



Kaasrahastanud
Euroopa Liit



Eesti
tuleviku heaks

INNO
FOND

TAL
TECH

ASFALTSEGUDE CO₂-JALAJÄLJE ARVUTUSMETOODIKA

Eesti tingimustesse optimaalse ligniini sisaldusega asfaldi
retsepti rakendusuuring

15.08.2024

Tellija – Riigikantselei

Aruande koostajad

- Karli Kontson
- Kristjan Lill

SISUKORD

Sissejuhatus.....	3
Elutsükli analüüs ja keskkonnadeklaratsioon.....	4
Arvutamispõhimõtted.....	7
Moodul A1 - lähtematerjalid.....	10
Moodul A2 – transport.....	10
Moodul A3 – tehase töö.....	10
Sisendite ja väljundite välistamiskriteeriumid (<i>cut-off</i>).....	10
Andmed.....	10
Stsenaariumid.....	14
Lähtematerjalide päritolu ja transport.....	14
Tootmine.....	14
Kokkuvõte.....	16
Kasutatud kirjandus.....	17

SISSEJUHATUS

Asfaltsegude tootmine on oma olemuselt küllaltki ressursi- ja energiamahukas. Ühe tonni asfaltsegu tootmine emiteerib keskkonda ca 50 kg CO₂eq võrra kasvuhooonegaase [1]. Üks suurimaid tegureid, mis asfaltsegude keskkonnajalajälje suurusesse panustab, on nafta rafineerimisest saadav bituumen, mida kasutatakse asfaltsegu täitematerjale koos hoidva sideainena. Ameerika Ühendriikides tegutsevaid asfalditootjaid ja teedehitusettevõtteid ühendav erialaliit NAPA (National Asphalt Pavement Association) on välja toonud, et bituumen võib moodustada üle 90% lähtematerjalide emissioonidest ja üle 50% asfaltsegude emissioonidest tehase väravas. Bituumeni enda keskkonnajalajälje kujunemisel mängib suurt rolli nafta pumpamisega ja rafineerimisega kaasnev suur keskkonnamõju. Et bituumeni ja seeläbi ka asfaltsegude keskkonnajalajälge tevikuna vähendada, pööratakse maailmas aina enam tähelepanu biogeenset päritolu alternatiivsete sideainete uuringutele ja kasutusele võtmisele.

Selleks, et tellijad saaksid otsustamisprotsessides kaaluda erinevate toodete või teenuste keskkonnajalajälge, on vajalik nende toodete ja teenuste võrdlemiseks ühtlustatud süsteemi. Kui vaadelda kitsamalt asfaldisektorit, siis praegusel hetkel puudub Eestis kokkulepitud meetodika, kuidas arvutada asfaltsegude CO₂-jalajälge. Küll on nii ehituskui ka muudes sektorites hakatud keskkonnamõjusid aina enam hindama läbi elutsükli analüüsi (*Life Cycle Analysis – LCA*). Elutsükli analüüside põhjal koostatakse keskkonnadeklaratsioone (*Environmental Product Declaration – EPD*), mis esitlevad toote või teenuse keskkonnamõjusid ühtlustatud viisil. **Käesolevas aruandes kirjeldatakse asfaltsegude CO₂-jalajälje arvutamise meetodikat, mis baseerub elutsükli analüüsil, mis on vajalik keskkonnadeklaratsioonide koostamiseks.**

ELUTSÜKLI ANALÜÜS JA KESKKONNADEKLARATSIOON

Erinevate toodete ja teenuste elutsükli analüüsi sooritamist ja selle tulemuste esitlemist reguleerivad erinevad rahvusvahelised standardid. Järgnevalt on välja toodud nendest olulisemad:

- **ISO 14020.** Toodete keskkonnaväited ja -programmid. Põhimõtted ja üldnõuded [2]
- **ISO 14025.** Keskkonnamärgised ja -teatised. III tüüpi keskkonnateatised. Põhimõtted ja protseduurid [3]
- **ISO 14040.** Keskkonnajuhtimine. Olelusringi hindamine. Põhimõtted ja raamistik. [4]
- **ISO 14044.** Keskkonnakorraldus. Olelusringi hindamine. Nõuded ja kasutusjuhised. [5]
- **ISO 15804.** Ehitiste jätkusuutlikkus. Keskkonnadeklaratsioonid. Ehitustoodete tootekategooria üldreeglid. [6]

Standard ISO 14020 kirjeldab erinevaid võimalusi, kuidas toote või teenuse keskkonnaalast suutlikkust kommunikeerida. Neid võimalusi on erinevaid, kuid ehitussektoris on peamiseks viisiks saanud ISO 14025 alusel koostatud keskkonnadeklaratsioonid.

