



Võru linna CO₂ heitkoguste lähteinventuur

Koostas
Direktor

Jaanus Uiga
Martin Kikas

Tartu-Võru 2014



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	4
KASULIKKE MÕISTEID.....	5
1. KOKKUVÕTE.....	7
2. VÕRU LINN JA LINNAPEADE PAKT.....	10
2.1. Võru linn.....	10
2.2. Linnapeade Pakt.....	11
3. SÜSIHAPPEGAASI HEITKOGUSTE LÄHTEINVENTUUR.....	13
3.1. Miks just CO ₂ ?.....	13
3.2. Lähteinventuuri koostamine.....	14
3.3. Baasaasta.....	16
3.4. Eriheitekoefitsiendid.....	16
3.5. Transpordikütuste kasutus ning selle hindamine.....	17
4. ENERGIA LÕPPTARBIMINE HOONETES NING RAJATISTES.....	21
4.1. Võru linna haldushooned.....	21
4.2. Võru linna halduses olevad rajatised.....	22
4.2.1. Tänavavalgustus.....	22
4.2.2. Veemajandus.....	22
4.3. Tarbimine äriettevõtetes.....	23
4.4. Elamusektor.....	25
5. ENERGIA LÕPPTARBIMINE TRANSPORDISEKTORIS.....	27
5.1. Mootorikütuste kasutamine Võru linnas.....	27
5.2. Mootorikütuste tarbimine avaliku teenuse osutamisel.....	27
5.3. Ühistransport.....	28
5.4. Era- ja kommertssõidukid.....	29
6. CO ₂ : VÕRU LINN JA VÕRU MAAKOND.....	30
6.1. Võru linn.....	30
6.2. CO ₂ : Võru linn ning Võru maakond.....	30
6.3. Võru maakond ning Lõuna-Eesti.....	31
KIRJANDUS.....	33
LISAD.....	36
Lisa A. Süsihappegaasisaldus atmosfääriõhus ning maapinna temperatuuri muutused.....	37
Lisa B. Kütuste alumisi kütteväärtusi.....	38

Lisa C. Elektri emissiooniteguri arvutamine	39
Lisa D. Soojuse emissiooniteguri arvutuskäik – Võru linn.....	41

SISSEJUHATUS

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiviga 2009/28/EÜ (nn. Taastuvenergia direktiiv) kehtestati kõigile EL-i liikmesriikidele seaduslikult siduvad kohustused, suurendamaks taastuvenergia osakaalu lõpptarbimises, kusjuures referentsaastaks valiti 2005. aasta. Eestis peab aastaks 2020 taastuvenergia osakaal lõpptarbimisest olema suurenenud 18%-lt 25%-ni [1]. Taastuvenergiaallikate laialdasem kasutuselevõtt on üks EL-i põhisuundumusi ka pärast aastat 2020: nii näitab Euroopa Komisjoni teatis „Konkurentsivõimeline vähese CO₂-heitega majandus aastaks 2050 – teetähis“. Kava kohaselt peaks Euroopa Liit tervikuna vähendama CO₂ heidet energiatootmisest 80–95% aastaks 2050, kusjuures taastuvenergia osakaal lõplikust energiatarbimisest peaks ulatuma vähemalt 55%-ni.

Nende suundumuste järgimisel on oma roll nii riigi kui ka kohalike omavalitsuste tegevustel. Üheks võimaluseks vajalikke tegevusi tuvastada ning rakendada on energiamajanduse arengukavade koostamine. Eestis välja antud kohalike omavalitsuste energiaplaneerimise juhendmaterjalid („Energeetika planeerimise käsiraamat kohalikele omavalitsustele“; „Energiasäästu tehnilised soovitused kohalikele omavalitsustele“) pärinevad 2000. aastate keskpaigast.

Linnapeade Pakti raames, mis algatati Euroopa Komisjoni poolt pärast EL-i kliima ja energiapaketi (selle paketi tulemusena loodi ka eelnimetatud direktiiv) vastuvõtmist 2008. aastal, toetamaks ning soodustamaks kohalikke jõupingutusi säästva energiapoliitika rakendamisel [2], välja töötatud säästva energiamajanduse tegevuskava (SEAP) koostamise juhendmaterjalid on märksa uuemad ning nende abil koostatud kavasid aktsepteeritakse terves Euroopa Liidus. Sealjuures tuleb märkida, et kava koostamisel arvestatakse kõigi valdkondadega, kus toimub energiatarbimine ning mida kohalik omavalitsus saab mõjutada.

Käesolev Võru linna CO₂ heitkoguste lähteinventuur on koostatud esimese etapina Võru linna säästva energiamajanduse tegevuskava koostamisel. Alljärgnev dokument selgitab, milliseid valdkondi ning sektoreid SEAP-i kaasatakse ning millistel alustel energiatarbimist on kaardistatud/hinnatud.

Töö autor tänab Keskkonnaagentuuri, Elektrilevi AS-i, Eraküte AS-i ning Võru Linnavalitsuse töötajaid tõhusa koostöö eest tarbimisandmete väljastamisel. Töö valmimisel on kasutatud dokumendis „Energia lõpptarbimisest tulenevad CO₂ heitkogused Tartu linna näitel“ [3] esitatud põhimõtteid ja aluseelduseid.

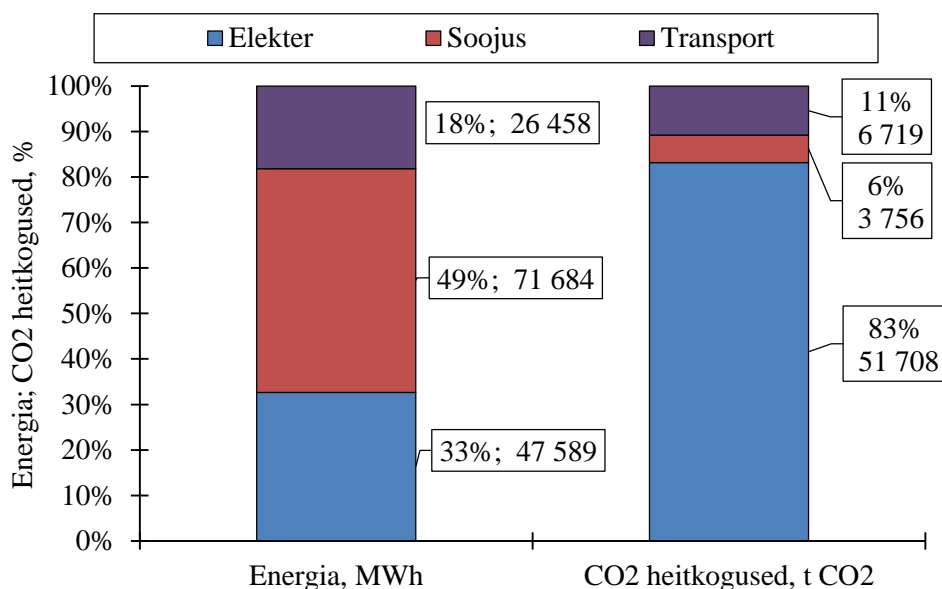
KASULIKKE MÕISTEID

Alumine kütteväärtus	Tarbimisaine alumine kütteväärtus (TAK) on soojushulk, mis vabaneb ühe ühiku kütuse täielikul põlemisel hapnikus, kusjuures kütuses olev vesi aurustub ega kondenseeru. Soojushulk ei sisalda seega veeauru kondenseerumissoojust. TAK sõltub kütuse kuivaine (v.a mineraalid) ja niiskuse sisaldusest. Mida suurem on kütuse mineraalide sisaldus (tuhasus) ja niiskus, seda madalam on TAK.
Baasaasta	Aasta, millega kohta kogutakse tarbimisandmed ning koostatakse CO ₂ -e heitkoguste lähteinventuur. Soovituslikuks baasaastaks on 1990, kuid tulenevalt andmete kättesaadavusest on lubatud valida ka hilisemaid aastaid.
CO₂ ekvivalent	Näitab selle gaasi kogusele vastavat CO ₂ kogust, millel on samaväärne kliimamuutust esile kutsuv potentsiaal.
CO₂ heitkogus	Süsinikdioksiidi (CO ₂) heitkogus, mis on tingitud inimtegevusest: energeetika, tööstuslikud protsessid, lahustite ja teiste toodete kasutamine, põllumajandus, jäätmete lagunemine, aga ka maakasutuse muutused ja metsandus. Et tegu on heitkogusega kokku, siis on arvestatud ka süsinikdioksiidi sidumisega ökosüsteemide poolt.
CO₂ heitkoguste järelinventuur	<i>Monitory Emission Inventory (MEI)</i> – CO ₂ heitkoguste vähendamise eesmärkide täitmise kontrollimiseks koostatav energiatarbimisest tuleneva CO ₂ -e heitkoguste kaardistamine kohaliku omavalitsuse territooriumil.
CO₂ heitkoguste lähteinventuur	<i>Baseline Emission Inventory (BEI)</i> – analüüs, mille käigus kaardistatakse energiatarbimisest tulenevad CO ₂ heitkogused kohaliku omavalitsuse territooriumil.
Elektrienergia lõpptarbimine	Lõpptarbijate poolt kasutatud elektrienergia kogus.
Emissioonitegurid/ Eriheitkoefitsiendid	Kütuse või muundatud energia kasutamise tõttu õhku eralduv keskmine CO ₂ emissioon kütusekoguse või energiaühiku kohta.

Kasvuhoonegaasid	KHG – gaasid, mis on peamised kasvuhooneefekti põhjustajad (süsihappegaas, metaan, diämmastikoksiid ja fuoreeritud gaasid).
Linnapeade Pakt	Linnapeade pakt on üle-euroopaline liikumine, mis hõlmab kohalikke ja piirkondlikke asutusi, kes on võtnud vabatahtlikult kohustuse suurendada energiatõhusust ja kasutada oma territooriumil taastuvaid energiaallikaid. Paktile allakirjutanute sihiks on saavutada ning võimalused ületada EL-i poolt 2020. aastaks seatud eesmärk vähendada CO ₂ heitkoguseid 20%.
Primaarenergia	Kütustes sisalduv energiakogus MWh-des, mida arvutatakse alumise kütteväärtuse alusel.
SEAP	<i>Sustainable Energy Action Plan (SEAP)</i> - säästva energia(majanduse) tegevuskava - Linnapeade Pakti keskne dokument, milles paktile allakirjutanud omavalitus kirjeldab, kuidas kavatsetakse saavutada 2020. aastaks seatud CO ₂ heitkoguste vähendamise eesmärgid, tegevused, meetmed, ajakava ning määratud ülesanded.
Soojuse lõpptarbimine	Lõpptarbijaile omavalitsuse territooriumil kaubana tarnitav soojus.
Taastuenergia	Energia mittefossiilsetest allikatest, s.o tuule-, päikese-, laine-, hüdro- ja hoovuste energia, maasoojus, bioenergia, prügila- ja reoveepuhastigaasid.
Tarbimisandmed	Andmed energia või kütuste tarbimismahtudest kohaliku omavalitsuse territooriumil.

1. KOKKUVÕTE

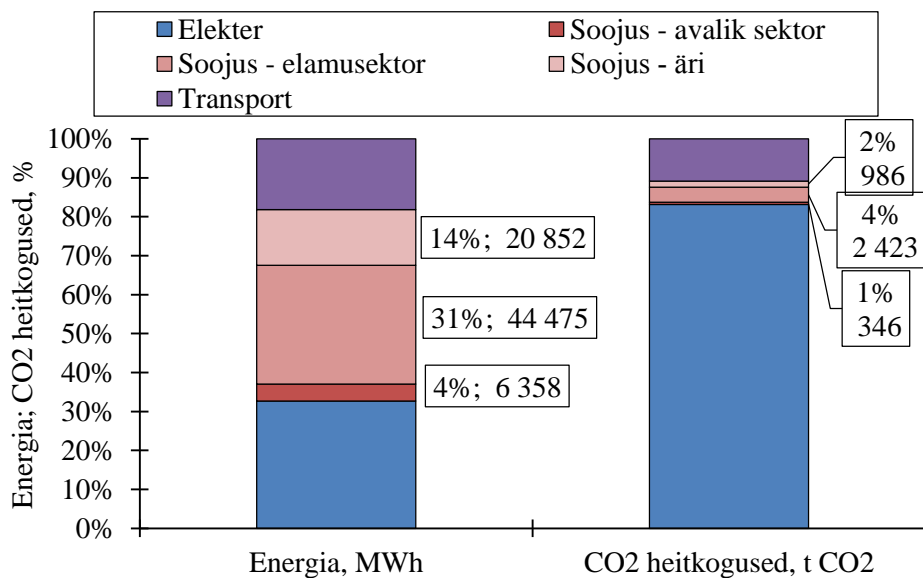
Võru linna CO₂ heitkoguste lähteinventuuri on koostatud, kasutades **2010. aasta** tarbimisandmeid. Alljärgnevalt jooniselt (joonis 1.1) on näha energia kasutamist ning sellest tulenenud CO₂ heidet lähteinventuuriga hõlmatud sektorites (vt. §3.2).



