab tänastele teadmistele toetudes VKG Oil AS põlevkiviõli tööstuse veekaitse meetmeid hinnata toimivaks ja piisavaks.

### 12.7.2 KKT Oil OÜ

KKT Oil OÜ-le on väljastatud keskkonnakompleksluba nr L.KKL.IV-171223. Ettevõttel on oma keskne veeringlussüsteem, kuhu võetakse vett puurkaevudest ja Põhja-Kiviõli II karjäärist. 2016-2020 aastal kasutas ettevõte oma tehnoloogilise vee vajaduseks puurkaevude vett 312 139 $m^3$/a kuni 336 654 $m^3$/a ning karjäärivett 434 931 $m^3$/a kuni 580810 $m^3$/a.

Põhja-Kiviõli II põlevkivikarjääri mäeeraldise alalt väljapumbatud ja lõunatranšees selitatud karjäärivesi suunatakse tehnilise vee basseini kust see võetakse omakorda veeringlustsüklisse. Tehnilist vett kasutatakse õlitootmise protsessis põlevkivi tuha ja poolkoksi jahutamiseks ja niisutamiseks. Ringtsüklis olevat vett kasutatakse tootmisseadmete varustamiseks jahutusveega. Puurkaevude vett kasutatakse õlitööstuse seadmete olmeveega varustamiseks ning KKT SEJ kateldele toitevee ettevalmistamiseks.

Skemaatiliselt on reovee formeerumine ning selle juhtimine ära toodud veekasutuse ja juhtimise skeemil (joonis 12.2). KKT Oil OÜ tööstusterritooriumil on ühine kanalisatsioonisüsteem, kus tööstus- ja olmereovesi ning drenaaživesi (sademed) suunatakse ühtsesse kollektorisse. Igast tootmisüksusest on oma väljalask kanalisatsiooni, kuhu lisaks suunatakse ka vihmavesi (joonis 12.2). Samuti suunatakse tootmiskanalisatsiooni defenoleerimisseadmelt lähtuvad defenoleeritud veed.




**Veekasutuse vooskeemi tähistused:**

| | |
|---|---|
| Veemõõtur | - |
| Toorvesi | - |
| Keemiliselt puhastatud vesi | - |
| Tuletõrje-tehniline vesi | - |
| Jahutusvee ringtsükkel (otsevoog) | - |
| Jahutusvee ringtsükkel (tagasivoog) | - |
| Soojuselektrijaama jahutustorni ringtsükli vesi | - |
| Aurukondensaat | - |
| Reovesi | - |

2x2 - veekvaliteedi analüütiline kontroll: 2 korda vahetuses (4 korda ööpäevas)

1x2 - veekvaliteedi analüütiline kontroll: 1 kord vahetuses (2 korda ööpäevas)

A - reovee kvaliteedi analüütiline kontroll: automaatne proovivõtja, keskmistatud proov, 14 päeva tagant

T - tehnoloogilise vee analüütiline kontroll

*Joonis 12.2. Veekasutuse skeem* KKT Oil OÜ

Kokku kogutud reo- ja sademeveed läbivad puhastusseadmete mahuteid, kus toimub reovee ühtlustamine, osaliselt õlisaaduste ja hõljumi püüdmine ning edasi liigub vesi ühiskanalisatsiooni kaudu OÜ-le Järve Biopuhastus. 2016-2020. aastal suunati OÜ-le Järve Biopuhastus 190 233 kuni 243 402 $m^3$/a reovett. Puhasti ühtlustusmahutites settinud õlisaadused ja õlipüüdurite setted suunatakse põlevkiviga segatud kujul tagasi pürolüüsile tahke soojuskandja meetodil töötavasse TSK500 seadmesse. Ettevõttel puuduvad heit- ja sademevee väljalasud looduslikesse veekogudesse. Ettevõte seirab reovee keemilist koostist peale esialgset puhastust käitise territooriumil enne OÜ-sse Järve Biopuhastus jõudmist. Reovees seiratakse $BHT_7$, KHT, üldlämmastiku, kloriide, sulfaate, heljumi, õli ja sulfiidide sisaldust ning pH-d. 2016-2020. aaasta tulemustest johtuvalt on eelpuhastatud reovesi kõrgete saasteainete kontsentratsiooniga ning vajab lisapuhastust OÜ-s Järve Biopuhastus enne looduskeskkonda juhtimist.

KKT Oil OÜ reoveepuhastus seadmete efektiivust ei ole võimalik hinnata, kuna ettevõte ei seira reoveekvaliteeti enne käitisesisest eelpuhastust.

Eelpuhastatud reovesi suunatakse OÜ-le Järve Biopuhastus. Vastavalt OÜ Järve Biopuhastus keskkonnaloale nr L.VV/325554 kuulub Kiviõli Kohtla-Järve regionaalse reoveepuhasti reoveekogumisalasse. OÜ Järve Biopuhastus suunab oma puhastatud heitveed süvamere väljalasku. OÜ-l Järve Biopuhastus on lubatud suunata süvamerelasu kaudu merre 13,2 miljonit $m^3$ heitvett aastas. KKT Oil OÜ on OÜ-le Järve Biopuhastus aastatel 2016-2020 üle andnud 190 233 kuni 243 402 $m^3$ reovett aastas, mis moodustab vähem kui 2% regionaalses biopuhastis puhastatavast veest.

Vastavalt OÜ Järve Biopuhastus aasta aruannetele on ühe-ja kahealuseliste fenoolide puhastuse efektiivusus 100%. Lisaks oli puhasti tõhusus BHT7, KHT, Heljumi, $N_{üld}$ ja $P_{üld}$ osas üle 90%. Kohtla-Järve süvamerelasku suunatud vee keemiline koostis vastas ka 2020. aastaaruande kohaselt nõuetele järgnevate näitajate osas: BHT7, KHT, Heljum, $P_{üld}$, nafta, ühealuselised fenoolid, kahealuselised fenoolid, elavhõbe, vask, kroom, arseen, kaadmium, nikkel, plii, tolueen, pentaklorofenool. Vee keemiline koostis ei vastanud nõuetele ainsana üldlämmastiku osas. Teiste põlevkiviõli tööstusega seotud ohtlike ainete osas info aastaruannetes puudub.

Seoses eeldatava õigusaktide muudatustega, tuleb tõenäoliselt tulevikus vee ettevõttel (OÜ-l Järve Biopuhastus) määrata tootmises (KKT Oil OÜ) kasutatavate ainete ja reostuse iseloom. Uue eelnõu kohaselt tuleb vee-ettevõtjal määrata saasteainete loetelu, mille kontsentratsiooni kontrollitakse regulaarselt.

KKT Oil OÜ puuduvad heitvee väljalasud ning lähim vooluveekogu Erra jõgi asub ligikaudu 3 km kaugusel, seega KKT Oil OÜ põlevkiviõli tootmisterritooriumil otsest mõju vooluveekogudele ei ole.

*12.7.2.1 Reovee saasteainete nende koguste ja kontsentratsioonide seiremeetodid*

Vastavalt ettevõtte keskkonnakompleksloale nr IV171223 ja ettevõte aastaaruannetele suunati OÜ-le Järve Biopuhastus aastatel 2016-2020 190 233 kuni 243 402 $m^3$ reovett aastas. Käitaja jälgib reovee keemilist koostist reovee ümberpumpamise ja puhastamise teenuste osutamise lepingu alusel. Ettevõttele väljastatud keskkonnakompleksluba (nr L.KKL.IV-171223) ei reguleeri käitise reovee keemilise koostise ega koguse seiret. Käitajal on olemas leping, mille alusel suunatakse reoveed OÜ-le Järve Biopuhastus.

Veeseaduse §236 lõike 2 kohaselt kuulub veeloaga teostatud omaseire veeuuringu alla ning veeseaduse §243 esimese lõike kohaselt peab veeuuringu tegija olema atesteeritud vastavas valdkonnas kehtestatud korra kohaselt, kasutama veeuuringu või joogiveeuuringu eesmärgiga sobivaid mõõte- ja proovivõtuvahendeid ning järgima asjakohast mõõtemetoodikat.

*12.7.2.2 Veekaitse meetmete toimivus ja piisavus lähtudes põhjavee seisundist*

Vastavalt keskkonnakompleksloale rakendab käitis pinna-ja põhjavee veekaitsemeetmeid. Ohtlike aineid ja segusid sisaldavad mahutid ja hoidlad asuvad ühises betoneeritud põhjaga ja betoonpiirdega alal. Lisaks suunatakse käitise territooriumile langenud sadevesi läbi siibrikaevu ja õlipüünise kanalisatsiooni.

KKT Oil OÜ tööstusterritooriumi all lasub kolm põhjavee kihti, millele käitaja teostab seiret. Esimese, maapinnalähedase veekihi moodustab Ida-Viru põlevkivibasseini Ordoviitsiumi põhjaveekogumi Keila-Kukruse veekiht. Maapinnalt teise seiratava veekihi moodustab Ordoviitsiumi-Kambriumi veekiht ning kolmandaks veekihiks on ligi 200 m sügavusel olev Kambrium-Vendi veekompleksi Voronka ja Gdovi veekiht.

Tabelis 12.15 on toodud ohtlike ainete põhjaveeseire tulemused ja põhjavee kvaliteeti määravate ohtlike ainete piirväärtused vastavalt määrusele nr 39 (Keskkonnaministri määrus nr 39. Ohtlike ainete põhjavee kvaliteedi piirväärtused). Künnisarv näitab ohtliku aine sellist sisaldust põhjavees, millega võrdse või millest väiksema väärtuse korral loetakse piirkonna põhjavee kvaliteet heaks. Piirarv näitab ohtliku aine sellist sisaldust põhjavees, millest suurema väärtuse korral loetakse põhjavesi saastunuks ja tuleb rakendada meetmeid saastatuse likvideerimiseks ja põhjavee kvaliteedi parandamiseks, välja arvatud juhul, kui on tegemist loodusliku saastatusega. Tulemustest lähtub, et ohtlike ainete sisaldus on kõikides proovides olnud väiksem kui piirarv. Künnisarvu ületamist ei ole võimalik kõikide ühendite puhul hinnata, kuna laboratoorne määramispiir on olnud suurem kui määrusega nr 39 seatud künnisarv põhjavees.

*Tabel 12.15. Põhjaveeseire tulemused KKT Oil OÜ tööstusterritooriumilt (pk nr 2 ja 2296) ja 2316 (puurkaev 2316 asetseb tööstusterritooriumist 1,4 km põhja poole).*

| **Näitaja** | **Ühik** | **2016** | **2017** | **2018** | **2019** | **2020** | **Künnisarv põhjavees** | **Piirarv põhjavees** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Puurkaev nr 2 (pumbajaam) Keila-Kukruse veekiht | | | | | | | | |
| Kahealuselised fenoolid | µg/l | < 0,3 | 5,4 | < 0,3 | 9,2 | <7,5 | 1 | 100 |
| Ühealuselised fenoolid | µg/l | < 3,0 | - | < 1,0 | < 10 | < 25 | 1 | 100 |
| Naftasaadused | µg/l | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 | < 20,0 | 20 | 600 |
| Puurkaev nr 2296 Ordoviitsiumi-Kambriumi veekiht | | | | | | | | |
| Kahealuselised fenoolid | µg/l | n/a | n/a | n/a | n/a | < 1 | 1 | 100 |
| Ühealuselised fenoolid | µg/l | n/a | n/a | n/a | n/a | < 0,3 | 1 | 100 |
| Naftasaadused | µg/l | n/a | n/a | n/a | n/a | < 20 | 20 | 600 |
| Puurkaev nr 2316 Kambrium-Vendi veekompleks | | | | | | | | |
| Naftasaadused | µg/l | n/a | n/a | n/a | n/a | < 20 | 20 | 100 |
| 1-ja 2 aluselised fenoolid | µg/l | n/a | n/a | n/a | n/a | < 0,3 | 1 | 600 |

n/a -põhjaveeproove ei võetud, kuna seire tihedus on üks kord kolme aasta või üks kord viie aasta jooksul

Põhjaveekogumite 2020. aaasta seisundite hindamise uuringu alusel on Ida-Viru põlevkivibasseini Ordoviitsiumi põhjaveekogumi keemiline ja koguseline koondhinnang on halb. Põhjaveekogum klassifitseerus halba keemilisse seisundisse eelkõige $PHT_{Mn}$ ja 1-aluseliste fenoolide summa sisalduste tõusu tõttu. Põhjaveekogum on halvas seisundis tulenevalt selle piirkonna kaevanduste tegevusest. Hindamise käigus leiti, et põhjaveekogumi seisund ei parane enne kaevanduste sulgemist.

Virumaa Ordoviitsiumi-Kambriumi põhjaveekogumi keemiline ja koguseline seisund oli 2020. aastal läbi viidud hinnangu alusel hea (Gdov). Gdovi põhjaveekogum koondseisund oli 2020. aasta seisundi järgi halb. Halva keemilise seisundi põhjustasid ühes Narva puurkaevus leitud ohtlikud ained ning looduslikes allikates olid kõrgenenud baariumi ja raua sisaldused. Looduslikest allikatest pärineva baariumi ja raua kõrgenenud sisaldusi ja Narva puurkaevu kauguse tõttu ei saa KKT Oil OÜ tööstusterritooriumi Gdovi põhjaveekogumi halva seisundiga seostada.

Kokkuvõttes saab KKT Oil OÜ põlevkiviõli tootmise mõju põhjaveele hinnata väikeseks, kuna ettevõtte seiretulemused ja riikliku seire tulemused näitavad, et tööstusterritooriumi ei põhjusta kõrgenenud ohtlike ainete sisaldust põhjavees.

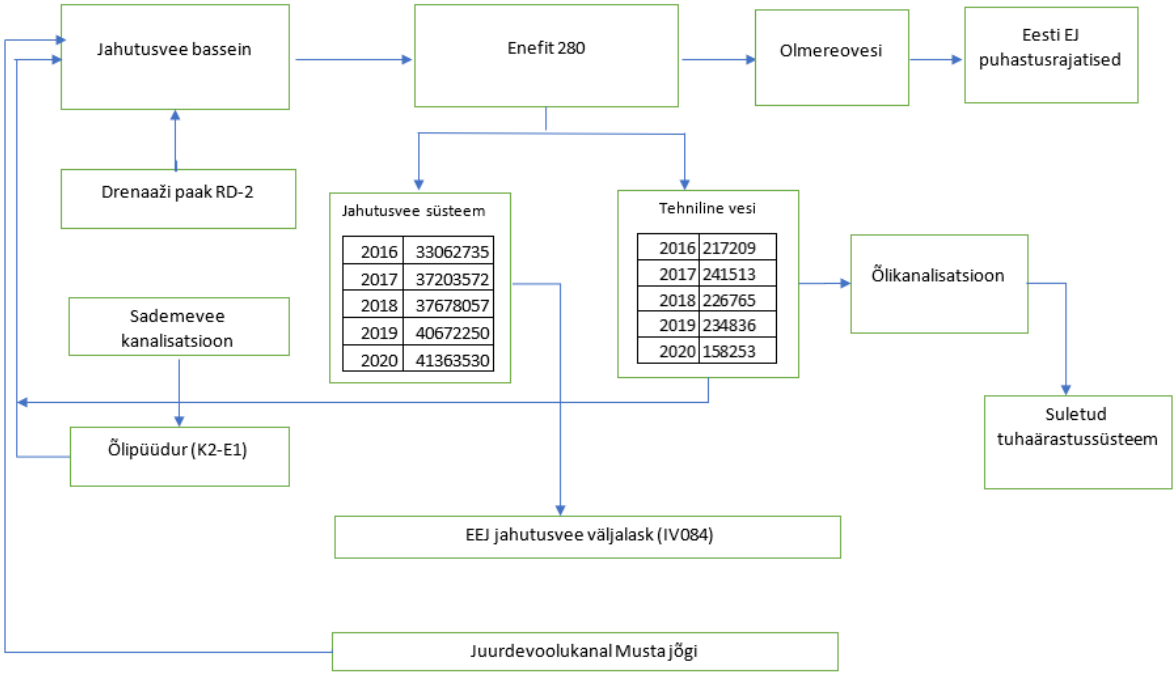
### 12.7.3 Enefit Power AS

Enefit Power AS õlitööstuse veeallikaks on Mustajõe juurdevoolukanalist suunatav pinnavesi. Pinnavesi suunatakse jahutusvee basseini, kust see läheb edasi õlitööstusesse. Jahutusvee süsteem kasutas 2016- 2020 aastatel 33 kuni 41 miljonit $m^3$ vett aastas. Enefit280 veekasutuse skeem on esitatud joonisel 12.3. Jahutusvesi suunatakse edasi Enefit Power AS Eesti elektrijaama väljalasku IV084. Enefit Power keskkonnakompleksloa (nr L.KK.IV-172516) alusel on ettevõttel lubatud Mustajõkke suunata kuni 1880 miljonit $m^3$ jahutusvett aastas ning 2020. aastal juhtis Enefit Power Mustajõkke 474 miljonit $m^3$/a. Õlitööstuse jahutusvesi moodustab sellest vähem kui 10%.

Tehnoloogilist vett kasutatakse jahutusseadmete ja mehhanismide jaoks, tehnoloogilistel eesmärkidel, samuti tehnoloogiliste ruumide ja seadmete hüdrauliliseks puhastamiseks. Tehnoloogilist vett kasutati aastatel 2016-2020 158 kuni 242 tuh $m^3$/a (joonis 12.3).

Põlevkivi utmisel tekkiv uttevesi kasutatakse ära Eesti Elektrijaama kateldes.

Õlitööstusel puuduvad heit- ja sademevee väljalasud pinnaveekogudesse.




*Joonis 12.3.Õlitööstuse (Enefit280) veekasutuse skeem ja kasutatud veemahud ($m^3$/a)*

Tabelis 12.16 ja 12.17 on näidatud pinnavee kvaliteedi näitajad juurdevoolukanalist ning kasutatud jahutusvee näitajad Enefit Power Eesti Elektrijaama (EEJ) üle antavas jahutusvees. Enefit Power Eesti Elektrijaam suunab jahutusvee heitvee väljalasku IV084. Enamuses näitajate osas vee keemiline koostis ei muutu. Mõnevõrra suurenesid fenoolide (hüdroksübenseen, ühealuseline fenool) sisaldused 2018. aastal. Samas jäid kõikide näitajate sisaldused alla Enefit Power Eesti Elektrijaamale sätestatud keskkonda juhitava jahutusvee piirnorme.

*Tabel 12.16. Veekvaliteet Enefit Power Eesti Elektrijaama juurdevoolukanalis*

| Näitaja | Ühik | 2016 | | 2017 | | 2018 | | 2019 | | 2020 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | aasta keskmine | aasta maks | aasta keskmine | aasta maks | aasta keskmine | aasta mak | aasta keskmine | aasta mak | aasta keskmine | aasta maks |
| Ammoonium | mg/l | 0,05 | 0,08 | 0,04 | 0,10 | 0,04 | 0,08 | 0,05 | 0,09 | 0,04 | 0,07 |
| Nitrit | mg/l | 0,00 | 0,02 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |
| Sulfaat | mg/l | 73,77 | 121,10 | 73,38 | 120,10 | 61,60 | 221,20 | 22,90 | 85,50 | 61,50 | 193,80 |
| Kloriid | mg/l | 6,91 | 14,20 | 6,30 | 7,40 | 5,42 | 7,80 | 6,29 | 10,10 | 6,26 | 7,60 |
| Nitraat | mg/l | 0,26 | 0,74 | 0,23 | 0,40 | 0,24 | 0,90 | 0,22 | 0,59 | 0,28 | 0,95 |
| BHT7 | mg O2/l | 2,03 | 3,20 | 1,93 | 2,80 | 1,61 | 2,10 | 1,80 | 2,80 | 1,61 | 2,10 |
| Ühealuselised fenoolid | µg/l | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,29 | 0,29 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 |
| Kahealuselised fenoolid | µg/l | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,53 | 0,53 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Naftasaadused | mg/l | 0,04 | 0,34 | 0,01 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,09 | 0,09 |
| pH | pH ühik | 8,06 | 8,31 | 8,08 | 8,54 | 8,11 | 8,46 | 8,24 | 8,25 | 8,16 | 8,36 |
| Lahustunud hapnik | mg O2/l | 9,29 | 11,00 | 8,48 | 11,00 | 9,15 | 12,10 | 9,28 | 11,50 | 9,21 | 11,50 |
| Heljum | mg/l | 8,29 | 15,00 | 7,42 | 12,50 | 7,71 | 12,50 | 6,75 | 13,00 | 7,68 | 17,00 |
| Üldlämmastik | mg/l | 0,89 | 0,99 | 0,88 | 1,07 | 1,37 | 1,84 | 0,61 | 0,96 | 0,85 | 1,04 |
| Üldfosfor | mg/l | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,06 |
| KHT | mg O2/l | 11,12 | 13,00 | 12,08 | 17,30 | 13,23 | 16,00 | 9,28 | 11,60 | 9,21 | 11,50 |

*Tabel 12.17. Veekeemia tulemused Enefit Power Eesti Elektrijaama üle antavas jahutusvees*

| **Näitaja** | **Ühik** | **2016** | | **2017** | | **2018** | | **2019** | | **2020** | | **Enefit Power Elektrijaama keskkonda juhitava jahutusvee piirnormid** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **aasta keskmine** | **aasta maks** | **aasta keskmine** | **aasta maks** | **aasta keskmine** | **aasta maks** | **aasta keskmine** | **aasta maks** | **aasta keskmine** | **aasta maks** | |
| Fenool | µg/l | 0,11 | 0,11 | 0,324 | 0,324 | 2,114 | 3,6 | 2,4 | 5 | 2,5 | 5 | 100 |
| Lämmastik ühendid | mg/l | 0,126 | 0,66 | 0,133 | 0,49 | 0,128 | 0,89 | 0,66 | 0,94 | 32,6 | 7,278 | - |
| Lahustunud Hapnik | mg /l | 9,233 | 11,3 | 8,392 | 10,5 | 8,967 | 11,7 | 9,15 | 11,1 | 11,5 | 10,65 | - |
| Naftasaadused | mg/l | 0,007 | 0,08 | 0,044 | 0,45 | 0,035 | 0,38 | 0,02 | 0,02 | 0,14 | 0,08 | 1 |
| BHT7 | mg /l | 1,875 | 2,8 | 1,767 | 2,6 | 1,558 | 2,1 | 2 | 2,8 | 2,20 | 1,58 | 15 |
| pH | pH ühik | 8,0 | 8,3 | 8,0 | 8,3 | 8,0 | 8,4 | 8,2 | 8,3 | 8,3 | 8,1 | 6-9 |
| KHT | mg /l | 9,5 | 12,6 | 12,05 | 17,2 | 13,15 | 15,3 | 9,1 | 10,5 | 33,8 | 30,1 | 125 |
| Nüld | mg/l | 0,836 | 1,14 | 0,92 | 1,08 | 1,36 | 1,74 | 0,69 | 0,94 | 32,6 | 7,278 | 45 |
| Püld | mg/l | 0,032 | 0,05 | 0,038 | 0,06 | 0,03 | 0,04 | 0,034 | 0,05 | 0,06 | 0,0385 | 1 |

*12.7.3.1 Jahutusvee mõju pinnavee temperatuurile seoses Enefit Power AS õlitööstuse laiendamisega*

Enefit Power AS õlitööstuse laiendamisega seotud jahutusvee heite mõju hindamiseks Narva jõe vee temperatuurile koostati 2013. aastal eraldi modelleerimise aruanne, mis selgitab planeeritud õlitehase jahutusvee mõju. Selleks modelleeriti olemasolev situatsioon ning koostati prognoosid erinevate Narva jõe vooluhulkadele [36].

Töös leiti, et vee temperatuuride erinevus toonase ja tulevikuolukorra vahel jõe väikese vooluhulga puhul on Mustajõe kanali ja jõe ristumiskohas 0,8 °C ning Narva veehoidlasse suubumisel 0,3 °C. Keskmise vooluhulga juures jäi erinevus kanali suubumiskohas 0,8 °C ja veehoidlasse suubumisel erinevus puudus. Suure vooluhulga juures vähenes temperatuuride erinevus 0,6 °C-ni (suubumisel veehoidlasse erinevus puudub). Kanali ja jõe vahetus ühinemiskohas oli temperatuuride liigade erinevused suuremad [36].

Situatsioon, kus Narva jões on väike vooluhulk, esineb väga harva ja lühikesel perioodil talvisel ajal. Aastatel 2000-2011 esines väikese vooluhulgaga periood ainult ühel korral jaanuaris 2003. aastal, mil jõe vooluhulk oli paari nädala jooksul 114 $m^3/s$. Madala vooluhulga esinemine suvisel perioodil, mil oleks ka suurim mõju jõe ökosüsteemile, on väga ebatõenäoline. Kui halvim võimalik olukord tekiks talvel ning vee temperatuur oleks 9,5 °C, ei oleks sellel jõe ökosüsteemile mõjusid, sest jõe vee looduslik temperatuur ja bioloogiline aktiivsus on madal. Kui see stsenaarium juhtub kevadel või suvel, võivad külmavee kalaliigid hakata vältima kanali ja jõe ühenduskohta. Kalad rändavad jahedamatesse vetesse, kui vee temperatuur peaks ületama nende jaoks optimaalset temperatuuri. Vee taimestikule mõjuvad peamiselt pikaajalised muutused, lühiajalised veetemperatuuri kõikumised neid otseselt ei mõjuta. Võttes arvesse kalade liikuvust ja olemasoleva energiakompleksi jahutusvett, uute tootmisüksuste lisandumine ei tohiks põhjustada ulatuslikke kahjustusi kalavarudele ning kanali ja jõe ühinemiskoha ümbruskonnale [36].

Kokkuvõtteks, võib kinnitada, et Eesti Elektrijaama ja uue õlitehaste jahutamisel Narva jõe vette eralduval lisasoojusel on vee ökosüsteemile väheoluline lokaalne mõju. Baassituatsioonis, pärast suubumist Narva veehoidlasse lahjeneb jahutusvesi täielikult ning seetõttu võib eeldada, et energiakompleksi poolt põhjustatud mõjud on veehoidlast allavoolu tühised ja Soome lahes mittemärgatavad [36].

Samas näitas juba olemasoleva olukorra analüüs, et ebaharilikult soojade suveilmade korral võib Narva veehoidlas veetemperatuuri tõusta üle 28 °C. Narva veehoidlasse suunatakse ka Balti SEJ jahutusveed. Narva veehoidlas on mõõdetud 28 °C ületatavat veetemperatuuri alates 1991. aastast kahel korral. Siit tuleneb vajadus kehtestada Auvere energiakompleksile erandolukordadeks elektritootmise võimsuse vähendamise kava, kui jahutusvett ei piisa või suubla temperatuur tõuseb üle kriitilise piiri [37].

*12.7.3.2. Jahutusvee ja põhjavee seire*

Vastavalt Enefit Power AS õlitööstuse KKL/176540 keskkonnakompleksloale toimub kasutatud jahutusvee keemiline seire tihedusega üks kord kuus kuni üks kord kvartalis.

Põhjavee keemilise koostise seire toimub kaks korda aastas ning käitaja võib seiret läbi viia omaseire alusel. Lisaks omaseirele on käitaja põhjaveeseiret tellinud ka käitiseväliselt, näiteks 2020. aastal tellis käitis põhjaveeseire ettevõttelt Maavarauuringud OÜ. Perioodiline käitiseväline keskkonnaseire tellimine ja läbiviimine suurendab käitise omaseire usaldusväärtust.

Lisaks eeltoodule sätestab ettevõtte keskkonnakompleksluba, et kehtivate proovivõtumeetodi toimingute järgimiseks peab juhinduma keskkonnaministri 03.10.2019 määrusest nr 49 „Proovivõtumeetodid“, proovivõtja peab olema atesteeritud vastavas valdkonnas veeseaduse § 243 lg 5 alusel kehtestatud korra kohaselt ja proovid peavad olema analüüsitud akrediteeritud laboris. Samas toob keskkonnakompleksluba (tabel 14, alapunkt 14.4) välja, et usaldusväärsema analüüsitulemuse tagamiseks on soovituslik proovid analüüsimiseks viia akrediteeritud laborisse. Keskkonnakompleksluba annab siinkohal vastuolulisi suuniseid, missugust laborit käitisel on võimalik kasutada (akrediteeritud või mitte akrediteeritud). Edasistes keskkonnakomplekslubades tuleks vasturääkivust vältida.

Veearvestuse jaoks tuleb veehaarde Enefit280 juurdevoolukanalist mõõta vee kulu 1 kord kuus. Veearvestust peetakse veearvestiga. Lisaks peetakse veearvetust eraldi ka tehnoloogilise vee ja jahutusvee koguste kohta eraldi.

*12.7.3.3 Meetmete toimivus ja piisavus lähtudes pinnavee seisundist*

Vastavalt käitise keskkonnakompleksloale kasutab ettevõte võimaliku reostuse ärahoidmiseks põlevkiviõli mahutite ümber betoonvanne. Õlitööstusel puuduvad otsesed heit- ja sademevee väljalasud pinnaveekogudesse.

Kasutatud jahutusvesi suunatakse Enefit Power Eesti Elektrijaama heitvee väljalasku (IV084). Enefit Power keskkonnakompleksloa (nr L.KK.IV-172516) alusel on ettevõttel lubatud Mustajõkke suunata kuni 1880 miljonit $m^3$ jahutusvett aastas ning 2020. aastal juhtis Enefit Power Mustajõkke 474 miljonit $m^3$/a. Õlitööstuse jahutusvesi moodustab sellest vähem kui 10%. Keskkonnakompleksloa alusel on Enefit Power Eesti Elektrijaama jahutusveel (mis sisaldab ka õlitööstuse jahutusvett) sätestatud järgnevad piirväärtused: BHT7 – 15 mg/l, KHT – 125 mg/l, $P_{üld}$ – 1 mg/l, $N_{üld}$ – 45 mg/l, heljum – 25 mg/l, ühealuselised fenoolid – 0,1 mg/l, pH vahemik 6-9, naftasaadused – 1 mg/l. Õlitööstuse kasutatud jahutusvee kvaliteet vastab Enefit Power Eesti Elektrijaama keskkonda juhitava jahutusvee piirnormidele

Õlitööstuses kasutatud olmevesi suunatakse kokku Enefit Power Eesti Elektrijaama olmeveega ning puhastatakse sealses reoveepuhastis. 2020. aastal andis Enefit Power AS õlitööstus Eesti Elektrijaamale ligikaudu 80 000 $m^3$ reovett. Enefit Power Eesti Elektrijaama reoveepuhasti puhastusefektiivsust hinnatakse keskkonnakompleksloa alusel. Selleks võetakse veeanalüüse puhastisse sissevoolavast ja puhastist väljavoolavast veest. Enefit Power Eesti Elektrijaama aastaaruande kohaselt oli 2020. aastal puhasti tõhusus järgnev: BHT7 vähenes 64,4 %, KHT 61,1%, heljum 74,3%, üldlämmastik 26,6%, üldfosfori 55,6%, naftasaaduseid 98,6%, sulfaadid 5,5% ja ühealuselisi fenoolide sisaldus vähenes 66,7%. Puhastatud olmevesi suunatakse

heitveeväljalasu (IV143) kaudu Mustajõkke. Puhastud olmevesi on vastanud sätestatud piirnormidele.

Riikliku seire ja pinnaveeseisundi kohaselt on Mustajõe koondseisund hea. Mustajõgi on klassifitseeritud tugevast muudetud veekoguks. Õlitööstuse mõju pinnaveele ja meetmete toimivust saab hinnata tänaste teadmist kohaselt väikeseks, kuna:

1. Õlitööstuse jahutusveed moodustavad väikese osa (vähem kui 10%) Mustajõkke suunatavast jahutusveest. Seetõttu saab jahutusvee mõju Mustajõe keemilisele koostisele ja temperatuurile hinnata väikeseks.
2. Õlitööstuse kasutatud jahutusvee kvaliteet vastab Enefit Power Eesti Elektrijaama keskkonda juhitava jahutusvee piirnormidele.
3. Riikliku seire ja pinnaveeseisundi kohaselt on Mustajõe koondseisund hea, seega pinnavee kaitse eesmärk, vastavalt veeseadusele, on saavutatud. Lisaks, ei ole põhjust arvata, et Enefit Power AS õlitööstuse edasise tegevuse käigus Mustajõe hea seisund halveneks.
4. Hüdroloogilise modeleerimise ja prognoosi alusel on jahutusvee kummulatiivne mõju Eesti Elektrijaama ja uue õlitehase jahutamisel pinnavette eralduval lisasoojusel vee ökosüsteemile väheoluline lokaalne mõju. Samas näitas juba olemasoleva olukorra analüüs, et ebaharilikult soojade suveilmade korral võib Narva veehoidlas (kuhu suunatakse ka Balti SEJ jahutusveed) veetemperatuuri tõusta üle 28 ºC. Narva veehoidlas on mõõdetud 28 ºC ületatavat veetemperatuuri alates 1991. aastast kahel korral. Siit tuleneb vajadus kehtestada Auvere energiakompleksile erandolukordadeks elektritootmise võimsuse vähendamise kava, kui jahutusvett ei piisa või suubla temperatuur tõuseb üle kriitilise piiri.

*12.7.3.4 Meetmete toimivus ja piisavus lähtudes põhjavee seisundist*

Enefit Power AS õlitööstuse territooriumi all lasub kolm põhjavee kihti, millele käitaja teostab seiret. Kõige ülemine on Kesk-Devoni ladestiku Narva sporaadiliselt vett andev veekiht. Teise veekihi moodustab Silur-Ordoviitsiumi veekompleksi Lasnamäe-Kunda veekiht ning kolmandaks veekihiks on ligi 60 m sügavusel olev Ordoviitsiumi-Kambriumi veekiht.

Vastavalt Enefit Power keskkonnakompleksloale KKL_176540 on käitaja kohustatud läbi viima põhjaveeseiret kõigis kolmes veekihis ning kokku jälgitakse põhjavee keemilist koostist 13-nes puurkaevus. Seire käigus määratakse põhjavee üldkeemilised näitajad ning ohtlikest ainetest naftasaaduste ja fenoolide sisaldus vees. Ohtlike ainete sisaldused kolmes erinevas põhjaveekihis on toodud tabelis 12.18.

*Tabel 12.18. Ohtlike ainete sisaldus Narva sporaadiliselt vettandavas veekihis, Lasnamäe-Kunda veekihis ja Ordoviitsiumi-Kambriumi veekihis.*

| **Puurkaevu nr/veekiht** | **Keemiline ühend/ühik** | **2016** | | **2017** | | **2018** | | **2019** | | **2020** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **aasta kesk** | **aasta maks** | **aasta kesk** | **aasta maks** | **aasta kesk** | **aasta maks** | **aasta kesk** | **aasta maks** | **aasta kesk** | **aasta maks** |
| P-23 Narva veekiht | Naftasaadused mg/l | <0,17 | 0,36 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,02 | <0,02 |
| | Fenoolid mg/l | <0,001 | 0,0079 | <0,001 | 0,0013 | <0,001 | <0,001 | 0,0021 | 0,0031 | <0,0005 | <0,0005 |
| P-25 Narva veekiht | Naftasaadused mg/l | 0,23 | 1,28 | <0,17 | **2,19** | <0,17 | **4,46** | <0,17 | <0,17 | <0,17 | 0,01 |
| | Fenoolid mg/l | 0,0013 | 0,0014 | <0,001 | 0,0015 | <0,001 | <0,001 | 0,0026 | 0,0029 | <0,001 | <0,001 |
| P-26 Narva veekiht | Naftasaadused mg/l | <0,17 | 0,65 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 |
| | Fenoolid mg/l | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,0014 | 0,003 | <0,001 | <0,001 |
| P-27 Narva veekiht | Naftasaadused mg/l | <0,17 | 0,92 | <0,17 | 0,25 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 |
| | Fenoolid mg/l | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,0011 | <0,001 | <0,001 | 0,0021 | 0,0022 | <0,001 | <0,001 |
| P-28 Narva veekiht | Naftasaadused mg/l | <0,17 | 0,29 | <0,17 | 0,25 | <0,17 | 0,24 | <0,17 | <0,17 | 0,04 | 0,27 |
| | Fenoolid mg/l | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,0011 | <0,001 | <0,001 | 0,0012 | 0,0013 | <0,001 | <0,001 |
| P-29 Narva veekiht | Naftasaadused mg/l | <0,17 | 0,38 | **1,04** | **1,31** | <0,17 | 0,36 | <0,17 | 0,51 | 0,39 | **0,66** |
| | Fenoolid mg/l | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,0012 | 0,0013 | 0,0015 | <0,001 | <0,001 |
| P-30 Narva veekiht | Naftasaadused mg/l | <0,17 | 1,05 | 0,28 | 0,38 | <0,17 | 0,42 | <0,17 | <0,17 | 0,25 | 0,32 |
| | Fenoolid mg/l | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,0012 | 0,0024 | <0,001 | <0,001 |
| P-33 Narva veekiht | Naftasaadused mg/l | <0,17 | <0,17 | <0,17 | 0,26 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,2 |
| | Fenoolid mg/l | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,0063 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,0013 | <0,001 | <0,001 |
| P-36 Narva veekiht | Naftasaadused mg/l | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,02 | **0,7** |
| | Fenoolid mg/l | <0,001 | 0,0011 | <0,001 | 0,0014 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,0017 | <0,001 | <0,001 |
| P-35 Lasnamäe-Kunda veekiht | Naftasaadused mg/l | <0,17 | <0,17 | 0,4 | 0,4 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 |
| | Fenoolid mg/l | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| P-31O-Cm veekiht | Naftasaadused mg/l | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 |
| | Fenoolid mg/l | <0,001 | 0,0015 | 0,0015 | 0,0015 | <0,001 | <0,001 | 0,001 | 0,001 | <0,001 | <0,001 |
| P-32O-Cm veekiht | Naftasaadused mg/l | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 |
| | Fenoolid mg/l | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,0014 | 0,0014 | <0,001 | <0,001 |
| P-34 O-Cm veekiht | Naftasaadused mg/l | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | <0,17 |

| **Puurkaevu nr/veekiht** | **Keemiline ühend/ühik** | **2016** | | **2017** | | **2018** | | **2019** | | **2020** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **aasta kesk** | **aasta maks** | **aasta kesk** | **aasta maks** | **aasta kesk** | **aasta maks** | **aasta kesk** | **aasta maks** | **aasta kesk** | **aasta maks** |
| | Fenoolid mg/l | 0,0010 | 0,0011 | 0,001 | 0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Põhjavee künnisarv | Naftasaadused mg/l | 0,02 mg/l | | | | | | | | | |
| Põhjavee piirarv | | 0,6 mg/l | | | | | | | | | |
| Põhjavee künnisarv | Fenoolid mg/l | 0,001 mg/l | | | | | | | | | |
| Põhjavee piirarv | | 0,1 mg/l | | | | | | | | | |

2016-2020. aasta seiretulemustele põhinedes saab järeldada, et fenoolide sisaldused kõikides veekihtides oli väiksemad kui põhjaveele sätestatud künnisarv (0,001 mg/l) ning piirarv (0,1 mg/l) (Määrus nr 39. Ohtlike ainete põhjavee kvaliteedi piirväärtused). Sarnaselt fenoolide kontsentratsioonile jäid naftasaaduste sisaldused enamus proovides väiksemaks kui põhjaveele kehtestatud künnisarv 0,02 mg/l ja piirarv 0,6 mg/l piirarv. Samas esineb Narva veekihis naftasaaduste puhul põhjavee piirarvu ületavaid kontsentratsioone üksikutes puurkaevudes ning episoodiliselt (mitte iga aasta). Piirkonna seire näitab, et sügavamates veekihtides (Silur-Ordoviitsiumi ja Ordoviitsiumi-Kambriumi) kõrgendatud kontsentratsioone ei ole tuvastatud.

Narva lademe kohati vettandvate (kuid tervikuna suhteliselt hea veepideme) kivimite levikuala kuulub Kesk-Alam-Devoni põhjaveekogumisse Narva lahusalana. See Narva lahusala pole vahetult ühenduses Lõuna-Eestis leviva Kesk-Alam-Devoni põhjaveekogumi põhiosaga. Kesk-Alam-Devoni põhjaveekogumi Narva lahusala pole Eestis tüüpiline põhjaveekogumi ala kuna põhjavee kasutus veevõtuna joogiveeks on vettandvate kivimite väga vähese ja piiratud leviku tõttu olematu, mistõttu selle lahusala seisundit eraldi (Kesk-Alam-Devoni põhjaveekogumist) ei ole käsitletud. Kesk-Alam-Devoni põhjaveekogumi koguseline ja keemiline seisund on hea. Eeltoodust tulenevalt episoodilised naftasaaduste kõrgenenud kontsentratsioonid Enefit õlitööstuse territooriumil ei mõjuta Kesk-Alam-Devoni põhjaveekogumi seisundit. Objektil tuvastatud episoodiline naftasaaduste kõrgenenud sisaldus võib mõjutada potentsiaalselt vahetus läheduse oleva vooluveekogu vee kvaliteeti. Hüdrogeoloogilised uuringud ja veetasemete seireinfo näitavad (Kivit jt, 2020), et Mustajõgi dreenib Narva veekihti. Samas on riikliku seire alusel Mustajõe seisund hea, seega saab episoodilist naftasaaduste kõrgendatud kontsentratsioonide mõju hinnata ümbritsevale keskkonnale väikeseks.

Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumil keemiline ja koguseline koondhinnang on Halb. Põhjaveekogum klassifitseerus halba keemilisse seisundisse eelkõige $PHT_{Mn}$ ja 1-aluseliste fenoolide summa sisalduste tõusu tõttu. Põhjaveekogum on halvas seisundis tulenevalt selle piirkonna kaevanduste tegevusest. Hindamise käigus leiti, et põhjaveekogumi seisund ei parane enne kaevanduste sulgemist.

Ordoviitsiumi-Kambriumi Virumaa põhjaveekogum keemiline ja koguseline seisund oli 2020. aastal läbi viidud hinnangu alusel „Hea“.

Kokkuvõttes saab Enefit Õlitööstuse mõju põhjaveele tänaste teadmiste juures hinnata väikeseks ja meetmete toimivust piisavaks, kuna episoodiline naftasaaduste kõrgenenud kontsentratsioonid Narva veekihis ei põhjusta ühegi põhjaveekogumi halba seisundit.

## 12.8 Põlevkiviõlitootmise ettevõtete tegelikud äkkheidete kestvuse ja emisioonide võrdlus ning analüüs võrdlevalt keskonnakomplekslubadega lubatud väärtustega

Tehnoloogilised äkkheited tekivad tavaliselt seadme käivitamisel ja seiskamisel ning keskkonnakomplekslubades on defineeritud äkkheite põhjused, kestvused, kordade arv aastas ja äkkheite kogused. Äkkheite allikaks on küünalseade või korsten. Lisaks käivitamisel ja seiskamisel tekkivatele äkkheidetele tuleb arvestada ka avariilistel põhjustel tekkivate äkkheidetega. Avariilisel äkkheitel toimub uttegaasi suunamine põletamisele küünalseadmesse. Äkkheiteid küünalseadmes ei ole võimalik mõõta ja heitekogused määratakse arvutuslikul meetodil. Tehnoloogiline äkkheide on käitise või seadme tehnoloogiliselt põhjendatud käivitamisel või seiskamisel välisõhku eralduv heide. Avariiline äkkheide on avarii, tehnilise rikke, lekke või planeerimata seiskamise korral välisõhku eralduv heide.

Äkkheited erinevad sõltuvalt kasutatavast tehnoloogiast ja seadme termilisest olekust. Termilisest olekust lähtuvalt saab eristada äkkheidete tekkimist sõltuvana külmast või kuumast käivitusest. Külma käivituse puhul on käivitamiseks kuluv aeg ja tekkivad heitkogused suuremad võrrelduna kuuma käivitamisega, sest vaja on ka kõik seadme osad üles kuumutada ja protsess tervikuna käima saada.

Alljärgnevates tabelites 12.19-12.22 on esitatud kõikide põlevkiviõlitööstuse ettevõtete äkkheite tegelikud kogused aastatel 2019 ja 2020. Andmed on saadud ettevõtete keskkonna välisõhuheidete aruannetes olevate andmete analüüsil. Aastad 2019 ja 2020 valiti seetõttu, et nende aastatel on Enefit Õlitööstuse Enefit280 saavutanud oma projektvõimsuse ja VKG Oil AS kolm Petroter seadet on samuti projektvõimsulel töös.

