

TARTU ÜLIKOOL

Majandusteaduskond

Rasmus Lang

SULETUD VEEKASUTUSEGA VIKERFORELLIKASVATUSE TASUVUSANALÜÜS  
EESTIS

Bakalaureusetöö

Juhendaja: lektor Maire Nurmet

Tartu 2025

Olen koostanud töö iseseisvalt. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, põhimõttelised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

**Sisukord**

Sisukord.....	3
Sissejuhatus.....	4
1. Kalakasvatuse investeeringute teoreetilised lähtekohad.....	6
1.1. Kalakasvatuse tegevusala investeeringu potentsiaal.....	6
1.2. Investeeringu tasuvusanalüüsi planeerimine ja meetodid.....	14
2. Kalakasvatuse tasuvuse hindamise empiiriline käsitus.....	24
2.1. RAS süsteemiga vikerforellikasvatuse kirjeldus ja andmete ülevaade.....	24
2.2. Kalakasvatuse tasuvuse hindamine.....	30
Kokkuvõte.....	38
Viidatud allikad.....	39
Lisad.....	45
LISA A. Peamised tootmisparameetrite väärtused RAS süsteemi ja vikerforelli kohta....	45
LISA B. Intervjuukava.....	45
LISA C. Suletud veekasutusega vikerforellikasvatuse rahavoogude tabel.....	46
Summary.....	49

## Sissejuhatus

Üks kiiremini kasvav toidutööstuse sektor maailmas on kala kasvatamine meres või siseveekogudes, täites ära üle poole inimeste kalatarbimisest (Euroopa Komisjon, i.a). Euroopa Liidu tarbijate nõudlus kalatoodete järele suureneb, ja kuna kalapüük ning vesiviljelus on ühed tõhusaimad loomse proteiini tootmise viisid, võib vesiviljelus olla potentsiaalne lahendus kasvavale loomse valgu vajadusele (Kotta et al., 2020; FAO, 2020). Nash (2010) kinnitab, et tänapäeval pakub vesiviljelus jätkusuutlikku alternatiivi tööstuslikule püügile, et saada kõrge kvaliteediga valku. Inimkonna jätkuv kasv, kalatootmise ja logistika areng ning võibolla ka toidueelistuste muutus tervislikuma kala suunas põhjustavad tõenäoliselt suuremat tarbimist veel pikaajaliselt.

Varem peeti ookeane ammendamatuks kalatoodete allikaks. Statistilised arvutused näitavad siiski kalavarude murettekitavat vähenemist ja paljud kalaliigid on juba praegu ülepüütud (Arifa et al., 2022). Kala puudus võib põhjustada tööstuslikku ülepüüki ehk olukorda, kus püügitempo ületab kalavarude taastumise kiiruse. See kahjustab mere ökosüsteemi, tuues kaasa eluslooduse ja kalavarude vähenemise või hävimise. Murekohaks on ka suur kaaspüügi suremus ehk liikide suremine, kes pole otseselt püügi sihtmärgiks. Ülepüügi kahju ulatub kaugemale kui keskkonnakahju – kalapüük on miljonite inimeste peamine elatusallikas kogu maailmas ehk kui kaovad kalavarud, kaovad ka töökohad (Overfishing, i.a).

Põllumajanduse ja kalanduse valdkonna arengukava aastani 2030 kohaselt on Eestis head tingimused ja eeldused vesiviljelustoodete tootmiseks (Regionaal- ja põllumajandusministeerium, i.aa). Siiski on suur osa punase kala turust importkaup. 2021. aastal imporditi jahutatud vikerforelli tuhat tonni. Eestis kasvatatud vikerforelli müüdi samal aastal 712 tonni (Josing et al., 2024). Kala toomine Norrast võib olla küll odavam, aga sellega kaasnevad ka riskid, nagu näiteks sõltuvus nende toodangust ja suurem CO2 jalajälg pikema tarneahela tõttu. Lisaks tooks kalakasvatamine Eestis juurde töökohti ja majanduslikku kasu. Saaks garanteerida suurema toiduohutuse ja selle jälgitavuse ning värskema ja kvaliteetsema tooraine.

Tervislik kala on kasulik ka tarbijale. Kala söömine vähendab südamehaigustest tingitud surma riski, mis on nii meeste kui naiste peamine surmapõhjus. Kala tarbimist on seostatud ka väiksema insuldi, depressiooni ja vanusega kaasneva vaimse allakäigu riskiga. Lisaks valgule ja muudele toitainetele, nagu D-vitamiin ja seleen, sisaldavad kalad

oomega-3-rasvhappeid, mis võivad vähendada südamehaiguste ja muude meditsiiniliste probleemide tekkimise riski. (Torpy jt, 2006)

Püsiv nõudlus valgurikka toidu ja kala järele nii globaalselt kui ka Eestis, arengukavade suunitlused, keskkonnasääst lühema tarneahela tõttu ja näiteks toiduga kindlustatuse tagamine on kõik põhjused, miks arendada siinset vesiviljelussektorit ja suurendada selle tootmiskahtu. Tegevusala arengut takistab, aga kõrge ettevõtete ebaõnnestumismäär (Engle et. al., 2020), mis tuleneb peamiselt suurest alginvesteeringu vajadusest ning ebakindlusest investeeringu tasuvuse osas (Badiola et al., 2012). Vaatamata sellele rajatakse üle maailma uusi suletud veekasvatusega kalakasvatusi (Engle, et. al., 2020), mis rõhutab vajadust selle majanduslike aspektide uurimise järele. Tasuvusanalüüsina käsitletakse töös investeeringu tasuvuse hindamist ehk kapitali eelarvestamist, mille peamine eesmärk sarnaselt ettevõtte omale on maksimeerida organisatsiooni väärtust (Velnampy, 2006). Antud töö käigus analüüsitava kalakasvatuse tasuvuse hindamine annab ülevaate kasvatuse majanduslikust elujõulisusest, võimalustest kasumlikkuse parandamiseks ja võiks anda ka järjekordse panuse uute projektide elluviimiseks.

Bakalaureusetöö eesmärk on välja selgitada, kas ja kui tasuv on suletud veekasvatusega (edaspidi RAS) vikerforellikasvatus.

Eesmärgi täitmiseni jõudmiseks püstitas töö autor järgnevad uurimisülesanded:

- 1) Kirjeldada kalakasvatuse tegevusala olemust ja selgitada välja selle äriplaneerimise perspektiivikus;
- 2) Anda ülevaade investeeringute tasuvusanalüüsi teooriast, uurida kalakasvatuse tegevusala analüüsiks sobivaid meetodeid varasemate teadusuuringute alusel ning otsustada, milline on sobivaim;
- 3) Koguda vajalikud andmed uuritavalt kalakasvatusest ning koostada projekti eelarve;
- 4) Viia läbi tasuvuse hindamine.

Bakalaureusetöö koosneb kahest peatükist. Esimeses peatükis uuritakse kalakasvatuse olemust ning tasuvusanalüüsi teoreetilisi lähtekohti varasemate teadustööde põhjal. Teises peatükis ehk töö empiirilises osas uuritakse vikerforelli kasvatavat RAS süsteemiga kasvatust ning hinnatakse selle tasuvust. Tasuvusanalüüsi teostamiseks vajalike andmete kogumiseks viidi läbi poolstruktureeritud intervjuu kalakasvatuse ettevõtte juhi ja omanikuga, kellelt saadi vajalik ekspertarvamus.

## 1. Kalakasvatuse investeeringute teoreetilised lähtekohad

### 1.1. Kalakasvatuse tegevusala investeeringu potentsiaal

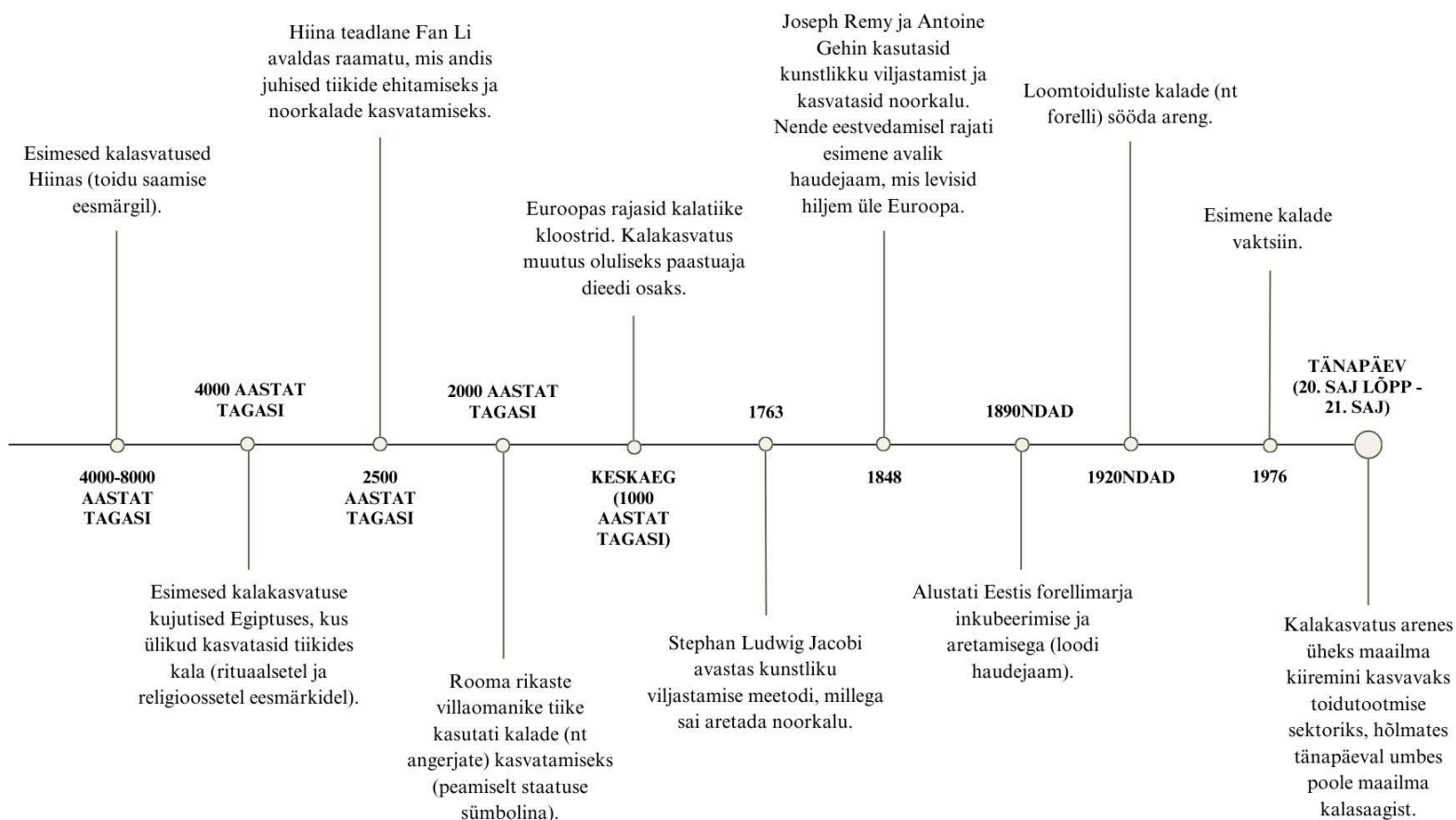
Veeorganismide, sealhulgas kalade kasvatamist inimese loodud ja reguleeritud kunstlikes tingimustes nimetatakse vesiviljeluseks ehk akvakultuuriks (ingl k *aquaculture*) (Päkk ja Paaver, 2020). Põllumajandus- ja Toidumamet (2023) toob välja, et vesiviljelus on veeorganismide kasvatamine tehnoloogiate abil, mis on välja töötatud organismide tootmiseks suuremas ulatuses, kui looduslik keskkond seda võimaldab. Vesiviljelust defineeritakse kui veeorganismide kasvatamist inimese poolt loodud ja reguleeritud kunstlikes tingimustes, kus saadav toodang ületab veekogu loomuliku produktsiooni (Eesti vesiviljeluse sektori arengustrateegia 2014-2020).

Vesiviljelus on osa kalandusest ja kalakasvatus on osa vesiviljelusest. Võrreldes loomakasvatusega on vesiviljelus uuem ja mitmekülgsem põllumajandusharu. Lisaks kaladele on võimalik viljeleda ka veetaimi, lüliljalgseid nagu vähk ja krevett ning erinevaid limuskeid nagu näiteks pärlikarbid või austrid (Päkk ja Paaver, 2020). See töö keskendub kalade vesiviljelusele ehk kalakasvatusele.

Ajalooliselt on kalu kasvatatud peamiselt ekstensiivsel viisil ja lihtsa tehnoloogia abil (Kalanduse teabekeskus, i.a). See tähendab ilma suurema inimesepoolse sekkumiseta ja loodusega sarnastes tingimustes. Joonisel 1 on välja toodud kalakasvatuse peamised arenguetapid.

Eestis on forellikasvatuse ajalugu üle saja aasta pikk. 1890. aastatel alustati forellimarja inkubeerimise ja aretamisega. 1910. aastaks oli Eestis üle 25 kalakasvatuse ning kalatiikide kogupindala ületas 30 hektarit. Tööstuslikus mastaabis vikerforellikasvatused tekkisid Eestis 1970-ndatel aastatel, kus esimest korda kasutati veeallikaks ka merevett. (Herman, 1997)

Suuremad arengud ja avastused on vesiviljeluses tehtud alles viimase paarikümne aasta jooksul ja valdkond on siiani veel tugevalt arenemas (Hoaglini, 2022). Vaid väheste kalaliikide kasvatamise ajalugu on üle saja aasta pikkune (Kalanduse teabekeskus, i.a). Üheks suurimaks arengukohaks on kalade tervis, nende vaktsineerimine ja haiguste ennetamine ning ravimine (Hoaglini, 2022). Nash (2010) pakub, et globaalse vesiviljeluse tulevik ei sõltu tulevases tehnoloogilisest arengust, vaid pigem avalikust huvist (nõudlusest), turgudest ja pühendumusest selle edasisele edule.



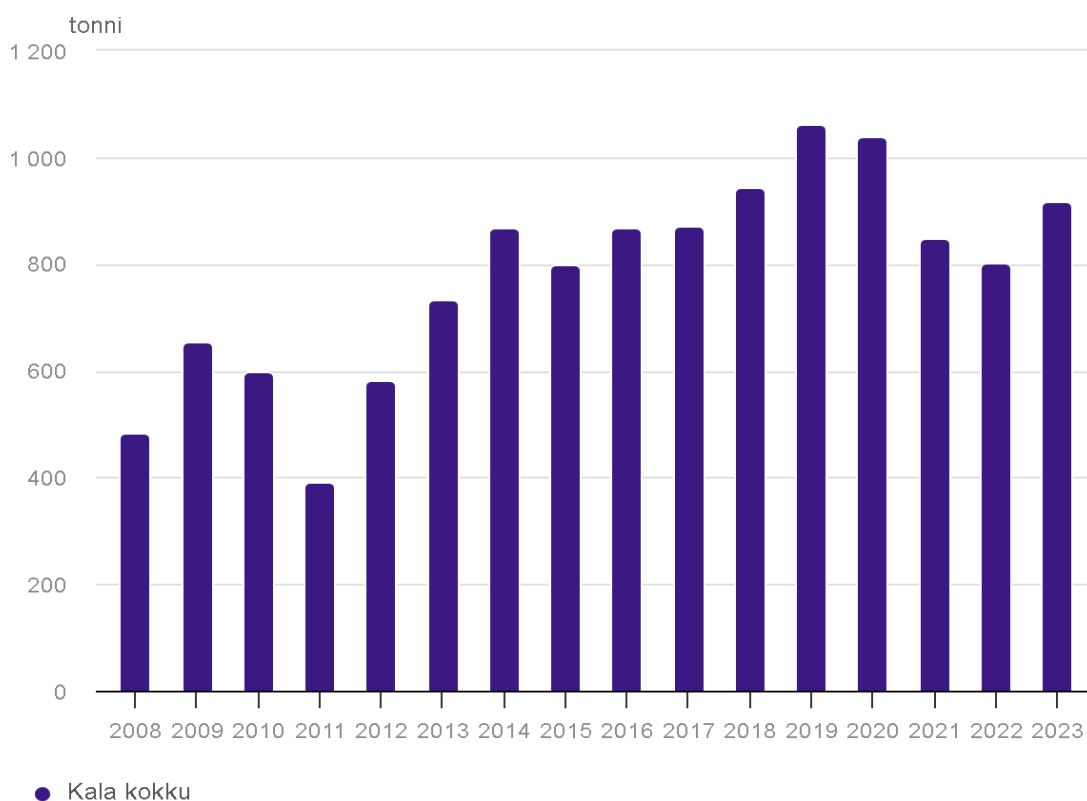
Joonis 1. Kalakasvatuse tegevusala areng

Allikas: Autori koostatud Herman (1997), Hoaglin (2022) ja Nash (2010) põhjal

Bakalaureusetöö investeerimisprojekti seisukohast on oluline saada ülevaade ka Eesti kalakasvatustoodangu nõudlusest ja pakkumisest. **Eesti** vesiviljelussektori maht on väike. 2023. aasta sektori hinnanguline müügikäive oli 5,7 miljonit eurot (Statistikaamet, 2024). Eestis kasvatatakse praegu peale kalade ainult jõevähki, kuid kavandamisel on ka vetikate ja karpide (molluskid) kasvatamine (Päkk ja Paaver, 2020; 10). Viimastel aastatel on keskendunud peamiselt vikerforelli ja karpkala kasvatamisele (Statistikaamet, 2024). 2023. aastal müüsid vesiviljelusettevõtted kokku 918 tonni kaubakala ja jõevähki (Statistikaamet, 2024; Statistikaamet, i.a). See maht on kaks ja pool korda väiksem, kui püük siseveekogudest ja üle viiekümne korra väiksem kui kalapüük Läänemerest (Statistikaamet, i.a). Lisaks turustati tarbimiseks peaaegu 10 tonni kalamarja (Statistikaamet, 2024; Statistikaamet, i.a). Eestis turumahu väiksuse tõttu kaubakala kasvatamiseks vajaliku kalamarja tootmist ei toimu.