Standardid ISO 14040 ja ISO 14044 määratlevad üldised põhimõtted ja nõuded, kuidas elutsükli analüüse teostada. Eelmainitud standardid on väga üldised, kuna kehtivad kõikide toodete ja teenuste kohta, mille keskkonnamõjusid soovitakse hinnata. Kuna erinevate sektorite tooted ja teenused võivad olla märkimisväärselt erinevad, siis on erinevad valdkonnad koostanud täiendavad standardid, mis täpsustavad, kuidas elutsükli analüüse tuleb läbi viia ja kuidas keskkonnadeklaratsioone koostada. Ehitussektoris on selleks täpsustavaks dokumendiks standard ISO 15804.

Elutsükli analüüsi saab põhimõtteliselt sooritada ainult ISO 15804 standardi järgi, kuid ka see jätab veel omajagu interpreteerimisruumi ning selleks koostatakse erinevate toodete jaoks täiendavad tootekategooria reeglid (*cPCR – complementary product category rules*). Mitmete tootekategooriate jaoks on juba koostatud eelpool kirjeldatud täiendavad reeglid ning need on avaldatud ka rahvusvaheliste standarditena. Näiteks tsemendile (EN 16908) ja betoonile (EN 16757). Kahjuks ei ole asfaltsegudele praegu sellist rahvusvahelist standardit avalikustatud. Küll aga on teada, et Euroopa Standardimiskomitee (CEN) tehnilises komitees TC 227, mis tegeleb asfaltsegude valdkonna standardiseerimisega, käib töö cPCR-i koostamiseks. Praeguse info kohaselt avalikustatakse see 2024. aasta lõpus või 2025. aasta alguses.

Kuigi standardina ei ole ühtegi cPCR-i avalikustatud, siis mõned EPD-de programmioperaatorid ehk ettevõtted, kes avalikustavad keskkonnadeklaratsioone, on

iseseisvalt valmistanud toodetele täiendavaid tootekategooria reegleid. Üheks selliseks programmioperaatoriks on EPD-Norge (www.epd-norge.no), mis on avalikustanud cPCRi asfaltsegudele. Kõnealuse dokumendi nimetus on „NPCR 025:2022 Part B for Asphalt“ [7] ja see on avalikult kättesaadav EPD-Norge kodulehel. Pealkirjas nähtav „osa B“ viitab, et olemas on ka „osa A“ ning see on EPD-Norge poolt koostatud standardit EN 15804 selgitav dokument.

Käesolevas ligniini-teemalises uurimistöös soovivad uuringu läbiviijad just EPD-Norge poolt väljatöötatud cPCRi alusel sooritada asfaltsegude CO₂-jalajälje arvutusi. Kuna hetkel veel puudub Euroopa-ülene ühtlustatud meetodika, siis uuringu läbiviijad peavad eelmainitud parimaks alternatiiviks. Seda väidet toetab kõige enam asjaolu, et CEN-i TC 227 komitees töötab asfaltsegude cPCRi koostamisel palju skandinaavlasti, seal hulgas norralasi. Sellest tulenevalt võib eeldada, et EPD-Norge cPCR-i kasutamisega kogutud kogemused jõuavad ka Euroopa standardisse.

Elutsükli analüüsid oma põhimõtetest jagunevad kaheks:

- Hällist väravani (*cradle to gate*) – arvestatakse keskkonnamõjudega, mis kaasnevad toote jaoks lähtematerjalide kaevandamise/toomisega, nende lähtematerjalide transpordiga tootmistehasesse ning tootmisega
- Hällist hauani (*cradle to grave*) – arvestatakse keskkonnamõjudega üle kogu elukaare

Täpsemalt on toodete elutsükli jagunemine näidatud Joonisel 1. See koosneb nii tootmis-, ehitamis-, kasutus- kui ka lõppkäitlusetapist. Iga etapp jagune veel omakorda mooduliteks. Täiendavalt on ka moodul D, mis käsitleb mõjusid väljaspool süsteemi piire.

