



## **Eestisse kavandatud puidurafineerimistehase olelusringipõhise süsiniku jalajälje hindamine**

Lepingulise töö lõpparuanne

Uuringu tellija: Est-For Invest OÜ

Uuringu teostaja: Evelin Piirsalu, Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna Keskus,  
SEI Tallinn

Tallinn 2017



## Sisukord

1	Sissejuhatus .....	3
2	Uuringu metoodika .....	4
2.1	Uuringu ulatus ja eeldused .....	5
3	Uuringu tulemused .....	11
3.1	Kavandatava puidurafineerimistehase süsiniku jalajälg .....	11
3.2	Võrdlus praeguse olukorraga .....	13
4	Tehase mõju kliimamuutusele .....	15
5	Kokkuvõte .....	18
6	Kasutatud kirjandus .....	20



## 1 Sissejuhatus

Pikaajalise metsa- ja puidutööstuse kogemusega Eesti investorite grupp kaalub võimalust rajada Eestisse uudne puidurafineerimistehas (inglise keeles: *biorefinery* või *bioproducts mill*). Prognooside kohaselt oleks kavandatav ca ühe miljardi euro suurune investeering läbi aegade suurim tööstusinvesteering Eestis.

Ettevõtte Est-For andmetel tõstaks umbes 750 000-tonnise prognoositava tootmisvõimsusega tehas Eesti metsatööstuse uuele tasemele ja aitaks kaasa tööstusharu arengule. Tehase hinnanguline toorainena tarbitava puidu maht oleks ca 3,3 miljonit kuupmeetrit aastas. Ettevõtte arvates saaks tehasest uue põlvkonna puidurafineerimistehas, mis oleks valminuna kõige moodsam terves Euroopas. Esialgse prognoosi kohaselt alustaks tehas tootmist 2022. aastal.

Puidurafineerimistehases töödeldakse puittooraine eri koostisosadeks nagu tselluloos, hemitselluloos ja ligniin, mida saab olenevalt valitavast tehnoloogiast väärindada erinevateks biotoodeteks. Tootmisprotsessi kõrvalsaadusteks on tallõli ja taastuvenergia.

Käesolev uuring on koostatud ettevõtte Est-For Invest OÜ tellimusel. Ettevõtte soovis teada, milline oleks kavandatava puidurafineerimistehase vahetu süsiniku jalajalg. Selleks pakkus uuringu läbiviija Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna Keskus välja rahvusvaheliselt tunnustatud meetoodika, mille alusel saab hinnata Eestisse kavandatava puidurafineerimistehase süsiniku jalajälge olelusringi põhiselt. Viimane võimaldab muuhulgas hinnata nii tehase mõju kliimamuutusele kui tehase panust rahvusvaheliste ja siseriiklike kliima- ja energiapoliitika eesmärkide (nt Pariisi kliimaleppe eesmärgid, Eesti kliimapoliitika põhialused ja teised asjakohased poliitilised eesmärgid) täitmisel.

Uuring viidi läbi 2017. aastal.

## 2 Uuringu metoodika

Käesolevas uuringus lähtuti Rahvusvahelise Standardiorganisatsiooni (ISO) standardis määratletud süsiniku jalajälje definitsioonist, mille kohaselt on toote süsiniku jalajalg „tootesüsteemis tekkivate kasvuhoonegaaside (KHG) heite ja sidumise/vältimise/kompenseerimise summa, mis põhineb olulusringi hindamise kliimamuutuse mõjukategoorial ning mida väljendatakse CO<sub>2</sub>-e ekvivalentidena“.<sup>1</sup>

Kavandatava puidurafineerimistehase süsiniku jalajälje arvutamisel lähtuti Euroopa Paberitööstuse Konföderatsioon (CEPI) paberi- ja papitoodete süsiniku jalajälje arvutamise metoodilisest raamistikust.<sup>2</sup> Nimetatud metoodika on 2007. aastal koostatud ja 2017. aastal ajakohastatud ning võtab täna arvesse teisi asjakohaseid süsiniku jalajälje protokolle ja metoodikaid.<sup>3</sup> CEPI metoodikat on laialt kasutatud puidutööstussektoris ning see lubab muuhulgas hästi hinnata ja võrrelda eri puidurafineerimistehaste süsiniku jalajälgesid.

CEPI metoodika lähtub puidutoodete süsiniku jalajälje arvutamisel kümnest elemendist, mis järgivad olulusringi põhilisi etappe:

1. Süsiniku sidumine metsades
2. Süsinik, mis on salvestunud tehases toodetud puidutoodetesse
3. Tehases paberi ja/või tselluloosi tootmisel tekkivad kasvuhoonegaaside heitmed
4. Uue või taaskasutatud puidutoorme tootmisel tekkivad kasvuhoonegaaside heitmed
5. Täiendava toormaterjali tootmisel tekkivad kasvuhoonegaaside heitmed
6. Tootmises kasutatava sisseostetud soojus- ja elektrienergia ning sooja ja külma vee tootmisel tekkivad kasvuhoonegaaside heitmed
7. Transpordiga seotud kasvuhoonegaaside heitmed
8. Toote kasutamise faasis (näiteks printimisel) tekkivad kasvuhoonegaaside heitmed
9. Toote eluea lõpus tekkivad kasvuhoonegaaside heitmed
10. Kasvuhoonegaaside heitmete vältimine ja kompenseerimine (peamiselt võrku antava elektri arvel, mis asendab fossiilset elektrit)

---

<sup>1</sup> ISO (2013). Greenhouse gases – Carbon footprints of products – Requirements and guidelines for quantification and communication. Technical specification, International Organization for Standardization (ISO/TS 14067:2013).

<sup>2</sup> CEPI (2017). Framework for Carbon Footprints for Paper and Board Products. Confederation of European Paper Industries. <http://www.cepi.org/node/21490>

<sup>3</sup> Näiteks: ISO (2013) Greenhouse gases – Carbon footprints of products – Requirements and guidelines for quantification and communication. Technical specification, International Organization for Standardization (ISO/TS 14067:2013); JRC (2016) The European Commission Product Environmental Footprint (PEF) Category Rules (PEFCR) for Intermediate Paper Products. Final draft.

Vastavalt CEPI koostatud metoodika soovitudele ning lähtuvalt ettevõtte poolt antud taustaandmetest, arvatati käesoleva uuringu käigus eraldi nii biogeense kui fossiilse süsiniku eraldumine, sh süsiniku sidumine ja vältimine ning selle kaudu tehase süsinikubilanss. Fossiilne CO<sub>2</sub> tekib eelkõige fossiilkütuste põletamise tulemusel ning panustab otseselt kliimamuutusesse. Biogeenne CO<sub>2</sub> on seotud loodusliku süsinikuringega ning tekib ka biomaterjalide, sh puidu põletamisel ja lagunemisel. Üldjuhul loetakse biogeenset CO<sub>2</sub>-e kliima seisukohast süsinikuneutraalseks.<sup>4</sup>

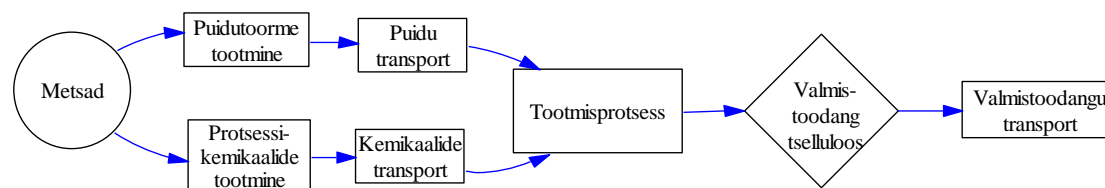
Kuna kavandatava puidurafineerimistehase lõplik toodete nomenklatuur pole käesoleva uuringu ajal veel kindlaks määratud, hinnati süsiniku jalajälge tehase põhiväljundi ehk tselluloosi põhiselt ning süsiniku jalajalg esitati CO<sub>2</sub>-e ekvivalentidena tonni õhukuiva valmistoodangu (tselluloosi) kohta.

Kasutatud süsiniku jalajälge arvutamise metoodika põhineb olelusingipõhisel lähenemisel. Nii võeti süsiniku jalajälge arvutamisel arvesse tootega seotud eri olelusingi etapid nagu toorme (nii puidukiui kui protsessikemikaalide) tootmine, tootmisprotsess, toorme ja valmistoodangu transport ning valmistoote kasutamine. Jalajälge arvutamisel ei võetud arvesse tselluloosist toodetavate lõpptoodete eluea lõpus tekkivaid CO<sub>2</sub>-e heitmeid, kuivõrd selliste arvutuste tegemisega praeguses faasis kaasneks liialt suur määramatus. Uuringu ulatus on detailsemalt kirjeldatud järgmises peatükis.

