

Handelshøyskolen BI - campus Stavanger

BTH 36201

Bacheloroppgave - Økonomi og administrasjon

Bacheloroppgave

Implementering av Black Litterman-modellen i DNB Asset Management

Navn: Stian Stokkevåg, Martin Lapin Larsen

Utlevering: 06.01.2020 09.00

Innlevering: 03.06.2020 12.00

Bacheloroppgave
ved Handelshøyskolen BI

**Implementering av Black Litterman-modellen
i DNB Asset Management**

Eksamenskode og navn:
BTH3620 Økonomi og administrasjon

Utleveringsdato: 07.01.2020
Innleveringsdato: 03.06.2020

Studiested:
BI Stavanger

Denne oppgaven er gjennomført som en del av studiet ved Handelshøyskolen BI. Dette innebærer ikke at Handelshøyskolen BI går god for de metoder som er anvendt, de resultater som er fremkommet eller de konklusjoner som er trukket.

Forord

Etter tre år på studiet økonomi og administrasjon ved Handelshøyskolen BI Stavanger har vi utviklet stor interesse for de finansielle fagene hvor portefølje- og risikostyring har vært av særlig interesse. Av den grunn har det vært utrolig spennende å avslutte bachelorgraden ved å utforske Black Litterman-modellen som forankrer seg i teori vi har fått kjennskap til gjennom studiet.

Oppgaveprosessen har bydd på flere spennende utfordringer og har til tider vært svært krevende. Sluttresultatet er et økt kunnskapsnivå og økt interesse for emnet.

Vi ønsker å utrette en stor takk til DNB Asset Management som gjorde oppgaven mulig ved å levere nødvendig data. I tillegg ønsker vi å takke vår veileder Johnny Olesen for god motivasjon og veiledning gjennom prosessen.

Sammendrag

Denne oppgaven er skrevet i et samarbeid med forvaltningsselskapet DNB Asset Management AS.

Formålet med oppgaven er å undersøke hvorvidt allokeringen utledet av Black Litterman-modellen kan tilføre forvaltningen i DNB Asset Management verdi i form av høyere risikojustert avkastning enn nåværende forvaltningsstrategier. Oppgavens problemstilling er som følger:

«Kan Black Litterman-modellen tilføre forvaltningen i DNB Asset Management verdi i form av høyere risikojustert avkastning?»

Oppgaven har et teoretisk utgangspunkt forankret i moderne porteføljeteori. Gjennom kvantitativ data fra Factset Research Systems levert av DNB Asset Management konstrueres et felles aksjeunivers hvor seks ulike porteføljer beregnes. Porteføljene baseres på Black Litterman-modellen og ulike etablerte forvaltningsstrategier i DNB Asset Management. De ulike porteføljene vil testes mot hverandre i femårsperioden januar 2015 til desember 2019. Gjennom en resultatanalyse vil porteføljenes risikojusterte avkastning sammenlignes.

Resultatanalysen inneholder flere nøkkeltall for å måle porteføljenes risikojusterte avkastning. Gjennom analysen observerer vi signifikant høyere risikojustert avkastning ved allokeringen utledet av Black Litterman-modellen enn de andre forvaltningsstrategiene. Av den grunn bør en implementering av Black Litterman-modellen i aktiv fondsforvaltning være av DNB Asset Managements interesse.

Innholdsfortegnelse

Forord	I
Sammendrag	II
1 Innledning	1
1.1 DNB Asset Management	2
1.2 Problemstilling	2
1.2.1 Formål	3
1.2.2 Avgrensninger	3
2 Teoretisk forankring	4
2.1 Markowitz' moderne porteføljeteori	4
2.1.1 Effisienslinjen	5
2.1.2 Utledning av den optimale porteføljen	6
2.1.3 Begrensninger ved Markowitz' moderne porteføljeteori	7
2.2 Black Litterman-modellen	7
2.2.1 Kapitalmarkedslinjen	8
2.2.2 Short-posisjoner	9
2.2.3 Black Litterman-formelen	10
2.2.4 Begrensninger	10
2.3 Black Litterman-modellen i praksis	11
2.3.1 Hva tror markedet?	11
2.3.2 Hva tror investoren?	16
2.4 Resultatanalyse	20
2.4.1 Sharpe-ratio	21
2.4.2 Treynor-ratio	22
2.4.3 M2	22
2.4.4 Jensens alfa	22
2.4.5 Tracking Error	23
2.4.6 Information Ratio	23
3 Metode	24
3.1 Undersøkellesdesign	25
3.2 Datagrunnlag	26
3.2.1 Univers	26
3.2.2 Variabler	26
3.2.3 Tidshorisont	28
3.3 Konstruksjon av porteføljene	29

3.3.1 Black Litterman-porteføljene	29
3.3.2 Referanseporteføljene	31
3.4.3 Validitet, reliabilitet og generaliserbarhet	33
4 Resultatanalyse	35
4.1 Empiriske funn.....	35
4.2 Analyse av funn	36
4.2.1 Avkastning.....	36
4.2.2 Risiko	38
4.2.3 Risikojustert avkastning	40
5 Konklusjon	42
6 Videre forskning	43
Referanseliste	45

Oversikt over tabeller, figurer og vedlegg	
Figuroversikt:	Sidenummer:
Figur 1: Markowitz' effisienslinje	s. 5
Figur 2: Kapitalmarkedslinjen	s. 8
Figur 3: Gripsruds (2016) faser for metodisk tilnærming	s. 24
Figur 4: Testporteføljenes totale avkastning	s. 37
Figur 5: Testporteføljenes annualiserte avkastning	s. 37
Tabelloversikt:	
Tabell 1: Endring i allokering ved synspunkter	
Tabell 2: Varians- kovariansmatrise	s. 11
Tabell 3: Markedsallokering	s. 14
Tabell 4: Markedets forventede avkastning	s. 15
Tabell 5: Synspunkters påvirkning på portefølje	s. 16
Tabell 6: The Black Litterman Tracking Matrix	s. 17
Tabell 7: Synspunkters avvik	s. 18
Tabell 8: Allokering justert for synspunkter	s. 18
Tabell 9: Allokering justert for usikkerhet	s. 19
Tabell 10: Oversikt over aksjeunivers	s. 19
Tabell 11: Oversikt over referanseporteføljer	s. 26
Tabell 12: Oversikt over Black Litterman-porteføljer	s. 29
Tabell 13: Kategorisering av positive synspunkter	s. 29
Tabell 14: Kategorisering av negative synspunkter	s. 30
Tabell 15: Presentasjon av nøkkeltall	s. 30
Vedleggsoversikt:	
Vedlegg 1: Datagrunnlag, beregning av porteføljer jan. 2015 og nøkkeltall	Excel-vedlegg

1 Innledning

Kapitalforvaltning er en sentral del av den norske finansnæringen. Nordmenn sparer i fond og pensjonsordninger, bedrifter investerer og sikrer seg forrentning på kapital, og Statens Pensjonsfond Utland har nærmest blitt et symbol på norsk økonomi. I 2019 hadde nordmenn 1 189 milliarder kroner investert i norske verdipapirfond (Verdipapirfondenes forening, 2020a). Dette er en økning på 356% siden finanskrisen i 2007/08 (Verdipapirfondenes forening, 2020b). Samme år nådde Statens Pensjonsfond Utland 10 000 milliarder kroner i forvaltningskapital (Norges Bank Investment Management, 2019).

Per 31.12.2019 fantes det over 1 000 norske verdipapirfond (Verdipapirfondenes forening, 2020c). Gjennom ulike forvaltningsstrategier og fondstyper som aktivt og passivt forvaltede aksjefond, obligasjonsfond, faktorfond, kombinasjonsfond og alternative investeringsfond sikter forvalterne på å oppnå høy avkastning uten å overskride fondets og investorenes risikotoleranse.

Stort sett alle kapitalforvaltere står overfor problemet om hvordan kapitalen skal allokere i porteføljer og mellom aktivaklasser for å balansere avkastning og risiko (Meucci, 2009). De fleste investorer har risikoaversjon (Bøhren, 2017, s. 51). Det vil si at de ser økt avkastning som et gode, og økt risiko som et onde. En optimal allokering vil derfor gi maksimal avkastning gitt en bestemt risiko, eller minimal risiko gitt en bestemt avkastning.

Forholdet mellom avkastning og risiko har ført til utviklingen av flere teorier og matematiske modeller som tar sikte på å løse allokeringsproblemet på best mulig måte. En av de tidligste teoretiske utviklingene av disse er Markowitz' (1952) artikkel *Portfolio Selection*. Her ble grunnlaget for moderne porteføljeteori lagt. I artikkelen drøfter Markowitz hvordan en risikoavers investor kan oppnå høyest mulig avkastning ved lavest mulig risiko.

Markowitz' idéer har hatt stor innvirkning på moderne porteføljeteori og brukes fortsatt i dag. I praktisk porteføljeforvaltning har derimot bruken av Markowitz-modellen ikke vært like populær. Flere investorer og porteføljeforvaltere finner modellen vanskelig å ta i bruk og lite intuitiv (Drobtz, 2001, s. 59). Modellen er

blant annet svært sensitiv for endringer i input og genererer ofte ekstreme verdier (Benninga, 2014, s.305).

Markowitz-modellens praktiske problemer motiverte Fisher Black og Robert Litterman (1992) til å utvikle en ny modell. Black Litterman-modellen tar utgangspunkt i Markowitz-modellen, men tar sikte på å håndtere de praktiske problemene ved å anta at markedsporteføljen er optimal og utleder korrekt forventet avkastning under denne antagelsen. Porteføljens forventede avkastning kan derfra justeres for investorens egne synspunkter om markedets fremtidige avkastning for å utlede investorens optimale portefølje.

Black Litterman-modellen har siden utviklingen på 90-tallet fått et godt fotfeste i global porteføljeforvaltning. I den amerikanske investeringsbanken Goldman Sachs beskrives modellen som et nøkkelverktøy for forvaltningen (Litterman, 2003). Likevel viser en samtale med et av Nordens største forvaltningsselskaper, DNB Asset Management, at modellen ikke brukes i selskapets forvaltning.

1.1 DNB Asset Management

Denne oppgaven er skrevet i et samarbeid med DNB Asset Management AS. DNB Asset Management forvalter rundt 650 milliarder kroner for både privatpersoner og institusjoner (DNB, 2020a). Per 31.12.2019 forvaltet selskapet 173 ulike verdipapirfond (Verdipapirfondenes forening, 2020c).

Et av selskapets hovedmål for forvaltningen er å oppnå høyere verdijustert avkastning enn konkurrentene over rullerende tre- og femårsperioder (DNB, 2020b). Målsetningen skal oppnås ved å treffe gode investeringsbeslutninger og en risikostyring i henhold til fondenes risikotoleranse. Forholdet mellom avkastning og risiko er derfor en sentral del av forvaltningen og en viktig faktor ved valg av forvaltningsstrategier.

1.2 Problemstilling

«Kan Black Litterman-modellen tilføre forvaltningen i DNB Asset Management verdi i form av høyere risikojustert avkastning?»

Ved å konstruere totalt seks forskjellige porteføljer vil vi i femårsperioden januar 2015 til desember 2019 teste Black Litterman-modellen mot etablerte forvaltningsstrategier i DNB Asset Management. Resultatene vil bli analysert med hensyn til avveiningen mellom avkastning og risiko.

1.2.1 Formål

Formålet med denne oppgaven er å undersøke hvorvidt en implementering av Black Litterman-modellen i DNB Asset Managements forvaltning kan tilføre verdi i form av høyere risikojustert avkastning enn nåværende forvaltningsstrategier.

Ifølge DNB Asset Management er kjennskapen til Black Litterman-modellen lav i selskapet. Per 31.12.2019 er ingen fond i DNB Asset Management basert på modellen. Ved å teste Black Litterman-modellen mot allerede etablerte forvaltningsstrategier i DNB Asset Management vil det gi mulighet til å undersøke hvilke resultater modellen kan gi ved praktisk bruk.

1.2.2 Avgrensninger

DNB Asset Management forvalter både aktive og passive aksjefond, obligasjonsfond, kombinasjonsfond og alternative investeringsfond (DNB Asset Management, 2020). Analysen i oppgaven er avgrenset til å gjelde aksjefond og alternative investeringsfond. I tillegg er all bruk av derivater ekskludert slik at det bare inngår aksjer i testporteføljene. Avgrensningen er gjort med hensyn til oppgavens kompleksitet ved å inkludere flere typer verdipapir. En svakhet ved dette er at oppgavens resultat ikke nødvendigvis vil være gjeldende ved for eksempel obligasjonsfond.

Det er også verdt å merke seg at resultatet av oppgaven sannsynligvis ville blitt annerledes ved en lengre eller endret testperiode. DNB Asset Management opererer med en målsetning basert på rullerende tre- og femårsperioder (DNB, 2020b). Testperioden er derfor avgrenset til fem år. Andre avgrensninger i oppgaven vil kommenteres når de oppstår.

2 Teoretisk forankring

I dette kapittelet vil vi redegjøre for det teoretiske grunnlaget bak Black Litterman-modellen som danner rammeverket for oppgaven. Fordi Black Litterman-modellen er utviklet som en forbedring av Markowitz' arbeid har vi også valgt å redegjøre for Markowitz' moderne porteføljeteori. Likevel er oppgavens formål å teste en implementering av Black Litterman-modellen i DNB Asset Management. Redegjørelsen for Markowitz' moderne porteføljeteori vil derfor være noe mindre omfattende. Vi vil også introdusere den teoretiske tilnærmingen til resultatanalysen av testporteføljene.

2.1 Markowitz' moderne porteføljeteori

Som oftest må en forvalter beslutte hvorvidt forvaltningen skal følge en *aktiv* eller *passiv* fremgangsmåte (Prigent, 2007, s. 66). Ved *passiv* porteføljeforvaltning finnes antagelsen om at markedet er perfekt; ingen allokeringsstrategi kan regelmessig prestere bedre enn markedsallokeringen. Ved en *aktiv* porteføljeforvaltning vil antagelsen være at markedet er imperfekt, og at det derfor finnes en bedre allokering enn markedet.