Asfaltsegude tootjad saavad koostada hällist väravani elutsükli analüüse, aga teede omanikud peaksid vaatama pikemas perspektiivis ehk hällist hauani. Põhjus, miks asfaltsegude tootjad ei saa koostada hällist hauani elutsükli analüüse seisneb selles, et tootja ei tea, mis tema asfaltsegust pärast tehastest lahkumist edasi saab. Isegi, kui asfaltsegu paigaldajaks on sama ettevõtte, siis pärast asfaltkatte valmimist antakse see üle tee omanikule ja asfaltsegu tootja ei saa kontrollida edasiseid etappe. Sellest tulenevalt kasutatakse ka erinevaid ühikuid. Standard EN ISO 15804 määratleb kaks võimalust: **funktsionaalühik** või **deklareerimisühik**. Funktsionaalühikut kasutatakse, kui on täpselt teada toote funktsioon ja ka stsenaarium, kuidas seda üle kogu eluea kasutatakse. Deklareerimisühikut kasutatakse siis, kui funktsionaalühikut ei ole võimalik määratleda. See võib olla tingitud näiteks sellest, kui toodet on võimalik kasutada mitmel viisil või ei ole selle elutsükli stsenaarium üheselt teada. Kuna asfaltsegude puhul ei ole tootjale tema toote edasine tulevik teada, siis on ainsaks võimaluseks kasutada deklareerimisühikut. Seda tegutsemisviisi kinnitavad ka kõik asfaltsegude EPD-d, millega uuringu läbiviijad on tutvunud. EPD-des esitatud deklareerimisühikuks on tavapärastelt 1 tonn asfaltsegu toimetatuna ehitusobjektile. Funktsionaalühikuks saab olla näiteks üks ruutmeeter (1 m²) asfaltkatet.

Teave ehitiste olelusringi kohta																Täiendav teave väljaspool ehitiste olelusringi
A1-A3			A4-A5		B1-B7							C1-C4				D
Tootmisetapp			Ehitamisetapp		Kasutusetapp							Lõppkäitlusetapp				Tulu ja koormused väljaspool süsteemi piire
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Toormaterjalid	Transport	Valmistamisprotsess	Transport	Ehitamis-paigaldamisprotsess	Kasutamine	Hooldamine	Remontimine	Asendamine	Renoveerimine	Energiavajadus kasutamisel	Veevajadus kasutamisel	Demonteerimine, lammutamine	Transport	Jäätmetöötlus	Kõrvaldamine	Korduvkasutus, taaskasutus, ringlussevõtt

Joonis 1. Elutsükli etapid

ARVUTAMISPÕHIMÕTTED

Toodete ja teenuste keskkonnavalase suutlikkuse hindamisel vastavalt standardile EN 15804 hinnatakse suurt hulka erinevaid keskkonnamõjureid, mis on koondatud Tabelisse 1.

Tabel 1. Mõjukategooriad [6]