Seepärast ostetakse kogu vajalik (viljastatud) kalamari või noorkalad sisse teiste riikide kalakasvatustest (Kotta et al., 2020).

Põllumajandus- ja Toiduameti andmetel tegeles 2023. aastal vesiviljelussektoris 46 tegevusloaga kasvandust, kellest 26 kasvatas kala (Bernotas et al., 2024). Toodangurekord pärineb 2019. aastast, mida on näha allolevalt Jooniselt 2.



Joonis 2. Müüdnud kalakasvatustoodang 2008–2023.

Allikas: Statistikaamet (i.a)

Müügimahtude jaotus aastate lõikes peamiste liikide puhul on välja toodud Tabelis 1.

Tabel 1

Eesti kalakasvandusest pärit toorkala müügimaht tonnides 2011.–2023. aastal

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Angerjas	2,0	*	*	127,0	*	*	*	*	*	*	*	*	36,6
Jöevähk	0,6	0,1	0,4	0,2	0,6	0,7	0,8	0,6	0,9	1,09	0,7	0,6	0,5
Karpkala	37,5	38,2	43,7	*	*	33,8	*	*	29,8	*	*	16,4	*
Vikerforell	333,8	455,3	465,5	569,6	559,0	680,4	702,2	804,1	927,0	869,9	711,9	677,5	784,8
Muu kala	18,7	87,2	223,5	172,1	238,7	152,9	167,4	139,0	104,3	168,9	136,9	106,3	96,6
<b>Kokku</b>	<b>392,6</b>	<b>580,8</b>	<b>733,2</b>	<b>868,9</b>	<b>798,3</b>	<b>867,7</b>	<b>870,5</b>	<b>944,0</b>	<b>1062,0</b>	<b>1039,9</b>	<b>849,5</b>	<b>800,8</b>	<b>918,5</b>
Toidukalamari	0,1	4,1	5,0	3,1	7,3	4,9	3,8	3,2	6,3	10,6	21,2	2,7	9,9

\*Andmete avaldamist ei võimalda andmekaitseõud

Allikas: Bernotas et al. (2024)

Eestis kasvatatud vesiviljelustooteid müüakse siseturule läbi mitme kanali – neid turustatakse jaekettidele, hulgimüüjatele ja töötlejatele, samuti otse tarbijatele ja turgudel. Lisaks leiavad need kasutust kalaturismi ettevõtetes ja asustusmaterjalina. Eesti vesiviljeluse sektori arengustrateegia aastateks 2014–2020 visiooniks oli, et sinne vesiviljeluse sektor saaks liidriks Eesti vesiviljelustoodete siseturul. Selle ni jõudmiseks seati eesmärgiks saavutada 50% turuosa Eesti vesiviljelustoodete siseturul. (Tallinna Ülikool ja Eesti Maaülikool, 2013)

Ekspertide hinnangul oleks aastaks 2020 olnud eesmärgi täitmiseks vaja jõuda enam kui 3000 tonnise müüginahuni (Tallinna Ülikool ja Eesti Maaülikool, 2013), millest jädi realsuses aga väga kaugete. Kokkuvõttes tõdeti siis ja võib tõdeda ka praegu, et vesiviljelussektori toodangumahud jäävad alla siseturu potentsiaalile.

Siiski pole tootmismahud eraldivõetuna ainsaks probleemiks. Sektori jätkusuutlikkus sõltub eelkõige toodete konkurentsivõimest, eriti hinnas ja kvaliteedis võrreldes import- (peamiselt Norra lõhe) ja asendustoodetega. Konkurentsieelise puudumisel tuleb tootjatel kasutada koduturu eelist, pakkudes värsket kohalikku kala ja kõrgema lisandväärtusega tooteid. (Tallinna Ülikool ja Eesti Maaülikool, 2013)

Sama arengukava hilisemas analüüsis rõhutatakse samuti koduturu eelist ja selle kasutamist ning müüginahu kasvuks vajalikku, üle 100 tonnise aastatoodanguga, kasvatuste eelistamist (Kalanduse teabekeskus ja SakiConsult OÜ, 2017). Ka värskem Eesti vesiviljeluse sektori arengustrateegia ja tegevuskava aastani 2030 keskendub samuti sektori konkurentsivõime tõstmisele ja toodangumahtude suurendamisele, juurde tuuakse ka koostöö ja innovatsioonivajadus. Läbi nende punktide soovitakse saavutada parem positsioon lisaks siseturule ka eksporditurgudel (Regionaal- ja põllumajandusministerium, i.ab). Eestis on head võimalused kalakasvatust arendada – valdkonna arenguks on tähtis rahastada kaasaegset tehnoloogiat ja rajatiste uuendamist, samuti on oluline oskuslik erialane tööjõud (Päkk ja Paaver, 2020). Varasematest poliitsuundumustest järeldub, et investeeringud uute kalakasvatuste rajamiseks kui ka olemasolevate tõhustamiseks on tootmismahude suurendamiseks ja nõudluse rahuldamiseks vajalikud.

Kalakasvatuse **forme** võib jagada peamiselt **tootmisintensiivsuse, tegevuse eesmärgi** ning **veevarustuse ja rajatise tehnilise lahenduse** järgi aga ka tootmistsükli iseärasuste alusel (vt Joonis 2) (Päkk ja Paaver, 2020).

**Tootmisintensiivsuse** ehk toodangu mahu järgi jagunevad kalakasvatused, kas teatud ajavahemikus või ruumalalt saadava toodangu mahu poolest ekstensiivseks, poolintensiivseks ja intensiivseks. **Ekstensiivselt** kasvatatakse kalu looduslike veekogudega sarnastes tehisrajatistes, näiteks tiikides ja paisjärvedes, ning vaid osaliselt kontrollib sealseid tingimusi inimene. Sel juhul on kalade asustus- või paigutustihedus väike ja inimese ülesandeks üksnes kalade asustamine ja väljapüük. Eestis kasvatavad kodutiikide omanikud ekstensiivselt karpkala ja teisi karplasi. **Poolintensiivne** kasvatamine erineb ekstensiivsest kalade suurema asustustiheduse ja inimese sekkumise ulatuse poolest. Suurem osa vajaminevast toidust antakse kaladele söödana. **Intensiivselt** kasvatatakse kalu tehismaterjalidest rajatistes, kus kalade tihedus on suur ning veevahetus kiire. Inimese sekkumine on sel viisil kõige suurem. Kuigi tegemist on kõige kulukama meetodiga, tagab see kalakasvatuses parima tootlikkuse. Eestis kasvatatakse sel meetodil kaubakalaks näiteks vikerforelli, angerjat ja tuura ning kalavarude taastootmiseks ja rikastamiseks angerja, lõheliste, siigade jt liikide noorjärke. (Päkk ja Paaver, 2020)

**Tegevuse eesmärgi** alusel on kalakasvatusel kaks peamist haru. **Kaubakalakasvatus**, mis toodab kala toiduks inimtarbimiseks ja **noorkalakasvatus**, mille eesmärk on taastada või suurendada looduslikke kalavarusid läbi taastootmise. Lisaks nendele on Eestis küllaltki levinud ka hobi- ehk väikekalakasvatus, kus kala kasvatatakse väiksemates veekogudes enda tarbeks ja mille otsene eesmärk pole suur toodangumaht. Üheks tulusaks kalakasvatusharuks võib olla ka veel dekoratiivkalade kasvatamine, kui seda tehakse kaubanduslikul eesmärgil. Samuti on Eestis olemas huvitav kalaturismi hulka kuuluv tegevusharu – kalapüük õngitsustiikides. (Päkk ja Paaver, 2020)

Kalakasvandus on kalade pidamiseks vajalike rajatiste kompleks. Kolmas ja viimane põhilisem viis kasvatuste eristamiseks on **veevarustuse ja rajatise tehnilise lahenduse** ehk kasvandustüübi põhjal. Kasutatava vee alusel jagunevad kasvandused veel **mere-** ja **magedaveelisteks**. Vee soolsusest oleneb, milliseid kultuure ja liike on võimalik viljeleda. Kasvanduse veeallikaks võib olla näiteks mere-, jõe- või allikavesi ning need võivad olla varustatud, kas isevoolselt või põhineda pumpamisel. Erinevad rajatise tüübid on **tiigid**, **basseinid**, **kiirvoolukanalid**, **sumbad** ja **vee korduskasutusega süsteemid**. (Päkk ja Paaver, 2020)

**Tiik** on looduslikust materjalist rajatis, mis on reguleeritava veerežiimiga. **Basseiniks** kutsutakse igat väikese mahutavusega tehismaterjalist kalakasvatusrajatist. Suuremaid piklikke basseine ja tiike, mis on vaheseintega osadeks jaotatud ning kus kasutatakse intensiivset veevahetust kutsutakse Eestis **kiirvoolukanaliteks**. Veel üheks

kalakasvatuserajatisse tüübiks on **sump**, mis on võrkseintega ujuv ning mis paigaldatakse ankurdatud või ujuvalt veekogusse. (Päkk ja Paaver 2020)

Antud töö raames on kõige olulisemad **vee korduskasutusega kalakasvandused** (ingl k *recirculating aquaculture system* ehk RAS ehk retsirkulatsioonisüsteem), kus vesi on pidevas korduskasutuses. Süsteem on loodud väliskeskkonnast sõltumatuks, võimaldades stabiilseid kasvutingimusi, veevajaduse minimeerimiseks ja keskkonnakoormuse vähendamiseks (Murray et al., 2014; Päkk ja Paaver, 2020), mis on väga tähtis arvestades Eesti keskkonnasaaste maksustamist (Päkk ja Paaver, 2020). Vee täielik puhastamine ja korduskasutus sobivad tingimustesse, kus veevarud on väga väikesed või keskkonnakaitseõuded nii ranged, et kasutatud vett ei saa puhastamata kujul loodusesse lasta (Päkk ja Paaver, 2020: 19).

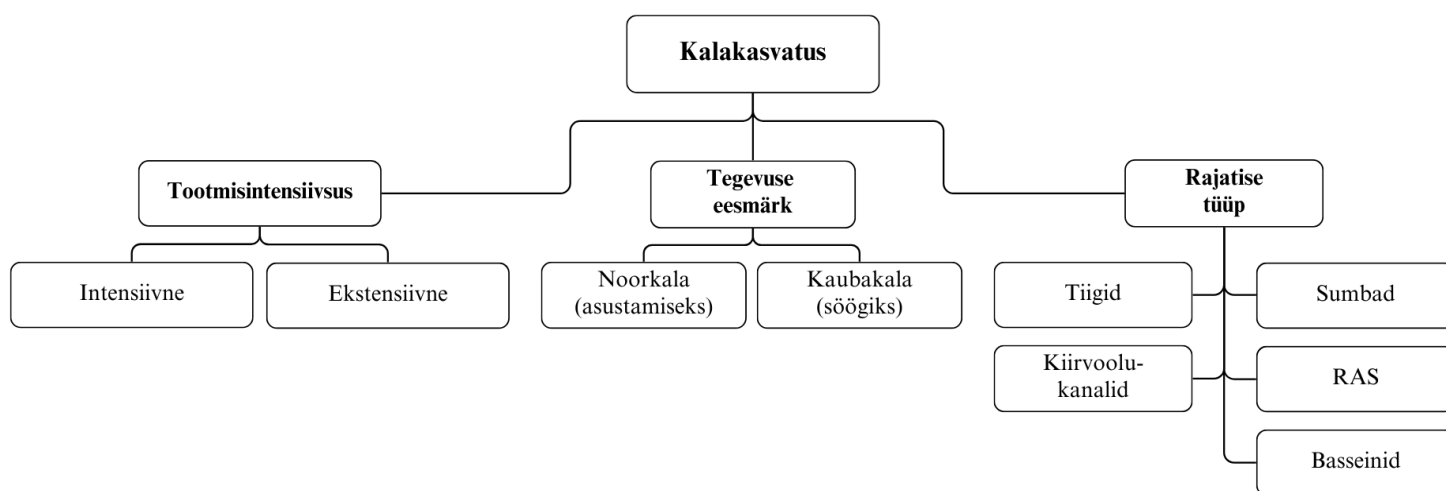
RAS süsteem on kujundatud erinevate filtrite (bioloogiliste ja mehaaniliste) kasutamisele (Murray et al., 2014; Päkk ja Paaver, 2020). Kasutatud vesi puhastatakse filtrite abil, sellele lisatakse hapnik ja seejärel suunatakse see taas ringlusesse (Päkk ja Paaver, 2020). RAS-kalakasvanduse rajamine ja ülalpidamine on suhteliselt kallis (Arifa et al., 2022; Päkk ja Paaver 2020), mis võib potentsiaalseid panustajaid hirmutada (Arifa et al., 2022). Lisaks nõuab see head oskusteavet ja palju eriotstarbelisi vahendeid, lisaks filtritele ka pumпасid ning vee desinfitseerimise ja vee koostise reguleerimise seadmeid. Pidev elektrivarustus on hädavajalik – pumpade seiskumisel võivad kalad surra minutitega (Päkk ja Paaver, 2020). RAS süsteemide puhul on investeringukulude katmiseks ja kasumi teenimiseks vajalik suur kalade asustustihedus (Arifa et al., 2022). Kala liik on üks kriitilisi tegureid, mida tuleb arvestada, et saavutada kasumlikkus (Arifa et al., 2022), seetõttu soovitatakse kasvatada eelkõige vääriskalu, sest nende kõrge müügihind korvab suuremad tootmiskulud (Päkk ja Paaver, 2020). Peamine eesmärk on müüa kala kõrge hinnaga, samal ajal hoides tootmiskulud võimalikult madalal tasemel (Arifa et al., 2022).

Samal ajal on RAS süsteemid keskkonnasäästlikud. Nendest ei satu keskkonda reoaineid, sest kalade jääkained kõrvaldatakse. Antud kõrvalsaadust saab kasutada edaspidi näiteks põldude väetamiseks. Tootmistingimused on täielikult kontrollitavad, kuna need ei sõltu vee koguse ja kvaliteedi kõikumisest looduses või on mõju väike. Siseruumides püsib optimaalne kasvukeskkond (veetemperatuur, hapnikusisaldus) aasta läbi stabiilne. Ka talvel püsib vesi soe, sest pidevalt ringleva, kord juba ülessoojendatud veemassi temperatuuri säilitamiseks pole vaja suurt soojushulka. (Päkk ja Paaver, 2020)

Kokkuvõttes pakub RAS süsteem rohkem eeliseid kui ükski teine rajatis tüüp, kuna see võimaldab suurt kontrollitaset ja loob paremad alused riskijuhtimiseks (Arifa et al.,

2022). Selle tehnoloogia abil on võimalik saavutada kõrge bioloogilise turvalisuse tase, isoleerides kalapopulatsiooni väliskeskkonnast (Murray et al., 2014), mis tähendab, et saak ei saa hävida kontrollimatute keskkonnategurite tagajärjel, näiteks kõrge temperatuuri või üleujutuse tõttu, nagu see võib juhtuda tiikide puhul. Nendel põhjustel uurib autor käesolevas töös vee korduskasutusega kalakasvandust.

Joonisel 3 on välja toodud kokkuvõtte erinevatest kalakasvatuse vormidest.



Joonis 3. Kokkuvõtte kalakasvatuse liigitusest

Allikas: Autori koostatud Päck ja Paaver (2020) põhjal

Nagu eelnevalt mainitud, on kalaliik üks olulisemaid tegureid kasumlikkuse saavutamiseks. Eesti kliima ja veekogud sobivad hästi vikerforelli kasvatamiseks.

**Vikerforell** (*Oncorhynchus mykiss*) kuulub lõheliste seltsi. Õige toitmise korral sisaldab tema liha 10-15% rasva toorkaalust, mis teeb temast väärtusliku toidukala. Kalakasvatuseks muudavad vikerforelli eriti sobivaks tema bioloogilised omadused, mis määravad ka vajalikud kasvatustingimused. Tänu kompaktsel kehaehitusele – väike pea, luustik ja siseelundid – on vikerforelli lihasaagis suur, ulatudes 65%-ni. Tänapäevane kasvanduste vikerforell on võrreldes oma metsiku esivanemaga läbi teinud olulise arengu. Aretuse tulemusena on ta omandanud kalakasvatuse seisukohalt mitmeid väärtuslikke omadusi – ta kasvab kiiremini, on viljakam ja talub paremini stressi. (Päck ja Paaver, 2020)

Just nendel põhjustel on autori soov uurida bakalaureusetöös vikerforelli kasvatavat kalakasvatust. Lisaks on vikerforelli aastane toodangumaht Eestis 600-1000 tonni vahel (vt Tabel 1), moodustades vaieldamatult suurima osa siinsest kasvatusmahust.

