



# Realopsjoner ved verdivurdering av eiendom

- *Verdien av fleksibilitet*

**Arne Aasheim Hjartnes og Ola Haukvik**

**Veileder: Kurt Jørnsten**

Masterutredning innen hovedprofilene økonomisk styring og finansiell økonomi

NORGES HANDELSHØYSKOLE

Dette selvstendige arbeidet er gjennomført som ledd i masterstudiet i økonomi- og administrasjon ved Norges Handelshøyskole og godkjent som sådan. Godkjenningen innebærer ikke at Høyskolen eller sensorer innestår for de metoder som er anvendt, resultater som er fremkommet eller konklusjoner som er trukket i arbeidet.

## Sammendrag

Utvikling av større tomteområder krever store initielle kapitalinvesteringer. Inntektene generes derimot over en lengre periode og prosjekter utsettes for omfattende risiko- og usikkerhetsmomenter. Dagens tilnæringsmetoder benytter nåverdianalyser for å vurdere lønnsomhet, og kan være mangelfulle. De fanger ikke opp usikkerheten i investeringene og tar ikke hensyn til fleksibilitetsmulighetene knyttet til å kunne utsette, nedskalere eller ekspandere et prosjekt. Et alternativ for å verdsette fleksibiliteten er å benytte realopsjonsanalyser for å foreta en forbedret vurdering av denne typen investeringer. I studien gjennomgår vi innledningsvis realopsjonsteori og gjennomfører så en verdivurdering der vi anvender realopsjonsteorien i praksis på en tomt i Oslo sentrum. I analysen benytter vi i størst mulig grad reelle markedsverdier på parameterne, og benytter en residualverdimodell og beregner en positiv nåverdi av den tiltenkte utbyggingen. Den beregnede nåverdien er statisk og tar ikke hensyn til fremtidig usikkerhet.

Verdien av en realopsjon bestemmes av prosjektets variasjon. For å estimere prosjektets konsoliderte volatilitet benytter vi en Monte-Carlo simulering. Der samler vi de største verdidriverne og usikkerhetsfaktorene for å beregne den volatiliteten. Videre anvender vi den binomiske modellen for å beregne verdien av prosjektets fleksibilitet knyttet til muligheten til å ekspandere, nedskalere og utsette prosjektet. Selv om den estimerte nåverdien er positiv, finner vi ut at eiendomsverdien er høyere ved realopsjonsanalysen.

Våre resultater tilsier at ved å kun benytte tradisjonelle nåverdianalyser for å vurdere lønnsomhet, undervurderer man tomteverdien og får et mangelfullt beslutningsgrunnlag. Ved å benytte nåverdianalyse i kombinasjon med realopsjonsmodeller vil man kunne forbedre beslutningsgrunnlaget og maksimere prosjektets nåverdi. Realopsjonsanalyser byr likevel på større utfordringer enn tradisjonelle verdivurderingsmetoder og de estimerte opsjonsverdiene må vurderes med varsomhet.

## Forord

Denne masteroppgaven er skrevet som en avslutning på masterstudiet i økonomi og administrasjon ved Norges Handelshøyskole (NHH) innen hovedprofilene økonomisk styring og finansiell økonomi. Arbeidet med studien startet i august 2016, og ble avsluttet i desember samme år. Det har vært en spennende og lærerik prosess, som har beriket oss med innsikt i et relevant og spennende emneområde.

I arbeidet med oppgaven har vi samarbeidet tett med eiendomshuset Malling og Co. Vi ønsker å rette en stor takk for et godt samarbeid med fagpersoner, som med entusiasme har satt av tid til studien og bidratt med data og tilbakemeldinger.

Videre ønsker vi å rette en stor takk til vår veileder, Kurt Jørnsten, for veiledning angående valg av fordypningstema og faglige innspill. Vi ønsker også å takke venner, medstudenter og familie som har vist støtte og interesse for studien.

---

# Innholdsfortegnelse

## Sammendrag

## Forord

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>SAMMENDRAG.....</b>                                            | <b>2</b>  |
| <b>INNHOLDSFORTEGNELSE .....</b>                                  | <b>4</b>  |
| <b>1. INNLEDNING .....</b>                                        | <b>8</b>  |
| 1.1 BAKGRUNN FOR STUDIEN .....                                    | 8         |
| 1.2 PROBLEMSTILLING .....                                         | 9         |
| 1.3 DISPOSISJON.....                                              | 9         |
| <b>2. TIDLIGERE FORSKNING.....</b>                                | <b>10</b> |
| <b>3. TEORETISK RAMMEVERK .....</b>                               | <b>12</b> |
| 3.1 FINANSIELLE OPSJONER.....                                     | 12        |
| 3.2 REALOPSJONER .....                                            | 13        |
| 3.3 FORSKJELLER MELLOM FINANSIELLE OPSJONER OG REALOPSJONER ..... | 14        |
| 3.4 OPSJONSPRISINGSMODELLER.....                                  | 15        |
| 3.4.1 <i>Den binomiske modellen</i> .....                         | 15        |
| 3.4.2 <i>Prising av opsjonen</i> .....                            | 17        |
| <b>4. METODE .....</b>                                            | <b>19</b> |
| <b>5. PRESENTASJON AV EIENDOMSPROSJEKT .....</b>                  | <b>21</b> |
| 5.1 FORUTSETNINGER FOR TOMTEVERDI.....                            | 22        |
| 5.2 STANDARDAVVIK FOR UNDERLIGGENDE VERDIDRIVERE .....            | 24        |
| <b>6. RESIDUALVERDIMODELL/NÅVERDIANALYSE.....</b>                 | <b>26</b> |
| 6.1 RESULTAT .....                                                | 27        |
| 6.1.1 <i>Resultat fra residualverdimodellen</i> .....             | 27        |
| 6.1.2 <i>Resultat fra Monte-Carlo simulering</i> .....            | 28        |

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>7. FUNN OG REALOPPSJONSANALYSE.....</b>                             | <b>29</b> |
| 7.1 VENTEOPPSJON .....                                                 | 31        |
| 7.2 EKSPANSJONSOPPSJON.....                                            | 34        |
| 7.3 NEDSKALERINGSOPPSJON .....                                         | 38        |
| <b>8. DRØFTING .....</b>                                               | <b>41</b> |
| <b>9. KONKLUSJON.....</b>                                              | <b>43</b> |
| 9.1 FORSLAG TIL VIDERE FORSKNING.....                                  | 43        |
| <b>10. LITTERATURLISTE .....</b>                                       | <b>44</b> |
| <b>11. VEDLEGG.....</b>                                                | <b>46</b> |
| VEDLEGG 1: UTTREKK MARKEDSRAPPORT MALLING & CO .....                   | 46        |
| VEDLEGG 2: UTTREKK MARKEDSRAPPORT MALLING & CO- LEIEPRISER HANDEL..... | 47        |
| VEDLEGG 3: PRISRAPPORT BJØRVIKAOMRÅDET.....                            | 48        |
| VEDLEGG 4: UTTREKK AV BEREGNINGER.....                                 | 49        |

### **Innholdsfortegnelse figurliste:**

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figur 1: Utbetalingsstruktur kjøpsopsjon .....                               | 12 |
| Figur 2: Utbetalingsstruktur salgsopsjon.....                                | 13 |
| Figur 3: Verdiutvikling underliggende aktiva .....                           | 16 |
| Figur 4: Beskrivelse av opsjonens verdiutvikling .....                       | 16 |
| Figur 5: Oversikt over tomteareal .....                                      | 21 |
| Figur 6: Illustrasjon av residualverdimodell .....                           | 26 |
| Figur 7: Sannsynlighetsfordeling Monte-Carlo simulering.....                 | 28 |
| Figur 8: Estimert eiendomsverdi inkludert verdi av venteopsjon .....         | 33 |
| Figur 9: Estimert eiendomsverdi inkludert verdi av ekspansjonsopsjon.....    | 36 |
| Figur 10: Estimert eiendomsverdi inkludert verdi av nedskaleringsopsjon..... | 40 |

---

**Innholdsfortegnelse tabeller:**

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabell 3-1: Beskrivelse av opsjonsterminologi .....                             | 14 |
| Tabell 3-2: Forskjeller mellom finansielle og realopsjoner .....                | 15 |
| Tabell 5-1: Detalj- og reguleringsforslag for tomteområdet .....                | 21 |
| Tabell 5-2: Oversikt over estimerte arealstørrelser for byggetrinn 1 og 2 ..... | 22 |
| Tabell 5-3: Prosjektets antatte tidslinje .....                                 | 22 |
| Tabell 5-4: Forutsetninger om byggekostnader (MCO, 2016).....                   | 22 |
| Tabell 5-5: Forutsetninger for boligprosjekt .....                              | 23 |
| Tabell 5-6: Antagelser for renter og finansieringskostnader (MCO, 2016).....    | 24 |
| Tabell 5-7: Forutsetninger for prisvekst.....                                   | 24 |
| Tabell 6-1: Resultat fra residualverdimodellen .....                            | 27 |
| Tabell 6-2: Resultater fra Monte-Carlo simulering.....                          | 28 |
| Tabell 7-1: Opsjonsvariabler .....                                              | 29 |
| Tabell 7-2: Prosjektets brutto verdiutvikling uten fleksibilitet .....          | 30 |
| Tabell 7-3: Investeringskostnad ved tidspunkt t .....                           | 31 |
| Tabell 7-4: Opsjonsparameter år 12 for venteopsjonen .....                      | 31 |
| Tabell 7-5: Opsjonsverdi ved tidspunkt t for venteopsjon .....                  | 32 |
| Tabell 7-6: Beslutningstre venteopsjon.....                                     | 33 |
| Tabell 7-7: Verdi byggetrinn 3 .....                                            | 34 |
| Tabell 7-8: Opsjonsparameter år 12 for ekspansjonsopsjonen.....                 | 34 |
| Tabell 7-9: Opsjonsverdi ved tidspunkt t for ekspansjonsopsjon .....            | 35 |

---

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabell 7-10: Beslutningstre ekspansjonsopsjon .....                     | 36 |
| Tabell 7-11: Verdi byggetrinn 2 .....                                   | 38 |
| Tabell 7-12: Opsjonsparameter år 12 for nedskaleringsopsjon .....       | 38 |
| Tabell 7-13: Opsjonsverdi ved tidspunkt t for nedskaleringsopsjon ..... | 39 |
| Tabell 7-14: Beslutningstre nedskaleringsopsjon.....                    | 39 |

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn for studien

En eiendom eller en tomt har mange iboende egenskaper som minner om en opsjon. Dersom det er lønnsomt har en landeier muligheten til å utvikle tomten. Denne muligheten er en realopsjon. Å estimere en verdi på eiendom er en komplisert prosess der verdierestimater og utførelse kan fluktuere mye. Verdivurdering av eiendom foretas tradisjonelt gjennom forskjellige tilnærminger av nåverdianalyser. Selv om bruken av disse metodene er svært utbredt, kan det argumenteres for at kritiske faktorer ikke tas hensyn til. Dixit & Pindyck (1994) fremhever tre forhold som gjør en nåverdianalysetilnærming mindre nøyaktig: 1) når kostnaden av investeringen er delvis eller totalt irreversibel, 2) når det er usikkerhet knyttet til fremtidig forventet kontantstrøm, 3) når det er fleksibilitet i timingen av investeringen.

For de fleste eiendomsprosjekter er alle de nevnte faktorene gjeldende: 1) kjøp og utvikling av eiendom krever store investeringer som er irreversible, 2) eiendomsmarkedet er følsomt for flere faktorer som gjør at store svingninger i kontantstrømmen vil forekomme, 3) utbygger har i stor grad muligheten til å bestemme selv når og hvordan investeringene skal skje.

For å ta høyde for disse faktorene vil vi gjennom denne studien se på muligheten for å benytte en realopsjonsanalyse som tar hensyn til fleksibiliteten i et prosjekt, og valgmulighetene beslutningstaker har. Dette er en metode som praktiseres lite innen eiendomsinvesteringer (MCO, 2016), delvis på grunn av analysens kompleksitet. I tillegg til omfanget på analysen peker Triantis på mangel på presisjon, ved at det blir brukt teoretiske modeller som ikke uproblematisk omgjøres til praktisk anvendelse (Triantis, 2005).



