

Tartu Ülikool
Eesti mereinstituut
Kalanduse teabekeskus

Fluoritud kasvuhoonegaaside (F-gaaside) asendamine alternatiividega Eesti kalatöötlemise sektoris

Pilootprojekt

Silver Sirp, Erko Veltson



Tallinn Tartu 2025

Sisukord

Sissejuhatus	3
Mis on alternatiivid?	3
Mis aastast on kohustuslik üleminek?	3
Paiksed külmutusseadmed	3
Valim	4
Seadmete täitekogused	4
Investeeringuvajadus	5
Küsimused	5
Tulemused	5
Täitekogused	5
Investeeringuvajadus	6
Regressioonid	6
Ekstrapoleerimine	8
Tuvastatud probleemid	8
Kokkuvõte ja soovitused	8
Kasutatud kirjandus	9

Sissejuhatus

Aastaks 2050 peab Euroopa Liidus asendama F-gaase kasutatavad külmutusseadmed alternatiividega, st F-gaase kasutatavad seadmed on keelatud. Alates 2030. aastast peab fluoritud gaaside GWP jääma alla kehtestatud piiri. Alates 2025. aasta 1. jaanuarist kehtivad uued hoolduskeelud, mille järgi ei tohi hoolduse käigus uut toodetud gaasi lisada, vaid peab kasutama juba varem toodetud puhastatud või taas-väärtustatud gaasi.

Eesti kalatöötlemise sektor kasutab endiselt F-gaasidel töötavaid külmutusseadmeid, mis vajavad väljavahetamist. Kuna tegu on suure investeeringuga, on oluline välja selgitada hetkeseis ning veel olulisem, kui suur on tegelik investeeringuvajadus.

Mis on alternatiivid?

Süsinikdioksiidi (CO₂), Ammoniaak (NH₃), süsivesinikud (HC): propaan (HC-290), propüleen (HC-1270) ja isobutaan (HC-600a).

Alternatiivid jagunevad kahte gruppi:

1. **Looduslikud külmaained** – süsivesinikud (HC), R-744 (CO₂) ja R-717 (ammoniaak). Uued tehnoloogiad parandavad nende külmutusagentide efektiivsust, vähendavad kulusid või lahendavad ohutusega seotud küsimusi. Alternatiividel põhinevate seadmete arv on viimastel aastatel hüppeliselt kasvanud. Näiteks R-744 on hetkel kättesaadavatest alternatiividest kõige tõhusam ja tasuvam kui 5 aastat tagasi.
2. **Uued külmaained**, mis ei olnud varasemalt äriotstarbeks kättesaadavad. Siia alla kuuluvad ka uued HFO vedelikud (tuntud kui küllastumata HFC) ja HFO/HFC segud, mis võeti kasutusele umbes 5 aastat tagasi. Tänapäeval on saadaval mitmed puhtad ained ja arvukalt segusid.

<https://www.klab.ee/f-gaasid/alternatiivid/>

Alternatiivide kasutuselevõtul ei ole võimalik välja vahetada ainult gaasi vaid on vaja projekteerida kogu külmasüsteem uuesti (Riho Pilv Eesti Külmaliiit MTÜ pers. komm.)

Mis aastast on kohustuslik üleminek?

Aastaks 2030 peab Euroopa Liit oma F-gaaside netoheidet (heide pärast sidumise mahaarvamist) vähendama 55% võrra (võrreldes 1990. aastaga) ja eesmärgiks on jõuda 2050. aastaks kliimaneutraalsuseni. (<https://www.klab.ee/f-gaasid/f-gaaside-kasutamine/>)

Paiksed külmutusseadmed

Erinevad [määruse \(EL\) 2024/573](#) hoolduskeelud on sätestatud artiklis 13 ja turustuskeelud on sätestatud lisas IV.

Alates 1. jaanuarist 2020. a on keelatud üle 2 500 ulatuva globaalse soojendamise potentsiaaliga (GWP) fluoritud kasvuhoonegaaside kasutamine selliste külmutusseadmete teenindus- ja hooldustööde tegemiseks, mille külmaaine täitekogus on võrdne 40 tonni või enama CO₂-ekvivalendiga.

