



DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

## MASTEROPPGÅVE

Studieprogram/spesialisering: <b>Industriell økonomi</b> Prosjektledning Investering og finans	Haustsemesteret, 2022  Open
Forfatter: <b>Sjur Herheim</b>	
Fagansvarleg ved UiS: <b>Atle Øglend</b>  Ekstern rettleiar: <b>Sindre Flå</b>	
Tittel på oppgåva: <b>Ei investeringsanalyse i automatisert grading av støypegods for Bergen Engines AS.</b>  Engelsk tittel: <b>An investment analysis in automated deburring of castings for Bergen Engines AS.</b>	
Studiepoeng: 30	
Emneord: <ul style="list-style-type: none"><li>• Investeringsanalyse</li><li>• Avgjerdsanalyse</li><li>• Risiko</li></ul>	Sidetal: 56  Stavanger, 13.12.2022

## Forord

Denne oppgåva er skriven som ein del av masterstudiet i industriell økonomi ved Universitet i Stavanger, innfor spesialiseringa prosjektleiing, investering og finans. Masteroppgåva er det avsluttande arbeidet for utdanninga og vart skriven hausten 2022.

Å utføre ei investeringsanalyse for eit prosjekt på jobb, falt meg ganske naturleg som ei masteroppgåve. Fag relatert til både prosjekt og investering er dei faga eg har fatta størst interesse for, samtidig som at det er slike arbeidsoppgåver som har vore mest givande på jobb. Investeringsanalyse er ein viktig del av prosjektarbeidet, det er ein essensiell del av prosjektgrunnlaget og skal forsvare implementeringa. Her kan ein få stor påverknad i bedrifta og verkeleg legge eit grunnlag for fleire år med verdiskaping.

Masteroppgåva analyserer eit prosjekt på automatisert grading av støypegods. Slike effektiviserings- og automatiseringsprosjekt er viktige for å behalde konkurranseevne i ei næring som opplever høg konkurranse frå andre delar av verda. Det er ei naudsynt utvikling, og dei som ikkje er med på den, fortener ei heller å vere med i konkurransen.

Eg fullførte bachelorstudiet i produksjonsteknikk ved Høgskulen på Vestlandet i 2018, og etter ein del reising på hausten, starta eg året 2019 som produksjonsingeniør i Bergen Engines AS. Etter 1 år i arbeid med mykje læring og god trivsel, ynskte eg meg meir kompetanse innfor leiing, prosjekt og finans. Eg bestemte meg tidleg i 2020 for at eg ville studere industriell økonomi i Stavanger, då det gav den rette samansetninga av fag som eg var på jakt etter. Planen var å ta utdanninga, som originalt har eit løp på 2 år, over 3-4 år samtidig med jobb.

Samtidig som semesteret starta i 2020 vart eg på jobb forfremma til teamleiar for mi avdeling, dette gjorde både studiet meir hektisk og meir relevant. Det meste eg lærte på studiet fekk eg implementert omgåande i arbeidet mitt, det gjorde at eg presterte endå betre på jobb. Motivasjonen for utdanninga var dermed høg, og eg bestemte meg i 2021 for å heller ta masterløpet på 2,5 år.

Etter nokre hektiske semester vart eg forfremma igjen i juli 2022, nå til «Manager Manufacturing & Foundry». Dette satt grunnlaget for eit travelt halvår med masterskriving, 1 eksamen og ein jobb som krev meir enn 1 person på fulltid. Så når eg nå sit her og skriv forordet i oppgåva, tykkjer eg det er rart å tenke på dei 2 siste åra og alt eg har lært, gjennom både jobb og studie, og korleis dette legg grunnlaget for dei komande åra.

Eg ynskjer å rette ein stor takk til rettleiar Atle Øglend ved Universitet i Stavanger, du har vore uvurderleg i å støtta meg gjennom oppgåva med gode og konstruktive tilbakemeldingar, enkel og god kommunikasjon, samt tips og triks undervegs.

Takk til min leiar Olav Inge Søreide for tilrettelegginga og støtta gjennom studiet, samt alle i Bergen Engines som har vist forståing. Takk til familie og kjæraste som bidrege med motivasjon og sagt gode ord når det har vore behov for det.

## Samandrag

Bergen Engines AS har i fleire år hatt eit ynskje om å automatisere grading av støypegods. Ein har tidlegare utført konseptarbeid og innhenta kostnader, men av ulike årsaker har det ikkje vorte utført ei finansiell vurdering av prosjektet, og ei heller har det materialisert seg til implementering.

Denne oppgåva vurderer lønsemda av nemnde prosjekt med ei investeringsanalyse, elementa i kontantstraumen er innsparing basert på redusert prosessetid og sjukefråvær. Ein syner korleis usikkerheit på framtidig volum kan handterast, spesielt når dette er ein essensiell del av innsparinga.

Oppgåva går fram ved å estimere framtidig sal av motorar basert på historisk produksjon, bedriftsstrategi og marknadsforventning. Det vert lagt fram 4 ulike scenario og 1 statistisk prognose med respektive sannsyn. Ein vurderer òg redusert prosessetid per artikkel og tar høgde for at ein ikkje oppnår målet på framtidig prosessetid ved å ha ulike scenario med sannsyn.

Innsparing på sjukefråvær vert estimert ved å sjå på konsekvensane som følgje av fråvær, dette kan vere tap av produksjon og inntekter, auka kostnad med vikarbruk og overtid, produktivitetsslekkasje og slitasje på kollegaer. Dette vert utrekna i samanheng med det aktuelle fråværet i bedrifta og refusjon av lønskostnader frå staten.

Med utgangspunkt i scenario med høgst sannsyn, syner resultatet korleis innsatsfaktorane i studien påverkar kontantstraumen til prosjektet. Ut frå dette reknar analysen på netto nåverdi, internrente, tilbakebetalingstid og diskontert tilbakebetalingstid. Resultatet kan oppsummerast som følgjande med initialverdiar opp mot forventa verdiar; netto nåverdi 5 128 647 kroner & 2 010 730 kroner, internrente 18% & 13%, tilbakebetalingstid 6 år & 8 år, diskontert tilbakebetalingstid 9 år & 15 år. Innsparing på redusert prosessetid har størst påverknad, deretter investeringssum og så innsparing på redusert sjukefråvær. Det er verdt å merke seg at netto nåverdi aldri er negativ i sensitivitetsanalysen.

## Nomenklatur

Bedrifta – Bergen Engines AS, omtalt som Bergen Engines.

B3X:45 – samleining for motorvariant, består av B33:45 (diesel) og B36:45 (gass).

B3X:40 – samleining for motorvariant, består i hovudsak av B32:40 (diesel) og B35:40 (gass).

C2X:33 – samleining for motorvariant, består i hovudsak av C25:33 (diesel) og C26:33 (gass).

Formkasse – kasse med støypesand som har eit avtrykk frå støypeforma.

Grade, grading – fjerne skarpe kantar og overskotsmateriale etter støyping. Synonymt med pussing og sliping.

HMS – helse, miljø og sikkerheit.

Løypesystem – der jernet renn frå friluft inn til forma til produktet i støypesanden.

V-motor – type konfigurasjon på motor, visualiserer korleis sylinder er plassert i motorblokk.

Volum – einingar seld eller produsert.

## Innholdsliste

Forord .....	1
Samandrag .....	2
Nomenklatur .....	3
Figurliste .....	6
Tabelliste .....	7
Formlar .....	7
1 Introduksjon .....	8
1.1 Avgrensingar .....	9
1.2 Oppbygging .....	9
2 Bakgrunn .....	10
2.1 Bedrifta .....	10
2.2 Prosjektdetaljar .....	11
3 Teori .....	13
3.1 Prognoseverktøy .....	13
3.2 Investeringsanalyse .....	13
3.2.1 Kontantstraum .....	14
3.2.2 Diskontering .....	14
3.2.3 Netto nåverdi .....	15
3.2.4 Internrente .....	16
3.2.5 Tilbakebetalingstid .....	16
3.2.6 Styrker og svakheiter .....	17
3.2.7 Risikoanalyse .....	18
4 Metode .....	19
4.1 Forskingsmetode .....	19
4.2 Forskingsdesign .....	19
4.3 Datautval .....	20
4.4 Datainnsamling .....	20
4.5 Evaluering av datamaterialet .....	21
4.5.1 Reliabilitet .....	21
4.5.2 Validitet .....	22
5 Data .....	23
5.1 Salsdata .....	23
5.1.1 Historisk motorproduksjon .....	23

5.1.2	Marknadsforventning .....	25
5.1.3	Bedriftsstrategi .....	26
5.1.4	Estimering av salstal.....	26
5.2	Artikkeldata .....	30
5.2.1	Produkt .....	30
5.2.2	Prosesstid.....	31
5.2.3	Fordeling mellom motortypar. ....	32
5.3	Ettermarknad .....	33
5.4	HMS & sjukefråvær.....	33
5.4.1	Ekstern data for estimering av kostnader .....	33
5.4.2	Intern data for estimering av kostnader .....	34
5.5	Budsjett og kostnader .....	35
5.5.1	Inflasjon.....	36
6	Resultat .....	37
6.1	Kontantstrøm .....	37
6.1.1	Variabler.....	37
6.1.2	Investering .....	38
6.1.3	Kostnader .....	38
6.1.4	Innsparing .....	38
6.2	Analyse .....	40
6.2.1	Sensitivitetsanalyse .....	40
6.2.2	Scenarioanalyse .....	42
7	Diskusjon .....	44
7.1	Levetid.....	44
7.2	Diskonteringsrente.....	44
7.3	Investering .....	45
7.4	Kostnader.....	45
7.5	Innsparing prosesstid .....	46
7.6	HMS og innsparing på sjukefråvær .....	47
8	Konklusjon.....	48
9	Referansar .....	50
10	Appendiks.....	53

## Figurliste

Figur 1: Arbeidscelle med robot (gradecelle). .....	11
Figur 2: Kapitalkostnad, forenkla illustrasjon. ....	15
Figur 3: Produksjonsvolum 1946 – 2021. ....	23
Figur 4: Produksjonsvolum 1992 – 2021, inkludert megawatt. ....	24
Figur 5: Produktportefølje i åra som motorprodusent (Bergen Engines, 2022). ....	25
Figur 6: Portefølje - volum per motortype 1946 - 2021. ....	25
Figur 7: Produksjonsvolum 2002 - 2022. ....	27
Figur 8: Prognosar for sylinder med ulike årstal. ....	27
Figur 9: Estimat på salstal per scenario. ....	29
Figur 10: Prognose i lag med scenario. ....	29
Figur 11: Sylinderdeksel. ....	30
Figur 12: Rammelager. ....	30
Figur 13: Sensitivitetsanalyse - tornadograf på kva input som har størst påverking. ....	41
Figur 14: Sensitivitetsanalyse - edderkoppdiagram for input si påverking av nåverdi. ....	41
Figur 15: Prognosar samla. ....	53

## Tabelliste

Tabell 1: Resultat etter førespurnad på kostnadsoverslag. ....	12
Tabell 2: Styrker og svakheiter til verktøy for investeringsanalyse. ....	17
Tabell 3: Nemningar på reliabilitet. ....	21
Tabell 4: Deskriptiv statistikk for fleire inndelingar av årstal. ....	24
Tabell 5: Deskriptiv statistikk for produksjonsvolum 2002 - 2022. ....	26
Tabell 6: Data for scenario. ....	28
Tabell 7: Aktuelle produkt. ....	30
Tabell 8: Forholdstal rammelager. ....	31
Tabell 9: Scenario for reduksjon i prosessetid. ....	31
Tabell 10: Volum i motortypar 2016 - 2022. ....	32
Tabell 11: Prosentvis fordeling for motortypar per årsintervall. ....	32
Tabell 12: Volum av sylinderdeksel i ettermarknad. ....	33
Tabell 13: Grunndata på kostnader for HMS & sjukefråvær. ....	35
Tabell 14: Variabler for kontantstraum. ....	37
Tabell 15: Budsjett for investeringa. ....	38
Tabell 16: Innsparing sjukefråvær (Sunne organisasjoner AS, 2017). ....	39
Tabell 17: Oppsett på vurdering av kontantstraum. ....	40
Tabell 18: Resultat frå sensitivitetsanalyse, inngangsverdiar endra +/- 25%. ....	40
Tabell 19: Databeller med to variabler av kvart vurderingsverktøy. ....	42
Tabell 20: Forventa verdiar av utrekningar. ....	43
Tabell 21: Utslag frå endring av diskonteringsrente. ....	45
Tabell 22: Resultat frå investeringsanalyse. ....	48
Tabell 23: Mengdekalkyle for motortypar i samsvar med scenario moderat vekst. ....	53
Tabell 24: Innsparing i '000 NOK. ....	54
Tabell 25: Kontantstraum i '000 NOK (årstala 2033 - 2040 er gøymd). ....	55
Tabell 26: Forventa verdiar (sannsyn for scenario multiplisert med utrekna verdi). ....	56

## Formlar

(1) Diskontering .....	14
(2) Netto nåverdi .....	15
(3) Internrente.....	16
(4) Tilbakebetalingstid .....	16
(5) Forventa verdi (EMV) .....	18
(6) Innsparing redusert prosessetid .....	39



## 1 Introduksjon

Lønsemd er motivasjonen bak eit kvart prosjekt. Det rettferdiggjær implementeringa, og styrer både prosessen og designet. For å kunne verifisere innteninga prosjektet er håpa å kunne gje, er det naudsynt med ei analyse. Eit prosjekt startar ofte implementeringa med ei investering, difor investeringsanalyse, som er tema i denne oppgåva.

Bergen Engines er ein produsent av «medium speed» diesel- og gassmotorar for kraftproduksjon og framdrift. Bedrifta har hovudkontor, støyperi, maskinverkstad, monteringslinje og testfasilitetar i Bergen, Noreg. Dei har røter tilbake til 1850 og har eit nærvær i alle verdsdelar, det er totalt 863 fast tilsette, derav 623 i Bergen.

Avdeling for støyping i Bergen Engines har lenge vore interessert i å få utført eit prosjekt som inneber å investere i ei automatisert gradecelle. Dette har grunngjeving i auka effektivitet og mindre slitasje på operatørar, det vil truleg senke gjennomløpstid for produkt og auke omsetninga til bedrifta. Av ulike årsaker har dette prosjektet aldri vorte materialisert. Ved ein gjennomgang av tidlegare prosjektarbeid er det ikkje identifisert noko investeringsanalyse eller ei komplett prosjektgrunngjeving. Oppgåva tar difor føre seg å kome med eit resultat på om investeringa vil vere lønsam, og følgjande problemstilling er formulert:

*Er det lønsamt for Bergen Engines AS i 2023 å investere i framlagt gradecelle?*

Ved observasjon av presentasjonar, samt gjennomgang i arkiv, på tidlegare investeringsprosjekt i Bergen Engines, er det gjennomgåande mangel på tilstrekkelege vurderingar rundt innsparing på forbetra helse, miljø og sikkerheit (HMS), samt betraktningar ved estimat på framtidig volum. Ein nyttar gjerne forbetra HMS og redusert risiko som eit argument åleine, utan å kvantifisere det til noko som kan bidra i ei finansiell vurdering. Prosjekter som har ei investeringsanalyse relatert til framtidig volum, tar ikkje opp usikkerheita i estimatet som kontantstraumen er basert på, og kva risiko dette har for resultatet.

Difor ynskjer denne oppgåva å vere eit eksempel på korleis desse manglane kan inkludrast i ei formell investeringsanalyse. Metoden vil kunne overførast til andre investeringsprosjekt med relativt enkle justeringar og oppdaterte data.

## 1.1 Avgrensingar

Ei investeringsanalyse er gjerne ein del av eit større prosjektarbeid og vil difor basere seg på grunnlag som er utført i forkant, eller på noko som må gjerast på eit seinare tidspunkt. Dette kan vere spesifikasjonsarbeid, budsjettering, førespurnad om kostnadsoverslag, kontraktstrategi og så vidare. Det er for denne oppgåva naudsynt å setje avgrensingar innafør rammene til det å utføre ei investeringsanalyse.

- Denne oppgåva vurderer ikkje ulike leverandørar, tilbod eller det beste designet for investeringsproduktet.
- Oppgåva har ikkje som mål å estimere eller innhente data for eit grundig budsjett i prosjektet, men siktar på eit estimat som vil vere forsvarleg til ei investeringsanalyse.
- Analysen tar ikkje omsyn til bedrifta sin kapitalstruktur, prosjektet sitt moglege skatteskjold, kapitalrasjonering, moglegeheitskostnader og reelle alternativ.
- Marknadsanalyse (Porter, Kraljic), innkjøpst teori, kontraktsinngåing og gjennomføring er ikkje ein del av omfanget.
- Sosiale kostnader blir ikkje vurdert i denne oppgåva.

## 1.2 Oppbygging

Oppgåva tar fyrst for seg relevant informasjon som er naudsynt for å forstå konteksten i oppgåva, deretter vert relevant teori lagt fram. Det vert gjort greie for val av metode, så skildrar ein datagrunnlaget for analysen. Kapittel 6 presenterer resultatata frå analysen, og gjer korte vurderingar av dette. Vidare vert resultatet drøfta i kapittel for diskusjon, med ei vurdering rundt usikkerheit. Avslutningsvis samlar konklusjonen det heile saman og gjev ei retning for vidare arbeid.

## 2 Bakgrunn

Denne delen av oppgåva tar for seg informasjon som er naudsynt for å gje kontekst til lesaren. Bedrifta, Bergen Engines, vil bli presentert, i lag med næringa den er ein del av og produktet. Så skildrar ein detaljer for sjølve prosjektet som vert undersøkt, deriblant verdikjeda, dagens prosess og korleis prosjektet skal forbetre produksjonsmetoden. Informasjon er henta frå Bergen Engines sin nettstad og andre ressursar internt i bedriftsarkiv.