Markowitz (1952) drøfter hvordan en slik optimal allokering kan konstrueres hensyntatt investorens holdning til avkastning og risiko. Hans grunnleggende lærdom baseres på at investoren ikke kan studere porteføljens avkastning alene; den må sees i sammenheng med porteføljens risiko.

Markowitz argumenterte for at verdien av en aksje er nåverdien av all fremtidig forventet avkastning, $E(r)$. Han foreslo videre at risikoen ved å oppnå avkastning måles ved porteføljens standardavvik, σ . I kontrast til tidligere porteføljeteori argumenterte også Markowitz for å diversifisere porteføljen gjennom å hensynta aksjenes kovarians, $Cov(r_i, r_j)$. På denne måten kan en investor oppnå høyere forventet avkastning med tilsvarende risiko som andre modeller hvor korrelasjonen mellom aksjene ikke er tatt hensyn til.

Videre beskriver Markowitz (1952) hvordan en investor som har risikoaversjon kan konstruere en optimal portefølje ved å *maksimere* avkastning for en gitt risiko, eller

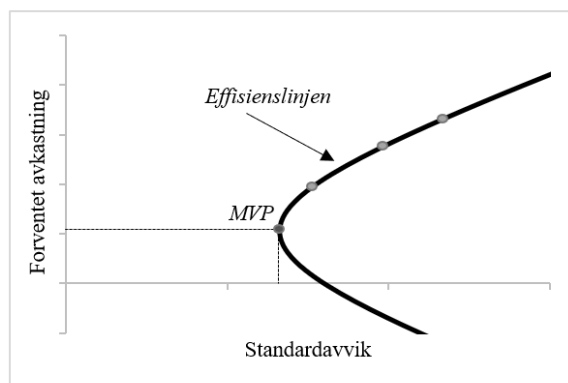
minimere risiko for en gitt avkastning. Denne porteføljen ligger på *effisienslinjen* (Bøhren, 2017, s. 99).

2.1.1 Effisienslinjen

Når en investor står overfor alle mulige investeringer i markedet kan en portefølje konstrueres på tilnærmet uendelig mange måter med ulik allokering. For en investor med risikoaversjon er det bare noen få av disse sammensetningene som er aktuelle å investere i (Bøhren, 2017, s. 99). Disse sammensetningene er investorens effisiente porteføljer. En effisient portefølje kan inneholde hele markedet. Det er kun allokeringen som avgjør om porteføljen er effisient eller ikke.

Markowitz (1952) beskriver en portefølje som effisient hvis den gir maksimal avkastning gitt en bestemt risiko, eller at den minimerer risikoen gitt en bestemt avkastning. Totalt utgjør alle de effisiente porteføljene *effisienslinjen* (Bøhren, 2017, s. 99). Graden av investorens risikoaversjon vil avgjøre hvilken portefølje investoren velger langs linjen.

Figur 1 viser ulike kombinasjoner av porteføljesammensetninger basert på forventet avkastning og standardavvik. Porteføljen med lavest mulig standardavvik er i *figur 1* markert som *MVP* (*Mean-Variance Portfolio*). Porteføljene med lavere forventet avkastning enn *MVP*-porteføljen vil domineres av porteføljene med høyere forventet avkastning enn *MVP*-porteføljen. Dette er fordi det alltid vil finnes porteføljer med lik risiko, men høyere forventet avkastning (Markowitz, 1952). En investor med risikoaversjon vil derfor konsekvent velge en portefølje med høyere forventet avkastning enn porteføljen i punktet *MVP*. Disse porteføljene ligger på Markowitz' *effisienslinje*.



Figur 1: Punktene viser de optimale porteføljene på effisienslinjen. Som illustrert i Bøhren (2017, s. 98)

2.1.2 Utledning av den optimale porteføljen

Markowitz-modellen er en metode for å beregne porteføljer på *effisienslinjen*. Fordi en investor med risikoaversjon bare bryr seg om avkastning og risiko introduserte Markowitz følgende optimeringsproblem for beregning av porteføljer på *effisienslinjen* (Idzorek, 2007):

$$\begin{array}{ll} \text{Minimere: } w^T \Sigma w & \text{(Ligning 1)} \\ w^T \bar{r} = \bar{r} & \end{array} \quad \begin{array}{ll} \text{Maksimere: } w^T \bar{r} & \text{(Ligning 2)} \\ w^T \Sigma w = \sigma^2 & \end{array}$$

Hvor:

w^T = Porteføljens allokering

Σ = Varians- kovariansmatrise

σ^2 = Porteføljens varians

\bar{r} = Porteføljens forventet avkastning

Likning 1 minimerer variansen til porteføljen for en gitt forventet avkastning, mens *likning 2* maksimerer forventet avkastning mot en gitt risiko.

Vi løser deretter *likning 1* og *2* med Lagrange-metoden for å beregne optimal allokering. Dette gir likningen:

$$w = (\delta \Sigma)^{-1} \mu$$

Hvor:

$\delta = \frac{E(r) - rf}{\sigma^2}$ = Parameter for risikoaversjon

μ = Parameter for forventet avkastning

For *likning 1* vil det bare være en unik løsning. For *likning 2* vil det derimot være flere løsninger avhengig av hvilken grad risikoaversjon investoren har.

2.1.3 Begrensninger ved Markowitz' moderne porteføljeteori

Det kan virke som Markowitz-modellen gir investoren mulighet til å konstruere en optimal portefølje ved å følge et enkelt sett med regler. I praksis er ikke dette tilfellet. Modellen utleder forventet avkastning gjennom bruk av historisk avkastning. Historisk avkastning er ingen garanti for hva fremtiden bringer, og kan derfor gi dårlige indikasjoner på porteføljens forventede avkastning (Benninga, 2014, s.305). Feil og dårlige estimater i input kan gi store utslag i modellen som fører til ekstremverdier i allokeringen. Store long- og shortposisjoner kan være vanskelig å implementere i praksis. Best og Grauer (1991) beskriver hvordan en liten økning i en av aksjenes forventede avkastning kan endre porteføljens samlede forventede avkastning og dermed endre allokeringen i stor grad.

2.2 Black Litterman-modellen

For å håndtere de praktiske problemene ved Markowitz-modellen publiserte Black og Litterman (1992) en ny tilnærming for optimal allokering. I likhet med Markowitz (1952) baserte Black og Litterman (1992) optimeringsproblemet på idéen om å maksimere investorens avveining mellom avkastning og risiko. Dermed er det også her et kriterium at den optimale porteføljen ligger på *effisienslinjen*.

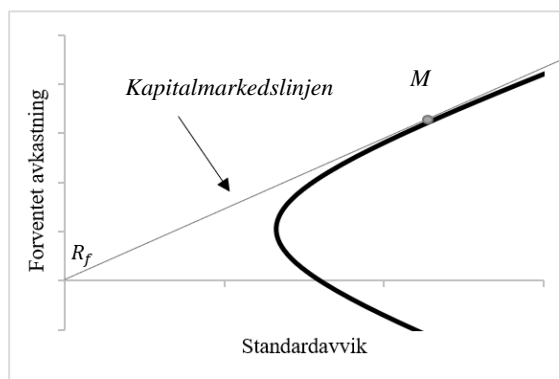
Istedenfor antagelsen om at markedet er imperfekt baseres Black Litterman-modellen på en antagelse om at markedet er perfekt så fremt ingen tilleggsinformasjon er tilgjengelig. Dermed kan ingen allokeringsstrategi regelmessig prestere bedre enn markedet. Istedenfor å beregne forventet avkastning fra historisk avkastning vil man i Black Litterman-modellen utlede den direkte fra markedsporteføljen.

I et perfekt marked vil all tilgjengelig informasjon være reflektert i markedets priser og en investor vil derfor være tjent på å investere i markedsporteføljen (Bøhren, 2017, s. 127). Selv om utgangspunktet for Black Litterman-modellen er antagelsen om et perfekt marked, antar Black og Litterman (1992) videre at det alltid vil finnes tilleggsinformasjon slik at markedet i sin helhet ikke er perfekt likevel. På grunn av den private tilleggsinformasjonen investoren sitter på vil markedet noen ganger prises feil og en investor vil da generere egne synspunkter som avviker fra markedet

Black Litterman-modellen gir dermed investoren mulighet til å si seg uenig ved å kombinere egne synspunkter med den forventede avkastningen utledet fra markedet. Ved å implementere egne synspunkter vil allokeringen skifte fra markedsporteføljen til investorens synspunkter. Størrelsen på skiftet avgjøres av investorens sikkerhet og aksjenes kovarians (Black & Litterman, 1992). Hvis investoren ikke har egne synspunkter vil hans/hennes optimale portefølje være markedet.

2.2.1 Kapitalmarkedslinjen

The Two-Fund Separation Theorem beskriver hvordan alle investorer, uavhengig av holdning til avkastning og risiko, vil kombinere en risikofri investering med risikoporteføljen (CFA Institute, 2018, s. 292). Inkluderer man en risikofri investering for kombinasjon med investorens portefølje i *figur 1* vil det oppstå en ny rett linje fra y-aksen benevnt som *kapitalmarkedslinjen*. Der linjen tangerer Markowitz' effisienslinje finner man markedets likevekt *M* (Bøhren, 2017).



Figur 2: Kapitalmarkedslinjen. Som illustrert i Bøhren (2017, s. 101)

En risikoavers investors optimale portefølje er en kombinasjon av den risikofrie investeringen og porteføljen *M* (CFA Institute, 2018). Ifølge *The Two-Fund Separation Theorem* gjelder dette alle investorer med risikoaversjon. Av den grunn er den optimale diversifiseringen den samme for alle investorer. Det er bare allokeringen mellom porteføljen *M* og den risikofrie investeringen som skiller de ulike investorene.

Dersom markedet skal være i likevekt ved at alle investorer velger samme portefølje *M* må følgende forutsetninger være oppfylt (Bøhren, 2017, s. 107):

- *Porteføljen M må inkludere alle selskapene i markedet. Derav er M markedsporteføljen.*

- *Allokeringen i porteføljen M må være lik forholdet mellom selskapets markedsverdi og hele markedets verdi. Porteføljen M er derfor en verdiveid markedsportefølje.*

Antagelsen om at enhver risikoavers investor vil velge å diversifisere seg gjennom markedsporteføljen er utgangspunktet for Black Litterman-modellen.

Kapitalverdimodellen er en videreutvikling av Markowitz' moderne porteføljeteori og beskriver hvordan forventet avkastning kan utledes under antagelsen om markedets likevekt (Fabozzi, 2004, s. 208). I Black og Littermans (1992) utredning for modellen er det nettopp *kapitalverdimodellen* som brukes for å utlede markedets forventede avkastning. På grunn av flere begrensninger ved *kapitalverdimodellen* finnes det ulike måter å tilnærme seg markedets forventede avkastning (Benninga, 2014). I oppgaven vil Benningas (2014) metode benyttes. Av den grunn vil vi ikke gå nærmere inn på *kapitalverdimodellen*.

2.2.2 Short-posisjoner

Når en investor selger en aksje han ikke eier har investoren en short-posisjon (Fabozzi, 2004, s. 9). Investoren kan låne aksjer ved å betale en avgift til långiveren for så å selge aksjene på markedet. Salgsbeløpet kan videre investeres i andre aksjer. For å lukke short-posisjonen kjøper investoren aksjene tilbake til en forhåpentligvis lavere pris og långiveren får aksjene tilbake. I denne oppgaven ser vi bort i fra alle kostnader ved å låne aksjer.

Markowitz' moderne porteføljeteori åpner ikke for å optimere porteføljen gjennom short-posisjoner (Markowitz, 1952). Ved antagelsen om et perfekt marked vil heller ikke short-posisjoner kunne forbedre den allerede optimale markedsallokeringen. Når en investor derimot implementerer egne synspunkter i Black Litterman-modellen åpner dette muligheten for short-posisjoner. Short-posisjonene kan gi investoren mulighet til å forbedre sin optimale portefølje betraktelig ved at allokeringen i porteføljen øker som igjen åpner for flere diversifiseringsmuligheter gjennom aksjenes korrelasjon (Fabozzi, 2004, s. 206). Meucci (2009, s. 334) beskriver hvordan en portefølje med short-posisjoner teoretisk kan oppnå null standardavvik.

2.2.3 Black Litterman-formelen

I 1999 presenterte He og Litterman (1999) likningen for Black Litterman-modellen:

$$E(r) = [(\tau\Sigma)^{-1} + P'\Omega^{-1}P]^{-1}[(\tau\Sigma)^{-1}\Pi + P'\Omega^{-1}Q]$$

Hvor:

$E(r)$ = Porteføljens forventede avkastning (Marked og investors syn kombinert)

τ = Skalar for varians- kovariansmatrisen

Σ = Varians- kovariansmatrise for historisk meravkastning

P = $k \times n$ matrise som kobler synspunkt sammen med markedsallokeringen

Ω = Varians- kovariansmatrise som representerer usikkerhet i synspunkter

Π = n -vektor for markedets forventede avkastning

Q = k -vektor for investorens synspunkter

K = Antall synspunkter

N = Antall aksjer

Den originale likningen bærer preg av flere ubesvarte spørsmål. Vektoren for usikkerhet ved investorens synspunkter Ω og skalaren τ er abstrakte og vanskelige å spesifisere (Idzorek, 2007, s.32). Skalaren τ beskrives som en omvendt proporsjonal vektning til markedsallokeringen, men veiledningen for å sette skalarens faktiske verdi er knapp. Det samme gjelder vektoren for usikkerhet i investorens synspunkter Ω .

Mangelen på en universell løsning på likningen har ført til flere ulike matematiske tilnærminger. I oppgaven har vi valgt Benningas (2014) metode for beregning som simplifiserer utregningen av He og Littermans (1999) likning betraktelig. En mer detaljert beskrivelse av beregningen av Black Litterman-modellen vil derfor gis ved Benningas (2014) metode i delkapittel 2.3.