Uuringu käigus võrreldi puidurafineerimistehase rajamisega tekkivat olukorda (süsiniku jalajälge) ka nõ nullstsenaariumiga, kus selline tehas Eestis puudub. Kavandatava tehase ja nullstsenaariumi võrdlemisega hinnati tehase mõju kliimamuutusele. Selle kaudu hinnati kaudsest ka tehase panust Eesti kliimaeesmärkide saavutamisse. Tehase kliimaeesmärkidesse panuse hindamisel arvestati ainult fossiilse süsiniku jalajälge tulemusi.

## 2.1 Uuringu ulatus ja eeldused

Kavandatava puidurafineerimistehase süsiniku jalajälge arvutamisel arvesse võetud olelusingi etapid on esitatud joonisel 1.



Joonis 1. Süsiniku jalajälge arvutamisel arvesse võetud olelusingi etapid

<sup>4</sup> Kui biomassi (puitu) kasutatakse kiiremini, kui see tagasi kasvab, vähendab see tulevaste süsinikuneutraalsete kütuste varusid ning metsadesse salvestunud süsiniku koguseid.

Süsiniku jalajälje arvutamisel lähtuti järgmistest põhilistest eeldustest:

- Tehase puidutoorme vajaduse katab Eestist ja Põhja-Lätist hangitav puit, mis saadakse olemasoleva Eesti ja Läti raiemahu ja puiduhakke mahu arvelt ning raiemahtude suurenemist tehase tõttu ei eeldata.
- Tehas kasutab tootmisprotsessis parimat võimalikku tehnikat.
- Tehas toodab ligniini ja puidukoore ning reoveemuda põletamise tulemusel taastuvenegiat, millest suurema osa kasutab omatarbeks ning ülejäägi edastab üldvõrku, millega asendab osa põlevkivielektrist taastuvelektriga.
- Tehase puidutoorme transport tehasesse ja valmistoodangu transport tehasesst välja toimub 1/3 ulatuses raudteel.

Järgnevalt on välja toodud süsiniku jalajälje arvutamise täpsemad eeldused ja selgitused, mis on esitatud iga CEPI meetodilises raamistikus välja toodud 10 elemendi kohta.

#### 1. Süsiniku sidumine metsades

- Arvestades ettevõtte esitatud eeldusi toormevajaduste kohta, ei prognoosita tehase tekitatud muutust süsiniku sidumisel metsades. Tehase maksimaalne toormevajadus on 3,3 miljonit kuupmeetrit puidutooret aastas. Sellest ühe miljoni kavatseb ettevõtte hankida Eesti ja Läti saeveskitest puiduhakke näol ning 2,3 miljonit kuupmeetrit Eestist ja Lätist, (vajaduse korral Leedust ja Valgevenest) seni väljaveetud paberipuidu näol. Kuigi lõpliku Eesti ja Läti turult saadava puidutoorme osakaalu määrab turuolukord, on uuringus eeldatud, et 1,6 miljonit kuupmeetrit tuleb Eestist metsadest ning 0,7 miljonit kuupmeetrit Läti metsadest (eeldades, et Eesti aastane raiemaht on 10 mln kuupmeetrit ja Lätis 11 mln kuupmeetrit)<sup>5</sup>. See tähendab, et Eestist ja Lätist siiani väljaveetud puit leiaks peamiselt kasutust tehase toormena. Ettevõtte on teatanud, et kui Eesti ja Läti paberipuidu pakkumine peaks oluliselt vähenema, hangitakse puudujääv osa eelkõige Leedust ja täiendava vajaduse korral Valgevenest.<sup>6</sup> Vaata ka transpordiga seotud kasvuhoonegaaside heitmete kirjeldust.
- Lähtuvalt Eesti kasvuhoonegaaside heite inventuuraruandest<sup>7</sup> on Eesti metsades 2012-2015 aastatel, kui raiemahud Eestis olid stabiilselt *ca* 10 miljonit kuupmeetrit, toimunud süsiniku sidumine mahus *ca* 2000-3000 tonni CO<sub>2</sub> aastas. Samuti on Läti metsa praeguse raiemahu juures (*ca* 11 miljonit kuupmeetrit) metsade tagavara jätkuvalt kasvav ning metsad seovad süsinikku.<sup>8</sup> CEPI jalajälje arvutamise meetodika lubab tehase mõju metsade süsiniku sidumisele märkida nulliga, kui tehases kasutatava puidutoorme hankimiseks tehtud metsaraie ei ületa metsade süsiniku sidumise piiri.

---

<sup>5</sup> Aastase raiemahu eeldus põhineb Eesti ja Läti metsastatistikal (Keskkonnaagentuur (2017). Eesti Mets 2016 ja Zaļās mājas (2017). 2017 Latvian forest sector in facts and figures).

<sup>6</sup> Tehase arendajad eelistavad toorainena sertifitseeritud puidutooret ning hakkavad tegema koostööd erametsaomanikega ja riigiga metsade sertifitseerimise propageerimiseks, et suurendada sertifitseeritud metsast saadud puidutoorme hulka.

<sup>7</sup> NIR Estonia (2017). Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2015. National inventory report to European Commission.

<sup>8</sup> Zaļās mājas (2017). 2017 Latvian forest sector in facts and figures ja NIR Latvia (2017). National inventory report 1990-2015.



2. Süsinik, mis on salvestunud tehases toodetud toodetesse
  - Puidupõhistesse toodetesse on salvestunud biogeenne süsinik. Arvesse võeti tootes talletatud süsinik vahetult enne toote tehases väljumist, st toote edasisel kasutamisel (täiendaval töötlemisel) väljaspool teha tekkevat kasvuhoonegaasi siin ei arvestatud.
  - Kuna hetkel ei ole teada, milliseid täiendavaid tooteid tehases toodetud valmistoodangust (tselluloosist) plaanitakse teha, ei olnud võimalik ka täpselt hinnata, kui kaua süsinik tootes püsib.
3. Tehase tootmisprotsessis tekkivad kasvuhoonegaaside heitmed
  - Eraldi arvestati tootmises kasutatavate fossiilsete ja biomassil põhinevate kütuste põletamisel tekkivate kasvuhoonegaaside teket. Ettevõtte andmetel tehase tootmisprotsessis (sooja ja elektri tootmisel) või muudes tehnoloogilistes protsessides fossiilseid kütuseid eeldatavalt ei kasutata (vt ka järgmised punktid).
  - Kavandatav puidurafineerimistehas planeeritakse ehitada hetkel parima võimaliku tehnoloogiaga (PVT)<sup>9</sup>, mis on eelmise põlvkonnaga sarnaste tehaste tehnoloogiaga võrreldes oluliselt edasi arendatud. Tootmisprotsessis kasutatakse 100% taastuenergiat, mis toodetakse kohapeal. Puidurafineerimistehase tootmisprotsessis tekib puiduhakke töötlemisel auru ja kemikaalidega kõrvalprodukt must leelis (*black liquor*), mille peamine koostisosa on puidus leiduv ligniin ning mis pärast tallõli tootmiseks kasutatava kampsõõsi eraldamist põletatakse. Põletamisele läheb ka veepuhastusjaamas tekkiv biomuda.<sup>10</sup> Põletamise käigus toodetakse soojust ja elektrienergiat, mida kasutatakse tehase protsesside käitamisel. Seega kogu tehases kasutatav soojust ja elektrienergia on taastuv, sest see toodetakse kohapeal biomassist. Biogeense CO<sub>2</sub> arvutamisel on aluseks võetud paberi ja tselluloositööstuse CO<sub>2</sub> emissioonifaktorid.<sup>11</sup>
  - Fossiilset transpordikütust (peamiselt diislit) kasutatakse vähesel määral tooraine ja valmistoodangu käitlemisel, peamiselt sisetranspordis.<sup>12</sup>
4. Uue või taaskasutatud puidutoorme tootmisel tekkivad kasvuhoonegaaside heitmed
  - Arvesse võeti puidutoorme tootmisega seotud (eelkõige metsamajandamise, sh metsaraiete ja –uundamisega seotud) kasvuhoonegaaside heitmete kogust. Andmed saadi Riigimetsa Majandamise Keskuselt (RMK).<sup>13</sup>
  - Tehases toodetakse tselluloosi ainult uuest puidukiust (st taaskasutatud puidukiudu tootmises ei kasutata). Süsiniku jalajälje hindamisel arvestati

---

<sup>9</sup> Suhr, M., Klein, G., Kourti, J., Gonzalo, M.R., Santonja, G.G., Roudier, S., Sancho, L.D. (2015). Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Pulp, Paper and Board. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control). JRS Science and Policy Reports.