### 2.1 Bedrifta

Bergen Engines kan spore sin historie heilt tilbake til 1855 ved etablering av Bergen Mekaniske Verksteder (BMV) i Solheimsviken i Bergen. BMV vaks til å verte eit av dei leiande skipsverfta i Noreg, med eige støyperi, smie, maskinverkstad og tørrdokk for å bygge skip og dampmotorar. Under andre verdskrig starta BMV å utvikle forbrenningsmotorar og kommersialiserte sin fyrste framdriftsmotor i 1946. I 1971 flytta BMV sin motorfabrikk til det nye anlegget på Hordvikneset, heilt nord i Bergen, der bedrifta endå held til. I 1984 vart den motorproduserande delen av BMV skilt ut, og kjøpt av Ulstein Group som gav denne forretninga namnet Bergen Diesel.

Støypeavdelinga i Bergen Engines har røter tilbake til 1850 ved Wingaards Jernstøperier, som i 1933 overtok nabobedrifta Bergen Jernstøperi. I 1947 overtok BMV alle aksjane i Bergen Jernstøperi og la ned sitt eige støyperi i Solheimsviken. Bergen Jernstøperi vart med BMV inn i Ulstein Group i 1985, og i 1991 fekk dei òg nytt lokale på Hordvikneset som då var Europa sitt mest moderne jernstøperi.

Den fyrste gassmotoren til Bergen Diesel vart levert i 1991 og bedrifta var nå pionerar i sitt kraftproduksjonssegment. Ved å tilby store V-motorar med energigjenvinning frå kjølevatn og eksos, kunne ein oppnå total motoreffektivitet på godt over 90%. Bedrifta var nå ein anerkjent global aktør på motorar til kraftproduksjon. I 1999 vart Bergen Diesel overtatt av Rolls-Royce og nytte godt av den sterkt veksande offshore marknaden på 2000-talet.

I åra framover har bedrifta endra namn til Bergen Engines og lansert fleire nye motortypar. I 2021 vart Bergen Engines kjøpt av den britiske ingeniør- og industrigruppa Langley Holdings. Bedrifta opererer i ein global kraftmarknad med tilhøyrande konjunkturar og er tilstades i alle verdsdelar. Marknaden er prega av få rivaliserande konkurrentar og låg grad av differensierte produkt, vegen til både kundar og leverandørar kan vere kompleks og set høge krav til organisasjon, kapital og teknologi.

Bergen Engines er altså ein produsent av diesel- og gassmotorar med hovudkontor i Bergen, og er tilstades på alle kontinent. Bedrifta sine produkt består av ulike «medium speed» motorkonfigurasjonar innanfor for marinesektoren og landapplikasjonar. Den minste motoren i dagens portefølje har ein effekt på 1,4 MW, den største har 12 MW, er 10 meter lang og veg 120 tonn.

Produksjonen består i hovudsak av støyperi, maskinverkstad, monteringslinje og testfasilitetar. Fokuset i denne oppgåva vil vere på støyperiet, som består av følgjande aktivitetekategoriar: Forming og samling, smelting og støyping, og til slutt kapping, sliping, pussing og maling.

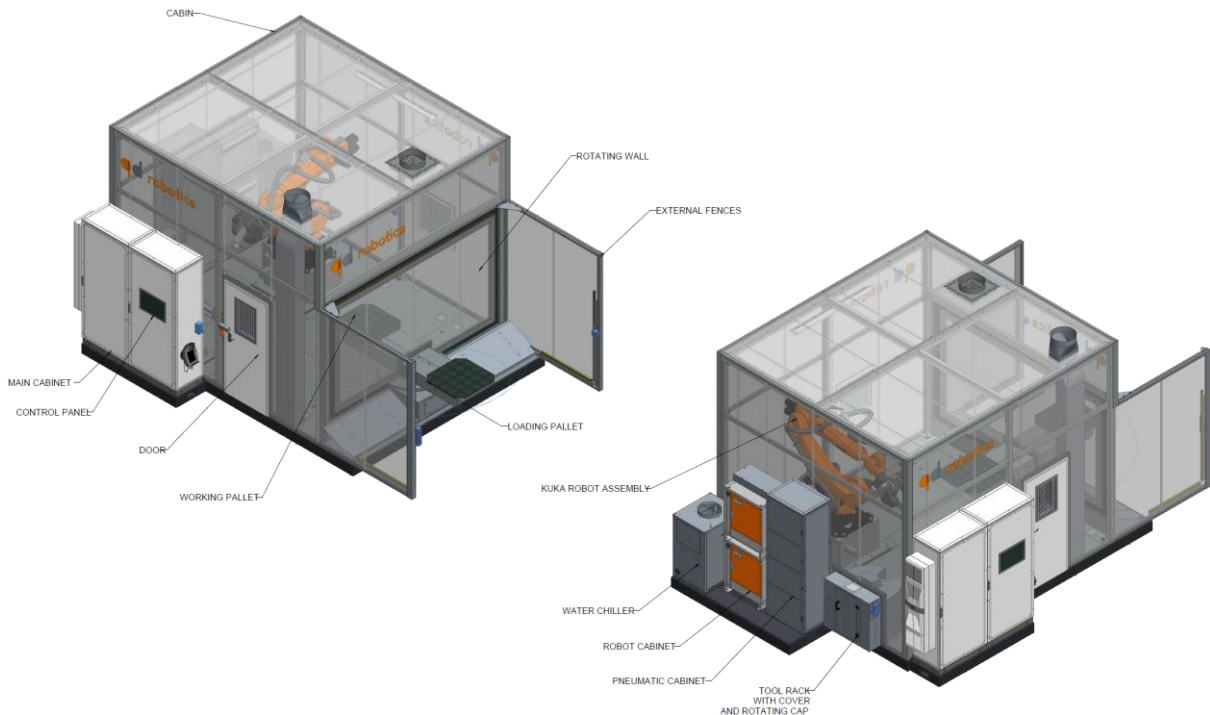
## 2.2 Prosjektdetaljar

Prosjektet tar på seg å forbetre dagens prosess med sliping og pussing av støypegods, forkorta til grading (engelsk: «Fettling»). Det har som mål å forbetre helse, miljø og sikkerheit for operatørar i avdelinga, samt redusere gjennomløpstid, auke kapasiteten og forbetre kvaliteten gjennom repeteringsevne.

Proessen etter støyping er i dag slik:

1. Når produktet er tilstrekkeleg nedkjølt etter støyping vert formkassene rista og all utvendig støypesand vert fjerna .
2. Innvendig sand vert fjerna med meiselhammar.
3. Produktet vert stålblåst.
4. Løypesystem vert kappa av og produktet plassert på eit arbeidsbord.
5. Utvendige grader vert fjerna ved sliping.
6. Innvendige grader vert fjerna ved meisling og pussing.
7. Produktet vert stålblåst igjen.
8. Gløding (og stålblåsing) om naudsynt, så maling.

Prosjektet skal automatisere operasjon nummer 5 og 6, som òg er dei mest krevjande prosessane i form av tid og operatørslitasje. Dette skal gjerast ved å nytte ein robot plassert inni ei lukka arbeidscelle, produktet er festa til ein fikstur på eit arbeidsbord. Det er 2 slike arbeidsbord, og i lag med ein roterande vegg har ein alltid klar neste produkt for roboten og kan sørge for god utnytting. Løysinga er illustrert i figuren under.



*Figur 1: Arbeidscelle med robot (gradecelle)*

I 2019 gjennomførte prosjektet innhenting av kostnadsoverslag mot 5 leverandører og registrerte priser som vist i tabellen under. I høve tildelingskriteria vart QD Robotics utvald som det beste forslaget, og oppgåva baserer investeringsanalysen på dette.

*Tabell 1: Resultat etter førespurnad på kostnadsoverslag*

Leverandør	EUR
QD Robotics	423 000
Evolut	480 000
Maus	571 000
Vulcan	634 250
Reichman	1 602 000

### 3 Teori

I dette kapitlet blir relevant teori for problemstillinga presentert. Spørsmålet handlar om lønsemd for eit prosjekt og difor vil teorigrunlaget vere investeringsanalyse. Teorien består av pensum frå relevante fag i utdanningsløpet for industriell økonomi, samt anna relevant litteratur innhenta for oppgåva.

#### 3.1 Prognoseverktøy

I oppgåva vert det estimert framtidige salstal basert på historikk og marknadsforventningar, det vil vere hensiktsmessig å statistisk kvalifisere tala. For å kunne vurdere dette objektivt er det nytta eit prognoseverktøy innebygd i Excel. Dette vert nytta for å verifisere kvalitative estimeringar med statistisk genererte prognosar.

Excel har fleire verktøy innebygd for å nytte historisk data til å estimere framtida, blant desse er nok «FORECAST.ETS» (funksjonsnamn i engelsk versjon) det mest sofistikerte. Det er eit verktøy som baserer seg på ein metode kalla eksponentiell utjamning, som igjen kan delast inn enkel, dobbel og trippel. «ETS» står for eksponentiell trippel utjamning (Rees, 2018).

Eksponentiell utjamning er ein prognosemetode som vektar gjennomsnitta av tidlegare periodar, med meir vekt på nylege data. Trippel i denne samanheng tyder at metoden utjamnar data, kan oppdage ei trend, samt ta høgde for potensielle sesongvariasjonar (Winston & Albright, 2019). Resultatet frå funksjonen er prognoseverdiar fram til eit gitt tidspunkt i framtida, samt eit konfidensintervall på 95% (justerbart).

#### 3.2 Investeringsanalyse

Ei investering, i bedriftsøkonomisk samanheng, er auke i ein ressurs som vil generere avkastning eller nytte for bedrifta. Ressursen kan vere handgripeleg eller immateriell, den skal ikkje vere til konsum, men skal nyttast i framtida for å auke marginar (Ross, et al., 2020).

Ei investeringsanalyse fokuserer på prosjektet sitt finansielle og økonomiske potensial. Den evaluerer kostnader og inntekter generert av investeringa over den forventa levetida. Levetida er tidsperioden som prosjektet vurderer som relevant for ressursen sin nytte, det kan vere frå investeringsavgjerd og oppstart fram til når ressursen ikkje lenger skapar verdi for bedrifta. Eventuelt kan levetida vere perioden prosjektet klarer å produsere relevante estimat for kostnader og inntekter, etter kvart kan usikkerheita bli for stor til at verdiane er truverdige.

Den finansielle levedyktigheita til eit prosjekt kan vurderast med fleire ulike verktøy, eit utval som er nytta i denne oppgåva er:

- Netto nåverdi
- Internrente
- Tilbakebetalingstid
- Sensitivitetsanalyse
- Scenarioanalyse

### 3.2.1 Kontantstraum

Inntekter og kostnader er kontantar som går inn og ut av bedrifta, dei er ein del av kontantstraumen. Det er denne bevegelsen av kontantar som har betydning for investeringsanalysen til eit prosjekt. For å ikkje forveksle rekneskapstal og finanstal vert kontantstraum nytta som nemninga på relevante inntekter og kostnader. Det er den faktiske og fysiske pengeverdien som går inn og ut av bedrifta, eksempelvis vil avskrivning vere ein rekneskapsteknisk utgift og inneber ikkje fysisk overføring av kontantar.

Kontantstraumen som er relevant for investeringsanalysen er kostnadane og inntektene til bedrifta som vert påverka av investeringsavgjerda. Ugjenkallelege kostnader påverkar ikkje investeringsanalysen, desse er allereie utført og ei investeringsavgjerd kan ikkje endre på det. Synergjar, kannibalisme, erosjon, forbigåtte moglegheiter, skatt, inflasjon og renter er alle faktorar som påverkar kontantstraumen til bedrifta og som kan påverkast av investeringa (Bierman & Smidt, 2006).

Utgåande kontantstraum for eit prosjekt vil typisk vere kjøpekostnaden for ressursen. Enkelte prosjekt vil òg ha kostnader på slutten av levetida for ressursen som er relatert til avvikling og avfallshandtering. Investeringskostnader inkluderer om naudsynt arbeidskapital som følgje av innsatsfaktorar eller kreditt for kundar. Til slutt har ein operasjonskostnader, altså det som er naudsynt for å halde ressursen operativ, det kan vere forbruksmateriell, elektrisitet, service osv.

Inngåande kontantstraum vil vere inntekter som kjem av prosjektet si påverking. Nokre prosjekt bidrar med auka effektivitet og/eller senka operasjonskostnader, desse innsparingane kan behandlast som positiv inngåande kontantstraum. Inngåande- minus utgåande kontantstraum vil vere prosjektet sin netto kontantstraum for kvart år i den forventa levetida.

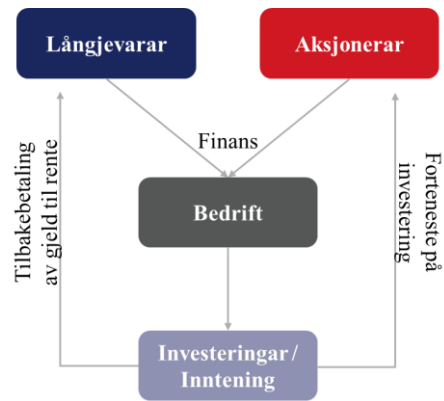
### 3.2.2 Diskontering

Å diskontere tyder å rekne ein framtidig verdi om til dagens verdi, nåverdi. Ein kan nytte diskontering for å undersøke endring i kjøpekraft over tid sidan pengar tapar verdi, då vil diskonteringsrenta representere inflasjonen. Formel for å diskontere verdi  $x$  for mengde år  $n$  med rente  $r$ :

$$\frac{x}{(1+r)^n} \quad (1)$$

Frå eit aksjonerperspektiv vil diskonteringsrenta vere den forventa fortjenesta frå andre ressursar med tilsvarende risikoprofil, dette er kalla kapitalverdimodellen (CAPM) og vert rekna ut ved hjelp av risikofri rente, marknaden sin risikopremie og investeringa sin risikoprofil i høve til marknaden.

Det mest nøyaktige for eit investeringsprosjekt vil vere å rekne ut ein vekta gjennomsnittleg kapitalkostnad (WACC), då tek ein høgde for kostnad relatert til gjeld og kontantane som er naudsynt for gjennomføring. For ei bedrift ser ein på forholdet mellom gjeld og kontantar, og justerer for skattefrådrag ved kostnad på renter. Kostnad for gjeld er bestemt av renta som kjem på ny gjeld, medan for kontantkapital nyttar ein kapitalverdimodellen.



Figur 2: Kapitalkostnad, forenkla illustrasjon

Det har vore vanleg å nytte bedrifta sin vekta kapitalkostnad som diskonteringsrente i investeringsanalyse for prosjekt, men eit prosjekt kan ha vesentleg forskjellig risiko samanlikna med bedrifta sin totale risiko. Dette er eit viktig omsyn sidan diskonteringsrenta har stor påverknad på utrekninga sitt resultat. Det kan føre til feil investeringsavgjersler og difor burde ein estimere prosjektet sin spesifikke vekta kapitalkostnad. Eventuelt spesifisere det ned til ei diskonteringsrente for kvar komponent i kontantstraumen. Når ein nyttar ein slik spesifikk kapitalkostnad kallar ein det ei risikojustert diskonteringsrente (Bierman & Smidt, 2006).

### 3.2.3 Netto nåverdi

Mesteparten av kostnadane relatert til ei investering vil som oftast skje i prosjektet sin oppstartsfase, gjerne umiddelbart eller i dei fyrste åra etter investeringsavgjerda. Hovuddelen av fordelane med investeringa vil skje i framtida. For å kunne samanlikne kostnad og inntekt, høvesvis nåtid og framtid, vil det vere naudsynt å diskontere framtidige verdiar til verdien det har i dag, nåverdi. Slik kan ein reflektere riktig over konsum i dag mot framtidig konsum. Diskontering av framtidige verdiar vil òg ta høgde for kostnader på forbigåtte moglegheiter som følgje av at kapital vert bundne til investeringa og kan ikkje nyttast til andre innteningsformål. Ein kan sjå på det som renter av investert kapital.

Netto nåverdi for eit prosjekt er totalen av den diskonterte netto kontantstraumen gjennom levetida til prosjektet. Den matematiske formelen for netto nåverdi er:

$$\sum_{t=0}^n \frac{A_t}{(1+r)^t} \quad (2)$$

$A_t$  er netto kontantstrøm (enten positivt eller negativ) per tid  $t$ ,  $t$  kan vere frå år 0 til  $n$ , der  $n$  er slutten av levetida for prosjektet.  $r$  er diskonteringsrenta og skal reflektere bedrifta sin kapitalkostnad. Tanken bak dette er at fri kontantstrøm kan reinvesteras til diskonteringsrenta, slik som med kostnad på forbigåtte moglegheiter representerer dette det nest beste alternativet (Ross, et al., 2020).

Dette verktøyet nyttar den absolutte kontantstraumen til bedrifta rekna om til nåverdi. Dersom resultatet frå utrekninga er positiv vil prosjektet vere lønsamt, og om valet står mellom fleire prosjekt burde ein velje det med høgast netto nåverdi.



### 3.2.4 Internrente

Internrenta for eit prosjekt er definert som den diskonteringsrenta som gjev ein netto nåverdi lik 0. Meininga bak dette er at netto kontantstraum vert reinvestert til internrenta. Formelen kjem difor av (2) og ser slik ut (må løysast for  $r$ ):

$$\sum_{t=0}^n \frac{A_t}{(1+r)^t} = 0 \quad (3)$$

Investeringa er lønsam dersom internrenta er høgare enn kapitalkostnaden (diskonteringsrenta). Som med netto nåverdi, burde ein velje prosjektet med høgast interrente i tilfelle kapitalrasjonering (Ross, et al., 2020).