2.2.4 Begrensninger

Selv om Black Litterman-modellen er utviklet for å løse de praktiske problemene ved Markowitz-modellen er det også her flere begrensninger. Modellen baserer seg på en varians- kovariansmatrise utledet av historisk avkastning. Negativ avkastning de foregående årene vil ikke nødvendigvis bety negativ avkastning i fremtiden.

Det er også vanskelig å vite nøyaktig hvordan en aksje skal bevege seg. Når man legger inn synspunkt i modellen må man legge inn ett nøyaktig tall for hvor mye aksjene skal bevege seg den neste måneden. Usikkerheten til disse synspunktene er også vanskelig å avgjøre.

Vi opplever også Black Litterman-modellen som sensitiv overfor endringer. I eksempelet i *tabell 1* ser man at *Amazon Com Inc* har en markedsvekt på 20.24%. Ved å legge inn en mening om at aksjen skal gå 0.50% ekstra endres allokeringen til -1.83%. Ved usikkerhetsfaktoren på 80% endres allokeringen til 2.74%. De store endringene i allokeringen kan forklares gjennom kovariansen mellom de mange aksjene i universet. Legger man inn en short-restriksjon og begrenser mulighetene for diversifisering stiger allokeringen til 10.63%.

	Markedsallokering	Synspunkt	Allokering justert for synspunkter	Allokering justert for usikkerhet	Allokering med short-restriksjoner
Advance Auto Parts Inc	0.25%	0.00%	0.46%	0.42%	0.00%
Amazon Com Inc	20.24%	0.50%	-1.83%	2.74%	10.63%
Autoliv Inc	0.31%	0.00%	-9.77%	-7.68%	0.00%
Autozone Inc	0.44%	0.25%	11.22%	8.99%	2.98%
Best Buy Inc	0.51%	0.00%	-3.35%	-2.55%	0.00%
⋮					
⋮					

Tabell 1: Synspunktene påvirkning på allokering

2.3 Black Litterman-modellen i praksis

Gjennom oppgaven vil vi ta i bruk Simon Benningas (2014) rammeverk for å beregne og modellere Black Litterman-porteføljen i Excel. Samtlige formler og utledninger gjennomgått er hentet fra Benninga (2014). Det vil konsekvent brukes eksempler utledet fra oppgavens datagrunnlag (se *delkapittel 3.2*) for å komplimentere forklaringen av Benningas (2014) metode.

Benninga (2014) deler beregningen av Black Litterman-modellen inn i to steg:

- *Steg 1*: Hva tror markedet?
- *Steg 2*: Hva tror investoren?

2.3.1 Hva tror markedet?

Steg 1 innebærer at investoren forutsetter at markedet er allokert optimalt og forventet avkastning utledes under denne antagelsen.

Benninga (2014) argumenterer for at en optimal porteføljeallokering på effisienslinjen må løse følgende likning hvor vektorene er matriser:

$$x = \frac{S^{-1}\{E(r) - R_f\}}{\text{Sum}[S^{-1}\{E(r) - R_f\}]}$$

Hvor:

x = Optimal porteføljeallokering

S = Varians- kovariansmatrise

$E(r)$ = Forventet avkastning på portefølje

R_f = Risikofri rente

$\text{Sum}[S^{-1}\{E(r) - R_f\}]$ = Normaliseringsfaktor = a

På grunn av antagelsen om at markedet er allokert optimalt vil x være en gitt vektor lik markedsallokeringen. Ved å beregne varians- kovariansmatrisen og risikofri rente vil man kunne løse likningen for $E(r)$ og dermed løse *steg 1*.

Varians- kovariansmatrisen

For å kalkulere porteføljens forventede avkastning er det nødvendig å beregne varians- kovariansmatrisen S . I denne oppgaven vil en utvalgs- varians- kovariansmatrise benyttes. Matrisen beregnes direkte fra aksjenes historiske avkastning (Benninga, 2014).

For videre forklaring antas det et datagrunnlag med avkastningshistorikk for N aksjer over M perioder hvor avkastningen til aksjen i i perioden t noteres som r_{it} . Gjennomsnittlig avkastning for aksjen i kan derfor skrives som:

$$\bar{r}_i = \frac{1}{M} \sum_{t=1}^M r_{it}, i = 1, \dots, N$$

Videre kan vi utlede kovariansen mellom aksjen i og aksjen j :

$$\sigma_{ij} = \text{Cov}(i, j) = \frac{1}{M-1} \sum_{t=1}^M (r_{it} - \bar{r}_i) \times (r_{jt} - \bar{r}_j), i, j = 1, \dots, N$$

Matrisene av kovariansen mellom aksjene i porteføljen er varians-kovariansmatrisen. Matrisen inneholder variansen når $i = j$. Ved en portefølje på flere aksjer vil dette være en tidkrevende og ineffektiv metode for beregning (Benninga, 2014). Dette kan løses ved å beregne en matrise for meravkastning ($r_i - \bar{r}_i$) hvor gjennomsnittlig avkastning for hver enkelt aksje blir fratrukket hver enkelt aksjes avkastning:

$$A = \text{matrise av meravkastning} = \begin{bmatrix} r_{11} - \bar{r}_1 & \cdots & r_{N1} - \bar{r}_N \\ r_{12} - \bar{r}_1 & \cdots & r_{N1} - \bar{r}_N \\ \vdots & & \vdots \\ r_{1M} - \bar{r}_1 & & r_{NM} - \bar{r}_N \end{bmatrix}$$

A transponert kan skrives som:

$$A^T = \begin{bmatrix} r_{11} - \bar{r}_1 & r_{12} - \bar{r}_1 & \cdots & \cdots & r_{1M} - \bar{r}_1 \\ \vdots & \vdots & & & \vdots \\ r_{N1} - \bar{r}_N & r_{N2} - \bar{r}_N & \cdots & \cdots & r_{NM} - \bar{r}_N \end{bmatrix}$$

Videre kan varians- kovariansmatrisen utledes fra likningen:

$$S = [\sigma_{ij}] = \frac{A^T \times A}{M - 1}$$

Som gir matrisen:

$$S = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \cdots & \sigma_{1N} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} & \cdots & \sigma_{2N} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_{33} & \cdots & \sigma_{3N} \\ \vdots & & & & \\ \sigma_{N1} & \sigma_{N2} & \sigma_{N3} & \cdots & \sigma_{NN} \end{bmatrix}$$

Tabell 2 er et talleksempel på en varians- kovariansmatrise bestående av seks ulike aksjer. Matrisen er beregnet av et datagrunnlag bestående av 180 måneders historisk avkastning i perioden 2005-2020. Cellene markert i grått er den enkelte aksjes varians. De resterende cellene er kovariansen mellom de ulike aksjene.

	Advance AutoParts Inc	Amazon Com Inc	Autoliv Inc	Autozone Inc	Best Buy Inc	Booking Hldgs Inc
Advance Auto Parts Inc	0.006182	0.001497	0.002120	0.002440	0.002913	0.001880
Amazon Com Inc	0.001497	0.010545	0.003058	0.001336	0.004367	0.003368
Autoliv Inc	0.002120	0.003058	0.008782	0.001254	0.004295	0.003496
Autozone Inc	0.002440	0.001336	0.001254	0.003390	0.001932	0.000496
Best Buy Inc	0.002913	0.004367	0.004295	0.001932	0.012595	0.003043
Booking Hldgs Inc	0.001880	0.003368	0.003496	0.000496	0.003043	0.011004

Tabell 2: Eksempel på varians- kovariansmatrise

Normaliseringsfaktoren

Fra tidligere har vi Benningas (2014) likning for optimal porteføljeallokering:

$$x = \frac{S^{-1}\{E(r) - R_f\}}{\text{Sum}[S^{-1}\{E(r) - R_f\}]}$$

Ved å løse likningen for optimal allokering med hensyn på $E(r)$ kan den skrives som:

$$E(r) = R_f + aSx = R_f + aR_e = R_f + a \begin{bmatrix} R_{e,1} \\ R_{e,2} \\ \vdots \\ R_{e,N} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_f + aR_{e,1} \\ R_f + aR_{e,2} \\ \vdots \\ R_f + aR_{e,N} \end{bmatrix}$$

Hvor:

$$\text{Sum}[S^{-1}\{E(r) - R_f\}] = a = \text{normaliseringsfaktor}$$

Varians- kovariansmatrisen S og allokeringen x utgjør sammen den *relative avkastningens attraktivitet* R_e på tvers av de ulike aksjene.

Normaliseringsfaktoren er en vilkårlig vektor, som betyr at løsningen for vektoren ikke er unik. Dette kan utledes fra formelen:

$$\frac{S^{-1}\{E(r) - R_f\}}{\text{Sum}[teller]} = \frac{S^{-1}aSx}{\text{Sum}[teller]} = \frac{aS^{-1}Sx}{\text{Sum}[teller]} = \frac{ax}{\text{Sum}[ax]} = x$$

For å beregne $E(r)$ er vi derfor nødt til å beregne vektoren a gjennom avkastningen på en enkelt aksje, x^T :

$$E(r_x) = x^T E(r) = x^T (aSx + R_f) = ax^T Sx + R_f$$

Som gir:

$$a = \frac{E(r_x) - R_f}{x^T Sx}$$

Forventet avkastning

Når både markedsallokeringen, varians- kovariansmatrisen og normaliseringsfaktoren er kjent kan investoren regne ut forventet avkastning gjennom likningen:

$$E(r) = R_f + aSx$$

Anta de samme seks aksjene fra *tabell 2* hvor varians- kovariansmatrisen er illustrert. I *tabell 3* følger markedsallokeringen av de seks aksjene. Denne allokeringen er optimal under antagelsen til Black og Litterman (1992). Matrisen x er derfor kjent.

	Advance Auto Parts Inc	Amazon Com Inc	Autoliv Inc	Autzone Inc	BestBuy Inc	Booking Holdings Inc
Markedsverdi per 31.12.2019	11088	920224	7361	28180	22828	85060
Markedsandel per 31.12.2019	1.03%	85.62%	0.68%	2.62%	2.12%	7.91%

Tabell 3: Markedsallokering

Normaliseringsfaktoren beregnes ved hjelp av likningen:

$$a = \frac{E(r_x) - R_f}{x^T Sx}$$

Hvor $E(r_x)$ i denne oppgaven vil være aksjenes vektete gjennomsnittlige månedlige avkastning. I dette eksempelet utgjør vektet gjennomsnittlig månedlig avkastning 0.88%. Risikofri rente er satt til den amerikanske statsobligasjonen *US Treasury Bill 3 Month* per 31.12.2019 som utgjør $\frac{1.55\%}{12} = 0.13\%$.

Normaliseringsfaktoren blir i dette eksempelet 0.9. Fra dette kan $E(r)$ regnes ut:

Forventet avkastning	Advance Auto Parts Inc	Amazon Com Inc	Autoliv Inc	Autzone Inc	Best Buy Inc	Boeing Hlghs Inc
	0.27%	0.96%	0.40%	0.25%	0.51%	0.47%

Tabell 4: Markedets forventede avkastning

Steg 1 er dermed fullført og investoren har utledet aksjenes forventede avkastning basert på antagelsen om at markedet er allokert optimalt.

2.3.2 Hva tror investoren?

I *steg 2* kan investoren se seg uenig i markedets forventede avkastning ved å kombinere egne synspunkter med markedet (Benninga, 2014).

Ifølge Idzorek (2007, s. 22) finnes det to måter å implementere synspunkter på. En investor kan enten legge inn hvor høy avkastning en aksje vil ha, eller legge inn hvor høy avkastning aksjen vil ha relativt til en annen aksje. I denne oppgaven vil vi kun bruke førstnevnte på grunn av porteføljens størrelse.

På grunn av korrelasjonen mellom de ulike aksjenes avkastning vil en endring i forventet avkastning på én aksje påvirke alle de andre aksjenes forventede avkastning. Et viktig punkt i *steg 2* er derfor å justere alle enkeltaksjers forventede avkastning for investorens synspunkter på de ulike enkeltaksjene (Benninga, 2014).

Justering av forventet avkastning

I *tabell 5* er en uenighet med markedets forventede avkastning og dens påvirkning på porteføljen illustrert. Investoren mener i dette eksempelet at den forventede avkastningen på *Advance Auto Parts Inc* er 0.50% høyere enn hva markedet tror. Fordi kovariansen mellom de andre aksjene er positiv i ulik grad vil også dette synspunktet påvirke de andre aksjenes forventede avkastning. Ved en negativ kovarians ville synspunktet påvirket aksjenes forventede avkastning negativt.