<sup>10</sup> Tehase arendajad uurivad võimalusi reoveepuhastusjaamas tekkiva biomuda väärimiseks (näiteks mullaparandajana), kuid lõplike valikute tegemine eeldab täiendavate uuringute läbiviimist.

<sup>11</sup> NCASI (2005). Calculation Tools for Estimating Greenhouse Gas Emissions from Pulp and Paper Mills. The Climate Change Working Group of The International Council of Forest and Paper Associations (ICFPA).

<sup>12</sup> Tehase arendajad uurivad ka võimalust asendada diiseli kohapeal toodetud biogaasiga.

<sup>13</sup> Urbel-Piirsalu, E. (2010). The Estonian forest sector in transition to sustainability? Capturing sustainability with the help of integrated assessment. Doctoral thesis, Lund University.

eeldusena, et pool toodangust on toodetud okaspuust ja pool lehtpuust. Okaspuu puidukiudu saadakse nii ümarpuidust kui saeveskite kõrvaltootena tekkivast puiduhakkest. Lehtpuukiudu saadakse ainult ümarpuidust.

5. Täiendava toormaterjali tootmisel tekkivad kasvuhoonegaaside heitmed
  - Arvestati tootmises kasutatava mittepuidulise toorme (peamiselt protsessikemikaalide) tootmisel tekkivaid heitmeid.
  - Tehase tehnoloogiline tuumprotsess on puidu keemiline töötlemine (lõhustamine). Tehase tootmisprotsessi eri etappidel kasutatakse protsessikemikaale, mille tootmine ja tarbimine tekitab samuti kasvuhoonegaase. Töödeldavale puidumassile lisatakse naatriumsulfaati ja lupja, keetmisprotsessis lisatakse naatriumoksiid ja kloordioksiid, mis ei ole elemendiline kloor, st selles ei ole vabu kloorielemente. Kemikaalid ringlevad 80-90% suletud tsükli, arvestuslikult kulub ühe tonni valmistoodangu kohta kokku 50-60 kg keemilisi lisandeid. Süsiniku jalajälje arvutamisel võeti arvesse neid sisendkemikaale, mida kasutatakse koguses enam kui 5 kg ühe tonni valmistoodangu kohta. Nii jäi arvestusest välja kokku umbes 2,5% kasutatavast protsessikemikaalide kogusest. CO<sub>2</sub> heitmete koguse arvutamisel kasutati olelusringi põhiseid andmeid.<sup>14</sup>
6. Tootmises kasutatava sisseostetud sooja- ja elektrienergia ning sooja ja külma vee tootmisel tekkivad kasvuhoonegaaside heitmed
  - Tootmises ei kasutata sisseostetud soojus- ja elektrienergiat. Kogu tootmises kasutatav soojus- ja elektrienergia toodetakse ettevõttes kohapeal peamiselt kõrvalproduktina tekkivast mustast leelisest, puukoorest ning veepuhastusjaamas tekkivast biomudast.
  - Tootmises kasutatav vesi pumbatakse looduslikust jõest ettevõttes kohapeal toodetavat elektrienergiat kasutades. Samuti pumbatakse reoveepuhasti läbinud vesi tagasi jõkke kasutades ettevõttes toodetud elektrienergiat.
7. Transpordiga seotud kasvuhoonegaaside heitmed
  - Transpordiga seotud kasvuhoonegaaside heitmete arvutamisel arvestati toormaterjalide (puidutoorme ja protsessikemikaalide) ja valmistoodangu transporti ettevõtte territooriumilt väljaspool. Transpordi analüüsi puhul lähtuti puidurafineerimistehase jaoks tehtud sotsiaal-majanduslike mõjude analüüsis püstitatud eeldustest ja transpordimahtudest<sup>15</sup>. Tehase asukohana arvestati tinglikult Suur-Emajõe äärne asukoht Tartu lähistel.
  - Puidu transpordi puhul võeti arvesse, et 80% täna Eestist väljaveetavatest paberipuidu ja puiduhakke mahtudest suunatakse kavandatud puidurafineerimistehasesse ning 20% veetakse jätkuvalt Eestist välja. Puudujääv toormaterjal hangitakse Lätist nii puiduhakke kui paberipuidu näol.
  - Vajaduse korral saaks puudujäävat toormaterjali hankida ka Leedust ja/või Valgevenest. Transpordimahtude arvutamisel selle võimalusega siiski ei arvestatud, kuna esialgsete hinnangute põhjal ei ole see hetkel vajalik, kuivõrd ettevõtte arvestab, et puudujääv osa hangitakse Lätist. 2015. aastal veeti Eestist

---

<sup>14</sup> Althaus, H-J., Hischer, R., Osses, M., Primas, A., Hellweg, S., Jungbluth, N., and Chudakoff, M. (2008). Life Cycle Inventories of Chemicals. Ecoinvent report nr 8; EKA Chemicals (2005). Certified Environmental Product Declaration (EPD) for Sodium chlorate (NaClO<sub>3</sub>).

<sup>15</sup> Centar (2017). Puidurafineerimistehase sotsiaal-majanduslike mõjude analüüs. Uuringu aruanne.

ja Lätist välja 4,4 miljonit kuupmeetrit paberipuitu.<sup>16</sup> Seega ületab Eesti ja Läti turul ringlev paberipuidu kogus pea kahekordselt tooraine mahtu, mida puidurafineerimistehas lisaks puiduhakkele vajaks.

- Valmistoodangu transpordi puhul arvestati selle vedamist Kunda ja Muuga sadamatesse. Edasist vedu laevaga tarbijani ei arvestatud, kuna ei ole täpselt teada, kuhu Eestisse rajatava puidurafineerimistehase toodangut hakatakse vedama.
  - Nii valmistoodangu kui toorme transpordi puhul arvestati eeldusega, et 2/3 veetakse maanteedel ja 1/3 raudteel.
  - Protsessikemikaalide transpordi puhul arvestati maanteetransporti sadama ja tehase vahel.
  - Transpordist (eri transpordivahenditest) tekkiva CO<sub>2</sub> heitmete koguse arvutamisel kasutati LIPASTO koefitsiente.<sup>17</sup>
8. Toote kasutamise faasis (nt printimisel) tekkivad kasvuhoonegaaside heitmed
- Puidurafineerimistehases töödeldakse puittooraine eri koostisosadeks nagu tselluloos, hemitselluloos ja ligniin, mida saab olenevalt valitavast tehnoloogiast vääridada erinevateks biotoodeteks. Süsiniku jalajälg arvutati tehase peamise valmistoote, tselluloosi põhised, millel on väga erinevad võimalused edasiseks töötlemiseks ja kasutamiseks. Kuna võimalike lõpptoodete valik ei ole hetkel teada ning võib ka ajas muutuda, siis eeldati võimalike toodete kasutamises tekkivate KHG heitmete süsiniku jalajälje arvutamisel seda, et mistahes tselluloosist toodetud toote kasutamises KHG heitmed puuduvad.
9. Toote eluea lõpus tekkivad kasvuhoonegaaside heitmed
- Kuna kavandatava tehase valmistoote edasine vääridamine teisteks toodeteks ei ole hetkel teada, ei ole võimalik täpselt arvutada toote eluea lõpus tekkivate KHG heitkoguseid. Toote eluea lõppemisega seotud KHG heitmed (nt pabertoodete kogumise ja käitlemise korraldus) on täielikult ettevõtte kontrolli alt väljas ning heitmete hindamisega kaasneb oluline määramatus. Nii fossiilsete kui biogeensete CO<sub>2</sub> heitmete lõppkogus sõltub oluliselt jäätmekäitluse arengutasemest nendes riikides, kus tooteid kasutatakse (st kui suur on ringlussevõtu osakaal, kui suur osakaal paberijäätmetest suunatakse energiatootmisega põletusse, millistele ehituslikele ja tehnilistele nõuetele vastavad prügilad jne). Ringlussevõtt tulenev süsiniku jalajälg on üldjuhul negatiivne, mis tähendab, et selle käigus välditakse CO<sub>2</sub>-e teket, kuna materjali taaskasutamine võimaldab vältida uue materjali tootmisega tekkivat CO<sub>2</sub>-e heidet. Fossiilse CO<sub>2</sub>-e tekkele panustab toote eluea lõpus kõige enam prügilagaasi (peamiselt metaani) teke. Tänapäevastes prügilates tekkiva prügilagaasi kogumine ja kasutamine vähendab oluliselt prügilas tekkiva kasvuhoonegaaside heidet, mistõttu on toote eluea lõpus tekkivate KHG