### 3.2.5 Tilbakebetalingstid

Tilbakebetalingsmetoden nyttar tida det tar for prosjektet å tene tilbake investeringssummen. Den ignorerer kontantstraumen etter tilbakebetalingstida og tar ikkje omsyn til tidsverdi. Metodikken er enkel og ein forenkla formel ser slik ut ( $I_0$  er investeringssum):

$$\frac{I_0}{A_t} \quad (4)$$

Ein kan ta høgde for tidsverdien ved å diskontere netto kontantstraum ( $A_t$ ) i reknestykket, då er utrekninga noko meir komplisert og vert gjerne gjort i lag med netto nåverdi.

### 3.2.6 Styrker og svakheiter

Verktøy som er nytta er kort gjennomgått i kapittel over, det er hensiktsmessig å nemne styrker og svakheiter for dei ulike metodane. Ved å kombinere desse vil ein kunne gje eit godt bilete av situasjonen for avgjerdstakar.

Tabell 2: Styrker og svakheiter til verktøy for investeringsanalyse

Metode	Styrker	Svakheiter
Netto nåverdi	Tar høgde for tidsverdi. Nyttar alle relevante kontantstraumar. Fokuserer på prosjektet sin verdi (reknar ut total sum). Tar omsyn til størrelsen på investeringa. Gjev eit godt avgjerdsgrunnlag.	Inga indikasjon på margin. Meir komplisert metode.
Internrente	Enkel å forstå og kommunisere. Tar høgde for tidsverdi. Gjev ein indikasjon på margin.	Gjev ikkje innblikk i størrelsen på investeringa.
Tilbakebetalingstid	Enkel å forstå og kommunisere. Bias for likviditet. Ikkje naudsynt å berekne kontantstraum etter tilbakebetalingstida.	Ignorerer tidsverdi. Tar ikkje omsyn til kontantstraum etter tilbakebetalingstida. Bias for kortsiktige prosjekt, bias imot langsiktige. Må vurderast mot vilkårleg kriterie frå leiinga. Eit prosjekt som ser bra ut i høve til tilbakebetalingstid kan ha negativ netto nåverdi.
Diskontert tilbakebetalingstid	Enkel å forstå og kommunisere. Bias for likviditet. Tar høgde for tidsverdi. Ikkje naudsynt å berekne kontantstraum etter tilbakebetalingstida.	Tar ikkje omsyn til kontantstraum etter tilbakebetalingstida. Bias for kortsiktige prosjekt, bias imot langsiktige. Må vurderast mot vilkårleg kriterie frå leiinga. Eit prosjekt som ser bra ut i høve til tilbakebetalingstid kan ha negativ netto nåverdi.

### 3.2.7 Risikoanalyse

Investeringsprosjekt inneheld risiko, ein avgjerdstakar må satse pengar på prosjektet før ein veit korleis framtidig kontantstraum kjem til å sjå ut. Difor er det naudsynt at risikoen kjem tydeleg fram i avgjerdsgrunnlaget (Belli, et al., 2000). Det er vald 2 metodar for å gje oversikt på risiko i denne oppgåva; sensitivitets- og scenarioanalyse.

#### 3.2.7.1 Sensitivitetsanalyse

Sensitivitetsanalyse er eit ukomplisert og hyppig nytta verktøy for finansiell analyse av usikkerheit, òg kjent som «kva – om» analyse. Verktøyet kontrollerer kva som skjer med lønsemda for prosjektet dersom ein av innsatsfaktorane avviker frå basisverdien. Dette er nyttig for å identifisere og talfeste kva variabler som påverkar prosjektet mest. Ein enkel metode for å variere innsatsfaktorar er å justere dei med +/- 25% og rekne ut den korresponderande utgangsverdien. Utgangsverdien er som regel netto nåverdi, det er den utrekninga som er best samanliknbar med variabler (Ross, et al., 2020). Resultatet kan illustrerast i figurar der nullpunktet kjem tydeleg fram, for eksempel ein tornadograf eller eit edderkoppdiagram.

#### 3.2.7.2 Scenarioanalyse

Sensitivitetsanalyse har 2 kjende svakheiter, den tillèt berre justering av 1 variabel om gangen og tar ikkje høgde for sannsynet på at verdien kan variere. Ei vidareutvikling av metoden er scenarioanalyse, den mogleggjer analyse av forskjellige konsistente kombinasjonar av variabler (Ross, et al., 2020). For å vurdere sannsynet til variablane kan ein inkludere sannsyn og multiplisere dette saman til eit resultat med forventa utrekna verdi, «Expected monetary value» (EMV) (Winston & Albright, 2019).

Formel for forventa verdi (EMV) kan sjå slik ut, eksempel med netto nåverdi:

$$E(\text{netto nåverdi}) = \sum P(X) \times P(Y) \times R(\text{netto nåverdi}) \quad (5)$$

Der  $E$  = forventa verdi,  $R$  = resultat av initiell utrekning,  $P(X)$  = sannsyn for scenario per rad,  $P(Y)$  = sannsyn for scenario per kolonne.

## 4 Metode

Dette kapittelet fokuserer på tilnærminga vald for å svare på problemstillinga. Målet er å gje innsikt i metode for datagrunnlag og framgangsmåte i analysen. Ei investeringsanalyse gjev eit resultat i form av talverdiar som representerer ein finansiell situasjon (positiv/negativ). For å kome til eit representativt resultat vert data kvantifisert til å kunne nyttast i analysen.

### 4.1 Forskingsmetode

Metode nytta i oppgåva er viktig for å kunne gje konsistens med tanke på innhald og struktur, framgangsmåten skal kunne kjennast igjen av analysen sine bidragsytarar og brukarar. Dette betyr at studien må ha reliabilitet og validitet (Svartdal, 2020).

Denne oppgåva baserer seg på eksisterande statistikk og data samla inn av ei prosjektgruppe, det vert i hovudsak nytta kvantitativ metode. Metoden har opphav i å kvantifisere, som tyder å talfeste (Wikipedia, 2022). Denne metoden er naturleg å velje med tanke på formålet, som er å talfeste ein finansiell situasjon med positiv eller negativ verdi. Ein ynskjer å generalisere og bruker då historiske fakta for å kunne vurdere framtida. Det er ikkje behov for enkeltmennesket si oppleving av området som vert undersøkt, det er allereie etablert fakta om situasjonen ein opplever.<sup>1</sup>

Det kan vere nokre ulemper ved bruk av kvantitativ metode. Det kan vere gjort ein overfladisk vurdering av verkelegheita, eller ein for stod grad av forenkling. Samtidig kan enkelte fenomen vere vanskeleg å talfeste (operasjonalisere) og ein kan ende opp med å ikkje ha kontrollert for alle variabler (Wikipedia, 2022).

### 4.2 Forskingsdesign

Forskingsdesign beskriv stega som skal utførast for å kome fram til eit resultat og svare på oppgåva si problemstilling (O'Gorman & Macintosh, 2015). For å svare på problemstillinga er det naudsynt med ei investeringsanalyse, forskingsdesignet tar utgangspunkt i kva som er naudsynt data for ein slik studie.

Det er nytta eit deskriptivt design i oppgåva, spesifikke data er tilgjengeleg og vert prosessert til å kunne svare på problemstillinga. Det er nytta ei induktiv tilnærming for å kunne vurdere verkelegheita, og estimere ei framtid som analysen byggjer på. Materialet går frå detaljert og spesifikk data, til ei generalisering som kjem fram i resultatet av analysen. Det kan vere 2 utfordringar med ei induktiv tilnærming, analysen kan verte påverka av forfattar si forventning, og det kan vere vanskeleg å samle inn all naudsynt data for å danne ei grundig generalisering (Sander, 2020).

---

<sup>1</sup> Prosessen i dag er slitsom, på lang sikt gjev dette muskel- og skjelettplager.

### 4.3 Datautval

Informasjonen må kunne operasjonaliserast og bidra til å svare på problemstillinga. Relevant data for analyse av nåverdi for ei investering i produksjonsutstyr hjå Bergen Engines er forventa salstal, produktdata og prosjektunderlag. Konkret i denne oppgåva er datagrunnlaget historisk produksjon, observasjonar, artiklar, nettstader, produktfakta og prosjektgrunnlag.

### 4.4 Datainnsamling

Datainnsamlinga består av sekunderdata, det er data som eksisterer uavhengig av denne studien, og kan vere primærdata til andre formål (O'Gorman & Macintosh, 2015). Tal på historisk produksjon er tilgjengeleg i arkivet til avdeling for planlegging, dette vert nytta for å estimere salsdata. Som tilsett i bedrifta er det gjort observasjonar ut frå presentasjonar, møter, konferansar, interne dokument og bedrifta sitt intranett. Ut av dette er det henta forventningar om sal og fakta om bedriftsstrategi.

Prosjektunderlag for gradecelle består av HMS relaterte data, prosessdata og kostnader. Prosjektgruppa har samla inn data og kome fram til dagens prosessetid, samt simulert i lag med leverandør kva framtidig prosessetid kan vere. Det er òg identifisert kostnader for investeringa, både sjølv gradecella og relaterte kostnader. Tal på sjukefråvær er gitt av leiinga på støyperiet med anslag om kva som kan betrast over tid.

Av offentleg tilgjengeleg data er det henta informasjon frå journalartiklar, rapportar, nettstader og bedrifta si eige side. Dette er data som vert nytta mot marknadsforventningar og strategi for bedrifta. Det er henta grunnlag for utrekning av kostnader relatert til sjukefråvær frå Sintef sin rapport (Hem, 2011) og talmateriale frå Steinkjærmodellen (Regjeringen.no, 2012).

## 4.5 Evaluering av datamaterialet

Oppgåva baserer seg på sekundærdata og det er difor imperativt at det vert utført ei vurdering av kvalitet på materialet. I kvantitativ studie uttrykkjast dette i form av reliabilitet og validitet. Reliabilitet er eit uttrykk for nøyaktigheit og pålitelegheit, data skal representere røynda. Validitet seier noko om i kva grad aktuell data er gyldig i forhold til problemstillinga som vert undersøkt (Grønmo, 2021).

### 4.5.1 Reliabilitet

For å vurdere reliabilitet er det hensiktsmessig å sjå på følgjande kriterium: autentisitet, truverd, representativt, klarheit og bias (O'Gorman & Macintosh, 2015).

*Tabell 3: Nemningar på reliabilitet*

Nemning	Definisjon
Autentisitet	Genuin data som kan sporast tilbake til den originale kjelda.
Truverd	Data er fri frå feil og er ikkje tukla med.
Representativ	Konklusjonane frå datamaterialet er typiske, gjentakande og konsistente.
Klarheit	Det er tydeleg kva kjelda syner og relativt enkelt å forstå materialet.
Bias	Studie er påverka av systematisk feil eller gjennomføring. Kjem av avgrensa kunnskap/forståing eller interesse for eit gitt resultat frå forskar (Grønmo, 2020).

Historisk motorproduksjon er internt produsert data basert på faktiske produkt konstruert, vurdert som genuin, men det er vanskeleg å verifisere at så gamal data er feilfri. Slik statistikk er tydeleg og gjev lesar ei godt bilete av volumet over tid.

Observasjon er vanskeleg å gje god reliabilitet utan notat, prosedyrar eller samanlikning med andre kjelder. I dette tilfellet er observasjon samanfattande med erfaring, så notat og prosedyrar er dermed ikkje ein del av datainnsamlinga. For å imøtekome dette kan ein kontrollere for konsensus internt i bedrifta og krysskontrollere med andre kjelder, difor er det henta offentleg tilgjengelege data for å støtte observasjonsdata. Konsensus internt vil bli kontrollert dersom prosjektgrunningjeving vert presentert for leiinga med søknad om midlar. Reliabilitet på observasjon internt i bedrift kan vere avhengig av forskar si forståing, stilling og motivasjon. Difor vert prosessering av data lagt fram transparent i kapittel om data for å syne detaljert framgangsmetode.

Prosjektdata er dokumentert i form av møtereferat og arbeidsdokument som planer, analyse, presentasjon, tilbod og spesifikasjonar. Det har opphav i prosjektgruppa sitt arbeid og baserer seg på deira kompetanse om emnet, det vil difor vere representativt. Data har truverd og er kontrollert for bias ved at teamet er tverrfunksjonelt (operatør, avdelingsleiar, ingeniør, operasjonsdirektør og prosjektleiar).

God kjeldemetodikk gjev reliabilitet i offentleg tilgjengeleg informasjon dersom ein vel kjelder som tilfredsstillar nemningane for reliabilitet (Tabell 3), og referer til desse på korrekt måte i

studien. Offentleg data som er nytta i studien har opphav i eller støttes av anerkjente journalar, rapportar og nettstader.

#### 4.5.2 Validitet

Validitet av data må vurderast opp mot formålet med studien, problemstillinga, det skal ha relevans mot det ein ynskjer å måle. Slik kan ein ha eit gyldig resultat av analysen. Nemninga kan delast inn i intern- og ekstern validitet. Intern (indre) validitet handlar om at resultat frå datamaterialet vert oppfatta som riktig i lys av problemstillinga. Ekstern (ytre) validitet går ut på at studien kan vere gyldig for fleire formål eller at den har eit større omfang enn tenkt (Grønmo, 2021).

##### 4.5.2.1 Intern validitet

Studie på oppdrag frå bedrift med eit konkret mål har gjerne høg intern validitet, data er funne spesifikt for formålet. Salsdata har høg validitet for bedriftsinterne prosjekt som baserer innsparing på volum, gitt at forventningar har same status som tverrsnittet i denne studien. Det same gjeld artikkeldata og prosessetid, men dette vil variere i andre prosjekt.

Data på HMS og sjukefråvær vil òg vere gyldige data, investeringa har som mål å senke muskulær belastning på operatørar og statistikken er direkte frå bedrifta sitt støyperi. Data rundt budsjett og kostnader har ikkje fokus i denne oppgåva og kan tenkast å ha låg validitet.

##### 4.5.2.2 Ekstern validitet

Studien vil ha ekstern validitet mot andre prosjekt i bedrifta som baserer seg volum. Utfordringa ligg i at som ein tverrsnittstudie kan situasjonen i bedrifta endre seg, derav marknadsforventning og bedriftsstrategi. Utanfor bedrifta vil materialet vere lite relevant, med tanke på at det er spesifikke data for bedrifta. Utrekningar rundt sjukefråvær vil vere relevant for andre bedrifter, det er nytta ein metodikk som er anerkjent (Hem, 2011).

## 5 Data

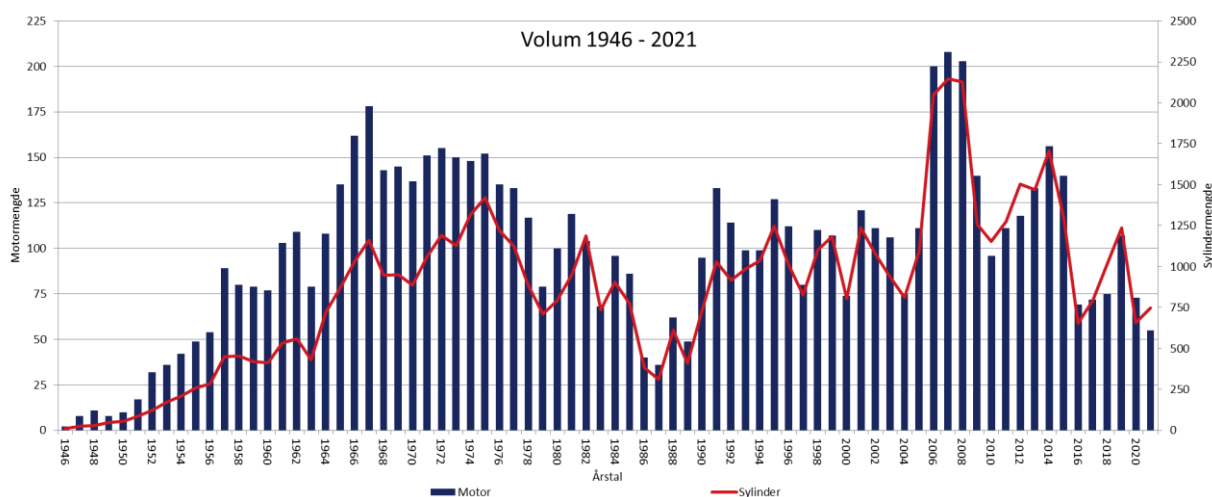
I dette kapitlet vert dataunderlaget brukt i analysen presentert. Tal og estimat er basert på bedriftsdata samla inn over tid, både frå egne observasjonar og erfaringar, men òg kollegaer og prosjektgrupper. Data anvendt i analysen er kategorisert i høve til følgjande grupper: Salsdata, artikkeldata, sjukefråvær, budsjett og kostnader.

### 5.1 Salsdata

For å kunne estimere innsparing som følge av prosjektet må det ligge til grunn eit årleg tal på selde motorar og sylindrar per motortype. Dette vil gje eit konkret tal på tidlegare produksjonsmengder av dei relevante artiklane, heretter kalla volum.

#### 5.1.1 Historisk motorproduksjon

Grafen under syner volum av motorar og sylindrar per år, frå og med 1946 til og med 2021. Dei blå søylene er tal på motorar med relevant y-akse til venstre, den raude linja syner sylindrar med relevant y-akse til høgre.