Vikerforelli kasvatamisel ja turustamisel on kaks peamist suunda. Esimene võimalus on toota väiksemat, 250-400 grammi kaaluvat portsjonforelli. Teine variant on kasvatada suuremat, 1,5-3 kilogrammist lõheforelli, mis on Euroopa tarbijate silmis võrdväärne alternatiiv Atlandi lõhele. Eesti forellikasvatajad on keskendunud peamiselt suurema forelli tootmisele, kuigi väiksemat forelli (tuntud ka kui beebiforell) kasvatatakse samuti. Lisaks kalale endale teenivad kasvatajad märkimisväärset tulu ka soolatud punase kalamarja müügist. (Päkk ja Paaver, 2020)

Veel üks viis kasumlikkuse suurendamiseks on kalatootmise tõstmine tiigi pindalaühiku kohta, mistõttu enamik kommertskasvatajad järgivad tootlikkuse suurendamiseks intensiivseid või poolintensiivseid kasvatusüsteeme (Saha et al., 2022). Kalade asustustihedus on kasvanduse üks olulisim tootmistingimus, mis sõltub näiteks vee hapnikusisaldusest ja kalade suurusest. Kalakasvataja eesmärk on tagada tihedus, mille juures kalade juurdekasv on suurim ja söödakasutus optimaalne. Intensiivses kalakasvatuses on tasuvuse, toodangu kvaliteedi ja kalakasvatuse keskkonnasäästlikkuse tähtsaim eeltingimus just kalade õige söötmise korraldamine. Söötmisest olenevad kalade juurdekasv, tervis ja liha omadused (Päkk ja Paaver, 2020). Saha et al. (2022) kinnitab, et lisaks muudele tootmisteguritele, nagu asustusmaterjal ja tööjõud, on kaubanduslikud graanulsöödad üks olulisemaid sisendeid ja selle mõju vesiviljeluse tootlikkusele väga suur. Olulisim söötmise resultatiivsuse näitaja on söödaväärindus (ingl k *food conversion ratio* ehk FCR), mis näitab, kui palju sööta kulub ühe kilo kala juurdekasvuks. Optimaalse tiheduse ületamisel ei jätku sööda seedimiseks hapnikku, ainevahetusjääkide sisaldus vees suureneb ja kalad kannatavad stressi all, juurdekasv väheneb ja suureneb bakteriaalhaiguste oht. Kui tihedus on aga liiga väike, jääb rajatise tootmisvõimsuse potentsiaal kasutamata (Päkk ja Paaver, 2020). Seetõttu peavad kalakasvatajad kombineerima sisendid ja väljundid ratsionaalselt, et oma kasumit maksimeerida (Saha et al., 2022).

Kokkuvõttes, soovides rajada ärilise perspektiiviga kalakasvatust, peab investeringu planeerimisel arvestama:

- tegevusala uudsuse ja pideva arenguga, mis toovad kaasa ka ebakindluse ja kõrgema riskiastme;
- kala nõudluse ja pakkumisega Eesti turul;
- erinevate võimalike rajatistüüpide ja kalaliikidega, sealhulgas RAS-i eeliste ja puudustega.

## 1.2. Investeeringu tasuvusanalüüsi planeerimine ja meetodid

Bakalaureusetöö käsitleb tasuvusanalüüsina investeeringu tasuvuse hindamist. Kui hinnata kindla projekti või ettevõtte tasuvust, selle finantspoolt, majanduslikku elujõulisust on selleks mitmeid variante, meetodikaid ja mõõdikuid. Et anda teemast väärtuslik teoreetiline ülevaade, oli vaja jõuda korrektsete märksõnadeni nagu kapitali eelarvestamine (ingl k *capital budgeting*) ja investeeringu hindamine (ingl k *investment appraisal*). Soovides uurida ja avada just tasuvuse finantsilist poolt, rahavoogudel põhinevaid meetodeid, pole kõige paremad märksõnad tasuvusanalüüs (ingl k *profitability analysis*) ja kulu-tulu analüüs (ingl k *cost-benefit analysis*). Organisatsioonid panustavad suuri summasid erinevatesse projektidesse ja kuna nende eesmärk on kasumi teenimine, on edu saavutamiseks oluline hinnata ka ettevõtte investeeringu tasuvust (Velnampy, 2006). Ehk selle peatüki eesmärk on anda ülevaade tasuvuse hindamisest ja välja selgitada sobiv meetod kalakasvatuse jaoks.

**Ettevõtteid luuakse** erinevatel põhjustel, näiteks kasumi teenimiseks, nõudluse rahuldamiseks, tööhõive suurendamiseks või kohaliku arengu hüvanguks, kuid kõige selle jaoks on vaja investeeringuid (Szilágyi ja Csiszárík-Kocsir, 2015). Konstantin ja Konstantin (2018) defineerivad **investeeringut** kui ärilist tegevust, mille käigus paigutatakse kapitali, et teenida tulevikus tulu. Ühtlasi ei ole **ettevõtete eesmärk** ainult vara omandamine, vaid ka selle kasv tulevikus ning ettevõtte väärtuse maksimeerimine. Kasum on seejuures tulevaste investeeringute rahastamise allikas, mistõttu suurendavad head tootluse väljavaated ettevõtte hetke- ja tulevikuväärtust (Szilágyi ja Csiszárík-Kocsir, 2015). Ka kalakasvatuse peamine eesmärk on teoreetiliselt ettevõtte väärtuse maksimeerimine, kasutades tõhusalt olemasolevaid ressursse, tehnoloogiat ja tootmismeetodeid (Saha et al., 2022). Vesiviljelusettevõtted püüavad kindlasti suurendada kasumit, kuid see ei pruugi olla ainus eesmärk, eesmärgid võivad sisaldada ka keskkonna- ja sotsiaalseid tegureid.

Kapitali eelarvestamine on vahend, mis võimaldab ettevõttel analüüsida pikaajalisi investeerimisvõimalusi ja valida nende seast strateegiaga kooskõlas olevad projektid (Szilágyi ja Csiszárík-Kocsir, 2015). Valling (2016) ütles, et kapitali eelarvestamine on protsess, mille käigus ettevõtte juhid analüüsivad ja hindavad, kas investeerimisprojekt on kasumlik või mitte. Kui investeerimisvõimalusi on mitu, selgitatakse välja parim, suurimat kasumit tootev võimalus. Kapitali eelarvestamine ehk investeeringute hindamine toetab juhtimisotsuste tegemist, aidates määratleda, millistesse projektidesse või varadesse investeerida ja kuidas neid finantseerida, et saavutada ettevõtte eesmärgid (Harris ja El-Massri, 2011). Investeeringu analüüs on protsess, mille käigus hinnatakse võimalikku investeeringut tasuvuse ja riski seisukohast (Hogstad, 2019).

Investeeringute tasuvuse mõõtmise **tähtsus** seisneb selles, et see aitab vältida finantsraskustest tingitud projektide ebaõnnestumisi ning ettevõtetel on tänu sellele võimalus loobuda projektidest, mis võivad kaasa tuua kahjusid (Szilágyi ja Csiszárík-Kocsir, 2015). Ettevõtte tulemuste, eelkõige kasumlikkuse kohta käiv teave on oluline juhtimisotsuste tegemisel, mis puudutavad tulevikus ettevõtte kontrolli alla minevaid majandusressursse. Selle vaate eesmärk on saavutada paremad majandustulemused, mis tõstavad ettevõtte konkurentsivõimet ja vastavad aktsionäride ootustele (Burja, 2011). Juhtkond peaks kasutama juhtimisarvestuse vahendeid, et hinnata pikaajaliste investeeringute alternatiivide tasuvust ning nende suutlikkust luua optimaalseid rahavoogusid aktsionäride rikkuse maksimeerimiseks (Harris ja El-Massri, 2011). Projekti hindamine on kapitalikulutuste otsuste tegemisel oluline, kuna organisatsioonid investeerivad pidevalt ressursse uutesse seadmetesse, rajatistesse või muudesse kapitalivaradesse tegevuse laiendamiseks või efektiivsuse parandamiseks. Projekti hindamise peamine eesmärk on maksimeerida organisatsiooni kasumit ning seda saab saavutada, kas tulu suurendamise või kulude vähendamise kaudu. Seega tuleb investeeringutega seotud otsuseid tehes arvestada kõikide investeeringut mõjutavate teguritega (Velnampy, 2006).

**Projekt** on korraldatud tegevus, mille eesmärk on täita kindel, tavaliselt mitte-rutiinne ülesanne. Need on sageli ajamahukad, suuremahulised või keerukad ja vajavad tavalisest tootmisülesandest suuremat pühendumust, mistõttu neid hallatakse eraldiseisvate ettevõtmistena. Projekti juhtimine erineb tavapärase ettevõtte juhtimisest mitmel viisil. Projekti eesmärk on täita konkreetne ülesanne ja seejärel lõpetada, projekt võib olla pikaajaline, kuid selle tegevusvahendid (nt seadmed) asendatakse projekti lõppedes. (Velnampy, 2006)

Oluline on tuvastada need tegurid, mis on erineval määral ühised kõigile projektidele ja mille hindamine aitab kindlaks teha alternatiivsete ettepanekute suhtelist kasumlikkust. Velnampy (2006) sõnul on need tegurid:

1. projekti algkulu;
2. kulude jaotus ajas;
3. investeeringu hinnanguline eluiga;
4. saadava tulu suurus ja ajastus;
5. projekti mõju, kui see on olemas, kogu ettevõtte tegevusele või kasumlikkusele.

Kalakasvatus on kapitalimahukas ettevõtlusharu, mis tähendab selle tegevusega alustamisel või laiendamisel suurt alginvesteeringut rajatistesse ja tootmisseadmetesse (Eesti Maaülikool, 2015). Projekti algukulu suurus sõltub kalakasvatuse puhul eelkõige rajatise

tüübist, kuid samuti selle mastaabist ning muudest teguritest. Suletud veekasutusega rajatise alginvesteering on suurem kui avatud veekasutusega tiigikasvanduse oma. Kulude ja tulude suurus ning ajastus sõltub näiteks kasvatatavast liigist (selle kasvutempo), tootmise tsüklilisusest ehk peamiselt juba ärimudeli spetsiifikast. Vikerforelli müügihind, millest oleneb ka tulu suurus, kujuneb vastavalt Norras loodud Euroopa lõhefutuuri börsi Fish Pool Atlandi lõhe hinnale (Fish Pool, i.a; Landazuri-Tveteraas, et. al, 2020). Kalakasvatuste hinnanguline eluiga on tavaliselt pikk, mistõttu oleneb investeeringu vaatest selle hindamine juba vajadusest.

Üldiselt on ettevõtetele investeeringuteks piiratud vahendid. Investeeringu suurust arvestatakse otsuste tegemisel, milline projekt valida. Minimaalne tootluse määr otsustatakse tavaliselt kapitalikulu alusel. Kui kapitalikulu on 16%, ei aktsepteeri juhtkond projekti, mille tootlus on alla 16%. Kui saadaval on kaks või enam ettepanekut, järjestatakse need kasumlikkuse alusel ning seejärel valitakse ettepanek, mis on kõige kasumlikum. (Velnampy, 2006)

**Kapitali hinda** ehk **nõutavat tulunormi** on vaja arvutada, kuna investorid soovivad rahapaigutuse eest kompensatsiooni (tarbimise edasilükkamise eest riskivaba tulusust ning võetud riski ja inflatsiooni eest riskipremiat). Selleks on kapitali kaalutud keskmine hind (ingl *k weighted average cost of capital* ehk WACC), mis on minimaalne tulunorm, et rahuldada omanikke kui ka laenuandjaid ettevõtte riskitaseme juures. (Kõomägi, 2006)

Lisaks võõrkapitalile on ka omakapitalil hind, mis võib olla kulukam kui võõrkapital. Aruandeaasta kasum peab teenima vähemalt nõutava tulunormi, sest muidu võiksid omanikud raha investeerida mujale kasumlikumalt. Ehk arvestada tuleb ka alternatiivkuludega. (Kõomägi, 2006)

Omakapitali hinna määramiseks kasutatakse finantsvarade hindamise mudelit - CAPM (*capital assets pricing model*) (Kõomägi, 2006):

$$k_s = R_f + \beta \cdot (R_m - R_f) \quad (1)$$

kus  $R_f$  – riskivaba tulumäär

$R_m$  – turutulumäär

$k_s$  – nõutav tulumäär omakapitalilt ehk omakapitali hind

$\beta$  – beetakordaja

**Investeeringute planeerimise sammud** on investeerimisvõimaluse tuvastamine, alternatiivide kaalumine, asjakohase teabe kogumine, detailne planeerimine ja investeerimisotsuse tegemine. Otsuse aluseks oleva teabe kogumine on praktikas üks olulisemaid aspekte. Suuremad investeeringud, mis osutuvad kahjumlikuks, toovad kaasa märkimisväärseid kaotusi, kui need tuleb lõpetada. Seetõttu ei ole turu-uuringutele ja kulude-tulude andmete kogumisele kulutatud aeg kunagi raisatud. See tegevus aitab juhtidel realistlikult hinnata prognoose ning välistada juba varakult kehvad projektid, enne kui need jõuavad intensiivsesse finantsanalüüsi. (Velnampy, 2006)

Investeeringuprojekti hindamiseks saab kasutada keerukamaid ja lihtsamaid **meetodeid**. Investeeringu hindamise meetodite puhul eristatakse tavaliselt kahte varianti – diskonteerimismeetodid (dünaamilised), mis arvestavad rahaajaväärtuse ja intressidega ning mitte-diskonteerimismeetodid (staatilisid), mis seda ei tee (Konstantin ja Konstantin, 2018).

Finantsanalüüsi põhieesmärk on projekti rahalise tasuvuse hindamine konkreetsete näitajate ehk mõõdikute abil (Medvedskaja, 2015). Hea investeeringute hindamise mõõdik peaks sisaldama investeerimisettepaneku eelised ühesainsas näitajas, peaks võimaldama võrrelda erinevaid projekte, peaks olema lihtne ja kasutajatele kergesti mõistetav ning peaks olema väljendatud viisil, mis sobib ettevõtte pikaajaliste eesmärkidega (Velnampy, 2006). Järgnevalt toob autor välja peamised finantsilised mõõdikud, mida kasutatakse investeeringute hindamiseks.

Konstantin ja Konstantini (2018) sõnul jagunevad mõõdikud diskonteerimata rahavoogude meetodideks ja diskonteeritud rahavoogude meetodideks (DCF).

#### 1. **Diskonteerimata rahavoogude meetodid on:**

- investeeringutasuvus (ROI)
- tasuvusaeg (PB)

ROI on lihtne ja intuiitiivne meetod, mida saab ümber arvutada ka aastaseks tulumääraks. Siiski ei arvesta see raha ajaväärtust ning sisaldab subjektiivseid hinnanguid, mis võivad tulemusi mõjutada. Tasuvusaeg (PB) mõõdab aega, mille jooksul investeeringu maksumus kaetakse saadud tulu või säästude kaudu, väljendatuna aastates. See on kergesti mõistetav mõõdik, mis aga ei arvesta projekti kasumlikkust ega diskonteeritud rahavoogusid, mistõttu võib juhtuda, et kasumlikud projektid lükatakse tagasi või eelistatakse mittetulusaid projekte. (Velnampy, 2006)

#### 2. **Diskonteeritud rahavoogude meetodid (DCF) on:**

- nüüdispuhasväärtus (NPV)
- sisemine tulumäär (IRR)

- kasumiindeks (PI)
- diskonteeritud tasuvusaeg

Diskonteeritud rahavoogude meetodid võtavad arvesse nii raha ajaväärtust kui ka kogutootlikust projekti eluea jooksul. DCF meetod hõlmab nüüdispuhasväärtust (NPV) ja sisemist tulumäära (IRR) (Velnampy, 2006). Kõomägi (2006) lisab nendele mõõdikutele veel kasumiindeksi (PI) ja diskonteeritud tasuvusaja. Diskonteeritud rahavoogude meetodid on seega investeringute hindamise meetodina paremad kui investeringutasuvus ja tasuvusaeg (Velnampy, 2006). Ka Medvedskaja (2015) arvates võiks finantsanalüüs põhineda diskonteeritud rahavoogudel, mis võtavad arvesse rahalised kulud ja tulud ning leiavad sobiva projekti kajastava diskontomäära nüüdispuhasväärtuse leidmiseks.

Peamised meetodid, nagu ROI, PB, NPV ja IRR, on laialdaselt kasutusel erinevates ettevõtetes ja riikides (Velnampy, 2006). Nüüdispuhasväärtus (NPV), sisemine tulumäär (IRR) ja tasuvusaeg (PB) on kõige populaarsemad kapitali eelarvestamise tehnikad arenenud maades (Siziba ja Hall 2021). Hogstad (2019) väidab, et uuringute põhjal on Skandinaavia ettevõtetes just NPV mudel kõige sagedamini kasutatav tehnika investimisprojektide tasuvuse hindamisel. Arifa et al. (2022) sõnul kasutatakse vesiviljeluses investeringute tasuvuse hindamiseks tasuvusaega, keskmist tulumäära ja diskonteerimise meetodeid, nagu NPV ja IRR.