---

<sup>16</sup> *Ibid.*

<sup>17</sup> LIPASTO - calculation system for traffic exhaust emissions and energy use in Finland. Saadaval internetis [www.lipasto.fi](http://www.lipasto.fi) (viimati vaadatud 25.09.2017).

heitmete osakaal süsiniku jalajäljes suhteliselt madal.<sup>18</sup> Eespool toodud põhjustel käesolevas uuringus toote eluea lõpus tekkivaid KHG heitmeid ei hinnatud.<sup>19</sup>

10. Kasvuhoonegaaside heitmete vältimine ja kompenseerimine (peamiselt võrku antava elektri arvel, mis asendab põlevkivielektrit)
  - Tehase tootmisprotsessis peamiselt ligniini, puukoore ja biomuda energiakasutuse käigus tekib elektrienergiat hinnanguliselt 682 GWh/a. Tootmisprotsessis kasutatakse sellest 63% ehk 427 GWh/a ja üle jääv 37% ehk 255 GWh/a suunatakse üldvõrku. Seal asendab see eelduste kohaselt pikaajalist nõ marginaal- ehk mõjutatud elektrienergiaallikat, milleks on Eestis põlevkivist toodetud elekter.<sup>20</sup> Seega panustab tehas positiivselt taastuvelektri bilanssi. Kasvuhoonegaaside vältimise all peeti silmas nende KHG heitmete vältimist, mis tekiksid sama koguse (255 GWh) põlevkivielektri tootmisest.
  - Põlevkivi elektrienergia CO<sub>2</sub>-e arvestamisel võeti aluseks Eesti Energia keskkonnateatise väljatoodud CO<sub>2</sub>-e faktor.<sup>21</sup>

Süsiniku jalajälje arvutamisel arvestati/väljendati kasvuhoonegaaside heide positiivse väärtusena ning sidumine/vältimine negatiivse väärtusena (CO<sub>2</sub>-e ekvivalentides).<sup>22</sup>

---

<sup>18</sup> Hanna Pihkola, Minna Nors, Marjukka Kujanpää, Tuomas Helin, Merja Kariniemi, Tiina Pajula, Helena Dahlbo & Sirkka Koskela (2010). Carbon footprint and environmental impacts of print products from cradle to grave. Results from the LEADER project (Part 1). VTT Tiedotteita – Research Notes 2560.

<sup>19</sup> Uuringu tellija planeerib täiendavat uuringut selgitamaks välja oma võimalike toodete süsiniku jalajälge, mille raames hinnatakse ka toote kasutusest kõrvaldamisega seotud CO<sub>2</sub>-e heitmed. Selline uuring on plaanitud läbi viia pärast võimalike toodete väljavalimist.

<sup>20</sup> Marginaalenergiaallikateks peetakse selliseid (enamasti fossiilsetel kütustel põhinevaid) elektritootmisüksusi, millel on kõrgeimad muutuvkulud ja mille osakaal energianõudluse või -pakkumise kõikumiste korral esimesena väheneb/suureneb. Vt täpsemalt Moora, H; Lahtvee, V (2009). Electricity Scenarios for the Baltic States and Marginal Energy Technology in Life Cycle Assessments – a Case Study of Energy Production from Municipal Waste Incineration. Oil Shale, 26(3 Special), 331 – 346.

<sup>21</sup> Eesti Energia (2008). Certified Environmental Product Declaration (EPD®) for Oil Shale Electricity from the Circulating Fluidized Bed Combustion (CFB) Blocks of the Narva Power Plants.

<sup>22</sup> Nii CO<sub>2</sub> kui ka teiste kasvuhoonegaaside heitekogused arvutatakse ümber CO<sub>2</sub>-e massiühikutesse, kusjuures arvutamisel võetakse arvesse gaaside erisugust mõju atmosfäärile kasutades suhtelist mõõdupuud GWP (*global warming potential*). Kokkuvõttev arvestus esitatakse ühises mõõtühikus CO<sub>2</sub>-e ekvivalentidena.

### 3 Uuringu tulemused

#### 3.1 Kavandatava puidurafineerimistehase süsiniku jalajälg

Puidurafineerimistehase süsiniku jalajälje arvutuse tulemused on esitatud tabelis 1.

Tabel 1 Kavandatava puidurafineerimistehase süsiniku jalajälg

Süsiniku jalajälje elemendid	Fossiilne CO <sub>2</sub>	Biogeenne CO <sub>2</sub>
	kg CO <sub>2</sub> ekv /tonni valmistoodangu kohta	
1. Süsiniku sidumine metsades <sup>23</sup>	0	0
2. Süsinik, mis on salvestunud tehases toodetud puidutoodetesse	0	-1659,31
<b>Biogeenne süsiniku sidumine kokku</b>	<b>0</b>	<b>-1659,31</b>
3. Tehases paberi ja/või tselluloosi tootmisel tekkivad kasvuhoonegaaside heitmed	1,89	330,88
4. Puidutoorme tootmisel (metsaraiel ja -uuendusel) tekkivad kasvuhoonegaaside heitmed	24,01	0
5. Tootmises kasutatava sisseostetud soojus- ja elektrienergia ning sooja ja külma vee tootmisel tekkivad kasvuhoonegaaside heitmed	0	0
6. Transpordiga seotud kasvuhoonegaaside heitmed	21,77	0
7. Täiendava toormaterjali tootmisel tekkivad kasvuhoonegaaside heitmed	8,04	0
8. Toote kasutamisefaasis tekkivad kasvuhoonegaaside heitmed	0	0
9. Toote eluea lõpus tekkivad kasvuhoonegaaside heitmed <sup>24</sup>	-	-
<b>Fossiilse süsinikdioksiidi heide kokku<sup>25</sup></b>	<b>55,71</b>	<b>330,88</b>
10. Kasvuhoonegaaside heitmete vältimine (tootmisprotsessis tekkiva taastuvelektri arvel, mis asendab põlevkivielektrit)	-444,01	0
<b>Süsiniku jalajälg</b>	<b>-388,30</b>	<b>-1328,43</b>

Allikas: SEI Tallinna arvutused

Kliimamuutuse seisukohast on oluline, et tehas ei mõjutaks metsade süsiniku sidumise võimet. Tehase eeldatava tootmismahu (750 tuhat tonni aastas) jaoks hangitava puidutoorme hankimine on praeguste Eesti ja Läti raiemahtude juures võimalik, ilma et metsade kaotaksid süsiniku sidumise võime.

Süsiniku jalajälje arvutused näitavad, et kavandatavas puidurafineerimistehases toodetud ühe tonni valmistoodangu kohta tekib kokku 55,7 kg fossiilset CO<sub>2</sub>-e (väljendatuna CO<sub>2</sub>-e ekvivalentidena), millest suurem osa tekib toormaterjalide tootmisel. Ligikaudu 43% fossiilsest CO<sub>2</sub>-st tekib puidutoorme tootmisel (st

<sup>23</sup> Hinnang lähtus sellest, et tehase toormevajadus püsib 2,3 miljoni kuupmeetri Eestist ja Lätist hangitava puidutoorme piires ning Eesti ja Läti üldised raiemahud oluliselt ei suurene.

<sup>24</sup> Täpsed arvutused ei ole praeguses faasis võimalikud, kuna lõplikud tehase valmistoote valmistatavad tooted ei ole veel välja valitud.

