



Arðsemismat á CO₂ söfnunarkerfi

Júlía Eyfjörð Jónsdóttir

30 ECTS eininga ritgerð til
Meistaraprófs (M.Sc.) í rekstrarverkfræði

Júní 2019

Leiðbeinandi:

Páll Jensson
Prófessor, Háskólinn í Reykjavík.

Prófdómari:

Guðmundur Elías Níelsson
Verkfræðingur

Copyright

Júlia Eyfjörð Jónsdóttir

June 2019

Arðsemismat á CO₂ söfnunarkerfi

Júlía Eyfjörð Jónsdóttir

Júní 2019

Útdráttur

Loflagsvandamál eru áhyggjuefni í heiminum í dag, losun hefur aukist gríðarlega og skuldinni er oft að hluta til skellt á iðnaðarfyrirtæki. Mikilvægt er að fyrirtæki reyni að sýna frumkvæði og vinna sig í átt að sjálfbærri þróun til að bregðast við vandamálunum.

Þetta verkefni er unnið í samstarfi við Ölgerðina Egill Skallagrímsson. Ölgerðin hefur stigið stór skref í umhverfismálum undanfarin ár og leitar leiða til að gera enn betur. Í þessu verkefni er gert arðsemismat og áhættugreining á fjárfestingu á CO₂ söfnunarkerfi fyrir Ölgerðina. Þetta kerfi tekur koltvísýring, sem myndast við gerjun bjórs, hreinsar hann og safnar honum í safntank þar sem hann er tilbúinn til endurnotkunar í framleiðslu.

Í verkefninu eru smíðuð tvö líkön. Líkan sem reiknar út fræðilegt magn af koltvísýringi sem myndast við gerjun bjórs út frá söluspá Ölgerðarinnar og arðsemislíkan. Niðurstöður úr fyrra líkaninu eru notaðar í seinna líkanið sem metur hvort fjárfestingin sé arðbær eða ekki. Áhættumat er gert á verkefninu með næmnigreiningu og hermun.

Niðurstöður líkana leiddu í ljós að verkefnið yrði arðbært miðað við gefnar forsendur. Þó er talsverð áhætta í verkefninu þar sem endurgreiðslutíminn er langur og næmasta breytan er söluspá sem er áhættusamt þar sem erfitt er að spá fyrir um eftirspurn langt fram í tímann.

Lykilord: Arðsemismat, Arðsemi, Áhættugreining, Sjálfbær þróun

Financial assessment for CO₂ recovering systems

Júlia Eyfjörð Jónsdóttir

June 2019

Abstract

Climate change is a serious concern in the world today, and with emission having drastically increased, blame often gets placed on industrial companies. It is important that firms show initiative in moving towards sustainable development.

This assignment is done in cooperation with Ölgerðin Egill Skallagrímsson. In recent years, Ölgerðin has made big strides with regards to environmental issues and is constantly looking for ways to improve even further. In this assignment, Ölgerðin's CO₂ recovering system will undergo a profitability assessment as well as a risk analysis. This recovering system takes carbon dioxide, formed during the fermentation of beer, cleanses it and collects it into a collection tank where it is ready to be reused.

In the assignment, two models are built. Firstly, a model that calculates the theoretical amount of carbon dioxide formed during the fermentation of beer, based on Ölgerðin's sales forecast, and secondly, a profitability assessment model. Results from the first model are used to create the profitability assessment model, assessing whether the investment is profitable or not. A risk analysis is conducted for the assignment using a three-point method, sensitivity analysis and simulation.

The results of the models indicate that the project would be profitable based on the given prerequisites. However, there is also considerable risk involved in the project as the payback period is long and the most sensitive variable is the sales, which is hard to predict far ahead in time.

Keywords: Profitability assessment, Profitability, Risk analysis, Sustainable development

Þakkir

Sérstakar þakkir fær leiðbeinandinn minn, Páll Jensson prófessor í Háskóla Reykjavíkur, fyrir leiðbeiningar og stuðning við þetta verkefni.

Einnig vil ég þakka tengiliðum mínum hjá Ölgerðinni, Ingólfi Arnarsyni, rekstrarstjóra ölsuðu, og Sturlaugi Jóni Björnssyni, yfirbruggmeistara, ásamt öðrum starfsmönnum sem aðstoðuðu mig við verkefnið.

Að lokum vil ég þakka fjölskyldu minni og vinum þá einkum systur minni Báru Eyfjörð Jónsdóttur, frænku minni Rögnu Gestsdóttur og mági mínum Þorgeiri Rúnari Finnssyni fyrir stuðning og hjálp á meðan á verkefninu stóð.

Efnisyfirlit

Þakkir	vii
Efnisyfirlit.....	viii
Myndaskrá	x
Töfluskrá	xi
Inngangur	1
1.1 Aðdragandi.....	2
1.2 Lýsing	3
1.3 Markmið.....	3
1.4 Yfirlit verkefnis.....	4
2 Ferli og hugtök	5
2.1 Bjór	5
2.1.1 Bjórframleiðsla	6
2.2 Gerjunarnýtni (e. Real Degree of Fermentation)	7
2.2.1 Mæling á gerjunarnýtni í Ölgerðinni.....	7
2.3 CO ₂ söfnunarkerfi (e. CO ₂ Recovering Systems).....	7
2.3.1 CO ₂ söfnunarkerfi Ölgerðarinnar	8
2.4 Sjálfbær þróun.....	9
2.4.1 Sjálfbær þróun Ölgerðarinnar.....	9
2.4.2 Loftlagsáhrif	10
3 Aðferðafræði	11
3.1 Koltvísýringssöfnun.....	11
3.2 Arðsemismat	13
3.2.1 Endurgreiðslutími (e. Payback Period)	13
3.2.2 Núvirði (e. Net Present Value).....	13
3.2.3 Innri vextir (e. Internal Rate of Return)	14
3.2.4 Ytri vextir (e. External or Modified Internal Rate of Return)	15
3.2.5 Kennitölur (e. Financial Ratios)	15
3.2.5.1 Arðsemi fjárfestingar (e. Return on Investment).....	15
3.2.5.2 Arðsemi eigin fjár (e. Return on equity).....	16
3.2.5.3 Veltufjárhlutfall (e. Current Ratio).....	16
3.2.5.4 Innra virði (e. Internal Value of Shares).....	16
3.2.5.5 Skuldaþekja (e. Debt Service Coverage Ratio)	17
3.2.5.6 Lánaþekja (e. Loan Life Coverage Ratio)	17
3.3 Áhættumat (e. Project Risk).....	18
3.3.1 Áhættugreining (e. Risk analysis)	18
3.3.2 Næmnigreining (e. Sensitivity Analysis)	18
3.3.3 Hermun (e. Simulation).....	19

3.3.3.1 Þriggja punkta mat (e. The three-point method).....	19
4 Forsendur og fjárfesting	21
4.1 Forsendur	21
4.2 Fjárfesting	21
4.2.1 Kostnaður	22
4.2.2 Áætlaðar tekjur	22
4.2.3 Líftími verkefnis.....	22
4.2.4 Lán.....	23
4.2.5 Ávöxtunarkrafa.....	23
4.2.6 Aðrar forsendur	23
5 Líkön.....	24
5.1 Koltvísyringslíkan.....	24
5.1.1 Viðmót líkans	24
5.2 Arðsemislíkanið.....	26
5.2.1 Forsendur og niðurstöður	27
5.2.2 Fjárfesting og fjármögnun.....	28
5.2.3 Rekstur	28
5.2.4 Fjárstreymi	29
5.2.5 Efnahagur	29
5.2.6 Arðsemi	29
6 Niðurstöður	30
6.1 Koltvísyringslíkan.....	30
6.2 Arðsemislíkan	30
6.2.1 Forsendur og niðurstöður	30
6.2.2 Rekstur	31
6.2.3 Fjárstreymi	31
6.2.4 Efnahagur	32
6.2.5 Arðsemi	32
6.2.6 Kennitölur (e. Financial ratios)	34
6.2.7 Sundurliðun kostnaðar.....	35
6.2.8 Endurgreiðslutími (e. Payback period).....	35
6.3 Áhættugreining (e. Risk analysis).....	36
6.3.1 Næmnigreining (e. Sensitivity Analysis)	36
6.3.2 Þriggja punkta mat (e. Three-point cost estimation).....	37
6.3.3 Hermun (e. Simulation).....	38
7 Lokaorð.....	40
Heimildir.....	42
Viðauki A.....	45
Viðauki B.....	48

Myndaskrá

Mynd 1.1 Kolsýrunotkun Ölgerðarinnar árið 2018.....	2
Mynd 2.1 Bruggferli bjórs (Ölgerðin Egill Skallagrímsson, 2019).....	7
Mynd 2.2 CO ₂ söfnunarkerfi (Pentair Food and Beverage, e.d.).....	9
Mynd 5.1 Yfirlitsmynd af viðmóti fyrsta hluta koltvísýringslíkansins.....	25
Mynd 5.2 Yfirlitsmynd af viðmóti annars hluta koltvísýringslíkansins.....	25
Mynd 5.3 Yfirlitsmynd af viðmóti þriðja hluta koltvísýringslíkansins.....	25
Mynd 5.4 Yfirlitsmynd af reiknilíkani per suðu út frá bjórtegund.....	26
Mynd 5.5 Helstu þættir og tenging þeirra í arðsemislíkani (Jensson, 2006).....	27
Mynd 5.6 Fjárstreymi verkefnis (Páll Jensson, 2006).....	28
Mynd 6.1 Helstu niðurstöður arðsemislíkansins.....	31
Mynd 6.2 Heildarfjárstreymi og nettó fjárstreymi verkefnis.....	32
Mynd 6.3 Uppsafnað núvirði fyrir heildarfé og eigið fé verkefnis.....	33
Mynd 6.4 Innri vextir heildarfjár og eigin fjár verkefnis sem fall af tímalengd.....	33
Mynd 6.5 Ytri vextir heildarfjár og eigin fjár verkefnis.....	34
Mynd 6.6 Greining á völdum kennitölum.....	34
Mynd 6.7 Sundurliðun kostnaðar í verkefni.....	35
Mynd 6.8 Endurgreiðslutími fyrir verkefni.....	36
Mynd 6.9 Næmnigreining fyrir verkefni.....	37
Mynd 6.10 Þriggja punkta mat fyrir kostnað verkefnis.....	37
Mynd 6.11 Þriggja punkta mat fyrir söluspá verkefnis.....	38
Mynd 6.12. Niðurstöður hermunar fyrir fjárfestingarkostnað.....	38
Mynd 6.13 Niðurstöður hermunar fyrir söluspá.....	39
Mynd 1.A Hluti 1 í koltvísýringslíkani.....	45
Mynd 2.A Hluti 2 í koltvísýringslíkani.....	46
Mynd 3.A Hluti 3 í koltvísýringslíkani.....	47
Mynd 1.B Forsendur og niðurstöður.....	48
Mynd 2.B Fjárfesting.....	48
Mynd 3.B Rekstur (ATH búið er að fela hluta af útreikningunum).....	49
Mynd 4.B Fjárstreymi.....	49
Mynd 5.B Efnahagur.....	50
Mynd 6.B Arðsemi.....	50

Töfluskrá

Tafla 3.1 Mólmassi frumefna.	11
Tafla 6.1 Hagnaður eða tap eftir skatt í rekstri verkefnisins.	31
Tafla 6.2 Skuldir og eigið fé út tímabilið fyrir verkefnið.	32

Kafli 1

Inngangur

Í kjölfar loftslagsbreytinga eru mörg fyrirtæki farin að huga að umhverfisáhrifum og reyna að gera breytingar í rekstri til að minnka kolefnisspor sitt. Ein af þeim aðgerðum til að færa sig í átt að sjálfbærri þróun er að fyrirtæki stuðli að minni kolefnislosun.

Við bjórframleiðslu, nánar tiltekið við gerjun bjórs, verður efnahvarf þar sem sykrur úr maltinu gerjast og mynda etanól og koltvísýring. Mögulegt er að safna þeim koltvísýringi sem myndast þegar sykrurnar brotna niður í gerjun. Koltvísýringur sem er uppleystur í vatni myndar kolsýru. Kolsýra er eitt af hráefnunum sem þarf til þess að framleiða bjór.

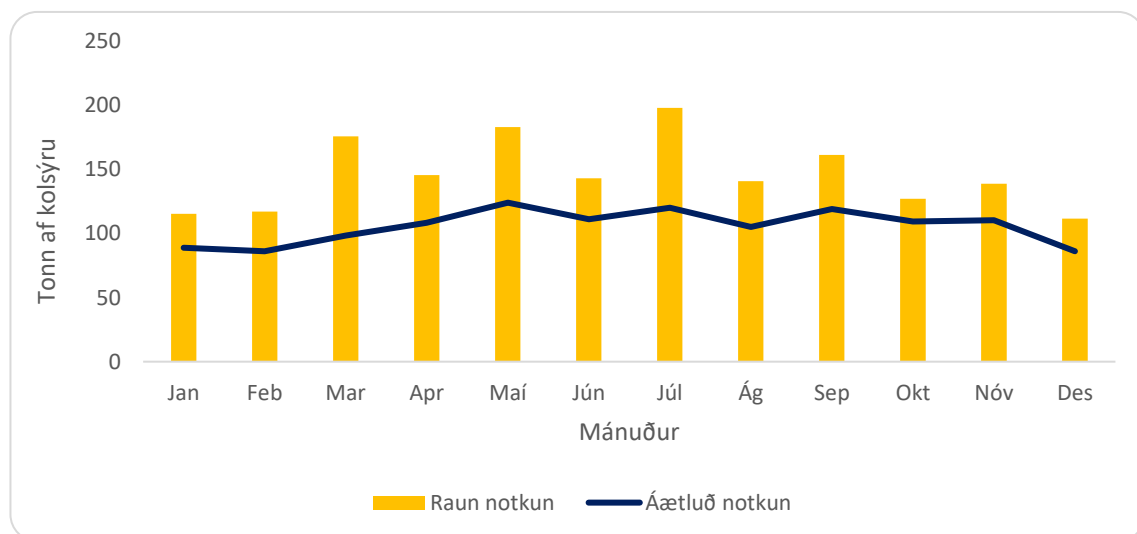
Þetta verkefni er unnið í samstarfi við Ölgerðina Egil Skallagrímsson. Ölgerðarinn hefur undanfarin ár stigið stór skref í umhverfismálum og gefur árlega út umhverfisskýrslu auk skýrslu um samfélagslega ábyrgð. Þann 16. nóvember 2015 undirritaði Ölgerðin samkomulag um að taka þátt í því að ná sameiginlegum loftlagsmarkmiðum Íslands með ríkjum ESB og Noregi um að minnka kolefnisspor sitt um 40% á tímabilinu 1990-2030 (Ölgerðin Egill Skallagrímsson, 2018).

Ölgerðin vill vera til fyrirmyndar í umhverfismálum og leitast við að finna leiðir til að minnka mengun frá eigin starfsemi, þá einkum þá hlið sem snýr að rekstri fyrirtækisins, og vill lágmarka skaðsemi á náttúrunni. Til að færa Ölgerðina enn frekar í átt að sjálfbærri þróun vilja stjórnendur styðja við þau markmið og skoða möguleika á að fjárfesta í kerfi sem styður við það (Ölgerðin Egill Skallagrímsson, 2018).

1.1 Aðdragandi

Hér á landi og í Evrópu hefur verið kolsýruskortur á síðustu misserum (Bjarni Pétur Jónsson, 2018). Skortur á kolsýru getur haft áhrif á framleiðslu og valdið framleiðslustoppi hjá fyrirtækjum sem nota hana í framleiðslu á vörum (Kjartan Kjartansson, 2018). Ölgerðin notar mikið magn af kolsýru í sinni framleiðslu. Árið 2018 voru keypt tæplega 1.760 tonn af kolsýru frá fyrirtækinu Ísaga. Aðeins er ein kolsýruverksmiðja á Íslandi, Ísaga, sem nær ekki að anna eftirspurn á landinu (Bjarni Pétur Jónsson, 2018).

Mikil kolsýrunotkun hefur valdið vandamálum hjá Ölgerðinni þar sem talsvert meira magn af kolsýru er notað en gert er ráð fyrir í áætlunum. Þetta leiðir af sér að erfiðara er að semja við birgja um umframkaup á kolsýru vegna kolsýruskorts. Stjórnendur Ölgerðarinnar þurfa því að leita leiða til að minnka kaup á kolsýru sem mun leiða til minni áhættu á því að lenda í framleiðslustoppi. Á mynd 1.1 má sjá raun kolsýrunotkun Ölgerðarinnar árið 2018 borna saman við áætlaða kolsýrunotkun 2018.



Mynd 1.1 Kolsýrunotkun Ölgerðarinnar árið 2018.

Fram kemur í umhverfisstefnu Ölgerðarinnar að Ölgerðin leitast eftir því að lágmarka áhrif á umhverfið í starfsemi sinni og stefnir að því að ná sífellt betri árangri í daglegum rekstri fyrirtækisins þegar kemur að umhverfisvernd (Ölgerðin Egill Skallagrímsson, e.d.). Með því að endurnýta koltvísýringinn sem myndast í gerjun bjórs væri Ölgerðin að minnka losun út í umhverfið og í leiðinni að minnka kaup á kolsýru.