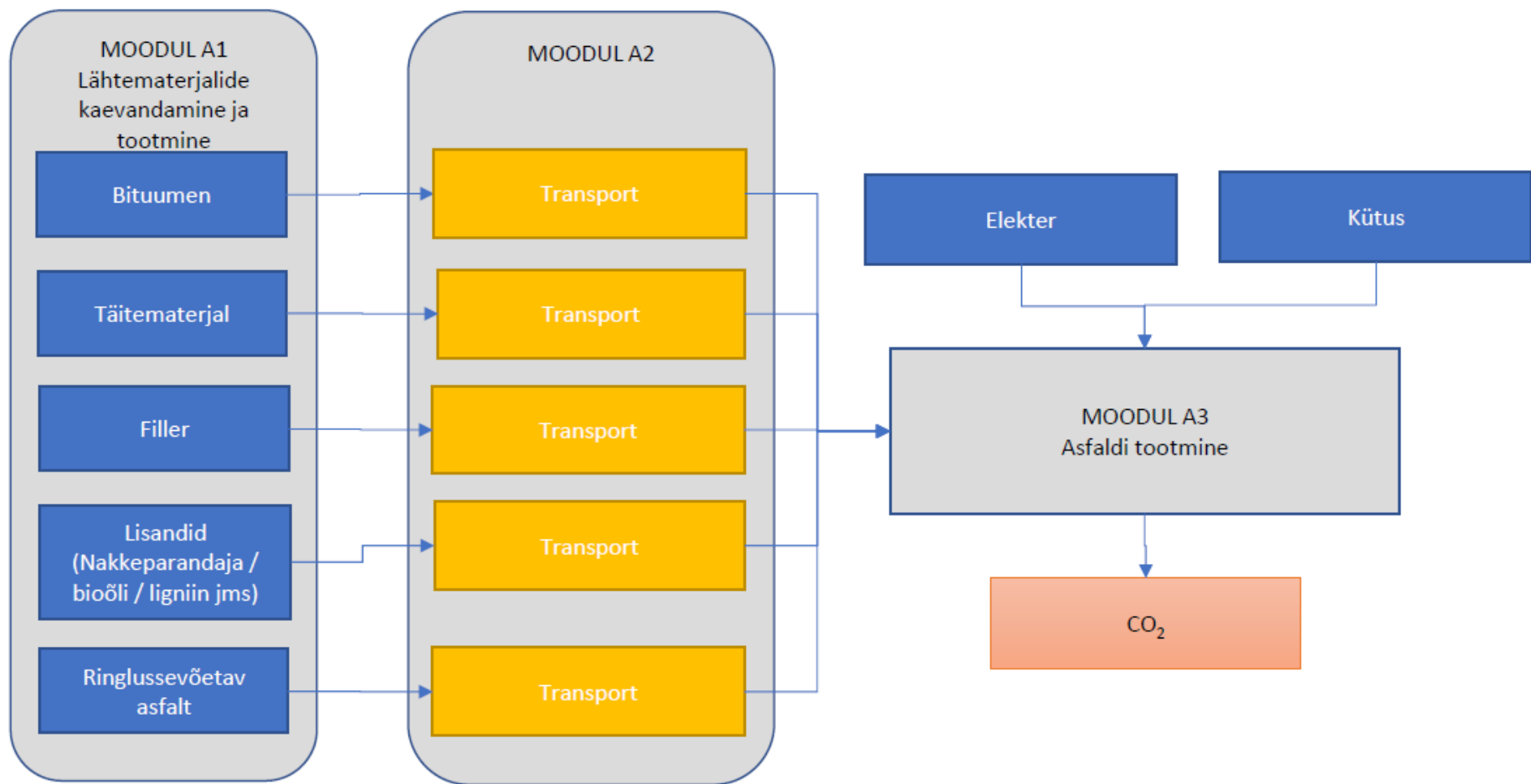
Mõjukategooria	Näitaja	Ühik
Kliimamuutus – täielik	Globaalse soojenemise potentsiaal – täielik (GWP-täielik)	kg CO ₂ ekv
Kliimamuutus – fossiilne	Globaalse soojenemise potentsiaal – fossiilkütused (GWP-fossiilne)	kg CO ₂ ekv
Kliimamuutus – biogeenne	Globaalse soojenemise potentsiaal – biogeenne (GWP-biogeenne)	kg CO ₂ ekv
Kliimamuutus – maakasutus ja selle muutumine	Globaalse soojenemise potentsiaal – maakasutus ja selle muutumine (GWP-luluc)	kg CO ₂ ekv
Osooni ammendumine	Stratosfääri osoonikihi ammendumispotentsiaal (ODP)	kg CFC 11 ekv
Hapestumine	Hapestumispotentsiaal, kogunenud ületamine (AP)	mol H ⁺ ekv
Magevee eutrofeerumine	Eutrofeerumispotentsiaal, magevee lõppkasutusse jõudvate toitainete komponendid (magevee EP)	kg P ekv
Merevee eutrofeerumine	Eutrofeerumispotentsiaal, merre jõudvate toitainete komponendid (merevee EP)	kg N ekv
Maismaa eutrofeerumine	Eutrofeerumispotentsiaal, kogunenud ületamine (maismaa EP)	mol N ekv

Mõjukategooria	Näitaja	Ühik
Osooni fotokeemiline moodustumine	Troposfääri osooni moodustumispotentsiaal (POCP)	kg NMVOC ekv
Abiootiliste ressursside ammendumine – mineraalid ja metallid	Mittefossiilsete ressursside abiootiline ammendumispotentsiaal (ADP-mineraalid ja metallid)	kg Sb ekv
Abiootiliste ressursside ammendumine – fossiilkütused	Fossiilsete ressursside abiootiline ammendumispotentsiaal (ADP-fossiilne)	MJ, netokütteväärtus
Vee kasutus	Potentsiaalne veepuudus (WDP)	m ³ maailma ekv puudujääv

Kuna käesoleva uuringu üheks eesmärgiks on saavutada asfaltsegu süsinikneutraalsus, siis arvutamisel keskendutakse kliimamuutuse mõjukategooriale, mida kirjeldab globaalse soojenemise potentsiaal (GWP). Seejuures arvutustes arvestatakse kõikide GWP komponentidega (fossiilne, biogeenne, maakasutus ja selle muutumine), kuid tulemustena esitatakse alati GWP-täielik.