<sup>25</sup> Reaalselt võib see olla mõnevõrra kõrgem, kuna puudub kalkulatsioon toote eluea lõpus tekkivate KHG heitmete kohta, kuid hinnanguliselt on toote kõrvaldamisega tekkivate KHG heitmete osakaal võrreldes nagu süsiniku jalajäljega suhteliselt madal.

metsamajandamise ja raie käigus eelkõige kütuse kasutusest) ning 14% tuleneb teiste toormaterjalide (eelkõige protsessikemikaalide) tootmisest. Suur osa CO<sub>2</sub>-e (39% fossiilsest CO<sub>2</sub>-st) eraldub ka toormaterjalide nagu puidutoore ja protsessikemikaalid ning valmistoodangu transpordil. Väikese osa (3%) fossiilsest CO<sub>2</sub>-st tekitavad tehases toorme ja valmistoodangu käitlemiseks kasutatavad masinad, mis töötavad diisliga.

Tootmisprotsessis kasutatava soojus- ja elektrienergia tootmisel fossiilset CO<sub>2</sub>-e ei tekitata, kuna seda toodetakse tehases kõrvalproduktina tekkiva musta leelise ja puukoore põletamisel. Põletamise käigus aga tekib tootmises 331 kg biogeenset CO<sub>2</sub>-e. Suurem osa tehases toodetud taastuvelektrist kasutatakse ära tootmises, kuid seda jääb ka märkimisväärne kogus üle (37%). Üldvõrku suunatud taastuvelekter asendab Eestis eelkõige põlevkivipõhist elektrienergiat (vt uuringu eeldustes punkt 10). Hinnanguliselt asendatakse põlevkivielektrit 371 kWh ühe tonni valmistoodangu kohta. Selle koguse elektri tootmisel põlevkivist tekiks 444 kg CO<sub>2</sub>-e ühe tonni valmistoodangu kohta, mida tehase olemasolu võimaldaks vältida.

Biogeense süsiniku jalajälje osas näitavad uuringu käigus tehtud arvutused, et üks tonn tehase valmistoodangut<sup>26</sup> seob keskmiselt 1659 kg ehk 1,6 tonni biogeenset CO<sub>2</sub>-e. Samas tekib tootmise käigus taastuenergia tootmisel 331 kg biogeenset CO<sub>2</sub>-e. Seega võib öelda, et tehase võimaldab siduda keskmiselt 1328 kg biogeenset CO<sub>2</sub>-e.<sup>27</sup> Kogu toodangu peale kokku (eeldatav tootmismahut on 750 000 tonni tselluloosi aastas) võimaldab see arvestuslikult siduda umbes 1 miljon tonni CO<sub>2</sub>-e aastas. Olenevalt toote edasisest eluringist võib süsinik näiteks paberitootes olla seotud kuni 6 aastat (paberi ja paberitoodete eluajaks peetakse erinevate allikate põhjal 1-6 aastat<sup>28</sup>). Seega ei seo valmistoodang süsinikku kauaks. Samas tuleb arvestada, et paberitooted võivad eksisteerida väga kaua (nt raamatutes kasutatav paber). Samuti saab tehase valmistoodangust täiendava töötlemise tulemusel toota peale paberi ja papi ka muid tooteid (nt viskoosist tooted), mille eluiga on pikem kui paberil. Kuna täna ei ole ettevõttel teada, kas ja milliseid tooteid hakatakse tselluloosist valmistama, siis puudub ka võimalus kalkuleerida toodete eluiga ja sellega seotud süsiniku sidumist ja CO<sub>2</sub> heidet.

Seega võib kokkuvõtvalt öelda, et vastavalt CEPI hindamismetoodika alusel tehtud arvutustele on kavandatava tehase süsiniku jalajälg kliimamuutuse suhtes neutraalne. Tehasel on arvestatav roll Eesti taastuvelektri bilansi suurendamisel ning põlevkivielektri asendamisel, kuivõrd selle kaudu välditakse märkimisväärse koguse fossiilse CO<sub>2</sub>-e eraldumist atmosfääri. Arvutuslikult võimaldab tehase vältida ühe tonni valmistoodangu kohta 0,39 tonni (388 kg) fossiilset CO<sub>2</sub>-e. Sellest tulenevalt võib hinnata, et tehase poolt elektrivõrku suunatava taastuvelektri kogus võimaldaks aastas vähendada kokku 291 tuhat tonni fossiilset CO<sub>2</sub>-e. Lisaks võimaldab üks tonn tehase valmistoodangut siduda keskmiselt 1,3 tonni biogeenset CO<sub>2</sub>-e, mis võimaldab täiendavalt vältida 1 miljoni tonni CO<sub>2</sub>-e eraldumist atmosfääri. Tehase kogu mõju

---

<sup>26</sup> Süsiniku jalajälge hinnati tehase põhiväljundi ehk tselluloosi põhisel.

<sup>27</sup> Arvutused on lähtunud sellest, tehase toorme vajaduse püsib 2,3 miljoni kuupmeetri Eestist ja Lätist hangitava puidutoorme piires ning Eesti ja Läti üldised raie mahud oluliselt ei suurene.

<sup>28</sup> IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan; Skog, K., and Nicholson, G. (1998). Carbon cycling through wood products: the role of wood and paper products in carbon sequestration. Forest Products Journal vol. 48, no. 7/8; CEPI (2003). Wood and Paper Products Store Greenhouse Gases. The story of carbon in wood and paper products. CEPI.

Eesti süsinikubilansile on täpsemalt kirjeldatud peatükis „Kavandatava tehase mõju kliimamuutusele“.

### **3.2 Võrdlus praeguse olukorraga**

Uuringu käigus hinnati võimalikku süsiniku jalajälje muutust Eesti kontekstis, mida põhjustab kavandatava puidurafineerimistehase rajamine võrreldes nõ nullstsenaariumiga, kus selline tehas Eestis puuduks ning puidutoore veetakse edasiseks töötlemiseks Eestist jätkuvalt välja.

Võrdluses nullstsenaariumiga, kus Eestis tehas ei ole, võeti arvesse järgmised KHG heitmed, mille kogused tehase ehitamise puhul eelduste kohaselt erinevad nullstsenaariumis tekkivate KHG heitmete kogusest:

- Transpordiga seotud kasvuhoonegaaside heitmed, mille arvutamisel lähtuti sellest, et kavandatavas tehases kasutatava puidutoorme kogus, kas paberipuidu või puiduhakke näol, eksporditakse tehase puudumisel Soome ja Rootsi. Protsessikemikaalide ning valmistoodangu transporti ei arvestatud, kuna need nullstsenaariumi puhul puuduvad
- Asendatava elektri tootmisega seotud heitmed. Siin arvestati, et see kogus elektrienergiat, mis puidurafineerimistehase olemasolu puhul suunatakse taastuvelektrina üldvõrku, toodetakse tehase puudumisel Eestis lähiaastatel jätkuvalt põlevkivist. Seega eeldati, et tehase puudumise korral tekiks Eestis sama kogus fossiilset CO<sub>2</sub>-e nagu tehase olemasolu korral välditakse (märgiti CEPI metoodika element 10 reale positiivse väärtusena).

Tehase süsiniku jalajälje võrdluses nullstsenaariumiga ei võetud arvesse järgmiseid Eesti tehase olemasoluga otseselt seotud kasvuhoonegaaside heitmeid:

- tehase tootmisprotsessis tekkivad heitmed;
- protsessikemikaalide tootmisel ja transportimisel tekkivad heitmed;
- valmistoodangu transportimisel tekkivad heitmed;
- toote kasutamisaastal ja eluea lõpus tekkivad heitmed.

Samuti on võrdlusest välja jäetud süsiniku sidumisega seotud elemendid. Need on süsinik, mis on salvestunud tehase valmistoodangusse, ning süsiniku sidumine metsas, kuna praeguses olukorras ehk tehase puudumisel raiutakse eelduste kohaselt sama palju puitu kui kavandatava tehase olemasolu puhul.

Nullstsenaariumiga võrdlus näitab, et kavandatava tehase süsiniku jalajälg erineb kahe põhilise aspekti poolest.

Esiteks, nagu eelnevalt välja toodud, on tehase rajamisel võimalik tootmises kõrvalväljundina tekkiv taastuvelekter suunata üldvõrku, kus see asendaks põlevkivielektrit, ning seeläbi vältida 333 tuhat tonni CO<sub>2</sub>-e. Juhul kui tehas Eestisse ei rajata, tekiks samaväärne kogus fossiilset CO<sub>2</sub>-e heidet (333 tuhat tonni aastas), kuna asendatav elekter toodetakse põlevkivist.

