

KLIIMAKOOL

HEITKOGUSTE ARVUTUSED



SISUKORD

<u>Igapäevane dušš 10 min</u>	3
<u>Veiseliha kartulitega</u>	5
<u>Lennusõit Tallinn-Bangkok-Tallinn</u>	8
<u>Keskmine eestlane on segatoiduline</u>	11
<u>Lennureis Tallinn-Helsingi-Tallinn</u>	13
<u>Roosid Keeniast</u>	15
<u>Roosid Hollandist</u>	18
<u>Pendelränne elektriautoga</u>	21
<u>Pelletitega kütmine</u>	24
<u>Passiivmaja kütmine maasoojuspumbaga</u>	26
<u>Autosõit Tallinn-Tartu-Tallinn</u>	28
<u>Pendelränne jalgrattaga</u>	31
<u>Pakivedu veoautoga Saksamaalt Eestisse</u>	33
<u>Pakivedu lennutranspordiga Hiinast Eestisse</u>	35
<u>Rongisõit Tallinnast Tartusse ja tagasi</u>	38
<u>Pendelränne bussiga</u>	40
<u>Korteri kütmine kaugküttega, kus kasutatakse fossiilkütuseid</u>	43
<u>Veiselihaburger</u>	45



IGAPÄEVANE DUŠŠ 10 MIN



Oleme kasvuhoonegaaside heitkoguse arvutamisel kasutanud järgmisi eeldusi ja andmeid:

- Vett soojendatakse elektriboileriga
- Dušitsiku veetarve: 12 liitrit minutis
- Sissetuleva vee temperatuur (enne soojendamist): 8 °C
- Dušivee temperatuur: 39 °C
- Vee soojendamiseks vajalik energia: 0,004184 MJ liitri ja kraadi kohta
- Heitkogus Eesti keskmise energiaallikate jaotusega elektrienergia tootmisel: 186 g CO₂e MJ kohta (allikas: Emberi aastased elektriandmed 2018. aasta kohta)

VEEKASUTUS

Aastase veekasutuse arvutamiseks korrutatakse duši kasutamise aeg päevade arvuga aastas.

12 liitrit minutis × 10 minutit päevas × 365 päeva aastas = 43 800 liitrit aastas

Arvutused näitavad, et aastas kasutatakse 43 800 liitrit vett.

ENERGIA, MIS KULUB VEE SOOJENDAMISEKS

Et arvutada, kui palju energiat kulub 43 800 liitri vee soojendamiseks 8 kraadilt 39 kraadini, korrutatakse ühe liitri vee ühe kraadi võrra soojendamise energiavajadus vee koguhulga ja temperatuuride vahega. Vett tuleb soojendada 31 kraadi võrra (39 °C – 8 °C = 31 °C).

0,004184 MJ liitri soojendamiseks kraadi võrra × 31 kraadi × 43 800 liitrit aastas = 5681 MJ aastas

Arvutused näitavad, et vee soojendamiseks on vaja 5681 MJ aastas (elektri kujul).

VEE SOOJENDAMISE HEITKOGUS

Heitkogus arvutatakse nii, et kogu energiavajadus korrutatakse kasvuhoonegaaside heitkogusega, mis tekib vee soojendamisel elektriboileriga.

5681 MJ aastas × 186 g CO₂e MJ kohta = 1057 kg CO₂e aastas

Arvutused näitavad, et heitkogus on 1057 kg CO₂e, mis on kaardil ümardatud 1100 kg CO₂e-ni.

VEISELIHA KARTULITEGA



Et arvutada kasvuhoonegaaside heitkogus, mis tekib veiseliha ja kartulite söömisest iga päev ühe aasta jooksul, korrutatakse vajalikud toidu kogused nende toiduainete heitekoefitsientidega. Eeldasime, et söök koosneb 150 g kondita veiseliha ja 300 g kooritud kartulitest.

TOIDU TARBIMINE

Veiseliha ja kartuli aastase koguhulga arvutamiseks korrutatakse päevased kogused päevade arvuga aastas.

150 g veiseliha päevas × 365 päeva aastas ≈ 54,8 kg aastas

300 g kartulit päevas × 365 päeva aastas = 109,5 kg aastas

Arvutused näitavad, et aastas süüakse 54,8 kg veiseliha ja 109,5 kg kartulit. Need kogused väljendavad tegelikult söödud koguseid, st kondita veiseliha ja kooritud kartuleid.

TOIDU TOOTMINE

Kuna tarneahelas tekib jäätmeid ja kadusid, siis on vaja toota tegelikult söödavast kogusest rohkem toitu. Jäätmed ja kaod viitavad sellise toodetud toidu osakaalule, mis jääb erinevatel põhjustel tarbimata. Täpse kliimamõju jaoks tuleb arvesse võtta ka jäätmete ja kadude heitkogust. Jäätmete ja kadude kohta on kasutatud järgmisi tegureid:

- Veiseliha: 17%
- Kartul: 53%

Need tegurid vastavad Euroopa toiduainetööstuse keskmistele väärtustele ning hõlmavad tootja-, hulgimüügi ja tarbijajäätmeid. Veiseliha puhul tähendab 17% seda, et see kogus lihast jääb tarbimata (sh kondid ja muul põhjusel tarbimata jäänud liha). Vähendamine 17% annab muutusteguri ($1 - 0,17$). Et saada veiseliha üldkogus (koos kondiga), jagatakse tarbitava veiseliha (kondita) kogus selle muutusteguriga. Samamoodi arvutatakse ka kasvatatavate kartulite üldkogus (koos koorega).

$54,8 \text{ kg} / (1 - 0,17) \approx 66,0 \text{ kg veiseliha}$

$109,5 \text{ kg} / (1 - 0,53) \approx 233 \text{ kg kartulit}$

Et inimene saaks aasta jooksul iga päev süüa veiseliha ja kartulit, tuleb toota 66,0 kg kondiga veiseliha ja 233 kg kartulit.

TOIDUAINETÖÖSTUSE HEITKOGUS

Toiduainetööstuse heitkogus arvutatakse nii, et veiseliha ja kartuli üldkogused korrutatakse nende toiduainete heitekoefitsientidega.

- Veiseliha heitekoefitsient: 47,4 kg CO₂e 1 kg veiseliha kohta (koos kondiga)
- Kartuli heitekoefitsient: 0,15 kg CO₂e 1 kg kartuli kohta (koos koortega)

Veiseliha ja kartuli heitekoefitsiendid hõlmavad heitkoguseid, mis tekivad looma- ja kartuli-kasvatustes, loomasööda jt sisendite tootmises, toiduainete töötlemisel ja transpordil.

$66,0 \text{ kg veiseliha aastas} \times 47,4 \text{ kg CO}_2\text{e 1 kg veiseliha kohta} \approx 3128 \text{ kg CO}_2\text{e aastas}$

$233 \text{ kg kartulit} \times 0,15 \text{ kg CO}_2\text{e 1 kg kartuli kohta} \approx 35 \text{ kg CO}_2\text{e aastas}$

KOGUHEIDE

Koguheide on arvatatud veiseliha- ja kartulitootmise heitkoguste summana.

$3128 + 35 \text{ kg CO}_2\text{e aastas} = 3163 \text{ kg CO}_2\text{e aastas}$

Arvutused näitavad, et koguheide on 3163 kg CO₂e aastas, mis on kaardil ümardatud 3200 kg CO₂e-ni.

LENNUSÕIT TALLINN-BANGKOK- TALLINN



Edasi-tagasilend Tallinna ja Bangkoki vahel sisaldab vahemaandumist Helsingis ning seega tehakse kokku neli lendu (kaks lühikest ja kaks pikka). Kuna energiakulu istme ja kilomeetri kohta varieerub olenevalt lennu pikkusest ning kõrguse lisamõju kehtib ainult pika lennu puhul, oleme arvutanud lühikeste ja pikkade lendude kliimamõju eraldi. Õhukütusmine ja maandumine nõuavad kõige rohkem energiat, seega on lühemate lendude energiakulu ühe istme ja kilomeetri kohta suurem.