Käesoleva aruande jaoks määratakse GWP tootmisetapis ehk moodulid A1 kuni A3. See tähendab elutsükli analüüsi **hällist väravani (cradle to gate)**. Kuigi hällist väravani EPD koostamisel esitletakse ka täiendavalt moodulid A4, C1-C4 ja D, siis käesolevas projektis ei ole vajalik neid kaasata, sest uuringu eesmärgiks on projekteerida süsinikneutraalne asfaltsegu **tehase väravas**. Kõnealused täiendavad moodulid on väljaspool seda elutsükli etappi ja nende arvutamine ei ole käesoleva projekti eesmärkide saavutamiseks vajalikud. Sellest tulenevalt on käesolevas projektis **deklareerimisühikuks 1 tonn asfaltsegu tehase väravas**.

Süsteemi piirid on näidatud Joonisel 2.



Joonis 2. Süsteemi piirid

MOODUL A1 - LÄHTEMATERJALID

Mooduli A1 alla kuulub lähtematerjalide tootmine ja lähtematerjalide koostisosade tootmist. Kaasatud on protsessid alates kaevandamisest kuni asfaltsegu lähtematerjalide valmimiseni.

Asfaltsegude lähtematerjalideks on täitematerjal (lubjakivi ja tardkivi), filler (jahvatatud lubjakivi), bituumen. Olenevalt asfaltsegust võib selles olla kasutatud ka ringlussevõetavat asfalti (RA) ja lisandeid. Käesoleva uuringu raames kasutatakse lisandina ligniini, nakkeparandajat ja bioõli.

MOODUL A2 – TRANSPORT

Moodul A2 sisaldab endas lähtematerjalide transporti asfalditehasesse. Käesoleva uuringu raames kasutatakse nii veoauto-, kui ka laevatransporti.

MOODUL A3 – TEHASE TÖÖ

Moodul A3 sisaldab asfaldi valmistamisprotsessi asfalditehases ja ka tekkinud jäätmete töötlemist. Käesoleva uurimistöös raames on eeldatud, et asfaldi tootmise protsessis ei teki jääke. Isegi kui jääke (praakpartiid) tekib, siis nende kogused võrreldes korrektse toodanguga on kaduvväikesed.

Täiendavalt tuleb selles moodulis arvestada ka asfalditehase transpordiga, kui tegemist on mobiilse asfalditehasega.

SISENDITE JA VÄLJUNDITE VÄLISTAMISKRITEERIUMID (*CUT-OFF*)

Rakendatakse samasid välistamiskriteeriume, mis on välja toodud EPD-Norge täiendavates tootekategooria reeglites [7]. Välja on toodud need välistused, mis on seotud moodulitega A1 kuni A3.

- Asfalditehase valmistamine – eeldatakse, et selle mõju üle kogu eluea toodetud segu massi suhtes on väga väike võrreldes muude mõjudega
- Laboratoorium – võrreldes asfalditehasega kaduvväike mõju
- Kontor – võrreldes asfalditehasega kaduvväike mõju
- Tööreisid
- Sõit töökohta
- Sertifitseerimispersonalil külastused

ANDMED

Kõik arvutused sooritatakse AS Tariston Harkus asuva asfalditehase põhjal. Kus vähegi võimalik, siis kasutatakse reaalseid asfalditehase andmeid. Juhul kui täpsed andmed

puuduvad, siis kasutatakse informatsiooni tootjate EPD-est, aruannetest või teaduskirjandusest. Lisaks kasutatakse ka Ecoinventi andmebaasi. Käesolevas uuringus kasutatavad andmed on näidatud järgnevas tabelites.