	Forventet avkastning	Investors synspunkt med kovarianseffekt	Justert forventet avkastning	Kovarians (Advance Auto Parts Inc, andre)
Advance Auto Parts Inc	0.27%	$+ 0.50\% \times \frac{0.00618}{0.00618}$	0.77%	0.00618
Amazon Com Inc	0.96%	$+ 0.50\% \times \frac{0.00150}{0.00618}$	1.08%	0.00150
Autoliv Inc	0.40%	$+ 0.50\% \times \frac{0.00212}{0.00618}$	0.57%	0.00212
Autozone Inc	0.25%	$+ 0.50\% \times \frac{0.00244}{0.00618}$	0.45%	0.00244
Best Buy Inc	0.51%	$+ 0.50\% \times \frac{0.00291}{0.00618}$	0.75%	0.00291
Booking Hldgs Inc	0.47%	$+ 0.50\% \times \frac{0.00188}{0.00618}$	0.62%	0.00188

Tabell 5: Avvikende synspunkters påvirkning på porteføljen

Av tabellen kan vi utlede formelen:

$$r_{i,justert} = r_{i,marked} + \frac{Cov(r_i, r_j)}{Var(r_i)} \delta_i$$

Hvor:

$\delta_i =$ investors avvik fra markedets forventede avkastning

The Black-Litterman Tracking Matrix

Når investoren har avvikende synspunkter på flere aksjers forventede avkastning vil effekten på de andre aksjene se ut som en multivariat regresjon (Benninga, 2014):

$$\begin{aligned}
 r_{i,justert} &= r_{i,marked} + \frac{Cov(r_i, r_i)}{Var(r_i)} \delta_i + \frac{Cov(r_i, r_j)}{Var(r_j)} \delta_j + \frac{Cov(r_i, r_h)}{Var(r_h)} \delta_h + \dots \\
 r_{j,justert} &= r_{j,marked} + \frac{Cov(r_j, r_i)}{Var(r_i)} \delta_i + \frac{Cov(r_j, r_j)}{Var(r_j)} \delta_j + \frac{Cov(r_j, r_h)}{Var(r_h)} \delta_h + \dots \\
 &\vdots \\
 r_{h,justert} &= r_{h,marked} + \frac{Cov(r_h, r_i)}{Var(r_i)} \delta_i + \frac{Cov(r_h, r_j)}{Var(r_j)} \delta_j + \frac{Cov(r_h, r_h)}{Var(r_h)} \delta_h + \dots
 \end{aligned}$$

Setter man den multivariate regresjonen i en matriseform får man det Benninga (2014) benevner som *The Black-Litterman Tracking Matrix*:

$$\begin{bmatrix} r_{i,justert} \\ r_{j,justert} \\ \vdots \\ r_{h,justert} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{i,marked} \\ r_{j,marked} \\ \vdots \\ r_{h,marked} \end{bmatrix} + \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & \sigma_{i,j}/\sigma_j^2 & \cdots & \sigma_{i,h}/\sigma_h^2 \\ \sigma_{j,i}/\sigma_i^2 & 1 & \cdots & \sigma_{j,h}/\sigma_h^2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{h,i}/\sigma_i^2 & \sigma_{h,j}/\sigma_j^2 & \cdots & 1 \end{bmatrix}}_{\text{The Black-Litterman Tracking Matrix}} \begin{bmatrix} \delta_i \\ \delta_j \\ \vdots \\ \delta_h \end{bmatrix}$$

The Black-Litterman Tracking Matrix

Ved bruk av *The Black-Litterman Tracking Matrix* kan investoren justere aksjenes forventede avkastning etter de ulike synspunktene på enkeltaksjene når investoren har kjennskap til markedets forventede avkastning, varians- kovariansmatrisen og synspunktene avvik fra markedet.

I tabell 6 er *The Black-Litterman Tracking Matrix* til de seks aksjene beregnet ved hjelp av varians- kovariansmatrisen.

	Advance Auto Parts Inc	Amazon Com Inc	Autoliv Inc	Autozone Inc	Best Buy Inc	Booking Hldgs Inc
Advance Auto Parts Inc	1	0.141969478	0.241411361	0.71962504	0.231246308	0.170822425
Amazon Com Inc	0.242163152	1	0.348164975	0.394010434	0.346711893	0.306068848
Autoliv Inc	0.342940658	0.289956787	1	0.369807584	0.340980887	0.317722499
Autozone Inc	0.394616329	0.126666985	0.14275237	1	0.153423881	0.045066397
Best Buy Inc	0.471119469	0.414106369	0.489018183	0.570007307	1	0.276572248
Booking Hldgs Inc	0.304058824	0.319388138	0.398106644	0.146283983	0.241637917	1

Tabell 6: The Black Litterman Tracking Matrix

Videre i tabell 7 er synspunktene avvik fra forventet avkastning på de seks aksjene illustrert:

	Forventet avkastning	Synspunktene avvik
Advance Auto Parts Inc	0.27%	0.23%
Amazon Com Inc	0.96%	0.00%
Autoliv Inc	0.40%	0.10%
Autozone Inc	0.25%	0.09%
Best Buy Inc	0.51%	0.00%
Booking Hldgs Inc	0.47%	0.00%

Tabell 7: Synspunktene avvik fra forventet avkastning

Av likningen for justering for synspunkter kan vi derfra beregne ny optimal allokering:

$$\begin{bmatrix} r_{i,justert} \\ r_{j,justert} \\ \vdots \\ r_{h,justert} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{i,marked} \\ r_{j,marked} \\ \vdots \\ r_{h,marked} \end{bmatrix} + [Black - Litterman Tracking Matrix] \begin{bmatrix} \delta_i \\ \delta_j \\ \vdots \\ \delta_h \end{bmatrix}$$

Den nye optimale allokeringen for de seks aksjene er:

	Markedsallokering	Allokering justert for synspunkter
Advance Auto Parts Inc	1.03%	22.23%
Amazon Com Inc	85.62%	47.60%
Autoliv Inc	0.68%	7.10%
Autozone Inc	2.62%	17.49%
Best Buy Inc	2.12%	1.18%
Booking Hldgs Inc	7.91%	4.40%

Tabell 8: Optimal allokering justert for synspunkter

Usikkerhetsfaktoren

Hvor sikker en investor er på egne synspunkter på forventet avkastning kan variere i stor grad. Det finnes flere ulike måter å kombinere synspunktene med usikkerheten. Flere av disse er lite intuitive og vanskelige å implementere (Benninga, 2014).

Benninga (2014) argumenterer for at den beste måten å kombinere de to faktorene i praksis er ved å beregne en portefølje basert på en konveks kombinasjon av markedsallokeringen og den justerte allokeringen.

$$\text{Justering for usikkerhet} = (1 - \gamma) \times \text{Markedsallokering} + \gamma \times \text{justert allokering}$$

Hvor:

γ = graden av sikkerhet ved synspunktene

Ved en sikkerhetsfaktor på for eksempel 80% vil den nye justerte allokeringen bli:

	Markedsallokering	Allokering justert for synspunkter	Allokering justert for usikkerhet
Advance Auto Parts Inc	1.03%	22.23%	18.69%
Amazon Com Inc	85.62%	47.60%	53.94%
Autoliv Inc	0.68%	7.10%	6.03%
Autozone Inc	2.62%	17.49%	15.02%
Best Buy Inc	2.12%	1.18%	1.34%
Booking Hldgs Inc	7.91%	4.40%	4.99%

Tabell 9: Optimal allokering justert for usikkerhetsfaktor

Investoren har i henhold til Black Litterman-modellen beregnet en optimal allokering basert på en antagelse om at markedsallokeringen er optimal, justert for egne synspunkter og usikkerhet. Det er verdt å merke seg at i dette eksempelet finnes det ingen short-posisjoner fordi alle aksjene har positiv korrelasjon og investoren positive eller nøytrale synspunkter.

2.4 Resultatanalyse

Etter å ha utviklet en strategi for optimal allokering er det nødvendig å analysere resultatene porteføljen gir. Som investor bruker vi informasjon utledet fra resultatanalyse til å både overvåke og evaluere porteføljen, og for å gi innspill til fremtidige allokeringer og beslutninger (Feibel, 2003, s. 3).

Valg av en allokering som gir størst sannsynlighet for å møte investorens holdning til avkastning og risiko er en av de viktigste beslutningene en investor tar (Feibel, 2003, s.4). Innspillene til denne beslutningen er ofte forventninger om fremtidig avkastning og risiko. Ved redegjørelsen for Markowitz' moderne porteføljeteori og Black Litterman-modellen har vi sett at historisk statistikk kan bistå investoren til beregning av forventet fremtidig avkastning og risiko, og dermed være et hjelpemiddel for beregning av optimal allokering.

En viktig del av resultatanalysen innebærer å sammenligne resultatene med resultater oppnådd av andre (Feibel, 2003, s. 204). Dette kan være porteføljens referanseindeks eller andre investorers porteføljer med lignende holdning til avkastning og risiko. Prigent (2007, s. 129) definerer resultatanalyse som det fundamentale spørsmålet om en investor faktisk tilfører verdi gjennom allokeringsstrategien relativt til porteføljens referanseindeks.

Videre beskriver Prigent (2007, s. 129) hvordan resultatanalysen kan deles inn i en prosess bestående av tre steg:

- *Steg 1:* Presentasjon av nøkkeltall for porteføljens avkastning og risiko
- *Steg 2:* Investorens bidrag til avkastning og risiko
- *Steg 3:* Er avkastningen og risikoen oppnådd konsistent?

I *steg 1* vil ulike nøkkeltall for avkastning og risiko presenteres. På grunn av flere typer risiko vil *steg 1* inneholde flere nøkkeltall for ulik risiko sett i forhold til porteføljens avkastning. *Steg 2* innebærer å undersøke porteføljens ytelse i lys av strategien lagt. Har strategien bidratt til avkastning og risiko oppnådd? Er investoren dyktig, eller har han/hun hatt flaks? Hvor mye av avkastningen kan forklares av porteføljens referanseindeks? For å undersøke porteføljens konsistens vil man i *steg 3* drøfte om porteføljens avkastning og risiko er en god indikator for fremtidig ytelse.

Vi vil videre i redegjørelsen presentere nøkkeltall for avkastning og risiko brukt i oppgavens resultatanalyse.

2.4.1 Sharpe-ratio

Sharpe-ratio gir investoren et tall for hvor mye avkastning porteføljen gir per standardavvik enhet og er stigningstallet på *kapitalmarkedslinjen* (Feibel, 2003, s. 186). Alle effisiente porteføljer vil derfor ha følgende likning oppfylt etter *The Two-Fund Separation Theorem* (Prigent, 2007, s. 132):

$$\frac{R_p - R_f}{\sigma_p} = \frac{R_M - R_f}{\sigma_M}$$

Hvor:

R_p = Porteføljens avkastning

R_M = Markedets avkastning

σ_p = Porteføljens standardavvik

σ_M = Markedets standardavvik

R_f = Risikofri rente i perioden

I Markowitz' (1952) moderne porteføljeteori er det porteføljene med maksimal Sharpe-ratio en investor søker etter. Fordi en risikoavers investor vil kreve kompensasjon for å ta høyere risiko kan investoren undersøke om avkastningen er tilstrekkelig for å kompensere en høyere risiko enn markedet. Ved antagelsen om et perfekt marked vil en veldiversifisert portefølje ha en Sharpe-ratio tilnærmet lik markedets (Prigent, 2007, s. 132). Porteføljen med høyest Sharpe-ratio gir best avkastning fratrukket porteføljens totalrisiko målt i standardavvik.

$$\text{Sharpe - ratio} = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p}$$

2.4.2 Treynor-ratio

Treynor-ratio blir kalkulert på samme måte som Sharpe-ratio men erstatter standardavviket med porteføljens betaverdi (Feibel, 2003, s. 194). På den måten kan porteføljene rangeres etter avkastning oppnådd per enhet av systematisk risiko. I markedets likevekt vil Treynor-ratio være konstant lik markedsporteføljens avkastning fratrukket risikofrirente (Prigent, 2007, s. 133). Dette er fordi markedsporteføljens betaverdi alltid vil være 1. I en veldiversifisert portefølje vil Treynor-ratio derfor være et viktig nøkkeltall for beregningen av risikjustert avkastning

$$\text{Treynor - ratio} = \frac{R_p - R_f}{\beta_p}$$

2.4.3 M²

Sharpe- og Treynor-ratio gir muligheten for å rangere porteføljene etter risikjustert avkastning. Likevel gir det ikke investoren mulighet til å tolke den signifikante forskjellen (CFA Institute, 2018, s. 342). Anta at portefølje 1 har en Sharpe-ratio på 0.85, mens portefølje 2 har en Sharpe-ratio på 0.90. Vi vet at portefølje 2 er rangert som bedre enn portefølje 1, men hvor mye betyr forskjellen på 0.05?

M^2 er en videreutvikling av Sharpe-ratio som gir investoren bedre mulighet for å sammenligne den signifikante forskjellen mellom ulike Sharpe-ratio uttrykt som prosent (Feibel, 2003, s. 189). En portefølje hvor $M^2 = 0$ vil ha lik risikjustert avkastning som markedet. Er $M^2 > 0$ vil porteføljen ha bedre risikjustert avkastning enn markedet.

$$M^2 = (R_p - R_f) \frac{\sigma_m}{\sigma_p} - (R_p - R_f)$$

2.4.4 Jensens alfa

I likhet med Treynor-ratio baseres Jensens alfa på porteføljens systematiske risiko. Differansen mellom porteføljens avkastning og markedsporteføljens målt ved kapitalverdimodellen gir et mål på porteføljens ytelse relativt til markedet (CFA Institute, 2018, s. 343):

$$\alpha_p = R_p - [R_f + \beta_p(R_M - R_f)]$$

Markedsporteføljens alfa α_m vil av definisjon alltid være 0. Dette vil si at ved antagelsen om et perfekt marked hvor investoren velger markedsporteføljen vil α_p alltid være 0. Dette betyr også at hvis $\alpha_p > 0$ har porteføljen prestert bedre enn markedsallokeringen. En portefølje hvor $\alpha_p > 0$ vil per definisjon derfor eksistere over markedsporteføljen illustrert tidligere i *figur 2*.

2.4.5 Tracking Error

Hvis en portefølje har en betaverdi på 1 tilsvarer dette en teoretisk perfekt korrelasjon med markedet. Likevel kan porteføljens og markedets avkastning variere i perioder. Tracking Error er et statistisk mål som kvantifiserer differansen mellom porteføljens og markedets avkastning (Feibel, 2003, s. 177). Tracking Error er definert som standardavviket av differansen mellom markedets og porteføljens avkastning (Prigent, 2007, s. 104).

$$\text{Tracking Error} = \sigma(R_p - R_m)$$

2.4.6 Information Ratio

Information ratio er ofte benyttet når investoren legger en spesifikk strategi for å oppnå en bedre portefølje enn markedet (Feibel, 2003, s. 200). Information ratio måler avkastning over referanseindeks relativt til risiko tatt over referanseindeks (Goodwin, 1998). Fordi likningen inneholder variabelen Tracking Error vil også Information Ratio indikere hvor konsis den risikjusterte avkastningen er. Likningen er forholdet mellom meravkastning over referanseindeks og standardavviket for meravkastning relativt til referanseindeksen (Prigent, 2007, s. 140):

$$IR = \frac{\overline{ER}}{T}$$

Hvor:

$$ER = R_p - R_M$$

$$\overline{ER} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T ER_t$$

$$T = \text{Tracking Error}$$

Bruken av Information Ratio utgjør en viktig faktor for vurderingen av Black Litterman-modellen. Navnet Information Ratio refererer til samme antagelse som Black Litterman-modellen. Allokeringen vil bare avvike fra markedsporteføljen hvis investoren har tilleggsinformasjon om markedet (Feibel, 2003, s. 202). Bruk av nøkkeltallet vil derfor indikere den ekstra verdien av investorens synspunkter.