ANDMED, MILLEGA ARVUTATAKSE LÜHILENDUDE KLIIMAMÕJU

- Vahemaa Tallinna ja Helsingi vahel, üks suund: 101 km
- Lühilennu energiatarve: 3,39 MJ istme ja kilomeetri kohta
- Lühilennu keskmine täituvus: 71% (vastab ELi siselendudele, põhineb ifeu 2016. aasta andmetel)
- Lennukikütuse (petrooli) põletamisel tekkiv heitkogus: 88 g CO₂e MJ kohta

LÜHILENNU ENERGIAKULU ISTME KOHTA

Energiakulu istme kohta saadakse nii, et lennatud vahemaa korrutatakse energiakuluga istme ja kilomeetri kohta. Arvutused näitavad, et kahe lühilennu puhul on energiakulu istme kohta 685 MJ (101 km × 2 × 3,39 MJ istme ja km kohta).

LÜHILENNU ENERGIAKULU REISIJA KOHTA

Energiakulu reisija kohta arvutatakse nii, et energiakulu ühe istme kohta jagatakse keskmise täituvusega, mis näitab, kui täis lennuk on. 71% täituvus tähendab keskmiselt 0,71 reisijat istme kohta. Arvutused näitavad, et kahe lühilennu puhul on energiakulu 965 MJ reisija kohta (685 MJ / 0,71).

KASUTATUD LENNUKIKÜTUSE HEITKOGUS – LÜHILENNU OTSENE KLIIMAMÕJU

Lennukikütuse heitkogus arvutatakse nii, et kogu energiakulu ühe reisija kohta korrutatakse lennukikütuse põlemise heitekoefitsiendiga. Nende heitkoguste kliimamõju nimetatakse otseseks kliimamõjuks. Arvutused näitavad, et kaks lühilendu (Tallinna ja Helsingi vahel) avaldavad otsest kliimamõju 85 kg CO₂e (965 MJ × 88 g CO₂e MJ kohta).

PIKA LENNU OTSENE KLIIMAMÕJU

Kahe pika lennu otsene kliimamõju arvutatakse samamoodi nagu kahe lühilennu kliimamõju, kasutades järgmisi andmeid:

- Vahemaa Helsingi ja Bangkoki vahel, üks suund: 7912 km
- Pika lennu energiatarve: 0,89 MJ istme ja kilomeetri kohta (arvestatud ICCT, ifeu ja SASi CO₂-kalkulaatori andmete põhjal)
- Pika lennu keskmine täituvus: 80% (vastab ELi suunduvate ja sealt väljuvate rahvusvaheliste lendude keskmisele täituvusele, põhineb ifeu 2016. aasta statistikal)

- Lennukikütuse (petrooli) põletamisel tekkiv heitkogus: 88 g CO₂e MJ kohta
- Kliimamõju võimendustegur, mille põhjustavad kõrgemal tekkinud heitgaasid: 70% (Lee et al., 2021).

Arvutused (siin ei esitata) näitavad, et kahe pika lennu (Helsingi-Bangkoki-Helsingi) otsene kliimamõju on 1550 kg CO₂e.

PIKA LENNU KOGU KLIIMAMÕJU, SISALDAB (SUURE) KÕRGUSE LISAMÕJU

Kui heitmed tekivad väga kõrgel, on kliimamõju suurem kui maapinnal (tekkimise korral). Kui palju kliimamõju võimendub, sõltub kõrgusest, kus heitmed tekivad. See omakorda sõltub lennu pikkusest – mida pikem lend, seda kõrgemal lennuk lendab. Praegusel juhul suureneb pika lennu otsene mõju kliimale 70% võrra, lühilennu mõju kliimale ei suurene. Kõrguse mõju arvestamiseks (pikal lennul) korrutatakse otsene kliimamõju läbi koefitsiendiga 1,7. Selle tulemusena on kogumõju 2635 kg CO₂e (1550 kg CO₂e × 1,7).

KOGU EDASI-TAGASIREISI KLIIMAMÕJU

Lõpuks arvutatakse kogu kliimamõju, liites lühikeste ja pikkade lendude kliimamõju. Kogu kliimamõju on 2720 kg CO₂e (85 kg CO₂e + 2635 kg CO₂e), mis on kaardil ümardatud 2700 kg CO₂e-ni.

KESKMINE EESTLANE ON SEGATOIDULINE



Kaart näitab toiduainete keskmist tarbimist ühe inimese kohta Eestis. Heitkogus on arvatud tarbimise (kui palju toitu tegelikult süüakse), jäätmete (tootmise ja tarbimise vahel kaduma läinud toit) ja ühe kilogrammi toidu kohta tekkinud kliimamõju põhjal. Keskmise segatoidulise inimese aastase toiduvaliku kliimamõju arvutatakse nii, et kogu toidukogus, mis tuleb toota, korrutatakse heitekoefitsientidega (mis antakse ühe kilogrammi toidu kohta). See toiduvalik täidab toitumisvajadused ja põhineb erinevate toiduvalikute kliimamõju uurimusel ([Bryngelsson *et al.*, 2016a](#)).

Toiduainete heitekoefitsiendid on arvatud Rootsi Chalmersi Tehnikaülikooli teadlaste välja töötatud arvutusmudeli abil (avaldatakse peagi). Arvestatud on jäätmetega, mis teki-
vad tootja, hulgimüüja ja tarbija tasandil. Rohkem teavet jäätmete arvutuse ja selle aluseks võetud allikate kohta leiate peatükist S1.2 ([Bryngelsson *et al.* \(2016b\)](#)). Kui toit on imporditud, oleme arvutanud impordi heitkoguse. Arvesse ei ole võetud toidu valmistamise ja poest koju toomise heitkoguseid.

LENNUREIS TALLINN-HELSINGI- TALLINN



Kasvuhoonegaaside heitkoguse arvutamisel kasutasime järgmisi andmeid:

- Vahemaa Tallinna ja Helsingi vahel, üks suund: 101 km
- Lennu energiatarve: 3,39 MJ istme ja km kohta
- Keskmise täituvus: 71% (vastab ELi siselendudele, põhineb ifeu 2016. aasta andmetel)
- Lennukikütuse (petrooli) põletamisel tekkiv heitkogus: 88 g CO₂e MJ kohta

ENERGIAKULU ISTME KOHTA

Kogu reisi energiakulu istme kohta arvutatakse nii, et korrutatakse kogu lennupikkuse energiakulu istme ja kilomeetri kohta.

101 km × 2 × 3,39 MJ istme ja km kohta = 685 MJ istme kohta

Arvutused näitavad, et energiatarve on 685 MJ istme kohta.

Pange tähele, et mängus olevate lendude energiakulu ühe istme ja kilomeetri kohta on erinev. Põhjuseks on lendude eri pikkused. Tõus ja maandumine nõuavad kõige rohkem energiat, nii et mida lühem on lend, seda suurem on energiakulu ühe istme ja kilomeetri kohta.

ENERGIAKULU REISIJA KOHTA

Energiaakulu reisija kohta arvutatakse nii, et jagatakse energiakulu istme kohta läbi keskmise täituvuse määraga, mis näitab, kui täis lennuk on. 71% täituvus tähendab, et ühe istme kohta on keskmiselt 0,71 reisijat.

685 MJ istme kohta / 0,71 reisijat istme kohta = 965 MJ reisija kohta

Arvutused näitavad, et energiatarve on 965 MJ reisija kohta.

LENNUKIKÜTUSE PÕLETAMISE HEITKOGUS

Lennukikütuse põletamisest tekkinud kasvuhoonegaaside heitkogus arvutatakse nii, et energiatarve korrutatakse lennuki kütuse põletamise heitekoefitsiendiga.

965 MJ reisija kohta × 88 g CO₂e MJ kohta = 85 kg CO₂e reisija kohta

Arvutused näitavad, et Tallinna ja Helsingi vahelise edasi-tagasilennu heitkogus on 85 kg CO₂e.