Tabel 2. Lähtematerjalide GWP tehase väravas

Materjal	GWP tehase väravas, kg CO₂ ekv	Allikas
Tardkivi killustik	2,34	Kolme Skandinaavia karjääri keskmine
Lubjakivi killustik	2,6	LLC Naujasis Kalcitas EPD (https://www.environdec.com/library/epd12770)
Lubjakivi filler	72	LLC Naujasis Kalcitas EPD (https://www.environdec.com/library/epd12771)
Bituumen	163	Eurobitume raport 2021 (https://eurobitume.eu/wp-content/uploads/2024/05/EB-LCI-Update-2021.pdf)
Ligniin	-1968	Fibenol OÜ EPD (https://www.environdec.com/library/epd9726)
Nakkeparandaja	-96	Nouryon Wetfix BE Eco-footprint 2020
Bioõli	-1610	Cargill Anova 1817 EPD 2022
Ringlussevõetav asfalt	1,8	Tariston AS andmed

Tardkivi puhul kasutatakse kolme karjääri keskmist, sest kahjuks puudub Inkoo karjääri täitematerjalidel, mida käesolevas projektis kasutatakse, EPD. Keskmine tulemus moodustub järgneva kolme karjääri EPD alusel:

- Jumsta karjäär Rootsis - GWP 1,16 kg CO₂ ekv / tonn täitematerjali
(<https://www.environdec.com/library/epd7076>)
- Tau karjäär Norras - GWP 3,27 kg CO₂ ekv / tonn täitematerjali
(<https://www.epd-norge.no/epder/bygg/natursteinprodukter-tilslag-og-fyllstoffer/crushed-rock-aggregates-from-norsk-stein-tau-quarry>)
- Värnamo karjäär Rootsis - GWP 2,6 kg CO₂ ekv / tonn täitematerjali
(<https://www.environdec.com/library/epd7874>)

Kuigi käesoleva projekti raames kasutatakse Eesti lubjakivi, siis kahjuks puuduvad Eesti tootjatel hetkel keskkonnadeklaratsioonid ning seetõttu kasutatakse GWP andmetes meie tingimustele kõige sarnasemat lubjakivikillustikku, mida toodetakse Leedus.

Nagu lubjakivikillustikuga, on sama mure ka lubjakivi filleriga, ehk kasutatakse samuti Leedu ettevõtte andmeid.

Teadaolevalt ei ole ühelgi Euroopa bituumenitootjal eraldiseisvat EPD-d, mistõttu kasutatakse käesolevas töös väärtust, mis on võetud Euroopa bituumenitootjate katusorganisatsiooni Eurobitume raportist (vt. link Tabelis 2). See on tavapraktika Euroopas avaldatud asfaldi keskkonnadeklaratsioonides ning ka EPD-Norge PCR viitab, et seda võib kasutada.

Ligniini puhul kasutatakse Eestis täna ainukesena tööstuslikul tasemel ligniini tootva Fibenol OÜ Lignova Crude ligniini, mille GWP andmed on võetud nende EPD-st.

Nii nakkeparandaja kui ka bioõli puhul kasutatakse samuti tootjate poolt väljastatud EPD-de andmeid.

EPD-Norge kohustab ringlussevõetava asfaldi GWP andmetes kasutama GWP-d, mis on määratud selle töötlemisel. Üldjuhul on RA valmistamisel vajalik nii purustamine kui ka sõelumine. 2024. aastal kulus Taristonil ühe tonni RA valmistamiseks 0,7 liitrit diislit ja see tähendab, et GWP on 1,8 kg CO₂ ekv toodetud tonni kohta. Seejuures RA CO₂-jalajälje arvutamisel ei arvestata objektile freesimist ning transporti töötlemispaika. Seda loetakse asfaltkatte eluea lõpu protsessiks. Seda väidet kinnitab Ameerika Ühendriikide asfalditootjate ühenduse asfaltsegude kasvuhoonegaaside arvutamise juhend [8].

Tabel 3. Transpordi GWP

Transpordiliik	GWP per 1 tonn-km, kg CO₂ ekv	Allikas
Laevatransport	0,007	Ecoinvent v 3.10 („transport freight, sea, bulk carrier dry goods“ Global)
Veoauto (EURO6)	0,191	Ecoinvent v 3.10 („transport freight, lorry 16-32 metric ton“ Europe)

Transpordiliikide GWP andmed võeti Ecoinventi andmebaasist. Veoautode puhul eeldatakse selles projektis, et kasutatakse Euro6 autosid, kuigi erinevus Euro5 autodega on minimaalne. Euro6 GWP on 0,191 ja Euro5 GWP 0,194 kg CO₂ ekv / tonn-km.