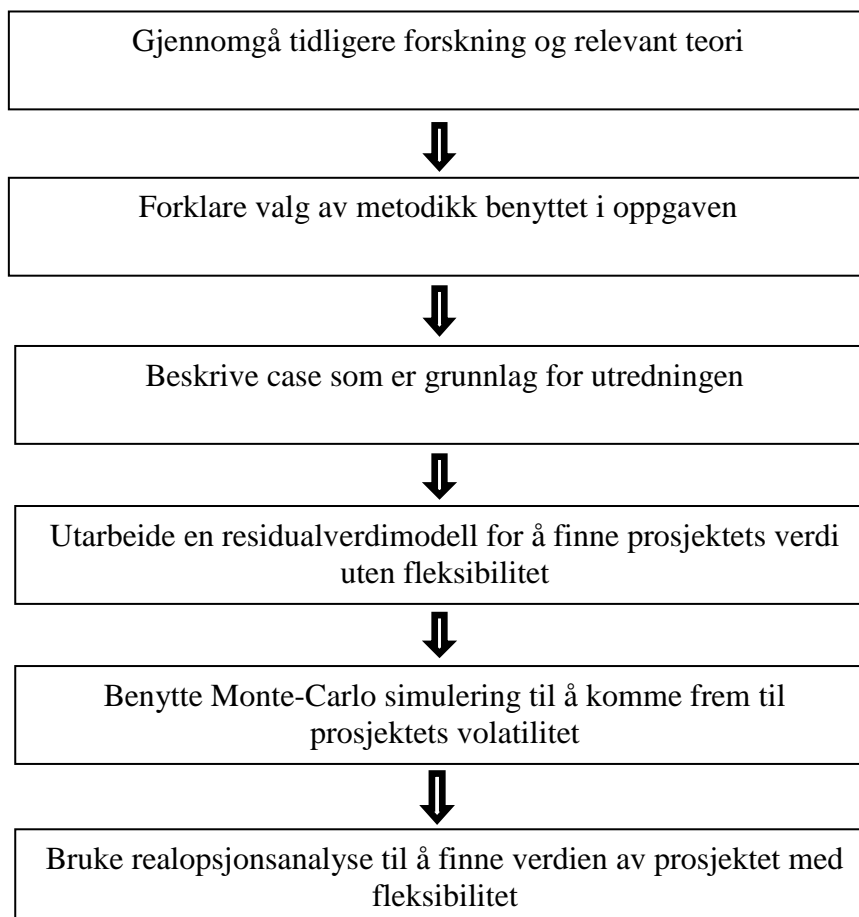
## 1.2 Problemstilling

På bakgrunn av utfordringene definert av Triantis, er studiens problemstilling å teste om eiendomsmarkedet er egnet for realopsjonsanalyse og vurdere hvorvidt fleksibiliteten bør inkluderes i verdivurderingen av eiendom.

Hensikten med denne studien er todelt. For det første vil vi teste om eiendom som aktiva egner seg for denne type analyse, og lar seg tilpasse i en realopsjonsmodell. Det andre punktet er å vurdere om fleksibiliteten i et eiendomsprosjekt er hensiktsmessig og verdifullt å estimere.

## 1.3 Disposisjon

Gjennom studien gjennomgår vi en stegvis opsjonsprisindeprosess basert på de metodene vi finner mest passende for formålet. Utredningen tar utgangspunkt i en tomt i Bjørvika som står ubebygget og har mange alternative utviklingsmuligheter. For å klargjøre strukturen og hovedpunktene i oppgaven, er fremgangsmåten grovt fremstilt:



## 2. Tidligere forskning

Den akademiske interessen rundt finansielle opsjoner skjøt fart i 1973 da Fischer Black og Myron Scholes publiserte sitt banebrytende studie «The pricing of options and corporate liabilities». I samarbeid med Robert C. Merton publiserte de «The theory of rational option pricing» og grunnla et rammeverk for den første suksessfulle opsjonspringsmodellen. De første årene ble Black-Scholes modellen kun benyttet som et prisingsverktøy av finansielle opsjoner, før Stewart Myers i 1977 introduserte realopsjoner som et nytt begrep innen finansiell forskning med artikkelen «Determinants of corporate borrowing» (Myers, 1977). Her beskrev Myers egenkapitalen i et selskap som en opsjon på eiendelene, og blir på bakgrunn av dette omtalt som realopsjonens far.

Senere i 1979, presenterte Cox, Ross og Rubinstein opsjonsprising basert på en binomisk modell, og la grunnlaget for det vi i dag kaller den binomiske modellen. Der Black & Scholes modellen bare kunne prise en europeisk kjøpsopsjon, kunne den binomiske modellen også prise amerikanske opsjoner ved ulike tidsperioder gjennom opsjonens levetid (Cox, Ross & Rubinstein, 1979).

Sheridan Titman var den første som tok i bruk opsjonsteori ved verdsettelse av tomter med publiseringen av «Urban Land Prices Under Uncertainty» i 1985. Hans studier viste at usikkerheten i et prosjekt skaper incentiv for tomteeier å utsette iverksettelse av et prosjekt frem til verdien av det tenkte prosjektet overstiger et spesifikt nivå. Hans arbeid viste dermed at verdien av en tomt ikke bare er basert på verdien av et nåværende mulig utviklingsprosjekt, men også verdien av å kunne utsette et gitt prosjekt til den beste utnyttelsen i fremtiden. Han mente at det å eie et landområde kan betraktes som en opsjon, hvor den underliggende verdien er den utviklede tomten og innløsningspris er kostnadene knyttet til utviklingen. En binomisk modell ble brukt til å fastslå skalaen på prosjektet og det optimale tidspunktet for iverksettelse (Titman, 1985). Titman konkluderte også med at høyere prosjektvolatilitet økte verdien av realopsjonen, tilsvarende som med finansielle opsjoner.

Joseph T. Williams bygde videre på arbeidet med realopsjonsprising av tomter ved å tillegge flere usikkerhetsmomenter i modellen. Både inntjeningen fra det utviklede landområdet og utviklingskostnadene var antatt å følge en geometrisk Weiner prosess. Den optimale

størrelsen og timingen på utviklingen ble beregnet numerisk, og en teoretisk verdi på landområdet ble estimert. Han forklarte videre hvorfor det kunne være lønnsomt å vente med å bygge ut en tomt og hvorfor noen velger å forlate prosjektet (Williams, 1991).

Laura Quigg var den første som utførte empiriske studier med realopsjoner innenfor eiendom ved å se på et stort utvalg tomtetransaksjoner i Seattle. Hun fant empirisk støtte for en modell som inkluderte muligheten til å utsette et prosjekt. Resultatene viste at markedsprisen reflekterte en opsjonspremie på gjennomsnittlig 6 % for muligheten til å utsette investeringen. Altså gav realopsjonsanalysen en merverdi på 6 %, med estimert implisitt standardavvik på 18 – 26 % (Quigg, 1993).

I artikkelen «On option pricing models in real estate; A critique» diskuterte Shilling, Sirmans og Benjamin noen av utfordringene ved å bruke realopsjonsteori ved eiendomsinvesteringer. Artikkelen tok opp et interessant spørsmål om hvorvidt realopsjonsprisermodeller gav et bedre beslutningsgrunnlag eller om det skapte mer usikkerhet. De mente at flere av forutsetningene og kriteriene som ligger til grunn i modellen kan være fraværende innen eiendomsinvesteringer og talte imot realopsjonsprising av eiendom. Konklusjonen var at flere opsjoner kunne bli modellert, men at institusjonelle og teoretiske karakteristika ved eiendomsmarkedet måtte tas hensyn til (Shilling, Sirmans, Benjamin 1987).

I nyere forskning argumenterer Aswath Damodaran for at eiendom og aksjer bør kunne behandles under de samme prinsippene til tross for at de oppfører seg forskjellig. Han viser med enkle eksempler hvordan ekspansjonsopsjon, venteopsjon og nedleggelsesopsjon kan gi merverdi gitt visse forutsetninger (Damodaran, 2012).

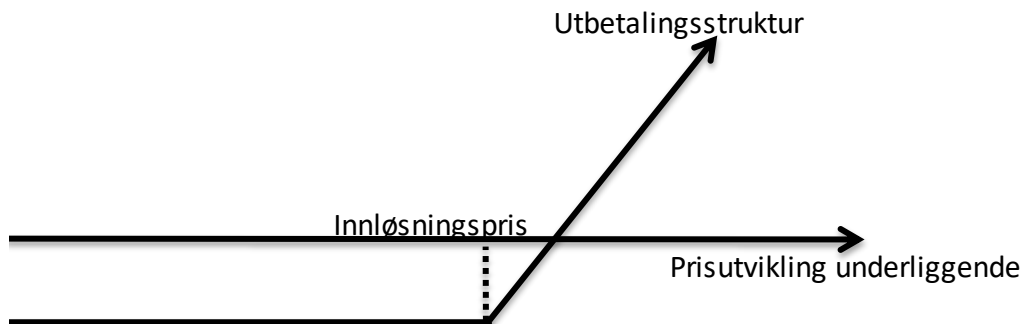
## 3. Teoretisk rammeverk

### 3.1 Finansielle opsjoner

Geltner (2007) definerer en opsjon på følgende måte: “*An option is the right without obligation to obtain something of value upon the payment or giving up of something else*”.

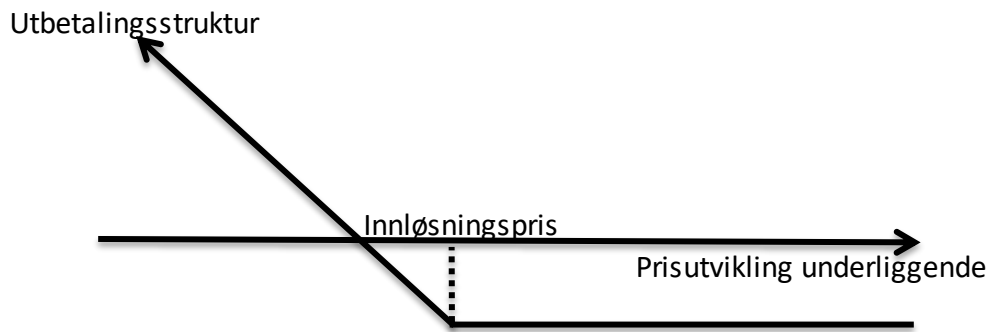
Det finnes hovedsakelig to typer opsjoner; en kjøpsopsjon og en salgsopsjon. En kjøpsopsjon gir innehaver av opsjonen en rett til å kjøpe et aktivum innen eller på en bestemt dato til en fastsatt pris. En salgsopsjon er det motsatte og gir innehaver av opsjonen en rett til å selge et aktivum innen eller på en bestemt dato til en fastsatt pris. Det fastsatte tidspunktet kalles utløps- eller forfallsdato og den fastsatte prisen omtales som innløsningspris. Verdien av opsjonen bestemmes av verdiutviklingen på det underliggende aktivumet.

I figur 1 skildres utbetalingsstrukturen til en kjøpsopsjon grafisk. Frem til verdien på aktivumet når innløsningsprisen har opsjonen ingen verdi. Når verdien overstiger innløsningsprisen vil opsjonen ha en positiv verdi.



Figur 1: Utbetalingsstruktur kjøpsopsjon

En salgsopsjon fungerer på samme måte, men motsatt. Verdien på opsjonen øker når verdien på det underliggende aktivumet synker som vist i figur 2.



Figur 2: Utbetalingsstruktur salgsoption

Det skilles hovedsakelig mellom europeiske og amerikanske opsjoner. En europeisk opsjon kan kun utøves på et fastsatt tidspunkt, mens en amerikansk opsjon kan utøves når som helst i løpet av opsjonens levetid. På grunn av muligheten til tidlig utøvelse vil amerikanske opsjoner alltid vil være verdt minst like mye som europeiske. Tidlig utøvelse av en opsjon er sjeldent lønnsomt fordi tidsverdien av den gjenværende levetiden på opsjonen stort sett er høyere enn gevinsten ved å utøve opsjonen på et tidlig tidspunkt. Det finnes imidlertid unntak. Et eksempel er dersom det underliggende aktivum betaler dividende. Da kan verdien på aktivumet gå ned og tilsvarende vil verdien på kjøpsopsjonen reduseres (Damodaran, 2012).

### 3.2 Realopsjoner

I likhet med en finansiell opsjon er en realopsjon en mulighet, men ikke en plikt til å foreta seg noe i fremtiden. Stewart Myers viste hvordan opsjonsprisingsmetodikken for ikke-finansielle aktiva, kunne verdsette fleksibiliteten på et prosjekt ved å se på investeringen som en amerikansk kjøpsopsjon. Et slikt prosjekt har en mulighet til å utvide, redusere eller forlate et prosjekt, som gjenspeiler valgmuligheter i fremtiden (Myers, 1977). Eksempler på realopsjoner kan være:

- Venteopsjon, dersom framtidutsiktene indikerer høyere verdi for prosjektet kan det gi merverdi å utsette et investeringsprosjekt.
- Ekspansjonsopsjon, dersom omgivelsene tillater det kan et lønnsomt prosjekt utvides i fremtiden.
- Nedskaleringsopsjon, et prosjekt kan bli for stort i omfang eller ikke gi den avkastningen som var forventet. Da kan en nedskaleringsopsjon gi merverdi.

- Nedleggelsesopsjon, er prosjektet ulønnsomt viser en nedleggelsesopsjon muligheten til å forlate prosjektet.
- Flexibilitetsopsjon, svingninger i markedsforholdene kan gjøre flere typer opsjoner gjeldende i løpet av prosjektets levetid.

Verdien til en realopsjon avhenger av fem grunnleggende variabler. Dette er 1) verdien på det underliggende aktivum, 2) innløsningspris, 3) tid til forfall, 4) standardavvik på det underliggende aktivum og 5) den risikofrie renten over opsjonens levetid. Felles for alle disse faktorene er at dersom disse verdiene øker vil også opsjonsverdien øke (Copeland & Antikarov, 2003). For lettere forståelse av realopsjonsprising overføres terminologien fra finansielle opsjoner til realopsjoner som vist i tabell 3.1.