3 Metode

Metode er en planmessig fremgangsmåte for hvordan løsningen av en problemstilling tilnærmes (Gripsrud, 2016). Utgangspunktet for en god metodisk tilnærming er et tydelig formål med analysen. Hva ønsker en å oppnå ved å besvare problemstillingen?

I denne oppgaven ønsker vi å undersøke hvorvidt en implementering av Black Litterman-modellen i DNB Asset Managements forvaltning kan tilføre verdi i form av høyere risikojustert avkastning enn nåværende strategier. Dette utføres ved å konstruere ulike porteføljer basert på ulike forvaltningsstrategier. Porteføljene testes mot Black Litterman-allokeringen og sammenlignes i en resultatanalyse. Resultatene vil gi en indikasjon på om en reel implementering bør være av interesse. Analysen vil også indikere om teorien bak Black Litterman-modellen er holdbar ved praktisk bruk.

Etter utviklingen av oppgavens formål med tilhørende problemstilling definerer Gripsrud (2016, s. 39) fire ulike faser for den metodiske tilnærmingen:



Figur 3: Gripsruds (2016, s. 39) prosess for metodisk tilnærming

Valg av *undersøkellesdesign* legger grunnlaget for den metodiske tilnærmingen og spesifiserer hvilke typer data som kreves for å besvare problemstillingen. Videre vil vi i fasen for *datainnsamling* presentere datagrunnlaget innhentet. Fasen *dataanalyse* tar for seg hvordan datagrunnlaget er analysert for å kunne belyse problemstillingen. I denne fasen inngår selve konstruksjonen av porteføljene. *Rapporterings*-fasen anses som oppgavens besvarelse og vil ikke kommenteres ytterligere i dette kapittelet.

3.1 Undersøkellesdesign

Undersøkellesdesignet er utgangspunktet for hvordan hele analyseprosessen legges opp for å besvare problemstillingen (Gripsrud, 2016, s. 46). Av den grunn er refleksjon og diskusjon rundt valg av undersøkellesdesign nødvendig for en vellykket analyse.

For å besvare problemstillingen på best mulig måte har vi hatt et *deduktivt* vitenskapsteoretisk utgangspunkt. Det vil si at vi har beveget oss fra teori til empiri (Busch, 2013, s. 51). Oppgavens problemstilling legger til grunn en hypotese utarbeidet fra det teoretiske grunnlaget presentert. Hypotesen vil testes gjennom oppgavens analyse av empiriske funn og gi en indikasjon på om hypotesen styrkes eller forkastes. Basert på det teoretiske grunnlaget skal Black Litterman-modellen utlede en risikoavers investors optimale portefølje. Av den grunn er det rimelig å hypotetisk anta at modellen vil gi høyere risikojustert avkastning enn de andre forvaltningsstrategiene valgt og derav være av verdi for DNB Asset Management.

Videre har vi tilnærmet oss oppgaven gjennom en blanding av et *kausalt* og *deskriptivt* undersøkellesdesign. Et *kausalt* undersøkellesdesign er ofte kjennetegnet av en kvantitativ hypotetisk-deduktiv tilnærming (Busch, 2013, s. 55). Ved et *kausalt* design forsøker man å undersøke mulige årsaksforklaringer mellom to eller flere variabler (Gripsrud, 2016, s. 54). I denne oppgaven ønsker vi å se hvilken effekt Black Litterman-modellen gir på variabelen risikojustert avkastning.

En undersøkelse med et *kausalt* design kategoriseres ofte som et eksperiment (Gripsrud, 2016, s. 54). Et eksperiment er videre definert av flere kriterier som blant annet å systematiske kontrollere for effekten av andre variabler. Gjennom dataanalysen er det forsøkt å minimere andre variabelers påvirkning gjennom bruk av et felles datagrunnlag og forutsetninger. Likevel består Black Litterman-modellen av flere ulike variabler med påvirkningskraft som gjør det vanskelig å definere en årsak-virkning-sammenheng uten å tolke modellen som en forklaringsvariabel i sin helhet. Tilnærmingen til oppgaven er derfor basert på et *kausalt* design med forutsetning om at årsaksforklaringen vil ha mindre utsagnskraft enn ved typiske eksperimenter. Av den grunn har vi også brukt et *deskriptivt* design hvor man forsøker å beskrive de ulike variabelenes sammenhenger istedenfor å forklare årsak-virkning-sammenhengen (Gripsrud, 2016, s. 50).

3.2 Datagrunnlag

Både kausale og deskriptive undersøkelsesdesign baseres ofte på en kvantitativ analyse (Gripsrud, 2016, s. 53). For å konstruere de ulike porteføljene er det innhentet store mengder kvantitativ sekundærdata fra Factset Research Systems. All data er levert av DNB Asset Management for oppgavens formål.

3.2.1 Univers

Porteføljene tar utgangspunkt i et felles aksjeunivers. Universet er basert på aksjeindeksene *MSCI US Consumer Discretionary Index* og *MSCI US Consumer Staples Index*. Indeksene består av amerikanske aksjer i konsumsektoren. Utgangspunktet for universet er aksjene i indeksene per 31.12.2019. Videre har vi ekskludert aksjer uten prishistorikk fra testperiodens start. Dette er for å forenkle modelleringen ved å unngå at aksjer beveger seg inn og ut av universet i perioden. Universet består av totalt 84 ulike aksjer og vil ved markedsvekting fungere som porteføljenes referanseindeks.

Univers			
Advance Auto Parts Inc	Kohls Corp	Starbucks Corp	Constellation Brands Inc
Amazon Com Inc	Las Vegas Sands Corp	Tapestry Inc	Costco Whsl Corp New
Autoliv Inc	Leggett & Platt Inc	Target Corp	General Mls Inc
Autozone Inc	Lennar Corp	Tiffany & Co New	Hershey Co
Best Buy Inc	Lkq Corp	Tjx Cos Inc New	Hormel Foods Corp
Booking Hldgs Inc	Lowes Cos Inc	Tractor Supply Co	Ingredion Inc
Borgwarner Inc	Marriott Intl Inc New	Vail Resorts Inc	Kellogg Co
Carmax Inc	Mcdonalds Corp	V F Corp	Kimberly Clark Corp
Carnival Corp	Mgm Resorts International	Whirlpool Corp	Kroger Co
D R Horton Inc	Mohawk Inds Inc	Wynn Resorts Ltd	Lauder Estee Cos Inc
Darden Restaurants Inc	Newell Brands Inc	Yum Brands Inc	Mccormick & Co Inc
Dollar Tree Inc	Nike Inc	Altria Group Inc	Molson Coors Beverage Co
Dominos Pizza Inc	Nordstrom Inc	Archer Daniels Midland Co	Mondelez Intl Inc
Ebay Inc	Nvr Inc	Brown Forman Corp	Monster Beverage Corp New
Ford Mtr Co Del	O Reilly Automotive Inc New	Bunge Limited	Pepsico Inc
Gap Inc	Polaris Inc	Campbell Soup Co	Procter & Gamble Co
Garmin Ltd	Pulte Group Inc	Church & Dwight Inc	Smucker J M Co
Genuine Parts Co	Pvh Corporation	Clorox Co Del	Sysco Corp
Harley Davidson Inc	Ralph Lauren Corp	Coca Cola Co	Tyson Foods Inc
Hasbro Inc	Ross Stores Inc	Colgate Palmolive Co	Walgreens Boots Alliance In
Home Depot Inc	Royal Caribbean Cruises Ltd	Conagra Brands Inc	Walmart Inc

Tabell 10: Oversikt over aksjer i universet

3.2.2 Variabler

Ved enhver problemstilling er det nødvendig å spesifisere hvilke variabler som er nødvendige for å kunne gjennomføre analysen på en vellykket måte (Busch, 2013, s. 58). For hver av de 84 aksjene i universet er det innhentet variabler til bruk i beregningen av porteføljene. Fra Factset Research Systems er det innhentet følgende variabler per aksje:

- *Pris*
- *Markedsverdi*

- *Konsensus kursmål*
- *Gjennomsnittlig meglerhusanbefaling*

Risikofri rente

En viktig variabel for beregning av porteføljene er risikofri rente. For beregning av risikofri rente er det brukt den amerikanske statsobligasjonen *US Treasury Bill 3 Month* hentet fra Factset Research Systems. Amerikanske statsobligasjoner er et ofte brukt mål på risikofri rente ved porteføljeoptimering (CFA Institute, 2018, s. 319). Vi har brukt 3 måneders forward-statsobligasjonen fordi den reflekterer risikoen i markedet på gitte tidspunkt best mulig. Ifølge Bøhren (2017, s. 100) er det nærmeste en kan komme en investering med betaverdi lik null og et standardavvik lik null kortsiktige statsobligasjoner.

Egne beregninger

Variablene innhentet er en del av oppgavens datagrunnlag, men brukes også til å beregne nye variabler. Følgende variabler er beregnet for videre bruk i konstruksjonen av porteføljene:

- *Avkastning (logaritmisk, vektet, gjennomsnittlig og meravkastning)*
- *Varians*
- *Beta*

Totalt utgjør variablene det felles datagrunnlaget for konstruksjon av porteføljene. Datagrunnlaget finnes i input-arket i Excel-vedlegget.

Investorens synspunkter

En av oppgavens viktigste variabler for beregning av de ulike porteføljene er investorens synspunkter. I Black Litterman-modellen er synspunktene på de ulike aksjene i universet grunnlaget for å bevege seg bort fra markedsallokeringen. I tillegg vil allokeringen i de andre porteføljene bestemmes av hvilke aksjer investoren er positiv og negativ til. En investors synspunkter og meninger gjennom fem år i et stort aksjeunivers er tilnærmet umulig å kvantifisere til en variabel for beregning i ettertid. Av den grunn har vi valgt å bruke månedlig konsensus kursmål hentet fra Factset Research Systems.

Differansen mellom pris og kursmål for de ulike aksjene danner grunnlaget for investorens synspunkter i oppgaven. Et kursmål med oppside fra dagens kurs på 20% vil tyde på at investoren er positiv til aksjen. Videre vil en aksje med 30% oppside til kursmål tyde på at investoren er enda mer positiv. En aksje med negativ differanse til kursmål fra dagens pris vil indikere at investoren er negativ til aksjen.

En studie utført av Bjerring et al. (1983) viste at en investor som konsekvent følger meglerhusanbefalinger vil oppnå signifikant avkastning. Videre viser en studie utført av Womack (1996) signifikant positiv avkastning måneden etter annonseringen av en kjøpsanbefaling og signifikant negativ avkastning etter salgsanbefalinger. Av den grunn mener vi at kursmålene kan fungere som en erstatning for en erfaren investors synspunkter.

3.2.3 Tidshorisont

Innsamling av data som strekker seg over flere perioder øker muligheten for identifisering av mulige årsak-virkning-forhold (Busch, 2013, 54). Porteføljene testes i femårsperioden januar 2015 til desember 2019 med månedlig rebalansering. Testperioden består dermed av 60 observasjoner per portefølje. I tillegg til testperioden er det innhentet historisk data for utledning av ulike variabler. Av den grunn har alle variablene presentert 10 års månedlig historikk fra januar 2005. Det historiske datagrunnlaget utgjør 120 observasjoner per variabel.

For beregning av variabler som baseres på historisk statistikk er det brukt et 120 måneders rullerende vindu. Det vil si at ved beregning for januar 2015 brukes data fra januar 2005 til desember 2014. Ved beregning for februar 2015 brukes data fra februar 2005 til januar 2015. På denne måten baserer vi utregningen på så mye historikk som mulig samtidig som datagrunnlaget ikke endres ved beregningen av porteføljer lenger ut i testperioden.

Det er verdt å merke seg at dette ikke gjelder beregningen av beta. Ved beregning av beta er det lagt til grunn ett 60 måneders rullerende vindu. Dette er fordi beta måler porteføljenes korrelasjon med markedet. Ved å basere porteføljenes månedlige beta-utregning på flere års korrelasjon med markedet vil store oppgang- og nedgangskonjunkturer tas med i beregningen. I resultatanalysen er vi interessert

i å se korrelasjonen mellom porteføljene og markedet i testperioden som har en varighet på fem år. Vi argumenterer derfor for at bruk av femårs-beta er fornuftig.

3.3 Konstruksjon av porteføljene

Variablene operasjonaliseres og overføres til en målbar form ved konstruksjonen av testporteføljene. Oppgavens formål er å teste om Black Litterman-modellen kan tilføre forvaltningen i DNB Asset Management verdi i form av høyere risikojustert avkastning enn allerede etablerte forvaltningsstrategier oppnår. Av den grunn vil vi modellere fire referanseporteføljer basert på forvaltningsstrategier brukt i selskapet. Alle porteføljene vil modelleres i Excel.

Referanse-portefølje 1-3 er allerede etablerte forvaltningsstrategier i DNB Asset Management. Vi har også valgt å inkludere en portefølje med belånte posisjoner (*Referanse-portefølje 4*) fordi allokeringen i et slikt fond ofte har likheter med allokeringen utledet av Black Litterman-modellen.

<i>Referanseporteføljer</i>	<i>Forvaltningsstrategi</i>
Referanse-portefølje 1	Referanseindeks/indeksforvaltning
Referanse-portefølje 2	Aktiv long-only forvaltning
Referanse-portefølje 3	Aktiv long-short markedsnøytral forvaltning
Referanse-portefølje 4	Aktiv long-short belånt forvaltning

Tabell 11: Oversikt over referanseporteføljer

Det vil også konstrueres en Black Litterman-portefølje med short-restriksjoner for bedre sammenligning mot den aktivt forvaltede long-porteføljen. Derav vil følgende Black Litterman-porteføljer testes:

<i>Black Litterman-porteføljer</i>	<i>Forvaltningsstrategi</i>
BL-portefølje 1	Black Litterman med short-posisjoner
BL-portefølje 2	Black Litterman uten short-posisjoner

Tabell 12: Oversikt over Black Litterman-porteføljer

3.3.1 Black Litterman-porteføljene

De to Black Litterman-porteføljene er basert på Benningas (2014) rammeverk for utledning av markedets forventede avkastning og implementeringen av investorens synspunkter.