Pange tähele, et erinevalt kauglendudest ei toimu sel juhul täiendavat võimendust, mis tuleneb heitkoguste emiteerimisest väga kõrgel (nn kõrguse efekt). See on tingitud sellest, et lennuk ei jõua nii lühikese lennu jooksul väga kõrgele tõusta.

ROOSID KEENIAST



Roose kasvatatakse Keenias avatud põldudel ja neid transporditakse Euroopasse lennukiga. Et arvutada kasvuhoonegaaside heitkogus, liidame põllumajandusettevõtte elektritarbimise ja transpordi heitkogused. Roosikasvatuse elektritarbe heitkoguse arvutamiseks on kasutatud järgmisi andmeid:

- Rooside arv kimbu kohta: 6
- Ühe roosi mass: 29 g (kaalusime ise Keeniast pärit roose)
- Elektritarve põllumajandusettevõttes: 0,16 MJ roosi kohta (sisaldab elektrit veepum-pade, niisutussüsteemide, külm- ja büroohoonete valgustuse jaoks; allikas: Bohm et al., 2013)
- Elektri kasutusest tekkiv heitkogus: 172 g CO₂e MJ kohta (2011. aasta ülemaailmne keskmine, mis põhineb Econometrica andmetel)

KASVATAMISEKS VAJAMINEV ELEKTRIENERGIA

Roosikasvatuse elektritarve arvutatakse nii, et elektritarve ühe roosi kohta korrutatakse rooside arvuga aastas. Arvutused näitavad, et roosikasvatuseks kulub 50 MJ aastas (0,16 MJ roosi kohta × 6 roosi kimbu kohta × 52 kimpu aastas).

KASVATAMISELE KULUVA ELEKTRIENERGIA HEITKOGUS

Heitkogus arvutatakse nii, et elektrienergia kogutarbimine korrutatakse elektrienergia heitekoefitsiendiga. Arvutused näitavad, et heitkogus on 9 kg CO₂e (50 MJ × 172 g CO₂e MJ kohta). Masinkütuse ja põlluharimise sisendite (nt lämmastikväetis) heitkoguseid pole arvesse võetud.

ENERGIAKULU LENNU- JA VEOAUTO-TRANSPORDILE

Roosid viiakse kõigepealt kergveokiga Keenias asuvast põllumajandusettevõttest lennujaama. Seejärel lennutatakse need Amsterdam. Lõpuks transporditakse roosid raskeveokiga Amsterdamist Tallinna lillepoodi. Eristame raske- ja kergveokite transporti, sest nende energiatõhusus on erinev. Mõlemad veoautod kasutavad diislikütust. Transpordi heitkoguse arvutamiseks on kasutatud järgmisi andmeid:

- Kergveokiga läbitud teepikkus: 100 km (Keenias asuvast põllumajandusettevõttest Keenias asuvasse lennujaama)
- Lennukiga läbitud teepikkus: 7055 km (Keeniast Amsterdam)
- Raskeveokiga läbitud teepikkus: 2215 km (Amsterdamist Tallinna lillepoodi)
- Kergveokite energiatarve: 3,6 MJ tonni km kohta
- Lennukite energiatarve: 7,7 MJ tonni km kohta
- Raskeveokite energiatarve: 1,8 MJ tonni km kohta
- Diislikütuse põletamisel tekkiv heitkogus: 89 g CO₂e MJ kohta
- Lennukikütuse (petrooli) põletamisel tekkiv heitkogus: 88 g CO₂e MJ kohta
- Kliimamõju võimendustegur, mille põhjustavad kõrgemal tekkinud heitgaasid: 70% (Lee et al., 2021)

Lennutranspordi energiakulu arvutatakse nii, et aastas tarbitavate rooside kogumass (9,05 kg) korrutatakse lennutranspordi energiakulu ja lennatud vahemaaga. Arvutused näitavad, et lennutranspordi energiakulu on 492 MJ ($9,05 \text{ kg} \times 7,7 \text{ MJ tonni km kohta} \times 7055 \text{ km}$). Arvutused kahe veoauto teepikkuste kohta näitavad, et energiakulu on 36 MJ raskeveoki ja 3 MJ kergeveoki puhul.

VEOAUTOTRANSPORDI HEITKOGUS

Veoautotranspordi kasvuhoonegaaside heitkogus arvutatakse nii, et transpordi energiakulu korrutatakse diislikütuse põletamise heitekoefitsiendiga. Arvutused näitavad, et veoautotranspordi heitkogus on 3 kg CO₂e ($39 \text{ MJ} \times 89 \text{ g CO}_2\text{e MJ kohta}$).

LENNUTRANSPORDI HEITKOGUS – OTSENE MÕJU KLIIMALE

Lennukikütuse heitkogus arvutatakse nii, et lennutranspordi energiakulu korrutatakse lennukikütuse põletamise heitekoefitsiendiga. Niimoodi tekkinud kliimamõju nimetatakse otseseks kliimamõjuks. Kaudseks kliimamõjuks nimetatakse kliimamõju, mis tuleneb väga kõrgel emiteeritud heitgaasidest. Arvutused näitavad, et lennutranspordi otsene kliimamõju on 43,3 kg CO₂e ($492 \text{ MJ} \times 88 \text{ g CO}_2\text{e MJ kohta}$).

LENNUTRANSPORDI KOGU KLIIMAMÕJU, SEALHULGAS KÕRGUSE MÕJU

Kui heitmed tekivad väga kõrgel, on kliimamõju suurem kui maapinnal (tekkimise korral). Kui palju kliimamõju võimendub, sõltub kõrgusest, kus heitmed tekivad. See omakorda sõltub lennu pikkusest – mida pikem lend, seda kõrgemal lennuk lendab. Praegusel juhul suureneb kliimamõju 70% võrra. Kõrguse mõju arvestamiseks korrutatakse otsene kliimamõju teguriga 1,7. Kogu kliimamõju on seega 74 kg CO₂e ($43,3 \text{ kg CO}_2\text{e} \times 1,7$).

ROOSIKASVATUSE JA TRANSPORDI KOGU KLIIMAMÕJU

Kogu kliimamõju leidmiseks liidetakse põllumajandusettevõtte elektritarbimise mõju veoauto- ja lennutranspordi kliimamõjule. Arvutused näitavad, et kogu kliimamõju on 86 kg CO₂e aastas ($9 + 3 + 74 \text{ kg CO}_2\text{e}$), mis on kaardil ümardatud 90 kg CO₂e-ni.

ROOSID HOLLANDIST



Roosid kasvatatakse Hollandis kasvuhoones ja transporditakse Eestisse veoautoga. Kasvuhoonegaaside heitkoguse arvutamiseks liitsime kokku Hollandi kasvuhoonete (elektrienergia ja fossiilkütuse, maagaasi) ja transpordi heitkogused. Elektrit ja gaasi kasutatakse peamiselt kasvuhoone kütmiseks ja valgustamiseks. Roosikasvatuse heitkoguse arvutamiseks on kasutatud järgmisi andmeid:

- Rooside arv kimbu kohta: 6
- Kasvatamiseks vajalik elektrienergia: 8,2 MJ roosi kohta
- Kasvatamiseks vajalik maagaasi kogus: 7,4 MJ roosi kohta
- Elektri kasutusest tekkiv heitkogus: 78 g CO₂e MJ kohta (ELi keskmine Euroopa Keskkonnaamet 2014. aasta andmetel)
- Heitkogus maagaasi põletamisest: 64 g CO₂e MJ kohta

KASVATAMISEKS VAJALIKU ELEKTRIENERGIA JA GAASI KOGUS

Roosikasvatuse energiakulu saamiseks korrutatakse elektri- ja gaasitarbimine ühe roosi kohta rooside arvuga aastas. Arvutused näitavad, et rooside kasvatamiseks kasutatakse 2558 MJ elektrit (8,2 MJ elektrit ühe roosi kohta × 6 roosi kimbu kohta × 52 kimpu aastas) ja 2309 MJ maagaasi (7,4 MJ gaasi ühe roosi kohta × 6 roosi kimbu kohta × 52 kimpu aastas).