*Tabel 12.19. KKT Oil TSK seadmete äkkeheite tegelikud kogused aastatel 2019 ja 2020*

| **Heite allikas, äkkheite põhjus** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Nimetus** | **Aasta** | | **Mõõtühik** | **Heitkoguse määramismeetod** |
| | | **2020** | **2019** | | |
| TSK I käivitamine külmast ja soojast olekust (põleti tööaeg) | Lämmastikdioksiid | 0,3617 | 0,5028 | t | Mõõtmine ja arvutamine |
| | Süsinikmonooksiid | 77,0013 | 121,5064 | t | Mõõtmine ja arvutamine |
| | Süsinikdioksiid | 208,7663 | 232,7159 | t | Arvutuslik meetod |
| | Vesiniksulfiid | 0,2068 | 0,3184 | t | Mõõtmine ja arvutamine |
| | Vääveldioksiid | 2,4021 | 3,1873 | t | Mõõtmine ja arvutamine |
| | Lenduvad orgaanilised ühendid kütuse põletamisel | 0,8715 | 1,1309 | t | Arvutuslik meetod |
| | Tahked osakesed, summaarsed | 3,4941 | 4,5346 | t | Arvutuslik meetod |

| Heite allikas, äkkheite põhjus | Nimetus | Aasta | | Mõõtühik | Heitkoguse määramismeetod |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 2020 | 2019 | | |
| | Tsingiühendid, ümberarvutatuna tsingiks | 0,5 | 0,6 | kg | Arvutuslik meetod |
| TSK II käivitamine külmast ja soojast olekust (põleti tööaeg) | Lämmastikdioksiid | 0,3651 | 0,3945 | t | Mõõtmine ja arvutamine |
| | Süsinikmonooksiid | 71,3598 | 68,6484 | t | Mõõtmine ja arvutamine |
| | Süsinikdioksiid | 208,7663 | 232,7159 | t | Arvutuslik meetod |
| | Vesiniksulfiid | 0,1892 | 0,1884 | t | Mõõtmine ja arvutamine |
| | Vääveldioksiid | 2,2413 | 2,063 | t | Mõõtmine ja arvutamine |
| | Lenduvad orgaanilised ühendid kütuse põletamisel | 0,7975 | 0,6681 | t | Arvutuslik meetod |
| | Tahked osakesed, summaarsed | 3,2363 | 2,7332 | t | Arvutuslik meetod |
| | Tsingiühendid, ümberarvutatuna tsingiks | 0,4 | 0,4 | kg | Arvutuslik meetod |
| | Süsinikdioksiid biomassist | 32,7 | | t | Arvutuslik meetod |

*Tabel 12.20. KKT Oil GSK seadmete äkkeheite tegelikud kogused aastatel 2019 ja 2020*

| Heite allikas, äkkheite põhjus | Nimetus | Aasta | | Mõõtühik | Heitkoguse määramismeetod |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 2020 | 2019 | | |
| Generaatorite seiskamine | Alifaatsed süsivesinikud | 1,7842 | 2,0926 | t | Mõõtmine ja arvutamine |
| | Süsinikmonooksiid | 0,3848 | 0,4513 | t | Mõõtmine ja arvutamine |
| | Vesiniksulfiid | 0,2512 | 0,2945 | t | Mõõtmine ja arvutamine |
| | Süsinikdioksiid | 11,313 | 13,2683 | t | Mõõtmine ja arvutamine |
| | Metaan | 0,2634 | 0,3088 | t | Mõõtmine ja arvutamine |

*Tabel 12.21. Enefit Õlitööstus seadmete äkkeheite tegelikud kogused aastatel 2019 ja 2020*

| **Heite allikas, äkkheite põhjus** | **Nimetus** | **Aasta, kogused tonnides** | |
|---|---|---|---|
| | | **2020** | **2019** |
| Enefit280-1 korsten. Käivitus- ja seisatus režiimid | Tahked osakesed, summaarsed | 0,035 | 0,024 |
| | Vääveldioksiid | | 0,007 |
| | Süsinikmonooksiid | | 0,163 |
| | Lämmastikdioksiid | | 0,029 |
| Enefit140 korsten nr 1. Käivitus- ja seisatus režiimid | Tahked osakesed, summaarsed | 14,928 | 14,039 |
| | Vääveldioksiid | | 2,52 |
| | Süsinikmonooksiid | | 242,052 |
| | Vesiniksulfiid | | 1,066 |
| | Ammoniaak | | 1,309 |
| | Metaan | | 48,492 |
| | Lämmastikdioksiid | | 2,275 |
| | Fenool (Hüdroksübenseen) | | 0,824 |
| | Benseen | | 4,941 |
| | Karbanüülsulfiid | | 0,436 |
| Enefit140 korsten nr 2. Käivitus- ja seisatus režiimid | Tahked osakesed, summaarsed | 11,127 | 7,799 |
| | Vääveldioksiid | | 1,403 |
| | Süsinikmonooksiid | | 134,935 |
| | Vesiniksulfiid | | 0,594 |
| | Ammoniaak | | 0,729 |
| | Metaan | | 26,938 |
| | Lämmastikdioksiid | | 1,267 |
| | Fenool (Hüdroksübenseen) | | 0,462 |
| | Benseen | | 2,746 |
| | Karbanüülsulfiid | | 0,244 |
| Enefit280-1 leektoru (ohutuse tagamine, käivitus ja seiskamis režiimid) . Ohutuse tagamine ja ebatavalised töötingimused | Vääveldioksiid | 204,572 | 14,213 |
| | Lämmastikdioksiid | 0,265 | |
| | Süsinikmonooksiid | 0,186 | |
| | Vesiniksulfiid | 0,008 | |
| | Mittemetaansed lenduvad orgaanilised ühendid | 0,463 | |
| Enefit140 leektoru (tehn. äkkheide, käivitus- ja seiskamis režiimid leektoruga). Ohutuse tagamine ja ebatavalised töötingimused | Vääveldioksiid | 105,167 | 16,882 |
| | Lämmastikdioksiid | 0,254 | |
| | Süsinikmonooksiid | 0,783 | |
| | Vesiniksulfiid | 0,02 | |
| | Mittemetaansed lenduvad orgaanilised ühendid | 0,379 | |
| Enefit-140 korsten nr 1. Elektrifiltri välja lülitamine | Tahked osakesed, summaarsed | 1,436 | 1,487 |
| Enefit-140 korsten nr 2. Elektrifiltri välja lülitamine | Tahked osakesed, summaarsed | 0,811 | 0,709 |

*Tabel 12.22. VKG Oil AS seadmete äkkeheite tegelikud kogused aastatel 2019 ja 2020*

| **Heite allikas, tehnoloogilise äkkheite põhjus** | **Nimetus** | **Aasta, kogused tonnides** | |
|---|---|---|---|
| | | **2020** | **2019** |
| HEIT0006590 - Suitsukorsten. Käivitamine pikaajalisest seisakust, tehnoloogilise gaasi ~ 50000 $Nm^3/h$ põletamise suitsugaas (äkkheide) (310) | Lämmastikdioksiid | 0,6093 | 0,0303 |
| | Süsinikmonooksiid | 4,1053 | 0,2039 |
| | Vääveldioksiid | 0,6571 | 0,0326 |
| | Süsinikdioksiid | 99,46 | 5 |
| | Tahked osakesed, summaarsed | 1,4826 | 0,0737 |
| | Lenduvad orgaanilised ühendid kütuse põletamisel | 0,0056 | 0,0003 |
| HEIT0006589 - Suitsukorsten. Käivitamine lühiajalisest seisakust, tehnoloogilise gaasi ~ 50000 $Nm^3/h$ põletamise suitsugaas (äkkheide) (310) | Lämmastikdioksiid | 0,5117 | 0,4228 |
| | Süsinikmonooksiid | 3,4474 | 2,8487 |
| | Vääveldioksiid | 0,5518 | 0,4559 |
| | Süsinikdioksiid | 83,52 | 69 |
| | Tahked osakesed, summaarsed | 1,245 | 1,0288 |
| | Lenduvad orgaanilised ühendid kütuse põletamisel | 0,0047 | 0,0039 |
| HEIT0006588 - Suitsukorsten. Lühiajaline seiskamine, tehnoloogilise gaasi 50000 $Nm^3/h$ põletamise suitsugaas (äkkheide) (310) | Lämmastikdioksiid | 0,3086 | 0,4531 |
| | Süsinikmonooksiid | 2,079 | 3,0527 |
| | Vääveldioksiid | 0,3327 | 0,4886 |
| | Süsinikdioksiid | 50,37 | 74 |
| | Tahked osakesed, summaarsed | 0,7508 | 1,1025 |
| | Lenduvad orgaanilised ühendid kütuse põletamisel | 0,0028 | 0,0042 |
| HEIT0006569 - Küünalseade. Fenoolvee puhastusseade käivitamine, heitgaasi suunamine küünlale (äkkheide) (311) | Süsinikdioksiid | 6,1 | 2 |
| | Vääveldioksiid | 0,7533 | 0,9774 |
| | Lämmastikdioksiid | 1,102 | 1,462 |
| HEIT0006585 - Küünal. Käivitused pärast lühiajalist seisakut: uttegaasi põletamine küünlas (5000 $Nm^3/h$) (äkkheide) (311) | Süsinikdioksiid | 316,5 | 262,5 |
| | Vääveldioksiid | 5,8983 | 5,86505 |
| | Lämmastikdioksiid | 0,5631 | 0,44595 |
| | Süsinikmonooksiid | 0,2512 | 0,1989 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Lenduvad orgaanilised ühendid kütuse põletamisel | 0,0135 | 0,01075 |
| HEIT0006584 -Küünal. Seiskamised lühiajaliseks seisakuks: uttegaasi 5000 $Nm^3/h$ põletamine (äkkheide) (311) | Süsinikdioksiid | 316,5 | 262,5 |
| | Vääveldioksiid | 5,8983 | 5,86505 |
| | Lämmastikdioksiid | 0,5631 | 0,44595 |
| | Süsinikmonooksiid | 0,2512 | 0,19895 |
| | Lenduvad orgaanilised ühendid kütuse põletamisel | 0,0135 | 0,01075 |
| HEIT0006581 - Suitsukorsten. Käivitamine pärast pikaajalist seisakut, tehnoloogilise gaasi ~50000 $Nm^3/h$ põletamise suitsugaas (äkkheide) (312) | Lämmastikdioksiid | 0,2969 | 0,042 |
| | Süsinikmonooksiid | 2 | 0,2829 |
| | Vääveldioksiid | 0,3201 | 0,0453 |
| | Süsinikdioksiid | 48,46 | 6 |
| | Tahked osakesed, summaarsed | 0,7223 | 0,1022 |
| | Lenduvad orgaanilised ühendid kütuse põletamisel | 0,0027 | 0,0004 |
| HEIT0006579 - Suitsukorsten. Seiskamine lühiajaliseks seisakuks, tehnoloogilise gaasi 50000 $Nm^3/h$ põletamise suitsugaas (äkkheide) (312) | Lämmastikdioksiid | 0,4765 | 0,7148 |
| | Süsinikmonooksiid | 3,2106 | 4,8158 |
| | Vääveldioksiid | 0,5139 | 0,7708 |
| | Süsinikdioksiid | 77,78 | 117 |
| | Tahked osakesed, summaarsed | 1,1595 | 1,7392 |
| | Lenduvad orgaanilised ühendid kütuse põletamisel | 0,0044 | 0,0066 |
| HEIT0006575 - Suitsukorsten. Seadme käivitamine pärast lühiajalist seisakut, suitsugaas tehnoloogilise gaasi põletamiselt 50000 $Nm^3/h$ (äkkheide) (313) | Lämmastikdioksiid | 1,9784 | 2,3987 |
| | Süsinikmonooksiid | 13,3291 | 16,1607 |
| | Vääveldioksiid | 2,1334 | 2,5866 |
| | Süsinikdioksiid | 322,92 | 391 |
| | Tahked osakesed, summaarsed | 4,8138 | 5,8364 |
| | Lenduvad orgaanilised ühendid kütuse põletamisel | 0,0182 | 0,0221 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| HEIT0006574 - Suitsukorsten. Seadme käivitamine pärast lühiajalist seisakut, suitsugaas tehnoloogilise gaasi põletamiselt 50000 $Nm^3/h$ (äkkheide) (313) | Lämmastikdioksiid | 1,6386 | 2,6252 |
| | Süsinikmonooksiid | 11,0396 | 17,687 |
| | Vääveldioksiid | 1,7669 | 2,8309 |
| | Süsinikdioksiid | 267,46 | 429 |
| | Tahked osakesed, summaarsed | 3,9869 | 6,3876 |
| | Lenduvad orgaanilised ühendid kütuse põletamisel | 0,0151 | 0,0242 |
| HEIT0006576 - Suitsukorsten. Seadme käivitamine pärast pikaajalist seisakut, suitsugaas tehnoloogilise gaasi põletamiselt 50000 $Nm^3/h$ (äkkheide) (313) | Lämmastikdioksiid | 0,4547 | 0,0797 |
| | Süsinikmonooksiid | 3,0632 | 0,5368 |
| | Vääveldioksiid | 0,4903 | 0,0859 |
| | Süsinikdioksiid | 74,21 | 13 |
| | Tahked osakesed, summaarsed | 1,1063 | 0,1939 |
| | Lenduvad orgaanilised ühendid kütuse põletamisel | 0,0042 | 0,0007 |
| HEIT0006572 - Küünal. Käivitus pärast lühiajalist seisakut, uttegaasi põletamine küünlas (5000 $Nm^3/h$) (äkkheide) (330) | Lämmastikdioksiid | 0,1844 | 0,2196 |
| | Süsinikmonooksiid | 0,0823 | 0,09795 |
| | Vääveldioksiid | 2,8866 | 3,6735 |
| | Lenduvad orgaanilised ühendid kütuse põletamisel | 0,0044 | 0,0053 |
| | Süsinikdioksiid | 118,5 | 139 |
| HEIT0006573 - Küünal. Seiskamised lühiajaliseks seisakuks, uttegaasi põletamine küünlas (5000 $Nm^3/h$) (äkkheide) (330) | Lämmastikdioksiid | 0,1844 | 0,2196 |
| | Süsinikmonooksiid | 0,0823 | 0,0979 |
| | Vääveldioksiid | 2,8866 | 3,6735 |
| | Lenduvad orgaanilised ühendid kütuse põletamisel | 0,0044 | 0,0053 |
| | Süsinikdioksiid | 118,5 | 139 |
| HEIT0006585 - Küünal. Käivitused pärast lühiajalist seisakut: uttegaasi põletamine küünlas (5000 $Nm^3/h$) (äkkheide) (311) | Lämmastikdioksiid | 0,4376 | |
| | Süsinikmonooksiid | 0,1952 | |
| | Vääveldioksiid | 5,487 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Lenduvad orgaanilised ühendid kütuse põletamisel | 0,0105 | |
| | Süsinikdioksiid | 252,5 | |
| HEIT0006584 - Küünal. Seiskamised lühiajaliseks seisakuks: uttegaasi 5000 $Nm^3/h$ põletamine (äkkheide) (311) | Lämmastikdioksiid | 0,4376 | |
| | Süsinikmonooksiid | 0,1952 | |
| | Vääveldioksiid | 5,487 | |
| | Lenduvad orgaanilised ühendid kütuse põletamisel | 0,0105 | |
| | Süsinikdioksiid | 252,5 | |
| HEIT0006580 - Suitsukorsten. Käivitamine pärast lühiajalist seisakut, tehnoloogilise gaasi ~ 50000 $Nm^3/h$ põletamise suitsugaas (äkkheide) (312 | Lämmastikdioksiid | 0,4687 | 0,6728 |
| | Süsinikmonooksiid | 3,1579 | 4,5329 |
| | Vääveldioksiid | 0,5054 | 0,7255 |
| | Tahked osakesed, summaarsed | 1,1405 | 1,6371 |
| | Lenduvad orgaanilised ühendid kütuse põletamisel | 0,0043 | 0,0062 |
| | Süsinikdioksiid | 76,51 | 110 |

Tabelis 12.23 on esitatud andmed ettevõtete äkkheidete tegelike kestvuse ja heidete koguste kohta.

*Tabel 12.23. Ettevõttete äkkheited kokku kestvusena ja heited kogusena aastal 2020*

| Äkkehite liik | Tegelik kestvus aastas (tundi) | Lubatud kestvus aastas (tundi) | Tegelik kogus aastas (tonni) | Lubatud kogus aastas (tonni) |
|---|---|---|---|---|
| | **KKT OIL AS** | | | |
| Tehnoloogiline | 347,6 | 1188 | 626,7568 | 2731,76 |
| Avariiline | 0 | | 0 | 0 |
| | **Enefit Power AS õlitööstus** | | | |
| Tehnoloogiline | 330,65 | 1980 | 338,187 | 801,674 |
| Avariiline | 2,22 | | 2,247 | 0 |
| | **VKG OIL AS GSK seadmed** | | | |
| Tehnoloogiline | 23 | 12,5 | 0,0819 | 0,356 |
| Avariiline | 4,73 | | 47,986 | |
| | **VKG OIL AS Petroter seadmed** | | | |
| Tehnoloogiline | 233,46 | 630 | 2591,5903 | 11488,456 |
| Avariiline | 0 | | 0 | |

Tegelikud äkkheite kogused kõikides põlevkiviõlitootmise ettevõtetes olid analüüsitaval perioodil allapoole keskkonnakomplekslubadega ettenähtud piire. Äkkheidete kestvused jäid

samuti enamikel põlevkiviõlitootmise ettevõtetel allapoole keskkonnakomplekslubadega kehtestatud piire. Ainult VKG OIL AS GSK seadmete puhul oli aastane lubatud äkkheite kestvus ületatud, kuid lubatud heite koguseid seejuures ei ületatud.

# 13. Ressursitõhususe meetmed

## 13.1 Sissejuhatus

Põlevkiviõlitööstuste peamine tooraine ning ka energeetiline ressurss on põlevkivi. Tootmisprotsessi olulisemad energeetilised ressursid on veel aur ja elektrienergia. Samuti tarbitakse olulise ressursina peamiselt jahutuse eesmärgil vett. Täpsemalt on kirjeldatud erinevate tehnoloogiate põhiselt kasutatavaid ressursse peatükis 12, kus on kirjeldatud põlevkiviõli tootmise protsessi olulisemad sisend- ja väljundvood.

Eestis paiknevate põlevkiviõlitööstuste summaarne energia- ja ressursitõhusus on varieeruv ning sõltub oluliselt tootmise vaheproduktide lõppkasutatavusest ettevõtete teistes üksustes. Põlevkiviõli tootmise korral on tegemist põlevkivi väärtustamisega, mistõttu on tootmissaaduste kaaluline ning energeetiline osakaal toormaterjalist oluliselt erinev. Kui tahke soojuskandja meetodil toodetud põlevkiviõli toodang moodustab kaalu järgi kuni 15% põlevkivi toormaterjalist, siis energeetilises väärtuses moodustab sama põlevkiviõli kogus koguni kuni 85% kasutatud põlevkivi toormaterjalist. Eestis paiknevad põlevkiviõli tootmisüksused on seotud vahetus läheduses paiknevate soojuselektrijaamadega. Põlevkiviõli tootmises tekkivad uttegaasid tarbitakse tõhusalt ära energia tootmisel. Uuematel põlevkiviõli tootmisseadmetel on elektritootmisseadmed juba protsessi kaasatud ning nende elektritoodang ületab protsessi omatarvet. See võimaldab maksimeerida põlevkiviõli tootmisprotsessi energia- ja ressursitõhusust.

Ettevõtted on kaardistanud oma energia- ja ressursivood ning viinud läbi energia- ja ressursiauditid. Energia- ja ressursiauditid on läbiviidud vastava kvalifikatsiooniga audiitorite poolt ning eesmärgiks on olnud uurida õlitööstuse energia- ja ressursikasutust ning leida võimalusi nende vähendamiseks. Õlitööstuse käitised jälgivad igapäevaselt erinevate ressursside ning energia kulu ning tegelevad pidevalt protsesside parendamise ja optimeerimisega, et kogu tootmine oleks võimalikult energiaefektiivne ning ressursitõhus. Kõikides ettevõtetes tagatakse töökindluse minimaalne tase vähemalt 80% aastasest tööajast, millest tööaeg normaalses töörežiimist moodustub omakorda vähemalt 80%. Ükski antud peatükis käsitletud ressursitõhususe parendamise lahendus ei too kaasa täiendavat keskkonnamõju.

Nii energiat tarbivate süsteemide, protsesside, tegevuste või seadmete kui ka õlitootmise tööstuskäitiste energia efektiivsuse (energiasäästu) saavutamiseks ettenähtud PVT-d on toodud parimate saadaolevate energiatõhususe tehnikate viitedokumendis [38].

## 13.2 Enefit Power AS

Ettevõttes on toimiv keskkonnajuhtimissüsteem, mis on sertifitseeritud ja vastab standardi EVS-EN ISO 14001:2015 nõuetele.

Ettevõtte ressursikulust ca 92% moodustab põlevkivi, ca 4,5% soojus, ca 2,5% mujalt saadud elektrienergia ja ca 1% lämmastik.

Toimub töörežiimide reguleerimine efektiivsuse saavutamiseks. Protsesse reguleeritakse vastavalt seadmete ekspluatatsioonieeskirjadele ja tootmisreglementidele. Kasutusel on automatiseeritud süsteem. Rajatiste, tehnika ja seadmete tehnilise seisukorra kontroll, hooldus ja remont toimub graafikute alusel. Enefit140 töökindlus on vähemalt 90% ning Enefit280 töökindlus on vähemalt 91%.

Toimub põlevkiviõli tootmisel tekkiva uttegaasi käitisesisene ja -väline kasutamine kütusena. Käitiseväliselt põletatakse tekkiv uttegaas kui kütus ära Eesti elektrijaama ja Auvere elektrijaama kateldes.

Ettevõttes on varasemalt tehtud olulisi investeeringuid õhuheite vähendamiseks, mis ei ole olnud eesmärgiga avaldada mõju põlevkiviõli tootmisprotsessi ressursitõhususele. Olulisemateks tegevusteks on olnud Eesti elektrijaama 8. ploki uttegaasi kasutusvõimekuse suurendamine 2018. aastal, kus ümberehitatud 8. ploki katel võimaldab uttegaasi tõhusamat kasutamist elektrienergia tootmisel, kasutades selleks kõrgema kasuteguriga keevkihtplokki. Lisaks suurendati 2021. aastal Auvere elektrijaamas uttegaasi kasutamise võimekust 35% peale. Nende arenduste abil on võimalik vähendada summaarset põlevkivi kasutust ning elektritootmise keskkonnamõju peamiselt väheneva $CO_2$ õhuheite ning tekkiva tuha koguse tõttu.

Ettevõte on analüüsinud vanarehvide hakke kasutamist põlevkiviõli tootmise toormaterjalina, viinud läbi asjakohased tööstuslikud katsed ning saanud ka käitise keskkonnakompleksloa muudatuse, mis võimaldab kasutada vanarehvide haket koos põlevkiviga õlitootmise protsessi sisendina. Loamuudatuse kohaselt võib rehvihakke osakaal sisendis ulatuda kuni 4%-ni ja aastas kuni 100 000 tonnini. Enefit140 seadmetes saab kasutada rehvihaket efektiivse diameetriga kuni 25 mm ja Enefit280 seadmetes graanuleid läbimõõduga kuni 6 mm. Antud koguses segatava rehvihakke osakaal moodustab kogu Enefit140 ja Enefit280 põlevkivi tarbest ca 3% aastas. Hinnanguline ressursisäästupotentsiaal kajastub antud projekti puhul ca 3% põlevkivi kasutuse vähenemises tänu uuele tehnoloogiale.

### 13.3 VKG Oil AS

VKG Oil AS tootmine jaguneb tehnoloogiliselt kaheks: tahke soojuskandjaga (Petroter) ja gaasilise soojuskandjaga (Kiviter gaasigeneraatorid) tehnoloogia.

Ettevõtte peamiseks energeetiliseks sisendiks on põlevkivi. Veel on enamtarbitud energialiikideks aur ja elektrienergia. Peamised tootmiseprotsessi väljastpoolt lisatavad toorained on põlevkivi, vesi, maagaas ning erinevad kemikaalid. Lisaks toodab ettevõtte omatarbeks lämmastikku. Ettevõttes on tootmisprotsessides toorainena lisaks kasutusel mitmed tootmise erinevates etappides tekkivad väljundid (tsirkulatsiooniõli, peendispersne tuharikas kütus, generaator- ja uttegaas, fenoolvesi jm).

Ettevõtte energiatõhususe parendamiseks on rakendatud ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, ISO 50001 integreeritud ja sertifitseeritud juhtimissüsteem. Tootmisüksuste rajatiste, tehnika ja seadmete tehnilise seisukorra kontroll, hooldus ja remont toimub graafikute alusel ning vastavalt seadme ekspluatatsioonieeskirjadele ja tootmisreglementidele. Ettevõttes toimub

pidev põletusprotsessi parameetrite (kütuse etteanne, õhuvool, temperatuur) jälgimine protsessi stabiilsuse tagamiseks.

Petroter I, Petroter II, Petroter III seadmetel on alates nende rajamisest rakendatud meetmeid töö stabiilsuse ja töökindluse suurendamiseks. Käitaja seirab töökindlust seadmete kaupa eraldi.

Põlevkiviõli tootmisel tekkivat uttegaasi kasutatakse ettevõttesisese kütusena. Tehnoloogilise jahutusveena kasutatakse ringlusvee sõlmedes tsirkuleerivat vett. Jahutusvesi ei oma otsest kontakti jahutatava meediumiga. Jahutusvee kulu vähendamine toimub õhkjahutite kasutamisega.

Ettevõttes toimub õliärastusprotsessi käigus eemaldatud õli taaskasutamine (suunamisega toorõli ettevalmistus- ja puhastusprotsessi), vähendades sellega jäätmete teket. Õliärastatud fenoolvesi defenoleeritakse (lahustiga ekstraheerimisega) ning saadud fenoolid kasutatakse fenool- ja peenkeemiatoodete tootmiseks.

Energeetilise efektiivsuse suurendamine toimub uttegaaside ning energeetilist väärtust omavate vedelate ja tahkete ainevoogude kasutamisega kütusena nii käitise siseselt kui väliselt. Destillatsiooniseadmes kasutatakse kütusena uttegaasi, koksigaasi, maagaasi ja toorõli destillatsioonil tekkivat separaatorigaasi. Toorõli puhastamiseks kasutatakse filtertehnoloogiat, mille tulemusena saadakse peendisperssne tuharikas kütus (PDTRK). PDTRK näol on tegemist tehnoloogilise kütusega, mis suunatakse Petroteride tehnoloogilisse protsessi (täiendavaks pürolüüsiks trummelreaktoritesse koos põlevkiviga) või suunatakse linttransportööridega tahkejäägi pürolüüsiseadmele. Generaatorigaasi kasutatakse utteseadmetes ja soojuselektrijaamades.

Ettevõte on varasemalt teinud mitmeid arendusi ning investeerinud vahendeid suurema ressursisäästu saavutamisse. Järgnevalt on loetletud olulisemad ressursisäästu projektid:

- Petroter tootmise fenoolvee puhastusseade – Petroter protsessis tekkiva fenoolvee puhastamine eesmärgiga kasutada puhastatud vett tehnoloogilises protsessis ning sellega vähendada puhta vee (antud juhul järvevee) tarvet;
- Torukonveierite ehitamine Petroter tootmises tekkiva põlevkivituha transpordiks prügilasse – vähenes põlevkivituha transpordiks kasutatava autotranspordi osakaal ning seoses sellega vähenes autokütuste kasutamine;
- Torukonveierite ehitamine Kiviter tootmises tekkiva poolkoksi transpordiks prügilasse – vähenes poolkoksi transpordiks kasutatava autotranspordi osakaal ning seoses sellega vähenes autokütuste kasutamine;
- Tsirkulatsiooniõli puhastusseadme ehitus – eesmärgiga puhastada tehnoloogilise protsessi käigus tekkiva kõrge tuha sisaldusega põlevkiviõli raske fraktsioon ning toota puhastatud õlist täiendavalt kaubanduslikku põlevkiviõli;
- PDTRK pürolüüsiseade – tehnoloogilise protsessi käigus tekkiva pooltoote – PDTRK pürolüüs eesmärgiga saada täiendavalt põlevkiviõli (vähendada kadusid – pooltoote koostissesse jääva põlevkiviõli kogust);
- Uttegaasi jahutamine „chilleritega“ Petroter tootmises – eesmärgiga alandada uttegaasi temperatuuri ning sellega seoses vähendada uttegaasi koostises põletamisele kanduvate bensiinifraktsiooni aurude kogust (ning saada täiendav kogus bensiinifraktsiooni);

- Tehnoloogiliste gaaside jahutamine „chilleritega“ Kiviter tootmises – eesmärk on üldplaanis sarnane eelmises punktis tooduga;
- Bensiinifraktsiooni leelise pesusõlme rajamine – tootmisprotsessis tekkiva bensiinifraktsiooni puhastamine;
- Tootmise vesijahtusseadmete (soojusvahetite) vahetus – eesmärgiga vähendada leketest tingitud puhta vee (antud juhul järvevee) tarvet;
- Õlitustatud vee kasutamine prügilas ladestusmetoodika kohaselt põlevkivituha niisutamiseks – järvevee tarbe vähendamine, regionaalsetele reovee puhastusseadmetele suunatava vee koguse vähendamine.

Täiendavalt on ettevõte tuvastanud tootmises tegevusi, millega on võimalik parandada ressursitõhusust nii gaasigeneraatorjaamades kui Petroter seadmetes. Olulisemad ressursitõhususe parendamise kohad on gaasigeneraatorjaama GGJ-4 tuhataldrikutel energiasäästlikemate elektriajamite kasutamine ning Petroter pumpade, ventilaatorite ja teiste pöörlevate seadmete varustamine anduritega, mis võimaldab optimeerida nende kasutamist ning hooldust.

**Kiviter**

Gaasigeneraatorjaamas GGJ-4 asuvate gaasigeneraatorite tuhataldrikute elektriajamid on tehnoloogiliselt vananenud. Tegemist on energiamahukate elektriajamitega. Elektriajamid on varustatud sagedusmuunduritega, mille abil on ajamite elektrienergia tarbimises saavutatud ligikaudu 25% sääst, kuid tulenevalt seadmete suurest vanusest on nende iga aastane remondikulu varuosade keerulise kättesaadavuse tõttu suur. Kaasaegsed elektriajamid on väiksema elektrienergia tarbimisega ning on tagatud kiire varuosade tarne. GGJ-4-s on kokku 20 gaasigeneraatorit, millest kuuel on katse eesmärgil välja vahetatud tuhataldriku elektriajamid uute, oluliselt väiksema elektrilise võimsusega elektriajamite vastu. Uute elektriajamite tööpõhimõte on sama nagu vanadel ajamitel kuid nende elektritarbimisvõimsus on ca 9 korda väiksem kui esialgsetel elektriajamitel. Uued elektriajamid on samuti varustatud sagedusmuunduritega, võimaldades saavutada olulist elektrienergia säästu. Tuhataldrikutel energiasäästlikemate elektriajamite kasutamisel on võimalik vähendada elektrienergia tarbimist keskmiselt 527 MWh aastas, millega kaasneb 0,49% ressursikasutuse paranemine.

**Petroter**

Petroter pumpade, ventilaatorite ja teiste pöörlevate seadmete varustamisel anduritega on võimalik optimeerida nende kasutamist ja hooldust, mis aitab vähendada pumpade remondivajadust 17%. See aitab vähendada pumpadega seotud remondikulutusi. Projektiga kaasneb 16,4% ressursikatuse paranemine.

Ettevõte tegeleb Petroter I seadme tootlikkuse ning ressursitõhususe parandamisega. Selleks teostatakse katel-utilisaatori ja abiseadmete rekonstrueerimist. Võttes kasutusele Petroter I seadme katel-utilisaatoris sarnased tehnilised uuendused, mis on tehtud Petroter II ja III seadmetel, on võimalik suurendada Petroter I seadme põlevkiviõli tootlikkust hinnanguliselt 0,55%, mis teeb koguseliselt 6,8 tuhat tonni põlevkiviõli aastas (võttes arvesse seadme tavapärast aastast töötundide arvu). Põlevkivi hinnanguline ümbertöödeldavuse kasv on 14,3% ehk 140 tonnilt tunnis kuni 160 tonnini tunnis. Arvestades keskmist seadmete aastast töötundide arvu, teeb see täiendavalt 17,2 tuhat tonni põlevkiviõli toodangut aastas.

### 13.4 KKT Oil OÜ

Ettevõtte energiatõhususe parandamiseks on TSK-I ja TSK-II seadmetel alates nende rajamisest rakendatud meetmeid töö stabiilsuse ja töökindluse suurendamiseks. Käitaja seirab TSK-I ja TSK-II seadmete töökindlust seadmete kaupa eraldi.

Veekasutamise vähendamiseks kasutatakse suletud tsükleid ja taaskasutatakse vähereostunud vett. Generaatorseadmete kondensatsiooniosakonna õlijahutaja jahutusvesi on praktiliselt suletud tsüklis (kompenseeritakse vaid aurumiskadu). Õlitootmise veetarbe rahuldamiseks sh hüdrolukkudes, kasutatakse muudes protsessides kasutuses olnud vett. Generaatorist väljuva poolkoksijäägi jahutamiseks kasutatakse seguvett, mis koosneb selitatud kaevandusvee ja defenoleeritud vee segust ning defenoleerimisseadme märgskraberis kasutatakse defenoleeritud vett.

Tootmisprotsessis toimub uttegaasi ja jääksoojuse ärakasutamine. Generaatorprotsessi generaatorgaas segatakse TSK-I ja TSK-II seadmetel tekkiva uttegaasiga põletamisele suunatava gaasi küttevääртuse tõstmiseks. Tootmises tekkiv tuharikas jääkõli suunatakse tagasi utteprotsessi. Õlitootmisseadmetel kasutatakse soojusvahetusprotsesse.

Energia erikulu vähendamine toimub läbi protsesside optimeerimise tööparameetrite reguleerimise abil. Toimub seadmete regulaarne hooldamine. Ressursitõhususe meetme raames toimub KKT Oilis raskeõli puhastamise seadmete (RÕPS) asendamine. Projekti raames toimub olemasolevate raskeõli puhastuse seadmete väljavahetamiseks uute vastu. Uus seade võimaldab puhastada raskeõli ressursi- ja keskkonnasäästlikumalt. Kavandatava seadme protsess on suletud, mis tähendab lõhnaheidete puudumist ning heiteid ei satu atmosfääri.

# 14. Välisõhu saasteainete ja kasvuhoonegaaside heidete vähendamise tehnikad

## 14.1 Peamiste saasteainete vähendamise tehnikad

Käesoleva aruande peatükis 10.1 on nimetatud peamisteks välisõhu saasteaineteks põlevkiviõli tööstusest vääveloksiidid ($SO_x$), süsinikmonooksiid (CO), gaasilised lämmastikuühendid ($NO_x$ -d) ja tahked osakesed ehk peenosakesed (PM). Peamisteks heiteallikateks on tahke soojuskandja õlitootmisseadmete suitsukorstnad. Tahke soojuskandjaga põlevkiviõli toomisseadmeid on kokku neli erinevat tehnoloogilist lahendust (Enefit140, Enefit280, Petroter, TSK500), millistel on erinevad saasteainete heiteväärtused.

Põlevkiviõli tootmine liigitub tööstusheite seaduse tegevusvaldkonna energiakandjate tootmine alla. Suurtele ja keskmistele põletusseadmetele on EL-s kehtestatud eraldi nõuded sh heitepiirväärtused. Põlevkiviõli tootmise juurde kuuluvad põletusseadmed (aerofontäänkolded, järelpõletuskolded ja keevkihtkolded) ei kuulu suurte ega keskmiste põletusseadmete alla ning neile samu nõudeid ei kohaldata. Seega on saasteainete vähendamise tehnikaid vaja kriitiliselt hinnata.

Gaasilise soojuskandja meetodi seadmetel tavarežiimis otseseid õhuheiteid pürolüüsi ja kondensatsioonietapis ümbritsevasse keskkonda ei ole. Võimalik on aurude ja gaaside hajusheide tootmisruumidesse, mis tekib peamiselt reaktori laadimiskarpide avanemisel ning kondensatsiooniseadmete ja –mahutite liitekohtadest (sõltub tihendite seisundist). Tehnoloogiast sõltuvalt kasutatakse ventilatsioonišahte, aknaventilaatoreid jms. Gaasilise soojuskandja meetodi seadmete tehnoloogilised lahendused ei ole oluliselt muutunud Eesti Põlevkiviõli tootmise parima võimalik tehnika (PVT) aruande koostamise ajast ja uusi tehnikaid heidete vähendamiseks välja pakkuda ei ole [1].

Alljärgnevalt esitatakse ja kirjeldatakse saasteainete vähendamise võimalikke tehnikaid tahke soojuskandjaga põlevkiviõli toomisseadmetele (Enefit140, Enefit280, Petroter, TSK500), hinnates kriitiliselt nende kasutatavust põlevkiviõlitööstuses.

## 14.2 Peamiste saasteainete vähendamise tehnikad

Eesti Põlevkiviõli tootmise parima võimalik tehnika (PVT) aruandes toodud soovitus välisõhu heite pidevseire kohta on jätkuvalt asjakohane [1].

### 14.2.1 CO vähendamise tehnikad

Primaarsed CO vähendamise tehnikad:

Peamiseks CO vähendamise tehnikaks on optimeeritud põlemine, et vähendada CO ja põlemata ainete heitkoguseid õhku. See saavutatakse hea seadmete konstruktsiooni ja tööga, mis hõlmab piisavalt kõrget põlemistemperatuuri ja suitsugaasi piisavat pikka viibeaega põlemistsoonis ning kütuse ja põlemisõhu tõhusat segunemist. Põlemisprotsessi automatiseeritud juhtimine põhineb sobivate põlemisparameetrite (nt $O_2$, CO, kütuse ja õhu suhe ning põlemata ained) pideval jälgimisel.

Primaarsete CO vähendamise tehnikate rakendamisel saavutatakse nii CO, $H_2S$ kui ka lenduvate orgaaniliste ühendite heitkoguste vähenemine. Arvestada tuleb, et primaarse CO vähendamise tehnika rakendamisel võib suureneda $NO_x$ heitkogus.

Sekundaarseid tehnikaid CO heitkoguste vähendamiseks ei kasutata.

Enefit140 ja TSK500 puhul on võimalik CO heidet vähendada suitsugaaside järelpõletuskolde paigaldamisega.

### 14.2.2 $SO_x$ vähendamise tehnikad

Primaarseks $SO_x$-de vähendamise tehnikaks on kütuse valik, mis aga põlevkiviõli tööstuse seisukohalt ei ole rakendatav.

Sekundaarseks $SO_x$-de vähendamise tehnikaks on suitsugaasi märgpuhastus absorbendiga (leelise vesilahus). Leelisena kasutatakse tavaliselt naatriumhüdroksiidi (seebikivi). $SO_x$ eemaldatakse peamiselt sulfiti/sulfaadina ja absorbenti ei regenereerita. Olemasolevate tootmisüksuste puhul võib rakendatavust piirata puhastusseadmete paigaldamiseks vajaliku vaba ruumi olemasolu.

Enefit280 seadme puhul tagab madala $SO_x$ taseme keevkihtkolle ehk $SO_x$ protsessiheide on piisavalt madal. Enefit140 juures oleks vajalik eelkõige järepõletuskolde paigaldus, mis tagaks lenduvate orgaaniliste (sh ka väävli-) ühendite heitkoguse vähendamise, milliste püüdeks muud asjakohased tehnikad puuduvad. Tekkinud $SO_x$ püüdeks on ülalnimetatud $SO_x$-de vähendamise tehnikaid võimalik kasutada. Petroteride juures on väävli masskogused suhtelised madalad. Kütuses olev väävel on jagunenud uttegaaside, tuha ja õli vahel erinevatesse ühenditesse.

### 14.2.3 $NO_x$ vähendamise tehnikad

Tehnikad on sisuliselt samad, mida kasutatakse suurtes põletusseadmetes. Erinevate tehnikate põhjalikud kirjeldused on toodud LCP BREF-is. $NO_x$ heited on põlevkiviõlitootmisseadmetel madalad.

Teoreetiliselt on $NO_x$ heite tasemete vähendamiseks võimalik kasutada SNCR (Selective Non-Catalytic Reduction) ja SCR (Selective Catalytic Reduction) tehnikaid. Samas nende rakendamise tulemusena tekkivaid keskkonnaheiteid ja tehnikate kuluefektiivsust on keeruline prognoosida. Selle põhjuseks on mittetäieliku põletamise protsessi tagajärjel suitsugaasides sisalduv orgaaniline aine ja muud ühendid, mis võivad vähendada katalüsaatorite poorsust ning oluliselt kahandada nende toime efektiivsust.

### 14.2.4 Tahkete osakeste vähendamise tehnikad

Olemasolevatel põlevkiviõli tootmisseadmetel on kasutusel elektrifiltrid. Võimalikud tehnikad, mis vähendaksid tahkete osakeste heiteid, oleksid alljärgnevad.

Sekundaarsed tehnikad tahkete osakeste vähendamiseks:

*Filtreerimine*. Kasutatakse riidest, keraamilistest elementidest või metallist filtreid, sõltuvalt gaasivoo omadustest. Riidest filtrid on kootud või vilditud kangast, mis võivad olla lehtede, kassettide või kottide kujul ning mis on paigutatud grupina ühisesse kambrisse. Keraamilised filtrid on valmistatud keraamilisest materjalist. Need ei sobi kleepuva tolmu korral.

Olukordades, kus suitsugaasist tuleb eemaldada happelised ühendid (nt HCl, $NO_x$ ja $SO_x$) või dioksiinid, saab filtreeriva materjali varustada katalüsaatoriga, kuid vajalikuks võib osutuda lisareaktiivide kasutamine. Metallfiltrites toimub pindfiltreerimine paagutatud poorsest metallist filtrielementidega. Neid kasutatakse kõrge temperatuuri ja sellega kaasneva tuleohu korral.

*Tahkete osakeste märgärastus*. Tolmu eemaldamine skraberis, kus gaasi pestakse veega või vesilahusega. Märgärastus hõlmab tahkete osakeste eraldamist gaasivoost, segades sissetulevat gaasi intensiivselt veega, enamasti kombineerituna jämedate osakeste eemaldamisega tsentrifugaaljõu abil. Eemaldatud tahked osakesed kogutakse skraberi põhja. Märgpuhastus eemaldab absorptsiooni teel osaliselt ka gaasilisi saasteained (nt HCl).

Siiski on ülaltoodud tehnikate rakendatus märgadel suitsugaasidel küsitav. Enefit140 ja TSK500 seadmetel tuleks eelkõige hinnata gaaside järelpõletuskolde paigaldamist. Enefit280 on välisõhu saasteainete seisukohalt juba tänu keevkihtkolde rakendusega parim lahendus.

### 14.2 Lõhnahäiringute ja madala lõhnalävega saasteainete vähendamise tehnikad

Käesoleva aruande peatükis 12.5 on esitatud meetmed, mida rakendavad põlevkiviõli tootmisettevõtted.

Hajusheited on emissioonid, mis ei eraldu konkreetsete emissioonipunktide, näiteks korstnate kaudu. Need võivad sisaldada lõhnahäiringuid põhjustavaid ühendeid (lenduvad orgaanilised ühendid, aga ka anorgaanilised gaasid, eelkõige $H_2S$) ning tekkida järgmistel põhjustel:

- piirkondlikud allikad nagu laadimispunktid ja reoveepuhastid;
- punktallikad nagu tihendid, pumbad ja muud survestatud komponendid.

Selliste saasteainete heitkoguste vähendamine eeldab nende püüdmist ja suunamist töötlemisse.

Hajusheited tekivad nii GSK kui TSK meetodit kasutades, mistõttu vähendamise tehnikad ei sõltu põlevkiviõli tootmise meetodist. Lõhnahäiringut põhjustavate ainete vähendamise tehnikad on:

- Saasteallikate arvu vähendamine sh heidete kogumine ühtsesse hingamissüsteemi;
- Seadmete tööparameetrite pidev jälgimine ja hermeetilisuse tagamine;
- Adsorptsioon. Adsorptsioon on nn toruotsa tehnoloogia, mille puhul gaasis olevad ühendid seotakse tahke materjali (adsorbendi, mis eelistatult seob teatud tüüpi ühendeid), pinnale ja seega eemaldab need ühendid gaasist. Tavaliselt kasutatakse adsorbendina aktiivsütt. Regeneratiivse adsorptsiooni korral kui pind on küllastunud, desorbeeritakse adsorbeeritud ühendid adsorbendi regenereerimistsükli käigus. Desorbeerunud segus on saasteainete kontsentratsioon oluliselt suurem kui algselt gaasis, mis tähendab, et neid saab tõhusamalt taaskasutada või kõrvaldada. Mitteregeneratiivse adsorptsiooni korral utiliseeritakse küllastunud kasutatud adsorbent. Adsorptsiooni puhul tuleb arvestada, et see ei sobi tavaliselt niiskete gaaside puhastamiseks.

- Katalüütiline oksüdatsioon. Katalüütiline oksüdatsioon on heitgaasivoos sisalduvate lenduvate orgaaniliste ühendite oksüdeerimine õhuga kuumutamisel katalüsaatori manulusel. Protsess on analoogne termilise oksüdatsiooniga, välja arvatud see, et pärast kõrge temperatuuriga piirkonna läbimist liigub heitgaas katalüsaatorikihti, kus edasine konversioon toimub madalamal temperatuuril kui termilises oksüdatsiooniprotsessis. Tähele tuleb panna, et gaasivoog ei sisaldaks kasutatava katalüsaatori mürke.
- Termiline oksüdatsioon. Termiline oksüdatsioon (mida sageli nimetatakse põletamiseks) on lenduvate orgaaniliste ühendite, nagu näiteks lõhnavad väävliühendid, sisalduse vähendamine läbi nende oksüdeerimise kuumutatavas heitgaasivoos. Selleks kuumutatakse need ühendid põlemiskambris üle isesüttimistemperatuuri, mida hoitakse piisavalt kaua, et tagada nende täielik oksüdeerumine süsinikdioksiidiks, veeks ja teisteks oksiidideks (nt $SO_2$). $NO_x$ emissioonide vähendamiseks kasutatakse ultra low-$NO_x$ või low-$NO_x$ põleteid.