Joonis 1.1. Energia tarbimine ning CO₂ heitkogused Võru linna territooriumil 2010. aastal

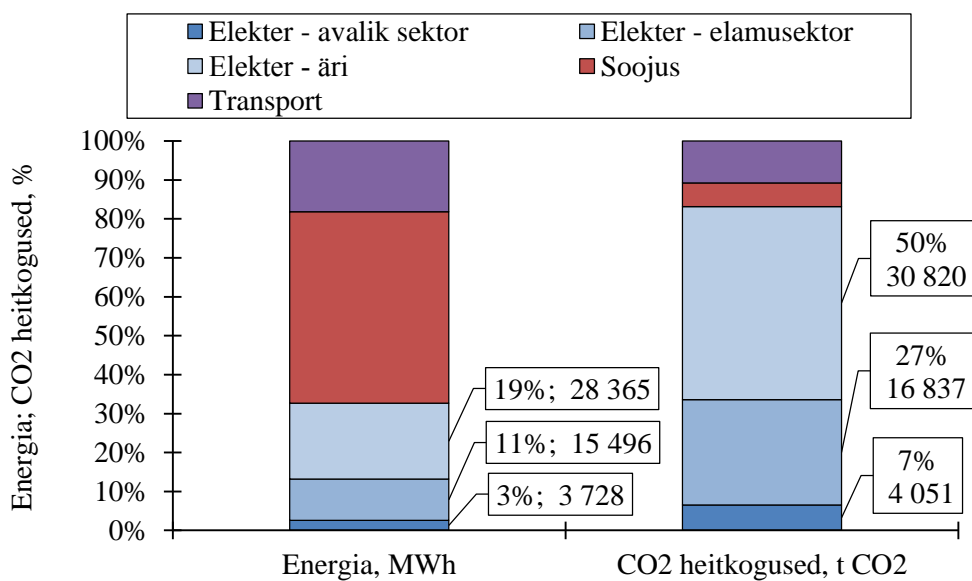
Kokku tarbiti lähteinventuuriga hõlmatud sektorites 2010. aastal kütuseid ning muundatud energiat (elekter, kaugküttesoojus) **145,7 GWh** ulatuses, selle tulemusena eraldus välisõhku **~63 100 t CO₂**. Kuigi enamus kütuste ning kaugküttesoojuse tarbimisest (**49 %**) toimub kütteks, on elektri kasutamisest tulenev CO₂ emissioon suurim (**84 %**). See on seotud asjaoluga, et enamik Eestis kasutatavast elektrist toodetakse, kasutades põlevkivi (vt. §3.4 ning lisad C ja D).

Soojuse tarbimise (joonis 1.2) all on kajastatud lisaks kaugküttesoojuse kasutamisele ka kütuste tarbimine äriettevõtetes (v.a. tööstus) ning erasektoris (maagaas). Nagu näha, kasutati 2010. aastal Võru linna haldushoonetes ning -rajatistes (vt. §4.1; §4.2) **4 %** linna territooriumil tarbitud energiast, kuid tulenevalt asjaolust, et linna haldushoonetes kasutatakse enamaltjaolt kaugkütet (kaugküttesoojuse tootmisel kasutatakse põhiliselt tahkeid biokütuseid), moodustab sellest tulenev CO₂ emissioon vaid **~1 %**.

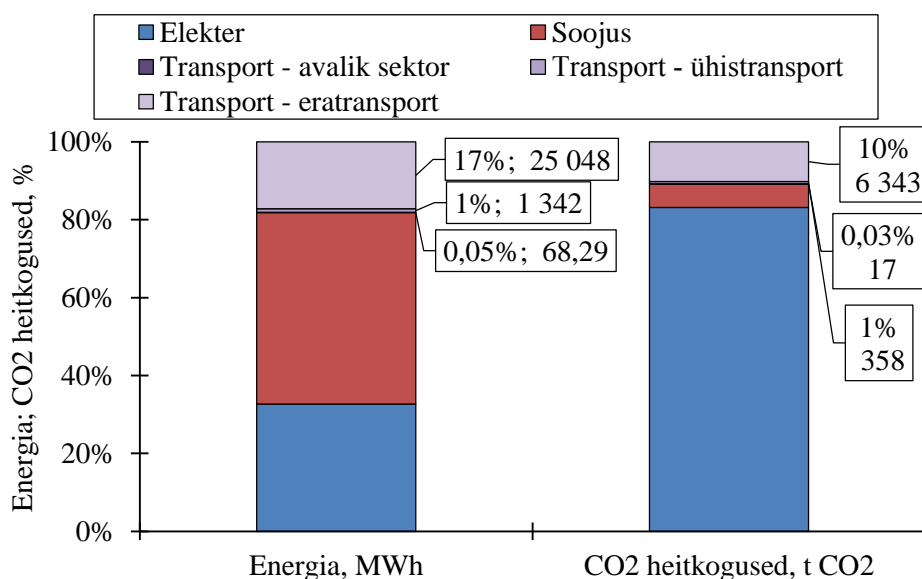


Joonis 1.2. Soojuse kasutamine ning CO₂ heitkogused Võru linna territooriumil 2010. aastal

Elektri kasutamine (joonis 1.3), mis moodustab ~84 % Võru linna süsihappegaasi emissioonist, ulatus Võru linna haldushoonetes ning –rajatistes **3,7 GWh-ni**, sealjuures kasutatakse tänavate valgustamiseks ~1 GWh elektrienergiat.



Joonis 1.3. Elektri kasutamine ning CO₂ heitkogused Võru linna territooriumil 2010. aastal



Joonis 1.4. Transpordikütuste kasutamine ning CO₂ heitkogused Võru linna territooriumil 2010. aastal

Transpordikütuste (bensiin, diislikütus) kasutamise tõttu tekkis ~11 % Võru CO₂ heitkogustest, sealjuures kasutati ~96 % Võru linnas kasutatud transpordikütustest sõiduautes (vt. § 5). Seega on ka transpordisektoriga seonduvatel tegevustel suhteliselt suur potentsiaal süsinikdioksiidi heitkoguste vähendamisel.

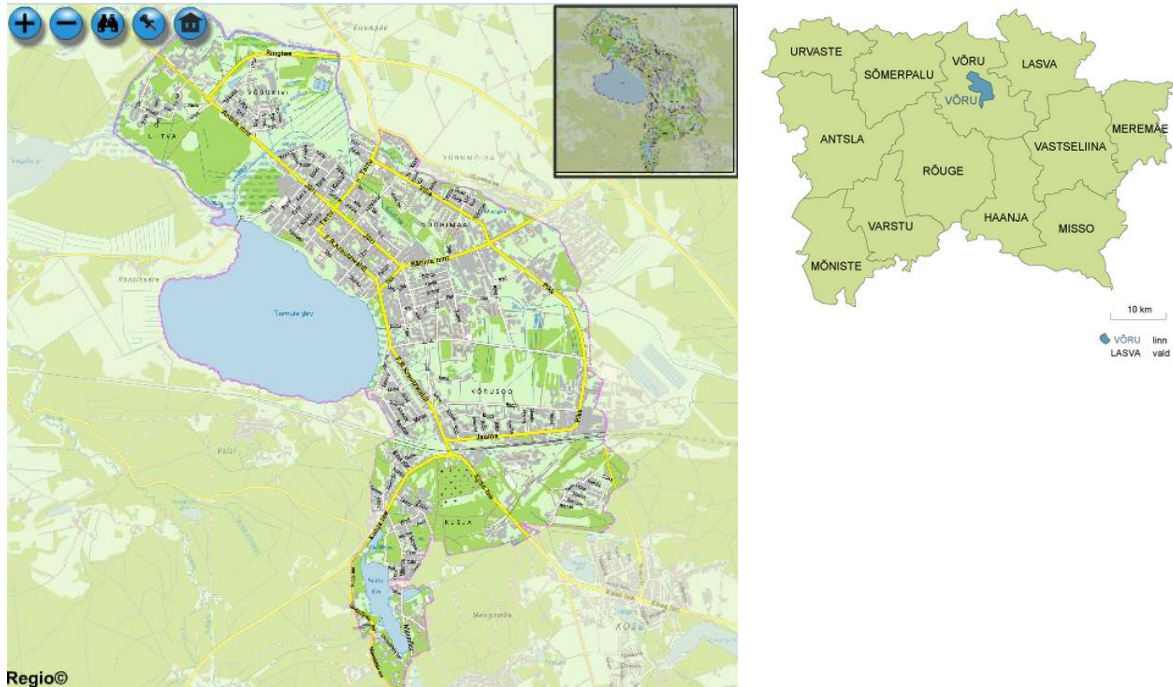
Kuigi suurem osa süsihappegaasi emissioonist tekib elektri kasutamise tõttu, ei tohiks alahinnata soojuste ning transpordikütuste kasutamise vähendamise tõttu saadavat kasu(m)likkust. Elektri osakaal on kõrge, tulenevalt Eesti elektritootmise eripäradest ning seda on raske kohalikul omavalitsusel mõjutada. **Tuleb arvestada, et mida rohkem elektrit toodetakse taastuvatest allikatest, seda väiksemaks muutub elektri emissioonitegur.** Seega saab kohalik omavalitsus siinjuhul oma CO₂ heitme vähendamisel kasutada lisaks enda poolsete tegevuste tulemustele ka Eesti riigi kui terviku panust süsihappegaasi emissiooni vähendamiseks. Samuti, arvestades, et **elekter on ~2x kallim, kui soojus**, tuleks elektri kasutamisel igal juhul hakata rohkem mitmesugustele säästuvõimalustele mõtlema.

Mitmesuguseid meetmeid ning võimalusi energiatarbimise vähendamiseks Võru linna territooriumil kirjeldab Linnapeade Paktiga liitumise järgmises etapis (säästva energiamajanduse tegevuskava koostamine) koostatav dokument.

2. VÕRU LINN JA LINNAPEADE PAKT

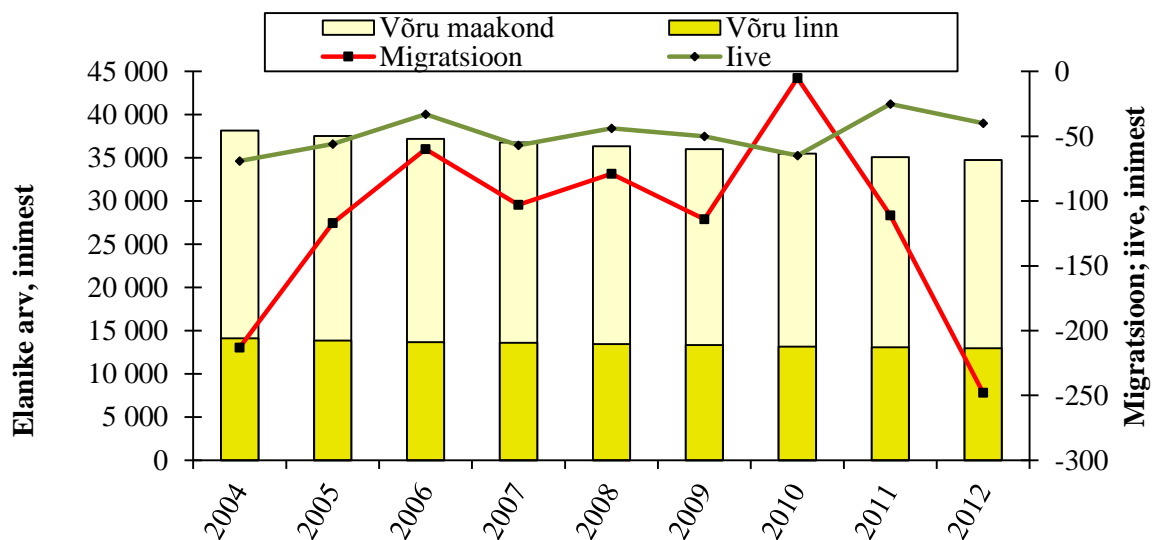
2.1. Võru linn

Võru linn (joonis 2.1) paikneb Lõuna-Eestis, Võru maakonnas, Otepää ja Haanja kõrgustiku vahel. Võru linn on Võru maakonna administratiivne ning majanduslik keskus. [4]