KASVATAMISEKS VAJALIKU ELEKTRIENERGIA JA GAASI TARBIMISE HEITKOGUS

Roosikasvatuse elektri ja gaasi heitkogus saadakse nii, et elektrienergia kogutarbimine korrutatakse elektrienergia heitekoefitsiendiga ja maagaasi kogutarbimine gaasi heitekoefitsiendiga. Arvutused näitavad, et heitkogus on 347 kg CO₂e (2558 MJ × 78 g CO₂e MJ kohta + 2309 MJ × 64 g CO₂e MJ kohta). Arvesse ei ole võetud masinakütust ega kasvatamiseks vajalike sisendite (nt lämmastikväetis) heitkogust.

ENERGIAKULU VEOAUTOTRANSPOORDILE

Roosid transporditakse veoautoga Hollandis asuvas kasvuhoonest Eesti lillepoodi. Veoauto kasutab diislikütust. Transpordi heitkoguse arvutamiseks on kasutatud järgmisi andmeid:

- Ühe roosi mass: 32 g (Hollandi roosid on meie mõõtmiste järgi veidi raskemad kui Keenia roosid)
- Läbitud teepikkus: 2173 km (ligikaudne vahemaa Amsterdam ja Tallinna vahel)
- Veoautotranspordi energiatarve: 1,8 MJ tonni km kohta
- Heitkogus diislikütuse põletamisest: 89 g CO₂e MJ kohta

Energiaarve arvutamiseks korrutatakse aastas tarbitavate rooside kogumass (10 kg) veoautotranspordi energiakulu ja vahemaaga. Arvutused näitavad, et energiakulu on 39 MJ (10 kg × 1,8 MJ tonni km kohta × 2173 km kohta).

DIISLIKÜTUSE TARBIMISE HEITKOGUS

Diislikütuse tarbimisest tekkinud kasvuhoonegaaside heitkogus arvutatakse nii, et veoautotranspordi energiatarbimine korrutatakse diislikütuse põletamise heitekoefitsiendiga. Arvutused näitavad, et veoautotranspordi heitkogus on 3 kg CO₂e (39 MJ × 89 g CO₂e MJ kohta).

KOGUHEIDE

Koguheide arvutatakse nii, et liidetakse roosikasvatuse ja transpordi heitkogused. Arvutused näitavad, et heitkoguste kogusumma on 350 kg CO₂e aastas (347 + 3 kg CO₂e).

PENDELRÄNNE ELEKTRIAUTOGA

KASUTAB EESTI KESKMISE
ENERGIAALLIKATE JAOTUSEGA
ELEKTRIENERGIAT



Kasvuhoonegaaside heitkoguse arvutamiseks võtsime arvesse elektritarbimise ja elektriauto (koos akuga) tootmise heitkogused. Elektritarbimise heitkoguse arvutamiseks on kasutatud järgmisi andmeid:

- Pendelrände vahemaa, üks suund: 12,5 km iga tööpäev
- Tööpäevade arv aastas: 235 (5 päeva nädalas, 47 töönädalat aastas)
- Elektrienergiatarve: 0,67 MJ km kohta (aluseks on võetud Nissan Leaf 24 kWh; [UCS 2015. aasta andmed](#))
- Heitkogus Eesti keskmise energiaallikate jaotusega elektrienergia tootmisel: 186 g CO₂e MJ kohta (allikas: [Emberi aastased elektriandmed](#) 2018. aasta kohta)

Eeldame, et autos sõidab ainult üks inimene.

ELEKTRIENERGIA TARBIMINE

Tarbitud elektrikoguse arvutamiseks korrutatakse elektritarbimine kilomeetri kohta kogu pendelrände läbisõiduga. Arvutused näitavad, et elektritarbimine on 3936 MJ aastas (0,67 MJ km kohta × 25 km päevas × 235 päeva aastas).

ELEKTRITARBIMISE HEITKOGUS

Elektritarbimise kasvuhoonegaaside heitkogus arvutatakse nii, et elektritarbimine korrutatakse elektrienergia heitekoefitsiendiga. Arvutused näitavad, et heitkogus on 732 kg CO₂e aastas (3936 MJ × 186 g CO₂e MJ kohta).

ELEKTRIAUTO VALMISTAMISEL TEKKIV HEITKOGUS (ILMA AKUTA)

Auto valmistamisel tekkiv heitkogus arvutatakse järgmiste andmete põhjal: auto mass, kasutusega, läbisõit, valmistamise materjalid ja eri materjalide heitekoefitsiendid. Heitekoefitsiendid näitavad, kui palju kasvuhoonegaase eraldub 1 kg materjali kaevandamise ja rikastamise käigus. Kasutatud on järgmisi andmeid:

- Auto kasutusega: 16,5 aastat (tüüpiline Põhja-Euroopa autode kasutusega)
- Keskmine läbisõit aastas: 11 500 km
- Auto mass: 1400 kg
- Materjalide koostis, millest auto on valmistatud (protsentuaalne osakaal kogumassist, v.a aku, [UCS 2015. aasta andmetel](#), aluseks on võetud Tesla S): süsinikteras 55%, roostevabateras 13%, plast 12%, alumiinium 6%, klaas 3%, vask 5%, sünteetiline kautšuk 2% ja muud materjalid 4%
- Auto valmistamiseks kasutatud materjalide heitekoefitsiendid: süsinikteras 2,3 kg CO₂e/kg, roostevabateras 5,3 kg CO₂e/kg, plast 2,5 kg CO₂e/kg, alumiinium 9,3 kg CO₂e/kg, klaas 1,0 kg CO₂e/kg, vask 7,1 kg CO₂e/kg ja sünteetiline kautšuk 1,9 kg CO₂e/kg. Muude materjalide puhul oleme kasutanud keskmist heitekoefitsienti 3,4 kg CO₂e/kg.

Uue auto süsinikujalajälg arvutatakse nii, et koostismaterjalide mass korrutatakse nende materjalide heitekoefitsientidega. Arvutus näitab, et uue elektriauto (ilma akuta) süsinikujalajälg on 4738 kg CO₂e (pange tähele, et oleme arvutusmodelisse lisanud rohkem väärtusi, mistõttu see arv erineb veidi tulemusest, mis saadakse, kui arvutused tehakse eespool esitatud arvude alusel).

Pange tähele ka seda, et materjalid, millest elektriauto koosneb, erinevad veidi sisepõlemismootoriga auto materjalidest (võrrelge näiteks väikese diiselmootoriga autoga). Muu hulgas on elektriauto valmistamisel kasutatud rohkem vaske ja vähem süsinikterast kui sisepõlemismootoriga auto valmistamisel.

ELEKTRIAUTO (SH AKU) VALMISTAMISEL TEKKIV HEITKOGUS

Hiljuti toodetud 60 kWh mahutavusega autoaku süsinikujalajälg on 2635 kg CO₂e. See tähendab, et uue elektriauto süsinikujalajälg koos akuga on 7373 kg CO₂e (4738 + 2635 kg CO₂e). Pendelrände heitkoguste arvutamisel ei tohiks arvesse võtta kogu heitkogust, vaid ainult seda osa, mis vastab pendelrände läbisõidule.

Kokku läbib elektriauto oma kasutusea jooksul 189 750 km (11 500 km aastas × 16,5 aastat). Seega vastab vahemaa, mis läbitakse töөлkäimiseks (5875 km: 235 päeva aastas × 25 km päevas), ainult 3%-le kogu auto läbisõidust (5875 km / 189 750 km). Võrdeline osa auto ja aku valmistamisel tekkivatest heitkogustest tegeliku läbisõidu kohta on 228 kg CO₂e (7373 kg CO₂e × 3%).