Peatükis 12.5 on kirjeldatud tehnikaid, mida ettevõtted on kasutanud, et vähendada hajusheidet ja lõhnahäiringuid.

## 14.3 $CO_2$ heitkoguste vähendamise tehnikad

### 14.3.1 Sissejuhatus

Järgnevalt on kirjeldatud $CO_2$ heitkoguste vähendamise tehnikaid, sh põlevkiviõli tootmiseks tehniliselt kõige sobivamate süsiniku kogumise, kasutamise ja ladustamise (edaspidi CCUS) tehnikate kaalumine ning hindamine.

Eesti ülikoolide teadlaste poolt on $CO_2$ heitekoguste vähendamise tehnikaid uuritud Eesti Teadusagentuuri Euroopa Regionaalarengu Fondist toetatava programmi „Valdkondliku teadus- ja arendustegevuse tugevdamine“ (RITA) tegevuse 1 „Strateegilise TA tegevuse toetamine“raames [39]. Käesoleva aruande koostamise ajal (2022.a. kevad) on läbi riikliku toetusmeetme „Rakendusuuringute toetamine nutika spetsialiseerimise kasvuvaldkondades“ Eesti Energia AS teostamas rakendusuuringut “Põlevkiviõli tootmise $CO_2$ jalajälje vähendamise rakendusuuring“. Projekti täitjaks on Tallinna Tehnikaülikooli energiatehnoloogia instituut. Projekti eesmärk on viia teaduspartneri abiga läbi rakendusuuring põlevkiviõli tootmises sobivaima CCUS tehnoloogia leidmiseks ning rakendamiseks Eesti Energia põlevkiviõlitööstuses.

$CO_2$ püüdmise tehnoloogiate rakendamine on tehnoloogiliselt võimalik, kuid eeldab püütud $CO_2$ edasist käitlemist. CCUS põlevkiviõlitööstuses on hetkel veel kujunemisjärgus tehnoloogia.

### 14.3.2 Võimalused $CO_2$ püüdmiseks

$CO_2$ püüdmine (tihti ka kui süsinikupüüdmine) on temaatika, mis on viimastel aastatel kerkinud teravalt esile seoses kasvuhoonegaaside heitest tingitud kliimamuutustega. Kuna erinevate kasvuhoonegaaside heitest moodustab $CO_2$ kõige suurema osa ja selle püüdmiseks on olemas

erinevad tehnoloogiad, siis peetakse $CO_2$ püüdmist üheks reaalseks kliimamuutuste leevendamise võimaluseks.

$CO_2$ tekib süsinikku sisaldavate orgaaniliste materjalide oksüdeerimisel ja karbonaatsete mineraalide termilisel lagunemisel. Seega on $CO_2$ teke paratamatu nii energeetikas kui ka keemiatööstuses, kus toimub biogeenset või fossiilset päritolu süsinikku sisaldavate materjalide oksüdeerimine.

Erinevad $CO_2$ püüdmistehnoloogiad on esitatud all olevas tabelis (Tabel 4.1). Tabel kajastab olulisi aspekte, mida tuleb arvestada tehnoloogiate valikul: maksumus, tundlikkus saasteainete suhtes, tehnoloogia valmiduse tase (TVT) ja energialõiv. Kajastatud andmed põhinevad teaduskirjandusel, kusjuures kulud on arvutatud eeldusega, et antud $CO_2$ püüdmistehnoloogiad on saavutanud TVT 9.

*Tabel 14.1. $CO_2$ püüdmistehnoloogiate võrdlus*

| Tehnoloogia | Sobivus olemasolevale põletusseadmele* | Talub saasteaineid | Ligikaudne kulu (2022 EUR / t $CO_2$)** | TVT | $\Delta\eta^{***}$, % |
|---|---|---|---|---|---|
| **Absorptsioon** | jah | jah | 47-122 | 9 | 6-14 |
| **Hapnikus põletamine** | jah | jah | 34-95 | 7 | 5-12 |
| **Membraanprotsess** | jah | ei | 61-122 | 7 | 8-14 |
| **Mitmefaasiline absorptsioon** | jah | jah | 34-102 | 7 | ~9 |
| **Adsorptsioon** | jah | ei | 68-95 | 7 | ~10 |
| **Hapnikukandja ringlus** | ei | jah | 20-40 | 6 | ~2 |
| **Kaltsiumi ringlus** | jah | jah | 20-54 | 6 | 3-11 |
| **Krüogeenne** | jah | jah | 27-81 | 6 | 5-14 |

** Tehnoloogiat saab rakendada olemasoleva põletusseadme korral ilma, et oleks vaja seadet ennast muuta*

*** Kulu ei sisalda transpordi ja ladustamise kulu, küll aga sisaldab seadmete kulu ja kokkusurumise/komprimeerimise kulu. Info võetud allikast* [39] *ning uuendatud, kasutades Eurostati tööstuse tootjahinna indeksi andmeid Eesti kohta (2018. aasta detsembris 105,3 ja 2022. aasta aprillis 143)*

**** Elektrigenereerimise efektiivsuse langus (protsendipunktides) energiaplokkide korral*

### 14.3.3 $CO_2$ püüdmise rakendamine põlevkiviõlitööstuses

#### *14.3.3.1 Olulised aspektid põlevkiviõli tootmises*

$CO_2$ püüdmise tehnoloogia valik sõltub sellest, kus seda soovitakse rakenda. Põlevkiviõli tootmisprotsessis tekivad kasvuhoonegaasid enamasti tahke soojuskandja tootmisel, mida on vaja retordis põlevkivi kuumutamiseks pürolüüsitemperatuurini. Tahke soojuskandja meetodil (Enefit ja Petroter tehnoloogiad) põletatakse soojuse tootmiseks pürolüüsiprotsessi tahket jääki (poolkoksi). Põlevkiviõli kui toote $CO_2$ jalajälg sisaldab loomulikult teisi kasvuhoonegaaside allikaid (nt kaevandusest või õlitehase ehitamisest), aga nende osakaal on väiksem ja nende täiendavaks vähendamiseks tuleks kasutada $CO_2$ püüdmise asemel teisi meetmeid. Samuti

tekib $CO_2$ hiljem põlevkiviõli ja uttegaasi põletamisel, kuid neid heiteid ei käsitleta osana põlevkiviõli tootmisest.

$CO_2$ püüdmise seisukohalt on oluline põletamisel tekkiva suitsugaasi koostis, sest see määrab ära, milliseid püüdmistehnoloogiaid on võimalik rakendada. Suitsugaasi koostis sõltub kütusest ja kasutatavast põletustehnoloogiast.

#### *14.3.3.2 Võimalikud $CO_2$ püüdmise tehnoloogiate lühikirjeldused*

Lähtudes olemasolevate $CO_2$ püüdmise tehnoloogia eripäradest võib väita, et lähiaastate perspektiivis on tehniliselt võimalik $CO_2$ püüdmiseks kasutada nii absorbtsioonprotsessi ($CO_2$ sidumine alkanoolamiini lahusega ehk nn amiiniprotsess) kui ka põletamist hapnikuga rikastatud keskkonnas (ehk lühidalt hapnikus põletamine, ingl. k. oxy-fuel).

Absorptsioon on tööstuslikult laialt kasutatav protsess, mis on saavutanud TVT 9. Seda on kasutatud nt $CO_2$ eraldamiseks maagaasist ja lähiminevikus ka $CO_2$ püüdmiseks heitgaasidest [40]. Hetkel rakendatakse suuremates tööstuslikes suitsugaasidest $CO_2$ püüdmise projektides absorptsiooniprotsessi [40]. Hapnikus põletamine on tehnoloogia, mille laiaulatusliku tööstusliku rakendamiseni ei ole veel jõutud, aga tehnoloogia on olemas ja selle toimimist on valideeritud suurtes pilootpõletusseadmetes [41] [42].

Sobiva tehnoloogia valimisel (silmas peetakse just Enefit280 tehnoloogiat, kuna rakendusuuringud, millele käesolevas aruandes toetutakse, on suunatud just Enefit280 tehnoloogiale) poolkoksi põletamisel tekkiva $CO_2$ püüdmiseks lähtuti järgnevatest põhikriteeriumistest. Kuna püüdmise tehnoloogia rakendamise arvatav ajahorisont on suhteliselt lühike, on peamisteks kriteeriumiks tehnoloogia valmiduse tase (TVT), mis peab olema võrdne või suurem kui 7. Oluliseks kriteeriumiks oli tehnoloogia sobivus Enefit280 tingimustele, mis võimaldaks selle integreerimist minimaalsete muudatustega põhiseadmete osas ning mõjuga põhitoodangule. Nende kriteeriumitele vastasid sisuliselt põlemisjärgne $CO_2$ püüdmise tehnoloogia, mis põhineb absorptsiooni-desorptsiooniprotsessil, kus absorbendina kasutatakse alkanoolamiini lahust. Teine $CO_2$ püüdmise tehnoloogia, mis osutuks valituks loetletud kriteeriumite põhjal, on hapnikus põletamine.

#### *14.3.3.3 Amiiniprotsess*

Energeetikas ja suuremahulises keemiatööstuses on $CO_2$ püüdmise tehnoloogiate juurutamise probleemidega tegeletud juba mõnda aega. Kuigi nn amiiniprotsessi TVT on 9, siis on alles 2014. aasta oktoobris käivitunud Boundary Dami (Kanada) projekt, kus amiiniprotsessi rakendati esmakordselt tööstuslikul skaalal tahkekütuse suitsugaasist $CO_2$ püüdmisel. See on andnud olulisi teadmisi ja toonud välja kitsaskohti nimetatud $CO_2$ püüdmise tehnoloogia kohta [43]:

- $CO_2$ püüdmise protsessi kulgemises esineb erinevusi värske ja mõnda aega töötanud alkanoolamiini kasutamise korral. Samas võib see sõltuda kasutatavast alkanoolamiinist, mis on erinevatel tehnoloogiapakkujatel erinev;

- Hoolimata varasematest amiiniprotsessi kasutamise kogemustest keemiatööstustes ja maagaasist $CO_2$ eraldamisel tuleks põletusseadmete korral tehnoloogiat katsetada tasemel, mis võimaldaks tulemusi sisuliselt üle kanda planeeritavale protsessile;
- Valitud tehnoloogia peaks olema kaubanduslikul tasemel (TVT 9) selle valimise hetkel, mitte töö alustamisel. TVT 8 ja TVT 9 vahele jääv aeg on üldiselt 3 kuni 5 aastat;
- Mõistmaks $CO_2$ püüdmise tehnoloogia rakendamise kulusid, on vaja tehnoloogia jaoks kaubanduslikku pakkumust;
- Olulised on täielik kulude prognoos koos üksikasjaliku protsessi disainiga, et olla kindel vajalikes investeeringutes ja tegevuskuludes ning protsessi keskkonnamõjudes;
- Tehnoloogia ja seadmete valikul peaks lähtuma põhimõttest, et lihtsus ja prognoositavus on parimad näitajad.

Boundary Dami projekti kogemuste põhjal võib öelda, et esialgsed 2015. aastal avaldatud äärmiselt positiivsed tulemused [44] („nimekiri oodatud ja ootamatutest probleemidest osutus kardetust oluliselt lühemaks“) asendusid ligi nelja-aastase opereerimisperioodi järel tunduvalt negatiivsema hinnanguga. Selle põhjal ilmnes tõsiseid vajakajäämisi amiiniprotsessi disainis, samuti probleeme ehituskvaliteedis ning turvalisuses. Samuti oli olulisi probleeme amiinilahusega - tekkisid ootamatud lendtuha ja amiinilahuse vahelised reaktsioonid ning amiinilahuse kadu osutus esialgsest suuremaks [45]. Siiski on omandatud kogemuste ja täiendavate uuringute najal jõutud järeldusteni, et amiiniprotsessi töökindlust on võimalik tehnoloogiliste lahenduste lihtsustamise teel suurendada ning modulaarsete lahenduste kasutamisel on võimalik vähendada kapitalikulusid kuni 67% [46].

Amiiniprotsessi toimimise efektiivsus sõltub amiinilahuse puhtusest, mis aga väheneb, kuna suitsugaasides sisalduvad happelised gaasid ja osakesed tingivad amiinide lagunemise. Seejuures sõltuvad nii laguproduktid kui ka amiiniprotsessi opereerimisel esile kerkivad probleemid kasutatavast amiinilahusest ja suitsugaasi koostisest. Seega on oluline, et tööstuslikule rakendusele eelnevad pilootkatsed süsteemiga, mis simuleeriks võimalikult lähedaselt reaalset protsessi. Seejuures on oluline mõista, kuidas kasutatav amiinilahus käitub (reageerib ja laguneb) kontaktis suitsugaasiga.

*14.3.3.4 Hapnikus põletamine*

Hapnikus põletamise protsessi tööstusliku rakenduse näide maailmas puudub. Teostatud on aga hulgaliselt arvestatavas skaalas katseid tahkekütuse põletusseadmetes hapnikus põletamise tingimustes:

- Schwarze Pumpe – 30 MWth (ligniit);
- Callide – 90 MWth (süsi);
- CIUDEN – 30 MWth (süsi).

Vastavasisulised katsed on näidanud, et hapnikus põletamine on erinevate tahkete kütuste korral edukalt rakendatav. Uuritud on erinevaid aspekte, mille tulemusena on teada, et [41]:

- Hapniku tootmisel (krüogeense meetodiga, mis võimaldab ainsana toota hapnikku suuremahuliste rakenduste jaoks) kõrge välistemperatuuri korral ASU (ingl k *Air Separation Unit*) tootlikkus langeb;
- Saavutatav põlemisjärgne $CO_2$ kontsentratsioon suitsugaasis on vahemikus 71% kuni 85%. Seda mõjutab põletamiseks kasutatav $O_2$ puhtus ning katla ja suitsugaasi suitsuimejate ebatihedused;
- Hapniku kontsentratsioon/osarõhk hapnikus põletamise korral on analoogne tavatingimustel (õhus) põletamisega;
- Kõrgtemperatuurse korrosiooni kiirus hapnikus põletamise tingimustes ei erine korrosiooni kiirusest tavatingimustel (õhuga) põletamisel hoolimata oluliselt kõrgemast $CO_2$ ja veeauru kontsentratsioonist;
- Suitsugaaside jahutamisel toimub veeauru kondenseerumine ning kõrgest $CO_2$ kontsentratsioonist tulenevalt tuleb tähelepanu pöörata madaltemperatuurse korrosiooni vältimisele;
- Saadav suitsugaas on edukalt puhastatav puhtusastmeni 99,9% kasutades KPS-i (CPU – ingl k *Compression and Purification Unit*).

*14.3.3.5 Gaaside puhastamine osakestest*

Peenosakeste eemaldamiseks gaasidest kasutatakse peamiselt tsükloneid, multitsükloneid, elektrifiltreid (ESP) ja kottfiltreid. Meetodi(te) valik sõltub erinevatest parameetritest, oodatavast tulemusest ja on üldteada, et ei ole olemas universaalset meetodit. Samuti ei väldi ükski meetod täielikult osakeste sattumist keskkonda (efektiivsus ei ole kunagi 100%). Osakeste kontsentratsiooni viimine suurusjärguni 10 mg/Nm$^3$ või isegi alla selle väärtuse on põlevkivi lendtuha korral teostatav. Siiski tuleb arvestada, et osakeste eemaldamise efektiivsus sõltub osakeste suurusjaotusest. Amiiniprotsessi korral on aga lubatud osakeste kontsentratsioon sellest väärtusest ligi 1000 korda madalam. Sellise väärtuse saavutamine eeldab spetsiifiliste HEPA (*High Efficiency Particulate Air*) ja ULPA (*Ultra Low Particulate Air*) filtrite kasutamist, mille efektiivsus üle 0,12 µm diameetriga osakeste püüdmisel on kuni 99,9995%.

Tavapärane HEPA filter on mõeldud mahtkulule kuni 1 Nm$^3$/s. Suuremate kulude jaoks on kasutusel filtripaketid ning sõltuvalt materjalist võivad nad taluda temperatuure kuni 500°C. HEPA filtrid ei ole puhastatavad ning nad tuleb maksimaalse lubatud takistuse (rõhulangu)

saavutamisel välja vahetada. HEPA filtrite rõhulang on vahemikus 50-200 Pa, mis määrab ära vajaliku gaasipuhuri võimsuse. HEPA filtrite süsteemi kapitalikulu on sõltuv puhastatava gaasi mahtkulust ning on suurusjärgus 6000-8000 USD $Nm^3/s$. Opereerimiskulud sõltuvad puhastatavast gaasivoost, filtermaterjali maksumusest ning filtrite utiliseerimise kuludest.

#### *14.3.3.6 Komprimeerimine*

$CO_2$ püüdmise protsessist saadava $CO_2$ voo edasine kasutamine või transportimine eeldab $CO_2$ komprimeerimist. Lõpp-rõhk sõltub rakendusest, kuhu $CO_2$ suunatakse. Komprimeerimiseks kasutatavad kompressorid on süsteemi kriitilised osad, mistõttu tuleb tagada tingimused nende tõrgeteta tööks. Suitsugaasist saadava $CO_2$ voo puhul on oluline arvestada sellega, et $CO_2$ on küllastatud veega. Seetõttu on vajalik, et kompressori astmete vahel toimuks kondenseerunud vee eemaldamine ja tagada tuleb, et eemaldatud vee piiskasid ei imetaks kompressori järgmisesse astmesse. See on eriti oluline juhtudel kui gaas sisaldab $NO_2$-e, mis vees lahustudes moodustab lämmastikhappe ja põhjustab korrosiooni.

Nende probleemide ennetamiseks on välja pakutud järgmisi lahendusi [47]:

- Kompressori temperatuuri tõstmine, et vähendada kondenseerumise ohtu;
- Kuiva komprimeeritud $CO_2$ retsirkuleerimine kompressori sisendisse;
- Kompressori astmete vaheliste skraberite modifitseerimine, lisades neile teise tilgapüüdja.

# 15. Uttegaaside väärindamise ja mitteenergeetilise kasutamise võimalused

## 15.1 Ülevaade põlevkivi töötlemisel saadavatest gaasidest sõltuvalt põlevkivi töötlemise tehnoloogiatest, gaaside terminoloogilistest nimetustest

Uttegaas (poolkoksgaas) on protsessis mittekondenseeruv gaas, mis saadakse põlevkivi utmisel ehk poolkoksistamisel (põlevkivi kuumutamisel kuni 500 °C) tahke soojuskandjaga utteseadmes. Uttegaas on põlevkiviõlitootmisel tekkiv gaas, mis saadakse pärast kondenseerimisprotsessi läbimist pürolüüsigaaside kondenseerumata jäänud osast ja seda sõltumata kasutatavast tehnoloogiast.

Põlevkiviõli tootmise protsessis tekkiv uttegaas kasutatakse kohapeal kas elektrienergia või elektri- ja soojuse tootmiseks. Kogu gaasis leiduv süsinik põletatakse ning emiteeritakse $CO_2$- na atmosfääri. Probleemiks on ka, et uttegaasid sisaldavad väävliühendeid ja sõltuvalt, milliste tehnoloogiliste lahendustega kolletes või teiste kütustega uttegaase koos põletakse, tuleb arvestada suitsugaasides olevate väävliühendite puhastamisega.

Sageli kasutatakse uttegaasi mõiste asemel terminit „põlevkivigaas“. Peame oluliseks siin märkida, et selline mugavdamine ei ole õige. Põhjuseks on, et täna on maailmas kasvutrendis nn kildagaasi kasutamine, mida inglise keeles tuntakse kui „*shale gas*“. Otsetõlkes põlevkivigaas oleks ka „*shale gas*“. Samuti tuleb siin ära märkida, et põlevkivist on toodetud põlevkivigaasi. Termin on õige, kui tootmise eesmärk ongi põlevkivi gaasistamine. Nii on ka ajalooliselt toimitud. Ajavahemikus 1948-1987 toodeti spetsiaalsetes kamberahjudes põlevkivist gaasistamise teel põlevkivigaasi, mida nimetatakse ka tema tootmiseks kasutatud tehnoloogilise seadme – kamberahju järgi kamberahjugaasiks või tarbimise järgi majapidamisgaasiks. Põlevkivigaasi tootmine toimus põlevkivi koksistamisel (kuumutamine kuni 1000 °C).

Põlevkiviõli tootmiseks kasutatakse kahte tehnoloogilist meetodit – gaasilise soojuskandjaga (GSK) ja tahke soojuskandjaga (TSK) õli tootmine. Antud meetodid erinevad teineteisest mitmeti – nii tehniliselt kui ka kasutatava põlevkivi omaduste ning kvaliteedi poolest. Erinevus on ka tekkivas uttegaasis, mida täpsustavalt TSK meetodis nimetakse poolkoksgaasiks ja GSK meetodis generaatorgaasiks. Uttegaaside kvaliteet ja omadused sõltuvad põlevkiviõli tootmistehnoloogiast, õlitehase tootmiskoormusest ning kasutatavast kütusest.

Põlevkivi utmisel GSK meetodis tekib kasutatava 1 tonni tehnoloogilise põlevkivi kohta:

- 14–16 % põlevkivi õli, s.o. 140–160 kg;
- ca 51% kuivale massile arvutatuna poolkoksi s.o 512-514 kg, mis ladustatakse jäätmehoidlasse. Poolkoksi kütteväärtus on piirides 1,49–2,74 MJ/kg;
- 440–850 $m^3$ generaatorgaasi, mille kütteväärtus on 3,35–4,61 MJ/$m^3$ ja mille koostis on keskmiselt järgmine (Tabel 15.1):

*Tabel 15.1. Generaatorgaasi koostis*

| Komponent | %, mahu järgi |
|---|---|
| $CO_2$+$H_2S$ | 17,5 |
| $O_2$ | 1,4 |
| $H_2$ | 6,0 |
| $N_2$ | 66,0 |
| CO | 6,6 |
| $CH_4$ | 1,5 |
| $C_nH_m$ | 1,0 |

**GSK meetodil** saadud generaatorgaas ei paku vähemalt käesoleval ajal huvi mitteenergeetilise kasutamise seisukohalt. Märkimisväärne on küll gaasi kogus, mis tekib 1 tonni põlevkivi töötlemisel õliks, kuid nagu on näha tabelis 15.1 toodud andmetest, siis selle koostises on rohkem kui ca 66% lämmastikku ja 17,5% $CO_2$+$H_2S$. Seega on generaatorgaas kasutav kui kütus soojuse ja elektri tootmiseks, nagu seda on seni kasutatud.

**TSK meetodi** olemus seisneb selles, et põlevkivi termiliseks lagunemiseks vajalik soojus edastatakse tahke soojuskandjaga, milleks on ringlev kuumutatud põlevkivituhk. Tuhk seguneb pidevalt põlevkiviga enne pöörlevat trummelreaktorit ja selle sees, seejärel kuumeneb uuesti tehnoloogilises koldes segusse jääva tuha ja poolkoksi orgaanilise aine põletamisel eralduva soojuse arvel. Tuha liig, mis vastab selle sisaldusele utmisele sisestatavas põlevkivis, viiakse süsteemist välja. Tuhast puhastatud tehnoloogilise kolde põlevaid suitsugaase kasutatakse põlevkivi kuivatamiseks. Auru-gaasisegu, poolkoks, aga samuti soojuskandja suunatakse reaktorist tolmukambrisse, kus toimub gaasifaasi ja tahke materjali esmane lahutamine tsüklonis. Auru-gaasisegu suunatakse kondenseerimisosakonda, kus eraldatakse kesk-raskeõli fraktsioon ja kergemad fraktsioonid. Seejärel jahutis kondenseeruvad vee ja bensiini aurud, poolkoksgaas vabaneb kondenseerunud saadustest ja suunatakse täna kütusena energeetilistesse kateldesse kõigis kolmes ettevõttes. 1 tonni põlevkivi ümbertöötlemisel tekib ca 35 $Nm^3$ uttegaasi (poolkoksgaasi), mille küttevääртus ületab maagaasi küttevääртust. Seda seetõttu, et uttegaasi koostises leidub kõrgema küttevääртusega küllastunud ja küllastumata süsivesinikke.

Keemiatööstuse toorainena on käsitletav ainult TSK meetodist saadav kõrge küttevääртusega TSK uttegaas (poolkoksgaas). Uttegaaside kasutamist keemiatööstuse toorainena kirjandusallikate alusel põhjalikult uuritud ei ole, kuna TSK meetodist on märkimisväärselt gaasi saadud alates 2004. aastast. Siiani on puudunud ka praktiline huvi uttegaasi kui keemiatööstuse tooraine vastu. Seetõttu on järgnevates alapeatükkides toodud kasutusvõimalused hetkel vaid teoreetilised, kuid tehnoloogiate arenedes on vähemalt osaliselt võimalik neid realiseerida.

Mitteenergeetilised kasutusviisid seisnevad peamiselt uttegaasi väärindamises, need ei ole standardsed ja nendega seoses tekib mitmeid takistusi. Suurimateks neist on uttegaasi koostise pidev muutumine ajas ja uttegaasis sisalduvad kahjulikud komponendid, mis viitavad kõrgele tehnoloogilisele riskile. Katsetuste käigus saadud kogemusteta pole võimalik anda hinnangut tehnoloogia edukusele. Tehnoloogilist riski teadmata ei saa anda korrektset majanduslikku

hinnangut, arvutada välja investeeringu maksumust ja kogu projektitasuvusaega. Tekib vajadus pidevaks põlevkiviõli tootmiseks, et tekiks piisavalt uttegaasi, mida väärindamise seadmes kasutada. Uttegaasid sisaldavad mitmeid potentsiaalselt väärtuslikke komponente (näiteks gaasbensiin, propeen/propüleen, buteen/butüleen jne), mis omavad väärtust keemiatööstuse toorainena. Uttegaas on segu süsivesinikest ja anorgaanilistest komponentidest. Uttegaasi keemiline koostis on väga keerukas, koosnedes sadadest erinevatest molekulidest. Seetõttu on ka selle üksikasjaliku koostise määramine piiratud analüüsimeetodite tõttu praktiliselt võimatu. Põhiosa moodustavad alkaanid ja alkeenid (kuni 9 süsiniku aatomiga). $CH_4$ sisaldus on umbes 16 %, $CO_2$ sisaldus 10 % ja $H_2S$ sisaldus 3 %. Samuti leidub uttegaasis 1-3 % veeauru.

## 15.2 Uttegaasi väärindamise ja töötlemise võimalikud lahendused

Uttegaaside väärindamise võimalikud lahendused või tegevused on:

- komponentideks lahutamine,
- kuivatamine,
- ebasobivatest ainetest ja ühenditest (näiteks gaasbensiinist ja väävelvesinikust) puhastamine,
- suurema moolmassiga süsivesinikukomponentide stabiliseerimine.

### 15.2.1 Membraanide kasutamine

Lihtne, aga kindlasti kallis moodus gaaside eraldamiseks komponendideks on kasutada membraane. See meetod põhineb teadmisel, et erinevatel gaasimolekulidel on erinevad läbimõõdud. Gaaside eraldamiseks kasutatakse membraane, millest väiksemad molekulid saavad läbi minna ning seega eraldatakse nad suurematest molekulidest, mis membraani läbida ei saa. Siiski on oluline märkida, et membraanid on rahaliselt kallid ning patenteeritud.

Tabelis 15.2 on toodud mõnede uttegaasis leiduvate gaaside molekulide diameetrid. Nagu tabelist võib näha, on raskemate süsivesinike molekulide diameetrid suuremad kui 4 Å. Teiste tabelis toodud gaaside väiksema diameetri tõttu on raskemate süsivesinike eraldamine membraane kasutades üsna kerge [48]. Liikuvate osade vähesuse tõttu on tegu üsna lihtsa ja töökindla meetodiga, probleeme võib tekkida membraani ummistumise või saastumisega.

*Tabel 15.2. Mõnede uttegaasis sisalduvate gaaside molekulide diameetrid.*

| **Gaas** | **Diameeter, Å** |
|---|---|
| $CO_2$ | 3,9 |
| CO | 3,7 |
| $C_2H_4$ | 4,2 |
| $H_2$ | 3,0 |
| $CH_4$ | 3,8 |
| $N_2$ | 3,8 |
| $O_2$ | 3,5 |

Antud lahendus koosneb eraldivõetuna küll paljudest tööstuslikult tõestanud protsessidest, kuid tervikliku lahenduse väljatöötamine nõuaks eraldi pikaajalist arendustööd ja mitmed protsessi etapid ei pruugi sellisel kujul töötada, tulenevalt uttegaasis leiduvatest lisanditest.

Kokkuvõttes võiks selle lahenduse korral uttegaasist toota kõrgema hinnaga puhtaid gaase, kuid selle protsessi keerukus, madal tehnoloogiline küpsus ning ebaselge majanduslik tasuvus ei võimalda kiiret rakendust uttegaasile.

### 15.2.2 Uttegaaside puhastamine väävlikomponentidest (ingl k *sweetening*)

Uttegaasi kasutusvõimalusi piirab lisandite sisaldus, nagu gaasbensiin ($C_{5+}$ ühendid) ja väävelvesinik. Gaasbensiini on võimalik uttegaasist lihtsasti eraldada gaasi komprimeerimise ja jahutamise teel.

Seda põlevkiviõlitootjad ka juba kasutavad. Bensiinifraktsiooni laialdasemaks turustamiseks on vaja selle koostis vastavusse viia nõuetega, mis eelkõige tähendab kahjulike väävlikomponentide osakaalu vähendamist.

Väävelvesiniku eraldamine tänapäevase amiinidega või veega pesemise lahendusega on võimalik, kuid tulenevalt uttegaasi mitmekomponentsest koostisest võidakse gaasist pesemise teel eraldada ka teised väärtuslikud ühendid ning osad komponendid (HCl, HCN, hapnik, jt) võivad reageerida amiinidega moodustades stabiilseid ühendeid, mis vähendavad protsessi efektiivsust.

*Sweetening* on protsess, mille käigus muundatakse väävlikomponendid vähemmürgisteks ühenditeks, kuid mis ei nõua nende täielikku eemaldamist. Uttegaasis on vaja vähendada väävelvesiniku ($H_2S$) ja merkaptaanide (RSH, kus R määrab asendusrühma – metüül, etüül, propüül vms) hulka. Kuigi võimalik on ka muude väävliühendite eemaldamine, ei ole selleks vajadust, sest väävli üldsisaldus (1,25%) jääb normide piiresse ja probleemsed on eelpool mainitud ühendid.

Mitmed firmad on välja töötanud oma puhastusprotsessi tehnoloogilise lahenduse. Enamasti kasutatakse nendes aluselisi aineid – peamiselt naatriumhüdroksiidi NaOH, aga ka ammoniaaki. Sageli toimub protsess kahes etapis: kõigepealt toimub $H_2S$ keemiline

muundamine ning seejärel merkaptaanide muundamine. Kaheetapiline protsess on vajalik, sest $H_2S$ vähendab merkaptaanide muundamisel kasutatava katalüsaatori mõju ning tuleb seetõttu enne eemaldada.

$H_2S$-i muundamine hõlmab kahte keemilist reaktsiooni (reaktsioonid 1, 2), mis toimuvad samaaegselt:

$$H_2S + 2NaOH \rightarrow Na_2S + 2H_2O \quad (1)$$

$$Na_2S + H_2S \rightarrow 2NaHS \quad (2)$$

Üldise reaktsioonina:

$$H_2S + NaOH \rightarrow NaHS + H_2O \quad (3)$$

Naatriumsulfiid ($Na_2S$) ja naatrium hüdrosulfiid (NaHS) jäävad veefaasi.

Ka merkaptaanide muundamise protsess koosneb kahest reaktsioonist, kuid need võivad vajadusel toimuda ka eraldi. Esimene reaktsioon muundab merkaptaanid sulfiidideks:

$$RSH + NaOH \rightarrow NaSR + H_2O \quad (4)$$

Kuna saadud sulfiidid on naatriumhüdroksiidi lahuses lahustuvad, on võimalik need protsessist eemaldada koos kasutatud NaOH-ga. Kui aga nende eraldamine ei ole vajalik, saab õhu ja katalüsaatori abil taastoota NaOH lahust ning tekkinud disulfiidid jäävad bensiinivoolu.

$$4NaSR + O_2 + 2H_2O \rightarrow 2RSSR + 4NaOH \quad (5)$$

Kui eesmärgiks on merkaptaanide eraldamine, viiakse reaktsioonid 4 ja 5 läbi eraldi mahutites. Kasutatud NaOH, mis sisaldab tekkinud sulfiide, saadetakse puhastusüksusesse, kus sulfiidid eemaldatakse. Puhastatud NaOH suunatakse tagasi eralduskolonni, kus muundatakse veel merkaptaane sulfiidideks, et need seejärel eemaldada.

Mitmetel erinevatel tehnoloogia pakkujatel on välja töötatud oma tehnoloogiline protsess:

- UOP – Merox protsess (rohkem kui 300 seadet üle maailma);
- Merichem – Mericat protsess (umbes 140 seadet üle maailma);
- Axens – Sweetn'G protsess (umbes 60 seadet üle maailma).

Mainitud protsessidel on kaks peamist erinevust: kasutatav katalüsaator ning seadmed, kus toimub NaOH lahuse, katalüsaatori ja bensiini kokkupuude. Kõigis neljas protsessis on väävliühendite muundamiseks reagendina kasutusel NaOH.

### 15.2.3 Hapniku eemaldamine

Hapnik on uttegaasis kahjulik lisand, mis soodustab polümerisatsiooni reaktsioone, lisaks põhjustab hapnik happegaaside eemaldamiseks kasutatavate amiinide lagunemist ning korrosiivsete ühendite moodustumist. Hapniku sisaldus on uttegaasis suhteliselt väike, aga probleem siiski eksisteerib. Vältimaks hapniku põhjustatud probleeme, on uuritud, millise meetodiga on sobivam uttegaasist hapnikku eemaldada, kaaludes nii keemilistel reaktsioonidel kui ka adsorptsioonil põhinevaid tehnoloogiaid.

Adsorptsioonil põhinevad tehnoloogiad on üldiselt efektiivsed võrdlemisi saasteaine-väheste gaasivoogude puhastamiseks, uttegaasis on aga saasteainete kontsentratsioon selle tehnoloogia rakendamiseks liiga kõrge.

Uuritud on ka hapniku eemaldamist vesinikuga reageerimisega. Selle meetodi puhul võib probleemseks osutuda sobiva katalüsaatori leidmine. Kõrge $H_2S$ sisalduse tõttu peab katalüsaator olema väävli suhtes vastupidav.

### 15.2.4 Absorptsioon

Absorptsiooni kasutatakse tööstuslikult gaaside puhastamiseks soovimatutest komponentidest või väärtuslike komponentide eraldamiseks. Gaasi kokkupuutel absorbendiga lähevad gaasid üle vedelikku. Eristada saab füüsikalist ja keemilist absorptsiooni.

Füüsikaline absorptsioon põhineb komponentide üksteises lahustuvusel. Lahustuvus ise on füüsikaline nähtus, mis sõltub komponentide molekulidevahelistest jõududest. Üks ühend võib olla teises lahustuv või mittelahustuv. Üldiselt on aine lahustuvus lahustis piiratud lahuse küllastumisega. Absorptsiooni põhimõte seisnebki osade gaasikomponentide lahustamises vedelikus, eesmärgiga eemaldada need komponendid gaasist. Absorbendi valimisel peab arvestama eemaldatava komponendi piisavalt kõrge lahustuvusega selles.

Keemiline absorptsioon põhineb lahustuva aine ja absorbendi vahelisel keemilisel reaktsioonil, mille tulemusena tekib uus ühend. Näiteks on keemiline absorptsioon $CO_2$ ja $H_2S$ eemaldamiseks kasutatav amiinabsorptsioon [49].

Õli absorptsiooni puhul osa gaasidest lahustuvad absorbendina kasutatavas õlis ja eraldatakse niimoodi mittelahustuvatest gaasikomponentidest. Tööstuses kasutatakse vedelaid raskeid süsivesinikke (nonaan, dekaan ning raskemad) teiste süsivesinike eraldamiseks gaasisegust. Protsess viiakse läbi toatemperatuuril, kui gaasist soovitakse eraldada vaid raskemaid süsivesinikke. Kergemate süsivesinike (etaan, propaan) eraldamiseks tuleb protsessi lisada külmutamise etapp [50].

Õli absorptsioon oli varem põhiline meetod bensiini eraldamiseks, kuid tänapäeval kasutatakse seda madala efektiivsuse ja kõrgete kulude tõttu vähem. Vastava seadme põhiosad on absorptsiooni- ja eralduskolonn. Süsivesinike absorbeerimiseks gaasist kasutatakse tsirkuleerivat õlivoogu. Absorberis voolavad puhas õli ja gaas teineteisega vastuvoolu. Voogude kokkupuutel imab õli kolonnis allapoole liikudes endasse gaasis sisalduvad süsivesinikud. Eralduskolonnis eraldatakse need süsivesinikud õlist destilleerimise teel. Saadud süsivesinikud eemaldatakse süsteemist, puhastatud õli taaskasutatakse [49].

### 15.2.5 Clausi protsess

Clausi protsess on kõige laialdasemalt levinud tööstuslik tehnoloogia vesiniksulfiidi $H_2S$ kõrvaldamiseks. Protsess koosneb mitmetest reaktsioonidest, nagu oksüdeerimisest ja pürolüüsist, ning tulemuseks on elementaarne väävel. Protsessi üldine reaktsioon on järgmine:

$$2H_2S + O_2 = S_2 + 2H_2O \quad (6)$$

Esimeses etapis toimub reaktoris osaline $H_2S$ põletamine:

$$H_2S + 1{,}5O_2 \rightarrow SO_2 + 2H_2O \quad (7)$$

Osaline põlemine saavutatakse põlemisõhu voolu kontrollides, hoides hapniku hulka madalamal kui täielikuks põlemiseks vaja. Põlemise tulemusena tekib $SO_2$ ja vabaneb soojust. Kõrge temperatuuri (üle 1000 ºC) ja $SO_2$ olemasolu tulemusena algab samas reaktoris protsessi teine etapp – põlemata $H_2S$ reageerib $SO_2$-ga:

$$2H_2S + SO_2 \rightarrow 1{,}5S_2 + 2H_2O \quad (8)$$

Umbes 70% $H_2S$-st muundatakse elementaarseks väävliks. Reaktsiooni gaasilised jäägid ($S_2$, reageerimata $SO_2$ ja põlemata $H_2S$) suunatakse utilisatsioonkatlasse edasiste reaktsioonide peatamiseks ning jahutatakse väävlikondensaatoris, kus gaasiline $S_2$ kondenseeritakse ja eemaldatakse.

Allesjäänud gaasid suunatakse edasi Clausi protsessi katalüütilisse osasse, kus Clausi reaktsioon käivitub uuesti katalüsaatorite abil. Põhiliselt kasutatakse katalüsaatorina poorset alumiiniumoksiidi ($Al_2O_3$). Tavaliselt on järjestikku kaks või kolm katalüütilist reaktorit, milles neutraliseeritakse vähemalt 98% algsest $H_2S$-st. Enne iga reaktorit eemaldatakse väävlikondensaatoris väävel ning viiakse gaasid reaktsiooniks vajalikule temperatuurile.

Clausi protsess on kahjuliku $H_2S$-i eemaldamisel efektiivne, kuid kui arvestada koostisosade potentsiaalse väärtusega, on protsess pigem ebaefektiivne. Elementaarne väävel on kasulik saadus, leides mitmesugust kasutust keemiatööstuses. Üle poole väävlist toodetaksegi just Clausi protsessil põhinevates seadmetes.

Kokkuvõttena võib märkida, et väävelvesiniku, hapniku jt kahjulike komponentide eraldamiseks on tehnoloogilised lahendused olemas, kuid testida oleks vaja uttegaasis leiduvate teiste ühendite mõju antud lahenduste toimimisele ja töökindlusele.

### 15.2.6 Komprimeerimine, CNG ja LNG tootmine

Mõned uttegaasi komponendid on võimalik gaasisegust eraldada lihtsalt komprimeerimise teel. See meetod põhineb asjaolul, et gaasis oleval komponendil, tulenevalt tema osarõhust on erinevad keemistemperatuurid ja aururõhud. Suure alkaanide ja dieenide sisalduse tõttu tuleb komprimeerimine läbi viia madalatel temperatuuridel, et vältida polümerisatsiooni.

Kõige lihtsam on eraldada raskemaid süsivesinikke: butaani, butüleeni, propaani ja propüleeni. Butaan ja butüleen kondenseeruvad rõhul alla 500 kPa ja jäävad vedelasse olekusse kuni temperatuurini 38 °C. Propaani ja propüleeni kondenseerumine toimub kõrgemate rõhkude juures, vastavalt 1400 kPa ja 1800 kPa. Tegu on rõhkudega, millised on vajalikud gaasikomponentide vedelfaasi säilitamiseks temperatuuridel kuni 38 °C [50].

Uttegaasist saab komprimeerimisel toota surugaasi (CNG) ja veeldatud maagaasi (LNG) või nendele sarnaseid kütuseid. Tootmisprotsess on mõlemal puhul sarnane. Siiski on oluline märkida, et CNG eeldab gaasi komprimeerimist kõrgetele rõhkudele, mis poolkoksgaasi puhul on väga komplitseeritud. Teoreetiline võimalus on küll dieene jms eemaldada, kuid on suhteliselt ebatõenäoline, et see ennast majanduslikult tasuks.

Surugaas leiaks kasutust transpordisektoris ja uttegaasi kasutamisest saadav tulu oleks suurem elektrijaamades põletamisest. Rasked süsivesinikud väljuvad uttegaasi segust surugaasi rõhul kuid etüleen jääb gaasilisse olekusse kui temperatuur on üle 10 °C. Kriitiline temperatuur etaani jaoks on 32 °C, üle selle temperatuuri on etaan gaasilises olekus, olenemata rõhust. Etaani olemasolu pole CNG-s probleemiks, kuna see on ka osa maagaasist. Samuti on uuringud näidanud, et etüleeni võib kasutada mootorikütusena. Ka lämmastikku pole vaja tingimata uttegaasist eemaldada, kuna sellel puudub sisepõlemismootorites kasutamisel negatiivne mõju. Lämmastik langetab temperatuuri põlemiskambris, mis omakorda vähendab $NO_x$ heidet [50]. Uttegaasist veeldatud gaasi tootmise korral kõik komponendid veeldatakse, surugaasi korral jäetakse need gaasilisse olekusse. Madalate temperatuuridega viiakse gaas vedelale kujule.

### 15.2.7 Destillatsioon

Nagu eelpool (ptk. 15.2.5) on mainitud, saab kindla rõhu juures uttegaasi komponente viia vedelfaasi. See omadus võimaldab kasutada destilleerimist nende eraldamiseks gaaside segust. Võimalik on kasutada destillatsioonikolonni, mille abil saab uttegaasist eraldada butüleeni, propüleeni, etüleeni, butaani ja propaani. Võrreldes destillatsioonikolonniga on külmutades destillatsioon efektiivsem. Seda kasutatakse näiteks maagaasist metaani eraldamiseks ja LNG tootmiseks [50].

Mauhar et al. on kirjeldanud propüleeni-propaani destillatsiooniprotsessi [51]. Seda näidet on sobilik kasutada, sest nende poolt kasutatud gaas on koostiselt suhteliselt sarnane uttegaasiga, olles segu propüleenist, propaanist, metaanist, etüleenist, C-4 fraktsioonist, heksaanist, veest, vesinikust, lämmastikust jt.

Artiklis on kirjeldatud seadme reaalseid tööparameetreid kasutades läbiviidud simulatsiooni, et hinnata erinevate tööparameetrite mõju protsessi tulemustele. Simulatsiooni eesmärk oli saada kõrge puhtusastmega (99,2%) propüleeni polüpropüleeni tootmiseks. Isegi väikestes kogustes võivad teised gaasid (näiteks vesi, etaan, etüleen, CO jt) deaktiveerida katalüsaatori, mida kasutatakse propüleenist polüpropüleeni tootmisel.

Propüleen tuleb propaanist ja teistest lisanditest puhastada destillatsioonikolonnis. Pärast kuivatamist suunatakse propüleenisegu destillatsioonikolonni, et eemaldada selle koostisse tõenäoliselt jäänud väike kogus vett ning tulemuseks saadakse soovitud kõrge puhtusastmega propüleen.

Kokkuvõtteks võib öelda, et arvestades eelpool toodud näites kasutatud gaasi sarnasust uttegaasiga on selge, et sarnase süsteemi saaks projekteerida ka erinevate komponentide (näiteks butüleeni, propüleeni, etüleeni, butaani või propaani) eraldamiseks uttegaasist, aga tööstuslikuks lahenduseks tuleks läbi viia uurimistöö kuid küsitav on meetodi majanduslik tasuvus. Tekkivate uttegaaside kogused on siiski suhteliselt väikesed ja uttegaase tekib eri

ettevõtetes erinevate kogustes ning nende kokkutoomine (torutransport) on praktiliselt peaaegu võimatu.