Energiatarbimise põhiselt on asfalditehasel neli komponenti. Esiteks tehase üldised süsteemid nagu operaatori kabiin, konveierlindid, sõelad jne. Need komponendid töötavad kõik elektriga. Teine kulukoht on bituumeni hoiustamise tsisternid. Need võivad toimida kas elektril või vedelkütusel. Kolmas kulukoht on täitematerjali kuivatamine ja kuumutamine. Kuigi mujal maailmas on kasutusel veel täiendavaid kütuseid, siis Eesti asfalditehased on ehitatud kasutamaks kas põlevkiviõli või gaasi (maagaas või LPG). Viimaseks kuluartiklis on frontaallaaduri töö. Diislil töötava laaduriga transporditakse ladudest täitematerjale ja ringlussevõetavat asfaldi tehase vastuvõtupunktesse.

Tariston ASi Harku asfalditehase hinnangulised energiakulud ühe toodetud **kuuma asfaltsegu** (HMA) tonni kohta on näidatud Tabelis 4. Erinevate energiakandjate GWP-d on koondatud Tabelisse 5.

Tabel 4. Taristoni asfalditehase hinnangulised energiakulud ühe toodetud asfaltsegu tonni kohta

Kulukoht	Energiakandja	Ühik	Kulu ühe asfaltsegu tonni kohta (keskmine)	Allikas
Täitematerjali kuivatamine ja kuumutamine (tavaline)	Maagaas	m ³	7,1	[9], [10]
Täitematerjali kuivatamine ja kuumutamine (WMA)	Maagaas	m ³	6,0*	
Tehase käitamine ja bituumeni mahutid	Elekter	kWh	4,00	Hinnanguline keskmine kulu
Laaduri töö	Diiseli	l	0,2	Hinnanguline keskmine kulu

Märkus: *- Maagaasi kulu 6,0 m³ põhineb eeldusel, et WMA tehnoloogiaga saavutatakse 15% sääst võrreldes tavalise tootmistehnoloogia keskmise kuluga (7,1 m³/t).

Tabel 5. Energiakandjate GWP

Energiakandja	Ühik	GWP per 1 ühik	Allikas
Raske põlevkiviõli	kg	3,135	KHG inventuuri aruanne 2022
Maagaas	m ³	1,8809	KHG inventuuri aruanne 2022
Diiseli	l	2,6239	KHG inventuuri aruanne 2022
Elekter	kWh	0,715	KHG inventuuri aruanne 2022
Biogaas (biometaan)	m ³	0,0011	KHG inventuuri aruanne 2022
Biodiiseli	l	2,5	GHG protocol
Roheelekter	kWh	0	CoM 2017

STSENAARIUMID

Nagu eelnevalt juba on mainitud, siis kõik stsenaariumid põhinevad Tariston ASi Harku asfalditehasel.

LÄHTEMATERJALIDE PÄRITOLU JA TRANSPORT

Eeldatud on, et tardkivikillustik tuleb Inkoo karjäärist Soomes, mis eeldab 90 km laevatransporti Inkoost Bekkeri sadamsse Tallinnas. Sadamast Harku asfalditehaseni on 20 km veoauto transporti.

Lubjakivikillustik pärineb asfalditehase vahetust lähedusest Harku karjäärist, mis teeb veoauto transpordiks 7 km.

Uuringusse kaasatud asfalditehasele kõige lähem lubjakivifilleri allikas on KMG OÜ tootmisbaas Tallinnas Betooni tänaval. Seega veetakse filler kohale 25 km kauguselt veoautoga.

Sideaine puhul on eeldatud, et kasutatakse bituumenit, mis tarnitakse Eestisse Muuga sadamasse laevaga Nynashamni rafineerimistehasest veomaaga 437 km. Muuga sadamast transporditakse see veoautoga. Veomaaks on 50 km.

Ligniiniina kasutatakse Fibenol OÜ Lignova Crude ligniini, mis tarnitakse asfalditehasesse Imaverest veoautoga. Veokaugus on 123 km.

Ringlussevõetav asfalt valmistati Taristoni asfalditehase territooriumil ja seal täiendavat transporti ei ole.

Nakkeparandajana kasutatakse Nouryoni poolt toodetud Wetfif BE-d, mis pärineb Bohus'ist Rootsist. See tähendab veomaad kokku veoautoga 579 km ja laevaga 324 km.

Bioõlina kasutatakse Cargill Anova 1817 toodet, mis valmistatakse Hollandis Drontenis. Sealt transporditakse see veoautoga 2100 km kaugusele Harku tehasesse.