Tabell 3-1: Beskrivelse av opsjonsterminologi

| Finansiell opsjon                | Realopsjon                               | Variabel i utregning |
|----------------------------------|------------------------------------------|----------------------|
| Utøvelsespris                    | Kostnad for det underliggende            | $K_0$                |
| Pris på aktivum                  | Nåverdi av fremtidig kontantstrøm        | $S_0$                |
| Tid til utøvelse                 | Opsjonens levetid                        | T                    |
| Volatilitet av aktivumavkastning | Usikkerhet knyttet til det underliggende | $\sigma$             |

### 3.3 Forskjeller mellom finansielle opsjoner og realopsjoner

Terminologien fra finansielle opsjoner lar i stor grad seg overføre til realopsjoner. Likevel er det noen forskjeller som er verdt å merke seg. For det første er tidshorisonten på finansielle opsjoner normalt sett langt kortere enn for realopsjoner. For prosjekter som anvender realopsjonsanalyse er tidsperspektivet gjerne over flere år, mens finansielle opsjoner stort sett har langt kortere levetid (Brach, 2003).

En annen vesentlig forskjell er at aksjer, obligasjoner og andre verdipapirer er omsatt på børs, og vil være langt mer likvid enn det som er tilfelle for realopsjonens underliggende aktivum. Realopsjoner er heller ikke kontraktsfestet til forskjell fra finansielle opsjoner. I tabell 3.2 oppsummeres flere relevante forskjeller:

Tabell 3-2: Forskjeller mellom finansielle og realopsjoner

| Finansielle opsjoner                                   | Realopsjoner                                               | Referanse                    |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Interne beslutninger påvirker ikke verdien av opsjonen | Ledelsens beslutninger kan påvirke opsjonens verdi         | (Copeland & Antikarov, 2005) |
| Ofte enkle opsjoner                                    | Ofte "regnbue opsjoner" som har flere usikkerhetsfaktorer  | (Copeland & Antikarov, 2005) |
| Mest europeisk av natur                                | Mest amerikansk av natur                                   | (Copeland & Antikarov, 2005) |
| Opsjonens verdi er kjent ved utøvelse                  | Forventet verdi kan være kjent, men flukturere i fremtiden | (Brach, 2003)                |

### 3.4 Opsjonsprisinde modeller

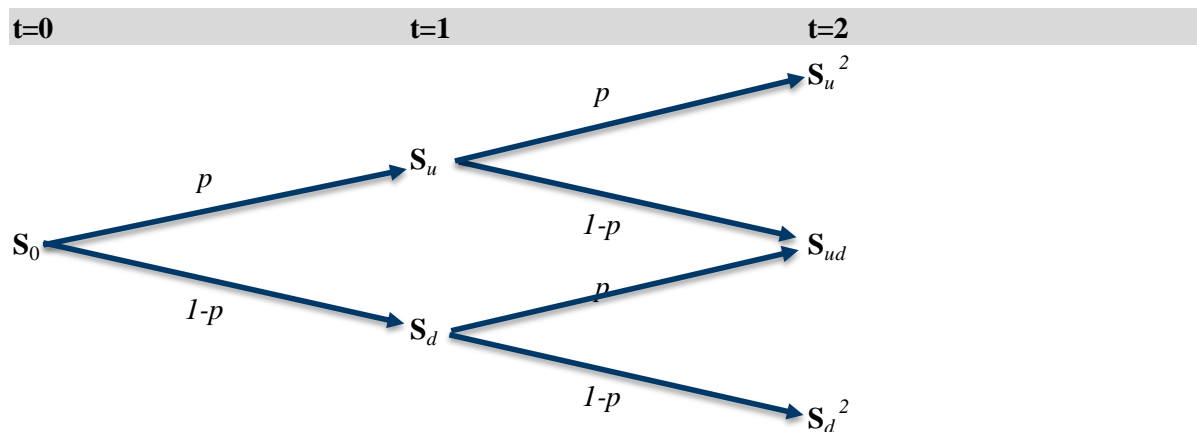
De mest brukte opsjonsprisinde modellene er Black-Scholes modellen og den binomiske modellen. For at modellene skal kunne anvendes, er det visse forutsetninger som må oppfylles:

- 1) Felles for begge modellene er at det må være mulig å konstruere en replikerende portefølje bestående av det underliggende aktivum, og et risikofritt lånebeløp. (Damodaran, 2012)
- 2) Antakelsen om ingen arbitrasjemulighet må finne sted. Dette innebærer at det ikke er mulig å utnytte ubalanse i markedet ved å handle samme vare til ulik pris. (Damodaran, 2012)

I tillegg, for at modellene skal kunne anvendes må selskapet som vurderer prosjektet ha en solid finansiell posisjon. Dersom et handlingsalternativ er å utsette utbyggingen av en tomt, må selskapet ha nok likvide midler til å ha denne kapitalen bundet frem til tomta er utbygd og eventuelt videresolgt. (Tvedt, 2000)

#### 3.4.1 Den binomiske modellen

Den binomiske modellen baserer seg på en prisprosess der prisen på det underliggende aktivum kun kan bevege seg til to stadier. Prisen kan gå opp med sannsynlighet  $p$  eller ned med sannsynlighet  $(1-p)$ . Prisen på prosjektet uten fleksibilitet kan da gå fra stadiet  $S$  i år 0 til  $S_u$  eller  $S_d$  i år 1 som vist i figur 3.



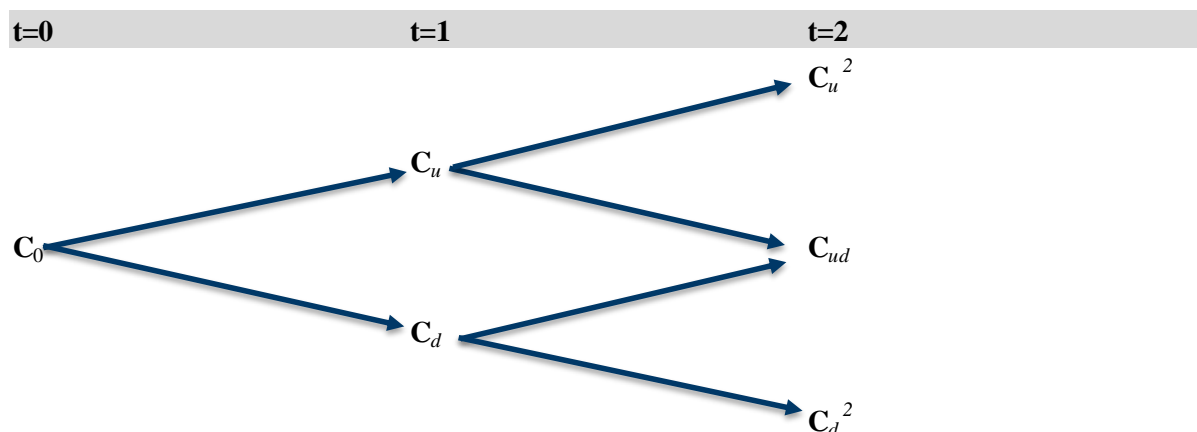
Figur 3: Verdiutvikling underliggende aktiva

Dersom prisen på underliggende går opp til  $S_u$  vil verdien av en kjøpsopsjon være  $C_u$  som skissert i figur 4. På samme måte er  $C_u$  opsjonsverdien dersom prisen på det underliggende går ned fra år 0 til år 1. Disse verdiene løses ved formlene 3.1 og 3.2.

$$C_u = \Delta u S_0 + B e^{rf * \Delta t} \quad (3.1)$$

Og

$$C_d = \Delta d S_0 + B e^{rf * \Delta t} \quad (3.2)$$



Figur 4: Beskrivelse av opsjons verdiutvikling

For å prise opsjonen, må det konstrueres en replikerende portefølje bestående av en kombinasjon av et risikofritt lånebeløp  $B$  og en andel  $\Delta$  i det underliggende. Denne porteføljen må ha samme kontantstrøm som opsjonen slik at arbitrasjemuligheter blir utelukket. Verdien av den replikerende porteføljen vises i formel 3.3.



$$\Delta S_0 + e^{rf*\Delta t} B \quad (3.3)$$

$\Delta t$  representerer periodelengde og  $rf$  den risikofrie renten.

Andel  $\Delta$  i underliggende og andel  $B$  i risikofritt finnes ved å løse ut formlene 3.1 og 3.2

$$\Delta = \frac{C_u - C_d}{Su - Sd} \quad (3.4)$$

$$B = e^{-rf*\Delta t} \frac{uC_d - dC_u}{u-d} \quad (3.5)$$

Dersom vi nå setter formlene for  $\Delta$  og  $B$  inn i formel 3.3 finner vi et uttrykk for verdien på opsjonen år 0,  $C_0$ .

$$C_0 = e^{-rf*\Delta t} \left( \underbrace{C_u \frac{e^{-rf*\Delta t} - d}{u-d}}_p + \underbrace{C_d \frac{u - e^{-rf*\Delta t}}{u-d}}_{1-p} \right) \quad (3.6)$$

Opp- og nedgangsfaktorene  $u$  og  $d$ , løses ved formel 3.7 og 3.8.

$$d = e^{-\sigma\sqrt{t}} \quad (3.7)$$

$$u = e^{\sigma\sqrt{t}} \quad (3.8)$$

(Damodaran, 2012)

### 3.4.2 Prising av opsjonen

For å estimere opsjonsverdien i den binomiske modellen beregnes verdien ved slutten av opsjonens levetid. For å finne verdien ved opsjonens siste periode, sammenlignes verdien på det underliggende ( $S$ ) med utøvelsespris ( $K$ ). For en kjøpsopsjon blir dette

$$C = \text{Max} (S - K, 0) \quad (3.9)$$

For en salgsopsjon blir opsjonsverdien

$$P = \text{Max} (K - S, 0) \quad (3.10)$$

Verdt å merke seg er at verdien på en opsjon ikke kan bli negativ, da opsjonsholder aldri vil utøve opsjonen dersom utøvelsesprisen overstiger verdien på det underliggende.

Opsjonsverdien ved tidspunkt  $t$  finnes ved bruk av formel 4.11 og metoden kalles baklengs induksjon.

$$C_t = e^{-rf*\Delta t} \left( C_u \frac{e^{-rf*\Delta t} - d}{u - d} + C_d \frac{u - e^{-rf+\Delta t}}{u - d} \right) \quad (3.11)$$

I kapittel 7 vil teorien som er presentert i dette kapitlet bli anvendt i praksis.

## 4. Metode

I denne seksjonen vil vi beskrive hvilke teknikker og prosedyrer som er benyttet for å samle inn og analysere data for vårt formål. Vi har møtt visse utfordringer som har krevd ulike antagelser og forutsetninger. Disse vil bli nøye påpekt og rasjonalisert.

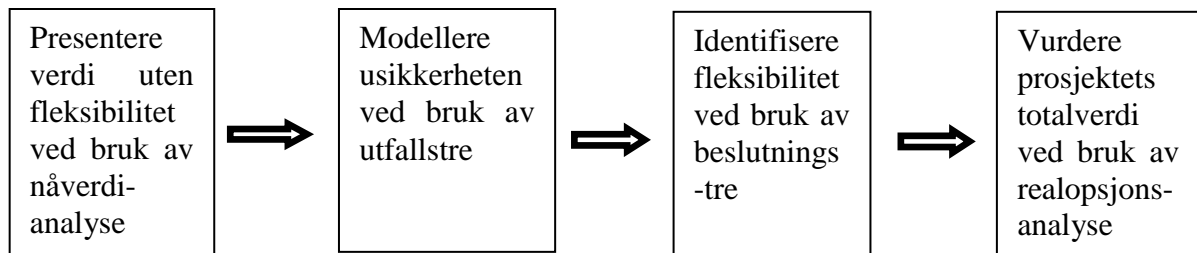
Studien benytter kvantitative datainnsamlingsmetoder. Vi benytter numeriske data som vi tester opp mot et case. Datagrunnlaget baserer seg hovedsakelig på sekundærdata som vi har samlet inn ved hjelp av åpne kilder og samtaler med eiendomsaktører.

Designet av oppgaven omhandler hvordan man skal forholde seg til allerede eksisterende teori rundt emnet. For noen studier er det tydelig hvilken teori forskningen skal ta utgangspunkt i. Dette gjelder imidlertid ikke denne utredningen, hvor det foreligger forskjellige tilnærminger til emnet. En deduktiv tilnærming starter med å samle inn akademisk litteratur, og designe en forskningsstrategi basert på testing av eksisterende teori. En induktiv tilnærming starter med å samle inn data før man genererer sin egen teori ut fra datagrunnlaget (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2012). Vår studie er ikke klart definert, men har flest likhetstrekk med en deduktiv tilnærming ved at vi gjennomgår allerede eksisterende teori og drøfter hva som er mest anvendelig for vårt formål.

Studien benytter kvadratmeterpris, leieinntekter og byggekostnader som verdidrivere for prosjektet. Disse er antatt å følge en geometrisk brownsk bevegelse som innebærer at variasjonen er en kontinuerlig tidsstokastisk prosess. Sannsynlighetsfordelingen for alle fremtidige verdier avhenger kun av dagens verdi og påvirkes ikke av tidligere verdier eller av annen informasjon (Dixit & Pindyck, 1994).