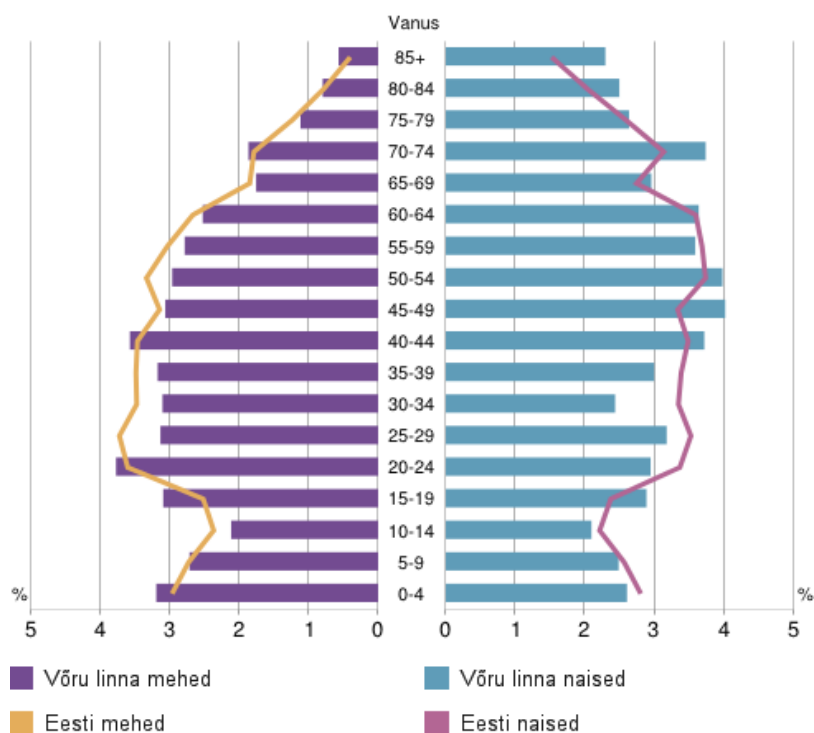
Joonis 2.1. Võru linn ja selle paiknemine Võru maakonnas [5; 6]

Võru linna 13,2 km² suurusel pindalal elas 2013. aasta 1. jaanuari seisuga 12 379 elanikku [5] (joonis 2.2). Sealjuures on elanike arv stabiilses languses. Nii iive kui ka ränne on Võru linnas olnud viimastel aastatel negatiivsed.



Joonis 2.2. Võru linna rahvastik ning selle muutumine [5]

Võru linna rahvastikupüramiid, 1. jaanuar 2013



Allikas: Statistikaamet

Joonis 2.3. Võru linna rahvastikupüramiid [5]

Võru linna rahvastikupüramiidist (joonis 2.3) on näha ülejäänud Eestile sarnast noorte vähenevat osatähtsust [4]. Elanike arvu suurenemise või püsijäämise mõjureiks on ka energiamajandusega seonduv.

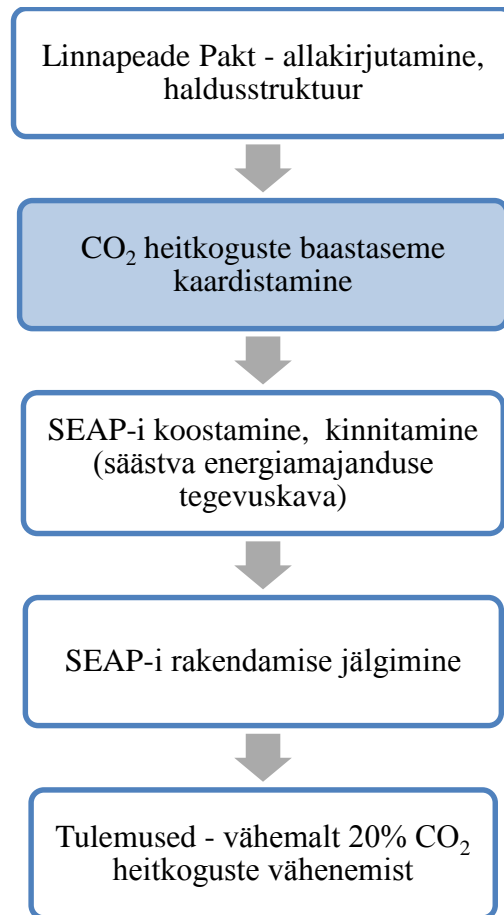
2.2. Linnapeade Pakt

Võru linn on Linnapeade Paktiga seotud läbi IEE kaasrahastusega projekti MESHARTILITY, mille raames koostatakse muuhulgas säästva energiamajanduse tegevuskavasid kohalikele omavalitsustele 12-s Euroopa Liidu riigis [7].

Linnapeade Pakt on üle-euroopaline liikumine, mis hõlmab kohalikke ja piirkondlikke asutusi, kes võtavad vabatahtlikult kohustuse suurendada energiatõhusust ja kasutada oma territooriumil taastuvaid energiaallikaid. Paktile allakirjutanute siht on saavutada ja ületada 2020. aastaks Euroopa Liidu eesmärk vähendada CO2 heitkoguseid 20%. [2]

Et muuta võetud kohustused konkreetseteks meetmeteks ja projektideks, asuvad paktile allakirjutanud kaardistama heitkoguste põhitasemeid ja esitavad aasta jooksul pärast paktile allakirjutamist säästva energiamajanduse tegevuskava, milles kirjeldatakse nende kavandatud põhimeetmeid. [2]

Eestis on teadaolevalt Linnapeade Paktiga varasemalt liitunud ja esmased vajalikud tegevused teinud kaks linna: Rakvere [8] ning Tallinn [9; 10]. Linnapeade Paktiga seonduvaid tegevusi ning oodatavaid tulemusi kirjeldab joonis 2.4.



Joonis 2.4. Linnapeade Pakt ja SEAP [2]

Käesolevas dokumendis kirjeldatakse SEAP-i alustalaks oleva CO₂ heitkoguste lähteinventuuri põhimõtteid ning rakendamist Võru linna tarbimisandmete kogumisel ning analüüsimisel. Täpsemalt on SEAP-dest ning Linnapeade Paktist räägitud Võru linna säästva energiamajanduse tegevuskava lõppdokumendis, mis koostatakse käesoleva analüüsi põhjal.

3. SÜSIHAPPEGAASI HEITKOGUSTE LÄHTEINVENTUUR

3.1. Miks just CO₂?

Energiatarbimist saab mõõta mitmetel alustel: raha, energiaühikud (J, Wh), kütuste põletamisest tulenev mõju (t CO₂; t CO_{2ekv}). Kui kasutame energiatarbimise hindamisel soojust või elektri kasutamise eest makstud raha koguseid, siis on, tulenevalt energia kui kaubaartikli pidevast kallinemisest, erinevate aastate tarbimismahte praktiliselt võimatu võrrelda.

Seega on mõistlik kasutada energiaühikuid. Kuivõrd CO₂ heitkogused on otseses seoses kasutatud kütustega ning seega energiatarbimisega, saame ka neid kasutada võrdluste koostamisel.

Linnapeade Pakti juhtorganid on säästva energiamajanduse tegevuskava meetodika koostamisel valinud ühiseks, mitmesuguste piirkondade võrdlemist võimaldavaks, tarbimist kirjeldavaks suuruseks CO₂ heitkogused ning CO₂ ekvivalentheitkogused. Selle põhjuseid on mitmed:

- a) Euroopa Liidu suundumused liikumaks madala süsinikuga majanduse suunas: kasvuhoonegaaside heitkogused peaksid aastaks 2050 vähenema 80...95% (võrreldes 1990. aastaga) [11], mis tulenevad
- b) süsihappegaasisalduse suurenemisest atmosfääriõhus ning globaalsest soojenemisest (Lisa A) [12].

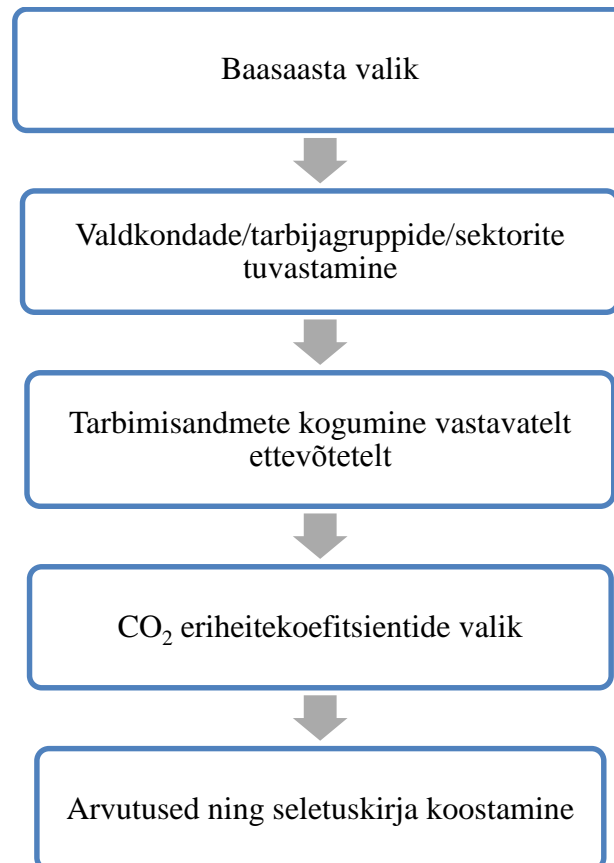
Sealjuures tähendab süsihappegaasi heitkoguste vähendamine üldjuhul ka energia tarbimise vähendamist või fossiilsete kütuste täielikku või osalist asendamist biokütustega. Energiasääst ja -efektiivsus ning odavamate (jätkusuutlikumate) energiaallikate kasutamine on järjest kasvava tähtsusega tulenevalt mitmesugustest direktiividest, Eesti seadusandlusest ning olemasolevatest ja planeeritavatest toetusmehhanismidest. Kuivõrd CO₂ heitkoguste vähendamine tähendab ka energiasäästu või taastuvate energiaallikate kasutuselevõttu, ei ole otsest vahet, kas eesmärgiks seatakse energiatarbimise või CO₂ heitkoguste vähendamine.

Kuivõrd CO₂ heitkoguste vähendamine tähendab ka energiasäästu või taastuvate energiaallikate kasutuselevõttu, ei ole otsest vahet, kas eesmärgiks seatakse energiatarbimise või CO₂ heitkoguste vähendamine. Oodatav tulemus on sama.

Kuivõrd ~90 % Eesti kasvuhoonegaaside heitkogustest moodustub CO₂ heitkogustest, sealjuures 89 % kõigist KGH heitkogustest tuleneb energiasektorist [13] (vt ka joonis 3.3), on Võru linna lähteinventuuris keskendunud süsihappegaasi heitkoguste tuvastamisele.

3.2. Lähteinventuuri koostamine

Lähteinventuuri koostatakse vastavalt juhendmaterjalis „How to Develop a Sustainable Energy Action Plan“ kirjeldatule. Protsessi üldstruktuur on nähtav alljärgnevalt (joonis 3.1).



Joonis 3.1. CO₂ lähteinventuuri koostamine [14]

CO₂ heitkoguste lähteinventuuri koostamisel Võru linna jaoks lähtuti asjaolust, et kogutavad andmed peavad olema korrektsed ning tulevikus suhteliselt lihtsalt uuesti kogutavad, kuivõrd SEAP-ga võetud eesmärkide täitmist on vaja säästva energiamajanduse arengukava hilisemates faasides jälgida. Olemasolevate andmete põhjal kaasatud sektoreid ning tarbijategruppide eristamist saab näha alljärgnevalt jooniselt (joonis 3.2).



Joonis 3.2. CO₂ lähteinventuuri kaasatud sektorid ning tarbijategupid [14]

Kuivõrd elamusektori kohta kohalikul omavalitsusel andmed puuduvad ning kütuste tarbimist eramajades on väga keeruline adekvaatselt hinnata, siis on käesolevas lähteinventuuris soojuse kasutamise andmete kogumisel eluhoonete puhul piiratud kaugkütte ning maagaasivõrguga liitunud hoonetega. **Lähteinventuuris piirdatakse vaid Võru linna territooriumil paiknevate tarbijagruppidega.**

Süsihappegaasi heitkogused arvutatakse vastavalt kasutatud kütuste primaarenergia sisaldusele (arvutatud kütuste alumise kütteväärtuse järgi vt lisa B) ning kasutatud soojuse ja elektri kogustele (tarbimisandmed). CO₂ heide leitakse vastavalt Linnapeade Pakti [14], 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [15] ning Keskkonnaministeeriumi poolt välja antud [16] juhendmaterjalidele. Kui ei ole kirjutatud teisiti, on süsinikuheite arvutamiseks kasutatud valemit [15]

$$CO_{2E} = B_E \cdot EF_E,$$

- kus CO_{2E} on süsihappegaasi heide kütuse või muundatud energia (elekter, soojus) kasutamisest kohaliku omavalitsuse territooriumil, tCO_2 ;
- B_E – kohaliku omavalitsuse territooriumil kasutatud kütuse primaarenergia sisaldus või kasutatud elektri või kaugküttesoojuse kogused, MWh;
- EF_E – Kasutatud energia (kütuse, elektri või kaugküttesoojuse) eriheitkoefitsient (vt tabel 3.1), tCO_2/MWh .