PENDELRÄNDE KOGUHEIDE

Pendelrände koguheide arvutatakse nii, et elektritarbimise heitkogus lisatakse auto ja aku tootmise heitkogustele. Arvutused näitavad, et pendelrände heitkogus on 960 kg CO₂e aastas (732 + 228 kg CO₂e aastas).

PELLETITEGA KÜTMINE



Oleme kasvuhoonegaaside heitkoguse arvutamisel kasutanud järgmisi eeldusi ja andmeid:

- Maja küttevajadus: 486 MJ ruutmeetri kohta aastas (kooskõlas teiste sama laiuskraadiga riikide näitajatega)
- Elamispind: 150 ruutmeetrit (keskmise suurusega eramaja)
- Pelletikatla kasutegur: 85%
- Pelletite põletamisel tekkiv heitkogus: 16 g CO₂e MJ kohta (tuleb peamiselt puidus talletatud süsinikust)

KÜTMISEKS VAJAMINEV ENERGIA

Maja kütmiseks vajalik soojusenergia ühe aasta jooksul arvutatakse nii, et elamispinna ruutmeetrite arv korrutatakse ühe ruutmeetri küttevajadusega aastas.

Arvutused näitavad, et kütteenergia vajadus on 72 900 MJ aastas ($150 \text{ m}^2 \times 486 \text{ MJ m}^2$ kohta aastas). Sellise hulga soojust peabki pelletikatel andma.

Pelletikatel on katlatüüp, mis kasutab soojuse tootmiseks pelleteid. Kasutegur näitab, kui tõhusalt muundab katel pelletites sisalduva energia soojusenergiaks. Katel, mille kasutegur on 85%, muundab pelletites sisalduvast energiast 85% kasulikuks energiaks, mida saab kasutada maja kütmiseks (ülejäänud 15% läheb kaduma).

See tähendab, et tegelik energiavajadus (koos kadudega) on 85 764 MJ ($72\,900 \text{ MJ} / 0,85$) aastas.

KÜTTE HEITKOGUS

Kasvuhoonegaaside heitkoguste arvutamiseks korrutatakse kogu soojusvajadus pelletite põletamise heitekoefitsiendiga. Arvutused näitavad, et heitkogus on 1372 kg CO₂e ($85\,764 \text{ MJ aastas} \times 16 \text{ g CO}_2\text{e MJ kohta}$), mis on kaardil ümardatud 1400 kg CO₂e-ni.

PASSIIVMAJA KÜTMINE MAASOOJUS- PUMBAGA



Kasvuhoonegaaside heitkoguse arvutamisel kasutasime järgmisi andmeid:

- Passiivmaja küttevajadus: 68 MJ ruutmeetri kohta aastas
- Elamispind: 150 ruutmeetrit
- Heitkogus Eesti keskmise energiaallikate jaotusega elektrienergia tootmisel: 186 g CO₂e MJ kohta (allikas: [Emberi aastased elektriandmed 2018](#). aasta kohta)
- Maasoojuspumba SCOP-i väärtus: 4. SCOP (hooajaline jõudluskoefitsient) on soojuspumba üldine kasutegur kogu kütteperioodi jooksul. See näitab soojuspumba toodetud soojusenergia koguhulga ja sama perioodi jooksul kasutatud elektrienergia suhet.

KÜTMISEKS VAJAMINEV ENERGIA

Passiivmaja kütmiseks vajalik soojusenergia ühe aasta jooksul arvutatakse nii, et elamispinna ruutmetrite arv korrutatakse ühe ruutmeetri aastase küttevajadusega.

$$150 \text{ m}^2 \times 68 \text{ MJ/m}^2 \text{ kohta aastas} = 10\,200 \text{ MJ aastas}$$

Arvutused näitavad, et maja kütmiseks kulub soojusenergiat 10 200 MJ aastas.

KÜTMISEKS VAJAMINEV ELEKTRIENERGIA

Kõetakse elektrilise maasoojuspumbaga, mille SCOP-i väärtus on 4. See tähendab, et soojuspump toodab hooaja jooksul neli korda rohkem soojusenergiat, kui selleks kulub elektrienergiat. Maasoojuspumba toimimiseks vajalik elektrienergia arvutatakse nii, et kogu soojusenergia jagatakse SCOP-i väärtusega. Arvutused näitavad, et maja kütmiseks on vaja 2550 MJ elektrienergiat (10 200 MJ / 4).

KÜTTE HEITKOGUS

Kasvuhoonegaaside heitkoguse arvutamiseks korrutatakse elektrienergia kogunõudlus kasvuhoonegaaside heitkogusega.

$$2550 \text{ MJ aastas} \times 186 \text{ g CO}_2\text{e MJ kohta} \approx 474 \text{ kg CO}_2\text{e aastas}$$

Arvutused näitavad, et heitkogus on 474 kg CO₂e, mis on kaardil ümardatud 470 kg CO₂e-ni.

AUTOSÕIT TALLINN-TARTU- TALLINN



Kasvuhoonegaaside heitkoguse arvutamiseks oleme arvesse võtnud kütuse (diisel) tarbimise ja auto tootmise heitkogused. Diislikütuse tarbimise heitkoguse arvutamiseks on kasutatud järgmisi andmeid:

- Teepikkus Tallinna ja Tartu vahel, üks suund: 183 km
- Auto kütusekulu: 0,053 liitrit km kohta (maantee sõidu keskmine)
- Diislikütuse põletamisel tekkiv heitkogus: 3,19 kg CO₂e liitri kohta

KÜTUSEKULU

Kulutatud kütuse kogus arvutatakse nii, et auto kütusekulu korrutatakse läbitud teepikkusega. Arvutused näitavad, et reisiks kulub 19 liitrit diislikütust (183 km × 2 × 0,053 liitrit kilomeetri kohta).

KÜTUSE TARBIMISE HEITKOGUS

Diislikütuse tarbimise kasvuhoonegaaside heitkogus arvutatakse nii, et kulunud diislikütuse kogus korrutatakse diislikütuse põletamise heitekoefitsiendiga. Arvutus näitab, et heitkogus on 61 kg CO₂e (19 liitrit diislikütust × 3,19 kg CO₂e liitri kohta).

AUTO TOOTMISE HEITKOGUS

Auto tootmise heitkogus arvutatakse järgmiste näitajate alusel: auto mass, kasutusiga, läbisõit, auto tootmiseks kasutatud materjalid, eri materjalide heitekoefitsiendid. Heitekoefitsiendid näitavad 1 kg materjali kaevandamise ja rikastamise käigus eralduvate kasvuhoonegaaside kogust. Kasutatud on järgmisi andmeid:

- Auto kasutusiga: 16,5 aastat (Rootsi autopargi keskmine väärtus, mis põhineb riiklikul statistikal)
- Keskmine läbisõit aastas: 12 240 km (Rootsi statistikaameti 2016. aasta andmete põhjal). Pange tähele, et läbisõit hõlmab kõiki reise, mitte ainult Tallinna ja Tartu vahelist reisi
- Auto mass: 1360 kg
- Autode valmistamisel kasutatud materjalid (osakaal kogumassist, mis põhineb UCS 2015. aasta andmetel): süsinikteras 61%, roostevaba teras 12%, plast 11%, alumiinium 7%, klaas 3%, vask 2%, sünteetiline kautšuk 2% ja muu materjal 2%
- Auto tootmise materjalide heitetegurid: süsinikteras 2,3 kg CO₂e/kg, roostevaba teras 5,3 kg CO₂e/kg, plast 2,5 kg CO₂e/kg, alumiinium 9,3 kg CO₂e/kg, klaas 1,0 kg CO₂e/kg, vask 7,1 kg CO₂e/kg ja sünteetiline kautšuk 1,9 kg CO₂e/kg. Muude materjalide puhul oleme kasutanud keskmist heitekoefitsienti 3,3 kg CO₂e/kg.