Árið 2000 fjárfesti Ölgerðin í CO₂ söfnunarkerfi til að safna koltvísýringi. Koltvísýringi var safnað við gerjun á bjór og fór hann í gegnum kerfi þar sem hann var hreinsaður og að lokum

var honum safnað í safntank. Þessi koltvísýringur var notaður við átöppun í framleiðsluferli bjórs. Undanfarin ár hefur CO₂ söfnunarkerfið ekki verið í notkun. Ástæðan er sú að of mikil froðumyndun var frá gerjunartönkunum. Froðumyndunin varð vegna þess að gerjunartankarnir voru fylltir að hámarki til að geta mætt eftirspurn á markaði en takmarkað magn af gerjunartönkum er í Ölgerðinni, því er mikilvægt að nýta tankana vel. Ölgerðin fer eftir ströngum stöðlum um að nota aldrei hráefni sem hefur áhrif á gæði vörunnar. Vegna froðumyndunar þurfti því að taka þá ákvörðun að slökkva á CO₂ söfnunarkerfinu, þar sem koltvísýringurinn stóðst ekki gæðakröfur (Ölgerðin Egill Skallagrímsson, e.d.).

1.2 Lýsing

Ölgerðin hefur áhuga á að byrja aftur að safna koltvísýringi sem myndast við gerjun. Fyrsta skrefið er að meta hvort hægt sé að nota kerfið sem er til nú þegar eða hvort fjárfesta verði í nýju CO₂ söfnunarkerfi. CO₂ söfnunarkerfið sem fjárfest var í árið 2000 hefur ekki verið í notkun undanfarin ár eins og fram hefur komið. Til þess að meta ástand þess þarf að fá úttektaraðila frá framleiðanda þess, Pentair Haffmans.

Bjór er mjög viðkvæm vara. Eftir að hann er gerjaður verður hann mjög viðkvæmur fyrir súrefni. Minnsta magn af súrefni í bjór getur valdið óbragði og haft slæm áhrif á geymsluþol. Þar af leiðandi er mikilvægt að lágmarka magn af súrefni sem kemst í snertingu við bjórinn og því þarf koltvísýringurinn sem notaður er til að kolsýra bjórinn að vera tær (Fix, 2014).

Ölgerðin framleiðir bæði sinn eigin bjór og er einnig með sérleyfi á framleiðslu fyrir þekkt vörumerki; Tuborg og Carlsberg. Ölgerðin þarf að standast gæðakröfur til að mega framleiða bjór undir þessum vörumerkjum. Því er lykilatriði fyrir hana að öll hráefni sem notuð eru við framleiðslu standist gæðakröfur. Koltvísýringurinn sem notaður er við framleiðslu þarf því að vera með tærleika innan ákveðinna marka. Þetta verkefni gengur út á að meta hvort núverandi söfnunarkerfi sem Ölgerðin á sé nothæft og ef svo er ekki þarf að gera arðsemismat á kaupum á nýju CO₂ söfnunarkerfi.

1.3 Markmið

Markmiðið með þessu verkefni er að smíða tvö líkön. Líkan sem reiknar magn koltvísýrings sem hægt er að safna frá gerjun bjórs og arðsemislíkan sem styður við ákvörðun um fjárfestingu á CO₂ söfnunarkerfi. Fjárfestingin hefur í för með sér að Ölgerðin getur minnkað

kaup á kolsýru og í leiðinni orðið meira sjálfbært fyrirtæki í bjórframleiðslu. Líkönin líkja eftir bjórframleiðslu Ölgerðarinnar næstu 15 árin og meta hvaða áhrif fjárfestingin hefur. Fyrri líkanið verður notað til að ákvarða tekjur fyrir seinna líkanið.

Áhættumat verður gert fyrir verkefnið með næmnigreiningu og hermun. Markmiðið er að finna út hvort mikil áhætta sé fyrir Ölgerðina að fjárfesta í slíku kerfi. Mikilvægt er að hafa í huga að flestar tölur sem notaðar eru í þessu verkefni eru byggðar á framtíðarspám. Niðurstöðurnar gefa til kynna hvort fjárfestingin sé arðbær miðað við gefnar forsendur. Tilgangurinn með verkefninu er að gefa Ölgerðinni hugmynd um hvað fjárfesting líkt og þessi myndi hafa í för með sér.

1.4 Yfirlit verkefnis

Verkefnið skiptist í sjö kafla. Í öðrum kafla verður farið yfir ferli og hugtök sem koma fyrir í verkefninu. Í þriðja kafla verður farið yfir þá aðferðafræði sem notuð er í verkefninu. Í fjórða kafla verður farið yfir þær forsendur og fjárfestingar sem verkefnið felur í sér. Í fimmta kafla verður farið yfir líkönin, uppsetningu þeirra og viðmót. Í sjötta kafla eru niðurstöður. Þar má finna niðurstöður líkananna, arðsemismat og áhættugreiningu. Í sjöunda kafla eru lokaorð. Viðauka má finna aftast.

Kafli 2

Ferli og hugtök

Í eftirfarandi kafla verða ferli og hugtök sem koma fram í verkefninu skilgreind. Farið verður yfir hugtökin bjór, bjórframleiðsla, gerjunarnýtni, CO₂ söfnunarkerfi, sjálfbær þróun og loftlagsáhrif.

2.1 Bjór

Bjór er útbreiddasti og elsti áfengi drykkur sem heimildir geta um (Dreher Breweries Ltd, e.d.). Bjór er gerjaður drykkur sem er bruggaður úr vatni, möltuðu byggi og bragðbættur með humlum. Algengustu hráefnin sem eru notuð í bjór eru vatn, malt, humlar, ger og fimmta mikilvægasta hráefnið er kolsýra. Möguleiki er á að bæta öðrum innihaldsefnum í bjór til að breyta bragði (Protz, 2001).

Gæði vatns skipta miklu máli hvað varðar tærleika og bragð bjórsins. Vatn er ýmist flokkað sem hart vatn, vatn með hátt steinefnahlutfall, eða mjúkt vatn, vatn með lágt steinefnahlutfall. Íslenska vatnið er flokkað sem mjúkt vatn og hentar mjög vel til lagerbruggunar. Vatn örvar maltið og humlana til að gefa frá sér sykrur, bragð og ilm (Protz, 2001).

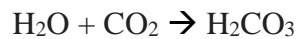
Malt er spírað korn, sú tegund af korni sem er yfirleitt notuð er bygg. Korninu er látið spíra mismikið eftir því hvaða bjórtegund er verið að brugga. Maltað bygg gefur ensím sem umbreyta sterkju úr maltinu í sykrur sem umbreytast svo í etanól og koltvísýring við gerjun. Malt gefur bjórnum lit, sætu og froðu (Protz, 2001).

Humlar innihalda ýmsar bragð- og ilmvirkar sýrur og olíur. Þeir gefa bjórnum beiskju, bragð og rotvörn. Lengri suða gefur bjórnum meiri beiskju. Humlar hjálpa bjórnum að halda froðu og eru notaðir til að bæta bragði í bjórinn og auka geymsluþol (Protz, 2001).

Ger er einfruma sveppur sem umbreytir sykrum í etanól og koltvísýring. Tvær megintegundir af geri eru notaðar í bjórgerð, lagerger og ölger. (Protz, 2001).

Kolsýra er veik sýra, hún er efnasamband vatns og koltvísýrings. Kolsýran myndast þegar koltvísýringur kemst í snertingu við vatn (Livens, 2016).

Eftirfarandi efnahvarf á sér stað:



Koltvísýringur er efnasamband kolefnis og súrefnis. Eins og áður kom fram myndast koltvísýringur við gerjun þegar sykrur maltsins brotna niður og mynda etanól og koltvísýring (Livens, 2016).

Eftirfarandi efnahvarf á sér stað:



Þegar þetta efnahvarf á sér stað er möguleiki á því að safna koltvísýringinum og nota síðar við framleiðslu á bjór (Livens, 2016).

2.1.1 Bjórframleiðsla

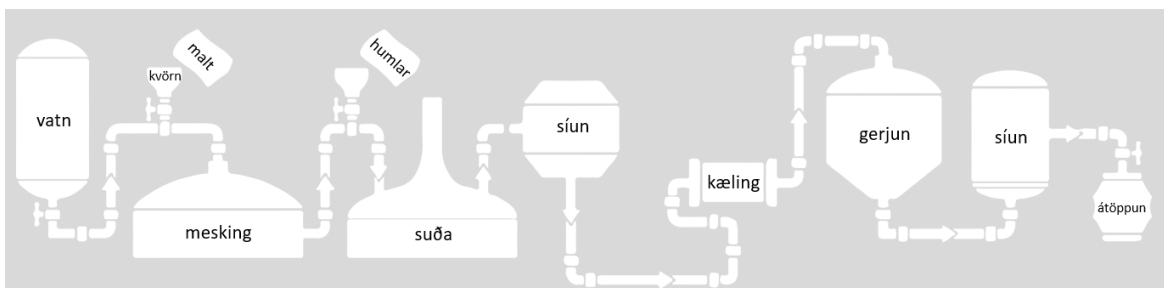
Í þessum undirkafla verður farið yfir bjórframleiðsluferli í grófum dráttum. Þegar kemur að því að framleiða bjór er bruggferlið yfirleitt það sama fyrir flestar bjórtegundir. Í upphafi ferlis er heitu vatni og malti blandað saman og sett í svokallað meskiker þar sem blandan er geymd við ákveðið hitastig í ákveðinn tíma, yfirleitt nokkrar klukkustundir. Þessi hluti kallast mesking (Protz, 2001).

Tilgangurinn með meskingu er að virkja náttúruleg ensím til að brjóta sterkjuna úr maltinu niður í sykrur sem hægt er að gerja. Afurð meskingarinnar er kallað meski (einnig kallað virtur). Meskið er svo síað og hrtið fjarlægð. Meskið er sett í suðuketil og soðið í honum í nokkrar klukkustundir. Meðan meskið er soðið er humlum bætt út í vökvann, oft í skömmtum, humlarnir gefa vökvannum bragð. Þessi hlut ferlisins nefnist bruggun (Protz, 2001).

Eftir bruggun eru humlarnir síaðir frá vökvannum. Vökvinn er snöggkældur niður í gerjunarhitastig. Því næst er gerinu bætt út í vökvann, við það hefst gerjunin. Á þessu stigi gerjast vökvinn og verður að bjór. Við gerjun valda gersveppirnir því að sykrur maltsins brotna niður og við það myndast etanól og koltvísýringur. Gerjun tekur oft um það bil tvær vikur en gerjunartíminn er háður bjórtegund og getur verið mjög mismunandi (Protz, 2001).

Eftir að gerjun lýkur er bjórinn gerilsneyddur með síun, það er að segja þeir bjórar sem eru gerilsneyddir. Þegar þessum skrefum er lokið er bjórinn tilbúinn til átöppunar (Protz, 2001).

Á mynd 2.1 má sjá skýringarmynd fyrir bruggferli bjórs.



Mynd 2.1 Bruggferli bjórs (Ölgerðin Egill Skallagrímsson, 2019).

2.2 Gerjunarnýtni (e. Real Degree of Fermentation)

Gerjunarnýtni er mælieining á hlutfall sykranna í meskinu (virtrinu) sem hefur gerjast og orðið að etanóli og koltvísýringi. Gerjunarnýtni er hlutfallið sem gerjast og gefur því til kynna það magn af koltvísýringi sem myndast við gerjun (Chlup, e.d.).

2.2.1 Mæling á gerjunarnýtni í Ölgerðinni

Ölgerðin mælir gerjunarnýtni með mæli. Mælirinn er af gerðinni Alcoalyzer ME frá framleiðandanum Anton Paar en mælirinn mælir bjórinn af mikilli nákvæmni (Anton Paar, e.d.). Allar mælingar á gerjunarnýtni fyrir hverja bjórlögun eru skráðar hjá Ölgerðinni og geymdar í gagnabanka Ölgerðarinnar.

2.3 CO₂ söfnunarkerfi (e. CO₂ Recovering Systems)

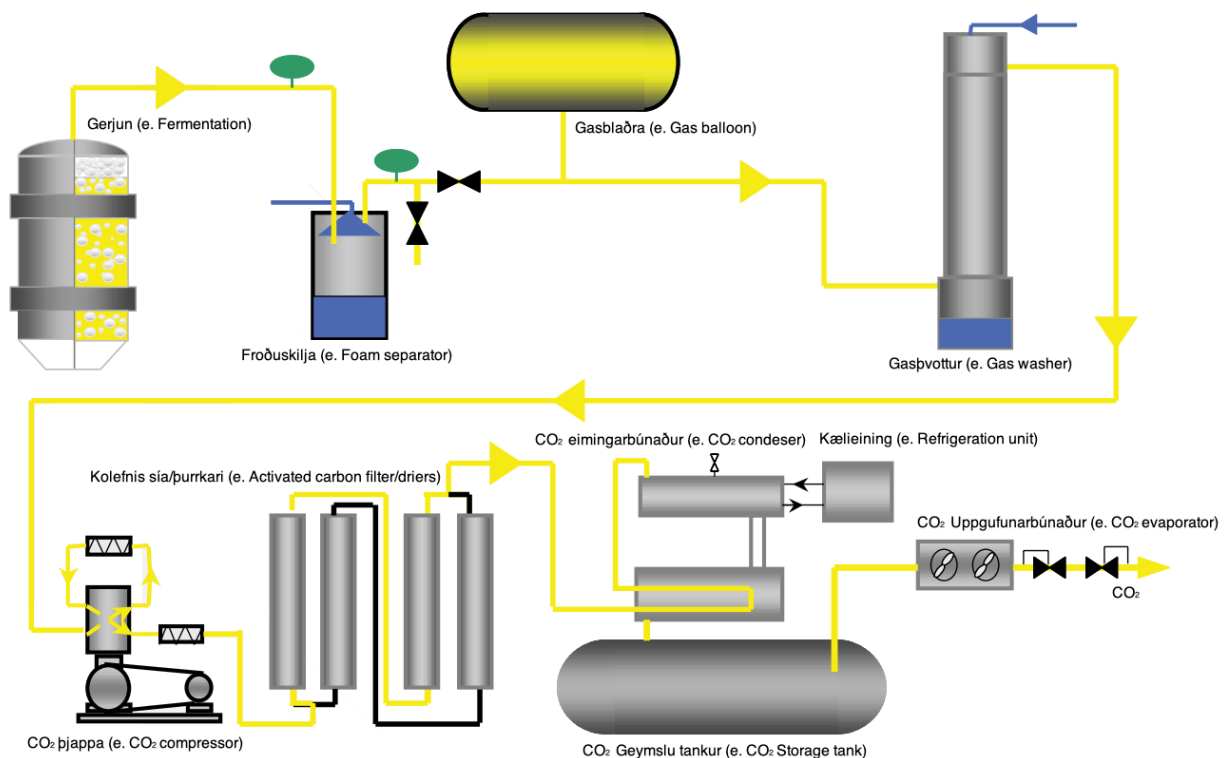
Allt frá 1912 hefur koltvísýringi verið safnað við gerjun bjórs. Þá þróaði Witterman lokaðan gerjunarferil. Verkfræðiteymi Wittermans þróaði háþróað greiningartæki sem greinir gerjunartíma og gögn um bruggun og reiknar út magn af koltvísýringi úr gerjuninni. Kerfin eru hönnuð til að hreinsa og safna koltvísýringi sem myndast við gerjun. Gildin um tærleika

koltvísýrings eru mikilvæg og þarf að passa vel upp á að súrefnisgildið sé ekki of hátt. Kerfið tryggir að koltvísýringurinn sé nægilega tær til hámarka geymsluþol og bragðstöðuleika bjórsins (Titu og Simonffy, 2014).

2.3.1 CO₂ söfnunarkerfi Ölgerðarinnar

Árið 2000 fjárfesti Ölgerðin í CO₂ söfnunarkerfi af gerðinni CO₂ recovery plant 50 Kg/h frá Pentair Haffmans. Í dag eru kerfin frá Pentair Haffmans eins upp sett og kerfið sem Ölgerðin á en búnaðurinn er nákvæmari og öflugri en áður fyrr. Kerfið er tengt við alla 32 gerjunartanka Ölgerðarinnar (Peeters, 2019).

Við gerjum brotna sykrur maltsins niður og við það myndast etanól og koltvísýringur. Koltvísýringurinn er á gasformi. Við gerjunartankana eru tengdar pípur. Þaðan fer koltvísýringurinn í gegnum froðuskilju sem hreinsar froðuna og önnur leysanleg óhreinindi frá honum. Gasblaðran safnar koltvísýringnum sem kemur frá gerjuninni. Í framhaldinu er hann þveginnt í gasþvotti þar sem hann fer svo í þjöppu. Í þjöppunni er gasinu þjappað saman í tveimur skrefum þar til þrýstingurinn verður 18-22 bör. Þrýstingurinn fram að því er 1 bar. Næst fer koltvísýringurinn í gegnum þurrkara þar sem afgangurinn af rakanum er fjarlægður. Í framhaldi fer hann í gegn um síu þar sem gasið er síað. Á þessu stigi er gasið heitt. Gufunni er safnað saman og hún þétt með kælingu. Við þetta verður koltvísýringurinn á vökvaformi. Þetta skref kallast eiming. Með því að nota eimingarbúnað er komið í veg fyrir að minnstu óhreinindi séu til staðar. Vökvinn er geymdur í koltvísýrings geymslutanki þar til hann fer í gegnum uppgufunarbúnað og er þar með tilbúinn til endurnotkunar í framleiðslu. Hreinleiki koltvísýringsins skiptir miklu máli upp á gæði kolsýrunnar og því er mikilvægt að koltvísýringurinn fari í gegnum öll þessi skref til að verða sem tærastur (Titu og Simonffy, 2014). Skýringarmynd af ferlinu má sjá á mynd 2.2 (Pentair Food and Beverage, e.d.).