### 15.3 Hinnangud tehnoloogiliste skeemide kohta uttegaaside mitteenergeetiliseks väärindamiseks

Kokkuvõttena võib kriitiliselt öelda, et selleks, et valida välja kõige sobilikum tehnoloogia, tehnoloogilised skeemid ja väärindamisettevõtte konfiguratsioon uttegaaside töötlemiseks eesmärgiga saada sellest müügikõbilikke tooteid, on vaja:

- Piiritleda tehnoloogiale vastav gaaside koostis (alkaanide ja dialkaanide sisaldus jt);
- Tunda ja teada gaasides sisalduvaid saasteaineid (hapnik, happegaasid nagu $H_2S$, $CO_2$, merkaptaanid jt), millest tulenevad probleemsed polümeriseerimisprotsessid, seadmete korrosioon ja muud tehnilised raskused.

Polümerisatsioon on peamiseks takistuseks gaaside komprimeerimisel ja komponentideks lahutamisel. Antud protsess tekitab seadmete saastumisi ja ummistusi. Polümerisatsiooni nähtus on põhjustatud suurest alkaanide ja dialkaanide sisaldusest uttegaasis ning hapniku olemasolust, mis toimib reaktsioonide kiirendajana. Sõltumata valitud tehnoloogiast on vajadus gaaside töötlemisel kasutada kõrgeid temperatuure. Polümerisatsiooni toimeohu tõttu ei saa gaaside töötlemisel tõsta temperatuure rohkem kui ca 80 kraadi. Seega on vajalik komprimeerimisel kasutada soojusvaheteid kondensaatproduktide jahutamiseks. Kindlasti tuleb kavandada hapniku katalüütilist eemaldamist, et ära hoida näiteks amiinide lagunemist protsessis ja uuesti takistada polümerisatsioone.

Korrosiooni põhjustavad happelised gaasid, nagu $H_2S$, $CO_2$ ja merkaptaanid. Nende eemaldamise efektiivsusest tuleneb ka kasulike produktide spetsifikatsioon ja seadmete materjali valik.

Uttegaaside väärindamine eeldab järgmisi protsesse:

- Gaaside komprimeerimine ja puhastamine;
- Saadud vedeliku fraktsioneerimine / kondensaadi stabiliseerimine.

Esimene tehnoloogiline skeem: kui eesmärk on toota kergeid mootorkütuse komponente ja sünteetilist gaasi, oleks üheks protsessi osaks kondensaadi hüdrogeenimine ja selle järgnev fraktsioneerimine. Saaduseks oleks ka kõrgemal rõhul olev sünteetiline gaas, mida saaks kasutada kütusena gaasturbiini või sisepõlemismootori käitamiseks ehk elektri või soojuse tootmiseks.

Alternatiivseks tehnoloogiliseks lahenduseks oleks saadud sünteetilise gaasi osaline oksüdatsioon metanooli tootmiseks. Tooted oleksid kõrge rõhuga sünteetiline gaas metanooli tootmiseks ja stabiliseeritud gaasbensiin C5+. Siin tuleb rõhutada, et uttegaaside töötlemisel ja väärindamisel saadud tooted (metanool, stabiliseeritud gaasbensiin C5+) ei ole unikaalsed, neid toodetakse konventsionaalsetest toorainetest (maagaas, naftatöötlus).

Juhul, kui uutesse põlevkiviõli tootmisseadmetesse ei investeerita vaid käitatakse olemasolevaid seadmeid projekteeritud võimsusel, ulatuks uttegaasi (poolkoksgaasi) aastane kogus hinnaguliselt 280 miljoni $m^3$ aastas.

Olukorra analüüsi ja lahenduste leidmise teeb keerukamaks asjaolu, et kõik kolm põlevkiviõli tehast paiknevad üksteistest eemal. Ühe lahendusena oleks ühise torujuhtme ehitamine, kuid kahjulike ja korrosiooniaktiivsete komponentide olemasolu teeb torumaterjali valiku kalliks ja majanduslikult põhjendamatuks.

Lisaks piirab uttegaaside mitteenergeetilist kasutamist õlitootmise tsüklilisus ja uttegaasi koostise ja küttevääртuse kõikumine väga suurtes piirides.

On olemas lahendusi, millised võimaldaksid uttegaase kasutada keemiatoormena, kuid enamikel juhtudel peaks uttegaasi kvaliteet olema vastav valitud tehnoloogiale ja kõikumised koostises minimaalsed. Sellistel juhtudel tekib küsimus, mis on siis põhitegevus - kas õli tootmine või uttegaasi mitteenergeetiline kasutamine.

Erinevate tehnoloogiate kohta on isegi teoreetiliselt raske hinnangut anda, kas need sobivad uttegaasidele või millised probleemid võivad tekkida. Uttegaas on nii ebatüüpiline ja maailmas puudub tehnoloogiatarnijatel igasugune kogemus sellise gaasi väärindamiseks. Gaasis sisalduvad komponendid ja nende mõju tehnoloogia toimivusele ei ole kuigi täpselt teada.

# 16. Jäätmetekke vähendamise ja jäätmekäitluse tehnikad

## 16.1 Üldised põhimõtted

Põlevkiviõli tootmisel tekib lisaks põlevkiviõlile erinevaid protsessiväljundeid. Lähtuvalt jäätmeseaduse §-s 2 toodud jäätmete mõistest loetakse põlevkivituhka ja poolkoksi jäätmeteks. Samas ei tähenda see, et jäätmete mõiste kohaldub automaatselt kõikidele protsessis tekkivatele väljunditele - näiteks tuleb materjalivoo kõrvalsaadusena käsitlemiseks igal konkreetsel juhul hinnata, kas on täidetud jäätmeseaduse § $2^2$ tingimused. Tekkivaid jäätmeid saab uuesti materjalina kasutusele võtta ka juhul kui on läbitud taaskasutamistoiming ning on saavutatud jäätmete lakkamise staatus jäätmeseaduse § $2^1$ tingimustel. Juhul kui antud materjale ei ole võimalik taaskasutada, tuleb tagada keskkonnahoidlik ja nõuetele vastav kõrvaldamine. See hõlmab endas sobiva koha ja ladestamise meetodi valikut ning pikaajalist seiret. Seni on toimunud poolkoksi ja tuha ladestamine vastavalt direktiivile 1999/31/EÜ, täiendatud 2018/850 [52], [53]. Igasuguse tootmise üheks eesmärgiks peaks olema jäätmetekke vältimine ja vähendamine ning kui see ei ole võimalik, siis tekkivatest jäätmetest uute, teistes sektorites kasutatavate toodete tootmine. Sellisel juhul väheneb keskkonda ladestatavate jäätmete hulk ning on võimalik vähendada keskkonnast ammutatavate materjalide hulka. Juhul kui ei ole võimalik jäätmeid taaskasutada ning keskkonda ladestamine on vältimatu, tuleb tähelepanu pöörata ning perioodiliselt seirata kriitilisi parameetreid nagu materjalide stabiilsus, erinevate ainete keskkonda leostumine ning materjalide koostise võimalik muutus ajas sõltuvalt keskkonnatingimustest.

Põlevkivituhka ei liigitata Eestis alates 01.01.2020 enam ohtlikuks jäätmeks. Seni klassifitseeriti nimetatud tuhka ohtliku jäätmena peamiselt selle kõrgenenud kaltsiumoksiidi (vaba lubja) ning selle veega reageerimisel tekkiva kaltsiumhüdroksiidi (portlandiit) sisalduse tõttu.

Jäätmetekke vähendamiseks on lähtuvalt materjalide elutsüklist olulisemad tegevused prioriteetsuse järjekorras järgnevad [54]:

1) Jäätmetekke ennetamine (või taaskausutusvõimalike jäätmete osakaalu maksimeerimine);
2) Jäätmete korduskasutuseks ettevalmistamine (vastavalt konkreetsetele nõutavatele kvaliteedikriteeriumitele);
3) Jäätmete ringlussevõtt (jäätmematerjalide töötlemine toodeteks, materjalideks või aineteks, et kasutada neid nende esialgsel või muul eesmärgil. See ei hõlma jäätmete energiakasutust ja töötlemist materjalideks, mida kasutatakse kütusena või tagasitäiteks);
4) Jäätmete taaskasutamine (näiteks taaskasutamine energiaallikana).

Vastavalt jäätmekäitluse parima võimaliku tehnika (PVT) alastele järeldustele on põhiliselt kaks küttevääртust omavate tahkete jäätmete käitlemisviisi järgnevad [32]:

1) mehaaniline käitlemine – ettevalmistus vastava jäätme kasutamiseks kütusena (ei välistata, et mõne töötlemismeetodi tulemusena võib jäätme väljund olla muu kui kasutamine kütusena);

2) füüsikalis-keemiline töötlemine – samuti kasutamine kütusena või jäätme füüsikalis-keemilite omaduste muutmine selle küttevääртuse maksimaalseks rakendamiseks.

Samuti tuuakse materjaliefektiivsuse vaatepunktist välja jäätmete kasutamise võimalus teiste jäätmete töötlemiseks, näiteks pH reguleerimine aluseliste või happeliste jäätmetega või lendtuha kasutamine sideainena. Antud juhul on ilmselt tegu siiski põlemisprotsessis tekkiva tuhaga.

### 16.2 Jäätmetekke vähendamine keskkonnakomplekslubades

Keskkonnakomplekslubadel on toodud erinevad viisid jäätmetekke vältimise ja vähendamise kohta.

Enefit Power AS

Enefit Power AS puhul on vastavalt keskkonnakompleksloale KKL/176540 lubatud põlevkiviõli tootmisel põlevkivile lisada rehvihaket. Rehvihakke lisamisega väheneb jäätmeteke põlevkiviõli toodangu kohta. Rehvihakke osakaal ei tohi olla suurem kui 4 % toormest. Rehvihakke tootmisel peab teise astme purustamine ehk peenpurustamine toimuma suletud angaaris ning kogu välja suunatud õhk peab olema suunatud läbi aspiratsioonisüsteemiga varustatud ventilatsiooniava. Vaheladustatud rehvihakke puhul välditakse rehvihakke lendumist kõrval olevatele aladele. Kehtiva PVT rakendamiseks on ette nähtud toorme, abimaterjalide ning vee säästlik kasutamine (ehk antud juhul põlevkivi optimaalne kasutamine põlevkiviõli tootmisel). Samuti on jäätmetekke vähendamisele pööratud tähelepanu nii remonditöödes (asbesti sisaldavate materjalide asendamine asbesti-vabadega), toorme ettevalmistamisel ning käitlemisel (rehvihakke purustamine suletud angaaris, transport kinniste konveieritega ning sobivatel tingimustel vaheladustamine).

VKG Oil AS

VKG Oil AS keskkonnakompleksloas L.KKL.IV-198338 (Kiviter) on toodud, et ettevõte vähendab jäätmete teket läbi toorõlide filtreerimise ja fuusside vähendamise.

Keskkonnakompleksloas KKL/300389 (Petroter) on jäätmetekke minimeerimiseks märgitud, et jäätmed sorteeritakse ja kogutakse kohapeal liigiti VKG Oil AS jäätmete sorteerimise ja kogumise juhendi alusel. Lisaks on aga toodud toorme säästlik kasutamine, mis samuti aitab kaasa jäätmetekke vähendamisele. Toodangu kadude vähendamine (tootmisprotsessi automatiseeritus, bensiinifraktsiooni eraldamine fenoolvee puhastamise seadmes, protsessi käigus tekkiv tsirkulatsiooniõli suunatakse puhastamiseks tsirkulatsiooniõli puhastusseadmele), chillerid, protsessijuhtimise automaatika, fenoolvee puhastamise seade.

KKT Oil OÜ

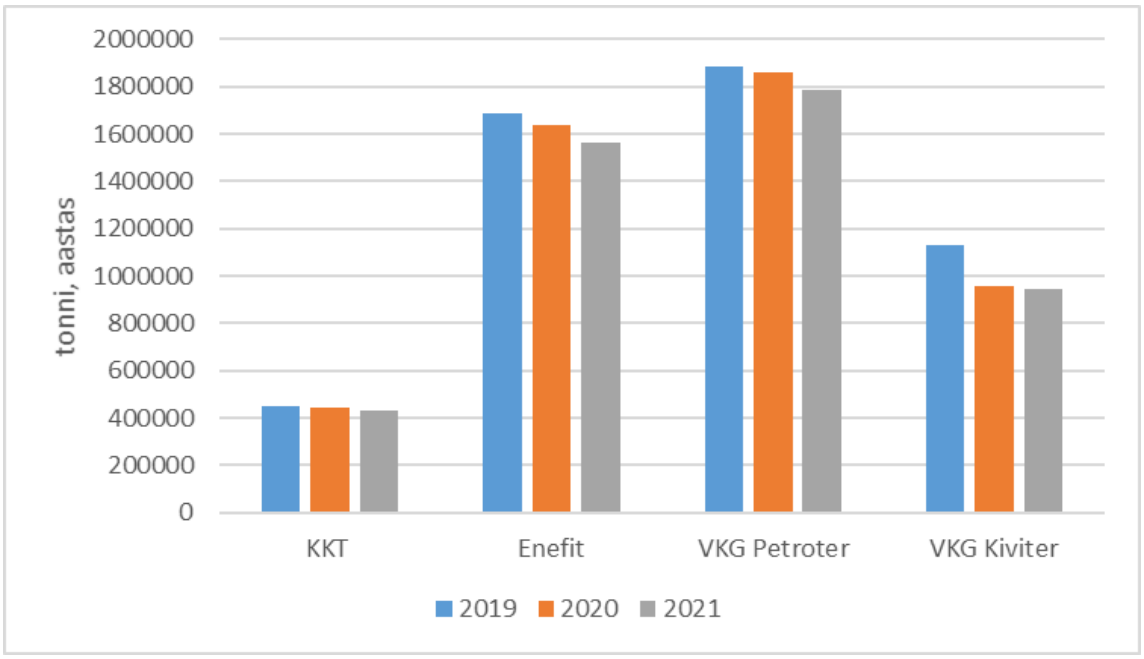
Lähtuvalt KKT Oil OÜ keskkonnakompleksloast L.KKL.IV-171223 tekib raskeõli puhastamisel dekanterites kuni 2300 t tuharikast raskeõli aastas. Tuharikka raskeõli tagastussõlmes toimub dekanteritest eemaldatud tuharikka raskeõli ettevalmistamine korduspürolüüsiks generaatorites koos põlevkiviga. Tuharikas raskeõli ja põlevkivi raskeõli

läbivad saadava segu voolavuse tagamiseks segaja ja suunatakse samaaegselt põlevkivi laadimisega läbi laadimiskarbi generaatori sulguri alla. Tuharikka raskeõli generaatorisse korduspürolüüsiks andmise süsteem on kinnine ja see kuulub õlitootmise protsessi koosseisu. Põlevkiviõli tootmise käigus moodustub kuni 9 990 t/a tuharikast raskeõli, mida kasutatakse peamiselt käitisesiseses tootmisprotsessis. Protsessipõhiselt moodustub tuharikas raskeõli põlevkiviõli tootmisel gaasigeneraatorites ja TSK seadmel ning samuti raskeõli puhastusseadmel põlevkivi raskeõli puhastamisel. Gaasigeneraatorite ja raskeõli puhastusseadme põlevkivi raskeõli töötlemise jääkide taaskasutamiseks on kasutusel tuharikka põlevkiviõli tagastussõlm, kust see pumbatakse torustiku kaudu ümber ja suunatakse korduvpürolüüsile gaasigeneraatorites. Tuharikka raskeõli korduvpürolüüsi tulemusel saadakse kerge- ja keskõli, generaatorgaas ning selles sisaldunud tuhk eemaldatakse protsessist koos poolkoksiga. TSK seadme kondensatsioonisüsteemis tekkiv põlevkivi raskeõli suunatakse tagasi seadme reaktorisse korduvpürolüüsile või pumbatakse generaatorseadme tuharikka põlevkiviõli tagastussõlme.

Fenoolveest ekstraheeritakse summaarsete fenoolide fraktsioon, mis leiab kasutamist keemiatööstuse toorainena, sh käitises vaikude tootmisel. Fenoolformaldehüüdvaikude tootmises kasutatakse toorainena põlevkivi termilisel töötlemisel tekkiva fenoolvee defenoleerimisel saadavaid summaarseid fenoole. Kuna vaikude tootmine on peatatud, segatakse summaarsed fenoolid põlevkiviõli hulka.

### 16.3 Jäätmete teke käitise põhiselt

Põlevkiviõli tootmisel tekkivateks jäätmeteks GSK meetodi puhul on poolkoks ja fenoolvesi ning TSK meetodi puhul lend- ja koldetuhk. Käitisepõhiselt tekkivad jäätmed on toodud Joonisel 16.1.




*Joonis 16.1. Tekkinud jäätmete kogused (tonnides) käitiste põhiselt aastatel 2019-2021* [55]

Jäätmete teke on olnud viimastel aastatel suhteliselt stabiilne ning on märgata ka kerget vähenemise tendentsi. Tekkivatest jäätmetest poolkoks, lend- ja koldetuhk ladestatakse täies ulatuses ning tekkiv fenoolvesi taaskasutatakse. [55]

### 16.4 Tuhkade kasutus mujal maailmas

Fossiilkütuste põlemisel tekkivate tuhkade kasutamine omab mitmeid eeliseid. Nende hulka kuuluvad näiteks väärtuslike toormaterjalide saamine, betooni vastupidavuse tõstmise kaudu ehitiste kvaliteedi tõstmine ning ehituse „rohelisemaks“ muutmine tõhustatud ressursikasutuse kaudu. Lisaks vähendab igasugune selline jäätmete taaskasutamine vajadust tekkivaid ainevooge keskkonda ladestada. Üldiselt kasutatakse söejaamade jäätmeid (kahanevas järjekorras) betoonilisandina, segatud tsemendi valmistamisel, tsemendisegu toorainena, teedeehituses ning betoon/tehiskividena [56]. Samuti kasutatakse söetuhka väetisena ja kaevanduste tagasitäiteks. Defineeritud toodete alla mahuvad nii kivisöe kui ka ligniidi põletamisel tekkinud tuhavood. Lendtuhka on betoonitööstuses edukalt rakendatud juba üle 50 aasta [57]. Lendtuha lisamisel tsemendile reageerivad selle komponendid kaltsiumhüdroksiidiga ning moodustuvad kaltsiumsilikaat ning kaltsiumaluminaat, mis on tuntud stabiilsete ühenditena. Seetõttu on tekkiv betoon tugevam ja vastupidavam, ka keemilistele mõjudele, ning vähem läbilaskev (just kloriidide ja sulfaatide osas). Samuti kulub lendtuha lisamisel betooni tootmiseks vähem vett. Kasutamise reaalsete näidetena võib Euroopa Söepõletuse Toodete Assotsiatsiooni (ECOBA) andmetel välja tuua Saksamaal asuvad Castor ja Pollux tornid (ehitatud ühisele plaatvundamendile, mis sisaldas 180 kg betooni ja 120 kg lendtuhka/$m^3$), Picasso torn Hispaanias (lendtuha lisandiga betooni kasutamine) ning East Bridge rippsillaühendus Funen ja Zealand saarte vahel Taanis. ECOBA hinnangul (hinnatakse kaudselt, põletatud kivisöe koguste abil) taaskasutatakse tekkinud lendtuhast veidi üle 40% ning koldetuhast ligi 45%.

Lähtudes jäätmete tekke vähendamise põhimõttest ja püüeldes jäätmeteta tehnoloogiate poole planeeritakse mujal maailmas uued õlitööstused koos tuha utiliseerimistehastega. Jiang ja kolleegid on kirjeldanud kompleksset süsteemi, mis ühendab nii põlevkivi pürolüüsi (retordis temperatuur 450 kuni 550 °C), põletamise kui sisaldab ka tuha käitlemise süsteemi [58]. Retordis tekivad suitsugaas (transporditakse osaliselt gaasipõletisse, et toota protsessi jaoks soojust), põlevkiviõli (läheb edasisele puhastamisele ja väärindamisele) ja poolkoks (kuivatatakse, purustatakse ning läheb sisendiks CFBC koldesse). Sellise süsteemi eeliseks on põlevkiviressursi kasutamise kõrgem efektiivsus, erinevate produktide (õli, gaas, elekter, jm) tootmise võimekus, madalam saasteainete tase ning tekkiva jäätme edukas kasutamine teise protsessi sisendina, vähendades nii energiakadusid.

Inspiratsiooni võib ammutada kivisöe põletamisel tekkivate jäätmete taaskasutamise näidetest [54]. Materjali sobivate omaduste tõttu on ligi 60% tekkivast põhjatuhast võimalik kasutada teedeehituses ning teistes pindamis- ja haljastustöödes. Ligi 70% lendtuhast kasutatakse tsemendi, betooni ja betoontoodete tootmiseks, samuti mördi, telliste, müüriplokkide, sillutus- ja kaevandusmördi tootmisel [54]. Lisaks on võimalik tekkivaid materjale kasutada kaevanduste tagasitäiteks. Biomassi või prügi madalatemperatuurilise (700-800 °C) gaasistamise käigus tekkivat lendtuhka on võimalik väetise toormena kasutada. Tuhas sisalduv süsinik on pinnasele kasulik kuna toitained leostuvad vähem ning mulla vettpidavus suureneb.

Samuti on eeliseks eelmainitud süsiniku stabiilsus, samas kui näiteks nisukõrte lisamisel mulda jääb sinna ainult mõni protsent süsinikku ning enamus eraldub põhiliselt $CO_2$-na.

### 16.5 Võimalikud viisid jäätmete vähendamiseks ja taaskasutuseks

Üldised tehnoloogiad vähendamaks emissioonide teket ning materjalide tarbimist on rakendatavad nii toorme valikul (koos-pürolüüs, rikastatud toorme kasutamine) kui ka jäätmete taaskasutamisel. Samuti on võimalik rakendada tehnoloogilisi muudatusi. Projekti „Innovatiivsed põlevkivi gaasistamise, pürolüüsi ja põletamise tehnoloogiad“ järeldustes on välja toodud, et kiirpürolüüsi rakendatavuse sobivusel oleks võimalik vähendada Eesti mootorikütuste impordisõltuvust, laiendada Eesti põlevkivikeemiatööstust, kiirendada selle arengut ning tõsta toodetavate vedelkütuste kvaliteeti [59].

VKG Oil AS-s on moderniseerinud toorõli ettevalmistuse ja puhastusprotsess, kus on mindud üle varasemalt setitamistehnoloogialt filtertehnoloogiale. Tehnoloogilise protsessi käigus saadakse peendispersne tuharikas kütus (ehk PDTRK), mida ei käsitleta jäätmetena, vaid pooltootena, mis suunatakse õlitootmiste Petroter I, II ja Petroter III tehnoloogilisse protsessi (trummelreaktoritesse täiendavaks pürolüüsiks koos põlevkiviga).

Poolkoksist poorse adsorbendi saamise osas alustas Tallinna Tehnikaülikool 2019.a projektiga PSG266 "Aktiveerimistingimuste mõju poorse süsiniku valmistamisel põlevkivist" [60]. Tuleb silmas pidada, et antud projekti käigus ei kasutata mitte tööstuslikke poolkokse, vaid tingimuste optimeerimiseks valmistatakse kasutatavad poolkoksid laboratoorselt ning oluliselt väiksemas skaalas.

Põlevkivituhkasid on võimalik kasutada ka tsemendi tootmises. Näiteks alustati 2017. aastal projektiga CLEANKER, mille eesmärgiks on $CO_2$ sidumiseks integreerida tsementitootmise tehastesse kaltsiumi ringluse protsess [61]. Antud projekti raames on edukalt kasutatud põlevkivi põlemisprotsessi jääke, sealhulgas ka jääke Enefit280-st. Hinnanguliselt jääks põlevkivituha $CO_2$ sidumise võime vahemikku 0,043 – 0,18 kg $CO_2$ jäätmekilogrammi kohta. Põlevkiviõlitööstuses tekkivate jäätmete sobivust tsementitööstuse toormeks tuleks hinnata. Näiteks lendtuhk võib olla nii kaltsiumi kui alumiiniumi allikaks. Portland-tsemendi tootmisel on klinkri osakaal ligi 95% ning ülejäänu moodustab kips [62]. Definitsiooni kohaselt peab portland-tsemendis olema massi järgi vähemalt 2/3 kaltsiumsilikaate ning ülejäänud osa koosneb alumiiniumi ja rauda sisaldavatest klinkri faasidest ning teistest ühenditest. Samuti ei tohi olla CaO ja $SiO_2$ suhe vähem kui 2,0. Hinnanguliselt võiks lendtuha kogus portland-lendtuha tsemendi puhul olla vahemikus 6 kuni 35%. Lendtuha kasutamise eelisteks on selle osakeste sfäärilisus, mille tõttu on tsemendi töödeldavus suurem ning väheneb veevajadus.

Põlemisprotsesside käigus tekkivat tuhka on edukalt kasutatud väetiste tootmiseks, näiteks mullaparendaja Enefix tootmisel. Tootja andmetel suurendab mullaparendaja mikroelementide, nagu kaltsium, magneesium, fosfor, mangaan, vask, tsink ja räni, sisaldust mullas ning tasakaalustab mulla pH-taset. Poolkoksi sarnase kasutamise kohta leidub taolisi näiteid vähe. Näiteks Wang ja kaasautorid on kirjeldanud kolmekomponentset superabsorbenti – polüakrüülhappe, humiinhappe ning poolkoksi kombinatsiooni [63]. Selliste ainete kombineerimisel saadi multifunktsionaalne materjal, millest toitained vabanevad aeglaselt, tagades väetise pikaajalise toime. Samuti oli materjalil kõrgenenud vee talletamise võimekus, mis võib tõsta pinnase veepidavusvõimet põllumajanduses.

### 16.6 Jäätmetekked tehnoloogiapõhiselt

Põlevkivituhkade ohtlikkuse uuringu käigus kaardistati kõik Eesti põlevkivitööstuses tekkivad tuhavood ning määrati nende omadused [64]. Uuringu tulemuste põhjal võib väita, et taaskasutamise potentsiaali tuleb hinnata nii käitise- kui tuhavoo põhiselt. Nimelt on näidatud, et tahke ja gaasilise soojuskandja meetoditel protsessi käigus tekkivad jäätmed on erineva keemilise koostise ja füüsikaliste omadustega.

GSK meetodiga põlevkiviõli tootmisel tekib ohtliku jäätmena poolkoks. Kiviter (KKT) poolkoksi koostis on toodud Tabelis 16.2. Ohtlikkuse tingib orgaanilise aine sisaldus, mis põhjustab veeslahustuva orgaanika väljaleostumist ja teatud tingimustel ka poolkoksi isesüttimist (poolkoksi põlevaine sisaldus on keskmiselt 6,1-7,7% ja küttevääртus 2,5 – 2,6 MJ/kg). Poolkoksi leovesi on ka leeliseline (pH=ca 11 – 12). Poolkoksi peamine käitlemisviis on ladestamine prügilasse. Ladestamist vajavad kogused eri tehnoloogiate korral on 33 – 47% protsessi sisestatud põlevkivi kogustest ehk 2,0 – 3,2 tonni iga tonni põlevkiviõli kohta.

*Tabel 16.2. Poolkoksi koostis*

| **Element** | **Ühik** | **Kiviter (KKT)** |
|---|---|---|
| $CO_2$ | % | 24,4 – 26,3 |
| Põlevaine | % | 6,1 – 7,5 |
| Läbi kuumutatud tuhk $A^d$ | % | 67,5 – 69,2 |

Vastavalt ettevõtete esitatud andmetele tekib Kiviter (VKG) puhul ladestatatavat poolkoksi 0,51 $t/t_{pk}$. Protsessi iseloomust johtuvalt on Kiviter tehnoloogia sobilikum kõrgema küttevääртusega põlevkivi (Fischeri õlisaagis vähemalt 15%) töötlemiseks [17]. Kiviteri keemiline efektiivsus on 72-75% ning Soone ja Doilov on kirjeldanud, et 13,8 MJ/kg põlevkivi kasutamisel oli õlisaagis üsna kõrge, isegi 17,0 – 17,5%. Samuti tõid nad välja tekkiva poolkoksi ohtlikkuse reageerimata jäänud orgaanilise aine sisalduse tõttu – see pärsib materjali edasisi kasutusvõimalusi just nendes valdkondades, mis on näiteks põlevkivi põletamisel tekkivate tuhkade jaoks juba ammu välja töötatud.

TSK meetodil põlevkiviõli tootmisel on peamiseks tekkivaks tahkeks jäätmeks tuhk, mille orgaanilise aine sisaldus on kordades madalam kui GSK meetodil tekkivatel jäätmetel. Vastavalt VKG Oil AS andmetele tekib TSK meetodi väljundina ladestatavat tuhka 0,527 - 0,542 $t/t_{pk}$. Nagu eelpool mainitud, liigitatakse alates 01.01.2020 põlevkivituhk mitteohtlike jäätmete alla. Tabelis 16.3 on toodud Petroter ning TSK500 käitistest tuhaväljale transporditava tuha koostis. Tabelist on näha, et koostise põhjal sobiks tsemendi toormeks paremini TSK500 tuhk. Petroteri puhul ei määrata antud parameetreid iga-aastaselt. TSK500 puhul on andmed aastast 2017 (välja arvatud vaba kaltsium, selle andmed on aastast 2019) ning sulgudes on esitatud 2021. aasta üksikproovi andmed.

*Tabel 16.3. Tuhaväljale transporditava tuha koostis (massi%)*

| Näitaja | Ühik | Petroter | TSK500 |
|---|---|---|---|
| $CaO_{üld}$ | % | 16,8 | 53 (29,4) |
| $SiO_2$ | % | 39,36 | 5,1 (21,8) |
| $Al_2O_3$ | % | 9,03 | 1,8 (4,6) |
| $Fe_2O_3$ | % | 5,59 | 3,2 (4,3) |
| MgO | % | 4,43 | 10,8 (8,9) |
| $K_2O$ | % | 4,58 | 0,8 (2,4) |
| $Na_2O$ | % | 0,3 | 0,4 (0,2) |
| $CaO_{vaba}$ | % | – | 0,88-3,45 (0,05) |
| $SO_3$ | % | – | 6,7 |

Tuhaohtlikkuse uuringus näidati, et Enefit280 tehnoloogiate tuhad on morfoloogiliselt ja osaliselt ka koostiselt sarnased CFBC tuhkadega ning on madala orgaanilise (põlemata) osa sisaldusega. Petroteri ja Enefit140 tuhk on homogeense koostisega ning selles domineerivad räni ja kaltsium, vastavalt ~10% ja 27% sisaldusega. Väävli sisaldus jääb vahemikku 2-3%. Orgaanilise jääksüsiniku $C_{org}$ sisaldus varieerub vahemikus 1-2,5%. Mineraalse koostise aspektis on TSK tuhkades valdavateks komponentideks kaltsiit ja dolomiit (vastavalt 31% ja 7% sisaldus) ning kvarts ja K-päevakivi (mõlemat ~15%). Lisaks on tuvastatav vaba lubi keskmise sisaldusega 3,5% ning spetsiifilise mineraalse faasina oldhamiit (CaS), mille sisaldus on ligikaudu 4%. TSK tuhk (Petroter) sisaldab näiteks elektrijaamade tuhkadega võrreldes rohkem jääkorgaanilist ainet, seejuures on Petroter tehnoloogias tekkiv tuhk umbes 2 korda madalama jääkorgaanilise aine sisaldusega kui Enefit140 tehnoloogias tekkiv tuhk, mis sisaldab kuni 7% orgaanilisi komponente.

Enefit280 seadme tuhkade orgaanilise süsiniku sisaldus CFBC koldetuhas ja lendtuhkades ei erine olulisel määral põlevkivi PC ja CFBC otsepõletuse tuhkadest, jäädes alla 1%. Seevastu Enefit140 tuhkades on orgaanilise süsiniku sisaldus kordades kõrgem (2-6%), kusjuures elektrifiltri tuhas on sisaldus kõrgeim (6%). Selle põhjuseks on tehnoloogiline eripära: aerofontäänkuivatis eraldub jämedamast põlevkivifraktsioonist põlevkivi peenfraktsioon, mis juhitakse koos aerofontäänkolde tuha peenfraktsiooniga elektrifiltrisse kuna puudub utilisatsioonikatel.

Võrreldes Enefit280 tuhka Petroter ja Enefit140 tuhaga on kõige sisulisem erinevus mineraalses koostises CaS-faasi puudumine Enefit280 tuhas. Oldhamiit on CaS-faas, mis on eriti iseloomulik TSK tuhale ja seda ei teki elektrijaamade tuhkades. Oldhamiit moodustub hapniku puudumisel CaO ja $SO_2$ vahelises reaktsioonis. Enefit280 tuhkade mineraalne koostis näitab, et mitmete sekundaarsete reaktiivsete faaside (nt lubi, belliit-$C_2S$) sisaldused on väga madalad. Sarnaselt teiste TSK tehnoloogiate tuhkadega sisaldab Enefit280 tuhk eriti vähesel määral (<5%) lubja (CaO) ja/või portlandiidi [$Ca(OH)_2$] faase, mis on otseselt tingitud karbonaatsete mineraalide vähesest lagunemist integreeritud CFBC osas.

Võrreldes tehnoloogiaid – gaasilise soojuskandja meetodil tekib protsessi käigus ladestatavat poolkoksi 0,468 $t/t_{pk}$, ent tahke soojuskandja meetodil tekib ladestatavat tuhka 0,60 $t/t_{pk}$.

# 17. Põlevkiviõli tootmisel tekkiva fenoolvee töötluse tehnikad ja nende toimivus

## 17.1 Sissejuhatus

Tekkiva uttevee (fenoolvee) kogus ja koostis sõltuvad põlevkiviõli tootmisel kasutatavast tootmismeetodist. Gaasilise soojuskandja meetodil põhineval Kiviter tehnoloogial tekib fenoolvett suurtes kogustes (~150 kg 1 tonni põlevkivi kohta) ja seda saab kasutada keemiatööstuse toorainena. Nimelt fenoolvee defenoleerimisel (ekstraktsioonil lahustiga) saadud summaarsete fenoolide destillatsioonil saadakse erinevad fenoolide fraktsioonid, mida turustatakse kaubaartiklitena.

Tahke soojuskandja meetodil põhinevatel tehnoloogiatel tekib fenoolvett vähem kui Kiviter tehnoloogiatel (~20 – 25 kg 1 tonni põlevkivi kohta).

Põlevkiviõli tootmises tekkiva fenoolvee puhul on oluline silmas pidada järgmist:

- fenoolvesi sisaldab erinevaid fenoole ja resortsinoole ja on seega väärtuslike produktide allikas;
- fenoolne reovesi on tugevalt saastunud tööstuslik reovesi, mis tuleb enne loodusesse suunamist puhastada nii, et heitvesi vastaks keskkonnanõuetele. Kuna fenoolvesi sisaldab ühe- ja kahealuselisi fenoole ja teisi toksilisi saateaineid, siis enne biopuhastusse suunamist tuleb fenoolvett eelpuhastada;
- tehnoloogilise veena on fenoolvesi retsirkuleeritav tööstusprotsessis või kasutatav muul viisil põlevkiviõli tootmise protsessis.

TSK seadmetes tekkiva fenoolvee eelpuhastamine ja Kiviter tehnoloogia kasutamisel tekkiva fenoolvee kasutamine keemiatööstuse toorainena leiab kasutust VKG Oil AS-s. Ülevaade KKT Oil OÜ-s ja Enefit Power AS-s käesoleval ajal rakendatavatest reovee töötlemise ja puhastamise meetoditest on esitatud eelpool peatükides 12.7.2 ja 12.7.3.

Enefit Power AS-s õlitööstuse tootmisprotsessis tekkiv uttevesi kasutatakse ettevõttele kuuluva naabruses asuva Eesti Elektrijaama kateldes $SO_2$ vähendamise eesmärgil (ettevõtte keskkonnakompleksluba L.KKL.IV-172516). Kateldes tõuseb temperatuur piisavalt kõrgele, et ära põletada sinna suunatavad fenoolid. Aluseks on Tallinna Tehnikaülikooli uuring: „Uttevee kasutamise katsed Eesti Elektrijaama energiaploki katlal E08-K2" ,Tallinn, 2018 [83].

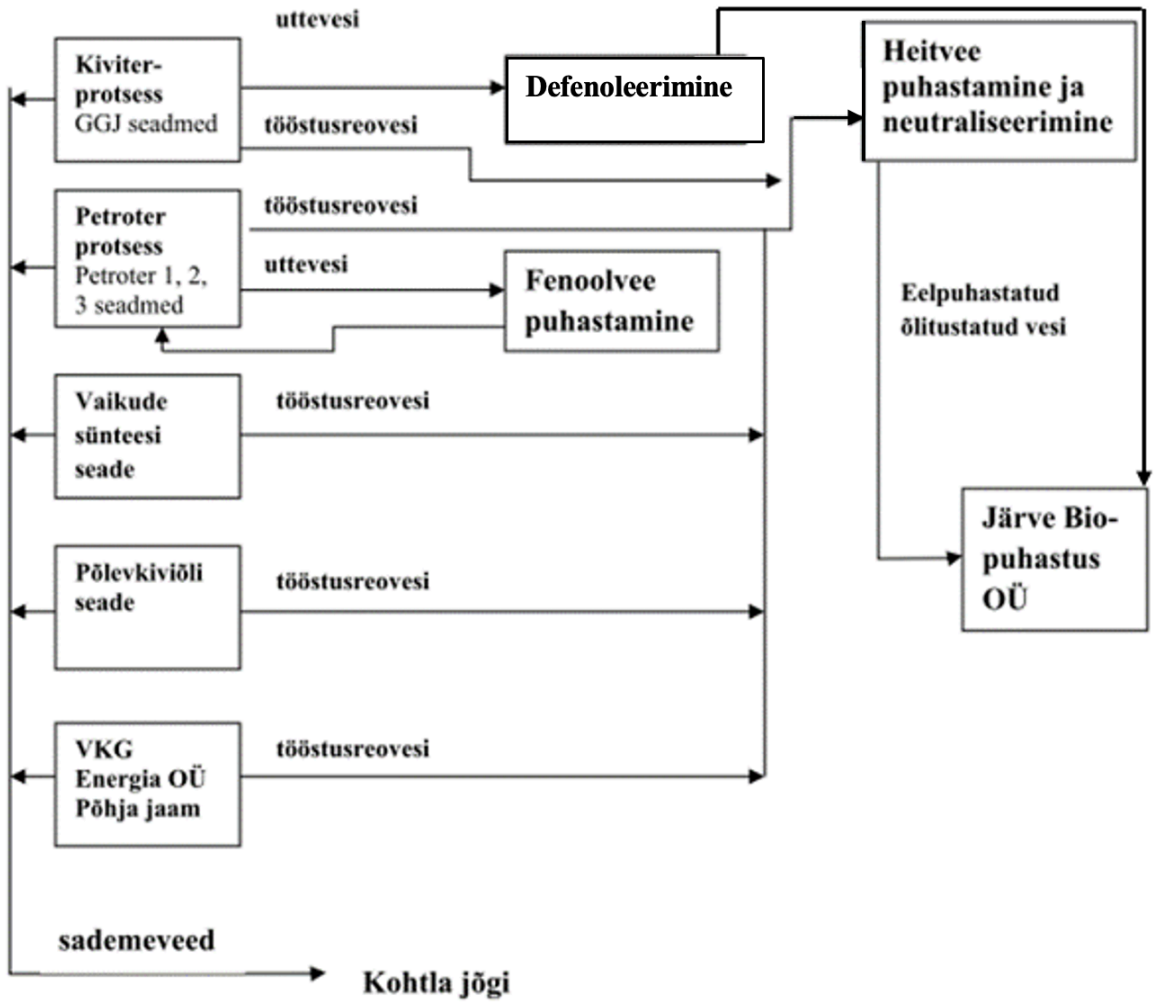
Järgmistes alapeatükkides esitatakse ülevaade VKG Oil AS-s käesoleval ajal rakendatavatest fenoolvee töötlemise ja puhastamise meetoditest.

### 17.2 Fenoolvee käitlemine reoveena

#### 17.2.1 VKG Oil AS-s tekkivate reovete puhastamine

Põlevkiviõli tootmisel VKG Oil AS-s tekivad järgmised reoveed (joonis 17.1 VKG Oil AS veekasutuse skeem):

- tööstuslik reovesi (s.h uttevee defenoleerimisel saadud fenoolne reovesi);
- olmereovesi;
- sadevesi.




*Joonis 17.1 VKG Oil AS õlitootmises tekkivate reovete puhastamine*

Fenoolvesi tekib Kiviter- ja Petroter-protsessides. Fenoolvee töötlemisel tekkiv jm tööstuslik reovesi on tugevalt saastunud ja toksiline, mistõttu vajab see enne OÜ-le Järve Biopuhastus juhtimist eelpuhastust. Arvestades reovee voogude erinevat vooluhulka ja saasteainete sealhulgas fenoolide sisaldust toimub reovete puhastamine järgmiselt (joonis 17.1):

– *Kiviter*-protsessi fenoolvesi juhitakse kõigepealt defenoolimisseadmesse ning sealt tulev defenoolitud vesi suunatakse eelpuhastusele heitvee puhastamise ja neutraliseerimise tsehhi, eeltöötluse läbinud tööstuslik reovesi juhitakse OÜ-le Järve Biopuhastus;

– *Petroter*- protsessi fenoolvesi suunatakse Petroteri fenoolvee puhastamise seadmesse ning puhastatud vett kasutatakse tootmisseadmete Petroter I, II ja Petroter III tehnoloogilises protsessis;

– VKG Oil AS erinevatest tsehhidest ning seadmetest kogutud tööstusreovesi ning kõikidest hoonetest pärit olmereovesi suunatakse eelpuhastusele heitvee puhastamise ja neutraliseerimise tsehhi ning saadud õlitustatud vesi suunatakse OÜ-le Järve Biopuhastus ja osaliselt ka ka tuha niistamiseks prügilasse suunamisel.

– VKG Oil AS sademe- ja reovee kanalisatsioon on lahkvoolne. Sademevesi kogutakse kogu ettevõtte territooriumilt ning juhitakse väljalasku Kohtla jõkke.

### 17.2.2 VKG Oil AS fenoolse reovee eelpuhastus

VKG Oil AS-is on kolm vee eelpuhastussüsteemi (joonis 17.1):
- defenoleerimisseade;
- heitvee puhastamise ja neutraliseerimise tsehh;
- Petroteri fenoolvee puhastamise seade.

***Defenoleerimisseade***

Defenoleerimisseadmes toimub põlevkivi utmise ja õlide setitamise protsesside käigus tekkiva fenoolvee puhastamine fenoolidest ning osaliselt ka õlidest. Seadme defenoleerimise osakond on võimeline ümber töötlema kuni 491 tuh $m^3$ fenoolvett aastas. Fenoolvee defenoleerimise käigus eraldatakse kuni 5300 t/a summaarseid veeslahustuvaid põlevkivifenoole. Antud tootmisprotsessi loetakse jäätmevabaks, kuna tahkeid ega vedelaid jäätmeid ei teki.

Defenoleerimisseadme koosseisu kuulub 3 osakonda:
- defenoleerimise osakond (fenoolide ekstraheerimine veest lahustiga);
- fenoolide destillatsiooni osakond (summaarsete fenoolide lahutamine fraktsioonideks);
- puhaste fenooltoodete osakond (2-metüülresortsiini ja 5-metüülresortsiini kontsentraadi tootmine).

Kõigis kolmes osakonnas on kasutusel kolonnid, milles toimuvad ekstraheerimise ja rektifikatsiooni protsessid. Ekstraheerimine toimub fenoolide defenoleerimise osakonnas, kus eraldatakse reoveest summaarsed fenoolid (ekstrahendina kasutatakse lahustit). Rektifikatsiooni ehk destillatsiooni protsessis toimub summaarsete fenoolide lahutamine fraktsioonideks ning peenkeemiatoodete valmistamiseks.

***Heitvee puhastamise ja neutraliseerimise tsehh***

Heitvee puhastamise ja neutraliseerimise tsehhis puhastatakse reovett kolmes etapis:
- mehaaniline eelpuhastus;
- setitamine mahutites;
- järelpuhastus flotatsiooniseadmetes.

Seadme ülesandeks on territooriumil asuvate seadmetes tekkiva reovee puhastamine põlevkivi töötlemisjääkidest. Õli sisaldus reovees pärast teistkordset flotatsiooni ei ületa 20 mg/l. Süsteemis on võimalik käidelda 850 000 $m^3$ reovett aastas. Puhastamise protsessi käigus eraldatud õlid suunatakse tagasi tehnoloogilisse protsessi.

Järgnevalt on esitatud heitvee puhastamise ja neutraliseerimise tsehhi puhastusetappide kirjeldus.

*Mehaanilise eelpuhastuse* käigus läbib vesi esmalt võrepüünise, kus toimub reovee puhastamine suurtest mehhaanilistest lisanditest. Võrepüünise läbinud vesi suunatakse edasi separaatorite settekambritesse, kus toimub vee voolu ühtlustamine ja vee puhastamine mudast. Settekambri ülevoolu kaudu voolab vesi edasi separaatori plaatidega täidetud osasse, kus toimub kergeõli ja muda eemaldamine veest. Muda separaatori settekambritest ja mudakogujatest suunatakse tihendajasse, kus toimub muda ning vee eraldamine tsentrifugaaljõu mõjul.