Alates 1. jaanuarist 2025. a on keelatud üle 2 500 ulatuva globaalse soojendamise potentsiaaliga F-gaase lisada ka väiksematesse seadmetesse, mille täitekogus on väiksem kui 40 CO2 ekvivalent tonni.

2020. aastaks oli juba 25% supermarketite F-gaasidega külmasüsteemidest välja vahetatud kliimasõbralike CO2-süsteemide vastu. (<https://www.klab.ee/f-gaasid/f-gaaside-kasutamine/f-gaaside-kasutamine-eestis/>). Viimasel ajal on see trend jätkunud. Kalandussektoris väljavahetatud seadmete mahtude kohta infot pole.

Uuringu eesmärk oli välja selgitada Eesti kalatööstuste jahutus- ja külmutusseadmete F-gaaside kasutamise hetke olukord, teadvustada vajadust vähendada F-gaaside kasutamist kalatööstustes ning välja selgitada vajaliku investeerimisvajaduse maht.

Uuring ei anna vastust, mil määral on töötledjad juba seadmeid välja vahetanud, sest küsimustik ei küsinud varem kasutusel olnud gaasi koguseid, vaid praegu kasutusel olevaid gaasi koguseid. Nt üks suurtootja vastas, et nad tegelevad külmutamisega, aga neil ei ole kasutusel F-gaasil põhinevaid seadmeid. Sellest võib järeldada, et nad on seadmed juba välja vahetanud. Osad vastanud küll täpsustasid, et varem kasutasid F-gaase, aga nüüd nt CO2 baasil seadmed.

Valim

Gaasi koguste ja seadmete arvu andmed pärinevad FOKA 27.03.2025 seisuga väljavõttest ning ka töötledjate täidetud küsimustikust. Liikuvad seadmed (laevad) ei pea olema FOKAs ning seetõttu 3 ettevõtte andmed pärinevad eraldiseisvalt aruandlusvormilt (2024.a andmed), mis on esitatud VV määrus nr. 143 alusel. Täitekogused varieeruvad suurel määral. Praegusel hetkel ei saa FOKA infot võtta 100% kaetusega infoallikana, üldises raamis on Keskkonnauuringute Keskus hinnanud, et seal on u 80% F-gaasidega külmutusseadmetest.

PTA avalike andmete registris on kalakäitlejate juures infot, kas tegeletakse eritemperatuuri vajava toidu käitlemisega, mis võiks tähendada, et neil on külmutusseadmeid.

Seadmete täitekogused

F-gaaside täitekoguste väljaselgitamiseks koostatud valimi moodustasid

- 2023. aastal 60 suurimat müügitulu omanud ettevõtet EMTAK koodidega
 - 03111 - Merekalapüük
 - 03121 - Mageveekalapüük
 - 03211 - Mere-vesiviljelus
 - 03221 - Magevee-vesiviljelus
 - 1020 - Kala, vähilaadsete ja limuste töötlemine ja säilitamine
 - 10201 - Kala, vähilaadsete ja limuste töötlemine ja säilitamine
 - 4638 - Muude toidukaupade hulгимүүк, k.a kalad, vähilaadsed ja limused
 - 46381 - Kalade, vähilaadsete ja kalatoodete hulгимүүк,
Pärast püüdjate ja hulгимүүjate väljajätmist, oli selles valimis 22 ettevõtet, millel oli FOKAs registreeritud külmutusseadmeid.
- PTA avalike andmete registris ettevõtted, mille põhikäitlemisvaldkond on „Kalakäitlemisettevõtte“, kelle käitlemisvaldkond oli „Kala käitlemine“ ja käitlemiskoht „Töötlemisettevõtte“ (seega välja jäeti laevad, söögikohad, laod jne). Selles valimis oli algselt 37 ettevõtet ja nendest seitsmel oli FOKAs registreeritud külmutusseadmeid.