Mynd 2.2 CO₂ söfnunarkerfi (Pentair Food and Beverage, e.d.).

2.4 Sjálfbær þróun

Sjálfbær þróun hefur verið skilgreind sem sú þróun sem mætir þörfum samtímans án þess að minnka möguleika komandi kynslóða til þess að mæta þörfum sínum. Þrjár meginstoðir sjálfbærrar þróunar eru efnahagsvöxtur, félagslega velferð og jöfnuður og vernd umhverfisins þar sem leitast er eftir að hámarka efnahagslega og félagslega velferð án þess að umhverfið verði fyrir skaða (Umhverfissráðuneytið, 2007).

2.4.1 Sjálfbær þróun Ölgerðarinnar

Ölgerðin er nú þegar byrjuð að huga að sjálfbærri þróun við bruggun á bjór. Rafmagnið sem notað er í framleiðslu Ölgerðarinnar flokkast sem græn orka. Hugtakið græn orka er hugtak sem er notað yfir umhverfissvæna orku. Einnig er allt hrat sem fellur til við suðu á bjór (og malti) notað sem svínafóður. Varminn sem myndast við gerjun bjórs (og malts) er notaður fyrir bílastæði Ölgerðarinnar meðal annars til að bræða snjó. Mikil tækifæri eru því fyrir Ölgerðina að vera enn sjálfbærari við framleiðslu á bjór með því að byrja aftur að safna koltvísýringi við gerjun á bjór sem væri hægt að endurnýta í framleiðslu (Ölgerðin Egill

Skallagrímsson, 2018).

2.4.2 Loftlagsáhrif

Samkvæmt mælingum sem gerðar hafa verið með gervihnöttum er talið að helsta orsök loftslagsbreytinga sé mengun af mannavöldum. Loftmengunin stafar af losun gróðurhúsalofttegunda og sú lofttegund sem er atkvæðamest er koltvísýringur (CO₂). Þær lofttegundir sem eru í andrúmsloftinu og gleypa varmageislun frá jörðu með því að draga innrauða geisla í sig og hita þannig lofthjúp jarðar eru nefndar gróðurhúsalofttegundir. Þessi áhrif eru nefnd gróðurhúsaáhrif. Aukin gróðurhúsaáhrif skila sér í loftlagsbreytingum. Frá upphafi iðnbyltingar hefur styrkur koltvísýrings í andrúmsloftinu aukist um þriðjung. Eftir því sem styrkurinn eykst verða gróðurhúsaáhrifin meiri. Aukið magn koltvísýrings í lofti hefur einnig áhrif á sjóinn sem verður súrari eftir því sem magn koltvísýring í andrúmsloftinu hækkar. Aukning í gróðurhúsaáhrifum hefur áhrif á hækkandi hitastig jarðar og munu loftlagsbreytingar að öllum líkindum hafa slæm áhrif í för með sér fyrir lífríki á jörðinni. Hlýnun getur meðal annars ýtt undir hækkun sjávaryfirborðs, flóð, hitabylgjur, fárviðri, þurrka og elda. Einnig er líklegt að hlýnun muni hafa í för mér sér aukna vannæringu meðal fólks vegna breyttra skilyrða við matvælaframleiðslu, samfara breytingum á loftslagi sem hefur áhrif á vöxt og útbreiðslu sjúkdóma (Halldór Björnsson o.fl., 2018).

Kafli 3

Aðferðafræði

Áður en lagt er í stórar fjárfestingar er mikilvægt að reyna að greina afleiðingar fjárfestinganna og meta hvort þær séu arðbærar eða ekki. Arðsemismat og áhættumat eru öflugar aðferðir fyrir slíka greiningu. Í þessum kafla verður farið yfir þá aðferðafræði sem er notuð við greiningu í þessu verkefni.

3.1 Koltvísýringssöfnun

Til að reikna magn koltvísýrings úr gerjun bjórs þarf að skoða efnafræðina á bak við efnahvarfið.

Eftirfarandi efnahvarf á sér stað þegar sykrur maltsins brotna niður og mynda etanól og koltvísýring:



Fyrir hvert 1 mól af glúkósa myndast 2 mól af etanóli og 2 mól af CO_2 . Til þess að geta reiknað út magn koltvísýrings sem verður úr efnahvarfinu þarf að skoða mólmassa frumefnanna.

Í töflu 3.1 má sjá mólmassa fyrir hvert frumefni.

Tafla 3.1 Mólmassi frumefna.

<u>Frumefni</u>	<u>Tákn</u>	<u>Atómsmassi</u>
Kolefni	C	12,0107
Súrefni	O	15,9994
Vetni	H	1,00794

Til þess að reikna út magn af koltvísýringi sem myndast við gerjun þarf að byrja á að reikna út sykursmagnið í meskinu (virtur). Í kafla 2.1.1 má finna nánari skilgreiningu á meski (virtur).

Til að finna sykursmagn í meskinu (virtur) er eftirfarandi jafna (3.1) notuð:

$$\text{Sykursmagn í meski} = \frac{\text{Target (\%P)}}{\text{kgvirtur}} * \frac{1,068 \text{ kgvirtur}}{L} * \text{Magn L} \quad (3.1)$$

Þar sem:

Target (%P) = sykursmagn per kg í bjórtegund, %P er þyngdarprósenta sykurs.

(Hlynur Árnason, Bruggmeistari Ölgerðin, munnleg heimild, viðtal, 2. apríl 2019).

Út frá sykursmagninu og gerjunarnýtni er hægt að finna koltvísýringismagnið úr gerjuninni með eftirfarandi jöfnu (3.2):

$$\text{Magn af koltvísýring frá gerjun} = \text{sykursmagn í meski} * \text{RDF} * \text{massahlutfall CO}_2 \quad (3.2)$$

Þar sem:

RDF = gerjunarnýtni.

(Hlynur Árnason, Bruggmeistari Ölgerðin, munnleg heimild, viðtal, 2. apríl 2019).

Sparnaður á kolsýrukaupum er reiknaður samkvæmt jöfnu (3.3):

$$\text{Sparnaður á kolsýrukaupum} = \text{Magn af koltvísýring frá gerjun} * \text{kolsýruverð} \quad (3.3)$$

(Hlynur Árnason, Bruggmeistari Ölgerðin, munnleg heimild, viðtal, 2. apríl 2019).

Í kafla 5.1 er fjallað um koltvísýring líkanið þar sem þessar jöfnur eru notaðar við útreikninga í líkaninu.

3.2 Arðsemismat

Arðsemisreikningar eru nauðsynlegir þegar kemur að ákvörðunartöku um hvort fjárfesta eigi í verkefni eða ekki. Helstu mælikvarðar fyrir arðsemismat eru núvirði, innri og ytri vextir og kennitölur. Endurgreiðslutími er hentugur mælikvarði á hvort að verkefnið muni borga sig upp á skilgreindum tíma eða ekki. Hann er þó ekki viðurkenndur arðsemismælikvarði. Skilgreiningar á þessum hugtökum má finna í komandi undirköflum.

3.2.1 Endurgreiðslutími (e. Payback Period)

Endurgreiðslutími fyrir fjárfestingu er sá tími sem það tekur að greiða upp fjárfestinguna með fjárstreyminu sem hún skapar. Hægt að fara tvær leiðir með þessari aðferð. Önnur er að taka tillit til tímavirðis fjár og skoða núvirt fjárstreymi. Hin er að taka ekki tillit til tímavirðis fjár og ónúvirt fjárstreymi skoðað (Park, 2007).

Fjárfestirinn skilgreinir hversu langur ásættanlegur endurgreiðslu tími er. Hægt er að greina fjárfestingu, til dæmis með núvirði útreikningum, og meta hvort fjárfesting muni greiða sig upp innan þess tíma sem skilgreindur er. Með þessari aðferð má koma auga á óskynsamlegar fjárfestingar áður en frekari greining á þeim hefst (Park, 2007).

Endurgreiðslutími greinir ekki arðsemi verkefnis þar sem hann tekur ekki tillit til fjárstreymis sem berst eftir að endurgreiðslutímanum er náð. Aðferðin hentar vel fyrir fjárfesta í lausafjáranda og fyrir fjárfestingar með stuttan líftíma (Park, 2007).

3.2.2 Núvirði (e. Net Present Value)

Núvirði (NPV) er reiknað í þeim tilgangi að áætla virði framtíðar fjárstreymis yfir ákveðinn tíma að teknu tilliti til verðmæti þess miðað við daginn í dag (Park, 2007).

Jafnan (3.4) er notuð til að reikna núvirði:

$$\text{NPV}(i) = \frac{A_0}{(1+i)^0} + \frac{A_1}{(1+i)^1} + \dots + \frac{A_N}{(1+i)^N} = \sum_{n=0}^N \frac{A_n}{(1+i)^n} \quad (3.4)$$

Þar sem:

A_n = fjárstreymi á tímabili n

i = ávöxtunarkrafa

$N =$ líftími verkefnis

(Park, 2007).

Til þess að geta reiknað núvirði þarf að meta og áætla ákveðnar breytur. Það þarf að áætla fjárstreymi verkefnis út líftíma þess og ákvarða ávöxtunarkröfu verkefnis út frá áhættu þess. Ávöxtunarkrafa er sú krafa sem fjárfestir gerir til ávöxtunar fyrir verkefnið (Park, 2007).

Núvirði er einnig reiknað í þeim tilgangi að mæla hvort fjárfesting sé skynsamleg eða ekki miðað við þá ávöxtunarkröfu sem reiknað er með. Ef núvirðið fyrir verkefnið er jákvætt ætti verkefnið að vera samþykkt. Jákvætt núvirði merkir að verkefnið hefur jákvætt fjárstreymi og því fylgir því hagnaður (Park, 2007).

Almenna reglan fyrir ákvörðunartöku núvirðis fyrir verkefni er, samkvæmt Park (2007), þessi:

Ef $NPV(i) > 0$, samþykkja fjárfestinguna

Ef $NPV(i) = 0$, ekki sýna fjárfestingunni áhuga

Ef $NPV(i) < 0$, hafna fjárfestingunni

3.2.3 Innri vextir (e. Internal Rate of Return)

Innri vextir (IRR) eru jafnir þeirri ávöxtunarkröfu sem skila núvirði jafnt og núll. Þessir vextir eru oft táknaði með i^* . Því er hægt að líta á innri vexti sem viðmiðunarvexti við núvirðisgreininguna til þess að vita hvort eigi að samþykkja eða hafna verkefninu (Park, 2007).

Jafnan (3.5) er notuð til að reikna innri vexti:

$$NPV(i^*) = \frac{A_0}{(1+i^*)^0} + \frac{A_1}{(1+i^*)^1} + \dots + \frac{A_N}{(1+i^*)^N} = \sum_{n=0}^N \frac{A_n}{(1+i^*)^n} = 0 \quad (3.5)$$

Þar sem:

$A_n =$ fjárstreymi á tímabili n

$i^* =$ innri vextir

$N =$ líftími verkefnis

(Park, 2007).

Fjárfestar vilja yfirleitt að arðsemi verkefnis sé hærrí en núllpunktur þess, því er markið yfirleitt sett á að innri vextir séu hærrí en ávöxtunarkrafan (Park, 2007).

Almenna reglan fyrir ákvörðunartöku fyrir innri vexti verkefnis, samkvæmt Park (2007), er:

Ef $IRR >$ ávöxtunarkrafa, samþykkja fjárfestinguna

Ef $IRR =$ ávöxtunarkrafa, ekki sýna fjárfestingunni áhuga

Ef $IRR <$ ávöxtunarkrafa, hafna fjárfestingunni

3.2.4 Ytri vextir (e. External or Modified Internal Rate of Return)

Ytri vextir (MIRR) verkefnis eru nánast skilgreindir eins og innri vextir nema ytri vextir gera ekki ráð fyrir að allt sjóðsstreymið sé endurfjárfest á útreiknuðum innri vöxtum. Þess í stað er gert ráð fyrir að allt sjóðsstreymið sé endurfjárfest með ávöxtunarkröfunni. Ytri vextir eru reiknaðir í þeim tilgangi að vita hvort skynsamlegt sé að samþykkja verkefni eða ekki (Remer og Nieto, 1995).

3.2.5 Kennitölur (e. Financial Ratios)

Með því að reyna að spá fyrir um tekjur og kostnað verkefnis er hægt að greina og öðlast betri skilning á mögulegri frammistöðu verkefnis með því að reikna kennitölur. Ekki er þó skynsamlegt að nota einungis kennitölur við ákvörðunartöku um hvort eigi að fjárfesta í verkefni eða ekki. Með því að reikna mismunandi kennitölur fyrir verkefni út frá gefnum forsendum ætti að fást skýr mynd af væntanlegri fjármagnsstöðu og frammistöðu verkefnis. Í þessum kafla verður farið yfir helstu kennitölur og eiginleika þeirra (Lee o.fl., 2009) (Park, 2007).

3.2.5.1 Arðsemi fjárfestingar (e. Return on Investment)

Arðsemi fjárfestingar (ROI) er hlutfall sem metur vöxt sem myndast vegna fjárfestingar. Frammistaðan er betri eftir því sem gildið er hærra. Arðsemi fjárfestingar er reiknað með því að skoða hlutfall milli hagnaðar fyrir fjármagnsgjöld (EBIT) og skuldir og eigið fé (Wiehle o.fl., 2006).

Jafnan (3.6) er notuð til að reikna arðsemi fjárfestingar:

$$ROI = \frac{\text{Rekstrarafkoma}}{\text{Skuldir og eigið fé}}$$

(3.6)

(Wiehle o.fl., 2006).

3.2.5.2 Arðsemi eigin fjár (e. Return on equity)

Arðsemi eigin fjár (ROE) er arðsemishlutfall sem mælir ávöxtun hluthafa. Þessi kennitala gefur því til kynna hversu mikið hluthafar hagnast á rekstri verkefnisins. Eftir því sem hlutfallið er hærra því skilvirkari er notkun hlutafjár hluthafa og meiri ávöxtun verður fyrir hluthafa. Þessi kennitala metur því hagnað. Arðsemi eigin fjár er reiknað með því að skoða hlutfall milli hagnaðar (taps) eftir skatt og eigið fé (Groppelli og Nikbakht, 2006).

Jafnan (3.7) er notuð til að reikna arðsemi eigin fjár er:

$$\text{ROE} = \frac{\text{Hagnaður eftir skatt}}{\text{Eigið fé}}$$

(3.7)

(Groppelli og Nikbakht, 2006).

3.2.5.3 Veltufjórhlutfall (e. Current Ratio)

Veltufjórhlutfall er notað til að ákvarða hvort rekstrareining sé fær um að greiða af skammtímalánum (Park, 2007).

Núverandi veltufjórhlutfall er hlutfall sem sýnir tengsl milli lausafjár og greiðsluskuldbindinga. Hlutfallið sýnir að hve miklu leyti núverandi skuldir eru dekkjaðar af núverandi eignum (Wiehle o.fl., 2006).

Jafnan (3.8) er notuð til að reikna veltufjórhlutfall:

$$\text{Veltufjórhlutfall} = \frac{\text{Veltufé}}{\text{Skammtímaskuldir}}$$

(3.8)

(Park, 2007).

3.2.5.4 Innra virði (e. Internal Value of Shares)

Innra virði lýsir sambandi eigin fjár og hlutafjár. Þetta hlutfall gefur innsýn í hvert verðmæti

hlutarins gæti orðið í framtíðinni. Eftir því sem hlutfallið er hærra, því meira er verðmætið (Park, 2007).

Jafnan (3.9) er notuð til að reikna innra virði:

$$\text{Innra virði} = \frac{\text{Eigið fé}}{\text{Hlutfé}} \quad (3.9)$$

(Park, 2007).

Þetta hlutfall er háð arðgreiðslum. Hærra hlutfall óráðstafaðs eigin fjár leiðir til hærra hlutfalls (Park, 2007).

3.2.5.5 Skuldabekja (e. Debt Service Coverage Ratio)

Skuldabekja (DSCR) er hlutfall sem er notað af lánveitendum til að mæla getu lántakanda til að greiða skuldir sínar. Hlutfallið samanstendur af sjóðstreymi eftir skatta og greiðslubyrði, það er að segja fjármagnskostnaði og afborgunum lána (The World Bank, 2005).

Jafnan (3.10) er notuð til að reikna skuldabekju:

$$\text{DSCR} = \frac{\text{sjóðstreymi eftir skatta}}{\text{fjármagnskostnaður} + \text{afborganir af lánum}} \quad (3.10)$$

(The World Bank, 2005).

Því hærra sem hlutfallið er því auðveldara verður fyrir fyrirtækið að greiða skuldir sínar. Ef hlutfallið er undir einum gefur það til kynna að ekki sé líklegt að fyrirtæki geti greitt af skuldum sínum (The World Bank, 2005).

3.2.5.6 Lánabekja (e. Loan Life Coverage Ratio)

Lánabekja (LLCR) er hlutfall sem er svipað og skuldabekja (DSCR). Munurinn er að lánabekja tekur tillit til líftíma lánsins. Hlutfallið sýnir fjölda skipta sem fjárstreymið mun ná að endurgreiða útistandandi skuldir (The World Bank, 2005).

Jafnan (3.11) er notuð til að reikna lánaþekju:

$$LLCR = \frac{\text{Núvirt fjárstreymi}}{\text{Eftirstöðvar lána}} \quad (3.11)$$

(The World Bank, 2005).