Vi kommer til å benytte oss av en binomisk opsjonsprisinde modell fremfor Black-Scholes. Black-Scholes metoden er utviklet for å prise primært europeiske opsjoner. (Damodaran, 2012). Eiendom har egenskapene til en amerikansk opsjon, fordi du kan foreta en handling når som helst i løpet av opsjonens levetid. For å benytte denne modellen har vi forutsatt at det underliggende aktivum følger en kontinuerlig prisprosess i den betydning at prisen bare kan gå opp eller ned. En prisprosess som godtar mer enn to mulige utfall vil gi mer korrekte estimater, men for å begrense oppgavens omfang er dette en nødvendig antakelse. Den binomiske realopsjonsmodellen illustrerer de stokastiske prosessene som påvirker verdiene i et større eiendomsutviklingsprosjekt. Modellens metodologi er basert på fremgangsmåten

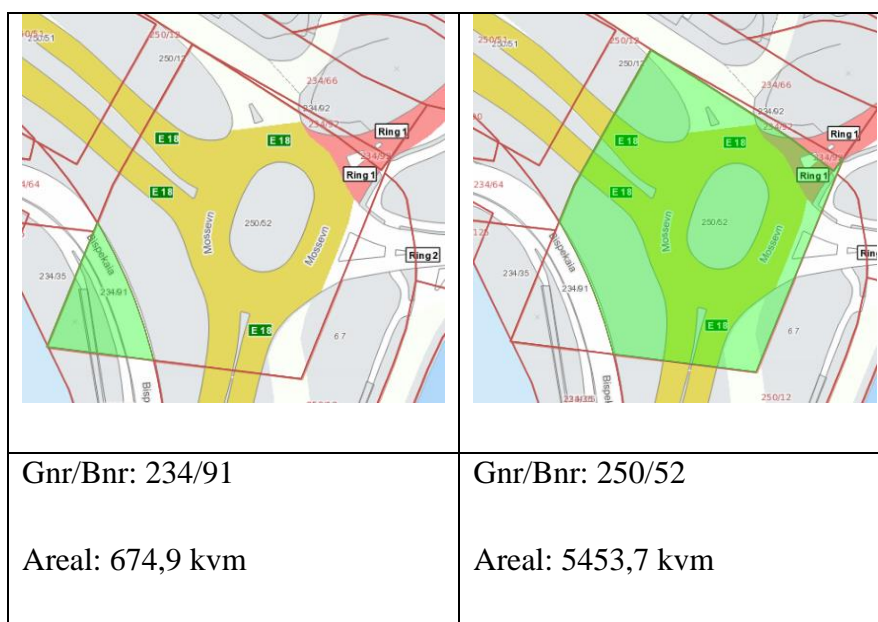
beskrevet i Copeland og Antikarov's «Real Options: A practitioners guide (2003)». De benytter en MAD-tilnærming (Marketed Asset Disclaimer) for å forenkle realopsjonsmetodikken slik at den kan anvendes i praksis. Tilnærmingen baserer seg på en firestegs prosess:



Denne metoden forutsetter at prosjektet uten fleksibilitet er det underliggende aktivum og avkastningen fra prosjektet er grunnlaget for volatilitetsestimeringen. Ved å gjennomgå denne prosessen samles alle usikkerhetsfaktorene til en konsolidert volatilitet.

For å komme frem til en mest mulig realistisk volatilitet vil vi sette opp en detaljert residualverdimodell som fanger opp variasjonene i de underliggende verdidriverne. Residualverdimodellen forklares nærmere i kapittel 6. Etter å ha lagt inn standardavvik for driverne, har vi benyttet Monte-Carlo for å simulere utfallet 50 000 ganger gjennom statistikkprogrammet «Crystal Ball». For å kunne benytte denne simuleringen har vi antatt at prisprosessen til verdidriverne fluktuerer tilfeldig. Den kalkulerede volatiliteten danner grunnlag for de forskjellige opsjonstypene som gjennomgås i kapittel 7.

## 5. Presentasjon av eiendomsprosjekt



Figur 5: Oversikt over tomteareal

Formålet med denne case-studien er å benytte realopsjonstankegangen i et reelt eiendomsprosjekt. Tomten vi skal verdivurdere befinner seg sentralt i Bjørvika i Oslo sentrum, med benevnelsen B7. Tomteområdet er sammensatt av de to eiendomsparcellene 234/91 og 250/52. Den gjeldende reguleringen for området og B7 spesifikt omtales i reguleringsplan S-4099, vedtatt 15.06.2004. For tiden er det også til høring et forslag til detaljregulering som avviker fra bestemmelsene i S-4099. Tabell 5.1 oppsummerer hovedpunktene i reguleringsplanen og detaljreguleringsplanen:

Tabell 5-1: Detalj- og reguleringsforslag for tomteområdet

| Forslag/plan | Tillatt utnyttelse | Andel i bolig (min) | Andel i handel (maks) |
|--------------|--------------------|---------------------|-----------------------|
| S-4099       | 23 000 kvm         | 70 %                | 20% av 1. etasje BRA  |
| 201100876    | 34 350 kvm         | 39 %                | 3 500 kvm             |

Selv om det foreligger et detaljreguleringsforslag som med stor sannsynlighet blir vedtatt, tar vi utgangspunkt i den gjeldende reguleringsplanen S-4099 og vil utgjøre byggetrinn 1 og 2. Detaljreguleringsforslaget 201100876 representeres i byggetrinn 3 og vil ikke inkluderes i prosjektets nåverdi, men danner grunnlag for ekspansjonsmuligheten. Basert på reguleringen har vi foretatt følgende antagelser om arealstørrelser og arealtyper:

Tabell 5-2: Oversikt over estimerte arealstørrelser for byggetrinn 1 og 2

| Type       | Kontor | Handel | Bolig  |
|------------|--------|--------|--------|
| Arealtype  | 6 300  | 600    | 16 100 |
| Arealandel | 27 %   | 3 %    | 70 %   |

## 5.1 Forutsetninger for tomteverdi

Vi setter en tenkt byggestart på prosjektet til 01.01.2017, med ferdigstillelse av første byggetrinn den 31.12.2020, og siste byggetrinn den 31.12.2024. Vi antar at inntektene genereres ved ferdigstillelse av hvert byggetrinn.

Tabell 5-3: Prosjektets antatte tidslinje

| Byggetrinn | Type     | Byggestart | Byggeslutt | Estimert byggetid |
|------------|----------|------------|------------|-------------------|
| 1          | Kontor   | 01.01.2017 | 31.12.2020 | 4 år              |
| 1          | Handel 1 | 01.01.2017 | 31.12.2020 | 4 år              |
| 1          | Handel 2 | 01.01.2017 | 31.12.2020 | 4 år              |
| 1          | Bolig 1  | 01.01.2017 | 31.12.2020 | 4 år              |
| 2          | Handel 3 | 01.01.2018 | 31.12.2021 | 4 år              |
| 2          | Bolig 2  | 01.01.2018 | 31.12.2021 | 4 år              |
| 3          | Bolig 3  | 01.01.2021 | 31.12.2024 | 4 år              |
| 3          | Kontor 2 | 01.01.2021 | 31.12.2024 | 4 år              |
| 3          | Handel 4 | 01.01.2021 | 31.12.2024 | 4 år              |

### Byggekostnader

Markedsmessige kostnader for tilsvarende byggeprosjekt er oppsummert i tabell 5.4 og benyttes i residualverdimodellen.

Tabell 5-4: Forutsetninger om byggekostnader (MCO, 2016)

| Type   | Byggekostnad per kvadratmeter BTA eks.mva |
|--------|-------------------------------------------|
| Kontor | 27 000 kr                                 |
| Handel | 25 000 kr                                 |
| Bolig  | 35 000 kr                                 |

### *Leiepriser for kontorlokaler*

Leiepriser for kontor i Bjørvika ligger mellom 2 700-3 500 kr/ kvm (vedlegg 1). Vi antar en leie på 3 000 kr/kvm BTA/år.

### *Leiepriser for handelslokalene*

Leiepriser for handelslokaler i Oslo sentrum varierer fra ca. 2 500-25 000 kr/kvm BTA/år. Det er store variasjoner i handelslokaler ut ifra størrelser og geografisk plassering. Bjørvika er foreløpig ingen handelsdestinasjon og må antageligvis tilby lave leiepriser (MCO, 2016). Vi benytter en leiepris på 2 500 kr/kvm/ år.

### *Boligpris og konverteringsfaktor*

Vi har fått tilgang til eiendomsverdi sin database over eiendomstransaksjoner i nærheten av Bjørvika området (vedlegg 3). Gjennomsnittsprisen for solgte leiligheter det siste året er på 86 456 kr/kvm P-rom. I vår verdivurdering benytter vi en snittpris på 85 000 kr/kvm P-rom. Konverteringsfaktoren gjenspeiler forholdet mellom antall salgbare kvadratmeter (P-rom) og totalt antall kvadratmeter (BTA).

Tabell 5-5: Forutsetninger for boligprosjekt

|       | Salgspris/kvm P-rom | Transaksjonskostnad | Konverteringsfaktor P-rom/BTA |
|-------|---------------------|---------------------|-------------------------------|
| Bolig | 85 000              | 3 %                 | 75 %                          |

### *Yieldnivå og estimering av salgsverdi for næringslokalene*

Yielden benyttes for å beregne verdien av kontor- og handelslokalene. Konsensus om prime yield i Oslo er for tiden på ca. 4 % (MCO, 2016). Potensielle kjøpere for et slikt utviklingsprosjekt ser det opp mot tidshorisont og leienivået som legges til grunn i kalkylene. Etter samtaler med MCO har vi lagt til grunn et yieldnivå på 4,75 % for både kontor og handelslokalene. Verdien av næringsarealene beregnes ved formel 5.1. Vi forutsetter årlige eierkostnader på 10 % av leieinntektene.

$$\text{Verdi næringsseiendom} = \frac{\text{Netto leieinntekter} - \text{eierkostnader}}{\text{yield}} \quad (5.1)$$

## Renter og finansiering og utviklermargin

Tabell 5-6: Antagelser for renter og finansieringskostnader (MCO, 2016)

| Renter, finansiering og utviklermargin | Verdi   |
|----------------------------------------|---------|
| NIBOR 3M                               | 1,09 %  |
| Langsiktig rente 5 års swap            | 1,38 %  |
| Margin byggelån                        | 2,25 %  |
| Rammeprovisjon byggelån                | 1,00 %  |
| Margin tomtelån                        | 2,25 %  |
| Margin utvikler                        | 15,00 % |

Tabell 5-7: Forutsetninger for prisvekst

| Prisvekst                 | Verdi  |
|---------------------------|--------|
| Årlig KPI-vekst           | 2,50 % |
| Årlig boligprisvekst      | 2,50 % |
| Årlig økning byggekostnad | 2,50 % |

Prisveksten på inputvariablene antas å følge inflasjonsmålet satt av Norges Bank.

## 5.2 Standardavvik for underliggende verdidrivere

Vi forutsetter at alle verdidriverne er lognormal fordelt uten korrelasjon. Vi gjør denne antagelsen fordi utfallene kun kan ha positive verdier og er uavhengige.

### Standardavvik byggekostnad

I følge SSB sin byggekostnadsindeks er det historiske standardavviket på byggekostnadene på ca. 2,5 %. Byggekostnader er likevel prosjektspesifikke og vil kunne variere mye ut ifra spesifikke forhold som avdekkes underveis i et byggeprosjekt, eksempelvis utfordrende grunnforhold og arkeologiske funn. For Bjørvika er arkeologiske utgravninger høyaktuelt da det senest i 2013 ble gjort et historisk funn (Nytt skipsfunn i Bjørvika, 2013). Vi modellerer byggekostnadene som en tilfeldig variabel med standardavvik på 5 % for alle de ulike eiendomstypene.

### Standardavvik leieinntekter og boligpris

De fremtidige leieprisene er avhengig av flere forhold, deriblant etterspørsel, plassering og standard. Vi forutsetter skjønnsmessig at leieinntektene for både kontor- og handelslokalene

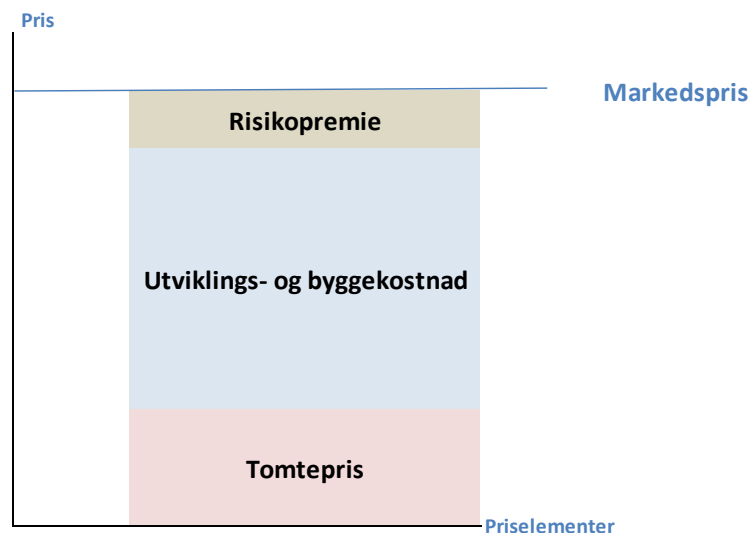


---

har et standardavvik på 10%. Basert på konsumprisindeksen, har vi forutsatt en vekstfaktor for boligprisene på 2,5 % med et standardavvik på 10%.