3.3. Baasaasta

Soovituslikult tuleks koguda tarbimisandmeid 1990. aasta kohta, sealjuures on vastavate andmete puudumisel lubatud valida mõni muu aasta, mille kohta on adekvaatsed andmed olemas.

Võru linna tarbimisandmete kaardistamiseks valiti tulenevalt andmete kättesaadavusest **2010. aasta**. Selle põhjuseks on eelnevas peatükis kirjeldatud vajadus koguda andmeid mitmesuguste tarbijagruppide ning tarbimissektorite kohta. **Sealjuures on tähtis, et kohalikul omavalitsusel oleks võimalik eesmärkide täitmist jälgida ning seetõttu peavad andmed olema süstemaatiliselt kogutud ning kättesaadavad ka hilisemate aastate kohta.** Aasta 2010 valiti, võrreldes kohaliku omavalitsusel olemasolevaid andmeid ning seotud ettevõtete (jaotusvõrgu-, soojusettevõtja jms) võimalusi andmete väljastamisel.

3.4. Eriheitkoefitsiendid

Eriheitkoefitsiendid kirjeldavad kütuse või muundatud energia kasutamise tõttu õhku eralduv keskmist CO_2 emissiooni ühikulise kütusekoguse või energiaühiku kohta ($t CO_2/t$ kütust või $t CO_2/MWh$). Sealjuures saab eristada standardseid ning olelusringi (elutsükli) emissiooniteguriteid.

Olelusringi e. elutsükli emissioonitegurite arvutamisel on arvesse võetud lisaks kütuse põletamisel vabanevale süsihappegaasi kogusele veel ka kütuse tootmisel, transportimisel ning tekkinud jäätmete utiliseerimisel kulutatav energia. Seega, kui standardsete emissioonitegurite kasutamisel arvestatakse, et biomass ning vedelad biokütused on neutraalse süsinikubilansiga (juhul, kui biomassi kasutatakse jätkusuutlikult), siis olelusringi emissioonitegurite kasutamisel tuleb arvestada, et ka emissiooniga biokütustest.

Kuivõrd Eesti tingimuste jaoks puudub praegu meetodika, et detailselt arvutada biomassi ja vedelate biokütuste elutsükli emissioonitegureid [17], siis on käesolevas töös kasutatud standardseid eriheitkoefitsiente (tabel 3.1).

Tabel 3.1. Emissioonitegurid

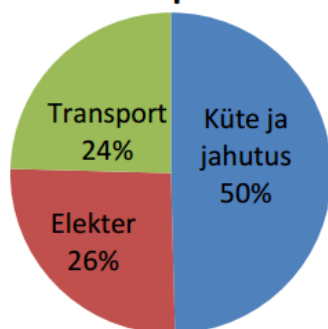
Kütus	Emissioonitegur tCO ₂ /MWh	Allikas
Maagaas	0,202	[14]
Kerge kütteõli	0,279	
Diislikütus	0,267	
Bensiin	0,249	
Ligniit	0,364	
Kivisüsi	0,346	
Biomass ja vedelad biokütused	0	[15]
Turvas	0,382	
Põlevkiviõli	0,264	
Elekter	1,09	vt lisa C
Kaugkütteeoju – Võru Soojus AS	0,054	Andmed soojusettevõtjalt ning Keskkonnaagentuurist (vt lisa D)

Tuleb mainida, et turvast käesolevas töös taastuva kütusena ei käsitleta.

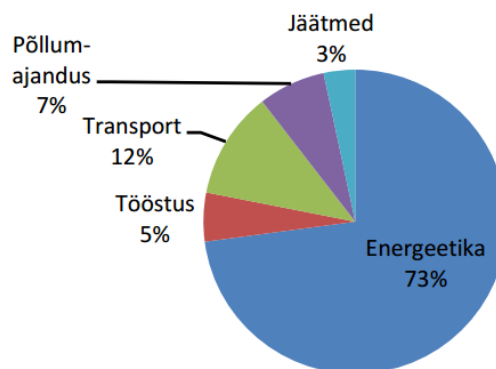
3.5. Transpordikütuste kasutus ning selle hindamine

Kuigi Eesti on endale direktiivi 2009/28/EÜ kohaselt eesmärgiks võtnud 2020. aastaks saavutada transpordisektoris taastuvate kütuste osakaaluks 10 % [1], on transpordile kuluva energia säästupotentsiaal veel üldiselt teadvustamata [18]. Baasaastaks valitud 2010. aastal moodustas taastuvate energiaallikate osakaal transpordisektoris 0,2 % [17]. Sealjuures moodustas transpordikütuste kasutamine 24 % kogu energiatarbest ning 12 % kogu õhusaastest (joonis 3.3).

Energia lõpptarbimise jagunemine sektorite kaupa 2010



KHG heite jagunemine sektorite kaupa



Joonis 3.3. Energia lõpptarbimise ning kasvuhoone heitgaaside jagunemised sektorite kaupa [18; 19]

Seega on ka transpordisektoriga seonduvatel tegevustel suhteliselt suur potentsiaal süsinikdioksiidi heitkoguste vähendamisel.

Transpordikütuste kasutamisest on võimalik ülevaade anda, kasutades tarbitud kütuse koguseid või hinnates sõidukite poolt läbitud kilomeetreid ning kütusekulu (nn „*VKT – veichle kilometers travelled*“ – sõiduki või liinikilomeetrite analüüs). Kuivõrd Eestis omavalitsusüksuse tasemel kasutatud transpordikütuste koguseid teada pole, siis tuleb kasutada viimatinimetatud analüüsi metoodikat.

Kuivõrd tulevikus on transpordikütuste kasutamist vaja uuesti hinnata, siis eraldi uuringu koostamine läbitud sõidukikilomeetrite hindamiseks ei olnud mõistlik. Selle asemel kasutati seni igal aastal avaldatud andmeid autopargi läbisõidu kohta Eestis [20], mida tellib Maanteeamet. Täpsemalt on kasutatud andmete kohta räägitud peatükis 5.

Sõidukite kütusekulu hindamisel kasutati VTT Technical Research Centre of Finland mudelis LIPASTO (tabel 3.2;

tabel 3.3. liinibusside hinnanguline kütusekulu euro-standardite lõikes [21]

kütus	euro-standard	tühi	18 reisijat	maksimaalne reisijate arv
		l/100 km	l/100 km	l/100 km
diislikütus	euro 0	33,1	35,3	42,6
	euro 1	31,50	33,5	40,5
	euro 2	31,50	33,5	40,4
	euro 3	31,50	33,5	40,4
	euro 4	31,50	33,5	40,4
	euro 5	31,50	33,5	40,4
maagaas	euro 0	5,5	8,4	6,5
	euro 1	5,5	8,4	6,5
	euro 2	5,5	8,4	6,5
	euro 3	5,5	8,4	6,5
	euro 4	5,5	8,4	6,5
	euro 5	5,1	7,5	5,9

) [21] kajastatud andmeid. Sarnaseid andmeid on kasutatud ka teistes uuringutes, kus on hinnatud omavalitsusüksuste territooriumil toimuva transpordi energiatarvet ning kasvuhoonegaaside heitkoguseid [22; 23].

Tabel 3.2. Sõiduautode hinnanguline kütusekulu Euro-standardite lõikes [21]

Kütus	Euro-standard	Maantee sõit, (1,9 in/auto)	Linnasõit, (1,3 in/auto)	Keskmine (maantee + linn), (1,7 in/auto)
		l/100 km	l/100 km	l/100 km
Bensiin	EURO 0	7,1	10,3	8,2
	EURO 1	7	10,3	8,2
	EURO 2	6,8	10,3	8
	EURO 3	6,6	10,2	7,9
	EURO 4	6,4	9,5	7,5
	EURO 5	5,8	8,5	6,7
Diislikütus	EURO 0	5,5	8,4	6,5
	EURO 1	5,5	8,4	6,5
	EURO 2	5,5	8,4	6,5
	EURO 3	5,5	8,4	6,5
	EURO 4	5,5	8,4	6,5
	EURO 5	5,1	7,5	5,9

Tabel 3.3. Liinibusside hinnanguline kütusekulu Euro-standardite lõikes [21]

Kütus	Euro-standard	Tühi	18 reisijat	Maksimaalne reisijate arv
		l/100 km	l/100 km	l/100 km
Diislikütus	EURO 0	33,1	35,3	42,6
	EURO 1	31,50	33,5	40,5
	EURO 2	31,50	33,5	40,4
	EURO 3	31,50	33,5	40,4
	EURO 4	31,50	33,5	40,4
	EURO 5	31,50	33,5	40,4
Maagaas	EURO 0	5,5	8,4	6,5
	EURO 1	5,5	8,4	6,5
	EURO 2	5,5	8,4	6,5
	EURO 3	5,5	8,4	6,5
	EURO 4	5,5	8,4	6,5
	EURO 5	5,1	7,5	5,9

Veokite poolt läbitud sõidukikilomeetreid Võru linna CO₂ heitkoguste lähteinventuuris ei ole hinnatud.

Tabelis mainitud nn „euroklassid“ kirjeldavad sõidukite vastavust Euroopa Liidu poolt kehtestatud heitgaaside emissiooninormidele. Euro-klassidele vastavust saab hinnata sõiduki vanuse järgi (tabel 3.4).

Tabel 3.4. Autopargi vanuseline jagunemine Eestis 2010. aastal [21; 24]

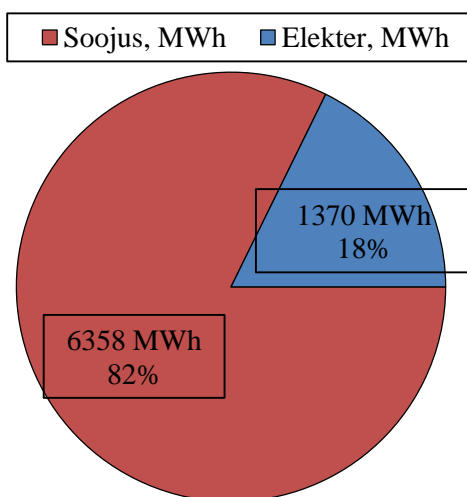
Vanusegrupp	Euro-klass	Diislikütus		Bensiin		Kokku	
		tk	%	tk	%	tk	%
0-1a.	EURO 4	2863	1%	6599	1%	9462	2%
1-2a.	EURO 4	8288	1%	23097	4%	31385	6%
2-5a.	EURO 4	23308	4%	56493	10%	79801	14%
5-10a.	EURO 3	38846	7%	68172	12%	107018	19%
10-15a.	EURO 2	30693	6%	94219	17%	124912	23%
15-20a.	EURO 1	21397	4%	91644	17%	113041	20%
Üle 20a.	EURO 0	11693	2%	75319	14%	87012	16%
Kokku	-	137088	25%	415543	75%	552631	100%

Eeltoodud tabelites (tabel 3.2; tabel 3.3) on Euro 5-klassi normidele vastavateks loetud autod, mis on müüdud alates 2010. aastast [21] ning seetõttu ei kasutata käesolevas töös neile vastavaid kütusekulusid.

4. ENERGIA LÖPPTARBIMINE HOONETES NING RAJATISTES

4.1. Võru linna haldushooned

Tarbimisandmed 2010. aasta kohta olid kättesaadavad 17 hoone kohta (joonis 4.2). Kokku kasutati Võru linna haldushoonetes 2010. aastal ~6,4 GWh soojust ning ~1,4 GWh elektrit (joonis 4.1; tabel 4.1). Kogu tarbitud soojus toodeti kaugküttekattlamajas.