Figur 3: Produksjonsvolum 1946 – 2021

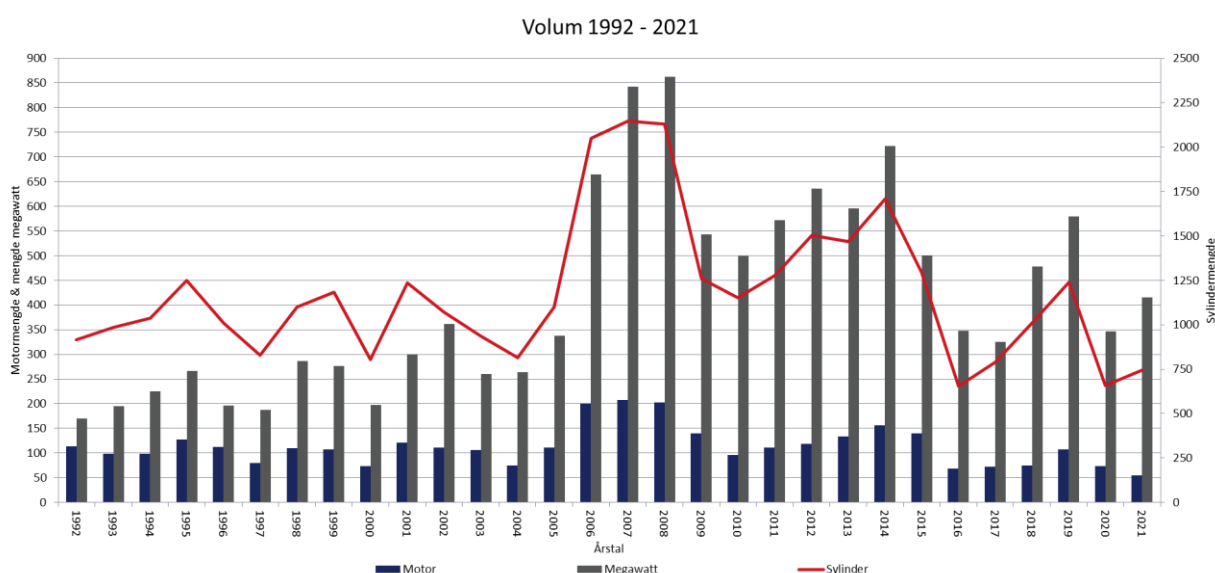
På grunn av Bergen Engines si lange historie er det naudsynt å ta eit utsnitt av historikken, slik kan ein vurdere relevante tal og ha data som kan nyttast til å estimere framtida. Dette er på grunn av marknadssvingingar og endringar i produktportefølja. I figuren over kan ein sjå påverkinga av blant anna økonomiske kriser som børsfallet i 1987, Asia krisa i 1997, finanskrisa i 2008, oljekrisa i 2015 og covid pandemien i 2020 (Blöndal, 2021).



Tabell 4: Deskriptiv statistikk for fleire inndelingar av årstal

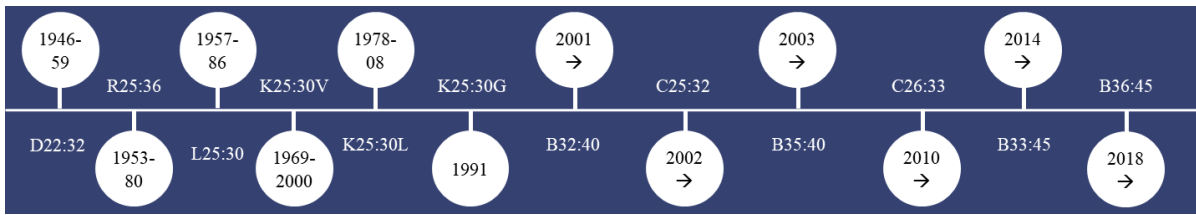
Statistikk	1946 - 2022		2002 - 2022		2016 - 2022	
	Motor	Sylinder	Motor	Sylinder	Motor	Sylinder
Gjennomsnitt	98	859	116	1 228	75	838
Standardavvik	47	474	46	466	16	213
Korrelasjon	0,89		0,96		0,82	
Minimum	2	12	55	653	55	653
Maksimum	208	2148	208	2148	107	1238

Produktportefølja har påverking på kor mange sylindrar det er i kvar motor seld, samt kva effekt den produserer. Eksempelvis kan det verke som at produksjonen i åra 2006 til 2008 var mykje høgare enn kva den har vore dei siste 5 åra (Figur 3), men dersom ein inkluderer mengde megawatt produsert så er forskjellen noko redusert. Dette er illustrert i figuren under, det er berre synt perioden der data på effekt er tilgjengeleg.



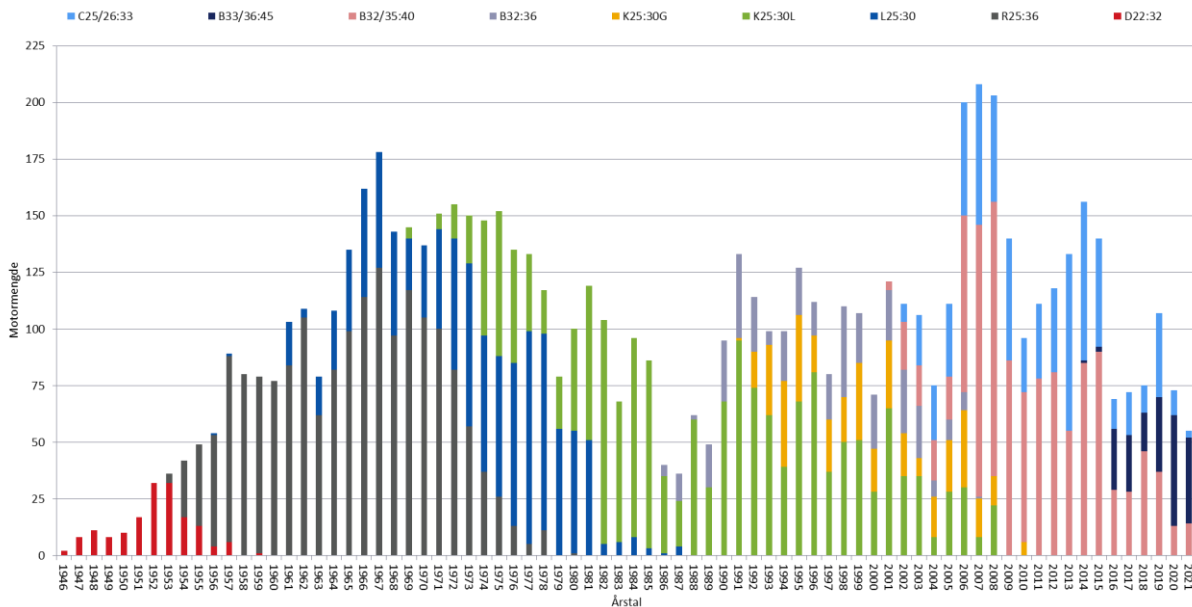
Figur 4: Produksjonsvolum 1992 – 2021, inkludert megawatt

Motorutviklinga til Bergen Engines har gått mot større og kraftigare motorar, dette gjer produkta meir krevjande å produsere på grunn av kompleksitet, toleransar og at det er fleire sylindrar per motor. Figuren på neste side synar motortypane produsert frå 1946 til i dag, ein kan tyda av motorbenemningane at sylinderdiameter og slaglengd er auka. Bobler med til – frå årstal indikerer at motor ikkje er i nyproduksjon lenger, medan bobler utan sluttår endå er i portefølja. Boble med pil tyder på at motorane endå vert kontinuerleg forbetra.



Figur 5: Produktportefølje i åra som motorprodusent (Bergen Engines, 2022)

Vidare kan produktportefølja synast med utvikling over tid basert på Figur 3: Produksjonsvolum 1946 – 2021:



Figur 6: Portefølje - volum per motortype 1946 - 2021

### 5.1.2 Marknadsforventning

Basert på observasjonar som tilsett i Bergen Engines, både frå diskusjonar, avdelingsmøter, allmøter og tilgjengelege presentasjonar er det notert følgjande relevant informasjon. Marinesektor stod for 60% av marknadsandelen til Bergen Engines fram til oljekrisa i 2015, etter dette har det vore landsektor som står for 60-80% av salet. Aktivitet i marinesektor har vore nokså konstant i tida etter, og forventast å fortsette slik i tråd med aktivitet i turisme, fiskerieringa og offshore industri.

Verda har eit enormt energibehov, det har vore rapportert i lang tid om energimangel (Tetlie, 2007), nå er denne mangelen prekær i lys av invasjonen av Ukraina og struping av gass frå Russland (Bjartnes, 2022). Dette skapar ein marknad for motorar frå Bergen Engines i landsektoren, typisk energiproduksjon for industri eller husstander.

### 5.1.3 Bedriftsstrategi

I verdas reise mot ein klimavennleg kraftproduksjon er strategien til Bergen Engines å vere ein sentral del av overgangen ved å utjamne ustabil energiproduksjon. Energikjelder som sol og vind er vêravhengig og såleis ikkje ein stabil kraftproduksjon, her kan såkalla «microgrid» vere ein del av løysinga ved at motorar stabiliserer energiforsyninga (Qazi, et al., 2019). I tråd med auka energibehov i verda og Bergen Engines sin moglege rolle i dette, så er det forventa ein god marknad for motorar av denne typen. Det vil difor vere rimeleg å anta positiv vekst i salstal dei neste 10 åra med ei utjamning etter kvart.

Utviklingsland har eit relativt stort energibehov og er utan infrastruktur for å kunne installere fornybar kraftproduksjon på kort sikt (Gielen, et al., 2019). Her ligger det gode moglegheiter for å kunne levere løysingar med kraftproduksjon for industri eller landsbyar, for eksempel slik som er gjort i Mozambique (Bergen Engines, 2022).

Bedrifta har 2 utviklingsprogram for å kunne køyre sine motorar på fornybart brensel i framtida, hydrogen og grøn ammoniakk (Bergen Engines, 2022). Dette er forventa å gje marknadsandelar mot både kraftproduksjon og maritim framdrift i dei neste 20 åra.

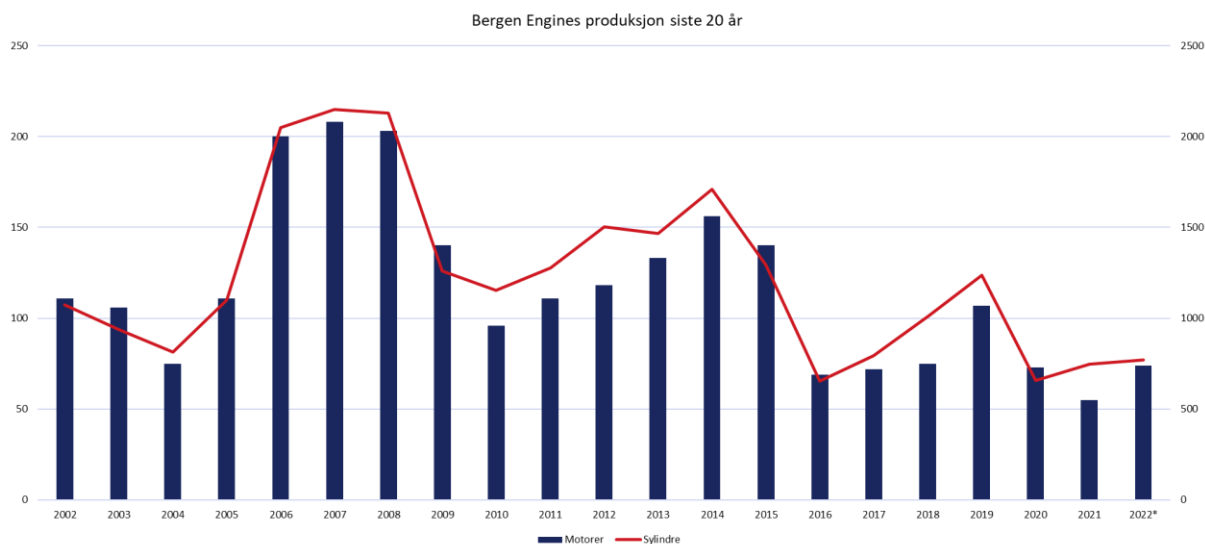
### 5.1.4 Estimering av salstal

Det å estimere Bergen Engines sine salstal langt fram i tid er ein kvalifisert gjetting då variasjon er svært mogleg, dette ser ein av historiske tal der Figur 3 har eit standardavvik på 47 (Tabell 4) for mengde motorar. Likevel er det naudsynt med gode estimat for å kunne vurdere prosjektgrunnlag og investeringar.

Normalt har investeringar i maskineri ein horisont på 20 år for å representere levetida til utstyret utan store inngrep og med tiltenkt bruk. Difor er det hensiktsmessig å ha eit estimat på volum for dei neste 20 åra som eit grunnlag i estimering av innsparing som følgje av investeringa. Kontantstraum etter denne tida vil òg ha ei høg usikkerheit. For å kunne vurdere dette vil statistikk på dei førre 20 åra vere relevant, samt marknadsutsikter.

*Tabell 5: Deskriptiv statistikk for produksjonsvolum 2002 - 2022*

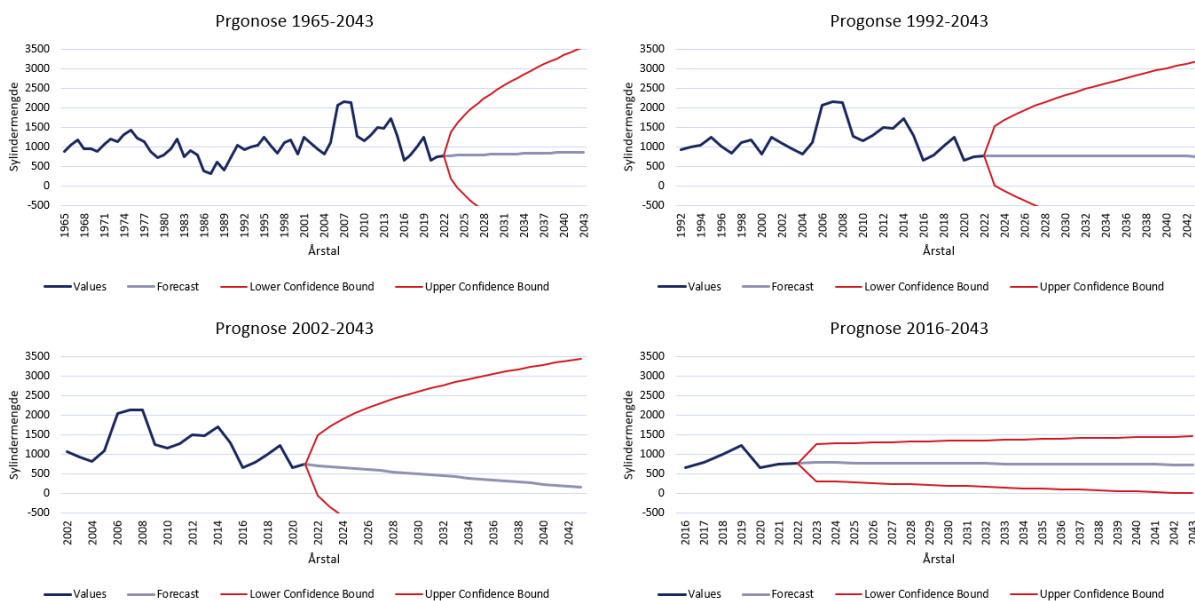
Statistikk	Motor	Sylinder
Gjennomsnitt	116	1 228
Standardavvik	46	466
Korrelasjon	0,96	
Minimum	55	653
Maksimum	208	2148



Figur 7: Produksjonsvolum 2002 - 2022

#### 5.1.4.1 Prognose av sylindervolum

Ved å nytte prognose funksjon i Excel kan ein anvende historiske data direkte og gje eit innblikk i korleis framtida kan sjå ut. Dette er eit godt utgangspunkt for å sette sannsynlege scenarior. Utifrå figurane vil ein basert på datagrunnlaget kunne sei at volumet vil med 95% sikkerheit ligge innafor intervalla vist på grafen. Verdiar under 0 må sjås vekk ifrå då det ikkje er mogleg, det var ikkje eit alternativ i funksjonen å utelate negative verdiar.



Figur 8: Prognosar for sylindere med ulike årstal

#### 5.1.4.2 Scenario for salstal (volum)

For å ta omsyn til usikkerheit i variabler er det tatt utgangspunkt i 5 ulike scenario som skal representere tenkelege salstal med eit gitt sannsyn. Det er nytta power funksjon for eit representativt estimat på stigning dei fyrste åra, deretter flater tala ut på grunn av stor usikkerheit ved langtidsestimater. Sjå Tabell 6 og Figur 9. Dei ulike sannsyna er satt med skjønn basert på kapittel 5.1.

Eit sjette scenario er basert på prognosane i Figur 8. Prognosen basert på tal frå og med 2002 avviker frå dei andre, dette er på grunn av at ein såg ein volumtopp i åra 2006 – 2008 og deretter har det vore ein reduksjon i volum (sjå Appendix, Figur 15: Prognosar samla). Her har tidspunkt ei uheldig påverking og denne prognosen vert ikkje inkludert i snittet som nyttast i scenario nummer 6.