## 6. Residualverdimodell/nåverdianalyse

For å estimere tomteverdier av utviklingseiendommer benytter eiendomsutviklere primært en residualmodell (MCO, 2016). Metoden estimerer en tomteverdi som en funksjon av hva som kan bygges og utvikles på tomten. Det overskytende etter at utviklerens risikopremie, utviklings- og byggekostnad samt finansieringskostnader er trukket fra markedsprisen på "det ferdige" produktet tilsvarer antatt markedsverdi. Modellen tar også hensyn til nåverdieffekten av tidsrommet fra verdivurderingsdatoen, til påbegynnelse/ferdigstillelse av prosjekt.



Figur 6: Illustrasjon av residualverdimodell

Verdien av en tomt bestemmes hovedsakelig av hva som kan bygges og utvikles på tomten. Tomteverdier påvirkes av eiendommens regulering og det tillatte bebygde arealet. Eksempelvis vil en tomt på 2 dekar med en %-BRA på 150 % kunne bebygges med 3 000 m<sup>2</sup> BRA. En tomt på ett dekar med en %-BRA på 300 % har det samme byggbare potensialet. Byggekostnadene og inntektene og tomteverdiene vil være tilnærmet like, selv om den ene tomten er dobbelt så stor som den andre. Et viktig begrep når man snakker om tomteverdier er derfor tomtebelastning, som sier noe om verdien av tomten målt i forhold til utbyggbare arealet.

En av utfordringene med å bruke en residualverdimodell er at den beregnede markedsverdien er svært volatil, og verdien får en gearingeffekt. En prosentvis endring i prisen på det ferdige

produktet, eksempelvis kvadratmeterprisen for et boligprosjekt gir en høyere prosentvis endring av den beregnede markedsverdi på eiendommen gitt at de andre forutsetningene holdes konstante. Den generelle økonomiske situasjonen vil i stor grad være premissgiver for både risikopremien, bygge- og utviklingskostnader, finansieringskostnader samt pris på det ferdige produktet.

## 6.1 Resultat

### 6.1.1 Resultat fra residualverdimodellen

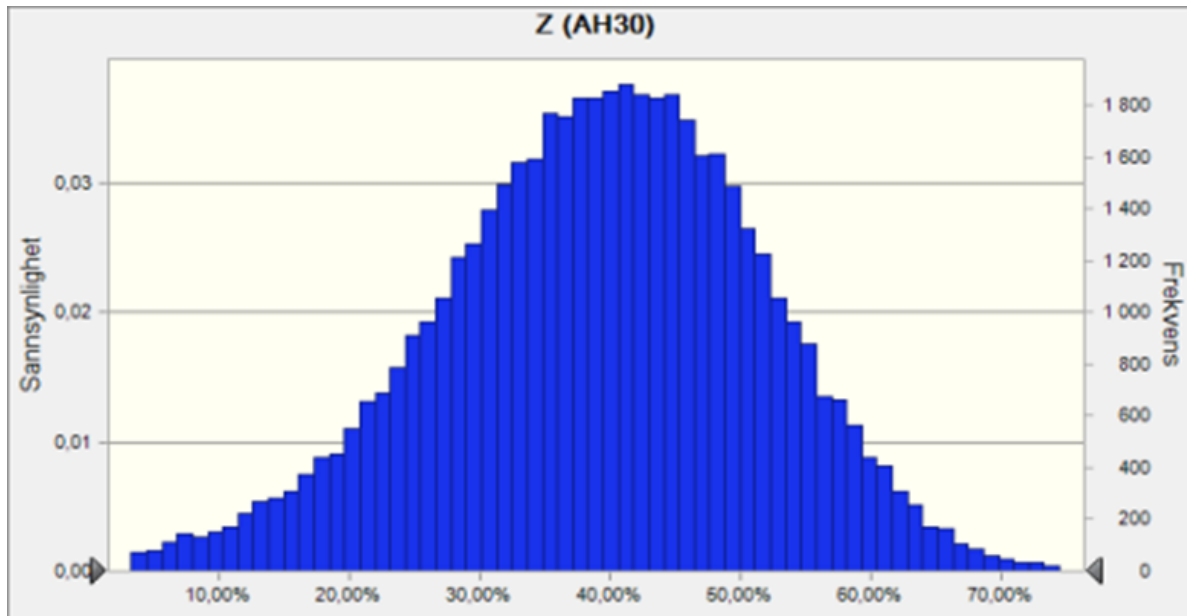
Uttrekk fra residualverdimodellen vises i vedlegg 4. Tabell 6.1 oppsummerer de viktigste resultatene.

*Tabell 6-1: Resultat fra residualverdimodellen*

|                      | <b>Verdi (MNOK)</b> | <b>Variabel</b> |
|----------------------|---------------------|-----------------|
| Nåverdi av kostnader | -990                | $PV_0$ invest.  |
| Brutto nåverdi       | 1 330               | $V_0$           |
| Netto nåverdi        | 341                 | $PV_0$          |
| Nåverdi år 1         | 470                 | $PV_1$          |
| Kontantstrøm år 1    | -122                | $CF_1$          |

## 6.1.2 Resultat fra Monte-Carlo simulering

Figur 7: Sannsynlighetsfordeling Monte-Carlo simulering



En geometrisk brownsk bevegelse er når logaritmen til en variabel varierer tilfeldig. Figur 7 viser sannsynlighetsfordelingen til Z- verdien kalkulert i formel 6.1. Z- verdien er prosjektets avkastning og er variabelen som simuleres med Monte-Carlo.

$$\ln \frac{PV_1 + CV_1}{PV_0} \quad (6.1)$$

Av resultatene i tabell 6.2 er standardavviket uthevet. Den gjenspeiler prosjektets volatilitet og blir brukt til å estimere opsjonsverdiene.

Tabell 6-2: Resultater fra Monte-Carlo simulering

| Statistikk                   | Prognoseverdier |
|------------------------------|-----------------|
| Prøver                       | 50 000          |
| Basistilfelle                | 1,74 %          |
| Gjennomsnitt                 | 38,89 %         |
| Median                       | 0,40 %          |
| <b>Standardavvik</b>         | <b>12,71 %</b>  |
| Varians                      | 1,62 %          |
| Skjevhet                     | -0,35           |
| Kurtose                      | 3,36            |
| Varianskoeffisient           | 0,33            |
| Gjennomsnittlig standardfeil | 0,06 %          |

## 7. Funn og realopsjonsanalyse

Etter å ha kommet frem til prosjektets standardavvik kalkuleres opsjonsparameterne som ligger til grunn i analysen. Dette gjelder opp- og nedgangsfaktorene  $u$  og  $d$ , samt den risikonøytrale sannsynligheten  $p$ . Vi anvender formel 3.6, 3.7 og 3.8 beskrevet i kapittel 3.

$$u = e^{0,13\sqrt{1}} = 1,14$$

$$d = e^{-0,13\sqrt{1}} = 0,88$$

$$p = \frac{e^{-0,02 \cdot 1} - 0,88}{1,14 - 0,88} = 0,55$$

$$1-p = 1-0,55 = 0,45$$

I praksis er levetiden på en realopsjon for en eiendom uendelig. For å forenkle analysen settes denne til 12 år. I tabell 7.1 presenteres parameterne som brukes videre i opsjonsprisindeanalysen. Alle tall som omhandler investering, nåverdier og opsjonsverdier oppgis i millioner.

Tabell 7-1: Opsjonsvariabler

|                           | Verdi   | Variabel |
|---------------------------|---------|----------|
| Oppgangsfaktor            | 1,14    | $u$      |
| Nedgangsfaktor            | 0,88    | $d$      |
| Sannsynlighet for oppgang | 0,55    | $p$      |
| Sannsynlighet for nedgang | 0,45    | $1-p$    |
| Risikofri rente           | 2,00 %  | $rf$     |
| Standardavvik             | 12,71 % | $\sigma$ |
| Levetid opsjon            | 12      | $T$      |
| Investering               | -990    | $I_0$    |
| Brutto nåverdi            | 1 330   | $V_0$    |
| Netto nåverdi             | 341     | $NNV_0$  |

Neste steg er å konstruere verdiutviklingen på prosjektet uten fleksibilitet. Dette gjøres ved å multiplisere brutto nåverdi med oppgangsfaktorene for hver periode. Eksempelvis vil

nåverdien fra år 1 bevege seg til enten 1 510 (1 330 x 1,14) eller 1 171 (1 330 x 0,88) avhengig av utviklingen i markedsforholdene.

Tabell 7-2: Prosjektets brutto verdiutvikling uten fleksibilitet

| 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 330 | 1 510 | 1 715 | 1 947 | 2 211 | 2 511 | 2 851 | 3 238 | 3 677 | 4 175 | 4 741 | 5 383 | 6 113 |
|       | 1 171 | 1 330 | 1 510 | 1 715 | 1 947 | 2 211 | 2 511 | 2 851 | 3 238 | 3 677 | 4 175 | 4 741 |
|       |       | 1 031 | 1 171 | 1 330 | 1 510 | 1 715 | 1 947 | 2 211 | 2 511 | 2 851 | 3 238 | 3 677 |
|       |       |       | 908   | 1 031 | 1 171 | 1 330 | 1 510 | 1 715 | 1 947 | 2 211 | 2 511 | 2 851 |
|       |       |       |       | 800   | 908   | 1 031 | 1 171 | 1 330 | 1 510 | 1 715 | 1 947 | 2 211 |
|       |       |       |       |       | 704   | 800   | 908   | 1 031 | 1 171 | 1 330 | 1 510 | 1 715 |
|       |       |       |       |       |       | 620   | 704   | 800   | 908   | 1 031 | 1 171 | 1 330 |
|       |       |       |       |       |       |       | 546   | 620   | 704   | 800   | 908   | 1 031 |
|       |       |       |       |       |       |       |       | 481   | 546   | 620   | 704   | 800   |
|       |       |       |       |       |       |       |       |       | 424   | 481   | 546   | 620   |
|       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 373   | 424   | 481   |
|       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 329   | 373   |
|       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 289   |

Prosjektets verdiutvikling uten fleksibilitet danner videre grunnlag for de forskjellige opsjonsverdiene.

## 7.1 Venteopsjon

Muligheten til å utsette et prosjekt har en verdi. Dette gir ledelsen mulighet til å observere utviklingen i markedet og igangsette prosjektet når markedsforholdene er bedre. Denne typen opsjon kan sammenlignes med en amerikansk kjøpsopsjon da utbygger når som helst i løpet av opsjonens levetid kan velge å starte igangsettingen av prosjektet. I analysen antas det at investeringskostnaden øker med inflasjonsmålet på 2,5 % årlig gjennom opsjonens levetid, som vist i tabell 7.3.

Tabell 7-3: Investeringskostnad ved tidspunkt  $t$

| 0    | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| -990 | -1 014 | -1 040 | -1 066 | -1 092 | -1 120 | -1 148 | -1 176 | -1 206 | -1 236 | -1 267 | -1 298 | -1 331 |

Som beskrevet i teoridelen, starter prosessen med å finne opsjonsverdien på slutten av opsjonens levetid. For å komme frem til dette benyttes formel 3.9 for alle utfallene i år 12. Opsjonsverdien ved de ulike utfallene det siste året vises i tabell 7.4

Tabell 7-4: Opsjonsparameter år 12 for venteopsjonen

| Utfall        | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Verdi underl. | 6 113 | 4 741 | 3 677 | 2 852 | 2 211 | 1 715 | 1 330 | 1 032 | 800   | 620   | 481   | 373   | 289   |
| Investering   | 1 331 | 1 331 | 1 331 | 1 331 | 1 331 | 1 331 | 1 331 | 1 331 | 1 331 | 1 331 | 1 331 | 1 331 | 1 331 |
| Verdi år 12   | 4 782 | 3 410 | 2 346 | 1 521 | 881   | 384   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |

Etter å ha funnet disse verdiene, estimeres opsjonsverdien ved baklengs induksjon som gjennomgått i teoridelen. Vi setter da inn i formel 3.11 slik at verdien i år 11 er et resultat av verdiene i år 12. Prosessen gjentas for hvert år helt tilbake til år 0, utfallstreet blir som vist i tabell 7.5.