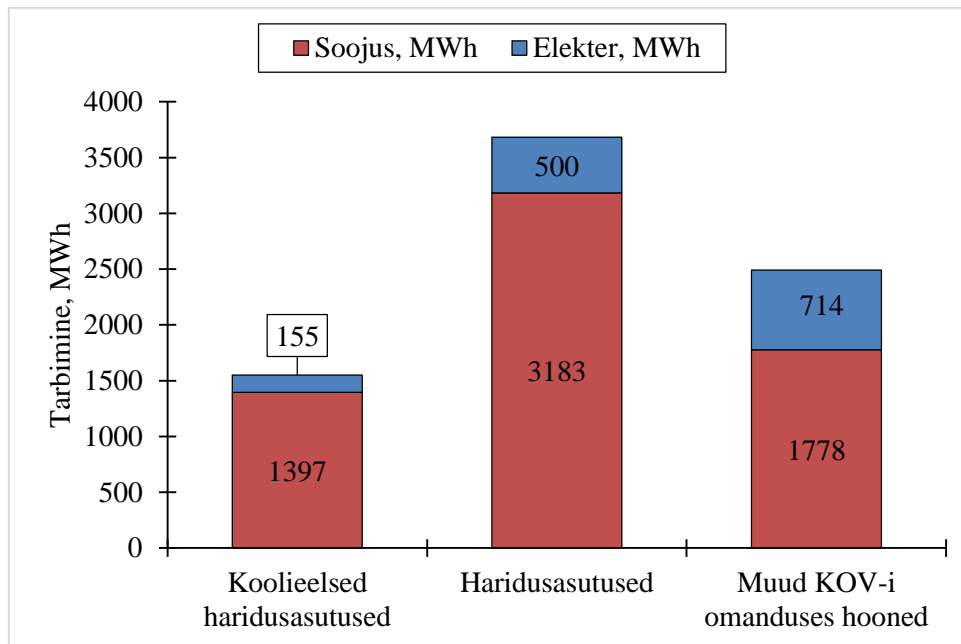


Joonis 4.1. Elektri ja soojuse summaarne kasutamine Võru linna haldushoonetes [25]

Kõik Võru linna haldushoonetes kasutatud soojus toodeti kaugküttekattlamajades. Võru linnas on kaugkütte-ettevõtteks Võru Soojus AS, mis kasutab tarbijate soojusega varustamiseks peamiselt biomassi.

Tabel 4.1. Elektri ja soojuse kasutamine Võru linna haldushoonetes [25]

Tarbimiskoht	Soojus, MWh	sh. kaugküte, MWh	Elekter, MWh
Koolieelsed haridusasutused	1397	1397	155
Haridusasutused	3183	3183	500
KOV-i omanduses olevad eluhooned	0	0	0
Muud KOV-i omanduses hooned	1778	1778	714
Kokku	6358	6358	1370



Joonis 4.2. Elektri ja soojuste kasutamine Võru linna haldushoonetes, 2010. aastal [25]

Kõige rohkem soojust ja elektrit tarbitakse koolides, sellele järgnevad muud kohaliku omavalitsuse omanduses olevad hooned (joonis 4.2) Mitmesuguseid meetmeid tarbimise vähendamiseks avalikes hoonetes on kirjeldatud uuringutes:

- Hoonefondi energiatõhususe parandamine – energiasääst, ühikmaksumused ja mahud [26].
- Tartu linna hoonete energiatarbimise ja sisekliima uuringu esimese etapi aruanne [27];
- Tartu linna hoonete energiatarbimise ja sisekliima uuringu teise etapi aruanne [28].

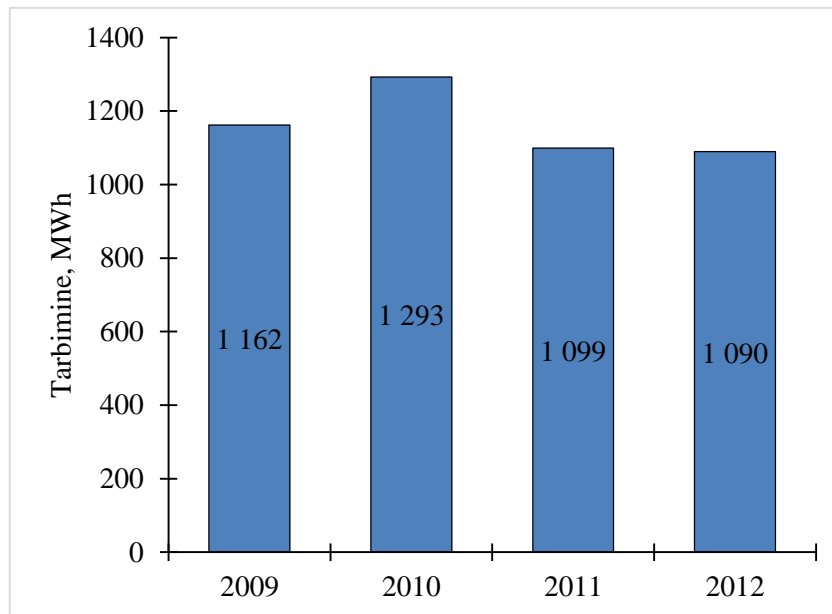
4.2. Võru linna halduses olevad rajatised

4.2.1. Tänavavalgustus

Elektri kasutamine Võru linna tänavavalgustuses ulatus 2010. aastal **1066 MWh-ni**. Elektri kasutamist tänavavalgustuses aitab Võru linnas vähendada leedvalgustite kasutuselevõtt [29].

4.2.2. Veemajandus

Võru linnas korraldab veemajandust AS Võru Vesi.

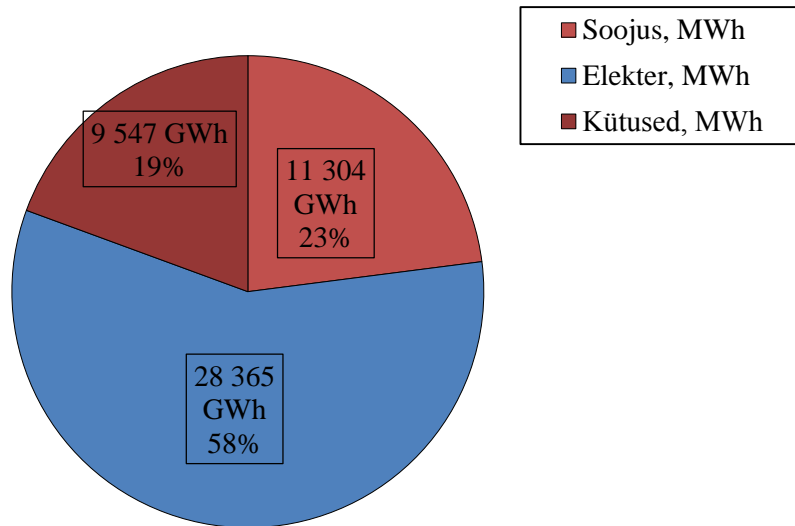


Joonis 4.3. Elektri kasutamine AS-s Võru Vesi [25]

Eeltoodud joonis (joonis 4.3) kirjeldab ettevõtte summaarseid tarbimismahte. On näha, et 2011. ning 2012. aastal aastal on toimunud elektri kasutamise vähenemine.

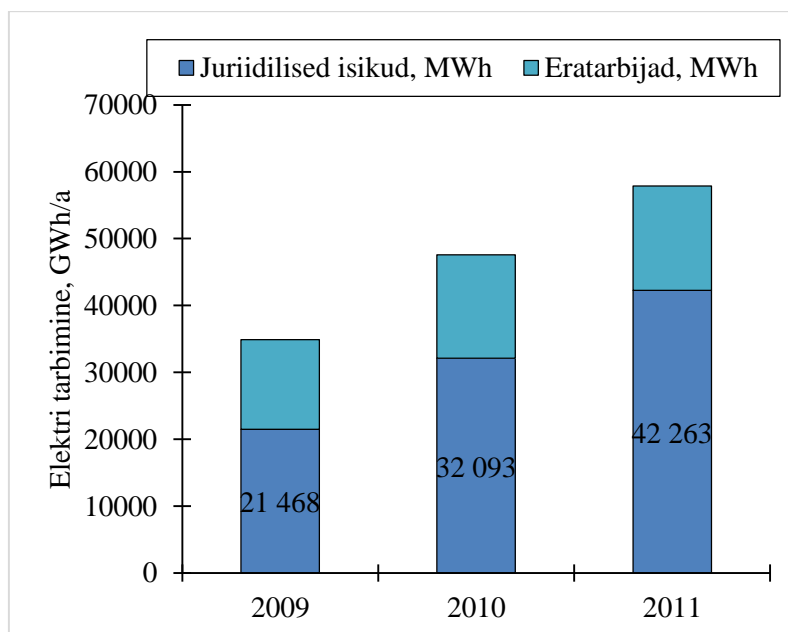
4.3. Tarbimine äriettevõtetes

Kuigi säästva energiamajanduse tegevuskava koostamise meetodika võimaldab tööstuste tarbimist CO₂ lähteinventuuris mitte kajastata (seoses omavalitsuste suhteliselt väikeste mõjutusvõimalustega) [14], ei olnud elektritarbimise andmetest andmebaasi eripärade tõttu võimalik tööstusi eraldada [30]. Soojuse kasutamise hindamisel lähtuti aga Keskkonnaagentuuri poolt kogutavatest andmetest suuremates katelseadmetes tarbitud kütuste kohta [31], mille puhul oli võimalik tööstused eraldada. Seega kajastab joonis 4.4 paremate võimaluste puudumisel küll kogu elektritarbimist, kuid **tööstuste soojustarbimine on võimaluste piires eraldatud** ning ei kajastu CO₂ heitkogustes.



Joonis 4.4. Elektri ja soojuse kasutamine Võru linnas paiknevates äriettevõtetes 2010. aastal [30; Tõrge! Ei leia viiteallikat.; 31]

Kokku tarbiti äriettevõtete poolt ~**28 GWh** elektrienergiat. Tuleb arvestada, et andmebaaside ning olemasolevate andmete iseärasuste tõttu ei kajastu joonisel kõikide kütuste tarbimine. Kuivõrd lähteinventuuri peab olema võimalik suhteliselt lihtsalt korrata, siis oli siinjuhul otstarbekas kasutada olemasolevate andmebaaside andmeid.



Joonis 4.5. Elektri kasutamine Võru linnas 2009...2011 – juriidilised isikud [30]

Ülaltoodud jooniselt (joonis 4.5) nähtub, et elektri tarbimine Võru linnas on aastatel 2009...2011 kasvanud ~2 korda. Kuivõrd kõigi Võru linna haldushoonete elektritarvet aastate 2009 ning 2011 jaoks ei õnnestunud koguda, siis kajastab tulp „äritarbijad“ (joonis 4.5) ka

elektritarbimist kohalikus omavalitsuses. Aastal 2010 oli kohaliku omavalitsuse osa ~8 % kogu elektritarbest ning ~12 % elamusektori välisest elektritarbest. **Hüppeline kasv on seega põhjustatud äritarbijate tarbimismahtude suurenemisest.**

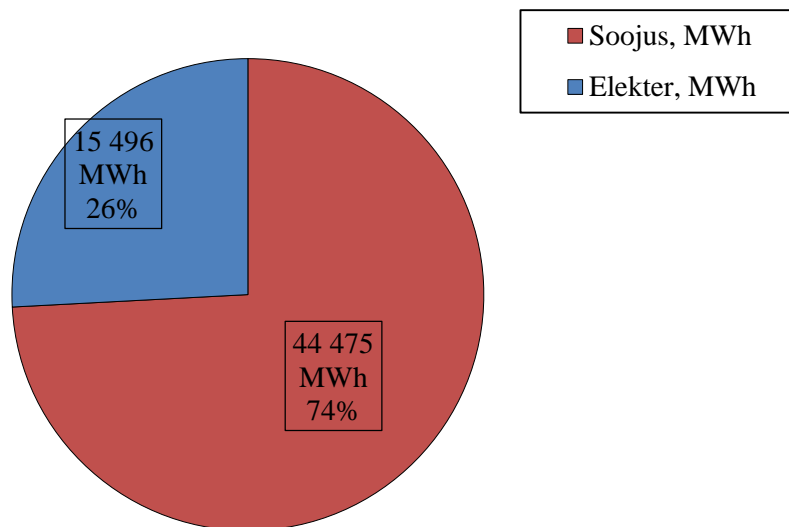
4.4. Elamusektor

Võru linnas asub 1778 eluhoonet, sealjuures ~320 kolme või enama korteriga elamut. Eluhoonete suletud netopind ulatub ~550 000 m²-ni (tabel 4.2) [32].

Tabel 4.2. Elamud Võru linnas [32]

Parameeter	Eramud	Korterelamud
Arv	1460	318
Suletud netopind, 1000 m ²	192	360
Maht, m ³	704	1353

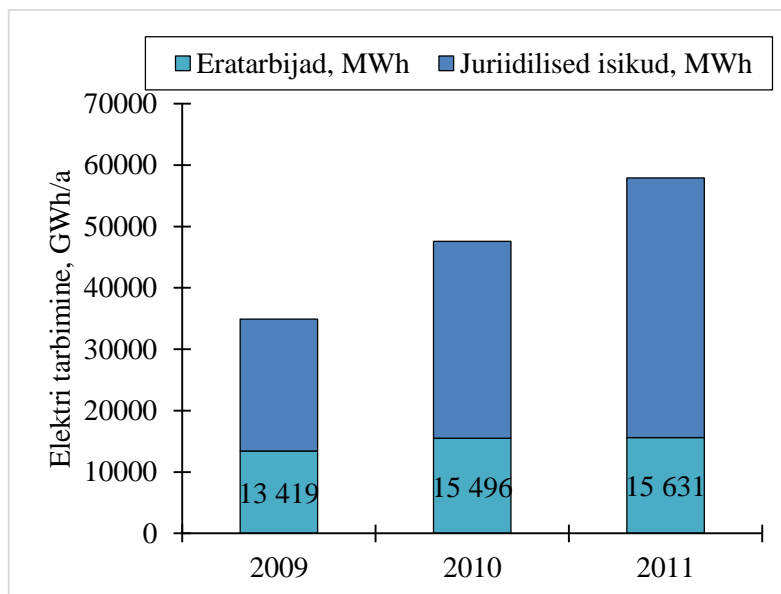
Kui elektri ning kaugküttesoojuse kasutamisel oli summaarselt võimalik saada tarbimisandmed kogu elamusektori kohta, siis kütuste kasutamise kohta ei suudetud tuvastada eraldi pidevalt koostatavat statistikat või andmebaase.