Ahmed (2013) uuris **kapitalieelarvestuse meetodite valiku põhjuseid**. Selgus, et meetodi valikut mõjutavad paljud rahalised ja mitterahalised tegurid, nagu ettevõtte suurus, kulud, tulud, kasumlikkus, finantsvõimenduse tase, projekti mõistmine, vaba raha kättesaadavus ja otsustajate haridustase. Meetodite valiku ja valikut mõjutavate tegurite vahel leiti olulisi erinevusi. Selgus, et enamiku rahaliste tegurite ja meetodite vahel on positiivne seos, kuid enamiku mitterahaliste muutujatega on seos negatiivne. (Ahmed, 2013)

Et välja selgitada parim meetod kalakasvatuse projekti tasuvuse hindamiseks, annab autor järgnevalt ülevaate **varasemalt tehtud kalakasvatuse tasuvuse uuringutest**.

Treadwell ja McKelvie (1991) hindasid erinevate kalakasvatustehnoloogiate ja liikide tasuvust Austraalias. Investeringu tasuvuse hindamiseks kasutati IRR-i (eeldati, et ülejäägid reinvesteeritakse). Lisaks kasutati uuringus stohhastilist analüüsi, täpsemalt Monte Carlo simulatsiooni, mis on arvestades vesiviljeluse suurt ebakindlust asjakohane. Meetodi eesmärk on käsitleda ebakindlust, mis tuleneb erinevatest võimalikest väärtustest peamiste parameetrite puhul. Simulatsiooni käigus genereeriti juhuslikke väärtusi igale parameetrile nende jaotuste alusel (nt kolmnurkjaotus) ja arvutati nende põhjal IRR-i tõenäosusjaotus. Näitaja oodatava jaotuse põhjal leiti ka keskmine väärtus. See lähenemine võimaldab anda

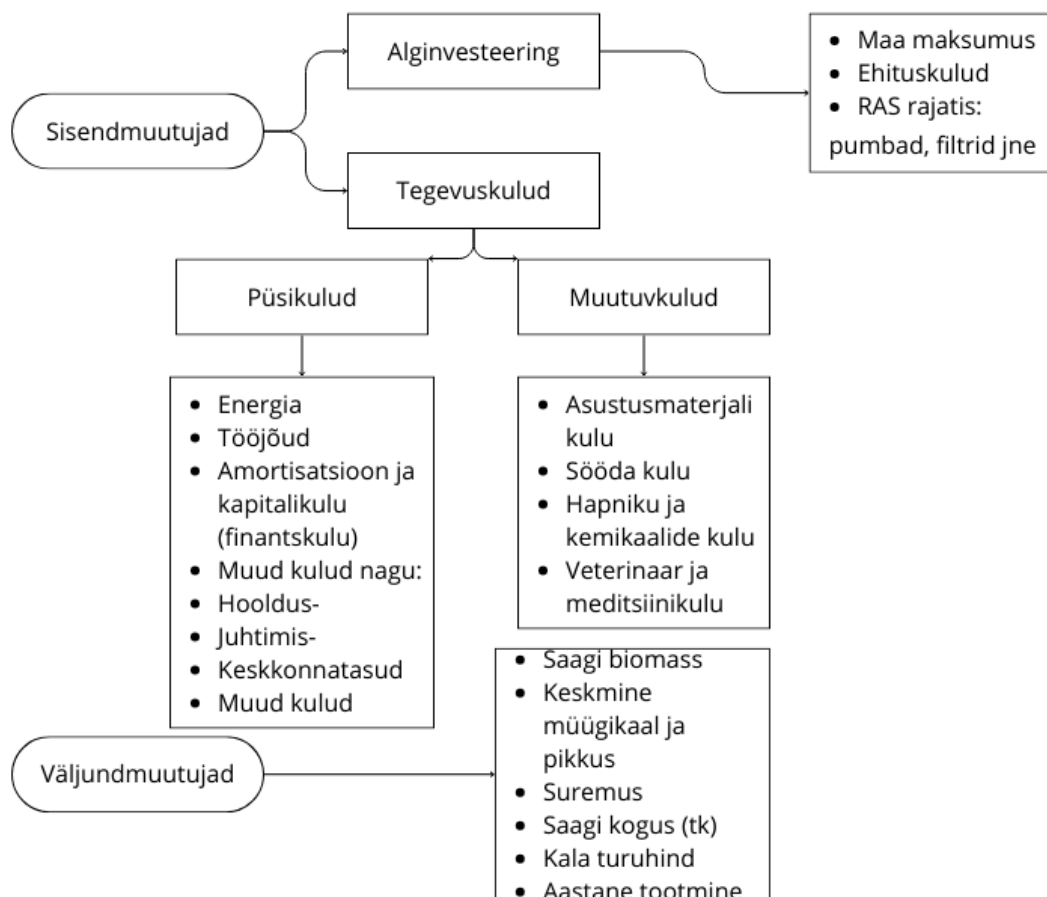
tulemused koos vastavate tõenäosustega, mis kajastavad ebakindlust ning välistab ka vajaduse igale parameetrile eraldi tundlikkuse analüüsi tegemiseks. (Treadwell ja McKelvie, 1991)

Engle et al. (2020) uuring analüüsis aga erinevate vesiviljelussüsteemide, sealhulgas tiikide, kanalite ja vee korduskasutusega süsteemide (RAS), kulutegureid ja kasumlikkust USA-s. Vikerforelli RAS süsteemide eelarved koostati, kasutades Atlandi lõhe RAS kirjandusest pärinevaid kapitalikulude hinnanguid ning tootmisparameetrite väärtusi muust teaduskirjandusest. Kasutatud peamiste tootmisparameetrite väärtused on Lisas A. Kasvatuste tasuvuste võrdlemiseks kasutati suhtelist kasumlikkust, mis leiti jagades turuhinna ja tasakaaluhinna vahe turuhinnaga ning korrutati seejärel sajaga. Ükski RAS süsteem ei olnud tasuv, aga suuremahulised kasvatused näitasid väiksemaid kahjumeid (\$/kg kohta toodetud kalast) kui väiksema mahulised. (Engle et al., 2020)

RAS süsteemide arendamiseks kasutatud investeerimiskapital on suures osas rahastatud välisinvestorite poolt ning RAS-ettevõtetele on iseloomulik kõrge ebaõnnestumismäär (Engle et al., 2020). Badiola et al. (2012) töid RAS-ettevõtete peamiste raskustena esile suured investeeringukulud ja pikad tasuvusajad. Sellegipoolest tehakse jätkuvalt uusi teateid märkimisväärsetest investeeringutest RAS süsteemidesse nii Ameerika Ühendriikides kui ka mujal, hoolimata sellest, et RAS kasvatuste majanduslikud aspektid on üldiselt teadmata (Engle et al., 2020).

Kuna investering on RAS süsteemi puhul suurem, tehnoloogia kallim kui näiteks avatud veevooluga tiikide puhul, on eriti oluline hinnata selle majanduslikku elujõulisust. Arifa et al. (2022) võttis uurimise alla esimese väiksemahulise RAS süsteemiga kasvatus Bangladeshis, mis on tegutsenud alates aastast 2016. Süsteemi veekogus oli kokku 80 000 tonni ja üle 99% veest kasutati uuesti – selle tulemusena on vaja täiendavalt kasutada ainult 2l magevett päevas ühe mahuti kohta. Kokku oli süsteemis kaheksa kasvatusmahutit. Uurimuse all olid kaks erinevat liiki säga. (Arifa et al, 2022)

Tasuvuse hindamiseks vajalike andmete kogumiseks koostati struktureeritud küsimustik, mis hõlmas nii majanduslikku kui tehnilist infot. Küsimustik koosnes kahest osast – sisendmuutujad ja väljundmuutujad (vt Joonis 4). Kõik andmed, mis käsitlevad kalakasvatuse kulusid, koguti sisendmuutujatest. Vastupidi, tulude rahavoog, arvutati väljundmuutujate osadest saadud teabe põhjal. Nimetatud muutujaid Joonisel 4 kasutati ka hilisemas empiirilises osas intervjuukava ja kalakasvatuse eeldatava eelarve koostamiseks.



Joonis 4. Vajalikud sisend- ja väljundmuutujad tasuvusanalüüsi läbiviimiseks  
Allikas: Autori koostatud Arifa et al. (2022) ja Eesti Maaülikool (2015) põhjal

Edasi kasutati majandusliku jätkusuutlikkuse hindamiseks järgmiseid bioloogilisi ja majanduslikke mudeleid, mis kirjeldavad kala tootmist RAS süsteemis (Arifa et al., 2022).

**Bioloogilise mudeli** analüüsiks kasutati järgnevaid valemeid, et arvutada kalade biomass, kalade väärtus ja söödaväärinduse (FCR) koefitsient (Arifa et al., 2022):

$$\text{Kala biomass } B(t) = N(t) * W(t) \quad (2)$$

kus  $N(t)$  – kalade arv ajahetkel  $t$

$W(t)$  – kalade kaal ajahetkel  $t$ .

$$\text{Kalade väärtus ehk müügitulu } S(t) = P(w) * B(t) \quad (3)$$

kus  $P(w)$  – ühe kilo kala hind.

$$\text{Söödaväärinduse koefitsient } FCR = \frac{FB}{BM2 - BM1 - FT} \quad (4)$$

- kus  $FB$  – tarbitud söödahulk (kg)  
 $BM2$  – biomass saagi korjamisel (kg)  
 $BMI$  – asustamise biomass (kg)  
 $FT$  – kalade suremus (kg)

**Majandusliku mudeli** analüüsiks kasutati uuringus kasumiindeksit (ingl k *profitability index*), nüüdispuhasväärtust (NPV), sisemist tulumäära (IRR), tasuvusaega ja kasumiläve analüüsi (ingl k *breakeven analysis*). Välja toodi järgnevad 9 punkti (Arifa et al., 2022):

1. puhaskasum
2. ühe ühiku (kg) muutuvkulu
3. kasumiindeks (PI) (Kõomägi, 2006):

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+WACC)^t}}{IO} \quad (5)$$

- kus  $CF_t$  – tulevased rahavood perioodil  $t$   
 $WACC$  – kaalutud keskmine kapitali hind  
 $IO$  – esialgne investering

4. kumulatiivsed rahavood ja nüüdispuhasväärtus (NPV) (Kõomägi, 2006):

$$NPV = \frac{CF_1}{1+WACC} + \frac{CF_2}{(1+WACC)^2} + \dots + \frac{CF_t}{(1+WACC)^t} - IO \quad (6)$$

5. sisemine tulumäär (IRR) (Kõomägi, 2006):

$$\frac{CF_1}{(1+IRR)} + \frac{CF_2}{(1+IRR)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+IRR)^n} - IO = 0 \quad (7)$$

6. tasuvusaeg

Kui rahavood ei ole annuiteetsed kasutatakse tasuvusaja leidmiseks diskonteeritud tasuvusajaga samat valemit (Kõomägi, 2006):

$$PB = YBPB \frac{MCF_t}{DCF_t} \quad (8)$$

kus	$YBPB$	– täisaastate arv enne projekti täielikku tasuvust
	$MCF_t$	– täieliku tasuvuse aastast puuduv rahavoog
	$DCF_t$	– täieliku tasuvuse aasta kogu diskonteeritud rahavoog

7. diskonteeritud tasuvusaeg

8. kasumiläve analüüs

9. tundlikkuse analüüs

Puhaskasum on kogutulude ja -kulude vahe. Ühiku muutuvkulu on ühe kilogrammi toodangu tootmiseks vajalikud muutuvkulud. Kasumiindeks näitab, mitu eurot teenitakse ühe investeeritud euro pealt, kui PI on suurem kui 1, on projekt tasuv; kui PI on väiksem kui 1, siis ei ole (Kõomägi, 2006). Nüüdispuhasväärtus arvutatakse, diskonteerides tulevased rahavood projekti kasuliku eluea jooksul nõutud tulumääraga ning lahutades sellest veel alginvesteeringu (Larson et al. 2002). Majandusliku kapitali alternatiivkulu teooria kohaselt tähendab positiivne NPV, et projekt loob rohkem netomajanduslikku kasu, kui sama kapital mujal kasutuses oleks andnud (Harberger et al., 2007). Sisemine tulumäär on diskontomäär väärtus, mille korral investeeringu nüüdispuhasväärtus on null (Kõomägi, 2006). Kui IRR on suurem nõutavast tulumäärast on projekt tasuv. Tasuvusaeg on alginvesteeringu ja keskmise aastase rahavoo suhe (Larson et al. 2002). Kui tasuvusaeg on lühem projekti eeldatavast elueast on see tasuv. Diskonteeritud tasuvusaeg erineb tavalisest tasuvusajast, kuna selle arvutamiseks kasutatakse diskonteeritud tulevase rahavooge (nt 10% diskontomääraga arvutatud nüüdisväärtust). Kasumiläve analüüs võimaldab tootjatel määrata vajaliku müüginaha või müügitulu taseme, et katta kõik tootmiskulud olemasoleva müügihinna korral. Kui prognoositav toodangumaht ületab kasumiläve punkti on projekt tasuv. Tundlikkuse analüüs viidi läbi lihtsustatud ühesuunalise meetodina, kus hinnati alginvesteeringu, sööda, noorkalade ostmise, elektrikulu, kalatootmise ja kalahinna  $\pm 20\%$  muutuste mõju finantstulemustele, kuna sellised kõikumised on äritegevuses tavalised. Selline lähenemine võimaldab hinnata iga teguri tundlikkust ja selle potentsiaalset mõju projekti majanduslikule tasuvusele (Arifa et al., 2022).

Ülalnimetatud parameetrite arvutamise lihtsustamiseks töötati uuringus välja Exceli programm, et arvutada alginvesteering, tegevuskulud ja aastased tulud RAS süsteemi jaoks.

Algne investering sisaldas maa maksumust, hoonete ehitust, RAS seadmeid ja ehitustööjõudu. Tegevuskulud sisaldasid noorkalade maksumust, elektriarveid, sööda maksumust, tööjõu palka ja muid mitmesuguseid kulusid. (Arifa et al., 2022)

Põhiliste tulevaste kulude hindamiseks määrati süsteemi kasulikuks elueaks 16 aastat. Projekti eluea iga aasta kohta hinnati tegevuse rahavooge, et arvutada NPV, sisemine tulumäär, tasuvusaeg, kasumiläve punkt ja kasumiindeks. Eeldati, et projekt lõpeb 16. aasta lõpus ja kalatoodang on järgmise 16 aasta jooksul konstantne. Peale 16 aastat sai projekti omanik tegevusega seostumatuid rahavoogusid (jääkväärtuses). Eeldati, et omanik müüb ülejäänud varad, nagu maa, infrastruktuur ja seadmed 16. aasta lõpus ja saab sellest rahavoo. (Arifa et al., 2022)

Järeldustes eelistati otsuste tegemisel NPV meetodit. Peamisteks kasumlikkust mõjutavateks teguriteks toodi kala turuhind, toodangu, noorkalade ja sööda maksumus ning esialgsed investeringud. Uuring soovib kasumlikkuse suurendamiseks: suurendada tootmisvõimsust, müüa suuremaid kalu kõrgema hinnaga, arendada veebipõhiseid tarneahelaid paremate hindade saavutamiseks ja vähendada RAS rajatiste esialgseid investeringuid. Ja kuna uuring viidi läbi ühe kasvatuse põhjal, soovitatakse kulude vähendamise võimaluste uurimiseks läbi viia põhjalikum uuring. (Arifa et al., 2022)

Hogstadi (2019) doktoritöö, mis analüüsis samuti kalakasvatuse investeringut, kasutas fundamentaalse hinnanguna NPV-d. Tema sõnul peetakse NPV-mudelit selle investeerimisanalüüsi jaoks eelistatud mudeliks. Esiteks on mudel suhteliselt lihtne mõista ja rakendada ning annab hea aluse uurimisküsimusele vastamiseks, kas uude tehnoloogiasse investeerida või mitte. Kuigi NPV-mudelil on mitmeid erisusi, näiteks diskontomäär ja investeringu eluea hindamine ning muutujad, mida netorahavoogude arvutamisel kasutatakse, võetakse hinnangute andmisel arvesse ka ebakindlusi. Lisaks kasutatakse ka valitud riskitegurite tõenäosusimulatsiooni, Monte Carlo simulatsiooni, ja tundlikkuse analüüsi, et tugevdada arvutuste tulemusi. (Hogstad, 2019)

Analüüsitud uuringute põhjal on arusaadavam ning sobib autori hinnangul kõige paremini kalakasvatuse investeringu tasuvuse hindamiseks Arifa et al. (2022) meetod, kus leitakse mõõdikud, mis põhinevad nii diskonteeritud kui ka diskonteerimata rahavoogudel. Investeerimisotsuste langetamisel eelistatakse diskonteeritud rahavoogudel põhinevaid meetodeid. Nii Arifa et al. (2022) kui ka Hogstad (2019) peavad parimaks tasuvuse hindamise mõõdikuks NPV-d. Lisaks tuleb varasemate tööde põhjal tegevusala ebakindlust arvesse võttes läbi viia ka tundlikkuse analüüs või keerukam Monte Carlo simulatsioon.

## 2. Kalakasvatuse tasuvuse hindamise empiiriline käsitlus

### 2.1. RAS süsteemiga vikerforellikasvatuse kirjeldus ja andmete ülevaade

Selle töö empiirilises osas hinnatakse RAS süsteemiga vikerforelli kalakasvatuse projekti tasuvust. Selleks tuleb luua finantsplaan, mis põhineb rahavoogudel ja koosneb algsest investeeringust, tegevuskuludest ja -tuludest ning vara jääkväärtusest projekti lõpus. Eeldatavaid vajalikke andmeid on kirjeldatud Joonisel 4. Oluline on leida ka kapitali kaalutud keskmisel hinnal põhinev diskontomäär.