Tabell 7-5: Opsjonsverdi ved tidspunkt  $t$  for venteopsjon

| 0   | 1   | 2   | 3   | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 373 | 499 | 657 | 851 | 1 082 | 1 355 | 1 671 | 2 034 | 2 448 | 2 921 | 3 462 | 4 079 | 4 782 |
|     | 237 | 331 | 453 | 608   | 801   | 1 033 | 1 307 | 1 623 | 1 984 | 2 398 | 2 870 | 3 410 |
|     |     | 135 | 198 | 285   | 402   | 555   | 748   | 983   | 1 258 | 1 573 | 1 933 | 2 346 |
|     |     |     | 65  | 101   | 155   | 235   | 346   | 498   | 694   | 933   | 1 206 | 1 520 |
|     |     |     |     | 24    | 40    | 67    | 110   | 178   | 283   | 436   | 643   | 880   |
|     |     |     |     |       | 5     | 9     | 17    | 32    | 59    | 111   | 206   | 384   |
|     |     |     |     |       |       | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|     |     |     |     |       |       |       | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|     |     |     |     |       |       |       |       | -     | -     | -     | -     | -     |
|     |     |     |     |       |       |       |       |       | -     | -     | -     | -     |
|     |     |     |     |       |       |       |       |       |       | -     | -     | -     |
|     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       | -     | -     |
|     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       | -     |

Av tabell 7.5 ser vi at opsjonen verdsettes til 373 millioner. Det betyr at den totale verdien av tomten med mulighet til å utsette utbyggingen i 12 år er 714 millioner (341+373) som er prosjektets statiske nåverdi pluss opsjonsverdien. Det betyr at selv om prosjektets nåverdi uten fleksibilitet er positiv i dag, kan det være lukrativt å vente med å igangsette prosjektet. Dette fanges ikke opp i en tradisjonell nåverdianalyse der prosjektet ville blitt iverksatt ved en positiv nåverdi.

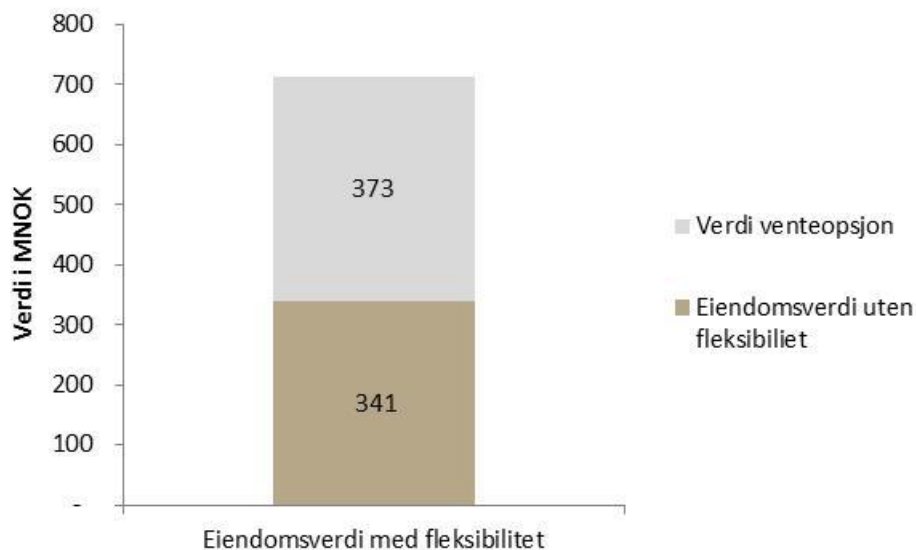
Fra et verdimaksimerende ståsted ser vi fra tabellen under at å vente lengst mulig gir den høyeste verdien. Dette er i tråd med realopsjonsteori der tidlig utøvelse av en amerikansk opsjon sjeldent er lønnsomt (Damodaran, 2012).



Tabell 7-6: Beslutningstre venteopsjon

| 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Bygg |
|      | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Bygg |
|      |      | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Bygg |
|      |      |      | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Bygg |
|      |      |      |      | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Bygg |
|      |      |      |      |      | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Bygg |
|      |      |      |      |      |      | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent |
|      |      |      |      |      |      |      | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent |
|      |      |      |      |      |      |      |      | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      | Vent | Vent | Vent | Vent |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Vent | Vent | Vent |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Vent | Vent |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Vent |

Et viktig moment å ta med her er hvor høy avkastning en alternativ investering ville gitt dersom tomten ble utviklet umiddelbart og avkastningen fra prosjektet ble investert et alternativt sted. Av den grunn kan det være lurt å sette opp alle de forskjellige handlingsalternativene før en beslutning fattes.



Figur 8: Estimert eiendomsverdi inkludert verdi av venteopsjon

Figur 8 viser opsjonsverdien relativt til verdien av prosjektet uten fleksibilitet. Den totale eiendomsverdien øker med 109 % dersom man tar hensyn til verdien av venteopsjonen.

## 7.2 Ekspansjonsopsjon

Som et alternativ til å vente med igangsettingen av prosjektet, har utbygger i visse tilfeller muligheten til å oppskalere størrelsen på prosjektet. Denne ekspansjonen vil kun være aktuell dersom markedsforholdene tillater det. I de fleste tilfeller sentralt i Oslo, vil ikke en ekspansjon av et slikt prosjekt være mulig uten en omregulering av eiendommen. For Bjørvika B7 er imidlertid dette et sannsynlig alternativ. Som nevnt i kapittel 5 foreligger det et reguleringsforslag som tillater bygging av ytterligere 11 350 kvm. Dette er et relevant eksempel på når realopsjonsanalyse kan bli gjeldende og påvirke tomteverdien.

For at en ekspansjonsopsjon skal være gunstig må nåverdien av ekspansjonen være betydelig høyere enn den opprinnelige nåverdien minus ekspansjonskostnaden. Dette er fordi ekspansjonen finner sted en gang i fremtiden, og kostnadene kan derfor endre seg mye frem til utbyggingen starter (Damodaran, 2012).

For å komme frem til en korrekt ekspansjonssats, må den potensielle fremtidige kontantstrømmen ekspansjonen genererer, neddiskonteres til år 0. Deretter regnes brutto kontantstrøm fra ekspansjonen, i prosent av det opprinnelige prosjektet. Prosessen blir vist i tabell 7-7.

Tabell 7-7: Verdi byggetrinn 3

| Faktor                                    | Verdi |
|-------------------------------------------|-------|
| Brutto nåverdi prosjekt år 0              | 1 330 |
| Brutto nåverdi byggetrinn 3 år 0          | 567   |
| Byggetrinn 3 i prosent av hele prosjektet | 43 %  |

For å estimere verdien på de forskjellige utfallene i år 12, må prosjektet uten fleksibilitet samt investeringen år 12, ganges opp med ekspansjonsfaktoren. Dette gjøres for alle de 13 potensielle utfallene, slik at verdiene blir som vist i tabell 7.8.

Tabell 7-8: Opsjonsparameter år 12 for ekspansjonsopsjonen

| Utfall        | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Verdi underl. | 6 113 | 4 741 | 3 677 | 2 852 | 2 211 | 1 715 | 1 330 | 1 032 | 800   | 620   | 481   | 373   | 289   |
| Voppskallet   | 8 718 | 6 761 | 5 243 | 4 066 | 3 154 | 2 446 | 1 897 | 1 471 | 1 141 | 885   | 686   | 532   | 413   |
| Investering   | 1 898 | 1 898 | 1 898 | 1 898 | 1 898 | 1 898 | 1 898 | 1 898 | 1 898 | 1 898 | 1 898 | 1 898 | 1 898 |
| Verdi år 12   | 6 820 | 4 863 | 3 346 | 2 169 | 1 256 | 548   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |

På samme måte som med en venteopsjon, løses opsjonsverdiene ved baklengs induksjon ved bruk av formel 4.11 for alle år helt tilbake til år 0. Dette leder til utfallstreet skissert i tabell 7.9.

Tabell 7-9: Opsjonsverdi ved tidspunkt  $t$  for ekspansjonsopsjon

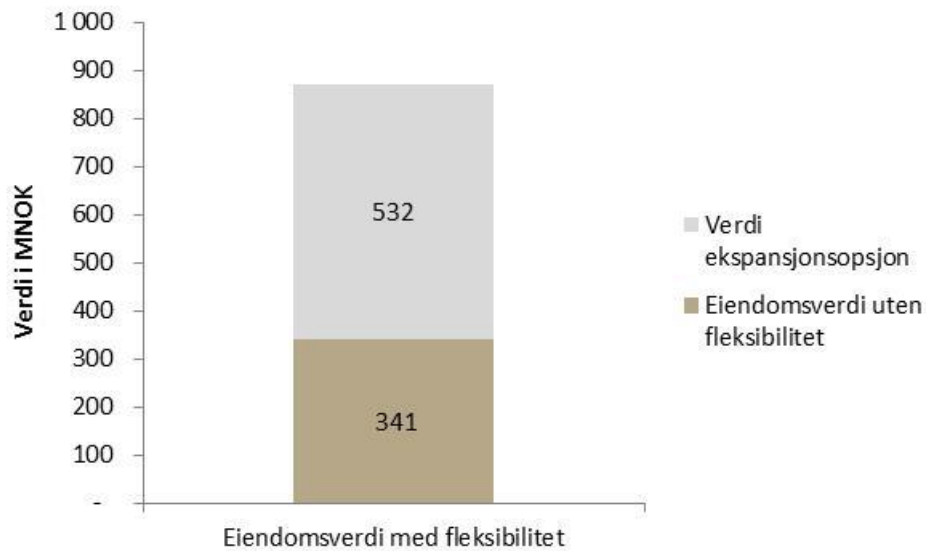
| 0   | 1   | 2   | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 532 | 712 | 937 | 1 213 | 1 543 | 1 932 | 2 383 | 2 900 | 3 491 | 4 166 | 4 937 | 5 816 | 6 819 |
|     | 338 | 471 | 645   | 867   | 1 142 | 1 473 | 1 863 | 2 314 | 2 830 | 3 419 | 4 093 | 4 862 |
|     |     | 192 | 282   | 406   | 573   | 792   | 1 067 | 1 401 | 1 793 | 2 243 | 2 757 | 3 345 |
|     |     |     | 92    | 144   | 222   | 335   | 494   | 710   | 990   | 1 330 | 1 720 | 2 168 |
|     |     |     |       | 34    | 57    | 95    | 157   | 254   | 404   | 622   | 917   | 1 255 |
|     |     |     |       |       | 7     | 13    | 24    | 45    | 85    | 158   | 294   | 548   |
|     |     |     |       |       |       | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|     |     |     |       |       |       |       | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|     |     |     |       |       |       |       |       | -     | -     | -     | -     | -     |
|     |     |     |       |       |       |       |       |       | -     | -     | -     | -     |
|     |     |     |       |       |       |       |       |       |       | -     | -     | -     |
|     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       | -     | -     |
|     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       | -     |

Vi ser at denne opsjonen har en høyere nåverdi enn venteopsjonen. At ekspansjonsopsjonen genererer en høy merverdi er også naturlig da prosjektet i utgangspunktet hadde en positiv nåverdi uten fleksibilitet. Den totale verdien av eiendommen med muligheten til å ekspandere prosjektet blir 873 millioner (341+532).

Tabell 7-10: Beslutningstre ekspansjonsopsjon

| 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12    |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Utvid |
|      | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Utvid |
|      |      | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Utvid |
|      |      |      | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Utvid |
|      |      |      |      | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Utvid |
|      |      |      |      |      | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Utvid |
|      |      |      |      |      |      | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent  |
|      |      |      |      |      |      |      | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent  |
|      |      |      |      |      |      |      |      | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent  |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      | Vent | Vent | Vent | Vent  |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Vent | Vent | Vent  |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Vent | Vent  |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Vent  |

Den verdimaksimerende løsningen for ekspansjonsopsjonen er å vente lengst mulig før utbyggingen foretas. Det er mest lønnsomt å utvide prosjektet i år 12 så sant de underliggende faktorene beveger seg i positiv retning.



Figur 9: Estimert eiendomsverdi inkludert verdi av ekspansjonsopsjon

---

Figur 9 viser opsjonsverdien relativt til verdien av prosjektet uten fleksibilitet. Den totale eiendomsverdien øker med 156 % dersom man tar hensyn til verdien av ekspansjonsopsjonen.

## 7.3 Nedskaleringsopsjon

Den siste opsjonstypen denne oppgaven tar for seg, handler om muligheten til å nedskalere et prosjekt. I likhet med scenarioet med en ekspansjonsopsjon, er dette en reell mulighet da den planlagte utbyggingen er delt opp i flere byggetrinn med forskjellig byggestart.

Muligheten til å ikke bygge ut siste byggetrinn kan ses på som en amerikansk salgsopsjon der man har en mulighet, men ikke en plikt til å selge ut deler av prosjektet. Nedskaleringen vil kun finne sted dersom markedsforholdene utvikler seg i negativ retning.

Dersom boligprisene synker og/eller bygge-kostnadene øker, vil denne opsjonsformen vise verdien av å kunne redde selskapet fra ytterligere tap. Nedskaleringssatsen oppgaven opererer med er den neddiskonterte verdien til den brutto kontantstrømmen byggetrinn 2 genererer i fremtiden, i prosent av den opprinnelige brutto kontantstrømmen for hele prosjektet. I tall blir dette som vist i tabell 7-11.

Tabell 7-11: Verdi byggetrinn 2

| Faktor                                        | Verdi   |
|-----------------------------------------------|---------|
| Brutto nåverdi prosjekt år 0                  | 1 330   |
| Brutto nåverdi byggetrinn 2 år 0              | 509     |
| Verdi byggetrinn 2 som andel av totalprosjekt | 38,30 % |

Som for de andre opsjonene er første steg å finne en verdi for de forskjellige utfallene i år 12. Dette gjøres ved å nedskalere både prosjektet uten fleksibilitet samt investeringen, som vist i tabell 7-12.