Teiseks väheneks tehase Eestisse ehitamisel transpordiga seotud kasvuhoonegaaside kogus (hinnanguliselt umbes kolmandiku võrra). See tuleneb peamiselt kolmest asjaolust:

- 1) Praeguses olukorras (nullstsenaariumis) transporditakse puitu ja puiduhaket ainult maanteedel, kuid tehase olemasolu korral veetakse hinnanguliselt 1/3 tooret raudteel, millel on transpordiviisina suhteliselt madalam CO<sub>2</sub> heide.
- 2) Tehase puudumise korral (nullstsenaariumis) on Põhja-Lätis toimuva puidutoorme transpordi vahemaad mõnevõrra pikemad, kuna puit veetakse eelkõige Riia sadamasse, mis on kaugemal kui Eesti tehas (eeldatav asukoht Tartu lähedal).
- 3) Tehase puudumisel lisandub nii Eesti kui Läti puidu osas laevatransport, millega veetakse puidumaterjal välja teistesse toimivatesse tehastesse (eelkõige Põhjamaadesse).

Kui tehas Eestis aitaks vähendada transpordist tulenevaid fossiilseid CO<sub>2</sub> heitmeid, siis läbi tehase tootmisprotsessi (nt ehitamine, protsessikemikaalid, sisetransport) tekitab mõningal määral fossiilseid CO<sub>2</sub> heitmeid. Siiski oleks arvutuste alusel fossiilse CO<sub>2</sub>-e teke tehase olemasolul võrreldes nullstsenaariumiga hinnanguliselt 5% madalam.

Lisaks võimaldaks tehas Eesti süsiniku bilansi seisukohast biogeenset süsinikku tootesse siduda, samas kui nullstsenaariumi korral viiakse süsinik toorme näol Eestist välja.

Kokkuvõttes võib öelda, et arvestades uuringus käsitletud eeldusi, on puidurafineerimise tehase Eestisse rajamisel süsiniku jalajälje seisukohast positiivne mõju. Sellel on kolm peamist põhjust:

- Tehase toodetud taastuvelekter võimaldab asendada põlevkivielektrit ning seeläbi vältida fossiilse CO<sub>2</sub>-e teket Eestis.
- Tehase puudumisel on puidu maanteetranspordi mahud mõnevõrra suuremad, eriti Läti suunal.
- Tehase rajamise korral kasutatakse puidu ja valmistoodangu transportimiseks laialdasemalt madalama CO<sub>2</sub>-e heitega raudteetransporti.



## 4 Tehase mõju kliimamuutusele

2015. aasta detsembris toimunud ÜRO Pariisi kliimakonverentsil COP21 võtsid 195 riiki vastu globaalse, õiguslikult siduva kokkuleppe kliima soojenemise pidurdamiseks. Nn Pariisi kokkuleppe (jõustunud 04.11.2016) põhieesmärk on kliimamuutuse leevendamine ning selle kohaselt peavad kokkuleppega liitunud riigid hakkama tekitatud kasvuhoonegaaside koguseid aktiivselt vähendama.

Euroopa Liit on välja töötanud kõiki liikmesriike hõlmava kliima- ja energiapaketi, mis püstitab konkreetsed eesmärgid aastaks 2020 ning Pariisi kokkuleppega kooskõlas oleva kliima- ja energiapoliitika raamistiku aastani 2030. 2020. aastaks peaks Euroopa Liit (sealhulgas Eesti) vähendama kasvuhoonegaase 20 protsendi võrra (1990. aasta tasemest), tõstma energiatõhusust 20 protsendi võrra ning tagama, et 20% energiavajadusest kaetakse taastuvate energiaallikatega. Euroopa Liidu 2030. aasta eesmärgid on vähendada kasvuhoonegaase vähemalt 40 protsendi võrra 1990. aasta tasemest, tõsta energiatõhusust vähemalt 27 protsendi võrra ning katta vähemalt 27% energiavajadusest taastuvate energiaallikatega. Euroopa Liidu pikaajaline kliimaeesmärk on vähendada süsinikuheidet 80-95% võrreldes 1990. aastaga.

Euroopa Liidu liikmena panustab ka Eesti kliimamuutuse probleemi lahendamisse ning on lähtunud eesmärkide seadmisel EL kliima- ja energiapaketist. Et eesmarke täita, on Eestil olemas 2017. aastal vastu võetud pikaajaline kliimapoliitika „Kliimapoliitika põhialused aastani 2050“. Selle dokumendi vastuvõtmisega on esimest korda kokku lepitud kliimapoliitika pikaajalises visioonis. Aastaks 2050 on Eesti seadnud sihiks vähendada kasvuhoonegaaside heidet ligi 80% võrreldes 1990. aasta tasemega. Et seda saavutada, on Eesti pikaajaline eesmärk minna üle vähese süsinikuheitega majandusele, mis tähendab järk-järgult eesmärgipärast majandus- ja energiasüsteemi ümberkujundamist ressursitõhusamaks, tootlikumaks ja keskkonnahoidlikumaks. Kliimapoliitika eesmärgid näitavad, et enim tuleb kasvuhoonegaaside heidet vähendada energetikas ja tööstuses ning transpordis.

Kliimaeesmärkidele sarnased eesmärgid on välja toodud ka Eest Energiamaajanduse arengukavas aastani 2030 (ENMAK):

- Taastuvatest energiaallikatest elektri tootmine moodustab 50% sisemaisest elektri lõpptarbimisest.
- 80% Eestis toodetud soojusest toodetakse taastuvate energiaallikate baasil.
- Eesti kasutab aastal 2050 oma energiavajaduse rahuldamiseks peamiselt kodumaiseid ressursse, mitte ainult elektri- vaid ka soojusenergia tootmises.
- Kasvuhoonegaaside heitkoguste vähenemine energiasektoris moodustab aastaks 2030 vähemalt 70%.

Tehase mõju kliimaeesmärkide täitmisse hinnati läbi fossiilse CO<sub>2</sub>-e vältimise eelkõige Eesti kontekstis. Tootega seotud biogeense CO<sub>2</sub>-e sidumist ega heitmeid arvesse ei võetud. Võttes arvesse kavandatud puidurafineerimistehase süsiniku jalajälje tulemusi fossiilse CO<sub>2</sub>-e osas ning laiendades tulemust kogu tootmismahu peale võib väita, et tehas panustab kõigi kolme põhilise kliimaeesmärgi, milleks on 1) kasvuhoonegaaside vähendamine, 2) energiatõhususe suurendamine ja 3) taastuenergia osakaalu suurendamine, saavutamisse. Seda eelkõige tootmisprotsessis toodetava taastuvelektri tõttu, mida kasutatakse nii enda tarbimiseks kui elektrivõrku edastamiseks.

Nagu eespool eeldustes mainitud, toodetakse tootmisprotsessi käigus elektrienergiat 682 GWh/a, millest 427 GWh/a kasutatakse tootmisprotsessis ning ülejääk 255 GWh/a

edastatakse elektrivõrku. Tehase tootmisprotsessis ülejääva taastuvelektri suunamine elektrivõrku võimaldab asendada tänast valdavalt fossiilsel ehk põlevkivil põhinevat elektrit. Elektrivõrku suunatava taastuvelektri kogus võimaldaks aastas vähendada kokku 333 tuhat tonni fossiilset CO<sub>2</sub>-e, mis tekiks sama koguse elektri tootmisel põlevkivist. Sellest arvestati maha tehase rajamisega seotud fossiilse CO<sub>2</sub>-e teke 55,7 kg ühe tonni valmistoodangu kohta ehk kokku ca 42 tuhat tonni fossiilset CO<sub>2</sub>-e, et hinnata tehasega seotud fossiilse CO<sub>2</sub>-e vältimise netokogust. Arvutuste kohaselt aitaks tehase rajamine vähendada fossiilse CO<sub>2</sub>-e teket Eestis 291 tuhande tonni võrra, mis on praeguse seisuga võrreldes ca 1,6% (Eesti kasvuhoonegaaside heide 2015. aastal oli ca 18 miljonit tonni aastas<sup>29</sup>). Seega võib väita, et kavandatav tehas panustaks otseselt Pariisi kokkuleppe ja Eesti kliimapoliitika peamise eesmärgi – kasvuhoonegaaside vähendamise – saavutamisse. Samuti panustaks tehase rajamine otseselt ka ENMAKi energiasektori kasvuhoonegaaside heitkoguste vähendamise eesmärki.