Joonis 4.6. Elektri, soojuse ja kütuste kasutamine Võru linna elamusektoris [30; **Tõrge! Ei eia viiteallikat.**]

Kui äriettevõtetes moodustas elektri kasutamine ~60 % kogu energiatarbest, siis elamusektoris moodustab **elektri kasutamine ~26 %** (joonis 4.6).

Mitmesuguste hoonetüüpide energiatarbimisest ning energiasäästumeetmetest nendes hoonetes on võimalik lugeda analüüsist „Hoonefondi energiatohususe parandamine – energiasääst, ühikmaksumused ja mahud“ [26].



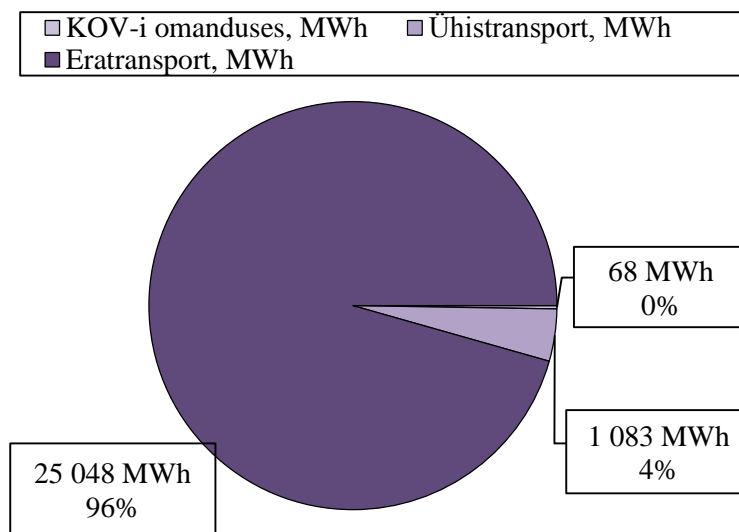
Joonis 4.7. Elektri kasutamine Võru linnas 2009...2011 – eratarbijad [30]

Nagu eelnevalt mainitud, on elektri tarbimine Võru linnas aastatel 2009...2011 suurenenud, sealjuures pole eratarbimises toimunud suurenemine olnud nii hüppeline kui äritarbijate puhul (joonis 4.7).

5. ENERGIA LÕPPTARBIMINE TRANSPORDISEKTORIS

5.1. Mootorikütuste kasutamine Võru linnas

Käesolevasse CO₂ heitkoguste lähteinventuuri kaasati andmed linnasisese ühistranspordi Võru Linnavalitsuse omandis olevate sõidukite kasutamise ning erasõidukite kasutamise kohta. Veoautode, linna läbivate maakonnaliinide ning rongide kütusekulu ei hinnatud, sest kohalikul omavalitsusel on suhteliselt vähe võimalusi nimetatud sektorite mõjutamiseks Samuti moodustas veoautode läbisõit 2010. aastal vaid ~6,8 % kõigi sõidukite läbisõidust Eesti linnades [20].

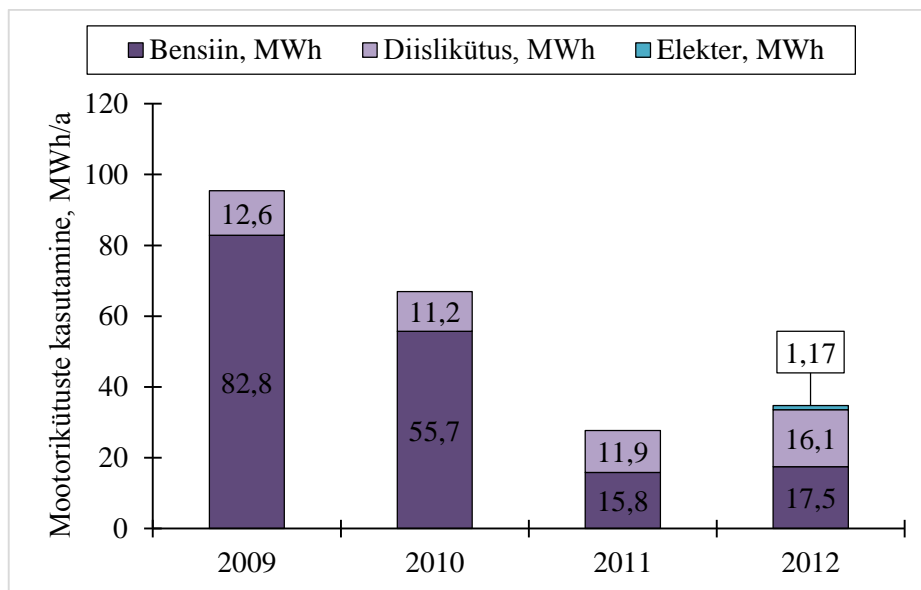


Joonis 5.1. Transpordikütuste kasutamine Võru linnas 2010 [20; 21; 25]

Praktiliselt kogu transpordikütuste tarbimine Võru linnas toimub sõiduautes (joonis 5.1).

5.2. Mootorikütuste tarbimine avaliku teenuse osutamisel

Võru Linnavalitsuse kasutusse on 2012. aastal lisandunud elektriautod [25]. Sõidukite keskmist kütuse kasutamist aastatel 2009...2013 jooksul kirjeldab joonis 5.2.

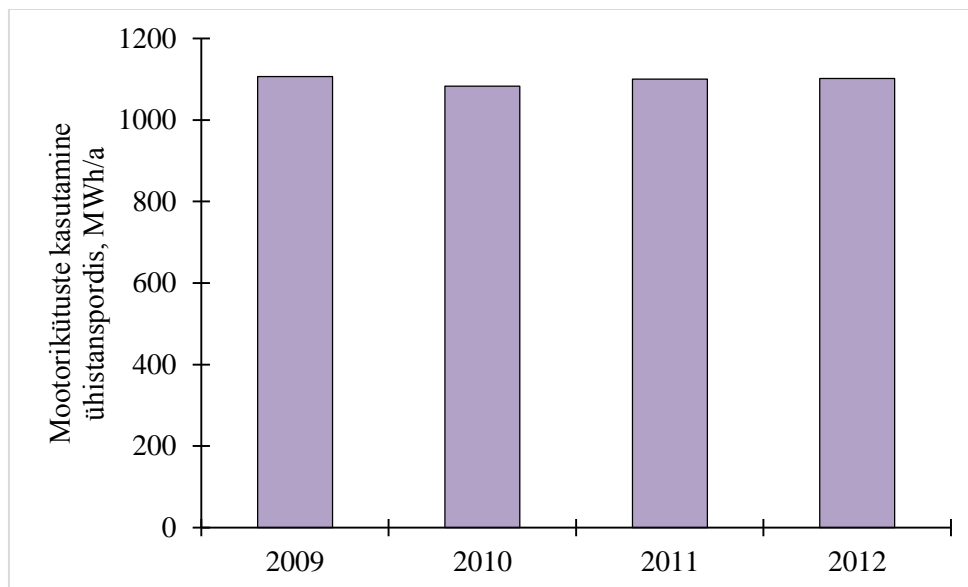


Joonis 5.2. Transpordikütuste kasutamine Võru LV sõidukites [25]

On näha, et Linnavalitsuse omanduses olevate autode sõidukulu on aastate lõikes vähenenud.

5.3. Ühistransport

Võru linna ühistranspordis osutati 2009...2012 liinivedu aastaselt ~320 000 liinikilomeetri ulatuses (joonis 5.3) [25].



Joonis 5.3. Transpordikütuste kasutamine Võru linna ühistranspordis [20; 21; 25]

Arvestades liinikilomeetreid ning § 3.5 toodud algeeldusi, kasutati Võru linna ühistransporditeenuse osutamisel 2010. aastal ~1 GWh energiat.

5.4. Era- ja kommertssõidukid

Era- ja kommertssõidukite kütuse tarbimisel on hinnatud vaid sõiduautode kütuse tarbimist. Kütuse kasutamise hindamisel lähtuti sõiduautode arvestuslikust läbisõidust Võru linnas ning § 3.5 kirjeldatud meetodikast. Sõiduautode arvestuslik läbisõit Võru linnas leiti, paremate andmete puudumisel, kasutades sõiduautode koguläbisõitu linnades (v.a. Tallinn, Tartu, Pärnu, Viljandi ning Rakvere) [20] ning Võru linna tänavate (69 km) osakaalu (4,85 %) Eesti linnade tänavate pikkusest (1422,05 km) (v.a. eelnimetatud linnad) [33].

Tabel 5.1. Sõidukite läbisõit Võru linnas ning eeldatav mootorikütuste tarbimine [20; 21; 33]

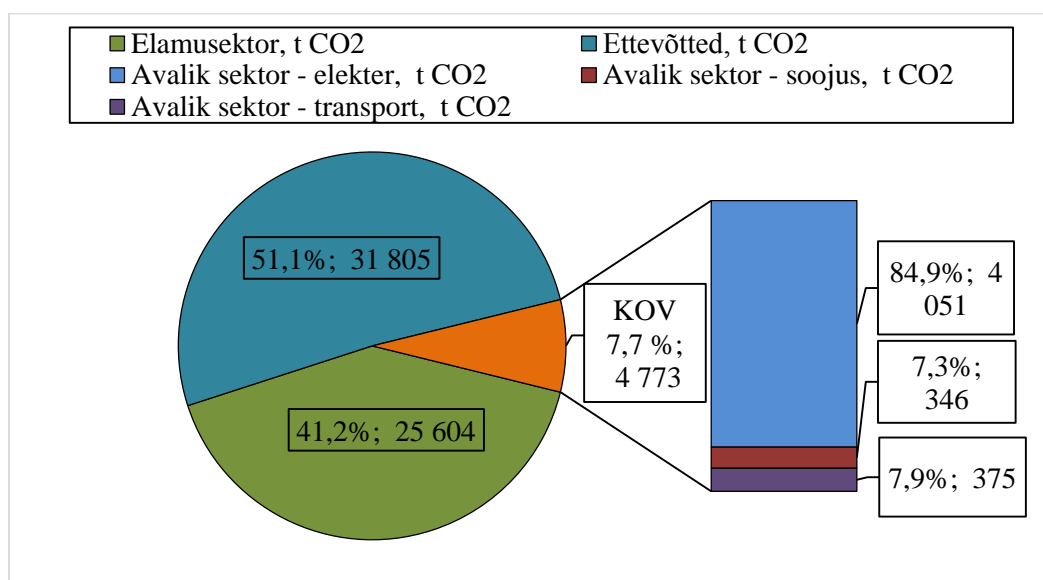
Sõiduki tüüp	Läbisõit, 1000 km/a		Kütuse tarbimine		Tarbitud energia, MWh		
	Diiseli	Bensiini	Diiseli	Bensiini	Diiseli	Bensiini	Kokku
Total	28162		-	-	5923	19193	25116
EURO 4	1756	4392	8,4	9,5	1489	3738	5227
EURO 3	1980	3474	8,4	10,2	1678	3174	4853
EURO 2	1564	4801	8,4	10,3	1326	4430	5756
EURO 1	1090	4670	8,4	10,3	924	4309	5234
EURO 0	596	3838	8,4	10,3	505	3542	4047

Vastavalt kasutatud lähteeldustele koostatud arvutustele kasutati Võru linnas 2010. aastal sõiduautodes ~**25 GWh** mootorikütuseid (tabel 5.1).

6. CO₂: VÕRU LINN JA VÕRU MAAKOND

6.1. Võru linn

Kasutades §-s 3.4 kirjeldatud eriheitkoefitsiente ning eespool kirjeldatud tarbimisandmeid, arvutati Võru linna territooriumil kütuste ning muundatud energia kasutamise tõttu 2010. aastal eraldunud CO₂ heitkoguseid (joonis 6.1).