BL-portefølje 1: Black Litterman-portefølje med short-posisjoner

Porteføljen tar utgangspunkt i det definerte universet og utleder markedets forventede avkastning av likningen tidligere presentert i *delkapittel 2.3*:

$$E(r) = R_f + aSx$$

Ved implementeringen av investorens synspunkter er differansen mellom pris og kursmål tatt i bruk. Kursmålene innhentet gir ingen indikasjon for når aksjen forventes å nå gitte kursmål. I tillegg er noen av observasjonene preget av ekstreme differanser. Av den grunn har vi valgt å kategorisere aksjene i henhold til differansen mellom pris og kursmål. I *tabell 13* har vi definert ulike intervall for hvor stor tro investoren har på aksjenes avkastning. Stor differanse fra pris til kursmål tilsvarer stor tro. Kategoriene vil gis ulike poeng i form av prosent avhengig av differanseintervallene definert. Poengene tilsvarer investorens synspunkt i Benningas (2014) metode for implementering av synspunkt, altså ekstra månedlig avkastning over markedets forventede.

<i>Differanse:</i>	0% til 5.99%	6% til 10.99%	11% til 19.99%	Over 20%
<i>Poeng:</i>	0%	0.25%	0.50%	0.75%

Tabell 13: Kategorisering av positive synspunkter

Aksjene med negativ differanse til kursmål utgjør aksjer investoren ikke har tro på. Et problem ved bruk av meglerhusanbefalinger er at meglerhus oftere har kjøpsanbefalinger enn salgsanbefalinger. I studien til Womack (1996) viser det seg at meglerhus annonserer kjøpsanbefalinger syv ganger oftere enn salgsanbefalinger. Datagrunnlaget er også tydelig preget av en større andel positive differanser til kursmål. I tillegg viser samme studie at ved annonsering av en salgsanbefaling faller aksjene i snitt 9.1% over de seks kommende månedene. Til sammenligning stiger aksjene ved kjøpsanbefaling bare 2.4% første måneden før effekten raskt avtar. Av den grunn har vi valgt å gi aksjer med negativ differanse til kursmål større vektning i poengsystemet.

<i>Differanse:</i>	0% til -5.99%	-6% til -10.99%	-11% til -19.99%	Under -20%
<i>Poeng:</i>	0%	-0.5%	-1%	-1.5%

Tabell 14: Kategorisering av negative synspunkter

Etter implementeringen av synspunkter ble den forventede avkastning justert for usikkerhet. Her ble gjennomsnittlig meglerhusanbefaling *kjøp*, *hold* og *selg* omgjort til en proSENTSATS ved å tildele anbefalingene tallverdier på henholdsvis 1, 2 og 3.

Black Litterman-portefølje uten short-posisjoner

For å konstruere Black Litterman-porteføljen uten short-posisjoner anvendte vi Solver-funksjonen i Excel på den tidligere utledede allokeringen fra Black Litterman-modellen. Videre er det satt en begrensning hvor alle allokeringer må være over eller lik 0% ved at porteføljens Sharpe-ratio maksimeres. På den måten elimineres alle short-posisjoner samtidig som at den risikjusterte avkastningen maksimeres.

3.3.2 Referanseporteføljene

Referanseporteføljene bygger på samme datagrunnlag og forutsetninger som Black Litterman-porteføljene. Dette er for å på best mulig måte sikre at funnene i resultatanalysen er et resultat av forklaringsvariabelen forvaltningsstrategi og ikke andre variabler.

Referanseportefølje 1 – Referanseindeks/Indeksforvaltning

Referanseportefølje 1 fungerer som de ulike porteføljenes referanseindeks. I tillegg kan porteføljen sammenlignes med et passivt forvaltet indeksfond som speiler utviklingen i markedet. Per 31.12.19 forvalter DNB Asset Management flere indeksfond (DNB Asset Management, 2020). Porteføljen blir allokert etter markedsvekt rebalansert hver måned i testperioden.

Black Litterman-modellen tar som forklart utgangspunkt i et perfekt marked hvor markedsallokeringen er optimal så sant ingen tilleggsinformasjon eksisterer. Av den grunn er det bare investorens synspunkter som vil skille Black Litterman-allokeringen fra referanseindeksen. Vi finner det derfor interessant å sammenligne med en passiv forvaltningsstrategi for å undersøke hvorvidt implementering av investorens synspunkt vil ha en verdi.

Referanseportefølje 2 – Aktiv forvaltet long

Referanseportefølje 2 skal representere et aktivt forvaltet long-aksjefond. Når fondet er aktivt forvaltet vil porteføljeforvalteren prøve å finne aksjer som skal stige

mer enn markedet totalt sett. Aktivt forvaltede aksjefond er den vanligste formen for forvaltningsstrategi i Norge (Verdipapirfondenes forening, 2020c). Per 31.12.19 forvaltet DNB Asset Management flere aktivt forvaltede aksjefond (DNB Asset Management, 2020).

Porteføljen vil til enhver tid inneholde de 20 aksjene med størst positiv differanse til kursmål, altså de aksjene investoren har størst tro på. Allokeringen innad i porteføljen beregnes så ved å dividere aksjens differanse til kursmål på porteføljens totale differanse. På den måten vil aksjene investoren har størst tro på ha størst allokering.

Referanseportefølje 3 – Markedsnøytral long-short 100/100%

Referanseportefølje 3 er en markedsnøytral aktivt forvaltet long- short-portefølje. Porteføljen vil ha like store long- og short-posisjoner slik at den faktiske markedseksposeringen er null. Porteføljen vil konstrueres slik at betaverdien er tilnærmet null til enhver tid. Dermed vil ikke porteføljen påvirkes av markedet og den systematiske risikoen elimineres. DNB Asset Management forvalter per 31.12.19 et tilsvarende fond ved navn *TMT Absolute Return* (DNB Asset Management, 2020). *Referanseportefølje 3* er konstruert for å ligne dette fondet.

Konstruksjonen av *referanseportefølje 3* er gjort ved å kjøpe de 15 aksjene med størst positiv differanse til kursmål, og selge de 15 aksjene med størst nedside til kursmål. I noen tilfeller finnes det ikke aksjer med negativ differanse til kursmål. Ved denne situasjonen selger porteføljen aksjene med lavest positiv differanse til kursmål. For å få en betaverdi tilnærmet null har vi benyttet Solver-funksjonen i Excel og maksimert Treynor-ratio ved å endre allokeringen i long- og short-porteføljen. DNB Asset Management bruker blant annet derivater for å tilnærme seg en betaverdi på 0. Av hensyn til oppgavens kompleksitet har vi ekskludert bruk av derivater.

Referanseportefølje 4 – Belånt long-short 130/30%

Referanseportefølje 4 er en aktivt forvaltet long- short-portefølje med belånte posisjoner. Fondet vil til enhver tid ha 130% av allokeringen i long-posisjoner og 30% i short-posisjoner. En slik allokering er muliggjort av at man ved en short-

posisjon låner aksjer og selger (Fabozzi, 2004). Når man selger aksjene får man kontanter på konto som igjen kan investeres i long-posisjoner.

Per 31.12.19 forvalter ikke DNB Asset Management et slikt fond. Vi har likevel valgt å teste porteføljen mot Black Litterman-allokeringen fordi man også her vil få belånte posisjoner og dermed ha over 100% av allokeringen i long-posisjoner.

Konstruksjonen av *referanseportefølje 4* er gjort ved å kjøpe de 20 aksjene med størst positiv differanse til kursmål og selge de 10 aksjene med størst negativ differanse. Allokeringen i long-porteføljen er aksjens differanse til kursmål dividert på long-porteføljens totale differanse multiplisert med 1.3 for å oppnå en long-eksponering på 130%. Allokeringen i short-porteføljen fungerer på samme måte men multipliseres med 0.3.

3.4.3 Validitet, reliabilitet og generaliserbarhet

Valgene gjort vedrørende undersøkelsesdesign, datainnsamling og dataanalyse påvirker oppgavens kvalitet i stor grad (Busch, 2013, s. 61). Gjennom prosessen har vi derfor tatt flere beslutninger med tanke på oppgavens *validitet, reliabilitet* og *generaliserbarhet* for å sikre oppgavens kvalitet.

Validitet

Validitet beskriver hvor godt man måler det man faktisk har til hensikt å måle (Gripsrud, 2016, s 61). Flere beslutninger er gjort for å unngå systematisk feil i oppgaven. Istedenfor å måle risikojustert avkastning fra en Black Litterman-allokering mot DNB Asset Managements faktiske fond har vi konstruert fiktive referanseporteføljer. Ved å basere de ulike porteføljene på et felles datagrunnlag og et felles sett med forutsetninger sikrer vi i større grad at resultatene som måles er et resultat av forvaltningsstrategi og ikke ulike variabler eller forutsetninger tatt av en forvalter gjennom flere år.

Vi anser likevel beslutningen om fiktive referanseporteføljer som en mulig kilde til systematisk feil. Selv om beslutningen sikrer at vi på best mulig måte måler effekten av forvaltningsstrategi innebærer oppgavens problemstilling en implementering av modellen i DNB Asset Managements forvaltning. Referanseporteføljene er basert på etablerte forvaltningsstrategier i selskapet men er på ingen måte en eksakt kopi.

Av den grunn er det rimelig å anta at en faktisk implementering av Black Litterman-modellen kan gi andre resultater enn oppgaven. Likevel er en konstruksjon av en Black Litterman-portefølje som bygger på samme forutsetninger og variabler som faktiske porteføljer svært utfordrende. Av den grunn mener vi at beslutningen om fiktive referanseporteføljer gir størst grunnlag for å oppnå en riktig indikasjon på verdien av en implementering.

Reliabilitet

Reliabilitet handler om hvor pålitelige resultatene oppnådd er (Gripsrud, 2016, s. 61). Gjennom oppgaven har vi tatt i bruk kvantitativ sekundærdata levert av DNB Asset Management. Vi vurderer denne dataen som pålitelig til bruk for oppgavens formål. Beregningen av variabler på egenhånd åpner for feilberegninger, men gir også mulighet til å sikre at beregningen er gjort på riktig måte. På grunn av antall observasjoner og aksjer var vi ved konstruksjonen av porteføljene nødt til å automatisere så mye som mulig i Excel. Store formler med flere variabler øker sannsynligheten for feil. En bedre måte å løse testingen av porteføljene på hadde derfor vært ved bruk av programmering.

Påliteligheten til variabelen for investorens synspunkt kan også diskuteres. Synspunkter utledet fra kursmål vil for eksempel avvike fra en bestemt erfaren forvalters meninger. Variabelen er en sentral del av Black Litterman-modellen og derfor viktig for oppgavens pålitelighet. Likevel er det en svært vanskelig variabel å måle.

Generaliserbarhet

Generaliserbarhet handler om hvorvidt resultatene kan overføres til andre populasjoner eller situasjoner (Busch, 2013, s. 62). Ved testing av forvaltningsstrategier er det flere faktorer som vil påvirke resultatet. Dette gjelder både forvalterens dyktighet og erfaring, aktivaklasser, tidshorisont og mer. Det er usikkert om resultatene oppnådd i oppgaven vil la seg overføre til andre aktivaklasser som for eksempel obligasjoner. I tillegg kan vi stille spørsmål om hvorvidt valget av univers har påvirket resultatet. Vil man oppnå samme resultat ved et univers basert på den amerikanske helsesektoren? Testperioden er også en viktig faktor som kan påvirke oppgavens resultat. Hvordan ville resultatet blitt hvis testperioden var i en mer volatil periode?

4 Resultatanalyse

Vi har brukt Prigents (2007, s. 129) prosess for å utforme resultatanalysen. Av den grunn vil det først foreligge en presentasjon av de spesifikke nøkkeltallene funnet. Videre vil nøkkeltallene drøftes mot hverandre. Analysen vil gi en indikasjon på de ulike forvaltningsstrategienes effekt på risikojustert avkastning. Til slutt vil vi drøfte hvorvidt resultatene er konsistent gjennom testperioden og om resultatene kan la seg overføre til andre år enn testperioden. Resultatanalysen vil gi en indikasjon på om en implementering av Black Litterman-modellen bør være av DNB Asset Managements interesse.