Mehaaniliselt eelpuhastatud vesi pumbatakse *vertikaalsetesse settemahutitesse*, kus vesi settib (settimise aeg sõltub reostuse liigist ja astmest). Vee eelpuhastuse ja täiendava setitamise käigus väljasettinud kergõli suunatakse teistkordseks settimiseks mahutitesse, kus kogutud õli pumbatakse raske-, kerg- ja keskõli ettevalmistuse seadmele edaspidiseks kasutamiseks tehnoloogilises protsessis.

Settemahutites selitatud vesi suunatakse edasi *järelpuhastusele flotatsiooniseadmetele*, kus toimub täiendav õli ja tahkete osakeste eemaldamine reoveest. Reovee puhastusprotsessi tulemusena saadud õlitustatud vesi suunatakse edasi bioloogiliseks puhastuseks OÜ-le Järve Biopuhastus või kasutatakse tuha täiendavaks niisutamiseks poolkoksiprügilas.

***Petroteri fenoolvee puhastamise seade***

Petroter I, II ning Petroter III seadmetest suunatakse fenoolvesi ühisesse fenoolvee puhastamise seadmesse. Seade valmis 2015. aasta lõpus, selle tulemusena ei suunata vett enam defenoleerimisseadmesse. Fenoolvee puhastusseadme tootlikkus on 16-27 $m^3$/h.

Petroteri tehnoloogilises protsessis tekkinud fenoolvesi juhitakse läbi soojusvaheti stripping-kolonni. Stripping-kolonn on varustatud sõeltaldrikutega ning on ette nähtud enamuse orgaaniliste lahustite aurude ja lahustunud gaaside eemaldamiseks veest. Kolonni alumisse ossa juhitakse läbi barbotööri ülekuumendatud veeauru, kolonnis toimub orgaaniliste lahustite ja lahustunud gaaside desorptsioon veefaasist aurufaasi. Puhastatud vesi koguneb kolonni põhja ning see pumbatakse läbi soojusvaheti puhastatud vee mahutisse või vajadusel fenoolvee mahutisse. Puhastatud vesi suunatakse tagasi tootmisüksuste Petroter I, II ja III tehnoloogilisse protsessi.

Aurud stripping-kolonni ülemisest osast juhitakse kondensaatorjahutisse, mida jahutatakse ringlusveega, kus nad kondenseeruvad osaliselt. Saadud kondensaat suunatakse osaliselt tagasi stripping-kolonni ning ülejäänud juhitakse läbi soojusvaheti separaatorisse, kus toimub vee ja orgaanika gravitatsiooniline separeerimine tiheduste erinevuse tõttu. Vesi, mis sisaldab teatud määral vees lahustuvaid orgaanilisi ühendeid, suunatakse separaatorist mahutisse ning kasutatakse Petroter I, II ja III tehnoloogilises protsessis. Orgaaniline osa ehk põlevkivibensiin pumbatakse separaatorist põlevkiviõlide seadmesse.

Kondensaator-jahutis mittekondenseerunud aurud suunatakse läbipesukolonni. Läbipesukolonn on varustatud struktureeritud täidisega ja seda niisutatakse järveveega. Kondenseerumata gaasid suunatakse pärast läbipesu kolonni õhupuhuriga uttegaasi. Vesi kolonni alumisest osast pumbatakse mahutisse.

Vältimaks fenoolvee puhastusseadme tehnoloogiliste aparaatide ummistumist soolade ja tahkete osistega teostatakse nende perioodilist läbipesu. Fenoolvee puhastusseadme perioodiline läbipesu toimub bensiinifraktsiooniga, mis ringleb tootmistsüklis. Seega mingeid seirest välja jäävaid aineid ei kasutata.

Kõigi kolme protsessi puhul jälgib VKG Oil AS labor vee keemilise koostise põhinäitajaid. VKG Oil AS andmetel on reovee eelpuhastuse puhastusefektiivsus 88-94%. Saasteainete sisaldus eelpuhastatud reovees on kõrge ning reovett ei ole võimalik juhtida otse looduskeskkonda, vaid tuleb suunata täiendavalt regionaalsesse biopuhastisse.

VKG Oil AS-is eelpuhastatud reoveed suunatakse OÜ-le Järve Biopuhastus. VKG Oil AS poolt OÜ-le Järve Biopuhastus üleantava vee kogused aastate lõikes on esitatud tabelis 17.1. OÜ-le Järve Biopuhastus suunatava reovee kvaliteedi näitajad on esitatud tabelis 17.2.

*Tabel 17.1 VKG Oil AS poolt OÜ-le Järve Biopuhastus üleantava vee kogus (tuhat $m^3$/a)*

| Teistele antav vesi | | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | Keskmine |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OÜ Järve Biopuhastus | Õlitustatud vesi | 843,1 | 341,2 | 148,7 | 484,8 | 585,0 | 480,6 |
| | Defenoleeritud vesi | 126,9 | 377,3 | 413,3 | 463,8 | 432,0 | 362,7 |
| | Kokku | 970 | 718,5 | 562,0 | 948,6 | 1017,0 | 843,2 |

*Tabel 17.2 OÜ-le Järve Biopuhastus suunatava reovee näitajad*

| Seira-tavad näitajad | Ühik | 2016 | | 2017 | | 2018 | | 2019 | | 2020 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | aasta kesk-mine | max | aasta kesk-mine | max | aasta kesk-mine | max | aasta kesk-mine | max | aasta kesk-mine | max |
| pH | | 6,76 | 8,3 | 6,56 | 8,6 | 6,79 | 8 | 7,48 | 8,8 | 7,88 | 9,4 |
| $BHT_7$ | mg/l | 1400 | 1500 | 1330,4 | 1550 | 1472,73 | 1850 | 1546,18 | 1840 | 1300,33 | 1800 |
| KHT | mg/l | 3706,96 | 4760 | 3762,27 | 4928 | 4329,56 | 6692 | 3888,47 | 5152 | 3778,07 | 5460 |
| Ühealu-selised fenoolid | mg/l | 2,66 | 5,13 | 4,09 | 55,3 | 1,8 | 7,17 | 3,91 | 56,85 | 10,99 | 510 |
| Kahealu-selised fenoolid | mg/l | 18,41 | 45,9 | 24,3 | 73,7 | 104,32 | 489 | 84,66 | 448 | 50 | 2228 |

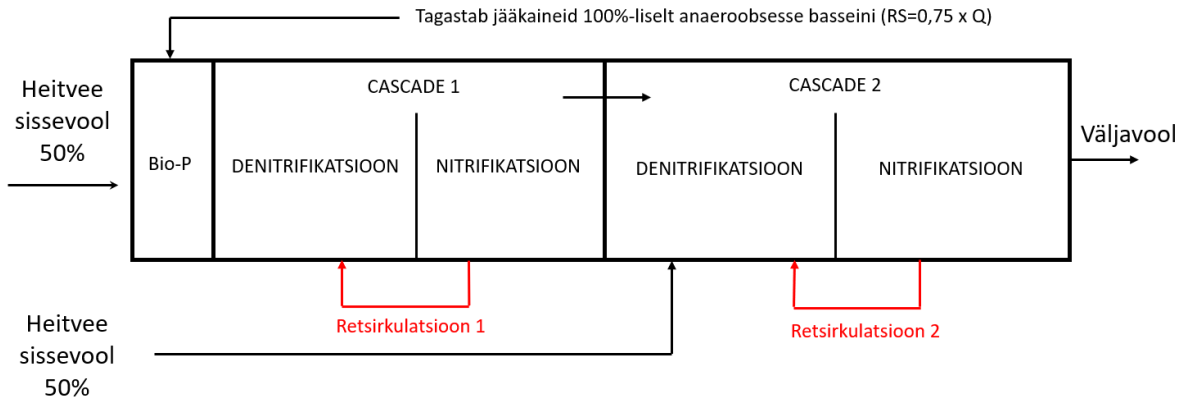
| Seira-tavad näitajad | Ühik | 2016 | | 2017 | | 2018 | | 2019 | | 2020 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | aasta kesk-mine | max | aasta kesk-mine | max | aasta kesk-mine | max | aasta kesk-mine | max | aasta kesk-mine | max |
| Üld-lämmastik | mg/l | 437,14 | 522 | 473,9 | 549 | 512,4 | 611 | 495,5 | 669 | 467,5 | 669 |
| Õli | mg/l | - | - | 32,4 | 32,4 | - | - | - | - | 477,8 | 505 |
| Nafta-saadused | mg/l | 0 | 0 | 3,08 | 4,3 | 2,84 | 4,1 | 1,56 | 3,4 | 42,54 | 112 |
| Sulfaadid | mg/l | 218,8 | 342 | 221,61 | 404 | 152,17 | 398,5 | 128,32 | 272 | 142,52 | 271 |
| Sulfiidid | mg/l | 5,02 | 22,4 | 4,17 | 35 | 7,98 | 32,9 | 7,13 | 48,1 | 9,4 | 96 |
| Heljum | mg/l | 64 | 168 | 33,21 | 100 | 26,68 | 67 | 36,34 | 272 | 29,51 | 108 |
| Kloriidid | mg/l | 358 | 574 | 272,36 | 449 | 247,41 | 396,3 | 195,36 | 357 | 266,22 | 397 |
| Üldfosfor | mg/l | 0,12 | 0,31 | 0,14 | 0,62 | - | - | - | - | - | - |

### 17.2.3 Eeltöödeldud reovete biopuhastus OÜ-s Järve Biopuhastus

Alljärgnevalt esitatakse OÜ Järve Biopuhastus reovete puhastusprotsessi ülevaade.

VKG Oil AS eelpuhastatud tööstusreovesi ja fenoolvesi suunatakse OÜ-sse Järve Biopuhastus biopuhastusele. Sinna suunatakse puhastusele ka KKT Oil OÜ ja teiste Kohtla-Järve piirkonna tööstusettevõtete tööstusreoveed ning linna olmereoveed.

OÜ Järve Biopuhastus bioloogiline reoveepuhastus töötab läbivoolse aktiivmudapuhasti põhimõttel, kus erinevates mahutites toimub orgaanilise aine (väljendatuna $BHT_7$) ning biogeenide (üldlämmastik ja üldfosfor) ärastus. Puhasti skeem on esitatud joonisel 17.2.




*Joonis 17.2 OÜ Järve Biopuhastus reovee biopuhasti skeem*

***Orgaanilise aine biolagundamist*** aktiivmudaprotsessis viivad aeroobsetes tingimustes läbi heterotroofsed mikroorganismid, kes kasutavad oma elutegevuseks orgaanilist süsinikku, lagundades orgaanilised ühendid $CO_2$-ks ja veeks. Orgaanilise aine lagundamine toimub ka anoksilistes tingimustes, kus hapniku allikaks on nitraatlämmastik. Lisaks toimub aktiivmudapuhastis eri liiki bakterite vahendusel (nt fosforit akumuleerivad bakterid) orgaanilise aine sidumine bakteri massi ka anaeroobses osas.

***Lämmastikuärastus***

Lämmastikuärastus OÜ-s Järve Biopuhastus põhineb bioloogilisel nitrifikatsiooni-denitrifikatsiooniprotsessil, mis koosneb järgmistest etappidest:

- *ammonifikatsiooniprotsess* – reovees leiduvate orgaaniliste lämmastikuühendite muundamine ammooniumlämmastikuühenditeks anaeroobsetes tingimustes;
- *nitrifikatsiooniprotsess* - ammooniumi konversioon nitraadiks nitrifitseerivate bakterite abil aeroobsetes tingimustes kõigepealt nitritiks $NO_2$-N (nitrifikatsiooni I etapp), seejärel nitraatseks lämmastikuks $NO_3$-N (nitrifikatsiooni II etapp);
- *denitrifikatsiooniprotsess* - nitraatide konversioon gaasiliseks lämmastikuks ($N_2$) denitrifitseerivate bakterite toimel anoksilistes tingimustes.

Kui traditsioonilises protsessis toimub aktiivmuda ja reovee retsirkulatsioon nitrifikatsiooni- ja denitrifikatsioonitsoonide vahel, siis Kohtla-Järve reoveepuhastis suunatakse osa reovett teise hapnikuvabasse mahutisse peale aeratsioonimahutit. See tehnoloogia annab mõnevõrra suurema lämmastiku ärastusefektiivsuse, kuid sarnaselt traditsioonilisele denitrifikatsioonile on protsessi efektiivsus limiteeritud, kuna lisaks orgaanilisele ainele sisaldab reovesi omakorda ka lämmastikku. Kui orgaanilise aine ja lämmastiku suhe on ebasoodne (orgaanilist ainet on vähe), et ei saavutata normidele vastavat heitvee lämmastikusisaldust. OÜ Järve Biopuhastus puhasti dimensioneerimise aluseks võetud sissevoolu korral ei teki orgaanilise aine puudujääki.

***Fosforiärastus***

OÜ Järve Biopuhastus reoveepuhastil on kasutusel kaks meetodit fosfori ärastamiseks: bioloogiline (tõhustatud) ning keemiline fosforiärastus.

*Fosfori bioloogiline ärastamine ehk Bio-P protsess*

Protsess põhineb teatud bakteriliikide võimel siduda suurem kogus fosfaate võrreldes normaalse assimilatsiooniga heterotroofsel kasvul seotavaga (bakterite keskmine orgaanilise aine ja biogeenide tarbimise suhe (BHT:N:P) on 100:5:1). Selleks peab keskkonnas olema piisavalt kergesti omastatavaid orgaanilisi ühendeid (pärinevad reoveesisendist). Selle protsessi tulemusel seotakse rakku kuni kolmekordne kogus fosfaate võrreldes tavapärasega ehk toimub nn fosfori ülesidumine. See tähendab omakorda, et kogu aktiivmuda mass, sh heljum sisaldab kuni 3x rohkem fosforit. Seega tuleb arvestada, et puhasti väljavoolus s.t heitvees oleval heljumil võib olla suur fosfori osakaal.

*Fosfori keemiline ärastamine*

Kuna bioloogiline protsess on ühelt poolt tehnoloogiliselt limiteeritud, samas ka teatud ebasoodsate asjaolude kokkusattumisel (temperatuur, sisendparameetrid, aga ka bioloogiliselt seotud fosfori võimalik tagasileostumine mudatihendites, kompostväljakutelt jne) võib katkeda või olla ebapiisav, on olemas keemiline koagulandiga simultaansadestamise meetod.

Keemiline koagulantsadestusmeetod põhineb metallisoolade võimel reageerides fosforiga moodustada vees mittelahustuvaid ühendeid. Simultaansadestamiseks lisatakse aktiivmudaprotsessi koagulanti (Näiteks Eestis toodetavat PIX- ehk raud-III-sulfaadi lahust). Keemiliselt seotud fosforiühendid (-soolad) sadestuvad (seotakse) mudasse ja eemaldatakse protsessist koos liigmudaga.

Kohtla-Järve puhasti dimensioneerimise aluseks võetud sissevoolu korral ei ole vajadust kasutada fosfori keemilist ärastust fosfori eemaldamiseks. Samas on vastav tehnoloogia vajalik olukorras kui mingil põhjusel tõhustatud bioloogiline fosforiärastus katkeb.

**Mudakäitlussüsteem**

Järelsetitites selitatakse aktiivmudaprotsessis puhastatud vesi ning bioloogilise puhastuse tulemusena tekkinud keskmiselt 0,7% liigmuda eraldatakse tagastatud jääkmudast ning suunatakse muda veetustamisele. 4-6%-lise kontsentratsiooniga muda pumbatakse peale lintpresse vahemahutisse ja seejärel tsentrifuugidele. Veetustatud muda, mille kuivainete sisaldus on keskmiselt 18%, segatakse puuhakke, põhu või mõne muu tugiainega ning kuhjatakse komposteerimisväljakul vaaludesse. Enne selitamist kasutatakse koagulante ($FeSO_4$) ainult siis, kui esineb probleemi fosfori, heljumi osas ja/või on esinenud löökkoormus.

**Heitvee suunamine süvamere väljalasku**

OÜ Järve Biopuhastus suunab oma puhastatud heitvee süvamere väljalasku. OÜ-l Järve Biopuhastus on lubatud suunata süvamerelaskme kaudu merre 13,2 miljonit $m^3$ heitvett aastas.

Vastavalt OÜ Järve Biopuhastus aastaaruannetele on ühe- ja kahealuseliste fenoolide puhastusefektiivsus 100%, puhastusefektiivsus $BHT_7$, KHT, heljumi, $N_{üld}$ ja $P_{üld}$ osas on üle 90%. Kohtla-Järve süvamerelasku suunatud vee keemiline koostis vastas ka 2020.a. aastaaruande kohaselt nõuetele järgmiste ühendite osas - $BHT_7$, KHT, heljum, $P_{üld}$, nafta, ühealuselised fenoolid, kahealuselised fenoolid, elavhõbe, vask, kroom, arseen, kaadmium, nikkel, plii, tolueen, pentaklorofenool. Vee keemiline koostis ei vastanud nõuetele ainult üldlämmastiku osas.

Enamuse näitajate poolest vastas süvamere lasku suunatav heitvesi piirnormidele. Kuid biopuhastuse protsessis võivad esineda häiringud, mis on tingitud eeltöötluse läbinud tööstusreovete muutuvast koostisest (saasteainete sisaldusest) ja vooluhulkadest, ning mis võivad mõjutada puhastustatud vee kvaliteeti.

### 17.2.4 Reovee puhastamise tehnikate analüüs

Reoveepuhastus ehk reoveekäitlus on veepuhastuse liik, mille korral reoained ja soovimatud organismid kõrvaldatakse reoveest, kasutades mehaanilisi, bioloogilisi, füüsikalisi ja keemilisi võtteid. Töötlusprotsessi valik sõltub suurel määral vee reostatusest (KHT-st), reostuse koostisest ja vooluhulkadest. Töötluse maksumus sõltub aga rakendatava töötlemise ulatusest, mis peab tagama reovee nõuetekohase puhastamise ja heitvee piirnormid.

Keemiatööstuses ja teistes tööstussektorites on reoveepuhastuses soovitatav rakendada integreeritud tehnikaid, mis võimaldavad kohapeal vältida või vähendada tekkiva reovee hulka ning selles sisalduvate reoainete koguseid, kas optimeerides tehnoloogilist protsessi või kasutades kohapeal eelpuhastust enne lõplikku reovee töötlemist. Siiski on enne heitvee loodusesse juhtimist kasutusel erinevad toruotsa-tehnoloogiad.

Tööstusreovett ja fenoolide kontsentratsiooni vähendavate toruotsa-tehnoloogiate alla kuuluvad järgmised protsessid [65]:

- separatsiooniprotsessid - destillatsioon, ekstraktsioon, adsorptsioon ( aktiivsüsi- kui ka polümeersete või anorgaaniliste adsorbentidega), pervaporatsioon, membraanprotsessid;
- lagundamisprotsessid – osoneerimine, süvaoksüdatsiooniprotsessid, märgoksüdatsioon;
- biokeemiline oksüdatsioon;
- põletamine.

Reovee ja sademevee esimeseks (ning mõnel juhul viimaseks) töötlemisastmeks enne toruotsatehnoloogia rakendamist on mehaaniline eelpuhastus, mille käigus kõrvaldatakse reoveest tahkised ja vees lahustumatud vedelad saasteained (nt õlid) järgmiste protsessidega) [66]:

- gravitatsiooniline separeerimine (liivapüünised, sadestamine, õli-vee separeerimine);
- flotatsioon;
- filtratsioon (k.a membraanfiltratsioon).

Tabelis 17.3. on esitatud põhilised toruotsa-tehnikad, mis on rakendatavad fenoole sisaldatavate tööstuslike reovete puhastamiseks kuid tabeli märkuste veergu on lisatud info vastava tehnika kasutamise kohta põlevkiviõlitööstuses [65], [66], [67].

*Tabel 17.3 Põhilised toruotsatehnikad, mis on rakendatavad fenoole sisaldatavate tööstuslike reovete puhastamiseks*

| **Tehnika** | **Vajalik temperatuur $^{o}$C** | **Lisa kemikaali vajadus** | **Lisaenergia vajadus** | **Kasutamine, märkused** |
|---|---|---|---|---|
| Vedelik-vedelik ekstraktsioon | I 20-50<br>II 60 – 80 (regene-reerimisel) | Ekstrahent (lahusti) | Ei | Tööstuslik fenoolide eraldamine<br><br>Leiab rakendust käesoleval ajal VKG OIL AS |
| Pervaporatsioon | 20-50 | Membraan | Energia vaakumi tootmiseks | Tööstuslik Fenoolide eraldamine. Tehnoloogia kallis ja katsetamata |
| Osoonimine | 20-50 | $O_3$, alus, (katalüsaator) | Energia osooni genereerimiseks | Tööstuslik, kuid väga kallis |
| Biokeemiline lagundamine | 20-50 | Mikro organismide kultuurid vajadusel | Ei | Tööstuslik, võimalik sekundaarne saaste. Rakendatud OÜ-s Järve Biopuhastus |
| Pöördosmoos | 20-50 | Ei | Energia rõhu tekitamiseks | Tööstuslik, kuid teoreetiliselt kasutatav, võiks sobida järel puhastuseks |

Fenoolide vedelik-vedelik ekstraktsiooni lahustiga võib lugeda nii fenoolse reovee eeltöötlus- kui ka integreeritud protsessiks, mida viiakse läbi õlitootmistehases eesmärgiga toota fenoole kui kaubaprodukti. Siinkohal tuleb mainida, et kõrge orgaanika ja anorgaanika sisaldusega fenoolvett saab ka põletada.Põletamist kasutatakse tavaliselt juhul kui tavameetmed pole kas rakendatavad või piisavalt efektiivsed. Põletamisel toimub ohtlike ainete ja saasteainete elimineerimine koos kütuse tarbimisega, mille tõttu on protsessil kõrge hind. Samas on sekundaarse õhusaaste tekkimise võimalus kui põlemisproduktideks on dioksiinid, furaanid või vääveldioksiid.

#### 17.2.5 Soovitused

Seiratavate näitajate laboratoorsed tulemused (arvestades laboratoorseid määramispiire ja mõõtemääramatusi) peavad olema võrreldavad seadusandlustes toodud keemiliste elementide ja ühendite piirväärtustega.

Innovatiivsemate reovee puhastamise tehnoloogiate väljatöötamisel tulevikus või rangemate keskkonnanormide rakendamisel on vaja arvestada detailselt meetmete eesmärki, seega on vaja teada põhjust, miks on innovaatilisema (rangema) meetme tarvituselevõtmine vajalik.

Uute innovaatiliste meetmete rakendamisel on vaja hinnata nende majanduslikku tasuvust, sest keskkonnalubades sätestatud meetmed on ettevõtetele kohustuslikud ning võivad põhjustada põlevkiviõli omahinna või reovee puhastamise hinna niivõrd suure kasvu, et ettevõttel tuleb põlevkiviõli tootmisest loobuda.

Seoses eeldatava õigusloome muudatusega peab tulevikus keskkonnakompleksloa kohustusega tööstus- või tootmisettevõtja (VKG Oil AS-s ja KKT Oil OÜ), kes juhib ühiskanalisatsiooni ohtlike aineid, teatama üks kord aastas Keskkonnaametile nende ainete koguse ja kontsentratsiooni koos nende arvestamise metoodikaga. Vee-ettevõtjal (Järve Biopuhastus OÜ-l) tekib aruandluse tulemusena parem ülevaade oma tarbijate reoveest ja ta oskab paremini kavandada meetmeid reovee efektiivsemaks puhastamiseks. Õigusloome muudatustega võib tulevikus seiratavate saasteainete loetelu keskkonnalubades muutuda ning saasteainetele võivad rakenduda uued seadusest tulenevad piirmäärad.

### 17.3 Fenoolvee suunamine põletusseadmetele

#### 17.3.1 Olemasolev olukord

TSK meetodiga tekib oluliselt vähem fenoolvett ja see on ka oluliselt madalama orgaaniliste ainete, sh fenoolide sisaldusega – sõltuvalt tehnoloogiast on fenoolide sisaldus TSK fenoolvees kuni 1,3 g/l (ligikaudu 4 – 9 korda madalam kui GSK fenoolveel), mis on samas suurusjärgus kui GSK defenoleeritud fenoolvees. Enefit280 tehnoloogiaga tekib fenoolvett 0,022-0,036 tonni ühe tonni põlevkivi kohta, keskmiselt 0,027 t/tpk. Enefit140 tehnoloogiaga 0,016-0,035 t/tpk, keskmiselt 0,03 t/tpk. 2016.-2020. a oli Enefit õliseadmetel tekkinud fenoolvee fenoolide sisaldus 1,2 g/l ja üldine orgaanilise süsiniku (TOC) sisaldus 7,9 g/l.

Üldiselt on TSK fenoolvee koostise kohta avaldatud andmeid napilt, sh ei ole erinevate uuringute-katsetuste läbiviimisel dokumenteeritud fenoolvee koostist. Erandiks on Tallinna Tehnikaülikooli läbiviidud katsetused, mis viitavad, et Enefit140 fenoolvee pH on 8-9, TOC

sisaldus 8,1-9,1 g/l (keemiline hapnikutarve KHT oli 26 000 $mgO_2$/l ja bioloogiline hapnikutarve BHT 14 000 $mgO_2$/l), fenoolide sisaldus 0,71-0,75 g/l, naftasüsivesinikke C10-C40 0,047-0,064 g/l (viidatud, et varasemate uuringutega võrreldes on see oluliselt madalam, piirsisalduse vahemik 0,15 - 15 g/l), väävlisisaldus 2,7-3,4 g/l millest $H_2S$ sisaldus kuni 0,4 g/l, üldlämmastiku sisaldus kuni 3 g/l, üldfosfori sisaldus jääb alla määramis-piiri (< 0,2 mg/l), lahustunud ainete sisaldus kuni 2,2 g/l ja heljumisisaldus kuni 0,75 g/l. [83]

Enefit280 fenoolvee koostis on mõnevõrra erinev, kuid fenoolide sisalduselt sarnane: pH 10,4-12,7, TOC sisaldus 8,45-9,25 g/l (keemiline hapnikutarve KHT oli ca 42 000 $mgO_2$/l), fenoolide sisaldus 0,65-0,82 g/l, naftasüsivesnikke C10-C40 2,44-2,84 g/l, väävlisisaldus 8,2-9 g/l millest sulfiide 0,036-0,072 g/l, üldlämmastiku sisaldus on kuni 1,6 g/l, üldfosfori sisaldus jääb alla määramispiiri (< 2 mg/l), heljumisisaldus 0,065-0,25 g/l. [83]

Fenoolvett on tekkinud tavapäraselt kahel Enefit140 seadmel kokku 55 000-65 000 tuhat tonni aastas, erandiks olid 2020. ja 2021. aasta, kus maksimaalsele lähedase põlevkiviõli tootmismahu korral (vastavalt 227 413 ja 213 341 t/a) oli fenoolvee teke vastavalt 31 272 tonni (ligikaudu 2 korda tavapärasest väiksem) ja 41 699 tonni. Arvestuslik teke Enefit140 seadme kohta on 5 t/h.

Käesoleval ajal põletatab Enefit Power AS Enefit140 õliseadmete fenoolvee oma elektrijaamade tolm- ja keevkihtpõletuskateldes.

Enefit280 tehnoloogial on võimekus kogu tekkiva fenoolvee ärapõletamiseks seadme enda CFB katlas. Olemasoleval Enefit280 seadmel tekib fenoolvett vahemikus 31 614-46 548 t/a (arvestuslik teke on kuni 8 $m^3$/h). Ligikaudu 50% fenoolveest suunatakse Eesti Elektrijaama põletamisele, sh arvestades bensiini puhastuse sõlmes (BOB) käideldavat kogust. Kehtiva loa aluseks oleva kompleksloa taotlusmaterjalide andmetel kasutatakse fenoolvett BOB-s NaOH lahuse valmistamisel (0,805 t/h), läbitöötanud lahus (0,9 t/h) suunatakse Eesti Elektrijaama. Ligikaudu 50% tekkinud fenoolveest põletatakse Enefit280 seadme CFB katlas.

### 17.3.2 Fenoolvee põletamine Auvere energiakompleksi elektrijaamades

Fenoolvee põletamisel kulutatakse energiat vee aurustamiseks. TalTech katsete käigus on tuvastatud, et fenoolvee lisamisel katlasse suureneb katla põlevkivi tarbimine 0.561798 t lisatud $m^3$ fenoolvee kohta. [83] Seega kulub Enefit140 seadmete fenoolvee põletamiseks aastas täiendavalt 30 900 – 36 500 tonni põlevkivi ja samas vahemikus on ühe Enefit280 seadme fenoolvee põletamise põlevkivi kulu. Kokku moodustaks täiendav põlevkivi kulu ca 3 % Eesti Elektrijaama praegusest põlevkivikasutusest (kui lähtuda 2021. a. andmetest, mil põletati ca 2,5 mln t/a põlevkivi) ja ca 1,6 % kompleksloaga lubatud põlevkivikulust.

Fenoolvee põletamisega seotud uuringud Eesti elektrijaama tolmpõletuskateldes näitasid, et kuni 12 t/h vee juhtimine koldesse stabiliseerib elektrifiltrite tööd, mistõttu väheneb tahkete osakeste heitkogus. Mõnevõrra suurenes lämmastikoksiidide heide, kuid see jääb alla piirväärtuste. 2017. a viidi läbi katsed CFB plokki fenoolvee lisamisega keskmiselt 7,8 t/h (katsed korraldati vahetult enne katla korralist seisakut ja remonti, koormus oli 88 MW aurutoodanguga 75 kg/s kuni 96 MW aurutoodanguga 85 - 90 kg/s). Leiti, et vee lisamine tõstis suitsugaasi niiskust kuni 3%, vähenes tahkete osakete heide koormusel 88 MW ca 15mg/$Nm^3$ võrra ja 96 MW koormusel ca 9 mg/$Nm^3$ võrra. Nendel koormustel ei kaasnenud orgaaniliste ühendite (sh süsivesinikud) sisalduse tõusu suitsugaasis. Ka teiste suitsugaasi komponentide

(NOx, $SO_2$, HCl) sisaldus vee lisamisega ei tõusnud. CO sisaldus kõikus katla ebastabiilsest režiimist tingituna suurtes piirides, kuid jäi alla 200 mg/$Nm^3$.

2018. a läbiviidud katsed tehti fenoolvee lisamise koormusega 9,3-12,8 t/h, katla aurutoodang oli fenoolvee lisamiseta 90 kg/s (215 MW), fenoolvee lisamisega tehti üks etapp ka aurutoodangu 72 kg/s (172 MW). Vee lisamine koldesse suurendab kütuse kulu ca 6,5 % (tasemelt 30 kg/s kuni 32 kg/s). Kütuse kulu suurenemine on tingitud fenoolvee aurustamisele mineva soojuse kompenseerimiseks koldes, aurustumisega suureneb ka suitsugaasi niiskusesisaldus, mis tõuseb vee lisamisel ca 5% võrra. Mõju suitsugaaside koostisele on erinevate saasteainete osas erinev (kõik kontsentratsioonid normeeritud kuivale gaasile ja hapnikusisaldusele 6 %): $SO_2$ sisaldus langeb ligikaudu 5 korda (tasemelt 44 mg/$Nm^3$ tasemele 7,2…9,7 mg/$Nm^3$), osakeste sisaldus ligikaudu 2-3korda (19,9 mg/$Nm^3$ vs 6,5-9,4 mg/$Nm^3$), suurem vähenemine oli poolkoormusel. Vee lisamisega ei kaasne orgaaniliste keemiliste ühendite sisalduse märgatavat tõusu suitsugaasis – täheldati mõõdetud näitajate suurenemist, kuid kõik mõõdetud tulemused jäid alla määramispiiri (TOC puhul 5 mg/$Nm^3$). CO sisaldus oli stabiilselt madal (30-70 mg/$Nm^3$) ja muutused sõltuvad eeldatavalt katla töörežiimi kõikumisest, mitte fenoolvee lisamisest. Võrreldes 2017. a tulemustega ilmnes $NO_x$ kontsentratsiooni tõus vee lisamisel (tasemelt 136,9 mg/$Nm^3$ tasemele 172-174 mg/$Nm^3$). Kuna fenoolvee lämmastiku sisaldused augusti katsetega on võrreldavad, siis järeldati, et ilmselt on tegemist kõrgema orgaanilise lämmastiku kogusega, mis veega katla koldesse antakse. TalTech uuringus on järeldatud, et kütusekulu ja NOx taseme suurenemine ei piira fenoolvee kasutamist Eesti Elektrijaama 8. ploki CFB katla koldes mahus kuni 13 t/h nii osa- kui nominaalkoormusel. Hinnati ka mõju tuhkade koostisele ja omadustele. Järeldati, et fenoolvee lisamine ühe katla koldesse kuluga kuni 13 t/h ei mõjuta tuhkade keemilist koostist ja leostuvust.

Kui lähtuda saasteainete heite muutusest, siis saab uuringu tulemustest järeldada, et fenoolvee lisamisest tingitud happeliste gaaside heitkoguse muutused on ligikaudu tasakaalus: 1000 $Nm^3$ kuivade suitsugaaside kohta väheneb $SO_2$ heide 34 g võrra ja $NO_x$ heide suureneb 37 g võrra; osakeste heide väheneb 10 g võrra.

Kuna fenoolvee põletamine Eesti Elektrijaamas on osa tavapärasest tegevusest, ei ole korralise seirega eristatav, milline kogus heidet on tingitud fenoolveest. Seetõttu saab lisaks põlevkivi kulule fenoolvee põletamisel mõõdikuna kasutada ka täiendavalt tekkivat kasvuhoonegaaside (KHG) heitkogust. Enefit Power AS 2021. a tegevusandmete põhjal arvutati välja, et KHG heitetegur on 0,7510 $tCO_2$/t põlevkivi kohta, mis moodustab 2,1% põlevkiviõli tootmise üldisest KHG heitest Enefit280 tehnoloogiaga. [84]

### 17.3.3 Fenoolvee tagasisuunamine õliseadme koosseisus olevale põletusseadmele

Enefit280 tehnoloogial on võimekus kogu tekkiva fenoolvee ärapõletamiseks seadme enda CFB katlas. Kuna fenoolvee lisamine on osa tavapärasest tegevusest, ei ole korralise seirega eristatav, milline kogus heidet on tingitud fenoolveest.

2016.-2017. a tehti omaseirena uuringud, et hinnata fenoolvee põletamise mõju õhuheitmetele. Fenoolvett suunati seadme CFB katlasse 7-8 t/h (arvestuslik teke 8 t/h), mõõtmisperioodid olid suhteliselt lühiajalised, kestusega 2-3 tundi. Jõuti järeldusele ,et fenoolvee lisamine saasteainete heidet õhku sisuliselt ei mõjuta. Andmetest saab järeldada, et on vaja pikemat

seireperioodi kestusega 72 tundi. uurida fenoolvee lisamise mõju olukorras, kui seade töötab tavapärase režiimi piiril ja ka tavapärasest erineval režiimil, st poolkoksi temperatuur langeb alla 475 °C. [85]

Fenoolvee põletamisega õlitootmisseadme CFB katlas ei kaasne täiendavat kütusekulu. Põlevkiviõli tootmisel tekib soojusenergia ülejääk, mida Enefit280 seadmel kasutatakse elektrienergia tootmiseks. Vee aurustamiseks kuluv energia vähendab mõnevõrra generaatorile suunatava auru kogust, st elektrienergia tootmine toimub selle võrra väiksema võimsusega.

Olukorras, kus fenoolvesi suunatakse elektrijaamadesse põletamisele, sõltub Enefit140 põlevkiviõli tootmisseadmete töö elektrijaamade töötamisest. Seetõttu on vajadus hakata otsima alternatiivseid lahendusi Enefit140 seadmete fenoolvee käitlemiseks. Tõenäolisemaks lahenduseks on Enefit140 seadme järkjärguline ümber-kujundamine keemiatööstuse tooraine tootmiseks. Selle esimeseks etapiks on katel-utilisaatori vm analoogse toimega järelpõletussüsteemi paigaldamine hiljemalt 2027. aasta aprilliks. Sarnaselt muude põletusprotsessidega on vägagi tõenäoline, et fenoolvee suunamine tagasi täiustatud Enefit140 seadmele ei põhjusta olulist erinevust õhusaastekoormuses. Seetõttu tuleb järelpõletussüsteemi projekteerimisel arvestada selle võimalusega ja vajadusel saab läbi viia täiendavad uuringud, kas laboratoorselt või pilootseadmetel.

### 17.4 Fenoolvee käitluslahenduste võrdlev analüüs PVT määratlemise kriteeriumitest lähtuvalt

Kõikides Enefit tehastes tekkiva fenoolvee töötlemiseks on lisaks põletamisele kaalutud järgmisi võimalusi:

- defenoleerimine, sh arvestades võimalusega, et ekstraheerimisel saadud põlevkivifenoolid on käsitletavad kõrvalsaadusena;
- eelpuhastatud reovee taaskasutamine õlitehase tehnoloogilistes protsessides, vähendades seeläbi puhta pinnasevee kasutamise vajadust;
- puhastada see spetsiaalselt rajatavas reovee puhastis kombineerituna teiste reovee liikidega, sh tööstuslik reovesi.

Olemuselt on tegemist ptk 17.2 kirjeldatud tehnikatega, mida rakendatakse VKG Oil TSK seadmetel. Eelnevast ülevaatest ilmnes, et TSK fenoolvee fenoolide sisaldus on sarnane defenoleeritud vee omale. Seega peaks põhimõtteliselt kasutavad tehnoloogiad olema rakendatavad, kuid Enefit Power AS puhul on erisuseks, et puudub võimalus käitises eeltöödeldud reovee suunamiseks regionaalsele reoveepuhastile. Tuleb nentida, et tavapärane olmereovee puhasti ei suuda suure tõenäosusega ohutustada õlitööstusest pärinevat reovett (Järve Biopuhastuse regionaalne puhasti ei ole tavapärane olmereovee puhasti, vaid ta on rajatud ja arendatud, et käidelda koos piirkonna linnades tekkivat olmereovett ja tööstustes, eelkõige põlevkivikeemiatööstuses, tekkivat reovett).

Keemiatööstuse reovee käitlemise PVT viitedokument ptk 3.3.2.3.4 [86] kirjeldab reovee põletamist kui levinud meedet Euroopa keemiatööstustes olukordades, kus tekkiv reovesi on toksiline või kõrgelt toksiline selgrootutele ja mikroorganismidele ning seda ei saa seetõttu suunata tavapärasele reovee puhastusseadmele. Võimalike probleemidena (*cross-media effects*) tuuakse välja lisakütuse vajadus, kui reovee orgaaniliste ainete sisaldus on madal (KHT

alla 50 000 mg$O_2$/l) ning vajalikuks võib osutuda täiendavate heitgaaside puhastusmeetmete rakendamine. Ptk 17.3 toodust järeldub, et vajalik ei ole lisakütuste kasutamine ega tõenäoliselt ka täiendav heitgaaside puhastamine.

Keemiatööstuse reovee käitlemise PVT viitedokumendi ptk 3.3.2.3.3. ja 3.3.2.3.4 on toodud ülevaade erinevate puhastusteholoogiate rakendamise võimalustest lahustumatute ja lahustuvate saasteainete käitlemisel (fenoolvesi sisaldab nii vees lahustumatuid kui lahustuvaid komponente). Koaguleerimise ja flokulatsiooni puhul (ptk 3.3.2.3.3.3) on peamiste probleemidena välja toodud lisakemikaalide vajadus ja reovee segamisega kaasnev energiakulu. Oluline on konkreetsele reoveele sobiva kemikaali valik ja selleks on vajalik nii labori- kui tehase-tasandil katsetamine. Arvestada tuleb nõuetega seadmest väljuva vee kvaliteedile, kuidas mõjutatakse järgnevaid puhastusprotsesse, maksumust, settekäitluse tehnoloogilist lahendust ja sette kõrvaldamise maksumust.

Setitamise puhul (ptk 3.3.2.3.3.4) on võimalike probleemidena välja toodud sette käitlemise vajadus, kui seda ei ole võimalik tagasi protsessi suunata või muul viisil taaskasutada. Sete sisaldab suure tõenäosusega reovees sisalduvaid ohtlikke aineid. Pumbad ja sette eemaldamise süsteemid võivad tekitada müra. Vajalik on ka lenduvate ühendite sisalduse korral setiti kohal tekkiva õhu-gaasisegu suunamine töötlemisse, sh kui on tõenäoline lõhnahäiringu teke. Ära on näidatud elektrienergia kulu (0,5-1,5 kWh, eeldatavalt 1000 $m^3$ töödeldava vee kohta) ja kemikaalide kulu, kui tahetakse saavutada efektiivsemat setitamist koagulandi/flokulandi lisamisega (53-93 kg tonni eemaldatava sette ja õli kohta). Investeeringuvajadus on madal.

Flotatsiooni puhul (ptk 3.3.2.3.3.5) on võimalike probleemidena märgitud tekkiva sette käitlemine. Vaja läheb suruõhku (0,53-0,55 $m^3$ 1 $m^3$ vee kohta), flokulanti ja elektrienergiat (20,.6 kWh 1000 $m^3$ kohta). Investeeringuvajadus on suhteliselt madal: 10-100 $m^3$/h seadme korral 1996. a hindades 120 000 €, praegu 480-600 tuhat € (kui arvestada et sel ajal tehtud investeeringu maksumus on 2022. aastaks 4-5 korda suurem[1]). Ekspluatatsioonikulud on 1996. a hindades 12-37 tuhat € aastas, praegune prognoos 25-75 tuhat € aastas (eeldades ligikaudu kahekordset ekspluatatsioonikulude suurenemist).

Stripping meetodi puhul (ptk 3.3.2.3.4.17) eemaldatakse reoveest lenduvaid orgaanilisi ühendeid tekitades kontakti suures koguses gaasilise kandjaga, milleks on kas õhk või vesi. Tegemist on komplekse seadmega, mis koosneb mahutitest, stripping-kolonni(de)st, siseneva vee eelsoojendiga (põhineb soojusvahetusel kondensatsioonietapiga), õhk- või vesijahutusega kondensaator ja järgnevad töötlemisseadmed gaasilise kandja puhastamiseks lenduvates orgaanilistest ühenditest. Kasutatakse erinevaid meetodeid nagu adsorptsioon (aktiivsöega, tseoliitidega või sünteetiliste vaikudega), absorptsioon veevaba lahustiga ja järgnev desorbeerimine, absorptsioon vesilahustega (nt happeline või leeliseline lahus), kondenseerimine või osaline kondenseerimine, termiline või katalüütiline oksüdeerimine. Õhk-

[1] kui palju on minevikus tehtud investeeringu maksumus praegu, sõltub muutustest majanduses üldisemalt, aga ka tootmistehnoloogiates ja protsesside juhtimises, projekteerimises ja ehituses, materjalide hinnas jpm ja üle 5-aastase perioodi on projektide maksumuse muutuste arvestamine üsnagi meelevaldne tegevus /W.M. Vatavuk. *Updating the CE Plant Cost Index. Chemical Engineering January 2002,* https://www.chemengonline.com/Assets/File/CEPCI_2002.pdf/; artiklis avaldatud andmete põhjal võib hinnata, et iga 10 aasta kohta suureneb keemiatööstuses tehtav investeeringu maksumus projekti algmaksumuse võrra (sh arvestades inflatsiooni) – 26 aastaga 2,6 korda; lisaks on BREF-s viidatud, et konkreetse projekti hinnad sõltuvalt asukohast jm tingimustest võivad teise kohta ülekandmisel muutuda kuni 50 %. Arvestades ka kujunenud olukorda ehitusmaterjalide kättesaadavusega ja Eesti ehitusturul kujuneks maksumus 4-5 korda suuremaks võrreldes 1996-1998. Aastal tehtud investeeringutega.

stripping puhul on energiakulu 0,3-0,5 kWh/$m^3$ vee kohta, kui gaaside puhastamiseks kasutatakse adsorptsiooni aktiivsöega, elektrienergia pumpade ja ventilaatorite käitamiseks 1,8 kWh/$m^3$ ja soojendamiseks võib kuluda maagaasi 0,5 $m^3/m^3$. Kui reovesi sisaldab nii ammoniaaki kui väävelvesinikku (nagu TSK tehnoloogia fenoolvesi), tuleb rakendada kaheastmelist auru-stripping-seadet, kus ühes on leeliseline pH ja teises happeline (nende ainete lenduvus on tugevalt pH-sõltuv). Auru-stripping energiakulu on 690 kWh/$m^3$ (sh auru saamiseks). 50 $m^3$/h võimsusega õhk-stripping seadme investeeringuvajadus 1996. a hindades on 85-120 tuhat €, praegu 340-600 tuhat €, käitamiskulud 1996. a hindades 18-24 tuhat € aastas, praegu 36-48 tuhat € aastas. Auruga stripping puhul on investeering ca 3 korda suurem ja käitamiskulud ca 20 korda suuremad.