- FOKA andmebaasis tehti otsing ettevõtte nimedes, mis sisaldasid „kala, fish, kalur, kalake, rand“. Selle meetodiga lisandus algul valimisse veel üheksa ettevõtet, kuid pärast ristkontrolle jäid lõplikku valimisse alles kuus ettevõtet. Välja jäänud ettevõtetel polnud kas PTA luba, olid Äriregistrist kustutatud või EMTAK koodi järgi on lemmikloomade valmistoidu valmistajad ja kodulehe järgi on peamine toode kuivatatud kilu ja räim ehk võiks eeldada, et neil on ka ootel oleva toorme külmutamiseks vajalik külmutusseadmeid, mis ongi FOKAs arvel. Siiski jätsime viimased valimist välja liiga suurte küsitavuste tõttu.

Valim koosnes kokku 2023. aastal suurimat müügitulu omanud ettevõtted (22), PTA tunnustatud ettevõtted (7) ja FOKA nimeotsing (6), kokku 35 ettevõtet.

Kuna riikliku kasvuhoonegaaside F-gaaside inventuuri jaoks ei ole vaja sektoriti heitkoguseid arvestada, vaid pigem teise jaotuse (külmutusseadmed, kliimaseadmed jne) alusel, siis on ka FOKA andmebaasis võimalik ainult seadme tüübi järgi koodeid teha ning sektori valdkonda seal ei ole. Kui on vaja otsida ainult kalanduse sektori seadmeid, siis seda võimalust ei ole, vaid peab üksikult kalandusettevõtteid läbi vaatama etteantud nimekirja järgi.

Investeeringuvajadus

Küsimustik saadeti 130 e-posti aadressile ja vastuseid laekus 24, millest vajaliku investeeringu suuruse hinnang oli märgitud 10 korral.

Küsimused

1. Kas tegelete kala, vähilaadsete ja limuste külmutamisega?
2. Kas teie ettevõttes kasutatakse F-gaasidel (fluoritud kasvuhoonegaasid) põhinevaid külmasaadmeid toodangu tootmise protsessis? JAH->3. EI->9.
3. Kui jah, siis mitu seadet?
4. mitu kg F-gaase seadmed kasutavad?
5. Toodangu maht aastas
6. Kas olete ise plaaninud F-gaasi seadmed välja vahetada alternatiivide vastu?
7. Kas vajaksite riiklikku või Euroopa Liidu toetust seadmete vahetamiseks?
8. Kui suur võiks olla investeeringuvajadus teie ettevõttes seadmete vahetamiseks?
9. Kommentaarid. Soovite ise midagi lisada?
10. Ettevõtte kontaktid

Tulemused

Täitekogused

Valimis oli kasutusel 14 420 kg F-gaase. Kokku 146 külmutusseadet, millest 129 tööstuslikud ja 17 kaubanduslikud (tabel 1).

Tabel 1. Paiksete külmutusseadmete arv ja täitekogused kg valimis

	Seadmete arv	Täitekogused kg
Paiksete külmutusseadmete arv kokku, sh	146	14 420
<i>tööstuslikud külmutusseadmed</i>	129	14 283
<i>keskmised ja suured kaubanduslikud >15 kg</i>	4	56
<i>väiksed kaubanduslikud <=15 kg</i>	13	81
Kokku	146	14 420

Investeeringuvajadus

Investeeringuvajadust hinnati töötajatele saadetud küsimustiku abil. Investeeringuvajaduse hinnangulise suuruse märkis vastustes 10 ettevõtet. Küsimustikule vastanutel oli seadmete arv vahemikus 1 kuni 20, täitekogused kogu ettevõttes kokku varieerusid vahemikus 1 kuni 2350 kg, ettevõtte kogutoodang vahemikus 1 kuni 15 000 tonni ja hinnangulise investeeringuvajaduse suurus vahemikus 10 000 kuni 4 000 000€.

F-gaaside asendamise investeeringuvajaduse suurust ei saa arvutada ainult F-gaasi täitekoguse kaudu. Külmalahenduse väljatöötamine tähendab kogu seade ja ruumide uut projekteerimist ja vajab objektipõhist lähenemist (Riho Pilv Eesti Külmaliiit MTÜ pers.komm.).