Kuna ca 37,5% tootmisprotsessi käigus tekkivast elektrienergiast müüakse elektrivõrku, on puidurafineerimistehase näol tegu elektrienergia netootja, mitte -tarbijaga, kusjuures elektrienergia toodetakse taastuvatest energiaallikatest. Eestis tarbiti elektrienergiat 2016. aastal kokku 7664 GWh<sup>30</sup>, millest taastuenergiast toodetud elektri osakaal moodustas 18% ehk 1414 GWh<sup>31</sup>. Nagu mainitud, kasvab kavandatud puidurafineerimistehase rajamise tulemusena taastuenergiast toodetud elektri tarbimine 682 GWh võrra, mis tõstaks taastuvatest allikatest toodetud elektri osakaalu elektrienergia tarbimisest 8% võrra ehk 26%-ni. See on taastuvelektri osas lähedal kliimapaketi 2030. aasta eesmärgile (katta vähemalt 27% energiavajadusest taastuvate energiaallikatega). Seega panustab tehas olulisel määral ka kliimapaketi ja ENMAKi taastuenergia osakaalu suurendamise eesmärgi saavutamisse.

Puidurafineerimistehas planeeritakse ehitada hetkel parima võimaliku tehnoloogiaga, mis on varem rajatud sarnaste tehaste tehnoloogiaga võrreldes oluliselt energiatõhusam. See suurendab töötleva tööstuse keskmist energiatõhusust Eestis. Seega võib öelda, et tehas panustab ka kolmandasse kliimapaketi eesmärki – energiatõhususe suurendamine. Selle panuse osakaalu saab täpsemalt hinnata pärast puidurafineerimistehases kasutatava tehnoloogia lõplikku väljavalimist.

Tehase kliimamuutuse leevendamisele aitab lisaks kaasa ka asjaolu, et tselluloosi- ja paberitööstus erineb muust tööstusest (välja arvatud muu puidutööstus) paljuski just selles osas, et võimaldab süsinikku tootesse siduda. Olemasolevad andmed näitavad, et paberist ja papist toodetesse salvestunud süsiniku kogus ulatub kuni 7%-ni esmasest süsinikust.<sup>32</sup> Tootesse süsiniku sidumine on paberitööstuse süsinikubilansi oluline osa. See, kui pikalt süsinik paberitoodetes püsib, oleneb nende toodete koostisest, kasutamisest, aga ka paberi ringlussevõtu osakaalust. Mida rohkem paberit ringlusse võetakse, seda kauem püsib süsinik pabertoodetes ega eraldu tagasi atmosfääri. Paberi kasutusest kõrvaldamisel (selle põletamisel või prügilas lagunemisel) vabaneb üldjuhul selles seotud CO<sub>2</sub> atmosfääri. Prügilast tekkiva CO<sub>2</sub>-e kogus sõltub sellest, milline on prügilas ehituslik ja tehnoloogiline tase. Tänapäevastesse prügilatesse ladestatud

---

<sup>29</sup> NIR Estonia (2017). Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2015. National inventory report to European Commission.

<sup>30</sup> Statistikaameti andmebaas 2017.

<sup>31</sup> Eleringi andmed taastuenergiast toodetud elektrienergia kohta.

<sup>32</sup> CEPI (2017) Framework for Carbon Footprints for Paper and Board Products. Confederation of European Paper Industries.

paberitoodete eluea lõppemisel tekkiv CO<sub>2</sub>-e osakaal on marginaalne.<sup>33</sup> Sõltuvalt prügilast ei lagune osa pabertootesse ladestunud süsinikust anaeroobsetes tingimustes ning nii öelda lukustub tootesse pikaks ajaks.<sup>34</sup>

Analüüs on näidanud, et tehase rajamine Eestisse aitab parandada süsinikubilanssi, kuna võimaldab siduda süsinikku tootesse. Samas võib argumenteerida, et ka praeguses olukorras, kus Eestis tehas puudub, toimub süsiniku tootesse sidumine. See toimub paljuski väljaspool Eestit Soome ja Rootsi tselluloositehastes, kuhu Eesti paberipuit viiakse. Siiski aitaks tehase rajamine just asukohaga Eestisse kaasa kliimamuutuse leevendamisele ka globaalses mõttes, sest tehase ehitamine Eestisse aitaks kaasa globaalsele fossiilse CO<sub>2</sub>-e heite vähendamisele.<sup>35</sup> Sellel on kaks peamist põhjust. Esiteks on enamik Põhjamaade tehaseid, kuhu Eesti paberipuit täna viiakse ning kus sellest tselluloosi toodetakse, eelmise põlvkonna tehased ning nendes kasutatav tehnoloogia ei ole nii energiatõhus kui kavandatava Eesti tehase planeeritav tehnoloogia.

Tehase rajamine justnimelt Eestisse võimaldaks vältida enam fossiilse CO<sub>2</sub>-e heidet võrreldes tehase rajamisega Põhjamaadesse. Põhjenduseks on siin asjaolu, et eri piirkondades või riikides on fossiilsete ja taastuvate energiaallikate suhe elektritootmises erinev. Eestis asendab tehase toodetud taastuvelekter turul nii täna kui 20-30 aasta perspektiivis eelkõige põlevkivil põhinevat elektrit. Nii võimaldaks Eestisse rajatav tehas vältida enam fossiilse CO<sub>2</sub>-e heitmeid just Eestis.

Seega võib öelda, et lisaks tehase ehitamisega vähenevale transpordist tuleneva kui põlevkivielektri tootmisega seotud kasvuhoonegaaside heitele väheneb hinnanguliselt ka globaalne CO<sub>2</sub>-e heide. Seda seetõttu, kuna uue Eesti tehase tootmisprotsessis fossiilset CO<sub>2</sub>-e ei teki ning taastuenergia suunamisel elektrivõrku on Eestis suurem mõju CO<sub>2</sub>-e vähendamisele kui Põhjamaades, kus taastuenergia osakaal on juba suhteliselt suur.

---

<sup>33</sup> Pihkola, H., Nors, M., Kujanpää, M., Helin, T., Kariniemi, M., Pajula, T., Helena Dahlbo, H. ja Koskela, S. (2010). Carbon footprint and environmental impacts of print products from cradle to grave. Results from the LEADER project (Part 1). VTT Tiedotteita – Research Notes 2560.

<sup>34</sup> CEPI (2017) Framework for Carbon Footprints for Paper and Board Products. Confederation of European Paper Industries.

<sup>35</sup> Tehase lõplikku mõju globaalsele kasvuhoonegaaside vähendamisele saab hinnata pärast seda, kui on täpselt välja valitud tooted, mida tehas tootma hakkab ning nendele toodetele tehtud olelusringi põhine süsiniku jalajälje hinnang.

## 5 Kokkuvõte

Käesolevas uuringus hinnati Eestisse kavandatava puidurafineerimistehase **süsiniku jalajälge**, mis omakorda võimaldab hinnata tehase panust Eesti kliimaeesmärkide saavutamisse. Süsiniku jalajälje hindamisel vaadeldi eraldi **fossiilse ja biogeense CO<sub>2</sub>-e teke**, sealhulgas arvestati **süsiniku sidumist ja vältimist**.

Süsiniku jalajälje hindamine viidi läbi **olelusringi põhiselt vastavalt rahvusvaheliselt tunnustatud CEPI metoodikale**. Võttes arvesse uuringu eesmärki ning uuringu ajal olemasolevaid andmeid ja eeldusi, keskenduti süsiniku jalajälje arvutamisel eelkõige järgmistele olelusringi etappidele/elementidele, mis kõige enam süsiniku jalajälge mõjutavad:

- metsade süsiniku sidumise võime;
- tehase tootmisprotsessi ning selle sisendite ja väljunditega seotud CO<sub>2</sub>-e teke;
- puidutoorme ja tehase valmistoodangu transpordiga seotud CO<sub>2</sub>-e teke;
- valmistootesse seotud süsinik.

Süsiniku jalajalg on arvatud tselluloosi põhiselt, kuna uuringu läbiviimisel ajal ei olnud teada, milliseid lõplikke tooteid tehas tootma hakkab. See on ka põhjus, miks ei olnud võimalik uuringusse haarata teisi olelusringi elemente (näiteks toote eluea lõpp).