Kui rakendada põlevkiviõli tootmise PVT kaasajastamise uuringus ptk 17.4 tabelis 17.3 viidatud innovatiivseid tehnikaid lahustuvate või toksiliste / bioloogilist reoveepuhastust inhibeerivate ainete eemaldamiseks, tuleb arvestada mõnevõrra suuremate investeeringu-vajadustega ja ekspluatatsioonikuludega.

Pöördosmoosi rakendamisel (Keemiatööstuse reovee käitlemise PVT viitedokumendi ptk 3.3.2.3.4.7) tuleb arvestada, et membraantöötlusega tekib veest eraldatud ainete kontsentraat, mis moodustab ligikaudu 10 % puhastatava vee hulgast, st selles on eraldatud saasteainete kontsentratsioon 10-kordne võrreldes lähteveega. Orgaaniliste ainete puhul võimaldab see efektiivsemalt rakendada järgnevat oksüdatiivse lagundamise protsessi (st põletamist või termooksüdatsiooni). Pöördosmoosi elektrienergia kulu on 1-3 kW/$m^3$ ja kui eelnevalt rakendada membraanide kiire ummistumise vältimiseks nanofiltratsiooni, on ka selle etapi puhul energiakulu 1-3 kW/$m^3$. Nii membraan kui filtrid vajavad regulaarselt kemikaalidega puhastamist. Investeeringuvajadus on alates 100 000 € 100 $m^3$/d reovee puhastamiseks, ekspluatatsioonikulud ca 0,4 €/$m^3$ (mõlemad 2010. aasta hindades), praegune investeeringu prognoos alates 250 000 € ja ekspluatatsioonikulud ca 0,6 €/$m^3$.

Ekstraheerimine orgaanilise lahustiga (ptk 3.3.2.3.4.12) annab fenoolide puhul 99% puhastusefekti, kui lähtevee fenoolide sisaldus on 10 g/l. Probleemiks on kasutatava lahusti lendumine ja kaasakanne veega, st tuleb rakendada järgnevaid puhastusetappe (nt stripping, adsorptsioon). Ekstraheerimise põhjajääki tuleb tavapäraselt käidelda ohtliku jäätmena.

Pervaporatsioon (ptk 3.3.2.3.4.16) on membraanprotsess, mis sarnaneb destilleerimisele. Vajalik on vaakumi tekitamine ja tavaliselt toimub temperatuuril 50-100 °C. Hinnatakse, et protsessil on potentsiaali 50 % väiksemaks energiakuluks kui kaasneb destillatsiooniga. Siiski tuleb märkida, et käitamiskuluks hinnatakse 17 € tonni töödeldava aine kohta ja selle moodustab peamiselt energiakulu (st võib järeldada, et protsess on ligikaudu 50 korda energiamahukam kui pöördosmoos, st energiavajadus on 50-150 kW/$m^3$. Investeeringuvajadus on 40 €/t ja hoolduskulud 13 €/t.

Kui hinnata eeltoodud tehnoloogiatega seotud energiakulu, siis tuleb üheastmelise auru-stripping rakendamiseks kulutada 40 288 t/a fenoolvee käitlemisel 27 396 MWh energiat. Ptk 4.1 andmetel on auru $CO_2$ heitetegur 0,.4171 t$CO_2$/MWh, st tekib 11 427 t/a $CO_2$. Kui ka auru-stripping elektrienergia kuluks hinnata 1,8 kWh/$m^3$, siis tekib 40 288 t/a fenoolvee käitlemisel 46,893 t/a $CO_2$ (Eesti elektrienergia praegune kasvuhoonegaaside heitetegur on viidatud KMH aruande ptk 4.1 andmetel 0,.64663 t$CO_2$/MWh). Destillatsiooni energiakulu on 100-300 kW/$m^3$, keskmise väärtuse rakendamisel ja auruna arvestamisel on $CO_2$ heide 2520,7 t/a. Fenoolvee reoveena puhastamise kahe põhitehnoloogia prognoositava energiakoguse tootmisel

tekkiv $CO_2$ heide on 13 994,6 t/a (heitetegur 0,34736 $tCO_2$/t fenoolvett), mis on samas suurusjärgus kui fenoolvee põletamisega seotud heide 16 997,9 t/a $CO_2$ (heitetegur 0,42191 $tCO_2$/t fenoolvett).

Siinkohal ei ole võimalik täpsemalt prognoosida kogu reoveepuhastusprotsessi ressursikulu ning otseseid ja kaudseid heiteid, mis tagab ärajuhitava heitvee vastavuse suublasse juhtimise nõuetele (konkreetse tehnoloogilise projektita tuleb teha mitmeid eeldusi ja kokkuvõttes on tegemist hinnangute väga suure määramatusega), kuid variantide üldistatud võrdluse tegemiseks on teavet piisavalt. Võrdlus on esitatud tabelis 17.4.

*Tabel 17.4 Enefit õliseadmetest tekkiva fenoolvee käitlemise variantide võrldus*

| **Kriteerium** | **Põletamine elektrijaamas** | **Tagasijuhtimine õlitootmisseadmele** | **Puhastamine reoveena** |
|---|---|---|---|
| ***Tehnilis-majanduslikud kriteeriumid*** | | | |
| Kasutamisvalmidus | Olemasolev toimiv lahendus | Enefit280 tehnoloogia võimekus enda tekitatud fenoolvee käitlemiseks (CFB katlas põletamine)<br>Enefit140 tehnoloogia eeldatavalt tekib 2027. aasta aprilliks, kui paigaldatakse järelpõletussüsteem | Vaja projekteerida ja ehitada kompleksne reoveepuhastus-süsteem, sh juhul kui eesmärgiks puhastatud vee kasutamine õlitootmises tehnoloogilise veena. |
| Variandi rakendamisega seotud riskid | Õlitootmise sõltuvus elektrijaama töötamisest.<br><br>Tõendatud toimivus, kui peamise kütusena kasutatakse põlevkivi ja fenoolvett lisatakse kuni 13 t/h. | Enefit280<br>Täpsustamist vajab toimivus seadme tavapärasest erineva töörežiimi korral<br>Enefit140<br>Toimivus ei ole teada (kuid toimivad lahendused olemas ja nendega saab arvestada järelpõletussüsteemi projekteerimisel) | Ükski vähestest olemasolevatest lahendustest ei puhasta fenoolvett suublasse juhtimiseks sobivale tasemele, st tegelik rakendatavus ei ole teada (võib vajalikuks osutuda valmisehitatud süsteemi täiendamine). |
| Täiendavate investeeringute vajadus | Puudub | Enefit280<br>Puudub<br>Enefit140<br>Puudub kuni vähene: järelpõletus on vaja rajada sõltumata fenoolvee käitlemisest | Kõrge, hinnanguline maksumus 10-100 mln eurot (madalam maksumuse piirkond kasutamisel tehnoloogilise veena) |
| Täiendavad käitamiskulud | Puuduvad | Puuduvad | Keskmine kuni kõrge, sõltub rakendatavast komplekssusest |
| ***Keskkonnakriteeriumid*** | | | |

| Kriteerium | Põletamine elektrijaamas | Tagasijuhtimine õlitootmisseadmele | Puhastamine reoveena |
|---|---|---|---|
| Täiendav energia-kasutus, väljendatuna tekkiva $CO_2$ heitena | Heitetegur 0,42191 $tCO_2/t$ fenoolvett (põlevkivi energeetilise kasutuse elu-tsükli andmed) | Ei põhjusta täiendavat kütusekulu, tekib mõnevõrra vähem kasulikku energiat (eeldatavalt 6,5 % võrra) | Heitetegur 0,34736 $tCO_2/t$ fenoolvett (arvestab ainult kahe põhitehnoloogia eeldatava energia-tarbega) |
| Muu täiendav ressursikasutus | Puudub | Puudub | Kemikaalide kasutamine |
| Saasteainete heide õhku | Mõjutab elektri-jaama saaste-ainete heidet: osakeste heide väheneb, $SO_2$ väheneb koormustel alates 8 t/h ja sellel koormusel $NO_x$ tõuseb. Vähenemine ja suurenemine ligikaudu tasakaalus. | Oluliselt ei mõjuta.<br><br>Vaja täpsustada mõju saastekoormusele tavapärasest erinevas töörežiimis | Eeldatavalt tekivad täiendavad heiteallikad, sh võimalik lõhnaainete hajusheide. Tõenäoliselt vajalik järelpõletus vms (või gaaside juhtimine õlitootmisprotsessi/elektrijaama) |
| Täiendav reoveeteke | Puudub | Puudub | Tõenäoline (nt saastunud kondensaadi või kontsentraatide teke), sõltub kasutatavatest tehnoloogiatest. |
| Täiendav jäätmeteke või mõju jäätmete omadustele | Puudub | Puudub | Teatud määral ohtlike setete jms teke. Sõltub kasutatavatest tehnoloogiatest. |
| Vastavus PVT nõuetele | Levinud meede keemiatööstuses, kuid on tinglik – kui muud meetmed ei ole tasuvad, ei täida eesmärki, jms. Tõendatud, et ei kaasne olulist keskkonnamõju. Vastab PVT-le. | Sama seadme protsessidesse tagasi-juhtimine, sh põletamiseks, on levinud PVT meede. Vastab PVT-le. | Rajatakse vastavalt PVT nõuetele |

Võrdlusest järeldub, et käitistes, kus puudub juurdepääs regionaalsele reoveepuhastile on eelistatud lahendus fenoolvee tagasijuhtimine õlitootmisseadme (CFB katlasse põletamisele). Seni kuni Enefit140 seadmetel puudub võimekus käidelda enda tekitatud fenoolvett, saab seda juhtida elektrijaamadesse põletamisele.

### 17.5 Järeldused ja soovitused

Erinevate käitiste fenoolvee käitlustehnoloogiate ülevaatest järeldub, et fenoolvee teke, omadused ja tingimusted käitlemiseks on oluliselt erinevad ja seetõttu ei saa teha ühtset järeldust sobivaima tehnoloogia osas.

Juhul kui põlevkiviõli tootmise käitisel on juurdepääs regionaalsele reoveepuhastile, on eelistatavaks lahenduseks fenoolvee käitlustsükkel, mis põhineb reoveena käitlemisel.

Juhul kui juurdepääs regionaalsele reoveepuhastile puudub, on lahenduseks kas fenoolvee tagasijuhtimine õlitootmisseadme CFB katlasse või juhtimine elektrijaamadesse põletamisele.

# 18. Kasutusel olevate tehnoloogiate jätkusuutlikkus ning vastavuse hindamine lähtudes kliimapoliitikast ning tööstusheitele kavandatavate keskkonnanõuete muudatustest

Põlevkiviõlitööstuse keskkonnanõudeid reguleeritakse Eestis tööstusheite seadusega (THS) ning kõik käitised peavad vastama parima võimaliku tehnika nõuetele. Tööstusheite seaduse aluseks on Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2010/75/EL, 24. november 2010, tööstusheidete kohta.

THS-iga hõlmatud tööstuskäitised peavad vältima ja vähendama saastamist, kohaldades selleks parimat võimalikku tehnikat, kasutades energiat tõhusalt, vältides jäätmete teket ja neid käideldes, rakendades meetmeid õnnetuste vältimiseks ning nende tagajärgede piiramiseks. Peamine on see, et oleks tagatud keskkonna kui terviku, mitte üksikute keskkonnaelementide (välisõhu, vee või pinnase) kaitse. Lisaks THS-ile kehtivad ka muud seadused (nt jäätmeseadus, atmosfääriõhu kaitse seadus, veeseadus) ja nende alusel vastu võetud määrused.

Käitistel on õigus tegutseda ainult juhul, kui neil on selleks luba, ning vastavalt loal kehtestatud tingimustele. Euroopa Komisjoni vastu võetud järeldused parima võimaliku tehnika kohta on aluseks lubade tingimuste kehtestamisel. Heite piirväärtused tuleb määrata tasemel, mis tagab, et heide ei ületa taset, mis on saavutatav parima võimaliku tehnikaga. Käitiste tegevust kontrollitakse korrapäraselt üleriigilise kontrollikava alusel. Samuti üldsusel on võimalik osaleda loamenetluses ning tutvuda heiteseire tulemustega.

2020. aastal alustas Euroopa Komisjon tööstusheite direktiivi ning Euroopa saasteainete heite- ja ülekanderegistrit käsitleva määruse toimivuse hindamise ja ülevaatamisega ja 5. aprillil 2022 avaldas Euroopa Komisjon ettepanekud nii tööstusheite direktiivi kui Euroopa saasteainete heite- ja ülekanderegistrit käsitleva määruse muutmise kohta. Tööstusheite direktiivi muutmise eesmärgiks on toetada Euroopa roheleppe eesmärkide - süsinikuneutraalsuse, energiatõhususe suurendamise, saastevaba keskkonna ja ringmajanduse - saavutamist.

Tööstusheite direktiivi muutmise ettepanekuga soovitakse muuhulgas:

- täpsustada loastamise ja heitepiirväärtuste kehtestamise nõudeid;
- anda selgemad õigused avalikkusele lubade andmise protsessis osalemiseks ja teabele juurdepääsuks;
- edendada innovatsiooni;
- lisada tööstusheite direktiivi reguleerimisalasse uusi tegevusvaldkondi ja muuta mõnda olemasolevat tegevusvaldkonda.

Direktiivi muudetakse ka seoses EL kliimaeesmärkide saavutamisega. Lisatakse uus peatükk innovatsiooni edendamiseks, et hõlbustada parema keskkonnategevusega uute tehnikate katsetamist ja kasutuselevõttu. Samas on kavas ka luua spetsiaalne keskus innovatsiooni toetamiseks, uuenduslike tehnikate kohta teabe kogumiseks ja analüüsimiseks ning nende arengutaseme iseloomustamiseks alates uurimistööst kuni kasutuselevõtuni. Keskus võimaldab PVT-l arendada tulevikku suunatud lähenemisviisi ja aidata tööstustel leida lahendusi dekarboniseerimiseks ja saaste vähendamiseks. Komisjoni ettepanekute kohaselt peavad käitajad

koostama 30. juuniks 2030 (olenevalt I lisas loetletud tegevustest) oma keskkonnajuhtimissüsteemi osana süsinikuneutraalsuse üleminekukavad.

Samuti rõhutatakse direktiivi muudatusettepanekus energia- ja ressursitõhususe olulisust. Eesmärk on kehtestada nõuded ressursitõhususe, tarneahela üldise olelusringi keskkonnategevuse tulemuslikkuse arvesse võtmise ja keskkonnajuhtimissüsteemi kohta. Põletusseadmete või muude süsinikdioksiidi eraldavate seadmete puhul, mis kuuluvad ka direktiivi 2003/87/EÜ (millega kehtestatakse ühenduses kasvuhoonegaaside lubatud heitkoguse ühikutega kauplemise süsteem) reguleerimisalasse, on kavas muuta kõik energiatõhususega seotud nõuded kohustuslikuks.

Detsembris 2019 esitas Euroopa Komisjon oma teatise Euroopa Rohelise Kokkuleppe (The European Green Deal) kohta. Euroopa Roheline Kokkulepe on Euroopa Liidu majanduse kestlikuks muutmise tegevuskava. Selle saavutamise alustalaks on Euroopa Liidu kliimaneutraalsuse saavutamine aastaks 2050, sealjuures tagades õiglane üleminek. Kokkuleppe võtmeelemendiks on energiasüsteemi jätkuv de-karboniseerimine, mida plaanitakse saavutada suurendades märkimisväärselt taastuvenergia osakaalu energiasektoris ning läbi järkjärgulise fossiilsetel kütustel põhineva tootmise lõpetamine. Energiamahukad tööstusharud peavad panustama keskkonnasäästlikumatesse ja energiatõhusamatesse tehnoloogiatesse. Tööstusharud, kus heitkoguseid pole võimalik oluliselt vähendada (nt terase, tsemendi- jms tööstused), peaksid hakkama rakendama süsiniku kogumise ja talletamise tehnoloogiaid (CCS). Eesti valitsus on ametlikult väljendanud toetust nii Euroopa Rohelisele Kokkuleppele kui ka selle eesmärgile saavutada kliimaneutraalsus Euroopas 2050. aastaks. Kuigi ei Euroopa Liit ega Eesti valitsus pole kootanud üksikasjalikku plaani kuidas saavutada 2050. aastaks kliimaneutraalsus, on välja pakutud kasvuhoonegaaside heite vähenemise nõuete karmistamist.

EL-ülene kliimaeesmärk vähendada 2030. aastaks kasvuhoonegaaside (KHG) netoheidet kuni 55% võrreldes 1990. aastaga (varasemalt kuni 40%) lepiti kokku 2020. aasta detsembris Euroopa Ülemkogus riigijuhtide poolt ja on koos kliimaneutraalsuse eesmärgiga õiguslikult sätestatud 2021. aasta suvel vastu võetud Euroopa kliimamääruses. Tegemist on netoheite eesmärgiga, seega arvestatakse nii heitkogust kui sidumist. 14. juulil 2021 avaldas Euroopa komisjon uue kliima- ja energiaalase seadusandluse paketi (nn „Fit for 55“ ehk „Eesmärk 55“ pakett), mille eesmärk on viia Euroopa Liidu kliima- ja energia valdkonna õigusaktid vastavusse -55% eesmärgiga ning tagada sujuv liikumine 2050. aasta Euroopa Liidu ülese kliimaneutraalsuse eesmärgi poole. „Eesmärk 55“ paketiga muudetakse kehtivaid valdkonna õigusakte ja esitatakse viis uut algatust erinevates poliitikavaldkondades ja majandussektorites: kliima, energia ja kütused, transport, hooned, maakasutus ja metsandus. Euroopa Liidu liikmesriikide keskkonnaministrid leppisid 29. juunil 2022 kokku "Eesmärk 55" paketi üldised lähenemisviisid viie kliima õigusakti osas, mis puudutavad ELi KHG lubatud heitkoguse ühikutega kauplemise süsteemi (EL HKS) uuendamist, jõupingutuste jagamist liikmesriikide vahel, kliimameetmete sotsiaalfondi loomist, sõidukite $CO_2$ heite norme ning maakasutust, maakasutuse muutust ja metsandust. Ettepanekute kohaselt jõustuksid erinevad õigusaktid (või nende muudatused) vahemikul 2023-2026.

Eesti põlevkiviõli tööstus kuulub EL HKSi. EL HKS on süsinikuturg, mis põhineb saastekvootide nn piiramise ja kauplemise süsteemil energiamahukate tööstusharude ja elektritootmise sektori jaoks. EL HKS-is on kehtestatud KHG heitkoguse ülemmäär, mille

raames saab heitkogustega kaubelda ning mida iga-aastaselt vähendatakse. Peamiste meetmetena -55% eesmärgi saavutamiseks on nähtud EL HKS -i karmistamist ja laiendamist täiendavatele sektoritele nagu näiteks mere- ja maanteetransport ning hooned. EL nõukogu otsustas, et EL HKS-ga praegu hõlmatud sektorites vähendatakse KHG heitkogust 61% varasema 43% asemel. Samuti otsustati, et vähendatakse heitkoguste ülemmäära 117 miljoni saastekvoodi võrra („re-basing“) ja iga aasta vähendatakse seda üldkogust 4,2% võrra (lineaarne vähendamistegur) senise 2,2% vähendamisteguri asemel.

Süsiniku piiri reguleerimise mehhanismiga (CBAM) hõlmatud viie sektori (nn süsinikulekke ohuga sektorid) osas kiitis nõukogu heaks ettepaneku lõpetada tasuta saastekvootide jaotamine järk-järgult, kümneaastase perioodi jooksul aastatel 2026–2035. Eesmärk on esimestel aastatel vähendada aeglasemalt ja selle 10-aastase perioodi lõpus kiirendada vähendamise määra. CBAM sektorite de-karboniseerimist saab toetada innovatsioonifondi kaudu. Samuti hakatakse jälgima CBAMi toimimise mõju, sealhulgas süsinikuleket mehhanismiga hõlmatud sektorites hindamaks täiendavate meetmete rakendamise vajadust. Siinjuures tuleb märkida, et Euroopa komisjoni tehtud ettepanekud ja Euroopa Ülemkogu poolt tehtud otsused „Eesmärk 55“ eelnõude osas on vaid esialgsed ning vajavad jõustumiseks kooskõla saavutamist ka Euroopa Parlamendiga.

Kuna uuringu aruande koostamise ajal on Tööstusheite direktiiv ja „Eesmärk 55“ alles järgus, mil on esitatud ettepanekuid muutmiseks ning vastavaid otsuseid vastu võetud pole, siis on muudatuste mõju analüüsimine keeruline.

Käesoleval ajal koostavad Eesti põlevkiviõli tootmise ettevõtted tulevikustrateegiaid ja saasteainete vähendamise tegevuskavasid, et olla vastavuses EL tööstusheite direktiivi tulevaste nõuetega ja kliimapoliitika eesmärkidega. Praegu ei ole väljatöötamisel ühtegi uut tehnikat tööstuslikus mastaabis põlevkiviõli tootmiseks, mis vähendaks oluliselt keskkonnamõju. Küll aga jätkavad põlevkiviõli tootmisettevõtted investeeringute tegemist tootmisprotsesside efektiivsuse tõstmiseks ja keskkonnamõjude vähendamiseks. Ettevõtted on alustanud teadusuuringuid põlevkiviõlitööstuse muutmiseks keemiatööstuseks. Sel juhul muutub käitiste tegevusvaldkond ja seetõttu muutub ka kohalduv parim võimalik tehnika – energiakandjate tootmise alltegevusvaldkonnast minnakse üle kemikaalide tootmisele. Eesti põlevkiviõlitööstused valmistuvad üleminekuks põlevkiviõli tootmiselt süsiniku neutraalsele keemiatööstusele ning eesmärk on jõuda süsinikuneutraalse keemiatööstuseni etapiti ajavahemikul 2035-2045.

Enefit õlitööstusel on pikaajaline arengustrateegia põlevkivist vedelkütuste tootmine arendada ringmajandusel põhinevaks keemiatööstuseks etapiti hiljemalt aastaks 2045: toota põlevkiviõlist ja uttegaasist erinevaid kemikaale, võtta kasutusele ka ringlussevõtuks sobimatud plastijäätmed ja vanarehvid ning toota nendest süsinikuneutraalselt erinevaid tooteid (näiteks toormaterjali peamiselt rõiva- ja plastitööstusele) ning toota püütud $CO_2$-st erinevaid kemikaale. Plaanis on aastaks 2040 toota kuni 2 mln t/a erinevaid kemikaale.

Nõudlus põlevkiviõli järgi säilib ka tulevikus ning seega on oluline jätkata põlevkiviõli tootmisega ning hoiada ära selle tegevuse nö kolimist EL piiri taha. Sel põhjusel kuulub põlevikiviõli tootmine hetkel EK HKS süsteemis süsinikulekke ohuga sektorite hulka.

VKG Oil AS-i strateegia on jätkata töötamist olemaolevate võimsustega. Keskkonnamõju vähendamiseks jätkatakse panustamist energia- ja ressursisäästuprojektidesse. Näiteks on 2022. aastal tehtud suurinvesteering Petroter I tehase rekonstrueerimiseks, mis tõstab tehase töökindlust ning vähendab heiteid atmosfääri. Viru Keemia Grupp ja Kiviõli Keemiatööstus plaanivad ellu viia ühisprojekti, mille käigus kasutatakse olemasolevat põlevkiviõli tootmise tehnoloogiat, et töödelda mujal kasutuks muutunud plastjäätmed ümber õliks ja gaasiks. Projektis keskendutakse ainult plastjäätmete pürolüüsile, ilma põlevkivita. Töödeldakse sorteerimata ja määrdunud plastjäätmeid ning kasutamist leiavad ka need plastjäätmed, mida varem oli võimalik ainult ladestada või põletada. Tehnoloogiliselt saab plastjäätmete pürolüüsiprotsessis tahkesoojuskandjana taaskasutada põlevkiviõli tootmise käigus tekkivat tuhka või poolkoksi. Plastjäätmete töötlemiseks on käitistel plaanis kohandada VKG Petroter ja Kiviõli Keemiatööstuse TSK500 põlevkiviõlitehastes kasutustel olevaid protsesse.

Kuna käesoleval ajal koostavad käitised pikaajalisi arengustrateegiaid ning viiakse läbi teadusuuringuid, siis ei ole veel töö teostajatele kättesaadavad andmed võimalike keskkonnamõjude kohta. Kuna PVT viitedokumente vaadatakse läbi ja vajadusel ajakohastatakse hiljemalt iga kaheksa aasta järel, siis täpsem analüüs olemasolevate tehnoloogiate või potentsiaalsete uute tehnoloogiate keskkonnamõju ja jätkusuutlikuse kohta on võimalik esitada järgmises PVT uuringus. Samuti on praegusel ajal muutmisel Euroopa Komisjoni poolt tööstusheite direktiiv ning ka EL kliimaeesmärkide saavutamisega seotud õigusaktid või nende muudatused, mistõttu täpset hinnangut anda kasutusel olevate tehnoloogiate jätkusuutlikkuse ning keskkonnanõuetele vastavuse osas seoses planeeritavate muudatustega EL kliimapoliitikas ning tööstusheite keskkonnanõuetes on keeruline.

# 19. Kujunemisjärgus olev tehnika

Käesoleval ajal ei ole väljatöötamisel ühtegi uut tehnikat tööstuslikus mastaabis põlevkiviõli tootmiseks, mis vähendaks keskkonnamõju kas tervikuna või mõne keskkonnaheite suhtes või suurendaks tehnoloogia efektiivsust, töökindlust ja keskkonnasäästlikkust.

Samas puudub Eestil vajadus põlevkiviõli tootmisest enne 2050. aastat loobuda. Eesti on juba täitnud EL uued, 2030. aasta eesmärgid (-55% vs 1990). Eesti on 2020. aasta lõpu seisuga täitnud iseenda poolt riikliku energia- ja kliimakava aastani 2030 (REKK 2030) seatud $CO_2$ emissioonide vähendamise eesmärgi (-70% vs 1990). Samas näiteks laevakütuste turul esineb kasvav nõudlus põlevkiviõli järele.

Eesti Energia AS strateegiline tegevuskava näeb ette, et põlevkivi otsepõletamine elektrienergiaks väheneb, aga samuti suureneb vedelkütuste tootmine. Eesti Energia AS ongi käesoleval ajal ehitamas uut õlitehast Enefit280-2 eesmärgiga kasvatada vedelkütuste tootmist. Tehnoloogilise lahendusena on uus õlitehas samane olemasoleva Enefit280 tehasega. Valmimisaastaks on uue õlitehase puhul märgitud 2024 ning selle täisvõimsus plaanitakse saavutada aasta hiljem, 2025. Investeeringu maksumuseks on planeeritud 321 miljonit eurot. Tehase projekteeritud tootmismaht on 268 000 tonni vedelkütuseid aastas. Uue õlitehase rajamine tuleneb riigi kui omaniku ootusest ja Eesti Energia AS strateegilisest eesmärgist kasvatada vedelkütuste tootmise osakaalu.

Keskkonnaamet on andnud Enefit Power AS-le kompleksloa, millega on lubatud kasutada õlitootmiseks põlevkivi ja rehvihakke segu, milles võib kuni 4% ulatuses põlevkivi asendada rehvihakkega. Käesoleval ajal pidevat põlevkivi ja rehvide koospürolüüsi-alast tootmistegevust alustatud veel ei ole.

Programmi „Nutikas“ raames on käivitunud Eesti Energia AS projekt „Põlevkiviõli tootmise $CO_2$ jalajälje vähendamise rakendusuuring“. Projekti eesmärgiks on välja valida kaks kõige suurema potentsiaaliga tehnoloogiat, millised teoreetiliselt sobivad Enefit280 seadmetest emiteeritava $CO_2$ kinnipüüdmiseks. Käimas on mõlema tehnoloogia täpsem uurimine, kus konsulteeritakse tehnoloogiapakkujatega ning viiakse läbi katseseadmete testimisi.

Ettevõtted teevad teadusuuringuid põlevkiviõlitööstuse muutmiseks keemiatööstuseks (polümeeride tootmine, jäätmeplastist vedelkütuse tootmine). Kasvavaks suunaks on erinevate polümeersete materjalide nagu plastid, rehvid, aga ka biomaterjalide pürolüüs nendest vedelkütuste ja kemikaalide tootmiseks. Eesti Energia AS on alustanud koostööd Tallinna Tehnikaülikooli Virumaa kolledži põlevkivi kompetentsikeskusega, et töödelda plasti (sh jäätmeplasti) ettevõtte õlitehastes koos põlevkiviga vedelkütusteks. Uuringu tulemuseks oleks uus teadmine, kuidas plastijäätmeid tööstuslikus mahus õlitootmisel kasutada ning millised on protsessi tingimused, et plastjäätmed koos põlevkiviga saaks vedelkütuseks. Arenguplaanides on märgitud, et tootmist planeeritakse alustada 2024. aastal.

Viru Keemia Grupp AS ja Kiviõli Keemiatööstus OÜ on käivatanud ühisprojektina rakendusuuringu, mille käigus uuritakse võimalust kasutada olemasolevat põlevkiviõli tootmise tehnoloogiat kasutuks muutunud plastjäätmete ümbertöötlemiseks õliks ja gaasiks. Eesmärk on kohandada VKG Oil ASi Petroter ja KKT Oil OÜ TSK500 põlevkiviõlitehastes kasutustel olevaid protsesse plastjäätmete töötlemiseks.

Antud uuringu läbiviimise ajal ei ole väljatöötamisel ühtegi uut tehnikat tööstuslikus mastaabis põlevkiviõli tootmiseks, mis vähendaks keskkonnamõju kas tervikuna või mõne keskkonnaheite suhtes või suurendaks tehnoloogia efektiivsust, töökindlust ja keskkonnasäästlikkust. Ettevõtted on alustanud teadusuuringuid tootmisprotsessi põlevkiviõlitööstuse muutmiseks keemiatööstuseks. Uuringuid alles viiakse läbi ning seega ei ole võimalik käesolevas uuringus põhjaliku analüüsi veel esitada. Samas, põlevkiviõli tootmisettevõtted jätkavad investeeringute tegemist tootmisprotsesside efektiivsuse tõstmiseks ja keskkonnamõjude vähendamiseks. Ühe näitena saab tuua Petroter I, kus jääksoojuse kasutamise osakaal peaks ootuspäraselt kasvama ja heited vähenema.

# 20. Ettepanekud PVT-järelduste ajakohastamiseks

Ettepanekud ei ole tingimata seotud uuringu eelnevate peatükkidega, mõned ettepanekud täiendamiseks põhinevad viimase aja PVT järelduste analüüsil, eesmärgiks on ühtlustamine (nt keskkonnajuhtimissüsteemid). Tekstis viidatakse keskkonnaministri käskkirjaga nr 1-2/13/1200 kinnitatud PVT järelduste numeratsioonile.

## 20.1 Üldised ettepanekud

Ettepanek 1: Reguleerimisala täiendamine *(uuringu ptk 4 põhjal).*

Lähtudes komplekslubade andmisel tekkinud aruteludest põlevkiviõli tootmise ja erinevaid vooge kütusena kasutatavate põletusseadmete seoste vahel, tehakse siinkohal ettepanek lisada reguleerimisalasse:

Olemuselt moodustavad õlitootmisseadmed ja gaaside põletamisega seotud elektrijaamad tehniliselt seotud terviku. Lähtudes THS paindlikust raamistikust on põlevkiviõli tootmiseks ja nendega seotud elektrijaamadele väljastatud eraldi load, kuid kokkuvõttes moodustavad need ühe käitise.

PVT järelduste ajakohastamisel teeme ettepaneku lähtuda uuringu ptk 4 toodud reguleerimisala kirjeldusest.

Ettepanek 2: Mõisted

Uuringu aruande 3. peatükis „Kasutatud mõisted“ on põlevkiviõli tootmisega seotud mõistetes võrreldes eelmise PVT viidedokumendis-järeldustes kasutatutega tehtud mitmeid muudatusi. Neid tuleb sellises sõnastuses kasutada ka PVT järelduste ajakohastamisel. Juhul kui allpool on pakutud välja PVT meetme sõnastus, on mõisteid vajadusel korrigeeritud.

Siinkohal on oluline märkida, et uuringu ptk 3 toodud mõisted ei kajasta kõiki mõisteid, mida kasutatakse tavapäraselt Komisjoni rakendusotsustega vastu võetud PVT järelduste koostamisel (nt uuringus ei olnud teemaks „uus seade“, „olemasolev seade“), sh sarnaselt varasema põlevkiviõli PVT viitedokumendis-järeldustes kasutatud lähenemisele ei ole toodud üldiseid selgitusi saasteainete ja näitajate kohta, mis ei sõltu põlevkiviõli tootmisprotsessi iseärasustest (nt $H_2S$ on vesiniksulfiid sõltumata protsessist, kus see tekib). Tuleb nentida, et ka muudes PVT järeldustes ei selgitata mitmeid üldmõisteid, nt „keskkonnajuhtimissüsteem“.

Juhul kui järgnevates ettepanekutes kasutatakse mõisteid, mis tulenevad muudest PVT järeldustest ja ei ole uuringu ptk 3 kajastatud, tuuakse need allpool eraldi välja (neid ei ole ptk 3 koosseisu lülitatud, juhuks kui otsustatakse neid järeldustesse mitte kaasata).

WGC BATC kasutab mõisteid järgmiselt:

Protsessi heitgaas: Protsessi käigus eralduv gaas, mida järgnevalt töödeldakse taaskasutamise ja/või heitkoguste vähendamise eesmärgil. (vrdl ptk 3 **Heitgaas** – tootmisprotsessis tekkiv ja atmosfääri suunatav gaasiline jääk/ üldnimetus, mis hõlmab ka puhastusseadmete kaudu atmosfääri suunatavad gaasilised jäägid/).

## 20.2 Keskkonnajuhtimissüsteemid (KKJS)

Viimasel ajal koostatud PVT viitedokumentide eelnõudest ja vastuvõetud PVT järeldustest (nt WGC PVT järeldused, mis kehtestati Komisjonis rakendusotsusega 6.12.2022) ilmneb, et KKJS tüüpteksti on hakatud ümber kujundama – aluseks on võetud 2015. aastal uuendatud KKJS standardite tekst (uuendamisel tehtud muudatused on kõige paremini jälgitav EMAS määruse lisas II, muudetud määrusega (EL) 2017/1505). Sellest lähtuvalt teeme ettepaneku kaasjastada PVT nr 1 sõnastust (Ettepanek 3). Seejuures on oluline, et kasutataks sõnastust, mis viitab KKJS paindlikule olemusele, mis on kokku võetud selle PVT kohaldamisalas. Varasemates viitedokumentides kasutati sissejuhatavalt sõnastust "PVT eeldab kõigile allpool loetletud tunnustele vastava KKJS rakendamist", mida on võimalik tõlgendada, et KKJS peab sisaldama kogu loetelu. WGC järelduste PVT nr 1 sõnastus "Üldise keskkonnatoime parandamiseks seisneb see PVT sellise keskkonnajuhtimissüsteemi väljatöötamises ja rakendamises, mis hõlmab kõiki järgmisi tahke" annab uuringu koostajate arvates paremini edasi selle PVT paindliku olemuse. Üheks variandiks oleks lause "Keskkonnajuhtimissüsteemi kohaldamisala (nt üksikasjalikkuse tase) ja laad (nt standardile vastav või mitte) sõltub käitise toimimisviisist, suurusest ja ning selle võimalikust keskkonnamõjust" toomine enne loetelu. Viimastel aastatel vastuvõetud PVT järeldustes (REF BATC, CWW BATC, WGC BATC) on lisaks KKJS standarditest tulenevatele osadele täiendavalt viidatud meetmete programmidele erinevates valdkondades. Näiteks REF BATC viitab lõhnatekke piiramise kavale ja müratekke piiramise kavale, mis on ühtlasi vastava valdkonna PVT meetmeks. Siinkohal tuleb välja tuua, et selliste kavade koostamine ei ole omaette eesmärk vaid asjakohasuse üle otsustamisel tuleb lähtuda vastava PVT meetme kohaldamistingimustest ja käitise olemusest.

Lisaks on KKJS peatükki võrreldes varasemate viitedokumentidega-järeldustega laiendatud, tuues selle alla erinevad korralduslikud meetmed. Sellest lähtuvalt teeme ettepaneku lisada PVT järelduste peatükki "Keskkonnajuhtimissüsteemid" alla järgmised PVT meetmed:

- Probleemsete ainevoogude kindlaksmääramine (kindlaks määrata ainevood, sh heitgaasid ja reovesi, mis vajavad keskkonnaprobleemide vältimiseks töötlust või puhastamist (varasemalt PVT2c, mida on laiendatud CWW BATC PVT nr 2 ja WGC BATC PVT nr 2 alusel). Siin on otstarbekas lähtuda heite olulisuse kriteeriumist, st kirjelda kõik olulise heite allikad. Välisõhku suunatava heite puhul on kriteerium sõnastatud atmosfääriõhukaitse seaduses § 91 lg 2 p.3 ja p.4 põhjal: tuleb näidata väljutatavate saasteainete nimetused ning andmed saasteainete heitkoguste kohta, kui saasteaine summaarne heitkogus kõikidest allikatest on aastas vähemalt üks kilogramm ja õigusaktides ei ole sätestatud teisiti; andmed tuleb esitada igast üksikust heiteallikast väljutatavate saasteainete heitkoguste kohta tehnoloogiaprotsesside kaupa. Kohalduvaks õigusaktiks väiksemate heitkoguste arvestamise vajaduse osas on Keskkonnaministri 14.12.2016 määrus nr 67 "Tegevuse künnisvõimsused ja saasteainete heidete künniskogused, millest alates on käitise tegevuse jaoks nõutav õhusaasteluba", mille lisa järgi on oluline püsivate orgaaniliste saasteainete hulka kuuluva aine heide, kui see ületab 0,1 kg/a ja polükloreeritud dioksiinide-furaanide (PCDD/PCDF) heide, kui see ületab 0,0001 kg/a (ka siin on tegemist summaarse heitega kõikidest allikatest, st mitme allika olemasolu korral tuleb arvesse võtta-hinnata suurusjärgu võrra väiksemaid koguseid),

Veeheite puhul on aluseks veeseaduse § 187 veeloa kohustuse kohta ja § 188 veeluba mittenõudvate tegevuste kohta. Võiks järeldada, et kuni ühe kuupmeetri heitvee veekogusse juhtimine ööpäevas või kuni viie kuupmeetri heitvee pinnasesse juhtimine ööpäevas ei ole oluline, kui see tegevus vastab veeseaduse § 128 lõike 7 alusel kehtestatud heitvee suublasse juhtimise nõuetele (st saastenäitajate väärtused ja ohtlik ainete sisaldus vastab Keskkonnaministri 08.11.2019 määrusele nr 61 "Nõuded reovee puhastamise ning heit-, sademe-, kaevandus-, karjääri- ja jahutusvee suublasse juhtimise kohta, nõuetele vastavuse

hindamise meetmed ning saasteainesisalduse piirväärtused"), samas tuleb järeldada, et iga suublasse suunatava vee puhul tuleb hinnata vastavust nendele nõuetele, st veenduda et tegemist ei ole reoveega ja kokkuvõttes tuleb arvesse võtta kõiki keskkonda suunatavaid voogusid sõltumata nende mahust.

Probleemsuse kindlaksmääramine puudutab ka teisele käitlejale üleantavaid voogusid, näiteks kui käitises tekkiv reovesi juhitakse käitisevälisesse reoveepuhastisse või antakse üle muule käitlejale. Olulisuse määramisel on mh aluseks ühisveevärgi ja -kanalisatsioon seaduse § 8 lg 4 p. 2 ja 3 (nõuded lepingu sisule): lepingus peavad olema ühiskanalisatsiooni juhitava reo- ja sademevee reostusnäitajate piirväärtused arvestusega, et ühiskanalisatsioonist väljuv reovesi vastaks veeseaduse alusel kehtestatud nõuetele ja ühiskanalisatsiooni juhitav reovesi ei kahjustaks ühiskanalisatsiooni toimimist; samuti peab olema sätestatud reoainete sisalduse kontrollimise kord.

Probleemsed ainevood hõlmavad hajusheiteid. Uuringu ptk 10.1 on ülevaade võimalikest põlevkiviõli tootmisega seotud hajusheite allikatest, ptk 12,5 on käsitletud lõhnaainete heidet, sh on kirjeldatud tehnikaid, mida ettevõtted on kasutanud, et vähendada hajusheidet ja lõhnahäiringuid. Ptk 12.6 on kirjeldatud toorainete ja toodangu laadimisel tekkivat hajusheidet ja on antud ülevaade tehnikatest heite vähendamiseks. Ptk 14.2 on lõhna vähendamiseks rakendatavate meetmete loetelu. Kuna hajusheite tekkepõhjused on erinevad ja tuvastatud on ka olulised lõhnahäiringud (ülevaade uuringu ptk 10.3.1), siis on põhjendatud hajusheitele juhtimispõhise lähenemise rakendamine nagu see on kirjeldatud sarnase heiteprofiili ja keskkonnamõjuga tegevusalade puhul (keemiatööstuse WGC BATC).

- tavapärasest erinevate käitamistingimuste riskipõhine juhtimise kava /CWG BATC PVT nr 3 põhjal/;

- täiendavaid juhtimisvõtteid, mis on suunatud keskkonnariski ja -mõju vähendamisele (varasemalt PVT nr 2);

- pinnase ja põhjavee reostuse vältimise meetmed (varasemalt PVT nr 3). Asjakohane on täpsustada, et muuhulgas kohalduvad need nõuded ka kanalisatsiooni-ehitistele. Selles valdkonnas on nõuded sätestatud keskkonnaministri 31.07.2019 määrusega nr 31 "Kanalisatsiooniehitise planeerimise, ehitamise ja kasutamise nõuded ning kanalisatsiooniehitise kuja täpsustatud ulatus", sh on sätestatud § 23 kanalisatsiooniehitise seisundi kontrolli sagedus. Määruse § 1 lg 1 määratleb kanalisatsiooniehitise mõiste - reovee kogumiseks, puhastamiseks või heitvee suublasse juhtimiseks rajatud kanalisatsioonitorustiku, reoveepuhasti, pumpla või muu reovee kogumise, puhastamise ja heitvee suublasse juhtimisega seotud hoone või rajatis.

Esitatud terviktekstina Ettepanekuna nr 4.

Ettepanek 3

1) **(PVT 1)** Üldise keskkonnatoime parandamiseks seisneb see PVT sellise keskkonnajuhtimissüsteemi väljatöötamises ja rakendamises, mis hõlmab kõiki järgmisi tahke: juhtkonna, sh tippjuhtkonna pühendumus, eestvedamine ja kohustuse võtmine toimiva KKJS rakendamiseks;
2) organisatsiooni konteksti analüüs, huvitatud isikute asjakohaste vajaduste ja ootuste (sh nõuete) väljaselgitamine, käitise ja selle tegevuse otsese ja kaudse keskkonnamõju

väljaselgitamine ning oluliste mõjude-aspektide kindlaksmääramine, kehtivate keskkonnaalaste õigusnõuete kindlakstegemine;

3) keskkonnapoliitika määratlemine, mis muu hulgas näeb ette käitise keskkonnahoiu alase tegevuse tulemuslikkuse pidevat täiustamist;
4) oluliste keskkonnaaspektidega seotud keskkonnaeesmärkide ning keskkonnahoiu alast tegevust iseloomustavate mõõdikute ja nende sihttasemete määratlemine;
5) keskkonnaeesmärkide saavutamiseks, keskkonnariskide vältimiseks ning keskkonna-alaste õigusaktide nõuetele vastavuse tagamiseks vajalike protseduuride ja tegevuste planeerimine koos rakendamiseks vajaliku finantsplaneerimise ja investeeringute kavaga;
6) keskkonnaaspektide ja -eesmärkidega seoses juhtimisstruktuuri, rollide ja vastutuse jaotus koos rakendamiseks vajaliku finants- ja inimressursiga;
7) käitise keskkonnategevuse tulemuslikkust mõjutava personali värbamise, väljaõppe, teadlikkuse ja pädevuse kindlustamine;
8) ettevõttesisene ja –väline suhtekorraldus;
9) töötajate kaasatus;
10) olulise keskkonnamõjuga tegevuste ohjamiseks dokumentatsiooni koostamine (nt juhtimissüsteemi käsiraamat, kirjalikud protseduurid), samuti asjakohaste tõendusdokumentide säilitamine;
11) tootmisprotsessi tõhus planeerimine ja kontrollimine;
12) käitise hooldusprogrammi /-kava rakendamine;
13) valmisolek hädaolukorraks ning hädaolukorras tegutsemine: (a) hädaolukordade määratlemine ja neis tegutsemise kava, mis hõlmab hädaolukordades tekkida võiva negatiivsete (keskkonna)mõju vältimist ja vähendamist; (b) käitises on avariide likvideerimise plaan, mis sisaldab saastuse levikut tõkestavate abinõude kirjeldust, sealhulgas reostuse tõkestamise ja selle likvideerimise peamiste meetodite ülevaadet;
14) tegutsemise tulemuslikkuse kontroll ja parandusmeetmete rakendamine, pöörates erilist tähelepanu järgmistele aspektidele: seire ja mõõtmised (vastavalt viitedokumendile, milles käsitletakse tööstusheidete direktiiviga hõlmatud käitiste õhku- ja vetteheite seiret (ROM)); parandus- ja ennetusmeetmed; dokumenteerimine, andmetöötlus ja aruandlus; siseaudit (võimaluse korral sõltumatu) või väline kontroll eesmärgiga kindlaks määrata, kas KKJS vastab kavandatule, on korrektselt rakendatud ja ajakohastatud;
15) keskkonnajuhtimissüsteemi ja selle jätkuva sobivuse, piisavuse ja tõhususe regulaarne hindamine, mida teostab tippjuhtkond;
16) valdkonna puhtamate tehnoloogiate arengu jälgimine;
17) uue käitise projekteerimisel ning käitise töötamise kogu aja vältel käitise töö tulevase lõpetamise keskkonnamõju arvestamine;
18) regulaarsete sektorisiseste võrdlusanalüüside tegemine;
19) jäätmekava (vt PVT 13) /CWW BATC/;
20) mitme käitajaga käitiste ja tootmiskohtade puhul sõlmitakse keskkonna- ja kemikaaliohutuse alane koostöölepe, millega määratakse kindlaks rollid ja vastutus ning kooskõlastatakse kõigi käitajate töökorraldus, et tõhustada eri osalejate koostööd. Muuhulgas sätestatakse koostööleppes käitisesiseste heitgaaside- ja reoveepuhastusseadmete või jäätmekäitlusseadmete kasutamise põhimõtted ja poolte vastutus; juhul kui see puudub, ei ole tootmisterritooriumil olevate puhastus- või jäätmekäitlusseadmete valdajal õigus vastu võtta teise käitaja tekitatud jäätmeid, reovett või heitgaase, st selleks tegevuseks keskkonnakompleksluba ei anta; /varasemalt PVT 2a/

21) reovee- ja heitgaasivoogude arvestuse pidamine (täpsustud allpool eraldi PVT meetmena);
22) tavapärasest erinevate käitamistingimuste (OTNOC) juhtimise kava (täpsustatud allpool eraldi PVT meetmena);
23) lõhnatekke piiramise kava (vt PVT 20);
24) müratekke piiramise kava (vt PVT 22).