4.1 Empiriske funn

	Black Litterman- portefølje 1	Black Litterman- portefølje 2	Referansepo- rtefølje 1	Referansepo- rtefølje 2	Referansepo- rtefølje 3	Referansepo- rtefølje 4
	Med short- posisjoner	Uten short- posisjoner	Ref. indeks	Aktiv long	Markedsnøytral long-short	Belånt long- short
Avkastning						
2015	0.41%	5.71%	5.97%	-1.51%	-0.60%	-2.96%
2016	6.66%	5.22%	1.72%	13.43%	14.30%	22.97%
2017	25.34%	18.22%	20.07%	15.52%	-5.27%	8.15%
2018	0.39%	-3.90%	-6.14%	-22.69%	-12.66%	-27.85%
2019	24.91%	22.41%	22.94%	33.81%	-0.36%	38.96%
Totalt	68.34%	54.69%	49.36%	33.50%	-6.33%	29.39%
Annualisert	10.98%	9.12%	8.35%	5.95%	-1.30%	5.29%
Standardavvik						
2015	8.24%	10.58%	17.30%	27.74%	11.84%	34.78%
2016	9.12%	10.23%	16.78%	25.02%	8.29%	26.45%
2017	9.54%	10.75%	17.25%	21.50%	10.29%	22.36%
2018	10.54%	12.27%	18.29%	28.40%	12.03%	34.10%
2019	13.06%	13.21%	17.22%	18.88%	9.38%	22.69%
Gjennomsnitt	10.10%	11.41%	17.37%	24.31%	10.37%	28.07%
Beta						
2015	0.51	0.85	1.00	1.09	0.02	1.29
2016	0.54	0.87	1.00	1.07	0.01	1.04
2017	0.53	0.88	1.00	1.00	-0.01	1.05
2018	0.49	0.90	1.00	1.04	0.12	1.17
2019	0.59	0.82	1.00	1.50	0.07	1.33
Gjennomsnitt	0.53	0.86	1.00	1.14	0.04	1.18
Sharpe-ratio						
2015	0.02	0.52	0.33	-0.06	-0.07	-0.09
2016	0.68	0.46	0.07	0.52	1.67	0.85
2017	2.52	1.57	1.09	0.66	-0.64	0.31
2018	-0.19	-0.51	-0.46	-0.88	-1.25	-0.89
2019	1.79	1.58	1.24	1.71	-0.21	1.65
Gjennomsnitt	0.96	0.72	0.45	0.39	-0.10	0.37
Totalt	1.25	0.86	0.51	0.23	-0.23	0.17
Treynor-ratio						
2015	0.00	0.06	0.06	-0.02	-0.53	-0.02
2016	0.11	0.05	0.01	0.12	11.05	0.22
2017	0.45	0.19	0.19	0.14	7.48	0.07
2018	-0.04	-0.07	-0.08	-0.24	-1.27	-0.26
2019	0.40	0.25	0.21	0.21	-0.27	0.28
Gjennomsnitt	0.19	0.10	0.08	0.04	3.29	0.06
Totalt	1.18	0.57	0.44	0.25	-2.82	0.20

M2						
2015	0.22%	3.49%	0.00%	0.65%	-0.37%	1.59%
2016	5.19%	3.03%	0.00%	-4.26%	14.17%	-8.22%
2017	19.42%	10.24%	0.00%	-2.81%	-4.44%	-1.57%
2018	-1.45%	-3.07%	0.00%	8.91%	-7.82%	14.01%
2019	7.43%	6.33%	0.00%	-2.83%	-1.62%	-9.01%
Gjennomsnitt	6.16%	4.00%	0.00%	-0.07%	-0.02%	-0.64%
Jensens alfa						
2015	-2.74%	0.61%	0.00%	-8.02%	-0.90%	-10.63%
2016	5.51%	3.66%	0.00%	11.63%	13.80%	21.20%
2017	14.00%	0.34%	0.00%	-4.60%	-6.40%	-12.84%
2018	2.21%	1.39%	0.00%	-16.26%	-14.01%	-20.25%
2019	10.82%	3.30%	0.00%	0.16%	-3.45%	9.04%
Gjennomsnitt	5.96%	1.86%	0.00%	-3.42%	-2.19%	-2.70%
Tracking Error						
2015	-	-	-	-	-	-
2016	7.42%	2.66%	0.00%	13.57%	13.54%	21.34%
2017	6.16%	2.75%	0.00%	10.34%	18.96%	18.35%
2018	5.61%	2.41%	0.00%	11.79%	15.48%	18.54%
2019	4.87%	2.19%	0.00%	12.23%	15.38%	18.68%
Totalt	4.87%	2.19%	0.00%	12.23%	15.38%	18.68%
Information-ratio						
2015	-	-	-	-	-	-
2016	0.67	1.32	0.00	0.86	0.93	1.00
2017	0.86	-0.67	0.00	-0.44	-1.34	-0.65
2018	1.16	0.93	0.00	-1.40	-0.42	-1.17
2019	0.40	-0.24	0.00	0.89	-1.52	0.86
Totalt	3.90	2.44	0.00	-1.30	-3.62	-1.07

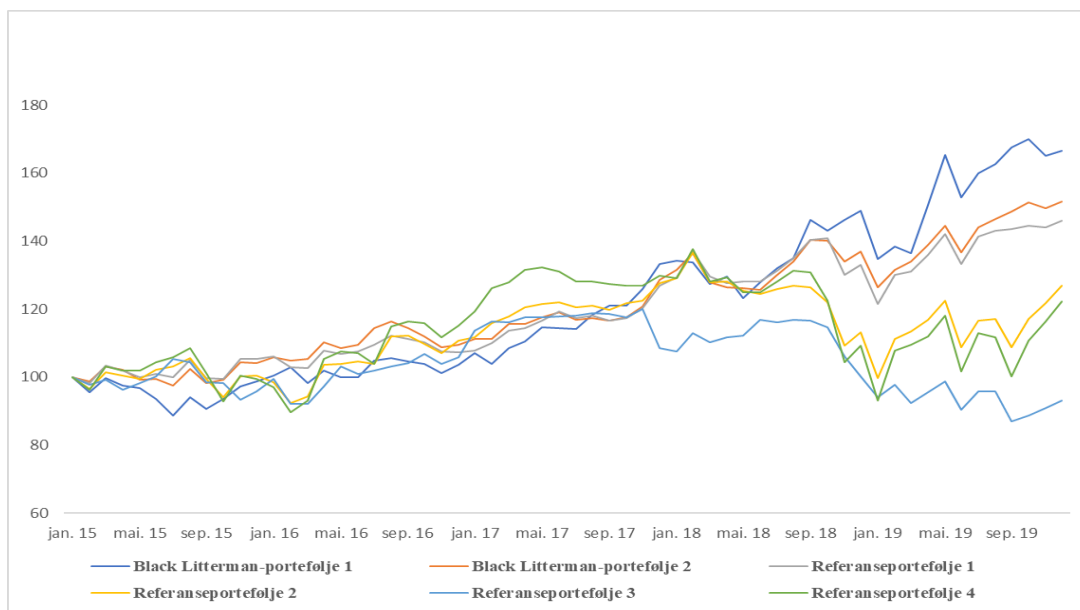
Tabell 15: Oversikt over nøkkeltall

4.2 Analyse av funn

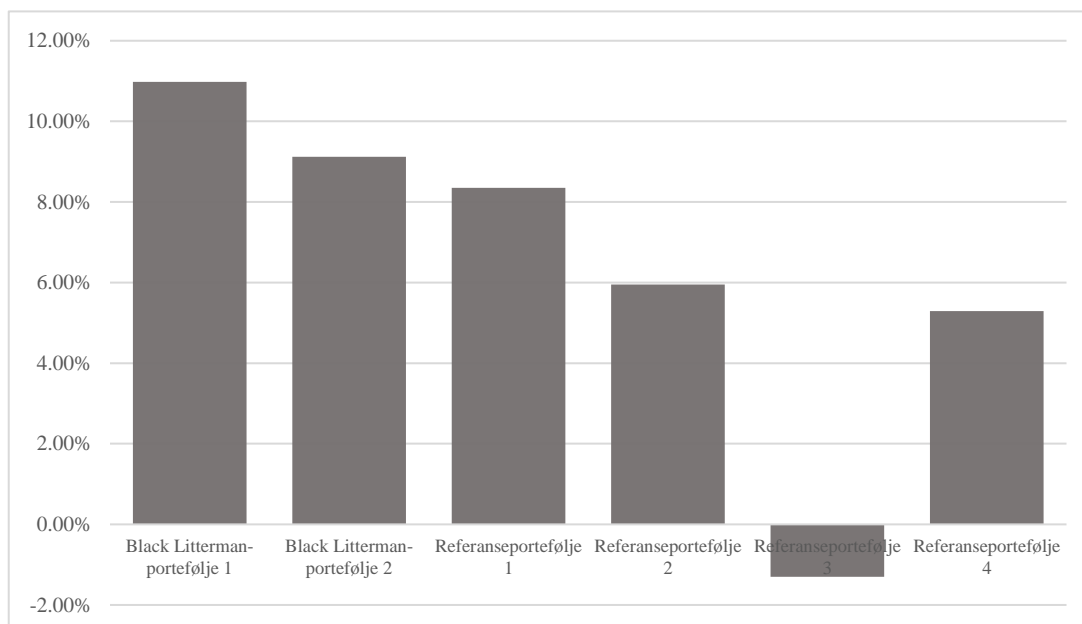
For å analysere forvaltningsstrategienes bidrag til risikjustert avkastning er det først nødvendig å identifisere de ulike porteføljenes avkastning og risiko. Videre vil tallene bli brukt til å beregne risikjustert avkastning. Resultatene vil gi en indikasjon på eventuell merverdi skapt av forvaltningsstrategien i hver enkelt portefølje.

4.2.1 Avkastning

For bedre sammenligning av de ulike porteføljenes avkastning er det tatt utgangspunkt i en felles startverdi på 100. I femårsperioden genererte Black Litterman-porteføljene med og uten short-posisjoner høyest avkastning med henholdsvis 68.34% og 54.69% etterfulgt av porteføljenes referanseindeks med 49.36%. Den markedsnøytrale porteføljen er den eneste som ender testperioden med et negativt resultat. Dette tyder på en positiv markedstrend.



Figur 4: Total avkastning i testperioden



Figur 5: Annualisert avkastning i testperioden

Black Litterman-porteføljen med short-posisjoner oppnådde en annualisert avkastning på 10.98%. Sammenlignet mot referanseindeksen som hadde en annualisert avkastning på 8.35% er dette marginalt bedre. Også Black Litterman-porteføljen uten short-posisjoner presterte bedre enn referanseindeks med en annualisert avkastning på 9.12%.

Black Litterman-porteføljen med short-posisjoner presterte også bedre enn referanseporteføljene som har mulighet for short-posisjoner. Long- short-

porteføljene med en allokering på 100/100% og 130/30% oppnådde en annualisert avkastning på henholdsvis -1.30% og 5.29%. Videre presterte også Black Litterman-modellen uten short-posisjoner betydelig bedre enn den aktivt forvaltede long-porteføljen som genererte en annualisert avkastning på 5.95%.

Vi bemerker oss at forholdet mellom de ulike porteføljenes avkastning er av en annen karakter de tre første årene av testperiode. Frem til september 2017 genererer Black Litterman-porteføljen med short-posisjoner lavest avkastning. Dette kan ha en sammenheng med lav volatilitet i markedet hvor porteføljene som tar mest risiko oppnår høyest avkastning. Året 2018 var preget av en mer volatil periode hvor flere av aksjene i datagrunnlaget falt betraktelig. Referanseindeksen falt i 2018 6.14%. Her viser resultatene at porteføljene med lav risiko faller mindre og bruker kortere tid på å hente seg inn igjen. Den belånte long- short-porteføljen og den aktivt forvaltede long-porteføljen har både høyere betaverdi og standardavvik enn markedet og faller signifikant i perioden. Black Litterman-porteføljen med short-posisjoner er den eneste porteføljen som genererer positiv avkastning hvert år. Likevel er det ingen god indikasjon å tolke avkastning for seg selv.

4.2.2 Risiko

For en investor med risikoaversjon er risikoen ved porteføljen like viktig som avkastningen oppnådd (Markowitz, 1952). Av den grunn er det nødvendig at avkastningen redegjort for i resultatanalysen ses i sammenheng med porteføljenes risiko. Gjennom analysen vil vi både ta for oss porteføljenes totalrisiko målt ved standardavvik og porteføljenes systematiske risiko målt ved beta.

Totalrisiko

Porteføljenes årlige standardavvik er utledet av en 10-års rullerende varians-kovariansmatrise multiplisert med porteføljenes gjennomsnittlige allokering det relevante året.

Black Litterman-porteføljen med short-posisjoner hadde i testperioden et gjennomsnittlig standardavvik på 10.10% og utgjør dermed porteføljen med lavest totalrisiko. Videre følger den markedsnøytrale porteføljen med et gjennomsnittlig standardavvik på 10.37% etterfulgt av Black Litterman-porteføljen uten short-posisjoner med 11.41%. Porteføljene med høyest gjennomsnittlig standardavvik er

den aktivt forvaltede long-porteføljen og den belånte long- short-porteføljen med henholdsvis 24.31% og 28.07%. Til sammenligning oppnådde referanseindeksen et gjennomsnittlig årlig standardavvik på 17.37%.

Black Litterman-porteføljene diversifiserer risikoen ved å hensynta korrelasjonen mellom aksjene i porteføljen. Av den grunn er det rimelig å anta at dette er en utløsende faktor for porteføljenes lavere standardavvik enn long-porteføljen og den belånte long- short-porteføljen. De to sistnevnte porteføljene baserer allokeringen kun på investorens synspunkter og tar dermed ikke hensyn til diversifiseringen av enkeltaksjenes usystematiske risiko.

Selv om Black Litterman-porteføljen med short-posisjoner tar utgangspunkt i markedsallokeringen åpner den også opp for flere muligheter enn markedet å diversifisere på. På grunn av den belånte long-posisjonen og short-posisjonen skapes det større muligheter for å minimere standardavviket gjennom aksjenes kovarians (Fabozzi, 2004, s. 206). Av den grunn er det rimelig å anta at allokeringen bidrar til lavere totalrisiko enn referanseindeksen. Den markedsnøytrale long-short-porteføljen oppnår tilnærmet likt standardavvik som Black Litterman-porteføljen med short-posisjoner. Dette kan ha en sammenheng med at den faktiske markedseksponeringen er 0%.

Systematisk risiko

Betaverdien til testporteføljene er basert på enkeltaksjenes femårige korrelasjon med referanseindeksen. Black Litterman-porteføljen med short-posisjoner har i testperioden en gjennomsnittlig betaverdi på 0.53. Teoretisk tilsier dette at når referanseindeksen stiger 2% stiger porteføljen rundt 1%. I praksis ser vi at korrelasjonen med referanseindeksen varierer. Noen år stiger porteføljen mer enn markedet og andre ganger mindre. Korrelasjonen er likevel til stede noe som er rimelig å anta da porteføljen baseres på markedsallokeringen. Årsaken til at betaverdien ikke er 1 er investorens synspunkter som åpner for flere diversifiseringsmuligheter ved en større long-posisjon og en short-posisjon. Også Black Litterman-porteføljen uten short-posisjoner oppnår en lavere betaverdi enn referanseindeksen på henholdsvis 0.86. Dette er lavere enn den aktivt forvaltede long-porteføljen med en betaverdi på 1.14.