Järgnevas peatükis antakse ülevaade projekti “tehnilistest näitajatest”, hinnatakse ärimudelilist tulenevat “praegust” tootmisplaani ja selle tegevuslikke rahavooge (stsenaarium 1). Tehakse lisanduvaid eelduseid tootmisplaanis (stsenaarium 2) ning kirjeldatakse algset investeeringut, tootmiskulusid ning vara jääkväärtust. Teises alapeatükis antakse prognoos tootmiskulude muutustele tulevikus, leitakse rahavoogude diskontomäär ning viiakse läbi investeeringu tasuvuse hindamine koos tundlikkuse analüüsiga.

Tasuvusanalüüsi jaoks vajalikud andmed koguti poolstruktureeritud intervjuust RAS kasvandusega ettevõtte juhilt ja omanikult. Intervjuuks valmistas autor ette küsimused ja kalakasvatuse algse eeldatava eelarve (vt Lisa B). Vajalikud andmed koguti ning nende põhjal viidi kalkulatsioonid läbi Microsoft Exceli abil. Põhiliste sisend- ja väljundhindade tulevikuväärtuste ning kapitali hinna prognoosimiseks ja teiste uuringutega võrdlemiseks kasutati ka varasemat teaduskirjandust. Empiirilises osas on investeeringu tasuvuse hindamiseks rakendatud Arifa et al.-iga (2022) sarnast meetodikat.

Bakalaureusetöös analüüsitakse suletud veekasutusega vikerforellikasvatust, mis toimib põhiliselt testfarmina. Veeallikana kasutatakse põhjavett. See on ohutum ja puhtam, merevesi võib sisaldada soovimatuid haiguseid. Tehnoloogilise lahenduse poolest on süsteemis kasutusel kaheksa kiirvoolukanalit. Kasvatuse vee kogumaht on ~2500 kuupmeetrit, millest kuus tarbitakse iga tund ehk süsteemist väljub kuus kuupmeetrit vett ja sama palju värsket vett lisatakse juurde. See on väike kogus, mis võimaldab optimeerida kasvatustingimusi. Kui vee kogumaht pumbatakse päevas ühe korra ringi, saadetakse selle tarbimisega päeva jooksul ~95% veest tagasi ringlusesse. Siiski on värsket vee lisamine vajalik, et kalal säiliks normaalsed maitseomadused. Viimastel aastatel on toodetud vaid vikerforelli, kuid varem on proovitud ka siia kasvatamist.

Kasvatuses on olemas kaks sarnast hoonet, ettevõtte on pärast 2021. aastal kasvatuse oksjonilt ostmist kasutanud kultiveerimiseks ja testimiseks vaid ühte neist. Kahte hoonesse mahub korraga maksimaalselt kuni 80 tonni “seisvat” kala. Edasine tootmisvõimekus sõltub

juba suuresti müügist. Kui oleks võimalik iga kuu müüa 10 tonni kala, poleks selle taastootmine keeruline ja 200 tonnine aastatoodang saavutatav.

Ettevõttele on väljastatud veeluba põhjavee kasutamiseks ja keskkonnaluba reovee keskkonda tagastamiseks. Toodangumahu piiri määrabki see keskkonnaluba, mis põhineb heitvee lämmastiku ja fosfori piirnormidel, mitte toodetud kalakogusel. Kasutatav tehnoloogia ja kasvanduse ülesehitus võimaldavad selle piires toota umbes 200 tonni kala aastas. Ehk loa alusel sõltub maksimaalne toodangumaht reovee puhastamis- ja filtreerimistõhususest. Reovesi suunatakse kasvandusest välja isehitatud nn biotiiki, kus loodus jääkaineid oma tarbeks kasutada saab.

Ettevõttel on olemas ka haudejaam, kuid seda pole plaanis lähiajal kasutada. Üldplaanis on haudejaam, aga hädavajalik, kuna see tagab kindlama asustusmaterjali kättesaadavuse. Viljastatud kalamarja saadavus turul on parem, kui pisikese (50-grammise) noorkala saadavus. Sellega võetakse tarneahelas suurem kontroll enda kätte. Haudejaama kasutamine annaks võimaluse suurema koguse noorkala reservi tootmiseks, mille saab vajadusel müüa. Kasvatuse tarbeks on plaanis rajada ka tuulik, mille ehitusloa saamiseks on nähtud pikalt vaeva. See võimaldaks alla tuua elektrikulusid või vähemalt läbi amortisatsiooni neid stabiliseerida. Kuna see on eraldiseisev investeering ning sellega seotud kulud ja tulud pole teada ei mõjuta see selle projekti tasuvuse hindamist ning jääb töö edasisest osast välja.

Kasvanduse teeb eriliseks ka kõrge automatiseerituse tase, kus sõltuvus inimjõust on väike. Süsteemi toimimiseks piisab, kui inimene viibib seal kohapeal üks tund päevas. Siiski peab töötaja olema hoolikas ja kogemustega spetsialist, kuna möödalaskmiste korral võivad kalad hukkuda. Intervjueeritava hinnangul võiks praegusel ajahetkel sarnase kasvanduse ülesehitus maksta ligi 3,5 miljonit eurot.

Asukoha valik oli praktiliselt sundvalik, kuna osteti pankrotistunud farm. Tegemist on ebasoodsa paigaga, kus esineb tihti elektrikatkestusi, mistõttu on kasvandusse paigaldatud ka kolmekordsed generaatorid, mis suudavad vajadusel süsteemi töös hoida. Vastasel juhul võivad kalad hukkuda kõigest 15 minutiga. Piirkonnas on piiratud juurdepääs tööjõule ning tehnilisele toele. Siiski on asukoht soodne juhul, kui toodang suunatakse lähedasse avamerekasvandusse.

Ettevõtte praegune ärimudel seisneb noorkalakasvatuses, kus sisseostetud mõnekümne grammine kala kasvatatakse ligi kiloseks isendiks, kes müüakse meresumbakasvatuse, kus ta saab edasi kasvada mitme kiloseks kaubakalaks. Ärimudeli

kohaselt müüakse ainult eluskala. See ei vaja lisanduvaid veterinaar- ja tervishoiukohustusi. Kui müüa hukatud värsket kala, siis lisanduksid sellega mitmed toiduainetööstuse nõudmised.

Järgnevalt annab autor ülevaate **praegusest tootmisplaanist** ja selle bioloogilisest kirjeldusest. Sisse ostetakse 50-grammine noorkala, peamiselt teistest Eesti kalakasvatustest. Ühte ehitisse paigutatakse 50 000 noorkala, mis teeb asustamise biomassiks 2,5 tonni (valem 2). Lõppsaagi biomass on 40 tonni, mis teeb kala keskmiseks suuruseks 800 grammi. Kasvatuse keskmine söödaväärindus on intervjueeritava sõnul 1,08 (saab tuletada valemist 4). Kalad asustatakse oktoobris ja realiseeritakse mais ehk tootmine käib kaheksa kuud aastas (stsenaarium 1).

Järgnevalt kirjeldab autor **tegevuskulusid ja -tuluseid** ehk **rahavooge**, mis kaasnevad sellise tootmistsükliga. Aastased tööjõutasud (80 000€) kujunevad välja kahe töötaja ligi 2000 euro suuruse neto kuupalga pealt. See on püsikulu, kuna töötajaid peab palgal hoidma aastaringselt, olenemata tootmisest. Headest spetsialistidest loobudes pole neid enam hiljem võimalik palgata. Vaatamata kasvatuse suurele automatiseeritusele on töötajaid vaja, et sööta, puhastada ja hoida tootmist kontrolli all. Kui sisse ostetakse 50 000 noorkala, hinnaga keskmiselt 0,8-1€ tükk sõltuvalt liigilisest omapärasest, jääb asustusmaterjali maksumus 50 000 euro juurde. Elektrikulu, mis sisaldab pumpade tööd ja hapniku tootmist, on kaheksa kuu pikkuse tsükli juures 40 000 eurot. See kulu on ebastabiilne, eriti viimastel aastatel, kuna elektri turuhind on (tulenevalt Venemaa-Ukraina sõjast ja energiapuudusest) olnud väga kõikumine. 40 tonni kala kasvatamiseks peab biomassi suurendama 37,5 tonni, kuna kasvandusse asustatakse perioodi alguses 2,5 tonni noorkala (valem 2). Söödaväärinduse (FCR) 1,08 korral on selleks vaja  $(37,5 \cdot 1,08)$  40,5 tonni sööta, mille maksumus 2,2 eurot kilogrammi kohta. See teeb ühe tsükli söödakuluks 89 100 eurot. Hooldus ja parandustöödele kulub ligikaudu 35 000 eurot aastas. Testfarmile kohaselt asendatakse (varu)osi, mida pole hädavajalik vahetada. Kemikaalidele kulub 500 eurot kuus ehk 4000 eurot kaheksakuulises tsüklis ning veterinaarmeditsiinile 200 eurot kuus ehk 1600 eurot aastas. Selliste kuludega oleks võimalik toota ühe tsükliga 40 tonni kala. See on arvestades, et suremus on 0. Kui tootmises tekivad tagasilöögid võib see kogus ka tunduvalt väheneda. 5€/kg müügihinna juures teeb see müügituluks 200 000 eurot (valem 3). Varasemast kirjandusest erinev on fakt, et, kui jäädakse heitvee loodusesse tagastamisel piirnormide vahemikku, siis intervjueeritava sõnul ei rakendata Eestis kalatootmisele lisanduvaid keskkonnatasusid. Andmed on välja toodud Tabelis 2.

Tabel 2

*Kaheksakuulise tootmisplaani aastaste rahavoogude tabel, stsenaarium 1*

	Kala müügihind (€/kg)	5
	Aastane toodang (kg)	40 000
<b>Müügitulu (€)</b>		200 000
<b>Püsikulud (€)</b>	Elekter	40 000
	Tööjõud	80 000
	Hooldus- ja remondikulud	35 000
<b>Muutuvkulud (€)</b>	Asustusmaterjal	50 000
	Sööt	89 100
	Kemikaalide kulu	4 000
	Veterinaarmeditsiinikulud	1 600
<b>Aastane rahavoog (€)</b>		-99 700

Allikas: Autori koostatud

Sellise stsenaariumiga tulevad annualiseeritud tegevuslikud rahavood negatiivsed ning nende muutus lähitulevikus pole realistlik, mistõttu ei ole edasisel meetodika rakendamisel ja arvutuste tegemisel autori hinnangul mõtet. Tuleb rõhutada, et ärikasum (EBIT) oleks veel negatiivsem, kuna sinna on juurde arvestatud ka amortisatsioon. Seetõttu tuleb muuta tingimusi ja teha lisanduvaid eelduseid.

Kui tekiks võimalus kalu müüa aastaringselt sama müügihinnaga 5€/kg, oleks realistlik ühes hoones toota 8 tonni kala kuus. Jättes muud tingimused samaks (*ceteris paribus*), oleks uus saagi biomass ehk aastane toodangumaht 96 tonni vikerforelli ning kala keskmine kaal 2kg (stsenaarium 2). Seda lisanduvate eeldustega tootmisplaani hinnatakse bakalaureusetöö ülejäänud osas. Tuleb rõhutada, et kala suuremaks kasvatamisega kaasneks tõenäoliselt kõrgem söödaväärindus ja sellise kala turunõudlus erineb 800g omast.

Kalakasvatus on kapitalimahukas ettevõtlusharu, mis vajab suurt alginvesteeringut rajatistesse ja tootmisseadmetesse. Ettevõtte omandas kalakasvatuse 2021. aastal, ostes selle oksjonilt ~150 000 euroga. Oksjoni lõpphinnale lisandusid aga õigusalsed kulud 150 000 eurot ning on tehtud ka täiendavaid investeeringuid tootmise tõhustamiseks, eesmärgiga mitte saada mitmete kalakasvatuste saatusekaaslaseks ehk pankrotistuda (vt Tabel 3). See teeb antud projekti **alginvesteeringu suuruseks** 800 000 eurot, millest suurim kuluartikkel on uued investeeringud tootmise tõhustamiseks – 62,5%. Lisaks on PRIA andmetel võimalik

taotlema 50%-list toetust magevee-vesiviljeluskasvanduse ajakohastamiseks (Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Amet, 2025). See vähendaks täiendava investeeringu vajadust 250 000 eurole ning kogu algset investeeringut 550 000 eurole. Seda kasutatakse seda ka hilisemas tundlikkuse analüüsis.

Tabel 3

*Algse investeeringu osakaalud*

<b>Algne investering</b>	Kulu (€)	Osakaal
Oksiooni hind	150 000	18,75%
Juriidiline tegevus	150 000	18,75%
Täiendavad investeeringud	500 000	62,5%
Kokku	800 000	100%

Allikas: Autori koostatud

Püsikulud kokku on 165 000 eurot ja muutuvkulud 280 556 eurot, mis teeb aastaseks hinnangulisteks tootmiskuludeks 445 556 eurot (vt Tabel 4), et toota 96 tonni vikerforelli. Liites tootmiskuludele algse investeeringu tuleb esimese perioodi kogukuluks ehk väljuvaks rahavooks kokku 1,25 miljonit eurot, millest 64% on alginvesteering ja ülejäänud 36% kulub tootmisele. Võrreldes Arifa et al. (2022) Bangladeshis läbi viidud uuringuga on see märkimisväärselt erinev, kuna alginvesteeringu ja esimese aasta tootmiskulude summast 97% moodustas algne investeering, millest omakorda enim moodustas maa hind – 62%. Arvestades selles töös analüüsitava projekti maaväärtust, moodustab see alginvesteeringust kõigest 20%. On selge, et kalakasvatus omandati oksjonilt tugeva allahindlusega võrreldes oma tegeliku ehitushinnaga, mis tähendab, et uue kalakasvanduse rajamisega kaasneks veelgi suurem algse investeeringu vajadus.

Aastaringse (ehk teise stsenaariumi) tootmiskulud on välja toodud Tabelis 4.

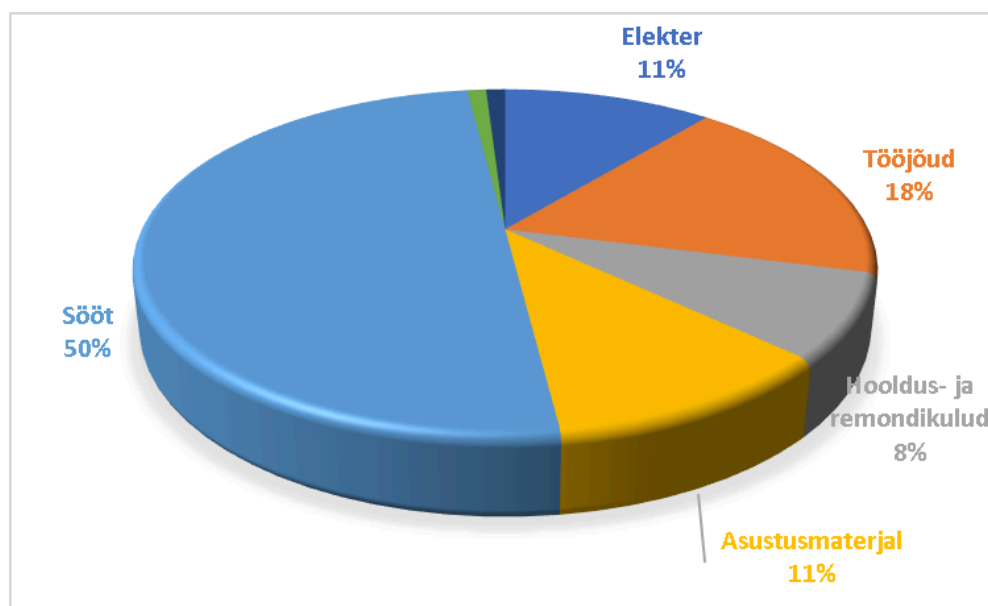
Tabel 4

*Tootmiskulud (püsikulud ja muutuvkulud), 1 kg vikerforelli tootmiskulud ning nende osakaalud esimese aasta tootmiskuludest*

Tootmiskulud		Kulu (€)	Kulu ühe kilogrammi tootmiseks (€/kg)	Osakaal
<b>Püsikulud</b>	Elekter	50 000	0,52	11,2%
	Töäjõud	80 000	0,83	18,0%
	Hooldus- ja remondikulud	35 000	0,36	7,9%
	<b>Kokku</b>	<b>165 000</b>	<b>1,72</b>	<b>37,0%</b>
<b>Muutuvkulud</b>	Asustusmaterjal	50 000	0,52	11,2%
	Sööt	222 156	2,31	49,9%
	Kemikaalide kulu	6 000	0,06	1,3%
	Veterinaarmeditsiinikulu	2 400	0,03	0,5%
	<b>Kokku</b>	<b>280 556</b>	<b>2,92</b>	<b>63,0%</b>
<b>Tootmiskulud kokku</b>		<b>445 556</b>	<b>4,64</b>	<b>100%</b>

Allikas: Autori koostatud

Sarnaselt Arifa et al. (2022) uuringule on ka käesolevas töös suurima osakaaluga tootmiskulu söödakulu – 50%, millele järgnevad töäjõud (18%), elekter ja asustusmaterjal, mõlemad 11% (vt Joonis 5).