3.3 Áhættumat (e. Project Risk)

Áhættumat verkefnis vísar í breytileika á hagkvæmni verkefnisins. Eftir því sem áhættan er meiri, því meiri líkur eru á mögulegu tapi ef fjárfest er í verkefninu. Arðsemismat verkefnis byggir á mati á fjárstreymi út líftíma verkefnisins. Þessu mati fylgir óvissa. Óvissa fjárstreymis getur stafað af ýmsum þáttum, svo sem kostnaði eða stöðu markaðarins (Park, 2007).

3.3.1 Áhættugreining (e. Risk analysis)

Áhættugreining er öflugt tól sem hægt er að nota til þess að greina breytileika í fjárhagslegu hagkvæmni verkefnis. Mismunandi aðferðir eru í boði til að framkvæma áhættugreiningu. Meðal þeirra aðferða eru næmnigreining og hermun (Park, 2007).

3.3.2 Næmnigreining (e. Sensitivity Analysis)

Næmnigreining gefur innsýn í áhættu verkefnis út frá breytingum á inntaksbreytum. Gildi inntaksbreyta eru oft háð mikilli óvissu. Því getur verið mjög gagnlegt að skoða áhrif á niðurstöðu verkefnisins út frá breytilegum gildum. Næmnigreining gefur einnig til kynna hvaða breytur eru næmastar og hafa mestu áhrif á niðurstöðurnar. Næmnigreining er framkvæmd með því að inntaksbreytunum er breytt, upphaflega gildið er hækkað og lækkað um nokkur prósentustig. Ein breyta er skoðuð í einu og hinar inntaksbreyturnar haldast óbreyttar á meðan. Áhrifaríkasta leiðin til að skoða niðurstöður næmnigreiningar er að teikna upp línurit fyrir niðurstöður hvernar breytu. Af línuritinu má lesa af hallatölum línanna hversu næm úttaksbreytan er fyrir breytingum inntaksbreytunnar. Úttaksbreytan verður næmari fyrir breytingu á inntaksbreytunni eftir því sem hallatala línunnar verður meiri. Með því að framkvæma næmnigreiningu fyrir verkefni er því möguleiki á að draga úr áhættuþáttum með því að vita fyrirfram hvaða breytur eru áhættusamastar (Park, 2007).

3.3.3 Hermun (e. Simulation)

Hermun er öflugt tól sem tekur áhættugreiningu á næsta stig. Hermun gefur upplýsingar um bestu og verstu mögulegu niðurstöðu og hverjar líkurnar eru fyrir hvert gildi. Með því að nota hermun er líkindadreifing sett á allar mögulegar inntaksbreytur líkansins. Þegar hermunin er keyrð fá inntaksbreyturnar slembið gildi og reiknað er út gildi fyrir úttaksbreytuna sem er geymt. Inntaksbreyturnar fá svo nýtt slembigildið í næstu umferð og út frá þeim er reiknuð ný úttaksbreyta. Ferlið er endurtekið n -sinnum og eftir að keyrslunni líkur er teiknuð upp líkindadreifing fyrir úttaksbreyturnar. Út frá keyrslunni er einnig hægt að reikna meðaltal og staðalfrávik fyrir úttaksbreyturnar en meðaltalið gefur til kynna hvert líklegasta gildi úttaksbreytunnar verður og staðalfrávik gefur til kynna hver áhætta verkefnisins er. Hærra staðalfrávik gefur til kynna að meiri áhætta sé til staðar (Brigham og Houston, 2004) (Togo, 2004).

3.3.3.1 Þriggja punkta mat (e. The three-point method)

Þriggja punkta mat er aðferð sem byggir á líkindadreifingu þar sem þrennskonar mat er lagt á gildin; bjartsýnasta, líklegasta og svartýnasta. Úr frá beta-dreifingu fæst svo nýtt gildi sem er reiknað út frá gildunum þremur, skilgreindu öryggisstigi og z -gildi (Páll Jensson, 2006).

Jafna (3.12) er notuð til að reikna væntigildið:

$$t = \frac{a + 4 * m + b}{6} \quad (3.12)$$

Þar sem:

a = bjartsýnasta gildið

m = líklegasta gildið

b = svartýnasta gildið

(Páll Jensson, 2006).

Jafna (3.13) er notuð til að reikna staðalfrávik:

$$s = \frac{b - a}{6} \quad (3.13)$$

(Páll Jensson, 2006).

Jafna (3.14) er notuð til að reikna fervik:

$$V = s^2$$

(3.14)

(Páll Jensson, 2006).

Þriggja punkta mat er því hentug aðferð til að finna líkindadreifingu fyrir inntaksbreytur líkansins í hermun.

Kafli 4

Forsendur og fjárfesting

Í þessum kafla verður fjallað um þær forsendur sem byggt er á í útreikningum líkananna. Farið verður yfir niðurstöður úttektarinnar á núverandi kerfi sem fjallað var um í kafla 1.1 og farið yfir þær fjárfestingar sem þarf að gera til að setja upp nýtt CO₂ söfnunarkerfi í framleiðslu Ölgerðarinnar.

4.1 Forsendur

Gögn sem notuð voru sem forsendur í þessu verkefni koma aðallega úr gagnabanka Ölgerðarinnar og eru byggð á rauntölum og spám.

4.2 Fjárfesting

Úttektaraðili frá Pentair Haffmans kom í Ölgerðina í byrjun mars 2019 og tók út núverandi kerfi. Í ljós kom að kerfið virkar en súrefnismagnið í afurðinni var á milli 30 og 60 ppm O₂ sem er langt frá því að vera ásættanlegt miðað við staðla Ölgerðarinnar sem eru <5 ppm. Kostur við að fjárfesta í nýju kerfi er að nákvæmni er mun meiri og afurðin verður betri. Eins og áður kom fram hefur of hátt súrefnisgildi slæm áhrif á bjórinn. Annar kostur við að fjárfesta í nýju kerfi er sá að þá yrði hægt að setja upp súrefnismæla á gerjunartankana sem loka og opna sjálfkrafa inn á kerfið þegar súrefnisgildið í koltvísýringnum er innan notkunarmarka. Í dag þarf að opna og loka inn á kerfið handvirkt (Peeters, 2019).

Þar sem núverandi kerfi er 19 ára gamalt og mikil þróun hefur átt sér stað í gæðum á nýrri útgáfum af kerfunum var ákveðið að betra væri að fjárfesta í nýju kerfi í stað þess að fara í viðhald á núverandi kerfi. Gæðamál eru mjög mikilvæg fyrir Ölgerðina og mikilvægi þess að öll hráefni, þar á meðal kolsýra, sem notuð er í vörur Ölgerðarinnar standist kröfur um gæði. Ölgerðin vill hafa kerfi sem stenst þeirra kröfur og kröfur fyrir þau sérleyfi sem þeir framleiða vörumerki undir (Ölgerðin Egill Skallagrímsson, e.d.).

4.2.1 Kostnaður

Kostnaði tengdum fjárfestingunni er skipt upp í þrjá þætti: fjárfestingarkostnaður, rekstrarkostnaður og annar kostnaður. Fjárfestingarkostnaður er einfaldlega sá kostnaður sem kerfið kostar. Rekstrarkostnaður skiptist í tvennt, breytilegan kostnað og fastan kostnað. Kostnaður fyrir laun og vöru er enginn þar sem fjárfestingin hefur engin áhrif á stöðugildi. Fasti kostnaðurinn er rafmagnskostnaðurinn fyrir notkun kerfisins. Rafmagnskostnaðurinn fellur undir fastan kostnað þar sem reiknað er með því að kerfið sé alltaf í gangi þar sem gerjunartankarnir eru aldrei allir tómir í einu. Viðhaldskostnaður fellur einnig undir fastan kostnað og er settur sem 2% af fjárfestingarkostnaði. Breytilegur kostnaður er enginn. Annar kostnaður er flutningskostnaður og uppsetningarkostnaður. Sá kostnaður sem fellur til við uppsetningu á kerfi er aðallega verktakakostnaður. Það þarf að fá verktaka meðal annars til að sjá um pípulagningar, einangrun, rafsúðu og kapla.

4.2.2 Áætlaðar tekjur

Þær tekjur sem eru áætlaðar við fjárfestingu á kerfinu er sparnaðurinn á kolsýrukaupum hjá Ölgerðinni. Tekjurnar eru reiknaðar út frá AGR spá (AGR Dynamics, e.d.) frá gagnagrunni Ölgerðarinnar um sölu á lítrum af hverri bjórtegund. Gerjunarnýtni og sykurmagn í bjórtegundum eru einnig fengið úr gagnagrunni Ölgerðarinnar en þessar mælingar eru teknar í hvert einasta sinn sem hver bjórtegund er framleidd. Meðaltal af gildunum er notað fyrir hverja tegund.

Ölgerðin gerir söluspá 12 mánuði fram í tímann með því að nota AGR spá. Spáin byggir á liðinni sölu auk spáa frá vörumerkjastjórum Ölgerðarinnar. AGR söluspáin útbýr spá fyrir næstu 12 mánuði og uppfærir í hverjum mánuði. Spáin finnur mynstur í sölusögu fyrirtækis og notar það til að finna bestu samsetningu birgða til að anna eftirspurn. Hún reiknar einnig út öryggisbirgðir fyrir vöruna út frá ABC-flokkun vörunnar sem er skilgreind í Microsoft Dynamics AX og eftir breytileika í eftirspurn. Vörur með miklar og óreglulegar sölusveiflur krefjast hærri öryggisbirgða.

Út frá söluvexti Ölgerðarinnar undanfarin ár var ákveðið að næstu 15 árin yrði hann 2% á ári.

4.2.3 Líftími verkefnis

Ákveðið var að setja forsendur um að líftími verkefnisins væri 15 ár. Ástæðan fyrir því er að

Þessi fjárfesting er ekki aðeins gerð í þeim tilgangi að hagnast heldur líka til að stuðla að sjálfbærri þróun með því að minnka losun á koltvísýringi út í andrúmsloftið. Reynsla Ölgerðarinnar á kerfi frá sama söluaðila var að kerfið virkaði í 15 ár og með þróunn nýrra kerfa ætti það að vera orðið betra og með lengri endingartíma en áður. Því er litið á 15 ára líftíma sem lágmarks líftíma fyrir verkefnið.

4.2.4 Lán

Talið var að hentugt væri að taka 7 ára lán fyrir fjárfestingunni og láns hlutfall yrði 70% á móti 30% eigin fé. Tekið yrði lán með 6,25% vöxtum. Forsendur fyrir láninu eru byggðar á fyrri reynslu fyrirtækisins.

4.2.5 Ávöxtunarkrafa

Ávöxtunarkrafa er sú krafa sem fjárfestir gerir til ávöxtunar fyrir verkefnið. Þar sem þetta verkefni er frábrugðið öðrum verkefnum af því leyti að ekki er nauðsynlegt að það skili góðri ávöxtun. Verkefnið snýst einnig um hagræðingu og að ná árangri í sjálfbærni með minni losun. Því var ákveðið að ávöxtunarkrafan yrði 7%. Ástæðan fyrir valinu er sú að vextir lánsins eru 6,25% og er æskilegt að ávöxtunarkrafan sé hærri en þeir.

4.2.6 Aðrar forsendur

Aðrar forsendur sem eru gefnar eru eitt ár í undirbúning. Enginn arður er greiddur af verkefninu og enginn tekjuskattur er greiddur þar sem það á ekki við í þessu verkefni.

Ákveðið var að miðað yrði við 10% rýrnun í koltvísýringslíkaninu og því var settur stuðull á 90% nýtni. Ástæðan er sú að yfir 90% af öllum bjór sem Ölgerðin framleiðir er lagerbjór. Auðvelt er að safna koltvísýringi þegar lagerbjór er bruggaður, aðrir bjórar geta verið með mislangan gerjunartíma og ekki er víst að möguleiki sé að safna miklum koltvísýringi þegar bjórinn er yfirgerjaður.

Kafli 5

Líkön

Í þessum kafla verður farið yfir líkönin tvö. Bæði líkönin eru smíðuð í Excel. Fyrra líkanið reiknar út fræðilega gildið af magni af koltvísýringi sem mögulegt er að safna við gerjun á mismunandi bjór sem Ölgerðin framleiðir. Seinna líkanið er arðsemislíkan þar sem fyrra líkanið er notað til þess að vita hverjar „tekjurnar“ í seinna líkaninu eru.

5.1 Koltvísýringslíkan

Vegna kolsýruskorts á landinu þarf Ölgerðin að leita nýrra leiða til minnka kolsýrukaup. Undanfarin ár hefur notkun Ölgerðarinnar á kolsýru farið fram úr áætlun og erfiðara verður að semja við birgja um kaup vegna skorts. Með því að fjárfesta í CO₂ söfnunarkerfi getur Ölgerðin endurnýtt koltvísýring sem myndast við gerjun bjórs við framleiðslu. Slík fjárfesting hefur í för með sér minni kaup á kolsýru frá birgjum og einnig minni losun á CO₂ út í andrúmsloftið.

5.1.1 Viðmót líkans

Líkanið skiptist í þrjá parta. Í fyrsta partinum eru settar inn allar upplýsingar um bjórtegundina. Undir „upplýsingar um bjór“ þarf að fylla inn bjórtegund, sykurmagn, magn í suðu og gerjunarnýtni, þessar tölur koma úr gagnagrunni Ölgerðarinnar en þær eru byggðar á mælingum sem eru skráðar fyrir hverja bjórtegund í hvert sinn sem hún er framleidd. Nýtnin er sett inn samkvæmt forsendum. Sykurmagn í gerjun reiknast svo út frá jöfnu 3.11. Massahlutfall CO₂ reiknast út frá efnahvarfinu líkt og fjallað var um í kafla 3.1. Magn CO₂ úr gerjun er reiknað út frá jöfnu 3.12. Á mynd 5.1 má sjá fyrsta hluta líkansins.

Upplýsingar um bjór

Bjórtegund	Meðaltal af sykrumagn [%w/w]	Magn í suðu [l]	Sykrumagn í gerjun [kg]	Meðal gerjunarnýtni [%w/w]	Massahlutfall CO ₂ úr efnahvarfi [%]	Nýtni [%]	Magn CO ₂ úr gerjun [kg]

Mynd 5.1 Yfirlitsmynd af viðmóti fyrsta hluta koltvísýringslíkansins.

Annar hluti líkansins er AGR söluspá. Spáin byggir á liðinni sölu auk spáa frá vörumerkjastjórum Ölgerðarinnar. Á mynd 5.2 má sjá annan hluta líkansins.

AGR Söluspá [L]

Maí 19	Jún 19	Júl 19	Ág 19	Sep 19	Okt 19	Nóv 19	Des 19	Jan 20	Feb 20	Mar 20	Apr 20

Mynd 5.2 Yfirlitsmynd af viðmóti annars hluta koltvísýringslíkansins.

Þriðji hluti líkansins sýnir niðurstöður útreikninga út frá fyrri hlutum. Þar er nauðsynlegt að setja inn kaupverð á kolsýru í gula reitinn til að hægt sé að meta sparnaðinn. Koltvísýringur frá gerjun er reiknaður út frá jöfnu 3.11 þar sem magnið er summa tímabilsins út frá söluspánni. Sparnaður í kolsýrukaupum er reiknað út frá jöfnu 3.13. Kaupverð á kolsýru hefur mikil áhrif á niðurstöður. Græni reiturinn sýnir svo niðurstöður yfir heildarsparnað frá öllum bjórtegundum út frá AGR söluspá næstu 12 mánaða.

Útreikningar		Kolsýruverð	Sparnaður
Koltvísýringur frá gerjun [kg]	Sparnaður í kolsýrukaupum [kr]	Kaupverð kolsýru [kr]	Sparnaður við kaup á kolsýru [kr]

Mynd 5.3 Yfirlitsmynd af viðmóti þriðja hluta koltvísýringslíkansins.

Í viðauka í líkaninu má finna einfalda reiknivél sem reiknar sparnað á hverja suðu eftir

bjórtegund. Á mynd 5.4 má sjá mynd af líkaninu. Líkanið er einfalt og virkar þannig að valin er bjórtegund úr lista yfir bjórtegundir Ölgerðarinnar. Kaupverð á kolsýru er slegið inn og út frá því reiknast sparnaður á hverja suðu.