Auto tootmiseks vajalik heitkogus arvutatakse nii, et auto materjalide mass korrutatakse nende materjalide heitekoefitsientidega. Arvutuse järgi on uue auto süsinikujalajalg 4437 kg CO₂e (arvestage, et oleme arvutusmudelisse lisanud rohkem väärtusi, mistõttu erineb see näitaja veidi tulemusest, mis saadakse, kui arvutused tehakse eespool esitatud arvude alusel).

Edasi-tagasisõidu heitkoguse arvutamisel ei tohiks arvesse võtta kogu heitkogust, vaid ainult seda osa, mis vastab tegelikule läbisõidule.

Auto kasutusea jooksul on kogu läbisõit 201 960 km (12 240 km aastas × 16,5 aastat). Seega moodustab 366 km pikkune Tallinna-Tartu-Tallinna sõit 0,2% kogu läbisõidust (366 km / 201 960 km). Võrdeline osa tootmisprotsessi heitkogusest Tallinna-Tartu-Tallinna sõidu kohta on 9 kg CO₂e (4437 kg CO₂e × 0,2%).

KOGUHEIDE EDASI-TAGASIREISI KOHTA

Sõidu koguheide arvutatakse nii, et kütuse tarbimise heitkogus lisatakse auto tootmise heitkogusele. Arvutused näitavad, et Tallinna ja Tartu vahelise edasi-tagasireisi heitkogus on 70 kg CO₂e (61 + 9 kg CO₂e).

PENDELRÄNNE JALGRATTAGA



Kasvuhoonegaaside heitkogus pärineb ainult jalgratta tootmisest ning see on arvatud ratta massi, valmistamiseks kasutatud materjalide ja eri materjalide heitekoefitsientide põhjal.

- Jalgratta kasutusiga: umbes 15 aastat
- Jalgratta mass: 15 kg
- Pendelrände vahemaa, üks suund: 5 km iga tööpäev
- Tööpäevade arv aastas: 235 (5 päeva nädalas, 47 töönädalat aastas)
- Ratta läbisõit aastas: 3500 km (see vahemaa hõlmab kõiki rattasõite, mitte ainult töölesõite)
- Jalgratas koosneb järgmistest materjalidest (protsentuaalne osakaal kogumassist): 20% roostevaba teras, 80% alumiinium
- Jalgratta valmistamiseks kasutatud materjalide heitekoefitsiendid: roostevaba teras 5,3 kg CO₂e kg kohta, alumiinium 9,3 kg CO₂e kg kohta

JALGRATTA VALMISTAMISE HEITKOGUS

Jalgratta tootmisega seotud heitkogus arvutatakse nii, et materjalide mass korrutatakse nende heitekoefitsientidega. Heitekoefitsient näitab 1 kg materjali kaevandamise ja rikastamise käigus eralduvate kasvuhoonegaaside kogust.

Roostevaba teras: $15 \text{ kg} \times 0,2 \times 5,3 \text{ kg CO}_2\text{e}$ roostevaba terase kg kohta $\approx 16 \text{ kg CO}_2\text{e}$

Alumiinium: $15 \text{ kg} \times 0,8 \times 9,3 \text{ kg CO}_2\text{e}$ alumiiniumi kg kohta $\approx 112 \text{ kg CO}_2\text{e}$

Arvutused näitavad, et roostevaba terase tootmise heitkogus on 16 kg CO₂e ja alumiiniumi tootmise oma 112 kg CO₂e. See tähendab, et uue jalgratta süsinikujalajälg on 128 kg CO₂e (16 + 112 kg CO₂e). Pendelrände heitkoguse arvutamisel ei tohiks arvesse võtta kogu heitkogust, vaid ainult seda osa, mis vastab tegelikule pendelrände läbisõidule.

PENDELRÄNDE KOGUHEIDE

Jalgratta läbisõit kasutusea jooksul on 52 500 km (3500 km aastas $\times$ 15 aastat). Seega moodustab 2350 km pikkune läbisõit (235 tööpäeva aastas $\times$ 10 km päevas) 4,5% kogu ratta läbisõidust (2350 km / 52 500 km). Ratta pendelrände läbisõidule antakse võrdeline osa tootmise heitkogusest, st 5,7 kg CO₂e (128 kg CO₂e $\times$ 4,5%), mis on kaardil ümardatud 5 kg CO₂e-ni.

PAKIVEDU VEOAUTOGA SAKSAMAALT EESTISSE

12

PAKI SAATMINE
veokiga Saksamaalt Eestisse

25 l pakk internetist ostetud
kaubaga üks kord kuus ühe
aasta jooksul. Ainult transport.

10
kg CO₂e



PAKI SAATMINE
veokiga Saksamaalt Eestisse

12

Kõigepealt transporditakse pakid kergveokiga Saksamaal asuvast rõivavabrikust Frankfurti jaotuskeskusesse. Seejärel transporditakse need raskeveokiga Tallinnas asuvasse jaotuskeskusesse. Lõpuks viiakse pakid kergveoautoga saaja koju. Eristame kerg- ja raskeveokeid, sest nende energiatõhusus on erinev. Kõik veoautod kasutavad diislikütust.

Pange tähele, et me ei ole arvestanud pakendite sisu tootmisel tekkivat heitkogust ja et riided on vaid näide. See tähendab, et arvesse on võetud ainult transpordi heitkogust.

EELDUSED JA NÄITAJATE SUURUSED

Transpordi heitkoguse arvutamiseks on kasutatud järgmisi andmeid:

- Mass paki kohta: 2,5 kg
- Raskeveokiga läbitud teepikkus: 2050 km (Frankfurdi ja Tallinna vaheline kaugus)
- Kergveokiga läbitud teepikkus: 200 km (kogu vahemaa rõivavabriku ja Saksamaal asuva jaotuskeskuse ning Tallinnas asuva jaotuskeskuse ja vastuvõtja vahel)
- Raskeveokite energiatarve: 1,9 MJ tonni km kohta
- Kergveokite energiatarve: 3,6 MJ tonni km kohta
- Heitkogus diislikütuse põletamisest: 89 g CO₂e MJ kohta

Pange tähele, et kaardile märgitud paki suurust „25 l“ ei ole tegelikult arvutustes kasutatud. Paki suurust kasutatakse selleks, et määrata kindlaks veoautotranspordi mõistlik energiatõhusus.

ENERGIAKULU VEOAUTOTRANSPOORDILE

Energiakulu arvutamiseks korrutatakse kaheteistkümne paki kogumass veokitranspordi energiakulu ja teepikkusega raske- ja kergveokite puhul.

Raskeveok: 2,5 kg kuus × 12 kuud × 1,9 MJ tonni km kohta × 2050 km ≈ 117 MJ

Kergveok: 2,5 kg kuus × 12 kuud × 3,6 MJ tonni km kohta × 200 km ≈ 22 MJ

Arvutused näitavad, et raskeveoki energiakulu on 117 MJ ja kergveoki puhul 22 MJ. See tähendab, et kogu energiatarve on 139 MJ (117 + 22 MJ).

DIISLIKÜTUSE TARBIMISE HEITKOGUS

Diislikütuse tarbimisest tekkinud kasvuhoonegaaside heitkogus arvutatakse nii, et veoautotranspordi energiatarbimine korrutatakse diislikütuse põletamise heitekoefitsiendiga.

139 MJ × 89 g CO₂e MJ kohta ≈ 12 kg CO₂e

Arvutused näitavad, et transpordi heitkogus on 12 kg CO₂e, mis on kaardil ümardatud 10 kg CO₂e-ni.

PAKIVEDU LENNU- TRANSPORDIGA HIINAST EESTISSE

12

PAKI SAATMINE
lennukiga Hiinast Eestisse

25 l pakk internetist ostetud
kaubaga üks kord kuus ühe
aasta jooksul. Ainult transport.

380
kg CO₂e



PAKI SAATMINE

lennukiga Hiinast Eestisse

12

Kõigepealt veetakse pakid veoautoga Hiina rõivavabrikust Hongkongi lennujaama. Seejärel transporditakse need lennukiga Tallinnasse. Lõpuks viiakse pakid veoautoga saaja koju Eestis. Veoautod kasutavad diislikütust.