Joonis 5. Esimese aasta tootmiskulude struktuur

Allikas: Autori koostatud

Arvestame projekti kasulikuks elueaks 15 aastat. Kuigi kasvatus võiks pideva hoolduse ja remondi tagajärjel toimida ka pikemalt, pole investeringu vaatest selle pikemalt hindamine mõistlik. Vara jääkväärtus projekti lõppedes on maa hinda tähistavad 160 000 eurot. Ehitis amortiseerub täielikult, kuna see on vähe likviidne ning tootmishoonet pole võimalik muudel otstarvetel kasutada. Sellest tulenevalt on projekti lõpetamise rahavoog 0 eurot, kuna maa maksumusest tuleb maha arvestada ka hoone lammutus- ning likvideerimiskulud.

## 2.2. Kalakasvatuse tasuvuse hindamine

Tasuvusanalüüsi läbiviimiseks prognoositakse projekti eeldatavaid rahavoogusid igal aastal, võttes arvesse **tootmise kulude ja tulude võimalikke muutusi tulevikus**. Seda saab teha eeldusel, et samasuguse tootmisega jätkatakse projekti eluea lõpuni ehk järgmised 15 aastat. Rahavoogude tabel on toodud Lisas C.

**Toote müügihind** kujuneb vastavalt Atlandi lõhe hinnale, mis on volatiilne ja kujutab endast riski kõigile asjaosalistele (Fish Pool, i.a). Kõikumised on tingitud nii sesoonsusest kui ka muudest majanduslikest teguritest. Fish Pool pakub tuletislepingutega kauplemise näol finantsinstrumenti, mis võimaldab riskijuhtimist kala- ja mereandide turgudel, võimaldades seeläbi suurema prognoositavuse majandustulemustele. Fish Pool Index (FPI) mõõdab või jälgib kõigi lepingute eelneva perioodi keskmist arveldushinda. Antud indeksi põhjal on värske Atlandi lõhe aastane keskmine hind alates börsi loomisest 2006. aastal tõusnud 4,03 eurot 8,19 euroni kilogrammi kohta 2024. aastaks. Selline ligi kahekordne hinnatõus mõõdetuna eurodes teeb perioodi keskmiseks aastaseks hinnatõusuks 4,02%. Mõõdetuna Norra kroonides on vahe aga märkimisväärses, tõustes samal perioodil 32,32 kroonilt 95,04 kroonini kilogrammi kohta (Fish Pool, i.a). See teeb aastaseks hinnatõusuks rohkem kui 6%. See näitab perioodi jooksul devalveerinud Norra krooni ning tugevnenud eurot. Seega on Norra, olles maailma suurim Atlandi lõhe tootja ja eksportija ning vastutades rohkem kui poolest globaalsest toodangust (FAO, 2023), pidurdanud Atlandi lõhe hinnakasvu eurodes. See annab neile globaalsel turul eelise ja raskendab näiteks euroala riikides tootmist.

**Vikerforelli** jaoks sarnast börsi ei eksisteeri, tõenäoliselt laiema piirkondliku tootmise ja ka ligi kolm korda väiksema globaalse kogutoodangu ehk turu väiksuse tõttu (FAO, 2020).

Tähtis on asjaolu, et suurt kasvu vikerforell on Euroopa tarbija jaoks Atlandi lõhe asenduskaup (Päkk ja Paaver, 2020; Landazuri-Tveteraas, et. al, 2020), mistõttu järgib selle turuhind Atlandi lõhe oma, jäädes reeglina pisut odavamaks (Norwegian Seafood Council, 2025). Siiski sellele sektoris üldlevinud tõekspidamisele leidub ka vasturääkivust – 2024

septembris ületas Norrra värske vikerforelli keskmine eksporthind Atlandi lõhe oma, seda esimest korda alates 2023. aasta maist (Norwegian Seafood Council, 2024). Eesti kontekstis kujunevad vikerforelli hinnad peamiselt kohalikel turgudel, tuginedes kasvatuste ja edasimüüjate omavahelistele kokkulepetele ning otseturustusele, sealhulgas müügile restoranidele ja lõpptarbijatele. Tulemuseks võivad kala hinnad olla sageli killustatud ja vähem läbipaistvad võrreldes maailmaturu hindadega. Intervjueeritava sõnul on aga punase kala hind jaekettides püsinud samal tasemel juba pikalt, mistõttu poleks müük sinna mõistlik, kuna odavam on masskala toota sumbakasvatustes. Kala müügihinda aitaks tõsta vaid kvaliteetbränd ja müük restoranidesse, aga sellega kaasneksid lisakulud. Kuna ettevõtte juhi sõnul on kala müügihind 5€/kg püsinud muutumatu juba kolm aastat, aga tulevikku prognoosides on autori hinnangul hinnakasvu välja jätmine ebaloogiline. Arvestame vastavalt Fish Pool Index 'i ajaloolisele kasvule kolmeaastaseks prognoositavaks kumulatiivseks hinnatõusuks 12,55% ehk müügihind muutub iga kolme aasta tagant 12,55%.

**Elekter** – RAS-süsteem on eriline võrreldes teiste kalakasvatustega just suurema elektrivajaduse tõttu. Pärast Ukraina ja Venemaa vahelise täiemahulise sõja algust on energiahinnad tõusnud rekordtasemetele. Ligikaudu 6 korda kallimaks, kui enne energiakriisi (Liebensteiner, 2025). Kliimaministeeriumi 2025 prognoos näeb ette, et 2035. aastal on elektri lõpphind tarbijale 14,9 senti, samas kui 2024. aastal oli see 17,4 senti kilovatt-tunni eest (Eesti Rahvusringhääling, 2025). Ka Kozlovas et al. (2024) arvates võiks elektri hind tänu taastuenergia mahtude suurenemisele aastaks 2033 üle 50% odavneda võrreldes 2024. aastaga. Kliimaministeeriumi prognoosi järgi tuleks aastane odavnemine 1,4%. Kuna töös hinnatav periood on antud prognoosist pikem võiks autori hinnangul jätta elektrikulu alates 11. aastast samaks. Tuleb lisada, et elektri hind on volatiilne ning selle pikaajaline prognoosimine väga raske, mistõttu võib reaalsus prognoosist erineda.

Rahandusministeeriumi 2025. aasta kevadise pikaajalise prognoosi kohaselt püsib **töõjõu** nominaalne palgakasv väheneva hõive tingimustes kiire, kasvades järgmise 15 aasta jooksul keskmiselt 4,3% aastas (Eesti Vabariigi Valitsus, 2020; Rahandusministeerium, 2025).

**Hooldus- ja remondikulud** – võib eeldada, et samasuguse tootmisplaani juures leitakse aastate jooksul optimaalne ning efektiivne viis, mis vähendab vajadust remondi ning varuosade vahetuse järele. Arvestades juurde aga loomulikku hinnakasvu võiks autori hinnangul püsida see kululiik investeringu eluea jooksul stabiilne.

**Asustusmaterjali** hind kujuneb sarnaselt suuremale kaubakalale. Noorkala hind sõltub sarnaselt lõpptoote hinnast kohalikust turust ehk peamiselt teiste kalakasvatuste

pakkumisest. Kolmeaastase intervalliga prognoositavaks hinnatõusuks on sarnaselt lõpptootele 12,55%.

**Sööt** on üks tähtsamaid tootmistegureid, see on ka suurima osakaaluga tootmis- ja muutuvkulu (Joonis 5). Sööda maksumus 2,2€/kg ning söödakulu ühe kilogrammi kala tootmiseks (2,31€/kg) on tunduvalt kõrgemad võrreldes varasemalt tehtud uuringutega (vt Lisa A). Arvestada tuleb aga faktiga, et sisendhindade, näiteks elektri ja nisu, kallinemine on avaldanud mõju ka kalatoidu lõpphinnale. Siiski on söödahind üks põhilisemaid kulutegureid, kus võimalik saavutada kokkuvõtteid ja suurendada kasumlikkust. Intervjueritava sõnul on tulevikku vaadates sööda kallinemine 3% aastas realistlik.

Kemikaalide ning veterinaar- ja meditsiinikulu osakaalud on marginaalsed. Iga-aastaste kulude leidmiseks korrigeeritakse väärtusi rahandusministeeriumi pikaajalise majandusprognoosi järgmise 15. aasta keskmise tarbijahinnaindeksi muutusega, milleks on prognoositud 2,3% aastas (Rahandusministeerium, 2025). Tootmisparameetrite prognoositavad muutused on esitatud Tabelis 5.

Tabel 5

*Eeldatavad tootmisparameetrite aastased muutused (%)*

Saagi müügihin	Elektter	Tööjõud	Hooldus- ja remont	Asustustmaterjal	Sööt	Kemikaalid	Veterinaar- ja meditsiin
12,55*	-1,4**	4,3	0	12,55*	3	2,3	2,3

\* kasv kolme aasta tagant

\*\* kuni 11. aastani, edaspidi muutumatu

Allikas: Autori koostatud

**Kapitali hinda** ehk **investeeringu nõutavat tulunormi** (ka diskontomäär) tuleb arvutada investeeringu tasuvuse hindamisel, kuna see on ühtlasi ka määr, millega tulevase rahavoogusid diskonteeritakse (Kõomägi, 2006). Uuritava projekti tegevus on intervjueritava sõnul täielikult finantseeritud omakapitalist. Kapitali hinna leidmiseks kasutatakse CAPM mudelit (valem 1). Riskivaba tulumäär – Saksamaa 10-aastase võlakirja intressimäär on 2025. aasta aprilli seisuga 2,5% (Trading Economics). Kuna ettevõtte laenukapitali ja omakapitali suhe on null, siis võib beetakordajana kasutada võrreldavate ettevõtete majandusharu finantsvõimendusega beetakordajat (Kõomägi, 2006). Põllumajandussektori finantsvõimendusega beetakordaja on 0,35 (48 ettevõtte põhjal) ja toidutööstuse sektori vastav väärtus on 0,41 (178 ettevõtte põhjal) (Damodran, 2024). Kuna

antud sektorid ei kirjelda autori hinnangul siiski piisavalt täpselt kalakasvatusektorit võib võrdluseks tuua ka suuremad kalakasvatuse börsiettevõtted. Mowi ASA finantsvõimenduse ta beetakordaja on 0,6 ning SalMar ASA vastav näitaja 0,42 – need ettevõtted on ühtlasi maailma suurimad Atlandi lõhe tootjad (Jensen ja Gezelius, 2024; andmed Yahoo Finance, i.a; valem Ganti, 2024), mistõttu sobivad kalakasvatusektori riski iseloomustamiseks. Nendest tulenevalt võiks töös uuritava ettevõtte beetakordajaks võtta nende aritmeetilise keskmise ehk 0,51. Damodarani (2025) andmetel on Eesti tururiski preemia ehk turutootluse ja riskivaba tootluse vahe 5,27%. Sellisel juhul tuleks CAPM mudeli valemi järgi ettevõtte omakapitali ja ühtlasi ka kogu kapitali nõutavaks tulumääraks 5,19%, mis on autori hinnangul projekti riskantsust arvestades vähe. Sellele võiks lisada ka väikeettevõtte riskipreemia, kuid teaduskirjanduses puudub selle osas üksmeel, mistõttu ei kasutata seda ka antud töös. Lisada sarnaselt Arifa et al. (2022) uurimusele riskipreemiana 5% ehk võtta diskontomääraks 7,5% ei ole ka loogiline, kuna Bangladeshis investeringu risk on suurem, mistõttu jääb rahavoogude diskontomääraks 5,19%.

Kui on olemas projekti kõikide aastate rahavood ning nõutav tulumäär ehk tulevaste rahavoogude diskontomäär, saab hinnata investeerimisprojekti tasuvust.

Kalkuleeritud esimese aasta tegevuslik rahavoog vikerforelli tootmisest on 34 444 eurot (vt Lisa C). See näitab positiivset rahavoogu müügitulu ja tootmiskulude vahel. Amortiseerides põhivara investeringu 15. aasta peale võrdsete osadena, teeb see aastaseks amortisatsiooniks 32 667 eurot. Sellest kujuneb esimese aasta ärikasumiks (EBIT) 1 777 eurot.

Ühiku muutuvkulu – ühe kilo vikerforelli tootmise muutuvkulud on 2,92 eurot. Kogu ühikukulu ehk kilogrammi omahind ehk tootmiskulud kokku ühe kilogrammi tootmiseks on 4,64 eurot. Koos amortisatsiooniga 4,98 eurot. Arifa et al. (2022) toob uuringus välja, et tootmiskulud, nagu elektri, tööjõu ja sööda kulud erinevad riigiti.

Kasumiindeks PI (ingl k *profitability index*) (valem 5) arvestab raha ajaväärtusega ning analüüsib kogu investeringu eluea rahavooge. See võimaldab määrata täpse tasuvusmäära – näidates nüüdispuhasväärtust iga investeeritud rahaühiku kohta. Tabelis 6 on kasumiindeksi PI väärtus 0,89 eurot, mis tähendab, et ühe investeeritud euro pealt teenitakse tagasi 0,89 eurot. Seega ei ole antud mõõdiku järgi vikerforelli kasvatamine RAS süsteemis majanduslikult otstarbekas ehk see on mittetasuv.

Nüüdispuhasväärtus NPV (valem 6) on tulevaste rahavoogude nüüdisväärtuste summa. 5,19%-line diskontomäär teeb 15-aastase projekti nüüdispuhasväärtuseks -91 652 eurot, mis näitab, et investering pole tasuv ning investorid keelduksid sellesse projekti raha

paigutamisest.

Sisemine tulumäär IRR (valem 7) kirjeldab tootlust, millega investor teenib oma algse investeeringu koos tuluga tagasi ehk jõuab nulli. Projekti 15-aastase eluea puhul kujuneb sisemiseks tulumääraks 3,83%. Madal näitaja, mis on väiksem nõutavast tulunormist 5,19%, peegeldab projekti ebaefektiivsust ja kahjumlikkust.

Antud ettevõtte suletud veekasutusega vikerforellikasvatuse projekti tasuvusaeg (valem 8) on 12,34 aastat, mis tähendab et alginvesteering teenitakse tagasi alles 13. aastaks. Diskonteeritud tasuvusaja leidmiseks tuleb arvutamisel kasutada juba diskonteeritud rahavoogusid, diskonteeritud rahavoogude 15. aasta kumulatiivne nüüdisväärtus tuleb ~700 000 eurot, mis tähendab et projekti eluea jooksul see enmast ära ei tasu ehk alginvesteeringut ei korva. Kuna tasuvusaeg on nõnda pikk ning diskonteeritud tasuvusaeg puudub, pole ka nende mõõdikute järgi tegu jätkusuutliku investeeringuga.

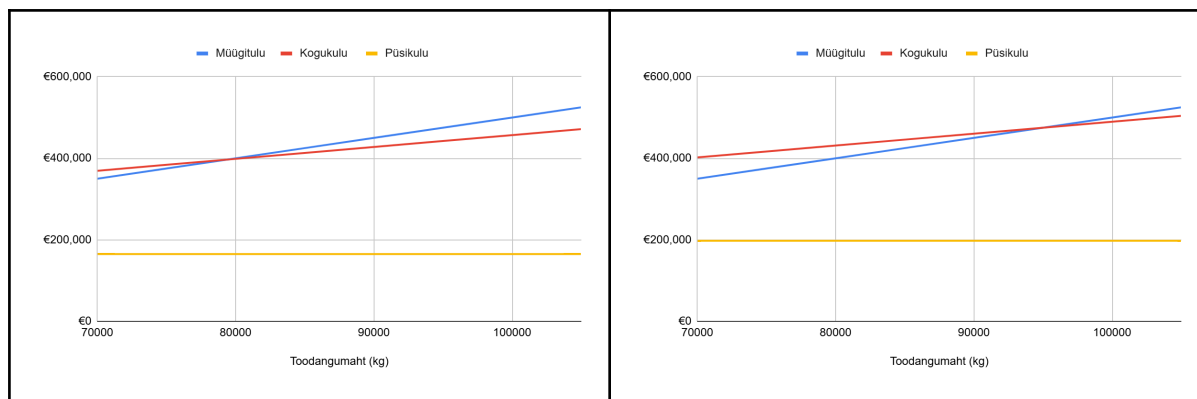
Tabel 6

*Tasuvusnäitajate koondtabel*

Meetod	Tulemus	Otsus
Diskonteerimata tasuvusaeg	12,34 aastat	Jah
Diskonteeritud tasuvusaeg	-	Ei
IRR	3,83%	Ei
NPV	-91 652€	Ei
PI	0,89€	Ei

Allikas: Autori koostatud

Kasumiläve analüüs – antud püsikulude ja muutuvkulude esimese aasta osakaalude ning müügihinna puhul tuleb aastaseks tasakaalukoguseks ehk koguseks, kus müügitulu katab ära kõik tootmiskulud 79 327 kilo vikerforelli. Müügitulu tasakaalupunktiks kujuneb 397 104 eurot. Arvestades püsikuludesse ka amortisatsiooni tuleb tasakaalukoguseks 95 032 kilo, mis teeb müügituluks 475 723 eurot. Tasakaalu punkti kujunemist on kirjeldatud Joonisel 6.