	Kaupverð á kolsýru [kr/kg]
	<input type="text"/>
Bjórtegund	Magn í suðu [L]
<hr/>	<hr/>
Koltvísýringur frá gerjun [kg]	Sparnaður per suðu [kr]
	<input type="text"/>

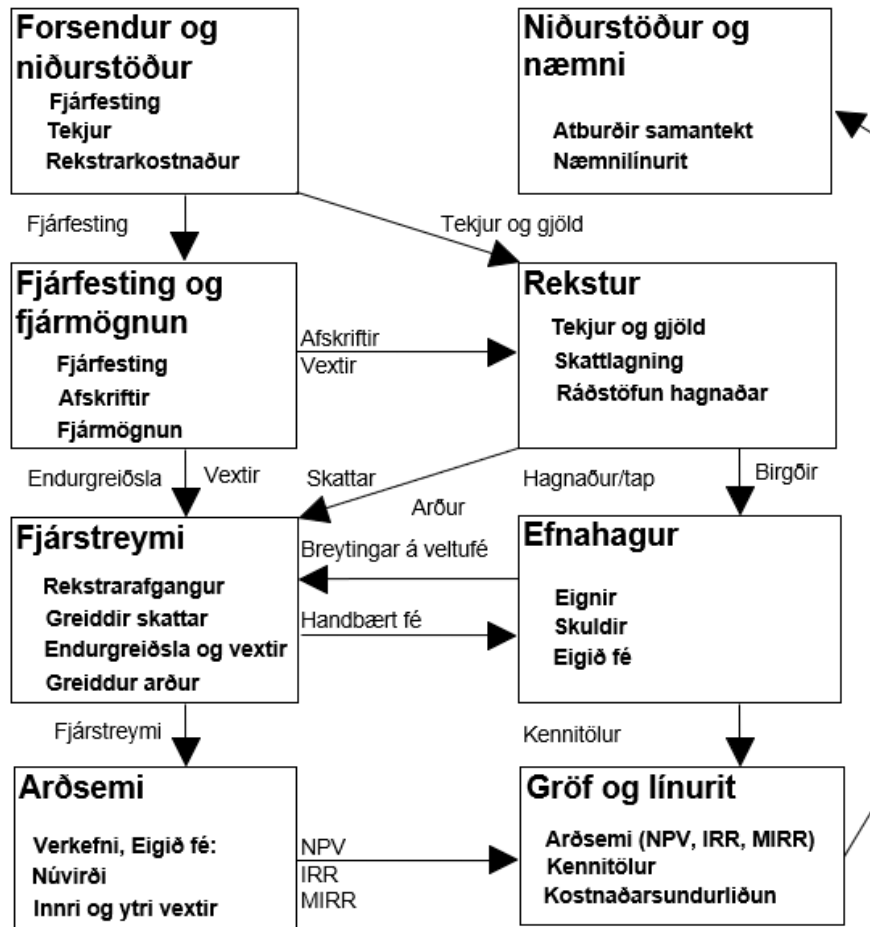
Mynd 5.4 Yfirlitsmynd af reiknilíkani per suðu út frá bjórtegund

5.2 Arðsemislíkanið

Arðsemislíkanið er byggt á forsendum, spám og gögnum Ölgerðarinnar. Á mynd 5.5 er skýringarmynd af uppbyggingu líkansins.

Excel líkanið fyrir arðsemismat

Uppbygging líkans

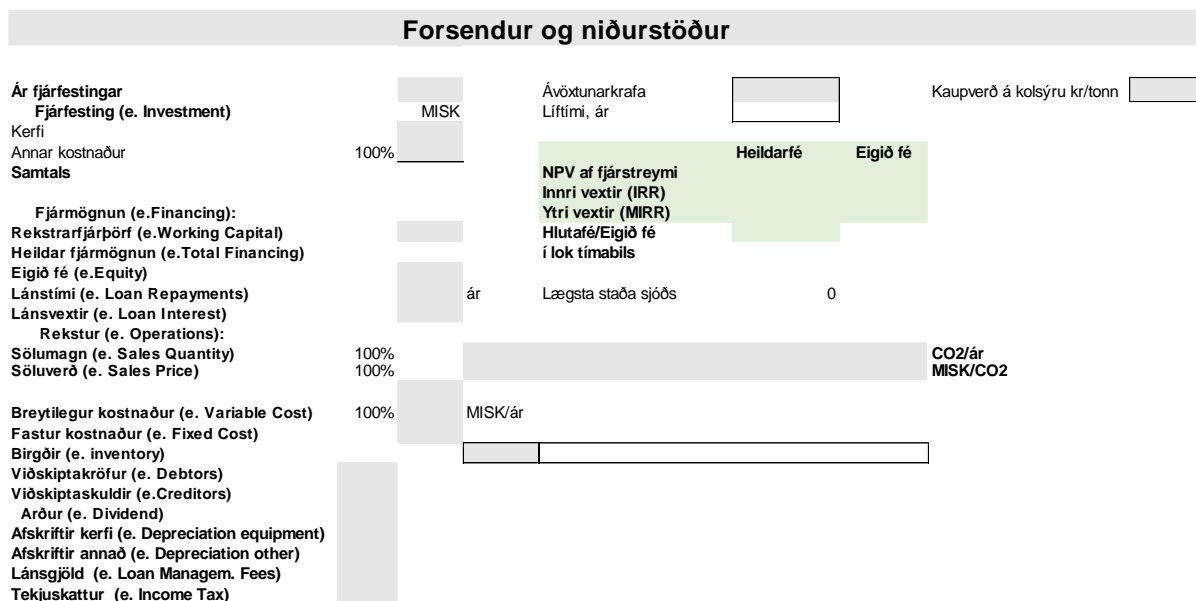


Mynd 5.5 Helstu þættir og tenging þeirra í arðsemislíkani (Jensson, 2006).

Hver þáttur í líkaninu er útfærður á sér síðu í Excel og fjallað verður um hvern þátt hér fyrir neðan.

5.2.1 Forsendur og niðurstöður

Í forsendum og niðurstöðum má sjá yfirlit yfir helstu forsendur og niðurstöður úr líkaninu. Skjáskot af líkaninu má sjá á mynd 5.6. Líkanið er litakóðað, gráu reitirnir eru inntaksreitir fyrir forsendur líkansins og grænu reitirnir eru útreikningar frá líkaninu sem gefa til kynna hverjar niðurstöður arðsemislíkansins eru. Fjárfestingakostnað má sjá vinstra megin í líkaninu. Fyrir miðju má sjá núvirði verkefnis (NPV), innri vexti (IRR) og ytri vexti (MIRR). Til hægri þarf að setja inn kaupverð á kolsýru sem hefur áhrif á tekjur verkefnisins (Páll Jensson, 2006).



Mynd 5.6 Fjárstreymi verkefnis (Páll Jensson, 2006).

5.2.2 Fjárfesting og fjármögnun

Í hluta líkansins sem nær yfir fjárfestingu og fjármögnun má finna sundurliðun á fjárfestingarkostnaði og öðrum kostnaði. Í þessum hluta líkansins eru afskriftir reiknaðar og tekjuskattur. Afskriftir eru reiknaðar með beinlínu aðferðinni (e. straight-line aðferðinni). Í fjármögnuninni er skilgreint hver stór hluti fjárfestingarinnar er greiddur með eigin fé og hve stór partur verður fjármagnaður með lánsfé. Upplýsingar um lán og lántöku má finna í þessum hluta líkansins (Páll Jensson, 2006).

5.2.3 Rekstur

Í þessum hluta líkansins má finna rekstrarreikning verkefnisins. Rekstrarreikningurinn segir til um frammistöðu verkefnisins á hverju ári fyrir sig. Það mælir einnig hagnaðinn eða tapið sem er á tímabilinu (Anna Regína Björnsdóttir, 2010) (Páll Jensson, 2006).

Rekstrarreikningurinn sýnir rekstrartekjur og rekstrarkostnað. Rekstrarafkoma (e. EBITDA) er reiknuð með því að draga allan rekstrarkostnað frá tekjum. Hagnaður fyrir fjármagnsgjöld (e. EBIT) er því næst fundinn með því að draga afskriftirnar frá rekstrarafkomunni. Vextir og lántökukostnaður er því næst dreginn frá hagnaði fyrir fjármagnsgjöld og eftir stendur hagnaður (tap) fyrir skatt (e. EBT). Skatturinn er næst dreginn frá hagnaði (tapi) fyrir skatt og eftir stendur hagnaður (tap) eftir skatt (Anna Regína Björnsdóttir, 2010) (Páll Jensson, 2006).

5.2.4 Fjárstreymi

Fjárstreymi verkefnisins má sjá undir fjárstreymi í arðsemislíkaninu. Fjárstreymi verkefnisins má nota til greina getu fjárfestingarinnar til að borga upp skuldir, arð til hluthafa, sem er enginn í þessu verkefni, og sjá sveigjanleika í fjármögnun í rekstri. Rekstrarreikningurinn og fjárstreymi geta gefið mismunandi niðurstöður. Hagnaður (tap) eftir skatt sem reiknaður er í rekstrarreikningum getur bent til þess að verkefnið muni skila góðum árangri þrátt fyrir að fjárstreymið minnki. Þar af leiðandi er mikilvægt að greina bæði vel og vandlega. Fjárstreymið er þó mikilvægari mælikvarði en hagnaður eftir skatt fyrir arðsemisgreiningu þar sem það sýnir innstreymi og ústreymi fjármagns og breytingu á handbæru fé (Anna Regína Björnsdóttir, 2010) (Páll Jensson, 2006).

Útreikningurinn á fjárstreyminu hefst með rekstrarafkomu sem er reiknuð í rekstrarreikningum í fyrri hluta líkansins. Breytingar á viðskiptaskuldum og -kröfum eru reiknaðar út frá viðskiptaskuldum og -kröfum í efnahagsreikning. Með því að draga breytingar á viðskiptaskuldum og -kröfum og birgðahreyfingar frá rekstaraafkomu fæst sjóðsstreymi fyrir skatta. Tekjuskattar eru greiddir ári eftir að þeir eru reiknaðir og með því að draga þá frá sjóðsstreymi fyrir skatta fæst sjóðsstreymi eftir skatta. Fjármagnskostnaður (vextir og lántökukostnaður) og afborgun lána er næst dregið frá sjóðsstreymi eftir skatta og þá fæst frjálst fjárstreymi. Sjóðshreyfingin er síðan reiknuð með því að draga greiddan arð frá frjálstu fjárstreymi (Anna Regína Björnsdóttir, 2010) (Páll Jensson, 2006).

5.2.5 Efnahagur

Í þessum hluta líkansins má finna efnahagsreikning verkefnis, hann sýnir eignir, skuldir og eigið fé. Efnahagsreikningurinn passar einnig upp á að jafnan sé rétt, það er að segja að eignir séu jafnar skuldum auk eigin fjár. Hann er því notaður sem villuprófun (Anna Regína Björnsdóttir, 2010) (Páll Jensson, 2006).

5.2.6 Arðsemi

Í þessum hluta líkansins má finna arðsemismat verkefnisins. Arðsemismatið er reiknað út frá fjárstreymi verkefnis. Heildar fjárstreymi, nettó fjárstreymi, núvirði (NPV), innri vextir (IRR), ytri vexti (MIRR) og helstu kennitölur er reiknaðar í þessum hluta líkansins og notaðar sem forsendur til að meta arðsemi (Anna Regína Björnsdóttir, 2010).

Kaflí 6

Niðurstöður

Í þessum kafla verður farið yfir niðurstöður fyrir líkönin tvö. Fyrra líkanið reiknar út fræðilega gildið af magni koltvísýrings sem hægt er að safna við gerjun á mismunandi bjórtegundum sem Ölgerðin framleiðir. Seinna líkanið er arðsemislíkan þar sem fyrra líkanið er notað til þess að vita hverjar „tekjurnar“ í seinna líkaninu eru. Niðurstöðurnar í báðum líkönunum verða skoðaðar og síðan verður farið yfir áhættugreiningu fyrir verkefnið.

6.1 Koltvísýringslíkan

Niðurstöður úr líkaninu leiddu í ljós að út frá gefnum forsendum væri mögulegt að safna rúmunum 498 tonnum af koltvísýringi fyrsta árið eftir að kerfið fer í notkun.

6.2 Arðsemislíkan

Til að meta niðurstöður úr arðsemismati verða núvirði (NPV), innri vextir (IRR) og ytri vextir (MIRR) skoðaðir fyrir bæði heildarfé og eigið fé. Hér fyrir neðan má finna greiningu á helstu niðurstöðum úr líkaninu. Skjáskot af niðurstöðum úr líkani má finna í viðauka B.

6.2.1 Forsendur og niðurstöður

Á mynd 6.1 má sjá skjáskot af helstu niðurstöðum úr hlutanum: Forsendur og niðurstöður í líkaninu. Eins og sést á myndinni líta niðurstöður vel út við fyrstu sýn. Nánar verður farið í greiningu í næstu undirköflum. Búið er fela kaupverð á kolsýru og því er sá reitur og reitirnir fyrir söluverð tómir.

Forsendur og niðurstöður									
Ár fjárfestingar	2020	Ávöxtunarkrafa	7%	Kaupverð á kolsýru kr/tonn					
Fjárfesting (e. Investment)	MISK	Líftími, ár	15						
Kerfi	61								
Annar kostnaður	100% 25								
Samtals	85,86								
Fjármögnun (e. Financing):									
Rekstrarfjárförð (e. Working Capital)	10								
Heildar fjármögnun (e. Total Financing)	96								
Eigið fé (e. Equity)	30%								
Lánstími (e. Loan Repayments)	7 ár								
Lánsvextir (e. Loan Interest)	6,25%								
Rekstur (e. Operations):									
Sölumagn (e. Sales Quantity)	100%	2021	2022	2023	2024	2025			
Söluverð (e. Sales Price)	100%	498,4	508,4	518,5	528,9	539,5	TonnCO2/year		
Breytilegur kostnaður (e. Variable Cost)	0 MISK/year						MISK/TonnCO2		
Fastur kostnaður (e. Fixed Cost)	2								
Birgðir		0							
Viðskiptakröfur (e. Debtors)	0								
Viðskiptaskuldir (e. Creditors)	0%								
Arður (e. Dividend)	0%								
Afskriftir kerfi (e. Depreciation equipment)	7%								
Afskriftir annað (e. Depreciation other)	0%								
Lámsgjöld (e. Loan Managem. Fees)	2%								
Tekjuskattur (e. Income Tax)	0%								

Mynd 6.1 Helstu niðurstöður arðsemislíkansins.

6.2.2 Rekstur

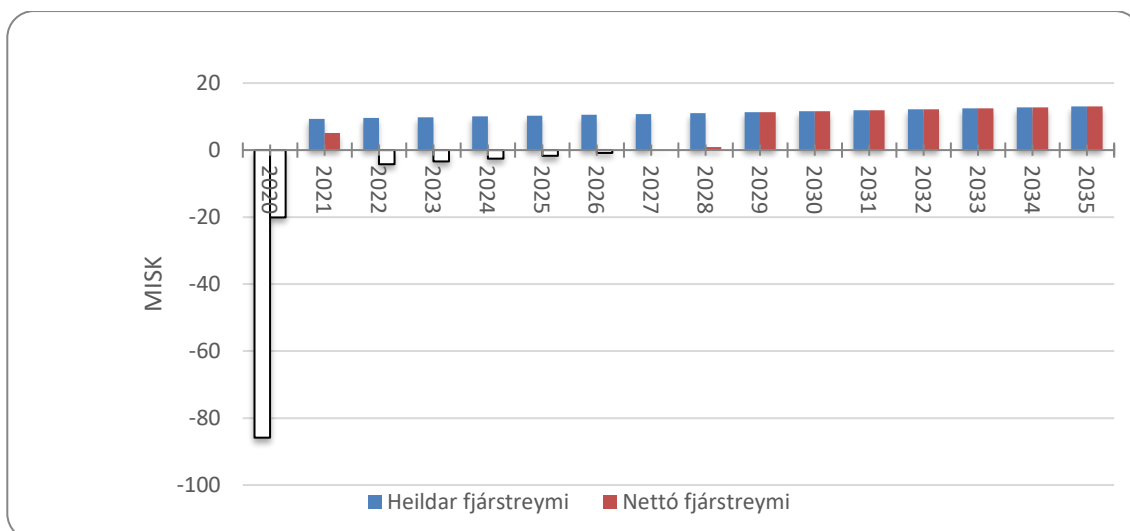
Í töflu 6.1 má sjá hagnað eða tap eftir skatt fyrir rekstur verkefnisins út tímabilið. Engar tekjur koma inn fyrsta árið enda er það undirbúningsár. Tekjurnar byrja að koma inn árið 2021. Heildar hagnaður eftir skatt fyrir verkefnið eru 83,7 MISK.

Tafla 6.1 Hagnaður eða tap eftir skatt í rekstri verkefnisins.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	Samtals
Hagnaður (tap) eftir skatt	-1,3	1,1	1,3	2,2	3,0	3,9	4,7	5,6	6,4	7,3	7,6	7,8	8,1	8,4	8,7	9,0	83,7

6.2.3 Fjárstreymi

Fjárstreymi verkefnisins má sjá á mynd 6.2. Myndin sýnir bæði heildarfjárstreymi og nettó fjárstreymi. Eins og sést á myndinni er heildarfjárstreymið neikvætt fyrsta árið, enda er það undirbúningsár, eftir það verður heildarfjárstreymið jákvætt. Nettó fjárstreymið er neikvætt fyrstu fimm árin eftir að afborgun af láninu hefst, árin 2022-2026, eftir það verður nettó fjárstreymið jákvætt. Árið 2029 verður búið að greiða lánið upp og því verður heildar fjárstreymi og nettó fjárstreymi jafnt út tímabilið.



Mynd 6.2 Heildarfjárstreymi og nettó fjárstreymi verkefnis.

6.2.4 Efnahagur

Í töflu 6.2 má sjá skuldir og eigið fé yfir tímabil verkefnisins. Hvorki skuldir né eigið fé koma inn fyrsta árið enda er það undibúningsár. Heildar skuldir og eigið fé fyrir verkefnið eru 112,5 MISK.

Tafla 6.2 Skuldir og eigið fé út tímabilið fyrir verkefnið.