Den belånte long- short-porteføljen har en nokså lik gjennomsnittlig allokering som Black Litterman-porteføljen med short-posisjoner. Likevel er ikke porteføljen diversifisert ved aksjenes korrelasjon. Porteføljen har til sammenligning en gjennomsnittlig betaverdi på 1.18. Dette tyder på at det finnes en sammenheng mellom porteføljenes standardavvik og betaverdi. Den markedsnøytrale long-short-porteføljen har en gjennomsnittlig betaverdi på 0.04 som forventet.

4.2.3 Risikojustert avkastning

Merverdien av en forvaltningsstrategi kan beskrives gjennom porteføljenes risikojusterte avkastning over markedet (Feibel, 2003, s. 203). Etter å ha kartlagt avkastning og risiko kan porteføljenes risikojusterte avkastning måles ved en rekke nøkkeltall.

Risikojustert avkastning (totalrisiko)

Ser man porteføljenes avkastning i forhold til totalrisiko oppnådde bare de to Black Litterman-porteføljene høyere risikojustert avkastning enn markedet. Black Litterman-porteføljene med og uten short-posisjoner oppnådde en Sharpe-ratio på henholdsvis 1.25 og 0.86 mot markedets 0.51.

Som tidligere redegjort for vil, ifølge *The Two-Fund Separation Theorem*, markedsporteføljen som Black Litterman-modellen tar utgangspunkt i gi maksimal Sharpe-ratio (Prigent, 2007). Likevel tyder resultatene på at å bevege seg bort fra markedsallokeringen ved investorens egne synspunkter har skapt verdi. En viktig faktor for Black Litterman-porteføljens høye Sharpe-ratio er det lave standardavviket oppnådd ved å diversifisere seg gjennom short-posisjonen. Diversifiseringen gjennom aksjenes korrelasjon skaper også høyere Sharpe-ratio for Black Litterman-porteføljen uten short-posisjoner sett i forhold til den aktivt forvaltede long-porteføljen.

Den signifikante forskjellen mellom de ulike porteføljenes risikojusterte avkastning kan måles ved M^2 . Analysen viser at Black Litterman-porteføljen med og uten short-posisjoner oppnådde 6.16% og 4.00% gjennomsnittlig årlig risikojustert avkastning over markedet i testperioden.

De andre referanseporteføljene oppnådde en Sharpe-ratio under markedet og vil derfor ikke være relevant å måle. Resultatene tyder på at Black Litterman-modellen har tilført verdi gjennom risikojustert avkastning målt ved totalrisiko. I tillegg indikerer resultatene at å bevege seg bort fra markedsallokeringen gjennom investorenes synspunkter gir høyere risikojustert avkastning enn markedsporteføljen.

Risikojustert avkastning (systematisk risiko)

Måler man avkastningen i forhold til den systematiske risikoen oppnår Black Litterman-modellen med short-posisjoner høyest Treynor-ratio i perioden på 1.18. Black Litterman-modellen oppnår en Treynor-ratio på 0.57 mot referanseindeksens 0.44. De resterende porteføljene oppnår lavere risikojustert avkastning målt ved systematisk risiko enn markedet. Den markedsnøytrale long- short-porteføljen oppnår en betaverdi tilnærmet null, men på grunn av negativ avkastning vil ikke Treynor-ratio være relevant. Ser man derimot på gjennomsnittlig årlig Treynor-ratio blir resultatene annerledes og den markedsnøytrale long- short-porteføljen oppnår signifikant høyest Treynor-ratio. Forskjellen mellom de to ulike tallene for Treynor-ratio kan forklares ved at de årene porteføljen oppnår positiv avkastning vil Treynor-ratio være signifikant positiv på grunn av betaverdien på null.

Ved bruk av Jensens alfa kan den risikojusterte avkastningen måles over referanseindeksen (CFA Institute, 2018, s. 343). Black Litterman-porteføljen med og uten short-posisjoner oppnår en gjennomsnittlig alfa på henholdsvis 5.96% og 1.86%. Dette vil si at de to porteføljene oppnår en gjennomsnittlig årlig risikojustert avkastning på 5.96% og 1.86% over markedet. De resterende porteføljene oppnår negativ gjennomsnittlig alfa. Resultatene tyder på at Black Litterman-modellen også tilfører merverdi målt ved systematisk risiko.

Verdi av forvaltningsstrategi

De to Black Litterman-porteføljene oppnår høyere risikojustert avkastning målt ved både totalrisiko og systematisk risiko enn referanseporteføljene. Av den grunn er det rimelig å anta at det ligger verdi i forvaltningsstrategiene.

Verdien av forvaltningsstrategiene kan oppsummeres gjennom Information Ratio hvor investorens dyktighet måles relativt til referanseindeksen (Feibel, 2003, s.

202). Nøkkeltallet vil også gi en indikasjon på hvor konsis den risikjusterte avkastning er ved å bruke Tracking Error. Tracking Error identifiserer hvor konsist en portefølje følger en referanseindeks over tid (Feibel, 2003, s. 177). En høy Tracking Error tyder på at porteføljen er mer volatil over tid i forhold til referanseindeksen.

Black Litterman-porteføljene er de eneste som ender testperioden med en positiv Information Ratio. Porteføljen med short-posisjoner har en Information Ratio på 3.90 mens porteføljen uten short-posisjoner har en Information Ratio på 2.44. Dette er et resultat av risikjustert avkastning over markedet og lav volatilitet målt mot referanseindeksen. Black Litterman-porteføljen med og uten short-posisjoner har en Tracking Error på henholdsvis 4.87% og 2.19%. Resultatene tyder på at Black Litterman-modellen tilfører merverdi som forvaltningsstrategi og at merverdien er konsis gjennom testperioden.

5 Konklusjon

I denne oppgaven har vi testet Black Litterman-modellen mot etablerte forvaltningsstrategier i DNB Asset Management for å undersøke hvorvidt modellen kan tilføre forvaltningen verdi i form av høyere risikjustert avkastning.

Både Black Litterman-porteføljen med og uten short-posisjoner presterte signifikant bedre enn alle referanseporteføljene målt ved risikjustert avkastning og konsistens. Likevel finnes det flere usikkerhetsmomenter som stiller spørsmål om oppgavens validitet, reliabilitet og generaliserbarhet. Selv om Black Litterman-porteføljene konsekvent presterer bedre enn markedet i den femårige testperioden er det usikkert om modellen vil gi samme resultater i en lengre og mer volatil periode. I tillegg vil referanseporteføljene konstruert avvike fra DNB Asset Managements faktiske porteføljer slik at en reel implementering kan gi andre resultater.

Til tross for oppgavens usikkerhetsmomenter anser vi, basert på modellens signifikante merverdi over markedet, at en implementering bør være av DNB Asset Managements interesse. Implementeringen av Black Litterman-modellen vil likevel ikke være relevant ved alle referanseporteføljene. Vi ser ingen verdi i å

implementere Black Litterman-modellen i et markedsnøytralt fond. Dette er fordi det vil være umulig å oppnå en markedseksponering på 0% ved bruk av modellen. Vi ser heller ingen verdi ved bruk av Black Litterman-modellen ved indeksforvaltning, selv om porteføljene presterte bedre enn referanseindeksen gjennom testperioden. Dette fordi et indeksfond følger en referanseindeks slavisk og allokeringen oppnådd ved Black Litterman-modellen vil derfor ikke være forenelig med indeksforvaltning.

Ved en eventuell oppstart av et belånt long- short-fond anser vi bruk av Black Litterman-modellen som et nyttig verktøy for å diversifisere porteføljen gjennom aksjenes korrelasjon. Videre vil en Black Litterman-modell med short-restriksjoner være nyttig ved aktiv long-forvaltning. I 2019 slo bare 40% av aktivt forvaltede aksjefond deres respektive referanseindekser, og bare 16% av dem slo referanseindeksen de to foregående årene (Morningstar, 2019). Oppgavens analyse viser at markedet presterte bedre enn den aktivt forvaltede long-porteføljen hvert år. Av den grunn vil bruken av Black Litterman-modellen tilføre verdi gjennom å anta at markedet er optimalt for så å justere for forvalterens synspunkter. På denne måten kan forvalteren utnytte avkastningen markedet genererer i tillegg til å implementere egne synspunkter og utnytte aksjenes korrelasjon for å diversifisere porteføljen.

Vi vil dermed argumentere for at en implementering av Black Litterman-modellen ved aktiv forvaltning bør være av DNB Asset Managements interesse.

6 Videre forskning

For videre forskning ville vi hatt interesse av å teste Black Litterman-modellen i en mer volatil periode som for eksempel gjennom finanskrisen i 2007/08. Det ville også vært av interesse å se hvilke resultater modellen utleder ved en lengre periode. Bruken av et annet aksjeunivers eller aktivaklasser er også en faktor som kan gi andre resultater. I tillegg er bruken av konsensus kursmål istedenfor faktiske synspunkt en svakhet ved oppgaven. Av den grunn vil en test i nåtid med reelle synspunkt også være av interesse.

Det finnes flere tilnærminger til utledningen av Black Litterman-modellen, blant annet Idzorek (2007) og Meucci (2008). Ulike måter å beregne variablene på kan gi ulike resultater. Varians- kovariansmatrisen er en viktig variabel for korrekt utledning av forventet avkastning. Av den grunn ville det vært av interesse å se hvilke resultater modellen gir ved valg av en annen type varians- kovariansmatrise. Implementeringen av synspunktene og usikkerhetsfaktoren er også variabler som kan utledes på forskjellige måter og dermed føre til ulike resultater.

Referanseliste

- Benninga, S. (2014a). *Financial modeling* (Fourth edition). Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Best, M., & Grauer, R. (1991). On the Sensitivity of Mean-Variance-Efficient Portfolios to Changes in Asset Means: Some Analytical and Computational Results. *Review of Financial Studies*, 4, 315–342. doi: 10.1093/rfs/4.2.315
- Bjerring, J. H., Lakonishok, J., & Vermaelen, T. (1983). Stock Prices and Financial Analysts' Recommendations. *Journal of Finance*, 38(1), 187–204. doi: 10.1111/j.1540-6261.1983.tb03634.x
- Black, F., & Litterman, R. (1992). Global Portfolio Optimization. *Financial Analysts Journal*, 48(5), 28–43. doi: 10.2469/faj.v48.n5.28
- Busch, T. (2013). *Akademisk skrivning for bachelor- og masterstudenter*. Bergen: Fagbokforl.
- Bøhren, Ø. (2017b). *Finans: Teori og praksis*. Bergen: Fagbokforl.
- CFA Institute. (2018). *Corporate Finance and Portfolio Management*. Wiley.
- DNB. (2020a). Dette er DNB Asset Management—DNB. Hentet 19. mai 2020, fra <https://www.dnb.no/privat/sparing-og-investering/fond/dette-er-kapitalforvaltning.html>
- DNB. (2020b). Slik forvaltes våre fond—DNB. Hentet 19. mai 2020, fra <https://www.dnb.no/privat/sparing-og-investering/fond/slik-forvalter-vi.html>
- DNB Asset Management. (2020). Fondsliste. Hentet 2. juni 2020, fra DNB Asset Management website: <https://dnbam.com/no/our-funds/fund-range>

- Drobtz, W. (2001). How to avoid the pitfalls in portfolio optimization? Putting the Black-Litterman approach at work. *Financial Markets and Portfolio Management*, 15(1), 59–75. doi: 10.1007/s11408-001-0105-3
- Fabozzi, F. J. (2004). *Short selling: Strategies, risks, and rewards*. Hoboken, N.J.: Wiley.
- Feibel, B. J. (2003). *Investment performance measurement*. Hoboken, N.J.: Wiley.
- Goodwin, T. (1998). The information ratio. *Financial Analysts Journal*, 54(4), 34–43. doi: 10.2469/faj.v54.n4.2196
- Gripsrud, G. (2016). *Metode og dataanalyse: Beslutningsstøtte for bedrifter ved bruk av JMP, Excel og SPSS* (3. utg.). Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- He, G., & Litterman, R. (1999). The Intuition Behind Black-Litterman Model Portfolios. *SSRN Electronic Journal*. doi: 10.2139/ssrn.334304
- Idzorek, T. (2007a). 2—A step-by-step guide to the Black-Litterman model: Incorporating user-specified confidence levels (s. 38). doi: 10.1016/B978-075068321-0.50003-0
- Litterman, R. B. (2003). *Modern investment management: An equilibrium approach*. Hoboken, N.J.: John Wiley.
- Markowitz, H. (1952). PORTFOLIO SELECTION*. *Journal of Finance*, 7(1), 77–91. doi: 10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x
- Meucci, A. (2008). The Black-Litterman Approach: Original Model and Extensions. *SSRN Electronic Journal*. doi: 10.2139/ssrn.1117574
- Meucci, A. (2009). *Risk and asset allocation*. Berlin ; New York: Springer.
- Morningstar. (2019). How'd Active Funds Do in 2019? So-So. Hentet 20. mai 2020, fra Morningstar, Inc. website:

<https://www.morningstar.com/articles/962251/howd-active-funds-do-in-2019-so-so>

Norges Bank Investment Management. (2019). Oljefondet verdt 10 000 milliarder kroner. Hentet 19. mai 2020, fra Norges Bank Investment Management website: <https://www.nbim.no/no/oljefondet/nyheter/2019/oljefondet-verdt-10-000-milliarder-kroner/>

Prigent, J.-L. (2007). *Portfolio optimization and performance analysis*. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC.

Verdipapirfondenes forening. (2020a). Historisk statistikk—VFF. *SUM NORSKE KUNDER-1.1-31.12.2019* Hentet 19. mai 2020, fra <https://www.vff.no/historisk-statistikk>

Verdipapirfondenes forening. (2020b). Historisk statistikk—VFF. *SUM NORSKE KUNDER-1.1-31.12.2008* Hentet 19. mai 2020, fra <https://www.vff.no/historisk-statistikk>

Verdipapirfondenes forening. (2020c). Historisk statistikk—VFF. *TOTALMARKEDET-1.1-31.12.2019* Hentet 19. mai 2020, fra <https://www.vff.no/historisk-statistikk>

Womack, K. L. (1996). Do Brokerage Analysts' Recommendations Have Investment Value? *Journal of Finance*, *51*(1), 137–167. doi: 10.1111/j.1540-6261.1996.tb05205.x