Joonis 6. Tasakaalukogus ilma amortisatsioonita vasakul, tasakaalukogus amortisatsiooniga paremal

Allikas: Autori koostatud

Kasumiläve analüüsist on näha ka mastaabiefekti võimalust, siiski pole see antud projekti puhul realistlik, kuna 96 tonnine aastatoodang on ligilähedane maksimaalsele, mida ühes sellise suurusega tootmishoones võimalik toota. Sellest selgub, et toodangumaht ületab kasumiläve punkti, mis näitab tekkivat positiivset rahavoogu ja ka kasumit. Antud kasumiläve analüüs ei arvesta aga finantskuludega ehk rahaajaväärtusega, mistõttu pole see pika investeerimisprojekti puhul parimaks otsustuskriteeriumiks. Lisaks on tegu vaid esimese aasta tootmisparameetrite osakaaludel põhineva analüüsiga, kuna hiljem osakaalud muutuvad ei anna see hinnangut kogu investeeingu perioodile.

Tundlikkuse analüüs viidi läbi, kasutades ühemõõtmelist meetodit, mille käigus muudeti igat muutujat eraldi  $\pm 20\%$  ulatuses, jälgides selle mõju tasuvusele. Analüüsitakse esialgse investeeingu, elektri-, tööjõu-, asustusmaterjali-, söödakulu, kalatoodangu, diskontomäära ja kala müügihinna muutuse mõju NPV-le. Tundlikkuse analüüsi kasutatakse, kui on olemas ebakindlus andmete õigsuse osas (Riigikantselei, i.a), mis rahavoogude prognoosis kahtlemata olemas on. See on vahend, mille abil saab kaaluda positiivseid ning negatiivseid stsenaariumeid, ka riske ja leida näiteks müügihind, mille juures projekt muutub tasuvaks. Lisaks põhilistele tootmisteguritele (vt Tabel 7) on analüüsi lisatud ka diskontomäär, kuna ka selle muutus mõjutab investeeingu nüüdispuhasväärtust.

Tabel 7

*Tundlikkuse analüüs koos parameetrite muutuste ja vastavate nüüdispuhasväärtustega*

Muutuja	Muutus (%)	NPV
Alginvesteering	+20	-251 652€

	-20	68 348€
	-31,25	158 348€
Elekter	+20	-186 491€
	-20	3 186€
Tööjõud	+20	-306 781€
	-20	123 476€
Asustusmaterjal	+20	-218 664€
	-20	35 360€
Sööt	+20	-640 734€
	-20	457 429€
Kala müügihind	+20	1 127 667€
	+1,5	0€
	-20	-1 310 972€
Aastane toodang	+20	563 904€
	-20	-747 209€
Diskontomäär	IRR (3,83%)	0€
	Kapitali hind (5,19%)	-91 652€

Allikas: Autori koostatud

Nagu varem mainitud, on alginvesteering antud kalakasvatuse puhul väiksem kui mõne teise sarnase projekti puhul. Kui aga õnnestuks veel saada PRIA toetust 50% ulatuses uute investeeringute katteks, vähendaks see alginvesteeringut 31,25% ja muudaks investeeringu tasuvaks ehk NPV oleks 158 348 eurot. Tootmiskuludest omab tulemuslikkusele suurimat mõju söödakulu muutus – sööda hinna alanemine või soodsama sööda kasutuselevõtt parandaksid oluliselt projekti tasuvust. Kõige realistlikum võib nõnda suur kõikumine olla aga elektri puhul, mille hind on volatiilne ning baasstsenaariumis on ettenähtud ka selle odavnemine. Toodangumahu muutus omab samuti tugevat mõju finantstulemuslikkusele – 20%-line toodangumahu kasv pole realistlik, kuna seda takistavad bioloogilised ja füüsikalised tegurid. Saagi vähenemine tootmisprotsessi eksimuste korral on aga võimalik. Siiski on kontrollitud keskkond, välisest sõltumatus ja väike suremus RAS-i ühed suurimad eelised. Kõige suurema nüüdispuhasväärtuse saavutab kala müügihinna 20%-lise tõusu korral, mis näitab, et tegu on enim kasumlikkust mõjutava teguriga. Selline hinnatõus on aga pigem ebarealistlik, noorkala- või turunõudluse kadumise korral võivad hinnad hoopis kukkuda. Kui uuritava projekti kala müügihind oleks algusest peale 1,5%

kallim – viie asemel 5,08 €/kg, oleks projekti nüüdispuhasväärtus suurem kui null ehk investering tasuv. See kinnitab, et kõrgema müügihinna saavutamine on viis kasumlikkuse parandamiseks. Viimasena muudame diskontomäära, tõstes nõutava tulumäära arvutuslikult 5,19 protsendilt 10 protsendini, mis on omakapitali nõutava tulumäärana igati kohane, langeb nüüdispuhasväärtus -323 911 eurole, mis kinnitab taaskord projekti majanduslikku ebaefektiivsust ehk võime väita, et see projekt ei ole tasuv isegi eeldusel, et tootmine toimub aastaringselt ning kala on võimalik realiseerida iga kuu.

Lõpumärkusena ja edasise uurimise soovitusena võib järeldada, et suletud veekasutusega kalakasvatuste peamine takistus on vajadus vabaneda X kogusest kalast regulaarselt, kuna süsteemi maht on piiratud. Eestis ja ka mujal Läänemeres saab kalu paigutada meresumpadesse kevadel, kui jää on sulanud, tavaliselt maikuuks. Aastaringselt pole võimalik meresumpades kasvatada, kuna ka lahtede vesi jääb. Mistõttu on ärimudelil, kus noorkala valmistatakse ette meresumba jaoks, “turgu” ainult kevadeti. Kala toiduks ehk kaubakala kasvatamist takistab RAS-is kaladele tekkiv ebameeldiv maitse, mis tekib vee pidevast korduskasutusest. Maitsest on võimalik vabaneda, kui kala umbes pooleks kuuks värskesse vette paigutada. Toiduks kasvatamist takistab ka asjaolu, et see vajab lisaks palju kalade töötlemist (hukkamist, puhastamist, fileerimist jne) ehk tööjõudu, mis poleks tõenäoliselt ka 200 tonnise toodangu puhul mõistlik ega tasuv. Kuna ka meresumbakasvandused pole hea lahendus pidevale värskel kala olemasolule, sest need realiseerivad saagi korraga oktoobris, oleks RAS kasvandus siiski võimalik lahendus värskel kaubakala tootmiseks aastaringselt. Intervijueeritava sõnul muutub RAS kasvatuses noorkala ette kasvatamine meresumpade jaoks äriselt perspektiivikaks alles siis, kui omada ka sumbakasvatust. Seal kaovad või vähenevad enamus tootmiskulud – elektrikulu, tööjõukulu, hooldus ja remont ning alles jääb vaid söödakulu. Sellise tootmisahela puhul on vastuvõetav ka RAS kasvatuses tulenev kahjum, kuna sumbakasvatus korvab selle suurema kasumiga. Sellest tuleneb ka autoripoolne ettepanek, et tulevikus hinnata ka RAS-i ning sumbakasvatuse koostoimimise tasuvust. Lisaks oleks hea antud uurimusele võrdluseks tuua värskemate andmetega Eestis levinud niinimetatud avatud veekasutusega (näiteks jõe voolul põhineva) tiigi või kiirvoolukanaliga vikerforellikasvatuse tasuvusanalüüs. Veel võiks uurida keskkonnatasude mõju kalakasvatuste tulemuslikkusele.

Vikerforelli kasvatamine suletud veekasutusega süsteemis vajab suurt alginvesteeringut, tegevuslikud rahavood ja kasum on väikesed või isegi negatiivsed ehk tegemist on naturaalselt mittetulusa sektoriga, nagu põllumajandus ikka.

### Kokkuvõte

Bakalaureusetöö keskendus kalakasvatuse tasuvuse hindamisele ja selleks vajalike aspektide analüüsimisele. Töö eesmärk oli teada saada, kas ning kui tasuv on suletud veekasutusega vikerforellikasvatus. Selle eesmärgi täitmiseks oli teoreetilises osas vaja aru saada kalakasvatuse tegevusala toimimisest, avada erinevaid kalakasvatuse tasuvust hindavaid uuringuid ning otsustada, milline neist on sobivaim empiirilise osa läbiviimiseks. Empiirilises osas tuli koguda tasuvusanalüüsi läbiviimiseks vajalikud andmed ning seejärel see ka teostada.

Bakalaureusetöö koosneb kahest peatükist – kalakasvatuse investeringute teoreetilised lähtekohad ja kalakasvatuse tasuvuse hindamise empiiriline käsitlus. Esimeses alapeatükis andis autor ülevaate kalakasvatuse, kui vesiviljeluse alamliigi, olemusest. Lisaks kirjeldas autor kalakasvatuse vorme ehk võimalikku liigitust ning tutvustas erinevaid rajatise tüüpe, nagu tiigid ja basseinid, aga ka vee korduskasutusel põhinevad RAS süsteemid. Tänu mitmetele faktoritele on perspektiivikaim rajatisetüüp RAS süsteemiga kasvatus ning Eesti mõistes potentsiaalikas liik vikerforell. Teises, tasuvusanalüüsi teooria, alapeatükis selgitas autor tasuvuse hindamise põhimõtteid. Andis ülevaate selle definitsioonist, selle vajalikkusest ehk eesmärgist ning erinevatest mõõdikutest. Seejärel anti lühiülevaade neljast varasemast kalakasvatuse tasuvuse hindamise uuringust, et välja selgitada sobivaim meetodika bakalaureusetööks. Valituks osutus Arifa et al. (2022) käsitletud lähenemine, kus kasutati tasuvuse hindamiseks nii diskonteeritud kui diskonteerimata rahavoogudel põhinevaid mõõdikuid. Kolmandas alapeatükis ehk empiirilise osa esimeses alapeatükis andis autor ülevaate kogutud andmetest ning kirjeldas uuritavat kalakasvatust. Lisaks koostas autor projekti eelarve ehk finantsplaani ja analüüsis ka kulude struktuuri. Neljandas alapeatükis viis autor läbi tasuvusanalüüsi ning andis hinnangu, et projekt ei ole sellisel kujul tasuv, kuna selle nüüdispuhasväärtus NPV on negatiivne (-91 652 eurot). Üks võimalus tasuvuse saavutamiseks oleks müügihinna tõstmine 1,5% võrra kogu investeerimisperioodi jooksul.

Kokkuvõttes on vesiviljelus üks efektiivsemaid loomse valgu tootmise viise, mis võib rahuldada suurenevat nõudlust kalatoidu ja valgurikaste toodete järele. Kasvava nõudluse tõttu seisneb ka Arifa et al. (2022) arvates RAS süsteemide vajalikkus selle võimes toota piiratud ressursidega jätkusuutlikult rohkem kala. Eesti tingimustes (sisend- ning väljundhindade juures) ei tundu aga RAS kasvatusel ilma toetusteta hetkel ärilist perspektiivi.

**Viidatud allikad**

1. Ahmed, I.E. (2013). Factors Determining the Selection of Capital Budgeting Techniques. *Journal of Finance and Investment Analysis*, 2(2), lk 77-88. Kasutatud 13.12.2024, [https://www.scienpress.com/Upload/JFIA/Vol%202\\_2\\_5.pdf](https://www.scienpress.com/Upload/JFIA/Vol%202_2_5.pdf)
2. Arifa, Begum, M.K., Lalon, R.M., Alam, ABM.S. ja Rahman, M.S. (2022). Economic feasibility of Pabda and stinging catfish culture in recirculating aquaculture systems (RAS) in Bangladesh. *Aquacult International*, 30, lk 445–465, doi: 10.1007/s10499-021-00807-1
3. Badiola, M., Mendiola, D. ja Bostock, J. (2012). Recirculating Aquaculture Systems (RAS) analysis: Main issues on management and future challenges. *Aquaculture Engineering*, 51, lk 26–35, doi: 10.1016/j.aquaeng.2012.07.004
4. Bernotas, P., Eschbaum, R., Kalda, R., Kärgerberg, E., Lees, J., Meitern, R., Näks, L., Rakko, A., Sepp, E., Tambets, M., Vaino, V. ja Veltson, E. (2024). *Eesti kalamajandus 2022-2023*. T. Armulik ja S. Sirp (toim). Kalanduse teabekeskus. Kasutatud 16.12.2024, [https://www.kalateave.ee/images/2024/Eesti\\_kalamajandus\\_2022-2023\\_veebi.pdf](https://www.kalateave.ee/images/2024/Eesti_kalamajandus_2022-2023_veebi.pdf)
5. Burja, C. (2011). Factors influencing the companies' profitability. *Annales Universitatis Apulensis Series Oeconomica*, 13(2). Kasutatud 12.12.2024, <http://193.231.35.122/upload/lucrari/1320112/03.pdf>
6. Damodaran, A. (2024). European industry betas. Stern School of Business, New York University. <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar>
7. Damodaran, A. (2025). Country Default Spreads and Risk Premiums. Kasutatud 24.04.2025, [https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/ctryprem.html](https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html)
8. Eesti Maaülikool. (2015). Vertikaalne integratsioon vesiviljeluses, senine kogemus, sotsiaalmajandusliku mõju ja vesiviljeluse laiendamiseks sobivaimate alade kaardistamise, vajalike infrastruktuuride arendamise ja innovatsiooniliste tehnoloogiate elluviidavuse uuring Eestis Saaremaa näitel. Kasutatud 15.12.2024, [https://kalateave.ee/images/pdf/Uuringud\\_2014-2020/Vertikaalne\\_integratsioon\\_vesiviljeluse\\_s\\_senine\\_kogemus\\_sotsiaalmajandusliku\\_m%C3%B5ju\\_jne.pdf](https://kalateave.ee/images/pdf/Uuringud_2014-2020/Vertikaalne_integratsioon_vesiviljeluse_s_senine_kogemus_sotsiaalmajandusliku_m%C3%B5ju_jne.pdf)
9. Eesti Rahvusringhääling. (2025). Ministeeriumi prognoosi järgi maksab elekter 10 aasta pärast 14,9 senti kWh. *Eesti Rahvusringhääling*, 29. jaanuar. Kasutatud 21.04.2025, <https://www.err.ee/1609589900/ministeeriumi-prognoosi-jargi-maksab-elekter-10-aasta-parast-14-9-senti-kwh>
10. Eesti Vabariigi Valitsus. (2020). Riigirahanduse väljavaade aastani 2070. Kasutatud 18.04.2025, [https://valitsus.ee/download\\_all\\_files/7](https://valitsus.ee/download_all_files/7)

11. Engle, C.R., Kumar, G. ja van Senten, J. (2020). Cost drivers and profitability of U.S. pond, raceway, and RAS aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*, 51(4), lk 805-1079, doi: 10.1111/jwas12706
12. Euroopa Komisjon. (i.a). *Overview of EU aquaculture (fish farming)*. Kasutatud 14.11.2024, [https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/ocean/blue-economy/aquaculture/overview-eu-aquaculture-fish-farming\\_en](https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/ocean/blue-economy/aquaculture/overview-eu-aquaculture-fish-farming_en)
13. FAO. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome. doi: 10.4060/ca9229en
14. FAO. (2023). Salmon – Main producers see record-breaking exports. Kasutatud 9.04.2025, <https://www.fao.org/in-action/globefish/news-events/news/news-detail/salmon---main-producers-see-record-breaking-exports/en>
15. Fish Pool. (i.a). European Exchange for Financial Salmon Futures. Kasutatud 24.04.2025, <https://fishpool.eu/>
16. Ganti, A. (2024). Unlevered Beta: Definition, Formula, Example, and Calculation. *Investopedia*. Kasutatud 11.04.2025, <https://www.investopedia.com/terms/u/unleveredbeta.asp>
17. Harberger, A.C., Jenkins, G.P. ja Kuo, C.-J. (2007). Cost-benefit analysis for investment decisions. Chapter 8. *Queen's University*. Kasutatud 27.12.2024, [https://www.researchgate.net/profile/Arnold-Harberger/publication/242736382\\_COST-BENEFIT\\_ANALYSIS\\_FOR\\_INVESTMENT\\_DECISIONS/links/5443db460cf2a6a049ab0487/COST-BENEFIT-ANALYSIS-FOR-INVESTMENT-DECISIONS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Arnold-Harberger/publication/242736382_COST-BENEFIT_ANALYSIS_FOR_INVESTMENT_DECISIONS/links/5443db460cf2a6a049ab0487/COST-BENEFIT-ANALYSIS-FOR-INVESTMENT-DECISIONS.pdf)
18. Harris, E. P. ja El-Massri, M. (2011). Capital Investment Appraisal. *Review of Management Accounting Research* (lk 343–377). doi: 10.1057/9780230353275\_14
19. Herman, A. (1997). Impacts of fish farming on the state of Estonian coastal area. H. Aben (toim), *Proceedings of the Estonian Academy of Science* (lk 164–173). Tallinn: Teaduste Akadeemia Kirjastus.
20. Hoaglin, V. (2022) Fish through the Scales of Time: Diving into the Origins of Aquaculture. *Veterinary Heritage*, 45(2). Kasutatud 15.10.2024, <https://research-ebSCO-com.ezproxy.utlib.ut.ee/c/rtfupc/search/details/q5clcdlczn?limiters=None&q=Fish%20through%20the%20Scales%20of%20Time%3A%20Diving%20into%20the%20Origins%20of%20Aquaculture%20>