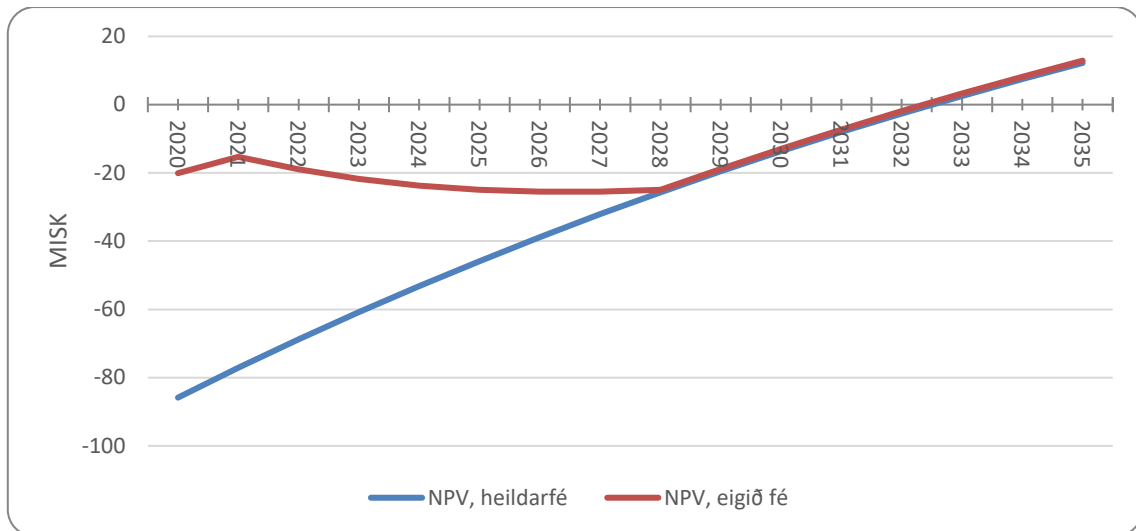
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	Samtals
Skuldir og eigið fé		94,5	95,6	87,4	79,9	73,4	67,6	62,7	58,7	55,6	62,8	70,4	78,2	86,3	94,8	103,5	112,5

6.2.5 Arðsemi

Niðurstöður fyrir núvirði (NPV) verkefnisins eru í lok tímabilsins 12,77 MISK fyrir heildarfé og 13,44 MISK fyrir eigið fé ef miðað er við 7% ávöxtunarkröfu. Samkvæmt Park, (2007), merkir jákvætt núvirði að verkefnið sé arðsamt og samþykkja eigi verkefnið.

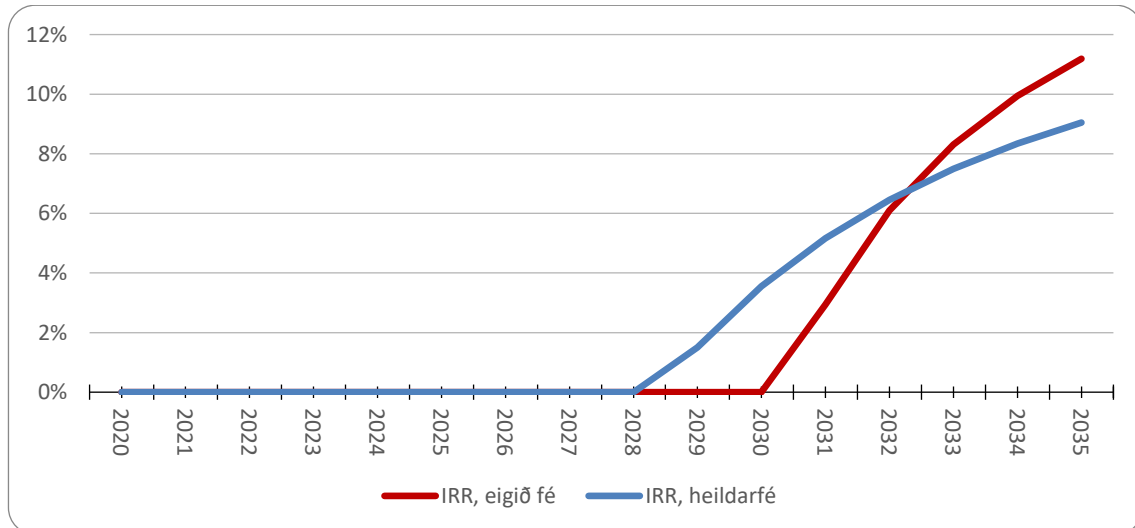
Ef niðurstöður fyrir innri vexti (IRR) eru skoðaðar þá eru þeir 9,14% fyrir heildarfé og 11,4% fyrir eigið fé í lok tímabilsins. Samkvæmt Park, (2007), á að samþykkja verkefni ef innri vextir eru hærri en ávöxtunarkrafan, sem er 7% fyrir þetta verkefni.

Mynd 6.3 sýnir uppsafnað núvirði fyrir heildarfé og eigið fé verkefnis. Fyrsta árið er undirbúningsár og næstu 15 ár eru í rekstri. Eins og sést á línuritinu eru bæði núvirði fyrir heildarfé og eigið fé neikvætt til ársins 2032 sem merkir að verkefnið skilar engum hagnaði fyrr en eftir 11 ára rekstur.



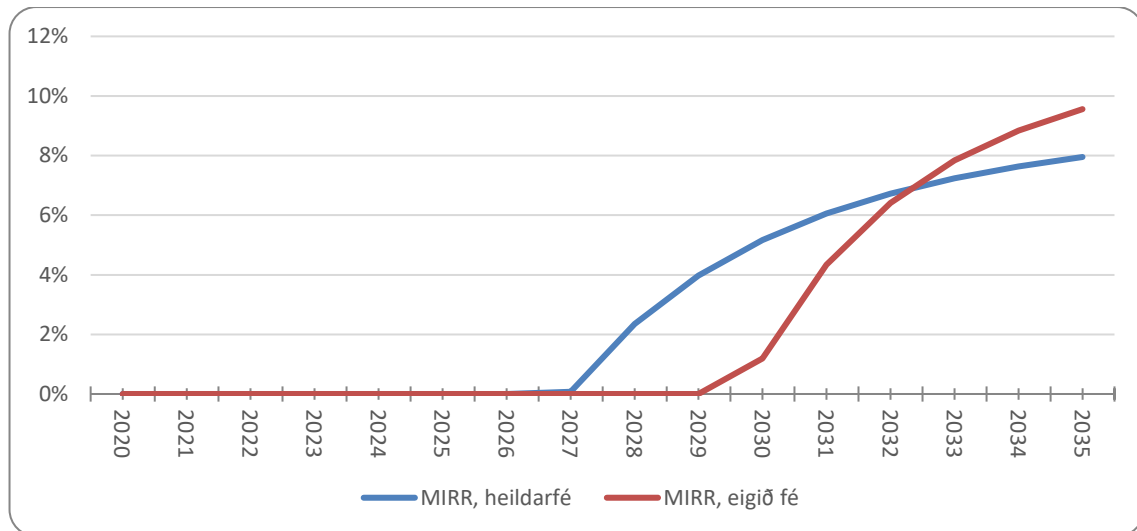
Mynd 6.3 Uppsafnað núvirði fyrir heildarfé og eigið fé verkefnis.

Mynd 6.4 sýnir þróun innri vaxta (IRR) yfir tímabilið. Á myndinni má sjá bæði þróun innri vaxta fyrir eigið fé og heildarfé. Innri vextir fyrir heildarfé byrja að vaxa jafnt og þétt upp úr 2028 og enda í 9,14% á meðan innri vextir fyrir eigið fé byrja ekki að vaxa fyrr en 2030 og enda í 11,4%.



Mynd 6.4 Innri vextir heildarfjár og eigin fjár verkefnis sem fall af tímalengd.

Á mynd 6.5 má sjá ytri vexti (MIRR) verkefnisins. Á myndinni má sjá bæði þróun ytri vaxta fyrir eigið fé og heildarfé. Ytri vextir fyrir heildarfé byrja að vaxa jafnt og þétt upp úr 2027 og enda í 8% á meðan ytri vextir fyrir eigið fé byrja ekki að vaxa fyrr en 2030 og enda í 9,7%.

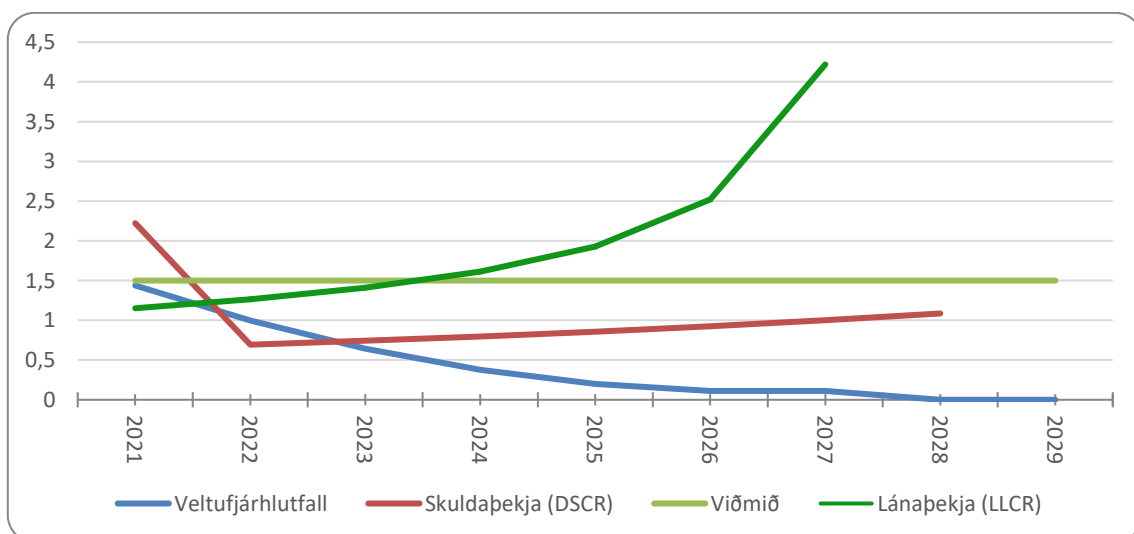


Mynd 6.5 Ytri vextir heildarfjár og eigin fjár verkefnis.

6.2.6 Kennitölur (e. Financial ratios)

Í þessum undirkafla verður farið yfir niðurstöður fyrir helstu kennitölur í verkefninu. Meðal arðsemi fjárfestingar (ROI) er 9,4% yfir tímabilið og 9,9% fyrir arðsemi eigin fjár (ROE).

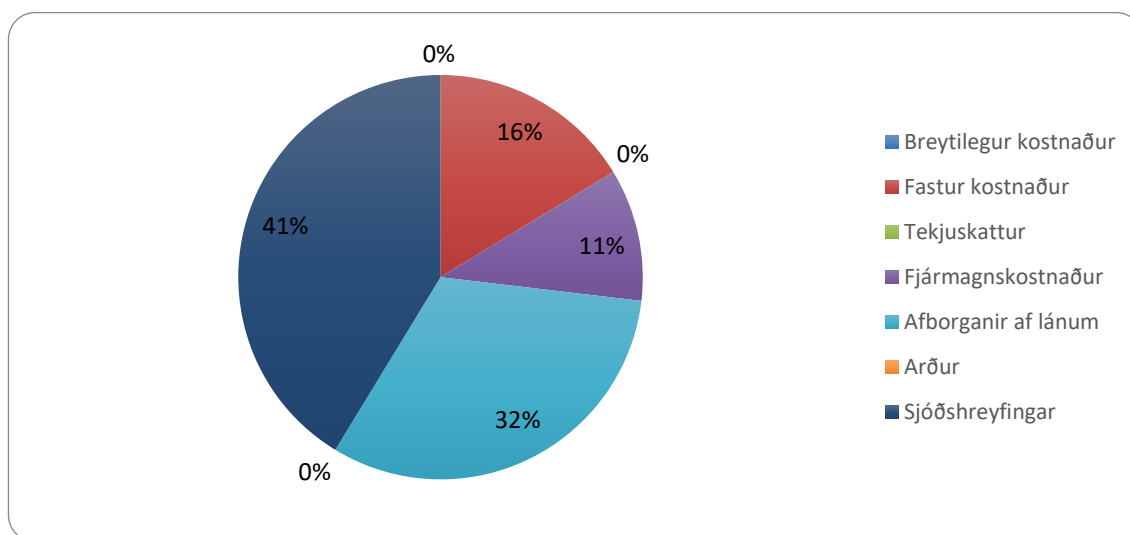
Á mynd 6.6 má sjá línurit yfir aðrar kennitölur sem valið var að greina. Eins og sést á línuritinu lækkar veltufjárhlutfallið með hverju ári þangað til það verður núll árið 2028, ástæðan fyrir því er að afborgun af láninu líkur þá. Skuldaþekjan (DSCR) er undir viðmiði eftir að afborganir af láninu hefjast og á köflum er hún undir einum sem merkir að verkefnið er ekki líklegt til þess að geta greitt upp skuldir sínar sem getur verið áhættusamt fyrir verkefnið. Lánaþekjan (LLCR) vex með hverju ári og endar í 4,2.



Mynd 6.6 Greining á völdum kennitölum.

6.2.7 Sundurliðun kostnaðar

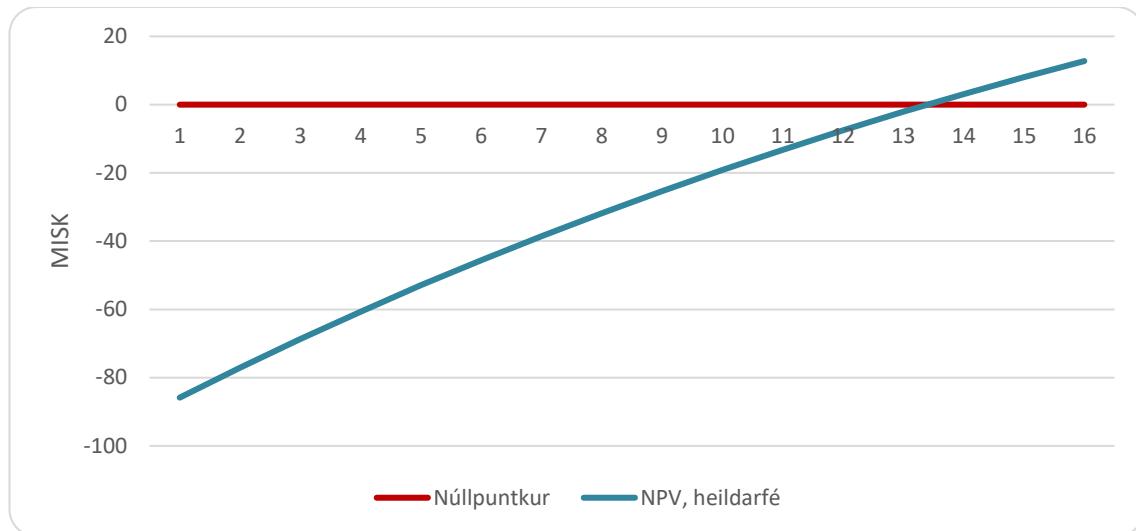
Á mynd 6.7 má sjá sundurliðun kostnaðar fyrir verkefnið. Sjóðshreyfingar er langstærsti liðurinn og þar á eftir koma afborganir af lánum. Þessir tveir liðir spanna 74% af kostnaðarliðunum. Fjármagnskostnaður og fastur kostnaður koma þar á eftir en þeir eru um 26% samtals. Aðrir kostnaðarliðir eru 0%.



Mynd 6.7 Sundurliðun kostnaðar í verkefni.

6.2.8 Endurgreiðslutími (e. Payback period)

Endurgreiðslutíma fyrir verkefnið má sjá á mynd 6.8. Endurgreiðslutíminn mælir hve langan tíma það tekur að greiða upp fjárfestinguna með fjárstreyminu sem hún skapar. Eins og sést á myndinni er endurgreiðslutímabilið 13 ár. Þar sem 13 ár er langur tími er möguleiki á að verkefnið sé áhættusamt þar sem margt getur breyst á þessu tímabili þar sem líkanið er að mestu leyti byggt á spá.



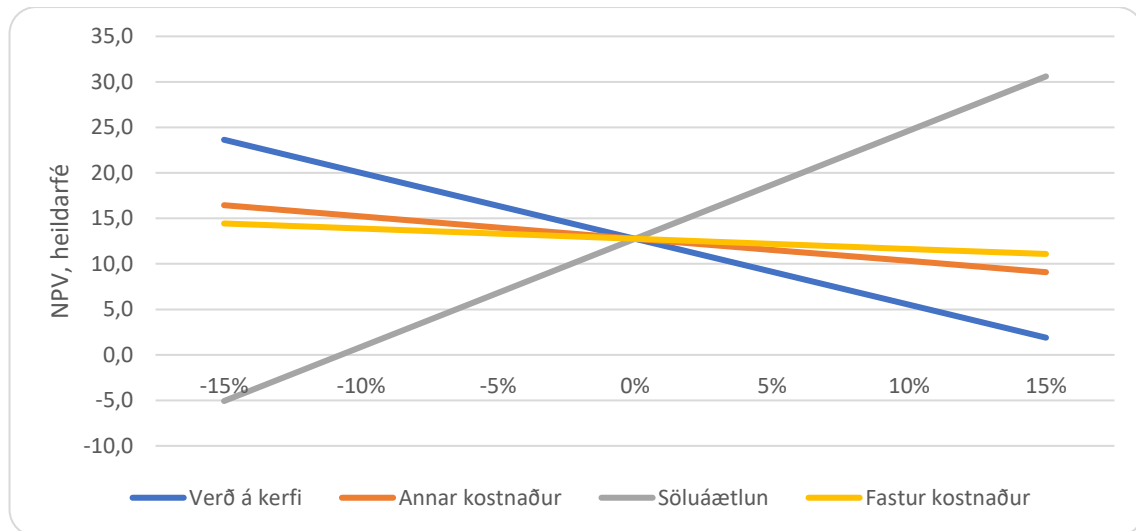
Mynd 6.8 Endurgreiðslutími fyrir verkefni.