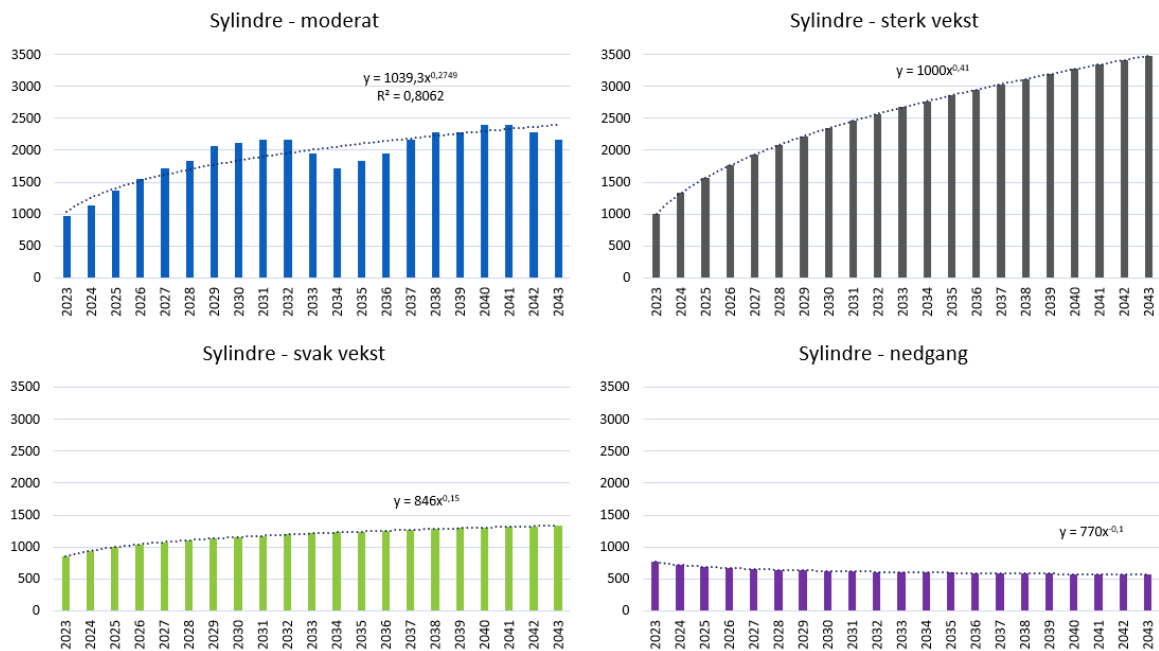
Tabell 6: Data for scenario

Scenario	Sannsyn	Power funksjon		Kommentar
		a	b	
Utan vekst	2%	-	-	Volumet for 2022 er konstant dei neste 20 åra.
Moderat	40%	1039 <sup>2</sup>	0,28 <sup>2</sup>	Basert på erfaring, marknadsforventning og leiinga sine mål. Tufta på vidare investering og utvikling i metode og utstyr.
Sterk vekst	10%	1000	0,41	Svarer til eit gjennomsnitt på rundt 6% auke per år. Tufta på vidare investering og utvikling i metode og utstyr.
Svak vekst	30%	846	0,15	Forsiktig vekst i samsvar til dagens maskineri, metode og sal.
Nedgang	6%	770	-0,10	Nedgang på grunn av dårleg etterspørsel.
Prognose	12%	-	-	Gjennomsnitt av prognosar.

---

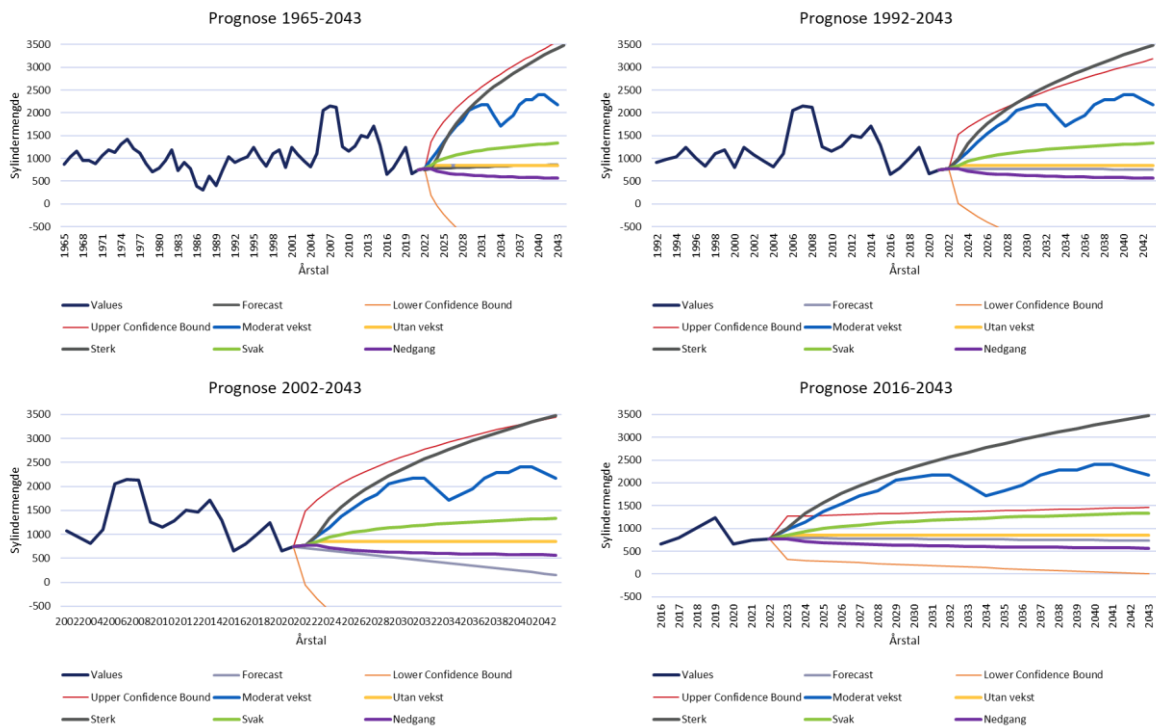
<sup>2</sup> Tal frå trendlinje, ikkje sjølv estimatet.

Salstal for moderat scenario er manuelt tasta inn per år med 2 periodar. Utan vekst er konstant med 74 motorar og 846 sylindrar. Scenario frå prognose er lineær med rundt 4% nedgang per år. Figuren under syner grafar for dei ulike situasjonane der utviklinga ikkje er lineær.



Figur 9: Estimat på salstal per scenario

Kvart scenario er plotta inn i lag med prognosar frå Figur 8 for å kontrollere at dei er innafor eit konfidensintervall på 95%. Scenario sterk vekst er noko utafør øvre intervall i seinare år, dette er vurdert akseptert då usikkerheita så langt fram er svært høg.



Figur 10: Prognose i lag med scenario

## 5.2 Artikkeldata

Med eit estimert produksjonsvolum på plass er det nå naudsynt å vurdere kva produkt som er aktuelle når ein vurderer innsparing. Kva produkt er aktuelle for investeringa, korleis er volumet av desse i samsvar med motor-/sylindermengde, kva er mogleg redusert prosesstid?

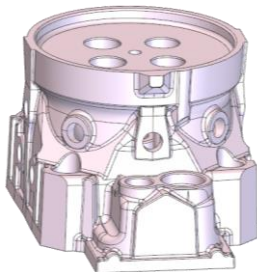
### 5.2.1 Produkt

Prosjektet har definert følgjande artiklar som aktuelle for gradecella:

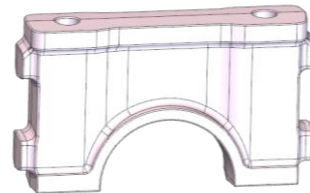
*Tabell 7: Aktuelle produkt*

Produkt	Motortype	Støypevekt	Mask. vekt	Årleg mengde	Dagens prosesstid	Årleg prosesstid
Sylinderdeksel	B3X:45	650 kg	416 kg	468	40 min	312 t
	B3X:40	650 kg	452 kg	740	25 min	308 t
	C2X:33	310 kg	205 kg	203	20 min	68 t
Rammelager	B3X:45	100 kg	90 kg	305	20 min	102 t
	B3X:40	100 kg	90 kg	386	20 min	129 t
	C2X:33	100 kg	90 kg	177	20 min	59 t

Desse artiklane er valde på grunn av volum per år, intellektuell verdi (ingen konkurranseutsetting), forutsigbarheit (kontroll på verdikjeda, eigne produkt) og maskinabilitet (form, vekt, tjukkeleik osv.). Sylinderdeksel (Figur 11) og rammelager (Figur 12) er produkt med eit stabilt behov og ein utforming som er enkel å sentrere i fiksturar.



*Figur 11: Sylinderdeksel*



*Figur 12: Rammelager*

Desse 2 produkta har ulikt volum per motor/sylinder, samt artiklane under rammelager har forskjellig fordeling. For sylinderdeksel er det 1 artikkel per sylinder i motor, med samsvar til motortype. Rammelager følger ikkje sylindertalet for alle motorar, det er difor definert eit forholdstal per sylinder for å definere behovet. Sjå tabell på neste side.

Tabell 8: Forholdstal rammelager

Rammelager per sylinder	
B3X:45	0,75
B3X:40	0,60
C2X:33	1,00

### 5.2.2 Prosesstid

Det viktigaste finansielle innspelet i investeringsanalysen er reduksjon av prosessstid, det står for den største innsparinga i kontantstraumen. Prosjektet har definert at ny prosessstid etter innkøyring av gradecelle vil vere 40% av dagens prosessstid. Det er basert på auka styrke med robot, repeteringsevne og låg omstillingstid.

Grading av støypegods er fysisk svært krevjande arbeid og medfører stor slitasje på personell. Dette gjev ekstra prosessstid i form av mindre pausar samtidig som at ein vert mindre effektiv etter kvart som ein vert sliten. Ein robot blir ikkje sliten, den er berekna for sterke vibrasjonar og har styrke til å utføre arbeidet raskare.

Dagens prosessstid ber preg av tida mellom kvar del, operatøren må ved hjelp av kran eller truck løfte vekk det ferdige produktet og setje på plass neste del. I robotcella vil det vere ein karusell som har neste del ferdig oppspent og ein omgår tida det tar å skifte produkt.

Ein kan verifisere ny prosessstid ved å utføre simuleringar av prosessen. Dette innehar derimot ein kostnad som prosjektet ikkje vurderer som hensiktsmessig nå. Det er anbefalt å gjere dette i lag med utvald leverandør som ein del av deira prosjektkostnad. For å imøtekomme usikkerheit i ny prosessstid er det lagt fram ulike scenario for redusert prosessstid, sjå tabell under.

Tabell 9: Scenario for reduksjon i prosessstid, verdier i minutt

Produkt	Type	Dagens prosessstid	Prosessstid, redusert med			
			10%	25%	50%	60%
Sylinderdeksel	B3X:45	40	36	30	20	16
	B3X:40	25	23	19	13	10
	C2X:33	20	18	15	10	8
Rammelager	B3X:45	20	18	15	10	8
	B3X:40	20	18	15	10	8
	C2X:33	20	18	15	10	8

Sannsyn for kvart scenario:	5%	15%	35%	45%
-----------------------------	----	-----	-----	-----



### 5.2.3 Fordeling mellom motortypar.

Dei ulike artiklane har forskjellig prosestetid, slik som vist i Tabell 7: Aktuelle produkt og Tabell 9: Scenario for reduksjon i prosestetid, verdiar i minutt. Difor er det naudsynt å fordele selde motorar i dei ulike typane B3X:45, B3X:40 og C2X:33. Med referanse i Figur 5: Produktportefølje i åra som motorprodusent og Figur 6: Portefølje - volum per motortype 1946 - 2021 kan ein sjå at B3X45 type vart serieprodusert frå og med 2016, dette tidsrommet vert nytta som grunnlag for å estimere ei fordeling mellom motortypane.

*Tabell 10: Volum i motortypar 2016 - 2022*

Årstal	B3X:45		B3X:40		C2X:33		Totalt	
	Motor	Syl.	Motor	Syl.	Motor	Syl.	Motor	Syl.
2016	27	182	29	384	13	87	69	653
2017	25	176	28	468	19	148	72	792
2018	17	135	46	780	12	96	75	1011
2019	33	280	37	688	37	270	107	1238
2020	49	386	13	188	11	84	73	658
2021	38	504	14	220	3	22	55	746
2022	36	284	21	348	17	138	74	770
Gjennomsnitt	32	278	27	439	16	121	75	838
Standardavvik	10	131	12	224	11	78	16	213
% av total	43%	33%	36%	52%	21%	14%	100%	100%

Prosentfordelinga vist i tabellen over vert nytta til å fordele motor og sylinder i samsvar med mengde motorar som vert seld. Den nyaste motortypen, B3X:45, vil naturleg ha ein større del av salet i komande år. Då er det naudsynt å justere prosentvis distribusjon framover, tabellen under syner estimert prosent per årsintervall. Resultatet av dette kan sjåast i Appendiks, Tabell 23: Mengdekalkyle for motortypar i samsvar med scenario moderat vekst.

*Tabell 11: Prosentvis fordeling for motortypar per årsintervall*

Årsintervall	B3X:45		B3X:40		C2X:33	
	Motor	Sylinder	Motor	Sylinder	Motor	Sylinder
2023-2024	43%	33%	36%	52%	21%	14%
2025-2030	60%	60%	25%	35%	15%	5%
2031-2035	70%	70%	20%	25%	10%	5%
2036-2043	90%	88%	5%	8%	5%	4%

### 5.3 Ettermarknad

Bergen Engines står for ettersalsmarknaden for motorane og tilbyr blant anna originale reservedelar, desse vert produsert tilsvarande dagens prosess og vil difor kome i tillegg til volumet frå sal av ny motor. Sylinderdeksel er blant produkta som inngår blant reservedelar ein tilbyr kundar, rammelager er ikkje. Ein lyt difor ta høgde for dette volumet når ein vurderer innsparing på prosessid.

Tabell 12: Volum av sylinderdeksel i ettermarknad

Volum sylinderdeksel	Per okt. 2022	2021	2020	2019	Snitt
Ny motor	690	746	658	1 238	833
Ettermarknad	152	77	137	242	152
%	22%	10%	21%	20%	18%

For å inkludere volumet til ettermarknad er det nytta snittet frå dei siste 3 åra og tala per oktober 2022. Dette gjer at det vert lagt til 18% per motortype av volumet i mengdekalkylen for sylinderdeksel.

### 5.4 HMS & sjukefråvær

Det å ha eit forsvarleg arbeidsmiljø er forankra i norsk lov, lova peikar òg på at standarden for sikkerheit, helse og arbeidsmiljø skal vere under kontinuerleg forbetring i samsvar med utviklinga samfunnet (Lovdata, 2022). Bergen Engines er sertifisert i samsvar med NS-ISO 45001 2018, det tyder at bedrifta har eit leiingssystem for arbeidsmiljø, då arbeider ein systematisk for å oppfylle lovfesta krav og forbetre arbeidsmiljøprestasjonen (Standard Norge, 2018). Sagt på ein anna måte forpliktar bedrifta seg til å vere gode på arbeidsmiljø, dette blir følgt opp regelmessig av sertifiseringsbyrå som for eksempel Bureau Veritas (BV), Det Norske Veritas (DNV), American Bureau of Shipping (ABS) og Lloyd's Register (LR).

Reduksjon i prosessid er den viktigaste finansielle motivasjonen for denne investeringa, men betre HMS er særskild viktig. Ei investering i gradecelle vil betrakteleg redusere belastninga på personell i avdelinga, og derav redusere sjukefråværet i bedrifta. Ein betydeleg del av fråværet har opphav i muskel og skjelett plager, som i tillegg til fråvær skaper produktivitetsskadar, som nemnd i kapittel 5.2.2. Dette vert støtta av nasjonal statistikk på sjukefråvær frå 2017 til 2021, den syner at 37% av fråværet skuldast muskel- og skjelettplager (NAV, 2022).

#### 5.4.1 Ekstern data for estimering av kostnader

Arbeidsrelaterte skadar har økonomiske kostnader for arbeidstakar, samfunn og arbeidsgjevar (EU-OSHA, 2021). Dårlig HMS vil kunne gje kostnader for bedrifta som erstatningskrav, bøter, redusert produktivitet og lågare driftsresultat på grunn av sjukefråvær. Dermed kan ei forbetring av HMS bidra til auka omsetning og gjer det mogleg med ei kost – nytte vurdering av tiltak.

Nokre av kostnadane for arbeidsgjevar relatert til dårleg HMS er vanskeleg å talfeste. Utgifter relatert til erstatningskrav og bøter er vanskeleg å identifisere ned på bedriftsnivå, det er mogleg at dette ikkje ein stor faktor i eit land med gode helsetilbod slik som Noreg. Lågare produktivitet

er ikkje talfesta i nasjonal statistikk, men vil for bedrifta vere mogleg å måle, samtidig som at det kan vere eit komplekst bilete (Sunne organisasjon AS, 2017).

På oppdrag frå Næringslivets Hovedorganisasjon (NHO) har Sintef undersøkt føretak sine kostnader ved sjukefråvær. I Sintef sin rapport vert kostnadane presentert som ein reduksjon i driftsresultat. Lønnskostnader er utgifter arbeidsgjevar har uansett. Refusjon frå NAV skal difor trekkast frå, refusjonen ekskluderer sosiale utgifter som er vel 30% av lønnskostnad (Hem, 2011).

Rapporten frå Sintef estimerer i 2010 ein vekekostnad på 13 000 kroner ved sjukefråvær på bakgrunn av tapt produksjon, auka last for kollegaer, overtid, vikarbruk osv. Dette estimatet vert inflasjonsjustert til 17 489 kroner som grunnlag til utrekning av innsparing på forbetra HMS, per arbeidsdag tilsvara dette 3 498 kroner (Statistisk sentralbyrå, 2022). Dette er eit bidrag inn i kostnad på produksjonstap for Bergen Engines då både bedriftsstørrelse og bransjekategori er relevant.

Rapporten nemnar at bedrifter kompenserer sjukefråvær med fleksibilitet, strategi, ekstraarbeid osv. som sjølv kan ha ein kostnad. Støyperiet har per september 2022 21 operatørar med noko fleksibilitet mellom avdelingar. Område for grading og smelting har minst fleksibilitet på grunn av den store arbeidsbelastninga med grading, samt den store risikofaktoren med flytande jern. Støyperifaget er eit fag som er utfordrande å rekruttere til og krev omfattande opplæring. Kostnad for kompensasjon vert rekna i bruk av vikar, overtid og kollegaslitasje.

#### 5.4.2 Intern data for estimering av kostnader

Støyperiet har per september 2022 eit relativt høgt sjukefråvær på 13,7% over dei siste 3 åra. 3,9% av desse er korttidsfråvær, 9,8% er langtidsfråvær. Fråvær som er betalt av bedrifta er korttidsfråvær og dei 16 fyrste dagane av langtidsfråvær, dette utgjer 32,9% av totalt fråvær. Fråværet som vert dekkja av NAV er då på 67,1%. Det er forventa at gradecella vil bidra til å redusere sjukefråværet med 3,0% frå dagens nivå.