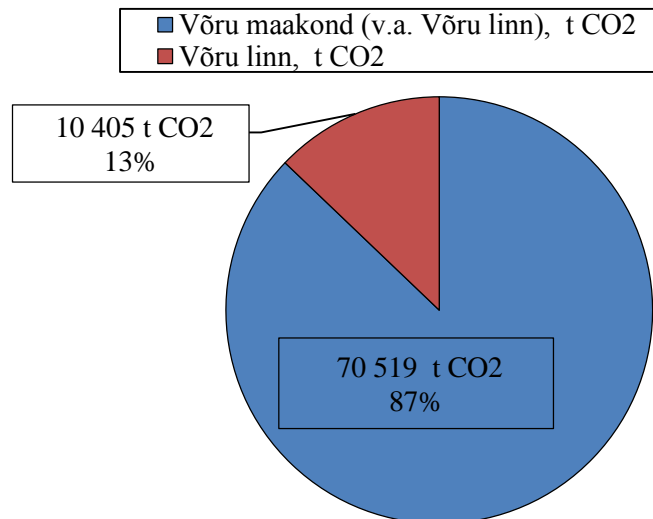


Joonis 6.1. CO₂ heitkogused Võru linna territooriumil

On näha et elamusektoris ning ärisektoris tekivad süsihappegaasi emissioonid on samas suurusjärgus. Energia kasutamisel Võru linna haldushoonetes, tänavavalgustuses, LV sõiduautes tekib 7,6 % 2010. aasta CO₂ heitmetest. Täpsemad võrdlusgraafikuid on võimalik näha ka §-st 1. Enamik süsihappegaasi emissioonidest tekib, tulenevalt Eesti elektritootmise kõrgest emissioonitegurist, elektri kasutamisest.

6.2. CO₂: Võru linn ning Võru maakond

Kuivõrd Võru maakonna kui terviku kohta käesoleva töö raames summaarseid elektritarbimisandmeid ei kogutud, on süsihappegaasi emissiooni Võru linnast ning maakonnast võimalik võrrelda vaid paiksetest ning liikuvatest saasteallikatest tulenevate kasvuhoonegaaside heitkoguste tasemel (joonis 6.2).

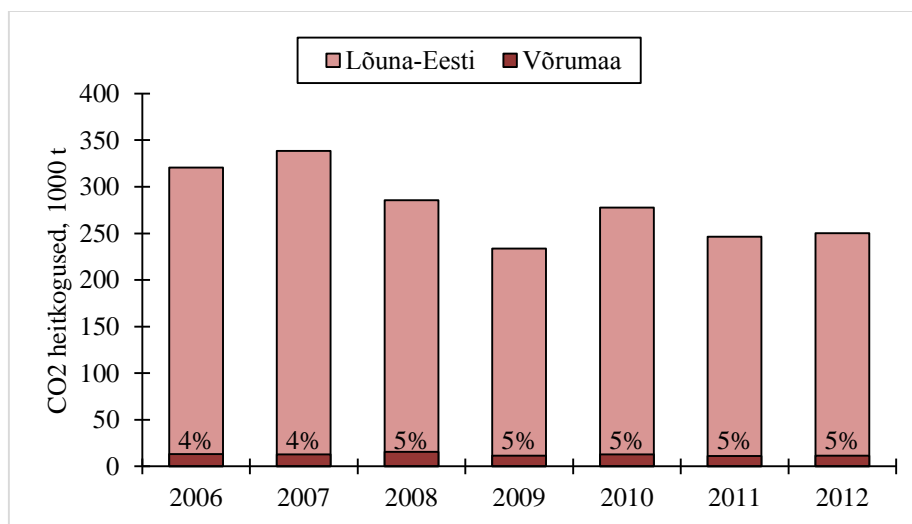


Joonis 6.2. CO₂ heitkogused paiksetest ja liikuvatest saasteallikatest 2010. aastal – Võru maakond [31]

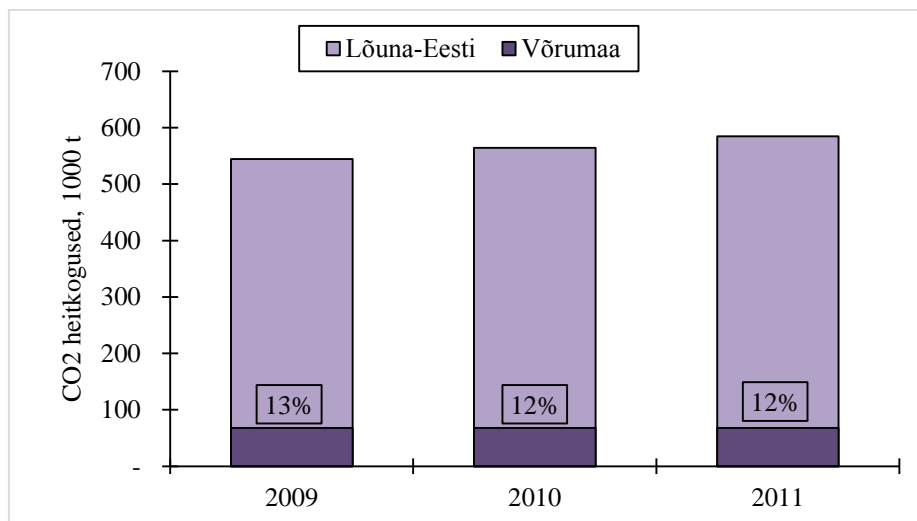
Katlakütuste, kaugküttesoojuse ning transpordikütuste kasutamisest Võru linna territooriumil tekkis 2010. aastal **13 %** Võru maakonna CO₂ heitkogustest.

6.3. Võru maakond ning Lõuna-Eesti

Alljärgnevad joonised (joonis 6.3; joonis 6.4) kirjeldavad Võru maakonna ning Lõuna-Eesti süsihappegaasi emissiooni paiksetest ning liikuvatest saasteallikatest.



Joonis 6.3. CO₂ heitkogused paiksetest saasteallikatest [31]



Joonis 6.4. CO₂ heitkogused liikuvatest saasteallikatest [31]

KIRJANDUS

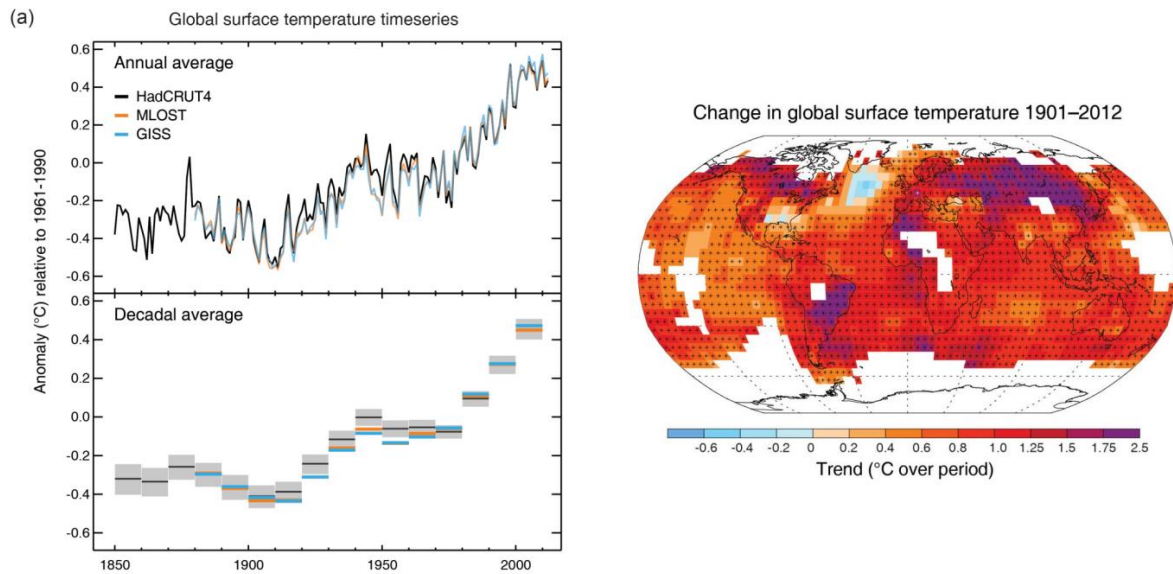
1. Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2009/28/EÜ. *Euroopa Liidu teataja*. 5.6.2009, L 140, pp. 16–62.
2. Linnapeade Pakt. Kättesaadav: <http://www.linnapeadepakt.eu> (26.11.2013).
3. Uiga, J. Energia lõpptarbimisest tulenevad CO₂ heitkogused Tartu linna näitel. Tartu: EMÜ – 2014. – 77 lk.
4. Võru Linnavalikogu. Võru linna arengukava aastani 2027. Kättesaadav: https://www.riigiteataja.ee/aktiisa/4201/1201/2088/21.11.2007_m67_lisa.pdf# (18.12.2013).
5. Statistikaamet. Piirkondlik portree Eestist. Kättesaadav: <http://www.stat.ee/ppe> (26.11.2013).
6. Võru Linnavalitsus. Kaart. Kättesaadav: <http://www.voru.ee/index.php?map=1> (17.12.2013).
7. MESHARTILITY. Access to Local Energy Data. Kättesaadav: <http://www.meshartility.eu/et/> (26.11.2013).
8. Vabamägi, A. Rakvere linna säästva energia kava, Rakvere 2009.
9. Keis, K.; Laht, M.; Potter, E.; Jõgisu, E. Tallinna linna CO₂ heitkoguste inventuur. AF-Estivo AS, Tallinn 2009.
10. Tomasson R.; Altmets, A. Tallinna linna ja linnastu süsihappegaasi heitkoguste inventuur 2011. OÜ Hendrikson & Ko, Tartu 2013.
11. Espenberg, S.; Kuhl-Thalfeldt, R.; Lahtvee, V.; Jüssi, M.; Moora, H.; Laht, J.; Mander, Ü.; Salm, J.; Parts, K. Eesti võimalused liikumaks konkurentsivõimelise madala süsinikuga majanduse suunas aastaks 2050. 2012.
12. Keskkonnaministeerium. Kliimamuutus. Kättesaadav: <http://www.envir.ee/1147497> (26.11.2013).
13. Keskkonnaministeerium. Greenhouse Gas Emissions in Estonia 1990-2011. Tallinn 2013. Kättesaadav: http://www.keskkonnaministeerium.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=1197603/NIR_EST_1990-2011_15042013.pdf (26.11.2013).
14. Covenant of Mayors. How to Develop a Sustainable Energy Action Plan (SEAP) – Guidebook. 2010. Kättesaadav: http://www.eumayors.eu/IMG/pdf/seap_guidelines_en.pdf (26.11.2013).

15. International Panel on Climate Change (IPCC). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2. Energy. 2006. Kättesaadav: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html> (27.11.2013).
16. Riigi Teataja. Välisõhku eralduva süsinikdioksiidi heitkoguse määramismeetod. Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/783834> (14.12.2013).
17. Koppel, E. M (koostaja). Eesti Vabariigi aruanne Euroopa Komisjonile taastuvatest energiaallikatest toodetud energia kasutamise ja edendamise edusammude kohta. Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, Tallinn, 2011. Kättesaadav: <http://www.mkm.ee/nreap-2/> (05.10.2012).
18. Jüssi, M., Poltimäe, H., Sarv, K., Orru, H. Säästva transpordi raport 2010. Säästva Arengu Komisjon, Tallinn, 2010.
19. UNFCCC kasvuhooonegaaside andmebaas. Kättesaadav: http://unfccc.int/ghg_data/items/3800.php (28.11.2013).
20. Metsvahi, T. Autopargi läbisõit Eestis 2011. aastal. Vahearuanne. TTÜ Teedeinstituut, 2012. Kättesaadav: http://www.mnt.ee/public/lo_uuringud/Leping_2011Labisoit_VAHE_1...3_ptk.pdf (28.11.2013).
21. VTT Technical Research Centre of Finland. LIPASTO - a calculation system for traffic exhaust emissions and energy consumption in Finland. Kättesaadav: <http://lipasto.vtt.fi/indexe.htm> (28.11.2013).
22. Jüssi, M.; Poltimäe, H. Kommunaalteenustega seotud veokite keskkonnamõju vähendamine Tallinnas. SA Säästva Eesti Instituut, Tallinn 2011.
23. Jüssi, M.; Poltimäe, H.; Aru, B. Tallinna Autobussikoondise linnaliinibusside alternatiivkütuste kasutuselevõtu asjaolude selgitamine. SA Säästva Eesti Instituut, Tallinn 2012.
24. Metsvahi, T. Autopargi läbisõit Eestis 2011. aastal. Lõpparuanne. Kõide 2. TTÜ Teedeinstituut, 2012. Kättesaadav: http://www.mnt.ee/public/LEP_11052-_ptk.4_ja_5.doc (28.11.2013).
25. Kirjalik teabepäring Võru Linnavalitsusele, 2013.
26. Allikmaa, A.; Kalamees, T.; Kurnitski, J.; Kuusk, K.; Pikas, E.; Tark, T.; Uutar, A. Hoonefondi energiatõhususe parandamine – energiasääst, ühikmaksumused ja mahud. Kättesaadav: http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/c/c1/ENMAK-Hoonete-uuring-20.09.2013.pdf (06.12.2013).