6.3 Áhættugreining (e. Risk analysis)

Meiri áhætta þýðir að meiri líkur eru á mögulegu tapi. Hér fyrir neðan verður farið yfir niðurstöður úr áhættugreiningu verkefnisins.

6.3.1 Næmnigreining (e. Sensitivity Analysis)

Næmnigreining gefur innsýn í áhættu verkefnis út frá breytingum á inntaks breytum. Eftirfarandi breytur voru skoðaðar: verð á kerfi, annar kostnaður, söluspá (kolsýruverð er með sömu næmni), og fastur kostnaður. Ákveðið var að hækka og lækka upphaflega gildið um $\pm 15\%$. Eins og sést á mynd 6.9 er söluspá næmasta breytan og mun því breyting á henni hafa mestu áhrifin á niðurstöður verkefnisins. Næst næmasta breytan er verð á kerfi. Gildið fyrir núvirði (NPV) heildarfé árið 2035 var notað til að lýsa næmninni.



Mynd 6.9 Næmnigreining fyrir verkefni.

6.3.2 Þriggja punkta mat (e. Three-point cost estimation)

Þriggja punkta mat var notað til þess að meta upphaflegan kostnað fyrir verkefnið þar sem kostnaðurinn hefur mikil áhrif á niðurstöður verkefnisins. Líklegasta gildið fyrir heildarkostnaðinn (kerfið, flutning og uppsetningu) var fenginn frá söluaðila og svartsýnasta og bjartsýnasta gildið var valið með $\pm 20\%$ frá upphafsgildi. Ástæðan fyrir breiðu bili er að uppgæfningu kostnaður frá söluaðila var gróft mat.

Beta dreifing var notuð til að reikna út væntigildi og staðalfrávik. Jafna (3.11), (3.12) og (3.13) voru notaðar við útreikninga. 95% öryggisstig var notað, það er algengt val við tölfraðilegar prófanir, og z-gildið var 1.645. Á mynd 6.10 má sjá skjáskot af niðurstöðunum úr þriggja punkta matinu.

	Bjartsýnasta	Líklegasta	Svartsýnasta	Væntigildi	Staðalfrávik	Fervik	Öryggisstig	95%
	a	m	b	t	s	V	Z gildi	
Kostnaður kerfis	49	61	74	61	4	17	1.645	
	49	61	74	61	4	17	Kostnaðarmat	68

	Bjartsýnasta	Líklegasta	Svartsýnasta	Væntigildi	Staðalfrávik	Fervik	Öryggisstig	95%
	a	m	b	t	s	V	Z gildi	
Annar kostnaður	20	25	29	25	2	3	1.645	
	20	25	29	25	2	3	Kostnaðarmat	27

Mynd 6.10 Þriggja punkta mat fyrir kostnað verkefnis.

Þar sem söluspáin er næmasta breytan í næmnigreiningunni var ákveðið að gera einnig þriggja punkta mat á söluspá. Svartsýnasta og bjartsýnasta gildið var valið $\pm 20\%$ frá upphafsgildi. Ástæðan fyrir því er sú að mjög erfitt er að gera spá um sölu svona langt fram í tímann og er því gott að nota hermun til að meta áhættu verkefnisins út frá söluspánni. Á

mynd 6.11 má sjá skjáskot af þriggja punkta mati fyrir söluspá.

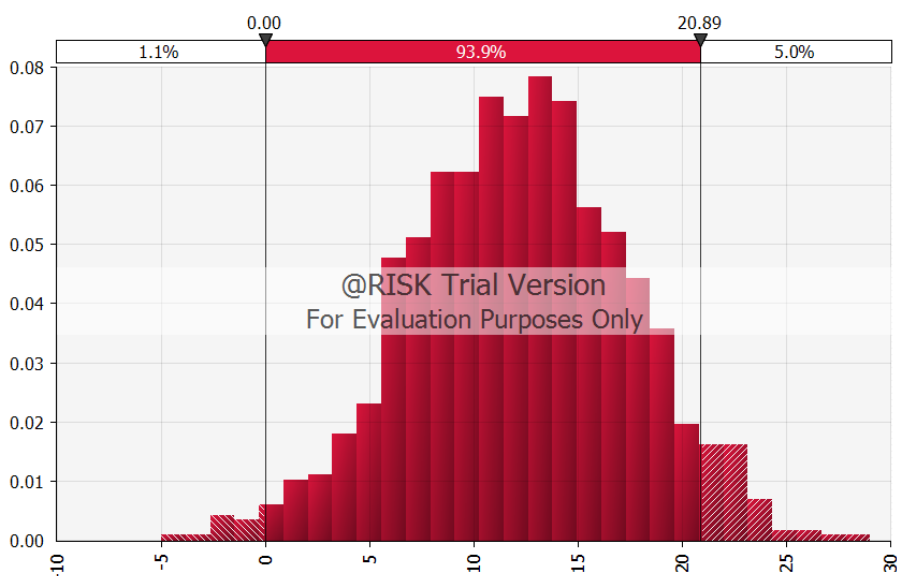
	Bjartsýnasta a	Líklegasta m	Svartsýnasta b	Væntigildi t	Staðalfrávik s	Fervik V	Öryggisstig Z gildi	95% 1,645
Söluspá	399	498	598	498	33	1.104		
	399	498	598	498	33	1.104	Kostnaðarmat	553

Mynd 6.11 Þriggja punkta mat fyrir söluspá verkefnis.

6.3.3 Hermun (e. Simulation)

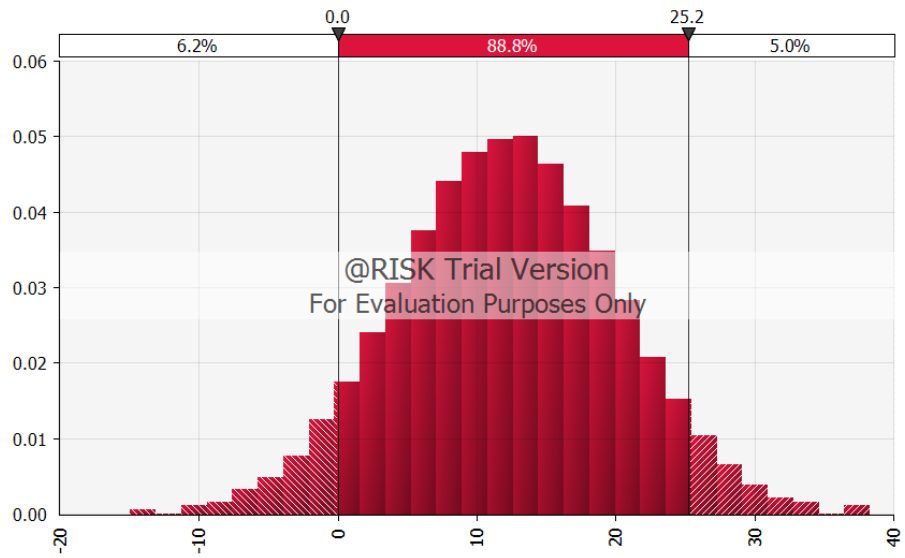
Ákveðið var að herma fjárfestingarkostnað verkefnis og söluspá þar sem báðum þáttum fylgir óvissa og mikilvægt er að greina áhættu fyrir þá þætti. Normaldreifingin fyrir þættina er byggð á niðurstöðum úr þriggja punkta mati og hermt var með 1000 ítrunum.

Niðurstöður hermunar á fjárfestingarkostnaði eftir 1000 ítranir leiddu í ljós, eins og sjá má á mynd 6.12, að áhættan á neikvæðu núvirði er 1,1%.



Mynd 6.12. Niðurstöður hermunar fyrir fjárfestingarkostnað.

Niðurstöður hermunar á söluspá, sjá mynd 6.13, leiddu í ljós eftir 1000 ítranir að áhættan á að núvirði verkefnisins verði neikvætt eru 6,2%.



Mynd 6.13 Niðurstöður hermunar fyrir söluspá.

Kafli 7

Lokaorð

Höfundur lagði áherslu á að smíða líkönin á sem notendavænastan hátt. Auðvelt er að breyta forsendum í líkönunum og sjá hvaða áhrif þær hafa á niðurstöður verkefnisins. Einnig er auðvelt að bæta inn nýjum bjórtegundum í koltvísýringslíkanið og meta hversu miklum koltvísýringi er hægt að safna og endurnýta frá þeirri bjórtegund.

Fyrri líkanið, koltvísýringslíkanið, ætti að geta hjálpað öðrum brugghúsum að kanna sína möguleika á því að endurnýta koltvísýring úr gerjun með því að sníða það að sínum bjórtegundum. Seinna líkanið, arðsemislíkanið, ætti að geta hjálpað flestum fyrirtækjum sem standa frammi fyrir ákvarðanatöku fyrir fjárfestingu með því að sníða líkanið að fjárfestingunni og fyrirtækinu.

Í verkefninu var arðsemi- og áhættumat notað til að meta möguleika á fjárfestingu á CO₂ söfnunarkerfi fyrir Ölgerðina. Höfundur telur að verkefnið sýni ágætis mynd af því hvernig megi nota reiknilíkon við ákvarðanatöku. Einnig telur höfundur að verkefnið sýni kosti þess að nota áhættumat til að fá betri mynd af niðurstöðum. Niðurstöður úr arðsemislíkaninu er aðeins eitt gildi og því er nauðsynlegt að skoða hvernig líkanið hegðar sér við breytingar á inntaksbreytum þar sem líkanið er byggt á gefnum forsendum og líklegt er að forsendur geti breyst á þeim tíma sem verkefnið tekur.

Niðurstöður líkananna leiddu í ljós að verkefnið væri arðbært samkvæmt þeim forsendum sem gefnar voru. Mikilvægt er þó að hafa í huga að áhætta fylgir verkefninu, endurgreiðslutíminn er langur og talsverð óvissa fylgir þeim spám sem eru gerðar svona langt fram í tímann. Áhættumatið gaf til kynna að mesta áhættan á því að fjárfestingin verði ekki arðbær er ef að söluspáin lækkar. Söluspáin var næmasta breytan í næmnigreiningunni og niðurstöður hermunnar leiddu í ljós að áhættan á því að núvirði verkefnisins verði neikvætt eru 4,8%.

Einn af stærstu ávinningum við það að samþykkja þetta verkefni eru þó skrefin fram á við í

átt að sjálfbærri þróun og minni losun koltvísýrings út í andrúmsloftið. Losun koltvísýrings er mikið vandamál í loftlagsmálum og nauðsynlegt er að leita lausna á því. Fyrirtæki þurfa að horfa inn á við og reyna að finna leiðir til að minnka losun út í umhverfið og færa sig nær sjálfbærri þróun. Margt smátt gerir eitt stórt, því er mikilvægt að allir reyni að leggja sitt af mörkum til að breyta til hins betra.

Heimildir

AGR Dynamics. (e.d.). Áætlanagerð. Sótt 12. maí 2019 af
<https://agrdynamics.com/is/lausnir/aaetlanagerd/>

Anna Regína Björnsdóttir. (2010). *Financial Feasibility Assessments: Building and Using Assessment Models for Financial Feasibility Analysis of Investment Projects* (MSc-ritgerð). Háskóli Íslands, Iðnaðarverkfræði-, vélaverkfræði- og tölvunarfræðideild. Sótt 2. apríl 2019 af
https://skemman.is/bitstream/1946/4452/1/Assessments_fixed.pdf

Anton Paar. (e.d.). Alcoalyzer ME - Alcohol Measuring Module. Sótt 24. mars 2019 af
<https://www.anton-paar.com/corp-en/products/details/alcoalyzer-me-alcohol-measuring-module/?fbclid=IwAR2G1j0pMlzomN60GHKbI2-CIvurXCrMyTNVD1eH97qKAs3izfYbfICxPNM>

Bjarni Pétur Jónsson. (2018, 6. júlí). Gætu þurft að skammta framleiðendum kolsýru. Sótt 12. mars 2019 af
<http://www.ruv.is/frett/gaetu-thurft-ad-skammta-framleidendum-kolsyru>

Brigham, E. F. og Houston, J. F. (2004). *Fundamentals of Financial Management* (10. útg.). Mason, Ohio: Thomson/South- Western.

Chlup, P. H. (e.d.). The Oxford Companion to Beer definition of real degree of fermentation (RDF). Sótt 24. mars 2019 af
<https://beerandbrewing.com/dictionary/gaKDNn0yxE/>

Dreher Breweries Ltd. (e.d.). Beer-history. Sótt 22. mars 2019 af
https://web.archive.org/web/20090709015742/http://www.dreherrt.hu/portal/main.php?heading_id=27&article_id=&language=en

Fix, G. J. (2014, 14. maí). Controlling Beer Oxidation. Sótt 22. mars 2019 af
https://www.morebeer.com/articles/oxidation_in_beer

Groppelli, A. A., og Nikbakht, E. (2006). *Finance*. USA: Barron's Educational Series.

- Halldór Björnsson, Bjarni D. Sigurðsson, Brynhildur Davíðsdóttir, Jón Ólafsson, Ólafur S. Ástþórsson, Snjólaug Ólafsdóttir, Trausti Baldursson, Trausti Jónsson. (2018). *Loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi – Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar 2018*. Reykjavík, Ísland: Veðurstofa Íslands.
- Kjartan Kjartansson. (2018, 25. júní). Kolsýruskortur stöðvar framleiðslu á kóki. Sótt 12. mars 2019 af <https://www.visir.is/g/2018180629227>
- Lee, A. C., Lee, J. C., og Lee, C. F. (2009). *Financial Analysis, Planning and Forecasting: Theory and Application* (2. útg.). Singapore: World Scientific Publishing Company.
- Livens, S. (2016). Beer: Fermentation. Benjamin Caballero, Paul M. Finglas og Fidel Toldrá (ritstj.), *Encyclopedia of Food and Health* (339-344). Oxford, United Kingdom: Book Aid International.
- Park, C. S. (2007). *Contemporary Engineering Economics*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Páll Jensson. (2006). Profitability Assessment Model. In: Workshop on Fisheries and Aquaculture in Southern Africa: Development and Management. Windhoek, Namibia. ICEIDA and UNU-FTP, August 21-24 2006.
- Peeters, F. (2019, 7 mars). *Inspection report*. Reykjavík, Ísland: Pentair Haffmans.
- Pentair Food and Beverage. (n.d.). Haffmans CO2 Recovery. Sótt 12. mars 2019 af https://foodandbeverage.pentair.com/en/products/haffmans-co2-recovery?fbclid=IwAR0b6AwjcWY3c5L3OwP6A40XpD8K0_EiLk9N2F91QomzIzkufWA8Z8QemqI
- Protz, R. (2001). *Bókin um bjórinn*. (Atli Magnússon þýddi). Reykjavík, Ísland: Muninn bókaútgáfa.
- Remer, D. S., og Nieto, A. P. (1995). A compendium and comparison of 25 project evaluation techniques. Part 1: Net present value and rate of return methods. *International Journal of Production Economics*, 79-96.
- The World Bank. (2005). *Financial Sector Assessment: A Handbook*. Sótt 26. mars 2019 af <http://documents.worldbank.org/curated/en/306701468337879923/pdf/337970rev0Fina10Ass>

Titu, A. M., og Simonffy, A. (2014). Contributions Regarding the Reduction of Production Costs for Brewing by Recovering and Reusing the Carbon Dioxide. *Procedia Economics and Finance*, 141-148.

Togo, D. F. (2004). Risk analysis for accounting models: A spreadsheet simulation approach. *Journal of Accounting Education*. 22 (2004), 153-163.

Umhverfisráðuneytið. (2002). *Velferð til framtíðar: Sjálfbær þróun í íslensku samfélagi*. Sótt 2. mars 2019 af
https://www.stjornarradid.is/media/umhverfisraduneyti-media/media/PDF_skrar/Velferd_til_framtidar_2002.pdf

Wiehle, U., Diegelmann, M., Deter, H., Schömig, P. N., og Rolf, M. (2006). *100 IFRS Financial Ratios*. Germany: Cometis publishing GmbH.

Ölgerðin Egill Skallagrímsson (2018). *Ölgerðin af ábyrgð*. Sótt 12. mars 2019 af
<https://advance.klappir.io/Reports/EmbeddedEnv.aspx?id=vkxm1S2%20iXt7RUay9Y5/Qw3sQBg0xMDRi4rsS%20rnmjo=>

Ölgerðin Egill Skallagrímsson. (2019). *Bjórskólinn*. Reykjavík, Ísland: Höfundur.

Ölgerðin Egill Skallagrímsson. (e.d.). Stefnur. Sótt 2. mars 2019 af
<http://www.olgerdin.is/um-olgerdina/stefnur>

Viðauki A

Skjaskot af niðurstöðum úr koltvísyringslíkani má finna hér fyrir neðan.