Bergen Engines har eit overtidspåslag for helgearbeid på 100%, i kvardagen er dette 50% fram til klokka 21. Overtidstimar relatert til sjukefråvær vert estimert til 1% av arbeidstimar per år. Overtidstimar ligg elles normalt på 4 – 6% per år. Sidan ein nyttar overtid med både 50% og 100% påslag, vert 80% nytta som grunndata.

Det vert tatt utgangspunkt i ei gjennomsnittleg løn på 530 000 kroner, stillingsprosent på 100%, arbeidsgjevarepensjon på 5% og 1G per dato er 111 477 kroner (NAV, 2022). I samsvar med Sintef si utrekning er det lagt inn eit produksjonstap på 3 498 kroner per dag. Det er òg inkludert ein kostnad på ekstra personellbelastning i form av vikar, overtid og kollegaslitasje. Mengde vikardagar er rundt 10% av totalt sjukefråvær. Tabellen på neste side samanfattar data som naudsynt for å rekne ut bedrifta sine netto kostnader som følgje av utfordringar relatert til HMS og sjukefråvær.

Tabell 13: Grunndata på kostnader for HMS & sjukefråvær

Grunndata	
Mengde tilsette	21
Sjukefråvær	13,7 %
Tenkt redusert fråvær	10,7 %
Vikardagar	70
Overtidstimar	362
1G	111 477
Årsløn	530 000
Arbeidsdagar per år	230
Arbeidstimar per dag	7,5
Arbeidstimar per år	1 725
Overtidspåslag	80 %
Vikarløn	272
Produksjonstap	3 498
Ikkje refundert	30 %
Kollegaslitasje	10 %
Utbytte vikar	80 %
Utbytte overtid	90 %
Fråvær over 16 dagar	67 %
Produktivitetsslekkasje	10 %

## 5.5 Budsjett og kostnader

Prosjektet har motteke 5 kostnadsoverslag på gradecelle frå ulike leverandørar basert på utsendte spesifikasjonar, det beste forslaget var frå QD Robotics på EUR 423 000 i 2019. Justert for valuta og inflasjon tilsvare denne summen i dag 5 019 853 kroner, dette er ei auke på 12% (Statistisk sentralbyrå, 2022). Basert på generell marknadsauke og erfaring med innhenting av tilbud er dette vurdert til å vere ein for låg justering og det er vald ei auke på 20%, det resulterer i ein budsjettpris på 5 370 408 kroner for robotløysinga.

Tilbodet inneheld fleire detaljer som er naudsynt å ta omsyn til i budsjett og analyse. Betalingsvilkår er 40% ved ordre, 50% etter aksepttest hjå leverandør og 10% etter installering. Leveringsvilkår er EXW Incoterms 2010 leverandørfabrikk, det tyder at kjøpar må dekke transportkostnader frå fabrikk til sin lokasjon (Statistisk Sentralbyrå, 2020). Installering av gradecella og tilhøyrande standardutstyr er inkludert i tilbodet, men ikkje anleggsarbeid, reiseutgifter, spesialutstyr, løfteoperasjonar og elektriske tilkoplingar.

For å utføre eit komplett prosjekt er det naudsynt for investeringsanalysen å definere utgifter relatert til å etablere ei automatisert gradecelle. Dette inneber kostnader som tilhøyrande verktøy, transport, reise og overnatting, elektrisk arbeid, ventilasjon, mekanisk arbeid og fiksturar. På grunn av arbeidsmengda det inneber å utføre komplett prissetting av desse tenestene er det nå hensiktsmessig med estimat basert på erfaring. Desse estimata summerer til 1 025 000 kroner.

### 5.5.1 Inflasjon

Det er naudsynt å definere korleis utrekningar og verdiar i oppgåva vert behandla i samsvar med inflasjon. Verdiar frå tidlegare år vert både inflasjonsjustert i samsvar med Statistisk Sentralbyrå sin statistikk og med metodikk som elles forklart i den aktuelle teksten. For kontantstraum fram i tid er det nytta ei inflasjonsrate på 5% til 2023 i samsvar med rentehevingar og prisstigning (Statistisk Sentralbyrå, 2022). Deretter ei årleg rate på 2%, som er det operative målet for pengepolitikken i Noreg (Bache, 2022).

## 6 Resultat

Dette kapitlet tar for seg prosessert data presentert i kapittel 5 og syner korleis dette vert inkludert i investeringsanalysen. Kontantstraumen vert gått gjennom med måldata på den finansielle situasjonen for prosjektet, dette vert analysert vidare med scenario- og sensitivitetsanalyse.

Resultat frå analysen skal bidra til å svare på problemstillinga, difor kan det vere hensiktsmessig å gjenta den her: Er det lønsamt for Bergen Engines AS i 2023 å investere i framlagt gradecelle?

### 6.1 Kontantstrøm

Prosjektet sin kontantstrøm er oppsettet for investeringsanalysen, her vert kostnader og inntekter for prosjektet inkludert år for år. År 0 er satt til 2022, tidslinja er satt opp til år 20 som er i 2043 i samsvar med kapittel 5.1.4 Estimering av salstal. Tala presentert er frå scenario med høgast sannsyn, moderat salsmengde og 60% redusert prosessetid.

Prosjektet sin kontantstrøm er delt inn i følgjande: Investering, kostnader og innsparing. Nedst vert verdiane summert, akkumulert og rekna nåverdi av. Sjå Appendix, Tabell 25: Kontantstrøm i '000 kroner (årstala 2033 - 2040 er gøymd).

#### 6.1.1 Variabler

For å setje opp ein kontantstrøm er det enkelte variabler som må definerast, desse er vist i tabellen under.

*Tabell 14: Variabler for kontantstrøm*

Variabel	Verdi	Eining
Investeringsavgjerd	2022	Årstal
Installering	2023	Årstal
Oppstart	2023	Årstal
Diskonteringsrente	10	%

Oppgåva tar utgangspunkt i at prosjektgrunnlaget vert presentert for leiinga inneverande år, 2022, og godkjent. Med tanke på leveringstida for vara vil installering skje i 2023, samt oppstart.

For å rekne ut rett kapitalkostnad som input til diskonteringsrente er det naudsynt med bedriftssensitiv data, for å unngå dette er det vald å setje ei generisk rente på 10% og deretter justere for risiko. Eit prosjekt med særleg låg risiko kunne ha hamna på 5%, tilsvarande vil høg risiko ha opp mot 15 – 20% som diskonteringsrente. Typisk i Bergen Engines har vore at prosjekt har høgare rente på grunn av risiko for fiasko, enn at noko har ei lågare rente enn 10%. Denne investeringa er vurdert til å ikkje ha høg risiko for å ikkje halde innsparinga som er forventa.

### 6.1.2 Investering

Investeringssummen er eit resultat av budsjettet for prosjektet, den samlar saman alle forventa kostnader og justerer for usikkerheit. Justeringa skjer i høve til prosjektgruppa si vurdering av dei ulike postane i budsjettet, per oktober 2022 består det av estimat og eitt inflasjonsjustert tilbod. Dette gjev høg risiko for at verdiar ikkje er korrekte og det er difor auka med 10% som eit dempende tiltak.

Tabell 15: Budsjett for investeringa

Pusserobot støyperiet		
Artikkel	NOK	Kommentar
Robot, utstyr & kabinett	5 370 408	Justert tilbod frå 2019
Haldarar og verktøy	50 000	Estimat
Transport	60 000	Estimat
Reise & overnatting	35 000	Estimat
Elektrisk arbeid	150 000	Estimat
Ventilasjon	200 000	Estimat
Mekanisk arbeid	80 000	Estimat
Fiksturar (material)	450 000	Estimat
<b>SUM</b>	<b>6 395 408</b>	
Justering for usikkerheit	10%	
<b>Total</b>	<b>7 034 949</b>	

I kontantstraumen er investeringssummen 3-delt med arbeid og tilhøyrande, QD Robotics år 0 og år 1. Dette er gjort for å representere korrekt flyt av kontantar i samsvar med årstal. Overføring til leverandør skjer på følgjande måte i samsvar med tilbodet; 40% ved ordre, 50% etter aksepttest hjå leverandør og 10% etter installering. Arbeid & tilhøyrande vert overført til andre leverandørar i høve forbruk, og truleg i løpet av installeringsåret 2023.

### 6.1.3 Kostnader

I kontantstraumen er kostnader relatert til vedlikehald og slidedeler, altså operasjonskostnader, desse vert justert for inflasjon. Service er inkludert frå og med år 3, deretter annakvart år. Slidedeler, eller forbruksvarer, kan vere kappeskiver, meisel, filter osv.

### 6.1.4 Innsparing

Innsparinga består av reduksjon av prosesstid og sjukefråvær. I prosesstid ligg redusert gjennomløpstid for produksjon, roboten tar over ein fysisk krevjande del av produksjonen samtidig som at operatør er delvis frigitt til å kunne utføre andre oppgåver. Betre HMS, les redusert belastning på operatør, vil truleg redusere sjukefråværet med 3%. Kostnaden for sjukefråvær er produksjonstap pluss overtid, vikar, kollegaslitasje og produktivitetlekkasje.

#### 6.1.4.1 Prosesstid

Framtidige prosesstider og salstal fordelt etter motortypar vart satt i kapittel 5 Data, men det står att å definere ein kronesum for spart tid. Basert på finansiell rapport frå Bergen Engines sitt

ERP-system kan ein få ut timeratar per avdeling som kan nyttast til dette formålet. For å ikkje gje ut sensitiv bedriftsdata er denne timeprisen satt til 840 kroner for 2022, deretter justert årleg for inflasjon.

Nå er det mogleg å estimere innsparing som følge av redusert prosestetid, dette vert gjort med formelen som vist under. Timepris per år vert multiplisert med vald scenario for redusert prosestetid og multiplisert med produktmengde, som kjem av vald scenario for volum. Innsparing på prosestetid for år 2023 er halvert som følge av at installasjon skjer i andre kvartal 2023. For resultatet av denne utrekninga, sjå Appendiks, Tabell 24.

$$\text{timepris} \times \text{redusert prosestetid} \times \text{produktmengde} \quad (6)$$

#### 6.1.4.2 Sjukefråvær

Innsparinga gitt i tabellen under vert inkludert i kontantstraumen, det er nytta ¼ av innsparinga i 2023 og ½ i 2024. Dette er gjort for å reflektere at ein ikkje ser full effekt frå ei slik forbetring i HMS med ei gong. Summen er inflasjonsjustert i samsvar med kapittel 5.5.1. Utrekninga er basert på Sunne organisasjonar sitt eksempel, som igjen er basert på Sintef sin rapport (Sunne organisasjoner AS, 2017) (Hem, 2011).

Tabell 16: Innsparing sjukefråvær (Sunne organisasjoner AS, 2017)

Grunndata		Utrekning	
Mengde tilsette	21	Produksjonstap	2 314 476
Sjukefråvær	13,7 %	Overtid lønnskost	200 340
Tenkt redusert fråvær	10,7 %	Vikar lønnskost	142 692
Vikardagar	70	Kollegaslitasje	231 448
Overtidstimar	362	Admin. kost sjukefråvær	1 990
1G	111 477	Kvalitetstap, forseinking	6 634
Årsløn	530 000	Anna	3 981
Arbeidsdagar per år	230	Ikkje refundert	306 899
Arbeidstimar per dag	7,5	<b>Sum brutto</b>	<b>3 208 460</b>
Arbeidstimar per år	1 725		
Overtidspåslag	80 %	Til frådrag	
Vikarløn	272	Refundert frå NAV	1 022 995
Produksjonstap	3 498	Overtidsverdi	152 046
Ikkje refundert	30 %	Vikarverdi	195 872
Kollegaslitasje	10 %	Sum frådrag	1 370 913
Utbytte vikar	80 %		
Utbytte overtid	90 %	Netto kostnad	1 837 547
Fråvær over 16 dagar	67 %		
Produktivitetslekkasje	10 %	Tenkt redusert kostnad	1 435 164
		<b>Differanse, innsparing</b>	<b>402 382</b>



## 6.2 Analyse

Investeringa vert vurdert i samsvar med følgjande bedriftsøkonomiske utrekningar: Netto nåverdi, internrente, tilbakebetalingstid og diskontert tilbakebetalingstid. Desse berekningane vert gjort direkte av kontantstraumen og er vist i tabellen under.

Tabell 17: Oppsett på vurdering av kontantstrøm

<b>Netto nåverdi</b>	<b>kr</b>	<b>5 128 647</b>	
<b>Internrente</b>		<b>18 %</b>	
<b>Tilbakebetalingstid</b>		<b>6</b>	<b>år</b>
<b>Diskontert tilbakebet.</b>		<b>9</b>	<b>år</b>
Salgsim		Moderat vekst	
Reduksjon i tid		60 %	

Analysen tar utgangspunkt i situasjonane med høgst sannsyn; moderat vekst av salstal, samt 60% reduksjon av prosestetid. Når desse tala ligg til grunn syner utrekningane at prosjektet er lønsamt med ein positiv netto nåverdi og ei internrente som er høgare enn diskonteringsrenta.

For å vidare kunne vurdere investeringa, samt få ei forståing av kva risiko eller potensiale den inneber, er det hensiktsmessig å utføre scenarioanalyse og sensitivitetsanalyse. Dette er nyttig for å kunne forstå kva variabler som har stod betydning for det finansielle resultatet, samt kvar ein burde plassere ekstra ressursar for å forbetre utgangspunktet og/eller utnytte potensialet.

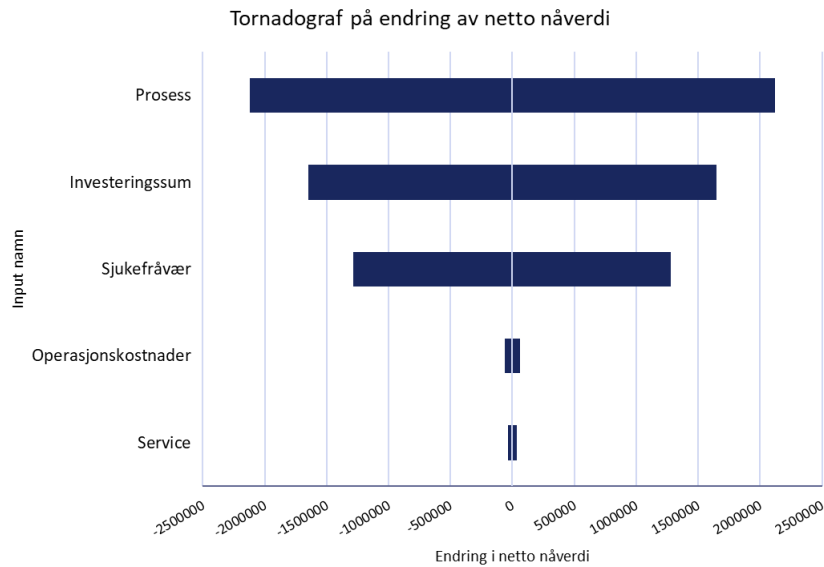
### 6.2.1 Sensitivitetsanalyse

For å sjå kva som påverkar resultatet mest er det utført ein sensitivitetsanalyse, inngangsvariablane er endra med +/- 25%. Netto nåverdi er nytta som utgangsverdi med eit utgangspunkt på 5 128 647 kroner, dette er altså medianen.

Tabell 18: Resultat frå sensitivitetsanalyse i '000 kroner, inngangsverdiar endra +/- 25%

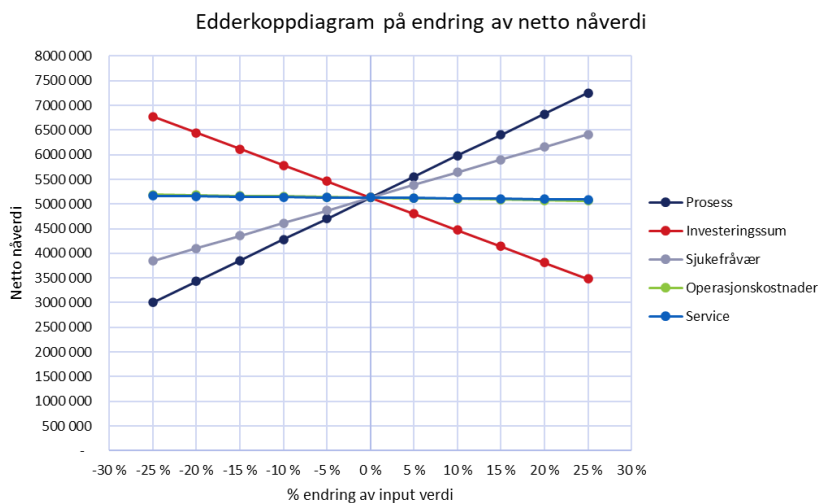
Input	Min. verdi	Maks. verdi	Min. endring	Maks. endring	Min. % endring	Maks. % endring
Prosess	3 005	7 252	-2 123	2 123	-41 %	41 %
Investeringssum	3 481	6 776	-1 648	1 648	-32 %	32 %
Sjukefråvær	3 846	6 411	-1 282	1 282	-25 %	25 %
Operasjonskostnader	5 066	5 191	-63	63	-1 %	1 %
Service	5 090	5 167	-38	38	-1 %	1 %

Verdiane frå tabellen over er nytta inn i ein tornadograf for å enkelt kunne visualisere forskjell i påverknad mellom variabler. Her ser ein tydeleg at innsparing på prosestetid påverkar lønsemda mest, deretter investeringssum, sjukefråvær, operasjonskostnader og så service.



Figur 13: Sensitivitetsanalyse - tornadograf på kva input som har størst påverking av nåverdi

Edderkoppdiagrammet fortel oss i kva retning utgangsverdien vert endra dersom inngangsverdiar vert redusert eller auka. Den gjev oss òg ei visualisering av kva variabler som har størst betydning, men ikkje like godt som tornadografen.