21. Hogstad, M.L. (2019). Investment analysis under uncertainty: a case study of investment in fish farming technology. Master thesis in Applied Finance, The University of Stavanger Business School. Kasutatud 27.12.2024,  
[https://uis.brage.unit.no/uis-xmlui/bitstream/handle/11250/2616654/Hogstad\\_Malin.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://uis.brage.unit.no/uis-xmlui/bitstream/handle/11250/2616654/Hogstad_Malin.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
22. Jensen, B.-A. ja Gezelius, H. (2024). Here are the world's 15 biggest salmon producers. Kasutatud 11.04.2024,  
<https://www.intrafish.com/salmon/here-are-the-worlds-15-biggest-salmon-producers/2-1-1657424>
23. Josing, M., Vanamölder, A., Lepane, L., Mattheus, Ü., Reiman, M., Pulver, B., Niklus, I., Priedenthal, E., Hansa, A., ja Martens, K. (2024). Kala ja kala tarbimine. Eesti Konjunkturiinstituut.
24. Kalanduse teabekeskus. (i.a). Vesiviljeluse ajalugu. Kasutatud 27.11.2024,  
<https://www.kalateave.ee/et/vesiviljelus/ajalugu>
25. Kalanduse teabekeskus ja SakiConsult OÜ. (2017). Eesti Vesiviljeluse arengustrateegia 2014-2020 elluviimise analüüs ja ettepanekute väljatöötamine tegevuskava edasiarendamiseks. Kasutatud 28.12.2024,  
[https://www.kalateave.ee/images/pdf/Uuringud/vesiviljeluse%20strateegia%202014-2020%20elluviimise%20analyys\\_2017\\_16plik.pdf](https://www.kalateave.ee/images/pdf/Uuringud/vesiviljeluse%20strateegia%202014-2020%20elluviimise%20analyys_2017_16plik.pdf)
26. Konstantin, P. ja Konstantin, M. (2018). Investment Appraisal Methods. *Power and Energy Systems Engineering Economics* (lk 39-64). doi: 10.1007/978-3-319-72383-9\_4
27. Kotta, J., Martin, G., Eschbaum, R., Aps, R., Lees, L. ja Kalda, R. (2020). Vesiviljelus Eesti merealal. Alusandmed ja uuringud. Tartu Ülikool: Eesti Mereinstituut.
28. Kozlovas, P., Gudzius, S., Jonaitis, A., Konstantinaviciute, I., Bobinaite, V., Gudziute, S. ja Giedraitis, G. (2024). Price Cannibalization Effect on Long-Term Electricity Prices and Profitability of Renewables in the Baltic States. *Sustainability*, 16(15), doi:10.3390/su16156562
29. Kõomägi, M. (2006). Ärirahandus. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.
30. Kumar, G., Engle, C.R., Hanson, T.R., Tucker, C.S., Brown, T.W., Bott, L.B., Roy, L.A., Boyd, C.E., Recsetar, M.S., Park, J. ja Torrans, E.L. (2018). Economics of alternative catfish production technologies. *Journal of the World Aquaculture Society*, 49(6), lk 965-1104, doi: 10.1111/jwas.12555
31. Larson, K.D., Wild, J.J. ja Chiappetta, B. (2002). *Fundamental Accounting Principles*. New York: McGraw-Hill Irwin.

32. Landazuri-Tveteraas, U., Oglend, A., Steen, M. ja Straume, H.-M. (2020). Salmon trout, the forgotten cousin? *Aquaculture Economics & Management*, 25(2).  
doi:10.1080/13657305.2020.1857469
33. Liebensteiner, M. (2025). High electricity prices and more price fluctuations. Kasutatud 24.04.2025,  
<https://www.fau.eu/2025/01/news/the-scenario-high-electricity-prices-and-more-price-fluctuations-until-2030/>
34. Medvedskaja, D. (2015). *Transpordialase investeerimisprojekti stenaariumite põhine tasuvuse hindamine Uus-Kiviõli logistika arendusprojekti näitel*. Magistritöö. Tartu Ülikool, ettevõtluse ja tehnoloogia juhtimise eriala.
35. Murray, F., Bostock, J. ja Fletcher, D. (2014). Review of Recirculation Aquaculture System Technologies and their Commercial Application. University of Stirling. Kasutatud 29.12.2024,  
[https://www.storre.stir.ac.uk/bitstream/1893/21109/1/HIE\\_RAS\\_Study\\_Final\\_Updated.pdf](https://www.storre.stir.ac.uk/bitstream/1893/21109/1/HIE_RAS_Study_Final_Updated.pdf)
36. Nash, C.E. (2010). *The History of Aquaculture*. John Wiley & Sons.
37. Norwegian Seafood Council. (2024). Strong September secures solid quarter for Norwegian seafood exports. Kasutatud 10.04.2025,  
[https://en.seafood.no/news-and-media/news-archive/strong-september-secures-solid-quarter-for-norwegian-seafood-exports/?utm\\_source=chatgpt.com](https://en.seafood.no/news-and-media/news-archive/strong-september-secures-solid-quarter-for-norwegian-seafood-exports/?utm_source=chatgpt.com)
38. Norwegian Seafood Council. (2025). Strong growth in Norwegian seafood exports in February. Kasutatud 10.04.2025,  
[https://en.seafood.no/news-and-media/news-archive/strong-growth-in-norwegian-seafood-exports-in-february-/?utm\\_source=chatgpt.com](https://en.seafood.no/news-and-media/news-archive/strong-growth-in-norwegian-seafood-exports-in-february-/?utm_source=chatgpt.com)
39. Overfishing. (i.a). Kasutatud 14.11.2024,  
<https://www.worldwildlife.org/threats/overfishing>
40. Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Amet. (2025). Vesiviljeluse investeeringutoetus (ressursitõhusus) 2025. Kasutatud 12.05.2025,  
<https://www.pria.ee/toetused/vesiviljeluse-investeeringutoetus-ressursitohusus>
41. Põllumajandus- ja Toiduamet. (2023). Vesiviljelus (kala-ja vähikasvatus). Kasutatud 29.12.2024,  
<https://pta.agri.ee/ettevotjale-tootjale-ja-turustajale/loomakasvatus/vesiviljelus#vesiviljelusest>
42. Päck, P. ja Paaver, T. (2020). Praktiline kalakasvatus. Vesiviljeluse ja kalanduse kutseõppevahend. Tartu: Eesti Loodufoto. Kasutatud 28.12.2024,  
[https://kalateave.ee/images/pdf/praktiline\\_kalakasvatus\\_2020\\_veeb.pdf](https://kalateave.ee/images/pdf/praktiline_kalakasvatus_2020_veeb.pdf)

43. Rahandusministeerium. (2025). Kuni 2029. aastani RM kevadine majandusprognoos. Kasutatud 21.04.2025,  
[https://www.fin.ee/sites/default/files/documents/2025-04/Prognoos%20kuni%202070%20-%2016.04.2025\\_kodulehele.xlsx](https://www.fin.ee/sites/default/files/documents/2025-04/Prognoos%20kuni%202070%20-%2016.04.2025_kodulehele.xlsx)
44. Regionaal- ja põllumajandusministeerium. (i.aa). Põllumajanduse ja kalanduse valdkonna arengukava aastani 2030. Kasutatud 20.03.2025,  
<https://www.agri.ee/sites/default/files/documents/2021-09/poka-2030-taistekst.pdf>
45. Regionaal- ja põllumajandusministeerium. (i.ab). Eesti vesiviljeluse mitmeaastane riiklik tegevuskava 2030. Kasutatud 29.12.2024,  
<https://www.agri.ee/sites/default/files/documents/2022-07/tegevuskava-vesiviljelus-2030.pdf>
46. Riigikantselei. (i.a). Mõjude analüüsi valmistehnikad. Kasutatud 27.04.2025.
47. Saha, P., Hossain, E., Proadhan, M.H., Rahman, T., Nielsen, M. ja Khan, A. (2022). Profit and loss dynamics of aquaculture farming. *Aquaculture*, 561. doi: 10.1016/j.aquaculture.2022.738619
48. Siziba, S. ja Hall, J.H. (2021). The evolution of the application of capital budgeting techniques in enterprises. *Global Finance Journal*, 29, doi: 10.1016/j.gfj.2019.100504
49. Statistikaamet. (2024). Kalakasvatuste toodang kasvas, hinnad jäid suuresti samaks. 23. mai. Kasutatud 27.12.2024,  
<https://www.stat.ee/et/uudised/kalakasvatuste-toodang-kasvas-hinnad-jaid-suuresti-samaks>
50. Statistikaamet. (i.a). Kalandus. Kasutatud 14.12.2024,  
<https://stat.ee/et/avasta-statistikat/valdkonnad/pollumajandus-kalandus-ja-jahindus/kalandus>
51. Szilágyi, T. P. ja Csiszárík-Kocsir, A. (2015). Investment profitability measurements and their application based on the results of a primary research. (lk 1000–1007) Kasutatud 29.12.2024,  
[https://www.researchgate.net/profile/Dastan-Bamwesigye/publication/311071844\\_Socioeconomic\\_development\\_in\\_context\\_of\\_economic\\_changes\\_in\\_commodity\\_chain\\_of\\_coffee\\_in\\_Uganda\\_East\\_African\\_Region/links/587b6a0b08ae4445c063d17f/Socioeconomic-development-in-context-of-economic-changes-in-commodity-chain-of-coffee-in-Uganda-East-African-Region.pdf#page=1000](https://www.researchgate.net/profile/Dastan-Bamwesigye/publication/311071844_Socioeconomic_development_in_context_of_economic_changes_in_commodity_chain_of_coffee_in_Uganda_East_African_Region/links/587b6a0b08ae4445c063d17f/Socioeconomic-development-in-context-of-economic-changes-in-commodity-chain-of-coffee-in-Uganda-East-African-Region.pdf#page=1000)
52. Tallinna Ülikool ja Eesti Maaülikool. (2013). Eesti vesiviljeluse sektori arengustrateegia 2014–2020. Kasutatud 31.12.2024,  
<https://www.agri.ee/sites/default/files/documents/2021-08/vesiviljelus-arengustrateegia-2014-2020.pdf>

53. Torpy, J.M., Lynn, C. ja Glass, R.M. (2006). Eating Fish: Health Benefits and Risks. *JAMA*, doi:10.1001/jama.296.15.1926
54. Trading Economics. (2025). Germany 10-Year Bond Yield. Kasutatud 11.04.2025, <https://tradingeconomics.com/germany/government-bond-yield>
55. Treadwell, R. ja McKelvie, L. (1991). Profitability of selected aquaculture species. *Research in agricultural & applied economics*.
56. Valling, K. (2016). *Kapitali eelarvestamise protsessid ja kasutatavad meetodid Eesti põllumajandusettevõtetes*. Magistritöö. Eesti Maaülikool, majandusarvestuse ja finantsjuhtimise õppekava.
57. Velnampy, T. (2006). A Study on Investment Appraisal and Profitability. University of Jaffna. Kasutatud 29.12.2024, [https://www.researchgate.net/profile/Thirunavukkarasu-Velnampy/publication/231590247\\_A\\_Study\\_on\\_Investment\\_Appraisal\\_and\\_Profitability/links/0912f506d81c759527000000/A-Study-on-Investment-Appraisal-and-Profitability.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Thirunavukkarasu-Velnampy/publication/231590247_A_Study_on_Investment_Appraisal_and_Profitability/links/0912f506d81c759527000000/A-Study-on-Investment-Appraisal-and-Profitability.pdf)
58. Yahoo Finance. (i.a). Yahoo Finance kodulehekülg. Kasutatud 11.04.2025, <https://finance.yahoo.com/>

## LISA A

Peamised tootmisparameetrite väärtused RAS süsteemi ja vikerforelli kohta (Engle et al., 2020)

	Asustustihedus	Noorkala suurus	Saak	FCR	Sööda kulu	Noorkala maksumus	Juhtimis kulu	Tööjõu kulu	Turuhind
Ühikud	kg/m <sup>3</sup>	cm	kg/m <sup>3</sup>		\$/t	\$ igauks	\$/kg müügist	\$/kg müügist	\$/kg
Vikerforell	35	16.5	84-134	1.25	748	0.95	0.33-1.10	0.55-1.10	3.20-8.82

## LISA B

Intervjuukava, autori koostatud Arifa et al. (2022) ja Eesti Maaulikool (2015) põhjal

- Tutvusta ennast ja oma töö eesmärki.

### 1. Ülevaade projektist

- Kas saaksid palun anda üldise kirjelduse kalakasvatuse projektist ja kasutatavast süsteemist?
  - Mitu kasvatusbasseini teil on?
  - Milline on vee kogumaht?
  - Kui palju vett taaskasutatakse ning kui suur on vee kogutarbimine?

### Kasvatustingimused

- Mis liiki kalu kasvatate (näiteks vikerforell, siig)?
- Kas teil on oma haudejaam või ostate noorkalu sisse?
- Palun kirjelda:
  - Asustamise hulk ja kaal?
  - Millise kaaluni kalu kasvatate? Saagi keskmine kaal?
  - Kasvatuseperioodi pikkus (tsükli kestus)?
  - Ligikaudne söödaväärinduse koefitsient (FCR)?
  - Suremust (nt mitu kala päevas sureb keskmiselt)?
- Müügihind ja sihtturg:
  - Kas müüte hulgimüüjatele? Avamere sumpadesse?
- Asukoha valik?
- Tegutsemiseks vajalikud load ja litsentsid (veeluba)?
- Süsteemi ülesehitus ja kasutatav tehnoloogia?
- Rahastus ja finantsid

### 2. Finantsiline pool

- Koos täitmiseks eeldatav eelarve ja rahavood:

	Maksumus
<b>ALGNE INVESTEERING</b>	
Maa maksumus	
Ehituskulud	
RAS rajatis	
tegevusload jms	

<b>TOOTMISKULUD (tegevus)</b>	Aastas
<b>Püsikulud</b>	
Energia (elekter, kütus, soojatootmine...)	
Tööjõud	
Rent - kui maad renditakse	
Muud:	
Hooldus- ja remondikulud	
Juhtimiskulud	
Keskkonnatasud	
Muud kulud	
<b>Muutuvkulud</b>	
Asustusmaterjal	
Sööt	
Hapniku ja kemikaalide kulu	
Veterinaaar ja meditsiinikulu	
Muud kulud: (transpordi ja logistika...)	
<b>TOOTMISTULUD (kogus*hind)</b>	

- Omakapitali osakaal:
- Laenukapitali osakaal:
- Laenu intressimäär:

Lõpetus ja tänud!

LISA C

Suletud veekasutusega vikerforellikasvatuse rahavoogude tabel (€), autori koostatud



## SULETUD VEEKASUTUSEGA KALAKASVATUSE TASUVUSANALÜÜS

48

				0	49	5	21	0	6	16					4
ACF	13	8.0	96,00	770,2	43,42	132,5	35,00	80,23	316,7						151,2
			0	35	5	87	0	3	41	7,882	3,153				13
ACF	14	8.0	96,00	770,2	43,42	138,2	35,00	80,23	326,2						135,7
			0	35	5	88	0	3	44	8,064	3,225				56
ACF	15	8.0	96,00	770,2	43,42	144,2	35,00	80,23	336,0			160,0	160,0		119,7
			0	35	5	35	0	3	31	8,249	3,300	00	00		63

## Summary

### PROFITABILITY ANALYSIS OF A RAINBOW TROUT FARM USING A RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEM IN ESTONIA

Rasmus Lang

Aquaculture is one of the fastest-growing sectors of the global food industry, currently providing over half of all fish consumed by humans. In the European Union, the demand for fish continues to rise, while wild fish stocks are diminishing due to overfishing. As a result, sustainable fish farming, especially controlled systems such as Recirculating Aquaculture Systems (RAS) are gaining attention as a potential solution to meet the increasing need for high-quality animal protein.

This bachelor's thesis investigates whether farming rainbow trout using a RAS is economically viable and profitable in Estonia. The first part of the thesis explores the theoretical foundations of fish farming and investment analysis, while the second part presents an empirical case study of an Estonian rainbow trout RAS facility. The aim is to assess the profitability of such an operation by applying investment appraisal methods.

The theoretical framework includes an overview of fish farming's opportunities, especially the ones of a RAS technology, which offers environmental and biosecurity advantages through water recirculation, waste reduction, and year-round production. However, RAS system also requires high capital investment, operational expenses, and continuous electricity supply. Based on previous international research the thesis uses key financial indicators to evaluate investment profitability: Payback Period (PB), Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Profitability Index (PI), and breakeven and sensitivity analyses.

Empirical data was collected via a semi-structured interview with the owner of a RAS trout farm in Estonia. The study analyzed two production scenarios: one with 8-month production, and a second with continuous year-round production. Only the latter showed little potential for profitability. The initial investment was estimated at 800 000€. Annual production costs for the first year amounted to 445 556€ to produce 96 tons of rainbow trout. Feeding costs made up about 50% of total production costs.

Despite achieving a positive annual operational cash flow of 34 444€, the overall investment showed a negative NPV of -91 652€ and an IRR of 3.83%, which is below the required rate of return of 5.19%. The profitability index (PI) was 0.89, indicating the project

is not financially viable under current assumptions. However, the sensitivity analysis demonstrated that minor changes – such as a 1.5% increase in the selling price or receiving a 50% public subsidy for equipment upgrades – could turn the project profitable.

The study concludes that while RAS-based trout farming offers sustainable production advantages and could fill the gap between domestic supply and increasing demand, it is not currently profitable in Estonia without subsidies or higher selling prices. Further research could examine combined RAS and marine cage operations or compare RAS to traditional open-flow systems. In summary, the thesis highlights that although RAS technology can offer environmental and production benefits, financial feasibility remains a significant barrier in Estonia meaning that it is not profitable.

Mina, Rasmus Lang,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose Suletud veekasutusega vikerforellikasvatuse tasuvusanalüüs Eestis,

mille juhendaja on Maire Nurmet,

reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Rasmus Lang  
13.05.2025