Upplýsingar um bjór

Bjórtegund	Meðaltal af sykurmagn (Target(%P) [%w/w])	Magn í suðu [l]	Sykurmagn í gerjun [kg]	Meðal gerjunarnýtni [%w/w]	Massahlutfall CO2 úr efnahvarfi [%]	Nýtni [%]	Magn CO2 úr gerjun [kg]
Bjórtegund 1	0,14	7.100	1.061,59	0,69	0,49	0,90	322,83
Bjórtegund 2	0,17	9.000	1.650,38	0,66	0,49	0,90	476,63
Bjórtegund 3	0,17	7.000	1.295,22	0,68	0,49	0,90	389,53
Bjórtegund 4	0,15	8.500	1.326,83	0,69	0,49	0,90	403,49
Bjórtegund 5	0,17	9.000	1.590,02	0,71	0,49	0,90	498,77
Bjórtegund 6	0,15	8.000	1.298,69	0,67	0,49	0,90	381,34
Bjórtegund 7	0,25	4.000	1.068,85	0,71	0,49	0,90	332,25
Bjórtegund 8	0,24	3.000	768,96	0,71	0,49	0,90	239,03
Bjórtegund 9	0,17	10.000	1.795,74	0,69	0,49	0,90	543,84
Bjórtegund 10	0,15	11.000	1.748,61	0,84	0,49	0,90	643,75
Bjórtegund 11	0,20	2.500	534,00	0,67	0,49	0,90	158,62
Bjórtegund 12	0,16	8.500	1.496,05	0,64	0,49	0,90	419,34
Bjórtegund 13	0,14	8.000	1.161,56	0,76	0,49	0,90	390,35
Bjórtegund 14	0,15	6.950	1.143,08	0,67	0,49	0,90	335,65
Bjórtegund 15	0,16	6.000	1.009,90	0,67	0,49	0,90	296,54
Bjórtegund 16	0,12	7.000	918,05	0,67	0,49	0,90	269,81
Bjórtegund 17	0,14	8.500	1.271,37	0,66	0,49	0,90	368,93
Bjórtegund 18	0,12	6.000	767,68	0,63	0,49	0,90	211,67
Bjórtegund 19	0,14	3.000	457,85	0,45	0,49	0,90	89,89
Bjórtegund 20	0,11	7.000	858,24	0,75	0,49	0,90	281,60
Bjórtegund 21	0,14	7.000	1.024,21	0,67	0,49	0,90	301,01
Bjórtegund 22	0,12	7.500	985,23	0,67	0,49	0,90	289,56
Bjórtegund 23	0,24	4.000	1.025,28	0,64	0,49	0,90	288,96
Bjórtegund 24	0,17	10.000	1.828,91	0,67	0,49	0,90	543,27
Bjórtegund 25	0,17	10.500	1.888,64	0,68	0,49	0,90	566,73
Bjórtegund 26	0,17	10.000	1.814,96	0,68	0,49	0,90	544,90
Bjórtegund 27	0,15	9.000	1.415,85	0,67	0,49	0,90	416,12
Bjórtegund 28	0,11	7.000	797,69	0,66	0,49	0,90	231,84
Bjórtegund 29	0,13	7.000	964,20	0,69	0,49	0,90	294,07
Bjórtegund 30	0,21	1.800	410,62	0,64	0,49	0,90	116,34

Mynd 1.A Hluti 1 í koltvísyringslíkani.

AGR Sölusþá [L]

Maí 19	Jún 19	Júl 19	Ág 19	Sep 19	Okt 19	Nóv 19	Des 19	Jan 20	Feb 20	Mar 20	Apr 20
-	-	-	-	-	11.460	13.191	3.053	-	1	8	-
115.506	134.490	187.984	115.984	109.011	110.009	78.498	102.982	66.953	92.880	101.332	104.984
13.003	17.490	22.010	15.004	14.007	14.996	14.490	11.990	13.501	14.000	11.440	11.440
78.117	55.260	95.077	60.126	38.262	37.674	39.795	48.092	41.883	43.980	36.520	53.108
35.502	42.480	44.702	37.092	32.592	29.808	25.494	30.118	23.690	25.360	29.480	29.106
-	-	-	-	-	4.991	17.010	7.502	71	-	-	-
2.389	2.610	3.162	3.036	2.856	2.415	1.407	1.474	1.150	1.480	1.584	2.134
-	-	-	-	-	7.245	1.596	484	-	-	-	-
261.253	313.020	324.477	276.276	227.367	240.005	167.286	185.548	163.369	193.320	197.186	216.766
92.510	81.480	123.008	86.020	81.501	95.381	86.352	80.212	96.370	92.620	85.646	84.568
-	-	-	-	-	-	5.400	1.124	36	428	167	-
-	-	-	-	4.998	33.005	37.989	44.946	425	-	-	-
10.613	9.330	8.618	9.152	8.421	6.670	5.460	4.268	6.118	6.360	6.006	6.116
-	-	-	-	-	-	-	-	1.012	1.260	1.386	-
6.697	5.740	8.021	4.730	3.885	5.612	11.823	17.226	2.081	2.060	3.168	3.806
62.011	70.500	89.497	57.244	51.051	50.439	38.220	46.508	35.443	45.720	47.806	50.204
46.934	59.550	53.320	47.608	30.240	29.279	21.399	22.704	21.528	24.320	27.412	33.572
20.420	26.250	20.646	16.500	6.006	5.865	2.709	2.266	3.151	3.560	4.928	5.676
-	-	-	-	-	-	1.671	1.588	-	-	-	-
10.335	10.440	10.106	13.156	10.521	8.165	6.069	4.818	6.417	7.800	8.074	9.966
13.731	5.600	7.636	5.214	924	-	-	-	-	-	-	-
29.605	30.690	29.171	33.066	26.880	24.932	21.441	20.570	19.987	21.780	24.552	24.530
-	320	322	330	336	322	336	330	322	320	330	330
63.612	75.010	101.114	51.370	41.013	48.484	34.755	51.986	30.705	41.020	48.180	47.410
5.865	4.360	3.936	3.608	3.612	3.082	1.953	2.354	3.082	2.600	2.244	1.958
14.990	22.980	26.505	15.994	14.307	19.987	31.500	19.492	13.572	14.000	11.440	11.440
11.389	10.480	10.508	6.622	6.006	6.348	8.904	5.302	6.141	4.760	6.006	5.258
14.740	15.450	15.190	17.182	13.461	10.120	11.130	10.076	8.349	9.520	10.450	12.430
33.733	12.210	49.507	26.906	9.660	9.292	17.535	20.614	18.400	19.440	7.832	24.486
943	1.020	1.333	1.342	1.302	1.311	735	770	713	580	1.012	902

Mynd 2.A Hluti 2 í koltvísyringslíkani.

Útreikningar	Kolsýruverð	Sparnaður
Koltvísýringur frá gerjun [kg]	Kaupverð kolsýru [kr/kg]	Sparnaður við kaup á kolsýru [kr]
1.259,98		
69.938,92		
9.647,52		
29.805,39		
21.359,58		
1.409,72		
2.134,43		
742,97		
150.420,09		
63.536,17		
399,67		
5.987,39		
4.251,53		
176,66		
3.699,31		
24.847,73		
18.136,72		
4.161,96		
97,65		
4.258,89		
1.423,58		
11.860,45		
259,92		
34.479,26		
2.086,32		
11.781,13		
4.055,93		
4.905,05		
10.486,21		
773,20		
Samtals		
	498.383,33	

Mynd 3.A Hluti 3 í koltvísýringslíkani.

Viðauki B

Hér fyrir neðan má sjá skjáskot af niðurstöðum úr arðsemislíkani.

Forsendur og niðurstöður						
Ár fjárfestingar	2020	Ávöxtunarkrafa	7%	Kaupverð á kolsýru kr/tonn		
Fjárfesting (e. Investment)	MISK	Líftími, ár	15			
Kerfi	61					
Annar kostnaður	25					
Samtals	85,86					
	100%					
Fjármögnun (e. Financing):		NPV af fjárstreymi	12,77	Eigið fé	13,44	
Rekstrarfjárförf (e. Working Capital)	10	Innri vextir (IRR)	9,14%		11,4%	
Heildar fjármögnun (e. Total Financing)	96	Ytri vextir (MIRR)	8,0%		9,7%	
Eigið fé (e. Equity)	30%	Innra virði	3,9			
Lánstími (e. Loan Repayments)	7 ár	í lok tímabils				
Lánsvextir (e. Loan Interest)	6,25%	Lægsta staða sjóðs	1			
Rekstur (e. Operations):						
Söluþagn (e. Sales Quantity)	100%	2021	2022	2023	2024	2025
Söluverð (e. Sales Price)	100%	498,4	508,4	518,5	528,9	539,5
						TonnCO2/year
Breytilegur kostnaður (e. Variable Cost)	0					MISK/TonnCO2
Fastur kostnaður (e. Fixed Cost)	2					
Birgðir		0				
Viðskiptakröfur (e. Debtors)	0					
Viðskiptaskuldir (e. Creditors)	0%					
Arður (e. Dividend)	0%					
Afskriftir kerfi (e. Depreciation equipment)	7%					
Afskriftir annað (e. Depreciation other)	0%					
Lánsgjöld (e. Loan Managem. Fees)	2%					
Tekjuskattur (e. Income Tax)	0%					

Mynd 1.B Forsendur og niðurstöður.

Fjárfesting																	
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	Samtals
Stofnkostnaður og fjármögnun		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Fjárfestingar																	
Kerfi	61,3	57,2	53,1	49,1	45,0	40,9	36,8	32,7	28,6	24,5	20,4	16,4	12,3	8,2	4,1	0,0	
Annar kostnaður	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	
Bókfært verð samtals	85,9	81,8	77,7	73,6	69,5	65,4	61,3	57,2	53,1	49,1	45,0	40,9	36,8	32,7	28,6	24,5	
Afskriftir																	
Afskriftir kerfi	7%	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	61,3
Afskriftir annar kostnaður	0%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0										0,0
Afskriftir samtals		4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	61,3
Fjármögnun alls																	
Hlutfé	30%	28,8															
Stofnlán	70%	67,1															
Lántaka																	
Afborgun	7		9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6								67,1
Eftirstöðvar		67,1	67,1	57,5	47,9	38,3	28,8	19,2	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Vextir	6%		4,2	4,2	3,6	3,0	2,4	1,8	1,2	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0
Lántökugjald	2%	1,3															

Mynd 2.B Fjárfesting.

Rekstur																	
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	Samtals
Rekstrareikningur																	
Magn		498,4	508,4	518,5	528,9	539,5	550,3	561,3	572,5	583,9	595,6	607,5	619,7	632,1	644,7	657,6	
Verð																	
Tekjur																	
Breytilegur kostnaður																	
Framlegð																	
Fastur kostnaður																	
Reksrarafkoma (EBITDA)	0,0	9,4	9,6	9,8	10,1	10,3	10,6	10,8	11,1	11,4	11,6	11,9	12,2	12,5	12,8	13,1	167,3
Afskriftir		4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	61,3
Hagnaður fyrir fjármagnsgjöld (EBIT)		5,3	5,5	5,8	6,0	6,2	6,5	6,8	7,0	7,3	7,6	7,8	8,1	8,4	8,7	9,0	106,0
Vextir og lántökukostnaður		1,3	4,2	4,2	3,6	3,0	2,4	1,8	1,2	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,3
Hagnaður/tap fyrir skatt (EBT)		-1,3	1,1	1,3	2,2	3,0	3,9	4,7	5,6	6,4	7,3	7,6	7,8	8,1	8,4	8,7	83,7
Uppsafnað tap	0	-1,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Tekjuskattstofn		0,0	0,0	1,1	2,2	3,0	3,9	4,7	5,6	6,4	7,3	7,6	7,8	8,1	8,4	8,7	9,0
Tekjuskattur	0%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hagnaður (tap) eftir skatt		-1,3	1,1	1,3	2,2	3,0	3,9	4,7	5,6	6,4	7,3	7,6	7,8	8,1	8,4	8,7	83,7

Mynd 3.B Rekstur (ATH búið er að fela hluta af útreikningunum).

Fjárstreymi																	
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	Samtals
Sjóðstreymi																	
Rekstrarafkoma (EBITDA)		0,0	9,4	9,6	9,8	10,1	10,3	10,6	10,8	11,1	11,4	11,6	11,9	12,2	12,5	12,8	13,1
Breytingar á viðskipta skuldum		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Breytingar á viðskipta kröfum		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Birgðarhreyfingar		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rekstrarfjárförð (e.Financing - Expenditure)		10,0															
Sjóðstreymi fyrir skatta		10,0	9,4	9,6	9,8	10,1	10,3	10,6	10,8	11,1	11,4	11,6	11,9	12,2	12,5	12,8	13,1
Greiddir skattar			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sjóðstreymi eftir skatta		10,0	9,4	9,6	9,8	10,1	10,3	10,6	10,8	11,1	11,4	11,6	11,9	12,2	12,5	12,8	13,1
Fjármagnskostnaður		1,3	4,2	4,2	3,6	3,0	2,4	1,8	1,2	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,3
Afborganir af lánum		0,0	0,0	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	67,1
Frjálst fjárstreymi		8,7	5,2	-4,2	-3,3	-2,5	-1,6	-0,8	0,1	0,9	11,4	11,6	11,9	12,2	12,5	12,8	87,9
Greiddur arður	0%		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sjóðshreyfingar		8,7	5,2	-4,2	-3,3	-2,5	-1,6	-0,8	0,1	0,9	11,4	11,6	11,9	12,2	12,5	12,8	87,9

Mynd 4.B Fjárstreymi.

Efnahagur

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
Efnahagsreikningur																	
Eignir																	
Sjóður	0	8,7	13,8	9,7	6,3	3,9	2,2	1,4	1,5	2,4	13,8	25,4	37,3	49,6	62,0	74,8	87,9
Viðskipta kröfur	0%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Birgðir	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Veltufé alls		8,7	13,8	9,7	6,3	3,9	2,2	1,4	1,5	2,4	13,8	25,4	37,3	49,6	62,0	74,8	87,9
Fastafé		85,9	81,8	77,7	73,6	69,5	65,4	61,3	57,2	53,1	49,1	45,0	40,9	36,8	32,7	28,6	24,5
Eignir alls		94,5	95,6	87,4	79,9	73,4	67,6	62,7	58,7	55,6	62,8	70,4	78,2	86,3	94,8	103,5	112,5
Skuldir																	
Ógreiddir skattar		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Viðskipta skuldir	0%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Næsta árs afborgun		0,0	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Skammtímaskuldir alls		0,0	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Langtíma skuldir		67,1	57,5	47,9	38,3	28,8	19,2	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Skuldir alls		67,1	67,1	57,5	47,9	38,3	28,8	19,2	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hlutafé																	
Hangaður og tap		-1,3	-0,2	1,1	3,3	6,3	10,1	14,8	20,4	26,8	34,1	41,6	49,5	57,6	66,0	74,7	83,7
Uppsafnaður arfur		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eigið fé alls		27,4	28,5	29,8	32,0	35,0	38,9	43,6	49,1	55,6	62,8	70,4	78,2	86,3	94,8	103,5	112,5
Skuldir og eigið fé		94,5	95,6	87,4	79,9	73,4	67,6	62,7	58,7	55,6	62,8	70,4	78,2	86,3	94,8	103,5	112,5
Villuprófun		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Mynd 5.B Efnahagur.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	Samtals
Mat á arðsemi																	
Núvirði og innri vextir heildarfjár																	
Sjóðstreymi eftir skatta		10	9	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	13	13	115
Lántaka		-96															-96
Heildar fjárstreymi		-86	9	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	13	13	19
NPV, heildarfé	7%	-86	-77	-69	-61	-53	-46	-39	-32	-25	-19	-13	-8	-2	3	8	12,77
IRR, heildarfé		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	4%	5%	7%	8%	8%	9%	
MIRR, heildarfé		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,2%	2%	4%	5%	6%	7%	7%	8%	8%	
Núvirði og innri vextir eigin fjár																	
Fjárlst sjóðstreymi		9	5	-4	-3	-2	-2	-1	0	1	11	12	12	12	13	13	88
Hlutafé		-28,8															-29
Nettó fjárstreymi		-20	5	-4	-3	-2	-2	-1	0	1	11	12	12	12	13	13	-3
NPV, eigið fé	7%	-20	-15	-19	-22	-24	-25	-25	-25	-18	-13	-7	-1	4	9	13	
IRR, eigið fé		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	6%	9%	10%	11%	
MIRR, eigið fé		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	5%	7%	8%	9%	10%	
Financial Ratios																	
Arðsemi fjárfestingar (ROI)		6%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	12%	11%	10%	10%	9%	9%	Meðaltal
Arðsemi eigin fjár (ROE)		4%	5%	7%	9%	11%	12%	13%	13%	13%	12%	11%	10%	10%	9%	9%	9,4%
Veltuhræði fjármagns (TR)		12%	12%	14%	15%	17%	19%	21%	23%	24%	22%	20%	18%	17%	16%	15%	17,8%
CR (Capital/Debt+Capital)		30%	34%	40%	48%	57%	69%										46,4%
Net Current Ratio		1,4	1,0	0,7	0,4	0,2	0,1	0,2									0,6
Veltufjárlutfall		1,4	1,0	0,7	0,4	0,2	0,1	0,2									0,6
Innra virði (Internal Value of Shares)		1,0	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	2,1
Skuldabækja (DSCR)		2,2	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1								1,0
Viðmið		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Loan Life Cover Ratio (LLCR)																	
Núvirt fjárstreymi (e. Net Present Value to end of loan)		78	73	68	62	56	49	41	32	22	12						
Eftirstöðvar lána (e. Loan Principal)		67	58	48	38	29	19	10	0	0	0						
Lánabækja (LLCR)		1,2	1,3	1,4	1,6	1,9	2,5	4,2									

Mynd 6.B Arðsemi.