Figur 14: Sensitivitetsanalyse - edderkoppdiagram for input si påverking av nåverdi

Resultatet frå denne analysen gjer det klart at lønsemda frå investeringa er sensitiv mot prosessetid, investeringssum og sjukefråvær. Det er viktig at prosjektet er klar over dette, samtidig som at det må vere tydeleg kommunisert til avgjerdstakarane for at dei skal ha ei forståing av den spesifikke risikoen.

Det vil vere hensiktsmessig for prosjektet å forsøke å auka innsparing på prosessetid, samt redusere investeringssummen. Innsparing på sjukefråvær vil vere vanskeleg for prosjektet å ha innverkingar på. Dette gjeld òg kostnader relatert til operasjon og service, men det har liten effekt på resultatet.

## 6.2.2 Scenarioanalyse

Scenarioanalysen nyttar estimerte data frå Tabell 6: Data for scenario og Tabell 9: Scenario for reduksjon i prosessid, verdiar i minutt. I Tabell 17 kan rad med «Salgsim» og «Reduksjon i tid» endrast slik at ein kan justere kva scenario ein tar høgde for. Dette oppsettet gjev moglegheita for å automatisk rekne ut kvart scenario med datatabell for to variabler; ei endring av grønne celler i Tabell 17 fører til at innsparing på prosessid oppdaterer seg høvesvis. Resultatet av kvar utrekning er synt i tabellane under, grå celler gjev utrekna verdi per scenario (rad og kolonne).

Tabell 19: Databeller med to variabler av kvart vurderingsverktøy

	Scenario for		Scenario for volum:				Sannsyn for scenario:	
	reduisert prosessid:		Moderat vekst	Utan vekst	Sterk vekst	Svak vekst		Nedgang
Netto nåverdi	10 %	-kr 1 949 376	-kr 2 714 777	-kr 1 566 935	-kr 2 486 295	-kr 2 877 953	-kr 2 765 297	5 %
	25 %	kr 174 031	-kr 1 739 471	kr 1 130 134	-kr 1 168 266	-kr 2 147 411	-kr 1 865 771	15 %
	50 %	kr 3 713 042	-kr 113 962	kr 5 625 248	kr 1 028 449	-kr 929 841	-kr 366 561	35 %
	60 %	kr 5 128 647	kr 536 242	kr 7 423 294	kr 1 907 135	-kr 442 813	kr 233 123	45 %
	Sannsyn for scenario:	40 %	2 %	10 %	30 %	6 %	12 %	
Internrente	10 %	6 %	4 %	7 %	5 %	4 %	4 %	5 %
	25 %	10 %	6 %	12 %	8 %	5 %	6 %	15 %
	50 %	16 %	10 %	18 %	12 %	8 %	9 %	35 %
	60 %	18 %	11 %	21 %	13 %	9 %	10 %	45 %
	Sannsyn for scenario:	40 %	2 %	10 %	30 %	6 %	12 %	
Tilbakebetalingstid	10 %	13	15	12	14	15	15	5 %
	25 %	9	12	9	11	13	12	15 %
	50 %	7	10	6	9	11	10	35 %
	60 %	6	9	6	8	10	9	45 %
	Sannsyn for scenario:	40 %	2 %	10 %	30 %	6 %	12 %	
Diskontert tilbakebetalingstid	10 %	21	21	21	21	21	21	5 %
	25 %	19	21	16	21	21	21	15 %
	50 %	10	21	9	16	21	21	35 %
	60 %	9	17	8	13	21	19	45 %
	Sannsyn for scenario:	40 %	2 %	10 %	30 %	6 %	12 %	

I kvar grå celle ser ein resultatet av utrekninga for scenario i korresponderande rad og kolonne. Verdiane av dette er ikkje eit riktig bilete av den finansielle situasjonen, kvar verdi må multipliserast med dei samsvarande sannsyna for å vektast riktig. Då får ein eit forventa resultat, som ein igjen kan ta summen av for å få den endelege finansielle vurderinga (sjå formel 5). Forventa resultat av kvar utrekning er synt i Tabell 26, Appendiks. Resultatet av forventa verdi på dei finansielle utrekningane burde nyttast som eit endeleg svar på om denne investeringa vil lønne seg. Verdiane er samla i tabellen på neste side.

*Tabell 20: Forventa verdier av utrekningar*

<b>Forventa utrekningar</b>	<b>Verdi</b>	<b>Eining</b>
Netto nåverdi	2 113 740	NOK
Internrente	13	%
Tilbakebetalingstid	8	År
Diskontert tilbakebetalingstid	14	År

Utrekningane vist i tabellen over er justert i samsvar til sannsyn for scenario. Det har vore gjennom ei utrekning som tar høgde for at prosjektet ikkje går like bra som tenkt.

## 7 Diskusjon

I dette kapitlet vert resultatet gjennomgått og diskutert i høve til problemstillinga. Ein ynskjer å syne korleis ein kan nytte resultatet til å svare på problemstillinga og samtidig kunne forstå om dette er eit robust resultat. Difor vert innsatsfaktorar til analysen diskutert i samsvar med førre kapittel.

Resultatet frå analysen syner at prosjektet er lønsamt med ein positiv netto nåverdi og ei internrente som er over diskonteringsrenta. Prosjektet betaler tilbake investeringa i år 6, med ein diskontert kontantstraum skjer dette i år 9. Desse verdiane er basert på dei scenario som har høgst sannsyn, men òg nest størst potensial for innsparing. Ein kan stille spørsmål ved om dette er riktig sluttresultat å syne til, sjølv om det framstiller eit truleg resultat kan ein argumentere for at det er vekta optimistisk. For å kunne vurdere dette er naudsynt å diskutere kor robust anslaga er.

### 7.1 Levetid

Levetida for prosjektet avhenger av ressursen som det vert investert i, dette er viktig då det legg til grunn over kor lang tid kontantstraumen går. Ei gradecelle er å vurdere som grovmaskineri i Bergen Engines, sidan den arbeider mot arbeidsteikningar med ikkje-toleransesatte mål, og har ei forventa levetid på 20 til 30 år (forutsett korrekt vedlikehald og service). Slikt utstyr blir avskrive over 20 år i bedrifta og dette vert nytta som levetida til investeringa, kontantstraumen er satt opp i samsvar med dette. Dette er grunngeve med at inngangsverdiar i analysen vil ha lite truverd lenger enn 20 år fram i tid.

Alternativt kan ein etter 15 år anta ein oppgradering i utstyr, som vil ha ein betydeleg mindre investeringskostnad og då forvente levetid fram til 30 år etter fyrste installasjon. Dersom ein etter 20 år nyttar konservative inngangsverdiar i kontantstraumen kan ein få eit endå betre utbytte av prosjektet.

Avviklingskostnader er ikkje satt opp i kontantstraumen på grunn av høg usikkerheit så langt fram i tid. I tillegg er det ikkje forventa at dette er særleg inngripande i netto kontantstraum, difor er det vurdert neglisjerbart.

### 7.2 Diskonteringsrente

I analysen er det nytta 10% som diskonteringsrente, dette er ei generisk rente og er ikkje rekna ut frå den reelle bedriftsøkonomiske situasjonen. Ein vil få den mest nøyaktige vurderinga av investeringa ved å rekne ut bedrifta sin WACC, og deretter estimere prosjektet sin WACC. Dette vil forhindre avgjersler rundt investeringar på feil grunnlag og mogleg forhindre ei dårleg avgjerd.

Diskonteringsrenta påverkar utrekningane for netto nåverdi og diskontert tilbakebetalingstid. Ei endring på 2% opp og ned påverkar netto nåverdi signifikant. Diskontert tilbakebetalingstid er relativt lite påverka, sjå tabell på neste side. Utifrå utslaget på netto nåverdi vil prosjekt med tilsvarande kontantstraum ha nytte av ei nøyaktig diskonteringsrente.

Tabell 21: Utslag frå endring av diskonteringsrente

Utrekning \ Diskonteringsrente	8%	10% (orig.)	12%	Eining
Netto nåverdi	7 421 312	5 128 647	3 364 993	NOK
Diskontert tilbakebetalingstid	8	9	10	År

### 7.3 Investering

Sjølve investeringa er ein viktig del av analysen, det er ein logisk tanke, men det er òg bevist med sensitivitetsanalysen. Dersom ein varierer investeringssummen med 25% finn ein at dette påverkar utfallet på netto nåverdi med 32%. Difor vil det vere svært hensiktsmessig å redusere denne summen, men samtidig prøve å unngå dårlegare kvalitet i produktet.

Investeringssummen er overført i år 0 og år 1. Tidspunktet for betaling er regulert i vilkåra for tilbodet, dette kan forhandlast ved kontraktinngåing. Generelt vil investeringsanalysen føretrekke å utsetje negativ kontantstrøm på grunn av diskonteringsfaktoren, dette kan sjåast av formel 1 for diskontering. Samtidig tilseier prinsipp for innkjøp at førehandsbetaling for produkt inneber risiko og at betaling etter levering er å føretrekke for kunde. Tidspunkt for betaling og sluttpris burde sjåast i samanheng som eit forhandlingsgrunnlag inn mot kontraktsinngåing (Brynhildsvoll, 2002). Risiko relatert til valuta kan ein òg avgrense i kontrakt. Når prosjektet handlar i euro, risikerer ein at den norske krona vert devaluert i høve til euro, og det blir effektivt dyrare for bedrifta å gjennomføre investeringa.

Som nemnd i kapittel 5.5 og 6.1.2 er investeringssummen basert på eit utdatert og inflasjonsjustert tilbod frå 2019, samt erfaringsbaserte estimat på kostnader relatert til implementeringa. På grunn av denne usikkerheita og påverknaden på netto nåverdi er det det naudsynt med ei justering for usikkerheit. Ei 10% usikkerheitsjustering av investeringssum tilsvara ein auke på 639 541 kroner, i samsvar med auke allereie gjort på gradecella (20% auke), er dette vurdert som tilstrekkeleg for å sikre seg eit fornuftig anslag på totalkostnad. Risikoen er endå betydeleg, så det vil vere hensiktsmessig å justere kontrakten med leverandør til å inkludere fleire element som dei kan bere risikoen av. Ein kan òg utarbeide spesifikasjon på entreprisarbeid rundt gradecella for å kunne sende prispørspurnad til lokale aktørar. Det er viktig å kontrollere spesifikasjonen med leverandør av gradecella.

### 7.4 Kostnader

Kostnader relatert til slidedeler, vedlikehald og service er ein forholdsvis liten del av kontantstrømmen og vert difor ikkje undersøkt særleg detaljert. Dette ser ein tydeleg av Figur 13, ei endring på 25% i service- og operasjonskostnader gjev til saman ei endring på 1% av netto nåverdi. Det er vanskeleg å ta høgde for kva komponentar i gradecella som må skiftast ut etter kvart, samtidig har ein kostnader med dagens manuelle utstyr som vert redusert.

## 7.5 Innsparing prosesstid

Innsparing på prosesstid er avgrensa til 2 produkt, sylinderdeksel og rammelager, hovudsakleg på grunn av høgt volum. Med utgangspunkt i desse 2 produkta kan ein etter kvart, med meir erfaring og kompetanse, naturleg identifisere og betre introdusere fleire produkt til gradecella.

Ein kan auke innteninga i prosjektet ved å introdusere fleire produkt i omfanget nå, dette må prioriterast i samsvar med volum og utforming av komponenten. Ved å auke omfanget vil òg investeringssummen måtte verte høgare på grunn av fleire fiksturar, men med tilstrekkeleg volum vil det tene seg inn igjen. Dette burde rettferdiggjera ved å gjere ei investeringsanalyse per komponent.

Det trengs ei vurdering frå prosjektleiing og andre sentrale aktørar om kva bedrifta er mest tent med. Burde ein undersøke om det vil lønne seg å introdusere fleire produkt allereie nå og auke innteninga, men samtidig auke investeringssum og risiko for at innteninga ikkje er som forventa. Eller sei at situasjonen er tilstrekkeleg slik den er nå og forvente fleire produkt etter ein har fått erfaring med prosessen. Investeringsanalysen er nok ikkje tent med å utsetje den potensielle innteninga til tross for risikoen som følger.

Ut frå sensitivitetsanalysen ser ein størst konsekvens frå endring på innsparing i prosesstid, 41% endring i netto nåverdi. Denne innsparinga består av 2 hovudfaktorar; volum (salstal) og reduksjon i prosesstid (forbetring av dagens prosess). For å ta omsyn til dette har denne innsatsfaktoren fått ei scenarioanalyse som reflekterer risiko og kan dermed gje eit betre grunnlag for ei riktig avgjerd.

På grunn av stor mogleg påverking frå eksterne faktorar (for eksempel politikk, makroøkonomi osv.) vil framtidig volum ha størst usikkerheit, her må leiinga bli gjort observante på kritiske verdiar for prosjektet si inntening. Det vil vere rimeleg å anta at avgjerdstakar har god kunnskap om, og følgjer godt med på, risikoen rundt framtidige salstal, som inneber både selskapsrisiko (usystematisk risiko) og marknadsrisiko (systematisk risiko). Då kan ein ut frå scenarioanalysen setje kritiske verdiar der investering burde revurderast. Basert på Tabell 19 vil det vere riktig å ikkje godkjenne investeringa om ein forventar nedgang i salstal eller ingen vekst frå dagens volum, det vil resultere i over 55% sannsyn for ein negativ netto nåverdi. Eit forventa volum over dette resulterer i positiv netto nåverdi og ein burde gjennomføre prosjektet.

Usikkerheita på reduksjon av prosesstid er relatert til prosjektet sitt estimat på framtidig prosesstid med gradecelle. Dette estimatet er basert på eigen erfaring samt sondering blant leverandørar og andre bedrifter. Robotar er teknologi som endå ikkje er fullt moden, men det eksisterer mykje erfaring i industrien og difor er usikkerheita på dette vurdert til å vere låg. Her vil ein òg ha moglegheita til å redusere usikkerheita med vidare studiar på prosessen.

## 7.6 HMS og innsparing på sjukefråvær

Resultata syner at HMS & sjukefråvær har mindre innsparingseffekt enn prosessetid og er den tredje største faktoren i sensitivitetsanalysen. Det er òg viktig å ta omsyn til den kvalitative bidragsfaktoren som prosjektet kan medføre i form av auka motivasjon og omdøme. Dette er viktig i ein bransje som i dag slit med rekruttering og høgt sjukefråvær. Betre omdøme gjev engasjement for arbeidsplassen samt mogleg positiv omtale i media og offentlegheit. Investeringsanalysen nyttar ei kvantitativ tilnærming og den ikkje-målbare faktoren med betre arbeidsmiljø vert då ikkje tilstrekkeleg vektlagt. Det er viktig å få dette fram i grunngevinga for prosjektet ved presentasjon for leiinga, samt framheve bedrifta og leiinga si forplikting i samsvar med lovverk og ISO-standard til at arbeidsmiljøet skal følgje utviklinga i samfunnet.

Reduksjonen på sjukefråvær som investeringa er forventa å bidra med, er eit estimat basert på dagens høge sjukefråvær. Det er observert at mykje av fråværet skuldast muskel- og skjelettplager, som gradecella er meint å avlaste. Hadde sjukefråværet vore betydeleg lågare, så ville nok 3% vore ein i overkant høg reduksjon. Denne reduksjonen tilsvara i dag at 0,63 færre tilsette er i sjukefråvær. For å senke usikkerheit på kor mykje investeringa kan bidra med å redusere sjukefråværet med, så kan ein undersøke diagnosar på fråværet i avdelinga over dei 3 siste åra, og forsøke å finne korrelasjon med avdelinga sitt produksjonsvolum.

Innsparing på sjukefråvær i åra framover tek berre omsyn til inflasjon, det ligger ingen faktor i utrekninga som tek høgde for auke på volum. Derimot ber utrekninga preg av estimat som fører til usikkerheit på robustheit. Med omsyn til at sensitivitetsanalysen syner ein 25% påverknad frå denne innsparinga, og at den inneber noko usikkerheit, er det vurdert å ikkje vekstjustere over tid for å kunne anta at innsparinga er konservativ på sikt som følgje av auke i produksjonsvolum. Då vil denne kontantstraumen ikkje bidra med særleg risiko for feil avgjerdsgrunnlag. Samtidig er det verdt å notere at investeringsanalysen ville vore positiv sjølv om ein fjernar heile innsparinga som reduksjon i sjukefråvær bidreg med. For scenario med høgst sannsyn ville resultat vore slik: Netto nåverdi 1 499 124 kroner, internrente 13%, tilbakebetalingstid 8 år og diskontert tilbakebetalingstid 15 år.



## 8 Konklusjon

Målet med denne masteroppgåva var å undersøke om det er lønsamt for Bergen Engines å investere i framlagt gradecelle i år 2023. Dette vart undersøkt ved å setje opp den aktuelle kontantstraumen for prosjektet, deretter vart det utført ei investeringsanalyse på netto kontantstrøm, samt analyse for robustheit av resultat. Den største usikkerheita har vorte identifisert, drøfta og vurdert.

I Bergen Engines vert dei fleste investeringane kopla opp mot framtidig volum. Eit delmål med denne oppgåva var difor å gje innsikt i kor viktig det er å ta omsyn til ulike scenario på innsatsfaktorar med høg usikkerheit og følgjande konsekvens, slik som volum og salstal. Ved ei scenarioanalyse vert forskjellen mellom initialverdi og forventa utrekna verdi tydeleg illustrert. Dette, i lag med sensitivitetsanalysen, gjev informasjon til avgjerdstakarane om kva grad prosjektresultatet er avhengig av makroøkonomiske, institusjonelle, finansielle, åtferdsmessige, tekniske og miljømessige variabler. Ut frå diskusjonen av resultata er det viktig med eit fokus på selskaps- og marknadsrisiko som kan påverke framtidige salstal.