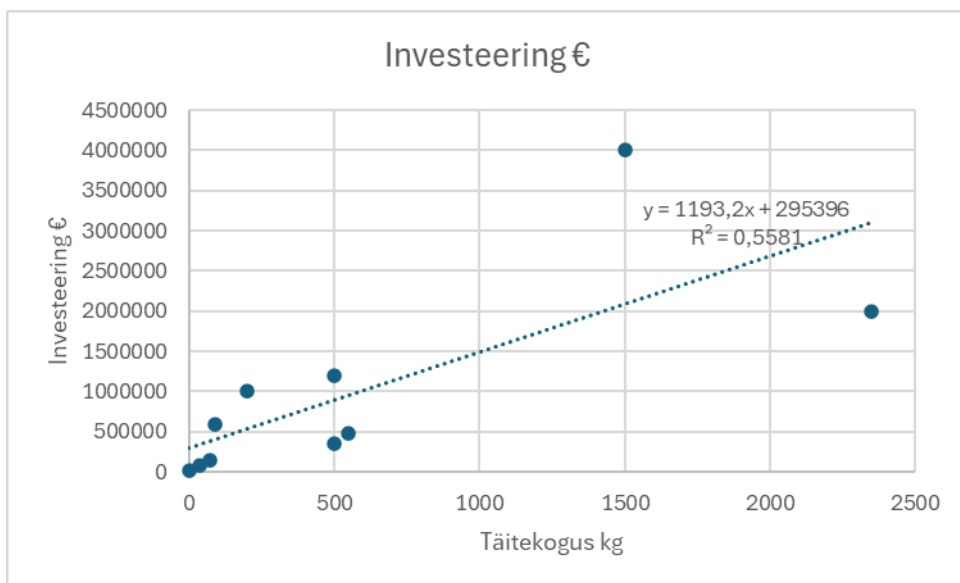
Regressioonid

Teostati regressioonanalüüs hindamaks muutujate „täitekogus-toodangu kogus“, „täitekogus-investeeringu suurus“ ja „toodangu suurus – investeeringu suurus“ üksteisest sõltuvust. Tulemus näitas 56% seose tugevust täitekoguse ja investeeringuvajaduse vahel ehk täitekogus kirjeldab 56% investeeringuvajaduse varieeruvusest, mida võib pidada keskmise tugevusega seoseks (joonis 1).

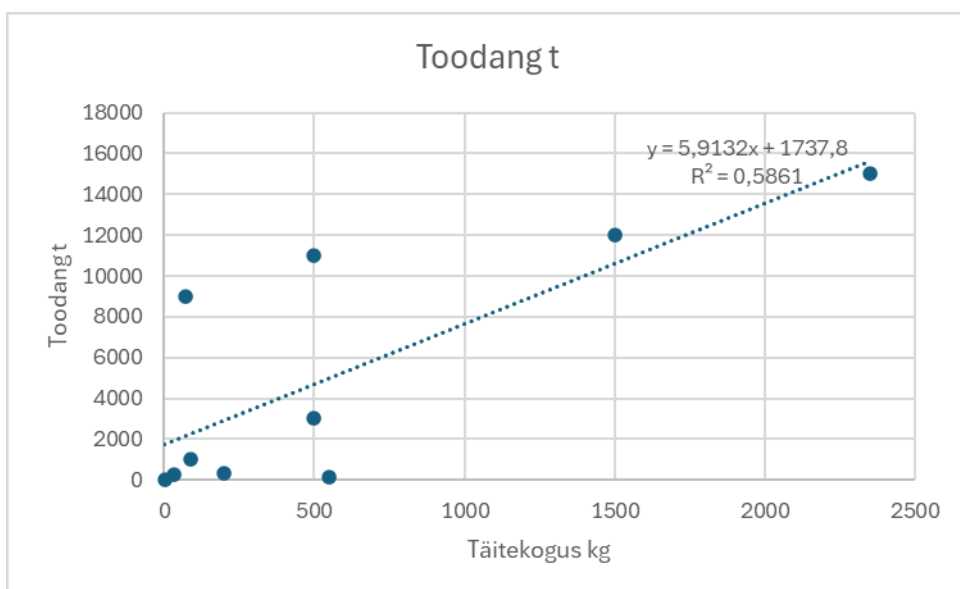
Edasi kasutasime ainult investeeringu suuruse ja täitekoguse vahelist seost, sest anonüümse andmestiku tõttu polnud võimalik meil välja selgitada valimile vastavat toodangu suurust ning kui suure osa kogu sektori toodangust valim katab. Samuti puudub meil info, kui suur osa tootjatest kasutab juba alternatiivseid külmutusseadmeid ning millise osa toodangust moodustavad sellised ettevõtted.