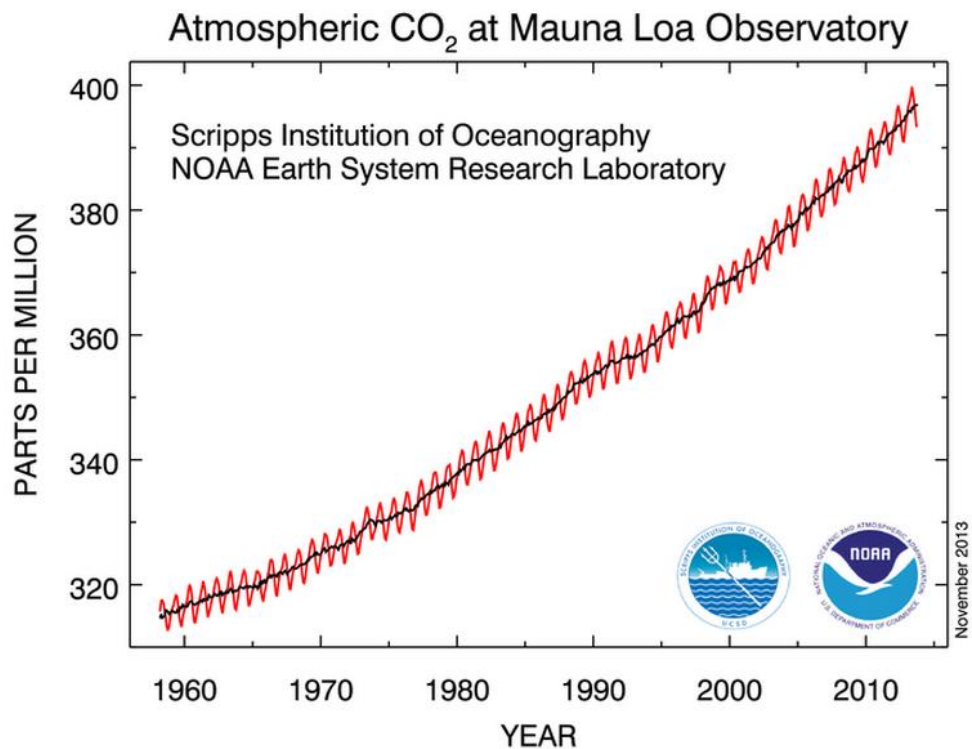
27. Tartu Regiooni Energiaagentuur. Tartu linna hoonete energiatarbimise ja sisekliima uuringu esimese etapi aruanne, Tartu 2011. Kättesaadav: http://www.trea.ee/pagas/Uuring_ver_2810_2011.pdf (03.12.2013).
28. Tartu Regiooni Energiaagentuur. Tartu linna hoonete energiatarbimise ja sisekliima uuringu teise etapi aruanne, Tartu 2013. Kättesaadav: http://www.tartu.ee/?page_id=58&lang_id=1&lotus_url=/uurimused.nsf/Web/teemad/837A8917B018FDFFC2257B590036969A (03.12.2013).
29. Keskkonnainvesteeringute keskus. Seitse Eesti linna saavad uue tänavavalgustuse. Kättesaadav: <http://www.kik.ee/et/seitse-eesti-linna-saab-uee-tanavavalgustuse> (18.12.2013).
30. Kirjalik teabepäring Elektrilevi AS-ile, august 2013.
31. Kirjalik teabepäring Keskkonnaagentuurile, mai 2013.
32. Kirjalik teabepäring Ehitisregistrile, 30.06.2013.
33. Statistikaamet. KVT03: Linnatänavate võrk haldusüksuse järgi, 31. detsember. Kättesaadav: http://pub.stat.ee/px-web.2001/Database/Majandus/22Transport/11Transpordi_taristu/11Transpordi_taristu.asp (20.11.2013).
34. Jens Hesselbjerg Christensen. Taani Meteoroloogia Instituut. Kliimateaduse värskeimad töed ja nende asjakohasus piirkondlike kliimamuutuste kontekstis. Kättesaadav: http://www.norden.ee/images/rohemajandus/info/climate_oct2013/Jens_Hesselbjerg_Christensen_climate_23-24oct13.pdf (27.11.2013).
35. Earth System Research Laboratory Global Monitoring Division. Trends in Atmospheric Carbon Dioxide. Kättesaadav: http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/mlo.html#mlo_full (14.11.2013).
36. Statistikaamet. KE023. Energiabilanss kütuse või energia liigi järgi. Kättesaadav: <http://pub.stat.ee/> (14.12.2013).
37. Statistikaamet. KE03. Elektrienergia bilanss. Kättesaadav: <http://pub.stat.ee/> (14.12.2013).
38. Statistikaamet. KE033. Elektri jaamades energia tootmiseks tarbitud kütus. Kättesaadav: <http://pub.stat.ee/> (14.12.2013).

LISAD

Lisa A. Süsihappegaasisialdus atmosfääriõhus ning maapinna temperatuuri muutused



Joonis A.1. Maapinna temperatuuri muutumine [34]



Joonis A.2. Süsihappegaasisialdus atmosfääriõhus [35]

Lisa B. Kütuste alumisi kütteväärtusi**Tabel B.1.** Mõningate kütuste alumisi kütteväärtusi

Kütuse liik	Kütteväärtus	Ühik	Kütteväärtus	Ühik
kivisöebriket (kivi- või subbituminoosest söest)	27,25	GJ/t	7,57	MWh/t
Koksisüsi	28,5	GJ/t	7,92	MWh/t
Põlevkivi	8,9	GJ/t	2,47	MWh/t
Freesturvas	10	GJ/t	2,78	MWh/t
TükkTURVAS	12	GJ/t	3,33	MWh/t
Turbabrikett	16	GJ/t	4,44	MWh/t
Küttepuud	12	GJ/t	3,33	MWh/t
Puiduhake	10,2	GJ/t	2,83	MWh/t
Puidujäätmed	10,2	GJ/t	2,83	MWh/t
Puidugraanulid	16,5	GJ/t	4,58	MWh/t
Põllumajanduslikud jäätmed	14,4	GJ/t	4,00	MWh/t
Ohtlikud jäätmed	11,3	GJ/t	3,14	MWh/t
Muud vedelkütused	20	GJ/t	5,56	MWh/t
Subbituminoosne süsi	19,3	GJ/t	5,36	MWh/t
Muud gaaskütused	46,2	GJ/1000 m ³	12,83	MWh/1000 m ³
Maagaas (välja arvatud vedelal kujul)	33,6	GJ/1000 m ³	9,33	MWh/1000 m ³
Vedelgaas	45	GJ/t	12,50	MWh/t
Raske kütteõli	40,15	GJ/t	11,15	MWh/t
Põlevkiviõli	39,2	GJ/t	10,89	MWh/t
Kerge kütteõli	42,3	GJ/t	11,75	MWh/t
Diislikütus	42,3	GJ/t	11,75	MWh/t
Autobensiin	44	GJ/t	12,22	MWh/t
Lennukikütus	43	GJ/t	11,94	MWh/t
Elektrienergia, MWh	3,6	-	1,00	-
Soojus, MWh	3,6	-	1,00	-

Lisa C. Elektri emissiooniteguri arvutamine

Elektri emissiooniteguri arvutamisel on lähtutud Eestis elektri tootmisel kasutatatud kütustest [36], nende kütuste põletamisel välisõhku eralduvast süsinikdioksiidi kogusest ning toodetud ja müüdüd elektri kogustest [37]. Sarnast metoodikat on kasutatud ka Tallinna CO₂ heitkoguste inventuuris [9].

Välisõhku eralduva süsihappegaasi heitkoguse määramiseks on kasutatud valemit [16]

$$M_{CO_2} = 10^{-3} B \cdot Q_a' \cdot q_c \cdot K_c \cdot 44 / 12$$

- kus M_{CO_2} on kütuse põlemisel välisõhku eralduv süsihappegaas, tCO₂;
- B – kasutatud kütuse kogus, tahked kütused – t, gaasilised – 1000 m³;
- Q_a' – kütuse alumine kütteväärtus, tahked kütused – GJ/t, gaasilised – GJ/1000 m³;
- q_c – süsiniku eriheide, tC/TJ (vt tabel C.1);
- K_c – oksüdeerunud süsiniku osa (vt tabel C.1).

Arvutuste lähteandmed ning tulemused on koondatud alljärgnevasse tabelitesse (tabel C.1 ning tabel C.2)

Tabel C.1. Elektri tootmisel kasutatud kütuste alumisi kütteväärtusi, süsiniku eriheitel ning oksüdatsioonitegureid [13]

Kütus	Keskmine alumine kütteväärtus	Ühik	Süsiniku eriheide, tC/TJ	Oksüdatsioonitegur
Põlevkivi, keevkihtpõletamisel	8,9	GJ/t	26,94	0,98
Põlevkivi, tolmpõletamisel	8,9	GJ/t	27,85	0,98
Freesturvas	10	GJ/t	28,9	0,99
Tükkturvas	12	GJ/t	27,82	0,99
Turbabrikett	16	GJ/t	26,45	0,97
Maagaas	33,6	GJ/1000 m ³	15,07	0,995
Raske kütteõli	40,15	GJ/t	21,1	0,99
Põlevkivi kütteõli (raske fraktsioon)	39,2	GJ/t	21,1	0,99
Kerge kütteõli ja diislikütus	42,3	GJ/t	20,2	0,99

Tabel C.2. Elektri emissiooniteguri arvutustulemused – 2010

Kütus	Kogus	CO₂ heitkogused, 1000 tCO₂
Põlevkivi, 1000 t	12 974	11 178
Põlevkiviõli, 1000 t	11	33
Maagaas, mln m ³	44	81
Freesturvas, 1000 t	42	44
Tükkurvas, 1000 t	10	12
Põlevkivigaas, TJ ^a	4719 ^b	609
Küttepuit, 1000 tm	438	0
CO₂ kokku, tCO₂		11 610
Elektri müük Eestis, GWh		10 685
Elektri emissioonitegur 2010, tCO₂/MWh		1,09
^a Põlevkivigaas on põlevkivi termilise töötlemise kõrvalprodukt ning seetõttu kasutatakse ning toodetakse mitmeid põlevkivigaasi liike, mis erinevad üksteisest nii kütteväärtuse kui ka süsinikuheitega seotud parameetrite poolest. Käesolevas töös on kasutatud Eesti KGH inventuuri põhjal leitud 2010. aasta keskmist põlevkivigaasi CO ₂ eriheidet (55,4 tCO ₂ /TJ) [13]		
^b Vastavalt Statistikaameti andmetabeli KE033 andmetele [38]		

Lisa D. Soojuse emissiooniteguri arvutuskäik – Võru linn

Kuivõrd soojuse emissioonitegur on igale piirkonnale erinev (tulenevalt kasutatavatest kütustest), ei ole võimalik kasutada üldiseid eriheittekoefitsiente. Vastavate emissioonitegurite arvutamine toimub ainult soojuse tootmisel vastavalt valemile [14]

$$EF_H = (CO_{2LPH} + CO_{2IH} - CO_{2EH}) / LHC \quad (B.1)$$

- kus EF_H on soojuse emissioonitegur konkreetses omavalitsuses, tCO_2/MWh_s ;
- CO_{2LPH} – CO_2 heitkogused soojuse tootmisest kohaliku omavalitsuse territooriumil, tCO_2 ;
- CO_{2IH} – CO_2 heitkogused imporditud soojusest (soojuse tootmisest kohaliku omavalitsuse territooriumiväliselt), tCO_2 ;
- CO_{2EH} – CO_2 heitkogused eksporditud soojusest (soojuse müümisest väljapoole kohaliku omavalitsuse territooriumit), tCO_2 ;
- LHC – kaugküttesoojuse tarbimine kohaliku omavalitsuse territooriumil, MWh_s .

Võru linnas on soojusettevõtjaks Võru Soojus AS. Eeltoodud metoodika alusel arvatud kaugküttesoojuse emissioonitegur aastal 2010 on nähtav alljärgnevas tabelis (tabel C.1).

Tabel D.1. Soojuse emissioonitegurite arvutustulemused – 2010 [31]

Parameeter	Primaarenergia sisaldus, MWh	Emissioonitegur, tCO_2/MWh	CO_2 heitkogused, tCO_2
Põlevkiviõli	12831	0,264	3386
Puiduhake	97872	0	0
Kerge kütteõli	518	0,279	145
CO_2 kokku, tCO_2			7 013
Soojuse müük linnas, MWh			18 304
Soojuse emissioonitegur - Eraküte AS, tCO_2/MWh			0,054