Tabell 7-12: Opsjonsparameter år 12 for nedskaleringsopsjon

| Utfall        | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Verdi underl. | 6 113 | 4 741 | 3 677 | 2 852 | 2 211 | 1 715 | 1 330 | 1 032 | 800 | 620 | 481 | 373 | 289 |
| Vnedskalert   | 3 772 | 2 925 | 2 269 | 1 759 | 1 364 | 1 058 | 821   | 636   | 494 | 383 | 297 | 230 | 179 |
| Investering   | 821   | 821   | 821   | 821   | 821   | 821   | 821   | 821   | 821 | 821 | 821 | 821 | 821 |
| Verdi år 12   | 2 951 | 2 104 | 1 447 | 938   | 543   | 237   | -     | -     | -   | -   | -   | -   | -   |

Videre danner verdien på de forskjellige utfallene i år 12 grunnlag for estimeringen av de øvrige utfallene:

Tabell 7-13: Opsjonsverdi ved tidspunkt  $t$  for nedskaleringsopsjon

| 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 189 | 263 | 360 | 482 | 633 | 811 | 1 018 | 1 251 | 1 510 | 1 802 | 2 136 | 2 516 | 2 950 |
|     | 108 | 158 | 228 | 322 | 444 | 598   | 782   | 992   | 1 224 | 1 479 | 1 771 | 2 104 |
|     |     | 51  | 80  | 124 | 188 | 279   | 402   | 562   | 755   | 970   | 1 193 | 1 447 |
|     |     |     | 18  | 31  | 52  | 87    | 142   | 227   | 353   | 529   | 744   | 938   |
|     |     |     |     | 4   | 7   | 13    | 24    | 45    | 84    | 156   | 292   | 543   |
|     |     |     |     |     | -   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|     |     |     |     |     |     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|     |     |     |     |     |     |       | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|     |     |     |     |     |     |       |       | -     | -     | -     | -     | -     |
|     |     |     |     |     |     |       |       |       | -     | -     | -     | -     |
|     |     |     |     |     |     |       |       |       |       | -     | -     | -     |
|     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       | -     | -     |
|     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       | -     |

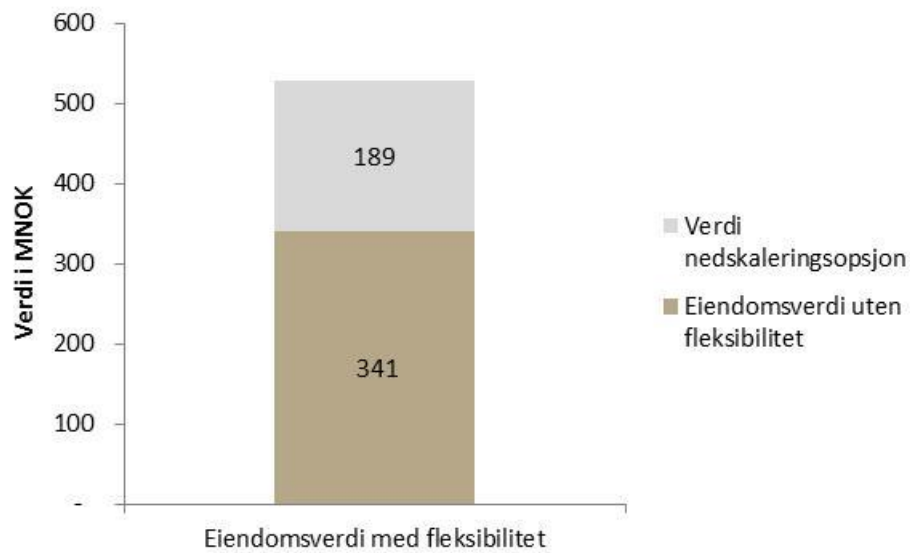
Den totale verdien av eiendommen med muligheten til å nedskalere prosjektet er 530 millioner (341+189). Verdien av å kunne nedskalere prosjektet ligger i å kunne begrense et eventuelt tap ved en ugunstig utvikling i markedsforhold.

Tabell 7-14: Beslutningstre nedskaleringsopsjon

| 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent |
|      | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent |
|      |      | Selg | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent |
|      |      |      | Selg | Selg | Selg | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent |
|      |      |      |      | Selg | Selg | Selg | Selg | Vent | Vent | Vent | Vent | Vent |
|      |      |      |      |      | Selg | Selg | Selg | Selg | Selg | Vent | Vent | Vent |
|      |      |      |      |      |      | Selg | Selg | Selg | Selg | Selg | Selg | Selg |
|      |      |      |      |      |      |      | Selg | Selg | Selg | Selg | Selg | Selg |
|      |      |      |      |      |      |      |      | Selg | Selg | Selg | Selg | Selg |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      | Selg | Selg | Selg | Selg |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Selg | Selg | Selg |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Selg | Selg |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Selg |

Tabell 7-14 viser beslutningstreet som sammenligner verdien av å utøve venteopsjonen kontra ikke utøvelse. Så lenge de underliggende driverne går opp gir det mest verdi å ikke utøve opsjonen, men når verdien går ned et år er det verdimaksimerende å utøve opsjonen.

Alternativt kan beslutningstaker avvente og håpe på oppgang i markedet, men risikerer da ytterligere tap dersom nedgangen vedvarer.



Figur 10: Estimert eiendomsverdi inkludert verdi av nedskaleringsopsjon

Figur 10 viser opsjonsverdien relativt til verdien av prosjektet uten fleksibilitet. Den totale eiendomsverdien øker med 55 % dersom man tar hensyn til verdien av nedskaleringsopsjonen.



---

## 8. Drøfting

Innledningsvis i studien påpekte vi volatilitetsestimering, presisjon og praktisk anvendelse som utfordringer ved estimering av realopsjonsverdier. I den kommende delen vil disse utfordringene, sammen med antakelser og forutsetninger, bli diskutert. Målet for kapittelet er å belyse de sidene ved utredningen hvor det kan stilles spørsmål til fremgangsmåte, samt drøfte metodebruk og funn opp mot relevant teori.

### *Funn*

Fra kapittel 7 ser vi at opsjonsverdiene gir en markant merverdi relativt til prosjektets statiske verdi. At ekspansjonsopsjonen gir høyest verdi virker logisk, da denne opsjonen øker et allerede profitabelt prosjekt samtidig som den tar hensyn til verdien av å utsette prosjektet.

I kapittel 6 nevnte vi at den beregnede markedsverdien i residualverdien er svært volatil, og verdien får en «gearingeffekt». Denne effekten forsterker prosjektets avkastning og fører til store svingninger i eiendomsverdi og dermed et høyt standardavvik. På bakgrunn av dette kan det tenkes at opsjonsverdiene studien har kommet frem til er kunstig høye.

### *Volatilitetsestimering, presisjon og anvendelse*

MAD-tilnærmingen studien benytter for å estimere prosjektets volatilitet, var den metoden vi fant mest passende ettersom aktører allerede benytter en nåverdimodell til å verdsette eiendom. Verdiene i residualverdimodellen som danner grunnlag for prosjektets statiske nåverdi, er basert på markedsmessige estimat. Metoden benytter imidlertid subjektive vurderinger hva gjelder usikkerheten knyttet til de underliggende verdidriverne. Dette gjør at det kan stilles spørsmålstegn til modellens reliabilitet. På en annen side er vurderingene redegjort for og bør være estimater nært de markedsmessige verdiene.

De underliggende verdidriverne studien benytter er salgpris, leiepris og byggekostnad. I praksis er det flere variabler som driver verdien, men for å opprettholde modellens anvendelighet er det bedre å ta for seg kun de mest relevante driverne (Copeland & Antikarov, 2003).

### *Forutsetninger og antakelser*

Gjennom studien har vi forsøkt å holde forutsetninger og antakelser til et minimum. Likevel har det blitt nødvendig i noen deler av studien, for å komme frem til et målbart resultat.

En forutsetning for realopsjonsprising gjennomgått i kapittel 3, er at opsjonsholder har nok likvide midler til å ha kapitalen bundet gjennom opsjonens levetid. Selv om dette kriteriet oppfylles, ser vi på det som lite sannsynlig at en eiendomsaktør kjøper en tomt og lar den stå ubebygget over en lengre periode. Sannsynligheten er høy for at alternative investeringer vil gi høyere avkastning enn det å vente på et optimalt prosjekt.

Studien forutsetter at de underliggende verdidriverne følger en geometrisk brownsk bevegelse, som innebærer at sannsynlighetsfordelingen for alle fremtidige verdier avhenger kun av dagens verdi og påvirkes ikke av tidligere verdier eller av annen informasjon. Geometrisk brownsk bevegelse gir også en normalfordelt avkastning med nøytral kurtose, som innebærer at fordelingen er spredt mellom ytterpunktene. Dette gir mindre sannsynlighet for at ekstreme verdier inntreffer. Det kan diskuteres om elimineringen av ekstremverdiene svekker modellens reliabilitet.

I kapittel 5 er det noen antakelser hva gjelder salgstakt og byggetid. Estimaten er basert på en overordnet skjønnsmessig vurdering og ved å sammenligne med byggetider på lignende prosjekter. En casestudie basert på et allerede eksisterende prosjekt ville vært i stand til å gi reelle verdier for disse parameterne. Kostnader forbundet med finansiering samt prisvekst på boligpris, leiepris og byggekostnader, er hentet fra lignende verdivurderinger foretatt av Malling og Co.

I anvendelsen av den binomiske modellen har vi antatt at prisutviklingen til det underliggende enten kan gå opp eller ned. En prisprosess som godtar mer enn to mulige utfall vil gi mer korrekte estimater, men for å begrense oppgavens omfang er dette en nødvendig forutsetning.

---

## 9. Konklusjon

I denne studien stilte vi spørsmål om eiendomsmarkedet er egnet for realopsjonsanalyse og hvorvidt verdien av fleksibiliteten bør inkluderes i verdivurderingen av eiendom.

Til tross for utfordringer knyttet til volatilitetsestimeringen, samt residualverdimodellens gearingeffekt, mener vi at eiendomsmarkedet er godt egnet for realopsjonsanalyse.

Opsjonsverdiene vi har beregnet kan fremstå høye, og øker den totale eiendomsverdien betraktelig. Vi vil derfor ikke konkludere med at modellen vi anvender er valid nok til å være et pålitelig beslutningsgrunnlag. Likevel gir funnene en viktig indikasjon på at verdien av fleksibiliteten i et eiendomsprosjekt bør bli tatt hensyn til. Vår konklusjon er at eiendom som aktiva har en skjult verdi som kan avdekkes ved realopsjonsanalyse.

### 9.1 Forslag til videre forskning

Etter å ha gjennomgått denne utredningen har vi blitt oppmerksomme på de områdene der analysen fungerer godt, og hvor det kan være interessant å studere temaet videre. Vårt forslag til videre forskning er todelt, og baserer seg på realopsjoners tilpasning i opsjonsprisindeksmodellene og markedets generelle oppfatning av opsjonsprisingstemaet.

#### *Volatilitetsestimering*

Som teorien tilsier er volatilitetsestimering det mest utfordrende i en realopsjonsanalyse. Videre forskning på volatilitetsestimering og realopsjoners tilpasning i opsjonsprisindeksmodellene kan gi mer korrekte verdiestimer i fremtiden.

#### *Markedets oppfatning av fleksibilitet*

Noe av problemet med å verdsette fleksibiliteten i et eiendomsprosjekt, er at det pr. dags dato ikke blir praktisert i stor grad blant eiendomsaktørene. Det kan tenkes at investorene ubevist benytter en realopsjonstankegang når de ser på potensielle investeringsobjekter. Empiriske undersøkelser blant markedsaktørene kan bidra til å belyse tema, og på sikt skape aksept for verdien av fleksibilitet.

## 10. Litteraturliste

Black, F. & Scholes, M. (1973). *The Pricing of Options and Corporate Liabilities*. Chicago: The University of Chicago Press, Vol. 81: 637-654

Brach, M. (2003). *Real Options in Practice, Wiley finance*. Wiley. New York

Copeland, T. & Antikarov, V. (2005). *Real Options: A Practitioner's Guide*, Cengage Learning. U.K

Cox, J.C., Ross, S.A. & Rubinstein, M. (1979). *Option pricing: A Simplified Approach*. Journal of Financial Economics 7: 229-263

Damodaran, A. (2012). *Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset*, 3rd Edition, Wiley finance. New York: Wiley.