Pange tähele, et me ei ole arvestanud pakendite sisu tootmisel tekkivat heitkogust ja et riided on vaid näide. See tähendab, et arvesse on võetud ainult transpordi heitkogust.

EELDUSED JA NÄITAJATE SUURUSED

Transpordi heitkoguse arvutamiseks on kasutatud järgmisi andmeid:

- Mass paki kohta: 2,5 kg
- Lennukiga läbitud teepikkus: 7850 km (Hongkongi ja Tallinna vaheline kaugus)
- Veoautoga läbitud teepikkus: 200 km (kogu vahemaa rõivavabriku ja Hiina lennujaama ning Tallinna lennujaama ja vastuvõtja vahel)
- Lennukite energiatarve: 10,8 MJ tonni km kohta
- Veoautotranspordi energiatarve: 3,6 MJ tonni km kohta
- Lennukikütuse (petrooli) põletamisel tekkiv heitkogus: 88 g CO₂e MJ kohta
- Heitkogus diislikütuse põletamisest: 89 g CO₂e MJ kohta
- Kliimamõju võimendustegur, mille põhjustavad kõrgemal tekkinud heitgaasid: 70% ([Lee et al., 2021](#))

Pange tähele, et kaardile märgitud 25 l suurust paki mahtu ei ole tegelikult arvutustes kasutatud. Paki suurust kasutatakse selleks, et määrata kindlaks veoautotranspordi mõistlik energiatõhusus.

ENERGIAKULU LENNU- JA VEOAUTOTRANSPOORDILE

Lennutranspordi energiakulu arvutamiseks korrutatakse 12 pakendi kogumass lennutranspordiks kuluva energia ja teepikkusega. Arvutused näitavad, et selle energiatarve on 2543 MJ (2,5 kg kuus × 12 kuud × 10,8 MJ tonni km kohta × 7850 km).

Arvutused näitavad, et veoautotranspordi energiatarve on 22 MJ (2,5 kg kuus × 12 kuud × 3,6 MJ tonni km kohta × 200 km).

VEOAUTOTRANSPOORDI HEITKOGUS

Veoautotranspordi kasvuhoonegaaside heitkogus arvutatakse nii, et transpordi energiakulu korrutatakse diislikütuse põletamise heitekoefitsiendiga. Arvutused näitavad, et veoautode heitkogus on 2 kg CO₂e (22 MJ × 89 g CO₂e MJ kohta)..

LENNUTRANSPOORDI HEITKOGUS – OTSENE MÕJU KLIIMALE

Lennukikütuse heitkogus arvutatakse nii, et lennutranspordi energiakulu korrutatakse lennukikütuse põletamise heitekoefitsiendiga. Niimoodi tekkinud kliimamõju nimetatakse otseseks kliimamõjuks. Kaudseks kliimamõjuks nimetatakse kliimamõju, mis tuleneb väga kõrgel emiteeritud heitgaasidest. Arvutused näitavad, et lennutranspordi otsene kliimamõju on 224 kg CO₂e (2543 MJ × 88 g CO₂e MJ kohta).

LENNUTRASPORDI KOGU KLIIMAMÕJU, SEALHULGAS KÕRGUSE MÕJU

Kui heitmed tekivad väga kõrgel, on kliimamõju suurem kui maapinnal (tekkimise korral). Kui palju kliimamõju võimendub, sõltub kõrgusest, kus heitmed tekivad. See omakorda sõltub lennu pikkusest – mida pikem lend, seda kõrgemal lennuk lendab. Praegusel juhul suureneb kliimamõju 70% võrra. Kõrguse mõju arvestamiseks korrutatakse otsene kliimamõju teguriga 1,7. Kogu kliimamõju on seega 381 kg CO₂e (224 kg CO₂e × 1,7).

LENNU- JA VEOAUTOTRASPORDI KOGU KLIIMAMÕJU

Kogu kliimamõju arvutamiseks liidetakse lennu- ja veoautotranspordi kliimamõju. Arvutused näitavad, et kogu kliimamõju on 383 kg CO₂e (381 + 2 kg CO₂e), mis on kaardil ümardatud 380 kg CO₂e-ni.

RONGISÕIT TALLINNAST TARTUSSE JA TAGASI



Kasvuhoonegaaside heitkoguse arvutamisel kasutasime järgmisi andmeid:

- Rong kasutab diislikütust
- Teepikkus Tallinna ja Tartu vahel, üks suund: 188 km
- Rongi keskmine täituvus: 50%
- Rongi energiatarve: 0,5 MJ istme ja kilomeetri kohta
- Diislikütuse põletamisel tekkiv heitkogus: 89 g CO₂e MJ kohta

ENERGIATARVE ISTME KOHTA

Energiatarve istme kohta edasi-tagasireisi puhul arvutatakse nii, et kogu läbitud vahemaa korrutatakse energiatarbega istme ja kilomeetri kohta.

188 km × 2 × 0,5 MJ istme ja km kohta = 188 MJ istme kohta

Arvutused näitavad, et energiatarve istme kohta on 188 MJ.

ENERGIATARVE REISIJA KOHTA

Energiatarve reisiija kohta arvutatakse nii, et energiatarve istme kohta jagatakse keskmise täituvuse määraga, mis näitab, kui täis rong on. 50% täituvus tähendab keskmiselt 0,5 reisi-ja istme kohta.

188 MJ istme kohta / 0,5 reisiijat istme kohta = 376 MJ reisiija kohta

Arvutused näitavad, et energiatarve reisiija kohta on 376 MJ.

ENERGIATARBE HEITKOGUS

Heitkoguse arvutamiseks korrutatakse energiatarve reisiija kohta diislikütuse põletamise heitekoefitsiendiga.

376 MJ reisiija kohta × 89 g CO₂e MJ kohta = 33,5 kg CO₂e reisiija kohta

Arvutused näitavad, et heitkogus on 33,5 kg CO₂e, mis on kaardil ümardatud 35 kg CO₂e-ni.

PENDELRÄNNE BUSSIGA

**PENDELRÄNNE**
bussiga

Ühe reisija 25 km sõit
biogaasibussiga igal tööpäeval
tipptunnil ühe aasta jooksul.

45
kg CO₂e

Kütuse osa kliimamõjust on 79%



PENDELRÄNNE
bussiga

Et leida bussiga pendelrände heitkogus, liitsime kütuse (biogaas) tarbimise ja bussi tootmise heitkogused. Biogaasi tarbimise heitkoguse arvutamiseks on kasutatud järgmisi andmeid:

- Töölöödu teepikkus, üks suund: 12,5 km iga tööpäev
- Tööpäevade arv aastas: 235 (5 päeva nädalas, 47 töönädalat aastas)
- Biogaasi tarbimine: 0,46 liitrit kilomeetri kohta (keskmine väärtus Stockholmi ühistranspordi busside puhul)
- Biogaasi energiasisaldus: 35,7 MJ liitri kohta
- Biogaasi põletamisel eralduv heitkogus: 16,3 g CO₂e MJ kohta

TARBITUD BIOGAASI KOGUS

Tarbitud biogaasi koguse arvutamiseks korrutatakse bussi biogaasi tarbimine ja kogu läbitud vahemaa. Arvutused näitavad, et aastas kasutatakse 2702 liitrit biogaasi (0,46 liitrit kilomeetri kohta × 25 km päevas × 235 päeva aastas). Biogaasi energiasisalduse arvutamiseks korrutatakse biogaasi kogus ja energiasisaldus mahuühiku kohta. Arvutused näitavad, et biogaasi kasutatakse 96,5 GJ (2702 liitrit × 35,7 MJ liitri kohta).

BIOGAASI TARBIMISE HEITKOGUSED

Kasvuhoonegaaside heitkoguste arvutamiseks korrutatakse biogaasi tarbimine biogaasi heitekoefitsiendiga. Arvutused näitavad, et aastas eraldub 1573 kg CO₂e (96,5 GJ biogaasi × 16,3 g CO₂e MJ kohta).