Keskkonnajuhtimissüsteemi kohaldamisala (nt üksikasjalikkuse tase) ja laad (nt standardile vastav või mitte) sõltub käitise toimimisviisist, suurusest ja keerukusest ning selle võimalikust keskkonnamõjust. KKJS suuremat usaldusväärsust tagavad järgmised vabatahtlikud sammud:

a) juhtimissüsteemi ja auditeerimise protseduure on kontrollinud ja kinnitanud akrediteeritud sertifitseerimisasutus või väline tõendaja;

b) käitises koostatakse ja avalikustatakse korraline ja soovituslikult tõendatud keskkonnaaruanne, mis sisaldab käitise kõiki olulisi keskkonnaaspekte ja milles võrreldakse sobival moel eri aastate kaupa keskkonnaeesmärkide ja sihtide saavutamist, võimaluse korral on esitatud võrdlus tootmisharu parimate näidetega;

c) käitises on KKJS sertifitseeritud vastavalt EMAS (*Environmental Management and Audit Scheme*) või EN ISO 14001 standardi järgi ja nende nõuetest peetakse kinni.

Ettepanek 4 Probleemsete ainevoogude kindlaksmääramine

**PVT** on käitises kindlaks määrata ainevood, sh heitgaasid ja reovesi, mis vajavad keskkonnaprobleemide vältimiseks töötlust või puhastamist. Nendele ainevoogudele on määratud kriitilised parameetrid, mis võivad mõjutada nende teket tootmisprotsessis ning töötlemiseks või puhastamiseks vajalike seadmete (sh reovee eelpuhastite, heitgaaside põletite jm) töö efektiivsust. /varasemalt PVT nr 2c/

See meede põhineb reovee- ja heitgaasivoogude arvestusel, mis on osa keskkonnajuhtimise süsteemist (vt PVT 1), mida pidevalt ajakohastatakse ja milles on kõik järgmised osad:

1) teave käitise tootmisprotsesside kohta, sealhulgas:

a) protsessi erinevate töörežiimide parameetrite ja tekkivate ainevoogude kirjeldus, milles näidatakse ära ka võimalikud kõrvalsaadused; need režiimid hõlmavad ka tavapärasest erinevad töötingimused;

b) protsessi lihtsustatud vooskeemid, milles on näidatud heite päritolu;

c) protsessi integreeritud tehnikate ning reovee ja heitgaaside nende tekkekohas töötlemise kirjeldused, sealhulgas selliste tehnikate ja töötlemise tulemuslikkus;

2) võimalikult põhjalik teave reoveevoogude omaduste kohta, arvestades asjakohasust konkreetse käitise puhul, näiteks /CWW BATC PVT nr 2ii loetelu/:

a) voolukiiruse, pH, temperatuuri, elektrijuhtivuse keskmised väärtused ja nende muutlikkus;

b) asjakohaste saasteainete ja näitajate (nt KHT ja orgaanilise süsiniku kogusisaldus, lämmastikuühendid, fosfor, metallid, soolad, teatavad orgaanilised ühendid, sh need, mis tavapärastes reoveepuhastussüsteemides ei lagune ning võivad mõjutada reoveepuhasti toimivust) keskmine kontsentratsioon ja keskmised väärtused;

c) andmed bioloogilise kõrvaldatavuse kohta (nt BHT, BHT ja KHT suhe, Zahni-Wellensi test, bioloogilise inhibeerimise (nt nitrifikatsiooni)) võime);

3) võimalikult põhjalik teave suunatud õhkuheite omaduste kohta, arvestades asjakohasust konkreetse käitise puhul, näiteks iga heitepunkti kohta /CWW BATC PVT nr 2iii loetelu, mida on täiendatud WGC BATC PVT nr 2ii loeteluga suunatud õhkuheite kohta/:

a) voolukiiruse ja temperatuuri keskmised väärtused ja nende muutlikkus;

b) asjaomaste ainete/näitajate (nt lenduvad orgaanilised ühendid, CO, $NO_X$, $SO_X$) keskmised kontsentratsioonid ja vooluhulga väärtused ja nende muutlikkus;

c) süttivus, alumine ja ülemine plahvatuspiir, reaktsioonivõime;

d muude selliste ainete sisaldus, mis võivad mõjutada heitgaasi puhastamise süsteemi või seadme ohutust (näiteks hapnik, vesinik, lämmastik, veeaur, tolm);

e) selliste ainete olemasolu ja sisaldus, mis on klassifitseeritud CLP määruse järgi kui 1A, 1B või 2. kategooria kantserogeenne, mutageenne või reproduktiivtoksiline aine (CMR-aine); /WGC BATC PVT nr 2ii-h ja 2iii-c5/

f) meetodid, mida kasutatakse suunatud õhkuheite ennetuseks ja/või vähenduseks;

g) seiremeetodid (vt WGC PVT nr 8).

WGC BATC määratleb suunatud õhkuheite järgmiselt: saasteainete heide õhku heitepunkti, näiteks korstna kaudu.

4) võimalikult põhjalik teave õhku sattuva hajusheite kohta, arvestades asjakohasust konkreetse käitise puhul, näiteks /WGC BATC PVT nr 2iii loetelu hajusa õhkuheite kohta/:

a) hajusheiteallikate loetelu;

b) iga allika iseloomustus,nt kas tegemist on seadmete nagu kraanid, pumbad, tihendid jms ebatihedusest tekkiva heitega ehk kontrollimatu heitega või protsessi või seadme kasutamisel tekkiva kontrollitud heitega *(*nt mahutite õhutustorud, materjalide puistes ladustamine, peale- ja mahalaadimine, mahutite õhutamine, proovivõtusüsteemid, jäätmehoidlad, reoveepuhastid), heiteallika juurdepääsetavys, kas on kaasatud hajusheite seireprogrammi või mitte);

c) heiteallikaga seotud ainevoo iseloomustus, sh:

- füüsikaline olek;

- koostis (kas massi- või mahuprotsentides);

- temperatuur;

- vedelikel küllastunud auru rõhk, gaasidel rõhk;

- ohtlikkuse klassifikatsioon CLP määruse järgi, iseäranis CMR 1A, CMR 1B või CMR 2 kategooriasse kuuluvad ained või segud;

d) hajusheite vältimiseks või vähendamiseks rakendatud tehnikad;

e) lenduvate orgaaniliste ühendite hajusheite seiretingimused sõnastatud WGC BREF eelnõus PVT-na nr 20, 21, 22.

Selgitused:

WGC BATC määratleb hajusheite järgmiselt - Suunamata õhkuheide. Hajusheite hulka kuuluvad kontrollimatu heide ja kontrollitud heide.

Kontrollimatu heide - Suunamata õhkuheide, mida põhjustab mitteläbilaskvana projekteeritud või konstrueeritud seadmete tiheduse kadu. Kontrollimatut heidet võivad tekitada:

- liikuvad seadmed, nagu segurid, kompressorid, pumbad, ventiilid (käsitsi- ja automaatjuhtimisega);
- staatilised seadmed, nagu äärikud ja muud ühendused, avatud otsaga torud, proovivõtukohad.

Kontrollitud heide - Hajusheide, mis ei ole kontrollimatu heide. Kontrollitud heide võib pärineda näiteks kütteseadmetest, puistlasti ladustamisest, peale- ja mahalaadimissüsteemidest, anumatest ja mahutitest (avamisel), avatud rennidest, proovivõtusüsteemidest, mahutitest pihkumisest, jäätmetest, kanalisatsioonist ja reoveepuhastitest.

REF BATC kasutab mõistet lenduvate orgaaniliste ühendite hajusheide - Lenduvate orgaaniliste ühendite heide, mis ei eraldu kindlate heitepunktide, nagu nt korstnate kaudu. Hajusheide võib eralduda teatud piirkonnast (nt paakidest) või punktallikatest (nt toruäärikute kaudu).

CWW BATC kirjeldab ptk 6.2 lenduvate orgaaniliste ühendite hajusheite vähendamise tehnikate hulgas eriti pihkumiskindlaid seadmeid, mis samas annab võimalike kontrollimatute hajusheite allikate loetelu.

Tavapärasest erinevate käitamistingimuste riskipõhine ohjamise kava

**PVT** on koostada ja rakendada KKJS (PVT nr 1) osana riskipõhist tavapärasest erinevate käitamistingimuste (OTNOC) juhtimise kava, mis hõlmab kõiki järgmiseid osi:

1) võimaliku OTNOC määratlemine (nt õhku suunatavate heitkoguste kontrollimiseks kriitilise tähtsusega seadmete rike või selliste seadmete rike, mis on olulised selliste õnnetuste või intsidentide ärahoidmiseks, mis võivad põhjustada heiteid õhku, vette ja jäätmeteket (määratletakse "kriitilised seadmed")), nende algpõhjuste ning tagajärgede kirjeldus;

2) kriitilise tähtsusega seadmete asjakohane projekteerimine (nt seadmete modulaarsus ja sektsioonideks jaotamine, varusüsteemid, tehnikad, et vältida vajadust puhastusseadmetest käivitamise ja seiskamise ajal heide mööda suunata, kõrge pihkumis- või lekkekindlusega seadmed jne);

3) kriitiliste seadmete ennetava hoolduse kava koostamine ja rakendamine (vt PVT 1 12);

4) OTNOC seire (st hindamine või, kui see on võimalik, mõõtmine), sh OTNOC ajal tekkivate heite- ja jäätmekoguste arvestamine ja seotud asjaolude registreerimine;

5) OTNOC esinemise ja nende käigus tekkivate heite- ja jäätmekoguste korrapärane hindamine (nt sündmuste sagedus, kestus, punktis 4 registreeritud saasteainete hulk) ja vajadusel parandusmeetmete rakendamine;

6) punkti 1 alusel tuvastatud OTNOC loetelu korrapärane läbivaatamine ja ajakohastamine. pärast punkti 5 alusel tehtud perioodilist hindamist;

7) varusüsteemide korrasoleku ja toimivuse korrapärane kontrollimine.

Täiendavaid juhtimisvõtteid, mis on suunatud keskkonnariski ja -mõju vähendamisele (varasemalt PVT nr 2)

**PVT** sisaldab allpool loetletud asjakohaseid täiendavaid juhtimisvõtteid, mis on suunatud keskkonnariski ja -mõju vähendamisele põlevkiviõli tootmise käitises:

Kommentaar: kehtiva PVT meetmed a) ja d) on teisaldatud PVT nr 1 koosseisu, meede c probleemesete ainevoogude kindlaksmääramise PVT meetme juurde. Lisatud on varasema viitedokumendi asjakohased PVTd, nende kohta antud allpool täiendavad viited.

a) juhul kui käitises tekkiv reovesi juhitakse käitisevälisesse reoveepuhastisse või antakse üle muule käitlejale, on käitaja ja selle reoveepuhasti käitaja /muu käitleja kohustused määratud nendevahelise lepinguga või asjakohaste tegutsemisjuhistega nagu näiteks ühiskanalisatsiooniga liitumise leping, ühiskanalisatsiooni kasutamise eeskiri, heitvee ärajuhtimise teenusleping, muu poolte vaheline kirjalik leping, mis määratleb kohustused ja vastutuse;
b) käitises on hädaolukorras tekkiva või kriitilisi parameetreid ületava reovee ja tuletõrjevee jaoks kogumissüsteem, mis on üldkanalisatsioonist või veekogusse viivast suublast isoleeritav ja võimaldab kogutu edasist keskkonnaohutut käitlemist;
c) rakendatud on asjakohased tuleohutusmeetmed, käitises on tulekahju piiramiseks vajalikud vahendid töökorras;
d) tagamaks ressursi- ja energiatõhusust ning keskkonda suunatavate heite ja jäätmete tekke vähendamist, projekteerida asjakohased tootmis- ja puhastusseadmed (sh arvestades maksimaalset sisendvoogu ja saasteainete kontsentratsioone), käitada neid ettenähtud töörežiimil (st arvestades seadme projekteerimisel määratud parameetrite vahemikega) ja hooldada neid nõuetekohaselt (st tagades nii plaanikohase ennetava ja parandushoolduse ning vajadusel ka erakorralise hoolduse), nii et oleks tagatud nende seadmete optimaalne saadavus, töö tõhusus ja tulemuslikkus. Sellised toimingud on näiteks seadmete tihendamine (sh tihendite vahetamine), põlemisprotsessidel kütuse ja õhu vahekorra reguleerimine, oluliste protsessi parameetrite nagu temperatuur, kütuse etteanne ja õhuvool pidev jälgimine protsessi stabiilsuse tagamiseks, puhastusseadmete efektiivsust iseloomustavate asendusparameetrite pidev jälgimine, et oleks tagatud puhastussüsteemi töökorras olek jne. Meede on üldkohaldatav, kuid jälgimis- ja hooldusreglemendid on seadmetest sõltuvad, st loetletud tehnikaid on võimalik kasutada üksikult või kombinatsioonis vastavalt seadmete iseloomule (kommentaar - varasema viitedokumendi loetlelus meede g), mis on kombineeritud PVT nr 10 ja WGC BATC PVT nr 6-ga);
e) PVT on puhastussüsteemide käitamine tavapärastel töötingimustel optimaalse võimsuse ja valmisolekuga, et heiteid ennetada või vähendada. Teatud töötingimuste jaoks võidakse välja töötada eraldi protseduurid, seda eelkõige:
   i) seadmete käivitamise ja seiskamise ajaks;
   ii) muude eritööde ajaks, mis võivad mõjutada süsteemide nõuetekohast talitlust (nt heitgaasi puhastussüsteemi erakorralised hooldus- ja puhastustööd). (kommentaar - varasema viitedokumendi PVT nr 13; üldistatud kõikidele puhastussüsteemidele, mitte ainult heitgaasidele);
f) PVT on utteseadmete töörežiimile viimisel (kuni saab hakata kasutama tekkivat uttegaasi) kasutada võimalusel väiksema saasteainete eriheitega kütuseid. Olemasolevates käitistes väiksema väävlisisaldusega samaliigilise kütuse kasutamine. (varasemas viitedokumendis PVT nr. 12)

Pinnase ja põhjavee reostuse vältimise meetmed (varasemas viitedokumendis PVT nr 3)

**PVT** on pinnase ja põhjavee reostuse vältimine koos ühe või mitme allpool loetletud käitamismeetme rakendamisega:

a) kõikide vedelike lekkeid tõkestavate süsteemide terviklikkuse ja tiheduse, sh vee või muude ainete lekkekindluse kontroll;

b) ohtlike ainete ning ohtlike jäätmete laadimine, ajutine hoidmine ja ladustamine toimub ainult selleks ettenähtud kohtades, kus on välistatud lekked või puiste laialivalgumine;

c) kõik mahutid ja seadmed, kus esineb ületäitumise võimalus, tuleb varustada alarmsüsteemi käivitavate nivooanduritega või rakendada muid samaväärseid meetmeid, mis minimeerivad mahutite ületäitumise riski;

d) mahutitel jm seadmetel on kasutamise ja hooldamise nõuded, mis sisaldavad teavet tehnilise järelevalve sageduse ja meetodite kohta. Toimub regulaarne mahutite jm seadmete hooldus ja tehniline järelevalve;

e) muude vedelike kui vesi torustike äärikute ja ventiilide regulaarne ülevaatus. Ülevaatuse tulemused dokumenteeritakse;

f) muude vedelike kui vesi torustike äärikud ja ventiilid on varustatud lekkekogujatega, välja arvatud juhul, kui äärikute ja ventiilide tehniline lahendus lekked välistab; konkreetne tehniline lahendus sõltub kohapealsest olukorrast - käesolevaga ei sätestata, kas näha ette lekkekogumise ala kohas, kus on palju lekkimisvõimalusega seadmeid või paigutatakse iga lekkevõimalusega ühenduse alla kogumiskauss vms, eesmärk on tagada võimalikult väike riskitase pinnase reostumiseks, sh lekkinud vedeliku laialikandumine suuremale alale (sh lekkekindla kattega alale, kui sellel on transpordivahendite või töötajate liikumisteed vms asjaolud, mis põhjustavad lekke laialikandumist);

g) mahutite jm seadmete juures peab olema võimaliku reostuse piiramiseks vajalikus koguses absorbenti;

h) vallide lekkekindluse kontroll iga 3–5 aasta tagant;

i) maa-aluste torustike projekteerimise vältimine või kui see on mõõdapääsmatu, tuleb ette näha torustiku kaitse vigastuste eest ja paigaldada lekete tuvastamise süsteem. Olemasolevates käitistes on selle punkti rakendatavus piiratud;

j) käitises ehitustööde ajal või muudel põhjustel rasketehnika (raskeveokite, kraanade jm) kasutamisel jälgida, et maa-alused torustikud, sh kanalisatsioon ei saaks vigastada. Vajadusel näha ette täiendavad maa-aluste kommunikatsioonide kaitsemeetmed;

k) regulaarne maa-aluste kanalisatsioonitorustike ja muude maa-aluste rajatiste visuaalne ülevaatus, nt kaugjuhitava kaameraga kahjustuste ja võimalike lekete tuvastamine.

## 20.3. Seire

Uuringu peatükkides 11 ja 12 esitatud andmed on tihedalt seotud käitistes tehtava seirega. Seiratakse tootmisprotsessi kirjeldustes ptk 11.2 esitatud tehnoloogilisi parameetreid, ptk 11.3, 12.1 ja 12.2 kirjeldatud protsesside sisendite ja väljunditega seotud ainevoogude koguseid ja koostist (erinevate ressursside kasutus ning tootmisprotsessi väljundeid, sh õhuheited, heide vette, jäätmed). Seire on seotud ka heidete vähendamise tehnikate toimivuse hindamisega ning erinevate mõjude iseloomustamisega, nt ptk 12.7 kooseisus on antud ülevaade veekasutuse komplekslubadega määratud seiretingimustest, mis hõlmab lisaks keskkonda suunatava vee seirele ka vastuvõtva keskkonna kvaliteedi seire. Need andmed põhinevad nii omaseire (mida

keskkonnaseire seaduses nimetatakse vabatahtlikuks seireks) kui keskkonnakompleksloas ette nähtud seire tulemustel

Üldiselt juhindutakse käitiste kompleksloaga seotud seire korraldamisel õigusaktide nõuetest. Seda sätestab ka keskkonnaseire seaduse § 1 lg 3: keskkonnaloas ja keskkonna-kompleksloas ette nähtud loa omaja keskkonnaseirele kohaldatakse vastavat luba reguleerivas seaduses ja selle alusel kehtestatud nõudeid.

Varasema põlevkiviõli tootmise PVT viitedokumendi koostamise ajal ei olnud tavaks tegevusalade põhistes viitedokumentides täpsustada detailsemaid seirenõudeid, valdavalt viidati mõnede meetmete puhul asjakohasele seirele. Võib üldistatult öelda, et kui PVT sätestas ressursitõhususele või saasteaine eriheitele kvantitatiivse väärtuse, siis kaasnesid sellega ka seire korraldamise nõue. Juhised seire korraldamise kohta olid koondatud horisontaalsesse viitedokumenti seire üldpõhimõtted (MON, vastu võetud 2003. aastal).

2018. aastal asendati MON PVT viitedokumendiga direktiivis nimetatud käitiste tööstusheidete õhku- ja vetteheite seirest (ROM). See viitedokument koondab ülevaate seire üldpõhimõtetest, mõistetest, seire korraldusest, seireprogrammide koostamise alustest, sh riskipõhise lähenemise rakendamise alustest seires, mõõtmiste kvaliteedi tagamisest, konkreetse saasteaine mõõtmise nõuetest, sh standardiseeritud meetodite olemasolust jne.

ROM ei tõlgenda tööstusheite direktiivi. Vastavalt THD artikli 16 lõikele 1 peavad komplekslubade seirenõuded põhinema PVT-järeldustes kirjeldatud seire kohta tehtud järeldustel. Selles raamistikus toimib ROM teabeallikana PVT-järelduste ja direktiivi järjepideva kohaldamise parandamiseks, pakkudes täiendavaid juhiseid seirestandardite, strateegiate ja tavade kohta. [ROM eessõnast].

Tööstusheite direktiivi alusel vastuvõetud PVT järeldustes on eraldi seirepeatükk. Sellest lähtuvalt teeme ettepaneku lisada seire PVT – meetmed ühtse paketina vastavalt ettepanekule 5. Selgituseks, et seireettepanekutega ei tehta ettepanekud heitetasemete (PVT-SHT) ning keskkonnatoime tasemete (erikulu, eriheide, energiatõhusus, ressursitõhusus, BAT-AEPL) määramiseks või muutmiseks – need tasemed määratakse eraldi PVT-dega ja juhul, kui tehtav seire on seotud konkreetse PVT-SHT või BAT-AEPL-ga, siis on viidatud seiremeetme juures vastavale PVT numbrile, Siinkohal on oluline märkida, et PVT järeldustes on toodud ka seirenõuded, mis ei tarvitse olla seotud konkreetse heite piirväärtusega või keskkonnatoime tasemega. Iga PVT ettepaneku juurde on lisatud kommentaar algallika kohta, mille põhjal on tehtud analüüs kohaldatavuse kohta põlevkiviõli tootmisele, osalt on lisatud selgitusi.

Ettepanek 5

*Kohalduvad mõisted (WGC BATC toob välja mõistetes järgmised seirega seotud mõisted):*

Pidev mõõtmine - Tootmiskohas püsipaigaldusega automaatmõõtesüsteemiga tehtav mõõtmine.

Perioodiline mõõtmine - Mõõtmine teatavate ajavahemike järel käsitsi või automatiseeritult

Kehtiv tunni (või pooltunni) keskväärtus - Tunni (või pooltunni) keskväärtus loetakse kehtivaks, kui automatiseeritud mõõtesüsteem töötas sel ajal riketeta ja seda ei hooldatud.

Suunatud õhkuheide - Saasteainete heide õhku heitepunkti, näiteks korstna kaudu.

**PVT** on tootmisprotsessi ja puhastusseadmete jaoks määratletud saasteainete heitega ja jäätmetekkega seotud tähtsamate parameetrite (vt probleemsete ainevoogude kindlaksmääramise PVT – ettepanek nr 4) seire asjakohaste meetoditega kas pidevalt või perioodiliselt kõikides olulistes punktides (nt sissevool töötlusseadmesse, sissevool

puhastusseadmesse, rõhk puhastusseadmes). Seire sagedus määratakse riskipõhiselt. (Üldistatud REF BATC PVT nr 5 ja CWW BATC PVT nr 3 põhjal)

**PVT** on jälgida heidet õhku, kasutades seiremeetodeid vähemalt järgnevalt esitatud minimaalse sagedusega ja kooskõlas Euroopa standarditega (EN). ENi normide puudumise korral seisneb PVT selliste ISO, liikmesriigi või muude rahvusvaheliste standardite kohaldamises, mis tagavad samaväärse teadusliku tasemega andmete saamise.

**Seiretabel WGC PVT nr 8 toodud ainete põhjal, mille heide on peamiselt seotud põlemis- jm termiliste protsessidega (kuid mitte ainult)**

Termiline töötlemine - Heitgaasi töötlemine termilise või katalüütilise oksüdeerimise teel.

Tööstusahi/kuumutusseade - Tööstusahjud ja kuumutusseadmed on:

- põletusseadmed, mida kasutatakse esemete või lähtematerjali töötlemiseks otsese kokkupuute kaudu, näiteks kuivatamisprotsessides või keemilistes reaktorites, või
- põletusseadmed, milles tekkiv soojuskiirgus ja/või soojusjuhtimise teel leviv soojus kantakse esemetele või lähtematerjalile üle läbi tahke seina vahepealset soojuskandjat kasutamata, näiteks (nafta)keemiatööstuses protsessivoo kuumutamiseks kasutatavad ahjud ja reaktorid.

Energia taaskasutamise hea tava rakendamise tulemusena võib mõni tööstusahi/kuumutusseade sisaldada auru- või elektritootmissüsteemi. See on tööstusahju/kuumutusseadme lahutamatu konstruktsioonielement, mida ei saa käsitleda eraldi.

Kommentaar: muu protsessi alla liigituks ka põlevkiviõli tootmisseade

(viited järgmise tabeli 20.1 all)

*Tabel 20.1 Seiretabel erinevatele ainetele/näitajatele, mis on peamiselt seotud põlemisega*

| **Aine / näitaja** | **Protsess(id) / allikad** | **Kohal-damine** | **Standardid (2)** | **Minimaalne sagedus** | **Seire seos PVT-ga** |
|---|---|---|---|---|---|
| Süsinikmono oksiid (CO) | Termiline töötlemine, tööstusahjud / kuumutus-seadmed, muud protsessid - kõik korstnad, mille puhul CO heide on vähemalt 2 kg/h | | (5) | Pidev | Vastava protsessi heite vähendus |
| | Termiline töötlemine, tööstusahjud / kuumutus-seadmed, kui CO heide jääb alla 2 kg/h (1) | | EN 15058 | Üks kord iga 6 kuu järel (3) (4) | |
| | Kõik muud protsessid-allikad mille CO heide on alla 2 kg/h (1) | | EN 15058 | Üks kord aastas (3) (7) | |
| Lämmastik-oksiidid (NOx) | Termiline töötlemine, tööstusahjud / kuumutus-seadmed, muud protsessid - kõik korstnad, mille puhul | | (5) | Pidevseire | Vastava protsessi heite vähendus |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | NOx heide on vähemalt 2,5 kg/h | | | |
| | Termiline töötlemine, tööstusahjud / kuumutus-seadmed, kui NOx heide jääb alla 2,5 kg/h (1) | EN 14792 | Üks kord iga 6 kuu järel (3) (4) | |
| | Kõik muud protsessid-allikad mille NOx heide on alla 2,5 kg/h (1) | EN 14792 | Üks kord iga 6 kuu järel (3) (4) | |
| Väävel-dioksiid ($SO_2$) | Termiline töötlemine, tööstusahjud / kuumutus-seadmed, muud protsessid - kõik korstnad, mille puhul $SO_2$ heide on vähemalt 2,5 kg/h | (5) | Pidev | Vastava protsessi heite vähendus |
| | Termiline töötlemine, tööstusahjud / kuumutus-seadmed, kui $SO_2$ heide jääb alla 2,5 kg/h (1) | EN 14791 | Üks kord iga 6 kuu järel (3) (4) | |
| | Kõik muud protsessid-allikad mille $SO_2$ heide on alla 2,5 kg/h (1) | EN 14791 | Üks kord iga 6 kuu järel (3) (4) | |

**Seiretabel WGC PVT nr 8 toodud ainete põhjal (selles tabelis ei olnud seiret H2S-le ja COS-le, kuid piirväärtusi on kehtestatud)**

$H_2S$ pidevseire kriteerium peaks olema seotud väiksema vooga kui 2 kg/h

Kommentaar: hõlmab ka põlevkiviõli tootmisseadet

*Tabel 20.2 Seiretabel erinevatele ainetele/näitajatele*

| **Aine / näitaja** | **Protsess(id) / allikad** | **Kohal-damine** | **Standardid (2)** | **Minimaalne sagedus** | **Seire seos PVT-ga** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ammoniaak | SCR / SNCR* kasutamine | Kõik korstnad | EN 21877 | Üks kord iga 6 kuu järel (3) (4) | NOx vähendus |
| | Kõik muud protsessid-allikad (1) | | | | - |
| | Kõik muud protsessid-allikad mille heide on vähemalt 2 kg/h | | (5) | Pidevseire | |
| Benseen | Kõik muud protsessid-allikad mille heide on vähemalt 10 g/h** | | (5) | Üks kord iga 6 kuu järel (3) | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Kõik muud protsessid-allikad (1) | EN-standard puudub | | Mahutid jt WGC BATC 0,5-1 mg/Nm3 |
| CMR-ained, mida ei ole käesolevas tabelis mujal käsitletud (12) | Kõik protsessid/allikad (1) | EN-standard puudub | Üks kord iga 6 kuu järel (3) | CMR ainete heite piirväärtused ja nende kohaldamise kriteeriumid WGC BATC PVT nr 11 |
| Lenduvate orgaaniliste ühendite kogusisaldus (TVOC) | Kõik korstnad, mille LOÜ summaarne heide on vähemalt 2 kg C/h | (5) | Pidev | LOÜ suunatud õhkuheite vähendamise PVTd |
| | Kõik muud protsessid/allikad (1) | EN 12619 | Üks kord iga 6 kuu järel (3) (4) | |
| Tolm | Kõik korstnad, mille puhul tolmu heide on vähemalt 3 kg/h | (5) EN 13284-1 ja EN 13284-2 | Pidev (8) | Tolmuheite vähendamise PVTd |
| | Kõik muud protsessid/allikad (1) | EN 13284-1 | Üks kord aastas (3) (7) | Tolmuheite vähendamise PVTd |
| PM2,5 ja PM10 | Kõik muud protsessid/allikad (1) | EN ISO 23210 | Üks kord aastas (3) (7) | Tolmuheite vähendamise PVTd |

* Selektiivse katalüütilise või selektiivse mittekatalüütilise taandamise rakendamisel

** Selgitus – benseen kuulub CMR ainete hulka klassifikatsiooniga H340 ja H350. Seirenõude kriteerium võetud THS § 137 lõike 1 ja § 138 alusel kehtestatud keskkonnaministri määrusest lahustite heite piirväärtuste kohta / Tööstusheite seaduse §-s 140 nimetatud lenduvate orgaaniliste ühendite keskkonda sattumisel, kui nende ühendite massivoogude summa on 10 g/h või suurem, on heite piirväärtuseks …/. CMR ainete puhul tuleb rakendada meetmeid keskkonda sattumise piiramiseks, pidevseire kohustuse määramine oleks täiendavaks motivaatoriks.

(1) Seiret kohaldatakse üksnes juhul, kui asjaomast ainet/näitajat peetakse protsessi-allika tehnikas PVT 2 esitatud loetelu põhjal heitgaasivoos oluliseks.

(2) Mõõtmised tehakse standardi EN 15259 kohaselt.

(3) Võimaluse korral tehakse mõõtmised tavapärastes käitamistingimustes ajal, mil heitkogus on eeldatavalt suurim.

(4) Kui heitetase on tõendatult piisavalt püsiv, võib minimaalset seiresagedust vähendada ühe korrani aastas või ühe korrani iga kolme aasta järel.

(5) Pidevat mõõtmist käsitlevad üldised EN-standardid on EN 14181, EN 15267-1, EN 15267-2 ja EN 15267-3.

(7) Kui heitetase on tõendatult piisavalt püsiv, võib minimaalset seiresagedust vähendada ühe korrani iga kolme aasta järel.

(8) Kui heitetase on tõendatult piisavalt püsiv, võib minimaalset seiresagedust vähendada ühe korrani iga kuue kuu järel.

(12) s.o muud kui benseen (võivad esineda formaldehüüd, tolueen, aga ei ole välistatud ka teised WGC BAT nr 11 märgitud ainete esinemine)

**PVT** on lenduvate orgaaniliste ühedite hajusheite seire.

Lenduvate orgaaniliste ühendite hajusheite seiretingimuste sõnastamisel on ettepanek aluseks võtta WGC BREF eelnõus PVT nr 20, 21 ja 22.

Ettepanek: Vajadusel määrata ka hajusheite seire järgmistele ainetele: CO, SOx, NOx, NH3, H2S, tolm. Vajadus võib tuleneda näiteks kohalike ettevõtete ja elanike korduvatel kaebustel ning riiklike seirejaamade tulemustel.

**PVT** on lõhnaainete seire.

Ettepanek: sõnastamisel aluseks võtta WGC BREF FD PVT 6. Korrapärane seire põhineb lõhnaallika olulisusel ja määratakse lõhnahäiringu tekke riskihindamise kaudu. Ettepanek: seiratakse 1 kord 3 aasta tagant või kui protsessis toimub olulisi muudatusi.

PVT on korrapäraselt jälgida asjakohaste allikate lõhnaheidet vastavalt EN standarditele.

Heiteid saab jälgida dünaamilise olfaktomeetria abil vastavalt standardile EN 13725. Heite seiret võib täiendada lõhnaga kokkupuute mõõtmise või hindamisega või lõhna mõju hindamisega.

Rakendatavus on piiratud juhtudega, kus võib oodata ebameeldiva lõhna teket või see on tõendatud.

**PVT** on vetteheite seire kooskõlas EN standarditega vähemalt allpool ettenähtud miinimumsagedusega. EN standardite puudumise korral on PVT kohaldada selliseid ISO, liikmesriigi või muid rahvusvahelisi standardeid, mis tagavad samaväärse teadusliku tasemega andmete saamise**.**

Aluseks olemasoleva viitedokumendi PVT 32 juures olev tabel, mis võtab kokku heite piiväärtused otseheite korral suublasse ja seire sageduse. Selle koostamisel lähtuti REF BREF eelnõust ja see vastab praegustele PVT kriteeriumitele.

## 20.4. Ressursitõhusus

Ettepanek 6

Tööstusheite direktiivi alusel vastuvõetud PVT järeldustes on eraldi ressursitõhususe peatükk. Sellest lähtuvalt lisada ptk 4.3 “Ressursitõhusus” koos PVT-dega nr 11-15. Iga uue PVT juurde lisatud kommentaar algallika kohta, mille põhjal on tehtud analüüs kohaldatavuse kohta põlevkiviõli tootmisele.

Uuringu tulemustest lähtuvalt ei selgunud ettepanekuid keskkonnatoime tasemete (erikulu, eriheide, energiatõhusus, ressursitõhusus, ing. k. *BAT-AEPL*) määramiseks.

**PVT** on ressursside ja energia erikulu vähendamine ühe või mitme allpool loetletud meetme abil

Kommentaar: kehtivas dokumendis oli selles tabelis 20.3 ainult energiatõhusus, kuid varasema PVT nr 4 põhimõtted kohalduvad ka põlevkivile, veele jm ressurssidele.

*Tabel 20.3* Ressursside ja energia erikulu vähendamine

| **Meede** | **Kohaldatavus** |
|---|---|
| a. Protsesside optimeerimine tööparameetrite reguleerimise abil | Meetodid on üldkohaldatavad |
| b. Seadmete regulaarne hooldamine | |
| c. Tehnilise lahenduse optimeerimine | Kohaldatav uutele seadmetele.<br>Olemasolevatele seadmetele kohaldamine eeldab utteseadme täielikku uuendamist |
| d. Põlemise reguleerimise meetodite kasutamine | Kohaldatav kütuse ja põlemisõhu segul töötavatele põletusseadmetele (st. protsessides kus liigõhutegur $\alpha \sim 1$ ei ole rakendatav) |

**PVT** on ressursitõhususe suurendamiseks vähendada orgaaniliste ainete sisaldust erinevates ainevoogudes ja jäätmetes ühe või mitme meetmete abil ning suunata neid tootesse või kõrvalsaadusesse (tabel 20.4):

Kommentaar: WGC BREF FD PVT nr 9 põhjal, kombineerides PVT viitedokumendi Kiviter fenoolvee defenoleerimise osaga

*Tabel 20.4* Ressursitõhususe suurendamine

| **Meede** | **Kohaldatavus** |
|---|---|
| a. Protsessi integreeritud tehnikate kasutamine, mis vähendavat saastavate ainete ja jäätmete teket, sh gaasiliste, vedelate ja tahkete ainete tagasisuunamine utmisprotsessi. | Kohaldatavus võib olla piiratud tehnilise rakendatavuse, ohutuse või liigse energiakulu tõttu. |
| b. Gaasilistest voogudes orgaanilise aine sisalduse vähendamine ühe või mitme meetmega: | Kohaldatavus võib olla piiratud tehnilise rakendatavuse või liigse energiakulu tõttu, kui nt orgaanilise aine sisaldus on madal. Suunamine tootesse või kõrvalsaadusesse võib olla piiratud kvaliteedinõuete tõttu. |
| i) adsorptsioon (regeneratiivne) | |
| ii) absorptsioon (regeneratiivne) | |
| iii) kondensatsioon | |
| c. Põlevkiviõli tootmisel tekkiva fenoolvee defenoleerimine ekstraheerimisega | Kohaldatavus võib olla piiratud tehnilise rakendatavuse või liigse energiakulu tõttu, kui nt fenoolide sisaldus on madal. Suunamine tootesse või kõrvalsaadusesse võib olla piiratud kvaliteedinõuete tõttu. |
| d. Põlevkiviõli puhastamisel saadavast materjalist peendispersse kütuse tootmine | |

Arvestada protsessipõhiseid erisusi: GSKm vs TSKm.

**PVT** (kehtivas PVT nr 5) on põlevkiviõli tootmise energiatõhususe suurendamine järgmiste meetmetega:

a) uttegaaside käitisesisene ja -väline kasutamine kütusena;
b) energeetilist väärtust omavate vedelate ja tahkete ainete tagasisuunamine utmisprotsessi või nende kasutamine kütusena nii käitisesiseselt kui ka -väliselt (viimasel juhul tuleb kehtestada teatud kvaliteedinõuded ja enne üleandmist kontrollida ainete nendele vastavust). Kui tegemist on jäätmetega, siis kohalduvad tööstusheite seaduse 4. peatüki nõuded.
c) gaasiliste, vedel- ja tahkete ainete jääksoojuse kasutamine energia tootmiseks.

Tehniliste võimaluste olemasolul rakendada täiendavaid meetmeid, kas üksikult või kombinatsioonis, utmisprotsessis vabaneva energia täielikumaks ärakasutamiseks, sh madalrõhu auru tootmiseks. Olemasolevates käitistes võib rakendamine olla piiratud.

**PVT** (kehtivas PVT-s nr 11) on lenduvate orgaaniliste ühendite hajusheite ning energiakadude vähendamiseks järgmiste projekteerimis- ja ehitusmeetmete rakendamine:

a) käitise või seadme projekteerimisega seotud tehnikad, sh potentsiaalsete heiteallikate arvu minimeerimine, protsessi suletust tagavate omaduste maksimeerimine, võimalikult terviklike (st minimaalsete ühenduste ja liideste arvuga) seadmete valik, potentsiaalsetele lekkekohtadele visuaalse seire ja hoolduse võimaldamiseks juurdepääsu ettenägemine;

b) käitise või seadme ehituse ja vastuvõtmisega seotud tehnikad, sh hästi arusaadavad ehitus- ja koostamisjuhised, üheselt mõistetavad ja hästi rakendatavad protseduurid seadmestiku töö projekteerimisnõuetele vastavuse kontrollimiseks.

Pakutavate meetmete kohaldatavus olemasolevates käitistes on piiratud.

**PVT** (kehtivas PVT-s nr 14) on veekulu vähendamine ühe või mitme kirjeldatud meetme abil.

Muudatusettepanekuid sisu osas ei ole, st varasem tabel jääb senise sisuga.

## 20.5. Materjalide ladustamine ning käitlemine

Ettepanek 7

Materjalide ladustamise ning käitlemise osa kujundada vastvavalt alltoodule. Vedelike laadimisel võtta aluseks REF BATC õhuheidete piirväärtused koos kohaldamise kriteeriumitega (ptk 1.15. Parima võimaliku tehnika alased järeldused ladustamise ja käitlemise protsesside kohta, Tabel 16).

Kohaldub varasemalt kirjeldatud (kehtiva PVT-järelduste) peatükk 4.3 sissejuhatus ja PVT nr 6, PVT nr 7 ning PVT 8.

**PVT** (kehtivas PVTs nr 8) sõnastada kohaldamise kriteerium järgmiselt: Üldiselt kohaldatav vedelike sisse- ja väljalaadimise korral, kui aastamaht on > 5 000 $m^3$/aasta heitallika kohta. PVT-ga seotud heite tunnikeskmised piirväärtused pideva töö korral on järgmised:

- NMVOC 0,15-10 g/$Nm^3$
- Benseen < 1 mg/$Nm^3$; benseeni seire võib osutuda mittevajalikuks, kui NMVOCi heide vastab vahemiku väikseimatele väärtustele

**PVT** (Kehtivas PVT-s nr 9) on õli ladustamisel ja muul käitlemisel tekkivate lekete vältimine või, kui see ei ole võimalik, vähendamine ühe või mitme allpool loetletud meetme abil:

a) topeltpõhjaga mahutite kasutamine;

b) mitteläbilaskva membraani kasutamine kogu mahuti põhja alusel alal;

c) maapealsed mahutid peavad olema ümbritsetud piirdega, mis takistab piirde sisse jäävatest mahutitest väljavoolavate vedelike laialivalgumist. Piirde sisse jääv ala peab olema kaetud vett ja naftasaadusi mitteläbilaskva inertse materjaliga. Piirde sisse jääv ala peab mahutama vedelikke 1,1 korda suuremas mahus kui on suurima mahuti projektijärgne maht või rajatakse reservmahuti, mis täitub isevoolu teel ja mille maht on võrdne suurima mahuti projektijärgse mahuga.

Arvestatakse hoidmisehitistele kehtestatud veekaitselisi nõudeid[1].

Kommentaar: praegu kehtiva PVT peatüki 4.4. „Üldised primaar- ja sekundaarmeetmed“ kirjeldatud meetmed on üle viidud eelkirjeldatud punktide juurde.

## 20.6. Põletusseadmed

Kommentaar: Õli tootmisprotsessi mitteintegreeritud põletusseadmed on kasutusel ainult VKGs, mis kasutavad valdavalt kütusena käitises põlevkiviõli tootmisprotsessis tekkivaid gaase, lisakütusena vajadusel maagaasi:

- põlevkiviõlide destillatsiooni seadme toruahi P-3, sisendvõimsus 13,877 $MW_{th}$ (peamine saasteaine $SO_2$ 682,275 t/a);
- PDTRK reaktori kolle, sisendvõimsus 2 x 0,83 $MW_{th}$ (käivitatud 2017. a)
- Elektroodkoksiseadmete kuupide kütteseadmed (30 tk, koguvõimsus 22,96 $MW_{th}$, keskmiselt a’ 0,765 MW), kuumutatakse kuupe otse, heide kahe suitsukorstna D-1 ja D-2 kaudu; samal seadmel valmistatakse ka bituumenit kuupides P11-20 (peamine saasteaine $SO_2$ ca 650 t/a); kohaldada REF BATC ptk 1.7 koksistamisprotsessi jaoks ja ptk 1.4 bituumeni tootmise jaoks;
- Fenoolide destillatsiooni soojendusseade 0,6 $MW_{th}$, kasutab kütusena maagaasi.

REF BATC ptk 1.9 PVT alased järeldused põletusseadmete kohaldamisest: ei tooda välja võimsusvahemikku, kuid kuna toodud on PVT-SHT kuukeskmised väärtused, siis sellest võib

[1] PVT viitedokumendi ajakohastamisel on need nõuded kirjeldatud veeseaduses § 138-142 ja Keskkonnaministri 20.09.2019 määruses nr 42 „Naftasaaduse, põlevkiviõli, selle saaduse või biokütuse hoidla ehitamise ja kasutamise nõuded ning kuja täpsustatud ulatus“

järeldada, et kohaldub pidevseirekohustusega seadmetele (ptk 1.1.4 järgi ≥ 50 MW). PVT 34-37, kohaldamisel arvestada põlevkiviõli tootmise erisusi võrreldes nafta rafineerimisega.

REF BATC on vastu võetud enne, kui keskmise põletusseadmete direktiiv. Samas ei kohaldu direktiiv neile seadmetele.

Muudatusettepanekud meetmete osas puuduvad.