Damodaran, A. (2012). *Valuation: Packet 3, Real Options, Acquisition Valuation and Value Enhancement*, NYO Stern School of Business

Damodaran, A. (2012). *Valuation: Packet 3, Option Pricing Theory and Applications*, NYO Stern School of Business

Dixit, R.K. & Pindyck, R.S. (1994). *Investment Under Uncertainty*. Princeton University Press

MCO. (2016) Eiendomshuset Malling & CO. Referanseperson: Haakon Ødegaard, *Leder analyseavdeling/Partner*

Merton, R.C. (1973). *The theory of rational option pricing*. The Bell Journal of Economics and Management Science, Vol. 4: 141-183

Myers, S.C. (1977). *Determinants of corporate borrowing*. Journal of Financial Economics 5: 147-175

Møller, B. (2012). *Verdivurdering av fast eiendom*. Magma. Tilgjengelig fra:

<https://www.magma.no/verdivurdering-av-fast-eiendom>


- Norsk maritimt museum. (2013). *Nytt skipsfunn i Bjørvika*. Oslo, Tilgjengelig fra:  
[http://www.marmuseum.no/no/arkeologi/arkeologiske\\_prosjekter/d25-TgZDO3N.ips](http://www.marmuseum.no/no/arkeologi/arkeologiske_prosjekter/d25-TgZDO3N.ips)
- Quigg, L. (1993). *Empirical Testing of Real Option-Pricing Models*. The Journal of Finance, Vol. 48: 621-640
- Saunders, M.N.K., Lewis, P. & Thornhill, A. (2012). *Research Methods for Business Students*, sixth edition, Pearson Publishing. UK
- Shilling, J.D, Sirmans, C.F. & Benjamin, J.D. (1987). *On Option Pricing Models in Real Estate; A Critique*. Real Estate Economics, Vol. 15: 742-752
- SSB. (2016). *Byggekostnadsindeks*, Tilgjengelig fra:  
<https://www.ssb.no/statistikkbanken/selectvarval/saveselections.asp>
- Titman, S. (1985). *Urban Land Prices Under Uncertainty*. The American Economic Review, Vol. 75, No. 3: 505-514
- Tvedt, J. (2000). *Realopsjoner - verdien av fleksibilitet*. Magma. Tilgjengelig fra:  
<https://www.magma.no/realopsjoner-verdien-av-fleksibilitet>
- Williams, J.T. (1991). *Real estate development as an option*. The Journal of Real Estate Finance and Economics, Vol 4: 191-208

# 11. Vedlegg

## Vedlegg 1: Uttrekk Markedsrapport Malling & Co

OSLO OFFICE MARKET / MARKET REPORT SUMMER / FALL 2016 PAGE 25


**BLIØRVIKA**



|                                    | Per May 2016  | Per May 2015  |
|------------------------------------|---------------|---------------|
| Normal rent (NOK/m <sup>2</sup> )* | 2 700 - 3 000 | 2 700 - 3 000 |
| Prime rent (NOK/m <sup>2</sup> )*  | 3 500         | 3 500         |
| Supply**                           | 9 %           | 13 %          |
| Vacancy**                          | 2 %           | 2 %           |

**Comment:**  
The smaller projects Dronning Eufemias gate 42 (4 250 m<sup>2</sup>) and Dronning Eufemias gate 68 (3 700 m<sup>2</sup>) will be completed in 2016 and 2017, respectively. Diagonale will be completed in early 2016, and TV2 is still the only announced tenant. The HW Eikendom project Fiskebrygga, a proposed 22 000 m<sup>2</sup> office project, has been challenged by the city planning authorities to reduce the project's height and include residential units in the project. Euterma (21 000 m<sup>2</sup>) is still waiting for an anchor tenant so the project can be initiated, while construction of the new Munch museum is ongoing.

**NYDALEN/SANDAKER**



|                                    | Per May 2016  | Per May 2015  |
|------------------------------------|---------------|---------------|
| Normal rent (NOK/m <sup>2</sup> )* | 1 500 - 1 700 | 1 500 - 1 700 |
| Prime rent (NOK/m <sup>2</sup> )*  | 2 300         | 2 200         |
| Supply**                           | 5 %           | 8 %           |
| Vacancy**                          | 5 %           | 7 %           |

**Comment:**  
Eikjøp's headquarters will move to Nydalsveien 18 (Spikerveket) in 2017. The refurbishment of Torngygget in Nydalsveien 33 will be completed in Q3 2016, including a new west-facing subway entrance. SATS/Elixia and Regus recently moved into the newly refurbished office building Nydalsveien 28. Skanska Commercial Development is planning a new project of 24 000 m<sup>2</sup> of office space in Vitaminveien 4. Skanska may initiate construction as early as Q4 2016 if an anchor tenant is secured.


**ØKERN/LØREN/RI SLØKKKA**



|                                    | Per May 2016  | Per May 2015  |
|------------------------------------|---------------|---------------|
| Normal rent (NOK/m <sup>2</sup> )* | 1 000 - 1 500 | 1 000 - 1 500 |
| Prime rent (NOK/m <sup>2</sup> )*  | 2 200         | 2 200         |
| Supply**                           | 20 %          | 21 %          |
| Vacancy**                          | 5 %           | 6 %           |

**Comment:**  
Several new projects are currently being planned in Økern. One of the largest projects, Økern Green Portal, is about to hit the market after zoning was finally approved by the city council. The project will comprise approx. 45 000 m<sup>2</sup> of new office space. The Hase Linje project still has available space totalling around 13 000 m<sup>2</sup>. The new Økern shopping centre (including office space, a hotel and waterspark, etc.) is still in the planning phase, and construction is currently expected to start in 2017. OBOS acquired 280 decares from Fabritius and Storebrand of Uven AS, and is planning 3 000 apartments and 200 000 m<sup>2</sup> of commercial real estate.

**BRYNHELSFYR**



|                                    | Per May 2016  | Per May 2015  |
|------------------------------------|---------------|---------------|
| Normal rent (NOK/m <sup>2</sup> )* | 1 550 - 1 750 | 1 550 - 1 750 |
| Prime rent (NOK/m <sup>2</sup> )*  | 2 200         | 2 200         |
| Supply**                           | 13 %          | 8 %           |
| Vacancy**                          | 9 %           | 7 %           |

**Comment:**  
Vacancy has increased somewhat over the past 12 months, and rents are stable. Several other projects are currently in pipeline with either new constructions, refurbishments or a combination of both. The new build project Fyrstikkalken 1 was recently approved and will enter onto the market. NCC Property Development is planning five new office blocks at Våle Hovin totalling 60 000 m<sup>2</sup>, and aims to start the project in 2016. Østernsveien 16 was recently re-zoned, allowing for an office building of 11 400 m<sup>2</sup>. Construction will be completed in 2018/2019 at the earliest.

\*See definition of «normal» rent and prime rent on page 26.

\*\*See definition of supply and vacancy on page 18.



## Vedlegg 2: Uttrekk markedsrapport Malling & Co- Leiepriser handel



## Vedlegg 3: Priserapport Bjørvikaområdet



### Gjennomsnittspriser i området

Tallene viser gjennomsnittspriser og snittpriser pr m<sup>2</sup> innenfor hver boligtype. Vær oppmerksom på at tallene ikke vil være signifikante ved små utvalg.

| Boligtype | Gjennomsnittspris, kr |        | Gjennomsnittspris, m <sup>2</sup> -BOA |        | Gjennomsnittspris, m <sup>2</sup> -BTA |        |
|-----------|-----------------------|--------|----------------------------------------|--------|----------------------------------------|--------|
|           | Pris                  | Utvalg | Pris                                   | Utvalg | Pris                                   | Utvalg |
| Leilighet | 5 730 813             | 318    | 86 456                                 | 107    | 77 142                                 | 85     |

### Snittpriser segmentert på areal

Tallene viser snittpriser pr boligtype fordelt på intervaller av boligareal/primærromareal. Eiendomsverdidatabasen inneholder ikke areal på alle boliger slik at disse tallene kan være basert på mindre utvalg enn tabellen overst.

| Leilighet |                     |        |
|-----------|---------------------|--------|
| Areal     | m <sup>2</sup> pris | Antall |
| - 30      |                     |        |
| 30 - 60   | 86 050              | 36     |
| 60 - 90   | 84 510              | 49     |
| 90 -      | 91 460              | 22     |

### Snittpriser segmentert på byggeår

Tallene viser snittpriser pr boligtype fordelt på intervaller av byggeår. Eiendomsverdidatabasen inneholder ikke byggeår på alle boliger slik at disse tallene kan være basert på mindre utvalg enn tabellen overst.

| Byggeår     | Leilighet           |        |
|-------------|---------------------|--------|
|             | m <sup>2</sup> pris | Antall |
| - 1950      | 52 625              | 1      |
| 1950 - 1970 |                     |        |
| 1970 - 1980 |                     |        |
| 1980 - 1990 |                     |        |
| 1990 - 2000 |                     |        |
| 2000 -      | 86 776              | 106    |



## Vedlegg 4: Uttrekk av beregninger

|                                | 0 | 2017                | 2018                | 2019                | 2020               | 2021               |
|--------------------------------|---|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| Verdi exit år Kontor           | - | -                   | -                   | -                   | 385 640 201        | -                  |
| Verdi exit år Handel           | - | -                   | -                   | -                   | 15 303 183         | 15 685 762         |
| Verdi exit år Bolig            | - | -                   | -                   | -                   | 522 588 213        | 582 076 171        |
| Margin Kontor                  | - | -                   | -                   | -                   | -57 846 030        | -                  |
| Margin Handel                  | - | -                   | -                   | -                   | -2 295 477         | -2 352 864         |
| Margin Bolig                   | - | -                   | -                   | -                   | -78 388 232        | -87 311 426        |
| Byggekost Kontor               | - | -42 525 000         | -43 588 125         | -44 677 828         | -45 794 774        | -                  |
| Byggekost Handel               | - | -1 875 000          | -3 843 750          | -3 939 844          | -4 038 340         | -2 069 649         |
| Byggekost Bolig                | - | -70 437 500         | -144 396 875        | -148 006 797        | -151 706 967       | -77 749 820        |
| Renter byggelån Kontor         | - | -790 847            | -2 392 312          | -4 033 813          | -5 716 352         | -                  |
| Renter byggelån Handel         | - | -35 222             | -137 777            | -274 126            | -413 884           | -225 738           |
| Renter byggelån Bolig          | - | -1 144 609          | -4 635 668          | -9 387 228          | -14 257 576        | -8 480 232         |
| Rammeprovisjon byggelån Kontor | - | -2 020 926          | -2 020 926          | -2 020 926          | -2 020 926         | -                  |
| Rammeprovisjon byggelån Handel | - | -90 006             | -169 812            | -169 812            | -169 812           | -79 806            |
| Rammeprovisjon byggelån Bolig  | - | -2 924 928          | -5 922 980          | -5 922 980          | -5 922 980         | -2 998 051         |
| Infrastrukturbidrag Kontor     | - | -6 142 500          | -6 296 063          | -6 453 464          | -6 614 801         | -                  |
| Infrastrukturbidrag Handel     | - | -292 500            | -299 813            | -307 308            | -314 991           | -                  |
| <b>Kontantstrøm</b>            | - | <b>-128 279 038</b> | <b>-213 704 098</b> | <b>-225 194 124</b> | <b>548 030 456</b> | <b>416 494 345</b> |
| Nåverdi kontantstrøm           | - | <b>-117 576 028</b> | <b>-192 852 977</b> | <b>-196 273 857</b> | <b>498 660 973</b> | <b>348 483 018</b> |
| <b>Nåverdi</b>                 |   | <b>340 441 129</b>  |                     |                     |                    |                    |

| <b>Timing</b>                                   |            |
|-------------------------------------------------|------------|
| Verdivurderingsdato                             | 01.01.2017 |
| Byggestart                                      | 01.01.2017 |
| Byggeslutt                                      | 31.12.2024 |
| Estimert byggetid (år)                          | 8,0000     |
| Datotype                                        | -          |
| Antall år til byggeslutt (avrundet til heltall) | 8,00       |
| <b>Prisvekst</b>                                |            |
| Årlig KPI-Justering                             | 2,50 %     |
| Årlig boligprisvekst                            | 2,50 %     |
| Årlig økning byggekostnad                       | 2,50 %     |
| <b>Renter og Finansiering</b>                   |            |
| NIBOR 3M                                        | 1,00 %     |
| Langsiktig rente 4 års swap                     | 1,38 %     |
| Margin byggelån                                 | 2,25 %     |
| Rammeprovisjon byggelån                         | 1,00 %     |
| Margin tomtelån                                 | 2,25 %     |
| <b>Annet</b>                                    |            |
| Margin utvikler næring                          | 15,00 %    |
| Margin utvikler bolig                           | 15,00 %    |
| Konvertering P-ROM/BTA Bolig                    | 75,0 %     |
| Boligsalg før ferdigstillelse (år)              | 1          |
| Infrastrukturbidrag lyse arealer                | 3 900      |

| <b>INPUTCELLER</b>                      |                      | <b>Næring</b>       |               | <b>Bolig</b> |
|-----------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------|--------------|
|                                         |                      | <b>Lyse Arealer</b> |               | <b>Lyse</b>  |
| <b>Nominelle 2017 verdier</b>           | <b>Sum/Gj. Snitt</b> | <b>Kontor</b>       | <b>Handel</b> | <b>Bolig</b> |
| Kvm BTA Total                           | 14 650               | 6 300               | 600           | 16 100       |
| NOK/Kvm/År næring                       | 2 977                | 3 000               | 2 500         |              |
| Eierkost % av leieinntekt næring        | 10,00 %              | 10,00 %             | 10,00 %       |              |
| Antatt netto yield ved salg             |                      | 4,75 %              | 4,75 %        |              |
| Byggekostnad per kvadratmeter total BTA | 31 355               | 27 000              | 25 000        | 35 000       |
| Infrastrukturbidrag per BTA total       | 1 757                | 3 900               | 3 900         |              |
| Salgspris BRA-S                         | 85 000               |                     |               | 85 000       |
| Markedsføringskostnad %                 | 3,00 %               |                     |               | 3,0 %        |