Resultatet kan oppsummerast som at investeringa er lønsam, både i høve til analyse av mest sannsynleg scenario, og dei forventa utrekna verdiane basert på ulike scenario (EMV). I tillegg til vist under, gjev scenarioanalysen (Tabell 19) ei minimum internrente på 4%, og maksimal tilbakebetalingstid på 15 år.

Tabell 22: Resultat frå investeringsanalyse

Utrekningar	Initialverdi	Forventa verdi	Eining
Netto nåverdi	5 128 647	2 010 730	NOK
Internrente	18	13	%
Tilbakebetalingstid	6	8	År
Diskontert tilbakebetalingstid	9	15	År

Til tross verktøy som er nytta, og funn som er gjort i denne oppgåva, er det endå element ein kunne ha forbedra eller introdusert for at investeringsanalysen kunne blitt meir nøyaktig.

- Dersom ein legg til rette for det i konstruksjonen av analysen kan ein ha sensitivitetsanalyse på kvart scenario og dermed få eit meir detaljert innblikk i kor robust investeringa er.
- Ein burde vurdere om det gjev tilstrekkeleg verdi til resultatet å inkludere sjukefråvær i scenarioanalysen, då vil ein kunne få fram korrelasjonen mellom volum og innsparing på sjukefråvær.
- Det burde byggast ein strategiregion for kvar kritiske innsatsfaktor i høve til scenarioanalyse og tilhøyrande sensitivitetsanalyse. Då får ein visualisert kritiske verdiar (dersom dei eksisterer) på ein betre måte, og det vert meir oversiktleg for avgjerdstakar. Scenarioanalysen er visuelt dårleg for dette slik den er nå.

Undervegs i analysen vart det tydeleg at det å nytte sjukefråvær inn i ei slik analyse kravde eit betre datagrunnlag, ein måtte då anta ein del ting. Eksisterande litteratur kan etablere kva det kostar bedrifta i form av løn og stønad, men det manglar god metodikk for å kome fram til meir enn dette. Ei ny investeringsanalyse på eit prosjekt med betydeleg innsparing på sjukefråvær burde difor fokusere meir på metodikk rundt det å kvantifisere reduksjon av sjukefråvær til innsparing. Dette kan gjerast med å ta utgangspunkt i Hem (2011), statistikk frå NAV, samt meir detaljerte kvalitative og kvantitative data frå bedrifta.

Neste steg mot å materialisere prosjektet burde vere å gjennomgå designet på nytt og identifisere eventuelle nyvinningar sidan førre konsept. Deretter oppdatere spesifikasjonar og kriterium for å innhente oppdaterte og gyldige priser, samt kostnader. Så kan ein oppdatere investeringsanalysen som presentert i denne oppgåva, med ynskja eller naudsynte justeringar.

## 9 Referansar

Bache, I. W., 2022. *Pengepolitikk og inflasjon*, Oslo: Norges Bank.

Belli, P. et al., 2000. *Economic Analysis of Investment Operations: Analytical Tools and Practical Applications*. 1th red. Washington: World Bank Publications.

Bergander, K. & Johnsen, B., 2006. Vitenskap og metode. I: E. Larsen, red. *Fengslet som endringsarena*. Oslo: Kriminalomsorgens utdanningscenter, pp. 17-36.

Bergen Engines, A., 2022. *Bergen Engines*. [Internett]

Available at: <https://www.bergenengines.com/>

[Funnen 22 September 2022].

Bierman, H. J. & Smidt, S., 2006. *The Capital Budgeting Decision: Economic Analysis of Investment Projects*. 9th red. New York: Taylor & Francis Group.

Bjartnes, A., 2022. *Energi og Klima*. [Internett]

Available at: <https://energiogklima.no/meninger-og-analyse/klimavalg21/energikrisen-i-europa-det-blir-bare-verre-og-verre/>

[Funnen 22 September 2022].

Blöndal, B. A., 2021. *Finansforbundet*. [Internett]

Available at: <https://www.finansforbundet.no/folk-og-fag/fremtidens-arbeidsliv/historiens-verste-finanskriser/>

[Funnen 20 September 2022].

Brynhildsvoll, I., 2002. *Prinsipper for bedre innkjøp*. 1th red. Bergen: Fagbokforlaget.

Dorian, J. P., Franssen, H. T. & Simbeck, D. R., 2006. Global challenges in energy. *Energy Policy*, 34(15), pp. 1984-1991.

EU-OSHA, 2021. *Det europeiske arbeidsmiljøorganet*. [Internett]

Available at: <https://osha.europa.eu/no/themes/good-osh-is-good-for-business>

[Funnen 30 September 2022].

Gielen, D. et al., 2019. The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews*, Volum 24, pp. 38-50.

Grønmo, S., 2020. *Bias i forskning*. [Internett]

Available at: [https://snl.no/bias\\_i\\_forskning](https://snl.no/bias_i_forskning)

[Funnen 15 Oktober 2022].

Grønmo, S., 2021. *Kvantitativ metode*. [Internett]

Available at: [https://snl.no/kvantitativ\\_metode](https://snl.no/kvantitativ_metode)

[Funnen 15 Oktober 2022].

Hem, K.-G., 2011. *Bedriftenes kostnader ved sykefravær*, Oslo: SINTEF Teknologi og samfunn.

- Lovdata, 2022. *Arbeidsmiljøloven*. [Internett]  
Available at: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2005-06-17-62>  
[Funnen 23 November 2022].
- NAV, 2022. *Grunnbeløpet i folketrygden*. [Internett]  
Available at: <https://www.nav.no/grunnbelopet>  
[Funnen 21 Oktober 2022].
- NAV, 2022. *Sykefraværstatistikk - Årsstatistikk*. [Internett]  
Available at: <https://www.nav.no/no/nav-og-samfunn/statistikk/sykefravar-statistikk/sykefravaersstatistikk-arsstatistikk>  
[Funnen 29 November 2022].
- Norges bank, 2014. *Priskalkulator*. [Internett]  
Available at: <https://www.norges-bank.no/tema/Statistikk/Priskalkulator/>  
[Funnen 30 September 2022].
- O'Gorman, K. D. & Macintosh, R., 2015. *Research Methods for Business and Management*. 2 red. Oxford: Goodfellow Publishers, Limited.
- Qazi, A. et al., 2019. Towards Sustainable Energy: A Systematic Review of Renewable Energy Sources, Technologies, and Public Opinions. *IEEE*, pp. 63837 - 63851.
- Rahman, M., Oni, A. O., Gemechu, E. & Kumar, A., 2020. Assessment of energy storage technologies: A review. *Energy Conversion and Management*, Volum 223, pp. 1-28.
- Rees, M., 2018. *Principles of Financial Modelling : Model Design and Best Practices Using Excel and VBA*. 2nd red. Somerset: John Wiley & Sons, Incorporated.
- Regjeringen.no, 2012. *Beregning av kostnader ved sykefravær - Steinkjermodellen*. [Internett]  
Available at: <https://www.regjeringen.no/no/dokumentarkiv/stoltenberg-ii/krd/tema-og-redaksjonelt-innhold/kampanjesider/2007/kvalitetskommuneprogrammet/gode-eksempler/sykefravar/beregning-av-kostnader-sykefravar---stei/id471841/>  
[Funnen 30 September 2022].
- Ross, S., Westerfield, R. W., Jaffe, J. F. & Jordan, B. D., 2020. *Corporate finance: core principles and applications*. 6th edition: International student edition for use outside the U.S. red. New York: McGraw Hill Education.
- Sagner, J., 2014. *Working Capital Management : Applications and Case Studies*. 1 red. New York: John Wiley & Sons, Incorporated.
- Sander, K., 2020. *estudie.no*. [Internett]  
Available at: <https://estudie.no/induktiv-deduktiv/>  
[Funnen 14 Oktober 2022].
- Standard Norge, 2018. *Ledelsessystemer for arbeidsmiljø - Krav og veiledning om bruk*, Oslo: Standard Online AS.

Statistisk Sentralbyrå, 2020. *Standard for leveringsbetingelser (Incoterms)*. [Internett]  
Available at: <https://www.ssb.no/klass/klassifikasjoner/114/versjon/429/koder>  
[Funnen 14 November 2022].

Statistisk Sentralbyrå, 2022. *Høy inflasjon sender norsk økonomi inn i en lavkonjunktur*, Oslo: Statistisk Sentralbyrå.

Statistisk sentralbyrå, 2022. *Priskalkulator*. [Internett]  
Available at: <https://www.ssb.no/kalkulatorer/priskalkulator>  
[Funnen 2 Oktober 2022].

Sunne organisasjoner AS, 2017. *Innføring i HMS-økonomi*, s.l.: HMS Norge.

Svartdal, F., 2020. *reliabilitet*. [Internett]  
Available at: <https://snl.no/reliabilitet>  
[Funnen 9 Oktober 2022].

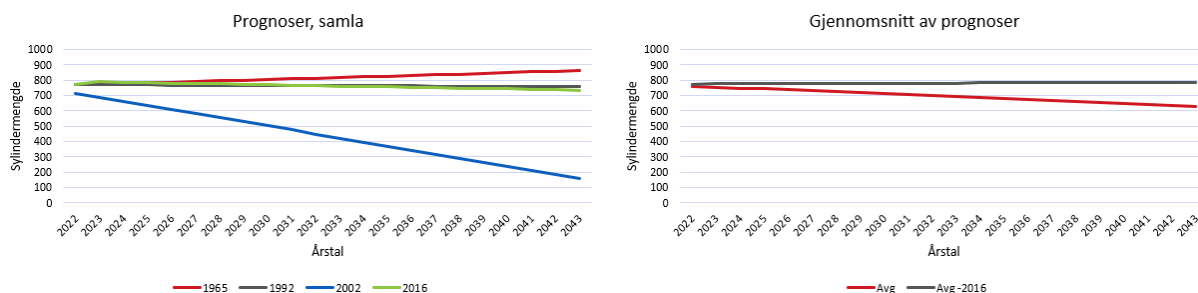
Tetlie, O. E., 2007. Norsk thorium kan løse verdens klimaproblemer og energikrise. *Idunn*, 131(3), pp. 98-108.

Wikipedia, 2018. *Indirekte data*. [Internett]  
Available at: [https://no.wikipedia.org/wiki/Indirekte\\_data](https://no.wikipedia.org/wiki/Indirekte_data)  
[Funnen 14 Oktober 2022].

Wikipedia, 2022. *Kvantitativ metode*. [Internett]  
Available at: [https://no.wikipedia.org/wiki/Kvantitativ\\_metode](https://no.wikipedia.org/wiki/Kvantitativ_metode)  
[Funnen 9 Oktober 2022].

Winston, W. L. & Albright, S. C., 2019. *Practical Management Science*. 6th red. Boston: Cengage Learning.

## 10 Appendiks



Figur 15: Prognoser samla

Tabell 23: Mengdekalkyle for motortypar i samsvar med scenario moderat vekst

Årstal	B3X:45		B3X:40		C2X:33		Totalt	
	Motor	Sylinder	Motor	Sylinder	Motor	Sylinder	Motor	Sylinder
2022	36	284	21	348	17	138	74	770
2023	36	323	30	510	18	140	85	972
2024	43	379	36	599	21	165	100	1144
2025	72	823	30	480	18	69	120	1372
2026	81	926	34	540	20	77	135	1544
2027	90	1029	38	600	23	86	150	1715
2028	96	1098	40	640	24	91	160	1830
2029	108	1235	45	720	27	103	180	2059
2030	111	1269	46	741	28	106	185	2116
2031	133	1521	38	543	19	109	190	2173
2032	133	1521	38	543	19	109	190	2173
2033	119	1361	34	486	17	97	170	1944
2034	105	1201	30	429	15	86	150	1715
2035	112	1281	32	457	16	91	160	1830
2036	153	1711	9	156	9	78	170	1944
2037	171	1912	10	174	9	87	190	2173
2038	180	2013	10	183	10	91	200	2287
2039	180	2013	10	183	10	91	200	2287
2040	189	2113	11	192	11	96	210	2402
2041	189	2113	11	192	11	96	210	2402
2042	180	2013	10	183	10	91	200	2287
2043	171	1912	10	174	9	87	190	2173

Tabell 24: Innsparing i '000 kroner. Celler med grått fyll er direkte overført til kontantstrøm

Årstal	Timepris [NOK]	Sylinderdeksel			Rammelager			Ettermarknad sylinderdeksel			Total per år	Akkumulert
		B3X:45	B3X:40	C2X:33	B3X:45	B3X:40	C2X:33	B3X:45	B3X:40	C2X:33		
2022	840	95	73	23	36	35	23	17	13	4	320	320
2023	882	114	112	25	43	54	25	20	20	4	417	738
2024	900	137	135	30	51	65	30	25	24	5	501	1 238
2025	918	302	110	13	113	53	13	54	20	2	680	1 919
2026	936	347	126	14	130	61	14	62	23	3	781	2 699
2027	955	393	143	16	147	69	16	71	26	3	885	3 584
2028	974	428	156	18	160	75	18	77	28	3	963	4 547
2029	993	491	179	20	184	86	20	88	32	4	1 105	5 651
2030	1 013	514	188	21	193	90	21	93	34	4	1 158	6 810
2031	1 033	629	140	22	236	67	22	113	25	4	1 260	8 069
2032	1 054	641	143	23	240	69	23	115	26	4	1 285	9 354
2033	1 075	585	131	21	219	63	21	105	24	4	1 173	10 526
2034	1 097	527	118	19	198	56	19	95	21	3	1 055	11 582
2035	1 119	573	128	20	215	61	20	103	23	4	1 148	12 730
2036	1 141	781	44	18	293	21	18	141	8	3	1 327	14 056
2037	1 164	890	51	20	334	24	20	160	9	4	1 512	15 569
2038	1 187	956	54	22	358	26	22	172	10	4	1 624	17 192
2039	1 211	975	55	22	366	27	22	175	10	4	1 656	18 848
2040	1 235	1 044	59	24	392	28	24	188	11	4	1 774	20 622
2041	1 260	1 065	61	24	399	29	24	192	11	4	1 809	22 431
2042	1 285	1 035	59	24	388	28	24	186	11	4	1 757	24 189
2043	1 311	1 002	57	23	376	27	23	180	10	4	1 703	25 892

Tabell 25: Kontantstrøm i '000 kroner (årstala 2033 - 2040 er gøymd)

Prosjekt kontantstrøm	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2041	2042	2043
År	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	19	20	21
<b>Investering</b>														
Arbeid & tilhørende		-1 665												
Robotcelle	-2 148	-3 222												
<b>Kostnader</b>														
Service				-52			-55			-59				-74
Operasjons- kostnader		-25	-26	-26	-27	-27	-28	-28	-29	-30	-30	-36	-37	-37
<b>Innsparing</b>														
Prosess		250	501	680	781	885	963	1 105	1 158	1 260	1 285	1 809	1 757	1 703
HMS		106	209	427	436	444	453	462	471	481	491	586	598	610
<b>Kontantstrøm</b>	-2 148	-4 556	684	1 029	1 190	1 302	1 333	1 538	1 601	1 652	1 745	2 359	2 319	2 201
<b>Akkumulert kontantstrøm</b>	-2 148	-6 704	-6 020	-4 991	-3 801	-2 499	-1 167	372	1 972	3 625	5 370	22 830	25 149	27 350
<b>Nåverdi</b>	-2 148	-4 142	566	773	812	808	752	789	747	701	673	386	345	297
<b>Akkumulert nåverdi</b>	-2 148	-6 290	-5 724	-4 951	-4 139	-3 330	-2 578	-1 789	-1 042	-341	332	4 487	4 831	5 129



Tabell 26: Forventa verdiar (sannsyn for scenario multiplisert med utrekna verdi)

Forventa netto nåverdi	Scenario for redusert		Scenario for volum:									
			Moderat vekst	Utan vekst	Sterk vekst	Svak vekst	Nedgang	Prognose				
10 %	-kr	38 987,52	-kr	2 714,78	-kr	7 834,67	-kr	37 294,42	-kr	8 633,86	-kr	16 591,78
25 %	kr	10 441,85	-kr	5 218,41	kr	16 952,01	-kr	52 571,96	-kr	19 326,70	-kr	33 583,87
50 %	kr	519 825,92	-kr	797,74	kr	196 883,68	kr	107 987,17	-kr	19 526,66	-kr	15 395,55
60 %	kr	923 156,45	kr	4 826,17	kr	334 048,22	kr	257 463,26	-kr	11 955,95	kr	12 588,66
											<b>Sum:</b>	<b>kr 2 113 739,52</b>

Forventa internrente	Scenario for redusert		Scenario for volum:					Prognose	
			Moderat vekst	Utan vekst	Sterk vekst	Svak vekst	Nedgang		
10 %		0 %		0 %		0 %		0 %	
25 %		1 %		0 %		0 %		0 %	
50 %		2 %		0 %		1 %		0 %	
60 %		3 %		0 %		1 %		2 %	
								<b>Sum:</b>	<b>13 %</b>

Forventa tilbakebetalingstid	Scenario for redusert		Scenario for volum:					Prognose				
			Moderat vekst	Utan vekst	Sterk vekst	Svak vekst	Nedgang					
10 %		0,26		0,02		0,06		0,21		0,05		0,09
25 %		0,54		0,04		0,14		0,50		0,12		0,22
50 %		0,98		0,07		0,21		0,95		0,23		0,42
60 %		1,08		0,08		0,27		1,08		0,27		0,49
											<b>Sum:</b>	<b>8,34</b>

Forventa diskontert tilbakebetalingstid	Scenario for redusert		Scenario for volum:					Prognose				
			Moderat vekst	Utan vekst	Sterk vekst	Svak vekst	Nedgang					
10 %		0,42		0,02		0,11		0,32		0,06		0,13
25 %		1,14		0,06		0,24		0,95		0,19		0,38
50 %		1,4		0,15		0,32		1,68		0,44		0,88
60 %		1,62		0,15		0,36		1,76		0,57		1,03
											<b>Sum:</b>	<b>14,35</b>