Eelduste kohaselt on tehasele vajalik puidutoore võimalik hankida praeguste Eesti ja Läti raiemahtude piires. Lähtudes sellest eeldusest, **ei suurenda tehase rajamine Eesti raiemahtusid**. Võttes arvesse, et Eesti ja Läti metsad toimivad tänaste raiemahtude juures süsiniku sidujatena, on **kavandatud tehase mõju metsade süsiniku sidumisele arvestatud nullina**.<sup>36</sup>

Kavandatud **tehase tootmisprotsessist ning toorme ja valmistoodangu transpordist tulenev fossiilse CO<sub>2</sub>-e heide on 0,056 tonni ühe tonni valmistoodangu kohta**. Eelduste kohaselt kasutab kavandatud tehas ainult enda poolt toodetud soojus- ja elektrienergiat. Ülejäänud taastuvelekter (255GWh aastas) suunatakse üldvõrku, kus see asendab eelkõige põlevkivielektrit. Selle tulemusel on **võimalik vältida kokku 333 000 tonni fossiilset CO<sub>2</sub>-e, mis paisataks õhku põlevkivielektri tootmise tagajärjel**. Tehase fossiilse süsiniku jalajälje arvutuses väljendub see negatiivse väärtusena (-0,44 tonni ühe tonni valmistoodangu kohta).

Kuna toodetud taastuvelektrist tulenev välditud fossiilne CO<sub>2</sub>-e kogus on suurem kui tehase tootmisprotsessist ja transpordist tulenev fossiilne CO<sub>2</sub>-e heide, siis on kavandatava tehase fossiilne süsiniku jalajalg samuti negatiivse väärtusega (-0,39 tonni fossiilset CO<sub>2</sub>-e ühe tonni valmistoodangu kohta). Kokku võimaldaks kavandatav tehas **aastas vältida hinnanguliselt umbes 291 000 tonni fossiilset CO<sub>2</sub>-e**. Seega omab positiivset mõju kliimamuutuse leevendamisel.

Kavandatud tehas omab ka biogeenset süsiniku jalajälge nii CO<sub>2</sub> heite kui sidumise näol.

---

<sup>36</sup> Kui raiemahud Eestis ja/või Lätis oluliselt kasvavad, mõjutab see süsiniku jalajälge ning suurendab tehase mõju kliimamuutusele.

Puidupõhised tooted seovad süsinikku. Süsiniku jalajälje arvutused näitavad, et tehase **valmistoodang seob 1,6 tonni CO<sub>2</sub>-e ühe tonni valmistoodangu (tselluloosi) kohta.**<sup>37</sup> Taastuenergia tootmisel tehases tekib **0,33 tonni biogeenset CO<sub>2</sub>-e ühe tonni valmistoodangu kohta.**

Biogeense süsiniku jalajälje arvutuste põhjal võib öelda, et kavandatav tehas võimaldab **siduda 1,3 tonni biogeenset CO<sub>2</sub>-e ühe tonni valmistoodangu kohta**, mis omakorda aitab vältida täiendava biogeense CO<sub>2</sub>-e eraldumist atmosfääri.

Nii võib kokkuvõtvalt öelda, et **kavandatava puidurafineerimistehase süsiniku jalajalg on kliimamuutuste suhtes neutraalne.** Peale selle aitaks puidurafineerimistehase rajamine muuhulgas olulise tegurina kaasa Eesti kliimaeesmärkide saavutamisele ning panustaks kõigi kolme põhilise kliimaeesmärgi saavutamisse alljärgnevalt:

- 1) Tehase rajamine aitaks **vähendada kasvuhoonegaaside teket Eestis praeguse seisuga võrreldes ca 1,6%;**
- 2) **Taastuvatest allikatest toodetud elektri osakaal elektrienergia tarbimisest tõuseks 26%-ni;**
- 3) Kavandatav puidurafineerimistehas aitaks **suurendada töötleva tööstuse keskmist energiatõhusust** Eestis.

---

<sup>37</sup> Olenevalt tselluloosist toodetud lõpptootest võib süsiniku sidumise aeg olla lühem või pikem. See omakorda mõjutab toote eluea lõpus tekkivaid kasvuhoonegaaside heitmeid. Kuna uuringu läbiviimise ajal ei olnud teada, milliseid lõplikke tooteid tehas tootma hakkab, siis seda jalajälje arvutustes arvesse ei võetud.

## 6 Kasutatud kirjandus

- Althaus, H-J., Hischer, R., Osses, M., Primas, A., Hellweg, S., Jungbluth, N., and Chudakoff, M. (2008). Life Cycle Inventories of Chemicals. Ecoinvent report nr 8. Saadaval internetis [https://db.ecoinvent.org/reports/08\\_Chemicals.pdf](https://db.ecoinvent.org/reports/08_Chemicals.pdf)
- Centar (2017). Puidurafineerimistehase sotsiaal-majanduslike mõjude analüüs. Uuringu aruanne. Saadaval internetis <http://www.centar.ee/uus/wp-content/uploads/2017/03/Puidurafineerimistehase-sotsiaalmajanduslik-analüüs.pdf>
- CEPI (2003). Wood and Paper Products Store Greenhouse Gases. The story of carbon in wood and paper products. CEPI.
- CEPI (2017). Framework for Carbon Footprints for Paper and Board Products. Confederation of European Paper Industries. Saadaval internetis <http://www.cepi.org/node/21490>
- Eesti Energia (2008). Certified Environmental Product Declaration (EPD®) for Oil Shale Electricity from the Circulating Fluidized Bed Combustion (CFB) Blocks of the Narva Power Plants.
- Keskkonnaagentuur (2017). Eesti Mets 2016.
- EKA Chemicals (2005). Certified Environmental Product Declaration (EPD) for Sodium chlorate (NaClO<sub>3</sub>). Saadaval internetis <http://www.dantes.info/Publications/Publication-doc/EPD%20NaClO3.pdf>
- IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- ISO (2013). Greenhouse gases – Carbon footprints of products – Requirements and guidelines for quantification and communication. Technical specification, International Organization for Standardization (ISO/TS 14067:2013).
- Johnson, E. (2009). Goodbye to carbon neutral: Getting biomass footprints right. Environmental Impact Assessment Review 29, 165–168.
- JRC (2016). The European Commission Product Environmental Footprint (PEF) Category Rules (PEFCR) for Intermediate Paper Products. Final draft.
- LIPASTO (2017). LIPASTO - calculation system for traffic exhaust emissions and energy use in Finland. Saadaval internetis [www.lipasto.fi](http://www.lipasto.fi) (viimati vaadatud 25.09.2017)
- NCASI (2007). The greenhouse gas and carbon profile of the global forest products industry. Special Report No. 07-02. Research Triangle Park, N.C.: National Council for Air and Stream Improvement, Inc.
- NCASI (2005). Calculation Tools for Estimating Greenhouse Gas Emissions from Pulp and Paper Mills. The Climate Change Working Group of The International Council of Forest and Paper Associations (ICFPA).
- NIR Estonia (2017). Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2015. National inventory report to European Commission.

- NIR Latvia (2017). Latvia's National inventory report 1990-2015.
- Miner, R. (2007). Clearing the air about biomass carbon neutrality. Paper 360.
- Moora, H; Lahtvee, V (2009). Electricity Scenarios for the Baltic States and Marginal Energy Technology in Life Cycle Assessments – a Case Study of Energy Production from Municipal Waste Incineration. *Oil Shale*, 26(3 Special), 331 – 346.
- Pihkola, H., Nors, M., Kujanpää, M., Helin, T., Kariniemi, M., Pajula, T., Helena Dahlbo, H. ja Koskela, S. (2010). Carbon footprint and environmental impacts of print products from cradle to grave. Results from the LEADER project (Part 1). VTT Tiedotteita – Research Notes 2560.
- Skog, K., and Nicholson, G. (1998). Carbon cycling through wood products: the role of wood and paper products in carbon sequestration. *Forest Products Journal* vol. 48, no. 7/8.
- Statistikaamet (2017). Statistikaameti andmebaas.
- Suhr, M., Klein, G., Kourti, J., Gonzalo, M.R., Santonja, G.G., Roudier, S., Sancho, L.D. (2015). Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Pulp, Paper and Board. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control). JRS Science and Policy Reports. Saadaval internetis [http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/PP\\_revised\\_BREF\\_2015.pdf](http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/PP_revised_BREF_2015.pdf)
- University of Tennessee Center for Clean Products (2008). Limestone Quarrying and Processing: A Life-Cycle Inventory.
- Urbel-Piirsalu, E. (2010). The Estonian forest sector in transition to sustainability? Capturing sustainability with the help of integrated assessment. Doctoral thesis, Lund University.
- Zaļās mājas (2017). 2017 Latvian forest sector in facts and figures.