Ettepanek 8

Ajakohastada põletusseadmete peatükis PVTga saavutatavate saastetasemete osa vastavalt REF BATC ptk 1.9 tabelitele 10-15. Kohaldatavus jääb samaks (neid rakendatakse põlevkiviõli tootmisprotsessi integreerimata uutele põletusseadmetele summaarse soojusvõimsusega ≥ 50 MW).

Selgitus eespool näidetena kommentaaris, mis on protsessi integreerimata põletusseadmed.

Kehtiva viitedokumendi ptk **4.7. Küünalseadmed ehk avariitõrvikud kuni 4.10 Müra** osas muudatusettepanekud puuduvad

## 20.7. Heite piirväärtuste määramisest

Uuringu tulemustest lähtuvalt ei selgunud ettepanekuid uute heite piirväärtuste määramiseks ja oluliste muudatuste tegemiseks.

Selgitame, et PVT kaasajastamisega ei pea tingimata piirväärtusi vm näitajaid muutma. Allpool on toodud ülevaade PVT trendidest heitveega keskkonda viidavate saasteainete osas.

Nii 2003. a REF BREF kui 2014. a REF BATC annavad üldosas ülevaate rafineerimistehase kui terviku veekasutusega, reovee tekkega ja saasteainete vetteheitega seotud teemadest. Protsessipõhistes osades on toodud olemasolul protsessi veekasutusega või reovee tekkega seotud meetmed, kuid kvantitatiivseid näitajaid ei ole eraldi välja toodud.
Kahe eri ajal koostatud dokumendi võrdlus on esitatud tabelina. Võrreldes põlevkiviõli algse viitedokumendi koostamise ajaga on loobutud rafineerimistehaste puhul võrdlusväärtuste (i.k *benchmark*) kasutamisest, sh raskmetallide summaarse heite puhul. Keskendutud on oluliste saasteainete heite piirväärtustele. Seejuures ei ole heite piirväärtused tingimata karmistunud vaid nende olemust ja seiretingimusi on täpsustatud. Oluliseks mõjutajaks on siin olnud prioriteetsetele saasteainetele 2008. aasta lõpus direktiiviga 2008/105/EÜ määratud veekeskkonna kvaliteedi standardid (muudetud direktiiviga 2013/39/EL). Tabelis 20.5 toodud saasteainetest määrati suubla kvaliteedi piirväärtused benseenile ja raskmetallidele Hg, Cd, Ni ja Pb. Uuteks seiratavateks saasteaineteks 2014. a PVT järeldustes on fenoolsed ühendid ning aromaatsed süsivesinikud tolueen, etüülbenseen ja ksüleen, kuid neile ei ole kehtestatud PVT-ga saavutatavat heitetaset.

*Tabel 20.5* Heitveega seotud protsessinäitajate muutused rafineerimistehastes

| **Näitaja** | **Heite piirväärtused ja võrdlusväärtused** | |
|---|---|---|
| | **2003 REF BREF** | **2014 REF BATC** |
| Veekasutus | kuni 0,62 $m^3/t$ (aastakeskmine võrdlus-väärtus*) | Ei ole määratud |
| Reovee teke tehnoloogilistest protsessidest | 0,09-0,53 $m^3/t$ (aastakeskmine võrdlus-väärtus*) | Ei ole määratud |
| Saasteainete koormus reoveepuhastusjaamast heitvee otsejuhtimisel suublasse: | Kontsentratsioonid kuukeskmised, eriheide töödeldud toornafta koguse kohta aastakeskmine võrdlusväärtus*: | Määratud ainult kontsentratsiooni heite piirväärtused (aasta-keskmisena). Ära on toodud ka seire sagedus. |
| Naftasüsivesinikud | 0,05-1,5 mg/l<br>0,01-0,75 g/t | 0,1-2,5 mg/l<br>mõõdetakse iga päev |
| Biokeemiline hapnikutarve ($BHT_5$) | 2-20 mg/l<br>0,5-11 g/t | PVT-ga saavutatavat heitetaset ei ole määratud, mõõdetakse iga nädal |
| Keemiline hapnikutarve (KHT, 2 tundi) | 30-125 mg/l<br>3-70 g/t | 30-125 mg/l<br>mõõdetakse iga päev |
| Ammooniumlämmastik | 0,25-10 mgN/l<br>0,1-6 g/t | - |
| Üldlämmastik | 1,5-25 mgN/l<br>0,5-15 g/t | 1-25 mg/l<br>mõõdetakse iga päev |
| Heljum (105 °C aurustusjäägina) | 2-50 mg/l<br>1-25 g/t | 1-25 mg/l<br>mõõdetakse iga päev |
| Raskmetallide As Cd Co Cr Cu Hg Ni Üb V Zn summaarne kontsentratsioon | 0,1-4 mg/l | Heite piirväärtused on iga raskmetalli kohta eraldi, mõõdetakse kord kvartalis |
| Plii (Pb) | - | 0,005-0,030 mg/l |
| Kaadmium (Cd) | - | 0,002-0,008 mg/l |
| Nikkel (Ni) | - | 0,005-0,100 mg/l |
| Elavhõbe (Hg) | - | 0,0001-0,001 mg/l |
| Vanaadium (V) | - | PVT-ga saavutatavat heitetaset ei ole määratud |
| ***Fenooliindeks*** | - | PVT-ga saavutatavat heitetaset ei ole määratud, seiratakse kord kuus |
| ***Benseen*** | - | 0,001-0,050 mg/l<br>seiratakse kord kuus |
| *jt aromaatsed süsivesinikud tolueen, etüülbenseen, ksüleen* | - | PVT-ga saavutatavat heitetaset ei ole määratud, seiratakse kord kuus |

* ei ole käsitletav heite piirväärtusena

## 20.8 GSK ja TSK

**Kehtivas viitedokumendis**

**5. PVT-järeldused gaasilise soojuskandjaga meetodil tootmise jaoks**

Meetmete osas muudatusettepanekud puuduvad, ettepanek 9 on sõnastuses kasutada Kiviter asemel gaasigeneraator ja „protsessi" asemel kasutada „meetod".

Ettepanek 9

Teha järgmised muudatused tahke soojuskandja meetodi meetmete osas, sh mitte kasutada sõnastuses Galoter. Siinkohal ei ole jälgitavuse huvides muudetud praeguse PVT järelduste numeratsiooni.

**6. PVT-järeldused tahke soojuskandja meetodil tootmise jaoks**

**PVT** on utilisaatorkatla kasutamine suitsugaaside ja mittetäieliku põlemise produktide järelpõletamise soojusenergia taaskasutamiseks.

Protsessis tekkivate gaaside järelpõletuseks kasutada utilisaatorkatelt sõltumata sellest, kas on uus või olemasolev seade.

**PVT** on fenoolvee töötlemine enne reoveepuhastisse juhtimist, sh suunamine defenoleerimisele segatuna gaasigeneraatorprotsessi fenoolveega. Juhul, kui olemasolevas käitises fenoolvee puhastamise võimalused puuduvad, võib rakendada muid meetmeid, kui on tagatud samaväärne keskkonnakaitse tase.

**PVT**

Kommentaar: utilisaatorkatla kasutamisega jääb senine sõnastus järgmiste täiendustega. Enefit280 tehnoloogiale eraldi näitajad ei ole otstarbekas lisada. Enefit280 õhuheite võrdlus teiste tehnoloogiatega esitatud uuringu ptk 12.3.3. Kuigi osade saasteainete heidet ei ole registreeritud (nt H2S, NH3), ei ole põhjendatud 0-heite kehtestamine, kui teistel tehnoloogiatel on heide lubatud.

Utilisaatorkatla kasutamisel mõõtmised peavad olema pidevad. Emiteeritavas suitsugaasis olevate saasteainete PVT-ga saavutatav heitetase on toodud järgmises tabelis 20.6. Vahemiku väiksemad väärtused on saavutatavad tsirkuleeriva keevkihtkatla kasutamisel.

*Tabel 20.6* Heitetase utilisaatorkatla kasutamisel

| **Näitaja** | **Heitetase, mg/Nm$^3$ (3 % $O_2$) Kuukeskmine** |
|---|---|
| Tahked osakesed | 40 – 200 |
| $SO_2$ | 10 – 1100* |
| $NO_2$ | 40 – 400 |
| CO | 380 – 6100 |
| $H_2S$ | 0 – 75 |
| $NH_3$ | 0 – 10 |

* PVT eesmärk on pidevalt heitetasemeid vähendada ning lähtuvalt pidevseire andmetest on 1100 mg/Nm$^3$ (3% $O_2$) saavutatav kõikide tehnoloogiate puhul.

Kommentaar: Utilisaatorkatla või samaväärse meetme kasutamiseta – arvestades PVT järelduste jõustumist 4 aasta jooksul käskkirjaga jõustamist ja PVT nr 44 uut sõnastust ei ole utilisaatorkatlata või muu samaväärse meetmeta töötamine lubatav eeldatavalt alates 2027 maist (Enefit140 järelpõletus peaks rakenduma hiljemalt aprillis 2027, see ühtib ligikaudu 4 aastaga PVT järelduste jõustamisest). Vastavad heitetasemed on toodud tabelis 20.6 .

*Tabel 20.7* Heitetasemed kuni aprillini 2027 utilisaatorkatla või muu õhuheitgaaside puhastusmeetodi kasutamiseta

| **Näitaja** | **Heitetase, mg/ Nm$^3$ (3 % $O_2$) kuukeskmine** |
|---|---|
| Tahked osakesed | 40 – 200 |
| $SO_2$ | 30 – 500 |
| $NO_2$ | 100 – 400 |
| $H_2S$ | 110 – 600 * |
| NMVOC | 1000 – 2000 |

* heide ei tohi põhjustada olulist lõhnahäiringut, st peab olema tagatud, et aastas ei ületata 15 % lõhnatundide piiri, sh arvestades koosmõjus teiste võimalike allikatega

**PVT** on TSK utteseadme töö stabiilsuse ja -kindluse suurendamine, milleks koostatakse ja järgitakse eesmärgistatud tegevuskava pika- ja lühiajaliste seiskamiste-käivitamiste arvu vähendamiseks, kasutades PVT nr 25 punktis d viidatud avariiliste juhtude registreerimist ja seiret.

Kommentaar:

Meedet on vaja rakendada, kui seade töötab rohkem kui poole aastasest tööajast alla 75 % koormusega, esineb sagedasi planeerimata seiskamisi (otsustatakse juhtumipõhiselt).

Töökindluse teemat ehk äkkheidete teket on analüüsitud ptk 12.8 Uuringu koostajatel ei ole ettepanekuid äkkheitele eriheite vms tasemete määramise osas.

**PVT** on koondada pikaajalist seisakut eeldavad remonttööd ühele seisaku-remondiperioodile aastas.

## 7. PVT-järeldused väävliühendite heite kontrollimisest põlevkiviõli tootmisel

**PVT** . Nii $GSK_m$ kui $TSK_m$ põlevkiviõli tootmine tekitab väävliühendeid sisaldavaid gaase. Neid on võimalik käidelda PVT tingimustele vastavalt nii käitiste sisestel kui välistel põletusseadmetel.

**Varasem PVT nr 50** kustutada

## Kasutatud kirjandus


[1] ÅF-Consulting AS, „Eesti Põlevkiviõli tootmise parim võimalik tehnika," Eesti Keemiatööstuse Liit, 2013.

[2] Keskkonnaministeerium, „Järeldused Eesti põlevkiviõli tootmise parima võimaliku tehnika kirjelduse põhjal," 17 12 2013. [Võrgumaterjal]. Available: https://envir.ee/ringmajandus/toostusheide-ja-kemikaalid/pvt#eesti-oigusaktid.

[3] „Euroopa Komisjoni rakendusotsuses 2012/119/EL," 2012. [Võrgumaterjal]. Available: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/GA/ALL/?uri=CELEX:32012D0119. [Kasutatud 16 12 2021].

[4] Euroopa Parlament ja Euroopa Liidu Nõukogu, „MÄÄRUS (EÜ) NR 1907/2006," 18 detsember 2006. [Võrgumaterjal]. Available: https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:136:0003:0280:ET:PDF.

[5] „Guidance on waste and recovered substances," ECHA, kd. 2, May 2010.

[6] „Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques for Mineral Oil and Gas Refineries," February 2003.

[7] „Reference Document on Best Available Techniques for Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities," January 2009.

[8] „Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on Best Available Techniques on Emissions from Storage," July 2006.

[9] „Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on Best Available Techniques on Large Combustion Plants," July 2006.

[10] Keskkonnaministeerium, „Järeldused Eesti põlevkivi energeetilise kasutamise parima võimaliku tehnika kirjelduse põhjal," 2017. [Võrgumaterjal]. Available: https://envir.ee/media/3132/download.

[11] „Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on Best Available Techniques in Common Waste Water and Waste Gas Treatment / Management Systems in the Chemical Sector," February 2003.

[12] „The EU BREF on common waste gas treatment in the chemical sector (WGC BREF)".

[13] Euroopa Liidu Nõukogu, „Direktiiv 1999/31/EÜ, Prügilate kohta," 26. aprill 1999.

[14] „Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency," 2009.

[15] „Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on Best Available Techniques on General Principles of Monitoring," July 2003.

[16] „Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on Best Available Techniques on Economics and Cross-Media Effects," July 2006.

[17] European Academies Science Advisory Council, „A study on the EU oil shale industry – viewed in the light of the Estonian experience,“ 2007.

[18] Keskkonnaministeerium, „Põlevkivi kasutamise riikliku arengukava 2016-2030 täitmise 2018. ja 2019. aasta aruanne,“ Tallinn, 2021.

[19] „Geoportaal - Maavaravarude koondbilansid,“ Maaamet, [Võrgumaterjal]. Available: https://geoportaal.maaamet.ee/est/Ruumiandmed/Geoloogilised-andmed/Maardlad/Maavaravarude-koondbilansid-p193.html.

[20] EESTI STANDARD EVS 943:2021, NAFTASAADUSED JA SAMAVÄÄRSED TOOTED Kütused (klass F) Destillaat- ja jääkkütused Eesti põlevkiviõli spetsifikatsioon..

[21] A. Siirde, „Põlevkivituhkade ohtlikkuse uuring,“ juuni 2019. [Võrgumaterjal]. Available: https://envir.ee/media/4080/download.

[22] P. L. Kahru A, „ Environmental hazard of the waste streams of estonian oil shale industry: An ecotoxicological review,“ Oil Shale, kd. 23, nr 1, 2006.

[23] Eesti Keskkonnauuringute Keskus, „Poolkoksi keskkonnaohtlikkuse määramine,“ 2003. [Võrgumaterjal]. Available: https://envir.ee/media/5310/download.

[24] Keskkonnaministeerium, „Määrus nr 26. Ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnases,“ 28 juuni 2019. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.riigiteataja.ee/akt/104072019006.

[25] Eesti Keskkonnauuringute Keskus, „Lõhnaainete mõõtmine ja modelleerimine,“ KKT Oil OÜ, 2021.

[26] Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, „Lõhnaainete esinemise hindamine välisõhus rastermeetodiga Sillamäel,“ 2019.

[27] Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, „Välisõhu kvaliteedi, lõhnahäiringu ning saasteainete heitkoguste hindamine Kohtla-Järve linnas Järve linnaosa piirkonnas,“ 2016. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.vkg.ee/cms-data/upload/keskkonnakaitse/kj-2016-loplik.pdf. [Kasutatud 26 09 2022].

[28] „Keskkonnakompleksluba L.KKL.IV-198338,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://kotkas.envir.ee/permits/public_application_details?represented_id=&proceeding_id=12352&application_id=1009621. [Kasutatud 26 september 2022].

[29] „Terviseameti osalusega projektid,“ Terviseamet, [Võrgumaterjal]. Available: https://www.terviseamet.ee/et/terviseametist-projektid.

[30] H. Luik, Alternative technologies for oil shale liquefaction and upgrading., Proceedings of International Oil Shale Symposium, Tallinn, 2009.

[31] A. Aarna, Põlevkivi, Tallinn, 1989.

[32] A. M. J. Burnham, Comparison of the acceptability of various oil shale processes., 26th Oil shale symposium, Golden, Colorado, 2007.

[33] „Keskkonnaloa KKL/176540 lisadokumendid,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://kotkas.envir.ee/permits/public_permit_documents_index?represented_id=&search=1

&permit_nr=&owner_name=enefit%20power&issue_date_start=&issue_date_end=&valid_start_date_start=&valid_start_date_end=&search. [Kasutatud 30 september 2022].

[34] V. O. AS, „VKG Oil AS tootmisterritooriumi lähteolukorra aruanne," Kohtla-Järve, 2015.

[35] M. Laht, „Vesikonnale ohtlike ainete allikate inventuur," OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus, Tallinn, 2018.

[36] Eesti Energia Õlitööstuse AS, Pöyry., „Õlitehase maa-ala detailplaneeringu keskkonnamõju strateegilise hindamise aruanne," 2013.

[37] E. E. AS, „Õlitehase maa-ala detailplaneeringu keskkonnamõju strateegilise hindamise täiendatud aruanne," Tartu, 2018-2019.

[38] EUROPEAN COMMISSION, „Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency," February 2009.

[39] Tallinna Tehnikaülikool, „Kliimamuutuste leevendamine läbi CCS ja CCU tehnoloogiate (ClimMit)," 2021.

[40] „Facilities - Global CCS Institute," [Võrgumaterjal]. Available: https://co2re.co/FacilityData. [Kasutatud 29 mai 2019].

[41] S. C. Yamada T., „Callide Oxyfuel Project Final Results," 2018.

[42] M. Lupion, „30 MWth CIUDEN Oxy-CFB boiler - First experiences," Energy Procedia, kd. 37, p. 6179–6188, 2013, doi: 10.1016/j.egypro.2013.06.547..

[43] G. J. Lucquiaud M., „BAT Review for New-Build and Retrofit Post-Combustion Carbon Dioxide Capture Using Amine-Based Technologies for Power and CHP Plants Fuelled by Gas and Biomass as an Emerging Technology under the IED for the UK (Ver.1.0)," 2021. [Võrgumaterjal]. Available: https://ukccsrc.ac.uk/best-available-technology-bat-information-for-ccs/.

[44] C. Preston, „Integrated Carbon Capture and Storage Project at Saskpower's Boundary Dam Power Station," 2015. [Võrgumaterjal]. Available: https://ieaghg.org/docs/General_Docs/Reports/2015-06.pdf.

[45] C. B. a. M. M. C. Preston, „An Update on the Integrated CCS Project at SaskPower's Boundary Dam Power Station," 2018, doi: 10.2139/ssrn.3365632.

[46] C. B. B. J. W. S. a. D. J. S. Giannaris, „Implementing a second generation CCS facility on a coal fired power station – results of a feasibility study to retrofit SaskPower's Shand power station with CCS," Greenh. Gases Sci. Technol., kd. X, nr 3, p. 506–518, Jun. 2020, doi: 10.1002/GHG.1989.

[47] Total, „Carbon capture and storage. The Lacq pilot," 2015.

[48] H. V. a. T. A. K. P. M. Sööt, „Utilization of oil shale retort gas," Oil Shale, kd. 29, nr 3, p. 248–267, 2012.

[49] I. H. A. D. T. R. a. T. H. R. Amin, „Simulation of Methanol Production from Synthesis Gas," kd. II, nr 3, p. 1–14, 2013.

[50] F. J. W. a. D. M. B. P. J. A. Tijm, „Methanol technology developments for the new millennium,“ kd. 221, p. 275–282, 2001.

[51] B. G. B. a. M. N. S. S. M. Mauhar, „Optimization of Propylene—Propane Distillation Process,“ 31st Int. Conf. Slovak-Society-of-Chemical-Engineering, kd. 58, nr May, p. 386, 2004.

[52] Euroopa Liidu Nõukogu, „NÕUKOGU DIREKTIIV 1999/31/EÜ 26. aprill 1999 prügilate kohta,“ p. 228–246, 1999.

[53] Euroopa Parlament and Euroopa Liidu Nõukogu, „EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU DIREKTIIV (EL) 2018/850, 30. mai 2018, millega muudetakse direktiivi 1999/31/EÜ prügilate kohta,“ pp. 150/100-108, 2018.

[54] T. Lecomte, „Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants,“ Luxembourg, 2017.

[55] „Jäätmearuanded,“ KOTKAS, 2022.

[56] ECOBA, „Utilisation,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://www.ecoba.com/ecobaccputil.html. [Kasutatud 21 aprill 2022].

[57] ECOBA, „Examples,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://www.ecoba.com/ecobaccpexs.html. [Kasutatud 22 aprill 2022].

[58] X. X. H. a. Z. G. C. X. M. Jiang, „New technology for the comprehensive utilization of Chinese oil shale resources,“ Energy, kd. 32, nr 5, p. 772–777, 2007.

[59] Tallinna Tehnikaülikool and Tartu Ülikool, „Innovaatiliste ja keskkonnasõbralike põlevkivi või selle saaduste töötlemise tehnoloogiate arendamine (RITA1/01-60),“ Tallinn, 2021.

[60] „Eesti Teadusinfosüsteem,“ 2022. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/e70442f1-bf95-4519-b2a0-a6aba1396865.

[61] „CLEANKER project,“ [Võrgumaterjal]. Available: http://www.cleanker.eu/home-page-it.html. [Kasutatud 25 aprill 2022].

[62] J. A. Moya, „Energy efficiency and CO2 emissions: Prospective scenarios for the cement industry,“ 2010.

[63] Y. Z. Y. L. B. M. a. A. W. Y. Wang, „Research on preparation and properties of a multifunctional superabsorbent based on semicoke and humic acid,“ Eur. Polym. J., kd. 159, nr June, p. 110750, 2021.

[64] Tallinna Tehnikaülikool and Tartu Ülikool, „Põlevkivituhkade ohtlikkuse uuring,“ 2019.

[65] G. B. S. R. C. A. L. Busca, „Technologies for the removal of phenol from fluid streams: A short review of recent developments,“ Journal of Hazardous Materials, pp. 160, 265-288., 2008.

[66] T. S. G. Y. H. R. R. S. L. Brinkmann, „Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the

Chemical Sector. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control),“ JRC Science and Policy Reports, 2016.

[67] P. C. M. R. S. S. L. Barthe, „Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Refining of Mineral Oil and Gas. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control),“ JRC Science and Policy Reports, 2015.

[68] J. H. a. E. Järvinen, „Emission measurments at Enefit140 and Enefit280 production units,“ Estonia.

[69] M. Bui, „Carbon capture and storage (CCS): the way forward,“ Energy Environ. Sci, kd. XI, nr 5, p. 1062–1176, 2018; doi: 10.1039/C7EE02342A..

[70] Trimeric Corporation USA, „Evaluation of Reclaimer Sludge Disposal from Post-Combustion CO2 Capture,“ 2014. [Võrgumaterjal]. Available: https://ieaghg.org/docs/General_Docs/Reports/2014-02.pdf.

[71] D. G. C. a. C. L. Mariz, „Recovery of CO2 from Flue Gases: Commercial Trends,“ 1999. [Võrgumaterjal]. Available: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.204.8298&rep=rep1&type=pdf.

[72] E. Commission, „Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Treatment,“ 2018.

[73] V. K. G. AS, „VKG 2020 aastaraamat,“ 2021. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.vkg.ee/aastaraamat2020/et/. [Kasutatud 28 aprill 2022].

[74] International Energy Agency, „Cement,“ 2021. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.iea.org/reports/cement. [Kasutatud 21 aprill 2022].

[75] Estonian Ministry of the Environment, „Põlevkivi kasutamise riikliku arengukava 2016-2030 täitmise 2016. ja 2017. aasta aruanne,“ Tallinn, 2019.

[76] H. A. M. a. L. Campos, „Oil shale ash utilization in industrial processes as an alternative raw material,“ Royal Institute of Technology, 2016.

[77] R. K. A. M. T. P. a. J. M. S. A. Trikkel, „Utilization of Estonian oil shale semicoke,“ Fuel Process. Technol., kd. 89, nr 8, p. 756–763, 2008.

[78] I. K. X. J. a. E. M. S. X. Han, „Review of oil shale semicoke and its combustion utilization,“ Fuel, kd. 126, p. 143–161, 2014.

[79] K. E. Shahraki F., „Review on principles, recent progress, and future challenges for oxy-fuel combustion CO2 capture using compression and purification unit,“ J. Environ. Chem. Eng, kd. IX, nr 4, p. 105777, Aug. 2021, doi: 10.1016/J.JECE.2021.105777.

[80] S. J. Doilov S., „Sustainable utilization of oil shale resources and comparison of contemporary technologies used for oil shale processing,“ Oil Shale, kd. 20, nr 3, p. 311–323, 2003.

[81] „European Commission Industrial Emissions Directive,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://ec.europa.eu/environment/industry/stationary/ied/legislation.htm.

[82] „European Commission Large combustion plants,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://ec.europa.eu/environment/industry/stationary/lcp/chapter3.htm.

[83] Uttevee kasutamise katsed Eesti Elektrijaama energiaploki katlal E08-K2. Tallinna Tehnikaülikooli uuring. Tallinn, 2018.

[84] Enefit Power AS Enefit 280-2 põlevkiviõli tootmisseadme rajamine – keskkonnamõju hindamise aruanne. Hendrikson & Ko OÜ, töö nr 22004318. Versioon 10.01.2023.

[85] Enefit Energiatootmine AS. Enefit280 pürolüüsivee põletamise katsetuste aruanne. Enefit Power AS esitatud dokument /vene keeles/ 04.05.2017.

[86] „Eurpean Commission. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector,“ [Võrgumaterjal]. https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/CWW_Bref_2016_published.pdf

## Lisa 1. Mineraalõli ja gaasi rafineerimise PVT-järelduste (REF BATC) kohaldamine põlevkiviõli tootmisele

NB! Rakendusotsuse eestikeelne tõlge ei anna kohati edasi inglisekeelse teksti mõtet, sel juhul kommenteeritud. Punases kirjas täiendused, mis ei selgu otseselt REF BATC tekstist. Kollasega tähistatud kohad, mille otsene kohaldamine on problemaatiline, kuid kohaldatav ümbersõnastatuna arvestades põlevkiviõli tootmistehnoloogia iseärasusi. Halliga on tehnoloogiad, mida põlevkiviõli tootmisel ei kasutata.

| **Peatükk** | **Kohaldatavus põlevkiviõli tootmisele** |
|---|---|
| **1.1. Parima võimaliku tehnika alased /üldised/ järeldused mineraalõli ja gaasi rafineerimise kohta.** Lisaks käesolevas osas nimetatud üldistele PVT-järeldustele kohaldatakse ka punktides 1.2–1.19 osutatud protsessipõhiseid PVT-järeldusi. | |
| 1.1.1. Keskkonnajuhtimissüsteemid (KKJS)<br>PVT 1.Mineraalõli ja gaasi töötlemise tehaste üldise keskkonnatoime parandamiseks seisneb PVT selles, et rakendatakse ja kasutatakse KKSJ, mis vastab kõigile järgmistele tunnustele …<br>*Kohaldatavus: KKJS ulatus (nt üksikasjalikkus) ja laad (nt standarditud või mittestandarditud) on üldiselt seotud seadmestiku laadi, suuruse ja keerukusega ning võimalike keskkonnamõjudega.* | Saab kohaldada täielikult: punktid i) - ix) kirjeldab üldisi KKJS elemente, mis ei ole seotud konkreetse tegevusalaga. |
| 1.1.2. Energiatõhusus<br>PVT 2.Energia tõhusaks kasutamiseks seisneb PVT selles, et kasutatakse ühte järgnevalt nimetatud meetoditest või neid sobivalt koos: | Vähemalt ühe nimetatud meetodi kasutamine on PKÕ tootmisel võimalik (st punkt on kohaldatav), kuid tegelikult rakenduksid kõik kolm valdkonda (i-iii), kuid kasutades meetodeid, mida REF BATC-s nimetatud ei ole. |
| i) Projekteerimismeetodid<br>*Kommentaar: meede* a) Pinch analüüs ehk protsessi termodünaamiliste sihtnäitajate süstemaatiline arvutamine on tegelik vajalik meetme b) protsesside soojus-integratsiooni saavutamiseks (inglisekeelse teksti mõte on tegelikult, kus kuumutamisel vajaminevat energiat saadakse jahutamist vajavatest voogudest ja vastupidi) | Kohaldatav:<br>b) soojusvahetusprotsesside kasutamine<br>c) soojuse ja energia taaskasutamine<br>- heit- ehk jääksoojuse katlad (suitsugaasides ja mujal oleva soojusenergia kasutamine auru tootmiseks või vee jms soojendamiseks)<br>- heitsoojuse kasutamine kaugküttes. |
| ii) Protsessikontrolli ja hooldamise võtted | Konkreetses sõnastuses ei ole kohaldatavad (seotud eelkõige kütuse ja auru kasutamisega). |
| iii) Energiatõhusad tootmistehnoloogiad | Kohaldatav elektri ja soojuse koostootmise põhimõte (mis omakorda põhineb jääksoojusest auru tootmisel) |
| 1.1.3. Tahkete ainete ladustamine ja käitlemine | Vähemalt kolme nimetatud meetodi kasutamine on PKÕ tootmisel |

| | |
|---|---|
| PVT 3.PVT on tahkete materjalide ladustamisel ja käitlemisel tekkiva tolmu heite vältimine või, kui see ei ole võimalik, vähendamine ühe või mitme järgnevalt nimetatud meetodi abil: 4 meedet | asjakohane, kuid kuna nafta rafineerimisel ei kasutata puistematerjale toormena, siis iii) jämedate tolmuste materjalide hoidmine niisutatult, pinna stabiliseerimine sideainega ja materjali hoidmine kaetud virnades ei ole asjakohane. **Storage BREF annab täiendavaid asjakohaseid meetmeid.** |
| 1.1.4. Õhkuheite seire ja tähtsamad protsessinäitajad<br>PVT 4.Parim võimalik tehnika (PVT) on jälgida õhkuheidet, kasutades seiremeetodeid vähemalt järgnevalt esitatud minimaalse sagedusega ja kooskõlas Euroopa standarditega (EN). …<br>*Katalüütilise krakkimise ja -reformingu osa ei ole kohaldatav (protsessid puuduvad)* | Kohaldatav põletusseadmete osas<br>i) Ühendite $SO_X$, $NO_X$ ja tolmu heide<br>ii) $NH_3$ heide, kui rakendatakse SNCR või SCR $NO_X$ heite vähendamiseks<br>iii) CO heide<br>Küsitav on iv) metallid ja metalloidide heite seire - Ni, V ei ole ilmselt kõige asjakohasemad, aga kord poolaastas saaks seirata mõne muu enim esinevat metalli. (Märkus 5: Seire sagedust võib kohandada, kui ühe aasta kestel saadud andmete põhjal ilmneb piisavalt väljakujunenud püsivus. Märkus 8: välja arvatud ainult gaaskütusel töötavad põletusseadmed). |
| PVT 5.Parim võimalik tehnika on jälgida saasteainete heitega seotud protsessinäitajaid katalüütilise krakkimise seadmes ja põletusseadmes vähemalt järgnevalt sätestatud sagedusega, kasutades asjakohaseid meetodeid. | $O_2$ sisalduse osas pidevalt N'i ja S'i sisalduse osas perioodiliselt sagedusega sõltuvalt tähtsatest muutustest seoses kütuse ja lähteainega - kohaldatav |
| PVT 6. PVT on kogu tehase lenduvate orgaaniliste ühendite kontrollimatu õhkuheite seire, kasutades kõiki järgmisi meetodeid: i, ii, iii | **Ei ole otseselt kohaldatav. Asjakohane on CWG BATC eelnõu PVT nr 2, mis seisneb hajusheite allikate kindlakstegemises, hajusheite vältimise ja vähendamise meetmete rakendamises ja olulise heite seires.** |
| 1.1.5. Heitgaaside töötlemise süsteemide töö<br>PVT 7. Õhkuheite vältimiseks ja vähendamiseks on PVT kasutada happelise gaasi eemaldamise seadmeid, väävli kogumisseadmeid ja kõiki muid heitgaaside töötlemise süsteeme nii, et nende kättesaadavus on hea ja võimsus on optimaalne.<br>Teatud ebatavaliste töötingimuste jaoks võidakse välja töötada mittetavapärased protseduurid … | Kohaldatav üldisemas sõnastuses: kasutada heitgaaside töötlemise süsteeme nii, et nende kättesaadavus on hea ja võimsus on optimaalne.<br>Kohaldub ka tavapärasest erinevate töötingimuste jaoks erisuste ettenägemine. |
| PVT 8.Et hoida ära ja vähendada ammoniaagi (NH3) heidet õhku selektiivse katalüütilise taandamise (SCR) või selektiivse mittekatalüütilise taandamise (SNCR) meetodite kasutamisega on PVT säilitada sobivad töötingimused SCR või SNCRi kasutavates heitgaaside töötlemise | Kohaldatav SCR/SNCR kasutamise korral (see on ka teistes põletusseadmeid kasutatavate protsesside PVT-des). |

| | |
|---|---|
| süsteemides, et piirata reageerimata $NH_3$ õhkuheidet, kuukeskmine heitetase < 5 – 15 mg/Nm$^3$ | |
| PVT 9. Et hoida ära ja vähendada õhkuheiteid, kui kasutatakse happelise vee auruga läbipuhumise seadet, on PVT suunata happelised heitgaasid sellest seadmest väävlikogumisseadmesse või võrdväärsesse gaasitöötlemise süsteemi.<br>Happelise vee töötlemata läbipuhumisgaaside otsene põletamine ei ole PVT.<br>*Kommentaar: tõlge ei ole korrektne, inglise keeles on 'a sour water steam stripping unit'* | *Kuigi PKÕ tootmisel ei teki analoogilise koostisega sour vett, on see meetod põhimõtteliselt rakendatav, kui kasutatakse stripping kolonni madala fenoolidesisaldusega fenoolvee töötlemiseks.*<br>/Sour water is produced in refinery process units, as water is used for steam stripping and quenching. Sour water is contaminated mostly with ammonia ($NH_3$) and hydrogen sulfide ($H_2S$), which must be removed before the water is recycled back into the process./ |
| 1.1.6. Vetteheite seire<br>PVT 10. Parim võimalik tehnika on jälgida vetteheidet, kasutades seiremeetodeid vähemalt tabelis 3 esitatud minimaalse sagedusega ja kooskõlas Euroopa standarditega (EN). …<br>Tabel 3: **heitvee otsese heite** puhul PVTga saavutatav heitetase ja seire sagedus | Põhimõtteliselt kohaldatav, kuid PKÕ tootmise käitistes puudub tehnoloogilistest protsessidest pärineva heitvee otsejuhtimine suublasse. |
| 1.1.7. Vetteheide<br>PVT 11.Veekulu vähendamiseks ja heitveekoguse vähendamiseks on PVT **kõigi** järgnevalt esitatud meetodite kasutamine; i, ii, iii, iv<br>*Kommentaar: i) tõlge „veevoogude kasutamine" ja ka selgituse tõlge ei ole kõige parem - Water stream integration* | Kohaldatav, välja arvatud i): konkreetses sõnastuses (heitvee koguse vähendamine jahutamisest, kondensaatide kasutamine jms nt toornafta soolatustamiseks) ei ole PKÕ tootmisel rakendust.<br>Lisaks ei ole PKÕ tootmisel veevoogusid, mille integreeritud käitlemine oleks vajalik / otstarbekas. |
| PVT 12.Et vähendada saasteainete heite koormust heitvee suublale, on PVT kõrvaldada veest lahustumatud ja lahustuvad saasteained, kasutades kõiki meetodeid, mis on esitatud järgnevalt: i), ii), iii) | Põhimõtteliselt kohaldatav, kuid otsejuhtimine suublasse PKÕ tootmise käitistes puudub. Rakendatakse enne ühiskanalisatsiooni reoveepuhastile suunamist arvestades puhasti käitaja esitatud vastuvõtutingimusi. |
| PVT 13.Kui on vaja täiendavalt kõrvaldada orgaanilisi aineid, lämmastikku või fosforit, on PVT kasutada täiendavat töötlemist. | |
| 1.1.8. Jäätmeteke ja -käitlus<br>PVT 14.Jäätmete tekke ärahoidmiseks või kui see ei ole võimalik, siis vähendamiseks on PVT vastu võtta ja rakendada jäätmekava, millega tagatakse, et jäätmeid valmistatakse tähtsusjärjekorda arvestades ette korduskasutamiseks, ringlussevõtmiseks, taaskasutamiseks või kõrvaldamiseks. | Kohaldatav – üldpõhimõte. |

| | |
|---|---|
| PVT 15.Töödeldava või kõrvaldatava püdeliku koguse vähendamiseks on PVT kasutada ühte järgmistest kirjeldatud meetoditest või mitut koos. | Ei ole kohaldatav, kuna vastavad vood-tehnoloogiad PKÕ tootmise käitises puuduvad |
| PVT 16.Kasutatud katalüsaatori tahkete jääkide vähendamiseks on PVT kasutada üht järgnevalt nimetatud meetodit või mitut koos. | |
| 1.1.9. Müra<br>PVT 17.Müra vähendamiseks või selle tekke vältimiseks on PVT kasutada ühte järgnevalt nimetatud meetoditest või neid sobivalt koos: i), ii), iii), iv) | Kohaldatav – tegemist müra vähendamise üldiste meetmetega |
| 1.1.10. Parima võimaliku tehnika alased järeldused rafineerimistehaste ühendatud käitamise kohta (*integrated refinery management*): I, II, III | Kohaldatav, välja arvatud III määral, mis on seotud PVT nr 6 rakendamisega.<br>III üldpõhimõte (kasutada riskipõhist hajusheite-lekete avastamise ja kõrvaldamise kava) on kohaldatav. |
| 1.2. PVT järeldused alküülimisprotsessi kohta | Tehnoloogia ei ole PKÕ tootmisel kasutusel * |
| 1.3. Baasõli tootmise PVT järeldused /toodetakse baasõli määrdeainete tootjatele, tegemist spetsiaalse tehnoloogiaga ja vajalik ka sobivate omadustega toornafta/ | Tehnoloogia ei ole PKÕ tootmisel kasutusel |
| 1.4. PVT järeldused bituumeni tootmisprotsessi kohta<br>PVT 23.Et hoida ära ja vähendada bituumeni tootmisprotsessis tekkivaid õhkuheiteid, on parim võimalik tehnika töödelda gaasilist heidet, kasutades ühte järgnevalt nimetatud meetoditest:<br>i) Kerge heitgaasi termooksüdatsioon temperatuuril üle 800 °C<br>ii) Kerge heitgaasi märgpuhastus | Kui toodetakse põlevkiviõli bituumeni - kohaldatavad |
| 1.5. PVT järeldused keevkihis toimuva katalüütilise krakkimise jaoks | Tehnoloogia ei ole PKÕ tootmisel kasutusel * |
| 1.6. PVT järeldused katalüütilise reformingu jaoks /kasutatakse vesiniktöötluses tekkiva raske naphtha oktaanarvu parendamiseks, et saaks kasutada bensiini blendimisel/ | Tehnoloogia ei ole PKÕ tootmisel kasutusel * |
| 1.7. PVT koksistamisprotsessi jaoks /eristatakse 'rohelist' koksi ehk toorkoksi, mis võib sisaldada ka kõrgemate süsivesinike jääke ning puhastatud ehk kaltsineeritud koksi, nt elektroodide tootmise tooraineks/<br>PVT 30-32 käsitlevad rohelise koksi kaltsineerimist. | Kui toodetakse põlevkivikõli koksi – PVT nr 29 meetmed kohaldatavad (PVT on kasutada ühte või mitut järgnevalt nimetatud meetodit)<br>Kaltsineerimist PKÕ käitistes ei rakendata |
| 1.8. PVT soolatustamisprotsessi jaoks | Tehnoloogia ei ole PKÕ tootmisel kasutatav |
| 1.9. PVT alased järeldused põletusseadmete kohta /ülevaade eraldi Tabelis 2/ | Kui kasutatakse põletusseadmeid – kohaldatav. **Kui põletusseadmed kasutavad ka kaubanduslikke** |

| | |
|---|---|
| | **kütuseid, siis tuleb kasutada ka LCP BATC, põlevkivi kasutamisel on asjakohane põlevkivienergeetika PVT järeldused.** |
| 1.10. PVT järeldused eeterdamisprotsessi jaoks /MTBE ja ETBE tootmine, tooraineks vajalik Isobuteen ja/või isoamüleen ja metanool/ | Tehnoloogia ei ole PKÕ tootmisel kasutusel * |
| 1.11. PVT järeldused isomeerimisprotsessi jaoks | Tehnoloogia ei ole PKÕ tootmisel kasutusel * |
| 1.12. PVT järeldused maagaasi rafineerimise kohta | Tehnoloogia ei ole PKÕ tootmisel kasutatav |
| 1.13. PVT järeldused destilleerimisprotsessi jaoks. PVT 44.Selleks, et vältida või vähendada heitvee voogu destilleerimisprotsessis, on PVT kasutada vedelikrõngasvaakumpumpasid või pindkondensatsiooni. | Kohaldatav |
| PVT 45.Et ära hoida või vähendada destilleerimisprotsessist tingitud veereostust, on PVT happelise vee juhtimine läbipuhumisseadmesse. | 'Sour water' põlevkiviõli tootmisel ei teki |
| PVT 46.Et vältida või vähendada destilleerimisseadme õhkuheidet, on PVT tagada protsessi heitgaaside, eelkõige mittekondenseeruvate heitgaaside asjakohane töötlemine, eemaldades enne edasist kasutamist happelise gaasi. | Ei ole otseselt kohaldatav - seotud $H_2S$ sisaldavate gaaside põletamisel tekkiva $SO_2$ alternatiivse käitlusstrateegiaga – sekundaarmeetmete ehk toruotsa lahenduste rakendamine. |
| 1.14. PVT järeldused toodete töötlemise protsessi kohta | |
| PVT 47. PVT toodete töötlemise protsessi õhkuheite vähendamiseks on tagada protsesside heitgaaside asjakohane eemaldamine, eriti magustamisseadmetest eralduvate tugevalõhnaliste gaaside eemaldamine, nende hävitamise teel, nt põletamisega. | Kohaldatav, kui rakendatakse vastavat töötlust |
| PVT 48.Et vähendada jäätmete ja heitvee teket leelist kasutavas toodete töötlemise protsessis, on PVT leeliselise lahuse astmeline kasutamine ja üldine süsteem kasutatud leelise käitlemiseks, sh kogumine pärast asjakohast kasutamist, nt läbipuhumise teel. | Kohaldatav, kui rakendatakse vastavat töötlust |
| 1.15. PVT järeldused ladustamise ja käitlemise protsesside kohta.<br>PVT 49-52 on seotud vedelproduktide käitlemise meetmetega ,mis kokkuvõttes on Storage BREF.<br>Õhkuheidetega on seotud laadimisopetratsoonide tunnikeskmine heitetase NMVOC 0,15 – 10 g/Nm$^3$ ja benseenil < 1 mg/Nm$^3$ | Kohaldatav, täiendavalt rakendatakse Storage BREF nõudeid puistematerjalide käitlemisele. |
| 1.16. Järeldused kergkrakkimise ja muude termiliste protsesside kohta /*visbreaking* ja muud | Tehnoloogia ei ole PKÕ tootmisel kasutusel * |

| | |
|---|---|
| destillatsioonijääkide (raskeõli) kergemateks fraktsioonideks töötlemise meetmed/ | |
| 1.17. PVT järeldused heitgaasides leiduva väävli töötlemiseks. (PVT 54 ja sellega seotud väävli kogumise tõhususes keskkonnatoime tase). | Ei ole otseselt kohaldatav - seotud $H_2S$ sisaldavate gaaside põletamisel tekkiva $SO_2$ alternatiivse käitlusstrateegiaga – sekundaarmeetmete ehk toruotsa lahenduste rakendamine.<br>Põhjendused PVT järelduste kaasajastamise uuringus. |
| 1.18. PVT järeldused tõrvikpõletamise kohta<br>PVT 55. PVT tõrvikpõletamisel õhkuheite ärahoidmiseks on kasutada tõrvikpõletamist ainult ohutuse tagamiseks või ebatavaliste töötingimuste korral (nt käivitamine, seiskamine).<br>PVT 56.Tõrvikpõletamisel (kui tõrvikpõletamine on vältimatu) tekkiva õhkuheite vähendamiseks on PVT kasutada järgnevalt nimetatud meetodeid. i) – iv) | Kohaldatav |
| 1.19. Heite ühendatud kogumise haldamise PVT järeldused<br>PVT 57.PVT põletusseadmest eralduva ja keevkihis toimuvas katalüütilises krakkimises (FCC) tekkiva NOX-i õhkuheite üldiseks vähendamiseks seisneb ühendatud heitehaldamismeetodi kasutamises alternatiivina PVT 24 ja PVT 34 kohaldamise asemel. | FCC ei ole PKÕ tootmise käitistes kasutusel |
| PVT 58.PVT põletusseadmest, FCC-seadmetest ning heitgaaside väävlikogumisseadmetest eralduva ja keevkihis toimuvas katalüütilises krakkimises (FCC) tekkiva SO2 õhkuheite üldiseks vähendamiseks seisneb ühendatud heitehaldamismeetodi kasutamises alternatiivina PVT 26, PVT 36 ja PVT 54 kohaldamise asemel. | |

* rakendatav õli järeltöötlusele (st kui vastav tehas Eestis rajatakse ja kasutatakse seda tehnoloogiat, siis kohaldatav