Toodangu suuruse ja täitekoguse vahelist seost on võimalik kasutada hindamaks valimi toodangu kogust. Tulemus näitas 59% seose tugevust täitekoguse ja toodangu suuruse vahel ehk täitekogus kirjeldab 56% toodangu suuruse varieeruvusest, mida võib pidada keskmise tugevusega seoseks (joonis 2).

Lineaarse sõltuvuse eeldused olid täidetud, mis võimaldas valimi väärtused ekstrapoleerida kogu valimile, millele meil oli teada täitekogus ehk 14 420 kg.



Joonis 1. Täitekoguse ja vajaliku investeeringu suuruse vaheline seos



Joonis 2. Täitekoguse ja toodangu mahu vaheline seos

Ekstrapoleerimine

Uuring ei võimaldanud anda vastust, mil määral on töötajad juba seadmeid välja vahetanud, sest küsimustik ei küsinud varem kasutusel olnud gaasi koguseid, vaid praegu kasutusel olevaid gaasi koguseid. Nt üks suurtootja vastas, et nad tegelevad külmutamisega, aga neil ei ole kasutusel F-gaasil põhinevaid seadmeid. Sellest võib järeldada, et nad on seadmed juba välja vahetanud. Osad vastanud küll täpsustasid, et varem kasutasid F-gaase, aga nüüd nt CO2 baasil seadmeid.

Vajaliku investeeringu suurus, mis vastab valimi täitekogusele 14 420 kg on 17 501 340€ (arvutatud kasutades lineaarse regressiooni valemit $y=1193,2x + 295\ 396$).

Väga kaudselt võib öelda, et täitekogus 14 420 kg vastab u 87 000 tonni toodangule (arvutatud kasutades lineaarse regressiooni valemit $y=5,9132x + 1737,8$).

Kogu sektorile ei saa ekstrapoleerida, sest puudub teadmine, kui palju seadmeid on juba välja vahetatud, mis osa toodangust on toodetud F-gaase kasutades ning milline kasutades alternatiive. Kui teaksime kogu sektori täitekoguseid, saaksime anda vastuse 56% täpsusega, kuid 44% sõltub muudest faktoritest.

Tuvastatud probleemid

Pilootprojekti käigus tuvastasime probleemid, mis on vaja lahendada jätkuprojektis või enne seda.

1. Kliimaministeerium ei andnud luba ettevõtte kaupa FOKA andmete kasutamiseks. Saime kasutada ainult anonüümseid andmeid, mistõttu olid piiratud paljud ekstrapoleerimise võimalused. Näiteks ekstrapoleerimine valimi toodangu mahu ja kasutatava külmaaine täitekoguste abil. Samuti, pole võimalik hinnata, kas suurimad tootjad on valimis kajastatud.
2. Keskkonnauuringute keskuse FOKA, Äriregistri ja PTA tunnustatud ettevõtete nimekirja andmete ristkontroll näitas, et FOKA andmestikus on ettevõttel seadmed registreeritud, aga PTA tunnustust enam pole ja Äriregistrist on ettevõtte kustutatud. FOKAs peaksid sellised ettevõtted sellisel juhul seadmed maha kandma või siis näitama, kellele seadmed on edasi liikunud (kasutuse üleandmine).
3. Sektor polnud valmis küsimustele vastama kahe põhjendusega - „Kiire aeg, pole aega vastata.“ või „Me oleme enda andmed riigile juba esitanud, küsige sealt.“.
4. Küsimustikus vastas sektor, et tegeleb külmutamisega, aga ei kasuta F-gaase, kuid jättis vastamata, kas gaasid on juba välja vahetatud ja kui suur oli selleks kulunud investeering. Peab küsimustiku uuesti koostades pöörama tähelepanu, et kindlasti saaks info ka kui palju seadmeid juba välja on vahetatud ja milline oli kulunud investeering.