BUSSI VALMISTAMISE HEITKOGUSED

Uue bussi süsinikujalajälg on 42 500 kg CO₂e (arvutatakse bussi massi (12 500 kg) ja bussi ehitamisel kasutatud materjalide keskmise heitekoefitsiendi 3,4 kg CO₂e alusel). Heitkoguse arvutamisel ei võeta arvesse kogu kogust, vaid ainult seda osa, mis vastab tegelikule pendelrände vahemaale. Heitkoguse määramiseks kasutati järgmisi andmeid:

- Bussi kasutusiga: 10 aastat
- Aasta keskmine läbisõit: 60 000 km

Bussi kogu läbisõit tema kasutusea jooksul on 600 000 km (60 000 km aastas × 10 aastat). 5875 km (235 päeva aastas × 25 km päevas) moodustab seega 1% kogu läbisõidust (5875 / 600 000 km). Uue bussi süsinikujalajäljest võrdeline osa tegeliku pendelrände läbisõiduga on: 425 kg CO₂e (42 500 kg CO₂e × 1%).

PENDELRÄNDE KOGUHEIDE

Bussiga pendelrände koguheid (kõigi reisijate kohta) arvutatakse nii, et liidetakse kütuse- ja bussi tootmise heitkogused. Arvutused näitavad, et pendelränne kokku tekitab aastas 1998 kg CO₂e (1573 + 425 kg CO₂e aastas).

HEITKOGUS REISIJA KOHTA

Heitkoguse arvutamiseks reisiija kohta jagatakse kogu pendelrände heitkogus bussis olevate reisiijate arvuga:

- Reisiijate arv bussis: 42 (lähtudes eeldusest, et tavalisse linnaliinibussi mahub kuni 70 reisiijat, sh ruum seismiseks; arvestatud on 60% täituvusega).

Arvutused näitavad, et heitkogus ühe reisiija kohta on 47 kg CO₂e (1998 kg CO₂e / 42 reisiijat); kaardil ümardatud 45 kg CO₂e-ni.

KORTERI KÜTMINE KAUGKÜTTEGA, KUS KASUTATAKSE FOSSIILKÜTUSEID



Et arvutada heitkogus, mis tekib korteri kütmisel fossiilkütuseid (maagaas) kasutava kaugküttejaama soojusega, kasutatakse järgmisi andmeid:

- Korteri küttevajadus: 637 MJ ruutmeetri kohta aastas
- Elamispind: 50 ruutmeetrit (tavalise korteri suurus)
- Fossiilgaasi põletamisel tekkivad heitkogused: 63,5 g CO₂e MJ kohta
- Soojuskaod: 10%

KÜTMISEKS VAJAMINEV ENERGIA

Korteri kütmiseks vajalik soojusenergia ühe aasta jooksul arvutatakse nii, et elamispinna ruutmeetrid korrutatakse ruutmeetri jaoks vajaliku küttega aastas.

50 m² × 637 MJ m² kohta aastas = 31 850 MJ aastas

Arvutused näitavad, et energiavajadus on 31 850 MJ aastas. See vastab kaugküttesüsteemi kaudu tarnitavale soojushulgale.

TEGELIK ENERGIAVAADATUS KOOS KADUDEGA

Katla kasuteguri ja ülekandekadude (näiteks torude soojendamise) tõttu läheb paratamatult osa soojusest kaduma, enne kui seda saab kasutada. Ülekandekadu 10% annab ülekande kasuteguriks 0,9 (1 – 0,1). Kaugküttejaamas toodetava tegeliku soojushulga arvutamiseks jagatakse soojusenergia nõudlus ülekande kasuteguriga.

31 850 MJ aastas / 0,9 = 35 389 MJ aastas

Arvutused näitavad, et tegelik energiavajadus on 35 389 MJ aastas.

KÜTTE HEITKOGUS

Kasvuhoonegaaside heitkoguse arvutamiseks korrutatakse kogu soojusvajadus fossiilgaasi põletamise heitekoefitsiendiga.

35 389 MJ aastas × 63,5 g CO₂e MJ kohta = 2247 kg CO₂e aastas

Arvutused näitavad, et heitkogus on 2247 kg CO₂e aastas, mis on kaardil ümardatud 2200 kg CO₂e-ni.

VEISELIHABURGER



Et arvutada kasvuhoonegaaside heitkogus, mis tekib, kui sööme iga päev ühe aasta jooksul veiselihaburgeri, korrutasime vajalikud toiduainekogused nende toiduainete heitekoefitsientidega. Eeldasime, et veiselihaburger koosneb 100 g kondita veiselihast ja 60 g saias.

TOIDUAINETE KOGUSED

Saia ja veiseliha aastase tarbimise saame nii, et korrutame päevas söödud kogused päevade arvuga aastas.

60 g saia päevas × 365 päeva aastas = 21,9 kg aastas

100 g veiseliha päevas × 365 päeva aastas = 36,5 kg aastas

Arvutused näitavad, et aastane tarbimine on 21,9 kg saia ja 36,5 kg veiseliha. See viitab tegelikult söödud kogustele (st sai ja kondita liha).

TOIDUAINETE TOOTMINE

Kuna tarneahelas tekib jäätmeid ja kadusid, siis on vaja toota tegelikult söödavast kogusest rohkem toitu. Jäätmed ja kaod viitavad sellise toodetud toidu osakaalule, mis jääb erinevatel põhjustel tarbimata. Täpse kliimamõju jaoks tuleb arvesse võtta ka jäätmete ja kadude heitkogust. Jäätmete ja kadude kohta on kasutatud järgmisi tegureid:

- Sai: 37%
- Veiseliha: 17%

Need tegurid vastavad Euroopa toiduainetööstuse keskmistele väärtustele ning hõlmavad tootja-, hulgimüügi ja tarbijajäätmeid. Veiseliha puhul tähendab 17% seda, et see kogus lihast jääb tarbimata (sh kondid ja muul põhjusel tarbimata jäänud liha). Vähendamine 17% annab muutusteguri ($1 - 0,17$). Et saada veiseliha üldkogus (koos kondiga), jagatakse tarbitava veiseliha (kondita) kogus selle muutusteguriga. Samamoodi arvutatakse ka toodetav saiakogus.

$21,9 \text{ kg} / (1 - 0,37) \approx 34,8 \text{ kg saia}$

$36,5 \text{ kg} / (1 - 0,17) \approx 44,0 \text{ kg veiseliha}$

Et inimene saaks aasta jooksul iga päev süüa veiselihaburgerit, tuleb toota 44,0 kg veiseliha (koos kondiga) ja 34,8 kg saia.

TOIDUAINETÖÖSTUSE HEITKOGUS

Toiduainetööstuse heitkogus arvutatakse nii, et veiseliha ja saia üldkogused korrutatakse nende toiduainete heitekoefitsientidega.

- Saia heitekoefitsient: $0,69 \text{ kg CO}_2\text{e kg kohta}$
- Veiseliha heitekoefitsient: $19,5 \text{ kg CO}_2\text{e kg kohta}$

Heitekoefitsiendid hõlmavad looma- ja nisukasvatuse, loomasööda ja muude sisendite tootmise, toiduainete töötlemise ja transpordi heitkoguseid.

34,8 kg saia aastas × 0,69 kg CO₂e saia kg kohta ≈ 24 kg CO₂e aastas

44,0 kg veiseliha aastas × 19,5 kg CO₂e kg veiseliha kohta = 858 kg CO₂e aastas

KOGUHEIDE

Lõpuks arvutatakse koguheide veiseliha ja saia tootmise heite summana.

24 + 858 kg CO₂e aastas = 882 kg CO₂e aastas

Arvutused näitavad, et koguheide on 882 kg CO₂e aastas, mis on kaardil ümardatud 900 kg CO₂e-ni.