TOOTMINE

Arvutusi tehakse neljale erinevale asfaltsegule:

- AC 16 surf
- AC 8 surf
- SMA 12
- AC 16 base.

Kõikide segude puhul määratakse esmalt referentsjalajälg. See määratakse Taristoni retseptides esitatud materjalide osakaalude alusel ja eeldades kuuma asfaltsegu tehnoloogiat.

Seejärel näidatakse, kui palju ligniini on teoreetiliselt vajalik erinevatesse asfaltsegudesse lisada, et saavutada süsinikneutraalsus.

Kuna eeldatavasti ei ole kõikide segutüüpidega võimalik ainult ligniini lisamisega süsinikneutraalsust saavutada, sest segu omadused ei täida enam nõudeid, siis arvutatakse ka erinevate täiendavate meetmete mõju, et jalajälge langetada. Nendeks meetmeteks on bioõliga ligniinisisalduse tõstmine, soojade asfaltsegude (WMA) tehnoloogia rakendamine, ringlussevõetava asfaldi kasutamine. Juhul kui ka need eelnevalt välja toodud tehnoloogia muudatused ei taga süsinikneutraalsust, siis rakendatakse ka biokütuste kasutamist.

KOKKUVÕTE

Erinevate toodete keskkonnamõjude hindamine on muutumas aina tähtsamaks ning ehitussektor ei ole selles suhtes erandiks. Selleks, et erinevaid tooteid võrrelda, on oluline, et võrdluse aluspõhimõtted oleksid samad. Globaalselt on ehitussektoris välja kujunenud praktikaks keskkonnadeklaratsioonide kasutamine. Kui mitmetele ehitustoodetele on täna juba rahvusvahelised standardid, mis sätestavad, kuidas nende toodete keskkonnamõjusid hinnata, siis asfaltsegude puhul on selline dokument alles väljatöötamisel. Skandinaavias on oldud selles osas sammu võrra ees ning Norra programmioperaator EPD-Norge on iseseisvalt koostanud asfaltsegudele täiendavad tootekategooria reeglid. Käesolevas uuringus soovitakse keskkonnamõjusid hinnata just nende põhimõtete järgi. Kuna uuringu üheks eesmärgiks on leida viis, kuidas saavutada süsinikneutraalne asfaltsegu, siis sellest tulenevalt sooritatakse asfaltsegudele hällist väravani (*cradle to gate*) elutsükli analüüs ehk arvestatakse standardi EN ISO 15804 moodulitega A1 kuni A3.

Käesolevas aruandes selgitati asfaltsegude globaalse soojenemise potentsiaali arvutuspehõhimõtteid ning tehti ülevaade arvutustes kasutatavatest andmetest. Täiendavalt kirjeldati referentsstsenaariume ning anti ülevaade, milliste potentsiaalsete tehnoloogiatega püütakse saavutada asfaltsegu süsinikneutraalsus.

KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] R. Toom, "ÜLEVAADE CO₂ EMISSIOONIDEST ASFALTSEGUDE TOOTMISEL EESTIS NING MEETODID EMISSIOONIDE VÄHENDAMISEKS SOOJA ASFALTSEGU TEHNOLOOGIATEGA," Tallinn University of Technology, Tallinn, 2022.
- [2] CEN, "EN ISO 14020. Environmental statements and programmes for products. Principles and general requirements," 2023.
- [3] CEN, "EN ISO 14025. Environmental labels and declarations. Type III environmental declarations. Principles and procedures," 2010.
- [4] CEN, "EN ISO 14040 Environmental management. Life cycle assessment. Principles and framework," 2020.
- [5] CEN, "EN ISO 14044. Environmental management. Life cycle assessment. Requirements and guidelines.," 2018.
- [6] CEN, "EN ISO 15804. Sustainability of construction works. Environmental product declarations. Core rules for the product category of construction products," 2019.
- [7] EPD-Norge, "NPCR 025 - Part B for Asphalt," 2022.
- [8] National Asphalt Pavement Association, "GHG EMISSIONS INVENTORY FOR ASPHALT MIX PRODUCTION IN THE UNITED STATES," 2022.
- [9] K. Kontson and K. Lill, "Soojade asfaltsegude tootmine tehases keemilisel meetodil," 2023.
- [10] M. Truu, H. Prank, K. Lill, M. Mänd, and K. Lobrev, "Soojade asfaltbetoonsegude tootmine tehases vahustamismeetodil – piloteerimine Transpordiameti objektile," 2023.