Kokkuvõte ja soovitused

Uuringu eesmärk oli välja selgitada Eesti kalatööstuste jahutus- ja külmutusseadmete F-gaaside kasutamise hetke olukord, teadvustada vajadust vähendada F-gaaside kasutamist kalatööstustes ning välja selgitada vajaliku investeerimisvajaduse maht.

Andmestiku ja valimi koostamisel esinesid probleemid, mis on vaja enne või jätku-uuringu teostamise ajal lahendada: vaja ligipääs ettevõtte kaupa ja ettevõtte nimega FOKA andmestikule; FOKA

andmestiku ristkontroll Äriregistri ja PTA tunnustatud ettevõtete nimekirjades, et välja selgitada kogu aktiivse kalatöötlemise sektori nimekiri; leida võimalus sektori paremaks koostööks motiveerimisele; küsimustik paremini läbi töötada, et saaks info ka juba vahetatud seadmete mahule, mis aitaks andmete ekstrapoleerimisel.

Täitekoguste valim koosnes kokku 2023. aastal suurimat müügitulu omanud ettevõtted (22), PTA tunnustatud ettevõtted (7) ja FOKA nimeotsing (6), kokku 35 ettevõtet. Küsimustik hinnanguliste investeeringu suuruste, ettevõtte täitekoguste ja toodangu suuruse kohta saadeti 130 e-posti aadressile ja vastuseid laekus 24, millest vajaliku investeeringu suuruse hinnang oli märgitud 10 korral.

Kogutud andmed võimaldasid hinnata valimis kirjeldatud täitekoguste (14 420 kg) kaudu vajalikuks investeeringu suuruseks u 17,5 miljonit eurot, mis vastab umbes toodangule 87 000 tonni.

Kogu kalatöötlemise sektori investeeringuvajadust välja selgitada ei õnnestunud. F-gaaside asendamise investeeringuvajaduse suurust ei saa arvutada ainult F-gaasi täitekoguse kaudu. Külmalahenduse väljatöötamine tähendab kogu seade ja ruumide uut projekteerimist ja vajab objektipõhist lähenemist.

Täies mahus projekti läbiviijale on soovitus, et peaks liigitama ettevõtted ka suuruse järgi, et teha üldistusi ja keskmistamist eri suurusega firmade kaupa, mitu ja kui suure täitekogusega seadmeid on väikeses, keskmises ja suures kalandusettevõttes, sest täitekogused ja seadmete arvud erinevad oluliselt sõltudes ettevõtte suurusest.

Autorid tänavad infoga töösse panustajaid Reelika Mägi (OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus) ja Riho Pilv (Eesti Külmaliiit MTÜ).

Kasutatud kirjandus

<https://www.onninen.ee/uudised/uued-el-reeglid-kylmaseadmetele>

<https://www.klab.ee/f-gaasid/>

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202400573

<https://jvis.agri.ee/jvis/avalik.html#/toitKaitlemisettevotedparing?query=%257B%2522filter%2522%253A%257B%2522pohiKaitlemisvaldkonnad%2522%253A%255B11225%255D%252C%2522kaitlemisvaldkonnad%2522%253A%255B1002%255D%257D%252C%2522sort%2522%253A%257B%2522asc%2522%253Atrue%252C%2522fieldName%2522%253A%2522kaitlejaNimi%252CtegevuskohaNimi%2522%257D%252C%2522pagination%2522%253A%257B%2522page%2522%253A1%252C%2522pageSize%2522%253A50%252C%2522rowCount%2522%253A0%252C%2522ellipsisSize%2522%253A3%257D%257D>